"LTRUSS" โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุน 2 มิติ

"LTRUSS" 2 DIMENSIONS TRUSS ANALYSIS AND DESIGN PROGRAM

นายสุวณัฐ ตันตนาตระกูล

นายเสกสรร เจริญสุข

วัน เดือน ปี 1 ธ.ค. 2540

เลขทะเบียน 037183

เลขเรียกหนังสือ T 38276 ส874ง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037183

"LTRUSS"

โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุน 2 มิติ

นายสุวณัฐ ตันตนาตระกูล

นายเสกสรร เจริญสุข

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"LTRUSS"

2 DIMENSIONS TRUSS ANALYSIS AND DESIGN PROGRAM

MR.SUWANAT TANTANATRAKOOL

MR.SEKSAN CHAROENSUK

A SPEACIAL PROJECT SUBMITTED IN FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEER

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

KING MONGKUT S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

.....

หัวข้อโครงงานพิเศษ "LTRUSS" โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบ โครงข้อหมุน 2 มิติ

"LTRUSS" 2 DIMENSIONS TRUSS ANALYSIS AND DESIGN PROGRAM

นักศึกษา นายสุวณัฐ ตันตนาตระกูล รหัสประจำตัว 35104504
นายเสกสรร เจริญสุข รหัสประจำตัว 35104509

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วิบูลย์ วุฒิญาณ

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วิบูลย์ วุฒิญาณ	
2. อาจารย์สมชาย สำลีรางค์กูล	
3. ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ	
4. อาจารย์สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"LTRUSS" โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุน 2 มิติ
"LTRUSS" 2 DIMENSIONS TRUSS ANALYSIS AND DESIGN PROGRAM

โดย นายสุวณัฐ ตันตนาตระกูล
นายเสกสรร เจริญสุข

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วิบูลย์ วุฒิญาณ

บทคัดย่อ

โครงข้อหมุน เป็นโครงสร้างที่ใช้ในงานที่ต้องการ span ยาวโดยจะรับแรงเฉพาะที่จุดต่อของชิ้นส่วน โดยก่อนการใช้งานโครงข้อหมุนจะต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบเพื่อหาหน้าตัดเหล็กที่เหมาะสมและการเตรียมจุดรองรับให้เหมาะสม รวมทั้งหาแรงลงจุดรองรับซึ่งอาจเป็นเสา คาน หรือผนังรับแรง เพื่อการออกแบบในส่วนอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว จึงได้ทำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ออกแบบโดยใช้ภาษา Visual Basic Version 3.0 ตามหลักการของวิธี Displacement Method โดยยึดมาตรฐาน AISC ในการทำงานโปรแกรมนี้จะให้ผู้ใช้งานป้อนตำแหน่ง ของ node , การเชื่อมต่อของ Element , หน้าตัดของชิ้นส่วนและแรงกระทำภายนอกที่จุด ต่อ โดยโปรแกรมจะให้ผลลัพธ์ คือ ระยะการเคลื่อนตัวของจุดต่อ , ค่าแรงกระทำภายใน ของแต่ละชิ้นส่วนและแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ รวมทั้งหน้าตัดที่เหมาะสมในส่วนของ Design เพื่อนำมาสรุปให้ผู้ใช้งานทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Trusses are widely used in long span construction that have only forces at the joints. Before the trusses are used the section area must be analyzed and designed first . To analyze and design truss correctly and quickly. this program is fabicated through the displacement method reference AISC code and the Visual Basic Version 3.0is used as the programming language. The program allowed user to input coordinate of node, element connectivity , section area and external forces at joint. The output which present the results are the displacement of joint, internal element forces and support reaction. For design mode it can present section area in oder to summarize the steel type that can be used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและค้นคว้าโครงงานครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ท่านด้วยกัน ผู้จัดทำใคร่จะขอนำรายนามของท่านเหล่านั้นมาปรากฏไว้ ณ ที่นี้ เพื่อเป็นการขอบพระคุณและระลึกถึง

1. อาจารย์วิบูลย์ วุฒิญาณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ สำหรับความรู้และคำปรึกษา

ตลอดทั้งอาจารย์และเพื่อน ๆ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านผู้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านกำลังใจด้วยดีตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทนำ	1
บทที่ 1 โครงข้อหมุน	3
1.1 โครงข้อหมุน	3
1.2 น้ำหนักบรรทุกคงที่	4
1.3 น้ำหนักบรรทุกจรและแรงลม	5
1.4 การจัดน้ำหนักบรรทุก	7
1.5 โครงหลังคาแบบต่าง ๆ	7
1.6 การวิเคราะห์แรงภายในโครงหลังคา	9
1.7 การค้ำยันและยึดหลังคา	9
บทที่ 2 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก	11
2.1 น้ำหนักบรรทุก	12
2.2 คุณสมบัติของเหล็กโครงสร้าง	13
2.3 ชนิดของเหล็กโครงสร้าง	15
2.4 เหล็กรูปพรรณ	16
บทที่ 3 โครงสร้างส่วนรับแรงดึงและส่วนรับแรงอัด	17
3.1 โครงสร้างส่วนรับแรงดึง	17
3.2 รูปตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงดึง	17
3.3 การออกแบบโครงสร้างส่วนรับแรงดึง	18
3.4 หน้าตัดสุทธิ	18
3.5 มาตรฐานกำหนด	19
3.6 โครงสร้างส่วนรับแรงอัด	20
3.7 รูปตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงอัด	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8 สูตรคำนวณโครงสร้างส่วนรับแรงอัด 23

3.9 ช่วงความยาวประสิทธิผล 26

3.10 การออกแบบโครงสร้างส่วนรับแรงอัด 27

บทที่ 4 การคูณเมตริกซ์ , การทรานสโพสเมตริกซ์ 29

4.1 การแปลงรูปเชิงเส้น 29

4.2 สัญลักษณ์ทางเมตริกซ์ 31

4.3 การคูณเมตริกซ์ 32

4.4 ขั้นตอนการทำงาน 33

4.5 การทรานสโพสเมตริกซ์ 34

บทที่ 5 การอินเวอร์สเมตริกซ์ 35

5.1 นิยามของการอินเวอร์สเมตริกซ์ 35

5.2 วิธีเกาส์-จอร์แดน 38

5.3 การอินเวอร์สโดยการคำนวณ 39

5.4 Banded Equation 45

5.5 การหาคำตอบของ Banded Equation 46

5.6 การแก้ปัญหาของระบบสมการหลายสมการ 52

บทที่ 6 Displacement Method 54

6.1 บทนำ 54

6.2 Statically determination 55

6.3 Statics Matrix [A] 57

6.4 Deformation Matrix [B] 59

6.5 หลักการของงานเสมือน 61

6.6 Degree of freedom และ Global stiffness matrix 62

6.7 การคำนวณหา Global stiffness matrix โดยตรง 64

6.8 การคำนวณหา Global stiffness matrix [K] จาก [ASB] 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.9 การหา Global stiffness matrix โดยการรวม Local stiffness matrix 72
6.10 วิธี Displacement Method 74
บทที่ 7 ผังงานการเขียนโปรแกรม 76
- Flowchart แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของโปรแกรม 77
- Flowchart แสดงขั้นตอนการคำนวณในส่วน Analysis 78
- Flowchart แสดงขั้นตอนการคำนวณในส่วน Design 79
- Flowchart แสดงการหา global freedom ของแต่ละ node 84
- Flowchart การสร้างตาราง NP แยกตาม Element 85
- Flowchart การสร้างเมตริกซ์ [A] จากตาราง NP 86
- Flowchart การสร้างเมตริกซ์ [A^T] 87
- Flowchart แสดงการคูณเมตริกซ์ [S] กับเมตริกซ์ [B] 88
- Flowchart แสดงการคูณเมตริกซ์ [A] กับเมตริกซ์ [SB] 89
- Flowchart การหาเมตริกซ์ [K^*] 90
- Flowchart การสร้างเมตริกซ์ [P] 94
- Flowchart แสดงการแก้ปัญหา Banded Equation 95
- Flowchart การสร้างเมตริกซ์ [AR] 99
บทที่ 8 คู่มือประกอบการใช้งานโปรแกรม LTRUSS 100
8.1 เบื้องต้น 100
8.2 อุปกรณ์และซอฟท์แวร์ที่ต้องใช้ควบคู่กับโปรแกรม LTRUSS 100
8.3 การ setup โปรแกรม LTRUSS 101
8.4 เริ่มต้นใช้งาน โปรแกรม 105
บทที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณ 140
- ตารางเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ 141
- ตัวอย่างที่ 1 (Analysis) 145
Analysed By "LTRUSS" 149
Analysed By "DTRUSS" 160
Analysed By "MFEAP" 169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- ตัวอย่างที่ 2 (Design)	177
Designed By "LTRUSS"	181
Designed By "DTRUSS"	193
บทที่ 10 บทสรุปและแนวทางการพัฒนา	203
หนังสืออ้างอิง	205
ภาคผนวก	206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ส่วนต่าง ๆ ของโครงหลังคา 3
รูปที่ 1.2 ค่าแรงลมที่กระทำต่ออาคาร 6
รูปที่ 1.3 โครงหลังคา 8
รูปที่ 1.4 การค้ำยันในโครงหลังคา 9
รูปที่ 1.5 การทำค้ำยันด้านข้างและด้านขวาง 10
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของอาคารเหล็กรูปพรรณ 11
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยยืดตัวของเหล็ก 14
รูปที่ 2.3 รูปตัดเหล็กรูปพรรณ 16
รูปที่ 3.1 รูปตัดแบบต่าง ๆ ของโครงสร้างส่วนรับแรงดึง 17
รูปที่ 3.2 การจัดแถวหมุดย้ำ 18
รูปที่ 3.3 การโก่งตัวของเสา 21
รูปที่ 3.4 แบบหน้าตัด ของโครงสร้างส่วนรับแรงอัด 22
รูปที่ 3.5 Alignment chart 27
รูปที่ 4.1 การหาผลคูณของเมตริกซ์ 33
รูปที่ 5.1 พิสูจน์ $[AA^{-1}] = [I]$ 37
รูปที่ 6.2.1 จำนวนของ P และ F สำหรับโครงข้อหมุนแบบ Statically determinate 56
รูปที่ 6.2.2 โครงข้อหมุนแบบ Unstable 56
รูปที่ 6.2.3 โครงสร้างแบบ Statically determinate ซึ่ง NR > 3 57
รูปที่ 6.3.1 Equilibrium diagrams 58
รูปที่ 6.4.1 Displacement diagrams 60
รูปที่ 6.5.1 หลักการของงานเสมือน 61
รูปที่ 6.6.1 Degree of freedom ของโครงข้อหมุน 63
รูปที่ 6.6.2 Dynamic degree of freedom 63
รูปที่ 6.7.1 การสมมุติแบบกำลังหนึ่งสำหรับการยืดตัวของชิ้นส่วน 65
รูปที่ 6.7.2 first basic mode 65
รูปที่ 6.7.3 second basic mode 67
รูปที่ 6.7.4 third basic mode 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6.7.6 fifth basic mode	67
รูปที่ 6.7.7 sixth basic mode	68
รูปที่ 6.8.1 Diagrams ที่ใช้ในการหาเมตริกซ์ [A] และ [B]	69
รูปที่ 6.8.2 การคำนวณหา global stiffness matrix จาก [K] = [ASB]	70
รูปที่ 6.9.1 local stiffness matrix ของชิ้นส่วนในโครงข้อหมุน	72
รูปที่ 8.1 สร้าง Program Group "Civil Design"	101
รูปที่ 8.2 สร้าง LTRUSS icon	101
รูปที่ 8.3 Windows Setup ในกลุ่ม Main Program Group	102
รูปที่ 8.4 Windows Setup	102
รูปที่ 8.5 Change System Setting	103
รูปที่ 8.6 เปลี่ยน Display	104
รูปที่ 8.7 แสดงการเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม LTRUSS	105
รูปที่ 8.8 แสดงเมนูหลักของ LTRUSS	106
รูปที่ 8.9 แสดงเมนูย่อยของ File Menu	107
รูปที่ 8.10 แสดงหน้าจอที่พร้อมทำงานหลังจากเรียกคำสั่ง New	108
รูปที่ 8.11 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Open	108
รูปที่ 8.12 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Save File	109
รูปที่ 8.13 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Save File	109
รูปที่ 8.14 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Quit	110
รูปที่ 8.15 เมนูย่อยของ Mode Menu	111
รูปที่ 8.16 แสดง Mode Analysis	112
รูปที่ 8.17 แสดง Mode Design	113
รูปที่ 8.18 แสดงเมนูย่อยของ Data Menu	114
รูปที่ 8.19 แสดงการเริ่มต้นป้อนข้อมูลใน Coordinate Menu	115
รูปที่ 8.20 ฟอร์มรับข้อมูลในส่วนของ Coordinate	116
รูปที่ 8.21 การตรวจสอบข้อมูลแต่ละ node	117
รูปที่ 8.22 แสดงปุ่มสำคัญ 3 ปุ่ม	117
รูปที่ 8.23 แสดง Output และการ Edit ข้อมูล	118
รูปที่ 8.24 Boundary Menu	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 8.25	การตรวจสอบข้อมูล Boundary	120
รูปที่ 8.26	ฟอร์มรับข้อมูล Connectivity	120
รูปที่ 8.27	การป้อนข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล Connectivity	121
รูปที่ 8.28	Menu Element Data ในส่วนของ Material Property (Analysis)	122
รูปที่ 8.29	การตรวจสอบข้อมูล Menu Material Property (Analysis)	122
รูปที่ 8.30	Menu Element Data ในส่วนของ Material Property (Design)	123
รูปที่ 8.31	ข้อความเตือนเมื่อมีการป้อนข้อมูลผิดพลาด	123
รูปที่ 8.32	Menu Nodal Force (Load) Data	124
รูปที่ 8.33	ปุ่มเลือกเพื่อตรวจสอบข้อมูล	125
รูปที่ 8.34	หน้าต่างแสดง Node Data	126
รูปที่ 8.35	หน้าต่างแสดง Element Data	126
รูปที่ 8.36	หน้าต่างแสดง Over all Data	127
รูปที่ 8.37	แสดงความพร้อมที่จะทำการคำนวณ	127
รูปที่ 8.38	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณแบบ Analysis	128
รูปที่ 8.39	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณแบบ Design	128
รูปที่ 8.40	แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Mode Analysis	129
รูปที่ 8.41	แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Mode Design	130
รูปที่ 8.42	เมนูย่อยของ Graphics	131
รูปที่ 8.43	เมนูย่อยเพื่อให้เลือกว่าจะเอาหมายเลขของ node หรือไม่	131
รูปที่ 8.44	แสดง Graphics Geometry ที่แสดงหมายเลข node	132
รูปที่ 8.45	แสดง Graphics Geometry ที่ไม่แสดงหมายเลข node	133
รูปที่ 8.46	แสดง Graphics Displacement ที่แสดงหมายเลข node	134
รูปที่ 8.47	แสดง Graphics Displacement ที่ไม่แสดงหมายเลข node	135
รูปที่ 8.48	เมนูย่อยของ Menu Print	136
รูปที่ 8.49	แสดงเมนูย่อยของ Node ใน Print Menu	137
รูปที่ 8.50	แสดงเมนูย่อยของ Element ใน Print Menu	137
รูปที่ 8.51a	แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Print Menu (Analysis)	138
รูปที่ 8.51b	แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Print Menu (Design)	138
รูปที่ 8.52	แสดงเมนูย่อยของ Graphics ใน Print Menu	139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิผลของส่วนโครงสร้างหลัก 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยปกติโครงข้อหมุน (truss) จะใช้กับการก่อสร้างที่มี span ยาว และไม่ต้องการให้มีเสาค้ำยันกลาง ซึ่งจะเป็นพวกโครงหลังคา โครงสะพานและอื่น ๆ ในปัจจุบันโครงข้อหมุนเหล็กได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งพวกอาคารโรงงานซึ่งเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมาก รวมจนถึงอาคารทั่วไปก็เริ่มหันมาใช้โครงข้อหมุนเป็นส่วนประกอบบ้างแล้วสำหรับการใช้งานโครงข้อหมุนนี้จะต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบเป็นอย่างดี เพื่อให้เหมาะสมและปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งการวิเคราะห์และออกแบบนี้ ถ้าใช้วิธีคำนวณด้วยมือจะเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและใช้เวลานานมาก รวมทั้งเกิดความผิดพลาดได้ง่ายดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบเพื่อให้การทำงานสะดวกขึ้น และถูกต้องมากขึ้นอันจะมีผลให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโครงข้อหมุนเมื่อมีแรงกระทำภายนอกกระทำที่จุดต่าง ๆ เช่น ค่าแรงที่เกิดภายในชิ้นส่วน , การเคลื่อนตัวของจุดต่อ , แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์โครงสร้างแบบ Displacement method และนำหลักการที่ได้นี้มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุนดังกล่าว

3. ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

1. ใช้หลักการของวิธี displacement method เพื่อหาพฤติกรรมของโครงข้อหมุนที่เกิดขึ้น

2. ใช้มาตรฐาน AISC ในการตรวจสอบหน้าตัดเหล็ก เพื่อการออกแบบ

4. ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กที่จะมีผลต่อพฤติกรรมของโครงข้อหมุน

2. โปรแกรมที่ใช้สามารถวิเคราะห์และออกแบบเฉพาะโครงข้อหมุนแบบ 2 มิติเท่านั้น

3. ไม่จำกัดรูปแบบของโครงข้อหมุนที่จะนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากใช้ระบบการป้อนข้อมูลแบบ coordinate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้กับโครงข้อหมุนที่มีแรงกระทำที่จุดต่อในแนวแกนหลัก X , Y เท่านั้น

5. ขั้นตอนการดำเนินโครงงานพิเศษ

1. ทำการศึกษาทางด้านทฤษฎีเกี่ยวกับคุณสมบัติของโครงข้อหมุนต่าง ๆ

2. ศึกษาการวิเคราะห์และการใช้ตัวเลขกำกับขั้วของชิ้นส่วนย่อยซึ่งสอดคล้องกับ degree of freedom

3. ศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี displacement method

4. ศึกษาวิธีการออกแบบและตรวจสอบหน้าตัดตามมาตรฐาน AISC

5. เขียน flowchart เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมการวิเคราะห์และการออกแบบโครงข้อหมุน

6. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic

7. ทดสอบโปรแกรมเพื่อตรวจสอบความผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้อง

6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจพฤติกรรมและการใช้งานของโครงข้อหมุนมากขึ้น

2. สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบได้

3. เป็นจุดเริ่มต้นให้มีการพัฒนาและขยายการเขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์และออกแบบงานที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 โครงข้อหมุน

1.1 โครงข้อหมุน (Truss)

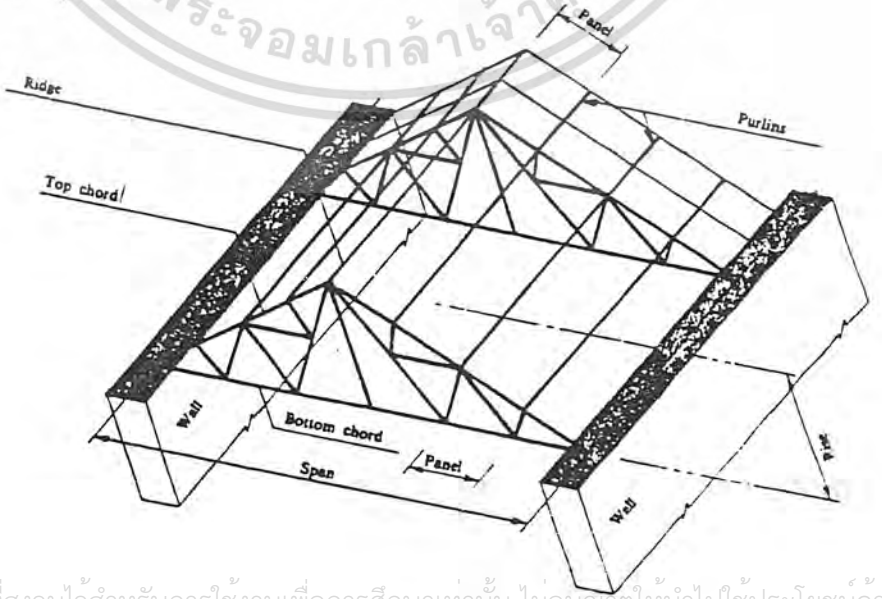
เป็นโครงสร้างที่ใช้พาดช่วงยาวๆโดยไม่ต้องมีเสาระหว่างกลางช่วง ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ในการออกแบบอาคาร โอกาสที่นำไปใช้ได้แก่ โครงหลังคา (Roof truss) โครงสะพาน (Bridge truss) คานโครง (Trussed grider)

สำหรับโครงหลังคา เป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักเครื่องมุง เช่น น้ำหนักกระเบื้องหรือสังกะสี พร้อมทั้งระแนงหรือแปรับกระเบื้อง น้ำหนักของแผ่นกันความร้อน น้ำหนักของจั่วเพดาน (ถ้ามี) แรงลม และน้ำหนักของโครงหลังคา เป็นต้น

สำหรับโครงสะพานเป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักของโครงสะพานเอง น้ำหนักของพื้นและคานรับพื้นสะพานและน้ำหนักของยานพาหนะ เป็นต้น

คานโครงที่ใช้กับระบบพื้น เป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักของของคานเอง น้ำหนักของพื้นและตง รวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร เป็นต้น

โครงหลังคาเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่ต้องออกแบบเสมอ เดิมโครงหลังคาเหล็กใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม หรือยิมเนเซียม ซึ่งไม่ต้องการให้มีเสาอยู่กลางอาคาร แต่ในปัจจุบันโครงหลังคาสำหรับอาคารบ้านพักอาศัยก็นิยมใช้โครงเหล็ก เพราะนอกจากจะทำรอยต่อง่ายแล้วยังหมดปัญหาเรื่องปลวกอีกด้วย ฐานรองที่ปลายทั้งสองของโครงหลังคาอาจเป็นผนังกำแพงคอนกรีต เสา หรือคานก็ได้ โดยยึดปลายข้างหนึ่งให้อยู่กับที่ (fix) และอีกปลายหนึ่งให้เคลื่อนที่ได้ (free) เพื่อการขยายหรือหดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ส่วนต่างๆของโครงหลังคาได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ส่วนต่างๆ ของโครงหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กระทำภายในส่วนต่างๆ ของโครงหลังคา โดยทั่วไปจะเป็นแรงดึงและแรงอัด ซึ่งเป็นแรงในแนวแกนเท่านั้น เนื่องจากสมมุติให้รอยต่อแต่ละจุดเป็นแบบยึดหมุน การต่อส่วนต่างๆ ของโครงหลังคาก็มีทั้งการต่อโดยใช้หมุดย้ำและสลักเกลียว หรือโดยการเชื่อม การเลือกแบบของโครงหลังคาและหน้าตัดของส่วนต่าง ๆ ว่าจะเป็นแบบใดหรือระยะห่างระหว่างโครงควรเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับระยะห่างของฐานรอง ความเหมาะสมของการใช้งาน ความสวยงามของสถาปัตยกรรม ผู้ออกแบบจะต้องใช้ดุลพินิจของตัวเองประกอบด้วยความชำนาญ ปกติใช้โครงชันเมื่อโครงมีช่วงสั้นและใช้โครงแบนเมื่อโครงมีช่วงยาว น้ำหนักหรือแรงที่กระทำต่อโครงหลังคาประกอบด้วย น้ำหนักบรรทุกคงที่ เช่น น้ำหนักของค้ำยันเป็นต้น น้ำหนักจร และแรงลม ซึ่งจะต้องออกแบบให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อบัญญัติสำหรับโครงสร้าง

1.2 น้ำหนักบรรทุกคงที่ ประกอบด้วย

- น้ำหนักของวัสดุมุงหลังคา ขึ้นอยู่กับน้ำหนักบรรทุกที่ต้องรับ และระยะห่างระหว่างแป

- น้ำหนักของแป ขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป น้ำหนักบรรทุกที่ต้องรับ และระยะห่างระหว่างโครง ปกติประมาณ 9 - 10 กก.ต่อ ม.^{2} เมื่อระยะระหว่างโครงน้อยกว่า 5 เมตร และประมาณ 20 กก.ต่อ ม.^{2} เมื่อช่วงห่างมากกว่า 7 เมตร

- น้ำหนักของโครงหลังคา ขึ้นอยู่กับความชันและช่วงความยาวของโครง

Grinter เสนอว่า ถ้าโครงมีช่วงยาว 40 ฟุต และมีความชัน (pitch) 1/30 - 1/4 ให้สมมุติน้ำหนักประมาณ 2 - 3.5 ปอนด์ / ตร.ฟุต (ถ้าโครงต่อด้วยการเชื่อม น้ำหนักอาจลดลงบ้าง แต่ถ้าโครงต่อโดยใช้หมุดย้ำและแผ่นประกบ น้ำหนักจะเพิ่มอีกประมาณ 15%)

เมื่อโครงมีช่วงยาวกว่า 40 ฟุต ให้เพิ่มน้ำหนักอีก 0.5 ปอนด์ / ตร.ฟุต แต่สำหรับโครงชันมาก (Steep roof) ให้ลดน้ำหนักลง 0.5 - 1 ปอนด์ / ตร.ฟุต

อย่างไรก็ดี Grinter ได้เสนอสูตรคำนวณน้ำหนักของโครงดังนี้

$$W = 0.5 + 0.05\,L \quad \text{ปอนด์ / ตร.ฟุต}$$

ในเมื่อ L เป็นช่วงความยาวของโครงที่มีความชัน 1/4 หน่วยเป็นฟุต

- น้ำหนักของค้ำยันทางยาวและด้านทะแยง ประมาณ 0.5 - 1.5 ปอนด์ / ตร.ฟุต แต่อาจลดได้บ้างถ้าเป็นโครงขนาดเล็ก เนื่องจากอาจไม่จำเป็นต้องมีค้ำยันในแนวทะแยง

เมื่อต้องการแปลงเป็นระบบเมตริกใช้ 1 เมตร = 3.281 ฟุต และ 1 ปอนด์ / ตร.ฟุต = 4.883 กก. / ตร.เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 น้ำหนักบรรทุกจรและแรงลม

การคิดน้ำหนักต่าง ๆ เช่น น้ำหนักบรรทุกจร ขึ้นอยู่กับชนิดอาคาร เช่น อาคารพักอาศัย 150 กก. ต่อ ม.^{2} สำนักงาน 300 กก. ต่อ ม.^{2} น้ำหนักวัสดุต่างๆ เช่น พื้น กระเบื้อง หลังคาหาได้จากหนังสือคู่มือทั่วไป แรงลมจะต้องคิดเมื่อโครงหลังคาเป็นแบบโครงชัน (Pitched truss) ซึ่งมีความชันคือ อัตราส่วนระหว่างส่วนยก ต่อช่วงยาว ตั้งแต่ 1 ใน 6 หรือมากกว่า ส่วนโครงหลังคาแบบหลังแบน (Flat truss) ซึ่งมีความชัน 1 ใน 8 ถึง 10 ไม่จำเป็นต้องคิดแรงลมเนื่องจากแรงลมในหลังคาประเภทนี้เป็นแบบลมดูด (Suction) ซึ่งจะลดค่าของแรงในส่วนต่างๆของโครงหลังคาลง

แรงลม แรงลมที่กระทำต่อโครงสร้างขึ้นอยู่กับแรงดันของลมที่เกิดจากความเร็วลมมีทั้งแรงดันด้านเหนือลม (Pressure) และแรงดูดด้านใต้ลม (Suction) คณะอนุกรรมการของ ASCE แห่งสหรัฐอเมริกา พบว่า

แรงดันด้านเหนือลม $P = 0.002\ V^2$ ปอนด์ / ตร.ฟุต

แรงดันด้านใต้ลม $P = 0.0013\ V^2$ ปอนด์ / ตร.ฟุต

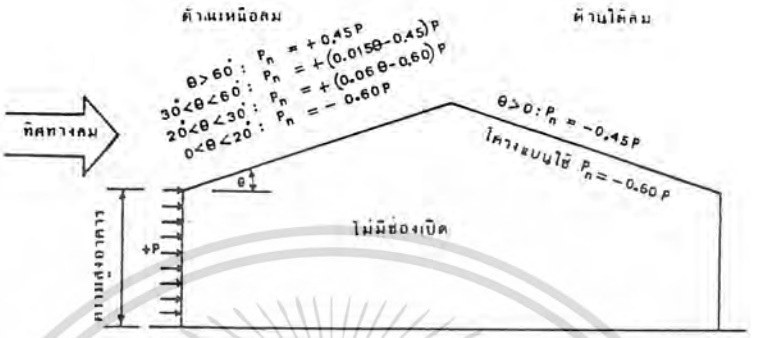
เมื่อ V เป็นความเร็วลม หน่วยเป็น ไมล์ / ชม.

ดังนั้น แรงลมทั้งหมด (แรงดัน - แรงดูด) $P = (0.002 + 0.0013)\ V^2 = 0.0033\ V^2$ ปอนด์ / ตร.ฟุต ถ้า V = 77.8 ไมล์ / ชม. จะได้ P = 20 ปอนด์ / ตร.ฟุต ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ทั่วไปเมื่อโครงสร้างสูงไม่เกิน 300 ฟุต ถ้าโครงสร้างสูงขึ้นทุกๆ 100 ฟุต ค่า P จะเพิ่มขึ้นอีกทีละ 2.5 ปอนด์ / ตร.ฟุต นั่นคือ P = 3.75 ปอนด์ / ตร.ฟุต เมื่อโครงสร้างสูง 1000 ฟุต

คณะอนุกรรมการของ ASCE แห่งสหรัฐอเมริการได้ให้วิธีการหาแรงลมที่กระทำตั้งฉากกับแนวหลังคาโดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น แรงลมกระทำภายนอกอาคาร และแรงลมกระทำภายในอาคาร ดังต่อไปนี้

แรงลมกระทำภายนอกอาคาร แรงลมที่กระทำตั้งฉากกับแนวหลังคามีทั้งแรงดันและแรงดูดทั้งทางด้านเหนือลมและด้านใต้ลม ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมลาดเอียงของหลังคา ในกรณีหลังคาเป็นโครงจั่ว คณะอนุกรรมการของ ASCE ให้ค่าแรงดันที่กระทำต่อหลังคาเป็นบวก และค่าแรงดูดที่กระทำออกจากหลังคาเป็นลบ สำหรับกรณีที่แรงลมกระทำเท่ากับ 20 ปอนด์ ต่อ ตร.ฟุต แต่ค่าที่ให้ไว้ในรูปที่ 1.2 ได้ดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้ได้กับขนาดของแรงลมทุกค่าที่มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อ ตร.ฟุต หรือ กก. ต่อ ตร.เมตร เช่น $\theta = 20^\circ$ และ P = 20 ปอนด์ต่อตร.ฟุต จะได้แรงดูดด้านหรือเหนือลมเท่ากับ 12 ปอนด์ต่อตร.ฟุต และแรงดูดด้านใต้ลมเท่ากับ 9 ปอนด์ต่อตร.ฟุต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2

แรงลมกระทำภายในอาคาร เมื่ออาคารมีช่องเปิดของหน้าต่างประตู เท่ากับร้อยละ nของเนื้อที่ผนังทั้งหมด จะเกิดแรงดันที่กระทำต่อหลังคาเป็นบวกและแรงดูดที่กระทำออกจากหลังคาเป็นลบ ดังสมการต่อไปนี้

แรงดันภายในอาคาร $Pn = (-0.225 + 0.0125\ n)\ P \leq 0.6P$

แรงดูดภายในอาคาร $Pn = (-0.225 - 0.0075\ n)\ P \leq -0.45P$

เมื่อ $n = \frac{\text{เนื้อที่ช่องเปิดของหน้าต่างประตู}}{\text{เนื้อที่ผนังทั้งหมด}} \times 100\%$

มีค่าระหว่าง 0 ถึง 30% ถ้า n > 30% ให้ใช้ค่าสูงสุดตามที่กำหนดข้างต้น

อย่างไรก็ดีเมื่อต้องการหาแรงลมที่กระทำตั้งฉากกับแนวหลังคา อาจใช้สูตรสำเร็จต่อไปนี้ ซึ่งคิดเฉพาะแรงดันด้านเหนือลมเพียงอย่างเดียว และใช้ค่าแรงลมทั้งหมด (ทั้งแรงดัน + แรงดูด) เช่น P = 20 ปอนด์ต่อตร.ฟุต หรือ P = 50 กก. / ม.^{2} ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครสำหรับอาคารสูงไม่เกิน 10 เมตร เป็นต้น แทนลงในสูตรซึ่งเป็นค่าปลอดภัยสำหรับการออกแบบ

สูตรที่ใช้ (1) $Pn = P (2 \sin \theta) / (1 + \sin^2 \theta)$ Duchemin Formula

(2) $Pn = P \sin \theta^{1.84 \cos\theta - 1}$ Hutton Formula

(3) $Pn = P\ \theta / 45$ Ketchum or Straight-line Formula

ในเมื่อ θ เป็นมุมของหลังคา หน่วยเป็นองศา

สูตร Duchemin ได้รับความนิยมและเชื่อถือมาก ส่วยอีกสองสูตรให้ค่าสอดคล้องกับการทดลองเมื่อมุม θ ไม่เกิน 35 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 การจัดน้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักบรรทุกที่กระทำโครงหลังคา ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักจรและแรงลมที่กระทำตั้งฉากกับหลังคา ซึ่งต้องพิจารณาจัดน้ำหนักบรรทุกให้กระทำต่อโครงหลังคาดังนี้

(1) น้ำหนักบรรทุกคงที่ + น้ำหนักบรรทุกจร

(2) น้ำหนักบรรทุกคงที่ + น้ำหนักบรรทุกจร + แรงลมที่อาจพัดมาจากทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

ดังนั้นในการวิเคราะห์หาแรงภายในที่เกิดในโครงหลังคา จึงพิจารณาให้น้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับน้ำหนักบรรทุกจร กระทำที่หนึ่ง และพิจารณาให้แรงลมกระทำอีกทีหนึ่ง จากนั้นจึงนำผลที่ได้มารวมพิจารณาหาแรงภายในที่เกิดขึ้นที่มากที่สุด เพื่อนำไปออกแบบส่วนโครงสร้างต่อไป

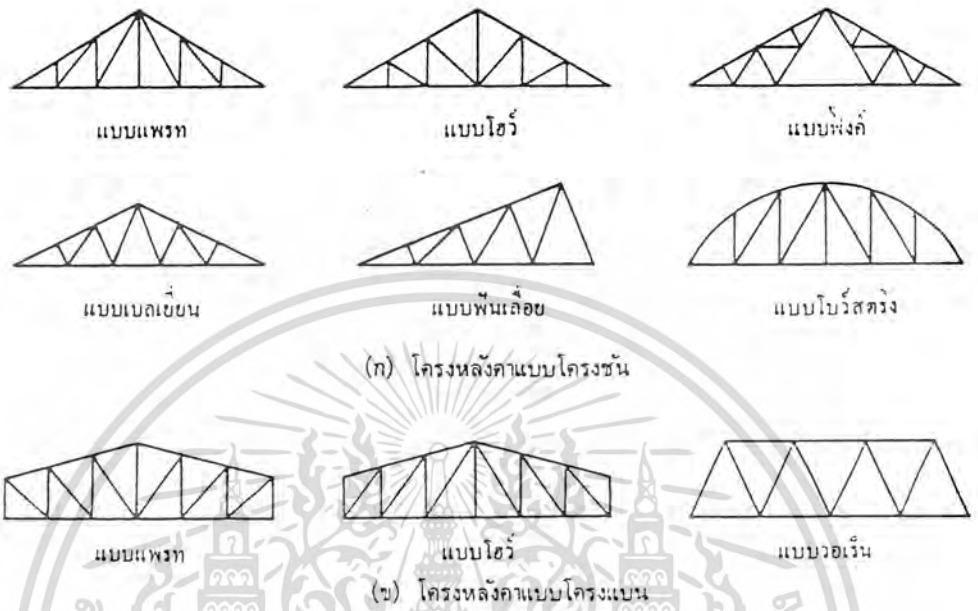
สำหรับการพิจารณารวมผลของการกระทำของแรงลม มาตรฐาน AISC กำหนดให้เพิ่มค่าหน่ายแรงที่ยอมให้อีกหนึ่งในสาม เนื่องจากเป็นการกระทำของแรงชั่วคราว ดังนั้นจึงใช้ค่าสามในสี่ของข้อ (2) เปรียบเทียบกับค่าในข้อ (1) เพื่อหาแรงภายในที่เกิดมากที่สุดในแต่ละส่วนของโครงสร้าง

1.5 โครงหลังคาแบบต่างๆ

โอกาสที่จะใช้โครงหลังคาแบบต่างๆนอกจากจะดูเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างทางด้านสถาปัตยกรรมแล้ว อาจพิจารณาเลือกแบบโครงหลังคาตามเหมาะสมและประหยัดคือ หลังคาโครงชันเหมาะที่จะใช้กับโครงหลังคาของอาคารพักอาศัย หรืออาคารอื่นที่มีช่วงกว้างต่ำกว่า 10.00 เมตรเป็นส่วน เพราะแรงลมจะมีผลกับโครงหลังคาช่วงแคบๆ นี้ไม่มาก และถ้าหากโครงหลังคาพาดช่วงกว้างๆ ก็สมควรที่จะใช้หลังคาโครงแบน ซึ่งมีผลของแรงลมไม่มากเพราะความชันน้อย

สำหรับหลังคาโครงชันต่างๆ มีลักษณะต่างกันคือ แบบแพรท และโฮว์นั้นแบ่งช่วงย่อยทางแนวดิ่งเท่ากัน แต่ไม้ค้ำยันพาดเฉียงกลับกัน แบบฟิ้งค์เหมาะสำหรับหลังคาที่มีความสูงมาก จำเป็นต้องแบ่งช่วงย่อยเท่าๆกันทางด้านจันทันแล้วลากเส้นตั้นฉากออกไปขื่อและไม้ดั้งเฉียง ส่วนแบบเบลเยี่ยนนั้นแบ่งจันทันออกเป็นช่วงย่อยเท่าๆกันแล้วลากเส้นตั้งฉากมาพบขื่อ แบบฟันเลื่อยเหมาะสำหรับโรงงานที่ต้องการให้แสงเข้าทางปลายด้านชัน การแบ่งช่วงย่อยอาจทำได้ตามแบบที่กล่าวมาแล้ว และแบบโบว์สตริงใช้กับอาคารที่ต้องการหลังคารเป็นส่วนโค้ง การแบ่งช่วงย่อยก็เช่นเดียวกับแบบของแพรทหรือโฮว์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 โครงหลังคา

หลังคาแบนมีแบบแพรทและแบบโฮว์ซึ่งจะมีผลต่อไม้ตั้งและค้ำยันที่มีแรงอัดและแรงดึงแตกต่างกันในโครงหลังคา 2 แบบนี้ ส่วนแบบวอเร็นเหมาะสำหรับโครงในระบบพื้นและอื่นๆ ที่ต้องการให้จันทันและขื่อขนานกัน

โดยปกติแล้วใช้ระยะระหว่างโครงหลังคาแต่ละโครงมักจะให้ห่างกัน 4 ถึง 5 เมตร และควรใช้อัตราส่วนความลึกหรือส่วนสูงต่อช่วงยาวระหว่าง 1 : 4 ถึง 1 : 6 สำหรับหลังคาโครงชัน และ 1 : 8 ถึง 1 : 10 สำหรับหลังคาโครงแบน การใช้อัตราส่วนที่พอเหมาะไม่น้อยเกินไปเช่นนี้ช่วยลดการตกหรือการโก่งในแนวดิ่งของโครงหลังคา

การประกอบโครงหลังคาจำเป็นต้องยกขื่อที่กลางช่วงของโครงหลังคา เมื่อยกโครงหลังคาขึ้นติดตั้งเข้าที่แล้วจะได้มีส่วนตกหรือโก่งในแนวดิ่งพอดีกับส่วนยกทำให้ขื่ออยู่ในแนวราบพอดี ส่วนยกคำนวณได้ดังนี้

$$\Delta = \frac{L^2}{H} (875 L + 23334) \times 10^{-5}$$

ในเมื่อ Δ = ส่วนยกที่กลางช่วงเป็นเซนติเมตร

L = ช่วงยาวของโครงหลังคาเป็นเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

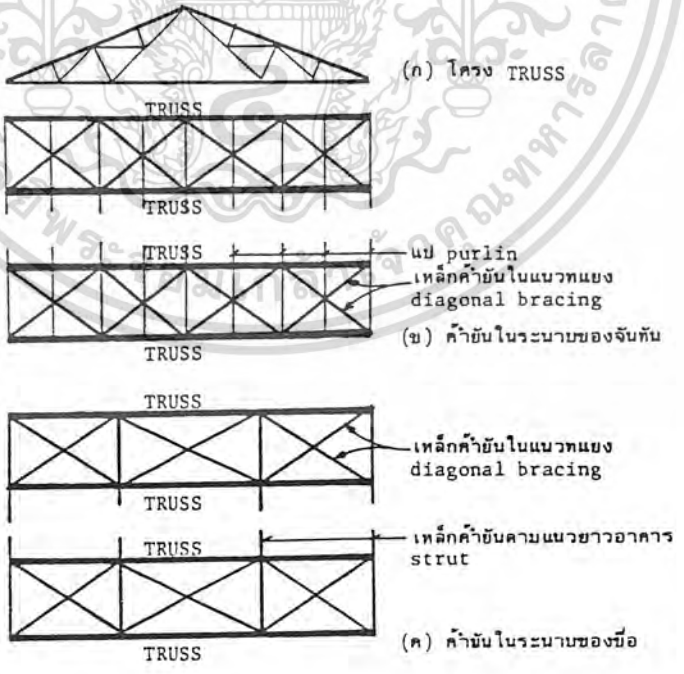
H = ความลึกหรือส่วนสูงของหลังคาเป็นเมตร

1.6 การวิเคราะห์แรงภายในโครงหลังคา

อาจใช้วิธีคำนวณโดยตรงหรือวิธีเขียนรูป เพื่อหาแรงภายในโครงหลังคาก็ได้ หรืออาจใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงภายใน ตามตารางที่ 21 ในภาคผนวกก็ได้ โดยที่แรงภายในที่แท้จริงมีค่าเท่ากับผลคูณของน้ำหนักที่กระทำต่อช่วง (P) กับค่าสัมประสิทธิ์ของแรงภายในที่หาได้ในแต่ละกรณี

1.7 การค้ำยันและยึดโครงหลังคา

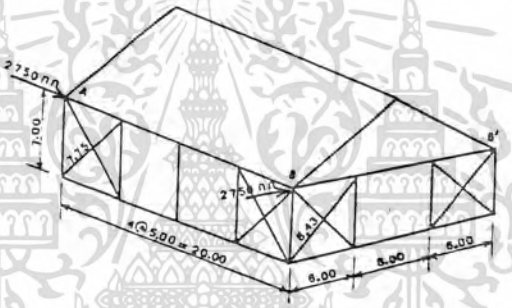
เพื่อให้โครงหลังคาที่ออกแบบทำหน้าที่ร่วมกันรับน้ำหนักบรรทุกเสมือนหนึ่งเป็นส่วนเดียวกันทั้งหมด จึงควรยึดโยงโครงหลังคาในระนาบของจันทันและขื่อ โดยอาจใช้เหล็กฉากยึดทะแยงไขว้กันที่ช่วงปลายอาคารทั้งสอง ดังแสดงในรูปที่ 1.4 และอาจยึดทะแยงช่วงเว้นช่วงถัดมา นอกจากนี้ก็อาจยึดทะแยงจากจันทันของโครงหนึ่งไปยังขื่อของอีกโครงหนึ่งก็ได้ การยึดโยงดังกล่าวนอกจากจะช่วยในขณะที่ยกโครงตั้งขึ้นให้เข้าที่แล้ว ยังช่วยกันการบิดเบี้ยวของโครงเมื่อมีแรงลมปะทะในแนวทะแยงอีกด้วย



รูปที่ 1.4 การค้ำยันในโครงหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค้ำยันตามด้านข้างตามแนวยาวของอาคารทั้งที่ส่วนบนและส่วนล่างของโครง คือ ที่สันหลังคา ที่ปลายทั้งสองข้างของโครง และที่ระนาบของขื่ออีกอย่างน้อยหนึ่งแห่ง จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากแรงลมที่อาจปะทะทางด้านหน้าหรือด้านหลังของอาคาร หากใช้ผนังหรือกำแพงเป็นฐานของโครงหลังคา ก็ไม่จำเป็นต้องทำค้ำยันที่ปลายทางด้านข้างตามแนวยาวของผนังที่รองรับ แต่ในกรณีที่ใช้เสาเป็นฐานรองรับ นอกจากต้องทำค้ำยันดังกล่าวแล้วควรพิจารณาทำค้ำยันด้านข้างในระนาบของเสา เพื่อช่วยลดโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในเสา เมื่อมีแรงลมปะทะตามแนวยาวของอาคาร เมื่อแรงลมค่อนข้างแรงก็ควรทำค้ำยันทางข้างทุกช่วง แล้วถ่ายน้ำหนักให้กับผนังที่รองรับในแนวขวางทั้งสองด้าน หรือพิจารณาทำค้ำยันในแนวขวางทั้งสองด้าน



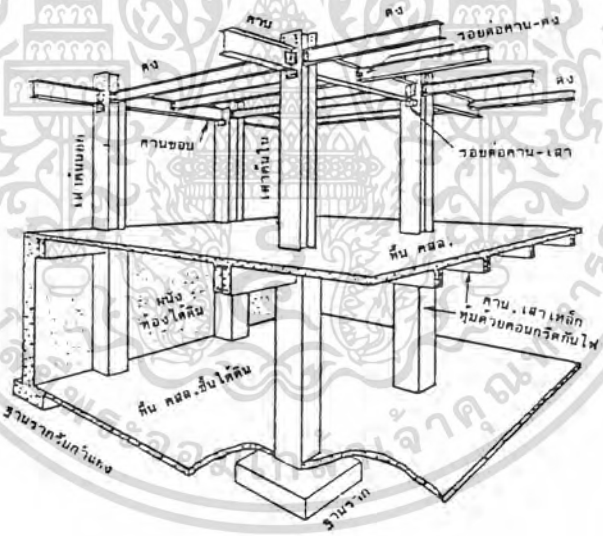
รูปที่ 1.5 การทำค้ำยันด้านข้างและด้านขวาง

จากรูปที่ 1.5 สมมุติแรงลมกระทำตามแนว AB เท่ากับ 2750 กก. และทำค้ำยันทางด้านข้างด้วยการยึดทะแยงไขว้ที่ช่วงปลายทั้งสอง ในการพิจารณาหาแรงการทำต่อตัวยึดทะแยงให้พิจารณาเฉพาะส่วนที่ต้องรับแรงดึงเท่านั้น ส่วนเหล็กอีกชิ้นหนึ่งให้พิจารณารับแรงดึงเมื่อแรงลมปะทะในทิศตรงกันข้าม ฉะนั้นเหล็กที่ใช้ค้ำยันจะรับแรงดึงเท่ากับ (2750 / 2) (7.75 / 5) หรือ 2131 กก. และแรงอัดใน (AB) เท่ากับ 2750 กก. ทำนองเดียวกันหากพิจารณาแรงลมกระทำตามแนว BB′ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2750 กก. ตัวค้ำยันด้านขวางแต่ละตัวจะรับแรงดึงเท่ากับ (2750 / 2) (8.43 / 6) หรือ 1932 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

โครงสร้างเหล็กเป็นโครงสร้างที่ได้จากการนำท่อนเหล็กรูปพรรณมาประกอบยึดรวมกันเพื่อให้รับน้ำหนักบรรทุกได้ตามต้องการ แต่เดิมมักใช้โครงสร้างเหล็กสำหรับอาคารช่วงยาวเสียเป็นส่วนใหญ่โดยทำเป็นโครงถักหรือที่เรียกว่า Truss เช่น โครงหลังคาสำหรับอาคารห้องประชุม โรงภาพยนตร์ หรือโครงสะพานสำหรับรถยนต์หรือรถไฟ มีอยู่บ้างที่ทำเป็นโครงอาคารเหล็กแต่มักเป็นลักษณะของอาคารชั้นเดียว เช่น อาคารโรงงานอุตสาหกรรม รอยต่อต่างๆ ของส่วนโครงอาคารก็ใช้หมุดย้ำหรือขันด้วยสลักเกลียวทั้งชนิดธรรมดาและที่มีกำลังสูง ฐานรองรับที่ปลายของโครงอาจเป็นผนังกำแพง เสาคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเสารูปพรรณ โดยอาศัยแผ่นเหล็กรองเพื่อช่วยกระจายน้ำหนัก และใช้เหล็กยึดซึ่งฝังในกำแพงเพื่อกันการเคลื่อน หรือเลื่อนตัวของตัวโครง ปัจจุบันเหล็กรูปพรรณได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนของอาคารมากขึ้น



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของอาคารเหล็กรูปพรรณ

ข้อเสียประการหนึ่งของโครงสร้างเหล็กคือการเป็นสนิมและไม่ทนไฟ แต่ก็อาจใช้การทาสีเพื่อป้องกันสนิมสำหรับโครงหลังคา และหล่อด้วยคอนกรีตหุ้ม หรือฉาบด้วยปูนทรายบนผิวที่เสริมด้วยลวดตาข่ายเพื่อป้องกันสนิมและกันไฟสำหรับส่วนของโครงสร้างหลัก เช่น คาน และเสา ซึ่งต้องหุ้มหนาประมาณ 4 - 5 ซม. จึงจะต้านเพลิงไหม้ได้ดีทำให้เกิดปัญหาเรื่องน้ำหนักของอาคารอีก แต่อาจลดน้ำหนักลงได้บ้างโดยใช้แผ่นยิบซั่มหุ้มแทนหรือใช้การพ่นหนาด้วยสารเคมีที่มีคุณสมบัติทนไฟ รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของอาคารเหล็กรูปพรรณดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 น้ำหนักบรรทุก

การพิจารณาออกแบบโครงสร้างอาคารต่างๆ ต้องใช้รับน้ำหนักบรรทุกได้ปลอดภัยและมีความแข็งแรง ซึ่งนอกจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคารแล้ว จะต้องพิจารณาถึงน้ำหนักบรรทุกตามข้อบัญญัติที่ได้กำหนดด้วย

น้ำหนักบรรทุกคงที่

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา	1600 - 2400	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
เหล็ก	7850	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
ไม้	480	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
อิฐ	1900	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
วัสดุมุงหลังคา	5 - 18	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
แปไม้	5	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
โครงหลังคา	10 - 20	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
ฝ้าเพดาน	14 - 26	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
กำแพงอิฐมอญ	180 - 360	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
กำแพงอิฐบล็อก	100 - 200	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
กำแพงคอนกรีตบล็อก	100 - 240	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
ฝาไม้ ไม้อัด รวมเคร่า	12 - 30	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
พื้นไม้ รวมตง	30	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร

น้ำหนักบรรทุกจร

ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 กำหนดน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับพื้นทั่วไปของอาคารประเภทต่างๆ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าอัตราต่อไปนี้ คือ

ที่พักอาศัย ห้องน้ำ ห้องส้วม	150	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
สำนักงาน ธนาคาร	250	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
ห้างสรรพสินค้า โรงมหรสพ หอประชุม		
ภัตตาคาร ที่จอดหรือเก็บรถยนต์นั่ง	400	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
คลังสินค้า พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงพิมพ์		
โรงงาน ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงลมสำหรับส่วนของอาคาร

- ที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
- ที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
- ที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร
- ที่สูงกว่า 40 เมตร	160	กก. ต่อ ลูกบาศก์เมตร

การออกแบบโครงสร้างเหล็ก หมายถึงการคำนวณเพื่อเลือกชนิดและขนาดที่เหมาะสมของเหล็กรูปพรรณที่มีผลิตขายอยู่แล้ว หรือรูปตัดที่ประกอบขึ้นเอง เพื่อให้ต้านทานต่อโมเมนต์ดัดแรงในแนวแกนร่วมกัน ที่คำนวณได้ค่ามาจากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีโครงสร้าง การออกแบบโครงสร้างเหล็กมีวิธีเฉพาะสำหรับประเภทของโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งตามชนิดของแรง ที่จะทำให้โครงสร้างที่ออกแบบนั้นต้านทานได้โดยปลอดภัยได้แก่ส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกน ซึ่งอาจเป็นแรงดึงหรืออัด ส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน ส่วนโครงสร้างที่รับแรงตามแนวแกนและโมเมนต์ดัดร่วมกัน ตลอดจนการออกแบบรอยต่อของส่วนโครงสร้าง เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนของโครงสร้างร่วมรับน้ำหนักได้ตามต้องการ

การออกแบบโครงสร้างเหล็กได้ 2 วิธีคือ ออกแบบโดยวิธีดีลาสติก ซึ่งใช้หน่วยแรงที่ยอมให้เมื่อส่วนของโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน และออกแบบโดยวิธีพลาสติก ซึ่งใช้หน่วยแรงสูงสุดที่ยอมให้ในที่นี้คือหน่วยแรงที่จุดคลากของเหล็ก เมื่อส่วนของโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกประลัยใช้งาน

2.2 คุณสมบัติของเหล็กโครงสร้าง

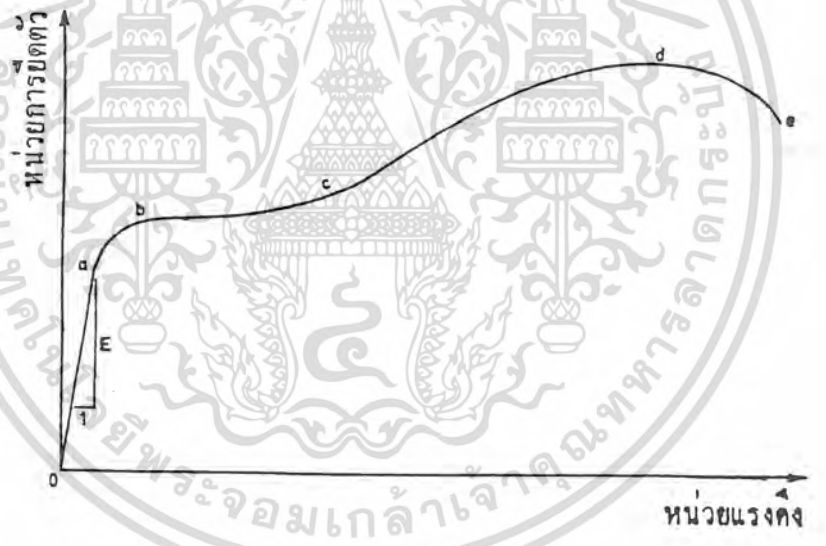
ก่อนการออกแบบโครงสร้าง จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติของเหล็กก่อน คุณสมบัติของเหล็กที่สำคัญคือมีความต้านทานต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี ตลอดจนมีความเหนียวที่จะยืดหรือหดตัวได้มากก่อนเกิดการชำรุดเสียหาย ในทางปฏิบัติถือว่าเหล็กมีความต้านทานแรงอัดเท่ากับความต้านทานแรงดึง ทำได้โดยนำแท่งเหล็กที่มีขนาดและรูปร่างตามมาตรฐานกำหนดมาดึงโดยใช้เครื่องทดสอบ

รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับหน่วยการยืดตัวของเหล็กขนาดมาตรฐานเมื่อรับแรงดึง จากจุด 0 ถึง a หน่วยแรงดึงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับหน่วยการยืดตัว

ตามกฎของฮุค ในช่วงนี้วัสดุมีคุณสมบัติยืดหยุ่น พ้นจากจุด a การยืดตัวของเหล็กจะไม่เป็นไปตามกฎของฮุคและวัสดุจะเริ่มคลาก หน่วยแรงดึงที่จุด a เรียกว่า proportional limit ค่าความชันในช่าง 0a นี้เรียกว่า โมดูลัสของความยืดหยุ่น (modulas of elastic) และจะมีค่าคงที่ E เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

ว่า Young ' Modulas ค่าของ E สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนหรือเหล็กกล้ากำลังสูงจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2,000 ถึง 2,100 ตันต่อตารางเซนติเมตร การยืดของเหล็กในช่วงยืดหยุ่นนี้จะน้อยมาก และสามารถหดกลับลงมาตามแนวเดิมได้เมื่อเลิกดึง ที่จุด b เหล็กจะเริ่มคลากการยืดตัวจะเพิ่มมากขึ้น ในขณะหน่วยแรงดึงมีค่าเท่าเดิม จุดนี้เรียกว่า จุดคลากของเหล็ก ปกติแล้วหน่วยการยืดตัวในช่วงปลาสติก bc จะมากกว่าการยืดตัวในช่วงยืดหยุ่นประมาณสิบเท่า ที่จุด c วัสดุจะเริ่มมีพฤติกรรมใหม่เรียก strain hardening เมื่อเพิ่มแรงต่อไปอีกจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและหน่วยการยืดตัวตามรูปแสดง จนกระทั่งถึงจุด d ซึ่งหน่วยแรงดึงมากที่สุด หน่วยแรงดึงที่จุดนี้เรียกว่า หน่วยแรงดึงประลัยของเหล็กและเมื่อพ้นจากจุด d ไปแล้ว หน่วยแรงดึงจะลดลงและเหล็กที่ถูกดึงจะมีคอคอดเกิดขึ้น จะกระทั่งถึงจุด e เหล็กจะถูกดึงจนขาดออกจากกัน เรียกจุดนี้ว่าจุดแรงดึงที่จุดขาดของเหล็ก



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยยืดตัวของเหล็ก

การออกแบบโครงข้อหมุนในเล่มนี้กล่าวเฉพาะการออกแบบโดยวิธีอีลาสติกซึ่งใช้คุณสมบัติของเหล็กดังกล่าวข้างต้น และเกณฑ์การออกแบบตามมาตรฐานกำหนด กล่าวคือ หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในรูปตัดของหน่วยโครงสร้างที่เลือกมาใช้ เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน (working load) ได้ปลอดภัยนั้น จะต้องมีค่าไม่เกินกว่าค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ซึ่งกำหนดอยู่ในมาตรฐานการออกแบบโครงสร้าเหล็ก มาตรฐานกำหนดของประเทศไทยคือ มาตราฐาร ว.ส.ท. แต่ส่วนมากจะคุ้นอยู่กับมาตรฐานอเมริกันซึ่งได้แก่มาตรฐาน AISC (American Institute of Steel Construction) มาตรฐาน AASHO (American Association of State Highway Officials) และมาตรฐาน AREA (American Railway Engineering Association) สำหรับการคำนวณและออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจะใช้มาตรฐาน AISC เป็นหลัก ทั้งนี้เพราะมาตรฐาน AISC ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการคำนวณโครงสร้างของอาคารเหล็กรูปพรรณทั่วๆไป

มาตรฐาน AISC กำหนดแรงชนิดต่างๆ ที่ยอมให้เป็นเปอร์เซ็นต์ ของกำลังจุดคลากของเหล็กเป็นต้นว่า หน่วยแรงดึงที่ยอมให้เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ของกำลังจุดคลากของเหล็ก หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ของกำลังจุดคลากของเหล็ก ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากำลังจุดคลากของเหล็กนี้เป็นคุณสมบัติของเหล็กที่สำคัญที่สุดของการออกแบบ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of Safety) ขึ้นอยู่กับประเภทของแรงที่กระทำ เช่น ในโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึง ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเท่ากับกำลังจุดคลาก (F_y) หารด้วยหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ ($0.6 F_y$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.67

2.3 ชนิดของเหล็กโครงสร้าง

ชนิดของเหล็กที่ใช้เป็นโครงสร้างเหล็กแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เป็นเหล็กที่ใช้สำหรับโครงสร้างทั่วไป มีกำลังจุดคลากประมาณ 2,300 กก. ต่อตาราง ซม. ถึง 2,900 กก. ต่อตาราง ซม. ได้แก่เหล็กชนิด ASTM A 7 , A 373 , A 36 , A 500 , A 501 , A 529

2. เหล็กกล้าประสมบาง-กำลังสูง (High Strength Low - Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่ถูกประสมโดยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์คาร์บอนและแมงกานิส วานาเดียมและทองแดง เหล็กชนิดนี้มีกำลังจุดคลากสูงกว่าประเภทแรก (มีค่าระหว่าง 2,900 ถึง 4,500 กก. ต่อตาราง ซม.) ได้แก่ เหล็กชนิด ASTM A 242 , A 440 , A 441 และ A 572

3. เหล็กกล้าประสมชุบแข็ง (Heat - trated Constructional Alloy Steel) เป็นเหล็กกล้าประสมที่ได้จากการชุบแข็งที่กำลังจุดคลากสูงสุดประมาณ 7,000 ถึง 7,700 กก. ต่อตาราง ซม. ได้แก่ เหล็กชนิด ASTM A 514 , A 517 , A 490

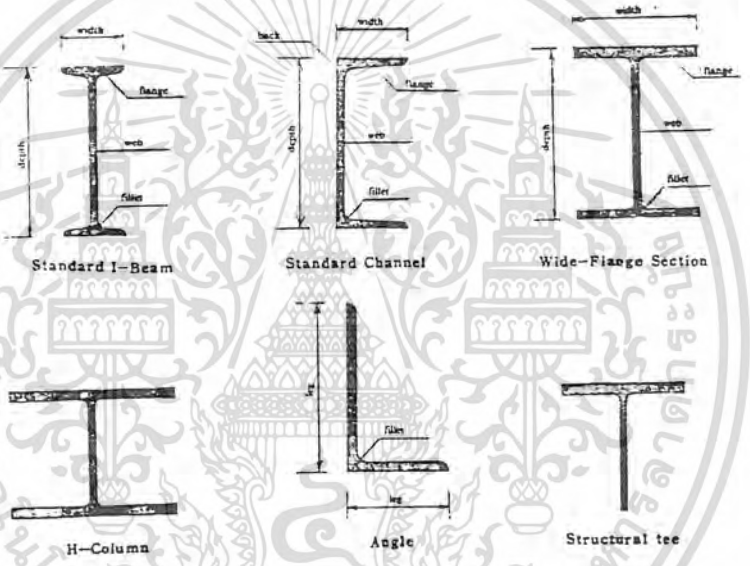
เหล็กโครงสร้างที่ใช้มากที่สุดคือ ASTM A7 และ A 36 ซึ่งมีจุดคลากเท่ากับ 2,310 และ 2,520 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ คุณสมบัติและประเภทการใช้งานของเหล็กกล้าดังกล่าวข้างต้น จะหาได้จากหนังสือ ASTM Specifications for Structural Steel.

สำหรับประเทศไทย มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดเหล็กโครงสร้างรูปพรรณไว้ 2 ชั้นคุณภาพ คือ F_e 24 และ F_e30 ซึ่งมีกำหนดจุดคลากเท่ากับ 2,400 และ 3,000 กก. / ซม.^{2} ตามลำดับ และแสดงเครื่องหมายด้วยสีขาวและสีเขียวตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เหล็กรูปพรรณ

ได้จากการนำเหล็กโครงสร้างมาผลิตให้เป็นรูปต่างๆโดยวิธีการรีดร้อนหรือรีดเย็น เหล็กรูปพรรณในท้องตลาดนั้นมีหลายแบบและหลายขนาดมีรูปตัดต่างๆกันเช่น เหล็กฉาก (Angle , L) เหล็กรูปตัด I เหล็กรูปตัด T เหล็กรูปตัด WF เหล็กรูปรางน้ำหนักหรือเหล็กรูปตัว C (Channel) เป็นต้น ปกติแล้วแบบที่ต้องการคือ แบบที่มีโมดูลัสหน้าตัด (Section modulas) มาก เมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัด คุณสมบัติของเหล็กรูปพรรณแบบต่างๆเหล่านี้ เช่น ขนาดน้ำหนัก เนื้อที่หน้าตัด โมดูลัสหน้าตัดและโมเมนต์อินเนอร์เชีย ซึ่งใช้ในการออกแบบ สามารถหาได้จากตารางเหล็กที่พบในหนังสือ การออกแบบโครงสร้างเหล็กทั่วไป



รูปที่ 2.3 รูปตัดเหล็กรูปพรรณ

วิธีการระบุขนาดและชนิดของเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในการคำนวณออกแบบ หรือใช้ในการเขียนแบบจะระบุขนาดและชนิดด้วยชื่อย่อ ซึ่งใช้กันเป็นมาตรฐานทั่วไป เป็นต้นว่า

WF 350 x 49.6 หมายถึงหน้าตัดรูปปีกกว้าง WF (wide flange) ซึ่งมีความลึกโดยประมาณเท่ากับ 350 มม. และมีน้ำหนักต่อความยาวหนึ่งเมตร เท่ากับ 49.6 กิโลกรัม

[125 x 13.4 หมายถึงหน้าตัดรูปเหล็กรางหรือร่อง (channel) ซึ่งมีความลึกโดยประมาณเท่ากับ 125 มม. และมีน้ำหนักต่อความยาวหนึ่งเมตร เท่ากับ 13.4 กิโลกรัม

L 90 x 60 x 12 หมายถึงเหล็กฉากที่ขาด้านยาวเท่ากับ 90 มม. ขาด้านสั้นเท่ากับ 60 มม. และมีความหนาเท่ากับ 12 มม.

WF 150 x 47 หมายถึงหน้าตัดรูปตัวที (Tee) ซึ่งตัดจากเหล็กรูป WF 300 x 94 เหล็กรูปนี้เรียกว่า Structural tee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

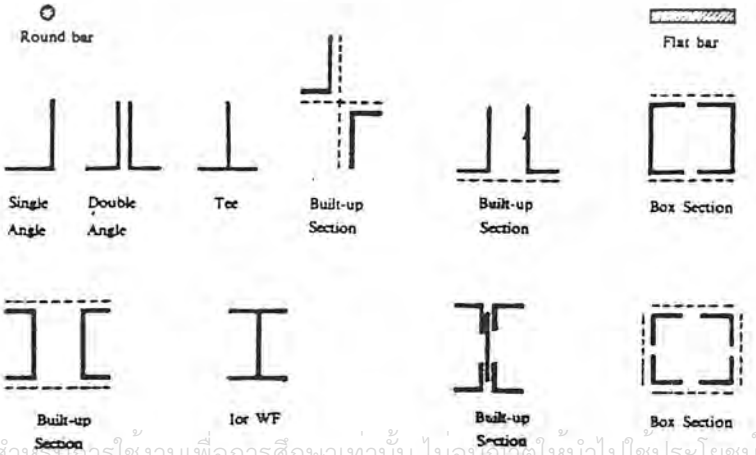
บทที่ 3 โครงสร้างส่วนรับแรงดึงและส่วนรับแรงอัด

3.1 โครงสร้างส่วนรับแรงดึง (Tension members)

เป็นส่วนของโครงสร้างที่รับแรงดึงที่ปลายทั้งสองข้าง พบทั่วไป ในโครงสร้างสะพาน หลังคา หอสูง ค้ำยัน และในกรณีที่ใช้เป็นเหล็กยึด (tie rod) การออกแบบหน้าตัดของโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึงนั้นง่ายมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าไม่ต้องระวังเรื่องการโก่งงอ (buckling) ถ้าสมมุติให้หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ตลอดเนื้อที่หน้าตัดสุทธิ ดังนั้นเนื้อที่หน้าตัดสุทธิที่ต้องการของโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึงจึงได้จากการหารแรงดึงที่กระทำด้วยหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ตามมาตรฐานกำหนด จากนั้นก็เลือกรูปหน้าตัดให้ได้เนื้อที่ตามต้องการ

3.2 รูปตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงดึง

การเลือกรูปตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงดึงขึ้นอยู่กับชนิดหรือรูปแบบของการต่อปลายมากกว่าอย่างอื่น หน้าตัดทั่วไปของส่วนโครงสร้างรับแรงดึง แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 แบบง่ายที่สุดของโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึงก็คือรูปแท่งเหล็กกลม (bars and rods) ซึ่งใช้เป็นค้ำยัน (bracing) ในโครงสร้างขนาดย่อม (light structures) การต่อปลายอาจใช้วิธีขันเกลียวที่ปลายด้วยน๊อต หรือ turnbuckle โครงสร้างส่วนรับแรงดึงที่นิยมใช้มากก็คือเหล็กฉาก (angle) ซึ่งอาจใช้เป็นเหล็กฉากเดี่ยว (single angle) หรือเหล็กฉากคู่ (double angle) แบบอื่นๆ ของโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึงที่นิยมใช้ได้แก่ เหล็กรูปตัดแบบตัว T , ตัว [, ตัว WF หรือหน้าตัดที่ประกอบขึ้นจากรูปตัดแบบที่กล่าวแล้ว (built-up section) ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงและง่ายต่อการต่อปลาย แบบอื่นของโครงสร้างประเภทนี้ก็จะเป็นท่อนเหล็กแบน (plate หรือ flat bar) ซึ่งใช้กับโครงสร้างของเสาไฟแรงสูง , เสาสัญญาณไฟ , foot bridges.



รูปที่ 3.1 รูปตัดแบบต่างๆ ของโครงสร้างส่วนรับแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโครงสร้างส่วนรับแรงดึง

ถ้าแรงดึงกระทำอยู่ในแนวเดียวกับศูนย์ถ่วงของโครงสร้างส่วนนั้น หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นสมมุติให้กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดเนื้อที่หน้าตัดสุทธิ เนื้อที่หน้าตัดสุทธิที่ต้องการคำนวณได้จาก

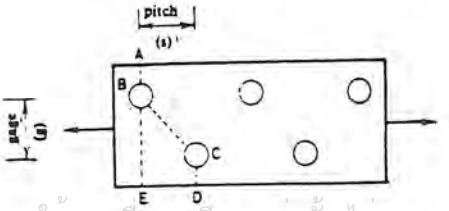
$$\text{เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ } (A_{net}) = \frac{\text{แรงดึงทั้งหมด } (P)}{\text{หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ } (F_t)}$$

การออกแบบโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึงนี้ ทำได้โดยคำนวณหาเนื้อที่หน้าตัดโดยประมาณเสียก่อนจากสูตรข้างบนนี้ จากนั้นก็เลือกหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณที่มีอยู่ในตารางภาคผนวกให้เหมาะสมกับงาน ตลอดจนแบบการต่อปลายโครงสร้าง (โดยการเชื่อมหรือใช้หมุดย้ำ) แล้วจึงทำการตรวจสอบดูว่าค่าของหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นจริงเกินกว่ามาตรฐานกำหนดหรือไม่ ซึ่งจะได้จากการหารแรงดึงด้วยเนื้อที่หน้าตัดสุทธิ ถ้าหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นจริง มากกว่าที่กำหนดให้ก็เลือกรูปตัดที่ใหญ่กว่าถัดไป

3.4 หน้าตัดสุทธิ (Net Section)

คำว่า "เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ" (Net cross - section area) หรือเรียกสั้นๆ ว่า "หน้าตัดสุทธิ" หมายถึงเนื้อที่หน้าตัดของส่วนโครงสร้างในแนวที่ตั้งฉากกับน้ำหนักหรือแรงกระทำซึ่งได้จากการลบเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด (Gross cross - section area) ด้วยเนื้อที่ส่วนที่เป็นรูเจาะ สำหรับหมุดย้ำหรือสลักเกลียว สำหรับรูเจาะของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวนั้น โดยทั่วไปจะถือว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวประมาณ 3 มิลลิเมตร ดังนั้นเนื้อที่ของรูเจาะเอามาลบนี้มีค่าเท่ากับ เส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะคูณด้วยความหนาของรูปตัดที่มีรูเจาะ

ในกรณีที่มีหมุดย้ำหรือสลักเกลียวมากกว่าหนึ่งแถวในโครงสร้างส่วนหนึ่งๆ การจัดจะพยายามจัดให้ได้เนื้อที่หน้าตัดสุทธิมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ส่วนโครงสร้างนั้นรับแรงหรือน้ำหนักได้มากที่สุดสำหรับการจัดนี้จะสังเกตได้จากรูปที่ 3.2 ปัญหาที่สำคัญก็คือการขาดหรือชำรุดของแผ่นโลหะ และการคิดหน้าตัดสุทธิ ลักษณะการขาดหรือชำรุดตามแนว ABCD จะเกิดขึ้นได้ถ้าหากระยะห่างระหว่างรูเจาะ s มีค่าน้อย



รูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน AISC ได้กำหนดวิธีการหาเนื้อที่หน้าตัดสุทธิไว้ดังนี้

เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ มีค่าเท่ากับความหนาของแผ่นเหล็กคูณด้วยความกว้างสุทธิ (net width)

เมื่อส่วนโครงสร้างรับแรงดึงตามแนวเยื้อง (zigzag) ความกว้างสุทธิ จะได้จากความกว้างทั้งหมดของแผ่นเหล็กลบด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะทั้งหมดในแนวเยื้อง (zigzag) ที่พิจารณา แล้วบวกด้วยผลบวกของ $s^2 / 4g$ ทั้งหมดที่มีในแนวเยื้องนั้น

ซึ่ง s เป็นระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของรูเจาะสองรูในแนวขนานกับแรง เรียกว่าระยะเกลียว (pitch)

g เป็นระยะห่างของรูเจาะสองรูในแนวตั้งฉากกับแรง เรียกว่า gage

การหาความกว้างสุทธินี้จะต้องหาหลาย ๆ แนวแล้วนำค่าที่น้อยที่สุดมาใช้ อย่างไรก็ตามความกว้างสุทธิที่คำนวณได้ตามแนวตั้งฉากกับแรงหรือในแนวเยื้อง (zigzag) ที่ผ่านรูเจาะจะต้องไม่เกินกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของความกว้างทั้งหมดในแนวตั้งฉากกับแรง

สำหรับเหล็กรูปตัดฉากเดี่ยวเนื้อที่หน้าตัดสุทธิของขาที่ไม่มีการต่อปลาย อนุญาตให้ใช้ได้เพียงครึ่งเดียว เพื่อเผื่อแรงเยื้องศูนย์

3.5 มาตรฐานกำหนด

หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (Allowable Tensile Stress)

สำหรับโครงสร้างอาคาร มาตรฐาน AISC ได้กำหนดว่า หน่วยแรงดึงที่ยอมให้บนหน้าตัดสุทธิ $F_t = 0.6 F_y$ แต่ต้องไม่เกินกว่า 0.5 เท่าของกำลังต้านทานแรงดึงที่น้อยที่สุดของโลหะ (minimum tensile strength)

สำหรับหน้าตัดสุทธิของรูหมุดตาไก่ (pin holes) ข้อต่อแบบหมุนได้ในเหล็กแผ่น (pin-connected plates) หรือส่วนโครงสร้างประกอบ (built-up members)

ใช้ค่า $F_t = 0.45 F_y$

ในที่นี้ F_y เป็นจุดคลากของเหล็ก (yield strength of steel)

สำหรับโครงสร้างสะพาน มาตรฐานกำหนด AASHO และ AREA ได้กำหนดว่า

$$F_t = 0.55 F_y$$

อัตราส่วนความชะลูด

แม้ว่าจะไม่ต้องระวังเรื่องการโก่งงอในโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึง แต่เมื่อโครงสร้างส่วนนั้นมีรูปร่างหรือชะลูด ก็จะหย่อนตกท้องช้าง เนื่องจากน้ำหนักของส่วนโครงสร้างเอง หรือเกิดจากการแกว่างหรือโก่งทางด้านข้าง (Lateral deflection) หรือสั่นไหวตัว (vibration) เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงลม ดังนั้นมาตรฐาน AISC จึงต้องกำหนดอัตราส่วนความชะลูดสำหรับโครงสร้างส่วนที่รับแรงดึง ดังนี้

ค่า $KL/r \leq 240$ สำหรับโครงสร้างหลัก (ยกเว้นท่อนเหล็กกลม rod)

และ $KL/r \leq 300$ สำหรับโครงสร้างรอง (secondary member)

ในเมื่อ K = ตัวประกอบความยาวประสิทธิผล (มีค่าเท่ากับหนึ่งสำหรับโครงสร้างส่วนรับแรงดึง)

L = ช่วงความยาวของส่วนรับแรงดึง ซม.

r = รัศมีไจเรชั่นที่น้อยที่สุด ($= \sqrt{I/A}$) ซม.

I = โมเมนต์อินเนอร์เชีย ซม.^{4}

A = เนื้อที่หน้าตัด ซม.^{2}

3.6 โครงสร้างส่วนรับแรงอัด (Compression members)

เป็นโครงสร้างที่จะต้องออกแบบให้ต้านทานต่อแรงอัดในแนวแกน ซึ่งกระทำที่ปลายทั้งสองข้าง ชนิดของโครงสร้างที่รับแรงอัดที่เห็นได้ง่ายคือเสา (column) ของอาคารแบบอื่นๆ ก็ได้แก่ จันทันเอก (top chord) ของโครงหลังคาหรือโครงสะพาน ค้ำยัน ส่วนของปีกคานที่รับแรงอัดของคานเหล็กรูปพรรณ (rolled beam) หรือของคานประกอบ (built - up beam)

ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างโครงสร้างส่วนรับแรงดึงและแรงอัด คือ

1. แรงดึงจะพยายามดึงโครงสร้างให้อยู่ในแนวตรงเสมอ แต่แรงอัดจะพยายามทำให้โครงสร้างนั้นแอ่นหรือโก่ง

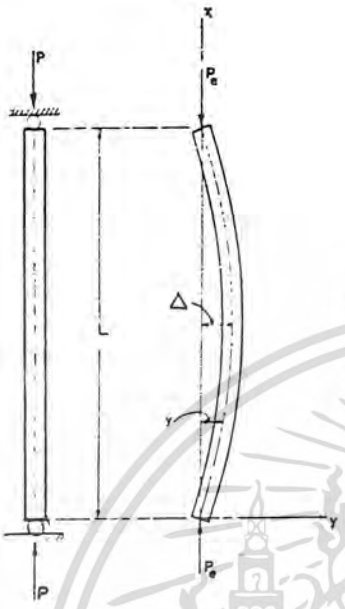
2. รูเจาะของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวในโครงสร้างที่รับแรงดึงจะลดเนื้อที่หน้าตัดในการรับแรง แต่ในโครงสร้างที่รับแรงอัด ตัวหมุดย้ำหรือสลักเกลียวนั้นสมมุติว่าแทนที่รูเจาะเต็มทั้งหมด และเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดซึ่งเท่ากับความหนาคูณด้วยความกว้าง โดยมิต้องหักเนื้อที่ของรูเจาะก็จะใช้คำนวณในการรับน้ำหนัก

โครงสร้างที่รับแรงอัดจะมีแนวโน้มที่จะแอ่นหรือโก่ง ถึงแม้ว่าแรงอัดนั้นจะอยู่ในแนวแกนก็ตาม การโก่งงอที่เกิดขึ้นในเสานั้นเรียกว่า การโก่งเดาะ (buckling) ซึ่งอาจจะเกิดจากความโค้งแรกเริ่ม (initial curvature) หรือชนิดของการยึดปลาย เป็นต้นว่า ปลายยึดอิสระ(free) ปลายยึดหมุน (hinged) หรือปลายแน่น (fixed) หรือเนื่องจากแรงเฉศูนย์ของแรงอัด ในทุกกรณีที่กล่าวนั้นทำให้การคำนวณของโครงสร้างที่รับแรงอัดไม่เหมือนกัน

พิจารณาเสายาว L รับน้ำหนักกระทำตามแนวแกนดังรูปที่ 3.3 เสานี้ทำด้วยวัสดุเนื้อเดียวกันซึ่งเป็นไปตามกฎของฮุค มีหน้าตัดสม่ำเสมอตลอดความยาวเสา ที่ปลายทั้งสองข้างของเสามีที่รองรับแบบยึดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเสารับน้ำหนักประลัย P_e เสาจะโก่งหรือแอ่นตามรูป



รูปที่ 3.3

ถ้าแกน X และ Y เป็นดังรูป

จากสมการของเส้นโค้งอีลาสติก จะได้

$$EI\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right) = -P_e.y \qquad (1)$$

หรือ $$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{P_e.y}{EI} = 0 \qquad (2)$$

ถ้าให้ $k^2 = \frac{P_e}{EI}$ ดังนั้น

$$\frac{d^2y}{dx^2} + k^2 y = 0 \qquad (3)$$

ซึ่งเป็นสมการดิฟเฟอเรนเชียล ถ้าสมมุติให้คำตอบเป็น $y = e^{mx}$ แล้วแทนค่าลงในสมการ (3) ซึ่งจะได้ $m = \pm ik$ ดังนั้น คำตอบของสมการ (3) คือ $y = C_1e^{ikx} + C_2e^{-ikx}$

จากความสัมพันธ์ $e^{\pm i\alpha} = \cos kx + I \sin kx$ จะได้ว่า

$$y = A \sin kx + B \cos kx \qquad (4)$$

ซึ่ง A และ B เป็นตัวคงที่ที่ต้องหาจากเงื่อนไขของรูป คือ

(ก) ที่ระยะ $x = 0$ ค่าของ $y = 0$

(ข) ที่ระยะ $x = L$ ค่าของ $y = 0$ (5)

แทนค่าเงื่อนไข (ก) ลงในสมการ (4) จะได้ $B = 0$

ดังนั้น $$y = A \sin kx \qquad (6)$$

จากเงื่อนไข (ข) จะได้ $A \sin kL = 0$

ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้จะได้ $A = 0$ หรือ $\sin kL = 0$ โดยพิจารณาดังนี้

ถ้า $A = 0$ แสดงว่าในขณะที่รับน้ำหนักประลัยเสานี้ไม่มีการโก่งเลย (ซึ่งเป็นไปไม่ได้)

ดังนั้น $\sin kL = 0$ ซึ่งจะได้ว่า

$kL = n\pi$ (ในเมื่อ $n = 1,2,3,.....$)

แต่ $k^2 = Pe / EI$ ดังนั้นน้ำหนักประลัย $$Pe = n^2\pi^2EI / L^2 \qquad (7)$$

และค่าการโก่งงอของเสา $$y = A \sin n\pi x / L \qquad (8)$$

จากสมการ (7) จะเห็นว่าน้ำหนักน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดการโก่งเคาะ เมื่อค่าของ n เท่ากับหนึ่ง นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักประลัย $$Pe = \pi^2 EI / L^2 \quad (9)$$

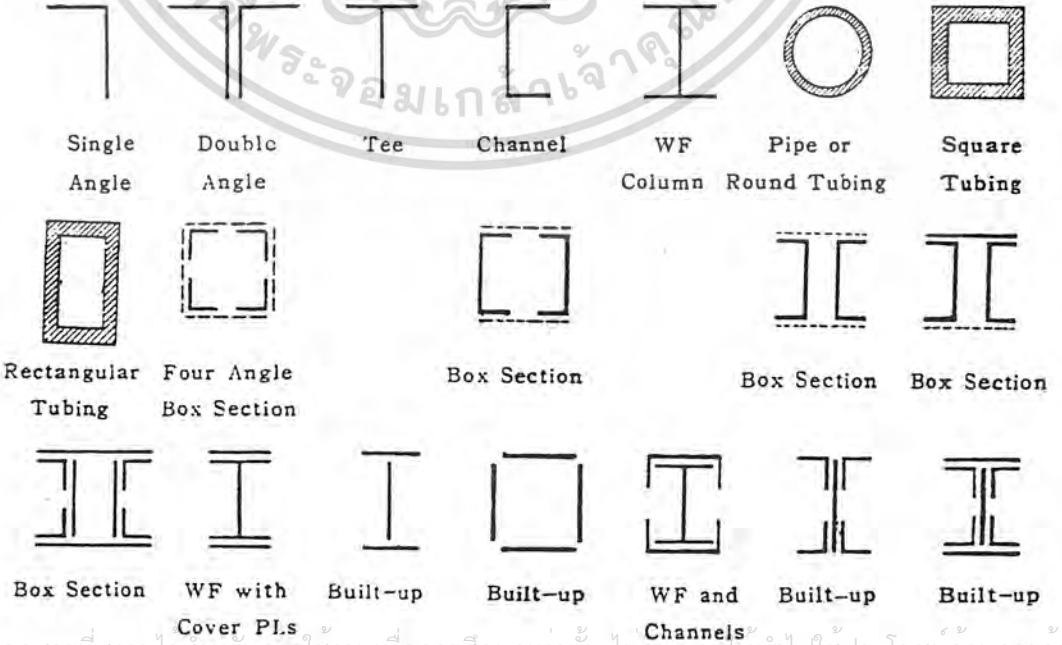
เรียกสมการนี้ว่า สมการของออยเลอร์ (Euler) น้ำหนักประลัยที่ได้จากสมการนี้เรียกว่า น้ำหนักของออยเลอร์ (Euler Load)

3.7 รูปตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงอัด

ในทางทฤษฎีแล้วสามารถเลือกใช้รูปตัดเพื่อรับแรงอัดเป็นแบบใดก็ได้ เพียงแต่คำนวณให้รับน้ำหนักปลอดภัยเท่านี้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วการเลือกจะต้องคำนึงถึงรูปหน้าตัดที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด ปัญหาของการต่อปลาย และการใช้งานในโครงสร้างแบบต่างๆ ของส่วนที่รับแรงอัด

หน้าตัดของโครงสร้างที่รับแรงอัดโดยมากจะเหมือนกับของโครงสร้างที่รับแรงดึง แต่มีข้อยกเว้นบางอย่าง คือ กำลังของโครงสร้างที่รับแรงอัดนั้นจะเป็นปฏิภาคส่วนกลับกับอัตราส่วนความชะลูด (อัตราส่วนของความยาวประสิทธิผลต่อรัศมีไจเรชั่นที่น้อยที่สุด) และต้องการรูปตัดที่สติฟ (Stiff) เหล็กรูปที่เป็นท่อนเหล็กกลม หรือแผ่นเหล็กแบนนั้นโดยมากจะไม่ค่อยใช้รับแรงอัด ทั้งนี้เพราะความชะลูด (slender) มีค่ามาก นอกเสียจากว่าความยาวที่ใช้นั้นไม่มากและรับแรงอัดน้อยๆ

รูปตัดฉากเดี่ยว (Single-angle) ใช้เป็นค้ำยันและรับแรงอัดในโครงสร้างแบบโครงหลังคา (truss) ขนาดย่อมๆ แบบนี้ไม่ค่อยประหยัดเพราะรัศมีของไจเรชั่นน้อย และการต่อกับแผ่นเหล็กประกับอาจจะทำให้เกิดแรงดัด เนื่องจากการเยื้องศูนย์ขึ้นได้



รูปที่ 3.4 แบบหน้าตัดของโครงสร้างส่วนรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตัดฉากคู่ (Double-angle) ซึ่งต่อโดยการจับขามาชนกัน (back to back) และมีแผ่นเหล็กประกับอยู่ตรงกลางจะใช้ทั่วไปในโครงหลังคา และใช้เป็นค้ำยันต้านแรงลมในคานประกอบของโครงสะพาน ปกติแล้วจะใช้เหล็กฉากชนิดขายาวไม่เท่ากัน (unequal-leg angle) โดยที่เอาขาด้านยาวมาประกบกันเพื่อที่จะให้ได้รัศมีไจเรชั่นในแนวแกนทั้งสอง (x และ y) เท่า ๆ กัน

สำหรับรูปตัดแบบตัวที (Tee) ใช้เป็นส่วนของจันทันในโครงหลังคา ที่มีการต่อด้วยการเชื่อม ส่วนเหล็กรูปแบบเหล็กราง (Channel) นั้นไม่ค่อยนิยมเพราะว่ารัศมีของไจเรชั่นน้อยมาก แต่ถ้าจะใช้ก็จะต้องมีการยึดทางด้านข้าง (lateral support) เหล็กรูปแบบ WF เป็นแบบทั่วไปสำหรับใช้เป็นเสา และโครงสร้างที่รับแรงอัดในงานสะพาน ทั้งนี้เพราะรัศมีไจเรชั่นในแกนทั้งสองเกือบเท่ากัน

รูปตัดแบบท่อกลมกลวง (pipe) ใช้เป็นเสารับน้ำหนักของหลังคาทางเดินเท้าหรือโรงรถในบ้านเรือนทั่วไป เหมาะสำหรับในกรณีที่รับน้ำหนักน้อยหรือปานกลาง รูปตัดแบบนี้มีข้อดีคือรัศมีไจเรชั่นจะเท่ากันทุกแกน สำหรับหน้าตัดแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีภายในกลวงนั้น แต่ก่อนไม่ค่อยนิยมใช้ ทั้งนี้เพราะมีปัญหาในการต่อโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว แต่ปัจจุบันนิยมใช้มากขึ้นเพราะใช้การต่อปลายโดยการเชื่อม

โครงสร้างที่รับแรงอัดในโครงสร้างขนาดใหญ่ ปกติจะได้จากการนำหน้าตัดแบบต่าง ๆ มาประกอบกัน (built-up) เพื่อใช้รับแรงที่มีค่ามากและสำหรับโครงสร้างที่มีช่วงยาว การต่อปลายจะกระทำที่ด้านเปิด (open side) โดยมีแผ่นยึด (lacing) เป็นตัวยึดเพื่อทำให้รูปตัดที่ประกอบรวมกันนั้นถูกตรึงเสมือนเป็นอันเดียวกัน แบบต่างๆ ของหน้าตัดที่ได้จากการประกอบ (built-up section) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 เส้นประจะแสดงถึงแผ่นยึด (lacing) เป็นส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน เส้นเต็ม (solid line) แสดงถึงส่วนที่ต่อเนื่องตลอดความยาว รูปตัดที่ประกอบด้วยเหล็กฉาก 4 อันนั้น จะทำให้มีรัศมีไจเรชั่นมากที่สุด และใช้งานก่อสร้างหอสูงและรับล้อเลื่อนไฟฟ้าในโรงงาน รูปตัดที่ประกอบด้วยเหล็กราง (channel) 2 ชิ้น ใช้เป็นเสารับน้ำหนักอาคารหรือเป็นส่วนแผ่นตั้งในโครงเหล็กขนาดใหญ่หน้าตัดที่ใช้ เป็นส่วนของจันทันในโครงสร้างสะพานจะประกอบด้วยเหล็กราง 1 คู่ และมีแผ่นปะ (cover plate) อยู่ข้างบน มีแผ่นยึด (lacing) อยู่ด้านล่าง รูปหน้าตัดแบบอื่นก็ได้จากการประกอบรูป WF กับแผ่นปะ (cover plate) หรือเหล็กราง (Channel) เป็นการเพิ่มเนื้อที่ปีกคาน (flange) เพื่อให้รับน้ำหนักได้มากขึ้น

3.8 สูตรคำนวณของโครงสร้างส่วนรับแรงอัด

สูตรคำนวณที่ใช้ออกแบบโครงสร้างส่วนรับแรงอัด เพื่อหาหน่วยแรงอัดที่ยอมให้มีอยู่ด้วยกันหลายสูตร เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร Straight-Line (มาตรฐานกำหนดของ AREA ปี ค.ศ. 1920) สูตร Secant (มาตรฐานกำหนดของ ASCE ปี ค.ศ. 1923) สูตร Gordon-Rankine ซึ่งมาตรฐานเก่าของ AISC เคยอนุญาติให้ใช้ ในปัจจุบันนิยมใช้สูตรต่อไปนี้

สูตร Parabolic (มาตรฐาน AASHO ปี ค.ศ. 1969)

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ $F_a = 0.44\ F_y \left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right]$

ใช้ K = 0.75 สำหรับ riveted end และใช้ K = 0.875 สำหรับ pinned end สำหรับเหล็กชนิด A 36 หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ F_a คำนวณจาก

$F_a = 1120 - 0.021 (L / r)^2$ กก. ต่อตาราง ซม. (riveted ends)

$F_a = 1120 - 0.027 (L / r)^2$ กก. ต่อตาราง ซม. (pinned ends)

ข้อจำกัดคือ ค่าอัตราส่วนความชะลูด (L / r) จะต้องไม่เกิน 130

สูตรของมาตรฐาน AISC เป็นสูตรที่อ้างอิงค้นคว้าล่าสุดเกี่ยวกับพฤติภาพของเสาเหล็ก สูตรนี้ได้คำนึงถึง หน่วยแรงอัดที่ค้างเหลืออยู่ (residual stress) เช่น เมื่อชิ้นส่วนเย็นไม่สม่ำเสมอกันเมื่อรีดร้อนเป็นต้น ชนิดของการยึดปลาย ความยาวของเสา และคุณภาพของเหล็ก ทำให้ออกแบบได้ประหยัด ซึ่งมาตรฐาน ว.ส.ท. ได้กำหนดสูตรนี้สำหรับใช้คำนวณออกแบบเสาแช่นกัน

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ $F_a = \dfrac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8C_c^3}}$ ถ้า $\left(\frac{KL}{r}\right) \leqslant C_c$

และ $F_a = \dfrac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$ ถ้า $\left(\frac{KL}{r}\right) > C_c$

ในเมื่อ $C_c = \sqrt{\dfrac{2\pi^2 E}{F_y}}$

L = ช่วงความยาวอิสระของเสาที่ไม่มีสิ่งยึดทางข้าง ซม.

r = รัศมีไจเรชั่น (ที่น้อยที่สุด) ของพื้นที่รอบแกนที่เกิดการโก่งงอ ซม.

E = โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก กก. ต่อ ซม.^{2}

F_y = กำลังจุดคลากของเหล็ก กก. ต่อ ซม.^{2}

K = ตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิผล (ดูตารางที่ 3.1)

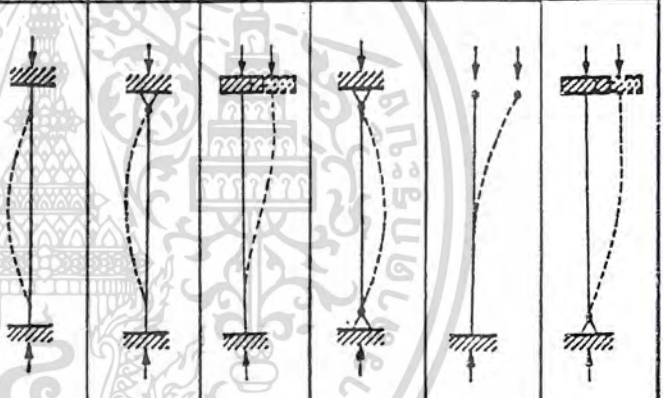
F_a = หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ กก. ต่อ ซม.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค้ำยัน (bracing) และส่วนโครงสร้างรอง (secondary member) ที่มีอัตราส่วนความชะลูดเกินกว่า 120*

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้

ตารางที่ 3.1 ตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิผลของส่วนโครงสร้างหลัก

	(ก)	(ข)	(ค)	(ง)	(จ)	(ฉ)
ลักษณะการโค้งงอของเสา แสดงโดยเส้นประ						
ค่า K ตามทฤษฎี	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
ค่า K ที่ใช้ในการออกแบบ	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
สัญญลักษณ์ของการยึดปลาย		การหมุนที่ปลายเสา		การเคลื่อนที่ของปลายเสา		
		ไม่มี		ไม่มี		
		มี		ไม่มี		
		ไม่มี		มี		
		มี		มี		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ในกรณีนี้ K มีค่าเท่ากับหนึ่ง

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิผล (K) ตามทฤษฎี และที่ใช้ในการออกแบบเสาเดี่ยวโดดๆ ซึ่งจะเห็นว่าค่าตามทฤษฎีของลักษณะการยึดปลายเสาต่างๆ โดยมากจะมีค่าน้อยกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบ ทั้งนี้เพราะในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถทำการยึดปลายเสาได้ตรงตามทฤษฎีนั่นเอง

นอกจากนี้ มาตรฐาน AISC ได้กำหนดว่าอัตราส่วนความชะลูด (KL / r) ของส่วนโครงสร้างหลักที่รับแรงอัดจะต้องไม่เกิน 200 และสำหรับค้ำยันและส่วนโครงสร้างรองจะต้องไม่เกิน 300

3.9 ช่วงความยาวประสิทธิผล (Effective column length)

ค่าของ KL ในข้อกำหนดของ AISC คือ ช่วงความยาวประสิทธิผลของเสา (effective length of column) ที่จะเกิดการโก่งงอ เป็นระยะระหว่างจุดตัดจุดกลับ (inflection point) ของเสา ระยะนี้มีค่าแปรเปลี่ยนต่างๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบและชนิดของการยึดปลาย (end restraint)

ในโครงสร้างแบบโครงแข็ง (frame) ค่าตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิผล (K) ของเสา จะขึ้นอยู่กับความแข็งแรง (rigidity) ของส่วนโครงสร้างที่นำมาต่อกัน อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับว่าโครงสร้างนั้นยอมให้มีการเซหรือไม่ ค่าตัว K ของโครงสร้างแบบนี้ (ที่มีการเซและไม่มีการเซ) จะหาได้จาก Alignment Chart ในรูปที่ 9.5 อักษร A และ B ในรูปจะหมายถึงจุดต่อที่ปลายเสา ตัว G เป็นอัตราส่วนของสติฟเนสแฟคเตอร์ระหว่างเสากับคาน

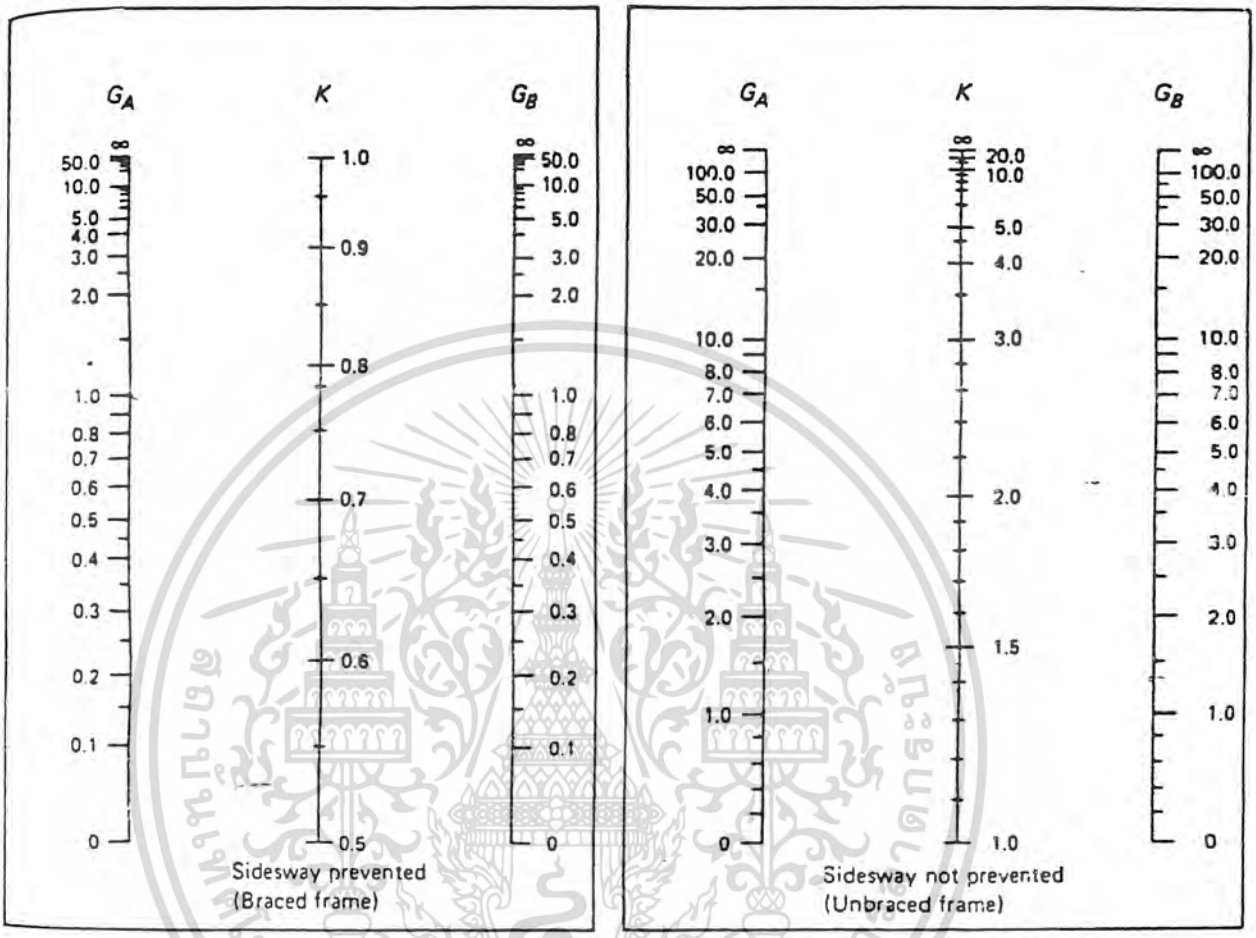
$$G = \frac{\sum \text{สติฟเนสแฟคเตอร์ของเสา}}{\sum \text{สติฟเนสแฟคเตอร์ของคาน}} = \frac{\sum \frac{I_c}{L_c}}{\sum \frac{I_g}{L_g}}$$

ในที่นี้ I_c , L_c เป็นโมเมนต์อินเนอร์เชีย และช่วงความยาวของเสา ตามลำดับ

I_g , L_g เป็นโมเมนต์อินเนอร์เชีย และช่วงความยาวของคาน ตามลำดับ

ในกรณีที่ปลายเสามีการยึดแบบยึดหมุน (pinned end) ค่า G ตามทฤษฎีจะมีค่าเป็นอินฟินิตี้ แต่การใช้ alignment chart ให้ใช้ค่า G = 10 สำหรับกรณีที่ปลายเสามีการยึดแบบยึดแน่น (fixed end) ค่า G ตามทฤษฎีจะมีค่าเป็นศูนย์แต่ในการใช้ alignment chart ให้ใช้ค่า G = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 Alignment Chart

3.10 การออกแบบโครงสร้างส่วนรับแรงอัด

ในกรณีที่แรงอัดกระทำในแนวแกนของรูปตัด วิธีออกแบบโครงสร้างรับแรงอัดมีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. สมมุติหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ โดยกำหนดอย่าให้มากกว่าหรือเท่ากับค่าสูงสุดโดยสูตรคำนวณของเสา (Column Formula)

2. หาน้ำหนักที่กระทำด้วยหน่วยแรงอัดที่สมมุติขึ้นจากข้อ 1 จะได้ค่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาที่ต้องการโดยประมาณ

3. เลือกหน้าตัดของเหล็กรูปให้มีเนื้อที่หน้าตัดอย่างน้อยเท่ากับเนื้อที่ที่หาได้จากข้อ 2 จากตารางของเหล็กรูปก็จะได้ค่ารัศมีไจเรชั่นที่น้อยที่สุดของหน้าตัดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ที่มากที่สุดของหน้าตัดนี้ โดยใช้สูตรคำนวณของเสา และค่ารัศมีไจเรชั่นที่น้อยที่สุดที่หาได้จากข้อ 3

5. ถ้าหากค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ ที่คำนวณได้จากข้อ 4 ไม่มากเกินกว่าค่าจริง (ซึ่งได้จากการหารน้ำหนักหรือแรงที่กระทำด้วยเนื้อที่ทั้งหมด) ประมาณ 2 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเลือกหน้าตัดได้เหมาะสมแล้ว

6. ถ้าหากค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ที่คำนวณได้มากกว่าค่าของหน่วยแรงอัดจริง ๆ ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าหน้าตัดที่หาได้นั้นใหญ่เกินกว่าความต้องการ จำเป็นจะต้องลดขนาดลง

7. ถ้าหากค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าของหน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้นจริง แสดงว่าขนาดของหน้าที่ตัดที่หาได้นั้นเล็กกว่าที่ต้องการจริง (แต่พออนุโลมใช้หน้าตัดนั้นได้ หากมีค่าไม่น้อยเกินกว่า 2-3 %) จะต้องเลือกขนาดให้ใหญ่กว่านี้ หรืออาจใช้เนื้อนที่หน้าตัดเท่าเดิม แต่เพิ่มระยะห่างระหว่างรูปตัดที่นำมาประกอบกันให้มากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มรัศมีไจเรชชั่น ซึ่งจะทำให้ค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การคูณเมตริกซ์ , การทรานสโพสเมตริกซ์

การคูณเมตริกซ์ และการอินเวอร์สเมตริกซ์ เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างต่างๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะโปรแกรมสำหรับการคูณเมตริกซ์ สามารถใช้ได้หลายๆ ส่วนในโปรแกรมเดียวกัน

4.1 การแปลงรูปเชิงเส้น

เพื่อให้เข้าใจกระบวนการการคูณเมตริกซ์ การแปลงรูปเชิงเส้นมักจะถูกนำมาใช้ในการนิยามเป็นอันดับแรก

พิจารณาชุดของสมการเชิงเส้นซึ่งประกอบด้วยค่าของ x 3 ค่า โดย x แต่ละค่าจะแปรผันตามค่าของ y 2 ค่า ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} x_1 &= 13\ y_1 + 5\ y_2 \\ x_2 &= 7\ y_1 + 11\ y_2 \\ x_3 &= 8\ y_1 + 3\ y_2 \end{aligned} \qquad \text{สมการที่ 4.1.1}$$

และชุดสมการเชิงเส้นอีกชุดหนึ่งจะแปลงค่าของ y ทั้งสองค่า ให้อยู่ในรูปของ z สี่ค่า

$$\begin{aligned} y_1 &= 4\ z_1 + 9\ z_2 + 12\ z_3 + 5\ z_4 \\ y_2 &= 14\ z_1 + 6\ z_2 + 2\ z_3 + 10\ z_4 \end{aligned} \qquad \text{สมการที่ 4.1.2}$$

ในสมการที่ 4.1.1 ค่าของ y ถือว่าเป็นตัวแปรอิสระ ในขณะเดียวกันค่าของ x จัดได้ว่าเป็นตัวแปรตาม และสำหรับสมการที่ 4.1.2 ค่าของ y กลายเป็นตัวแปรตาม โดยมี z เข้ามาเป็นตัวแปรอิสระ

จากหลักการแปลงรูป ในสมการที่ 4.1.1 และ 4.1.2 สามารถที่จะสร้างชุดของสมการเชิงเส้นชุดที่ 3 ขึ้นมาได้ เพื่อที่จะแปลงค่า x ทั้ง 3 ค่าให้อยู่ในรูปของ z ทั้ง 4 ค่าโดยตรง โดยที่จะต้องนำชุดสมการเชิงเส้น 2 ชุดแรกมารวมกัน หรือแปลงรูปของชุดหนึ่งให้อยู่ในรูปของอีกชุดหนึ่ง ซึ่งเราจะเรียกขั้นตอนนี้ว่าการแปลงรูปเชิงเส้น การรวมชุดของสมการเลิงเส้นทำได้โดยการแทนที่สมการที่ 4.1.1 ด้วยสมการที่ 4.1.2 ดังนี้

$$\begin{aligned} x_1 &= 13\ y_1 + 5\ y_2 \\ &= 13(4\ z_1 + 9\ z_2 + 12\ z_3 + 5\ z_4) + 5(14\ z_1 + 6\ z_2 + 12\ z_3 + 10\ z_4) \\ &= (13 \times 4 + 5 \times 14)z_1 + (13 \times 9 + 5 \times 6)z_2 \\ &\quad + (13 \times 12 + 5 \times 2)z_3 + (13 \times 5 + 5 \times 10)z_4 \\ &= (52 + 70)z_1 + (117 + 30)z_2 + (156 + 10)z_3 + (65 + 50)z_4 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 122\ z_1 + 147\ z_2 + 166\ z_3 + 115\ z_4$ สมการที่ 4.1.3a

$x_2 = 7\ y_1 + 11\ y_2$

$= 7(4\ z_1 + 9\ z_2 + 12\ z_3 + 5\ z_4) + 11(14\ z_1 + 6\ z_2 + 2\ z_3 + 10\ z_4)$

$= (7 \times 4 + 11 \times 14)z_1 + (7 \times 9 + 11 \times 6)z_2$

$+ (7 \times 12 + 11 \times 2)z_3 + (7 \times 5 + 11 \times 10)z_4$

$= (28 + 154)z_1 + (63 + 66)z_2 + (84 + 22)z_3 + (35 + 110)z_4$

$= 182\ z_1 + 129\ z2 + 106\ z_3 + 145\ z_4$ สมการที่ 4.1.3b

$x_3 = 8\ y_1 + 3\ y_2$

$= 8(4\ z_1 + 9\ z_2 + 12\ z_3 + 5\ z_4) + 3(14\ z_1 + 6\ z_2 + 2\ z_3 + 10\ z_4)$

$= (8 \times 4 + 3 \times 14)z_1 + (8 \times 9 + 3 \times 6)z_2$

$+ (8 \times 12 + 3 \times 2)z_3 + (8 \times 5 + 3 \times 10)z_4$

$= (32 + 42)z_1 + (72 + 18)z_2 + (96 + 6)z_3 + (40 + 30)z_4$

$= 74\ z_1 + 90\ z_2 + 102\ z_3 + 70\ z_4$ สมการที่ 4.1.3c

หากทราบค่าของ $z_1 = 5$, $z_2 = 2$, $z_3 = 4$ และ $z_4 = 3$ ค่าของ x สามารถคำนวณทางตรงได้โดยการแทนค่าของตัวแปร z ลงในสมการที่ 4.1.3 ดังนี้

$x_1 = 122\ z_1 + 147\ z_2 + 166\ z_3 + 115\ z_4$

$= 122\ (5) + 147\ (2) + 166\ (4) + 115\ (3)$

$= 1,913$

$x_2 = 182\ z_1 + 129\ z_2 + 106\ z_3 + 145\ z_4$

$= 182\ (5) + 129\ (2) + 106\ (4) + 145\ (3)$

$= 2,027$

$x3 = 74\ z_1 + 90\ z_2 + 102\ z_3 + 70\ z_4$

$= 74\ (5) + 90\ (2) + 102\ (4) + 70\ (3)$

$= 1,168$

หรืออาจคำนวณทางอ้อม โดยที่ค่า y จะถูกหาค่าออกมาก่อนจากสมการ 4.1.2 แล้วจึงคำนวณค่า x โดยใช้สมการ 4.1.1 ได้ดังนี้

$y_1 = 4\ z_1 + 9\ z_2 + 12\ z_3 + 5\ z_4$

$= 4\ (5) + 9\ (2) + 12\ (4) + 5\ (3)$

$= 101$

$y_2 = 14\ z_1 + 6\ z_2 + 2\ z_3 + 10\ z_4$

$= 4\ (5) + 6\ (2) + 2\ (4) + 10\ (3)$

$= 120$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$x_1 = 13\ y_1 + 5\ y_2 = 13\ (101) + 5\ (120)$

$= 1{,}913$

$x_2 = 7\ y_1 + 11\ y_2 = 7\ (101) + 11\ (120)$

$= 2{,}027$

$x_3 = 8\ y1 + 3\ y_2 = 8\ (101) + 3\ (120)$

$= 1{,}168$

ผลการคำนวณได้ผลเป็น $x_1 = 1{,}913$, $x_2 = 2{,}027$ และ $x_3 = 1{,}168$ ซึ่งตรงกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยการใช้สมการที่ 4.1.3 และการคำนวณโดยใช้สมการที่ 4.1.2 ร่วมกับสมการที่ 4.1.1 เป็นตัวชี้ว่าการคำนวณจากสมการที่ 4.1.3 น่าจะเป็นกระบวนการที่ถูกต้อง แม้ว่าการคำนวณโดยสมการ 4.1.1 เพียงครั้งเดียว สำหรับชุดของตัวแปร z 1 ชุด อาจไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดแจ้งว่าอ่าสัมประสิทธิ์ในสมการนั้นจะถูกต้อง แต่สิ่งหนึ่งที่เป็นเหตุผลที่ทำให้แน่ใจได้ คือ การสมมุติค่าของ z ที่ไม่เป็นค่า 0 และเป็นค่าที่ต่างกัน

4.2 สัญลักษณ์ทางเมตริกซ์

สมการที่ 4.1.1 , 4.1.2 และ 4.1.3 สามารถเขียนในรูปของสัญลักษณ์ทางเมตริกซ์ได้เป็น

$\{ x \}_{3x1} = [A]_{3x2} \{ y \}_{2x1}$ สมการที่ 4.2.1

$\{ y \}_{2x1} = [B]_{2x4} \{ z \}_{4x1}$ สมการที่ 4.2.2

$\{ x \}_{3x1} = [C]_{3x4} \{ z \}_{4x1}$ สมการที่ 4.2.3

เมื่อ

$$\{x\}_{3\times 1} = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{Bmatrix} \quad \{y\}_{2\times 1} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{Bmatrix} \quad \{z\}_{4\times 1} = \begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \end{Bmatrix}$$

$$[A]_{3x2} = \begin{bmatrix} 13 & 5 \\ 7 & 11 \\ 8 & 3 \end{bmatrix}$$

$$[B]_{2x4} = \begin{bmatrix} 4 & 9 & 12 & 5 \\ 14 & 6 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[C]_{3x4} = \begin{bmatrix} 122 & 147 & 166 & 115 \\ 182 & 129 & 106 & 145 \\ 74 & 90 & 102 & 70 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่าเมตริกซ์สามารถนิยามได้ถึงจำนวนหลายๆ จำนวนที่มาเรียงกันอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม ซึ่งจะถูกเรียกว่า เมตริกซ์หลัก (column matrix) ถ้าหากว่าเมตริกซ์นั้นมีแถวเพียงแถวเดียว โดยสัญลักษณ์แถวนั้นจะปิดด้วยวงเล็บปีกกา และสำหรับเมตริกซ์สี่เหลี่ยม (ปกติมักจะตัดคำว่าสี่เหลี่ยมออกไป) จะใช้สัญลักษณ์ที่ปิดด้วยวงเล็บใหญ่ ตัวเลขที่เป็นตัวห้อยอยู่ด้านนอกของวงเล็บปีกกาหรือวงเล็บใหญ่จะเป็นตัวบอกจำนวนของแถวและจำนวนของหลักในเมตริกซ์นั้น โดยค่าใด ๆ ในเมตริกซ์จะถูกนำเสนอในรูปของตำแหน่งของแถวและตำแหน่งของหลักของค่านั้น ๆ ดังนั้น เมื่อพิจารณาเมตริกซ์ [C] ที่ผ่านมาจะได้ C (2 , 3) = 106 และ C (3 , 1) = 74

หลังจากนี้ในรายงานฉบับนี้ เมตริกซ์ [A] , [B] และ [C] ที่ผ่านมาจะแสดงออกมาในรูปดังตัวอย่าง

$[C]_{3x4}$ =

x \ z	1	2	3	4
1	122	147	166	115
2	182	129	106	145
3	74	90	102	70

สมการที่ 4.2.4

เปลี่ยนรูปโดยเพิ่มสัญลักษณ์ที่ด้านบนและด้านซ้าย แล้วจึงเพิ่มบรรทัดทั้งทางแนวดิ่งและแนวระดับ ผลที่ออกมาดังสมการที่ 4.2.4 แสดงให้เห็นส่วนประกอบของสมการทางเมตริกซ์ { x } = [C] { z }

4.3 การคูณเมตริกซ์

แทนค่าสมการที่ 4.2.1 ลงในสมการที่ 4.2.2 ได้เป็น

$$\{ x \}_{3x1} = [A]_{3x2} \{ y \}_{2x1} = [A]_{3x2} [B]_{2x4} \{ z \}_{4x1}$$ สมการที่ 4.3.1

เปรียบเทียบสมการที่ 4.3.1 กับสมการที่ 4.2.3

$$[C]_{3x4} = [A]_{3x2} [B]_{2x4}$$

โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปทั่วไปได้เป็น

$$[C]_{LxN} = [A]_{LxM} [B]_{MxN}$$ สมการที่ 4.3.2

ดังนั้นเมตริกซ์ [C] ถือว่าเป็นผลคูณของเมตริกซ์ [A] ซึ่งเรียกว่าเมตริกซ์ตัวตั้ง (premultiplier matrix) และเมตริกซ์ [B] หรือเมตริกซ์ตัวคูณ (postmultiplier matrix) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างให้เกิดผลคูณ เมตริกซ์ [C] จากเมตริกซ์ [A] และเมตริกซ์ [B] เรียกว่าการคูณเมตริกซ์ (matrix multiplication) การคูณเมตริกซ์จะเกิดได้ต่อเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของหลักในเมตริกซ์ตัวตั้งต้องเท่ากับจำนวนของแถวในเมตริกซ์ตัวคูณ ซึ่งส่วนนี้คือความสำคัญในการวางว่าเมตริกซ์ใดเป็นเมตริกซ์ตัวตั้ง และเมตริกซ์ใดเป็นเมตริกซ์ตัวคูณ

4.4 ขั้นตอนการทำงาน

ในการคำนวณด้วยมือ การคูณเมตริกซ์จะสามารถทำให้สะดวกที่สุดโดยการจัดรูปของเมตริกซ์ในรูปแบบดังที่แสดงในรูปที่ 4.4.1 สำหรับการหาค่าในตำแหน่ง C (2 , 3)ทำได้โดยการลากเส้นตามแนวระนาบผ่านแถวที่ 2 ของเมตริกซ์ [A] ไปตัดกับเส้นที่ลากตามแนวตั้งจากหลักที่ 3 ของเมตริกซ์ [B] เส้นตรงทั้งคู่จะลากผ่านเข้าไปในเมตริกซ์ [C] และตัดกันตรงตำแหน่ง C (2 , 3) และผลคูณนั้นหาโดยการบวกผลคูณที่เกิดขึ้นจากตัวเลขในแถวที่ 2 ของเมตริกซ์ [A] และตัวเลขในหลักที่ 3 ของเมตริกซ์ [B] ดังนี้

$$C(2,3) = 7x2 + 11x2 = 84 + 22 = 106 \qquad \text{สมการที่ } 4.4.1$$

ความถูกต้องของขั้นตอนนี้สามารถตรวจสอบได้เมื่อนำค่าที่ได้จากสมการที่ 4.4.1 มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้โดยวิธีการแทนค่าสัมประสิทธิ์ของ z3 ลงในสมการที่ 4.1.3b

[B] =

y \ z	1	2	3	4
1	4	9	12	5
2	14	6	2	10

[A] =

x \ y	1	2
1	13	5
2	7	11
3	8	3

[C] =

x \ z	1	2	3	4
1	122	147	166	115
2	182	129	106	145
3	74	90	102	70

รูปที่ 4.4.1 การหาผลคูณของเมตริกซ์

จากสมการที่ 4.3.2 ทำให้ C_{ij} เป็นผลบวกของผลคูณของจำนวนในแถวที่ I ของเมตริกซ์ตัวตั้ง [A] กับจำนวนในหลักที่ j ของเมตริกซ์ตัวคูณ [B] ซึ่งข้อความด้านบนสามารถแปลงรูปได้เป็น

$$C(i,j) = \sum A(i,k) \times B(k,j) \qquad \text{for } k = 1, 2, 3, \ldots, m \qquad \text{สมการที่ } 4.4.2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่า k เพิ่มขึ้นจาก 1 จนถึง m การเคลื่อนที่ทางแนวระนาบผ่านแถวที่ I ของเมตริกซ์ [A] และการเคลื่อนที่ตามแนวดิ่ง ผ่านหลักที่ j ของเมตริกซ์ตัวคูณ [B] ถือว่าเป็นการเคลื่อนที่ภายในทั้งคู่ สมการที่ 4.4.2 จะถูกเรียกว่า หลักการหาผลคูณภายในของการคูณเมตริกซ์

4.5 การทรานสโพสเมตริกซ์

จากตัวอย่างของเมตริกซ์ [A] และเมตริกซ์ [B] ที่แสดงให้เห็นต่อไปนี้

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \end{vmatrix} \qquad B = \begin{vmatrix} 1 & 6 & 11 \\ 2 & 7 & 12 \\ 3 & 8 & 13 \\ 4 & 9 & 14 \\ 5 & 10 & 15 \end{vmatrix}$$

พบว่า แถวที่ 1, 2 และ 3 ของเมตริกซ์ [A] มีค่าเหมือนกับค่าในหลักที่ 1, 2 และ 3 ของเมตริกซ์ [B] ตามลำดับ ในลักษณะนี้จะถือว่าเมตริกซ์ [B] เป็นทรานสโพสของเมตริกซ์
[A] หรือใช้สัญลักษณ์ได้เป็น

$$B = A^T \qquad \text{สมการที่ 4.5.1a}$$

หรือ $$A = B^T \qquad \text{สมการที่ 4.5.1b}$$

ในรูปแบบทั่วไป นิยามของการทรานสโพสเมตริกซ์สามารถแสดงได้ดังนี้

ถ้า $A_{ij} = A_{ji}$ แล้ว $A = A^T$ สมการที่ 4.5.2 ความหมายของ $A_{ij} = A_{ij}^T$ คือ จำนวนในแถวที่ i และหลักที่ j ของเมตริกซ์ [A] มีค่าเท่ากับจำนวนในแถวที่ j และหลักที่ i ของเมตริกซ์ A^T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การอินเวอร์สเมตริกซ์

5.1 นิยามของการอินเวอร์สเมตริกซ์

พิจารณาชุดของสมการเชิงเส้น ซึ่งประกอบด้วยค่าของ x 4 ค่า ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของตัวแปร y 4 ค่า ดังนี้

$$x_1 = 11\,y_1 + 8\,y_2 + 10\,y_3 + 15\,y_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.1a}$$

$$x_2 = 16\,y_1 + 5\,y_2 + 2\,y_3 + 13\,y_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.1b}$$

$$x_3 = 6\,y_1 + 9\,y_2 + 3\,y_3 + 12\,y_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.1c}$$

$$x_4 = 14\,y_1 + 7\,y_2 + 17\,y_3 + 4\,y_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.1d}$$

ในสมการที่ 5.1.1 ค่าของตัวแปร y ถือว่าเป็นตัวแปรอิสระในขณะที่ค่าของตัวแปร x ถือว่าเป็นตัวแปรตาม

ถ้าหากต้องการที่จะนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างค่าของตัวแปร x กับค่าของตัวแปร y ใหม่ ในทางตรงกันข้ามนั่นคือ ทำให้ค่าของตัวแปร x มาเป็นตัวแปรอิสระและค่าของตัวแปร y กลับไปเป็นตัวแปรตาม ดังนี้

$$y_1 = b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + b_{14}x_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.2a}$$

$$y_2 = b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + b_{24}x_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.2b}$$

$$y_3 = b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + b_{33}x_3 + b_{34}x_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.2c}$$

$$y_4 = b_{41}x_1 + b_{42}x_2 + b_{43}x_3 + b_{44}x_4 \qquad \text{สมการที่ 5.1.2d}$$

ในการแก้สมการ เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวไม่ทราบค่าทั้ง 16 ตัวในสมการที่ 5.1.2 สมการทำได้หลาย ๆ แนวทาง โดยวิธีการแก้ปัญหาที่พบในหนังสือทั่วไป มักจะอยู่ในรูปของพีชคณิตเชิงเส้น วิธีหนึ่งในการที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวคือ ประมาณค่าของ x3 โดยการแก้ปัญหาสมการที่เกิดขึ้นทั้ง 4 สมการดังนี้

$$11\,y_1 + 8\,y_2 + 10\,y_3 + 15\,y_4 = 0 \qquad (x_1 = 0) \qquad \text{สมการที่ 5.1.3a}$$

$$16\,y_1 + 5\,y_2 + 2\,y_3 + 13\,y_4 = 0 \qquad (x_2 = 0) \qquad \text{สมการที่ 5.1.3b}$$

$$6\,y_1 + 9\,y_2 + 3\,y_3 + 12\,y_4 = 0 \qquad (x_3 = 0) \qquad \text{สมการที่ 5.1.3c}$$

$$14\,y_1 + 7\,y_2 + 17\,y_3 + 4\,y_4 = 0 \qquad (x_4 = 0) \qquad \text{สมการที่ 5.1.3d}$$

ผลจากการแก้สมการที่ 5.1.3 จะได้ค่าเป็น

$$y_1 = b_{13} \qquad \text{สมการที่ 5.1.4a}$$

$$y_2 = b_{23} \qquad \text{สมการที่ 5.1.4b}$$

$$y_3 = b_{33} \qquad \text{สมการที่ 5.1.4c}$$

$$y_4 = b_{43} \qquad \text{สมการที่ 5.1.4d}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากค่าของ y ที่ได้มานี้ คิดได้จากสมการที่ 5.1.2 ถ้า $x_1 = x_2 = x_4 = 0$ และ $x_3 = 1$ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สำหรับ b_{1i} , b_{2i} , b_{3i} และ b_{4i} สำหรับ i = 1 , 2 และ 4 ในสมการที่ 5.1.2 จะสามารถคำนวนออกมาได้โดยวิธีเดียวกัน

สมการที่ 5.1.1 และสมการที่ 5.1.2 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางเมตริกซ์ได้เป็น

$$\{ x \}_{4 \times 1} = [A]_{4 \times 4} \{ y \}_{4 \times 1} \qquad \text{สมการที่ 5.1.5}$$

$$\{ y \}_{4 \times 1} = [B]_{4 \times 4} \{ x \}_{4 \times 1} \qquad \text{สมการที่ 5.1.6}$$

หรือ

$[A]_{4 \times 4} =$

x \ y	1	2	3	4
1	11	8	10	15
2	16	5	2	13
3	6	9	3	12
4	14	7	17	4

สมการที่ 5.1.7

และ

$[B]_{4 \times 4} =$

y \ x	1	2	3	4
1	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}
2	b_{21}	b_{22}	b_{23}	b_{24}
3	b_{31}	b_{32}	b_{33}	b_{34}
4	b_{41}	b_{42}	b_{43}	b_{44}

สมการที่ 5.1.8

เมตริกซ์ [B] ในสมการที่ 5.1.8 จะถูกพิจารณาว่าเป็นอินเวอร์สของเมตริกซ์ [A] ในสมการที่ 5.1.7 และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะหาค่าอินเวอร์สของเมตริกซ์ที่กำหนดให้นั้นเรียกว่า การอินเวอร์สเมตริกซ์

ถ้าสัญลักษณ์ในสมการที่ 5.1.5 เป็นสัญลักษณ์ทางพีชคณิตธรรมดา ค่าของ y สามารถหาได้โดยการหารค่าของ x ด้วย A แต่ในการแก้ปัญหาทางเมตริกซ์นั้น เมตริกซ์ { y } ในสมการ 5.1.5 สามารถหาได้จาก

$$\{ y \}_{4 \times 1} = \{ A^{-1}]_{4 \times 4} \{ x \}_{4 \times 1} \qquad \text{สมการที่ 5.1.9}$$

เปรียบเทียบสมการที่ 5.1.9 กับสมการที่ 5.1.6

$$[B] = [A^{-1}] \qquad \text{สมการที่ 5.1.10}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกัน การแก้ปัญหาสำหรับหา { x } ในสมการที่ 5.1.6 จะเขียนได้เป็น

$$\{ x \}_{4 \times 1} = [B^{-1}]_{4 \times 4} \{ y \}_{4 \times 1}$$ สมการที่ 5.1.11

เปรียบเทียบสมการที่ 5.1.11 กับสมการที่ 5.1.5

$$[A] = [B^{-1}]$$ สมการที่ 5.1.12

เมตริกซ์เอกลักษณ์ (Unit Matrix or Identity Matrix) จะถูกนิยามได้ถึงเมตริกซ์จัตุรัสที่ทุกจำนวนที่อยู่ในแนวทแยงมุมหลักมีค่าเป็น 1 ในขณะที่จำนวนที่อยู่ในตำแหน่งอื่นๆ เท่ากับ 0 สัญลักษณ์ของเมตริกซ์เอกลักษณ์คือ [I] โดยจะเป็นตัวเลขโรมัน I หรือตัวอักษรตัวใหญ่ เมตริกซ์เอกลักษณ์สามารถทำการพิสูจน์ได้ เนื่องจากผลคูณของเมตริกซ์ใดๆ กับเมตริกซ์อินเวอร์สของตัวเองจะเท่ากับเมตริกซ์เอกลักษณ์ การพิสูจน์สามารถทำได้อย่างง่ายๆ โดยการจัดรูปแบบการคูณเมตริกซ์ตามรูปที่ 5.1 จากคำนิยามจะได้เมตริกซ์ [AA^{-1}] ในรูปที่ 5.1 สามารถแทนได้ด้วยสมการ

$$\begin{aligned} x_1 &= 1.0\, x_1 + 0.0\, x_2 + 0.0\, x_3 \\ x_2 &= 0.0\, x_1 + 1.0\, x_2 + 0.0\, x_3 \\ x_3 &= 0.0\, x_1 + 0.0\, x_2 + 1.0\, x_3 \end{aligned}$$ สมการที่ 5.1.13

จากสมการที่ 5.1.13 แสดงค่าของ x แต่ละค่านั้นเท่ากับค่าของตัวมันเองซึ่งแสดงอยู่ทางด้านขวา โดยเป็นอิสระจากตัวแปรอื่นๆ ถ้าเราเปลี่ยนให้เมตริกซ์เสนอเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน จะได้เมตริกซ์ซึ่งเรียกว่าเมตริกซ์เดี่ยว (Singular Matrix) โดยที่เมตริกซ์เดี่ยวนี้จะไม่สามารถหาอินเวอร์สของเมตริกซ์ได้

$[A^{-1}]$ =

y \ x	1	2	3
1	?	?	?
2	?	?	?
3	?	?	?

[A] =

x \ y	1	2	3
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}

[AA^{-1}] =

x \ x	1	2	3
1	1.0	0.0	0.0
2	0.0	1.0	0.0
3	0.0	0.0	1.0

รูปที่ 5.1.1 พิสูจน์ [AA^{-1}] = [I]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิธีเกาส์ - จอร์แดน

จากสมการที่ 5.1.3 และสมการที่ 5.1.4 พบว่าหลักที่ 3 ในอินเวอร์สของ 4 x 4 สามารถได้โดยการแก้ชุดของสมการทั้งหมดด้วยค่าคงที่ 0 , 0 , 1 และ 0 แทนเข้าไปทางด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ ถ้าเราต้องการค่าอินเวอร์สของทั้ง 4 หลักของเมตริกซ์ที่กำหนด ก็ควรที่จะต้องใช้ค่าคงที่ทั้งหมด 4 หลัก แทนเข้าไปทางด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ โดยอยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ ดังนั้นถ้าต้องการอินเวอร์สเมตริกซ์ขนาด 4 x 4 นั้น ต้องเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลขนาด 4 x 8 ช่อง ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้

11	8	10	15	1	0	0	0
16	5	2	13	0	1	0	0
6	9	3	12	0	0	1	0
14	7	17	4	0	0	0	1

สมการที่ 5.2.1

แถวแต่ละแถวในสมการที่ 5.2.1 แสดงถึงสัมประสิทธิ์ชุดเดียวกันสำหรับ y_1 , y_2 , y_3 และ y_4 แต่แสดงค่าคงที่ที่แตกต่างกันอยู่ทางด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ สำหรับระบบของสมการทั้ง 4 ชุด

จุดประสงค์ของ เกาส์ - จอร์แดน (G - J) คือเพื่อเปลี่ยนสมการที่แสดงในสมการที่ 5.2.1 ให้อยู่ในรูปแบบดังนี้

1	0	0	0	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}
0	1	0	0	b_{21}	b_{22}	b_{23}	b_{24}
0	0	1	0	b_{31}	b_{32}	b_{33}	b_{34}
0	0	0	1	b_{41}	b_{42}	b_{43}	b_{44}

สมการที่ 5.2.2

เมื่อสามารถเปลี่ยนรูปจนสำเร็จแล้ว จะพบว่าสำหรับกรณีที่ $x_2 = x_3 = x_4 = 0$ และ $x_1 = 1$ นั้น ค่าเริ่มต้นได้จากทั้ง 4 แถวของสมการที่ 5.2.2 คือ $1.0\ y_1 = b_{11}$, $1.0\ y_2 = b_{21}$, $1.0\ y_3 = b_{31}$ และ $1.0\ y_4 = b_{41}$ และอีก 3 กรณีที่เหลือก็จะมีผลในลักษณะเดียวกันนี้ ดังนั้น การใช้เมตริกซ์ขนาด 4 x 8 นี้ ก็เป็นหลักการในการที่จะโยกย้ายสับเปลี่ยนข้อมูลในเมตริกซ์เริ่มต้นในสมการที่ 5.2.1 ไปเป็นข้อมูลในเมตริกซ์สุดท้าย ดังสมการที่ 5.2.2 นั่นคือการทำให้เมตริกซ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ และทำให้เมตริกซ์เอกลักษณ์ให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของอินเวอร์สเมตริกซ์

5.3 การอินเวอร์สโดยการคำนวณ

ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำการอินเวอร์สเมตริกซ์ในรูปทั่วไปได้นั้น มีความจำเป็นที่จะต้องทำการพัฒนาขั้นตอนของระบบการคำนวณ โดยระบบขั้นตอนการคำนวณนี้ จะยึดตามขั้นตอนวิธีของเกาส์ - จอร์แดน ที่รู้จักกันเป็นอย่างดี พร้อมกับการพัฒนาเพื่อลดจำนวนข้อผิดพลาด โดยการค้นหาจุดไพวอทแบบเต็มตาราง และต่อไปนี้คือการคำนวณสำหรับเมตริกซ์ขนาด 4 x 4 ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ค้นหาจุดไพวอทจุดแรก เมตริกซ์ 4 x 8 จากสมการที่ 5.2.1 จะถูกนำมาเสนออีกครั้งดังนี้

11	8	10	15	1	0	0	0
16	5	2	13	0	1	0	0
6	9	3	12	0	0	1	0
14	7	(17)	4	0	0	0	1

สมการที่ 5.3.1

จากจำนวนทั้ง 16 จำนวนในเมตริกซ์ที่กำหนด ให้ค้นหาค่าที่มีค่าสัมบูรณ์มากที่สุด (หลังจากนี้จะถูกใช้เป็นจุดไพวอทจุดแรก) จากการค้นหาจะได้ค่าเท่ากับ 17 ซึ่งอยู่ในแถวที่ 4 และหลักที่ 3 คอมพิวเตอร์จะเก็บในรูปของ

AMAX (ค่าสัมบูรณ์ที่มากที่สุดในเมตริกซ์ [A]) = 17

IROW (ลำดับของแถวที่มีค่า AMAX เกิดขึ้น) = 4

และ ICOL (ลำดับของหลักที่มีค่า AMAX เกิดขึ้น) = 3

ขั้นตอนที่ 2 วางค่า AMAX ในแนวทแยงหลัก สลับแถวระหว่างแถวที่ 4 กับแถวที่ 3 จะทำให้ค่า AMAX = 17 อยู่ในแนวทแยงหลัก ที่ (ICOL , ICOL) = (3 , 3) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	8	10	15	1	0	0	0
16	5	2	13	0	1	0	0
14	7	17	4	0	0	0	1
6	9	3	12	0	0	1	0

สมการที่ 5.3.2

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ทำการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แคน ตรั้งที่ 1 การลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แคน ครั้งแรกจะเปลี่ยนเมตริกซ์ 4 x 8 ในขั้นตอนที่ 2 ให้อยู่ในรูปแบบดั้งต่อไปนี้ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่รูปแบบสุดท้าย

+ 2.760	+3.880	0	+12.65	1	0	0	-0.588
+14.35	+4.176	0	+12.53	0	1	0	-0.1176
+0.824	+0.412	+1	+0.235	0	0	0	+0.0588
-3.528	+7.764	0	+11.30	0	0	1	-0.1764

สมการที่ 5.3.3

ในขั้นตอนนี้แถวที่ 3 ซึ่งเป็นแถวไพวอท จะหาได้โดยการหารแถวที่ 3 ที่มีอยู่ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยค่าที่จุดไพวอท ซึ่งในกรณีนี้เท่ากับ 17 ค่าไพวอทในขั้นตอนที่ 3 จะมีค่าเป็น +1.0 แล้วทำให้ค่าที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของไพวอทเป็น 0 โดยการลบด้วยผลคูณของค่าคงที่ กับแถวไพวอทจากแถวที่มีอยู่ ซึ่งค่าคงที่นี้จะเป็นจำนวนในหลักไพวอท (หลักที่ 3) ในแถวที่มีอยู่ดังนี้

สำหรับแถวที่ 1

Existing	11	8	10	15	1	0	0	0
2xแถวไวอท	+8.24	+4.12	+10	+2.35	0	0	0	+0.588
ผลต่าง	+2.760	+3.880	0	+12.65	1	0	0	-0.588

สำหรับแถวที่ 2

Existing	16	5	2	13	0	1	0	0
10xแถวไวอท	+1.648	+0.824	+2	+0.470	0	0	0	+0.1176
ผลต่าง	+14.35	+4.176	0	+12.53	0	1	0	-0.1176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแถวที่ 3

Existing	6	9	3	12	0	0	1	0
3xแถวไวอท	+2.472	+1.236	+3	+0.705	0	0	0	+0.1764
ผลต่าง	+3.528	+7.764	0	+11.30	0	0	1	-0.1764

ขั้นตอนที่ 4 ค้นหาไพวอทจุดที่สอง ไพวอทจุดที่สองจะถูกเลือกจากจำนวนที่อยู่ในเมตริกซ์ 4 x 4 ทางด้านซ้ายในสมการที่ 5.3.3 โดยไม่รวมค่าที่อยู่ในแถวที่ 3 และที่อยู่ในหลักที่ 3 ซึ่งจะมีผลให้มีจำนวนที่อยู่ทางด้านซ้ายเพียง 9 จำนวน จากการค้นหาพบว่าจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์สูงสุด หรือค่า AMAX = 14.35 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ IROW = 2 และ ICOL = 1 จากนั้นทำการสลับแถวกัน ระหว่างแถวที่ 2 กับแถวที่ 1 ซึ่งจะทำให้ค่า AMAX = 14.35 ไปอยู่ในแนวทแยงหลักที่ตำแหน่ง (ICOL , ICOL) = (1 , 1) ดังตารางต่อไปนี้

+14.35	+4.176	0	+12.53	0	1	0	-0.1176
+ 2.760	+3.880	0	+12.65	1	0	0	-0.588
-0.824	+0.412	-1	+0.235	0	0	0	+0.0588
+3.528	+7.764	0	+11.30	0	0	1	-0.1764

สมการที่ 5.3.4

ขั้นตอนที่ 5 ทำการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน ครั้งที่ 2 ใช้ค่า +14.35 ที่ตำแหน่ง (1 , 1) ในสมการที่ (5.3.4) เป็นค่าไพวอท การลดทอนของเกาส์ - จอร์แดน จะเปลี่ยนเมตริกซ์ 4 x 8 ในสมการที่ (5.3.4) ให้เป็นรูปดังต่อไปนี้ ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่ 2 เพื่อไปสู่รูปแบบสุดท้าย

+1.0	+0.291	0	+0.873	0	+0.0697	0	-0.0082
0	+3.077	0	+10.24	1	-0.1924	0	-0.565
0	+0.172	+1	-0.484	0	-0.0574	0	+0.0656
0	+6.737	0	+8.22	0	-0.246	1	-0.1475

สมการที่ 5.3.5

แถวที่ 1 ของสมการที่ 5.3.5 ถือว่าเป็นแถวไพวอท ซึ่งสามารถหาได้จากการหารแถวที่หนึ่งในสมการ 5.3.4 ด้วย +14.35 และเพื่อที่จะลดค่าของจำนวนทั้งหมดในหลักที่หนึ่งที่อยู่ใต้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพวอทในสมการ 5.3.5 ให้เท่ากับศูนย์ ทำได้ด้วยการลบด้วยค่าของเมตริกซ์ A (i , j) คูณกับค่าในแถวไพวอท ออกจากค่าของแถวที่ i ที่มีอยู่ เมื่อ i = 2 ถึง 4

สำหรับ i = 2

Existing	+2.760	+3.880	0	+12.65	1	0	0	-0.588
2.760 x p.r.	+2.760	+0.803	0	+2.41	0	+0.1924	0	-0.023
ผลต่าง	0	+3.077	0	+10.24	1	-0.1924	0	-0.565

สำหรับ i = 3

Existing	+0.824	+0.412	+1.0	+0.235	0	0	0	+0.588
0.824 x p.r.	+0.824	+0.240	0	+0.719	0	+0.0574	0	-0.0068
ผลต่าง	0	+0.172	+1.0	-0.484	0	-0.0574	0	+0.656

สำหรับ i = 4

Existing	+3.528	+7.764	0	+11.30	0	0	1	-0.1764
3.528 x p.r.	+3.528	+1.027	0	+3.08	0	+0.246	0	-0.0289
ผลต่าง	0	+6.737	0	+8.22	0	-0.246	1	-0.1475

ขั้นตอนที่ 6 ค้นหาไพวอทจุดที่ 3 ไพวอทจุดนี้จะทำการเลือกจากเมตริกซ์ 4 x 4 ที่อยู่ทางด้านซ้ายในสมการ 5.3.5 โดยไม่รวมถึงจำนวนที่อยู่ในแถวและหลักที่ 3 (ICOL = 3 ในการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน ครั้งที่หนึ่ง) และจำนวนที่อยู่ในแถวและหลักที่ 1 (ICOL = 1 ในการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน ครั้งที่สอง) ดังนั้นจะเหลือค่าที่จะนำมาพิจารณา 4 ค่า คือ +3.077 , +10.24 , +6.737 และ +8.22 ซึ่งจะได้ค่า AMAX = 10.24 ย้ายไปอยู่ที่ตำแหน่ง (ICOL , ICOL) = (4 , 4) ดังต่อไปนี้

+1.0	+0.291	0	+0.873	0	+0.0697	0	-0.0082
0	+6.737	0	+8.22	0	-0.246	1	-0.1475
0	+0.172	+1.0	-0.484	0	-0.0574	0	+0.0656
0	+3.077	0	(+10.24)	1	-0.1924	0	-0.565

สมการที่ 5.3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 7 ทำการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน ครั้งที่ 3 ใช้ค่า + 10.24 ในตำแหน่ง (4 , 4) จากสมการที่ 5.3.6 เป็นค่าไพวอท การลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน จะเปลี่ยนเมตริกซ์ขนาด 4 x 8 ในสมการที่ 5.3.6 ให้อยู่ในรูปแบบดังต่อไปนี้ ถือว่าเป็นขั้นตอนที่ 3 เพื่อให้ถึงรูปแบบสุดท้าย

+1.0	+0.0287	0	0	-0.852	+0.0861	0	+0.0400
0	+4.267	0	0	-0.802	-0.0916	1	+0.3062
0	+0.3174	+1.0	0	-0.0472	-0.0665	0	+0.0389
0	+0.3005	0	+1.0	+0.0976	-0.0188	0	-0.0552

สมการที่ 5.3.7

แถวที่ 4 ในสมการที่ 5.3.7 ถือว่าเป็นแถวไพวอท ซึ่งจะหาค่าได้จากการหารแถวที่ 4 ในสมการที่ 5.3.6 ด้วย +10.24 แล้วลบแถวที่ i ที่มีอยู่ ด้วยค่าที่ตำแหน่ง A (i , 4) คูณกับแถวไพวอท สำหรับ i = 1 ถึง 3 เพื่อลดค่าของจำนวนในหลักที่ 4 ที่อยู่ด้านบนของจุดไพวอทในสมการที่ 5.3.7 ให้เป็น 0 ทุกค่า ดังนั้น

สำหรับ i = 1

Existing	+1.0	+0.291	0	+0.873	0	+0.0697	0	-0.0082
0.873xp.r.	0	+0.2623	0	+0.873	+0.0852	+0.0164	0	-0.0482
ผลต่าง	+1.0	+0.0287	0	0	-0.0852	+0.0861	0	+0.0400

สำหรับ i = 2

Existing	0	+6.737	0	+8.22	0	-0.246	1	-0.1475
8.22 xp.r.	0	+2.470	0	+8.22	+0.802	-0.1544	0	-0.4537
ผลต่าง	0	+4.267	0	0	-0.802	-0.0916	1	+0.3062

สำหรับ i = 3

Existing	0	+0.172	+1.0	-0.484	0	-0.0574	0	+0.0656
-0.484xp.r.	0	-0.1451	0	-0.484	-0.0472	-0.0472	0	+0.0267
ผลต่าง	0	+0.3174	+1.0	0	+0.0472	-0.0665	0	+0.0389

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 8 ทำการลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน ครั้งที่ 4 (ครั้งสุดท้าย) สำหรับครั้งนี้ ไม่จำเป็นต้องหาค่าจุดไพวอทสำหรับการทำลดทอนแบบ เกาส์ - จอร์แดน เนื่องจากจำนวนที่จะนำมาพิจารณาซึ่งอยู่ในเมตริกซ์ด้านซ้าย เหลืออยู่เพียงค่าเดียวเท่านั้น ซึ่งทำให้ค่าของ AMAX = 4.267 ในตำแหน่งที่ IROW = 2 และ ICOL = 2 ในสมการที่ 5.3.7 หลังจากที่ได้ทำการลดทอนจนเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะได้รูปแบบสุดท้ายดังนี้

+1.0	0	0	0	-0.0798	+0.0867	-0.0067	+0.0379
0	+1.0	0	0	+0.1880	-0.0215	+0.2344	+0.0178
0	0	+1.0	0	+0.1069	-0.0597	-0.0744	+0.0161
0	0	0	+1.0	+0.1541	-0.0123	-0.0704	-0.0768

สมการที่ 5.3.8

แถวที่ 2 ในสมการที่ 5.3.8 เป็นแถวไพวอท ซึ่งจะหาค่าได้โดยการหารแถวที่ 2 ในสมการที่ 5.3.7 ด้วย -4.267 และเพื่อที่จะลดจำนวนที่อยู่ในหลักที่ 2 (จำนวนที่นอกเหนือจากไพวอทเท่ากับ +1.0) ในสมการที่ 5.3.8 ให้เท่ากับ 0 โดยการลบค่าของแถวที่ i ที่มีอยู่ด้วยค่าในตำหน่งที่ A (i , 2) คูณกับค่าในแถวไพวอท เมื่อ i = 1 , 3 และ 4 ดังนั้น

สำหรับ i = 1

Existing	+1.0	+0.0287	0	0	-0.0852	+0.0861	0	+0.0400
0.0287xp.r.	0	+0.0287	0	0	-0.0054	-0.0006	+0.0067	+0.0021
ผลต่าง	+1.0	0	0	0	-0.0798	+0.0867	-0.0067	+0.0379

ส

Existing	0	+0.3174	+1.0	0	+0.0472.	-0.0665	0	+0.0389
0.3174xp.r.	0	+0.3170	0	0	-0.0597	-0.0068	+0.0744	+0.0228
ผลต่าง	0	0	+1.0	0	+0.1669	-0.0597	-0.0744	+0.0161

สำหรับ i = 4

Existing	0	+0.3005	0	+1.0	+0.0976	-0.0188	0	-0.0552
0.3174xp.r.	0	+0.3005	0	0	-0.0565	-0.0064	+0.0704	+0.0216
ผลต่าง	0	0	0	+1.0	+0.1541	-0.0123	-0.0704	-0.0768

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากเมตริกซ์ 4 x 8 ในสมการที่ 5.3.1 จนมาถึงเมตริกซ์ 4 x 8 ในสมการที่ 5.3.8 เมตริกซ์ที่กำหนดให้ ถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ และเมตริกซ์เอกลักษณ์จะถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปอินเวอร์สของเมตริกซ์ที่กำหนดให้ โดยได้เมตริกซ์อินเวอร์สดังนี้

11	8	10	15
16	5	2	13
6	9	3	12
14	7	17	4

$^{-1}$ =

-0.0798	+0.0867	-0.0067	+0.0379
-0.1880	-0.0215	+0.2344	+0.0718
+0.1069	-0.0597	-0.0744	+0.0161
+0.1541	-0.0123	-0.0704	-0.0768

สมการที่ 5.3.9

เนื่องจากจุดประสงค์ของขั้นตอนทั้ง 8 ขั้นตอนที่ได้นำเสนอไปนั้น เพื่อที่จะแสดงลำดับขั้นตอนการคำนวณมากกว่าการที่จะหาคำตอบอย่างถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นค่าที่ปรากฏอยู่ในเมตริกซ์อินเวอร์สในสมการที่ 5.3.9 อาจมีค่าที่เกิดความผิดพลาดได้บ้าง เมื่อนำค่าที่ได้มาตรวจสอบ โดยการหาผลคูณของ [A] [A $^{-1}$] ได้เป็น

-0.9987	-0.0002	-0.0015	-0.0063
-0.0003	+1.0004	+0.0008	-0.0008
-0.0009	0	+1.0014	+0.0003
-0.0005	-0.0008	+0.0006	+0.9997

สมการที่ 5.3.10

จากค่าที่ได้ถือว่าต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณ์ไม่มากนัก

5.4 Banded Equation

การลดทอนแบบเกาส์-จอร์แดน ใช้ในการหาเมตริกซ์อินเวอร์ส ในกรณีที่เมตริกซ์ทั้งเป็น Symmetric และ Unsymmetric แต่สำหรับการวิเคราะห์โรงสร้างด้วยวิธี Displacement Method เมตริกซ์ที่จะนำมาทำการอินเวอร์สมักจะเป็น global stiffness matrix ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่ Symmetric ส่วนเมตริกซ์ที่กำหนดให้ทางด้านขวาจะเป็นเมตริกซ์แถวของแรงกระทำ ในการณีที่เป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ แม้ว่าจำนวนของชุดสมการที่ต้องแก้ปัญหาอาจมีถึง 40 , 50 หรือ มากกว่านั้น ปต่ global stiffness matrix ก็มักจะประกอบด้วยจำนวนที่เป็น 0 อยู่หลายจำนวน ด้วยการออกแบบระบบของตัวเลขไว้อย่างดี การวิเคราะห์จะทำการขจัดจำนวน 0 นี้ออกจากแนวแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลัก และแทนค่าที่ไม่เป็นจำนวน 0 ลงไป แล้วคำตอบของระบบชุดสมการก็จะถูกแก้ออกมา

$$[A]_{NPxNP}\,[X]_{NPxNLC} = [P]_{NPxNLC} \qquad \text{สมการที่ 5.4.1}$$

โดยเมตริกซ์ [A] จะมีลักษณะดังนี้

$[A]_{NPxNP}$

	1	2	3	4	5	6	7				*NP*
1	√	√	√	√	√	0	0	0	0	0	0
2		√	√	√	√	√	0	0	0	0	0
3			√	√	√	√	√	0	0	0	0
4				√	√	√	√	√	0	0	0
5					√	√	√	√	√	0	0
6						√	√	√	√	√	0
7							√	√	√	√	√
								√	√	√	√
									√	√	√
										√	√
NP											√

SYMMETRIC

สมการที่ 5.4.2

สำหรับหัวข้อที่ผ่านมาสัญลักษณ์ [A] จะใช้แทนเมตริกซ์ที่กำหนดให้ แต่หลังจากนี้สัญลักษณ์ของ global stiffness metrix จะเป็น [ASAT] ดังนั้นจะใช้ [A] เพื่ออ้างอิงถึงเมตริกซ์ [ASAT] โดยขนาดของเมตริกซ์ที่กำหนดให้มีขนาดเป็น NP คูณกับ NP เมื่อ NP หมายถึงจำนวนของ P สำหรับสัญล้าษณ์ [P] ใช้สำหรับเมาตริกซ์ค่าคงที่ ซึ่งจะหมายถึงเมตริกซ์ของแรงกระทำบนโครงสร้าง จำนวนของแถวในเมตริกซ์ [P] คือค่า NLC ซึ่งหมายถึงจำนวนของสภาวะของแรงกระทำ และสัญลักษณ์ที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องกับสมการที่ 5.4.2 นั่นคือ NBAND ซึ่งหมายถึงจำนวนของค่าที่ไม่เป็น 0 ที่มากที่สุดในทุกแถว ซึ่งนับรวมตั้งแต่จำนวนที่อยู่ในแนวแกนหลักและจำนวนที่อยู่ทางด้านขวาตัวอย่างเช่น NBAND ในสมการที่ 5.4.2 จะเท่ากับ 5

5.5 การหาคำตอบของ Banded Equation

ในกรณีที่เมตริกซ์ที่กำหนดให้มีลักษณ์เป็น Symmetric และ Banded ดังสมการที่ 5.5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+6	+2	+3	0
+2	+10	+4	+5
+3	+4	+8	+6
0	+5	+6	+9

x_{11}	x_{12}
x_{21}	x_{22}
x_{31}	x_{32}
x_{41}	x_{42}

=

+34	-14
+84	+56
+69	+19
+73	+49

สมการที่ 5.5.1

ส่วนเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์จะประหยัดขึ้นโดยการเก็บค่าเฉพาะจำนวนที่อยู่ในแนวแกนหลักและที่อยู่ทางด้านขวาของแนวแกนในแต่ละแถวเท่านั้น ในตัวอย่างที่แสดง NBAND มีค่าเท่ากับ 3 ซึ่งน้อยกว่าค่า NP เพียง 1 เท่านั้น ซึ่งจริง ๆ แล้วการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีนี้จะมีความได้เปรียบกว่าการเก็บแบบธรรมดาได้สูงกว่านี้ เช่นในกรณีที่มีค่า NP = 40 โดยมีค่า NBAND = 7 เท่านั้น

เมตริกซ์ขนาด 4 คูณ 6 ในสมการที่ 5.5.1 สามารถถูกอัดให้มีขนาดเป็น 4 คูณ 5 ได้ เมื่อ 6 หมายถึงค่าของ (NP + NLC) และ 5 หมายถึง (NBAND + NLC) โดยเมตริกซ์ขนาด 4 คูณ 5 จะได้แสดงให้เห็นดังต่อไปนี้ โดยเมตริกซ์เบื้องต้นจะเป็น

-6	-2	-3	-34	-14
-10	-4	-5	+84	-56
-8	-6	0	+69	-19
-9	0	0	-73	-49

สมการที่ 5.5.2

หลังจากการทำการลดทอนจะได้เป็น

+6	+2	+3	+34	-14
+9.333	+3	+5	+72.67	+60.67
+6.5	+6	0	+52	+26
+9	0	0	+73	+49

สมการที่ 5.5.3

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.3 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากการปรับปรุงค่าของ second subscript (new second subscript = old second subscript - first subscript + 1) ของจำนวนในเมตริกซ์ [A] โดยการปรับปรุงนี้เมตริกซ์ [A] จะต้องเป็น Symmetric นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำ A(2 ,1) และ A(3 ,1) ให้อยู่ใน A(1 ,2) และ A(1 ,3) ก่อนการเปลี่ยนค่า second subscript ดังต่อไปนี้

$$A(2,1) = A(2,1) - \frac{A(1,2)}{A(1,1)} * A(1,2) = +10 - \frac{+2}{+6}(+2) = +9.333$$

$$A(2,2) = A(2,2) - \frac{A(1,2)}{A(1,1)} * A(1,3) = +4 - \frac{+2}{+6}(+3) = +3$$

$$P(2,1) = P(2,1) - \frac{A(1,2)}{A(1,1)} * P(1,1) = +84 - \frac{+2}{+6}(+34) = +72.67$$

$$P(2,2) = P(2,2) - \frac{A(1,2)}{A(1,1)} * P(1,2) = +56 - \frac{+2}{+6}(-14) = +60.67$$

$$A(3,1) = A(3,1) - \frac{A(1,3)}{A(1,1)} * A(1,3) = +8 - \frac{+3}{+6}(+3) = +6.5$$

$$P(3,1) = P(3,1) - \frac{A(1,3)}{A(1,1)} * P(1,1) = +69 - \frac{+3}{+6}(+34) = +52$$

$$P(3,2) = P(3,2) - \frac{A(1,3)}{A(1,1)} * P(1,2) = +19 - \frac{+3}{+6}(-14) = +26$$

หลังจากการทำการลดทอนครั้งที่สองจะได้

+6	-2	-3	+34	-14
+9.333	+3	+5	+72.67	+60.67
-5.536	-4.393	0	+28.64	+6.5
-6.321	0	0	-34.07	+16.5

สมการที่ 5.5.4

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.4 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากการปรับปรุงค่าของ second subscript (new second subscript = old second subscript - first subscript + 1) ของจำนวนในเมตริกซ์ [A] ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A(3,1) = A(3,1) - \frac{A(2,2)}{A(2,1)} * A(2,2) = +6.5 - \frac{+3}{+9.333}(+3) = +5.536$$

$$A(3,2) = A(3,2) - \frac{A(2,2)}{A(2,1)} * A(2,3) = +6 - \frac{+3}{+9.333}(+5) = +4.393$$

$$P(3,1) = P(3,1) - \frac{A(2,2)}{A(2,1)} * P(2,1) = +52 - \frac{+3}{+9.333}(+72.67) = +28.64$$

$$P(3,2) = P(3,2) - \frac{A(2,2)}{A(2,1)} * P(2,2) = +26 - \frac{+3}{+9.333}(+60.67) = +6.5$$

$$A(4,1) = A(4,1) - \frac{A(2,3)}{A(2,1)} * A(2,3) = +9 - \frac{+5}{+9.333}(+5) = +6.321$$

$$P(4,1) = P(4,1) - \frac{A(2,3)}{A(2,1)} * P(2,1) = +73 - \frac{+5}{+9.333}(+72.67) = +34.07$$

$$P(4,2) = P(4,2) - \frac{A(2,3)}{A(2,1)} * P(2,2) = +49 - \frac{+5}{+9.333}(+60.67) = +16.5$$

หลังจากการทำการลดทอนครั้งที่สามจะได้

+6	+2	+3	+34	-14
+9.333	+3	+5	+72.67	+60.67
+5.536	+4.393	0	+28.64	+6.5
+2.835	0	0	+11.34	+11.34

สมการที่ 5.5.5

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.5 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากการปรับปรุงค่าของ second subscript (new second subscript = old second subscript - first subscript + 1) ของจำนวนในเมตริกซ์ [A] ดังต่อไปนี้

$$A(4,1) = A(4,1) - \frac{A(3,2)}{A(3,1)} * A(3,2) = +6.321 - \frac{+4.393}{+5.536}(+5.536) = +2.835$$

$$P(4,1) = P(4,1) - \frac{A(3,2)}{A(3,1)} * P(3,1) = +34.07 - \frac{+4.393}{+5.536}(+28.64) = +11.34$$

$$P(4,2) = P(4,2) - \frac{A(3,2)}{A(3,1)} * P(3,2) = +16.5 - \frac{+4.393}{+5.536}(+6.5) = +11.34$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการแก้สมการหาค่า x_4

+6	+2	+3	+34	-14
+9.333	+3	+5	+72.67	+60.67
+5.536	+4.393	0	+28.64	+6.5
+2.835	0	0	(+4)	(+4)

สมการที่ 5.5.6

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.6 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$P(4,1) = \frac{P(4,1)}{A(4,1)} = \frac{+11.34}{+2.835} = +4$$

$$P(4,2) = \frac{P(4,2)}{A(4,1)} = \frac{+11.34}{+2.835} = +4$$

หลังจากการทำการลบย้อนกลับครั้งแรกจะได้

+6	+2	+3	+34	−14
+9.333	+3	+5	+72.67	+60.67
+5.536	+4.393	0	(+2)	(−2)
+2.835	0	0	+4	+4

สมการที่ 5.5.7

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.7 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P(3,1) = \frac{P(3,1) - A(3,2) * P(4,1)}{A(3,1)} = \frac{+28.64 - (+4.393)(+4)}{+5.536} = +2$$

$$P(3,2) = \frac{P(3,2) - A(3,2) * P(4,2)}{A(3,1)} = \frac{+6.5 - (+4.393)(+4)}{+5.536} = -2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทำการลบย้อนกลับครั้งที่สองจะได้เป็น

+6	+2	+3	+34	−14
+9.333	+3	+5	(+5)	(+5)
+5.536	+4.393	0	+2	−2
+2.835	0	0	+4	+4

สมการที่ 5.5.8

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.8 เป็นจำนวนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P(2,1) = \frac{P(2,1) - A(2,2) * P(3,1) - A(2,3) * P(4,1)}{A(2,1)}$$

$$= \frac{+72.67 - (+3)(+2) - (+5)(+4)}{+9.333} = +5$$

$$P(2,2) = \frac{P(2,2) - A(2,2) * P(3,2) - A(2,3) * P(4,2)}{A(2,1)}$$

$$= \frac{+60.67 - (+3)(-2) - (+5)(+4)}{+9.333} = +5$$

หลังจากการทำการลบกลับครั้งที่สามจะได้เป็น

+6	+2	+3	(+3)	(−3)
+9.333	+3	+5	+5	+5
+5.536	+4.393	0	+2	−2
+2.835	0	0	+4	+4

สมการที่ 5.5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนที่ได้ทำการวงเอาไว้ในสมการที่ 5.5.9 เป็นจำนวนที่นำมาแทนที่ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P(1,1) = \frac{P(1,1) - A(1,2) * P(2,1) - A(1,3) * P(3,1)}{A(1,1)}$$

$$= \frac{+34 - (+2)(+5) - (+3)(+2)}{+6} = +3$$

$$P(1,2) = \frac{P(1,2) - A(1,2) * P(2,2) - A(1,3) * P(3,2)}{A(1,1)}$$

$$= \frac{-14 - (+2)(+5) - (+3)(-2)}{+6} = -3$$

5.6 การแก้ปัญหาของระบบสมการหลายสมการ

จุดประสงค์ของหัวข้อนี้ก็คือต้องการแก้ปัญหาชุดของสมการเชิงเส้นสำหรับหลาย ๆ กรณีของค่าคงที่ทางด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ ในรูปแบบของเมตริกซ์

$$[A]_{N\,X\,N}\ [X]_{N\,X\,M} = [C]_{N\,X\,M} \qquad \text{สมการที่ 5.6.1}$$

เมื่อ N คือจำนวนของสมการที่มีอยู่ในระบบนั้น ๆ และ M เป็นจำนวนหลักของค่าคงที่ทางด้านขวาของเครื่องหมายเท่ากับ

มีวิธีแก้ปัญหา 2 วิธี เพื่อหาค่า เมตริกซ์ $[X]_{N\,X\,M}$ ด้วยคอมพิวเตอร์ วิธีแรกคือการใช้สมการต่อไปนี้

$$[X]_{N\,X\,M} = [A^{-1}]_{N\,X\,N}\ [C]_{N\,X\,M} \qquad \text{สมการที่ 5.6.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวิธีที่ 2 คือการที่บรรจุเมตริกซ์ $[C]_{N \times M}$ ไว้ทางด้านขวาของเมตริกซ์ขนาด 4 x 4 แล้วทำการสลับแถวและทำการลดทอนแบบเกาส์-จอร์แดน ทั้งเมตริกซ์ [A] ซึ่งมีขนาด N X N จนถึงส่วนของเมตริกซ์ [C] ซึ่งมีขนาด N X M ต่อเนื่องกัน หลังจากการทำการลดทอนแบบเกาส์-จอร์แดนครั้งสุดท้ายเสร็จสมบูรณ์ (ก่อนทำการสลับหลัก) เมตริกซ์ [C] จะเปลี่ยนรูปไปเป็นเมตริกซ์ [X] ถ้าหากไม่ต้องการได้เมตริกซ์อินเวอร์ส การสลับหลักก็ไม่จำเป็นต้องทำ

เมื่อเปรียบเทียบวิธีทั้งสองที่ได้อธิบายมาข้างต้น วิธีแรกจะมีความเหมาะสมมากเมื่อค่าของ M มากกว่าค่าของ N และวิธีที่ 2 ควรใช้ในกรณีที่ค่าของ M น้อยกว่าค่า N มาก ๆ หรือใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้เมตริกซ์อินเวอร์ส

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 Displacement Method of Truss Analysis

6.1 บทนำ

ในการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นโดยปกติจะใช้อยู่ 2 วิธีคือ วิธี Force Method และวิธี Displacement Method โดยวิธี Force Method จะใช้เกี่ยวข้องเฉพาะกับการวิเคราะห์โครงสร้างที่เป็นแบบ Statically indeterminate เนื่องจากในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีนี้ แรงส่วนเกินในโครงสร้างแบบ Statically indeterminate ถือว่าเป็นตัวไม่ทราบค่าเบื้องต้นซึ่งต้องการคำนวณหาด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสมก่อนตัวแปรไม่ทราบค่าอื่น ๆ ทั้งหมด สำหรับโครงสร้างแบบ Statically determinate จะไม่มีแรงส่วนเกินค่านี้และแรงที่ไม่ทราบค่าทั้งหมดจะถูกแก้ออกมาในครั้งเดียวด้วย Statics ตัวอย่างเช่น สมการ $\{ P \} = [A^{-1}] \{ P \}$ ซึ่งอาจนำมาประยุกต์เป็นโครงข้อหมุนแบบ Statically determinate

สำหรับวิธี Displacement Method สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ ทั้งโครงสร้างแบบ Statically determinate และแบบ Statically indeterminate ได้ดีเท่าๆ กัน เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ค่าการเคลื่อนที่ของจุดทุกจุดในโครงสร้างถือว่าเป็นตัวแปรไม่ทราบค่าเบื้องต้น ซึ่งต้องหาค่าให้ได้จากการใช้เงื่อนไขสมดุลที่จุดต่างๆ ก่อนที่จะทำการคำนวณหาแรงในทุกชิ้นส่วน (Member or Element) ในทุกโครงสร้าง ไม่ว่าจะเป็นแบบ Statically determinate หรือ indeterminate จำนวนของเงื่อนไขสภาวะสมดุลที่จุดต่าง ๆ มักจะมีค่าเท่ากับจำนวนของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า ที่เป็นการเคลื่อนที่ของจุด ตัวอย่างเช่น จะมีการเคลื่อนที่ที่ไม่ทราบค่าหนึ่งจำนวน x_i สำหรับแต่ละแรง P_i ซึ่งกระทำที่จุดต่อในโครงข้อหมุน

สำหรับการคำนวณแบบทั่วไป คำตอบของระบบหลายสมการจะหามาได้ด้วยขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดังนั้นวิธี Force Method จึงมักจะถูกนำมาใช้วิเคราะห์โครงข้อหมุนแบบ Statically indeterminate เพราะว่าระดับของความเป็น indeterminate มักจะเป็น 2 , 3 , 4 หรือ 5 จนถึงโครงข้อหมุนของสะพานขนาดใหญ่ สำหรับโครงอาคารของโครงสร้างเหล็กหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก อย่างไรก็ตามไม่เพียงระดับที่เท่ากับหรือใกล้เคียงเท่านั้น แม้แต่ค่าระดับของ indeterminate ซึ่งมากกว่าจำนวนของการเคลื่อนที่ของจุดมาก ๆ แต่ระบบสมการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของจุดต่อ ดังนั้นวิธี Slope-deflection ซึ่งจากข้อเท็จจริงแล้ววิธี Displacement Method ได้อ้างอิงมาจากจุดนี้ จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงอาคาร และสำหรับวิธี Moment-distribution เป็นหัวใจสำคัญในการหาคำตอบของระบบหลายสมการในวิธี Slope-defiection

ตั้งแต่การหาคำตอบของระบบหลายสมการ สามารถทำได้อย่างสะดวกด้วยคอมพิวเตอร์ วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างแบบ Displacement method ก็สามารถให้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางกว่าวิธี Force method เนื่องจากใช้หลักเกณฑ์ที่ทั่วไปมากกว่า แต่ไม่ได้หมายถึงว่าวิศวกรโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างไม่มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงทฤษฎีของวิธี Force method เนื่องจากทฤษฎีนี้มีความสำคัญที่จะใช้ทำความเข้าใจในพฤติกรรมของโครงสร้าง เพื่อที่จะสามารถเลือกแบบโครงสร้างได้เหมาะสมกับจุดที่กำหนดให้

ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ การเตรียมข้อมูลเมตริกซ์สามารถทำได้ง่าย โดยข้อมูลนี้ครอบคลุมไปถึงเมตริกซ์ [A] ซึ่งจะอ้างอิงตามรูปร่างของโครงสร้าง และเมตริกซ์สติปเนสของชิ้นส่วน [S] ซึ่งจะสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนประกอบต่างๆ รวมถึงเมตริกซ์แรงกระทำภายนอก [P] ซึ่งอธิบายแรงที่กระทำลงที่จุดต่อต่าง ๆ สำหรับผลการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์จะแสดงถึงการเคลื่อนที่โดยตรงของจุดต่าง ๆ หรือเมตริกซ์ [x] โดยพิจารณาแยกตามแต่ละระดับของความเป็นอิสระของจุดต่อ และเมตริกซ์ของแรงภายใน [F] ซึ่งจะแสดงแรงภายในที่เกิดขึ้นจริง (เช่น แรงตามแนวแกน และหรือโมเมนต์ที่จุดปลาย สำหรับโครงสร้าง 2 มิติ) ที่กระทำกับชิ้นส่วนแต่ละชิ้น

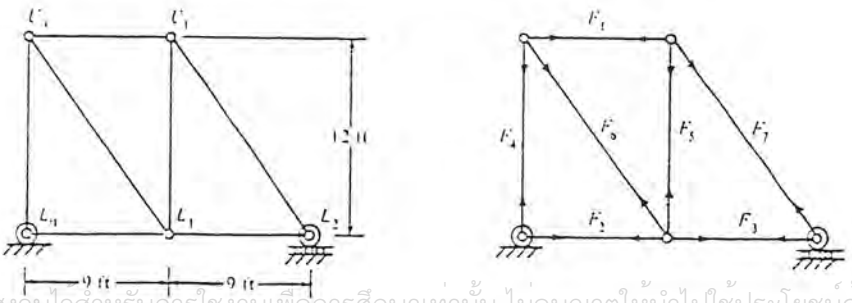
สำหรับกระบวนการทางเมตริกซ์จะประกอบด้วย การคูณเมตริกซ์หลายครั้งและมีการอินเวอร์สเมตริกซ์อีก 1 ครั้ง เนื่องจากการทำอินเวอร์สสำหรับเมตริกซ์ขนาดใหญ่เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ดังนั้นความจุของคอมพิวเตอร์จึงมักเป็นตัวจำกัดขนาดของโครงสร้าง ที่ต้องการทำการวิเคราะห์เพียงรอบเดียว อย่างไรก็ตามการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยให้การคำนวณเร็วขึ้น และขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นข้อจำกัดนี้จึงไม่ได้รับความสนใจมากนัก เมื่อเทียบกับการใช้ประโยชน์

6.2 Statically determination

พิจารณาโครงข้อหมุนแบบ Statically determinate ดังแสดงในรูปที่ 6.2.1a สำหรับแรง P_1 จนถึง P_7 ในรูปที่ 6.2.1b สามารถอธิบายได้ถึงระบบแรงกระทำได้ทุกแรง และโครงสร้างยังต้องการหาค่าแรงปฏิกริยาภายนอก R_1 จนถึง R_3 เพื่อทำให้โครงสร้างข้อหมุนทั้งชุดอยู่ในสภาพสมดุล ให้ NP เป็นจำนวนของแรงกระทำ P ซึ่งจะใช้อธิบายถึงแรงกระทำภายนอกแต่ละชุด ให้ NR แทนจำนวนแรงปฏิกริยา และ NJ คือจำนวนของจุดต่อในโครงข้อหมุนสองมิติ จะได้ว่า

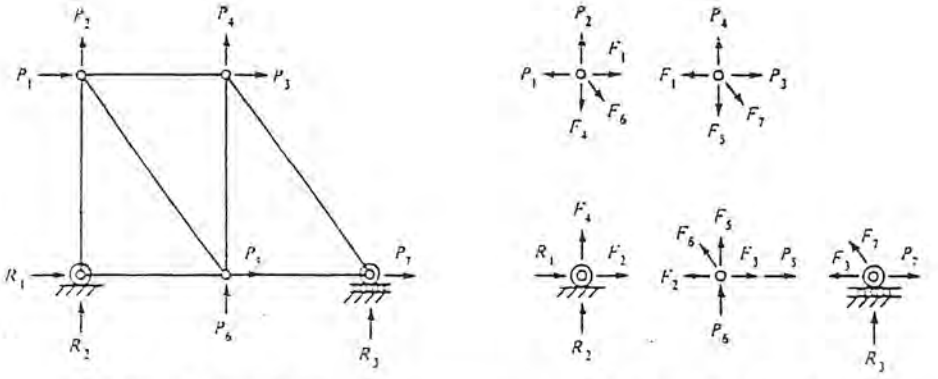
$$NP + NR = 2 (NJ) \qquad \text{สมการที่ } 6.2.1$$

ในรูปที่ 6.2.1b NP = 7 , NR = 3 และ NJ = 5



(a) Statically determinate truss (c) Unknown axial forces, NF = 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



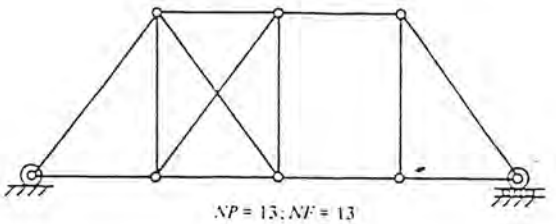
รูปที่ 6.2.1 จำนวนของ P และ F สำหรับโครงหมุนแบบ Statically determinate

สำหรับแรงตามแนวแกนที่ยังไม่ทราบค่าในชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน ในรูปที่ 6.2.1a ถูกแสดงไว้ด้วย F_1 ถึง F_7 และแสดงไว้ในรูปที่ 6.2.1c ในลักษณะที่เรียงตามแนวราบ แนวดิ่ง และแนวทแยง ให้ NF เป็นจำนวนของแรงในแนวแกน ซึ่งไม่ทราบค่า ในกรณีนี้ NF = 7 จะสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า ในกรณีที่เป็นโครงสร้างแบบ Statically determinate จะต้องพบเงื่อนไขที่ว่าข้อหมุนเป็น NF + NR และจำนวนรวมของสมการที่เป็นอิสระ เท่าที่จะเป็นไปได้ของ Statics จะเท่ากับ 2 (NJ) ซึ่งสมการเหล่านี้จะได้มาจาก $\sum Fx = 0$ และ $\sum Fy = 0$ ที่จุดต่อแต่ละจุด ส่วนที่สำคัญคืออยู่ตรงคำที่ว่าเป็นอิสระ เนื่องจากถ้าจุดต่อแต่ละจุดต่อแต่ละจุดในโครงข้อหมุนอยู่ในสภาวะสมดุล แต่ละกลุ่มของจุดต่อ (เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์แบบตัด) หรือโครงข้อหมุนทั้งโครง (เมื่อใช้ในการหาแรงปฏิกริยาตัวแรกโดยการคำนวณมือ) จะต้องอยู่ในสภาวะสมดุล สำหรับแบบ Statically determinacy นั้น จำนวนเงื่อนไขจะต้องเท่ากับจำนวนของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า หรือ

$$2 (NJ) = NF + NR \qquad \text{สมการที่ 6.2.2}$$

เมื่อจับให้สมการที่ 6.2.1 มาเท่ากับ สมการที่ 6.2.2 แล้วลบค่า NR ออกทั้งสองข้าง (NR โดยปกติจะมีค่าเท่ากับ 3 แต่อาจจะมีบางกรณีที่มากกว่า 3) จะได้

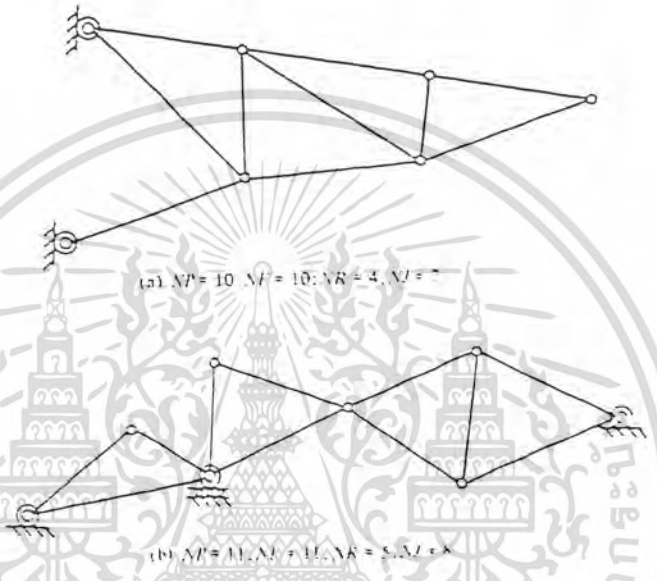
$$NF = NP \qquad \text{สมการที่ 6.2.3}$$



รูปที่ 6.2.2 โครงข้อหมุนแบบ Unstable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตที่ 1 คือ เงื่อนไข NF = NP เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างแบบ Statically determinate แต่ไม่ได้รวมถึงความเป็น Statical stabitity ตัวอย่างเช่น โครงข้อหมุนในรูปที่ 6.2.2 จะพบว่ามีเงื่อนไขของ NF = NP แต่เป็นโครงสร้างแบบ Statically unstable และตัวอย่างของโครงข้อหมุนแบบ Statiaclly determinate และเป็นแบบ stable สำหรับค่าของ NR ที่มากกว่า 3 ได้แสดงในรูปที่ 6.2.3



รูปที่ 6.2.3 โครงสร้างแบบ Statically determinate ซึ่ง NR > 3

6.3 Statics Matrix [A]

พิจารณาโครงข้อหมุน ABCD ที่แสดงในรูปที่ 6.3.1a แม้ว่าโครงข้อหมุนแบบนี้จะเป็นแบบ Statically indeterminate (NP = 4 , NF = 5) ในส่วนนี้ได้ประยุกต์ให้สามารถใช้ได้กับทั้ง Statically determinate หรือ indeterminate โดยโครงข้อหมุนที่แสดงจะมีค่าแรงกระทำที่จุดต่อที่เป็นไปได้เท่ากับ 4 คือ P_1 , P_2 , P_3 และ P_4 ซึ่งแสดงดังรูปที 6.3.1b โดยชิ้นส่วนทั้ง 5 ชิ้นนั้นจะสมมุติให้รับแรงดึงและปริมาณของแรงภายในทั้ง 5 ค่าจะแทนด้วย F_1 , F_2 , F_3 , F_4 และ F_5 ดังแสดงในรูปที่ 6.3.1c

ค่า P ทั้ง 4 ค่า จะถูกแสดงในรูปของค่า F 5 ค่า โดยใช้เงื่อนไขของสมดุลจากการใช้หลักสถิตย์ศาสตร์ที่จุดต่อ B และ C ดังรูปที่ 6.3.1d และ e ได้ดังนี้

$$P_1 = F_1 \cos \alpha_1 - F_3 \cos \alpha_3 - F_5$$

$$P_2 = F_1 \sin \alpha_1 + F_3 \sin \alpha_3$$

$$P_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_4 \cos \alpha_4 + F_5$$

$$P_4 = F_2 \sin \alpha_2 + F_4 \sin \alpha_4$$

สมการที่ 6.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการที่ 6.3.1 จะสามารถเขียนในรูปเมตริกซ์ได้เป็น

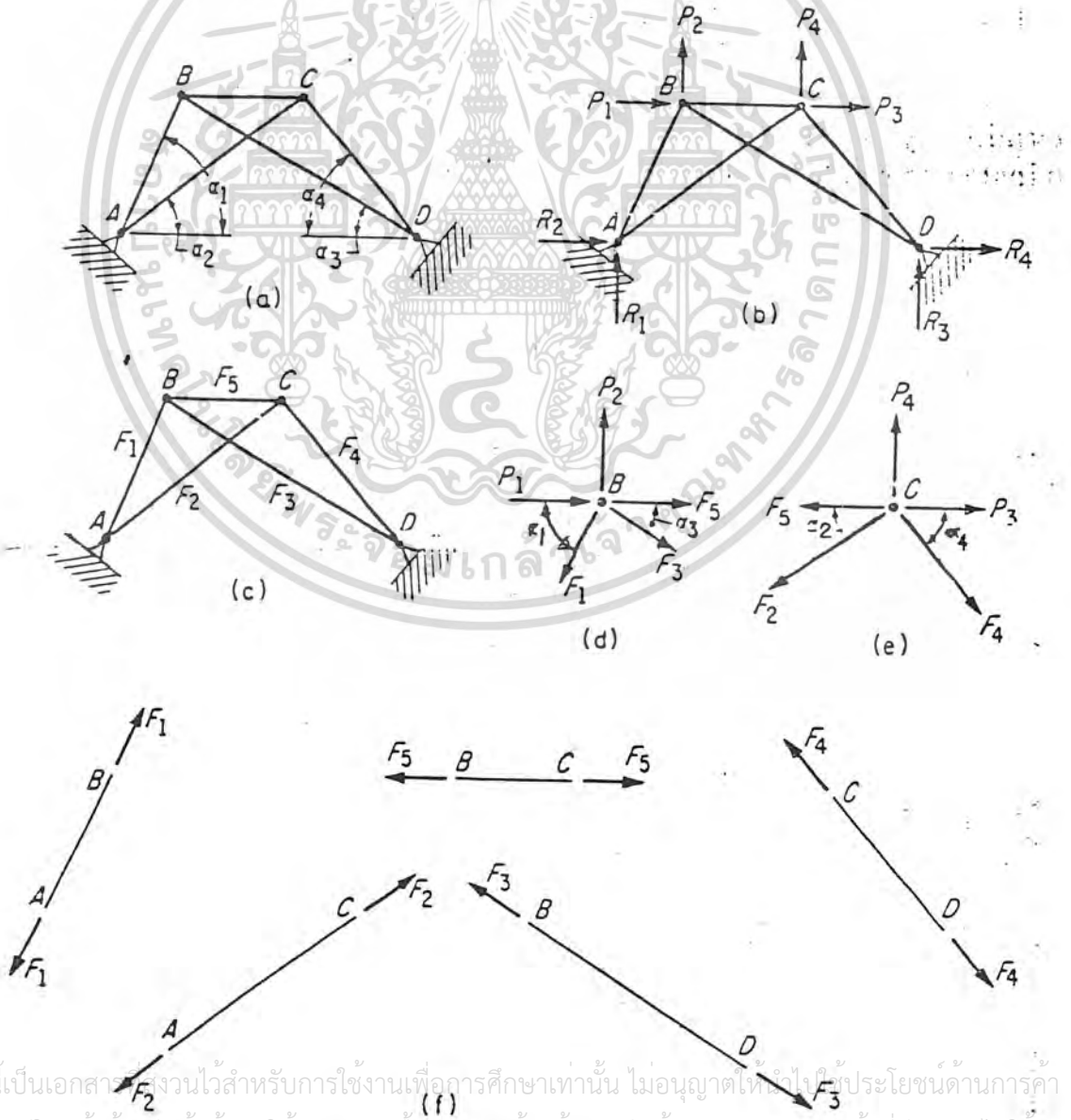
$$\{ P \}_{4 \cdot 1} = [A]_{4 \cdot 5} \{ F \}_{5 \cdot 1} \qquad \text{สมการที่ 6.3.2}$$

หรือแทนค่าด้วย

$[A] =$

P \ F	1	2	3	4	5
1	$+ \cos \alpha_1$	0	$- \cos \alpha_3$	0	-1
2	$+ \sin \alpha_1$	0	$+ \sin \alpha_3$	0	0
3	0	$+ \cos \alpha_2$	0	$- \cos \alpha_4$	+1
4	0	$+ \sin \alpha_2$	0	$+ \sin \alpha_4$	0

สมการที่ 6.3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.3.1 Equilibrium diagrams

เมตริกซ์อย่างเมตริกซ์ [A] ที่แสดงอยู่ข้างบนเป็นเมตริกซ์ที่อาศัยพื้นฐานของเงื่อนไขของสภาวะสมดุลของหลักสถิตย์ศสาตร์จึงถูกเรียกว่า Statics Matrix สำหรับ Statics matrix สามารถหาค่าได้ทั้งแบบแรียงตามแถว หรือตามหลัก อย่างเช่น เมตริกซ์ [A] ในสมการที่ 6.3.3 จะสร้างขึ้นแบบเรียงตามแถว โดยพิจารณาจากสภาวะสมดุลของคำตอบของสมการตามทิศทางของ P1 , P2 , P3 และ P4 ในขณะที่เมตริกซ์เดียวกันอาจสร้างขึ้นโดยเรียงตามหลัก โดยพิจารณาส่วนประกอบของแรงที่เป็นคู่ F_1-F_1 , F_2-F_2 , F_3-F_3 , F_4-F_4 และ F_5-F_5 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 6.3.1f ตามทิศทางของค่า P

6.4 Deformation Matrix [B]

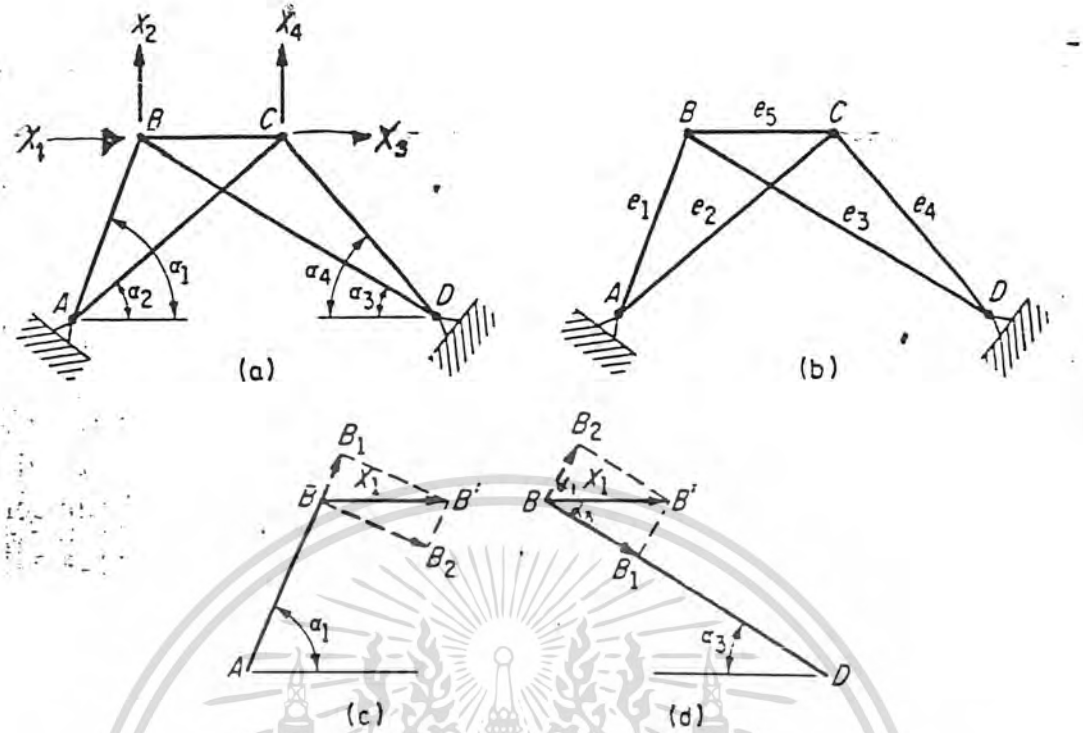
พิจารณาโครงข้อหมุน ABCD ในรูปที่ 6.3.1 ที่จุดต่อทั้งหมดคือ A , B , C และ D จะมีเฉพาะจุดต่อ A , B และ C เท่านั้นที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่อโครงสร้างข้อหมุนต้องรับแรงกระทำจากภายนอกที่จุดต่อ ดังนั้นการเคลื่อนที่ที่จะเป็นไปได้คือ X_1 , X_2 , X_3 และ X_4 (รูปที่ 6.4.1a) ซึ่งสอดคล้องแบบ 1 ต่อ 1 กับ P_1 , P_2 , P_3 และ P_4 (ดังรูปที่ 6.3.1b)

โดยที่จำนวนของการเคลื่อนที่ที่เป็นไปได้จะเรียกว่า degree of freedom ของโครงสร้าง ซึ่งก็จะหมายถึงจำนวนของแรงกระทำภายนอกที่จุดต่อที่เป็นไปได้ด้วย

คำถามที่เกิดขึ้นในขณะนี้คือ การหาผลกระทบของการเคลื่อนที่ของจุดต่อแต่ละจุด X_1 , X_2 , X_3 หรือ X_4 ที่มีต่อความยาวของส่วนประกอบทั้ง 5 ชิ้น โดยค่าของความยาวที่เพิ่มขึ้นของส่วนประกอบจะเรียกว่า e_1 , e_2 , e_3 , e_4และ e_5 ดังรูปที่ 6.4.1b ซึ่งจะสอดคล้องแบบ 1 ต่อ 1 กับ F_1 , F_2 , F_3 , F_4 และ F_5 ดังรูปที่ 6.3.1c และเมื่อการเคลื่อนที่ของ BB ′ เท่ากับ X_1 ส่วนประกอบที่ 1 จะยาวขึ้นเท่ากับ $X_1 \cos \alpha_3$ และชิ้นที่ 5 จะสั้นลงเท่ากับ X_1 โดยที่ชั้นที่ 4 และชั้นที่ 4 ไม่มีผลกระทบใดๆ ดังนั้นเนื่องจาก X_1

$$
\begin{aligned}
e_1 &= +X_1 \cos \alpha_3 \\
e_2 &= 0 \\
e_3 &= -X_1 \cos \alpha_3 \\
e_4 &= 0 \\
e_5 &= -X_1
\end{aligned}
\qquad \text{สมการที่ 6.4.1}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4.1 Displacement diagrams

จากนั้นผลกระทบจาก X_2 , X_3 และ X_4 ที่มีต่อค่า e ก็จะถูกหาออกมาในลักษณะเดียวกัน โดยผลบวกของผลกระทบจาก X_1 , X_2 , X_3 และ X_4 คือ

$$e_1 = + X_1 \cos \alpha_1 + X_2 \sin \alpha_1$$

$$e_2 = + X_3 \cos \alpha_2 + X_4 \sin \alpha_2$$

$$e_3 = - X_1 \cos \alpha_3 + X_2 \sin \alpha_3$$

$$e_4 = - X_3 \cos \alpha_4 + X_4 \sin \alpha_4$$

$$e_5 = - X_1 + X_3 \qquad \text{สมการที่ 6.4.2}$$

สมการที่ 6.4.2 สามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ทางเมตริกซ์ได้เป็น

$$\{ e \}_{5 \times 1} = [B]_{5 \times 4} \{ X \}_{4 \times 1} \qquad \text{สมการที่ 6.4.3}$$

หรือ

$$[B] = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline e \backslash X & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & + \cos \alpha_1 & + \sin \alpha_1 & 0 & 0 \\ \hline 2 & 0 & 0 & + \cos \alpha_2 & + \sin \alpha_2 \\ \hline 3 & - \cos \alpha_3 & + \sin \alpha_3 & 0 & 0 \\ \hline 4 & 0 & 0 & - \cos \alpha_4 & + \sin \alpha_4 \\ \hline 5 & -1 & 0 & +1 & 0 \\ \hline \end{array} \qquad \text{สมการที่ 6.4.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

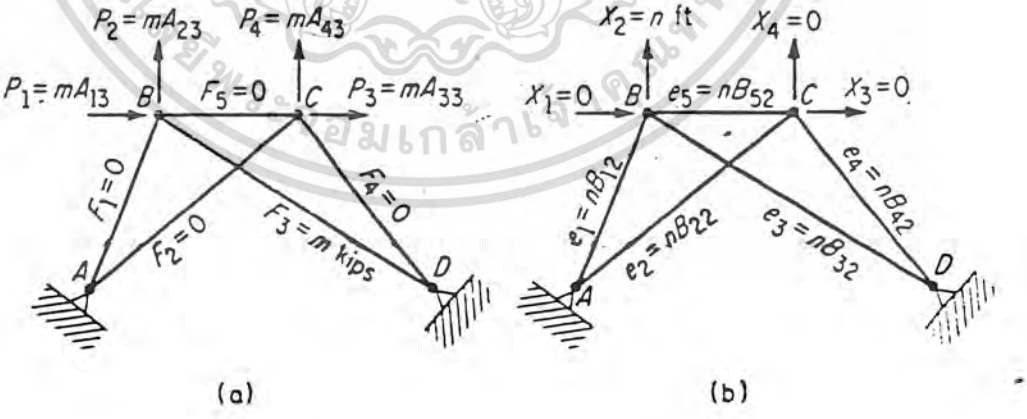
เมตริกซ์ลักษณะเช่นเดียวกับเมตริกซ์ [B] ที่ได้แสดงผ่านไปนั้นได้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้เงื่อนไขทางการผิดรูปที่เหมาะสม ดังนั้นจึงเรียกว่า Deformation matrix โดยสามารถที่จะลงค่าโดยการเรียงตามแถวหรือเรียงตามหลักก็จะได้ค่าเช่นเดียวกัน โดยการเรียงตามแถวจะพิจารณาจากผลกระทบของค่า e แต่ละค่าที่เกิดจากค่า X ทั้งหมด แต่การเรียงตามหลักจะพิจารณาตามผลกระทบที่เกิดกับค่า e ทุกค่าที่เกิดเนื่องจากค่า X แต่ละค่า ตามลำดับ

6.5 หลักการของงานเสมือน (Virtual Work)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง statics matrix [A] ดังสมการที่ 6.3.3 กับ deformation matrix [B] ดังสมการที่ 6.4.4 จะสามารถสังเกตได้ว่า เมตริกซ์หนึ่งจะเป็นเมตริกซ์ทรานสโพสของอีกเมตริกซ์หนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นผลสืบเนื่องจากหลักของงานเสมือน

หลักของงานเสมือนจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ งานที่กระทำโดยระบบของแรงกระทำในสภาวะสมดุลจะเป็นผลให้ค่าการเคลื่อนตัวในทุดจุดเท่ากับ 0 ซึ่งข้อกำหนดของหลักข้อนี้ สามารถเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากถ้าระบบของแรงกระทำอยู่ในสภาวะสมดุลผลลัพธ์จะต้องเป็น 0 และเมื่องานที่กระทำด้วยแรงขนาด 0 ก็จะมีผลทำให้การเคลื่อนตัวของทุกจุดเป็น 0 อย่างแน่นอน

สมมุติให้ในโครงข้อหมุน ABCD ในรูปที่ 6.5.1a $F_1 = F_2 = F_4 = F_5 = 0$ และ $F_3 = m$ kips โดยเป็นแรงดึง เพื่อทำให้โครงข้อหมุนนี้อยู่ในสภาวะสมดุล แรงที่กระทำที่จุดต่อ P_1 , P_2 , P_3 และ P_4 ต้องเท่ากับ mA_{33} , mA_{23} , mA_{33} และ mA_{43} ตามลำดับ



รูปที่ 6.5.1 หลักการของงานเสมือน

โดยที่ A_{13} , A_{23} , A_{33} และ A_{43} เป็นจำนวนที่อยู่ในหลักที่ 3 ของ statics matrix [A] สมมุติว่าในกรณีอื่น ๆ เกิดค่า $X_1 = X_3 = X_4 = 0$ และ $X_2 = n$ (ข้อสังเกตจากการพิจารณาสัดส่วนพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า n จะมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของโครงข้อหมุนเดิม) ดังแสดงในรูปที่ 6.5.1b เพื่อเก็บค่าทางเรขาคณิตไว้ด้วยกัน ค่าของการยืดตัว e_1 , e_2 , e_3 , e_4 และ e_5 ต้องเท่ากับ nB12 , nB22 , nB32 , nB42 และ nB52 ตามลำดับ เมื่อ B12 , B22 , B32 , B42 และ B52 เป็นจำนวนในหลักที่ 2 ของ deformation matrix [B]

จากหลักของงานเสมือน ผลรวมของงานที่กระทำโดยระบบแรงกระทำที่จุดต่อ B ในรูปที่ 6.5.1a จะมีผลทำให้การเคลื่อนตัวของจุดนี้ ในรูปที่ 6.5.1b ต้องเป็น 0 ซึ่งมีแรงกระทำที่จุดต่อ B 5 แรง งานที่เกิดขึ้น คือ

$$W = (mA_{13})(0) + (mA_{23})(n) - (F_1)(nB_{12}) - (m)(nB_{32}) - (F_5)(nB_{52})$$
$$= 0 \qquad \text{สมการที่ 6.5.1}$$

ข้อสังเกตคืองานที่กระทำด้วยแรงดึง $F_5 = m$ kips กระทำที่จุดต่อ B ลงมาทางด้านขวา จะมีผลให้มีการเคลื่อนตัวในทิศทางตรงข้าม เนื่องด้วยค่าที่เปลี่ยนแปลงของความยาวของ $e_3 = nB_{32}$ ต้องมีค่าติดลบ จากสมการที่ 6.5.1 ได้

$$(mA_{23}) (n) = (m) (nB_{32})$$

หรือ

$$A_{23} = B_{32} \qquad \text{สมการที่ 6.5.2}$$

สำหรับการใช้ประโยชน์อย่างสะดวก ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการพิสูจน์ $A_{23} = B_{32}$ จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปทั่วไป

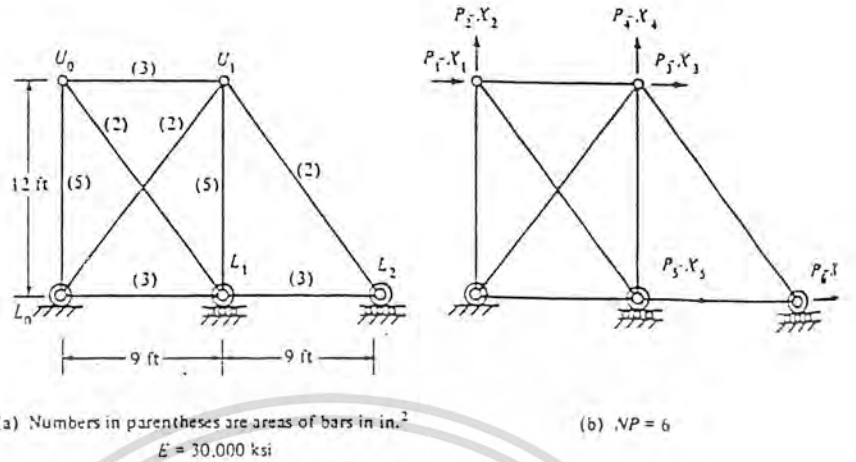
$$A_{ij} = B_{ji}$$

หรือ $$A = B^T \qquad \text{สมการที่ 6.5.3}$$

6.6 Degree of Freedom และ Global stiffness Matrix

พิจารณาการจัดเรียงชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน ดังรูปที่ 6.6.1a ข้อแรกสามารถที่จะนับจำนวนของแรง P ที่ต้องการใช้อ้างอิง แรงกระทำภายนอกได้ทั้งหมดเท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 6.6.1b อีกข้อหนึ่ง คือสามารถหาจำนวนของการเคลื่อนตัวที่ไม่ทราบค่าของจุดต่อ (ตัวแปรไม่ทราบค่าหมายถึงค่าของ x) ที่จำเป็นในการอ้างอิงถึงตำแหน่งของการเคลื่อนตัวของจุดต่อเท่ากับ 6 ซึ่งจะสอดคล้องแบบ 1 ต่อ 1 ระหว่างค่า P และค่าของ X ค่า X นั้นหมายถึงความเป็นอิสระที่จุดต่อของโครงสร้างมี และเมื่อเกิดการเคลื่อนตัวเหล่านี้ ความยาวของชิ้นส่วนจะมีการเปลี่ยนแปลง และมีการปรับแรงกระทำ เพื่อการดุลค่า P ดังนั้นค่าของ degree of freedom ของโครงสร้างจะเท่ากับจำนวนของการเคลื่อนตัวที่ไม่ทราบค่าของจุดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

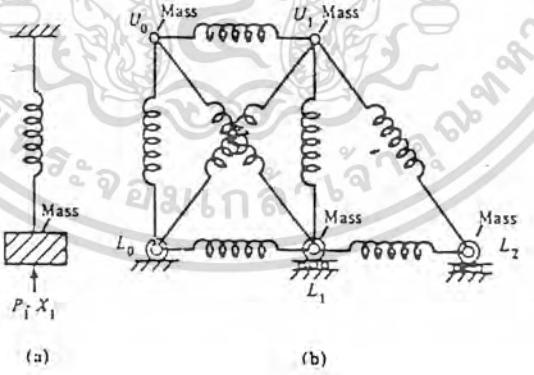


(a) Numbers in parentheses are areas of bars in in.^{2}
E = 30,000 ksi

(b) $NP = 6$

รูปที่ 6.6.1 Degree of freedom ของโครงข้อหมุน

ในรูปที่ 6.6.2a เป็นโครงข้อหมุนที่มี degree of freedom เป็น 1 ในขณะที่ รูป 6.6.2b จะเป็นการต่อกันของสปริงจำนวน 8 เส้น โดยมีวงแหวนเล็กๆ 5 วง ในปัญหาทางไดนามิค ตัวของสปริงเองจะถูกพิจารณาให้ไม่มีน้ำหนักกระทำ โดยน้ำหนักจะถ่ายลงมาที่จุดต่อ ถ้ามีน้ำหนักกดลงที่จุดต่อทุกจุด ดังรูปที่ 6.6.2b degree of freedom แบบไดนามิคจะเท่ากับ 6



(a) (b)

รูปที่ 6.6.2 Dynamic degree of freedom

ด้วยเหตุที่จะมีค่าคงที่ของสปริงเพียงค่าเดียวสำหรับโครงข้อหมุนที่มีชิ้นส่วนเดียว ดังรูปที่ 6.6.2a แต่จะมีค่าคงที่ของสปริงถึง 36 ค่า สำหรับโครงข้อหมุนที่มีชิ้นส่วน 8 ชิ้น ดังรูปที่ 6.6.2b ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$[K]_{6*6}$ =

p \ x	1	2	3	4	5	6
1		K_{12}				
2		K_{22}				
3		K_{32}				
4		K_{42}				
5		K_{52}				
6		K_{62}				

สมการที่ 6.6.1

ค่าคงที่ของสปริง Kij เป็นค่าของแรงตาม degree of freedom ที่ i และ basic mode j นั่นคือทุกค่าของ x เท่ากับ 0 ยกเว้น Xj = +1.0 พิจารณาขนาดของค่าคงที่ของสปริงในสมการที่ (6.6.1) เป็นขนาดของแรงต่อหน่วยของการเคลื่อนตัว ซึ่งจะใช้หาค่าของสติปเนสของโครงสร้าง และเมตริกซ์ของค่าคงที่ของสปริงสำหรับโครงสร้างทั้งหมดจะเรียกว่า global stiffnsee matrix ซึ่งจะหาได้อย่างไรนั้นจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

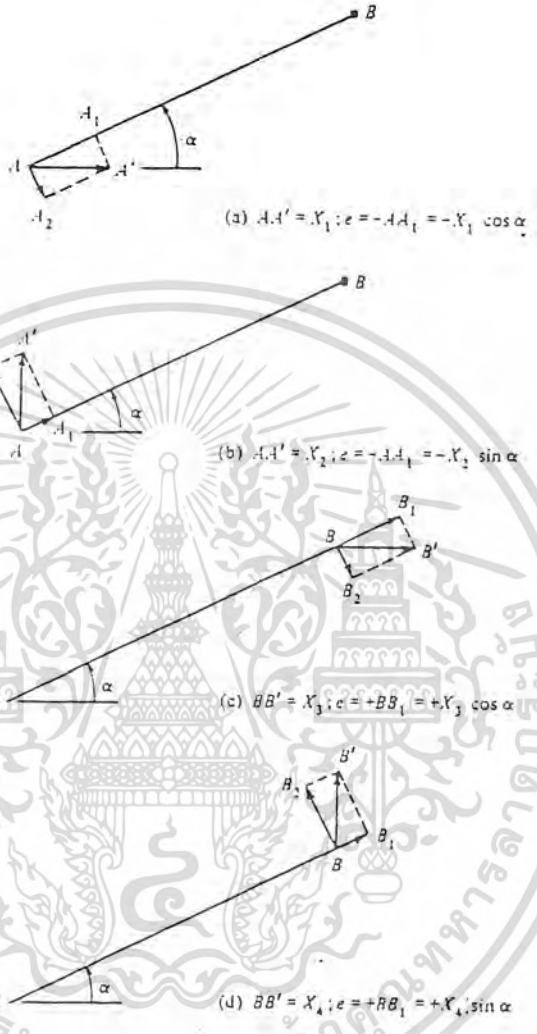
6.7 การคำนวณหา Global stiffness Matrix โดยตรง

มีวิธีการ 3 วิธีที่สามารถใช้หา Global stiffness Matrix ออกมาได้ วิธีแรกคือการหาโดยตรง โดยอาศัยนิยามทางกายภาพของตัวโครงสร้าง วิธีที่ 2 คือใช้ชุดของการคูณเมตริกซ์ ซึ่งประกอบด้วย static matrix , element stiffness matrix และ deformation matrin และวิธีที่ 3 คือการรวบรวม local stiffness matrix ของแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้างมาประกอบเป็น global stiffness matrix วิธีแรกเป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ concept วิธีที่ 3 เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และวิธีที่ 2 จะจัดอยู่ในระดับกลาง

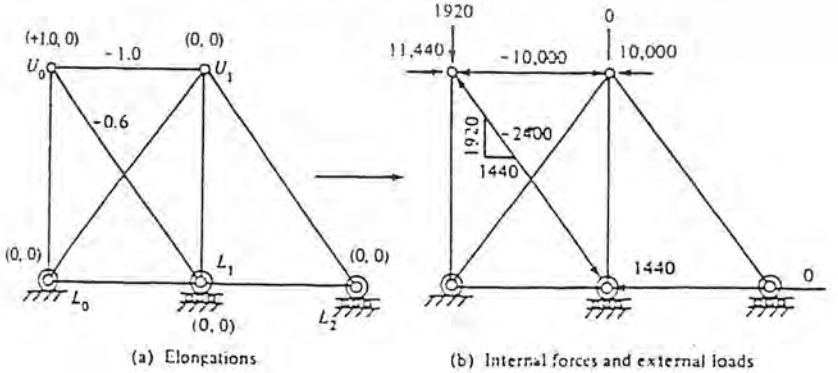
concept ที่สำคัญเพียงอย่างเดียวในการเชื่อมต่อของส่วนประกอบของโครงข้อหมุน คือ ความยาวของมันจะถูกสมมุติ (ข้อสมมุติกำลัง 1) ให้มีผลกระทบเฉพาะความยาวของส่วนประกอบจากการเคลื่อนตัวของจุดใดจุดหนึ่งที่ปลายของชิ้นส่วนเท่านั้น ตัวอย่างทั้ง 4 ส่วนในรูปที่ 6.7.1 ในรูปที่ 6.7.1a ปลาย A มีการเคลื่อนตัว $AA' = X_1$ ไปทางด้านขวา ชิ้นส่วนขณะนี้เป็น $A'B$ ซึ่งมีความยาวลดลงเท่ากับ AA' นั่นคือการยืดตัวจะเท่ากับ $- X_1 \cos \alpha$ เหตุผลคือ สำหรับในจุดที่มีการโก่งตัวเพียงเล็กน้อย การยืดตัวของ AA_2 (หรือ A_1A') บนช่วงความยาว $A'B$ ก็จะถูกยกเว้นไป ผลจากการยืดตัวของส่วนประกอบจากการเคลื่อนตัวของจุดปลาย มักจะพิจารณาในรูปแบบของกำลังสอง หรือการทรุดตัวขนาดใหญ่ ใช้การสมมุติแบบกำลังหนึ่งเหมือนกันทุกส่วนในรูปที่ 6.5.1 ส่วนยืดของชิ้นส่วนเกิดจากการเคลื่อนตัวตามทิศทางของ degree of free -dom 1 , 2 , 3 และ 4 สามารถหาได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

e (elongation) = $- X_1\cos\alpha - X_2\sin\alpha + X_3\cos\alpha + X_4\sin\alpha$ สมการที่ 6.7.1



รูปที่ 6.7.1 การสมมุติแบบกำลังหนึ่งสำหรับการยืดตัวของชิ้นส่วน



รูปที่ 6.7.2 First basic mode : เฉพาะ $X_1 = + 1.0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

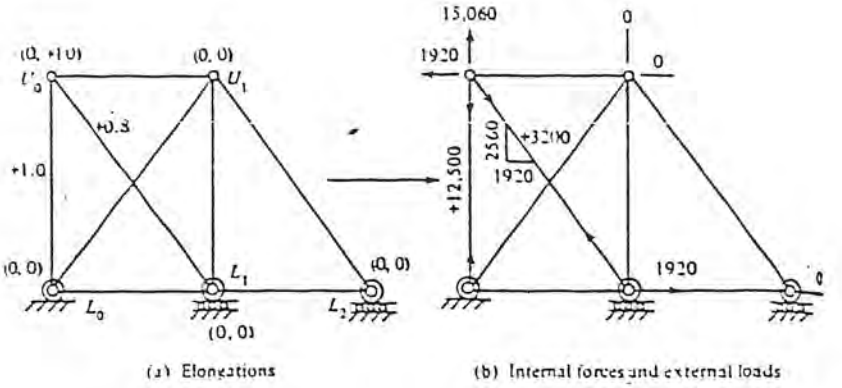
ในตอนนี้จะกลับมาพิจารณาถึงปัญหาในการเติมหลักที่ 1 ของ global stiffness matrix ในสมการที่ 6.6.1 หมายถึงลักษณะทางกายภาพของชิ้นส่วน K_{11} , K_{21} , . . . , K_{61} และมีแรงกระทำที่จุดต่อ 6 แรง พร้อมด้วยมี degree of freedom เท่ากับ 6 ทิศทาง และเมื่อเกิดการเคลื่อนตัวของจุดต่อเฉพาะ $X_1 = +1.0$ หน่วย จะเรียกว่า first basic mode (หรือ first basic compatible mode) ดังรูปที่ 6.7.2 ในรูปนี้ค่าของการเคลื่อนตามแนวราบและแนวดิ่งที่จุดต่อทั้ง 6 จุดได้ถูกเขียนไว้ในวงเล็บแล้ว จากนั้นใช้การสมมุติแบบกำลังหนึ่งนั่นคือจากการเคลื่อนตัวของจุดต่อ U_0 +1.0 หน่วย ไปทางด้านขวาจะทำให้ความยาวของ U_0U_1 เปลี่ยนแปลงไป -1.0 และ U_0L_1 อีก -0.6 ค่าเหล่านี้จะถูกเขียนไว้เหนือชิ้นส่วนนั้น ๆ ดังรูปที่ 6.6.2a จากกฎของฮุคการเปลี่ยนความยาว -1.0 ft ใน U_0U_1 จะต้องประกอบด้วยแรงใน U_0U_1 ซึ่งมี $EA_g/L = 30,000(3)(-1.0)/9 = -10,000$ kips และการเปลี่ยนความยาว -0.6 ft โดยแรงที่กระทำใน U_0L_1 ที่มีค่า $EA_g/L = 30,000\ (2)\ (-0.6)\ /15 =$ -2,400 kips (ข้อมูลเบื้องต้นแสดงดังรูปที่ 6.5.1) ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นจะถูกเขียนไว้ด้านบนของชิ้นส่วนพร้อมกับเครื่องหมายลูกศร 2 ด้าน และแรงประกอบทางด้านแนวราบและแนวดิ่ง (ถ้าเป็นแรงในชิ้นส่วนแนวทแยง) ดังรูปที่ 6.7.2b เพื่อรักษาสมดุล $\sum F_x = 0$ หรือ $\sum F_y = 0$ ที่แต่ละทิศทางของ degree of freedom ทั้ง 6 ทิศทาง แรงขนาด 11,440 , 1,920 , 10,000 , 0 , 1,440 และ 0 จะถูกเขียนเพิ่มเข้าไป ในทิศทางที่เกิดขึ้นจริงดังรูปที่ 6.7.2b ตัวอย่างเช่น ค่าของแรงกระทำเป็นจุด 11,440 kips จะทำให้ $\sum F_x = 0$ ที่จุดต่อ U0 ดังนั้นสุดท้ายแรงกระทำทั้ง 6 ค่าในหลักที่ 1 ของเมตริกซ์ [K] คือ +11,440 , -1,920 , -10,000 , 0 , -1,440 และ 0 ในทำนองเดียวกันรูปที่ 6.7.3 ถึง 6.7.7 ใช้ในการหาค่าอีก 5 หลักของเมตริกซ์ [K] ซึ่งสุดท้ายจะได้เมตริกซ์ [K] ดังนี้

$[K]_{6\times6}$ =

x / p	1	2	3	4	5	6
1	+11,440	-1,920	-10,000	0	-1,440	0
2	-1,920	+15,060	0	0	-1,920	0
3	-10,000	0	+12,880	0	0	-1,440
4	0	0	0	+17,620	0	+1,920
5	-1,440	+1,920	0	0	+21,440	-10,000
6	0	0	-1,440	+1,920	-10,000	+11,440

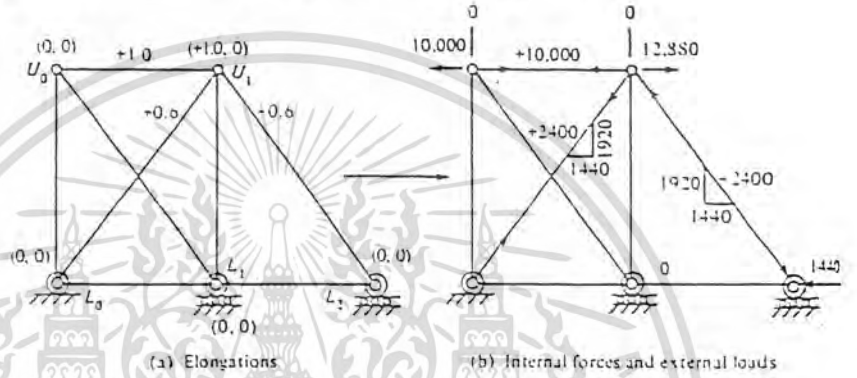
สมการที่ 6.7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



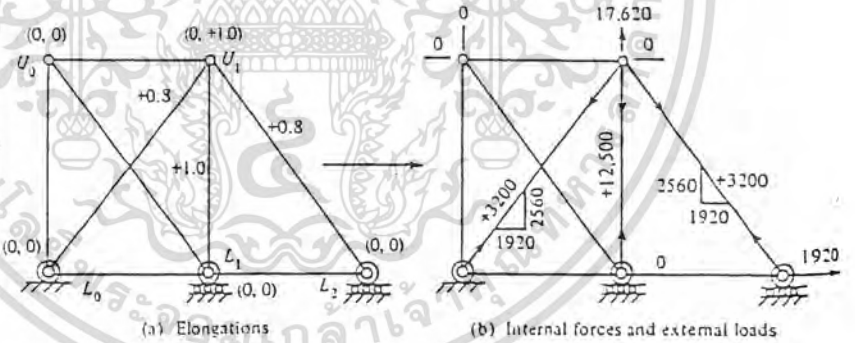
(a) Elongations (b) Internal forces and external loads

รูปที่ 6.7.3 Second basic mode : เฉพาะ $X_2 = +1.0$



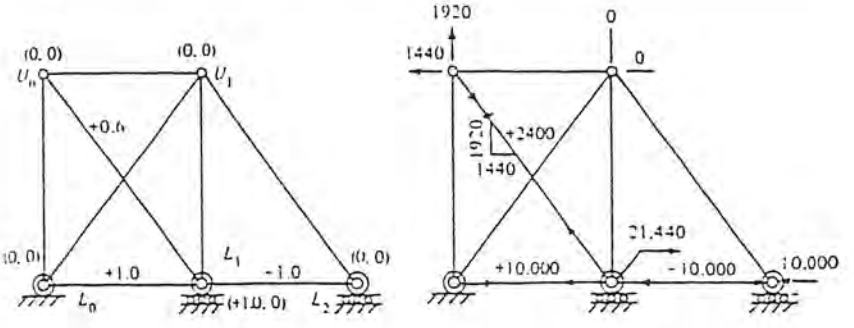
(a) Elongations (b) Internal forces and external loads

รูปที่ 6.7.4 Third basic mode : เฉพาะ $X_3 = +1.0$



(a) Elongations (b) Internal forces and external loads

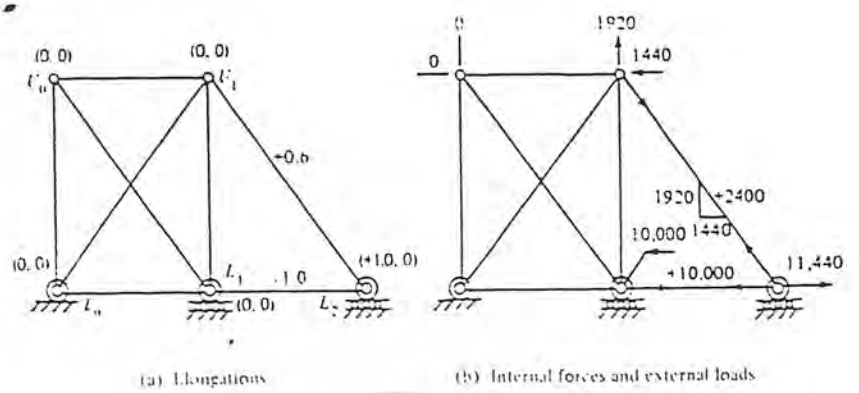
รูปที่ 6.7.5 Fourth basic mode : เฉพาะ $X_4 = +1.0$



(a) Elongations (b) Internal forces and external loads

รูปที่ 6.7.6 Fifth basic mode : เฉพาะ $X_5 = +1.0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Elongations (b) Internal forces and external loads

รูปที่ 6.7.7 Sixth basic mode : เฉพาะ $X_6 = +1.0$

6.8 การคำนวณหา Global stiffness matrix [K] จาก [ASB]

ในหัวข้อนี้จะแสดงให้เป็นว่า global stiffness matrix [K] สามารถหาได้จากการป้อนเมตริกซ์ 3 เมตริกซ์ คือ statics matrix [A] , element stiffness matrix [S] และ deformation matrix [B] นั่นคือ [K] = [ASB]

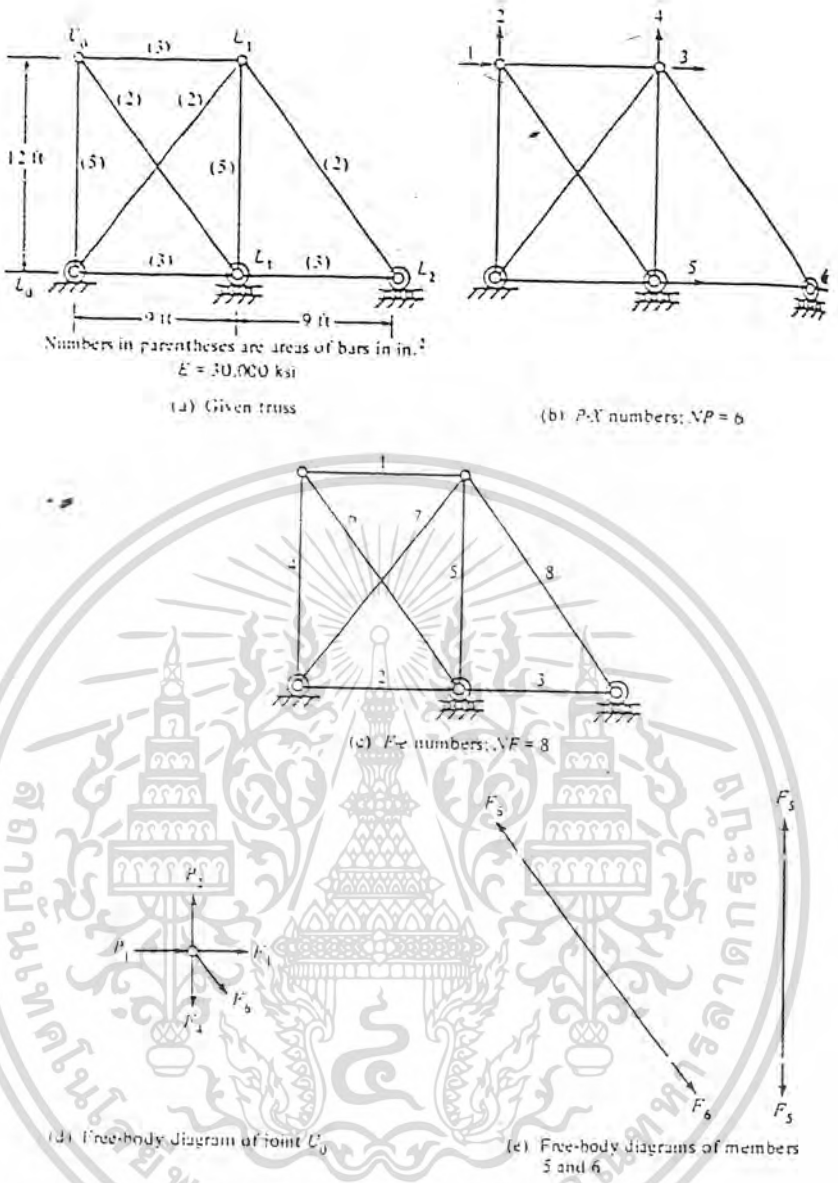
statics matrix [A] สำหรับโครงข้อหมุนแบบ statically determinate สามารถอ้างอิงได้จากหัวข้อที่ 6.3 โดยนิยามนี้สามารถใช้กับโครงข้อหมุนแบบ statically indeterminate ได้ดีเท่า ๆ กัน ยกเว้นเพียง NF จะมากกว่า NP สำหรับโครงข้อหมุนแบบ statically indeterminate ซึ่งจะทำให้เมตริกซ์ [A] กลายเป็นเมตริกซ์สี่เหลี่ยมผืนผ้า เมตริกซ์ [A] ของโครงข้อหมุนในรูปที่ 6.8.1 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.8.2 โดยการใส่ค่าของแถวในเมตริกซ์นี้ได้จากสมการ $\Sigma F_y = 0$ หรือ $\Sigma F_x = 0$ ตาม degree of freedom ตัวอย่างเช่นจาก free-body diagrams ของจุดต่อที่ U_0 ในรูปที่ 6.8.1d

$$P_1 = -1.0\,F_1 - 0.6\,F_6$$

และ

$$P_2 = +1.0\,F_4 + 0.8\,F_6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

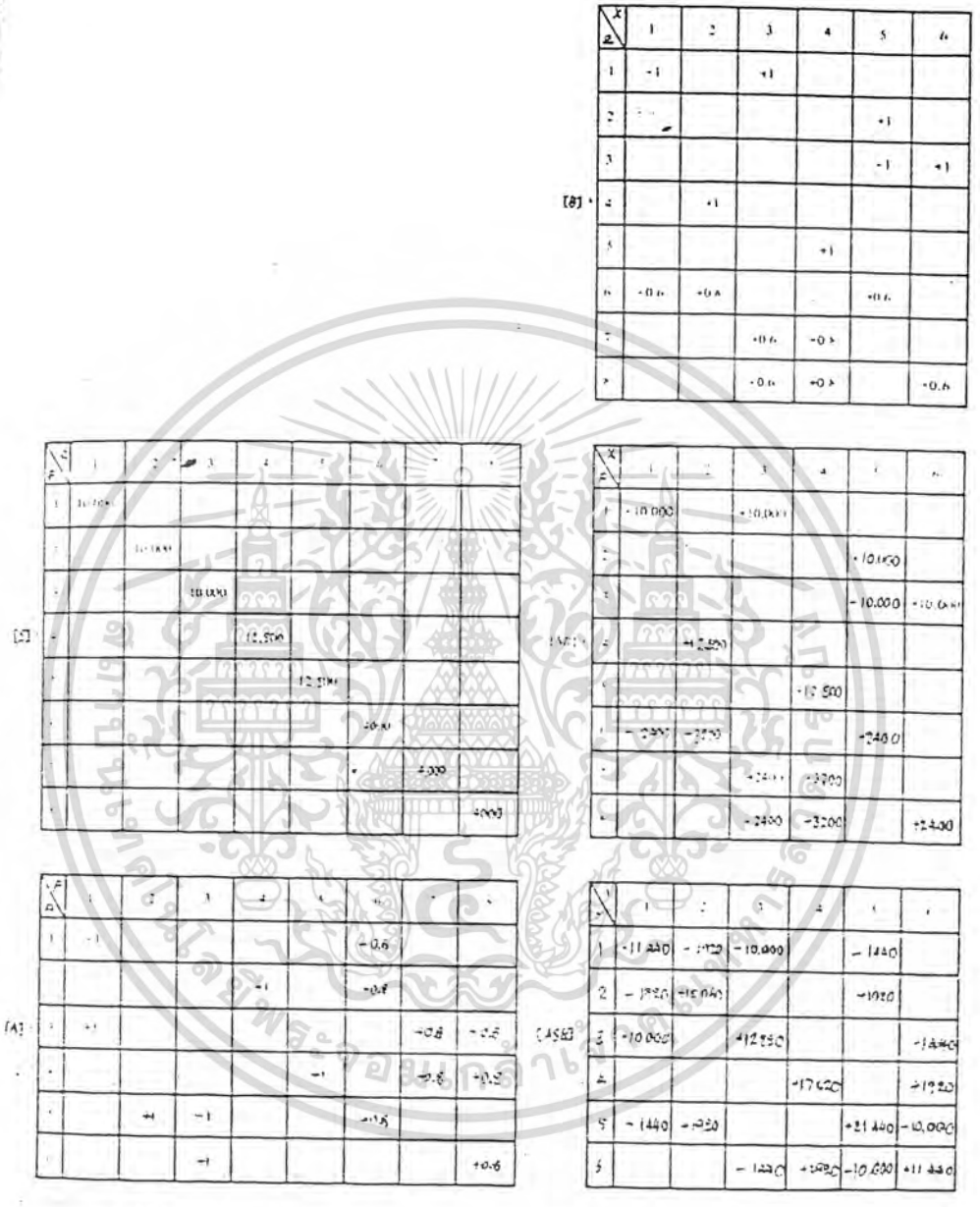


รูปที่ 6.8.1 Diagrams ที่ใช้ในการหาเมตริกซ์ [A] และ [B]

ทั้งสองสมการนี้ได้จากสองแถวแรกของเมตริกซ์ [A] ในรูปที่ 6.8.2 อย่างไรก็ตามจะเป็นการสะดวกมากกว่าหากจะใช้การใส่ค่าที่ไม่เป็น 0 ในเมตริกซ์ [A] ตามหลัก ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการใส่ค่าในหลักที่ 5 เราจะพิจารณาเพียง free-body diagram ของชิ้นส่วนที่ 5 ดังแสดงในรูปที่ 6.8.1e ด้านบนของ F_5 จะมีผลกระทบ 100% ตาม degree of freedom ที่ 4 แต่ด้านล่างของ F_5 จะไม่มีผลกระทบไม่ว่าจะเป็น degree of freedom ใด ๆ ดังนั้น A (4 ,5) = +1.0 เป็นจำนวนที่ไม่ใช่ 0 เพียงจำนวนเดียวในหลักที่ 5 ของเมตริกซ์ [A] และจาก free-body diagram ของชิ้นที่ 6 ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.8.1e องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อ F_5 ทางด้านบนซ้ายทำให้มีการเปลี่ยนความยาวจะมีค่า -60% ของ F_5 ตามทิศทางของ degree of freedom ที่ 1 และ -80% ตามทิศทางของ degree of freedom ที่ 2 โดยแรงประกอบตามแนวราบทางด้านล่างขวาของ F_5 จะมีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+60% ของ F_6 ตามทิศทางของ degree of freedom ที่ 5 แต่แรงประกอบทางแนวดิ่งจะไม่มีผลกระทบไม่ว่าในทิศทางใด ๆ



รูปที่ 6.8.2 การคำนวณหา global stiffness matrix จาก [K] = [ASB]

ดังนั้นจำนวนที่ไม่เป็น 0 ในหลักที่ 6 ของเมตริกซ์ [A] คือ A(1, 6) = -0.60 , A(2, 6) = +0.80 และ A(5, 6) = +0.60

เมื่อใช้นิยามของเมตริกซ์ [A] ได้ว่า

$$[P]_{NP \times NLC} = [A]_{NP \times NP} [F]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ } 6.8.1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ NP คือจำนวนของ degree of freedom , NF คือจำนวนของชิ้นส่วนของโครงข้อหมุน และ NLC คือจำนวนของสภาวะของแรงกระทำ

แรงกระทำ F ของชิ้นส่วนโครงข้อหมุนแต่ละชิ้นจะเป็นฟังก์ชันของค่าการยืดหดตัว e ของชิ้นส่วนเอง ซึ่งจะมีข้อจำกัดทางวัสดุอยู่นั่นคือ แรง F_j จะเท่ากับผลคูณของค่า stiffness EA_j/L_j กับค่าการยืดหดตัว e ตามกฎของฮุค ดังนั้น

$$[F]_{NP \times NLC} = [S]_{NP \times NP}[e]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ 6.8.2a}$$

เมื่อ [S] คือเมตริกซ์แนวทแยงซึ่งเรียกว่า element stiffness matrix ดังนี้

$[S]_{NP \times NF} =$

e / F	1	2		NF
1	EA_1/L_1			
2		EA_2/L_2		
NF				EA_{NF}/L_{NF}

สมการที่ 6.8.2b

สำหรับโครงข้อหมุนในรูปที่ 6.8.1 สามารถคำนวณหาค่าในเมตริกซ์ [S] ได้ดังแสดงในรูปที่ 6.8.2 โดยที่ค่า stiffness ของแต่ละชิ้นส่วนอยู่ในหน่วย kips/ft.

จากนิยามของ deformation matrix [B] สามารถจะแสดงการยืดหดตัวของชิ้นส่วนในรูปของการเคลื่อนตัวของจุดต่อต่าง ๆ ตามทิศทางของ degree of freedom ได้ โดยเมตริกซ์ [B] สำหรับโครงข้อหมุนในรูปที่ 6.8.1 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6.8.2 ดังนั้น

$$[e]_{NP \times NLC} = [B]_{NP \times NP}[X]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ 6.8.3}$$

แทนสมการที่ 6.8.3 ในสมการที่ 6.8.2

$$[F]_{NP \times NLC} = [SB]_{NP \times NP}[X]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ 6.8.4}$$

และแทนค่าสมการที่ 6.8.4 ลงในสมการที่ 6.8.1 จะได้

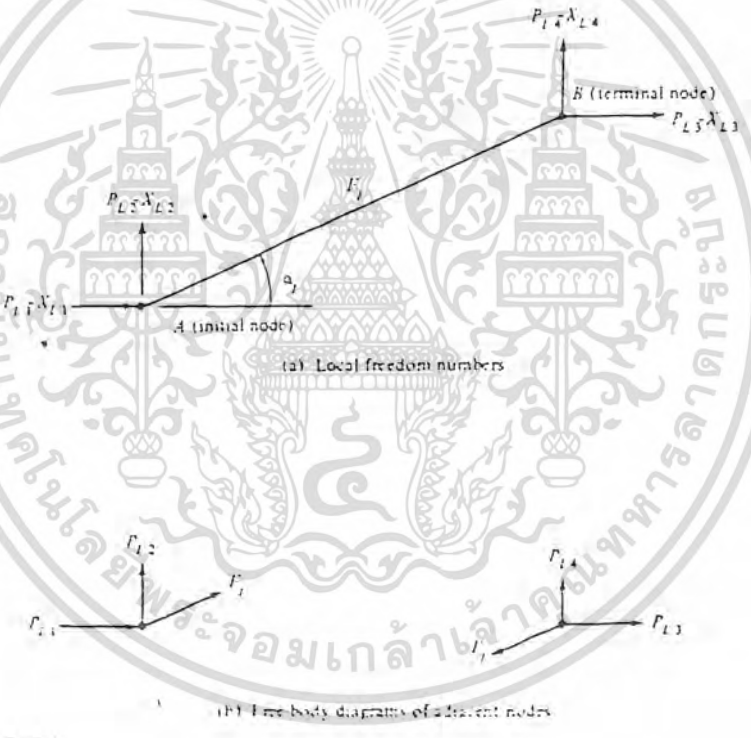
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$[P]_{NP \times NLC} = [ASB]_{NP \times NP}[X]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ } 6.8.5$$

ทั้งเมตริกซ์ [SB] และเมตริกซ์ [K] = [ASB] สำหรับโครงข้อหมุนในรูปที่ 6.8.1 สามารถหาได้โดยการคูณเมตริกซ์และแสดงได้ดังรูปที่ 6.8.2 ซึ่งจะได้ค่าเดียวกับเมตริกซ์ [K] ที่หาได้จากหัวข้อที่ 6.7 โดยวิธีคำนวณโดยตรง

6.9 การหา Global stiffness matrix โดยการรวมกันของ Local stiffness matrix

ในหัวข้อนี้ global stiffness matrix โดยการรวมตัวกันของ local stiffness matrix จากแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้าง



รูปที่ 6.9.1 local stiffness matrix ของชิ้นส่วนในโครงข้อหมุน

สมมุติให้ทิศทางของชิ้นส่วนชนิดที่ j ของโครงข้อหมุนเริ่มจากจุดเริ่มต้น A ไปยังจุดสิ้นสุด B ดังรูปที่ 6.9.1a ให้ degree of freedom เป็น L1 และ L2 ที่จุดเริ่มต้นและ L3 ,L4 สำหรับจุดสิ้นสุด (L หมายถึง " local ") ดังนั้นจากรูปที่ 6.9.1a statics matrix [EA] (E หมายถึง " element ") เฉพาะของชิ้นส่วนนี้สามารถหาได้จาก free-body diagrams ในรูปที่ 6.9.1b หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$[EA]_{4 \times 1}$ =

F / P	j
L1	$-\cos\alpha_j$
L2	$-\sin\alpha_j$
L3	$+\cos\alpha_j$
L4	$+\sin\alpha_j$

สมการที่ 6.9.1

เมื่อ α_j วัดตามเข็มนาฬิกาจากแนวราบทางด้านขวา และค่า element stiffness matrix [ES] มีขนาดเป็น 1 x 1 หรือ

$[ES]_{1 \times 1}$ =

e / F	j
j	AE_j/L_j

สมการที่ 6.9.2

และ deformation matrix [EB] สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 6.7.1

$[EB]_{1 \times 4}$ =

X / e	L1	L2	L3	L4
j	$-\cos\alpha_j$	$-\sin\alpha_j$	$+\cos\alpha_j$	$+\sin\alpha_j$

สมการที่ 6.9.3

สำหรับ local stiffness matrix [LK] ของชิ้นส่วนที่ j ซึ่งอ้างอิงไปถึงจำนวนของ local freedom L1 ถึง L4 สามารถหาได้โดยการคูณ สมการที่ 6.9.1 กับ 6.9.3 จะได้เป็น

$[LK]_{4 \times 4}$

X / P	L1	L2	L3	L4
L_1	$+T_1$	$+T_2$	$-T_1$	$-T_2$
L2	$+T_2$	$+T_3$	$-T_2$	$-T_3$
L3	$-T_1$	$-T_2$	$+T_1$	$+T_2$
L4	$-T_2$	$-T_3$	$+T_2$	$+T_3$

สมการที่ 6.9.4a

เมื่อ

$$T_1 = \frac{EA_j}{L_j}\cos^2\alpha_j$$

$$T_2 = \frac{EA_j}{L_j}\cos\alpha_j \sin\alpha_j$$

สมการที่ 6.9.4b

$$T_3 = \frac{EA_j}{L_j}\sin^2\alpha_j$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดให้จำนวน global freedom ทั้ง 4 ของแต่ละชิ้นส่วนเป็นๆ NP1 และ NP2 สอดคล้องกับ L1 และ L2 ที่จุดเริ่มต้นและ NP3 กับ NP สอดคล้องกับ L3 และ L4 ที่จุดสิ้นสุด การรวม [LK] ในสมการที่ 6.9.4 ใน global matrix [K] (เรียก ASAT ในการเขียนโปรแกรม) สามารถหาได้ตามขั้นตอนทั้ง 16 ขั้นตอนดังนี้

$$
\begin{aligned}
ASAT(NP1,NP1) &= ASAT(NP1,NP1) + T_1 \\
ASAT(NP1,NP2) &= ASAT(NP1,NP2) + T_2 \\
ASAT(NP1,NP3) &= ASAT(NP1,NP3) - T_1 \\
ASAT(NP1,NP4) &= ASAT(NP1,NP4) - T_2 \\
ASAT(NP2,NP1) &= ASAT(NP2,NP1) + T_2 \\
ASAT(NP2,NP2) &= ASAT(NP2,NP2) + T_3 \\
ASAT(NP2,NP3) &= ASAT(NP2,NP3) - T_2 \\
ASAT(NP2,NP4) &= ASAT(NP2,NP4) - T_3 \\
ASAT(NP3,NP1) &= ASAT(NP3,NP1) - T_1 \\
ASAT(NP3,NP2) &= ASAT(NP3,NP2) - T_2 \\
ASAT(NP3,NP3) &= ASAT(NP3,NP3) + T_1 \\
ASAT(NP3,NP4) &= ASAT(NP3,NP4) + T_2 \\
ASAT(NP4,NP1) &= ASAT(NP4,NP1) - T_2 \\
ASAT(NP4,NP2) &= ASAT(NP4,NP2) - T_3 \\
ASAT(NP4,NP3) &= ASAT(NP4,NP3) + T_2 \\
ASAT(NP4,NP4) &= ASAT(NP4,NP4) + T_3
\end{aligned}
$$

สมการที่ 6.9.5

6.10 วิธี Displacement method

หลังจากที่ได้ global stiffness matrix ของโครงข้อหมุนมาแล้ว โดยเลือกใช้วิธี direct stiffness method บนคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์แบบ displacement method ของโครงข้อหมุนจะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน

$$[X]_{NP \times NLC} = [ASA^T]^{-1}_{NP \times NP} [P]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ 6.10.1}$$

และ

$$[F]_{NP \times NLC} = [SA^T]_{NP \times NP} [X]_{NP \times NLC} \qquad \text{สมการที่ 6.10.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการที่ 6.10.1 เหมือนกับสมการที่ 6.7.6 ซึ่งแก้ปัญหาเมตริกซ์ [X] จาก [P] = [ASB][X] และสมการที่ 6.10.2 ก็เหมือนกับสมการที่ 6.7.4 โดยนำมาเขียนแสดงไว้เพื่อความสะดวกในการอ้างอิง

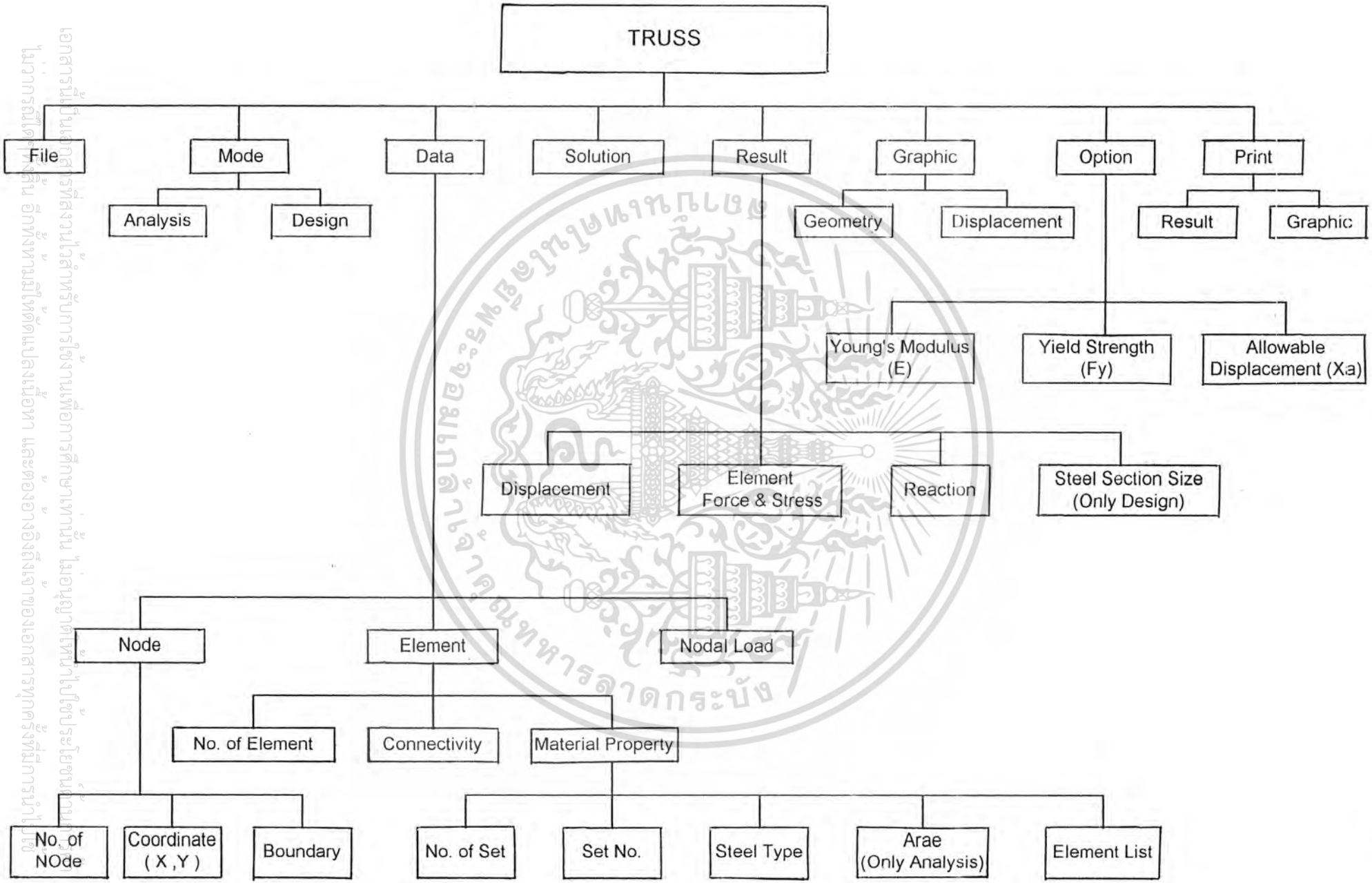
ในการแก้ปัญหาสำหรับเมตริกซ์ [X] มีทางเลือก 2 วิธี วิธีแรกคือทำการอินเวอร์ส global stiffness matrix (เป็น global flexibility matrix) แล้วแทนเข้าไปในตำแหน่งของ global stiffness matrix หรือวิธีที่ 2 คือไม่ต้องหา global flexibility matrix แต่ใช้การแก้ปัญหาของระบบหลายสมการ $[ASA^T]$ [X] = [P] โดยตรงเพื่อหา เมตริกซ์ [X]

หลังจากที่ค่าการเคลื่อนที่ของจุดต่อเมตริกซ์ [X] ตามจำนวนของ global freedom ได้ถูกคำนวณออกมาแล้ว สมการที่ 6.10.1 และ 6.10.2 จะถูกใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการหาแรงที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนแต่ละอัน จนถึงค่าแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่จุดรองรับทุกจุด

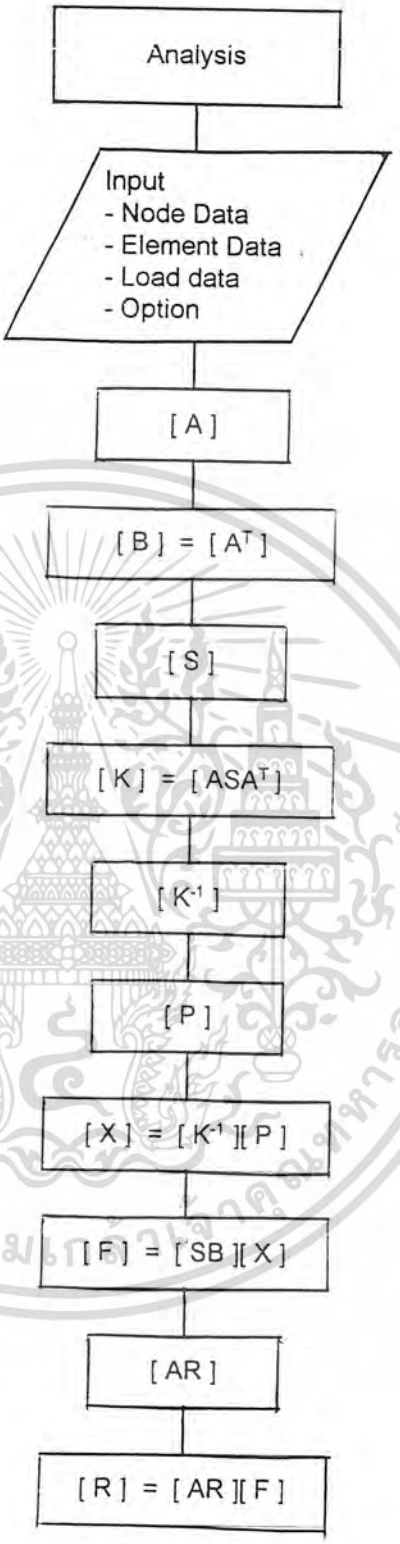
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7 ผังงานการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของโปรแกรม

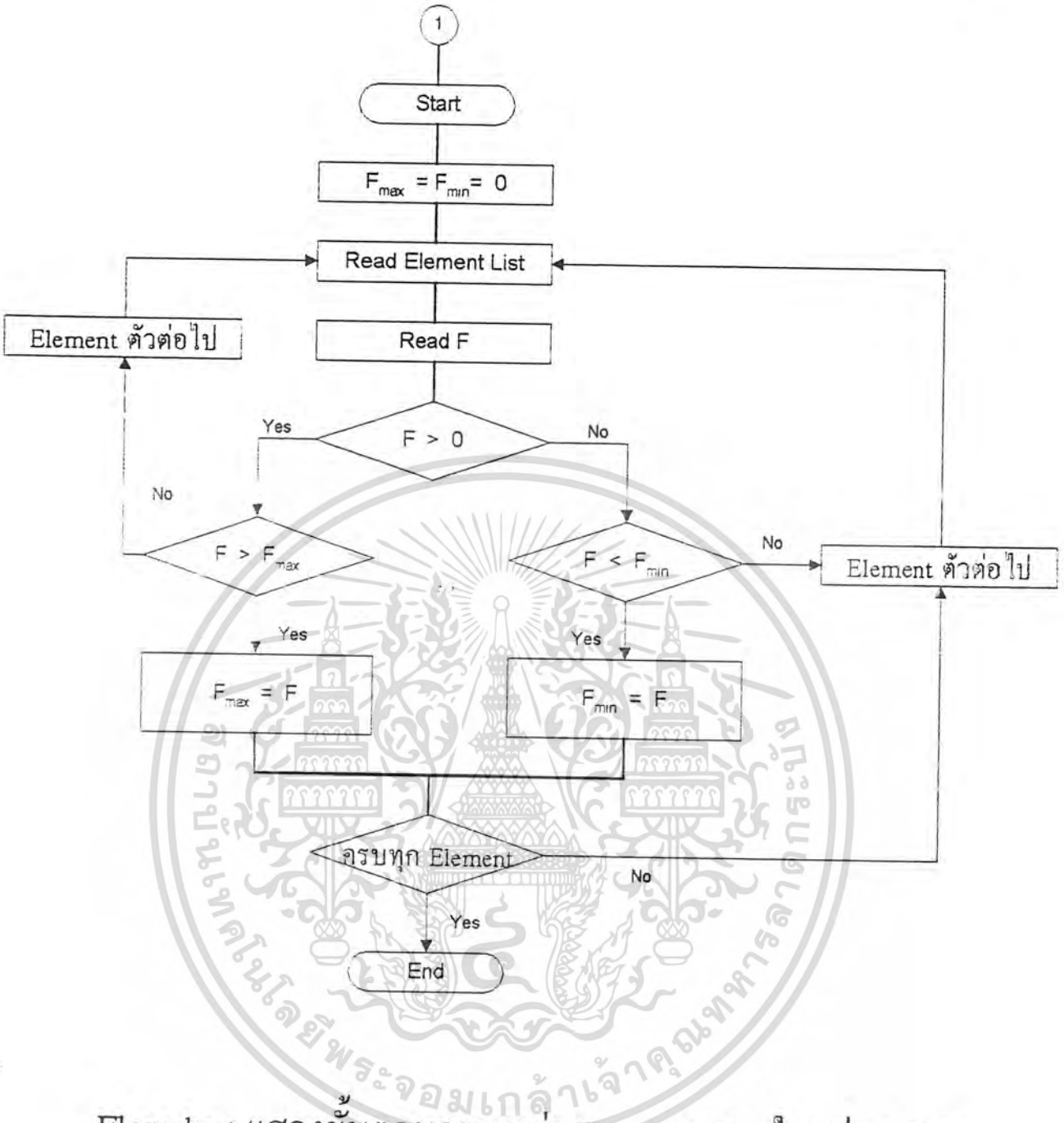


Flowchart แสดงขั้นตอนการคำนวณในส่วน Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

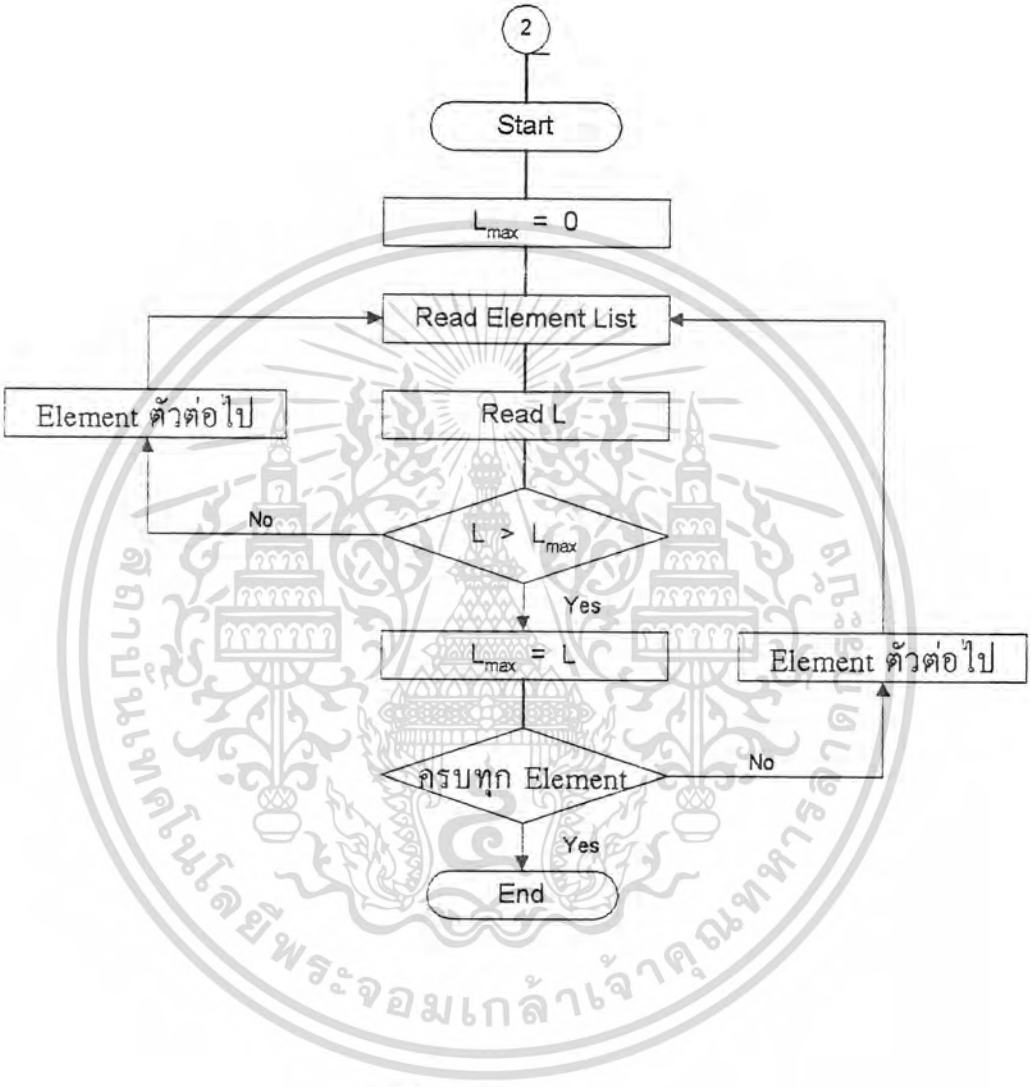
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart แสดงขั้นตอนการคำนวณในส่วนของ Design



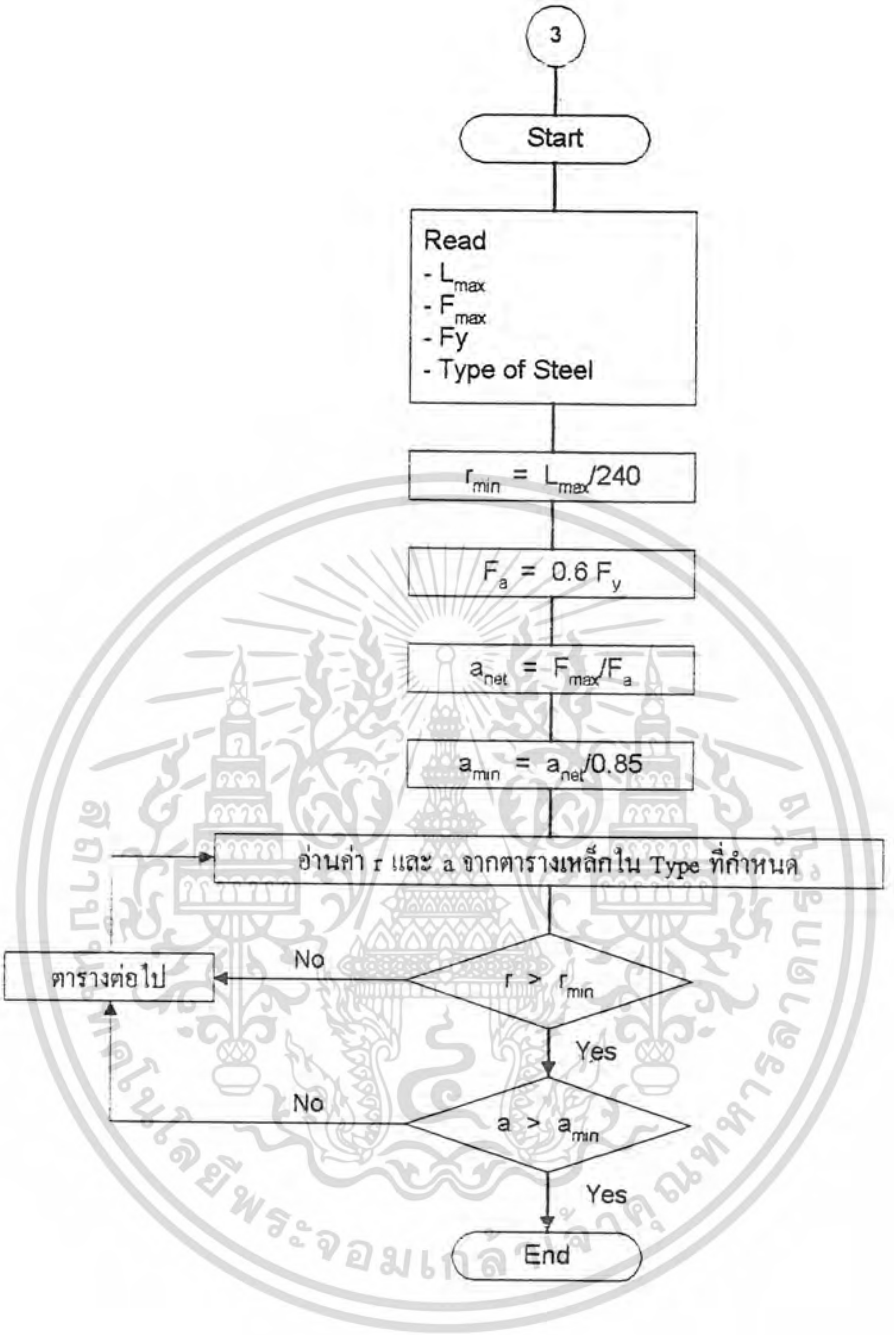
Flowchart แสดงขั้นตอนการหาค่า F_{max} และ F_{min} ในแต่ละ Set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



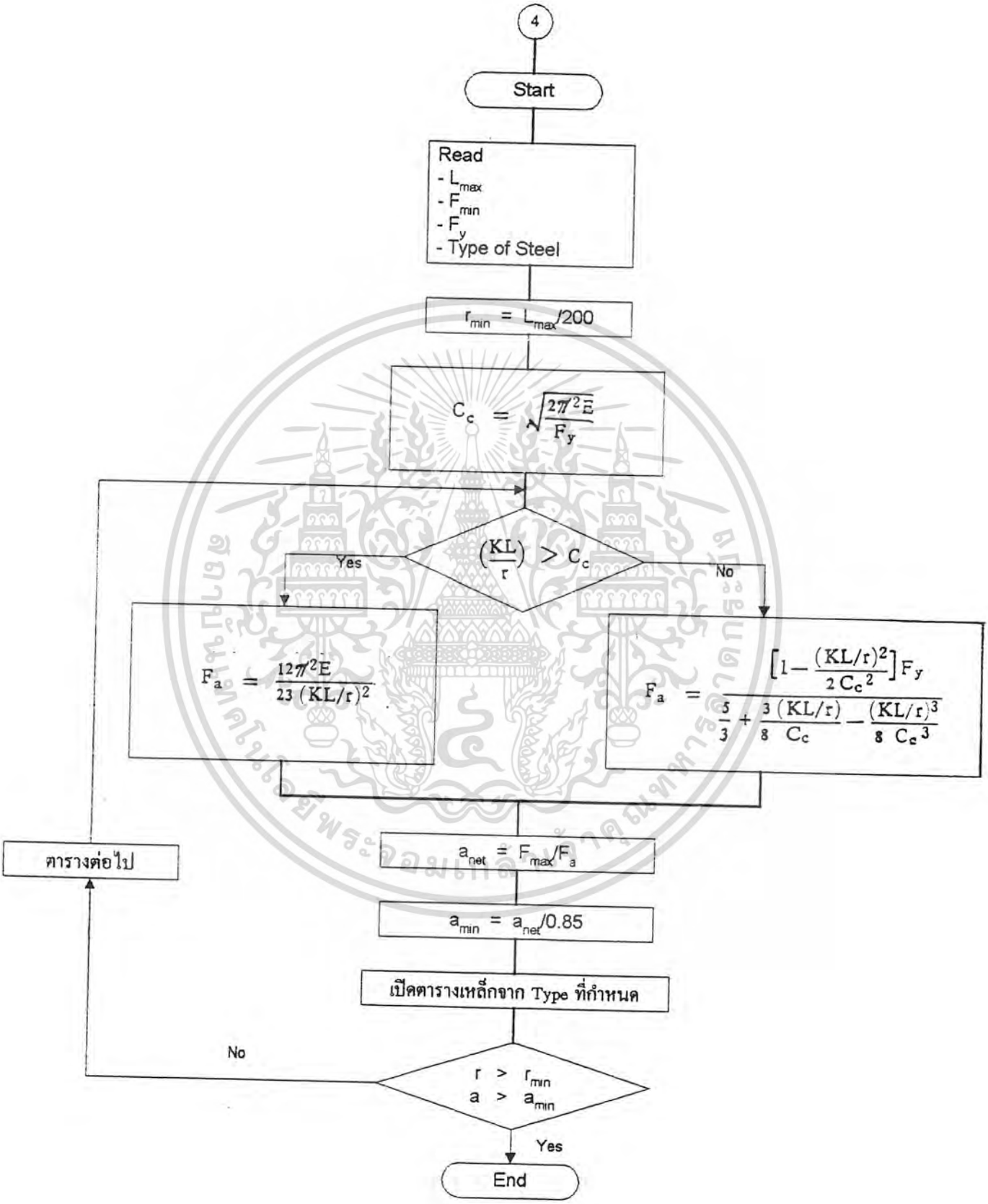
Flowchart แสดงขั้นตอนการหาค่า L_{max} ในแต่ละ Set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



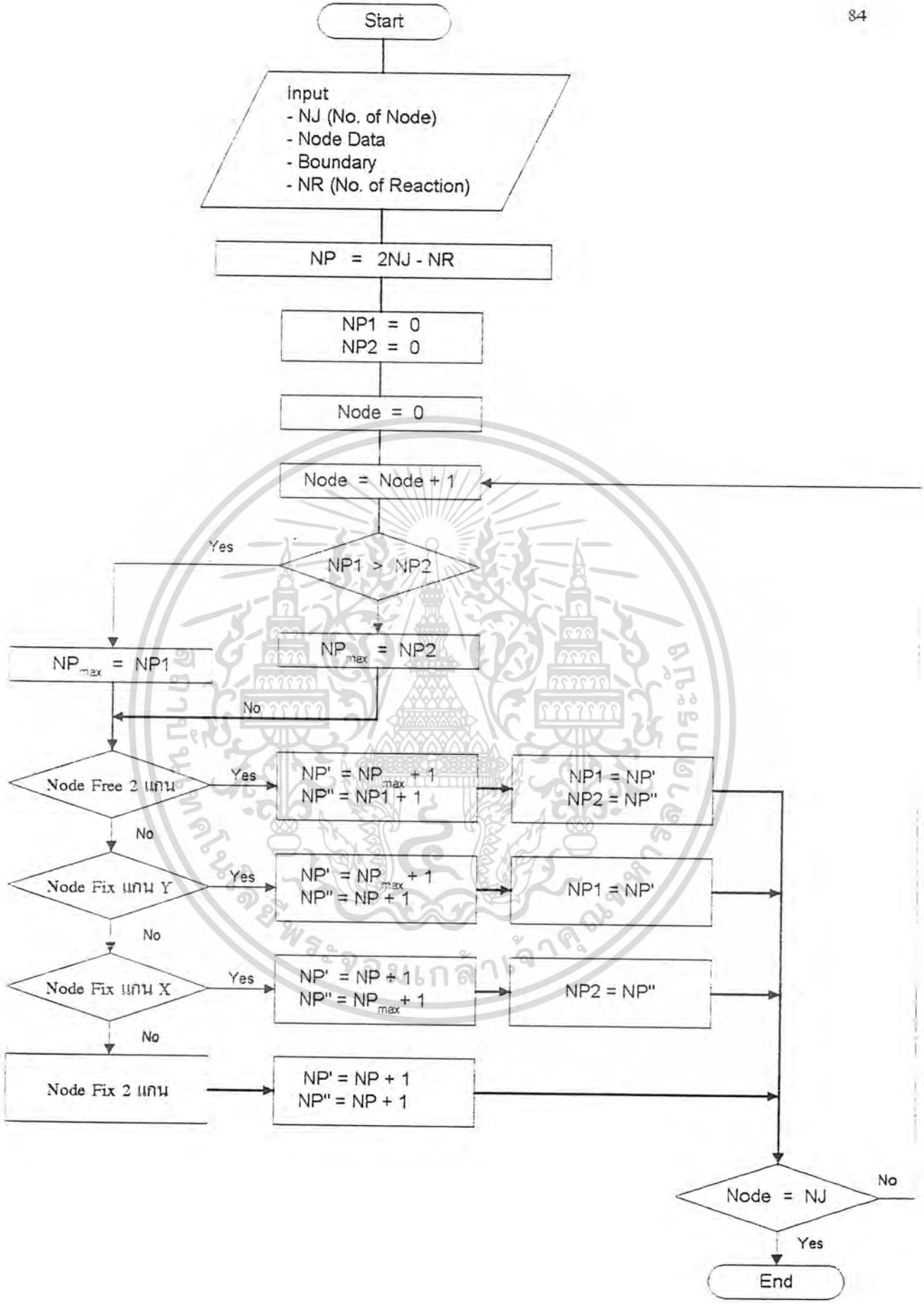
Flowchart แสดงขั้นตอนการหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กกรณีรับแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



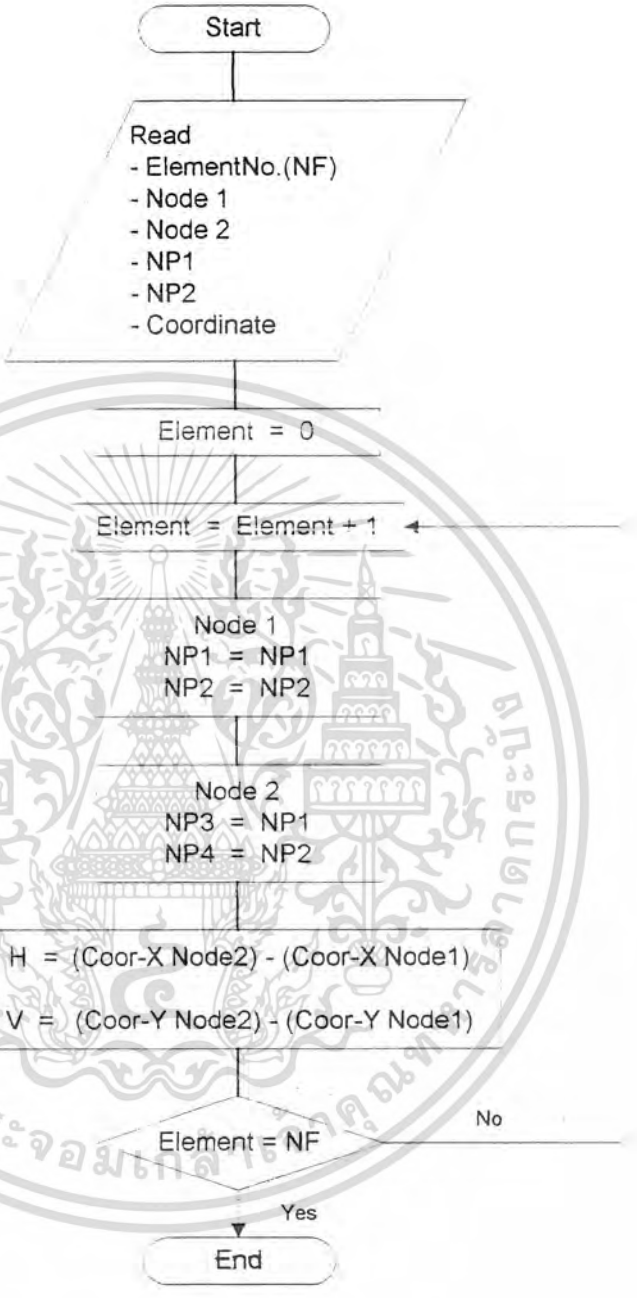
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart แสดงการหาพื้นที่หน้าตัดของเหล็กกรณีรับแรงอัด



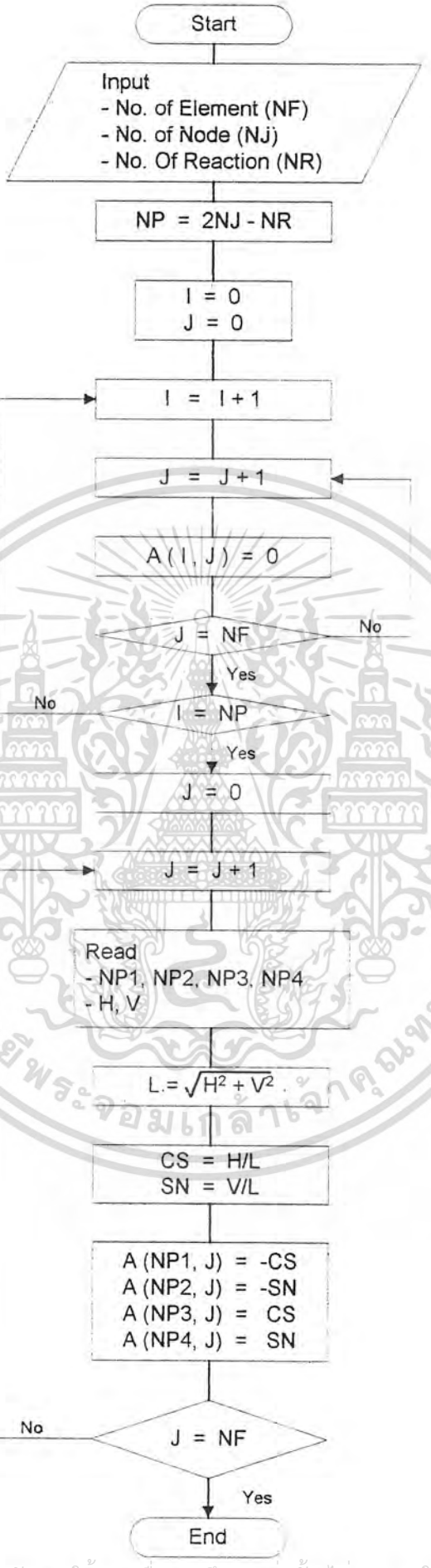
Flowchart แสดงการหา global freedom ของแต่ละ Node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการสร้างตาราง NP แยกตาม Element

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

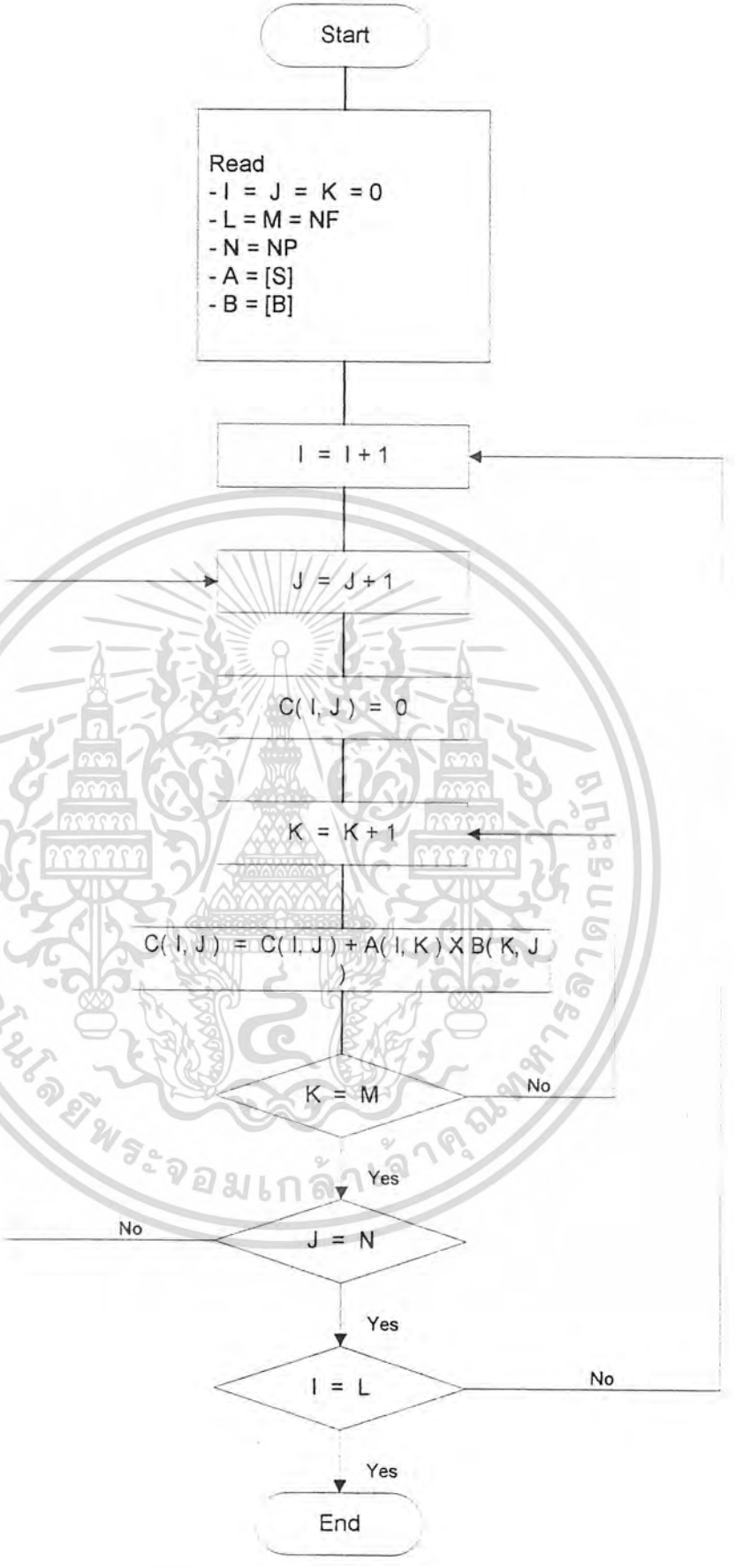


Flowchart แสดงการสร้างเมตริกซ์ [A] จากตาราง NP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

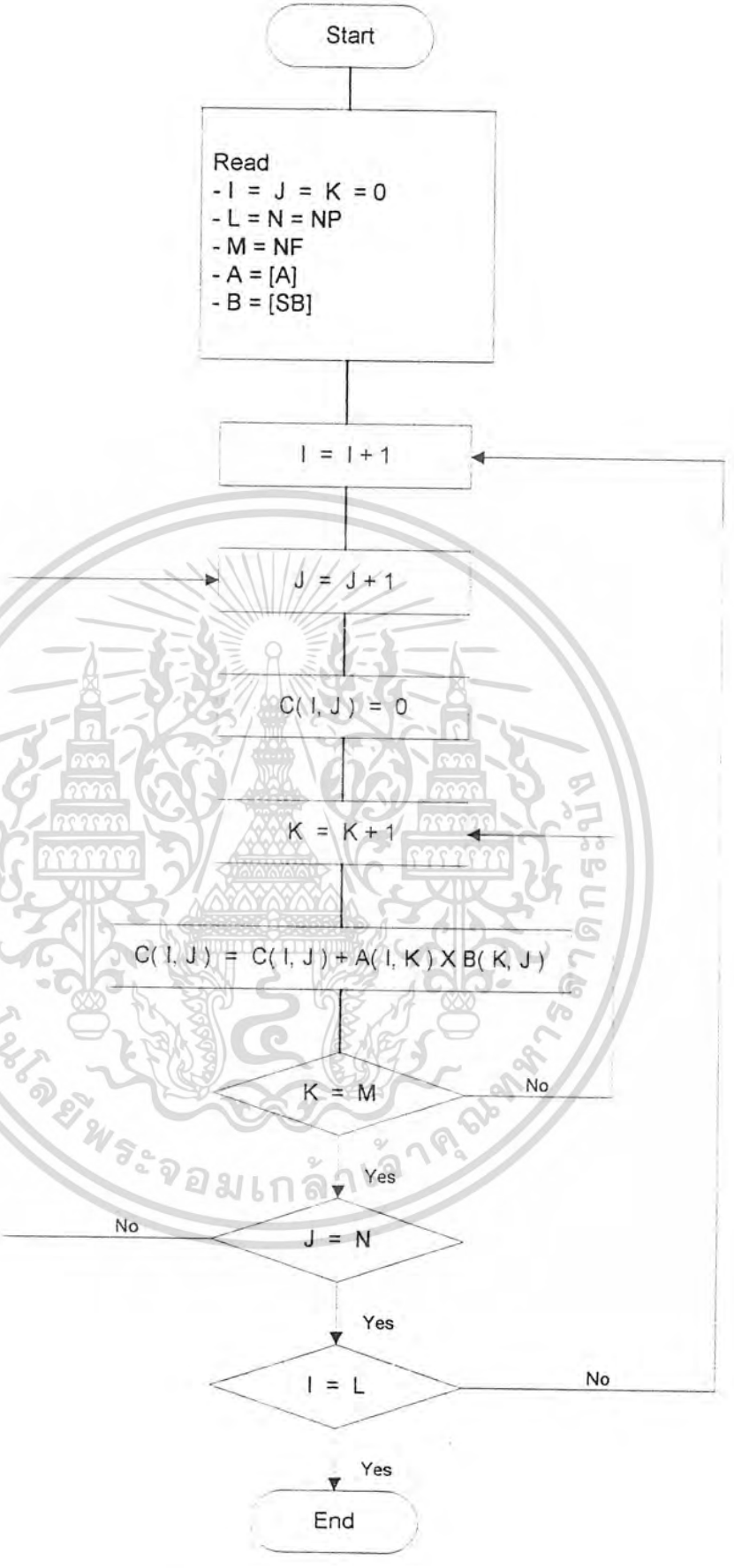
Flowchart แสดงการหาเมตริกซ์ $[A^T]$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



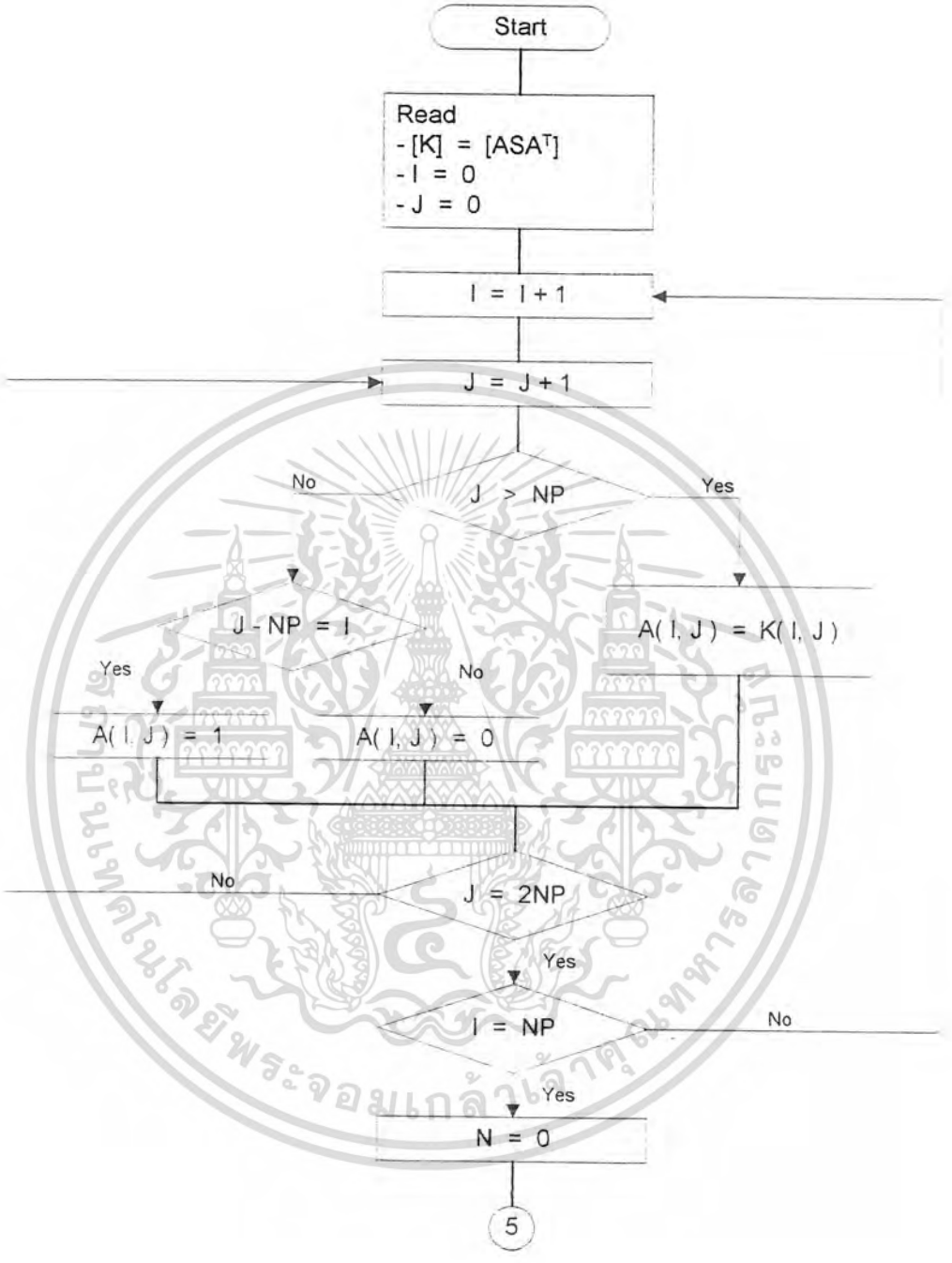
Flowchart แสดงขั้นตอนการคูณ เมตริกซ์ [S] กับเมตริกซ์ [B]

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงขั้นตอนการคูณ เมตริกซ์ [A] กับเมตริกซ์ [SB]

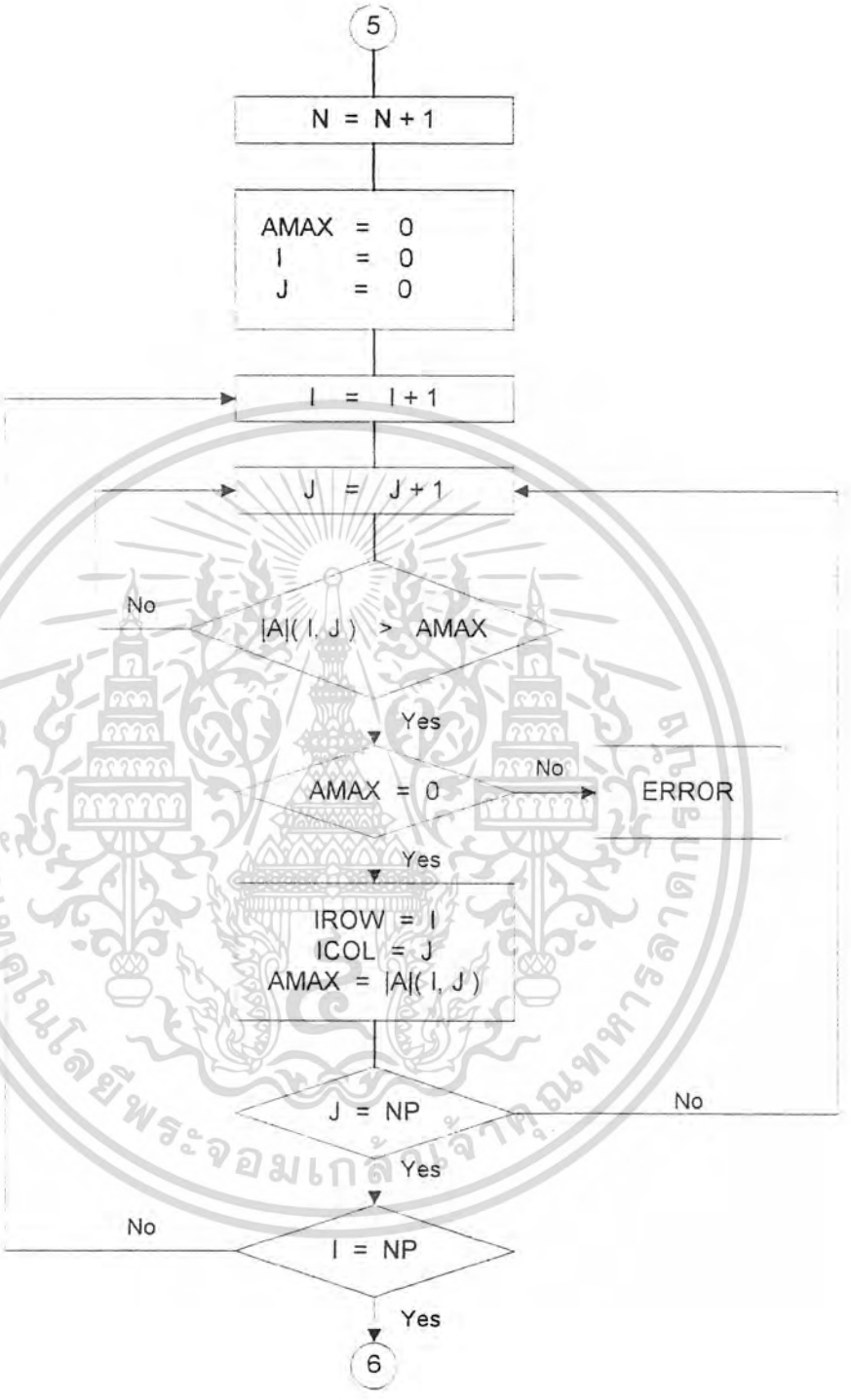
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการหา $[K^{-1}]$

(ขั้นตอนการเติมเมตริกซ์เอกลักษณ์ท้าย [K])

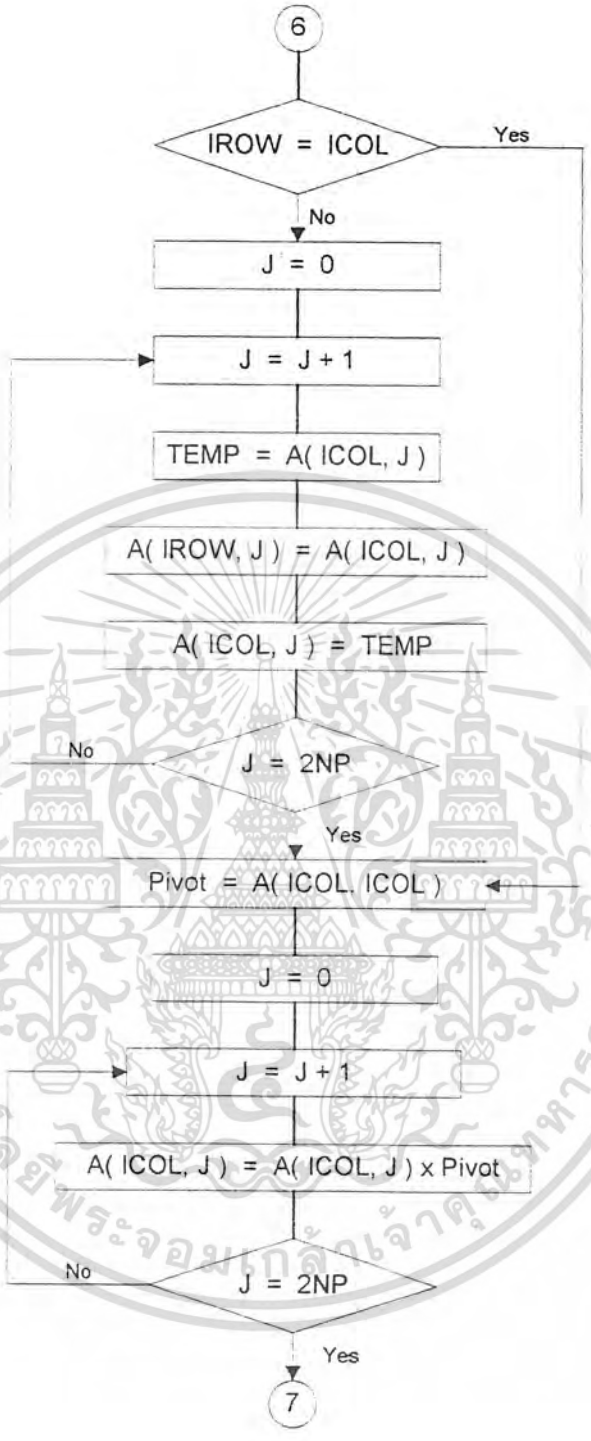
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการหา $[K^{-1}]$

(ขั้นตอนการหาจุด Pivot)

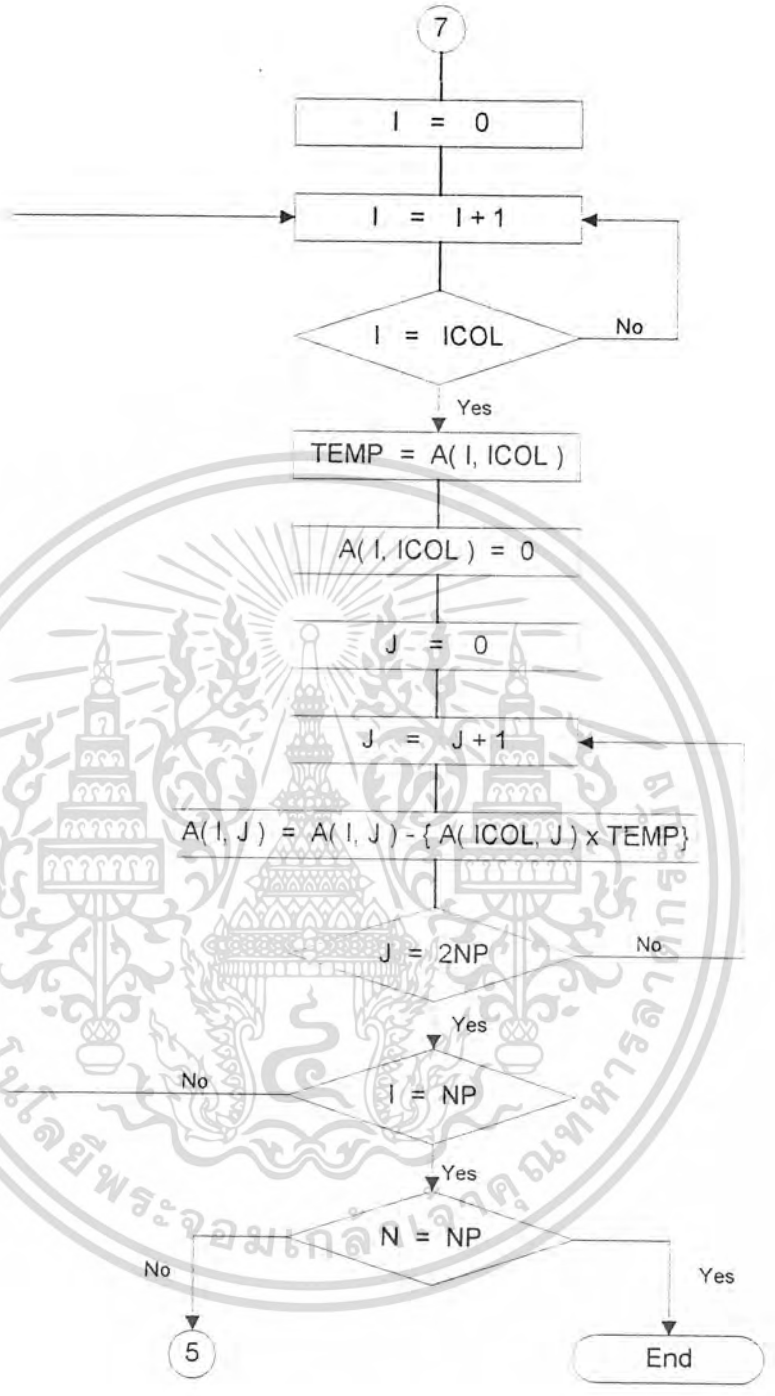
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการหา $[K^{-1}]$

(ขั้นตอนการจัดค่า Pivot เข้าแนวทแยงหลัก)

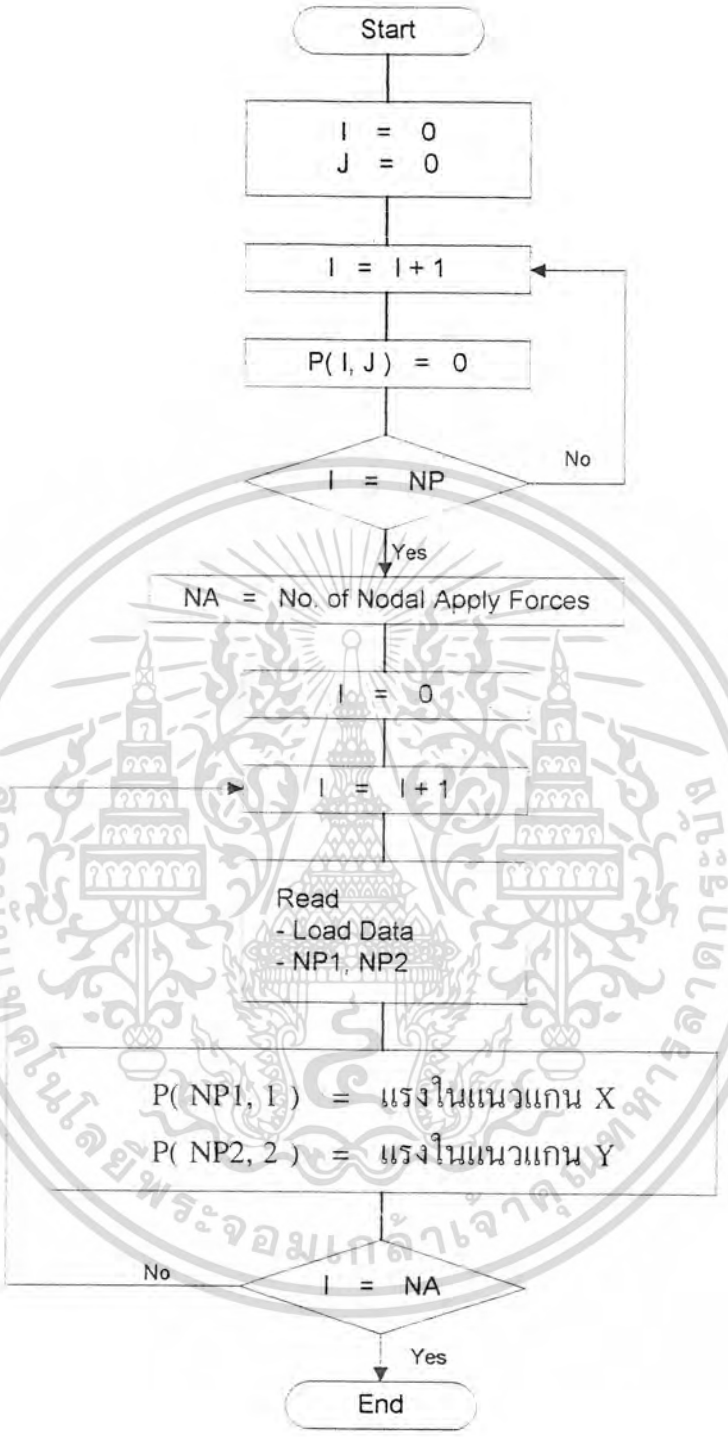
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการหา $[K^{-1}]$

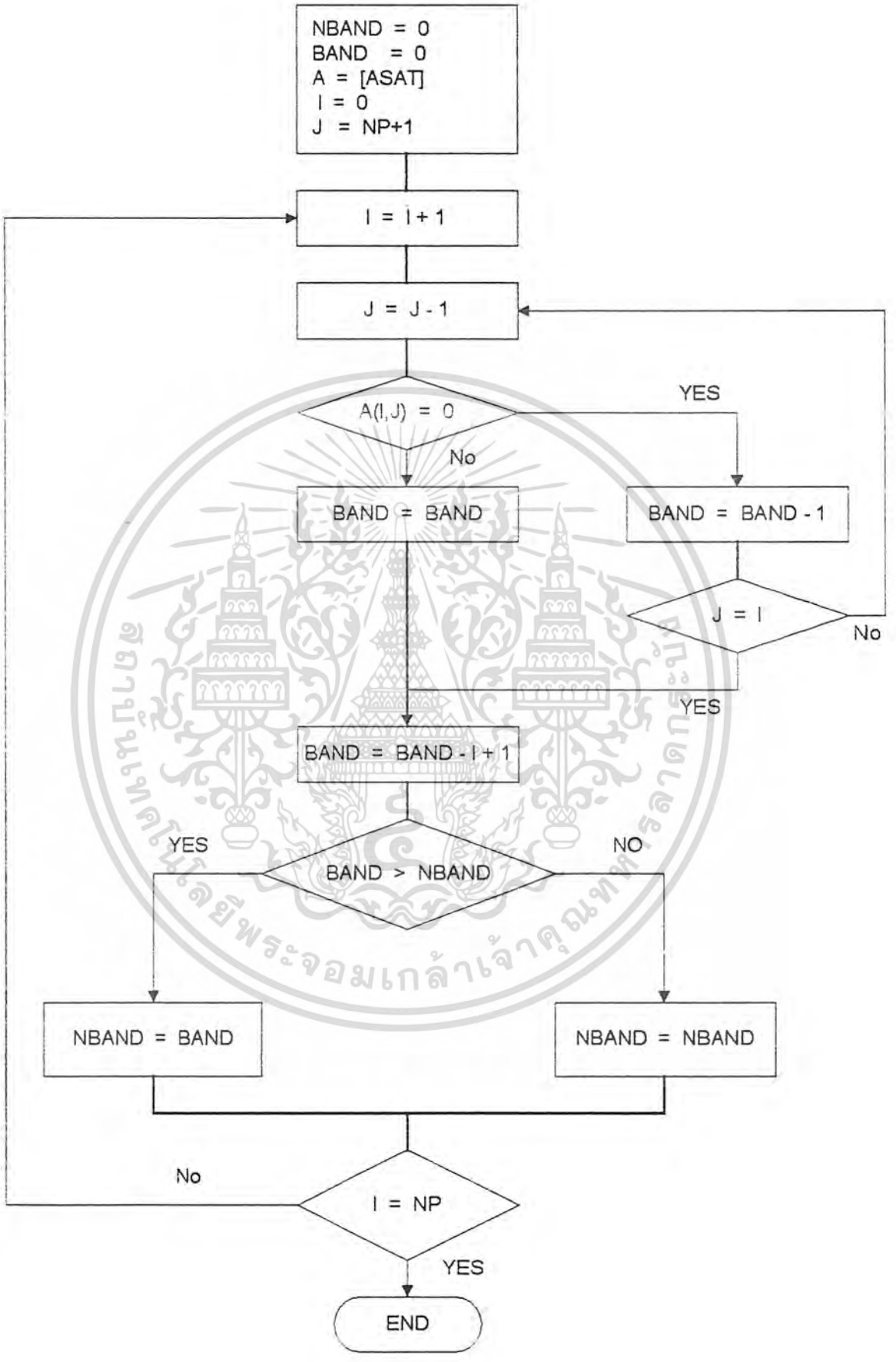
(ขั้นตอนการลดทอนแบบเกาส์-จอร์แดน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



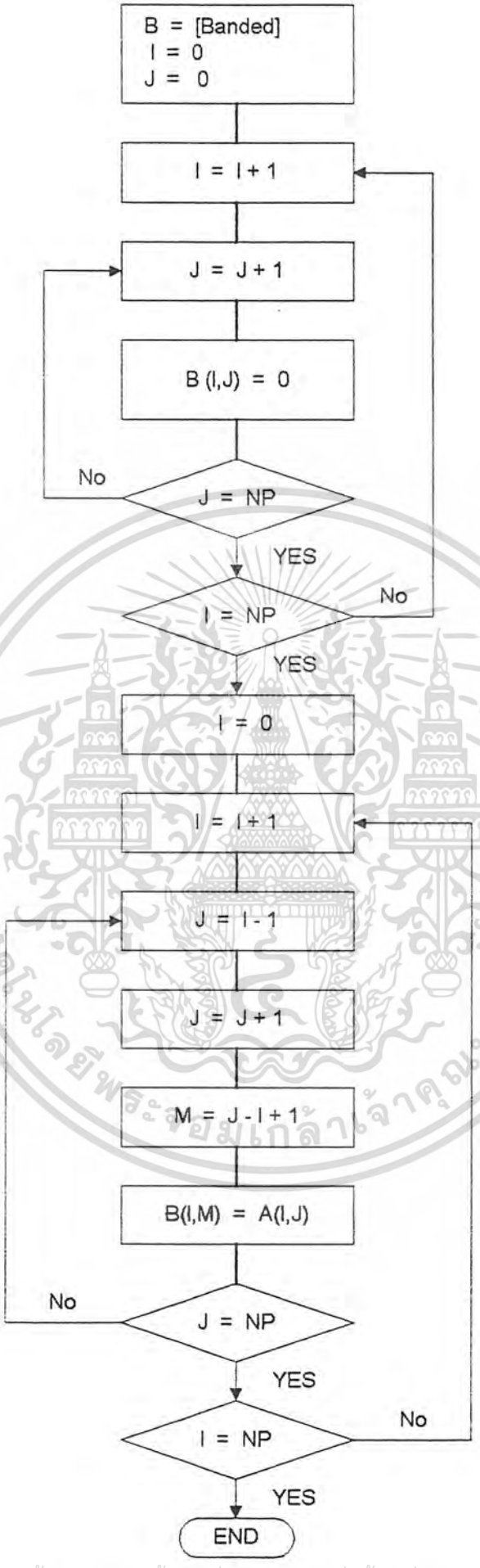
Flowchart แสดงขั้นตอนการสร้าง [P]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



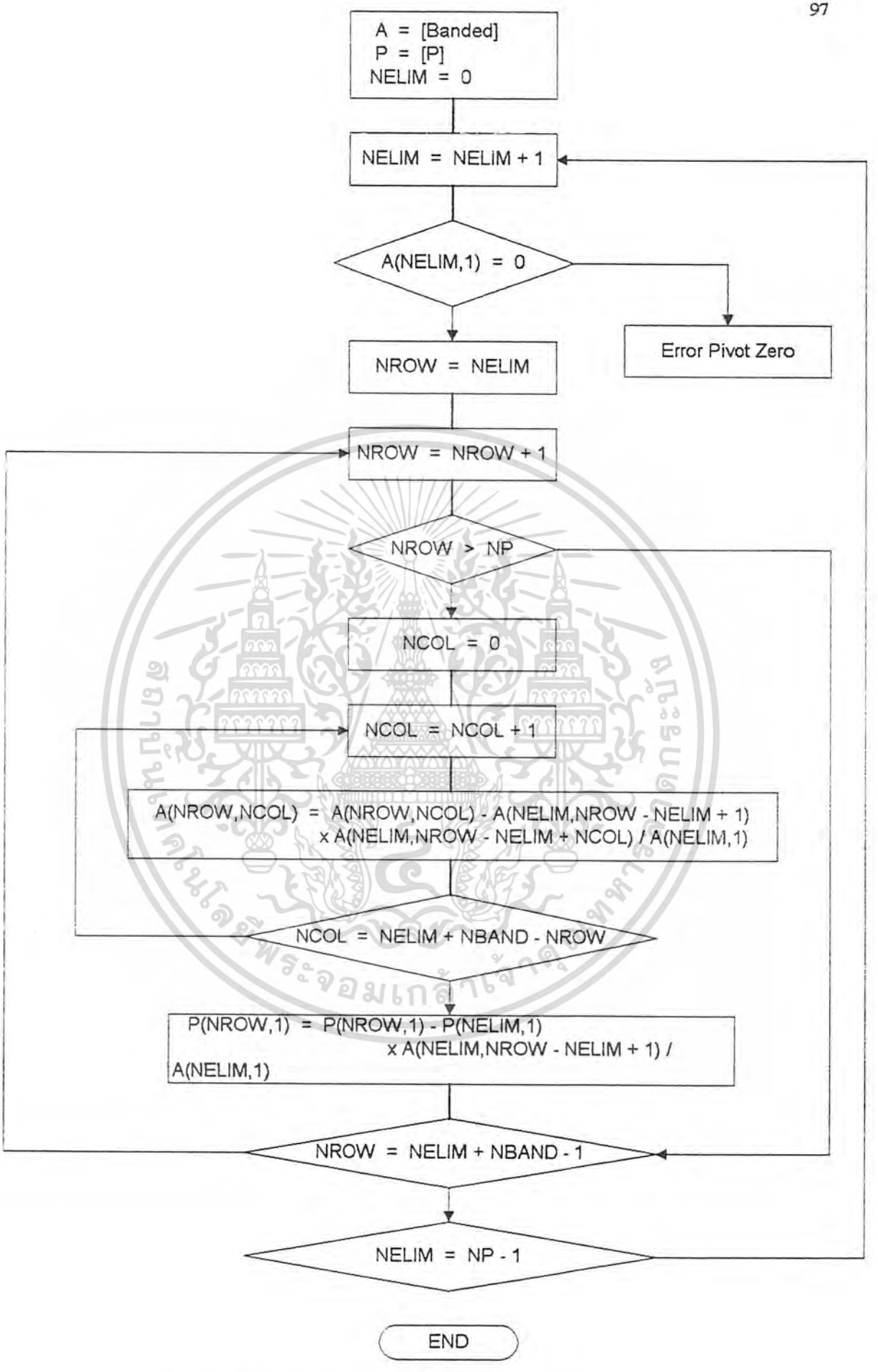
Flowchart การหาค่า NBAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



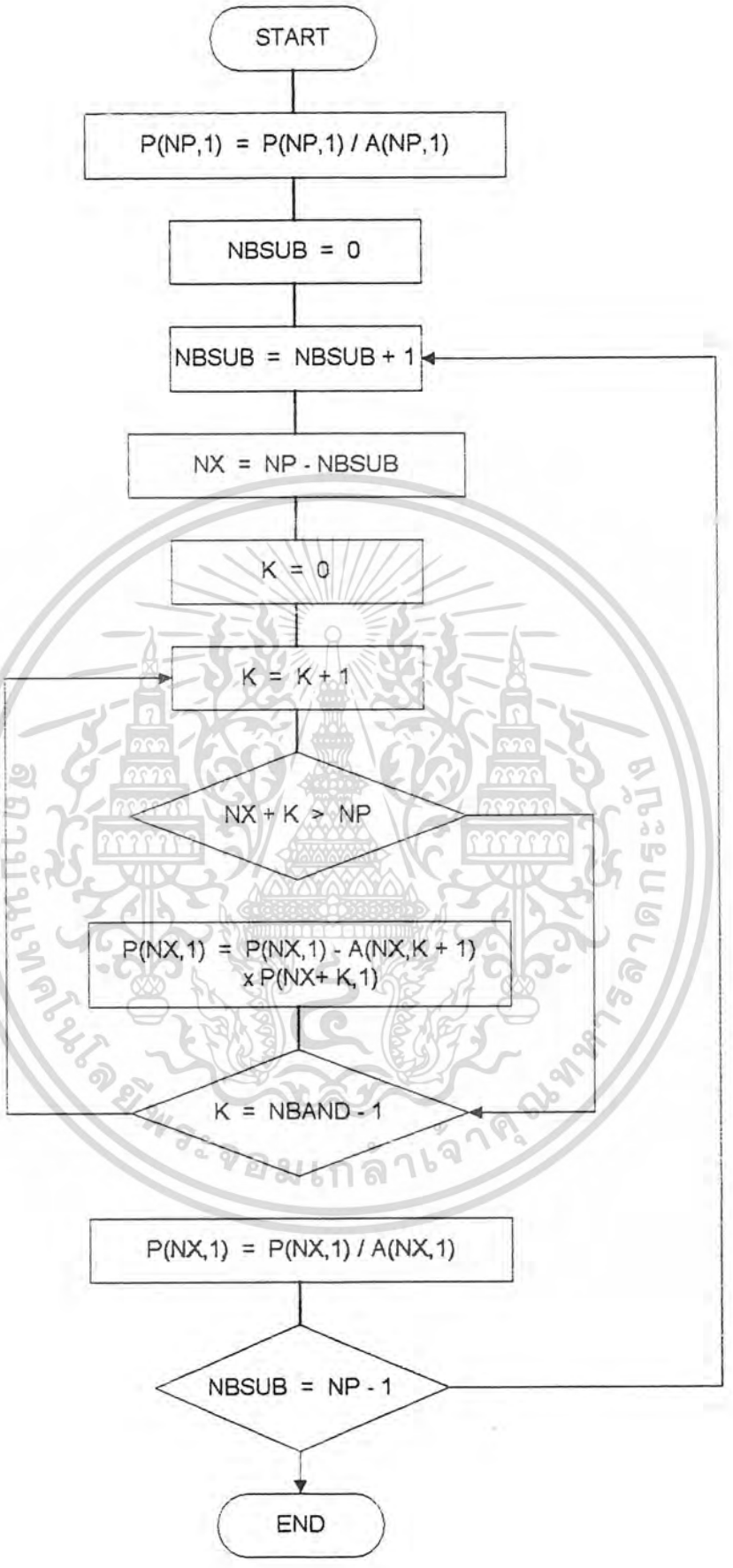
Flowchart แสดงการจัดรูปเป็นแบบ Banded Equation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



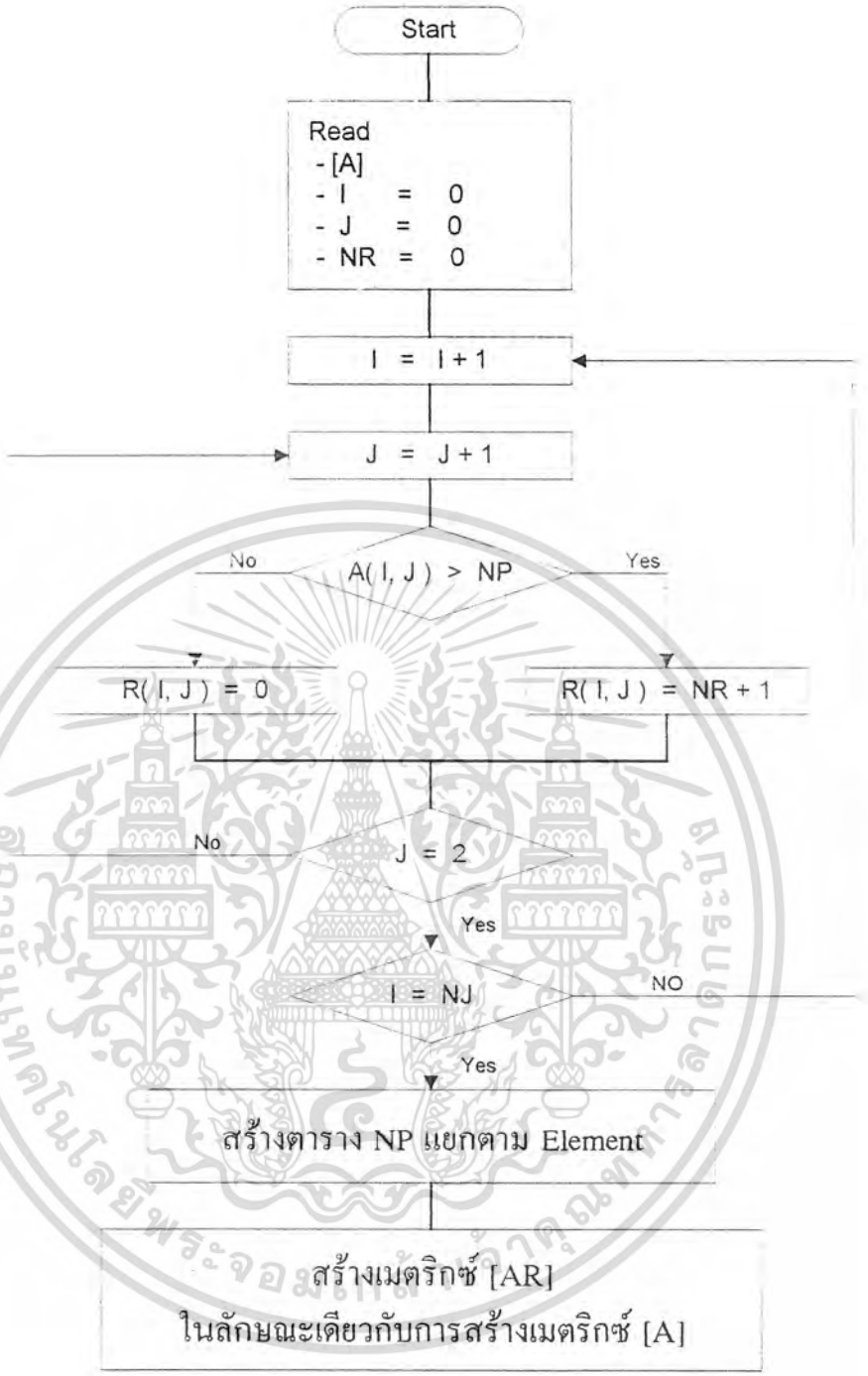
Flowchart แสดงการทำ Forward Elimination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการ Back Substitutions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ [illegible] ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart แสดงการหาเมตริกซ์ [AR]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8 คู่มือประกอบการใช้งานโปรแกรม LTRUSS

(Manual LTRUSS Program)

8.1 เบื้องต้น

โปรแกรม LTRUSS เป็นซอฟท์แวร์สำเร็จรูปสำหรับคำนวณหาค่าการเคลื่อนตัวของจุดต่อ, แรงในแต่ละชิ้นส่วน , แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับและออกแบบหน้าตัดที่เหมาะสมของโครงข้อหมุน 2 มิติ โดยโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วน Analysis ที่จะทำการวิเคราะห์ให้ค่าของการเคลื่อนตัวของจุดต่อ , แรงในแต่ละชิ้นส่วนและแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ ส่วนขนาดของหน้าตัดจะสามารถออกแบบได้จากส่วนของ Design

โปรแกรมนี้ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุนด้วยวิธี Displacement Method โดยพัฒนาโปรแกรมจากภาษา Visual Basic Version 3.0 แล้วทำการ compile เป็น Execute File (ltruss.exe) ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรม Visual Basic อีก

อย่างไรก็ตาม Execute File ที่พัฒนามาจาก Visual Basic จะต้องใช้โปรแกรม windows ในการทำงาน ดังนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ จะต้องมีโปรแกรม windows อยู่ด้วย สำหรับการปรับปรุงโปรแกรมจะต้องใช้ Source Code และใช้ Visual Basic ตั้งแต่ Version 3.0 ขึ้นไป

การออกแบบโปรแกรม LTRUSS นี้ เน้นการใช้งานให้เหมือนโปรแกรมบน windows ทั่วไป ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งคีย์บอร์ดและเมาส์ รวมทั้งมีการป้อนข้อมูลโดยวิธี Nodal Generation ทำให้ป้อนข้อมูลได้ง่ายและสะดวกขึ้น และสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้ในทุกขั้นตอน จนถึงผลของการคำนวณและการแสดง Graphics เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจน โดยทั้งข้อมูล input และผลการคำนวณสามารถทำการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้รวมทั้งส่วนของ Graphics ด้วย

8.2 อุปกรณ์และซอฟท์แวร์ที่ต้องใช้ควบคู่กับโปรแกรม LTRUSS

1. ไมโครคอมพิวเตอร์ (ควรเป็น 486DX2-66 RAM 4 MB ขึ้นไป)
2. Mouse
3. จอสี
4. โปรแกรม windows ตั้งแต่รุ่น 3.11 ขึ้นไป
5. เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 การ setup โปรแกรม LTRUSS

เมื่อต้องการที่จะ setup โปรแกรม LTRUSS ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ใส่แผ่น diskette ที่แนบมาท้ายเล่มใน drive A หรือ drive B (drive ที่มีขนาด 3.5 นิ้ว)

2. ทำการ copy ไฟล์จาก drive ที่มีแผ่น diskette ด้วยคำสั่ง

```
c:\xcopy a:\s
```

3. เรียกใช้งานโปรแกรม windows ด้วยคำสั่ง

```
c:\win
```

4. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม windows แล้ว ทำการใช้คำสั่ง New ของโปรแกรม windows (New Program Group) เพื่อสร้างกลุ่มของโปรแกรมใหม่ ชื่อ Civil Design ดังรูปที่ 8.1

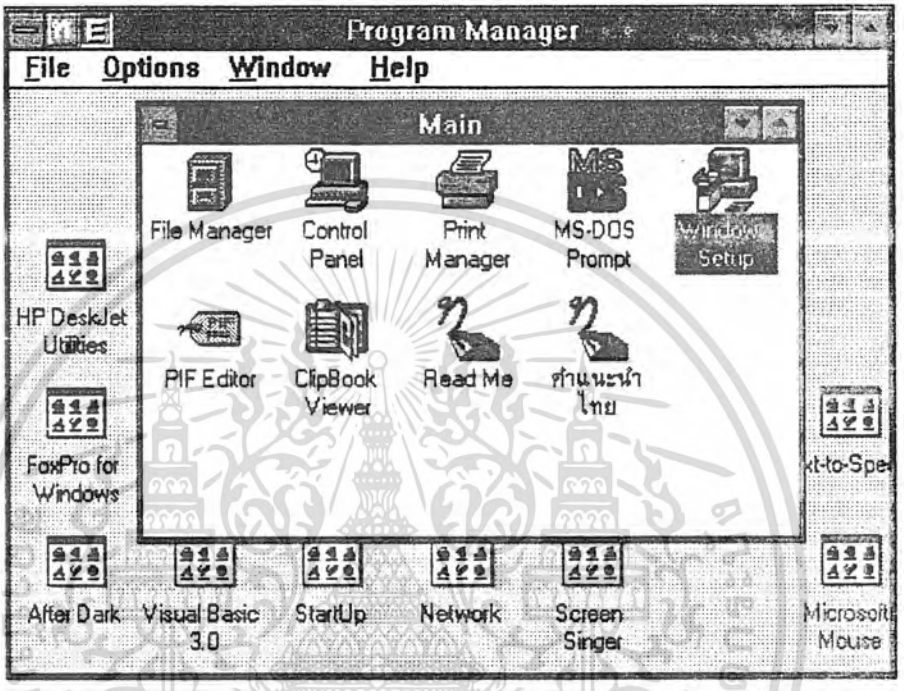
รูปที่ 8.1 สร้าง Program Group "Civil Design"

5. สร้าง icon ของโปรแกรม LTRUSS โดยใช้คำสั่ง New ของโปรแกรม windows (New Program Item) ดังแสดงในรูปที่ 8.2

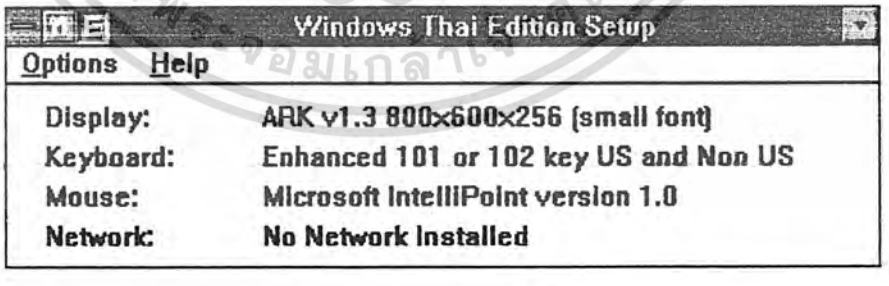
รูปที่ 8.2 สร้าง LTRUSS icon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการ setup windows โดย คลิกส์ที่ icon Windows Setup เพื่อ setup ให้ windows เหมาะสมกับการใช้โปรแกรม LTRUSS ดังแสดงในรูปที่ 8.3 และ 8.4



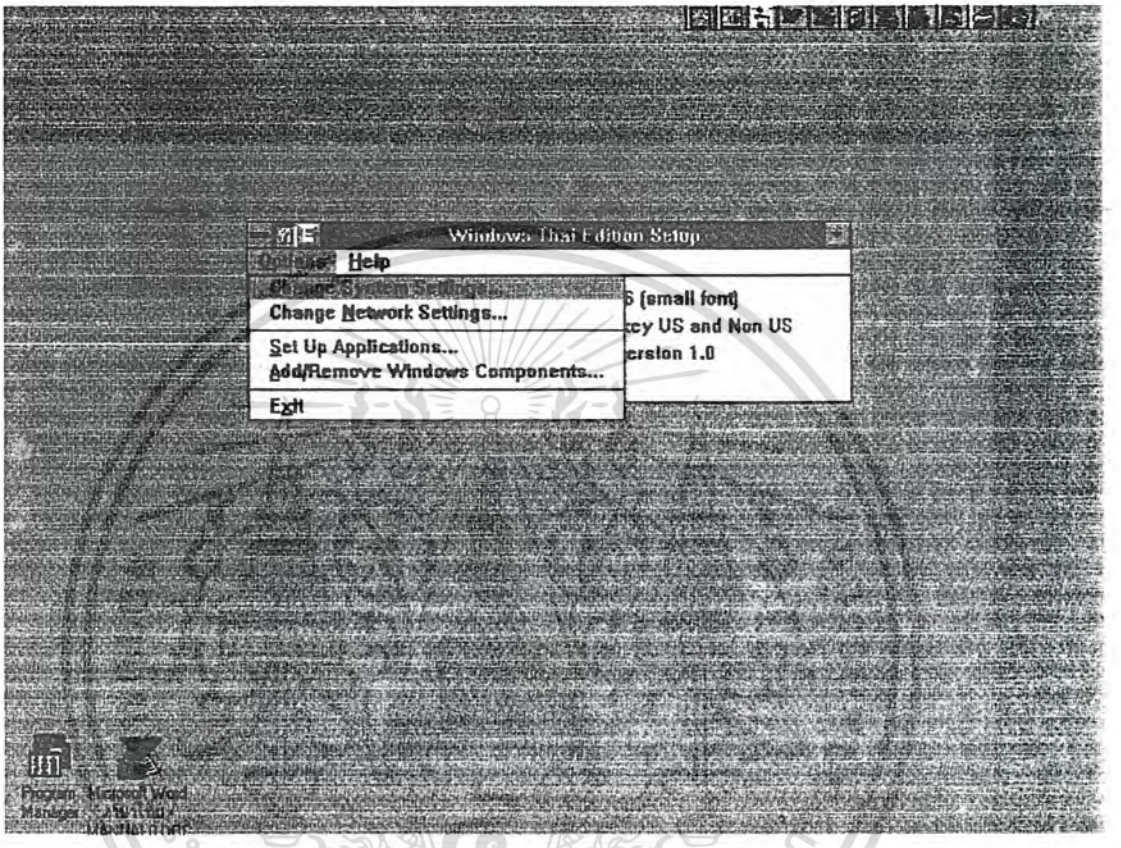
รูปที่ 8.3 Windows Setup ในกลุ่ม Main Program Group



รูปที่ 8.4 Windows Setup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

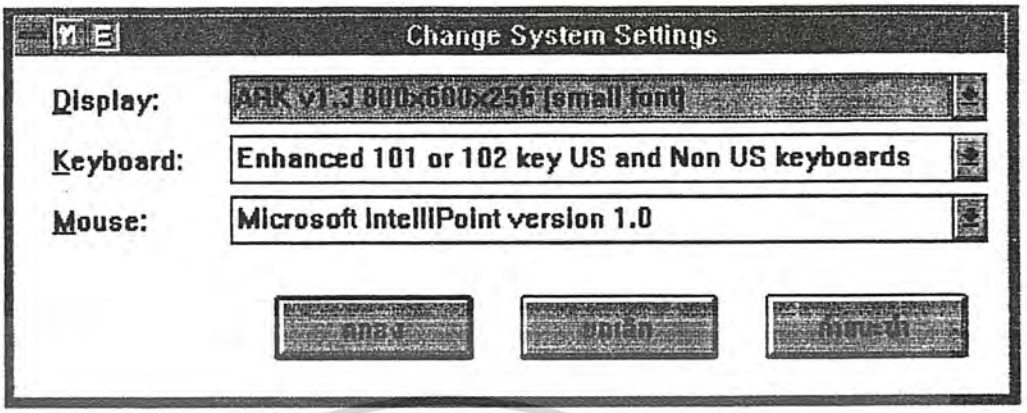
7. เรียกใช้คำสั่ง Change System Setting ใน Option Menu ของ Windows Setup ดังรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 Change System Setting

8. เปลี่ยน Display เป็น 800 x 600 x 256 colors (small font) ดังแสดงในรูปที่ 8.6 (ต้องมีแผ่น setup ของ windows แผ่นที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.6 เปลี่ยน Display

9. เมื่อได้ทำการ setup โปรแกรมเรียบร้อยแล้ว สามเรียกใช้โปรแกรม LTRUSS ได้ดังจะกล่าวในตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.4 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

เมื่อต้องการใช้งานโปรแกรม LTRUSS ให้ปฏิบัติดังนี้

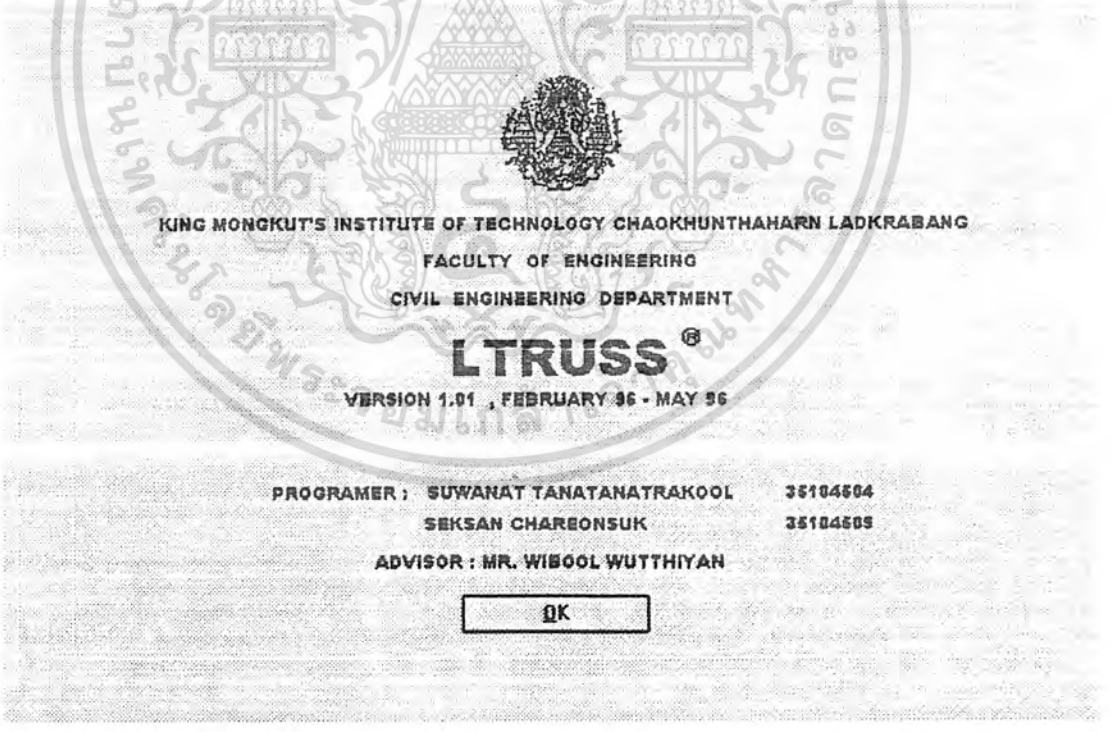
1. กรณีที่กำลังทำงานบน DOS สามารถเรียก Execute File ของโปรแกรม LTRUSS (ltruss.exe) ได้จาก DOS โดยเข้าไปยัง directory ที่ได้ทำการติดตั้ง (install) โปรแกรมเอาไว้แล้ว ทำการพิมพ์ชื่อไฟล์ลงไป

c:\civil\ltruss

หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการเรียกโปรแกรม ltruss.exe พร้อมกับเข้าไปยังโปรแกรม windows ให้โดยอัตโนมัติ

2. กรณีที่กำลังทำงานบน windows สามารถเรียกโปรแกรม LTRUSS ได้โดยทำการคลิกเมาส์ที่ ltruss icon เพื่อทำการเรียก ltruss.exe ได้

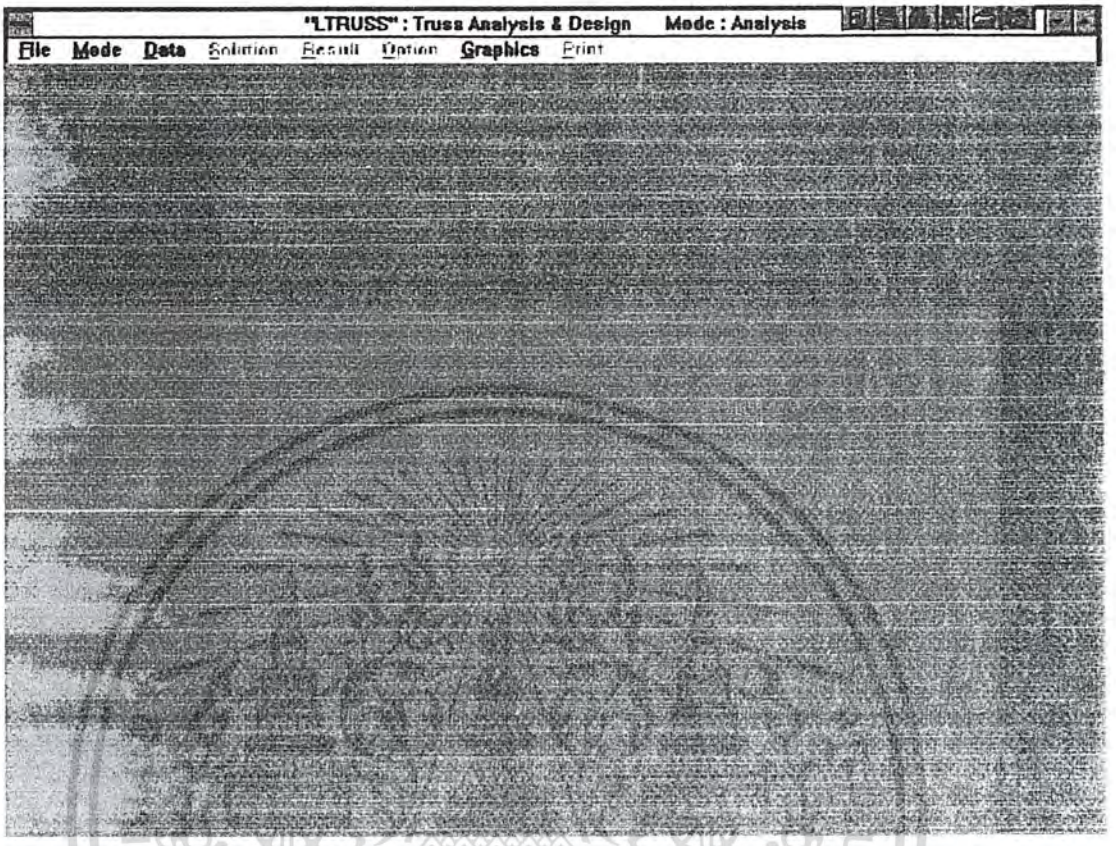
หลังจากที่ได้ปฏิบัติตามกรณีใดกรณีหนึ่งใน 2 กรณีดังกล่าวข้างต้น โปรแกรมจะเริ่มเข้าสู่การทำงาน ดังแสดงในรูป 8.7



รูปที่ 8.7 แสดงการเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม LTRUSS

เมื่อทำการคลิกเมาส์ที่ OK โปรแกรมจะแสดง เมนูหลัก (Main Menu) ของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 8.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



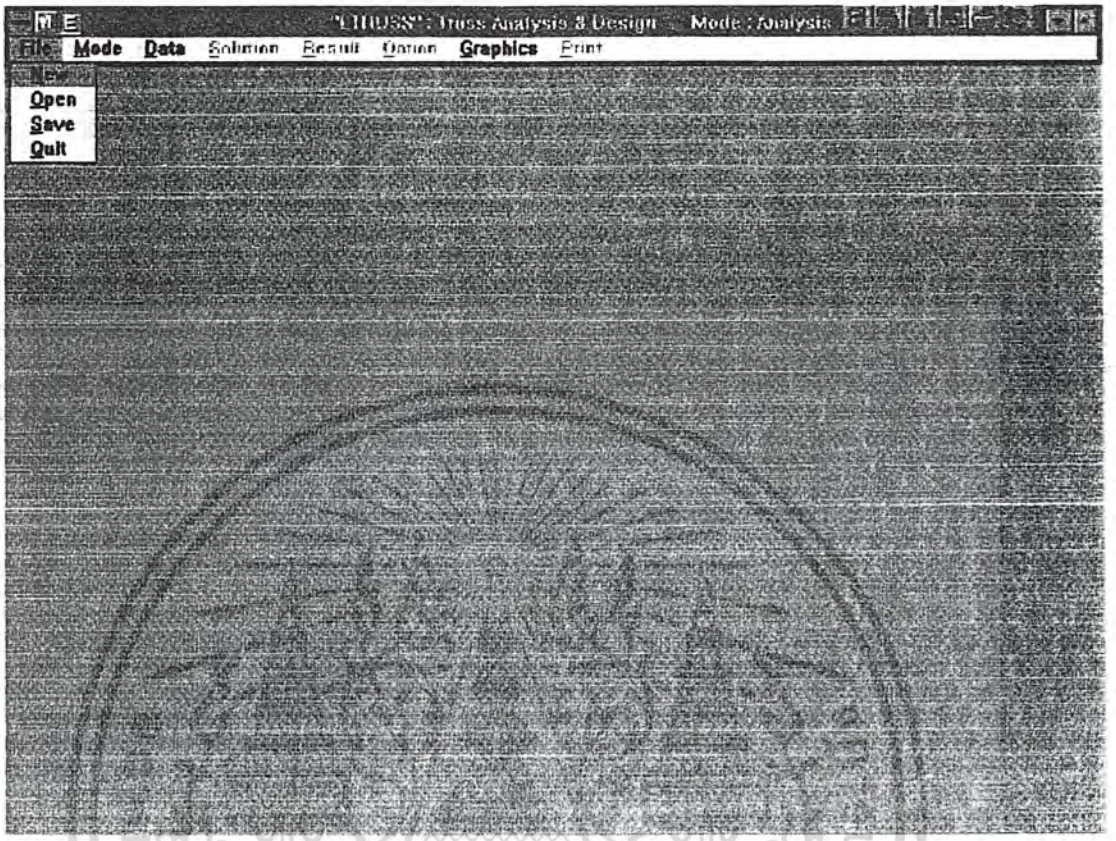
รูปที่ 8.8 แสดง เมนูหลัก (Main Menu) ของ ltruss

เมนูหลักของโปรแกรมจะประกอบด้วยเมนูบาร์ ดังต่อไปนี้

File Menu

เป็นการจัดการเกี่ยวกับข้อมูล โดยคลิกเมาส์ที่ File หรือใช้ Hot keys คือ Alt + F แล้วจะมีเมนูย่อย (sub menu) ปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 8.9 ซึ่งประกอบด้วย เมนูย่อยต่างๆ ดังนี้

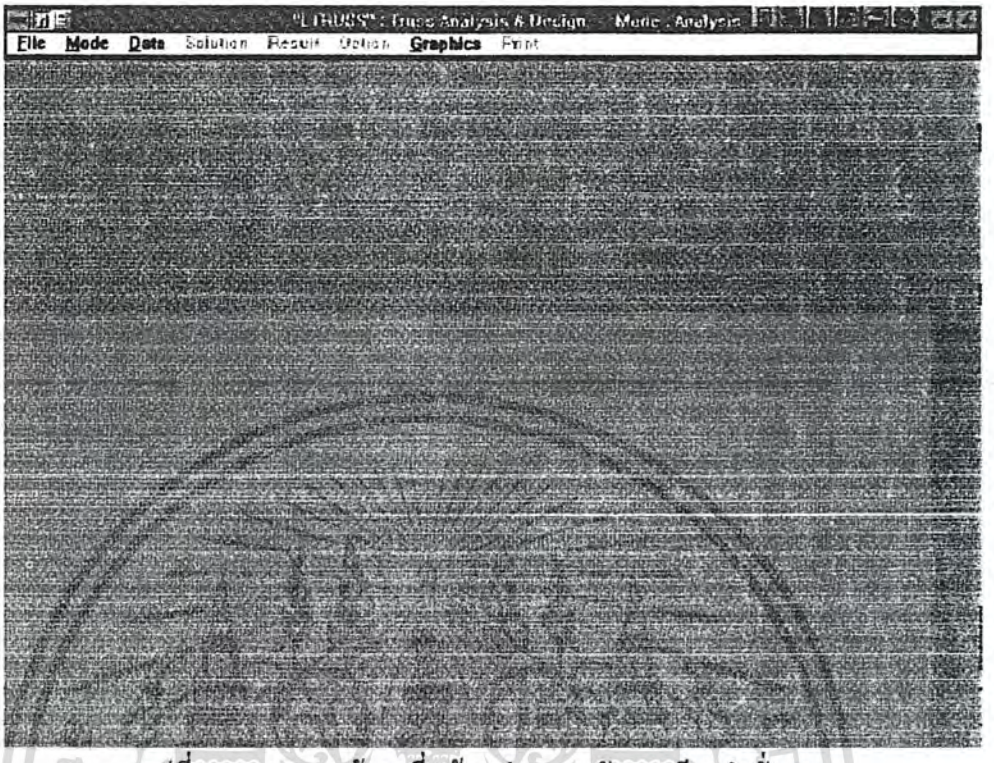
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.9 แสดง เมนูย่อย ของ File Menu

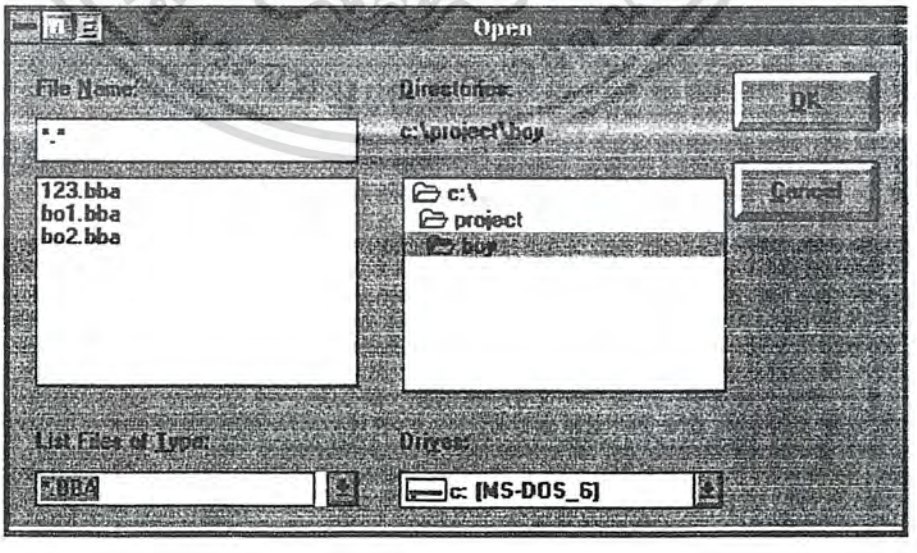
New ใช้ในการเริ่มต้นโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการรีเซตข้อมูลทั้งหมดเพื่อเตรียมรับข้อมูลใหม่โดยการคลิกเมาส์ที่ File และ New ตามลำดับ แล้วหน้าจอจะแสดงสภาพที่พร้อมทำงานดังรูปที่ 8.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.10 แสดงหน้าจอที่พร้อมทำงานหลังจากเรียกคำสั่ง New

Open ใช้ในการเรียกข้อมูลเดิมที่ได้ทำการจัดเก็บไว้ใน File ใดๆ เพื่อนำมาทำการหา Solution อีกครั้ง หรือเพื่อทำการแก้ไขข้อมูลบางส่วน โดยสามารถเข้าสู่ Menu Open ได้โดยการคลิกเมาส์ที่ File และ Open ตามลำดับ แล้วหน้าจอจะแสดง ดังรูปที่ 8.11

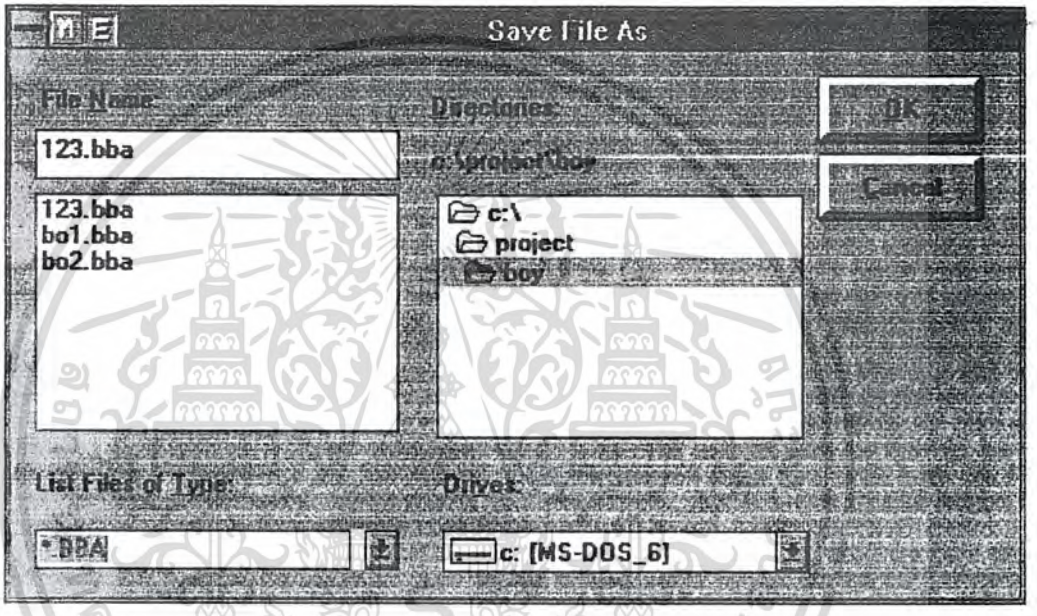


รูปที่ 8.11 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Open

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการเลือก Drive และ Directory ที่ต้องการเปิด File ของข้อมูลที่ต้องการ แล้วจึงทำการเลือกชื่อ File ที่ต้องการ และเลือกปุ่ม OK เพื่อทำการเปิด File นั้นๆ

Save ใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการในส่วนของ Input ทั้งหมด สามารถทำการเรียก Menu Save ได้โดยการคลิกเมาส์ที่ File และ Save ตามลำดับ หน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 ไดอะล็อกบ็อกซ์ Save File

ทำการเลือก Drive และ Directory ที่ต้องการจัดเก็บ File ที่ต้องการเอาไว้แล้วจึงพิมพ์ชื่อ File.BBA ที่ต้องการในกรณีเลือก Menu New หรือต้องการเปลี่ยนชื่อ File ที่จะจัดเก็บ แต่ถ้าต้องการเก็บใน Fileเดิมสามารถเลือกปุ่มOKได้โดยไม่ต้องพิมพ์ชื่อ File หลังจากการSaveแล้วจะมีไดอะล็อกบ็อกซ์ขึ้นมาเตือน ดังรูปที่ 8.13 แล้วจึงเรียกปุ่ม OK ทำให้กลับเข้าสู่ส่วนของ Main Menu ตามปกติ

รูปที่ 8.13 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Save File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

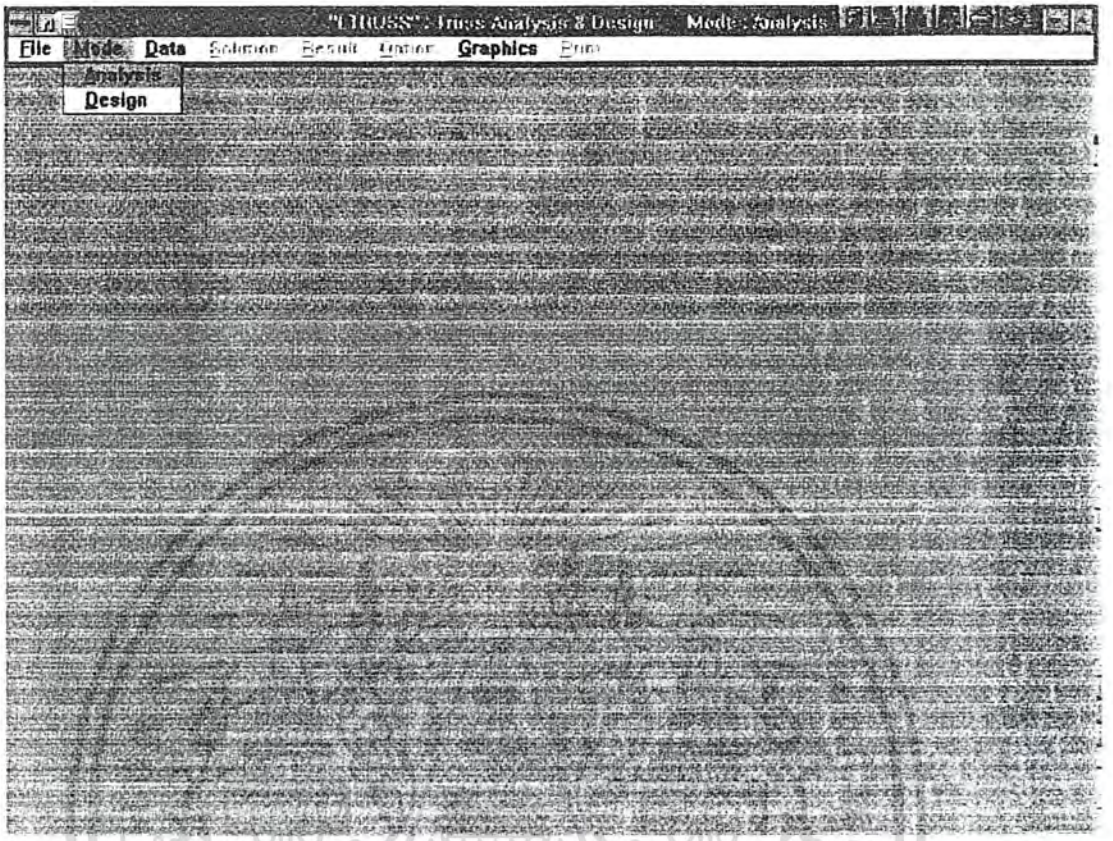
Quit ใช้ในการออกจากโปรแกรม sttruss ไปยังส่วนของ Program Manager สามารถเข้าสู่ Menu Quit ได้โดยการคลิกเมาส์ที่ File และ Quit ตามลำดับ แล้วจากนั้นจะมีไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Quit ขึ้นมา เพื่อตรวจสอบอีกครั้งว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่ ดังรูปที่ 8.14

รูปที่ 8.14 ไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Menu Quit

Mode Menu

ใช้สำหรับเลือกวิธีการทำงานของโปรแกรม โดยสามารถเข้าสู่ Mode Menu ได้ โดยการคลิกเมาส์ที่ Mode หรือการใช้ Hot Keys ด้วย Alt + M แล้วหน้าจอจะแสดง เมนูย่อย ดังรูปที่ 8.15 โดยจะประกอบด้วย เมนูย่อย 2 ส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



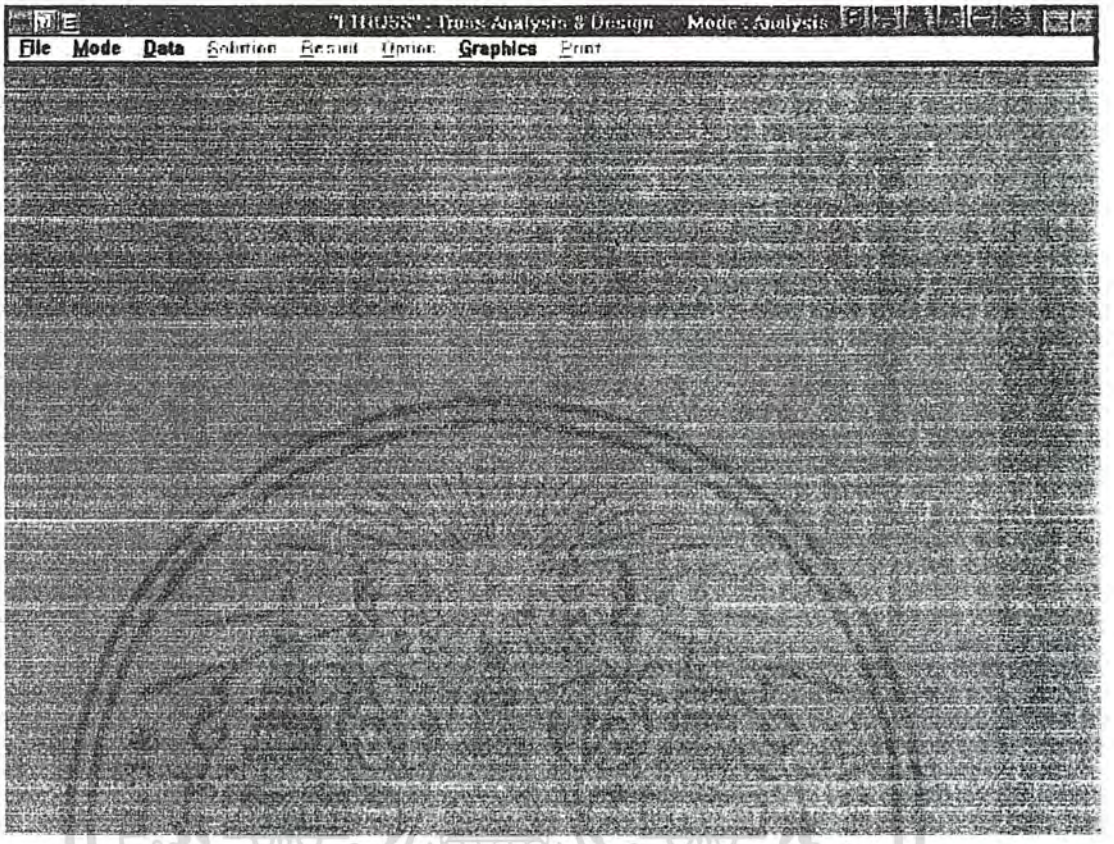
รูปที่ 8.15 เมนูย่อย ของ Mode Menu

ดังนี้ 1. Analysis

2. Design

Analysis จะถูกเลือกเมื่อผู้ใช้ต้องการใช้โปรแกรมเมื่อพิจารณาถึงแรงที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วน แรงปฏิกริยา และการเคลื่อนตัว เมื่อผู้ใช้ทราบค่าของชนิดและขนาดหน้าตัดของเหล็กที่จะใช้ โดยสามารถทำการเข้า Menu Analysis ได้ โดยการคลิกเมาส์ที่ Mode และ Analysis ตามลำดับ หลังจากนั้นหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 8.16

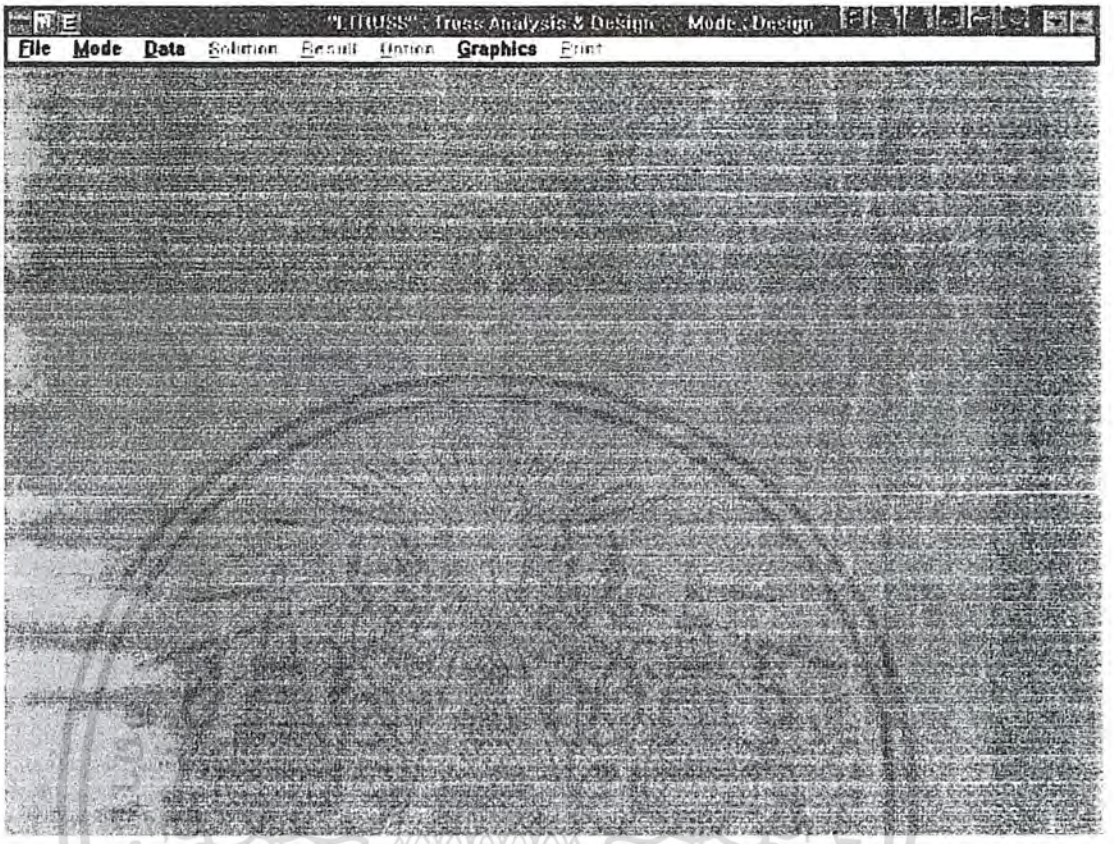
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.16 แสดงหน้าจอเมื่อเลือก Mode Analysis

Design จะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องการหาขนาดหน้าตัดเหล็กที่เหมาะสมสำหรับโครงข้อหมุนที่มีอยู่รวมถึงแรงในชิ้นส่วน แรงปฏิกิริยาและการเคลื่อนตัวของจุดต่อ โดยสามารถเข้าสู่ Menu Design ได้โดยคลิกเมาส์ที่ Mode และ Design ตามลำดับ แล้วหน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

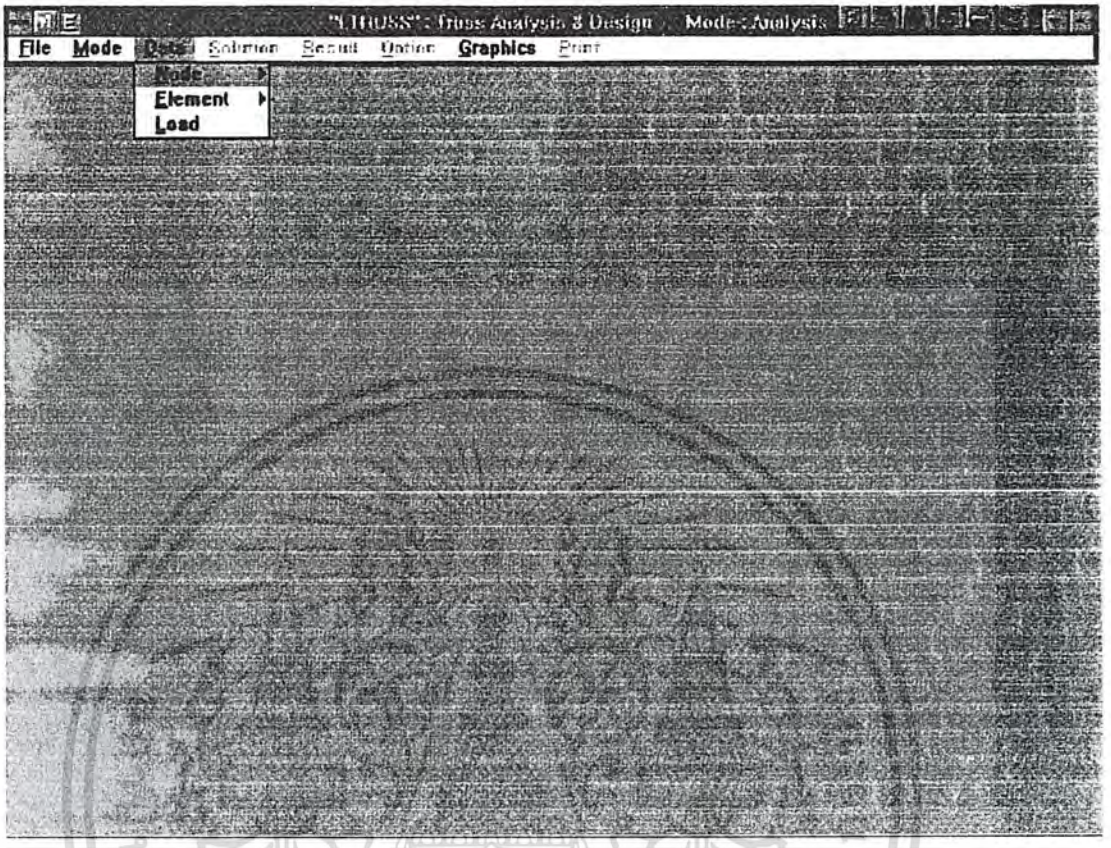


รูปที่ 8.17 แสดงหน้าจอเมื่อเลือก Mode Design

Data Menu

เป็นส่วนที่ใช้รับข้อมูลทั้งหมด สามารถเข้าไปยัง Menu ได้โดยการคลิกเมาส์ที่ Data ในเมนูบาร์ แล้วหน้าจอจะแสดงเมนูย่อย ซึ่งประกอบด้วย Node , Element และ Load ดังรูปที่ 8.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.18 แสดงเมนูย่อยของ Data Menu

Node จะแบ่งเป็น 2 เมนูย่อย คือ

- Coordinate เป็นส่วนที่รับค่าจำนวนของ node ทั้งหมด ตำแหน่งของ node ตามพิกัด X , Y โดยใช้หน่วยเป็น เซนติเมตร
- Boundary จะรับค่าของสภาวะของ node ที่เป็นจุดรองรับ ว่ามีการยึดแน่นในแนวแกนใด X , Y หรือทั้ง 2 แนวแกน

Element แบ่งเป็นอีก 2 เมนูย่อยดังนี้

- Connectivity เป็นส่วนรับค่าจำนวนของ element ทั้งหมด และค่าของ node เริ่มต้นและ node สิ้นสุดของแต่ละ element
- Material Property จะแตกต่างกันตาม Mode ของการคำนวณ

  Analysis จะทำการรับค่าของจำนวน set ของชิ้นส่วนทั้งหมด ชนิดของเหล็กและขนาดหน้าตัด พร้อมทั้งอันดับของชิ้นส่วน (Element list) ในแต่ละ set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

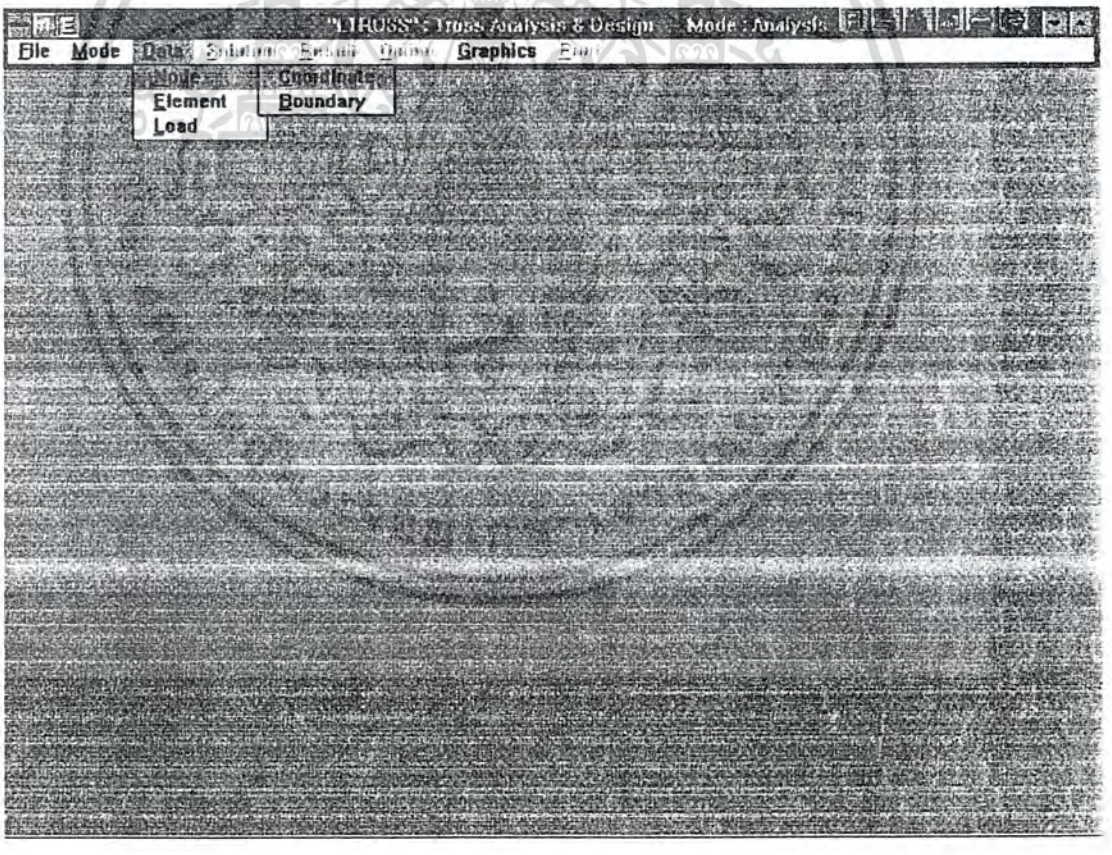
Design จะรับข้อมูลในลักษณะเดียวกับ Analysis แต่จะไม่รับข้อมูลในส่วนของ ขนาดหน้าตัดของชิ้นส่วนเท่านั้น

Load เป็นเมนู สุดท้ายในส่วนของ Data Menu โดยจะรับข้อมูลของแรงกระทำภายนอกที่กระทำต่อ node ต่าง ๆ โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม

สำหรับการป้อนข้อมูลในส่วนของ Data Menu สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

เมื่อได้ทำการคลิกเมาส์ที่ New ใน File Menu และเลือก Mode ของการทำงานแล้วเมื่อคลิกเมาส์ที่ Data ก็จะแสดงเมนูย่อยทั้งหมดออกมา ให้ปฏิบัติดังนี้

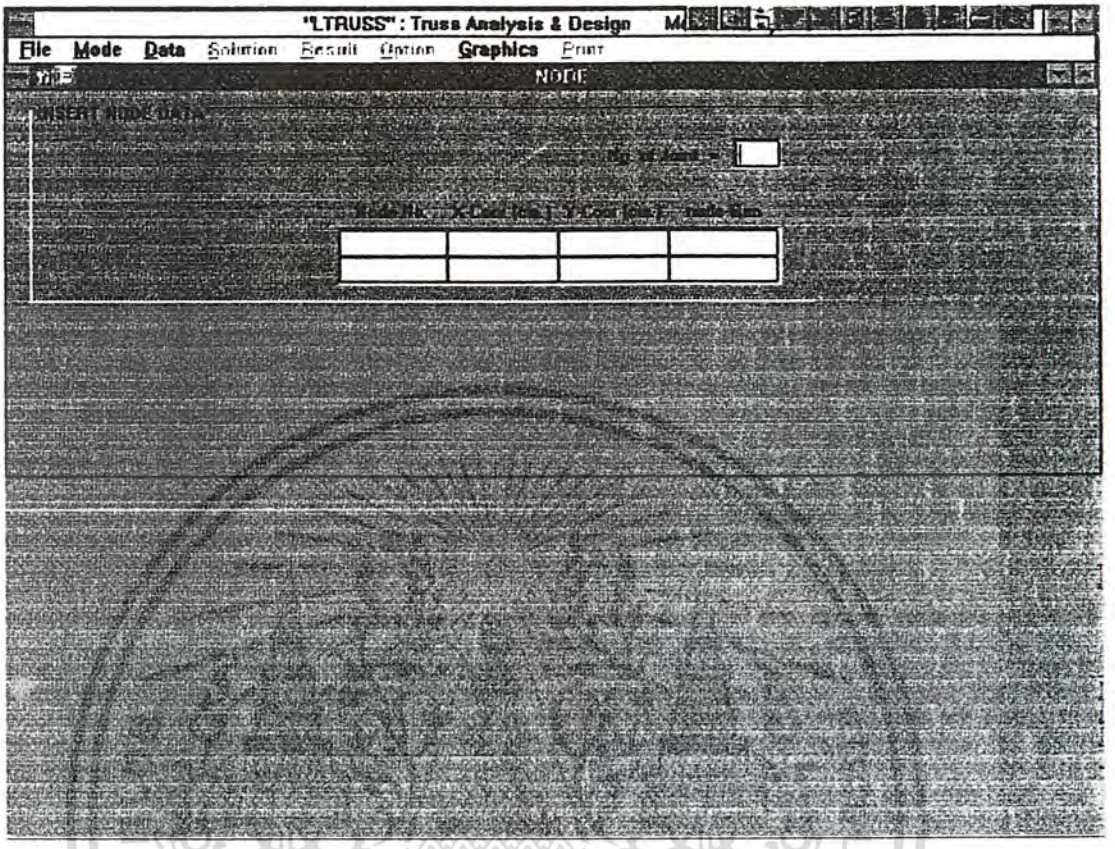
1. เลือก Coordinate Menu ในส่วนของ Node Data ดังรูปที่ 8.19



รูปที่ 8.19 แสดงการเริ่มต้นป้อนข้อมูลใน Coordinate Menu

เสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการโหลด ฟอร์มรับข้อมูลขึ้นมาดังรูปที่ 8.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

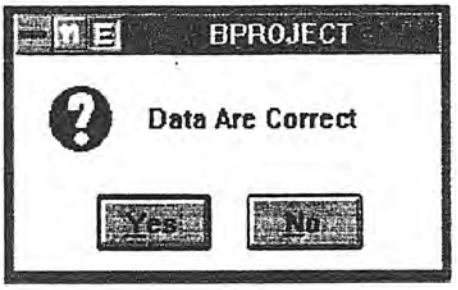


รูปที่ 8.20 ฟอร์มรับข้อมูลในส่วนของ Coordinate

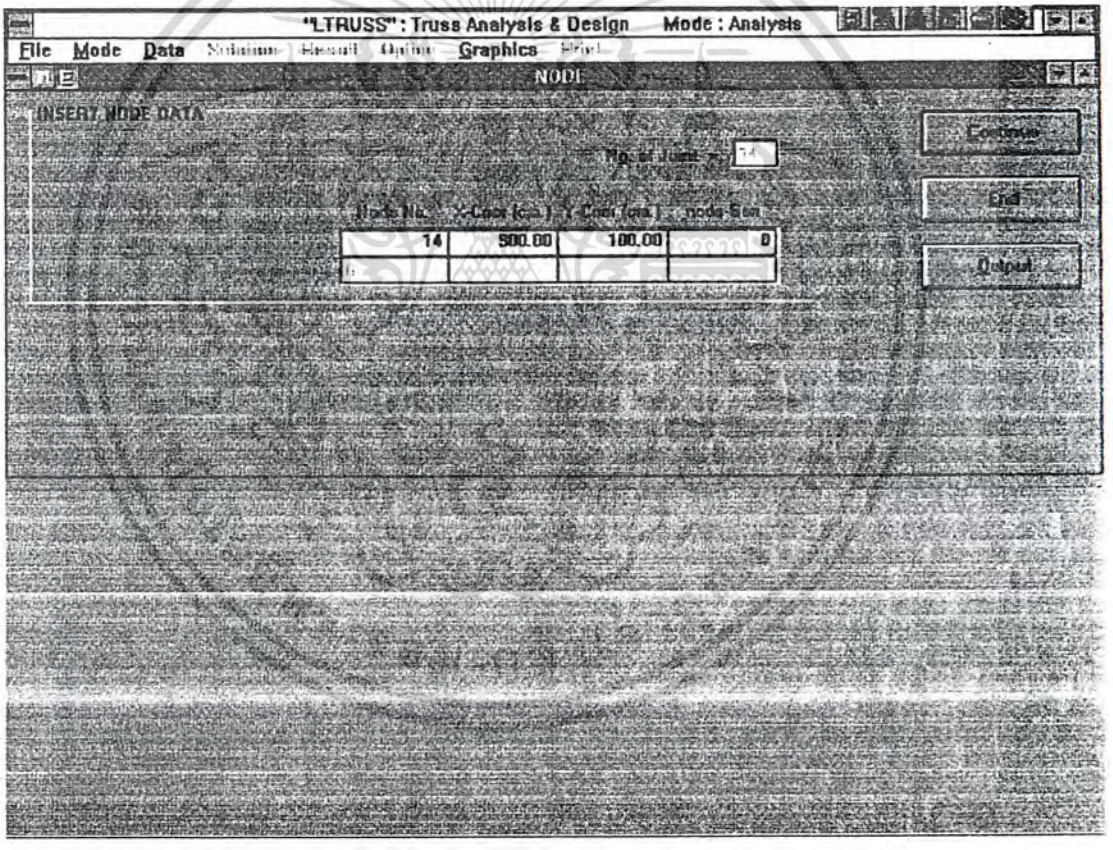
2. ป้อนจำนวนของ node ทั้งหมดในช่อง No. of Joint = แล้วกด Enter

3. โปรแกรมจะเลื่อนเคอร์เซอร์มาที่ Node No. ให้ป้อนค่าอันดับของ node แล้วกด Enter เพื่อป้อนข้อมูลในส่วนของ พิกัด X และพิกัด Y และสุดท้ายคือการป้อน Node Gen. เมื่อกด Enter โปรแกรมจะให้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้งดังแสดงในรูปที่ 8.21 ถ้าข้อมูลถูกต้องให้เลือก Yes เพื่อป้อนข้อมูลของ node ต่อไป แต่ถ้าต้องการแก้ไขข้อมูลให้เลือก No โปรแกรมจะย้อนกลับไปข้อมูลเดิมตั้งแต่ Node No. โดยในการป้อนข้อมูลได้มีการ set เครื่องหมาย / ให้หมายถึงข้อมูลเหมือนกับช่องด้านบน และเมื่อป้อนข้อมูลครบทุก node แล้วให้พิมพ์ 0 ที่ Node No. ตามด้วย Enter โปรแกรมจะแสดงปุ่มสำคัญขึ้นมา 3 ปุ่ม ดังรูปที่ 8.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



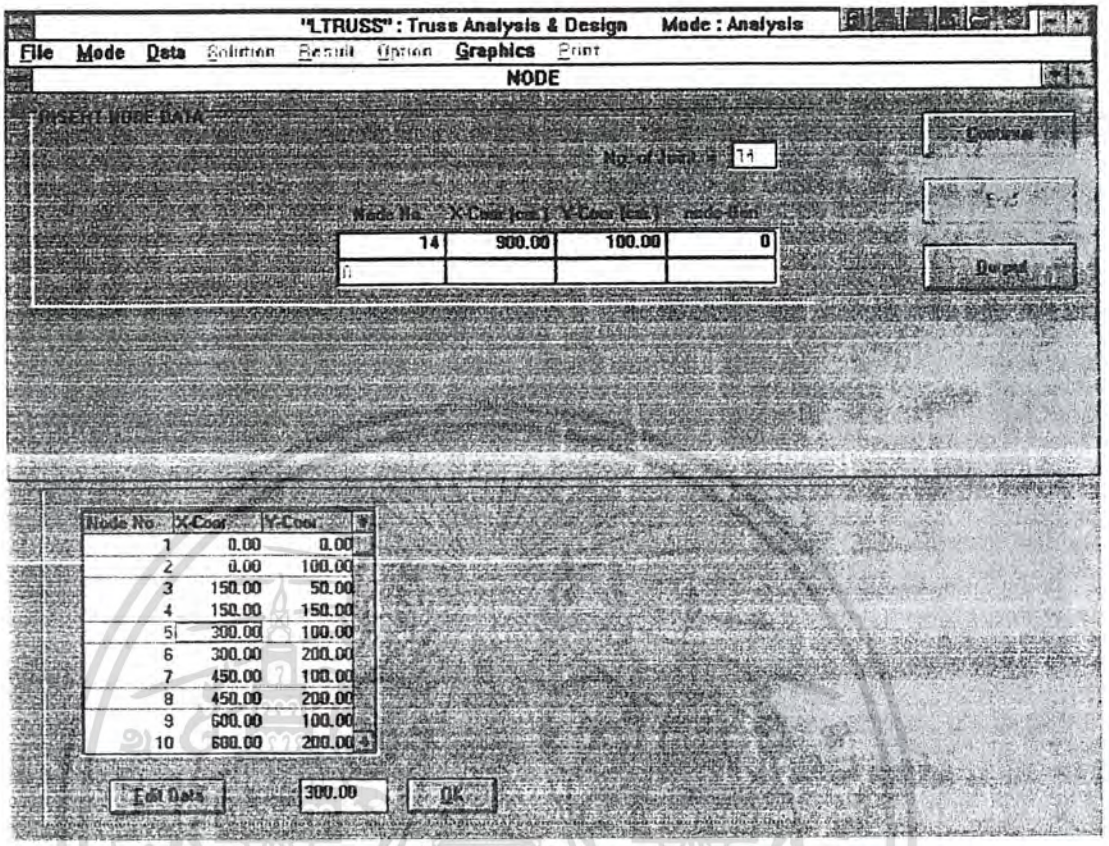
รูปที่ 8.21 แสดงการตรวจสอบข้อมูลแต่ละ node



รูปที่ 8.22 แสดงปุ่มสำคัญ 3 ปุ่ม

4. เลือกปุ่ม Output เมื่อต้องการตรวจสอบข้อมูลอีกครั้ง ดังรูปที่ 8.23 และเลือกปุ่ม Edit เมื่อต้องการแก้ไขข้อมูลโดยคลิกเมาส์ในข้อมูลที่ต้องการแล้วพิมพ์ค่าใหม่ลงไป ตามด้วย OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

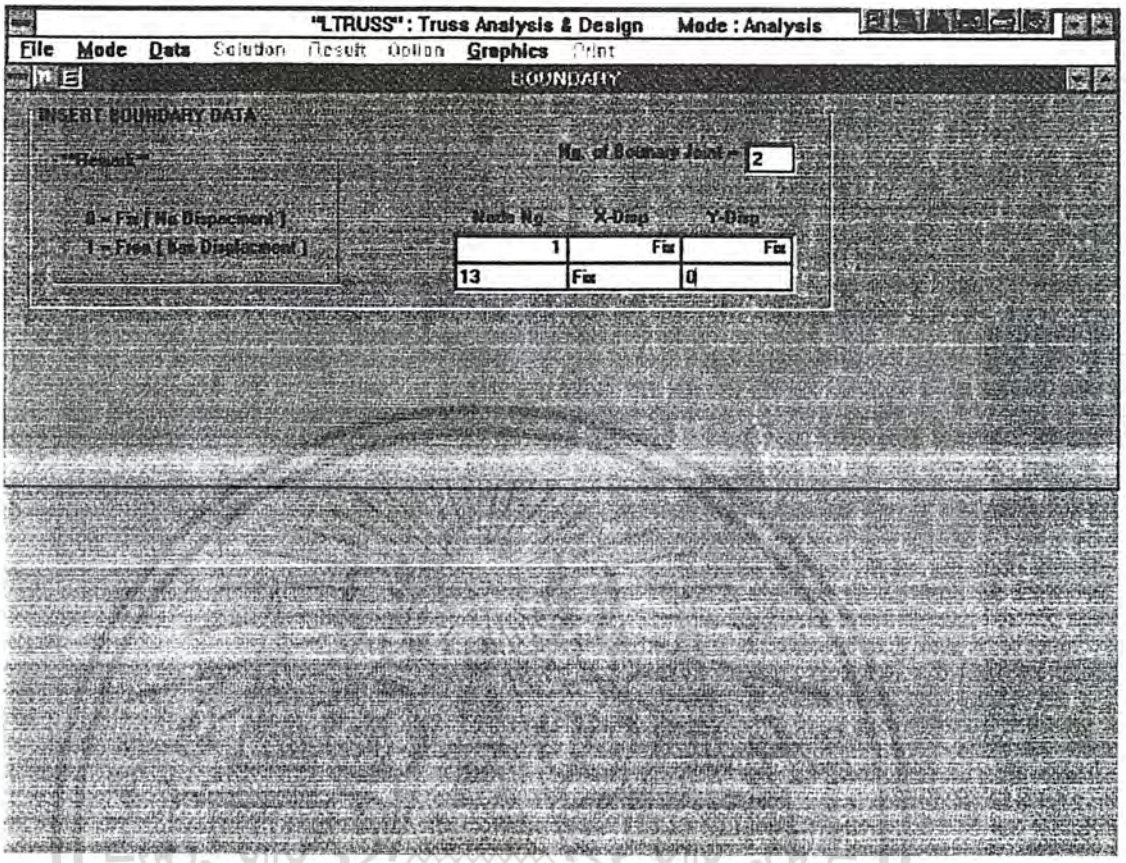


รูปที่ 8.23 แสดง Output และการ Edit ข้อมูล

5. เลือกปุ่ม End ในกรณีที่เริ่มโปรแกรมด้วย Open และต้องการแก้ไขข้อมูลในส่วนนี้เท่านั้นโดยข้อมูลในส่วนอื่น ๆ เหมือนเดิม โดยโปรแกรมจะตัดเข้าไปในส่วนคำนวณทันที

6. เลือกปุ่ม Continue เมื่อมั่นใจว่าข้อมูลถูกต้องแล้ว โดยโปรแกรมจะทำการโหลดฟอร์มรับข้อมูลในส่วนของ Boundary ขึ้นมาโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 8.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

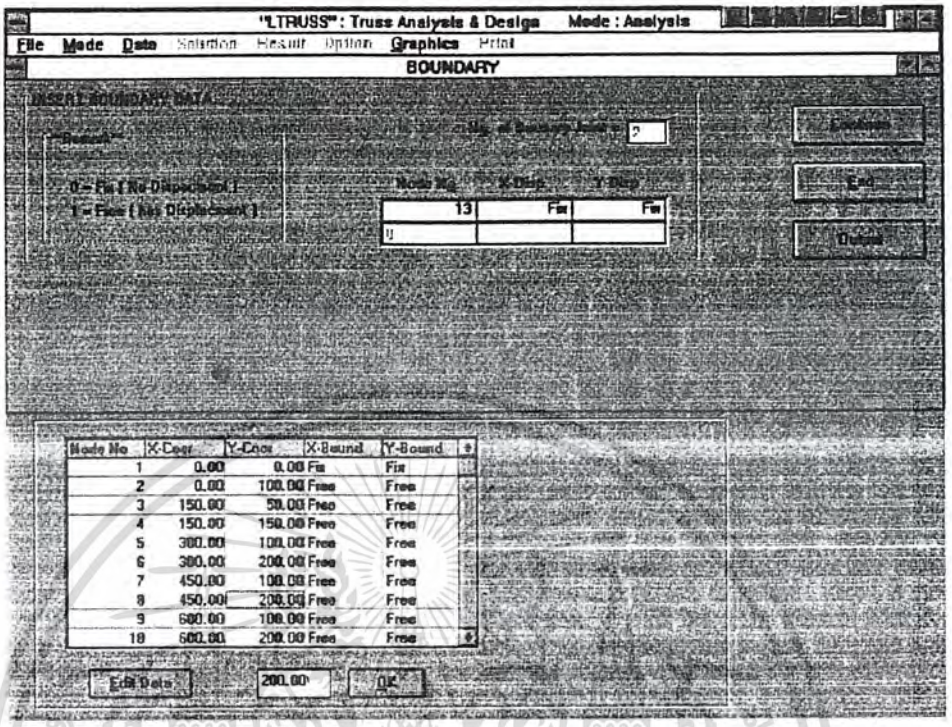


รูปที่ 8.24 Boundary Menu ในส่วนของ Node Data

7. ทำการป้อนจำนวนของจุดรองรับและสภาวะการยึดแน่นในแต่ละจุด โดยโปรแกรมได้ทำการ set ให้ 0 หมายถึงการยึดแน่นในแนวแกนนั้น และ 1 หมายถึงการเป็นอิสระ ในกรณีของ node ที่ไม่ได้ป้อนค่าจะ default ให้เป็นอิสระทั้ง 2 แนวแกน เมื่อป้อนข้อมูลครบแต่ละ node จะมีการตรวจสอบข้อมูลเช่นเดิม และเมื่อครบทุก node ให้พิมพ์ 0 ในช่อง Node No. แล้วกด Enter

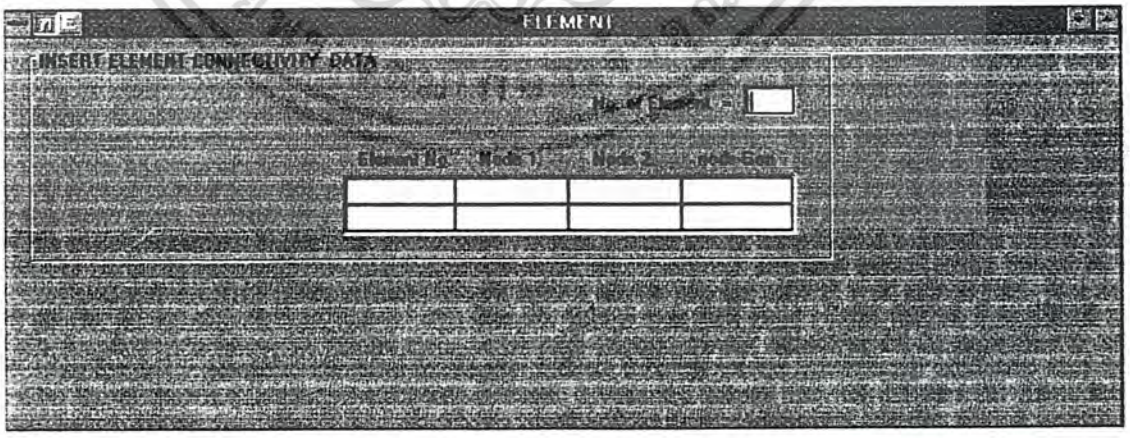
8. กดปุ่ม Output เพื่อตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดอีกครั้งดังรูปที่ 8.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.25 แสดงการตรวจสอบข้อมูล Boundary

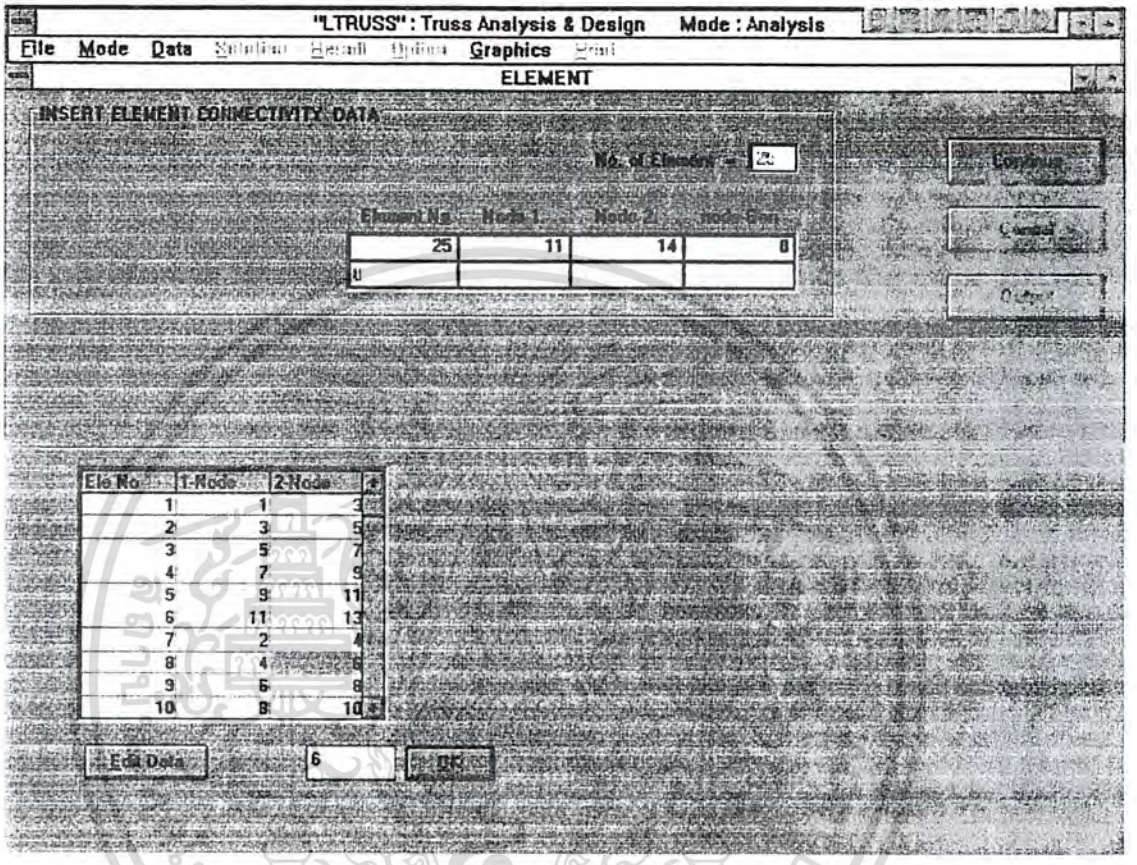
9. กดปุ่ม Continue เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกต้องซึ่งปกติจะสามารถกด Enter แทนได้ทันที หลังจากกดปุ่ม Continue โปรแกรมจะทำการโหลดฟอร์มรับข้อมูลในส่วนของ Connectivity ใน Element Dataขึ้นมาโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 8.26



รูปที่ 8.26 ฟอร์มรับข้อมูล Connectivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทำการป้อนข้อมูลในลักษณะเดียวกับที่ผ่านมาซึ่งจะมีการตรวจสอบข้อมูลและการแก้ไขข้อมูลครั้งสุดท้ายดังรูปที่ 8.27

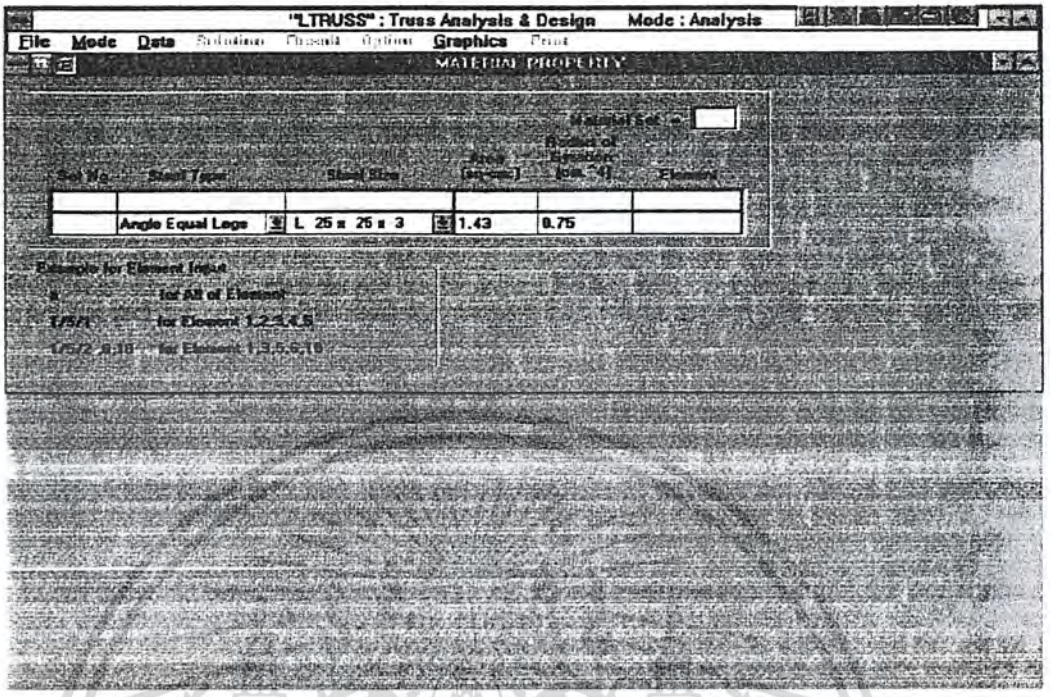


รูปที่ 8.27 การป้อนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล Connectivity

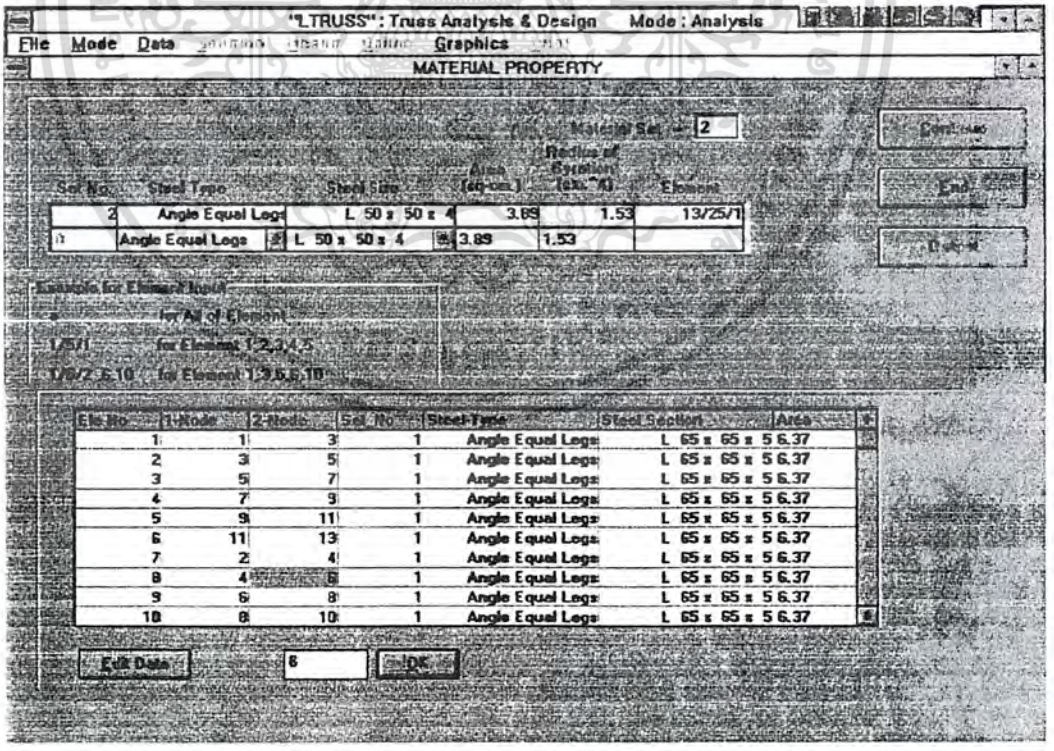
11. จากส่วน Connectivity เมื่อเลือกกดปุ่ม Continue ก็จะเข้าสู่ Menu Material Property ซึ่งจะแตกต่างกันตาม Mode การใช้งาน

- Mode Analysis จะป้อนข้อมูลในส่วนของ จำนวน set , ชนิดเหล็ก , ขนาดหน้าตัด และ Element list ดังแสดงในรูปที่ 8.28 โดยชนิดและขนาดของหน้าตัดเหล็กจะเป็นลักษณะของ Drop Down เพื่อแสดงข้อมูลที่มีให้เลือกทั้งหมดหรืออาจใช้คีย์ลูกศรซ้ายขวาเพื่อเปลี่ยนข้อมูลได้เมื่อเลือกหน้าตัดได้โปรแกรมจะแสดงพื้นที่หน้าตัดและค่ารัศมีไจเรชั่นให้ เมื่อข้อมูลครบให้พิมพ์ 0 ใน Set No. ซึ่งหน้าจอจะแสดงได้ดังรูปที่ 8.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



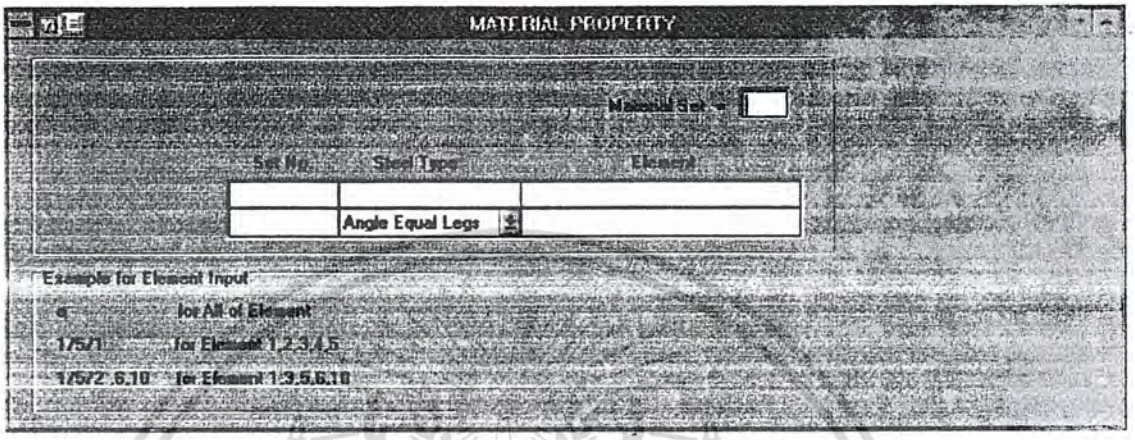
รูปที่ 8.28 Menu Element Data ในส่วนของ Material Property (Mode Analysis)



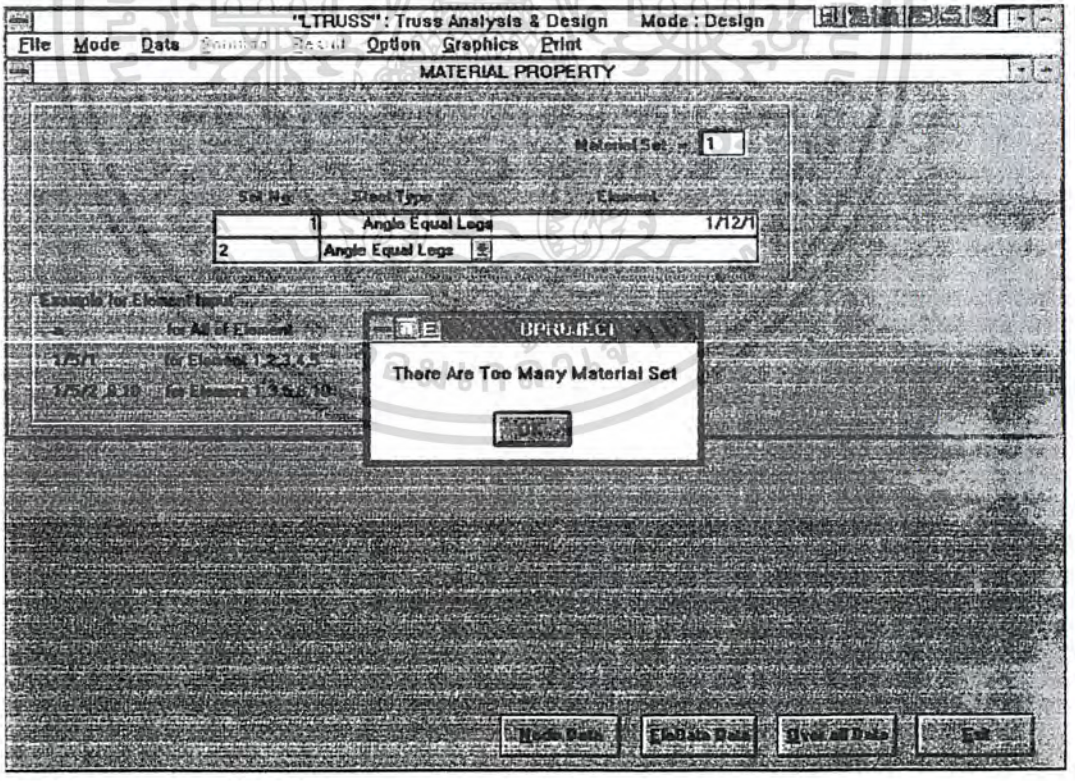
รูปที่ 8.29 Menu Material Property (Mode Analysis) เมื่อป้อนข้อมูลครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mode Design จะมีการป้อนข้อมูลลักษณะเดียวกับ Mode Analysis แต่ไม่ต้องป้อนขนาดของหน้าตัดเท่านั้น ดังรูปที่ 8.30 และเมื่อมีการป้อนข้อมูลผิดพลาดจะมีการเตือนจากโปรแกรมดังรูปที่ 8.31



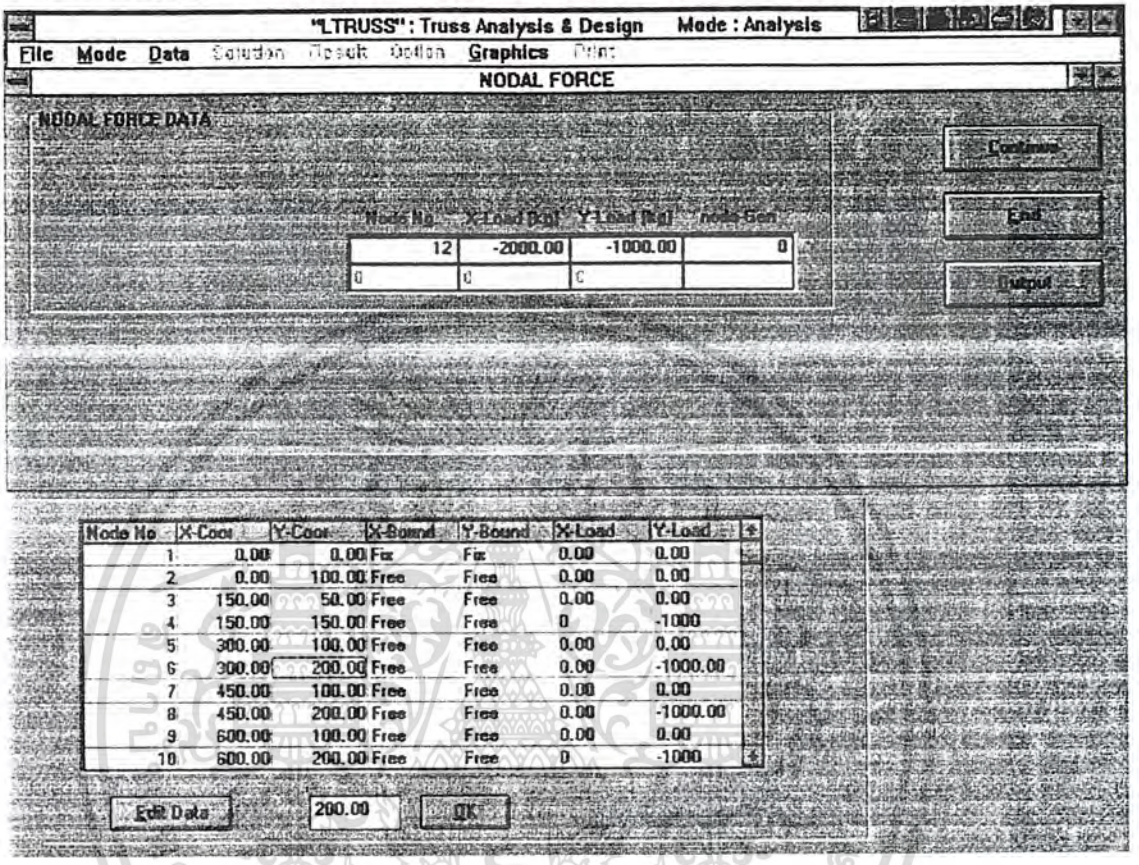
รูปที่ 8.30 Menu Element Data ในส่วนของ Material Properties (Mode Design)



รูปที่ 8.31 แสดงข้อความเตือนเมื่อมีการป้อนข้อมูลผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. Menu สุดท้ายคือ Menu Load Data ซึ่งจะให้ป้อน node ที่มีแรงกระทำ แรงกระทำตามแนวแกน X และแรงกระทำตามแนวแกน Y โดยเมื่อครบแล้ว หน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.32



รูปที่ 8.32 Menu Nodal Force (Load) Data

13. Over all Data

หลังจากที่ทำการป้อนข้อมูลครบทุกขั้นตอนแล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อมูลที่ป้อนทั้งหมดอีกครั้ง โดยมีปุ่มให้เลือกคือ

- Node Data
- Element Data
- Over all Data
- Exit

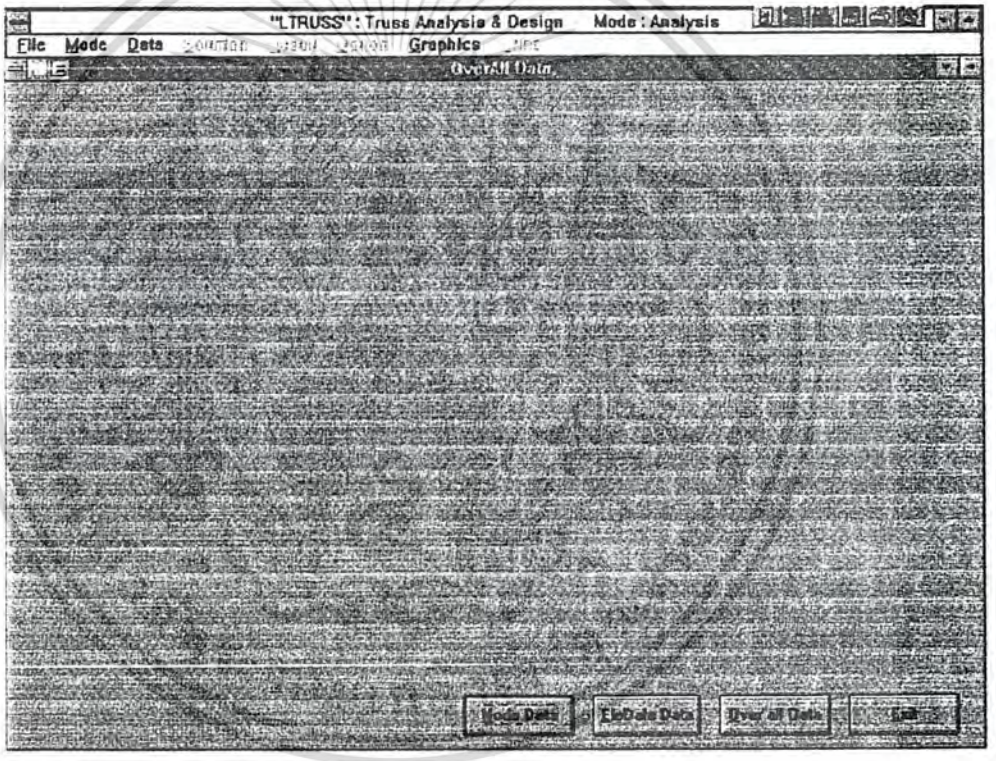
ดังรูปที่ 8.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Node Data ใช้เมื่อต้องการดูข้อมูลในส่วนของ Coordinate , Boundary และแรงกระทำของแต่ละ node โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม Node Data ซึ่งหน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.34

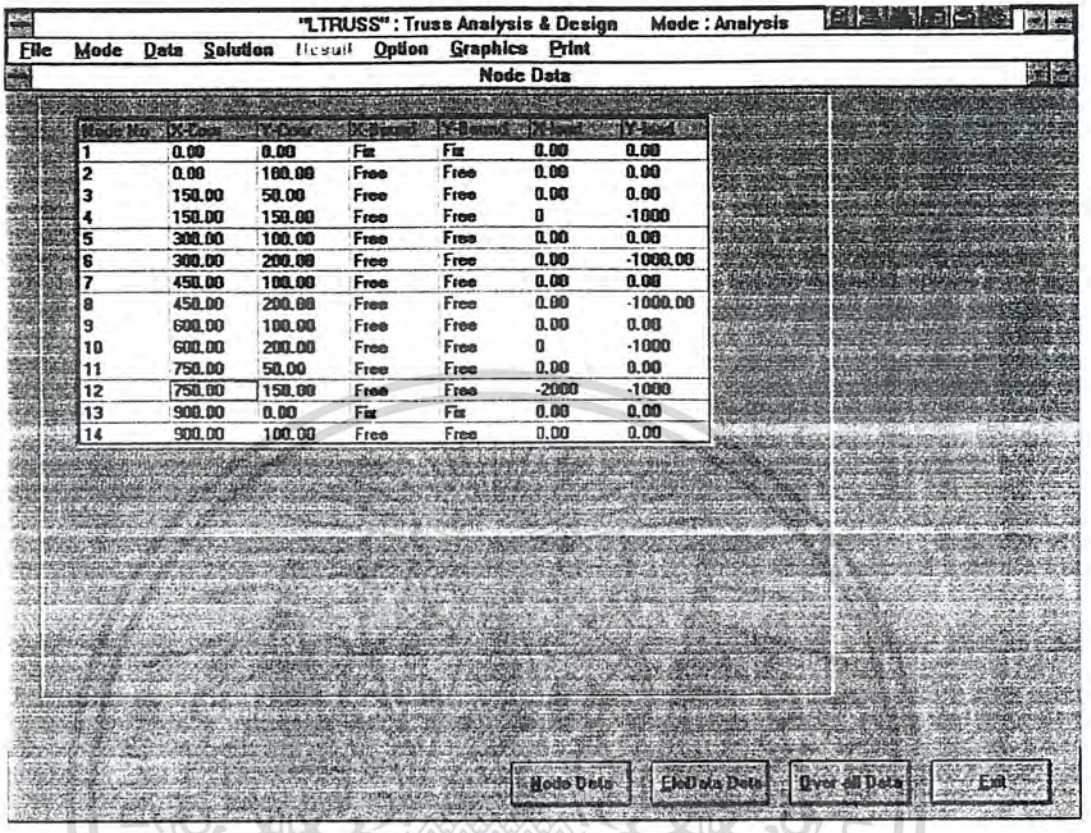
Element Data ใช้เมื่อต้องการดูข้อมูลในส่วนของ Connectivity ชนิดและหน้าตัดของเหล็กที่ใช้ โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม Element Data ซึ่งหน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.35

Over all Data จะแสดงข้อมูลทั้งหมดที่ป้อนไว้ โดยการคลิกเมาส์ที่ Over all Data แล้วหน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.36

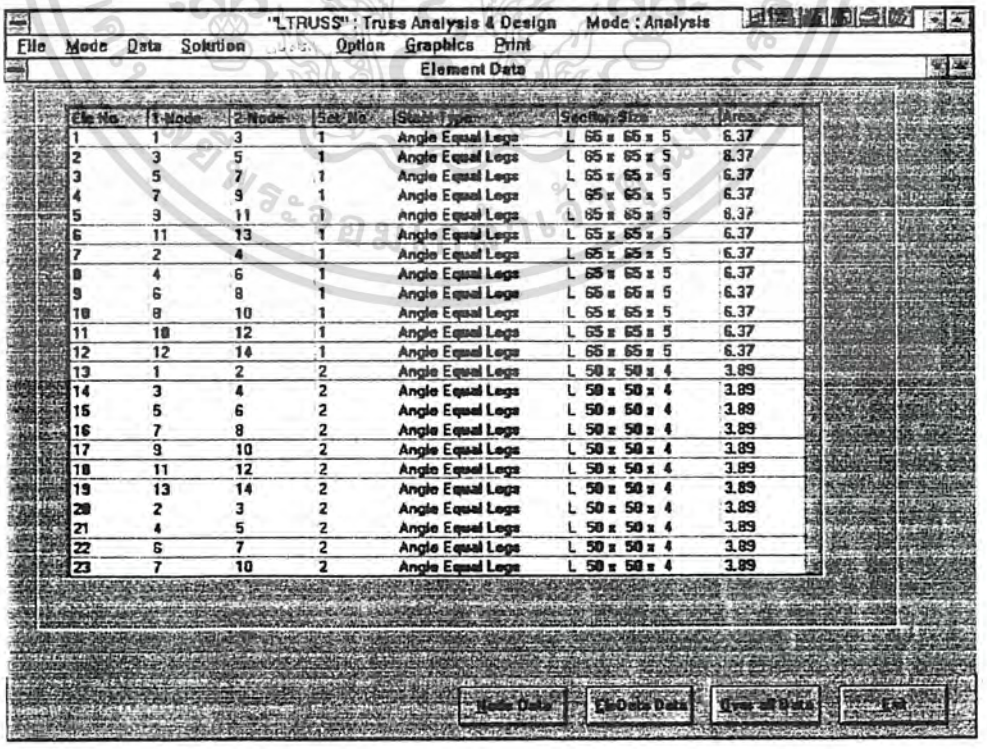


รูปที่ 8.33 ปุ่มเลือกเพื่อตรวจสอบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

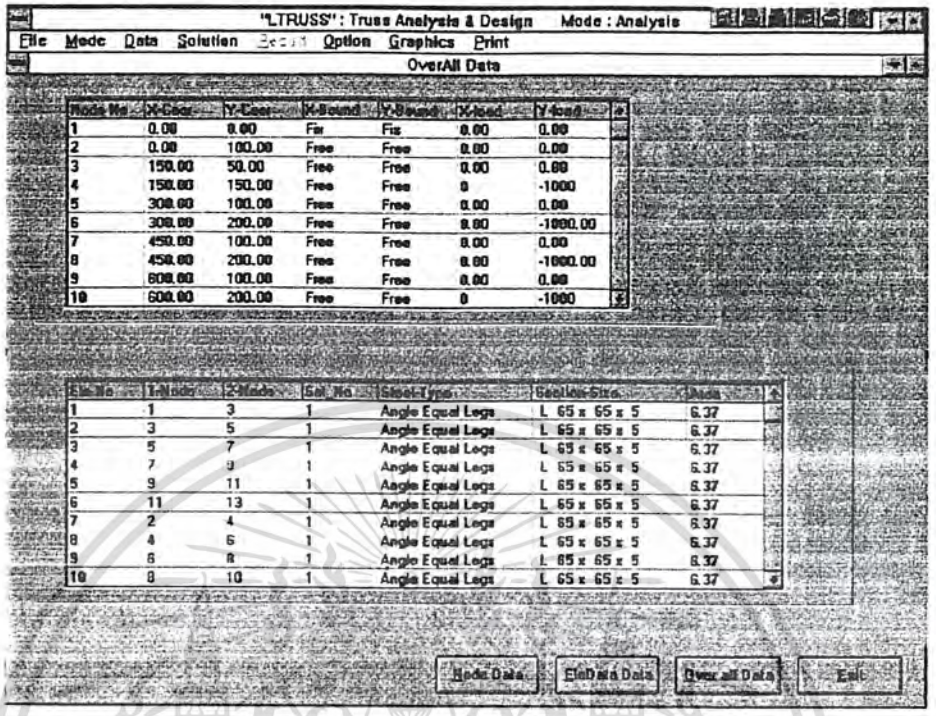


รูปที่ 8.34 หน้าต่างแสดง Node Data



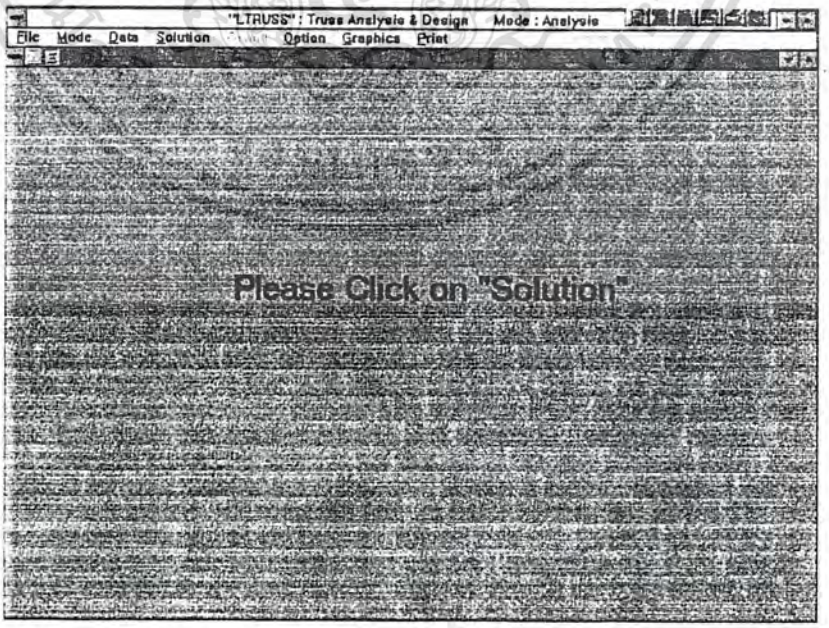
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.35 หน้าต่างแสดง Element Data



รูปที่ 8.36 หน้าต่างแสดง Over all Data

Exit เมื่อข้อมูลถูกต้องพร้อมที่จะทำการคำนวณ ให้คลิกเมาส์ที่ Exit หน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 8.37

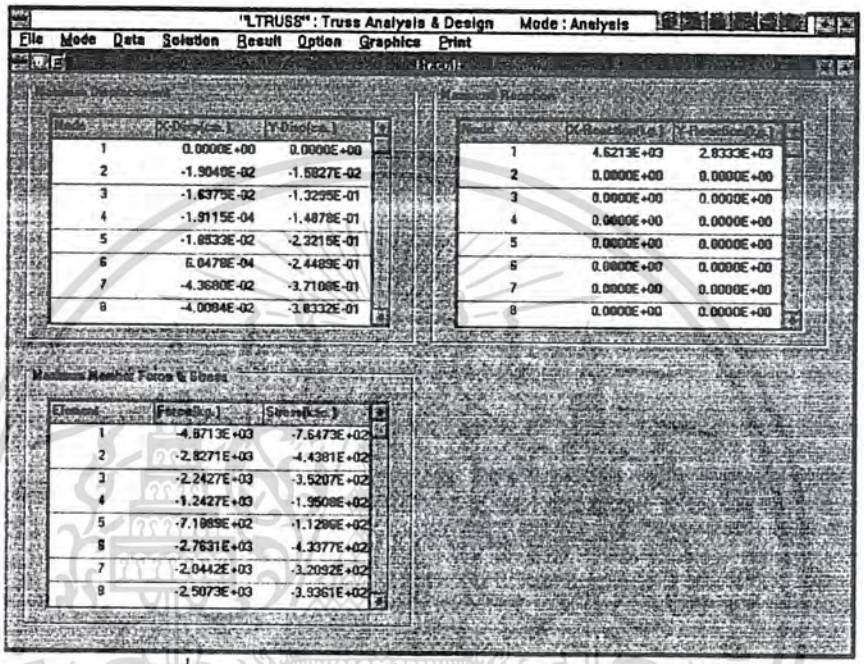


รูปที่ 8.37 แสดงความพร้อมที่จะทำการคำนวณ

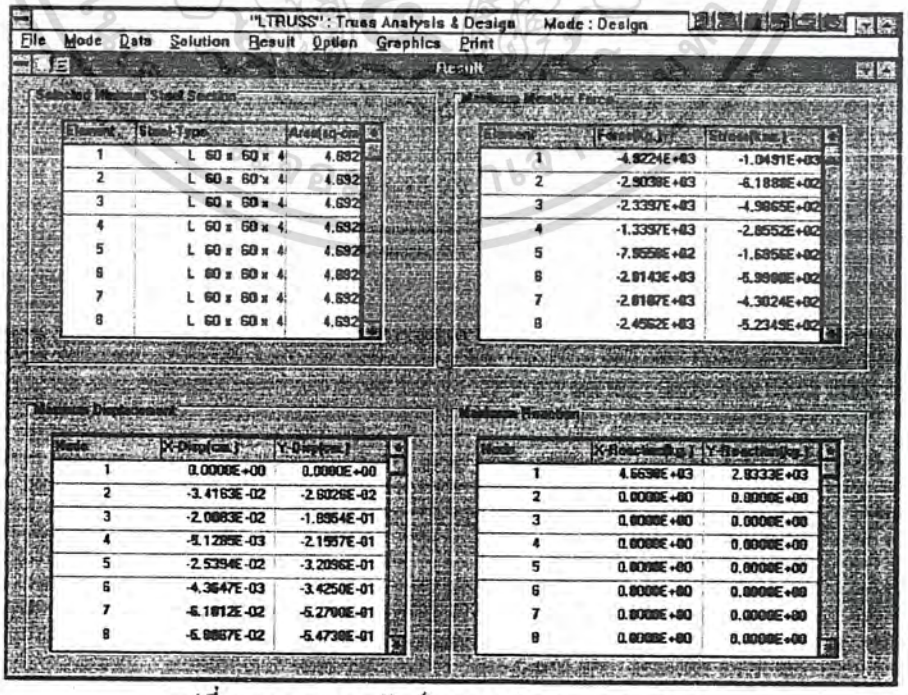
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solution Menu

เมื่อหน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 8.37 ให้คลิกเมาส์ที่ Solution ในเมนูบาร์เพื่อทำการคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่ป้อนเข้าไป โดยหลังจากคลิกเมาส์แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณผลและแสดงผลการคำนวณออกมาดังรูปที่ 8.38 สำหรับ Mode Analysis และ รูปที่ 8.39 สำหรับ Mode Design ตามลำดับ



รูปที่ 8.38 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณแบบ Analysis

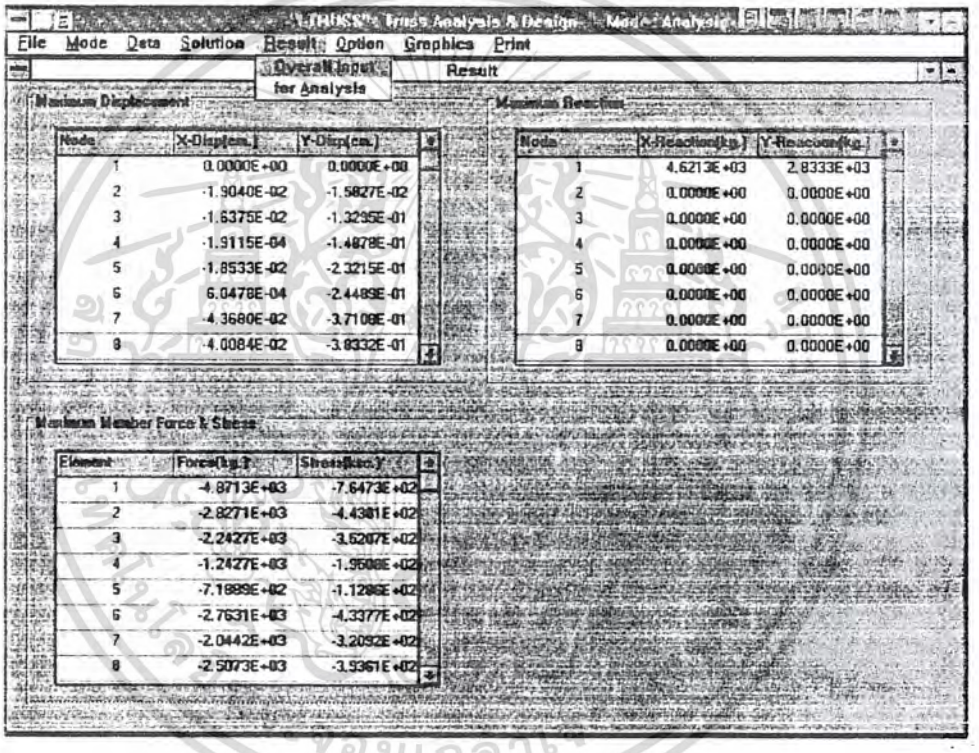


รูปที่ 8.39 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณแบบ Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

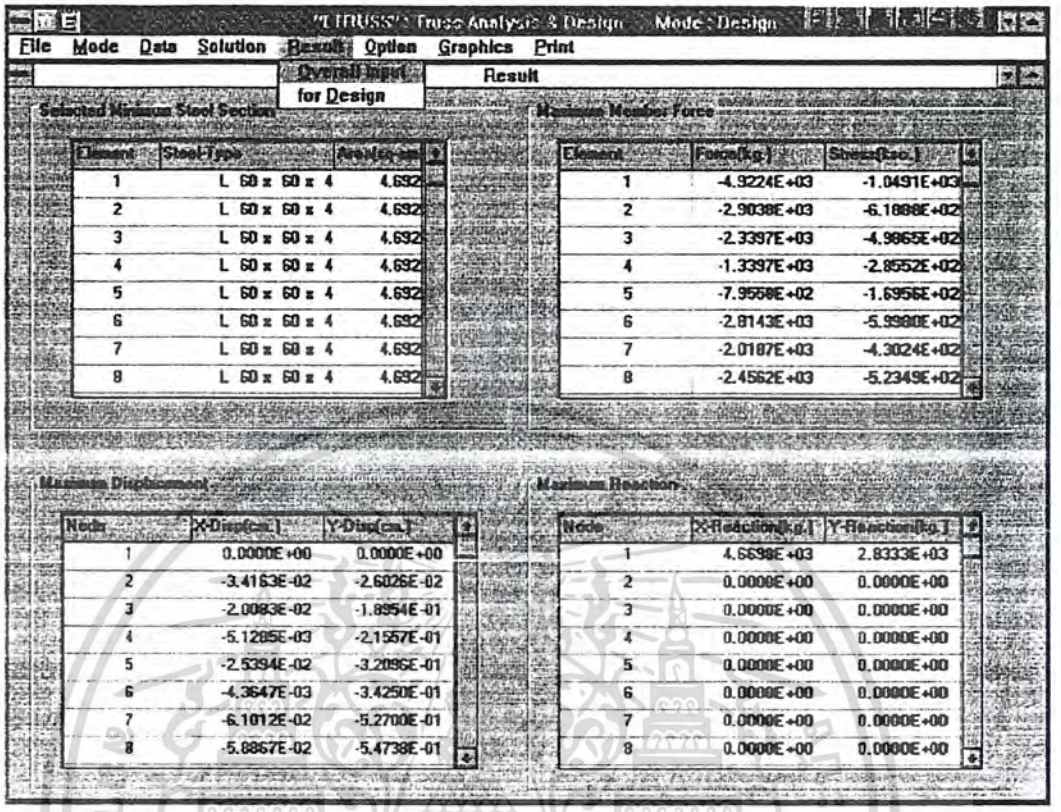
Result Menu

แบ่งเป็นเมนูย่อย 2 เมนู คือ Over all Data เพื่อกลับไปดูข้อมูลที่ป้อนเข้ามาทั้งหมดอีกครั้ง กับส่วน Result ใช้กลับมาดูผลการคำนวณ หลังจากการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดแล้ว



รูปที่ 8.40 แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Mode Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.41 แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Mode Design

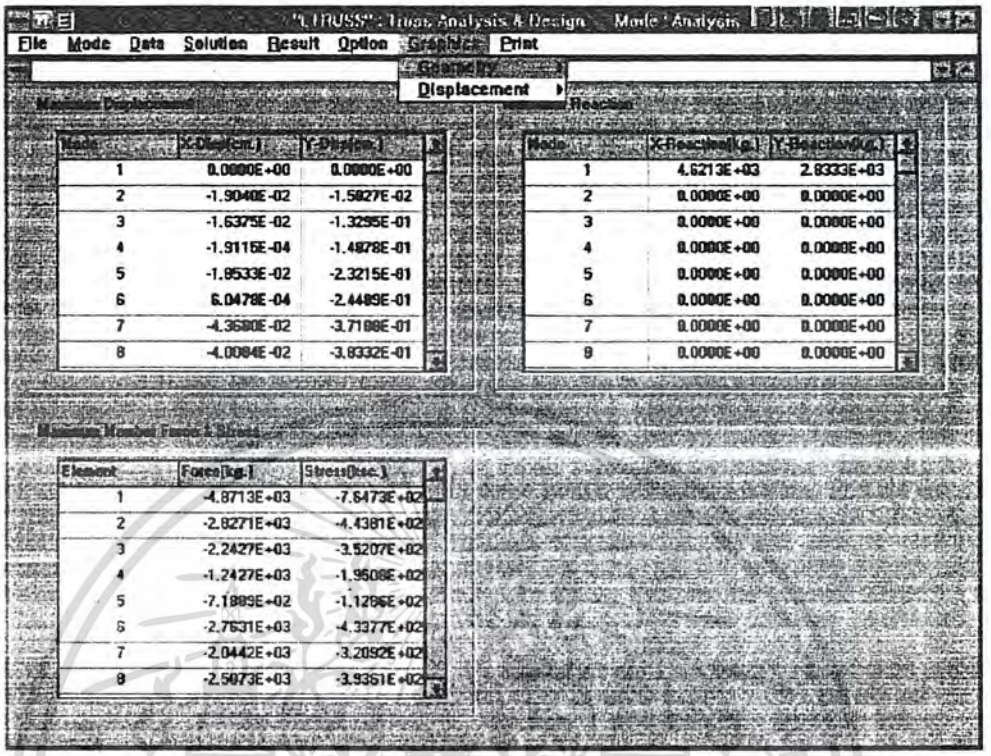
Option Menu

เมื่อหน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 20 Menu Option จะสามารถทำงานได้โดยสามารถเลือกชนิดของเหล็กคือ A7 (Fy = 2310 ksc) หรือ A36 (Fy = 2520 ksc) และ Load Factor ซึ่งปกติจะคงค่าไว้เท่ากับ 1

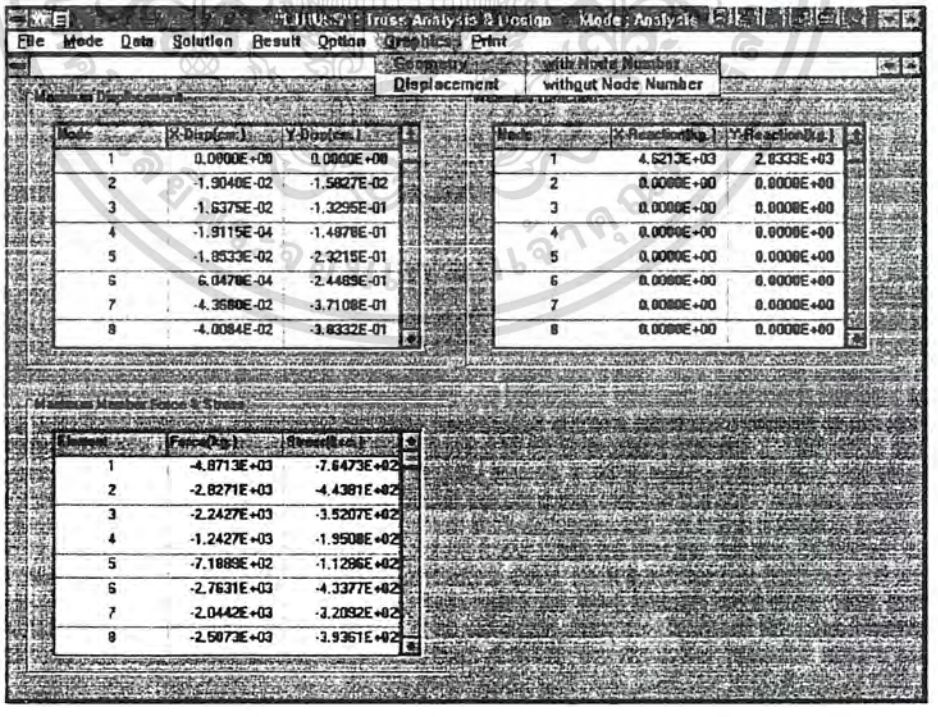
Graphics Menu

ใช้แสดงภาพของโครงข้อหมุนที่ป้อนเข้าไปโดยจะแสดงถึงตำแหน่งของ node และ element ซึ่งจะสามารถเรียกใช้ได้โดยการคลิกเมาส์ที่ Graphics โปรแกรมก็จะทำการแสดงภาพออกมาทันที โดยสามารถแยกเมนูย่อยได้ 2 เมนูคือ Geometry และ Displacement ดังรูปที่ 8.42 โดยทั้ง 2 เมนูยังมีเมนูให้เลือกอีกว่าจะให้แสดงค่าของ node ด้วยหรือไม่ดังรูปที่ 8.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

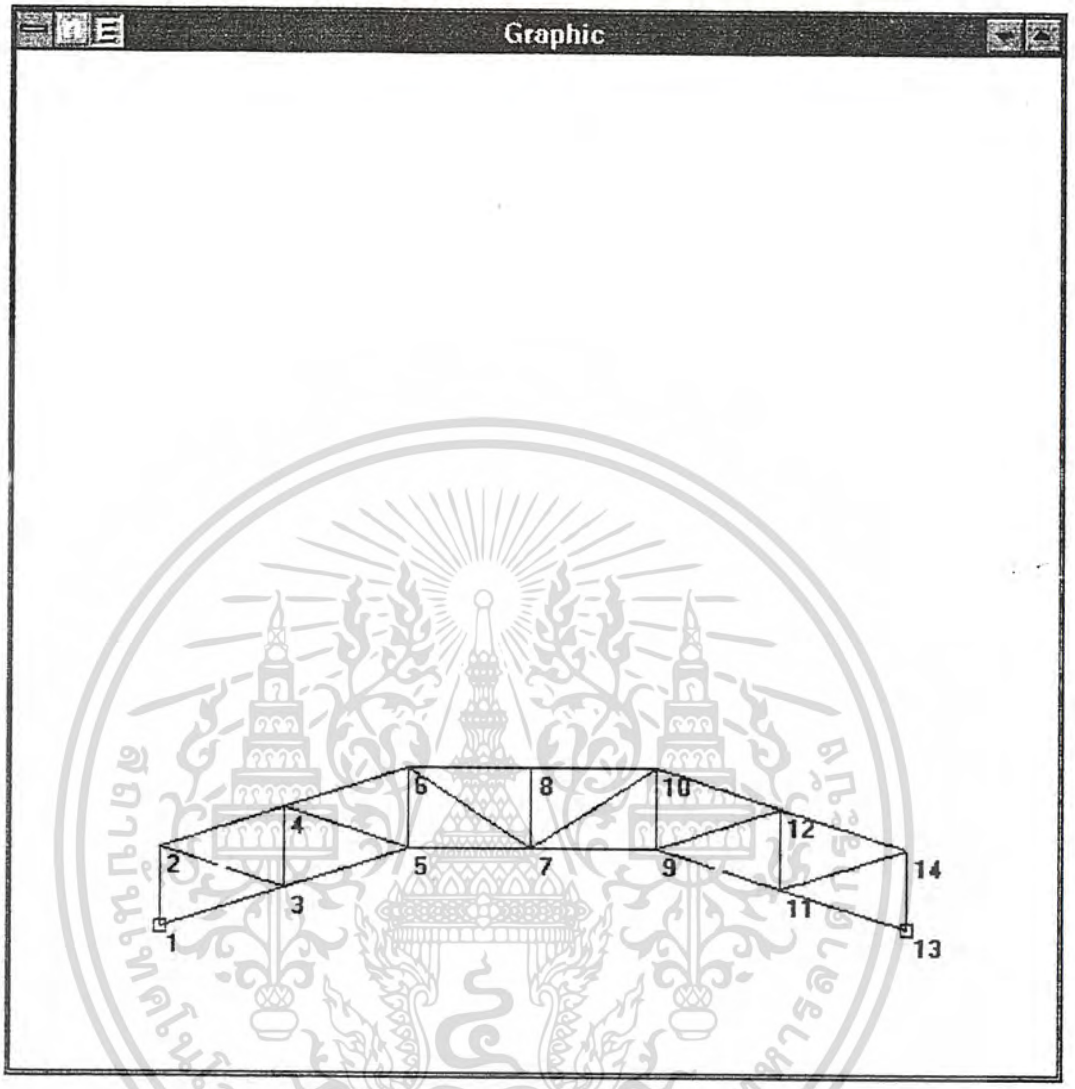


รูปที่ 8.42 เมนูย่อย ของ Graphics



รูปที่ 8.43 เมนูย่อยให้เลือกว่าจะเอาค่าของ Node หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

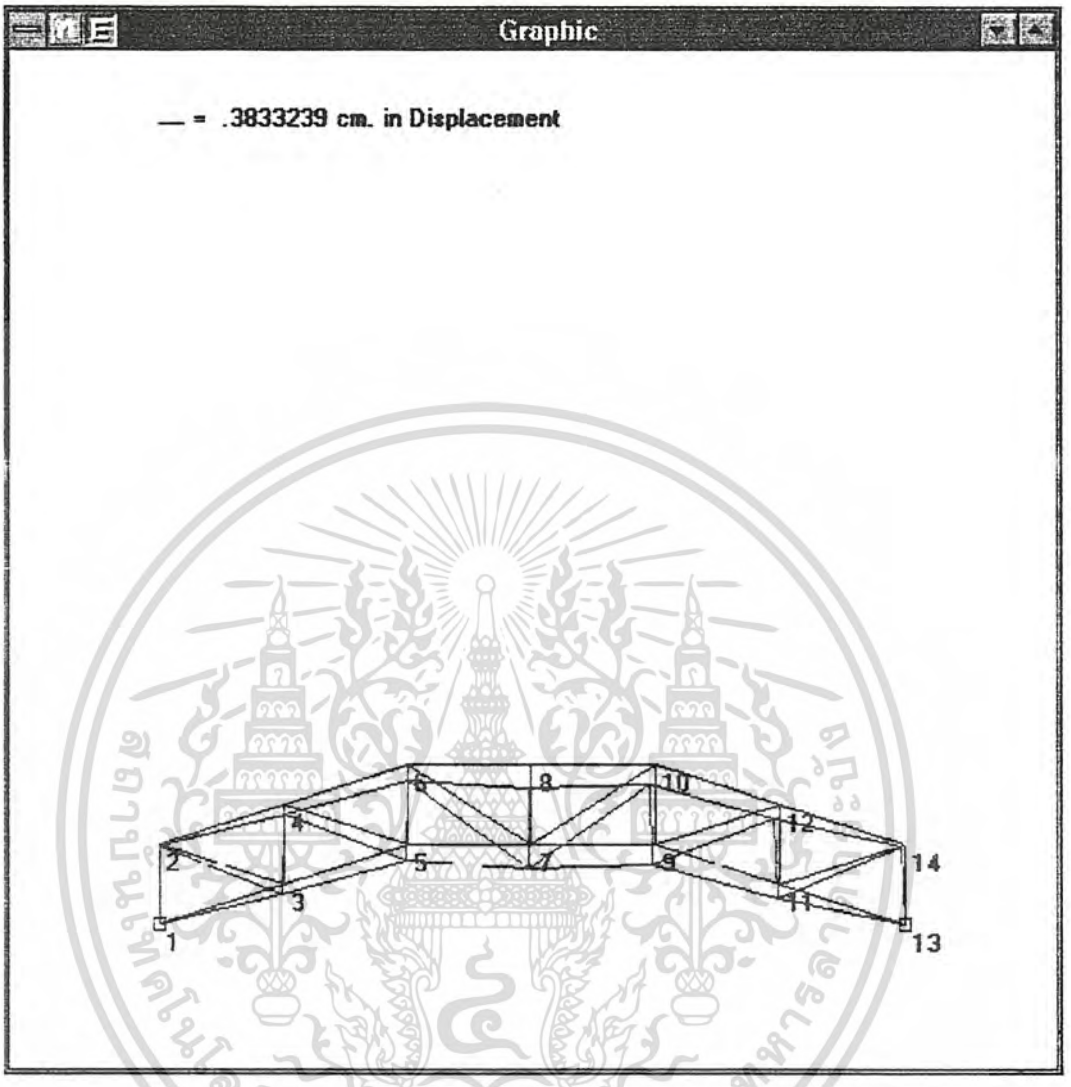


รูปที่ 8.44 แสดง Graphics Geometry ที่ แสดง เลขที่ node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.45 แสดง Graphics Geometry ที่ ไม่แสดง เลขที่ node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.46 แสดง Graphics Displacement โดยแสดง เลขที่ node

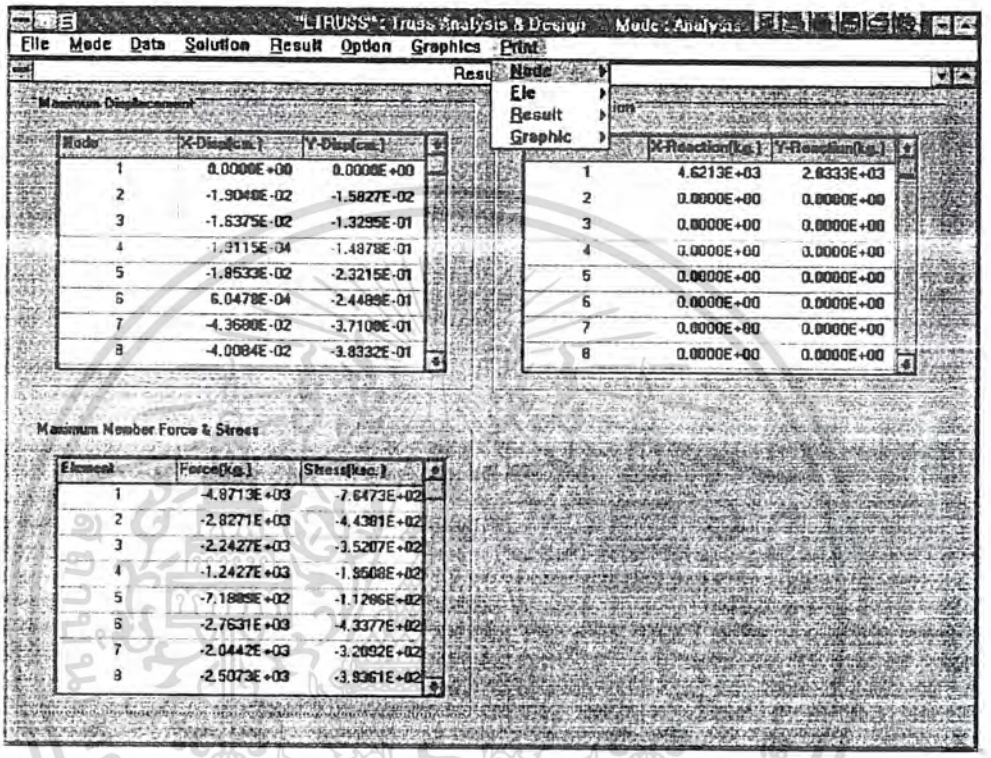
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.47 แสดง Graphics Displacement โดยไม่แสดง เลขที่ node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Print Menu

ใช้ในการจัดพิมพ์ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโปรแกรมโดยเมื่อคลิกเมาส์ที่ Print ในเมนูบาร์จะแสดง เมนูย่อย ดังรูปที่ 8.48



รูปที่ 8.48 เมนูย่อย ของ Menu Print

โดยในส่วนของ Node ยังแบ่งเป็น เมนูย่อยดังแสดงในรูปที่ 8.49 ดังนี้

- Node Coordinate
- Node Boundary
- Nodal Apply Force

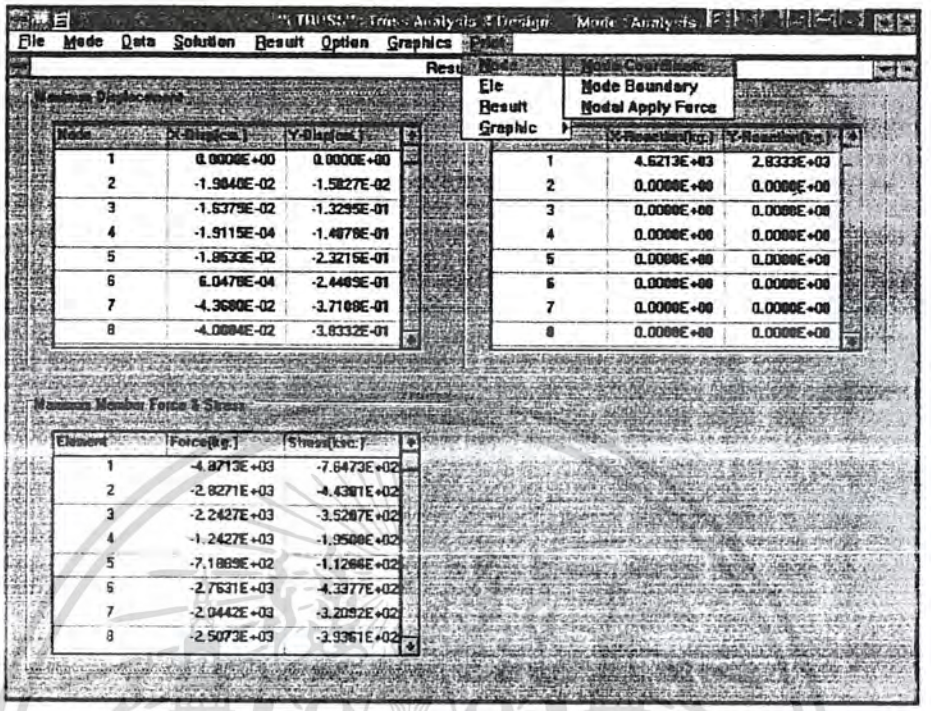
ในส่วนของ Ele (Element) จะประกอบด้วย เมนูย่อยดังแสดงในรูปที่ 8.50 ดังนี้

- Element Connectivity
- Material Property

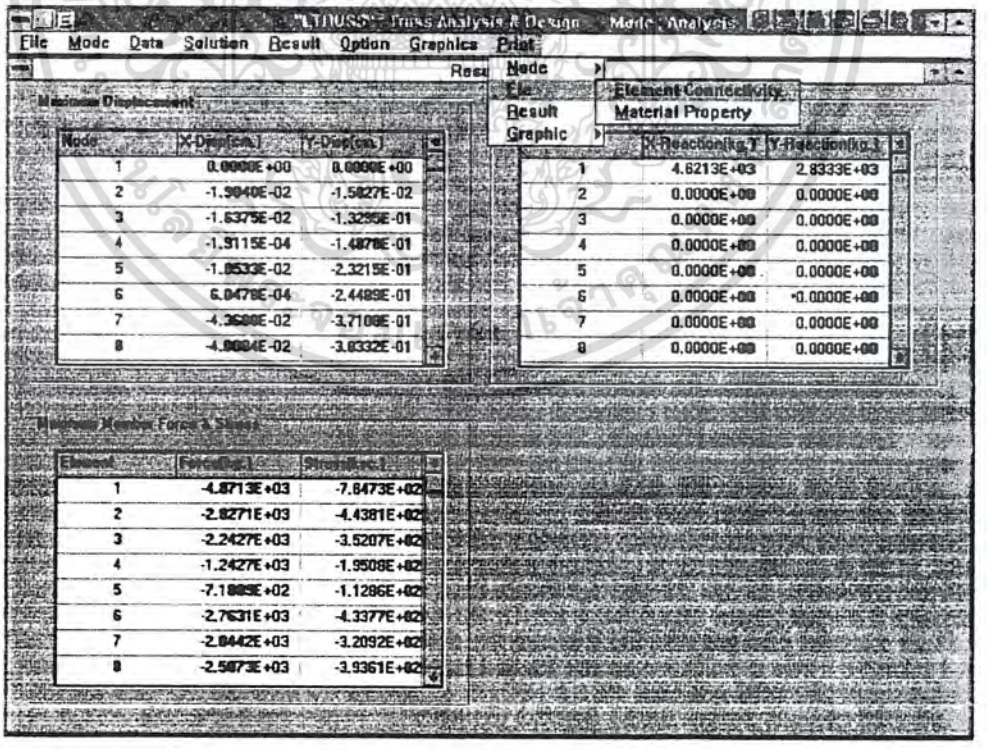
และในส่วนของ Result จะประกอบด้วย เมนูย่อยดังแสดงในรูปที่ 8.51 ดังนี้

- Displacement
- Reaction
- Member Force/Stress

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

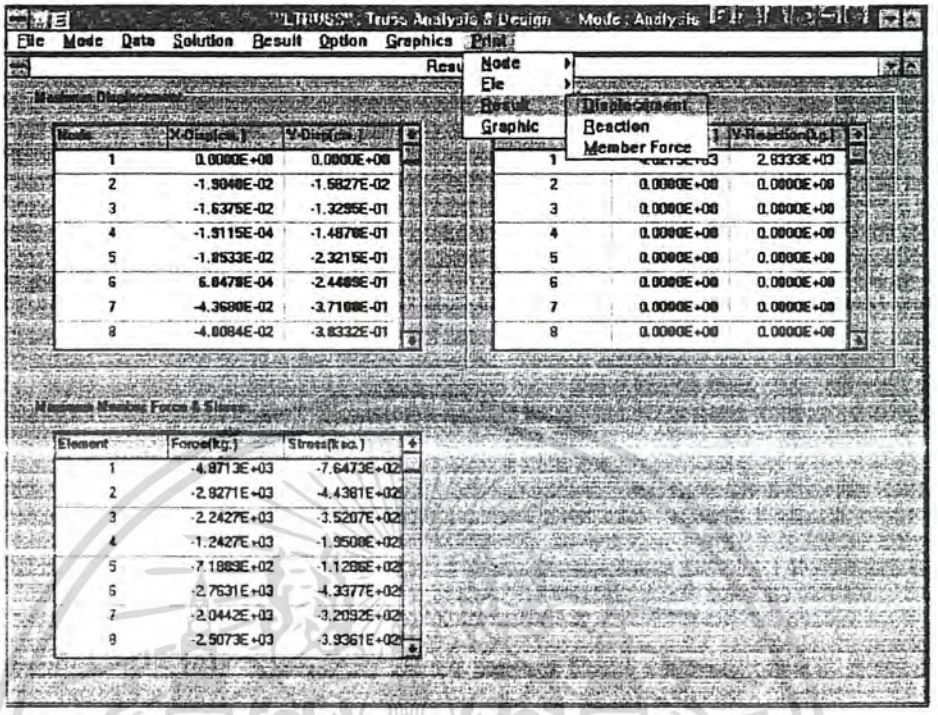


รูปที่ 8.49 แสดงเมนูย่อยของ Node ใน Print Menu

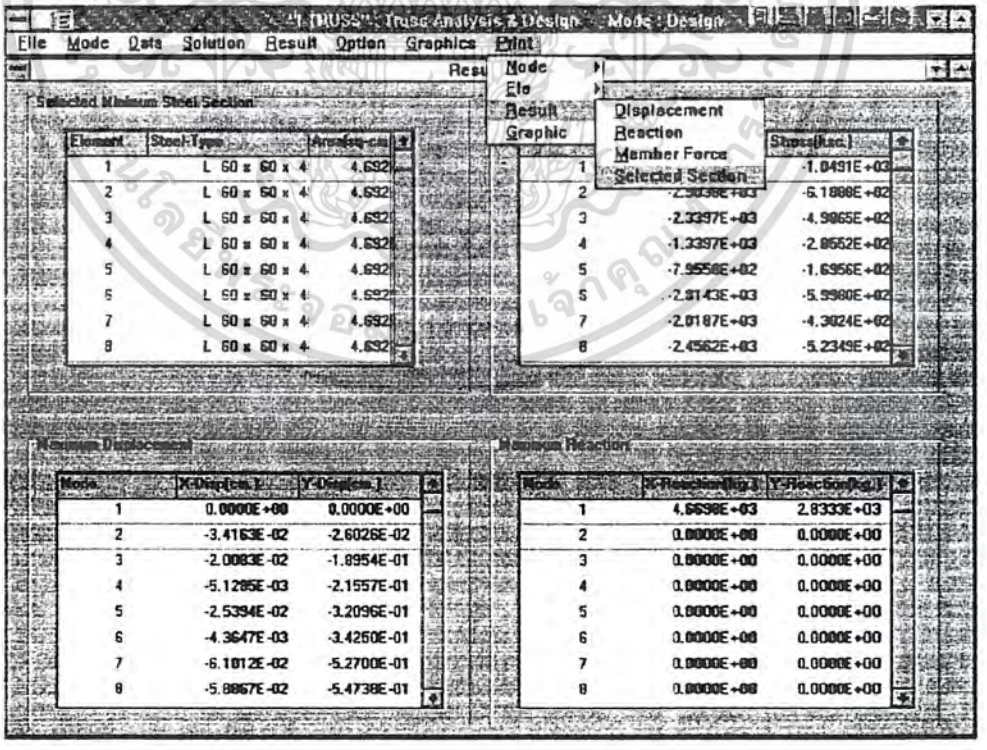


รูปที่ 8.50 แสดงเมนูย่อยของ Element ใน Print Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.51 a แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Print Menu (Analysis)

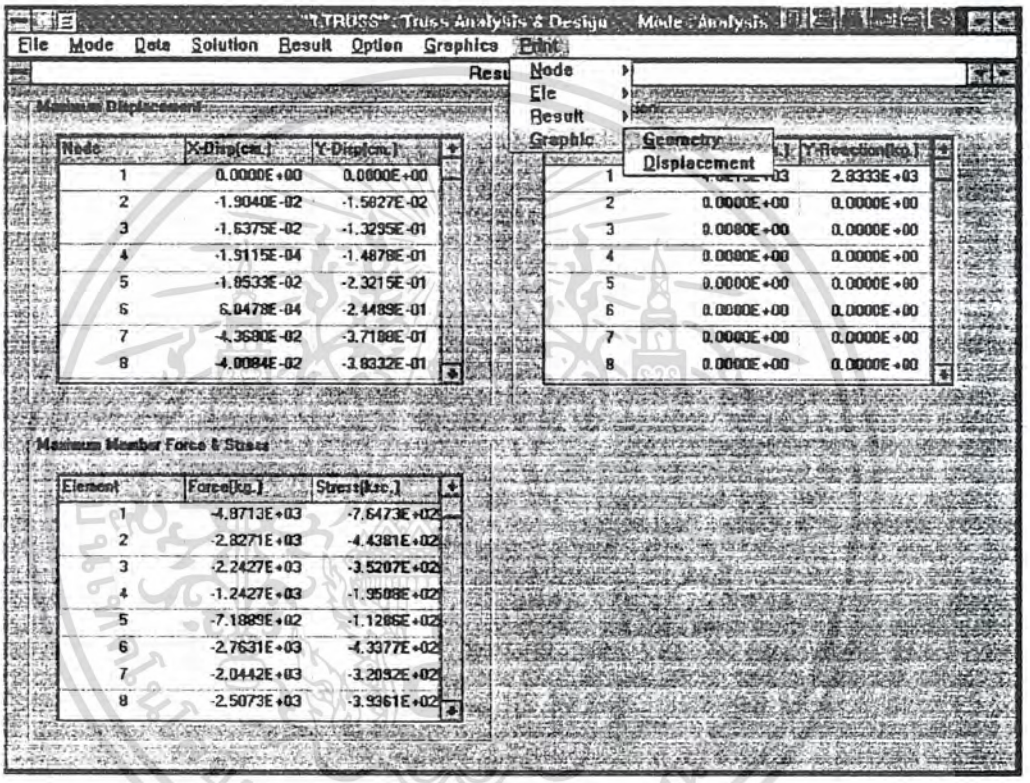


รูปที่ 8.51 b แสดงเมนูย่อยของ Result ใน Print Menu (Design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายคือส่วนของ Graphics จะประกอบด้วย เมนูย่อยดังรูปที่ 8.52 ดังนี้

- Geometry
- Displacement



รูปที่ 8.52 แสดง เมนูย่อยของ Graphics ใน Print Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project : ______________________________.

Engineer : ______________________________.

Current Date : __________________________ Current Time : ________________.

1. Node Data

Number of nodes = ____________.

1.1 Coordinate				1.2 Boundary			
Node No.	X-Coor	Y-Coor	Nodal Gen.	Node No.	X-Bound	Y-Bound	Nodal Gen.
				Note			
				0 = Fix			
				1 = Free			
				/ = To copy previous data			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Element Data

Number of element = _____.

Number of material sets = _____.

2.1 Element Connectivity

Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.	Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.

2.3 Material Property

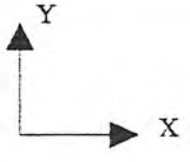
Set No.	Type of Steel	Size of Section	Element List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Load Data

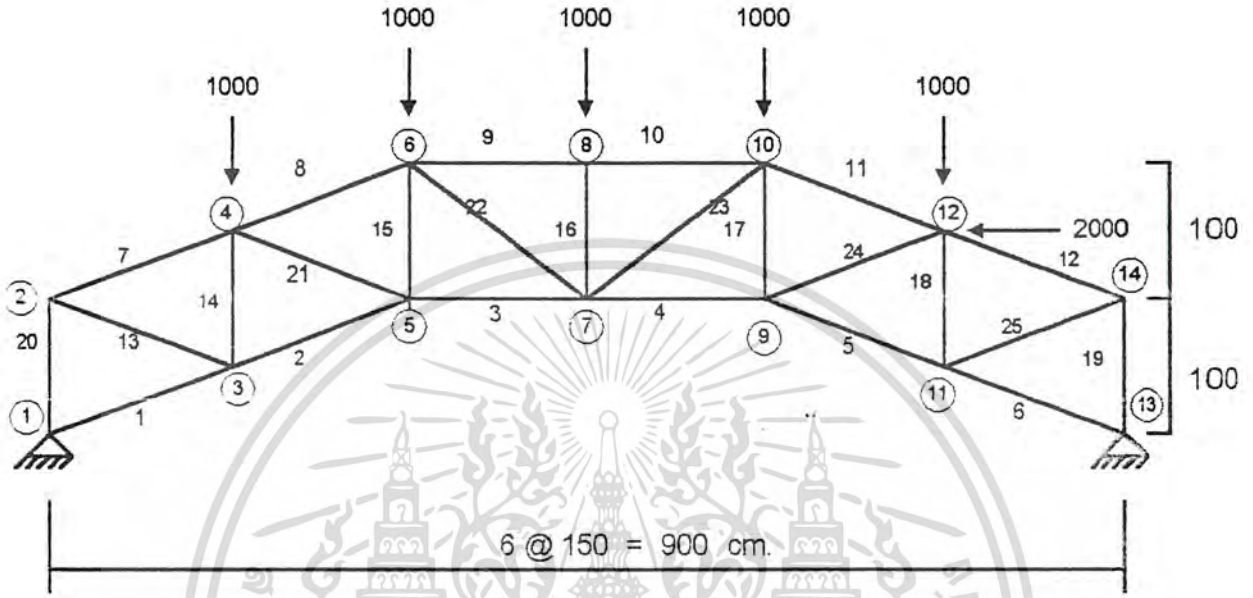
3.1 Nodal Applied Force

Node No.	X-Force	Y-Force	Nodal Gen.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example 1 (Analysis)



Area of chords = 6.37 cm^2
Area of webs = 3.89 cm^2
E = 2.16e6 KSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project : Analysis

Engineer : _____

Current Date : _____ Current Time : _____

1. Node Data

Number of nodes = 14

1.1 Coordinate				1.2 Boundary			
Node No.	X-Coor	Y-Coor	Nodal Gen.	Node No.	X-Bound	Y-Bound	Nodal Gen.
1	0	0	2	1	0	0	0
5	300	100	2	13	0	0	0
9	600	/	2				
13	900	0	0				
2	0	100	2				
6	300	200	2				
10	600	200	2				
14	900	200	0				

Note

0 = Fix

1 = Free

/ = To copy previous data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Element Data

Number of element = 25.

Number of material sets = 2.

2.1 Element Connectivity

Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.	Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.
1	1	3	2				
7	2	4	2				
13	1	2	2				
20	2	3	2				
23	7	10	2				
25	11	12	0				

2.3 Material Property

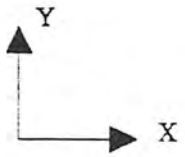
Set No.	Type of Steel	Size of Section	Element List
1	equal - angle	65 x 65 x 5	1/12/1
2	equal - angle	50 x 50 x 4	13/25/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

3. Load Data

3.1 Nodal Applied Force

Node No.	X-Force	Y-Force	Nodal Gen.
4	0	- 1000	2
10	0	/	0
12	- 2000	/	0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysed By "LTRUSS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS
Date: Monday

NODE Coordinate

Node	X-Coor (cm.)	Y-Coor (cm.)
1	0.00	0.00
2	0.00	100.00
3	150.00	50.00
4	150.00	150.00
5	300.00	100.00
6	300.00	200.00
7	450.00	100.00
8	450.00	200.00
9	600.00	100.00
10	600.00	200.00
11	750.00	50.00
12	750.00	150.00
13	900.00	0.00
14	900.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS
Date: Monday

NODE Boundary

Node	X-Boun	Y-Boun
1	Fix	Fix
2	Free	Free
3	Free	Free
4	Free	Free
5	Free	Free
6	Free	Free
7	Free	Free
8	Free	Free
9	Free	Free
10	Free	Free
11	Free	Free
12	Free	Free
13	Fix	Fix
14	Free	Free

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS
Date: Monday

ELEMENT Conectivity

Element	Node 1	Node 2
1	1	3
2	3	5
3	5	7
4	7	9
5	9	11
6	11	13
7	2	4
8	4	6
9	6	8
10	8	10
11	10	12
12	12	14
13	1	2
14	3	4
15	5	6
16	7	8
17	9	10
18	11	12
19	13	14
20	2	3
21	4	5
22	6	7
23	7	10
24	8	12
25	10	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS
Date: Monday

MATERIAL Property

Element	Steel Section	Section Area (sq-cm.)
1	L 65 x 65 x 5	6.37
2	L 65 x 65 x 5	6.37
3	L 65 x 65 x 5	6.37
4	L 65 x 65 x 5	6.37
5	L 65 x 65 x 5	6.37
6	L 65 x 65 x 5	6.37
7	L 65 x 65 x 5	6.37
8	L 65 x 65 x 5	6.37
9	L 65 x 65 x 5	6.37
10	L 65 x 65 x 5	6.37
11	L 65 x 65 x 5	6.37
12	L 65 x 65 x 5	6.37
13	L 50 x 50 x 4	3.89
14	L 50 x 50 x 4	3.89
15	L 50 x 50 x 4	3.89
16	L 50 x 50 x 4	3.89
17	L 50 x 50 x 4	3.89
18	L 50 x 50 x 4	3.89
19	L 50 x 50 x 4	3.89
20	L 50 x 50 x 4	3.89
21	L 50 x 50 x 4	3.89
22	L 50 x 50 x 4	3.89
23	L 50 x 50 x 4	3.89
24	L 50 x 50 x 4	3.89
25	L 50 x 50 x 4	3.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS
Date: Monday

NODAL APPLY FORCE

Node	X-Load (kg.)	Y-Load (kg.)
1	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	-1.0000E+03
5	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	-1.0000E+03
7	0.0000E+00	-1.0000E+03
8	0.0000E+00	-1.0000E+03
9	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	-1.0000E+03
11	0.0000E+00	0.0000E+00
12	-2.0000E+03	-1.0000E+03
13	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS RESULT
Date: Monday

NODAL Displacment

Node	X-Disp (cm.)	Y-Disp (cm.)
1	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-1.9040E-02	-1.5827E-02
3	-1.6375E-02	-1.3295E-01
4	-1.9115E-04	-1.4878E-01
5	-1.8533E-02	-2.3215E-01
6	6.0478E-04	-2.4489E-01
7	-4.3e30E-02	-3.7158E-01
8	-4.0084E-02	-3.8332E-01
9	-5.7615E-02	-3.0299E-01
10	-8.0773E-02	-3.0349E-01
11	-3.3842E-02	-2.0421E-01
12	-9.7327E-02	-2.2003E-01
13	0.0000E+00	0.0000E+00
14	-5.4728E-02	-1.5827E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS RESULT
Date: Monday

MEMBER FORCE

Element	Member Force (kg.)	Stress (ksc.)
1	-4.8713E+03	-7.6473E+02
2	-2.8271E+03	-4.4381E+02
3	-2.2427E+03	-3.5207E+02
4	-1.2427E+03	-1.9508E+02
5	-7.1889E+02	-1.1286E+02
6	-2.7631E+03	-4.3377E+02
7	-2.0442E+03	-3.2092E+02
8	-2.5073E+03	-3.9361E+02
9	-3.6287E+03	-5.6965E+02
10	-3.6287E+03	-5.6965E+02
11	-3.5614E+03	-5.5909E+02
12	-2.0442E+03	-3.2092E+02
13	-2.1292E+03	-3.3236E+02
14	-1.2929E+03	-3.3236E+02
15	-1.0404E+03	-2.6747E+02
16	-1.0000E+03	-2.5707E+02
17	-4.0451E+01	-1.0399E+01
18	-1.2929E+03	-3.3236E+02
19	-1.2929E+03	-3.3236E+02
20	2.0441E+03	5.2551E+02
21	4.6309E+02	1.1905E+02
22	1.5023E+03	3.8620E+02
23	3.0046E+02	7.7239E+01
24	-5.9100E+02	-1.5193E+02
25	2.0442E+03	5.2551E+02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
TRUSS ANALYSIS RESULT
Date: Monday

NODAL REACTION

Node	X-Reaction (cm.)	Y-Reaction (cm.)
1	4.6213E+03	2.8333E+03
2	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00
13	-2.6213E+03	2.1667E+03
14	0.0000E+00	0.0000E+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========================================================================
          CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
      KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
      AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
                    TRUSS GEOMETRY GRAPHIC
                  Date: Monday                              !
==========================================================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========================================================================
          CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
     KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
     AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
                TRUSS DISPLACEMENT GRAPHIC
                Date: Monday
==========================================================================
```

—— = .3833239 cm. in Displacement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysed By "DTRUSS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* COORDINATE DATA (m) */

Node	X-Coordinate	Y-Coordinate
1	0.00000e+00	0.00000e+00
2	0.00000e+00	1.00000e+00
3	1.50000e+00	5.00000e-01
4	1.50000e+00	1.50000e+00
5	3.00000e+00	1.00000e+00
6	3.00000e+00	2.00000e+00
7	4.50000e+00	1.00000e+00
8	4.50000e+00	2.00000e+00
9	6.00000e+00	1.00000e+00
10	6.00000e+00	2.00000e+00
11	7.50000e+00	5.00000e-01
12	7.50000e+00	1.50000e+00
13	9.00000e+00	0.00000e+00
14	9.00000e+00	1.00000e+00

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* BOUNDARY DATA */

Node	X-Boundary	Y-Boundary
1	LOCK	LOCK
13	LOCK	LOCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* ELEMENT DATA */

ELEMENT	NODE-1	NODE-2	MATERIAL SET
1	1	3	1
2	3	5	1
3	5	7	1
4	7	9	1
5	9	11	1
6	11	13	1
7	2	4	1
8	4	6	1
9	6	8	1
10	8	10	1
11	10	12	1
12	12	14	1
13	1	2	2
14	3	4	2
15	5	6	2
16	7	8	2
17	9	10	2
18	11	12	2
19	13	14	2
20	2	3	2
21	4	5	2
22	6	7	2
23	7	10	2
24	9	12	2
25	11	14	2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEN

PROJECT : ENGINEER:

/* MATERIAL DATA */

Set	E-modulus,ksc	Area,Sq.cm
1	2.100000e+06	6.370
2	2.100000e+06	3.890

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKIEW

PROJECT : ENGINEER:

/* NODAL LOAD (kg) LF = 1 */

Node	X - Force	Y - Force
4	0.0000e+00	-1.0000e+03
6	0.0000e+00	-1.0000e+03
8	0.0000e+00	-1.0000e+03
10	0.0000e+00	-1.0000e+03
12	-2.0000e+03	-1.0000e+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* NODAL DISPLACEMENT (cm) */

Node	X-Displacement	Y-Displacement
1	0.0000e+00	0.0000e+00
2	-1.9040e-02	-1.5827e-02
3	-1.6375e-02	-1.3295e-01
4	-1.9108e-04	-1.4878e-01
5	-1.8533e-02	-2.3215e-01
6	6.0488e-04	-2.4489e-01
7	-4.3680e-02	-3.7108e-01
8	-4.0084e-02	-3.8332e-01
9	-5.7615e-02	-3.0299e-01
10	-8.0773e-02	-3.0349e-01
11	-3.3642e-02	-2.0421e-01
12	-9.7327e-02	-2.2003e-01
13	0.0000e+00	0.0000e+00
14	-5.4728e-02	-1.5827e-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* ELEMENT FORCE */

Element	Length,m.	Force,kg(P)	Stress,ksc(fa)
1	1.58	-4.8713e+03	-764.7
2	1.58	-2.8271e+03	-443.8
3	1.50	-2.2427e+03	-352.1
4	1.50	-1.2427e+03	-195.1
5	1.58	-7.1890e+02	-112.9
6	1.58	-2.7631e+03	-433.8
7	1.58	-2.0442e+03	-320.9
8	1.58	-2.5073e+03	-393.6
9	1.50	-3.6287e+03	-569.6
10	1.50	-3.6287e+03	-569.6
11	1.58	-3.5614e+03	-559.1
12	1.58	-2.0442e+03	-320.9
13	1.00	-1.2929e+03	-332.4
14	1.00	-1.2929e+03	-332.4
15	1.00	-1.0404e+03	-267.5
16	1.00	-1.0000e+03	-257.1
17	1.00	-4.0446e+01	-10.4
18	1.00	-1.2929e+03	-332.4
19	1.00	-1.2929e+03	-332.4
20	1.58	2.0442e+03	525.5
21	1.58	4.6310e+02	119.0
22	1.80	1.5023e+03	386.2
23	1.80	3.0046e+02	77.2
24	1.58	-5.9100e+02	-151.9
25	1.58	2.0442e+03	525.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB1.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* SUPPORT REACTION (kg) */

Node	X - Force	Y - Force
1	4.6213e+03	2.8333e+03*
13	-2.6213e+03	2.1667e+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysed By "MFEAP"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1              DATE: 05-13-1996              <DATA> P.1
PROJECT  : Exam1                                      FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                  ENGINEER: bb
================================================================================
```

****
* STRUCTURE DATA *
****

NODE	1-COOR	2-COOR	1-B	2-B
	COORDINATE DATA (cm)		**BOUNDARY DATA**	
1	0.00	0.00	L	L
2	0.00	100.00		
3	150.00	50.00		
4	150.00	150.00		
5	300.00	100.00		
6	300.00	200.00		
7	450.00	100.00		
8	450.00	200.00		
9	600.00	100.00		
10	600.00	200.00		
11	750.00	50.00		
12	750.00	150.00		
13	900.00	0.00	L	L
14	900.00	100.00		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1              DATE: 05-13-1996              <DATA> P.1
PROJECT  : Exam1                                      FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                      ENGINEER: bb
================================================================================
```

****
* *
* STRUCTURE DATA *
* *
****

ELEMENT DATA

ELEM	1-NODE	2-NODE	HINGE	MATERIAL
1	1	3		1
2	3	5		1
3	5	7		1
4	7	9		1
5	9	11		1
6	11	13		1
7	2	4		1
8	4	6		1
9	6	8		1
10	8	10		1
11	10	12		1
12	12	14		1
13	1	2		2
14	3	4		2
15	5	6		2
16	7	8		2
17	9	10		2
18	11	12		2
19	13	14		2
20	2	3		2
21	4	5		2
22	6	7		2
23	7	10		2
24	9	12		2
25	11	14		2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========================================================================
    MICROFEAP-P1          DATE: 05-13-1996          <DATA> P.1
PROJECT  : Exam1                                    FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                      ENGINEER: bb
==========================================================================
```

****
* *
* STRUCTURE DATA *
* *
****

MATERIAL DATA

MATE	E-MODULUS (kg/cm^2)	AXIAL-AREA (cm^2)
1	2.100D+06	6.370D+00
2	2.100D+06	3.890D+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1              DATE: 05-13-1996              <DATA> P.1
PROJECT  : Exam1                                          FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                  ENGINEER: bb
================================================================================
```

****
* STRUCTURE DATA *
****

LOAD CASE #1 :
NODAL FORCE DATA

NODE	1-FORC (kg)	2-FORC (kg)
4	0.000D+00	-1.000D+03
6	0.000D+00	-1.000D+03
8	0.000D+00	-1.000D+03
10	0.000D+00	-1.000D+03
12	-2.000D+03	-1.000D+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1                DATE: 05-13-1996              <COMB> P.1
                                                          FILENAME: Analysis
PROJECT  : Exam1
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                          ENGINEER: bb
================================================================================
```

****
* *
* COMBINATION *
* *
****

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

NODE	1-DISP (cm)	2-DISP (cm)
1	0.0000D+00	0.0000D+00
2	-1.9040D-02	-1.5827D-02
3	-1.6375D-02	-1.3295D-01
4	-1.9109D-04	-1.4878D-01
5	-1.8533D-02	-2.3215D-01
6	6.0487D-04	-2.4489D-01
7	-4.3680D-02	-3.7108D-01
8	-4.0084D-02	-3.8332D-01
9	-5.7615D-02	-3.0299D-01
10	-8.0773D-02	-3.0349D-01
11	-3.3642D-02	-2.0421D-01
12	-9.7327D-02	-2.2003D-01
13	0.0000D+00	0.0000D+00
14	-5.4728D-02	-1.5827D-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1              DATE: 05-13-1996              <COMB> P.1
PROJECT  : Exam1                                          FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                    ENGINEER: bb
================================================================================
```

****
* COMBINATION *
****

SUPPORT REACTIONS <2D-TRUSS SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (kg)	2-REACTION (kg)
1	4.6213D+03	2.8333D+03
13	-2.6213D+03	2.1667D+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
================================================================================
    MICROFEAP-P1          DATE: 05-13-1996                  <COMB> P.1
PROJECT  : Exam1                                          FILENAME: Analysis
AUTHORITY: JACKRIT PONGPRASERT                        ENGINEER: bb
================================================================================
```

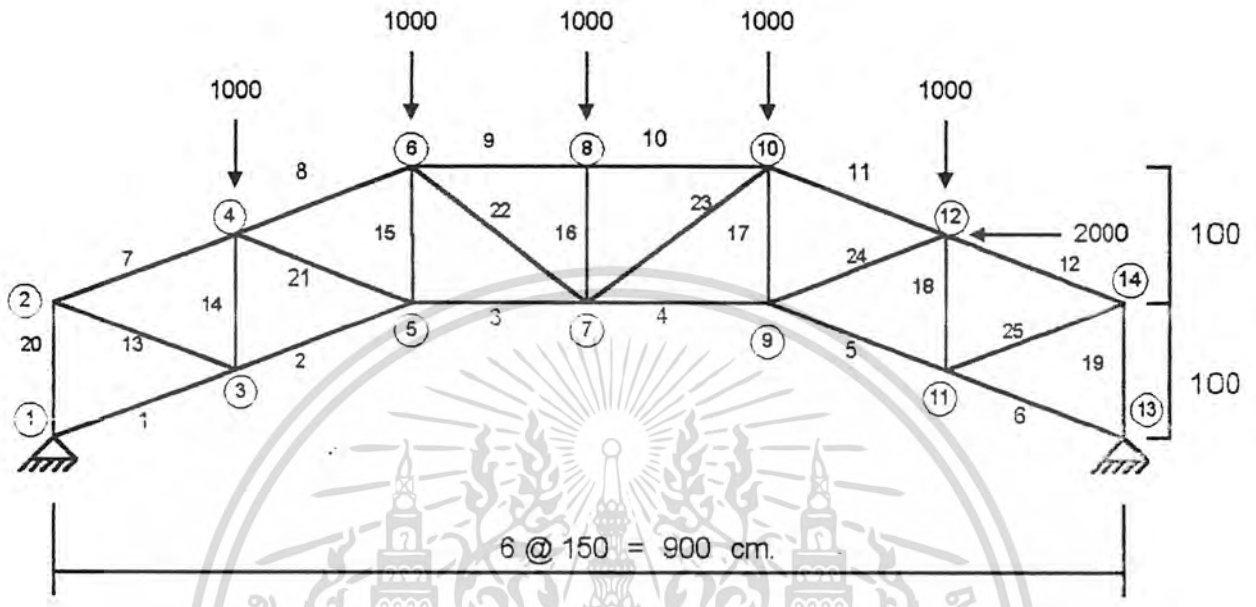
****
* COMBINATION *
****

STRESS COMBINATION <2D-TRUSS SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	LENGTH (cm)	1-FORCE (kg)	2-FORCE (kg)	1-STRESS (kg/cm^2)	2-STRESS (kg/cm^2)
1	1	158.11	-4.8713D+03	-4.8713D+03	-7.6473D+02	-7.6473D+02
2	1	158.11	-2.8271D+03	-2.8271D+03	-4.4381D+02	-4.4381D+02
3	1	150.00	-2.2427D+03	-2.2427D+03	-3.5207D+02	-3.5207D+02
4	1	150.00	-1.2427D+03	-1.2427D+03	-1.9508D+02	-1.9508D+02
5	1	158.11	-7.1890D+02	-7.1890D+02	-1.1286D+02	-1.1286D+02
6	1	158.11	-2.7631D+03	-2.7631D+03	-4.3377D+02	-4.3377D+02
7	1	158.11	-2.0442D+03	-2.0442D+03	-3.2092D+02	-3.2092D+02
8	1	158.11	-2.5073D+03	-2.5073D+03	-3.9362D+02	-3.9362D+02
9	1	150.00	-3.6287D+03	-3.6287D+03	-5.6965D+02	-5.6965D+02
10	1	150.00	-3.6287D+03	-3.6287D+03	-5.6965D+02	-5.6965D+02
11	1	158.11	-3.5614D+03	-3.5614D+03	-5.5909D+02	-5.5909D+02
12	1	158.11	-2.0442D+03	-2.0442D+03	-3.2092D+02	-3.2092D+02
13	2	100.00	-1.2929D+03	-1.2929D+03	-3.3236D+02	-3.3236D+02
14	2	100.00	-1.2929D+03	-1.2929D+03	-3.3236D+02	-3.3236D+02
15	2	100.00	-1.0404D+03	-1.0404D+03	-2.6747D+02	-2.6747D+02
16	2	100.00	-1.0000D+03	-1.0000D+03	-2.5707D+02	-2.5707D+02
17	2	100.00	-4.0448D+01	-4.0448D+01	-1.0398D+01	-1.0398D+01
18	2	100.00	-1.2929D+03	-1.2929D+03	-3.3236D+02	-3.3236D+02
19	2	100.00	-1.2929D+03	-1.2929D+03	-3.3236D+02	-3.3236D+02
20	2	158.11	2.0442D+03	2.0442D+03	5.2551D+02	5.2551D+02
21	2	158.11	4.6310D+02	4.6310D+02	1.1905D+02	1.1905D+02
22	2	180.28	1.5023D+03	1.5023D+03	3.8620D+02	3.8620D+02
23	2	180.28	3.0046D+02	3.0046D+02	7.7240D+01	7.7240D+01
24	2	158.11	-5.9100D+02	-5.9100D+02	-1.5193D+02	-1.5193D+02
25	2	158.11	2.0442D+03	2.0442D+03	5.2551D+02	5.2551D+02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example 2 (Design)



Area of chords = equal-angle
Area of webs = equal- angle
E = 2.16e6 KSC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project : Design.

Engineer : _____.

Current Date : _____ Current Time : _____.

1. Node Data

Number of nodes = 14.

1.1 Coordinate				1.2 Boundary			
Node No.	X-Coor	Y-Coor	Nodal Gen.	Node No.	X-Bound	Y-Bound	Nodal Gen.
1	0	0	2		0	0	0
5	300	100	2	13	0	0	0
7	600	/	2				
13	900	0	0				
2	0	100	2				
6	300	300	2				
10	600	/	3				
14	900	100	0				

Note

0 = Fix

1 = Free

/ = To copy previous data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Element Data

Number of element = 25.

Number of material sets = 2.

2.1 Element Connectivity

Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.	Elem. No.	1-Node	2-Node	Nodal Gen.
1	1	3	2				
7	2	4	2				
13	1	2	2				
20	2	3	2				
23	7	10	2				
25	11	14	0				

2.3 Material Property

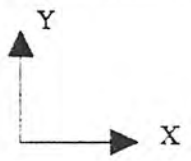
Set No.	Type of Steel	Size of Section	Element List
1	equal - angle		1/2/1
2	equal - angle		13/25/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Load Data

3.1 Nodal Applied Force

Node No.	X-Force	Y-Force	Nodal Gen.
4	0	-1,000	2
10	0	/	0
12	-2,000	/	0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Designed By "LTRUSS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

NODE Coordinate

Node	X-Coor (cm.)	Y-Coor (cm.)
1	0.00	0.00
2	0.00	100.00
3	150.00	50.00
4	150.00	150.00
5	300.00	100.00
6	300.00	200.00
7	450.00	100.00
8	450.00	200.00
9	600.00	100.00
10	600.00	200.00
11	750.00	50.00
12	750.00	150.00
13	900.00	0.00
14	900.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

NODE Boundary

Node	X-Boun	Y-Boun
1	Fix	Fix
2	Free	Free
3	Free	Free
4	Free	Free
5	Free	Free
6	Free	Free
7	Free	Free
8	Free	Free
9	Free	Free
10	Free	Free
11	Free	Free
12	Free	Free
13	Fix	Fix
14	Free	Free

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

NODAL APPLY FORCE

Node	X-Load (kg.)	Y-Load (kg.)
1	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	-1.0000E+03
5	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	-1.0000E+03
7	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	-1.0000E+03
9	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	-1.0000E+03
11	0.0000E+00	0.0000E+00
12	-2.0000E+03	-1.0000E+03
13	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

ELEMENT Conectivity

Element	Node 1	Node 2
1	1	3
2	3	5
3	5	7
4	7	9
5	9	11
6	11	13
7	2	4
8	4	6
9	6	8
10	8	10
11	10	12
12	12	14
13	1	2
14	3	4
15	5	6
16	7	8
17	9	10
18	11	12
19	13	14
20	2	3
21	4	5
22	6	7
23	7	10
24	9	12
25	11	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

MATERIAL Property

Element	Steel Section	Section Area (sq-cm.)
1	L 65 x 65 x 5	6.37
2	L 65 x 65 x 5	6.37
3	L 65 x 65 x 5	6.37
4	L 65 x 65 x 5	6.37
5	L 65 x 65 x 5	6.37
6	L 65 x 65 x 5	6.37
7	L 65 x 65 x 5	6.37
8	L 65 x 65 x 5	6.37
9	L 65 x 65 x 5	6.37
10	L 65 x 65 x 5	6.37
11	L 65 x 65 x 5	6.37
12	L 65 x 65 x 5	6.37
13	L 50 x 50 x 4	3.89
14	L 50 x 50 x 4	3.89
15	L 50 x 50 x 4	3.89
16	L 50 x 50 x 4	3.89
17	L 50 x 50 x 4	3.89
18	L 50 x 50 x 4	3.89
19	L 50 x 50 x 4	3.89
20	L 50 x 50 x 4	3.89
21	L 50 x 50 x 4	3.89
22	L 50 x 50 x 4	3.89
23	L 50 x 50 x 4	3.89
24	L 50 x 50 x 4	3.89
25	L 50 x 50 x 4	3.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

NODAL Displacment

Node	X-Disp (cm.)	Y-Disp (cm.)
1	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-3.4163E-02	-2.6026E-02
3	-2.0083E-02	-1.8954E-01
4	-5.1285E-03	-2.1557E-01
5	-2.5394E-02	-3.2096E-01
6	-4.3647E-03	-3.4250E-01
7	-6.1012E-02	-5.2700E-01
8	-3.3827E-02	-5.4338E-01
9	-8.1407E-02	-4.2740E-01
10	-1.1337E-01	-4.2856E-01
11	-5.1186E-02	-2.9637E-01
12	-1.3736E-01	-3.2239E-01
13	0.0000E+00	0.0000E+00
14	-7.7136E-02	-2.9026E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

NODAL REACTION

Node	X-Reaction (cm.)	Y-Reaction (cm.)
1	4.6698E+03	2.8333E+03
2	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00
13	-2.6698E+03	2.1667E+03
14	0.0000E+00	0.0000E+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

MEMBER FORCE

Element	Member Force (kg.)	Stress (ksc.)
1	-4.9224E+03	-1.0491E+03
2	-2.9038E+03	-6.1888E+02
3	-2.3397E+03	-4.9865E+02
4	-1.3397E+03	-2.8552E+02
5	-7.9558E+02	-1.6956E+02
6	-2.8143E+03	-5.9980E+02
7	-2.0187E+03	-4.3024E+02
8	-2.4562E+03	-5.2349E+02
9	-3.5802E+03	-7.6303E+02
10	-3.5802E+03	-7.6303E+02
11	-3.5103E+03	-7.4814E+02
12	-2.0187E+03	-4.3024E+02
13	-1.2767E+03	-5.4654E+02
14	-1.2767E+03	-5.4654E+02
15	-1.0586E+03	-4.5232E+02
16	-1.0000E+03	-4.2809E+02
17	-5.6614E+01	-2.4235E+01
18	-1.2767E+03	-5.4654E+02
19	-1.2767E+03	-5.4654E+02
20	2.0187E+03	8.6416E+02
21	4.3753E+02	1.8730E+02
22	1.5023E+03	6.4311E+02
23	3.0046E+02	1.2862E+02
24	-6.1656E+02	-2.6394E+02
25	2.0187E+03	8.6416E+02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

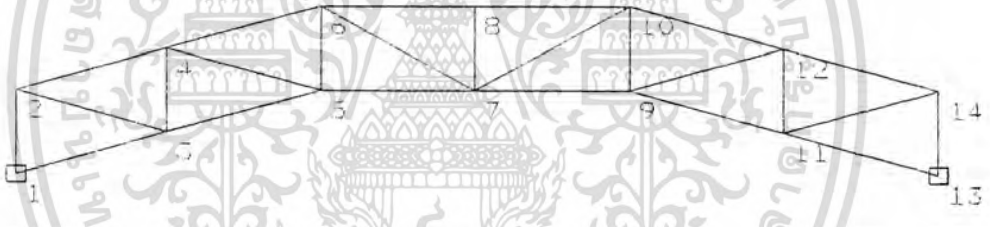
CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
Date: Monday

Selectd Steel Section

Element	Steel type	Section Area (sq-cm.)
1	L 60 x 60 x 4	4.69
2	L 60 x 60 x 4	4.69
3	L 60 x 60 x 4	4.69
4	L 60 x 60 x 4	4.69
5	L 60 x 60 x 4	4.69
6	L 60 x 60 x 4	4.69
7	L 60 x 60 x 4	4.69
8	L 60 x 60 x 4	4.69
9	L 60 x 60 x 4	4.69
10	L 60 x 60 x 4	4.69
11	L 60 x 60 x 4	4.69
12	L 60 x 60 x 4	4.69
13	L 40 x 40 x 4	2.34
14	L 40 x 40 x 4	2.34
15	L 40 x 40 x 4	2.34
16	L 40 x 40 x 4	2.34
17	L 40 x 40 x 4	2.34
18	L 40 x 40 x 4	2.34
19	L 40 x 40 x 4	2.34
20	L 40 x 40 x 4	2.34
21	L 40 x 40 x 4	2.34
22	L 40 x 40 x 4	2.34
23	L 40 x 40 x 4	2.34
24	L 40 x 40 x 4	2.34
25	L 40 x 40 x 4	2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========================================================================
          CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
     KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
     AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
                  TRUSS GEOMETRY GRAPHIC
                Date: Monday
==========================================================================
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
==========================================================================
        CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
   KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
   AUTHORY: SUWANUT TANTANATRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
              TRUSS DISPLACEMENT GRAPHIC
              Date: Monday
==========================================================================
```

—— = .5473827 cm. in Displacement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Designed By "DTRUSS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* COORDINATE DATA (m) */

Node	X-Coordinate	Y-Coordinate
1	0.00000e+00	0.00000e+00
2	0.00000e+00	1.00000e+00
3	1.50000e+00	5.00000e-01
4	1.50000e+00	1.50000e+00
5	3.00000e+00	1.00000e+00
6	3.00000e+00	2.00000e+00
7	4.50000e+00	1.00000e+00
8	4.50000e+00	2.00000e+00
9	6.00000e+00	1.00000e+00
10	6.00000e+00	2.00000e+00
11	7.50000e+00	5.00000e-01
12	7.50000e+00	1.50000e+00
13	9.00000e+00	0.00000e+00
14	9.00000e+00	1.00000e+00

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* BOUNDARY DATA */

Node	X-Boundary	Y-Boundary
1	LOCK	LOCK
13	LOCK	LOCK

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* ELEMENT DATA */

ELEMENT	NODE-1	NODE-2	MATERIAL SET
1	1	3	1
2	3	5	1
3	5	7	1
4	7	9	1
5	9	11	1
6	11	13	1
7	2	4	1
8	4	6	1
9	6	8	1
10	8	10	1
11	10	12	1
12	12	14	1
13	1	2	2
14	3	4	2
15	5	6	2
16	7	8	2
17	9	10	2
18	11	12	2
19	13	14	2
20	2	3	2
21	4	5	2
22	6	7	2
23	7	10	2
24	9	12	2
25	11	14	2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* MATERIAL DATA */

Set	Class	Steel section size	Yield stress,ksc
1	H	L-65x65x6.0	2.52000e+03
2	H	L-50x50x4.0	2.52000e+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* NODAL LOAD (kg) LF = 1 */

Node	X - Force	Y - Force
4	0.0000e+00	-1.0000e+03
6	0.0000e+00	-1.0000e+03
8	0.0000e+00	-1.0000e+03
10	0.0000e+00	-1.0000e+03
12	-2.0000e+03	-1.0000e+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* NODAL DISPLACEMENT (cm) */

Node	X-Displacement	Y-Displacement
1	0.0000e+00	0.0000e+00
2	-2.0116e-02	-1.6183e-02
3	-1.2611e-02	-1.2077e-01
4	-1.8353e-03	-1.3668e-01
5	-1.5436e-02	-2.0524e-01
6	-1.3249e-03	-2.1821e-01
7	-3.7808e-02	-3.3365e-01
8	-3.6127e-02	-3.4632e-01
9	-5.0694e-02	-2.7031e-01
10	-7.0948e-02	-2.7104e-01
11	-8.1389e-02	-1.8610e-01
12	-8.5715e-02	-2.0201e-01
13	0.0000e+00	0.0000e+00
14	-4.8658e-02	-1.6183e-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* ELEMENT FORCE (Own weight inc.) *

Element	Length,m.	Force,kg(P)	Stress,ksc(fa)
1	1.58	-5.0160e+03	-666.1
2	1.58	-2.9394e+03	-390.4
3	1.50	-2.3584e+03	-313.2
4	1.50	-1.3584e+03	-180.4
5	1.58	-8.3122e+02	-110.4
6	1.58	-2.9078e+03	-386.2
7	1.58	-2.0766e+03	-275.8
8	1.58	-2.5299e+03	-336.0
9	1.50	-3.6698e+03	-487.4
10	1.50	-3.6698e+03	-487.4
11	1.58	-3.5840e+03	-476.0
12	1.58	-2.0766e+03	-275.8
13	1.00	-1.3220e+03	-339.8
14	1.00	-1.3000e+03	-334.2
15	1.00	-1.0598e+03	-272.5
16	1.00	-1.0104e+03	-259.7
17	1.00	-5.9839e+01	-15.4
18	1.00	-1.3000e+03	-334.2
19	1.00	-1.3220e+03	-339.8
20	1.58	2.0766e+03	533.8
21	1.58	4.5338e+02	116.6
22	1.80	1.5260e+03	392.3
23	1.80	3.2417e+02	83.3
24	1.58	-6.0071e+02	-154.4
25	1.58	2.0766e+03	533.8

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* SUPPORT REACTION (kg) */

Node	X - Force	Y - Force
1	4.7586e+03	2.9143e+03
13	-2.7586e+03	2.2477e+03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTRUSS VERSION 2.1

FILENAME: BB2.T2 AUTHORITY: SONGKHEW

PROJECT : ENGINEER:

/* SECTION & WELDING */

Element	Steel section	(l/r)	(Fa,ksc)	(fa/Fa)	Welding, <t,L>mm.
1	L-65x65x6.0	124	695.4	0.96	6.0, 100
2	L-65x65x6.0	124	695.4	0.56	6.0, 60
3	L-65x65x6.0	118	758.2	0.41	6.0, 50
4	L-65x65x6.0	118	758.2	0.24	6.0, 40
5	L-65x65x6.0	124	695.4	0.16	6.0, 40
6	L-65x65x6.0	124	695.4	0.56	6.0, 60
7	L-65x65x6.0	124	695.4	0.40	6.0, 40
8	L-65x65x6.0	124	695.4	0.48	6.0, 50
9	L-65x65x6.0	118	758.2	0.64	6.0, 70
10	L-65x65x6.0	118	758.2	0.64	6.0, 70
11	L-65x65x6.0	124	695.4	0.68	6.0, 70
12	L-65x65x6.0	124	695.4	0.40	6.0, 40
13	L-50x50x4.0	102	905.5	0.38	4.0, 40
14	L-50x50x4.0	102	905.5	0.37	4.0, 40
15	L-50x50x4.0	102	905.5	0.30	4.0, 40
16	L-50x50x4.0	102	905.5	0.29	4.0, 40
17	L-50x50x4.0	102	905.5	0.02	4.0, 40
18	L-50x50x4.0	102	905.5	0.37	4.0, 40
19	L-50x50x4.0	102	905.5	0.38	4.0, 40
20	L-50x50x4.0	161	1512.0	0.36	4.0, 60
21	L-50x50x4.0	161	1512.0	0.08	4.0, 40
22	L-50x50x4.0	184	1512.0	0.26	4.0, 50
23	L-50x50x4.0	184	1512.0	0.08	4.0, 40
24	L-50x50x4.0	161	415.4	0.37	4.0, 40
25	L-50x50x4.0	161	1512.0	0.35	4.0, 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10 บทสรุปและแนวทางการพัฒนา

บทสรุป

จากการทำโครงงานพิเศษเรื่องการวิเคราะห์และออกแบบโครงข้อหมุนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ คณะผู้จัดทำได้เขียนโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ออกแบบโครงข้อหมุน ซึ่งโปรแกรมจะใช้งานได้สำหรับโครงข้อหมุน 2 มิติ ทั้ง statically indeterminate และ statically determinate โดยการใช้งานและผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วน analysis การใช้งานจะต้องป้อนข้อมูล ตำแหน่งและสภาวะของ node , จุดเชื่อม และคุณสมบัติของชิ้นส่วน , แรงกระทำภายนอกที่จุดต่อ แล้วโปรแกรมจะแสดงผลเป็น แรงที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นส่วน การเคลื่อนตัวของจุดต่อต่าง ๆ และแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ

2. ส่วน design การใช้งานจะป้อนข้อมูลลักษณะเดียวกับส่วน analysis แตกต่างกันตรงที่ไม่ต้องเลือก ขนาดหน้าตัดของเหล็กและสามารถเลือกค่าของ Fy ได้ ตามชนิดของเหล็ก แล้วโปรแกรมจะให้ผลในส่วนของ ขนาดหน้าตัด , แรงในชิ้นส่วน , การเคลื่อนตัวที่จุดต่อ และแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ

เมื่อพิจารณาแล้วก็ถือได้ว่าโปรแกรมที่ได้ เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และการเขียนโปรแกรมใช้ขั้นตอนจากทฤษฎีขั้นพื้นฐานเพื่อความแน่นอนของผลที่ได้และจะเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจเพื่อพัฒนาโปรแกรมต่อไป แต่อาจเป็นด้วยการที่มีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมมาน้อยจึงใช้การอ้างอิงข้อมูลที่ไม่ถูกวิธีนักทำให้การคำนวณต้องใช้เวลาอยู่พอสมควรผู้จัดทำจึงขออภัยมา ณ ที่นี้

แนวทางการพัฒนา

1. ในการเขียนโปรแกรมครั้งนี้ส่วนใหญ่ใช้ทฤษฎีพื้นฐาน ซึ่งมีผลให้การคำนวณต้องใช้เวลาพอสมควร ซึ่งควรจะศึกษาทฤษฎีที่เหมาะสมกับการใช้คำนวณในคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นการช่วยประหยัดเวลา

2. โปรแกรมที่ได้สามารถวิคคราะห์ได้เพียง 2 มิติ ควรมีการพัฒนาให้วิเคราะห์ได้ถึง 3 มิติ และอาจรวมถึงพวกโครงข้อแข็งด้วย

3. การทำ กราฟฟิค ยังได้รายละเอียดหรือมี option ไม่มากนัก สมควรที่จะพัฒนาเพิ่มเติมให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแสดงผลทางหน้าจอและทางเครื่องพิมพ์ควรทำให้และใช้งานได้ง่าย ในการดูเพื่อตรวจสอบหรือเปรียบเทียบ

5. ในส่วนของ Option ควรมีตัวเลือกให้มากกว่านี้เพื่อความอ่อนตัวของโปรแกรม

6. พัฒนาการเข้าถึงและอ้างอิงข้อมูลเพื่อลดเวลาในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

C.K. WANG , Intermidiate Structural Analysis , International edition , Mc GRAW - HILL Publishing Company 1983

CHU - KAI WANG , Matrix Methods of Structural Analysis , Second edition , International Texbook Company

CHU - KAI WANG , Structural Analysis By Microcomputer , Second edition , International Texbook Company

JOHN F. FLEMING , Computer Analysis of Structural System , London , Mc GRAW - HILL Publishing Company 1989

ดร. ทักษิณ เทพชาตรี , ไมโครคอมพิวเตอร์ ในการวิเคราะห์โครงสร้าง , ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์

สนั่น เจริญเผ่า , วินิต ช่อวิเชียร , การออกแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก พิมพ์ครั้งที่ 7 , ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์ , พศ. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BANALYSI.FRM - 1

```
'=================================================
'LTRUSS 2 DIMENTIONS TRUSS ANALYSIS & DESIGN PROGRAM
'PROGRAMER : SUWANUT TANTANATRAKOOL     35104504
'          : SEKSAN CHAROENSUK          35104509
'ADVISOR   : WIBOOL WUTTHIYAN
'                VISUAL BASIC 3.00
'    SPACIAL THANKS FOR EVERY BODY WHO REMEMBER US
'    ESPECIALLY : SUWANNA CHITHINORASETH
'               : SUWANNEE SUWANNAPONG
'               : SUNIBOON TUNGWINYOO
'               : SUPREEYA TEERAPARBWONG
'               : SUWIT SAIPAN
'               : NIRUT NAKSUK
'               : ORNANONG PATTANAPANYASAT
'               : SUTTHIPAN SURASINGHTOTHONG
'=================================================

Sub Form_Load ()
    Analysis.Width = 12000
    Analysis.Height = 8400
    Analysis.Top = 600
    Analysis.Left = 0

End Sub

Sub Timer1_Timer ()
    Analysis.Show
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BBACK.FRM - 1


Sub Form_Load ()
    Back.top = 600
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BBOUNDAR.FRM - 1

Dim n As Integer
Dim NodeNo As Integer
Dim XCoor As Single
Dim YCoor As Single
Dim NodeGen As Integer
Dim RowNo As Integer
Dim SortRow As Integer
Dim SortN1 As Integer
Dim SortN2 As Integer
Dim tempN As Integer
Dim tempX As Integer
Dim TempY As Integer

Sub btnDataComplete_Click ()
    DataChkBound = 1
    Unload BOUNDARY
    Load ELEMENT
    ELEMENT.Show

End Sub

Sub btnEnd_Click ()
    If DataChkNode = 1 And DataChkEle = 1 And DataChkBo
und = 1 And DataChkMat = 1 And DataChkLoad = 1 Then
        Unload BOUNDARY
        Mainmenu.mnuSolution.Enabled = 1
    Else
        MsgBox "Please completed your data !"
        DataChkBound = 1
        Unload BOUNDARY
        Load ELEMENT
        ELEMENT.Show
    End If
End Sub

Sub btnOutput_Click ()
    DataNod.Show
    DataNod.Frame3D1.Height = 3750
End Sub

Sub Form_Load ()
    BOUNDARY.Width = 12000
    BOUNDARY.Height = 4500
    BOUNDARY.Top = 600
    BOUNDARY.Left = 0
    If Row_No < 12 Then
        DataNod.Grid1.Width = 5100
        DataNod.Grid1.ScrollBars = 0
        DataNod.Panel3D4.Width = 5250
    Else
        DataNod.Grid1.Width = 5300
        DataNod.Panel3D4.Width = 5450
    End If
        DataNod.Grid1.Col = 3
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "Free"
        Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BBOUNDAR.FRM - 2

```
        DataNod.Grid1.Col = 4
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "Free"
        Next I

End Sub

Sub txtNodeNo_KeyPress (keyascii As Integer)
If keyascii = 13 Then

    If txtNodeNo.Text = "" Then
        MsgBox "insert data please", 48
    Else

        If n > txtNoofBound.Text Then
            n = n - 1
            MsgBox "There Are " + Str(txtNoofBound.Text
) + " Boundary Joint On Your Structure"
            txtNodeNo.Text = "0"

        ElseIf txtNodeNo.Text = "0" Then
            txtNoofBound.Enabled = 0
            txtNodeNo.Enabled = 0
            txtX.Enabled = 0
            txtY.Enabled = 0
            btnDataComplete.Visible = 1
            btnOutput.Visible = 1
            btnEnd.Visible = 1
            If txtNodeGen = "" Then
                NodeGen = 0
            End If

        Else
            txtX.SetFocus
            DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
        End If
    End If

End If

End Sub

Sub txtNodeNo_LostFocus ()
    If txtNodeNo.Text = "0" Then

        txtNodeNo.Enabled = 0
        txtX.Enabled = 0
        txtY.Enabled = 0
        btnDataComplete.Visible = 1
        btnOutput.Visible = 1
        btnEnd.Visible = 1
        If txtNodeGen = "" Then
            NodeGen = 0
        End If
    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BBOUNDAR.FRM - 3

End Sub

Sub txtNoofBound_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        n = 0
        If txtNoofBound.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please", 48
            txtNoofBound.SetFocus
        ElseIf CInt(txtNoofBound.Text) = 1 Then
            MsgBox "It's Impossible", 48
            txtNoofBound.SetFocus
            txtNoofBound.Text = ""
        ElseIf txtNoofBound.Text > totalNode Then
            MsgBox "There Are " + CStr(totalNode) + "Jo
int On Your Structure"
            txtNoofBound.Text = ""
        Else
            txtNodeNo.SetFocus
            txtNoofBound.TabStop = 0
        End If
    End If

End Sub

Sub txtNoofBound_LostFocus ()
    If txtNoofBound.Text = "" Then
        MsgBox "insert data please", 48
    ElseIf txtNoofBound.Text > totalNode Then
        MsgBox "There Are " + CStr(totalNode) + "Joint
On Your Structure"
        txtNoofBound.Text = ""
    End If
    txtNoofBound.TabStop = 0
    If edi = 0 Then
        DataNod.Grid1.Col = 3
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "Free"
        Next I
        DataNod.Grid1.Col = 4
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "Free"
        Next I
    End If
End Sub

Sub txtX_Change ()
    If txtX.Text = "/" Then
        txtX.Text = labX.Caption
    ElseIf txtX.Text = "1" Then
        txtX.Text = "1"
    ElseIf txtX.Text = "0" Then
        txtX.Text = "0"
    ElseIf txtX.Text = "Fix" Then
        txtX.Text = "Fix"
    ElseIf txtX.Text = "Free" Then
        txtX.Text = "Free"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BBOUNDAR.FRM - 4

```
    Else
        txtX.Text = ""
    End If
End Sub

Sub txtX_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtX.Text = "" Then
        MsgBox "insert data please"
        Else
            If txtX.Text = "0" Then
                txtX.Text = "Fix"
            ElseIf txtX.Text = "1" Then
                txtX.Text = "Free"
            End If
            txtY.SetFocus
        End If
    End If
End Sub

Sub txtX_LostFocus ()
    If txtX.Text = "0" Then
        txtX.Text = "Fix"
    ElseIf txtX.Text = "1" Then
        txtX.Text = "Free"
    End If
End Sub

Sub txtY_Change ()
    If txtY.Text = "/" Then
        txtY.Text = labY.Caption
    ElseIf txtY.Text = "1" Then
        txtY.Text = "1"
    ElseIf txtY.Text = "0" Then
        txtY.Text = "0"
    ElseIf txtY.Text = "Fix" Then
        txtY.Text = "Fix"
    ElseIf txtY.Text = "Free" Then
        txtY.Text = "Free"
    Else
        txtY.Text = ""
    End If

End Sub

Sub txtY_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNodeNo.Text = "" Then
            MsgBox "insert NodeNo please"
            txtNodeNo.SetFocus
        ElseIf txtX.Text = "" Then
            MsgBox "insert X-Disp please"
            txtX.SetFocus
        ElseIf txtY.Text = "" Then
            MsgBox "insert Y-Disp please"
            txtY.SetFocus
        Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BBOUNDAR.FRM - 5

```
            If txtY.Text = "0" Then
                txtY.Text = "Fix"
            ElseIf txtY.Text = "1" Then
                txtY.Text = "Free"
            End If
            Check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
            If Check = 6 Then
                If txtNodeNo.Text = "0" Then
                    n = n - 1
                End If
                If txtNodeNo.Text + " " = LabNodeNo.Cap
tion Then
                    n = n - 1
                End If

                n = n + 1
                LabNodeNo.Caption = txtNodeNo.Text + "
"
                labX.Caption = txtX.Text + " "
                labY.Caption = txtY.Text + " "
                DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
                DataNod.Grid1.Col = 3
                DataNod.Grid1.Text = txtX.Text
                DataNod.Grid1.Col = 4
                DataNod.Grid1.Text = txtY.Text
                txtNodeNo.Text = ""
                txtX.Text = ""
                txtY.Text = ""
                If n = CInt(txtNoofBound.Text) Then
                    txtNodeNo.Text = "0"
                    txtNodeNo.SetFocus
                Else
                    txtNodeNo.SetFocus
                End If
            ElseIf Check = 7 Then
                txtNodeNo.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtY_LostFocus ()
    If txtY.Text = "0" Then
        txtY.Text = "Fix"
    ElseIf txtY.Text = "1" Then
        txtY.Text = "Free"
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BDATAEL1.FRM - 1

```
Sub btnEdit_Click ()
    Grid1.Enabled = 1
    Grid1.Row = 1
    Grid1.Col = 0

    text6.Text = Grid1.Text
    text6.Visible = 1

    text6.SetFocus

End Sub

Sub btnOK2_Click ()
DataEle.Hide
End Sub

Sub Form_Load ()
    DataEle.Width = 12000
    DataEle.Height = 4400

    DataEle.Top = 4600
    DataEle.Left = 0
    Grid1.Row = 0
    Grid1.Col = 0
    Grid1.Text = "Ele No"
    Grid1.Col = 1
    Grid1.Text = "1-Node"
    Grid1.Col = 2
    Grid1.Text = "2-Node"
    Grid1.Col = 3
    Grid1.Text = "Set_No"
    Grid1.Col = 4
    Grid1.Text = "Steel-Type"
    DataEle.Grid1.ColWidth(0) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(1) = 1000
    DataEle1.Grid1.ColWidth(2) = 1000
    DataEle1.Grid1.ColWidth(3) = 1000
    DataEle1.Grid1.ColWidth(4) = 2000
    DataEle1.Grid1.ColWidth(5) = 1000
End Sub

Sub Text6_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
            Grid1.Text = text6.Text
            text6.Text = ""
            Grid1.SetFocus
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BDATAELE.FRM - 1

Option Explicit

Sub btnEdit_Click ()
    Grid1.Enabled = 1
    Grid1.Row = 1
    Grid1.Col = 0

    text6.Text = Grid1.Text
    text6.Visible = 1

    text6.SetFocus

End Sub

Sub btnOK2_Click ()
DataEle.Hide
End Sub

Sub Form_Load ()
    DataEle.Width = 12000
    DataEle.Height = 4400
    DataEle.Top = 5100
    DataEle.Left = 0
    Grid1.Row = 0
    Grid1.Col = 0
    Grid1.Text = "Ele No"
    Grid1.Col = 1
    Grid1.Text = "1-Node"
    Grid1.Col = 2
    Grid1.Text = "2-Node"
    Grid1.Col = 3
    Grid1.Text = "Set_No"
    Grid1.Col = 4
    Grid1.Text = "Steel-Type"
    DataEle.Grid1.ColWidth(0) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(1) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(2) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(3) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 2000
    DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 1000

End Sub

Sub Grid1_Click ()
    text6.Visible = 1
    Grid1.HighLight = 1
    text6.Text = Grid1.Text

End Sub

Sub Text6_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
            Grid1.Text = text6.Text
            text6.Text = ""
            Grid1.SetFocus
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BDATANOD.FRM - 1


Sub btnEdit_Click ()
    Grid1.Enabled = 1
    Grid1.Row = 1
    Grid1.Col = 0

    text6.Text = Grid1.Text
    text6.Visible = 1

    text6.SetFocus

End Sub

Sub btnOK2_Click ()
    DataNod.Hide
End Sub

Sub Form_Load ()
    DataNod.Width = 12000
    DataNod.Height = 4400

    DataNod.Top = 5100
    DataNod.Left = 0

    Grid1.Row = 0
    Grid1.Col = 0
    Grid1.Text = "Node No"
    Grid1.Col = 1
    Grid1.Text = "X-Coor"
    Grid1.Col = 2
    Grid1.Text = "Y-Coor"
    Grid1.Col = 3
    Grid1.Text = "X-Bound"
    Grid1.Col = 4
    Grid1.Text = "Y-Bound"
    Grid1.Col = 5
    Grid1.Text = "X-Load"
    Grid1.Col = 6
    Grid1.Text = "Y-Load"
    DataNod.Grid1.ColWidth(0) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(1) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(2) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(3) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(4) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(5) = 1000
    DataNod.Grid1.ColWidth(6) = 1000

End Sub

Sub Grid1_Click ()
    text6.Visible = 1
    Grid1.HighLight = 1
    text6.Text = Grid1.Text
End Sub
Sub Grid1_DblClick ()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BDATANOD.FRM - 2

```
    text6.Enabled = 1
    Grid1.Enabled = 0
    text6.Text = Grid1.Text

End Sub

Sub Grid1_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        text6.SetFocus
        text6.Text = Grid1.Text
    End If
End Sub

Sub Text6_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        Grid1.Text = text6.Text
        text6.Text = ""
        Grid1.SetFocus
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 1

Dim n As Integer
Dim EleNo As Integer
Dim Node1 As Single
Dim Node2 As Single
Dim NodeGen As Integer
Dim RowNo As Integer

Sub Command3D1_Click ()

End Sub

Sub btnDataComplete_Click ()
    DataChkEle = 1
    Unload Element
    If Mode = "Analysis" Then
        Load Material
        Material.Show
    ElseIf Mode = "Design" Then
        Load Material1
        Material1.Show
    End If
End Sub

Sub btnEnd_Click ()
    Unload Element
End Sub

Sub btnOutput_Click ()

        DataEle.Show
    If DataEle.Grid1.Rows > 10 Then
        DataEle.Grid1.Width = 3300
        DataEle.Panel3D4.Width = 3450

    End If
    DataEle.Frame3d1.Height = 3750
End Sub

Sub Form_Load ()
    Element.Width = 12000
    Element.Height = 4500
    Element.Top = 600
    Element.Left = 0
End Sub

Sub txt1_Node_Change ()
    If txt1_Node.Text = "/" Then
        txt1_Node.Text = Lab1_Node.Caption
    End If
End Sub

Sub txt1_Node_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txt1_Node.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            txt2_Node.SetFocus
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 2

    End If
End Sub

Sub txt2_Node_Change ()
    If txt2_Node.Text = "/" Then
        txt2_Node.Text = Lab2_Node.Caption
    End If
End Sub

Sub txt2_Node_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txt2_Node.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        ElseIf txt2_Node.Text = txt1_Node.Text Then
            MsgBox "1 Node  And  2 Node  Can Not Be The
 Same "
            txt2_Node.Text = ""
        Else
            txtNodeGen.SetFocus
            If txtEleNo.Text = EleNo Then
                EleNo = txtEleNo.Text
                DataEle.Grid1.Row = EleNo
                DataEle.Grid1.Col = 0: EleNo = txtEleNo
.Text
                                     : DataEle.Grid1.Te
xt = EleNo
                DataEle.Grid1.Col = 1: Node1 = txt1_Nod
e.Text
                                     : DataEle.Grid1.Te
xt = Node1
                DataEle.Grid1.Col = 2: Node2 = txt2_Nod
e.Text
                                     : DataEle.Grid1.Te
xt = Node2
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                   NodeGen = 0
                End If
                EleNo = txtEleNo.Text
                DataEle1.Grid1.Row = EleNo
                DataEle1.Grid1.Col = 0: EleNo = txtEleN
o.Text
                                      : DataEle1.Grid1.
Text = EleNo
                DataEle1.Grid1.Col = 1: Node1 = txt1_No
de.Text
                                      : DataEle1.Grid1.
Text = Node1
                DataEle1.Grid1.Col = 2: Node2 = txt2_No
de.Text
                                      : DataEle1.Grid1.
Text = Node2
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                   NodeGen = 0
                End If
            ElseIf txtEleNo.Text > (EleNo + 1) And Node
Gen > 0 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 3

                Do
                    EleNo = EleNo + 1
                    DataEle.Grid1.Row = EleNo
                    DataEle.Grid1.Col = 0: EleNo = EleN
o                                        : DataEle.Grid
1.Text = EleNo
                    DataEle.Grid1.Col = 1: Node1 = Node
1 + NodeGen                              : DataEle.Grid
1.Text = Node1
                    DataEle.Grid1.Col = 2: Node2 = Node
2 + NodeGen                              : DataEle.Grid
1.Text = Node2
                    If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" T
hen
                        NodeGen = 0
                    End If
                Loop Until EleNo = txtEleNo.Text - 1
                    EleNo = EleNo + 1
                    DataEle.Grid1.Row = EleNo
                    DataEle.Grid1.Col = 0: EleNo = txtE
leNo.Text                                : DataEle.Grid
1.Text = EleNo
                    DataEle.Grid1.Col = 1: Node1 = txt1
_Node.Text                               : DataEle.Grid
1.Text = Node1
                    DataEle.Grid1.Col = 2: Node2 = txt2
_Node.Text                               : DataEle.Grid
1.Text = Node2
                    If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" T
hen
                        NodeGen = 0
                    End If

            ElseIf txtEleNo.Text = (EleNo + 1) Or NodeG
en = 0 Then
                EleNo = txtEleNo.Text
                DataEle.Grid1.Row = EleNo
                DataEle.Grid1.Col = 0: EleNo = txtEleNo
.Text                                    : DataEle.Grid1.Te
xt = EleNo
                DataEle.Grid1.Col = 1: Node1 = txt1_Nod
e.Text                                   : DataEle.Grid1.Te
xt = Node1
                DataEle.Grid1.Col = 2: Node2 = txt2_Nod
e.Text                                   : DataEle.Grid1.Te
xt = Node2
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                    NodeGen = 0
                End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BELEMENT.FRM - 4

```
                EleNo = txtEleNo.Text
                DataEle1.Grid1.Row = EleNo
                DataEle1.Grid1.Col = 0: EleNo = txtEleN
o.Text
                                        : DataEle1.Grid1.
Text = EleNo
                DataEle1.Grid1.Col = 1: Node1 = txt1_No
de.Text
                                        : DataEle1.Grid1.
Text = Node1
                DataEle1.Grid1.Col = 2: Node2 = txt2_No
de.Text
                                        : DataEle1.Grid1.
Text = Node2
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                   NodeGen = 0
                End If

            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtEleNo_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtEleNo.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        ElseIf txtEleNo.Text > TotalEle Then
            MsgBox "There are only " + Str(TotalEle) +
" Element"
            txtEleNo.Text = ""
        ElseIf txtEleNo.Text = "0" Then
            DataEle.Grid1.Row = 0
            Do
                DataEle.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Row +
 1
            Loop Until DataEle.Grid1.Text = "" Or DataE
le.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Rows - 1
                If DataEle.Grid1.Text = "" Then
                    MsgBox " Your Element Data not comp
leted"
                    txtEleNo.Text = ""
                    txtEleNo.SetFocus
                Else
                    btnDataComplete.Visible = 1
                    btnOutput.Visible = 1
                    btnEnd.Visible = 1
                    txtNoofEle.Enabled = 0
                    txtEleNo.Enabled = 0
                    txt1_Node.Enabled = 0
                    txt2_Node.Enabled = 0
                    txtNodeGen.Enabled = 0
                End If
        Else
            If n = 0 Then
                n = n + 1
            End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BELEMENT.FRM - 5

```
                txt1_Node.SetFocus
        End If
    End If
End Sub

Sub txtNodeGen_Change ()
    If txtNodeGen.Text = "/" Then
        txtNodeGen.Text = LabNodeGen.Caption
    End If
End Sub

Sub txtNodeGen_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNodeGen.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            Check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
            If Check = 6 Then
            NodeGen = txtNodeGen.Text
            txtEleNo.SetFocus
            LabEleNo.Caption = txtEleNo.Text + " "
            Lab1_Node.Caption = txt1_Node.Text + " "
            Lab2_Node.Caption = txt2_Node.Text + " "
            LabNodeGen.Caption = txtNodeGen.Text + " "
            txtEleNo.Text = ""
            txt1_Node.Text = ""
            txt2_Node.Text = ""
            txtNodeGen.Text = ""
            ElseIf Check = 7 Then
                txtEleNo.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtNoofEle_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNoofEle.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
            txtNoofEle.SetFocus
        Else
            TotalEle = txtNoofEle.Text
            Row_No = txtNoofEle.Text
            DataEle.Grid1.Rows = Row_No + 1
            txtEleNo.SetFocus
            DataEle.Grid1.Top = 75
            DataEle.Grid1.Left = 75
            DataEle.Grid1.Row = 1
            DataEle.Grid1.Col = 0
            DataEle.Grid1.ColWidth(0) = 1000
            DataEle.Grid1.ColWidth(1) = 1000
            DataEle.Grid1.ColWidth(2) = 1000
            For I = 0 To 2 Step 1
                DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
            Next I
            If Row_No < 12 Then
                DataEle.Grid1.Width = 3075
                DataEle.Grid1.Height = (DataEle.Grid1.R
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 6

owHeight(1) + 8) * (Row_No + 1) + 50
                DataEle.Grid1.ScrollBars = 0
                DataEle.Panel3D4.Width = 3225
                DataEle.Panel3D4.Height = DataEle.Grid1
.Height + 150
            Else
                DataEle.Grid1.Width = 3075
                DataEle.Panel3D4.Width = 3225
            End If

            DataEle1.Grid1.Rows = Row_No + 1
            txtEleNo.SetFocus
            DataEle1.Grid1.Top = 75
            DataEle1.Grid1.Left = 75
            DataEle1.Grid1.Row = 1
            DataEle1.Grid1.Col = 0
            DataEle1.Grid1.ColWidth(0) = 1000
            DataEle1.Grid1.ColWidth(1) = 1000
            DataEle1.Grid1.ColWidth(2) = 1000
            For I = 0 To 2 Step 1
                DataEle1.Grid1.ColAlignment(I) = 1
            Next I
            If Row_No < 12 Then
                DataEle1.Grid1.Width = 3075
                DataEle1.Grid1.Height = (DataEle1.Grid1
.RowHeight(1) + 8) * (Row_No + 1) + 50
                DataEle1.Grid1.ScrollBars = 0
                DataEle1.Panel3D4.Width = 3225
                DataEle1.Panel3D4.Height = DataEle1.Gri
d1.Height + 150
            Else
                DataEle1.Grid1.Width = 3075
                DataEle1.Panel3D4.Width = 3225
            End If

        End If
        txtNoofEle.TabStop = 0
    End If
End Sub

Sub txtNoofEle_LostFocus ()
    If txtNoofEle.Text = "" Then
        MsgBox "insert data please"
    Else
        TotalEle = txtNoofEle.Text
        Row_No = txtNoofEle.Text
        DataEle.Grid1.Rows = Row_No + 1
        txtEleNo.SetFocus
        DataEle.Grid1.Top = 75
        DataEle.Grid1.Left = 75
        DataEle.Grid1.Row = 1
        DataEle.Grid1.Col = 0
        DataEle.Grid1.ColWidth(0) = 1000
        DataEle.Grid1.ColWidth(1) = 1000
        DataEle.Grid1.ColWidth(2) = 1000
        For I = 0 To 2 Step 1
            DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
        Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 7

        If Row_No < 12 Then
            DataEle.Grid1.Width = 3075
            DataEle.Grid1.Height = (DataEle.Grid1.RowHe
ight(1) + 8) * (Row_No + 1) + 50
            DataEle.Grid1.ScrollBars = 0
            DataEle.Panel3D4.Width = 3225
            DataEle.Panel3D4.Height = DataEle.Grid1.Hei
ght + 150
        Else
            DataEle.Grid1.Width = 3075
            DataEle.Panel3D4.Width = 3225
        End If

            DataEle1.Grid1.Rows = Row_No + 1
            txtEleNo.SetFocus
            DataEle1.Grid1.Top = 75
            DataEle1.Grid1.Left = 75
            DataEle1.Grid1.Row = 1
            DataEle1.Grid1.Col = 0
            DataEle1.Grid1.ColWidth(0) = 1000
            DataEle1.Grid1.ColWidth(1) = 1000
            DataEle1.Grid1.ColWidth(2) = 1000
            For I = 0 To 2 Step 1
                DataEle1.Grid1.ColAlignment(I) = 1
            Next I
            If Row_No < 12 Then
                DataEle1.Grid1.Width = 3075
                DataEle1.Grid1.Height = (DataEle1.Grid1
.RowHeight(1) + 8) * (Row_No + 1) + 50
                DataEle1.Grid1.ScrollBars = 0
                DataEle1.Panel3D4.Width = 3225
                DataEle1.Panel3D4.Height = DataEle1.Gri
d1.Height + 150
            Else
                DataEle1.Grid1.Width = 3075
                DataEle1.Panel3D4.Width = 3225
            End If

    End If
    txtNoofEle.TabStop = 0

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BGRAPHIC.FRM - 1

```
Sub Form_Load ()
    scaleX = 0
    scaleY = 0
    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        If DataNod.Grid1.Text > scaleX Then
            scaleX = DataNod.Grid1.Text
        End If
        DataNod.Grid1.Col = 2
        If DataNod.Grid1.Text > scaleY Then
            scaleY = DataNod.Grid1.Text
        End If
    Next I
    If scaleX > scaleY Then
        ScaleG = scaleX
    Else
        ScaleG = scaleY
    End If
        Graphic.Scale (-.2 * ScaleG, -1.2 * ScaleG)-(1.
2 * ScaleG, .2 * ScaleG)


End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLDFACTO.FRM - 1

```
Sub Command3D1_Click ()

    LoadFactor = txtLoadFactor.Text
    For i = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = i
        DataNod.Grid1.Col = 5
        DataNod.Grid1.Text = CSng(DataNod.Grid1.Text) *
 LoadFactor
        DataNod.Grid1.Col = 6
        DataNod.Grid1.Text = CSng(DataNod.Grid1.Text) *
 LoadFactor
    Next i
    Unload LDFactor
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLOAD.FRM - 1

Dim n As Integer
Dim o As Integer
Dim NodeNo As Integer
Dim NodeGen As Integer
Dim LoadX As Single
Dim LoadY As Single

Sub btnEdit_Click ()
End Sub

Sub btnDataComplete_Click ()
    DataChkLoad = 1
    txtLoadX.Enabled = 0
    txtLoadY.Enabled = 0
    txtNodeGen.Enabled = 0
    Unload FORCE
    Load Overall
    Overall.Show

End Sub

Sub btnEnd_Click ()
        Unload FORCE
        Mainmenu.mnuSolution.Enabled = 1
End Sub

Sub btnOutput_Click ()
    DataNod.Grid1.Row = 0
    DataNod.Grid1.Col = 5
    DataNod.Grid1.Text = "X-Load"
    DataNod.Grid1.Col = 6
    DataNod.Grid1.Text = "Y-Load"
    DataNod.Frame3D1.Height = 3750
    DataNod.Show
End Sub


Sub Form_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 27 Then
        Check = MsgBox("Are You Sou You Want To Quit",
4 + 32)
        If Check = 6 Then
        Unload Node
        End If
    End If
End Sub

Sub Form_Load ()
    FORCE.Width = 12000
    FORCE.Height = 4500
    FORCE.Top = 600
    FORCE.Left = 0

    If Row_No < 12 Then
        DataNod.Grid1.Width = 7150
        DataNod.Grid1.ScrollBars = 0
        DataNod.Panel3D4.Width = 7300
    Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 2

```
        DataNod.Grid1.Width = 7350
        DataNod.Panel3D4.Width = 7500
    End If
    n = 0
    If edi = 0 Then
        DataNod.Grid1.Col = 5
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "0.00"
        Next I
        DataNod.Grid1.Col = 6
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Text = "0.00"
        Next I
    End If
End Sub

Sub txtLoadX_Change ()
    If txtLoadX.Text = "/" Then
        txtLoadX.Text = LabX.Caption
    End If
End Sub

Sub txtLoadX_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtLoadX.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
            DataNod.Grid1.Col = 3
            If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                txtLoadX.Text = "0.00"
                txtLoadY.SetFocus
            Else
                txtLoadX.Text = Format(txtLoadX.Text, "
0.00")
                txtLoadY.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtLoadX_LostFocus ()
    DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
    DataNod.Grid1.Col = 3
    If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
        txtLoadX.Text = 0
    End If

End Sub

Sub txtLoadY_Change ()
    If txtLoadY.Text = "/" Then
        txtLoadY.Text = LabY.Caption
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 3

```
Sub txtLoadY_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtLoadY.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                txtLoadY.Text = "0.00"
                txtNodeGen.SetFocus
            Else
                txtLoadY.Text = Format(txtLoadY.Text, "
0.00")
                txtNodeGen.SetFocus
            End If
            If txtNodeNo.Text > NodeNo And NodeGen > 0
Then
                Do
                    NodeNo = NodeNo + NodeGen
                    DataNod.Grid1.Row = NodeNo
                    DataNod.Grid1.Col = 5
                    DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX,
"0.00")
                    DataNod.Grid1.Col = 6
                    DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY,
"0.00")
                Loop Until NodeNo = txtNodeNo.Text - No
deGen
                NodeNo = txtNodeNo.Text
                LoadX = Format(txtLoadX.Text, "0.00")
                LoadY = Format(txtLoadY.Text, "0.00")
                DataNod.Grid1.Row = NodeNo
                DataNod.Grid1.Col = 5
                DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX, "0.0
0")
                DataNod.Grid1.Col = 6
                DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY, "0.0
0")
            Else
                NodeNo = txtNodeNo.Text
                LoadX = Format(txtLoadX.Text, "0.00")
                LoadY = Format(txtLoadY.Text, "0.00")
                DataNod.Grid1.Row = NodeNo
                DataNod.Grid1.Col = 5
                DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX, "0.0
0")
                DataNod.Grid1.Col = 6
                DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY, "0.0
0")
                If txtNodeGen = "" Then
                    NodeGen = 0
                End If
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtLoadY_LostFocus ()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 4

```
    DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
    DataNod.Grid1.Col = 4
    If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
        txtLoadY.Text = 0
        txtNodeGen.SetFocus
    End If
    If txtLoadX.Text = "" Then
        txtLoadX.Text = 0
    End If
    If txtLoadY.Text = "" Then
        txtLoadY.Text = 0
    End If
    If txtNodeNo.Text > NodeNo And NodeGen > 0 Then
        Do
        NodeNo = NodeNo + NodeGen
        DataNod.Grid1.Row = NodeNo
        DataNod.Grid1.Col = 5
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX, "0.00")
        DataNod.Grid1.Col = 6
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY, "0.00")
        Loop Until NodeNo = txtNodeNo.Text - NodeGen
        NodeNo = txtNodeNo.Text
        LoadX = Format(txtLoadX.Text, "0.00")
        LoadY = Format(txtLoadY.Text, "0.00")
        DataNod.Grid1.Row = NodeNo
        DataNod.Grid1.Col = 5
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX, "0.00")
        DataNod.Grid1.Col = 6
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY, "0.00")
    Else
        NodeNo = txtNodeNo.Text
        LoadX = Format(txtLoadX.Text, "0.00")
        LoadY = Format(txtLoadY.Text, "0.00")
        DataNod.Grid1.Row = NodeNo
        DataNod.Grid1.Col = 5
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadX, "0.00")
        DataNod.Grid1.Col = 6
        DataNod.Grid1.Text = Format(LoadY, "0.00")
        If txtNodeGen = "" Then
            NodeGen = 0
        End If
    End If
End Sub

Sub txtNodeGen_Change ()
    If txtNodeGen.Text = "/" Then
        txtNodeGen.Text = LabNodeGen.Caption
    End If
End Sub

Sub txtNodeGen_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNodeGen.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            DataNod.Grid1.Row = txtNodeNo.Text
            DataNod.Grid1.Col = 3
            If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 5

```
                txtNodeGen.Text = "0"
                txtNodeGen.SetFocus
            End If
            Check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
            If Check = 6 Then
                NodeGen = txtNodeGen.Text
                txtNodeNo.SetFocus
                LabNodeNo.Caption = txtNodeNo.Text + "
"
                LabX.Caption = txtLoadX.Text + " "
                LabY.Caption = txtLoadY.Text + " "
                LabNodeGen.Caption = txtNodeGen.Text +
" "
                txtNodeNo.Text = ""
                txtLoadX.Text = ""
                txtLoadY.Text = ""
                txtNodeGen.Text = ""
            ElseIf Check = 7 Then
                txtNodeNo.SetFocus
                n = n - 1
            End If

        End If
    End If
End Sub

Sub txtNodeNo_KeyPress (keyascii As Integer)
    o = o + 1
    If o = 1 Then
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = 5
            DataNod.Grid1.Text = "0.00"
            DataNod.Grid1.Col = 6
            DataNod.Grid1.Text = "0.00"
        Next I
    End If

    If keyascii = 13 Then

        If txtNodeNo.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please", 48
            txtNodeNo.SetFocus

        ElseIf txtNodeNo.Text = "0" Then
                txtNodeNo.Enabled = 0
                txtLoadX.Enabled = 0
                txtLoadY.Enabled = 0
                txtNodeGen.Enabled = 0
                btnDataComplete.Visible = 1
                btnDataComplete.SetFocus
                btnOutput.Visible = 1
                btnEnd.Visible = 1
        Else
            txtLoadX.SetFocus
        End If
        If n = 0 Then
                    n = n + 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLOAD.FRM - 6

        End If
    End If
End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 1

Dim I As Integer
Dim j As Integer
Dim IdenRow As Integer
Dim IdenCol As Integer
Dim Amax As Single
Dim Ainv As Single
Dim pivot As Single
Dim temp1 As Single
Dim temp2 As Single
Dim temp3 As Single
Dim temp4 As Single
Dim temp5 As Single
Dim Fmax As Single
Dim Lmax As Single
Dim Areanet As Single
Dim Areamin As Single

Sub mnuDipsChk_Click ()

End Sub

Sub mnuDispAnalysis_Click ()
    ResultMode = "Displacement"
    Unload Result
    Load Result
    Result.Show
End Sub

Sub mnuMemberForce_Click ()
    ResultMode = "Member"
    Unload Result
    Load Result
    Result.Show
End Sub

Sub mnuOverall_Click ()
    Overall.Show
End Sub

Sub mnuPROJ_Click ()
    'panelPROJ.Visible = 1
    'frame3d1.Caption = "  Your Project Data  "
End Sub

Sub mnuReaction_Click ()
    ResultMode = "Reaction"
    Unload Result
    Load Result
    Result.Show
End Sub

Sub btnOK_Click ()
proj = text1.Text
eng = text2.Text
If proj = "" Or eng = "" Then
    MsgBox "Please insert your data please"
Else
    panelPROJ.Visible = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 2

End If
End Sub

Sub Form_Load ()
mainmenu.Width = 12000
mainmenu.Height = 645

mainmenu.Top = 0
mainmenu.Left = 0

Mode = "Analysis"
Fy = 2310
    DataChkNode = 0
    DataChkEle = 0
    DataChkBound = 0
    DataChkMat = 0
    DataChkLoad = 0

    mnuResultAnalysis.Visible = 1
    mnuResultDesign.Visible = 0
    mainmenu.Caption = "          " + """LTRUSS""" + " :
Truss Analysis & Design      Mode : Analysis "
End Sub

Sub mnu2310_Click ()
    Fy = 2310
End Sub

Sub mnu2520_Click ()
    Fy = 2520
End Sub

Sub mnuAnalysis_Click ()
    Mode = "Analysis"
    mnuResultAnalysis.Visible = 1
    mnuResultDesign.Visible = 0
    mnuAllDisp.Visible = 0
    mnuData.Enabled = 1
    mnuSelSection.Visible = 0
    mainmenu.Caption = "          " + """LTRUSS""" + " :
Truss Analysis & Design      Mode : Analysis "

End Sub

Sub mnuAppForce_Click ()
     MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    For I = 1 To DataNod.Grid1.Rows - 1
        For j = 0 To DataNod.Grid1.Cols - 1
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = j
            SaveNode(I, j) = DataNod.Grid1.Text
        Next j
    Next I
    Nrows = DataNod.Grid1.Rows
    Ncols = DataNod.Grid1.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 3

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print "                        CIVIL ENGINEERING,
                  "
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                    KING MONGKUT ' S INSTITU
                  "
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                    AUTHORY: SUWANUT TANTANA
                  "
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                    TRUSS AN
                  "
ALYSIS
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                     TRUSS D
                  "
ESIGN
    End If
    printer.Print "                                Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print ""
    printer.Print "                        NODAL APPLY FORCE
 "
    printer.Print "                    ==========================
================"
    printer.Print "    ¦    Node    ¦      X-Load      ¦
     Y-Load      ¦ "
    printer.Print "    ¦            ¦                  ¦
      (kg.)      ¦ "
    printer.Print "    ==========================
================"

    For I = 1 To Nrows - 1

        Select Case CInt(SaveNode(I, 0))
            Case 1 To 9
                If Asc(SaveNode(I, 5)) = 45 Then
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "    ¦            ¦
 + Format$(SaveNode(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveNode(
I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I, 6
), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "    ¦            ¦
 + Format$(SaveNode(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveNode(
I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I,
6), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "    ¦            ¦
 + Format$(SaveNode(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveNode
(I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I,
6), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "    ¦            ¦
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 4

```
 + Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode
(I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I,
 6), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If

                End If
            Case 10 To 99
                If Asc(SaveNode(I, 5)) = 45 Then
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦     "
+ Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I
, 5), "0.0000E+00") + "    ¦   " + Format$(SaveNode(I, 6)
, "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦     "
+ Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I
, 5), "0.0000E+00") + "    ¦     " + Format$(SaveNode(I, 6
), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦     "
+ Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(
I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦   " + Format$(SaveNode(I, 6
), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦     "
+ Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(
I, 5), "0.0000E+00") + "    ¦     " + Format$(SaveNode(I,
6), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If

                End If
            Case 100 To 999
                If Asc(SaveNode(I, 5)) = 45 Then
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦     " +
 Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I,
 5), "0.0000E+00") + "    ¦   " + Format$(SaveNode(I, 6),
 "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦     " +
 Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I,
 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I, 6)
, "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveNode(I, 6)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦     " +
 Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I
, 5), "0.0000E+00") + "    ¦   " + Format$(SaveNode(I, 6)
, "0.0000E+00") + "    ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦     " +
 Format$(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode(I
, 5), "0.0000E+00") + "    ¦    " + Format$(SaveNode(I, 6
), "0.0000E+00") + "    ¦"
                    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 5

```
                End If
            End Select
        Next I
        printer.Print "          ============================
================"
        printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuBound_Click ()
    BOUNDARY.Show
    mnuresult.Enabled = 0
End Sub

Sub mnuConnect_Click ()
    Load Element
    Element.Show
    mnuresult.Enabled = 0
End Sub

Sub mnuCoor_Click ()
    Node.Show
    mnuresult.Enabled = 0
    mnubound.Enabled = 1
    RowNo = 0
End Sub

Sub mnuDATA_Click ()
    mnuSolution.Enabled = 0
End Sub

Sub mnuDesign_Click ()
    Mode = "Design"
    mnuResultDesign.Visible = 1
    mnuResultAnalysis.Visible = 0
    mnuAllDisp.Visible = 1
    mnuData.Enabled = 1
    mnuSelSection.Visible = 1
    mainmenu.Caption = "          " + """LTRUSS""" + " :
Truss Analysis & Design      Mode : Design     "
End Sub

Sub mnuDisp_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    For I = 1 To Result.GridDisplacement.Rows - 1
        For j = 0 To Result.GridDisplacement.Cols - 1
            Result.GridDisplacement.Row = I
            Result.GridDisplacement.Col = j
            SaveDisp(I, j) = Result.GridDisplacement.Te
xt
        Next j
    Next I
    Drows = Result.GridDisplacement.Rows
    Dcols = Result.GridDisplacement.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 6

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING                "
    printer.Print "                KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG           "
    printer.Print "                AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK           "
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                TRUSS ANALY
SIS RESULT                                    "
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                 TRUSS DESI
GN RESULT                                     "
    End If
    printer.Print "                                  Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print ""
    printer.Print "                          NODAL Displacme
nt"
    printer.Print "          ============================
==================
    printer.Print "          ¦    Node   ¦      X-Disp     ¦
     Y-Disp     ¦ "
    printer.Print "          ¦           ¦      (cm.)      ¦
      (cm.)     ¦ "
    printer.Print "          ============================
=================="
    For I = 1 To Drows - 1

        Select Case CInt(SaveDisp(I, 0))
            Case 1 To 9
                If Asc(SaveDisp(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦      "
 + Format$(SaveDisp(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveDis
p(I, 1), "0.0000E+00") + "  ¦      " + Format$(SaveDisp(I,
 2), "0.0000E+00") + "  ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦      "
 + Format$(SaveDisp(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveDis
p(I, 1), "0.0000E+00") + "  ¦      " + Format$(SaveDisp(I
, 2), "0.0000E+00") + "  ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "          ¦      "
 + Format$(SaveDisp(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveDi
sp(I, 1), "0.0000E+00") + "  ¦      " + Format$(SaveDisp(I
, 2), "0.0000E+00") + "  ¦"
                    Else
                        printer.Print "          ¦      "
 + Format$(SaveDisp(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveDi
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 7

```
sp(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦      " + Format$(SaveDisp(
I, 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
            Case 10 To 99
                If Asc(SaveDisp(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "        ¦      "
+ Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "        ¦      "
+ Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "        ¦      "
+ Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDis
p(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "        ¦      "
+ Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDis
p(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I
, 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
            Case 100 To 999
                If Asc(SaveDisp(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "        ¦      " +
 Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp(
I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I, 2
), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "        ¦      " +
 Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp(
I, 1), "0.0000E+00") + " ¦      " + Format$(SaveDisp(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveDisp(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "        ¦      " +
 Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "        ¦      " +
 Format$(SaveDisp(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveDisp
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveDisp(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
        End Select
    Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 8

    printer.Print "          ============================
================="
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuEleConnect_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48

        For I = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            For j = 0 To DataEle.Grid1.Cols - 1
                DataEle.Grid1.Row = I
                DataEle.Grid1.Col = j
                SaveEle(I, j) = DataEle.Grid1.Text
            Next j
        Next I
        Erows = DataEle.Grid1.Rows
        Ecols = DataEle.Grid1.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
================================="
    printer.Print "                                CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                          KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                        AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                          TRUSS AN
ALYSIS
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                          TRUSS D
ESIGN
    End If
    printer.Print "                                  Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
================================="
    printer.Print ""
    printer.Print "                        ELEMENT Conectivity
"
    printer.Print "        ============================
==========="
    printer.Print "        |  Element  |   Node 1   |
 Node 2   | "
    printer.Print "        ============================
==========="
    For I = 1 To Erows - 1

        Select Case CInt(SaveEle(I, 0))
            Case 1 To 9
                Select Case CDbl(SaveEle(I, 1))
                Case 0 To 9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 9

```
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(
SaveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2))
 + "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(
SaveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2))
+ "    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(
SaveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
 "    ¦"
                        End Select
                Case 10 To 99
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2))
+ "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
 "    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                        End Select
                Case 100 To 999
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
 "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
     " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select
            End Select
        Case 10 To 99
            Select Case CDbl(SaveEle(I, 1))
            Case 0 To 9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 10

```
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2))
+ "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(S
aveEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                        End Select
                Case 10 To 99
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select

                Case 100 To 999
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select
            End Select
        Case 100 To 999
                Select Case CDbl(SaveEle(I, 1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 11

```
                Case 0 To 9
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
 "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sa
veEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select
                Case 10 To 99
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) +
"    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Sav
eEle(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select
                Case 100 To 999
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Save
Ele(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Save
Ele(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "  ¦       " + Format(Save
Ele(I, 1)) + "    ¦       " + Format(SaveEle(I, 2)) + "
    ¦"
                        End Select
                End Select
        End Select
    Next I
    printer.Print "          ============================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 12

==========="
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuGdispNode_Click ()
    Unload Graphic
    Load Graphic
    Graphic.Show

    Cls
    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        Graphic.DrawWidth = 1
        Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 0
        Graphic.CurrentX = X + ScaleG / 120
        Graphic.CurrentY = y + ScaleG / 120
        Graphic.ForeColor = RGB(0, 170, 0)
        Graphic.Print (DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 3
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0,
 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 13

```
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Circle (X, y), ScaleG / 120
, RGB(0, 0, 255)
            End If

        End If

    Next I
    convertor = 1.4 * ScaleG / (40 * Maximumdisp)
    Graphic.Grid1.Rows = totalNode + 1
    Graphic.Grid1.Col = 1
    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        Result.GridDisplacement.Row = I
        Result.GridDisplacement.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
 CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 2
        Result.GridDisplacement.Row = I
        Result.GridDisplacement.Col = 2
        Graphic.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 2
        Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
 CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ไปใช้

BMAIN.FRM - 14

```
    Next I
    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 1
        X1 = Graphic.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 2
        y1 = -Graphic.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 1
        X2 = Graphic.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 2
        y2 = -Graphic.Grid1.Text
        Graphic.DrawWidth = 1
        Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(255, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I
    Analysis.Hide
    Graphic.Show

    Graphic.Line (0, -1.1 * ScaleG)-(Maximumdisp * conv
ertor, -1.1 * ScaleG), RGB(0, 0, 0)
    Graphic.CurrentX = Maximumdisp * convertor
    Graphic.CurrentY = -1.125 * ScaleG
    Graphic.ForeColor = RGB(0, 0, 0)
    Graphic.Print " = " + Str(Maximumdisp) + " cm. in D
isplacement"

End Sub

Sub mnuGdispNoNode_Click ()
    Unload Graphic
    Load Graphic
    Graphic.Show

    Cls
    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 15

```
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        Graphic.DrawWidth = 1
        Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 3
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0,
 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Circle (X, y), ScaleG / 120
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 16

```
, RGB(0, 0, 255)
                End If

            End If

        Next I
        convertor = 1.4 * ScaleG / (40 * Maximumdisp)
        Graphic.Grid1.Rows = totalNode + 1
        Graphic.Grid1.Col = 1
        For I = 1 To totalNode
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = 1
            Result.GridDisplacement.Row = I
            Result.GridDisplacement.Col = 1
            Graphic.Grid1.Row = I
            Graphic.Grid1.Col = 1
            Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
    CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = 2
            Result.GridDisplacement.Row = I
            Result.GridDisplacement.Col = 2
            Graphic.Grid1.Row = I
            Graphic.Grid1.Col = 2
            Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
    CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
        Next I
        For I = 1 To totalEle
            DataEle.Grid1.Row = I
            DataEle.Grid1.Col = 1
            Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            Graphic.Grid1.Col = 1
            X1 = Graphic.Grid1.Text
            Graphic.Grid1.Col = 2
            y1 = -Graphic.Grid1.Text
            DataEle.Grid1.Col = 2
            Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

            DataEle.Grid1.Row = I
            Graphic.Grid1.Col = 1
            Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            Graphic.Grid1.Col = 1
            X2 = Graphic.Grid1.Text
            Graphic.Grid1.Col = 2
            y2 = -Graphic.Grid1.Text
            Graphic.DrawWidth = 1
            Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(255, 0, 0)
            FillStyle = 0
        Next I
        Analysis.Hide
        Graphic.Show
        Graphic.Line (0, -1.1 * ScaleG)-(Maximumdisp * conv
    ertor, -1.1 * ScaleG), RGB(0, 0, 0)
        Graphic.CurrentX = Maximumdisp * convertor
        Graphic.CurrentY = -1.125 * ScaleG
        Graphic.ForeColor = RGB(0, 0, 0)
        Graphic.Print " = " + Str(Maximumdisp) + " in Displ
    acement"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 17

```
End Sub

Sub mnuGeoNode_Click ()
    Unload Graphic
    Load Graphic
    Graphic.Show

    Cls
    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 0
        Graphic.CurrentX = X + ScaleG / 120
        Graphic.CurrentY = y + ScaleG / 120
        Graphic.ForeColor = RGB(0, 170, 0)
        Graphic.Print (DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 3
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0.
 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 18

                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Circle (X, y), ScaleG / 120
, RGB(0, 0, 255)
                End If

        End If

    Next I

    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        Graphic.DrawWidth = 1
        Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I


End Sub

Sub mnuGeoNoNode_Click ()
    Unload Graphic
    Load Graphic
    Graphic.Show

    Cls
    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 0
        Graphic.CurrentX = X + ScaleG / 120
        Graphic.CurrentY = y + ScaleG / 120
        DataNod.Grid1.Col = 3
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 19

```
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                Graphic.DrawWidth = 1
                Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0,
 0, 255)
                Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    Graphic.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    Graphic.DrawWidth = 1
                    Graphic.Circle (X, y), ScaleG / 120
, RGB(0, 0, 255)
                End If

        End If

    Next I

    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 20

```
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        Graphic.DrawWidth = 1
        Graphic.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I


End Sub

Sub mnuLDFAC_Click ()
    Load LdFactor
    LdFactor.Show
End Sub

Sub mnuLOAD_Click ()
    Unload FORCE
    Load FORCE
    FORCE.Show
    mnuresult.Enabled = 0
End Sub

Sub mnuMat_Click ()
    mnuresult.Enabled = 0
    If Mode = "Analysis" Then
        Load Material
        Material.Show
    ElseIf Mode = "Design" Then
        Load Material1
        Material1.Show
    End If
End Sub

Sub mnuMatProperty_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
        For I = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            For j = 0 To DataEle.Grid1.Cols - 1
                DataEle.Grid1.Row = I
                DataEle.Grid1.Col = j
                SaveEle(I, j) = DataEle.Grid1.Text
            Next j
        Next I
        Erows = DataEle.Grid1.Rows
        Ecols = DataEle.Grid1.Cols


    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 21

```
    printer.Print ""

    printer.Print "    ================================
==================================="
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
                  "
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                KING MONGKUT ' S INSTITU
                  "
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                AUTHORY: SUWANUT TANTANA
                  "
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                  TRUSS AN
                  "
ALYSIS
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                  TRUSS D
                  "
ESIGN
    End If
    printer.Print "                              Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
==================================="
    printer.Print ""
    printer.Print "                                MATERIAL Pro
perty"
    printer.Print "                ================================
=========================="
    printer.Print "                ¦ Element ¦      Steel Sec
tion      ¦ Section Area ¦"
    printer.Print "                ¦         ¦                 
          ¦    (sq-cm.)  ¦"
    printer.Print "                ================================
=========================="
    For I = 1 To Erows - 1
        Length = Len(SaveEle(I, 5))
        Select Case CInt(SaveEle(I, 0))
            Case 1 To 9
                Select Case Length
                    Case 16
                        Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                        Case 0 To 9
                        printer.Print "                ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veEle(I, 5)) + "   ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0
.00") + "   ¦"
                        Case 10 To 99
                        printer.Print "                ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veEle(I, 5)) + "   ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.
00") + "   ¦"
                        Case 100 To 999
                        printer.Print "                ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veEle(I, 5)) + "   ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.0
0") + "   ¦"
                    End Select
                Case 17
                    Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                    Case 0 To 9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 22

```
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.
00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                            End Select
                        Case 18
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦          "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 23

```
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                            End Select

                    End Select
                Case 10 To 99
                    Select Case Length
                        Case 16
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.
00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(Sav
eEle(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                            End Select
                        Case 17
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6)
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 18
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 24

```
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEle
(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEle
(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveEle
(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00") +
 "    ¦"
                            End Select

                    End Select

                Case 100 To 999
                    Select Case Length
                        Case 16
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦    " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Ele(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 17
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveE
le(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 18
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveEl
e(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveEle
(I, 5)) + "    ¦         "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveEle
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 26

```
(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEle
(I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00") +
 "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveEle(I, 6))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEle(
I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00")
+ "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEle(
I, 5)) + "    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00") +
 "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveEle(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveEle(
I, 5)) +"    ¦        "; Format(SaveEle(I, 6), "0.00") +
"    ¦"
                            End Select

                    End Select

            End Select
        Next I
        printer.Print "                    ---------------------------
---------------------------"
        printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuMforce_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    For I = 1 To Result.GridMemberForce.Rows - 1
        For j = 0 To Result.GridMemberForce.Cols - 1
            Result.GridMemberForce.Row = I
            Result.GridMemberForce.Col = j
            SaveMem(I, j) = Result.GridMemberForce.Text
        Next j
    Next I
    Mrows = Result.GridMemberForce.Rows
    Mcols = Result.GridMemberForce.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "                    ---------------------------
---------------------------"
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING                "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 27

```
    printer.Print "              KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG                "
    printer.Print "              AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK                "
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                  TRUSS ANALY
SIS RESULT                                "
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                   TRUSS DESI
GN RESULT                                 "
    End If
    printer.Print "                                Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
========================================="
    printer.Print ""
    printer.Print "                                MEMBER FORCE"
    printer.Print "          ============================
==================="
    printer.Print "          ¦ Element ¦ Member Force  ¦
  Stress     ¦"
    printer.Print "          ¦         ¦     (kg.)     ¦
  (ksc.)     ¦"
    printer.Print "          ============================
==================="
    For I = 1 To Mrows - 1

      Select Case CInt(SaveMem(I, 0))
          Case 1 To 9
            If Asc(SaveMem(I, 1)) = 45 Then
              printer.Print "          ¦         " + F
ormat$(SaveMem(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 1
), "0.0000E+00") + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 2), "0.
0000E+00") + "    ¦  "
            Else
              printer.Print "          ¦         " + F
ormat$(SaveMem(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveMem(I,
1), "0.0000E+00") + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 2), "
0.0000E+00") + "    ¦  "
            End If
          Case 10 To 99
            If Asc(SaveMem(I, 1)) = 45 Then
              printer.Print "          ¦        " + Fo
rmat$(SaveMem(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 1)
, "0.0000E+00") + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 2), "0.0
000E+00") + "    ¦  "
            Else
              printer.Print "          ¦        " + Fo
rmat$(SaveMem(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 1
), "0.0000E+00") + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 2), "0
.0000E+00") + "    ¦  "
            End If
          Case 100 To 999
            If Asc(SaveMem(I, 1)) = 45 Then
              printer.Print "          ¦         " + For
mat$(SaveMem(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 1),
 "0.0000E+00") + "  ¦     " + Format(SaveMem(I, 2), "0.00
00E+00") + "    ¦  "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 28

```
                Else
                    printer.Print "        ¦     " + For
mat$(SaveMem(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveMem(I, 1)
, "0.0000E+00") + "  ¦      " + Format(SaveMem(I, 2), "0.
0000E+00") + "    ¦  "
                End If
        End Select
    Next I
    printer.Print "        ============================
==================="
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuMode_Click ()
    Model = 1
    mnuGra.Enabled = 1
End Sub

Sub mnuNBound_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48

    For I = 1 To DataNod.Grid1.Rows - 1
        For j = 0 To DataNod.Grid1.Cols - 1
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = j
            SaveNode(I, j) = DataNod.Grid1.Text
        Next j
    Next I
    Nrows = DataNod.Grid1.Rows
    Ncols = DataNod.Grid1.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "  ================================
==========================================="
    printer.Print "                                CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING                          "
    printer.Print "                          KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG                     "
    printer.Print "                          AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK                     "
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                              TRUSS AN
ALYSIS                                          "
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                               TRUSS D
ESIGN                                           "
    End If
    printer.Print "                                        Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
==========================================="
    printer.Print ""
    printer.Print "                                NODE Boundary"
```

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 29

```
    printer.Print "        ============================
=====
    printer.Print "        |   Node  |  X-Boun  |  Y-Bo
un  | "
    printer.Print "        ============================
=====
    For I = 1 To Nrows - 1

        Select Case CInt(SaveNode(I, 0))
            Case 1 To 9
                Select Case (SaveNode(I, 3))
                Case "Fix"
                        Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
                            printer.Print "         |
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(Save
Node(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "
 |"
                            Case "Free"
                            printer.Print "         |
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(Save
Node(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "
|"
                        End Select
                    Case "Free"
                        Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
                            printer.Print "         |
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(SaveN
ode(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "
|"
                            Case "Free"
                            printer.Print "         |
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(SaveN
ode(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    |
"
                        End Select

                End Select

            Case 10 To 99
                Select Case (SaveNode(I, 3))
                Case "Fix"
                        Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
                            printer.Print "         |
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(SaveN
ode(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "
|"
                            Case "Free"
                            printer.Print "         |
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   |     " + Format(SaveN
ode(I, 3)) + "    |     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    |
"
                        End Select
                    Case "Free"
                        Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 30

```
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦
"
                                Case "Free"
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦"
                               End Select

                    End Select

                Case 100 To 999
                    Select Case (SaveNode(I, 3))
                    Case "Fix"
                          Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
                            printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦
"
                            Case "Free"
                            printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦"
                            End Select
                      Case "Free"
                            Select Case (SaveNode(I, 4))
                            Case "Fix"
                            printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNod
e(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦"
                            Case "Free"
                            printer.Print "          ¦
" + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(SaveNode
(I, 3)) + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 4)) + "    ¦"
                           End Select

                     End Select
            End Select
        Next I
        printer.Print "          ============================
======"
        printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuNcoor_Click ()
        MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
        For I = 1 To DataNod.Grid1.Rows - 1
            For j = 0 To DataNod.Grid1.Cols - 1
                DataNod.Grid1.Row = I
                DataNod.Grid1.Col = j
                SaveNode(I, j) = DataNod.Grid1.Text
            Next j
        Next I
        Nrows = DataNod.Grid1.Rows
        Ncols = DataNod.Grid1.Cols
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 31

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
=======================================
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                    TRUSS AN
ALYSIS
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                    TRUSS D
ESIGN
    End If
    printer.Print "                          Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=======================================
    printer.Print ""
    printer.Print "                    NODE Coordinate"
    printer.Print "                ============================
==========="
    printer.Print "                ¦   Node   ¦   X-Coor   ¦
 Y-Coor   ¦"
    printer.Print "                ¦          ¦    (cm.)    ¦
 (cm.)    ¦"
    printer.Print "                ============================
==========="
    For I = 1 To Nrows - 1

        Select Case CInt(SaveNode(I, 0))
            Case 1 To 9
                Select Case CDbl(SaveNode(I, 1))
                Case 0 To 9
                        Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "                ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦     " + Format(Sav
eNode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I
, 2), "0.00") + "    ¦"

                            Case 10 To 99
                            printer.Print "                ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦     " + Format(Sav
eNode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I,
 2), "0.00") + "    ¦"

                            Case 100 To 999
                            printer.Print "                ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦    " + Format(Sav
eNode(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I,
2), "0.00") + "    ¦"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 32

```
                    End Select
                Case 10 To 99
                    Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                        Case 0 To 9
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I,
 2), "0.00") + "     ¦"
                        Case 10 To 99
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I,
2), "0.00") + "     ¦"
                        Case 100 To 999
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "     ¦   " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "     ¦"
                    End Select

                Case 100 To 999
                    Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                        Case 0 To 9
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I,
2), "0.00") + "     ¦"
                        Case 10 To 99
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "     ¦"
                        Case 100 To 999
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "     ¦   " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "     ¦"
                    End Select
            End Select
        Case 10 To 99
            Select Case CDbl(SaveNode(I, 1))
            Case 0 To 9
                    Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                        Case 0 To 9
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I,
 2), "0.00") + "     ¦"
                        Case 10 To 99
                        printer.Print "         ¦
   " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "     ¦     " + Format(SaveNode(I,
2), "0.00") + "     ¦"
                        Case 100 To 999
                        printer.Print "         ¦
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 33

```
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Save
Node(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "    ¦"
                        End Select
                Case 10 To 99
                        Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I.
2), "0.00") + "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "    ¦"
                        End Select

                Case 100 To 999
                        Select Case CDbl(SaveNode(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Save
de(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Save
de(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Save
de(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2),
 "0.00") + "    ¦"
                        End Select
                End Select

            Case 100 To 999
                Select Case CDbl(SaveNode(I, 1))
                Case 0 To 9
                        Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I,
2), "0.00") + "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "   ¦      " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦     " + Format(SaveNode(I, 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 34

```
), "0.00") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveN
ode(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "    ¦"
                            End Select
                    Case 10 To 99
                            Select Case CDbl(SaveNode(I, 2)
)
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
 " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2),
 "0.00") + "    ¦"
                            End Select
                    Case 100 To 999
                            Select Case CDbl(SaveNode(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2
), "0.00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2)
, "0.00") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveNode(I, 0)) + "  ¦    " + Format(SaveNo
de(I, 1), "0.00") + "    ¦    " + Format(SaveNode(I, 2),
 "0.00") + "    ¦"
                            End Select
                End Select
        End Select
    Next I
    printer.Print "          ============================
==========="
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuNEW_Click ()
Edi = 0
Unload mainmenu
Load mainmenu
Unload Node
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 35

Unload Analysis
Unload BOUNDARY
Unload Element
Unload Material
Unload Material1
Unload Result
Unload Result1
Unload DataNod
Unload DataEle
Unload DataEle1
Unload FORCE
Unload Graphic
Unload LdFactor
Unload Overall
Unload frmSave
Unload frmOpen
'panelPROJ.Visible = 1
text3.Text = Date
text4.Text = Time

mainmenu.Show
End Sub

Sub mnuOPEN_Click ()
    Edi = 1
    DataChkNode = 1
    DataChkEle = 1
    DataChkBound = 1
    DataChkMat = 1
    DataChkLoad = 1
    Load frmOpen
    frmOpen.Show
End Sub

Sub mnuOver_Click ()
    Overall.Show
End Sub

Sub mnuPGDisp_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
================================="
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "              KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "              AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    printer.Print "                          TRUSS DISPLA
CEMENT GRAPHIC
    printer.Print "                    Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 36

```
    printer.Print "    ================================
======================================"

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        If DataNod.Grid1.Text > ScaleX Then
            ScaleX = DataNod.Grid1.Text
        End If
        DataNod.Grid1.Col = 2
        If DataNod.Grid1.Text > ScaleY Then
            ScaleY = DataNod.Grid1.Text
        End If
    Next I
    If ScaleX > ScaleY Then
        ScaleG = 1.4 * ScaleX
    Else
        ScaleG = 1.4 * ScaleY
    End If
        printer.Scale (-.2 * ScaleG, -1.2 * ScaleG)-(1.
2 * ScaleG, .2 * ScaleG)
        printer.ScaleHeight = 1.4294 * printer.ScaleWid
th
    convertor = 1.4 * ScaleG / (40 * Maximumdisp)
    printer.DrawWidth = 2
    printer.Line (0, -1.1 * -ScaleG / 10)-(Maximumdisp
* convertor, -1.1 * -ScaleG / 10), RGB(0, 0, 0)
    printer.CurrentX = Maximumdisp * convertor
    printer.CurrentY = (ScaleG / 10 - .15)
    printer.ForeColor = RGB(0, 0, 0)
    printer.Print " = " + Str(Maximumdisp) + " cm. in D
isplacement"

    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        printer.DrawWidth = 1
        printer.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 37

```
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 0
        printer.CurrentX = X + ScaleG / 120
        printer.CurrentY = y + ScaleG / 120
        printer.ForeColor = RGB(0, 170, 0)
        printer.Print (DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 3
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                printer.DrawWidth = 1
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0,
 0, 255)
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                printer.DrawWidth = 1
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                printer.DrawWidth = 1
                printer.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                printer.DrawWidth = 1
                printer.Circle (X, y), ScaleG / 120
, RGB(0, 0, 255)
                End If
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 38

```
    Next I

    Graphic.Grid1.Rows = totalNode + 1
    Graphic.Grid1.Col = 1
    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        Result.GridDisplacement.Row = I
        Result.GridDisplacement.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 2
        Result.GridDisplacement.Row = I
        Result.GridDisplacement.Col = 2
        Graphic.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 2
        Graphic.Grid1.Text = CInt(DataNod.Grid1.Text) +
CSng(Result.GridDisplacement.Text) * convertor
    Next I
    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 1
        X1 = Graphic.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 2
        y1 = -Graphic.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        Graphic.Grid1.Col = 1
        Graphic.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 1
        X2 = Graphic.Grid1.Text
        Graphic.Grid1.Col = 2
        y2 = -Graphic.Grid1.Text
        printer.DrawWidth = 1
        printer.DrawStyle = 4
        printer.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(255, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I

    Analysis.Hide
    Graphic.Hide
    printer.EndDoc
End Sub

Sub mnuPGeometry_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 39

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
==========================================="
    printer.Print "                        CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                    KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                    AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    printer.Print "                                TRUSS GEOM
ETRY GRAPHIC
    printer.Print "                                Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=========================================="

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        If DataNod.Grid1.Text > ScaleX Then
            ScaleX = DataNod.Grid1.Text
        End If
        DataNod.Grid1.Col = 2
        If DataNod.Grid1.Text > ScaleY Then
            ScaleY = DataNod.Grid1.Text
        End If
    Next I
    If ScaleX > ScaleY Then
        ScaleG = 1.25 * ScaleX
    Else
        ScaleG = 1.25 * ScaleY
    End If
        printer.Scale (-.2 * ScaleG, -1.2 * ScaleG)-(1.
2 * ScaleG, .2 * ScaleG)
        printer.ScaleHeight = 1.75 * printer.ScaleWidth
    'Printer.DrawWidth = 2
    'Printer.Line (0, ScaleG / 10)-(((maximumdisp * con
vertor * 1000)), ScaleG / 10), RGB(0, 0, 0)
    'Printer.CurrentX = (maximumdisp * convertor * 1000
) + 10
    'Printer.CurrentY = (ScaleG / 10 - .15)
    'Printer.ForeColor = RGB(0, 0, 0)
    'Printer.Print "    =   " + Str(maximumdisp * 1000) +
 " cm. Displacement"

    For I = 1 To totalNode
        DataNod.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X = CSng(DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y = CSng(-DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 0
        printer.CurrentX = X + ScaleG / 120
        printer.CurrentY = y + ScaleG / 120
        printer.ForeColor = RGB(0, 170, 0)
        printer.Print (DataNod.Grid1.Text)
        DataNod.Grid1.Col = 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 40

```
        If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
            DataNod.Grid1.Col = 4
            If X = 0 And DataNod.Grid1.Text <> "Fix" Th
en
                printer.DrawWidth = 1
                printer.Line (X + ScaleG / 120, y)-(X -
 ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y + Sca
leG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RGB(0,
 0, 255)
                printer.Line (X - ScaleG / 120, y - Sca
leG / 120)-(X + ScaleG / 120, y), RGB(0, 0, 255)
                DataNod.Grid1.Col = 4
            Else
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    printer.DrawWidth = 1
                    printer.Line (X - ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    printer.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    printer.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    printer.Line (X - ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X - ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                Else
                    printer.DrawWidth = 1
                    printer.Line (X, y + ScaleG / 120)-
(X + ScaleG / 120, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                    printer.Line (X + ScaleG / 120, y +
 ScaleG / 120)-(X + ScaleG / 120, y - ScaleG / 120), RG
B(0, 0, 255)
                    printer.Line (X + ScaleG / 120, y -
 ScaleG / 120)-(X, y + ScaleG / 120), RGB(0, 0, 255)
                End If
            End If
        Else
            DataNod.Grid1.Col = 4
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    printer.DrawWidth = 1
                    printer.Circle (X, y), ScaleG / 120
, RGB(0, 0, 255)
                End If

        End If

    Next I

    For I = 1 To totalEle
        DataEle.Grid1.Row = I
        DataEle.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X1 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 41

```
        y1 = -DataNod.Grid1.Text
        DataEle.Grid1.Col = 2
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text

        DataEle.Grid1.Row = I
        DataNod.Grid1.Col = 1
        DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 1
        X2 = DataNod.Grid1.Text
        DataNod.Grid1.Col = 2
        y2 = -DataNod.Grid1.Text
        printer.DrawWidth = 1
        printer.Line (X1, y1)-(X2, y2), RGB(0, 0, 0)
        FillStyle = 0
    Next I
    printer.EndDoc
End Sub

Sub mnuQUIT_Click ()
    Check = MsgBox("Are you sure , You want to Quit !",
 48 + 4)
    If Check = 6 Then
        Unload back
        Unload mainmenu
        Load mainmenu
        Unload Analysis
        Unload Node
        Unload BOUNDARY
        Unload Element
        Unload Material
        Unload Material1
        Unload Result
        Unload Result1
        Unload DataNod
        Unload DataEle
        Unload DataEle1
        Unload FORCE
        Unload Graphic
        Unload LdFactor
        Unload Overall
        Unload frmSave
        Unload frmOpen
    End If
End Sub

Sub mnuReac_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
    For I = 1 To Result.GridReaction.Rows - 1
        For j = 0 To Result.GridReaction.Cols - 1
            Result.GridReaction.Row = I
            Result.GridReaction.Col = j
            SaveReac(I, j) = Result.GridReaction.Text
        Next j
    Next I
    Rrows = Result.GridReaction.Rows
    Rcols = Result.GridReaction.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 42

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print "                    CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING                "
    printer.Print "               KING MONGKUT ' S INSTITU
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG           "
    printer.Print "               AUTHORY: SUWANUT TANTANA
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK           "
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                  TRUSS ANALY
SIS RESULT                            "
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                   TRUSS DESI
GN RESULT                             "
    End If
    printer.Print "                                Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print ""
    printer.Print "                          NODAL REACTION"
    printer.Print "              ============================
=================="
    printer.Print "              |    Node    |   X-Reaction    |
    Y-Reaction    |"
    printer.Print "              |            |      (cm.)      |
      (cm.)       |"
    printer.Print "              ============================
=================="
    For I = 1 To Rrows - 1

        Select Case CInt(SaveReac(I, 0))
            Case 1 To 9
                If Asc(SaveReac(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "              |      "
 + Format$(SaveReac(I, 0)) + "    |     " + Format(SaveRea
c(I, 1), "0.0000E+00") + "  |     " + Format$(SaveReac(I,
 2), "0.0000E+00") + "  |"
                    Else
                        printer.Print "              |      "
 + Format$(SaveReac(I, 0)) + "    |     " + Format(SaveRea
c(I, 1), "0.0000E+00") + "  |     " + Format$(SaveReac(I
, 2), "0.0000E+00") + "  |"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "              |      "
 + Format$(SaveReac(I, 0)) + "    |     " + Format(SaveRe
ac(I, 1), "0.0000E+00") + "  |     " + Format$(SaveReac(I
, 2), "0.0000E+00") + "  |"
                    Else
                        printer.Print "              |      "
 + Format$(SaveReac(I, 0)) + "    |     " + Format(SaveRe
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 43

```
ac(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦      " + Format$(SaveReac(
I, 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
            Case 10 To 99
                If Asc(SaveReac(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "         ¦     "
+ Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "         ¦     "
+ Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "         ¦     "
+ Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveRea
c(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "         ¦     "
+ Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveRea
c(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I
, 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
            Case 100 To 999
                If Asc(SaveReac(I, 1)) = 45 Then
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "         ¦    " +
 Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac(
I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I, 2
), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "         ¦    " +
 Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac(
I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                Else
                    If Asc(SaveReac(I, 2)) = 45 Then
                        printer.Print "         ¦    " +
 Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    Else
                        printer.Print "         ¦    " +
 Format$(SaveReac(I, 0)) + "  ¦     " + Format(SaveReac
(I, 1), "0.0000E+00") + " ¦     " + Format$(SaveReac(I,
 2), "0.0000E+00") + " ¦"
                    End If
                End If
        End Select
    Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 44

    printer.Print "          ============================
================="
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuResultAnalysis_Click ()
    Result.Show
End Sub

Sub mnuResultDesign_Click ()
    Result1.Show
End Sub

Sub mnuSAVE_Click ()

    For I = 1 To DataNod.Grid1.Rows - 1
        For j = 0 To DataNod.Grid1.Cols - 1
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = j
            SaveNode(I, j + 1) = DataNod.Grid1.Text

        Next j
    Next I
    Nrows = DataNod.Grid1.Rows
    Ncols = DataNod.Grid1.Cols
        For I = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            For j = 0 To DataEle.Grid1.Cols - 1
                DataEle.Grid1.Row = I
                DataEle.Grid1.Col = j
                SaveEle(I, j + 1) = DataEle.Grid1.Text

            Next j
        Next I
        Erows = DataEle.Grid1.Rows
        Ecols = DataEle.Grid1.Cols


    Load frmSave
    frmSave.Show
End Sub

Sub mnuSelSection_Click ()
    MsgBox "Insert Paper into Printer", 48
        For I = 1 To Result1.GridSelectedEle.Rows - 1
            For j = 0 To Result1.GridSelectedEle.Cols -
 1
                Result1.GridSelectedEle.Row = I
                Result1.GridSelectedEle.Col = j
                SaveSel(I, j) = Result1.GridSelectedEle
.Text
            Next j
        Next I
        Srows = Result1.GridSelectedEle.Rows
        Scols = Result1.GridSelectedEle.Cols
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 45

```
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print ""
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print "                        CIVIL ENGINEERING,
                  "
FACULTY OF ENGINEERING
    printer.Print "                    KING MONGKUT ' S INSTITU
                  "
TE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
    printer.Print "                    AUTHORY: SUWANUT TANTANA
                  "
TRAKOOL & SEKSAN CHAROENSUK
    If Mode = "Analysis" Then
    printer.Print "                                  TRUSS ANALY
                "
SIS RESULT
    ElseIf Mode = "Design " Then
    printer.Print "                                  TRUSS DESI
                "
GN RESULT
    End If
    printer.Print "                                  Date: " + Fo
rmat(Now, "dddd")
    printer.Print "    ================================
=====================================
    printer.Print ""
    printer.Print "                    Selectd Steel Sectio
n"
    printer.Print "                    ----------------------
----------------------"
    printer.Print "        ¦  Element  ¦        Steel ty
pe        ¦  Section Area ¦"
    printer.Print "        ¦           ¦                    ¦
          ¦    (sq-cm.)   ¦"
    printer.Print "        ----------------------------------
----------------------------"
    For I = 1 To Srows - 1
        Length = Len(SaveSel(I, 1))
        Select Case CInt(SaveSel(I, 0))
            Case 1 To 9
                Select Case Length
                    Case 17
                        Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                        Case 0 To 9
                        printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veSel(I, 1)) + "   ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0
.00") + "   ¦"

                        Case 10 To 99
                        printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veSel(I, 1)) + "   ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.
00") + "   ¦"

                        Case 100 To 999
                        printer.Print "        ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "   ¦      " + Format(Sa
veSel(I, 1)) + "   ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "   ¦"

                        End Select
                    Case 18
                        Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 46

```
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.
00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 21
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦       "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 47

```
) + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
+ "    ¦"
                            End Select

                    End Select
                Case 10 To 99
                    Select Case Length
                        Case 17
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.
00") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Sav
eSel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                            End Select
                        Case 18
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 48

```
") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
+ "    ¦"
                            End Select
                        Case 21
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
+ "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00") +
 "    ¦"
                            End Select

                    End Select

                Case 100 To 999
                    Select Case Length
                        Case 17
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
    " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦         " + Format(Save
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.0
0") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(Save
Sel(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                            End Select
                        Case 18
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦      " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00
") + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveS
el(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 19
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦     " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00"
) + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 100 To 999
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦    " + Format(SaveSe
l(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                            End Select
                        Case 20
                            Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                                Case 0 To 9
                                printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦   " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
 + "    ¦"
                                Case 10 To 99
                                printer.Print "          ¦
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 50

```
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦  " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
+ "    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
  " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦  " + Format(SaveSel
(I, 1)) + "    ¦         "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00") +
"    ¦"
                        End Select
                    Case 21
                        Select Case CDbl(SaveSel(I, 2))
                            Case 0 To 9
                            printer.Print "          ¦
   + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveSel(
I, 1)) + "    ¦          ": Format(SaveSel(I, 2), "0.00")
+ "    ¦"
                            Case 10 To 99
                            printer.Print "          ¦
   " + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveSel(
I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00") +
"    ¦"
                            Case 100 To 999
                            printer.Print "          ¦
    + Format(SaveSel(I, 0)) + "    ¦ " + Format(SaveSel(
I, 1)) + "    ¦          "; Format(SaveSel(I, 2), "0.00") +
"    ¦"
                        End Select

                End Select

        End Select
    Next I
     printer.Print "                  ==========================
============================"
    printer.EndDoc

End Sub

Sub mnuSolution_Click ()
    DataNod.Grid1.Visible = 0
    DataEle.Grid1.Visible = 0
    Overall.Command3D1.Visible = 0
    Overall.Command3D2.Visible = 0
    Overall.Command3D3.Visible = 0
    Overall.Command3D4.Visible = 0
    Load Analysis
    Analysis.Timer1.Enabled = 1
    Analysis.Show
    Unload Overall
    Unload Result
    Unload Result1
    Overall.Hide
    DataNod.Hide
    DataEle.Hide
    screen.MousePointer = 11
    Analysis.Timer1.Enabled = 0
'On Error GoTo checkErr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น พร้อมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 51

```
If Mode = "Analysis" Then
    '================================================
==========
    'Declare Definition of the Statics Matrix
        NJ = totalNode
        NF = totalEle
        DataNod.Grid1.Row = 0
        NR = 0
        Do
            DataNod.Grid1.Row = DataNod.Grid1.Row + 1
            For I = 3 To 4
                DataNod.Grid1.Col = I
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    NR = NR + 1
                End If
            Next I
        Loop Until DataNod.Grid1.Row = totalNode
        NP = 2 * NJ - NR
        NP1 = 0
        NP2 = 0
        For I = 1 To totalNode
            DataEle.Grid1.Row = I
         'Element List
            DataEle.Grid1.Col = 1
         'Nod_1 Column
            DataNod.Grid1.Row = I
            If NP1 > NP2 Then
                NPmax = NP1
            Else
                NPmax = NP2
            End If
            DataNod.Grid1.Col = 3
         'X_Boundary
            If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
                DataNod.Grid1.Col = 4
          'Y_Boundary
                If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
          'X = Free,  Y = Free
                    NPI = NPmax + 1
                    NPII = NPI + 1
                    NP1 = NPI
                    NP2 = NPII
                ElseIf DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
           'X = Free,  Y = Fix
                    NPI = NPmax + 1
                    NPII = NP + 1
                    NP1 = NPI
                End If
            ElseIf DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                DataNod.Grid1.Col = 4
           'Y_Boundary
                If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
           'X = Fix,  Y = Free
                    NPI = NP + 1
                    NPII = NPmax + 1
                    NP2 = NPII
                ElseIf DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
           'X = Fix,  Y = Fix
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 52

```
                    NPI = NP + 1
                    NPII = NP + 1
                End If
            End If
            Analysis.Grid1.Rows = I + 1
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid1.Text = NPI
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid1.Text = NPII
            Analysis.Grid1.Col = 2
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = 5
            Analysis.Grid1.Text = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Col = 3
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = 6
            Analysis.Grid1.Text = DataNod.Grid1.Text
        Next I
    '=============================================================
==========
    'Table Element Data For Truss
        Analysis.Grid2.Row = 0
        Analysis.Grid2.Col = 0
        Analysis.Grid2.Text = "ELE"
        Analysis.Grid2.Col = 1
        Analysis.Grid2.Text = "NP1"
        Analysis.Grid2.Col = 2
        Analysis.Grid2.Text = "NP2"
        Analysis.Grid2.Col = 3
        Analysis.Grid2.Text = "NP3"
        Analysis.Grid2.Col = 4
        Analysis.Grid2.Text = "NP4"
        Analysis.Grid2.Col = 5
        Analysis.Grid2.Text = "H"
        Analysis.Grid2.Col = 6
        Analysis.Grid2.Text = "V"
        Analysis.Grid2.Col = 7
        Analysis.Grid2.Text = "L"
        Analysis.Grid2.Col = 8
        Analysis.Grid2.Text = "Area"
        For j = 1 To totalEle
            Analysis.Grid2.Rows = j + 1
            Analysis.Grid2.Row = j      'Set Grid2-Row N
umber
            DataEle.Grid1.Row = j       'Select Element
            DataEle.Grid1.Col = 1       'Select Node1
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H1 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V1 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid2.Col = 0
            Analysis.Grid2.Text = j     'Set Grid2-Col1
= Element Number
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 53

            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text '
Set Grid2-Col2 = NP1
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 2
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text
'Set Grid2-Col2 = NP2
            DataEle.Grid1.Col = 2        'Select Node2
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H2 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V2 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 3
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text '
Set Grid2-Col2 = NP3
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 4
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text
'Set Grid2-Col2 = NP4
            V = (V2 - V1)
            H = (H2 - H1)
            Analysis.Grid2.Col = 5
            Analysis.Grid2.Text = H
            Analysis.Grid2.Col = 6
            Analysis.Grid2.Text = V
            L = Sqr(V * V + H * H)
            Analysis.Grid2.Col = 7
            Analysis.Grid2.Text = L
            DataEle.Grid1.Row = j
            DataEle.Grid1.Col = 6
            Area = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8
            Analysis.Grid2.Text = Area
        Next j
    '=============================================
==========
    ' the [A] Matrix
        Analysis.AxSxAtranspose.Rows = NP + 1
        Analysis.AxSxAtranspose.Cols = NP + 1

        For I = 0 To NP
            For j = 0 To NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Row = I   'NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Col = j   'NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Text = 0
            Next j
        Next I                                    '[A]*[S]
*[A] transpose = 0 matrix
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            L = Analysis.Grid2.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 54

```
            Analysis.Grid2.Col = 8      'Input Area
            Area = Analysis.Grid2.Text
            CS = H / L
            SN = V / L
                    Analysis.Grid2.Row = I
                    Analysis.Grid2.Col = 1
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP1 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP1 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 2
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP2 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP2 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 3
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP3 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP3 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 4
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP4 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP4 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If

                    temp1 = e * Area * CS * CS / L
                    temp2 = e * Area * CS * SN / L
                    temp3 = e * Area * SN * SN / L
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 55

ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 56

NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3


        Next I
    '=================================================
=========
    '[P]Matrix
        Analysis.MatrixP.Rows = NP + 1
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        For I = 1 To Analysis.Grid1.Rows - 1
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 2
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 0
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 3
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 1
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
        Next I
    '=================================================
=========
        NBand = 0
        I = 0
        For I = 1 To NP
            j = NP + 1
            Band = NP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 57

```
            Do
                j = j - 1
                Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                Band = Band - 1
            Loop Until CSng(Analysis.AxSxAtranspose.Tex
t) <> 0 Or j = 0
            Band = Band + 1
            Band = Band - I + 1
            If Band > NBand Then
                NBand = Band
            End If
        Next I

        Analysis.NbandMatrix.Rows = NP + 1
        Analysis.NbandMatrix.Cols = NBand + 1
        For I = 1 To Analysis.NbandMatrix.Rows - 1
            For j = 1 To Analysis.NbandMatrix.Cols - 1
                Analysis.NbandMatrix.Row = I
                Analysis.NbandMatrix.Col = j
                Analysis.NbandMatrix.Text = 0
            Next j
        Next I
        For I = 1 To NP
            For j = I To NP
                m = j - I + 1
                If m <= NBand Then
                    Analysis.NbandMatrix.Row = I
                    Analysis.NbandMatrix.Col = m
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                    Analysis.NbandMatrix.Text = Analysi
s.AxSxAtranspose.Text
                End If
            Next j
        Next I
        For Nelim = 1 To NP - 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = Nelim
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            If Analysis.NbandMatrix.Text = 0 Then
                MsgBox " ZERO PIVOT "
                Unload Analysis
            Else
                For Nrow = Nelim + 1 To Nelim + NBand -
 1
                    If Nrow <= NP Then
                        For Ncol = 1 To Nelim + NBand -
 Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                            A = CSng(Analysis.NbandMatr
ix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 58

                                AA = CSng(Analysis.NbandMat
rix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + Ncol
                                AAA = CSng(Analysis.NbandMa
trix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
1
                                AAAA = CSng(Analysis.NbandM
atrix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                                Analysis.NbandMatrix.Text =
 A - AA * (AAA / AAAA)
                            Next Ncol
                                Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                                Analysis.MatrixP.Col = 1
                                P = CSng(Analysis.MatrixP.T
ext)
                                Analysis.MatrixP.Row = Neli
m
                                Analysis.MatrixP.Col = 1
                                PP = CSng(Analysis.MatrixP.
Text)
                                Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                                Analysis.MatrixP.Col = 1
                                Analysis.MatrixP.Text = P -
 PP * (AA / AAAA)
                        End If
                    Next Nrow
                End If
            Next Nelim
            Analysis.MatrixP.Row = NP
            Analysis.MatrixP.Col = 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = NP
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Text /
 Analysis.NbandMatrix.Text
            For NBsub = 1 To NP - 1
                NX = NP - NBsub
                For k = 1 To NBand - 1
                    If NX + k <= NP Then
                        Analysis.MatrixP.Row = NX
                        Analysis.MatrixP.Col = 1
                        P = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
                        Analysis.NbandMatrix.Row = NX
                        Analysis.NbandMatrix.Col = k + 1
                        PP = CSng(Analysis.NbandMatrix.Text
)
                        Analysis.MatrixP.Row = NX + k
                        Analysis.MatrixP.Col = 1
                        PPP = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 59

```
                    Analysis.MatrixP.Row = NX
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    Analysis.MatrixP.Text = P - PP * PP
P
                End If
            Next k
            Analysis.MatrixP.Row = NX
            Analysis.MatrixP.Col = 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = NX
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Te
xt / Analysis.NbandMatrix.Text
        Next NBsub
    '=============================================
=========
    ' [F]Matrix
        Analysis.MatrixF.Rows = NF + 1
        For I = 1 To NF
            Analysis.MatrixF.Row = I  'NP
            Analysis.MatrixF.Text = 0
        Next I
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 1      'input H
            NP1 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 2      'input H
            NP2 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 3      'input H
            NP3 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 4      'input H
            NP4 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            L = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8      'Input Area
            Area = Analysis.Grid2.Text
            CS = H / L
            SN = V / L
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP1)
            X1 = Analysis.MatrixP.Text
            If X1 = "" Then
                X1 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP2)
            X2 = Analysis.MatrixP.Text
            If X2 = "" Then
                X2 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP3)
            X3 = Analysis.MatrixP.Text
            If X3 = "" Then
                X3 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP4)
            X4 = Analysis.MatrixP.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 60

            Analysis.MatrixF.Row = I
            If X4 = "" Then
                X4 = 0
            End If
            Analysis.MatrixF.Text = e * Area / L * (CS
* (X3 - X1) + SN * (X4 - X2))
        Next I
    '=================================================
=========
    'Number of Reaction
        n = 0
        For I = 1 To Analysis.Grid1.Rows - 1
            Analysis.Grid11.Rows = I + 1
            Analysis.Grid11.Row = I
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid11.Col = 0
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.Grid11.Text = 0
            Else
                n = n + 1
                Analysis.Grid11.Text = n
            End If
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid11.Col = 1
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.Grid11.Text = 0
            Else
                n = n + 1
                Analysis.Grid11.Text = n
            End If
        Next I
    '=================================================
=========
    'Rearange Table Element Data For Truss for Reaction
        For j = 1 To totalEle
            Analysis.Grid2.Rows = j + 1
            Analysis.Grid2.Row = j      'Set Grid2-Row N
umber
            DataEle.Grid1.Row = j       'Select Element
            DataEle.Grid1.Col = 1       'Select Node1
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H1 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V1 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid2.Col = 0
            Analysis.Grid2.Text = j     'Set Grid2-Col1
 = Element Number
            Analysis.Grid11.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 1
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
'Set Grid2-Col2 = NP1
            Analysis.Grid11.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 2
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
 'Set Grid2-Col2 = NP2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 61

```
            DataEle.Grid1.Col = 2       'Select Node2
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H2 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V2 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 3
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
'Set Grid2-Col2 = NP3
            Analysis.Grid11.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 4
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
 'Set Grid2-Col2 = NP4
            V = (V2 - V1)
            H = (H2 - H1)
            Analysis.Grid2.Col = 5
            Analysis.Grid2.Text = H
            Analysis.Grid2.Col = 6
            Analysis.Grid2.Text = V
            L = Sqr(V * V + H * H)
            Analysis.Grid2.Col = 7
            Analysis.Grid2.Text = L
            DataEle.Grid1.Row = j
            DataEle.Grid1.Col = 6
            Area = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8
            Analysis.Grid2.Text = Area
        Next j
    '=============================================================
=========
    '[AR]Matrix
        Analysis.MatrixAR.Cols = NF + 1
        Analysis.MatrixAR.Rows = NR + 1
        For I = 1 To NR
            For j = 1 To NF
                Analysis.MatrixAR.Col = j
                Analysis.MatrixAR.Row = I
                Analysis.MatrixAR.Text = 0
            Next j
        Next I
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            Analysis.Grid2.Row = I
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            Analysis.Grid2.Row = I
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            Analysis.Grid2.Row = I
            L = Analysis.Grid2.Text
            CS = H / L
            SN = V / L
                    Analysis.Grid2.Row = I
                    Analysis.Grid2.Col = 1
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
  NP Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 62

```
                            NP1 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP1 = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 2
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP2 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP2 = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 3
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP3 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP3 = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 4
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                            NP4 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP4 = 0
                        End If
                    Analysis.MatrixAR.Col = I
                    Analysis.MatrixAR.Row = NP1
                    Analysis.MatrixAR.Text = -CS
                    Analysis.MatrixAR.Row = NP2
                    Analysis.MatrixAR.Text = -SN
                    Analysis.MatrixAR.Row = NP3
                    Analysis.MatrixAR.Text = CS
                    Analysis.MatrixAR.Row = NP4
                    Analysis.MatrixAR.Text = SN
        Next I
    '=============================================
=========
    '[AR] x [F] = [R]
        Analysis.MatrixR.Rows = NR + 1
        Analysis.MatrixR.Cols = 2
        For I = 1 To NR
                Analysis.MatrixR.Row = I   'NF
                Analysis.MatrixR.Col = 1   'NP
                Analysis.MatrixR.Text = 0
        Next I
        For I = 1 To NR
                For j = 1 To NF
                    Analysis.MatrixAR.Row = I
                    Analysis.MatrixAR.Col = j      'NF
                    A = Analysis.MatrixAR.Text
                    Analysis.MatrixF.Row = j
                    Analysis.MatrixF.Col = 1
                    B = Analysis.MatrixF.Text
                    Analysis.MatrixR.Row = I
                    Analysis.MatrixR.Col = 1
                    c = CSng(Analysis.MatrixR.Text) + A
    * B
                    Analysis.MatrixR.Text = c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 63

```
                Next j
        Next I
'=============================================================
=========================================
'=============================================================
=========================================
    ElseIf Mode = "Design" Then
    'Declare Definition of the Statics Matrix
        NJ = totalNode
        NF = totalEle
        DataNod.Grid1.Row = 0
        NR = 0
        Do
            DataNod.Grid1.Row = DataNod.Grid1.Row + 1
            For I = 3 To 4
                DataNod.Grid1.Col = I
                If DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                    NR = NR + 1
                End If
            Next I
        Loop Until DataNod.Grid1.Row = totalNode
        NP = 2 * NJ - NR
        NP1 = 0
        NP2 = 0
        For I = 1 To totalNode
            DataEle.Grid1.Row = I
        'Element List
            DataEle.Grid1.Col = 1
        'Nod_1 Column
            DataNod.Grid1.Row = I
            If NP1 > NP2 Then
                NPmax = NP1
            Else
                NPmax = NP2
            End If
            DataNod.Grid1.Col = 3
        'X_Boundary
            If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
                DataNod.Grid1.Col = 4
        'Y_Boundary
                If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
        'X = Free,  Y = Free
                    NPI = NPmax + 1
                    NPII = NPI + 1
                    NP1 = NPI
                    NP2 = NPII
                ElseIf DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
        'X = Free,  Y = Fix
                    NPI = NPmax + 1
                    NPII = NP + 1
                    NP1 = NPI
                End If
            ElseIf DataNod.Grid1.Text = "Fix" Then
                DataNod.Grid1.Col = 4
        'Y_Boundary
                If DataNod.Grid1.Text = "Free" Then
        'X = Fix,   Y = Free
                    NPI = NP + 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 65

```
            Analysis.Grid2.Text = j      'Set Grid2-Col1
 = Element Number
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 1
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text '
Set Grid2-Col2 = NP1
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 2
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text
'Set Grid2-Col2 = NP2
            DataEle.Grid1.Col = 2        'Select Node2
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H2 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V2 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 3
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text '
Set Grid2-Col2 = NP3
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 4
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid1.Text
'Set Grid2-Col2 = NP4
            V = (V2 - V1)
            H = (H2 - H1)
            Analysis.Grid2.Col = 5
            Analysis.Grid2.Text = H
            Analysis.Grid2.Col = 6
            Analysis.Grid2.Text = V
            L = Sqr(V * V + H * H)
            Analysis.Grid2.Col = 7
            Analysis.Grid2.Text = L
            Area = 1
            Analysis.Grid2.Col = 8
            Analysis.Grid2.Text = Area
        Next j
    '=============================================
==========
    ' the [A] Matrix
        Analysis.AxSxAtranspose.Rows = NP + 1
        Analysis.AxSxAtranspose.Cols = NP + 1

        For I = 0 To NP
            For j = 0 To NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Row = I   'NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Col = j   'NP
                Analysis.AxSxAtranspose.Text = 0
            Next j
        Next I                                    '[A]*[S]
 *[A] transpose = 0 matrix
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            V = Analysis.Grid2.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 66

```
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            L = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8      'Input Area
            Area = 1
            CS = H / L
            SN = V / L
                    Analysis.Grid2.Row = I
                    Analysis.Grid2.Col = 1
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                            NP1 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP1 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 2
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                            NP2 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP2 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 3
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                            NP3 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP3 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If
                    Analysis.Grid2.Col = 4
                        If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                            NP4 = Analysis.Grid2.Text
                        Else
                            NP4 = 0
                            Analysis.Grid2.Text = 0
                        End If

                    temp1 = e * Area * CS * CS / L
                    temp2 = e * Area * CS * SN / L
                    temp3 = e * Area * SN * SN / L
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
 NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
 NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
 ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
 NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
 NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
 ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
 NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 67

NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 68

NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3


        Next I
    '=================================================
=========
    '[P]Matrix
        Analysis.MatrixP.Rows = NP + 1
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        For I = 1 To Analysis.Grid1.Rows - 1
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 2
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 0
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 3
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 1
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
        Next I
    '=================================================
=========
        NBand = 0
        I = 0
        For I = 1 To NP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 69

```
            j = NP + 1
            Band = NP
            Do
                j = j - 1
                Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                Band = Band - 1
            Loop Until CSng(Analysis.AxSxAtranspose.Tex
t) <> 0 Or j = 0
            Band = Band + 1
            Band = Band - I + 1
            If Band > NBand Then
                NBand = Band
            End If
        Next I

        Analysis.NbandMatrix.Rows = NP + 1
        Analysis.NbandMatrix.Cols = NBand + 1
        For I = 1 To Analysis.NbandMatrix.Rows - 1
            For j = 1 To Analysis.NbandMatrix.Cols - 1
                Analysis.NbandMatrix.Row = I
                Analysis.NbandMatrix.Col = j
                Analysis.NbandMatrix.Text = 0
            Next j
        Next I
        For I = 1 To NP
            For j = I To NP
                m = j - I + 1
                If m <= NBand Then
                    Analysis.NbandMatrix.Row = I
                    Analysis.NbandMatrix.Col = m
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                    Analysis.NbandMatrix.Text = Analysi
s.AxSxAtranspose.Text
                End If
            Next j
        Next I
        For Nelim = 1 To NP - 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = Nelim
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            If Analysis.NbandMatrix.Text = 0 Then
                MsgBox " ZERO PIVOT "
                Unload Analysis
            Else
                For Nrow = Nelim + 1 To Nelim + NBand -
 1
                    If Nrow <= NP Then
                        For Ncol = 1 To Nelim + NBand -
 Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                            A = CSng(Analysis.NbandMatr
ix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 70

                                Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + 1
                                AA = CSng(Analysis.NbandMat
rix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + Ncol
                                AAA = CSng(Analysis.NbandMa
trix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
1
                                AAAA = CSng(Analysis.NbandM
atrix.Text)
                                Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                                Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                                Analysis.NbandMatrix.Text =
 A - AA * (AAA / AAAA)
                            Next Ncol
                            Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            P = CSng(Analysis.MatrixP.T
ext)
                            Analysis.MatrixP.Row = Neli
m
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            PP = CSng(Analysis.MatrixP.
Text)
                            Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            Analysis.MatrixP.Text = P -
 PP * (AA / AAAA)
                        End If
                    Next Nrow
                End If
            Next Nelim
            Analysis.MatrixP.Row = NP
            Analysis.MatrixP.Col = 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = NP
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Text /
 Analysis.NbandMatrix.Text
            For NBsub = 1 To NP - 1
                NX = NP - NBsub
                For k = 1 To NBand - 1
                    If NX + k <= NP Then
                        Analysis.MatrixP.Row = NX
                        Analysis.MatrixP.Col = 1
                        P = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
                        Analysis.NbandMatrix.Row = NX
                        Analysis.NbandMatrix.Col = k + 1
                        PP = CSng(Analysis.NbandMatrix.Text
)
                        Analysis.MatrixP.Row = NX + k
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 71

```
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    PPP = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
                    Analysis.MatrixP.Row = NX
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    Analysis.MatrixP.Text = P - PP * PP
P
                End If
            Next k
            Analysis.MatrixP.Row = NX
            Analysis.MatrixP.Col = 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = NX
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Te
xt / Analysis.NbandMatrix.Text
        Next NBsub
    '=============================================
=========
    ' [F]Matrix
        Analysis.MatrixF.Rows = NF + 1
        For I = 1 To NF
            Analysis.MatrixF.Row = I  'NP
            Analysis.MatrixF.Text = 0
        Next I
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 1      'input H
            NP1 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 2      'input H
            NP2 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 3      'input H
            NP3 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 4      'input H
            NP4 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            L = Analysis.Grid2.Text
            Area = 1
            CS = H / L
            SN = V / L
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP1)
            X1 = Analysis.MatrixP.Text
            If X1 = "" Then
                X1 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP2)
            X2 = Analysis.MatrixP.Text
            If X2 = "" Then
                X2 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP3)
            X3 = Analysis.MatrixP.Text
            If X3 = "" Then
                X3 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP4)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 72

```
            X4 = Analysis.MatrixP.Text
            Analysis.MatrixF.Row = I
            If X4 = "" Then
                X4 = 0
            End If
            Analysis.MatrixF.Text = e * Area / L * (CS
* (X3 - X1) + SN * (X4 - X2))
        Next I
    '=============================================
=========
    'Find Fmax
     DataEle.Panel3D4.Width = 7000
     DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 1000
     For n = 1 To Mset
        ineedC = 0
        ineedT = 0
        FCmax = 0
        FTmax = 0
        LCmax = 0
        LTmax = 0
        Area = 0
        For m = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            DataEle.Grid1.Row = m
            DataEle.Grid1.Col = 4
            SectionType = DataEle.Grid1.Text
            DataEle.Grid1.Col = 3

            If CInt(DataEle.Grid1.Text) = n Then
                DataEle.Grid1.Row = m
                DataEle.Grid1.Col = 0
                Analysis.MatrixF.Row = DataEle.Grid1.Te
xt
                If CSng(Analysis.MatrixF.Text) < 0 Then
                    If CSng(Analysis.MatrixF.Text) < FC
max Then
                        FCmax = CSng(Analysis.MatrixF.T
ext)
                    End If
                    Analysis.Grid2.Row = m
                    Analysis.Grid2.Col = 7
                    If Abs(Analysis.Grid2.Text) > Abs(L
Cmax) Then
                        LCmax = Analysis.Grid2.Text
                    End If

                ElseIf CSng(Analysis.MatrixF.Text) > 0
Then
                    If CSng(Analysis.MatrixF.Text) > FT
max Then
                        FTmax = CSng(Analysis.MatrixF.T
ext)
                    End If
                    Analysis.Grid2.Row = m
                    Analysis.Grid2.Col = 7
                    If Abs(Analysis.Grid2.Text) > Abs(L
Tmax) Then
                        LTmax = Analysis.Grid2.Text
                    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 73

```
                End If
            End If
        Next m
        'Find Section For Tension
        If LTmax > 0 Then
            rmin = LTmax / 240
            Fa = .6 * Fy
            Areanet = Abs(FTmax / Fa)
            Areamin = Areanet / .85
            DataEle.Grid1.Col = 4
            Select Case DataEle.Grid1.Text
                Case "Angle Equal Legs"
                    inputAEQ
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
                    Loop Until AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area
> rmin And AEQ(I).Area > Areamin
                    ineedT = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area > rm
in And AEQ(I).Area > Areamin And AEQ(I).Area < AEQ(inee
dT).Area Then
                        ineedT = I
                        End If
                    Loop Until I = 40
                    AreaT = AEQ(ineedT).Area
                Case "Angle Unequal Legs"
                    inputAUEQ
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
                    Loop Until AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Are
a > rmin And AUEQ(I).Area > Areamin
                    ineedT = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area >
rmin And AUEQ(I).Area > Areamin Then
                        ineedT = I
                        End If
                    Loop Until I = 20
                    AreaT = AUEQ(ineedT).Area
                Case "Channel"
                    inputCHN
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
                    Loop Until CHN(I).Iy / CHN(I).Area
> rmin And CHN(I).Area > Areamin
                    ineedT = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If CHN(I).Iy / CHN(I).Area > rm
in And CHN(I).Area > Areamin And (CHN(I).Area < CHN(ine
edT).Area) Then
                        ineedT = I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 74

```
                    End If
                Loop Until I = 16
                AreaT = CHN(ineedT).Area
            Case "Pipe"
                inputPIP
                I = 0
                Do
                    I = I + 1
                Loop Until PIP(I).I / PIP(I).Area >
 rmin And PIP(I).Area > Areamin
                ineedT = I
                Do
                    I = I + 1
                    If PIP(I).I / PIP(I).Area > rmi
n And PIP(I).Area > Areamin And (PIP(I).Area < PIP(inee
dT).Area) Then
                    ineedT = I
                    End If
                Loop Until I = 61
                AreaT = PIP(ineedT).Area

            Case "Structure Tube"
                inputST
                I = 0
                Do
                    I = I + 1
                Loop Until ST(I).Iy / ST(I).Area >
rmin And ST(I).Area > Areamin
                ineedT = I
                Do
                    I = I + 1
                    If ST(I).Iy / ST(I).Area > rmin
 And ST(I).Area > Areamin And (ST(I).Area < ST(ineedT).
Area) Then
                    ineedT = I
                    End If
                Loop Until I = 20
                AreaT = ST(ineedT).Area

        End Select
    End If

    'Find Section For Compression
    If LCmax > 0 Then
        rmin = LCmax / 200
        Cc = Sqr(2 * 3.1416 ^ 2 * e / Fy)
        DataEle.Grid1.Col = 4
        Select Case DataEle.Grid1.Text
            Case "Angle Equal Legs"
                inputAEQ
                I = 0
                Do
                    I = I + 1
                    If LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).
Area) > Cc Then
                    Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
 (23 * (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) ^ 2)
                    Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 75

```
                                Fa = (1 - (LCmax / (AEQ(I).
Iy / AEQ(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3)
+ (3 * (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) / (8 * Cc))
- (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3
))
                            End If
                            Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                            Areamin = Areanet / .85

                        Loop Until AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area
> rmin And AEQ(I).Area > Areamin
                        ineedC = I
                        Do
                            I = I + 1
                            If LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).
Area) > Cc Then
                                Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) ^ 2)
                            Else
                                Fa = (1 - (LCmax / (AEQ(I).
Iy / AEQ(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3)
+ (3 * (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) / (8 * Cc))
- (LCmax / (AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3
))
                            End If
                            Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                            Areamin = Areanet / .85

                            If AEQ(I).Iy / AEQ(I).Area > rm
in And AEQ(I).Area > Areamin And AEQ(I).Area < AEQ(inee
dC).Area Then
                            ineedC = I
                            End If
                        Loop Until I = 40
                        AreaC = AEQ(ineedC).Area
                    Case "Angle Unequal Legs"
                        inputAUEQ
                        I = 0
                        Do
                            I = I + 1
                            If LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I
).Area) > Cc Then
                                Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 2)
                            Else
                                Fa = (1 - (LCmax / (AUEQ(I)
.Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3
) + (3 * (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) / (8 * C
c)) - (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 3 / (8 *
Cc ^ 3))
                            End If
                            Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                            Areamin = Areanet / .85

                        Loop Until AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Are
a > rmin And AUEQ(I).Area > Areamin
                        ineedC = I
                        Do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 76

```
                        I = I + 1
                        If LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I
).Area) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (AUEQ(I)
.Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3
) + (3 * (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) / (8 * C
c)) - (LCmax / (AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area)) ^ 3 / (8 *
Cc ^ 3))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                        If AUEQ(I).Iy / AUEQ(I).Area >
rmin And AUEQ(I).Area > Areamin And AUEQ(I).Area < AUEQ
(ineedC).Area Then
                        ineedC = I
                        End If
                    Loop Until I = 40
                    AreaC = AUEQ(ineedC).Area
                Case "Channel"
                    inputCHN
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
                        If LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).
Area) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.14io ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (CHN(I).
Iy / CHN(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3)
+ (3 * (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) / (8 * Cc))
- (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3
))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                    Loop Until CHN(I).Iy / CHN(I).Area
> rmin And CHN(I).Area > Areamin
                    ineedC = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).
Area) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (CHN(I).
Iy / CHN(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3)
+ (3 * (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) / (8 * Cc))
- (LCmax / (CHN(I).Iy / CHN(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3
))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 77

```
                        Areamin = Areanet / .85

                        If CHN(I).Iy / CHN(I).Area > rm
in And CHN(I).Area > Areamin And CHN(I).Area < CHN(inee
dC).Area Then
                        ineedC = I
                        End If
                    Loop Until I = 40
                    AreaC = CHN(ineedC).Area
                Case "Pipe"
                    inputPIP
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
                        If LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).A
rea) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (PIP(I).
I / PIP(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3) +
 (3 * (LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) / (8 * Cc)) -
(LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                    Loop Until PIP(I).I / PIP(I).Area >
 rmin And PIP(I).Area > Areamin
                    ineedC = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).A
rea) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (PIP(I).
I / PIP(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3) +
 (3 * (LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) / (8 * Cc)) -
(LCmax / (PIP(I).I / PIP(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                        If PIP(I).I / PIP(I).Area > rmi
n And PIP(I).Area > Areamin And PIP(I).Area < PIP(ineed
C).Area Then
                        ineedC = I
                        End If
                    Loop Until I = 40
                    AreaC = PIP(ineedT).Area

                Case "Structure Tube"
                    inputST
                    I = 0
                    Do
                        I = I + 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 78

```
                        If LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Ar
ea) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (ST(I).I
y / ST(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3) +
(3 * (LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) / (8 * Cc)) - (L
Cmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                    Loop Until ST(I).Iy / ST(I).Area >
rmin And ST(I).Area > Areamin
                    ineedC = I
                    Do
                        I = I + 1
                        If LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Ar
ea) > Cc Then
                            Fa = 12 * 3.1416 ^ 2 * e /
(23 * (LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) ^ 2)
                        Else
                            Fa = (1 - (LCmax / (ST(I).I
y / ST(I).Area)) ^ 2 / (2 * Cc ^ 2)) * Fy / ((5 / 3) +
(3 * (LCmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) / (8 * Cc)) - (L
Cmax / (ST(I).Iy / ST(I).Area)) ^ 3 / (8 * Cc ^ 3))
                        End If
                        Areanet = Abs(FCmax / Fa)
                        Areamin = Areanet / .85

                        If ST(I).Iy / ST(I).Area > rmin
 And ST(I).Area > Areamin And ST(I).Area < ST(ineedC).A
rea Then
                        ineedC = I
                        End If
                    Loop Until I = 40
                    AreaC = ST(ineedT).Area

            End Select
        End If
        If AreaT > AreaC Then
            ineed = ineedT
            Area = AreaT
        Else
            ineed = ineedC
            Area = AreaC
        End If
        For m = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            DataEle.Grid1.Width = 7100
            DataEle.Grid1.Row = m
            DataEle.Grid1.Col = 3

            If CInt(DataEle.Grid1.Text) = n Then
                Analysis.Grid2.Row = m
                Analysis.Grid2.Col = 8
                Analysis.Grid2.Text = Area
                Analysis.Grid2.Col = 9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 79

```
                    Analysis.Grid2.Text = ineed
                End If
            Next m
        Next n
        ' the [AxSxA]Transpose Matrix
          Analysis.AxSxAtranspose.Rows = NP + 1
          Analysis.AxSxAtranspose.Cols = NP + 1

          For I = 0 To NP
              For j = 0 To NP
                  Analysis.AxSxAtranspose.Row = I   'NP
                  Analysis.AxSxAtranspose.Col = j   'NP
                  Analysis.AxSxAtranspose.Text = 0
              Next j
          Next I                                        '[A]*[S]
*[A] transpose = 0 matrix
          For I = 1 To NF
              Analysis.Grid2.Row = I
              Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
              H = Analysis.Grid2.Text
              Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
              V = Analysis.Grid2.Text
              Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
              L = Analysis.Grid2.Text
              Analysis.Grid2.Col = 8      'Input Area
              Area = Analysis.Grid2.Text
              CS = H / L
              SN = V / L
                  Analysis.Grid2.Row = I
                  Analysis.Grid2.Col = 1
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                        NP1 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP1 = 0
                        Analysis.Grid2.Text = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 2
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                        NP2 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP2 = 0
                        Analysis.Grid2.Text = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 3
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                        NP3 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP3 = 0
                        Analysis.Grid2.Text = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 4
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
 NP Then
                        NP4 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 80

```
                        NP4 = 0
                        Analysis.Grid2.Text = 0
                    End If

                    temp1 = e * Area * CS * CS / L
                    temp2 = e * Area * CS * SN / L
                    temp3 = e * Area * SN * SN / L
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 81

NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp1
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP1)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP2)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text - temp3
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP3)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp2
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = CInt(
NP4)
                    Analysis.AxSxAtranspose.Text = Anal
ysis.AxSxAtranspose.Text + temp3


        Next I
    '=================================================
=========
    '[P]Matrix
        Analysis.MatrixP.Rows = NP + 1
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        For I = 1 To Analysis.Grid1.Rows - 1
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 2
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 82

```
            Analysis.Grid1.Col = 0
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 3
            Text = Analysis.Grid1.Text
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 1
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.MatrixP.Row = Analysis.Grid1.T
ext
                Analysis.MatrixP.Text = Text
            End If
        Next I
    '=============================================
=========
        NBand = 0
        I = 0
        For I = 1 To NP
            j = NP + 1
            Band = NP
            Do
                j = j - 1
                Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                Band = Band - 1
            Loop Until CSng(Analysis.AxSxAtranspose.Tex
t) <> 0 Or j = 0
            Band = Band + 1
            Band = Band - I + 1
            If Band > NBand Then
                NBand = Band
            End If
        Next I

        Analysis.NbandMatrix.Rows = NP + 1
        Analysis.NbandMatrix.Cols = NBand + 1
        For I = 1 To Analysis.NbandMatrix.Rows - 1
            For j = 1 To Analysis.NbandMatrix.Cols - 1
                Analysis.NbandMatrix.Row = I
                Analysis.NbandMatrix.Col = j
                Analysis.NbandMatrix.Text = 0
            Next j
        Next I
        For I = 1 To NP
            For j = I To NP
                m = j - I + 1
                If m <= NBand Then
                    Analysis.NbandMatrix.Row = I
                    Analysis.NbandMatrix.Col = m
                    Analysis.AxSxAtranspose.Row = I
                    Analysis.AxSxAtranspose.Col = j
                    Analysis.NbandMatrix.Text = Analysi
s.AxSxAtranspose.Text
                End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 83

```
            Next j
        Next I
        'Analysis.NbandMatrix.Rows = NP + 1
        For Nelim = 1 To NP - 1                    '*********
            Analysis.NbandMatrix.Row = Nelim
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            If Analysis.NbandMatrix.Text = 0 Then
                MsgBox " ZERO PIVOT "
                Unload Analysis
            Else
                For Nrow = Nelim + 1 To Nelim + NBand -
1
                    If Nrow <= NP Then
                        For Ncol = 1 To Nelim + NBand -
Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                            A = CSng(Analysis.NbandMatr
ix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + 1
                            AA = CSng(Analysis.NbandMat
rix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Nrow - Nelim + Ncol
                            AAA = CSng(Analysis.NbandMa
trix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nelim
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
1
                            AAAA = CSng(Analysis.NbandM
atrix.Text)
                            Analysis.NbandMatrix.Row =
Nrow
                            Analysis.NbandMatrix.Col =
Ncol
                            Analysis.NbandMatrix.Text =
 A - AA * (AAA / AAAA)
                        Next Ncol
                            Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            P = CSng(Analysis.MatrixP.T
ext)
                            Analysis.MatrixP.Row = Neli
m
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            PP = CSng(Analysis.MatrixP.
Text)
                            Analysis.MatrixP.Row = Nrow
                            Analysis.MatrixP.Col = 1
                            Analysis.MatrixP.Text = P -
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 84

```
PP * (AA / AAAA)
                    End If
                Next Nrow
            End If
        Next Nelim
        Analysis.MatrixP.Row = NP
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        Analysis.NbandMatrix.Row = NP
        Analysis.NbandMatrix.Col = 1
        Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Text /
Analysis.NbandMatrix.Text
        For NBsub = 1 To NP - 1
            NX = NP - NBsub
            For k = 1 To NBand - 1
                If NX + k <= NP Then
                    Analysis.MatrixP.Row = NX
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    P = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
                    Analysis.NbandMatrix.Row = NX
                    Analysis.NbandMatrix.Col = k + 1
                    PP = CSng(Analysis.NbandMatrix.Text
)
                    Analysis.MatrixP.Row = NX + k
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    PPP = CSng(Analysis.MatrixP.Text)
                    Analysis.MatrixP.Row = NX
                    Analysis.MatrixP.Col = 1
                    Analysis.MatrixP.Text = P - PP + PP
P
                End If
            Next k
            Analysis.MatrixP.Row = NX
            Analysis.MatrixP.Col = 1
            Analysis.NbandMatrix.Row = NX
            Analysis.NbandMatrix.Col = 1
            Analysis.MatrixP.Text = Analysis.MatrixP.Te
xt / Analysis.NbandMatrix.Text
        Next NBsub
    '=============================================================
=========
    ' [F]Matrix
        Analysis.MatrixF.Rows = NF + 1
        For I = 1 To NF
                Analysis.MatrixF.Row = I  'NP
                Analysis.MatrixF.Text = 0
        Next I
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 1      'input H
            NP1 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 2      'input H
            NP2 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 3      'input H
            NP3 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 4      'input H
            NP4 = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            H = Analysis.Grid2.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 85

```
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            L = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8      'Input L
            Area = Analysis.Grid2.Text
            CS = H / L
            SN = V / L
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP1)
            X1 = Analysis.MatrixP.Text
            If X1 = "" Then
                X1 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP2)
            X2 = Analysis.MatrixP.Text
            If X2 = "" Then
                X2 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP3)
            X3 = Analysis.MatrixP.Text
            If X3 = "" Then
                X3 = 0
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = CInt(NP4)
            X4 = Analysis.MatrixP.Text
            Analysis.MatrixF.Row = I
            If X4 = "" Then
                X4 = 0
            End If
            Analysis.MatrixF.Text = e * Area / L * (CS
* (X3 - X1) + SN * (X4 - X2))
        Next I
    'Number of Reaction
        n = 0
        For I = 1 To Analysis.Grid1.Rows - 1
            Analysis.Grid11.Rows = I + 1
            Analysis.Grid11.Row = I
            Analysis.Grid1.Row = I
            Analysis.Grid1.Col = 0
            Analysis.Grid11.Col = 0
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.Grid11.Text = 0
            Else
                n = n + 1
                Analysis.Grid11.Text = n
            End If
            Analysis.Grid1.Col = 1
            Analysis.Grid11.Col = 1
            If Analysis.Grid1.Text <= NP Then
                Analysis.Grid11.Text = 0
            Else
                n = n + 1
                Analysis.Grid11.Text = n
            End If
        Next I
    '=============================================================
    'Rearange Table Element Data For Truss for Reaction
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 86

        For j = 1 To totalEle

            Analysis.Grid2.Row = j     'Set Grid2-Row Nu
mber
            DataEle.Grid1.Row = j        'Select Element
            DataEle.Grid1.Col = 1        'Select Node1
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H1 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V1 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid2.Col = 0
            Analysis.Grid2.Text = j      'Set Grid2-Col1
 = Element Number
            Analysis.Grid11.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 1
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
'Set Grid2-Col2 = NP1
            Analysis.Grid11.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 2
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
 'Set Grid2-Col2 = NP2
            DataEle.Grid1.Col = 2        'Select Node2
            DataNod.Grid1.Row = DataEle.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 1
            H2 = DataNod.Grid1.Text
            DataNod.Grid1.Col = 2
            V2 = DataNod.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Row = DataEle.Grid1.Text
            Analysis.Grid11.Col = 0
            Analysis.Grid2.Col = 3
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
'Set Grid2-Col2 = NP3
            Analysis.Grid11.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 4
            Analysis.Grid2.Text = Analysis.Grid11.Text
 'Set Grid2-Col2 = NP4
            V = (V2 - V1)
            H = (H2 - H1)
            Analysis.Grid2.Col = 5
            Analysis.Grid2.Text = H
            Analysis.Grid2.Col = 6
            Analysis.Grid2.Text = V
            L = Sqr(V * V + H * H)
            Analysis.Grid2.Col = 7
            Analysis.Grid2.Text = L
            DataEle.Grid1.Row = j
            DataEle.Grid1.Col = 5
        Next j
    '=============================================
=========
    '[AR]Matrix

        Analysis.MatrixAR.Cols = NF + 1
        Analysis.MatrixAR.Rows = NR + 1
        For I = 1 To NR
            For j = 1 To NF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 87

```
                Analysis.MatrixAR.Col = j
                Analysis.MatrixAR.Row = I
                Analysis.MatrixAR.Text = 0
            Next j
        Next I
        For I = 1 To NF
            Analysis.Grid2.Col = 5      'input H
            Analysis.Grid2.Row = I
            H = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 6      'Input V
            Analysis.Grid2.Row = I
            V = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 7      'Input L
            Analysis.Grid2.Row = I
            L = Analysis.Grid2.Text
            CS = H / L
            SN = V / L
                    Analysis.Grid2.Row = I
                    Analysis.Grid2.Col = 1
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                        NP1 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP1 = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 2
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                        NP2 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP2 = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 3
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                        NP3 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP3 = 0
                    End If
                Analysis.Grid2.Col = 4
                    If CSng(Analysis.Grid2.Text) <=
NP Then
                        NP4 = Analysis.Grid2.Text
                    Else
                        NP4 = 0
                    End If
                Analysis.MatrixAR.Col = I
                Analysis.MatrixAR.Row = NP1
                Analysis.MatrixAR.Text = -CS
                Analysis.MatrixAR.Row = NP2
                Analysis.MatrixAR.Text = -SN
                Analysis.MatrixAR.Row = NP3
                Analysis.MatrixAR.Text = CS
                Analysis.MatrixAR.Row = NP4
                Analysis.MatrixAR.Text = SN
        Next I
'=========================================================
==========
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 88

```
    '[AR] x [F] = [R]
        Analysis.MatrixR.Rows = NR + 1
        Analysis.MatrixR.Cols = 2
        For I = 1 To NR
                Analysis.MatrixR.Row = I   'NF
                Analysis.MatrixR.Col = 1   'NP
                Analysis.MatrixR.Text = 0
        Next I
        For I = 1 To NR
                For j = 1 To NF
                    Analysis.MatrixAR.Row = I
                    Analysis.MatrixAR.Col = j      'NF
                    A = Analysis.MatrixAR.Text
                    Analysis.MatrixF.Row = j
                    Analysis.MatrixF.Col = 1
                    B = Analysis.MatrixF.Text
                    Analysis.MatrixR.Row = I
                    Analysis.MatrixR.Col = 1
                    c = CSng(Analysis.MatrixR.Text) + A
* B
                    Analysis.MatrixR.Text = c
                Next j
        Next I

    End If
    screen.MousePointer = 0
    mnuPoutput.Enabled = 1
    mnuGra.Enabled = 1
    mnuresult.Enabled = 1
    mnuPNT.Enabled = 1
    mnuPGdisp.Enabled = 1
    Analysis.Panel3D1.Caption = ""
    Analysis.Panel3D1.ForeColor = RGB(0, 255, 255)
    Analysis.Hide

    If Mode = "Analysis" Then
        Unload Result
        Load Result
        Result.Show

    ElseIf Mode = "Design" Then
        Unload Result1
        Load Result1
        Result1.Show

    End If
    DataNod.Grid1.Visible = 1
    DataEle.Grid1.Visible = 1
    Overall.Command3D1.Visible = 1
    Overall.Command3D2.Visible = 1
    Overall.Command3D3.Visible = 1
    Overall.Command3D4.Visible = 1

checkErr:
Select Case Err
    Case Is = 9
        MsgBox (SectionType + " in Material Set " + Str
(n) + " is too small for your Truss ")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 89

```
        Unload Analysis
        Load Overall
        Overall.Show
    Case Is = 19
        MsgBox (SectionType + " in Material Set " + Str
(n) + " is too small for your Truss ")
        Unload back
        Unload mainmenu
        Load mainmenu
        Unload Analysis
        Unload Node
        Unload BOUNDARY
        Unload Element
        Unload Material
        Unload Material1
        Unload Result
        Unload Result1
        Unload DataNod
        Unload DataEle
        Unload DataEle1
        Unload FORCE
        Unload Graphic
        Unload LdFactor
        Unload Overall
        Unload frmSave
        Unload frmOpen

End Select

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERI1.FRM - 1

Dim slash As Integer
Dim Ele1 As Integer
Dim Ele2 As Integer
Dim Gen As Integer

Sub SteelType ()
    cboType.AddItem "Angle Equal Legs"
    cboType.AddItem "Angle Unequal Legs"
    cboType.AddItem "Channel"
    cboType.AddItem "Pipe"
    cboType.AddItem "Structure Tube"
End Sub

Sub btnDataComplete_Click ()
    DataChkMat = 1
    Unload MATERIAL1
    Load Force
    Force.Show
        DataEle.Grid1.Cols = DataEle.Grid1.Cols + 1
        DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 2000
        DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 1000
        DataEle.Grid1.Width = 6100
        DataEle.Panel3D4.Width = 6250

End Sub

Sub btnEnd_Click ()

    If DataChkNode = 1 And DataChkEle = 1 And DataChkBo
und = 1 And DataChkMat = 1 And DataChkLoad = 1 Then
        Unload MATERIAL1
    Else
        MsgBox "Please completed your data !"
        DataChkMat = 1
        Unload MATERIAL1
        Load Force
        Force.Show
    End If

End Sub

Sub btnOutput_Click ()
    DataEle.Show
    If DataEle.Grid1.Rows > 12 Then
    Else
        DataEle.Grid1.Cols = DataEle.Grid1.Cols + 1
        DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 2000
        DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 1000
        DataEle.Grid1.Width = 6100
        DataEle.Panel3D4.Width = 6250
        DataEle.Frame3D1.Height = 3750
    End If
End Sub

Sub cboType_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        txtEle.SetFocus
    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERI1.FRM - 2

End Sub

Sub Form_Load ()
    MATERIAL1.Width = 12000
    MATERIAL1.Height = 4500
    MATERIAL1.Top = 600
    MATERIAL1.Left = 0
    SteelType
    cboType.ListIndex = 0
    DataEle.Grid1.Cols = 6
    For I = 0 To 5 Step 1
        DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
    Next I
    DataEle.Grid1.ColWidth(3) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 1500

    If DataEle.Grid1.Rows < 10 Then
        DataEle.Grid1.Width = 6950
        DataEle.Panel3D4.Width = 7000
    Else
        DataEle.Grid1.Width = 6950
        DataEle.Panel3D4.Width = 7100

    End If

End Sub

Sub txtEle_KeyPress (keyascii As Integer)
    Const CF_TEXT = 1
    .
    If keyascii = 13 Then
        If txtEle.Text = "a" Then
            txtEle.Text = "1/" + Str(TotalEle) + "/1"
        End If
        If txtsetNo.Text = "" Then
            MsgBox "Insert data please"
            txtsetNo.Text = ""
        Else
        check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
        If check = 6 Then
                clipboard.Clear
                clipboard.SetText txtEle.Text
                temp = clipboard.GetText(CF_TEXT)
                For I = 1 To Len(temp)
                    text1.Text = Mid(temp, I, 1)
                    If text1.Text = "," Then
                        If slash = 2 Then
                            Gen = text2.Text
                            Do
                                DataEle.Grid1.Row = Ele
1
                                DataEle.Grid1.Col = 3
                                DataEle.Grid1.Text = tx
tsetNo.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 4
                                DataEle.Grid1.Text = cb
oType.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERI1.FRM - 3

```
                                Ele1 = Ele1 + Gen
                            Loop Until Ele1 > Ele2
                            slash = 0
                            text2.Text = ""
                        Else
                            DataEle.Grid1.Row = text2.T
ext
                            DataEle.Grid1.Col = 3
                            DataEle.Grid1.Text = txtset
No.Text
                            DataEle.Grid1.Col = 4
                            DataEle.Grid1.Text = cboTyp
e.Text

                            text2.Text = ""
                        End If
                    ElseIf text1.Text = "/" Then
                        slash = slash + 1
                        If slash = 1 Then
                            Ele1 = text2.Text
                            text2.Text = ""
                        ElseIf slash = 2 Then
                            Ele2 = text2.Text
                            text2.Text = ""

                        End If
                    Else
                        text2.Text = text2.Text & text1
.Text
                    End If
                Next I
                If text2.Text <> "" Then
                    If slash = 2 Then
                        Gen = text2.Text
                        Do
                            DataEle.Grid1.Row = Ele1
                            DataEle.Grid1.Col = 3
                            DataEle.Grid1.Text = txtset
No.Text
                            DataEle.Grid1.Col = 4
                            DataEle.Grid1.Text = cboTyp
e.Text

                            Ele1 = Ele1 + Gen
                        Loop Until Ele1 > Ele2
                        slash = 0
                        text2.Text = ""
                    Else
                        DataEle.Grid1.Row = text2.Text
                        DataEle.Grid1.Col = 3
                        DataEle.Grid1.Text = txtsetNo.T
ext
                        DataEle.Grid1.Col = 4
                        DataEle.Grid1.Text = cboType.Te
xt
                        text2.Text = ""
                    End If
                    txtsetNo.SetFocus
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERI1.FRM - 4

```
                    LabEle.Caption = txtEle.Text
                    LabSteelType.Caption = cboType.Text
                    LabSetNo.Caption = txtsetNo.Text
                    txtsetNo.Text = ""
                    txtEle.Text = ""

                End If

                    ElseIf check = 7 Then

                    txtsetNo.SetFocus
            End If
        End If
    End If

End Sub

Sub txtMaterialSet_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtMaterialSet.Text = "" Then
            MsgBox "Insert Data Please"
        Else
            txtMaterialSet.TabStop = 0
            txtsetNo.SetFocus
            Mset = txtMaterialSet.Text
        End If
    End If
End Sub

Sub txtMaterialSet_LostFocus ()
    If txtMaterialSet.Text = "" Then
        MsgBox "Insert Data Please"
        txtMaterialSet.SetFocus
    Else
        DataEle.Grid1.Cols = 5
        For I = 3 To 4 Step 1
            DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
        Next I
        DataEle.Grid1.Width = 6
        DataEle.Panel3D4.Width = 6500
        DataEle.Grid1.ColWidth(3) = 1000
        DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 2000
        txtMaterialSet.TabStop = 0
        Mset = txtMaterialSet.Text
    End If
End Sub

Sub txtSetNo_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtsetNo.Text = "" Then
            txtsetNo.Text = "0"
        ElseIf txtsetNo.Text > CInt(txtMaterialSet.Text
) Then
            MsgBox "There Are Too Many Material Set"
            txtsetNo.Text = "0"
        ElseIf txtsetNo.Text = "0" Then
            txtsetNo.Enabled = 0
            cboType.Enabled = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERI1.FRM - 5

```
            txtEle.Enabled = 0
            btnDataComplete.Visible = 1
            btnDataComplete.SetFocus
            btnOutput.Visible = 1
            btnEnd.Visible = 1
        ElseIf txtsetNo.Text = "" Then
            MsgBox "Insert data please"
            txtsetNo.Text = ""
        Else

            cboType.SetFocus
        End If
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 1

Dim slash As Integer
Dim Ele1 As Integer
Dim Ele2 As Integer
Dim Gen As Integer

Sub SteelType ()
    cboType.AddItem "Angle Equal Legs"
    cboType.AddItem "Angle Unequal Legs"
    cboType.AddItem "Channel"
    cboType.AddItem "Pipe"
    cboType.AddItem "Structure Tube"
End Sub

Sub btnDataComplete_Click ()
    DataChkMat = 1
    Unload Material
    Load Force
    Force.Show
End Sub

Sub btnEnd_Click ()
    If DataChkNode = DataChkEle = DataChkBound = DataCh
kMat = DataChkLoad = 1 Then
        Unload MATERIAL1
    Else
        MsgBox "Please completed your data !"
        DataChkMat = 1
        Unload MATERIAL1
        Load Force
        Force.Show
    End If

End Sub

Sub btnOutput_Click ()
    DataEle.Show
    DataEle.Frame3D1.Height = 3750
End Sub

Sub cboArea_Click ()
    n = cboArea.ListIndex + 1
    If cboType.Text = "Angle Equal Legs" Then
        txtArea.Text = Format(AEQ(n).Area, "0.00")
        txtr.Text = Format(Sqr(AEQ(n).Iy / AEQ(n).Area)
, "0.00")
    ElseIf cboType.Text = "Angle Unequal Legs" Then
        txtArea.Text = Format(AUEQ(n).Area, "0.00")
        txtr.Text = Format(Sqr(AUEQ(n).Iy / AUEQ(n).Are
a), "0.00")
    ElseIf cboType.Text = "Chanel" Then
        txtArea.Text = Format(CHN(n).Area, "0.00")
        txtr.Text = Format(Sqr(CHN(n).Iy / CHN(n).Area)
, "0.00")
    ElseIf cboType.Text = "Pipe" Then
        txtArea.Text = Format(PIP(n).Area, "0.00")
        txtr.Text = Format(Sqr(PIP(n).I / PIP(n).Area),
"0.00")
    ElseIf cboType.Text = "Structure Tube" Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 2

        txtArea.Text = Format(ST(n).Area, "0.00")
        txtr.Text = Format(Sqr(ST(n).Iy / ST(n).Area),
"0.00")
    End If
End Sub

Sub cboArea_DblClick ()
    txtEle.SetFocus
End Sub

Sub cboArea_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        txtEle.SetFocus
    End If
End Sub

Sub cboType_Click ()
    Select Case cboType.ListIndex
        Case 0
            inputAEQ
            cboArea.Clear
            For I = 1 To 40
                cboArea.AddItem " L " + Str(AEQ(I).A) +
 " x " + Str(AEQ(I).A) + " x " + Str(AEQ(I).t)
            Next I
        Case 1
            inputAUEQ
            cboArea.Clear
            For I = 1 To 20
                cboArea.AddItem " L " + Str(AUEQ(I).A)
+ " x " + Str(AUEQ(I).B) + " x " + Str(AUEQ(I).t)
            Next I
        Case 2
            inputCHN
            cboArea.Clear
            For I = 1 To 16
                cboArea.AddItem " C " + Str(CHN(I).A) +
 " x " + Str(CHN(I).B) + " x " + Str(CHN(I).w)
            Next I
        Case 3
            inputPIP
            cboArea.Clear
            For I = 1 To 61
                cboArea.AddItem " O " + Str(PIP(I).A) +
 " x " + Str(PIP(I).w)
            Next I
        Case 4
            inputST
            cboArea.Clear
            For I = 1 To 20
                cboArea.AddItem " D " + Str(ST(I).A) +
" x " + Str(ST(I).B) + " x " + Str(AEQ(I).t)
            Next I
    End Select
    cboArea.ListIndex = 0
End Sub
Sub cboType_DblClick ()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 3

```
    cboArea.SetFocus
    LabSteelType.Caption = cboType.Text

End Sub

Sub cboType_KeyPress (keyascii As Integer)
If keyascii = 13 Then
    cboArea.SetFocus

End If

End Sub

Sub Form_Load ()
    Material.Width = 12000
    Material.Height = 4500
    Material.Top = 600
    Material.Left = 0
    SteelType
    cboType.ListIndex = 0
    DataEle.Grid1.Cols = 7
    For I = 0 To 5 Step 1
        DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
    Next I

    DataEle.Grid1.Col = 5
    DataEle.Grid1.Row = 0
    DataEle.Grid1.Text = "Steel Section"
    DataEle.Grid1.Col = 6
    DataEle.Grid1.Text = "Area"
    DataEle.Grid1.ColWidth(3) = 1000
    DataEle.Grid1.ColWidth(4) = 2000
    DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 2000
    DataEle.Grid1.ColWidth(6) = 1000
    If DataEle.Grid1.Rows < 10 Then
        DataEle.Grid1.Width = 9100
        DataEle.Panel3D4.Width = 9250
    Else
        DataEle.Grid1.Width = 9300
        DataEle.Panel3D4.Width = 9450

    End If


End Sub

Sub txtEle_KeyPress (keyascii As Integer)

    Const CF_TEXT = 1

    If keyascii = 13 Then
        If txtEle.Text = "" Then
            MsgBox "Insert data please"
            txtEle.Text = ""
        Else
            If txtEle.Text = "a" Then
                txtEle.Text = "1/" + Str(TotalEle) + "/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 4

1"
            End If
            If txtsetNo.Text = "" Then
                MsgBox "Insert data please"
                txtsetNo.Text = ""
            Else
            check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
            If check = 6 Then
                    clipboard.Clear
                    clipboard.SetText txtEle.Text
                    temp = clipboard.GetText(CF_TEXT)
                    For I = 1 To Len(temp)
                        text1.Text = Mid(temp, I, 1)
                        If text1.Text = "," Then
                            If slash = 2 Then
                                Gen = text2.Text
                                Do
                                    DataEle.Grid1.Row =
 Ele1
                                    DataEle.Grid1.Col =
 3
                                    DataEle.Grid1.Text
= txtsetNo.Text
                                    DataEle.Grid1.Col =
 4
                                    DataEle.Grid1.Text
= cboType.Text
                                    DataEle.Grid1.Col =
 5
                                    DataEle.Grid1.Text
= cboArea.Text
                                    DataEle.Grid1.Col =
 6
                                    DataEle.Grid1.Text
= txtArea.Text

                                    Ele1 = Ele1 + Gen
                                Loop Until Ele1 > Ele2
                                slash = 0
                                text2.Text = ""
                            Else
                                DataEle.Grid1.Row = tex
t2.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 3
                                DataEle.Grid1.Text = tx
tsetNo.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 4
                                DataEle.Grid1.Text = cb
oType.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 5
                                DataEle.Grid1.Text = cb
oArea.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 6
                                DataEle.Grid1.Text = tx
tArea.Text
                                text2.Text = ""
                            End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 5

```
                        ElseIf text1.Text = "/" Then
                            slash = slash + 1
                            If slash = 1 Then
                                Ele1 = text2.Text
                                text2.Text = ""
                            ElseIf slash = 2 Then
                                Ele2 = text2.Text
                                text2.Text = ""

                            End If
                        Else
                            text2.Text = text2.Text & t
ext1.Text
                        End If
                    Next I
                    If text2.Text <> "" Then
                        If slash = 2 Then
                            Gen = text2.Text
                            Do
                                DataEle.Grid1.Row = Ele
1
                                DataEle.Grid1.Col = 3
                                DataEle.Grid1.Text = tx
tsetNo.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 4
                                DataEle.Grid1.Text = cb
oType.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 5
                                DataEle.Grid1.Text = cb
oArea.Text
                                DataEle.Grid1.Col = 6
                                DataEle.Grid1.Text = tx
tArea.Text
                                Ele1 = Ele1 + Gen
                            Loop Until Ele1 > Ele2
                            slash = 0
                            text2.Text = ""
                        Else
                            DataEle.Grid1.Row = text2.T
ext
                            DataEle.Grid1.Col = 3
                            DataEle.Grid1.Text = txtset
No.Text
                            DataEle.Grid1.Col = 4
                            DataEle.Grid1.Text = cboTyp
e.Text
                            DataEle.Grid1.Col = 5
                            DataEle.Grid1.Text = cboAre
a.Text
                            DataEle.Grid1.Col = 6
                            DataEle.Grid1.Text = txtAre
a.Text
                            text2.Text = ""
                        End If
                        txtsetNo.SetFocus
                        LabEle.Caption = txtEle.Text
                        LabSteelType.Caption = cboType.
Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 6

```
                            LabSize.Caption = cboArea.Text
                            LabSetNo.Caption = txtsetNo.Tex
t
                            LabArea.Caption = txtArea.Text
                            Labr.Caption = txtr.Text
                            txtsetNo.Text = ""
                            txtEle.Text = ""
                            End If

                            ElseIf check = 7 Then

                            txtsetNo.SetFocus
                        End If
                    End If
                End If
            End If
End Sub

Sub txtMaterialSet_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtMaterialSet.Text = "" Then
            MsgBox "Insert Data Please"
        Else
            txtMaterialSet.TabStop = 0
            txtsetNo.SetFocus
            Mset = txtMaterialSet.Text
        End If
    End If

End Sub

Sub txtMaterialSet_LostFocus ()
    If txtMaterialSet.Text = "" Then
        MsgBox "Insert Data Please"
        txtMaterialSet.SetFocus
    Else
        DataEle.Grid1.Cols = 7
        For I = 3 To 4 Step 1
            DataEle.Grid1.ColAlignment(I) = 1
        Next I
        txtMaterialSet.TabStop = 0
    End If
End Sub

Sub txtSetNo_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtsetNo.Text = "" Then
            MsgBox "Insert data please"
            txtsetNo.Text = ""
        ElseIf txtsetNo.Text > CInt(txtMaterialSet.Text
) Then
            MsgBox "There Are Too Many Material Set"
            txtsetNo.Text = "0"
        ElseIf txtsetNo.Text = "0" Then
            txtsetNo.Enabled = 0
            cboType.Enabled = 0
            cboArea.Enabled = 0
            txtEle.Enabled = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 7

```
            btnDataComplete.Visible = 1
            btnDataComplete.SetFocus
            btnOutput.Visible = 1
            btnEnd.Visible = 1
        Else

            cboType.SetFocus
        End If
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BNODE.FRM - 1

Dim N As Integer
Dim NodeNo As Integer
Dim NodeNo1 As Integer
Dim NodeNo2 As Integer
Dim XCoor As Single
Dim XCoor1 As Single
Dim XCoor2 As Single
Dim YCoor As Single
Dim YCoor1 As Single
Dim YCoor2 As Single
Dim NodeGen As Integer
Dim NodeGen1 As Integer
Dim NodeGen2 As Integer
Dim RowNo As Integer
Dim SortRow As Integer
Dim SortN1 As Integer
Dim SortN2 As Integer
Dim tempN As Integer
Dim tempX As Integer
Dim TempY As Integer


Sub btnCancel_Click ()
    Unload Node
End Sub

Sub btnDataComplete_Click ()
    Unload Node
    Load BOUNDARY
    BOUNDARY.Show
    DataChkNode (2)
End Sub

Sub btnEnd_Click ()
    Unload Node
End Sub

Sub btnOutput_Click ()
    DataNod.Show
    DataNod.Frame3D1.Height = 3750
End Sub

Sub Form_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 27 Then
        Check = MsgBox("Are You Sure You Want To Quit",
 4 + 32)
        If Check = 6 Then
            Unload Node
        End If
    End If
End Sub

Sub Form_Load ()

    Node.Width = 12000
    Node.Height = 4500
    Node.Top = 600
    Node.Left = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 2

```
End Sub

Sub txtNodeGen_Change ()
    If txtNodeGen.Text = "/" Then
        txtNodeGen.Text = LabNodeGen.Caption
    End If
End Sub

Sub txtNodeGen_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNodeNo.Text = "" Then
            MsgBox "insert Node No. please"
            txtNodeNo.SetFocus
        ElseIf txtX.Text = "" Then
            MsgBox "insert X-Coor please"
            txtX.SetFocus
        ElseIf txtY.Text = "" Then
            MsgBox "insert Y-Coor please"
            txtY.SetFocus
        ElseIf txtNodeGen.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            Check = MsgBox("Data Are Correct", 4 + 32)
            If Check = 6 Then
                NodeGen = txtNodeGen.Text
                txtNodeNo.SetFocus
                LabNodeNo.Caption = txtNodeNo.Text + "
"
                LabX.Caption = txtX.Text + "  "
                LabY.Caption = txtY.Text + "  "
                LabNodeGen.Caption = txtNodeGen.Text +
" "
                txtNodeNo.Text = ""
                txtX.Text = ""
                txtY.Text = ""
                txtNodeGen.Text = ""
            ElseIf Check = 7 Then
                txtNodeNo.SetFocus
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtNodeNo_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtNodeNo.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please", 48
            txtNodeNo.SetFocus

        ElseIf txtNodeNo.Text = "0" Or CInt(txtNodeNo.T
ext) > totalNode Then
            If DataNod.Grid1.Row <> totalNode Then
                MsgBox "Node Data Not CompLete", 48
                txtNodeNo.Text = ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 3

```
            Else
                txtNoofNode.Enabled = 0
                txtNodeNo.Enabled = 0
                txtX.Enabled = 0
                txtY.Enabled = 0
                txtNodeGen.Enabled = 0
                btnDataComplete.Visible = 1
                btnDataComplete.SetFocus
                btnOutput.Visible = 1
                btnEnd.Visible = 1
                If txtNodeNo.Text = txtNoofNode.Text Th
en
                        txtNodeGen.Text = 0
                End If
            End If
        Else
                txtX.SetFocus
        End If

        If N = 0 Then
                N = N + 1
        End If
    End If

End Sub

Sub txtNodeNo_LostFocus ()

    If txtNodeNo.Text = "0" Then
        If DataNod.Grid1.Row <> totalNode Then
            MsgBox "Node Data Not ComPlete", 48
            txtNodeNo.Text = ""
        Else
            txtNodeNo.Enabled = 0
            txtX.Enabled = 0
            txtY.Enabled = 0
            txtNodeGen.Enabled = 0
            btnDataComplete.Visible = 1
            btnOutput.Visible = 1
            btnEnd.Visible = 1
        End If
    End If
    If N = 0 Then
            N = N + 1
    End If


End Sub

Sub txtNoofNode_KeyPress (keyascii As Integer)

    If keyascii = 13 Then
        If txtNoofNode.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please", 48
        ElseIf txtNoofNode.Text <= 1 Then
            MsgBox "It's impossible"
            txtNoofNode.Text = ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BNODE.FRM - 4

        Else
            txtNodeNo.SetFocus
            txtNoofNode.TabStop = 0
        End If
    End If

End Sub

Sub txtNoofNode_LostFocus ()
    If txtNoofNode.Text = "" Then
        MsgBox "insert data please", 48
        txtNoofNode.SetFocus
    ElseIf txtNoofNode.Text <= 1 Then
        MsgBox "It''s impossible"
        txtNoofNode.Text = ""
    Else
        totalNode = txtNoofNode.Text
        NoofNode = txtNoofNode.Text
        Row_No = txtNoofNode.Text
        DataNod.Grid1.Rows = Row_No + 1
        txtNodeNo.SetFocus
        'txtNoofNode.Enabled = 0
        DataNod.Grid1.Top = 75
        DataNod.Grid1.Left = 75

        DataNod.Grid1.Row = 1
        DataNod.Grid1.Col = 0

        DataNod.Grid1.ColWidth(0) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(1) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(2) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(3) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(4) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(5) = 1000
        DataNod.Grid1.ColWidth(6) = 1000


        For I = 0 To 2 Step 1
            DataNod.Grid1.ColAlignment(I) = 1
        Next I

        If Row_No < 12 Then
            DataNod.Grid1.Width = 3075
            DataNod.Grid1.Height = (DataNod.Grid1.RowHe
ight(1) + 8) * (Row_No + 1) + 50
            DataNod.Grid1.ScrollBars = 0
            DataNod.Panel3D4.Width = 3225
            DataNod.Panel3D4.Height = DataNod.Grid1.Hei
ght + 150
        Else
            DataNod.Grid1.Width = 3300
            DataNod.Panel3D4.Width = 3450

        End If
        txtNoofNode.TabStop = 0
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 5

```
Sub txtX_Change ()
    If txtX.Text = "/" Then
        txtX.Text = LabX.Caption
    End If
End Sub

Sub txtX_KeyPress (keyascii As Integer)

    If keyascii = 13 Then
        If txtX.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            txtX.Text = Format(txtX.Text, "0.00")
            txtY.SetFocus
        End If
    End If

End Sub

Sub txtX_LostFocus ()
    txtX.Text = Format(txtX.Text, "0.00")
End Sub

Sub txtY_Change ()
    If txtY.Text = "/" Then
        txtY.Text = LabY.Caption
    End If
End Sub

Sub txtY_KeyPress (keyascii As Integer)
    If keyascii = 13 Then
        If txtY.Text = "" Then
            MsgBox "insert data please"
        Else
            txtY.Text = Format(txtY.Text, "0.00")
            txtNodeGen.SetFocus
            If txtNodeNo.Text = NodeNo1 Then
                If txtNodeNo = 1 Then
                    NodeNo = txtNodeNo.Text
                    DataNod.Grid1.Row = NodeNo
                    DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = tx
tNodeNo.Text
                                          : NodeNo = Nod
eNo1
                                          : DataNod.Grid
1.Text = NodeNo
                    DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = txt
X.Text
                                          : XCoor = Form
at(XCoor1, "0.00")
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(XCoor, "0.00")
                    DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = txt
Y.Text
                                          : YCoor = Form
at(YCoor1, "0.00")
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(YCoor, "0.00")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 6

```
                Else
                    NodeNo2 = txtNodeNo.Text
                    XCoor2 = txtX.Text
                    YCoor2 = txtY.Text
                    DataNod.Grid1.Row = NodeNo2
                    DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo = Nod
eNo2
                                          : DataNod.Grid
1.Text = NodeNo
                    DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor = Form
at(XCoor2, "0.00")
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(XCoor, "0.00")
                    DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor = Form
at(YCoor2, "0.00")
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(YCoor, "0.00")
                End If
            ElseIf txtNodeNo.Text > (NodeNo + 1) And No
deGen > 0 Then
                NodeGen1 = NodeGen
                NoofNode = ((txtNodeNo.Text - NodeNo1)
/ NodeGen1) - 1
                StepX = (txtX.Text - XCoor1) / (NoofNod
e + 1)
                StepY = (txtY.Text - YCoor1) / (NoofNod
e + 1)
                Do
                    DataNod.Grid1.Row = NodeNo1 + NodeG
en1
                    DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = No
deNo1 + NodeGen1
                                          : DataNod.Grid
1.Text = NodeNo1
                    DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = XCo
or1 + StepX
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(XCoor1, "0.00")
                    DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = YCo
or1 + StepY
                                          : DataNod.Grid
1.Text = Format(YCoor1, "0.00")
                    If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" T
hen
                        NodeGen = 0
                    End If
                Loop Until NodeNo1 = txtNodeNo.Text
            ElseIf txtNodeNo.Text = (NodeNo + 1) Or Nod
eGen = 0 Then
                NodeNo = txtNodeNo.Text
                DataNod.Grid1.Row = NodeNo
                DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = txtNod
eNo.Text
                                      : NodeNo = NodeNo1
                                      : DataNod.Grid1.Te
xt = NodeNo
                DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = txtX.Te
xt
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 7

```
                                        : XCoor = Format(X
Coor1, "0.00")
                                        : DataNod.Grid1.Te
xt = Format(XCoor, "0.00")
                DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = txtY.Te
xt
                                        : YCoor = Format(Y
Coor1, "0.00")
                                        : DataNod.Grid1.Te
xt = Format(YCoor, "0.00")
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                    NodeGen = 0
                    NodeGen1 = NodeGen
                End If
            End If
        End If
    End If
End Sub

Sub txtY_LostFocus ()
    txtY.Text = Format(txtY.Text, "0.00")
    If txtY.Text <> "" Then
        If txtNodeNo.Text = NodeNo1 Then
            If txtNodeNo = 1 Then
            NodeNo = txtNodeNo.Text
            DataNod.Grid1.Row = NodeNo

            DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = txtNodeNo.
Text
                                    : NodeNo = NodeNo1
                                    : DataNod.Grid1.Text =
 NodeNo
            DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = txtX.Text
                                    : XCoor = Format(XCoor
1, "0.00")
                                    : DataNod.Grid1.Text =
 Format(XCoor, "0.00")
            DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = txtY.Text
                                    : YCoor = Format(YCoor
1, "0.00")
                                    : DataNod.Grid1.Text =
 Format(YCoor, "0.00")
            Else
                NodeNo2 = txtNodeNo.Text
                XCoor2 = txtX.Text
                YCoor2 = txtY.Text
                    DataNod.Grid1.Row = NodeNo2
                    DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo = Nod
eNo2
                                        : DataNod.Grid
1.Text = NodeNo
                    DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor = Form
at(XCoor2, "0.00")
                                        : DataNod.Grid
1.Text = Format(XCoor, "0.00")
                    DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor = Form
at(YCoor2, "0.00")
                                        : DataNod.Grid
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 8

```
1.Text = Format(YCoor, "0.00")
            End If
        ElseIf txtNodeNo.Text > (NodeNo + 1) And NodeGe
n > 0 Then
            NodeGen1 = NodeGen
            NoofNode = ((txtNodeNo.Text - NodeNo1) / No
deGen1) - 1
            StepX = (txtX.Text - XCoor1) / (NoofNode +
1)
            StepY = (txtY.Text - YCoor1) / (NoofNode +
1)
            Do
                DataNod.Grid1.Row = NodeNo1 + NodeGen1
                DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = NodeNo
1 + NodeGen1
                                       : DataNod.Grid1.Te
xt = NodeNo1
                DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = XCoor1
+ StepX
                                       : DataNod.Grid1.Te
xt = Format(XCoor1, "0.00")
                DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = YCoor1
+ StepY
                                       : DataNod.Grid1.Te
xt = Format(YCoor1, "0.00")
                If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                    NodeGen = 0
                End If
            Loop Until NodeNo1 = txtNodeNo.Text
        ElseIf txtNodeNo.Text = (NodeNo + 1) Or NodeGen
 = 0 Then
            NodeNo = txtNodeNo.Text
            DataNod.Grid1.Row = NodeNo
            DataNod.Grid1.Col = 0: NodeNo1 = txtNodeNo.
Text
                                   : NodeNo = NodeNo1
                                   : DataNod.Grid1.Text =
 NodeNo
            DataNod.Grid1.Col = 1: XCoor1 = txtX.Text
                                   : XCoor = Format(XCoor
1, "0.000")
                                   : DataNod.Grid1.Text =
 Format(XCoor, "0.000")
            DataNod.Grid1.Col = 2: YCoor1 = txtY.Text
                                   : YCoor = Format(YCoor
1, "0.000")
                                   : DataNod.Grid1.Text =
 Format(YCoor, "0.000")
            If NodeNo = 1 And txtNodeGen = "" Then
                NodeGen = 0
                NodeGen1 = NodeGen
            End If
        End If
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOVERALL.FRM - 1


Sub Command3D1_Click ()
    DataNod.Frame3D1.Height = 6735
    DataNod.Height = 7300
    DataNod.Show
    DataNod.Top = 900
    DataNod.Grid1.Row = 0
    DataNod.Grid1.Col = 5
    DataNod.Grid1.Text = "X-load"
    DataNod.Grid1.Col = 6
    DataNod.Grid1.Text = "Y-load"
    Overall.Caption = "Node Data"
    If DataNod.Grid1.Rows > 24 Then
        DataNod.Grid1.Width = 7350
        DataNod.Panel3D4.Width = 7550
        DataNod.Grid1.Height = 5775
        DataNod.Panel3D4.Height = 5925
    Else
        DataNod.Grid1.Width = 7100
        DataNod.Panel3D4.Width = 7250
        DataNod.Grid1.Height = (DataNod.Grid1.RowHeight
(0) + 15) * DataNod.Grid1.Rows
        DataNod.Panel3D4.Height = DataNod.Grid1.Height
+ 150
        DataNod.Grid1.ScrollBars = 0

    End If
        For i = 1 To DataNod.Grid1.Rows - 1
            DataNod.Grid1.Col = 0
            DataNod.Grid1.Row = i
            DataNod.Grid1.Text = i
        Next i

End Sub

Sub Command3D2_Click ()
        DataEle.Frame3D1.Height = 6735
        DataEle.Show
        DataEle.Height = 7300
        DataEle.Top = 900
        Overall.Caption = "Element Data"
        If DataEle.Grid1.Rows > 24 Then
            DataEle.Grid1.Width = 9350
            DataEle.Panel3D4.Width = 9500
            DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 2000
            DataEle.Grid1.ColWidth(6) = 1000
            DataEle.Grid1.Row = 0
            DataEle.Grid1.Col = 5
            DataEle.Grid1.Text = "Section-Size"
            DataEle.Grid1.Col = 6
            DataEle.Grid1.Text = "Area"
            DataEle.Grid1.Height = 5775
            DataEle.Panel3D4.Height = 5925
        Else
            DataEle.Grid1.Width = 9100
            DataEle.Panel3D4.Width = 9250
            DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 2000
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOVERALL.FRM - 2

```
            DataEle.Grid1.ColWidth(6) = 1000
            DataEle.Grid1.Row = 0
            DataEle.Grid1.Col = 5
            DataEle.Grid1.Text = "Section-Size"
            DataEle.Grid1.Col = 6
            DataEle.Grid1.Text = "Area"
            DataEle.Grid1.Height = (DataEle.Grid1.RowHe
ight(0) + 15) * DataEle.Grid1.Rows
            DataEle.Panel3D4.Height = DataEle.Grid1.Hei
ght + 150
            DataEle.Grid1.ScrollBars = 0

        End If
        If DataEle1.Grid1.Rows > 24 Then
            DataEle1.Grid1.Width = 9350
            DataEle1.Panel3D4.Width = 9500
            DataEle1.Grid1.Height = 5775
            DataEle1.Panel3D4.Height = 5925
        Else
            DataEle1.Grid1.Width = 9100
            DataEle1.Panel3D4.Width = 9250
            DataEle1.Grid1.Height = (DataEle1.Grid1.Row
Height(0) + 15) * DataEle1.Grid1.Rows
            DataEle1.Panel3D4.Height = DataEle1.Grid1.H
eight + 150
            DataEle1.Grid1.ScrollBars = 0
        End If
        For i = 1 To DataEle.Grid1.Rows - 1
            DataEle.Grid1.Col = 0
            DataEle.Grid1.Row = i
            DataEle.Grid1.Text = i
        Next i
        For i = 1 To DataEle1.Grid1.Rows - 1
            DataEle1.Grid1.Col = 0
            DataEle1.Grid1.Row = i
            DataEle1.Grid1.Text = i
        Next i

End Sub

Sub Command3d3_click ()
    DataEle.Frame3D1.Height = 3200
    DataNod.Frame3D1.Height = 3300
    Overall.Caption = "OverAll Data"
    DataNod.Show
    DataNod.Top = 900
    DataNod.Height = 3500
    DataNod.Grid1.Enabled = 1
    DataNod.Text6.Enabled = 1
    DataEle.Height = 3500
    DataEle1.Height = 3500
    DataEle.Grid1.Enabled = 1
    DataEle1.Grid1.Enabled = 1
    DataEle.Text6.Enabled = 0
    DataEle1.Text6.Enabled = 0
    DataNod.Grid1.Row = 0
    DataNod.Grid1.Col = 5
    DataNod.Grid1.Text = "X-load"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOVERALL.FRM - 3

```
    DataNod.Grid1.Col = 6
    DataNod.Grid1.Text = "Y-load"


        DataEle.Show
        DataEle.Top = 4500
        DataEle.Height = 3700
        If DataNod.Grid1.Rows > 11 Then
            DataNod.Grid1.Width = 7350
            DataNod.Panel3D4.Width = 7500
            DataNod.Grid1.Height = 2650
            DataNod.Panel3D4.Height = 2800
            DataNod.Grid1.ScrollBars = 2
        Else
            DataNod.Grid1.Width = 7100
            DataNod.Panel3D4.Width = 7250
            DataNod.Grid1.Height = (DataNod.Grid1.RowHe
ight(0) + 15) * DataNod.Grid1.Rows
            DataNod.Panel3D4.Height = DataNod.Grid1.Hei
ght + 150
            DataNod.Grid1.ScrollBars = 0

        End If
        If DataEle.Grid1.Rows > 11 Then
            DataEle.Grid1.Width = 9350
            DataEle.Panel3D4.Width = 9500
            DataEle.Grid1.Cols = 7
            DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 2000
            DataEle.Grid1.ColWidth(6) = 1000
            DataEle.Grid1.Row = 0
            DataEle.Grid1.Col = 5
            DataEle.Grid1.Text = "Section-Size"
            DataEle.Grid1.Col = 6
            DataEle.Grid1.Text = "Area"
            DataEle.Grid1.Height = 2650
            DataEle.Panel3D4.Height = 2800
            DataEle.Grid1.ScrollBars = 2
        Else
            DataEle.Grid1.Width = 9100
            DataEle.Panel3D4.Width = 9250
            DataEle.Grid1.ColWidth(5) = 2000
            DataEle.Grid1.Cols = 7
            DataEle.Grid1.ColWidth(6) = 1000
            DataEle.Grid1.Row = 0
            DataEle.Grid1.Col = 5
            DataEle.Grid1.Text = "Section-Size"
            DataEle.Grid1.Col = 6
            DataEle.Grid1.Text = "Area"
            DataEle.Grid1.Height = (DataEle.Grid1.RowHe
ight(0) + 15) * DataEle.Grid1.Rows
            DataEle.Panel3D4.Height = DataEle.Grid1.Hei
ght + 150
            DataEle.Grid1.ScrollBars = 0

        End If
        If DataEle1.Grid1.Rows > 11 Then
            DataEle1.Grid1.Width = 9350
            DataEle1.Panel3D4.Width = 9500
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOVERALL.FRM - 4

            DataEle1.Grid1.Height = 2650
            DataEle1.Panel3D4.Height = 2800
        Else
            DataEle1.Grid1.Width = 7100
            DataEle1.Panel3D4.Width = 7250
            DataEle1.Grid1.Height = (DataEle1.Grid1.Row
Height(0) + 15) * DataEle1.Grid1.Rows
            DataEle1.Panel3D4.Height = DataEle1.Grid1.H
eight + 150
            DataEle1.Grid1.ScrollBars = 0

        End If

End Sub

Sub Command3D4_Click ()
    DataNod.Hide
    DataEle.Hide
    mainmenu.mnuSolution.Enabled = 1
    mainmenu.mnuOPT.Enabled = 1
    Overall.Caption = ""
    Command3D1.Visible = 0
    Command3D2.Visible = 0
    Command3D3.Visible = 0
    Command3D4.Visible = 0
    panel3d1.Visible = 1

End Sub

Sub Form_Load ()
    Overall.Width = 12000
    Overall.Height = 8400
    Overall.Top = 600
    Overall.Left = 0
    DataNod.btnEdit.Visible = 0
    DataNod.btnOK2.Visible = 0
    DataEle.btnEdit.Visible = 0
    DataEle.btnOK2.Visible = 0
    DataNod.Text6.Visible = 0
    DataEle.Text6.Visible = 0
    Command3d3_click
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT.FRM - 1


Sub Form_Load ()
    Result.Width = 12000
    Result.Height = 8400
    Result.Top = 600
    Result.Left = 0
    'Displacement Table
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        Result.GridDisplacement.Rows = totalNode + 1
        For I = 1 To totalNode
                Result.GridDisplacement.Row = I
                Result.GridDisplacement.Col = 0
                Result.GridDisplacement.Text = I
                Result.GridDisplacement.Row = I
                Result.GridDisplacement.Col = 1
                Result.GridDisplacement.Text = "0.0000E
+00  "
                Result.GridDisplacement.Row = I
                Result.GridDisplacement.Col = 2
                Result.GridDisplacement.Text = "0.0000E
+00  "
        Next I
        MaximumDisp = 0
        For I = 1 To NP
            Analysis.MatrixP.Row = I
            If Abs(Analysis.MatrixP.Text) > Abs(Maximum
Disp) Then
                MaximumDisp = Abs(CSng(Analysis.MatrixP
.Text))
            End If
            disp = Analysis.MatrixP.Text
            For J = 1 To totalNode
                Analysis.Grid1.Row = J
                Analysis.Grid1.Col = 0
                If CInt(Analysis.Grid1.Text) = Analysis
.MatrixP.Row Then
                    Result.GridDisplacement.Row = Analy
sis.Grid1.Row
                    Result.GridDisplacement.Col = Analy
sis.Grid1.Col + 1
                    Result.GridDisplacement.Text = Form
at(disp, "0.0000E+00  ")
                End If
                Analysis.Grid1.Col = 1
                If CInt(Analysis.Grid1.Text) = Analysis
.MatrixP.Row Then
                    Result.GridDisplacement.Row = Analy
sis.Grid1.Row
                    Result.GridDisplacement.Col = Analy
sis.Grid1.Col + 1
                    Result.GridDisplacement.Text = Form
at(disp, "0.0000E+00  ")
                End If
            Next J
        Next I
        For I = 0 To totalNode
            GridDisplacement.RowHeight(I) = 300
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT.FRM - 2

```
        Next I
        GridDisplacement.ColAlignment(0) = 2
        For I = 1 To 2
            GridDisplacement.ColAlignment(I) = 1
        Next I
        GridDisplacement.Rows = totalNode + 1
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 0
        GridDisplacement.Text = "Node"
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 1
        GridDisplacement.Text = "X-Disp(cm.)"
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 2
        GridDisplacement.Text = "Y-Disp(cm.)"
        GridDisplacement.ColWidth(0) = 1500
        GridDisplacement.ColWidth(1) = 1500
        GridDisplacement.ColWidth(2) = 1500
        If GridDisplacement.Rows < 12 Then
            GridDisplacement.Width = 4575
            GridDisplacement.Height = (GridDisplacement
.RowHeight(0) + 15) * GridDisplacement.Rows
            Panel3D1.Height = (GridDisplacement.Height)
 + 225
            GridDisplacement.ScrollBars = 0
            Panel3D1.Width = 4825
        Else
            GridDisplacement.Width = 4825
            Panel3D1.Width = 5075
        End If
    '=================================================
=======================
    'Member Table
        Analysis.MatrixF.Col = 1
        Result.GridMemberForce.Col = 1
        Result.GridMemberForce.Rows = totalEle + 1
        For I = 1 To totalEle
                Result.GridMemberForce.Row = I
                Result.GridMemberForce.Col = 0
                Result.GridMemberForce.Text = I
                Result.GridMemberForce.Row = I
                Result.GridMemberForce.Col = 1
                Result.GridMemberForce.Text = 0
        Next I
        For I = 0 To totalEle
            Result.GridMemberForce.RowHeight(I) = 300
        Next I
        For I = 1 To totalEle
            Analysis.MatrixF.Row = I
            Result.GridMemberForce.Row = I
            Result.GridMemberForce.Col = 0
            Result.GridMemberForce.Text = I
            Analysis.MatrixF.Col = 1
            Result.GridMemberForce.Col = 1
            Result.GridMemberForce.Text = Format(Analys
is.MatrixF.Text, "0.0000E+00  ")
            F = CSng(Analysis.MatrixF.Text)
            Analysis.Show
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT.FRM - 3

            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 8
            Areatemp = CSng(Analysis.Grid2.Text)
            Result.GridMemberForce.Col = 2
            Result.GridMemberForce.Text = Format(F / A-
eatemp, "0.0000E+00")
        Next I
        GridMemberForce.Rows = totalEle + 1
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 0
        GridMemberForce.Text = "Element"
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.Text = "Force(kg.)"
        GridMemberForce.Col = 2
        GridMemberForce.Text = "Stress(ksc.)"
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.ColWidth(0) = 1500
        GridMemberForce.ColWidth(1) = 1500
        GridMemberForce.ColWidth(2) = 1500
        GridMemberForce.ColAlignment(0) = 2
        GridMemberForce.ColAlignment(1) = 1
        GridMemberForce.ColAlignment(2) = 1

        If GridMemberForce.Rows < 12 Then
            GridMemberForce.Width = 4575
            GridMemberForce.Height = (GridMemberForce.-
owHeight(0) + 20) * GridMemberForce.Rows
            Panel3D2.Height = (GridMemberForce.Height)
+ 225
            GridMemberForce.ScrollBars = 0
            Panel3D2.Width = 4825
        Else
            GridMemberForce.Width = 4825
            Panel3D2.Width = 5075
        End If
    '=============================================-
==========================
    'Reaction Table
        Analysis.MatrixF.Col = 1
        Result.GridReaction.Rows = totalNode + 1
        For I = 1 To totalNode
                Result.GridReaction.Row = I
                Result.GridReaction.Col = 0
                Result.GridReaction.Text = I
                Result.GridReaction.Row = I
                Result.GridReaction.Col = 1
                Result.GridReaction.Text = "0.0000E+00
"
                Result.GridReaction.Row = I
                Result.GridReaction.Col = 2
                Result.GridReaction.Text = "0.0000E+00
"
        Next I
        For I = 1 To Analysis.MatrixR.Rows - 1
            Analysis.MatrixR.Row = I
            disp = Analysis.MatrixR.Text
            For J = 1 To totalNode
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT.FRM - 4

```
                Analysis.Grid11.Row = J
                Analysis.Grid11.Col = 0
                If CInt(Analysis.Grid11.Text) = Analysi
s.MatrixR.Row Then
                    Result.GridReaction.Row = Analysis.
Grid11.Row
                    Result.GridReaction.Col = Analysis.
Grid11.Col + 1
                    Result.GridReaction.Text = Format(d
isp, "0.0000E+00  ")
                End If
                Analysis.Grid11.Col = 1
                If CInt(Analysis.Grid11.Text) = Analysi
s.MatrixR.Row Then
                    Result.GridReaction.Row = Analysis.
Grid11.Row
                    Result.GridReaction.Col = Analysis.
Grid11.Col + 1
                    Result.GridReaction.Text = Format(d
isp, "0.0000E+00  ")
                End If
            Next J
        Next I
        For I = 0 To totalNode
            GridReaction.RowHeight(I) = 300
        Next I
        GridReaction.ColAlignment(0) = 2
        For I = 1 To 2
            GridReaction.ColAlignment(I) = 1
        Next I
        GridReaction.Rows = totalNode + 1
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 0
        GridReaction.Text = "Node"
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 1
        GridReaction.Text = "X-Reaction(kg.)"
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 2
        GridReaction.Text = "Y-Reaction(kg.)"
        GridReaction.ColWidth(0) = 1500
        GridReaction.ColWidth(1) = 1500
        GridReaction.ColWidth(2) = 1500
        If GridReaction.Rows < 12 Then
            GridReaction.Width = 4575
            GridReaction.Height = (GridReaction.RowHeig
ht(0) + 15) * GridReaction.Rows
            Panel3D3.Height = (GridReaction.Height) + 2
25
            GridReaction.ScrollBars = 0
            Panel3D3.Width = 4825
        Else
            GridReaction.Width = 4825
            Panel3D3.Width = 5075
        End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT1.FRM - 1


Sub Form_Load ()
    result1.Width = 12000
    result1.Height = 8400
    result1.Top = 600
    result1.Left = 0
    'Displacement Table
        Analysis.MatrixP.Col = 1
        result1.GridDisplacement.Rows = totalNode + 1
        For I = 1 To totalNode
                result1.GridDisplacement.Row = I
                result1.GridDisplacement.Col = 0
                result1.GridDisplacement.Text = I
                result1.GridDisplacement.Row = I
                result1.GridDisplacement.Col = 1
                result1.GridDisplacement.Text = "0.0000
E+00  "
                result1.GridDisplacement.Row = I
                result1.GridDisplacement.Col = 2
                result1.GridDisplacement.Text = "0.0000
E+00  "
        Next I
        MaximumDisp = 0
        For I = 1 To NP
            Analysis.MatrixP.Row = I
            If Abs(Analysis.MatrixP.Text) > Abs(Maximum
Disp) Then
                MaximumDisp = Abs(CSng(Analysis.MatrixP
.Text))
            End If
            Analysis.MatrixP.Row = I
            disp = Analysis.MatrixP.Text
            For J = 1 To totalNode
                Analysis.Grid1.Row = J
                Analysis.Grid1.Col = 0
                If CInt(Analysis.Grid1.Text) = Analysis
.MatrixP.Row Then
                    result1.GridDisplacement.Row = Anal
ysis.Grid1.Row
                    result1.GridDisplacement.Col = Anal
ysis.Grid1.Col + 1
                    result1.GridDisplacement.Text = For
mat(disp, "0.0000E+00  ")
                End If
                Analysis.Grid1.Col = 1
                If CInt(Analysis.Grid1.Text) = Analysis
.MatrixP.Row Then
                    result1.GridDisplacement.Row = Anal
ysis.Grid1.Row
                    result1.GridDisplacement.Col = Anal
ysis.Grid1.Col + 1
                    result1.GridDisplacement.Text = For
mat(disp, "0.0000E+00  ")
                End If
            Next J
        Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT1.FRM - 2

```
        For I = 0 To totalNode
            GridDisplacement.RowHeight(I) = 300
        Next I
        GridDisplacement.ColAlignment(0) = 2
        For I = 1 To 2
            GridDisplacement.ColAlignment(I) = 1
        Next I
        GridDisplacement.Rows = totalNode + 1
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 0
        GridDisplacement.Text = "Node"
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 1
        GridDisplacement.Text = "X-Disp(cm.)"
        GridDisplacement.Row = 0
        GridDisplacement.Col = 2
        GridDisplacement.Text = "Y-Disp(cm.)"
        GridDisplacement.ColWidth(0) = 1500
        GridDisplacement.ColWidth(1) = 1500
        GridDisplacement.ColWidth(2) = 1500
        If GridDisplacement.Rows < 12 Then
            GridDisplacement.Width = 4575
            GridDisplacement.Height = (GridDisplacement
.RowHeight(0) + 15) * GridDisplacement.Rows
            Panel3D1.Height = (GridDisplacement.Height)
 + 225
            GridDisplacement.ScrollBars = 0
            Panel3D1.Width = 4825
        Else
            GridDisplacement.Width = 4825
            Panel3D1.Width = 5075
        End If
    '=================================================
=======================
    'Member Table
        Analysis.MatrixF.Col = 1
        result1.GridMemberForce.Col = 1
        result1.GridMemberForce.Rows = totalEle + 1
        For I = 1 To totalEle
                result1.GridMemberForce.Row = I
                result1.GridMemberForce.Col = 0
                result1.GridMemberForce.Text = I
                result1.GridMemberForce.Row = I
                result1.GridMemberForce.Col = 1
                result1.GridMemberForce.Text = 0
        Next I
        For I = 0 To totalEle
            result1.GridMemberForce.RowHeight(I) = 300
        Next I
        For I = 1 To totalEle
            Analysis.MatrixF.Row = I
            result1.GridMemberForce.Row = I
            result1.GridMemberForce.Col = 0
            result1.GridMemberForce.Text = I
            Analysis.MatrixF.Col = 1
            result1.GridMemberForce.Col = 1
            result1.GridMemberForce.Text = Format(Analy
sis.MatrixF.Text, "0.0000E+00  ")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT1.FRM - 3

```
            F = CSng(Analysis.MatrixF.Text)
            Analysis.Show
            Analysis.Grid2.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 8
            Areatemp = CSng(Analysis.Grid2.Text)
            result1.GridMemberForce.Col = 2
            result1.GridMemberForce.Text = Format(F / A
reatemp, "0.0000E+00")
        Next I
        GridMemberForce.Rows = totalEle + 1
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 0
        GridMemberForce.Text = "Element"
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.Text = "Force(kg.)"
        GridMemberForce.Col = 2
        GridMemberForce.Text = "Stress(ksc.)"
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.ColWidth(0) = 1500
        GridMemberForce.ColWidth(1) = 1500
        GridMemberForce.ColWidth(2) = 1500
        GridMemberForce.ColAlignment(0) = 2
        GridMemberForce.ColAlignment(1) = 1
        GridMemberForce.ColAlignment(2) = 1

        For I = 1 To totalEle
            Analysis.MatrixF.Row = I
            result1.GridMemberForce.Row = I
            result1.GridMemberForce.Col = 0
            result1.GridMemberForce.Text = I
            Analysis.MatrixF.Col = 1
            result1.GridMemberForce.Col = 1
            result1.GridMemberForce.Text = Format(Analy
sis.MatrixF.Text, "0.0000E+00  ")
        Next I
        GridMemberForce.Rows = totalEle + 1
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 0
        GridMemberForce.Text = "Element"
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.Text = "Force(kg.)"
        GridMemberForce.Row = 0
        GridMemberForce.Col = 1
        GridMemberForce.ColWidth(0) = 1500
        GridMemberForce.ColWidth(1) = 1500

        GridMemberForce.ColAlignment(0) = 2
        GridMemberForce.ColAlignment(1) = 1

        If GridMemberForce.Rows < 12 Then
            GridMemberForce.Width = 4575
            GridMemberForce.Height = (GridMemberForce.R
owHeight(0) + 20) * GridMemberForce.Rows
            Panel3D2.Height = (GridMemberForce.Height)
+ 225
            GridMemberForce.ScrollBars = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT1.FRM - 4

            Panel3D2.Width = 4825
        Else
            GridMemberForce.Width = 4825
            Panel3D2.Width = 5075
        End If
    '=================================================
=======================
    'Reaction Table

        Analysis.MatrixF.Col = 1
        result1.GridReaction.Rows = totalNode + 1
        For I = 1 To totalNode
                result1.GridReaction.Row = I
                result1.GridReaction.Col = 0
                result1.GridReaction.Text = I
                result1.GridReaction.Row = I
                result1.GridReaction.Col = 1
                result1.GridReaction.Text = "0.0000E+00
  "

                result1.GridReaction.Row = I
                result1.GridReaction.Col = 2
                result1.GridReaction.Text = "0.0000E+00
  "

         Next I
         For I = 1 To Analysis.MatrixR.Rows - 1
             Analysis.MatrixR.Row = I
             disp = Analysis.MatrixR.Text
             For J = 1 To totalNode
                 Analysis.Grid11.Row = J
                 Analysis.Grid11.Col = 0
                 If CInt(Analysis.Grid11.Text) = Analysi
s.MatrixR.Row Then
                     result1.GridReaction.Row = Analysis
.Grid11.Row
                     result1.GridReaction.Col = Analysis
.Grid11.Col + 1
                     result1.GridReaction.Text = Format(
disp, "0.0000E+00  ")
                 End If
                 Analysis.Grid11.Col = 1
                 If CInt(Analysis.Grid11.Text) = Analysi
s.MatrixR.Row Then
                     result1.GridReaction.Row = Analysis
.Grid11.Row
                     result1.GridReaction.Col = Analysis
.Grid11.Col + 1
                     result1.GridReaction.Text = Format(
disp, "0.0000E+00  ")
                 End If
             Next J
         Next I
         For I = 0 To totalNode
             GridReaction.RowHeight(I) = 300
         Next I
         GridReaction.ColAlignment(0) = 2
         For I = 1 To 2
             GridReaction.ColAlignment(I) = 1
         Next I
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT1.FRM - 5

```
        GridReaction.Rows = totalNode + 1
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 0
        GridReaction.Text = "Node"
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 1
        GridReaction.Text = "X-Reaction(kg.)"
        GridReaction.Row = 0
        GridReaction.Col = 2
        GridReaction.Text = "Y-Reaction(kg.)"
        GridReaction.ColWidth(0) = 1500
        GridReaction.ColWidth(1) = 1500
        GridReaction.ColWidth(2) = 1500
        If GridReaction.Rows < 12 Then
            GridReaction.Width = 4575
            GridReaction.Height = (GridReaction.RowHeig
ht(0) + 15) * GridReaction.Rows
            Panel3D3.Height = (GridReaction.Height) + 2
25
            GridReaction.ScrollBars = 0
            Panel3D3.Width = 4825
        Else
            GridReaction.Width = 4825
            Panel3D3.Width = 5075
        End If
    If Mode = "Design" Then
        GridSelectedEle.Rows = Analysis.Grid2.Rows
        result1.Show
        For I = 1 To Analysis.Grid2.Rows - 1
            Analysis.Grid2.Row = I
            GridSelectedEle.Row = I
            Analysis.Grid2.Col = 0
            GridSelectedEle.Col = 0
            GridSelectedEle.Text = Analysis.Grid2.Text
            Analysis.Grid2.Col = 8
            GridSelectedEle.Col = 2
            GridSelectedEle.Text = Analysis.Grid2.Text
            DataEle.Grid1.Row = 1
            DataEle.Grid1.Col = 4
            GridSelectedEle.Col = 1
            Analysis.Grid2.Col = 9

            If DataEle.Grid1.Text = "Angle Equal Legs"
Then
                GridSelectedEle.Text = "  L " + Str(AEQ
(CInt(Analysis.Grid2.Text)).A) + " x " + Str(AEQ(CInt(A
nalysis.Grid2.Text)).B) + " x " + Str(AEQ(CInt(Analysis
.Grid2.Text)).t)
            ElseIf DataEle.Grid1.Text = "Angle Unequal
Legs" Then
                GridSelectedEle.Text = "  L " + Str(AUE
Q(CInt(Analysis.Grid2.Text)).A) + " x " + Str(AUEQ(CInt
(Analysis.Grid2.Text)).B) + " x " + Str(AUEQ(CInt(Analy
sis.Grid2.Text)).t)
            ElseIf DataEle.Grid1.Text = "Channel" Then
                GridSelectedEle.Text = "  C " + Str(CHN
(CInt(Analysis.Grid2.Text)).A) + " x " + Str(CHN(CInt(A
nalysis.Grid2.Text)).B) + " x " + Str(CHN(CInt(Analysis
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT1.FRM - 6

```
.Grid2.Text)).w)
            ElseIf DataEle.Grid1.Text = "Pipe" Then
                GridSelectedEle.Text = "  D " + Str(PIP
(CInt(Analysis.Grid2.Text)).A) + " x " + Str(PIP(CInt(A
nalysis.Grid2.Text)).w)
            ElseIf DataEle.Grid1.Text = "Structure Tube
" Then
                GridSelectedEle.Text = "  D " + Str(ST(
CInt(Analysis.Grid2.Text)).A) + " x " + Str(ST(CInt(Ana
lysis.Grid2.Text)).B) + " x " + Str(ST(CInt(Analysis.Gr
id2.Text)).w)
            End If
        Next I
        GridSelectedEle.ColWidth(0) = 1000
        GridSelectedEle.ColWidth(1) = 2000
        GridSelectedEle.ColWidth(2) = 1000
        GridSelectedEle.Row = 0
        GridSelectedEle.Col = 0
        GridSelectedEle.Text = "Element"
        GridSelectedEle.Col = 1
        GridSelectedEle.Text = "Steel-Type"
        GridSelectedEle.Col = 2
        GridSelectedEle.Text = "Area(sq-cm.)"
        For I = 0 To GridSelectedEle.Rows - 1
            GridSelectedEle.RowHeight(I) = 300
        Next I
        GridSelectedEle.ColAlignment(0) = 2
        For I = 1 To 2
            GridSelectedEle.ColAlignment(I) = 1
        Next I

        If GridSelectedEle.Rows < 12 Then
            GridSelectedEle.Width = 4050
            GridSelectedEle.Height = (GridSelectedEle.R
owHeight(0) + 15) * GridSelectedEle.Rows
            Panel3D4.Height = (GridSelectedEle.Height)
+ 225
            GridSelectedEle.ScrollBars = 0
            Panel3D4.Width = 4300
        Else
            GridSelectedEle.Width = 4350
            Panel3D4.Width = 4600

        End If

    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BTITLE.FRM - 1


Sub btnOK_Click ()
    Timer1.Enabled = 0
    Load Mainmenu
    Mainmenu.Show
End Sub

Sub Form_Load ()
    Panel3d2.FontSize = 5
End Sub

Sub Timer1_Timer ()
    If o < 20 Then
        o = o + 1
        Panel3d2.FontSize = 8.5 + o * .25
        Panel3d3.FontSize = 8.5 + o * .25
    ElseIf o >= 20 And o < 40 Then
        o = o + 1
    ElseIf o = 40 Then
        Panel3d2.FontSize = 8.5
        Panel3d2.Caption = "Present"
        Panel3d3.Caption = ""
        o = o + 1
    ElseIf o > 40 And o < 60 Then
        o = o + 1
        Panel3d2.FontSize = 8.5 + (o - 40) * .5
    ElseIf o >= 60 And o < 80 Then
        o = o + 1
    Else
    Timer1.Enabled = 0
    Unload Title1
    Load Title2
    Title2.Show
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BTITLE2.FRM - 1


Sub btnOK_Click ()
    Unload Title2
    Load mainmenu
    mainmenu.Show
    Load Back
    Back.Show

End Sub

Sub Form_Load ()
    Title2.Top = (Screen.Height - Title2.Height) / 2
    Title2.Left = (Screen.Width - Title2.Width) / 2
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FRMOPEN.FRM - 1


Sub cmbListType_Change ()

    File1.Pattern = cmbListType

End Sub

Sub cmbListType_Click ()

    cmbListType_Change

End Sub

Sub cmdCancel_Click ()

    Unload Frmopen

End Sub

Sub cmdOK_Click ()

    Unload Analysis
    Unload Boundary
    Unload dataEle1
    Unload DataEle
    Unload dataNod
    Unload Element
    Unload Graphic
    Unload LDFactor
    Unload Force
    Unload Material1
    Unload Material
    Unload Node
    Unload Overall
    Unload Result1
    Unload Result


    OpenCheck% = 1

    Load Overall
    Load dataNod
    Load DataEle
    Load dataEle1

    Open Path$ + File$ For Input As #1

    OpenData

    Close #1


    OpenFile
    Overall.Show
    mainmenu.mnuDATA.Enabled = 1
    mainmenu.mnuSolution.Enabled = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRMOPEN.FRM - 2

```
    mainmenu.mnuPNT.Enabled = 1
    mainmenu.mnuOPT.Enabled = 1
    mainmenu.mnuGRA.Enabled = 1
    Unload Frmopen
End Sub

Sub Dir1_Change ()

    File1.Path = Dir1.Path

    If Len(Dir1.Path) > 3 Then

        Label4.Caption = Dir1.Path + "\" + File1.Patter
n
        Path$ = Dir1.Path + "\"

    Else

        Label4.Caption = Dir1.Path + File1.Pattern
        Path$ = Dir1.Path

    End If

    If File1.FileName <> "" Then

        Text1.Text = File1.FileName

    Else

        Text1.Text = File1.Pattern

    End If

End Sub

Sub Drive1_Change ()

    Dim Msg As String

    On Error Resume Next

    Screen.MousePointer = 11
    Dir1.Path = Drive1.Drive
    Screen.MousePointer = 0

    If Err Then

        Msg = "Error " & Err & ": " & Error$ & "."
        MsgBox Msg, 48, "Drive/Directory Error"
        Drive1.Drive = Dir1.Path

    End If

    On Error GoTo 0

End Sub

Sub File1_Click ()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRMOPEN.FRM - 3

```
    Text1.Text = File1

End Sub

Sub File1_DblClick ()

    cmdOK_Click

End Sub

Sub Form_Load ()

    Drive1.Drive = CurDir$
    Dir1.Path = CurDir$
    File1.Path = CurDir$

    If File1.FileName <> "" Then

        Text1.Text = File1.FileName

    Else

        Text1.Text = File1.Pattern

    End If

    Label4.Caption = Dir1.Path



        cmbListType.Text = "*.BBA"
        cmbListType.AddItem "*.BBA"
        cmbListType.AddItem "*.*"
        File1.Pattern = "*.BBA"


End Sub

Sub Form_LostFocus ()

    Unload Frmopen

End Sub

Sub Text1_Change ()

    File$ = Text1.Text

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRMSAVE.FRM - 1

```
Sub cmbListType_Change ()
    File1.Pattern = cmbListType
End Sub

Sub cmbListType_Click ()
cmbListType_Change
End Sub

Sub cmdCancel_Click ()

    Unload FrmSave

End Sub

Sub cmdOK_Click ()

    MousePointer = 11

    Unload FrmSave

    Open Path$ + File$ For Output As #1

    SaveData

    Close #1

    Message$ = "Ready. File was save."
    Options% = MB_OK
    Response% = MsgBox(Message$, Options%, "Save File")
    Unload FrmSave
End Sub

Sub Dir1_Change ()

    File1.Path = Dir1.Path

    If Len(Dir1.Path) > 3 Then

        Label4.Caption = Dir1.Path + "\" + File1.Patter
n
        Path$ = Dir1.Path + "\"

    Else

        Label4.Caption = Dir1.Path + File1.Pattern
        Path$ = Dir1.Path

    End If

    If File1.FileName <> "" Then

        Text1.Text = File1.FileName
    Else
        If File$ <> "" Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRMSAVE.FRM - 2

```
            Text1.Text = File$

        Else

            Text1.Text = File1.Pattern

        End If

    End If

End Sub

Sub Drive1_Change ()

    Dim Msg As String

    On Error Resume Next

    Screen.MousePointer = 11
    Dir1.Path = Drive1.Drive
    Screen.MousePointer = 0

    If Err Then

        Msg = "Error " & Err & ": " & Error$ & "."
        MsgBox Msg, 48, "Drive/Directory Error"
        Drive1.Drive = Dir1.Path

    End If

    On Error GoTo 0

End Sub

Sub File1_Click ()

    Text1.Text = File1

End Sub

Sub Form_Load ()

    Drive1.Drive = CurDir$

    If Path$ <> "" Then

        Label4.Caption = Path$

    Else

        Dir1.Path = CurDir$
        File1.Path = CurDir$
        Label4.Caption = Dir1.Path

    End If

    If File1.FileName <> "" Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRMSAVE.FRM - 3

```
        Text1.Text = File1.FileName
    Else
        If File$ <> "" Then
            Text1.Text = File$
        Else
            Text1.Text = File1.Pattern
        End If
    End If

            cmbListType.Text = "*.BBA"
            cmbListType.AddItem "*.BBA"
            cmbListType.AddItem "*.*"
            File1.Pattern = "*.BBA"

End Sub

Sub Text1_Change ()
    File$ = Text1.Text
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 1

```
Option Explicit
        'Declare Variable
    'MAIN
Global Edi As Integer
Global DataChkNode As Integer
Global DataChkEle As Integer
Global DataChkBound As Integer
Global DataChkMat As Integer
Global DataChkLoad As Integer
Global maximumdisp As Single
Global o As Long
Global proj As String
Global eng As String
Global Mode As String
Global Model As Integer
Global Row_No As Integer
Global TotalNode As Integer
Global TotalEle As Integer
Global Mset As Integer
Global NP  As Integer
Global NF  As Integer
Global NR As Integer
Global ResultMode As String
Global ScaleX As Single
Global ScaleY As Single
Global ScaleG As Single
Global Const E = 2100000#
Global Fy As Single
Global LoadFactor As Single
Global SaveNode(300, 15)  As String
Global Nrows As Integer
Global NCols As Integer
Global SaveEle(300, 15)  As String
Global Erows As Integer
Global ECols As Integer
Global SaveDisp(500, 3)  As String
Global Drows As Integer
Global DCols As Integer
Global SaveReac(500, 3)  As String
Global Rrows As Integer
Global RCols As Integer
Global SaveMem(300, 3)  As String
Global Mrows As Integer
Global MCols As Integer
Global SaveSel(300, 3)  As String
Global Srows As Integer
Global SCols As Integer
Global convertor As Single
Dim I As Integer
Dim j As Integer
Global path As String
Global file As String
Type EqualAngle
    Area As Single
    A As Integer
    B As Integer
    w As Single
    t As Integer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 2

```
    r1 As Single
    r2 As Single
    Cx As Single
    Cy As Single
    Ix As Single
    Iy As Single
    g As Integer
End Type
Global AEQ(40)  As EqualAngle


Type UnequalAngle
    Area As Single
    A As Integer
    B As Integer
    w As Single
    t As Integer
    r1 As Single
    r2 As Single
    Cx As Single
    Cy As Single
    Ix As Single
    Iy As Single
    g As Integer
    g1 As Integer
    g2 As Integer
End Type
Global AUEQ(20)  As UnequalAngle


Type Channel
    Area As Single
    A As Integer
    B As Integer
    t1 As Single
    t2 As Single
    r1 As Single
    r2 As Single
    w As Single
    Ix As Single
    Iy As Single

End Type
Global CHN(16)  As Channel

Type Structure
    Area As Single
    A As Integer
    B As Integer
    t As Single
    w As Single
    Ix As Single
    Iy As Single

End Type
Global ST(20) As Structure
Type Pipe
```

เอกสารนี้เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 3

```
    A As Single
    w As Single
    t As Single
    r As Single
    I As Single
    Area As Single
End Type
Global pip(61) As Pipe

Sub inputAEQ ()

AEQ(1).A = 25
AEQ(2).A = 30
AEQ(3).A = 40
AEQ(4).A = 40
AEQ(5).A = 45
AEQ(6).A = 45
AEQ(7).A = 50
AEQ(8).A = 50
AEQ(9).A = 50
AEQ(10).A = 60
AEQ(11).A = 60
AEQ(12).A = 65
AEQ(13).A = 65
AEQ(14).A = 65
AEQ(15).A = 70
AEQ(16).A = 75
AEQ(17).A = 75
AEQ(18).A = 75
AEQ(19).A = 80
AEQ(20).A = 90
AEQ(21).A = 90
AEQ(22).A = 90
AEQ(23).A = 90
AEQ(24).A = 100
AEQ(25).A = 100
AEQ(26).A = 100
AEQ(27).A = 120
AEQ(28).A = 130
AEQ(29).A = 130
AEQ(30).A = 130
AEQ(31).A = 150
AEQ(32).A = 150
AEQ(33).A = 150
AEQ(34).A = 175
AEQ(35).A = 175
AEQ(36).A = 200
AEQ(37).A = 200
AEQ(38).A = 200
AEQ(39).A = 250
AEQ(40).A = 250

AEQ(1).B = 25
AEQ(2).B = 30
AEQ(3).B = 40
AEQ(4).B = 40
AEQ(5).B = 45
AEQ(6).B = 45
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องไม่ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 4

AEQ(7).B = 50
AEQ(8).B = 50
AEQ(9).B = 50
AEQ(10).B = 60
AEQ(11).B = 60
AEQ(12).B = 65
AEQ(13).B = 65
AEQ(14).B = 65
AEQ(15).B = 70
AEQ(16).B = 75
AEQ(17).B = 75
AEQ(18).B = 75
AEQ(19).B = 80
AEQ(20).B = 90
AEQ(21).B = 90
AEQ(22).B = 90
AEQ(23).B = 90
AEQ(24).B = 100
AEQ(25).B = 100
AEQ(26).B = 100
AEQ(27).B = 120
AEQ(28).B = 130
AEQ(29).B = 130
AEQ(30).B = 130
AEQ(31).B = 150
AEQ(32).B = 150
AEQ(33).B = 150
AEQ(34).B = 175
AEQ(35).B = 175
AEQ(36).B = 200
AEQ(37).B = 200
AEQ(38).B = 200
AEQ(39).B = 250
AEQ(40).B = 250

AEQ(1).t = 3
AEQ(2).t = 3
AEQ(3).t = 3
AEQ(4).t = 5
AEQ(5).t = 4
AEQ(6).t = 5
AEQ(7).t = 4
AEQ(8).t = 5
AEQ(9).t = 6
AEQ(10).t = 4
AEQ(11).t = 5
AEQ(12).t = 5
AEQ(13).t = 6
AEQ(14).t = 8
AEQ(15).t = 6
AEQ(16).t = 6
AEQ(17).t = 9
AEQ(18).t = 12
AEQ(19).t = 6
AEQ(20).t = 6
AEQ(21).t = 7
AEQ(22).t = 10
AEQ(23).t = 13
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 5

AEQ(24).t = 7
AEQ(25).t = 10
AEQ(26).t = 13
AEQ(27).t = 8
AEQ(28).t = 9
AEQ(29).t = 12
AEQ(30).t = 15
AEQ(31).t = 12
AEQ(32).t = 15
AEQ(33).t = 19
AEQ(34).t = 12
AEQ(35).t = 15
AEQ(36).t = 15
AEQ(37).t = 20
AEQ(38).t = 25
AEQ(39).t = 25
AEQ(40).t = 35

AEQ(1).r1 = 4
AEQ(2).r1 = 4
AEQ(3).r1 = 4.5
AEQ(4).r1 = 4.5
AEQ(5).r1 = 6.5
AEQ(6).r1 = 6.5
AEQ(7).r1 = 6.5
AEQ(8).r1 = 6.5
AEQ(9).r1 = 6.5
AEQ(10).r1 = 6.5
AEQ(11).r1 = 6.5
AEQ(12).r1 = 8.5
AEQ(13).r1 = 8.5
AEQ(14).r1 = 8.5
AEQ(15).r1 = 8.5
AEQ(16).r1 = 8.5
AEQ(17).r1 = 8.5
AEQ(18).r1 = 8.5
AEQ(19).r1 = 8.5
AEQ(20).r1 = 10
AEQ(21).r1 = 10
AEQ(22).r1 = 10
AEQ(23).r1 = 10
AEQ(24).r1 = 10
AEQ(25).r1 = 10
AEQ(26).r1 = 10
AEQ(27).r1 = 12
AEQ(28).r1 = 12
AEQ(29).r1 = 12
AEQ(30).r1 = 12
AEQ(31).r1 = 14
AEQ(32).r1 = 14
AEQ(33).r1 = 14
AEQ(34).r1 = 15
AEQ(35).r1 = 15
AEQ(36).r1 = 17
AEQ(37).r1 = 17
AEQ(38).r1 = 17
AEQ(39).r1 = 24
AEQ(40).r1 = 24
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 6


AEQ(1).r2 = 2
AEQ(2).r2 = 2
AEQ(3).r2 = 2
AEQ(4).r2 = 3
AEQ(5).r2 = 3
AEQ(6).r2 = 3
AEQ(7).r2 = 3
AEQ(8).r2 = 3
AEQ(9).r2 = 4.5
AEQ(10).r2 = 3
AEQ(11).r2 = 3
AEQ(12).r2 = 3
AEQ(13).r2 = 4
AEQ(14).r2 = 5
AEQ(15).r2 = 4
AEQ(16).r2 = 4
AEQ(17).r2 = 6
AEQ(18).r2 = 6
AEQ(19).r2 = 4
AEQ(20).r2 = 5
AEQ(21).r2 = 5
AEQ(22).r2 = 7
AEQ(23).r2 = 7
AEQ(24).r2 = 5
AEQ(25).r2 = 7
AEQ(26).r2 = 7
AEQ(27).r2 = 5
AEQ(28).r2 = 6
AEQ(29).r2 = 8.5
AEQ(30).r2 = 8.5
AEQ(31).r2 = 7
AEQ(32).r2 = 10
AEQ(33).r2 = 10
AEQ(34).r2 = 11
AEQ(35).r2 = 11
AEQ(36).r2 = 12
AEQ(37).r2 = 12
AEQ(38).r2 = 12
AEQ(39).r2 = 12
AEQ(40).r2 = 18

AEQ(1).Area = 1.427
AEQ(2).Area = 1.727
AEQ(3).Area = 2.336
AEQ(4).Area = 3.755
AEQ(5).Area = 3.492
AEQ(6).Area = 4.302
AEQ(7).Area = 3.892
AEQ(8).Area = 4.802
AEQ(9).Area = 5.644
AEQ(10).Area = 4.692
AEQ(11).Area = 5.802
AEQ(12).Area = 6.367
AEQ(13).Area = 7.527
AEQ(14).Area = 9.761
AEQ(15).Area = 8.127
AEQ(16).Area = 8.727
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 7

AEQ(17).Area = 12.69
AEQ(18).Area = 16.56
AEQ(19).Area = 9.327
AEQ(20).Area = 10.56
AEQ(21).Area = 12.22
AEQ(22).Area = 17
AEQ(23).Area = 21.71
AEQ(24).Area = 13.62
AEQ(25).Area = 19
AEQ(26).Area = 24.31
AEQ(27).Area = 18.76
AEQ(28).Area = 22.74
AEQ(29).Area = 29.76
AEQ(30).Area = 36.75
AEQ(31).Area = 34.77
AEQ(32).Area = 42.74
AEQ(33).Area = 53.38
AEQ(34).Area = 40.52
AEQ(35).Area = 50.21
AEQ(36).Area = 57.75
AEQ(37).Area = 76
AEQ(38).Area = 93.75
AEQ(39).Area = 119.4
AEQ(40).Area = 162.6

AEQ(1).w = 1.12
AEQ(2).w = 1.36
AEQ(3).w = 1.83
AEQ(4).w = 2.95
AEQ(5).w = 2.74
AEQ(6).w = 3.38
AEQ(7).w = 3.06
AEQ(8).w = 3.77
AEQ(9).w = 4.43
AEQ(10).w = 3.68
AEQ(11).w = 4.55
AEQ(12).w = 5
AEQ(13).w = 5.91
AEQ(14).w = 7.66
AEQ(15).w = 6.38
AEQ(16).w = 6.85
AEQ(17).w = 9.96
AEQ(18).w = 13
AEQ(19).w = 7.32
AEQ(20).w = 8.28
AEQ(21).w = 9.59
AEQ(22).w = 13.3
AEQ(23).w = 17
AEQ(24).w = 10.7
AEQ(25).w = 14.9
AEQ(26).w = 19.1
AEQ(27).w = 14.7
AEQ(28).w = 17.9
AEQ(29).w = 23.4
AEQ(30).w = 28.8
AEQ(31).w = 27.3
AEQ(32).w = 33.6
AEQ(33).w = 41.9
```

เอกสารนี้เพื่อประโยชน์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 8

AEQ(34).w = 31.8
AEQ(35).w = 39.4
AEQ(36).w = 45.3
AEQ(37).w = 59.7
AEQ(38).w = 73.6
AEQ(39).w = 93.7
AEQ(40).w = 128

AEQ(1).Cx = .719
AEQ(2).Cx = .844
AEQ(3).Cx = 1.09
AEQ(4).Cx = 1.17
AEQ(5).Cx = 1.24
AEQ(6).Cx = 1.28
AEQ(7).Cx = 1.37
AEQ(8).Cx = 1.41
AEQ(9).Cx = 1.44
AEQ(10).Cx = 1.61
AEQ(11).Cx = 1.66
AEQ(12).Cx = 1.77
AEQ(13).Cx = 1.81
AEQ(14).Cx = 1.88
AEQ(15).Cx = 1.93
AEQ(16).Cx = 2.06
AEQ(17).Cx = 2.17
AEQ(18).Cx = 2.29
AEQ(19).Cx = 2.18
AEQ(20).Cx = 2.42
AEQ(21).Cx = 2.46
AEQ(22).Cx = 2.57
AEQ(23).Cx = 2.69
AEQ(24).Cx = 2.71
AEQ(25).Cx = 2.82
AEQ(26).Cx = 2.94
AEQ(27).Cx = 3.24
AEQ(28).Cx = 3.53
AEQ(29).Cx = 3.64
AEQ(30).Cx = 3.76
AEQ(31).Cx = 4.14
AEQ(32).Cx = 4.24
AEQ(33).Cx = 4.4
AEQ(34).Cx = 4.73
AEQ(35).Cx = 4.85
AEQ(36).Cx = 5.46
AEQ(37).Cx = 5.67
AEQ(38).Cx = 5.86
AEQ(39).Cx = 7.1
AEQ(40).Cx = 7.45

AEQ(1).Cy = .719
AEQ(2).Cy = .844
AEQ(3).Cy = 1.09
AEQ(4).Cy = 1.17
AEQ(5).Cy = 1.24
AEQ(6).Cy = 1.28
AEQ(7).Cy = 1.37
AEQ(8).Cy = 1.41
AEQ(9).Cy = 1.44
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 9

```
AEQ(10).Cy = 1.61
AEQ(11).Cy = 1.66
AEQ(12).Cy = 1.77
AEQ(13).Cy = 1.81
AEQ(14).Cy = 1.88
AEQ(15).Cy = 1.93
AEQ(16).Cy = 2.06
AEQ(17).Cy = 2.17
AEQ(18).Cy = 2.29
AEQ(19).Cy = 2.18
AEQ(20).Cy = 2.42
AEQ(21).Cy = 2.46
AEQ(22).Cy = 2.57
AEQ(23).Cy = 2.69
AEQ(24).Cy = 2.71
AEQ(25).Cy = 2.82
AEQ(26).Cy = 2.94
AEQ(27).Cy = 3.24
AEQ(28).Cy = 3.53
AEQ(29).Cy = 3.64
AEQ(30).Cy = 3.76
AEQ(31).Cy = 4.14
AEQ(32).Cy = 4.24
AEQ(33).Cy = 4.4
AEQ(34).Cy = 4.73
AEQ(35).Cy = 4.85
AEQ(36).Cy = 5.46
AEQ(37).Cy = 5.67
AEQ(38).Cy = 5.86
AEQ(39).Cy = 7.1
AEQ(40).Cy = 7.45


AEQ(1).Ix = .797
AEQ(2).Ix = 1.42
AEQ(3).Ix = 3.53
AEQ(4).Ix = 5.42
AEQ(5).Ix = 6.5
AEQ(6).Ix = 7.91
AEQ(7).Ix = 9.06
AEQ(8).Ix = 11.1
AEQ(9).Ix = 12.6
AEQ(10).Ix = 16
AEQ(11).Ix = 19.6
AEQ(12).Ix = 25.3
AEQ(13).Ix = 29.4
AEQ(14).Ix = 36.8
AEQ(15).Ix = 37.1
AEQ(16).Ix = 46.1
AEQ(17).Ix = 64.4
AEQ(18).Ix = 81.9
AEQ(19).Ix = 56.4
AEQ(20).Ix = 80.7
AEQ(21).Ix = 93
AEQ(22).Ix = 125
AEQ(23).Ix = 156
AEQ(24).Ix = 129
AEQ(25).Ix = 175
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 10

AEQ(26).Ix = 220
AEQ(27).Ix = 258
AEQ(28).Ix = 366
AEQ(29).Ix = 467
AEQ(30).Ix = 568
AEQ(31).Ix = 740
AEQ(32).Ix = 888
AEQ(33).Ix = 1090
AEQ(34).Ix = 1170
AEQ(35).Ix = 1440
AEQ(36).Ix = 2180
AEQ(37).Ix = 2820
AEQ(38).Ix = 3420
AEQ(39).Ix = 6950
AEQ(40).Ix = 9110


AEQ(1).Iy = .797
AEQ(2).Iy = 1.42
AEQ(3).Iy = 3.53
AEQ(4).Iy = 5.42
AEQ(5).Iy = 6.5
AEQ(6).Iy = 7.91
AEQ(7).Iy = 9.06
AEQ(8).Iy = 11.1
AEQ(9).Iy = 12.6
AEQ(10).Iy = 16
AEQ(11).Iy = 19.6
AEQ(12).Iy = 25.5
AEQ(13).Iy = 29.4
AEQ(14).Iy = 36.8
AEQ(15).Iy = 37.1
AEQ(16).Iy = 46.1
AEQ(17).Iy = 64.4
AEQ(18).Iy = 81.9
AEQ(19).Iy = 56.4
AEQ(20).Iy = 80.7
AEQ(21).Iy = 93
AEQ(22).Iy = 125
AEQ(23).Iy = 156
AEQ(24).Iy = 129
AEQ(25).Iy = 175
AEQ(26).Iy = 220
AEQ(27).Iy = 258
AEQ(28).Iy = 366
AEQ(29).Iy = 467
AEQ(30).Iy = 568
AEQ(31).Iy = 740
AEQ(32).Iy = 888
AEQ(33).Iy = 1090
AEQ(34).Iy = 1170
AEQ(35).Iy = 1440
AEQ(36).Iy = 2180
AEQ(37).Iy = 2820
AEQ(38).Iy = 3420
AEQ(39).Iy = 6950
AEQ(40).Iy = 9110
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 11

AEQ(1).g = 16
AEQ(2).g = 19
AEQ(3).g = 22
AEQ(4).g = 22
AEQ(5).g = 25
AEQ(6).g = 25
AEQ(7).g = 28
AEQ(8).g = 28
AEQ(9).g = 28
AEQ(10).g = 40
AEQ(11).g = 40
AEQ(12).g = 40
AEQ(13).g = 40
AEQ(14).g = 40
AEQ(15).g = 40
AEQ(16).g = 43
AEQ(17).g = 43
AEQ(18).g = 43
AEQ(19).g = 45
AEQ(20).g = 50
AEQ(21).g = 50
AEQ(22).g = 50
AEQ(23).g = 50
AEQ(24).g = 62.5
AEQ(25).g = 62.5
AEQ(26).g = 62.5
AEQ(27).g = 70
AEQ(28).g = 75
AEQ(29).g = 75
AEQ(30).g = 75
AEQ(31).g = 87.5
AEQ(32).g = 87.5
AEQ(33).g = 87.5
AEQ(34).g = 100
AEQ(35).g = 100
AEQ(36).g = 112.5
AEQ(37).g = 112.5
AEQ(38).g = 112.5
AEQ(39).g = 127.5
AEQ(40).g = 127.5

End Sub

Sub inputAUEQ ()

AUEQ(1).A = 90
AUEQ(2).A = 90
AUEQ(3).A = 90
AUEQ(4).A = 100
AUEQ(5).A = 100
AUEQ(6).A = 100
AUEQ(7).A = 125
AUEQ(8).A = 125
AUEQ(9).A = 125
AUEQ(10).A = 125
AUEQ(11).A = 125
AUEQ(12).A = 125
AUEQ(13).A = 125
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 12

AUEQ(14).A = 125
AUEQ(15).A = 150
AUEQ(16).A = 150
AUEQ(17).A = 150
AUEQ(18).A = 150
AUEQ(19).A = 150
AUEQ(20).A = 150

AUEQ(1).B = 75
AUEQ(2).B = 75
AUEQ(3).B = 75
AUEQ(4).B = 75
AUEQ(5).B = 75
AUEQ(6).B = 75
AUEQ(7).B = 75
AUEQ(8).B = 75
AUEQ(9).B = 75
AUEQ(10).B = 75
AUEQ(11).B = 90
AUEQ(12).B = 90
AUEQ(13).B = 90
AUEQ(14).B = 90
AUEQ(15).B = 90
AUEQ(16).B = 90
AUEQ(17).B = 90
AUEQ(18).B = 100
AUEQ(19).B = 100
AUEQ(20).B = 100

AUEQ(1).t = 6
AUEQ(2).t = 9
AUEQ(3).t = 12
AUEQ(4).t = 7
AUEQ(5).t = 10
AUEQ(6).t = 13
AUEQ(7).t = 7
AUEQ(8).t = 9
AUEQ(9).t = 10
AUEQ(10).t = 13
AUEQ(11).t = 7
AUEQ(12).t = 9
AUEQ(13).t = 10
AUEQ(14).t = 13
AUEQ(15).t = 9
AUEQ(16).t = 12
AUEQ(17).t = 15
AUEQ(18).t = 9
AUEQ(19).t = 12
AUEQ(20).t = 15

AUEQ(1).r1 = 8.5
AUEQ(2).r1 = 8.5
AUEQ(3).r1 = 8.5
AUEQ(4).r1 = 10
AUEQ(5).r1 = 10
AUEQ(6).r1 = 10
AUEQ(7).r1 = 10
AUEQ(8).r1 = 10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 13

AUEQ(9).r1 = 10
AUEQ(10).r1 = 10
AUEQ(11).r1 = 10
AUEQ(12).r1 = 10
AUEQ(13).r1 = 10
AUEQ(14).r1 = 10
AUEQ(15).r1 = 12
AUEQ(16).r1 = 12
AUEQ(17).r1 = 12
AUEQ(18).r1 = 12
AUEQ(19).r1 = 12
AUEQ(20).r1 = 12

AUEQ(1).r2 = 4
AUEQ(2).r2 = 6
AUEQ(3).r2 = 6
AUEQ(4).r2 = 5
AUEQ(5).r2 = 7
AUEQ(6).r2 = 7
AUEQ(7).r2 = 5
AUEQ(8).r2 = 7
AUEQ(9).r2 = 7
AUEQ(10).r2 = 7
AUEQ(11).r2 = 5
AUEQ(12).r2 = 7
AUEQ(13).r2 = 7
AUEQ(14).r2 = 7
AUEQ(15).r2 = 6
AUEQ(16).r2 = 8.5
AUEQ(17).r2 = 8.5
AUEQ(18).r2 = 6
AUEQ(19).r2 = 8.5
AUEQ(20).r2 = 8.5

AUEQ(1).Area = 9.627
AUEQ(2).Area = 14.04
AUEQ(3).Area = 18.36
AUEQ(4).Area = 11.87
AUEQ(5).Area = 16.5
AUEQ(6).Area = 21.06
AUEQ(7).Area = 13.62
AUEQ(8).Area = 17.19
AUEQ(9).Area = 19
AUEQ(10).Area = 24.31
AUEQ(11).Area = 14.67
AUEQ(12).Area = 18.54
AUEQ(13).Area = 20.5
AUEQ(14).Area = 26.26
AUEQ(15).Area = 20.94
AUEQ(16).Area = 27.36
AUEQ(17).Area = 33.75
AUEQ(18).Area = 21.84
AUEQ(19).Area = 28.56
AUEQ(20).Area = 35.25

AUEQ(1).w = 7.56
AUEQ(2).w = 11
AUEQ(3).w = 14.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 14

AUEQ(4).w = 9.32
AUEQ(5).w = 13
AUEQ(6).w = 16.5
AUEQ(7).w = 10.7
AUEQ(8).w = 13.5
AUEQ(9).w = 14.9
AUEQ(10).w = 19.1
AUEQ(11).w = 11.5
AUEQ(12).w = 14.6
AUEQ(13).w = 16.1
AUEQ(14).w = 20.6
AUEQ(15).w = 16.4
AUEQ(16).w = 21.5
AUEQ(17).w = 26.5
AUEQ(18).w = 17.1
AUEQ(19).w = 22.4
AUEQ(20).w = 27.7

AUEQ(1).Cx = 2.64
AUEQ(2).Cx = 2.75
AUEQ(3).Cx = 2.87
AUEQ(4).Cx = 3.06
AUEQ(5).Cx = 3.18
AUEQ(6).Cx = 3.3
AUEQ(7).Cx = 4.1
AUEQ(8).Cx = 4.18
AUEQ(9).Cx = 4.23
AUEQ(10).Cx = 4.35
AUEQ(11).Cx = 3.84
AUEQ(12).Cx = 3.91
AUEQ(13).Cx = 3.95
AUEQ(14).Cx = 4.08
AUEQ(15).Cx = 4.96
AUEQ(16).Cx = 5.07
AUEQ(17).Cx = 5.2
AUEQ(18).Cx = 4.77
AUEQ(19).Cx = 4.88
AUEQ(20).Cx = 5.01

AUEQ(1).Cy = 1.9
AUEQ(2).Cy = 2.01
AUEQ(3).Cy = 2.12
AUEQ(4).Cy = 1.84
AUEQ(5).Cy = 1.94
AUEQ(6).Cy = 2.06
AUEQ(7).Cy = 1.64
AUEQ(8).Cy = 1.71
AUEQ(9).Cy = 1.75
AUEQ(10).Cy = 1.87
AUEQ(11).Cy = 2.11
AUEQ(12).Cy = 2.18
AUEQ(13).Cy = 2.22
AUEQ(14).Cy = 2.34
AUEQ(15).Cy = 2
AUEQ(16).Cy = 2.1
AUEQ(17).Cy = 2.22
AUEQ(18).Cy = 2.32
AUEQ(19).Cy = 2.41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 15

AUEQ(20).Cy = 2.53

AUEQ(1).Ix = 76.9
AUEQ(2).Ix = 109
AUEQ(3).Ix = 139
AUEQ(4).Ix = 113
AUEQ(5).Ix = 159
AUEQ(6).Ix = 199
AUEQ(7).Ix = 219
AUEQ(8).Ix = 271
AUEQ(9).Ix = 298
AUEQ(10).Ix = 376
AUEQ(11).Ix = 233
AUEQ(12).Ix = 289
AUEQ(13).Ix = 318
AUEQ(14).Ix = 401
AUEQ(15).Ix = 484
AUEQ(16).Ix = 619
AUEQ(17).Ix = 753
AUEQ(18).Ix = 502
AUEQ(19).Ix = 642
AUEQ(20).Ix = 781

AUEQ(1).Iy = 48.6
AUEQ(2).Iy = 68.1
AUEQ(3).Iy = 86.8
AUEQ(4).Iy = 57
AUEQ(5).Iy = 76.1
AUEQ(6).Iy = 94.8
AUEQ(7).Iy = 60.4
AUEQ(8).Iy = 73.7
AUEQ(9).Iy = 80.9
AUEQ(10).Iy = 101
AUEQ(11).Iy = 102
AUEQ(12).Iy = 126
AUEQ(13).Iy = 138
AUEQ(14).Iy = 165
AUEQ(15).Iy = 133
AUEQ(16).Iy = 168
AUEQ(17).Iy = 202
AUEQ(18).Iy = 179
AUEQ(19).Iy = 229
AUEQ(20).Iy = 276

AUEQ(1).g = 43
AUEQ(2).g = 43
AUEQ(3).g = 43
AUEQ(4).g = 43
AUEQ(5).g = 43
AUEQ(6).g = 43
AUEQ(7).g = 50
AUEQ(8).g = 50
AUEQ(9).g = 50
AUEQ(10).g = 50
AUEQ(11).g = 62.5
AUEQ(12).g = 62.5
AUEQ(13).g = 62.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 16

AUEQ(1).g1 = 0
AUEQ(2).g1 = 0
AUEQ(3).g1 = 0
AUEQ(4).g1 = 50
AUEQ(5).g1 = 50
AUEQ(6).g1 = 50
AUEQ(7).g1 = 50
AUEQ(8).g1 = 50
AUEQ(9).g1 = 56
AUEQ(10).g1 = 56
AUEQ(11).g1 = 56
AUEQ(12).g1 = 56
AUEQ(13).g1 = 56

AUEQ(1).g2 = 0
AUEQ(2).g2 = 0
AUEQ(3).g2 = 0
AUEQ(4).g2 = 43
AUEQ(5).g2 = 43
AUEQ(6).g2 = 43
AUEQ(7).g2 = 43
AUEQ(8).g2 = 43
AUEQ(9).g2 = 43
AUEQ(10).g2 = 62.5
AUEQ(11).g2 = 62.5
AUEQ(12).g2 = 62.5
AUEQ(13).g2 = 62.5

End Sub

Sub inputCHN ()

CHN(1).A = 75
CHN(2).A = 100
CHN(3).A = 125
CHN(4).A = 150
CHN(5).A = 150
CHN(6).A = 180
CHN(7).A = 200
CHN(8).A = 200
CHN(9).A = 250
CHN(10).A = 250
CHN(11).A = 300
CHN(12).A = 300
CHN(13).A = 300
CHN(14).A = 380
CHN(15).A = 380
CHN(16).A = 380

CHN(1).B = 40
CHN(2).B = 50
CHN(3).B = 65
CHN(4).B = 75
CHN(5).B = 75
CHN(6).B = 75
CHN(7).B = 80
CHN(8).B = 90
CHN(9).B = 90
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 17

CHN(10).B = 90
CHN(11).B = 90
CHN(12).B = 90
CHN(13).B = 90
CHN(14).B = 100
CHN(15).B = 100
CHN(16).B = 100

CHN(1).t1 = 5
CHN(2).t1 = 5
CHN(3).t1 = 6
CHN(4).t1 = 6.5
CHN(5).t1 = 9
CHN(6).t1 = 7
CHN(7).t1 = 7.5
CHN(8).t1 = 8
CHN(9).t1 = 9
CHN(10).t1 = 11
CHN(11).t1 = 9
CHN(12).t1 = 10
CHN(13).t1 = 12
CHN(14).t1 = 10.5
CHN(15).t1 = 13
CHN(16).t1 = 13

CHN(1).t2 = 7
CHN(2).t2 = 7.5
CHN(3).t2 = 8
CHN(4).t2 = 10
CHN(5).t2 = 12.5
CHN(6).t2 = 10.5
CHN(7).t2 = 11
CHN(8).t2 = 13.5
CHN(9).t2 = 13
CHN(10).t2 = 14.5
CHN(11).t2 = 13
CHN(12).t2 = 15.5
CHN(13).t2 = 16
CHN(14).t2 = 16
CHN(15).t2 = 16.5
CHN(16).t2 = 20

CHN(1).r1 = 8
CHN(2).r1 = 8
CHN(3).r1 = 8
CHN(4).r1 = 10
CHN(5).r1 = 15
CHN(6).r1 = 11
CHN(7).r1 = 12
CHN(8).r1 = 14
CHN(9).r1 = 14
CHN(10).r1 = 17
CHN(11).r1 = 14
CHN(12).r1 = 19
CHN(13).r1 = 19
CHN(14).r1 = 18
CHN(15).r1 = 18
CHN(16).r1 = 24
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 18

```
CHN(1).r2 = 4
CHN(2).r2 = 4
CHN(3).r2 = 4
CHN(4).r2 = 5
CHN(5).r2 = 7.5
CHN(6).r2 = 5.5
CHN(7).r2 = 6
CHN(8).r2 = 7
CHN(9).r2 = 7
CHN(10).r2 = 8.5
CHN(11).r2 = 7
CHN(12).r2 = 9.5
CHN(13).r2 = 9.5
CHN(14).r2 = 9
CHN(15).r2 = 9
CHN(16).r2 = 12

CHN(1).Area = 8.818
CHN(2).Area = 11.92
CHN(3).Area = 17.11
CHN(4).Area = 23.71
CHN(5).Area = 30.59
CHN(6).Area = 27.2
CHN(7).Area = 31.33
CHN(8).Area = 38.65
CHN(9).Area = 44.07
CHN(10).Area = 51.17
CHN(11).Area = 48.57
CHN(12).Area = 55.74
CHN(13).Area = 61.9
CHN(14).Area = 69.39
CHN(15).Area = 78.96
CHN(16).Area = 85.71

CHN(1).w = 6.92
CHN(2).w = 9.36
CHN(3).w = 13.4
CHN(4).w = 18.6
CHN(5).w = 24
CHN(6).w = 21.4
CHN(7).w = 24.6
CHN(8).w = 30.3
CHN(9).w = 34.6
CHN(10).w = 40.2
CHN(11).w = 38.1
CHN(12).w = 43.8
CHN(13).w = 48.6
CHN(14).w = 54.5
CHN(15).w = 62
CHN(16).w = 67.3

CHN(1).Ix = 75.3
CHN(2).Ix = 188
CHN(3).Ix = 424
CHN(4).Ix = 861
CHN(5).Ix = 1050
CHN(6).Ix = 1380
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 19

CHN(7).Ix = 1950
CHN(8).Ix = 2490
CHN(9).Ix = 4180
CHN(10).Ix = 4680
CHN(11).Ix = 6440
CHN(12).Ix = 7410
CHN(13).Ix = 7870
CHN(14).Ix = 14500
CHN(15).Ix = 15600
CHN(16).Ix = 17600

CHN(1).Iy = 12.2
CHN(2).Iy = 26
CHN(3).Iy = 61.8
CHN(4).Iy = 117
CHN(5).Iy = 147
CHN(6).Iy = 131
CHN(7).Iy = 168
CHN(8).Iy = 277
CHN(9).Iy = 294
CHN(10).Iy = 329
CHN(11).Iy = 309
CHN(12).Iy = 360
CHN(13).Iy = 379
CHN(14).Iy = 535
CHN(15).Iy = 565
CHN(16).Iy = 655


End Sub


Sub inputPIP ()

pip(1).A = 21.7
pip(2).A = 27.2
pip(3).A = 27.2
pip(4).A = 34
pip(5).A = 42.7
pip(6).A = 42.7
pip(7).A = 48.6
pip(8).A = 48.6
pip(9).A = 48.6
pip(10).A = 60.5
pip(11).A = 60.5
pip(12).A = 60.5
pip(13).A = 76.3
pip(14).A = 76.3
pip(15).A = 76.3
pip(16).A = 89.1
pip(17).A = 89.1
pip(18).A = 89.1
pip(19).A = 101.6
pip(20).A = 101.6
pip(21).A = 101.6
pip(22).A = 114.3
pip(23).A = 114.3
pip(24).A = 114.3
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 20

pip(25).A = 114.3
pip(26).A = 139.8
pip(27).A = 139.8
pip(28).A = 139.8
pip(29).A = 139.8
pip(30).A = 165.2
pip(31).A = 165.2
pip(32).A = 165.2
pip(33).A = 165.2
pip(34).A = 190.7
pip(35).A = 190.7
pip(36).A = 190.7
pip(37).A = 190.7
pip(38).A = 216.3
pip(39).A = 216.3
pip(40).A = 216.3
pip(41).A = 216.3
pip(42).A = 267.4
pip(43).A = 267.4
pip(44).A = 267.4
pip(45).A = 267.4
pip(46).A = 318.5
pip(47).A = 318.5
pip(48).A = 318.5
pip(49).A = 318.5
pip(50).A = 355.6
pip(51).A = 355.6
pip(52).A = 355.6
pip(53).A = 355.6
pip(54).A = 406.4
pip(55).A = 406.4
pip(56).A = 406.4
pip(57).A = 406.4
pip(58).A = 457.2
pip(59).A = 457.2
pip(60).A = 457.2
pip(61).A = 457.2

pip(1).t = 2
pip(2).t = 2
pip(3).t = 2.3
pip(4).t = 2.3
pip(5).t = 2.3
pip(6).t = 2.8
pip(7).t = 2.3
pip(8).t = 2.8
pip(9).t = 3.2
pip(10).t = 2.3
pip(11).t = 3.2
pip(12).t = 4
pip(13).t = 2.8
pip(14).t = 3.2
pip(15).t = 4
pip(16).t = 2.8
pip(17).t = 3.2
pip(18).t = 4
pip(19).t = 3.2
pip(20).t = 4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 21

pip(21).t = 5
pip(22).t = 3.2
pip(23).t = 3.6
pip(24).t = 4.5
pip(25).t = 5.6
pip(26).t = 3.6
pip(27).t = 4
pip(28).t = 4.5
pip(29).t = 6
pip(30).t = 4.5
pip(31).t = 5
pip(32).t = 6
pip(33).t = 7
pip(34).t = 4.5
pip(35).t = 5
pip(36).t = 6
pip(37).t = 7
pip(38).t = 4.5
pip(39).t = 6
pip(40).t = 7
pip(41).t = 8
pip(42).t = 6
pip(43).t = 7
pip(44).t = 8
pip(45).t = 9
pip(46).t = 6
pip(47).t = 7
pip(48).t = 8
pip(49).t = 9
pip(50).t = 6.3
pip(51).t = 8
pip(52).t = 9
pip(53).t = 12
pip(54).t = 9
pip(55).t = 12
pip(56).t = 16
pip(57).t = 19
pip(58).t = 9
pip(59).t = 12
pip(60).t = 16
pip(61).t = 19


pip(1).w = .972
pip(2).w = 1.24
pip(3).w = 1.41
pip(4).w = 1.81
pip(5).w = 2.29
pip(6).w = 2.76
pip(7).w = 2.63
pip(8).w = 3.16
pip(9).w = 3.58
pip(10).w = 3.3
pip(11).w = 4.52
pip(12).w = 5.57
pip(13).w = 5.08
pip(14).w = 5.77
pip(15).w = 7.13
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 22

pip(16).w = 5.96
pip(17).w = 6.78
pip(18).w = 8.39
pip(19).w = 7.76
pip(20).w = 9.63
pip(21).w = 11.9
pip(22).w = 8.77
pip(23).w = 9.83
pip(24).w = 12.2
pip(25).w = 15
pip(26).w = 12.1
pip(27).w = 13.4
pip(28).w = 15
pip(29).w = 19.8
pip(30).w = 17.8
pip(31).w = 19.8
pip(32).w = 23.6
pip(33).w = 27.3
pip(34).w = 20.7
pip(35).w = 22.9
pip(36).w = 27.3
pip(37).w = 31.7
pip(38).w = 23.5
pip(39).w = 31.1
pip(40).w = 36.1
pip(41).w = 41.1
pip(42).w = 38.7
pip(43).w = 45
pip(44).w = 51.2
pip(45).w = 57.4
pip(46).w = 46.2
pip(47).w = 53.8
pip(48).w = 61.3
pip(49).w = 68.7
pip(50).w = 54.3
pip(51).w = 68.6
pip(52).w = 76.9
pip(53).w = 102
pip(54).w = 88.2
pip(55).w = 117
pip(56).w = 154
pip(57).w = 182
pip(58).w = 99.5
pip(59).w = 132
pip(60).w = 174
pip(61).w = 205

pip(1).Area = 1.238
pip(2).Area = 1.583
pip(3).Area = 1.799
pip(4).Area = 2.291
pip(5).Area = 2.919
pip(6).Area = 3.51
pip(7).Area = 3.345
pip(8).Area = 4.029
pip(9).Area = 4.564
pip(10).Area = 4.205
pip(11).Area = 5.76
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 23

pip(12).Area = 7.1
pip(13).Area = 6.465
pip(14).Area = 7.349
pip(15).Area = 9.085
pip(16).Area = 7.591
pip(17).Area = 8.636
pip(18).Area = 10.69
pip(19).Area = 9.892
pip(20).Area = 12.26
pip(21).Area = 15.17
pip(22).Area = 11.17
pip(23).Area = 12.52
pip(24).Area = 15.52
pip(25).Area = 19.12
pip(26).Area = 15.4
pip(27).Area = 17.07
pip(28).Area = 19.13
pip(29).Area = 25.22
pip(30).Area = 22.72
pip(31).Area = 25.16
pip(32).Area = 30.01
pip(33).Area = 34.79
pip(34).Area = 26.32
pip(35).Area = 29.17
pip(36).Area = 34.82
pip(37).Area = 40.4
pip(38).Area = 29.94
pip(39).Area = 39.61
pip(40).Area = 46.03
pip(41).Area = 52.35
pip(42).Area = 49.27
pip(43).Area = 57.27
pip(44).Area = 65.19
pip(45).Area = 73.06
pip(46).Area = 58.91
pip(47).Area = 68.5
pip(48).Area = 78.04
pip(49).Area = 87.31
pip(50).Area = 69.13
pip(51).Area = 87.36
pip(52).Area = 98
pip(53).Area = 129.5
pip(54).Area = 112.4
pip(55).Area = 148.7
pip(56).Area = 196.2
pip(57).Area = 231.2
pip(58).Area = 126.7
pip(59).Area = 167.8
pip(60).Area = 221.8
pip(61).Area = 261.6


pip(1).I = .607
pip(2).I = 1.26
pip(3).I = 1.41
pip(4).I = 2.89
pip(5).I = 5.97
pip(6).I = 7.02
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 24

```
pip(7).I = 8.99
pip(8).I = 10.6
pip(9).I = 11.8
pip(10).I = 17.8
pip(11).I = 23.7
pip(12).I = 28.5
pip(13).I = 43.7
pip(14).I = 49.2
pip(15).I = 59.5
pip(16).I = 70.7
pip(17).I = 79.8
pip(18).I = 97
pip(19).I = 120
pip(20).I = 146
pip(21).I = 177
pip(22).I = 172
pip(23).I = 192
pip(24).I = 234
pip(25).I = 283
pip(26).I = 357
pip(27).I = 394
pip(28).I = 438
pip(29).I = 566
pip(30).I = 734
pip(31).I = 808
pip(32).I = 952
pip(33).I = 1090
pip(34).I = 1140
pip(35).I = 1260
pip(36).I = 1490
pip(37).I = 1710
pip(38).I = 1680
pip(39).I = 2190
pip(40).I = 2520
pip(41).I = 2840
pip(42).I = 4210
pip(43).I = 4860
pip(44).I = 5490
pip(45).I = 6110
pip(46).I = 7190
pip(47).I = 8310
pip(48).I = 9410
pip(49).I = 10500
pip(50).I = 10500
pip(51).I = 13200
pip(52).I = 14700
pip(53).I = 19100
pip(54).I = 22200
pip(55).I = 28900
pip(56).I = 37400
pip(57).I = 43500
pip(58).I = 31800
pip(59).I = 41600
pip(60).I = 54000
pip(61).I = 62900
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
```

```
BOY.BAS - 25


Sub inputST ()
ST(1).A = 50
ST(2).A = 50
ST(3).A = 60
ST(4).A = 60
ST(5).A = 75
ST(6).A = 75
ST(7).A = 90
ST(8).A = 90
ST(9).A = 100
ST(10).A = 100
ST(11).A = 125
ST(12).A = 125
ST(13).A = 125
ST(14).A = 125
ST(15).A = 150
ST(16).A = 150
ST(17).A = 150
ST(18).A = 150
ST(19).A = 200
ST(20).A = 200

ST(1).B = 25
ST(2).B = 25
ST(3).B = 30
ST(4).B = 30
ST(5).B = 45
ST(6).B = 45
ST(7).B = 45
ST(8).B = 45
ST(9).B = 50
ST(10).B = 50
ST(11).B = 40
ST(12).B = 40
ST(13).B = 75
ST(14).B = 75
ST(15).B = 80
ST(16).B = 80
ST(17).B = 100
ST(18).B = 100
ST(19).B = 100
ST(20).B = 100

ST(1).t = 1.6
ST(2).t = 2.3
ST(3).t = 1.6
ST(4).t = 2.3
ST(5).t = 2.3
ST(6).t = 3.2
ST(7).t = 2.3
ST(8).t = 3.2
ST(9).t = 2.3
ST(10).t = 3.2
ST(11).t = 2.3
ST(12).t = 3.2
ST(13).t = 3.2
ST(14).t = 4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 26

ST(15).t = 4.5
ST(16).t = 6
ST(17).t = 4.5
ST(18).t = 6
ST(19).t = 4.5
ST(20).t = 6

ST(1).w = 1.75
ST(2).w = 2.44
ST(3).w = 2.13
ST(4).w = 2.98
ST(5).w = 4.06
ST(6).w = 5.5
ST(7).w = 4.6
ST(8).w = 6.25
ST(9).w = 5.14
ST(10).w = 7.01
ST(11).w = 5.69
ST(12).w = 7.76
ST(13).w = 9.52
ST(14).w = 11.73
ST(15).w = 15.2
ST(16).w = 19.8
ST(17).w = 16.62
ST(18).w = 21.69
ST(19).w = 20.15
ST(20).w = 26.4

ST(1).Area = 2.232
ST(2).Area = 3.102
ST(3).Area = 2.712
ST(4).Area = 3.792
ST(5).Area = 5.172
ST(6).Area = 7.007
ST(7).Area = 5.862
ST(8).Area = 7.967
ST(9).Area = 6.552
ST(10).Area = 8.927
ST(11).Area = 7.242
ST(12).Area = 9.887
ST(13).Area = 12.127
ST(14).Area = 14.948
ST(15).Area = 19.369
ST(16).Area = 25.233
ST(17).Area = 21.169
ST(18).Area = 27.633
ST(19).Area = 25.669
ST(20).Area = 33.633

ST(1).Ix = 7.02
ST(2).Ix = 9.31
ST(3).Ix = 12.49
ST(4).Ix = 16.82
ST(5).Ix = 38.86
ST(6).Ix = 50.77
ST(7).Ix = 60.98
ST(8).Ix = 80.24
ST(9).Ix = 84.83
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOY.BAS - 27

```
ST(10).Ix = 112.29
ST(11).Ix = 130.92
ST(12).Ix = 173.84
ST(13).Ix = 256.93
ST(14).Ix = 310.76
ST(15).Ix = 562.76
ST(16).Ix = 710.2
ST(17).Ix = 658.06
ST(18).Ix = 834.68
ST(19).Ix = 1331.44
ST(20).Ix = 1703.3

ST(1).Iy = 2.37
ST(2).Iy = 3.1
ST(3).Iy = 4.25
ST(4).Iy = 5.65
ST(5).Iy = 17.61
ST(6).Iy = 22.81
ST(7).Iy = 20.75
ST(8).Iy = 27.01
ST(9).Iy = 28.95
ST(10).Iy = 37.95
ST(11).Iy = 21.64
ST(12).Iy = 28.19
ST(13).Iy = 116.8
ST(14).Iy = 140.65
ST(15).Iy = 211.47
ST(16).Iy = 264.42
ST(17).Iy = 351.96
ST(18).Iy = 444.19
ST(19).Iy = 454.64
ST(20).Iy = 576.91

End Sub


Sub Main ()
    Load Title1
    Title1.Show

End Sub

Sub OpenData ()
    Input #1, TotalNode
    Input #1, TotalEle
    Input #1, Mset
    Input #1, NP
    Input #1, NF
    Input #1, NR

    Input #1, Mode
    Input #1, Nrows
    Input #1, NCols
    For I = 1 To Nrows
        For j = 1 To NCols
            Input #1, SaveNode(I, j)
        Next j
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 28
    Next I
    Input #1, Erows
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 3


Sub Main ()
    Load Mainmenu
    Mainmenu.Show
    Load Back
    Back.Show
End Sub

Sub OpenData ()
    Input #1, TotalNode
    Input #1, TotalEle
    Input #1, Meer
    Input #1, NP
    Input #1, NF
    Input #1, NR

    Input #1, Mode
    Input #1, Nrows
    Input #1, NCols
    For I = 1 To Nrows
        For j = 1 To NCols
            Input #1, SaveNode(I, j)
        Next j
    Next I

    Input #1, Erows
    Input #1, ECols
    For I = 1 To Erows
        For j = 1 To ECols
            Input #1, SaveEle(I, j)
        Next j
    Next I

End Sub


Sub Openfile ()
    DataNod.Grid1.Rows = Nrows
    DataNod.Grid1.Cols = NCols
    For I = 1 To Nrows - 1
        For j = 0 To NCols - 1
            DataNod.Grid1.Row = I
            DataNod.Grid1.Col = j
            DataNod.Grid1.Text = SaveNode(I, j + 1)
        Next j
    Next I
    If Mode = "Analysis" Then
        DataEle.Grid1.Rows = Erows
        DataEle.Grid1.Cols = ECols
        For I = 1 To Erows - 1
            For j = 0 To ECols - 1
                DataEle.Grid1.Row = I
                DataEle.Grid1.Col = j
                DataEle.Grid1.Text = SaveEle(I, j + 1)
            Next j
        Next I
    ElseIf Mode = "Design" Then
        DataEle.Grid1.Rows = Erows
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOY.BAS - 4

        DataEle.Grid1.Cols = ECols
        For I = 1 To ERows - 1
            For j = 0 To ECols - 1
                DataEle1.Grid1.Row = I
                DataEle1.Grid1.Col = j
                DataEle1.Grid1.Text = SaveEle(I, j + 1)
            Next j
        Next I
    End If

End Sub


Sub SaveData ()
    Write #1, TotalNode
    Write #1, TotalEle
    Write #1, Mset
    Write #1, NP
    Write #1, NE
    Write #1, NS

    Write #1, Mode
    Write #1, NRows
    Write #1, NCols
    For I = 1 To NRows
        For j = 1 To NCols
            Write #1, SaveNode(I, j)
        Next j
    Next I

    Write #1, ERows
    Write #1, ECols
    For I = 1 To ERows
        For j = 1 To ECols
            Write #1, SaveEle(I, j)
        Next j
    Next I
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BANALYSI.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form Analysis
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   0  'None
   Caption            =   "Form2"
   ClientHeight       =   8055
   ClientLeft         =   45
   ClientTop          =   960
   ClientWidth        =   11910
   Height             =   8430
   Left               =   0
   LinkTopic          =   "Form2"
   MousePointer       =   4  'Icon
   ScaleHeight        =   8055
   ScaleWidth         =   11910
   Top                =   630
   Width              =   12030
   Begin Grid Grid2
      Cols            =   11
      FixedCols       =   0
      Height          =   2055
      Left            =   240
      TabIndex        =   0
      Top             =   120
      Width           =   7935
   End
   Begin Grid Grid1
      Cols            =   4
      FixedCols       =   0
      Height          =   375
      Left            =   3
      TabIndex        =   1
      Top             =   20
      Width           =   615
   End
   Begin Grid MatrixX
      Height          =   255
      Left            =   1830
      TabIndex        =   15
      Top             =   420
      Width           =   495
   End
   Begin Grid NbandMatrix
      Height          =   615
      Left            =   10560
      TabIndex        =   14
      Top             =   120
      Width           =   1215
   End
   Begin SSFrame Frame3D1
      FontBold        =   -1  'True
      FontItalic      =   0   'False
      FontName        =   "MS Sans Serif"
      FontSize        =   12
      FontStrikethru  =   0   'False
      FontUnderline   =   0   'False
      Height          =   8055
      Left            =   120
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BANALYSI.FRM - 2

```
      TabIndex        =   12
      Top             =   7800
      Width           =   11655
      Begin SSPanel Panel3D1
         Alignment        =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelOuter       =   0   'None
         BevelWidth       =   2
         Caption          =   "Please Wait"
         FontBold         =   -1   'True
         FontItalic       =   0   'False
         FontName         =   "MS Sans Serif"
         FontSize         =   18
         FontStrikethru   =   0   'False
         FontUnderline    =   0   'False
         Height           =   615
         Left             =   5040
         TabIndex         =   13
         Top              =   2880
         Width            =   2175
      End
   End
   Begin Grid Grid11
      Cols             =   4
      FixedCols        =   0
      Height           =   615
      Left             =   8760
      TabIndex         =   11
      Top              =   1320
      Width            =   2535
   End
   Begin Grid MatrixF
      Height           =   2535
      Left             =   4440
      TabIndex         =   10
      Top              =   5400
      Width            =   1215
   End
   Begin Grid MatrixF
      Height           =   5415
      Left             =   120
      TabIndex         =   8
      Top              =   2400
      Width            =   1695
   End
   Begin Grid MatrixP
      Height           =   5415
      Left             =   1920
      TabIndex         =   7
      Top              =   2520
      Width            =   1695
   End
   Begin Grid MatrixK
      Height           =   255
      Left             =   1200
      TabIndex         =   6
      Top              =   480
      Width            =   495
   End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BANALYSI.FRM - 3

```
    Begin Grid AxSxAtranspose
       Height            =   2175
       Left              =   3960
       TabIndex          =   5
       Top               =   2520
       Width             =   3975
    End
    Begin Grid SxAtranspose
       Height            =   255
       Left              =   480
       TabIndex          =   4
       Top               =   480
       Width             =   615
    End
    Begin Grid TransposeA
       Height            =   255
       Left              =   120
       TabIndex          =   3
       Top               =   1440
       Width             =   615
    End
    Begin Grid MatrixS
       Height            =   255
       Left              =   240
       TabIndex          =   2
       Top               =   1800
       Width             =   495
    End
    Begin Grid MatrixA
       FixedCols         =   0
       FixedRows         =   0
       Height            =   255
       Left              =   120
       TabIndex          =   1
       Top               =   960
       Width             =   615
    End
    Begin Grid MatrixAR
       Height            =   255
       Left              =   1020
       TabIndex          =   9
       Top               =   840
       Width             =   495
    End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BBOUNDAR.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form BOUNDARY
   BackColor       =   &H00C0C0C0&
   Caption         =   "BOUNDARY   "
   ClientHeight    =   3855
   ClientLeft      =   2175
   ClientTop       =   1260
   ClientWidth     =   11970
   Height          =   4230
   Left            =   2130
   LinkTopic       =   "Form3"
   ScaleHeight     =   3855
   ScaleWidth      =   11970
   Top             =   930
   Width           =   12060
   Begin SSCommand cmdDataCompleted
      Caption         =   "Data Completed"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   9
      Top             =   600
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption         =   "Output"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   15
      Top             =   1200
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSFrame Frame3D2
      Caption         =   "INSERT BOUNDARY DATA"
      Height          =   2175
      Left            =   240
      TabIndex        =   4
      Top             =   360
      Width           =   8655
      Begin SSFrame Frame3D1
         Caption         =   "**Remark**"
         Height          =   1455
         Left            =   240
         TabIndex        =   16
         Top             =   480
         Width           =   3135
         Begin SSPanel Panel3D5
            Alignment       =   1   'Left Justify - MIDDLE
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "0 = Fix ( No Dispacment )"
            Height          =   315
            Left            =   360
            TabIndex        =   18
            Top             =   600
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BBOUNDAR.FRM - 2

```
      Width           =   2415
   End
   Begin SSPanel Panel3D6
      Alignment       =   1   'Left Justify - MIDDLE
      BevelOuter      =   0   'None
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "1 = Free ( has Displacment )"
      Height          =   195
      Left            =   360
      TabIndex        =   17
      Top             =   960
      Width           =   2475
   End
End
Begin SSPanel Panel302
   Alignment       =   1   'Right Just
   BevelOuter      =   0   'None
   BevelWidth      =   2
   Caption         =   "No. of Boundary Joint ="
   Height          =   315
   Left            =   5160
   TabIndex        =   14
   Top             =   360
   Width           =   2475
End
Begin SSPanel Panel301
   Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
   BevelInner      =   1   'Inset
   BevelOuter      =   0   'None
   BevelWidth      =   2
   Height          =   440
   Left            =   7680
   TabIndex        =   13
   Top             =   360
   Width           =   650
   Begin TextBox txtNoofBound
      Alignment       =   1   'Right Justify
      Height          =   285
      HideSelection   =   0   'False
      Left            =   75
      MaxLength       =   3
      TabIndex        =   0
      Top             =   75
      Width           =   495
   End
End
Begin SSPanel Panel303
   Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
   BevelInner      =   1   'Inset
   BevelOuter      =   0   'None
   BevelWidth      =   2
   Height          =   735
   Left            =   4560
   TabIndex        =   8
   Top             =   1320
   Width           =   3760
   Begin TextBox txtY
      Alignment       =   1   'Right Justify
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BBOUNDAR.FRM - 3

```
      Height          =   285
      Left            =   2475
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   3
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txtX
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   1275
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   2
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txtNodeNo
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   75
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   1
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabNodeNo
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   75
      TabIndex        =   12
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabX
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   1275
      TabIndex        =   11
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabY
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   2475
      TabIndex        =   10
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
End
Begin SSPanel Panel3D9
   BevelOuter      =   0  'None
   BevelWidth      =   2
   Caption         =   "Node N&o."
   Height          =   255
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BBOUNDAR.FRM - 4

         Left            =   4800
         TabIndex        =   7
         Top             =   1080
         Width           =   855
      End
      Begin SSPanel Panel3D11
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "x-Disp "
         Height          =   255
         Left            =   5880
         TabIndex        =   6
         Top             =   1080
         Width           =   1095
      End
      Begin SSPanel Panel3D10
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "Y-Disp "
         Height          =   255
         Left            =   7080
         TabIndex        =   5
         Top             =   1080
         Width           =   1095
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BDATAEL1.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form dataElel
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   0  'None
   Caption            =   "Element Data"
   ClientHeight       =   7230
   ClientLeft         =   4845
   ClientTop          =   570
   ClientWidth        =   11910
   Height             =   7605
   Left               =   4800
   LinkTopic          =   "Form2"
   ScaleHeight        =   7230
   ScaleWidth         =   11910
   Top                =   240
   Width              =   12000
   Begin SSFrame Frame3d1
      Height             =   6855
      Left               =   360
      TabIndex           =   0
      Top                =   0
      Width              =   8895
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   4  'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner         =   1  'Inset
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "Panel3d4"
         Height             =   3800
         Left               =   360
         TabIndex           =   4
         Top                =   240
         Width              =   7800
         Begin Grid Grid1
            Cols               =   6
            Enabled            =   0   'False
            FixedCols          =   0
            ForeColor          =   &H00000000&
            Height             =   2650
            HighLight          =   0   'False
            Left               =   75
            Rows               =   11
            ScrollBars         =   2  'Vertical
            TabIndex           =   5
            TabStop            =   0   'False
            Top                =   75
            Width              =   3350
         End
      End
      Begin SSCommand btnOK2
         Caption            =   "&OK"
         Height             =   375
         Left               =   3840
         Picture            =   (none)
         TabIndex           =   3
         Top                =   3240
         Width              =   975
      End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BDATAEL1.FRM - 2

```
      Begin TextBox Text6
         Height            =   375
         Left              =   2760
         TabIndex          =   2
         Top               =   3240
         Visible           =   0   'False
         Width             =   975
      End
      Begin SSCommand btnEdit
         Caption           =   "&Edit Data"
         Height            =   375
         Left              =   480
         Picture           =   (none)
         TabIndex          =   1
         Top               =   3240
         Width             =   1335
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BDATAELE.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form DataEle
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   0  'None
   Caption            =   "Element Data"
   ClientHeight       =   7290
   ClientLeft         =   15
   ClientTop          =   1965
   ClientWidth        =   11415
   Height             =   7665
   Left               =   -30
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   7290
   ScaleWidth         =   11415
   Top                =   1635
   Width              =   11505
   Begin SSFrame Frame3D1
      Height             =   6855
      Left               =   360
      TabIndex           =   0
      Top                =   0
      Width              =   10695
      Begin SSCommand btnEdit
         Caption            =   "&Edit Data"
         Height             =   375
         Left               =   480
         Picture            =   (none)
         TabIndex           =   5
         Top                =   3240
         Width              =   1335
      End
      Begin TextBox Text1
         Height             =   375
         Left               =   2880
         TabIndex           =   4
         Top                =   3240
         Visible            =   0   'False
         Width              =   975
      End
      Begin SSCommand btnOk2
         Caption            =   "OK"
         Height             =   375
         Left               =   3960
         Picture            =   (none)
         TabIndex           =   3
         Top                =   3240
         Width              =   975
      End
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner         =   1   'Inset
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "Panel3D6"
         Height             =   2800
         Left               =   360
         TabIndex           =   1
         Top                =   240
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BDATAELE.FRM - 2

```
        Width           =   3500
        Begin Grid Grid1
           Cols             =   6
           Enabled          =   0   'False
           FixedCols        =   0
           ForeColor        =   &H00000000&
           Height           =   2650
           HighLight        =   0   'False
           Left             =   75
           Rows             =   11
           ScrollBars       =   2   'Vertical
           TabIndex         =   2
           TabStop          =   0   'False
           Top              =   75
           Width            =   3350
        End
     End
  End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BDATANOD.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form DataNod
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   0  'None
   Caption            =   "Node Data"
   ClientHeight       =   7245
   ClientLeft         =   1110
   ClientTop          =   585
   ClientWidth        =   9885
   Height             =   7620
   Left               =   1065
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   7245
   ScaleWidth         =   9885
   Top                =   255
   Width              =   9975
   Begin SSFrame Frame3D1
      Height             =   6735
      Left               =   360
      TabIndex           =   0
      Top                =   0
      Width              =   8895
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   4  'Right Justify - MICOR E
         BevelInner         =   1  'Inset
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "Panel3D4"
         Height             =   2805
         Left               =   360
         TabIndex           =   4
         Top                =   840
         Width              =   5505
         Begin Grid Grid1
            Cols               =   7
            Enabled            =   0  'False
            FixedCols          =   0
            ForeColor          =   &H00000000&
            Height             =   2650
            HighLight          =   0  'False
            Left               =   75
            Rows               =   24
            ScrollBars         =   2  'Vertical
            TabIndex           =   5
            TabStop            =   0  'False
            Top                =   75
            Width              =   5355
         End
      End
      Begin SSCommand btnOK2
         Caption            =   "&OK"
         Height             =   375
         Left               =   4080
         Picture            =   (none)
         TabIndex           =   3
         Top                =   3240
         Width              =   975
      End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BDATANOD.FRM - 2

```
      Begin TextBox Text6
         Height          =   375
         Left            =   2880
         TabIndex        =   2
         Top             =   3240
         Visible         =   0   'False
         Width           =   975
      End
      Begin SSCommand btnEdit
         Caption         =   "&Edit Data"
         Height          =   375
         Left            =   720
         Picture         =   (none)
         TabIndex        =   1
         Top             =   3240
         Width           =   1335
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form ELEMENT
   BackColor       =   &H00C0C0C0&
   Caption         =   "ELEMENT "
   ClientHeight    =   2790
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   4050
   ClientWidth     =   11925
   Height          =   3165
   Left            =   15
   LinkTopic       =   "Form2"
   ScaleHeight     =   2790
   ScaleWidth      =   11925
   Top             =   3720
   Width           =   12015
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption         =   "Output"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   6
      Top             =   1920
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSCommand btnDataComplete
      Caption         =   "Data Complete"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   5
      Top             =   1320
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSFrame Frame3D2
      Caption         =   "INSERT ELEMENT CONNECTIVITY DATA"
      Height          =   2280
      Left            =   240
      TabIndex        =   7
      Top             =   360
      Width           =   8655
      Begin SSPanel Panel3D3
         Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner      =   1   'Inset
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Height          =   735
         Left            =   3360
         TabIndex        =   14
         Top             =   1320
         Width           =   4950
         Begin TextBox txtNodeGen
            Alignment       =   1   'Right Justify
            Height          =   285
            Left            =   3675
            MaxLength       =   10
            TabIndex        =   4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BELEMENT.FRM - 2

```
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txt2_Node
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   2475
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   3
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txt1_Node
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   1275
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   2
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txtEleNo
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   75
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   1
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabEleNo
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   75
      TabIndex        =   18
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label Lab1_Node
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   1275
      TabIndex        =   17
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label Lab2_Node
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   2475
      TabIndex        =   16
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabNodeGen
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BELEMENT.FRM - 3

```
            Alignment       =   1  'Right Justify
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   3675
            TabIndex        =   15
            Top             =   75
            Width           =   1200
         End
      End
      Begin SSPanel Panel3D8
         Alignment          =   4  'Right Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "N&o. of Element  ="
         Height             =   255
         Left               =   6000
         TabIndex           =   13
         Top                =   480
         Width              =   1575
      End
      Begin SSPanel Panel3D1
         Alignment          =   4  'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner         =   1  'Inset
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Height             =   440
         Left               =   7680
         TabIndex           =   12
         Top                =   360
         Width              =   650
         Begin TextBox txtNoofEle
            Alignment       =   1  'Right Justify
            Height          =   285
            HideSelection   =   0  'False
            Left            =   75
            MaxLength       =   3
            TabIndex        =   0
            Top             =   75
            Width           =   495
         End
      End
      Begin SSPanel Panel3D9
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "Element No."
         Height             =   255
         Left               =   3480
         TabIndex           =   11
         Top                =   1080
         Width              =   1215
      End
      Begin SSPanel Panel3D11
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "Node 1:"
         Height             =   255
         Left               =   4680
         TabIndex           =   10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BELEMENT.FRM - 4

        Top             =   1080
        Width           =   1095
    End
    Begin MSPanel Panel3D10
        BevelOuter          0  'None
        BevelWidth          2
        Caption         =   "Node 2."
        Height          =   255
        Left            =   5880
        TabIndex        =   9
        Top             =   1080
        Width           =   1095
    End
    Begin MSPanel Panel3D11
        BevelOuter      =   0  'None
        BevelWidth      =   2
        Caption         =   "node-Gen"
        Height          =   255
        Left            =   7200
        TabIndex        =   8
        Top             =   1080
        Width           =   855
    End
End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BGRAPHIC.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form Graphic
   AutoRedraw      =   -1  'True
   Caption         =   "Graphic"
   ClientHeight    =   7620
   ClientLeft      =   45
   ClientTop       =   1335
   ClientWidth     =   7905
   Height          =   7995
   Left            =   0
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   7620
   ScaleWidth      =   7905
   Top             =   1005
   Width           =   7995
   Begin Grid Grid1
      Cols            =   6
      Height          =   615
      Left            =   0
      TabIndex        =   0
      Top             =   0
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1815
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLDFACTO.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form LDFactor
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   0  'None
   Caption            =   "Form2"
   ClientHeight       =   1320
   ClientLeft         =   3735
   ClientTop          =   1245
   ClientWidth        =   4980
   Height             =   1695
   Left               =   3690
   LinkTopic          =   "Form2"
   ScaleHeight        =   1320
   ScaleWidth         =   4980
   Top                =   915
   Width              =   5070
   Begin SSFrame Frame3D1
      Height          =   975
      Left            =   120
      TabIndex        =   1
      Top             =   120
      Width           =   4215
      Begin TextBox txtLoadFactor
         Height       =   285
         Left         =   1560
         TabIndex     =   3
         Text         =   "1.00"
         Top          =   400
         Width        =   975
      End
      Begin SSCommand Command3D1
         Caption      =   "&OK"
         Height       =   375
         Left         =   3000
         Picture      =   (none)
         TabIndex     =   2
         Top          =   360
         Width        =   975
      End
      Begin Label Label1
         BackColor    =   &H00C0C0C0&
         Caption      =   "Load Factor ="
         Height       =   255
         Left         =   240
         TabIndex     =   0
         Top          =   420
         Width        =   1215
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLOAD.FRM - L

VERSION 2.00
Begin Form FORCE
   BackColor          =    &H00C0C0C0&
   Caption            =    "NODAL FORCE"
   ClientHeight       =    2970
   ClientLeft         =    15
   ClientTop          =    1110
   ClientWidth        =    11340
   Height             =    3345
   KeyPreview         =    -1  'True
   Left               =    -30
   LinkTopic          =    "Form1"
   ScaleHeight        =    2970
   ScaleWidth         =    11340
   Top                =    750
   Width              =    12030
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption            =    "&Output"
      Height             =    495
      Left               =    10080
      Picture            =    (none)
      TabIndex           =    11
      Top                =    1800
      Visible            =    0   'False
      Width              =    1095
   End
   Begin SSCommand btnDataComplete
      Caption            =    "Data Completed"
      Height             =    495
      Left               =    10080
      Picture            =    (none)
      TabIndex           =    10
      Top                =    1200
      Visible            =    0   'False
      Width              =    1095
   End
   Begin SSFrame Frame3D1
      Caption            =    "Nodal Load"
      Height             =    1575
      Left               =    240
      TabIndex           =    4
      Top                =    300
      Width              =    8655
      Begin SSPanel Panel3D12
         BevelOuter         =    0   'None
         BevelWidth         =    2
         Caption            =    "node-Gen"
         Height             =    255
         Left               =    7200
         TabIndex           =    9
         Top                =    1080
         Width              =    855
      End
      Begin SSPanel Panel3D13
         BevelOuter         =    0   'None
         BevelWidth         =    2
         Caption            =    "Load-Gen"
         Height             =    255
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 2

```
        Left            =   5880
        TabIndex        =   8
        Top             =   1080
        Width           =   1095
    End
    Begin SSPanel Panel3D11
        BevelOuter      =   0   'None
        BevelWidth      =   2
        Caption         =   "X-Load (kg)"
        Height          =   255
        Left            =   4680
        TabIndex        =   7
        Top             =   1080
        Width           =   1095
    End
    Begin SSPanel Panel3D9
        BevelOuter      =   0   'None
        BevelWidth      =   2
        Caption         =   "Node No."
        Height          =   255
        Left            =   3600
        TabIndex        =   6
        Top             =   1080
        Width           =   855
    End
    Begin SSPanel Panel3D3
        Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BevelInner      =   1   'Inset
        BevelOuter      =   0   'None
        BevelWidth      =   2
        Height          =   735
        Left            =   3360
        TabIndex        =   5
        Top             =   1320
        Width           =   4950
        Begin TextBox txtNodeNo
            Alignment       =   1   'Right Justify
            Height          =   285
            Left            =   75
            MaxLength       =   10
            TabIndex        =   0
            Top             =   360
            Width           =   1200
        End
        Begin TextBox txtLoadX
            Alignment       =   1   'Right Justify
            Height          =   285
            Left            =   1275
            MaxLength       =   10
            TabIndex        =   1
            Top             =   360
            Width           =   1200
        End
        Begin TextBox txtLoadY
            Alignment       =   1   'Right Justify
            Height          =   285
            Left            =   2475
            MaxLength       =   10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOAD.FRM - 3

```
        TabIndex        =   2
        Top             =   360
        Width           =   1200
    End
    Begin TextBox txtNodeGen
        Alignment       =   1  'Right Justify
        Height          =   285
        Left            =   3675
        MaxLength       =   10
        TabIndex        =   3
        Top             =   360
        Width           =   1200
    End
    Begin Label LabNodeGen
        Alignment       =   1  'Right Justify
        BorderStyle     =   1  'Fixed Single
        Height          =   285
        Left            =   3675
        TabIndex        =   12
        Top             =   75
        Width           =   1200
    End
    Begin Label LabY
        Alignment       =   1  'Right Justify
        BorderStyle     =   1  'Fixed Single
        Height          =   285
        Left            =   2475
        TabIndex        =   15
        Top             =   75
        Width           =   1200
    End
    Begin Label LabX
        Alignment       =   1  'Right Justify
        BorderStyle     =   1  'Fixed Single
        Height          =   285
        Left            =   1275
        TabIndex        =   14
        Top             =   75
        Width           =   1200
    End
    Begin Label LabNodeNo
        Alignment       =   1  'Right Justify
        BorderStyle     =   1  'Fixed Single
        Height          =   285
        Left            =   75
        TabIndex        =   13
        Top             =   75
        Width           =   1200
    End
End
End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form mainmenu
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "Steel Truss  "
   ClientHeight       =   0
   ClientLeft         =   375
   ClientTop          =   2040
   ClientWidth        =   10950
   FillColor          =   &H00C0C0C0&
   Height             =   660
   Left               =   330
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   0
   ScaleWidth         =   10950
   Top                =   1425
   Width              =   11040
   Begin SSPanel PanelPROJ
      Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
      BorderWidth        =   1
      Height             =   5655
      Left               =   240
      TabIndex           =   0
      Top                =   240
      Visible            =   0   'False
      Width              =   7455
      Begin SSFrame Frame3D1
         Caption            =   "  Input Your Project Data  "
         FontBold           =   -1  'True
         FontItalic         =   0   'False
         FontName           =   "MS Sans Serif"
         FontSize           =   9.75
         FontStrikethru     =   0   'False
         FontUnderline      =   0   'False
         Height             =   5055
         Left               =   240
         TabIndex           =   6
         Top                =   240
         Width              =   6735
         Begin SSPanel Panel3D10
            BevelOuter         =   0   'None
            Height             =   4575
            Left               =   600
            TabIndex           =   7
            Top                =   240
            Width              =   6015
            Begin SSCommand btnOK
               Caption            =   "&OK"
               Height             =   495
               Left               =   4680
               Picture            =   (none)
               TabIndex           =   5
               Top                =   3960
               Width              =   1095
            End
            Begin SSPanel Panel3D18
               BevelOuter         =   1   'Inset
               BevelWidth         =   2
               Caption            =   "Panel3D1"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3MAIN.FRM - 2

```
      Height          =   440
      Left            =   2280
      TabIndex        =   15
      Top             =   720
      Width           =   2850
      Begin TextBox Text1
         FontBold          =   -1   'True
         FontItalic        =   0    'False
         FontName          =   "MS Sans Serif"
         FontSize          =   9.75
         FontStrikethru    =   0    'False
         FontUnderline     =   0    'False
         Height            =   405
         Left              =   20
         MaxLength         =   23
         TabIndex          =   1
         Top               =   20
         Width             =   2800
      End
   End
   Begin SSPanel Panel3D17
      BevelOuter        =   1   'Inset
      BevelWidth        =   2
      Caption           =   "Panel3D1"
      Height            =   440
      Left              =   2280
      TabIndex          =   14
      Top               =   1560
      Width             =   2850
      Begin TextBox Text2
         FontBold          =   -1   'True
         FontItalic        =   0    'False
         FontName          =   "MS Sans Serif"
         FontSize          =   9.75
         FontStrikethru    =   0    'False
         FontUnderline     =   0    'False
         Height            =   405
         Left              =   20
         MaxLength         =   23
         TabIndex          =   2
         Top               =   15
         Width             =   2800
      End
   End
   Begin SSPanel Panel3D16
      Alignment         =   4   'Right Justify - MIDDLE
      BevelOuter        =   0   'None
      BevelWidth        =   2
      Caption           =   "Project Name"
      Height            =   255
      Left              =   360
      TabIndex          =   13
      Top               =   840
      Width             =   1575
   End
   Begin SSPanel Panel3D15
      Alignment         =   4   'Right Justify - MIDDLE
      BevelOuter        =   0   'None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 3

```
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "Engineer"
      Height          =   255
      Left            =   840
      TabIndex        =   12
      Top             =   1680
      Width           =   1095
   End
   Begin SSPanel Panel3D14
      BevelOuter      =   1   'Inset
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "Panel3D1"
      Height          =   440
      Left            =   2280
      TabIndex        =   11
      Top             =   2400
      Width           =   2850
      Begin TextBox Text3
         FontBold        =   -1   'True
         FontItalic      =   0   'False
         FontName        =   "MS Sans Serif"
         FontSize        =   9.75
         FontStrikethru  =   0   'False
         FontUnderline   =   0   'False
         Height          =   405
         Left            =   20
         MaxLength       =   10
         TabIndex        =   3
         Top             =   20
         Width           =   2800
      End
   End
   Begin SSPanel Panel3D13
      Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
      BevelOuter      =   0   'None
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "Date"
      Height          =   255
      Left            =   840
      TabIndex        =   10
      Top             =   2520
      Width           =   1095
   End
   Begin SSPanel Panel3D12
      BevelOuter      =   1   'Inset
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "Panel3D1"
      Height          =   440
      Left            =   2280
      TabIndex        =   9
      Top             =   3240
      Width           =   2850
      Begin TextBox Text4
         FontBold        =   -1   'True
         FontItalic      =   0   'False
         FontName        =   "MS Sans Serif"
         FontSize        =   9.75
         FontStrikethru  =   0   'False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 4

```
                FontUnderline   =   0   'False
                Height          =   405
                Left            =   20
                TabIndex        =   4
                Top             =   20
                Width           =   2800
            End
        End
        Begin SSPanel Panel3D11
            Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "Time"
            Height          =   255
            Left            =   840
            TabIndex        =   8
            Top             =   3360
            Width           =   1095
        End
    End
End
Begin Menu mnuFILE
    Caption         =   "&File"
    Begin Menu mnuNEW
        Caption     =   "&New"
    End
    Begin Menu mnuOPEN
        Caption     =   "&Open"
    End
    Begin Menu mnuSAVE
        Caption     =   "&Save"
    End
    Begin Menu mnuQUIT
        Caption     =   "&Quit"
    End
End
Begin Menu mnuMode
    Caption         =   "&Mode"
    Begin Menu mnuAnalysis
        Caption     =   "&Analysis"
    End
    Begin Menu mnuDesign
        Caption     =   "&Design"
    End
End
Begin Menu mnuDATA
    Caption         =   "&Data"
    Enabled         =   0   'False
    Begin Menu mnuPROJ
        Caption     =   "&Project"
    End
    Begin Menu mnuNODE
        Caption     =   "&Node"
        Begin Menu mnuCoor
            Caption     =   "&Coordinate"
        End
        Begin Menu mnuBound
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 5

            Caption         =   "&Boundary"
         End
      End
      Begin Menu mnuELEM
         Caption         =   "&Element"
         Begin Menu mnuConnect
            Caption         =   "&Connectivity"
         End
         Begin Menu mnuMat
            Caption         =   "&Material Set"
         End
      End
      Begin Menu mnuLOAD
         Caption         =   "&Load"
      End
   End
   Begin Menu mnuSolution
      Caption         =   "&Solution"
      Enabled         =   0   'False
   End
   Begin Menu mnuResult
      Caption         =   "&Result"
      Enabled         =   0   'False
      Begin Menu mnuOver
         Caption         =   "&Overall Input"
      End
      Begin Menu mnuResultDesign
         Caption         =   "for &Design"
      End
      Begin Menu mnuResultAnalysis
         Caption         =   "for &Analysis"
      End
   End
   Begin Menu mnuOPT
      Caption         =   "&Option"
      Enabled         =   0   'False
      Begin Menu optMatDefault
         Caption         =   "&Material Default'
         Begin Menu mnu2310
            Caption         =   "A&7    Fy = 2310"
         End
         Begin Menu mnu2520
            Caption         =   "A&36  Fy = 2520"
         End
      End
      Begin Menu mnuALLDISP
         Caption         =   "&Allowable Displacement"
      End
      Begin Menu mnuLDFAC
         Caption         =   "&Load Factor"
      End
   End
   Begin Menu mnuGRA
      Caption         =   "&Graphics"
      Enabled         =   0   'False
      Begin Menu mnuGeo
         Caption         =   "&Geometry"
         Begin Menu mnuGeoNode
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMAIN.FRM - 6

```
            Caption         =   "&with Node Number"
         End
         Begin Menu mnuGeoNoNode
            Caption         =   "with&out Node Number"
         End
      End
      Begin Menu mnuGdisp
         Caption         =   "&Displacement"
         Begin Menu mnuGdispNode
            Caption         =   "&with Node Number"
         End
         Begin Menu mnuGdispNoNode
            Caption         =   "with&out Node Number"
         End
      End
   End
   Begin Menu mnuPNT
      Caption         =   "&Print"
      Begin Menu mnuPinput
         Caption         =   "&Node"
         Begin Menu mnuNcoor
            Caption         =   "&Node Coordinate"
         End
         Begin Menu mnuNBound
            Caption         =   "&Node Boundary"
         End
         Begin Menu mnuAppForce
            Caption         =   "&Nodal Apply Force"
         End
      End
      Begin Menu mnuEle
         Caption         =   "&Ele"
         Begin Menu mnuEleConnect
            Caption         =   "&Element Connectivity"
         End
         Begin Menu mnuMatProperty
            Caption         =   "&Material Property"
         End
      End
      Begin Menu mnuPoutput
         Caption         =   "&Result"
         Begin Menu mnuDisp
            Caption         =   "&Displacement"
         End
         Begin Menu mnuReac
            Caption         =   "&Reaction"
         End
         Begin Menu mnuMforce
            Caption         =   "&Member Force"
         End
         Begin Menu mnuSelSection
            Caption         =   "&Selected Section"
            Visible         =   0   'False
         End
      End
      Begin Menu mnuPGraphic
         Caption         =   "&Graphic"
         Begin Menu mnuPGeometry
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMAIN.FRM - 7

            Caption             =   "&Geometry"
         End
         Begin Menu mnuPGDisp
            Caption             =   "&Displacement"
            Enabled             =   0   'False
         End
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIAL.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form Material1
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "MATERIAL PROPERTY"
   ClientHeight       =   5085
   ClientLeft         =   615
   ClientTop          =   2610
   ClientWidth        =   11805
   Height             =   5460
   Left               =   570
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   5085
   ScaleWidth         =   11805
   Top                =   2280
   Width              =   11895
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption            =   "Output"
      Height             =   495
      Left               =   10080
      Picture            =   (none)
      TabIndex           =   5
      Top                =   1680
      Visible            =   0   'False
      Width              =   1695
   End
   Begin SSCommand btnDataComplete
      Caption            =   "Data Completed"
      Height             =   495
      Left               =   10080
      Picture            =   (none)
      TabIndex           =   4
      Top                =   960
      Visible            =   0   'False
      Width              =   1695
   End
   Begin SSFrame Frame3D1
      Caption            =   "Example for Element Input"
      Height             =   1575
      Left               =   240
      TabIndex           =   18
      Top                =   2640
      Width              =   4575
      Begin SSPanel Panel3D2
         Alignment          =   1   'Left Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "a                                    for All of Ele
         Height             =   255
         Left               =   240
         TabIndex           =   21
         Top                =   360
         Width              =   4095
      End
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   1   'Left Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "1/5/1                                For Element 1,2,3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATER11.FRM - 2

            Height          =   255
            Left            =   240
            TabIndex        =   20
            Top             =   720
            Width           =   4095
        End
        Begin SSPanel Panel3D5
            Alignment       =   1   'Left Justify - MIDDLE
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "1/5/2 ,6,10      for Element 1,3,5,6
            Height          =   255
            Left            =   240
            TabIndex        =   19
            Top             =   1080
            Width           =   3615
        End
    End
    Begin SSFrame Frame3D2
        Height          =   2175
        Left            =   240
        TabIndex        =   6
        Top             =   360
        Width           =   8655
        Begin SSPanel Panel3D10
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "Element"
            Height          =   255
            Left            =   6240
            TabIndex        =   17
            Top             =   1080
            Width           =   1095
        End
        Begin SSPanel Panel3D11
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "Steel Type"
            Height          =   255
            Left            =   3600
            TabIndex        =   16
            Top             =   1080
            Width           =   1095
        End
        Begin SSPanel Panel3D9
            BevelOuter      =   0   'None
            BevelWidth      =   2
            Caption         =   "Set N&o."
            Height          =   255
            Left            =   2280
            TabIndex        =   15
            Top             =   1080
            Width           =   855
        End
        Begin SSPanel Panel3D3
            Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
            BevelInner      =   1   'Inset
            BevelOuter      =   0   'None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERI1.FRM - 3

```
        BevelWidth      =   2
        Height          =   735
        Left            =   2040
        TabIndex        =   9
        Top             =   1320
        Width           =   6315
        Begin TextBox txtSetNo
           Alignment        =   1  'Right Justify
           Height           =   300
           Left             =   75
           MaxLength        =   10
           TabIndex         =   1
           Top              =   360
           Width            =   1200
        End
        Begin TextBox txtEle
           Alignment        =   1  'Right Justify
           Height           =   300
           Left             =   3240
           TabIndex         =   3
           Top              =   360
           Width            =   3000
        End
        Begin ComboBox cboType
           Height           =   300
           Left             =   1275
           Style            =   2  'Dropdown List
           TabIndex         =   2

           Top              =   360
           Width            =   2000
        End
        Begin TextBox Text1
           Height           =   375
           Left             =   8400
           TabIndex         =   11
           Top              =   120
           Width            =   210
        End
        Begin TextBox Text2
           Height           =   375
           Left             =   8400
           TabIndex         =   10
           Top              =   360
           Width            =   210
        End
        Begin Label LabEle
           Alignment        =   1  'Right Justify
           BorderStyle      =   1  'Fixed Single
           Height           =   285
           Left             =   3240
           TabIndex         =   14
           Top              =   75
           Width            =   3000
        End
        Begin Label LabSteelType
           Alignment        =   1  'Right Justify
           BorderStyle      =   1  'Fixed Single
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERI1.FRM - 4

            Height          =   285
            Left            =   1275
            TabIndex        =   13
            Top             =   75
            Width           =   2000
         End
         Begin Label LabSetNo
            Alignment       =   1   'Right Justify
            BorderStyle     =   1   'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   75
            TabIndex        =   12
            Top             =   75
            Width           =   1200
         End
      End
      Begin SSPanel Panel3D1
         Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner      =   1   'Inset
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Height          =   440
         Left            =   7560
         TabIndex        =   8
         Top             =   360
         Width           =   650
         Begin TextBox txtMaterialSet
            Alignment       =   1   'Right Justify
            Height          =   285
            HideSelection   =   0   'False
            Left            =   75
            MaxLength       =   3
            TabIndex        =   0
            Top             =   75
            Width           =   495
         End
      End
      Begin SSPanel Panel3D8
         Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "Material Set  ="
         Height          =   255
         Left            =   6000
         TabIndex        =   7
         Top             =   480
         Width           =   1455
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form MATERIAL
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "MATERIAL PROPERTY"
   ClientHeight       =   3210
   ClientLeft         =   60
   ClientTop          =   3525
   ClientWidth        =   11910
   Height             =   3585
   Left               =   15
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   3210
   ScaleWidth         =   11910
   Top                =   3195
   Width              =   12000
   Begin SSFrame Frame3D1
      Caption            =   "Example for Element Input"
      Height             =   1455
      Left               =   240
      TabIndex           =   17
      Top                =   2640
      Width              =   4815
      Begin SSPanel Panel3D5
         Alignment          =   1  'Left Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "1/5/2 ,0.10     for Element 1.3.5.6
         Height             =   255
         Left               =   240
         TabIndex           =   20
         Top                =   1080
         Width              =   3615
      End
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   1  'Left Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "1/5/1                    for Element 1.2.3
         Height             =   255
         Left               =   240
         TabIndex           =   19
         Top                =   720
         Width              =   4095
      End
      Begin SSPanel Panel3D2
         Alignment          =   1  'Left Justify - MIDDLE
         BevelOuter         =   0  'None
         BevelWidth         =   2
         Caption            =   "a                              for All of Ele
         Height             =   255
         Left               =   240
         TabIndex           =   18
         Top                =   360
         Width              =   4095
      End
   End
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption            =   "Output"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 2

      Height            =   495
      Left              =   10080
      Picture           =   (none)
      TabIndex          =   6
      Top               =   1800
      Visible           =   0   'False
      Width             =   1695
   End
   Begin SSCommand btnDataComplete
      Caption           =   "Data Completed"
      Height            =   495
      Left              =   10080
      Picture           =   (none)
      TabIndex          =   5
      Top               =   1200
      Visible           =   0   'False
      Width             =   1695
   End
   Begin SSFrame Frame3D2
      Height            =   2175
      Left              =   240
      TabIndex          =   7
      Top               =   360
      Width             =   8655
      Begin SSPanel Panel3D12
         BevelOuter     =   0   'None
         BevelWidth     =   2
         Caption        =   "Radius of Gyration (cm. 4)"
         Height         =   735
         Left           =   6000
         TabIndex       =   30
         Top            =   600
         Width          =   975
      End
      Begin SSPanel Panel3D7
         BevelOuter     =   0   'None
         BevelWidth     =   2
         Caption        =   "Area (sq-cm.)"
         Height         =   495
         Left           =   5040
         TabIndex       =   26
         Top            =   840
         Width          =   735
      End
      Begin SSPanel Panel3D6
         BevelOuter     =   0   'None
         BevelWidth     =   2
         Caption        =   "Steel Size"
         Height         =   255
         Left           =   3360
         TabIndex       =   22
         Top            =   1080
         Width          =   1095
      End
      Begin SSPanel Panel3D8
         Alignment      =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelOuter     =   0   'None
         BevelWidth     =   2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 3

        Caption          =   "Material Set  ="
        Height           =   255
        Left             =   6120
        TabIndex         =   16
        Top              =   360
        Width            =   1455
    End
    Begin SSPanel Panel3D1
        Alignment        =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BevelInner       =   1   'Inset
        BevelOuter       =   0   'None
        BevelWidth       =   2
        Height           =   440
        Left             =   7680
        TabIndex         =   15
        Top              =   240
        Width            =   650
        Begin TextBox txtMaterialSet
            Alignment        =   1   'Right Justify
            Height           =   285
            HideSelection    =   0   'False
            Left             =   75
            MaxLength        =   3
            TabIndex         =   0
            Top              =   75
            Width            =   495
        End
    End
    Begin SSPanel Panel3D3
        Alignment        =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BevelInner       =   1   'Inset
        BevelOuter       =   0   'None
        BevelWidth       =   2
        Height           =   735
        Left             =   200
        TabIndex         =   11
        Top              =   1320
        Width            =   8220
        Begin TextBox txtEle
            Alignment        =   1   'Right Justify
            Height           =   300
            Left             =   6840
            TabIndex         =   4
            Top              =   360
            Width            =   1275
        End
        Begin TextBox txtr
            Height           =   300
            Left             =   5760
            TabIndex         =   28
            Top              =   360
            Width            =   1095
        End
        Begin TextBox txtArea
            Height           =   300
            Left             =   4800
            TabIndex         =   27
            Top              =   360
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 4

```
      Width           =   975
   End
   Begin TextBox Text2
      Height          =   375
      Left            =   9120
      TabIndex        =   23
      TabStop         =   0   'False
      Top             =   240
      Visible         =   0   'False
      Width           =   210
   End
   Begin TextBox Text1
      Height          =   375
      Left            =   9120
      TabIndex        =   24
      TabStop         =   0   'False
      Top             =   120
      Visible         =   0   'False
      Width           =   210
   End
   Begin ComboBox cboArea
      Height          =   300
      Left            =   2800
      Style           =   2   'Dropdown List
      TabIndex        =   3
      Top             =   360
      Width           =   2000
   End
   Begin ComboBox cboType
      Height          =   300
      Left            =   840
      Style           =   2   'Dropdown List
      TabIndex        =   2
      Top             =   360
      Width           =   2000
   End
   Begin TextBox txtSetNo
      Alignment       =   1   'Right Justify
      Height          =   300
      Left            =   75
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   1
      Top             =   360
      Width           =   780
   End
   Begin Label LabEle
      Alignment       =   1   'Right Justify
      BorderStyle     =   1   'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   6840
      TabIndex        =   12
      Top             =   75
      Width           =   1275
   End
   Begin Label Label
      Alignment       =   1   'Right Justify
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BMATERIA.FRM - 5

```
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   5760
            TabIndex        =   29
            Top             =   75
            Width           =   1095
         End
         Begin Label labArea
            Alignment       =   1  'Right Justify
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   4800
            TabIndex        =   25
            Top             =   75
            Width           =   975
         End
         Begin Label LabSize
            Alignment       =   1  'Right Justify
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   2800
            TabIndex        =   21
            Top             =   75
            Width           =   1995
         End
         Begin Label LabSetNo
            Alignment       =   1  'Right Justify
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   75
            TabIndex        =   14
            Top             =   75
            Width           =   780
         End
         Begin Label LabSteelType
            Alignment       =   1  'Right Justify
            BorderStyle     =   1  'Fixed Single
            Height          =   285
            Left            =   840
            TabIndex        =   13
            Top             =   75
            Width           =   1995
         End
      End
      Begin SSPanel Panel3D9
         BevelOuter      =   0  'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "Set N&o."
         Height          =   255
         Left            =   240
         TabIndex        =   10
         Top             =   1080
         Width           =   855
      End
      Begin SSPanel Panel3D11
         BevelOuter      =   0  'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "Steel Type"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BMATERIA.FRM - 6

         Height            =   255
         Left              =   1320
         TabIndex          =   9
         Top               =   1080
         Width             =   1095
      End
      Begin SSPanel Panel3D10
         BevelOuter        =   0   'None
         BevelWidth        =   2
         Caption           =   "Element"
         Height            =   255
         Left              =   7200
         TabIndex          =   8
         Top               =   1080
         Width             =   975
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BNODE.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form NODE
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "NODE"
   ClientHeight       =   2835
   ClientLeft         =   90
   ClientTop          =   1980
   ClientWidth        =   11895
   Height             =   3210
   KeyPreview         =   -1  'True
   Left               =   45
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   2835
   ScaleWidth         =   11895
   Top                =   1650
   Width              =   11985
   Begin SSCommand btnOutput
      Caption         =   "Output"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   6
      Top             =   1800
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSCommand btnDataComplete
      Caption         =   "Data Completed"
      Height          =   495
      Left            =   10080
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   5
      Top             =   1200
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1695
   End
   Begin SSFrame Frame3D2
      Caption         =   "INSERT NODE DATA"
      Height          =   2175
      Left            =   240
      TabIndex        =   7
      Top             =   300
      Width           =   8655
      Begin SSPanel Panel3D12
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "node-Gen"
         Height          =   255
         Left            =   7200
         TabIndex        =   14
         Top             =   1080
         Width           =   855
      End
      Begin SSPanel Panel3D10
         BevelOuter      =   0   'None
         BevelWidth      =   2
         Caption         =   "Y-Coor (cm.)"
         Height          =   255
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 2

```
      Left            =   5880
      TabIndex        =   13
      Top             =   1080
      Width           =   1095
   End
   Begin SSPanel Panel3D11
      BevelOuter      =   0   'None
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "X-coor (cm.)"
      Height          =   255
      Left            =   4680
      TabIndex        =   12
      Top             =   1080
      Width           =   1095
   End
   Begin SSPanel Panel3D9
      BevelOuter      =   0   'None
      BevelWidth      =   2
      Caption         =   "Node No."
      Height          =   255
      Left            =   3600
      TabIndex        =   11
      Top             =   1080
      Width           =   855
   End
   Begin SSPanel Panel3D3
      Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
      BevelInner      =   1   'Inset
      BevelOuter      =   0   'None
      BevelWidth      =   2
      Height          =   735
      Left            =   3360
      TabIndex        =   10
      Top             =   1320
      Width           =   4950
      Begin TextBox txtY
         Alignment       =   1   'Right Justify
         Height          =   285
         Left            =   2475
         MaxLength       =   10
         TabIndex        =   3
         Top             =   360
         Width           =   1200
      End
      Begin TextBox txtNodeNo
         Alignment       =   1   'Right Justify
         Height          =   285
         Left            =   75
         MaxLength       =   10
         TabIndex        =   1
         Top             =   360
         Width           =   1200
      End
      Begin TextBox txtX
         Alignment       =   1   'Right Justify
         Height          =   285
         Left            =   1275
         MaxLength       =   10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 3

```
      TabIndex        =   2
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin TextBox txtNodeGen
      Alignment       =   1  'Right Justify
      Height          =   285
      Left            =   3675
      MaxLength       =   10
      TabIndex        =   4
      Top             =   360
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabNodeGen
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   3675
      TabIndex        =   15
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabY
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   2475
      TabIndex        =   18
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabX
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   1275
      TabIndex        =   17
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
   Begin Label LabNodeNo
      Alignment       =   1  'Right Justify
      BorderStyle     =   1  'Fixed Single
      Height          =   285
      Left            =   75
      TabIndex        =   16
      Top             =   75
      Width           =   1200
   End
End
Begin SSPanel Panel3D1
   Alignment       =   4  'Right Justify - MIDDLE
   BevelInner      =   1  'Inset
   BevelOuter      =   0  'None
   BevelWidth      =   2
   Height          =   440
   Left            =   7680
   TabIndex        =   9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BNODE.FRM - 4

```
        Top             =   360
        Width           =   650
        Begin TextBox txtNoofNode
           Alignment        =   1   'Right Justify
           Height           =   285
           HideSelection    =   0   'False
           Left             =   75
           MaxLength        =   3
           TabIndex         =   0
           Top              =   75
           Width            =   495
        End
     End
     Begin SSPanel Panel3D8
        Alignment        =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BevelOuter       =   0   'None
        BevelWidth       =   2
        Caption          =   "N&o. of Joint  :"
        Height           =   255
        Left             =   6120
        TabIndex         =   8
        Top              =   480
        Width            =   1455
     End
  End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOVERALL.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form OverAll
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   BorderStyle        =   1  'Fixed Single
   Caption            =   "Over All Input"
   ClientHeight       =   8370
   ClientLeft         =   645
   ClientTop          =   2055
   ClientWidth        =   12000
   Height             =   8745
   Left               =   600
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   8370
   ScaleWidth         =   12000
   Top                =   1725
   Width              =   12090
   Begin SSPanel Panel3D1
      Alignment       =   4  'Right Justify - MIDDLE
      BevelOuter      =   0  'None
      BevelWidth      =   2
      BorderWidth     =   6
      Caption         =   "Please Click on ""Solution"""
      FontBold        =   -1  'True
      FontItalic      =   0  'False
      FontName        =   "MS Sans Serif"
      FontSize        =   24
      FontStrikethru  =   0  'False
      FontUnderline   =   0  'False
      ForeColor       =   &H00000000&
      Height          =   735
      Left            =   3120
      TabIndex        =   4
      Top             =   2880
      Visible         =   0  'False
      Width           =   6135
   End
   Begin SSCommand Command3D4
      Caption         =   "&Exit"
      Height          =   495
      Left            =   10320
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   3
      Top             =   7440
      Width           =   1335
   End
   Begin SSCommand Command3D3
      Caption         =   "&Over all Data"
      Height          =   495
      Left            =   8760
      Picture         =   (none)
      TabIndex        =   2
      Top             =   7440
      Width           =   1335
   End
   Begin SSCommand Command3D2
      Caption         =   "&EleData Data"
      Height          =   495
      Left            =   7200
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BOVERALL.FRM - 2

      Picture          =   (none)
      TabIndex         =   1
      Top              =   7440
      Width            =   1335
   End
   Begin SSCommand Command3D1
      Caption          =   "&Node Data"
      ForeColor        =   &H00000000&
      Height           =   495
      Left             =   5640
      Picture          =   (none)
      TabIndex         =   0
      Top              =   7440
      Width            =   1335
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form Result
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "Result"
   ClientHeight       =   8130
   ClientLeft         =   1020
   ClientTop          =   1410
   ClientWidth        =   11895
   Height             =   8505
   Left               =   975
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   8130
   ScaleWidth         =   11895
   Top                =   1080
   Width              =   11985
   Begin SSFrame FmeReaction
      Caption            =   "Maximum Reaction"
      Height             =   3615
      Left               =   6000
      TabIndex           =   6
      Top                =   120
      Width              =   5535
      Begin SSPanel Panel3D3
         Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner         =   1   'Inset
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         BorderWidth        =   6
         Height             =   3135
         Left               =   240
         TabIndex           =   7
         Top                =   360
         Width              =   3250
         Begin Grid GridReaction
            Cols               =   3
            FixedCols          =   0
            Height             =   2895
            HighLight          =   0   'False
            Left               =   120
            TabIndex           =   8
            Top                =   120
            Width              =   3000
         End
      End
   End
   Begin SSFrame fmeMem
      Caption            =   "Maximum Member Force && Stress"
      Height             =   3615
      Left               =   240
      TabIndex           =   3
      Top                =   4080
      Width              =   5535
      Begin SSPanel Panel3D2
         Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BevelInner         =   1   'Inset
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         BorderWidth        =   6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT.FRM - 2

```
        Height          =   3135
        Left            =   240
        TabIndex        =   4
        Top             =   360
        Width           =   4750
        Begin Grid GridMemberForce
            Cols            =   3
            FixedCols       =   0
            Height          =   2895
            HighLight       =   0   'False
            Left            =   120
            TabIndex        =   5
            Top             =   120
            Width           =   4500
        End
    End
End
Begin SSFrame fmeDisp
    Caption         =   "Maximum Displacement"
    Height          =   3615
    Left            =   240
    TabIndex        =   0
    Top             =   120
    Width           =   5535
    Begin SSPanel Panel3D1
        Alignment       =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BevelInner      =   1   'Inset
        BevelOuter      =   0   'None
        BevelWidth      =   2
        BorderWidth     =   6
        Height          =   3135
        Left            =   240
        TabIndex        =   1
        Top             =   360
        Width           =   3250
        Begin Grid GridDisplacement
            Cols            =   3
            FixedCols       =   0
            Height          =   2895
            HighLight       =   0   'False
            Left            =   120
            TabIndex        =   2
            Top             =   120
            Width           =   3000
        End
    End
End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT1.FRM - 1

VERSION 2.00
Begin Form Result1
   BackColor          =   &H00C0C0C0&
   Caption            =   "Result"
   ClientHeight       =   8130
   ClientLeft         =   30
   ClientTop          =   1125
   ClientWidth        =   11895
   Height             =   8505
   Left               =   -15
   LinkTopic          =   "Form1"
   ScaleHeight        =   8130
   ScaleWidth         =   11895
   Top                =   795
   Width              =   11985
   Begin SSFrame Frame3D1
      Caption            =   "Selected Minimum Steel Section"
      Font3D             =   0   'None
      Height             =   3735
      Left               =   240
      TabIndex           =   7
      Top                =   120
      Width              =   5535
      Begin SSPanel Panel3D4
         Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BackColor          =   &H00C0C0C0&
         BevelInner         =   1   'Inset
         BevelOuter         =   0   'None
         BevelWidth         =   2
         BorderWidth        =   6
         Font3D             =   1   'Raised w/light shading
         ForeColor          =   &H00FF80FF&
         Height             =   3135
         Left               =   360
         TabIndex           =   11
         Top                =   360
         Width              =   5250
         Begin Grid GridSelectedEle
            Cols               =   3
            FixedCols          =   0
            Height             =   2895
            HighLight          =   0   'False
            Left               =   120
            TabIndex           =   8
            Top                =   120
            Width              =   5000
         End
      End
   End
   Begin SSFrame FmePeaction
      Caption            =   "Maximum Reaction"
      Font3D             =   0   'None
      Height             =   3615
      Left               =   6000
      TabIndex           =   4
      Top                =   4320
      Width              =   5535
      Begin SSPanel Panel3D3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRESULT1.FRM - 2

```
        Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BackColor          =   &H00C0C0C0&
        BevelInner         =   1   'Inset
        BevelOuter         =   0   'None
        BevelWidth         =   2
        BorderWidth        =   6
        Font3D             =   1   'Raised w/light shading
        ForeColor          =   &H00FF80FF&
        Height             =   3135
        Left               =   240
        TabIndex           =   5
        Top                =   360
        Width              =   3250
        Begin Grid GridReaction
            Cols               =   3
            FixedCols          =   0
            Height             =   2895
            HighLight          =   0   'False
            Left               =   120
            TabIndex           =   6
            Top                =   120
            Width              =   3000
        End
    End
End
Begin SSFrame fmeMem
    Caption            =   "Maximum Member Force"
    Font3D             =   0   'None
    Height             =   3735
    Left               =   6000
    TabIndex           =   1
    Top                =   120
    Width              =   5535
    Begin SSPanel Panel3D2
        Alignment          =   4   'Right Justify - MIDDLE
        BackColor          =   &H00C0C0C0&
        BevelInner         =   1   'Inset
        BevelOuter         =   0   'None
        BevelWidth         =   2
        BorderWidth        =   6
        Font3D             =   1   'Raised w/light shading
        ForeColor          =   &H00FF80FF&
        Height             =   3135
        Left               =   240
        TabIndex           =   2
        Top                =   360
        Width              =   4750
        Begin Grid GridMemberForce
            Cols               =   3
            FixedCols          =   0
            Height             =   2895
            HighLight          =   0   'False
            Left               =   120
            TabIndex           =   3
            Top                =   120
            Width              =   4500
        End
    End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BRESULT1.FRM - 3

   End
   Begin SSFrame fmeDisp
      Caption         =   "Maximum Displacement"
      Font3D          =   0   'None
      Height          =   3615
      Left            =   240
      TabIndex        =   0
      Top             =   4320
      Width           =   5535
      Begin SSPanel Panel3D1
         Alignment        =   4   'Right Justify - MIDDLE
         BackColor        =   &H00C0C0C0&
         BevelInner       =   1   'Inset
         BevelOuter       =   0   'None
         BevelWidth       =   2
         BorderWidth      =   6
         Font3D           =   1   'Raised w/light shading
         ForeColor        =   &H00FF80FF&
         Height           =   3135
         Left             =   240
         TabIndex         =   9
         Top              =   360
         Width            =   3250
         Begin Grid GridDisplacement
            Cols          =   3
            FixedCols     =   0
            Height        =   2895
            HighLight     =   0       'False
            Left          =   120
            TabIndex      =   10
            Top           =   120
            Width         =   3000
         End
      End
   End
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้