สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้ A. Frame ในการวิเคราะห์โครงสร้าง และการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ ETABS

APPLIED 3D STRUCTURE ANALYSIS PROGRAM A.FRAME AND COMPARE WITH ETABS

โดย

ภัทรวรรณ มาลัยศรี รหัส 47010554

ปพ.
ภ373ภ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83252
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2551

b.11916781x
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้ A. Frame ในการวิเคราะห์โครงสร้าง
และการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ ETABS

APPLIED 3D STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM A.FRAME
AND COMPARE WITH ETABS

โดย

ภัทรวรรณ มาลัยศรี รหัส 47010554

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLIED 3D STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM A.FRAME AND COMPARE WITH ETABS

MS.PHATTARAWAN MALAISREE

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PATIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE

BECHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CICIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ **การประยุกต์ใช้ A. Frame ในการวิเคราะห์โครงสร้าง และการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ ETABS (APPLIED 3D STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM A.FRAME AND COMPARE WITH ETABS)**

นักศึกษา	**ภัทรวรรณ มาลัยศรี**	**รหัสนักศึกษา**	**47010554**
หลักสูตร	**วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**	**สาขาวิชา**	**วิศวกรรมโยธา**
ภาควิชา	**วิศวกรรมโยธา**		
อาจารย์ที่ปรึกษา	**สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์**		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.สุพจน์ ศรีนิล	
รศ.ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ	
ผศ.สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์	
ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์	
ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	**การประยุกต์ใช้ A. Frame ในการวิเคราะห์โครงสร้าง และการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ ETABS (APPLIED 3D STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM A.FRAME AND COMPARE WITH ETABS)**
นักศึกษา	**ภัทรวรรณ มาลัยศรี รหัสนักศึกษา 47010554**
ระดับการศึกษา	**วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา**
ภาควิชา	**วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์**
พ.ศ.	**2550**

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์และออกแบบอาคารในปัจจุบันนั้นผู้ออกแบบจะมีการใช้ 3D Structural Analysis Software เพื่อวิเคราะห์หรือตรวจสอบโครงสร้างที่ได้รับการออกแบบแล้วเสมอซึ่ง Programที่ใช้งานเป็น Program จากต่างประเทศที่มีราคาแพง เมื่อเทียบกับ Program A.Frame ที่พัฒนาโดยคนไทย มี function พื้นฐานที่ใช้งานสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารครบถ้วนและมีค่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง (มีค่าความต่างของผลลัพธ์น้อยกว่า ±1.0%) เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับ ETABS ซึ่งเป็น Program วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างสามมิติที่ได้รับการยอมรับเป็นเวลายาวนานกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	**: APPLIED 3D STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM A.FRAME AND COMPARE WITH ETABS**
Name	**: MS.PHATTARAWAN MALAISREE**
Field	**: CIVIL ENGINEERING**
Department	**: CIVIL ENGINEERING**
Faculty	**: ENGINEERING**
Project Advisor	**: ASST.PROF.SOMKIAT KHWANPRUK**

ABSTRACT

At the present, structural designer always use 3D Structural Analysis Software for analyze or double-checking value of designed building Structural. Programs that they use are imported and expensive software. If compare with A.Frame, Thai 3D Structural analysis software that was just launched last year (2007), it have all of basic and necessary function for analyze building structure. The values of analysis are correct (The value difference less then ±1.0%) when compare its result with ETABS's the one that have been well-known and accepted by many designers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะ ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัยที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา ทั้งในด้านวิชาการและแนวคิดอีกทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ คณะกรรมการผู้ตรวจสอบโครงงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณกฤษดา รักษากุล ผู้พัฒนา Program A.Frame

ขอขอบคุณคุณไชยรัตน์ ไหมสกุล ผู้ทดสอบ Program A.Frame และได้ให้คำปรึกษาในการใช้ Program เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณศุภกฤษณ์ หมื่นคิด, คุณปรัชญา ป้อมอาสา, และคุณทศพร ยะสืบ ในการให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณจีระเดช กำลังเกื้อ ในการให้ความช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์ Hardware รวมถึงให้แนวทางในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระบบและProgram คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำโครงงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณวิชญ์ อริยศรีวัฒนา เจ้าของแบบบ้านพักอาศัยสองชั้น

ขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา สำหรับกำลังใจที่มอบให้และความช่วยเหลือด้านต่างๆทำให้ผู้วิจัยทำงานได้อย่างลุล่วง

สุดท้ายนี้คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ๆ ผู้วิจัยขออภัยไว้ ณ ที่นี้

ภัทรวรรณ มาลัยศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ เรื่อง หน้า

ปกใน (ภาษาไทย)----ก
ปกใน (ภาษาอังกฤษ)----ข
หน้าอนุมัติ----ค
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)----ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)----จ
กิตติกรรมประกาศ----ฉ
สารบัญ----ช
สารบัญตาราง----ฌ
สารบัญรูป----ญ

1.

1 บทนำ ----1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน ----1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ----1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน ----2
1.4 วิธีการดำเนินการ ----2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ----2
1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์----3

2. วรรณกรรมปริทัศน์ ----4
2.1 การออกแบบอาคาร [1] [2]----4
2.2 มาตรฐานการออกแบบ [3] ----5
2.3 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง [4]----7
2.4 น้ำหนักบรรทุกใช้งาน [4] [5] [6]----7
2.4 การจำลองโครงสร้างของระบบแผ่นพื้น [7] ---- 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คู่มือการใช้งานของ Program A.Frame ---------- 14
3.1 ขอบเขตและข้อจำกัดของProgram ---------- 14
3.2 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ ---------- 15
3.3 การติดตั้ง Program A.Frame ---------- 15
3.4 ระยะพิกัด ---------- 16
3.5 ส่วนประกอบและวิธีการใช้ Program ---------- 17
3.6 ขั้นตอนการป้อนข้อมูล ---------- 34
3.7 วิเคราะห์ผลการทดลอง ---------- 61
3.8 ภาพแสดงการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ---------- 74

4. การทดลองและผลการทดลอง ---------- 76
4.1 โครงสร้างของคานช่วงเดียว (Simple Beam) และคานต่อเนื่อง (Continuous Beam) ---------- 76
4.2 โครง Truss ---------- 85
4.3 Flat Slab ---------- 92
4.4 Dog Leg Stair ---------- 103
4.6 อาคารพักอาศัยหกชั้น ---------- 145

5. การเปรียบเทียบ Program A.Frame กับ ETABS ---------- 156

6. บทวิจารณ์และสรุป ---------- 165
6.1 บทสรุป ---------- 165
6.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน ---------- 165
6.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข ---------- 166
6.4 แนวทางการพัฒนาต่อ ---------- 167

หนังสืออ้างอิง ---------- 168
บรรณานุกรม ---------- 169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ ชื่อตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1 หน่วยน้ำหนักของวัสดุโดยประมาณ---------- 9
ตารางที่ 2.2 น้ำหนักบรรทุกจรในแนวดิ่งของอาคารประเภทต่างๆ ---------- 10
ตารางที่ 2.3 การลดน้ำหนักจรบนอาคารตามกฎกระทรวงมหาดไทย 2527 ---------- 11
ตารางที่ 4.1 แสดงหน้าตัดของโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง---------- 77
ตารางที่ 4.2 แสดงหน้าตัดของโครง Truss---------- 86
ตารางที่ 4.3 แสดงหน้าตัดของโครงสร้าง Flat Slab ---------- 92
ตารางที่ 4.4 แสดงหน้าตัดของโครงสร้าง Dog Leg Stair ---------- 103
ตารางที่ 4.5 แสดงหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็กของโครงสร้างบ้านสองชั้น ---------- 127
ตารางที่ 4.6 แสดงหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณของโครงสร้างบ้านสองชั้น ---------- 127
ตารางที่ 4.7 แสดงการกระจายแรงจากพื้นเข้าคานชั้นล่าง ---------- 133
ตารางที่ 4.8 แสดงการกระจายแรงจากพื้นเข้าคานชั้นสอง---------- 133
ตารางที่ 4.9 แสดงการกระจายแรงจากโครงสร้างหลังคาเข้าคาน---------- 133
ตารางที่ 4.10 แสดงโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก---------- 145
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบของคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง---------- 156
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบของคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง (ต่อ) ---------- 157
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการเปรียบเทียบของโครง Truss ---------- 158
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Flat Slab ---------- 159
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Flat Slab (ต่อ)---------- 160
ตารางที่ 5.4 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Dog Leg Stair ---------- 161
ตารางที่ 5.5 แสดงผลการเปรียบเทียบของบ้านพักอาศัยสองชั้น---------- 162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ ชื่อรูป หน้า

รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Equivalent Frame ---------- 12
รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Grillage Model ---------- 12
รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Plate Bending---------- 13
รูปที่ 3.1 หน้าต่างการติดตั้งProgram A.Frame ---------- 15
รูปที่ 3.2 พิกัดแสดงตำแหน่งของ Node ตามแนวแกน X, Yและ Z ของProgram A.Frame------ 16
รูปที่ 3.3 หน้าต่างหลักของ Program---------- 18
รูปที่ 3.4 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง File ---------- 18
รูปที่ 3.5 แถบ Menu Page Setup ---------- 19
รูปที่ 3.6 แถบ Menu Print Preview --> Data ---------- 20
รูปที่ 3.7 แถบ Menu Print Preview --> Result ---------- 20
รูปที่ 3.8 แถบ Menu Print Preview --> Graphic ---------- 21
รูปที่ 3.9 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Edit---------- 21
รูปที่ 3.10 แถบ Menu Edit --> Place ---------- 22
รูปที่ 3.11 แถบ Menu Edit --> Remove --> Force---------- 23
รูปที่ 3.12 แถบ Menu Edit --> Remove --> Moment ---------- 23
รูปที่ 3.13 หน้าต่างเลือก Remove เฉพาะ Force หรือ Moment ที่กระทำต่อจุด ---------- 24
รูปที่ 3.14 แถบ Menu Edit --> Change Entity Property ---------- 24
รูปที่ 3.15 แถบ Menu Edit --> Generate ---------- 25
รูปที่ 3.16 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง View---------- 25
รูปที่ 3.17 แถบ Menu View --> Plane---------- 26
รูปที่ 3.18 แถบ Menu View --> Grid---------- 26
รูปที่ 3.19 แถบ Menu View --> Grid --> P-grid ---------- 27
รูปที่ 3.20 ภาพแสดงหน้าต่าง Select Entity on M-Grid---------- 27
รูปที่ 3.21 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Tools ---------- 28
รูปที่ 3.22 แถบ Menu Tools --> Find Entities ---------- 29
รูปที่ 3.23 แถบ Menu Tools --> P-Grid---------- 29
รูปที่ 3.24 แถบ Menu Tools --> M-Grid---------- 30
รูปที่ 3.25 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Execute ---------- 30
รูปที่ 3.26 แถบ Menu Execute --> Result ---------- 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.27 แถบ Menu Execute --> Result --> Selected Member ---- 31
รูปที่ 3.28 แถบ Menu Execute --> Graphic ---- 32
รูปที่ 3.29 หน้าต่างแสดงรายละเอียด Project ---- 35
รูปที่ 3.30 หน้าต่างแสดงหน่วยระบบใช้งาน ---- 36
รูปที่ 3.31 หน้าต่างแสดงการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของ Material ---- 37
รูปที่ 3.32 หน้าต่างแสดงการเปิด-ปิด รายละเอียดต่างๆ ---- 38
รูปที่ 3.33 แสดงการเรียกคำสั่ง Section Property ---- 39
รูปที่ 3.34 แสดงหน้าต่างคำสั่ง Section Property ---- 39
รูปที่ 3.35 แสดงความหมายของแนวแกน Global Axis ---- 41
รูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างความหมายของแนวแกน Local Axis ---- 41
รูปที่ 3.37 แสดง P-Grid ในระนาบ X-Z ที่ ค่าพิกัด Y = 0 ---- 42
รูปที่ 3.38 แสดง P-Grid ในระนาบ X-Y ที่ ค่า พิกัด Z = 0 ---- 42
รูปที่ 3.39 P-Grid ในระนาบ Z-Y ที่ ค่า พิกัด X= 0 ---- 43
รูปที่ 3.40 แสดงวิธีเรียกคำสั่ง P-Grid ---- 43
รูปที่ 3.41 แสดงหน้าต่างที่ใช้ปรับแก้คำสั่ง P-Grid ---- 44
รูปที่ 3.42 แสดงการปรับ P-Grid ขึ้นลงในแกน Y ---- 44
รูปที่ 3.43 แสดง M-Grid Line ที่ตำแหน่ง Y=1.5 ---- 45
รูปที่ 3.44 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน M-Grid ---- 46
รูปที่ 3.45 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน กำหนด Z-Grid ---- 46
รูปที่ 3.46 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน กำหนด Z-Grid ---- 47
รูปที่ 3.47 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid ออกทั้งชุด ---- 48
รูปที่ 3.48 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid เฉพาะเส้นในแกน X ---- 48
รูปที่ 3.49 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid เฉพาะเส้นในแกน Z ---- 49
รูปที่ 3.50 แสดงหน้าต่างป้อนข้อมูล Node ---- 50
รูปที่ 3.51 แสดงการป้อนข้อมูล Node ---- 51
รูปที่ 3.52 แสดงการ Snap Grid ---- 51
รูปที่ 3.53 ภาพแสดง Joint ชนิดต่างๆ ---- 52
รูปที่ 3.54 แสดงหน้าต่างการป้อนข้อมูล Member ---- 53
รูปที่ 3.55 แสดงรูปตัวอย่างการป้อนข้อมูล Rotate Member ---- 53
รูปที่ 3.56 แสดงหน้าต่างการป้อนแรงต่าง ๆที่กระทำต่อ Node ---- 54
รูปที่ 3.57 แสดงตัวอย่างการป้อนค่าการป้อนแรงต่าง ๆที่กระทำต่อ Node ---- 55
รูปที่ 3.58 แสดงตัวอย่างการป้อน Point Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน ---- 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.59 แสดงตัวอย่างการป้อนค่าการป้อน Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน ---------- 57
รูปที่ 3.60 แสดงผลการป้อนค่าการป้อน Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน ---------- 57
รูปที่ 3.61 ตัวอย่างการป้อนค่า Uniform t Load ที่กระจำต่อชิ้นส่วน ---------- 58
รูปที่ 3.62 แสดงหน้าต่างการการป้อนค่าการป้อนข้อมูลMomentกระทำต่อโครงสร้าง ---------- 59
รูปที่ 3.63 ผลการป้อนค่าการป้อนข้อมูล Moment ที่กระจำต่อจุดต่อ ---------- 60
รูปที่ 3.64 ผลการประมวลผลเมื่อโครงสร้างอยู่ในภาวะสมดุล ---------- 61
รูปที่ 3.65 ผลการประมวลผลเมื่อโครงสร้างอยู่ในภาวะไม่สมดุล ---------- 61
รูปที่ 3.66 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตารางNode Displacement ---------- 63
รูปที่ 3.67 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง Member Force ---------- 64
รูปที่ 3.68 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง Reaction ---------- 66
รูปที่ 3.69 แสดงผลลัพธ์เฉพาะบาง Node ---------- 67
รูปที่ 3.70 แสดงผลลัพธ์ค่า Axial Force ---------- 68
รูปที่ 3.71 แสดงผลลัพธ์ค่า Shear Force Z ---------- 69
รูปที่ 3.72 แสดงผลลัพธ์ค่า Moment X ---------- 70
รูปที่ 3.73 แสดงผลลัพธ์ค่า Bending Moment Y ---------- 71
รูปที่ 3.74 แสดงผลลัพธ์ค่า Bending Moment Z ---------- 72
รูปที่ 3.75 แสดงผลลัพธ์ค่า Deflection ---------- 73
รูปที่ 3.76 แสดงภาพแสดงการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ---------- 74
รูปที่ 3.77 แสดง Slider เพื่อกำหนดให้ภาพแสดงค่าเกินจริง ---------- 74
รูปที่ 3.78 ภาพแสดง Bending Moment Z ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ---------- 75
รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 76
รูปที่ 4.2 โครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 78
รูปที่ 4.4 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 79
รูปที่ 4.5 ค่า Bending Moment Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ------- 79
รูปที่ 4.6 ค่า Bending Moment Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง --- 80
รูปที่ 4.7 ค่า Bending Moment Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง --- 80
รูปที่ 4.8 Shear Force Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 81
รูปที่ 4.9 ค่า Shear Force Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 81
รูปที่ 4.10 ค่า Shear Force Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ------- 82
รูปที่ 4.11 ค่า Shear Force Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ------- 82
รูปที่ 4.12 Torsion-X Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 83
รูปที่ 4.13 ค่า Torsion-X Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 ค่า Torsion-X Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 84
รูปที่ 4.15 ค่า Torsion-X Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง ---------- 84
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโครง Truss---------- 85
รูปที่ 4.17 โครงสร้าง Truss พร้อมแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง ---------- 87
รูปที่ 4.18 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Truss เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า---------- 87
รูปที่ 4.19 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Truss ---------- 88
รูปที่ 4.20 ค่า Bending Moment Diagram ในคานโครงสร้าง Truss---------- 88
รูปที่ 4.21 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Truss---------- 89
รูปที่ 4.22 ค่า Shear Force Diagram ในคานโครงสร้าง Truss---------- 89
รูปที่ 4.23 Axial-X Diagram ในโครงสร้าง Truss ---------- 90
รูปที่ 4.24 Axial-X Diagram ในเสาของโครงสร้าง Truss ---------- 90
รูปที่ 4.25 Axial-X Diagram ในโครงสร้าง Truss ---------- 91
รูปที่ 4.26 โครงสร้าง Flat Slab---------- 93
รูปที่ 4.27 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Flat Slab เมื่อใช้ Over Scale 53 เท่า---------- 93
รูปที่ 4.28 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 94
รูปที่ 4.29 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab ---------- 94
รูปที่ 4.30 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 95
รูปที่ 4.31 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 95
รูปที่ 4.32 Bending Moment Diagram ที่เสาในโครงสร้าง Flat Slab---------- 96
รูปที่ 4.33 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 97
รูปที่ 4.34 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 97
รูปที่ 4.35 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 98
รูปที่ 4.36 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 98
รูปที่ 4.37 ค่า Shear Force Diagram ที่เสา (1) ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 99
รูปที่ 4.38 ค่า Shear Force Diagram ที่เสา (2) ในโครงสร้าง Flat Slab---------- 99
รูปที่ 4.39 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab----------100
รูปที่ 4.40 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab----------100
รูปที่ 4.41 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab ----------101
รูปที่ 4.42 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab ----------101
รูปที่ 4.43 ค่า Torsion-X Diagram ที่เสาในโครงสร้าง Flat Slab----------102
รูปที่ 4.44 โครงสร้าง Dog Leg Stair (1) ----------104
รูปที่ 4.45 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (1)104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.46 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (1)105
รูปที่ 4.47 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (1) ----------105
รูปที่ 4.48 โครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------106
รูปที่ 4.49 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (2)107
รูปที่ 4.50 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (2)107
รูปที่ 4.51 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------108
รูปที่ 4.52 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------108
รูปที่ 4.53 ค่า Bending Moment Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)----------109
รูปที่ 4.54 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------109
รูปที่ 4.55 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------110
รูปที่ 4.56 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2) ----------110
รูปที่ 4.57 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair ----------111
รูปที่ 4.60 โครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------112
รูปที่ 4.61 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (3)113
รูปที่ 4.62 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (3)113
รูปที่ 4.63 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------114
รูปที่ 4.64 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------115
รูปที่ 4.65 ค่า Bending Moment Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)----------115
รูปที่ 4.66 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------116
รูปที่ 4.67 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------117
รูปที่ 4.68 ค่า Shear Force Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------117
รูปที่ 4.70 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------119
รูปที่ 4.73 Axial -X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3) ----------121
รูปที่ 4.75 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 1 ----------123
รูปที่ 4.76 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 1)--123
รูปที่ 4.77 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 2 ----------124
รูปที่ 4.78 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 2)--124
รูปที่ 4.79 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 3 ----------125
รูปที่ 4.80 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 3)--125
4.5 บ้านพักอาศัยสองชั้น (เจ้าของคุณวิชญ์ อริยศรีวัฒนา)----------126
รูปที่ 4.81 โครงสร้างพื้นบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ----------128
รูปที่ 4.82 การแอ่นเอนในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ ----------129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.83 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ--------129
รูปที่ 4.84 โครงสร้างพื้น One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1) ----------130
รูปที่ 4.85 การแอ่นเอนในโครงสร้าง One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1)----------130
รูปที่ 4.86 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1)-131
รูปที่ 4.87 โครงสร้างพื้น One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (2) ----------131
รูปที่ 4.88 หน้าต่างเพื่อให้ปิด Program----------132
รูปที่ 4.89 โครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้น----------134
รูปที่ 4.90 โครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้นเมื่อมีการถ่ายแรงจากพื้น----------134
รูปที่ 4.91 การแอ่นเอนในโครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้นเมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า ----------135
รูปที่ 4.92 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น ----------135
รูปที่ 4.93 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นล่าง----------136
รูปที่ 4.94 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นล่าง----------136
รูปที่ 4.95 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นสอง----------137
รูปที่ 4.96 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นสอง (1)----------137
รูปที่ 4.97 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นสอง (2)----------138
รูปที่ 4.98 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นหลังคา----------139
รูปที่ 4.99 ค่า Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นหลังคา----------139
รูปที่ 4.100 Shear Force Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น----------140
รูปที่ 4.101 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นล่าง----------141
รูปที่ 4.102 ค่า Shear Force Diagram ของบ้านพักอาศัยชั้นล่าง----------141
รูปที่ 4.103 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นสอง ----------142
รูปที่ 4.104 ค่า Shear Force Diagram เฉพาะชั้นสอง ----------142
รูปที่ 4.105 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นหลังคา----------143
รูปที่ 4.106 ค่า Shear Force Diagram เฉพาะชั้นหลังคา----------143
รูปที่ 4.107 Torsion-X Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น----------144
รูปที่ 4.108 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น----------144
รูปที่ 4.109 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (ภาพสามมิติ)----------146
รูปที่ 4.110 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Top View)----------147
รูปที่ 4.111 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Front View) ----------147
รูปที่ 4.112 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Right View)----------148
รูปที่ 4.113 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Left View)----------148
รูปที่ 4.114 การแอ่นเอนในโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้นเมื่อใช้ Over Scale 50 เท่า------149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.115 Bending Moment Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น----------149
รูปที่ 4.116 Shear Force Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น ----------150
รูปที่ 4.117 Torsion-X Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น ----------150
รูปที่ 4.118 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได (ภาพสามมิติ) ----------151
รูปที่ 4.119 การแอ่นเอนบันไดในโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้นเมื่อใช้ Over Scale14 เท่า152
รูปที่ 4.120 Bending Moment Diagram ในบันไดโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น ----------153
รูปที่ 4.121 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได Dog Leg (ภาพสามมิติ)--------154
รูปที่ 4.122 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได Dog Leg (ภาพด้านขวา)-------154
รูปที่ 4.123 การแอ่นเอนบันได Dog Leg ในอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้น เมื่อใช้ Over Scale14 เท่า155
รูปที่ 4.124 Bending Moment Diagram ในบันได Dog Leg อาคารพักอาศัยหกชั้น----------155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบโครงสร้างนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อศึกษาความมีเสถียรภาพและความสมดุลของโครงสร้างรวมถึงลักษณะรูปแบบผลกระทบของโครงสร้างอันเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก การวิเคราะห์จากแบบจำลองย่อส่วนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างจริงจะทำให้ทราบค่าต่าง ๆ พร้อมทั้งพฤติกรรมของโครงสร้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์โครงสร้างมีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีการศึกษาและทำความเข้าใจกับกระบวนการจำลองโครงสร้างเพื่อการวิเคราะห์ให้ละเอียด เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีผลกระทบต่อการออกแบบโครงสร้าง เพื่อนำมาซึ่งความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้อาคารนั้น ๆ

การใช้ 3D Structural Analysis Software ที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบอาคารนั้น เริ่มเป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว สามารถตรวจสอบและแก้ค่าการคำนวณต่าง ๆ ได้ง่าย แต่ Software ที่มีความน่าเชื่อถือนั้นเป็น Software นำเข้าจากต่างประเทศมีค่าลิขสิทธิ์และมีราคาค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับ Program A.Frame ที่พัฒนาโดยคนไทย และสามารถวิเคราะห์โครงสร้างสามมิติ (โครงข้อหมุนและโครงข้อแข็ง) มีหลักการวิเคราะห์โดยวิธีMatrix, การแก้ไขข้อมูลมีข้อมูล Function ไม่ซับซ้อนมาก, มีราคาถูกและเหมาะสำหรับผู้เริ่มใช้เบื้องต้น จากเหตุผลดังกล่าว A.Frame จึงเหมาะสมในการจัดทำตัวอย่างการประยุกต์ใช้ให้มีความหลากหลายของรูปแบบโครงสร้าง และควรมีการรณรงค์ให้มีการใช้ Program นี้ พร้อมเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์กับ ETABS ซึ่งเป็น Program สามมิติที่ได้รับการยอมรับเป็นเวลายาวนานกว่า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเป็นการนำเสนอเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการพัฒนาการทำงานทางด้าน 3D Structural Analysis Software ของคนไทยให้มีประสิทธิภาพและทันสมัยยิ่งขึ้น

2. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ Program วิเคราะห์โครงสร้างสามมิติได้

3. นักศึกษาสามารถมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการวิเคราะห์อาคาร โดยใช้ Program A. Frame และ ETABS ได้

4. สามารถจัดทำ User Manual ของ Program A. Frame ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.ใช้กรณีศึกษาอาคารพักอาศัยหรือหอพัก 2 อาคาร

2. ศึกษาการประยุกต์การวิเคราะห์โครงสร้าง (Moment แรงเฉือน การแอ่นเอน) สำหรับโครงสร้างคาน, เสา, บันได Leg Dog, และพื้น Flat slab

1.4 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาข้อมูลของ Program ดังนี้
   -เงื่อนไขและขั้นตอนการติดตั้ง Program A.Frame
   -ขอบเขตและข้อจำกัดการใช้งานของ Program
2. ศึกษา Function ใช้งานหลักของ Program A.Frame จากคู่มือ
3. ศึกษาข้อมูลของทั้งสอง Program ประกอบด้วย
   -การศึกษาวิธีการคำนวณของแต่ละ Program
   -ข้อดี-ข้อเสีย และข้อจำกัดของ Program
   -ทดลองออกแบบอาคาร โดยใช้ทั้งสอง Programโดยใช้ใช้กรณีศึกษาอาคารพักอาศัยหรือหอพัก 2อาคาร และศึกษาการประยุกต์การวิเคราะห์โครงสร้าง (Moment, แรงเฉือน การแอ่นเอน) สำหรับโครงสร้าง บันได Leg Dog, พื้น Flat slab, คาน, และเสา
4. ทำ User Manual ของ A. Frame
5. สรุปความแตกต่างของProgram
6. จัดทำรายงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- มีการนำเสนอเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการพัฒนาด้าน 3D Structural Analysis Software ของคนไทยให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากขึ้น

- สามารถประยุกต์ใช้ Program วิเคราะห์โครงสร้างสามมิติได้

- สามารถมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการออกแบบอาคาร โดยใช้ Program A. Frame และ ETABS ได้

- สามารถจัดทำ User Manual ของ Program A. Frame ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน คือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงงาน บรรยายทฤษฎีทั้งหมดโดยละเอียด

บทที่ 3 กล่าวถึงชิ้นงานของโครงงานนี้ คือคู่มือการใช้งานของ Program A.Frame

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง การหาค่าความน่าเชื่อถือของ Program

บทที่ 5 กล่าวถึงการเปรียบเทียบ Program A.Frame กับ ETABS ผลการทดลองหรือผลการทำงานทั้งหมดการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Program

บทที่ 6 กล่าวถึงบทวิจารณ์และสรุป ซึ่งกล่าวถึงบทสรุปของโครงงานรวมถึงการวิจารณ์สิ่งที่ได้รับจากโครงงาน และข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบอาคาร มาตรฐานการออกแบบรวมถึงค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งาน ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้าง

2.1 การออกแบบอาคาร [1] [2]

การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) ในประเทศไทยในยุคสมัยปัจจุบันต้องเป็นไปตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 และส่วนราชการท้องถิ่นทั่วไปก็ได้นำไปเป็นข้อบัญญัติใช้ทั่วประเทศ ข้อบัญญัติดังกล่าวอ้างอิงจากกำหนดวิธีการออกแบบตามวิธีของ American Concrete Institute (ACI) รวม 2 วิธี คือ

1. วิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design) ในปี พ.ศ. 2515 วิศวกรรมสถานฯได้จัดทำมาตรฐานขึ้นมา เพื่อใช้ในการออกแบบอาคาร คสล. และได้รับความนิยมนำไปพิมพ์จำหน่ายเพิ่มเติมขึ้นอีกกว่า 10 ครั้ง ต่อมาได้มีการปรับปรุง การออกแบบ โดยวิธีหน่วยแรงใช้งานโดยพื้นฐานจากการจัดให้ขนาดขององค์อาคาร และปริมาณของเหล็กเสริมซึ่งเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานแล้ว หน่วยแรงที่เกิดขึ้นต้องไม่เกินค่าที่ยอมให้สำหรับคอนกรีตและเหล็กเสริมโดยมีค่าหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดในวัสดุอยู่ในช่วงยืดหยุ่นและไม่เกินหน่วยแรงที่ยอมให้ของวัสดุนั้น ๆ ตามส่วนปลอดภัยที่กำหนดไว้ตายตัว (Factor of Safety) ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามค่ากำลังอัดของคอนกรีต โดยมีค่าเป็นไปตาม ACI 318-63 (ไม่เกินร้อยละ 45 ของกำลังประลัย) ในกรณีทั่วไป และให้ปรับค่ากำลังอัดลดลง ด้วยตัวคูณ (ß) เท่ากับ 0.85 ในกรณีที่การควบคุมไม่เข้ม ถือว่าเป็นการแนะนำสำหรับการออกแบบที่เหมาะสมกับสภาพของประเทศในตอนนั้นเนื่องจากเทคโนโลยีในด้านการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตและวิธีการก่อสร้างให้ได้คุณภาพยังมีความไม่แน่นอนนัก อีกทั้งยังใช้ความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของการเลือกใช้วัสดุโดยพิจารณาคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของวัสดุเนื่องจากมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะต้องใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ ของวัสดุให้สอดคล้องกับสภาพงาน กำลังอัดประลัยของคอนกรีตเป็นค่าที่วิศวกรคาดหวังถึงคุณภาพงาน (ซึ่งไม่ใช่เฉพาะคอนกรีตเท่านั้น) งานที่น่าเชื่อว่าจะมีคุณภาพต่ำจึงควรกำหนด ค่ากำลังอัดต่ำในการออกแบบเพื่อที่จะได้ขนาดขององค์อาคารโตขึ้นไปชดเชย กับความไม่สม่ำเสมอในคุณภาพของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีกำลังประลัย Ultimate Strength Design เริ่มใช้เมื่อปี ค.ศ. 1917 เป็นต้นมา ACI 318 ได้กำหนดวิธีการออกแบบใหม่ด้วยส่วนปลอดภัยของแรงกระทำหรือน้ำหนักบรรทุกแต่ละประเภท แนวคิดของวิธีการ Ultimate Strength Design จำแนกพิจารณาเป็นสองส่วน ได้แก่

- น้ำหนักบรรทุกออกแบบ (Design Load) ซึ่งปรับสูงขึ้นโดยกำหนดค่าตัวคูณน้ำหนักบรรทุกเพิ่มไว้แยกตามประเภท

- กำลังขององค์อาคารคำนวณจากคุณสมบัติของคอนกรีต และเหล็กเสริมที่กำลังประลัย และกำลังครากตามลำดับ (Ø) ซึ่งให้เป็นไปตามความสำคัญขององค์อาคารและวิธีการทำการก่อสร้าง เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกออกแบบให้สูงขึ้น แต่ลดกำลังขององค์อาคารเพื่อให้สามารถกำหนดอัตราส่วนความปลอดภัยได้อย่างชัดเจน วิศวกรผู้ออกแบบจึงสามารถกำหนดค่าตัวคูณน้ำหนักบรรทุกเพิ่มที่มีค่าสูงกว่าที่แนะนำไว้ได้ หากต้องการความปลอดภัยมากขึ้นหรือกำหนดตัวคูณลดกำลังให้น้อยลงเพื่อให้ได้ขนาดขององค์อาคารที่โตขึ้น ในกรณีที่ไม่มีความมั่นใจในคุณภาพของงานก่อสร้าง

แต่ทั้งนี้งานการออกแบบโครงสร้างอาคารของประเทศไทยกว่าร้อยละ 90 ยังคงได้รับการออกแบบโดยใช้วิธีหน่วยแรงใช้ด้วยเหตุผลสำคัญ 3 ประการ คือ

1. การกำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกออกแบบตามกฎหมายที่สูงเกินไป จึงไม่จูงใจให้ต้องคำนวณออกแบบตามวิธีกำลัง
2. การวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีกำลังสร้างความยุ่งยากมาก เนื่องจากต้องแยกคำนวณน้ำหนักบรรทุกแต่ละประเภท ในขณะที่วิธีหน่วยแรงใช้งานไม่ต้องทำ
3. แบบมาตรฐานที่ใช้อยู่ในส่วนราชการต่าง ๆ เกือบทั้งหมดออกแบบด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

2.2 มาตรฐานการออกแบบ [3]

มาตรฐานการออกแบบเป็นข้อกำหนดที่ควบคุมรายละเอียดสำคัญต่าง ๆ ในการออกแบบและการก่อสร้างจุดประสงค์ของมาตรฐานการออกแบบเพื่อควบคุมให้ได้โครงสร้างที่แข็งแรง ให้ความปลอดภัยต่อสาธารณชน ป้องกันการออกแบบและการก่อสร้างที่ไม่ดีพอมาตรฐานโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด

1.มาตรฐานของการออกแบบโครงสร้าง (Structural Code) ซึ่งร่างขึ้นมาโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อควบคุมการใช้วัสดุให้ถูกต้องและเพื่อวางแนวทางในการออกแบบที่ปลอดภัยสำหรับโครงสร้างชนิดต่าง ๆ ตัวอย่างของมาตรฐานที่สำคัญสำหรับวิศวกรโครงสร้าง ได้แก่

-The American Concrete Institute (ACI) Building Code 318-99 ควบคุมเรื่องการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-The American Institute of Steel Construction Specification (AISC) ควบคุมเรื่องการออกแบบอาคารเหล็กรูปพรรณ

-The American Association of State Highway and Transportation Office (AASHTO) ควบคุมเรื่องการออกแบบ ถนนและสะพานทางหลวง

-The American Railroad Engineering Association (AREA) ควบคุมเรื่องทางและสะพานรถไฟวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

2. กฎหมายก่อสร้างของแต่ละท้องถิ่น (Building Code) ซึ่งจัดทำขึ้นควบคุมการก่อสร้างในท้องถิ่นนั้น ๆ เพื่อคุ้มครองสาธารณชนจากสภาวะแวดล้อมของการก่อสร้างของแต่ละท้องถิ่น ยกตัวอย่าง เช่น ในท้องถิ่นที่มีแผ่นดินไหว, เกิดลมพายุบ่อย ก็จะมีข้อบังคับแตกต่างจากท้องถิ่นอื่น ๆ การออกแบบโดยทั่วไปจะต้องใช้ข้อกำหนดของมาตรฐานการออกแบบควบคู่กับกฎหมายก่อสร้างมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ซึ่งครอบคลุมทุกหัวข้อในการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก มาตรฐานระบุถึงคุณสมบัติของวัสดุ, รายละเอียดในการผสมและการเทคอนกรีต สมมติฐานในการออกแบบมีพื้นฐานมาจากข้อมูลซึ่งเก็บรวบรวมทางสถิติมาเป็นเวลาหลายปี รวมถึงผลในห้องปฏิบัติการและจากประสบการณ์ในการก่อสร้างจริง มาตรฐานแสดงข้อกำหนดต่ำสุดที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างที่แข็งแรงและปลอดภัยในการใช้งาน ผลของการทดลองต่อเนื่องในห้องปฏิบัติการเพิ่มข้อมูลใหม่ ๆ ในพฤติกรรมของคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้มีการปรับปรุงมาตรฐานให้ทันสมัยตลอดเวลา ทุกระยะเวลาหกถึงเจ็ดปีจะมีมาตรฐานปรับปรุงใหม่เผยแพร่ออกมาให้วิศวกรได้ยึดถือเป็นพื้นฐานในการออกแบบ เช่นเดียวกับมาตรฐานในการออกแบบทั่วไป มาตรฐาน ว.ส.ท. อนุญาตให้วิศวกรผู้ออกแบบใช้วิธีนอกเหนือไปจากที่ระบุในมาตรฐาน แต่จะต้องมีการพิสูจน์ด้วยการทดสอบหรือการวิเคราะห์ว่าวิธีดังกล่าวให้โครงสร้างที่ปลอดภัยจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง [4]

การออกแบบโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การออกแบบเบื้องต้น เป็นการหาขนาดเบื้องต้นขององค์อาคารจากน้ำหนักบรรทุกโน้มถ่วงและน้ำหนักบรรทุกจร
2) การตรวจสอบความแข็งแรงและความมั่นคงของโครงสร้าง โดยทั่วไปกำลังที่ใช้คำนวณออกแบบ $\geq$ กำลังที่ต้องการหรือตัวคูณลดกำลัง x กำลังระบุ $\geq$ ตัวคูณเพิ่มน้ำหนักบรรทุก x ผลของน้ำหนักบรรทุกใช้งาน
3) การวิเคราะห์และออกแบบขั้นรายละเอียด จะเป็นส่วนตรวจสอบระยะแอ่นตัวและหน่วยแรงขององค์อาคารทุกตัว ในกรณีที่ใช้ Program Computer ควรจะรวมผลของ Moment ที่เพิ่มขึ้นเนื่องการเคลื่อนตัวในแนวนอน (P-Δ effect) ด้วย

2.4 น้ำหนักบรรทุกใช้งาน [4] [5] [6]

การออกแบบโครงสร้างให้รับน้ำหนักทั้งหมดที่กระทำโดยไม่วิบัติ และต้องไม่แอ่นตัวมากเกินไปภายใต้สภาวะใช้งานเป็นสิ่งสำคัญมากที่วิศวกรจะต้องทราบถึงน้ำหนักบรรทุกทุกชนิดที่กระทำบนโครงสร้างตลอดอายุการใช้งาน ในการออกแบบโดยทั่วไปขนาดขององค์อาคารมักจะถูกกำหนดด้วยน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรกระทำพร้อมกัน แต่ก็ยังสิ่งอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณา เช่น แรงลม, แรงกระแทก, การหดตัวของคอนกรีต, การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, การคืบ, การทรุดของฐานรองรับ, แผ่นดินไหว และอื่นๆ

น้ำหนักบรรทุกซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักของโครงสร้างและองค์ประกอบที่ถาวร เรียกว่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) น้ำหนักบรรทุกคงที่ของคอนกรีตซึ่งมีปริมาณค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักอื่น ๆ เป็นสิ่งที่จะละเลยไม่ได้ในการออกแบบ จะหาน้ำหนักบรรทุกคงที่ได้แน่นอนหลังจากที่รู้ขนาดที่แท้จริงขององค์อาคาร ดังนั้นจะใช้การประมาณน้ำหนักบรรทุกคงที่เพื่อใช้ในการขนาดขององค์อาคารในเบื้องต้น หลังจากทำการวิเคราะห์โครงสร้าง ได้ขนาดหน้าตัดและรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมเรียบร้อย ถ้าน้ำหนักบรรทุกคงที่จริงใกล้เคียงกับค่าที่ประมาณในตอนแรก ก็ถือว่าจบขั้นตอนของการออกแบบ แต่ถ้ามีความแตกต่างกันมาก ก็ต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำโดยใช้น้ำหนักบรรทุกคงที่ใหม่และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) จะถูกกำหนดโดยกฎหมายก่อสร้างของแต่ละท้องถิ่น แทนที่จะต้องเสียเวลาในการหาน้ำหนักเฟอร์นิเจอร์ เครื่องจักร หรือผู้อยู่อาศัยในบริเวณต่าง ๆ ของอาคาร กฎหมายก่อสร้างได้ระบุค่าน้ำหนักบรรทุกจรเป็นน้ำหนักแผ่กระจายซึ่งมีค่าคงที่ สำหรับชนิดการใช้งานต่าง ๆ ของอาคาร น้ำหนักบรรทุกจรมาตรฐานตามกฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 6 ปี 2527 ได้แสดงไว้ในตาราง เมื่อเลือกขนาดขององค์อาคารเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร หรือรวมกันเรียกว่าน้ำหนักตามแนวโน้มถ่วง (Gravity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load) จากนั้นจะต้องวิเคราะห์ผลของแรงลมร่วมกับน้ำหนักตามแนวโน้มถ่วง ในสัดส่วนที่ระบุตามมาตรฐานการออกแบบ โดยทั่วไปในอาคารซึ่งสูงไม่เกิน 16 ถึง 18 ชั้น แรงลมจะไม่มีผลต่อขนาดขององค์อาคารแต่ถ้าสูงกว่านี้แรงลมจะกลายเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะทำให้เกิดแรงมหาศาลในโครงสร้าง ภายใต้สภาวะนี้จะสามารถลดค่าก่อสร้างลงได้ หากเลือกระบบโครงสร้างที่สามารถถ่ายแรงตามแนวราบไปสู่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในท้องถิ่นที่มีแผ่นดินไหว จะต้องวิเคราะห์ผลของแรงจลน์เนื่องการเคลื่อนตัวของผิวโลก แรงจลน์ในโครงสร้างขึ้นกับอยู่มวลของโครงสร้างและความหน่วงกระทำบนโครงสร้างเนื่องจากการเคลื่อนตัวของผิวโลก สำหรับอาคารในบริเวณที่แผ่นดินไหวมีความรุนแรงน้อยถึงปานกลาง มาตรฐาน ACI ได้กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบเพื่อให้โครงสร้างมีความยืดหยุ่นพอที่จะรับแรงกระชากของผิวโลก แต่ในบริเวณที่มีความรุนแรงมากจะต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษ ตามมาตรฐาน ACI องค์อาคารภายใต้แรงตามแนวนอนที่มีขนาดมาก อาจจะเกิดการเปลี่ยนทิศทางของหน่วยแรง บริเวณที่เคยอยู่ภายใต้แรงอัดภายใต้น้ำหนักตามแนวโน้มถ่วง จะกลายเป็นอยู่ภายใต้แรงดึง ดังนั้นในองค์อาคารเหล่านี้จึงต้องมีการเสริมเหล็กทั้งสองด้านในทิศทางรับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ	กก./ตร.ม.	วัสดุ	กก./ตร.ม.
1. วัสดุมุงหลังคา	45	ฝาไม้อัดชิบบอร์ดด้านเดียวรวมเคร่า	12
กระเบื้องซีแพคโมเนีย	15	ฝาไม้อัดชิบบอร์ด 2 ด้านรวมเคร่า	15
กระเบื้องลอนคู่	12	กระเบื้องแผ่นเรียบด้านเดียวรวม	20
กระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก	17	เคร่า	
กระเบื้องลูกฟูกลอนใหญ่	18	กระเบื้องแผ่นเรียบ 2 ด้านรวมเคร่า	30
กระเบื้องราง 0.98 x 5.00	5	6. พื้น	
สังกะสี	5	กระเบื้องรวมวัสดุรองพื้น	48
2. แปไม้	25	พื้นไม้หนา 1" รวมตง	30
3. โครงหลังคา		ปาเก้ไม้สักหนา ½"	10
4. ฝ้า		ปาเก้ไม้แดงหนา ½"	14
เคร่าไม้ @ 0.4 ม.	15	หินขัดหนา 1"	80
เคร่าไม้ @ 0.6 ม.	10		
กระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 มม.	7		ตัน/ลบ.ม.
กระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มม.	11	7. กระจก	2.56
แผ่นแอสเบสทอส	11 – 17	8. คอนกรีต	
5. ผนัง		น้ำหนักปกติ	2.4
อิฐมอญหนา 10 ซม. (ก่อครึ่งแผ่น)	180	มวลเบา	1.85
อิฐมอญหนา 10 ซม. (ก่อเต็มแผ่น)	360	9. เหล็ก	7.85
อิฐมอญหนา 15 ซม.	310	10. ดิน	
อิฐบล็อกหนา 10 ซม.	100	ดินร่วนทั่วไป	1.20
อิฐบล็อกหนา 15 ซม.	150	ดินร่วนอัดแน่น	1.50
อิฐบล็อกหนา 20 ซม.	200	ดินเหนียวแห้ง	1.25
คอนกรีตบล็อกหนา 4"	100 – 150	ดินเหนียวเปียก	1.75
คอนกรีตบล็อกหนา 6"	170 – 180	11. ทราย	
คอนกรีตบล็อกหนา 8"	220 – 240	ทรายแห้ง	1.50
บล็อกแก้วหนา 3"	90	ทรายเปียก	1.85
		ทรายปนกรวด (อัดแน่น)	1.70
		12. หินย่อย	1.50

ตารางที่ 2.1 หน่วยน้ำหนักของวัสดุโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทและส่วนต่างๆของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุก (กก. /ตร.ม.)
1. หลังคา	30
2. กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรม และห้องคนไข้พิเศษของโรงพยาบาล	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน และโรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงาน และธนาคาร	300
7. (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่านหนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดหรือเก็บรถยนต์นั่งหรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และโรงเรียน	400
8. (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุด และหอสมุด	500
9. ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
10. ที่จอดหรือเก็บรถบรรทุกเปล่า	800

ตารางที่ 2.2 น้ำหนักบรรทุกจรในแนวดิ่งของอาคารประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยให้ถือว่าน้ำหนักจรในตารางเป็นน้ำหนักแผ่กระจายคงที่กระทำเต็มพื้นที่ของแผ่นพื้น แต่ในความเป็นจริงแล้วโอกาสที่น้ำหนักบรรทุกจรจะกระทำเต็มพื้นที่ในทุกชั้นของอาคารเป็นไปได้ยาก ดังนั้นกฎกระทรวงจึงยอมให้ลดส่วนของน้ำหนักบรรทุกจรลงได้ ดังนี้

การรับน้ำหนักของพื้น	อัตราการลดน้ำหนักบรรทุกบนพื้นแต่ละชั้นเป็นร้อยละ
หลังคาหรือดาดฟ้าชั้นที่หนึ่งและสองถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	0
ชั้นที่สาม ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	10
ชั้นที่สี่ ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	20
ชั้นที่ห้า ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	30
ชั้นที่หก ถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้า	40
ชั้นที่เจ็ดถัดจากหลังคาหรือดาดฟ้าและชั้นต่อลงไป	50

ตารางที่ 2.3 การลดน้ำหนักจรบนอาคารตามกฎกระทรวงมหาดไทย 2527

สำหรับโรงมหรสพ ห้องประชุม หอประชุม ห้องสมุด หอสมุด พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ คลังสินค้า โรงงานอุตสาหกรรม อาคารจอดรถยนต์หรือเก็บรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ให้คิดน้ำหนักบรรทุกเต็มอัตราทุกชั้น

แต่จะเห็นว่าข้อกำหนดนี้จะมีผลต่อน้ำหนักจรรวมที่ถ่ายลงเสาและฐานรากเท่านั้น ไม่มีผลต่อการออกแบบแผ่นพื้นและคานในแต่ละชั้น ตรงกันข้ามกับข้อกำหนดสากลของ American Society of Civil Engineers ASCE 7-02 ซึ่งระบุให้ลดน้ำหนักบรรทุกจรตามพื้นที่ซึ่งมีอิทธิพลต่อองค์อาคารแต่ละตัว ทำให้สามารถลดน้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้ในการออกแบบคานและแผ่นพื้นในแต่ละชั้นด้วย

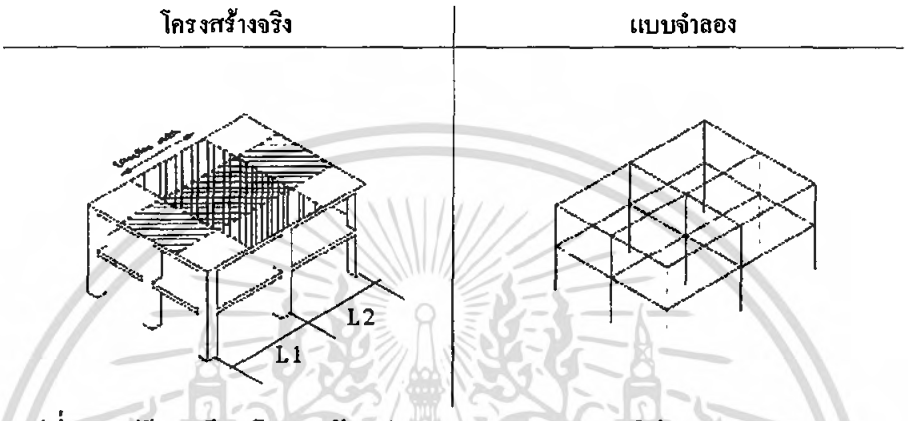
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การจำลองโครงสร้างของระบบแผ่นพื้น [7]

การสร้างแบบจำลองสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) วิธี Equivalent Frame

วิธีดังกล่าวจะแบ่งแผ่นพื้นออกเป็นแถบกว้าง (ระหว่างกึ่งกลางเสาถึงเสา) แล้วถือเสมือนว่าเป็นคานเทียบเท่า

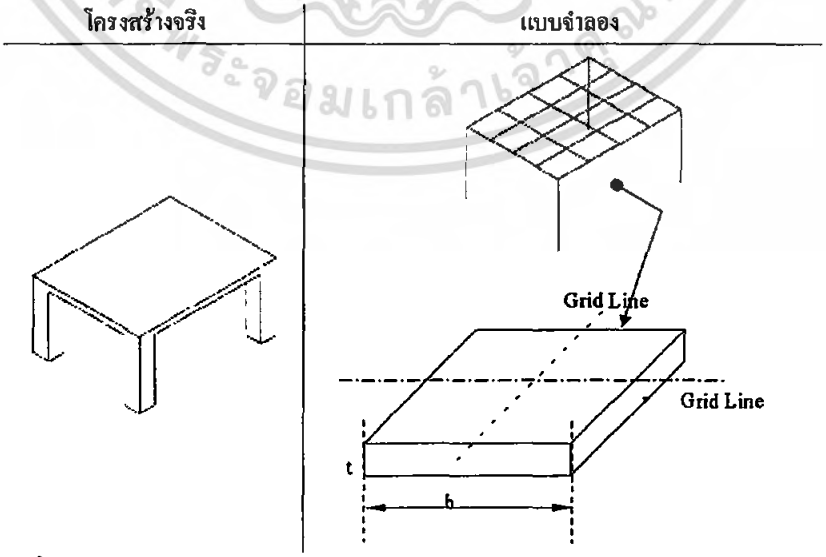


รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Equivalent Frame

หมายเหตุ ขนาดหน้าตัดของ Frame ในส่วนที่เป็นคาน จะมีความลึกเท่ากับความหนาของแผ่นพื้น และความกว้างเท่ากับผลรวมของครึ่งหนึ่งของช่วงเสาทั้ง 2 ด้าน [(1/2)x (L1+L2)]

2) วิธี Grillage Model

วิธีดังกล่าวจะแบ่งแผ่นพื้นออกเป็นแถบกว้าง (ตาราง Grid เช่น 4x4) แล้วถือเสมือนว่าเป็นระบบคาน Grid



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Grillage Model

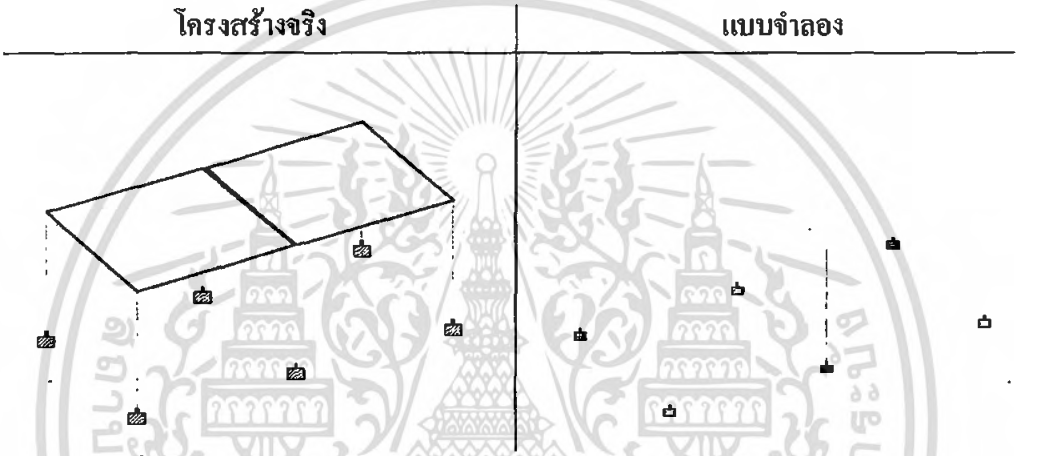
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ 1. ขนาดหน้าตัดของคานจะมีความลึกเท่ากับความหนาของแผ่นพื้น (t) และความกว้าง (b) เท่ากับผลรวมของครึ่งหนึ่งของช่วงเส้น Grid ทั้ง 2 ด้าน [(1/2)x (b1+b2)]

2. ในกรณีของ Ribbed Slab ให้ใช้ความลึกเท่ากับ [(12I)/b]3

3) วิธี Plate Bending And Flat Shell Element

วิธีนี้จะแบ่งแผ่นพื้นออกเป็นระบบร่างแห (Mesh) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดแต่จะทำให้มีจำนวนสมการเพิ่มมากขึ้น (มีจำนวนจุดต่อมากขึ้น ตัวแปรอิสระก็จะเพิ่มขึ้น) การประมวลผลจะใช้เวลามากขึ้นไปด้วย (ขึ้นกับความละเอียดในการสร้างร่างแห)



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบโครงสร้างจริงและแบบจำลองจากวิธี Plate Bending

หมายเหตุ ความละเอียดของร่างแหมาก การแสดงพฤติกรรมก็จะถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่อาจต้องสิ้นเปลืองทั้งหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์และเวลาในการประมวลผลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

คู่มือการใช้งานของ Program A.Frame

การทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีการใช้งาน Program 2 Program ได้แก่ A.Frame และ ETABS แต่ตามขอบเขตของปริญญานิพนธ์จะกล่าวถึงเพียงคู่มือการใช้งาน Program A.Frame เท่านั้น

3.1 ขอบเขตและข้อจำกัดของProgram

โดย Program นี้มีพื้นฐานมาจาก Program EZ Frame ที่ใช้ออกแบบ Frame และ Truss สองมิติ จึงทำให้มีขอบเขตและข้อจำกัดเดียวกัน ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์โครงสร้าง สามารถวิเคราะห์โครงสร้าง Frame ที่กำหนดให้การเคลื่อนที่ของรอยต่อ ได้ไม่เกิน 6 ทิศทาง / node (Degree of Freedom <=6 /Node)
2. จำนวนจุดต่อสูงสุด (Maximum Node) 1,000 Node
3. จำนวนชิ้นส่วนสูงสุด (Maximum Member) 2,000 Member
4. จำนวนแรงกระทำประเภท Point Load ที่กระทำต่อจุดต่อทั้งหมดไม่เกิน 2,000 แรงกระทำ
5. จำนวนแรงกระทำประเภท Moment ที่กระทำต่อจุดต่อทั้งหมดไม่เกิน 2,000 แรงกระทำ
6. จำนวนแรงกระทำประเภท Point Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วนทั้งหมดไม่เกิน 4000 แรงกระทำ
7. จำนวนแรงกระทำประเภท Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วนทั้งหมดไม่เกิน 4000 แรงกระทำ
8. จำนวนแรงกระทำประเภท Moment ที่กระทำต่อชิ้นส่วนทั้งหมดไม่เกิน 4000 แรงกระทำ
9. ปริมาณแรงกระทำประเภท Point Load ที่กระทำต่อจุดต่อสูงสุดไม่เกิน 100,000 Kg หรือ 100,000 KN
10. ปริมาณแรงกระทำประเภท Moment ที่กระทำต่อจุดต่อสูงสุดไม่เกิน100,000 Kg-m หรือ 100,000 KN-m
11. ปริมาณแรงกระทำประเภท Point Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วนสูงสุดไม่เกิน 100,000 Kg หรือ 100,000 KN
12. ปริมาณแรงกระทำประเภท Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วนสูงสุดไม่เกิน 100,00 Kg/m หรือ 100,00 KN/m
13. ปริมาณแรงกระทำประเภท Moment ที่กระทำต่อชิ้นส่วนสูงสุดไม่เกิน 100,000 Kg-mm หรือ 100,000 KN-m
14. กำหนดให้วิเคราะห์โครงสร้างได้ 2 ระบบ (Metric or SI Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบปฏิบัติการที่รองรับ

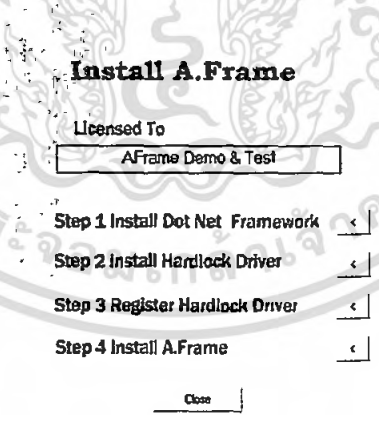
1 ระบบคอมพิวเตอร์ ที่จะทำการใช้งาน A.Frame ได้ควรจะเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows XP SP2 หรือสูงกว่า แต่ถ้าหาก Windows ที่ใช้งานต่ำกว่าจะต้องติดตั้ง Windows Installer 3.0 หรือ 3.1 ก่อนด้วย File Windows Installer-KB893803-v2-x86.exe ซึ่งมีอยู่ในแผ่นติดตั้งProgram A.Frame แล้ว

2 Program A.Frame เป็น Program ที่พัฒนาบน Microsoft Dot net Framework 2.0 ดังนั้นเพื่อที่จะให้ใช้งานProgramได้ จึงต้องติดตั้ง Dot Net Framework ก่อนหากการติดตั้ง Dot Net Framework ไม่สามารถติดตั้งให้สำเร็จได้แสดงว่า Windows เป็น Windows XP ที่ต่ำกว่า SP2 จะต้องติดตั้ง Windows Installer ตามข้อ 1 เสียก่อน และ A.Frame ยังต้องทำงานร่วมกับ Hardlock จึงจำเป็นต้องติดตั้งและลงทะเบียน Hardlock Driver ก่อนติดตั้งProgram A.Frame

3.3 การติดตั้ง Program A.Frame

การติดตั้ง Program A.Frame จึงมีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ

1. ติดตั้ง Microsoft Dot Net Framework
2. ติดตั้ง Hardlock Driver
3. ลงทะเบียน Hardlock Driver เข้าสู่ระบบ
4. ติดตั้งProgram AFrame.exe และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 3.1 หน้าต่างการติดตั้งProgram A.Frame

โดยการติดตั้ง จะต้องดำเนินทีละขั้นตอนให้เสร็จสิ้นก่อนจึงจะทำงานในลำดับต่อไปโดยแต่ละขั้นตอนจะปรากฏกรอบข้อความโต้ตอบในระหว่างการติดตั้งหรือเมื่อการติดตั้งในขั้นตอนนั้นแล้วเสร็จ

ข้อสังเกต ขั้นตอนที่ 1 การติดตั้ง Microsoft Dot Net Frame จะใช้เวลาค่อนข้างนาน

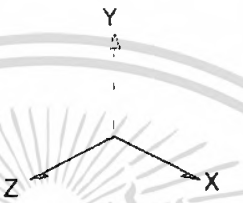
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระยะพิกัด

ระยะพิกัดต่างที่ใช้ใน Program ทั้งในระบบ SI และ Metric หากไม่แสดงเป็นอย่างอื่นจะเป็นดังนี้

1. พิกัดของ Node จะเป็นระยะที่มีหน่วยเป็น **เมตร** ทั้งในระบบ SI และMetric

2. พิกัดแสดงตำแหน่งของ Node จะอยู่ในรูป Co-Ordinate ตามแนวแกน X, Y และ Z โดยที่ X และ Z เป็นระยะตามแนวราบ Y เป็นระยะตามแนวดิ่ง (รูปใน Program จะไม่มีอักษรกำกับ)



รูปที่ 3.2 พิกัดแสดงตำแหน่งของ Node ตามแนวแกน X, Yและ Z ของProgram A.Frame

3. ระยะการเคลื่อนตัว ของ Node จะมีหน่วยเป็น **ซม. (cm)** ไปตามแนวแกน X-Y-Z ตามข้อ 2

4. ระยะการเคลื่อนตัวแบบหมุนของจุดต่อ Nodal Rotation มีหน่วยเป็น **เรเดียน (Rad)**

5. พื้นที่หน้าตัดของ Member จะต้องมีหน่วยเป็น **ตร.ซม. (cm^2)**

6. แรงกระทำต่อจุดต่อ จะกำหนดทิศทางด้วยมุมในแนวระนาบ (Horizontal Angle หรือ ระนาบ XZ) และมุมในแนวดิ่ง (Vertical Angle) ในระบบพิกัด Global Coordinate หน่วยของมุมของแรงกระทำที่กระทำต่อจุดต่อจะเป็น **องศา (Degree)**

6.1 Horizontal Angle จะเริ่มต้นจากแกน X หมุนมาทางแกน Z เป็นค่าบวก

6.2 Vertical Angle จะเริ่มต้นจากมุมในระนาบ Horizontal มุมเงยเป็นค่าบวก และมุมกดลงเป็นค่าลบ

7. แรงกระทำต่อ Member จะกำหนดทิศทางด้วย มุมในแนวระนาบ (Horizontals Angle หรือ ระนาบ XZ) และมุมในแนวดิ่ง (Vertical Angle) ในระบบพิกัด Global Coordinate และ Local Coordinate หน่วยของมุมของแรงกระทำที่กระทำต่อจุดต่อจะเป็น **องศา (Degree)**

7.1 Horizontal Angle จะเริ่มต้นจากแกน X หมุนมาทาง แกน Z เป็นค่าบวก

7.2 Vertical Angle จะเริ่มต้นจากมุมในระนาบ Horizontal มุมเงยเป็นค่าบวก และมุมกดลงเป็นค่าลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

8. Momentกระทำต่อ Node จะมี 3 ชนิด คือ MX (Moment ที่มีทิศทางการหมุน รอบ แกน X), MY (Moment ที่มีทิศทางการหมุนรอบแกน Y) และMZ (Moment ที่มีทิศทางการหมุนรอบแกนZ) ในระบบ Global Coordinate มีทิศทาง ตามกฎมือขวา (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เป็นบวก)

9. Moment กระทำต่อ Member อยู่ในระบบ Global Coordinate หรือระบบ Local Coordinate มีทิศทางตามกฎมือขวา (ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก) จะมี 3 ชนิด คือ

- MX (Moment ที่มีทิศทางการหมุน รอบ แกน X)
- MY (Moment ที่มีทิศทางการหมุน รอบ แกน Y)
- MZ (Moment ที่มีทิศทางการหมุน รอบ แกน Z)

10. ทิศทางของแรงลัพธ์จะมีค่าเป็น + เมื่อมีทิศทางไปตามแนวแกน X หรือ Y หรือ Z ในทางกลับกันจะมีค่าเป็น -

11. ทิศทางของแรงลัพธ์ประเภท Moment จะเป็นไปตามข้อ 8 จะมีค่าเป็น + เมื่อมีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในทางกลับกันจะมีค่าเป็น -

12. ระยะการโก่งตัวของชิ้นส่วนจะมีหน่วยเป็น ซม. (cm) ไปตามแนวแกน Z, Y ในระบบ Local Coordinate ของชิ้นส่วนนั้นๆ

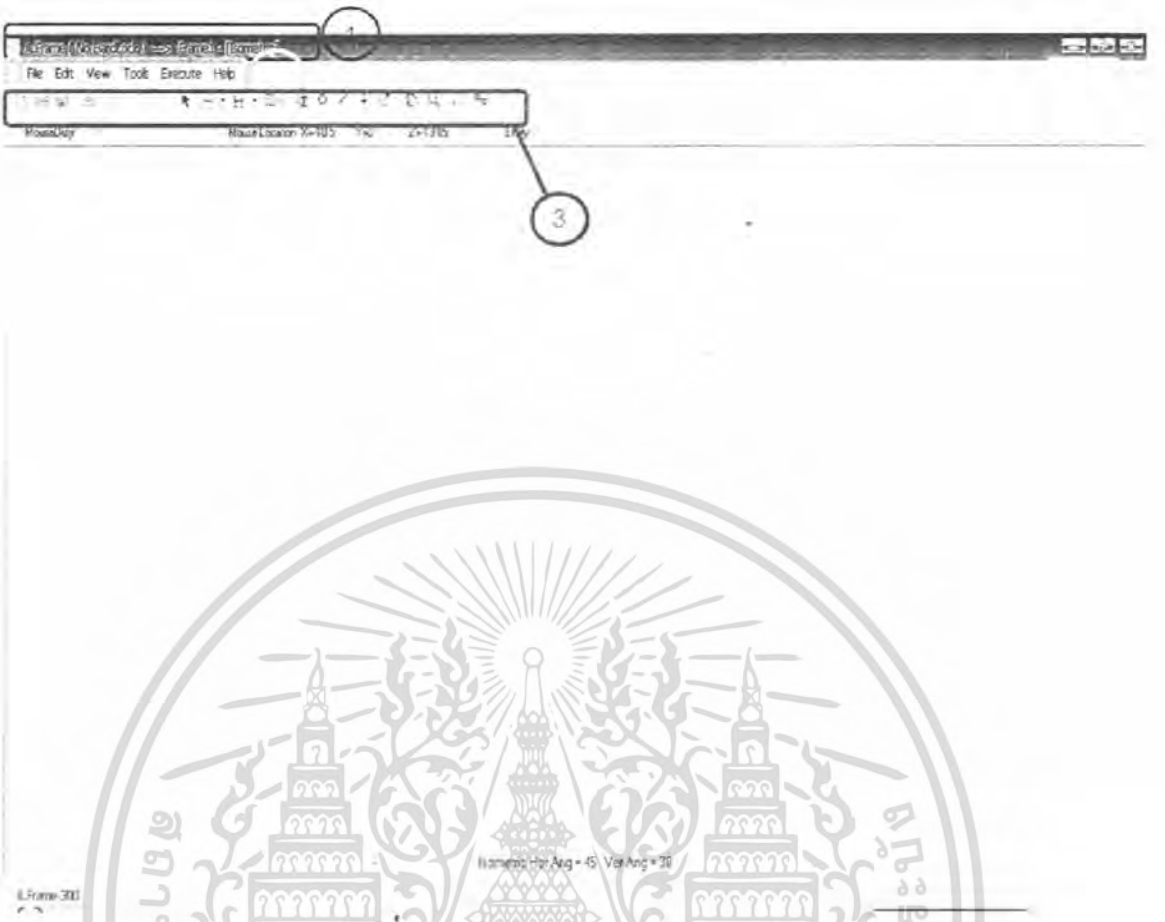
3.5 ส่วนประกอบและวิธีการใช้ Program

Program A.Frame มีลักษณะเช่นเดียวกับ Program หรือ Software ที่พัฒนาเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Widows ลักษณะการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ทั้งในกลุ่มของคำสั่ง และลักษณะปุ่มคำสั่งลัดที่ปรากฏบน Toolbar รวมทั้งคำสั่งที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานได้จะมีเท่าที่จำเป็น เพื่อมิให้ผู้ใช้เกิดความสับสนในการใช้งาน Program กลุ่มคำสั่งต่าง ๆ ของ A.Frame

เมื่อเปิด Program จะปรากฏหน้าต่างดังนี้

83252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 หน้าต่างหลักของ Program

ส่วนที่ 1 ชื่อ Program เป็นส่วนที่บอกถึง

- ชื่อ Program (A.Frame)
- สถานะของ Hard lock
- ชื่อของแผนงานและสถานที่เก็บ File ข้อมูล
- ระบบ,หน่วยที่ใช้

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย

- กลุ่มคำสั่ง File ประกอบด้วย

รูปที่ 3.4 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

New เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้าง, และเปิดงาน Program ใหม่หรือใช้สำหรับการสร้างงานวิเคราะห์โครงสร้างใหม่ โดย Program จะลบข้อมูลโครงสร้างเดิมที่อยู่ภายในหน่วย ความจำออกหมดเพื่อรอรับการป้อนข้อมูลใหม่

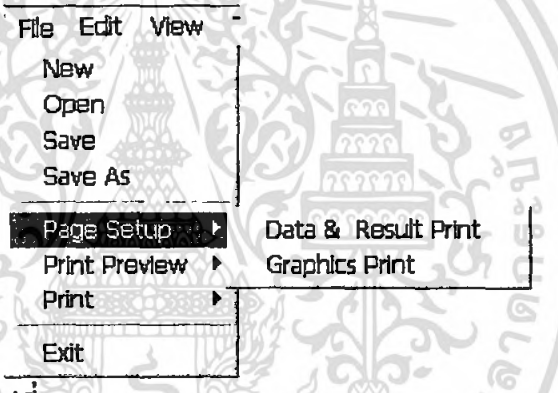
Open เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปิดแผนงานเก่าที่ได้บันทึกไว้แล้ว

Save เป็นคำสั่งสำหรับการบันทึก file ข้อมูลที่สร้างไว้บน Program (ด้วยชื่อเดิม)

Save As เป็นคำสั่งสำหรับบันทึก File ข้อมูลโครงสร้างข้อมูลด้วยชื่อใหม่ Program จะบันทึกเป็นชื่อใหม่ที่ไม่ทับข้อมูลเดิม ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการบันทึกลงในชื่อ File Name อื่นนอกเหนือไปจากชื่อ File name เดิม

Page Setup เป็นการตั้งค่าหน้ากระดาษพิมพ์รวมถึงลักษณะการพิมพ์ ประกอบด้วย

- Data & Result Print
- Graphics Print

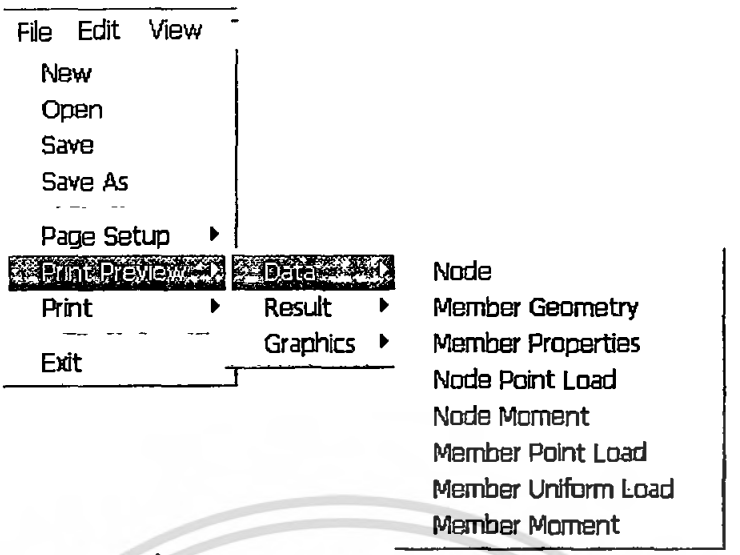


รูปที่ 3.5 แถบ Menu Page Setup

Print preview เป็นการดูตัวอย่างก่อนพิมพ์ ประกอบด้วย

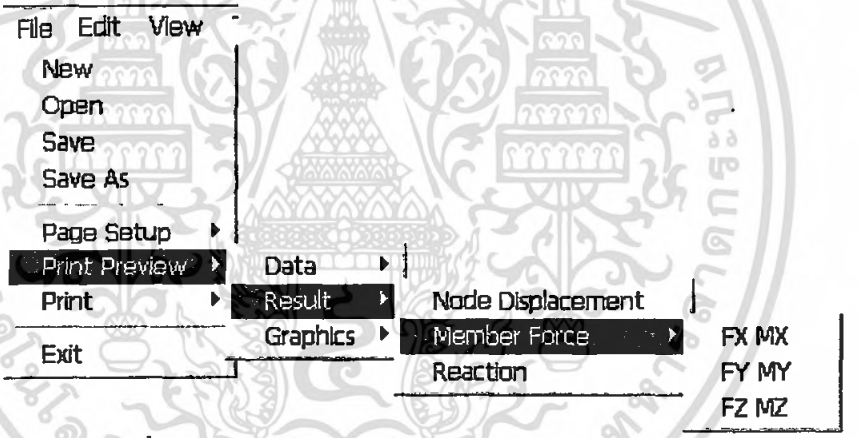
- Data ประกอบด้วยข้อมูลของ Node, Member Geometry, Member Properties, Node Point Load, Node Moment, Member Point Load, Member Uniform Load, Member Moment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดง Menu Print Preview --> Data

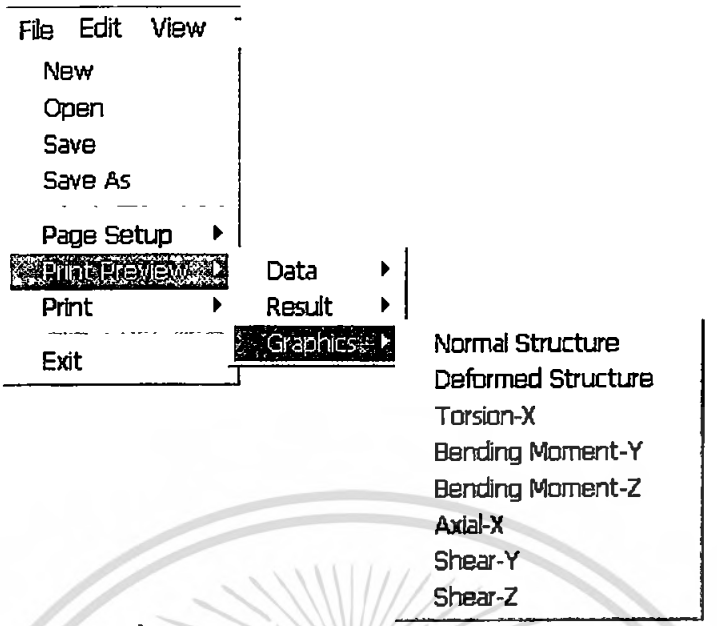
- Result ประกอบด้วย Node Displacement, Member Force, Reaction



รูปที่ 3.7 แสดง Menu Print Preview --> Result

- Graphics ประกอบด้วยภาพของ Normal Structure, Deformed Structure, Torsion-X, Bending Moment-Y, Bending Moment-Z, Axial-X, Shear-Y, Shear-Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

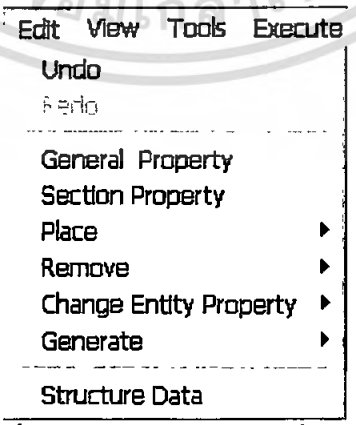


รูปที่ 3.8 แถบ Menu Print Preview --> Graphic

Print เป็นคำสั่งที่ให้ Program พิมพ์ ตารางข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์และ Graphic ของโครงสร้าง โดยสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์หรือพิมพ์เป็นเอกสารที่มีนามสกุล .pdf ก็ได้ ซึ่งแถบ Menu จะประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้แสดงใน Print Preview แล้ว

Exit เป็นคำสั่งให้ปิด Program A.Frame เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งาน (แต่ถ้าหากยังไม่ได้ทำการ Save ข้อมูลก่อนปิด Program จะขึ้นหน้าต่างถามยืนยันก่อน)

- กลุ่มคำสั่ง Edit เป็นกลุ่มคำสั่งในการจัดการกับการป้อนข้อมูล และแก้ไขข้อมูล ซึ่งลักษณะการป้อนข้อมูลของคำสั่งต่าง ๆ จะเป็นการป้อนข้อมูลโดยอาศัย Mouse เป็นหลัก ซึ่งจะประกอบด้วยคำสั่งย่อย ดังนี้



รูปที่ 3.9 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Undo คือ การถอยหลังการป้อนข้อมูลต่างๆ ของโครงสร้างกลับไป 1 ครั้ง

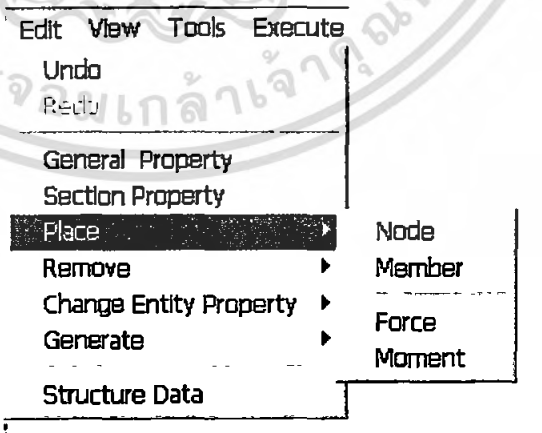
Redo คือ การเดินหน้าป้อนข้อมูลต่างๆ ของโครงสร้าง 1 ครั้ง กรณีที่มีการ Undo มาบ้างแล้ว

General Property เป็นคำสั่งที่เรียก Property Form เพื่อผู้ใช้กำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของงานวิเคราะห์ซึ่งเป็นความจำเป็นสำหรับผู้ใช้ที่จะควรเรียกคำสั่ง Properties เป็นคำสั่งแรกสำหรับการทำงาน เนื่องจากจะต้องตั้งค่าระบบที่ใช้งานก่อน (ระบบ SI หรือ Metric)

Section Property เป็นการเรียกหน้าต่างคุณสมบัติหน้าตัดเพื่อการป้อนข้อมูล ลบข้อมูล หรือแก้ไขข้อมูลหน้าตัด (ในที่นี้หากยังไม่ได้ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งาน Program จะมีหน้าต่างย้ำการ Default ระบบหน่วยที่ใช้งานให้เป็นระบบ Metric)

Place เป็นคำสั่งสำหรับการป้อนข้อมูลในลักษณะการวางส่วนประกอบของโครงสร้าง มาประกอบเป็นภาพโครงสร้าง ด้วยการวางองค์ประกอบแต่ละชนิดที่ได้กำหนดไว้ลงบนพื้นที่ทำงานของ Program (Working Area) ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่มีระยะพิกัดเป็นนัยสำคัญ เมื่อผู้ใช้งานวางชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างเสร็จ ก็มีความหมายว่าการป้อนข้อมูลแล้วเสร็จด้วย ประกอบด้วย

- Node เป็นคำสั่งย่อยเพื่อวางจุดเชื่อมต่อซึ่งมีอยู่ 5 ชนิด (Pin, Rigid Joint, Pin Support, Rigid Joint Support, Roller Support)
- Member เป็นคำสั่งย่อย เพื่อวาง Member
- Force เป็นคำสั่งย่อยเพื่อวางแรงกระทำที่จุดต่อแล ชิ้นส่วน (Node PL, Member PL และ Member UL) โดยจะต้องกำหนดทิศทางที่แรงมากระทำด้วย
- Moment เป็นคำสั่งย่อยเพื่อวางแรงคู่ควบ Moment ที่จุดต่อ (Node MM, Member MM)

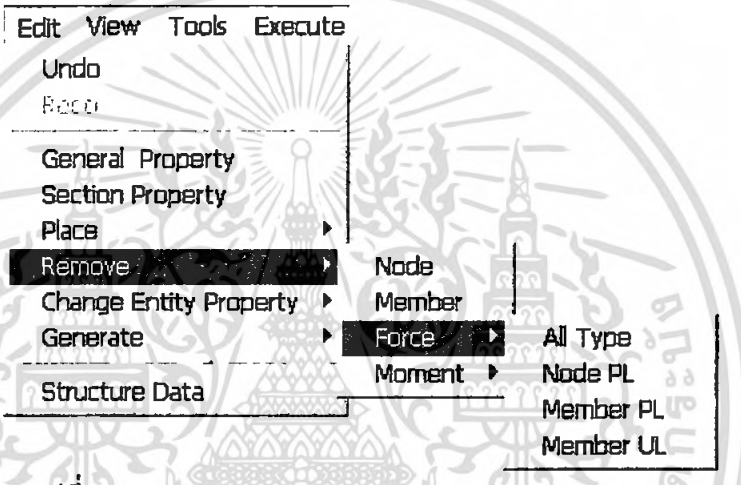


รูปที่ 3.10 แถบ Menu Edit –> Place

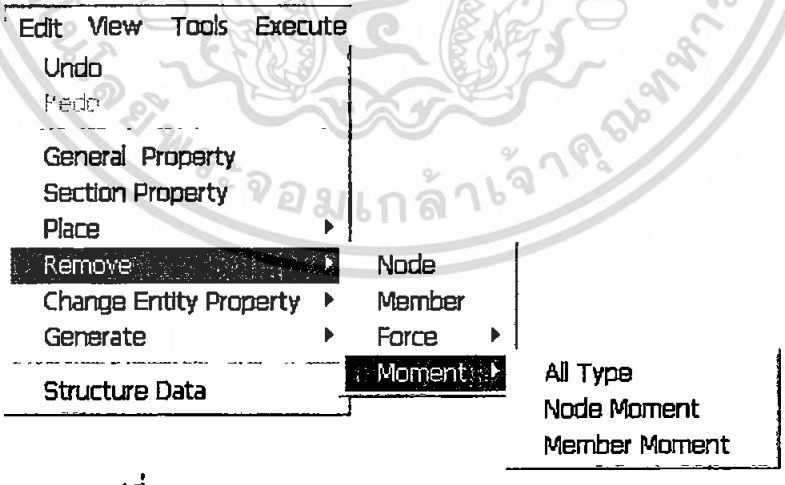
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remove เป็นคำสั่งสำหรับการลบข้อมูล (Entity) ซึ่งจะเป็นคำสั่งที่ตรงข้ามกับคำสั่ง Place ประกอบด้วย

- Node เป็นคำสั่งย่อย เพื่อลบข้อมูล Node
- Member เป็นคำสั่งย่อย เพื่อลบข้อมูล Member
- Force เป็นคำสั่งย่อย เพื่อลบข้อมูลแรงกระทำที่จุดต่อ และชิ้นส่วน (Node PL, Member PL และ Member UL)
- Moment เป็นคำสั่งย่อย เพื่อลบข้อมูลแรงคู่ควบMoment ที่จุดต่อ (Node MM, Member MM)



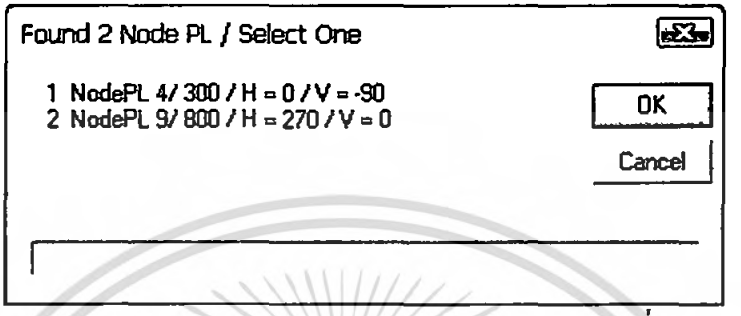
รูปที่ 3.11 แสดง Menu Edit –> Remove –> Force



รูปที่ 3.12 แสดง Menu Edit –> Remove –> Moment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

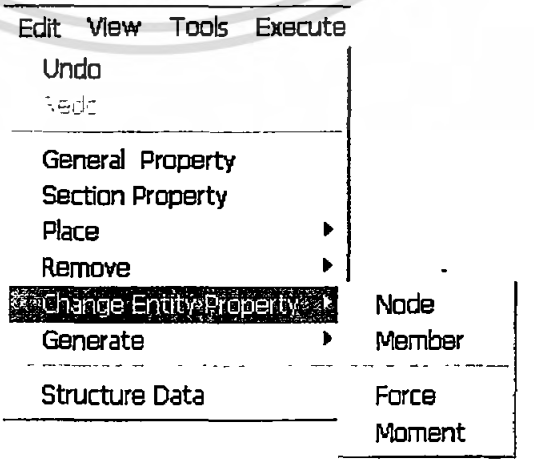
หากเลือก Remove เฉพาะ Force หรือ Moment ที่กระทำต่อจุด โดยที่ Model โครงสร้างมี Force หรือ Moment ชนิดนั้น ๆ มากกว่า 1 แรงกระทำต่อจุด Program จะมีหน้าต่างยืนยันการ Remove โดยให้ผู้ใช้งานกดค่าหมายเลข Force หรือ Moment เท่านั้น เช่น ในกรณีนี้หากต้องการ Remove Point Load 800 kg ทิศ Horizontal 270 degree Vertical 0 degree ให้กด 1 แล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 3.13 หน้าต่างเลือก Remove เฉพาะ Force หรือ Moment ที่กระทำต่อจุด

Change Entity Property เป็นคำสั่งเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ของ Node และ Member ประกอบด้วย

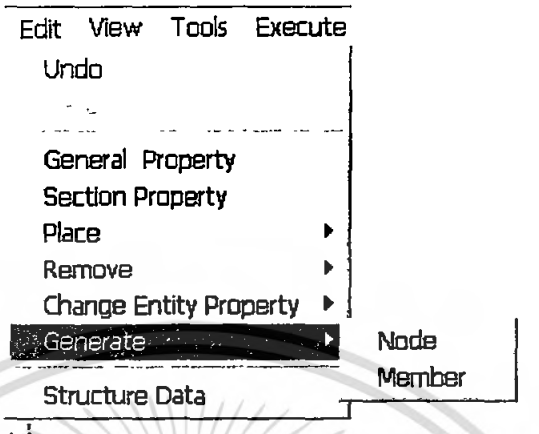
- Node เป็นคำสั่งย่อยเพื่อแก้ไขข้อมูลของ Node ที่ได้สร้างไว้แล้ว เช่น เปลี่ยนรูปแบบจาก Pin Support เป็น Pin Support
- Member เป็นคำสั่งย่อยเพื่อแก้ไขข้อมูลของ Member เช่น การเพิ่มคุณสมบัติการ Begin หรือ End with Hinge, การเปลี่ยนแปลงหน้าตัด
- Force เป็นคำสั่งย่อยเพื่อแก้ไขข้อมูลแรงกระทำที่จุดต่อ และชิ้นส่วน (Node PL, Member PL และ Member UL)
- Moment เป็นคำสั่งย่อยเพื่อแก้ไขข้อมูลแรงคู่ควบ Moment ที่จุดต่อ (Node MM, Member MM)



รูปที่ 3.14 แถบ Menu Edit --> Change Entity Property

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

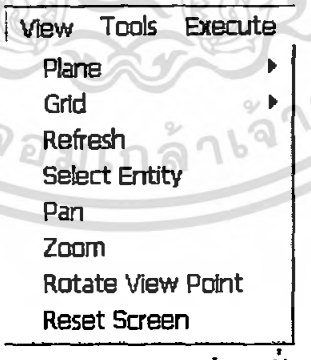
Generate เป็นคำสั่งที่มีเพื่อการสร้าง Node หรือ Member ในปริมาณมากและเป็นชนิดของ Node หรือ Section Properties เดียวกัน



รูปที่ 3.15 แถบ Menu Edit --> Generate

Structure Data เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขข้อมูลที่สามารถมองเห็นข้อมูลในลักษณะเป็นตารางทุกชนิดของข้อมูล (Node, Member, Node PL, Node Moment, Member PL, Member UL, Member Moment) ตารางข้อมูลโครงสร้างทั้งหมดจะแสดงอยู่ในหน้าต่างเดียวกัน แต่ข้อมูลแต่ละประเภทจะอยู่คนละ Tap Page และสามารถแก้ไขข้อมูลได้อีกด้วย

- กลุ่มคำสั่ง View เป็นกลุ่มคำสั่งที่แสดงภาพต่างๆที่เกี่ยวข้องใน Program (ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นภาพของโครงสร้าง) มาแสดง ประกอบด้วยคำสั่งย่อย ดังนี้



รูปที่ 3.16 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plane เป็นคำสั่งเพื่อปรับมุมมองการแสดงภาพ ซึ่งมีอยู่ 6 มุมมองคือ

-Isometric เป็นมุมมอง 3 มิติของโครงสร้าง

-Front Elevation แสดงภาพด้านหน้าของโครงสร้าง

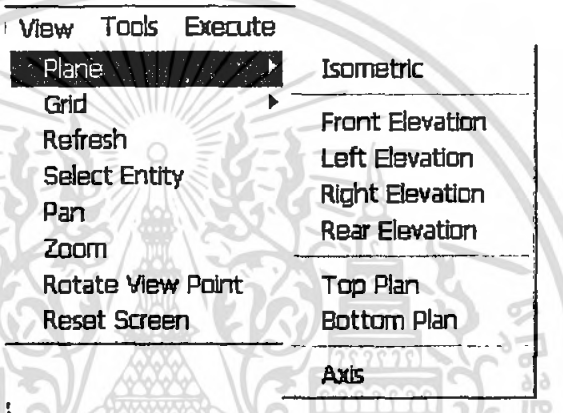
-Left Elevation แสดงภาพด้านซ้ายของโครงสร้าง

-Right Elevation แสดงภาพด้านขวาของโครงสร้าง

-Rear Elevation แสดงภาพด้านหลังของโครงสร้าง

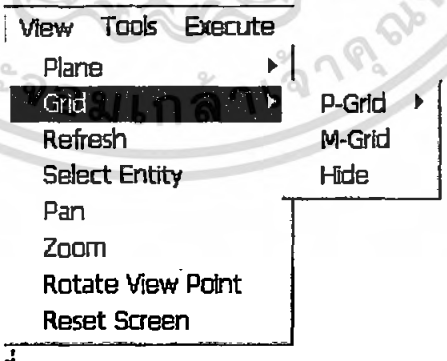
-Top Plan แสดงภาพด้านบนโครงสร้าง

-Bottom Plane แสดงภาพด้านใต้โครงสร้าง



รูปที่ 3.17 แสดง Menu View –> Plane

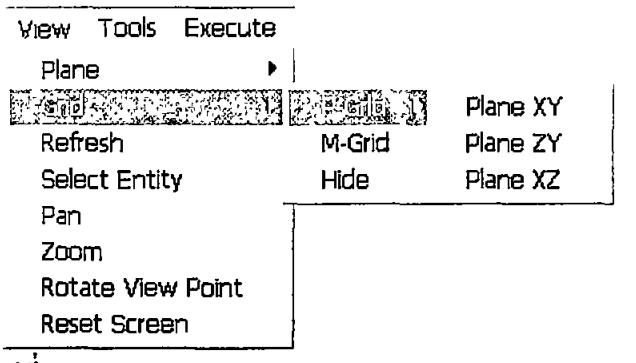
Grid เป็นคำสั่งเพื่อเรียก Grid ขึ้นมาแสดงเพื่อช่วยในการป้อนข้อมูล Node มี 3 คำสั่งย่อย คือ



รูปที่ 3.18 แสดง Menu View –> Grid

-P-Grid เป็นคำสั่งเรียก P-Grid ขึ้นมาแสดง มีคำสั่งย่อยอีก 3 คำสั่งคือ Plane XY, Plane ZY, Plane XZ เพื่อ ให้ P-grid แสดงในระนาบ XY, ZY และ XZ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



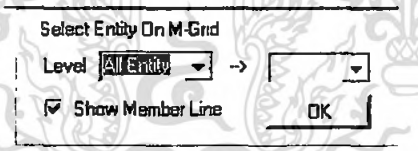
รูปที่ 3.19 แถบ Menu View --> Grid --> P-grid

-M-Grid เป็นคำสั่งเรียก M-Grid ขึ้นมาแสดง สามารถเรียกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับ M-Grid ด้วยการ Click ปุ่มขวาของ Mouse

-Hide Grid เป็นคำสั่งเพื่อซ่อนการแสดง Grid ทั้งหมด แต่ Program จะสร้างเครื่องหมายกากบาทสีแดงเล็ก ๆ บนแกน Y เพื่อเป็นตัวแทนของ M-Grid ที่ได้สร้างไว้ที่ความสูงต่าง ๆ

Refresh เป็นคำสั่งเพื่อ Clear หน้าจอภาพและสร้างภาพโครงสร้างขึ้นมาใหม่

Select Entity เป็นการกำหนดให้แสดงภาพที่ระดับ M-Gird เพียงระดับเดียว เมื่อเรียกคำสั่งนี้แล้วจะปรากฏกรอบข้อความเพื่อให้เลือกระดับการแสดง ภาพขององค์ประกอบโครงสร้างเฉพาะในระดับของ M-Grid ใด หรือถ้าต้องการให้แสดงภาพทั้งหมดให้เลือก All Entity



รูปที่ 3.20 ภาพแสดงหน้าต่าง Select Entity on M-Grid

หากไม่ต้องการให้ Program แสดง Member Line ของความสูงที่ค่า Level อื่นให้ Click เครื่องหมายถูกใน Show Member Line ออก

Pan เป็นคำสั่งเพื่อเลื่อนภาพไปมาในลักษณะ Real Time เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วผู้ใช้สามารถเลื่อน Mouse ไปบนจอภาพ ณ ตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่มซ้ายของ Mouse ค้างไว้ แล้วเลื่อน Mouse ไปยังตำแหน่งที่มองเห็นภาพได้ตามต้องการ (ภาพจะเคลื่อนไปตามการลาก Mouse) จึงปล่อยปุ่มซ้ายของ Mouse

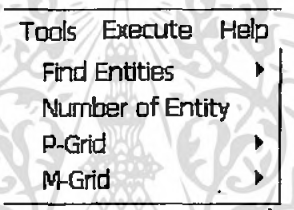
Zoom เป็นคำสั่งเพื่อใช้ย่อหรือขยายภาพโครงสร้างประกอบด้วยคำสั่งย่อยอีก ในลักษณะการตอบสนองทันที (Real Time) โดยที่ผู้ใช้สามารถ เลื่อน Mouse ไปบริเวณกลางจอภาพ กดปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ายค้างไว้ แล้วเลื่อน Mouse ขึ้นด้านบน ภาพโครงสร้างจะขยายใหญ่ขึ้น ถ้ากดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อน Mouse ลงด้านล่างภาพโครงสร้างจะเล็กลง

Rotate View Point เป็นคำสั่งเพื่อหมุนภาพโครงสร้างในลักษณะ Real Time การหมุนภาพซึ่งก็คือการเปลี่ยนมุมมองของภาพ ในลักษณะที่ผู้มองภาพเดินรอบโครงสร้างในแนวราบหรือเคลื่อนที่ตัวขึ้นลงในแนวดิ่ง ดังนั้นมุมมองภาพจึงเป็นการเปลี่ยนมุมของผู้สังเกตเพื่อให้ง่ายต่อการวาง Member หรือ Node ในกรณีที่โครงสร้างซ้อนทับกัน การหมุนภาพทำได้ด้วยการเคลื่อนที่ Mouse ไปบริเวณกลางภาพโครงสร้าง แล้วกดปุ่มซ้ายของ Mouse ค้างไว้แล้วลาก Mouse ไปในทิศทางขึ้นลงเพื่อปรับมุมมองในแนวดิ่ง การลาก Mouse ไปในทิศทางซ้ายขวาคือการปรับมุมมองในแนวระดับ ซึ่งจะแสดงอยู่ที่ด้านล่างของจอภาพ

- กลุ่มคำสั่ง Tools เป็นกลุ่มคำสั่งที่เรียกเครื่องมือหรือตัวช่วยเหลือต่าง ๆ ประกอบด้วย



รูปที่ 3.21 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Tools

Find Entities เป็นคำสั่งเพื่อหารายละเอียดต่างขององค์ประกอบโครงสร้างโดยการเลือกคำสั่งย่อยแล้วเคลื่อนที่ Mouse ไปชี้ตรงองค์ประกอบของ โครงสร้างนั้น Program จะแสดงรายละเอียดของโครงสร้างมาที่กรอบข้อความด้านล่างของจอภาพ ประกอบด้วย

-Node เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Node

-Member เพื่อหาข้อมูล เกี่ยวกับ Member เช่น Section Name ที่ใช้

-Node PL เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Node Point Load

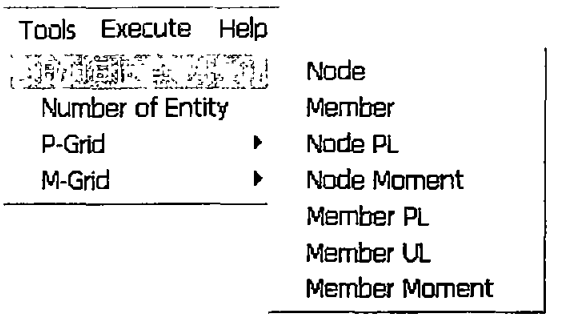
-Node Moment เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Node Moment

-Member PL เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Member Point Load

-Member UL เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Member Uniform Load

-Member Moment เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ Member Moment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



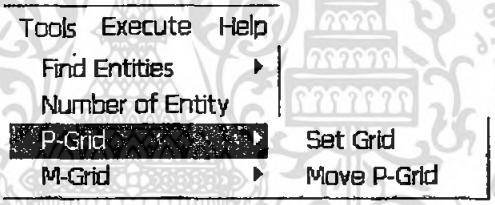
รูปที่ 3.22 แถบ Menu Tools --> Find Entities

Number of Entity เป็นคำสั่งเพื่อดูค่าจำนวนของ Grid Line, Node, Member, Force, และ Moment ที่ได้ใส่ในพื้นที่ทำงาน

P-Grid เป็นคำสั่งสำหรับปรับการแสดงภาพ P-Grid มีคำสั่งย่อยคือ

-Set Grid คือการตั้งค่า P-Grid ซึ่งสามารถตั้งให้ P Grid เริ่มต้นแสดง เส้นGrid และสิ้นสุดการแสดงเส้นGrid และช่องห่างของ Grid ในแต่ละระนาบของ P-Gird

-Move P-Grid คือการเรียกคำสั่งเพื่อเลื่อน P-Grid



รูปที่ 3.23 แถบ Menu Tools --> P-Grid

M-Grid เป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ M-Grid มี 4 คำสั่งย่อยคือ

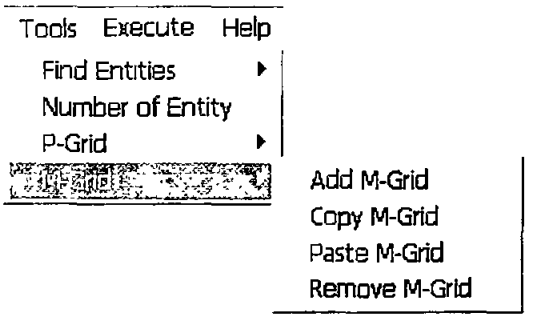
-Add คำสั่งเพื่อเพิ่ม M-Grid ที่ค่า X, Y, และ Z ใด ๆ

-Copy คำสั่งเพื่อคัดลอกค่าต่างๆ ของ M-Grid เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับ ไปสร้าง M-Grid ในระนาบอื่นๆ

-Paste คำสั่งเพื่อวาง M-Grid ที่ได้ Copy ไว้ Program จะขึ้นหน้าต่างถามถึงความสูงตามแนวแกน Y ที่ต้องการให้ Paste

-Remove คำสั่งเพื่อลบ M-Grid ซึ่งสามารถลบได้ทั้งหมดที่ค่า Y นั้นหรือจะลบเฉพาะที่ค่า X หรือ Z ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



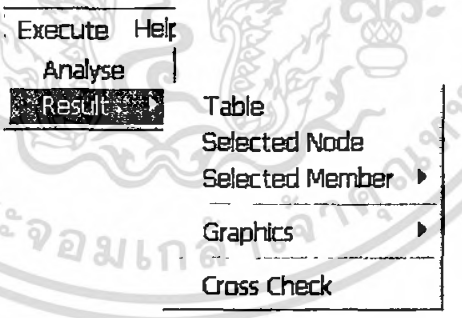
รูปที่ 3.24 แถบ Menu Tools --> M-Grid

- กลุ่มคำสั่ง Execute เป็นกลุ่มคำสั่งเพื่อสั่งให้ Program ทำการวิเคราะห์โครงสร้างและแสดงผลลัพธ์ ประกอบด้วย

รูปที่ 3.25 แถบ Menu กลุ่มคำสั่ง Execute

Analyse เป็นคำสั่งให้ Program วิเคราะห์โครงสร้าง ซึ่ง Program จะทำการ Analyse แต่ละสมการจำนวน 2 ครั้ง

Result เป็นคำสั่งดูผลลัพธ์หลังจากการวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อยแล้ว มีคำสั่งย่อยคือ



รูปที่ 3.26 แถบ Menu Execute --> Result

-Table คือคำสั่งเพื่อดูผลลัพธ์การวิเคราะห์ต่างๆที่แสดงในรูปของตารางผลลัพธ์

-Select Node คือคำสั่งที่เรียกดูผลลัพธ์เฉพาะ Node ที่ต้องการ

-Select Member คือคำสั่งเพื่อดูผลลัพธ์เฉพาะ Member ที่ต้องการซึ่งจะมีคำสั่งย่อยลงไปอีกคือ

-M-X เพื่อเรียกดูค่า Moment รอบแกน X ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-BM-Y เพื่อเรียกดูค่า Bending Moment รอบแกน Yที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

-BM-Z เพื่อเรียกดูค่า Bending Moment รอบแกน Z ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

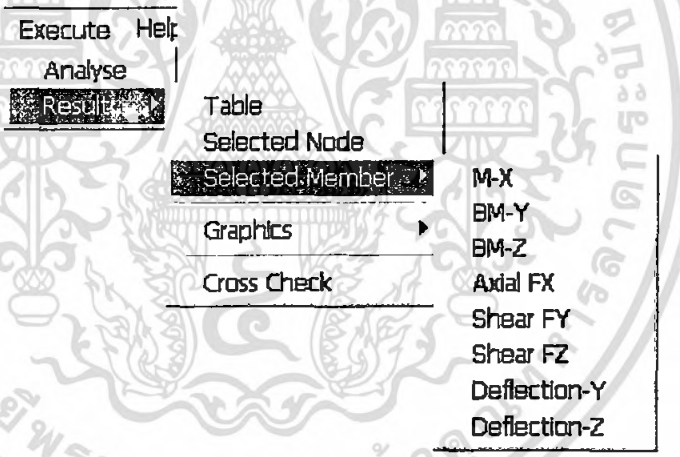
-Axial-FX เพื่อเรียกดูค่าแรงตามแนวแกน X ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

-Shear-FY เพื่อเรียกดูค่าแรง Shear ตามแนวแกน Y ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

-Shear-FZ เพื่อเรียกดูค่าแรง Shear ตามแนวแกน Z ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

-Deflection -Y เพื่อเรียกดูค่าการโก่งตัวตามแนวแกน Y ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member

-Deflection -Z เพื่อเรียกดูค่าการโก่งตัวตามแนวแกน Z ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member



รูปที่ 3.27 แสดง Menu Execute –> Result –> Selected Member

Graphic คือคำสั่งที่ให้ Program แสดงแผนผังหรือภาพโครงสร้างต่างที่เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ มีคำสั่งย่อยคือ

-Normal Structure คือการแสดงภาพโครงสร้างปกติ

-Deformed Structure คือการแสดงภาพการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง

-Torsion-X คือการแสดงแผนผัง Moment รอบแกน X ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

-Bending Moment Y แสดงแผนผัง Bending Moment รอบแกน Y ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

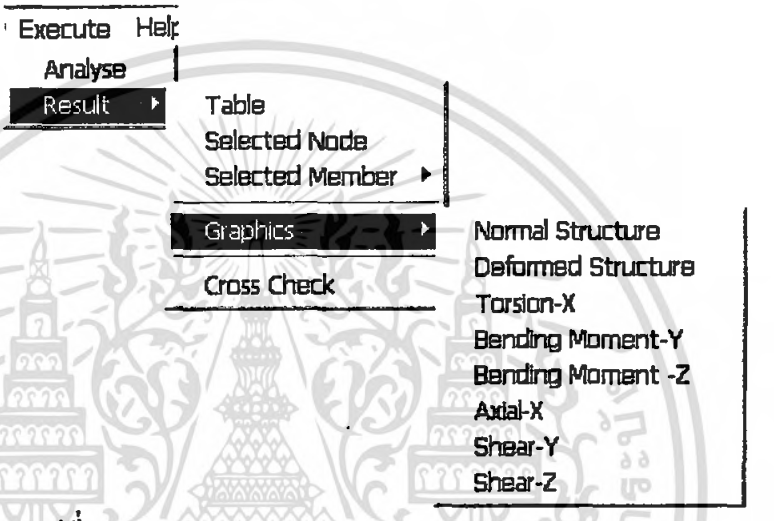
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Bending Moment Z คือการแสดงแผนผัง Bending Moment รอบแกน Z ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

-Axial-X คือการแสดงแผนผังแรงตามแนวแกน X ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

-Shear Y คือการแสดงแผนผัง แรง Shear ตามแนวแกน Y ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

-Shear Z คือการแสดงแผนผัง แรง Shear ตามแนวแกน Z ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง



รูปที่ 3.28 แถบ Menu Execute –> Graphic

- กลุ่มคำสั่ง Help

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ส่วนที่ 3</u> สัญลักษณ์ของ Tool Bar

คำสั่งใน Menu Command ที่ต้องใช้งานบ่อยได้มีการจัดเป็นแถบสัญลักษณ์ลักษณ์อยู่บริเวณด้านล่างคำสั่งหลัก (ส่วนที่ 2) เพื่อเพิ่มความสะดวกสำหรับผู้ใช้ จะมีลักษณะเป็นปุ่มรูปภาพแทนคำสั่งในแถบ Tool Bar โดยแต่ละปุ่มคำสั่งเทียบเคียงกับ Menu Command ได้ดังนี้

File--> New

File--> Open

File--> Save

File --> Print

File --> Print Preview

Edit -->Undo

Edit -->Redo

การยกเลิกคำสั่งทั้งหมดของ Mouse

View -->Plane

View -->Grid

Edit-->Place-->Node

Edit-->Place-->Member

Edit-->Place-->Force

Edit-->Place-->Moment

View-->Pan

View-->Zoom

 View-->rotate

 Execute-->Analyze

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนการป้อนข้อมูล

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การกำหนดค่าเบื้องต้นเป็นการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นต่าง ๆ เพื่อให้ Programทำงานได้อย่างเหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น ระบบหน่วยที่ใช้งาน ประเภทของวัสดุที่ใช้

2. การกำหนดคุณสมบัติของหน้าตัดชิ้นส่วนต่างสำหรับโครงสร้าง คุณสมบัติของหน้าตัดที่กรอกค่าไปจะเป็นค่าเฉพาะของหน้าตัดของวัสดุที่ได้เลือกไว้เท่านั้น เช่น หากใช้เป็น Concrete การคำนวณของ Program จะไม่รวมการเสริมเหล็ก ใน Program A.Frame จะคำนวณน้ำหนักของหน้าตัดนั้น ๆ เป็นค่าของน้ำหนักคงที่ (Dead Load) ซึ่งหากต้องการดูณค่า Safety factor จะต้องดูณจากภายนอกแล้วเลือกเป็น User Define จากนั้นจึงแก้ไขกรอกค่าเพิ่มในน้ำหนักต่อเมตรของวัสดุ (Unit Weight)

3. การกำหนดรายละเอียดของ Grid Line ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกสำหรับป้อนข้อมูล Node ในขั้นตอนนี้ หากผู้ใช้ไม่ประสงค์จะกำหนด Grid Line ก็สามารถป้อนข้อมูลตำแหน่งของ Node ได้จากการกำหนดค่าพิกัด X, Y และ Z แต่อาจจะไม่สะดวกเท่ากับการกำหนด Grid Line เอาไว้ก่อน

4. การกำหนด Node ซึ่งก็คือ กำหนดชนิดและตำแหน่งของจุดรองรับ (Support) ซึ่งได้แก่ Pin Support, Roller Support หรือ Rigid Joint Support และกำหนดจุดต่อ (Joint) ซึ่งได้แก่ Pin และ Rigid Joint

5. การกำหนดตำแหน่งของ Member โดยใช้ Mouse ช่วยลากจาก Node ต้นทาง ไปยัง Node ปลายทาง ซึ่งตัวเลขประจำ Member จะขึ้นกับทิศที่ลาก Mouse

6. การกำหนดแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อ Node หรือชิ้นส่วน โดยใช้ Mouse ไป Click ที่ Node หรือ Member ที่รับแรงกระทำภายนอกแรงกระทำที่จุดต่อ หรือชิ้นส่วน (Node PL, Member PL และ Member UL)

7. การกำหนดแรงกระทำแบบ Moment ที่กระทำต่อ Node หรือชิ้นส่วนโดยใช้ Mouse ไป Click ที่ Node หรือ Member ที่รับแรงกระทำแบบ Moment ภายนอก

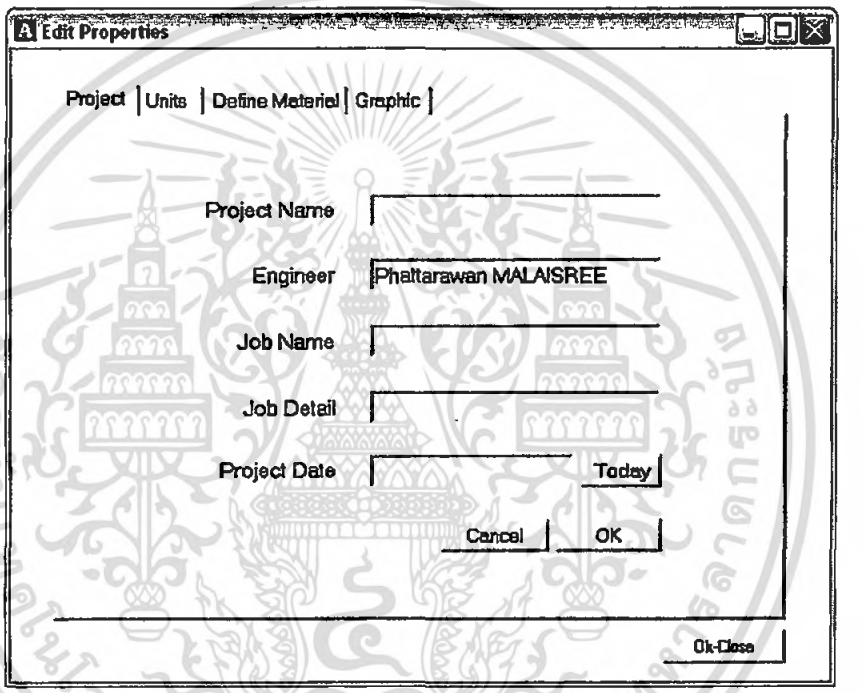
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 การกำหนดค่าเบื้องต้น จะเรียกได้ด้วยคำสั่ง

Edit -->General Property

จะปรากฏหน้าต่าง ดังนี้

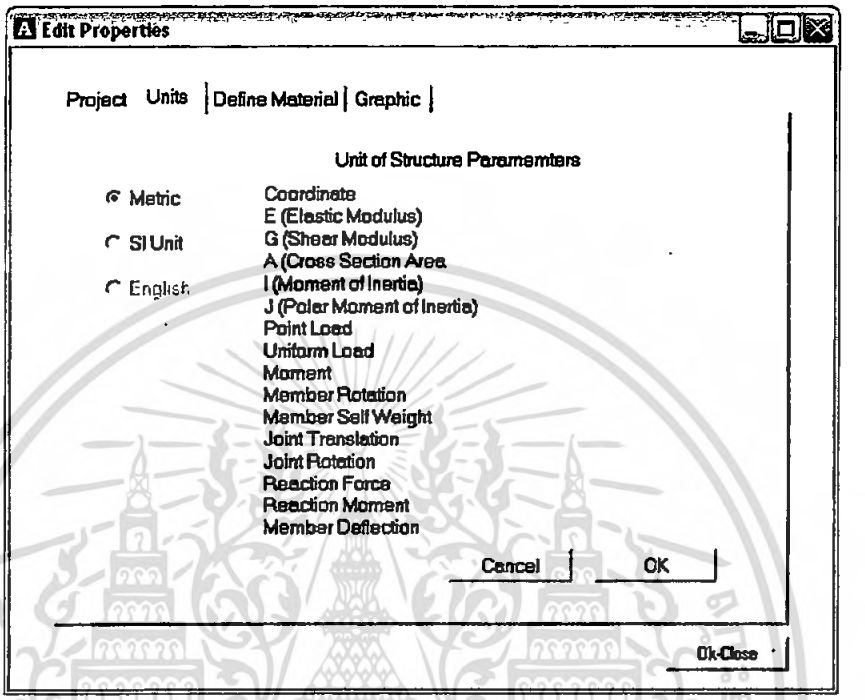
<u>หน้าที่1</u> จะเป็นเรื่องรายละเอียดของ Project รายละเอียดในส่วนนี้จะไปปรากฏบนหัวกระดาษของผลการคำนวณเมื่อพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งผู้ใช้สามารถไม่ใส่ข้อความหรือกรอกค่าลงในช่องว่างก็ได้ ในกรณีที่ผู้ใช้ได้ซื้อ Program ที่มีลิขสิทธิ์ส่วนของชื่อ Engineer จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (สามารถพิมพ์แก้ไขได้แต่เมื่อมีการพิมพ์ค่าผลการคำนวณออกทางเครื่องพิมพ์จะยังคงเป็นชื่อของผู้ที่ซื้อลิขสิทธิ์)



รูปที่ 3.29 หน้าต่างแสดงรายละเอียด Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

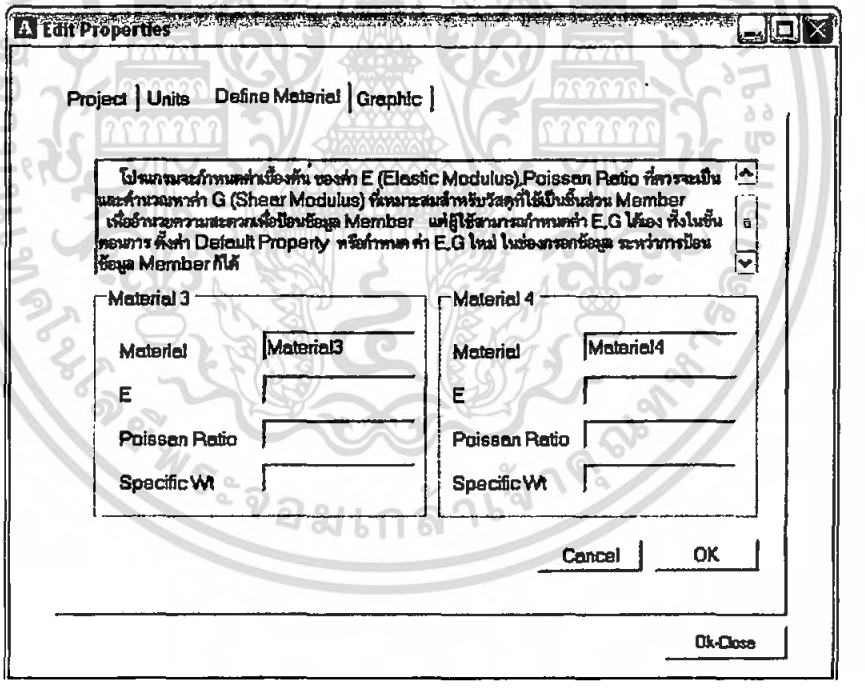
<u>หน้าที่ 2</u> จะเป็นการกำหนดระบบการคำนวณว่าจะเป็นระบบใดระหว่าง Metric และ SI Unit ซึ่งเมื่อเลือกระบบแล้ว Program จะบอกหน่วยที่ใช้ของแต่ละค่า เช่น Elasticity, Moment of Inertia และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เห็นในแถบสีขาวด้านขวามือ



รูปที่ 3.30 หน้าต่างแสดงหน่วยระบบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

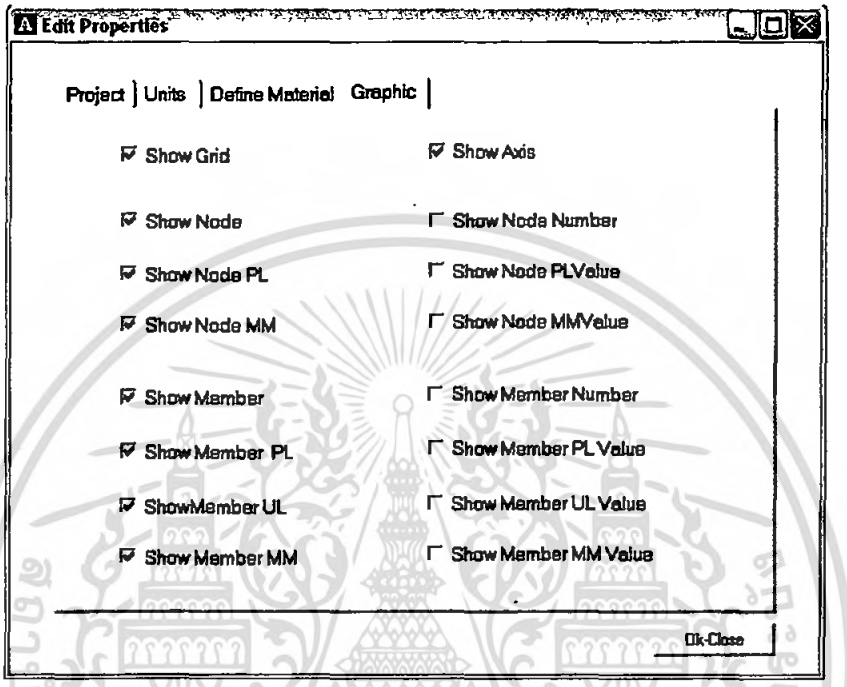
หน้าที่ 3 Program จะกำหนดค่าเบื้องต้น ของค่า E (Elastic Modulus), Poisson Ratio ที่ควรจะเป็น และคำนวณหาค่า G (Shear Modulus) ที่เหมาะสมสำหรับวัสดุที่ใช้เป็นชิ้นส่วน Member เพื่ออำนวยความสะดวกในการป้อนข้อมูล Member แต่ผู้ใช้สามารถกำหนดค่า E, G ได้เอง ทั้งในขั้นตอนการตั้งค่า Default Property หรือกำหนด ค่า E, G ใหม่ สามารถป้อนค่าในช่องกรอกข้อมูลระหว่างการป้อนข้อมูล Member ก็ได้ เพื่อเป็นการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของ Material ซึ่ง Program จะกำหนดคุณสมบัติของ Material ชนิดที่ 1 และ Material ชนิดที่ 2 ให้เป็น Concrete และ Steel เอาไว้แล้ว ในกรณีที่ผู้ใช้ Program ต้องการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุนอกเหนือจาก Concrete และ Steel แล้วจะสามารถกำหนดคุณสมบัติ เป็น Material ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4 ได้ โดยกำหนดค่า Elasticity หรือ Young Modulus (E), ค่า Poisson Ratio และค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดใหม่เอาไว้ เมื่อกำหนดเสร็จแล้วจะสามารถเรียกใช้คุณสมบัติของ Material ที่ได้กำหนดไว้ ในขณะกำหนดคุณสมบัติของหน้าตัดได้ โดยคุณลักษณะของMaterial ชนิดที่ 3 และ 4 ที่ผู้ใช้ได้กำหนดเองนั้น ค่าต่างๆที่ระบุไว้ครบถ้วนแล้วจะไปปรากฏชื่อ Material 3 หรือ Material 4 ใน ช่องลำดับ Material ของหน้าต่างการกำหนด Section Property



รูปที่ 3.31 หน้าต่างแสดงการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของ Material

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ 4 จะเป็นการกำหนดการเปิด หรือ ปิด การแสดงตัวเลขรายละเอียดต่าง ๆ เช่น หมายเลขลำดับ, จุดต่อ (Node Number), หมายเลขลำดับชิ้นส่วน (Member Number) และอื่น ๆ ในการแสดงภาพโครงสร้าง ทั้งในหน้าจอ Monitor และการแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ผู้ใช้สามารถเลือกให้มีการเปิดหรือปิดได้โดยการ Click ที่ช่องสี่เหลี่ยมด้านหน้า



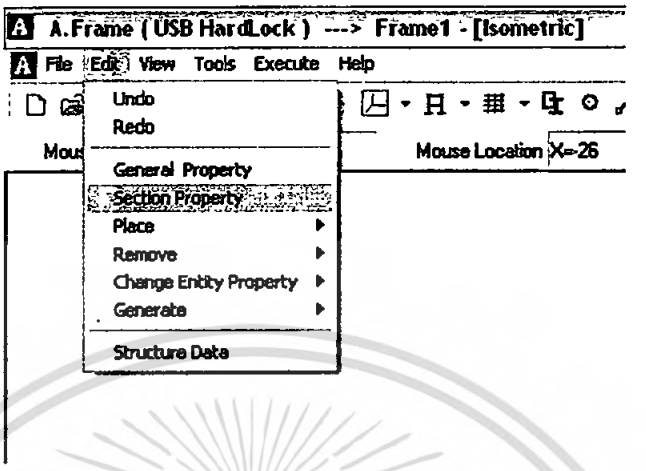
รูปที่ 3.32 หน้าต่างแสดงการเปิด-ปิด รายละเอียดต่างๆ

3.6.2 การกำหนดคุณสมบัติหน้าตัดชิ้นส่วน การใช้งาน Program A.Frame สิ่งที่สำคัญเบื้องต้นอย่างหนึ่งก็คือ จำเป็นจะต้องกำหนดคุณสมบัติเชิงกล (Mechanic Property) ของชิ้นส่วน เช่น ค่า E G I_z I_y J เป็นต้น ค่าคุณสมบัติเฉพาะเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของวัสดุ และลักษณะทางเรขาคณิตของหน้าตัดนั้นการป้อนข้อมูลสำหรับ Program A.Frame จึงกำหนดให้ผู้ใช้กำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของหน้าตัด กำหนดชื่อเฉพาะสำหรับหน้าตัดนั้น ๆ แล้วเก็บข้อมูลส่วนนี้ไว้ก่อน จากนั้นในขั้นตอนการป้อนข้อมูลรายละเอียดชิ้นส่วน ก็เพียงแต่อ้างอิงชื่อหน้าตัดสำหรับชิ้นส่วนเท่านั้น คุณสมบัติต่าง ๆ ก็จะถ่ายเทไปหาชิ้นส่วนนั้นผ่านทางชื่อของหน้าตัด

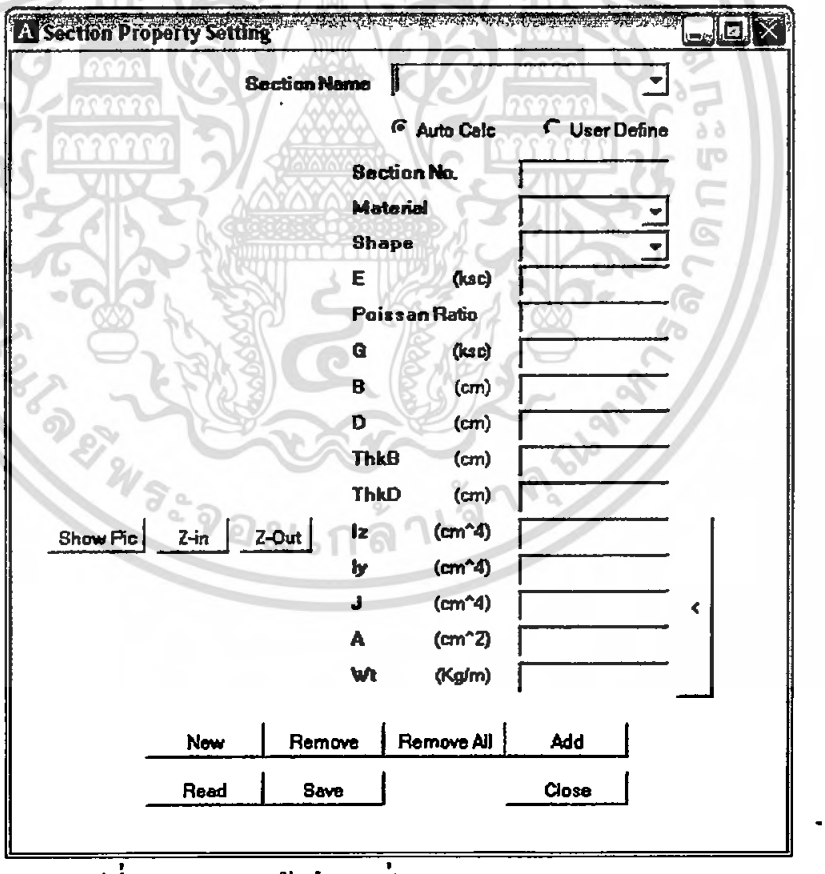
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดคุณสมบัติของหน้าตัดจะมีขั้นตอนดังนี้

1) เรียกคำสั่ง Edit --> Section Property



รูปที่ 3.33 แสดงการเรียกคำสั่ง Section Property



รูปที่ 3.34 แสดงหน้าต่างคำสั่ง Section Property

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดทางเลือกการทำงานว่าจะให้ Program เลือกคุณสมบัติและคำนวณค่าต่าง ๆ ของวัสดุให้หรือผู้ใช้จะกำหนดคุณสมบัติ และค่าต่าง ๆ เองทั้งหมดด้วยตัวเอง ด้วยการ Click Auto Calc หรือ User Define

3) กำหนดชื่อ (Section Name) ในช่องข้อความ Section Name

4) เลือกชนิด Material จากรายการที่มีอยู่ หรือกำหนดชื่อ Materialใหม่ ในกรณีที่ไม่มีในรายการเลือกชนิด Shape จากรายการที่มีอยู่หรือกำหนดชื่อ Shape ใหม่ในกรณีที่ไม่มีในรายการ

5) ในกรณีที่เลือก AutoCal Program จะคำนวณค่า Elasticity (E), Poisson Ratio (P), และ Shear Modulus (G) ให้เองโดยอัตโนมัติโดยจะแสดงผลการคำนวณออกมาทางกรอบข้อความแต่ถ้าหากกำหนดทางเลือกเป็น User Define ผู้ใช้จะต้องกำหนดตัวเลข E, Poison Ratio และ G เอง (แต่สามารถเรียกค่าที่ Program คำนวณให้ได้โดยการ Click ที่ปุ่มช่องสี่เหลี่ยมด้านขวามือ และยังสามารถแก้ไขค่าค่า ๆ ได้ทันที)

6) กำหนดความกว้าง B ความลึก D ของหน้าตัด และ ความหนาของ Web (ThkB) ความหนาของ Stem (ThkD) ในกรณีที่หน้าตัดมีรูปร่างเป็น I-Shape, C-Shape, L-Shape, T-Shape

7) Program จะคำนวณหาค่า Moment of Inertia รอบแกน Z (Iz), Moment of Inertia รอบแกน Y (Iy), Torsion Constant (J) พื้นที่หน้าตัด (A) และ น้ำหนักตัวเอง (Wt) ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งให้ Program คำนวณค่าต่างๆเหล่านี้ได้

8) เมื่อกำหนดคุณสมบัติต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม Add เพื่อเป็นการบันทึกรายละเอียดหน้าตัดนั้นเข้าสู่หน่วยความจำภายในของ Program หากต้องการเพิ่มรายละเอียดของหน้าตัดใหม่อีก ให้กดปุ่ม New แล้วเริ่มต้นขั้นตอน 1-7 อีกครั้ง

9) ในกรณีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลหน้าตัดเดิม ให้เลือกหน้าตัดจากรายชื่อ (Name List) จากช่องข้อความ Section Name แล้วแก้ไขคุณสมบัติต่าง ๆ เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลใหม่ลงไปในชื่อเดิม กดปุ่ม Add

10) ในกรณีที่ต้องการลบข้อมูลหน้าตัดใดออกจากหน่วยความจำภายใน Program จะต้องเลือกรายเลือกหน้าตัดจากรายชื่อ (Name List) จากช่องข้อความ Section Name แล้วกดปุ่ม Remove ในกรณีที่ต้องการลบข้อมูลหน้าตัดทั้งหมดออกจากหน่วยความจำภายในให้กดปุ่ม Remove All Program จะมีหน้าต่างถามเพื่อยืนยันการ Remove All

11) ในกรณีที่กำหนดหน้าตัดต่าง ๆ แล้วเสร็จ สามารถเก็บข้อมูลเฉพาะรายละเอียดบันทึกลง File ใน Disk หรือ Hard disk หรือหน่วยบันทึกข้อมูลภายนอกอื่น ๆ เพื่อนำคุณสมบัติหน้าตัดเหล่านี้กลับมาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างอื่น ๆ ที่อาจใช้คุณสมบัติหน้าตัดเหล่านี้ได้ ด้วยปุ่ม Save Program จะทำการบันทึกข้อมูลลง file ในนามสกุล .ESF

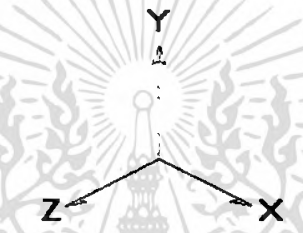
12) ในกรณีที่ต้องการเรียกรายละเอียดของหน้าตัดที่บันทึกไว้แล้วในหน่วยบันทึกข้อมูลภายนอกเข้ามาไว้ในหน่วยความจำของ Program กดปุ่ม Read

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13) ชื่อของหน้าตัด (Section Name) จะเป็นตัวแทนคุณสมบัติต่าง ๆ ของหน้าตัด เพื่อไปปรากฏในระหว่างการป้อนข้อมูล Member เมื่อผู้ใช้กำหนดให้ Member มีชื่อ Section Name ใด คุณสมบัติของหน้าตัดนั้นจะเป็นคุณสมบัติของ Member นั้นด้วย

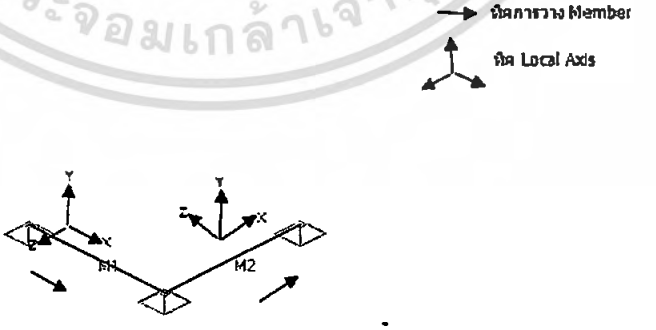
3.6.3 การกำหนดรายละเอียดของ Grid Line เนื่องจากระบบพิกัดของ Program A.Frame เป็นระบบ 3 มิติ การระบุตำแหน่งของจุดต่างๆ แบ่งทิศเป็น 2 ประเภท คือ

1. Global Axis ผู้ใช้จะกำหนด Node ด้วยการระบุค่าพิกัด X Y Z ตามแนวแกนหลักของ Program ซึ่งจะมีสีบอกคือ แกน X แทนด้วยสีน้ำเงิน, แกน Y แทนด้วยสีดำ, และแกน Z แทนด้วยสีแดง (ใน Program จะไม่มีตัวอักษรกำกับ) โดยที่ความหมายของแนวแกนเป็นดังรูป



รูปที่ 3.35 แสดงความหมายของแนวแกน Global Axis

2. Local Axis เป็นทิศของ Node หรือ Member ซึ่ง Program จะคำนวณตามทิศการวาง Node หรือ Member นั้น ๆ โดยทิศที่ขนานทิศการวางจะเป็นแกน X, ทิศที่ตั้งฉากกับแนวระนาบการวางเป็นแกนZ, และทิศที่ตั้งฉากกับแนวระดับการวาง (แนวดิ่ง) เป็นแกนY เสมอ



รูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างความหมายของแนวแกน Local Axis

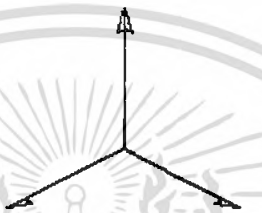
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Grid Line ใน A.Frame จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1) P-Grid (Program Grid) คือ Grid ที่ Programได้จัดเตรียมไว้ โดยระยะห่างระหว่าง Grid Line จะคงที่ ผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ของ P-Grid ได้มากนัก แต่ P-Grid จะเป็น Grid ที่สามารถสั่งให้ Program แสดงออกมาได้อย่างรวดเร็ว

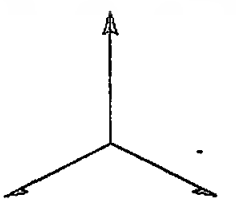
การกำหนด P-Grid จะมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมที่มีระยะห่าง (Grid Interval) ทั้ง 2 แกนเท่ากันโดยตลอด โดยระยะพิกัดในระนาบของ Grid เช่น P-Grid ในระนาบ XZ ค่า พิกัด X และ พิกัด Z จะแปรเปลี่ยนไปตาม Grid ส่วนพิกัด Y จะคงที่ตลอดเวลา P-Grid จะมี 3 ชุด

1) P-Grid ในระนาบ X-Z ที่ ค่าพิกัด Y = 0



รูปที่ 3.37 แสดง P-Grid ในระนาบ X-Z ที่ ค่าพิกัด Y = 0

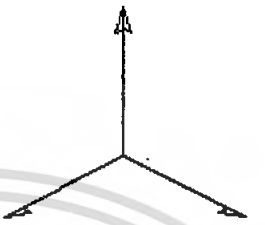
2) P-Grid ในระนาบ X-Y ที่ ค่า พิกัด Z = 0



รูปที่ 3.38 แสดง P-Grid ในระนาบ X-Y ที่ ค่า พิกัด Z = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

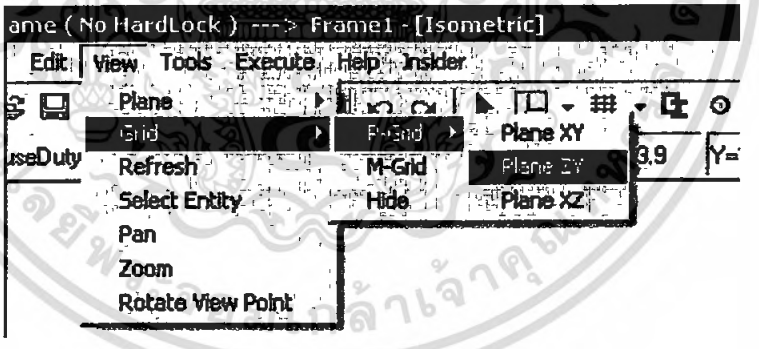
3) P-Grid ในระนาบ Z-Y ที่ ค่า พิกัด X= 0



รูปที่ 3.39 P-Grid ในระนาบ Z-Y ที่ ค่า พิกัด X= 0

การเรียก Grid Line ทั้ง 3 ชนิด เรียกได้จากคำสั่ง

View --> Grid --> P-Grid --> Plane XY or Plane ZY or Plane XZ



รูปที่ 3.40 แสดงวิธีเรียกคำสั่ง P-Grid

การปิด P-Grid ในกรณีที่ไม่ต้องการแสดงเส้น Grid แล้ว ใช้คำสั่ง

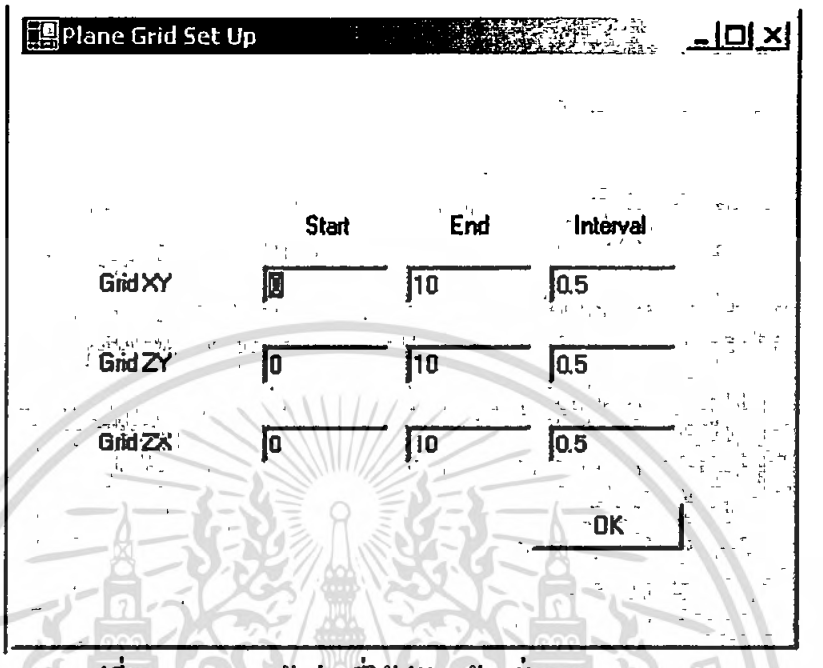
View --> Grid --> Hide

การปรับแต่ง P-Grid ผู้ใช้สามารถปรับแต่ง P-Grid ให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ คือ สามารถกำหนดจุดเริ่มต้น, จุดสิ้นสุด,และช่วงระยะห่างของ P-Grid ในแต่ละระนาบ Grid ได้ด้วยคำสั่ง

Tools --> P-Grid --> Set Grid

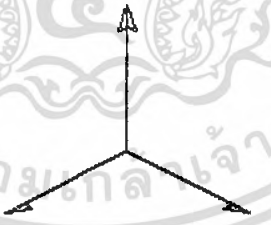
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะปรากฏหน้าต่างที่มีช่องค่าเริ่มต้น ค่าสิ้นสุด และความห่างระหว่าง Grid Line เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าเหล่านั้นแล้วการแสดงภาพ P-Grid จะเป็นไปตามค่าที่อยู่ในกรอบข้อความเหล่านั้น



รูปที่ 3.41 แสดงหน้าต่างที่ใช้ปรับแก้คำสั่ง P-Grid

เฉพาะ P-Grid XZ ซึ่งเป็น Grid ในระนาบ Horizontal สามารถปรับขึ้นลงตามแกนดิ่งหรือ แกน Y ได้ ดังตัวอย่าง



รูปที่ 3.42 แสดงการปรับ P-Grid ขึ้นลงในแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลื่อน P-Grid เมื่อเปิดให้ Program แสดง P-Grid ระนาบ XZ แล้วใช้คำสั่ง

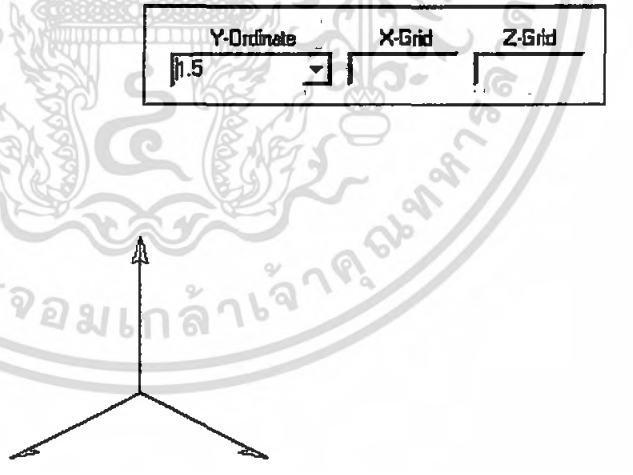
Tools --> P-Grid -->Move P-Grid

จากนั้นเลื่อนที่ Mouseไปบริเวณ แกน Y บริเวณตำแหน่งค่า Y ที่ต้องการ (สังเกตจากค่า Mouse Location ที่ปรากฏ) แล้ว Click Mouse ตำแหน่งนั้น P-Grid จะเลื่อนขึ้นไปตำแหน่ง ค่า Y นั้น

2) M-Grid (Manual Grid) คือ Grid ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดเองตามความต้องการ M-Grid จะเป็น Grid ที่อยู่ในระนาบ Horizontal (XZ) เท่านั้น แต่จะมีกี่ชั้นตามระดับความสูง (แกน Y) ก็ได้ ผู้ใช้สามารถกำหนดตำแหน่งเส้น Grid Line เฉพาะค่าพิกัดที่ต้องการได้อย่างอิสระ จุดตัดของ Grid Line เกิดจะทำให้เกิดค่าพิกัดที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงด้วย Mouse ได้ง่ายกว่าการอ่านค่าตำแหน่ง Mouse Location หรือ การระบุตำแหน่งด้วยการป้อนตัวเลขผ่านทาง Key board M-Grid จึงเป็นGrid Line ที่มีเฉพาะตำแหน่งพิกัดที่ต้องการเท่านั้น M-Grid จึงเป็น Grid ที่ยืดหยุ่น เหมาะสมกับการใช้งานมากกว่า P-Grid

การกำหนด M-Grid การสร้างสามารถทำได้ตามขั้นตอน ดังนี้

1) เรียกคำสั่ง Tools --> M-Grid --> Add M-Grid จะปรากฏกรอบเพื่อกำหนดค่า พิกัด Y X Z ที่มุมขวาบนของจอภาพจากนั้นไปป้อนตัวเลขค่าระดับ Y ที่ต้องการ ในช่อง Y-Ordinate หรือ เคลื่อนที่ Mouse ไปตามแกน Y แล้ว Click Mouse ในตำแหน่งที่ต้องการ จะปรากฏเส้น Grid เริ่มต้นสีเทา 2 เส้น คือ X-Grid และ Y-Grid ตรงตำแหน่งแกน Y นั้น ในกรณีนี้ตำแหน่ง Grid Line คือ ตำแหน่งที่ Y=1.5

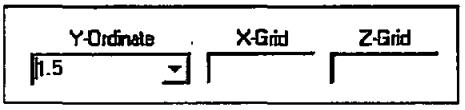


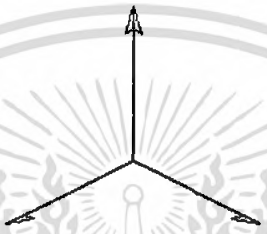
รูปที่ 3.43 แสดง M-Grid Line ที่ตำแหน่ง Y=1.5

2) กำหนด X-Grid ด้วยการกรอกตัวเลข ค่าพิกัด X ที่ต้องการให้มี Grid Line แล้ว กด enter ไปเรื่อยๆ เช่น ถ้าต้องการให้มี Grid Line ที่พิกัด X=2 ,X=4, และ X=6 ให้ป้อนค่าในช่อง X-Grid ด้วยตัวเลข 2 (enter), 4 (enter), 6 (enter) จะปรากฏเส้น Grid ตามพิกัด X ที่ต้องการหรืออีกวิธีด้วยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

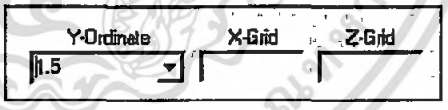
เคลื่อนที่ Mouse ไปตามเส้น X-Grid เริ่มต้น ตรงตำแหน่งที่ X=2 (ด้วยการสังเกตตำแหน่ง Mouse Location) แล้ว Click Mouse เลื่อน Mouse ต่อไปที่ตำแหน่ง X=4 Click Mouse เลื่อน Mouse ต่อไปที่ตำแหน่ง X=6 Click Mouse ก็จะเป็นการกำหนดตำแหน่ง X Grid เช่นเดียวกับการป้อนตัวเลขในช่อง X-Grid

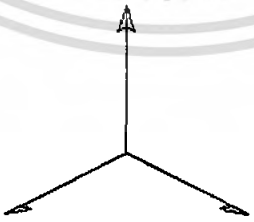




รูปที่ 3.44 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน M-Grid

3) กำหนด Z-Grid ด้วยวิธีเดียวกับการกำหนด X-Grid แต่เปลี่ยนการกรอกตัวเลขแล้ว Enter ให้มากรอกในช่อง Z-Grid หรือ หากจะป้อนด้วย Mouse ก็เคลื่อนที่ Mouse ไปตามเส้น Z-Grid เริ่มต้น ตัวอย่างทดลองป้อนค่า Z-Grid ที่ พิกัด Z=3, Z=6, และ Z=9





รูปที่ 3.45 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน กำหนด Z-Grid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปิด-เปิด M-Grid การเรียกใช้ P-Grid และ M-Grid ก็เพื่อสะดวกในการกำหนดพิกัดสำหรับ Node การสร้าง M-Grid สามารถสร้างได้หลายระดับข้อมูล M-Grid จะไม่มีผลต่อโครงสร้าง เพราะทุกครั้งที่ป้อนข้อมูล Node ด้วย Mouse Program จะตรวจสอบค่าพิกัดจาก Grid แล้วเรียกค่าพิกัดจาก Grid มาใช้เป็นค่าพิกัดประจำตัว Node นั้น ๆ โดยที่ไม่ได้อ้างอิงกับ Grid Line นั้นอีกต่อไป ดังนั้น Grid Line จึงเหมือนกับส่วนช่วยเหลือให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงระบบพิกัดเท่านั้น เมื่อใช้งาน M-Grid ไปแล้วก็สามารถลบ Grid Line นั้นออกไปได้ M-Grid แต่ละชุดจะมี 3 สถานะคือ

- แสดงภาพ Grid คือ การแสดงภาพตารางสี่เหลี่ยมของ Grid Lineตามตำแหน่งที่กำหนดด้วยเส้นตรงสีเทาอ่อน ด้วยคำสั่ง

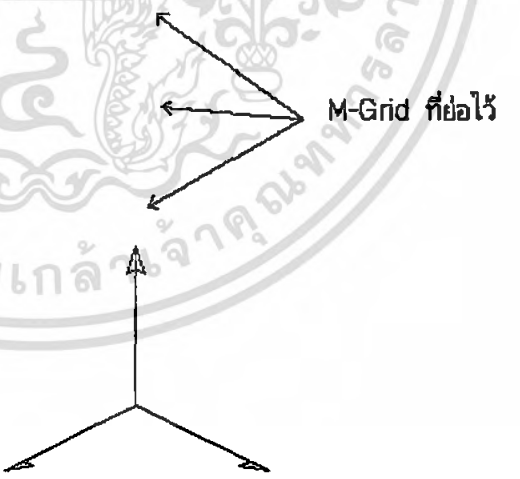
View --> Grid -->M-Grid

- ย่อภาพ Grid คือการแสดงเฉพาะตำแหน่งตามแกน Y ที่มี M-Grid กำหนดไว้เครื่องหมายด้วยกากบาทสีแดง เพื่อเป็นการไม่รบกวนการแสดงภาพโครงสร้างหรืออื่น ๆ

- ซ่อนภาพ คือการไม่แสดงภาพ หรือตำแหน่ง ของ M-Grid เลย

View --> Grid -->Hide

การแสดง M-Grid จะแสดงได้ครั้งละ 1 ชุด ในกรณีที่ M-Grid มีหลายชุด (หลายระดับความสูงตามแกน Y) M-Grid ชุดที่ที่ได้แสดงจะถูกย่อส่วนเป็นเครื่องหมายกากบาทสีแดงตามแนวแกน Y การเรียกใช้ M-Grid ที่ย่อไว้จะต้องใช้ Mouse ไป Click ที่ตรงกากบาทสีแดงนั้น



รูปที่ 3.46 แสดงผลลัพธ์การป้อนค่าใน กำหนด Z-Grid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลบ M-Grid การแก้ไข M-Grid ทำได้ด้วยการเพิ่มลบเส้น Grid Line หรืออาจจะลบM-Grid ทั้งชุดที่ระดับความสูงใด ๆ ก็ได้ การลบ M-Grid มีขั้นตอนดังนี้

1) ในกรณีที่ปิดการแสดงภาพ M-Grid จะต้องเปิดการแสดง M-Gird ก่อน

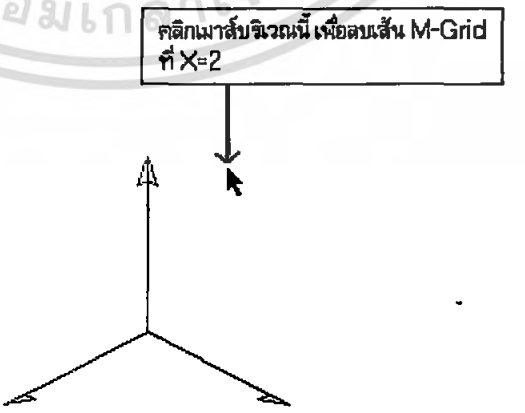
2) ใช้คำสั่ง Tools --> M-Grid -->Remove M-Grid

3) เคลื่อนที่ Mouse ไปตาม แกน Y เลือก M-Grid ชุดที่ต้องการลบเส้น Grid Line แล้ว Click Mouse

4) ในกรณีที่ต้องการลบ M-Grid ออกทั้งชุด จะต้องเลื่อน Mouseไปจุดเริ่มของ M-Grid ชุดนั้นแล้ว Click Mouse จะปรากฏกรอบข้อความ เพื่อยืนยันการลบ M-Grid ออกทั้งชุด

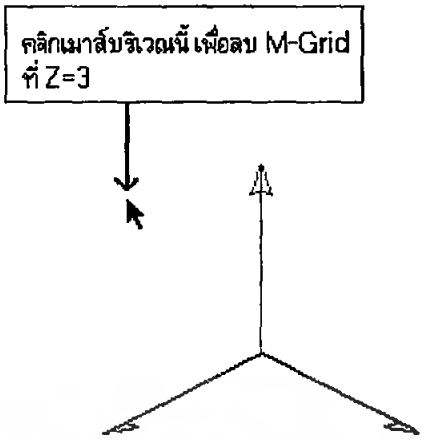
รูปที่ 3.47 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid ออกทั้งชุด

5) ถ้าต้องการลบ X-Grid Line หรือ Z-Grid จะต้องเลื่อน Mouse ไปตามเส้น Grid นั้นแล้ว Click Mouse เส้น Grid นั้นจะถูกลบทิ้งไป



รูปที่ 3.48 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid เฉพาะเส้นในแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 แสดงหน้าต่างเมื่อต้องการลบ M-Grid เฉพาะเส้นในแกน Z

การ Copy และ Paste M- Grid เป็นวิธีอำนวยความสะดวกและลดความสับสนในการสร้าง M-Grid เพราะโครงสร้างโดยทั่วไป มักจะมี Grid Line ที่ซ้อนกันเป็นส่วนใหญ่การ Copy และ Paste จะมีขั้นตอนดังนี้

1) ในกรณีที่ปิดการแสดงภาพ M-Grid จะต้องเปิดการแสดง M-Gird ก่อน

2) ใช้คำสั่ง Tools --> M-Grid --> Copy M-Grid

3) เคลื่อนที่ Mouse ไปตามแกน Y เลือก M-Grid ชุดที่ต้องการให้เป็นต้นแบบแล้ว Click Mouse เป็นการเก็บข้อมูลทั้งหมดของ M-Grid ชุดนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้าง M-Grid ในระดับอื่น ๆ

4) ใช้คำสั่ง Tools --> M-Grid --> Paste M-Grid แล้วเคลื่อนที่ Mouse ไปตามแกน Y แล้ว Click Mouse ตรงตำแหน่งค่า Y ที่จะสร้าง M-Grid (สังเกตค่า Y ในช่อง Mouse Location) Program จะสร้าง M-Grid ที่มีจำนวนและระยะของ X-Grid และ Z-Grid เช่นเดียวกับ M-Grid ต้นแบบ

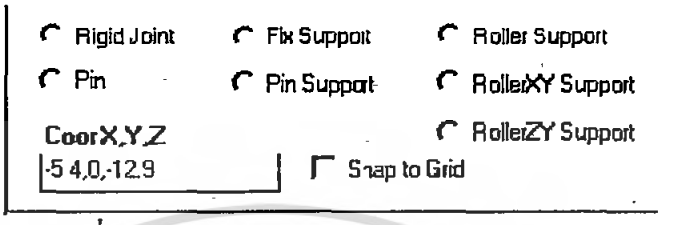
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 การกำหนด Node

การป้อนข้อมูล Node หมายถึง การป้อนข้อมูลจุดต่อของโครงสร้าง การป้อนข้อมูล Nodeใช้คำสั่ง

Edit --> Place --> Node หรือกดปุ่ม

จะปรากฏกรอบช่วยการป้อนข้อมูล Node ที่มุมขวาบน



รูปที่ 3.50 แสดงหน้าต่างป้อนข้อมูล Node

ซึ่งจะต้องกำหนด ค่าต่าง ๆ ก่อนการป้อนข้อมูล Node ดังนี้

- เลือกประเภทของ Node ด้วยการเลือกกด Option ว่าจะเป็น Joint ประเภทใด

- ถ้าต้องการป้อนข้อมูลโดยอาศัย Grid ให้เลือกค่า Snap to Grid แต่ถ้าต้องการกำหนดค่าพิกัดของ Node อย่างอิสระ ก็ยกเลิกการเลือกค่า Snap to Grid

การป้อนค่าพิกัด Node ทำได้ 2 วิธี คือ

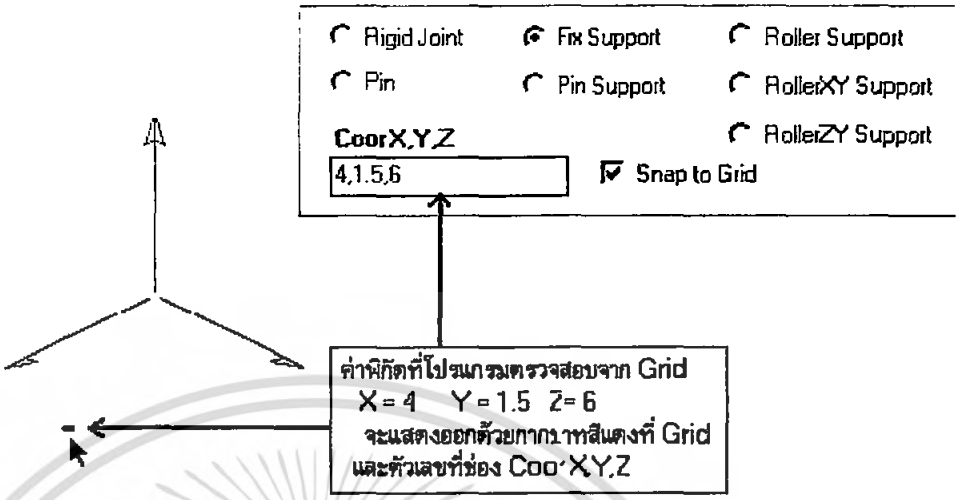
- ป้อนข้อมูล ตัวเลขพิกัด Node ในช่อง Coordinate X, Y, Z ในลักษณะค่าพิกัด X, ค่าพิกัด Y, ค่าพิกัด Z ตัวอย่าง เช่น ถ้าต้องการป้อน Node ในตำแหน่ง X=1.5 Y=2.7 Z=3.14 จะต้องป้อน 1.5, 2.7, 3.14 ในช่อง Coordinate X, Y, Z

- ป้อนข้อมูล Node ด้วย Mouse จะมี 2 กรณี

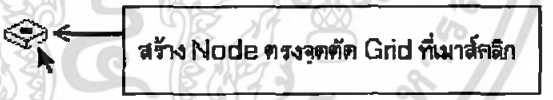
1. ป้อนโดยไม่อาศัย Grid ให้เคลื่อนที่ Mouse ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยการอ่านค่าพิกัดที่ช่อง Mouse Location หรืออ่านค่าพิกัดที่ปรากฏในช่อง Coor X, Y, Z เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้ว Click Mouse

2. ป้อนโดยอาศัย Grid (P-Grid หรือ M-Grid) จะต้องเรียก Grid ที่ต้องการให้แสดงเสียก่อน จากนั้นจึงเคลื่อนที่ Mouse ไปยังจุดตัดของ Grid ที่ต้องการ Program จะตรวจจับค่าพิกัดของ Grid ถ้าใกล้เคียง Grid ใด จะแสดงภาพกากบาทเล็กๆสีแดงที่จุดตัดนั้น และจะแสดงค่าพิกัดตำแหน่งนั้นออกมาทางช่อง Coor X, Y, Z เมื่อได้จุดพิกัดที่ต้องการให้ Click Mouse Program จะป้อนข้อมูล Node เข้าหน่วยความจำภายใน พร้อมทั้งแสดงภาพ Node ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 แสดงการป้อนข้อมูล Node



รูปที่ 3.52 แสดงการ Snap Grid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง Joint ชนิดต่างๆ

Graphic Editor ของ A.Frame จะแสดงภาพ Joint ชนิดต่าง ๆ ดังนี้

Rijid Joint Support หรือ
Fix Support

Pin Support หรือ
Hinge Support

Roller Support (XZ Plane)

Rigid Joint

Pin

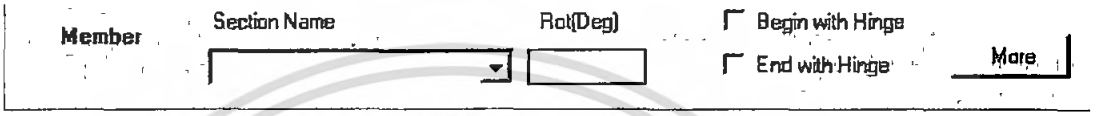
รูปที่ 3.53 ภาพแสดง Joint ชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 การกำหนดตำแหน่งของ Member การป้อนข้อมูล Member คือ การป้อนค่าข้อมูลและตำแหน่งของ Member โดยผู้ใช้จะสามารถกำหนดตำแหน่งของ Member ได้โดยแต่ละชิ้น จะมีตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุด ณ Node ใด ๆเท่านั้น ไม่สามารถกำหนดให้ตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของ Member อยู่ภายนอก Node ที่ได้กำหนดไว้แล้วได้ การป้อนข้อมูล Member สามารถใช้คำสั่ง

Edit --> Place -->Member หรือ กดปุ่ม

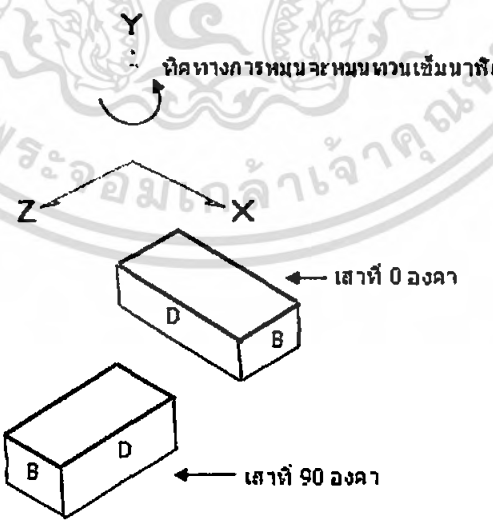
จะปรากฏช่องเติมข้อความคุณสมบัติของชิ้นส่วนเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วน



รูปที่ 3.54 แสดงหน้าต่างการป้อนข้อมูล Member

-กรอบข้อความ Section Name จะเป็น List รายชื่อ Section ที่สร้างไว้หรือเรียกจาก File Section ในขั้นตอนการป้อนข้อมูล คุณสมบัติหน้าตัดชิ้นส่วน ให้ปรากฏ Section Name ในกรอบข้อความ ซึ่ง Member ที่กำลังจะวางในโครงสร้างจะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Section Name ที่ปรากฏนั้น

-กรอบข้อความ Rot (Deg) คือกรอบรับข้อมูลการบิดตัวหรือการหมุนตัวของหน้าตัดของ Member ในกรณีที่ต้องการวางให้ หน้าตัดของ Member แกน Y (ของหน้าตัด) หมุนตัวออกจากแนวดิ่งทิศทางทวนเข็มนาฬิกา หน่วยเป็น **องศา** ในกรณีที่เป็นการวาง Member ตามปกติ (Rot = 0) ไม่จำเป็นต้องกรอกตัวเลข



รูปที่ 3.55 แสดงรูปตัวอย่างการป้อนข้อมูล Rotate Member

เมื่อใช้ค่าเสาที่มีค่าด้านกว้างน้อยกว่าด้านลึก (B<D)

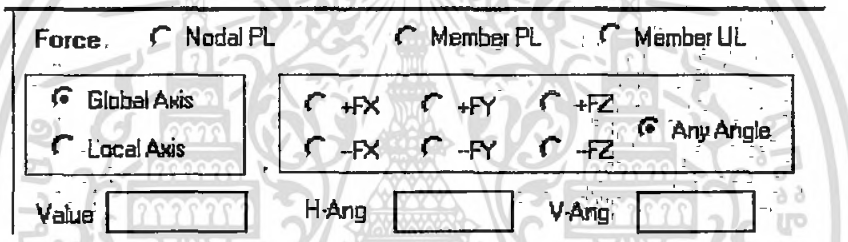
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ตัวเลือก Begin with Hinge และ End with Hinge คือตัวเลือกในกรณีที่ต้องการบังคับให้ Member มีคุณสมบัติตรงรอยต่อเฉพาะ Member นั้น ที่จุดเริ่มต้น (Begin) และ/หรือจุดสิ้นสุด (End) มีคุณสมบัติเป็น Hinge หรือ Pin ตัวเลือกนี้จะมีผลเฉพาะ Member ที่วางเท่านั้น Program จะวาดรูปวงกลมสีแดงตรงจุดเริ่มหรือจุดสิ้นสุดเฉพาะ Member ให้สังเกตเห็น

3.6.6 การกำหนดแรงต่างๆ ที่กระทำต่อ Node หรือชิ้นส่วน การป้อนข้อมูลแรงกระทำต่อโครงสร้าง หลังจากการป้อนข้อมูลรายละเอียดของโครงสร้าง (ข้อมูล Node และMember) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลแรงกระทำต่อโครงสร้างได้ด้วยคำสั่ง

Edit -->Place –>Force

จะปรากฏกรอบสำหรับเตรียมข้อมูลทางด้านมุมขวาบนของหน้าต่างA.Frame เพื่อใช้ในการป้อนข้อมูลในลำดับต่อไปดังภาพ



รูปที่ 3.56 แสดงหน้าต่างการป้อนแรงต่าง ๆที่กระทำต่อ Node

การป้อนข้อมูลแรงกระทำจะมี 3 ลักษณะคือ

1) Point Load ที่กระจำต่อจุดต่อ (Node Point Load: N-PL) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือก Node PL ในกรอบข้อความ ซึ่ง Node PL จะอยู่ภายใต้ระบบ Global Coordinate เท่านั้น (Programจะตั้งค่าระบบ Coordinate ให้เป็น Global Coordinate โดยอัตโนมัติ

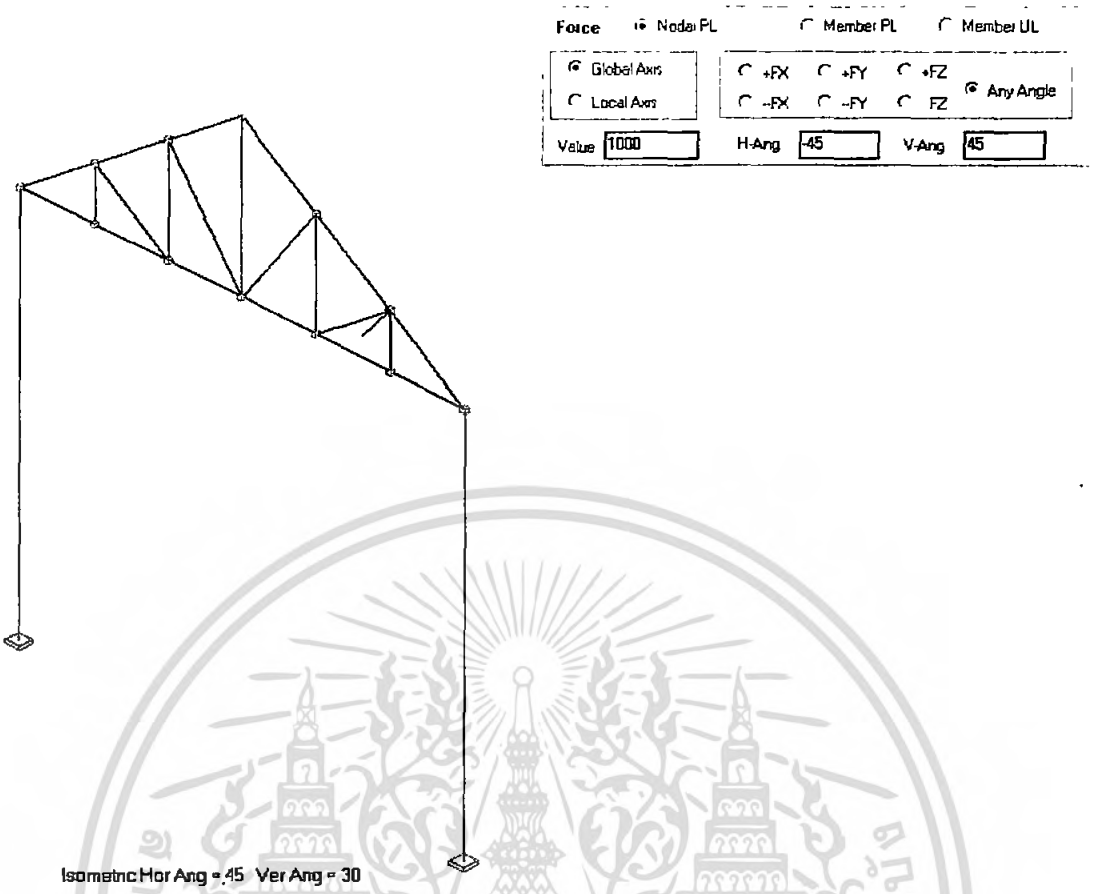
- ป้อนตัวเลขค่าแรงกระทำ (หน่วยเป็น Kg ในระบบ Metric หรือ KNในระบบ SI)

- ป้อนค่ามุมตามแนวราบ (Horizontal Angle) ของแรงกระทำเป็นองศา เริ่มต้นจากแนวแกน X เวียนตามเข็มนาฬิกามาทางแกน Z

- ป้อนค่ามุมตามแนวดิ่ง (Vertical Angle) ของแรงกระทำเป็น องศาเริ่มต้นจากระนาบ XZ Plane (Horizontal) เวียนขึ้นบน (มุมเงย) เป็นค่าบวกและเวียนลงล่างเป็นค่าลบ

- เคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Node ที่ต้องการแล้ว Click Mouse จะเป็นการป้อนแรงกระทำ Node PL โดยมีค่ารายละเอียดของแรงตามค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

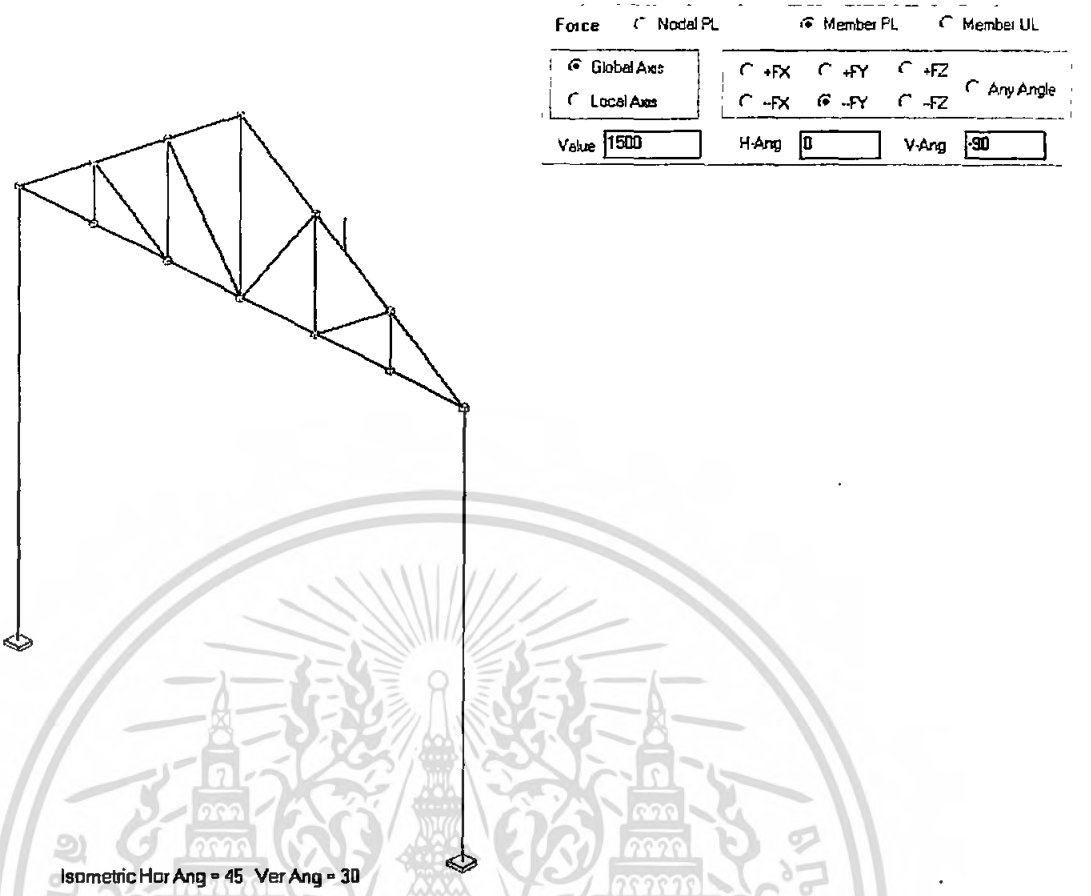


รูปที่ 3.57 แสดงตัวอย่างการป้อนค่าการป้อนแรงต่าง ๆที่กระทำต่อ Node

2) Point Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน (Member Point Load: M-PL) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือก Member PL ในกรอบข้อความ
- เลือกระบบ Coordinate ว่าแรงกระทำจะเป็นอยู่ในระบบ Global หรือ Local Coordinate
- ป้อนตัวเลขค่าแรงกระทำ (หน่วยเป็น Kg ในระบบ Metric หรือ KN ในระบบ SI)
- ป้อนค่ามุมตามแนวราบ (Horizontal Angle) ของแรงกระทำเป็นองศาเริ่มต้นจากแนวแกน X เวียนตามเข็มนาฬิกามาทางแกน Z
- ป้อนค่ามุมตามแนวดิ่ง (Vertical Angle) ของแรงกระทำเป็นองศาเริ่มต้นจากระนาบ XZ Plane (Horizontal) เวียนขึ้นบน (มุมเงย) เป็นค่าบวกและเวียนลงล่างเป็นค่าลบ
- เคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Member ที่ต้องการเคลื่อนที่ Mouse ไปยังจุดที่ต้องการบน Member โดยอ่านระยะห่างจาก Node ต้นทางของ Member ที่ช่อง Entity Click Mouse จุดที่ต้องการจะเป็นการป้อนแรงกระทำ Member PL โดยมีค่ารายละเอียดของแรงตามค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

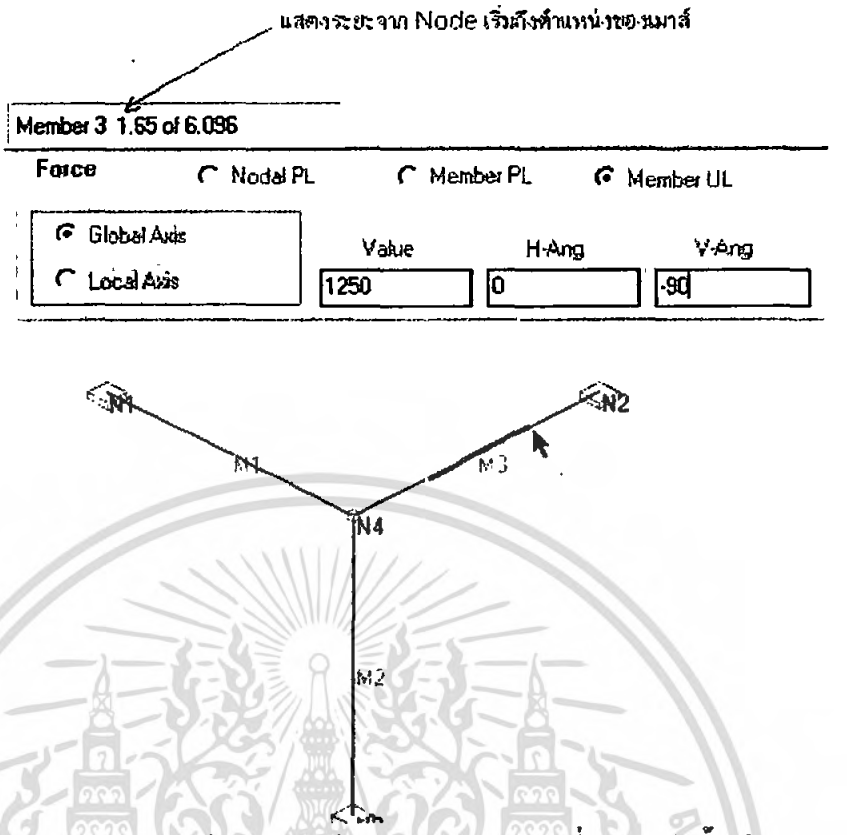


รูปที่ 3.58 แสดงตัวอย่างการป้อน Point Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน

3) Uniform Load ที่กระจำต่อชิ้นส่วน (Member Uniform Load: M-UL) มีขั้นตอนดังนี้

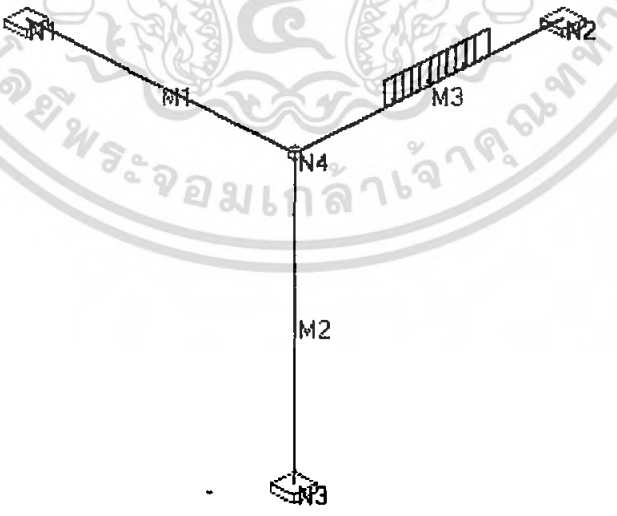
- เลือก Member UL ในกรอบข้อความ
- เลือกระบบ Coordinate ว่าแรงกระทำจะเป็นอยู่ในระบบ Global หรือ Local Coordinate
- ป้อนตัวเลขค่าแรงกระทำ (หน่วยเป็น Kg ในระบบ Metric หรือ KN ในระบบ SI)
- ป้อนค่ามุมตามแนวราบ (Horizontal Angle) ของแรงกระทำเป็นองศา เริ่มต้นจากแนวแกน X เวียนตามเข็มนาฬิกามาทางแกน Z
- ป้อนค่ามุมตามแนวดิ่ง (Vertical Angle) ของแรงกระทำเป็นองศาเริ่มต้นจากระนาบ XZ Plane (Horizontal) เวียนขึ้นบน (มุมเงย) เป็นค่าบวกและเวียนลงล่างเป็นค่าลบ
- เคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Member ที่ต้องการ เคลื่อนที่ Mouse ไปยังจุดที่ต้องการบน Member โดยอ่านระยะห่างจาก Node ต้นทาง ของ Member ที่ช่อง Entity Click Mouse จุดที่ต้องการครั้งแรกจะเป็นการกำหนดจุดเริ่มแรงกระทำ Member UL จากนั้นให้เคลื่อนที่ Mouse โดยไม่ต้องกดปุ่ม Mouse ค้างไว้ ไปยังจุดสิ้นสุดของแรงกระทำ แล้ว Click Mouse อีกครั้ง แรงที่ป้อนโดยมีค่ารายละเอียดของแรงตามค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.59 แสดงตัวอย่างการป้อนค่าการป้อน Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน

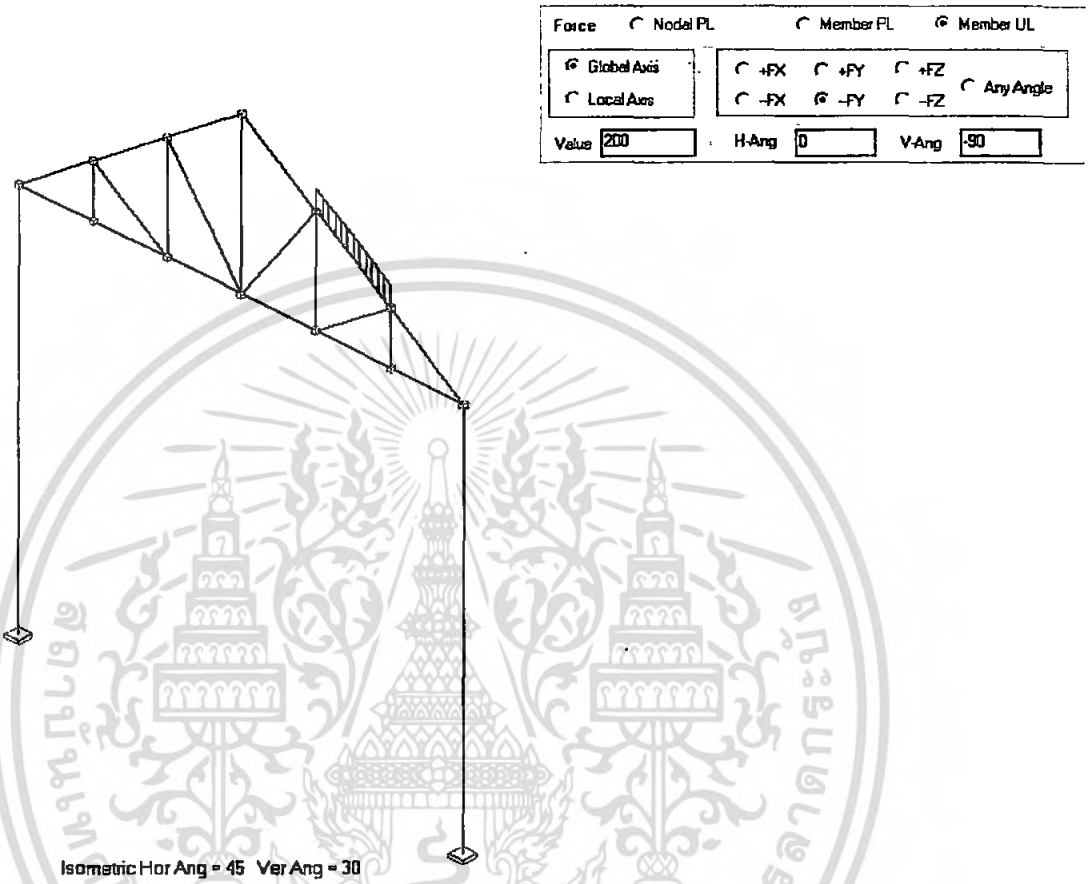
Program จะรับข้อมูลการป้อนข้อมูลแรง และแสดงภาพออกมา



รูปที่ 3.60 แสดงผลการป้อนค่าการป้อน Uniform Load ที่กระทำต่อชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีที่ต้องการป้อนแรงเต็มระยะความยาว Member ให้ Click Mouse 2 ครั้ง (Double Click) ตรง Member ที่ต้องการ จะเป็นการป้อนข้อมูลแรงกระทำแบบ Uniform Load เต็มความยาว Member



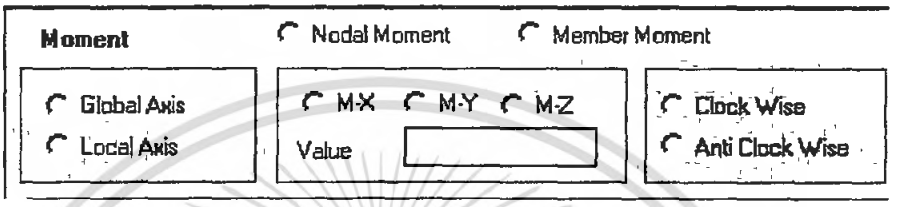
รูปที่ 3.61 ตัวอย่างการป้อนค่า Uniform t Load ที่กระจำต่อชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.7 การกำหนดแรงกระทำแบบ Moment ที่กระทำต่อ Node หรือชิ้นส่วน การป้อนข้อมูล Moment กระทำต่อโครงสร้าง การป้อนข้อมูล Moment กระทำต่อโครงสร้างทั้งในส่วนที่กระทำที่จุดต่อ หรือชิ้นส่วนทำได้ด้วยคำสั่ง

Edit --> Place --> Moment

จะปรากฏกรอบสำหรับเตรียมข้อมูลทางด้านมุมขวาบนของหน้าต่าง A.Frame เพื่อใช้ในการป้อนข้อมูลในลำดับต่อไป ดังภาพ



รูปที่ 3.62 แสดงหน้าต่างการการป้อนค่าการป้อนข้อมูลMomentกระทำต่อโครงสร้าง

การป้อนข้อมูล Moment กระทำจะมี 2 ลักษณะคือ

1) Moment ที่กระจำต่อจุดต่อ (Node Moment: N-MM) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือก Node Moment ในกรอบข้อความ ซึ่ง Node Moment จะอยู่ภายใต้ระบบ Global Coordinate เท่านั้น (Program จะตั้งค่าระบบ Coordinate ให้เป็น Global Coordinate โดยอัตโนมัติ

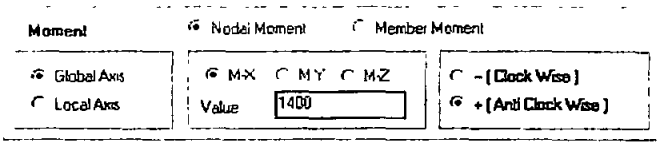
- ป้อนตัวเลขค่า Moment กระทำ (หน่วยเป็น Kg-m ในระบบ Metric หรือKN-m ในระบบ SI)

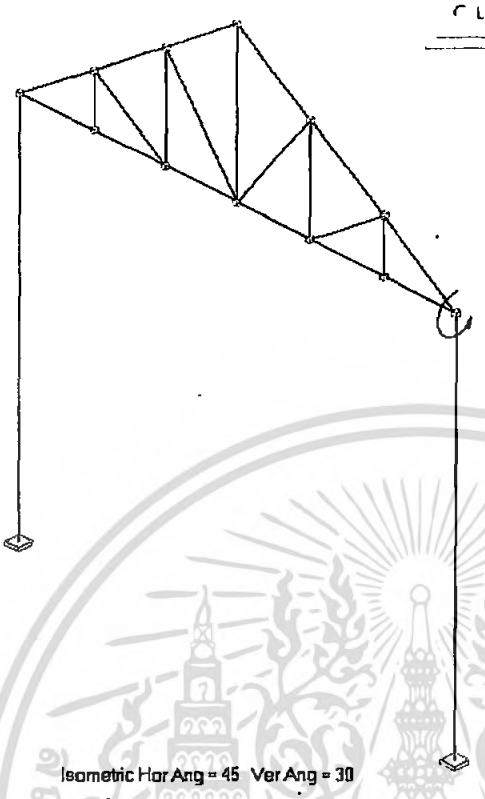
- เลือกระนาบของ Moment ว่าเป็น MX (Moment หมุนรอบ แกน X) หรือ MY (Moment หมุนรอบ แกนY) หรือ MZ (Moment หมุนรอบ แกน Z)

- เลือกทิศทางการหมุนของ Moment ว่าเป็นทิศทางหมุนทวนเข็ม หรือตามเข็มนาฬิกา Anti Clockwise หรือ Clockwise

- เคลื่อนที่ Mouseไปยัง Node ที่ต้องการแล้ว Click Mouse จะเป็นการป้อนแรงกระทำ Node MM โดยมีค่ารายละเอียดของแรงตามค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.63 ผลการป้อนค่าการป้อนข้อมูล Moment ที่กระจำต่อจุดต่อ

2) Moment ที่กระทำต่อชิ้นส่วน (Member Moment: M-MM) มีขั้นตอนดังนี้

- เลือก Member Moment ในกรอบข้อความ
- เลือกระบบ Coordinate ว่าแรงกระทำจะเป็นอยู่ในระบบ Global หรือ Local Coordinate
- ป้อนตัวเลขค่าแรงกระทำ (หน่วยเป็น Kg-m ในระบบ Metric หรือ KN-m ในระบบ SI)
- เลือกระนาบของ Moment ว่าเป็น MX (Moment หมุนรอบ แกน X) หรือ MY (Moment หมุนรอบ แกนY) หรือ MZ (Moment หมุนรอบ แกน Z)
- เลือกทิศทางการหมุนของ Moment ว่าเป็นทิศทางหมุนทวนเข็มหรือตามเข็มนาฬิกา Anti Clockwise หรือ Clockwise
- เคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Member ที่ต้องการเคลื่อนที่ Mouse ไปยังจุดที่ต้องการบน Member โดยอ่านระยะห่างจาก Node ต้นทาง ของ Member ที่ช่อง Entity Click Mouse จุดที่ต้องการจะเป็น

- การป้อนแรงกระทำ Member Moment โดยมีค่ารายละเอียดตามค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วิเคราะห์ผลการทดลอง

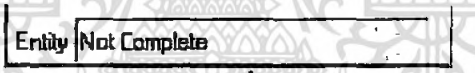
การวิเคราะห์โครงสร้าง เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถสั่งให้ Program วิเคราะห์โครงสร้างด้วยคำสั่ง

Execute --> Analyse

ถ้าข้อมูลโครงสร้างถูกต้อง และอยู่ในสภาพที่สมดุล Program จะทำการวิเคราะห์ไปตามลำดับขั้นตอนด้วยวิธี Stiffness Method การคำนวณจะอาศัยการแก้สมการด้วยวิธี Matrix Analysis ในระหว่างการคำนวณช่องข้อความ Entity จะปรากฏข้อความตามขั้นตอนการทำงานของ Program จนเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ พร้อมทั้งมีการ Cross Check ผลลัพธ์การวิเคราะห์ด้วย เมื่อ Program คำนวณแล้วเสร็จและถูกต้อง จะปรากฏข้อความ Complete ใน ช่องข้อความ Entity

รูปที่ 3.64 ผลการประมวลผลเมื่อโครงสร้างอยู่ในภาวะสมดุล

ในกรณีที่โครงสร้างอยู่ในภาวะไม่สมดุลหรือข้อมูลบางอย่างไม่ถูกต้องซึ่ง Program ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ Program จะหยุดการทำงานและ จะปรากฏข้อความ Incomplete ในช่องข้อความ Entity



รูปที่ 3.65 ผลการประมวลผลเมื่อโครงสร้างอยู่ในภาวะไม่สมดุล

ซึ่งผู้ใช้จะต้องตรวจสอบลักษณะความสมดุล (โครงสร้างจะต้องไม่เลื่อนไถล, จะต้องไม่หมุน และชิ้นส่วนจะต้องไม่เคลื่อนที่ภายใต้แรงกระทำภายนอก) ของโครงสร้างและข้อมูลของ Member Property ต่าง ๆ ให้เหมาะสม (ค่า E และ A จะต้องไม่มีค่าเป็นศูนย์) และแก้ไขให้ถูกต้องก่อน (ซึ่ง Program จะไม่แจ้งจุดผิดหรือส่วนการประมวลผลที่มีปัญหาให้ทราบ) จากนั้นจึงให้ Program วิเคราะห์อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์จากการคำนวณ เมื่อ Program คำนวณแล้วเสร็จ ผู้ใช้สามารถเรียกดูผลลัพธ์การคำนวณได้ ดังนี้

1) ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง ซึ่งจะเป็นสรุปรวมของ

- Node Displacement เป็นตารางแสดงผลลัพธ์ของ Node Displacement ในทิศทางต่างๆ คือ Translation X, Y, และ Z และ Rotation X, Y, Z

- Member Force เป็นตารางแสดงผลลัพธ์ของ Axial Force, Shear Y, Shear Z ,Torsion X ,Bending Moment Y และ Bending Moment Z

- Reaction เป็นตารางแสดงแรงลัพธ์ ของ Node ที่เป็น Support

2) ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาเฉพาะแต่ละ Node จะเป็นการแสดงผลลัพธ์แบบ Real Time สามารถทำได้โดยการเคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Node ที่ต้องการแล้วกดปุ่มซ้ายของ Mouse

3) ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาเฉพาะแต่ละ Member จะเป็นการแสดงผลลัพธ์แบบ Real Time เฉพาะ Member ที่ต้องการทราบหรือ Member ที่สำคัญ โดยการเคลื่อนที่ Mouse ไปยัง Member ที่ต้องการแล้วเคลื่อนที่ Mouse ไปตามความยาวของ Member จนได้ระยะที่ต้องการแล้ว กดปุ่มซ้ายของ Mouse ซึ่งผลลัพธ์ในลักษณะนี้จะแบ่งออกเป็นแต่ละชนิดของแรงกระทำและการโก่งตัวของ Member ดังนี้

- Moment รอบแกน X (M-X) ของชิ้นส่วน
- Bending Moment รอบแกน Y (BM-Y) ของชิ้นส่วน
- Bending Moment รอบแกน Z (BM-Z) ของชิ้นส่วน
- แรงตามแนวแกน X (Axial FX) ของชิ้นส่วน
- แรงตามแนวแกน Y (Shear FY) ของชิ้นส่วน
- แรงตามแนวแกน Z (Shear FZ) ของชิ้นส่วน
- การโก่งตัวตามแนวแกน Y (Deflection Y) ของชิ้นส่วน
- การโก่งตัวตามแนวแกน Z (Deflection Z) ของชิ้นส่วน

4) ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นภาพ คือการแสดง Graph และ Graphic ต่าง ๆ ของโครงสร้าง ได้แก่

- ภาพการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง Deformed Structure
- ภาพแผนภูมิแสดง Moment รอบแกน X (Torsion) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง
- ภาพแผนภูมิแสดง Moment รอบแกน Y (Bending Moment Y) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง
- ภาพแผนภูมิแสดง Moment รอบแกน Z (Bending Moment Z) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง
- ภาพแผนภูมิแสดง แรงตามแนวแกน X (Axial-X) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง
- ภาพแผนภูมิแสดง แรงตามแนวแกน Y (Shear Y) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง
- ภาพแผนภูมิแสดง แรงตามแนวแกน Z (Shear Z) ของชิ้นส่วนทั้งโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง

1) ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ของ Node ใช้ Menu คำสั่ง

Execute --> Result -->Table

จะปรากฏตามตารางแสดงผลลัพธ์ที่มีหลายตารางซ้อนกันอยู่ แล้วเลือก Tab Node Displacement จะปรากฏตารางที่แสดงผลลัพธ์ ระยะเคลื่อนที่ของ Node ทั้งหมดของโครงสร้างในรูปของตาราง ซึ่งจะแสดงครั้งละ 15 Node โดยสามารถเลือกให้แสดงด้วยการเลือกช่วงใน List Box ที่ปรากฏด้านล่างของตาราง

Node Displacement | Member Data | Member Force | Reaction |

Node Data & Result

Node	Type	Coor-X	Coor-Y	Coor-Z	Trans-X	Trans-Y	Trans-Z	Rot-X	Rot-Y	Rot-Z
N1	RigidJointSup	1	0	4	0	0	0	0	0	0
N2	RigidJointSup	3	0	4	0	0	0	0	0	0
N3	RigidJointSup	6	0	4	0	0	0	0	0	0
N4	RigidJointSup	8	0	4	0	0	0	0	0	0
N5	RigidJointSup	1	0	8	0	0	0	0	0	0
N6	RigidJointSup	3	0	8	0	0	0	0	0	0
N7	RigidJointSup	6	0	8	0	0	0	0	0	0
N8	RigidJointSup	8	0	8	0	0	0	0	0	0
N9	RigidJoint	0	1.5	4	-0.0003	-0.015	0	0.0002	0	0.00
N10	RigidJoint	1	1.5	4	-0.0003	-0.0034	-0.0002	0	0	0
N11	RigidJoint	3	1.5	4	-0.0003	-0.0026	-0.0004	0	0	0
N12	RigidJoint	6	1.5	4	-0.0003	-0.0034	-0.0002	0	0	0
N13	RigidJoint	8	1.5	4	-0.0003	-0.004	-0.0002	0.0001	0	0
N14	RigidJoint	10	1.5	4	-0.0003	-0.0116	0	0.0001	0	-0.0
N15	RigidJoint	0	1.5	8	-0.0002	-0.0137	0	-0.0002	0	0.00

Node 1 To 15
Node 1 To 15
Node 16 To 30
Node 31 To 32

รูปที่ 3.66 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตารางNode Displacement

ซึ่งในแต่ละคอลัมน์จะมีความหมายดังนี้

Node	หมายเลขประจำ Node
Type	เป็นประเภทของ Node นั้น
Coor-X	ค่าพิกัดตามแนวแกน X มีหน่วยเป็น **เมตร**
Coor-Y	ค่าพิกัดตามแนวแกน Y มีหน่วยเป็น **เมตร**
Coor-Z	ค่าพิกัดตามแนวแกน Z มีหน่วยเป็น **เมตร**
Trans-X	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ไปตามแกน X มีหน่วยเป็น **ซม.**
Trans-Y	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ไปตามแกน Y มีหน่วยเป็น **ซม.**
Trans-Z	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ไปตามแกนZ มีหน่วยเป็น **ซม.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rot-X ค่าการหมุนตัว (Rotation) รอบแกน X มีหน่วยเป็น **เรเดียน**

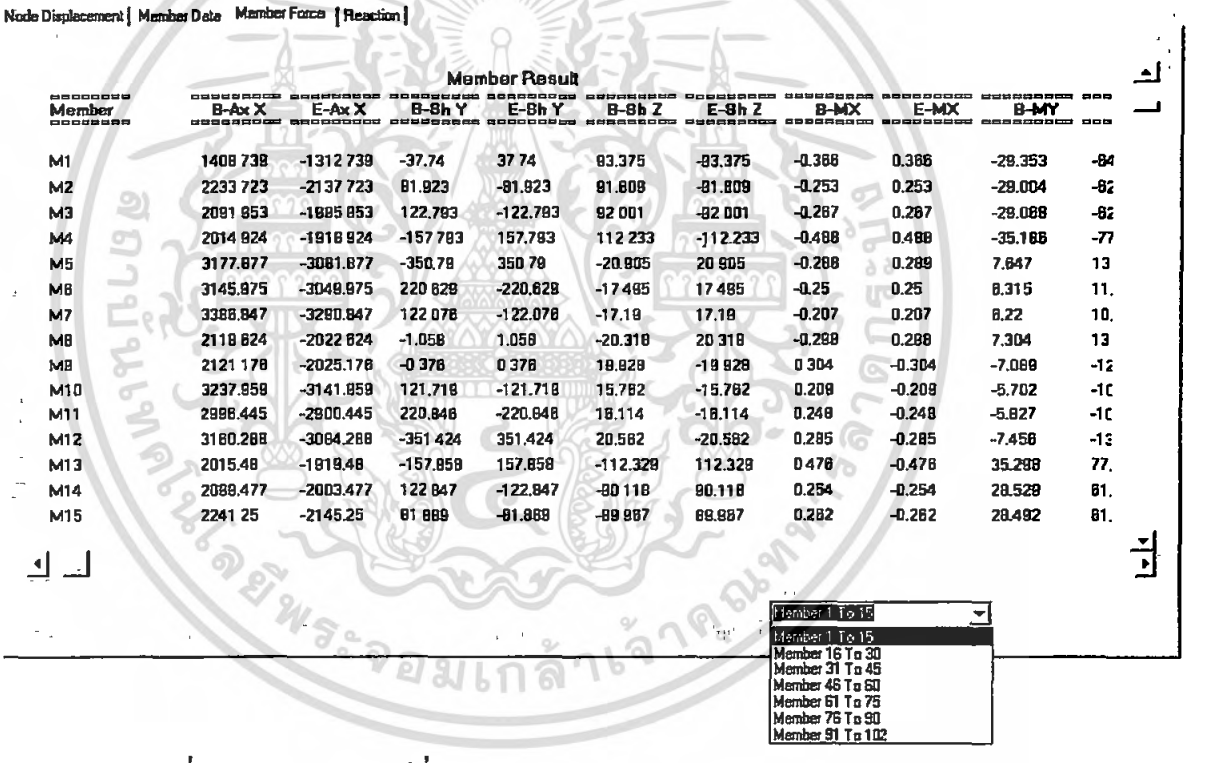
Rot-Y ค่าการหมุนตัว (Rotation) ของ Node รอบแกน Y มีหน่วยเป็น **เรเดียน**

Rot-Z ค่าการหมุนตัว (Rotation) ของ Node รอบแกน Z มีหน่วยเป็น **เรเดียน**

2) ผลลัพธ์แรง ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วน Member ใช้ Menu คำสั่ง

Execute --> Result -->Table

จะปรากฏตารางแสดงผลลัพธ์ที่มีหลายตารางซ้อนกันอยู่ แล้วเลือก Tab Member Force จะที่แสดงผลลัพธ์ แรงที่เกิดขึ้นภายใน Member ทั้งหมดของโครงสร้าง ในรูปของตาราง ซึ่งจะแสดงครั้งละ 15 Member โดยสามารถเลือกให้แสดงด้วย การเลือกช่วงใน List Box ที่ปรากฏด้านล่างของตาราง



Member	B-Ax X	E-Ax X	B-Sh Y	E-Sh Y	B-Sh Z	E-Sh Z	B-MX	E-MX	B-MY	
M1	1408.738	-1312.739	-37.74	37.74	83.375	-83.375	-0.366	0.366	-29.353	-84
M2	2233.723	-2137.723	81.923	-81.923	81.809	-81.809	-0.253	0.253	-29.004	-82
M3	2091.853	-1995.853	122.793	-122.793	92.001	-92.001	-0.287	0.287	-29.088	-82
M4	2014.924	-1918.924	-157.793	157.793	112.233	-112.233	-0.488	0.488	-35.166	-77
M5	3177.877	-3081.877	-350.79	350.79	-20.905	20.905	-0.288	0.289	7.647	13
M6	3145.975	-3049.975	220.629	-220.629	-17.485	17.485	-0.25	0.25	8.315	11.
M7	3388.847	-3290.847	122.076	-122.076	-17.19	17.19	-0.207	0.207	8.22	10.
M8	2118.824	-2022.824	-1.058	1.058	-20.318	20.318	-0.288	0.288	7.304	13
M9	2121.178	-2025.178	-0.376	0.376	19.928	-19.928	0.304	-0.304	-7.089	-12
M10	3237.959	-3141.959	121.718	-121.718	15.782	-15.782	0.209	-0.209	-5.702	-10
M11	2998.445	-2900.445	220.848	-220.848	18.114	-18.114	0.248	-0.248	-5.827	-10
M12	3160.288	-3064.288	-351.424	351.424	20.582	-20.582	0.285	-0.285	-7.456	-13
M13	2015.48	-1919.48	-157.859	157.859	-112.329	112.329	0.476	-0.476	35.288	77.
M14	2089.477	-2003.477	122.847	-122.847	-90.118	90.118	0.254	-0.254	28.529	61.
M15	2241.25	-2145.25	91.889	-91.889	-89.987	89.987	0.282	-0.282	28.492	61.

รูปที่ 3.67 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง Member Force

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละคอลัมน์จะมีความหมายดังนี้

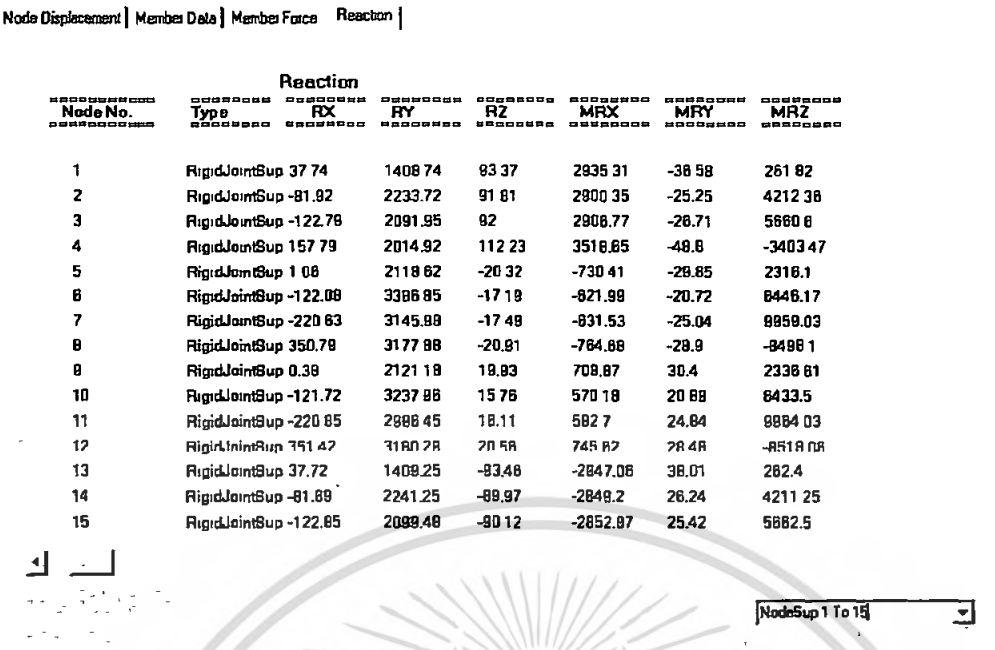
Member	ลำดับหมายเลขชิ้นส่วน
B-Ax X	แรงตามแนวแกนที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของชิ้นส่วน
E-Ax X	แรงตามแนวแกนที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน
B-Sh Y	แรง Shearตามแนวแกน Y ที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของชิ้นส่วน
E-Sh Y	แรง Shearตามแนวแกน Yrที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน
B-Sh Z	แรง Shearตามแนวแกน Z ที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของชิ้นส่วน
E-Sh Z	แรง Shearตามแนวแกน Z ที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน
B-MX Torsion	Moment (Momentรอบแกน X) ที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของชิ้นส่วน
E-MX Torsion	Moment (Momentรอบแกน X) ที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน
B-My Bending	Moment Y (Momentรอบแกน Y) ที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของ
E-My Bending	Moment Y (Momentรอบแกน Y) ที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน
B-MZ Bending	Moment Z (Momentรอบแกน Z) ที่เกิดขึ้นตรงจุดเริ่มของชิ้นส่วน
E-MZ Bending	Moment Z (Momentรอบแกน Z) ที่เกิดขึ้นตรงจุดสิ้นสุดของชิ้นส่วน

3) ผลลัพธ์แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ ใช้ Menu คำสั่ง

Execute --> Result -->Table

จะปรากฏตารางแสดงผลลัพธ์ที่มีหลายตารางซ้อนกันอยู่ แล้วเลือก Tab Reaction จะปรากฏตารางที่แสดงผลลัพธ์ แรงปฏิกิริยาของแต่ละ Node ที่เป็น Support ทั้งหมดของโครงสร้างในรูปของตาราง ซึ่งจะแสดงครั้งละ 15 Node โดยสามารถเลือกให้แสดงด้วยการเลือกช่วงใน List Box ที่ปรากฏด้านล่างของตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.68 แสดงผลลัพธ์ที่แสดงออกมาทางตาราง Reaction

โดยที่แต่ละ Column จะมีความหมายดังนี้

Node No. หมายเลขประจำ Node

Type ชนิดของ Support

Rt-X ปริมาณแรงลัพธ์ทิศทางแกน X ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับ

R-Y ปริมาณแรงลัพธ์ทิศทางแกนY ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับ

R-Z ปริมาณแรงลัพธ์ทิศทางแกนZ ที่ ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับ

MRX ปริมาณแรงลัพธ์ที่เป็น Moment ในทิศทางที่หมุนรอบแกน X ที่กระทำต่อ Node นั้น ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับแบบ Rigid Joint Support หรือ Fix Support

MRY ปริมาณแรงลัพธ์ที่เป็น Moment ในทิศทางที่หมุนรอบแกน Y ที่กระทำต่อ Node นั้น ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับแบบ Rigid Joint Support หรือ Fix Support

MRZ ปริมาณแรงลัพธ์ที่เป็น Moment ในทิศทางที่หมุนรอบแกน Z ที่กระทำต่อ Node นั้น ในกรณีที่ Node นั้นเป็นจุดรองรับแบบ Rigid Joint Support หรือ Fix Support

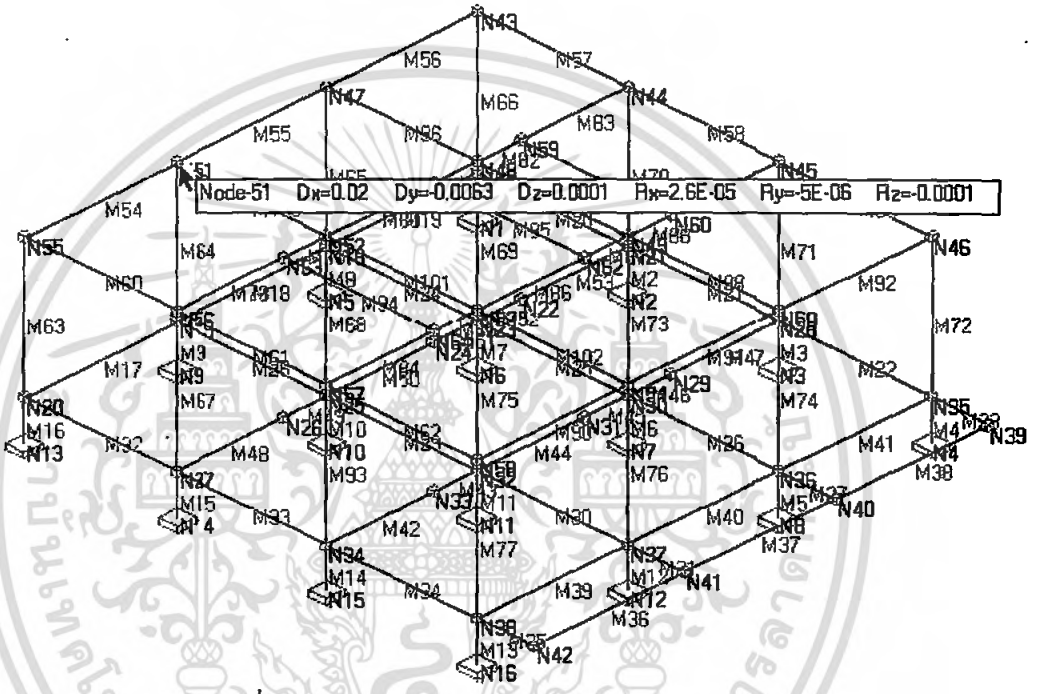
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 ผลลัพธ์บาง Node หรือบางจุดในชิ้นส่วน

1) ผลลัพธ์เฉพาะบาง Node ที่ต้องการในกรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดเฉพาะ Node สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result -->Selected Node

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Node ที่ต้องการแสดงผลลัพธ์เฉพาะด้วยการเคลื่อนที่ Mouse ไปชี้ Node ที่ต้องการแล้วกดปุ่มซ้ายค้างไว้ Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



รูปที่ 3.69 แสดงผลลัพธ์เฉพาะบาง Node

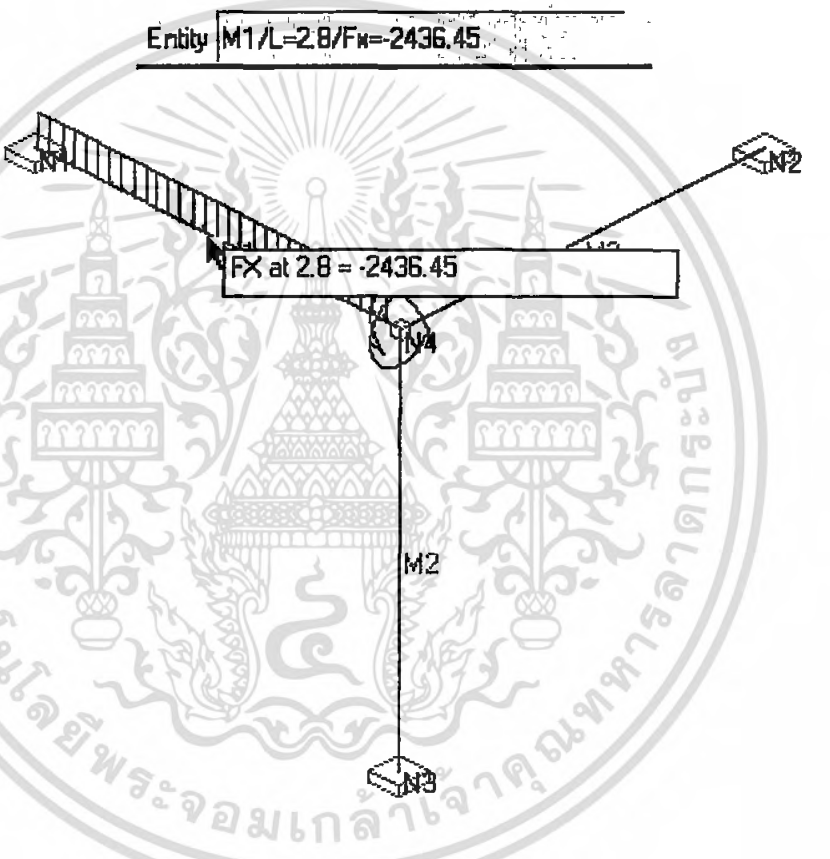
Node.	หมายเลขประจำ Node
Dx	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ของ Node ไปตามแกน X มีหน่วย เป็น ซม.
Dy	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ของ Node ไปตามแกน Y มีหน่วยเป็น ซม.
Dz	ค่าการเคลื่อนตัว (Translation) ของ Node ไปตามแกน Z มีหน่วยเป็น ซม.
Rx	ค่าการหมุนตัว (Rotation) รอบแกน X ของ Node มีหน่วยเป็น เรเดียน
Ry	ค่าการหมุนตัว (Rotation) รอบแกน Y ของ Node มีหน่วยเป็น เรเดียน
Rz	ค่าการหมุนตัว (Rotation) รอบแกน Z ของ Node มีหน่วยเป็น เรเดียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลลัพธ์ค่า Axial Force ที่จุดต่างๆบนชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Axial Force ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->Axial FX

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น ที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Axial Force ตรงจุดนั้น หรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงข้อมูลทำนองเดียวกับที่แสดงในกรอบข้อความ Entity Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



รูปที่ 3.70 แสดงผลลัพธ์ค่า Axial Force

3) ผลลัพธ์ค่า Shear Force Y ที่จุดต่างๆบนชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Shear Force ตามแนวแกน Y ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->Shear FY

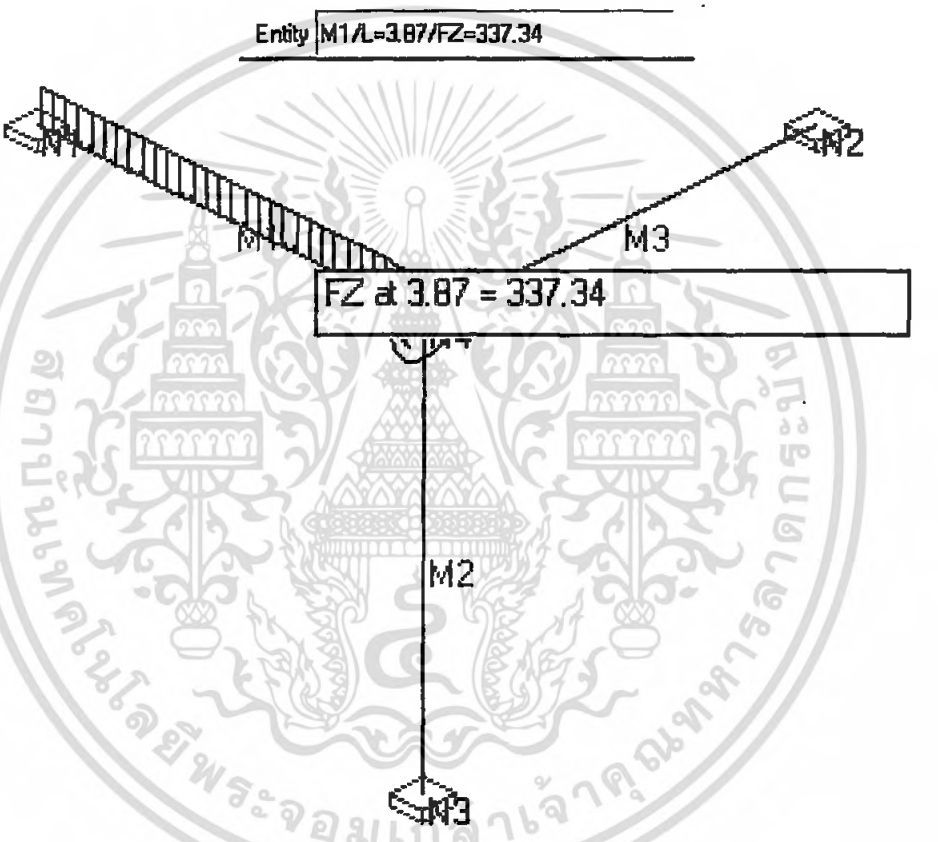
จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น ที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member, ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Shear Force FY ตรง ณ พิกัดใด ๆ หรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ผลลัพธ์ค่า Shear Force Z ที่จุดต่างๆบนชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Shear Force ตามแนวแกน Y ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->Shear FZ

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น ที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Shear Force FZ ตรงจุดนั้นหรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงข้อมูลทำนองเดียวกับที่แสดงในกรอบข้อความ Entity Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



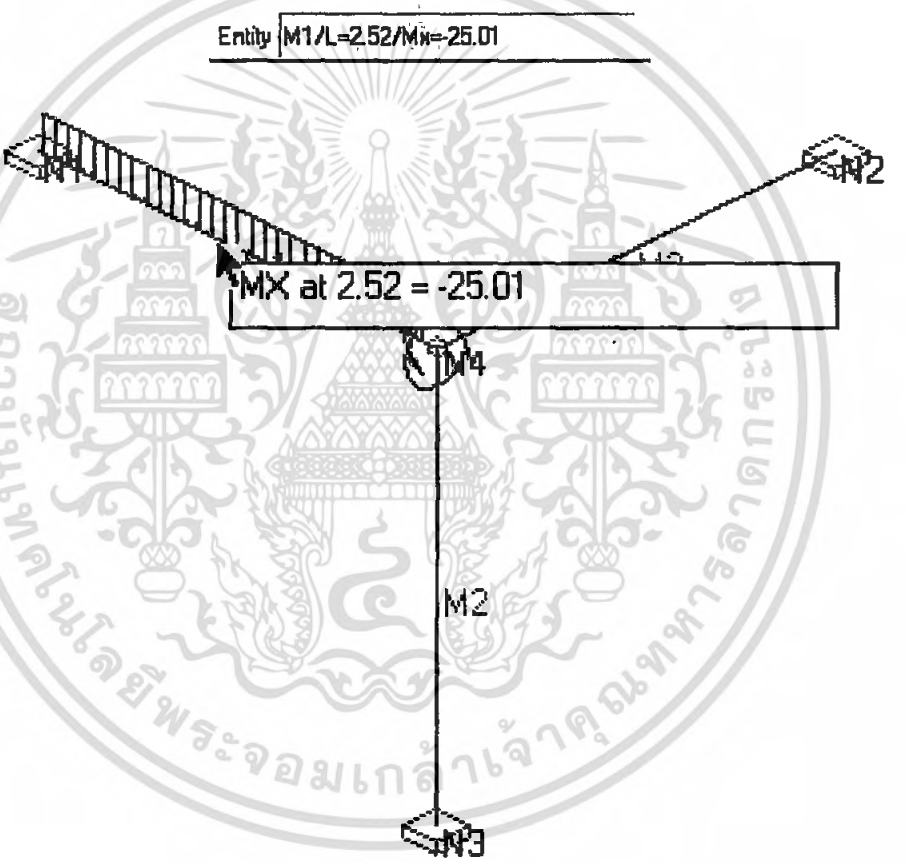
รูปที่ 3.71 แสดงผลลัพธ์ค่า Shear Force Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ผลลัพธ์ค่า Moment X (Moment รอบแกน X หรือ Torsion) ที่จุดต่างๆ บนชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Moment X ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->M-X

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้นที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Moment X ตรงจุดนั้นหรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงข้อมูลทำนองเดียวกับที่แสดงในกรอบข้อความ Entity Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



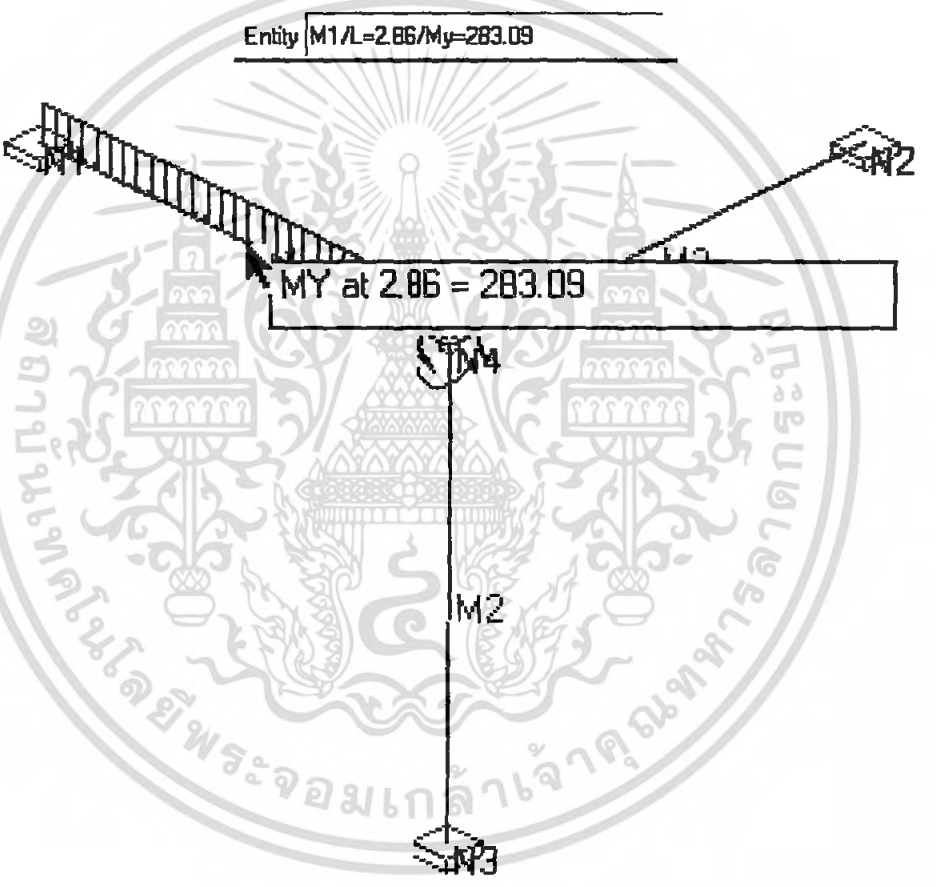
รูปที่ 3.72 แสดงผลลัพธ์ค่า Moment X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ผลลัพธ์ค่า Bending Moment Y (Moment รอบแกน Y) ที่จุดต่าง ๆ บนชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Bending Moment Y ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->BM-Y

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น ที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Bending Moment Y ตรงจุดนั้นหรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงข้อมูลทำนองเดียวกับที่แสดงในกรอบข้อความ Entity Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



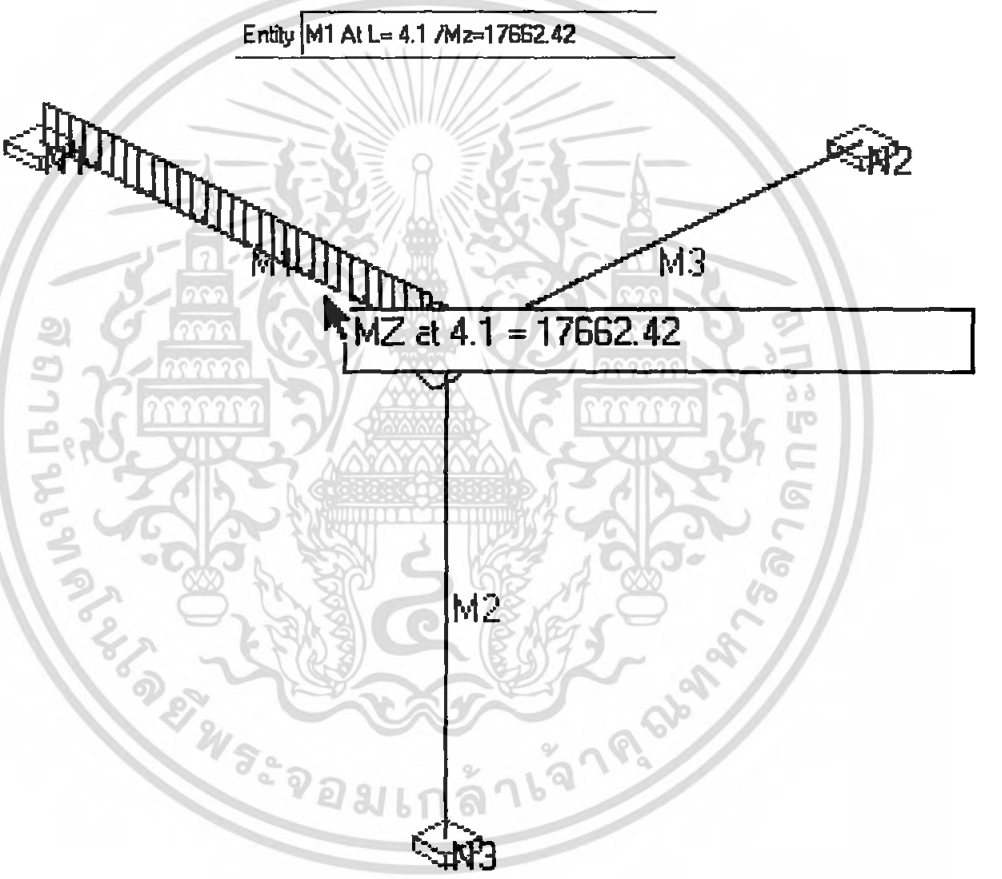
รูปที่ 3.73 แสดงผลลัพธ์ค่า Bending Moment Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ผลลัพธ์ค่า Bending Moment Z (Moment รอบแกน Z) ที่จุดต่าง ๆ แต่ละชิ้นส่วนในกรณีที่ต้องการค่า Bending Moment Z ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Member สามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->BM-Z

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น ที่ช่องข้อความ Entity จะแสดงหมายเลข Member ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่า Bending Moment Z ตรงจุดนั้นหรือกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงข้อมูลทำนองเดียวกับที่แสดงในกรอบข้อความ Entity Programจะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



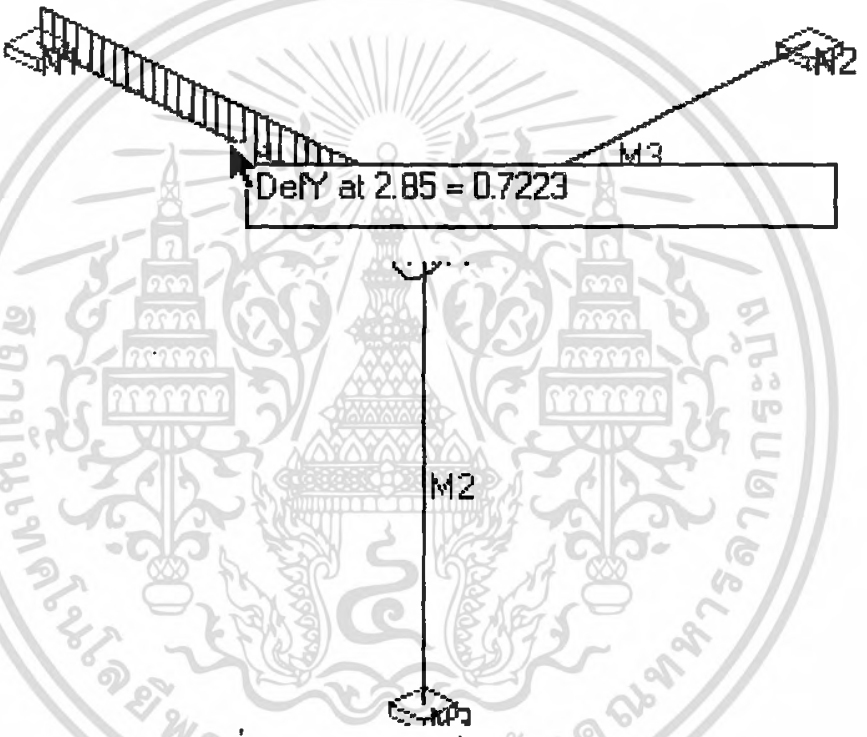
รูปที่ 3.74 แสดงผลลัพธ์ค่า Bending Moment Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ผลลัพธ์ค่า Deflection ที่จุดต่างๆบนชิ้นส่วน ในกรณีที่ต้องการค่า Deflection ที่โก่งไปในทิศทาง Y (Deflection Y) หรือ Deflection ที่โก่งไปในทิศทาง Z (Deflection Z) ที่จุดใดจุดหนึ่งของ Memberสามารถสั่งให้ Program แสดงค่าได้ด้วยการใช้คำสั่ง

Execute --> Result-- >Selected Member -->Deflection Y

จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Member และตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าด้วยการใช้ Mouse เคลื่อนที่ไปชี้ยังจุดนั้น แล้วกดปุ่มซ้ายของ Mouse จะปรากฏกรอบข้อความแสดงระยะห่างจากจุดเริ่มต้นของ Member และค่าการโก่งตัว ตามทิศทาง Y หรือทิศทาง Z ของจุดนั้น มีหน่วยเป็น **ซม.** Program จะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังภาพ



รูปที่ 3.75 แสดงผลลัพธ์ค่า Deflection

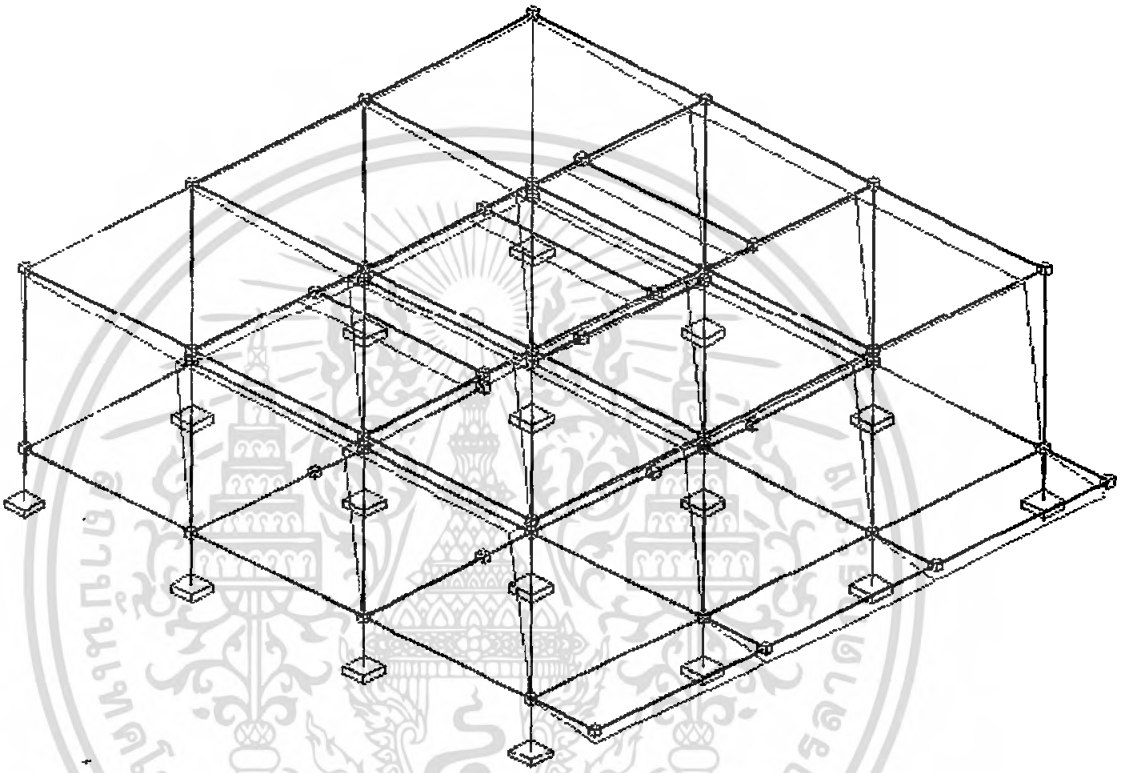
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ภาพแสดงการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง

หลังจากการป้อนข้อมูลและวิเคราะห์ได้ผลลัพธ์แล้ว สามารถเรียกดูภาพการเคลื่อนตัวของโครงสร้างได้ด้วยคำสั่ง

Execute -->Result-->Graphics-->Deformed Structure

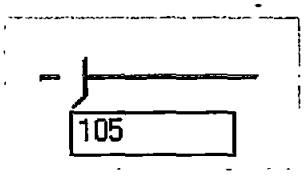
Program จะแสดงภาพแนวโครงสร้างที่เคลื่อนตัวซ้อนทับกับภาพโครงสร้างปกติดังภาพ



รูปที่ 3.76 แสดงภาพแสดงการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง

โดยแนวเส้นสีส้มจะเป็นแนว Member ที่ลากไปตามการเคลื่อนตัวระหว่างNode

ผู้ใช้สามารถกำหนดการสร้างภาพที่เกินจริงได้ด้วยการ Click ที่ปุ่มขวาของ Mouse จะปรากฏปุ่มควบคุมแบบ Slider เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดอัตราส่วนการสร้างภาพเกินจริงด้วยการเลื่อนปุ่ม Slider ไปยังค่าเกินจริงที่ต้องการได้ แต่มีข้อจำกัดในการขยายภาพเกินจริงอยู่ที่ 1, 7, 14,...เท่า (เลขที่ 7 หารลงตัว) ดังนั้นหากต้องการขยายที่ 3 หรือ 5 เท่าจะไม่สามารถทำได้ ดังภาพ



รูปที่ 3.77 แสดง Slider เพื่อกำหนดให้ภาพแสดงค่าเกินจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลื่อน Slider ไปยังค่าที่ต้องการ Program จะสร้างภาพการเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่เกินจริงตามจำนวนเท่าที่ปรากฏใน Slider การซ่อนภาพ Slider สามารถทำได้โดยการกดปุ่มขวาของ Mouse ซ้ำอีกครั้ง ภาพแผนภูมิผลลัพธ์ต่างๆของโครงสร้างเมื่อ Program ได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถเรียกดูภาพ Diagram ต่างๆที่เป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ได้ดังนี้

- Torsion Moment Diagram (Moment รอบแกน X) ของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics --> Torsion-X

- Bending Moment Y Diagram (Moment รอบแกน Y) ของชิ้นส่วน ด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics -->Bending Moment Y

- Bending Moment Z Diagram (Moment รอบแกน Y) ของชิ้นส่วน ด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics -->Bending Moment Y

- Axial Force Diagram (แรงภายในตามแนวแกน X) ของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics -->Axial-X

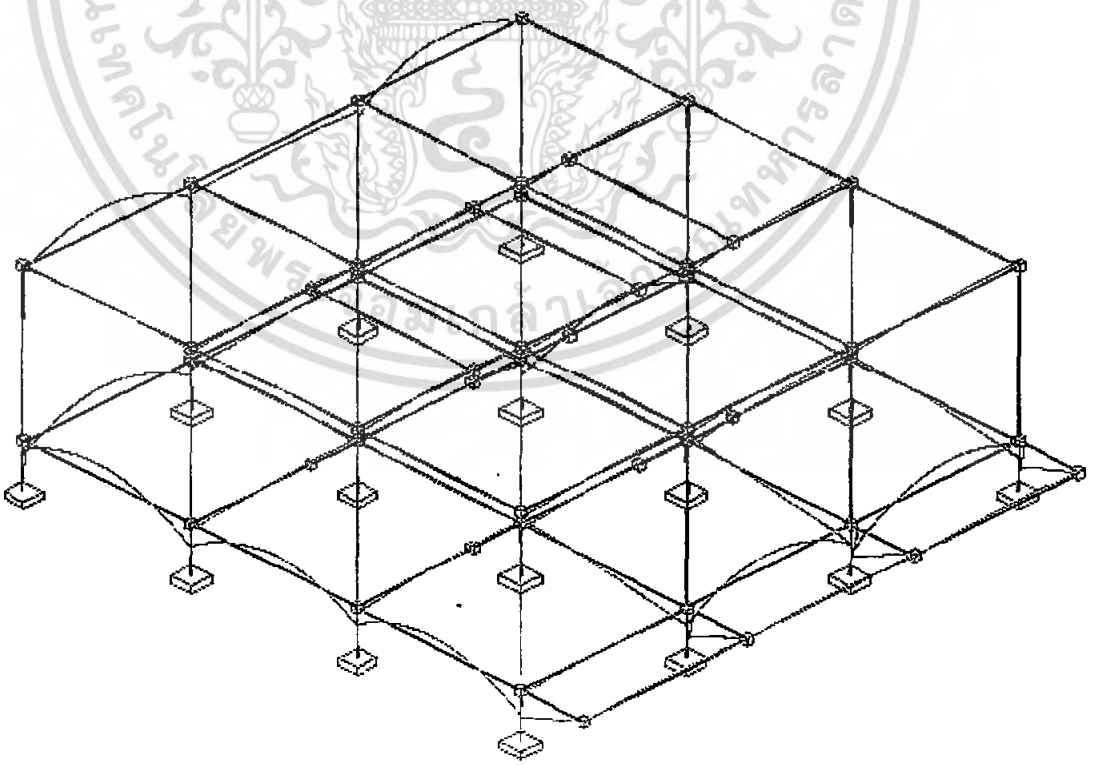
- Shear Force Diagram Y (แรงเฉือนตามแนวแกน Y) ของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics -->Shear-Y

- Shear Force Diagram Z (แรงเฉือนตามแนวแกน Z) ของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute --> Result -->Graphics -->Shear-Z

หลังจากเรียกคำสั่งแล้ว Programจะแสดงภาพแผนภูมิ (Diagram) ตามที่สั่ง ดังตัวอย่างภาพ



รูปที่ 3.78 ภาพแสดง Bending Moment Z ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

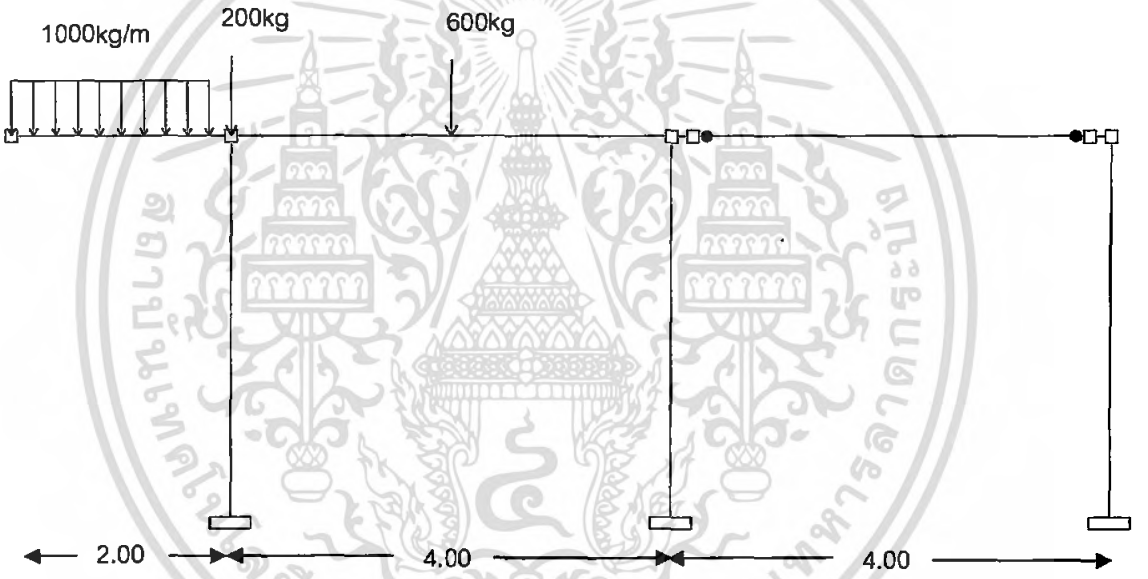
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองในโครงงานนี้จะมีขอบเขตที่ศึกษาการประยุกต์การวิเคราะห์โครงสร้าง (Moment แรงเฉือน การแอ่นเอน) สำหรับโครงสร้างคาน, เสา, พื้น Flat slab, และบันได Leg Dog ดังนั้นการทดลองจะประกอบด้วย

4.1 โครงสร้างของคานช่วงเดียว (Simple Beam) และคานต่อเนื่อง (Continuous Beam)

ลักษณะของโครงสร้าง

เป็นโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็ก สูงจากพื้น 3.50 เมตร ดังรูป



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรตามลักษณะการใช้งาน เมื่อสมมุติให้โครงสร้างเป็นคานริมของที่พักอาศัย อ้างอิงจากมาตรฐาน ว.ส.ท. คิดน้ำหนักบรรทุกใช้งาน

W=1.7DL + 2.0LL

สมมุติฐาน

-คำนวณค่าความลึกของคานต่อเนื่องได้ประมาณค่าความยาวของคานนั้น ๆ หารสิบ และส่วนคานยื่นมีความลึกของไม่น้อยกว่าค่าความยาวของคานนั้น ๆ หารแปด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบหน่วย Metric
2. ตั้ง M-Grid ดังนี้

   Y=0 เพื่อวางจุดหมุน;

   X=1.50, 5.50, 9.50, 11.5, 15.5, 19.50, และ 21.00

   Z=4
3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

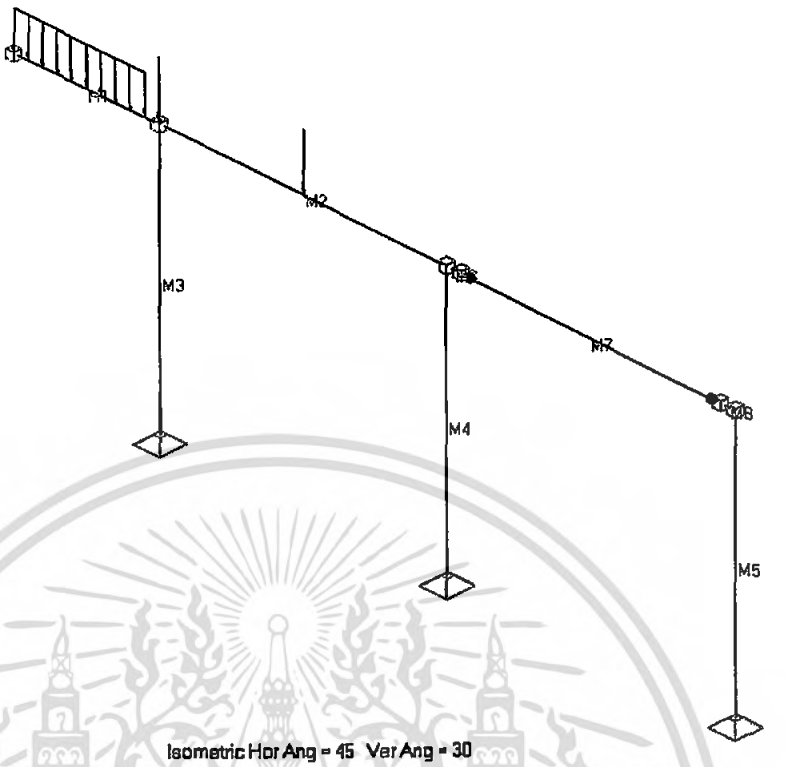
ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	Wt (kg/m)
B20x40	20	40	326.4
C40x40	40	40	652.8

ตารางที่ 4.1 แสดงหน้าตัดของโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

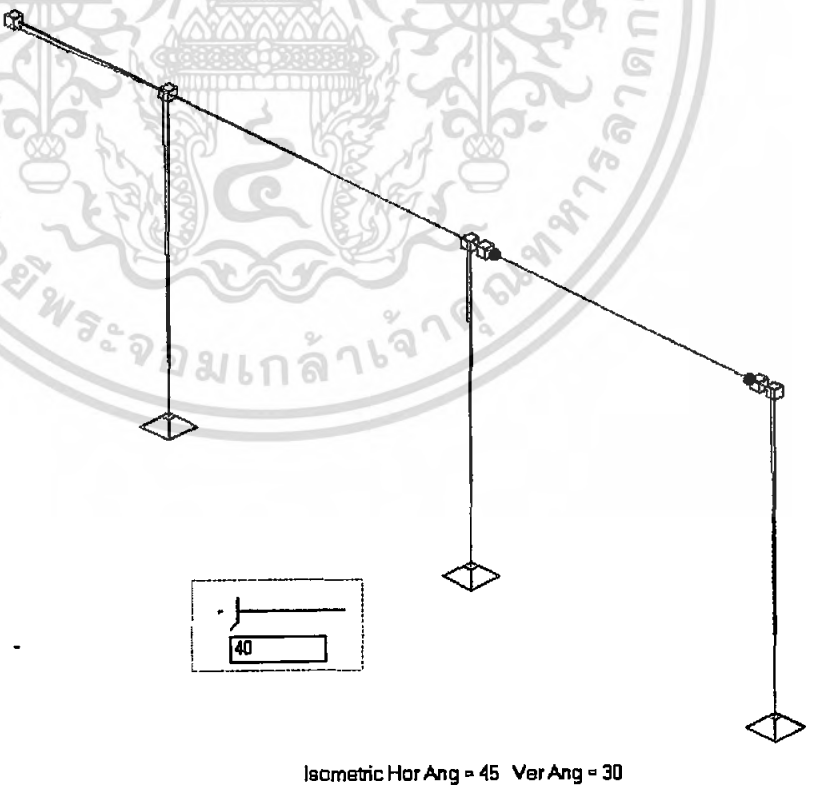
4. การสร้าง Model คานช่วงเดียวสามารถทำได้ ดังนี้
   - สร้างหน้าตัดสำหรับเสาและคานที่ต้องการ ในกรณีการทดลองนี้ได้สร้างหน้าตัดเสาที่มีขนาด 40x40 และคานที่มีขนาด 20x40
   - สร้าง Node ในพิกัดที่ต้องการ และเลือกชนิดของ Support ที่ต้องการ ในกรณีการทดลองนี้ กำหนดให้เสามีระยะห่างกัน 4 เมตร
   - สร้างเสาบน Support ที่ได้
   - สร้าง Node ที่มีระยะห่างจาก Node ที่เป็นตัวแทนของจุดศูนย์กลางของเสาเท่ากับระยะที่ขอบของเสาถึงจุดเริ่มช่วงคานเท่ากับ 0.40/2 = 0.20 เมตร ในช่วง Span ของคาน Node ที่สร้างในขั้นตอนนี้จะเป็นจุดต่อที่ไม่มีจริงในโครงสร้างเพราะเป็น Node ที่สร้างเพื่อการวาง Member ของคาน
   - วาง Member โดยให้เลือกใช้ Beginและ End With Hinge
5. วิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์

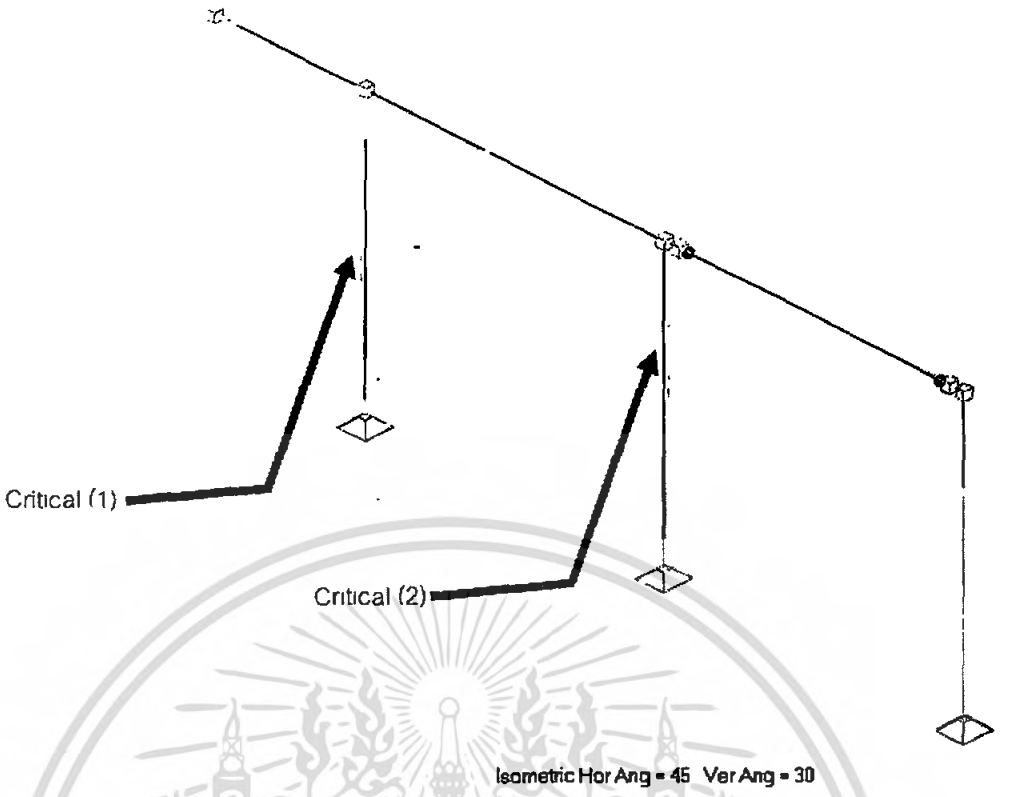


รูปที่ 4.2 โครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

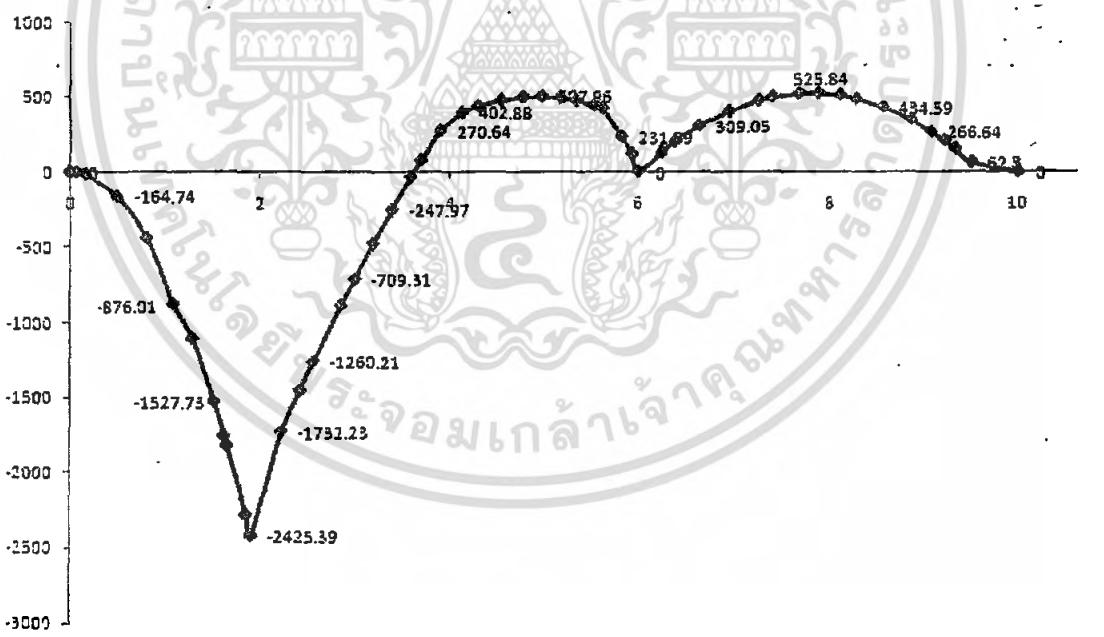


รูปที่ 4.3 การแอ่นเอนในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง เมื่อใช้ Over Scale 40 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

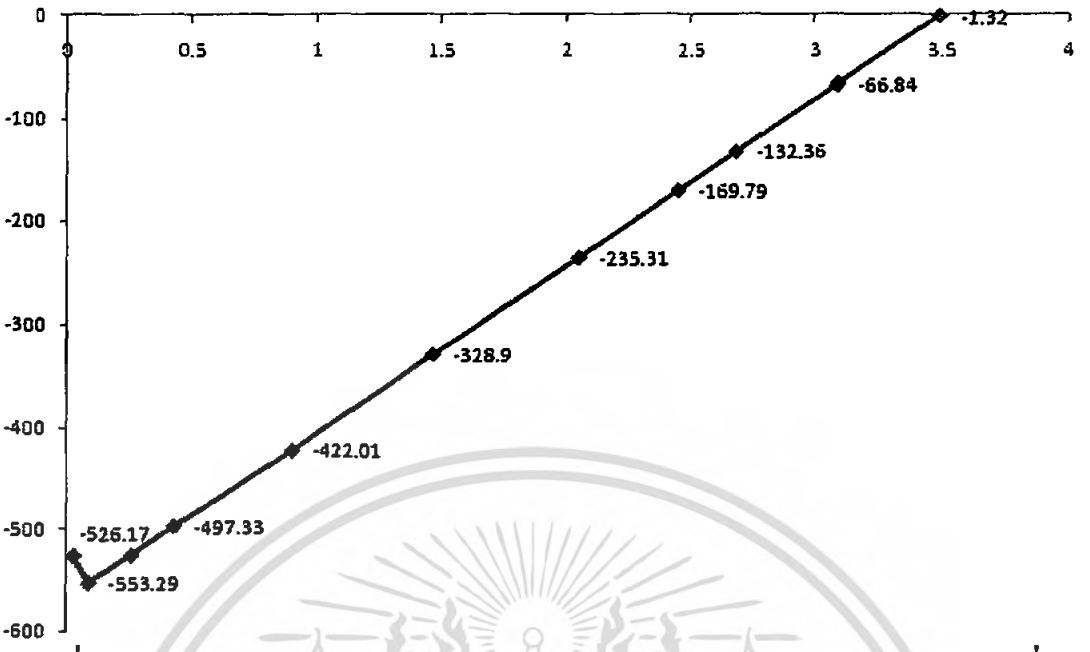


รูปที่ 4.4 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

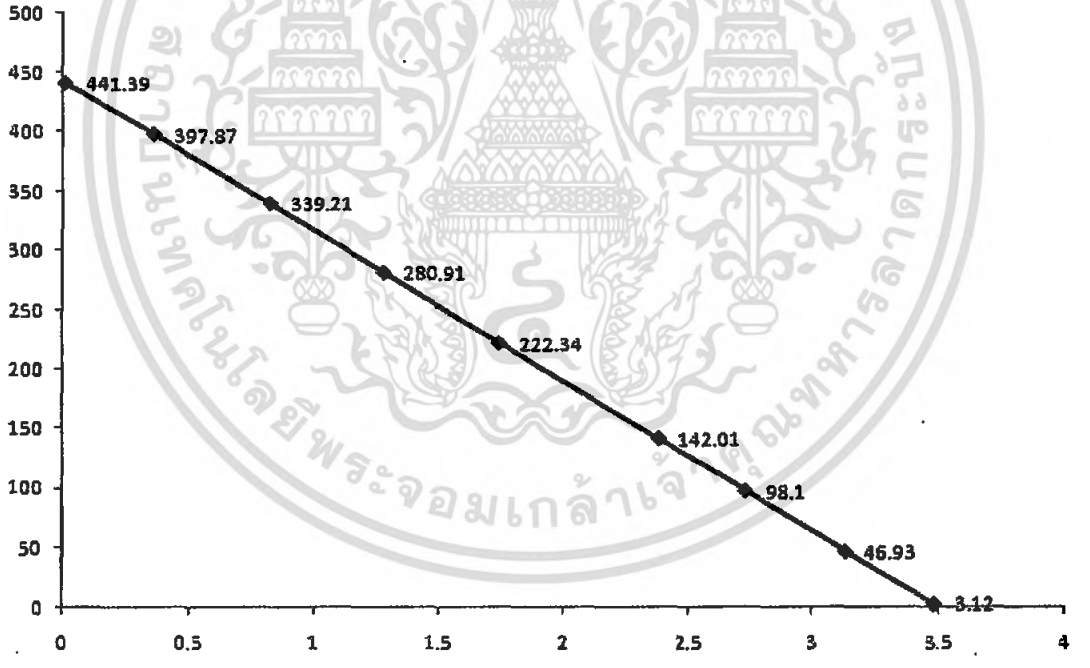


รูปที่ 4.5 ค่า Bending Moment Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

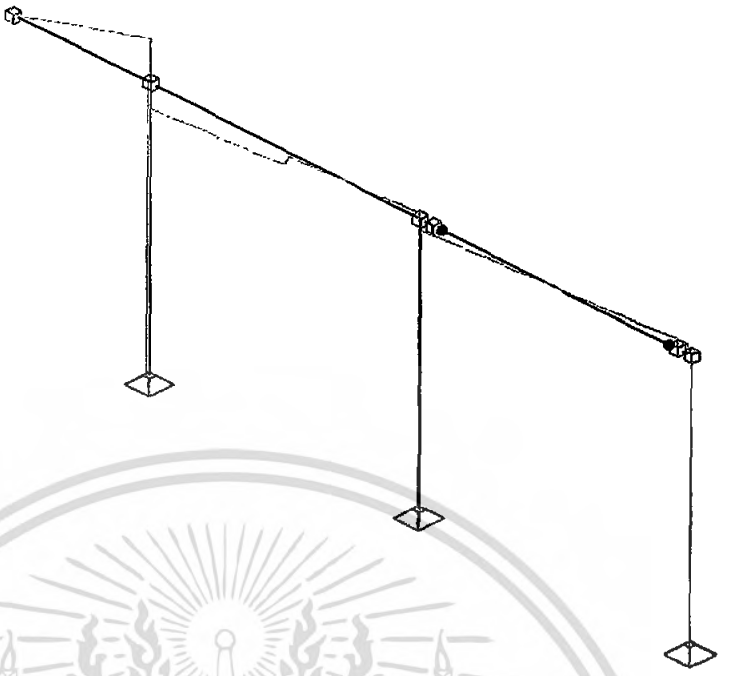


รูปที่ 4.6 ค่า Bending Moment Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

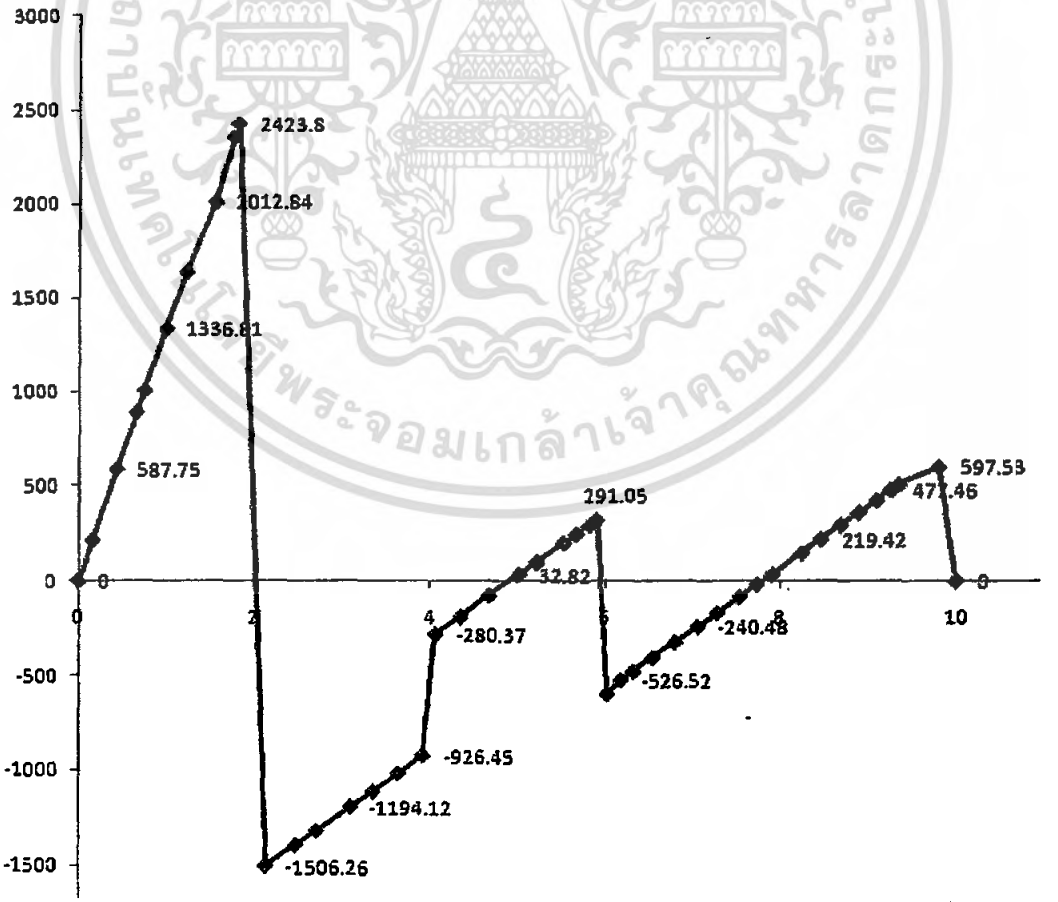


รูปที่ 4.7 ค่า Bending Moment Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

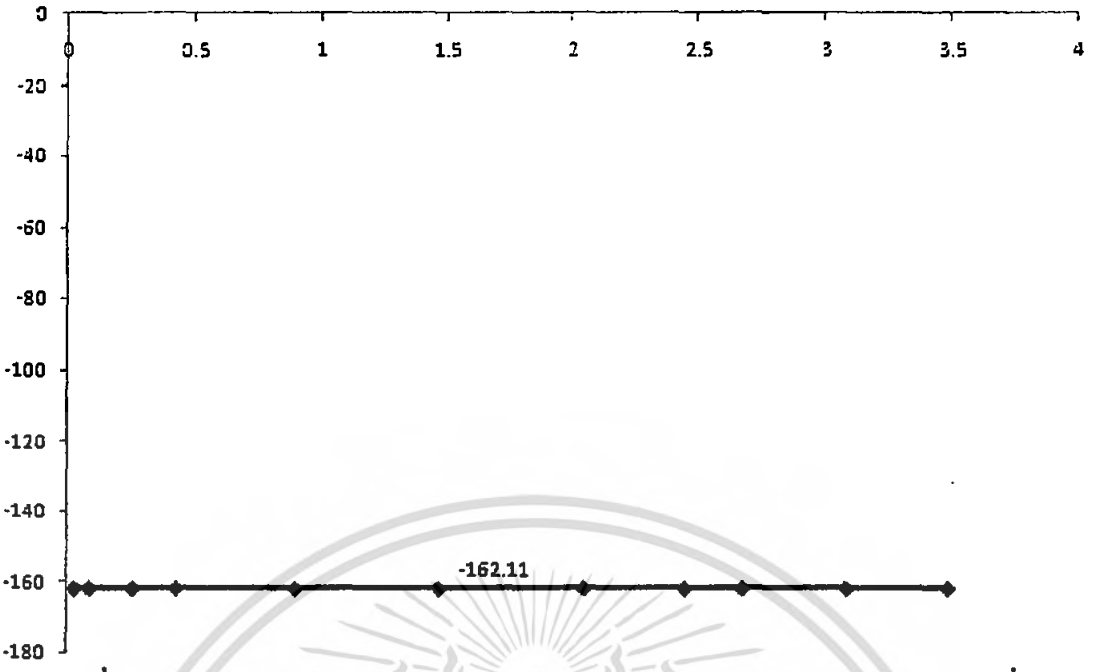


รูปที่ 4.8 Shear Force Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

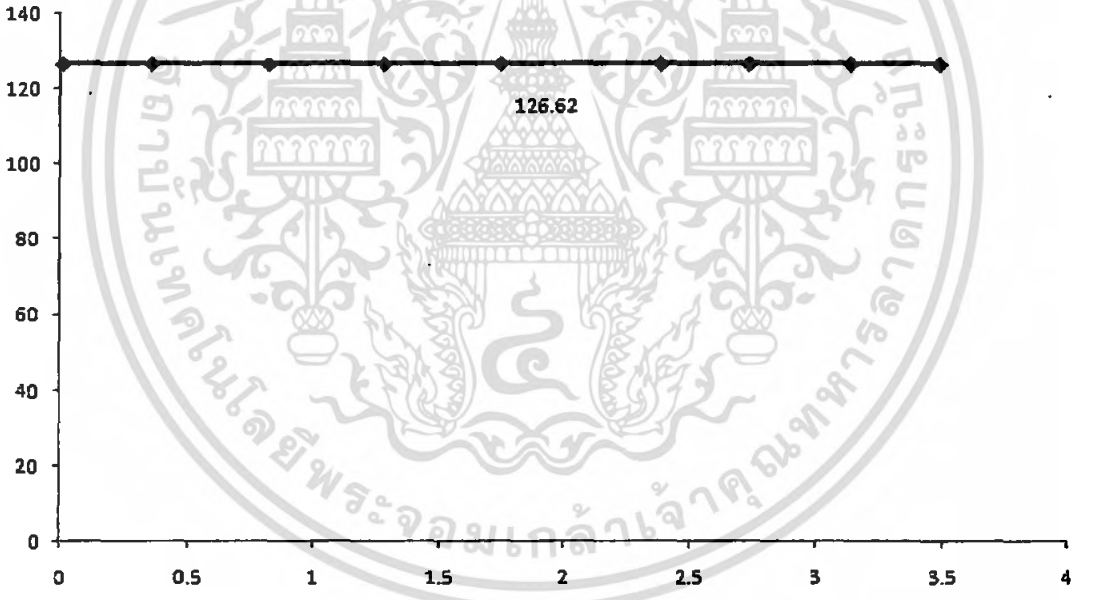


รูปที่ 4.9 ค่า Shear Force Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

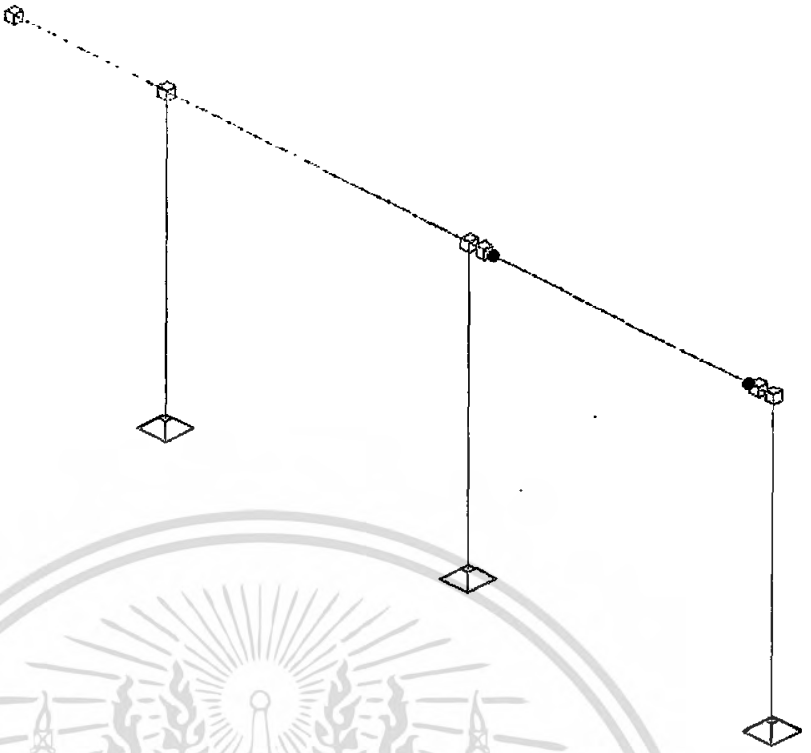


รูปที่ 4.10 ค่า Shear Force Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง



รูปที่ 4.11 ค่า Shear Force Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

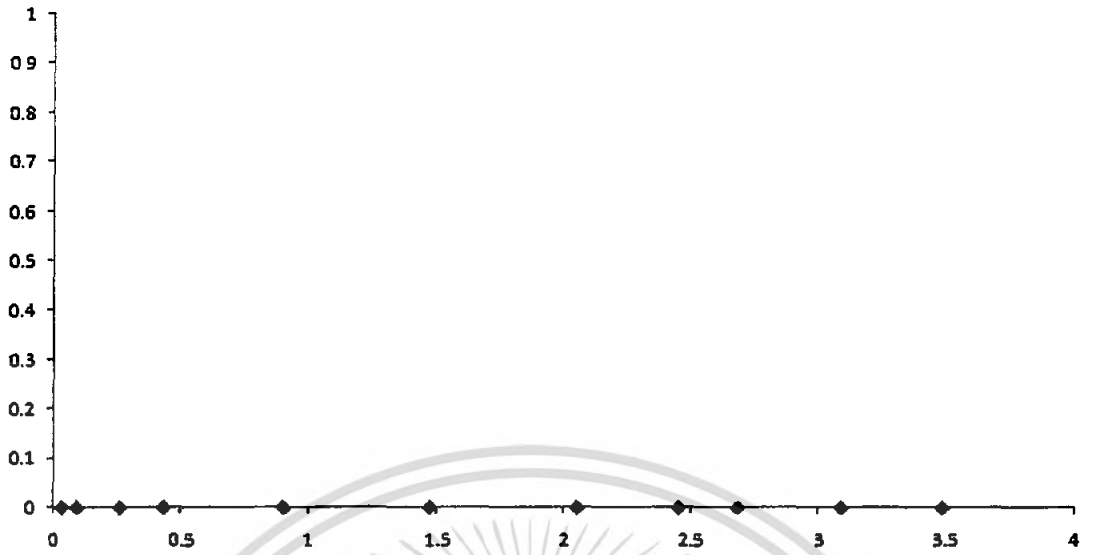
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



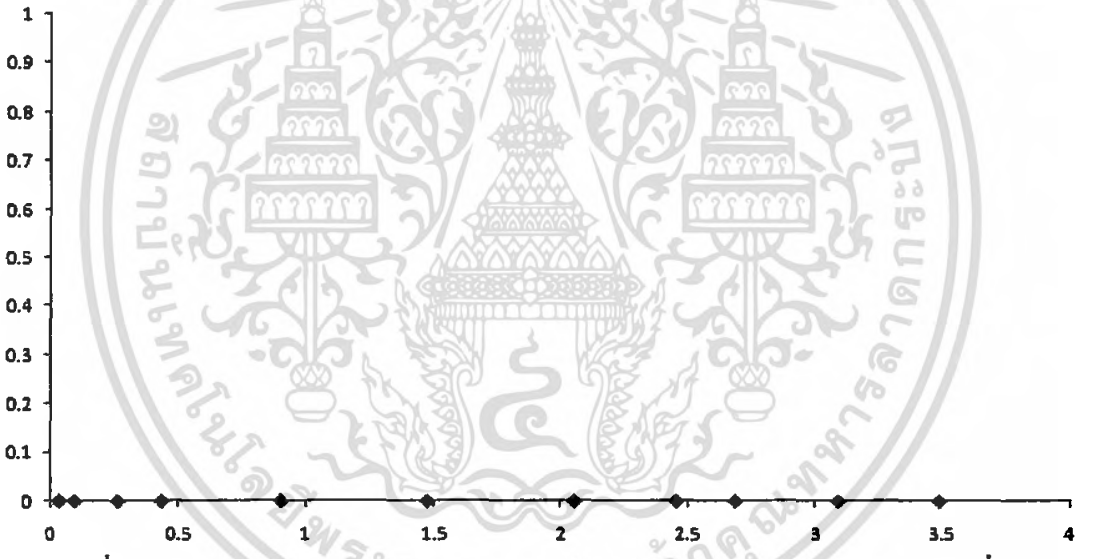
รูปที่ 4.12 Torsion-X Diagram ในโครงสร้างคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

รูปที่ 4.13 ค่า Torsion-X Diagram ในคานของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ค่า Torsion-X Diagram ในเสา (1) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง



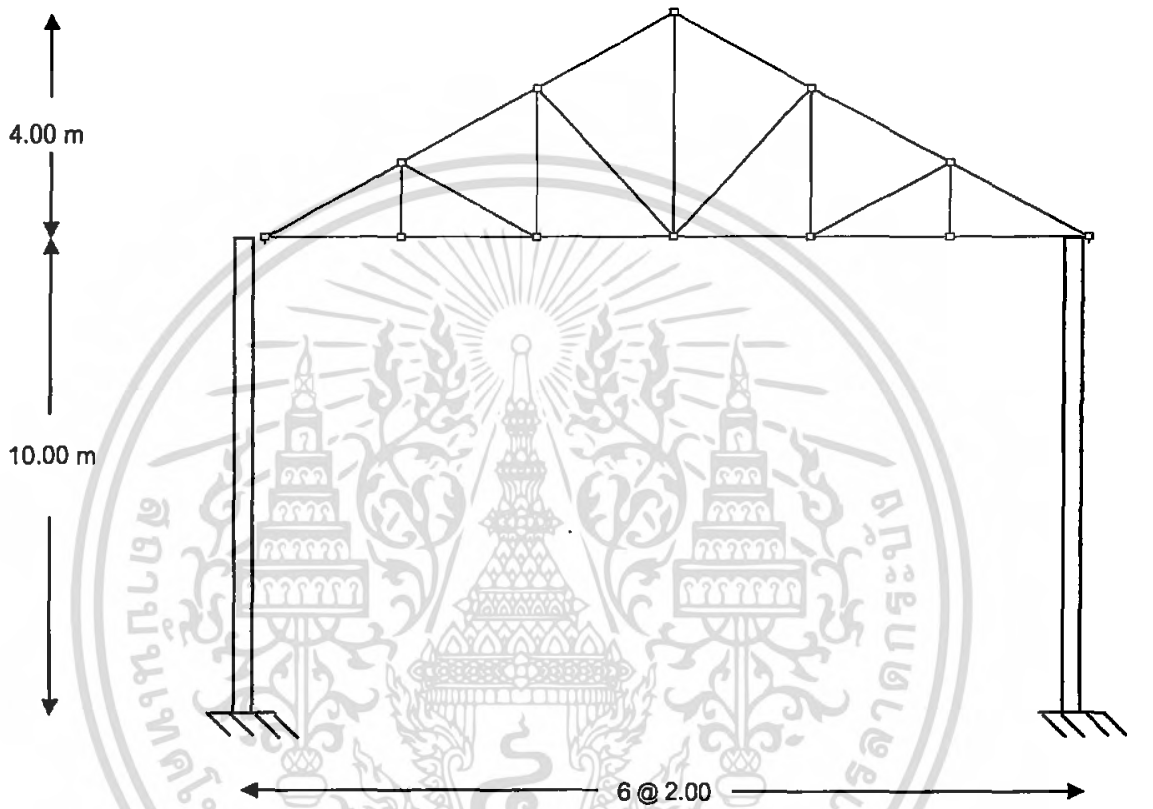
รูปที่ 4.15 ค่า Torsion-X Diagram ในเสา (2) ของโครงสร้างช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โครง Truss

ลักษณะของ Truss

เป็นโครง Truss เหล็กที่มีช่วง Span 12.00 เมตร ความสูงส่วนที่เป็นโครง Truss 4.00 เมตร มีความสูงจากพื้นดินห่างชายคา 10.00 เมตร ระยะห่างระหว่างโครง 5.00 เมตร แรงลม 80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีกระเบื้องลอนคู่วางบนแปเหล็กช่วงละ 1.00 เมตร ดังรูป



รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโครง Truss

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรตามลักษณะการใช้งานโดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ว.ส.ท. คิดน้ำหนักบรรทุกใช้งาน W=1.7DL + 2.0LL

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบหน่วย Metric
2. ตั้ง M-Grid ดังนี้

   Y=0 เพื่อวางจุดหมุน;

   X=0.00, และ 12.00

   Z=5.00, และ 10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y=10 เพื่อวางโครงสร้างของโครง Truss

X=2.00, 4.00, 6.00, 8.00, 10.00, และ 12.00

Z=5.00, และ 10.00

Y=11.333

X=2.00, และ 8.00

Z=5.00, และ 10.00

Y=12.667

X=4.00, และ 10.00

Z=5.00, และ 10.00

Y=14.00

X=6.00

Z=5.00, และ 10.00

3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

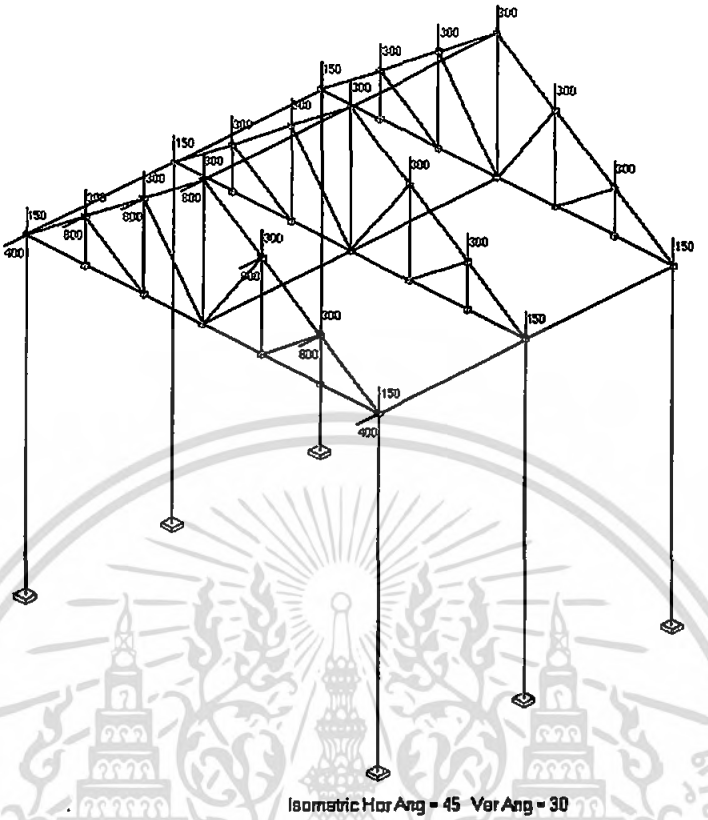
ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	ThkB (cm)	ThkD (cm)	Wt (kg/m)
W200x200	20	20	1.2	0.80	49.9
Dia8.673x0.4	8.673	-	0.4	-	8.16

ตารางที่ 4.2 แสดงหน้าตัดของโครง Truss

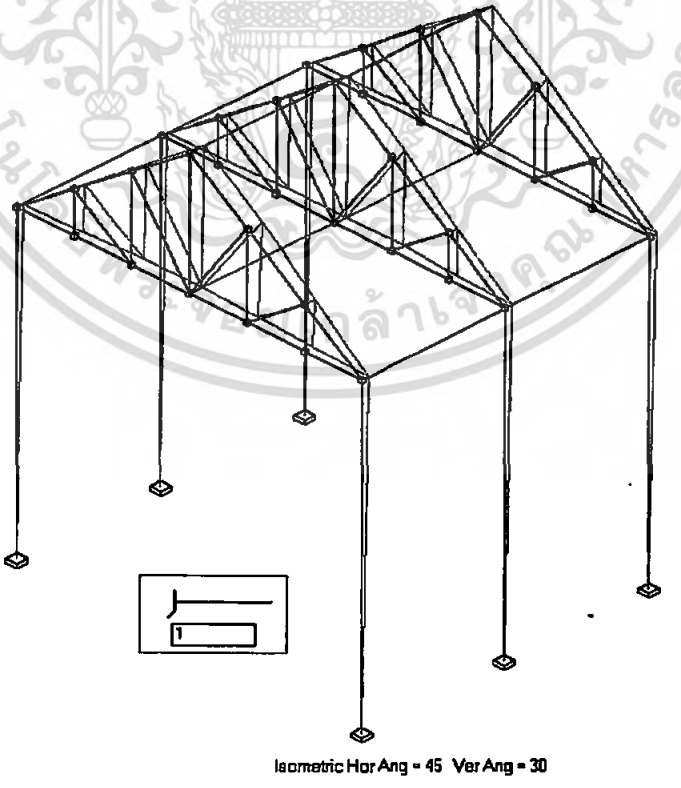
4. วิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์

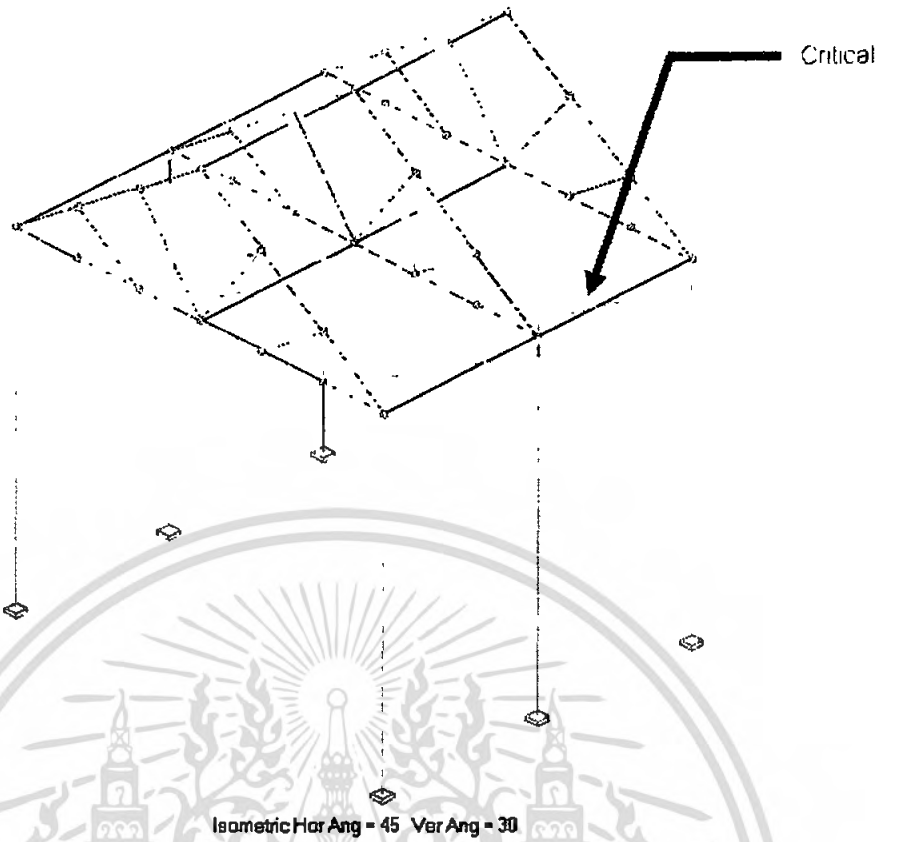


รูปที่ 4.17 โครงสร้าง Truss พร้อมแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง

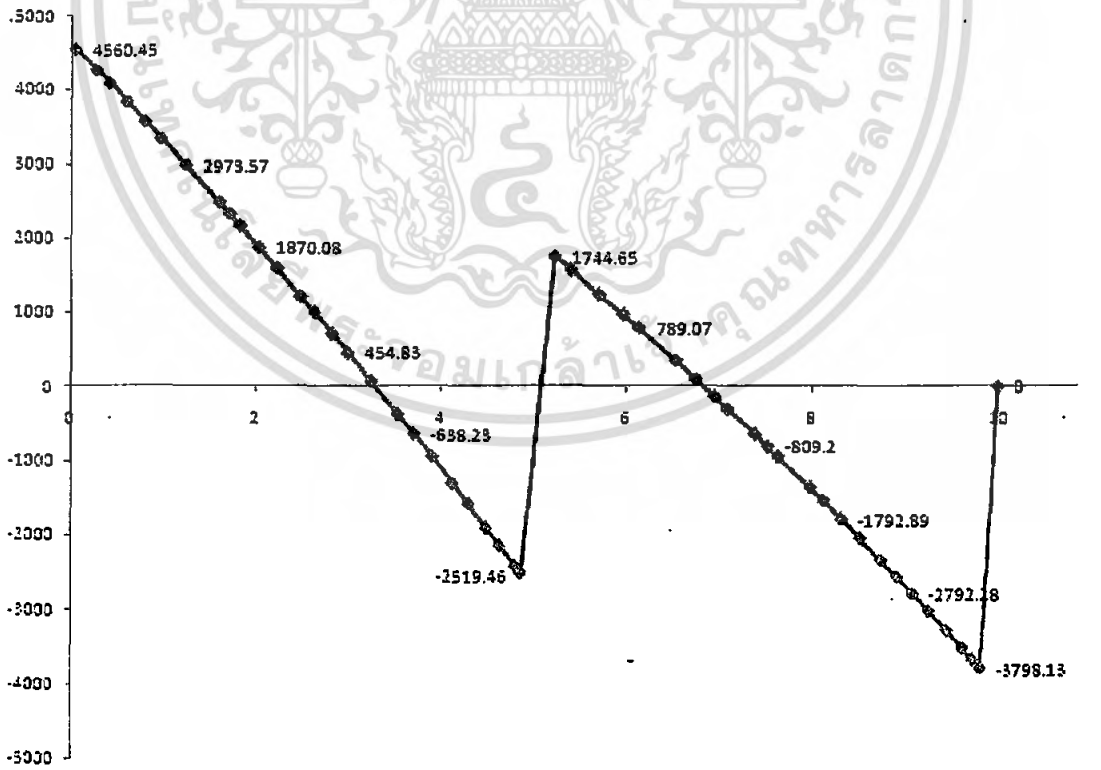


รูปที่ 4.18 การแอ่นแอนในโครงสร้าง Truss เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

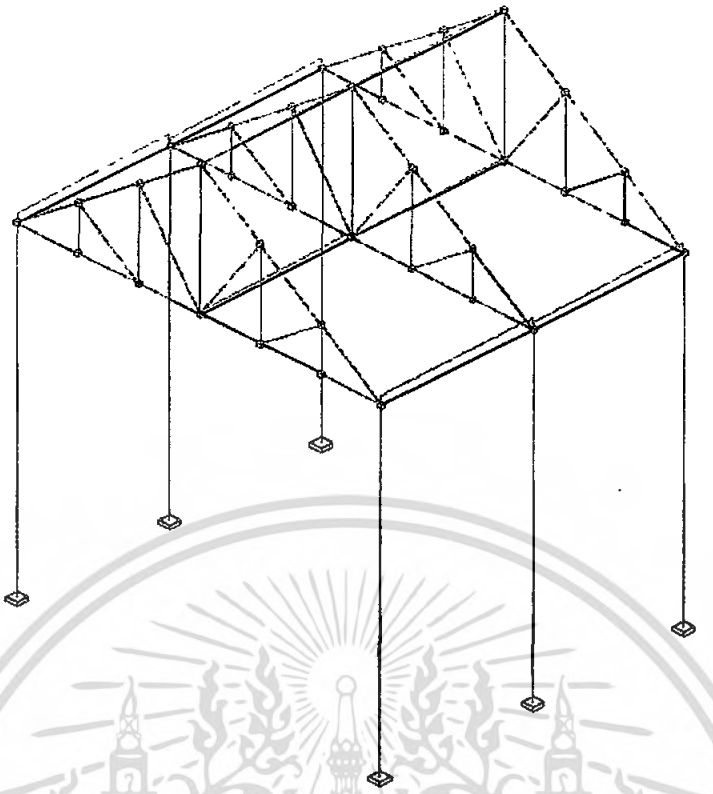


รูปที่ 4.19 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Truss

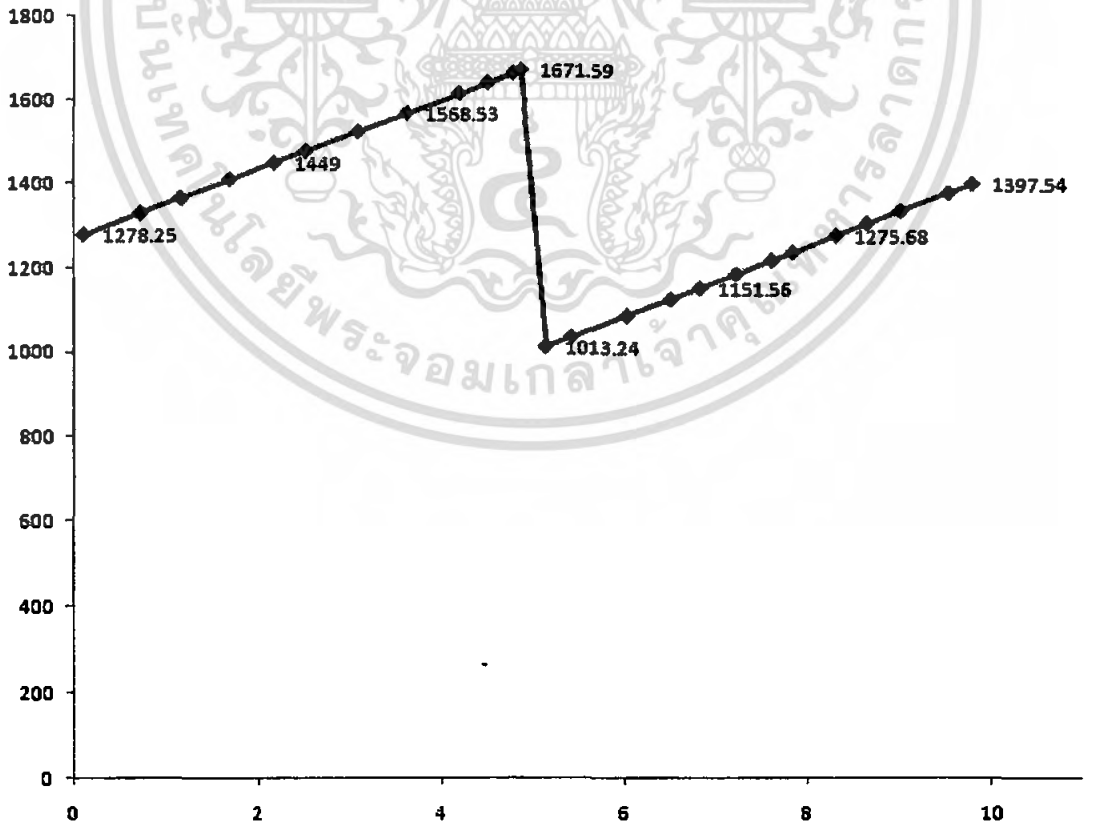


รูปที่ 4.20 ค่า Bending Moment Diagram ในคานโครงสร้าง Truss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

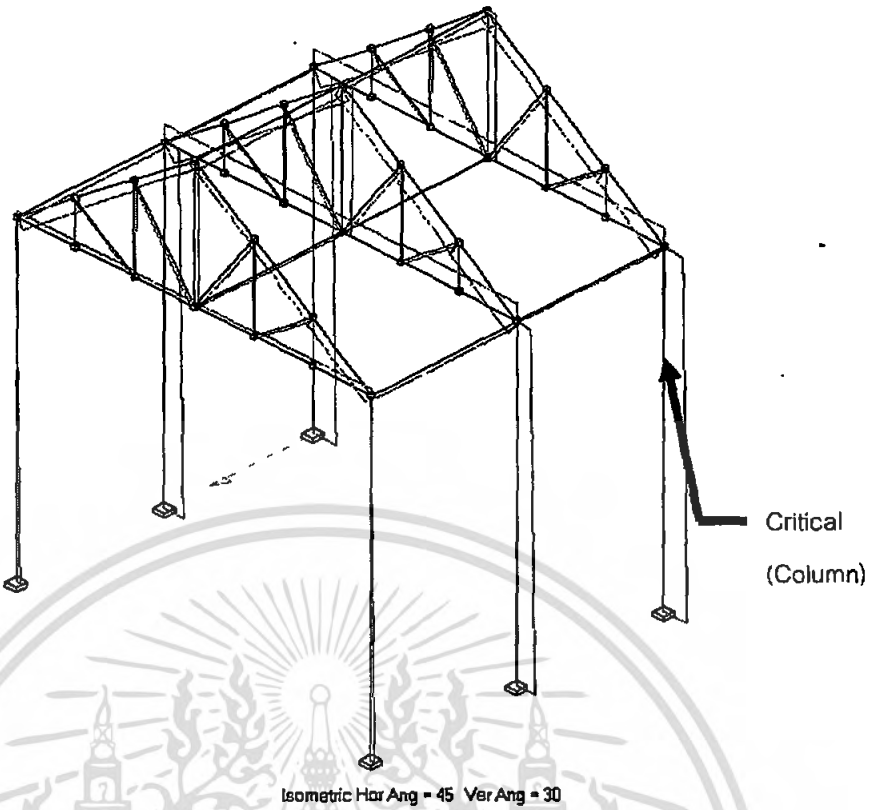


รูปที่ 4.21 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Truss

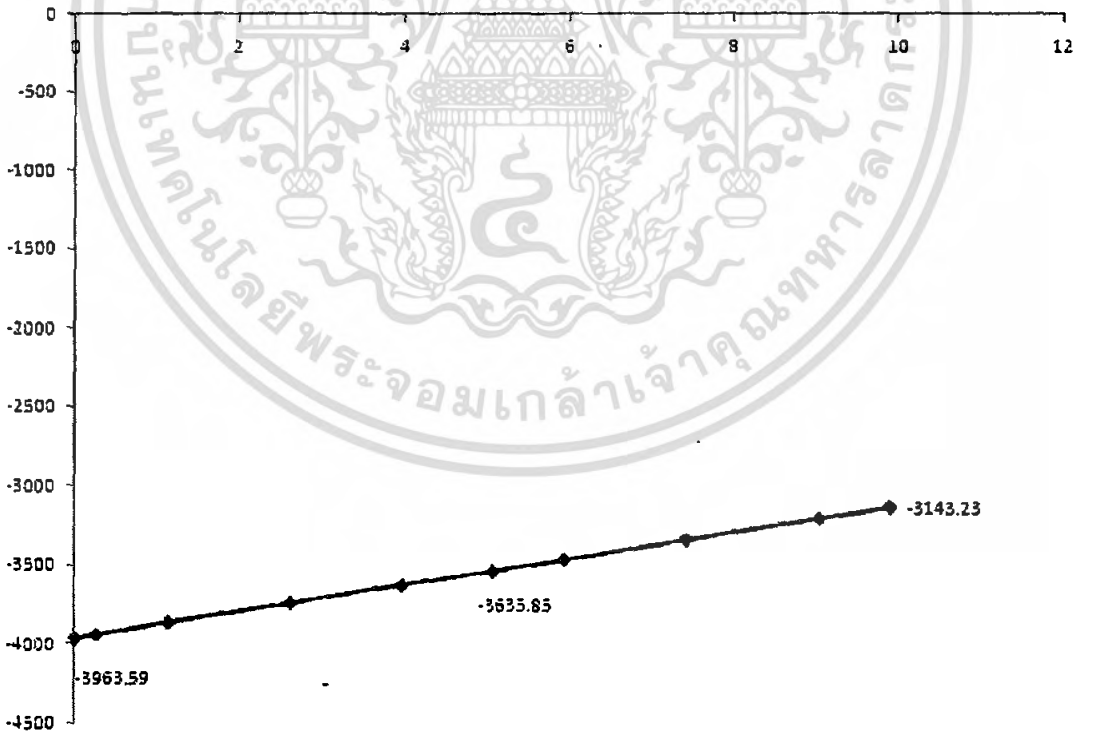


รูปที่ 4.22 ค่า Shear Force Diagram ในคานโครงสร้าง Truss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

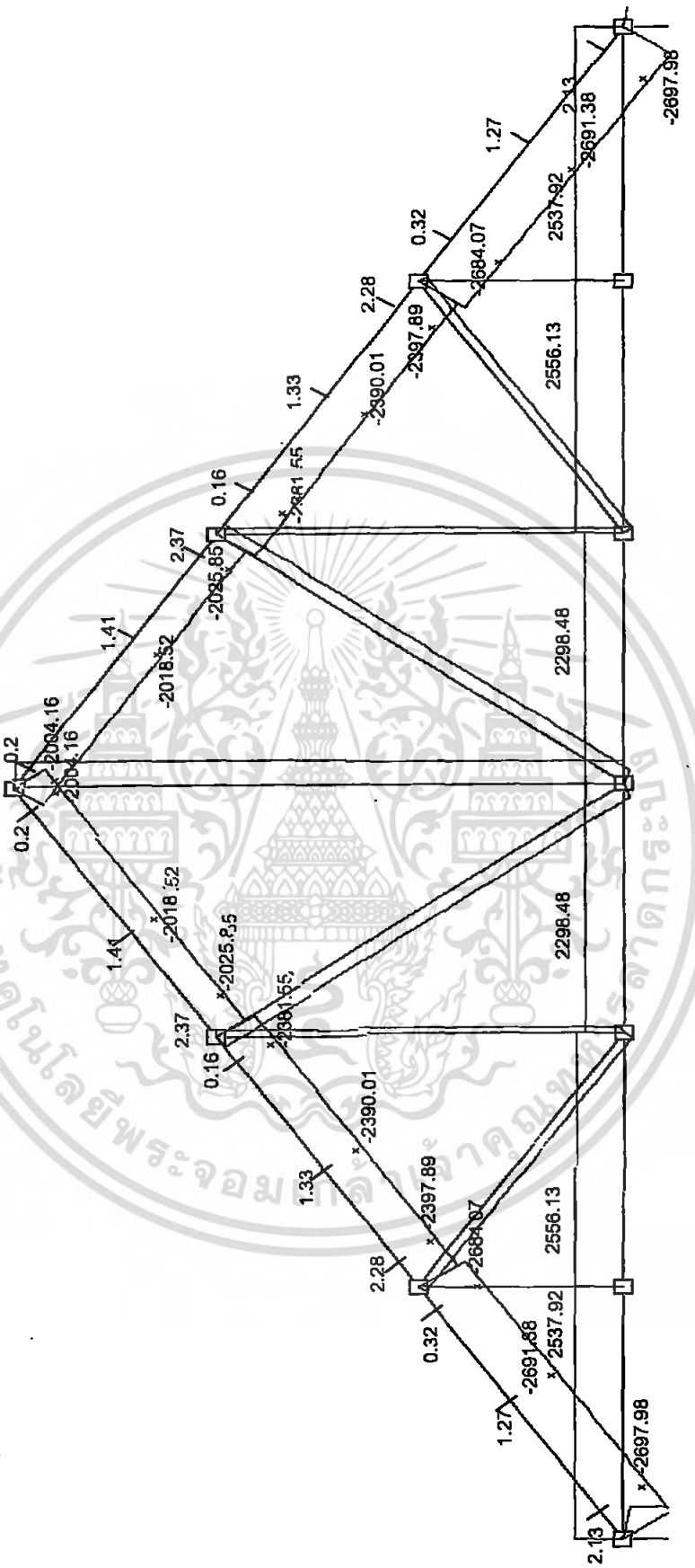


รูปที่ 4.23 Axial-X Diagram ในโครงสร้าง Truss



รูปที่ 4.24 Axial-X Diagram ในเสาของโครงสร้าง Truss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 Axial-X Diagram ในโครงสร้าง Truss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Flat Slab

ลักษณะของ Flat Slab

มีช่วง Span 7 เมตร จำนวนสองช่วง ส่วนยื่นจากเสาอีก 1.50 เมตร ใช้พื้นหนา 0.30 เมตร ใช้เสาขนาด 0.25x0.25 เมตร สูงจาก Support ชั้นหนึ่งถึง Flat Slab 4.00 เมตร

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดแต่น้ำหนักคงที่ (Dead Load) เท่านั้น

สมมุติฐาน

พื้น Flat Slab จะมีลักษณะของ Two way Slab ที่แบ่งเป็นคานที่มีความลึกเท่ากับความหนาของพื้น Flat Slab และมีความกว้าง 1.00 เมตร (ค่าสมมุติเอง ขึ้นกับความละเอียดในการกระจายน้ำหนักที่ต้องการ) วางพาดบนเสาทั้งสองทาง

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบหน่วย Metric
2. ตั้ง M-Grid เพื่อวางจุดหมุนและเสา ดังนี้

   ที่ค่า Y=0; X=1.50, 8.50, 15.50, และ17.00

   Z=1.50, 8.50, 15.50, และ17.00

   ตั้ง M-Grid เพื่อวางพื้น Flat Slab

   ค่า Y=4; X=0.50, 1.50, 2.50, 3.50, 4.50, 5.50, 6.50, 7.50, 8.50, 9.50, 10.50, 11.50, 12.50, 13.50, 14.50, 15.50, และ 16.50

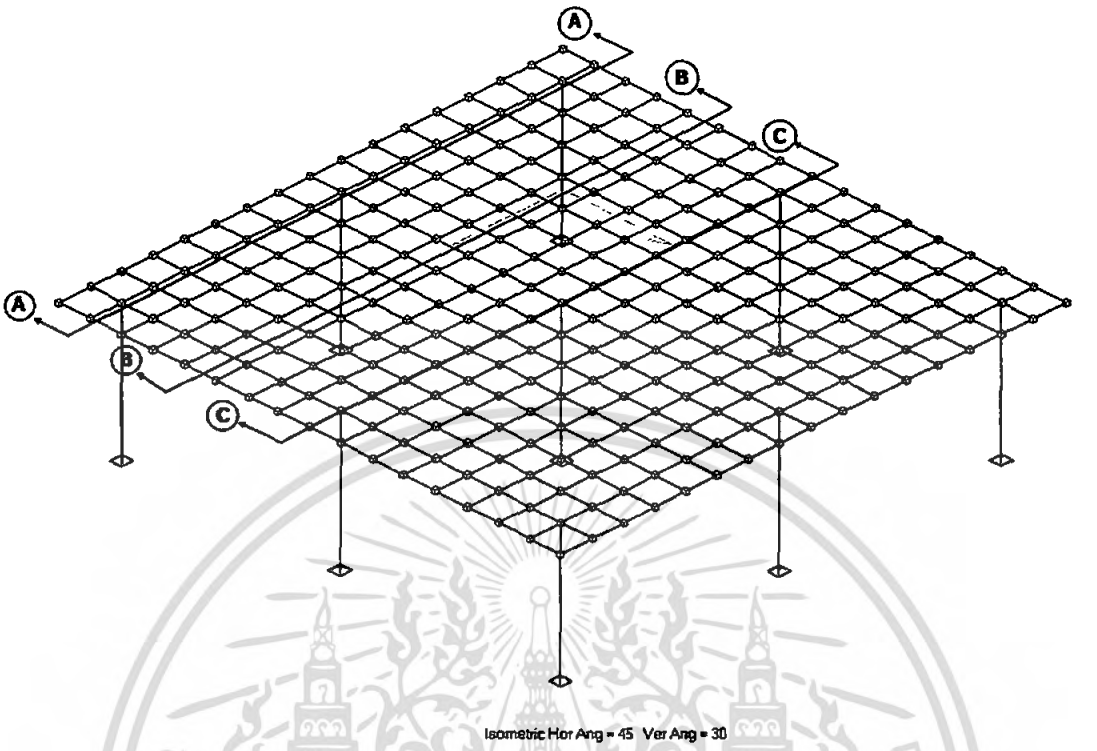
   Z=0.50, 1.50, 2.50, 3.50, 4.50, 5.50, 6.50, 7.50, 8.50, 9.50, 10.50, 11.50, 12.50, 13.50, 14.50, 15.50, และ 16.50
3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	Wt (kg/m)
C25x25	25	25	150
S75x15	75	15	270

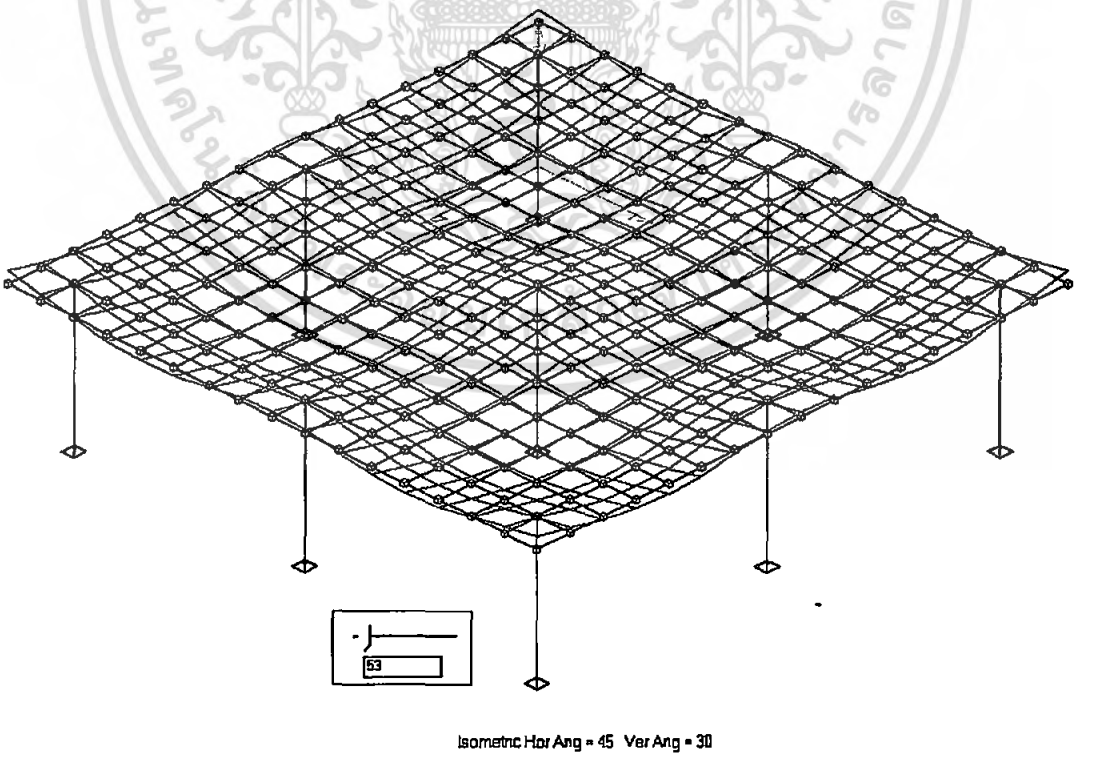
ตารางที่ 4.3 แสดงหน้าตัดของโครงสร้าง Flat Slab

4. วิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

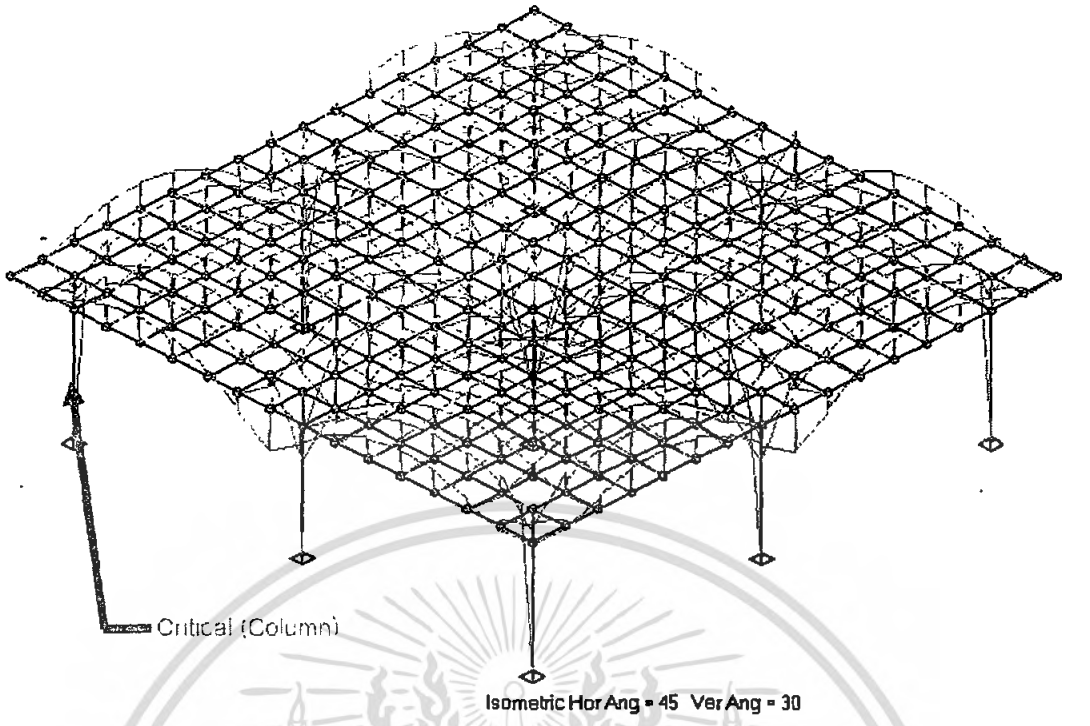


รูปที่ 4.26 โครงสร้าง Flat Slab

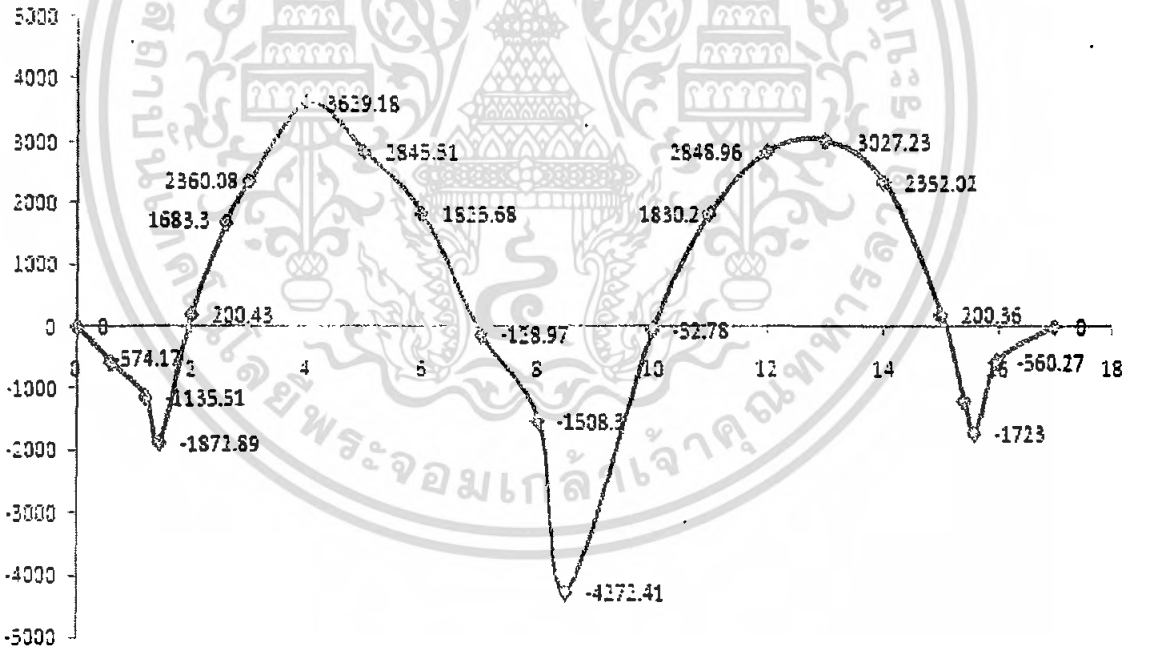


รูปที่ 4.27 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Flat Slab เมื่อใช้ Over Scale 53 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

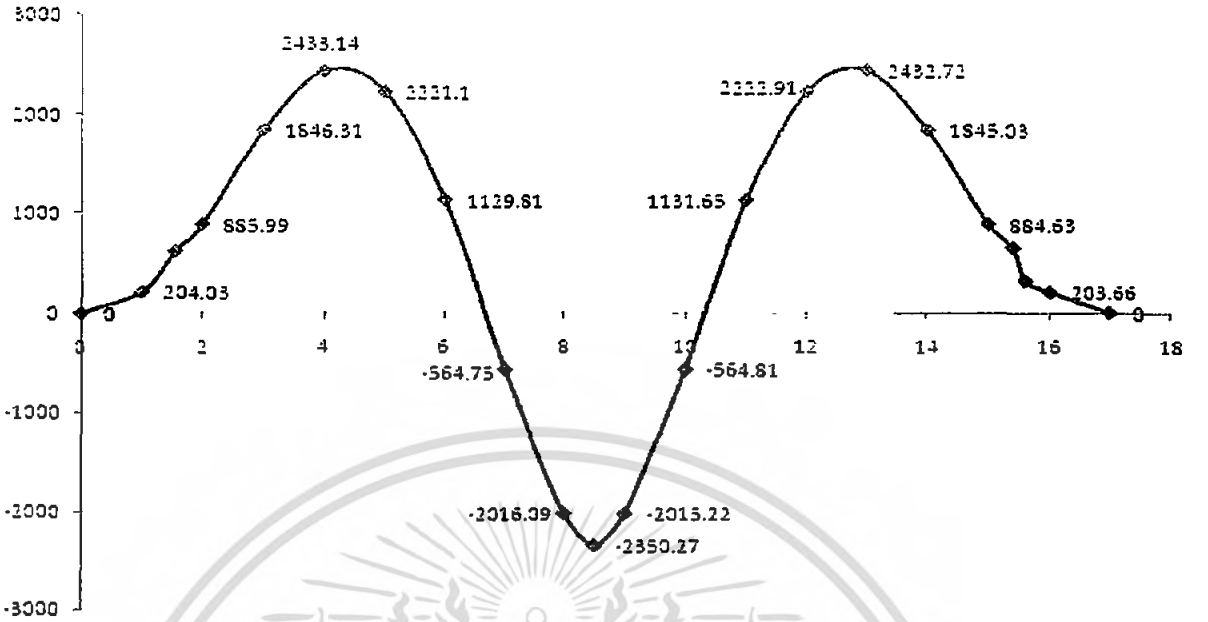


รูปที่ 4.28 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab

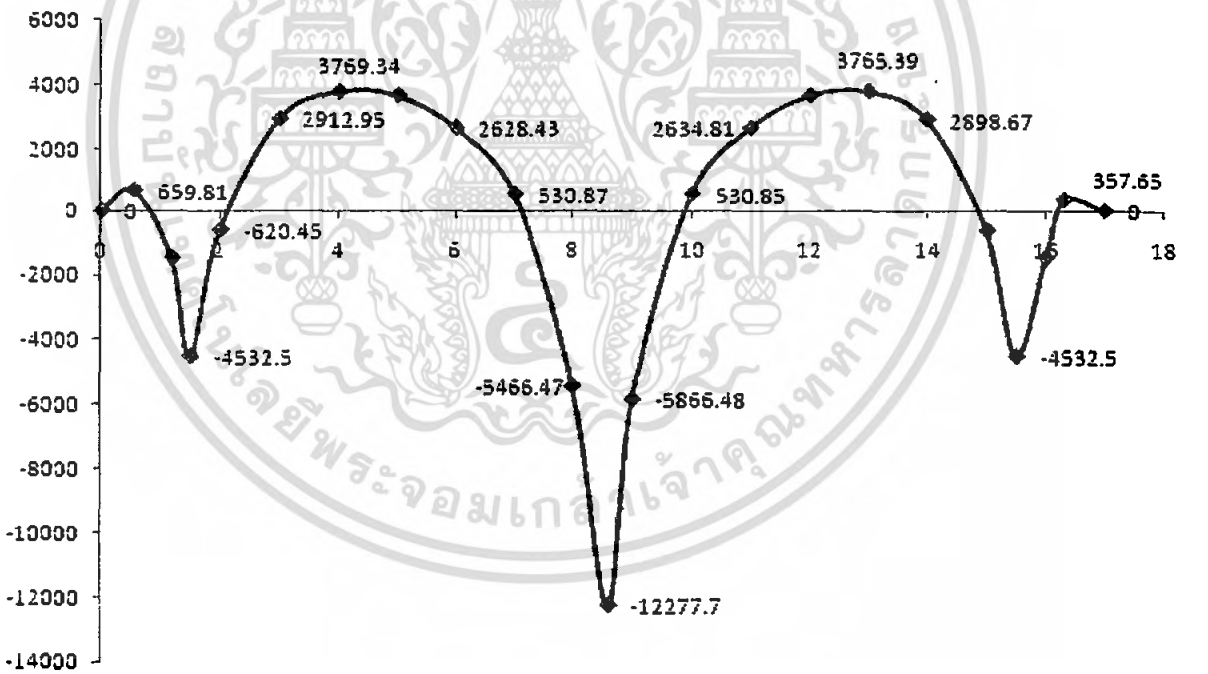


รูปที่ 4.29 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

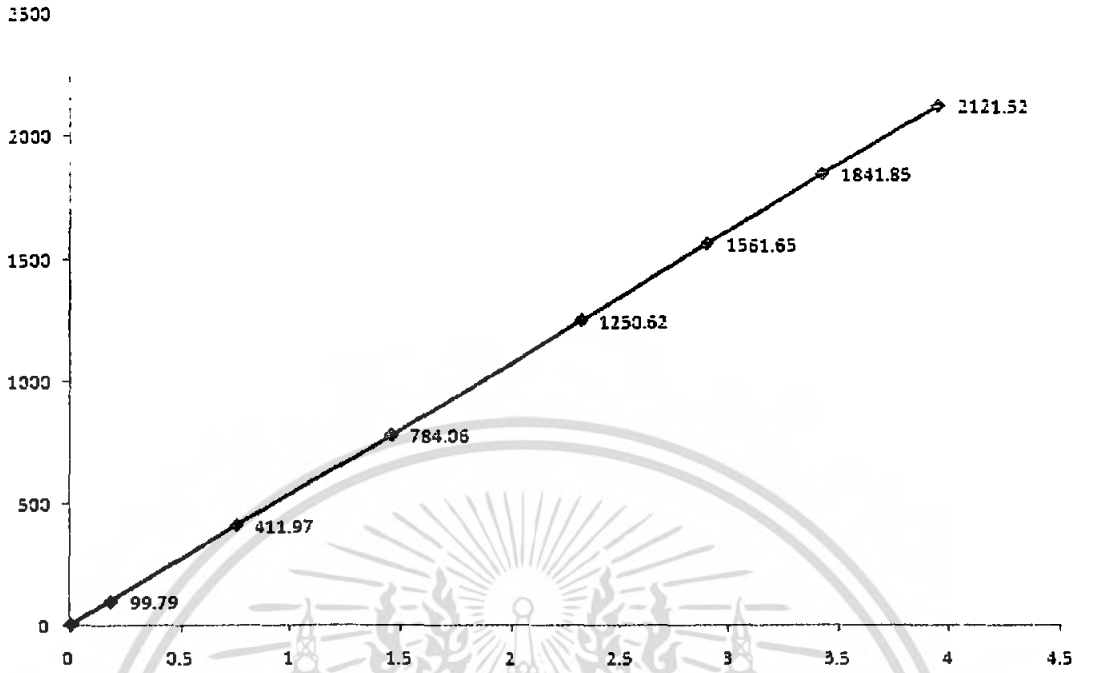


รูปที่ 4.30 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab



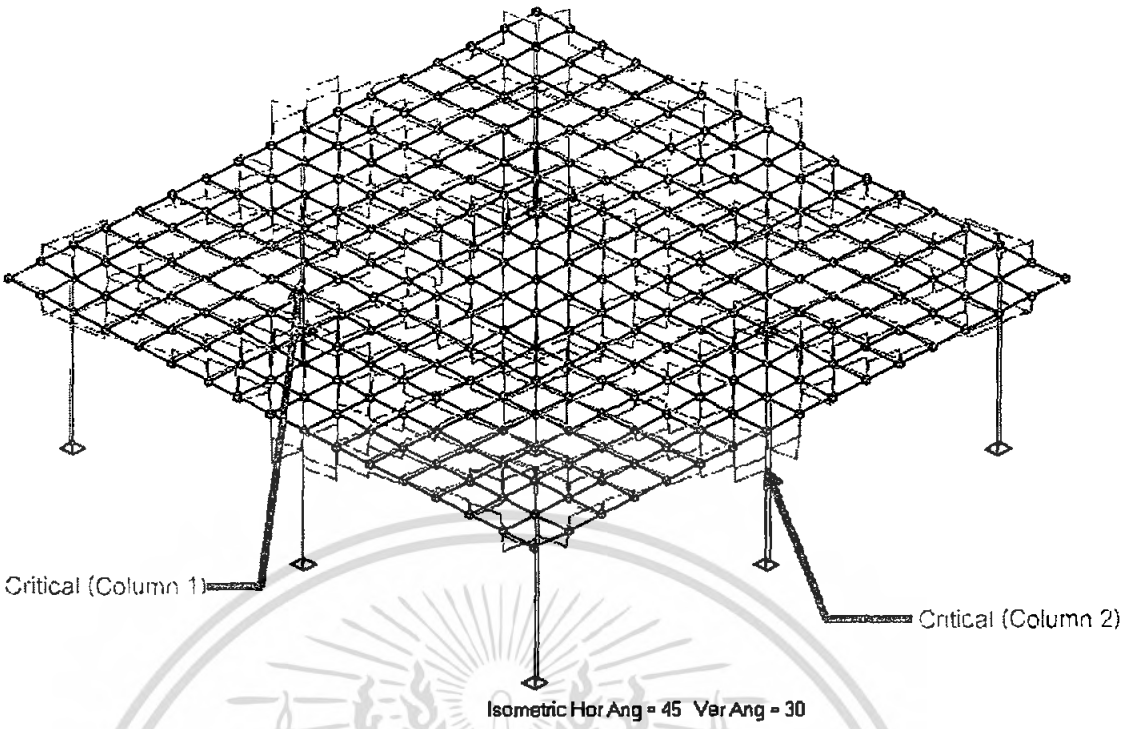
รูปที่ 4.31 Bending Moment Diagram ที่คานหน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

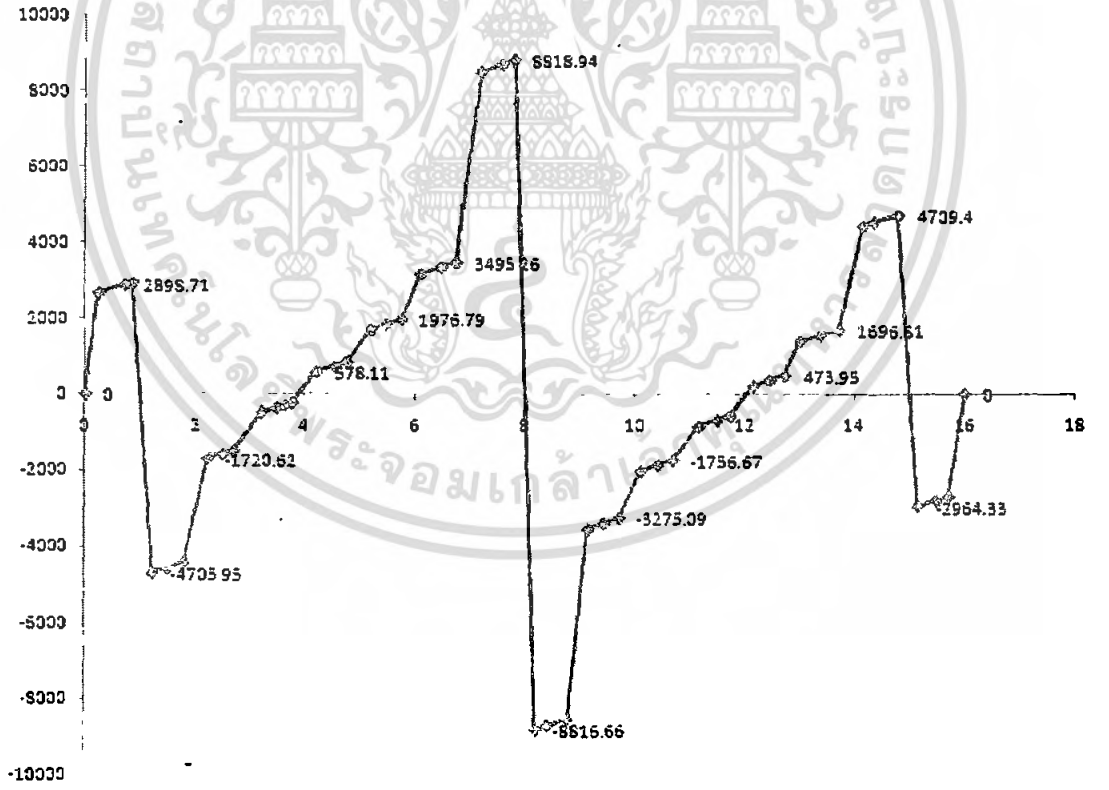


รูปที่ 4.32 Bending Moment Diagram ที่เสาในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

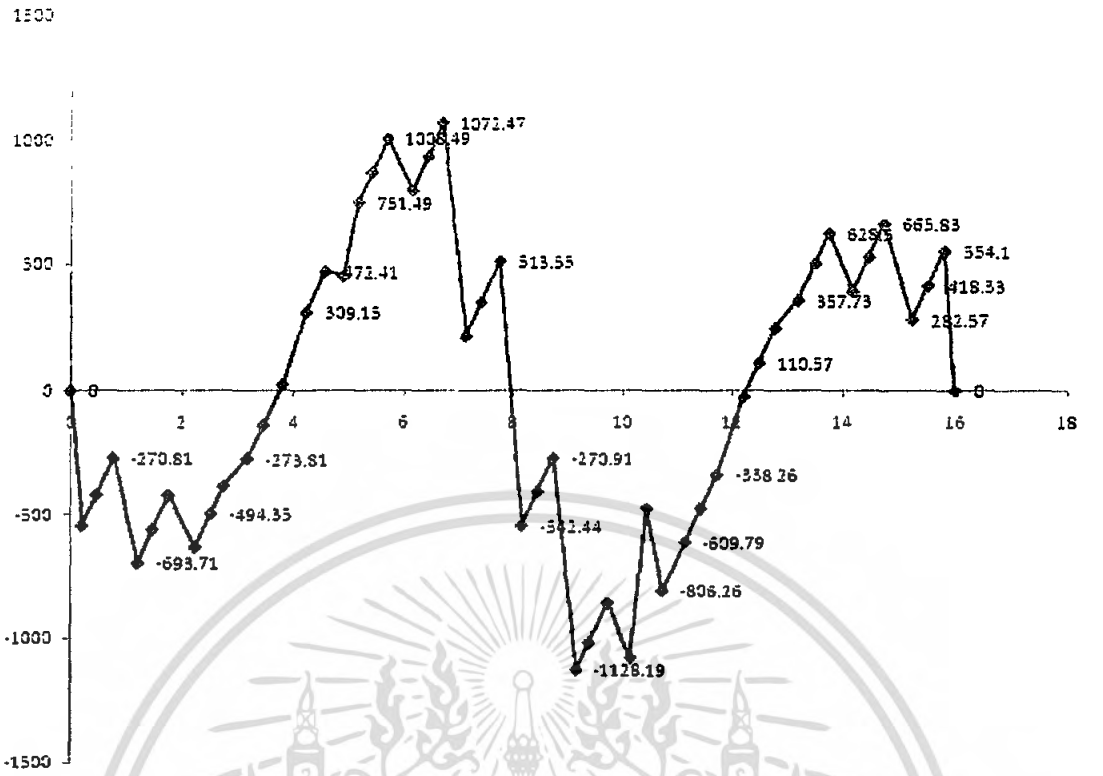


รูปที่ 4.33 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab

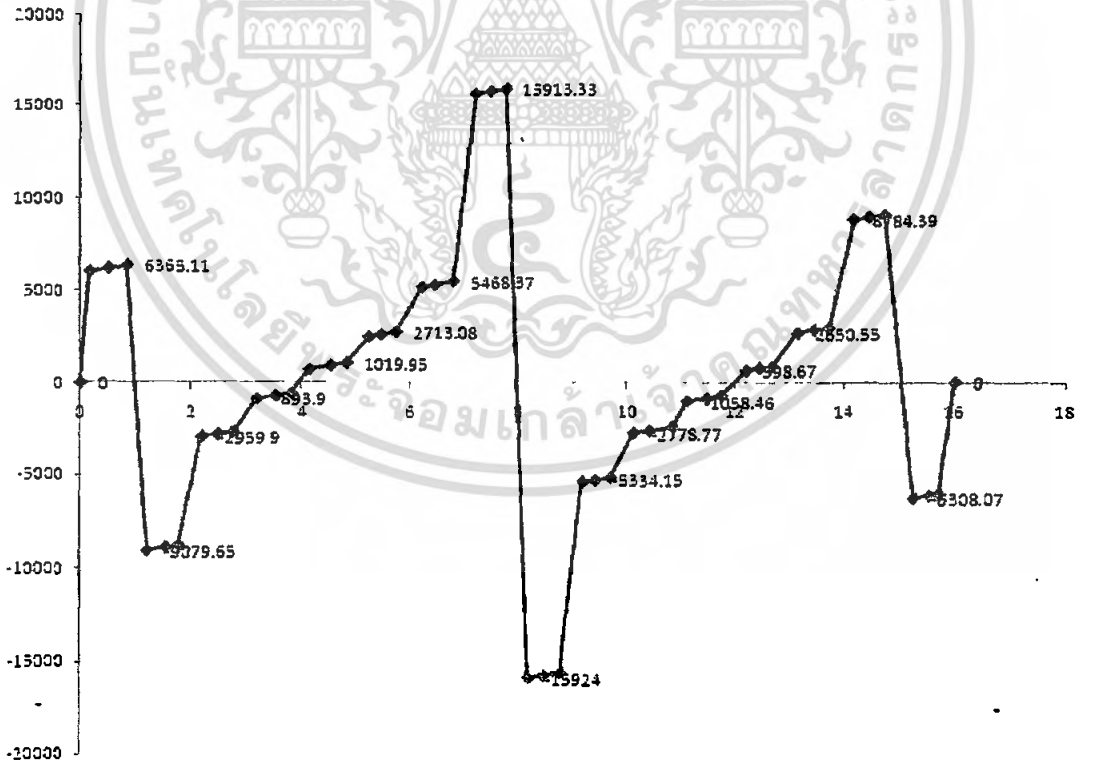


รูปที่ 4.34 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

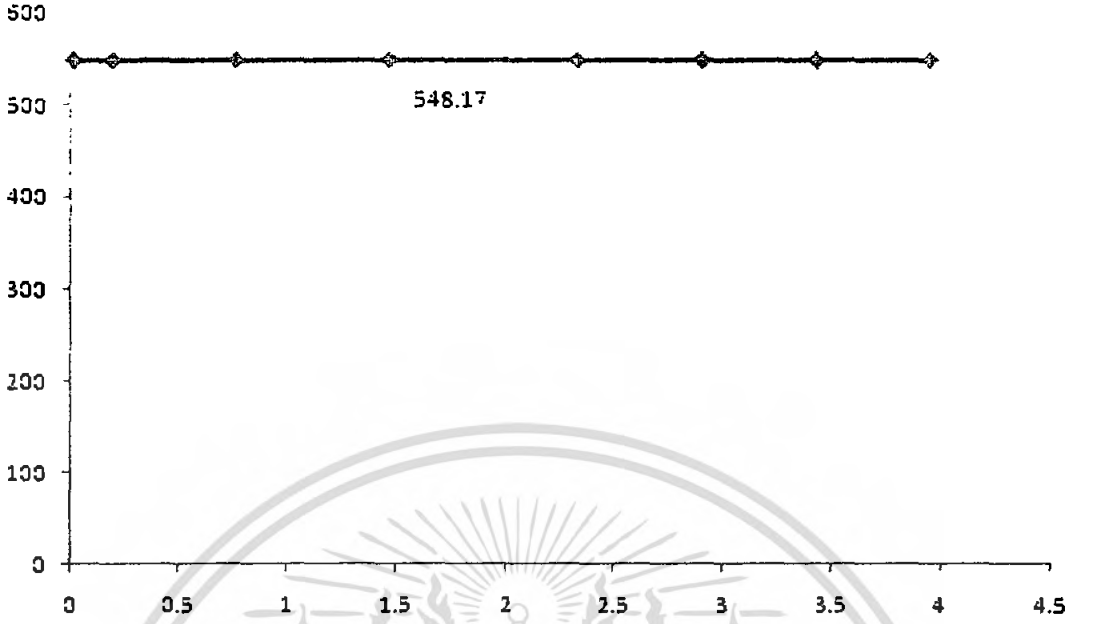


รูปที่ 4.35 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab

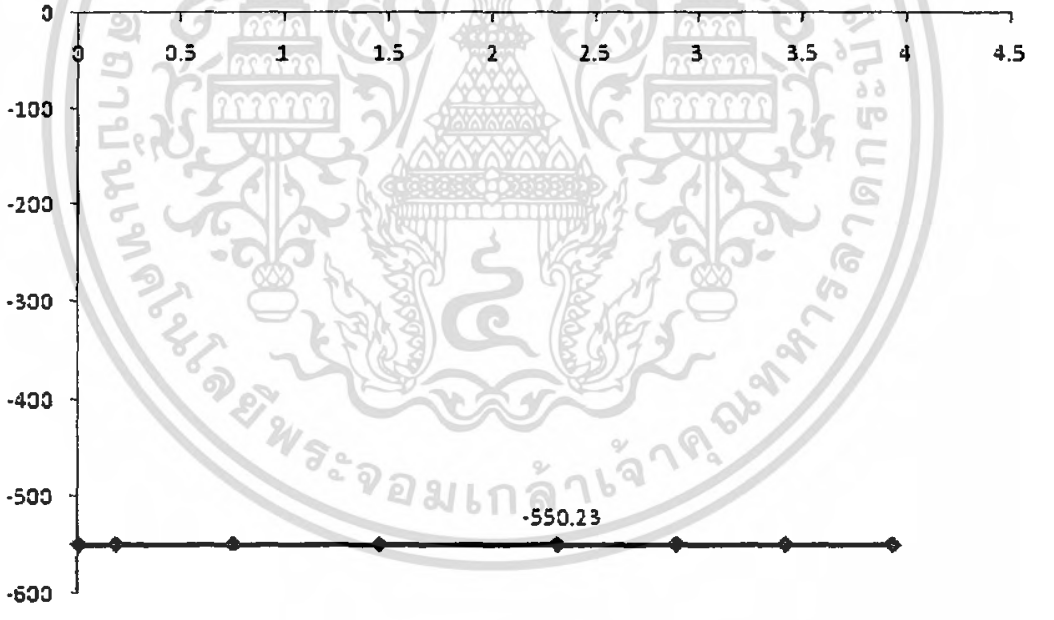


รูปที่ 4.36 ค่า Shear Force Diagram ที่หน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

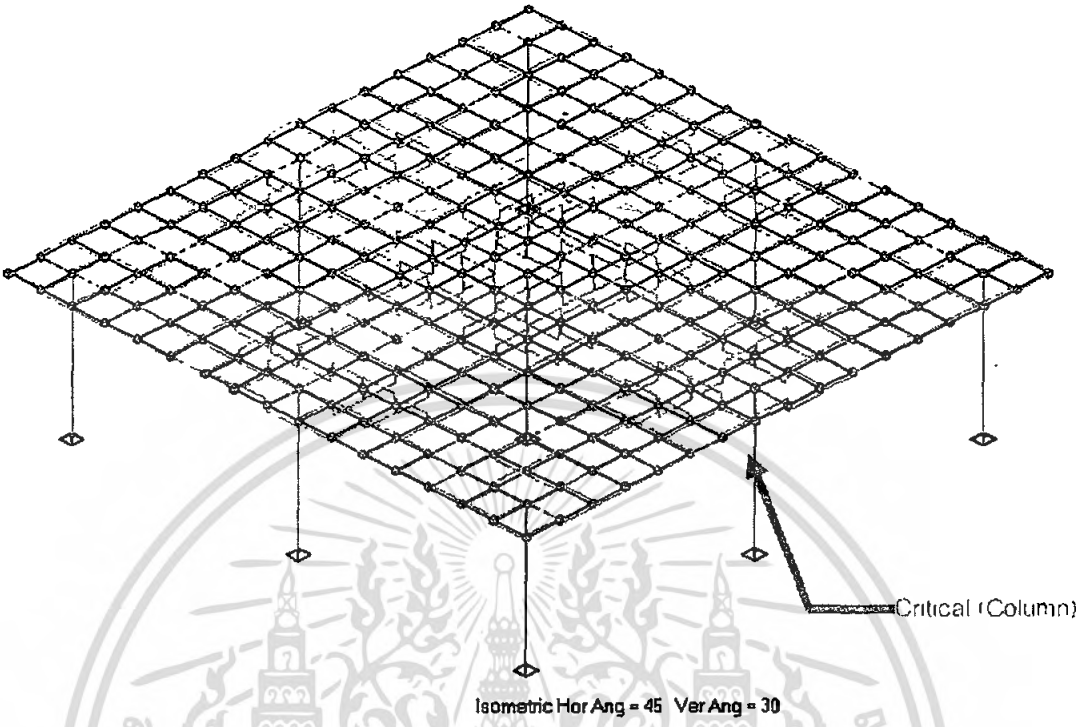


รูปที่ 4.37 ค่า Shear Force Diagram ที่เสา (1) ในโครงสร้าง Flat Slab

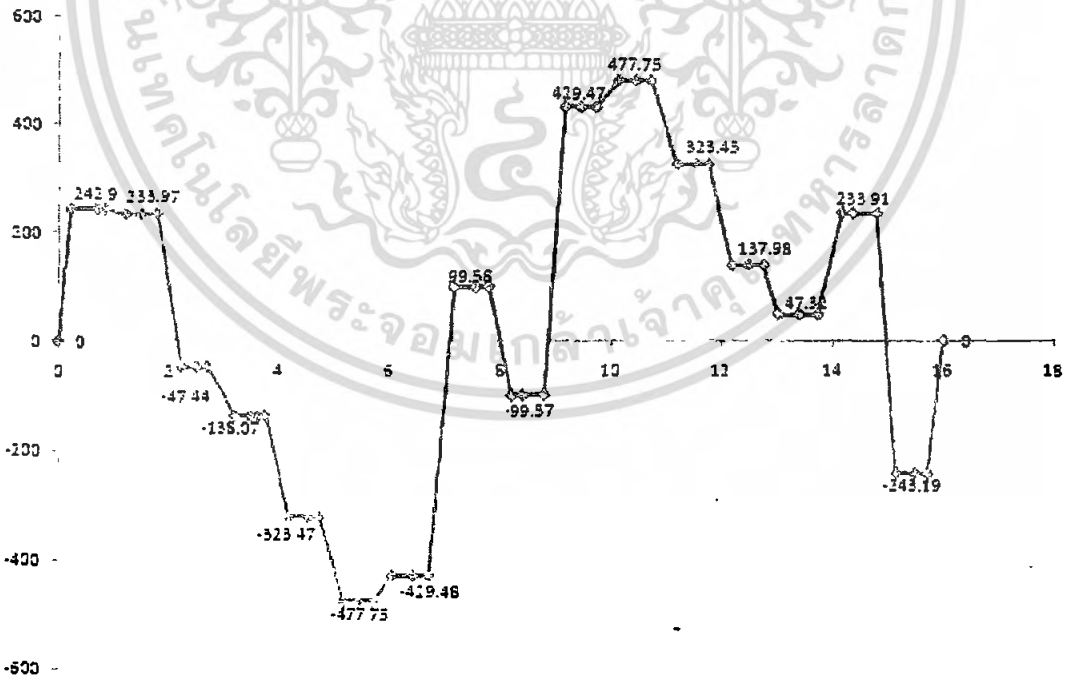


รูปที่ 4.38 ค่า Shear Force Diagram ที่เสา (2) ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

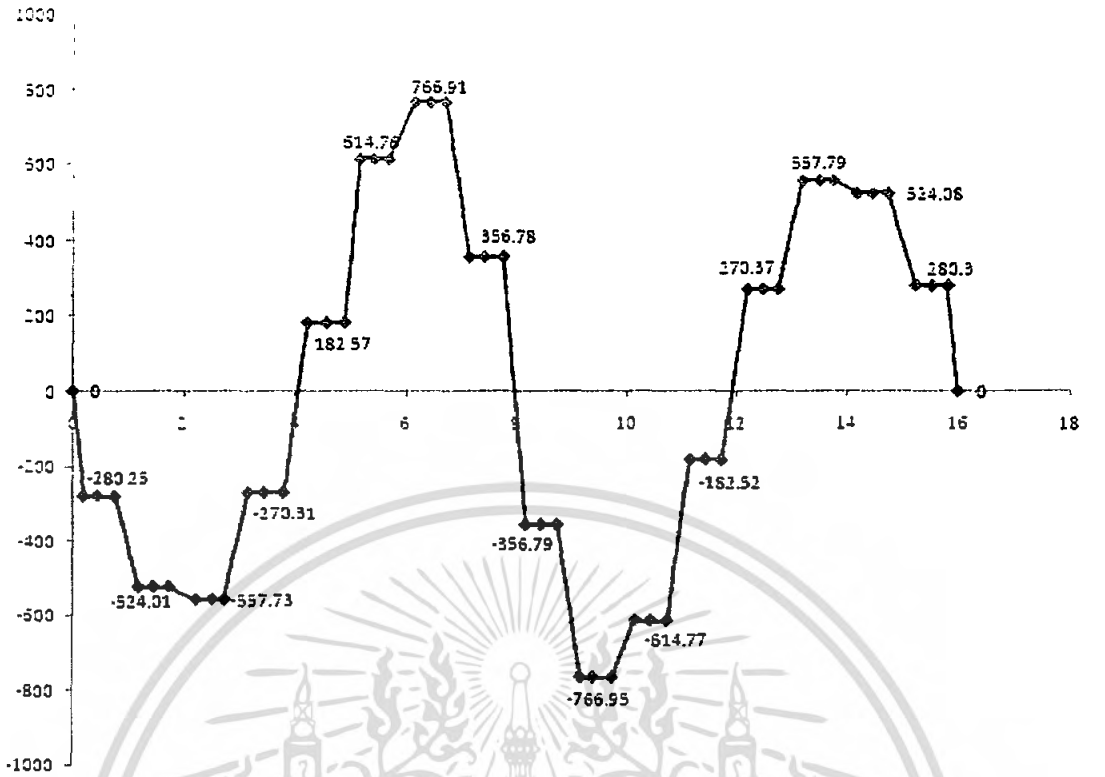


รูปที่ 4.39 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Flat Slab

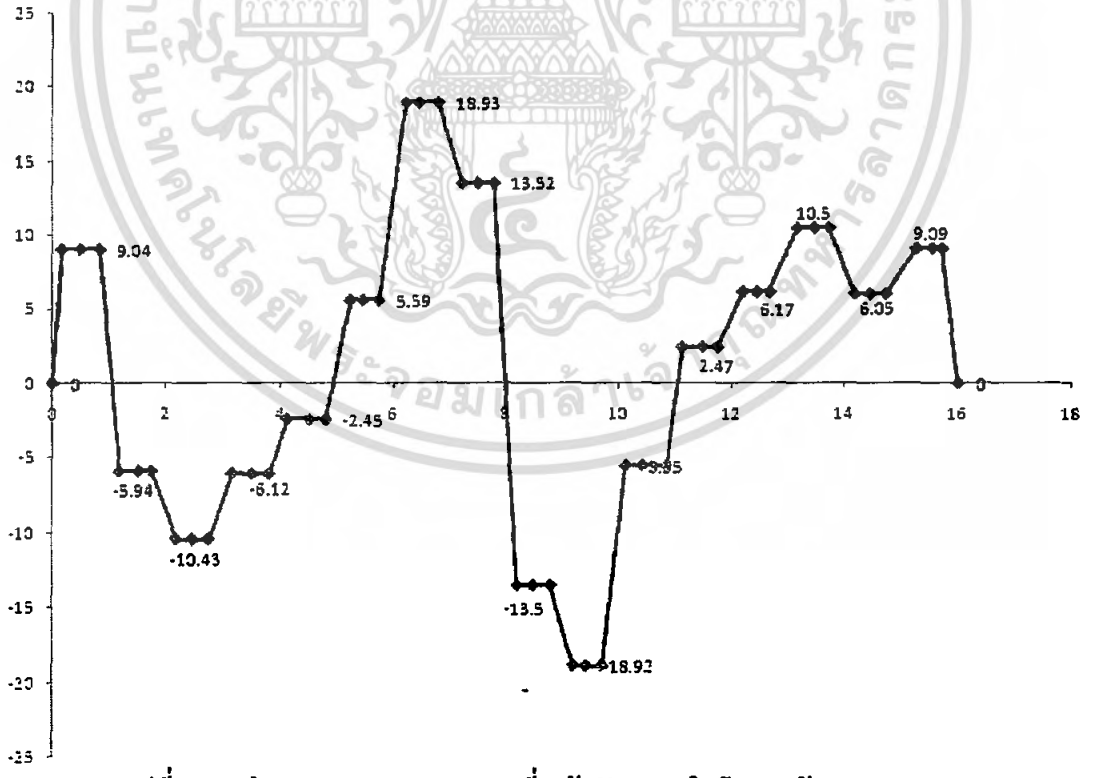


รูปที่ 4.40 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด A-A ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

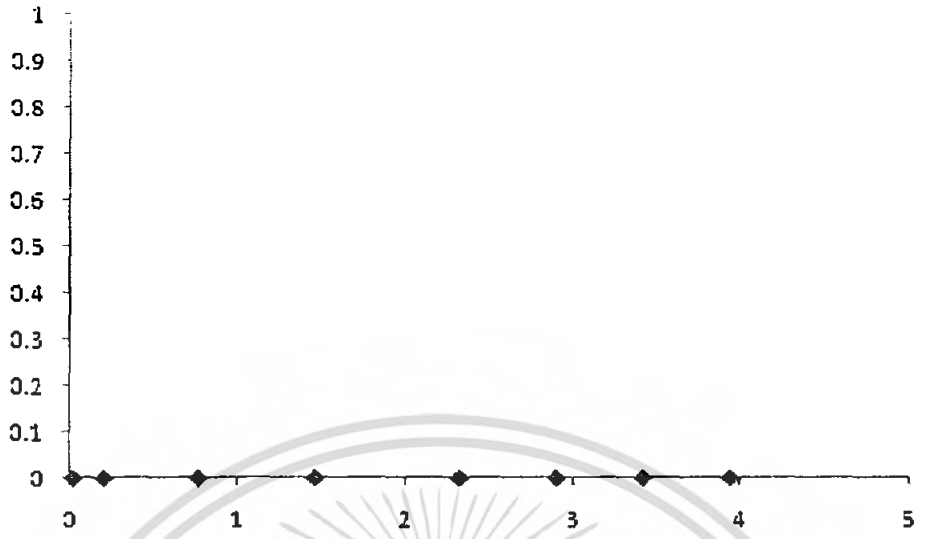


รูปที่ 4.41 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด B-B ในโครงสร้าง Flat Slab



รูปที่ 4.42 ค่า Torsion-X Diagram ที่หน้าตัด C-C ในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 ค่า Torsion-X Diagram ที่เสาในโครงสร้าง Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 Dog Leg Stair

ลักษณะของ Dog Leg Stair

เป็นบันไดแบบขั้นสองทอด วกกลับขึ้นอีกชั้นหนึ่ง โดยมีแท่นพักที่ทอดแรก (มีลักษณะคล้ายขาหลังของสุนัข) แต่ไม่มีคานรองรับที่ชานพัก วางพาดช่วง Span 3.10 เมตร สูง 4.00 เมตร มีช่องว่างระหว่างบันไดทั้งสองทอด 0.10 เมตร ชานพักกว้าง 1.60 เมตร

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดแต่น้ำหนักคงที่ (Dead Load) เท่านั้น

สมมุติฐาน

บันได Dog Leg มีลักษณะของโครงสร้างแบบ Simple Beam (มี Support อยู่ที่คานที่รองรับพื้นบันได) ในการ Model ใน Program วิเคราะห์โครงสร้าง จะตั้งสมมุติฐานให้บันไดและชานพักเป็นแผ่นพื้นที่มีความหนา 0.15 เมตร และมีความกว้าง 0.75 เมตร (ค่าสมมุติเองขึ้นกับความละเอียดในการกระจายน้ำหนักที่ต้องการ) วางพาดบนคานที่รองรับ

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบหน่วย Metric
2. ตั้ง M-Grid เพื่อวางจุดหมุนและ เสา ดังนี้

   ที่ค่า Y=0; X=0 และ 3.10

   Z=0

   Y=4; X=0 และ 3.10

   Z=0

   ตั้ง M-Grid เพื่อวางแผ่นพื้น (ที่สมมุติฐานเป็นบันได Dog Leg)

   ค่า Y=2; X=0.375, 1.125, 1.975, 2.725 และ 3.10

   Z=2.50, 2.875, และ 3.625
3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	Wt (kg/m)
B20x40	20	40	192
S75x15	75	15	270
S10x15	10	15	36

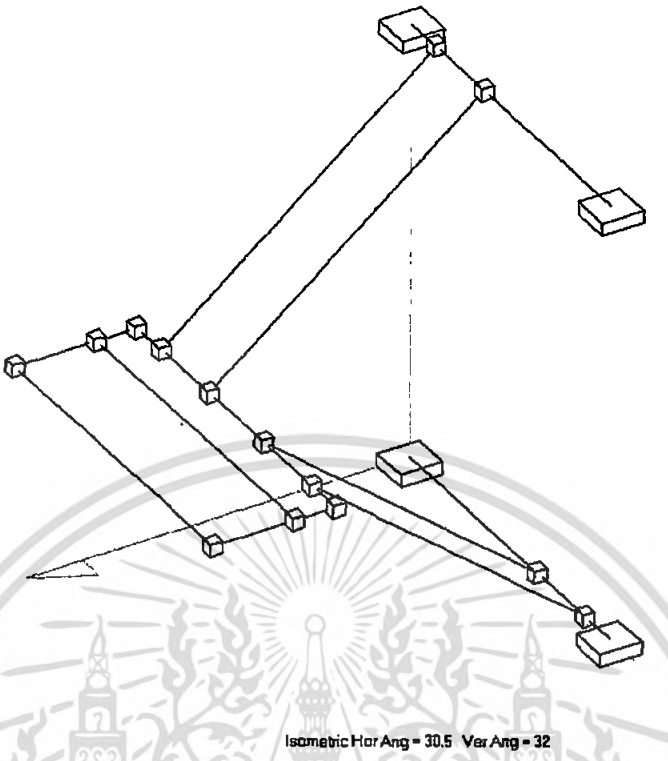
**หมายเหตุ จะต้องมี S10x15 เพื่อให้เป็นเสมือนคานที่รับการถ่ายแรงจากแผ่นพื้นบันไดและชานพัก

ตารางที่ 4.4 แสดงหน้าตัดของโครงสร้าง Dog Leg Stair

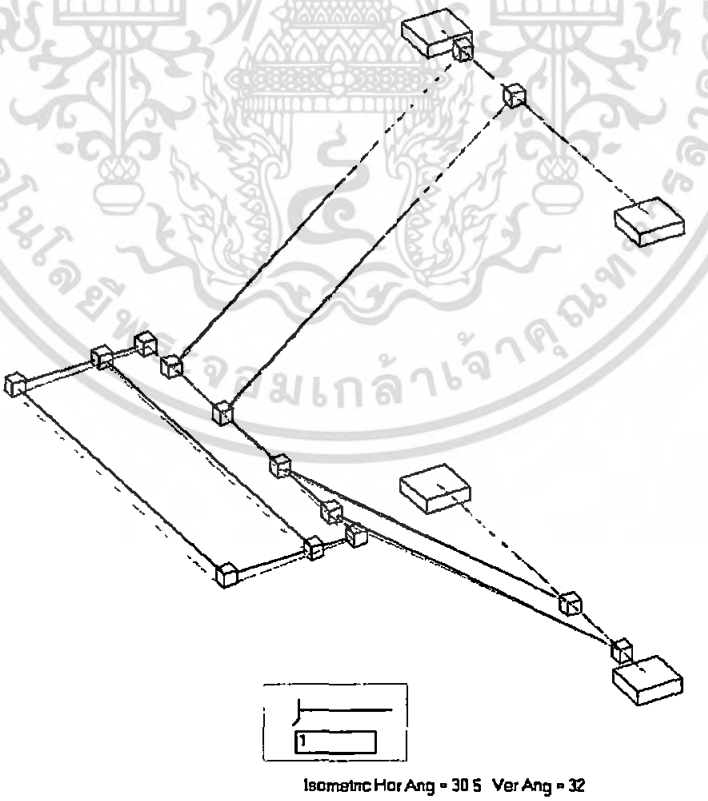
4. วิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ (1)

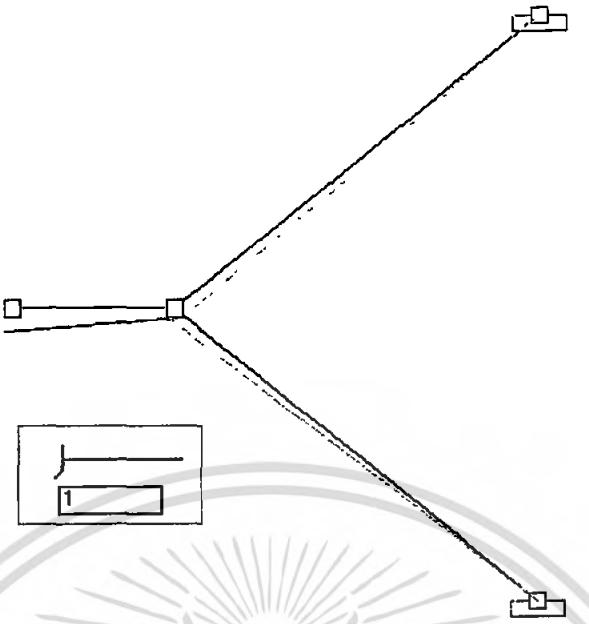


รูปที่ 4.44 โครงสร้าง Dog Leg Stair (1)

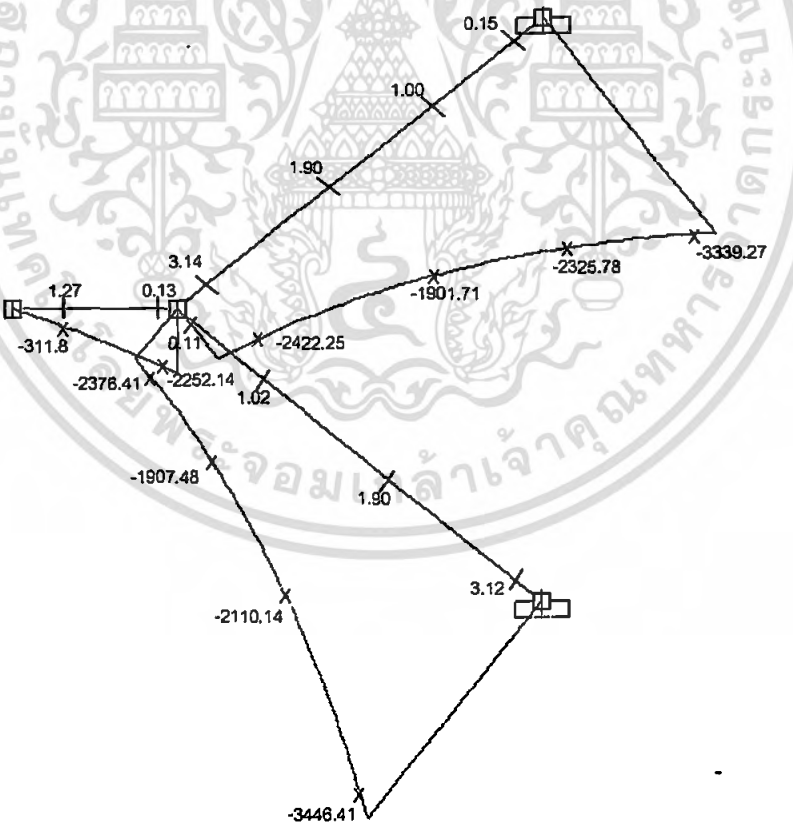


รูปที่ 4.45 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 การแอ่นแอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (1)



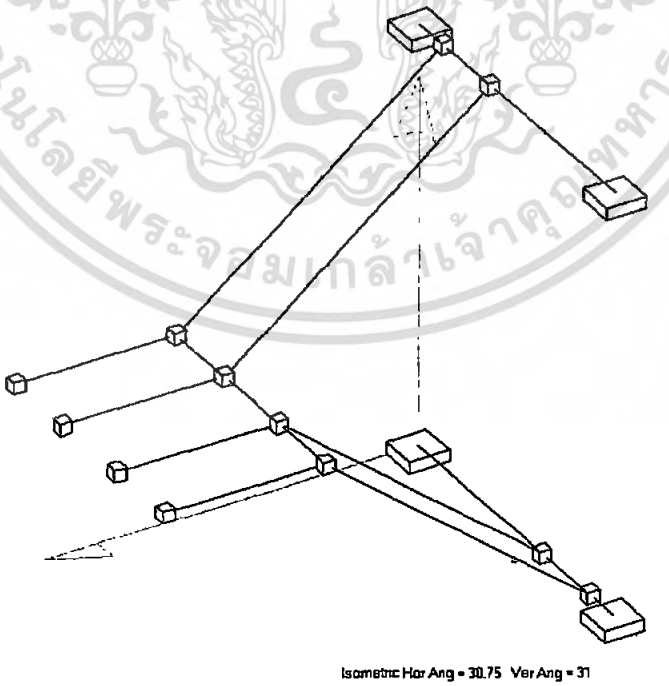
รูปที่ 4.47 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะสามารถสังเกตเห็นจากภาพการแอ่นเอนของโครงสร้างได้ว่า Node ที่อยู่บริเวณปลายของชานพักบันไดมีการแอ่นเอนมาก (-10.9073 cm จากการอ่านค่าผลการวิเคราะห์จากตาราง) ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างโครงสร้างมีขนาดที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก (เช่น ชิ้นส่วนที่ใหญ่มากหรือมีค่า Stiffness มากต่อเนื่องกับชิ้นส่วนที่เล็กหรือมี Flexible มาก) มาต่อเชื่อมกันซึ่งในกรณีทดลองนี้คือการนำแผ่นพื้น S75x15 มาต่อกับแผ่นพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่าคือ แผ่นพื้น 10x15 ซึ่งส่งผลให้แบบจำลองมีค่าความแข็งเกร็งเปลี่ยนแปลงต่างกันมาก (Widely Varying Stiffness) ทำให้ค่าตัวเลขของสัมประสิทธิ์ใน Stiffness Matrix ของแต่ละชิ้นส่วนมีค่าต่างกันมาก ทำให้ขั้นตอนของการรวม Stiffness Matrix เข้าเป็น Matrix รวม (เพื่อแก้สมการหาค่าการเสียรูป,หน่วยแรงภายใน, ระบบแรงต่างๆ ฯลฯ) ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์บางตัว (ที่มีค่าน้อยๆ โดยเฉพาะของชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กกว่า) หายไปอันเนื่องจากความสำคัญทางนัยเชิงตัวเลข ซึ่งเมื่อเกิดกรณีดังกล่าวแม้ว่า Program จะสามารถวิเคราะห์โครงสร้างได้ตามปกติ แต่ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่มีความหมายหรือมีนัยอะไรเลย (Meaningless) และที่น่าสังเกตคือโครงสร้างที่เกิดกรณีเงื่อนไขดังกล่าวมักแสดงรูปร่างการเสียรูปทาง Graphic ที่ค่อนข้างมากจนผิดปกติ (Gross Displacements) ขณะเดียวกันการตรวจสอบด้วยการทำ Equilibrium Check หรือ Static Load Check ไม่สามารถใช้ได้กับกรณีนี้

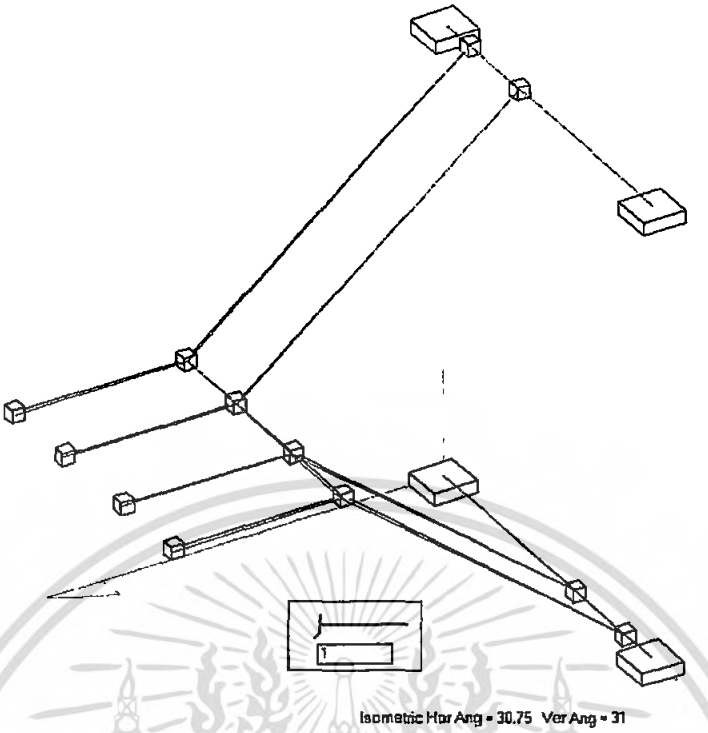
สำหรับการทดลองนี้จะแก้ไขโดยการสมมุติฐานการวางรูปแบบโครงสร้างใหม่ โดยใช้ขนาดหน้าตัดตามเดิม ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ (2)

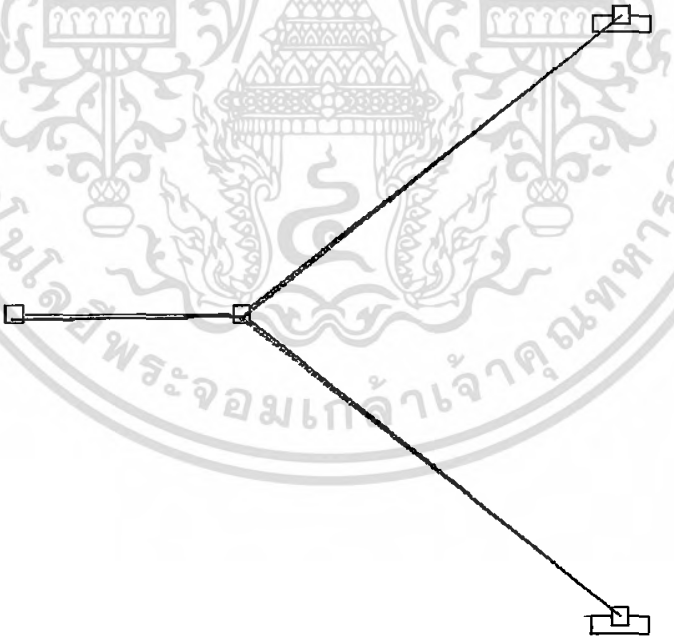


รูปที่ 4.48 โครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

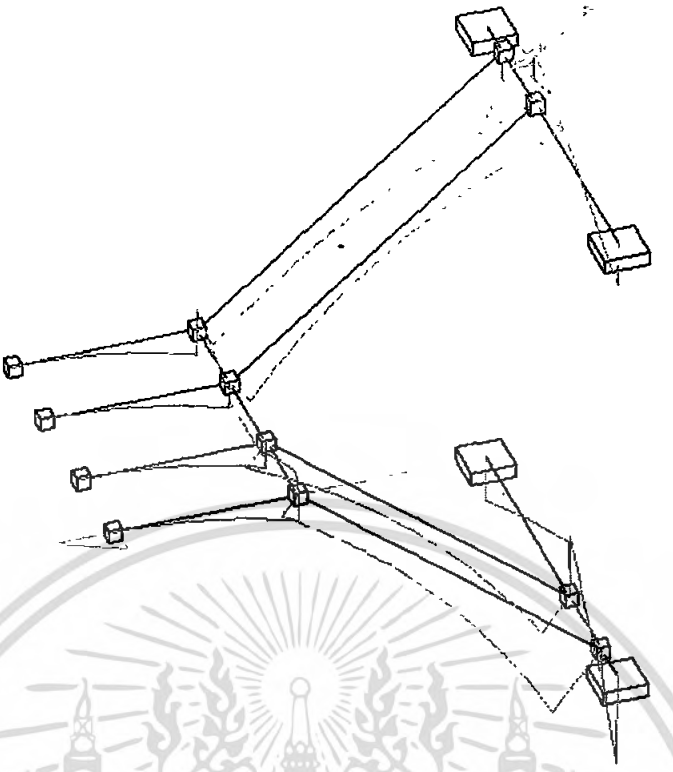


รูปที่ 4.49 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (2)

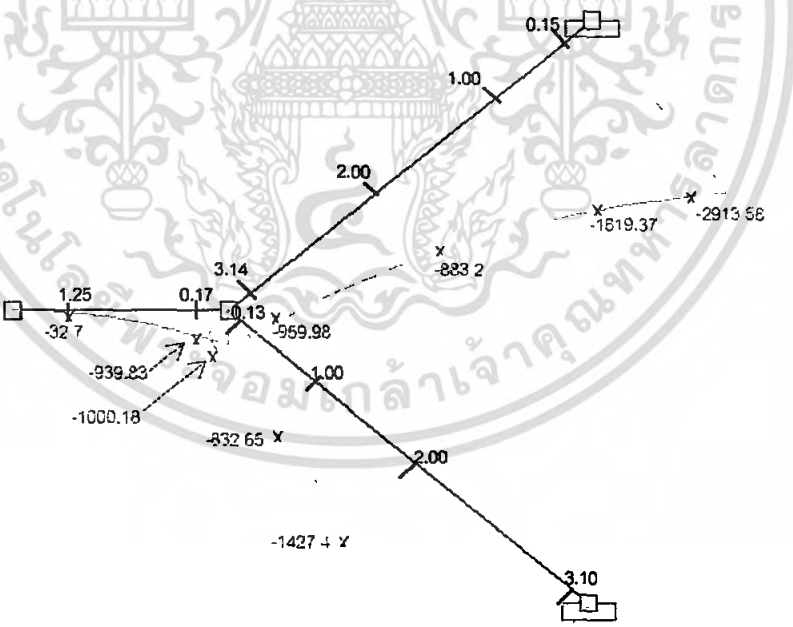


รูปที่ 4.50 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

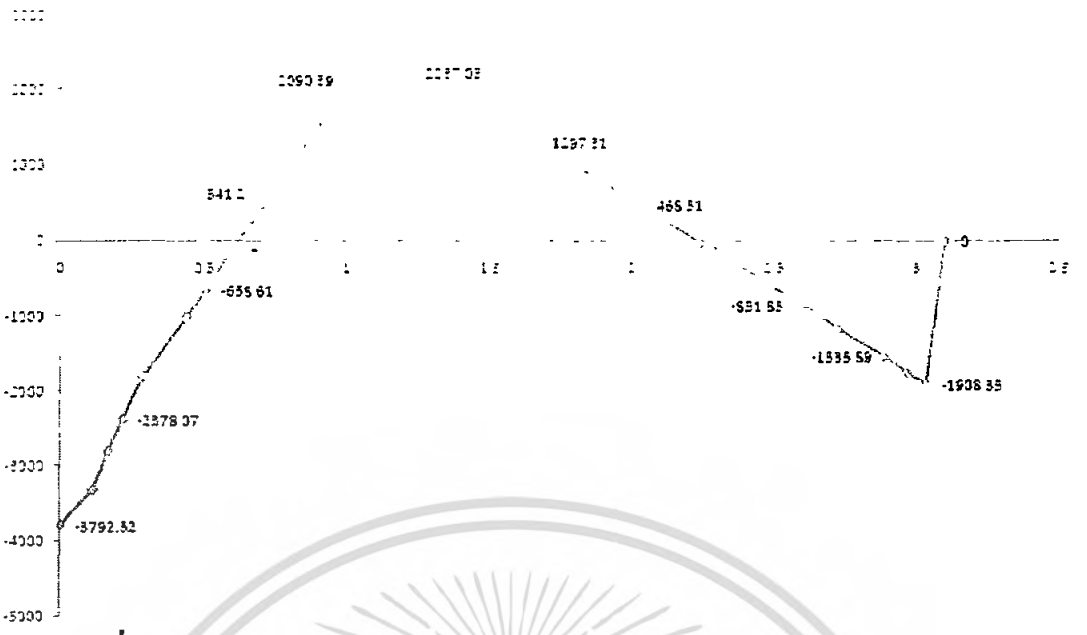


รูปที่ 4.51 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

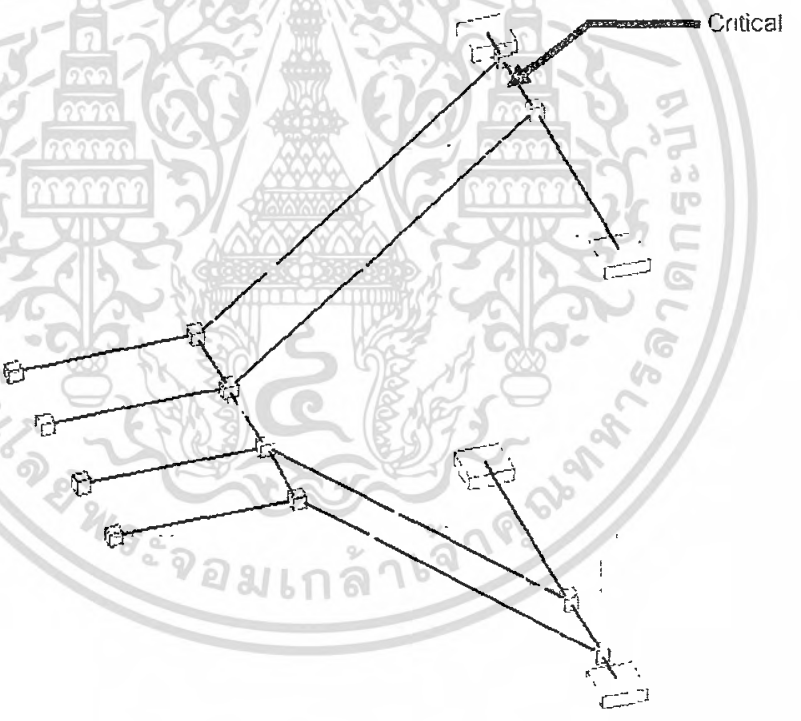


รูปที่ 4.52 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



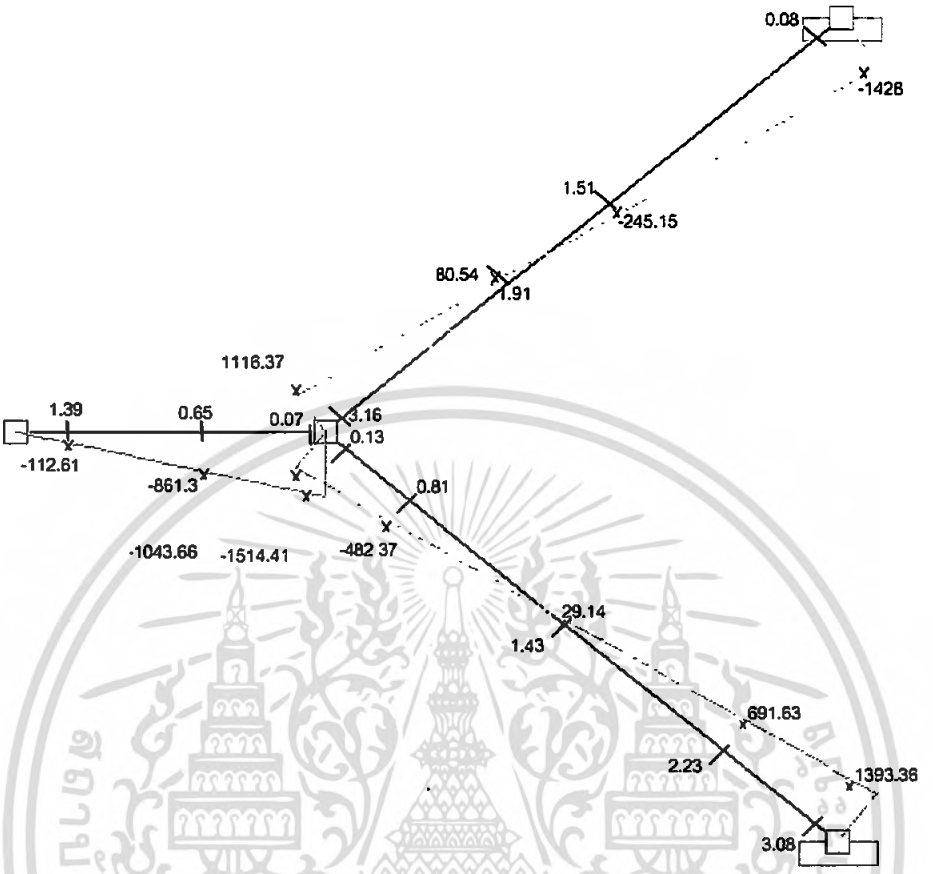
รูปที่ 4.53 ค่า Bending Moment Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)



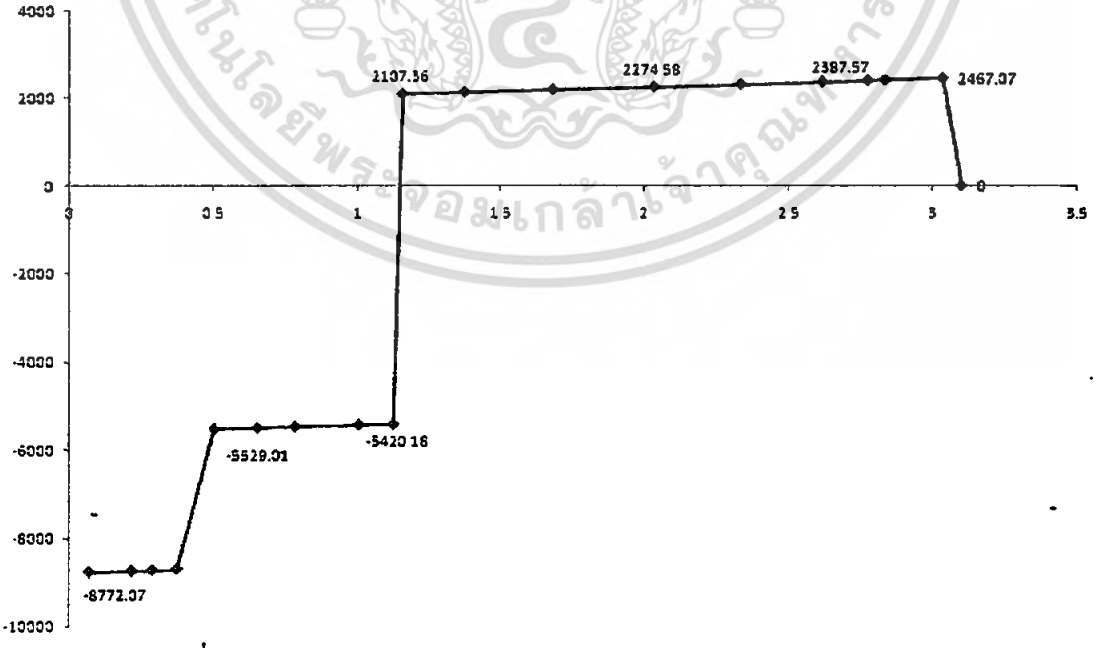
Isometric Hor Ang = 19.5 Ver Ang = 34.75

รูปที่ 4.54 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

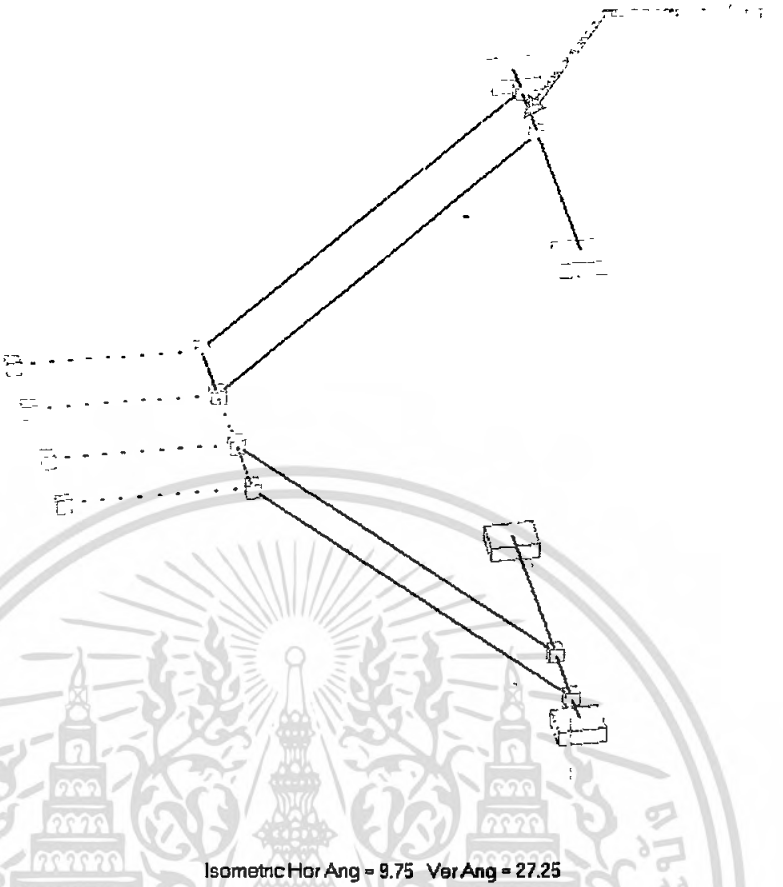


รูปที่ 4.55 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

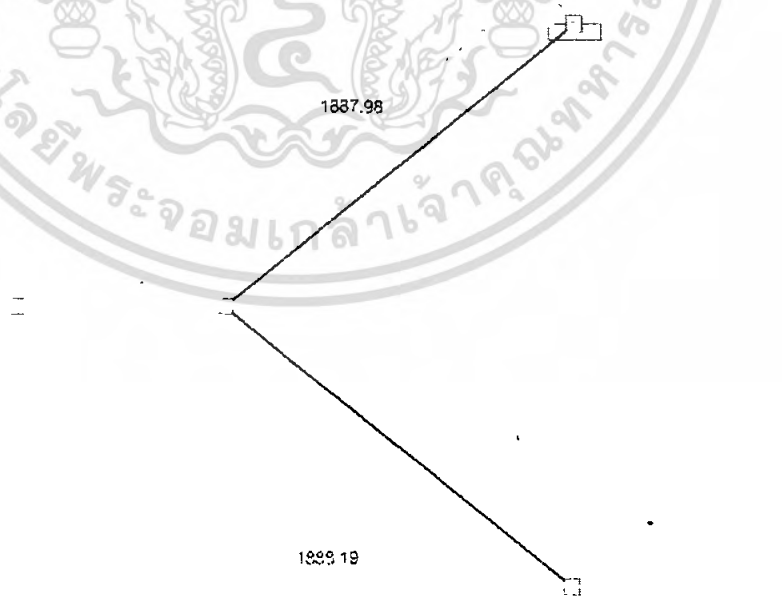


รูปที่ 4.56 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

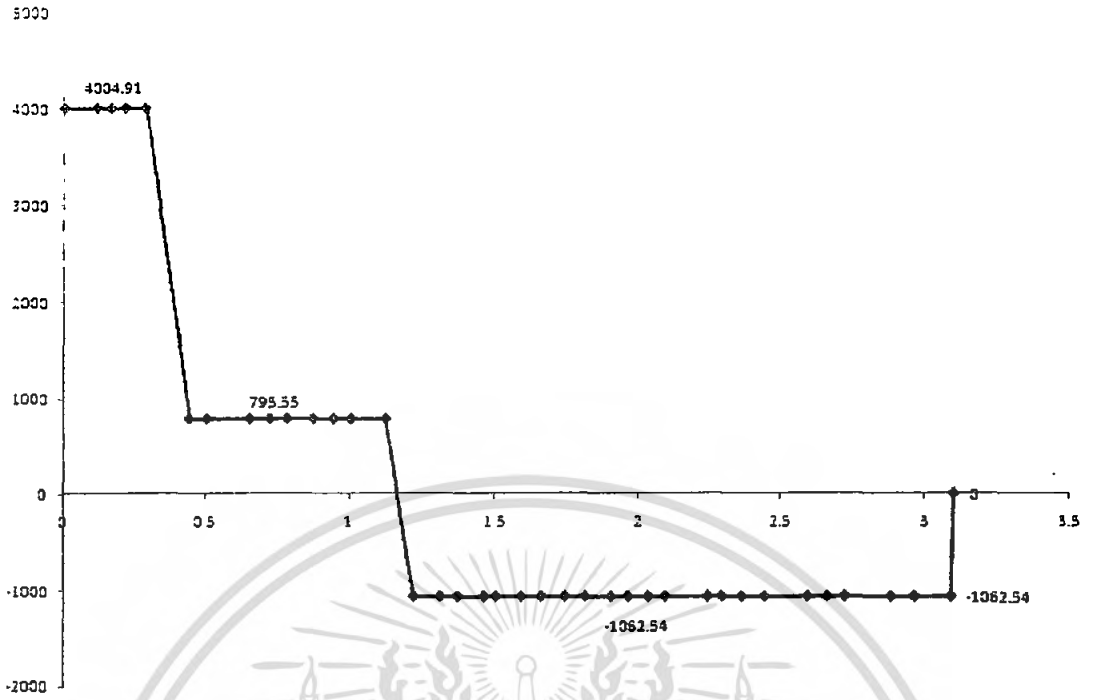


รูปที่ 4.57 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair



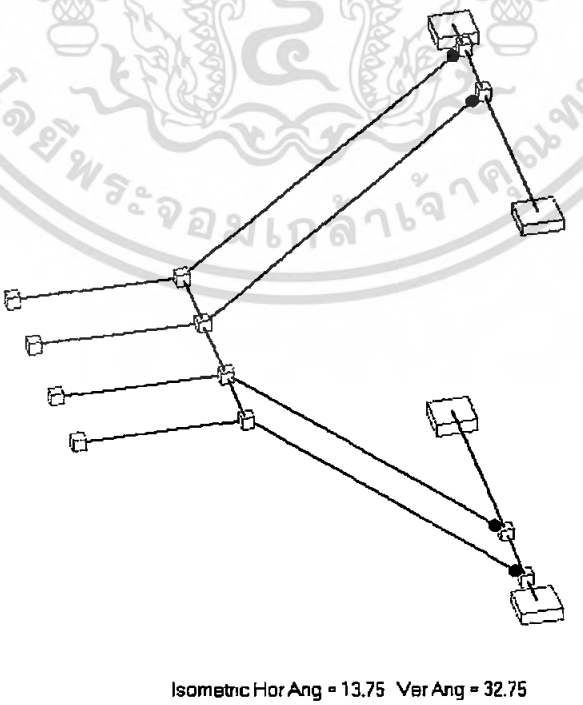
รูปที่ 4.58 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



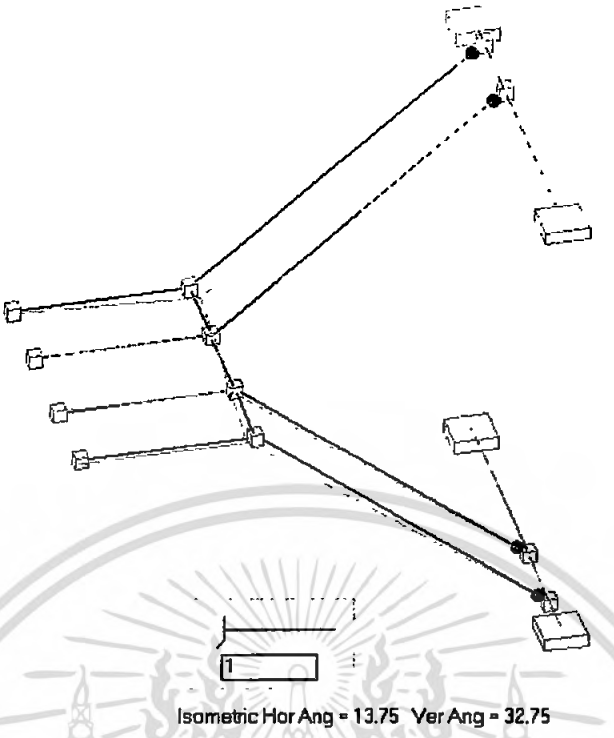
รูปที่ 4.59 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้างคานรับ Dog Leg Stair

การสมมุติฐานข้างต้นได้ตั้งสมมุติฐานให้มีการเกิด Torsion ในคานที่รองรับโครงสร้าง Dog Leg Stair แต่หากมีการเปลี่ยนสมมุติฐานให้โครงสร้าง Dog Leg Stair สามารถเสถียรอยู่ได้ด้วย Tension และ Compression ของโครงสร้างโดยการเพิ่ม Hinge ที่จุดต่อของแผ่นพื้นบันไดและคานรับโครงสร้าง (ถ้าใส่ที่จุดต่อชานพักด้วยจะทำให้โครงสร้างไม่เสถียร) สามารถ Model ได้ ดังนี้

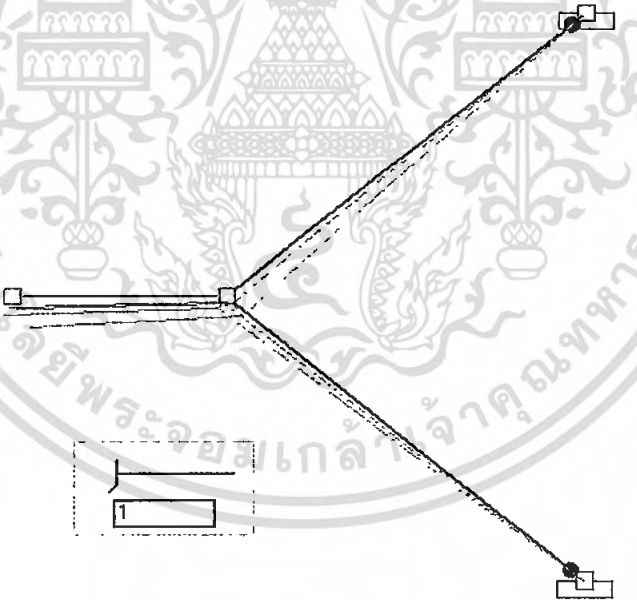


รูปที่ 4.60 โครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

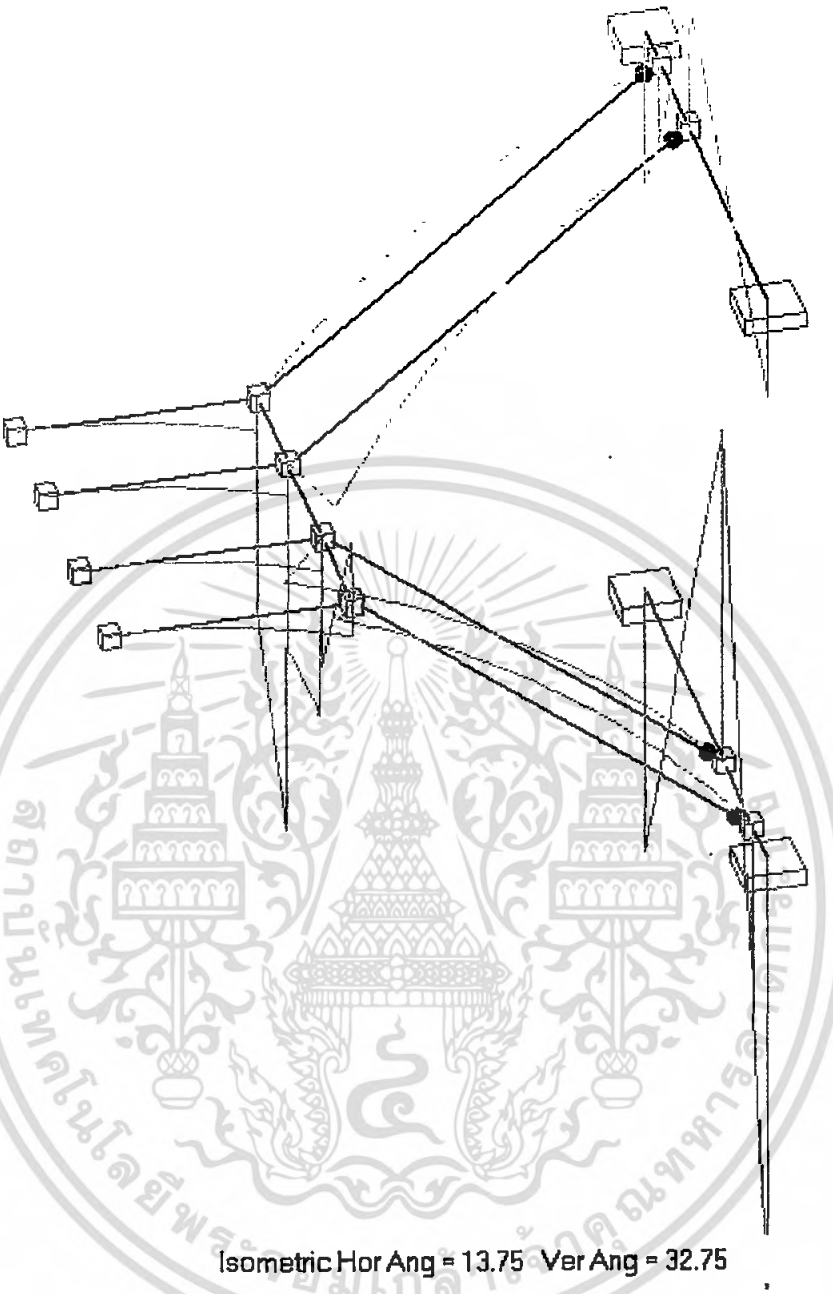


รูปที่ 4.61 การแอ่นแอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพสามมิติ) (3)



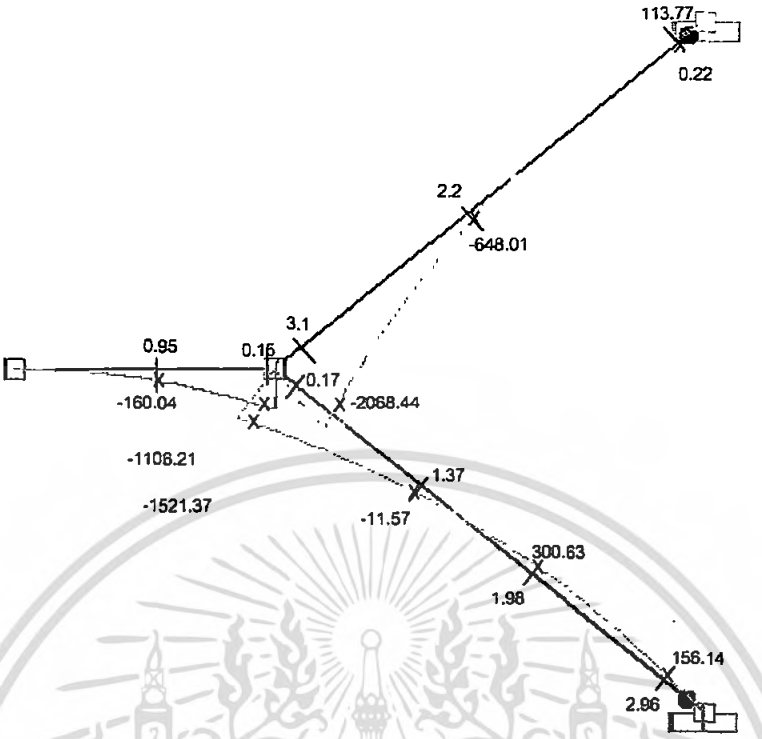
รูปที่ 4.62 การแอ่นแอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 1 เท่า (ภาพด้านข้าง) (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

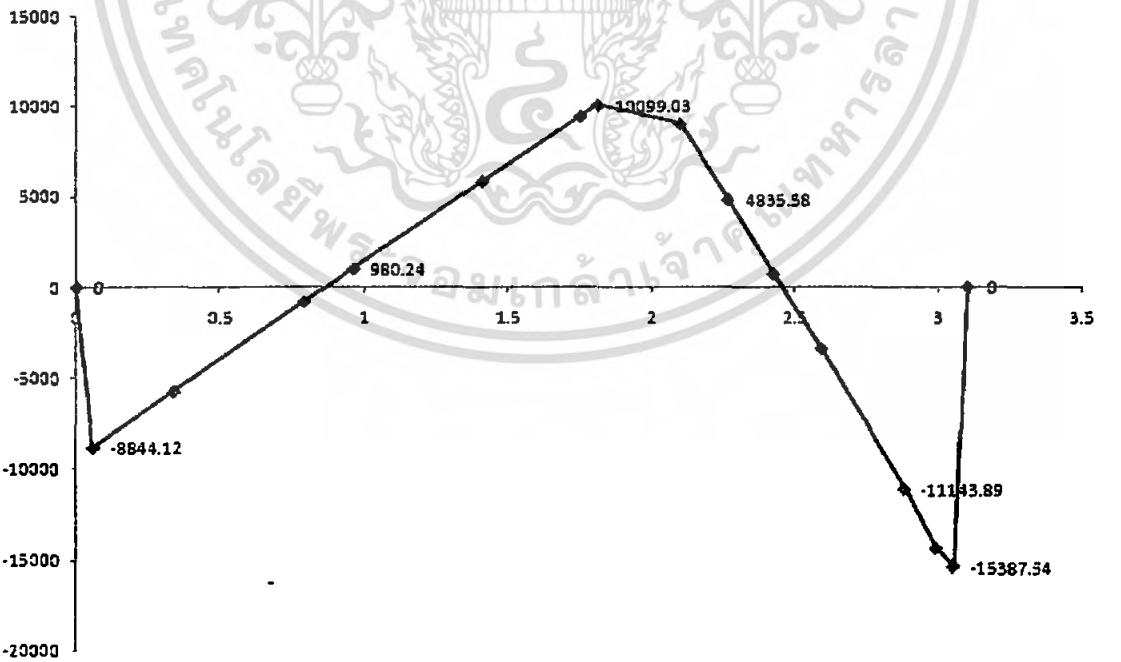


รูปที่ 4.63 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

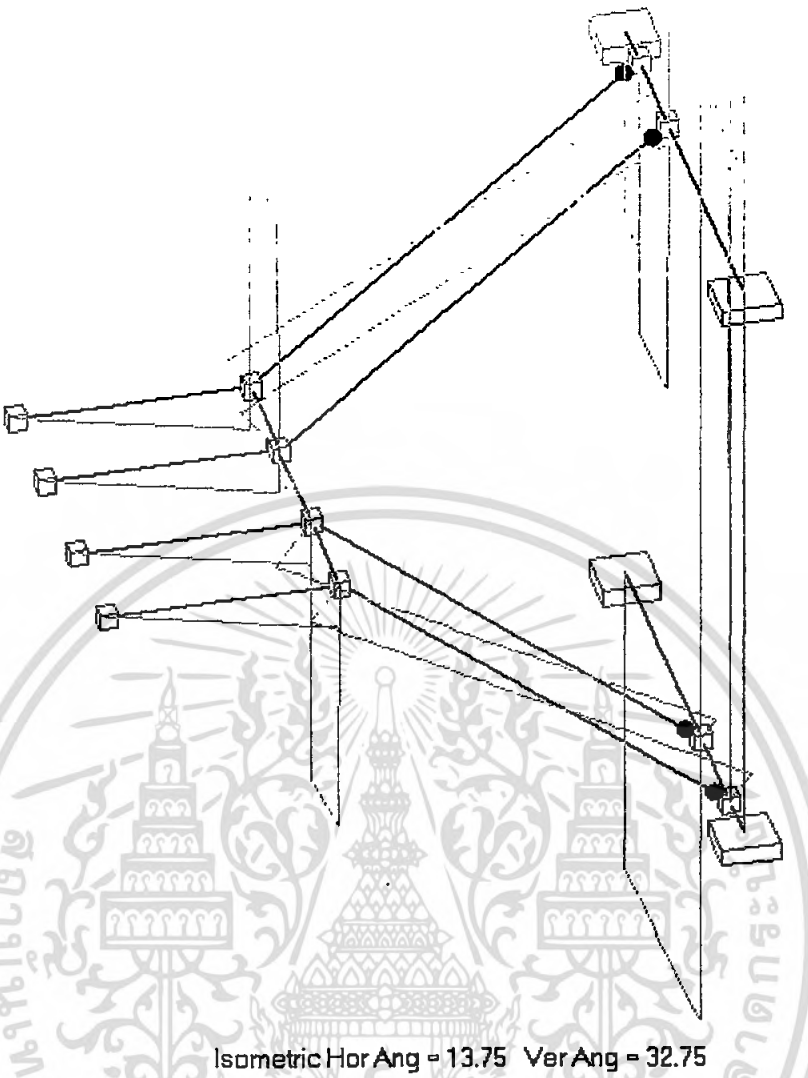


รูปที่ 4.64 ค่า Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)



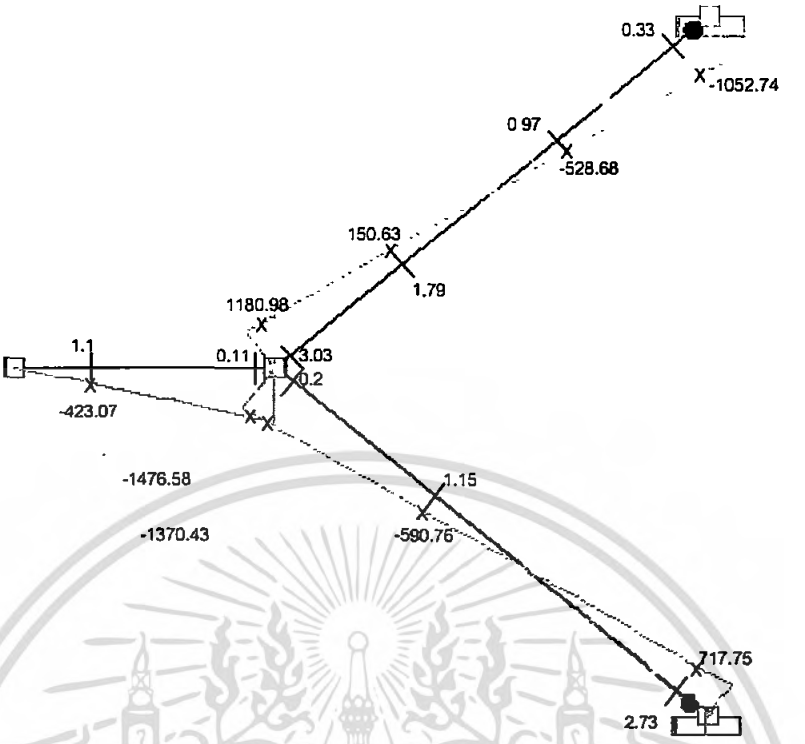
รูปที่ 4.65 ค่า Bending Moment Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

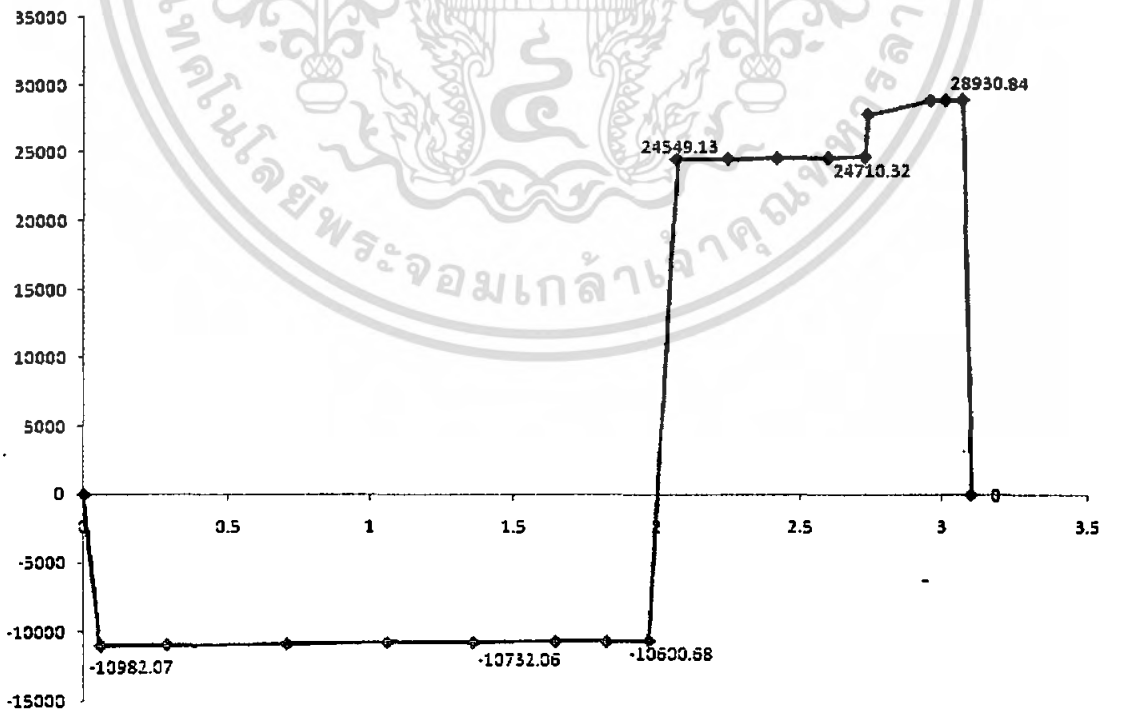


รูปที่ 4.66 Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

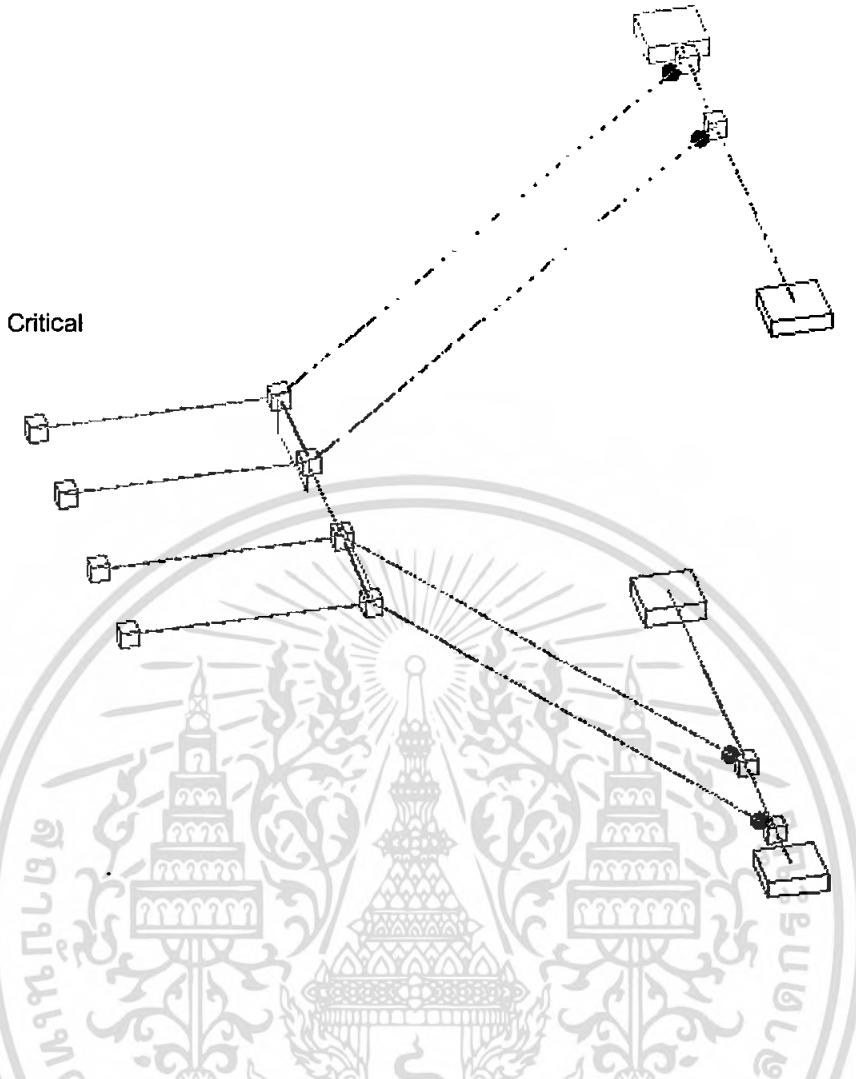


รูปที่ 4.67 ค่า Shear Force Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)



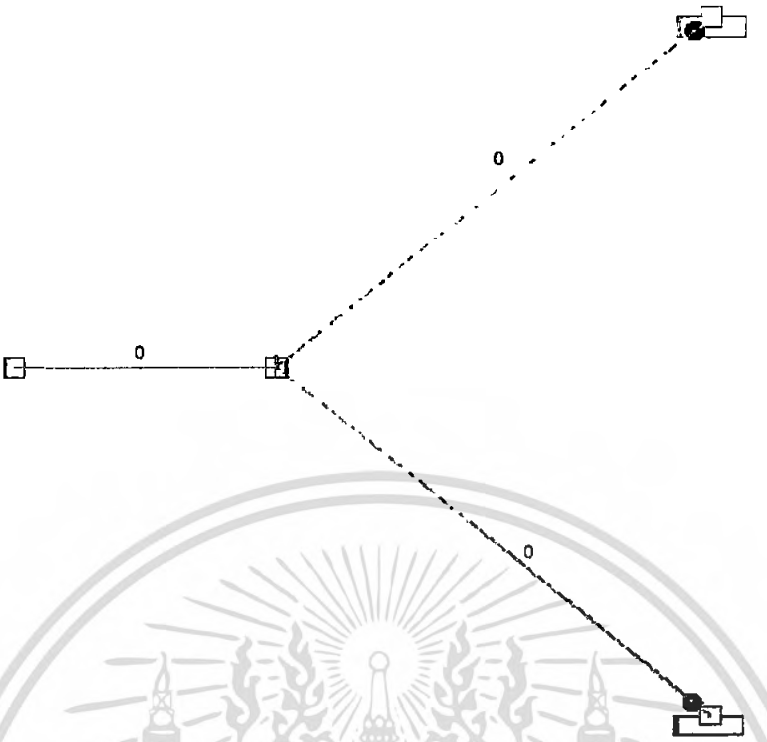
รูปที่ 4.68 ค่า Shear Force Diagram ในคานรับโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

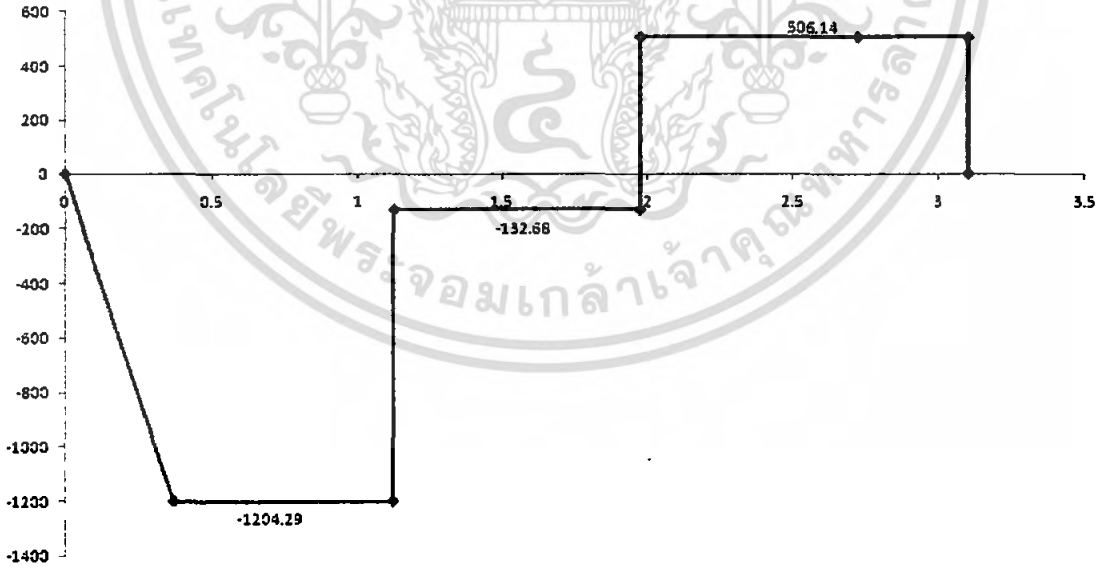


รูปที่ 4.69 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

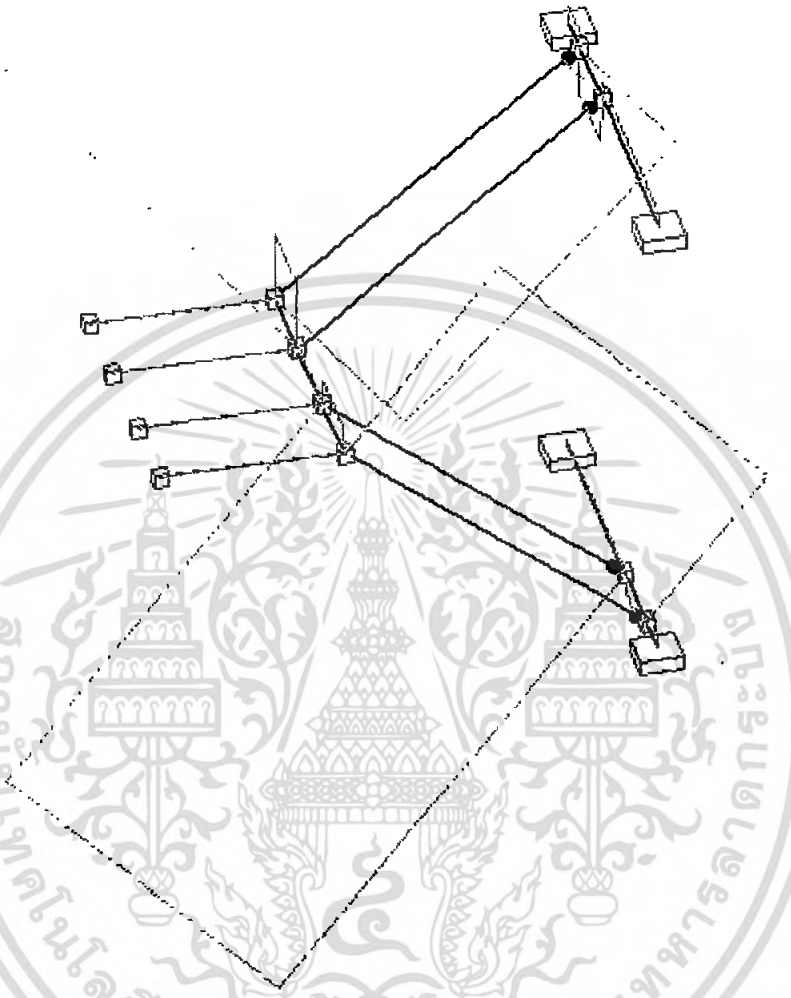


รูปที่ 4.70 Torsion-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)



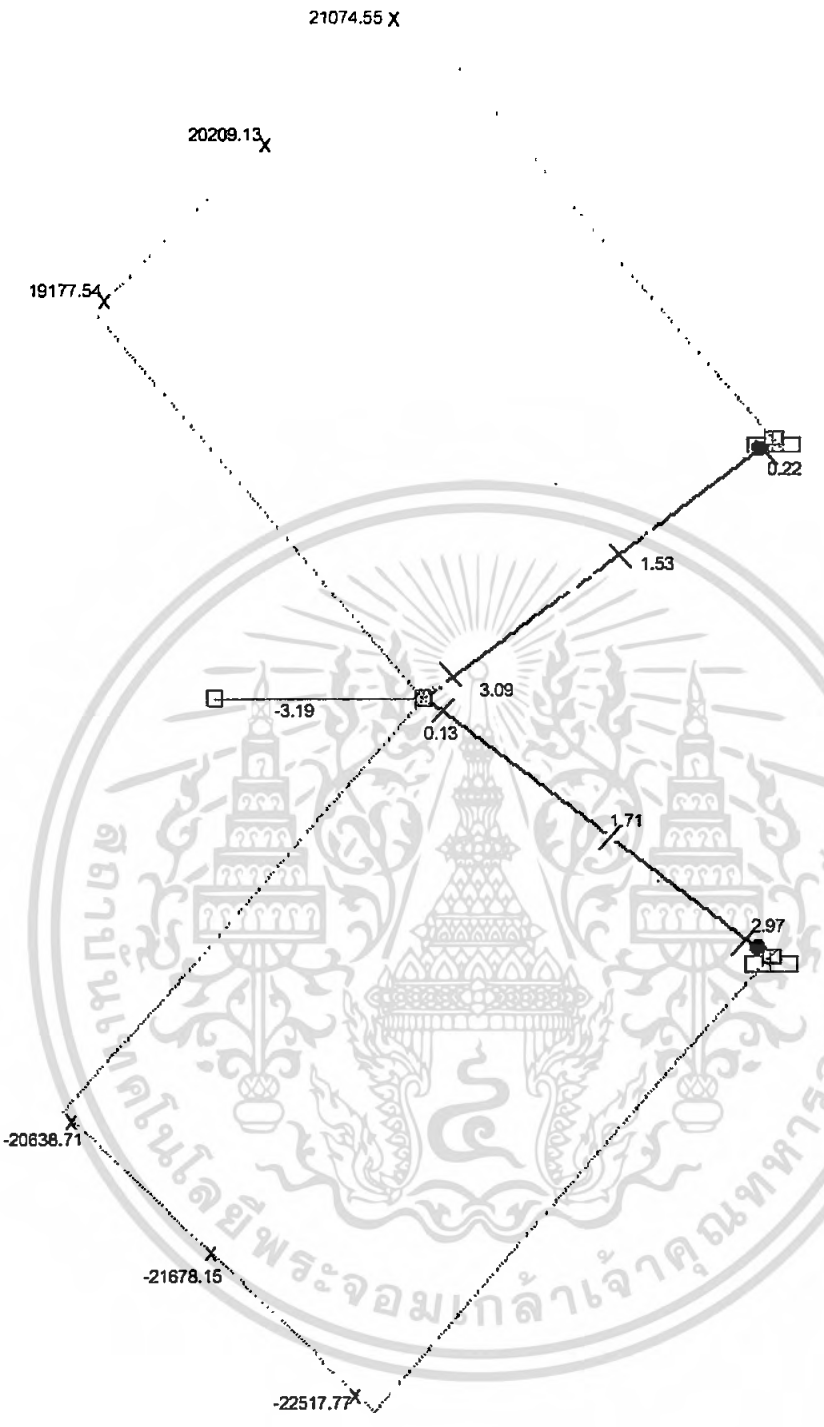
รูปที่ 4.71 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้างคานรับ Dog Leg Stair

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



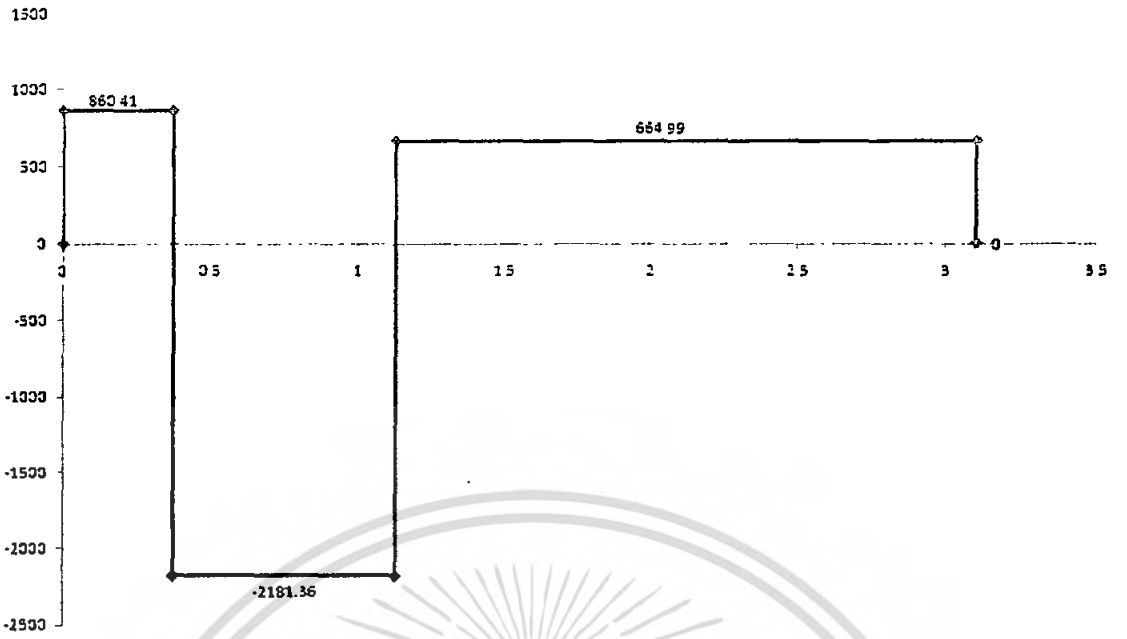
รูปที่ 4.72 ค่า Axial-X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.73 Axial -X Diagram ในโครงสร้าง Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



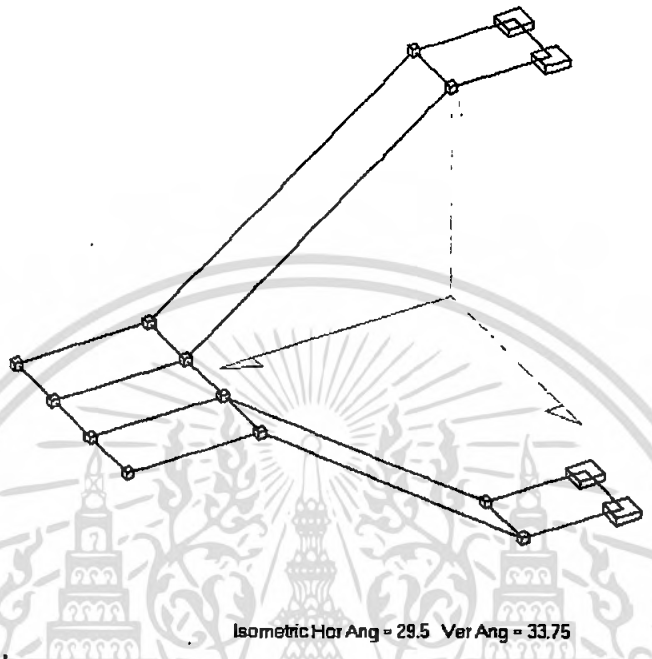
รูปที่ 4.74 ค่า Axial -X Diagram ในโครงสร้างคานรับ Dog Leg Stair (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

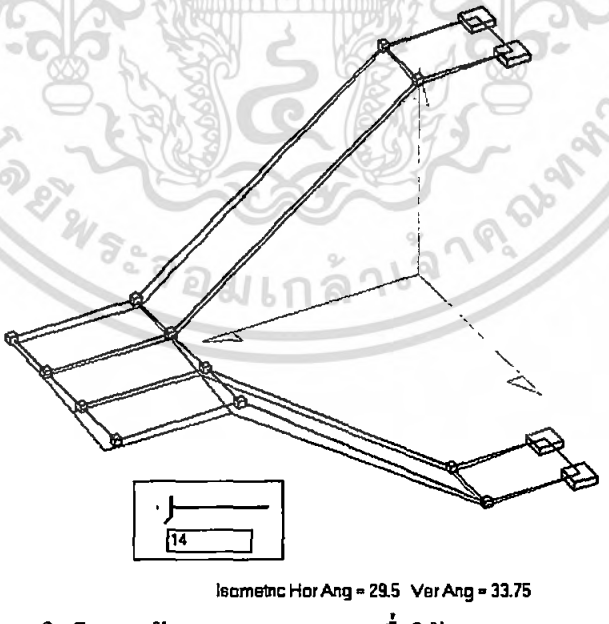
ตัวอย่างการประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบอื่น ๆ

(ภาพ Model โครงสร้างบันได Dog Leg จากคุณไชยรัตน์ ไหมสกุล)

<u>แบบที่ 1</u>



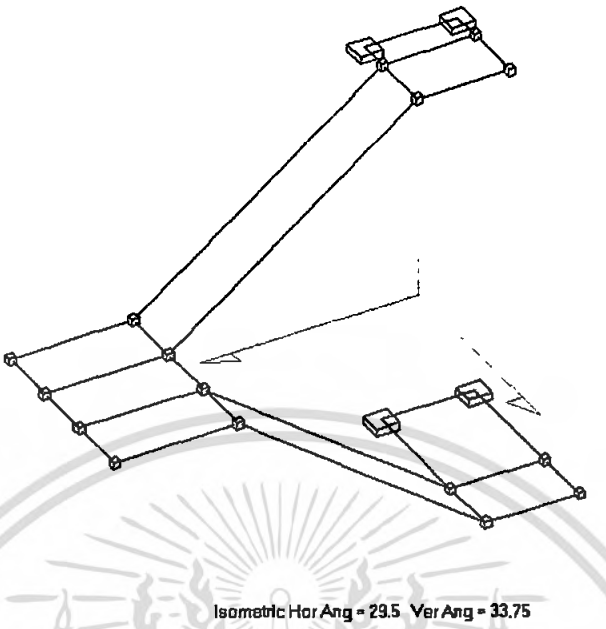
รูปที่ 4.75 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 1



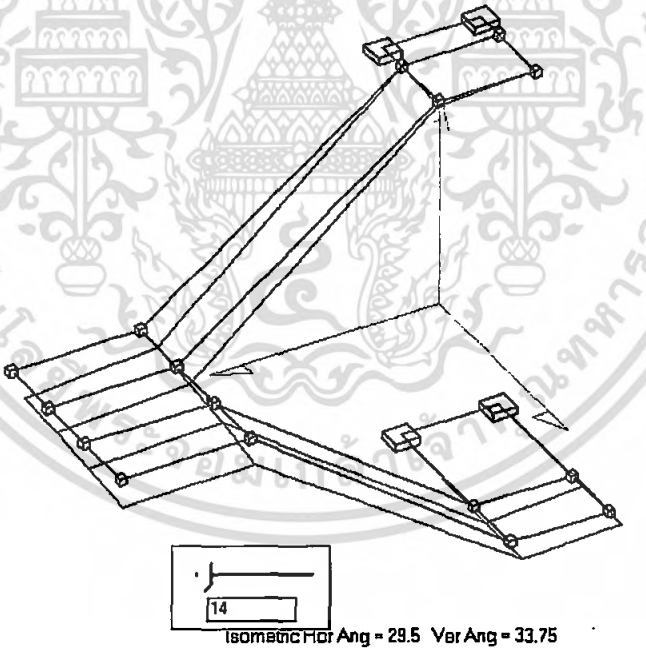
รูปที่ 4.76 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2



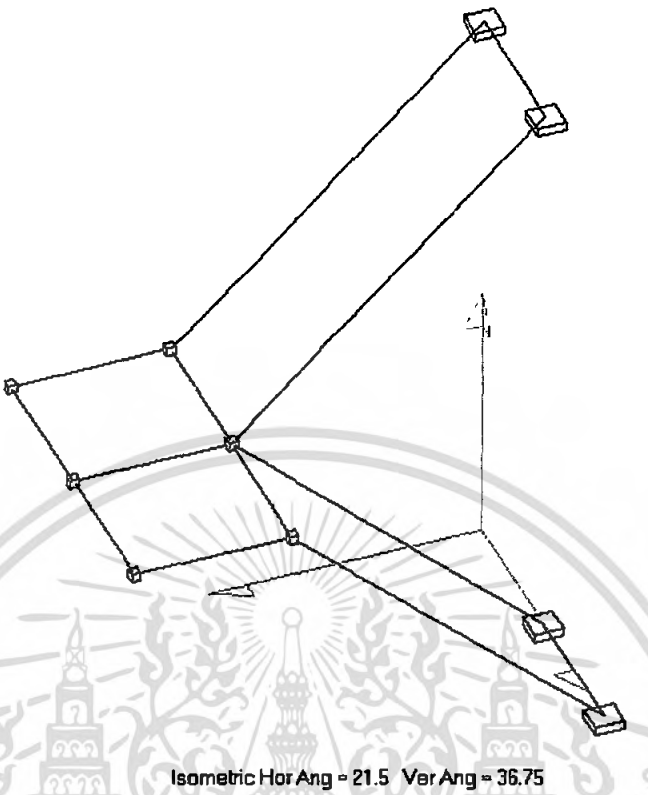
รูปที่ 4.77 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 2



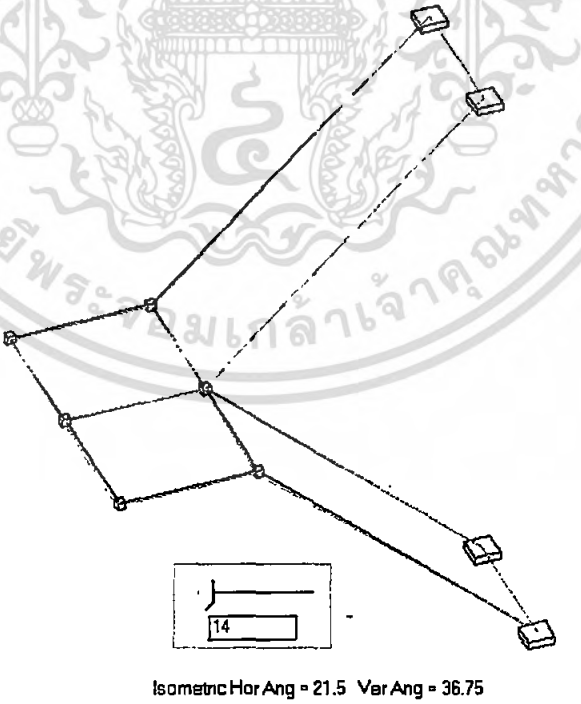
รูปที่ 4.78 การแอ่นแอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3



รูปที่ 4.79 การประยุกต์สร้าง Model บันได Dog Leg ในรูปแบบที่ 3



รูปที่ 4.80 การแอ่นเอนในโครงสร้าง Dog Leg Stair เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า (ตัวอย่างที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 บ้านพักอาศัยสองชั้น (เจ้าของคุณวิชญ์ อริยศรีวัฒนา)

ลักษณะของบ้านพักอาศัยสองชั้น

เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในโครงสร้างพื้นชั้นล่าง และใช้โครงสร้างเหล็กในโครงสร้างพื้นชั้นสองและโครงสร้างชั้นหลังคา มีความสูงจากพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้นสอง 2.9 เมตร และความสูงจากชั้นพื้นชั้นสองถึงชั้นหลังคา 3.4 เมตร

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรตามลักษณะการใช้งาน โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ว.ส.ท. คิดน้ำหนักบรรทุกใช้งาน W=1.7DL + 2.0LL

สมมุติฐาน

-คำนวณค่าความลึกของคานได้ประมาณค่าความยาวของคานนั้น ๆ หารสิบ

-คำนวณค่าความหนาของพื้นจาก Spread Sheets จาก Program Microsoft Excel และนำค่าความหนาที่ได้มาใช้ในการ Model โครงสร้างสามมิติ

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบ Metric
2. ตั้ง M-Grid ดังนี้

ที่โครงสร้างพื้นชั้นล่าง

Y=0 เพื่อวางจุดหมุน คานคอนกรีตเสริมเหล็ก และเสา;

X=1.60, 7.55, 13.50, 19.45, และ 23.45

Z=5.95 และ9.35

Y=0 เพื่อวางคานย่อย;

X=8.55, 11.5, 12.5, 21.05, และ 22.45

Z=2.30, 3.00, และ 4.50

ที่โครงสร้างพื้นชั้นสอง

Y=2.9 เพื่อวางคานเหล็กชั้นสอง ทั้งคานหลักและคานย่อย;

X=1.60, 3.70, 7.55, 8.55, 10.55, 13.50, 19.45, 21.05, และ 23.45

Z=2.00, 3.50, 4.00 และ 5.95

ที่โครงสร้างชั้นหลังคา

Y=6.3 เพื่อวางคานโครงหลังคา;

X=1.60, 7.55, 13.50, และ 21.05

Z= 5.95 และ 9.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	Wt (kg/m)
B20x40	20	40	326.4
B20x50	20	50	408
B20x60	20	60	489.6
B20x70	20	70	571.2
B20x80	20	80	652.8

ตารางที่ 4.5 แสดงหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็กของโครงสร้างบ้านสองชั้น

ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	ThkB (cm)	ThkD (cm)	Wt (kg/m)
W400x200	20	40	1.3	0.80	66.6
W300X150	15	30	0.90	0.65	36.7
W250x125	12.50	25	0.90	0.60	29.60
W200x200	20	20	1.2	0.80	49.9
Dia165.2	16.52	-	0.45	-	17.8

ตารางที่ 4.6 แสดงหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณของโครงสร้างบ้านสองชั้น

4. สร้างหรือถ่ายแรงจากพื้นลงคาน

- การสร้างพื้น One way หรือ Two Way เป็นสิ่งที่สามารถทำได้ใน Program A.Frame โดยการสมมุติฐานให้พื้นมีลักษณะเป็นคานที่มีลึกเท่ากับความหนาของพื้น (ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการคำนวณความหนาพื้นหรือการออกแบบพื้นจาก Sheet ของ Program Microsoft Excel) และมีความกว้างใด ๆ ทั้งนี้ความกว้างของพื้น(คานสมมุติ) ขึ้นกับความละเอียดของค่าที่ต้องการ แต่ไม่ควรน้อยกว่า 30 เซนติเมตร เนื่องจากจะทำให้ไม่สะดวกในการวาง Member ของคาน เนื่องจาก Program ไม่สามารถ Snap Grid ที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการสร้างพื้น One way และ Two way โดยในกรณีนี้จะยกตัวอย่างพื้นส่วนที่จอดรถ ดังนี้

1) สร้าง Grid Line และ Support ตามวิธีการทดลองที่ 2 (เฉพาะบริเวณที่จอดรถเท่านั้น)

Y=0 เพื่อวางจุดหมุน คานคอนกรีตเสริมเหล็ก;

X=1.60, 7.55, และ8.55

Z=5.95

2) สร้าง Node เพิ่มเติมเพื่อวางพื้น (คานสมมุติ) โดยในที่นี้จะสมมุติให้คานมีความลึก 16 cm และมีความกว้าง 115 cm (สามารถเป็นระยะที่สามารถหาระยะ Clear Span ของคานนั้น ๆ แล้วได้เลขลงตัว)

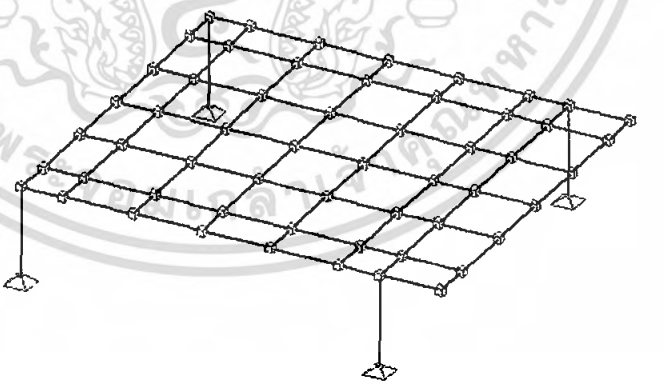
Y=0;

X=2.275, 3.425, 4.575, 5.725, และ 6.875

Z=0.675, 1.8252.975, 4.125, และ 5.275

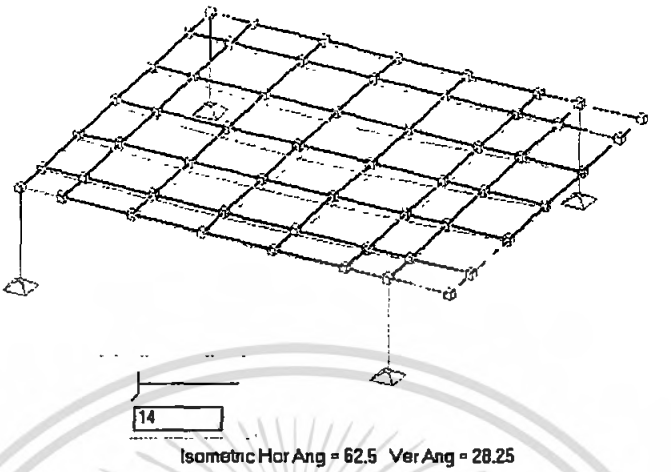
จากนั้นสร้าง Node ที่จุดตัดทั้งหมดของ Grid Line เพื่อให้พื้นและคานมีการผสาน (Mesh) กัน

3) สร้างหน้าตัดคาน B20x60, B20x80 ตามวิธีการทดลองที่ 3 และหน้าตัดพื้นตามที่สมมุติ (อย่าลืมคูณ Factor 1.7DL+2.0LL ใน Unit Weight แต่ในส่วนพื้น Two way ต้องหารสองด้วย) บน Grid Line

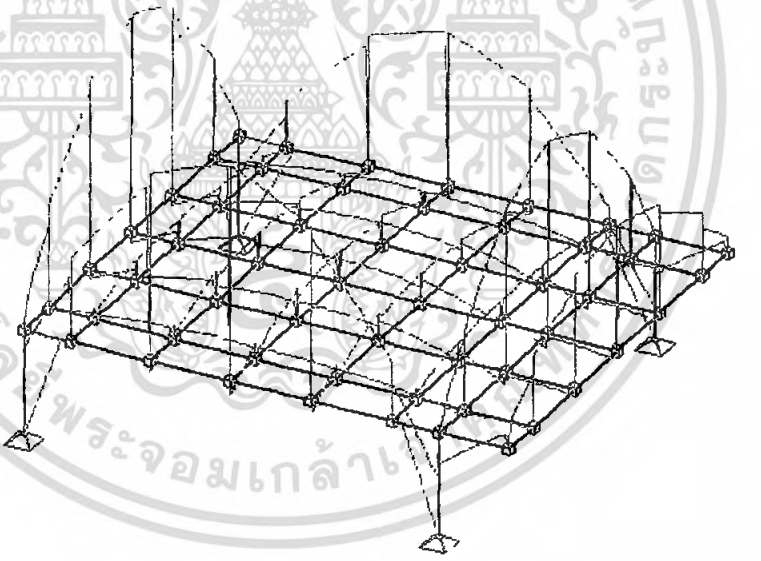


รูปที่ 4.81 โครงสร้างพื้นบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.82 การแอ่นเอนในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ เมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า



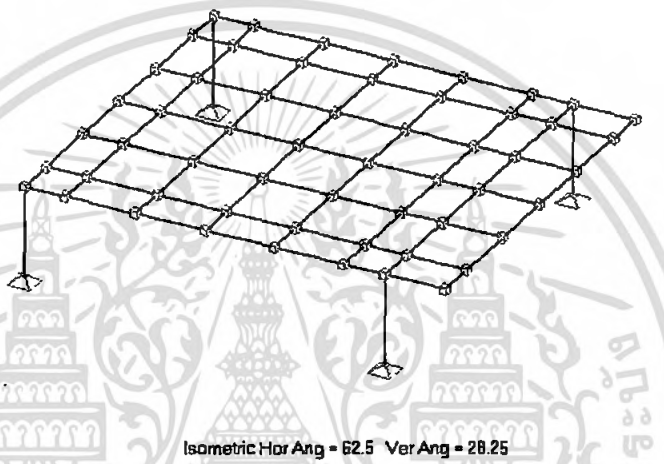
รูปที่ 4.83 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นส่วนที่จอดรถ

<u>หมายเหตุ</u> การจำลองโครงสร้างพื้นโดยวิธีนี้จะทำให้เกิด Node เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์โครงสร้างช้าลง เนื่องจากมีจำนวนสมการเพิ่มขึ้น แต่ค่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในคานหลักจะมีค่าเท่ากับกับวิธีการถ่ายแรงจากพื้นเข้าคาน (ซึ่งค่าที่ได้จะได้กล่าวต่อไป)

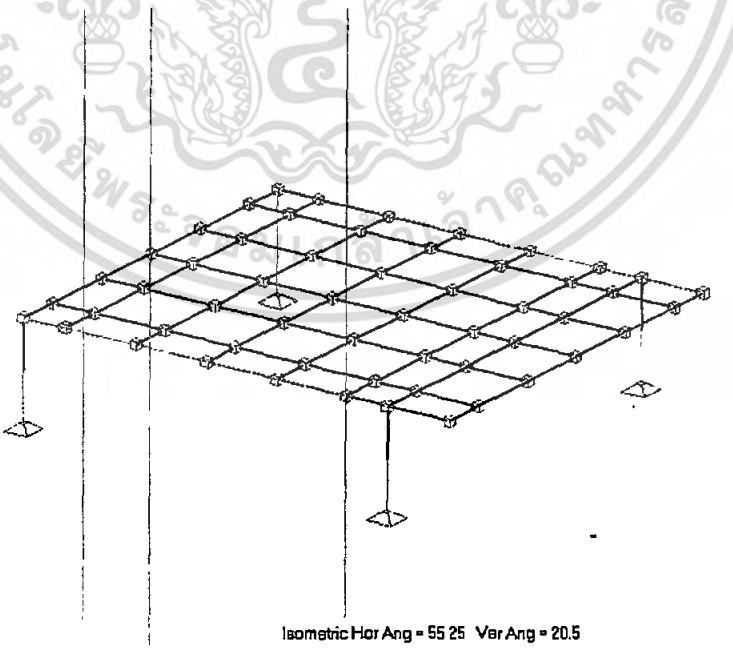
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปแบบที่ใช้ไม่ได้ในโครงสร้างพื้น One way และ Two way</u>

แบบที่ 1 การวางคานในโครงสร้างหลักก่อนแล้วจึงสร้าง Node เพื่อวางพื้น แม้ว่ารูป Model โครงสร้างจะไม่แตกต่างกับแบบที่ถูกต้อง และ Program จะ Analyze ได้ตามปรกติ แต่ Graphic และผลลัพธ์จะไม่ถูกต้องตามหลักการวิเคราะห์โครงสร้าง เนื่องจาก Node ที่สร้างเพื่อวางพื้นไม่มีการผสาน (Mash) กันกับคานทำให้ Member ไม่สามารถถ่ายแรงเข้าคานได้

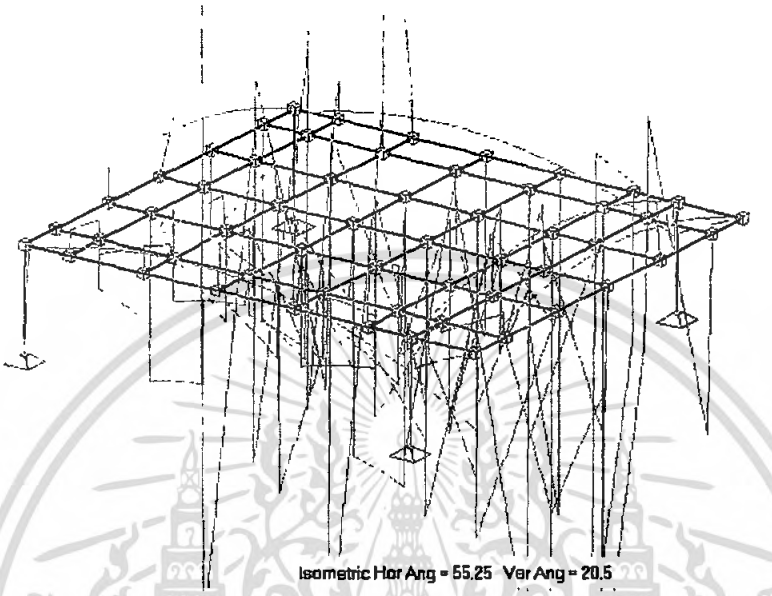


รูปที่ 4.84 โครงสร้างพื้น One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1)



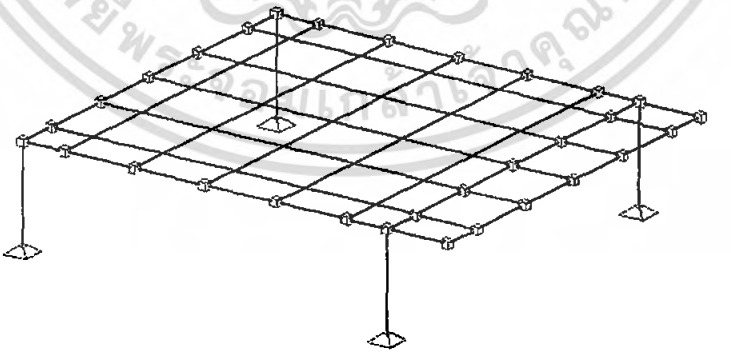
รูปที่ 4.85 การแอ่นเอนในโครงสร้าง One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.86 Bending Moment Diagram ในโครงสร้าง One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (1)

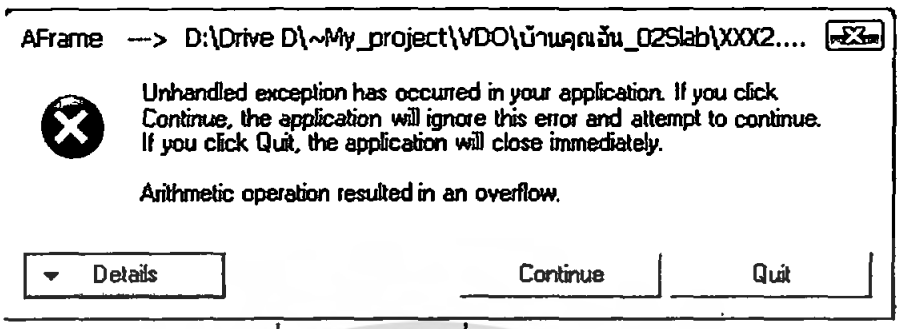
แบบที่ 2 การสร้างคานในโครงสร้างหลักก่อนแล้วจึง Node เพื่อรับพื้น และไม่มีการสร้าง Node ภายในพื้นที่ของพื้น One way และ Two way



รูปที่ 4.87 โครงสร้างพื้น One way และ Two way ที่ไม่ถูกต้อง (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program จะไม่สามารถคำนวณโครงสร้างได้เนื่องจากไม่มีการผสานของโครงสร้างพื้นและคาน รวมถึงการผสานกันของโครงสร้างพื้นกันเองด้วย และจะขึ้นหน้าต่างเพื่อให้ปิด Program ดังรูป



รูปที่ 4.88 หน้าต่างเพื่อให้ปิด Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การถ่ายแรงจากพื้น One way หรือ Two Way ลงในโครงสร้าง สามารถทำได้โดยการนำค่าการคำนวณการถ่ายแรงจากพื้นลงคานด้วยวิธี Area Load Sheet จาก Program Microsoft Excel มากระทำต่อคานเสมือนกับว่าเป็น Uniform Load

ชั้นล่าง

ห้อง/ส่วน	Live Load(kg/m^2)	short	long	Thinness	Load_S(kg/m)	Load_L(kg/m)
จอดรถ1	400	5.95	5.95	0.16	2881	2881
จอดรถ2	400	1	5.95	0.12	430	639
โถงทางเข้า	150	2.3	2.95	0.12	605	724
ห้องน้ำwc-3	150	2	2.3	0.12	526	591
ครัว	150	3.65	3.95	0.12	961	1031
เอนกประสงค์1	400	1	3.65	0.12	430	629
เอนกประสงค์2	400	5.95	5.95	0.15	2800	2800
เอนกประสงค์3	400	1.6	5.95	0.15	753	1102
เก็บของ	400	2.4	3	0.12	1032	1217
ห้องน้ำwc-4	150	1.4	1.5	0.1	330	352
ซักรีด	150	1.45	2.4	0.1	342	451
ถนน1	400	3.7	5.95	0.12	1591	2078
ถนน2	400	3.7	4	0.12	1591	1705

ตารางที่ 4.7 แสดงการกระจายแรงจากพื้นเข้าคานชั้นล่าง

ชั้นสอง

ห้อง/ส่วน	Live Load(kg/m^2)	short	long	Thinness	Load_S(kg/m)	Load_L(kg/m)
ห้องน้ำ1wc-1	150	1.6	2	0.1	378	446
ห้องน้ำ2	150	2	2.1	0.1	472	494
แต่งตัว	150	2	4.85	0.1	472	668
นอน1	150	3.95	4.85	0.1	932	1089
โถง	150	2	4.95	0.1	472	669
โถง2	150	1.5	2	0.1	354	431
ห้องน้ำwc-2	150	2	2.45	0.1	472	551
นอน2	150	2.95	3.95	0.1	696	850

ตารางที่ 4.8 แสดงการกระจายแรงจากพื้นเข้าคานชั้นสอง

ชั้นหลังคา

ห้อง/ส่วน	Live Load(kg/m^2)	short	long	Thinness	Load_S(kg/m)	Load_L(kg/m)
หลังคา	30	5.95	5.95	-	288	288
	30	1.6	5.95	-	77	113
	30	3.7	5.95	-	179	234
	30	1.6	3.7	-	77	109

ตารางที่ 4.9 แสดงการกระจายแรงจากโครงสร้างหลังคาเข้าคาน

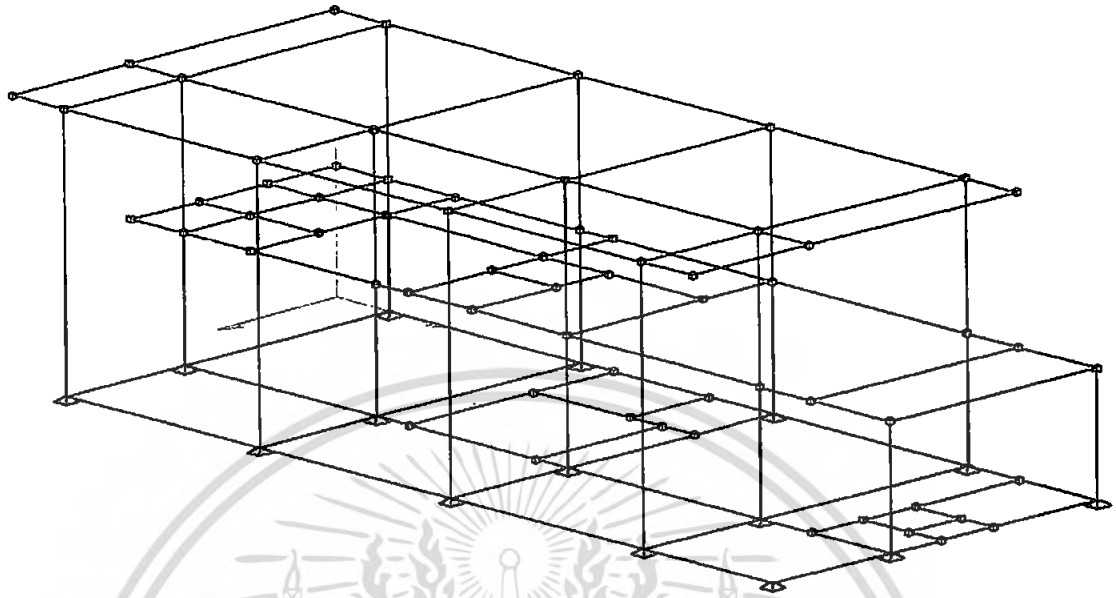
-

หมายเหตุ ค่าคำนวณที่ได้ยังไม่ได้รวมถึงค่า Dead Load ของกำแพง และผลการวิเคราะห์โครงสร้างจะได้แสดงในผลการวิเคราะห์ต่อไป

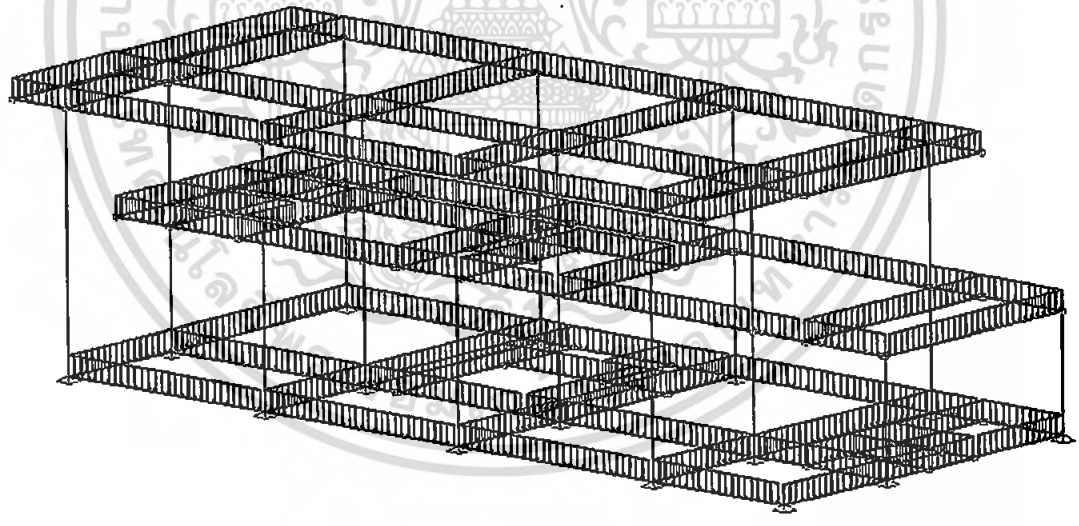
5. วิเคราะห์โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์

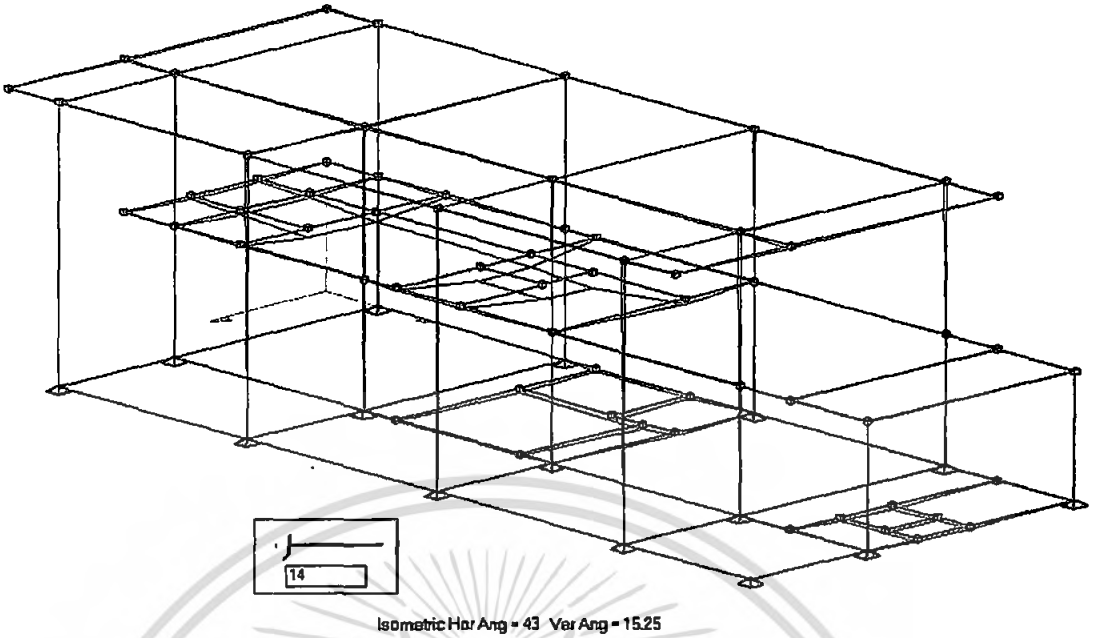


รูปที่ 4.89 โครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้น

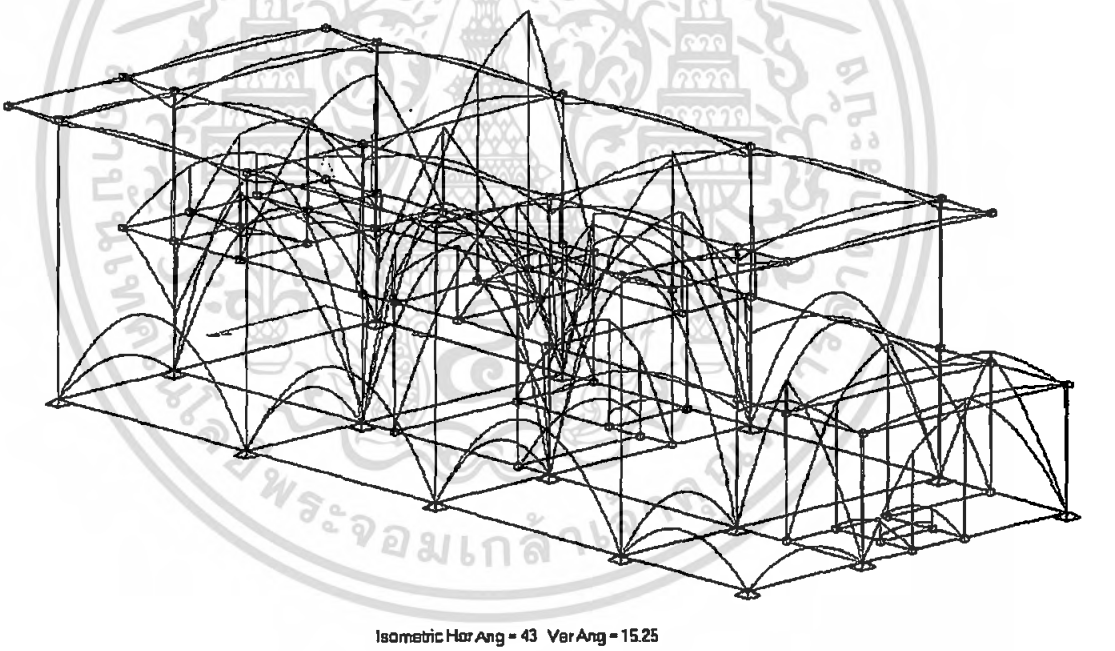


รูปที่ 4.90 โครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้นเมื่อมีการถ่ายแรงจากพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

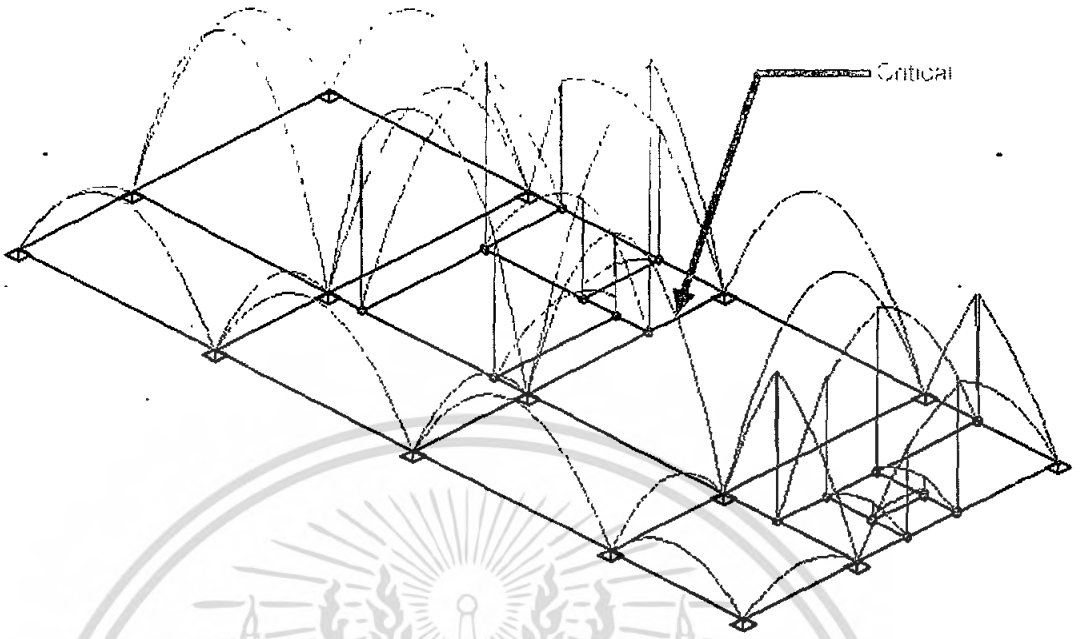


รูปที่ 4.91 การแอ่นแอนในโครงสร้าง บ้านพักอาศัยสองชั้นเมื่อใช้ Over Scale 14 เท่า

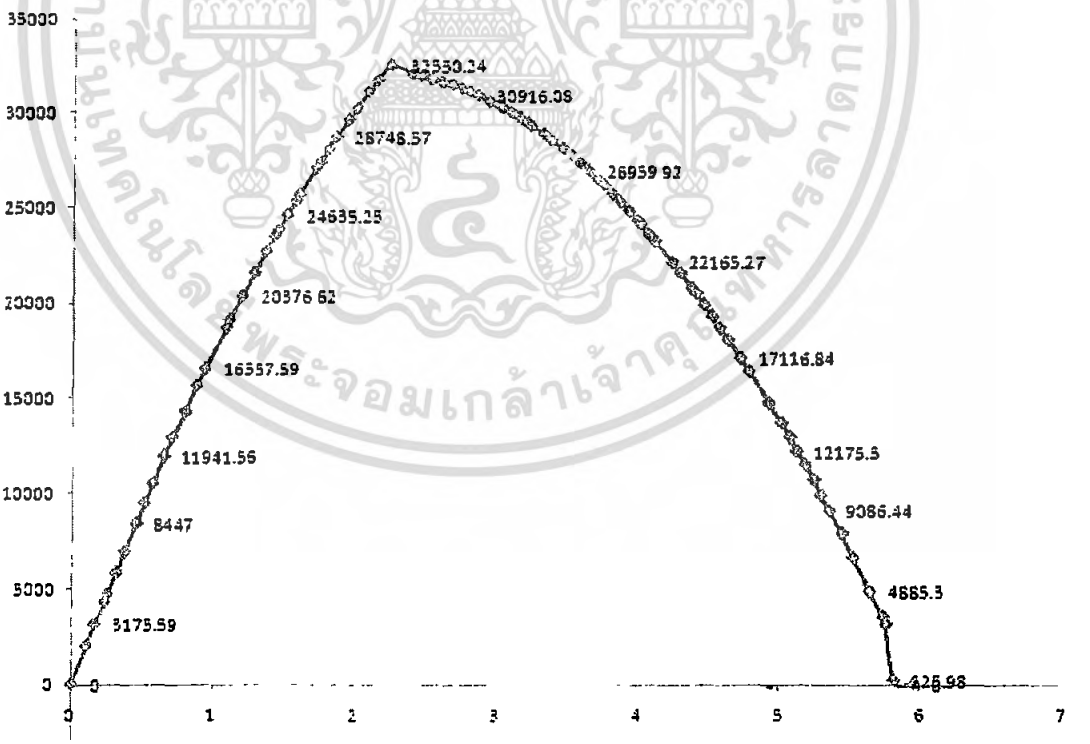


รูปที่ 4.92 Bending Moment Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

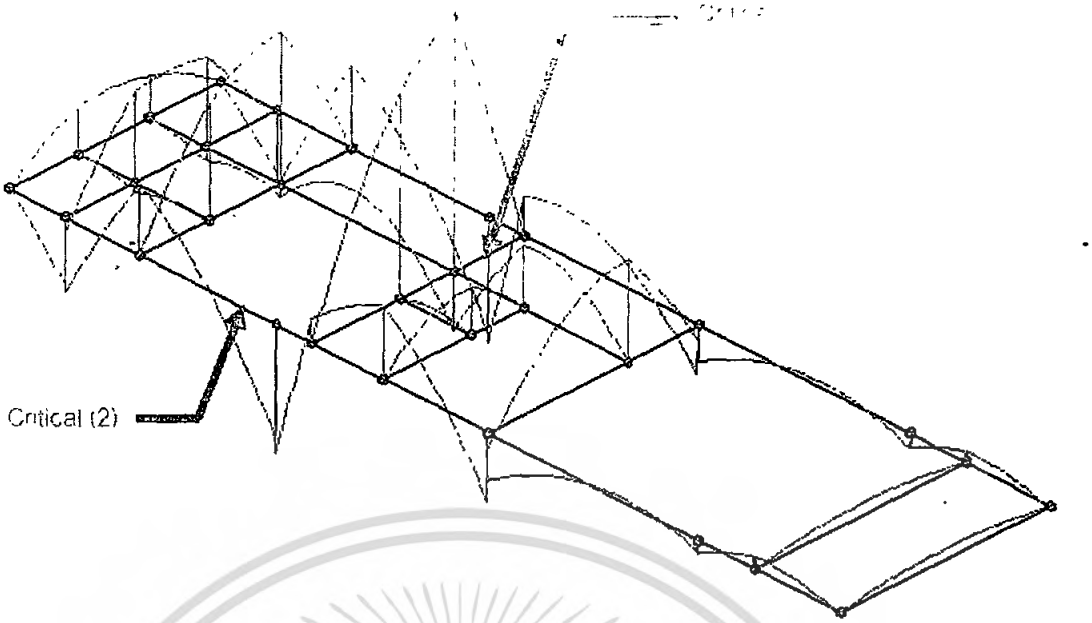


รูปที่ 4.93 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นล่าง

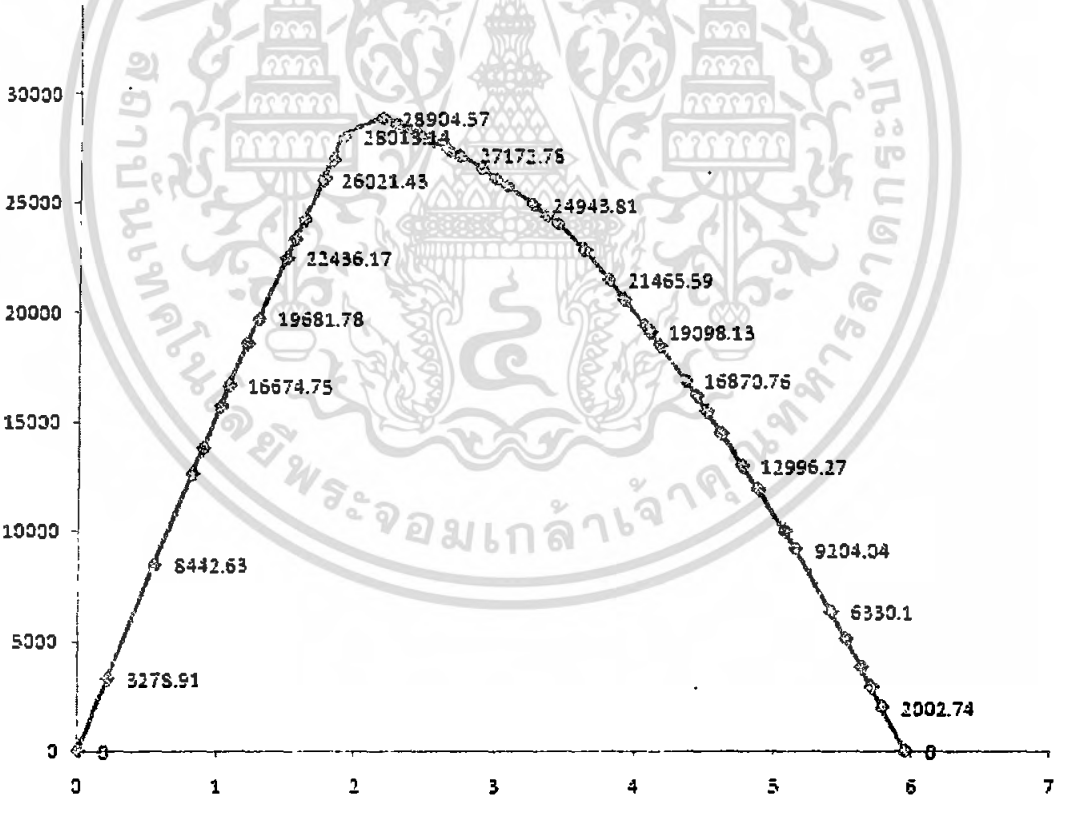


รูปที่ 4.94 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

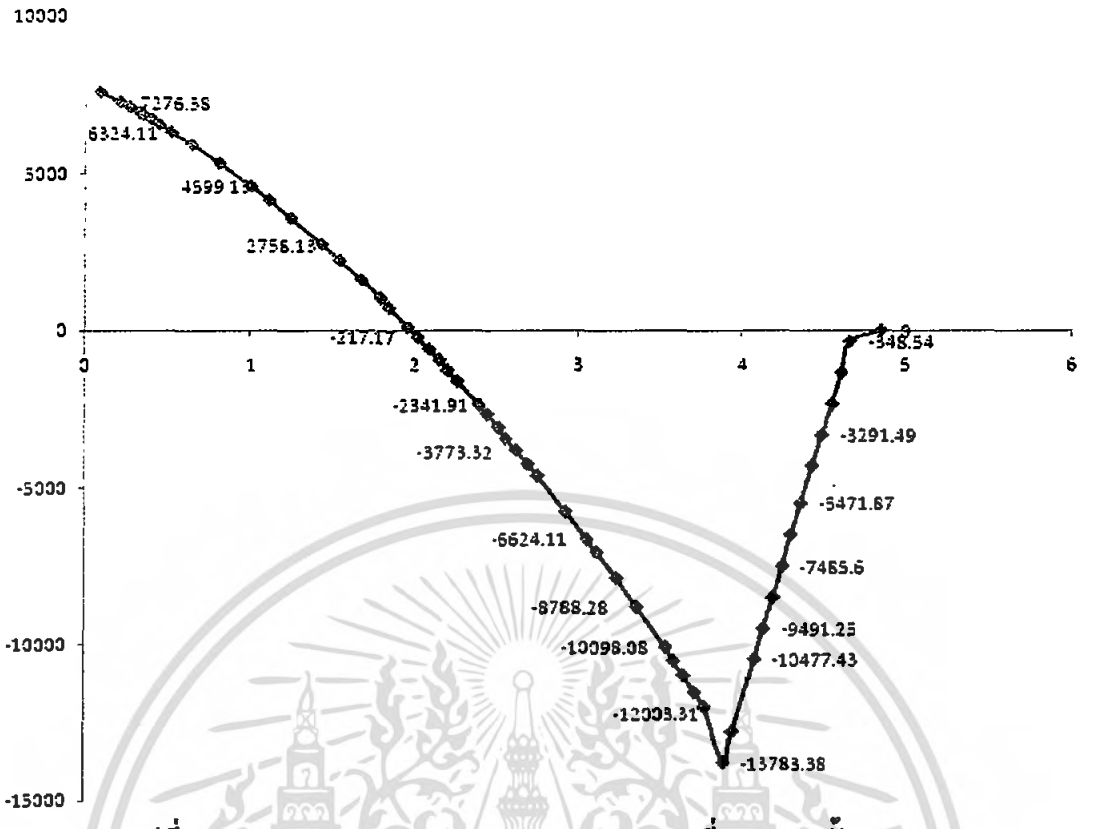


รูปที่ 4.95 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นสอง



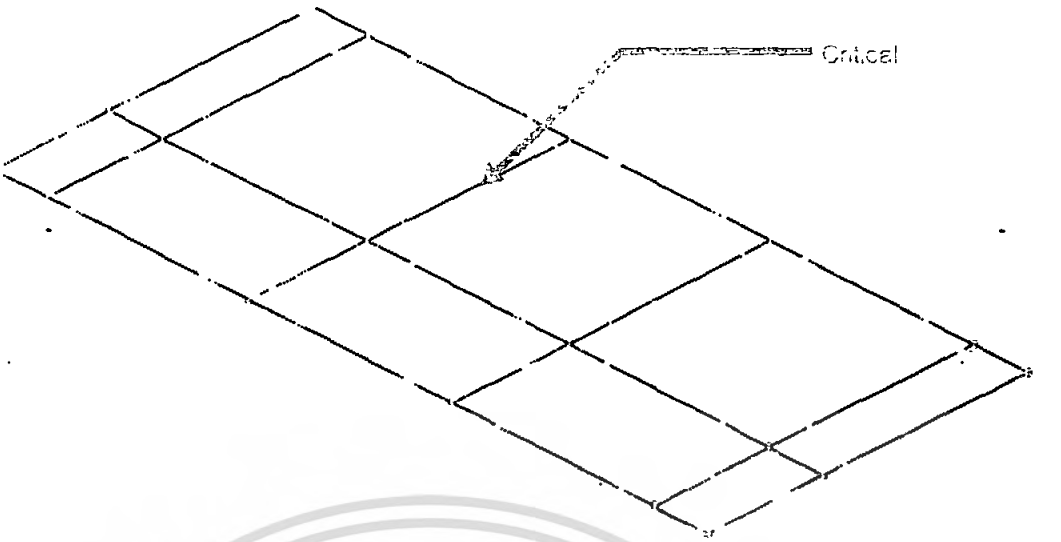
รูปที่ 4.96 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นสอง (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

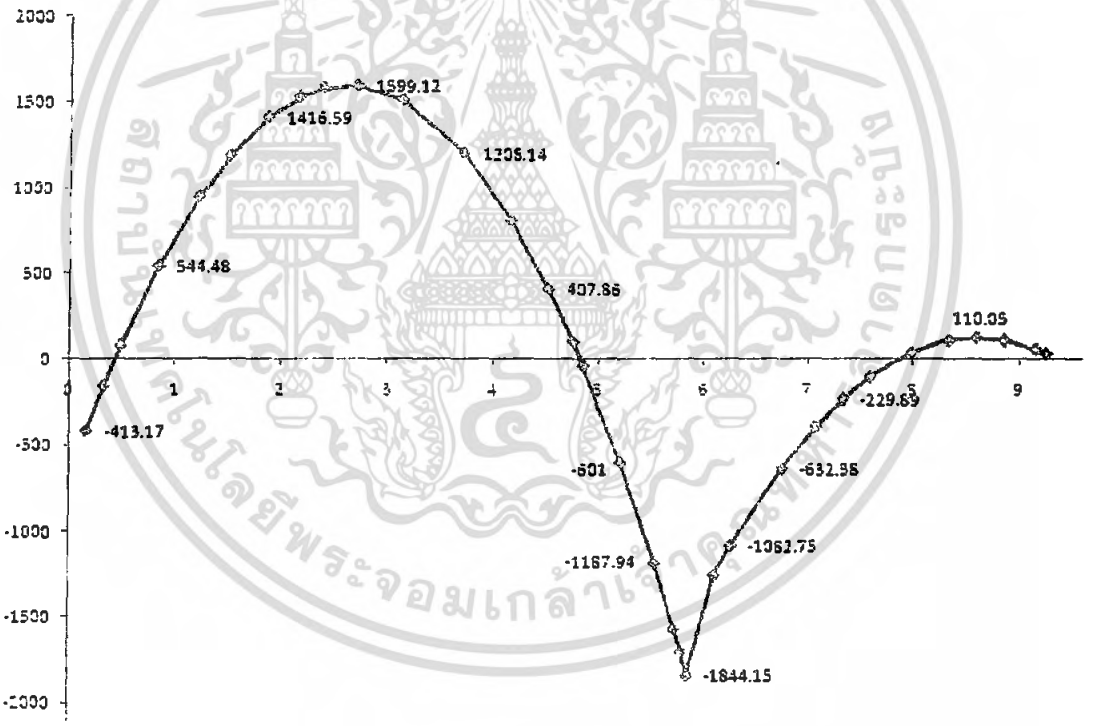


รูปที่ 4.97 Bending Moment Diagram เฉพาะคานที่ Critical ชั้นสอง (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

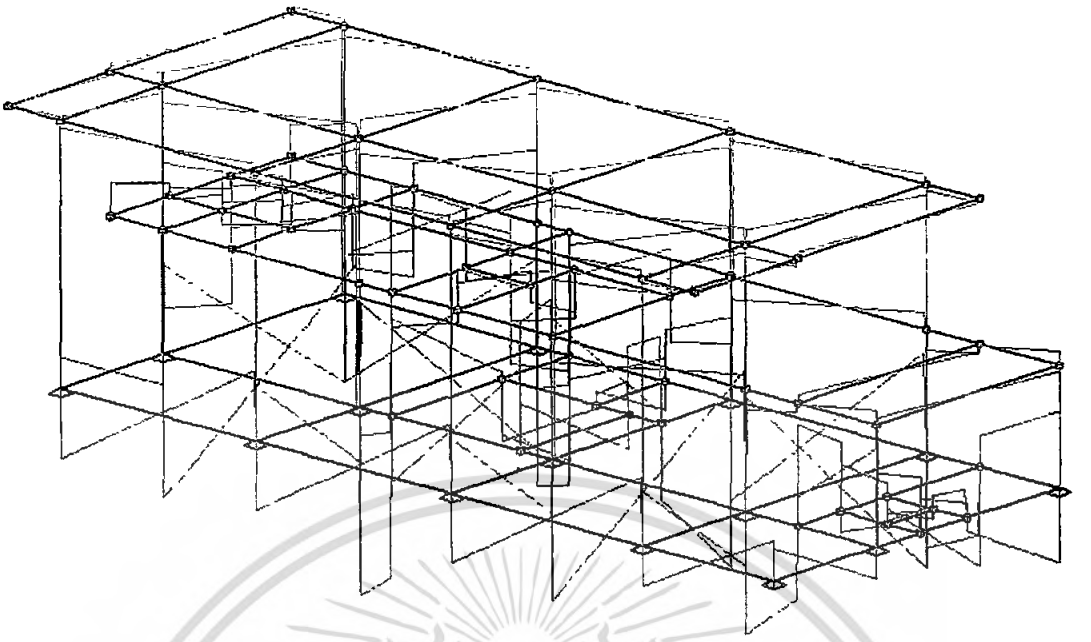


รูปที่ 4.98 Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นหลังคา



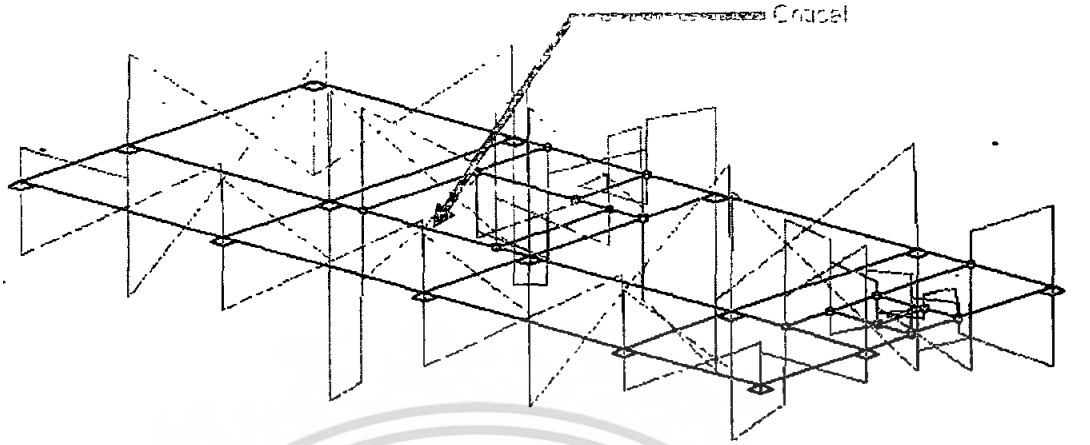
รูปที่ 4.99 ค่า Bending Moment Diagram เฉพาะชั้นหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

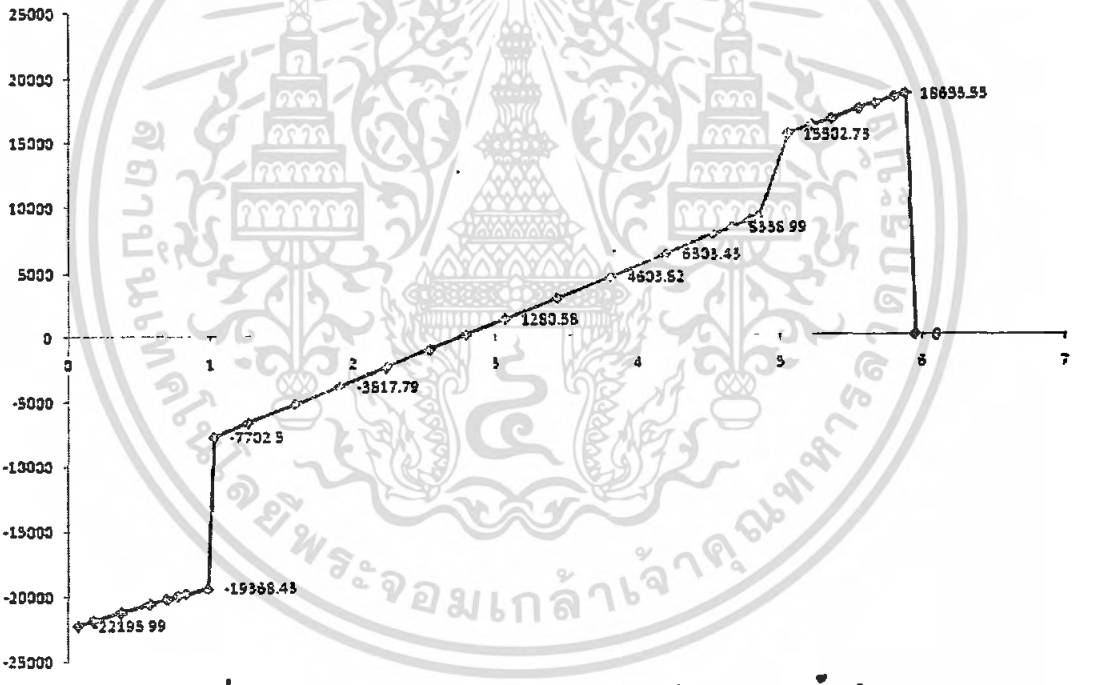


รูปที่ 4.100 Shear Force Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

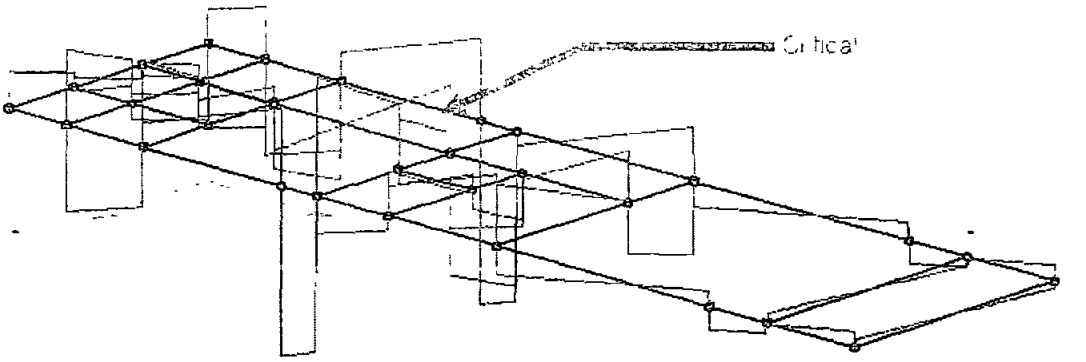


รูปที่ 4.101 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นล่าง



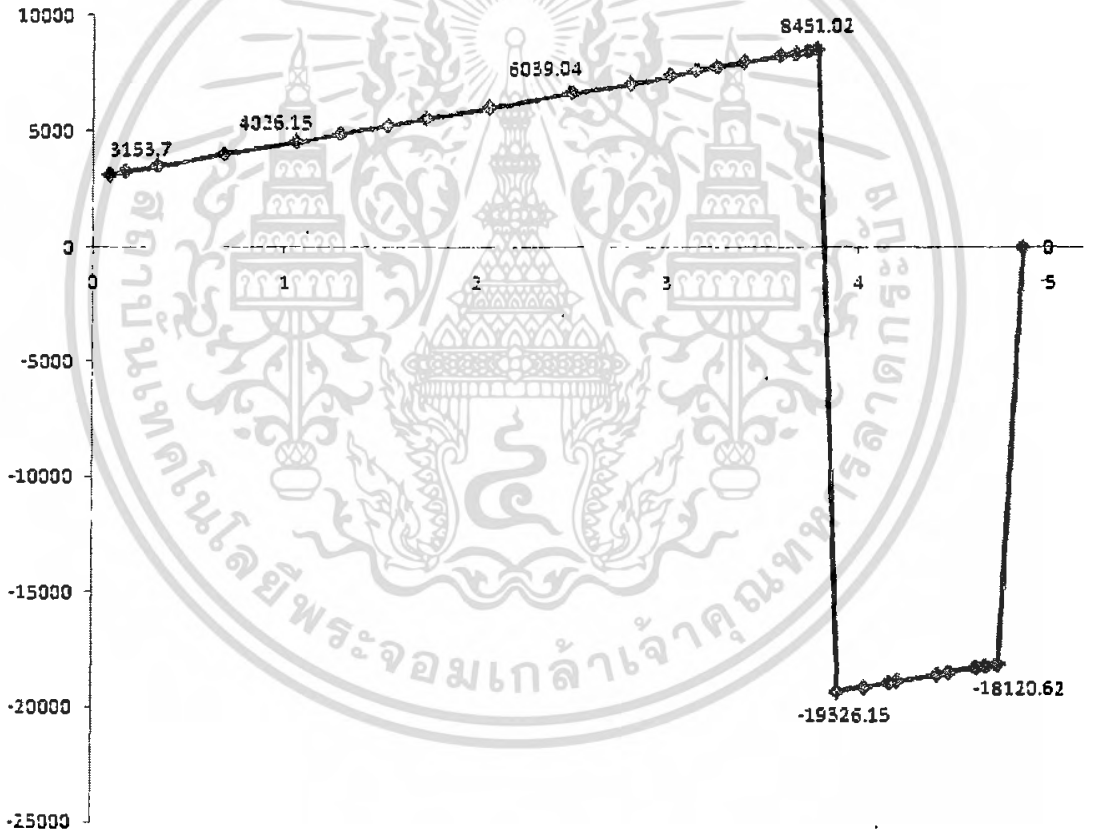
รูปที่ 4.102 ค่า Shear Force Diagram ของบ้านพักอาศัยชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



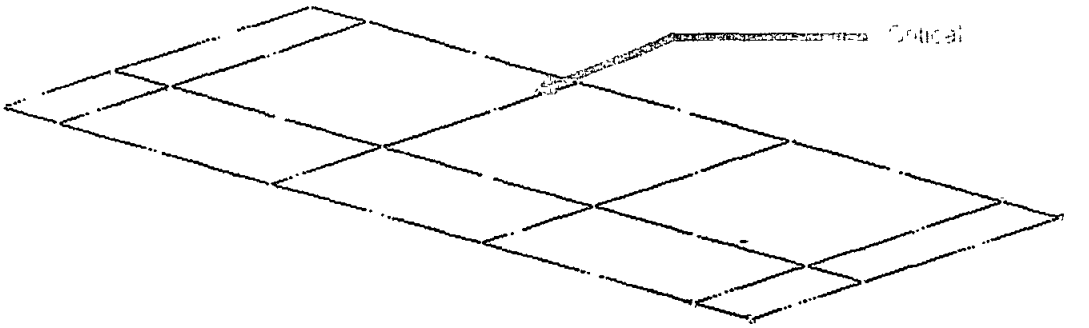
Isometric Hor Ang = 47.25 Ver Ang = 17.5

รูปที่ 4.103 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นสอง



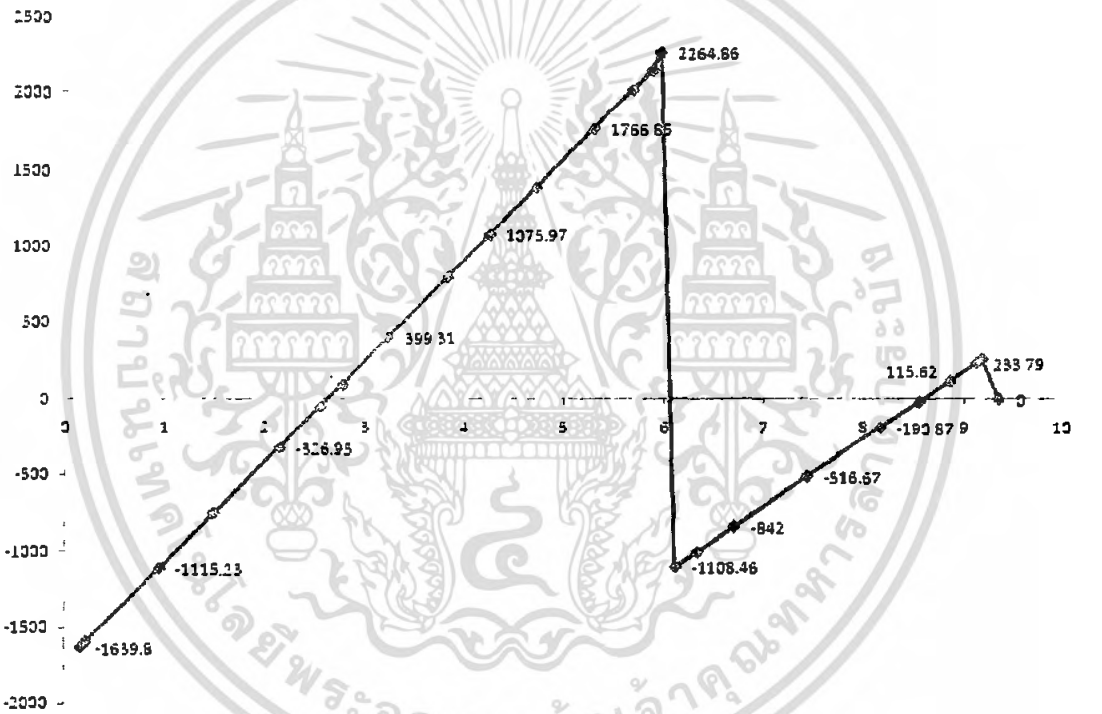
รูปที่ 4.104 ค่า Shear Force Diagram เฉพาะชั้นสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



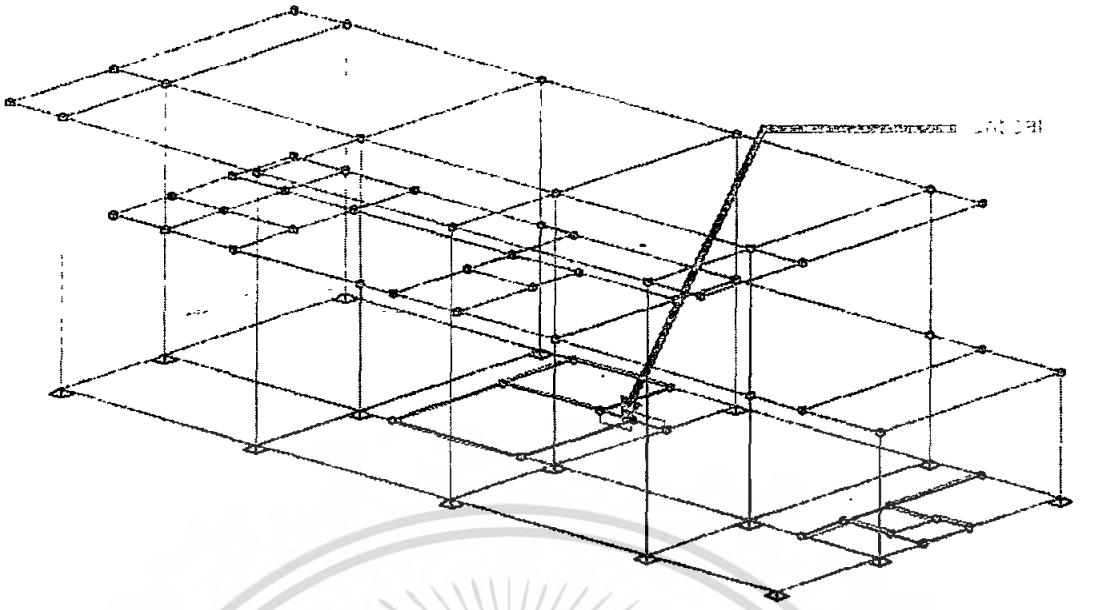
Isometric Hor Ang = 47.25 Ver Ang = 17.5

รูปที่ 4.105 Shear Force Diagram เฉพาะชั้นหลังคา

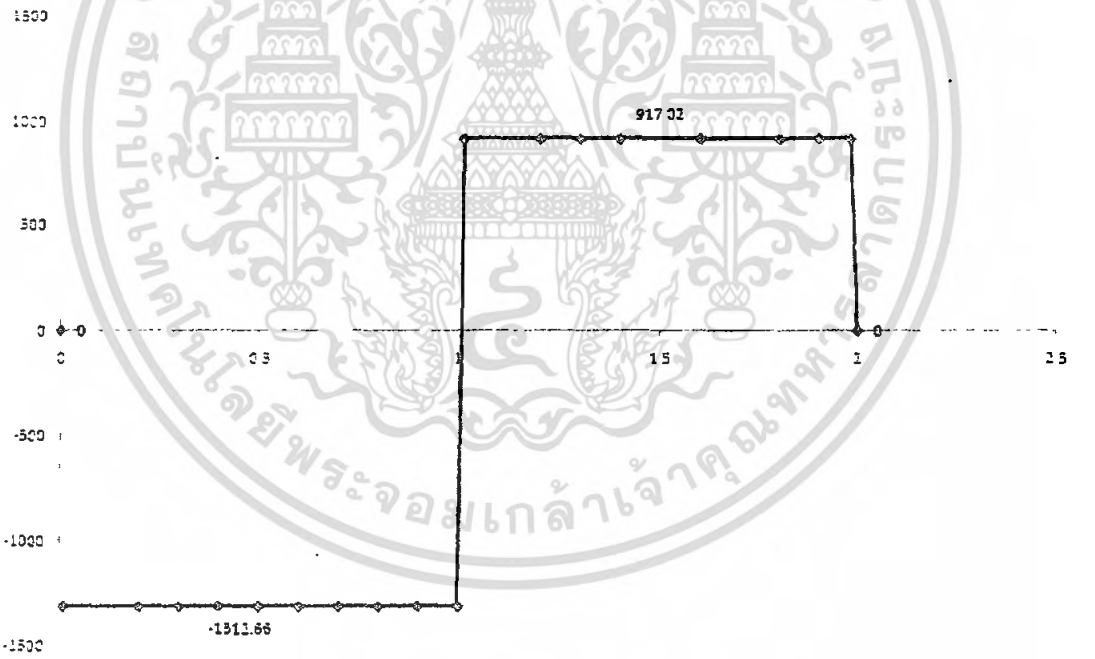


รูปที่ 4.106 ค่า Shear Force Diagram เฉพาะชั้นหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.107 Torsion-X Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น



รูปที่ 4.108 ค่า Torsion-X Diagram ในโครงสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 อาคารพักอาศัยหกชั้น

ลักษณะของอาคารพักอาศัย

เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งโครงสร้าง มีความสูงระหว่างชั้น 2.9 เมตร

น้ำหนักบรรทุกและแรงกระทำ

คิดน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรตามลักษณะการใช้งาน โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ว.ส.ท. คิดน้ำหนักบรรทุกใช้งาน W=1.7DL + 2.0LL

สมมุติฐาน

-คำนวณค่าความลึกของคานได้ประมาณค่าความยาวของคานนั้น ๆ หารสิบ

-คำนวณค่าความหนาของพื้นจาก Spreadsheets จาก Program Microsoft Excel และนำค่าความหนาที่ได้มาใช้ในการ Model โครงสร้างสามมิติ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่

วิธีการทดลอง

1. เปิด Program ตั้งค่าระบบหน่วยใช้งานเป็นระบบ Metric
2. ตั้ง M-Grid ดังนี้

   ที่โครงสร้างพื้นชั้นล่าง

   Y=0 เพื่อวางจุดหมุน คานคอนกรีตเสริมเหล็ก และเสา;

   X=5.00, 10.00, และ 15.00

   Z=4.00, 8.00, 10.00, 14.00, และ 18.00

   ที่โครงสร้างพื้นชั้นสองถึงชั้นหก (ความสูงแต่ละชั้น 3.6 เมตร)

   Y=3.60, 7.20, 10.80, 14.40, และ 18.00 เพื่อวางคานแต่ละชั้น;

   X=5.00, 10.00, และ 15.00

   Z=4.00, 8.00, 10.00, 14.00, และ 18.00
3. สร้างหน้าตัดชิ้นส่วน ดังนี้

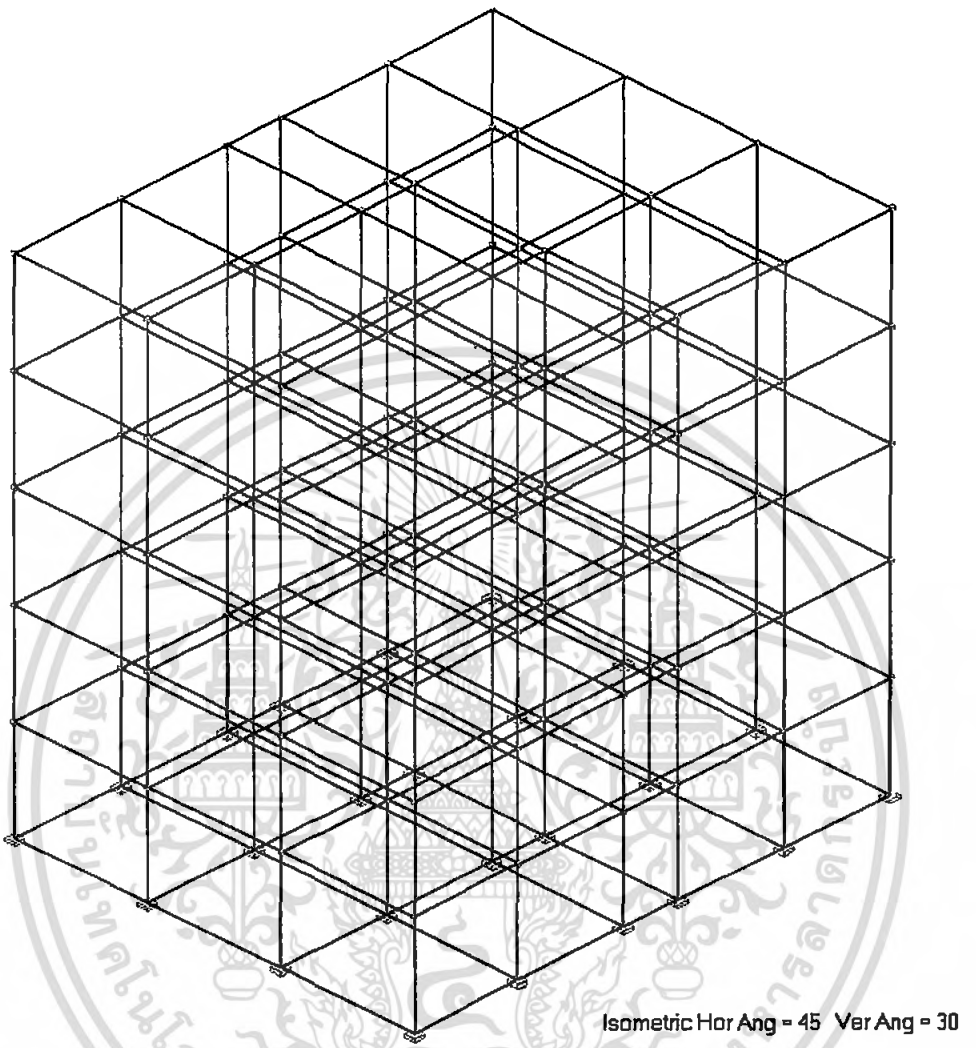
ชื่อหน้าตัด	B (cm)	D (cm)	Wt (kg/m)
C40x40	40	40	652.8
B25x40	25	40	408
B25x50	25	50	510

ตารางที่ 4.10 แสดงโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

4. วิเคราะห์โครงสร้าง

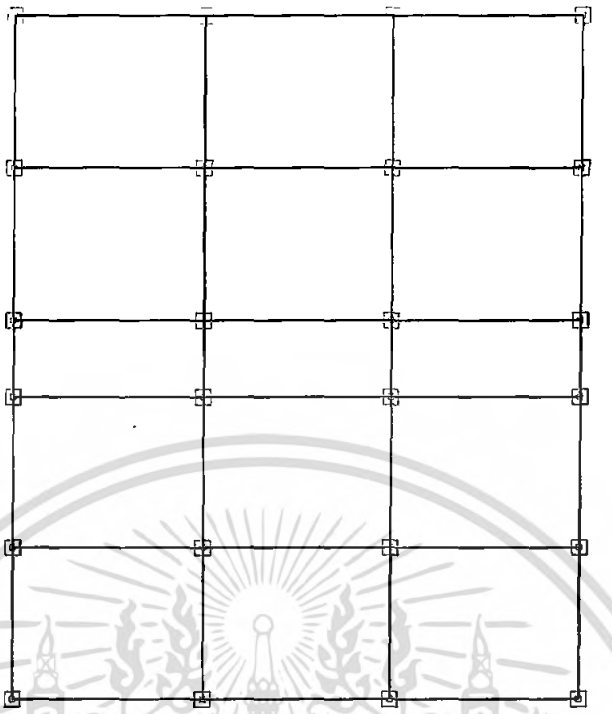
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์

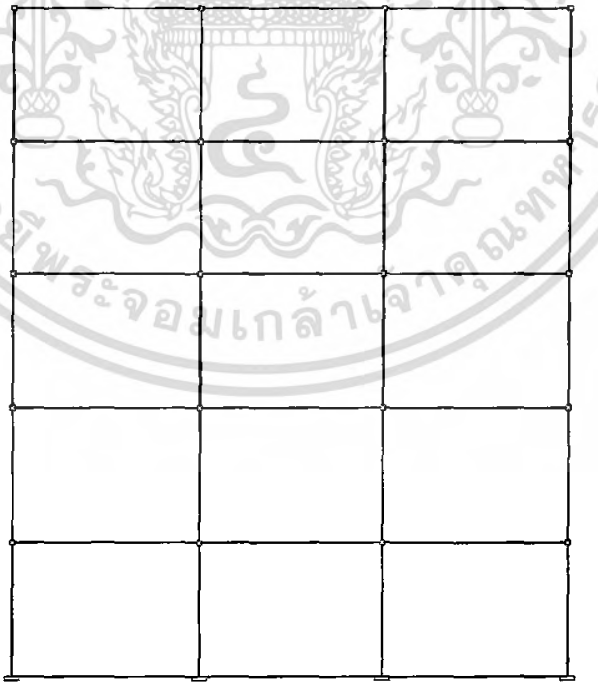


รูปที่ 4.109 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (ภาพสามมิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

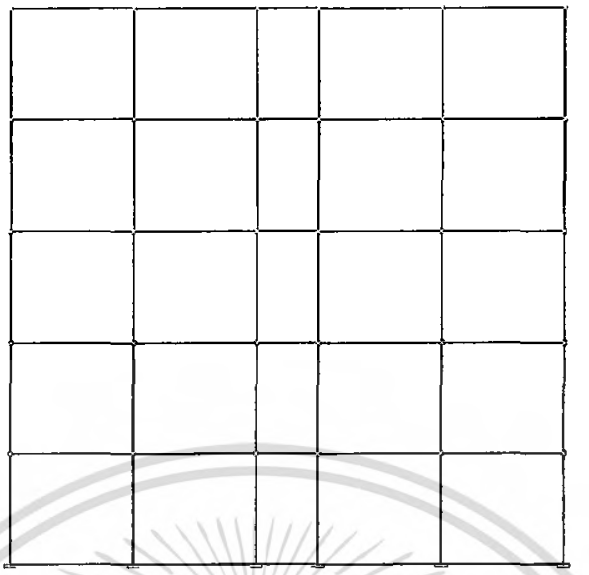


รูปที่ 4.110 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Top View)

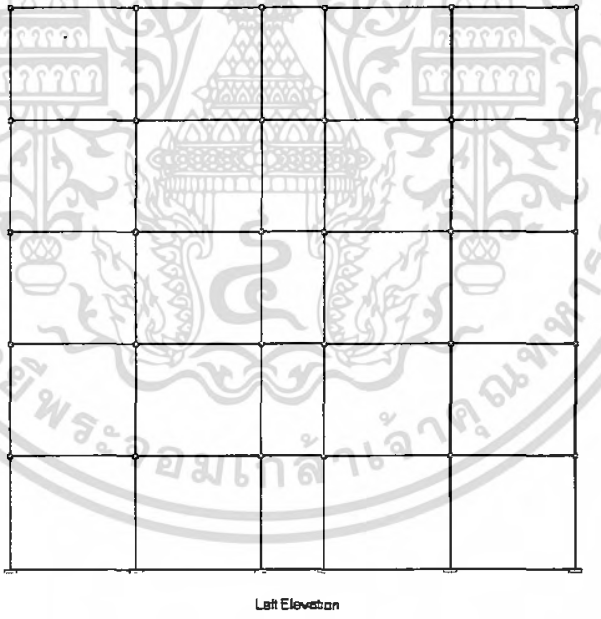


รูปที่ 4.111 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Front View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

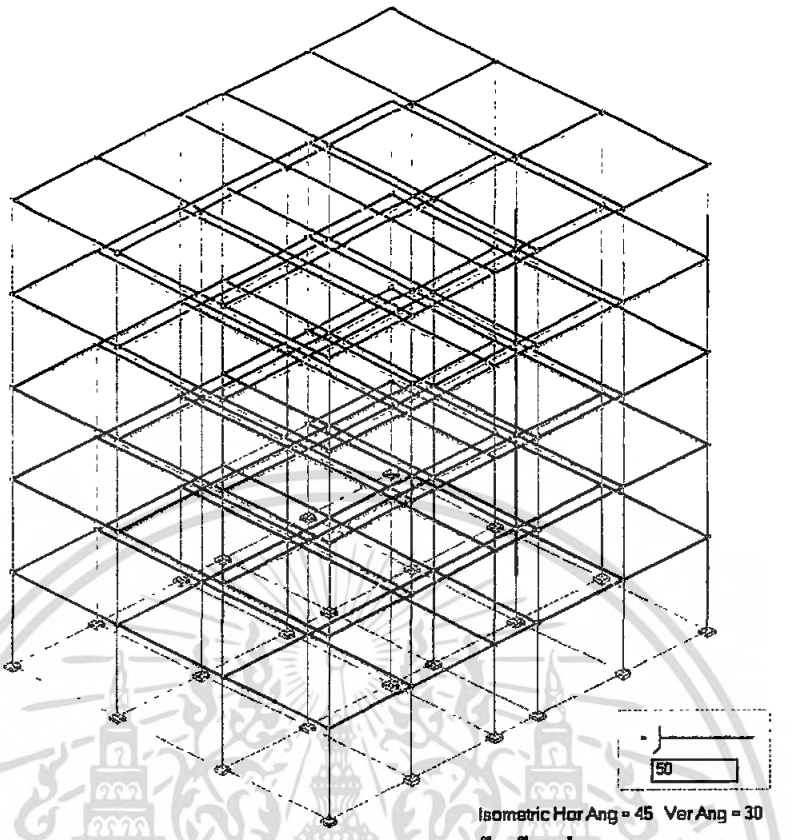


รูปที่ 4.112 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Right View)

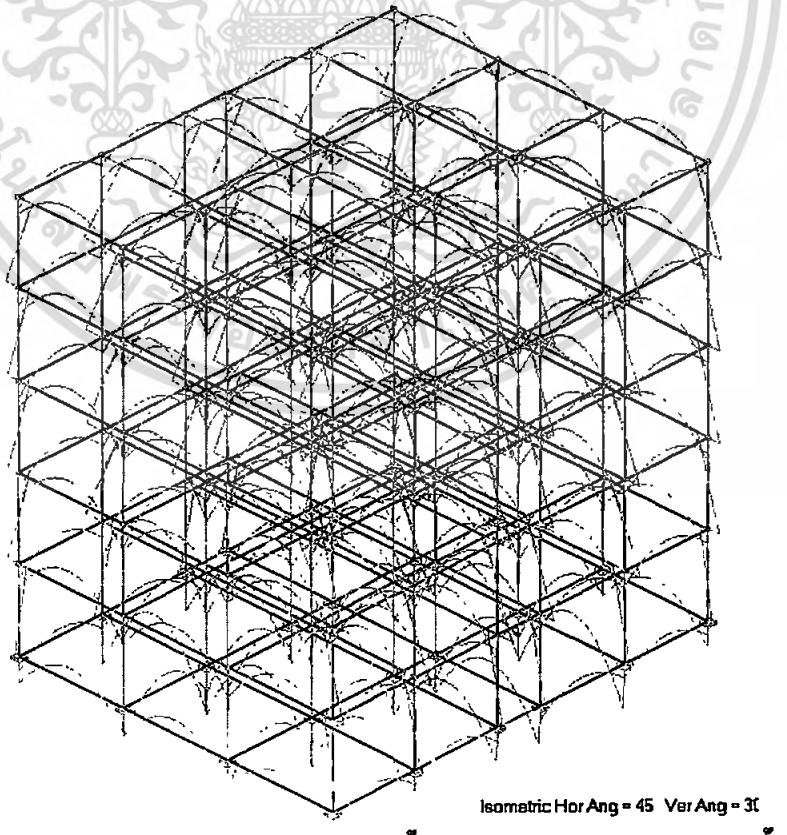


รูปที่ 4.113 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น (Left View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

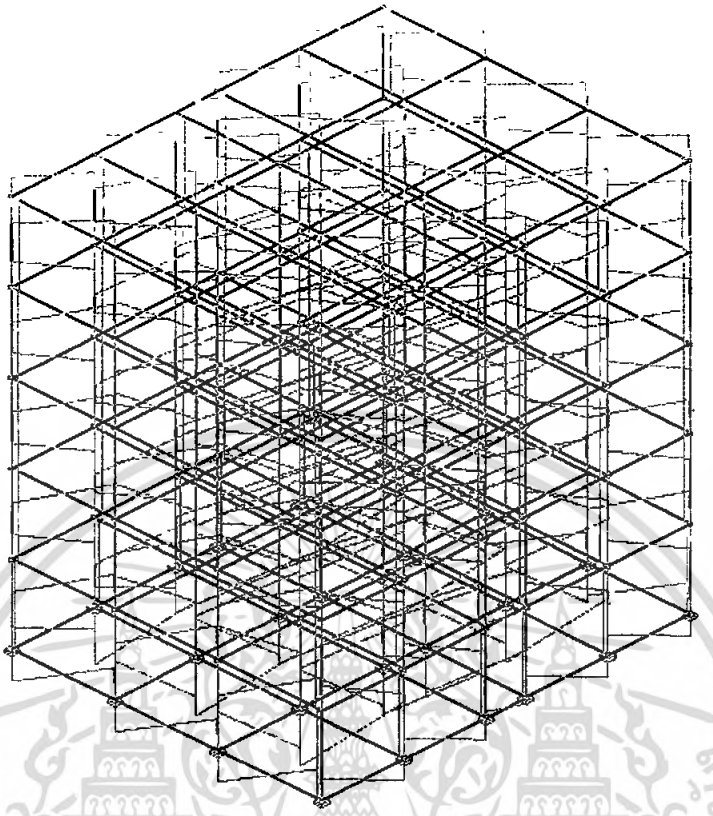


รูปที่ 4.114 การแอ่นแอนในโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้นเมื่อใช้ Over Scale 50 เท่า

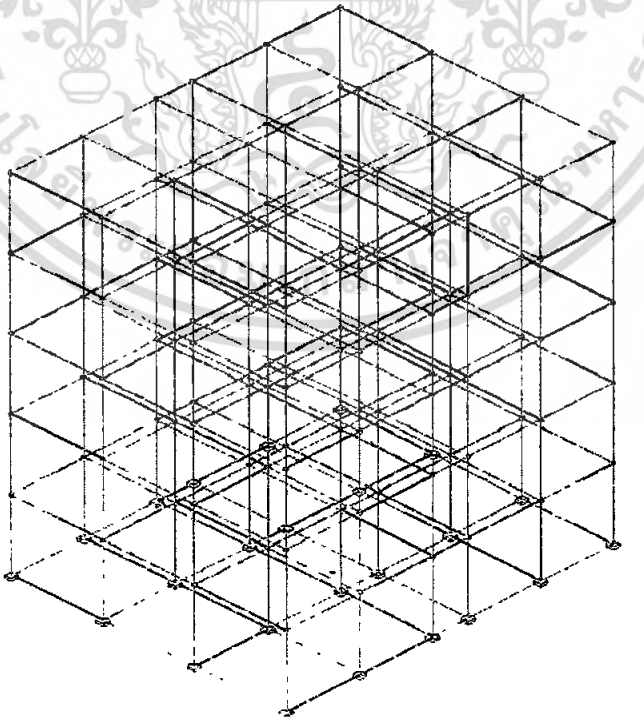


รูปที่ 4.115 Bending Moment Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.116 Shear Force Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น

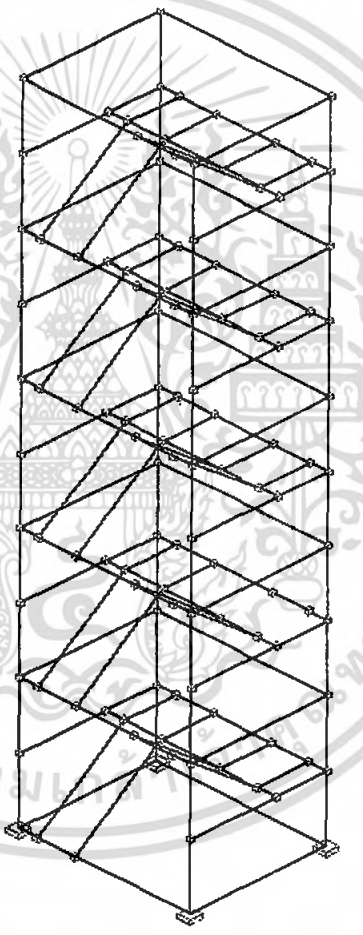


รูปที่ 4.117 Torsion-X Diagram รวมทั้งโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

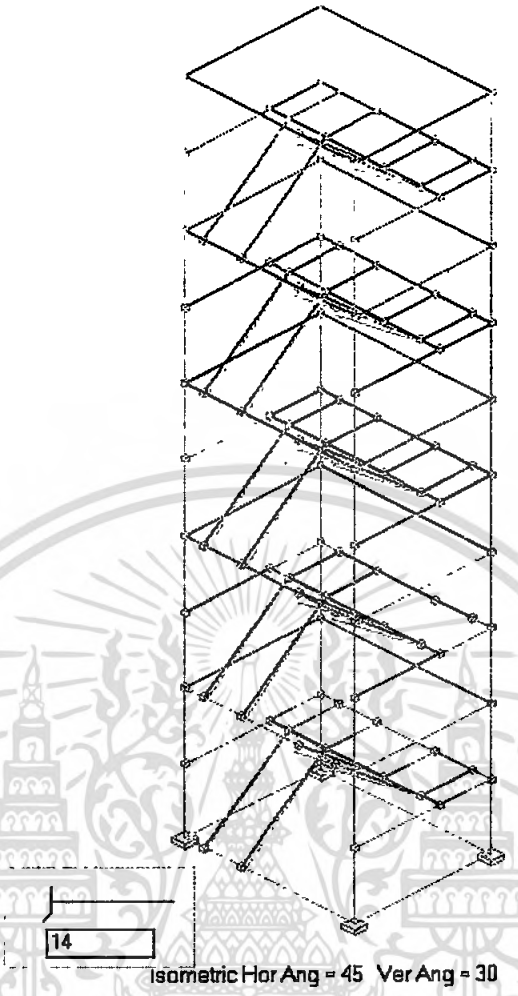
ในส่วนของการสร้างบันไดของอาคารพักอาศัยหกชั้นนั้น ผู้ทำโครงงานมีความเห็นว่าควรทำการแยก Model ของโครงสร้างต่างหาก เนื่องจากการสร้าง Model ของบันไดจะต้องมีการสร้าง Node และวาง Member ขนาดต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีผลทำให้การวิเคราะห์โครงสร้างของ Program มีจำนวนสมการมาก ทำให้คำนวณค่าผลลัพธ์ช้า รวมทั้งจะทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบโครงสร้างอีกด้วย ในกรณีศึกษานี้ผู้ทำโครงงานได้สมมุติให้มีการ Model โครงสร้างทั้งที่เป็นบันไดธรรมดาและบันได Dog Leg ดังนี้

โครงสร้างบันไดธรรมดา



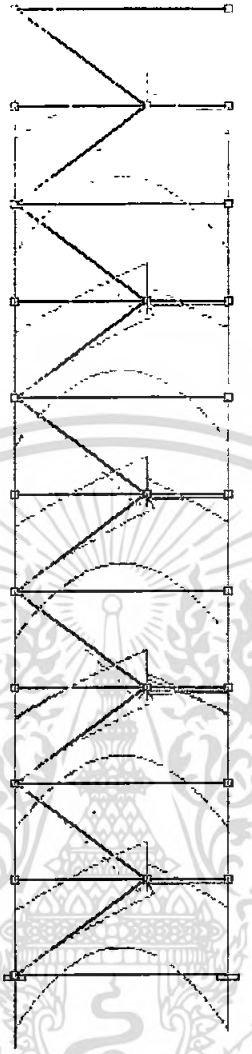
รูปที่ 4.118 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได (ภาพสามมิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.119 การแอ่นเอนบันไดในโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้นเมื่อใช้ Over Scale14 เท่า

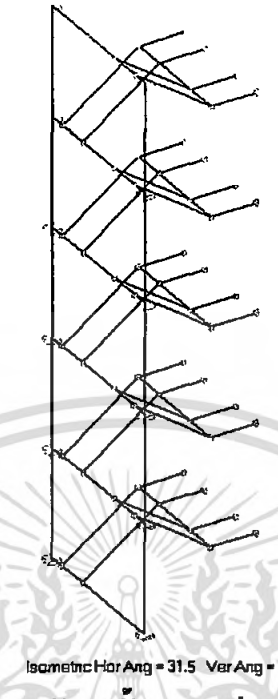
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



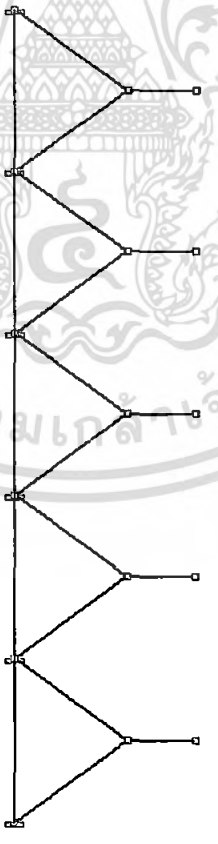
รูปที่ 4.120 Bending Moment Diagram ในบันไดโครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างบันได Dog Leg

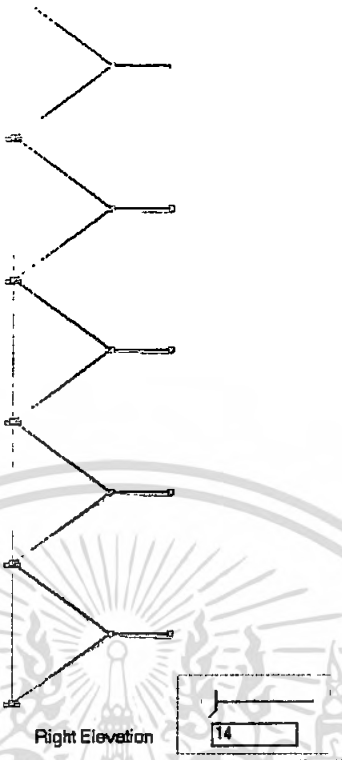


รูปที่ 4.121 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได Dog Leg (ภาพสามมิติ)

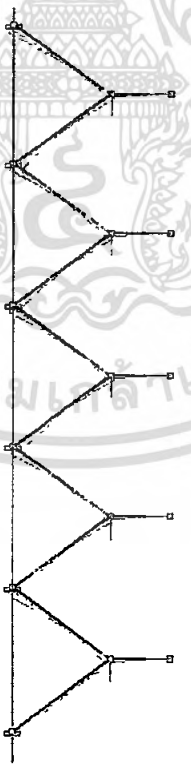


รูปที่ 4.122 โครงสร้างอาคารพักอาศัยหกชั้นเฉพาะส่วนบันได Dog Leg (ภาพด้านขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.123 การแอ่นเอนบันได Dog Leg ในอาคารพักอาศัยหกชั้นชั้น เมื่อใช้ Over Scale14 เท่า



รูปที่ 4.124 Bending Moment Diagram ในบันได Dog Leg อาคารพักอาศัยหกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การเปรียบเทียบ Program A.Frame กับ ETABS

การเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้ ผู้ทำโครงงานได้สุ่มค่าเป็นจำนวน 3 จุดต่อรูปต่อ Factor ที่ใช้เปรียบเทียบด้วย Model โครงสร้างของ Program ETABS โดยจะต้องมีเงื่อนไขของรูปแบบโครงสร้าง, จุดหมุน, น้ำหนักบรรทุกกระทำ รวมถึงระยะ (ความยาวของ Member) ที่จุดเดียวกัน ดังนี้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจาก บทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Bending Moment (kg.m)	4.5	1.91	-2425	-2427	0.0824
		4.97	507.96	510.86	0.5677
		7.68	525.84	523.02	0.5392
	4.6	0.09	-553.29	-550.78	0.4557
		1.47	-328.9	-329.89	0.3001
		3.09	-66.84	-69.23	3.4523
	4.7	0.01	441.39	442.52	0.2554
		1.74	222.34	221.85	0.2209
		3.48	3.12	3.2	2.5000
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.93040

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบของคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจากบทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Shear Force (kg)	4.9	1.83	2423.8	2428.13	0.1783
		2.14	-1506.26	-1510.03	0.2497
		9.8	597.53	600.02	0.4150
	4.10	All	-162.11	-162.08	0.0185
	4.11	All	126.62	124.98	1.3122
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.43474
Torsion (kg.m)	4.13	All	0	0	0
	4.14	All	0	0	0
	4.15	All	0	0	0
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบของคานช่วงเดียวและคานต่อเนื่อง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจาก บทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Bending Moment (kg.m)	4.20	0.05	4560.45	4558.90	0.0340
		4.86	-2519.46	-2520.19	0.0290
		9.81	-3798.13	-3795.67	0.0648
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.04259
Shear Force (kg)	4.22	4.86	1671.59	1667.89	0.22184
		5.14	1013.24	1019.26	0.59062
		9.78	1397.54	1405.52	0.56776
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.46007
Axial-X	4.24	0.02	-3963.59	-3963.78	0.25643
		3.98	-3635.85	-3663.94	0.76666
		9.92	-3143.23	-3143.15	0.32172
	4.25	1.27	-2691.38	-2690.53	0.30190
		All	2537.92	2538.82	0.19270
		All	2556.13	2550.95	0.28168
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.35352

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการเปรียบเทียบของโครง Truss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจากบทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Bending Moment (kg.m)	4.29	4	3629.18	3634.08	0.24463
		8.5	-4272.41	-4275.87	0.08092
		13	3027.23	3027.58	0.11054
	4.30	4	2433.14	2430.88	0.17539
		8.5	-2350.27	-2350.98	0.28469
		13	2432.72	2430.51	0.17336
	4.31	1.5	-4532.5	-4532.69	0.09236
		4	3769.34	3769.08	0.17849
		8.6	-12277.7	-12277	0.06756
	4.32	0.76	411.97	410.06	0.46579
		2.32	1250.62	1252.78	0.72711
		3.94	2121.52	2125.3	0.43649
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.25311
Shear Force (kg)	4.34	1.51	-4705.95	-4706.85	0.29450
		7.79	8818.94	8820.16	0.08830
		8.21	-8816.66	-8816.85	0.10413
	4.35	6.71	1027.47	1027.25	0.26984
		9.17	-1128.19	-1128.49	0.41834
		14.74	665.83	663.83	0.75662
	4.36	1.21	-9079.65	-9082.16	0.02764
		7.78	15913.33	15918.26	0.04981
		8.2	15924	15924.87	0.03057
	4.37	All	548.17	546.03	1.13278
	4.38	All	550.23	549.89	1.35202
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0,41132

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Flat Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจาก บทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Torsion (kg.m)	4.40	5.19	-477.75	-480.32	0.53506
		10.7	477.75	480.32	0.53506
		15.71	-243.19	-243.83	0.26248
	4.41	2.93	-557.73	-555.21	0.45388
		6.43	766.91	767.62	0.09249
		6.15	-766.95	-767.16	0.54593
	4.42	2.2	-10.43	-10.45	0.19139
		6.22	18.93	18.56	1.99353
		13.15	10.5	10.45	0.47847
	4.43	All	0	0	0
				%ความแตกต่างเฉลี่ย	0.56537

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Flat Slab (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจาก บทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Bending Moment (kg.m)	4.52	0.15	-2913.56	-2913.80	0.35023
		0.17	-100.18	-101.77	1.56235
		3.1	-3013.69	-3015.82	0.20299
	4.53	0.06	-3792.32	-3795.13	0.23177
		1.225	2237.05	2238.84	0.07995
		3.035	-1908.35	-1908.82	0.08024
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.41792
Shear Force (kg)	4.55	0.07	-1514.41	-1503.99	0.69282
		0.03	-1443.66	-1454.82	0.76711
		3.08	1393.36	1396.6	0.23199
	4.56	0.07	-8772.07	-8775.89	0.04353
		1.125	-5420.18	-5423.77	0.06619
		3.035	2467.07	2460.14	0.28169
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.34722
Torsion (kg.m)	4.58	All	1887.98	1889.20	0.11745
		All	1888.19	1890.12	0.10211
	4.59	0.12	4004.91	4005.69	0.14411
		0.505	795.55	795.89	1.03746
		1.315	1062.54	1063.89	0.31429
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.2859

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการเปรียบเทียบของ Dog Leg Stair

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor ที่ใช้เปรียบเทียบ	รูปที่ (อ้างอิงจากบทที่ 4)	ระยะ (เมตร)	Program		%ค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ (เทียบ ETABS)
			A.Frame	ETABS	
Bending Moment (kg.m)	4.94	0.94	16557.59	16558.23	0.0039
		2.24	32550.24	32559.86	0.0295
		4.72	17116.84	17116.89	0.0003
	4.96	1.29	19681.78	19683.87	0.0106
		2.17	28904.57	28906.76	0.0076
		5.15	9204.04	9204.88	0.0091
	4.97	0.21	7276.58	7276.58	0.0000
		3.89	-13783.38	-13785.62	0.0162
		4.49	-3291.49	-3290.18	0.0398
	4.99	2.72	1599.12	1560.41	2.4808
		5.85	-1844.15	-1841.86	0.1243
		8.34	110.05	110.10	0.0454
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.23063
Shear Force (kg)	4.102	0.07	-22195.99	-22190.87	0.03660
		1.9	-3817.79	-3819.46	0.04372
		5.88	18653.53	18650.45	0.03797
	4.104	0.08	3153.7	3154.5	0.15197
		3.73	8451.02	8450.96	0.09546
		3.9	-19326.15	-19324.2	0.01009
	4.106	0.16	-1639.8	-1642.31	0.15283
		5.95	2264.86	2265.43	0.02516
		6.12	-1108.46	-1108.43	0.35688
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.10119
Torsion (kg.m)	4.108	0.5	-1312.66	-1310.11	0.1946
		1.8	917.02	918.23	0.1318
	%ความแตกต่างเฉลี่ย				0.16321

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการเปรียบเทียบของบ้านพักอาศัยสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ A.Frame ควรมีการปรับปรุง

ด้านคุณสมบัติของ Program

- Program A.Frame เป็น Program ที่ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแต่ไม่มีการแสดงหมายเลข Version
- เปิด File ข้อมูลจากการ Double Click จาก My Computer หรือ Windows Explorer
- เมื่อปิด File จากหน้าต่างเล็กแล้วเปิด file อื่นเพิ่ม
- ระบบการ Install Program ยังมีความยุ่งยาก
- ใช้ทรัพยากรของเครื่อง Computer หรือ Notebook ที่ใช้ทำงานมาก (เช่น การ์ดจอ, Ram) เนื่องจากมีการประมวลผลเป็นสามมิติ
- การใช้แป้นคำสั่งลัด เช่น Save --> Ctrl+S

ด้านการ Input ข้อมูลของ Program

Grid Line

- ให้ User เลือกว่าต้องการกรอกค่า Grid Line เป็นระบบ Coordinate หรือตามความกว้างของ Span
- ตั้ง M-grid ที่มีค่า Level ของแกน Y ต่างกันน้อยกว่า 50 เซนติเมตร
- กำหนดค่า M-Grid ที่มีค่าติดลบ
- แสดงระยะ X และ Z ที่ได้กรอกค่าไปแล้วใน M-Grid
- ลบ M-Grid ที่ไม่อยู่บนพื้นที่ทำงาน (โดยไม่ต้องเลื่อนรูปหรือย่อ/ขยายรูป ในกรณีที่มีการ Input ค่าผิด เช่น ต้องการป้อนค่า 12.50 กลายเป็น 1250) หรือการกรอกเฉพาะตัวเลข Grid ที่จะทำการลบ

Node

- ใช้ชนิดของ Node เป็น Roller XY, ZY Support

Member

- คัดลอก Member ที่ได้สร้างไว้ ไปไว้ที่ระยะใด ๆ
- Section Name ไม่เรียงตามตัวอักษร

Force & Moment

- เพิ่มค่าน้ำหนักกระทำกับโครงสร้าง เมื่อมีการระบุน้ำหนักไว้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้าน Graphic ของ Program

- แสดงเลขระยะห่างระหว่างแต่ละ Grid
- แรเงาภาพ Member ให้เป็นสามมิติ
- เปลี่ยนสี Background
- เปลี่ยนสี Member ตาม Section Name
- บอกขนาดของ Vector ในรูปหรือสัญลักษณ์แทน Force, Moment (สามารถบอกทิศได้เท่านั้น)
- กำหนดขนาดตัวอักษรที่บอกหมายเลข Node, Member, และValue of Force & Moment
- ขยาย Model โครงสร้างเฉพาะส่วน
- ดูค่า BMD หรือ SFD เฉพาะบางตัว หรือเฉพาะบางช่วง
- กำหนดจำนวนเท่าของ Over Scale เป็นตัวเลขที่แน่นอน

ด้านการวิเคราะห์โครงสร้าง

- แยกการวิเคราะห์ผลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น Dead Load, Live Load, Wind Load
- เปลี่ยนค่า Factor คูณน้ำหนักกระทำต่อโครงสร้าง เช่น 1.4, 1.7, 2.0
- เก็บข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว

ด้านการแสดงผลการวิเคราะห์

- แสดง Section Name ในผลของการวิเคราะห์
- Icon ที่ใช้แทนการดูภาพก่อนพิมพ์และพิมพ์ ดูได้เพียง Member MM เท่านั้น
- การ Print Graphic ของ Deform Structure ไม่บอกจำนวนเท่าของ Over Scale
- แสดงค่า Reaction, Shear Force,และ Moment ที่มากที่สุดพร้อมระยะจากผลการวิเคราะห์ (ทั้งในผลการวิเคราะห์จากเครื่องพิมพ์และ Program)
- แสดงค่า Shear Force,และ Moment Diagram ที่เมื่อกำหนดระยะใด ๆ ของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทวิจารณ์และสรุป

6.1 บทสรุป

A.Frame เป็น Program วิเคราะห์โครงสร้างสามมิติที่สามารถวิเคราะห์โครงสร้างสามมิติ (โครงข้อหมุนและโครงข้อแข็ง) มีหลักการวิเคราะห์โดยวิธี Matrix มีการแก้ไขข้อมูลและ Function ไม่ซับซ้อนมาก, มีราคาถูกและเหมาะสำหรับผู้เริ่มใช้ 3D Structure Analysis Softwareแต่ผู้ใช้งาน Program ก็จะต้องทำความเข้าใจถึงพื้นฐาน หลักการ และทฤษฎีในการวิเคราะห์โครงสร้าง อีกทั้งยังต้องศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆของ Program ก่อนที่จะทดลองใช้ Program เพื่อให้เข้าสามารถประยุกต์ใช้ Program เพื่อวิเคราะห์ผลหาค่าต่าง ๆ ได้ แม้ว่า Program นั้นจะไม่มี Function โดยเฉพาะเพื่อรองรับการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นก็ตาม

จากการประยุกต์ใช้ Program A.Frame ในโครงสร้างต่าง ๆ สามารถสรุปผลได้ว่าผลการวิเคราะห์โครงสร้างของ Program มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากมีค่าผลลัพธ์ไม่แตกต่างจาก ETABS ซึ่งเป็น Program ที่ได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานาน และได้รับการยอมรับจากวิศวกรผู้ออกแบบ (มีค่าความแตกต่างของผลลัพธ์น้อยกว่า 1.0 % หรือผิดพลาดไม่กินเลขหลักสิบ) แต่ก็ควรมีการพัฒนา Program ต่อไป โดยเฉพาะในเรื่องการแสดง Graphic เนื่องจากจะเป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้ Program สามารถมองเห็นพฤติกรรมของโครงสร้างได้ง่ายขึ้น

6.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน

ตามกฎหมายมาตรา 227 ความว่า *"ผู้ใดมีวิชาในการออกแบบ ควบคุมหรือทำการก่อสร้าง ซ่อมแซมหรือรื้อถอน อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้าง ใด ๆ ไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์หรือวิธีการอันพึงกระทำนั้น ๆ โดยประการที่น่าจะเป็นเหตุให้เกิดอันตรายกับบุคคลอื่น ต้องระวางจำคุกไม่เกินห้าปี หรือปรับไม่เกินหนึ่งหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ"* จากรายละเอียดในกฎหมายฉบับนี้ หากตีความแล้ว จะพบว่าหากมีการทำให้เกิดอันตราย หรือเพียงมีแนวโน้มว่าจะเกิดอันตราย (เช่นออกแบบเสร็จ เขียนแบบเสร็จ คำนวณเสร็จ แต่ยังไม่มีการก่อสร้าง) วิศวกรผู้ออกแบบก็มีสามารถถูกฟ้องร้องได้ ซึ่งในมาตรานี้ไม่มีอายุความ และไม่รวมถึงความผิดตามกฎหมายควบคุมวิชาชีพสถาปัตยกรรม-วิศวกรรม ซึ่งควบคุมดูแลโดยคณะกรรมการ กส./กว. คือมีโทษถอดถอนใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ อีกทั้งยังไม่รวมความผิดทางแพ่งที่จะต้องชดใช้ค่าเสียหาย กรณีที่เจ้าของบ้านเรียกร้องอีกด้วย ดังนั้นการที่วิศวกรผู้ออกแบบใช้ Program วิเคราะห์โครงสร้างในการออกแบบอาคารนั้นจะต้องมีการทำความเข้าใจ (ทั้งหลักการ ทฤษฎี และข้อจำกัดต่าง ๆของ Program)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบื้องต้นก่อนทำการใช้งาน เพราะในวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง Model ของ Program จะยังไม่ถือว่ามีความถูกต้องจนกว่าจะได้มีการพิจารณาอย่างละเอียด เป็นหน้าที่การตัดสินใจของผู้ออกแบบในการใช้ผลการวิเคราะห์และออกแบบองค์อาคาร โดยอาศัยหลักของวิชาชีพ กฎหมาย และ Sense of Engineer เพราะข้อมูลที่ป้อน (Input Data) อาจทำให้เกิดขยะผลลัพธ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่พิจารณา ซึ่งอาจทำให้สับสนจนไม่ทราบว่าข้อมูลใดถูก ข้อมูลใดผิดได้ แต่ท้ายที่สุดแล้ววิศวกรผู้ใช้ Program ในการวิเคราะห์โครงสร้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบผลเสียหายที่อาจเกิดจากการใช้ Program นั้น ๆ (โดยมิใช่ความรับผิดชอบของผู้พัฒนา Program)

6.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

- ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขในส่วนของ Program

1. Program A.Frame ยังมี Function การใช้งานในส่วนของ Model สำเร็จรูปไม่มาก ทำให้การประยุกต์ใช้งานจริงจะทำงานได้ช้ากว่า ETABS เช่น ในเรื่องของการสร้างรูปแบบพื้น ETABS จะมี Model สำเร็จรูปของรูปแบบพื้นหลากหลายรูปแบบ (Flat Slab, Flat Slab with Perimeter Beams, Waffle Slab, Two Way or Ribbed Slab) แต่สำหรับ A.Frame จะต้องประยุกต์ใช้เอง เช่น ถ้าต้องการออกแบบวิเคราะห์พื้น Two way Slab ผู้ใช้ Program จะต้องประยุกต์ใช้ Program โดยการสร้างหน้าตัดคานที่มีลักษณะแบนเท่ากับความหนาของแผ่นพื้น (ส่วนความกว้างขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าต้องการให้มีความละเอียดในการกระจายน้ำหนักมากน้อยเท่าไร) วางบนคานของโครงสร้างหลักทั้งสองทิศ เมื่อทำการวิเคราะห์จะได้ผลลัพธ์ที่มีค่าใกล้เคียงกับการออกแบบด้วย Model สำเร็จรูปของ ETABS แต่ก็จะมีจำนวนสมการมาก ทำให้การวิเคราะห์โครงสร้างเวลานาน

2. Program ไม่สามารถเปลี่ยนค่า Factor คูณน้ำหนักกระทำต่อโครงสร้าง เช่น การเปลี่ยน 1.4DL+ 1.7LL ไปเป็น 1.7DL+2.0LL รวมถึงในกรณีการแยกค่าผลลัพธ์ของน้ำหนักคงที่และน้ำหนักจรในโครงสร้างไปคำนวณออกแบบฐานรากจะทำไม่ได้ในโครงสร้างเดียวกัน

3. มีตัวอย่างการใช้ Program ไม่มาก ทำให้ผู้ใช้งานมองภาพรวมของ Program ได้ยาก

4. หาข้อมูลหาข้อมูลใน Internet ได้ยาก เนื่องจาก Program เป็น Program ที่เปิดตัวใหม่และยังมีผู้ใช้งานน้อย

- ปัญหาในเรื่องการทำ User's Manual ของ Program และแนวทางในการแก้ไข

1. การนำเสนอ User's Manual ในรูปแบบของหนังสือมักจะไม่ได้รับความสนใจมากนัก จึงได้มีการเพิ่มสื่อสอนวิธีการใช้ Program ด้วย File VDO

2.เมื่อแปลง File จาก Program Camtosia เป็น File Window Media สีของโครงสร้างและหน้าต่างคำสั่งเปลี่ยนจากปรกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากขอบเขตการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการนำเสนอเทคโนโลยีในการพัฒนาการทำงานทางด้าน 3D Structural Analysis Software ของคนไทย พร้อมทั้งศึกษาการประยุกต์ใช้ Program และจัดทำ User Manual ของ Program A. Frame ซึ่งมีขอบเขตเพียงการประยุกต์การใช้งาน Program เพื่อการวิเคราะห์โครงสร้างรวมถึงการเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของ Program A.Frame เมื่อเทียบผลการวิเคราะห์กับ Program ETABS เท่านั้น แต่ไม่ได้ครอบคลุมไปถึงวิธีและเทคนิคการนำค่าข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เข้าสู่การออกแบบโครงสร้างขององค์อาคารในลักษณะต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้เกิดมุมมองในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงควรมีการขยายขอบเขตการทำงานของโครงงานวิจัยเพิ่ม แต่ทั้งนี้ปริมาณขอบเขตที่ขยายเพิ่มขึ้นจะขึ้นกับระยะเวลาและจำนวนผู้ทำโครงงานวิจัยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] รศ.ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ "คอนกรีตเสริมเหล็ก", 2544

[2] รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ "คอนกรีตเสริมเหล็ก ทฤษฎีกำลัง" พิมพ์ครั้งที่ 4, เอส เอส บุ๊คเฮ้าส์ กรุงเทพฯ, 2544

[3] ผศ.ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป "การออกแบบอาคาร Building Design" พิมพ์ครั้งที่ 2 รุ่งแสงการพิมพ์ กรุงเทพฯ 2545

[4] รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ "วิเคราะห์โครงสร้าง" พิมพ์ครั้งที่ 4, เอส เอส บุ๊คเฮ้าส์ กรุงเทพฯ2545

[5] ดร.วินิต ช่อวิเชียร "การวิเคราะห์โครงสร้าง Structure Analysis". พิมพ์ครั้งที่ 1 2544

[6] บัญชา สุปรีนายก, "การวิเคราะห์โครงสร้าง". สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 2544

[7] เสริมพันธ์ เอี่ยมจะบก "คู่มือการใช้งาน STAAD PRO2005", จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์ กรุงเทพฯ 2549

[8] "Stiffness Method", [Online] URL: http://rtafa.ac.th/civil/research/2547/structures.doc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- วิสงค์ เลิศกุลวัฒน์, "ETABS Training Manual March 3-4,2007" , ตั้มซีวิลดอทคอม
- ดร.วินิต ช่อวิเชียร "การออกแบบโครงสร้างเหล็ก"พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ
- ดร.สถาพร โภคา "การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน) " รุ่งแสงการพิมพ์ กรุงเทพฯ 2544
- วิสงค์ เลิศกุลวัฒน์, "VDO ตัวอย่างสอน ETABS ภาษาไทย รุ่น 1-3" [CD-ROM]
- "คู่มือการใช้งาน Microsoft Project" [CD-ROM]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้