บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน

PREFABRICATION HOUSE WITH SEACON SYSTEM

นางสาวปราณี อังกีรัตน์

MISS.PRANEE ANGKEERAT

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032487

PREFABRICATION HOUSE WITH SEACON SYSTEM

MISS.PRANEE ANGKEERAT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ

032487

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน

PREFABRICATION WITH SEACON SYSTEM

นักศึกษา นางสาวปราณี อังกีรัตน์ รหัสประจำตัว 321178

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ

คณะกรรมการการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.สุพจน์ ศรีนิล	.....
อ.วิบูลย์ วุฒิญาณ	.....
อ.ศิลป์ชัย จานสุวรรณ	.....

ภาควิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายสุรัตน์ หวังเจริญ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน
นักศึกษา	นางสาวปราณี อังกีรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2535

บทคัดย่อ

การนำระบบอุตสาหกรรมมาใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัย คือ การเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของการก่อสร้างแบบโบราณ ขั้นแรกของการนำเอาระบบอุตสาหกรรมเข้ามานั้น จะต้องให้ความสำคัญต่อเรื่องการกำหนดมาตรฐานและการประสานทางพิกัด ซึ่งเป็นทางทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการก่อสร้างทั่วไป และโดยเฉพาะกับส่วนประกอบอาคารที่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้ วิธีกำหนดโปรแกรมการทำงานจะต้องได้รับการพัฒนาด้วยเพื่อให้เข้ากับการใช้ระบบอุตสาหกรรม

การสร้างที่พักอาศัยในระบบอุตสาหกรรมหมายถึงการเปลี่ยนจากการก่อสร้างในระบบเดิม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นพิเศษ ตั้งแต่ นักผังเมือง, ผู้บริหาร, วิศวกร, สถาปนิก, ผู้ควบคุมการก่อสร้าง, ช่างฝีมือและกรรมกร จะเห็นได้ว่า คณะทำงานประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่ายไม่เพียงแต่เฉพาะนักออกแบบเท่านั้น

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป (PREFABRICATION) เป็นวิธีการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมโดยใช้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ผลิตขึ้นมาเป็นจำนวนมากมาประกอบกันเข้าเป็นอาคาร การก่อสร้างทำได้โดยผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงงานก่อนและดำเนินการติดตั้งในบริเวณทำการก่อสร้าง

"ระบบซีคอน" เป็นระบบการก่อสร้างแบบกึ่งสำเร็จรูปที่ประสบผลสำเร็จในประเทศไทย การก่อสร้างใช้คอนกรีตเสริมเหล็กทำคาน ผนัง และพื้นสำเร็จรูป โดยมีเสาเป็นโครงเหล็กที่มีความมั่นคงแข็งแรงรองรับ โดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่างๆ จะทำการผลิตในโรงงาน และขนย้ายไปทำการติดตั้งในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	PREFABRICATION HOUSE WITH SEACON SYSTEM
Student	MISS.PRANEE ANGKEERAT
Project Advisor	ASSIT.PROF.DANG RIENSUWAN
Level of Study	Bachelor of Engineering in Construction Engineering
Department	Civil Engineering Faculty of Engineering King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1992

ABSTRACT

Industrialization of housing means radical changes in the traditional building process. First and foremost industrialization of housing makes standardization and dimensional co-ordination essential. This opens the way for a development of building techniques generally and of standardized components. Subsequently, also, work programming methods and the like will have to be developed specifically for industrialized housing.

On many points, industrialization of housing means a breaking down of traditional ways of doing things. This necessitates special training of various kinds of technicians, ranging from planners, administrators, engineers and architects to foremen and skilled and unskilled workers. Justas the above list implies that there are many fields or aspects which must be considered when the goal is industrialization of housing, then it is necessary to recognize that it is not enough just to put a designer on the job.

Prefabrication is the advance production of standardized components or section of building ready for quick assembly and erection at a building site. Industrialization is the process often referred to as mass-production whereby products. Often this production is undertaken at a factory or work area away from the actual site itself.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"Seacon System" is the semi prefabricatied construction that is sucessfull in Thailand. In this construction make precast rainforce concrete beams, walls and falls, the columns be made by stell that are rigid frame. All of this precast component would be produced in factory and be transported to install at a building site.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่โครงงานพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้นั้น เกิดจากความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำขอนำนามของท่านเหล่านั้นมาประกาศไว้ ณ.ที่นี้ เพื่อเป็นการขอบพระคุณ และระลึกถึงตลอดไป

1. อาจารย์ ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ
   - อาจารย์ที่ปรึกษา และให้คำชี้แนะในการค้นคว้า
2. อ.ศรีวิโรจน์ จันทวงศ์
   - ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ (การผลิตและควบคุมคุณภาพ) บริษัท ชีคอน จำกัด ให้คำปรึกษาและรายละเอียดข้อมูล
3. คุณบุญมี สุภาศรี
   - ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายผลิตฯ บริษัทชีคอน จำกัด ให้คำแนะนำและพาดูโรงงาน
4. พนักงานบริษัท ชีคอน จำกัด ทุกท่าน
   - ให้ความช่วยเหลือและพาไปดูงาน
5. ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง บริษัทผลิตภัณฑ์บ้านสำเร็จรูป พี.ซี.จำกัด
   - ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทฯ

อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน และที่ขาดเสียมิได้คือบุพการีผู้ให้ความช่วยเหลือในด้านการเงินและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ผู้จัดทำ
น.ส.ปราณี อังกิรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญตาราง..... VII
สารบัญภาพ..... VIII
บทที่
1 บทนำ..... 1
วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ..... 2
ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ..... 2
ขอบเขตของโครงงานพิเศษ..... 3
วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ..... 3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสำเร็จรูป..... 5
2.1 PREFABRICATION..... 6
2.2 การประสานทางพิกัด (MODULAR COORDINATION)..... 9
2.3 MODULAR DESIGN PRACTICE..... 14
2.4 DIMENSION..... 18
2.4.1 INTER-DEPENDENCE DIMENSION..... 19
2.4.2 DEVIATION..... 23
2.4.3 TOLERANCE..... 24
2.4.4 COORDINATING DIMENSION..... 26
2.4.5 CONTROLLING DIMENSION..... 28
2.5 JOINTS IN STRUCTURAL COMPONENTS..... 30
2.6 ERECTION..... 43
2.7 มาตรฐานและการประสานทางมิติ..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูป..... 51
3.1 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา..... 51
3.1.1 งานหล่อคอนกรีต..... 54
3.1.2 งานก่อ..... 56
3.1.3 งานฉาบ..... 57
3.1.4 การแต่งรอยต่อ..... 58
3.2 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป..... 60
3.2.1 การศึกษาและพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุก่อสร้างปัจจุบัน..... 60
3.2.2 การออกแบบ..... 63
3.2.3 ระบบโครงสร้างชิ้นส่วน..... 64
3.2.4 การเตรียมแบบมาตรฐานและชิ้นส่วนมาตรฐาน..... 68
3.2.5 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารที่พักอาศัย..... 72
3.2.6 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 74
3.2.7 วัสดุสำเร็จรูปในประเทศไทย..... 76
3.2.8 ราคาต้นทุนในการก่อสร้างบ้านด้วยวัสดุสำเร็จรูป..... 78
3.3 ตัวอย่างหน่วยงานที่มีการนำระบบสำเร็จรูปไปใช้ในประเทศไทย..... 81
3.3.1 บริษัท ซีคอน จำกัด..... 81
3.3.2 บริษัทผลิตภัณฑ์บ้านสำเร็จรูป นิ.ซี.จำกัด..... 84
3.3.3 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย..... 86
4 บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน..... 92
4.1 การออกแบบ..... 93
4.2 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 94
4.3 การกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง..... 96
4.4 งานก่อสร้างบ้านซีคอน..... 97
4.4.1 งานฐานราก..... 97
4.4.2 งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 103
4.4.3 การทาบเหล็กและการเชื่อม..... 106
4.5 การวิจัยและพัฒนา..... 120
4.6 การควบคุมคุณภาพ..... 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 125
5.1 วิเคราะห์การก่อสร้างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน..... 126
5.2 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป
กับการก่อสร้างระบบธรรมดา..... 135
5.3 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบซีคอนกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปทั่วไป
และกับการก่อสร้างระบบธรรมดา..... 137
5.4 บทสรุป..... 139
ภาคผนวก ก การกำหนดชื่อและตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบซีคอน..... 141
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบซีคอน..... 156
บรรณานุกรม..... 189

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.3.1 ข้อมูลระดับหัวเสาเข็ม..... 99

4.3.2 ข้อมูลงาน Pile Cap..... 102

5.1 BAR CHART แผนงานของระบบซีคอน..... 134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.3.1 ตำแหน่งรายละเอียดที่ต้องออกแบบของรูปทรงอาคาร..... 15
2.3.3 แสดงถึงรอยต่อชิ้นส่วนประกอบของอาคาร..... 17
2.4.1 มิติพื้นฐานในระบบสำเร็จรูป..... 18
2.4.2 รอยต่อแบบสัมผัสและแบบเว้นร่อง..... 20
2.4.3 การต่อแบบผิวต่อผิว..... 20
2.4.4 การต่อแบบขอบต่อผิว..... 21
2.4.5 การต่อแบบจุดต่อผิว..... 21
2.4.6 การต่อแบบรอยต่อร่วม..... 22
2.4.7 การกำหนดความคลาดเคลื่อนของขนาดมูลฐาน..... 24
2.4.8 ขนาดใช้งานและขนาดแห่งการประสาน..... 26
2.5.1 แผนผังตัวอย่างตารางพิกัด..... 34
2.5.2 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กโครงสร้าง..... 38
2.5.3 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น..... 39
2.5.4 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างระหว่างพื้นกับส่วนรองรับ..... 40
2.5.5 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพงเพื่อให้มีการถ่ายน้ำหนักผ่าน
Insitu Concrete โดยตรง..... 41
2.5.6 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพง..... 41
2.5.7 การวางชิ้นส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก..... 42
2.6.1 ปรับระดับ ERECTION BOLT..... 43
2.6.2 ติดตั้งชิ้นส่วนผนัง..... 44
2.6.3 BRACKING LINKS ยึดระหว่างรอยต่อผนังในแนวดิ่ง..... 44
2.6.4 ปรับชิ้นส่วนผนังให้ได้ดิ่ง..... 44
2.6.5 สอดสลัก..... 44
2.7.1 รอยต่อพื้นและผนัง..... 48
2.7.2 แสดงรอยต่อของผนังนอกโครงสร้างไม้..... 49
2.7.3 แสดงแผ่นกระบังในรอยต่อของชั้นทางตั้งในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.... 50
3.2.1 ตัวอย่างระบบโครงสร้างอาคารหลายชั้นแบบโครงยึด..... 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ตัวอย่างโครงยึด..... 62
3.2.3 ตัวอย่างระบบโครงสร้างชิ้นส่วนชนิดต่างๆ..... 66
3.2.4 คุณลักษณะของการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยระบบพรีแฝบ..... 71
3.2.5 ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบต่างๆ..... 73
3.2.6 แผนภูมิราคาในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนขนาดใหญ่..... 79
3.2.7 แผนภูมิค่าใช้จ่ายโดยประมาณงานชิ้นส่วนขนาดเล็ก..... 80
3.3.1 แบบผนังของ พี.ซี..... 84
3.3.2 ตัวอย่างแบบบ้าน P.C.23..... 85
3.3.3 แสดงรูปตัดบ้านตัวอย่าง..... 87
3.3.4 แบบขยาย 1 รอยต่อที่มุม..... 88
3.3.5 แบบขยาย 2 รอยต่อระหว่าง กำแพง-พื้น..... 88
3.3.6 แบบขยายการติดตั้งบันไดคอนกรีตหล่อสำเร็จ..... 89
3.3.7 แบบขยายการติดตั้งแปสำเร็จรูป..... 90
3.3.8 รูปแบบวงกบประตู-หน้าต่าง..... 91
4.2.1 ขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 95
4.4.1 ตำแหน่งศูนย์กลางเสาบน Pile Cap..... 107
4.4.2 ตำแหน่งเสาเหล็กฉากบน Pile Cap..... 107
4.4.3 ตำแหน่งเหล็ก Dowel และเสาเหล็กฉาก..... 108
4.4.4 ตัวอย่างเสาเหล็ก เอช ซี HC..... 109
4.4.5 การตั้งดิ่งเสาเหล็กฉาก..... 110
4.4.6(ก) การกำหนดระดับพุกรับคานพื้นชั้นล่างโดยทั่วไป..... 111
4.4.6(ข) การกำหนดระดับพุกรับคานต่างระดับ..... 111
4.4.7 เครื่องมือยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง..... 112
4.4.8 การติดตั้งคาน คสล.สำเร็จรูป..... 113
4.4.9 การติดตั้งผนัง คสล.สำเร็จรูป..... 113
4.4.10 การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่มีบ่า..... 114
4.4.11 การเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสา..... 114
4.4.12 การต่อเชื่อมเหล็กของคานสำเร็จรูปกรณีต่างระดับมาก..... 115
4.4.13 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งวินท์ครั้งแรก..... 116
4.4.14 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สอง..... 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.15 การทาบและเชื่อมเหล็กคานกลางอาคาร..... 118
4.4.16 การทาบและเชื่อมเหล็กผนัง..... 119

ภาคผนวก ก

1.1 การเรียกชื่อตัวอาคารชั้นล่าง..... 142
1.2 การเรียกชื่อตัวอาคารชั้นบน..... 143
3.1 เสาเหล็กฉาก..... 149
3.2 คาน คสล.สำเร็จรูป..... 150
3.3 ผนัง คสล.สำเร็จรูป (รับน้ำหนักพื้น)..... 151
3.4 ผนัง คสล.สำเร็จรูป..... 152
3.5 ผนัง คสล.สำเร็จรูป..... 153
3.6 พื้น คสล.สำเร็จรูป..... 154
3.7 พื้น คสล.สำเร็จรูป..... 155

ภาคผนวก ข

2.1 ปั้นจั่นตอกเสาเข็ม..... 158
2.2 เครื่องวินท์ไอดรอลิคส์สำหรับยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง..... 158
2.3 การเตรียมทำฐานราก..... 159
2.4 เหล็กเสริมและแบบหล่อฐานราก..... 159
2.5 ฐานรากเมื่อหล่อแล้วเสร็จ..... 160
2.6 การตรวจคุณภาพคอนกรีตงานฐานราก..... 160
2.7 การติดตั้งโครงเสาเหล็กฉาก..... 161
2.8 ตอยต่อโครงเสาเหล็กฉากกับเหล็ก Dowel ของฐานราก..... 161
2.9 การยกคานสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง..... 162
2.10 การเชื่อมเหล็กคานให้ต่อเนื่อง..... 162
2.11 การยกคาน CANTILEVER ขึ้นติดตั้งและเชื่อมเหล็ก..... 163
2.12 การยกผนังสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง..... 163
2.13 การยกพื้นสำเร็จรูป (พื้น T) ขึ้นติดตั้ง..... 164
2.14 การตรวจคุณภาพงานติดตั้งเสาเหล็กสำเร็จรูป..... 164
2.15 การตรวจคุณภาพขนาดของเสาเหล็กสำเร็จรูป..... 165
2.16 การตรวจคุณภาพงานติดตั้งผนังสำเร็จรูป..... 165
2.17 การติดตั้งคานและผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง..... 166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 คานและพื้นสำเร็จรูปชั้นบน..... 166
2.19 การทาบเหล็กเชื่อมต่อเหล็กคานและการฝากเหล็กคานยื่นลงเสา..... 167
2.20 รอยต่อเสาเหล็กฉากชั้นบนกับชั้นล่าง..... 167
2.21 โครงสร้างเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ..... 168
2.22 เหล็กฉากสำหรับติดตั้งโครงหลังคา..... 168
2.23 โครงหลังคาไม้..... 169
2.24 การเจาะฝังเหล็กเสาเอ็น..... 169
2.25 การยึดวงกบกับเสาเอ็น..... 170
2.26 การวางเหล็กก่อนเทคอนกรีตทับหน้า..... 170
2.27 สภาพพื้นบ้านหลังการเทคอนกรีต..... 171
2.28 การฉาบปูนตกแต่งรอยต่อผนังและเสา..... 171
2.29 เหล็กก่อนเททับหน้าพื้นห้องน้ำ (พื้นสำเร็จรูป)..... 172
2.30 งานเคร่าฝ้าเพดาน..... 172
2.31 งานบันได..... 173
2.32 งานไฟฟ้า..... 173
2.33 งานประปาและท่อระบายน้ำ..... 174
2.34 บ่อเกรอะ..... 174
2.35 บ่อซึม..... 175
2.36 งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ..... 175
2.37 งานทาสี..... 176
2.38 บ้านระหว่างการก่อสร้าง..... 176
2.39 บ้านเมื่อแล้วเสร็จ..... 177
2.40 การต่อเชื่อมเหล็กเสริม..... 179
2.41 การประกอบและเชื่อมเหล็กเสริม (ผนัง)..... 179
2.42 โครงเหล็กเสริมที่ประกอบแล้วเสร็จ (คาน)..... 180
2.43 เสาเหล็กฉากที่ประกอบแล้วเสร็จ..... 180
2.44 การวางเหล็กเสริมในแบบหล่อ (เสาเข็ม I)..... 181
2.45 การเทคอนกรีตลงแบบหล่อ..... 181
2.46 การทำคอนกรีตให้แน่น..... 182
2.47 การแต่งหน้าคอนกรีต..... 182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.48 การตรวจคุณภาพทราย..... 183
2.49 การตรวจคุณภาพหิน..... 183
2.50 การตรวจคุณภาพคอนกรีตในโรงงาน..... 184
2.51 เครื่องมือทดสอบการรับแรงอัดของคอนกรีต..... 184
2.52 การตรวจความชื้นในเนื้อไม้..... 185
2.53 การทำวงกบประตู-หน้าต่าง..... 185
2.54 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน..... 186
2.55 เก็บตัวอย่างคอนกรีตทดสอบการรับแรงอัด..... 186
2.56 การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงสถานที่ก่อสร้าง (เสาเข็ม I)..... 187
2.57 การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงสถานที่ก่อสร้าง (คาน)..... 187
2.58 การกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปบริเวณสถานที่ก่อสร้าง..... 188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในระยะเวลา 20 ปีที่แล้ว จนถึงปัจจุบัน มีสิ่งที่น่าสังเกตอย่างหนึ่งคือ เกิดมีความต้องการอาคารต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสำหรับกิจกรรมต่างๆ วิวัฒนาการในการก่อสร้างในระยะดังกล่าวดำเนินไปใน 2 แนว คือ ความพยายามที่จะปรับปรุงวิธีการก่อสร้างแบบเดิมให้ดีขึ้น และความพยายามที่จะค้นหาหลักการใหม่ๆ ซึ่งความพยายามทั้งสองแนวนี้มีประโยชน์ส่งเสริมซึ่งกันและกัน และจะเป็นแนวทางที่ใช้อยู่ในระยะเวลาอีกนานหลายปี ปัญหาเรื่องการขาดแคลนที่อยู่อาศัยเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นทุกประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่มีอัตราการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากรทุกประเทศโดยเฉลี่ยยังอยู่ในอัตราที่สูง คือประมาณ 2.4 % ความต้องการที่อยู่อาศัยจึงเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร เป็นสาเหตุสำคัญก่อให้เกิดความขาดแคลนดังกล่าวขึ้น อุตสาหกรรมด้านการก่อสร้างแม้จะได้รับความสนใจและสนับสนุนจากวงการต่างๆ มีการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาก็ยังไม่สามารถก้าวไปทันความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้

มาตรฐานการครองชีพที่คนส่วนมากพอใจ ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับอาหาร เสื้อผ้า หรือเครื่องใช้อื่น ๆ จะต้องอาศัยแรงงานของเครื่องจักรมาช่วยในการผลิตทั้งสิ้น เพราะจะใช้แรงงานคนแต่ฝ่ายเดียวนั้นไม่พอ ในเรื่องที่พักอาศัยก็เช่นกัน ความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างมากได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีการก่อสร้างมาเป็นการผลิตส่วนประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ ในการนี้เรามีโอกาสจะจัดวิธีการทำงานได้สะดวกขึ้น โดยไม่ต้องพะวงกับดินฟ้าอากาศ และสามารถจะทำงาน และสามารถจะทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงไปสู่การก่อสร้างโดยระบบอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นด้วยความพยายามของสถาปนิก วิศวกร ผู้ผลิตและเจ้าหน้าที่ของบ้านเมืองที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง และจะต้องไม่ใช่การเริ่มต้นหาวิธีใหม่ แต่เริ่มต้นสร้างสถานการณ์ที่จะสนับสนุนการวิวัฒนาการของการอุตสาหกรรมต่อไป

ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งผลิตได้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นเทคโนโลยีทางการก่อสร้างอีกรูปแบบหนึ่งที่มีวิวัฒนาการมานานกว่า 2 ทศวรรษแล้ว จนมาถึงทุกวันนี้ ก็ยังคงได้รับการพัฒนาต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง ด้วยจุดมุ่งหมายที่จะใช้เป็นระบบการก่อสร้างที่ดีพร้อมในด้านความประหยัดทั้งราคาค่าก่อสร้างและระยะเวลาในการก่อสร้าง

ถึงแม้ว่าระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานานแล้ว แต่ทว่ากลับไม่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ทั้ง ๆ ที่จริงแล้ว ในงานก่อสร้างขนาดไม่ใหญ่นัก ระบบการก่อสร้างแบบนี้จะสามารถทำงานได้ง่าย ผิดพลาดยากและเป็นระบบการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้แรงงานมากกว่าเครื่องทุ่นแรง ซึ่งก็เหมาะกับประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย เนื่องจากค่าจ้างแรงงานยังต่ำอยู่

ในปัจจุบันพบว่าหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชน ต่างก็ให้ความสนใจกับระบบการก่อสร้างแบบนี้มาก ทางภาครัฐบาลก็มุ่งหวังที่จะให้ระบบบ้านสำเร็จรูปมาช่วยให้ประชาชนได้มีที่อยู่อาศัยอย่างรวดเร็วทันใจส่วนภาคเอกชนก็มีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ออกมาวางจำหน่ายแข่งขันกันในท้องตลาดมากมาย ดังจะเห็นจากโฆษณาประชาสัมพันธ์ ของบริษัทผู้ผลิตทางสื่อมวลชนหลายแขนง ทำให้พอจะมองเห็นแนวโน้มในอนาคตได้ว่าระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจจะเป็นตัวแทนของระบบการก่อสร้างแบบเดิมก็เป็นได้ ดังนั้นคงจะไม่เป็นการสายจนเกินไปที่จะได้ศึกษาถึงระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้รายละเอียดมากที่สุด เท่าที่จะทำได้

วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการก่อสร้าง การติดตั้ง การขนส่งวัสดุ ลักษณะทางโครงสร้างของบ้านพักอาศัยสำเร็จรูปในระบบชีคอน
2. ทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบ้านที่ก่อสร้างโดยระบบสำเร็จรูปกับบ้านที่ก่อสร้างโดยระบบธรรมดา
3. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบสำเร็จรูปที่มีต่อระบบก่อสร้างแบบธรรมดา

ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

ระบบสำเร็จรูปเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างอีกแบบหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อลดราคาและระยะเวลาในการก่อสร้างให้ต่ำลงกว่าที่เป็นอยู่ ระบบสำเร็จรูปที่จะทำการศึกษาในโครงงานพิเศษนี้จะเน้นเฉพาะงานก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยขนาดเล็ก โดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดเบาไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการก่อสร้าง ซึ่งนับว่าเหมาะสมกับประเทศที่ค่าแรงงานคนค่อนข้างต่ำอย่างประเทศไทย จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าระบบสำเร็จรูปจะช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างได้ประมาณ 4 เท่า และค่าก่อสร้างก็ยังต่ำกว่าระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่อีกด้วย แต่ระบบสำเร็จรูปก็ยังคงไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร เนื่องจากมีข้อเสียเปรียบที่เด่นชัดในเรื่องของรูปแบบบ้านที่ซ้ำซากและค่านิยมของบุคคลทั่วไปที่คิดว่าระยะเวลาการก่อสร้างที่เร็วเกินไป จะทำให้บ้านไม่แข็งแรงเหมือนระบบหล่อในที่ ดังนั้นการทำโครงงานนี้จึงต้องการศึกษาและชี้ให้เห็นถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปที่มีต่อการก่อสร้างแบบธรรมดา ทั้งด้านขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนการก่อสร้าง และความแข็งแรงของบ้านระบบสำเร็จรูป โดยนำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการศึกษา เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่อง Joint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีความสำคัญมากสำหรับงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เกี่ยวกับเรื่องการประสานทางพิกัดซึ่งนำมาใช้ในเรื่องของการออกแบบเพื่อการเลือกใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้มาตรฐาน เป็นต้น

ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

เนื่องจากระบบงานก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีทั้งงานขนาดใหญ่ จำนวนหลาย ๆ ชิ้น (large and multistorey prefabrication) และงานขนาดเล็กระดับบ้านพักอาศัยทั่วไป เป็นการยากที่จะศึกษาได้ทั้งงานขนาดเล็กและงานขนาดใหญ่ โดยเฉพาะงานขนาดใหญ่นั้นมีปรากฏให้เห็นในประเทศไทยน้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าไม่มีเลย ดังนั้นจึงมุ่งศึกษาเพียงงานก่อสร้างขนาดเล็ก ในรูปของบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้น ซึ่งเหมาะกับครอบครัวขนาดปานกลาง โดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดเบาไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการก่อสร้าง ทั้งนี้จะศึกษาระบบการก่อสร้างจากระบบบ้านสำเร็จรูปของบริษัทซีคอน ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายมากในขณะนี้ โดยจะทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบสำเร็จรูปที่สำนักงาน และศึกษางานจริงทั้งขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและงานก่อสร้างที่โรงงานและที่ Site งานของทางบริษัทฯ ตามลำดับ

วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ

ในการทำโครงงานพิเศษนี้ จะแบ่งแนวทางการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ศึกษาถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิต การก่อสร้างและการติดตั้ง
2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎี ขั้นตอนการผลิต การก่อสร้างและการติดตั้ง
   - 1.1 การรวบรวมเอกสาร ข้อมูลเกี่ยวกับระบบสำเร็จรูป วัสดุสำเร็จรูปต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษางานจริงในขั้นต่อไป
   - 1.2 เลือกรูปแบบที่เหมาะสมของบ้านสำเร็จรูปโดยพิจารณาถึงขนาด (Dimension) ประโยชน์ใช้สอยของอาคาร และความเหมาะสมอื่น ๆ โดยจะเป็นบ้านพักอาศัย 2 ชั้น
   - 1.3 ศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของระบบที่ทำการศึกษา
   - 1.4 ติดตามศึกษางานก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปจากหน่วยงานจริง (Field Study) โดยออกมาในรูปแบบของการเข้าไปสังเกตงาน ศึกษาหาข้อมูลกับบริษัทที่เกี่ยวข้องกับงานระบบสำเร็จรูปนี้ โดยจะศึกษาระบบของซีคอนเป็นหลัก และจะศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงระบบของหน่วยงานอื่นด้วยเพื่อเป็นตัวอย่างและเป็นข้อมูลเปรียบเทียบประมาณ 2-3 หน่วยงาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ทำการเปรียบเทียบ บ้านระบบสำเร็จรูปกับบ้านลักษณะเดียวกันในระบบธรรมดา เพื่อพิจาณาถึงข้อแตกต่างของรูปแบบทั้งสอง

2.2 ศึกษาข้อดี ปัญหาและข้อจำกัดของระบบบ้านสำเร็จรูป

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ในการจัดทำโครงงานพิเศษนี้มีผลที่คาดว่าจะได้รับ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับระบบบ้านสำเร็จรูปทั้งขั้นตอนการออกแบบ วัสดุที่เกี่ยวข้อง ลักษณะทางด้านโครงสร้าง การผลิตและการติดตั้ง
2. ทราบถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบสำเร็จรูปเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างบ้านพักอาศัย
3. การประยุกต์นำเอาระบบบ้านสำเร็จรูปที่ได้มาใช้งานจริง โดยมุ่งหวังว่าระบบบ้านสำเร็จรูปนี้จะทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำลง อันจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจโดยทั่วไปในการนำเอา ระบบก่อสร้างนี้ไปก่อสร้างบ้านพักอาศัยของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสำเร็จรูป

ในการก่อสร้างอาคารนั้นต้องประกอบด้วยชิ้นส่วนในการประกอบหลายชิ้นส่วนและหลายขนาดมาประกอบกัน ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาว่าขนาดชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันนั้นประสานกันไม่พอดี ทำให้ต้องมีการตัดเพื่อปรับขนาดให้พอเหมาะ และสัมพันธ์กันทางมิติ (DIMENSIONS) การแก้ปัญหาดังกล่าวก็คือจะต้องมีการกำหนดมาตรฐานและการประสานทางพิกัดขึ้นเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานให้ทั้งผู้ออกแบบ ผู้ผลิต และผู้ที่ทำการก่อสร้าง ติดตั้ง ได้ใช้และเข้าใจเป็นอย่างเดียวกัน

ในปัจจุบันได้มีการหันมานิยมการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมกันมากขึ้น เพื่อจุดประสงค์ในการลดต้นทุนค่าก่อสร้าง เนื่องจากระบบอุตสาหกรรมเป็นการผลิตชิ้นส่วนออกมาในลักษณะของ MASS PRODUCTION ซึ่งทำให้ราคาต้นทุนในการผลิตลดต่ำลงจึงเป็นผลให้ราคาในการก่อสร้างลดต่ำลงด้วย การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป หรือ PREFABRICATION นั้นก็เป็นการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน แล้วขนย้ายไปติดตั้งบริเวณสถานที่ก่อสร้าง (บางกรณีชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่เกินไปไม่สะดวกในการขนย้าย ก็อาจจะทำการหล่อสำเร็จบริเวณสถานที่ก่อสร้างแล้วยกขึ้นติดตั้ง) ซึ่งสามารถที่จะควบคุมคุณภาพ และขนาดของชิ้นส่วนให้ได้มาตรฐาน แต่ถึงอย่างไรก็ตามในการทำงานจริงย่อมเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ อาจจะเนื่องมาจากความไม่แม่นและไม่ละเอียดพอในการวัดระยะหรือขนาดต่างๆ จึงทำให้เกิดความเบี่ยงเบน (DEAVIATION) ขึ้นได้ซึ่งความเบี่ยงเบนนี้อาจเกิดที่ขนาดของชิ้นส่วนเองหรืออาจเกิดจากระยะที่ให้ไว้ในการที่จะนำชิ้นส่วนเข้าติดตั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (TOLERANCE) เผื่อไว้ เพื่อให้ชิ้นส่วนสามารถประกอบติดตั้ง (ERECTION) ได้พอดี ถึงแม้ว่าจะมีขนาดผิดไปบ้างแต่ต้องไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปก็คือ เรื่องของจุดต่อ (JOINTS) หรือรอยต่อของชิ้นส่วน เพราะถึงแม้ว่าชิ้นส่วนต่างๆ จะสามารถควบคุมให้มีคุณภาพและความแข็งแรงได้จากโรงงาน แต่ถ้าจุดต่อไม่ดีแล้วจะมีผลเสียหายต่อความแข็งแรงและมั่นคงของระบบโครงสร้างมากทีเดียว

หลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาใช้ในระบบสำเร็จรูปนี้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นแก่การศึกษาเป็นอย่างมากเพื่อความเข้าใจและนำระบบสำเร็จรูปนี้ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 PREFABRICATION

PREFABRICATION เป็นวิธีการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมโดยใช้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ผลิตขึ้นมาเป็นจำนวนมากมาประกอบกันเข้าเป็นอาคารด้วยการใช้ปั้นจั่นหรือเครื่องยกชนิดอื่นๆ การก่อสร้างแบ่งได้เป็นสองขั้นตอนคือ ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ในโรงงานก่อนในขั้นตอนที่หนึ่งและดำเนินการติดตั้งในบริเวณทำการก่อสร้างในขั้นตอนที่สอง

ชิ้นส่วนของโครงสร้างสำเร็จรูป (PREFABRICATED STRUCTURAL COMPONENTS) เป็นชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงอาคารที่จะต้องนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ถ้าชิ้นส่วนเหล่านี้เป็นคอนกรีตก็มีชื่อเรียกว่า "ชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือพรีคาส (PRECAST UNIT)" ซึ่งจะต้องหล่อไว้ล่วงหน้าและให้เวลาคอนกรีตแข็งตัวมีกำลังเต็มที่ก่อนที่จะนำไปใช้งาน วิธีการก่อสร้างซึ่งใช้ชิ้นส่วนของโครงสร้างสำเร็จรูปนี้เรียกว่า "การก่อสร้างแบบพรีแผ็บ (PREFABRICATED CONSTRUCTION)" ซึ่งรวมทั้งการก่อสร้างไม่ว่าจะมีขนาดเท่าใดและเป็นอาคารหรือสะพานก็ตาม

การก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมนี้จะต้องออกแบบอาคารให้เข้ากับวิธีการผลิตส่วนประกอบต่างๆ และวิธีการติดตั้งด้วยแรงงานของกรรมกรก็จะเปลี่ยนเป็นการลงทุนเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ การใช้เครื่องจักรกลที่มีความละเอียดสูงและการให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากๆ จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำจะทำให้ราคาการก่อสร้างแบบพรีแผ็บนี้ถูกกว่าการก่อสร้างโดยทั่วไปมาก

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจทำได้ในบริเวณที่ทำการก่อสร้างอาคาร แต่การทำมาจากโรงงานเป็นที่นิยมกันมากกว่า ไม่ว่าจะผลิตมาจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือโรงงานธรรมดา ขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบริเวณการก่อสร้างโดยมากจะเป็นการผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็กๆ จะทำให้ใหญ่ก็ได้แต่จะทำให้การเคลื่อนย้ายลำบาก แต่ละชิ้นส่วนที่เป็นคอนกรีตก็จะหล่อในแบบที่อยู่กับที่ซึ่งอาจใช้เหล็กเสริมหรืออัดแรงด้วยลวดเหล็กกำลังสูง

วัตถุประสงค์ของการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมก็เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวนมากขนาดและน้ำหนักของแต่ละชิ้นส่วนจะมีขีดจำกัดเอาไว้ตามความสามารถของการยกและการขนส่ง การหล่อชิ้นส่วนเหล่านี้อาจทำได้โดยใช้แบบอยู่กับที่ (stationary moulds) ในกรณีที่ทำการอัดแรงคอนกรีตด้วยวิธีอัดแรงก่อน (pre-tension) หรือให้ แบบหล่อและชิ้นส่วนนั้นๆ เคลื่อนที่ได้ในระหว่างการผลิต ซึ่งก็จะเป็นวิธีการผลิตอีกรูปแบบชนิดหนึ่ง

ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการก่อสร้างแบบพรีแผ็บก็คือตัวชิ้นส่วนสำเร็จรูป (precast units) ซึ่งผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ชิ้นส่วนเหล่านี้จะต้องมีการแต่งผิวและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้สมบูรณ์ การตกแต่งมีความสำคัญมากที่สุดในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย (housing construction) โดยเฉพาะเรื่องผนังเพราะส่วนที่เป็นผนังบ้านนั้นมีราคาประมาณ 1/5 ของบ้านทั้งหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การก่อสร้างแบบพรีแผ็บ (PREFABRICATED CONSTRUCTION)

หลักการและลักษณะทั่วไป

การก่อสร้างที่ทำขึ้นเป็นอุตสาหกรรมได้พัฒนามาเรื่อยๆ โดยธรรมชาติเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ แต่ค่อนข้างจะช้ากว่าอย่างอื่นสืบเนื่องมาจากการที่มีอุปสรรคเกิดขึ้นมากกว่า การก่อสร้างไม่ได้เป็นไปตามสมัยนิยมแต่เป็นไปตามความคิดเห็นของผู้ชำนาญการก่อสร้างในอันที่จะทำให้เกิดมีวิธีการใหม่ๆ ที่ดีและง่ายต่อการก่อสร้างซึ่งเหมาะสมกว่าวิธีการก่อสร้างแบบเดิมอย่างที่ทำกันมาแล้วหลายชั่วอายุคน ดังเช่นการก่อสร้างแบบพรีแผ็บหรือการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกันนี้

การทำอุตสาหกรรมก่อสร้างอาคาร

การทำอุตสาหกรรมก่อสร้างอาคารแบบพรีแผ็บนี้ จะต้องคิดเผื่อไว้ในระยะอันยาวนานเบื้องหน้าด้วย เพราะชิ้นส่วนที่ผลิตออกมานั้นจะต้องเก็บไว้ในโกดังหรือลานเก็บก่อนโดยที่ยังไม่ทราบว่าผู้ใดจะซื้อหรือจะนำเอาไปใช้ที่ใดบ้าง อาคารที่ก่อสร้างโดยขบวนการแบบอุตสาหกรรมนี้ก็เหมือนกับผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมชนิดอื่นๆ คือจะต้องมีการแก้ไขให้มีลักษณะถูกใจในโอกาสต่อๆ มา อาคารประเภทนี้มักจะมีรูปทรงที่สวยงาม กระทัดรัดและมีผิวที่แตกต่างกันได้ตามความประสงค์มากๆ

การทำให้เป็นงานอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมสาขาต่างๆ มีความเจริญก้าวหน้าไปมากในช่วระยะ 40-50 ปีที่แล้วมา บางสาขาก้าวไปถึงกับมีการผลิตโดยระบบอัตโนมัติ แต่โรงงานที่ทำผลิตภัณฑ์โดยอัตโนมัติเหล่านี้ส่วนมากยังสร้างขึ้นด้วยวิธีการก่อสร้างแบบล้าสมัยอยู่

อุตสาหกรรมการก่อสร้างอาคารก็นับว่าเจริญขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการที่เอาปั้นจั่น (cranes) หรือเครื่องจักรกลต่างๆ เข้าช่วย แต่ก็ยังล้าหลังกว่าอุตสาหกรรมประเภทอื่นซึ่งมีขบวนการผลิตโดยอัตโนมัติแล้ว การที่ล่าช้านี้ก็เนื่องจากสาเหตุต่างๆ หลายประการนอกเหนือไปจากเหตุผลทางจิตวิทยาที่เป็นอยู่แล้ว คือ

ก. สภาพของดินแต่ละแห่งไม่เหมือนกันการทำฐานรากก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของภูมิประเทศและสถานที่ก่อสร้าง การทำฐานรากสำเร็จรูปออกมาเป็นอุตสาหกรรมเลยนั้นจึงไม่เป็นผลดีนักนับได้ว่าฐานรากเป็นสิ่งที่ทำความลำบากให้กับการอุตสาหกรรมการก่อสร้างไม่น้อย

ข. บริเวณการก่อสร้างอยู่ในบริเวณที่มีผู้อยู่หนาแน่น ซึ่งทำให้มีสถานที่ไม่เหมาะสมที่จะให้สถาปนิกหรือวิศวกรใช้วิธีการก่อสร้างแบบใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกันได้

ค. การก่อสร้างอาคารต้องใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ เข้าร่วมด้วยมาก จึงทำให้ต้องมีขนาดชิ้นส่วนต่างๆ แตกต่างกันมากมายเข้ามาให้พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.อาคารมีความต้องการความสวยงามทางสถาปัตยกรรมด้วย โดยเฉพาะรูปร่างและทรวดทรงนอกเหนือจากประโยชน์ใช้งานต่างๆ แล้ว

ด้วยเหตุเหล่านี้จึงทำให้อุตสาหกรรมการก่อสร้างเจริญไปได้อย่างช้าๆ แต่การก่อสร้างในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะต้องทำให้เป็นแบบอุตสาหกรรมเพราะวิธีการแบบเก่าซึ่งมีราคาการก่อสร้างสูงกว่า การใช้เทคนิคการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับแรงงานลงมากและยังกันมิให้การก่อสร้างมีราคาสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การประสานทางพิกัด (MODULAR CO-ORDINATION)

ปัจจุบันการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป ได้พัฒนาและนำไปใช้แก้ปัญหาได้ในหลายๆ ประเทศภาคพื้นยุโรป และบางประเทศกำลังพัฒนาอย่างได้ผล ในสมัยก่อนการผลิตส่วนประกอบ ประตู หน้าต่าง ฯลฯ ซึ่งมีข้อบกพร่องมากจนไม่ช่วยให้การก่อสร้างดำเนินไปได้โดยรวดเร็วตามประสงค์ เพราะส่วนประกอบเหล่านั้นไม่มีการกำหนดการประสานทางพิกัด ส่วนประกอบที่ผลิตขึ้นไม่พอดีกับวัสดุชนิดอื่นที่ทำเตรียมไว้หรือแม้กับส่วนประกอบชนิดเดียวกันซึ่งผลิตจากโรงงานอื่นๆ ความยุ่งยากจึงเกิดขึ้นเสมอ

ต่อมา จึงมีการพิจารณากำหนดระบบการประสานทางพิกัดในอาคารขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เคยมี ช่วยให้การก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะก่อสร้างในระบบดั้งเดิมหรือระบบสำเร็จรูป ในด้านการจัดทำวัสดุก่อสร้าง ประมาณปี 1950 เราอาจมีวัสดุและวิธีการทำ TABLE TOP เพียง 20 วิธี แต่ปัจจุบันเรามีไม่น้อยกว่า 100 วิธี การมีวัสดุเพิ่มมากขึ้น อาจไม่ช่วยแก้ไขปัญหามากนักถ้าวัสดุเหล่านั้นไม่มีระบบประสานทางพิกัด ดังนั้นจึงได้กำหนดให้ใช้ระบบนี้กับวัสดุก่อสร้างด้วย นอกจากนี้ การออกแบบเพื่อการก่อสร้างในระบบสสำเร็จรูป ก็จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบการประสานทางพิกัดนี้ด้วยเช่นเดียวกัน

จุดประสงค์สำคัญของระบบการประสานทางพิกัดนั้นเพื่อช่วยกำหนดให้ส่วนประกอบในอาคารมีความสัมพันธ์กันในมิติ หรือขนาดจนสามารถช่วยให้การก่อสร้าง การติดตั้ง ทำได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ต้องตัดแต่ง หลักสำคัญของระบบนี้คือ กำหนดหน่วยความยาวหลักขึ้นหน่วยหนึ่ง เพื่อวางเป็นมาตรฐานในการประสานทางพิกัด หน่วยนี้เรียกว่า **หน่วยพิกัดมูลฐาน** ค่าของหน่วยที่จะมาเกี่ยวข้องกับการประสานทางพิกัดนี้จะต้องเป็นค่าที่เพิ่มหรือลด จากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน (ตัวอย่าง เช่น ให้ พ. เป็นหน่วยพิกัดมูลฐาน หน่วยคูณพิกัดอาจเป็น 3พ หรือ 6พ และหน่วยค่าพิกัดอาจเป็น $^{พ}/_{2}$ เช่นนี้เป็นต้น)

2.2.1 การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร

(Modular coordination in buillding)

คือการนำระบบการประสานทางพิกัดมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยใช้ในทุกขั้นของการทำงาน ตั้งแต่ การออกแบบ การผลิตวัสดุก่อสร้างหรือชิ้นส่วนอาคาร การใช้วัสดุก่อสร้าง จนถึงการติดตั้ง ซึ่งช่วยให้ก่อสร้างได้โดยสะดวกรวดเร็วและประหยัด

ในระดับนานาชาตินั้น ISO องค์การระหว่างชาติเพื่อการวางมาตรฐาน ได้ตั้งกรรมาธิการวิชาการขึ้นโดยเฉพาะสำหรับงานด้านการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร และรวบรวมเอกสารต่างๆ ที่ค้นคว้าได้ เสนอให้กลุ่มประเทศสมาชิกของ ISO เพื่อพิจารณาแก้ไขและเสนอแนะก่อนที่จะกำหนดใช้เป็นมาตรฐานโลกต่อไป

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้งาน

032487

อนึ่ง หน่วยพิกัดมูลฐานของการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารนั้น ISO ได้กำหนดใช้ตัวย่อว่า M ซึ่งศูนย์กำหนดรายการมาตรฐานแห่งประเทศไทย กำหนดให้ใช้ภาษาไทยว่า พ. มีค่าความยาวเป็น 100 มม.

<u>เหตุที่ต้องมีการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร</u>

งานก่อสร้างอาคาร ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดหลายประเภทซึ่งมีขนาดต่างกัน การนำวัสดุต่างขนาดเข้ามาประกอบใช้ร่วมกันในอาคารเดียวกันนั้น โดยทั่วไปมักเกิดปัญหาว่าขนาดของวัสดุประสานกันไม่พอดี ต้องมีการตัดเพื่อปรับขนาดให้เหมาะแก่การติดตั้ง ซึ่งทำให้เสียทั้งวัสดุ แรงงาน และเวลา

ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารจะช่วยให้วัสดุที่ต่างชนิด ต่างขนาดเหล่านั้นสามารถประกอบกันและใช้ร่วมกันได้ทันทีอย่างพอดี โดยไม่ต้องมีการตัดแต่ง ทำให้เกิดความรวดเร็วและประหยัดกว่ามาก

ตัวอย่าง เช่น อิฐซีเมนต์มีขนาดยาว 30 ซม. (3พ.) ซึ่งเผื่อรอยต่อระหว่างร้อนไว้ด้วยแล้ว เมื่อถูกนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับผนังของอาคาร โดยก่อเป็นผนังทางยาวเป็นจำนวน 4 ก้อน จะได้ความยาว 120 ซม. (12พ.) ซึ่งจะไปพอดีกับขนาดกระเบื้องแผ่นเรียบ หรือไม้อัดที่ใช้ทำฝ้าเพดานซึ่งมีขนาด 120 (12พ.)*240 (24พ.)

2.2.2 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด

(Basic Principles of Modular Coordination)

1. การกำหนดขนาดหรือระยะของส่วนประกอบของอาคาร จะต้องมีความสัมพันธ์กันทุกๆ ส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของพื้นจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคาของเพดาน และของผนัง เป็นต้น
2. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาดหรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็กพอที่จะให้เกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบได้
3. ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 10 ซม. เป็นขนาดเล็กสุด
4. ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัดจะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไป ย่อมเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด
5. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องเท่ากับขนาดหรือระยะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน รวมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และรวมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างก้อน

6. เนื่องมาจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงานไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อยหรือมากได้เท่าใด

7. ระบบการประสานทางพิกัด เป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบแบ่งย่อยลงไป

2.2.3 **ข้อแนะนำในการใช้ระบบประสานทางพิกัดในอาคาร**

การออกแบบอาคาร โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด มิได้มีข้อบังคับตายตัว แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะอาคาร, วัสดุก่อสร้าง, ระบบโครงสร้าง ฯลฯ ทั้งนี้ มีข้อควรพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อให้อาคารที่ออกแบบได้ขนาดพอดีกับส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นตามขนาดมาตรฐาน เช่น อิฐ, บล็อก, ผนังสำเร็จรูป, ชุดหน้าต่าง ฯลฯ การออกแบบจึงต้องใช้ตารางตามพิกัดเป็นหลัก การใช้ตารางพิกัดนี้อาจใช้ตลอดอาคาร เช่น ใช้ในการวางผัง กำหนดรูปด้าน ฯลฯ หรือจะใช้เฉพาะส่วนก็ได้ ขนาดของช่องตารางซึ่งเรียกว่า มิติพิกัดก็เช่นเดียวกัน อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

2. มิติพิกัด หมายถึงเนื้อที่สำหรับบรรจุส่วนประกอบอาคาร หรือเมื่อทำการก่อสร้างจะบรรจุชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเนื้อที่นั้น ดังนั้น โดยทั่วไปขนาดที่แท้จริงของส่วนประกอบอาคาร หรือชิ้นวัสดุก่อสร้างจึงมักจะเล็กกว่ามิติพิกัดเล็กน้อย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประเภทวัสดุและรอยต่อที่ใช้ ซึ่งในการผลิต ผู้ผลิตจะต้องเผื่อระยะดังกล่าวไว้ด้วย

<u>การเลือกใช้พิกัด</u>

ขนาดพิกัดมูลฐานคือ 100 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ทั่วไป แต่ก็มีหลายโอกาสซึ่งเหมาะสมที่จะใช้พิกัดใหญ่กว่ามูลฐาน เช่น ขนาดพิกัดของผืนผนังสำเร็จรูปขนาดใหญ่ นิยมใช้ขนาดพิกัด 300 มม. แทนที่ 100 มม. โดยใช้กับเนื้อที่ทางดิ่งไม่สูงกว่า 3600 มม. และในแผนผังไม่มากกว่า 7200 มม. ถ้าระยะที่ใช้กว้างกว่านั้น สำหรับผนังนิยมใช้พิกัด 600 มม. และในแผนผังใช้ 1200 มม.

<u>การเลือกมิติควบคุม</u>

การกำหนดขนาดมิติควบคุม ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณา แต่การเลือกใช้มิติดังกล่าวมักได้อิทธิพลมาจากสิ่งต่อไปนี้ คือ ส่วนประกอบอาคารตามขนาดมาตรฐานที่มีอยู่ในท้องตลาด ประเภทและวิธีวางผังโครงสร้างอาคาร ตลอดจนข้อพิจารณาด้านเศรษฐกิจของมิติที่เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอาคารตามพิกัด และการประกอบ

ขนาดของส่วนประกอบอาคาร ควรใช้ขนาดใหญ่ที่สามารถผลิตและยกย้ายติดตั้งได้โดยสะดวก โดยเพิ่มขนาดขึ้นครั้งละ 300 มม. ตามต้องการ ส่วนพื้นและผนัง อาจเพิ่มขึ้นครั้งละ 600 มม. และ 1200 มม. ยิ่งกว่านั้นอาจผลิตขึ้นโดยใช้พิกัดอื่น เพื่อที่จะได้มีโอกาสเลือกใช้ส่วนประกอบอาคารต่างๆ กัน ประกอบกันเข้าอย่างเหมาะสม

ส่วนประกอบอาคารตามพิกัด ในการสร้างอาคารที่ออกแบบโดยใช้ตารางตามพิกัด ควรใช้ส่วนประกอบอาคารตามพิกัดในที่ๆ อาจใช้ได้ทุกแห่ง โดยบรรจุส่วนประกอบอาคารลงในช่องตารางตามพิกัดที่กำหนดไว้ได้พอดี

ส่วนประกอบโครงสร้าง มิติที่ใช้ข้างล่างนี้ เป็นการประสานทางมิติ และแสดงขนาดมูลฐานของส่วนประกอบอาคาร โดยรวมเอาเกณฑ์คลาดเคลื่อนในการผลิตและติดตั้งไว้ด้วย

ก) ชิ้นสแลบพื้น ความยาวและความกว้างควรเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. หรือ ในกรณีพิเศษ 600 มม. หรือ 1200 มม.

ข) ชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนัก ควรมีความกว้างเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. ความสูงพิจารณาจารความสูงของห้อง

ค) กำแพงภายนอก, สแลบพื้น และผนังรับน้ำหนักควรต่อเนื่องเป็นระนาบเดียวทางดิ่ง ซึ่งผ่านเส้นตารางวางผังพอดี

ง) ความหนาของพื้นขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุก่อสร้าง และความสามารถในการรับน้ำหนักที่ต้องการ แต่ทั้งนี้ ถ้าเป็นไปได้ ควรใช้ความหนาเพิ่มครั้งละ 100 มม.

จ) ผนังก่ออิฐ แม้จะเป็นอิฐหรือวัสดุที่ไม่ลงพิกัดก็ควรจัดเป็นรูปร่างให้อยู่ในขนาดพิกัด

ส่วนประกอบอาคารไม่ตามพิกัด การที่จะใช้ระบบประสานทางพิกัดทุกส่วนอย่างสมบูรณ์นั้น บางครั้งไม่อาจทำได้ หรือไม่ประหยัดที่จะทำดังนั้น ดังนั้นการใช้ทั้งระบบประสานทางพิกัดบางส่วนและไม่ตามพิกัดบางส่วน จึงอาจเป็นไปได้ ในที่ซึ่งต้องใช้ส่วนประกอบอาคารที่ไม่ตามพิกัด แต่อาจยังคงได้ขนาดพิกัดอยู่ โดย

ก) นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกันให้ได้ขนาดตามพิกัด หรือ

ข) นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกันแล้วใช้ชิ้นส่วนขนาดพิเศษ เป็นส่วนเพิ่มให้ รวมแล้วได้ขนาดตามพิกัดที่ต้องการ หรือมิฉะนั้นให้ใช้เทคนิคของรอยต่อพิเศษ เช่น ทำรอยต่อให้กว้างขึ้น ซึ่งเมื่อรวมระยะทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว จะได้ขนาดตามพิกัดพอดี

ควรหลีกเลี่ยงการตัดวัสดุก่อสร้างออกขณะทำการติดตั้ง ยกเว้นเมื่อไม่อาจหาเทคนิคอื่นใดที่จะบรรจุส่วนประกอบนั้นในเนื้อที่ตามพิกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติประกอบ

มิติประกอบ ได้แก่มิติของสิ่งก่อสร้างย่อยในอาคาร เช่น ตู้เสื้อผ้า, มือจับประตู, ตำแหน่งดวงโคม ฯลฯ มิติประกอบเหล่านี้ ควรเป็นผลคูณของพิกัดมูลฐานด้วย เป็นต้นว่า ขนาดของตู้เสื้อผ้า ทั้งความกว้าง ความสูง ความลึก ควรเป็นขนาดที่ลงพิกัด 100 มม. ได้พอดี ตำแหน่งสวิชต์ไฟฟ้า ควรอยู่สูงจากพื้น 1200 มม. ปลั๊ก 300 มม. มือจับประตู 900 มม. ฯลฯ การติดตั้งท่อน้ำใช้, ท่อน้ำทิ้ง ก็เช่นเดียวกัน ให้ใช้การประสานทางพิกัดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด (MODULAR DESIGN PRACTICE)

ปัจจุบันวงการก่อสร้างได้หันมานิยมการสร้างในระบบอุตสาหกรรม หรือระบบสำเร็จรูปมากขึ้นโดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้าง การดำเนินการวางแปลนและออกแบบส่วนประกอบของอาคารเพื่อนำไปใช้ในระบบนี้ มีวิธีการที่แตกต่างออกไปจากวิธีการทำงานแบบเดิม กล่าวคือ การออกแบบส่วนต่างๆ ของอาคาร จำเป็นต้องใช้ระบบการประสานทางพิกัดเข้ามาช่วยให้มากที่สุดที่จะมากได้ เพื่อผู้ก่อสร้างจะสามารถนำส่วนประกอบต่างๆ ไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและสะดวก โดยไม่ต้องเสียเวลาอยู่กับการทำงานในลำดับขั้นต่างๆ

การผลิตส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้เดิมทีเดียวบริษัทผู้ผลิตได้เป็นผู้กำหนดขึ้นก่อน จากความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรและวิธีการเดิม เพื่อผลในการลดต้นทุนการผลิตในระยะแรก ซึ่งมีบริษัทกล้าผลิตในระยะนี้น้อยมาก ยกเว้นบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบเล็กๆ เช่น อุปกรณ์ ประตู หน้าต่าง น็อต สกรู ฯลฯ เท่านั้นที่ผลิตเป็นจำนวนมาก เพราะมีตลาดกว้างขวางกว่าส่วนประกอบอาคารชนิดอื่นๆ

ต่อมาการก่อสร้างอาคารมีความจำเป็นมากขึ้น จนหันมาใช้ระบบอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง อาคารที่สร้างทีละหลังมีผู้นิยมทำน้อยลง การทำงานเป็นกลุ่ม วางแผนเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานตลอดจนการกำหนดขนาดส่วนประกอบอาคารให้มากพอสำหรับเลือกใช้ การประสานทางพิกัดและวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบนี้จึงเป็นที่นิยมในการใช้จัดลำดับงานก่อสร้างและการประสานงาน

2.3.1 การออกแบบส่วนประกอบพิกัด (DESIGNING OF MODULAR COMPONENTS)

การออกแบบส่วนประกอบพิกัด มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตส่วนประกอบขึ้นมาให้ใช้ได้แพร่หลายในงานก่อสร้างอาคารทั่วไปเท่าที่จะเป็นไปได้

ปัญหามีอยู่ว่า มิติและรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัดจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดและทั่วถึงก่อนนำไปใช้

การออกแบบส่วนประกอบพิกัดชิ้นใหม่ ซึ่งจะต้องนำไปใช้อย่างกว้างขวางต่อไปนั้น มีวิธีปฏิบัติดังต่อไปนี้ คือ

ขั้นที่ 1 **การเลือกส่วนประกอบ** (CHOICE OF COMPONENT)

ก่อนอื่นต้องกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดแบบต่างๆ กัน เลือกเอาส่วนประกอบที่สำคัญ โดยเฉพาะซึ่งจะต้องใช้เป็นจำนวนมากซ้ำๆ กัน ออกแบบส่วนประกอบเหล่านี้ก่อน

ขั้นที่ 2 **ขอบเขตที่ใช้ได้** (RANGE APPLICABILITY)

จำนวนของงานที่ต้องทำสำหรับกำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไป เพิ่มขึ้นตามขอบเขตที่ใช้ได้ของส่วนประกอบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบพิกัด (MODULAR COMPONENT) ขึ้นอยู่กับ

ก. ชนิดของอาคารซึ่งจะนำเอาชิ้นส่วนประกอบอาคารไปใช้ เช่น ที่อยู่อาศัย สำนักงาน โรงเรียน ซึ่งประเภทของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วนประกอบ ทั้งในด้านขนาดของโครงสร้างและความแข็งแรง

ข. ความสลับซับซ้อนของแปลนอาคาร ซึ่งจะนำชิ้นส่วนประกอบไปใช้

ค. ความสูงของอาคารที่จะนำชิ้นส่วนไปใช้ ความสูงของอาคารจะเป็นตัวกำหนดการออกแบบชิ้นส่วน ในด้านการรับน้ำหนักและแรงลม

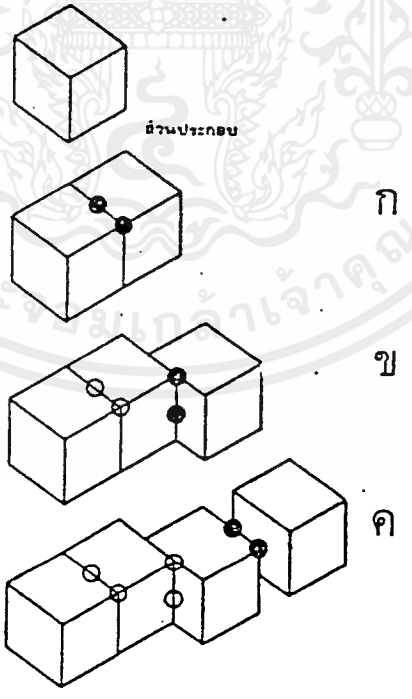
ง. ระบบโครงสร้างของอาคาร เป็นแบบเสากับคานหรือผนังรับน้ำหนัก

จ. วัสดุที่จะใช้ผลิตชิ้นส่วนประกอบของอาคาร จะช่วยในการกำหนดความเบี่ยงเบนของมิติ และเกณฑ์คลาดเคลื่อน

วิธีปฏิบัติขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 นั้น เป็นการพิจารณาเพื่อกำหนดขนาดของชิ้นส่วนประกอบ

การพิจารณา "ขอบเขตที่ใช้ได้"

รูปทรงอาคารแบบธรรมดา มีรายละเอียดที่จะต้องออกแบบน้อยกว่ารูปทรงที่สลับซับซ้อน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.3.1



รูปที่ 2.3.1 ตำแหน่งรายละเอียดที่ต้องออกแบบของรูปทรงอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณี ก. จัดส่วนประกอบ 2 ส่วนเข้าด้วยกันในแนวเดียว มีรายละเอียดที่ต้องออกแบบ 2 จุด

กรณี ข. จัดส่วนประกอบที่ 3 เพิ่มเข้าไปคนละแนวในทางราบ เพิ่มรายละเอียดขึ้นอีก 2 จุด

กรณี ค. จัดส่วนประกอบที่ 4 เพิ่มเข้าไปคนละแนวในทางราบและทางดิ่ง เพิ่มรายละเอียดขึ้นอีก 2 ชุด

ขั้นที่ 3 ขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

(NOMINAL MODULAR DIMENSION OF THE COMPONENT)

ตามขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 เมื่อได้เลือกชนิดและลักษณะของส่วนประกอบแล้ว อาจจะประมาณมิติคร่าวๆ ได้ ทั้งนี้จะต้องรู้รายละเอียดโดยเฉพาะของส่วนประกอบ ตลอดจนความประสงค์ในด้านการใช้สอย ความรู้เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต เมื่อได้พิจารณามิติของส่วนประกอบตามความประสงค์ในด้านการใช้สอยแล้ว ขั้นต่อไป คือพิจารณาขนาดมิติตามพิกัดของส่วนประกอบ

การพิจารณารายละเอียดที่ออกแบบระหว่างรอยต่อ

โดยทั่วๆ ไป ถ้าเราจะต่อส่วนประกอบอันหนึ่งเข้ากับส่วนประกอบอื่น อาจทำได้หลายวิธีต่างๆ กัน โดยการเลือกใช้รอยต่อที่เหมาะสม ความต้องการอันนี้จะมีส่วนเกี่ยวข้องไปถึงการทำรายละเอียดของส่วนประกอบ

ขั้นที่ 4 เมื่อกำหนดชิ้นส่วนประกอบของอาคารแล้ว ขั้นต่อไป คือการพิจารณารายละเอียด (Details) ของรอยต่อต่าง ๆ, ความเยื้องเบน, ความคลาดเคลื่อน เป็นต้น ข้อสำคัญการเลือกรายละเอียด จะต้องแก้ปัญหารอยต่อ และจะต้องเอาใจใส่พิเศษถึงรายละเอียดโดยเฉพาะของการต่อส่วนประกอบ มี 4 วิธี คือ

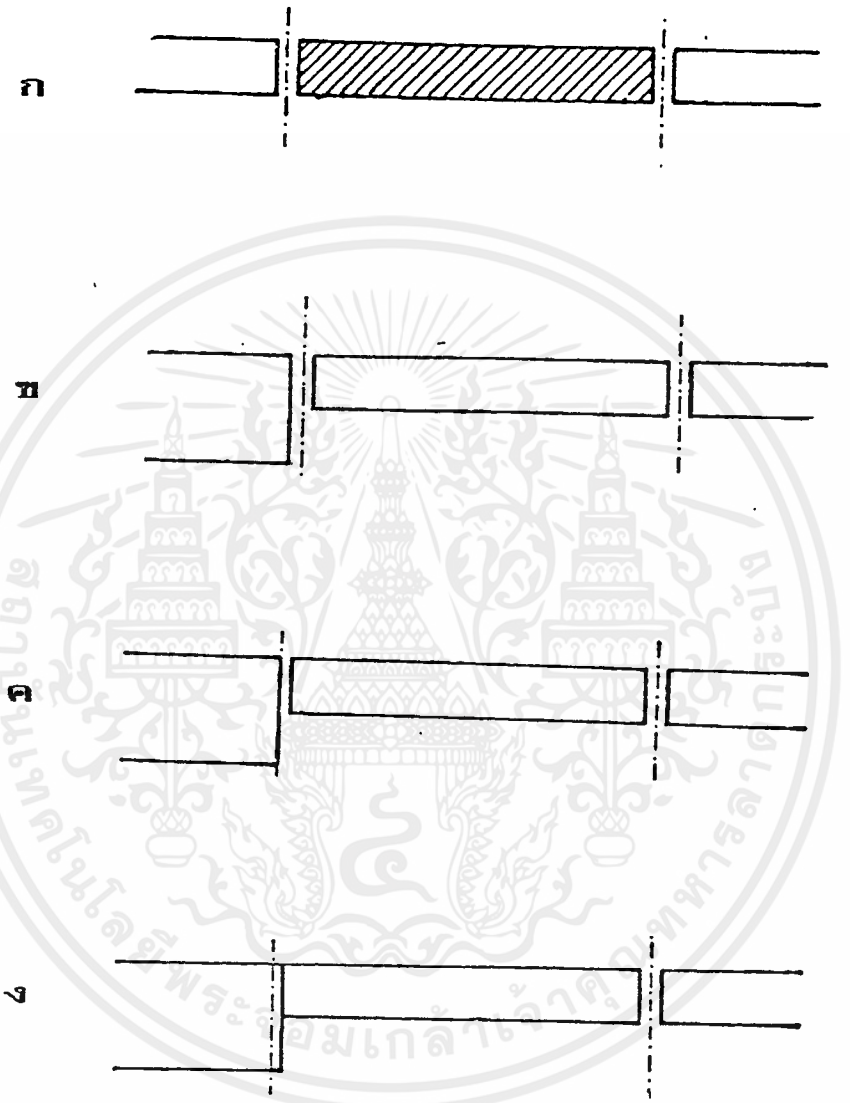
ก. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างเท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องรอยต่อ
(รูปที่ 2.3.2 ก แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนัง กับชิ้นส่วนผนัง)

ข. ส่วนประกอบที่ต่อกัน โดยช่องว่างมากกว่าครึ่งหนึ่งของรอยต่อ
(รูปที่ 2.3.2 ข แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับกำแพงอิฐ)

ค. ส่วนประกอบที่ต่อ โดยช่องว่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของรอยต่อ
(รูปที่ 2.3.2 ค แสดงถึงรอยต่อของชิ้นส่วนผนังกับ Light-Weight Concrete Block เชื่อมรอยต่อด้วย Adhesive)

ง. ส่วนประกอบที่ต่อกันโดยไม่มีช่องว่าง ต้องพิจารณามิติพิกัดใหม่
(รูปที่ 2.3.2 ง แสดงถึงขนาดชิ้นส่วนผนังกับคอนกรีต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.2 แสดงถึงรอยต่อชิ้นส่วนประกอบของอาคาร

ขั้นที่ 5 **ความแตกต่างของส่วนประกอบ (VARIANTS OF COMPONENTS)**

เมื่อส่วนประกอบพิกัดได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารแล้ว ยังต้องหาส่วนประกอบที่แตกต่างออกไปอีก เช่น ผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะต้องใช้หนากว่าผนังธรรมดาเป็นต้น นอกจากนั้นผนังหน้าอาจจะต้องทำพิเศษแตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 มิติ (DIMENSIONS)

ในขั้นงานวางผังและออกแบบอาคาร มิติเป็นเรื่องเกี่ยวข้องที่สำคัญมาก และหากเป็นงานวางผังและออกแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรมด้วยแล้ว มิติของส่วนประกอบสำเร็จรูปกับเนื้อที่ที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งส่วนประกอบนั้น ควรกำหนดให้แน่ชัดและมีการประสานกันพอดี เรียกว่า มิติประสาน แสดงถึงขนาดเนื้อที่ความต้องการของส่วนประกอบ เมื่อรวมรอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าแล้ว มิติประสานนี้ จะใช้ได้ผลดีเมื่องานขั้นต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับมิติประสานนี้มีความถูกต้องแน่นอน (ACCURACY) อย่างดี

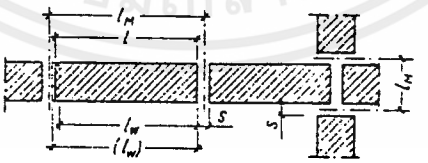
เมื่อกำหนดระบบมิติประสานขึ้นแล้ว การนำไปใช้ในขั้นต่างๆ ของงานอาจนำไปใช้ในต่างสถานที่ ต่างวาระ หลายครั้งหลายตอน เช่น ใช้กับการออกแบบโดย สถาปนิก วิศวกร ใช้ในการผลิตในโรงงาน ใช้กับการติดตั้งโดยคนงาน เป็นต้น การวัดหรือการใช้มิติในลักษณะที่แตกต่างกันทำให้เกิดมีปัญหาในการวัดขึ้น สาเหตุอาจมาจากความชำนาญในฝีมือของช่างไม่พอ ความไม่ละเอียดในการผลิตหรือสาเหตุอื่น จนทำให้ส่วนประกอบมีขนาดผิดไปจากที่คำนวณไว้ ความเบี่ยงเบน (DEVIATION) จึงจำเป็นต้องกำหนดให้มีขึ้นให้แน่นอนในเรื่องของมิติที่อาศัยซึ่งกันและกันและความคลาดเคลื่อน โดยกำหนดว่าความเบี่ยงเบนควรมีเท่าใด

การให้ขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยทั่วไปแล้วจะมีการกำหนดหน่วยของขนาดเป็นพื้นฐานอยู่ 3 อย่างคือ

a) Design Dimension, l_m เป็นการให้ตำแหน่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาด

b) Theoretical Dimension, l เป็นขนาดที่ถูกกำหนดเอาไว้ของ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

c) Actual Dimension, l_w เป็นขนาดที่แท้จริงของชิ้นส่วนที่ถูกส่งมาจากโรงงาน



รูปที่ 2.4.1 มิติพื้นฐานในระบบสำเร็จรูป

Design Dimension ควรอยู่ในรูปของผลคูณหน่วยพิกัดพื้นฐาน mM หรือเป็นผลคูณของทั้ง Module nM_b

Theoretical Dimension ได้มาจากการหักขนาดของ Joint ออกจากขนาดของ Design Dimension

$$l = nM - s \quad \text{หรือ} \quad l = nM_b - s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ s คือความกว้างของ Joint ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนสองชิ้นที่ต่อกัน กำหนดให้อยู่ในรูปของ Joint หนึ่ง Joint ไม่ว่าช่องว่างนี้จะถูกเติมด้วยวัสดุหรือไม่ก็ตาม

Actual Dimension คือขนาดที่แท้จริงของชิ้นส่วน จะแตกต่างจาก Theoretical Dimension ตรงค่าของความคลาดเคลื่อนจากการผลิต

ถ้า $l < l_m$ ค่าความคลาดเคลื่อนจะเป็นบวก

ถ้า $l > l_m$ ค่าความคลาดเคลื่อนจะเป็นลบ

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงหลักสำคัญในการกำหนดมิติอาศัยซึ่งกันและกัน ความเบี่ยงเบน ความคลาดเคลื่อน และมิติประสาน

2.4.1 มิติอาศัยซึ่งกันและกัน (INTER-DEPENDENCE DIMENSION)

ในงานก่อสร้างอาคารย่อมประกอบด้วยงานหลายชนิดหลายประเภท ที่เกี่ยวข้องกัน ปัญหาหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเสียในด้านการก่อสร้าง คือ งานที่ต้องรอกันอยู่ คนงานบางกลุ่มไม่สามารถจะทำงานต่อเนื่องได้ ต้องรอให้คนงานกลุ่มอื่นทำงานส่วนนั้นให้เสร็จไปเสียก่อนปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นเพราะงานส่วนต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยมิติซึ่งกันและกัน เช่น หน้าต่างจะติดตั้งไม่ได้ถ้าผนังพื้นและเพดานยังติดตั้งไม่เสร็จ เช่นนี้เป็นต้น งานออกแบบก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าการจัดลำดับของงานที่เตรียมไว้ช่วยตัดปัญหาเรื่องเวลาที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์เพราะการรอไปได้ แต่กลับมีปัญหาในด้านความแม่นแทน เพราะการที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีขนาดแม่นตามต้องการนั้นทำได้ยาก และยังทำให้ต้นทุนการผลิต ค่าแรง ฯลฯ สูงขึ้น ในการก่อสร้างขนาดใหญ่จำนวนมากๆจึงไม่สามารถจะกำหนดให้มีความแม่นไปทั่วทุกจุดได้ การออกแบบจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้มิติอาศัยซึ่งกันและกันในส่วนที่ไม่จำเป็นเสีย

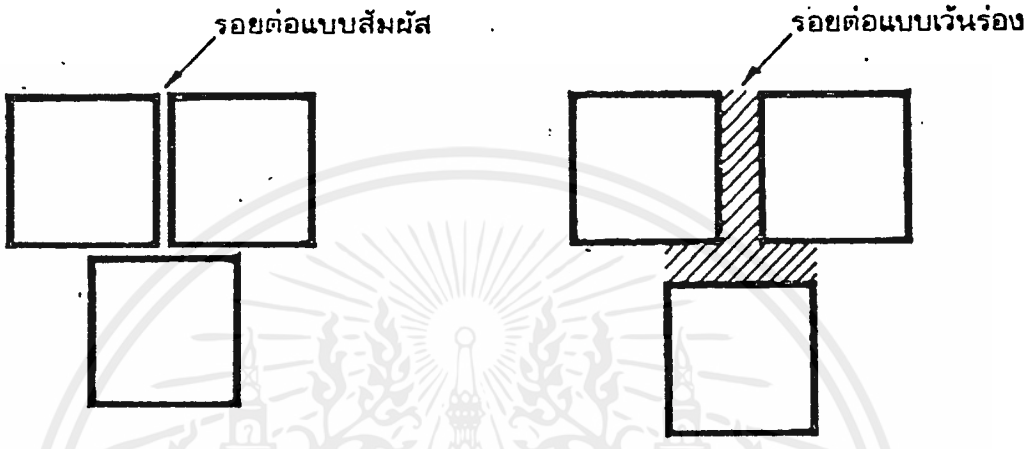
รอยต่อแบบสัมผัสหรือเว้นร่อง (CONTACT OR SPACE) ในการติดตั้งชิ้นส่วน 2 ชิ้นขึ้นไปเข้าด้วยกัน การทำงานนิยมที่จะเว้นเนื้อที่สำหรับชิ้นส่วนโดยรวมรอยต่อไว้ด้วยแล้ว ถ้ารอยต่อที่ใช้เป็นรอยต่อแบบสัมผัส (CONTACT) การทำงานอาจเกิดปัญหาขึ้นอันเนื่องมาจากการยืดหดตัวของวัสดุ ขนาดชิ้นส่วนไม่มีความแม่นพอ และการติดตั้งที่ไม่มีความชำนาญ การทำงานจึงทำได้ยาก ในทางตรงกันข้ามถ้ารอยต่อที่ใช้เป็นรอยต่อโดยวิธีเว้นร่องการทำงานจะสะดวกขึ้น สามารถทำให้เตรียมเนื้อที่ที่ต้องการได้ง่ายกว่า และเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเห็นรอยต่อได้ชัด

การเลือกวิธีต่อระหว่าง ผิวหน้า, ขอบ, จุด (Surface, Edge, Point)

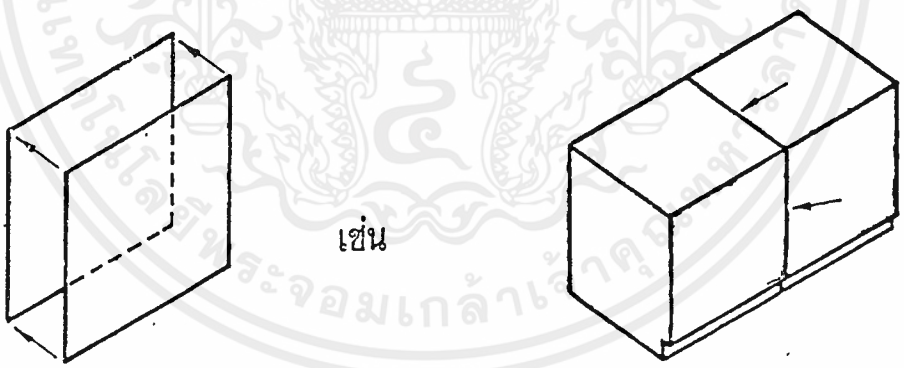
ผิวหน้า (Surface) ส่วนประกอบของครุภัณฑ์ครัวที่จะนำมาประกอบ จำเป็นจะต้องประ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กอบเข้าด้วยกันโดยมีผิวหน้าแนบกันสนิท ในด้านการทำงานทำได้ลำบากมาก เพราะส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานไม่มีความแม่นเพียงพอ ชนิดของวัสดุที่ใช้ยึดหดได้ การออกแบบรอยต่อแบบนี้นับได้ว่ายากที่สุดในการทำงาน



รูปที่ 2.4.2 รอยต่อแบบสัมผัสและแบบเว้นร่อง



ผิวต่อผิว การต่อตู้ 2 ใบ

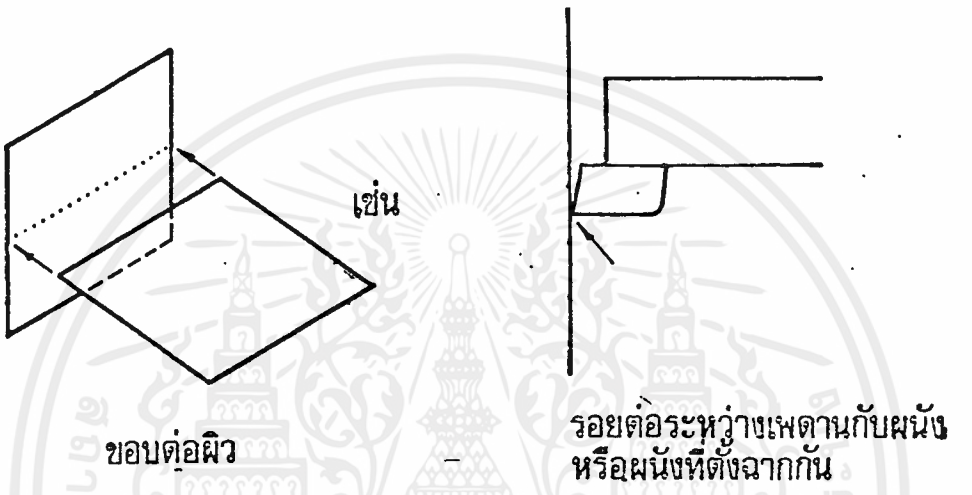
รูปที่ 2.4.3 การต่อแบบผิวต่อผิว

ขอบ (Edge) การต่อแบบนี้ส่วนมากเป็นการต่อระหว่างผนังภายในและผนังกั้นห้อง แก้ไขปัญหาโดยการทำบัวมอบ ดังในรูป 2.4.3 ในกรณีนี้แม้ขนาดส่วนประกอบจะไม่พอดีก็สามารถทำงานได้สะดวก

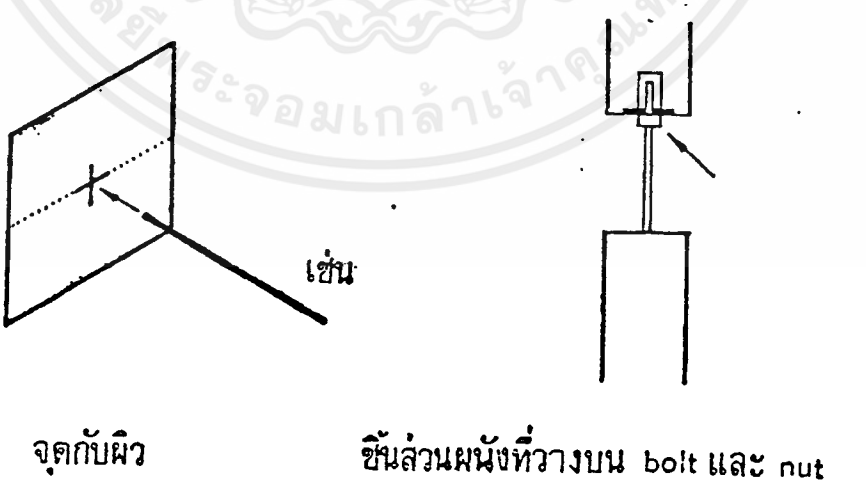
จุด (Point) การต่อแบบ จุดกับผิวหน้า เช่น การต่อของเสา, ผนัง จะช่วยให้การติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำได้ง่ายและเร็ว แก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบ ความเบี่ยงเบนและการไม่มีความแม่นในการทำงาน นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งส่วนประกอบบางชิ้นที่จำเป็นต้องมีรอยต่อระหว่างส่วนประกอบทั้ง 2 ชิ้นเกิดขึ้นพร้อมกัน 2 ชนิด ขึ้นไป เรียกว่ารอยต่อร่วม รอยต่อชนิดนี้จำเป็นที่จะต้องมีความแน่นอน และความประณีตเป็นพิเศษเพราะความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นจะทำให้มิติที่อาศัยซึ่งกันและกันในระหว่างส่วนประกอบคลาดเคลื่อนไปจนทำความลำบากในการติดตั้งเป็นอย่างมาก

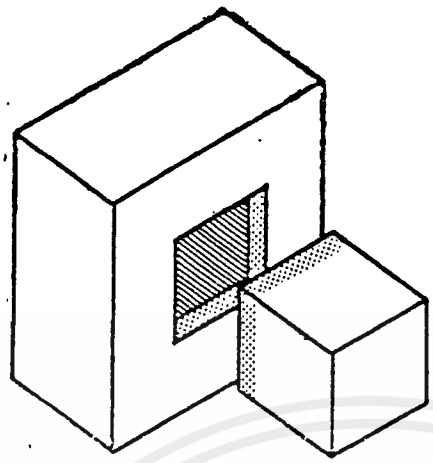


รูปที่ 2.4.4 การต่อแบบขอบต่อผิว



รูปที่ 2.4.5 การต่อแบบจุดต่อผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รอยต่อร่วม

รูปที่ 2.4.6 การต่อแบบรอยต่อร่วม

<u>วิธีหลีกเลี่ยง มิติอาศัยซึ่งกันและกันที่ไม่จำเป็น</u>

การทำงานให้ง่ายและสะดวก ย่อมเป็นที่ต้องการมานานแล้ว เคยมีผู้ตั้งเป็นหลักในการหลีกเลี่ยงปัญหาอันเกิดจากมิติอาศัยซึ่งกันและกันที่ไม่จำเป็นไว้ดังนี้

1. การใช้รอยต่อแบบสัมผัส หรือการเว้นร่อง ควรใช้น้อยแห่งที่สุด เพราะยิ่งมีรอยต่อหลายแห่ง ยิ่งทำให้เกิดมิติอาศัยซึ่งกันและกันหลายครั้ง ซึ่งเป็นผลให้เกิดการคลาดเคลื่อนมากยิ่งขึ้น รอยต่อเช่นนี้จะใช้เฉพาะที่เป็นงานพิเศษที่แสดงความชำนาญของช่างจริงๆ

2. การติดตั้ง ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งแบบผิวสัมผัส เปลี่ยนมาใช้แบบขอบต่อผิว หรือขอบต่อขอบแทน

3. ให้หลีกเลี่ยงการติดตั้งชิ้นส่วนที่มีรอยต่อหลายแบบในเวลาเดียวกัน เพราะทำงานลำบากเนื่องจากการยืดหดของวัสดุ และความไม่แม่นในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ความเบี่ยงเบน (DEVIATION)

ความเบี่ยงเบน (DEVIATION) คือ ความแตกต่างในการวัดระยะของส่วนประกอบกับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น

ในงานออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยทั่วไปจะทำงานด้วยขนาดที่กำหนดแน่นอน แต่ดังที่กล่าวแล้วถึงการไม่มีความแม่น (ACCURACY) ในทางปฏิบัติ การทำงานจึงต้องคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนและความเบี่ยงเบนอยู่ด้วยเสมอ ความเบี่ยงเบนที่ว่านี้อาจจะเกิดขึ้นในระยะใดระยะหนึ่งของการทำงานก็ได้ เช่น การวัดและการควบคุมขนาดที่ไม่ละเอียดพอ วัสดุมีคุณสมบัติยืดหดมาก โค้งงอง่าย หรืออาจเกิดขึ้นระหว่างการผลิต การขนส่ง หรือการเก็บในบริเวณก่อสร้าง

ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในโรงงาน ในการผลิตส่วนประกอบในโรงงาน ความเบี่ยงเบน อาจเกิดจาก

1. ความไม่แม่นในการวัดและควบคุมขนาด
2. คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้
3. วิธีการผลิต

ความเบี่ยงเบนในการติดตั้ง ในการติดตั้งอาจเกิดความเบี่ยงเบนได้จากสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1. ความไม่แม่นในการวัดและควบคุมขนาด
2. ขนาดและประเภทของชิ้นส่วนที่ใช้
3. วิธีการทำงานในการติดตั้ง
4. สาเหตุสุดท้ายที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ทำให้มีปัญหามาก ก็คือ ขนาดของอาคารที่ติดตั้งส่วนประกอบเรียบร้อยแล้วเปลี่ยนไปจากขนาดเดิม (บางส่วนหรือทั้งหมด) เมื่อส่วนประกอบแต่ละชิ้น การทำงานแต่ละขั้นไม่มีความแม่นพอ เกิดความเบี่ยงเบนขึ้น จะเป็นผลให้ลำบากในการติดตั้งส่วนประกอบในที่สุด

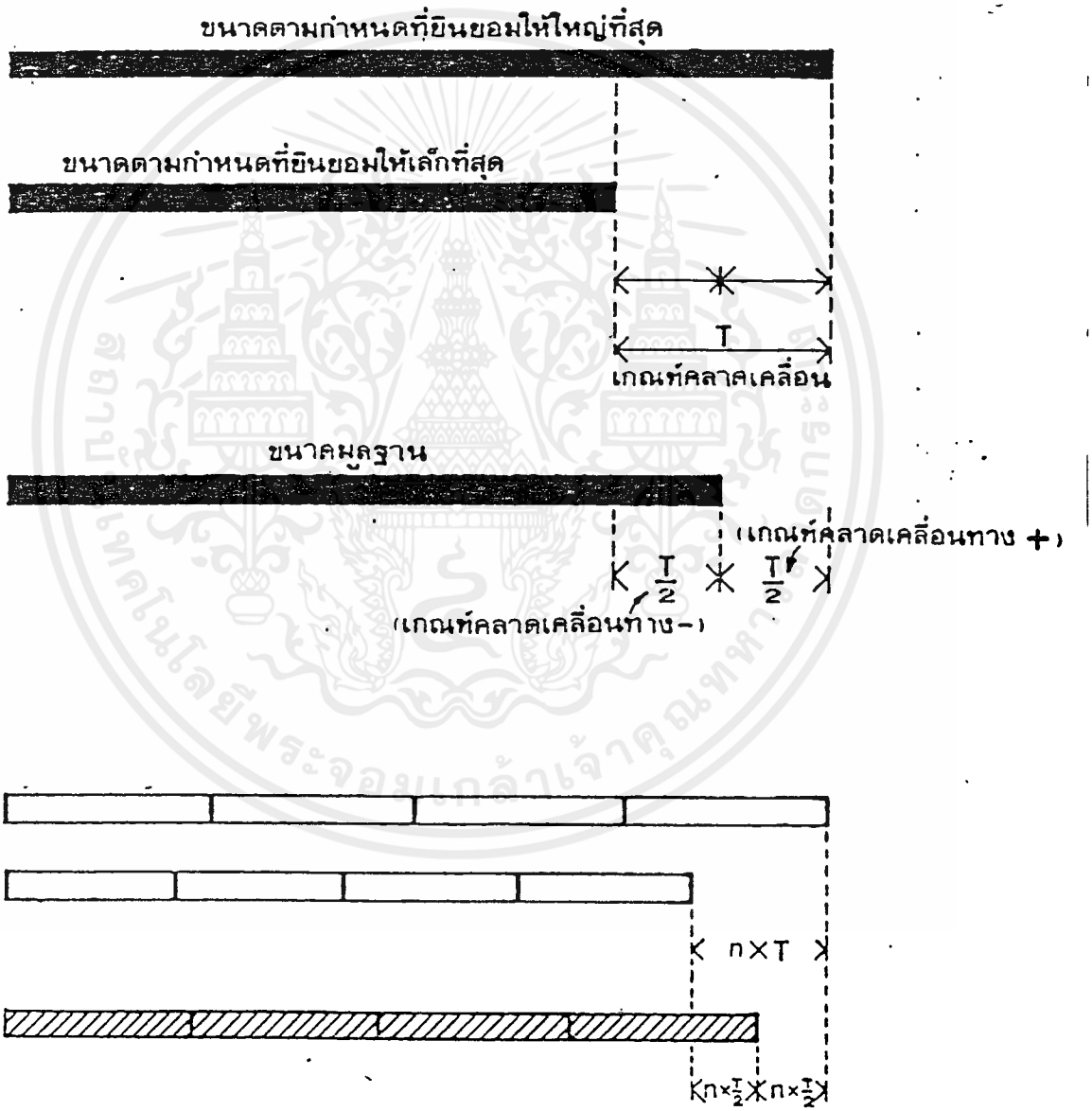
การคิดตำแหน่งของส่วนประกอบ ควรคิดตั้งแต่ระยะที่เหลือจากการติดตั้งส่วนประกอบชิ้นอื่นที่เกี่ยวข้องแล้ว ปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากความเบี่ยงเบน ควรพิจารณาแก้ไขในงานทุกขั้นที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด และยึดหลักความเบี่ยงเบนที่แท้จริงเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ความคลาดเคลื่อน (TOLERANCE)

เมื่อเป็นที่ยอมรับจากทุกฝ่ายว่า ความเบี่ยงเบนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงยาก จึงได้กำหนดความคลาดเคลื่อนขึ้น โดยถือหลักที่ว่า จะยอมให้เกิดระยะเบี่ยงเบนมากสุดได้เท่าใด

ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าของความแตกต่างของขนาดตามกำหนดที่ยินยอมให้ใหญ่สุดกับขนาดที่ยินยอมให้เล็กสุด และความคลาดเคลื่อนมีได้ 2 ประการ คือ ความคลาดเคลื่อนเกิดจากการผลิต และความคลาดเคลื่อน ณ ที่ก่อสร้าง



รูปที่ 2.4.7 การกำหนดความคลาดเคลื่อนของขนาดมูลฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดตามกำหนดในขั้นแบบร่างเรียกว่า ขนาดมูลฐาน (BASIC SIZES)

ขนาดตามกำหนดในการผลิต ทำงาน เรียกว่า ขนาดใช้งาน (WORK SIZES)

การกำหนดความคลาดเคลื่อนให้ง่ายและทำงานสะดวกที่สุด ควรกำหนดให้ความเบี่ยงเบนของขนาดมูลฐานในทางลด (NEGATIVE) และทางเพิ่ม (POSITIVE) มีค่าเท่ากัน (ดังรูป 2.4.7) และถ้างานนั้นๆ ไม่มีความจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน (เนื่องมาจากงานไม่ต้องการความแม่น) ก็สามารถใช้ขนาดมูลฐานได้

ในการติดตั้งส่วนประกอบหลาย ๆ ชิ้นเข้าด้วยกัน ระยะที่วัดได้ (ACTUAL MEASUREMENT) หลังจากการติดตั้งนั้น จะมีขนาดอยู่ในระหว่างผลรวมของขนาดเล็กที่สุดที่ยินยอมกับขนาดใหญ่สุดที่ยินยอมและการวัดความคลาดเคลื่อนรวม ให้ใช้การบวกความคลาดเคลื่อนของชิ้นส่วนที่ติดต่อกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะสามารถทราบความคลาดเคลื่อนรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

ในทางปฏิบัติอาจมีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นในทางลดหรือเพิ่ม หรือเกิดขึ้นด้านใดด้านหนึ่งทางเดียวก็ได้แต่มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก ผลรวมของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด อาจมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบแต่ละชิ้นรวมกัน

เกณฑ์คลาดเคลื่อนนี้จำเป็นต้องจัดให้มีขึ้นในการประกอบอาคารย่อยๆ หลายชิ้นเข้าเป็นเนื้อที่ผืนใหญ่ เช่น ผนังคอนกรีตบล็อก ซึ่งใช้คอนกรีตบล็อก ขนาด 400 มม. 10 ก้อน เป็นความกว้างทั้งหมด 4 เมตร ซึ่งขนาดที่แท้จริงของบล็อกมีความกว้างไม่ถึง 400 มม. แต่เผื่อแนวปูนก่อไว้ด้วยว่า เมื่อก่อเรียบร้อย จะได้ความกว้างของก้อน 400 มม.พอดี

เกณฑ์คลาดเคลื่อนเหล่านี้ แตกต่างกันตามประเภทวัสดุก่อสร้าง รอยต่อที่อาจใช้ขนาดต่อไปนี้เป็นแนวทางได้

ในทางความกว้าง ให้มีค่าใกล้เคียง 4 เมตร หรือเป็นชิ้นส่วนย่อย 10 ชิ้น

ในทางความสูง ให้มีค่าใกล้เคียง 3 เมตร หรือเป็นชิ้นส่วนย่อย 10 ชิ้น

ในทางความหนา ให้ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุนั้น ๆ

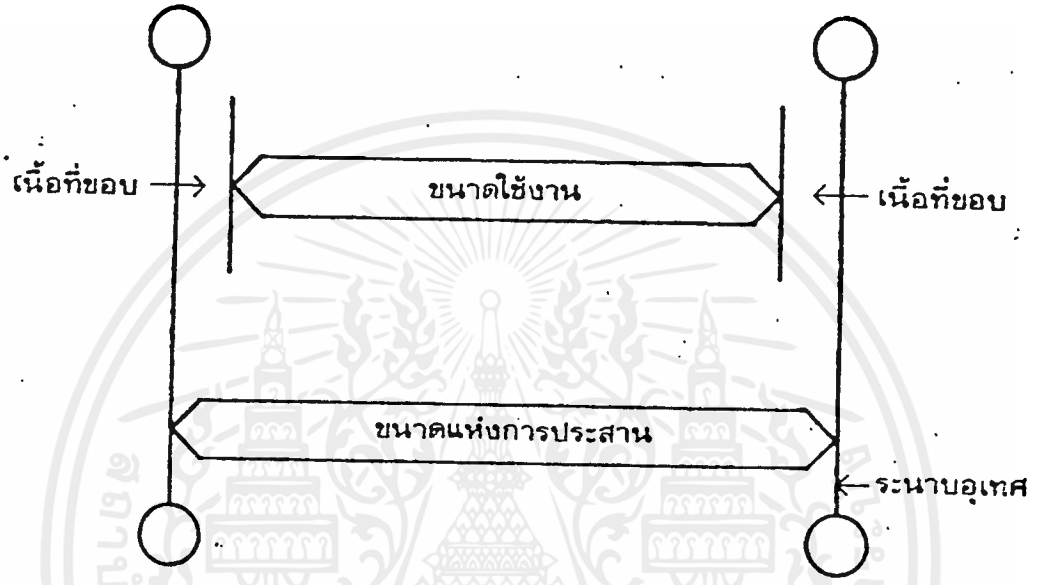
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 มิติประสาน (CO-ORDINATING DIMENSION)

มิติประสาน คือมิติหรือระยะที่เตรียมไว้ เพื่อติดตั้งส่วนประกอบ หรือกลุ่มของส่วนประกอบหรือส่วนมูล (ELEMENT)

ขนาดประสาน = ขนาดใช้งาน + เนื้อที่ตรงขอบทั้ง 2 ด้าน

CO-ORDINATING SIZE = WORK SIZE + 2 MARGINS



รูปที่ 2.4.8 ขนาดใช้งานและขนาดแห่งการประสาน

การเลือกมิติประสาน การเลือกมิติประสานสำหรับส่วนประกอบสำเร็จรูป จะตัดสินได้จากประสบการณ์ที่พบบ่อยๆ ในการติดตั้ง และขนาดส่วนประกอบที่จะกำหนดเป็นขนาดใช้งานควรวัดได้แน่นอน และกำหนดตายตัวในขณะออกแบบ ขนาดประสานจะเปลี่ยนไปตามเนื้อที่รอยต่อทั้งสองข้าง ซึ่งรอยต่อนี้จะมีขนาดที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการออกแบบและอีกหลายสิ่งหลายอย่าง ในการประกอบส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าด้วยกัน มิติประสานของส่วนประกอบเหล่านี้จะไม่แน่นอนเหมือนกับที่กำหนดไว้ในส่วนประกอบชิ้นเดียว เช่น ส่วนประกอบพื้นเข้าลิ้นเป็นต้น ถ้าเป็นกรณีนี้ มิติประสานที่กำหนด ควรกำหนดตามความชำนาญหรือประสบการณ์ที่พบเห็นในปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

มิติประสานที่แน่นอน คือมิติประสานของส่วนประกอบที่มีความเบี่ยงเบนเกิดขึ้นน้อยมาก จนสามารถถูกกลืนหายไปในรอยต่อที่กำหนดให้ ขนาดประสานของส่วนประกอบก็จะไม่เปลี่ยน ซึ่งจะทำให้การทำงานในขั้นต่อมาดำเนินไปอย่างสะดวก ตัวอย่าง เช่น การประกอบส่วนประกอบโครงสร้างใหญ่บางชนิดจำเป็นต้องมีขนาดประสานที่แน่นอนเมื่อติดตั้งแล้ว งานขั้นต่อไป เช่น การทำพื้น, ติดตั้งผนัง, หน้าต่าง ประตู จะถือมิติประสานของโครงสร้างเป็นหลักอ้างอิง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางกรณี ส่วนประกอบโครงสร้างมีรอยต่อที่ไม่แน่นอน (การก่อผนังอิฐ) เพื่อสะดวกในการทำงานตามลำดับขั้น จึงกำหนดขอบเขตของเนื้อที่โครงสร้างนั้นไว้ให้แน่นอน และส่วนประกอบโครงสร้างให้ดำเนินไปภายในขอบเขตนั้นๆ เพื่อถือเป็นมิติประสานหลักในการจะดำเนินงานชนิดอื่นต่อไป

มิติประสานที่ไม่แน่นอน ถ้าความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบเกิดขึ้นมากเกินกว่าที่จะอยู่ในรอยต่อได้ มิติประสานจะเปลี่ยนไปทันที การทำงานจะต้องดำเนินไปโดยอาศัยประสบการณ์ที่พบเห็นเหตุการณ์และตัดสินใจด้วยสามัญสำนึก พิจารณาตามธรรมชาติและลักษณะของส่วนประกอบที่นำมาใช้ ตัวอย่าง เช่น ครุภัณฑ์ในห้องครัวที่จำเป็นต้องติดตั้งโดยวิธีต่อผิวสัมผัส จำเป็นต้องผลิตขนาดส่วนประกอบครุภัณฑ์ให้มีความเบี่ยงเบนไปในทางลด เนื่องการติดตั้งจะสะดวกสำหรับเนื้อที่ที่ไม่พอดี และอาจใช้บัวไม้ปิดให้เรียบร้อยได้ แต่ถ้าเป็นผนังเบากั้นห้องภายใน ควรอย่างยิ่งที่จะต้องผลิตให้มีความเบี่ยงเบนของส่วนประกอบไปในทางเพิ่ม เพราะสามารถตัดส่วนที่เกินได้โดยง่าย เป็นต้น

การทำเครื่องหมายบอกมิติ (MARKING OUT OF DIMENSIONS) ความพยายามที่จะรักษามิติให้มีความแม่นนั้น สามารถทำได้เฉพาะในโรงงานหรือในห้องทำงานเท่านั้น ในขณะทำงาน ณ ที่ก่อสร้าง การที่จะรักษามิติให้มีความแม่นนั้น กระทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 มิติควบคุม (CONTROLLING DIMENSION)

มิติควบคุม (แสดงในแบบโดยการเขียนวงกลมไว้ที่ปลายของเส้นมิตินั้น) จัดให้มีขึ้นตามความจำเป็นของการประสานของมิติในอาคาร และในเวลาเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นกรอบโครงสำหรับกำหนดขนาดของส่วนประกอบอาคาร โดยวิธีบวกเนื้อที่ตามพิกัดไว้ (แต่ขนาดใช้งานของชิ้นส่วนไม่อาจใช้ขนาดจากมิติควบคุมได้โดยตรง เพราะจะต้องเผื่อระยะต่อและระยะคลาดเคลื่อนไว้ด้วย)

วัตถุประสงค์ในการกำหนดมิติควบคุม คือ

1. เพื่อใช้ในการออกแบบอาคารให้ประสานกันในทุกๆ ส่วน
2. กำหนดมิติทั้งทางตั้งและทางนอน ซึ่งจะนำไปใช้ในการกำหนดขนาดของส่วนประกอบอาคารต่อไป
3. เพื่อกำหนดวิธีการติดตั้งส่วนประกอบอาคาร

<u>มิติควบคุมทางดิ่ง</u>

1. ความสูงของชั้น (ระยะจากพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้นบน) คือการประสานทางมิติในทางตั้ง และความสูงนี้ควรเลือกจากอัตรา 2200 มม. โดยเพิ่มขึ้นคราวละ 100 มม. จนถึง 3600 มม. เว้นไว้แต่ว่างานนั้นต้องการความสูงเป็นพิเศษ มิติควรเป็นผลคูณของ 300 มม.

2. ความสูงของห้อง (ระยะจากพื้นถึงเพดาน) ความสูงของห้องควรเลือกจากอัตรา 2100 มม. จนถึง 3300 มม. โดยเพิ่มคราวละ 100 มม. เว้นไว้แต่ว่าต้องการความสูงเป็นพิเศษ มิติควรเป็นผลคูณของ 300 มม. ความสูงของห้อง 2100, 2400, 2700, 3000, 3300 มม.

3. ความหนาของพื้นความหนาของพื้นไม่สามารถจะเป็นไปตามพิกัดได้เสมอไป แต่ถ้าเป็นไปได้ ความหนาของเขตที่เป็นพื้น (และหลังคา) ควรเป็นผลคูณของ 100 มม.

4. การเปลี่ยนระดับ การเปลี่ยนระดับที่ทำให้ความสูงต่างกัน ควรเป็นผลคูณของ 100 มม.

<u>มิติควบคุมทางนอน</u> มิติควบคุมทางนอน อาจใช้มิติใดมิติหนึ่งของขนาด 3พ (300 มม.), 6พ (600 มม.), 12พ (1200 มม.) ในการจัดวางตาราง มิติควบคุมทางนอนนี้อาจควบคุมระยะระหว่างกึ่งกลางถึงกึ่งกลาง เช่น กึ่งกลางเสาถึงกึ่งกลางเสา, หรือระหว่างขอบถึงขอบ เช่น ขอบของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ช่องตารางหนึ่ง คือที่ติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างชิ้นหนึ่ง และช่องตารางถัดไปก็คือ ที่ตั้งของชิ้นส่วนโครงสร้างถัดไป

1. ที่ตั้งของเสาและกำแพงรับน้ำหนัก ควรแสดงในแผนผังตามวิธีใดวิธีหนึ่ง ต่อไปนี้

ก) เส้นควบคุม ทับกับเส้นผ่ากลาง เสาและกำแพงรับน้ำหนักแต่ละต้นหรือผืนต้องอยู่ในที่ซึ่งเส้นผ่ากลางทับกับเส้นตารางตามพิกัด ซึ่งเป็นเส้นควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ระยะระหว่างเส้นควบคุมทางขวางและทางยาวในแผนผังไม่จำเป็นต้องเท่ากัน
2. ในกรณีที่มีชิ้นส่วนที่มีรูปร่างไม่สมดุลย์ เส้นผ่ากลางไม่ทับกับเส้นกึ่งกลางชิ้นส่วนก็ได้

ข) เส้นควบคุมขอบของเขตเสา และกำแพงต้องอยู่ในเขตเป็นกลาง ซึ่งการจัดวางนั้นอยู่ในลักษณะที่ทำให้เส้นบังคับหรือขอบของเขตเป็นระยะพิกัดจากเส้นควบคุมบนขอบของเขต ของเขตเป็นกลางถัดไป

2. ที่ตั้งของส่วนประกอบอาคารที่มิได้ทำหน้าที่รับน้ำหนัก เช่น ฝาประจัน, ผนังลอย ฯลฯ มิติบังคับทางนอนของส่วนประกอบอาคารประเภทนี้ให้ทำตารางตามพิกัดแยกต่างหาก แล้ววางทับบนตารางพิกัดของโครงสร้างเดิม เพื่อแสดงที่ตั้งของส่วนประกอบดังกล่าว

3. มิติควบคุมของเขต (ตัวอย่างเช่น ระยะระหว่างขอบของเขต และในกรณีของเขตเสา ได้แก่ ระยะทางนอนทั้งทางด้านขวางและด้านยาว) จะต้องเป็นผลเพิ่มของ 100 มม.

หมายเหตุ ถ้าระยะเหล่านี้ไม่สามารถจัดให้ลงพิกัดได้ เขตดังกล่าวจะกลายเป็นเขตเป็นกลาง

4. มิติบังคับสำหรับระยะระหว่างเขต ที่ซึ่งที่ตั้งของเขตรับน้ำหนัก หรือเสาขึ้นอยู่กับระยะพิกัดระหว่างขอบของเขต ระยะนี้จะต้องเป็นผลเพิ่มของ 100 มม.

<u>มิติบังคับระยะกลาง</u> มิติบังคับระยะกลาง ได้แก่ มิติของส่วนประกอบอาคารส่วนกลาง เป็นต้นว่า ประตู หน้าต่าง ซึ่งถ้าจะให้ประสานได้ผลดีกับมิติทางดิ่ง ควรใช้ความสูงของขอบบน 210 มม. และเนื่องจากมิติทางดิ่งเป็นมิติเพิ่มของ 300 มม. เช่น ขนาดของอิฐ และบล็อก ดังนั้นความสูงของใต้ธรณีหน้าต่างก็ควรใช้ส่วนเพิ่มของ 300 มม. เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง (JOINT IN STRUCTURAL COMPONENTS)

การที่เรามีการออกแบบอาคารโดยระบบการประสานทางพิกัดเพราะเราหวังผลในทางเศรษฐกิจ และในประสิทธิภาพในระบบการผลิต ฉะนั้นระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป จึงมีบทบาทที่สำคัญในการสนองความมุ่งหมายที่สมบูรณ์ ต่อระบบการประสานทางพิกัด

ส่วนประกอบ (Components) เป็นชิ้นส่วนประกอบของอาคารที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบอาคารสำเร็จรูปทั้งที่มีการประสานทางพิกัดและไม่มีการประสานทางพิกัด แต่อาคารสำเร็จรูปที่ออกแบบโดยการใช้ระบบการประสานทางพิกัด เป็นอาคารที่เราสามารถบรรลุซึ่งเป้าหมายซึ่งได้วางไว้ข้างต้น

ส่วนประกอบของอาคาร มีส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้าง ส่วนประกอบทั้งหมดจะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีของการประสานรอยต่อ (Method of Connection)ส่วนประกอบโครงสร้าง (Structural Components) เป็นส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรง เราออกแบบได้กับอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบโครงเสาและคาน หรือโครงประเภทอื่นๆ และอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบกำแพง หรือผนังรับน้ำหนัก

สำหรับส่วนประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้าง คือ ฝ้าเพดาน ผนังรอบนอก และผนังภายในที่ไม่ได้ทำหน้าที่รับน้ำหนัก กระเบื้องปูพื้น อิฐหรือวัสดุก่อประเภทใดก็ตาม กรอบและบานประตูหน้าต่าง ต่างมีหลักการและวิธีการประกอบและติดตั้ง ซึ่งได้ปฏิบัติกันอยู่ตามปกติอยู่แล้ว ถ้าจะนำมาร่วมกับส่วนประกอบโครงสร้างก็ได้ เช่น การใช้อิฐประดับหรือกระเบื้องประดับติดต่อกับส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังไว้ก่อน เป็นต้น ซึ่งพิกัดของอิฐหรือกระเบื้องประดับก็ต้องประสานกับพิกัดของผนังโครงสร้าง ซึ่งผลิตเป็น Component ด้วย

เนื่องจากอาคารสำเร็จรูป ประกอบด้วยส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบตั้งและระนาบนอน และแต่ละชิ้นส่วนก็มีการกำหนดขนาดตามที่จะปฏิบัติงานก่อสร้างได้โดยสะดวกรวดเร็ว ชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อประกอบกันเป็นอาคารสมบูรณ์แล้ว อาคารนั้นจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรง นอกจากจะมีความสามารถที่จะต้องรับน้ำหนักตายตัวและน้ำหนักจรภายในแล้ว จะต้องมีความสามารถในการต่อต้านแรงกระทำภายนอก (External Forces) เช่น แรงลม ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

การออกแบบส่วนประกอบโครงสร้าง ผู้ออกแบบ คือ สถาปนิก และวิศวกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบโครงสร้างวัสดุที่จะใช้เป็นส่วนประกอบโครงสร้าง วิธีการประสานรอยต่อต่างๆ ของโครงสร้าง และโดยเฉพาะพฤติกรรมของส่วนประกอบโครงสร้าง (Structural Behavier) ในด้านการต่อต้านแรงกระทำภายนอกของอาคารที่มีการก่อสร้างโดยระบบสำเร็จรูปเป็นอย่างดี

แรงกระทำภายนอก (External Forces) มีโอกาสทำความเสียหายให้แก่อาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยง่ายมากกว่าแรงกระทำภายใน ซึ่งได้แก่ Dead Load และ Live Load แรงกระทำภายนอก กระทำต่ออาคารในทิศทางที่กำหนดแน่นอนไม่ได้ ขนาดของแรงเท่าใดเราไม่สามารถทราบแน่ได้ เวลาที่แรงกระทำก็รู้ไม่ได้ ฉะนั้นในการแกะแบบโครงสร้าง และรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบดิ่ง (Vertical Plane) และระนาบนอน (Horizontal Plane) ในลักษณะของ 3 มิติ จะต้องถูกนำมาพิจารณาโดยถี่ถ้วน

รอยต่อโครงสร้าง จะแตกต่างกันตามวัสดุ ระบบโครงสร้าง และวิธีการก่อสร้าง ระบบโครงสร้างและวิธีการก่อสร้าง สถาปนิกและวิศวกรในหลายประเทศต่างคิดค้นระบบและวิธีการของตนเอง ซึ่งแตกต่างกันในรายละเอียดแต่ในหลักเกณฑ์ขั้นพื้นฐาน ก็คงต้องใช้ระบบและหลักเกษฑ์ที่เป็นหลักการของการผลิตทางอุตสาหกรรมอย่างเดียวกัน

คุณสมบัติและคุณลักษณะของรอยต่อโครงสร้าง

1. ส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบตั้งและระนาบนอน เมื่อได้ประกอบกันเป็นอาคารสมบูรณ์แล้ว จะต้องมีความสามารถที่จะต่อต้านแรงกระทำภายนอกได้ในทุกๆ แนวทางที่แรงภายนอกกระทำ เพราะการที่ส่วนประกอบโครงสร้างส่วนใดส่วนหนึ่ง มีการเคลื่อนเสียหาย หรือพัง จะเป็นสาเหตุให้โครงสร้างทั้งหมดพังได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาคารสูงที่มีมากชั้น (High-Rise Building) ไม่ว่าโครงสร้างจะเป็น Load Bearing Structure หรือ Framed Structure

2. ข้อต่อหรือรอยต่อต่างๆ (Connection Joints) ของส่วนประกอบโครงสร้างจะต้องผ่านการพิเคราะห์โดยละเอียดถี่ถ้วน ในการออกแบบทั้งในด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม วิธีการการสร้าง และการจัดระบบการผลิต

3. คุณสมบัติของรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง จะต้องมีความสมบูรณ์ในด้าน

   3.1 ทฤษฎี

   3.2 การปฏิบัติในการผลิต

   3.3 การปฏิบัติการเคลื่อนย้ายขนส่ง

   3.4 การปฏิบัติการประกอบติดตั้ง

4. รอยต่อต่างๆ จะต้องมีความสามารถในการป้องกันการรั่วไหล ซึมจากน้ำฝน และความร้อน ความหนาว (ในระดับ Discomfort ได้เป็นอย่างดี)

การออกแบบรอยต่อส่วนประกอบโครงสร้าง จะต้องพิจารณา

1. วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้าง

2. วิธีการต่อ หรือการประสานรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับกำแพงฐาน

3.3 รอยต่อระหว่างพื้นกับกำแพงฐาน

3.4 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปด้วยกัน

3.5 รอยต่อระหว่างพื้นด้วยกัน

3.6 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับโครงสร้างหลังคา

ในกรณีที่มีการออกแบบให้ส่วนฐานเป็นโครงสร้างเสาและคาน โดยให้ส่วนเหนือขึ้นไปเป็นระบบโครงผนังสำเร็จรูป รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับคาน จะเป็นแบบเดียวกับรอยต่อในข้อ 3.2

หมายเหตุ - สำหรับฐานรากและกำแพงฐานที่ใช้กับอาคารขนาดหนัก จะต้องหล่อกับที่

- สำหรับห้องใต้ดิน (Basement) ควรหล่อกับที่เช่นกัน ถ้าทำเป็น Components ประกอบกัน รอยต่อจะมีมากและปัญหาการรั่วซึมจะมีมากขึ้น

รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งใช้กับอาคารสำเร็จรูป

แบ่งตามประเภทของวัสดุก่อสร้างที่ปฏิบัติกันอยู่ทั่วไป มีดังต่อไปนี้

1. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้ด้วยกัน
2. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นคอนกรีตด้วยกัน
3. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กด้วยกัน
4. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กกับคอนกรีต
5. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้กับคอนกรีต
6. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อครับน้ำหนักด้วยกัน
7. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อครับน้ำหนักกับไม้
8. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อครับน้ำหนักกับเหล็ก
9. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อครับน้ำหนักกับคอนกรีต
10. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นวัสดุเบาที่ใช้รับน้ำหนักได้สำหรับอาคารขนาดเบา เช่น แอสเบสตอส เป็นต้น

รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างตามที่กล่าวมาแล้ว ในเรื่องที่ว่าด้วยการแบ่งประเภทตามระบบโครงสร้างนั้น จะเห็นได้ว่ารอยต่อระหว่างกำแพงหรือผนังรับน้ำหนัก มีหลักการและวิธีการที่แปรไปได้มากประการ และโดยเฉพาะมีการเกี่ยวเนื่องกับรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมและการแสดงออกในรูปลักษณะของสถาปัตยกรรมมากกว่าส่วนประกอบอื่นๆ

ฉะนั้น การเรียนรู้และการฝึกหัดในการออกแบบแก้ปัญหาอาคารสำเร็จรูปที่สร้างในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการก่อสร้าง หรือระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ซึ่งมีระบบต่างๆ
4. อุปกรณ์ต่อหรือยึด
5. วิธีการประกอบ และติดตั้งส่วนประกอบโครงสร้าง
6. วัสดุที่ใช้อุดหรือยาแนว หรือปิดทับแนวรอยต่อ
7. จำนวนชั้น และความสูงของอาคาร
8. ภาระในการรับแรง ทั้งแรงกระทำภายนอกและภายในของแต่ละประเภทของชิ้นส่วน
9. เครื่องมือ และเครื่องมือกลที่จะใช้ในการปฏิบัติการรอยต่อ และส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็น ไม้ หรือวัสดุเบาอัดชนิดต่างๆ
10. การแสดงออกทางสถาปัตยกรรม ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาเป็นพิเศษ สำหรับส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนัง (Wall Components)

รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งใช้กับอาคารสำเร็จรูป

แบ่งประเภทตามระบบโครงสร้างมี 3 ประเภท

1. ประเภทกำแพงรับน้ำหนัก มีรอยต่อ ดังต่อไปนี้
   - 1.1 รอยต่อระหว่างกำแพงฐาน (Wall Foundation) กับฐานราก (Footing) ในกรณีที่ทำฐานรากและกำแพงฐานสำเร็จรูปเป็นส่วนประกอบโครงสร้างทั้งหมด (ใช้กับอาคารชั้นเดียวซึ่งเป็นอาคารขนาดเบาได้)
   - 1.2 รอยต่อระหว่างพื้นกับกำแพงรับน้ำหนัก และกับกำแพงฐาน
   - 1.3 รอยต่อระหว่างกำแพงกับน้ำหนักด้วยกัน (Wall Component)
   - 1.4 รอยต่อระหว่างพื้นด้วยกัน (Floor Component)
   - 1.5 รอยต่อระหว่างกำแพงรับน้ำหนัก กับโครงสร้างหลังคา
2. ประเภทเสาและคาน มีรอยต่อดังต่อไปนี้
   - 2.1 รอยต่อระหว่างเสาตอม่อกับฐานราก
   - 2.2 รอยต่อระหว่างเสากับเสา
   - 2.3 รอยต่อระหว่างเสากับคาน
   - 2.4 รอยต่อระหว่างพื้นกับคาน
   - 2.5 รอยต่อระหว่างพื้นด้วยกัน
   - 2.6 รอยต่อระหว่างเสาและคานหลังคากับโครงสร้างหลังคา
3. ประเภทโครงผนังสำเร็จรูป ชิ้นแต่ละโครงจะมีขนาดตามตารางพิกัดแผนผังติดตั้งอยู่บนกำแพงฐานซึ่งเป็นกำแพงรับน้ำหนัก นิยมใช้กับอาคารขนาดเบา มีรอยต่อดังต่อไปนี้
   - 3.1 รอยต่อระหว่างกำแพงฐานกับฐานราก

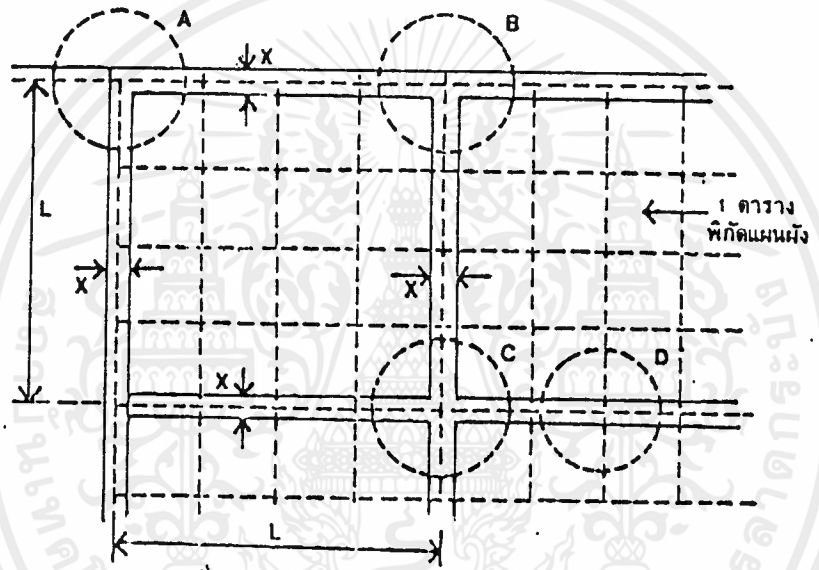
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประสานทางพิกัด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความเข้าใจในหลักเกณฑ์ของรอยต่อกำแพงผนังอันเป็นขั้นพื้นฐานของการออกแบบรอยต่อ

รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนัง

(Structural Wall Components)

หมายถึงส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนังรับน้ำหนัก (Load Wall Bearing) และผนังที่ประกอบด้วยโครงกับวัสดุประเภท Wall Board หรือ Wood Plank ห่อหุ้ม หรือผนังที่ผลิตจากวัสดุอัดบางประเภท โดยมีขนาดตามหน่วยพิกัด ซึ่งผนังประเภทนี้จะทำหน้าที่รับน้ำหนักเช่นกัน แต่ใช้เฉพาะกับอาคารขนาดเบาเท่านั้น



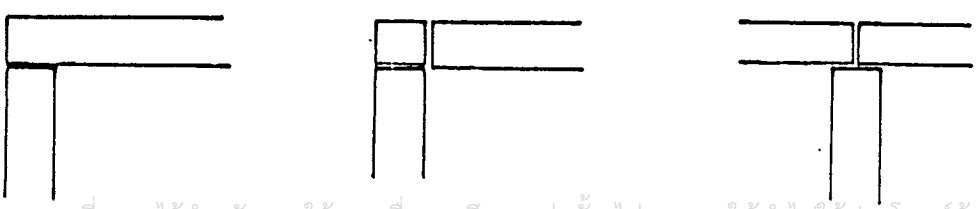
รูปที่ 2.5.1 แผนผังตัวอย่างตารางพิกัด

ตามรูปจะเห็นได้ว่า แผนผังตัวอย่างได้ถูกแบ่งเป็นตารางพิกัดแผนผัง ซึ่งเราได้ตัดสินใจแล้วที่จะนำส่วนประกอบโครงสร้างเป็นหน่วยๆ ตามตารางพิกัดแผนผังนี้ (ตามมิตินิยม) ปัญหาของการออกแบบรอยต่อจะเกิดขึ้นที่จุด A (Corner), B (Junction), C (Cross Junction) และ D (Joint Between Wall Components In Same Direction)

รอยต่อกำแพงหรือผนังโครงสร้างแบ่งประเภทตามหลักการต่อ

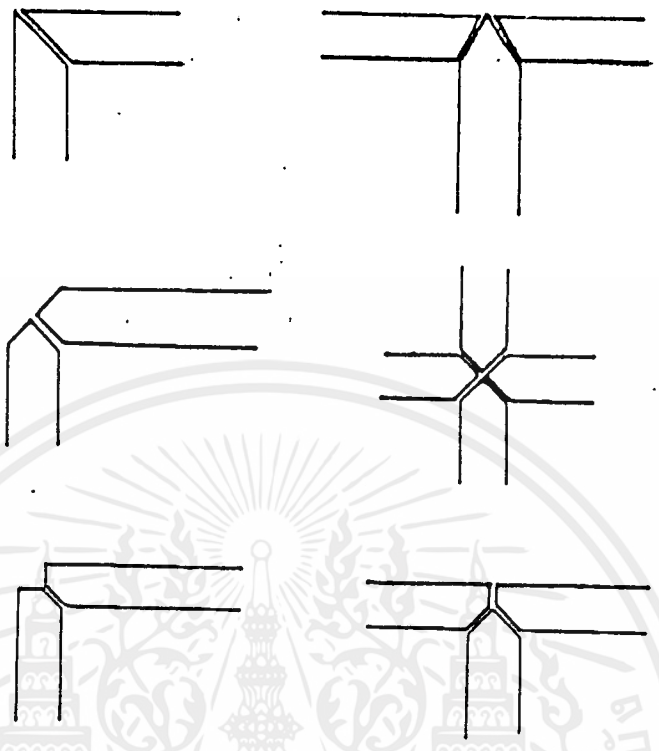
แบบลักษณะของรอยต่อขั้นพื้นฐาน มีดังต่อไปนี้

1. แบบต่อชน

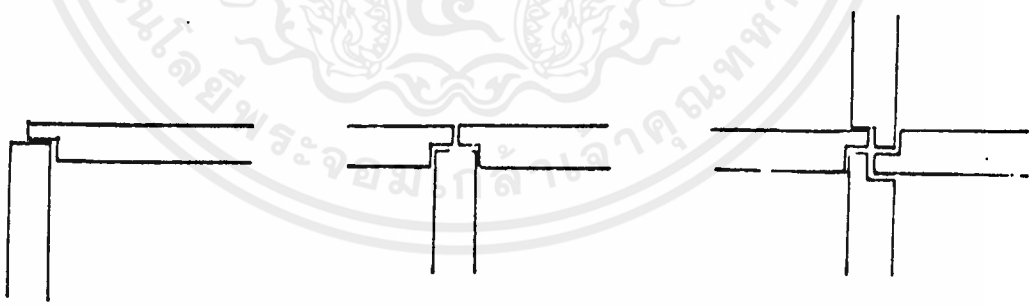


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

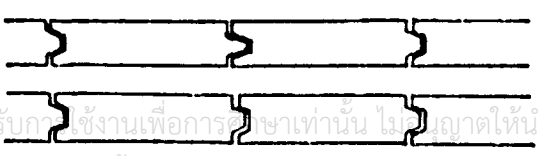
2. แบบต่อเข้าปากกบ



3. แบบต่อเข้าปากคาบ



4.แบบต่อเข้าลิ้นราง นิยมใช้กับเข็มพืด (Sheet Piles) ซึ่งผลิตเป็นแผ่นๆ ขนาดตามพิกัดนิยมของเข็มพืด ใช้ทำกำแพงเชื่อน แต่ละชิ้นส่วนถือค่าเป็น 1 หน่วยพิกัดนิยมของส่วนประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนังเข้าด้วยกัน ข้อระมัดระวัง

การยึดส่วนประกอบโครงสร้างเป็นกรรมวิธีที่ละเอียด ประสิทธิภาพในการผลิต การติดตั้ง การจัดงานก่อสร้าง ความมั่นคงแข็งแรง และความเรียบร้อยสวยงาม เป็นหลักการสำคัญยิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบรอยต่อ การกำหนดวิธียึด และการใช้อุปกรณ์ยึด

การพิจารณาทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง และการพิจารณาทางสถาปัตยกรรมจะต้องพิจารณาร่วมกันทุกๆ รอยต่อ ทั้งรอยต่อรอบนอกและรอบในของอาคาร

ข้อระมัดระวัง เกี่ยวกับแรงที่จะกระทำกับผนังได้ในลักษณะของแรงเฉือน

ผนังในระนาบนอน ผนังในระนาบตั้ง

นั่นคือ จะต้องมีการยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนัง ทั้งในระนาบราบ หรือนอน (Horizontal Plane) และในระนาบตั้ง (Vertical Plane) เพื่อต่อต้านแรงเฉือนทั้ง 2 ระนาบได้ นอกจากจะต่อต้านแรงอัดและแรงดึงที่เกิดจากแรงกระทำภายใน (Internal Forces) อันเป็นปกติทั่วไป

แบบลักษณะการยึดส่วนประกอบโครงสร้าง

1. **ส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้** ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงให้แก่วัสดุแผ่นที่ใช้ทำฝาผนัง แต่ละโครงมีขนาดตามพิกัด แผนผังหรือพิกัดนิยมโครงสำเร็จรูปนี้ ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากพื้นชั้นบนหรือโครงหลังคาโดยตรง แล้วกระจายน้ำหนักลงสู่กำแพงฐาน

2. **ส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นคอนกรีตหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก** การยึดหรือการต่อส่วนของโครงสร้างเข้าด้วยกัน มีกรรมวิธีและรายละเอียดต่างกับส่วนประกอบโครงสร้างไม้และเหล็ก เนื่องจากคอนกรีตมีคุณสมบัติในด้านความคงทนถาวร เช่น อิฐ และหิน อาคารสำเร็จรูปขนาดหนักในปัจจุบัน จึงนิยมก่อสร้างด้วยคอนกรีต รายละเอียดรอยต่อต่างๆ จะต้องมีการออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบโดยละเอียดถี่ถ้วน ในด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม วิธีการก่อสร้าง ประสิทธิภาพในการผลิต และระบบการปฏิบัติงานทุกๆ ด้าน

เนื่องจากการออกแบบเพื่อการผลิตส่วนประกอบโครงสร้างทางวิธีการทางอุตสาหกรรม มีความจำเป็นจะต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการผลิต (Tolerances) และความเบี่ยงเบน (Deviations) ทำให้มิติหรือระยะต่างๆ ของส่วนประกอบโครงสร้างที่จะกำหนดในการออกแบบ แปรลักษณะให้เป็น 3 มิติ คือ มิติมูลฐาน (Basic Dimension) มิติที่ยอมให้ใต้การควบคุม (Controlling Dimension) และมิติคลาดเคลื่อน (Tolerance) ซึ่งมิติที่ยอมให้ใต้ความควบคุมนี้ เราจะกำหนดเป็นขนาดใช้งาน (Work Size) ในการผลิตส่วนประกอบโครงสร้าง (Structural Components) ฉะนั้น การออกแบบรอยต่อและการยึดหรือการต่อส่วนประกอบโครงสร้าง ก็จำเป็นต้องพิจารณามิติต่างๆ ดังกล่าวด้วย ทั้งนี้เพื่อพิจารณากำหนดมิติประสาน (Coordinating Dimension) คือมิติหรือระยะที่เตรียมไว้เพื่อการติดตั้งส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ส่วนประกอบโครงสร้าง

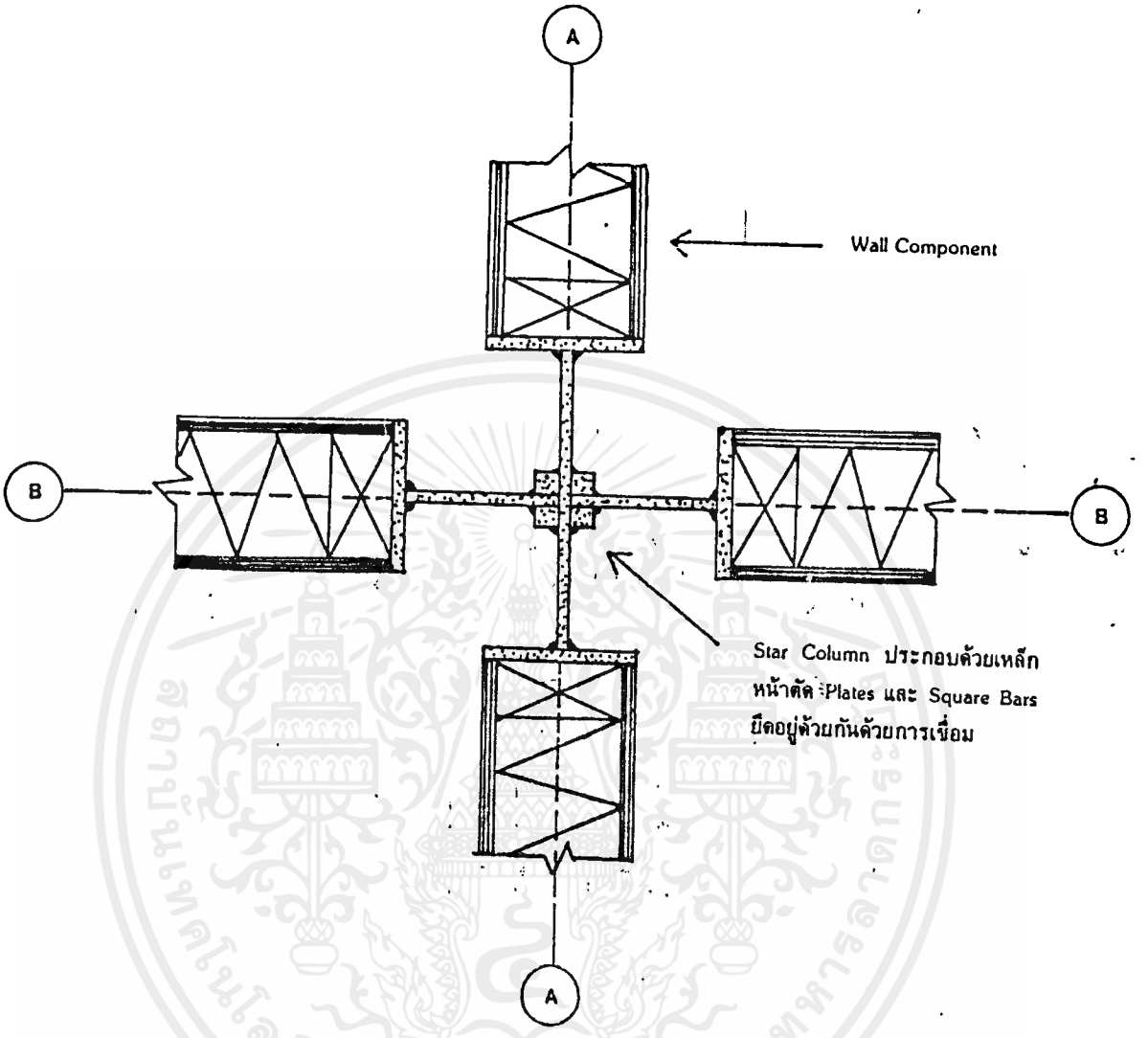
ความสำคัญในการยึดหรือต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังคอนกรีตรับน้ำหนัก ให้พิจารณาเช่นเดียวกันกับ ผนังรับน้ำหนักที่สร้างด้วย หิน อิฐ หรือ บล็อกรับน้ำหนักทั่วไป

3. **ส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กโครงสร้าง** (Structural Steel) โครงสร้างเหล็ก เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยเหล็กซึ่งผลิตเป็นมาตรฐานในระบบการผลิตทางอุตสาหกรรม เหล็กหน้าตัดต่างๆ (Structural Section) มีลักษณะเป็นองค์ประกอบสำเร็จรูป (Prefabricated Structural Member) อยู่แล้ว จะเรียกว่า เป็นชิ้นส่วนจากการผลิตก็ได้ ชิ้นส่วนจากการผลิตนี้ อาจนำมาประกอบเป็นส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นโครงผนัง โครงพื้น โครงถัก โครงเกร็ง ก่อนนำไปติดตั้งกับที่ได้ หรือจะนำชิ้นส่วนจากการผลิตไปประกอบเป็นอาคารกับที่ก็ได้ ในลักษณะของโครงสร้างระบบเสาและคาน

รอยต่อหรือข้อต่อ (Connection Joint) ทั่วๆ ไป ก็คือหลักของการต่อและประกอบเหล็กหน้าตัดโครงสร้างเข้าด้วยกัน ผู้ออกแบบรายละเอียดรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างเหล็กและส่วนประกอบที่ไม่เป็นโครงสร้าง จะต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของเหล็ก ลักษณะขององค์ประกอบหน้าตัดที่ได้จากการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และวิธีการต่อเป็นอย่างดี จึงจะสามารถออกแบบอาคารที่ใช้เหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างได้โดยสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A - A และ B - B = Modular Grid Line



รูปที่ 2.5.2 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กโครงสร้าง

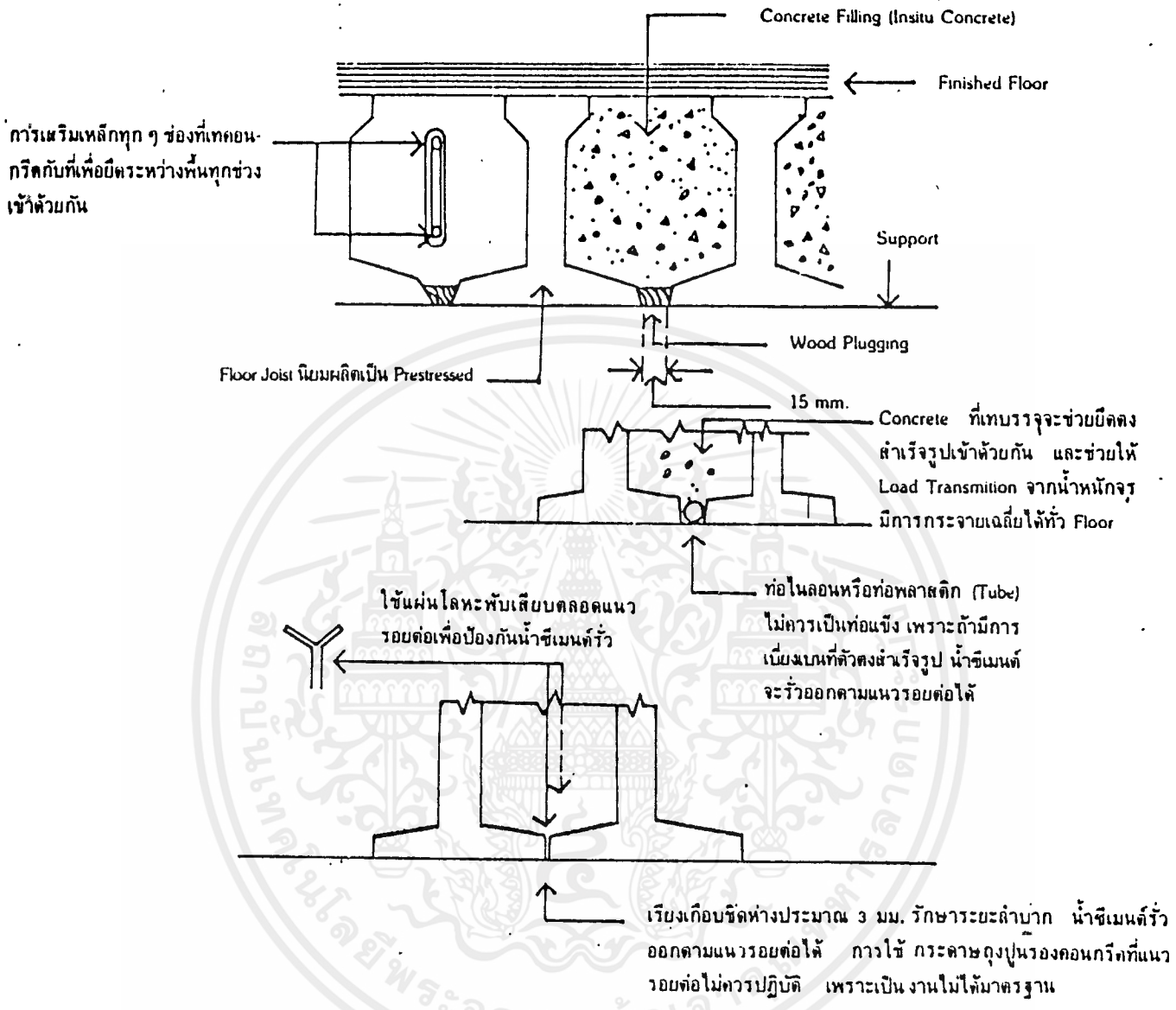
รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น (Floor-Floor Joint)

พื้นสำเร็จรูป (Floor Component) แบ่งลักษณะตามระบบได้เป็นสองลักษณะ คือ

- พื้นที่วางบนคานของโครงสร้างเสาและคาน
- พื้นที่วางบนกำแพงหรือผนังรับน้ำหนัก

ทั้งสองลักษณะมีรูปลักษณะ และรายละเอียดแตกต่างกัน ตามเหตุผลของระบบโครงสร้าง หรือเหมือนกัน ในกรณีที่ทำหน้าที่ในการรับแรงประเภทเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.3 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น

รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างระหว่างพื้นกับส่วนรองรับ (Supports)

ส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น (Floor Component) อาจวางอยู่บนส่วนรองรับ (Supports) ที่เป็น

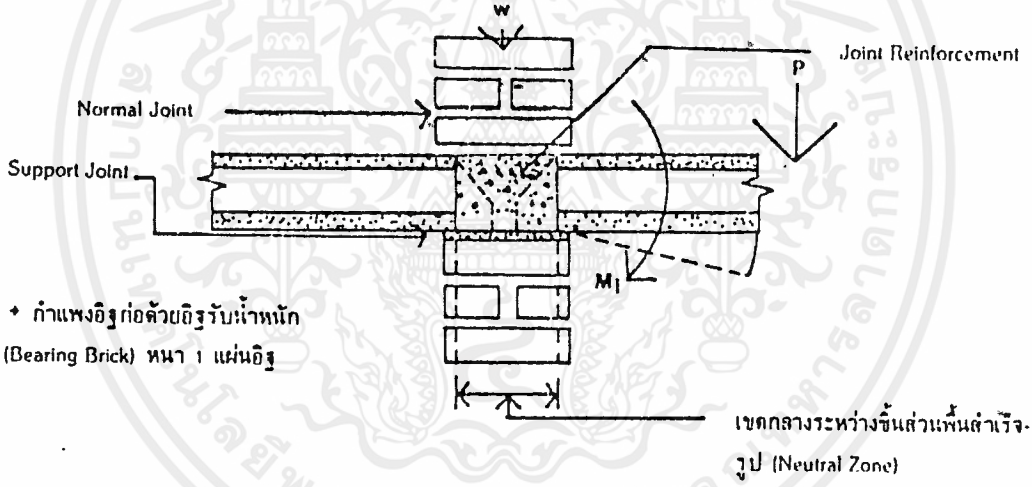
- คานคอนกรีตเสริมเหล็ก
- กำแพงอิฐรับน้ำหนัก (Bearing Brick)
- กำแพงคอนกรีตบล็อกกลวงรับน้ำหนัก (Bearing Concrete Hollow Block) ซึ่งมีการเสริมเหล็กตลอดกำแพง ซึ่งกำแพงประเภทนี้ เรียก "Reinforce Masonry Wall"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่ (Insitu Concrete Wall) ซึ่งนิยมใช้เป็นกำแพงฐาน (Wall Foundation)
- กำแพงสำเร็จรูปคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Wall Component)

ตำแหน่งการวางชิ้นส่วนที่เป็นพื้นบนส่วนรองรับจะต้องผ่านการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน การวางชิ้นส่วนที่เป็นพื้นที่ถูกต้อง จะต้อง

- มีการถ่ายน้ำหนักจากพื้นและกำแพงที่อยู่เหนือขึ้นไปลงสู่กำแพงส่วนล่าง หรือจากพื้นลงสู่คานที่รองรับในลักษณะน้ำหนักตามแนวศูนย์ถ่วง (Centric Load)
- ถ้า Support เป็นกำแพงอิฐ หรือคอนกรีตบล็อกขอบกำแพง และผืนกำแพง จะต้องไม่เกินความเสียหายในด้านแรงดึง (Tensile Failure) ในผืนกำแพงอันเนื่องมาจาก Bending Moment Mi



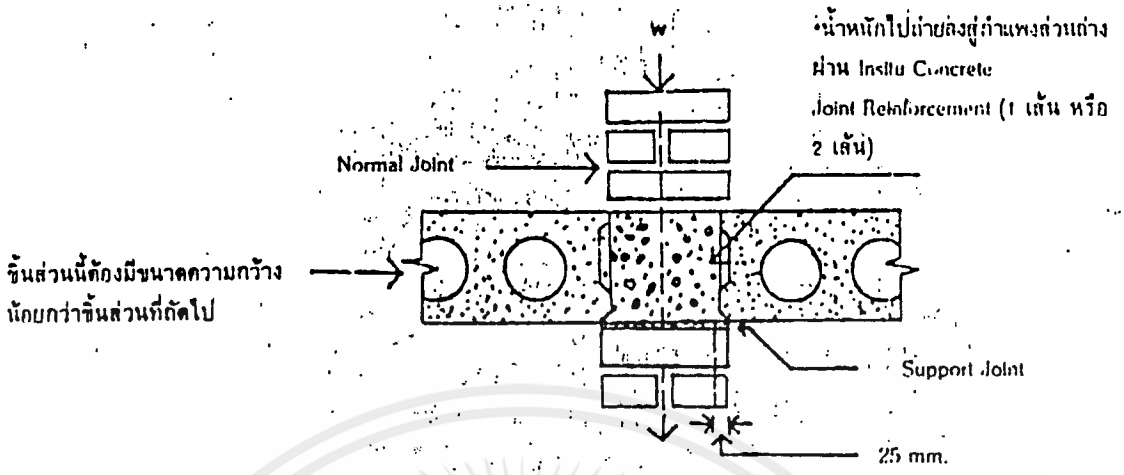
น้ำหนัก W และ P ถ่ายลงสู่กำแพงส่วนล่าง ผ่าน Insitu Concrete

รูปที่ 2.5.4 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างระหว่างพื้นกับส่วนรองรับ

-ระยะเขตกลางระหว่างชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป จะต้องมีระยะพอเพียงเพื่อความสะดวกในการเทคอนกรีตบรรจุระหว่างรอยต่อ

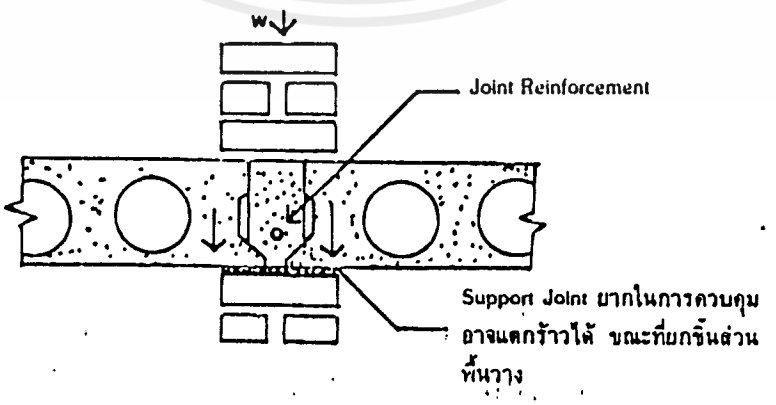
-สำหรับขอบด้านข้างของชิ้นส่วนพื้น จะต้องนั่งอยู่บนกำแพงที่ไม่ใช้รับน้ำหนักพื้น 2.5 มม. (สำหรับกำแพงอิฐ) โดยมีเขตกลางระหว่างขอบด้านข้างของชิ้นส่วน เป็น Insitu Concrete Filling ทั้งนี้เพื่อให้การถ่ายน้ำหนักจากกำแพงเหนือพื้นลงสู่กำแพงส่วนล่างโดยการถ่ายน้ำหนักผ่าน Insitu Concrete โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.5 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพงเพื่อให้มีการถ่ายน้ำหนักผ่าน Insitu Concrete โดยตรง

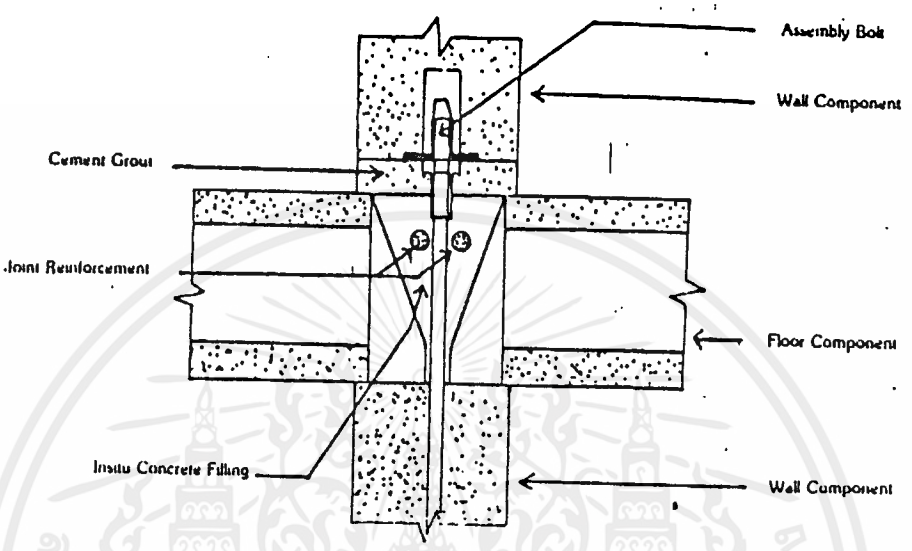
- สำหรับวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพง อาจวางได้โดยไม่ต้องเว้นเขตกลางไว้กรอกคอนกรีต (Concrete Filling) น้ำหนักจากกำแพงเหนือพื้นจะถ่ายลงกำแพงส่วนล่างโดยผ่านขอบพื้นสำเร็จรูป รายละเอียดการวางพื้นแบบนี้ไม่เป็นที่รับรอง เพราะจุดอ่อนจะอยู่ที่ Support Joint ซึ่งยากต่อการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานการปฏิบัติงาน สำหรับส่วนดีก็มีคือ ชิ้นส่วนพื้นที่วางที่กำแพงจะมีขนาดเท่ากับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ถัดไป ไม่ควรใช้กับงานก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือกับอาคารที่ต้องการมาตรฐานสูงในการก่อสร้าง



รูปที่ 2.5.6 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับการวางชิ้นส่วนพื้นบนส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก ตำแหน่งการวางชิ้นส่วนพื้น ดูตามรูป 2.5.7



รูปที่ 2.5.7 การวางชิ้นส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

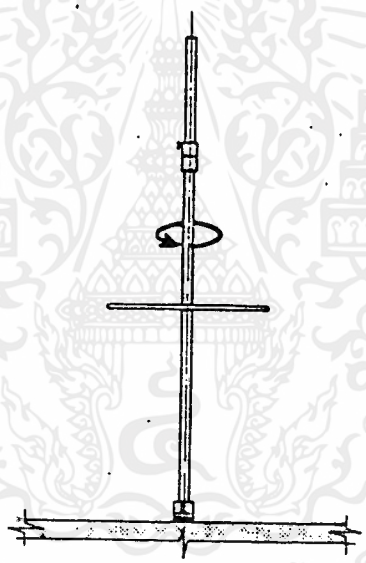
2.6 ERECTION

ในการติดตั้งจะต้องปรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องทั้งแนวดิ่งและแนวนอน ภายหลังการอุดปูนเหลวแล้วจะต้องหลีกเลี่ยงการเขย่าชิ้นของชิ้นส่วนเพราะจะเป็นอันตรายต่อปูนเหลวของรอยต่อ

ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามมาตรฐานของเดนมาร์คดังนี้

ลำดับขั้นและกรรมวิธีในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

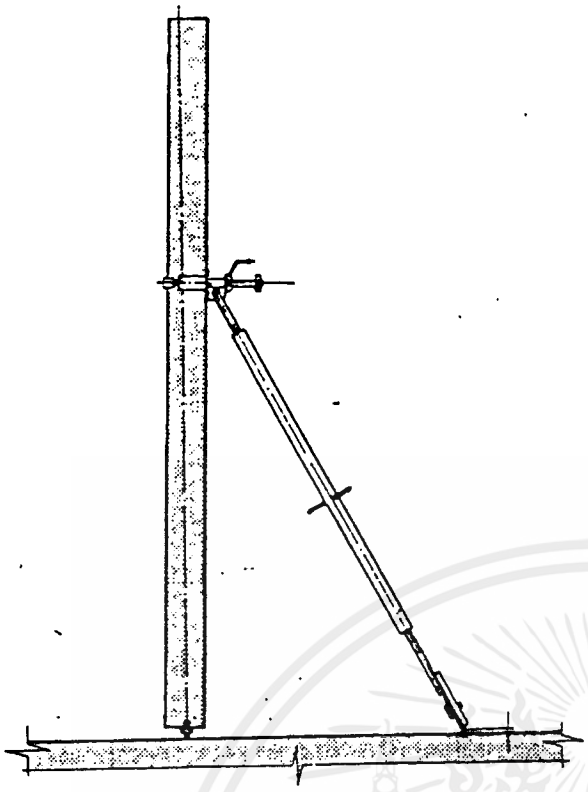
การติดตั้งขั้นที่ 1 กรรมวิธีในการติดตั้งเริ่มต้นด้วยการตั้งชิ้นส่วนผนัง แต่ก่อนที่ชิ้นส่วนผนังจะถูกยกเข้าที่ จะต้องปรับหัวน็อตของ ERECTION BOLT ให้ได้ระดับที่ถูกต้อง โดยใช้เครื่องมือง่ายๆ ซึ่งจะมีดัชนีบอกระดับอุเทศ (รูปที่ 2.6.1)



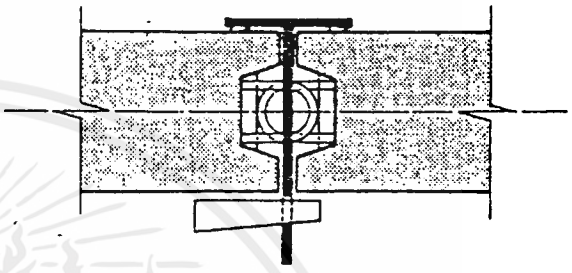
รูปที่ 2.6.1 ปรับระดับ ERECTION BOLT

การติดตั้งขั้นที่ 2 ชิ้นส่วนของผนังรับน้ำหนัก จะถูกยกเข้าที่ด้วยปั้นจั่น ในระยะแรกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะถูกค้ำยันด้วย ADJUSTABLE PROPS ซึ่งยึดติดกับพื้น(รูปที่ 2.6.2) และ BRACKING LINKS ซึ่งยึดกับรอยต่อแนวดิ่ง (รูปที่ 2.6.3) ดังนั้น เมื่อปั้นจั่นนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปเข้าที่แล้ว ก็สามารถจะไปยกชิ้นส่วนอื่นๆ ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

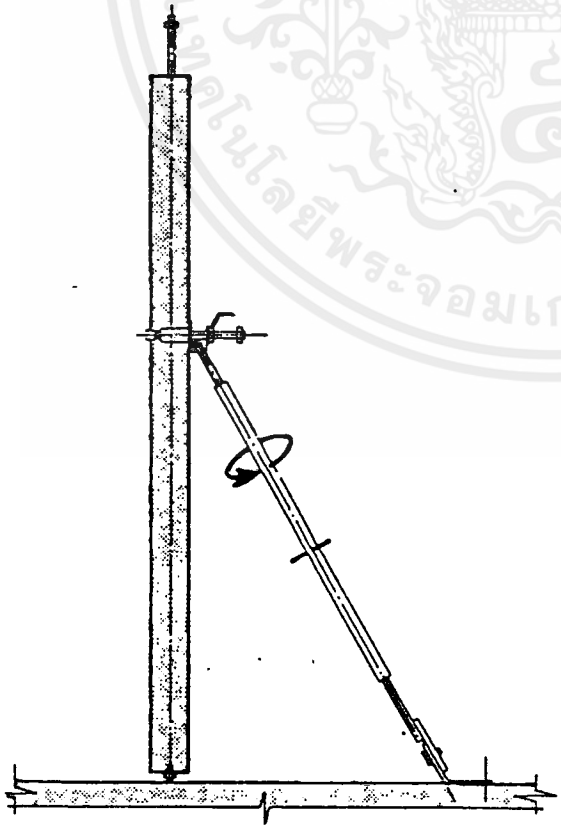


รูปที่ 2.6.2 ติดตั้งชิ้นส่วนผนัง

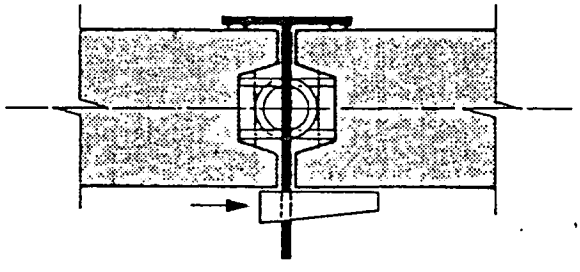


รูปที่ 2.6.3 BRACKING LINKS ยึดระหว่างรอยต่อผนังในแนวดิ่ง

การติดตั้งขั้นที่ 3 ปรับชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนักเพื่อให้อยู่ในแนวดิ่ง (รูปที่ 2.6.4) และสอดสลักยึดเพื่อให้อยู่ในแนวเดียวกันกับชิ้นส่วนข้างเคียง (รูปที่ 2.6.5)



รูปที่ 2.6.4 ปรับชิ้นส่วนผนังให้ได้ดิ่ง



รูปที่ 2.6.5 สอดสลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งขั้นที่ 4 ขั้นต่อไป คือการติดตั้งชิ้นส่วนพื้น โดยการนำชิ้นส่วนพื้นพาดระหว่างตอนบนของชิ้นส่วนผนังรับน้ำหนัก แล้วทำการตรวจสอบและปรับระยะระหว่าง BOLT ของชิ้นส่วนผนังด้วยเครื่องมือวัดระยะที่เตรียมไว้

การติดตั้งขั้นที่ 5 หลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและพื้นสำเร็จแล้ว งานขั้นต่อไปคือ

5.1 อุดรอยต่อทางดิ่งของผนังภายนอกด้วย MINERAL WOOL และแถบ NEOPRENE

5.2 ผนังที่อยู่ภายในและผนังที่ไม่ใช้รับน้ำหนักเพียงประสานรอยต่อให้เรียบร้อยเท่านั้น

การติดตั้งขั้นที่ 6 เสริมเหล็กในแนวนอนของรอยต่อพื้น และเสริมเหล็ก ในทางดิ่งของรอยต่อผนัง

การติดตั้งขั้นที่ 7 ใช้ปูนทรายแห้ง (DRY MOTAT) อัดเข้าไปใต้ชิ้นส่วนผนัง เว้นไว้เฉพาะรอบๆ น็อตเท่านั้น

การติดตั้งขั้นที่ 8 อัดปูนเหลวลงในรอยต่อผนังในทางดิ้ง

การติดตั้งขั้นที่ 9 อัดปูนเหลวรอยต่อพื้น รอยต่อพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน ควรใช้ปูนเหลวที่มีความข้นเหลวต่างกัน เพื่อสะดวกต่อการทำงาน

การติดตั้งขั้นที่ 10 เมื่อปูนเหลวแข็งตัวแล้ว เอาค้ำยัน BRACING PROPS และ BRACING LINKS ออกแล้วจึงคลายน็อตให้ต่ำลงจากชิ้นส่วนผนัง แล้วอัดปูนทรายแห้งเข้าไปรอบ BOLT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 มาตรฐานและการประสานทางมิติ (STANDARD AND DIMENSIONAL COORDINATION)

การออกแบบโดยการประสานทางพิกัด ได้ถูกตราเป็นพระราชบัญญัติเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคาร ทางด้านมาตรฐานก็เช่นเดียวกัน ถึงแม้บางอย่างจะออกมาในรูปของคำแนะนำแต่ในทางปฏิบัติก็บังคับให้ใช้

สิ่งที่เป็นข้อกำหนดและมาตรฐานมีดังนี้

1. ห้องรับแขกและเฉลียง ต้องหันหน้าไปในทางทิศตะวันตก
2. แฟลตตั้งแต่ 2 ห้องขึ้นไป จะต้องวางให้ได้รับลมธรรมชาติ และมีลมผ่านตลอด
3. การป้องกันเสียงระหว่างแฟลตต่อแฟลต หรือแฟลตกับห้องบันไดควรใช้กำแพงที่หนาพอ
4. พิกัดมูลฐานใช้ 100 มิลลิเมตร
5. ตารางโครงสร้าง (Structural Grid) ใช้ 300*300 มิลลิเมตร
6. ความสูงแต่ละชั้นกำหนดให้ 2800 มิลลิเมตร
7. ตารางแผนผังโครงสร้าง (Strucral Planning Grid) 300*300 มิลลิเมตร
8. ชิ้นส่วนต่างๆ เช่น หน้าต่าง ประตู ฝาประจันเบา ช่องบันไดมีขนาดที่ผันแปรได้
9. ช่วงยาวของชิ้นส่วนพื้น ทวีคูณด้วย 300 มิลลิเมตร ช่วงยาวของชิ้นส่วนพื้นที่แนะนำทำได้ดังนี้ 3000,3600,4200,4800 มิลลิเมตร
10. ความกว้างของชิ้นส่วนพื้น ทวีคูณ 1200 หรือ 2400 มิลลิเมตร
11. ความกว้างของชิ้นส่วนผนัง ทวีคูณด้วย 1200 มิลลิเมตร
12. รายละเอียดอื่น ๆ ของชิ้นส่วนพื้นและ ผนัง ที่แนะนำให้ เช่น ความหนาของพื้น 185, 220,..., มิลลิเมตร ความหนาของผนัง 150 หรือ 180 มิลลิเมตร

พื้นและผนัง ชิ้นส่วนและรอยต่อ (Floor & Wall, Components and joints)

พื้นมีลักษณะเป็นแผ่นคอนกรีตกลวง (Hollow Core Slab) ไม่เสริมเหล็ก (ยกเว้นเฉพาะในส่วนที่เห็นช่องประตู และตามขอบซึ่งต้องเสริมเหล็ก เพื่อช่วยในการยกและเคลื่อนย้าย)

การออกแบบรอยต่อเพื่อให้แผ่นพื้นและแผ่นผนังทำหน้าที่เป็นแผ่นถ่ายน้ำหนัก (Plate transmitting in-plane forces only) ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีการถ่ายน้ำหนักดังนี้คือ แรงลมถ่ายน้ำหนักลงบนผนังข้างและผนังหน้า น้ำหนักบรรทุกตายตัว น้ำหนักบรรทุกจร ถ่ายน้ำหนักลงบนแผ่นพื้น รอยต่อตามแนวนอนทั้งตามยาวและตามขวางจะต้องเสริมเหล็ก ถ้าในอาคารสูงอาจจะต้องอัดแรงคอนกรีตโดยวิธี Posttensioned ด้วย ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะไม่ถูกยึดเข้าด้วยกันทีเดียว แต่จะต้องทำงานร่วมกัน (Shear Keys) ด้วยรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อพื้น (Floor Joint)

การทำรอยต่อไม่ใช้ไม้แบบ (Formwork) และขอบที่เป็นรอยต่อของแผ่นพื้น (Chamfered edge) ในตอนล่างของแผ่น ยินยอมให้มีร่องลบมุมได้ประมาณ 3 มิลลิเมตร

ความกว้างของชิ้นส่วนยอมให้คลาดเคลื่อนได้ $\pm$ 3 มิลลิเมตร และขอบจะต้องตรงและเรียบ

พื้นทั้งหมดทำหน้าที่เป็นแผ่นที่จะถ่ายน้ำหนักของแรงลมไปยังผนัง ด้วยเหตุผลอันนี้จะต้องทำขอบของแผ่นพื้นเป็นลักษณะฟัน (toothed) เพื่อฟันจะทำหน้าที่เป็น Shear Keys ในรอยต่อ

ระบบผิวพื้นที่ประหยัดและเหมาะสมในอุตสาหกรรมการก่อสร้างนั้น สำหรับมาตรฐานเดนมาร์คนิยมใช้ ผิวพื้นสำเร็จที่เป็นไม้ปาเก้ยึดอยู่กับเคร่ารองรับ ซึ่งวางบนวัสดุฉนวนกันเสียงมีช่องว่างตอนล่าง สำหรับการเดินสายไฟ พื้นชนิดนี้เป็นแบบที่มีราคาถูกที่สุด

รอยต่อผนัง (Wall joint)

การทำรอยต่อของผนังไม่ต้องใช้ไม้แบบ (Formwork) ขอบของชิ้นส่วนมีลักษณะเป็นฟัน (toothed) เพื่อว่าแผ่นผนังทั้งหมดจะทำหน้าที่ร่วมกันเป็นแผ่นสำหรับต่อต้านแรงลม

รอยต่อระหว่างพื้นและผนัง (The joint between wall and floor)

น้ำหนักบนแผ่นพื้นทั้งน้ำหนักบรรทุกจรและน้ำหนักบรรทุกตายตัวจะถ่ายลงบนผนังที่แผ่นพื้นวางอยู่ ในรูปที่ 2.7.1 แสดงให้เห็นเหล็กเสริม ซึ่งทำให้เกิดการทำหน้าที่ร่วมกันของพื้นและผนัง แรงในทางดิ่งจากผนัง ไม่สามารถจะถ่ายลงบนแผ่นพื้นได้ ดังนั้นแรงตามแนวดิ่ง จะต้องถูกถ่ายโดยตรงลงบนส่วนที่หล่อกับที่ในรอยต่อ ภาคตัดขวางรอยต่อพื้นจะแคบกว่าความกว้างของผนังเล็กน้อย น้ำหนักจะถ่ายลงบนแนวศูนย์กลาง และกระจายน้ำหนักไปอย่างสม่ำเสมอ

น้ำหนักบนชิ้นส่วนพื้น (The load on the floor slab)

น้ำหนักบนชิ้นส่วนพื้นจะถ่ายลงตอนบนของชิ้นส่วนผนังที่รองรับโดยผ่านบนเดือย (cam) ซึ่งมีระยะห่าง 150 มิลลิเมตร โดยการทดลอง พบว่า แต่ละเดือยสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 3 ตัน

ประโยชน์ใช้สอยของรอยต่อ (Function of joints)

รอยต่อของพื้นและผนังจะต้องสนองผลทางด้านความแข็งแรงของโครงสร้าง แต่รอยต่อของผนังหน้าจะต้องพิจารณามากไปกว่านั้น เช่น ในด้านการต้านทางภาวะแวดล้อม ความแข็งแรง ความปลอดภัย รูปลักษณะของรอยต่อ ความคงทนถาวรและการบำรุงรักษา

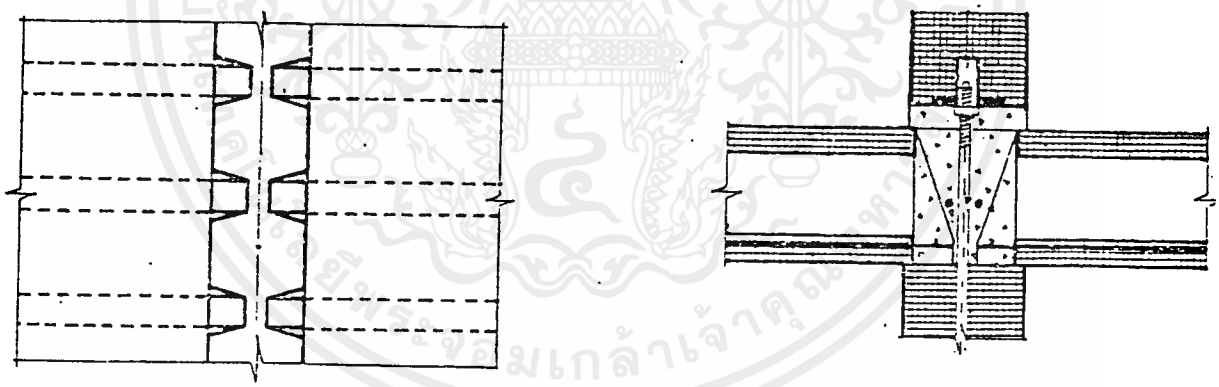
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อชั้นเดียวและรอยต่อสองชั้น (One and stage joints)

บ้านสำเร็จรูปในบางหลัง มีรอยต่อของผนังนอกทางด้านตั้งเพียงชั้นเดียว และส่วนมากมักจะรั่วในรอยต่อชั้นเดียวที่กันน้ำและกันอากาศทำร่วมกัน แม้ว่ารอยต่อชั้นเดียวทางตั้งจะอุดด้วยวัสดุที่ดีไม่รั่วซึม ถึงกระนั้นผลที่ได้ก็ยังไม่สมบูรณ์ ถ้าหากมีการอุด (Seals) รอยต่อนี้ในโรงงานจะได้ผลดีกว่าจะกระทำในที่ก่อสร้าง

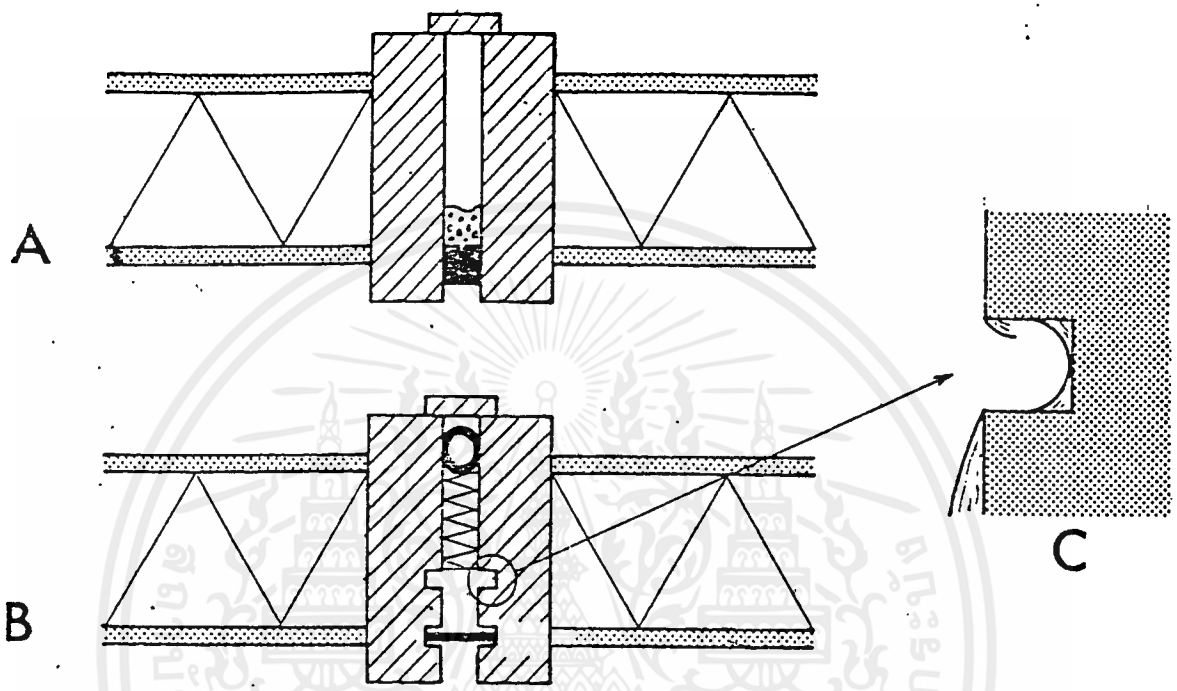
วัสดุอุดรอยรั่วเหล่านี้ส่วนมากจะมีอายุสั้น ถึงแม้ว่าบางอย่างจะใช้งานได้นาน แต่ไม่มีชนิดใดที่ใช้สอยได้นานเท่ากับอายุของอาคาร ดังนั้น การบำรุงรักษารอยต่อชั้นเดียวนี้จึงควรให้ทำได้อย่างง่ายที่สุด

นอกจากนี้การหดตัว อุณหภูมิ ฯลฯ มีส่วนทำให้วัสดุที่อุดรอยต่อเสียรูปได้ เช่น วัสดุพวกพลาสติก ซึ่งไม่ควรนำมาใช้เป็นวัสดุอุดภายนอกอาคาร และจะนำมาใช้ภายในได้ก็เมื่อเหมาะสมเท่านั้น



รูปที่ 2.7.1 รอยต่อพื้นและผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7.2 แสดงรอยต่อของผนังนอกโครงสร้างไม้

(A) แสดงรอยต่อชั้นเดียว ตัววัสดุอุดทำหน้าที่ทั้งการกันน้ำและกันลมฝ้าอากาศซึ่งวัสดุที่ใช้ได้ดีได้แก่พวกวัสดุยืดหยุ่น (Elastic Sealants) แต่เมื่อใดที่การยืดหดตัวของวัสดุอุดไม่มี หรือแรงเกาะกันระหว่างวัสดุอุดกับผิวของผนังเสียไป รอยต่อนั้นจะเสีย ทั้งน้ำและอากาศสามารถรั่วซึมเข้าไปภายในได้

(B) แสดงรอยต่อสองชั้น แผ่นกระบังที่อยู่แนวเดียวกับฝาผนังภายนอก ทำหน้าที่ป้องกันน้ำและลมในชั้นต้น แต่เมื่อมีน้ำ ซึ่งอาจจะเกิดจากลมพัดก็ไม่สามารถผ่านเข้าไปภายในได้แพราะติดอยู่ตรงที่ดักน้ำ ดูแบบขยาย C ตรงกลางของรอยต่อมีฉนวนกันความร้อนหนาว เป็นใยหินบรรจุอยู่ ชั้นในมีแถบ นีโอเพรน (Neoprene) บรรจุเข้าไปโดยการอัด เพื่อกั้นลมที่จะรั่วเข้าไปภายในด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ผลดี และประสบผลสำเร็จในการนำมาใช้ต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ในประเทศเดนมาร์คในขณะนี้

รูปที่ 2.7.3 แสดงแผ่นกระบังในรอยต่อของชั้นทางตั้งในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างระบบธรรมดา หมายถึง วิธีการก่อสร้างโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการหล่อส่วนประกอบทางโครงสร้างในที่ ส่วนผนังจะใช้วิธีการก่ออิฐและฉาบปูนตกแต่งผิว

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป หมายถึง วิธีการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาเป็นส่วนประกอบอาคารบ้านพักอาศัย และหมายรวมถึงการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งจะเป็นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของการก่อสร้างและมีการหล่อในที่ การก่อและการฉาบในบางส่วนของอาคาร เช่น ส่วนของห้องน้ำ

ความแตกต่างของการก่อสร้างของทั้งสองระบบจะอยู่ที่กรรมวิธีในการก่อสร้างและติดตั้ง และจะเน้นในหลักการบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่นเรื่องของ JOINTS ซึ่งจะมีสำคัญมากในระบบสำเร็จรูปส่วนในระบบธรรมดานั้นเกือบจะไม่มีความสำคัญเลยแต่จะไปเน้นในเรื่องของการก่อการฉาบเพื่อไม่ให้เกิดรอยแตก รอยร้าว เป็นต้น ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

3.1 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา

บ้านพักอาศัยโดยทั่วไปจะก่อสร้างโดยระบบธรรมดา เนื่องจากเป็นวิธีการก่อสร้างแบบเก่าที่ทำกันมานานและเป็นที่รู้จักคุ้นเคยดี ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะได้มีการพัฒนานำระบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในการก่อสร้างแล้วก็ตาม ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ก็ยังนิยมที่จะก่อสร้างบ้านพักอาศัยของตนด้วยระบบการก่อสร้างแบบธรรมดาอยู่ ทั้งนี้จากการไปศึกษาและดูงานบริเวณสถานที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป จะเห็นได้ว่ามีบุคคลที่ให้ความสนใจเข้าไปดูงานการก่อสร้างกันมาก เพราะเห็นว่าเป็นวิธีการก่อสร้างแปลกใหม่ ดังนั้นจึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปยังเป็นสิ่งใหม่ที่บุคคลโดยทั่วไปจะนำไปใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย

ในการออกแบบระบบการก่อสร้างแบบธรรมดา สถาปนิกและวิศวกรมีอิสระในการออกแบบได้เต็มที่ เพราะไม่ต้องสนใจในเรื่องเกี่ยวกับระบบการประสานทางพิกัด, มิติ (DIMENSIONS) หรือต้องออกแบบให้เป็นไปตามตารางพิกัดต่างๆ เหล่านี้เป็นต้น ทางผู้อยู่อาศัยสามารถที่จะให้สถาปนิกออกแบบบ้านพักอาศัยให้ได้ตามที่ต้องการ เพราะในระบบธรรมดาสามารถที่จะก่อสร้างบ้านให้มีลักษณะส่วนโค้ง เว้า หรือหักมุมได้ตามต้องการเพราะเป็นการสร้างด้วยระบบหล่อในที่สามารถที่จะประกอบแบบในสถานที่ก่อสร้างได้ หรือในการก่อก็สามารถที่จะก่อให้มีรูปแบบลักษณะใดๆ ก็ได้ เมื่อได้รูปแบบบ้านทางด้านสถาปัตย์แล้ววิศวกรก็จะนำแบบบ้านนั้นไปออกแบบทางโครงสร้างกำหนดขนาดคาน เสา ความหนาพื้น จำนวนและขนาดเหล็กเสริมที่ใช้ โดยจะต้องมีความสัมพันธ์กับแบบทางสถาปัตย์ด้วย ซึ่งอาจจะมีข้อยุ่งยากเกี่ยวกับการออกแบบทางโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างหนึ่งก็คือ ในแบบบ้านหลังหนึ่งอาจต้องมีการออกแบบคานหลายตัว เสาหลายต้น และเมื่อมีแบบบ้านใหม่ก็ต้องมีการออกแบบใหม่ เพื่อความแน่นอนและปลอดภัย

การก่อสร้างด้วยระบบธรรมดานั้น จะมีขั้นตอนในการก่อสร้างที่ยุ่งยาก และหลายลำดับขั้นตอน เริ่มจากการตอกเสาเข็ม ทำฐานราก ทำคาน เสา พื้น ซึ่งจะต้องมีการทำไม้แบบ ผูกเหล็ก และเทคอนกรีตในที่ ส่วนผนังจะต้องทำการก่ออิฐ ฉาบปูนทับ และต้องมีการตกแต่งผิว ในแต่ละขั้นตอนจะต้องอาศัยช่างฝีมือที่รู้งานจริง มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาตามมาภายหลัง เช่น รอยร้าวที่ผิวปูนฉาบ คอนกรีตแตก เป็นต้น คนงานและช่างฝีมือที่ใช้ทำการก่อสร้างต้องมีความรู้และความชำนาญในงานนั้นๆ โดยเฉพาะ จะนำช่างไม้มาฉาบปูน หรือ นำช่างก่อไปผูกเหล็กไม่ได้

บริเวณสถานที่ก่อสร้างต้องกว้างพอสำหรับที่จะกองเก็บวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ทั้งวัสดุผสม (หิน กรวด ทราย) ไม้แบบ อิฐ ปูน ไม้ และอื่นๆ ถ้าบริเวณสถานที่ก่อสร้างคับแคบจะเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ทำให้การทำงานไม่สะดวก กีดขวางการทำงานซึ่งกันและกัน เพราะงานก่อสร้างระบบธรรมดานี้สามารถทำไปพร้อมๆ กันได้ไม่ต้องทำตามลำดับทุกขั้นตอนเหมือนระบบสำเร็จรูป เพราะในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปต้องประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้นไปตามลำดับ แต่ระบบธรรมดาสามารถที่จะทำงานเทคอนกรีตพร้อมกับงานก่อได้ถ้าคอนกรีตบริเวณที่ทำการก่อสามารถรับแรงได้เช่น ขณะที่เทคานหรือพื้นชั้นสองก็สามารถทำงานก่อชั้นหนึ่งได้ แต่การก่อสร้างระบบธรรมดาจะเสียเวลาในด้านการรอให้คอนกรีตแข็งตัวสามารถที่จะรับแรงได้ จึงจะสามารถที่จะขึ้นไปทำงานบนโครงสร้างส่วนนั้นได้

ไม้แบบและค้ำยันเป็นวัสดุในการก่อสร้างที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการก่อสร้างระบบธรรมดา เนื่องจากระบบหล่อในที่จะต้องมีไม้แบบประกอบเป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างตามต้องการสำหรับเทคอนกรีต และรับน้ำหนักร่วมกับค้ำยันในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ไม่สามารถรับแรงได้ ในการก่อสร้างระบบธรรมดาจะเสียค่าใช้จ่ายไปกับไม้แบบถึงประมาณ 10-15 % ของราคาค่าก่อสร้าง ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบเพื่อให้ใช้ไม้แบบได้อย่างประหยัด

ขั้นตอนการก่อสร้างในขั้นต้น คือ การเตรียมสถานที่ การตอกเสาเข็มทำฐานราก จะคล้ายกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในเรื่องบ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบชีคอน แต่ในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ อาจจะมีการใช้ฐานรากสำเร็จรูปในการก่อสร้าง ซึ่งมีอยู่บ้างในต่างประเทศแต่จะไม่ขอกล่าวในที่นี้

กรรมวิธีการก่อสร้างที่ต่างกันระหว่างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูปจะเป็นในเรื่องของ เสา คาน พื้น และผนัง หรืออาจจะรวมถึงโครงหลังคาด้วยในกรณีที่ระบบสำเร็จรูปมีการใช้โครงหลังคาที่เป็นโครงสำเร็จรูปยกขึ้นติดตั้ง กรรมวิธีโดยทั่วไปนั้นในระบบสำเร็จรูปจะนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งได้แก่ชิ้นส่วนเสา คาน พื้น ผนัง มาประกอบกัน แต่การก่อสร้างในระบบธรรมดาจะเป็นการหล่อคอนกรีต เสา คาน และพื้นในที่ ส่วนผนังจะเป็นการก่ออิฐ ฉาบปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีการปรับแต่งผิวเพื่อให้งานเรียบร้อย จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบธรรมดานั้นเรื่องของ JIONT ระหว่างชิ้นส่วนมีความสำคัญน้อยมากหรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีความสำคัญเลย เพราะสามารถที่จะทำงานได้ต่อเนื่อง เชื่อมต่อกันได้ตลอด จะมีก็แต่การแต่งรอยต่ออิฐเพื่อความสวยงามซึ่งไม่เกี่ยวกับระบบโครงสร้าง หรือจะเป็นรอยต่อคอนกรีตซึ่งอาจจะเป็นรอยต่อที่เกิดจากการหยุดงานประจำวัน ก็สามารถที่จะทำการเทต่อได้และไม่มีผลทางโครงสร้างมากนักเพราะจะหยุดเทในส่วนที่ทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุดซึ่งจะได้กล่าวต่อไปเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับรอยต่อของระบบสำเร็จรูป เนื่องจากรอยต่อของระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญมาก

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงกรรมวิธีในการก่อสร้างระบบธรรมดาอย่างคร่าวๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รู้จักและคุ้นเคยกันมานานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 งานหล่อคอนกรีต

การผสมคอนกรีต เป็นการนำวัสดุผสมคอนกรีต คือ ปูนซีเมนต์ วัสดุผสม และน้ำมาผสมคลุกเคล้าเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะ

การลำเลียงคอนกรีต ทำได้โดย

- การใช้ถังบรรจุคอนกรีต
- การใช้รถกะบะเข็น
- การใช้รางส่งคอนกรีต
- การใช้สายพานส่งคอนกรีต
- การใช้ท่ออัดส่งหรือฉีด
- การสูบส่งไปตามท่อ

การเทคอนกรีต การเทคอนกรีต นับเป็นงานที่สำคัญตอนหนึ่ง เพราะมีผลต่อกำลังความแข็งแรงของโครงสร้างมาก ถ้าหากควบคุมการเทไม่ดีแล้ว อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนของอาคารได้ถึงแม้ทำการผสมคอนกรีตนั้นดีเพียงไรก็ตาม

การเทคอนกรีตที่ดีต้องให้ได้คอนกรีตมีเนื้อสม่ำเสมอ ไม่เกิดการแยกตัวไม่มีช่องว่างหรือรูโพรงเหมือนรังผึ้ง ในการเทคอนกรีตควรเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ ในแนวราบ โดยให้แต่ละชั้นมีความหนาเท่าๆ กัน และไม่ควรเกินชั้นละ 45 ซม. การเทต้องกระทำในช่วงที่คอนกรีตยังไม่เริ่มก่อตัวและสามารถไหลลงไปในช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมได้

ในบางครั้งเมื่อไม่สามารถเทคอนกรีตส่วนใดให้เสร็จได้ ก็ให้หยุดเทตามตำแหน่งที่จะให้ทำโครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด ดังนี้

1. สำหรับเสา ให้เทถึงระดับ 25 มม. ต่ำจากท้องคานหัวเสา
2. สำหรับคาน ให้เทถึงกลางคาน
3. สำหรับพื้น ให้เทถึงกลางแผ่น

แบบหล่อคอนกรีต แบบสำหรับหล่อคอนกรีตหรือที่เรียกสั้นๆ ว่า "แบบ" นั้น เป็นส่วนประกอบสำคัญอีกสิ่งหนึ่งของงานคอนกรีต ใช้เป็นโครงสร้างชั่วคราวสำหรับรับน้ำหนักคอนกรีตที่ยังไม่แข็งตัวและให้มีรูปร่างตามที่ต้องการ ในงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตทั่วไป หากใช้ไม้เป็นแบบ ราคาของแบบจะตกประมาณ 10-15% ของค่าใช้จ่ายในโครงสร้างทั้งหมดและในบางครั้งราคาของไม้แบบที่ต้องประณีตก็จะสูงขึ้นอีก ฉะนั้นในงานก่อสร้างทั่วไปจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบไม้แบบ โดยคำนึงถึงความประหยัด ความมั่นคงแข็งแรงขณะใช้งาน ความสะดวกในการ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานและถอดแบบ และรูปร่างของคอนกรีตเมื่อเสร็จแล้ว แบบหล่อคอนกรีตต้องได้ฉากได้เหลี่ยม ได้ดิ่งและมีรูปร่าง แนวและระดับตราตามลักษณะของส่วนอาคารที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง ต้องมีค้ำยันไว้อย่างแข็งแรงไม่บิดเบี้ยวหรือโก่งเนื่องจากแรงใดๆ ที่มากระทำ ผิวของแบบต้องเรียบ ต้องไม่มีรูหรือรอยรั่วที่จะปล่อยให้น้ำปูนซีเมนต์ซึมออกไปได้มากนัก และต้องถอดแบบออกได้ง่ายโดยไม่ทำความเสียหายให้กับเนื้อคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 งานก่ออิฐ

การก่ออิฐมีหลักการสำคัญดังนี้คือ

1. การก่ออิฐจะต้องวางอิฐซ้อนกัน ให้แนวรอยต่อไม่ตรงกันในชั้นดิน
2. ปูนก่อจะต้องให้หุ้มอยู่โดยรอบของแผ่นอิฐ
3. อิฐทุกก้อนก่อนนำมาทำการก่อต้องแช่น้ำให้อิ่มตัวเสียก่อน
4. ปูนก่อจะต้องมีความเหลวพอดี ไม่แข็งแรงหรือเหลวเกินไป
5. อิฐที่จะนำมาก่อต้องเลือกให้มีแง่มีมุมและเหลี่ยมบริบูรณ์ไม่ชำรุด ขนาดของอิฐจะต้องเท่ากันตามชนิดขนาดที่กำหนด
6. ต้องทำการจับดิ่ง ฉาก และขนาดตามระยะที่กำหนดให้ตลอดเวลา
7. ควรก่ออิฐให้มีแนวปูนก่อทางตั้งและทางนอนหนา 1 ถึง 1 ซม. ครึ่ง โดยให้อยู่ตามระดับเดียวกันโดยตลอด
8. ต้องทำการก่ออิฐจากมุมก่อน
9. ต้องใช้เกรียงให้ถนัดมือ
10. เวลาก่ออิฐควรตักปูนเพียงหนึ่งครั้ง ให้ให้ได้พอดีหรืออย่างมาก 2 ครั้ง
11. ถ้าจะทำการก่ออิฐต่อจากที่ก่อไว้แล้ว ให้ชะล้างและรดน้ำให้อิฐอิ่มตัวก่อน
12. ถ้ามีการก่อกำแพงเพิ่มเติมกว้างออกไปอีก ต้องทำเซาะแผ่นอิฐออกให้ลึกเข้าไป
13. วิธีก่ออิฐ น่าปูนก่อเกลี่ยบนอิฐแผ่นล่างให้หนากว่าแนวปูนก่อเล็กน้อย
14. การก่ออิฐกำแพง 1/2 แผ่น ช่วงกำแพงกว้างอย่างมาก 2.00 เมตร จะต้องมีเสาเอ็น 1 ต้น
15. การก่ออิฐต้องให้ตรงกับความมุ่งหมาย ตามประเภทของการก่ออิฐ คือ ก่ออิฐประดับไม่ฉาบปูน หรือก่ออิฐที่ต้องฉาบปูนเรียบ
16. เมื่อก่ออิฐได้รูปแล้ว ห้ามเคาะหรือห้ามบรรทุกน้ำหนักภายใน 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 งานฉาบ (ถือปูน)

งานฉาบปูนนี้จำเป็นมากสำหรับผู้ที่จะทำงานได้ดี เรียบร้อยถูกต้อง จะต้องเป็นช่างปูนที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี และมีเวลาการฝึกนานพอ กระทั่งเกิดทักษะ (Skill) หรือความชำนาญขึ้น ผู้ที่รู้เพียงหลักการถือปูน ยังเป็นช่างถือปูนไม่ได้ ถ้ามิได้ผ่านการฝึก จะถือปูนไม่ถูกต้อง ฉาบไม่ติด เก้งก้าง ใช้เครื่องมือไม่ถูกทำงานได้ช้ากว่าปกติ หลักการปฏิบัติก่อนการฉาบมีดังนี้คือ

1. ต้องดูแบบให้เข้าใจ
2. ต้องสำรวจกำแพงหรือสิ่งที่จะทำการฉาบปูน
3. เตรียมเครื่องมือสำหรับการฉาบปูน
4. ทำนั่งร้าน
5. ขุดแนวปูนผนังอิฐและสกัดเป็นรอย เพื่อปูนถือจะได้ยึดเกาะได้แน่น
6. สกัดส่วนที่จะต้องแก้ไขให้ถูกต้องตามความต้องการ หรืออาจก่ออิฐเสริมขึ้นอีก
7. ทำความสะอาดผนังโดยการใช้ไม้กวาด หรือลมเป่าให้เศษหรือฝุ่นปูนหลุดออก
8. รดน้ำผนังให้ชุ่ม
9. เริ่มการฉาบปูน โดยการปั้นปูนทำระดับตามความหนาที่ต้องการ ขีงเชือกเป็นแนวและทำการฉาบให้เสมอระดับลูกปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การแต่งรอยต่อ (Finishes of Joint)

การแต่งรอยต่ออิฐ จะกระทำด้วยจุดประสงค์ให้ผนังอิฐนั้นต้านทานน้ำได้ และช่วยให้เกิดความสวยงามเป็นแนวเรียบ ขนานกันหรือได้ดิ่ง แม้อิฐจะมีขนาดไม่เท่ากันก็ตาม นับเป็นการเจตนาที่จะก่ออิฐเป็นผนัง เพื่อกั้นสายตา เพื่อโชว์ในสวน ห้องรับแขกแม้แต่ผนังของอาคารก้ตาม จะต้องก่อด้วยความประณีต จับดิ่ง และฉาก โดยเคร่งครัด ความหนาของรอยปูนก่อจะต้องเท่ากันตลอดเพราะแผ่นอิฐจะเปิดให้คนเห็นตลอดเวลา ไม่ฉาบปิดทับ จึงสรุปว่า เมื่อก่ออิฐได้เรียบก็ควรทำการแต่งรอยต่อได้ง่ายและสวยงามยิ่งขึ้น

การแต่งรอยต่อเป็นงานช่างฝีมือ ควรจะได้ประณีต โดยเฉพาะแนวตั้ง และแนวนอนตัดทำฉากกัน นอกจากนี้สัมผัสกับผิวอิฐเท่ากัน เมื่อเสร็จการแต่งควรใช้แปรงล้างผิวอิฐให้น้ำซิเมนต์ที่เกาะผิวอิฐออกให้หมดก่อนเลิกงานทุกวัน

รอยต่อในคอนกรีต

รอยต่อในคอนกรีต แบ่งได้ออกเป็น 2 แบบคือ รอยต่อสำหรับการขยายตัว และรอยต่อระหว่างงาน

รอยต่อสำหรับการขยายตัว เป็นรอยต่อที่มีแสดงไว้ในแบบการก่อสร้าง ซึ่งเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวหรือหดตัว รอยต่อแบบนี้อาจประกอบด้วยแผ่นโลหะ แผ่นยางมะตอยสำเร็จรูป ไม้ ไม้คอร์ค ยาง หรือวัสดุอื่น หรืออาจจะทำเป็นร่องสำหรับใส่ลิ่ม หรือทำให้มีบังใบในคอนกรีตก็ได้ การทำเป็นรองรูปตัววี จะช่วยป้องกันการแตกที่มักจะเกิดการขบกันที่ตอยต่อในการขยายตัวได้ รอยต่อรวมทั้งสลักต้องวางให้ได้แนวอย่างระมัดระวัง คอนกรีตที่ยื่นออกมาเป็นครีบหรือเป็นลิ่มที่อาจเกิดขึ้นในขณะก่อสร้างควรขจัดออกให้หมด

รอยต่อระหว่างงาน เป็นรอยต่อระหว่างส่วนปลายของชั้นหรือการสิ้นสุดของงานประจำวัน ซึ่งต่างกับรอยต่อที่เผื่อไว้สำหรับการขยายตัว คือมิได้มีไว้เพื่อให้มีการเคลื่อนที่ได้ระหว่างส่วนของโครงสร้าง รอยต่อระหว่างงานนี้ จะกะตำแหน่งให้ดีทำให้เรียบร้อยและเกาะยึดกันให้แน่น เพราะที่รอยต่อนี้เป็นจุดอ่อนแอ เมื่อคำนึงถึงความต้านทานน้ำซึม และการต้านทานลมฟ้าอากาศ

รอยต่อแบบนี้ควรให้อยู่ในลักษณะที่จะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด เช่น ในงานแผ่นพื้นและคานก็ควรให้รอยต่ออยู่ใกล้กับส่วนกลางของช่วงนั้น (ซึ่งเป็นที่เกิดแรงเฉือนน้อยที่สุด) และอยู่ในแนวดิ่งตั้งฉากกับแกนของพื้นหรือคาน

ก่อนเทคอนกรีตตรงจุดที่จะทำรอยต่อ ควรทำขอบของรอยต่อที่จะมองเห็นเป็นเส้นเรียบโดยวางแบบบังคับไว้หรือใช้ปาดออกก็ได้ และควรทำให้แบบติดกับรอยต่อให้แน่น นอกจากนี้ต้องทำความสะอาดที่ผิวของรอยต่อ ไม่ให้มีเศษคอนกรีตหลุดออกมา ตามมุมและริมขอบของคอนกรีตต้องไม่แตก การใช้ทรายเปียกๆ พ่น จะช่วยขจัดชิ้นที่สกปรกต่างๆ ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชั้นแรกในรอยต่อพื้นผิวราบ ควรเทมอร์ต้าที่มีส่วนผสมเดียวกับคอนกรีตเดิมลงไปก่อน และใช้เครื่องเขย่าๆ ให้ทั่วคอนกรีตทั้งสองชนิด

สำหรับพื้นผิวที่ตั้งตรงๆ หรือชันมากๆ ตัวคอนกรีตเองก็ควรจะมีมอร์ต้าให้มากพอและถ้าต้องการให้มีการเกาะยึดดี ควรถูผิวคอนกรีตด้วยซิเมนต์ล้วน หรือพ่นด้วยมอร์ต้าก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่สสักเล็กน้อย คอนกรีตที่จะเทตรงรอยต่อควรจะอัดให้แน่น เพื่อทำให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวและควรขจัดหินที่รวมเป็นกระจุกเสียด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป (PREFABRICATION HOUSES)

3.2.1 การศึกษาและพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุก่อสร้างในปัจจุบัน

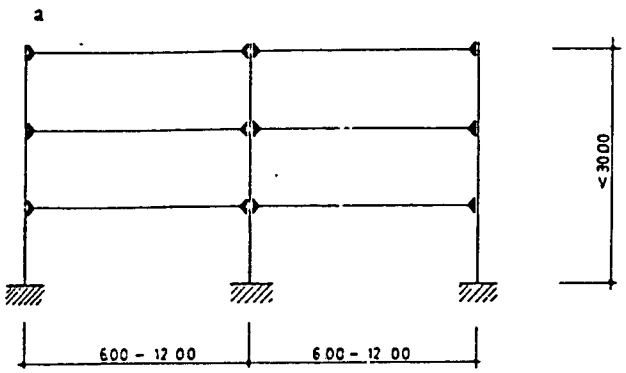
การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกันหรือที่เรียกกันว่าการก่อสร้างแบบพรีแฟ็บ (Prefabricated Construction) กำลังเป็นที่นิยมกันมากในการก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการหล่อของคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง การก่อสร้างในระบบนี้ได้มีการพัฒนากันออกไปอย่างกว้างขวาง สิ่งที่สำคัญก็คือการจัดระบบการปฏิบัติงานและการประสานงานร่วมกันในช่วง 2 ปี ที่แล้วมาถึงปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนมุ่งศึกษาระบบนี้กันอย่างจริงจังทั้งการศึกษาด้วยตัวเองและมอบหมายให้สถาบันการศึกษาระดับสูงศึกษาวิจัยด้วย

การเรียนรู้ระบบโครงสร้างต่างๆ มีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อความเข้าใจและเปรียบเทียบหาระบบที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน สิ่งสำคัญต่อมาได้แก่การต่อเชื่อมกันของโครงสร้างต่างๆ ซึ่งต้องมีวิธีการที่ง่ายและมีความแข็งแรงสูง นอกจากนี้แล้วควรต้องศึกษาถึงหลักการออกแบบ คำนวณตลอดจนเทคนิคการรับแรง การเลือกวิธีการผลิตและชนิดของโรงงานด้วย

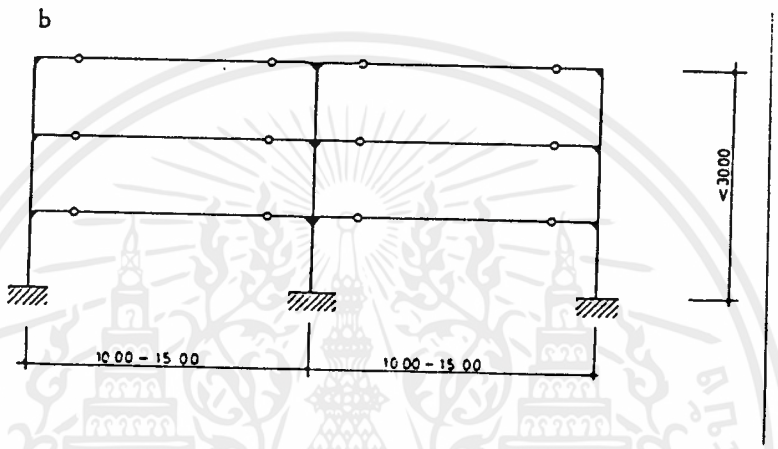
การก่อสร้างในระบบนี้แบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือ การก่อสร้างอาคารชั้นเดียว (shedtype หรือ single-story construction) และการก่อสร้างอาคารหลายชั้น (multi-story construction) เนื่องจากมีระบบโครงสร้างอาคารและระบบการทำงานที่แตกต่างกันไป (ดูรูปที่ 3.2.1 และ 3.2.2) อาคารหลายชั้นดังกล่าวนี้ยังแบ่งได้ออกเป็นสามประเภทด้วยกันคือ อาคารโรงงาน (industrial buildings) อาคารสาธารณะ (public buildings) และอาคารที่พักอาศัย (residential buildings) ทั้งสถาปนิกและวิศวกรส่วนมากแล้วจะมุ่งความสนใจมายังอาคารที่พักอาศัยมากกว่าอย่างอื่นๆ เนื่องจากมีความต้องการสูงมาก

เนื่องจากราคาการก่อสร้างในบริเวณการก่อสร้างโดยตรงมีราคาสูงขึ้นมาก การก่อสร้างในระบบพรีแฟ็บนี้จะช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงได้ แต่จะลดลงมากน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่การเลือกใช้ระบบโครงสร้าง ระบบการผลิตและระบบการประกอบขึ้นเป็นอาคาร ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าที่ไหนในโลกก็ใช้วัสดุอย่างเดียวกัน คือ คอนกรีต ดังนั้นจึงต้องศึกษาเรื่องคอนกรีตนี้ให้ดีนอกเหนือไปจากสิ่งต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วตอนต้น เพื่อที่จะได้ออกแบบคอนกรีตให้เหมาะสมกับสภาพของบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้าง

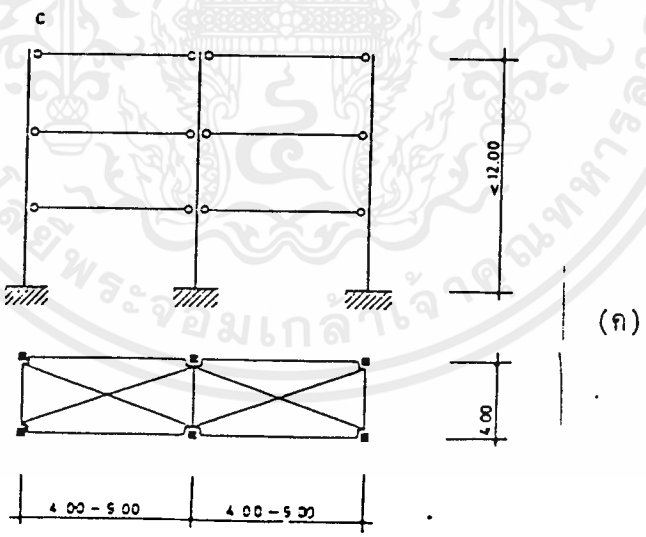
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

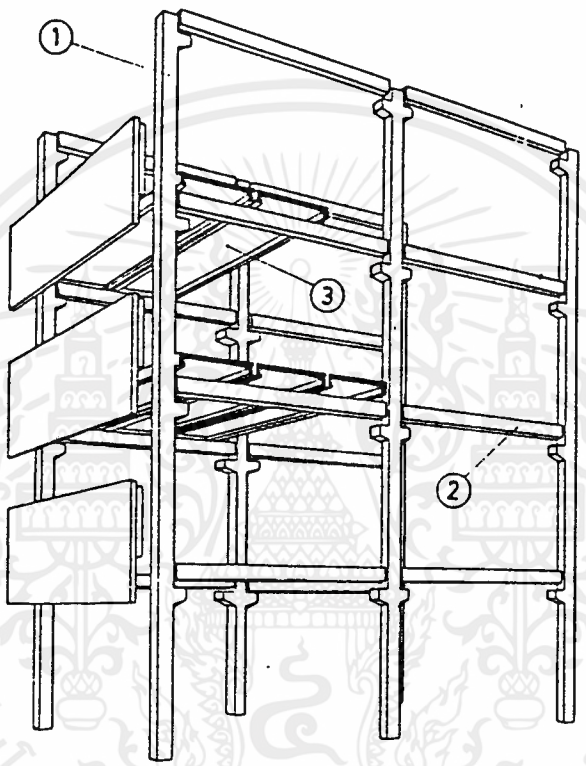
รูปที่ 3.2.1 ตัวอย่างระบบโครงสร้างอาคารหลายชั้นแบบโครงยึด (Frame Structure)

(ก) รอยต่อติดตายกับเสา (rigid joints)

(ข) รอยต่อแบบวางกับส่วนยื่นจากเสา (pin-joints or hinges)

(ค) รอยต่อแบบวางบนโครงสร้างเสา (pin-joints or hinges) ใช้โครงสร้างโคนเสารับแรงที่เกิดขึ้นด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.2 ตัวอย่างโครงยึด (Frame Structure)

1 - ชิ้นส่วนเสา

2 - ชิ้นส่วนคาน

3 - ชิ้นส่วนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบ

การออกแบบงานก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีการประสานงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างสถาปนิกและวิศวกร เสมือนหนึ่งว่าต้องเป็นคนเดียวกันเพราะว่าวิศวกรจะต้องคิดในโครงสร้างและความแข็งแรง(Engineer Terms) และสถาปนิกก็ต้องคิดในแง่รูปทรงและความสวยงาม (Architectural Terms) เพื่อให้ได้มาซึ่งความสวยงามของรูปทรงและความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนทั้งภายในและภายนอกของอาคาร

ในระหว่างการออกแบบจะต้องใช้ความสามารถและความระมัดระวังในการให้รายละเอียดมากกว่าในงานก่อสร้างแบบธรรมดามาก ต้องยอมเสียเวลาในเรื่องนี้เพราะการให้รายละเอียดของแต่ละชิ้นและการต่อเข้าด้วยกันเป็นเรื่องสำคัญมาก นอกจากนี้แล้วยังต้องคอยปรับปรุงแก้ไขหน้าตัดของชิ้นส่วนและจุดต่อเชื่อมอยู่เสมอ ผู้มีประสบการณ์เท่านั้นที่จะทำได้โดยง่าย

นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้าง เช่น ระยะสูง น้ำหนักและแสงสว่าง กับวิธีการก่อสร้างเช่น การผลิต การขนส่งและการติดตั้ง ระบบโครงสร้างของอาคารที่ก่อสร้างแบบวิธีธรรมดาจะนำมาใช้กับระบบโครงสร้างโดยใช้ชิ้นสำเร็จรูปไม่ได้เพราะจะไม่เป็นการประหยัด ระบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงเป็นระบบของตนเองที่ขึ้นอยู่กับการผลิตและการประกอบติดตั้ง

หลักเกณฑ์การออกแบบระบบโครงสร้างของการใช้ส่วนสำเร็จรูปโดยทั่วไปมีดังนี้

1. โครงสร้างจะต้องประกอบด้วย "ชิ้นส่วน" ที่มีจำนวนไม่มากนัก ชิ้นส่วนเหล่านี้คือส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น คาน เสา ผนัง จันทัน ฯลฯ เป็นต้น
2. ชิ้นส่วนโครงสร้างจะต้องมีขนาดแต่ละชิ้นแตกต่างกันไม่มากนัก ถ้าจะให้ดีแล้วควรจะสามารถให้ใช้แบบหล่ออันเดียวกันได้
3. การต่อควรจะมีน้อยและทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ ควรจะให้เป็นวิธีเดียวกันทั้งหลังเพื่อที่จะได้ใช้เครื่องมือชุดเดียวโดยตลอด
4. ชิ้นส่วนควรจะทำหน้าที่ได้หลายๆ อย่าง เช่น ใช้รับน้ำหนักก็ได้ หรือ ใช้กั้นห้องก็ได้ โดยการดัดแปลงเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม
5. ชิ้นส่วนจะต้องทำการผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรมได้
6. ชิ้นส่วนจะต้องมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน เพื่อความสะดวกในการใช้ปั้นจั่นติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ระบบโครงสร้างชิ้นส่วน

การก่อสร้างระบบใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถออกแบบโครงสร้างชิ้นส่วนให้ใช้งานได้เกือบทุกประเภท แต่การผลิตและการนำไปใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของสภาพภูมิศาสตร์ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนดังกล่าวพัฒนามาจากประเทศทางแถบยุโรปและสแกนดิเนเวีย ดังนี้

ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure or Panel System)

ระบบนี้ใช้กันแพร่หลายในประเทศทางยุโรปด้านการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย โดยการนำผนังสำเร็จรูปขนาดใหญ่เท่าความสูงของเพดานมาวางบนพื้นสำเร็จรูปและวางพื้นสำเร็จรูปชั้นต่อไปบนผนังนี้เรื่อยขึ้นไปจนแล้วเสร็จ ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายในการหล่อกับแบบในแนวนอนและแนวตั้ง แต่การขนส่งและติดตั้งต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญและความประณีตในการทำงาน

การรับแรงของโครงสร้างระบบนี้คือ การถ่ายแรงจากพื้นลงที่แนวผนัง ซึ่งผนังจะทำทั้งหน้าที่กั้นห้องและรับน้ำหนักแทนเสาและคานอีกด้วย(ดูรูปที่ 3.2.3ก) สิ่งที่ดีกว่าโครงสร้างเสาและคานคือ แผ่นผนังแบบนี้จะต้านทานแรงลมได้ดีและมีประสิทธิภาพมาก การวางผนังรับน้ำหนักมี 3 วิธี คือ

1) วางรับน้ำหนักตามความยาวของตัวอาคาร (long-wall system)

2) วางรับน้ำหนักตามขวางกับความยาวของตัวอาคาร (cross-wall system)

3) วางรับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว (two-way span system)

ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไปและเป็นระบบเดียวที่ใช้ในประเทศมานานไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัยหรืออาคารตึกแถวทั่วไป โดยปกติแล้วระบบเสาและคานจะใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอยที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน และ โรงเรียน เป็นต้น

การรับแรงของโครงสร้างแบบนี้คือ การถ่ายแรงจากพื้นลงคานและจากคานลงสู่เสา (ดูรูป3.2.3 ข) โครงสร้างเสาและคานแบบสำเร็จรูปจะแตกต่างไปจากโครงสร้างเสาและคานแบบหล่อกับที่ โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างระบบเสาและคานจะมีแนวคานอยู่แนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้าหาเสาทั้งสี่ด้านเหมือนการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจะมีคานเฉพาะในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนในอีกแนวหนึ่งซึ่งไม่มีคานยึดนั้นจะยึดแทนโดยแผ่นพื้นหรือผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการต่อชิ้นส่วนของเสาและคานคอนกรีตเข้าด้วยกัน มีความยากกว่าระบบ แผ่นผนังรับน้ำหนักวิธีการต่อรอยต่อระหว่างเสากับคานส่วนใหญ่จะใช้วิธีการของโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก

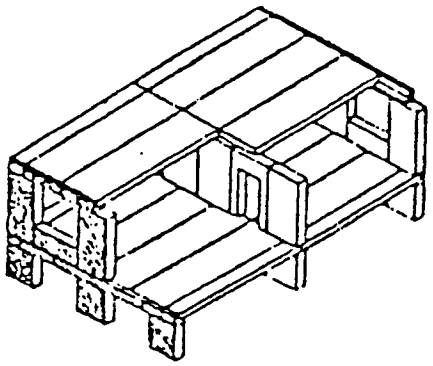
ระบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton)

ระบบนี้ใช้แผ่นพื้นวางบนเสาโดยไม่ต้องมีคานเช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นที่จะวางบนเสาได้ (ดูรูปที่ 3.2.3 ค) แผ่นพื้นนี้จะมีความหนาและปริมาณเหล็กมากเป็นพิเศษ แต่จะมีความสะดวกรวดเร็วในการประกอบติดตั้ง เนื่องจากตัดองค์ประกอบของคานออกไปได้ส่วนหนึ่ง พื้นจะทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ต้องออกแบบให้ต้านทานแรงลมเป็นพิเศษหรือใช้แผ่นผนังคอนกรีตช่วยรับแรงลมในโครงสร้างด้วย

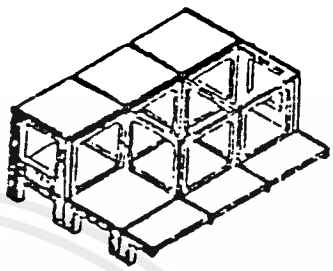
ระบบกล่อง (Box หรือ Module)

ระบบนี้พัฒนาขึ้นในประเทศรัสเซียโดยการประกอบชิ้นส่วนหรือหล่อเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับ 1 ห้อง พร้อมติดอุปกรณ์ไฟฟ้า-ประปาและตกแต่งเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ทำการประกอบติดตั้งเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว (ดูรูปที่ 3.2.3 ง และ จ) ลดแรงงานและเวลาได้มากกว่าระบบใดๆ

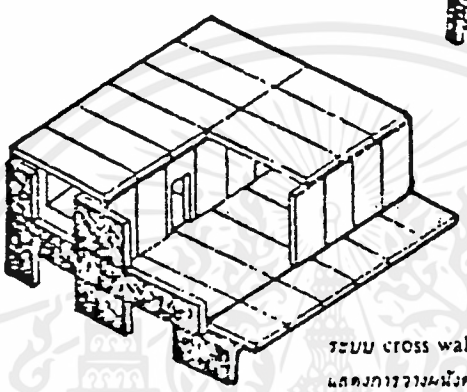
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



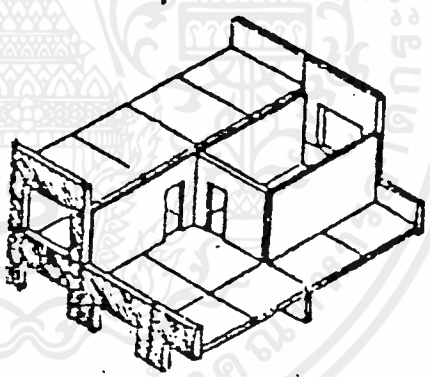
แสดงระบบโครงสร้างแบบ long wall



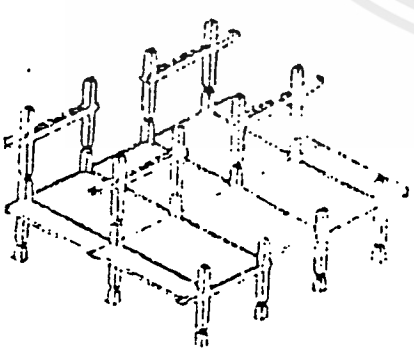
ระบบกรอบกลวง (ring-frame)



ระบบ cross wall สามารถวางผนังได้หลายวิธี
แสดงการวางผนังด้านหน้าให้รับแรงกับน้ำหนักกันเอง
และผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างรองกำแพง

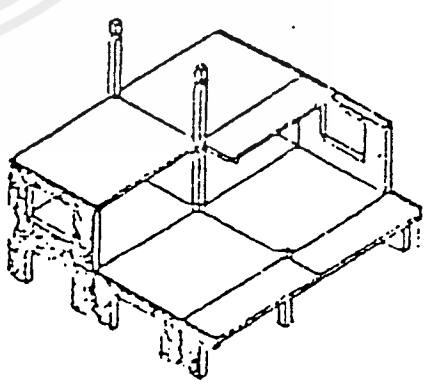


(ก)



(ข)

โครงสร้างแบบ L สามและสามชิ้นส่วน

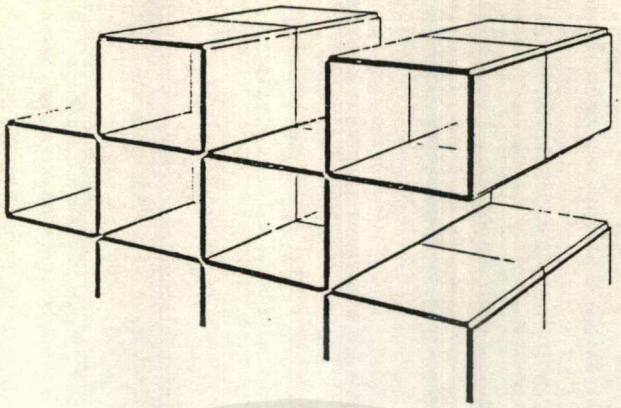


(ค)

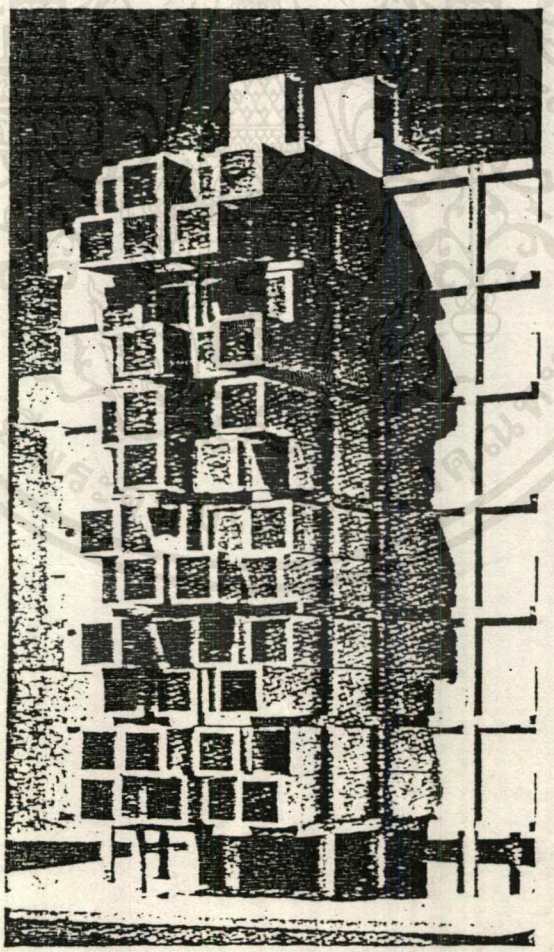
โครงสร้างแบบ [illegible] ชิ้นส่วน

รูปที่ 3.2.3 ตัวอย่างระบบโครงสร้างชิ้นส่วนชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.3 (ง) ระบบกล่องหรือโมดูล



รูปที่ 3.2.3 (จ) อาคารระบบกล่องหรือโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การเตรียมแบบมาตรฐานและชิ้นส่วนมาตรฐาน (Type Standardisation and Component Standardisation) เพื่อให้เป็นงานอุตสาหกรรม

<u>การผลิตจำนวนมากและแบบมาตรฐาน</u>

<u>(Mass Production and Type Standardisation)</u>

การผลิตจำนวนมากๆ เป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีความต้องการผลิตภัณฑ์นั้นสูง ซึ่งจะเป็นไปได้ต่อเมื่อ

ก) สามารถนำไปใช้ได้กับงานหลายชนิด (เช่น ใช้ได้ทั้งการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม และอาคารธรรมดาโดยทั่วไป

ข) สามารถนำไปใช้ได้ตามความต้องการต่างๆ (เช่น ทำเป็นหลังคา หรือ ผนัง)

ค) สามารถเอาแบบมาต่อกันเพื่อให้ได้ขนาดใหญ่ขึ้น ในกรณีที่ต้องการอาคารที่ใหญ่กว่า

แต่ทั้งหมดนี้จะต้องพิจารณาจากการออกแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับสายงานการผลิต (Serial Production) ด้วย (ดูรูปที่ 3.2.4)

นอกจากนี้ชิ้นส่วนต่างๆ ควรทำการผลิตด้วยเครื่องจักรกลได้ และต้องง่ายต่อการยกและขนส่งสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก็คือสถานที่เก็บซึ่งจะต้องให้เพียงพอเพื่อที่การผลิตจะได้ไม่ชะงัก

การออกแบบและการพิจารณาชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้การประกอบเป็นไปตามขั้นตอน (Serial Prefabrication) นั้น จะต้องทำให้แบบตัวอาคารเป็นแบบมาตรฐานเสียก่อน ขั้นต่อไปก็คือทำแบบมาตรฐานของแต่ละชิ้นส่วนซึ่งจะเอาไปประกอบเป็นตัวอาคาร ซึ่งในที่สุดตัวอาคารก็จะสามารถสร้างขึ้นด้วยแบบมาตรฐานต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ได้โดยตลอดจะเปรียบได้ก็เหมือนกับการผลิตหุ่นจำลองโดยเฉพาะของรถยนต์คันหนึ่ง

การออกแบบมาตรฐานจะต้องมีรากฐานเกี่ยวกับความกว้างยาวของระบบใดระบบหนึ่งอย่างเคร่งครัด และในเวลาเดียวกันต้องคำนึงถึงการประหยัดและใช้งานได้ดี ไม่ว่าทั้งด้านโครงสร้างหรือความสวยงามนอกจากนี้แล้วจะต้องเลือกอาคารที่มีความเหมาะสมเอาไว้เพื่อที่จะให้แบบมาตรฐานที่ทำไว้ถูกนำไปใช้ได้เรื่อยไป เช่น อาคารที่นิยมทำการปลูกอยู่เรื่อยๆ ทุกปีและจะต้องทำการผลิตได้ทันที แบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง จะต้องมีรายละเอียด (Details) และการต่อ (Connections) ที่ได้มาตรฐานอย่างสมบูรณ์เพราะจะทำให้การวางแผนและการก่อสร้างเป็นไปอย่างสะดวกที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการกำหนดขนาดร่วมกัน (The Unified Dimensional System)

การที่มีขนาดร่วมกันและแบบมาตรฐานจะทำให้การประสานงานระหว่างการออกแบบและการผลิตเป็นไปด้วยดีการมีขนาดร่วมกันจะทำได้ต่อเมื่อขนาด (Dimensions)ของผลิตภัณฑ์ (ชิ้นส่วนโครงสร้าง) ถูกนำมาปรับร่วมกันก่อนแล้วจึงใช้ขนาดให้อยู่ในพิกัดเดียวกัน ซึ่งทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างจะต้องมีขนาดบอกไว้โดยตลอด เช่น ขนาดสำหรับการผลิตและระยะเผื่อสำหรับการก่อสร้าง

วัตถุประสงค์ที่กำหนดขนาดร่วมกันทำขึ้นเพื่อ

ก) ให้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นสามารถรวมกันได้

ข) ให้ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถแลกเปลี่ยนหรือแทนกันได้

ค) ให้สามารถนำมาต่อร่วมกันได้

เมื่อต้องการให้ได้ขนาดที่กว้างขึ้นก็สามารถนำมาต่อเข้ากับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ผลิตขึ้นมาได้ โดยอาศัยหน่วยที่อยู่ในมาตราเดียวกัน

ผลของการใช้ขนาดเป็นพิกัดก็คือ

ก) ทำให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดให้เข้ากับงาน เพราะจะต้องมีผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่มีขนาดเท่ากัน

ข) ทำให้การออกแบบง่ายขึ้นและลดความผิดพลาดได้มาก

ค) เพิ่มผลิตสูง (อันสืบเนื่องมาจากแบบมาตรฐาน)

ง) ให้มีความชำนาญในการผลิต

หน่วยเบื้องต้นที่จะทำให้อยู่ในระบบเดียวกันนี้ว่า "หน่วยพิกัด" (Module) เป็นค่าซึ่งใช้หารความกว้างยาวของชิ้นส่วนต่างๆ ให้ออกมาเป็นเลขลงตัว ซึ่งถ้าต้องการให้มีความยาวเพิ่มขึ้นก็ใช้ค่านี้บวกหรือคูณเข้าไป อันจะทำให้ชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกัน และสามารถจะเชื่อมโยงได้โดยตลอด ขนาดของหน่วยพิกัดที่ใช้งานต้องเป็นตัวเลขที่เลือกขึ้นมา จะมากน้อยแค่ไหนไม่สำคัญแต่ให้มีความเหมาะสมก็แล้วกันระบบการกำหนดขนาดและการประสานทางพิกัดได้มีการดัดแปลงกันมามากแล้ว ดังนี้

หน่วยพิกัดของ Le Corbusier ขึ้นอยู่กับส่วนสัดของมนุษย์ ไม่ออกมาเป็นตัวเลขลงตัว (Round Figures) ทั้งๆ ที่ต้องการทำออกมาให้เป็นอุตสาหกรรม

ศาสตราจารย์ Neufer's ใช้ระบบแปด (Octameter system) ซึ่งได้จากการศึกษา และสังเกตุการณ์จากธรรมชาติมาเป็นเวลาหลายปี

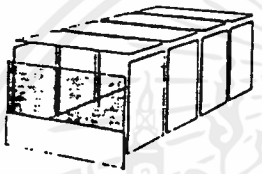
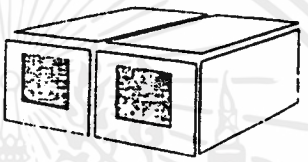
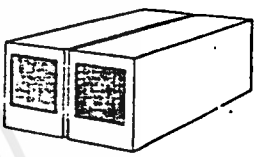
ขนาดที่เหมาะสมที่สุดคือ ขนาดที่หารด้วย 2 หรือ 4 ลงตัว ขนาดเล็กสุดของวิธีนี้จะเป็น 25 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะพอดีกับอิฐ (ในต่างประเทศ) เมื่อกำหนด 10 เท่า ของค่านี้ก็จะเท่ากับ 2.50 เมตร หรือ เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นค่า IBM ("Industriebaumass"=

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

industrial structural dimension) ระยะจากศูนย์กลาง และช่วงต่างๆ ของอาคารจะต้องได้มาตรฐานตามขนาดที่กำหนดไว้นั้น

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับหน่วยพิกัดสำหรับการประสานทางแนวราบและระยะสำหรับการประสานทางความสูงของชั้นและความสูงของห้องโดยเฉพาะพิกัดของผังอาคาร Planning Module เพื่อที่จะได้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีขนาดมาตรฐานเช่น คานหรือพื้นสำเร็จรูปจะต้องให้มีความกว้าง*ความลึก*ความยาวเท่าใดที่จะคล่องตัวต่อการนำไปใช้งานหรือมีผู้นิยมใช้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อการลดค่าโสหุ้ยในการผลิตชิ้นส่วนขนาดต่างๆ และเก็บสต๊อคไว้จนกว่าจะมีผู้สั่งนำไปใช้ ซึ่งเป็นภาระหนักมากสำหรับเงินทุนหมุนเวียนของผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

METHODS OF CONSTRUCTION			
CONSTRUC-TIONAL PRINCIPLE	Small panel Joints in room	Large panel No joints in room walls	Box-shaped unit ("module")
PLAN	Grid in one direction, no restrictions	No grid needed, possibility of transport imposes restrictions	Grid, possibility of transport imposes restrictions
MANUFACTURE	Type-standardised components, mass-produced with equipment already available	Components not type-standardised, mass-produced, special equipment	Components not type standardised, possibly mass-produced, special equipment
TRANSPORT ERECTION	Vehicles and lifting applicances already available	Low-loaders, heavy lifting appliances	Low-loaders, heavy lifting appliances
FINISHING AND FITTING-UP	Mainly in situ, after erection	Mainly in the manufacturer's works	Mainly in the manufacturer's works

รูปที่ 3.2.4 คุณลักษณะของการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยระบบพรีแฟ็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารที่พักอาศัย

การก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. การก่อสร้างด้วยระบบแผ่นขนาดเล็ก (small panel)

2. การก่อสร้างด้วยระบบแผ่นขนาดใหญ่ (large panel)

ระบบแผ่นขนาดเล็กคือ การใช้ชิ้นส่วนขนาดพอเหมาะมาประกอบกันเพื่อกั้นห้องและคลุมพื้นที่ของแต่ละห้อง เช่น แผ่นผนัง แผ่นพื้นและเพดาน ซึ่งเรียงต่อกันโดยเห็นรอยต่อปรากฏอยู่ก่อนที่จะมีการฉาบหน้าหรือตกแต่ง

ระบบแผ่นขนาดใหญ่คือ การใช้ชิ้นส่วนขนาดเท่าห้องมาประกอบกันเป็นผนังห้อง พื้นหรือเพดานห้องโดยไม่มีรอยต่อให้เห็นในแต่ละแผ่น ผนังในระบบนี้จะใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งผนังที่ตัดขวางกัน (cross-wall) เนื่องจากมีความแข็งแรงในการรับแรงด้านข้างอีกด้วย ชิ้นส่วนใดที่ไม่รับน้ำหนักก็จะไม่รวมอยู่ในระบบโครงสร้าง

โครงสร้างที่ออกแบบให้รับน้ำหนักแบบเสาได้จะทำเป็นชิ้นส่วนรูปตัวแอล (L) ตัวยู (U) หรือรูปอื่นๆ เป็นต้น

อาคารที่พักอาศัยแบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. โครงสร้างและส่วนประกอบภายนอก เช่น ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (ดูรูปที่ 2.3.10)

2. ชิ้นส่วนภายใน

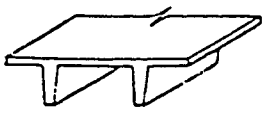
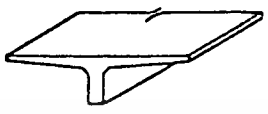
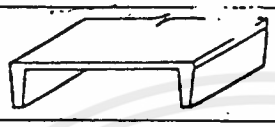
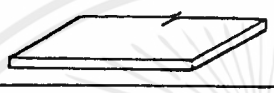
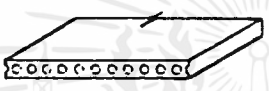
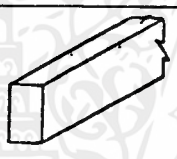
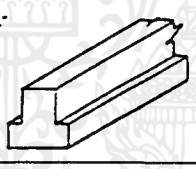
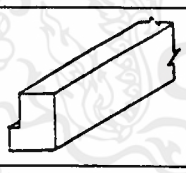
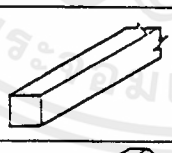
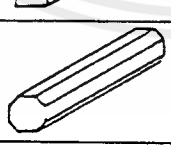
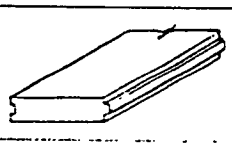
3. หลังคา

ส่วนที่เป็นโครงสร้างจะผลิตจากโรงงานซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและชิ้นส่วนภายในก็จะผลิตจากโรงงานต่างๆ ของแต่ละชนิด

โครงสร้างและส่วนประกอบภายนอกได้กล่าวมาแล้วเป็นส่วนใหญ่ ในที่นี้จะกล่าวเพิ่มเติมเฉพาะชิ้นส่วนภายในซึ่งได้แก่ แผ่นปูพื้น แผ่นบุผนัง ช่องแสงสว่าง ประตูภายใน ตู้เสื้อผ้า ตู้เก็บของ ชุดห้องน้ำ ชุดทำครัว ระบบระบายอากาศ ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบน้ำร้อน เป็นต้น ชิ้นส่วนขนาดใหญ่สำหรับห้องน้ำและะห้องส้วมก็เป็นที่นิยมทำกันในต่างประเทศและกำลังพัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ในการพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปประกอบอาคารจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาภายหน้าเผื่อการเปลี่ยนแปลง เช่น การเสื่อมสภาพของวัสดุ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงและแม้แต่การใช้สอยพื้นที่ในอาคารเช่น การเติบโตของเด็ก ถ้าชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถสับเปลี่ยน โยกย้ายและต่อเติมได้ก็จะมีความสมบูรณ์ในตัวเอง อาจเป็นที่ปรารถนาของเจ้าของบ้านในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Approximate size ranges		
	Width	Depth	Span
Double T 	4–12 ft	10–41 in	30–90 ft
Single T 	6–12 ft	16–48 in	30–110 ft
Channel slab 	6–12 ft	24–42 in	40–90 ft
Flat slab 	8–12 ft	3–6 in	14–22 ft (35 ft with shoring)
Hollow-core plank 	3 ft 4 in–8 ft	6–12 in	16–42 ft
Rectangular girder 	12–36 in	18–48 in	24–70 ft
Inverted-T girder 	12–24 in	18–48 in	24–48 ft
Ledger beam 	12–30 in	18–48 in	24–48 ft
Column 	10–24 in	12–24 in	
Bearing pile 	12–24 in	12–24 in	
Sheet pile 	4–8 ft	10–16 in	

รูปที่ 3.2.5 ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่นิยม

1. คอนกรีต

คอนกรีตเป็นวัสดุที่รู้จักกันดีมาหลายร้อยปีแล้ว คอนกรีตเสริมเหล็กสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับน้ำหนัก และเป็นส่วนผนังได้ดีมาก ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา ทนไฟและไม่ผุพัง หรือ เป็น สนิม มีข้อเสีย คือ น้ำหนักมากทำให้การต่อกันของโครงสร้างทำได้ยาก การลดน้ำหนักทำได้โดยการหล่อในแบบและอัดแรง (precasting and prestressing) นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุเก็บเสียง (acoustic insulation) ด้วย เพราะมีความถ่วงจำเพาะสูง วัสดุใช้ทำคอนกรีตส่วนใหญ่ผลิตใน ประเทศ

2. เหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุที่ใช้คู่กันมากับคอนกรีต และ ไม้ ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถ ผลิตได้โดยใช้เครื่องจักรกล หากต้องการให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากเหล็กสามารถรับน้ำหนัก และเป็นส่วนผนังได้ก็จะต้องใช้เหล็กจำนวนมาก อีกประการ หนึ่ง คือ การใช้เหล็กเป็นส่วนโครงสร้างก็จะต้องใช้คอนกรีตหุ้มกันไฟและงานเหล็กต้องมีการกำจัดสนิมและบำรุงรักษามากจึงไม่ค่อยนิยม อย่างไรก็ตามในระยะ 10 ปี มานี้ มีการใช้โครงเหล็กกันมากขึ้นเพราะต้องการประหยัด เวลาการก่อสร้างและไม่เกิดการขาดแคลน ข้อเสียของการใช้เหล็ก คือ การต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อินเดีย

3. ไม้

ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่คนไทยรู้จักดีที่สุด สามารถทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป งานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยได้อย่างสะดวก สามารถผลิตเป็นระบบอุตสาหกรรมได้โครงสร้างไม้ก็เช่นเดียวกับโครงสร้างเหล็ก คือ ไม่ทนไฟ มี การขยายและหดตัว ที่สำคัญก็คือ มีความแข็งแรงต่ำกว่า ส่วนที่ดี คือ มีน้ำหนัก เบาและตัดต่อได้ง่ายแต่ปัจจุบันไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีปัญหาเนื่องจากการขาดแคลนและต้องสั่งจากต่างประเทศเช่น มาเลเซีย พม่า ลาว และ คานาดา

4. อลูมิเนียม

อลูมิเนียมนิยมใช้ทำชิ้นส่วนวงกบประตู-หน้าต่างของอาคาร มีน้ำหนักเบา และตัดต่อง่าย แต่มีราคาแพง ต้องสั่งจากต่างประเทศ

5. ไฟเบอร์กลาส

ไฟเบอร์กลาสทำเป็นชิ้นส่วนของหลังคาคลุมอาคารในส่วนของเฉลียง หรือ ระเบียง ข้อดีคือ ขึ้นรูปง่าย น้ำหนักเบา แข็งแรงดีแต่ราคาแพง

6. GRC (Glass Fibre Reinforced Cement)

GRC ใช้ทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ดีเพราะขึ้นรูปได้ง่าย น้ำหนักเบาแข็งแรง และสวยงามพื้นผิวเรียบสามารถทาสีได้เลยโดยไม่ต้องฉาบปูนซ้ำ ข้อเสีย คือ ราคาแพง วัสดุสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ใยแก้วนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

7. คอนกรีตเบา

คอนกรีตเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ สำหรับเมืองไทยก็มีผู้ศึกษาวิจัยคิดค้นกันอยู่แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้ น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องสั่งมาจากต่างประเทศ

8. แผ่นเหล็กชุบสังกะสี

ใช้ทำแผ่นสังกะสีมุงหลังคา โครงหลังคาและคร่าวฝ้าเพดานตัวแผ่นเหล็กดำต้องนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นและแร่สังกะสีมีอยู่ภายในประเทศ

9. พีวีซี (PVC)

พีวีซี เป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมิคัล (น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ ผู้ผลิตในประเทศ คือ บริษัท ไทยพลาสติกเคมีภัณฑ์ จำกัด)

10. กระเบื้องกระดาษ

กระเบื้องกระดาษเป็นผลิตภัณฑ์จากปูนซีเมนต์และใยหิน (GYPSUM) ซึ่งมีแหล่งภายในประเทศ

11. กระจก

กระจกเป็นวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนประกอบอาคาร เป็นผลิตภัณฑ์ในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 วัสดุสำเร็จรูปในประเทศไทย

ประเภทน้ำหนักเบา

1. กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา (Concrete Roofing Tile)
2. กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement Roofing Title)
3. กระเบื้องเซลโลกรีตมุงหลังคา (Cellocrete Roofing Tile)
4. กระเบื้องดินเผามุงหลังคา (Clay Roofing Tile)
5. กระเบื้องโปร่งแสงไฟเบอร์กลาส อะคริลิค (Fiber Glass Acrylic Corrugated Roofing Sheet)
6. กระเบื้องยางใยแก้วมุงหลังคา (Glass Fiber Shingle)
7. กระเบื้องเหล็กเคลือบมุงหลังคา (Enamelled Steel Roofing Sheet)
8. โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized Steel Ceiling Frame)
9. โครงคร่าวอลูมิเนียม (Aluminium Ceiling Fram)
10. แผ่นฝ้าเพดาน (Ceiling Board)
11. ฝ้าเพดานอลูมิเนียม
12. ระแนงเหล็กอาบสังกะสี
13. สังกะสีมุงหลังคา
14. หลังคาสกายไลท์ โดม
15. หลังคาเหล็กเคลือบรีดลอน
16. หลังคาอลูมิเนียมรีดลอน
17. ตะแกรงเหล็กเสริมคอนกรีต
18. ตะแกรงโครงสร้างรูปพรรณ
19. เหล็กแผ่น
20. อลูมิเนียมแผ่น
21. ไม้บัว คิ้ว ลูกกรง ราวบันได
22. ไม้ปาร์เก้ ไม้พื้น
23. ไม้ไผ่อัด
24. ไม้อัด-บอร์ด
25. แผ่นพลาสติกอะคริลิค
26. กระจกเงา
27. กระจกใสแผ่นเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. กระจกใสแผ่นเรียบ
28. โครงสร้างผนังกระจก
29. บานเกล็ดหน้าต่าง
30. ประตูพลาสติก ไฟเบอร์กล๊าส
31. ประตูไม้แผ่นเรียบ
32. ประตูสแตนเลส
33. ประตูเหล็ก
34. ประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม
35. หน้าต่างไม้
36. หน้าต่างเหล็ก
37. สุขภัณฑ์
38. ห้องน้ำสำเร็จรูป (Fiberglass Toilet Module)
39. เสารั้วคอนกรีต
40. คอนกรีตบล๊อค

<u>ประเภทน้ำหนักมาก</u>

1. เสาเข็มคอนกรีต (PRECAST CONCRETE PILE)
2. เสาเข็มพืดเหล็กกล้า (STEEL SHEET PILE)
3. ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE WALL PANEL)
4. พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE FLOOR SLAP)
5. คานคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE BEAM)
6. ตงคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE JOINT FLOOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 ราคาต้นทุนในการก่อสร้างบ้านด้วยวัสดุสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะมีราคาถูกกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดา ทั้งนี้เพราะก่อสร้างได้รวดเร็วกว่า 20-60% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโครงสร้างอาคารและการวางแผนงาน นอกจากนี้ตัวชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองก็จะมีราคาต้นทุนน้อยกว่าเมื่อใช้วิธีก่อสร้างแบบธรรมดา 15-40% แล้วแต่ชนิดของโครงสร้างและวัสดุที่ใช้

เมื่อเทียบราคากันแล้วการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะถูกกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดาประมาณ 15-30% ทั้งนี้แล้วแต่ปริมาณชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอาคารนั้นๆ ว่าจะมีมากน้อยเพียงใด ที่เน้นกันโดยเฉพาะ คือ ชิ้นส่วนผนัง และพื้นอาคารเพราะจะมีราคาประมาณ 1/5 ของราคาตัวอาคาร

ราคาต้นทุนการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น พิจารณาได้จากองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

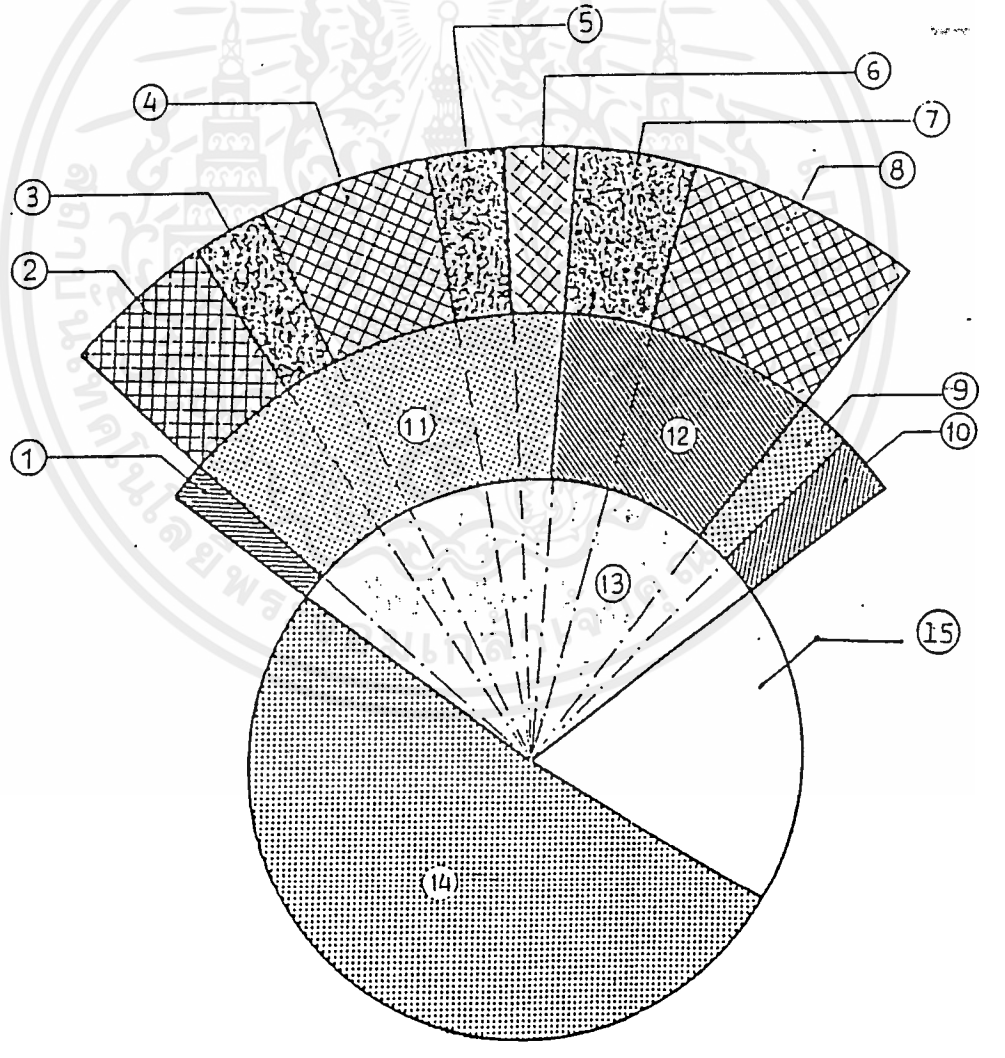
1. ราคาวัสดุที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วน
2. ราคาการผลิต (ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ดอกเบี้ยและค่าแรงงาน)
3. ราคาการขนส่งและติดตั้ง
4. ราคาการประกอบและตกแต่ง

เมื่อมองในภาพรวมแล้วจะรวมเอาข้อ 1 ถึง 3 ออกมาเป็นราคาค่าชิ้นส่วน ข้อ 4 นั้นเป็นเรื่องการตกแต่งเพื่อให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ ตัวอย่างดังแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบราคาของงานก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่พอสรุปโดยประมาณได้ดังนี้

ราคาค่าชิ้นส่วนสำเร็จรูป	30%
ค่าการประกอบและตกแต่งให้สมบูรณ์	50%
ค่าฐานรากและหลังคา	20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.: วางแผน (1%)
2.: เหล็กเสริม (4%)
3.: ข้อต่อและห่วงยก (2%)
4.: คอนกรีต (5%)
5.: ฉนวนกันความร้อน (2%)
6.: รอยต่อภายนอก (2%)
7.: ค่าเสื่อมราคาและดอกเบี้ย (3.5%)
8.: ค่าแรงงาน (6.5%)
9. ค่าขนส่ง (2%)
10. ค่าติดตั้ง (2%)
11. ค่าวัสดุ (15%)
12. ค่าโสหุ้ยการผลิต (10%)
13. ค่าชิ้นส่วน (30%)
14. ค่าประกอบและตกแต่ง (50%)
15. ฐานรากและโครงหลังคา (20%)



รูปที่ 3.2.6 แผนภูมิราคาในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 : ออกแบบ & ค่าเนินการ 25%

2 : ผลิต 30%

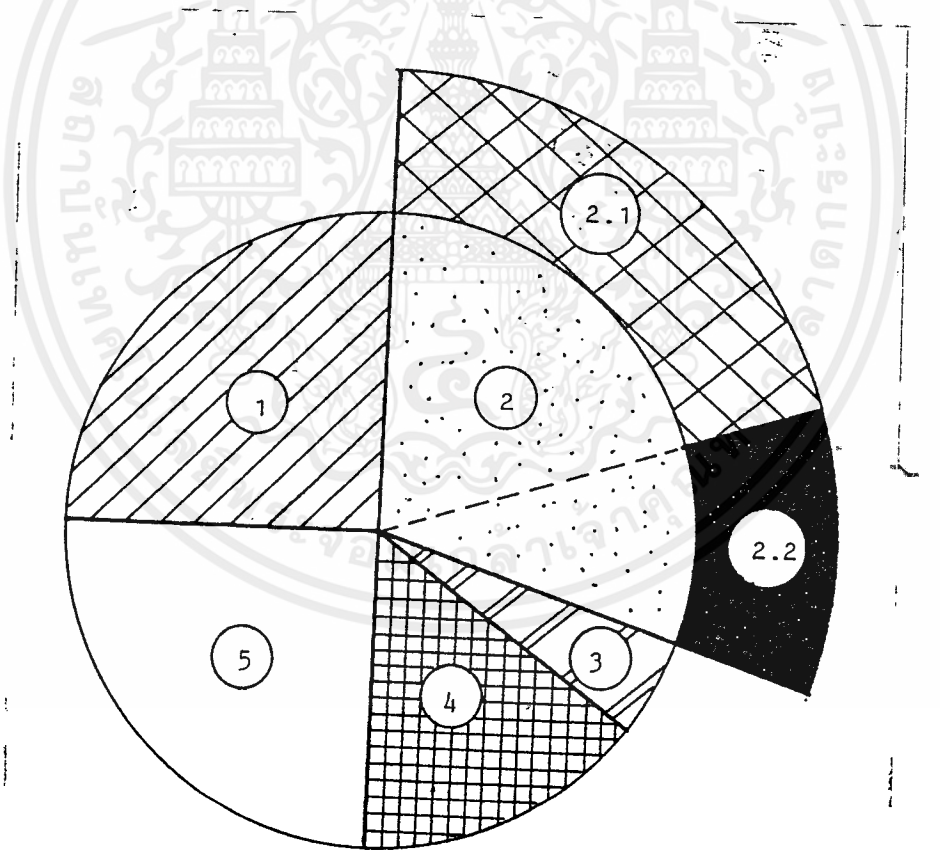
2.1 : วัสดุ 20%

2.2 : ค่าแรง 10 %

3 : ขนส่ง 5%

4 : ฐานราก ติดตั้ง 15%

5 : ส่วนประกอบ & ตกแต่ง 25%



รูปที่ 3.2.7 แผนภูมิค่าใช้จ่ายโดยประมาณงานชิ้นส่วนขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตัวอย่างหน่วยงานที่มีการนำระบบสำเร็จรูปไปใช้

ในปัจจุบันได้มีหน่วยงานที่สนใจนำเอาระบบสำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น ทั้งภาครัฐและเอกชน ทำให้ระบบสำเร็จรูปได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการแข่งขันทางด้านธุรกิจ จุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ต้นทุนค่าก่อสร้าง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีการปรับปรุงและนำเทคนิคใหม่ๆ เข้ามาใช้ อย่างเช่น บริษัทแลนด์ แอนด์ เฮาท์ ได้นำเอาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่มาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลในการก่อสร้างและติดตั้งประเภท HEAVY EQIPMENT เข้ามาช่วยในการติดตั้งและต้องใช้เทคนิคต่างๆ อีกมากมายในการก่อสร้าง

บริษัท สตาร์บล๊อค จำกัด ก็เป็นอีกบริษัทหนึ่งที่ได้นำเอาระบบสำเร็จรูปเข้าไปใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยให้กับลูกค้า แต่จะเป็นเพียงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของตัวบ้านเท่านั้น คือหลังคา ส่วนอื่นๆ จะเป็นการก่อสร้างระบบธรรมดา และเป็นบริษัทแรกที่ได้ริเริ่มนำระบบสำเร็จรูปขนาดใหญ่มาใช้กับการก่อสร้างอาคารสูง

นอกจากนี้ยังมีบริษัทหรือหน่วยงานอื่นๆ อีกหลายหน่วยงานในประเทศไทยที่ได้นำระบบสำเร็จรูปเข้าไปใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งอาจจะทั้งระบบหรือบางส่วนก็ตาม ดังจะยกตัวอย่างหน่วยงานที่มีการใช้ระบบสำเร็จรูปในการก่อสร้างดังนี้คือ

3.3.1 บริษัท ซีคอน จำกัด

ประวัติของ บริษัท ซีคอน จำกัด

การก่อตั้ง

เมื่อ 30 ปีก่อนได้มีการจดทะเบียนจัดตั้ง บริษัท เซาท์อีสเอเชีย ก่อสร้าง จำกัด เมื่อ 9 มีนาคม 2504 ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการออกแบบและรับเหมาก่อสร้าง ผลงานแรกคือตลาดและตึกแถวประมาณ 200 คูหาที่บริเวณมหานาค

การพัฒนา

จากประสบการณ์งานก่อสร้างตลาดและตึกแถวที่มหานาค บริษัทฯ เห็นว่าวิธีการก่อสร้างแบบธรรมดามีความสิ้นเปลืองและข้อบกพร่องมาก จึงทำการศึกษาพัฒนาวิธีการก่อสร้างให้เป็นระบบแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคารจากโรงงานแล้วนำมาประกอบติดตั้งที่บริเวณการก่อสร้าง

ด้วยวิธีการระบบนี้ทำให้สามารถสร้างอาคารที่มีความแข็งแรงทนทาน ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการก่อสร้าง มีมาตรฐานการควบคุมคุณภาพที่แน่นอนได้ ระบบก่อสร้างนี้ได้รับการพัฒนาจนเป็นผลสำเร็จและได้เรียกชื่อว่า "ระบบซีคอน" คำว่าซีคอน หรือ SEACON ย่อมาจากคำว่า SOUTHEAST ASIA CONSTRUCTION CO.,LTD. นั่นเอง

เอกสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานแรกที่ใช้ระบบก่อสร้างชีคอนได้แก่ ตึกแถวบริเวณ ถนนพระราม 4 และ บรรทัดทอง ผลงานที่สำคัญต่อมาคือ ศูนย์การค้าสยามสแคว์ โรงแรมสยามอินเตอร์คอนติเนนตัล หมู่บ้านมิตรภาพ ประมาณ 800 หลัง และแฟลตการเคหะแห่งชาติประมาณ 800 หน่วย เป็นต้น

กิจการในปัจจุบัน

ในปี พ.ศ.2514 บริษัทฯ หันมาให้บริการสร้างบ้านแก่ลูกค้าที่มีที่ดินของตนเองทั้งแบบเงินสดและเงินผ่อน โดยมีแบบบ้านให้เลือกหลายสิบแบบ ปัจจุบันได้บริการสร้างบ้านในเขต กทม. และจังหวัดใกล้เคียงไปแล้วกว่า 5,000 หลัง ด้วยการอำนวยความสะดวกให้แก่ลูกค้าหลายด้าน อาทิ ขออนุญาตปลูกสร้าง ขอเลขบ้าน ขอน้ำประปาและไฟฟ้า เป็นต้น

สำหรับลูกค้าที่ไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง บริษัทฯ ก็มีบริการหาที่ดินให้ได้ในทำเลที่ต้องการและในราคายุติธรรม นอกจากนี้ยังมีบริการจัดสวน ต่อเติมและปรับปรุงอาคาร รวมทั้งบริการซ่อมแซมซึ่งทำเฉพาะลูกค้าที่สร้างบ้านของบริษัทฯ เท่านั้น คือ ซ่อมให้ฟรีในระยะเวลา 1 ปี และคิดค่าใช้จ่ายเท่าทุนในเวลาต่อไป

การบริหารและสวัสดิการ

นอกจากพัฒนาระบบก่อสร้างแล้ว บริษัทฯ ยังได้พัฒนาและนำระบบบริหารที่ทันสมัยมาใช้ โดยแบ่งส่วนงานออกเป็นฝ่ายและแผนก พร้อมสรรหาผู้ที่มีความรู้และความสามารถมารับผิดชอบในแต่ละฝ่ายและแผนกซึ่งทำให้บริษัทฯ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

เพื่อให้บุคคลากรของบริษัทฯ ทำงานได้อย่างมีความมั่นใจและประสิทธิภาพสูงสุด บริษัทฯ ได้ดูแลด้านความเป็นอยู่ของพนักงานเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นด้านรายได้ สวัสดิการด้านรักษาพยาบาล กีฬา และอื่นๆ

เกียรติยศ

จากผลงานที่มากด้วยคุณภาพและบริการที่เที่ยงตรงอย่างยุติธรรม ทำให้บริษัทฯ ได้รับรางวัลเกียรติยศอันน่าภูมิใจ 3 ปี ติดต่อกันดังนี้

ปี พ.ศ. 2529 รางวัล บริษัทดีเด่น ประเภทธุรกิจบ้านและที่ดิน

ปี พ.ศ. 2530 รางวัลผลิตภัณฑ์ดีเด่น

ปี พ.ศ. 2531 รางวัลบริการดีเด่นและระบบดีเด่น

หมายเหตุ

ในปัจจุบัน ลูกค้าและประชาชนส่วนมากรู้จักบริษัทฯ ในนามของ **"ชีคอน"** มากกว่า **"เชาท์อีสเอเชียก่อสร้าง"** บริษัทฯจึงได้ใช้ชื่อ **"บริษัท ชีคอน จำกัด"** ตามความนิยมของลูกค้าและประชาชนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบซีคอน

ระบบซีคอนเป็นระบบก่อสร้างที่ได้รับการค้นคว้าพัฒนาให้เหมาะกับการสร้างอาคารทั่วไปในกรุงเทพฯ โดยบริษัทเชาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด ตั้งแต่ปี 2505 ระบบดังกล่าวเป็นระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมี คาน ผนัง และ พื้นเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อจากโรงงาน มีเสาเหล็กฉากซึ่งใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง และใช้เป็นเหล็กเสริมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสาเสร็จแล้ว งานฐานรากใช้วิธีก่อสร้างตามธรรมดาทั่วไป

ลักษณะโดยทั่วไป

- หน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้ w = 0.50 เมตร คือระยะระหว่างเสาจะเป็นค่าทวีของ 0.50 เมตร ส่วนความสูงเพิ่มตามความลึกของคานกับความสูงของผนัง
- พื้นใช้พื้นที รับน้ำหนักจรมากกว่า 150 กก./ซม.^{2} วางตะแกรงเหล็กเทคอนกรีตทับหนา 4 ซม. ส่วนพื้นห้องน้ำผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีต เทยกขอบโดยรอบ
- คอนกรีตที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะรับแรงได้มากถึง 200 กก./ซม.^{2} (คอนกรีตที่ใช้เทเสารับแรงได้ 150 กก./ซม.^{2})
- ผนังสำเร็จรูปจะประกอบกับ ไม้เนื้อแข็งหรือเหล็ก light gauge

การติดตั้ง

งานติดตั้งเริ่มจากการยกเสาเหล็กฉากขึ้นไปตั้งบนฐานรากแล้วเชื่อมเสาเหล็กฉากให้ติดกับเหล็กเสริมของฐานราก

ยกคาน และผนังขึ้นไปวางระหว่างเสาเหล็กฉากซึ่งมีพุกที่เชื่อมติดกับเสาเหล็กฉากรองรับอยู่ เมื่องานเข้าที่เรียบร้อยแล้วจึงเชื่อมเหล็กที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังให้ต่อเนื่องกับเหล็กเสริมของคานหรือผนังตัวถัดไป ในกรณีที่เป็นเสาต้นริมเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังจะถูกดัดงอลงไปในเสาเหล็กฉาก

ต่อจากนั้นจึงประกอบแบบและเทคอนกรีตเสา เมื่อคอนกรีตเสาได้อายุแล้วจึงยกพื้นสำเร็จรูปขึ้นไปวางบนคาน จัดให้เข้าที่แล้วทำการผูกเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้า สำหรับงานที่เหลือทั้งหมดก็จะเป็นวิธีก่อสร้างแบบธรรมดาเช่นกัน

รายละเอียดต่างๆ จะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบซีคอน

ระบบซีคอนเป็นระบบก่อสร้างที่ได้รับการค้นคว้าพัฒนาให้เหมาะกับการสร้างอาคารทั่วไปในกรุงเทพฯ โดยบริษัทเซาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด ตั้งแต่ปี 2505 ระบบดังกล่าวเป็นระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมี คาน ผนัง และ พื้นเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อจากโรงงาน มีเสาเหล็กฉากซึ่งใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง และใช้เป็นเหล็กเสริมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสาเสร็จแล้ว งานฐานรากใช้วิธีก่อสร้างตามธรรมดาทั่วไป

ลักษณะโดยทั่วไป

- หน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้ w = 0.50 เมตร คือระยะระหว่างเสาจะเป็นค่าทวีของ 0.50 เมตร ส่วนความสูงเพิ่มตามความลึกของคานกับความสูงของผนัง
- พื้นใช้พื้นที รับน้ำหนักจรมากกว่า 150 กก./ซม.^{2} วางตะแกรงเหล็กเทคอนกรีตทับหนา 4 ซม. ส่วนพื้นห้องน้ำผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีต เทยกขอบโดยรอบ
- คอนกรีตที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะรับแรงได้มากถึง 200 กก./ซม.^{2} (คอนกรีตที่ใช้เทเสารับแรงได้ 150 กก./ซม.^{2})
- ผนังสำเร็จรูปจะประกอบกับ ไม้เนื้อแข็งหรือเหล็ก light gauge

การติดตั้ง

งานติดตั้งเริ่มจากการยกเสาเหล็กฉากขึ้นไปตั้งบนฐานรากแล้วเชื่อมเสาเหล็กฉากให้ติดกับเหล็กเสริมของฐานราก

ยกคาน และผนังขึ้นไปวางระหว่างเสาเหล็กฉากซึ่งมีพุกที่เชื่อมติดกับเสาเหล็กฉากรองรับอยู่ เมื่องานเข้าที่เรียบร้อยแล้วจึงเชื่อมเหล็กที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังให้ต่อเนื่องกับเหล็กเสริมของคานหรือผนังตัวถัดไป ในกรณีที่เป็นเสาต้นริมเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังจะถูกตัดงอลงไปในเสาเหล็กฉาก

ต่อจากนั้นจึงประกอบแบบและเทคอนกรีตเสา เมื่อคอนกรีตเสาได้อายุแล้วจึงยกพื้นสำเร็จรูปขึ้นไปวางบนคาน จัดให้เข้าที่แล้วทำการผูกเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้า สำหรับงานที่เหลือทั้งหมดก็จะเป็นวิธีก่อสร้างแบบธรรมดาเช่นกัน

รายละเอียดต่างๆ จะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 บริษัทผลิตภัณฑ์บ้านสำเร็จรูป พี.ซี.

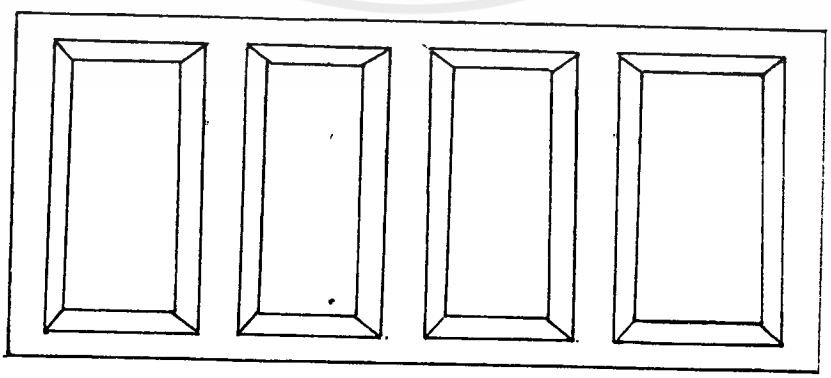
บริษัทผลิตภัณฑ์บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. ได้นำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการปลูกบ้านบนที่ดินให้กับลูกค้า โดยนำระบบของซีคอนมาใช้ทั้งระบบ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่นำมาใช้คือ พื้น ผนัง และคาน แต่มีปัญหาอยู่ว่าลูกค้ามักจะสับสนและแยกไม่ออกระหว่างบ้านของพี.ซี. กับบ้านของซีคอน ดังนั้นทางพี.ซี จึงได้ออกแบบรูปแบบของผนังให้มีลักษณะแตกต่างกับผนังของซีคอน คือ ทำแบบผนังให้มีลายขึ้นมาดังรูปที่ 3.3.1 และ 3.3.2 ส่วนผนังห้องน้ำจะก่ออิฐหรือคอนกรีตบล็อกภายใน ช้อนผนังสำเร็จรูปอีกชั้นหนึ่งแล้วทำการฉาบและปูกระเบื้องต่อไป

บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. เป็นบ้านที่ใช้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเป็นส่วนประกอบของฐานราก, คาน, พื้น, ผนังส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปจากโรงงาน มีความแข็งแรงและสวยงามเป็นพิเศษเนื่องจากสามารถควบคุมอัตราส่วนผสม (หิน,ปูน,ทราย และน้ำ) ได้มาตรฐาน การประกอบชิ้นส่วนใช้วิธีเชื่อมยึดกันทุกจุด (เหมือนระบบซีคอน) จึงแข็งแรงและทนต่อแรงสั่นสะเทือน เสาเป็นเสาเหล็กฉากหล่อในที่ พื้นจะเป็นพื้นสำเร็จรูปตัว U ลักษณะทางโครงสร้างเป็นแบบเสาและคานรับน้ำหนักถ่ายลงฐานราก ส่วนโครงหลังคาจะใช้โครงเหล็ก เนื่องจากไม้หายากและเกิดการผุพังได้ง่าย

บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. สามารถปลูกสร้างได้บนที่ดินถมเสร็จใหม่ เนื่องจากพื้นชั้นล่างเป็นแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป วางบนคาน ไม่ก่อปัญหาพื้นทรุด

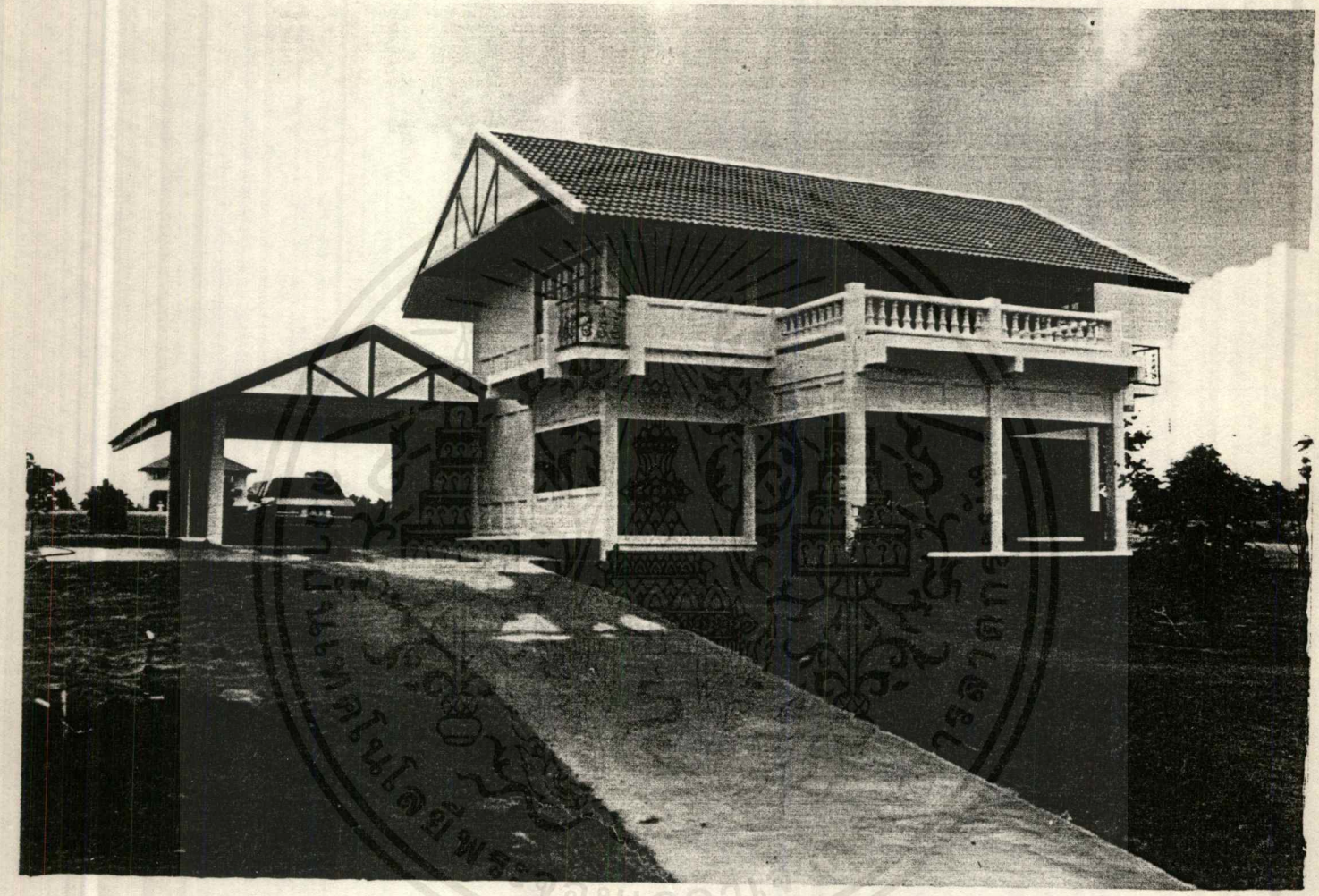
ทางด้านราคาจะถูกกว่าระบบธรรมดาประมาณ 20% ดังตัวอย่างแบบบ้านในรูป 3.3.2 มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 145 ตารางเมตร ราคา 1,600,000 บาท ซึ่งถ้าเป็นระบบธรรมดาจะราคาประมาณ 2,000,000 กว่าบาท

จะใช้เวลาในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้นทั้งหลังประมาณ 40 วัน



รูปที่ 3.3.1 แบบผนังของพี.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



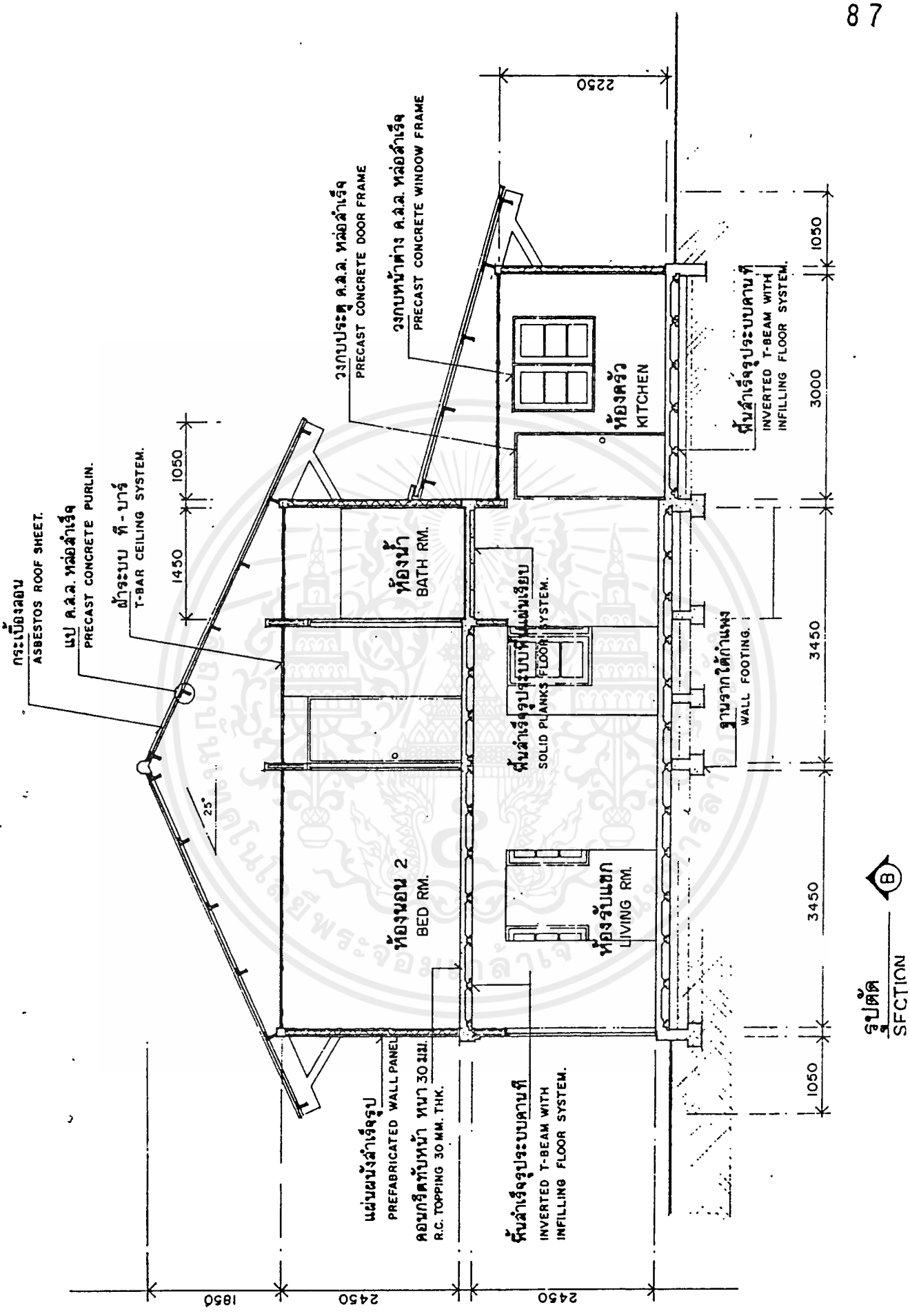
รูปที่ 3.3.2 ตัวอย่างแบบบ้าน P.C.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

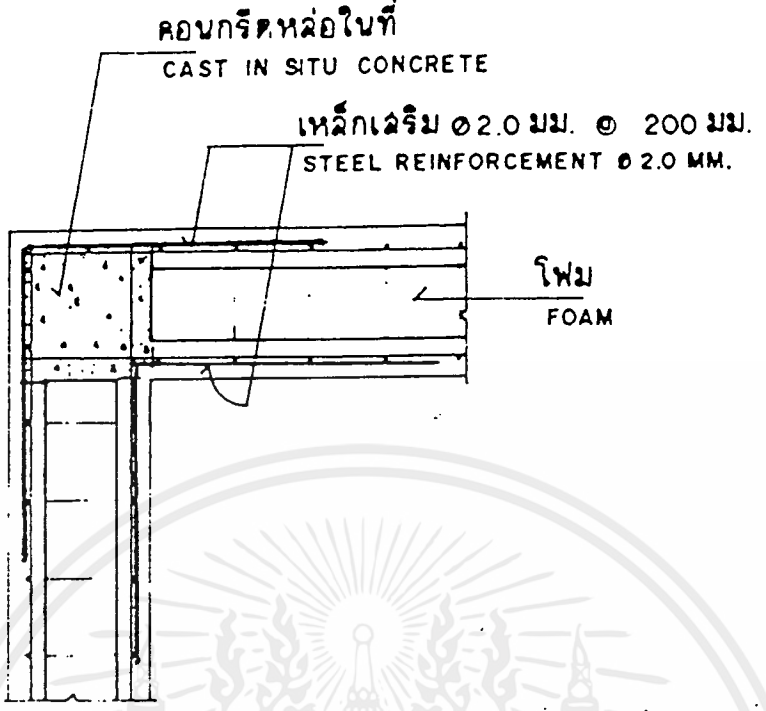
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับที่อยู่อาศัย แต่ผลงานการก่อสร้างที่ทำมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยเสียมากกว่าที่จะก่อสร้างเพื่อเป็นที่อยู่อาศัย โดยมีระบบการก่อสร้างตามบ้านตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.3.3 ถึง 3.3.8 ซึ่งได้มีรายละเอียดของระบบอธิบายเพื่อความเข้าใจพอสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

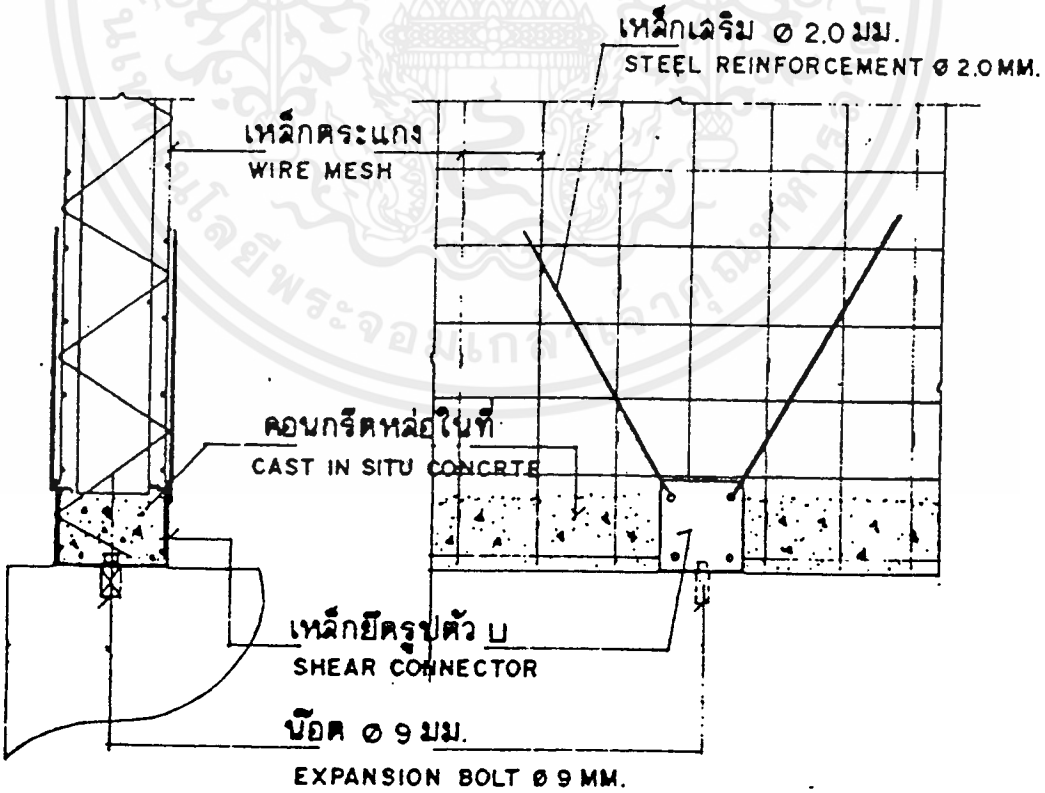


รูปที่ 3.3.3 แสดงรูปตัดบ้านตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

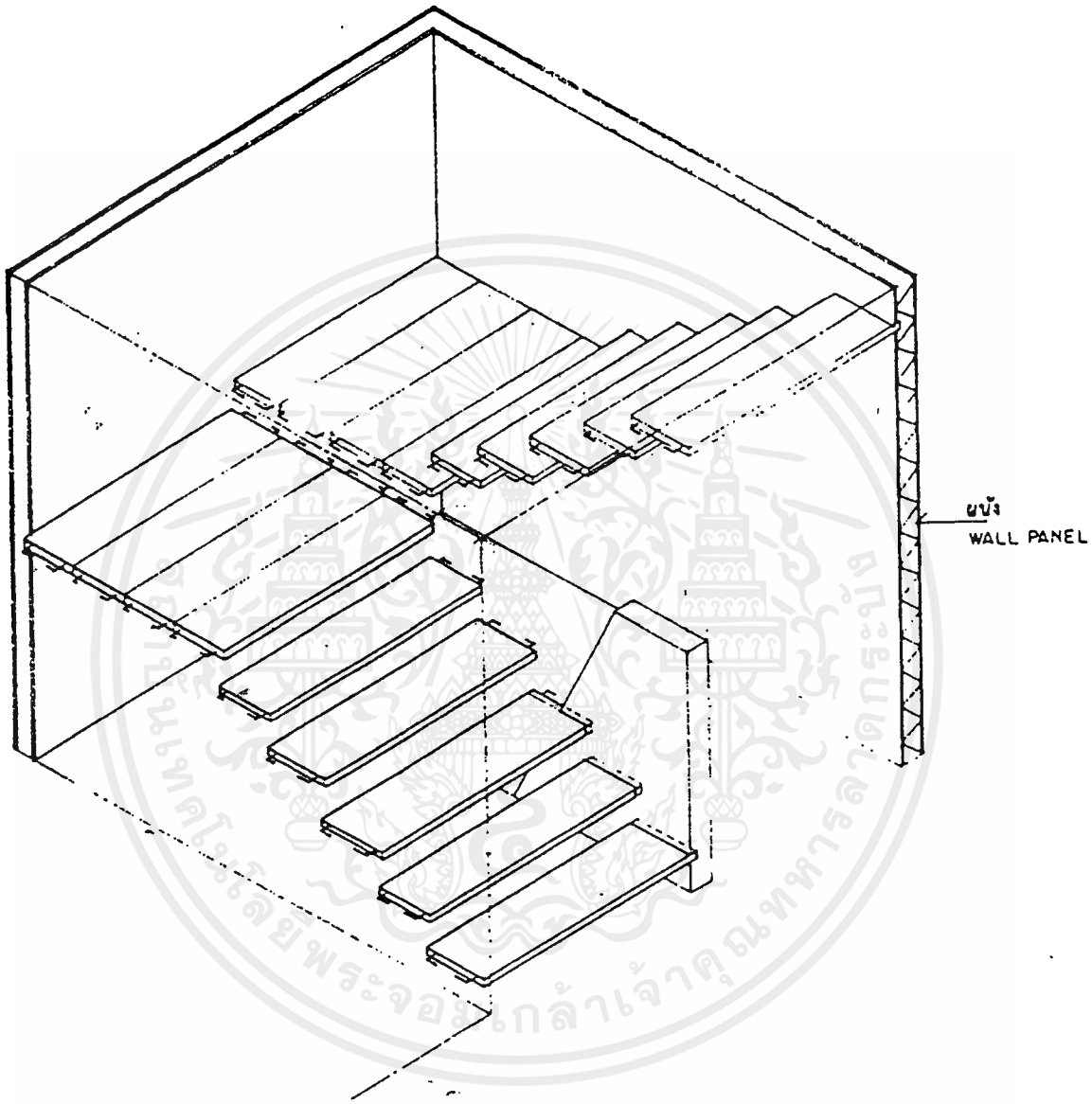


รูปที่ 3.3.4 แบบขยาย 1 รอยต่อที่มุม



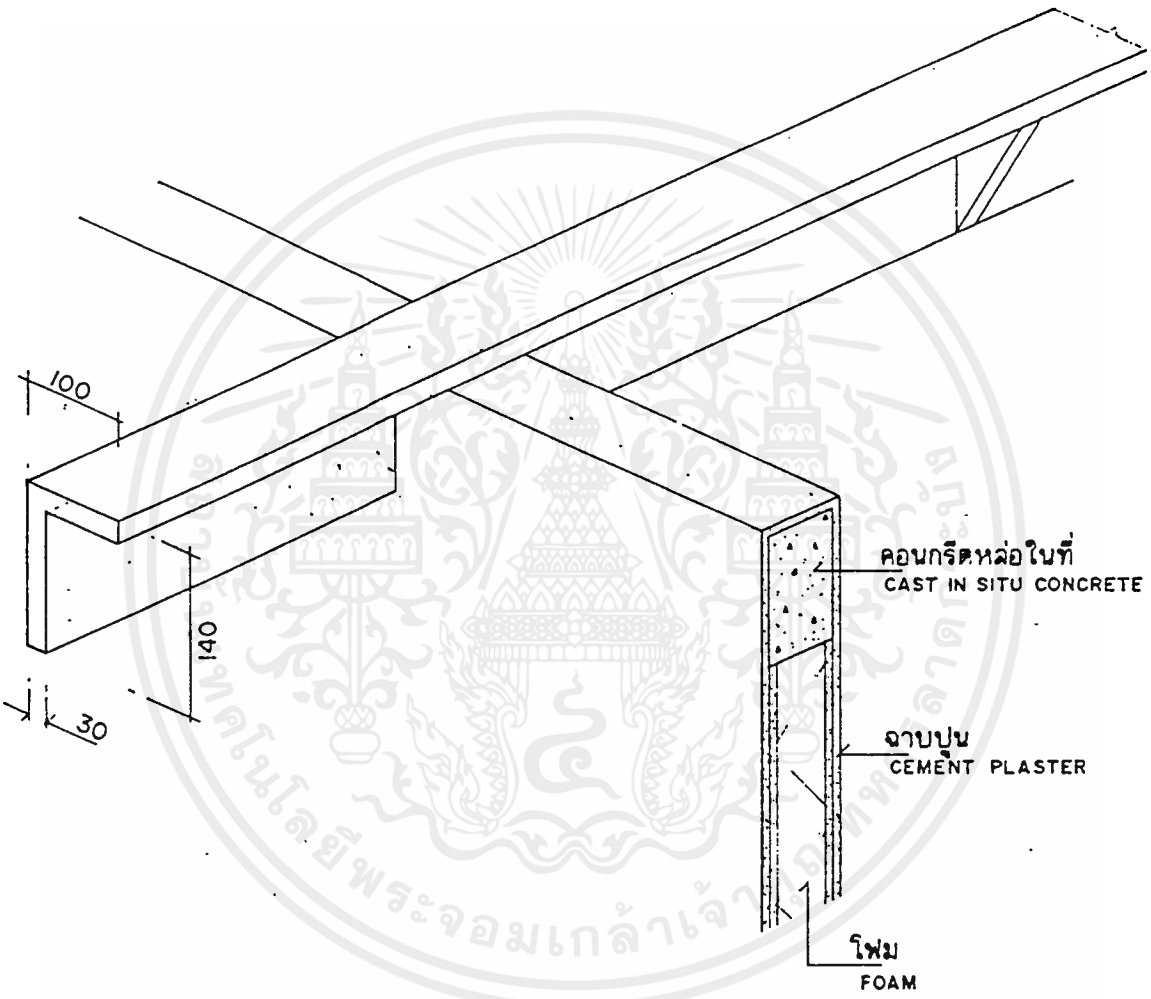
รูปที่ 3.3.5 แบบขยาย 2 รอยต่อระหว่าง กำแพง-พื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.6 แบบขยายการติดตั้งบันไดคอนกรีตหล่อสำเร็จ

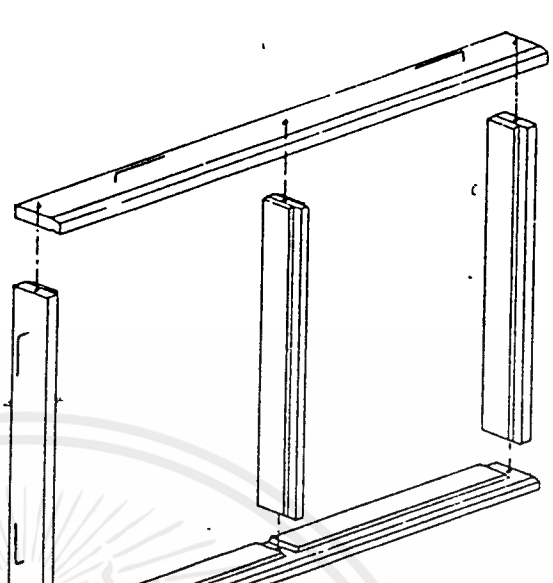
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



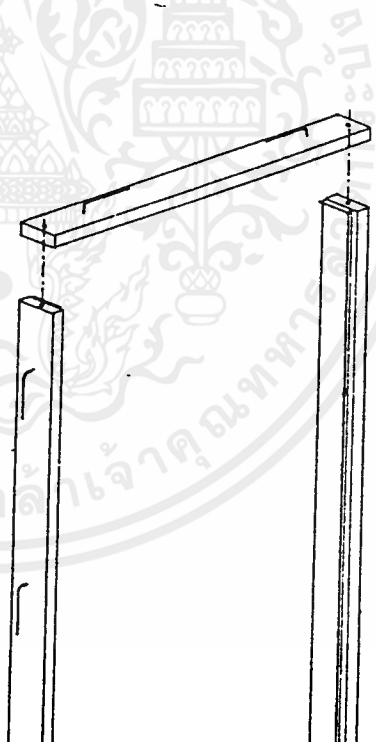
รูปที่ 3.3.7 แบบขยาย การติดตั้งแปลำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบวงกบหน้าต่างชนิดบานคู่ : จะประกอบไปด้วย 5 ชิ้น ซึ่งขนาดบานหน้าต่างจะเท่ากับขนาดของบานเดี่ยว คือ 600 x 1100 มม. ดังแสดงในรูป



รูปแบบวงกบประตู : จะประกอบไปด้วย 3 ชิ้น (ดังแสดงในรูป) โดยใช้กับขนาดบานประตู ขนาด 800x 2000 มม.



รูปที่ 3.3.8 รูปแบบวงกบประตู-หน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน

ในปี พ.ศ.2505 บริษัท เชาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด (ซีคอน) ได้เริ่มศึกษาและค้นคว้าเทคนิคการก่อสร้างอาคาร เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบก่อสร้างที่เหมาะสมกับกรุงเทพฯ และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีก่อสร้างธรรมดาที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

เป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ ต้องเป็นระบบที่ประหยัดทั้งราคาและเวลาก่อสร้าง เมื่อเทียบกับวิธีก่อสร้างธรรมดา อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและมีคุณภาพสูง บริษัทฯ มุ่งพัฒนาระบบก่อสร้างโดยเฉพาะตึกแถวและบ้านพักอาศัย แต่ก็สามารถดัดแปลงไปใช้กับอาคารอื่นๆ ได้

หลักการพิจารณาเลือกระบบก่อสร้าง

หลังการศึกษาเบื้องต้น บริษัทฯ มีความเห็นว่าระบบก่อสร้างที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายได้ควรเป็นระบบก่อสร้างสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุหลัก เพราะสามารถทำในลักษณะอุตสาหกรรมได้ ส่วนจะเป็นระบบใดหรือมีหลักเกณฑ์อย่างไรนั้นต้องคำนึงถึงปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ดังนี้

1. การลงทุน
2. ระบบของต่างประเทศ
3. เครื่องทุ่นแรง
4. แม่แบบ
5. การขนส่ง
6. รอยต่อ

เมื่อศึกษาค้นคว้าและทดลองสร้างอาคารจริงแล้ว บริษัทฯ ก็ประสบความสำเร็จในการออกแบบและพัฒนาระบบก่อสร้างที่ประหยัด แข็งแรงและสร้างได้รวดเร็วกว่าวิธีก่อสร้างธรรมดา นอกจากนั้นยังทำให้งานก่อสร้างมีคุณภาพสูงและสม่ำเสมอ

บริษัทฯ ได้ตั้งชื่อระบบก่อสร้างดังกล่าวว่า ระบบ "ซีคอน" หรือ "SEACON" ซึ่งเป็นชื่อย่อของบริษัทฯ ระบบดังกล่าวเป็นระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีคาน ผนัง และ พื้นเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อจากโรงงาน มีเสาเหล็กฉากซึ่งใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง และใช้เป็นเหล็กเสริมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสาเสร็จแล้ว งานฐานรากใช้วิธีก่อสร้างตามธรรมดาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การออกแบบ

การพิจารณาออกแบบในระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปนั้น ต้องพิจารณาให้รอบคอบกว่าการออกแบบในระบบก่อสร้างธรรมดา เนื่องจากการออกแบบอาคารจะต้องเกี่ยวพันไปถึงการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการติดตั้งด้วย

เป้าหมายของการออกแบบกำหนดไว้ว่าจะต้องสวยงาม อยู่สบาย ประโยชน์ใช้สอยสูง ประหยัด แข็งแรง ทนทานและสร้างได้รวดเร็ว ความกว้าง ความยาว และความสูงของอาคารกำหนดเป็นพิกัดและระยะมาตรฐานที่เหมาะสม

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอตั้งแต่ในระยะเวลาที่ยกออกจากแม่แบบ การขนส่งการติดตั้งและใช้งานเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ สิ่งสำคัญของการผลิตชิ้นส่วนคือ รอยต่อที่จะต้องออกแบบได้อย่างเหมาะสม

ในการติดตั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงความสะดวกรวดเร็วและความยากง่ายในการทำงาน ติดตั้งได้โดยใช้เครื่องมือผ่อนแรงที่ประหยัดและควบคุมได้ง่าย การออกแบบรอยต่อที่ดีจะทำให้การติดตั้งสะดวกรวดเร็วและมีอุปสรรคน้อย

การออกแบบในระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปต้องมีการเขียนแบบมากกว่าและละเอียดกว่าในระบบก่อสร้างธรรมดา เช่น ต้องมีแบบสำหรับผลิตแบบหล่อ ผลิตเครื่องทุ่นแรง สร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการเชื่อมต่อ

ในการออกแบบบ้านระบบชีคอนนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียกชื่อตัวอาคารและชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อให้การเรียกชื่อต่างๆ เป็นไปในแนวเดียวกันสำหรับทุกหน่วยงานดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ซีคอนมีโรงงานสำหรับผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ 2 แห่ง คือ ที่สาธุประดิษฐ์และอ่อนนุช โดยโรงงานที่สาธุประดิษฐ์จะเป็นโรงงานผลิตเสาเข็ม ผนัง คาน และพื้น ส่วนโรงงานที่อ่อนนุชจะเป็นโรงงานผลิตพื้น T ตง และไม้

ระบบการผลิตจะมีการแบ่งเป็นแผนก คือ ตัดเหล็ก ประกอบโครงเหล็กเสริมและเชื่อมประกอบแบบติดตั้งโครงเหล็กเสริม ผสมและเทคอนกรีตรวมถึงการตกแต่งผิว และมีแผนกตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานด้วย เช่นตรวจสอบคุณภาพหิน ทราย คอนกรีต ส่วนงานไม้จะแบ่งเป็นงานวงกบประตู-หน้าต่าง โครงหลังคา เป็นต้น

จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในโรงงานแต่ละวันจะกำหนดอัตราการผลิตเป็นจำนวนหลังของบ้านพักอาศัยต่อวัน ปริมาณอัตราการผลิตชิ้นส่วนที่โรงงานของซีคอนทั้งสองแห่งในปัจจุบันจะกำหนดอัตราการผลิตเท่ากับ 1.5 หลังต่อวัน หรือ 40 หลังต่อเดือน และจะมีการเผื่อสต๊อคไว้คิดจากอัตราการผลิตประมาณ 7 วัน

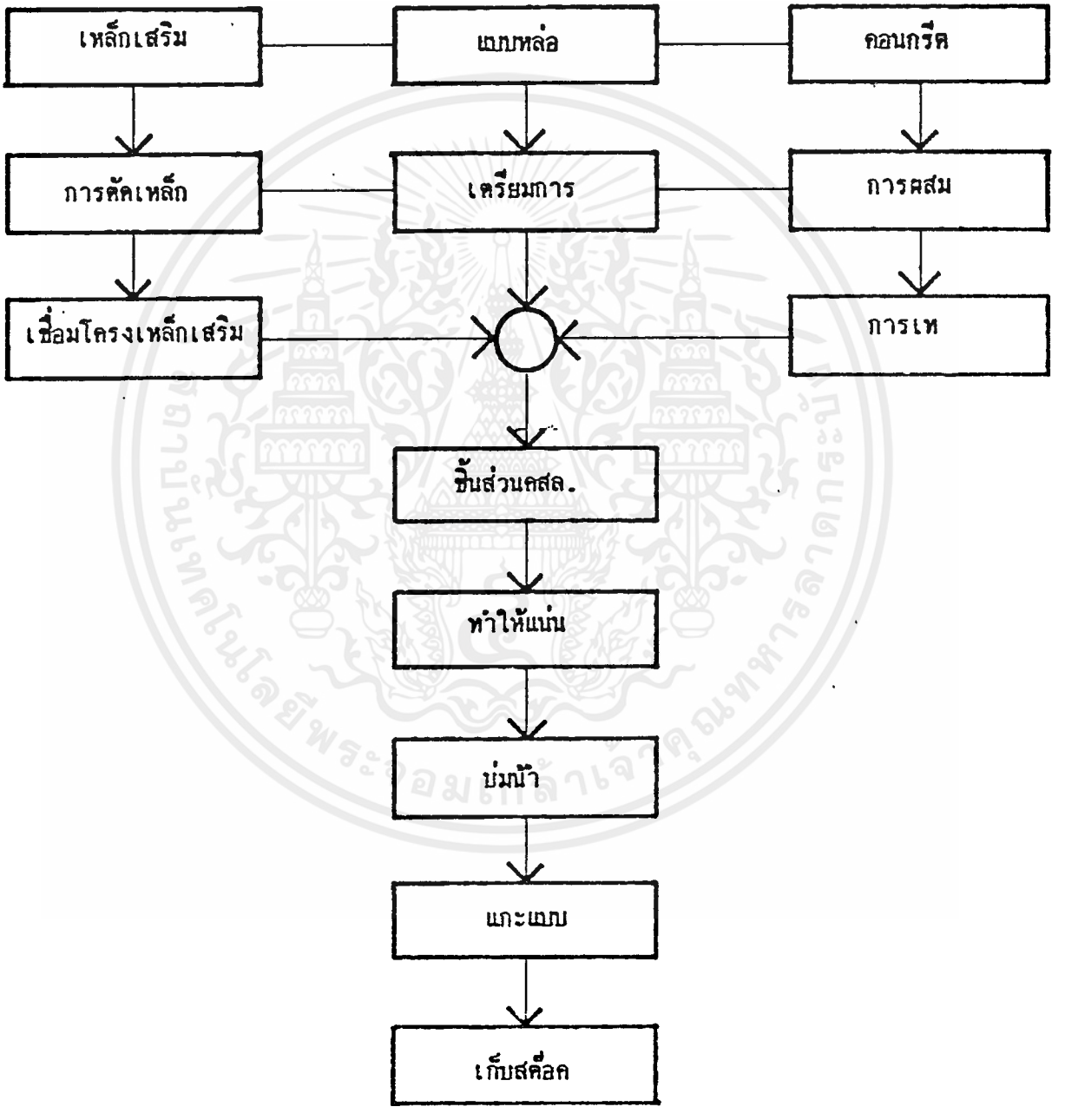
ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตทุกชิ้นจะมีวันที่ผลิตกำกับอยู่ เพื่อกันการสับสนในการลำเลียงไปใช้งาน คือชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำการผลิตก่อนและมีอายุคอนกรีตครบ 7 วัน ก็จะถูกจัดส่งไปติดตั้งก่อน โดยฝ่ายประมาณการรับงานที่ลูกค้าเซ็นต์สัญญาการก่อสร้างจากทางบริษัทฯ และนำมาประมาณจำนวนและชนิดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ต้องใช้ เขียนใบ WORK ORDER ส่งไปยังหน่วยงานหรือแผนกที่เกี่ยวข้องวัสดุแต่ละอย่างที่ต้องใช้ เช่น คาน ผนังหรือพื้นสำเร็จรูป ก็จะส่งใบ WORK ORDER สั่งของไปยังโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วน ส่วนวัสดุเครื่องสุขภัณฑ์ก็สั่งซื้อตามร้านค้าต่างๆ เพื่อจัดส่งวัสดุไปยังหน่วยงานก่อสร้างต่อไป

ขั้นตอนและขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีดังนี้ คือ

1. จัดเตรียมเหล็กเสริม นำมาตัด ประกอบและเชื่อมเป็นโครงเหล็กเสริมตามแบบ ซึ่งได้แก่ โครงเหล็กเสริมคาน, เสาเข็ม, พื้น, ผนัง และเสาเหล็กฉาก
2. ทำความสะอาดแบบหล่อ ประกอบแบบ และ ทาน้ำมัน
3. นำโครงเหล็กเสริม ประกอบเข้าแบบหล่อ (เสาเหล็กฉากไม่ต้องหล่อคอนกรีต)
4. ผสมคอนกรีต และเทลงแบบ
5. ทำคอนกรีตให้แน่นโดยเครื่องสั่นคอนกรีต ตกแต่งผิวคอนกรีต
6. บ่มคอนกรีตด้วยน้ำ จนคอนกรีตแข็งตัวและมีอายุครบ 1 วัน ถอดแบบออก
7. นำไปเก็บสต๊อครอการขนย้ายไปติดตั้งต่อไป

ขบวนการต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.1 และรูปในภาคผนวก (ข) แสดงการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.1 ขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายชิ้นติดตั้ง

4.3.1 คาน

1. ปรับระดับดินให้เรียบ วางตั้งลักษณะเดียวกันขณะหล่อคอนกรีตเรียงซ้อนกันได้สูงไม่เกิน 6 ชั้น
2. เมื่อเคลื่อนย้ายจากกอง ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยหูหิ้วทั้งสองแล้วใช้เครื่องวินท์ดึงไปยังจุดที่จะยกติดตั้งระหว่างการดึงให้คอยดูแลสิ่งกีดขวางและห้ามการดึงแบบฉุดกระชากลากไปแบบรีบเร่ง
3. เมื่อถึงจุดติดตั้ง ให้วางชิ้นส่วนลงกับพื้นในลักษณะนอน และปรับโซ่รัดคานให้ตั้งกลับทางสำหรับการให้ลวดสลิงจากเครื่องวินท์ดึงขึ้นติดตั้ง

4.3.2 ผนัง

1. ปรับระดับดินให้เรียบ ใช้ไม้หมอนรองผนังทั้ง 2 ข้าง จากหัวผนังด้วยระยะประมาณ 1/5 ของความยาวผนัง วางเรียงซ้อนกันสูงไม่เกิน 8 ชิ้น
2. เมื่อเคลื่อนย้ายจากกอง ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยครั้งละ 3 แผ่น โดยร้อยจากทางด้านหัวผนังทั้ง 2 จุดใกล้ตำแหน่งไม้รองหมอนผนัง ใช้ยางรองผนังในแต่ละแผ่นและตรงจุดที่โซ่รัดขอบผนังแล้วใช้เครื่องวินท์ดึงไปยังจุดที่จะใช้งานระหว่างการดึงให้คอยดูแลสิ่งกีดขวางและห้ามการดึงแบบฉุดกระชากหรือลากไปแบบรีบเร่ง
3. เมื่อถึงจุดใช้งานและจะนำชิ้นติดตั้ง ให้ร้อยลวดสลิงหรือโซ่กับแผ่นที่ต้องการให้ปลายลวดสลิงหรือโซ่อยู่ขอบบนของผนังจากปลายทั้ง 2 ข้างเพื่อการยกขึ้นติดตั้ง (ในวิธีที่ปฏิบัติกันอยู่ขณะนี้ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยกลางผนังแบบการยกจุดเดียว)

4.3.3

กรณีคานหรือผนังเร่งด่วนที่ผลิตจากโรงงานและยังไม่ได้อายุใช้งาน (7 วัน) ต้องวางแยกไว้ต่างหาก หากเป็นผนังต้องให้ความดูแลเป็นกรณีพิเศษคือใช้ไม้รองหมอนให้เต็มผนังและผิวไม้รองหมอนต้องเรียบ

4.3.4

กรณีสถานที่ก่อสร้างแคบ ต้องช่วยขนย้ายชิ้นส่วนเข้าจุดใช้งานเพื่อให้มีที่ว่างสำหรับลงชิ้นส่วนของรถเที่ยวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 งานก่อสร้างบ้านชีคอน

4.4.1 งานฐานราก

4.4.1.1 การวางผัง

1. กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสา
   - ก. ดูระยะอ้างอิงกำหนดแนวศูนย์กลางเสาจากผังบริเวณ (Site Plan)
   - ข. กำหนดศูนย์กลางเสามุมอาคารตามแบบ
   - ค. สร้างแนวศูนย์กลางเสาจากมุมอาคารให้เป็นมุมฉากด้วยการดึงเทปเป็นรูปสามเหลี่ยมด้วยระยะ 3-4-5 เมตร ตามลำดับ
   - ง. กำหนดระยะความกว้างยาวของตัวอาคารและสร้างแนวศูนย์กลางเสา โดยรอบตัวอาคารให้เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตรวจสอบด้วยด้านทะแยงมุม (จากการคำนวณ)
   - จ. กำหนดระยะระหว่างเสาถึงเสาโดยอาคารและดึงเส้นเอ็นโยงตัดกันเป็นตำแหน่งเสาภายในตัวอาคาร
   - ฉ. ตำแหน่งศูนย์กลางเสาที่อยู่นอกสี่เหลี่ยมมุมฉากใช้แนวเส้นเอ็นและระยะระหว่างเสาเป็นตัวกำหนด
   - ช. กำหนดชื่อตำแหน่งเสาจากจุดตัดกันของตัวอักษร เช่น A,B,C,D และ 1,2,3,4,5
2. กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็ม
   - ก. ดูแบบแปลนฐานรากที่ตำแหน่งเสาชื่อต่างๆ ว่าเป็นฐานรากแบบใช้เข็มกี่ต้น
   - ข. ฐานรากที่ใช้เข็มต้นเดียวใช้ตำแหน่งศูนย์กลางเสาเป็นตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็ม
   - ค. ฐานรากใช้เข็ม 2 ต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ดูทิศทางความยาวของฐานรากไปในแนวเส้นศูนย์กลางแนวใด แล้ววัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็มออกจากกลางเสา
   - ง. ฐานรากใช้เข็ม 3 ต้น จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ให้ดูทิศทางของฐานสามเหลี่ยมว่าขนานกับแนวเส้นศูนย์กลางเส้นใดแล้ววัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็มออกจากศูนย์กลางเสา
   - จ. ฐานรากใช้เข็ม 4-5 ต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส และใช้เข็ม 6 ต้นจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าวัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสา
   - ฉ. กำหนดค่าระดับเฉลี่ยของพื้นดินในบริเวณที่จะก่อสร้างอาคารและถ่ายระดับ $\pm$ 0.00 เมตร ซึ่งเป็นระดับหลังคานชั้นล่าง ไว้ที่รั้ว, เสาไฟฟ้าหรือสิ่งที่ไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กำหนดตำแหน่งหมุดตาย

ก. ดูแนวศูนย์กลางเสารอบอาคารด้านกว้างและด้านยาวที่ตัดกันเป็นมุมฉาก

ข. ชิงเส้นเอ็นตามแนวศูนย์กลางเสาด้านกว้างและด้านยาวนั้นให้ยาวออกไปข้างละประมาณ 1.20-1.50 เมตร

ค. กำหนดหมุดตายที่ตำแหน่งระยะ 1.00 เมตร จากศูนย์กลางเสาด้านกว้างและด้านยาวที่อยู่ศูนย์กลางอาคารโดยการตอกตะปูขนาด 1 นิ้ว บนหัวเป็กไม้ที่ใช้ทำหมุดตายตามแนวเส้นเอ็น เพื่อใช้เป็นหมุดอ้างอิงหล่อ Pile Cap และติดตั้งเสาเหล็กฉากต่อไป

4. หมุดตาย

คือ หมุดที่ใช้เก็บแนวศูนย์กลางเสาที่หาไว้ครั้งแรก สำหรับชี้นแนวในครั้งต่อๆ ไปได้ถูกต้องตามแนวเดิมโดยตัวหมุดตาย จะถูกเก็บซ่อนหรือทำเครื่องหมายไว้ในที่ ปลอดภัย ไม่มีสิ่งอื่นใดมาทำให้ขยับหรือเคลื่อนตัวโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ดังนี้

ก. ไม้ขนาด 1 1/2" * 1 1/2" ยาวประมาณ 0.30 ม.เสี้ยมปลายแหลม 1 ด้าน และอีกด้านตัดให้เรียบเสมอและฉาก

ข. กำหนดแนวและระยะบนหัวเป็กโดยใช้ดินสอวาดจุดตัดจากแนวและระยะ

ค. ตอกตะปูขนาด 1 นิ้ว ที่จุดตัดของแนวและระยะพร้อมผูกเชือกปอสี

ง. กลบดินโดยให้ปลายเชือกปอโผล่

หมายเหตุ

อาจกำหนดเส้นแนวที่ผนังรั้ว โดยเป็นเส้นทาสีถือเอาศูนย์กลางของเส้นสีซึ่งหนาประมาณ 1 ซม. หรือวัสดุอื่นแทนหมุดตายได้ ในกรณีมีความจำเป็น หรือเพื่อความเหมาะสม

4.4.1.2 การตอกเสาเข็ม

1. การเตรียมงาน

ก. ตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มของฐานรากที่เสาแต่ละต้น

ข. ศึกษาวิธีการตอกเข็มให้เหมาะสมกับสภาพบริเวณที่กำหนดให้

ค. ตรวจสอบขนาด และจำนวนเสาเข็มที่จะทำการตอกกับขนาดและจำนวนเสาเข็มที่ส่งมาให้ หากมีผิดพลาดให้แจ้งหัวหน้าแผนกทันที

ง. ศึกษาค่าระดับหัวเสาเข็มกับระดับ ± 0.00 เมตร ที่กำหนดไว้ให้ (ตารางที่ 4.3.1)

จ. แจ้งเจ้าของบ้านให้รับทราบในรายละเอียดก่อนตอกเสาเข็มและเซ็นต์ชื่อรับรองความถูกต้อง รวมทั้งรับรองการแก้ไขเปลี่ยนแปลงระยะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.1 ระดับหัวเสาเข็มที่ต้องการ

ลำดับ	ชนิด PILE CAP	ขนาดเสาเข็ม	ป้ายแบบ	ระดับหัวเสาเข็มที่ต้องการ (เมตร)				หมายเหตุ
				ไม่ยกระดับ	ยกระดับ (เมตร)			
					0.30	0.60	0.90	1.20	
1.	เข็มเดี่ยว	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.55	-0.55	-0.85	-1.15	-1.45	
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.60	-0.60	-0.90	-1.20	-1.50	
		I18 หรือ I22	ครัว E1	-0.80	-0.80	-1.10	-1.40	-1.70	
2.	เข็มคู่	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.675	-0.675	-0.975	-1.275	-1.575	
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
		I18 หรือ I22	ครัว E1	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	
3.	เข็ม 3 ต้น	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.675	-0.675	-0.975	-1.275	-1.575	
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
		I18 หรือ I22	ครัว E1	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	
4.	เข็ม 4 ต้น	I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
5.	เข็ม 5 ต้น	I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.825	-0.825	-1.125	-1.452	-1.725	
6.	เข็ม 6 ต้น	I22	E,C,S,Y,G	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	

2. การตอกเสาเข็ม

ก. ตรวจสอบแนวดิ่งของหน้าตะเกียบ

ข. ถ่ายระดับ ± 0.00 เมตร ไว้ที่หน้าตะเกียบ

ค. ย้ายเสาเข็มจากกองที่นำส่งด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะการเกี่ยวลวดสลิงตามตำแหน่งที่กำหนดให้

ง. ยกเสาเข็มปักลงที่ตำแหน่งศูนย์กลางหมุดไม้ และปรับให้เสาเข็มได้แนวดิ่งก่อนตอก

จ. การตอกเสาเข็มกำหนดให้ใช้ตุ้มตอกหนัก 1 ตัน ยกสูงไม่เกิน 50 ซม. โดยมีกระสอบหรือวัสดุอื่นรองรับเพื่อกันหัวเสาเข็มแตก (กระสอบอยู่ในหัวเหล็กครอบ มียางรองด้านบนหัวครอบ

ฉ. ต้องทำการตรวจสอบ นับ Blow Count ของการตอกเสาเข็มที่ระยะ 30 ซม. ของ 2 ช่วงสุดท้าย โดยทำระยะไว้ที่เสาเข็ม และทำระยะเปรียบเทียบไว้ที่เสาส่งในกรณีเสาเข็มจมลงไปในดิน

ช. การนับ Blow Count จะต้องยกตุ้มตอกสูง 30 ซม. อย่างสม่ำเสมอและนับจำนวนครั้งของการตอกที่ทำให้เสาเข็มได้ระยะ 30 ซม. ตามกำหนด

ซ. ศูนย์กลางเสาเข็มหลังตอกได้ระดับที่ต้องการแล้วจะต้องหนีศูนย์ได้ไม่เกิน 5 ซม.

ฌ. ระดับหัวเสาเข็มผิดได้ไม่เกิน ± 5 ซม.

ญ. กรณีที่หัวเสาเข็มไม่มีรูร้อยเหล็ก ให้ตอกเสาเข็มโดยยกระดับ 15 ซม.

3. การปฏิบัติเมื่อการตอกเสาเข็มผิดปกติ

ก. ปกติค่า Blow Count ของเสาเข็มมาตรฐาน "ก" และ "กก" ขนาด I18 ยาว 12 เมตร จะมีค่าไม่ต่ำกว่า 16 และขนาด I 22 ยาว 12 เมตร จะมีค่าไม่ต่ำกว่า 20 สำหรับ 30 ซม. สุดท้าย หากได้ค่า Blow Count ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้รายงานหัวหน้าแผนกทันที

ข. สำหรับค่า Blow Count ของเสาเข็มมาตรฐาน "ข-ขข" และ "ค-คค" จะมีค่าต่ำกว่าแบบ "ก-กก" โดยขนาด I18 ยาว 12 เมตร ควรมีค่าไม่ ต่ำกว่า 14 และขนาด I 22 ยาว 12 เมตร ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 18 หากได้ค่า Blow Count ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้รายงานหัวหน้าแผนกทันที

ค. ในกรณีเสาเข็มที่ตอกหักหรือหนีศูนย์เพราะสิ่งกีดขวางเบื้องล่าง จะต้องรีบ แจ้งหัวหน้าแผนกเพื่อดำเนินการตอกเสาเข็มแซมหรือเปลี่ยนแปลงแบบฐานรากใหม่โดยการเห็นชอบจากผู้จัดการฝ่าย

ง. ในกรณีเสาเข็มหนีศูนย์เกิน 5 ซม. ให้รายงานหัวหน้าแผนกทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 การหล่อฐานราก

1. การเตรียมงาน

ก. ค้นหาหมุดตายที่หน่วยตอกเข็มจัดทำไว้

ข. หาแนวศูนย์กลางเสาแต่ละต้น จากเส้นเอ็นที่ขึงตั้งฉากกันของแนวหมุดตามทั้ง2 คู่

ค. ถ่ายระดับหลังฐานรากจาก ± 0.00 เมตร มากำหนดระดับบนไม้ปักผัง (ตารางที่ 4.3.2)

ง. ตรวจสอบระดับและความสูงของฐานราก (ตารางที่ 4.3.2)

จ. ขุดดินให้ได้ระดับตามความต้องการ

ฉ. ทำความสะอาดหัวเสาเข็มและร้อยเหล็กเส้น ϕ9 มม. ยาว 60-80 ซม. พับปลายทั้ง 2 ข้าง เพื่อยึดติดกับฐานราก

ช. ถ้าหัวเสาเข็มไม่มีรูร้อยเหล็กให้สกัดหัวเสาเข็ม 15 ซม.

2. การหล่อฐานราก

ก. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางเสาและระดับหัวเสาเข็ม

ข. วางตะแกรงเหล็กฐานรากให้ได้ตำแหน่งและมีลูกปูนหนุนด้านล่าง

ค. ตรวจสอบศูนย์กลางเสากับศูนย์กลางของเหล็ก Dowel สำหรับต่อเสาเหล็กฉากให้ถูกต้องก่อนเทคอนกรีต

ง. ผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนดโดยการใช้ภาชนะ เช่น บุ้งกี๋ หรือกระป๋อง (ห้ามใช้พลั่วตักใส่โม่)

จ. เทคอนกรีตลงแบบหล่อฐานรากและกระทุ้งให้เนื้อคอนกรีตแน่น

ฉ. ตรวจสอบศูนย์กลางเสากับศูนย์กลางเหล็ก Dowel อีกครั้งก่อนคอนกรีตเซ็ทตัว

ช. ฝังตะปูขนาด 1 นิ้ว ไปที่ตำแหน่งศูนย์กลางเสาที่มุมอาคารทั้ง 4 มุม

3. การถอดแม่แบบหล่อฐานราก

ก. การถอดแม่แบบหล่อฐานรากให้ทำหลังจากหล่อคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง

ข. เมื่อถอดแบบและเห็นคอนกรีตมีรูพรุนเพราะกระทุ้งไม่แน่น หรือมีน้ำปูนไหลออกไปมากให้ใช้ปูนทรายอุดให้แน่น

ค. ตรวจสอบศูนย์กลางเสาและศูนย์กลางเหล็ก Dowel หากพบว่าคลาดเคลื่อนกันมากกว่า 0.5 ซม. ให้รายงานหัวหน้าแผนกแก้ไข

ง. ทำความสะอาดแม่แบบเพื่อใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.2 ข้อมูลงาน Pile Cap

ตำแหน่ง	ชนิดของ PILE CAP	ขนาดเข็ม	ท้ายแทง	ระดับหลัง PILE CAP			
				ไม่ยกระดับ	ยกระดับ		
					0.30	0.60	0.90
1	เข็มเดี่ยว	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		I18 หรือ I22	หรัว E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
2	เข็มคู่	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		I18 หรือ I22	หรัว E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
3	เข็ม 3 ต้น	I18 หรือ I22	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		I18 หรือ I22	หรัว E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
4	เข็ม 4 ต้น	I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
5	เข็ม 5 ต้น	I18 หรือ I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
6	เข็ม 6 ต้น	I22	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10

4.4.2 งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4.4.2.1 การเตรียมตำแหน่งเสาเหล็กฉาก

1. ตรวจสอบตำแหน่งหมุดตายหรือปลายตะปูตามแนวศูนย์กลางเสาทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว ซึ่งจะอยู่ตามแนวเสากลางอาคารหรือใกล้เคียงที่ตั้งฉากกัน
2. ตรวจสอบระยะระหว่างศูนย์กลางเสาแต่ละช่วงทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว ขีดเส้นกากะบาดตำแหน่งศูนย์กลางเสาบนหลัง Pile Cap (รูปที่ 4.4.1)
3. ขีดเส้นตำแหน่งเสาบนหลัง Pile Cap โดยใช้ระยะ 6.75 ซม. จากแนวเส้นศูนย์กลางเสาต้นหัวท้ายแต่ละแนวทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว (รูปที่ 4.4.2)
4. หากตำแหน่งศูนย์กลางเสาและตำแหน่งเหล็ก Dowel วางไว้ถูกต้อง การสวมเสาเหล็กฉากจะทำได้พอดี (รูปที่ 4.4.3) หากตำแหน่งเหล็ก Dowel คลาดเคลื่อนจะต้องดุ้งเหล็ก Dowel ทั้ง 4 เข้ามุมเหล็กฉากทั้ง 4 ของแนวเสาเหล็กฉากเตรียมไว้
5. ศึกษาแบบติดตั้งถึงหมายเลขเบอร์เสาเหล็กฉาก ทิศทางและระดับของพุกรับคานและผนัง ระยะจิ๊กของบ่าคานและผนัง รวมทั้งจุดเริ่มของการติดตั้งเสาเหล็กและชิ้นส่วนที่จำเป็น ก่อนหลังโดยละเอียด

4.4.2.2 การติดตั้งเสาเหล็กฉาก

1. เสาเหล็กฉากแต่ละต้นจะมีขนาด 13.5*13.5 ซม. ช่วงตอม่อถึงพื้นชั้นบนจะใช้เหล็ก 4L25*25*3 มม. และจากพื้นชั้นบนถึงอะเสจะมีขนาด 4L18*18*2.3 มม.เหล็กฉากทั้ง 4 เส้นจะยึดกันด้วยพุกเหล็กหนา 4 มม. และเหล็กชิกแซก 6 มม. ความยาวแล้วแต่ความสูงของอาคาร (รูปที่ 4.4.4)
2. การตั้งเสาเหล็กฉากควรตั้งเสาต้นมุมอาคารและเสาต้นที่จะยึดเครน รวม 4 ต้น ที่จะสามารถใช้ลวดสลิงของเสากระโดง เครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์โยงยึดได้ก่อน แล้วจึงใช้เครื่องวินท์หรือคนงานช่วยขนย้ายเสาเหล็กฉากต้นอื่นเข้าติดตั้ง ยกเว้นบางต้นที่จะกีดขวางการติดตั้งเอาไว้ก่อน
3. การติดตั้งเสาเหล็กฉากให้พิจารณาการได้ดิ่งของเสาเหล็กฉากทั้ง 2 ด้าน ที่ตั้งฉากกัน คือ ด้าน A และด้าน B (ดังรูปที่ 4.4.5) ในรูปที่ 4.4.5(ก) จะเป็นการเล็งการได้ดิ่งของด้าน B โดยใช้ขอบของเสาเหล็กฉากทาบกับแนวเส้นด้ายลูกดิ่ง และในทำนองเดียวกันรูปที่ 4.4.5(ข) จะเป็นการเล็งการได้ดิ่งของด้าน A
4. ในระหว่างการตั้งแนวดิ่งของเสาเหล็กฉาก ก็จะพิจารณาระดับของพุกรับคานชั้นล่างไปด้วย โดยสันพุกเหล็กรับคานที่เสาจะมีค่าต่ำกว่าระดับหลังคาน (ระดับ $\pm$ 0.00 ม.) อยู่ 32 ซม. (ดังรูปที่ 4.4.6ก และ 4.4.6ข) ซึ่งในทางปฏิบัติจะวัดระยะสูงจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังพุกรับคานชั้นล่างขึ้นมา 32 ซม. หรือระดับ ± 0.00 ม. แล้วใช้ชอล์คขีดไว้ระหว่างตั้งดิ่งเสาจะตรวจสอบระดับ ± 0.00 ม.ให้เท่ากับขีดระดับ ± 0.00 ม. ที่ทางหน่วยวางผังตอกเข็มขีดไว้ให้ ถ่ายระดับจาก ± 0.00 ม. ไปหาพุกเหล็ก แล้วถ่ายระดับไปที่พุกเหล็กเสาทุกต้น

5. เมื่อเสาได้ดิ่งและระดับตามที่ต้องการแล้วจะทำการเชื่อมเหล็ก Dowel ติดกับเหล็กฉากทั้ง 4 เส้น ด้วยวิธีเชื่อมตามแนวดิ่ง 2 ข้างกับปีกของเหล็กฉากเสาให้แนวเชื่อมได้มาตรฐานเป็นลักษณะเกล็ดปลาช่อนมีความยาวรวมในแต่ละเส้นไม่น้อยกว่า 10-50 ซม. แล้วแต่ขนาดเหล็ก Dowel โดยต้องระมัดระวังเรื่องการตั้งไฟเครื่องเชื่อมให้เหมาะสมกับปีกเสาเหล็กฉากละลายหรือแหว่งเพราะไฟแรงเกินไป

4.4.2.3 การติดตั้งชิ้นส่วน คสล. สำเร็จรูป

1. เครื่องมือยกชิ้นส่วน คสล.สำเร็จรูป ประกอบด้วยเสากระโดง (Post Derrick) เหล็กท่อนกลมกลวงขนาด ø6 นิ้ว สูงประมาณ 8 เมตร (สำหรับอาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้น) มีลวดสลิงโยงยึดให้ตั้งตรงเพื่อเป็นหลักยึดแขนยื่นยกชิ้นส่วน (Boom) ซึ่งมีรัศมีทำการประมาณ 8-9 เมตร และรับน้ำหนักประมาณ 500-800 กิโลกรัม การเคลื่อนที่และการยกชิ้นส่วนของแขนยื่นควบคุมด้วยเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ (ดูรูปที่ 4.4.7)
2. การยกชิ้นส่วนดำเนินการโดยใช้โซ่รัดชิ้นส่วนตรงกลางจุดเดียว จากกองเก็บชิ้นส่วนและใช้เครื่องวินท์ดึงขึ้นด้วยความระมัดระวัง และให้คนช่วยประคองด้วย
3. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังจะถูกกำหนดค่าระดับพุกเหล็กที่เสาเหล็กฉาก นำชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งโดยมีช่างประกอบคอยช่วยใช้แซลงเหล็กงัดชิ้นส่วนเข้าที่ และช่างเชื่อมจะทำการเชื่อมเหล็กเสริมให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องที่เสาช่วงกลางอาคาร และโครงสร้างยึดติดที่เสาต้นริมอาคาร (ดูรูปที่ 4.4.8 และ 4.4.9)
4. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังภายในอาคาร ศูนย์กลางของคานและผนังจะอยู่แนวเดียวกับศูนย์กลางเสา
5. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังแนวริมนอกอาคาร แนวริมคานและแนวริมผนังภายนอกจะอยู่แนวดิ่งเดียวกัน โดยศูนย์กลางของคานและเสาแนวเดียวกัน
6. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังที่มีบ่า ศูนย์กลางหลังคาน และด้านบนไม่ใช่ศูนย์กลางของใต้ท้องคานและผนังที่มีบ่าจะอยู่แนวเดียวกับศูนย์กลางเสา ตรวจสอบระยะบ่าคานหรือจิ๊กให้ได้ตามกำหนดเพื่อรองรับพื้นสำเร็จรูป (ดูรูป 4.4.10)
7. การติดตั้งชิ้นส่วนคาน และผนังทั้งหมดจะต้องตรวจสอบระยะห่างระหว่างเสาเหล็ก-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉาก และความยาวของชิ้นส่วน เพื่อการเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสาเหล็กฉาก (ดูรูปที่ 4.4.11)

8. การติดตั้งชิ้นส่วนคานยื่น (คานหัวหมู) ต้องใช้ลวดสลิงจากเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ตั้งไว้ก่อนเมื่อจับระดับได้ก็วัดความยาวไม้ค้ำยันจากแผ่นไม้หรือที่รองรับ และรีบติดทำไม้ค้ำยันทันทีจากนั้นจึงเชื่อมลวดเหล็กสเตย์โยงยึดพร้อมเชื่อมเหล็กกลมที่งอลงติดกับเสาเหล็กฉาก และพุกเหล็ก แล้วจึงจะเอาสลิงจากเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ที่ตั้งไว้ออก
9. การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่ต่อเนื่องกันบางครั้งมีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันการต่อเชื่อมก็ทำได้ง่าย หากมีขนาดหรือค่าระดับแตกต่างกันมากต้องทำรอยต่อเป็นกรณีพิเศษ (ดูรูปที่ 4.4.12)
10. การติดตั้งคานยื่น (คานหัวหมู) หากมีคานต่อเนื่องให้เชื่อมเหล็กต่อเนื่องกับคานภายในอาคารด้วย
11. ในระหว่างการติดตั้งชิ้นส่วนจะต้องมีการเชื่อมเหล็กเส้น ϕ 6 มม. เป็นตัวโยงยึด (สเตย์) ระหว่างเสาเหล็กฉากไว้ด้วย หากการติดตั้งชิ้นส่วนระหว่างเสาคู่นั้นมีน้ำหนักมากเพื่อกันการโก่งงอ และการเบนออกของชิ้นส่วนที่ยื่นออกจากแนวเสา
12. จากการติดตั้งเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ครั้งแรกจะสามารถติดตั้งชิ้นส่วนได้โดยรอบในรัศมีแขนยื่นยกชิ้นส่วนและไม่กีดขวางการเคลื่อนตัวของแขนยื่น โดยสามารถติดตั้งได้ตั้งแต่ชิ้นส่วนคานชั้นล่างถึงชิ้นส่วนบนสูงสุด (ดูรูปที่ 4.4.13) ทั้งนี้จะต้องมีการตรวจสอบการได้แนวดิ่งของเสาทุกต้นทุกครั้งที่มีการติดตั้งชิ้นส่วนจำนวนมาก และมีการโยงยึดสเตย์กันการโก่งงอไว้ด้วย
13. หลังจากติดตั้งชิ้นส่วนได้ครบจากตำแหน่งของเครื่องวินท์ครั้งแรกแล้ว จะย้ายเครื่องวินท์ไปตำแหน่งที่สองเพื่อติดตั้งชิ้นส่วนที่เหลือต่อไป (ดูรูปที่ 4.4.14)
14. เมื่อติดตั้งชิ้นส่วนจากการติดตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สองเสร็จ แล้วจะถอดเครื่องวินท์และย้ายออกหากมีชิ้นส่วนล่างที่ยังไม่ได้ติดตั้งเพราะจะกีดขวางการเคลื่อนย้ายเครื่องวินท์ก็จะใช้ชิ้นส่วนคานหรือผนังด้านบนเป็นตัวดึงชิ้นส่วนด้านล่างที่เหลือเข้าติดตั้ง
15. หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ หัวหน้าชุดจะต้องตรวจดูการติดตั้งแต่ละชิ้นส่วนเกี่ยวกับแนวดิ่งและระดับ การทาบเหล็ก และการเชื่อมตลอดจนการเคาะขี้ลวดเชื่อมออกให้หมดทุกจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การทาบเหล็กและการเชื่อม

1. คานต่อเนื่องระหว่างเสากลางอาคาร

   ก. กรณีเหล็กบนเท่ากัน ใช้เหล็กขนาดเท่ากันต่อเชื่อม

   ข. กรณีเหล็กบนไม่เท่ากัน ใช้เหล็กขนาดเท่าเหล็กขนาดเล็กกว่าต่อเชื่อม

2. คานที่เสาต้นริมอาคาร

   ก. กรณีเหล็กบนขนาดไม่เกิน 12 มม. ใช้เหล็ก 9 มม. ต่อเชื่อม

   ข. กรณีเหล็กบนขนาดไม่เกิน 15 มม. ใช้เหล็ก 12 มม. ต่อเชื่อม

   ค. กรณีเหล็กบนขนาดไม่เกิน 25 มม. ใช้เหล็ก 15 มม. ต่อเชื่อม

3. คานยื่น (คานหัวหมู)

   ก. ทาบต่อเหล็กบนคานยื่น (คานหัวหมู) กับเหล็กบนของคานที่เสาต้นริมอาคารด้วยเหล็กขนาดเดียวกับเหล็กบนของคานที่เสาต้นริมอาคาร

4. คานกลางอาคารที่ต่อออกจากเสาทั้ง 4 ด้าน (ดูรูปที่ 4.4.15)

   ก. ใช้หลักการทาบเหล็กแบบคานต่อเนื่อง แต่จัดเหล็กไม่ให้ชิดติดหรือชนกัน

   ข. ถ้าเหล็กคานงอเข้าเสามีหลายเส้น ให้งอฉากขึ้นแทนงอฉากลงได้เพื่อมีช่องว่างหล่อคอนกรีตได้สะดวก

5. ผนังที่เสาต้นริมอาคารหรือกลางอาคาร (ดูรูปที่ 4.4.16)

   ก. กรณีผนังแนวเดียวกับพื้นอาคารใช้เหล็ก 9 มม. ทาบต่อเชื่อม

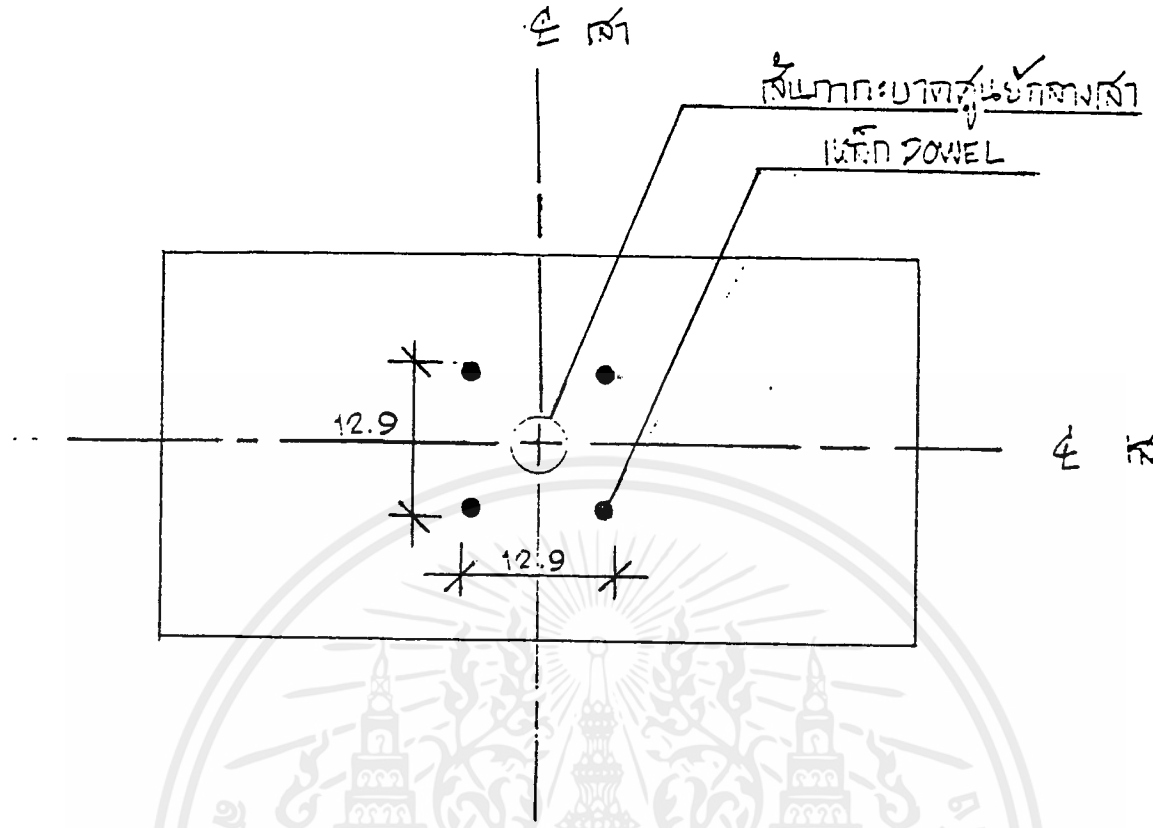
6. ความยาวของแนวเชื่อม

   ก. ขนาดเหล็ก 9-12 มม. รอยเชื่อมยาวไม่น้อยกว่า 5 ซม.

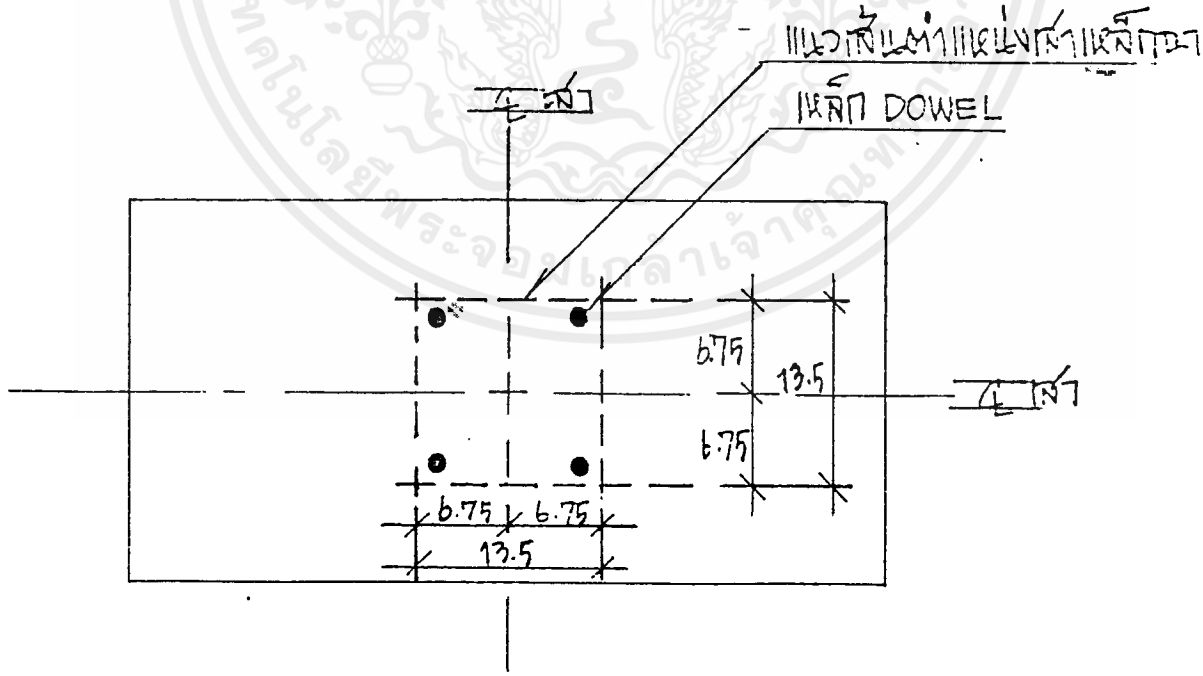
   ข. ขนาดเหล็ก 15-20 มม. รอยเชื่อมยาวไม่น้อยกว่า 10 ซม.

   ค. ขนาดเหล็ก 25 มม. รอยเชื่อมทั้ง 2 ข้างๆ ละ 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

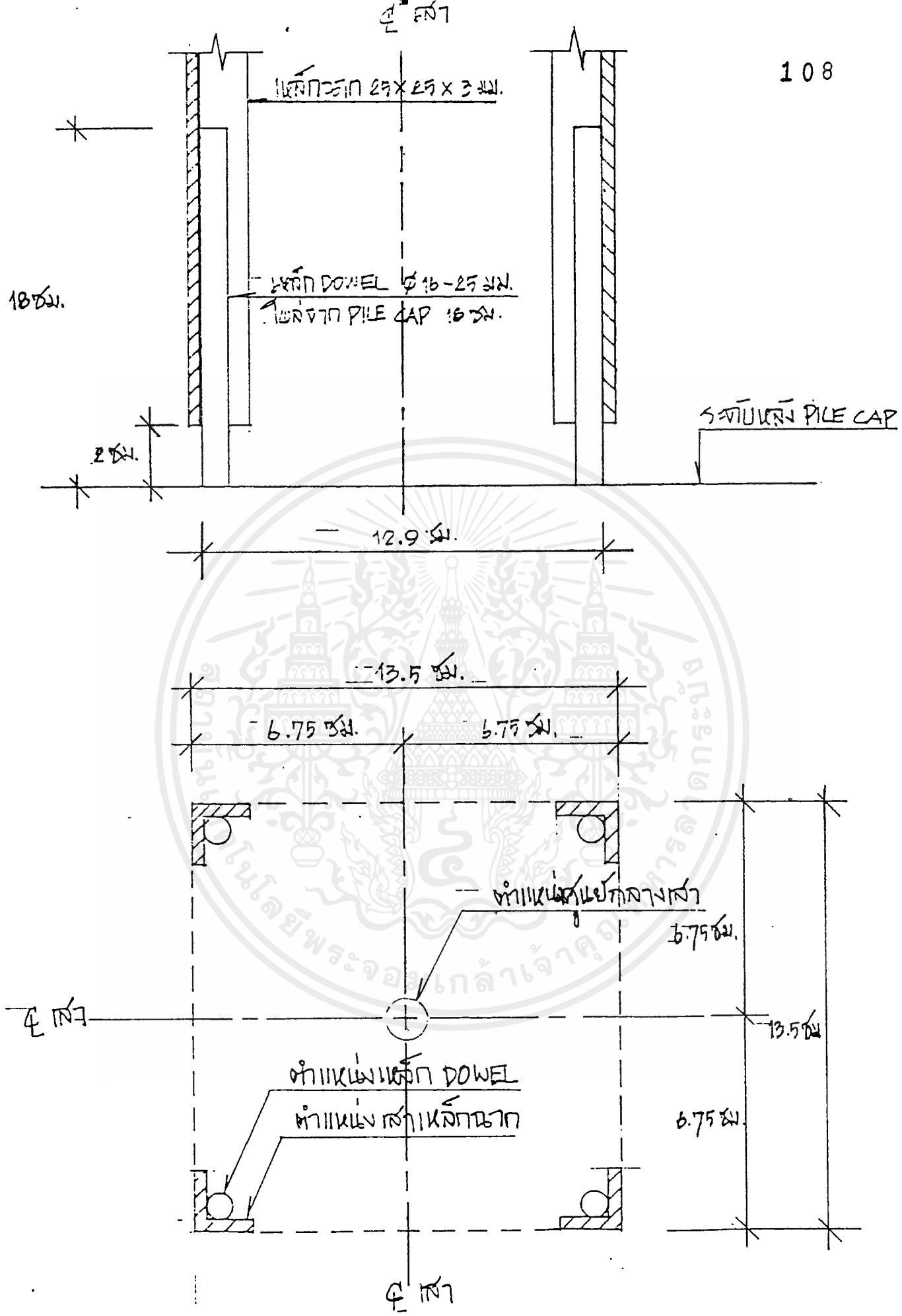


รูปที่ 4.4.1 ตำแหน่งศูนย์กลางเสาบน Pile Cap



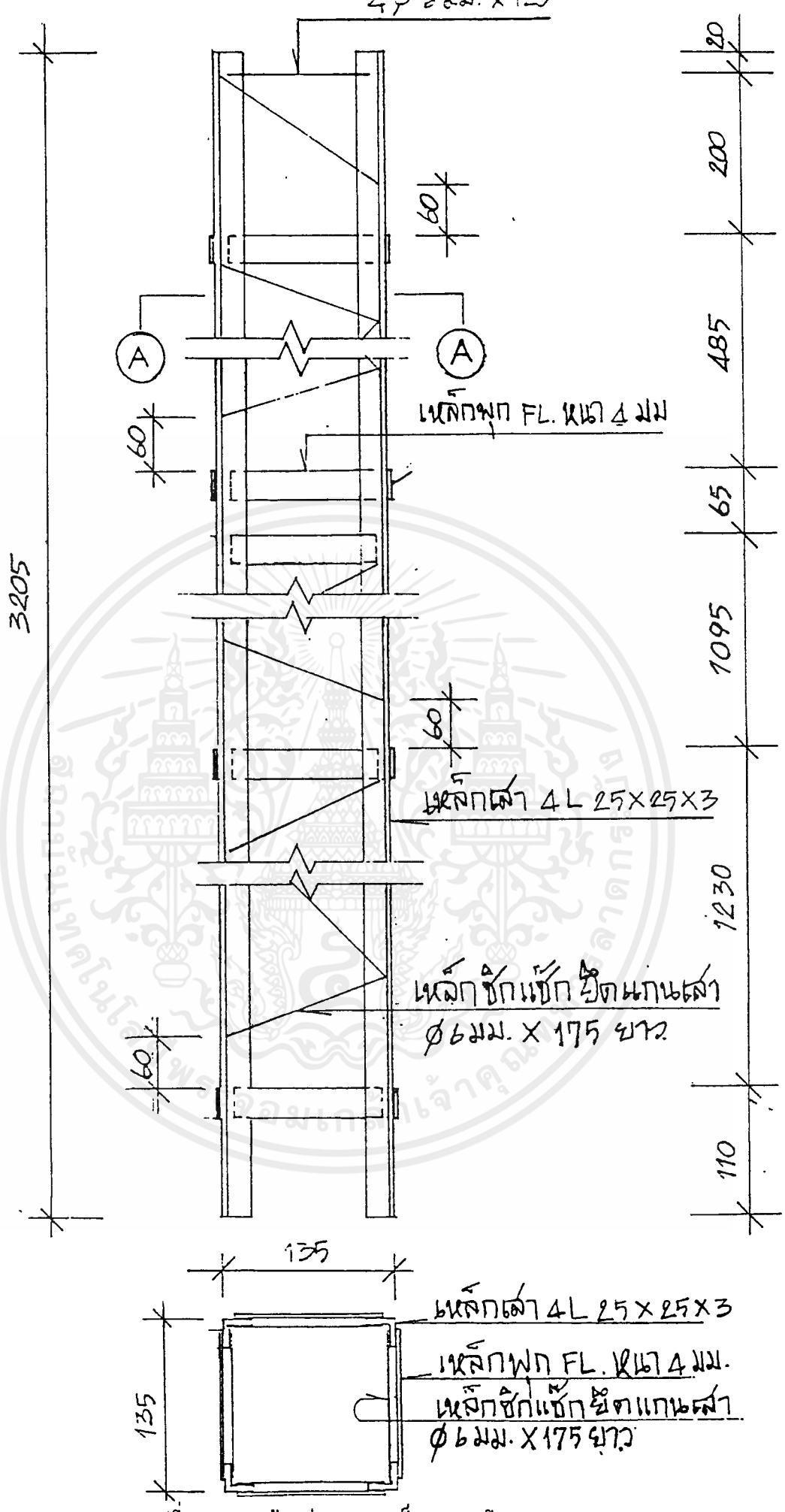
รูปที่ 4.4.2 ตำแหน่งเสาเหล็กฉากบน Pile Cap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



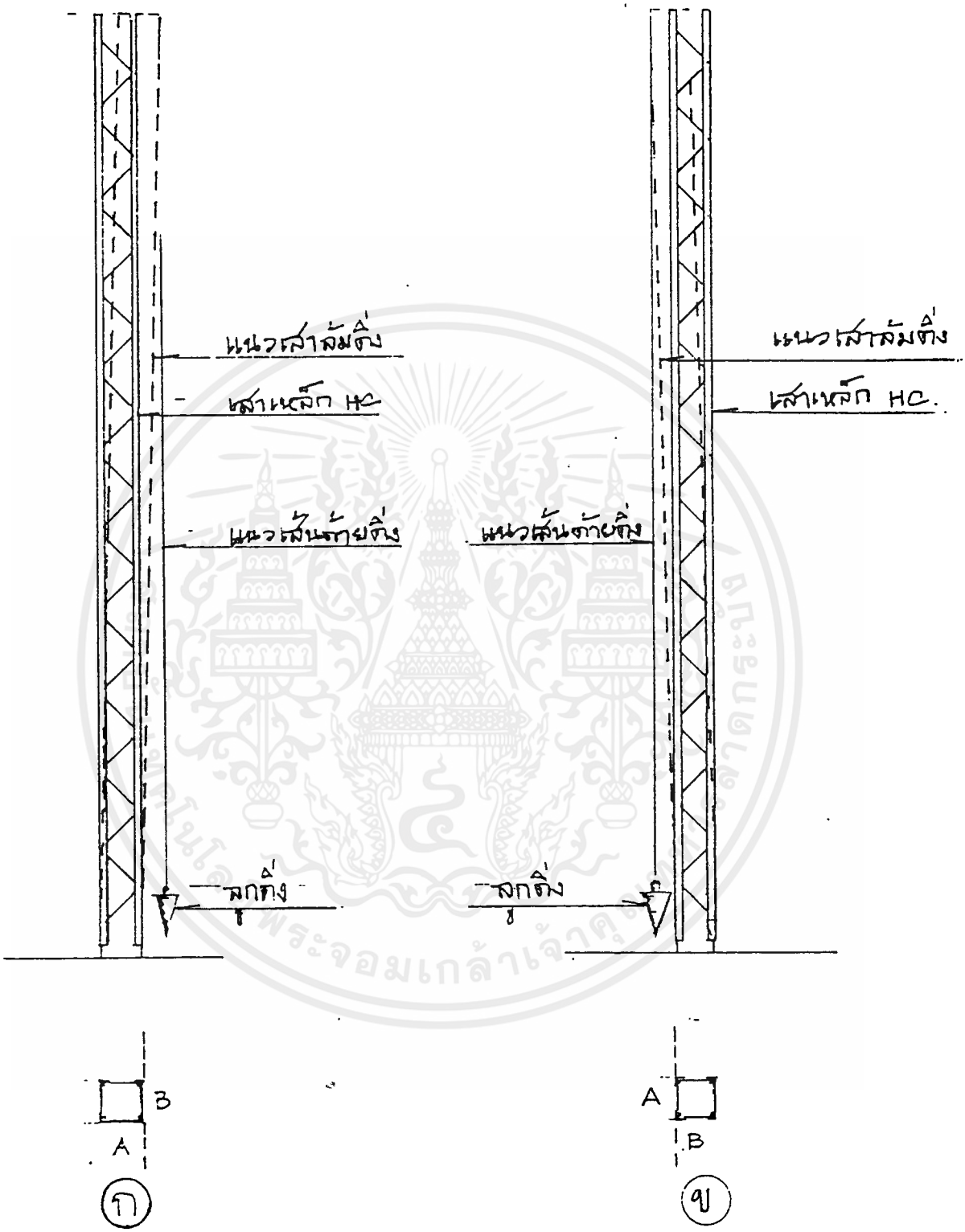
รูปที่ 4.4.3 ตำแหน่งเหล็ก Dowel และเสาเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



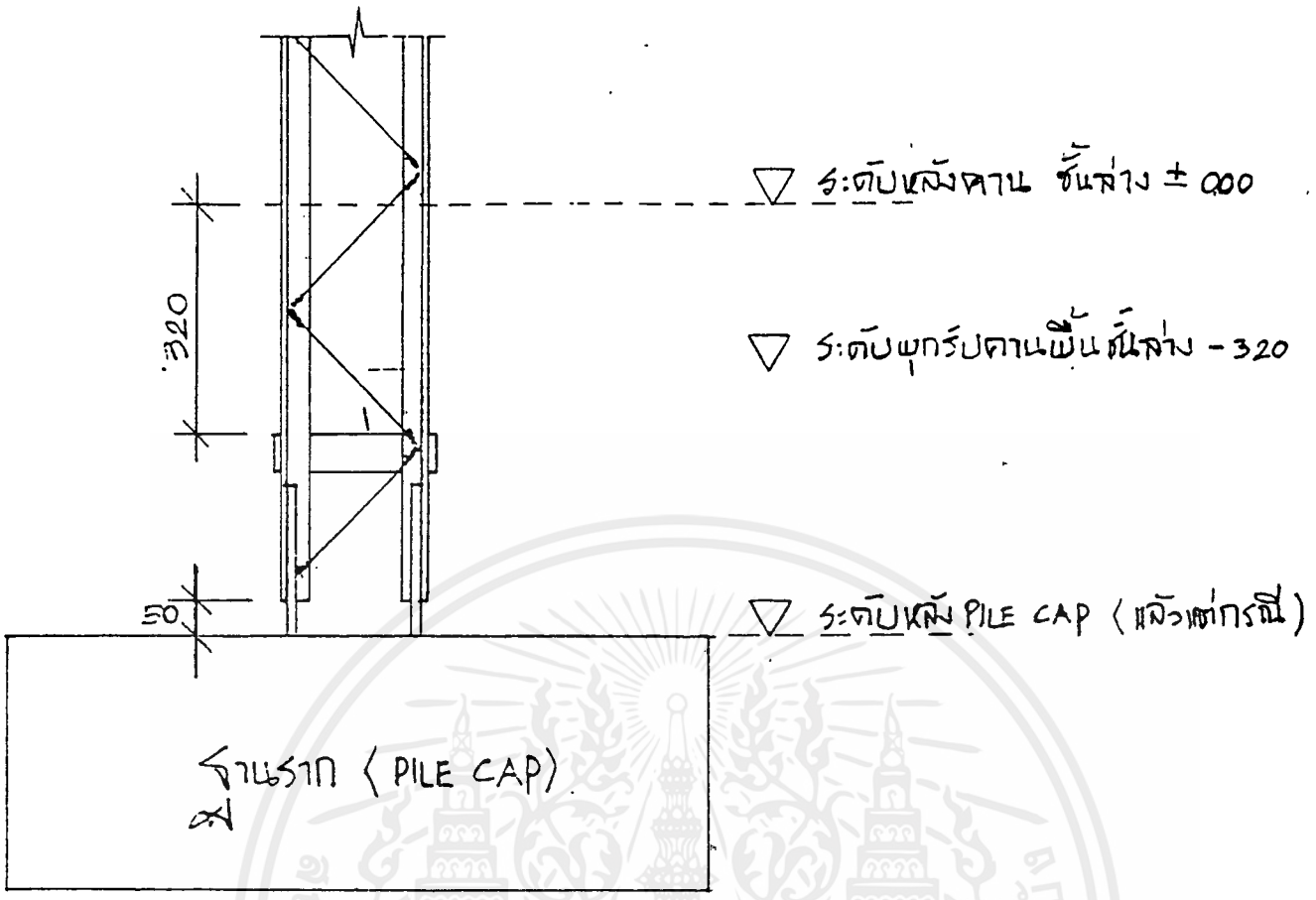
รูปที่ 4.4.4 ตัวอย่างเสาเหล็ก เอช ซี HC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

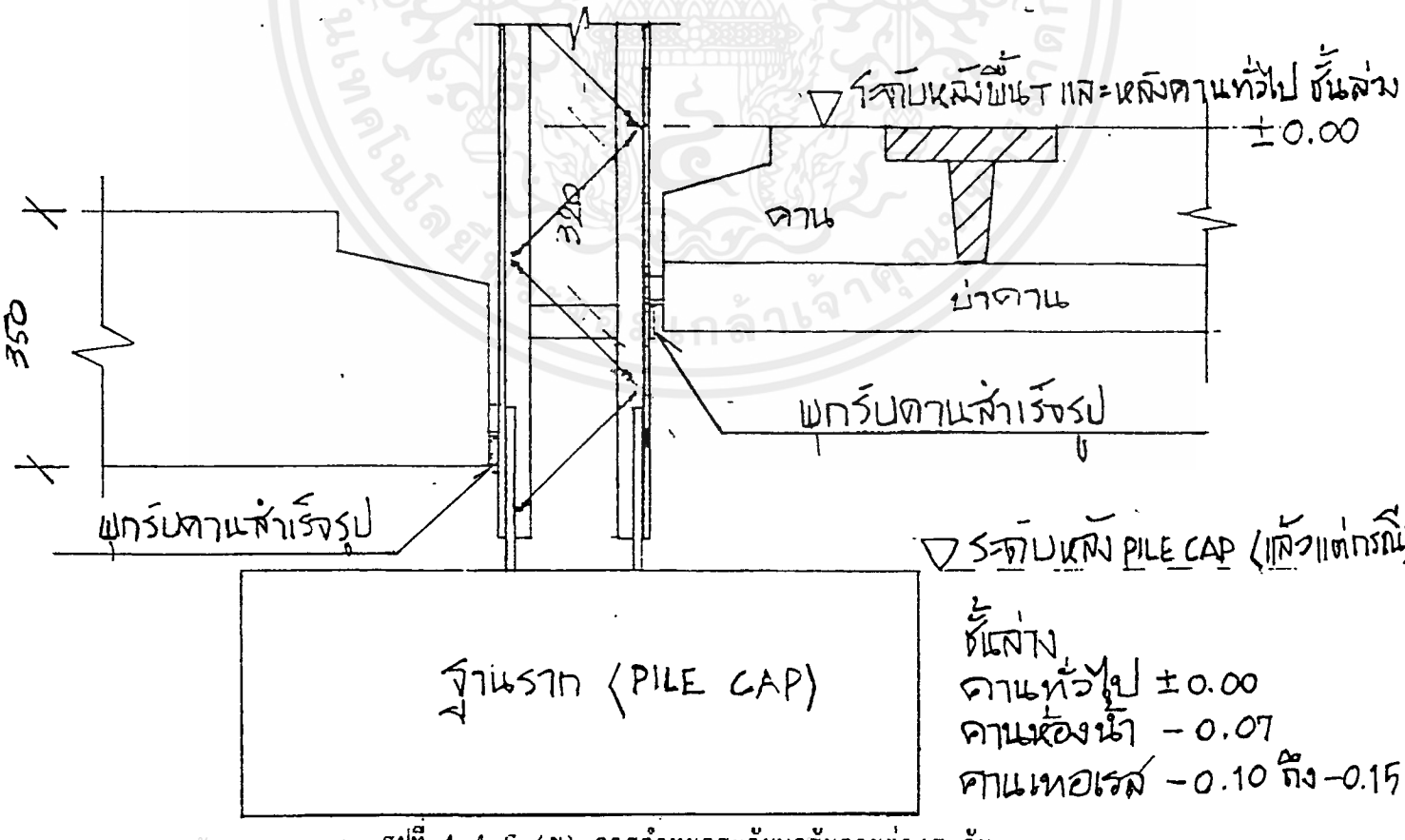


รูปที่ 4.4.5 การตั้งดิ่งเสาเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

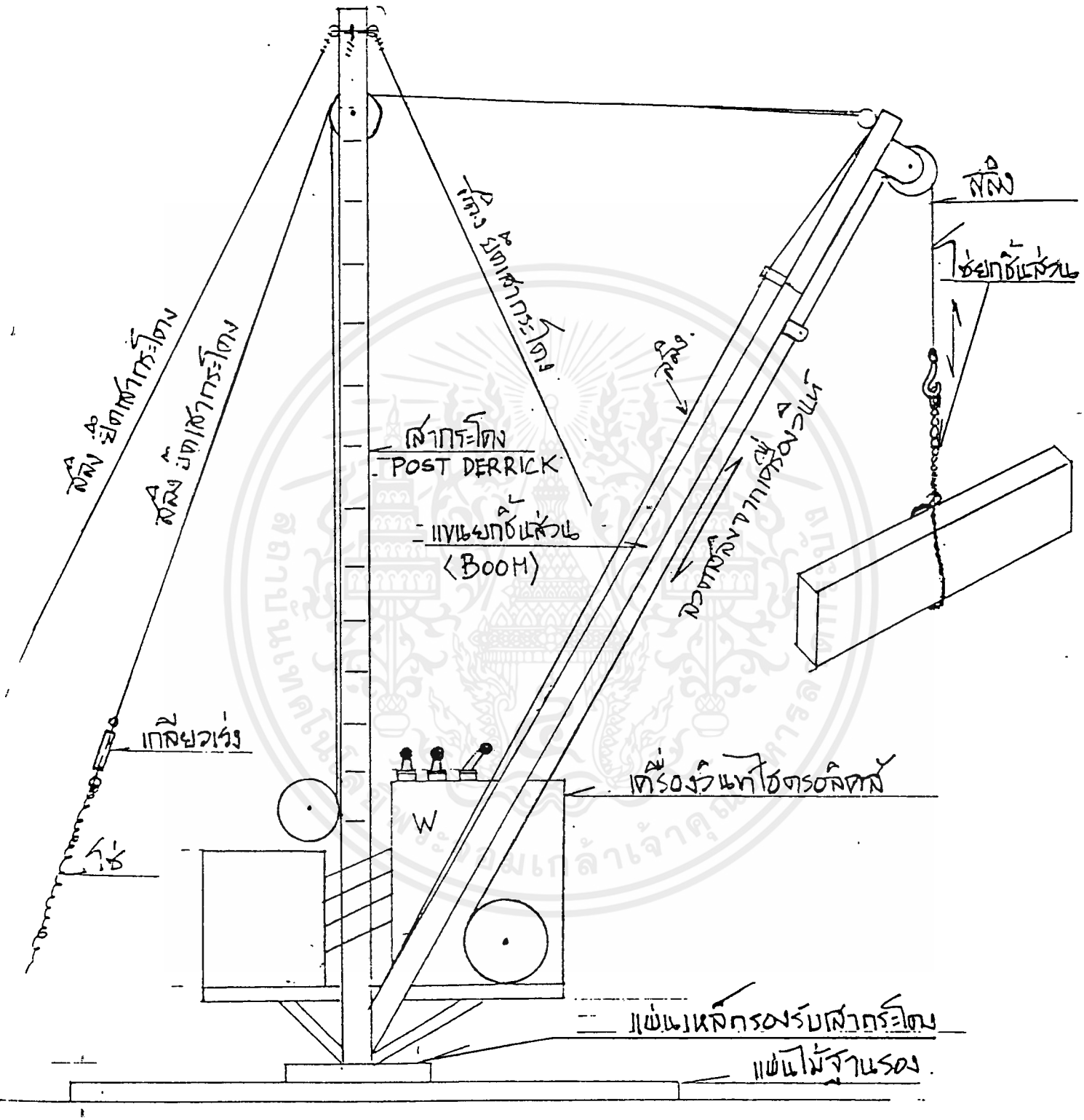


รูปที่ 4.4.6 (ก) การกำหนดระดับพุกรับคานพื้นชั้นล่างโดยทั่วไป



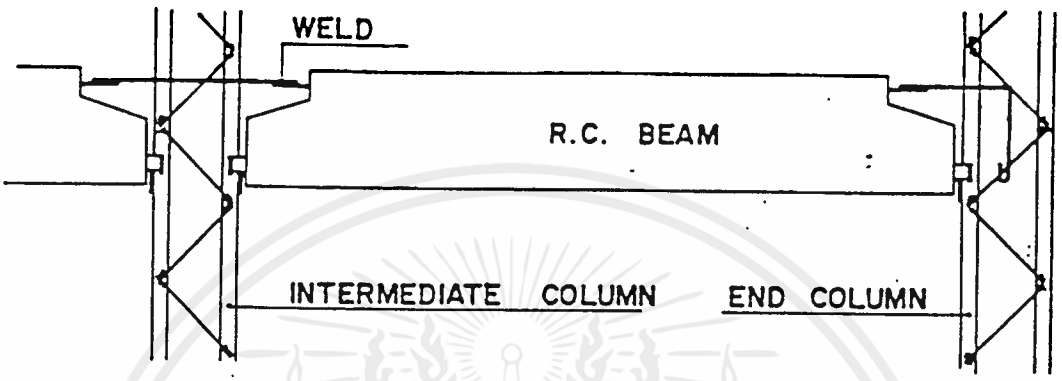
รูปที่ 4.4.6 (ข) การกำหนดระดับพุกรับคานต่างระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

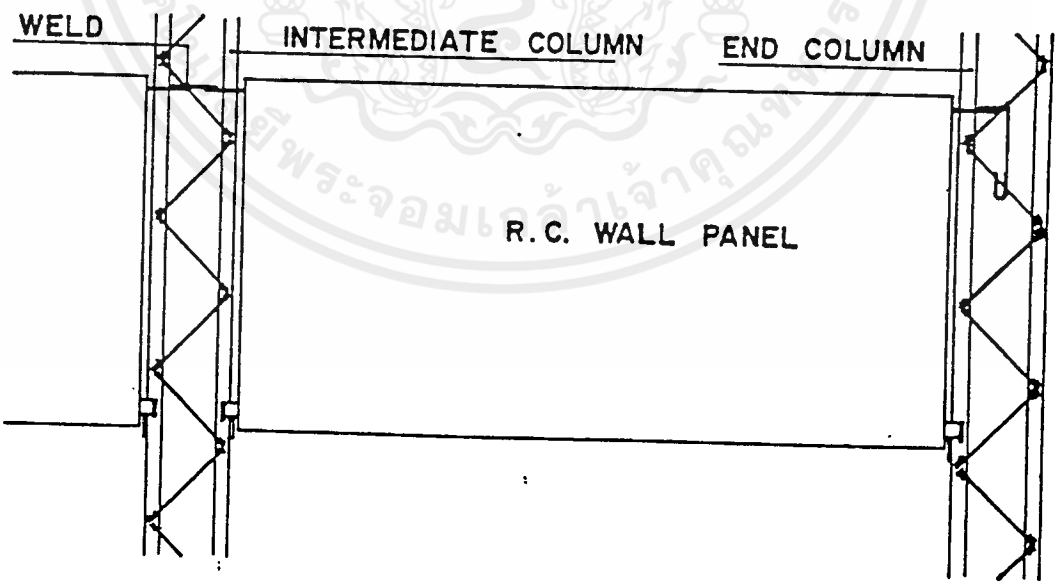


รูปที่ 4.4.7 เครื่องมือยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

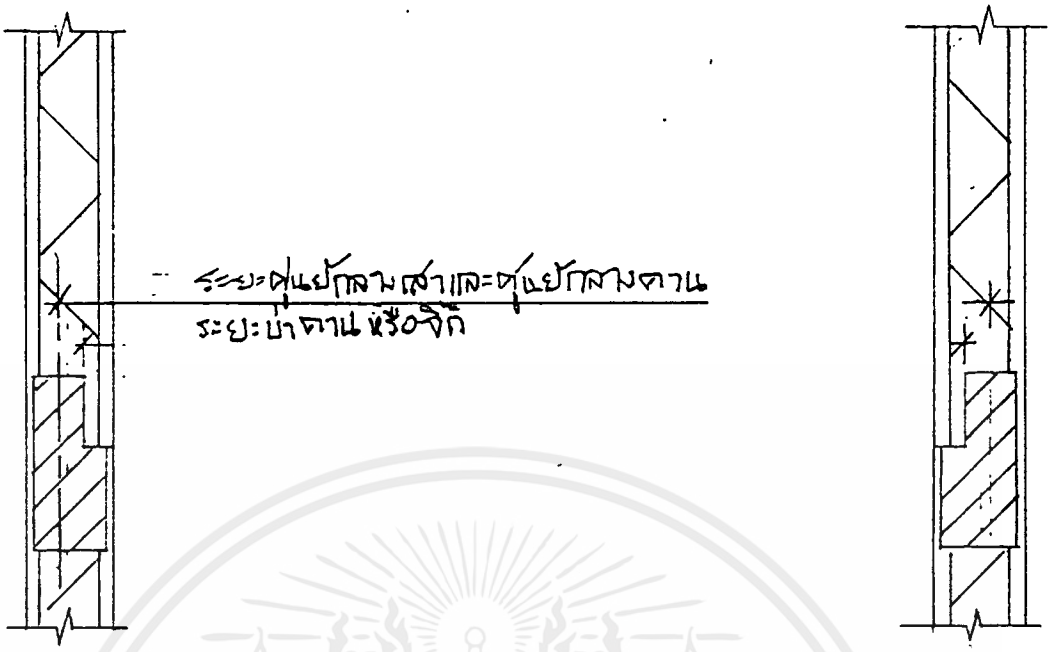


รูปที่ 4.4.8 การติดตั้งคาน คสล.สำเร็จรูป

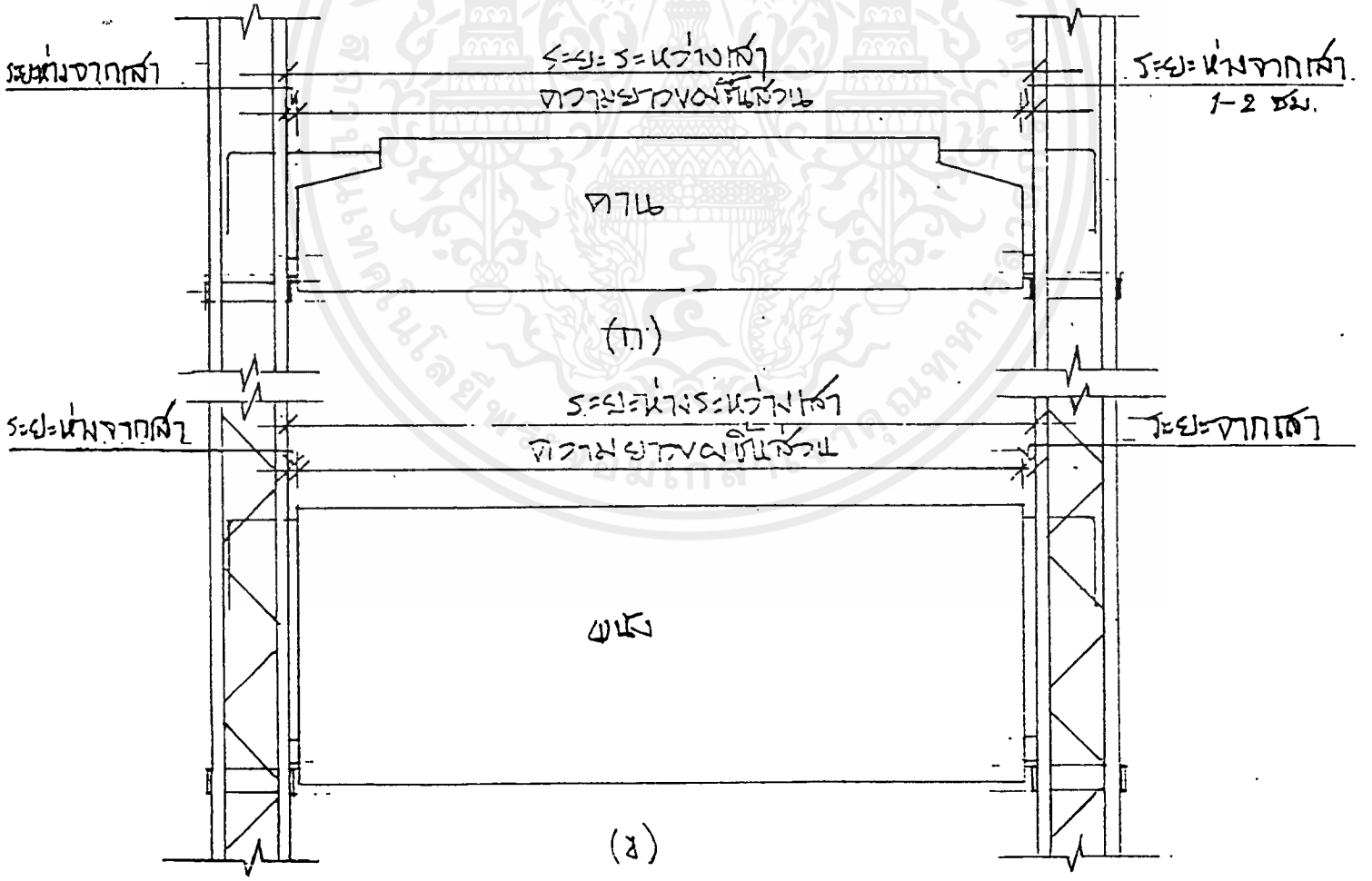


รูปที่ 4.4.9 การติดตั้งผนัง คสล.สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

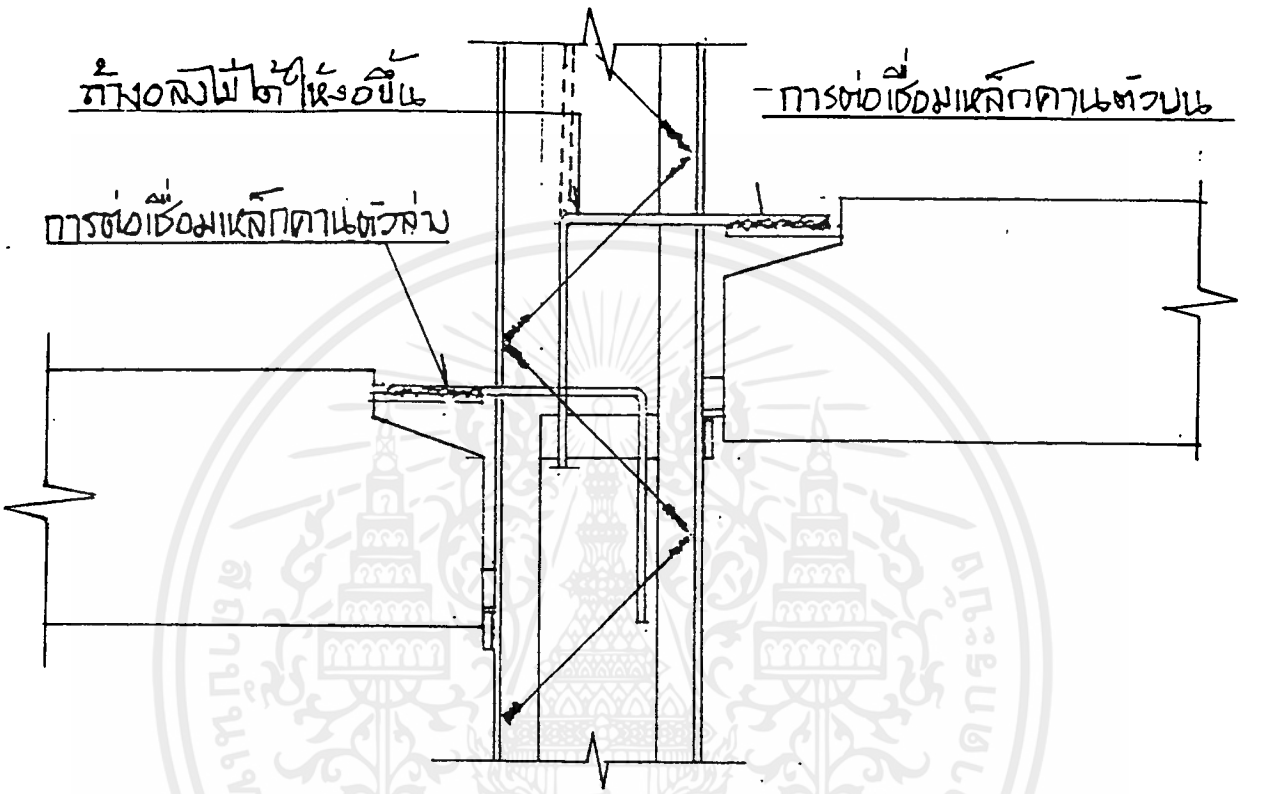


รูปที่ 4.4.10 การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่มีบ่า



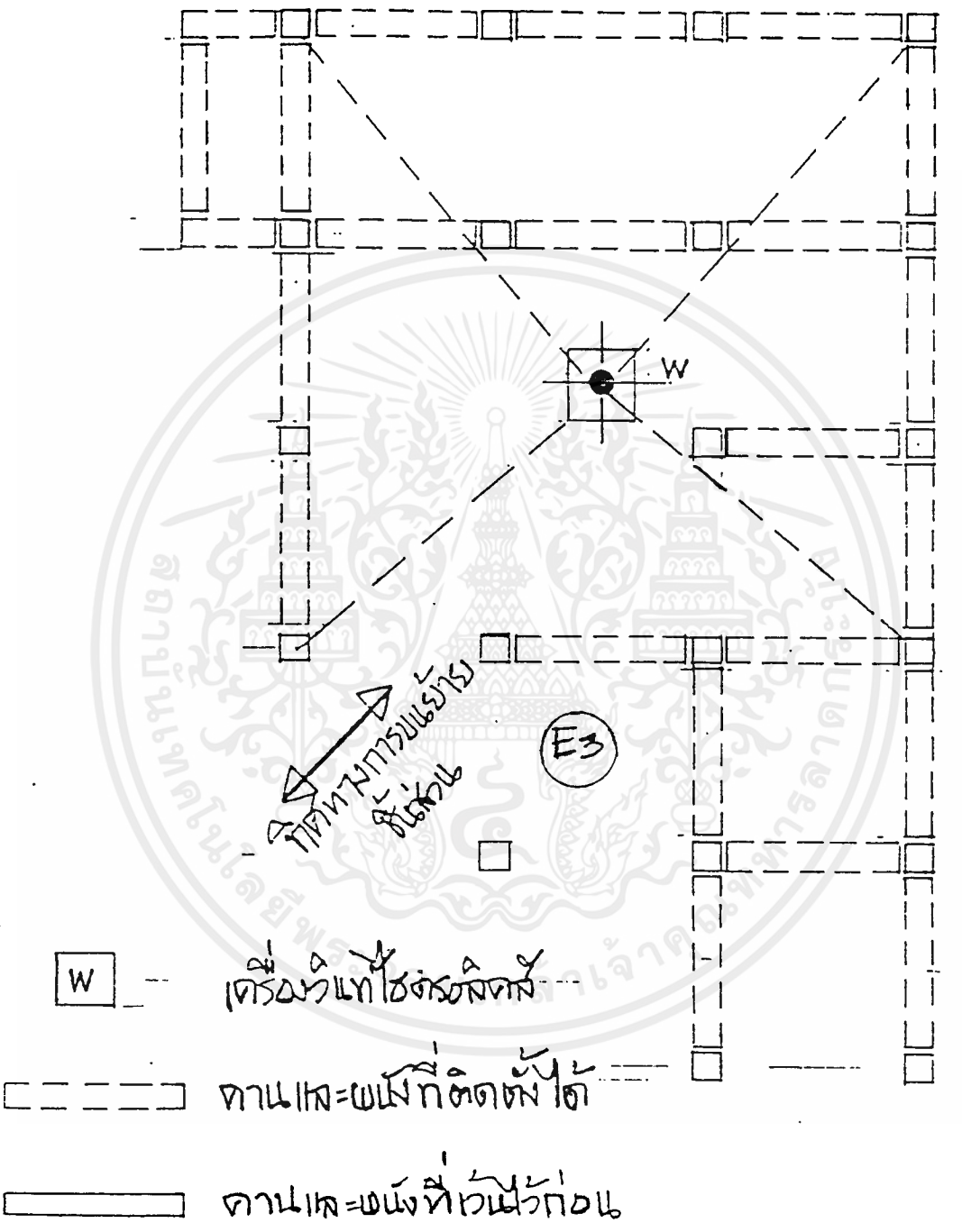
รูปที่ 4.4.11 การเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



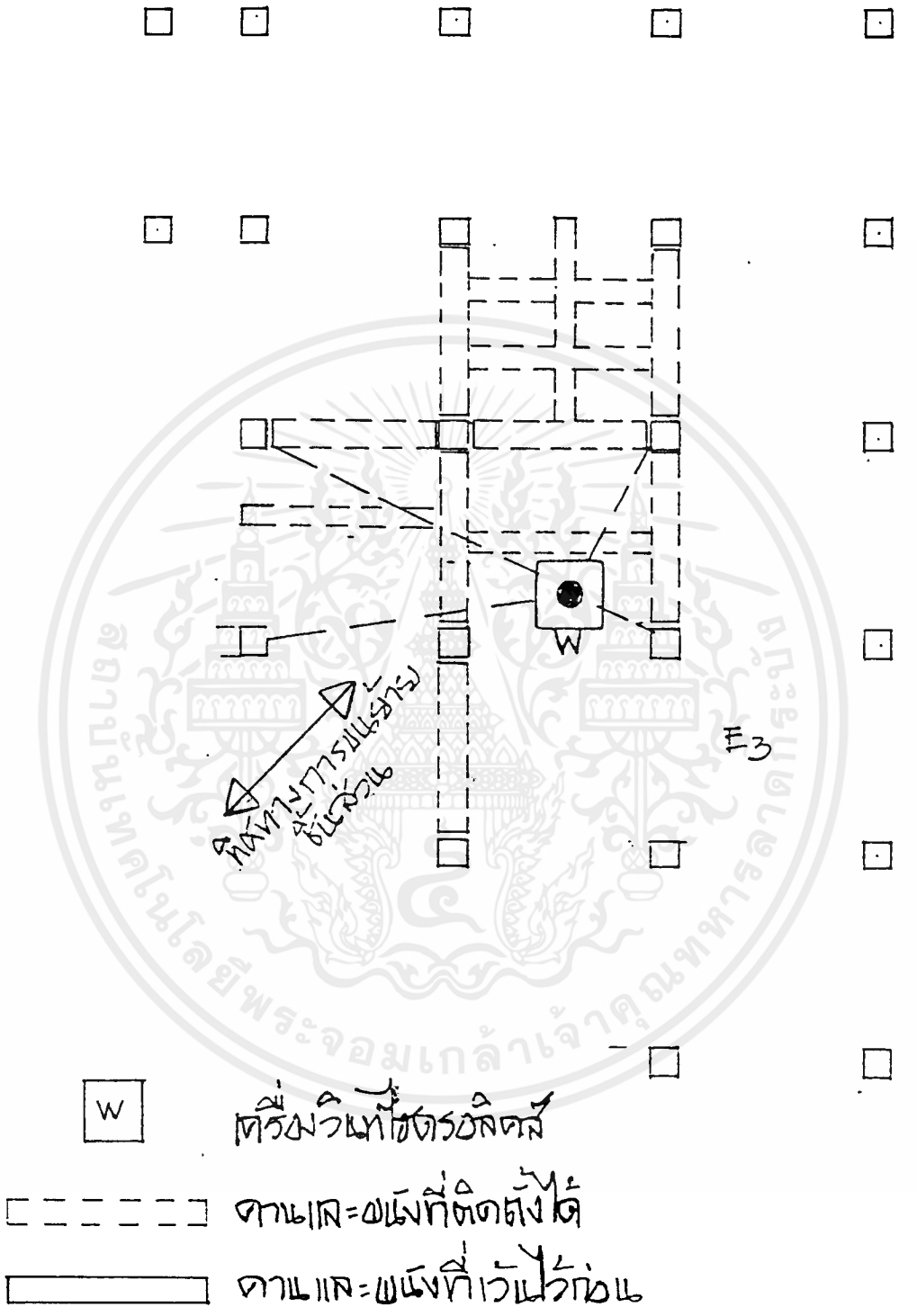
รูปที่ 4.4.12 การต่อเชื่อมเหล็กบนของคานสำเร็จรูปกรณีต่างระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



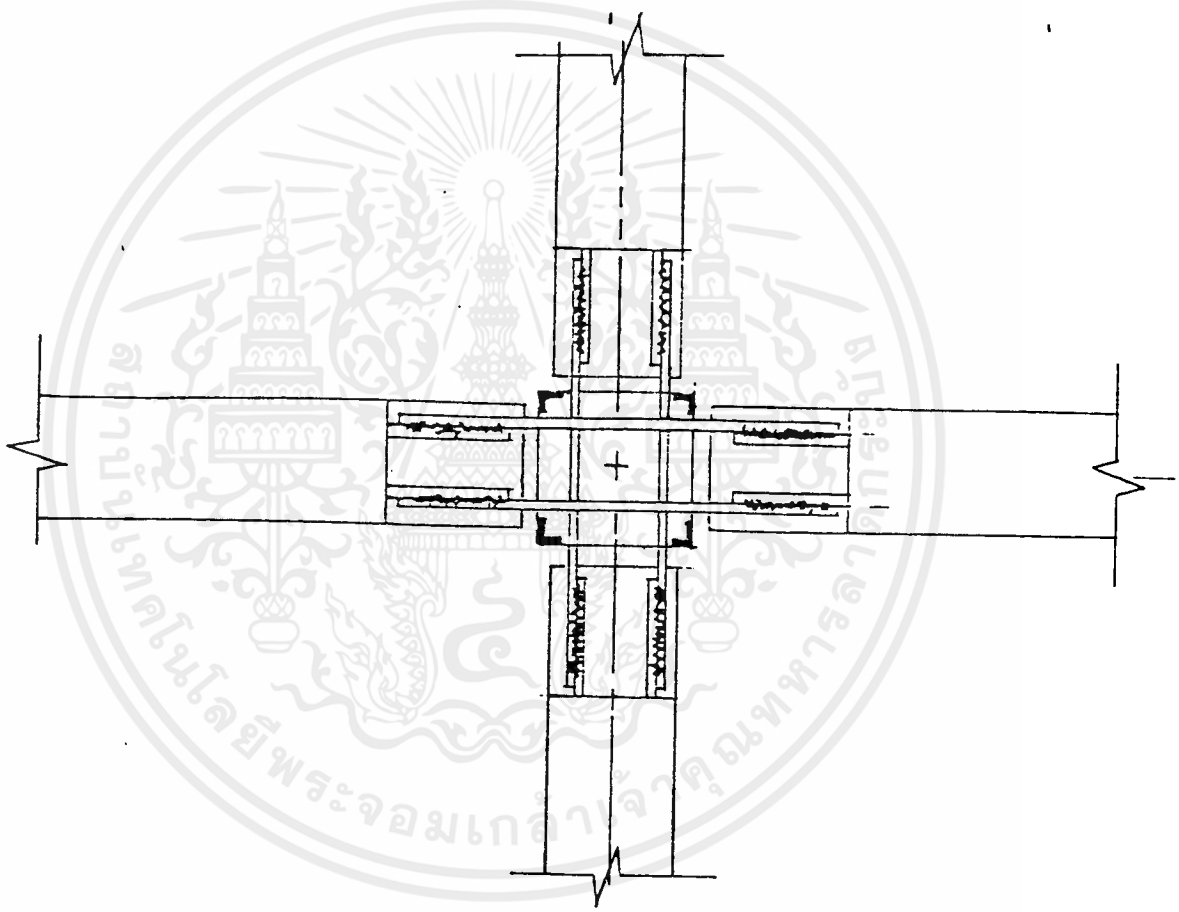
รูปที่ 4.4.13 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งวินท์ครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



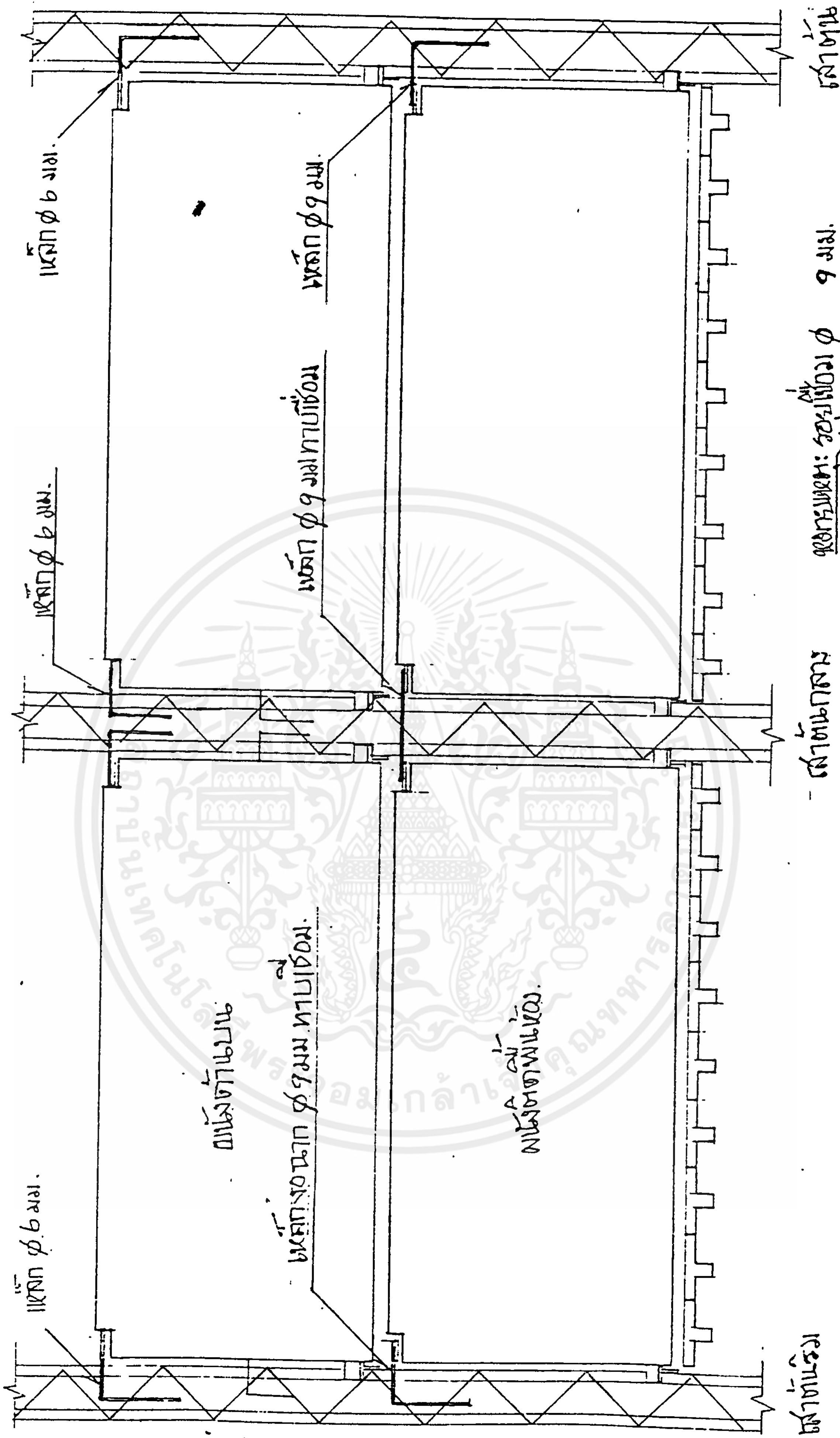
รูปที่ 4.4.14 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.15 การทาบและเชื่อมเหล็กคานกลางอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.16 การทาบและเชื่อมเหล็กผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิจัยและพัฒนา

4.5.1 งานวิจัย

การศึกษาวิจัยงานฉาบปูน

"งานฉาบปูน" เป็นเรื่องเร่งด่วนที่ควรพิจารณาหาทางปรับปรุงคุณภาพ เพราะเป็นงานตกแต่งที่จะสร้างความประทับใจให้กับผู้เป็นเจ้าของหรือผู้พบเห็น อีกทั้งในปัจจุบันช่างฝีมือขาดแคลนอย่างมาก ช่างฝึกหัดจำนวนมากถูกฝึกเข้าทำงานในลักษณะของความชำนาญที่ถ่ายทอดกันมา ยากต่อการควบคุมงานให้ได้คุณภาพเพราะไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ถูกหลักวิชาและหลักปฏิบัติ

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องงานปูนฉาบนี้ นอกเหนือจากจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพงานของ บริษัท ซีคอน เองแล้ว บริษัทฯ ยังได้มอบผลงานวิจัยนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความรู้และสื่อการสอนแก่อาจารย์ของกรมอาชีวศึกษาอีกด้วย นับเป็นความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

การศึกษาวิจัยงานคอนกรีต

เนื่องจากคอนกรีตเป็นวัสดุหลักของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัทฯ จึงได้ให้ความสนใจเมื่อพบว่าวัสดุที่ใช้ผสมทำคอนกรีตในปัจจุบันมีการแปรปรวนมาก นับตั้งแต่ซีเมนต์ทรายและหิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหินที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐานเดิมมาก ทำให้ต้องรีบเร่งพิจารณาหาส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อให้คงไว้ซึ่งคุณภาพคอนกรีตที่ดี

จากการศึกษาวิจัยพบว่าคอนกรีตในโรงงานทั้งสองของบริษัทฯ ไม่ค่อยมีผลกระทบกระเทือนจากความแปรปรวนของวัสดุเท่าใด เพราะบริษัทฯ กำหนดมาตรฐานทรายและหินไว้กับผู้ขาย ซึ่งติดต่อกันมานานจึงได้ทรายและหินที่มีคุณภาพ การผสมที่ถูกส่วนตลอดจนการเทเข้าแบบและการทำให้แน่นประกอบกับพนักงานที่มีความชำนาญทำให้คอนกรีตโรงงานมีคุณภาพดีมีกำลังต้านทานแรงอัดสูงเกิน 280 กก./ซม.^{2} ขึ้นไป

ปัญหาของคอนกรีตอยู่ที่หน้างานซึ่งซื้อจากท้องตลาดทั่วไปโดยเฉพาะเรื่องหินที่มีความแปรปรวนมาก อย่างไรก็ตามบริษัทฯ ได้ศึกษาวิจัยตลาดอยู่เสมอถึงขนาดหินในสภาพปัจจุบันและทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ทั้งหมด จนคอนกรีตหน้างานก่อสร้างมีคุณภาพดี มีกำลังต้านทานแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 200 กก./ซม.^{2}

4.5.2 การพัฒนา

นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2504 ที่ตั้งบริษัทฯ ขึ้นมาและมีเป้าหมายที่จะพัฒนางานก่อสร้างด้วยวิธีนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบเข้าด้วยกัน (Prefabrication) มาโดยตลอด นับถึงปัจจุบันเป็นเวลา 30 ปี งานของบริษัทฯ ทำเป็นระบบกึ่งอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการพัฒนามาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามสมัยนิยมซึ่งถึงยุคปัจจุบันอันเป็นยุคของการที่จะเป็นนิคส์ (NICS) เป็นยุคของการแข่งขันที่จริงจังทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการบริการลูกค้า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปล และการก่อสร้างด้วยการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเข้าด้วยกันจึงต้องคำนึงถึง **คุณภาพ** นอกเหนือจากนั้นการบริการลูกค้าระหว่างก่อสร้างจะต้องคำนึงถึง **ความพึงพอใจ** การคิดคำนึงถึงสิ่งต้องการทั้งสองประการนี้คือ การมุ่งเข้าสู่แนวความคิดที่จะนำหลักการคิวซี (Quality Circle) มาใช้

ด้วยความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาคุณภาพงานของ บริษัท ซีคอน จำกัด ให้อยู่ในระดับมาตรฐานบริษัทฯ ได้ประกาศเป็นนโยบายและกำหนดวัตถุประสงค์การนำคิวซีมาใช้อย่างชัดเจน เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2532 ทั้งนี้เพราะมีความต้องการสร้างคุณภาพขึ้นอย่างเร่งด่วนในระหว่างวิกฤติกาลขาดแคลนบุคคลากรและวัสดุก่อสร้างในช่วงนี้ปี 2531 ถึง 2534 นี้ การขาดแคลนบุคคลากรและแรงงานทำให้ฝีมือช่างด้านงานก่อสร้างมีคุณภาพด้อยลงไป

การทำคิวซีของบริษัทฯ นั้นได้วางโครงการศึกษาและสังเกตุการณ์จากหน่วยงานต่างๆ ที่ประสบความสำเร็จในการนำคิวซีมาใช้ช่วยบริหารงานการฝึกอบรมมีทั้งส่งไปอบรมภายนอกและจัดอบรมภายในในช่วงปี 2533-2534 นี้มีผู้เข้ารับการอบรมหลักสูตรพื้นฐานคิวซีแล้ว 175 คน คิดเป็นประมาณ 70 % ของพนักงานทั้งหมด

โครงการคิวซีระยะยาวของบริษัทฯ กำหนดไว้ 6 ปี โดยปี 2533-2535 เป็นปีแห่งการอบรมและให้ความรู้คิวซีขั้นพื้นฐาน ปี 2536-2538 เป็นปีของการพัฒนาความรู้ด้านคิวซีและพัฒนางานด้วยพื้นฐานของคิวซี (Quality Circle) ปีแรกของโครงการบริษัทฯ ตั้งเป้าหมายไปที่การฝึกอบรมและให้ความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้บริหารระดับผู้จัดการ หัวหน้าแผนก หัวหน้างาน และพนักงาน โดยมีกลุ่มคิวซีตัวอย่าง 7 กลุ่ม จากสายผลิต และพัฒนา ปฏิบัติกิจกรรมจริงควบคู่กันไป เพื่อจะแสดงให้ระดับผู้บริหารและเพื่อนพนักงานเห็นเป็นตัวอย่าง โดยมีการเสนอผลงานเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2533 และประสบผลสำเร็จด้วยดี ในปี พ.ศ.2534 บริษัทฯ มีกลุ่มคิวซีเพิ่มอีก 11 กลุ่มรวมเป็น 18 กลุ่ม นับเป็นการพัฒนาคนควบคู่กันไปกับการพัฒนางานตามความต้องการของบริษัทฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การควบคุมคุณภาพ

"คนที่มีคุณภาพย่อมสร้างคุณภาพ" เป็นคำกล่าวที่บ่งบอกถึงความเป็นจริงว่าคุณภาพจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องมาจากคนที่มีคุณภาพ สินค้าที่มีคุณภาพนั้นผู้ใช้บริการเป็นผู้ตัดสิน

การที่จะให้คนเกิดจิตสำนึกในเรื่องคุณภาพนั้น ต้องมาจากสภาพองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน สิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างระบบควบคุมคุณภาพที่ดีขึ้นให้คนได้ใช้ปฏิบัติจนเกิดเป็นนิสัยประจำ

การควบคุมคุณภาพมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

- ติดตามผลดูว่าลูกค้าต้องการสินค้าลักษณะอย่างไร
- ผลิตสินค้าหรือทำงานให้มีคุณภาพทุกขั้นตอน
- ควบคุมคุณภาพโดยใช้ข้อมูลต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

ทุกคนในบริษัทฯ จะต้องช่วยกันผลิตและดำเนินงานอย่างมีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า เพื่อให้บริษัทฯ เป็นที่ยอมรับของสังคมและสามารถปรับปรุงกิจการได้

การควบคุมคุณภาพ คือ การปฏิบัติงานเป็นไปตามวงจร PDCA หรือ แผนงานที่วางไว้ หากไม่เป็นไปตามแผนงานจะต้องกระทำซ้ำใหม่ ผลจากการปฏิบัติตามวงจร PDCA จะก่อให้เกิดการควบคุมคุณภาพขึ้น

p = PLAN = วางแผน

D = DO = ทำ

C = CHECK = ตรวจสอบ

A = ACTION = ปฏิบัติ

คุณภาพ : มีความหมาย 2 ประการ

1. หน้าที่ : ความคงทนแข็งแรง
2. รูปร่าง : สวยงาม

การควบคุมคุณภาพ : บริหารงาน 3 ประการ

1. ควบคุมวัตถุดิบ
2. ควบคุมการผลิต
3. ควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบ : การค้นหาข้อบกพร่อง

1. จากการจัดหา
2. จากการผลิต
3. จากการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 การผลิตในโรงงาน

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญยิ่งของระบบชีคอน เพราะเปรียบเสมือนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ออกจากโรงงาน ชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก การควบคุมคุณภาพจึงเน้นที่เหล็กและคอนกรีตซึ่งสามารถทำได้เป็นอย่างดี

เหล็ก

- ต้องได้ขนาดและจำนวนตามแบบ
- ใช้การเชื่อมติดแทนการผูกเหล็ก
- การเชื่อมมีการควบคุมให้ได้มาตรฐาน

คอนกรีต

- มีมาตรฐานกำหนดชนิดและขนาดของหินและทราย
- มีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้มีกำลังตามความต้องการ
- มีการควบคุมตรวจสอบกำลังของคอนกรีตเป็นประจำ
- มีการทำให้คอนกรีตแน่นอย่างถูกวิธี
- มีการบ่มคอนกรีตให้มีกำลังเพิ่มขึ้นถึงอัตราที่กำหนด

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

- มีการควบคุมขนาดให้ได้มาตรฐาน
- มีการควบคุมคุณภาพให้ได้ตามที่กำหนด

4.6.2 การก่อสร้าง

ระหว่างการก่อสร้างผู้ตรวจการ (INSPECTORS) และแผนกควบคุมคุณภาพจะเข้าตรวจคุณภาพงานตั้งแต่งานตอกเข็ม งานคอนกรีตหล่อหัวเสาเข็ม การเชื่อมโครงเหล็ก การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการเทคอนกรีตต่อม่อและเสา เพื่อให้งานโครงสร้างมีคุณภาพงานที่ดีและมั่นคงแข็งแรง

4.6.3 การควบคุมและพัฒนาคุณภาพงาน

ในระหว่างการก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน (Supervisors) ของฝ่ายก่อสร้างจะทำหน้าที่ควบคุมดูแลงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบแปลนและกำหนดเวลาโดยมีคุณภาพงานตามที่บริษัทฯ กำหนด

นอกเหนือจากนั้น ผู้ตรวจการ (Inspectors) ของฝ่ายพัฒนาและควบคุมคุณภาพจะออกตรวจซ้ำอีกครั้งโดยเน้นที่คุณภาพงานอย่างเคร่งครัด ข้อมูล ข้อบกพร่องต่างๆ จากผู้ตรวจการจำนำมาจำแนกด้วยหลักดิวชิโทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักคิวซีเทคนิคจะจำแนกให้เห็นว่าข้อบกพร่องกลุ่มใดมีปัญหามากสุด และในกลุ่มนั้นๆ ปัญหาเรื่องใดเป็นปัญหาที่ควรแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อการรักษาคุณภาพงาน ข้อมูลข้อบกพร่องก่อนแก้ไขจะนำมาให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ

ผู้ควบคุมงานจะรวมกลุ่มระดมสมองหาสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้ปัญหานั้นๆ เกิดขึ้นพร้อมวิธีการแก้ไข และพร้อมใจกันนำไปปฏิบัติ ในระหว่างปฏิบัติผู้ตรวจการจะเก็บข้อมูลข้อบกพร่องนั้นๆ มาเปรียบเทียบ หากข้อบกพร่องลดลงได้ตามเป้าหมายก็จะถือว่าวิธีแก้ไขปัญหานั้นถูกต้อง

วิธีแก้ไขปัญหาที่ใช้ได้ผลจะถูกนำมาเขียนเป็นมาตรฐานของงานนั้น และประกาศใช้ทั่วบริษัทฯ ซึ่งถือว่าเป็นมาตรฐานงานที่มีคุณภาพที่บริษัทฯ จะต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ได้ถูกนำมาใช้มากขึ้นในการก่อสร้างอาคาร บ้านพักอาศัยในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีผู้อยู่อาศัยอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจถึงระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปนี้ และมีความคิดในเรื่องของความมั่นคงแข็งแรงว่าการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นไม่แข็งแรงเพราะเพียงแต่เป็นการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบต่อกันเท่านั้น จากการศึกษาโครงงานพิเศษนี้จะชี้ให้เห็นว่าการที่บ้านอยู่อาศัยจะแข็งแรงหรือไม่แข็งแรงนั้นขึ้นอยู่กับระบบโครงสร้าง (STRUCTURAL SYSTEM) ของตัวบ้านหรือตัวอาคาร โดยที่ระบบการก่อสร้างแบบธรรมดาจะมีการออกแบบทางโครงสร้างอย่างหนึ่ง ส่วนระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปก็จะมีการออกแบบในระบบโครงสร้างอีกแบบหนึ่งต่างจากระบบทั่วไป ซึ่งโครงสร้างของระบบสำเร็จจะเป็นระบบโครงสร้างที่สมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและเชื่อมจุดต่อ (JOINT) เสร็จเรียบร้อยแล้วและจะมีลักษณะกลมกลืนต่อเนื่องเหมือนระบบทั่วไปหรืออาจจะมีคุณภาพดีกว่าเนื่องจากเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานสามารถที่จะควบคุมคุณภาพได้ และผนังก็ยังเป็นผนัง คสล. ซึ่งแข็งแรงกว่าผนังก่ออิฐทั่วไป

จากการศึกษาโครงงานพิเศษเรื่อง บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบชีคอน จะเห็นได้ว่าระบบชีคอนเป็นระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ได้รับการค้นคว้าพัฒนามานาน และเนื่องจากเป็นระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป "ขนาดเล็ก" ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ซึ่งลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดเล็กจะเป็นการใช้ชิ้นส่วนขนาดพอเหมาะมาประกอบกันเพื่อกั้นห้องและคลุมพื้นที่ของแต่ละห้อง ต่างกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป "ขนาดใหญ่" คือชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่จะเป็นการใช้ชิ้นส่วนขนาดเท่าห้องมาประกอบกันเป็นผนังห้อง พื้นหรือเพดานห้องโดยไม่มีรอยต่อให้เห็นในแต่ละแผ่น ซึ่งในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้เทคนิคที่สูงและใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใหญ่ขึ้นในการติดตั้ง แต่ในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดเล็กไม่จำเป็นต้องใช้ จึงเป็นการง่ายต่อการที่จะใช้เป็นระบบตัวอย่างในการศึกษาและทำความเข้าใจถึงระบบสำเร็จรูปในเบื้องต้น

ระบบชีคอนเป็นระบบที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดเล็กในการก่อสร้างดังกล่าวมาแล้ว ในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงใช้เทคนิค เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สามารถทำความเข้าใจและฝึกใช้งานได้ง่าย ตามรายละเอียดในเนื้อหาที่ได้ทำการศึกษามาแล้ว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบชีคอน ไม่จำเป็นต้องมีคู่มือในการติดตั้งให้กับคนงาน การเรียนรู้ถึงระบบการติดตั้งเพียงแค่ฝึกและศึกษางานไม่กี่ครั้งก็สามารถทำงานได้ เนื่องจากเป็นการติดตั้งในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดความเกะกะหรือขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางการทำงานของเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ทางระบบได้จัดทำขึ้นเอง และชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้นสามารถที่จะโยงยึดกันได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4.13 และ 4.4.14 ในบทที่ 4

คนงานที่ทำการก่อสร้างไม่จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีฝีมือมากนัก แต่ถ้าเป็นการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปในต่างประเทศจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในการติดตั้ง เพราะเป็นงานที่ประณีต และยุ่งยาก แต่สำหรับงานของระบบชีคอนแล้วไม่จำเป็นเพราะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สามารถฝึกการใช้งานได้ง่าย ขั้นตอนการติดตั้งก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่คนงานอาจจำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญงานในการติดตั้งอยู่บ้าง เพราะในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ช่างฝีมือเพราะงานจะไม่เน้นด้านความประณีตสวยงาม แต่จำเป็นที่จะต้องมีความชำนาญในงานเฉพาะด้าน เช่น งานฐานราก งานติดตั้งชิ้นส่วน งานเชื่อม เป็นต้น ในวันหนึ่งจะมีคนงานทำงานที่หน้างานไม่น้อยกว่า 7 คน และจะมีระบบการทำงานเป็นหน่วยงานเฉพาะคือ กลุ่มฐานรากก็จะทำเฉพาะงานฐานรากเมื่อเสร็จจากหน่วยงานหนึ่งก็จะย้ายไปทำอีกหน่วยงานหนึ่ง หลังจากนั้นกลุ่มคนงานติดตั้งก็จะเข้ามาทำงานต่อเมื่อเสร็จก็ย้ายออกไปทำยังหน่วยงานใหม่ กลุ่มคนงานในส่วนงานอื่นๆ จะเข้ามาทำงานต่อไป

จากการศึกษาโครงงานพิเศษระบบชีคอนทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถที่จะวิเคราะห์และสรุปลักษณะของระบบได้ดังนี้

5.1 วิเคราะห์การก่อสร้างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบชีคอน

1. ระบบโครงสร้าง (STRUCTURAL SYSTEM)

1.1 ระบบโครงสร้างโดยทั่วไป

1.1.1 พื้นใช้พื้นที (T) เนื่องจากระบบพื้นทีเมื่อยกพื้นขึ้นติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วคนงานสามารถที่จะขึ้นไปทำงานข้างบนได้ทันทีโดยไม่ต้องมีค้ำยัน ระบบชีคอนเคยใช้พื้น U คว่ำในการติดตั้งพื้นด้วยแต่สาเหตุที่เลิกใช้เป็นเพราะว่าพื้น U คว่ำมีความแข็งแรงมากเกินไปสำหรับบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้น และมีน้ำหนักมาก ไม่สะดวกในการยกขึ้นติดตั้ง พร้อมทั้งยังผลิตได้ยากกว่าพื้น T อีกด้วย พื้นจะถ่ายน้ำหนักลงคาน

1.1.2 คานแต่ละชิ้นส่วนจะมีลักษณะเป็น SIMPLE BEAM แต่เมื่องเชื่อมเหล็กบริเวณจุดต่อ (JOINTS) เรียบร้อยแล้วจะมีคุณสมบัติเป็น CONTINUOUS BEAM ถ่ายน้ำหนักลงเสา

1.1.3 ผนังจะมีการเชื่อมต่อกันระหว่างผนังเหมือนกับคานเพราะต้องการให้ผนังถ่ายน้ำหนักลงเสาโดยตรง ทำให้ลดขนาดของคานลงได้ และจะทำหน้าที่เป็น BRACING รับน้ำหนักนอกจากนี้ผนังรูปตัว L ยังทำหน้าที่เป็นทั้งผนังและคานด้วย

1.1.4 JOINT จะทำการทาบและเชื่อมเหล็ก เมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยจะเป็น JOINT ที่สมบูรณ์และแข็งแรงเนื่องจากมีลักษณะที่กลมกลืนต่อเนื่องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 โครงสร้างคาน

<u>คานต่อเนื่อง</u>

จากแบบโครงสร้างคานและการติดตั้งคานสำเร็จรูป จะเห็นได้ว่าเมื่อเชื่อมเหล็กเทคอนกรีตเป็น Joint ที่สมบูรณ์แล้ว คานจะมีคุณสมบัติเป็นคานต่อเนื่องดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ถ้าหากพิจารณาตรงรอยต่อแล้วจะเห็นว่าจะมีการทาบและเชื่อมเหล็กบนให้ต่อเนื่องเท่านั้น ส่วนเหล็กล่างจะเพียงแค่วางพาดบนพุกและทำการเชื่อมติดกับพุกเท่านั้นไม่มีการเชื่อมให้ต่อเนื่อง

จากการพิจารณาคุณสมบัติของคานต่อเนื่องในด้านการรับแรงเฉือนและการเกิด Bending Moment

จากรูปบริเวณรอยต่อจะเกิด Negative Bending Moment ซึ่งจะเกิดแรงดึงทางด้านบนจึงต้องเชื่อมเหล็กให้ต่อเนื่องเพื่อต้านแรงดึงที่เกิดขึ้น ส่วนด้านล่างจะเกิดแรงกดถ่ายน้ำหนักลงบนพุกจึงไม่จำเป็นต้องเชื่อมเหล็กให้ต่อเนื่อง

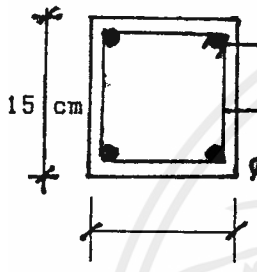
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 โครงสร้างเสา

<u>การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบการรับแรงของเสาเหล็กกลมและเสาเหล็กฉาก</u>

การคำนวณนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและจุดประสงค์หลักของการเลือกใช้เหล็กฉากเป็นเหล็กเสริมในเสาคอนกรีตเสริมเหล็กแทนเหล็กเส้นกลมของระบบชีคอน

เนื่องจากต้องทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนเทคอนกรีตดังนั้นจะต้องออกแบบให้โครงเหล็กเสริมรับน้ำหนักต่างๆ ได้ในระหว่างการก่อสร้างได้อย่างปลอดภัยก่อนเทคอนกรีตหุ้ม



$P = A_s * 0.25 f_c' + f_s A_s$

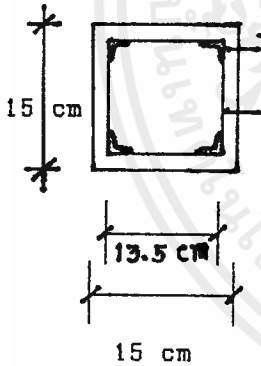
กำลังรับน้ำหนักโดยเหล็กเสริม

$= f_s A_s = (1,200 * 4.52)$

$= 5,424$ Kg.

$= 5.42$ T.

จะเห็นได้ว่าส่วนของโครงเหล็กเสริมสามารถรับแรงได้ = 5,424 Kg.



<u>ใช้เหล็กฉากแทนเหล็กปลอก</u>

A_r ของเหล็กฉาก $= 1.427 * 4$

$= 5.708$ cm^2

$$P = A_r * f_r' \left(1 + \frac{Ag}{100Ar}\right)$$

$$f_r' = 1195 - 0.0342 \frac{h^2}{K_s^2}$$

$= 1195 - 0.0342 [320^2 / (0.42 * 13.5)^2]$

$= 1086.066$ Kg/cm^2

กำลังรับน้ำหนักโดยโครงเหล็กฉาก

$= A_r f_r' = (5.708 * 1086.066)$

$= 6,199.26$ Kg. $= 6.2$ T.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์เปรียบเทียบเหล็กเสริมทั้งสองแบบในด้านราคา ต่อความยาวเสา 1 เมตร

เสาเหล็กเส้นกลม

เหล็กยืน 4-Ø12 มม. = 0.89*4 = 3.56 กก.

ราคาเหล็ก 12 มม. ประมาณ 10.65 บาท/กก. = 3.56*10.65

= 37.91 บาท

เหล็กปลอก Ø 6 มม. = .6*7*.22 = 0.92 กก.

ราคาเหล็ก Ø 6 มม. ประมาณ 11 บาท/กก. = 0.92*11 = 10.12 บาท

รวมราคาเหล็กเสริมประมาณ 48 บาทต่อความยาวเสา 1 เมตร

เสาเหล็กฉาก

เหล็กฉาก 4L 25*25*3 มม. = 1.12*4 = 4.48 กก.

ราคาเหล็กรูปพรรณประมาณ 13-15 บาท/กก. = 13*4.48 = 58.24 บาท

เหล็ก Bracing Ø 6 มม. = 17.5*8*4 = 5.6 *.22 = 1.23 กก.

ราคา , = 1.23*11 = 13.53 บาท

รวมราคาเหล็กฉากและเหล็ก Bracing ประมาณ 71.75 บาทต่อความยาวเสา 1 เมตร

จากการคำนวณแรงหรือน้ำหนักที่เสาทั้งสองแบบสามารถรับได้ จะเห็นได้ว่าโครงเสาเหล็กฉากสามารถที่จะรับแรงได้ใกล้เคียงหรือมากกว่าโครงเสาเหล็กกลม และเมื่อเปรียบเทียบทางด้านราคาแล้วจะเห็นได้ว่าเสาที่เป็นโครงสร้างเสาเหล็กฉากจะมีราคาแพงกว่าเสาเหล็กกลมถึงประมาณ 0.5 เท่า หรือเสาเหล็กฉากมีราคาเป็น 1.5 เท่าของเสาเหล็กเส้นกลม

ดังนั้นสาเหตุสำคัญของการเลือกใช้เสาเหล็กฉากของระบบชีคอนคงไม่ได้พิจารณามาจากความสามารถในการรับแรงหรือด้านราคา แต่จะพิจารณาในแง่ของเป็นความสะดวกในการติดตั้งเพราะเสาเหล็กฉากจะมีความมั่นคง (Stable) ในขณะติดตั้งดีกว่าเหล็กเส้นกลมจะง่ายและสะดวกในการเช็คดิ่ง เมื่อทำการเชื่อมต่อกับเหล็ก Dowel แล้วสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ต้องมีค้ำยัน และอีกสาเหตุหนึ่งคือความสะดวกในการผลิตเพราะถ้าใช้เหล็กเส้นกลมแล้วจะต้องเสียเวลาในการดัดเหล็กให้ตรงเนื่องจากเหล็กที่สั่งซื้อมาจะมีลักษณะเป็นม้วนต้องดัดให้ตรงก่อนนำมาใช้งาน ส่วนเหล็กฉากสามารถที่จะตัดใช้ได้เลยและสะดวกในการขนย้ายมากกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กยึดแกนเสา

จากแบบโครงสร้างเสา จะเห็นได้ว่าเหล็กยึดแกนเสาเหล็กฉากทั้ง 4 ด้านจะทำในลักษณะชิกแซก (Bracing) ซึ่งมีลักษณะเป็นโครง Trush แทนการทำในลักษณะเป็นปลอกเดียว จากการพิจารณาสามารถนำมาเปรียบเทียบการรับแรงได้ในลักษณะของเสาเหล็กเกลียวและเสาเหล็กปลอก

จากสูตรคำนวณกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยตามแนวแกนของเสาปลอกเกลียว

$$P = A_g (0.25f_c' + f_y p_g)$$

และสูตรคำนวณกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยตามแนวแกนของเสาปลอกเดียว

$$P = 0.85A_g (0.25f_c' + f_y p_g)$$

เมื่อ P = กำลังรับน้ำหนักโดยปลอดภัยตามแนวแกนของเสา

A_g = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีต

p_g = อัตราส่วนระหว่างเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กยืนต่อเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีต

f_y = หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของเหล็กเสริม

f_c' = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต

จากสูตรจะเห็นได้ว่ากำลังรับน้ำหนักของเสาปลอกเดียวจะน้อยกว่าเสาปลอกเกลียวเนื่องจากมี ตัวคูณลดค่าเท่ากับ 0.85 คือเสาปลอกเดียวจะรับน้ำหนักได้น้อยกว่าเสาปลอกเกลียว 15%

หรือถ้าจะพิจารณาการรับแรงทางด้านข้างการทำเหล็กแบบชิกเซ็กจะมีเหล็กรับแรงทุกจุด แต่แบบปลอกเกลียวจะไม่มีเหล็กในช่วงระหว่างปลอก

จึงสามารถสรุปได้ว่าการทำเหล็ก Bracing จะมีความแข็งแรงกว่าแบบปลอกเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 จุดต่อ (Joint) ระหว่างเสาเหล็กฉากกับเหล็ก Dowel

<u>ความสามารถในการรับแรงของรอยเชื่อม</u>

กำหนดขนาดเชื่อมเล็กสุด 3 มม.

ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70

กำลังการเชื่อมแบบต่อทาบ = $0.707*T*F_v$

P_w = $0.707*0.3*1470$

= 311.787 Kg/cm

กำหนดความยาวรอยเชื่อมระหว่างเหล็กฉากกับเหล็ก Dowel 10-15 cm

กำลังการเชื่อมที่น้อยที่สุด = $311.787*10$ = 3117.87 Kg

แสดงว่าจุดต่อบริเวณรอยเชื่อมเหล็กฉาก 1 ต้นรับแรงได้ = 3.1 T.

เสาเหล็กฉาก 1 ต้นบริเวณรอยเชื่อมออกแบบให้สามารถรับแรงได้ = $3.1*4$

= 12.4 T.

จากรายการคำนวณจะเห็นได้ว่าบริเวณจุดต่อของเสาเหล็กฉากกับเหล็ก Dowel ของฐานรากได้มีการออกแบบเผื่อไว้สำหรับรับแรงได้มากเมื่อพิจารณาเทียบกับความสามารถในการรับแรงของเหล็กฉาก ดังรายการคำนวณการวิเคราะห์โครงสร้างเสาที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นบริเวณรอยเชื่อมจุดต่อจึงมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านราคา

ราคาค่าก่อสร้างของระบบสำเร็จรูปที่กล่าวว่าถูกกว่าราคาค่าก่อสร้างระบบธรรมดา ถ้าพิจารณาแล้วจะเป็นในเรื่องของการใช้วัสดุต่างๆ ในระบบสำเร็จรูปอย่างได้ประโยชน์สูงสุด เนื่องจากการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจะเป็นการนำชิ้นส่วนที่ผลิตสำเร็จจากโรงงานขนย้ายไปติดตั้งยังหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งลักษณะการผลิตจากโรงงานสามารถควบคุมการใช้วัสดุได้อย่างเต็มที่ เป็นการลดวัสดุสิ้นเปลือง และจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานระบบอุตสาหกรรมโดยการผลิตเป็นจำนวนมากลักษณะ Mass Production ยังสามารถทำให้ราคาค่าวัสดุลดลงด้วย จากรูปที่ 3.2.7 แสดงแผนภูมิค่าใช้จ่ายโดยประมาณงานชิ้นส่วนขนาดเล็ก จะเห็นได้ว่าราคาในการก่อสร้างทั้งหมดจะเป็นค่าใช้จ่ายด้านค่าวัสดุถึง 20% ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าวัสดุได้มากเท่าใดก็จะเป็นการลดราคาค่าก่อสร้างได้มากขึ้นเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งที่มีผลทำให้ราคาค่าก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปถูกกว่าการก่อสร้างระบบธรรมดาก็คือ ผนังสำเร็จรูปเป็นผนังผิวเรียบจากโรงงานไม่จำเป็นต้องฉาบปูนจึงเป็นการประหยัดค่าแรงในการฉาบและค่าปูนฉาบลงส่วนหนึ่งด้วย

3. ด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง

จากตารางที่ 5.1 BAR CHART แสดงแผนงานของระบบซีคอนของแบบบ้าน G-1 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาทั้งหมดตั้งแต่ลูกค้ายื่นความประสงค์ให้สร้างบ้านจนถึงการส่งมอบงาน จะใช้เวลาถึง 10 เดือน แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านจริงๆ ตั้งแต่งานฐานราก, งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ตกแต่ง, Finishing และงานระบบต่างๆ ทั้งหมดประมาณ 7 เดือนครึ่งในระยะเวลาทั้งหมดนี้จะเป็นเวลาของการติดตั้งโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพียง 10- 15 วันเท่านั้น ส่วนในขั้นตอนการก่อสร้างอื่นๆ จะเป็นขั้นตอนการก่อสร้างที่เหมือนกับระบบการก่อสร้างโดยทั่วไป ซึ่งถ้าทำการก่อสร้างในระบบธรรมดาทั่วไประยะเวลาในการก่อสร้างส่วนของงานโครงสร้างจะใช้เวลาถึงประมาณ 1 เดือนหรืออาจมากกว่า 1 เดือน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าถ้าระยะเวลาในการก่อสร้างส่วนอื่นๆ นอกเหนือจากงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถควบคุมให้ใช้เวลาในการก่อสร้างได้ตามปกติแล้วระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปจะเร็วกว่าการก่อสร้างด้วยระบบธรรมดาอย่างแน่นอน

4. ด้านความสวยงาม

การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปจะเป็นการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานมาประกอบกันดังที่ได้กล่าวในรายละเอียดมาแล้ว ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนจากโรงงานจะผลิตออกมาในลักษณะชิ้นส่วนมาตรฐาน ซึ่งในการก่อสร้างต้องนำชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาแล้วเหล่านี้ไปใช้ในการก่อสร้าง ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

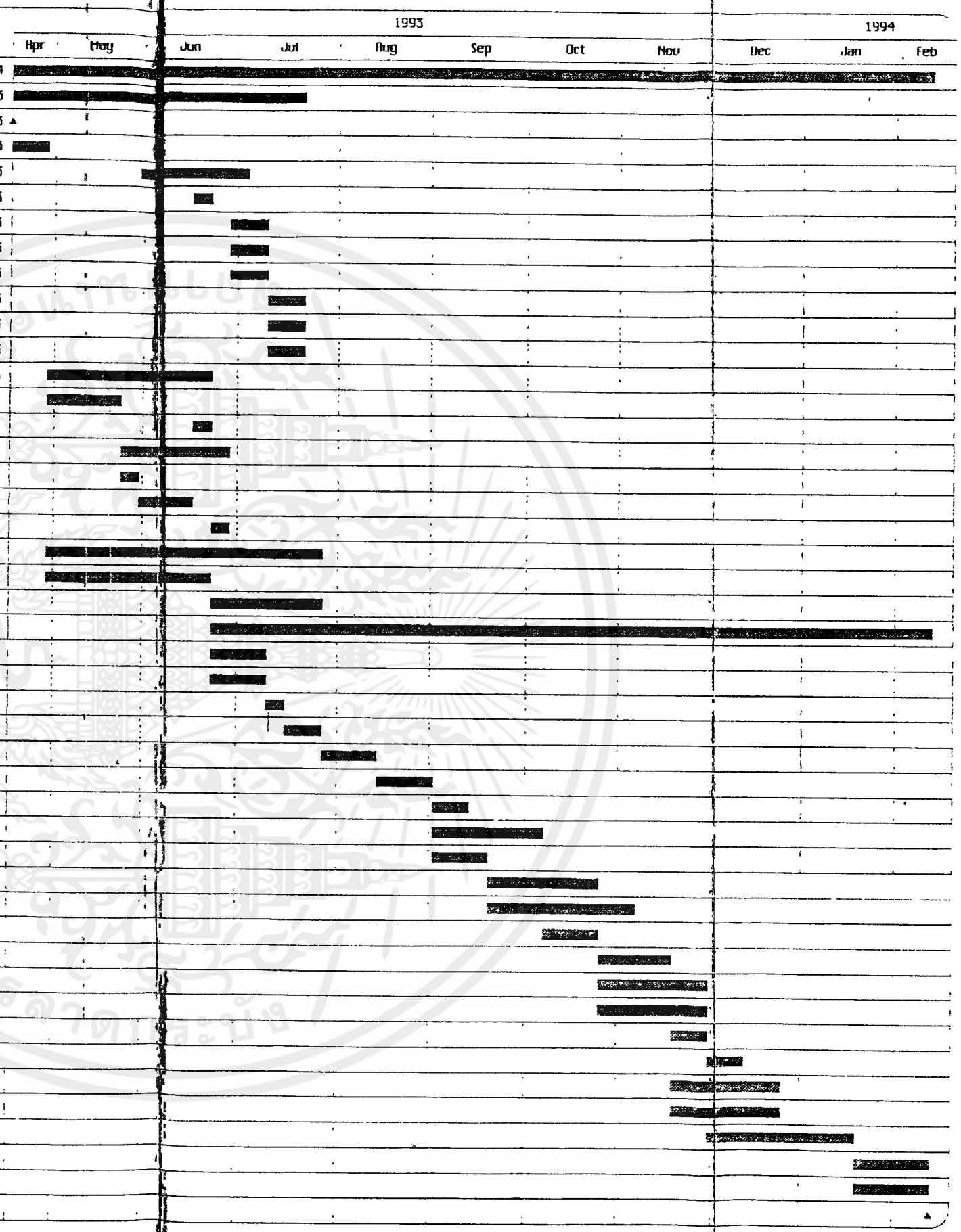
นั้นรูปแบบของบ้านที่ออกมาจึงจะเป็นลักษณะเน้นในด้านประโยชน์ของพื้นที่ใช้สอยมากกว่าความสวยงาม แต่ถ้าลูกค้าต้องการต่อเติมหรือต้องการความสวยงามก็สามารถทำให้ได้แต่จะเป็นการก่อสร้างในระบบธรรมดาทั่วไป และปัญหาอีกด้านหนึ่งของความสวยงามก็คือ เนื่องจากชิ้นส่วนสำรุปจะเป็นชิ้นส่วน คสล. จึงไม่สามารถที่จะเจาะฝังท่อเข้าไปได้ ดังนั้นในการเดินท่องานระบบต่างๆ ต้องเดินภายนอกซึ่งมองเห็นได้ เมื่อนานวันเข้าท่อจะเกิดเป็นรอยด่าง น้ำรั่วซึม และการที่ท่ออยู่ภายนอกต้องเจอกับสภาวะอากาศโดยตรงทำให้เกิดการสึกกร่อนเร็วกว่าปกติ

จากรายละเอียดที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปทั้งทางด้านทฤษฎีและจากการศึกษาการผลิตและก่อสร้างจากหน่วยงานจริง เมื่อนำมาวิเคราะห์สามารถสรุปถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปโดยทั่วไปกับการก่อสร้างระบบธรรมดา และข้อได้เปรียบเสียบเปรียบของการก่อสร้างในระบบชีคอนกับการก่อสร้างในระบบทั่วไปทั้งระบบสำเร็จรูปด้วยกันและกับระบบธรรมดา ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SC 8000
SERICON HOUSE, TYPE G-1

Task Name	Start Date	Duration	End Date
sc 9	17-Apr-93	250.0 d	11-Feb-94
marketing	17-Apr-93	80.0 d	21-Jul-93
1 booking	17-Apr-93	0.0	17-Apr-93
2 survey & advise	17-Apr-93	10.0 d	28-Apr-93
3 permission	31-May-93	30.0 d	3-Jul-93
4 contact & contract	17-Jun-93	5.0 d	22-Jun-93
5 order roof	29-Jun-93	10.0 d	9-Jul-93
6 order roof sheet	29-Jun-93	10.0 d	9-Jul-93
7 order door,window frame	29-Jun-93	10.0 d	9-Jul-93
8 order ceramic	10-Jul-93	10.0 d	21-Jul-93
9 order paint	10-Jul-93	10.0 d	21-Jul-93
10 order floor tile	10-Jul-93	10.0 d	21-Jul-93
architech	29-Apr-93	45.0 d	22-Jun-93
11 revise drwg.	29-Apr-93	20.0 d	24-May-93
12 drwg.	17-Jun-93	5.0 d	22-Jun-93
engineer	25-May-93	30.0 d	28-Jun-93
13 revise struc.	25-May-93	5.0 d	29-May-93
14 b.o.q.	31-May-93	15.0 d	16-Jun-93
15 w.o.	23-Jun-93	5.0 d	28-Jun-93
manufacture	29-Apr-93	75.0 d	27-Jul-93
16 std.precast unit	29-Apr-93	45.0 d	22-Jun-93
17 spc.precast unit	23-Jun-93	30.0 d	27-Jul-93
construction	23-Jun-93	195.0 d	11-Feb-94
18 prepare piling	23-Jun-93	15.0 d	9-Jul-93
19 prepare after install	23-Jun-93	15.0 d	9-Jul-93
20 piling	10-Jul-93	5.0 d	15-Jul-93
21 conc.footing	16-Jul-93	10.0 d	27-Jul-93
22 install	28-Jul-93	15.0 d	14-Aug-93
23 conc.col.	16-Aug-93	15.0 d	1-Sep-93
24 order electric	2-Sep-93	10.0 d	13-Sep-93
25 roof cons.	2-Sep-93	30.0 d	6-Oct-93
26 t-floor & toping	2-Sep-93	15.0 d	18-Sep-93
27 frame installation	20-Sep-93	30.0 d	25-Oct-93
28 masonry & plaster	20-Sep-93	40.0 d	5-Nov-93
29 ext.ceiling	7-Oct-93	15.0 d	25-Oct-93
30 int.ceiling	26-Oct-93	20.0 d	17-Nov-93
31 wiring	26-Oct-93	30.0 d	29-Nov-93
32 piping	26-Oct-93	30.0 d	29-Nov-93
33 door,window installation	18-Nov-93	10.0 d	29-Nov-93
34 glass fitting	30-Nov-93	10.0 d	11-Dec-93
35 ceramic,tile	18-Nov-93	30.0 d	23-Dec-93
36 parque / ceramic floor	18-Nov-93	30.0 d	23-Dec-93
37 painting	30-Nov-93	40.0 d	19-Jan-94
38 finishing	20-Jan-94	20.0 d	11-Feb-94
39 meter fitting	20-Jan-94	20.0 d	11-Feb-94
40 end	12-Feb-94	0.0	12-Feb-94



Actual

Milestone

ตารางที่ 5.1 BAR CHART แผนงานของระบบซีคอน

5.2 ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับการก่อสร้างระบบธรรมดา

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปเข้าสู่วงการอุตสาหกรรมการก่อสร้างอาคารครั้งแรกเนื่องจากการทำโครงสร้างขนาดใหญ่และใช้ชิ้นส่วนเหมือนกันเป็นจำนวนมากมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยที่ตัวอาคารนั้นมีรูปร่างง่ายๆ ทั้งรูปตัดและแปลนพื้น (section and plan) อีกทั้งมีความต้องการงานตบแต่งน้อยมาก อุตสาหกรรมการก่อสร้างอาคารจึงหันมาใช้วิธีของพรีแผ็บเพิ่มมากขึ้น

<u>ข้อได้เปรียบ</u> ข้อได้เปรียบของการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม หรือระบบสำเร็จรูปเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว สรุปได้เฉพาะที่สำคัญ

1. ใช้เวลาการก่อสร้างน้อยลง เนื่องจากงานโครงสร้างในบริเวณก่อสร้างมีแต่เพียงงานฐานรากและงานติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ที่นำมาประกอบเข้าด้วยกัน การก่อสร้างจึงเร็วกว่าวิธีการธรรมดาทั่วไป ทำให้สามารถใช้งานได้เร็วขึ้น

2. ใช้วัสดุน้อยลง โดยไม่ต้องใช้ไม้แบบและค้ำยันมากมายเหมือนเดิม ลดน้ำหนักของโครงสร้างบางส่วนลงได้ อันจะทำให้ใช้คอนกรีตและเหล็กน้อยลง ซึ่งผลก็จะทำให้อาคารมีน้ำหนักน้อยลงด้วย

3. การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นจำนวนมากๆ ด้วยเครื่องจักร ทำให้ลดจำนวนคนงานลงได้มาก นอกจากนี้ชิ้นส่วนดังกล่าวยังสามารถทำการผลิตได้สะดวกที่สุดจากแบบหล่อ

4. ใช้แรงงานน้อย เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปหล่อจากโรงงาน ไม่จำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือมาทำงานและไม่จำเป็นต้องมีการตรวจงานบ่อยๆ

5. ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีเพราะผลิตในโรงงานซึ่งมีการควบคุมคุณภาพให้เสมอต้นเสมอปลายได้ด้วยเครื่องจักรและสภาพสิ่งแวดล้อมที่ทำขึ้นในโรงงาน

6. การก่อสร้างสามารถดำเนินการได้ทุกสภาพของดินฟ้าอากาศ เพราะชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำขึ้นในโรงงานที่มีหลังคาและการติดตั้งก็ทำได้ตลอดฤดูกาล

ด้วยเหตุผลต่างๆ นี้ทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลงและสภาพการทำงานของคนงานก็ดีขึ้นเนื่องจากเวลาการก่อสร้างน้อยลงจึงทำให้เกิดผลดีหลายประการโดยเฉพาะต่อเรื่องการเงินที่จะเข้าธนาคารเพื่อผลประโยชน์ของดอกเบี้ย

<u>ข้อเสียเปรียบ</u>

1. ปัญหาด้านการขนส่งชิ้นส่วนต่าง ๆ จากโรงงานไปยังบริเวณการก่อสร้างเพราะเป็นการยากกว่าการที่จะขนส่งวัสดุอย่างเดียว

2. การติดตั้งและการต่อเชื่อมกันของชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ การดำเนินการเรื่องนี้มีส่วนทำให้ราคาการก่อสร้างและปัญหาทางเทคนิคเพิ่มขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียเปรียบของระบบซีคอน

1. ถ้าลูกค้าหรือเจ้าของบ้านต้องการต่อเติมหรือเปลี่ยนแปลงในบางส่วนที่แตกต่างจากแบบบ้านที่มีอยู่ ไม่สามารถใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ต้องใช้วิธีก่อสร้างแบบธรรมดา
2. การจัดส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องให้ทันเวลาและถูกต้อง ถ้าการจัดส่งไม่ต่อเนื่องแล้วจะไม่สามารถทำงานในส่วนอื่นได้
3. รอยต่อระหว่างผนังยังไม่มีมาตรการในการควบคุมให้ผู้รับเหมาหรือคนงานทำให้ถูกต้องได้ จึงเกิดปัญหาน้ำรั่วซึม
4. รอยเชื่อมต่อระหว่างเหล็ก Dowel ของฐานรากกับเสาเหล็กฉาก เป็นจุดอ่อนที่มีขีดจำกัดในการรับแรงได้เฉพาะอาคารสูงไม่เกิน 5 ชั้น
5. เป็นระบบที่ไม่ได้มีการออกแบบให้สามารถรับแรงลมได้จึงเป็นระบบที่เหมาะสมกับอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไปเท่านั้น
6. มาตรฐานทางพิกัดยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ให้ใช้คือ ส่วนทวีคูณของ 0.3 หรือ 0.6 เมตร แต่ของซีคอนจะใช้เป็นส่วนทวีคูณของ 0.5 เมตร ตามค่านิยม
7. ถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือประกอบโครงสร้างอาคารจะทำได้เร็วกว่าระบบธรรมดาแต่งานในส่วนอื่นยังล่าช้าจึงมีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการรับก่อสร้างบ้านทั้งระบบใกล้เคียงหรือเท่ากับระบบธรรมดา

การตัดสินใจเลือกใช้การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนี้ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตามจะต้องให้มีข้อได้เปรียบมากกว่าข้อเสียเปรียบหรือไม่ให้มีข้อเสียเปรียบเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคราะห์ (Polymer concrete) และวัสดุประกอบที่มีกำลังต้านแรงดึงสูง (Composite exhibiting high tensile strength) แต่ยังไม่มีขบวนการผลิตใดที่เหมาะสมกับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยใช้วัสดุเหล่านี้ โดยเฉพาะในขั้นตอนการแกะแบบ และ ระหว่างการผลิตทุกขั้นตอน

ดังกล่าวมาแล้วว่าแนวโน้มการก่อสร้างอาคารในอนาคตนั้นคงจะเป็นเรื่องการประหยัดพลังงานเข้าด้วยกับการประหยัดราคาต้นทุนการก่อสร้าง เชื่อว่าวัสดุสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะต้องมีคุณสมบัติที่สนองตอบความต้องการดังกล่าว คอนกรีตเสริมใยแก้วหรือ GFRC หรือ GRC ก็เป็นวัสดุที่คาดว่าจะนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งในเมืองไทยก็มีจำหน่ายบ้างแล้วในรูปของผนังสำเร็จรูปเสริมใยแก้ว แผ่นผนังชนิดต่างๆ จะหันมาใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนเป็นตัวประกอบมากขึ้น นอกจากนี้ชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปแบบเท่าฝาห้อง (Large panel) ก็จะเริ่มมีบทบาทมากขึ้นโดยเฉพาะอาคารชุดหรือคอนโดมิเนียม

จะเห็นได้ว่าได้มีการพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อที่จะนำมาใช้ในระบบการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ ประหยัด และตอบสนองความต้องการให้มากที่สุด การที่จะศึกษาถึงการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปในขั้นต่อไปนั้น จึงควรที่จะศึกษาถึงระบบการก่อสร้างด้วยวัสดุหรือชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมา เพราะการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการผลิต ประกอบและติดตั้ง ซึ่งจะเป็นเทคนิคและขบวนการที่แตกต่างจากที่ได้ทำการศึกษาจากโครงงานพิเศษนี้ อย่างเช่นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่ (Large panel) ต้องใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการติดตั้งย่อมมีเทคนิคที่ซับซ้อนขึ้น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะได้ทำการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

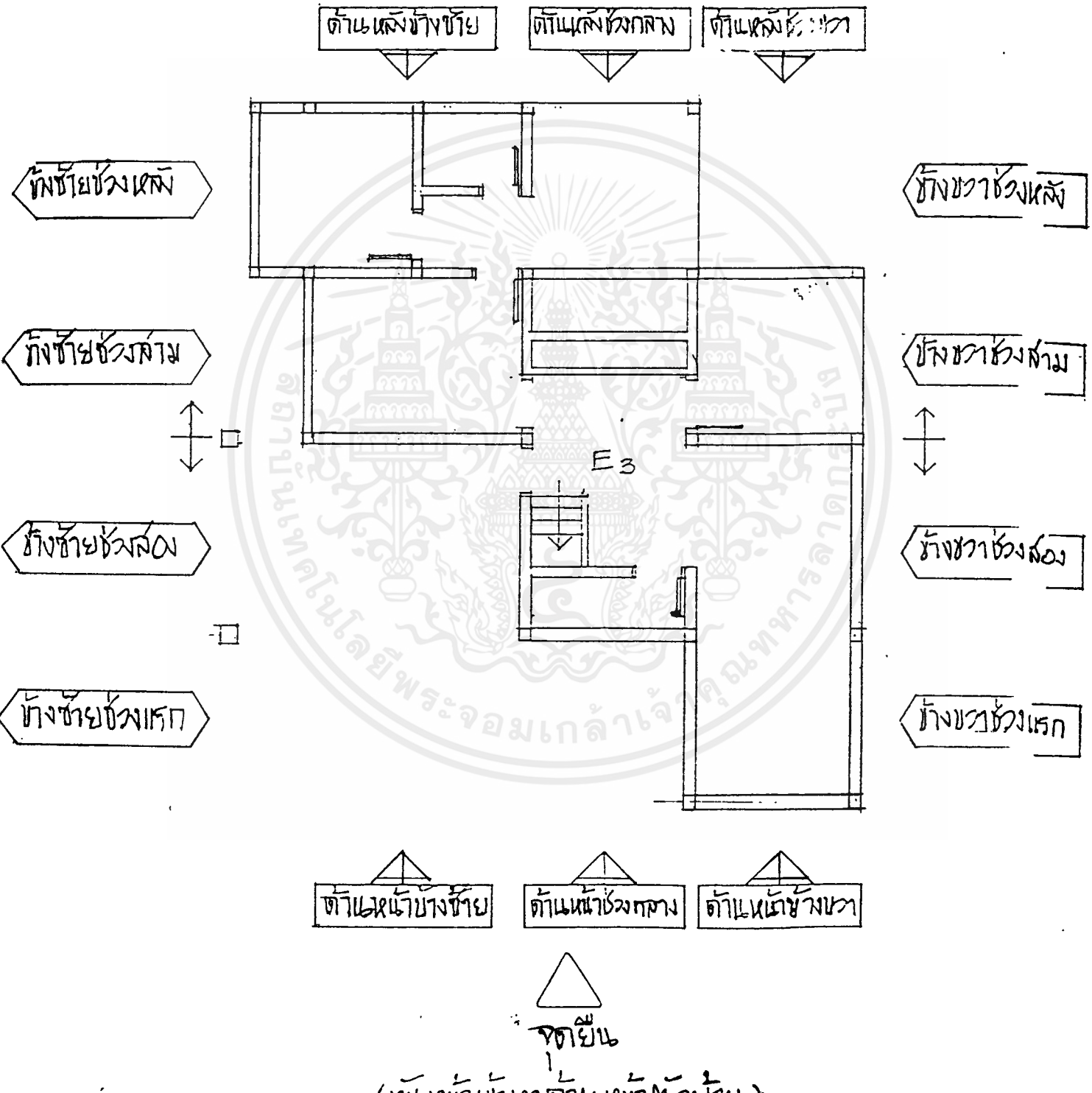
ภาคผนวก ก

การกำหนดชื่อและตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบซีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

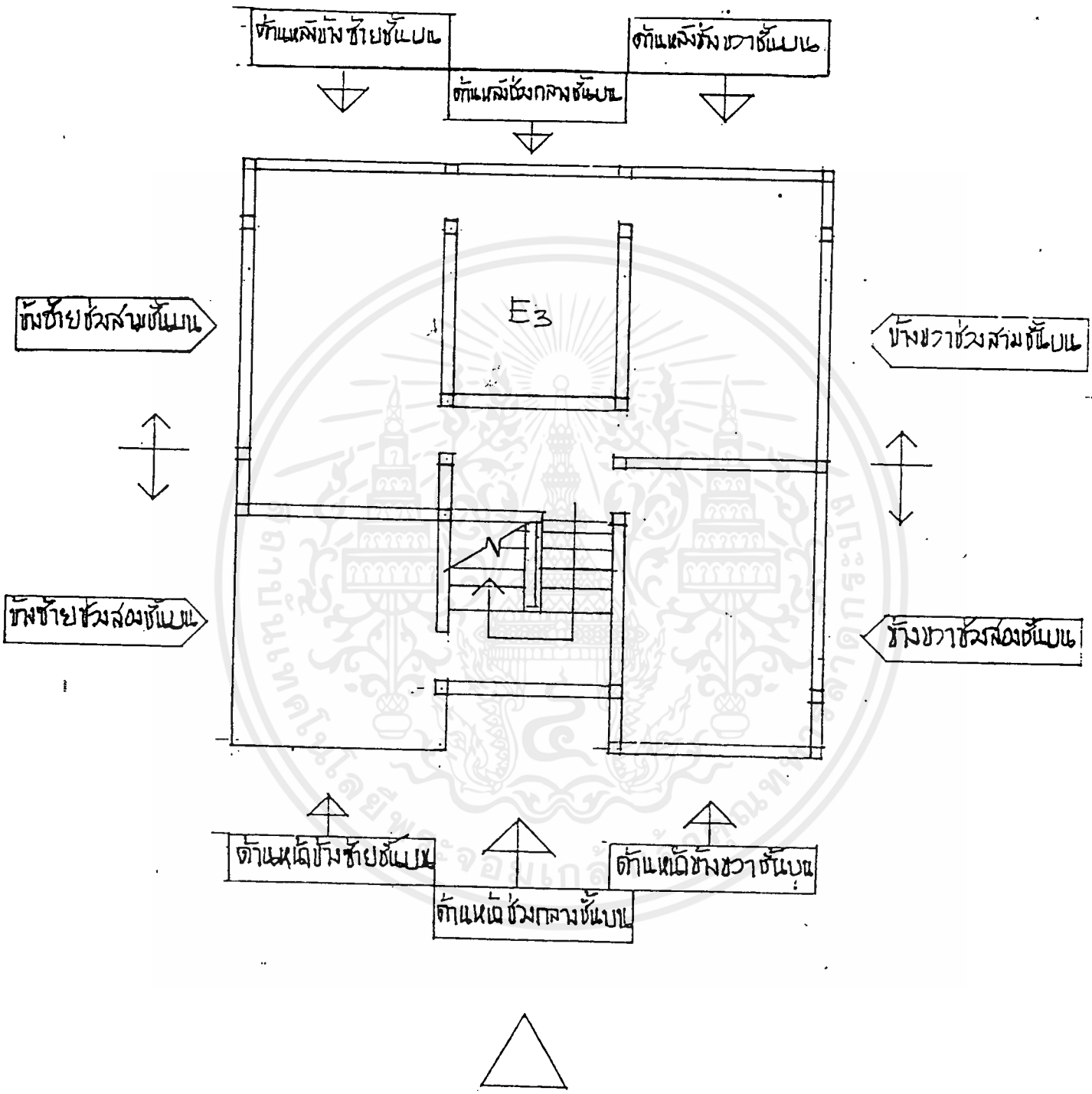
1. การกำหนดมาตรฐานการเรียกตัวอาคาร

เพื่อให้การเรียกชื่อส่วนต่างๆ ของตัวอาคารเป็นไปในแนวทางเดียวกันสำหรับทุกหน่วยงานจึงต้องกำหนดให้ตำแหน่งผู้เรียกหันหน้าเข้าด้านหน้าบ้านและเรียกส่วนต่างๆ ของอาคารตามที่เขียนกำกับไว้ในภาพ



รูปที่ 1.1 การเรียกชื่อตัวอาคารชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จุดยืน
(หันหน้าเข้าด้านหน้าตัวบ้าน)

รูปที่ 1.2 การเรียกชื่อตัวอาคารชั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกำหนดชื่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1. คานสำเร็จรูป

1.1 คานมีบ่า

1.1.1 มีบ่าข้างเดียว

LB (ย) (บ) (ล) [Y]

1.1.2 มีบ่าสองข้าง

TB (ย) (บ) (ล) [Y]

1.2 คานไม่มีบ่า

B (ย) (บ) (ล) [Y]

โดยที่ (ย) = เมื่อหารเลขตัวแรกด้วย 2 จะได้ความยาวของคาน

ย = 2 คานใช้กับช่วงเสายาว 1 เมตร

ย = 3 คานใช้กับช่วงเสายาว 1.5 เมตร

ย = 4 คานใช้กับช่วงเสายาว 2 เมตร

ย = 5 คานใช้กับช่วงเสายาว 2.5 เมตร

ย = 6 คานใช้กับช่วงเสายาว 3 เมตร

ย = 7 คานใช้กับช่วงเสายาว 3.5 เมตร

ย = 8 คานใช้กับช่วงเสายาว 4 เมตร

ย = 9 คานใช้กับช่วงเสายาว 4.5 เมตร

(บ) = ขนาดเหล็กเสริมด้านบนที่ปลายคาน

บ = 1 เหล็ก 2 ϕ 9 มม.

บ = 2 เหล็ก 2 ϕ 12 มม.

บ = 3 เหล็ก 2 ϕ 15 มม.

บ = 4 เหล็ก 2 ϕ 16 มม.

บ = 5 เหล็ก 2 ϕ 19 มม.

บ = 6 เหล็ก 2 ϕ 25 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ⓐ = ขนาดเหล็กเสริมด้านล่าง ที่ท้องคาน

ล = 1 เหล็ก 2 ϕ 9 มม.

ล = 2 เหล็ก 2 ϕ 12 มม.

ล = 3 เหล็ก 2 ϕ 15 มม.

ล = 4 เหล็ก 2 ϕ 16 มม.

ล = 5 เหล็ก 2 ϕ 19 มม.

ล = 6 เหล็ก 2 ϕ 25 มม.

[Y] = ลักษณะพิเศษของคาน

Y = A ปลายคานทั้งสองฝากที่เสา HC และมีเหล็กฉากฝังริมคานบน เพื่อรับเหล็ก light gauge

Y = B ปลายคานทั้งสองฝากที่คานยื่นและมีเหล็กหนวดด้านล่าง

Y = C ปลายคานทั้งสองฝากที่เสา HC และมีเหล็กแผ่นรับเสา UC

Y = D ปลายคานทั้งสองฝากที่เสา HC และมีเหล็กหนวดรับเฉลียง

Y = E ปลายคานทั้งสองฝากที่เสา HC และมีเหล็กหนวดรับระเบียง

Y = G คานยื่นมีเหล็กแผ่นรับเสา light gauge ที่ปลาย

Y = M ปลายคานทั้งสองฝากคานยื่น

Y = N ปลายคานด้านหนึ่งฝากเสา HC และปลายอีกด้านฝากกลางคาน LB หรือ TB

Y = P ปลายคานด้านหนึ่งฝากคานยื่น และปลายอีกด้านฝากเหล็กรางน้ำของคาน

Y = S ปลายคานทั้งสองฝากกลางคาน LB หรือ TB

Y = X คานยื่นมีเหล็กฉากรับเสา UC และมีเหล็กรางน้ำรับคานลอย 1 ข้าง

Y = XX คานยื่นมีเหล็กฉากรับเสา UC และมีเหล็กรางน้ำรับคานลอย 2 ข้าง

Y = Y ปลายคานทั้งสองฝากที่เสา HC และมีเหล็กรางน้ำรับคานหรือผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y = Z ปลายคานด้านหนึ่งฝากเสา HC และอีกปลายฝากเหล็กรางน้ำของคานหรือผนังที่อยู่ติดกัน

(กรณีมีตัวอักษรอยู่คู่กันแสดงว่าคานนั้นมีทั้ง 2 ลักษณะพิเศษ)

2. ผนังสำเร็จรูป

2.1 ผนังมีบ่าข้างเดียว

2.2 ผนังไม่มีบ่า

2.3 ผนังหลังลาด

2.4 ผนังตัวบนเชื่อมจันทัน

โดยที่ ย = เมื่อหารเลขหลักแรกด้วย 2 จะได้ความยาวของผนัง

ย = 2 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 1 เมตร

ย = 3 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 1.5 เมตร

ย = 4 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 2 เมตร

ย = 5 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 2.5 เมตร

ย = 6 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 3 เมตร

ย = 7 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 3.5 เมตร

ย = 8 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 4 เมตร

ย = 9 ผนังใช้กับช่วงเสายาว 4.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ร) = ระดับผนัง

ผนังธรรมดา

ร = 1 = ผนังระดับใต้หน้าต่าง สูง 1.20 ม.

ร = 2 = ผนังระดับหน้าต่าง สูง 1.13 ม.

ร = 3 = ผนังระดับเหนือหน้าต่างบ้านแบบมาตรฐานสูง 0.28 ม. (ยกเว้นกรณีเป็น SP และ VP

ร = 4 = ผนังระดับเหนือหน้าต่างบ้านแบบพิเศษสูง 0.455 ม. (ยกเว้นกรณีเป็น SP และ VP)

ผนังบนคานยื่น

ร = 0X = ผนังใต้ระดับหน้าต่าง สูง 0.82 ม.

ร = 1X = ผนังระดับหน้าต่าง

ร = 2X = ผนังระดับหน้าต่างบ้านมาตรฐานซึ่งยกระดับหลังคา

[Y] = ลักษณะพิเศษของผนัง

Y = B = ปลายสองข้างฝากเสา UC และมีเหล็กหนวด

Y = D = ปลายสองข้างฝากเสา HC และมีเหล็กหนวด (อาจมีตัวเลขต่อท้ายหากมีเหล็กหนวดหลายตำแหน่ง)

Y = F = ใช้ประกอบกระถางต้นไม้

Y = I = มีการเจาะรูหรือเจาะช่องในผนัง

Y = M = ปลายสองข้างฝากเสา

Y = N = ปลายข้างหนึ่งฝากเสา HC และอีกปลายหนึ่งฝากกลางคาน

Y = P = ปลายข้างหนึ่งฝากคานยื่นและอีกปลายหนึ่งฝากผนัง (Y)

Y = R = ผิวหยาบ 1 ด้าน

Y = X = ผนังเหนือคานยื่น

Y = YY = มีเหล็กรางน้ำยื่นออกจากด้านข้าง

Y = Z = ปลายข้างหนึ่งฝากคานยื่นและอีกปลายหนึ่งฝากเสา HC

Y = (2)= มีเหล็กหนวดแนวหลังคาครัวชนตัวบ้านมาตรฐานห่างกัน 2 ม.

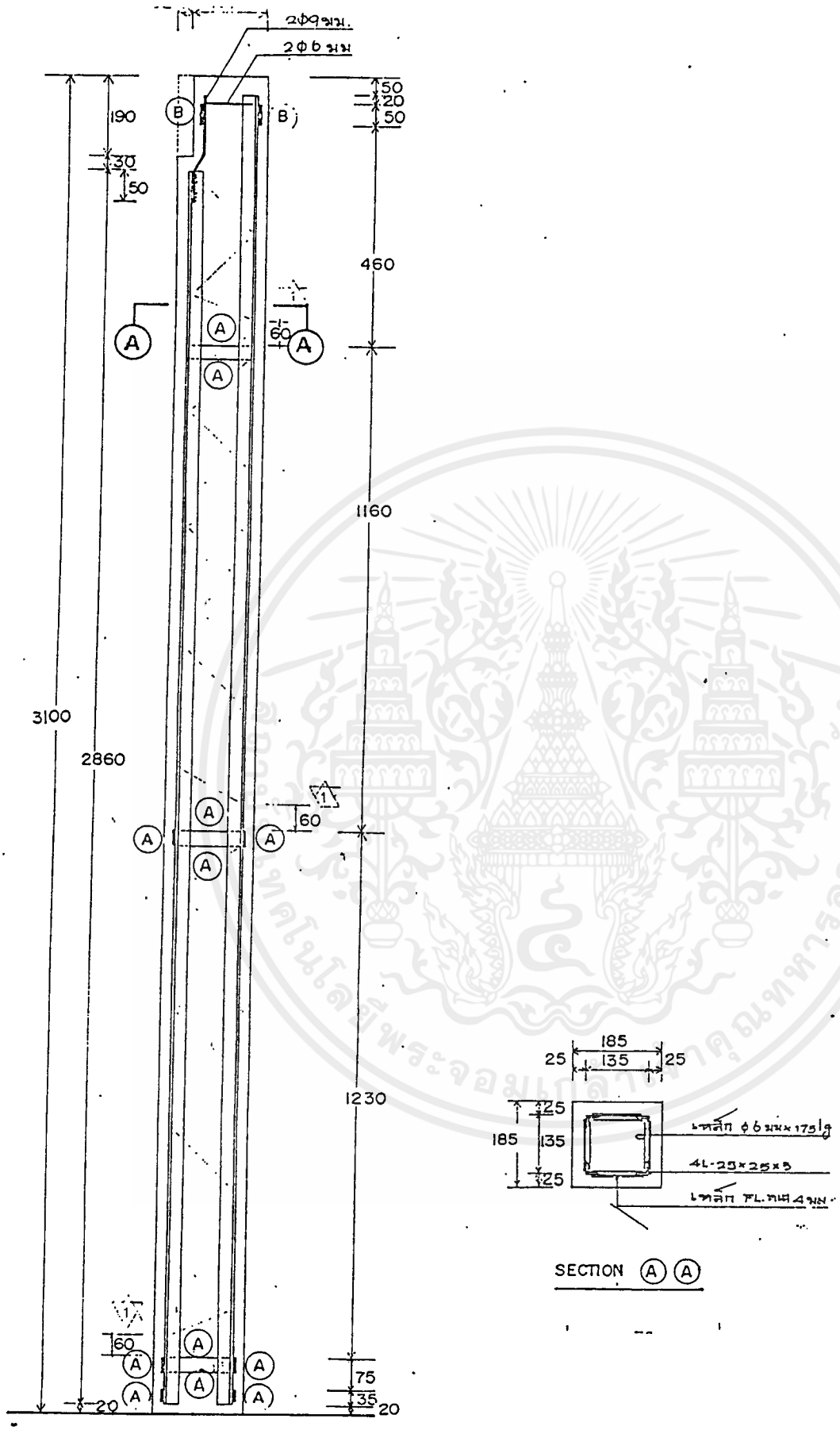
Y =(2a)= มีเหล็กหนวดแนวหลังคาครัวชนตัวบ้านแบบพิเศษห่างกัน 2 ม.

(หากผนังมีอักษรลงท้าย 2 ตัว แสดงว่ามีลักษณะพิเศษ 2 ลักษณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

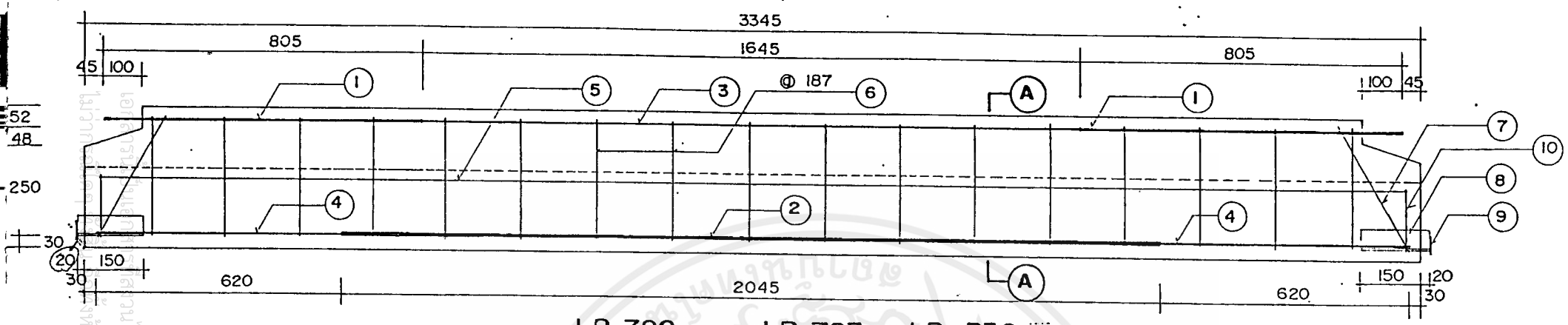
3. แบบตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบชีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

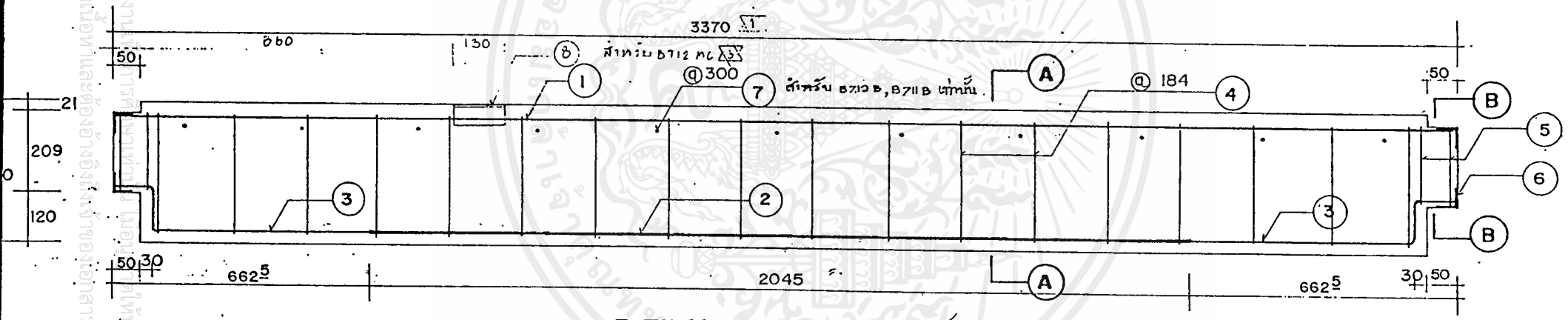


รูปที่ 3.1 แสดงเหล็กฉาก

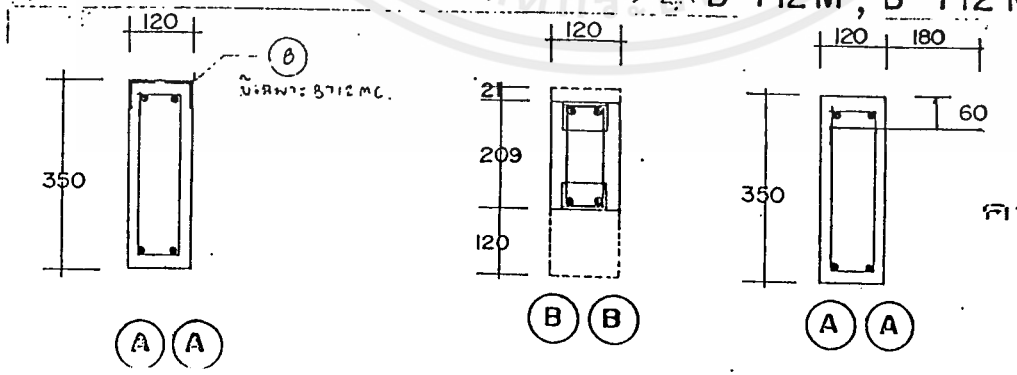
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LB 722 LB 723 LB 732
LB 733 LB 742 LB 733 A.
LB 745 LB 762
LB 731 LB 734

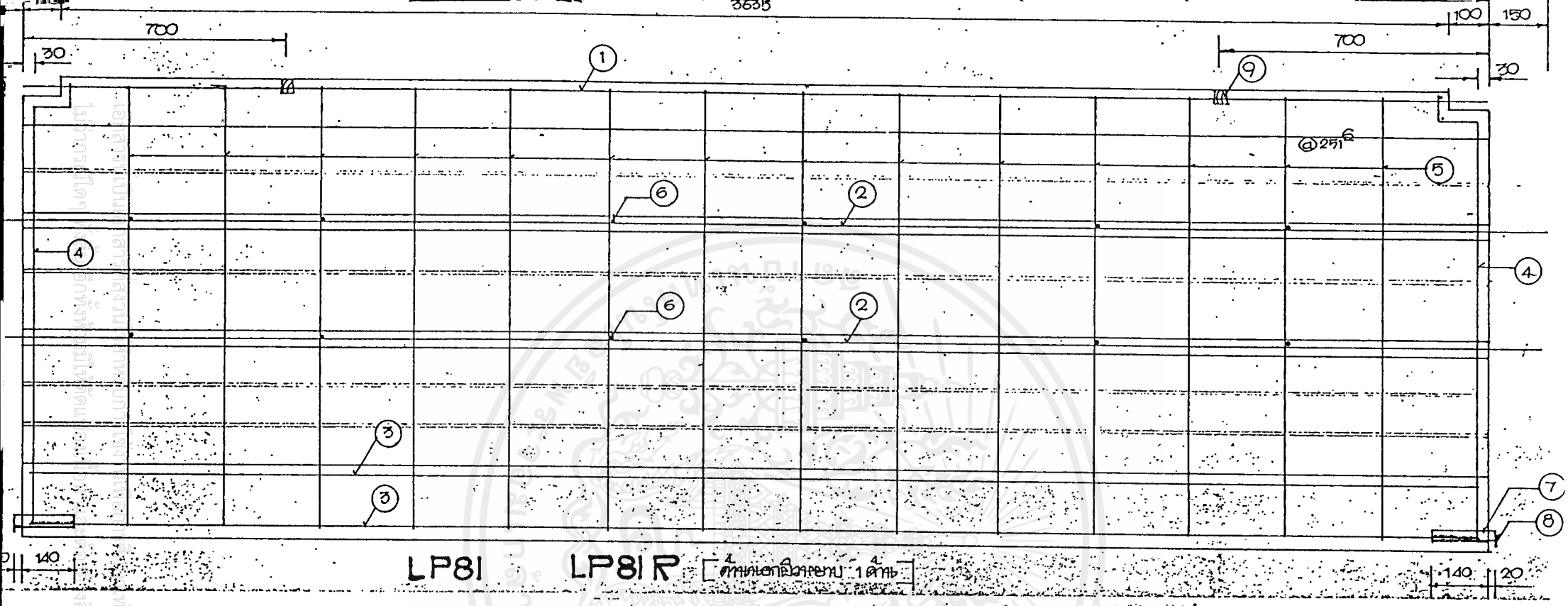


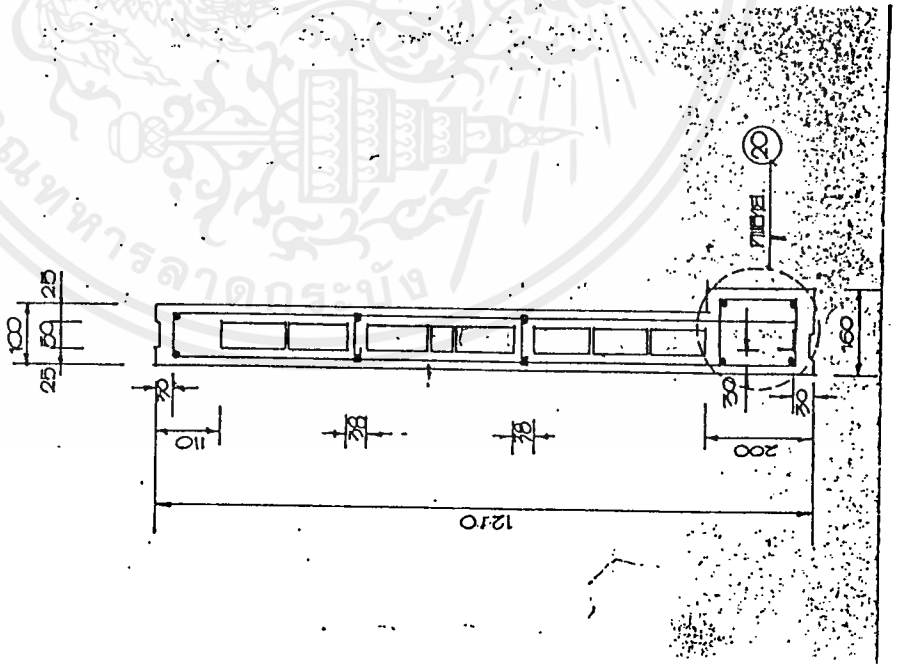
B 711 M B 712 B (ชีเหล็กเบอร์ 7)
B 711 B (ชีเหล็กเบอร์ 7) B 712 M, B 712 MC



รูปที่ 3.2

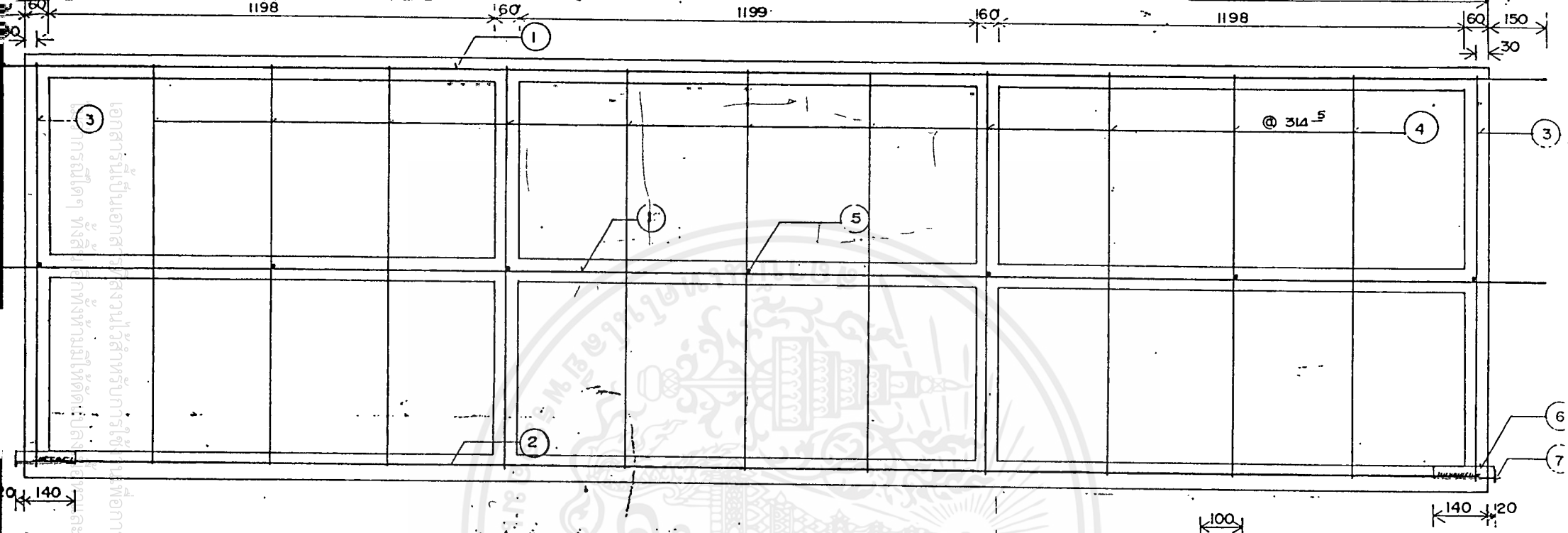
ตาม ค.ส.ล. สำนักงาน





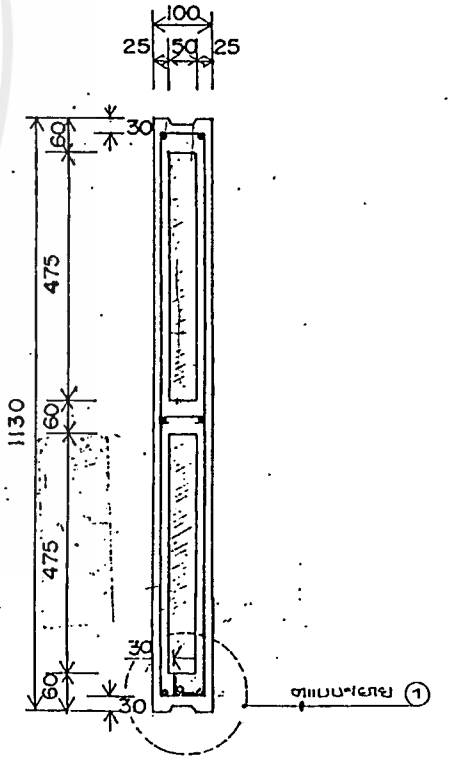
รูปที่ 3.3

ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป
(รับน้ำหนักพื้น)

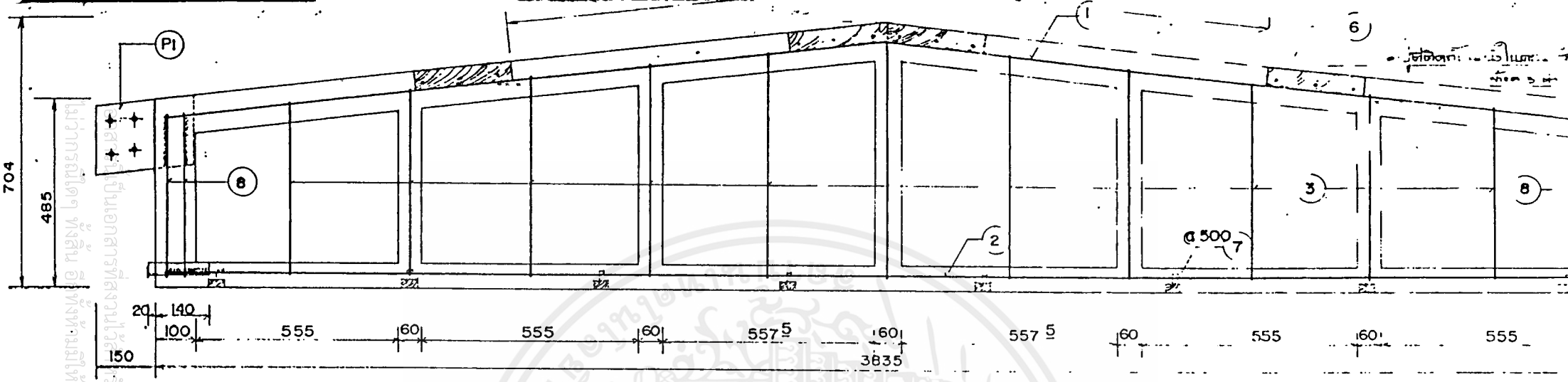


P 82

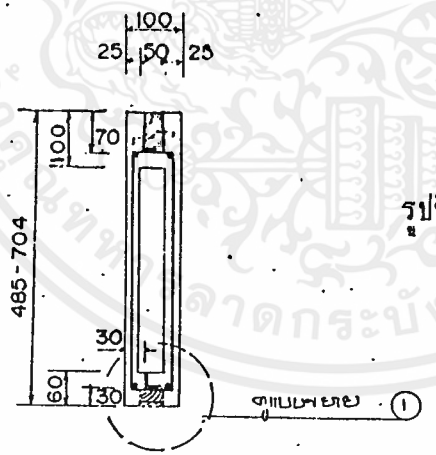
P 82 R (ฉีกหยาบ 1 ด้าน)



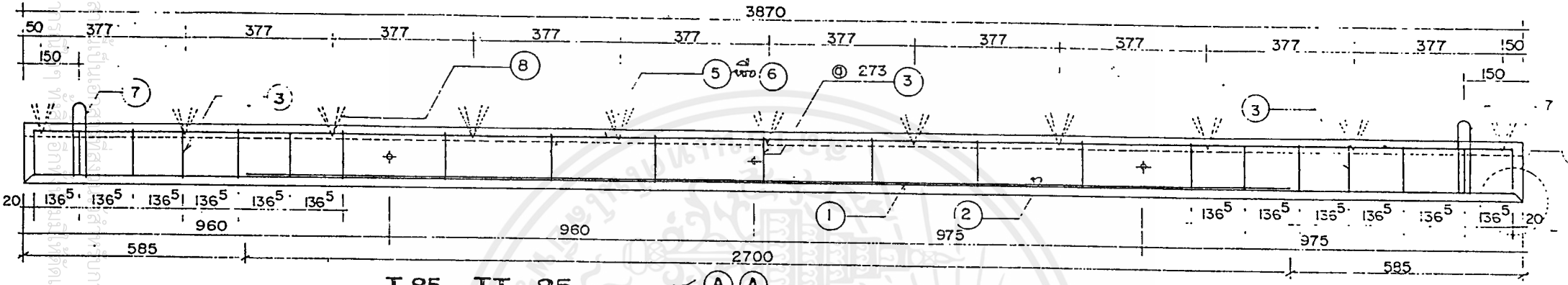
รูปที่ 3.4 ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป



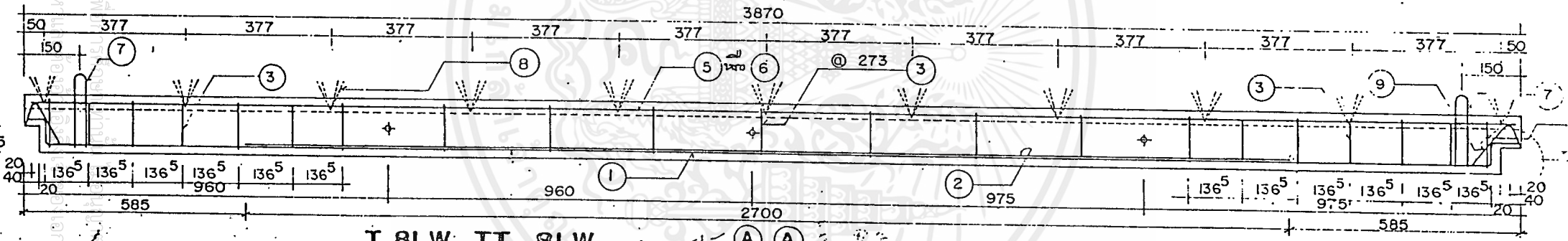
SP 83



รูปที่ 3.5 ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

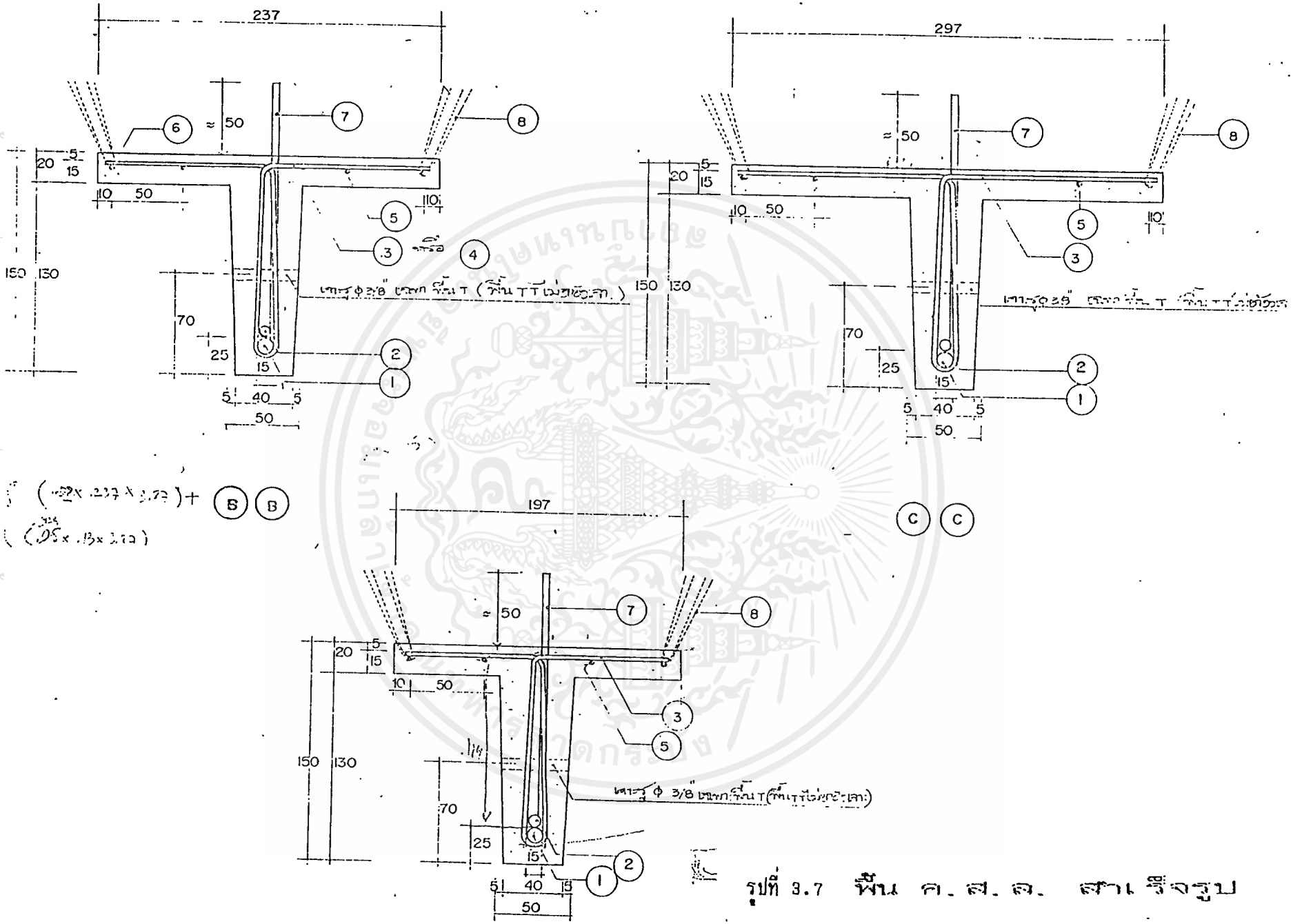


T 85 , TT 85 (ครูชนิด A A)
T 86 , TT 86 (" B B)
T 87 , TT 87 (" C C)



T 81 W , TT 81 W (ครูชนิด A A)
T 82 W , TT 82 W (" B B)
T 83 W , TT 83 W (" C C)

รูปที่ 3.6 พื้น ค.ส.ล. สำเร็จรูป



รูปที่ 3.7 พื้น ค.ส.ล. สำเร็จรูป

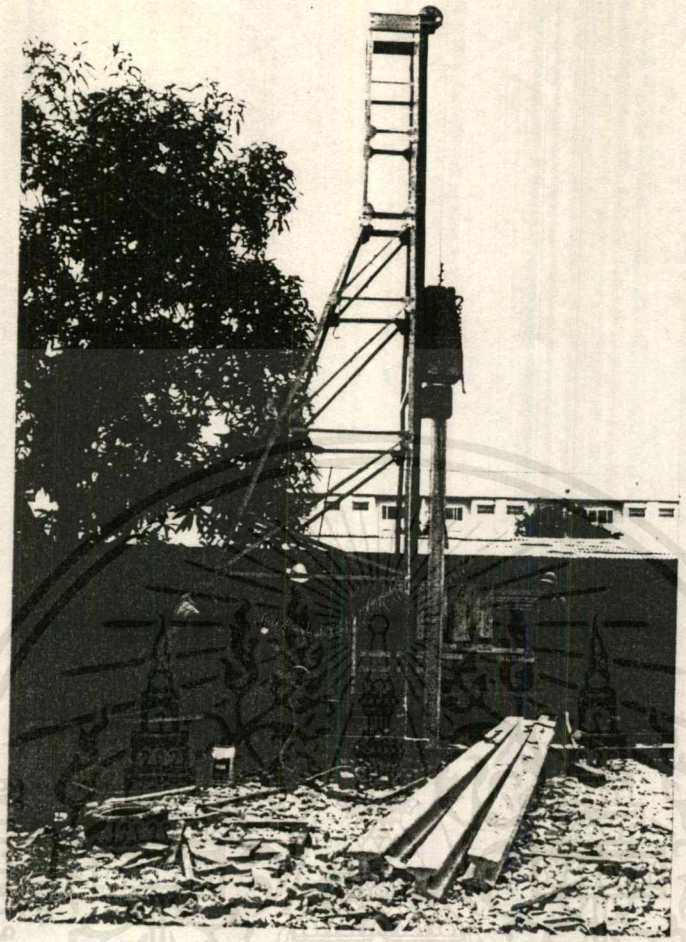
ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบซีคอน

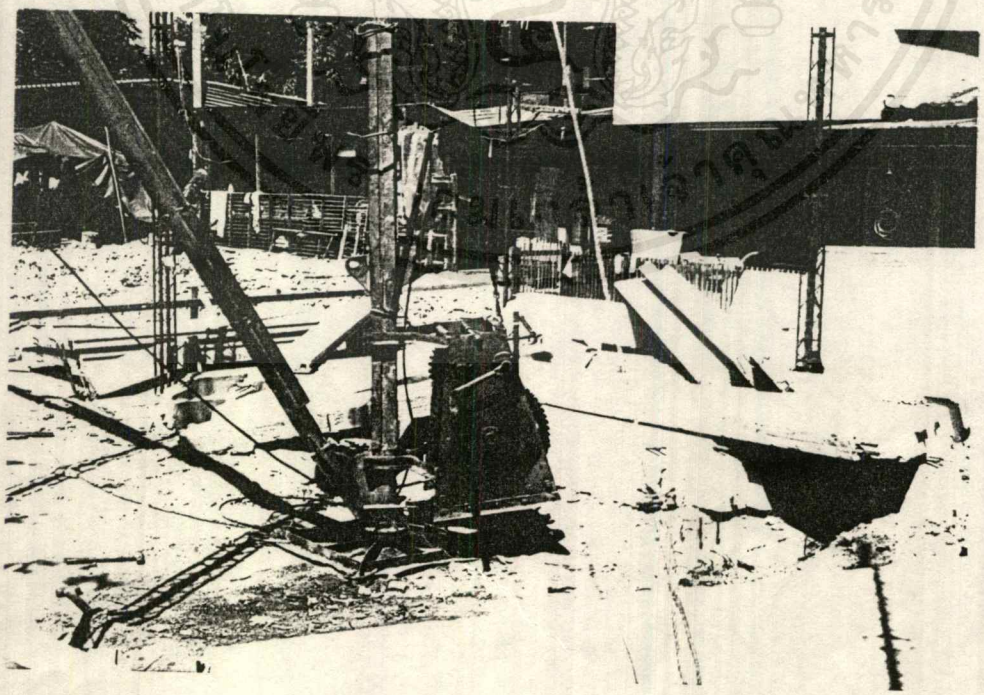
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

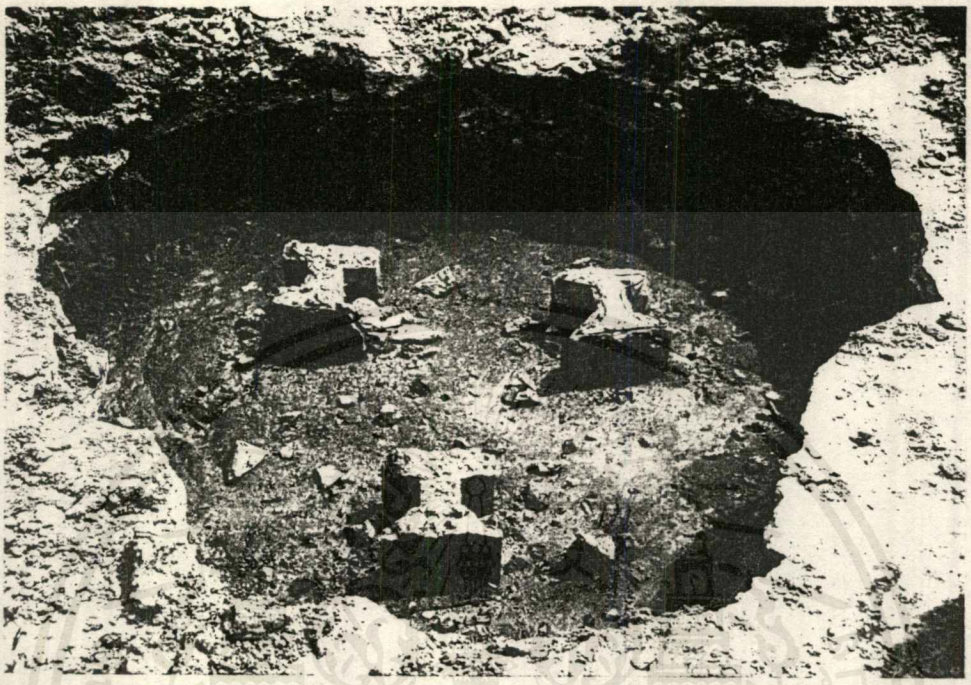


รูปที่ 2.1 ปั้นจั่นตอกเสาเข็ม

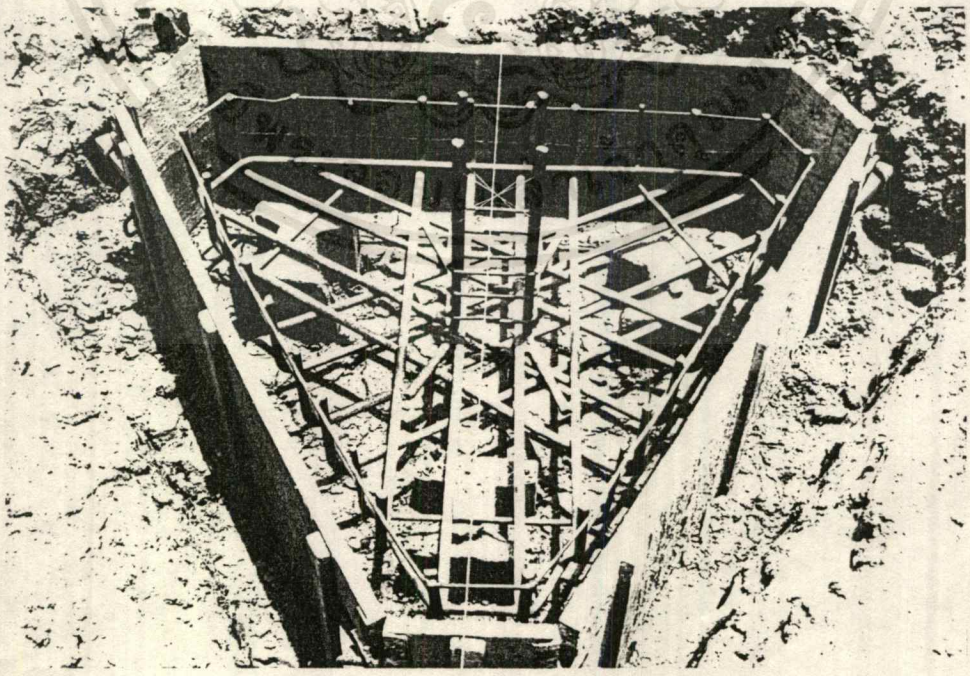


รูปที่ 2.2 เครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์สำหรับยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

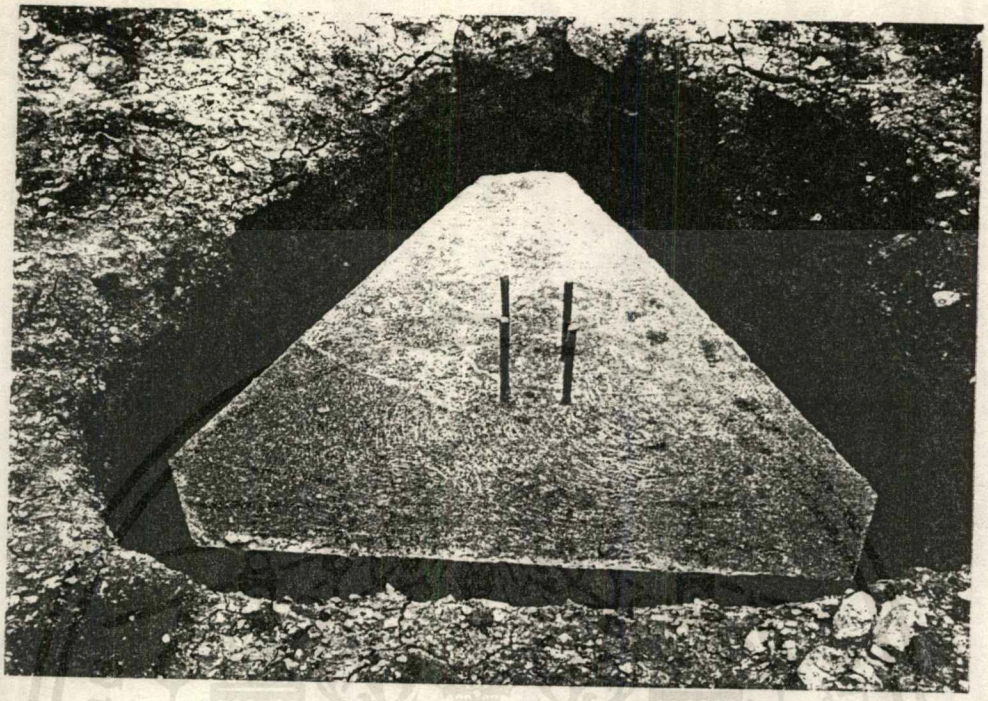


รูปที่ 2.3 การเตรียมทำฐานราก



รูปที่ 2.4 เหล็กเสริมและแบบหล่อฐานราก

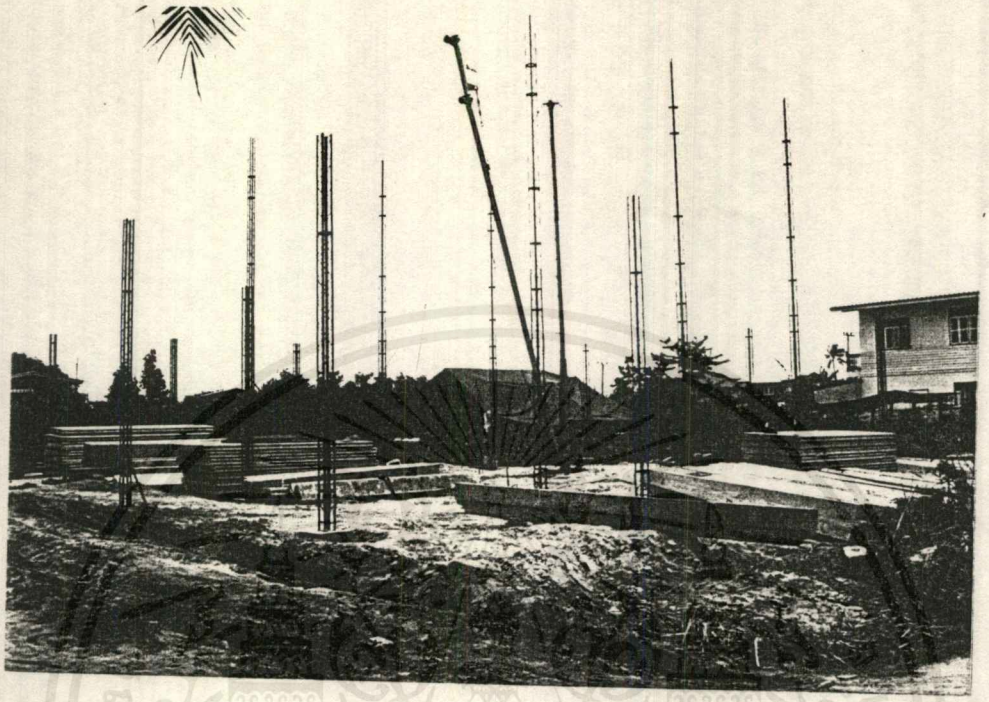
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



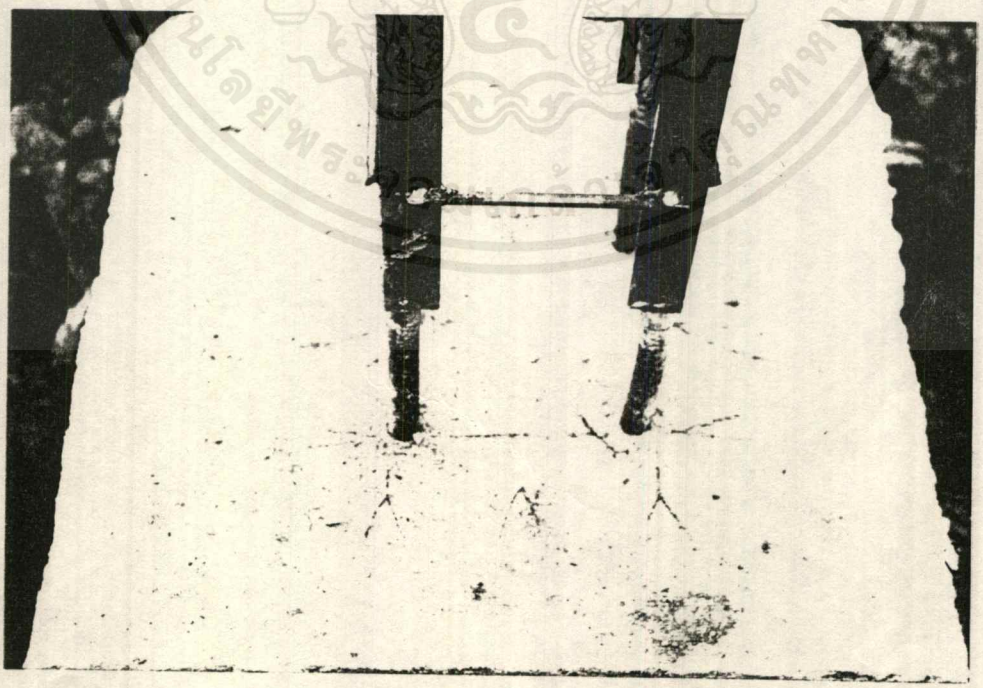
รูปที่ 2.5 ฐานรากเมื่อหล่อแล้วเสร็จ

รูปที่ 2.6 การตรวจคุณภาพคอนกรีตงานฐานราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

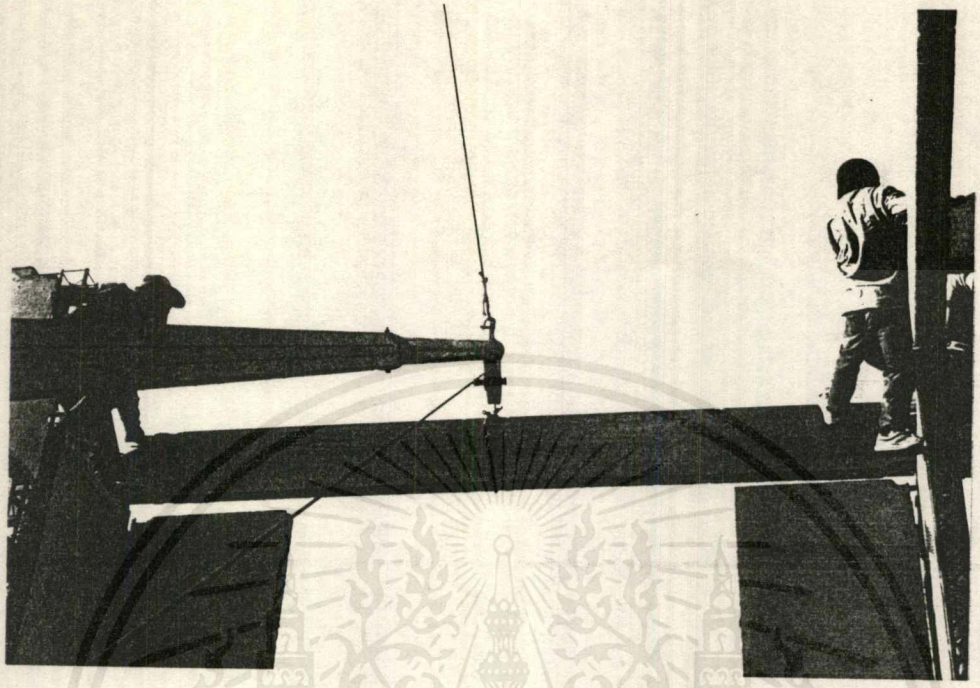


รูปที่ 2.7 การติดตั้งโครงเสาเหล็ก



รูปที่ 2.8 รอยต่อโครงเสาเหล็กฉากกับเหล็ก DOWEL ของฐานราก

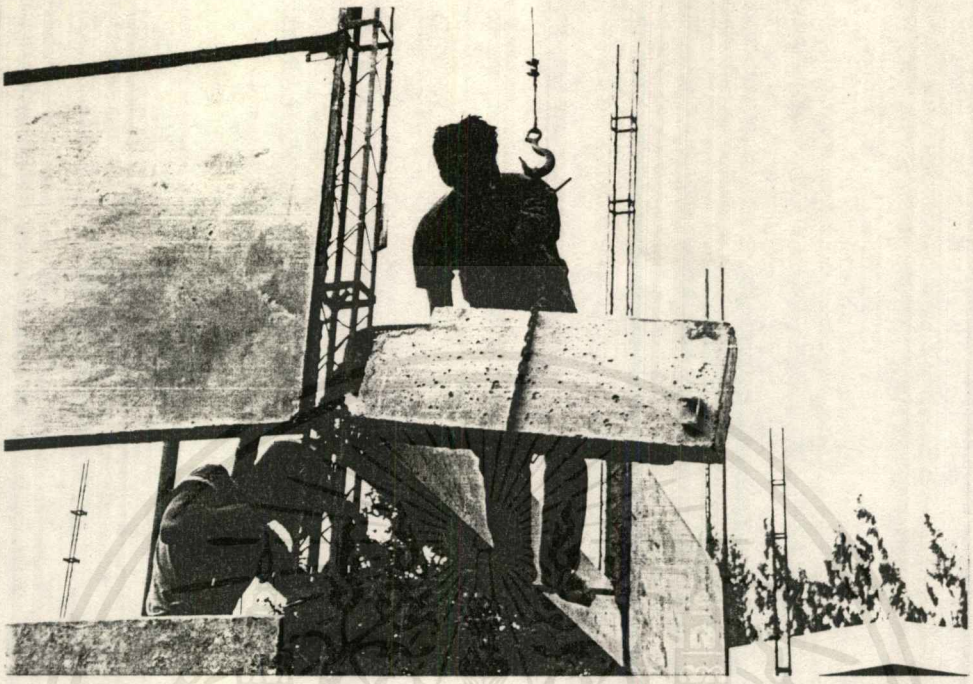
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



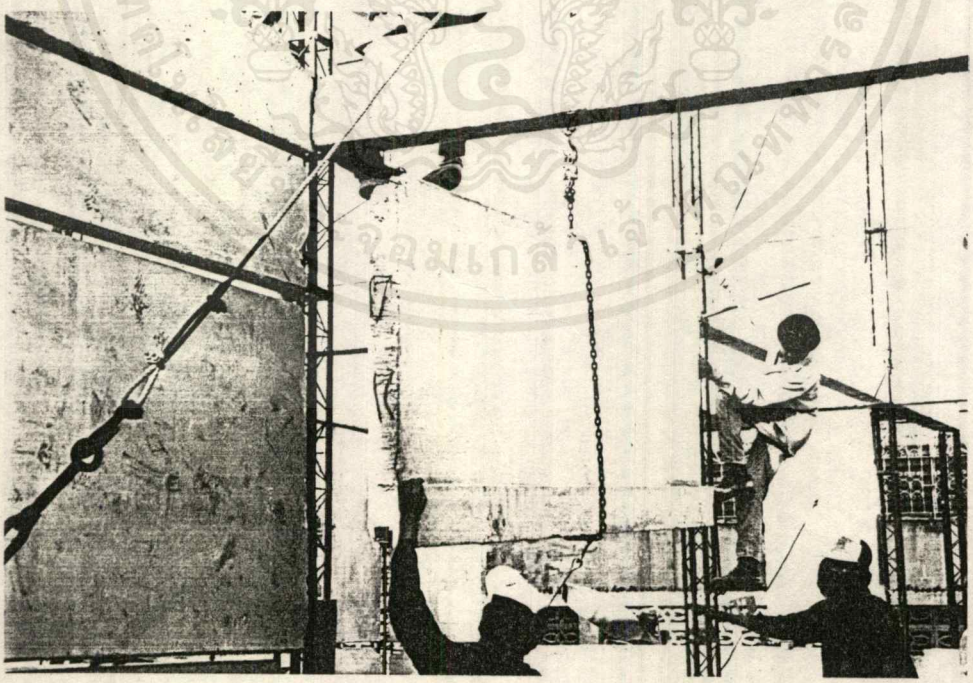
รูปที่ 2.9 การยกคานสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง

รูปที่ 2.10 การเชื่อมเหล็กคานให้ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

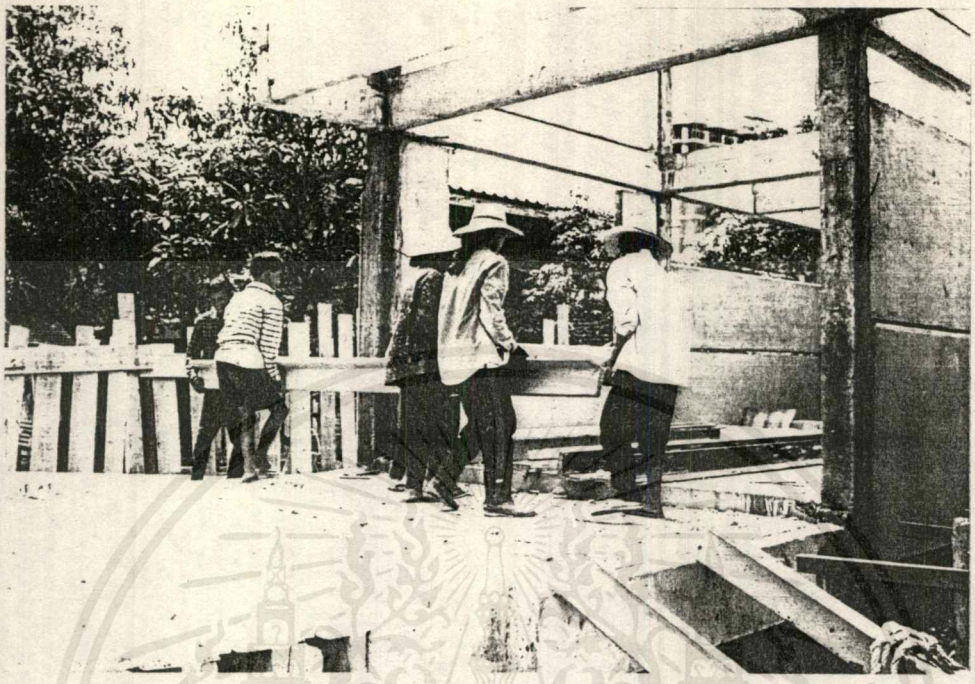


รูปที่ 2.11 การยกคาน CANTILEVER ขึ้นติดตั้งและเชื่อมเหล็กให้



รูปที่ 2.12 การยกผนังสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง

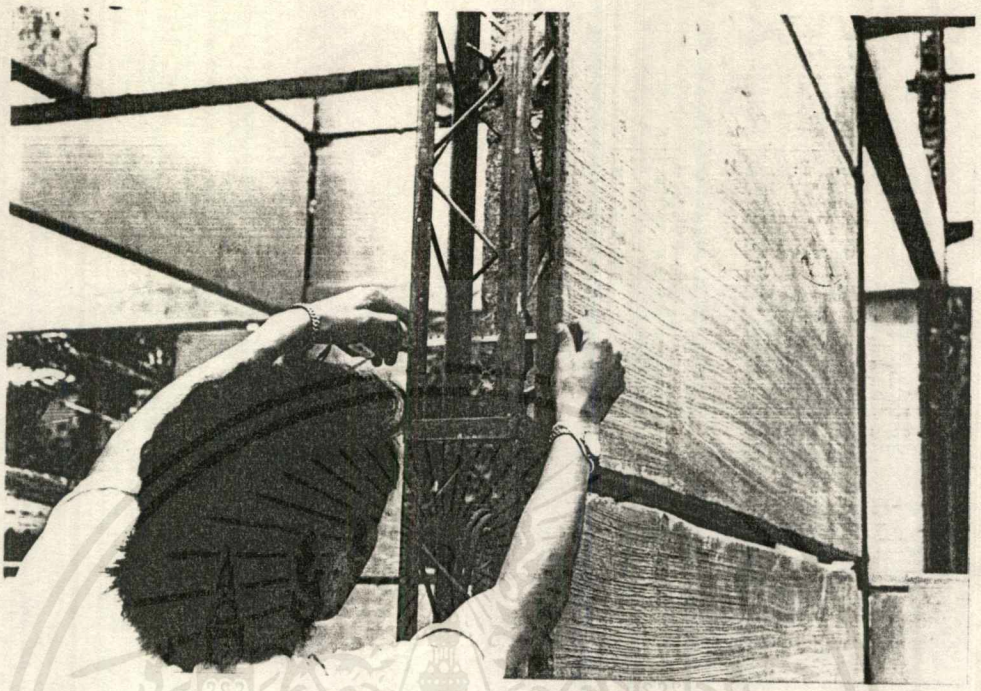
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



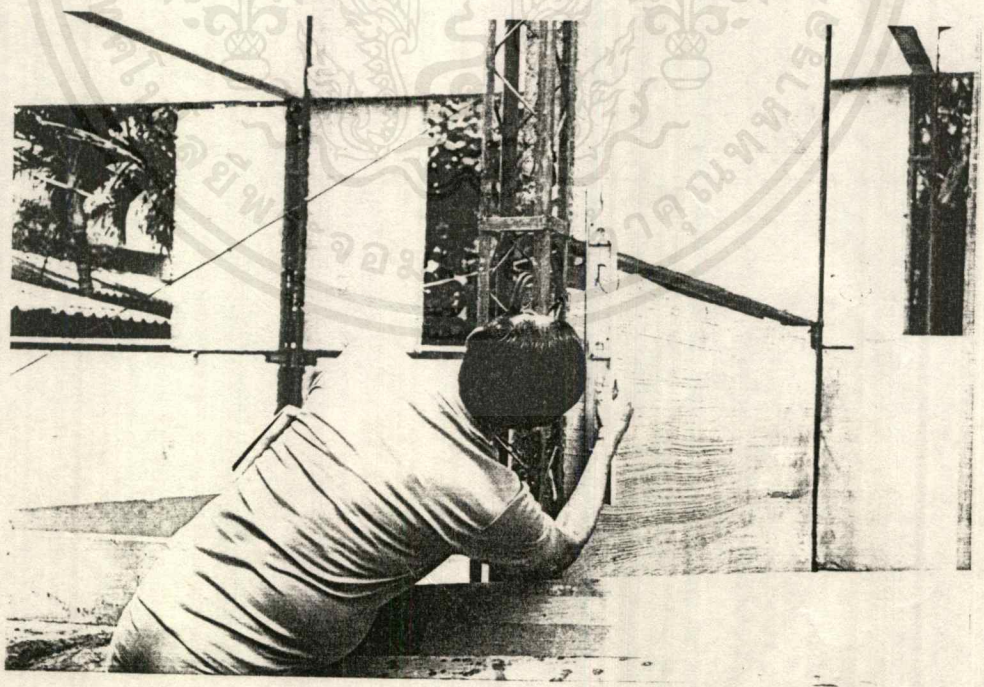
รูปที่ 2.13 การยกพื้นสำเร็จรูป(พื้น T)ขึ้นติดตั้ง

รูปที่ 2.14 การตรวจคุณภาพงานติดตั้งเสาเหล็กสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

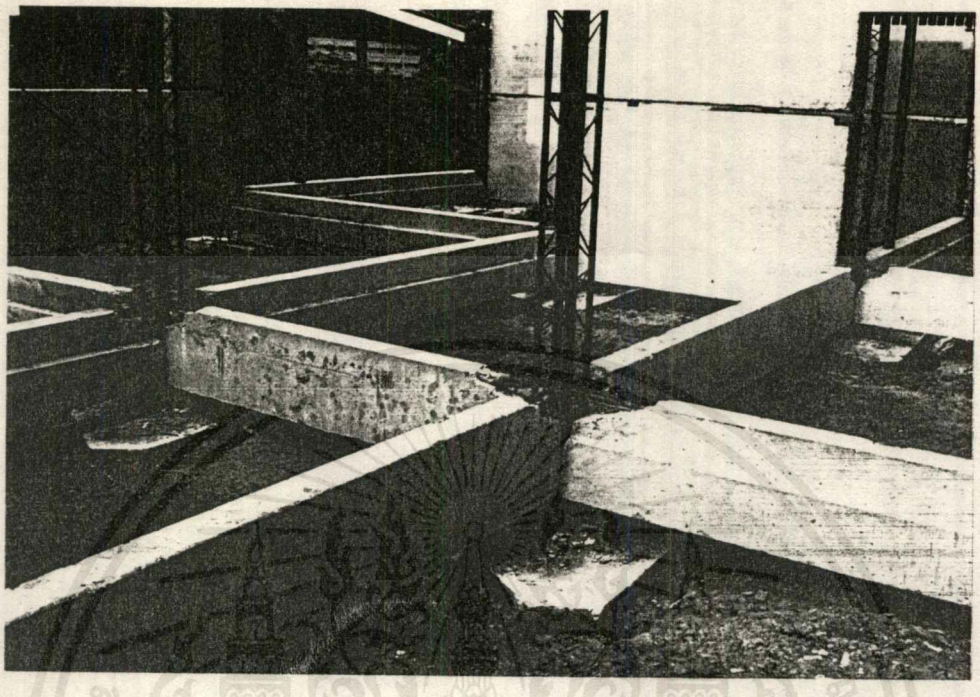


รูปที่ 2.15 การตรวจคุณภาพขนาดของเสาเหล็กสำเร็จรูป

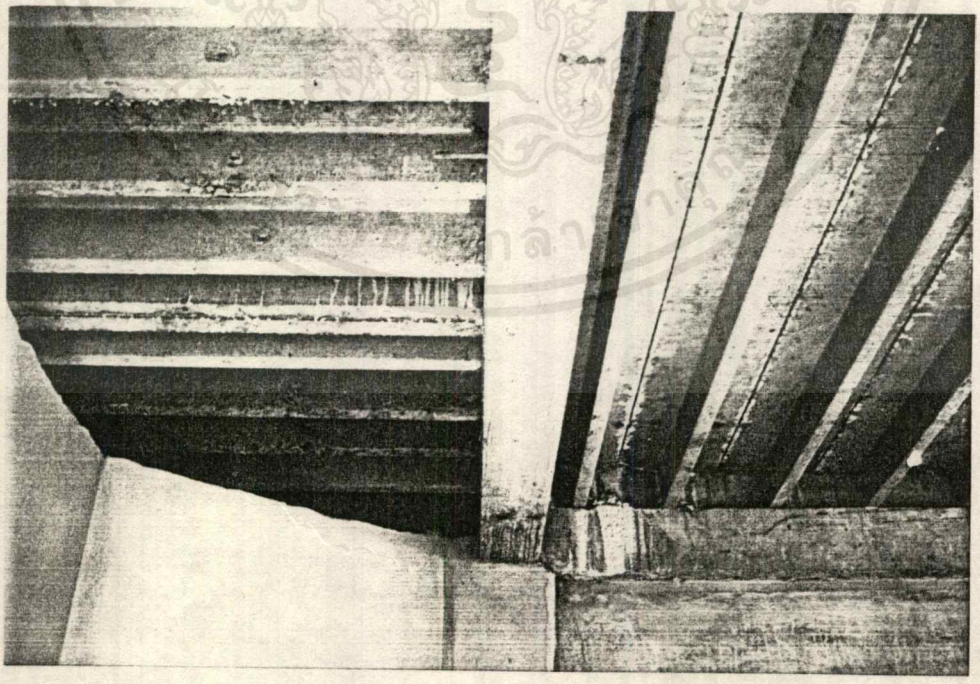


รูปที่ 2.16 การตรวจคุณภาพงานติดตั้งผนังสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

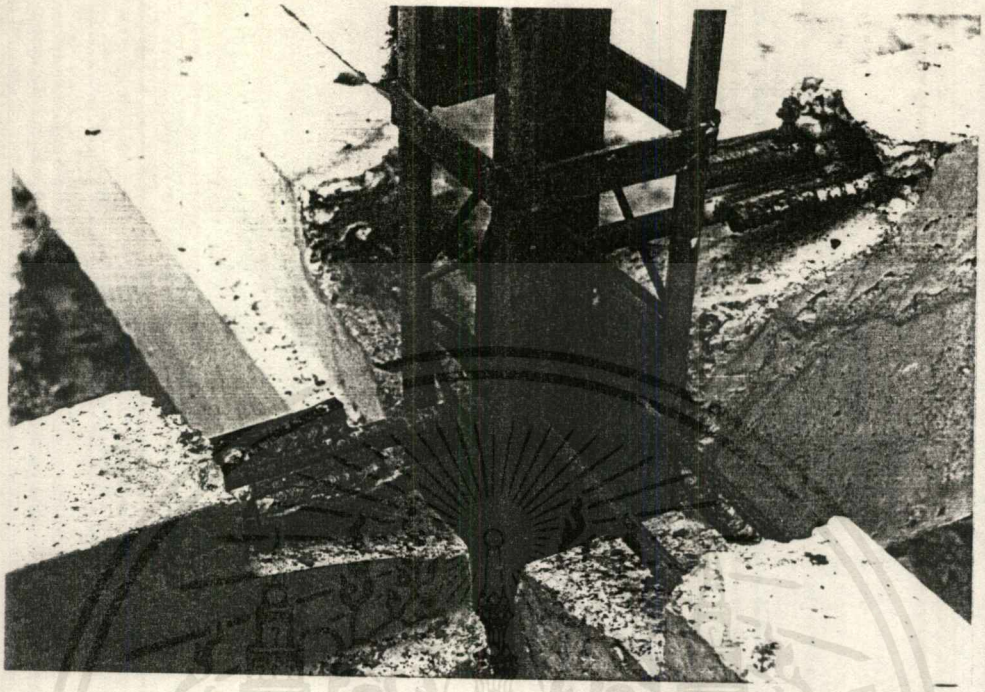


รูปที่ 2.17 การติดตั้งคานและผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง



รูปที่ 2.18 คานและพื้นสำเร็จรูปชั้นบน

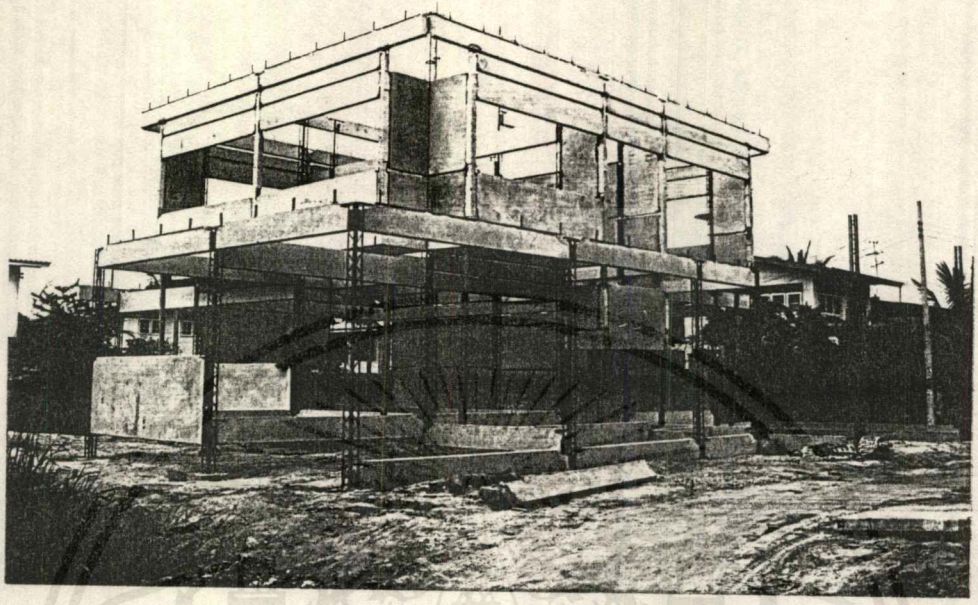
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



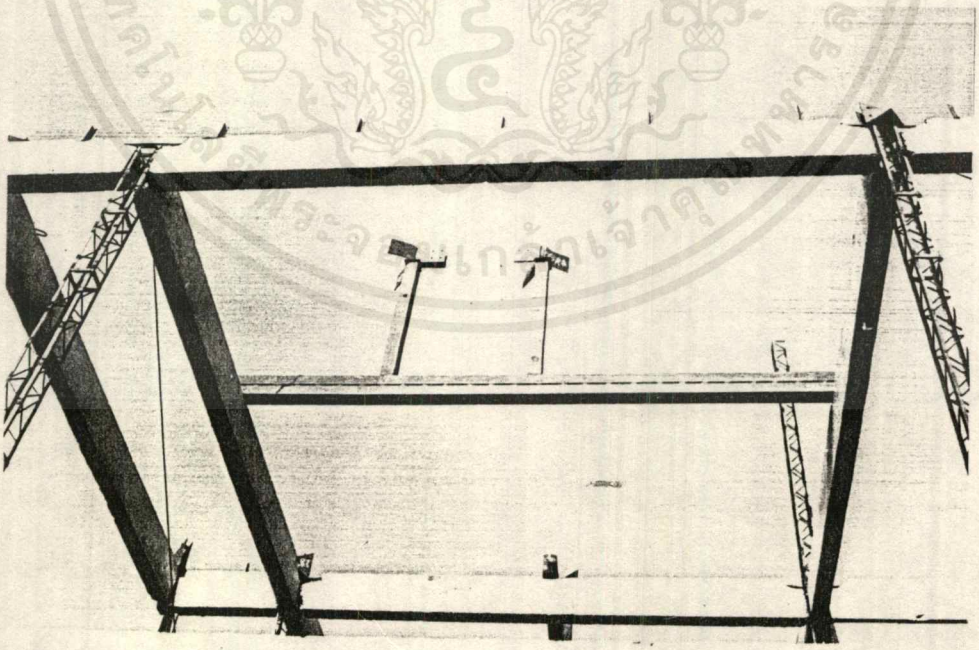
รูปที่ 2.19 การทาบเหล็กเชื่อมต่อเหล็กคานและการฝากเหล็กคานยื่นลงเสา

รูปที่ 2.20 รอยต่อเสาเหล็กฉากชั้นบนกับชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



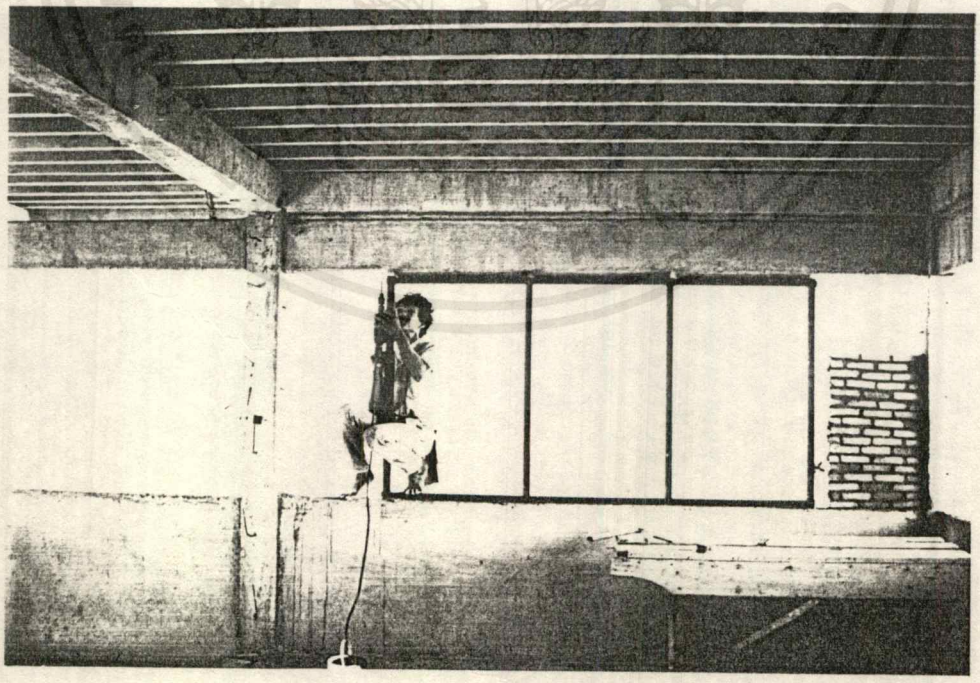
รูปที่ 2.21 โครงสร้างเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ



รูปที่ 2.22 เหล็กฉากสำหรับติดตั้งโครงหลังคา

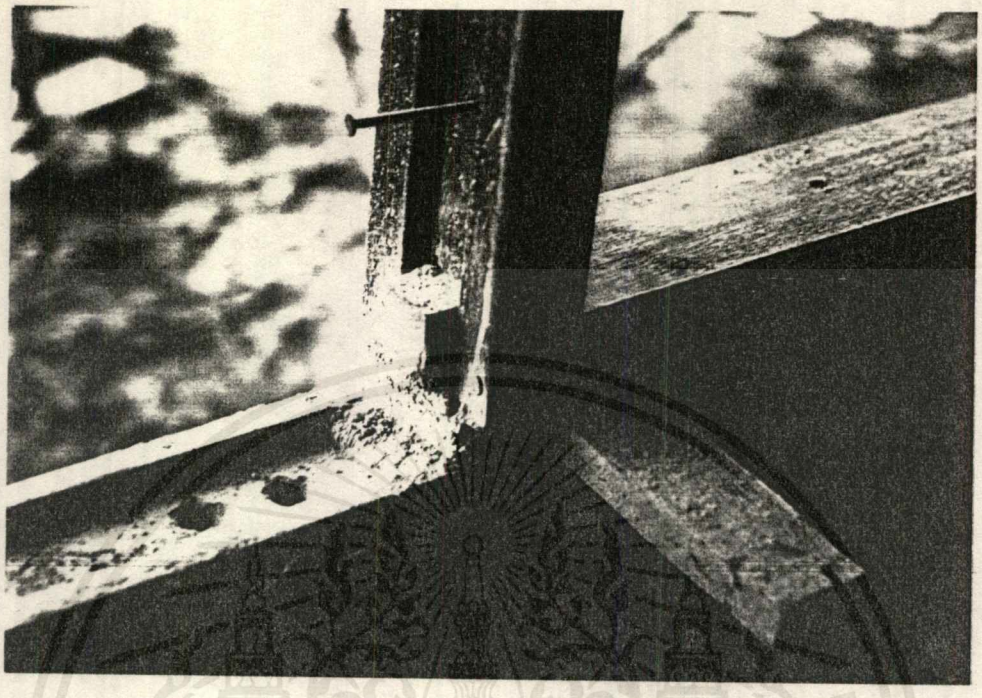
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 โครงหลังคาไม้

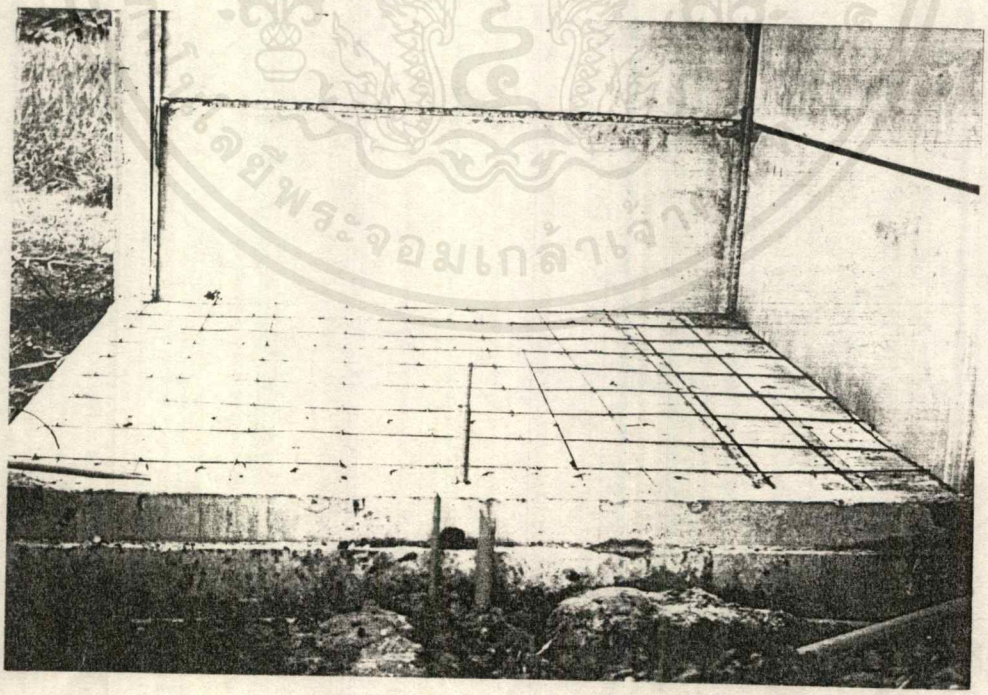


รูปที่ 2.24 การเจาะฝังเหล็กเสาเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

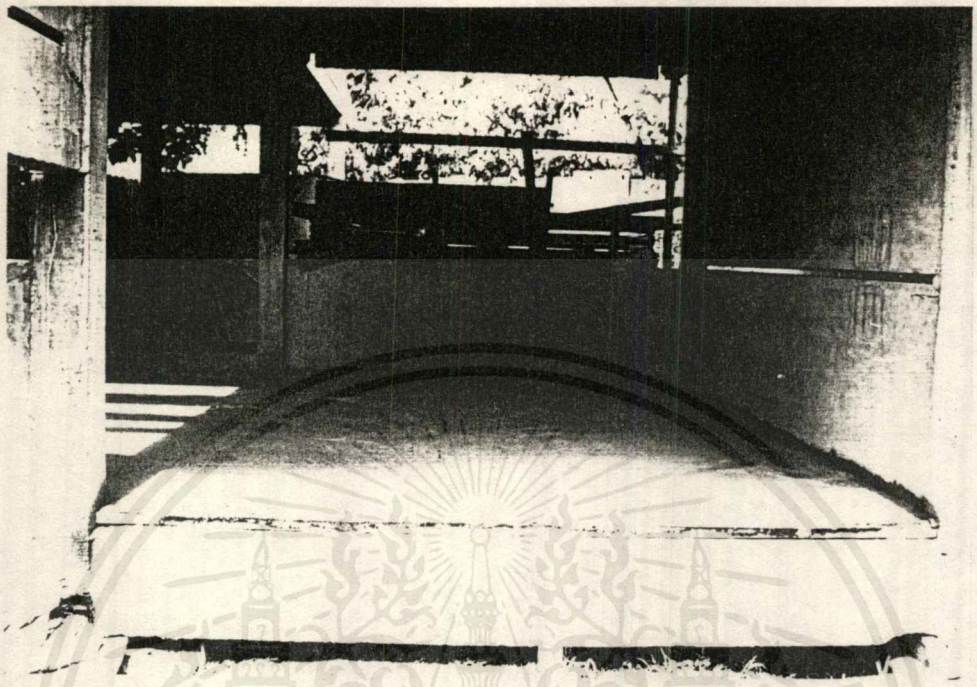


รูปที่ 2.25 การยึดวงกบกับเสาเอ็น

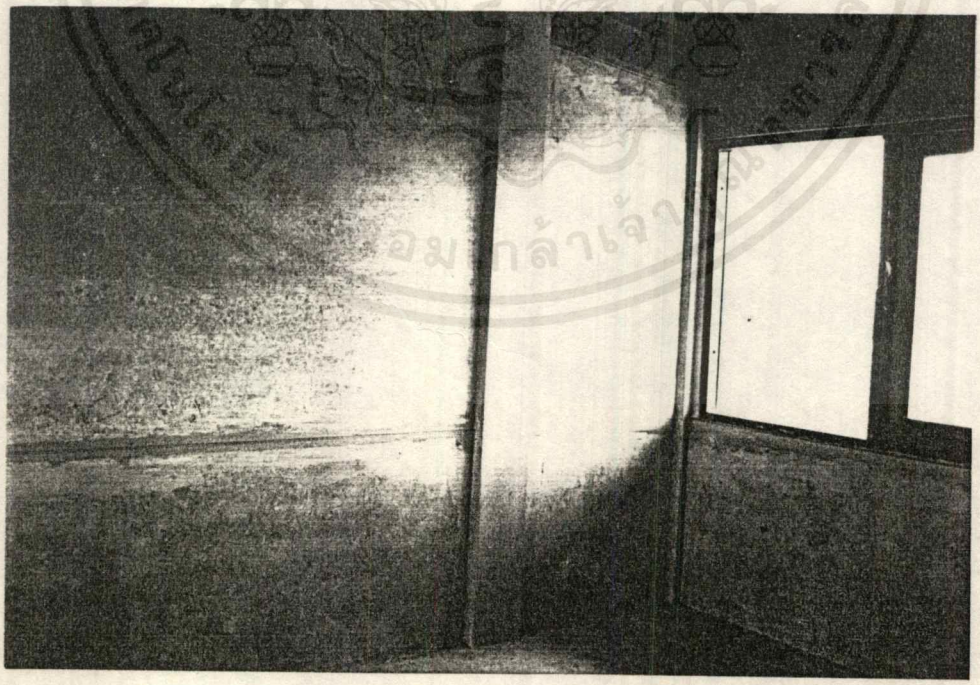


รูปที่ 2.26 การวางเหล็กก่อนเทคอนกรีตทับหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

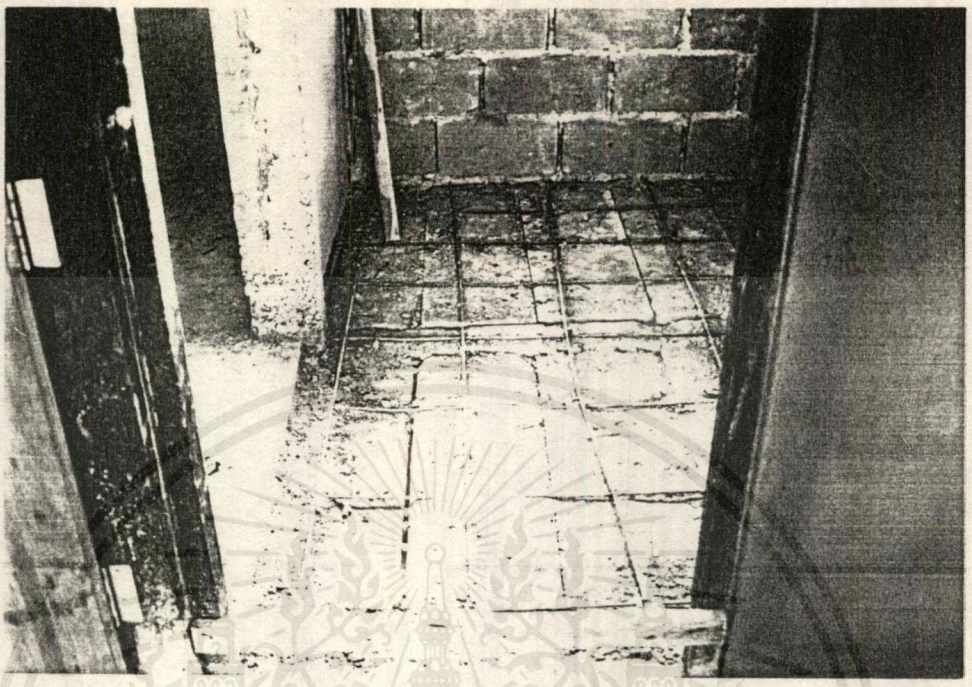


รูปที่ 2.27 สภาพพื้นบ้านหลังการเทคอนกรีต

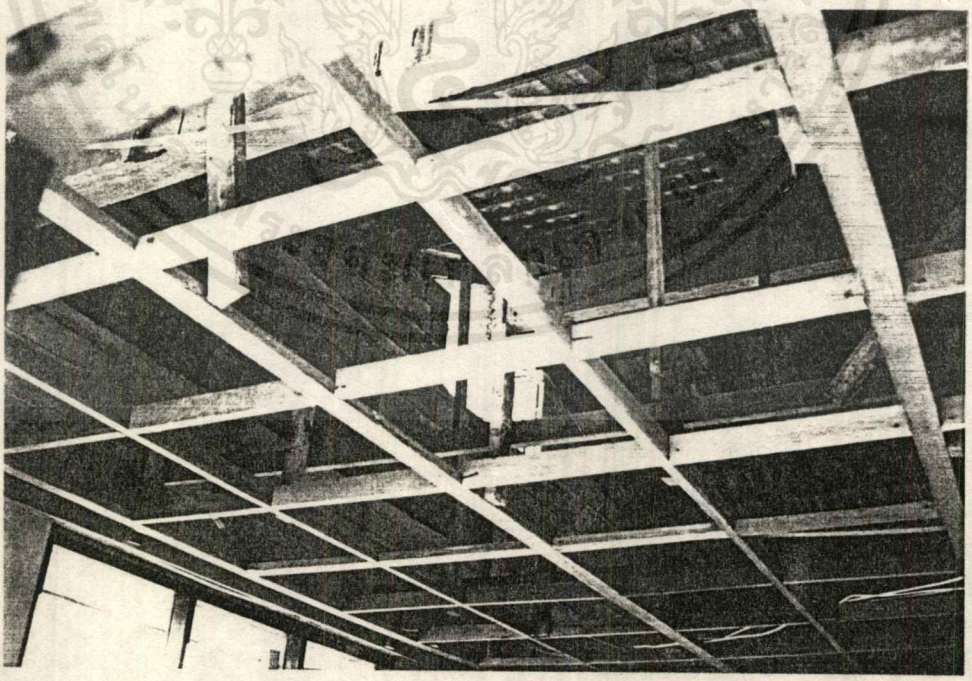


รูปที่ 2.28 การฉาบปูนตกแต่งรอยต่อผนังและเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

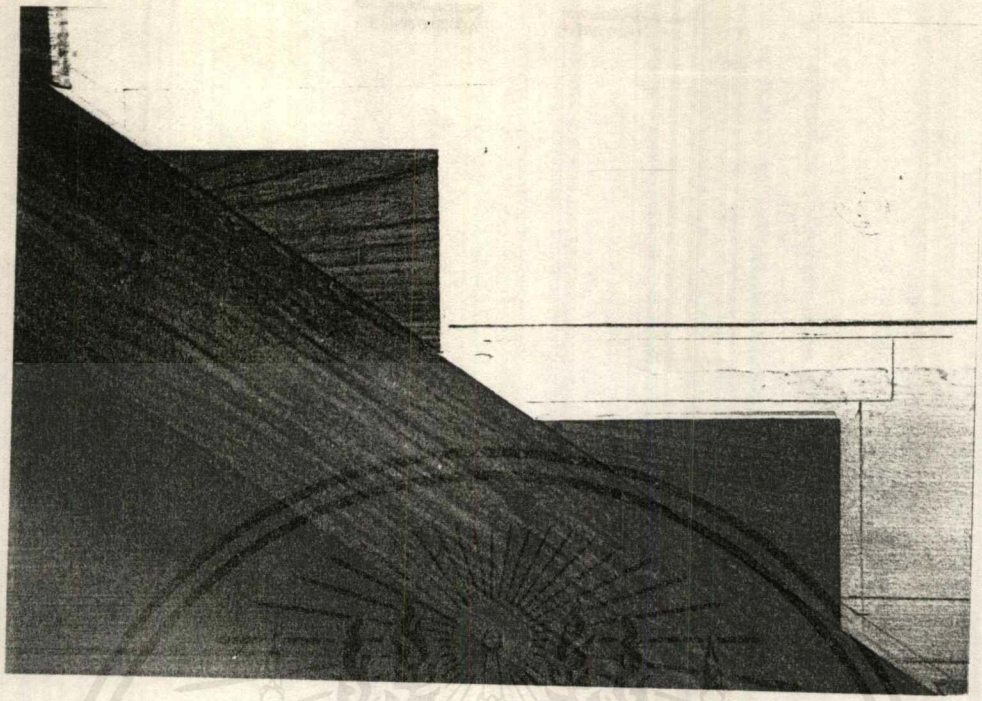


รูปที่ 2.29 เหล็กก่อนเททับหน้าพื้นห้องน้ำ (พื้นสำเร็จรูป)



รูปที่ 2.30 งานเคร่าฝ้าเพดาน

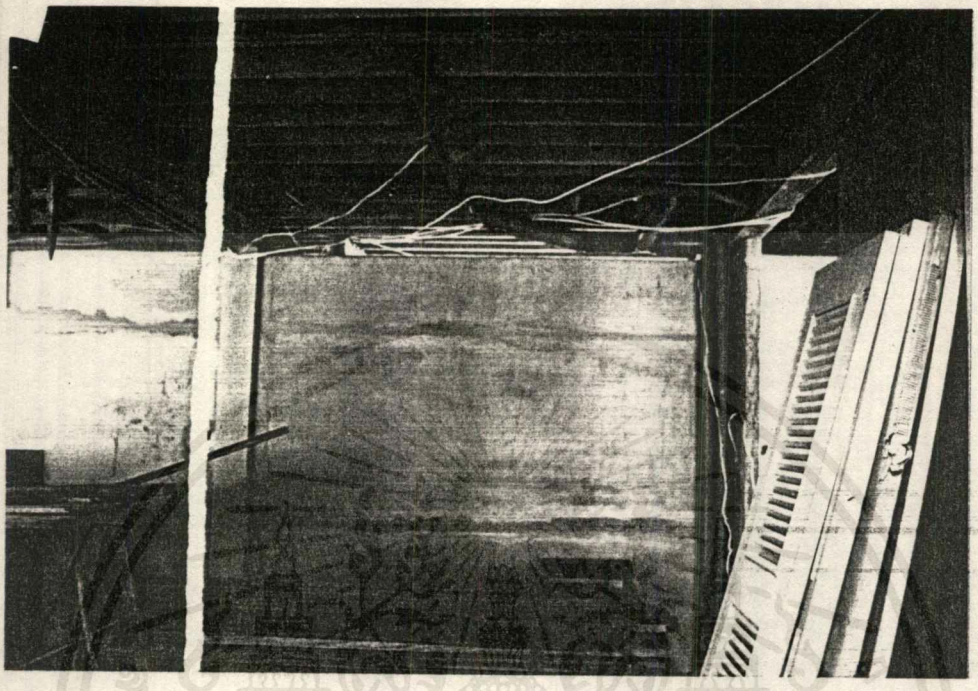
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



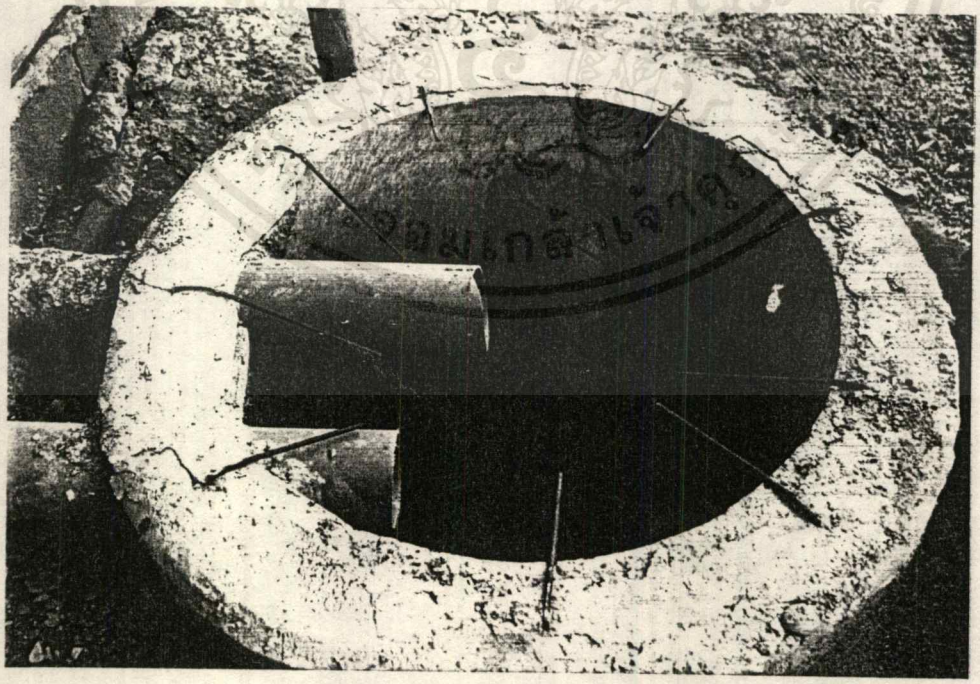
รูปที่ 2.31 งานบันได

รูปที่ 2.32 งานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

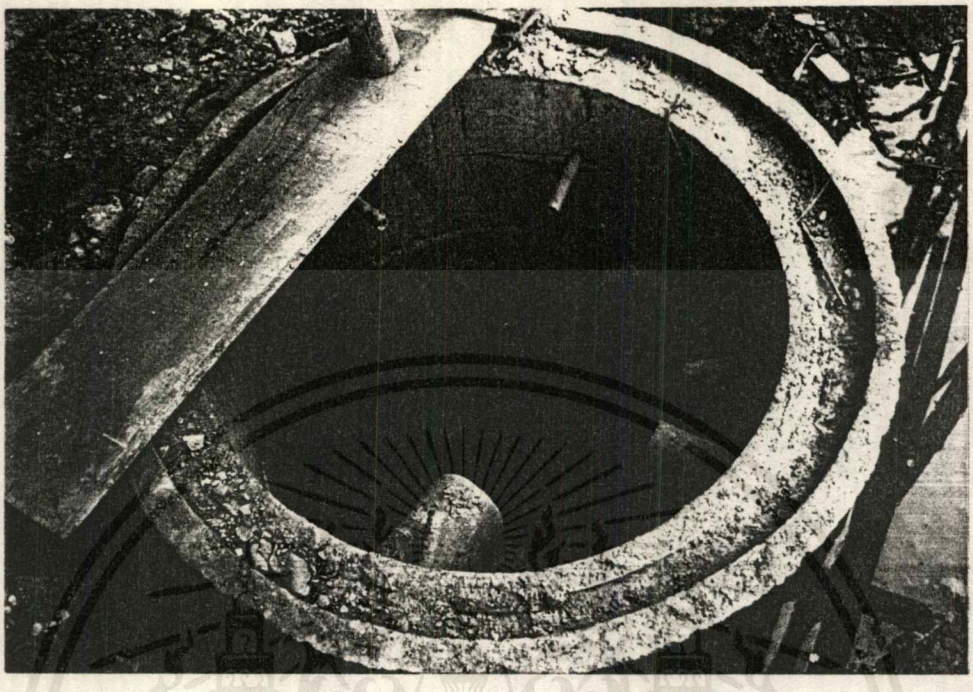


รูปที่ 2.33 งานประปาและท่อระบายน้ำ



รูปที่ 2.34 บ่อเกรอะ

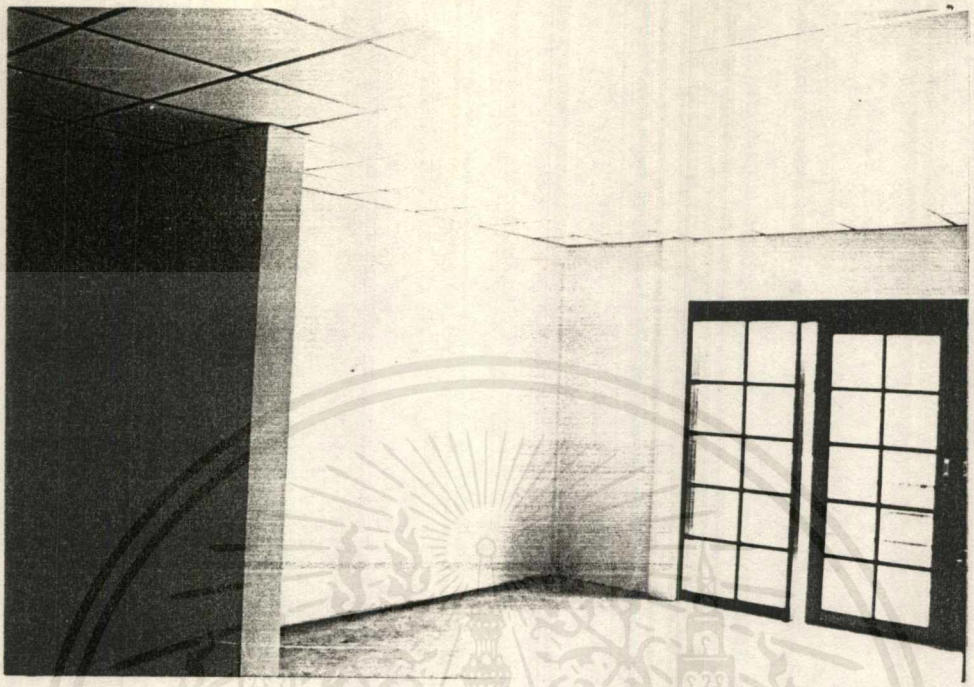
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 บ่อซึม

รูปที่ 2.36 งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 งานทาสี

รูปที่ 2.38 บ้านระหว่างการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.39 บ้านเมื่อแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

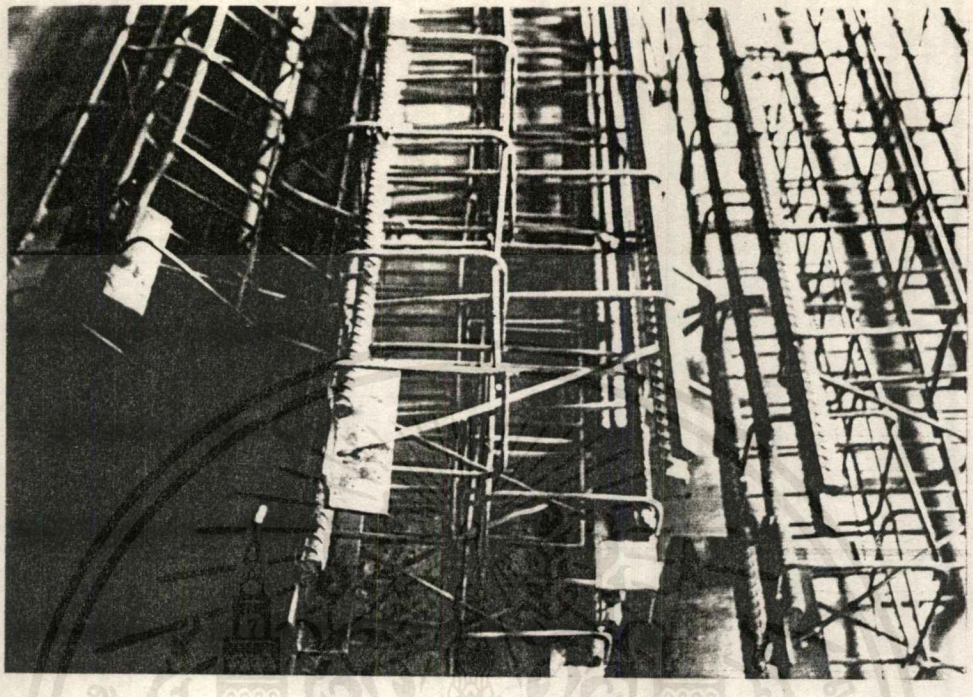
การผลิต การกองเก็บและการขนย้าย ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

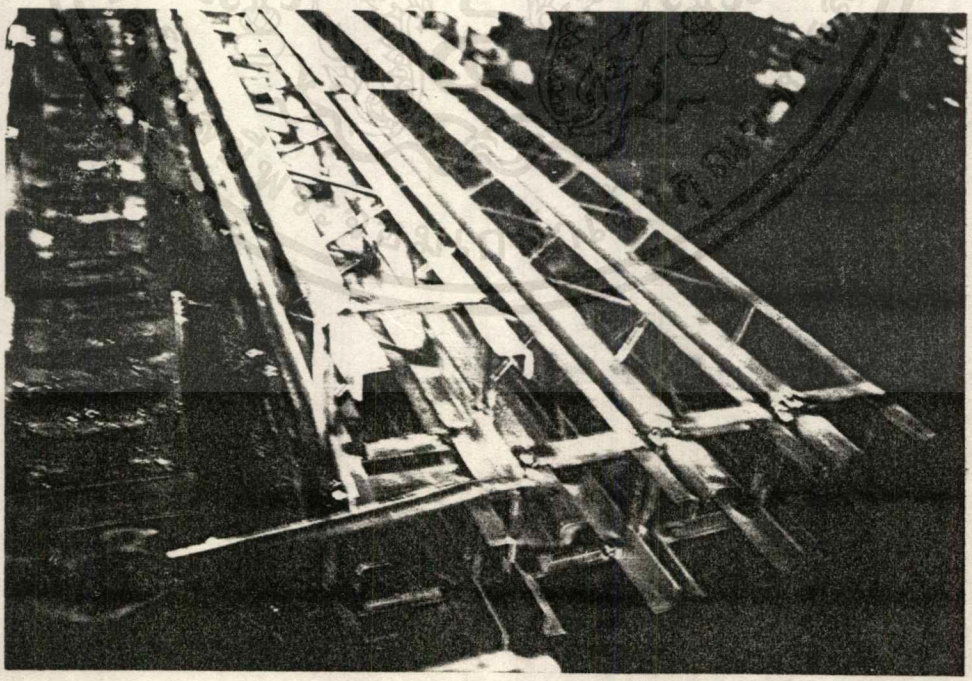
รูปที่ 2.40 การต่อเชื่อมเหล็กเสริม

รูปที่ 2.41 การประกอบและเชื่อมเหล็กเสริม (ผนัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

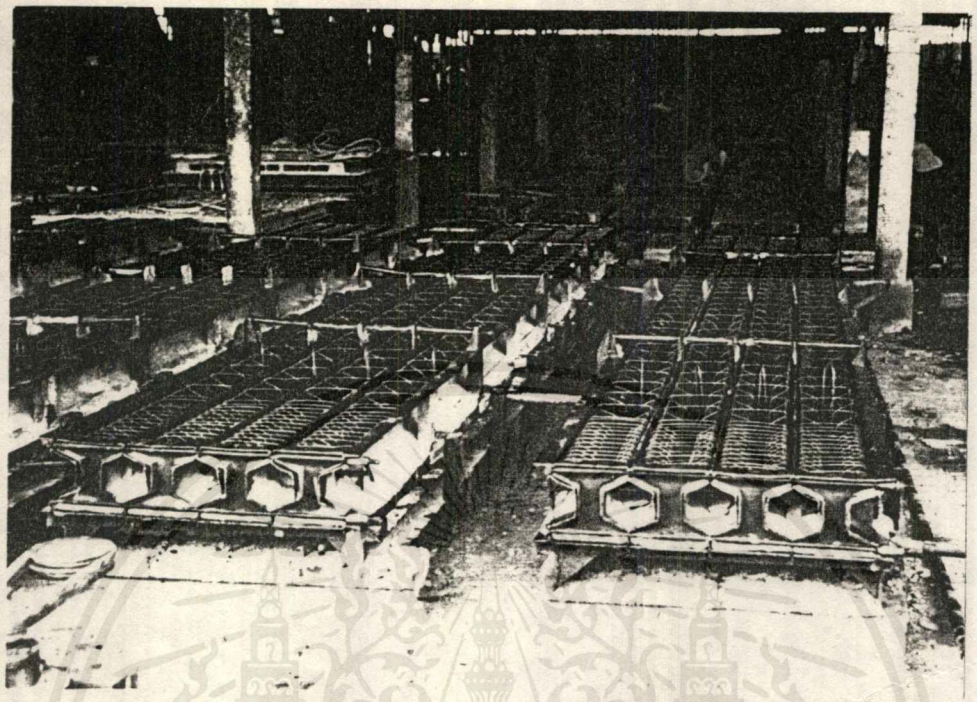


รูปที่ 2.42 โครงเหล็กเสริมที่ประกอบแล้วเสร็จ (คาน)

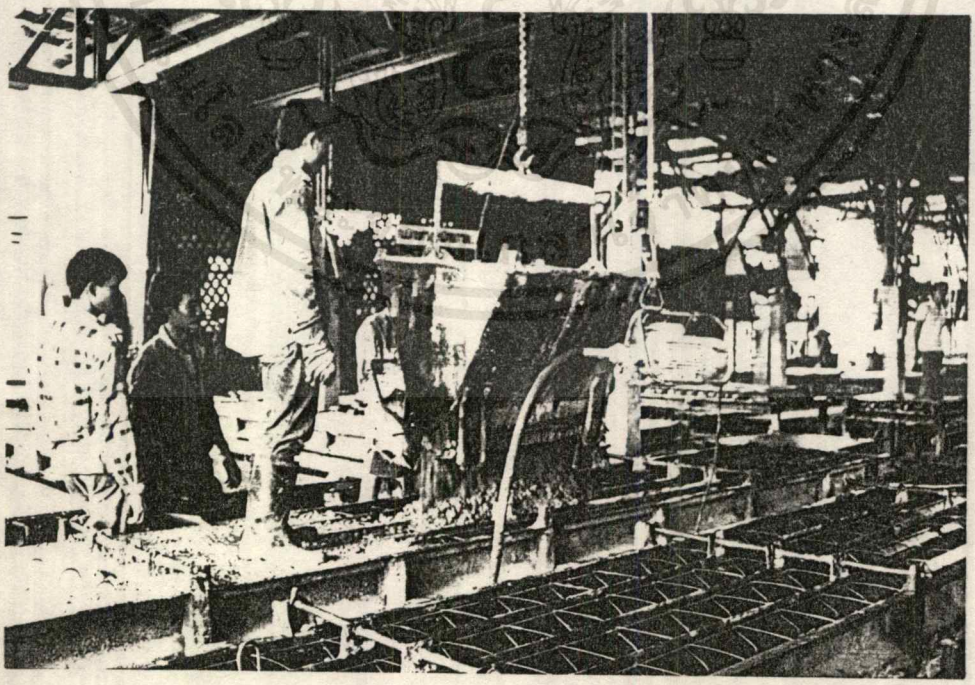


รูปที่ 2.43 เสาเหล็กฉากที่ประกอบแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

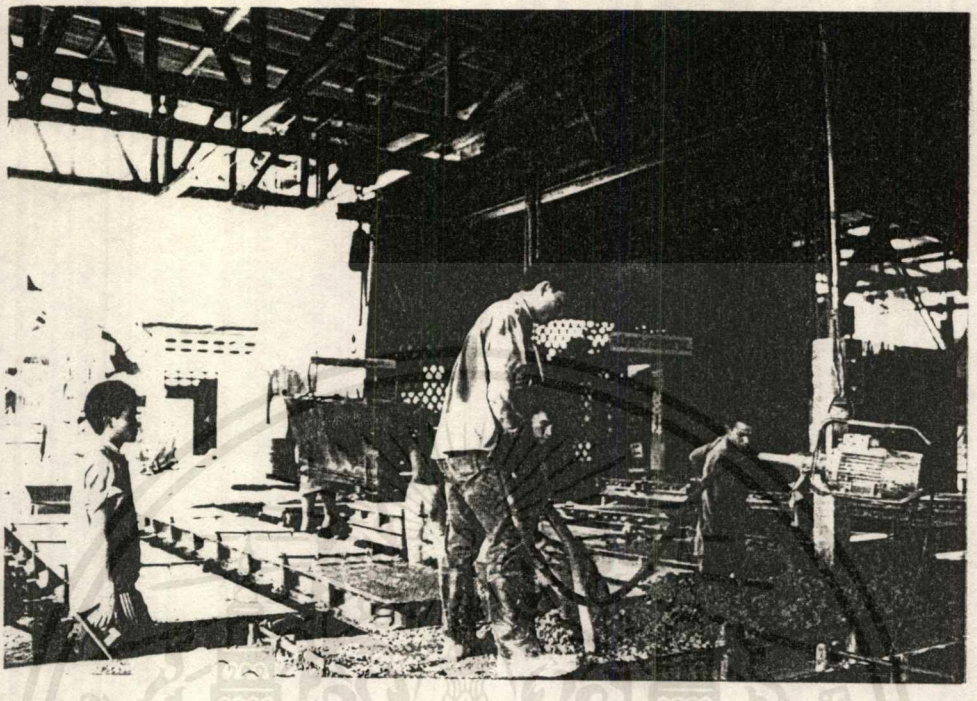


รูปที่ 2.44 การวางเหล็กเสริมในแบบหล่อ (เสาเข็ม I)

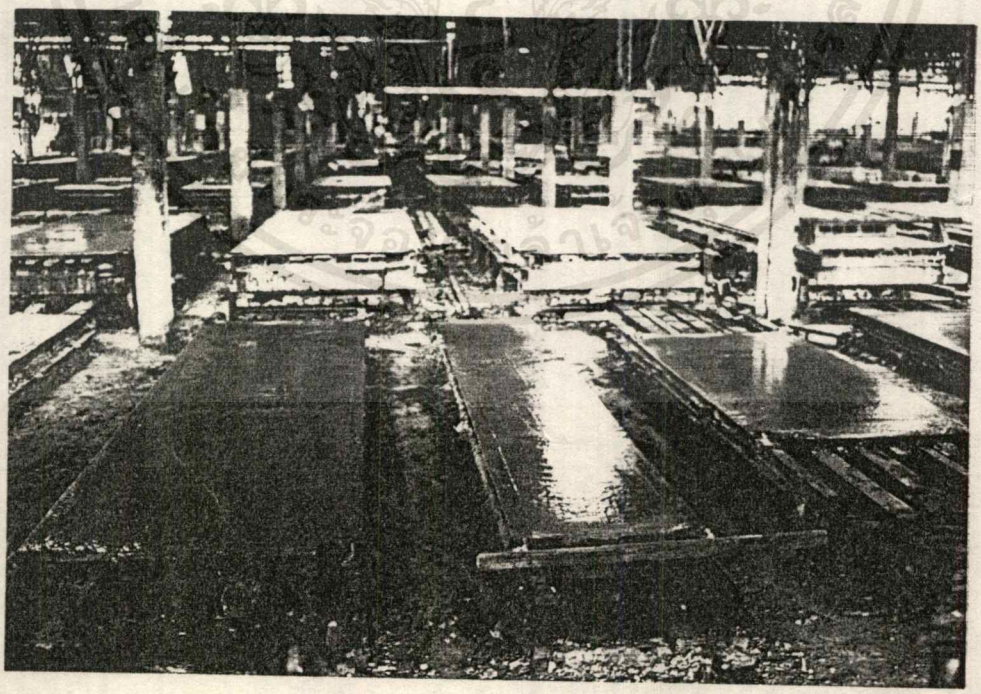


รูปที่ 2.45 การเทคอนกรีตลงแบบหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.46 การทำคอนกรีตให้แน่น



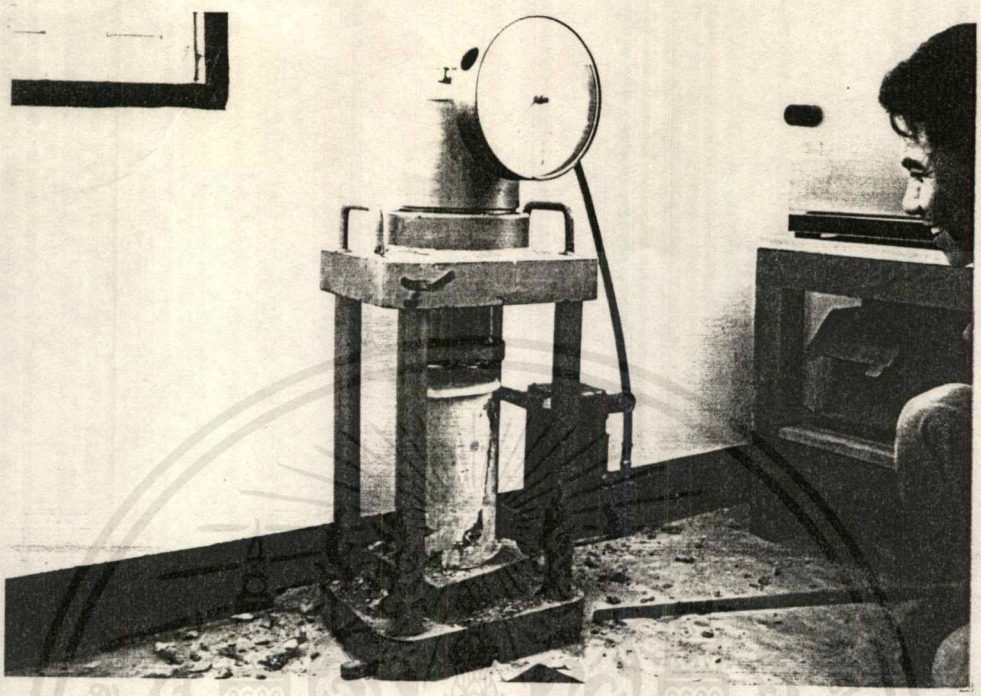
รูปที่ 2.47 การแต่งหน้าคอนกรีต (ผนัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.48 การตรวจคุณภาพทราย

รูปที่ 2.49 การตรวจคุณภาพหิน

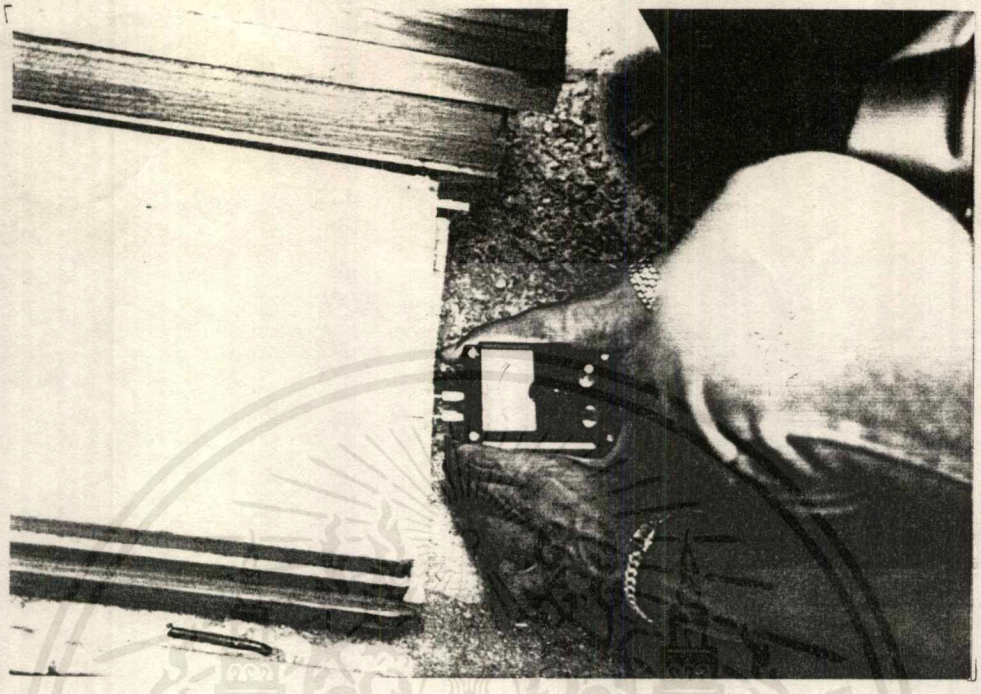
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.50 การตรวจคุณภาพคอนกรีตในโรงงาน

รูปที่ 2.51 เครื่องมือทดสอบการรับแรงอัดของคอนกรีต

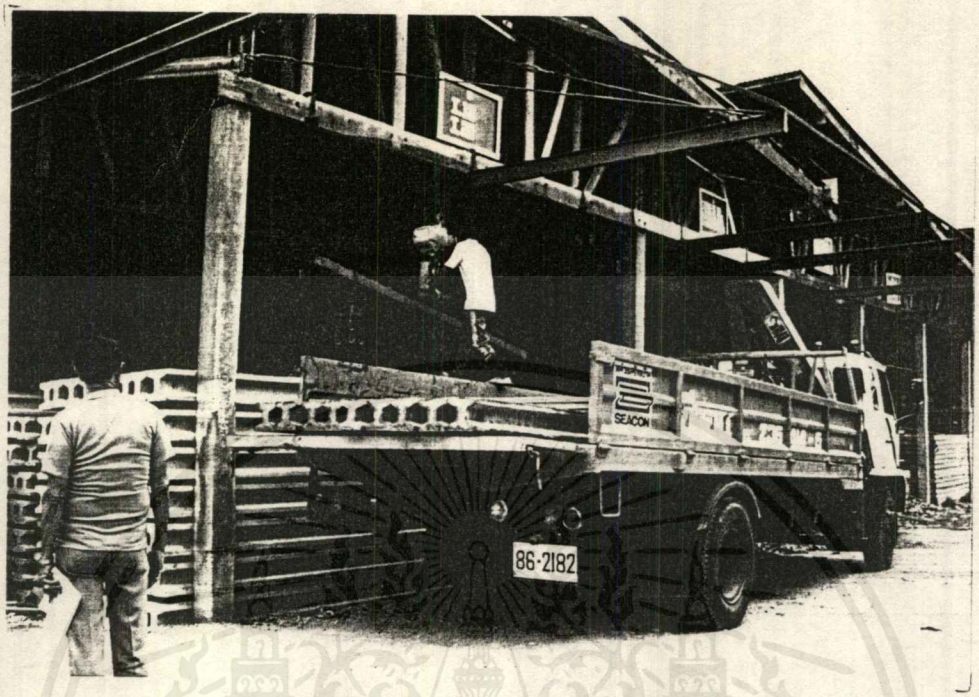
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



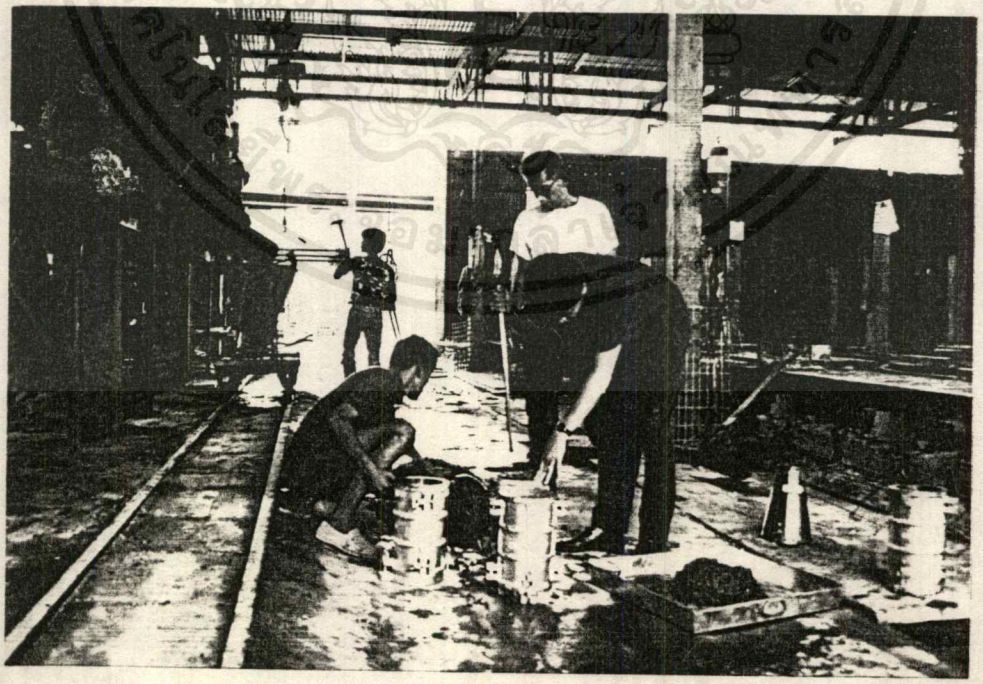
รูปที่ 2.52 การตรวจความชื้นในเนื้อไม้

รูปที่ 2.53 การทำวงกบประตู-หน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

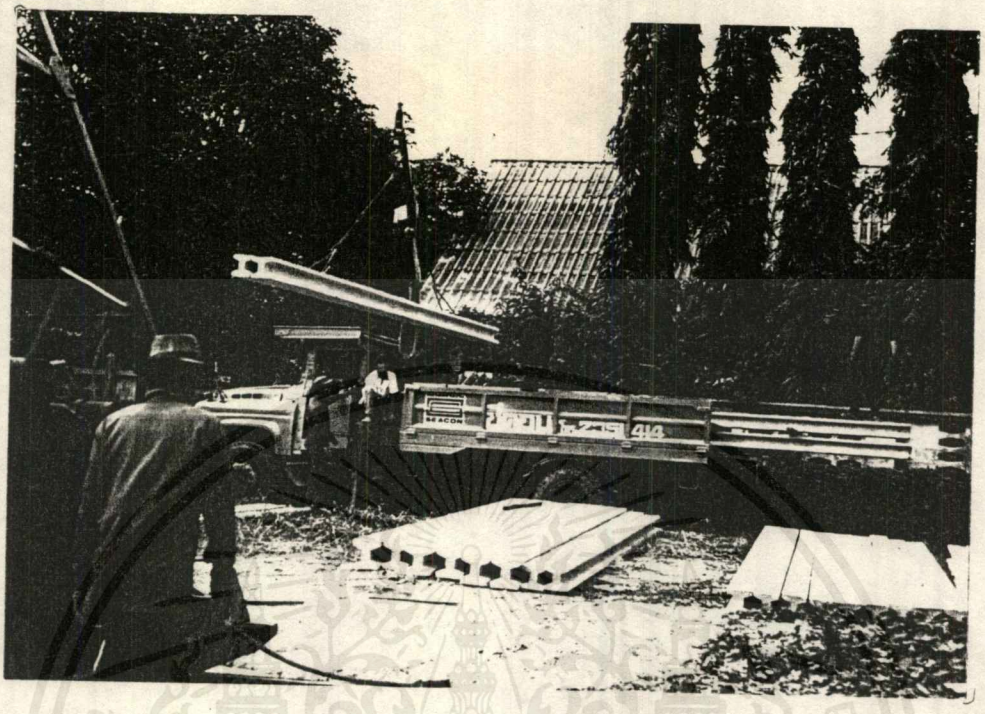


รูปที่ 2.54 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน



รูปที่ 2.55 เก็บตัวอย่างคอนกรีตทดสอบการรับแรงอัด

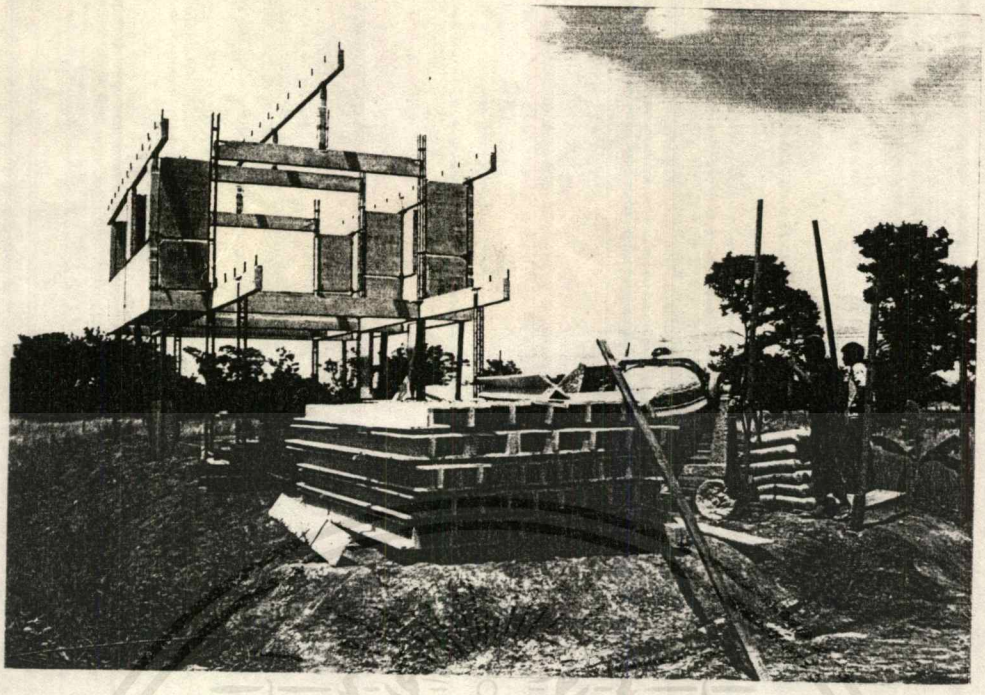
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.56 การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงสถานที่ก่อสร้าง (เสาเข็ม I)

รูปที่ 2.57 การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงสถานที่ก่อสร้าง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.58 การกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. พิภพ สุนทรสมัย, ช่างปูนก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: หจก.เอช-เอน การพิมพ์, 2532.
2. วินิต ช่อวิเชียร และ วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร, การประมาณราคาก่อสร้าง. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ หจก.ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2534.
3. วินิต ช่อวิเชียร, คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ หจก.ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2529.
4. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, การมาตรฐานและการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร. กรุงเทพฯ, 2515.
5. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, การประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ, 2513.
6. เรืองศักดิ์ กันตะบุตร ศ., วิทยาการอาคาร. กรุงเทพฯ: นิยมวิทยา, 2528.
7. ศรีวิโรจน์ จันทวงศ์, วัสดุสำเร็จรูปกับสถานการณ์ที่อยู่อาศัยในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ, 2534.
8. ซีคอน จำกัด บริษัท, ระบบซีคอน กับ การพัฒนา และ ควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ.
9. Bohdan Lewicki,D.sC., Building with Large Prefabricates. New York: Elsevier Publishing Company, 1966.
10. Building Research Center Scientifc Research Foundation, Proceeding of The Symposium on System Building & Prefabrication. Baghdad, 1976.
11. Architecture Precast Association, Architectural Precast Concrete. U.S.A., 1986.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้