สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านในปี 2000

THE COMPARISON OF THE HOUSE CONSTRUCTION SYSTEMS IN 2000

โดย

นายสุขสันต์ วิญญูวงศาพุฒิ

นายสุมิตร หลักคำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36769
วัน, เดือน, ปี...28 ส.ค. 2543

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE COMPARISON OF THE HOUSE CONSTRUCTION SYSTEMS IN 2000

MR. SUKSAN VINYUWONGSAPUT

MR. SUMIT LAKKHAM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENTT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านในปี 2000

THE COMPARISON OF THE HOUSE CONSTRUCTION SYSTEMS IN 2000

โดย

นายสุขสันต์ วิญญูวงศาพุฒิ

นายสุมิตร หลักคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE COMPARISON OF THE HOUSE CONSTRUCTION SYSTEMS IN 2000

MR. SUKSAN VINYUWONGSAPUT

MR. SUMIT LAKKHAM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENTT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านในปี 2000

นักศึกษา นายสุขสันต์ วิญญูวงศาพุฒิ รหัสประจำตัว 39014581
นายสุมิตร หลักคำ รหัสประจำตัว 39014604

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ	
ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ	
อ. ศิลป์ชัย จานสุวรรณ	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ 30 เดือน เมษายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านในปี 2000
	The comparison of the house construction systems in 2000
นักศึกษา	นายสุขสันต์ วิญญูวงศาพุฒิ
	นายสุมิตร หลักคำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ระบบการก่อสร้างบ้านที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ และระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป ซึ่งในปัจจุบันนี้ระบบการก่อสร้างบ้านแบบสำเร็จรูปนี้ ได้มีการแบ่งออกเป็นระบบต่าง ๆ มากมาย แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงระบบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ ระบบผนังรับแรง ระบบซีคอน และระบบ Double Wall

ในการเปรียบเทียบการก่อสร้างทุกระบบที่กล่าวมาข้างต้น จะมีการเปรียบเทียบถึงด้านการวางแผนงานการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการก่อสร้าง และด้านอื่น ๆ ที่เป็นจุดเด่นของแต่ละระบบ ซึ่งในการเปรียบเทียบนี้ระบบที่ดีที่สุดจะต้องเป็นระบบที่มีการก่อสร้างเร็วที่สุด ราคาถูกที่สุด และมีการวางแผนงานการก่อสร้างที่ดีที่สุดไม่ยุ่งยาก

จากการเปรียบเทียบระหว่างระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่(แบบธรรมดา)กับระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูป ในบ้าน 2 ชั้นหลังเดียวกัน ลักษณะเหมือนกันทุกอย่าง จะได้ข้อสรุปว่า การก่อสร้างแบบสำเร็จรูปนั้นจะได้เปรียบระบบหล่อในที่ในทุก ๆ ด้าน ทั้งทางด้านราคา เวลาที่ใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง จำนวนแรงงานที่ใช้ วัสดุก่อสร้าง ความแน่นอน คุณภาพงานและการวางแผนงานก่อสร้างที่ทำได้ง่ายกว่าเพราะได้ถูกออกแบบมาไว้เป็นอย่างดีแล้ว ซึ่งระบบหล่อในที่อาจจะได้เปรียบตรงที่ระบบการขนส่งวัสดุที่ใช้รถบรรทุกขนาดเล็กกว่า และไม่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่มายกวัสดุก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการเปรียบเทียบระบบสำเร็จรูป จะพบว่าระบบการก่อสร้างที่มีการออกแบบเป็นอย่างดีในทุกด้าน ทั้งทางด้านการก่อสร้าง ระบบการวางท่อไฟฟ้าและประปา การทาสี คุณภาพของงาน จะทำให้ได้เปรียบกว่าการก่อสร้างสำเร็จรูปในประเภทอื่น ๆ เพราะจากเหตุผลข้างต้นจะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในงานก่อสร้างนั้นสั้นลงมาก และจะทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกลงไปด้วย ซึ่งจะเห็นว่าการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปที่นำมาเปรียบเทียบทั้ง 3 ระบบ นั้น ระบบ Double Wall จะเป็นระบบที่ดีที่สุด ทั้งในราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาในการก่อสร้างที่เร็วที่สุด รวมถึงการวางแผนการก่อสร้างที่สำเร็จมาตั้งแต่การออกแบบแล้ว

ดังนั้นจะเห็นว่าระบบการก่อสร้างบ้านในปัจจุบันที่ดีที่สุดนั้น ในแง่ของผู้อยู่อาศัยจะคำนึงถึงราคาค่าก่อสร้างที่ถูก บ้านมีคุณภาพ ระยะเวลาการก่อสร้างเร็วและสวยงาม ซึ่งด้วยสาเหตุนี้บริษัทก่อสร้างบ้านต่าง ๆ จะต้องนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ โดยจุดหลักอยู่ที่การวางแผนงานก่อสร้างและเทคนิคการก่อสร้างต่าง ๆ ที่จะช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างได้เร็วขึ้น และราคาถูกที่สุด เพื่อสนองตอบความต้องการของผู้อยู่อาศัยทั้งในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	THE COMPARISON OF THE HOUSE CONSTRUCTION SYSTEMS IN 2000
Name	:	MR. SUKSAN VINYUWONGSAPUT
		MR. SUMIT LAKKHAM
Field	:	CONSTRUCTION ENGINEERING
Department	:	CIVIL ENGINEERING
Faculty	:	ENGINEERING
Advisor	:	Assoc.Prof. SIRIWAT CHAICHANA

ABSTRACT

At the present , the house construction system is devided into 2 system. The Insitu System and Prefabrication System. While these days, these kinds of construction system have been divided in various systems. But in this project ,Only the famous and well known system will be discussed, which are Bearing Wall , Seacon and Double Wall system

To compare all the construction systems above , we will compare the systems to the aspect of construction planning , cost of construction , time used in the construction progress and other aspects which are remarkable in each system. In this comparison , the best system will be the system which is the fastest , cheapest and the simplest in construction planning.

According to the comparison between insitu system and prefabrication system by using "Two-Storey" houses which are the same in every aspect. We can conclude that prefabrication system is more advantage than insitu system in every aspect such as price , time used in construction planning , labour used , material and accuracy. Quality of work and construction planning which is easier to construct because it has been accurately designed. While insitu system will take advantage in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

material transportation system. It requires the smaller trucks and need no heavy machine to lift the construction materials.

In comparing with prefabrication system , we find that the construction system that has been well-planned in every aspect , the construction process , water and electricity systems , painting and quality of work will take advantage above the other prefabrication system. Due to the reason of being well-planned , it will lessen the time used and consequently does the cost of construction. We find that the three of prefabrication system which we have compared , the double wall system is the best system in the way of construction cost , least time used and construction planning which is completed since it is designed

Thus , we find the best current house construction system which the resident would be concerned of the expense , quality , time and appearance. According to those reasons , every house construction company will need to exploit the new technology by putting the principle into the construction planning and techniques which will lessen the time used in the construction and price to respond the desire of resident even in present and in future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ คุณความดีขอมอบให้แก่บุคคลผู้ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนแนะนำในด้านต่าง ๆ ต่อผู้จัดทำดังนี้

อาจารย์ รศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำชี้แนะในการค้นคว้า

คุณเกษมพล พฤกษ์พัฒนพงศ์ บริษัทเชี่ยมอินเตอร์กรุ๊ป จำกัด

ดร. สมชาย ชลศิริพันธ์เลิศ กรรมการบริหาร บริษัท HP Construction บริษัทซีคอน

ตลอดจนรุ่นพี่ น้อง ๆ ทุกคนที่ช่วยให้งานสำเร็จ เพื่อน ๆ ผู้ให้คำแนะนำในการทำงานและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และที่ขาดเสียมิได้คือ บุพการีผู้ให้ความช่วยเหลือในด้านการเงินและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ช
	สารบัญ	ฌ
	สารบัญตาราง	ฐ
	สารบัญภาพ	ฑ
1	บทนำ	1
	1.1 บทนำ	1
	1.2 วัตถุประสงค์และโครงงานพิเศษ	2
	1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในโครงงานพิเศษ	2
	1.4 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	3
	1.5 รายละเอียดขั้นตอนของการทำการศึกษา	3
	1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21	5
	2.1 บทนำ	5
	2.2 เทคโนโลยีปี 2000	6
	2.3 แนวความคิดในการออกแบบและการก่อสร้างบ้านในอนาคต	7
	2.4 วัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านในอนาคต	8
	2.5 วัสดุก่อสร้าง	9
	2.6 ระบบโครงสร้าง	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.7 ระบบการก่อสร้าง	12
	2.8 วัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านของไทยที่ผ่านมา	12
	2.9 บทสรุป	13
3	**การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบกึ่งสำเร็จรูป**	**15**
	3.1 บทนำ	15
	3.2 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา	15
	3.3 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป	22
	3.4 ตัวอย่างหน่วยงานที่มีการนำเอาระบบสำเร็จรูปไปใช้	43
4	**บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีดอน**	**48**
	4.1 บทนำ	48
	4.2 หลักการพิจารณาเลือกระบบการก่อสร้าง	48
	4.3 การออกแบบ	49
	4.4 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	50
	4.5 การกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง	53
	4.6 งานก่อสร้างบ้านซีดอน	54
	4.7 การวิจัยและพัฒนา	78
	4.8 การควบคุมคุณภาพ	79
	4.9 การควบคุมและการพัฒนาคุณภาพงาน	81
5	**บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง**	**83**
	5.1 บทนำ	83
	5.2 ขบวนการผลิต	84
	5.3 ผนัง	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	5.4 การยึดในคอนกรีตสำเร็จรูป	133
6	**บ้านสำเร็จรูประบบ Double Wall**	**199**
	6.1 บทนำ	199
	6.2 ระบบการผลิต	200
	6.3 ผลิตภัณฑ์	202
	6.4 คุณสมบัติของแผ่นผนังและพื้นสำเร็จรูป HP	205
	6.5 เทคนิคต่าง ๆ ในการก่อสร้างระบบ Double Wall	206
	6.6 เทคนิคการก่อสร้างบ้านระบบ HP	218
7	**บทสรุป**	**226**
	7.1 บทนำ	226
	7.2 การสรุปข้อเปรียบเทียบการวางแผนงานการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ	227
	7.3 การสรุปข้อเปรียบเทียบระยะเวลาของการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ	230
	7.4 การสรุปข้อเปรียบเทียบราคาการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ	231
	7.5 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบระหว่างระบบบ้านสำเร็จรูปและระบบธรรมดา	231
	7.6 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปโดยระบบซีคอนผนังรับแรง และระบบ Double Wall	236
	บรรณานุกรม	**240**
	ภาคผนวก ก	
	- แบบแปลนบ้านที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	
	ภาคผนวก ข	
	- ระบบซีคอน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ เรื่อง หน้า

ภาคผนวก ค

- ระบบ HP

ภาคผนวก ง

- รายละเอียด BOQ และ Bar Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.1	ข้อมูลระดับหัวเสาเข็ม	59
4.2	ข้อมูลงาน Pile Cap	60
5.1	ค่าพื้นฐานจากการทดลองของแผ่นที่ใช้ในการผลิต	93
5.2	Allowable stresses	160
5.3	Edge distances and gages for steel plate ,structural sections and angles	167
7.1	เปรียบเทียบระหว่างระบบหล่อในที่กับระบบสำเร็จรูป	235
7.2	เปรียบเทียบระบบสำเร็จรูป	237
7.3	การเปรียบเทียบรอยต่อของแต่ละระบบการก่อสร้าง	239

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
3.1	ตัวอย่างระบบโครงสร้างอาคารหลายชั้นแบบโครงยึด	23
3.2	ตัวอย่างโครงยึด	24
3.3	ตัวอย่างระบบโครงสร้างชิ้นส่วนชนิดต่าง ๆ	28
3.4	คุณลักษณะของการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยระบบพรีแผ็บ	33
3.5	ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบต่าง ๆ	35
3.6	แผนภูมิราคาในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนขนาดใหญ่	41
3.7	แผนภูมิค่าใช้จ่ายโดยประมาณงานชิ้นส่วนขนาดเล็ก	42
3.8	แบบผนังพีซี	46
3.9	แบบผนังพีซี	46
3.10	ตัวอย่างบ้านพีซี	47
4.1	ตำแหน่งศูนย์กลางเสาบน Pile Cap	65
4.2	ตำแหน่งเสาเหล็กฉากบน Pile Cap	65
4.3	ตำแหน่งเสา Dowel และเสาเหล็กฉาก	66
4.4	ตัวอย่างเสาเหล็ก HC	67
4.5	การติดตั้งเสาเหล็กฉาก	68
4.6	การกำหนดระดับพุกรับคานต่างระดับ	69
4.7	เครื่องมือยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง	70
4.8	การติดตั้งคาน คสล. สำเร็จรูป	71
4.9	การติดตั้งผนัง คสล. สำเร็จรูป	71
4.10	การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่มีบ่า	72
4.11	การเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสา	72
4.12	การต่อเชื่อมเหล็กบนคานสำเร็จรูปกรณีต่างระดับมาก	73
4.13	ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งแรก	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
4.14	ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สอง	75
4.15	การทาบและการเชื่อมเหล็กคานกลางอาคาร	76
4.16	การทาบและเชื่อมเหล็กผนัง	77
5.1		85
5.2		88
5.3		89
5.4		90
5.5		91
5.6		92
5.7		95
5.8		96
5.9		97
5.10		98
5.11		99
5.12		100
5.13		102
5.14		103
5.15		103
5.16		104
5.17		105
5.18		106
5.19		110
5.20		111
5.21		112
5.22		113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
5.23		114
5.24		115
5.25		117
5.26		118
5.27		120
5.28		121
5.29		122
5.30		123
5.31		124
5.32		125
5.33		126
5.34		130
5.35		135
5.36		137
5.37		138
5.38		145
5.39		146
5.40		147
5.41		148
5.42-43		149
5.44		150
5.45		151
5.46		151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
5.47		152
5.48		153
5.49		155
5.50		156
5.51		157
5.52		158
5.53		160
5.54		161
5.55		162
5.56-57		163
5.58		164
5.59		165
5.60		166
5.61		170
5.62		171
5.63		173
5.64		174
5.65		175
5.66		177
5.67		178
5.68		179
5.69		180
5.70		181
5.71		181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
5.72		183
5.73		186
5.74		186
5.75		187
5.76		188
5.77		189
5.78		189
5.79		190
5.80		190
5.81		191
5.82		192
5.83		193
5.84		194
5.85		194
5.86		195
5.87		195
5.88		196
5.89		196
5.90		197
5.91		197
5.92		198
6.1	Double Wall	202
6.2	Solid Wall	203
6.3	Half Slab	204
6.4	Rib Slab	205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
6.5	การใช้ Double Wall แทนเสาและคาน	207
6.6	การใช้ Double Wall แทนเสาและคาน	209
6.7	Double Wall ที่ใช้เป็นผนังรับน้ำหนักและรูปแบบการเจาะต่าง ๆ	211
6.8	รั้ว Double Wall	213
6.9	วิธีติดตั้งผนังชั้นใต้ดินด้วย Double Wall	215
6.10	ผนังกันตก Double Wall	217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

(INTRODUCTION)

1.1 บทนำ

เป็นที่ทราบกันเป็นอย่างดีอยู่แล้วว่าสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันนั้นกำลังอยู่ในสภาวะที่กำลังฟื้นตัวหลังจากที่เศรษฐกิจของประเทศไทยอยู่ในสภาวะตกต่ำอันเนื่องมาจากการดำเนินนโยบายทางเศรษฐกิจที่ผิดพลาดของทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงในธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์ในช่วงก่อนหน้านี้ซึ่งเป็นธุรกิจที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำมากที่สุด มีการปิดกิจการกันลงไปมาก ซึ่งมีผลกระทบตามมาในปี 2000 นี้ ซึ่งจะมีจำนวนที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมากที่ล้นตลาดอยู่ มีคนว่างงานและประชากรส่วนใหญ่มีรายได้ลดลงเป็นอย่างมาก

ดังนั้นบ้านในปี 2000 จึงจะต้องมีการพัฒนาในด้านของคุณภาพ ราคา ความรวดเร็วในการก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้างต่าง ๆ ความแข็งแรงของบ้าน และการออกแบบให้ใช้ประโยชน์ในส่วนต่าง ๆ ของบ้านได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด ซึ่งนอกจากบ้านในปี 2000 จะมีลักษณะอย่างที่กล่าวไปแล้วนั้น ยังต้องเน้นในเรื่องของการประหยัดพลังงานและอนุรักษ์ธรรมชาติด้วย ซึ่งจะกลายเป็นนโยบายหลักในการสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21 ที่จะเน้นและเห็นความสำคัญในการอนุรักษ์ธรรมชาติด้วย

ปัญหาความขาดแคลนที่อยู่อาศัยเป็นปัญหาสำคัญที่ได้เกิดขึ้นกับมหานครเกือบทุกประเทศในโลก สำหรับประเทศไทยมีความต้องการที่อยู่อาศัยของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครได้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างมากมาย ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยลักษณะการเพิ่มของประชากรในระดับสูงนี้เนื่องมาจากปัจจัยหลัก 2 ประการคือการเพิ่มของประชากรโดยธรรมชาติและการย้ายถิ่นฐานจากภาคอื่นเข้าสู่กรุงเทพมหานคร นอกจากการเพิ่มของประชากรที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างของครอบครัวก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น จากเดิมที่เป็นครอบครัวใหญ่รวมกันอยู่เป็นบ้านหลังเดียวก็แยกออกมาเป็นครอบครัวเดี่ยว เช่น คู่สมรสที่แยกออกมาตั้งครอบครัวใหม่

จากสาเหตุการเพิ่มของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้คาดว่าในปี 2000 ยังมีจำนวนความต้องการที่อยู่อาศัยอยู่มาก และต่อไปข้างหน้าในอนาคตเมื่อสภาวะเศรษฐกิจเริ่มดีขึ้น ธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อสังหาริมทรัพย์จะเริ่มฟื้นตัวและมีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีการพัฒนาคุณภาพของบ้านพักที่อยู่อาศัยในด้านต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับในอนาคตมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อทำการศึกษารูปแบบการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้
    1.1 ระบบบ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก
    1.2 ระบบบ้านสำเร็จรูป แบ่งเป็น
        1.2.1 ระบบซีคอน
        1.2.2 ระบบ Double Wall (บ้านไร้เสาและคาน)
        1.2.3 ระบบ RC Wall (ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรง)
2. เพื่อทำการศึกษาราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลารวมทั้งการวางแผนการก่อสร้างบ้านเดี่ยวสองชั้นด้วยระบบการก่อสร้างที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น
3. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบข้อได้เปรียบเสียเปรียบในด้านมูลค่าการก่อสร้าง ระยะเวลาและการวางแผนการก่อสร้างด้วยระบบต่าง ๆ ข้างต้น

1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

เทคโนโลยีการก่อสร้างได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมตามกาลเวลา ทำให้เกิดรูปแบบการก่อสร้างที่แปลกแตกต่างกันออกไป และในปัจจุบันที่ก้าวเข้าสู่ปี 2000 เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจทำให้งานทางด้านการก่อสร้างและธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่ตกต่ำกำลังมีแนวโน้มที่จะฟื้นตัว ทำให้การก่อสร้างแบบใหม่จะต้องมีการวางแผนโครงการและแผนงบประมาณรวมถึงรูปแบบการก่อสร้างให้ดี โดยจะต้องลืมเรื่องความฟุ่มเฟือยหละหลวมของงานก่อสร้างแบบเดิม ๆ

สำหรับหัวข้อการศึกษาจะเน้นในงานก่อสร้างขนาดเล็ก คือ บ้านเดี่ยวสองชั้นหรืออาคารขนาดเล็ก เนื่องด้วยขีดจำกัดทางระยะเวลาทางการศึกษาและเพื่อให้ได้ของเขตการศึกษาที่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีรูปแบบการก่อสร้างที่จะศึกษาดังนี้

1. ระบบบ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. ระบบบ้านสำเร็จรูป แบ่งเป็น
    1.1 ระบบชีคอน
    1.2 ระบบ Double Wall (บ้านไร้เสาและคาน)
    1.3 ระบบ RC. Wall (ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรง)

โดยจะทำการเปรียบเทียบระบบก่อสร้างข้างต้นในหัวข้อต่อไปนี้

1. เทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้าง
2. ราคาค่าก่อสร้าง
3. ระยะเวลาและการวางแผนการก่อสร้าง

เพื่อที่จะใช้ผลจากการทำการศึกษาหัวข้อเหล่านี้มาใช้ในการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการก่อสร้างให้เหมาะสมกับสภาวะและสถานการณ์ปัจจุบันที่จะก้าวเข้าสู่ศตวรรษใหม่

1.4 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาระบบการก่อสร้างที่ใช้กับบ้านเดี่ยวสองชั้นหรืออาคารขนาดเล็ก
2. ศึกษาขั้นตอนและเทคนิครวมทั้งการติดตั้งในการก่อสร้างแต่ละระบบ
3. ศึกษาราคาค่าก่อสร้างของแต่ละระบบการก่อสร้างจาก BOQ
4. ศึกษาระยะเวลาและลักษณะการวางแผนงานการก่อสร้างในแต่ละระบบ
5. ศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างแต่ละระบบตามข้อ 2 และข้อ 3

1.5 รายละเอียดขั้นตอนของการทำการศึกษา

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการก่อสร้างทั้งสี่ระบบ
    1.1 รวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากโครงงานพิเศษที่เคยทำการศึกษามาก่อนแล้ว เช่น ระบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบชีคอน ระบบบ้านสำเร็จรูปใช้ผนังรับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 รวบรวมข้อมูลของระบบบ้านสำเร็จรูปไร้เสาและคาน(โดยใช้ Double Wall รับแรง) จากบริษัท SP CONSTRUCTION SYSTEM Co.,Ltd

1.3 รวบรวมและคัดเลือกการก่อสร้างในทั้ง 2 ระบบเพื่อทำการศึกษาราคาค่าก่อสร้าง (จาก BOQ)

2. วิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ทำการเปรียบเทียบข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบการก่อสร้างทั้งสี่ระบบทั้งด้านขีดจำกัดในการออกแบบและการก่อสร้าง

2.2 ทำการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างจากทั้งสี่ระบบในอาคารที่ก่อสร้างในขอบเขตที่คล้ายกัน

2.3 ทำการเปรียบเทียบความยากง่ายในการวางแผนและกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้างของบ้านทั้งสองระบบ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้ในขั้นตอนการก่อสร้างรวมทั้งการติดตั้งจากระบบการก่อสร้างทั้งสอง สำหรับบ้านเดี่ยวสองชั้น
2. ได้ความรู้เกี่ยวกับราคาและระยะเวลาพร้อมทั้งความยากง่ายในการวางแผนงานการก่อสร้างทั้งสองระบบ
3. ทราบถึงข้อได้เปรียบเสียเปรียบจากราคา ระยะเวลาพร้อมทั้งลักษณะการวางแผนงานการก่อสร้างของทั้งสองระบบ
4. นำผลการศึกษามาช่วยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการก่อสร้างให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจรวมทั้งขีดจำกัดทางการเงินและระยะเวลาของการก่อสร้างในปัจจุบันซึ่งกำลังจะก้าวสู่ปี ค.ศ.2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21
(EVOLUTION OF CONSTRUCTION IN CENTURY 21)

2.1 บทนำ

ในประเทศไทยได้มีความพยายามที่จะนำเอาวัสดุและระบบการก่อสร้างแบบใหม่มาใช้ทดแทนบ้านโครงสร้างคอนกรีตและผนังก่ออิฐฉาบปูนในธุรกิจบ้านจัดสรรมานานไม่น้อยกว่า 30 ปีมาแล้ว แต่ดูเหมือนว่าไม่ค่อยประสบความสำเร็จนัก ในช่วงที่เศรษฐกิจเฟื่องฟู วัสดุ และระบบการก่อสร้างใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นมากมายทั้งจากการนำเข้าและจากอุตสาหกรรมภายในประเทศ แต่เมื่อเศรษฐกิจชะลอตัว หรือ ธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ซบเซา วัสดุและระบบการก่อสร้างดังกล่าวก็มักขาดการพัฒนาหรือ ปิดกิจการไป อย่างไรก็ตามในช่วงเฟื่องฟูของธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ผ่านมา (พ.ศ. 2530 – 2538) ปัญหาการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของไทยก็ชัดเจนมากขึ้น เช่น ปัญหาการขาดแคลนช่างฝีมือ ขาดแคลนไม้และวัสดุก่อสร้างบางชนิด ความล่าช้าในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้างแพงขึ้นแต่คุณภาพบ้านและมาตรฐานการก่อสร้างลดลง ประกอบกับมีการรณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานในอาคาร และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นในช่วงนี้ด้วย ผู้ที่เกี่ยวข้องจึงยอมรับปัญหาก้าวขวางขึ้น หลังวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์จึงอยู่ในภาวะวิกฤติและชะงักงันตามไปด้วย มีจำนวนที่อยู่อาศัยล้นตลาดมากมายจนกระทั่งปัจจุบัน มีคนว่างงานและประชากรส่วนใหญ่มีรายได้ลดลงมาก จึงเป็นช่วงเวลาที่ทุกฝ่ายซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาทบทวนบทบาทของตนเอง และคิดหาทางแก้ไขปัญหาที่อยู่อาศัยของประเทศอย่างจริงจัง เพื่อให้คนส่วนใหญ่ของประเทศอย่างจริงจังเพื่อหาคนส่วนใหญ่ของประเทศได้มีที่อยู่อาศัยราคาถูกขึ้น หรือสามารถซื้อได้(คนไทยต้องซื้อหรือเช่าบ้านแพงเมื่อเทียบกับรายๆได้ และมาตรฐานบ้านที่ได้) และ มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อีกทั้งการนำเข้าวัสดุ เทคโนโลยี หรือระบบการก่อสร้างจากต่างประเทศมาใช้โดยตรง และธุรกิจการค้าแบบเสรี (ซื้อมาขายไปโดยไม่ได้พัฒนา) ได้ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของงประเทศด้วย เราจึงควรช่วยกันพัฒนาวัสดุและระบบการก่อสร้างที่ประหยัดและเหมาะสมให้เกิดขึ้นให้ได้ เพื่อรองรับกับความต้องการที่อยู่อาศัยในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เทคโนโลยีปี 2000

ในช่วงปลายของศตวรรษที่ 20 ได้มีเทคโนโลยี และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายอย่าง โดยคาดกันว่าจะมีการพัฒนาให้ก้าวหน้าสูงขึ้นไปอีก และ จะถูกนำไปใช้กันแพร่หลายมากยิ่งขึ้น ในศตวรรษที่ 21 นี้ มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีพ วิถีความเป็นอยู่ หรือ เศรษฐกิจ และสังคมของประชากรโลกในวงกว้างมากยิ่งขึ้น และน่าจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และธุรกิจที่อยู่อาศัยในอนาคตได้ด้วยเช่นกัน

สิ่งที่น่าสนใจดังกล่าวนั้น ได้แก่ ความก้าวหน้าด้านคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และพลาสติก

คอมพิวเตอร์ได้มีอิทธิพลครอบคลุมศาสตร์ หรือวิทยาการทุกสาขาและ กิจกรรมการดำรงชีพของมนุษย์ทุกประเภท เช่น การศึกษา การทำงาน การติดต่อสื่อสาร การผลิต การค้าขาย และการพักผ่อนหรืออาศัยอยู่ในบ้าน ในศตวรรษที่ 21 นี้ คนในประเทศโลกที่สามจะต้องพึ่งพา หรือ ผูกพันกับเทคโนโลยีและเครื่องคอมพิวเตอร์มากขึ้นอย่างยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ ระบบ ITBAS และ E Commerce จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม และธุรกิจการก่อสร้างบ้าน และการออกแบบมากยิ่งขึ้น รูปแบบ วัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านของต่างประเทศก็จะเข้าถึงคนไทยได้ง่าย

หุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ก็จะถูกพัฒนาให้นำมาใช้ในงานการก่อสร้างแทนคนงานและช่างฝีมือมากขึ้น โดยเฉพาะในงานก่อสร้างที่เสี่ยงภัย หรือ ในโรงงานผลิตบ้านสำเร็จรูป ในอนาคตอาจนิยมซื้อหุ่นยนต์เพื่อใช้งานในสำนักงานหรือใช้แทนคนใช้ในบ้านก็เป็นได้

เทคโนโลยีชีวภาพ และวิศวรรมพันธุกรรม (Genetices Engineering) มีผลต่อการพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์เพื่ออุตสาหกรรม เราอาจได้ป่าไม้หรือพืชพันธุ์ใหม่ที่โตเร็วเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหรือวัสดุก่อสร้างที่ขาดแคลนได้ในอนาคต พลังงานจากแก๊สชีวภาพ เครื่องบำบัดน้ำเสีย และการทำลายขยะโดยบวนการชีวภาพ รวมทั้งการกำจัดปลวก แมลง และหนู โดยใช้วิธีทางชีวภาพแทนสารเคมี อาจพัฒนาให้เกิดการยอมรับมากขึ้นในอนาคตก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีสะอาด หรือ เทคโนโลยีเพื่อการควบคุมและการป้องกันมลพิษ เทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน หรือ ช่วยให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) กำลังได้รับความสนใจและผลักดันให้เกิดขึ้นเป็นสากล ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจการผลิตวัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้าง (วัตถุดิบ ขบวนการผลิต และการจัดการ) วัสดุและระบบการก่อสร้างหลายชนิดที่สิ้นเปลืองพลังงาน ก่อให้เกิดมลพิษ และสร้างปัญหาหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในขั้นตอนการผลิต การก่อสร้าง หรือการใช้อาคาร (Operation) จะได้รับการต่อต้านมากขึ้น และการนำพลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานลมมาใช้ในอาคาร หรือ ในการก่อสร้างก็จะมีความสำคัญมากขึ้น กระแสของ Green หรือ Sustainable Architecture Energy House Solar House หรือ Eco-house คงเข้มข้นมากขึ้นในศตวรรษที่ 21

ทางด้านวัสดุศาสตร์หลายฝ่ายยอมรับว่าพลาสติกจะเป็นวัสดุของศตวรรษที่ 21 เนื่องจากได้พัฒนาก้าวหน้ามาก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กว้างขวาง รวมทั้งในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วย พลาสติกมีหลายชนิดสามารถทำให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกันได้ พลาสติกบางชนิดมีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนความร้อนที่ดี มีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสภาพอากาศที่หนาวจัดหรือร้อนจัดได้ดี สามารถผลิตให้มีความแข็งแรง ความอ่อน หรือมีความยืดหยุ่นได้ตามต้องการ ป้องกันหรือทนทานต่อการรั่วซึมของน้ำและอากาศได้ดี อาจฉีดหล่อ หรือรีดขึ้นรูปเป็นรูปตัด หรือ รูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย เชื่อมต่อและประกอบได้ง่าย และทำผิวสำเร็จได้หลากหลายชนิด (สี ลวดลายและพื้นผิว) จึงเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีการใช้พลาสติกแทนไม้และโลหะในการก่อสร้างบ้านมากขึ้น เช่น งานระบบท่อ วงกบและบานประตูหน้าต่าง ห้องน้ำ และชุดครัวสำเร็จรูป แผ่นผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน และแผ่นวัสดุปูพื้นหรือผนัง ใช้เป็นช่องแสงแทนกระจก ใช้เป็นฉนวนความร้อน และมีการทดลองใช้เป็นโครงสร้าง หรือสร้างเป็นบ้านพลาสติกทั้งหลังแล้วด้วย

2.3 แนวความคิดในการออกแบบและก่อสร้างบ้านในอนาคต

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว มักมีแนวความคิดในการออกแบบหรือการก่อสร้างที่อยู่อาศัยเพื่อสนองความต้องการในอนาคตดังนี้

1. บ้านระบบอัตโนมัติ (Automation) หมายถึง บ้านที่ติดตั้งเครื่องอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อม มีระบบการป้องกันไฟ การเตือนภัย และการรักษาความปลอดภัย มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมอัตโนมัติ เพียงแต่กดปุ่มก็สามารถใช้งานหรือควบคุมการทำงานของระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บ้านที่ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือ ค้ำจุนโลก (Sustainability) เช่น บ้านประหยัดพลังงาน บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ บ้านที่ออกแบบโดยให้ความสำคัญกับระบบนิเวศน์
3. บ้านที่สามารถซื้อหรือเช่าได้ (Affordability) คือ ต้องทำให้ราคาค่าก่อสร้างบ้านไม่แพงเกินความสามารถ หรือ เกินรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ที่จะซื้อหาได้ และ รัฐจะต้องจัดการให้ประชาชนทุกกลุ่ม(คนยากจน) สามารถเข้าถึง(Accessibility) หรือ สามารถมีบ้านได้ทุกคน
4. บ้านที่ให้ความอิสระในการอยู่อาศัยตามความต้องการเฉพาะ เช่น บ้านที่ออกแบบพิเศษสำหรับผู้สูงอายุ (จะเป็นคนกลุ่มใหญ่ของสังคมในอนาคต) ผู้ทุพพลภาพ หรือ คนพิการ ชนกลุ่มน้อยที่มีวัฒนธรรมและประเพณีแตกต่างกันออกไป บ้านที่สามารถปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ ผัง หรือ ขนาดได้ตามความต้องการที่เปลี่ยนไปตามวัยของผู้อาศัย หรือ ตามขนาดของครอบครัวที่เปลี่ยนไป เป็นต้น
5. บ้านที่ให้สุขภาพอนามัยที่ดีแก่ผู้อยู่อาศัย เนื่องจากในประเทศที่มีอากาศหนาวคนส่วนใหญ่ใช้ชีวิตอยู่ภายในบ้าน คุณภาพของอากาศภายในบ้านจึงมีความสำคัญต่อสุขภาพอนามัยอย่างยิ่ง เนื่องจากการสร้างบ้านจะปิดผนึกไม่ให้อากาศรั่วซึมได้ เมื่อมีมลภาวะ เชื้อโรค หรืออากาศเสียเกิดขึ้นภายในบ้าน ก็จะเก็บกักและหมุนเวียนอยู่ภายในบ้าน

แนวความคิดดังกล่าวอาจมีอิทธิพลต่อแนวทางการออกแบบและการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในอนาคตของไทยด้วยเช่นกัน

2.4 วัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านในอนาคต

แนวความคิดในการพัฒนาวัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านเพื่อสนองความต้องการในอนาคต มีแนวโน้มว่าได้ให้ความสำคัญกับคุณสมบัติดังต่อไปนี้มากยิ่งขึ้น ได้แก่

1. มีน้ำหนักเบา ขนส่ง และยกขึ้นติดตั้งได้ง่าย
2. สร้างหรือประกอบติดตั้งได้รวดเร็ว เช่น ระบบการก่อสร้างแบบแห้ง
3. ปรับ ดัดแต่ง หรือ ดัดแปลงแก้ไขในสถานที่ก่อสร้างได้ง่าย
4. ให้ความอิสระในการออกแบบได้หลากหลายรูปแบบ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการที่เปลี่ยนไปได้ ตามฐานะ ค่านิยม รสนิยม ยุคสมัย และภาวะเศรษฐกิจ
5. ช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม(พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ ช่วยลดมลพิษ และรวมถึงการรักษาศิลปะ และวัฒนธรรมท้องถิ่นด้วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามในแต่ละประเทศ หรือในแต่ละท้องถิ่น โดยปรกติจะมีวัตถุดิบ หรือวัสดุและกรรมวิธีการก่อสร้างท้องถิ่นอยู่แล้ว การพัฒนา หรือเปลี่ยนแปลงไปใช้วัสดุหรือระบบการก่อสร้างแบบใหม่ ๆ จึงต้องมีความพร้อมในหลาย ๆ ด้าน เช่น มีแหล่งวัตถุดิบ อุตสาหกรรมรองรับ เทคโนโลยีและช่าง ฯลฯ และแน่นอนว่าถ้าเป็นการนำเข้าวัสดุและระบบการก่อสร้างจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงจะต้องเป็นประเทศที่ร่ำรวยมาก โดยปรกติแล้วประเทศต่าง ๆ จะพยายามพัฒนา และปกป้อง หรือรักษาอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้เกิดขึ้นในประเทศของตน เพราะเป็นแหล่งงานสำคัญ และผูกพันกับเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศ

2.5 วัสดุก่อสร้าง

วัสดุการก่อสร้างบ้านที่สำคัญในอดีต ได้แก่ ไม้ วัสดุก่อ คอนกรีต และเหล็กหรือโลหะอื่น(อลูมิเนียม) ก็จะยังคงความสำคัญในระดับที่แตกต่างกันไปในแต่ละสังคม พลาสติกหลากหลายชนิดที่เกิดขึ้น ก็จะมีสัดส่วนในการก่อสร้างบ้านมากขึ้นกว่าเดิม และเชื่อกันว่าในศตวรรษที่ 21 นี้ คงมีระบบการก่อสร้างบ้านด้วยพลาสติกเกิดขึ้นในตลาดบางประเทศ

ในประเทศที่พัฒนาแล้วจะพยายามพัฒนาวัสดุการก่อสร้างพื้นฐานที่มีอยู่เดิมให้คงความสำคัญควบคู่กับสังคมตลอดไป ความหลากหลาย (Diversity) จะช่วยให้เกิดการแข่งขัน เกิดการพัฒนา และช่วยสร้างคุณภาพทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ด้วย เช่น ถ้าไม้มีราคาแพง คนก็จะเลือกใช้ระบบการก่อสร้างด้วยเหล็กมากขึ้น ถ้าเหล็กมีราคาแพงขึ้น ตลาดก็จะกลับไปใช้ไม้หรือวัสดุก่อแทน ในบางประเทศที่เห็นว่าการก่อสร้างด้วยคอนกรีต หรือเหล็กได้ก่อให้เกิดมลภาวะหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก ก็จะสนับสนุนให้มีการปลูกป่าเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นเพื่อให้ระบบการก่อสร้างด้วยไม้สามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืนและมีส่วนแบ่งทางการตลาดมากขึ้นนั่นเอง สมาคมผู้ผลิตหรือผู้ค้าไม้แปรรูป ไม้ประกอบ อิฐ คอนกรีตและเหล็ก ต่างก็มีหน้าที่และความพยายามที่จะต้องพัฒนา หรือสร้างนวัตกรรมวัสดุและระบบการก่อสร้างของตนให้มีราคาถูก หรือมีคุณภาพที่ดีขึ้น เพื่อความอยู่รอดของอุตสาหกรรมและธุรกิจของตนตลอดไป

ไม้ และเทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยไม้ หรือไม้ประกอบ ในหลายประเทศได้พัฒนาก้าวหน้าไปมาก มีการใช้ไม้อย่างมีประสิทธิภาพสูง และช่วยให้ได้บ้านที่มีราคาถูก การก่อสร้างบ้านด้วยไม้ในอนาคตจึงไม่ได้หมายถึงการนำเอาไม้ท่อนขนาดใหญ่ หรือไม้แปรรูปชนิดดี มีราคาแพงมาใช้ก่อสร้าง แต่จะหมายถึงระบบการก่อสร้างที่ใช้ไม้แปรรูปขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ (เช่น ไม้อัด เวเฟอร์บอร์ด โอเอสบี หรือ Oriented Strand Board และแผ่นฟางอัด ฯลฯ) ไม้โครงสร้างองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Structural Composite Lumber เช่น Glulam,Parallel Strand Lumber,Laminated Veneer Lumber) และโครงไม้ประกอบสำเร็จรูป (เช่น ตงไม้ ประกอบด้วยรูปตัวไอ และโครงฉักจากไม้ขนาดเล็กซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ทำตงและโครงหลังคา)

ไม้ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างในอนาคตไม่ได้หมายถึงไม้ที่ผิดกฎหมาย หรือได้มาจากการบุก รุกวนอุทยาน และทำลายทรัพยากรป่าไม้ของชาติ แต่เป็นไม้ที่ได้จากป่าเศรษฐกิจ หรือการปลูกสวนป่า ซึ่งมีการคัดพันธุ์ การปลูกทดแทน การตัดฟัน และการแปรรูป อย่างเป็นระบบ และมีการจัดการที่ดี เพื่อให้ได้ผลที่คุ้มค่าทั้งในเชิงเศรษฐกิจ และการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ป่าไม้เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน หรือทรัพยากรที่ปลูกทดแทนได้ ซึ่งต่างจากน้ำมัน และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ ถ้ารัฐมีนโยบายแก้ปัญหาและมีแผนการพัฒนาป่าไม้อย่างจริงจัง มีการจัดการที่ได้ผลต่อเนื่องยาวนานพอ เพียงครึ่งศตวรรษก็จะสามารถทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ สามารถนำไม้มาใช้ในอุตสาหกรรมและการก่อสร้างได้ครบวงจรและทดแทนวัสดุนำเข้าอย่างอื่นได้มากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกป่าได้ดีกว่าหลาย ๆ ประเทศ สามารถปลูกพันธุ์ไม้โตเร็วได้หลายชนิด มีรอบการตัดฟันเพื่อใช้ประโยชน์สั้นกว่า และมีประเทศ สามารถปลูกพันธุ์ไม้โตเร็วได้หลายชนิด มีรอบการตัดฟันเพื่อใช้ประโยชน์สั้นกว่า และมีที่ดินหรือพื้นป่าเสื่อมโทรมทิ้งว่างไม่ได้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากมาย จึงน่าจะฟื้นฟูป่าไม้และพัฒนาระบบการก่อสร้างด้วยไม้อย่างจริงจัง ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่ได้อีกทางหนึ่งด้วย

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว ไม้และระบบการก่อสร้างด้วยไม้ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวางแล้วว่า มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าคอนกรีตและเหล็กมาก ประหยัดพลังงานทั้งในกระบวนการผลิต และขั้นตอนการก่อสร้างได้มากกว่า และปล่อยของเสียหรือมลพิษต่าง ๆ ออกมาน้อยกว่าคอนกรีตและเหล็กมากหลายเท่า ไม้หรือระบบการก่อสร้างไม้ประกอบจึงยังคงความสำคัญในอนาคต แต่แหล่งวัตถุดิบจะต้องมาจากป่าที่ยั่งยืน มิฉะนั้นก็จะถูกต่อต้านจากนักอนุรักษ์เช่นในอดีต เพราะจะสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกเพิ่มขึ้นเช่นกัน

คอนกรีตและระบบการก่อสร้างบ้านด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กได้รับความนิยมแพร่หลายมานานในหลายประเทศที่ปูนซีเมนต์มีราคาถูก รวมทั้งในประเทศไทยด้วย คอนกรีตมีปัญหาในเรื่องการทำลายระบบนิเวศน์ มีการปล่อยสารพิษ และฝุ่นละอองทั้งในน้ำและอากาศ การก่อสร้างด้วยคอนกรีตมีน้ำหนักมาก เป็นระบบการก่อสร้างแบบเปียก จึงเสียเวลาในการก่อสร้างมาก อีกทั้งเป็นวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนต่ำจึงไม่นิยมใช้ในบางประเทศ หรืออาจใช้เฉพาะบางส่วนของอาคาร เฟอโรซีเมนต์ และ คอนกรีตน้ำหนักเบาก็เป็นวัสดุที่อาจนำมาใช้เพื่อลดน้ำหนักโครงสร้างลงได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กหรือระบบการก่อสร้างบ้านด้วยเหล็ก เหมาะกับการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมเพราะโครงสร้างมีน้ำหนักเบา การผลิตมีมาตรฐานและเที่ยงตรงสูง สามารถประกอบในโรงงานแล้วนำไปติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างได้รวดเร็ว มักใช้เฉพาะในประเทศที่มีอุตสาหกรรมเหล็กพร้อม (ราคาถูก) สังคมมีความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรม และประชากรมีรายได้สูงพอ แม้แต่ในประเทศอุตสาหกรรมหลายประเทศก็ยังใช้เหล็กก่อสร้างบ้านอย่างจำกัด คือ นิยมใช้เฉพาะในบางท้องถิ่นหรือในโครงการพิเศษเท่านั้น เนื่องจากเหล็กมีค่าความต้านทานความร้อนต่ำมาก ต้องใช้ฉนวนหุ้มข้างนอก เป็นวัสดุที่ใช้พลังงานในการผลิตสูงมาก และทำให้เกิดมลพิษในน้ำและอากาศสูง ประเทศที่พัฒนาแล้วจึงพยายามที่จะลดอุตสาหกรรมผลิตเหล็กในประเทศ

การก่อสร้างด้วยวัสดุก่อ เช่น อิฐ คอนกรีตบล็อค บล็อคประสาน หรืออิฐดินซีเมนต์ นิยมใช้ในหลายประเทศ โดยเฉพาะในประเทศในโลกที่สาม เนื่องจากเป็นวัสดุที่ผลิตได้ง่าย วัตถุดิบหาได้เกือบทุกท้องถิ่น ทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ ทำการก่อสร้างได้ง่าย ถ้าใช้เป็นผนังรับน้ำหนักจะเป็นระบบก่อสร้างที่ประหยัด แต่เสียเวลาการก่อสร้างมาก และส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่มีค่าต้านทานความร้อนต่ำเช่นกัน

2.6 ระบบโครงสร้าง

โครงสร้างที่นิยมใช้ในการสร้างบ้านตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบัน คือ ระบบผนังรับน้ำหนัก และระบบเสากับคาน ส่วนโครงบ้านแบบอื่น ๆ เช่น โครงสร้างเปลือกบาง และ โครงแขวน หรือโครงผ้าใบ ก็มีการนำมาใช้บ้างในโครงการทดลอง หรือ เป็นโครงการส่วนตัวที่มีวิศวกรและสถาปนิกออกแบบเฉพาะตัว ถึงแม้โครงแขวนกำลังมีบทบาทสำคัญต่อรูปแบบสถาปัตยกรรมในอนาคต และคงมีอิทธิพลกับงานออกแบบบ้านส่วนตัวบ้าง แต่คงยากที่จะมีบทบาทสำคัญในโครงการบ้านจัดสรรทั่ว ๆ ไป

โดยหลักการแล้วโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักให้ความประหยัดได้ดี เพราะรวมองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้างเข้าด้วยกัน มีการถ่ายแรงจากหลังคาสู่ฐานรากได้โดยตรง จึงน่าจะลดขั้นตอนการก่อสร้างและประหยัดวัสดุลงได้มาก แต่ไม่เป็นที่คุ้นเคยของผู้ออกแบบและช่างก่อสร้างในประเทศไทย ทำให้รู้สึกว่าขาดอิสระในการออกแบบ (การเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายหลัง และเจาะช่องเปิด) แต่ระบบโครงสร้างไม้หรือโครงเหล็กเบา ที่เรียกว่า "Framimg Construction" ซึ่งเป็นระบบผนังรับน้ำหนัก จะให้ความอิสระในการออกแบบสูงกว่าผนังวัสดุก่อหรือผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบการก่อสร้าง

ระบบการก่อสร้างบ้านอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Traditional Construction) ระบบการก่อสร้างที่ใช้กันทั่วไป (Conventional Construction) และการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrialized Construction) ในประเทศอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะยังคงให้ความสำคัญกับระบบการก่อสร้างทั้ง 3 ระบบ ระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมใช้เพื่อการอนุรักษ์ศิลปะ และวัฒนธรรม ระบบการก่อสร้างที่ใช้กันทั่วไป ใช้ในการก่อสร้างบ้านส่วนตัว โครงการขนาดเล็ก งานดัดแปลง งานต่อเติม หรือปรับปรุงใหม่ ซึ่งเป็นงานการก่อสร้างที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ของประเทศ ระบบการก่อสร้างแบบนี้เป็นตัวสร้างงานที่สำคัญให้กับแรงงานท้องถิ่น ช่างชาวบ้าน ช่างก่อสร้างอิสระ หรือผู้รับเหมารายย่อยในท้องถิ่น ซึ่งเป็นแรงงานส่วนใหญ่ของสังคม

ส่วนการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมนั้น มักใช้กับโครงการที่ต้องการสร้างให้เสร็จในระยะเวลาที่จำกัด เช่น โครงการขนาดใหญ่ที่มีความต้องการคอยอยู่ โครงการที่สร้างในถิ่นทุรกันดาร มีอากาศหนาวเย็นไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างในที่ หรือ ในบางท้องถิ่นที่ขาดแคลนแรงงานและช่างฝีมือ ในทวีปอเมริกาเหนืออุตสาหกรรมและธุรกิจชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูปที่มีมาตรฐาน เป็นระบบเปิด (Open System) คือ สั่งซื้อได้สะดวกเหมือนกับวัสดุก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ส่วนใหญ่มักมีบริการออกแบบเฉพาะโครงการหรืออาจติดตั้งให้ด้วย เช่น โครงหลังคาสำเร็จรูป ตงสำเร็จรูป และผนังสำเร็จรูป เป็นต้น เจ้าของบ้านหรือช่างก่อสร้างสามารถสั่งซื้อชิ้นส่วนประกอบดังกล่าวมาติดตั้งเองได้ ซึ่งได้พัฒนาไปสู่ระบบการก่อสร้างบ้านที่ก่อสร้างด้วยตนเอง หรือแกะกล่องประกอบได้เอง

2.8 วัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านของไทยที่ผ่านมา

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยของไทยแบบดั้งเดิมเป็นบ้านไม้ทั้งหลัง ต่อมาได้มาเปลี่ยนไปเป็นบ้านโครงสร้างคอนกรีตกับผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลายมานานจนกระทั่งปัจจุบัน ในอดีตมีการนำระบบการก่อสร้างบ้านของต่างประเทศมาทดลองใช้ในประเทศไทยหลากหลายระบบด้วยกัน แม้แต่การก่อสร้างด้วยผนังไม้ขัดแตะฉาบปูน และ โครงสร้างไม้แบบบอลลูนเฟรมก็เคยมีผู้นำเข้ามาใช้ก่อสร้างบ้านเช่นกัน หลังจากที่มีการพัฒนาประเทศไปสู่ระบบอุตสาหกรรมตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มีความต้องการด้านที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงที่ธุรกิจบ้านจัดสรรเฟื่องฟูครั้งแรก (พ.ศ.2510-2516) จึงมีความตื่นตัวในอุตสาหกรรมผลิตวัสดุก่อสร้าง เทคโนโลยี และระบบการก่อสร้างแบบใหม่ และมีความพยายามที่จะนำระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม และการออกแบบในระบบประสานทางพิกัดมาใช้ มีบ้านผนังคอนกรีตและโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปเกิดขึ้นหลายโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ แต่ต่อมาก็ซบเซาไปตามภาวะเศรษฐกิจ ดูเหมือนว่าผลิตภัณฑ์คอนกรีตและเทคโนโลยีคอนกรีต (เช่น คอนกรีตอัดแรงและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป) ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในงานก่อสร้างโดยทั่วไปมากกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ จนกระทั่งเศรษฐกิจและธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ได้เฟื่องฟูอีกครั้งหนึ่งในช่วงปี พ.ศ. 2530 –2538 มีโครงการบ้านจัดสรรและที่อยู่อาศัยแบบต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย วัสดุและเทคโนโลยีการก่อสร้างใหม่ ๆ ของต่างประเทศก็ได้หลั่งไหลเข้ามาอีก เนื่องจากผู้ประกอบการต้องการสร้างบ้านให้เสร็จโดยเร็วตามความรีบเร่งของตลาด ปัญหาการขาดแคลนวัสดุและช่างก่อสร้างในช่วงนั้นรุนแรงมากขึ้น และราคาค่าก่อสร้างได้แพงขึ้นอย่างรวดเร็ว บ้านโครงสร้างเหล็ก อุตสาหกรรมไม้เทียม และคอนกรีตมวลเบาก็ได้เกิดขึ้นในยุคเศรษฐกิจฟองสบู่นี้เอง ประกอบกับกระแสโลกาภิวัฒน์ และธุรกิจการค้าเสรี ทำให้มีการนำเข้าไม้แปรรูป (Softwood) ผลิตภัณฑ์ไม้ประกอบ และไม้เทียม รวมทั้งบ้านไม้ทั้งหลัง (Log Home และ Wood Frame House) มาจากต่างประเทศ แนวโน้มของวัสดุและระบบก่อสร้างในช่วงหลังจึงได้เริ่มเปลี่ยนแปลงไปใช้ในโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา และเป็นการก่อสร้างระบบแห้งแทนการก่อสร้างด้วยคอนกรีตและผนังก่ออิฐ แต่หลังจากเกิดวิกฤติเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 ธุรกิจบ้านจัดสรรและธุรกิจการนำเข้าดังกล่าวก็หยุดชะงักลงด้วยเช่นกัน จนกระทั่งปัจจุบัน ถึงแม้ราคาที่ดินและที่อยู่อาศัยในท้องตลาดได้ลดลงมาก (พ.ศ. 2541 – ปัจจุบัน) แต่คาดกันว่าราคาค่าก่อสร้างบ้านใหม่ในอนาคตจะสูงขึ้นหรือมีมาตรฐานการก่อสร้างลดลงกว่าเดิม ถ้าไม่มีการพัฒนาวัสดุและระบบการก่อสร้างที่ประหยัดและเหมาะสมให้เกิดขึ้นในสังคมไทย เนื่องจากรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ไม่สามารถที่จะซื้อบ้านในราคาแพงได้อีกต่อไป

2.9 บทสรุป

นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านที่จะเกิดขึ้นในอนาคตนั้น สามารถมองได้ 2 แนวทาง แนวทางแรก คือ มองการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นตามทิศทางของธุรกิจ การตลาด หรือตามกระแสสังคม อีกแนวทางหนึ่ง คือ มองว่านวัตกรรมที่ควรจะเกิดขึ้นนั้นคืออะไร หรือสังคมไทยต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้นในอนาคต แนวทางประการหลังจะมีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่อยู่อาศัยและเศรษฐกิจของชาติได้มากกว่าหนทางแรก ถ้าหน่วยงานของรัฐซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบ และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีเป้าหมาย หรือมีนโยบายและวางแผนร่วมกัน แล้วร่วมมือกันแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน ก็จะทำให้เกิดนวัตกรรมนั้นได้จริง ๆ ระยะเวลาหนึ่งศตวรรษนานมากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากที่เป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบันไปสู่ระบบที่รัฐเชื่อว่าควรจะให้เป็นแต่ถ้าไม่ช่วยกันแก้ปัญหา และปล่อยให้เป็นไปตามกระแสธุรกิจ ตลาด หรือระบบการค้าเสรี ก็เป็นไปได้ว่าในอนาคตเมื่อเศรษฐกิจดีขึ้นอีก คนไทยอาจนิยมสั่งซื้อ (หรือสั่งออกแบบ) บ้านจากต่างประเทศมาใช้โดยตรง ซึ่งมีรูปแบบให้เลือกมากมาย ผลิตในโรงงานแล้วใส่ตู้คอนเทนเนอร์ส่งเข้ามาประกอบติดตั้งในประเทศไทย เสร็จรวดเร็วตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาที่กำหนดไว้ ราคาถูกกว่า และมีประกันนานถึง 25 ปี แม้แต่ที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อย หรือชุมชนแออัด รัฐต้องแก้ปัญหาโดยสั่งผลิตและนำเข้าโดยตรงจากต่างประเทศ เพราะราคาถูกกว่า คุณภาพดีกว่า จะโก้เก๋หรือทันสมัยกว่าอุตสาหกรรมภายในประเทศ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้อาจเป็นนวัตกรรมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 นี้ก็ได้ ถึงแม้ว่าสถาปนิก วิศวกร และช่างก่อสร้างคนไทยส่วนใหญ่จะไม่ชอบก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบกึ่งสำเร็จรูป
(INSITU AND PREFABRICATION)

3.1 บทนำ

การก่อสร้างระบบธรรมดา หมายถึง วิธีการก่อสร้างโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการหล่อส่วนประกอบทางโครงสร้างในที่ ส่วนผนังจะใช้วิธีการก่ออิฐและฉาบปูนตกแต่งผิว

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป หมายถึง วิธีการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาเป็นส่วนประกอบอาคารบ้านพักอาศัย และหมายรวมถึงการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของการก่อสร้างและมีการหล่อในที่ การก่อและการฉาบในบางส่วนของอาคาร เช่น ส่วนของห้องน้ำ

ความแตกต่างของการก่อสร้างของทั้งสองระบบจะอยู่ที่กรรมวิธีในการก่อสร้างและติดตั้งและจะเน้นถึงหลักการบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่นเรื่องของ JOINTS ซึ่งจะมีความสำคัญมากในระบบสำเร็จรูป ส่วนในระบบธรรมดานั้นเกือบจะไม่มีความสำคัญเลยแต่จะไปเน้นถึงเรื่องของการก่อการฉาบเพื่อไม่ให้เกิดรอยร้าว เป็นต้น ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

3.2 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา

บ้านพักอาศัยโดยทั่วไปจะก่อสร้างด้วยระบบธรรมดา เนื่องจากเป็นวิธีการก่อสร้างแบบเก่าที่ทำกันมานานและเป็นที่คุ้นเคยและรู้จักกันดี ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะได้มีการพัฒนานำเอาระบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในการก่อสร้างแล้วก็ตาม ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ก็ยังนิยมที่จะก่อสร้างบ้านพักอาศัยของตนด้วยระบบการก่อสร้างแบบธรรมดาอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากการไปศึกษาและดูงานบริเวณสถานที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป จะเห็นได้ว่ามีบุคคลที่ให้ความสนใจเข้าไปดูงานก่อสร้างกันมาก เพราะเห็นว่าเป็นวิธีการก่อสร้างที่แปลกใหม่ ดังนั้นจึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปยังเป็นสิ่งใหม่ที่บุคคลโดยทั่วไปจะนำไปใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบระบบการก่อสร้างแบบธรรมดา สถาปนิกและวิศวกรจะมีอิสระในการออกแบบอย่างเต็มที่ เพราะไม่ต้องสนใจในเรื่องเกี่ยวกับระบบการประสานทางพิกัด,มิติ หรือการที่จะต้องออกแบบให้เป็นไปตามตารางพิกัดต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น ทางผู้อยู่อาศัยสามารถที่จะให้สถาปนิกออกแบบบ้านพักอาศัยได้ตามที่ต้องการ เพราะในระบบธรรมดาสามารถที่จะก่อสร้างบ้านให้มีลักษณะส่วนโค้ง เว้า หรือหักมุมได้ตามต้องการเพราะเป็นการสร้างด้วยระบบหล่อในที่ ซึ่งสามารถที่จะประกอบแบบในสถานที่ก่อสร้างได้ หรือในการก่อสร้างก็สามารถที่จะทำให้มีลักษณะรูปแบบใดก็ได้ เมื่อได้รูปแบบบ้านทางด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรก็จะนำแบบนั้นไปออกแบบทางโครงสร้างกำหนดขนาดเสาคาน ความหนาพื้น จำนวนและขนาดของเหล็กเสริมที่ใช้ โดยจะต้องมีความสัมพันธ์กันทางด้านสถาปัตยกรรมด้วย ซึ่งอาจจะมีข้อยุ่งยากเกี่ยวกับการออกแบบทางโครงสร้างอย่างหนึ่งก็คือ ในแบบบ้านหลังหนึ่งอาจต้องมีการออกแบบคานหลายตัว เสาหลายต้นและเมื่อมีแบบบ้านใหม่ก็ต้องมีการออกแบบใหม่ เพื่อความแน่นอนและปลอดภัย

การก่อสร้างโดยระบบธรรมดานั้น จะมีขั้นตอนใหม่ในการก่อสร้างที่ยุ่งยาก และหลายระดับขั้นตอน เริ่มจากการตอกเสาเข็ม ทำฐานราก ทำคาน เสา พื้น ซึ่งจะต้องมีการทำไม้แบบ ผูกเหล็กและเทคอนกรีตหล่อในที่ ส่วนผนังจะต้องทำการก่ออิฐ ฉาบปูนทับ และต้องมีการตกแต่งผิว ในแต่ละขั้นตอนจะต้องอาศัยช่างฝีมือที่มีความชำนาญ มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาตามมาภายหลัง เช่น รอยร้าวที่ผิวคอนกรีต คอนกรีตแตกเป็นต้น คนงานและช่างฝีมือที่ใช้ทำงานในการก่อสร้างจะต้องมีความรู้และความชำนาญในงานนั้น ๆ โดยเฉพาะ จะนำช่างไม้มาฉาบปูนหรือนำช่างก่อไปผูกเหล็กไม่ได้

บริเวณสถานที่ก่อสร้างต้องกว้างพอที่จะกองเก็บวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ทั้งวัสดุผสม (หิน กรวด ทราย) ไม้แบบ อิฐ ปูน ไม้ และอื่น ๆ ถ้าบริเวณสถานที่ก่อสร้างคับแคบจะเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ทำให้การทำงานไม่สะดวก กีดขวางการทำงานซึ่งกันและกัน เพราะงานก่อสร้างระบบธรรมดานี้สามารถดำเนินงานพร้อม ๆ กันได้ไม่ต้องทำตามลำดับทุกขั้นตอนเหมือนระบบสำเร็จรูป เพราะในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปต้องประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้นไปตามลำดับ แต่ระบบธรรมดาสามารถที่จะทำงานเทคอนกรีตพร้อมกับงานก่อได้ถ้าคอนกรีตบริเวณที่ทำการก่อสร้างรับแรงได้ เช่น ขณะที่เทคานหรือพื้นชั้นสองก็สามารถที่จะทำงานก่อชั้นที่หนึ่งได้ แต่การก่อสร้างระบบธรรมดาจะเสียเวลาในด้านการรอให้คอนกรีตแข็งตัวสามารถที่จะรับแรงได้ จึงจะสามารถที่จะขึ้นไปทำงานบนโครงสร้างส่วนนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไม้แบบและค้ำยันเป็นวัสดุในการก่อสร้างที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการก่อสร้างระบบธรรมดา เนื่องจากระบบหล่อในที่จะต้องมีไม้แบบประกอบเป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างตามต้องการสำหรับเทคอนกรีต และรับน้ำหนักร่วมกับค้ำยันในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ไม่สามารถที่จะรับแรงได้ ในการก่อสร้างระบบธรรมดาจะเสียค่าใช้จ่ายไปกับไม้แบบประมาณ 10 – 15 % ของราคาค่าก่อสร้าง ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบเพื่อให้ใช้ไม้แบบได้อย่างประหยัดและคุ้มค่า

ขั้นตอนการก่อสร้างขั้นต้น คือ การเตรียมสถานที่ การตอกเสาเข็มทำฐานราก จะคล้ายกับการก่อสร้างแบบระบบสำเร็จรูป ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในเรื่องบ้านพักอาศัยสำเร็จรูปแบบชีคอน แต่ในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ อาจจะมีการใช้ฐานรากสำเร็จรูปในการก่อสร้าง ซึ่งมีอยู่บ้างในต่างประเทศแต่จะไม่ขอกล่าวในที่นี้

กรรมวิธีการก่อสร้างที่ต่างกันระหว่างบ้านพักอาศัยสำเร็จรูปแบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูปจะเป็นในเรื่องของ เสา คาน พื้น และผนัง หรืออาจจะรวมถึงโครงสร้างหลังคาด้วยในกรณีที่ระบบสำเร็จรูปยกขึ้นติดตั้ง กรรมวิธีโดยทั่วไปนั้นในระบบสำเร็จรูปจะนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งได้แก่ชิ้นส่วนเสา คาน พื้น และผนังมาประกอบกัน แต่การก่อสร้างในระบบธรรมดาจะเป็นการหล่อคอนกรีตเสา คาน และพื้นในที่ ส่วนผนังจะเป็นการก่ออิฐ ฉาบปูนและมีการปรับแต่งผิวเพื่อให้งานเรียบร้อย จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบธรรมดานั้นเรื่องของ Joint ระหว่างชิ้นส่วนมีความสำคัญน้อยมากหรืออาจจะกล่าวได้ว่าไม่มีความสำคัญเลย เพราะสามารถที่จะทำงานได้ต่อเนื่อง เชื่อมต่อกันได้ตลอด จะมีก็แต่การแต่งรอยต่ออิฐเพื่อความสวยงามซึ่งไม่เกี่ยวกับระบบโครงสร้าง หรือจะเป็นรอยต่อคอนกรีตซึ่งอาจจะเป็นรอยต่อที่เกิดจากการหยุดงานประจำวัน ก็สามารถที่จะทำการเทต่อได้และไม่มีผลทางโครงสร้างมากนักเพราะจะหยุดเทในส่วนที่ทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงได้น้อยที่สุดซึ่งจะได้กล่าวต่อไปเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับรอยต่อของระบบสำเร็จรูป เนื่องจากรอยต่อของระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญมาก

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงกรรมวิธีในการก่อสร้างระบบธรรมดาอย่างคร่าว ๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รู้จักและคุ้นเคยกันมานานแล้ว

36769
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 งานหล่อคอนกรีต

การผสมคอนกรีต เป็นการนำวัสดุผสมคอนกรีตคือ ปูนซีเมนต์ วัสดุผสม และน้ำมาคลุกเคล้าเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะ

การลำเลียงคอนกรีต ทำได้โดย

- การใช้ถังบรรจุคอนกรีต
- การใช้รถกระบะเข็น
- การใช้รางขนส่งคอนกรีต
- การใช้สายพานขนคอนกรีต
- การใช้ท่ออัดส่งหรือฉีด
- การสูบส่งไปตามท่อ

การเทคอนกรีต การเทคอนกรีตนับเป็นงานที่สำคัญตอนหนึ่ง เพราะมีผลต่อกำลังความแข็งแรงของโครงสร้างมาก ถ้าหากการควบคุมการเทไม่ดีแล้ว อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนของอาคารได้ถึงแม้ว่าจะทำการผสมคอนกรีตนั้นดีเพียงใดก็ตาม

การเทคอนกรีตที่ดีต้องให้ได้คอนกรีตที่มีเนื้อที่สม่ำเสมอ ไม่เกิดการแยกตัวไม่มีช่องว่างหรือรูโพรงเหมือนรังผึ้ง ในการเทคอนกรีตควรเทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ ในแนวราบ โดยให้แต่ละชั้นมีความหนาท่า ๆ กัน และไม่ควรเกินชั้นละ 45 ซม. การเทต้องกระทำในช่วงที่คอนกรีตยังไม่เริ่มการก่อตัวและสามารถไหลลงไปในช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมได้

ในบางครั้งไม่สามารถเทคอนกรีตส่วนใดให้เสร็จได้ ก็ให้หยุดเทตามตำแหน่งที่จะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด ดังนี้

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

แบบหล่อคอนกรีต แบบสำหรับหล่อคอนนกรีตหรือที่เรียกกันสั้น ๆ ว่า "แบบ" นั้น เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกสิ่งหนึ่งของงานคอนกรีต ใช้เป็นโครงสร้างชั่วคราวสำหรับรับน้ำหนักคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ยังไม่แข็งตัวและให้มีรูปร่างตามต้องการ ในงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตทั่วไป หากใช้ไม้เป็นแบบ ราคาของแบบจะคิดประมาณ 10 – 15 % ของค่าใช้จ่ายในโครงสร้างทั้งหมดและในบางครั้งราคาของไม้แบบที่ต้องประณีตก็จะมีราคาสูงขึ้นไปอีก ฉะนั้นการก่อสร้างทั่วไปจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบไม้แบบ โดยคำนึงถึงความประหยัด ความมั่นคงแข็งแรงขณะใช้งาน ความสะดวกในการทำงานและการออกแบบ และรูปร่างของคอนกรีตเมื่อเสร็จแล้ว แบบหล่อคอนกรีตต้องได้ฉากได้เหลี่ยม ได้ดิ่งและมีรูปร่าง แนวและระดับตรงตามลักษณะของส่วนอาคารที่ปรากฏในแบบการก่อสร้างต้องมีค้ำยันไว้อย่างแข็งแรงไม่บิดเบี้ยวหรือโก่งเนื่องจากแรงใด ๆ ที่มากระทำ ผิวของแบบต้องเรียบ ต้องไม่มีรูหรือรอยรั่วที่จะปล่อยให้น้ำปูนซีเมนต์ออกไปได้มากนัก และต้องถอดแบบได้ง่ายโดยไม่ทำความเสียหายให้กับเนื้อคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว

3.2.2 งานก่ออิฐ

การก่ออิฐมีหลักสำคัญดังนี้ คือ

1. การก่ออิฐจะต้องวางอิฐซ้อนกัน ให้แนวรอยต่อไม่ตรงกันในชั้นดิน
2. ปูนก่อจะต้องให้หุ้มอยู่โดยรอบของแผ่นอิฐ
3. อิฐทุกก้อนก่อนนำมาทำการก่อต้องแช่น้ำให้อิ่มตัวเสียก่อน
4. ปูนก่อจะต้องมีความเหลวพอดี ไม่แข็งแรงหรือเหลวเกินไป
5. อิฐที่จะนำมาก่อต้องเลือกให้มีแง่มีมุมและเหลี่ยมบริบูรณ์ไม่ชำรุด ขนาดของอิฐจะต้องเท่ากันตามชนิดขนาดที่กำหนด
6. ต้องทำการจับดิ่งฉาก และขนาดตามระยะที่กำหนดให้ตลอดเวลา
7. ควรก่ออิฐให้มีแนวปูนก่อทางตั้งและทางแนวนอนหนา 1 ถึง 1.5 ซม. โดยให้อยู่ตามระดับเดียวกันตลอด
8. ต้องทำการก่ออิฐจากมุมก่อน
9. ต้องใช้เกรียงให้ถนัดมือ
10. เวลาการก่ออิฐควรตักปูนเพียงหนึ่งครั้ง ให้ได้พอดีหรืออย่างมากสองครั้ง
11. ถ้าจะทำการก่ออิฐต่อจากที่ก่อเอาไว้แล้ว ให้ชะล้างและรดน้ำให้อิฐอิ่มตัวก่อน
12. ถ้ามีการก่อกำแพงเพิ่มเติมกว้างออกไปอีก ต้องทำการเซาะแผ่นอิฐออกให้ลึกเข้าไป
13. วิธีการก่ออิฐ นำปูนก่อเกลี้ยบนอิฐแผ่นล่างให้หนากว่าแนวปูนก่อเล็กน้อย
14. การก่ออิฐกำแพง ½ แผ่น ช่วงกำแพงกว้างอย่างมาก 2 เมตร จะต้องมีเสาเอ็น 1 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. การก่ออิฐต้องให้ตรงกับความมุ่งหมาย ตามประเภทของการก่ออิฐ คือ การก่ออิฐประดับไม่ฉาบปูน หรือก่ออิฐที่ต้องฉาบปูนเรียบ
16. เมื่อก่ออิฐได้รูปแล้ว ห้ามเคาะหรือห้ามบรรทุกน้ำหนักภายใน 3 วัน

3.2.3 งานฉาบปูน

งานฉาบปูนนี้จำเป็นมากสำหรับผู้ที่จะทำงานได้ดี เรียบร้อยถูกต้อง จะต้องเป็นช่างปูนที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี และมีเวลาในการฝึกนานพอ กระทั่งเกิดทักษะหรือความชำนาญนั้น ผู้ที่รู้เพียงหลักการถือปูน ยังเป็นช่างถือปูนไม่ได้ ถ้าไม่ได้ผ่านการฝึกจะถือปูนไม่ถูกต้อง ฉาบไม่ติด เก้งก้าง ใช้เครื่องมือไม่ถูกและทำงานได้ช้ากว่าปกติ หลักการปฏิบัติก่อนการฉาบมีดังนี้ คือ

1. ต้องดูแบบให้เข้าใจ
2. ต้องสำรวจกำแพงหรือสิ่งที่จะต้องฉาบปูน
3. เตรียมเครื่องมือสำหรับการฉาบปูน
4. ทำนั่งร้าน
5. ขูดแนวปูนผนังอิฐและสกัดให้เป็นรอย เพื่อปูนถือจะได้ยึดเกาะได้แน่น
6. สกัดส่วนที่จะต้องแก้ไขให้ถูกต้องตามความต้องการ หรืออาจจะก่ออิฐเสริมขึ้นอีก
7. ทำความสะอาดผนังโดยใช้ไม้กวาด หรือลมเป่าให้เศษผงหรือฝุ่นปูนหลุดออก
8. รดน้ำผนังให้ชุ่ม
9. เริ่มการฉาบปูน โดยการปั้นปูนทำระดับตามความหนาที่ต้องการ ขึงเชือกเป็นแนวและทำการฉาบให้เสมอระดับลูกปูน

3.2.4 การแต่งรอยต่อ

การแต่งรอยต่ออิฐ จะกระทำด้วยจุดประสงค์ให้ผนังอิฐนั้นต้านทานน้ำได้ และช่วยให้เกิดความสวยงามเป็นแนวเรียบ ขนานกันหรือได้แนวดิ่ง แม้อิฐจะมีขนาดไม่เท่ากันก็ตาม นับเป็นเจตนาที่จะก่ออิฐเป็นผนัง เพื่อกั้นสายตา เพื่อโชว์ในสวน ห้องรับแขกแม้แต่ผนังของอาคารก็ตาม จะต้องก่ออย่างประณีตจับดิ่ง และฉาก โดยเคร่งครัด ความหนาของรอยปูนก่อจะต้องเท่ากันตลอดเพราะแผ่นอิฐจะเปิดให้คนเห็นตลอดเวลา ไม่ฉาบปิดทับ จึงสรุปว่า เมื่อก่ออิฐได้เรียบก็ควรทำการแต่งรอยต่อได้ง่ายและสวยงามยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแต่งรอยต่อเป็นงานช่างฝีมือ ควรจะทำอย่างประณีต โดยเฉพาะแนวตั้ง และแนวนอนต้องตัดทำฉากกัน นอกจากนี้ยังต้องสัมผัสกับผิวอิฐเท่ากัน เมื่อเสร็จการแต่งแล้วควรใช้แปรงล้างผิวอิฐให้น้ำซีเมนต์ที่เกาะผิวออกให้หมดก่อนเลิกงานทุกวัน

รอยต่อในคอนกรีต รอยต่อในคอนกรีต แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ รอยต่อสำหรับการขยายตัว และรอยต่อระหว่างงาน

รอยต่อสำหรับการขยายตัว เป็นรอยต่อที่มีแสดงไว้ในแบบการก่อสร้าง ซึ่งเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวหรือการหดตัว รอยต่อแบบนี้อาจประกอบด้วยแผ่นโลหะ แผ่นยางมะตอยสำเร็จรูป ไม้ ไม้คอร์ค ยาง หรือวัสดุอื่น หรืออาจจะทำเป็นร่องสำหรับใส่ลิ่ม หรือทำให้มีบังใบในคอนกรีตก็ได้ การทำเป็นร่องรูปตัววี จะช่วยป้องกันการแตกที่มักจะเกิดการขบกันที่รอยต่อในการขยายตัวได้ รอยต่อรวมทั้งสลักจะต้องวางให้ได้แนวอย่างระมัดระวัง คอนกรีตที่ยื่นออกมาเป็นครีบหรือเป็นลิ่มที่อาจเกิดขึ้นในขณะการก่อสร้างควรขจัดออกให้หมด

รอยต่อระหว่างงาน เป็นรอยต่อระหว่างส่วนปลายของชั้นหรือการสิ้นสุดของงานประจำวัน ซึ่งต่างกับรอยต่อที่เผื่อไว้สำหรับการขยายตัว คือมิได้มีไว้เพื่อให้มีการเคลื่อนที่ได้ระหว่างส่วนของโครงสร้าง รอยต่อระหว่างงานนี้ จะกะตำแหน่งให้ดีทำให้เรียบร้อยและเกาะยึดกันให้แน่น เพราะที่รอยต่อนี้เป็นจุดอ่อนแอ เมื่อคำนึงถึงความต้านทานน้ำซึม และการต้านทานลมฟ้าอากาศ

รอยต่อแบบนี้ควรให้อยู่ในลักษณะที่จะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด เช่น ในงานแผ่นพื้นและคานก็ควรให้รอยต่ออยู่ใกล้กับส่วนกลางของช่วงนั้น (ซึ่งเป็นที่เกิดแรงเฉือนน้อยที่สุด) และอยู่ในแนวดิ่งตั้งฉากกับแกนของพื้นหรือคาน

ก่อนเทคอนกรีตตรงจุดที่จะทำรอยต่อ ควรทำขอบของรอยต่อที่จะมองเห็นเป็นเส้นเรียบ โดยวางแบบบังคับไว้หรือใช้ปาดออกก็ได้ และควรทำให้แบบติดกับรอยต่อให้แน่น นอกจากนั้นต้องทำความสะอาดที่ผิวของรอยต่อ ไม่ให้มีเศษคอนกรีตหลุดออกมา ตามมุมและริมขอบของคอนกรีตต้องไม่แตก การใช้ทรายเปียก ๆ พ่น จะช่วยขจัดชั้นที่สกปรกต่าง ๆ ได้ดี

สำหรับชั้นแรกในการต่อพื้นผิวราบ ควรเทมอร์ต้าที่มีส่วนผสมเดียวกับคอนกรีตไปก่อนและใช้เครื่องเขย่า ๆ ให้ทั่วคอนกรีตทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพื้นผิวที่ตั้งตรง ๆ หรือชันมาก ๆ ตัวคอนกรีตเองก็ควรจะมีมอร์ต้าให้มากพอ และถ้าต้องการให้มีการยึดเกาะได้ดี ควรถูคอนกรีตด้วยซีเมนต์ล้วน หรือพ่นด้วยมอร์ต้าก่อนที่จะเท คอนกรีตใหม่สักเล็กน้อย คอนกรีตที่จะเทตรงรอยต่อควรจะอัดให้แน่น เพื่ทำให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิว และควรขจัดหินที่รวมเป็นกระจุกเสียด้วย

3.3 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป (PREFABRICATION HOUSES)

3.3.1 การศึกษาและพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุก่อสร้างในปัจจุบัน

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกันหรือที่เรียกกันว่า การก่อสร้างแบบพรีแผ็บ (Prefabricated Construction) กำลังเป็นที่นิยมกันมากในการก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการหล่อของคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง การก่อสร้างในระบบนี้ได้มีการพัฒนากันออกไปอย่างกว้างขวาง สิ่งที่สำคัญก็คือการจัดระบบการปฏิบัติงานและการประสานงานร่วมกันในช่วง 2 ปีที่แล้วมาถึงปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนมุ่งศึกษาระบบนี้กันอย่างจริงจัง ทั้งการศึกษาด้วยตนเองและมอบหมายให้สถาบันศึกษาระดับสูงศึกษาวิจัยอีกด้วย

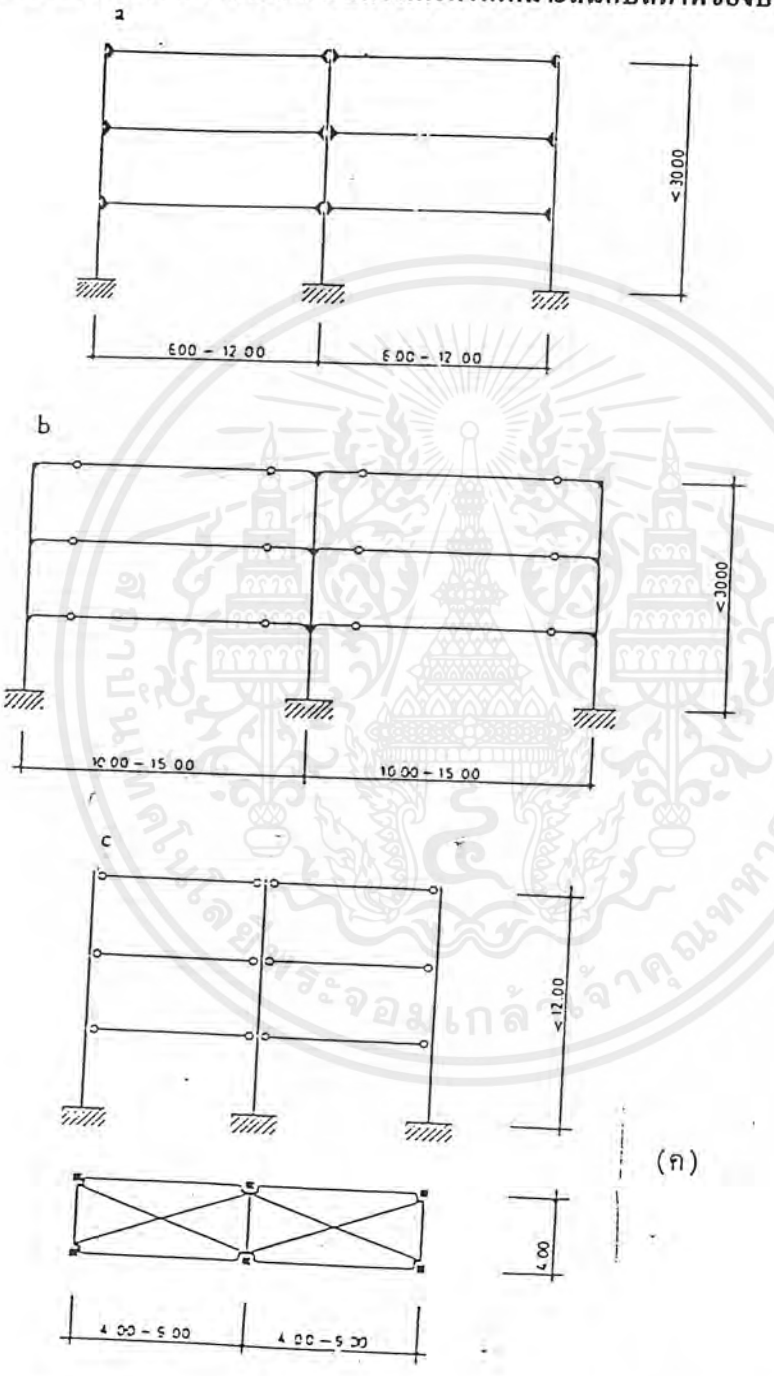
การเรียนรู้ระบบโครงสร้างต่าง ๆ มีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อความเข้าใจและเปรียบเทียบระบบที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน สิ่งสำคัญต่อมาได้แก่การต่อเชื่อมกันของโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งต้องมีวิธีที่ง่ายและมีความแข็งแรงสูง นอกจากนี้แล้วควรต้องศึกษาถึงหลักการการออกแบบ การคำนวณตลอดจนเทคนิคในการรับแรง การเลือกวิธีผลิตและชนิดของโรงงานอีกด้วย

การก่อสร้างระบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การก่อสร้างอาคารชั้นเดียว (Shedtype หรือ Single-story construction) และการก่อสร้างอาคารหลายชั้น (Multi-story construction) เนื่องจากมีระบบโครงสร้างอาคารและระบบการทำงานที่แตกต่างกันไป ดูรูปที่ 3.1 และ 3.2 อาคารหลายชั้นดังกล่าวนี้ยังแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ อาคารโรงงาน (industrial buildings) อาคารสาธารณะ(public buildings) และอาคารที่พักอาศัย (residential buildings) ทั้งสถาปนิกและวิศวกรส่วนมากล้วนแล้วแต่จะมุ่งความสนใจมายังอาคารที่พักอาศัยมากกว่าอย่างอื่น ๆ เนื่องจากมีความต้องการสูงมาก

เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างในบริเวณการก่อสร้างโดยตรงนั้นมีราคาที่สูงมาก การก่อสร้างในระบบพรีแผ็บนี้จะช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงได้ แต่จะลดลงมากหรือน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้ระบบโครงสร้าง ระบบการผลิตและระบบการประกอบขึ้นเป็นอาคาร ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าที่ไหนในโลกก็ใช้วัสดุอย่างเดียวกัน คือ คอนกรีต ดังนั้นต้องศึกษาเรื่องคอนกรีตนี้ให้ดีนอกเหนือไปจากสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อที่จะได้ออกแบบคอนกรีตให้เหมาะสมกับสภาพของบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้าง



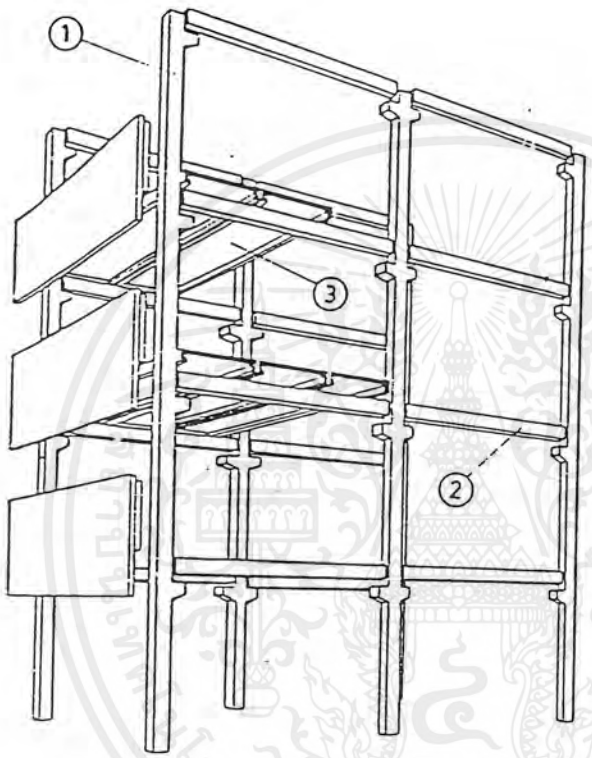
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างระบบโครงสร้างอาคารหลายชั้นแบบโครงยึด (Frame Structure)

ก. รอยต่อติดตายกับเสา (rigid joints)

ข. รอยต่อแบบวางกับส่วนยื่นจากเสา (pin-joint or hinge)

ค. รอยต่อแบบวางบนโครงเสา (pin-joint or hinge) ใช้โครงสร้างโคนเสารับแรงที่เกิดขึ้นด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโครงยึด (Frame Structure)

1. **ชิ้นส่วนเสา**
2. **ชิ้นส่วนคาน**
3. **ชิ้นส่วนพื้น**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบ

การออกแบบงานก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีการประสานงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างสถาปนิกและวิศวกร เสมือนหนึ่งว่าต้องเป็นคนเดียวกันเพราะว่าวิศวกรจะต้องคิดในโครงสร้างและความแข็งแรง (Engineer Terms) และสถาปนิกจะต้องคิดในแง่ของรูปทรงและความสวยงาม (Architectural Terms) เพื่อให้ได้มาซึ่งความสวยงามของรูปทรงและความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนทั้งภายนอกและภายในของอาคาร

ในระหว่างการออกแบบจะต้องใช้ความสามารถและความระมัดระวังในการให้รายละเอียดมากกว่าในงานก่อสร้างแบบธรรมดามาก ต้องยอมเสียเวลาในเรื่องนี้เพราะการให้รายละเอียดของแต่ละชิ้นและการต่อเข้าด้วยกันเป็นเรื่องที่สำคัญมาก นอกจากนี้แล้วยังต้องคอยปรับปรุงแก้ไขหน้าตัดของชิ้นส่วนและจุดต่อเชื่อมอย่างเสมอ ผู้มีประสบการณ์เท่านั้นที่จะทำได้โดยง่าย

นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้าง เช่น ระยะสูง น้ำหนักและแสงสว่าง กับวิธีการก่อสร้าง เช่น การผลิต การขนส่งและการติดตั้ง ระบบโครงสร้างของอาคารที่ก่อสร้างแบบธรรมดาจะนำมาใช้กับระบบโครงสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ได้เพราะจะไม่เป็นการประหยัด ระบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงเป็นระบบของตนเองที่ขึ้นอยู่กับการผลิตและการประกอบติดตั้ง

หลักเกณฑ์การออกแบบระบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยทั่วไปมีดังนี้

1. โครงสร้างจะต้องประกอบด้วย "ชิ้นส่วน" ที่มีจำนวนไม่มากนัก ชิ้นส่วนเหล่านี้คือส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น คาน เสา ผนัง จันทัน ฯลฯ เป็นต้น
2. ชิ้นส่วนโครงสร้างจะต้องมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันไม่มากนัก ถ้าจะให้ดีแล้วควรจะสามารถใช้ได้กับแบบหล่ออันเดียวกันได้
3. การต่อควรจะมีน้อยและทำได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ควรจะให้เป็นวิธีเดียวกันทั้งหลังเพื่อที่จะได้ใช้เครื่องมือชุดเดียวกันได้ตลอด
4. ชิ้นส่วนควรทำหน้าที่ได้หลาย ๆ อย่าง เช่น ใช้รับน้ำหนักได้ หรือ ใช้กั้นห้องได้ โดยการดัดแปลงเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม
5. ชิ้นส่วนจะต้องทำการผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชิ้นส่วนจะต้องมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน เพื่อความสะดวกในการใช้ปั้นจั่นในการติดตั้ง

3.3.3 ระบบโครงสร้างชิ้นส่วน

การก่อสร้างระบบใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถออกแบบโครงสร้างชิ้นส่วนให้ใช้งานได้เกือบทุกประเภท แต่การผลิตและการนำไปใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของสภาพภูมิศาสตร์ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนดังกล่าวพัฒนามาจากประเทศทางแถบยุโรปและสแกนดิเนเวีย ดังนี้

ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure or Panel System)

ระบบนี้ใช้กันแพร่หลายในประเทศทางยุโรปด้านการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย โดยการนำผนังสำเร็จรูปขนาดใหญ่เท่าความสูงของเพดานมาวางบนพื้นสำเร็จรูปและวางพื้นสำเร็จรูปชั้นต่อไปบนผนังนี้เรื่อยขึ้นไปจนแล้วเสร็จ ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายในการหล่อกับแบบในแนวนอนและแนวตั้ง แต่การขนส่งและการติดตั้งต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญและความประณีตในการทำงาน

การรับแรงของโครงสร้างระบบนี้คือ การถ่ายแรงจากพื้นลงที่แนวผนัง ซึ่งผนังจะทำทั้งหน้าที่กั้นห้องและรับน้ำหนักแทนเสาและคานอีกด้วย (ดูรูปที่ 3.3 ก) สิ่งที่ดีกว่าโครงสร้างเสาและคานคือ แผ่นผนังแบบนี้จะต้านทานแรงลมได้ดีและมีประสิทธิภาพมาก การวางแผนรับน้ำหนัก 3 วิธี คือ

1. วางรับน้ำหนักตามความยาวของตัวอาคาร (Long-wall system)
2. วางรับน้ำหนักตามขวางกับความยาวของตัวอาคาร (Cross-wall system)
3. วางรับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แถว (Two-way span system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไปและเป็นระบบเดียวที่ใช้ในประเทศมานาน ไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัยหรืออาคารตึกแถวทั่วไป โดยปกติแล้วระบบเสาและคานจะใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอยที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน และโรงเรียน เป็นต้น

การรับแรงของโครงสร้างแบบนี้คือ การถ่ายแรงจากพื้นลงคานและจากคานลงสู่เสา (ดูรูป 3.3 ข) โครงสร้างเสาและคานแบบสำเร็จรูปจะแตกต่างไปจากโครงสร้างเสาและคานแบบหล่อกับที่ โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างระบบเสาและคานจะมีแนวคานอยู่แนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้าหาเสาทั้งสี่ด้านเหมือนการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจะมีคานเฉพาะในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนในอีกแนวหนึ่งซึ่งไม่มีคานยึดนั้นจะยึดแทนโดยแผ่นพื้นหรือผนัง

วิธีการต่อชิ้นส่วนของเสาและคานคอนกรีตเข้าด้วยกัน มีความยากกว่าระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก วิธีการต่อรอยต่อระหว่างเสากับคานส่วนใหญ่จะใช้วิธีการของโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก

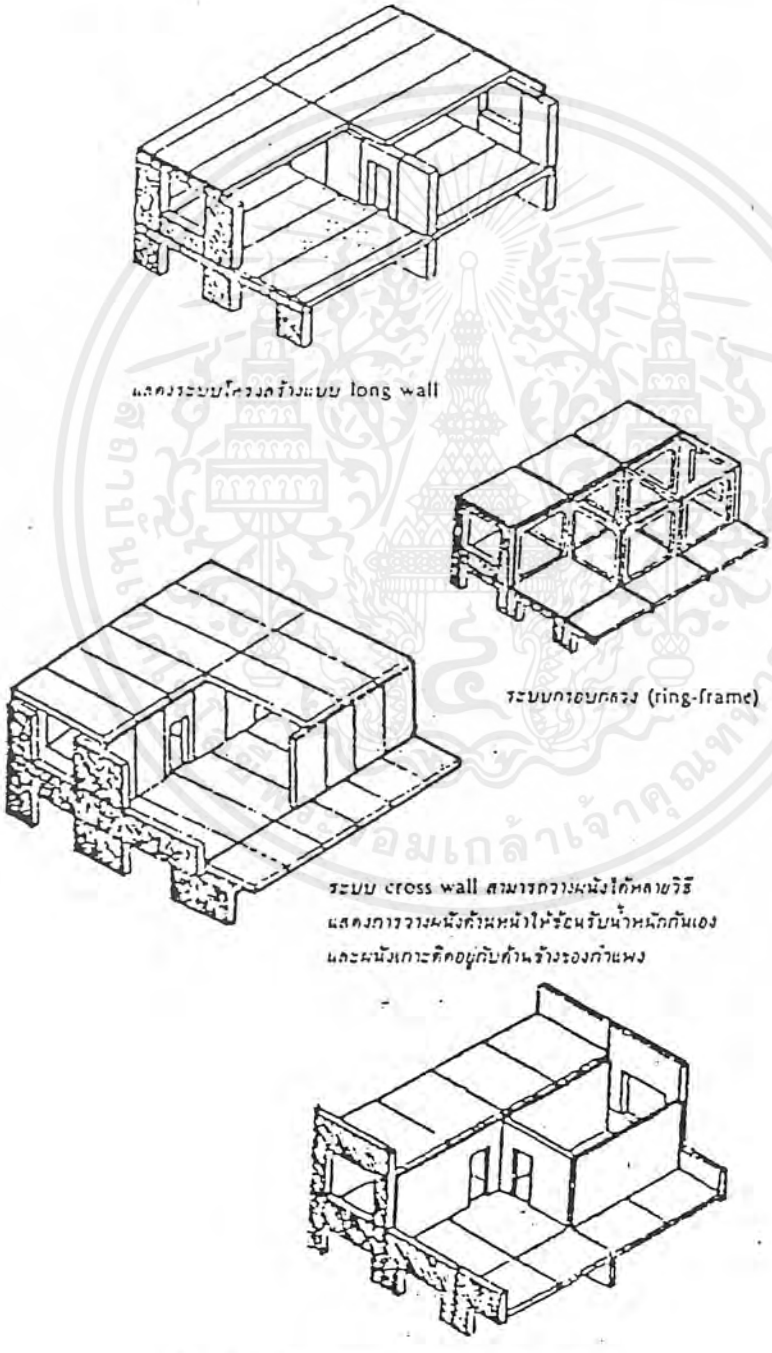
ระบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton)

ระบบนี้ใช้แผ่นพื้นวางบนเสาโดยไม่ต้องมีคานเช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นที่จะวางบนเสาได้ (ดูรูปที่ 3.3 ค) แผ่นพื้นนี้จะมีความหนาและปริมาณเหล็กมากเป็นพิเศษ แต่จะมีสะดวกรวดเร็วในการประกอบติดตั้งเนื่องจากตัดองค์ประกอบของคานออกไปได้ส่วนหนึ่ง พื้นจะทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ต้องออกแบบให้ต้านทานแรงลมเป็นพิเศษหรือใช้แผ่นผนังคอนกรีตช่วยรับแรงลมในโครงสร้างด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบกล่อง (Box หรือ Module)

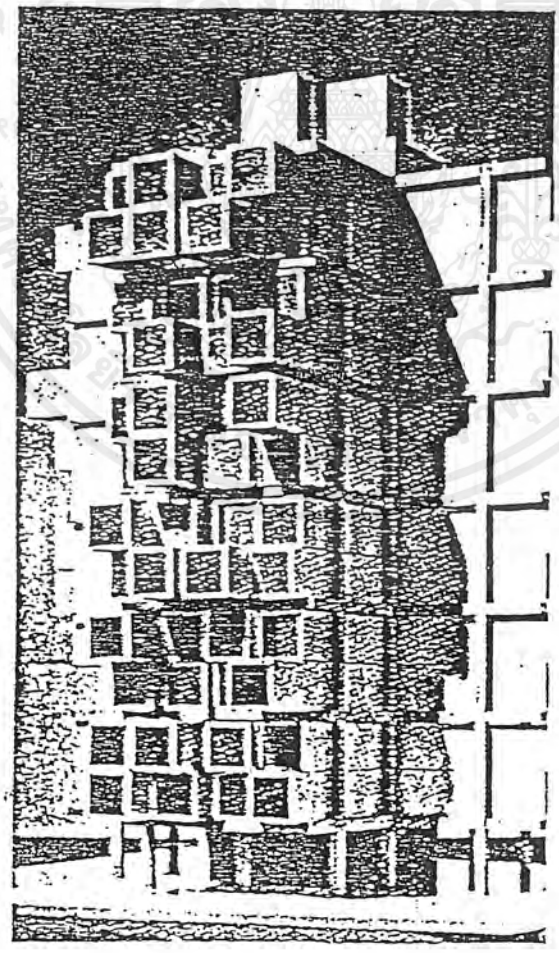
ระบบนี้พัฒนาขึ้นในประเทศรัสเซียโดยการประกอบชิ้นส่วนหรือหล่อเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับ 1 ห้อง พร้อมติดอุปกรณ์ไฟฟ้า-ประปาและตกแต่งเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ทำการประกอบติดตั้งเรียงกันเป็นชั้น ๆ ในบริเวณก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว (ดูรูปที่ 3.3 ง และ จ) ลดแรงงานและเวลาได้มากกว่าระบบใด ๆ



รูป 3. 3 ตัวอย่างระบบโครงสร้างชิ้นส่วนชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3. 3 (ง) ระบบกล่องหรือโมดูล



รูปที่ 3. 3 (จ) อาคารระบบกล่องหรือโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การเตรียมแบบมาตรฐานและชิ้นส่วนมาตรฐาน (Type Standardisation and Component Standardisation) เพื่อให้เป็นงานอุตสาหกรรม

การผลิตจำนวนมากและแบบมาตรฐาน (Mass Production and Type Standardisation)

การผลิตจำนวนมาก ๆ เป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีความต้องการผลิตภัณฑ์นั้นสูง ซึ่งจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อ

ก. สามารถนำไปใช้ได้กับงานหลายชนิด (เช่น ใช้ได้ทั้งการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม และอาคารธรรมดาโดยทั่วไป

ข. สามารถนำไปใช้ได้ตามความต้องการต่าง ๆ (เช่น ทำเป็นหลังคา หรือ ผนัง)

ค. สามารถเอาแบบมาต่อกันเพื่อให้ได้ขนาดใหญ่ขึ้น ในกรณีที่ต้องการอาคารที่ใหญ่กว่า

แต่ทั้งหมดนี้จะต้องพิจารณาจากการออกแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับสายงานการผลิต (Serial Production) ด้วย (ดูรูปที่ 3.4)

นอกจากนี้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ควรทำการผลิตด้วยเครื่องจักรกลได้ และต้องง่ายต่อการยกและขนส่งสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก็คือสถานที่เก็บซึ่งจะต้องให้เพียงพอเพื่อที่การผลิตจะได้ไม่ชะงัก

การออกแบบและการพิจารณาชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อให้การประกอบเป็นไปตามขั้นตอน (Serial Prefabrication) นั้น จะต้องทำให้แบบตัวอาคารเป็นมาตรฐานเสียก่อน ขั้นต่อไปก็คือทำแบบมาตรฐานแต่ละชิ้นส่วนซึ่งจะเอาไปประกอบตัวอาคาร ซึ่งในที่สุดตัวอาคารก็จะสามารถสร้างขึ้นด้วยแบบมาตรฐานต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ได้โดยตลอดจะเปรียบได้ก็เหมือนกับการผลิตหุ่นจำลองโดยเฉพาะของรถยนต์คันหนึ่ง

การออกแบบมาตรฐานจะต้องมีรากฐานเกี่ยวกับความกว้างยาวของระบบใดระบบหนึ่งอย่างเคร่งครัด และในเวลาเดียวกันต้องคำนึงถึงการประหยัดและใช้งานได้ดี ไม่ว่าทั้งด้านโครงสร้างหรือความสวยงามนอกจากนี้แล้วจะต้องเลือกอาคารที่มีความเหมาะสมเอาไว้เพื่อที่จะให้แบบมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำไว้ถูกนำไปใช้ได้เรื่อยไป เช่น อาคารที่นิยมทำการปลูกอยู่เรื่อย ๆ ทุกปีและจะต้องทำการผลิตได้ทันที แบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง จะต้องมีรายละเอียด(Details) และการต่อ (Connections) ที่ได้มาตรฐานอย่างสมบูรณ์เพราะจะทำให้การวางแผนและการก่อสร้างเป็นไปอย่างสะดวกที่สุด

ระบบการกำหนดขนาดร่วมกัน (The Unified Dimensional System)

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

วัตถุประสงค์ที่กำหนดขนาดร่วมกันทำขึ้นเพื่อ

ก. ให้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นสามารถรวมกันได้
ข. ให้ชิ้นส่วนชนิดต่าง ๆ สามารถแลกเปลี่ยนหรือแทนกันได้
ค. ให้สามารถนำมาต่อรวมกันได้

เมื่อต้องการให้ได้ขนาดที่กว้างขึ้นก็สามารถนำมาต่อเข้ากับชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ผลิตขึ้นมาได้ โดยอาศัยหน่วยที่อยู่ในมาตราเดียวกัน

ผลของการใช้ขนาดเป็นพิกัด คือ

ก. ทำให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดให้เข้ากับงาน เพราะจะต้องมีผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่มีขนาดเท่ากัน
ข. ทำให้การออกแบบง่ายขึ้นและลดความผิดพลาดได้มาก
ค. เพิ่มการผลิตได้สูง (อันสืบเนื่องมาจากแบบมาตรฐาน)
ง. ให้ความชำนาญในการผลิต

หน่วยเบื้องต้นที่จะทำให้อยู่ในระบบเดียวกันนี้เรียกว่า "หน่วยพิกัด (Module)" เป็นค่าซึ่งใช้หารความกว้างยาวของชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้ออกมาเป็นเลขลงตัว ซึ่งถ้าต้องการให้มีความยาวเพิ่มขึ้นก็ใช้ค่านี้บวกหรือคูณเข้าไป อันจะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกันและสามารถจะเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยงได้โดยตลอด ขนาดของหน่วยพิกัดที่ใช้งานต้องเป็นตัวเลขที่เลือกขึ้นมา จะมากน้อยแค่ไหนไม่สำคัญแต่ให้มีความเหมาะสมก็แล้วกันระบบการกำหนดขนาดและการประสานทางพิกัดได้มีการดัดแปลงกันมามากแล้ว ดังนี้

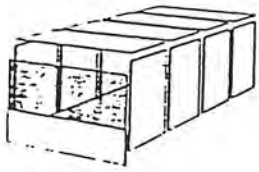
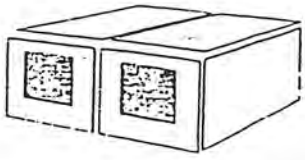
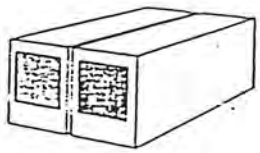
หน่วยพิกัดของ Le Corbusier ขึ้นอยู่กับส่วนสัดของมนุษย์ ไม่ออกมาเป็นตัวเลขลงตัว (Round Figures) ทั้ง ๆ ที่ต้องการทำออกมาให้เป็นอุตสาหกรรม

ศาสตราจารย์ Neufer's ใช้ระบบแปด (Octameter system) ซึ่งได้จากการศึกษาและสังเกตการณ์จากธรรมชาติ และสังเกตการณ์จากธรรมชาติมาเป็นเวลาหลายปี

ขนาดที่เหมาะสมที่สุด คือ ขนาดที่หารด้วย 2 หรือ 4 ลงตัว ขนาดเล็กสุดของวิธีนี้จะเป็น 25 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะพอดีกับอิฐ (ในต่างประเทศ) เมื่อกำหนด 10 เท่าของค่านี้ก็จะเท่ากับ 2.50 เมตร หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นค่า IBM ("Industriebaumass" = industrial structural dimension) ระยะจากศูนย์กลางและช่วงต่าง ๆ ของอาคารจะต้องได้มาตรฐานตามขนาดที่กำหนดไว้นั้น

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับหน่วยพิกัดสำหรับการประสานทางแนวราบและระยะสำหรับการประสานทางความสูงของชั้นและความสูงของห้องโดยเฉพาะพิกัดของผังอาคาร (Planning Module) เพื่อที่จะได้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีขนาดมาตรฐาน เช่น คานหรือพื้นสำเร็จรูปจะต้องให้มีความกว้าง x ความลึก x ความยาว เท่าใดที่จะคล่องตัวต่อการนำไปใช้งานหรือมีผู้นิยมมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อการลดค่าโสหุ้ยในการผลิตชิ้นส่วนขนาดต่าง ๆ และเก็บสต็อคไว้จนกว่าจะมีผู้สั่งนำไปใช้ 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

รูป 3.4 คุณลักษณะของการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยด้วยระบบพรีแผ็บ

3.3.5 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารที่พักอาศัย

การก่อสร้างที่พักอาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. การก่อสร้างด้วยระบบแผ่นขนาดเล็ก (small panel)
2. การก่อสร้างด้วยระบบแผ่นขนาดใหญ่ (large panel)

ระบบแผ่นขนาดเล็ก คือ การใช้ชิ้นส่วนขนาดพอเหมาะมาประกอบกันเพื่อกั้นห้องและคลุมพื้นที่ของแต่ละห้อง เช่น แผ่นผนัง แผ่นพื้นและเพดาน ซึ่งเรียงต่อโดยเห็นรอยต่อปรากฏอยู่ก่อนที่จะมีการฉาบหน้าหรือตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแผ่นขนาดใหญ่ คือ การใช้ชิ้นส่วนขนาดเท่าห้องมาประกอบกันเป็นผนังห้อง พื้น หรือเพดานห้องโดยไม่มีรอยต่อให้เห็นในแต่ละแผ่น ผนังระบบนี้จะใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผนังที่ตัดขวางกัน (Cross-wall) เนื่องจากมีความแข็งแรงในการรับแรงด้านข้างอีกด้วย ชิ้นส่วนใดที่ไม่รับน้ำหนักก็จะไม่รวมอยู่ในระบบโครงสร้าง

โครงสร้างที่ออกแบบให้รับน้ำหนักแบบเสาได้จะทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปตัวแอล (L) ตัวยู (U) หรือรูปอื่น ๆ เป็นต้น

อาคารที่พักอาศัยแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

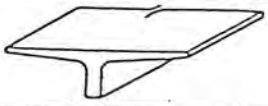
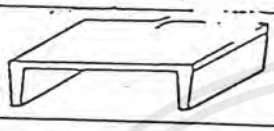
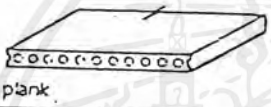
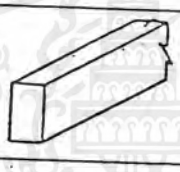
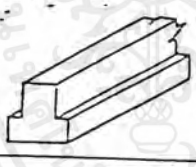
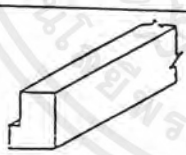
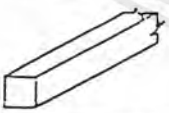
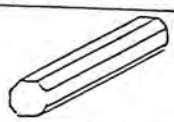
1. โครงสร้างและส่วนประกอบภายนอก เช่น ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (ดูรูปที่ 3.5)
2. ชิ้นส่วนภายใน
3. หลังคา

ส่วนที่เป็นโครงสร้างจะผลิตจากโรงงานซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และชิ้นส่วนภายในก็จะผลิตจากโรงงานต่าง ๆ ของแต่ละชนิด

โครงสร้างและส่วนประกอบภายนอกที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นส่วนใหญ่ ในที่นี้จะกล่าวเพิ่มเติมเฉพาะชิ้นส่วนภายในซึ่งได้แก่ แผ่นปูพื้น แผ่นบุผนัง ช่องแสงสว่าง ประตูภายใน ตู้เสื้อผ้า ตู้เก็บของ ชุดห้องน้ำ ชุดทำครัว ระบบระบายอากาศ ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบน้ำร้อน เป็นต้น ชิ้นส่วนขนาดใหญ่สำหรับห้องน้ำและห้องส้วมเป็นที่นิยมทำกันในต่างประเทศและกำลังพัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ในการพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปประกอบอาคารจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาภายหน้าเผื่อมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเสื่อมสภาพของวัสดุ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงและแม้แต่การใช้สอยพื้นที่ในอาคารเช่น การเติบโตของเด็ก ถ้าชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถสับเปลี่ยน โยกย้ายและต่อเติมได้ก็จะมีความสมบูรณ์ในตัวเอง อาจจะเป็นที่ ปราถนาของเจ้าของบ้านในอนาคตได้

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 3.5 ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่นิยม

1. คอนกรีต

คอนกรีตเป็นวัสดุที่รู้จักกันดีมาหลายร้อยปีแล้ว คอนกรีตเสริมเหล็กสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับน้ำหนักและเป็นส่วนผนังได้ดีมากไม่ต้องมีการบำรุงรักษา ทนไฟและไม่ผุพัง หรือเป็นสนิม มีข้อเสียคือ น้ำหนักมากทำให้การต่อกันของโครงสร้างทำได้ยาก การลดน้ำหนักทำได้โดยการหล่อในแบบและอัดแรง (precasting and prestressing) นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุเก็บเสียง (acoustic insulation) ด้วยเพราะมีความถ่วงจำเพาะสูง วัสดุใช้ทำคอนกรีตส่วนใหญ่ผลิตในประเทศ

2. เหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุที่ใช้คู่กันมากับคอนกรีต และไม้ ชิ้นส่วนต่าง ๆ สามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องจักรกล หากต้องการให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากเหล็กสามารถรับน้ำหนัก และเป็นส่วนผนังได้ก็จะต้องใช้เหล็กจำนวนมาก อีกประการหนึ่งคือ การใช้เหล็กเป็นส่วนโครงสร้างก็จะต้องใช้คอนกรีตหุ้มกันไฟและงานเหล็กก็ต้องมีการกำจัดสนิมและบำรุงรักษามากจึงไม่ค่อยนิยม อย่างไรก็ตามมาระยะ 10 ปีมานี้ มีการใช้โครงเหล็กกันมากขึ้นเพื่อต้องการความประหยัดเวลาในการก่อสร้างและไม่เกิดการขาดแคลน ข้อเสียของการใช้เหล็ก คือ การนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อินเดีย เป็นต้น

3. ไม้

ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่คนไทยรู้จักดีมากที่สุด สามารถทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป งานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยทำได้อย่างสะดวก สามารถผลิตเป็นระบบอุตสาหกรรมได้โครงสร้างไม้ก็เช่นเดียวกับโครงสร้างเหล็ก คือ ไม่ทนไฟ มีการขยายตัวและหดตัวที่สำคัญก็คือ มีความแข็งแรงต่ำกว่า ส่วนที่ดี คือ มีน้ำหนักเบา ตัดต่อง่าย แต่ในปัจจุบันไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีปัญหาเนื่องจากการขาดแคลนและต้องสั่งจากต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย พม่า ลาว และแคนาดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อลูมิเนียม

อลูมิเนียมนิยมใช้ทำชิ้นส่วนของวงกบประตู-หน้าต่างของอาคาร มีน้ำหนักเบา และตัดต่อง่าย แต่มีราคาแพง ต้องสั่งจากประเทศ

5. ไฟเบอร์กลาส

ไฟเบอร์กลาสทำเป็นชิ้นส่วนของหลังคาคลุมอาคารในส่วนของเฉลียง หรือระเบียง ข้อดีคือ ขึ้นรูปง่าย น้ำหนักเบา แข็งแรงดีแต่ราคาแพง

6. GRC (Glass Fibre Reinforced Cement)

GRC ใช้ทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ดีเพราะขึ้นรูปได้ง่าย น้ำหนักเบาแข็งแรง และสวยงาม พื้นผิวเรียบสามารถทาสีได้เลยโดยไม่ต้องฉาบปูนซ้ำ ข้อเสีย คือ ราคาแพง วัสดุคือใยแก้วนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

7. คอนกรีตเบา

คอนกรีตเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ สำหรับเมืองไทยก็มีผู้ศึกษาวิจัยคิดค้นกันอยู่แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้ น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องสั่งมาจากต่างประเทศ

8. แผ่นเหล็กชุบสังกะสี

แผ่นเหล็กชุบสังกะสีใช้ทำแผ่นมุงหลังคา โครงหลังคาและเคร่าฝ้าเพดานตัวแผ่นเหล็กต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น และแร่สังกะสีมีอยู่ภายในประเทศ

9. พีวีซี (PVC)

พีวีซีเป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีคัล (น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ ผู้ผลิตในประเทศ คือ บริษัทไทยพลาสติกเคมีภัณฑ์ จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กระเบื้องกระดาษ

กระเบื้องกระดาษเป็นผลิตภัณฑ์จากปูนซีเมนต์และใยหิน (Gypsum) ซึ่งมีแหล่งอยู่ในประเทศ

11. กระจก

กระจกเป็นวัสดุที่ใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบอาคาร เป็นผลิตภัณฑ์ในประเทศ

3.3.7 วัสดุสำเร็จรูปในประเทศไทย

ประเภทน้ำหนักเบา

1. กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา (Concrete Roofing Tile)
2. กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement Roofing Title)
3. กระเบื้องเซลโลกรีตมุงหลังคา (Cellocrete Roofing Title)
4. กระเบื้องดินเผามุงหลังคา (Clay Roofing Tile)
5. กระเบื้องโปร่งแสงไฟเบอร์กลาส อะคลีริค (Fiber Glass Acrylic Corrugated Roofing Sheet)
6. กระเบื้องยางใยแก้วมุงหลังคา (Glass Fiber Shingle)
7. กระเบื้องเหล็กเคลือบมุงหลังคา (Enamelled Steel Roofing Sheet)
8. โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized Steel Ceiling Frame)
9. โครงเคร่าอลูมิเนียม (Aluminium Ceiling Fram)
10. แผ่นฝ้าเพดาน (Ceiling Board)
11. ฝ้าเพดานอลูมิเนียม
12. ระแนงเหล็กอาบสังกะสี
13. สังกะสีมุงหลังคา
14. หลังคาสกายไลท์โดม
15. หลังคาเหล็กเคลือบรีดลอน
16. หลังคาอลูมิเนียมรีดลอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. ตะแกรงเหล็กเสริมคอนกรีต
18. ตะแกรงโครงสร้างรูปพรรณ
19. เหล็กแผ่น
20. อลูมิเนียมแผ่น
21. ไม้บัว คิ้ว ลูกกรง ราวบันได
22. ไม้ปาร์เก้ ไม้พื้น
23. ไม้ไผ่อัด
24. ไม้อัด-บอร์ด
25. แผ่นพลาสติกอะครีลิค
26. กระจกเงา
27. กระจกใสแผ่นเรียบ
28. โครงสร้างผนังกระจก
29. บานเกล็ดหน้าต่าง
30. ประตูพลาสติก ไฟเบอร์กลาส
31. ประตูไม้แผ่นเรียบ
32. ประตูสแตนเลส
33. ประตูเหล็ก
34. ประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม
35. หน้าต่างไม้
36. หน้าต่างเหล็ก
37. สุขภัณฑ์
38. ห้องน้ำสำเร็จรูป (Fiberglass Toilet Module)
39. เสารั้วคอนกรีต
40. คอนกรีตบล็อค

ประเภทรับน้ำหนักมาก

1. เสาเข็มคอนกรีต (PRECAST CONCRETE PILE)
2. เสาเข็มพืดเหล็กกล้า (STEEL SHEET PILE)
3. ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE WALL PANEL)
4. พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE FLOOR SLAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คานคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE BEAM)
6. ตงคอนกรีตสำเร็จรูป (PRECAST CONCRETE JOINT FLOOR)

3.3.8 ราคาต้นทุนในการก่อสร้างบ้านด้วยวัสดุสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะมีราคาถูกกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดา ทั้งนี้เพราะมีการก่อสร้างที่รวดเร็วกว่า 20-60% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโครงสร้างอาคารและการวางแผนงาน นอกจากนี้ตัชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองก็มีราคาต้นทุนน้อยกว่าเมื่อใช้วิธีการก่อสร้างแบบธรรมดา 15-40% แล้วแต่ละชนิดของโครงสร้างและวัสดุที่ใช้

เมื่อเทียบราคากันแล้วการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะถูกกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดาประมาณ 15-30% ทั้งนี้แล้วแต่ปริมาณชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอาคารนั้น ๆ ว่าจะมีมากน้อยเพียงใด ที่เน้นกันโดยเฉพาะ คือ ชิ้นส่วนผนัง และพื้นของอาคารเพราะจะมีราคาประมาณ 1/5 ของราคาตัวอาคาร

ราคาต้นทุนการก่อสร้างโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

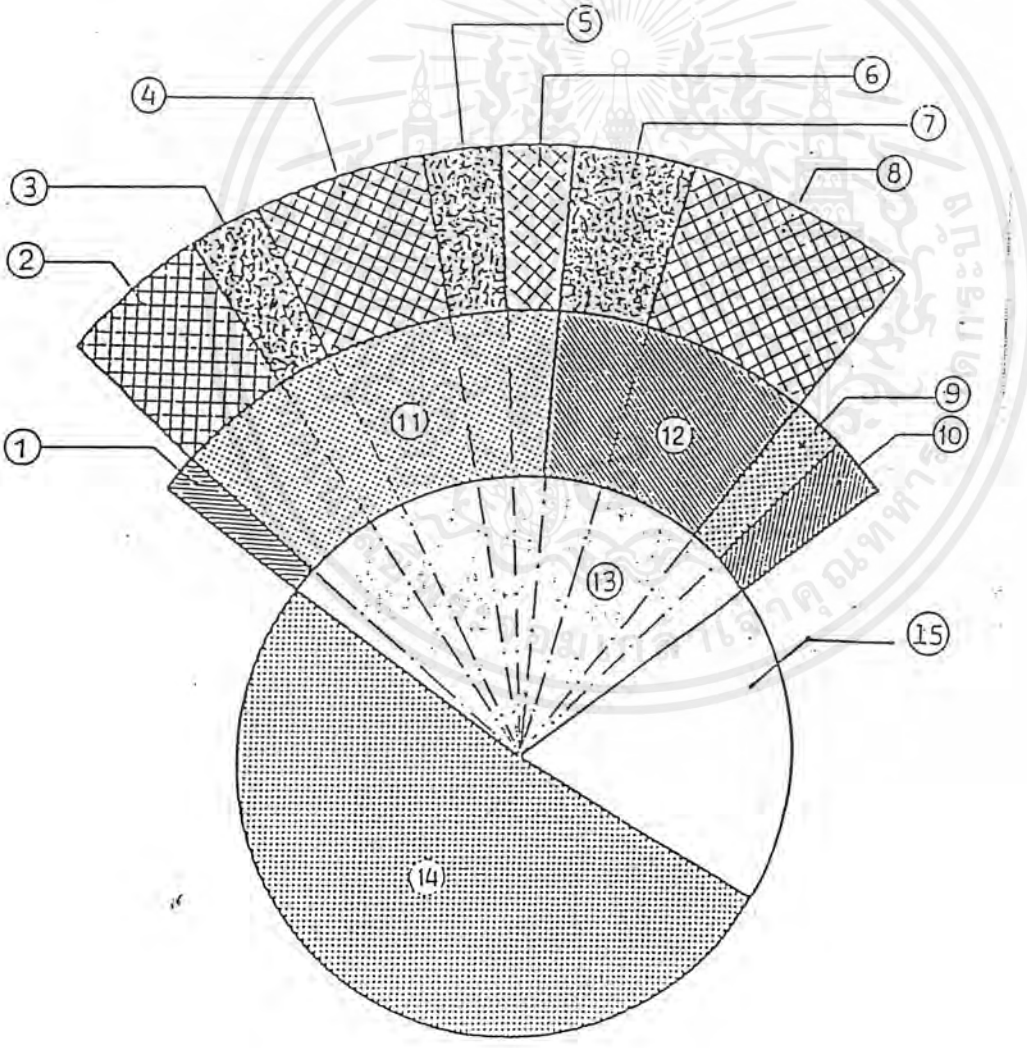
1. ราคาวัสดุที่ใช้ในการผลิต
2. ราคาการผลิต (ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร ดอกเบี้ยและค่าแรงงาน)
3. ราคาการขนส่งและติดตั้ง
4. ราคาการประกอบและตกแต่ง

เมื่อมองในภาพรวมแล้วจะรวมเอาข้อ 1 – 3 ออกมาเป็นราคาค่าชิ้นส่วน ข้อ 4 นั้นเป็นเรื่องของการตกแต่งเพื่อให้แล้วเสร็จโดยสมบูรณ์ ตัวอย่างดังแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบราคาของงานก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่พอจะสรุปโดยประมาณได้ดังนี้

ราคาค่าชิ้นส่วนสำเร็จรูป	30%
ค่าการประกอบและตกแต่งให้สมบูรณ์	50%
ค่าฐานรากและหลังคา	20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

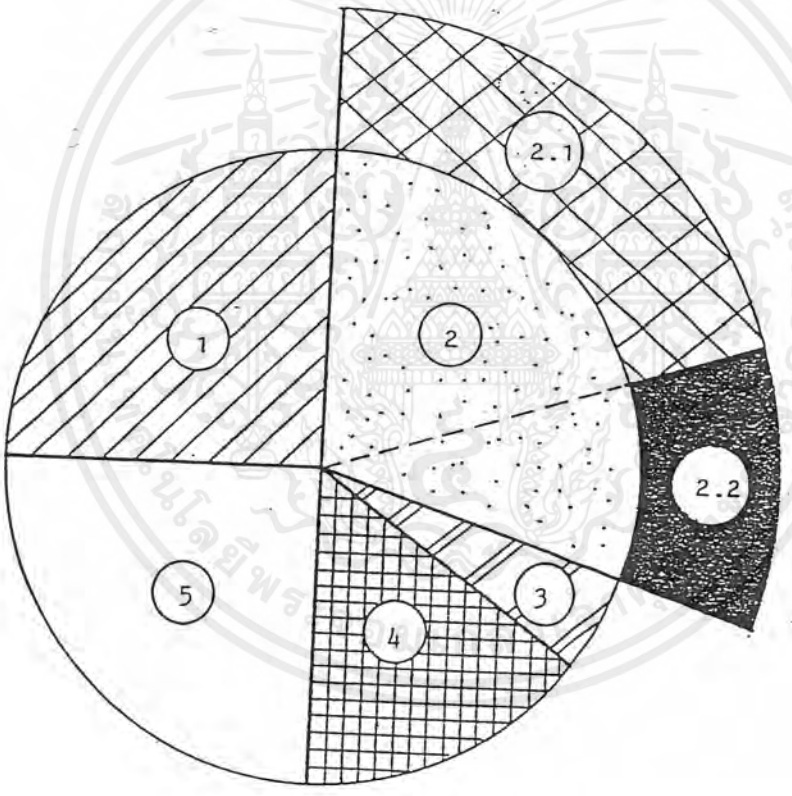
1. วางแผน (1%)
2. เหล็กเสริม (4%)
3. ข้อต่อและห่วงยก (2%)
4. คอนกรีต (5%)
5. ฉนวนกันความร้อน (2%)
6. รอยต่อภายนอก (2%)
7. ค่าเสื่อมราคาและดอกเบี้ย (3.5%)
8. ค่าแรงงาน (6.5%)
9. ค่าขนส่ง (2%)
10. ค่าติดตั้ง (2%)
11. ค่าวัสดุ (15%)
12. ค่าโสหุ้ยการผลิต (10%)
13. ค่าชิ้นส่วน (30%)
14. ค่าประกอบและตกแต่ง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



รูปที่ 3.6 แผนภูมิราคาในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ออกแบบและดำเนินการ (25%)
2. ผลิต (30%)
    2.1 วัสดุ (20%)
    2.2 ค่าแรง (10%)
3. ขนส่ง (5%)
4. ฐานรากและติดตั้ง (15%)
5. ส่วนประกอบและตกแต่ง (25%)



รูปที่ 3.7 แผนภูมิค่าใช้จ่ายโดยประมาณงานชิ้นส่วนขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ตัวอย่างหน่วยงานที่มีการนำเอาระบบสำเร็จรูปไปใช้

ในปัจจุบันได้มีหน่วยงานที่สนใจนำเอาระบบสำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น ทั้งภาครัฐและเอกชน ทำให้ระบบสำเร็จรูปได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการแข่งขันทางด้านธุรกิจ จุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ต้นทุนการก่อสร้าง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีการปรับปรุงและนำเทคนิคใหม่ ๆ เข้ามาใช้ อย่างเช่น บริษัทแลนด์ แอนด์ เฮาส์ ได้นำเอาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่มาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลในการก่อสร้างและติดตั้งประเภท HEAVY EQUIPMENT เข้ามาช่วยในการติดตั้งและใช้เทคนิคต่าง ๆ อีกมากมายในการก่อสร้าง

บริษัทสตาร์บล๊อค จำกัด ก็เป็นอีกบริษัทหนึ่งที่ได้นำเอาระบบสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยให้แก่ลูกค้า แต่จะเป็นเพียงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของตัวบ้านเท่านั้น คือ ส่วนของหลังคา ส่วนอื่น ๆ จะเป็นการก่อสร้างในระบบธรรมดา และเป็นบริษัทแรกที่ได้ริเริ่มนำระบบสำเร็จรูปขนาดใหญ่มาใช้กับการก่อสร้างในอาคารสูง

นอกจากนี้ยังมีบริษัทหรือหน่วยงานอื่น ๆ อีกหลายหน่วยงานในประเทศไทยที่ได้นำเอาระบบสำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งอาจจะทั้งระบบหรือบางส่วนก็ตาม ดังจะยกตัวอย่างระบบที่ใช้ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ดังนี้คือ

3.4.1 ระบบชีคอน

ระบบชีคอนเป็นระบบการก่อสร้างที่ได้รับการค้นคว้าและพัฒนาให้เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารทั่วไปในกรุงเทพ ฯ โดยบริษัทเชาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด ตั้งแต่ปี 2505 ระบบดังกล่าวเป็นระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีคาน ผนังและพื้นเป็นชิ้นส่วนของคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อมาจากโรงงาน มีเหล็กฉากซึ่งใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง และใช้เป็นเหล็กเสริมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสาเสร็จแล้ว งานฐานรากใช้วิธีการก่อสร้างตามธรรมดาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโดยทั่วไป

- หน่วยพิกัดมูลฐานที่ใช้ w = 0.50 เมตร ระยะห่างระหว่างเสาจะเป็นค่าทวีของ 0.5 ม. ส่วนความสูงเพิ่มตามความลึกของคานกับความสูงของผนัง
- พื้นที่ใช้รับน้ำหนักจรมากกว่า 150 กก./ซม.^{2} วางตะแกรงเหล็กเทคอนกรีตทับหนา 4 ซม. ส่วนพื้นห้องน้ำผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีต เทยกขอบโดยรอบ
- คอนกรีตที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะรับแรงได้มากถึง 200 กก./ซม.^{2} (คอนกรีตที่ใช้เทเสารับแรงได้ 150 กก./ซม.^{2})
- ผนังสำเร็จรูปจะประกอบกับไม้เนื้อแข็งหรือเหล็ก Light Gauge

การติดตั้ง

งานติดตั้งเริ่มจากการยกเสาเหล็กฉากขึ้นไปตั้งบนฐานรากแล้วเชื่อมเสาเหล็กฉากให้ติดกับบเหล็กเสริมของฐานราก

ยกคานและผนังขึ้นไปวางระหว่างเสาเหล็กฉากซึ่งมีหูกที่เชื่อมติดกับเสาเหล็กฉากรองรับอยู่ เมื่องานเข้าที่เรียบร้อยแล้วจึงเชื่อมเหล็กที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังให้ต่อเนื่องกับเหล็กเสริมของคานและผนังตัวต่อไป ในกรณีที่เป็นเสาต้นริมเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากหัวคานหรือผนังจะถูกดัดงอไปในเสาเหล็กฉาก

ต่อจากนั้นจึงประกอบแบบและเทคอนกรีตเสา เมื่อคอนกรีตเสาได้อายุแล้วจึงยกพื้นสำเร็จรูปขึ้นไปวางบนคาน จัดให้เข้าที่แล้วทำการผูกเหล็กตะแกรงและเทคอนกรีตทับหน้า สำหรับงานที่เหลือทั้งหมดก็จะเป็นวิธีการก่อสร้างแบบธรรมดา

รายละเอียดต่าง ๆ จะได้กล่าวถึงต่อไป

3.4.2 ระบบบ้านสำเร็จรูป พี.ซี.

บริษัทผลิตภัณฑ์บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. ได้นำเอาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการปลูกบ้านบนที่ดินให้กับลูกค้า โดยนำเอาระบบซีคอนมาใช้ทั้งระบบ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่นำมาใช้คือ พื้น ผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคาน แต่มีปัญหาอยู่ว่าลูกค้ามักจะสับสนและแยกไม่ออกระหว่างบ้านของ พี.ซี. กับบ้านของซีคอน ดังนั้นทาง พี.ซี. จึงได้ออกแบบรูปแบบของผนังให้มีลักษณะแตกต่างกับผนังของซีคอน คือ ทำแบบผนังให้มีลายขึ้นมาดังรูปที่ 3.8 และ 3.9 ส่วนผนังห้องน้ำจะก่ออิฐหรือคอนกรีตบล๊อคไว้ภายใน ซ้อนผนังสำเร็จรูปอีกชั้นหนึ่งแล้วทำการฉาบปูนและปูกระเบื้องต่อไป

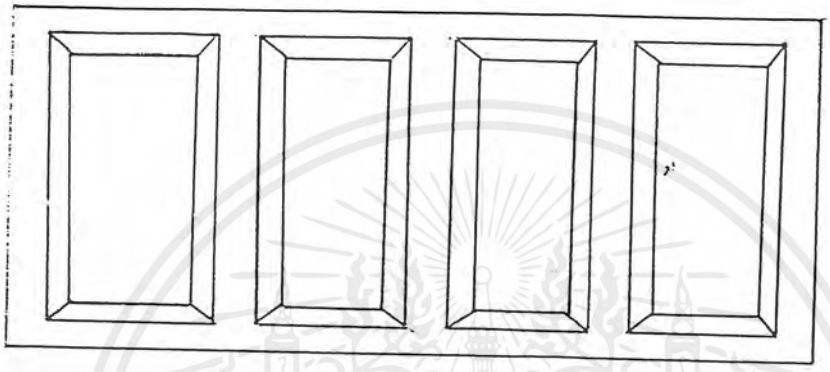
บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. เป็นบ้านที่ใช้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเป็นส่วนประกอบของฐานรากพื้น และผนังส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูปจากโรงงาน มีความแข็งแรงและสวยงาม เป็นพิเศษเนื่องจากสามารถควบคุมอัตราส่วนผสม (หิน ปูน ทรายและน้ำ) ได้มาตรฐาน การประกอบชิ้นส่วนใช้วิธียึดเชื่อมกันทุกจุด (เหมือนระบบซีคอน) จึงแข็งแรงและทนต่อแรงสั่นสะเทือน เสาเป็นเสาเหล็กฉากหล่อในที่ พื้นจะเป็นพื้นสำเร็จรูปรูปตัว U ลักษณะทางโครงสร้างเป็นแบบเสาและคานรับน้ำหนักถ่ายลงฐานราก ส่วนโครงหลังคาจะใช้เป็นโครงหลังคาเหล็ก เนื่องจากไม้หาขากและเกิดการผุพังได้ง่าย

บ้านสำเร็จรูป พี.ซี. สามารถปลูกสร้างได้บนดินที่เพิ่มถมเสร็จใหม่ เนื่องจากพื้นชั้นล่างเป็นแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป วางบนคาน ไม่ก่อปัญหาพื้นทรุด

ทางด้านราคาจะถูกกว่าระบบธรรมดาประมาณ 20% ดังตัวอย่างแบบบ้านในรูป 3.10 มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 145 ตารางเมตร ราคา 1,600,000 บาท ซึ่งถ้าเป็นระบบธรรมดาจะราคาประมาณ 2 ล้านบาท

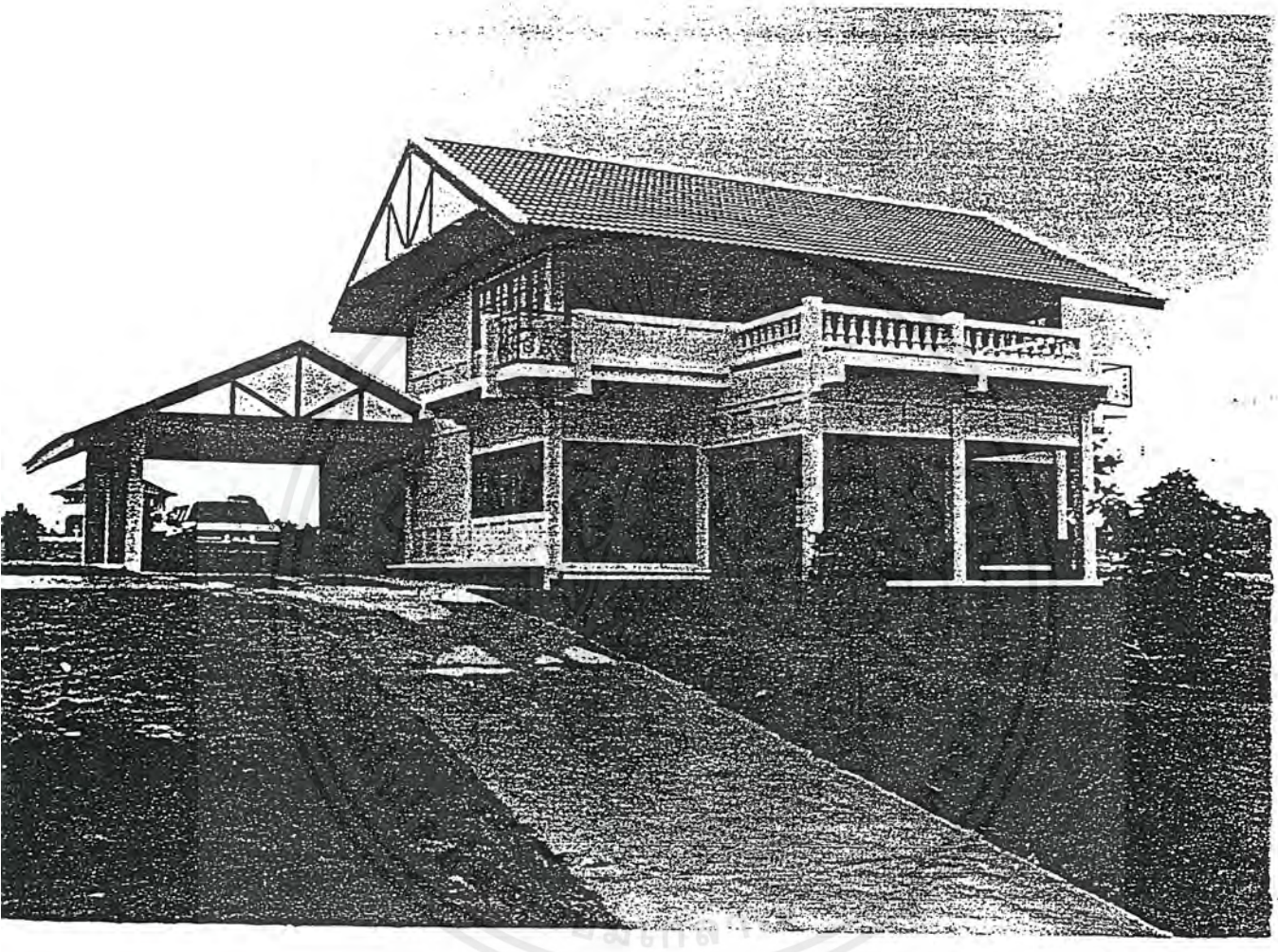
จะใช้เวลาในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 2 ชั้นทั้งหลังประมาณ 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 และ 3.9 แบบผนังของพี.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างบ้าน พี.ซี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
บ้านพักอาศัยสำเร็จรูประบบซีคอน
(PREFABRICATION HOUSE WITH SEACON SYSTEM)

4.1 บทนำ

ในปี พ.ศ. 2505 บริษัทเซาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด (ซีคอน) ได้เริ่มศึกษาและค้นคว้าเทคนิคการก่อสร้างอาคาร เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบการก่อสร้างที่เหมาะสมกับกรุงเทพ และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการก่อสร้างแบบธรรมดาที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป

เป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ ต้องเป็นระบบที่ประหยัดทั้งราคาและระยะเวลาในการก่อสร้างเมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบธรรมดา อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและมีคุณภาพสูงกว่า บริษัทได้มุ่งที่จะพัฒนาระบบการก่อสร้างโดยเฉพาะตึกแถวและบ้านพักอาศัย แต่ก็สามารถดัดแปลงไปใช้กับอาคารอื่น ๆ ได้

4.2 หลักการพิจารณาเลือกระบบการก่อสร้าง

หลังการศึกษาเบื้องต้น บริษัทมีความเห็นว่าระบบการก่อสร้างที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายได้ควรเป็นระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุหลัก เพราะสามารถทำในลักษณะอุตสาหกรรมได้ ส่วนจะเป็นระบบใดหรือมีหลักเกณฑ์อย่างไรนั้นต้องคำนึงถึงปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อศึกษาค้นคว้าและทดลองสร้างอาคารจริงแล้ว บริษัทก็ประสบความสำเร็จในการออกแบบและพัฒนาระบบการก่อสร้างที่ประหยัด แข็งแรงและสร้างได้รวดเร็วกว่าวิธีการก่อสร้างธรรมดา นอกจากนั้นยังทำให้งานก่อสร้างคุณภาพสูงและสม่ำเสมอ

บริษัทได้ตั้งชื่อระบบการก่อสร้างดังกล่าวว่า ระบบ "ซีคอน" หรือ "SEACON" ซึ่งเป็นชื่อย่อของบริษัท ระบบดังกล่าวเป็นระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีคาน ผนัง และพื้นเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อจากโรงงาน มีเสาเหล็กฉากซึ่งใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง และใช้เป็นเหล็กเสริมของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสาเสร็จแล้ว งานฐานรากใช้วิธีก่อสร้างตามธรรมดาทั่วไป

4.3 การออกแบบ

การพิจารณาออกแบบในระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปนั้น ต้องพิจารณาให้รอบคอบกว่าการออกแบบในระบบก่อสร้างธรรมดา เนื่องจากการออกแบบอาคารจะต้องเกี่ยวพันไปถึงการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการติดตั้งด้วย

เป้าหมายของการออกแบบกำหนดไว้ว่าจะต้องสวยงาม อยู่สบาย ประโยชน์ใช้สอยสูง ประหยัด แข็งแรง ทนทานและสร้างได้รวดเร็ว ความกว้าง ความยาว และความสูงของอาคารกำหนดเป็นพิกัดและระยะมาตรฐานที่เหมาะสม

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอตั้งแต่ในระยะเวลาที่ยกออกจากแม่แบบ การขนส่งการติดตั้งและใช้งานเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ สิ่งสำคัญของการผลิตชิ้นส่วน คือ รอยต่อที่จะต้องออกแบบได้อย่างเหมาะสม

ในการติดตั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงความสะดวกรวดเร็วและความยากง่ายในการทำงาน ติดตั้งได้โดยใช้เครื่องผ่อนแรงที่ประหยัดและควบคุมได้ง่าย การออกแบบรอยต่อที่ดีจะทำให้การติดตั้งสะดวกรวดเร็วและมีอุปสรรคน้อย

การออกแบบในระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปต้องมีการเขียนแบบมากกว่าและละเอียดกว่าในระบบการก่อสร้างธรรมดา เช่น ต้องมีแบบสำหรับผลิตแบบหล่อ ผลิตเครื่องทุ่นแรง สร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ซีคอนโรงงานสำหรับผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ 2 แห่ง คือ ที่สาธุประดิษฐ์และอ่อนนุช โดยโรงงานที่สาธุประดิษฐ์จะเป็นโรงงานผลิตเสาเข็ม ผนัง คาน และพื้น ส่วนโรงงานที่อ่อนนุชจะเป็นโรงงานผลิตพื้น T ตงและไม้

ระบบการผลิตจะมีการแบ่งเป็นแผนก คือ ตัดเหล็ก ประกอบโครงเหล็กเสริมและเชื่อม ประกอบแบบติดตั้งโครงเหล็กเสริม ผสมและเทคอนกรีตรวมถึงการตกแต่งผิว และมีแผนกตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานด้วย เช่น ตรวจสอบคุณภาพหิน ทราย คอนกรีต ส่วนงานไม้จะแบ่งเป็นงานวงกบประตู-หน้าต่าง โครงหลังคา เป็นต้น

จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในโรงงานแต่ละวันจะกำหนดอัตราการผลิตเป็นจำนวนหลังของบ้านพักอาศัยต่อวัน ปริมาณอัตราการผลิตชิ้นส่วนที่โรงงานของซีคอนทั้งสองแห่งในปัจจุบันจะกำหนดอัตราการผลิตเท่ากับ 1.5 หลังต่อวัน หรือ 40 หลังต่อเดือน และจะมีการเผื่อสต๊อคไว้คิดจากอัตราการผลิตประมาณ 7 วัน

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตทุกชิ้นจะมีวันที่ผลิตกำกับอยู่ เพื่อกันการสับสนในการลำเลียงไปใช้งาน คือ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำการผลิตและมีอายุคอนกรีตครบ 7 วัน ก็จะถูกจัดส่งไปติดตั้งก่อน โดยฝ่ายประมาณการรับงานที่ลูกค้าเซ็นต์สัญญาการก่อสร้างจากการทางบริษัท และนำมาประมาณจำนวนและชนิดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ต้องใช้ เขียนใบ WORK ORDER ส่งไปยังหน่วยงานหรือแผนกที่เกี่ยวข้องวัสดุแต่ละอย่างที่ต้องใช้ เช่น คาน ผนังหรือพื้นสำเร็จรูป ก็จะส่งใบ WORK ORDER ส่งของไปยังโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วน ส่วนวัสดุเครื่องสุขภัณฑ์ก็สั่งซื้อตามร้านค้าต่าง ๆ เพื่อจัดส่งวัสดุไปยังหน่วยงานก่อสร้างต่อไป

ขั้นตอนและขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีดังนี้ คือ

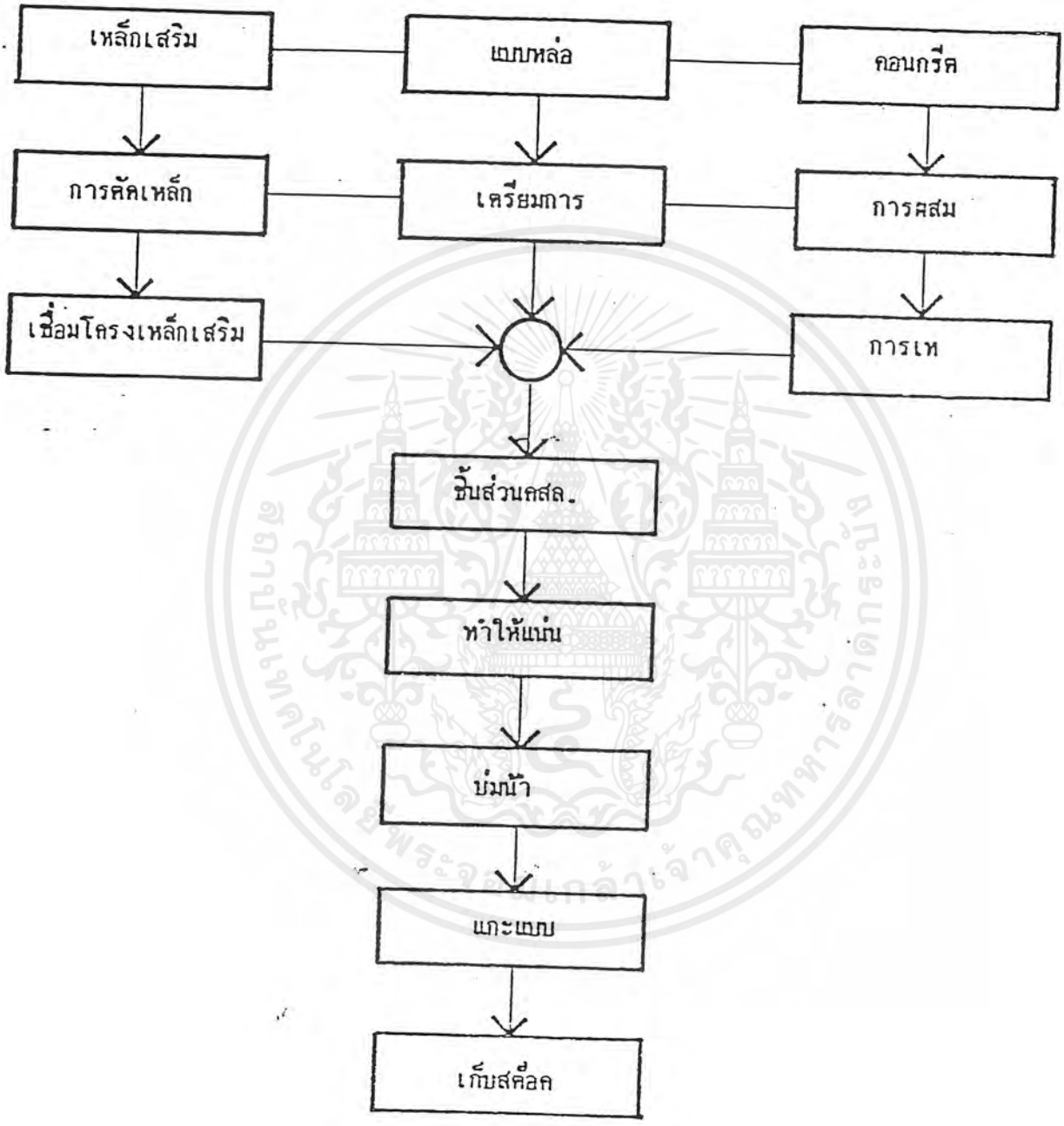
1. จัดเตรียมเหล็กเสริม นำมาตัด ประกอบและเชื่อมเป็นโครงเหล็กเสริมตามแบบ ซึ่งได้โครงเหล็กเสริมคาน เสาเข็ม พื้น ผนัง และเสาเหล็กฉาก
2. ทำความสะอาดแบบหล่อ ประกอบแบบ และทาน้ำมัน
3. นำโครงเหล็กเสริม ประกอบเข้าแบบหล่อ (เสาเหล็กฉากไม่ต้องหล่อคอนกรีต)
4. ผสมคอนกรีต และการเทลงแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำคอนกรีตให้แน่นโดยเครื่องสั่นคอนกรีต ตกแต่งผิวคอนกรีต
6. บ่มคอนกรีตด้วยน้ำ จนคอนกรีตแข็งตัวและมีอายุครบ 1 วัน ถอดแบบออก
7. นำไปเก็บสต๊อครอการขนย้ายไปติดตั้งต่อไป

ขบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และรูปในภาคผนวก ข แสดงการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การถอดเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง

4.5.1 คาน

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

4.5.2 ผนัง

1. ปรับระดับดินให้เรียบ ใช้ไม้หมอนรองผนังทั้ง 2 ข้างจากหัวผนังด้วยระยะประมาณ 1/5 ของความยาวผนัง วางเรียงซ้อนกันสูงไม่เกิน 8 ชิ้น
2. เมื่อเคลื่อนย้ายจากกอง ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยครั้งละ 3 แผ่น โดยร้อยจากทางด้านหัวผนังทั้ง 2 จุดใกล้ตำแหน่งไม้รองหมอนผนัง ใช้ยางรองผนังในแต่ละแผ่นและตรงจุดที่โซ่รัดขอบผนังแล้วใช้เครื่องวินท์ดึงไปยังจุดที่จะใช้งานระหว่างการดึงให้คอยดูแลสิ่งกีดขวางและห้ามการดึงแบบจุดกระชากหรือลากแบบรีบเร่ง
3. เมื่อถึงจุดใช้งานและจะนำขึ้นติดตั้ง ให้ร้อยลวดสลิงหรือโซ่กับแผ่นที่ต้องการให้ปลายลวดสลิงหรือโซ่อยู่ขอบบนของผนังจากปลายทั้งสองข้างเพื่อการยกขึ้นติดตั้ง
(ในวิธีที่ปฏิบัติกันอยู่นี้ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยกลางผนังแบบการยกจุดเดียว)

4.5.3 กรณีคานหรือผนังเร่งด่วนที่ผลิตจากโรงงานและยังไม่ได้อายุใช้งาน (7 วัน) ต้องวางแยกไว้ต่างหาก หากเป็นผนังต้องให้ความดูแลเป็นกรณีพิเศษ คือ ใช้ไม้รองหมอนให้เต็มผนังและผิวรองหมอนต้องเรียบ

4.5.4 กรณีสถานที่ก่อสร้างแคบ ต้องช่วยขนย้ายชิ้นส่วนเข้าจุดใช้งานเพื่อให้มีที่ว่างสำหรับลงชิ้นส่วนของรถเที่ยวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 งานก่อสร้างบ้านซีดอน

4.6.1 งานฐานราก

4.6.1.1 การวางผัง

1. กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางของเสา

   ก. ดูระยะอ้างอิงกำหนดแนวศูนย์กลางของเสาจากผังบริเวณ (Site Plan)
   ข. กำหนดศูนย์กลางของเสามุมอาคารตามแบบ
   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 เป็นต้น

2. กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็ม

   ก. ดูแบบแปลนฐานรากที่ตำแหน่งเสาชื่อต่าง ๆ ว่าเป็นฐานรากแบบใช้เข็มกี่ต้น
   ข. ฐานรากที่ใช้เข็มต้นเดียวใช้ตำแหน่งศูนย์กลางเสาเป็นตำแหน่งศูนย์กลางของเสาเข็ม
   ค. ฐานรากที่ใช้เข็ม 2 ต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ดูทิศทางความยาวของฐานรากไปในแนวศูนย์กลางแนวใด แล้ววัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็มออกจากกลางเสา
   ง. ฐานรากใช้เข็ม 3 ต้น จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ให้ดูทิศทางของฐานสามเหลี่ยมว่าขนานกับแนวเส้นศูนย์กลางเส้นใดแล้ววัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสาเข็มออกจากศูนย์กลางเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. ฐานรากใช้เข็ม 4-5 ต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และใช้เข็ม 6 ต้นจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า วัดระยะมาตรฐานตำแหน่งศูนย์กลางเสา

ฉ. กำหนดค่าระดับเฉลี่ยของพื้นดินในบริเวณที่จะก่อสร้างอาคารและถ่ายระดับ 0.00 เมตร ซึ่งเป็นระดับหลังคานชั้นล่าง ไว้ที่รั้ว เสาไฟฟ้าหรือสิ่งที่ไม่เปลี่ยนแปลง

3. กำหนดตำแหน่งหมุดตาย

ก. ดูแนวศูนย์กลางเสารอบอาคารด้านกว้างและด้านยาวที่ตัดกันเป็นมุมฉาก

ข. ขึงเส้นเอ็นตามแนวศูนย์กลางเสาด้านกว้างและด้านยาวนั้นให้ยาวออกไปข้างละประมาณ 1.20 – 1.50 เมตร

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

4. หมุดตาย

คือ หมุดที่ใช้เก็บแนวศูนย์กลางเสาที่หาไว้ครั้งแรก สำหรับชั้นแนวในครั้งต่อ ๆ ไปได้ถูกต้องตามแนวเดิมโดยตัวหมุดตายจะถูกเก็บซ่อนหรือทำเครื่องหมายไว้ในที่ปลอดภัย ไม่มีสิ่งอื่นใดมาทำให้ขยับหรือเคลื่อนตัวโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ดังนี้

ก. ไม้ขนาด $1\frac{1}{2}$" x $1\frac{1}{2}$" ยาวประมาณ 0.30 เมตร เสี้ยมปลายแหลม 1 ด้านและอีกด้านตัดให้เรียบเสมอและได้ฉาก

ข. กำหนดแนวและระยะบนหัวเป็กโดยใช้ดินสอวาดจุดตัดจากแนวและระยะ

ค. ตอกตะปูขนาด 1 นิ้ว ที่จุดตัดของแนวและระยะพร้อมผูกเชือกปอสี

ง. กลบดินโดยให้ปลายเชือกปอโผล่

<u>หมายเหตุ</u>

อาจกำหนดเส้นแนวที่ผนังรั้ว โดยเป็นเส้นทาสีถือเอาศูนย์กลางของเส้นสีซึ่งหนาประมาณ 1 ซ.ม. หรือวัสดุอื่นแทนหมุดตายได้ ในกรณีมีความจำเป็น หรือเพื่อความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1.2 การตอกเสาเข็ม

1. การเตรียมงาน

ก. ตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มของฐานรากที่เสาแต่ละต้น

ข. ศึกษาวิธีการตอกเสาเข็มให้เหมาะสมกับสภาพบริเวณที่กำหนดให้

ค. ตรวจสอบขนาด และจำนวนเสาเข็มที่จะทำการตอกกับขนาดและจำนวนเสาเข็มที่ส่งมาให้ หากมีการผิดพลาดให้แจ้งหัวหน้าแผนกทันที

ง. ศึกษาระดับหัวเสาเข็มกับระดับ +/- 0.00 เมตร ที่กำหนดไว้ให้ (ตารางที่ 4.1)

จ. แจ้งเจ้าของบ้านให้รับทราบในรายละเอียดก่อนตอกเสาเข็มและเซ็นต์ชื่อรับรองความถูกต้อง รวมทั้งรับรองการแก้ไขเปลี่ยนแปลงระยะต่าง ๆ

2. การตอกเสาเข็ม

ก. การตรวจสอบแนวดิ่งของหน้าตะเกียบ

ข. ถ่ายระดับ +/- 0.00 เมตร ไว้ที่หน้าตะเกียบ

ค. ย้ายเสาเข็มจากกองที่นำมาส่งด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะการเกี่ยวลวดสลิงตามตำแหน่งที่กำหนดให้

ง. ยกเสาเข็มปักลงที่ตำแหน่งศูนย์กลางหมุดไม้ และปรับให้เสาเข็มได้ดิ่งก่อนตอก

จ. การตอกเสาเข็มกำหนดให้ใช้ตุ้มหนัก 1 ตัน ยกสูงไม่เกิน 50 ซม. โดยมีกระสอบหรือวัสดุอื่นรองรับเพื่อกันหัวเสาเข็มแตก (กระสอบอยู่ในหัวเหล็กครอบมียางรองด้านบนหัวครอบ)

ฉ. ต้องทำการตรวจสอบ นับ Blow Count การตอกเสาเข็มที่ระยะ 30 ซม. ของ 2 ช่วงสุดท้าย โดยทำระยะไว้ที่เสาเข็ม และทำระยะเปรียบเทียบไว้ที่เสาส่งในกรณีที่เสาเข็มจมลงไปในดิน

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

ซ. ศูนย์กลางเสาเข็มหลังการตอกได้ระดับที่ต้องการแล้วจะต้องหนีศูนย์ได้ไม่เกิน 5 ซม.

ฌ. ระดับหัวเสาเข็มผิดได้ไม่เกิน +/- 5 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ. กรณีที่หัวเสาเข็มไม่มีรูร้อยเหล็ก ให้ตอกเสาเข็มโดยยกระดับ 15 ซม.

3. การปฏิบัติเมื่อการตอกเสาเข็มเกิดการผิดปกติ

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 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้รายงานให้หัวหน้าแผนกทราบทันที

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

ค. ในกรณีเสาเข็มที่ตอกหักหรือหนีศูนย์เพราะสิ่งกีดขวางเบื้องล่าง จะต้องรีบแจ้งหัวหน้าแผนกเพื่อดำเนินการตอกเสาเข็มแซมหรือเปลี่ยนแปลงแบบฐานรากใหม่โดยความเห็นชอบจากผู้จัดการฝ่าย

ง. ในกรณีเสาเข็มหนีศูนย์เกิน 5 ซม. ให้รายงานให้หัวหน้าแผนกทราบ

4.6.1.3 การหล่อฐานราก

1. การเตรียมงาน

ก. ค้นหาหมุดตายที่หน่วยตอกเข็มจัดทำไว้

ข. หาแนวศูนย์กลางเสาแต่ละต้น จากเส้นเอ็นที่ขึงตั้งฉากกันของแนวหมุดตามทั้ง 2 คู่

ค. ถ่ายระดับหลังฐานรากจาก +/- 0.00 เมตร มากำหนดระดับบนไม้ผัง (ตารางที่ 4.2)

ง. ตรวจสอบระดับและความสูงของฐานราก (ตารางที่ 4.2)

จ. ขุดดินให้ได้ระดับตามความต้องการ

ฉ. ทำความสะอาดกับเสาเข็มและร้อยเหล็กเส้น ขนาด 9 มม. ยาว 60 – 80 ซม. พับปลายทั้ง 2 ข้าง เพื่อยึดติดกับฐานราก

ช. ถ้าหัวเสาเข็มไม่มีรูร้อยเหล็กให้สกัดหัวเสาเข็ม 15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหล่อฐานราก

ก. ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางเสาและระดับหัวเสาเข็ม

ข. วางตะแกรงเหล็กฐานรากให้ได้ตำแหน่งและมีลูกปูนหนุนด้านล่าง

ค. ตรวจสอบศูนย์กลางเสากับศูนย์กลางเหล็ก Dowel สำหรับต่อเสาเหล็กให้ถูกต้องก่อนเทคอนกรีต

ง. ผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนดโดยการใช้ภาชนะ เช่น ปุ้งกี๋ หรือกระป๋อง

จ. เทคอนกรีตลงบนแบบหล่อฐานรากและกระทุ้งให้เนื้อคอนกรีตแน่น

ฉ. ตรวจสอบศูนย์กลางเสากับศูนย์กลางเหล็ก Dowel อีกครั้งก่อนคอนกรีตเซ็ทตัว

ช. ฝังตะปูขนาด 1 นิ้ว ไปที่ตำแหน่งศูนย์กลางเสาที่มุมอาคารทั้ง 4 มุม

3. การถอดแม่แบบหล่อฐานราก

ก. การถอดแม่แบบหล่อฐานรากให้ทำหลังจากหล่อคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง

ข. เมื่อถอดแบบและเห็นคอนกรีตมีรูพรุนเพราะกระทุ้งไม่แน่น หรือมีน้ำปูนไหลออกไปมากให้ใช้น้ำปูนทรายอุดให้แน่น

ค. ตรวจสอบศูนย์กลางเสาและศูนย์กลางเหล็ก Dowel หากพบว่าคลาดเคลื่อนกันมากกว่า 0.05 ซม. ให้รายงานหัวหน้าแผนกแก้ไข

ง. ทำความสะอาดแม่แบบเพื่อใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตอม่อสะพานทางหลวง

ลำดับ	ชนิด PILE CAP	ขนาดเสาเข็ม	ฐานเบน	ระดับหัวเสาเข็มที่ต้องการ (เมตร)				หมายเหตุ
				ไม่ยกระดับ	ยกระดับ (เมตร)			
				0.30	0.60	0.90	1.20	
1.	เข็มเดี่ยว	110 หรือ 122	ทั่วไป	-0.55	-0.55	-0.85	-1.15	-1.45	
		110 หรือ 122	E,C,S,Y,G	-0.60	-0.60	-0.90	-1.20	-1.50	
		110 หรือ 122	ครัว E1	-0.80	-0.80	-1.10	-1.40	-1.70	
2.	เข็มคู่	110 หรือ 122	ทั่วไป	-0.675	-0.675	-0.975	-1.275	-1.575	
		110 หรือ 122	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
		110 หรือ 122	ครัว E1	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	
3.	เข็ม 3 ต้น	110 หรือ 122	ทั่วไป	-0.675	-0.675	-0.975	-1.275	-1.575	
		110 หรือ 122	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
		110 หรือ 122	ครัว E1	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	
4.	เข็ม 4 ต้น	110 หรือ 122	E,C,S,Y,G	-0.725	-0.725	-1.025	-1.325	-1.625	
5.	เข็ม 5 ต้น	110 หรือ 122	E,C,S,Y,G	-0.825	-0.825	-1.125	-1.452	-1.725	
6.	เข็ม 6 ต้น	122	E,C,S,Y,G	-0.925	-0.925	-1.225	-1.525	-1.825	

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่	ชนิดของ PILE CAP	ขนาดเสาเข็ม	ตำแหน่ง	ระดับหน้าของ PILE CAP			
				ไม่ทราบระดับ	ทราบระดับ		
					0.30	0.60	0.90
1	เสาเข็มต้นเดี่ยว	118 พรีส 122	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		118 พรีส 122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		118 พรีส 122	หรือ E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
2	เสาเข็ม 2 ต้น	118 พรีส 122	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		118 พรีส 122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		118 พรีส 122	หรือ E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
3	เสาเข็ม 3 ต้น	118 พรีส 122	ทั่วไป	-0.45	-0.45	-0.75	-1.05
		118 พรีส 122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
		118 พรีส 122	หรือ E 1	-0.70	-0.70	-1.00	-1.30
4	เสาเข็ม 4 ต้น	118 พรีส 122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
5	เสาเข็ม 5 ต้น	118 พรีส 122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10
6	เสาเข็ม 6 ต้น	122	E,C,S,Y,G	-0.50	-0.50	-0.80	-1.10

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลงาน Pile Cap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4.6.2.1 การเตรียมตำแหน่งเสาเหล็กฉาก

1. ตรวจสอบตำแหน่งหมุดตายหรือปลายตะปูตามแนวศูนย์กลางเสาทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว ซึ่งจะอยู่ตามแนวเสากลางอาคารหรือใกล้เคียงที่ตั้งฉากกัน
2. ตรวจสอบระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเสาแต่ละช่วงทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว ขีดเส้นกากะบากตำแหน่งศูนย์กลางเสาบนหลัง Pile Cap (รูปที่ 4.1)
3. ขีดเส้นตำแหน่งเสาบนหลัง Pile Cap โดยใช้ระยะ 6.75 ซม. จากแนวศูนย์กลางเสาต้นหัวท้ายแต่ละแนวทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว (รูปที่ 4.2)
4. หากตำแหน่งศูนย์กลางเสาและตำแหน่งเหล็ก Dowel วางไว้ถูกต้อง การสวมเสาเหล็กฉากจะทำได้พอดี (รูปที่ 4.3) หากตำแหน่งเหล็ก Dowel คลาดเคลื่อนจะต้องดุ้งเหล็ก Dowel ทั้ง 4 มุมเหล็กฉากทั้ง 4 ของแนวเสาเหล็กฉากเตรียมไว้
5. ศึกษาแบบติดตั้งถึงหมายเลขเบอร์เสาเหล็กฉาก ทิศทางและระดับของพุกรับคานและผนัง และระยะจิ๊กของบ่าคานและผนัง รวมทั้งจุดเริ่มของการติดตั้งเสาเหล็กและชิ้นส่วนที่จำเป็น ก่อนหลังโดยละเอียด

4.6.2.2 การติดตั้งเสาเหล็กฉาก

1. เสาเหล็กฉากแต่ละต้นจะมีขนาด 13.5 x 13.5 ซม. ช่วงตอม่อถึงพื้นชั้นบนจะใช้เหล็ก 4L25 x 25 x 3 มม. และจากพื้นชั้นบนถึงอะเสจะมีขนาด 4L18 x 18 x 2.3 มม. เหล็กฉากทั้ง 4 เส้นจะยึดกันด้วยพุกเหล็กหนา 4 มม. และเหล็กซิกแซก 6 มม. ความยาวแล้วแต่ความสูงของอาคาร (รูปที่ 4.4)
2. การตั้งเสาเหล็กฉากควรตั้งเสาต้นมุมอาคารและเสาต้นที่จะยึดเครน รวม 4 ต้น ที่จะสามารถใช้ลวดสลิงของเสากระโดง เครื่องวินท์ไฮโดรลิคส์โยงยึดก่อน แล้วจึงใช้เครื่องวินท์หรือคนงานช่วยขนย้ายเสาเหล็กฉากต้นอื่นเข้าติดตั้ง ยกเว้นบางต้นที่จะกีดขวางการติดตั้งเอาไว้ก่อน
3. การติดตั้งเสาเหล็กฉากให้พิจารณาการได้ดิ่งของเสาเหล็กฉากทั้ง 2 ด้านที่ตั้งฉากกัน คือ ด้าน A และด้าน B (ดังรูปที่ 4.5) ในรูปที่ 4.5(ก) จะเป็นการเล็งการได้ดิ่งของด้าน B โดยใช้ขอบเสาของเหล็กฉากทาบกับแนวเส้นด้ายลูกดิ่ง และในทำนองเดียวกันในรูปที่ 4.5(ข) จะเป็นการเล็งการได้ดิ่งของด้าน A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในระหว่างการติดตั้งแนวดิ่งของเสาเหล็กฉาก ก็จะพิจารณาระดับของพุกรับคานชั้นล่างไปด้วย โดยสันพุกเหล็กรับคานที่เสาจะมีค่าต่ำกว่าระดับคาน (ระดับ 0.00 ม.) อยู่ 32 ซม. (ดังรูปที่ 4.6 ก และ 4.6 ข) ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องวัดระยะสูงจากหลังพุกรับคานชั้นล่างขึ้นมา 32 ซม. หรือระดับ +/- 0.00 ม. แล้วใช้ชอล์คขีดไว้ระหว่างตั้งดิ่งเสาจะตรวจสอบระดับ +/- 0.00 ม. ให้เท่ากับขีดระดับ +/- 0.00 ม. ที่ทางหน่วยวางผังตอกเข็มที่ขีดไว้ให้ ถ่ายระดับจาก +/- 0.00 ม. ไปหาพุกเหล็ก แล้วถ่ายระดับไปที่พุกเหล็กเสาทุกต้น
5. เมื่อเสาได้ดิ่งและระดับตามที่ต้องการแล้วจะทำการเชื่อมเหล็ก Dowel ติดกับเหล็กฉากทั้ง 4 เส้น ด้วยวิธีเชื่อมตามแนวดิ่ง 2 ข้างกับปีกของเหล็กฉากเสาให้แนวเชื่อมได้มาตรฐานเป็นลักษณะเกล็ดปลาช่อนมีความยาวรวมในแต่ละเส้นไม่น้อยกว่า 10 – 50 ซม. แล้วแต่ขนาดเหล็ก Dowel โดยต้องระมัดระวังเรื่องการตั้งไฟเครื่องเชื่อมให้เหมาะสมกับปีกเสาเหล็กฉากละลายหรือแหว่งเพราะไฟแรงเกินไป

4.6.2.3 การติดตั้งชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูป

1. เครื่องมือยกชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป ประกอบด้วยเสากระโดง (Post Derrick) เหล็กท่อนกลมกลวงขนาด 6 นิ้ว สูงประมาณ 8 เมตร (สำหรับอาคารที่พักอาศัย 2 ชั้น) มีลวดสลิงโยงยึดให้ตั้งตรงเพื่อเป็นหลักยึดแขนยื่นยกชิ้นส่วน (Boom) ซึ่งมีรัศมีทำการประมาณ 8 – 9 เมตร และรับน้ำหนักประมาณ 500 – 800 กิโลกรัม การเคลื่อนที่และการยกชิ้นส่วนของแขนยื่นควบคุมด้วยเครื่องวินท์ไฮโดรลิคส์ (ดูรูปที่ 4.7)
2. การยกชิ้นส่วนดำเนินการโดยใช้โซ่รัดชิ้นส่วนตรงกลางจุดเดียว จากกองเก็บชิ้นส่วนและใช้เครื่องวินท์ดึงขึ้นด้วยความระมัดระวัง และให้คนช่วยประคองด้วย
3. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังจะถูกกำหนดค่าระดับพุกเหล็กที่เสาเหล็กฉาก นำชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งโดยมีช่างประกอบคอยช่วยใช้แซลงเหล็กงัดชิ้นส่วนเข้าที่ และช่างเชื่อมจะทำการเชื่อมเหล็กเสริมให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องที่เสาช่วงกลางอาคาร และโครงสร้างยึดติดที่เสาต้นริมอาคาร
4. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังภายในอาคาร ศูนย์กลางของคานและผนังจะอยู่แนวเดียวกับศูนย์กลางเสา
5. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังแนวริมนอกอาคาร แนวริมคานและแนวริมผนังภายนอกจะอยู่ในแนวดิ่งเดียวกัน โดยศูนย์กลางของคานและเสาแนวเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การติดตั้งชิ้นส่วนคานและผนังที่มีบ่า ศูนย์กลางหลังคาน และด้านบนไม่ใช่ศูนย์กลางของใต้ท้องคานและผนังที่มีบ่าจะอยู่ในแนวเดียวกันกับศูนย์กลางเสา ตรวจสอบระยะบ่าคานหรือจิ๊กให้ได้ตามกำหนดเพื่อรองรับพื้นสำเร็จรูป (ดูรูปที่ 4.10)
7. การติดตั้งชิ้นส่วนคาน และผนังทั้งหมดจะต้องตรวจสอบระยะห่างระหว่างเสาเหล็กฉากและความยาวของชิ้นส่วน เพื่อการเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสาเหล็กฉาก (ดูรูปที่ 4.11)
8. การติดตั้งชิ้นส่วนคานยื่น (คานหัวหมู) ต้องใช้ลวดสลิงจากเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ตั้งไว้ก่อนเมื่อจับระดับความยาวของไม้ค้ำจากแผ่นไม้หรือที่รองรับ และรีบติดทำไม้ค้ำยันทันทีจากนั้นจึงเชื่อมลวดเหล็กสเตย์โยงยึดกันพร้อมเชื่อมเหล็กกลมที่งอลงติดกับเสาเหล็กฉาก และพุกเหล็ก แล้วจึงจะเอาสลิงจากเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ที่ตั้งไว้ออก
9. การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่ต่อเนื่องกันบางครั้งมีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันการต่อเชื่อมก็ทำได้ง่าย หากมีขนาดหรือค่าระดับแตกต่างกันมากต้องทำรอยต่อเป็นกรณีพิเศษ (ดูรูปที่ 4.12)
10. การติดตั้งคานยื่น (คานหัวหมู) หากมีคานต่อเนื่องให้เชื่อมเหล็กต่อเนื่องกับคานภายในอาคารด้วย
11. ในระหว่างการติดตั้งชิ้นส่วน จะต้องมีการเชื่อมเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. เป็นตัวโยงยึด (สเตย์) ระหว่างเสาเหล็กฉากไว้ด้วย หากการติดตั้งชิ้นส่วนระหว่างเสาคู่นั้นมีน้ำหนักมากเพื่อกันการโก่งงอ และการเบนออกของชิ้นส่วนที่ยื่นออกมาจากแนวเสา
12. จากการติดตั้งเครื่องวินท์ไฮดรอลิคส์ครั้งแรกจะสามารถติดตั้งชิ้นส่วนได้โดยรอบในรัศมีแขนยื่นยกชิ้นส่วนและไม่กีดขวางการเคลื่อนตัวของแขนยื่น โดยสามารถติดตั้งได้ตั้งแต่ชิ้นส่วนคานชั้นล่างถึงชิ้นส่วนบนสูงสุด (ดูรูปที่ 4.13) ทั้งนี้จะต้องมีการตรวจสอบการได้แนวดิ่งของเสาทุกต้นทุกครั้งที่มีการติดตั้งชิ้นส่วนจำนวนมาก และมีการโยงยึดสเตย์กันการโก่งงอไว้ด้วย
13. หลังจากติดตั้งชิ้นส่วนได้ครบจากตำแหน่งของเครื่องวินท์ครั้งแรกแล้ว จะย้ายเครื่องวินท์ไปที่ตำแหน่งที่สองเพื่อติดตั้งชิ้นส่วนที่เหลือต่อไป (ดูรูปที่ 4.14)
14. เมื่อติดตั้งชิ้นส่วนจากการติดตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สองเสร็จแล้วจะถอดเครื่องวินท์และย้ายออกหากมีชิ้นส่วนล่างที่ยังไม่ได้ติดตั้งเพราะจะกีดขวางการเคลื่อนย้ายเครื่องวินท์ก็จะใช้ชิ้นส่วนคานหรือผนังตัวบนเป็นตัวดึงชิ้นส่วนตัวล่างที่เหลือเข้าติดตั้ง

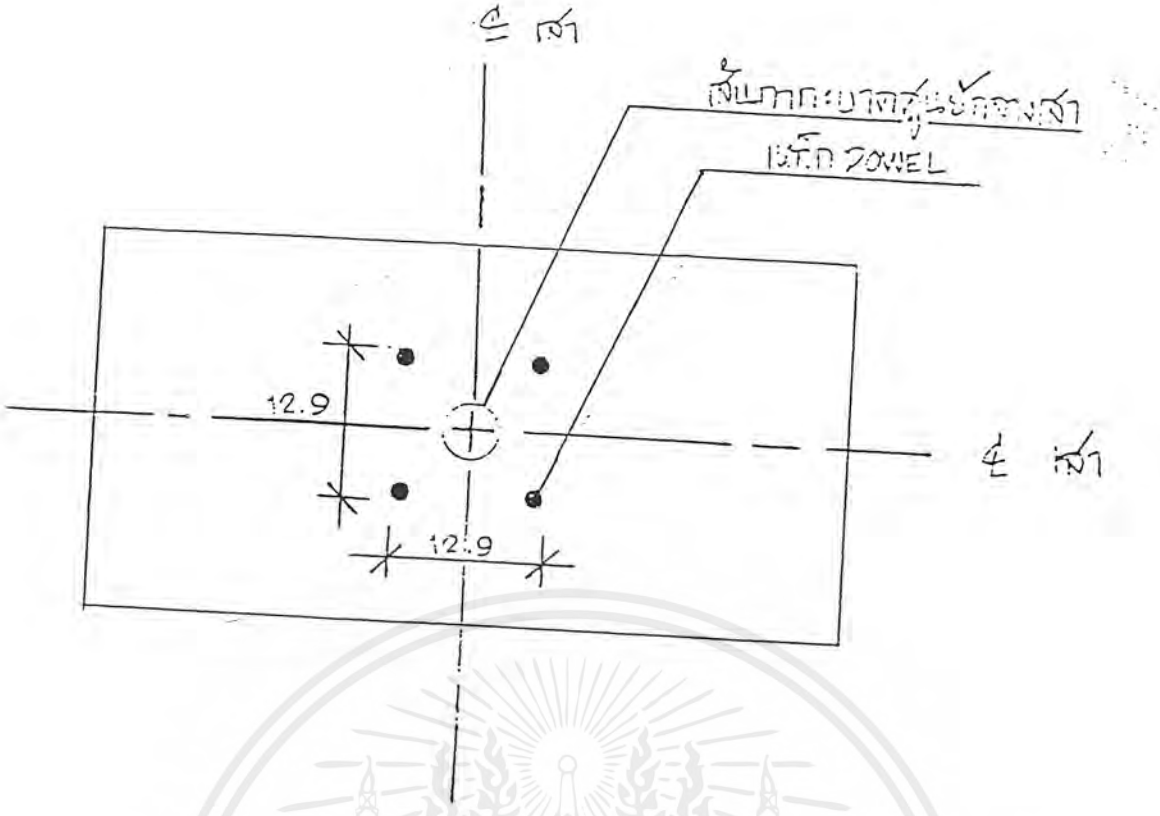
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ หัวหน้าชุดจะต้องตรวจดูการติดตั้งแต่ละชิ้นส่วนเกี่ยวกับแนวดิ่งและระดับ การทาบเหล็ก และการเชื่อมตลอดจนการเคาะขี้ลวดเชื่อมออกให้หมดทุกจุด

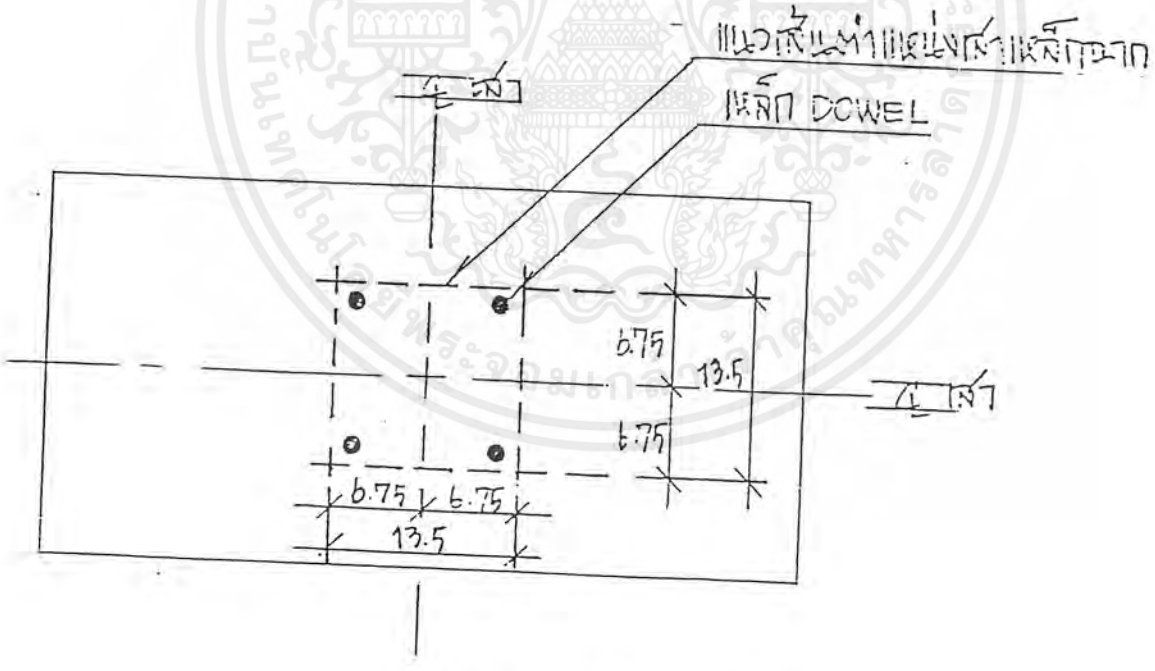
4.6.3 การทาบเหล็กและการเชื่อม

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 4.15)
   ก. ใช้หลักการทาบเหล็กแบบคานต่อเนื่อง แต่จัดเหล็กไม่ให้ชิดติดหรือชนกัน
   ข. ถ้าเหล็กคานงอเข้าเสามีหลายเส้น ให้งอฉากขึ้นแทนงอฉากลงได้เพื่อมีช่องว่างหล่อคอนกรีตได้สะดวก
5. ผนังที่เสาต้นริมอาคารหรือกลางอาคาร (ดูรูปที่ 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 ข้าง ๆ ละ 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

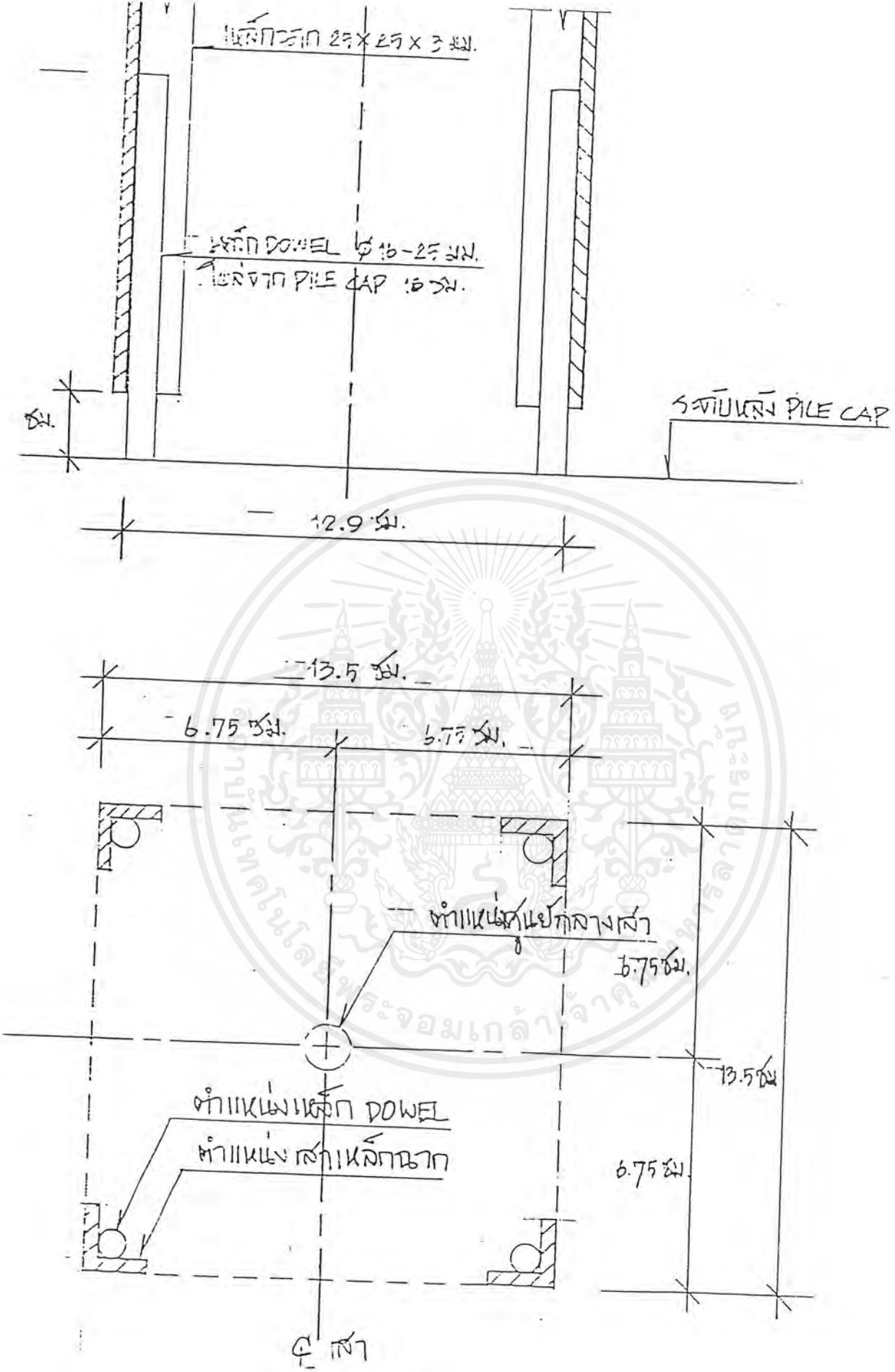


รูปที่ 4.1 ตำแหน่งศูนย์กลางเสาบน Pile Cap



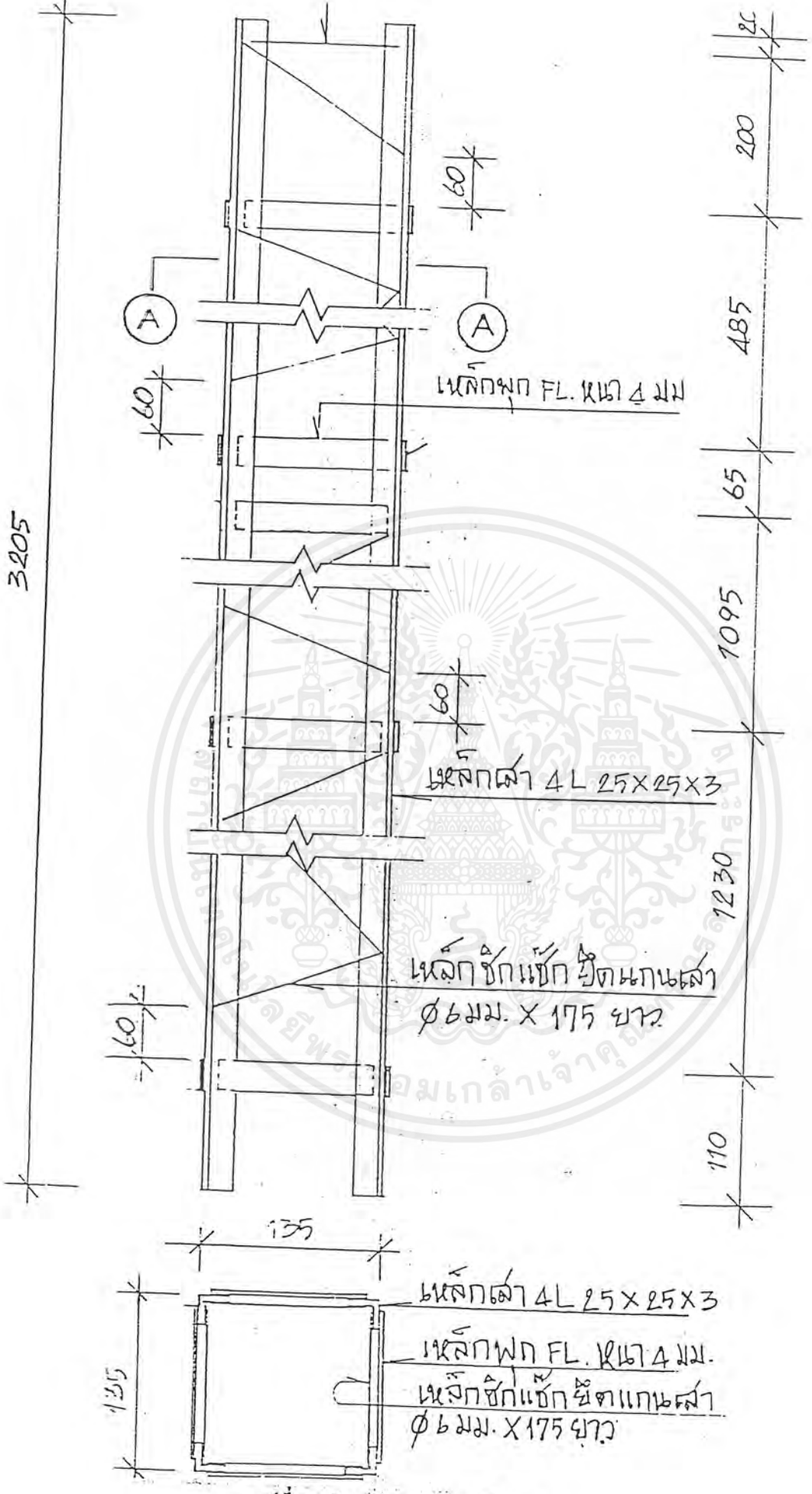
รูปที่ 4.2 ตำแหน่งเสาเหล็กฉากบน Pile Cap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



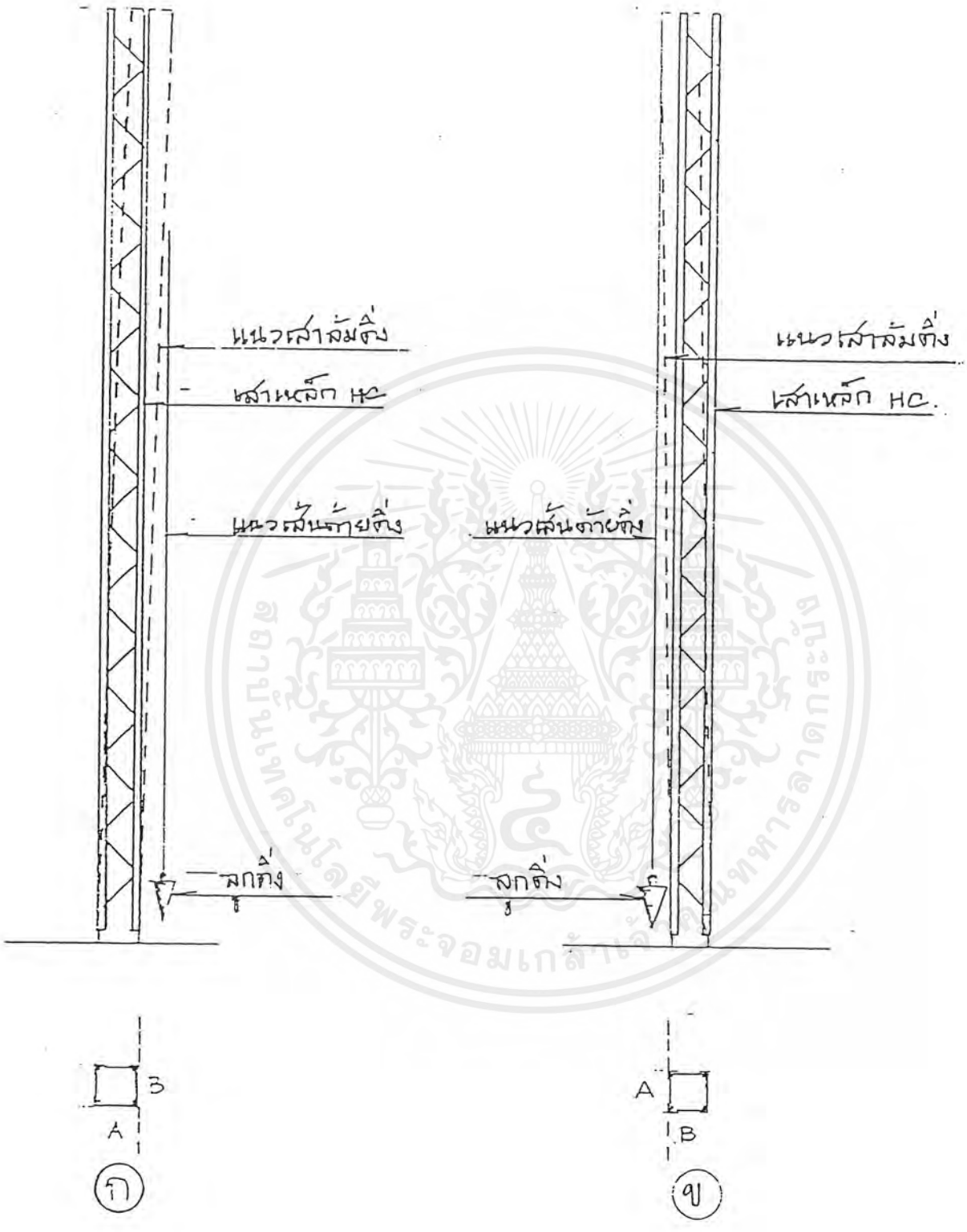
รูปที่ 4.3 ตำแหน่งเหล็ก Dowel และเสาเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



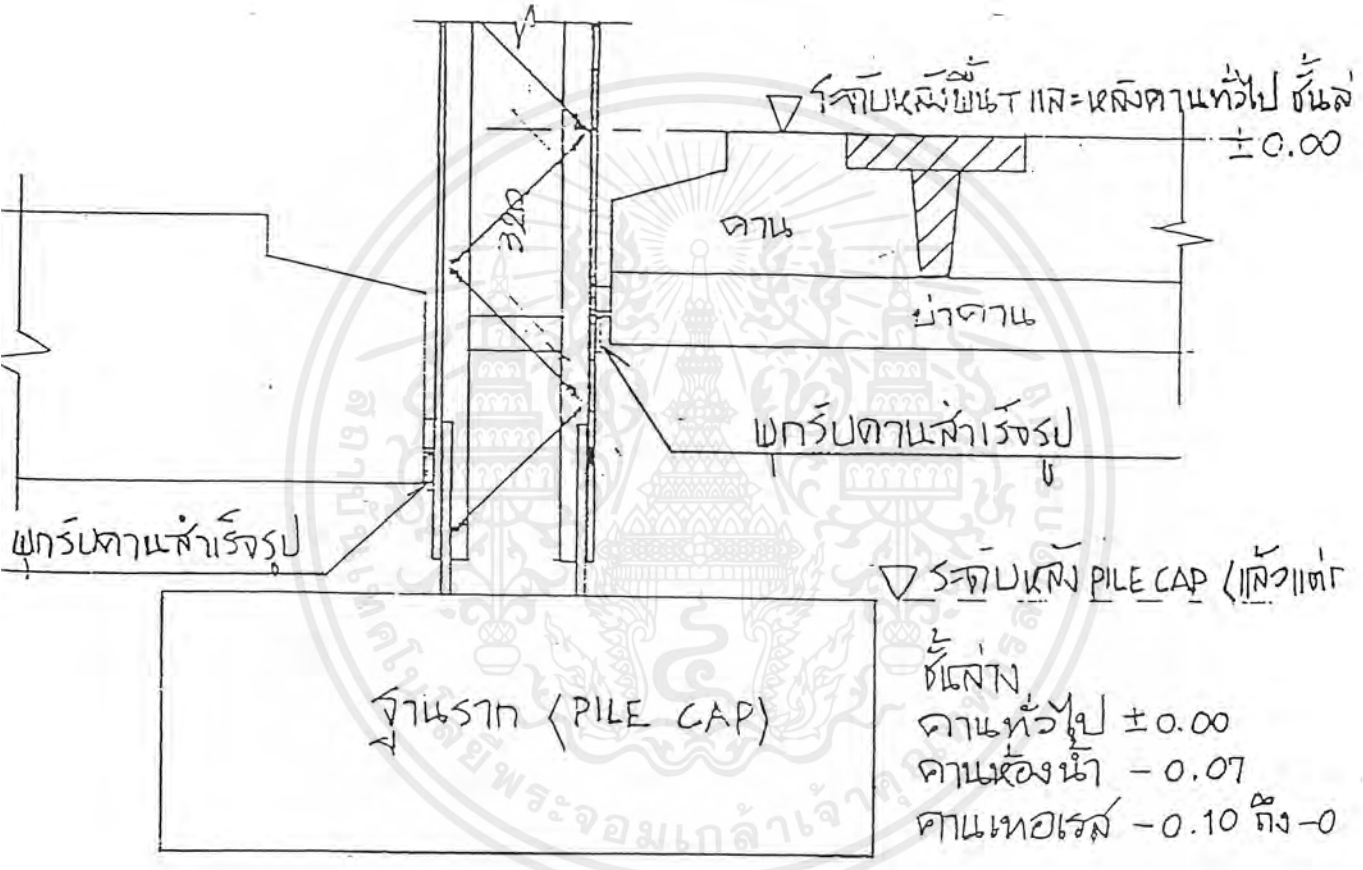
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างเสาเหล็ก เอชซี (HC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



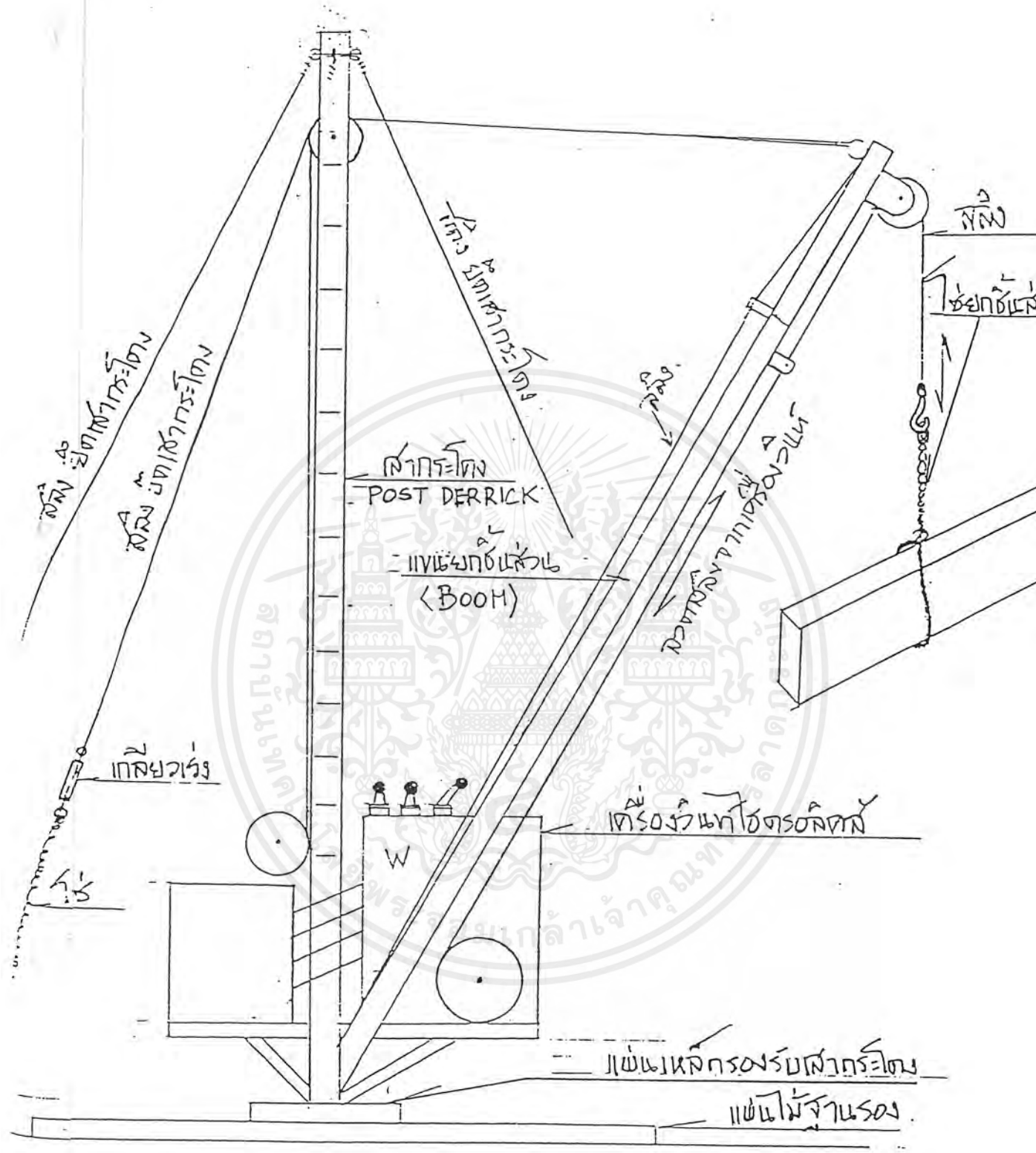
รูปที่ 4.5 การติดตั้งเสาเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



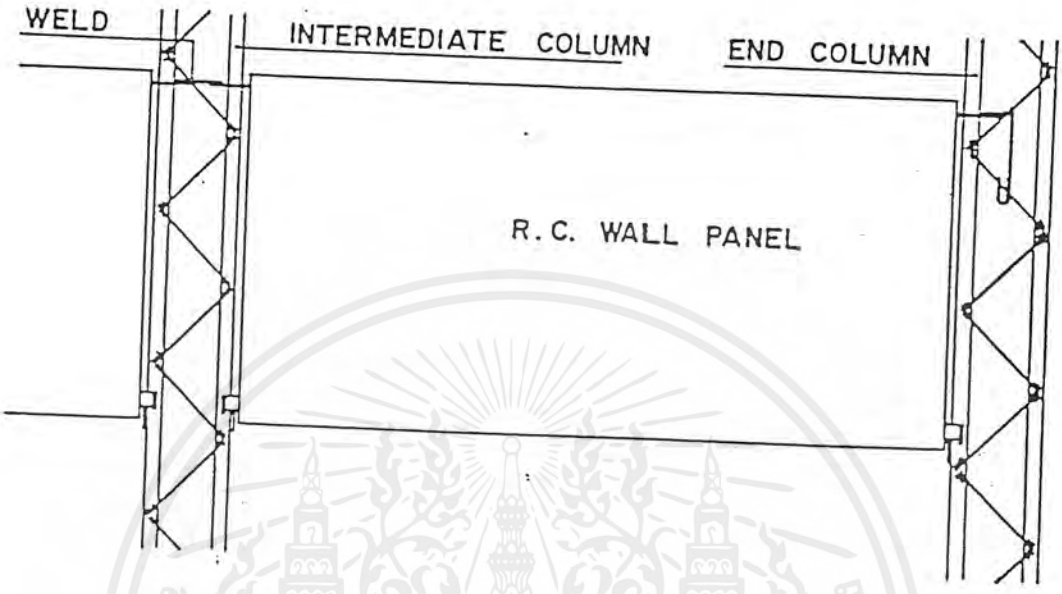
รูปที่ 4.6 (ข) การกำหนดระดับพุกรับคานต่างระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

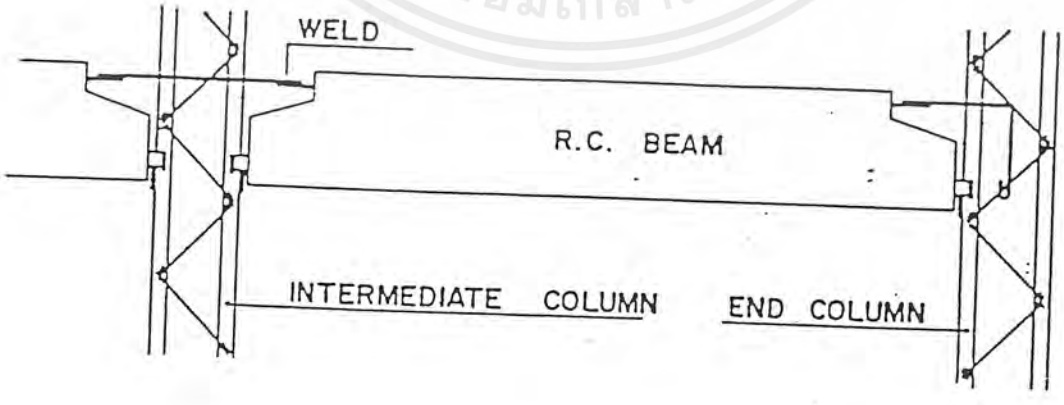


รูปที่ 4.7 เครื่องมือยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

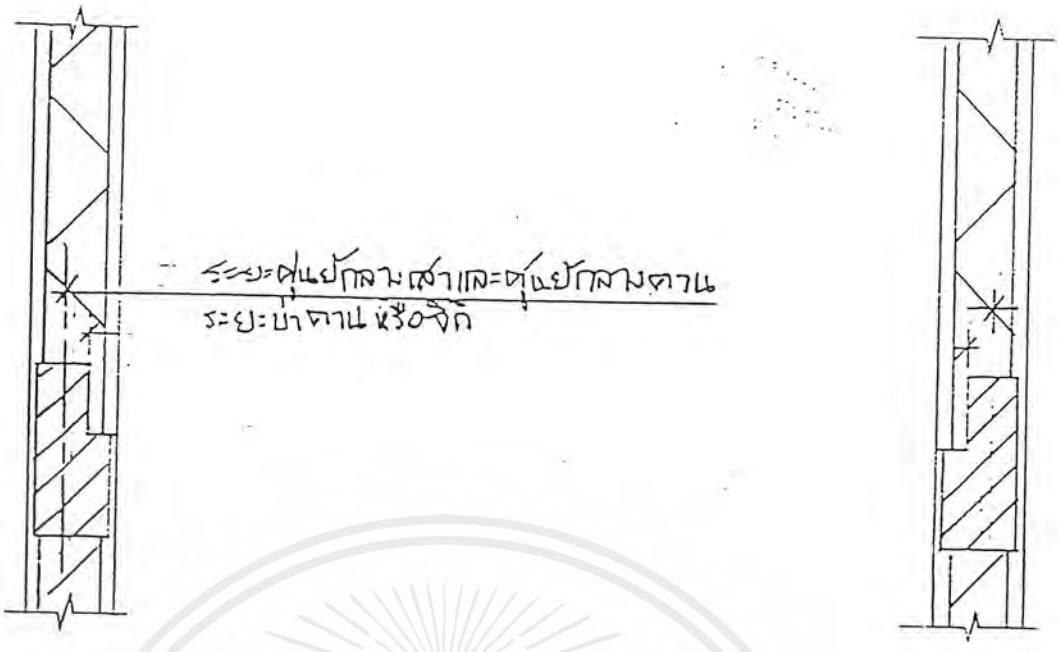


รูปที่ 4.8 การติดตั้งผนัง คสอ. สำเร็จรูป

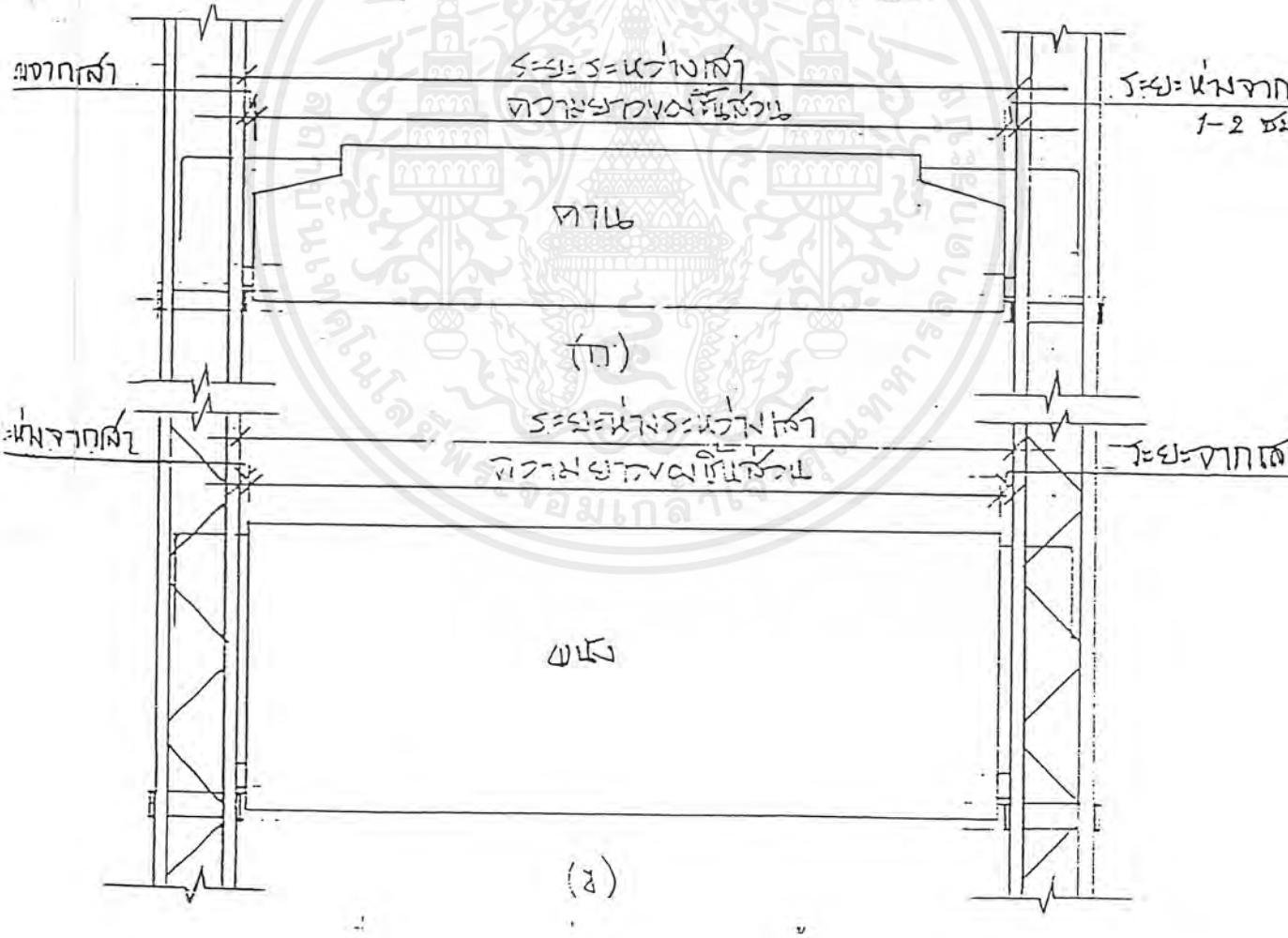


รูปที่ 4.9 การติดตั้งผนัง คสอ. สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

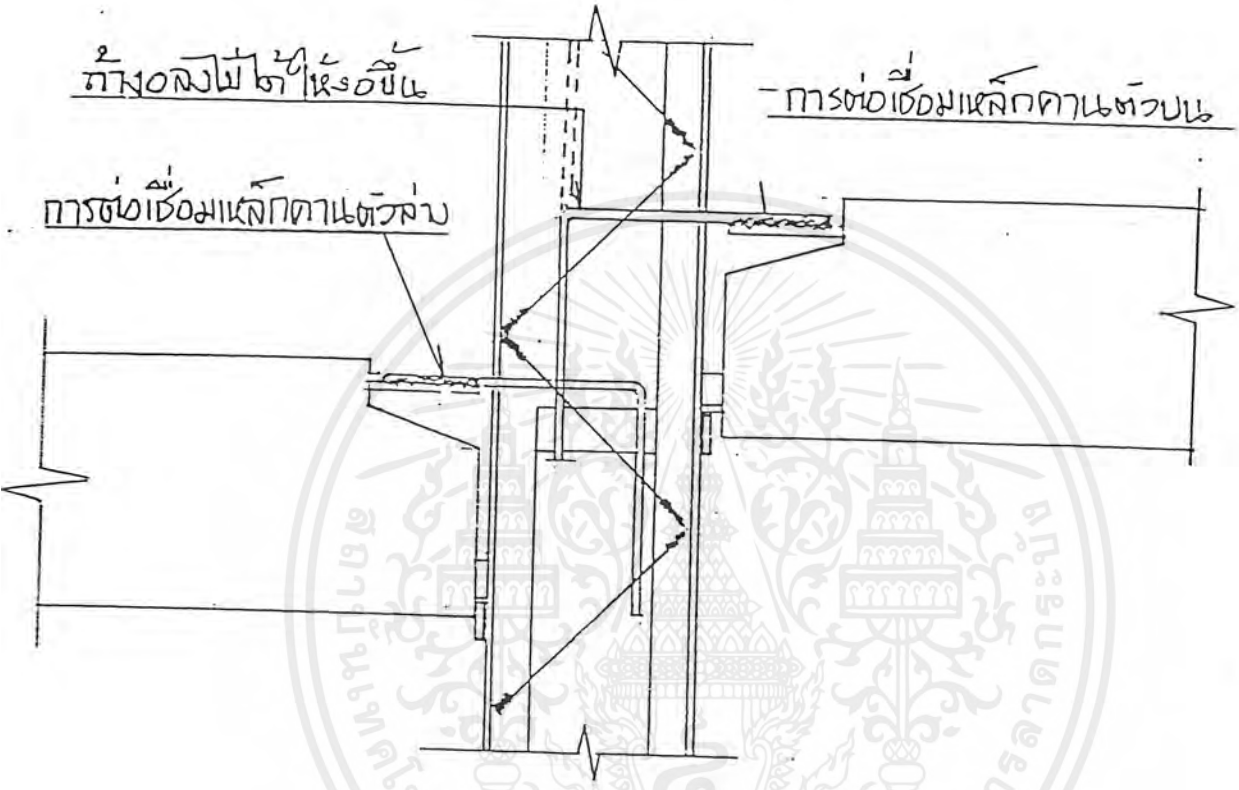


รูปที่ 4.4.10 การติดตั้งชิ้นส่วนคานหรือผนังที่มีบ่า



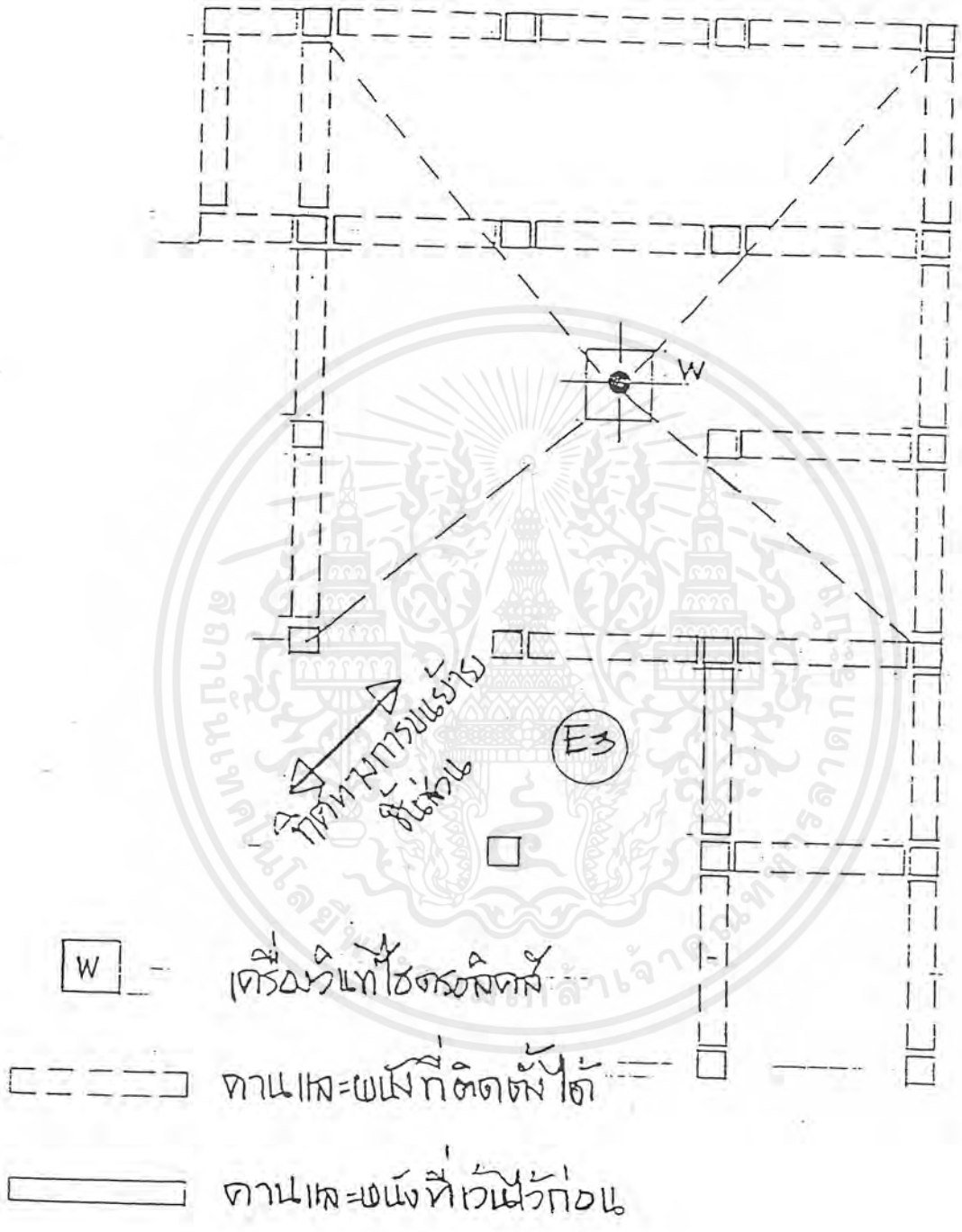
รูปที่ 4.11 การเฉลี่ยระยะห่างระหว่างชิ้นส่วนกับเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



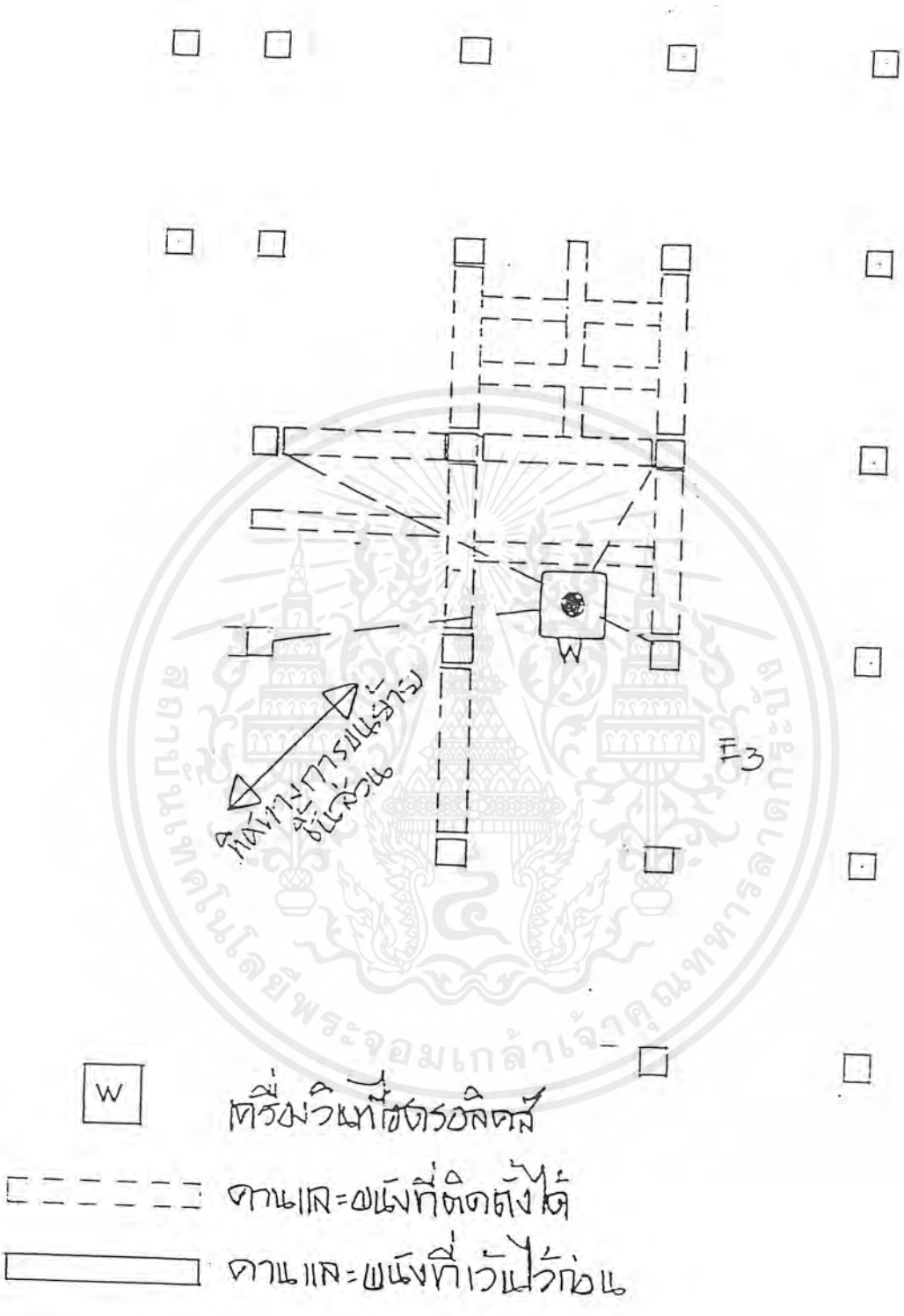
รูปที่ 4.12 การต่อเชื่อมเหล็กบนคานสำเร็จรูปกรณีต่างระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



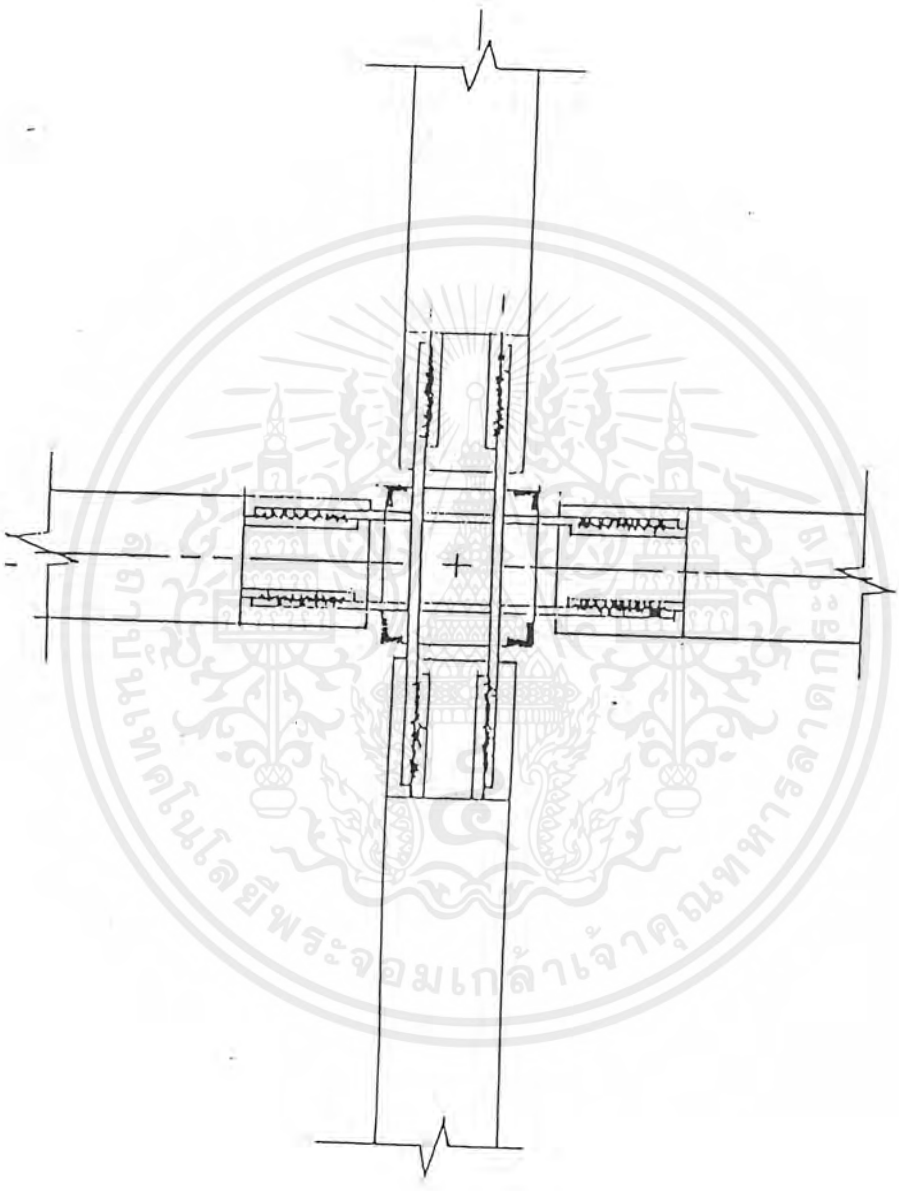
รูปที่ 4.13 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งการติดตั้งคานและผนังเมื่อตั้งเครื่องวินท์ครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การทาบและเชื่อมเหล็กคานกลางอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 การทาบและเชื่อมเหล็กผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7. การวิจัยและพัฒนา

4.7.1 งานวิจัย

การศึกษาวิจัยงานฉาบปูน

"งานฉาบปูน" เป็นเรื่องเร่งด่วนที่ควรพิจารณาหาทางปรับปรุงคุณภาพ เพราะเป็นงานตกแต่งที่จะสร้างความประทับใจให้กับผู้เป็นเจ้าของหรือผู้พบเห็น อีกทั้งในปัจจุบันช่างฝีมือขาดแคลนอย่างมาก ช่างฝึกหัดจำนวนมากถูกฝึกเข้าทำงานในลักษณะของความชำนาญที่ถ่ายทอดกันมา ยากต่อการควบคุมงานให้ได้คุณภาพเพราะไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ถูกหลักวิชาและหลักปฏิบัติ

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องงานฉาบปูนนี้ นอกเหนือจากจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพงานของบริษัท ซีคอนเองแล้ว บริษัทยังได้มอบหมายผลงานการวิจัยนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความรู้และสื่อการสอนแก่อาจารย์ของกรมอาชีวศึกษาอีกด้วย นับเป็นความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

การศึกษาวิจัยงานคอนกรีต

เนื่องจากงานคอนกรีตเป็นวัสดุหลักของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัทจึงให้ได้ความสนใจเมื่อพบว่าวัสดุที่ใช้ผสมทำคอนกรีตในปัจจุบันมีความแปรปรวนมาก นับตั้งแต่ซีเมนต์ทรายและหินโดยเฉพาะอย่างยิ่งหินที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐานเดิมมาก ทำให้ต้องเร่งรีบพิจารณาหาส่วนผสมเพื่อให้คงไว้ซึ่งคุณภาพของคอนกรีตที่ดี

จากการศึกษาวิจัยพบว่าคอนกรีตในโรงงานของบริษัท ไม่ค่อยมีผลกระทบกระเทือนจากความแปรปรวนของวัสดุเท่าใด เพราะบริษัทกำหนดมาตรฐานทรายและหินไว้กับผู้ขายซึ่งได้มีการติดต่อกันมานานจึงได้ทรายและหินที่มีคุณภาพ การผสมที่ถูกส่วนตลอดจนการเทเข้าแบบและการทำให้แน่นประกอบกับพนักงานที่มีความชำนาญทำให้คอนกรีตโรงงานมีคุณภาพดีมีกำลังต้านทานแรงอัดสูงกิน 280 กก./ซม.^{2} ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของคอนกรีตที่อยู่หน้างานซึ่งซื้อจากท้องตลาดทั่วไปโดยเฉพาะเรื่องหินที่มีความแปรปรวนมาก อย่างไรก็ตามบริษัท ได้ศึกษาและวิจัยอยู่เสมอถึงขนาดหินในสภาพปัจจุบันและทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ทั้งหมด จนคอนกรีตหน้างานก่อสร้างมีคุณภาพดี มีกำลังด้านทานแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 200 กก./ซม.^{2}

4.7.2 การพัฒนา

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 ที่ตั้งบริษัทขึ้นมาและมีเป้าหมายที่จะพัฒนางานก่อสร้างด้วยวิธีนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบเข้าด้วยกัน (Prefabrication) มาโดยตลอด นับถึงปัจจุบันเป็นเวลาเกือบ 40 ปี งานของบริษัททำเป็นระบบกึ่งอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องมีการพัฒนามาโดยตลอด การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการก่อสร้างด้วยการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเข้าด้วยกันจึงต้องคำนึงถึง *คุณภาพ* นอกเหนือจากนั้นการบริการลูกค้าระหว่างการก่อสร้างจะต้องคำนึงถึง *ความพึงพอใจ* การคิดคำนึงถึงสิ่งที่ต้องการทั้งสองประการนี้คือ การมุ่งเข้าสู่แนวความคิดของหลักการคิวซี (Quality Circle)

4.8 การควบคุมคุณภาพ

"คนที่มีคุณภาพย่อมสร้างคุณภาพ" เป็นคำกล่าวที่บ่งบอกถึงความเป็นจริงว่าคุณภาพจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องมาจากคนที่มีคุณภาพ สินค้าที่มีคุณภาพนั้นผู้ใช้บริการเป็นผู้ตัดสิน

การที่จะให้คนเกิดจิตสำนึกในเรื่องคุณภาพนั้น ต้องมาจากสภาพองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน สิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างระบบควบคุมคุณภาพที่ดีขึ้นให้คนได้ใช้ปฏิบัติกันจนเกิดเป็นนิสัยประจำ

การควบคุมคุณภาพมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

- ติดตามผลดูว่าลูกค้าต้องการสินค้าลักษณะอย่างไร
- ผลิตสินค้าหรือทำงานที่มีคุณภาพทุกขั้นตอน
- ควบคุมคุณภาพโดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

ทุกคนในบริษัท จะต้องช่วยกันรับผิดชอบการผลิตและดำเนินงานอย่างมีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า เพื่อให้บริษัท เป็นที่ยอมรับของสังคมและสามารถปรับปรุงกิจการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

4.8.1 การผลิตในโรงงาน

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญยิ่งของระบบซีคอน เพราะเปรียบเสมือนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ออกจากโรงงาน ชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก การควบคุมคุณภาพจึงเน้นที่เหล็กและคอนกรีตซึ่งสามารถทำได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็ก

- ต้องได้ขนาดและจำนวนตามแบบ
- ใช้การเชื่อมติดแทนการผูกเหล็ก
- การเชื่อมมีการควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐาน

คอนกรีต

- มีมาตรฐานกำหนดชนิดและขนาดของหินและทราย
- มีการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตให้มีกำลังตามความต้องการ
- มีการควบคุมคุณภาพตรวจสอบกำลังของคอนกรีตเป็นประจำ
- มีการทำให้คอนกรีตแน่นอย่างถูกวิธี
- มีการบ่มคอนกรีตให้มีกำลังเพิ่มขึ้นถึงอัตราที่กำหนด

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

- มีการควบคุมขนาดให้ได้มาตรฐาน
- มีการควบคุมคุณภาพให้ได้ตามกำหนด

4.8.2 การก่อสร้าง

ระหว่างการก่อสร้างผู้ตรวจการ (Inspectors) และแผนกควบคุมคุณภาพจะเข้าตรวจคุณภาพงานตั้งแต่งานตอกเข็ม งานคอนกรีตหล่อหัวเสาเข็ม การเชื่อมโครงเหล็ก การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการเทคอนกรีตต่อม่อและเสา เพื่อให้งานโครงสร้างมีคุณภาพงานที่ดีและมั่นคงแข็งแรง

4.9 การควบคุมและพัฒนาคุณภาพงาน

ในระหว่างการก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน (Supervisors) ของฝ่ายก่อสร้างจะทำหน้าที่ควบคุมคุณภาพดูแลงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบแปลนและกำหนดเวลาโดยมีคุณภาพงานตามที่บริษัทกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากนั้น ผู้ตรวจการของฝ่ายพัฒนาและควบคุมคุณภาพจะออกตรวจซ้ำอีกครั้ง โดยเน้นที่คุณภาพงานอย่างเคร่งครัด ข้อมูล ข้อบกพร่องต่าง ๆ จากผู้ตรวจการจะนำมาจำแนกด้วยหลักคิวซีเทคนิค

หลักคิวซีเทคนิคจะจำแนกให้เห็นว่าข้อบกพร่องกลุ่มใดมีปัญหามากสุด และในกลุ่มนั้น ๆ ปัญหาเรื่องใดเป็นปัญหาที่ควรแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อการรักษาคุณภาพงาน ข้อมูลบกพร่องก่อนแก้ไขจะนำมาให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ

ผู้ควบคุมงานจะรวมกลุ่มระดมสมองหาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้ปัญหานั้น ๆ เกิดขึ้นพร้อมวิธีการแก้ไข และพร้อมใจกันนำมาปฏิบัติ ในระหว่างปฏิบัติผู้ตรวจการจะเก็บข้อมูลข้อบกพร่องนั้น ๆ มาเปรียบเทียบ หากข้อบกพร่องลดลงได้ตามเป้าหมายก็จะถือว่าวิธีการแก้ไขปัญหานั้นถูกต้อง

วิธีแก้ไขปัญหาที่ใช้ได้ผลจะถูกนำมาเขียนเป็นมาตรฐานของงานนั้น และประกาศใช้ทั่วบริษัท ซึ่งถือว่าเป็นมาตรฐานที่มีคุณภาพที่บริษัทจะต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง
(PREFRABRICATED BEARING WALL HOUSING)

5.1 บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจของชาตินับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้คุณภาพชีวิตขั้นพื้นฐาน และความเป็นอยู่ของประชากรดีขึ้น โดยจำเป็นต้องทำควบคู่กับการส่งเสริมจริยธรรมและวัฒนธรรมให้แก่เยาวชนด้วยจึงจะทำให้เศรษฐกิจและสังคมพัฒนาไปอย่างควบคู่กัน

สำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจ ก็อาจจะเป็นการส่งเสริมทางด้านภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรม ปัจจุบันเศรษฐกิจของประเทศไทยมุ่งส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยอาจจะพิจารณาจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตลอดจนอัตราขยายตัวทางการตลาดของภาคเอกชน ซึ่งนับวันยิ่งจะมีการแข่งขันกันมากขึ้นทันที

ในสังคมปัจจุบันที่มีการแข่งขันกันสูง การประหยัดเวลาจึงเป็นสิ่งจำเป็นดังนั้นจึงมีการคิดที่จะทำโครงสร้างให้เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งจะช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้าง และสามารถทำงานเป็นระบบสายพาน ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพได้เป็นอย่างดี และเมื่อผลิตมากขึ้นจะทำให้ราคาของการก่อสร้างถูกลง

ดังนั้นจึงมีการศึกษาบ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรง ซึ่งจะรวมผนังเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง ผนังจะรับแรงแทนเสาและคานและบริเวณรอยต่อจะใช้โบลท์ นัท และเหล็กฉาก เพื่อเป็นเอกสารในการประกอบการพิจารณาการเลือกใช้และการตัดสินใจในการก่อสร้างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ขบวนการผลิต

5.2.1 กล่าวนำ

ในการกำหนดการออกแบบของภายในของคอนกรีตสำเร็จรูป ที่จะรองรับโครงสร้างอาจจะต้องพิจารณาในแง่เศรษฐกิจและความเหมาะสมกับการรับน้ำหนักของชิ้นงาน อย่างไรก็ตามจะต้องมีการเกิดการถ่ายแรงของชิ้นงาน แต่อย่างไรก็ตามแรงที่เกิดจากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะพิจารณาเพียงเล็กน้อยยกเว้นแผ่นที่อยู่ในบริเวณที่มีการเกิดแผ่นดินไหว แผ่นที่อยู่ในโครงสร้างอาคารสูงพิจารณาที่รับน้ำหนักโดยทั่วไปจะไม่เกิดอันตรายในการรับหรือในการพัฒนาในการผลิต

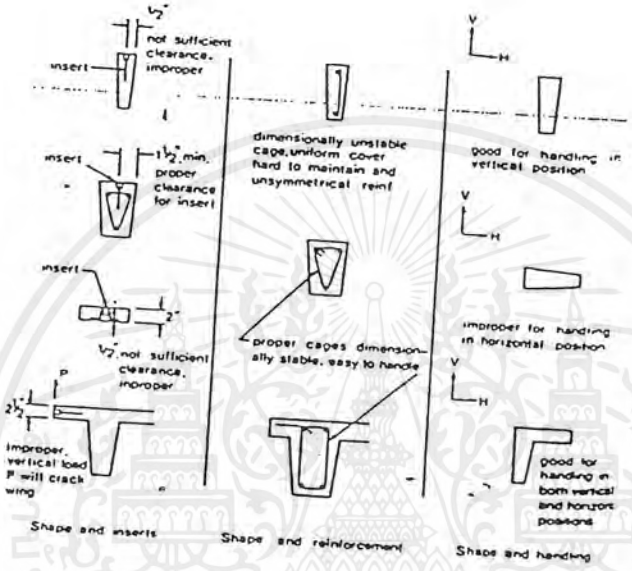
ทั้งนี้ เพื่อผลทางเศรษฐกิจของวัสดุและการผลิต การพิจารณาขบวนการออกแบบในการผลิตในส่วนของแผ่นสำเร็จรูปควรจะมีรูปทรงที่มีความแข็งแรงในการรองรับความเค้นและข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ในการพิจารณาในการขนส่งจะต้องพิจารณาขบวนการนี้ด้วย

นักออกแบบควรจะมีความคุ้นเคยกับข้อบังคับในข้อจำกัดของการถ่ายแรงและเรื่องราคาและควรจะพิจารณาจำนวนราคาในการขนส่งด้วย วัสดุส่วนมากในทางเศรษฐกิจจะเลือกใช้ชิ้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งสามารถเลือกได้หลังจากพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการยก, ความมั่นคง, และความเค้นของชิ้นส่วนยกจะมีผลให้พิจารณาจากความมั่นคงและความเค้นของชิ้นงาน
2. จำนวนมากที่สุดที่สามารถขนส่งได้ภายในข้อบังคับทางด้านขนาดและน้ำหนัก
3. จำนวนมากที่สุดที่เคนสามารถยกได้และความง่ายของเคนที่สามารถยกได้พิจารณาจากตำแหน่งของเคนและความสามารถของการยก
4. ขนาดนี้จำกัดที่สถานที่และจำนวนในการพิจารณา

ความต้องการเหล็กเสริมและขนาดที่สามารถให้ความสะดวกต่อชิ้นงาน รูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1

5.2.2 การออกแบบทางโครงสร้าง

สำหรับในชิ้นงานของคอนกรีตสำเร็จรูปมีส่วนสำคัญที่จำต้องพิจารณาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ขณะทำการผลิต
2. ขณะรับแรงในโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่เกิดกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประหว่างการถอดแบบและการยกเป็นผลมาจาก

1. การผลิตชิ้นส่วน
2. รวมแรงดึงจากภายนอกเช่น จากแรงกระแทกและแรงดูด
3. ตำแหน่งหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการสอดดึงที่ใช้ในการยก
4. น้ำหนักของส่วนประกอบและน้ำหนักของอุปกรณ์ที่จะเข้าไปที่จะต้องยก
5. ตำแหน่งของจุดรองรับชั่วคราว

แรงที่เกิดขึ้นบนส่วนประกอบแต่ละส่วนในระหว่างการขนส่งมีผลกระทบมาจาก

1. การผลิตชิ้นส่วน
2. ตำแหน่งของจุดรองรับ
3. เงื่อนไขของพาหนะในการขนส่ง ถนนและสถานที่ก่อสร้าง

5.2.3 ข้อจำกัดของความเค้น

การออกแบบแผ่นว่าในลักษณะพื้นผิวเปิดสู่ภายนอก ซึ่งจะเลือกตามข้อจำกัดของวิกฤตระหว่างส่วนการผลิตและการประกอบหรือทำตามกฎที่เลือก เหมือนกฎเกณฑ์ข้อจำกัดระหว่างขบวนการผลิต

A ไม่สามารถมองเห็นรอยแตกร้าว
B รอยแตกที่ควบคุมได้เป็นที่ยอมรับ

5.2.3.1 การยกโดยปราศจากการแตกร้าว

ภายใต้เกณฑ์พื้นผิวที่เปลือยที่ไม่อาจเห็นการแตกร้าวได้ สามารถทำได้โดยการเลือกตำแหน่งที่จะยกว่าควรจะเป็นตำแหน่งใดบนพื้นผิวที่มีแรงดึงน้อยที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการแตกประยุกต์ตามความเหมาะสมของส่วนประกอบความปลอดภัย ซึ่งมีต่อความปลอดภัยที่ 1.5 และจากการให้ค่าโมดูลัสของการแตกเท่ากับน้ำหนักธรรมดาของคอนกรีตเท่ากับ $7.5\sqrt{(f_c')}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_r' = 5\sqrt{f_c'}$$

f_r' = ความเป็นไปได้ของแรงดึงของการโค้งต่ำจะหลักการของความหนาของหน้าตัดคอนกรีต

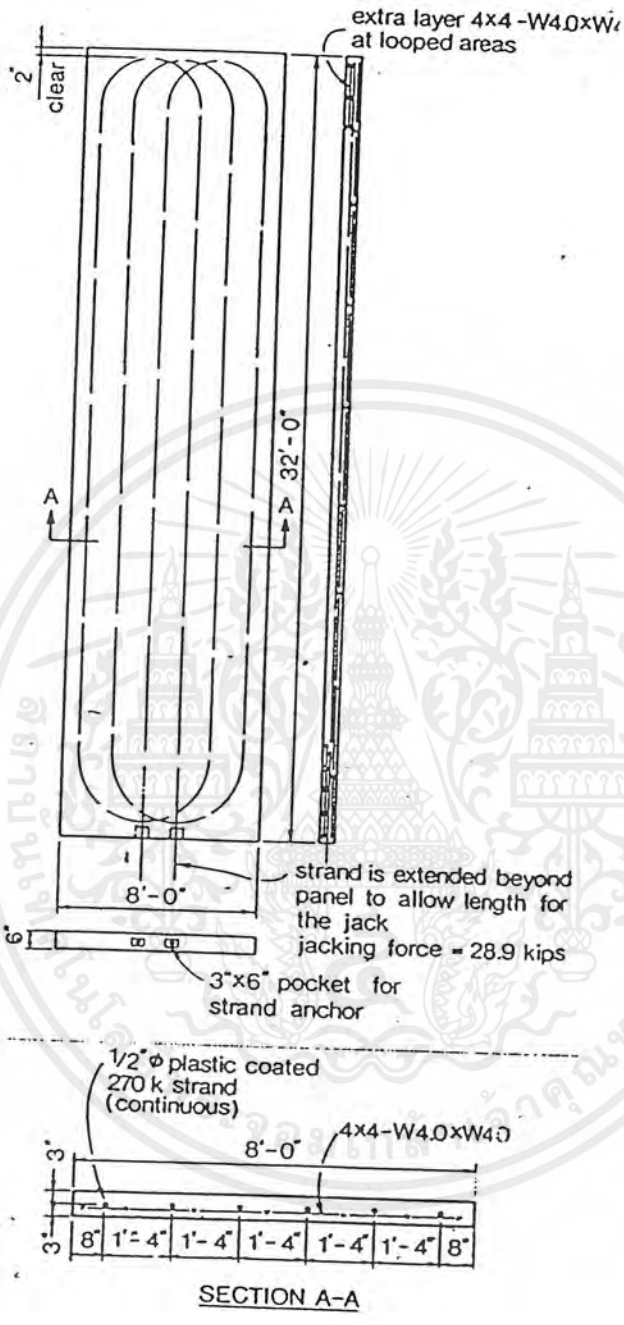
f_c' = ความเครียดของคอนกรีตเวลาที่พิจารณา

วิธีการใช้ยึดปลายน้อยที่สุดแสดงให้เห็นในรูปที่ 5.2

5.2.3.2 การยกซึ่งควบคุมการแตกร้าว

เหล็กเสริมในคอนกรีตนั้นเป็นส่วนต้านแรงดึงจำนวนและตำแหน่งของเหล็กเสริมจะมีผลกระทบเล็กน้อยต่อคุณสมบัติของชิ้นส่วนจนกระทั่งให้เห็นรอยร้าวเกิดขึ้น ความเค้นที่เพิ่มขึ้น เส้นของรอยแตกเกิดขึ้นและขยายออกไปยังส่วนต่าง ๆ ถ้าการแตกร้าวน้อย ไม่ทำให้เสียโครงสร้างขององค์ประกอบเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SECTION A-A

รูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาตรฐานข้อจำกัดของความกว้างของความกว้างของการแตกร้าว ขนาดของเหล็กเสริม ต่อพื้นที่ควรจะเลือกขนาดมาตรฐานตามต่อไปนี้

$$W_m = 0.076\, R\, f_s \sqrt[3]{(f_s A * 10^{-3})}$$

W_m = ความกว้างมากที่สุดของการแตกร้าวจากการดึง

R = h_2/h_1

H_1 = ระยะทางจากจุดศูนย์ถ่วงของการดึงเหล็กเสริมไปยังแนวกลาง

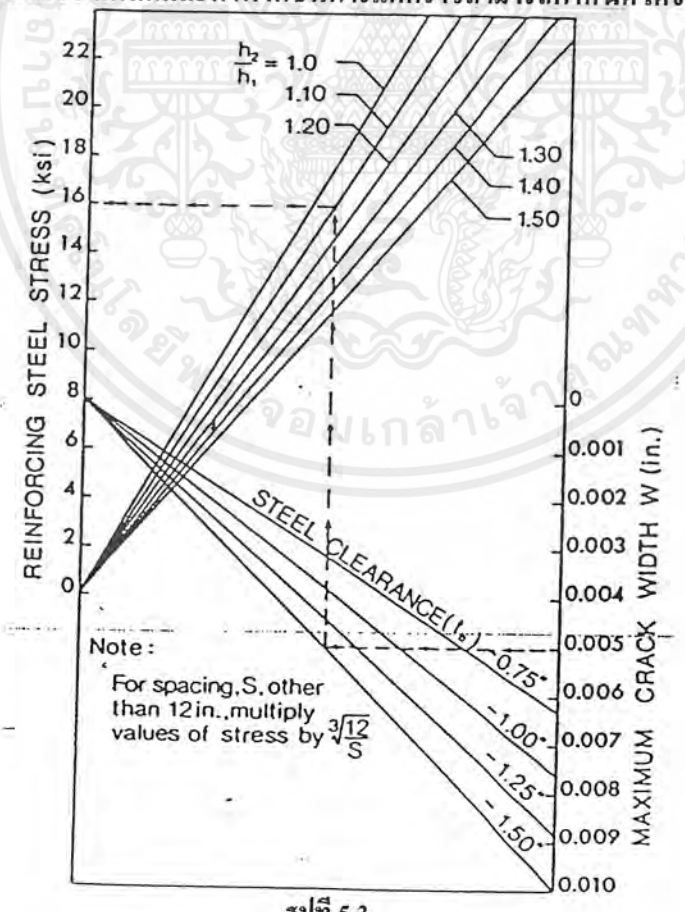
H_2 = ระยะทางจากจุดปลายของการดึงไปยังแกนกลาง

T_b = ความหนาของคอนกรีต

A = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่คอนกรีตรอบๆ หน้าตัดเหล็กเสริม

T_s = ความเค้นของเหล็ก

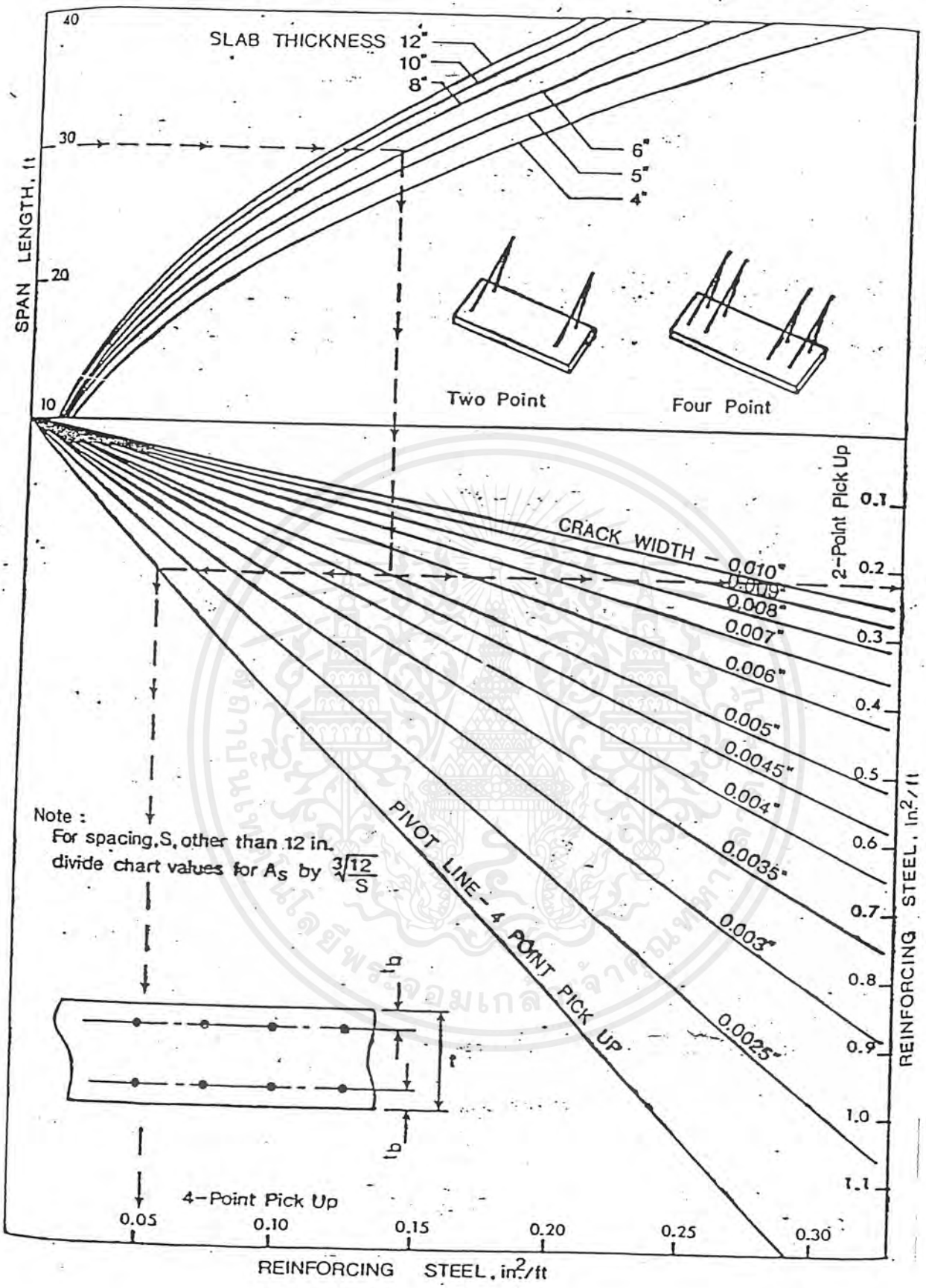
ความเค้นของเหล็กและค่าฟังก์ชั่นการแตกร้าวสามารถกำหนดได้จาก รูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

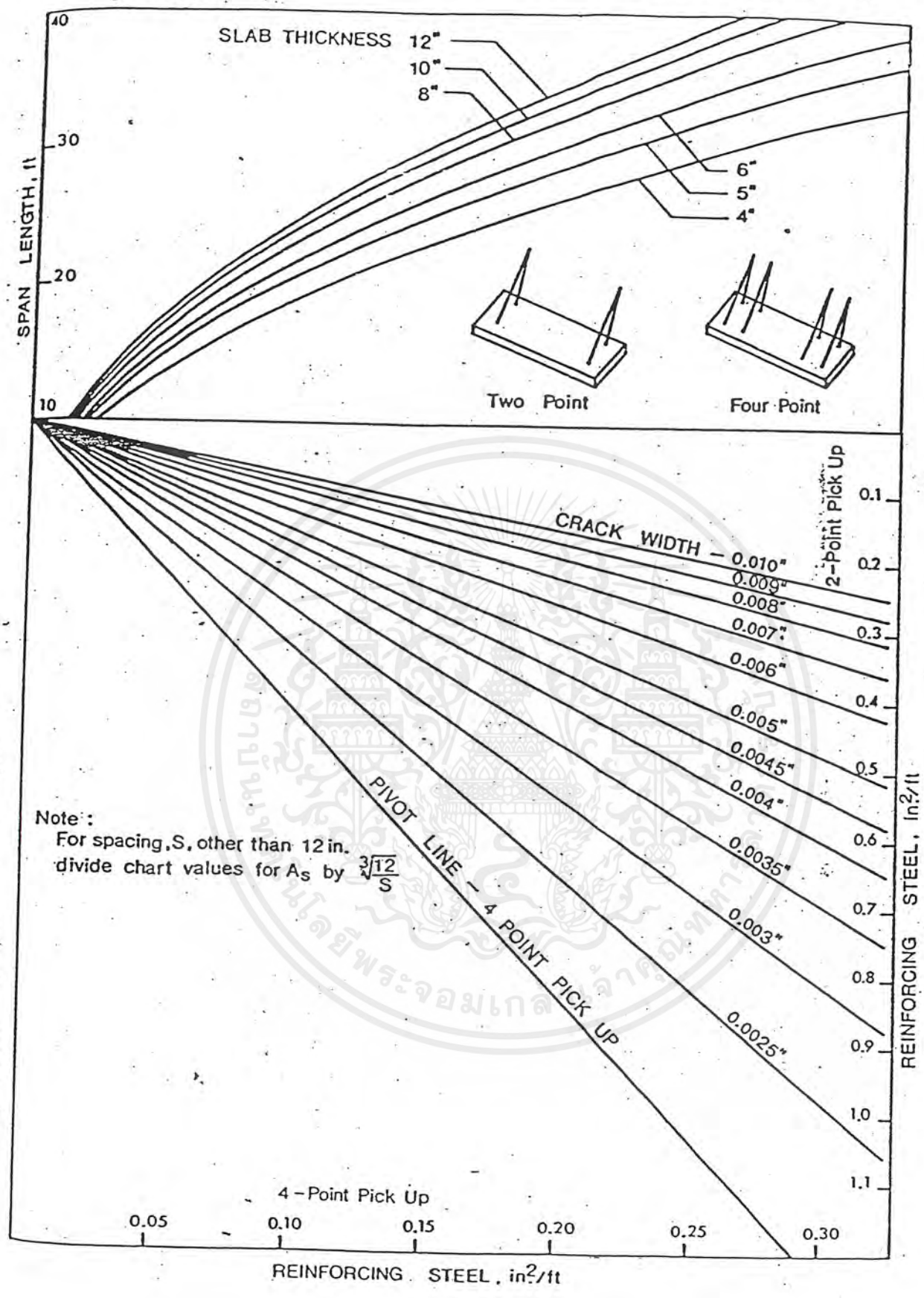
Fig. 4.5 Reinforcement required each face for various crack widths — flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 0.75 in.



รูปที่ 5.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

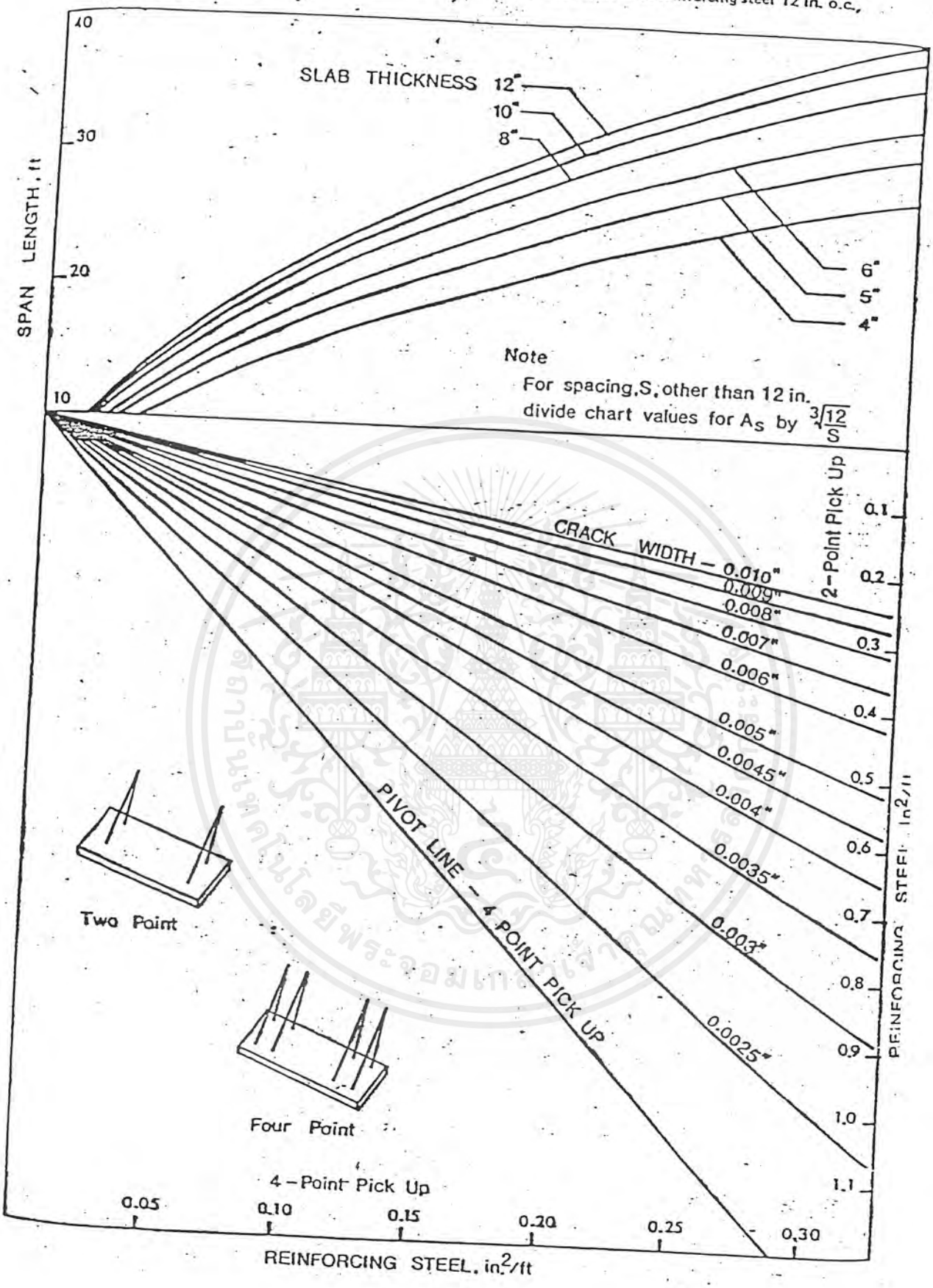
Fig. 4.6 Reinforcement required each face for various crack widths – flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 1.00 in.



รูปที่ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 4.7 Reinforcement required each face for various crack widths – flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 1.25 in.



รูปที่ 5.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3.3 ตัวคูณน้ำหนักสำหรับการผลิต

ค่าที่ใช้เป็นพื้นฐานโดยทั่วไปจากการทดลองของแผ่นที่ใช้การผลิต ดูจากตารางที่ 5.1

Table 4.1 Equivalent static load multipliers[1] to account for stripping and dynamic forces

Panel Type \ Finish	Exposed aggregate with retarder	Smooth mold (form oil only)
STRIPPING		
Flat, with removable side forms, no false joints or reveals	1.2	1.3
Flat, with false joints and/or reveals	1.3	1.4
Fluted, with proper draft	1.4	1.6
Sculptured	1.5	1.7
YARD HANDLING[2] AND ERECTION[3]		
All panels	1.2	
TRAVEL[2]		
All panels	1.5	

1. These factors are used in flexural design of panels and are not to be applied to required safety factors on lifting devices. At stripping, suction between product and form introduces forces, which are treated here by introducing a multiplier on product weight. It would be more accurate to establish these multipliers based on the actual contact area and a suction factor independent of product weight.
2. Certain unfavorable conditions in road surface, equipment, etc., may require use of higher values.
3. Under certain circumstances may be higher.

ตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 ส่วนประกอบความปลอดภัย

การแนะนำให้ยอมรับในทฤษฎีของทุกโครงสร้าง จะต้องมีค่าความเครียดที่ยอมรับได้ในการรับแรงตามค่าความปลอดภัยที่แนะนำต่อไปนี้

1. การยกและอุปกรณ์ในการประกอบยึดติดหรือตัวฝังในคอนกรีตคือ 2.5 เท่าของการรับแรงตามปกติจากตารางที่ 5.1 แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของที่รับน้ำหนักจริงของแผ่นที่รองรับ
2. สำหรับแผ่นที่ไม่มีเหล็กเสริม f_{cm}' เป็นแรงดึงคิดจากหน้าตัดของคอนกรีตทั้งหมด
3. สำหรับแผ่นที่เสริมเหล็กควรจะสร้างด้วย ACI 318-77 พิจารณาจากการเทียบเท่ากันของการรับแรงที่คงที่ ดูตารางที่ 5.1 และค่าความปลอดภัยคือ 1.4x แรงคงที่

5.2.5 วิธีที่ใช้ในการยกและความเค้น

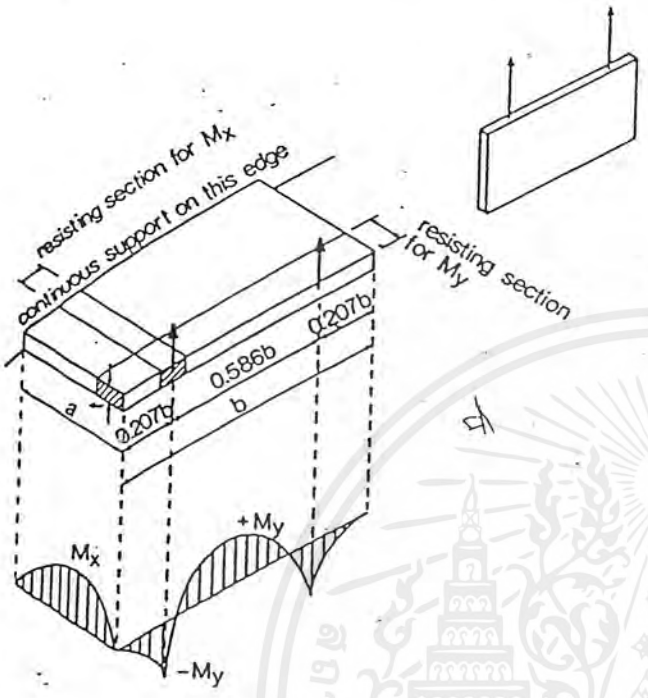
การจัดการยกถอดแบบของอุปกรณ์ในการยกสามารถกำหนดได้โดยวิธีการทางวิศวกรรมเนื่องจากการยกในขบวนการในการผลิตจะทำให้เกิดความเครียดของคอนกรีตที่ทำชิ้นงาน ขนาดของความเค้น ณ ที่เวลายกชิ้นงานสามารถกำหนดได้จากการออกแบบพื้นฐานไม่ให้มีรอยแตกร้าวหรือควบคุมการแตกร้าว ซึ่งส่วนใหญ่ทำได้เมื่อมีโมเมนต์มารกที่สุด ณ เวลายกชิ้นงาน ซึ่งค่าที่ได้จากการคิดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด ถ้าเกินความสามารถของคอนกรีตการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุดยกอาจจะจำเป็น การฝังอุปกรณ์ที่ช่วยในการยกอาจจะช่วยในการสร้างจุดยกใหม่ได้

5.2.5.1 ผนังแบบเรียบ

แผ่นที่มีหลายชิ้นโดยการเคลื่อนแผ่นโดยยกด้านเดียวตรงจุดที่อยู่ด้านขอบจะเกิดโมเมนต์ดังรูปที่ 5.7(a) และ 5.7(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) Two point pick-up

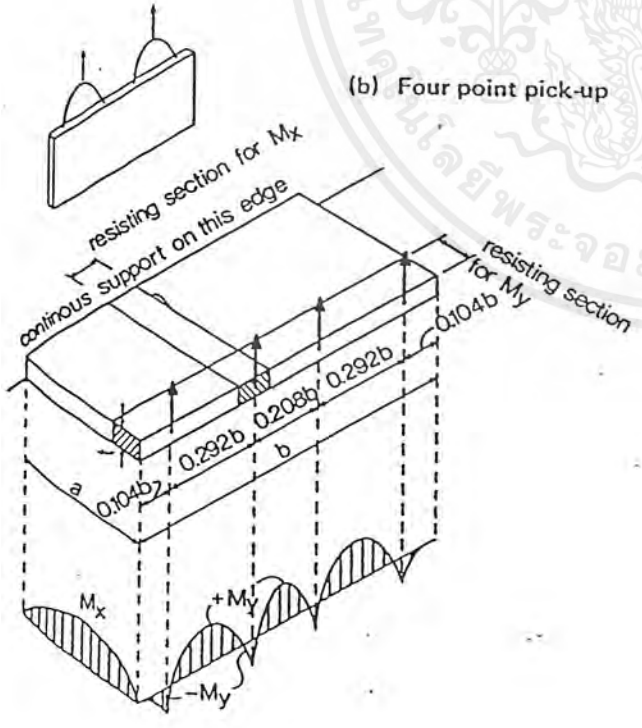


Maximum Moments (Approximate)

$M_x = \frac{wa^2}{8}$ (per unit of width)

$-M_y = +M_y = .0214\frac{wab^2}{2}$ (acting over a section of width 10t or $\frac{a}{2}$, whichever is less)

(b) Four point pick-up



Maximum Moments (Approximate)

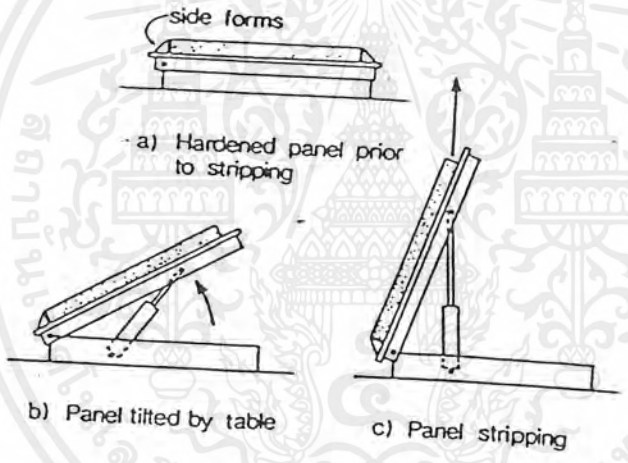
$M_x = \frac{wa^2}{8}$ (per unit of width)

$+M_y = -M_y = .0054\frac{wab^2}{2}$ (acting over a section of width 10t or $\frac{a}{2}$, whichever is less)

รูปที่ 5.7(a) และ 5.7(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเป็นไปได้อาจมีการใช้ตัวยกที่จะช่วยในการถอดแบบ การเอียงของแบบจากการยกจากแนวราบสู่แนวดิ่งซึ่งอาจยกเว้นการหาแรงและความเค้นในการถอดแบบตามรูปที่ 5.8

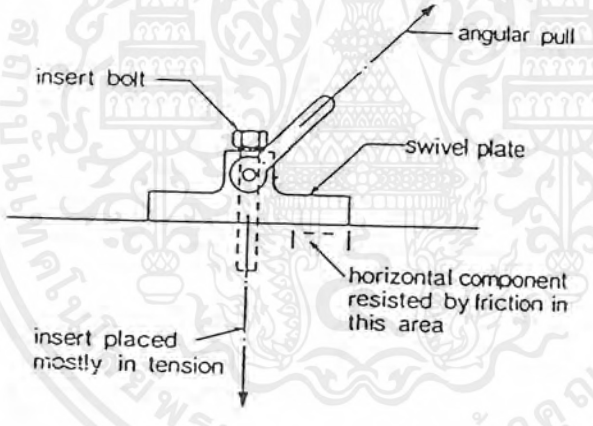


รูปที่ 5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5.2 เครื่องมือในการยก

อุปกรณ์ในการยกโดยมาตรฐานโดยทั่วไปจะเป็นห่วงลวดหรือส่วนที่ยื่นออกมาจากคอนกรีตหรือเป็นตัวแทรกเกลียว เพื่อให้แน่นอนในการฝังตัวแทรกในการรับแรงดึง ควรมีการใช้ห่วงยก

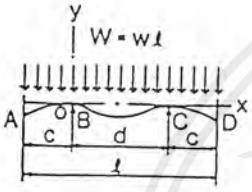
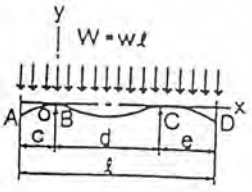


รูปที่ 5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6 การเก็บสำรอง

โมเมนต์แรงตัดเฉือนและการเปลี่ยนรูปทรงที่เป็นมาตรฐานการรองรับแรงขององค์ประกอบจะแตกต่างในการรองรับการจัดการจะชี้ให้เห็นตามรูปที่ 5.10

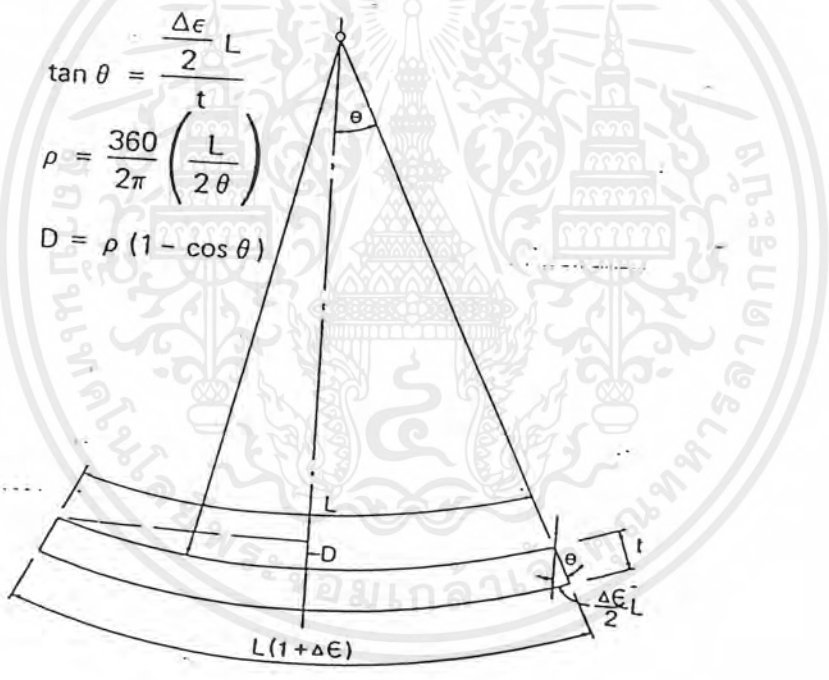
Loading and support	Reactions, constraining moments, and vertical shear	Bending moment M and maximum bending moment
Equal overhangs, uniform load  	$R_1 = R_2 = \frac{W}{2}$ (A to B) $V = -\frac{W(c-x)}{l}$ (B to C) $V = W\left(\frac{1}{2} - \frac{x+c}{l}\right)$ (C to D) $V = \frac{W(c+d-x)}{l}$	(A to B) $M = -\frac{W}{2l}(c-x)^2$ (B to C) $M = -\frac{W}{2l}[c^2 - x(d-x)]$ $M = -\frac{Wc^2}{2l}$ at B and D $M = -\frac{W}{2l}\left(c^2 - \frac{d^2}{4}\right)$ at $x = \frac{d}{2}$ If $d > 2c$, $M = 0$ at $x = \frac{d}{2} \pm \left[\left(\frac{d^2}{4} - c^2\right)\right]^{1/2}$ If $c = 0.207l$, $M = -\frac{Wl}{46.62}$ at $x = 0 = d$ and $M = +\frac{Wl}{46.62}$ at $x = \frac{d}{2}$ x is considered positive on both sides of the origin.
Unequal overhangs, uniform load  	$R_1 = \frac{W}{2d}(c+d-e)$ $R_2 = \frac{W}{2d}(d+e-c)$ (A to B) $V = -\frac{W}{l}(c-x)$ (B to C) $V = R_1 - \frac{W}{l}(c+x)$ (C to D) $V = -\frac{W}{l}(d+e-x)$	(A to B) $M = -\frac{W}{2l}(c-x)^2$ (B to C) $M = -\frac{W}{2l}(c+x)^2 + R_1 x$ (C to D) $M = -\frac{W}{2l}(e+d-x)^2$ $M = -\frac{Wc^2}{2l}$ at B $M = -\frac{We^2}{2l}$ at C M_{max} between supports $= \frac{W}{2l}(c^2 - x_1^2)$ at $x = x_1$ $= \frac{c^2 + d^2 - e^2}{2d}$ If $x_1 > c$, $M = 0$ at x $= x_1 \pm [x_1^2 - c^2]^{1/2}$ x is considered positive on both sides of the origin

รูปที่ 5.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6.1 การยับในการเก็บสำรอง

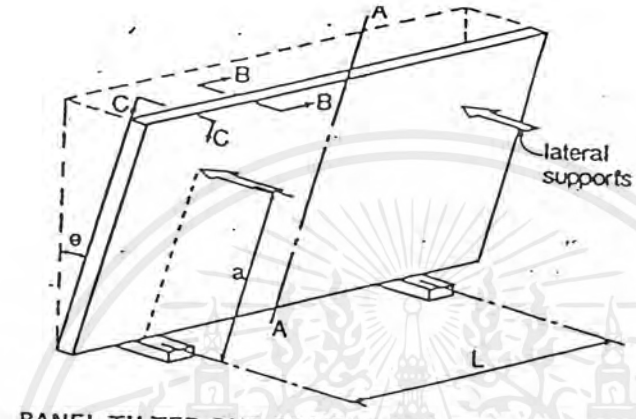
ระหว่างการเก็บสำรองความแข็งแรงของคอนกรีตอาจน้อยเกินไปและแผ่นที่เป็นปัญหาที่จะเกิดการยับ, เกิดการโค้งและเป็นไปได้ที่จะเกิดการร้าวระหว่างที่มีการเปลี่ยนรูปทรงและเหตุผลเบื้องต้นของการยับคือความแตกต่างของอุณหภูมิและการหดของคอนกรีตและเงื่อนไขในการเก็บสำรอง การที่สามารถทำเป็นช่วงเล็กๆ ของแผ่นเล็กๆ ที่จะสามารถคาดเดาได้ว่าแผ่นจะเกิดการโก่งตัวจากรูปร่างเดิม การประมาณของการงอตัวของแผ่นสามารถคาดเดาได้จากกรณีรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชนิดของเงื่อนไขการรองรับแสดงในรูปที่ 5.12



PANEL TILTED OUT OF VERTICAL FOR STORAGE

รูปที่ 5.12

การยับสามารถเกิดใน 2 ทิศทางโดยวิธี Superposition จุดที่มีการยับมากที่สุดสามารถประมาณโดย

$$Y\max = \frac{5W\sin\theta}{384E_c}\left[\frac{a^4}{I_c}+\frac{L^4}{I_b}\right]$$

Y_{max} = การงอตัวสูงสุด

W = น้ำหนักแผ่น

E_C = ค่า modulus ความยืดของคอนกรีต

a = ความสูงที่รองรับแผ่น (นิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L = ระยะทางในแนวนอนระหว่างจุดรองรับ

I_C,I_b = หน้าตัดที่ไม่มีรอยแตกในการตรวจสอบ

เมื่อพิจารณาการยับในการเก็บสำรองการคืพและหดตัวจะต้องขึ้นอยู่กับเวลาซึ่งควรจะต้องนำมาพิจารณา การเปลี่ยนแปลงรูปทรงจะเป็นฟังก์ชั่นของของจำนวนเหล็กเสริมการเปลี่ยนรูปร่างที่เวลาใดๆ สามารถประมาณได้ดังนี้

$$Y_t = Y_{max}(1+\lambda)$$

Y_t = เวลาที่ขึ้นกับการเคลื่อนที่

Y_{max}= ระยะที่เคลื่อนที่ขณะหนึ่ง

λ = ตัวขยายระหว่างการหดและการขยาย

5.2.7 ความมั่นคงในแนวราบ

ความพยายามที่จะทำให้ความเค้นชั่วครราวของชิ้นส่วนที่ยาวและแคบมีแรงดันน้อยระหว่างการยก การขนส่งและการประกอบ

ผลจากการเคลื่อนไหวที่ยอมรับได้ ค่าความปลอดภัยจะเพิ่มขึ้นจน 2 เท่าสำหรับการยก

$$Y_t \geq 2\beta_Y$$

ค่า factor of safety = $Y_t / \beta y$

$$\beta y = \frac{5W_g L^4}{384E_C I_Y}$$

β = ระยะโค้งสูงสุด

W_g= น้ำหนักที่ปลอดภัยขององค์ประกอบ

L = ระยะระหว่างคาน

I_Y = moment of inertia

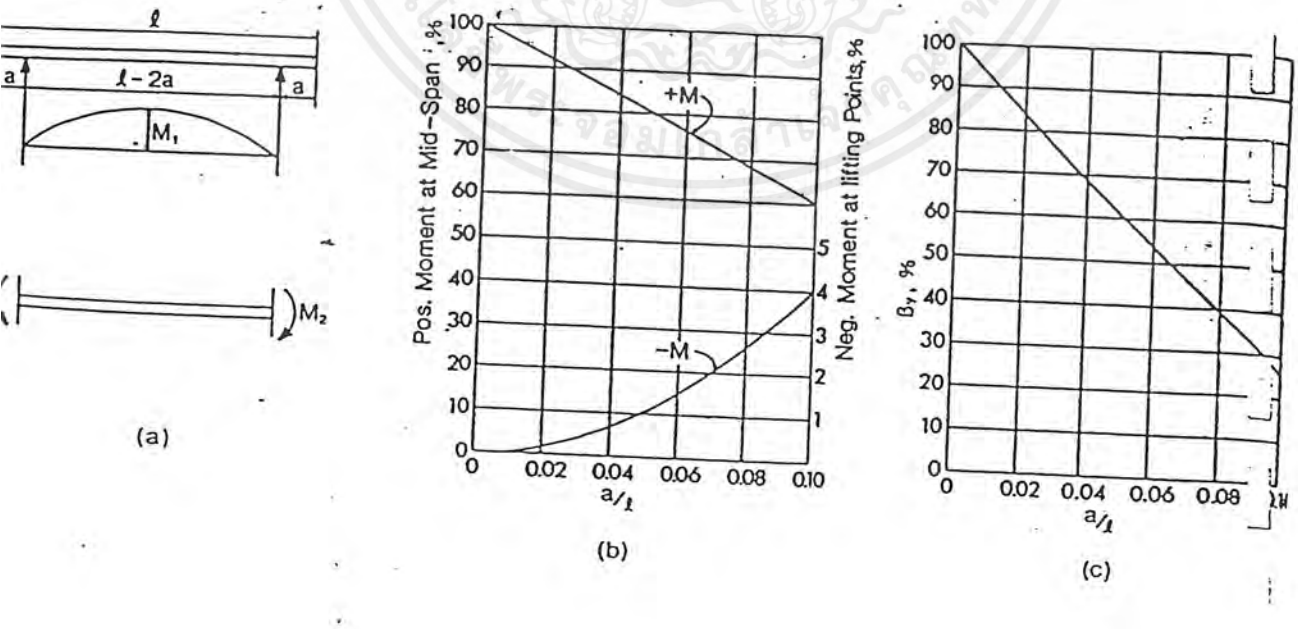
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความปลอดภัยในการยกส่วนประกอบที่ยาวจะทำให้แผ่นหักกลางได้สามารถอ้างได้โดย

1. การออกแบบที่ moment of Inertialy, I_y, เพียงพอ
2. ใช้คอนกรีตชนิดของแข็งแรงสูง
3. รักษาน้ำหนัก W_g ให้ต่ำสุด
4. ลดค่า βy โดยการยกที่ห่วงห่างจากปลายชิ้นส่วน
5. การยึดชั่วคราวที่ใช้ยึดด้วยการใช้เหล็กคาม, ใช้โครงข้อหมุนหรือใช้โครงท่อ

ในบางครั้งแผ่น 2 แผ่นหรือมากกว่าสามารถขนส่งไปได้ด้วยกันซึ่งจะเสริมความแข็งแรงระหว่างแผ่น

เมื่อมีความเค้นชั่วคราวที่ยอมรับได้ตำแหน่งของการยกห่างจากปลายของชิ้นส่วนซึ่งสามารถเพิ่มความมั่นคงในแนวราบได้ ทำให้แผ่นมีความมั่นคงดังเดิมได้ตามรูปที่ 5.13a ความโค้งที่แสดงการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ของฟังก์ชั่นของระยะที่ลดลงตามรูป 5.13b เปอร์เซ็นต์ที่ลดลงใน βy แสดงในรูป 5.13c

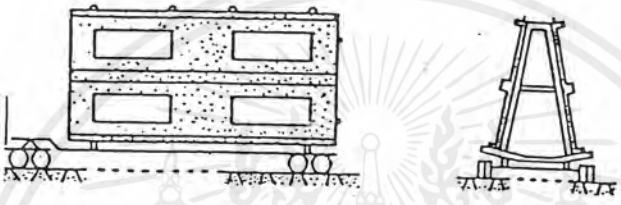


รูปที่ 5.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

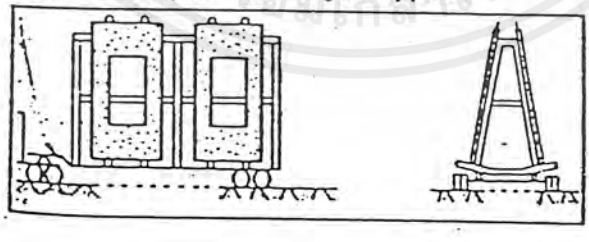
5.2.8 การขนส่ง

การรองรับแผ่นในการขนส่งโดยใช้จุด 2 จุดตามความกว้างและความยาวของชิ้นส่วนงานตามรูป 5.14 และ 5.15



รูปที่ 5.14

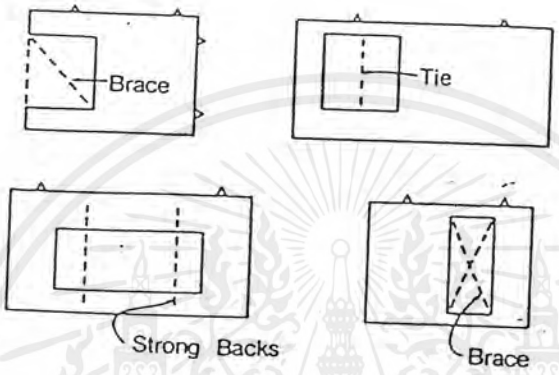
Fig. 4.22 Transportation of single-story panels



รูปที่ 5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.8.1 ความเค้นจากการเคลื่อนที่



รูปที่ 5.16

การหาค่าความเค้นระหว่างที่มีการสั่นสามารถแทนค่าได้จากสมการ

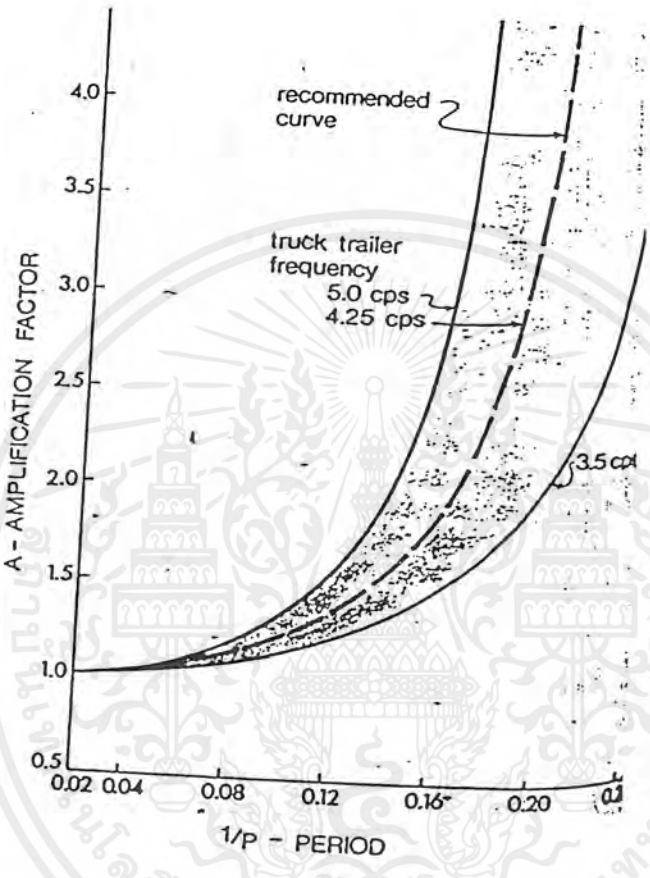
W_{CY} = Awdl

W_{dY} = แรงรับที่เพิ่มขึ้น

A = ค่าส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้นโดยดูจากกราฟรูปที่ 5.17

Wdl = น้ำหนักของส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

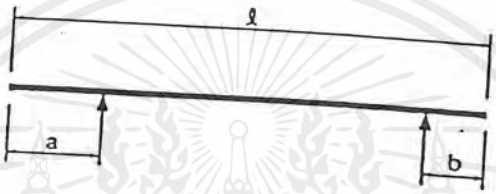


รูปที่ 5.17

ความแน่นอนของข้อมูลสามารถพิสูจน์ได้จากกราฟซึ่งจะช่วยให้ข้อจำกัดของความเค้นระหว่างการดึงได้ ดูในรูปที่ 5.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = F\sqrt{\frac{E\lg}{wl^4}}$$



where

f = fundamental frequency, cps

g = acceleration of gravity, 386 in./sec^2

F = factor from table below

E = modulus of elasticity, psi

I = moment of inertia, in.^{4}

w = unit weight of beam, pli

l = total length of beam, in.

a = length of cantilever at one end, in.

b = length of cantilever at opposite end, in.

FACTOR F

a/l	b/l			
	0	0.1	0.2	0.3
0	1.57	1.92	2.30	2.37
0.1	1.92	2.40	2.88	2.77
0.2	2.30	2.88	3.38	3.10
0.3	2.37	2.77	3.10	3.04

รูปที่ 5.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.9 การประกอบ

โดยทั่วไปในการประกอบจะเกิดปัญหากับบางชิ้นงานได้ในการออกแบบแผ่นความเค้นที่จำกัดจะต้องการพิจารณาการประกอบและการยกในระหว่างมีการประกอบ

จุดศูนย์ถ่วงของแผ่นควรจะได้รับการคำนวณและตำแหน่งในการยกจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักจะอยู่ใต้ห่วงหลักและใต้จุดยกต่ำสุดของสลิงและที่จะยกควรอยู่ในระนาบที่จะทำการประกอบผนังที่เปิดควรระวังเรื่องการแตกร้าวในระหว่างการยกและระหว่างการประกอบ

การประกอบจะพิจารณาสภาพวะทั่วไปที่ทำให้เร็วที่สุด มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย ความเร็วของการประกอบขึ้นอยู่กับตัวยึดที่ใช้ประกอบและการเรียงลำดับของการประกอบแผ่นและความเป็นไปได้ของตัวยึดน้ำจะติดตั้งได้อย่างรวดเร็วและความสัมพันธ์ในการยกของเครนในการให้การรองรับ

การติดตั้งในสถานที่ของลำดับของชิ้นงานในการประกอบจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของความเครียดของโครงสร้างซึ่งแสดงให้เก็นการต่ออย่างคร่าวๆ และสภาวะที่จำกัดในการถ่ายน้ำหนักควรจะมีโครงสร้างที่สมดุล

5.3 ผนัง

5.3.1 กล่าวนำ

การใช้คอนกรีตแผ่นในการก่อสร้างและรับน้ำหนักต่างๆ ที่จะกล่าวึงในบทนี้น้ำหนักเบื้องต้นเป็นเหตุที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุ ลมพายุ แผ่นดินไหวและอื่นๆ ซึ่งในการออกแบบนั้นจำต้องนำน้ำหนักนี้มาคิดประกอบกับองค์ประกอบอื่นๆ อีกมากมาย

การออกแบบผนังรบแรง ผู้ออกแบบควรจะต้องพิจารณาถึงความบอบบาง การเปลี่ยนแปลงปริมาตร ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ลารออกแบบจุดต่อซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานด้วย สำหรับสิ่งก่อสร้างที่สูงไม่เกิน 12 ชั้นนั้นต้องคำนึงถึงการกระจายของน้ำหนักโดยละเอียดและในช่วง 12-16 ชั้นขึ้นไปนั้น เราต้องหาค่าต่างๆ ของการกระจายของน้ำหนักโดยละเอียดและในช่วง 12-16 ชั้นนั้นต้องพิจารณาเป็นกรณีๆ ไปเช่นถ้าน้ำหนักมากจะทำให้กระจายน้ำหนักไม่เป็นเชิงเส้นเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบทนี้เราใช้มาตรฐานของ ACI 318-77 มาใช้ในการออกแบบค่าความแข็งแรงต่างๆ

5.3.2 การออกแบบเบื้องต้น

การออกแบบกำแพงภายนอกโดยใช้แผ่นรองรับน้ำหนักนั้น ต้องพิจารณาถึงหน้าที่ของแผ่นหล่อสำเร็จ และความสูงของการออกแบบ

5.3.2.1 การพิจารณาสิ่งต่างๆ ในการออกแบบ

1. ความหนาแน่นของน้ำหนัก(p) และการกระจายแรงลงสู่ฐานราก
2. ขนาดและการกระจายของน้ำหนักในแนวราบและอุปกรณ์สำหรับต้านแรงนั้นโดยใช้แผ่นพื้นและผนังรับแรงเฉือน
3. ตำแหน่งของจุดต่อที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากการคืพ, การหด และการเปลี่ยนอุณหภูมิของคอนกรีต
4. นิยามของจุดต่อและชนิดของจุดต่อที่ต้องการเพื่อต้านแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้น
5. ความผิดพลาดที่ยอมรับได้สำหรับโครงสร้าที่ออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ
6. การออกแบบเป็นพิเศษระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งอาจเป็นการควบคุมการออกแบบผนังที่รับแรงและไม่รับแรงควรมีจำนวนเหล็กที่น้อยที่สุด $\rho = 0.001$

5.3.2.2 ลำดับของการแก้ปัญหา

1. หาค่าความหนาแน่นของน้ำหนักและการกระจายของน้ำหนักที่นำมาใช้เข้ากับแผ่นผนังและแผ่นผนังรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุดเท่าใด
2. ขนาดและรูปทรงของแผ่นผนังอาจมีผลกระทบต่อการเชื่อมต่อและที่ตั้งทั้งทางแนวดิ่งและแนวระดับ ดังนั้นในการหารายละเอียดเพื่อที่จะออกแบบการเชื่อมต่อควรพิจารณาถึงคำถามเหล่านี้

- รายละเอียดได้มาตรฐานในตัวมันเองไหม
- รายละเอียดต่างๆ ที่นำมาก่อสร้างนั้นเป็นไปได้ตามค่าความผิดพลาดที่ยอมรับหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รายละเอียดต่างๆ สามารถออกแบบโดยทฤษฎีและการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือไม่

3. ขนาดและรูปร่างต่างๆ ของผนังได้มีการพิจารณาถึงความแข็งแรงทั้งทางแนวดิ่งและระดับกระทั่งสร้างเสร็จ
4. ต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมของสิ่งก่อสร้างเมื่อเกิดแตกร้าวและผลของอุณหภูมิว่ามีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างอย่างไร

ตามที่ศึกษามาแล้วนั้น การออกแบบเบื้องต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นนั้นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในลำดับขั้นตอนอย่างเกี่ยวเนื่องกันไปด้วย

5.3.3 ผนังไม่รับแรง

5.3.3.1 กล่าวนำ

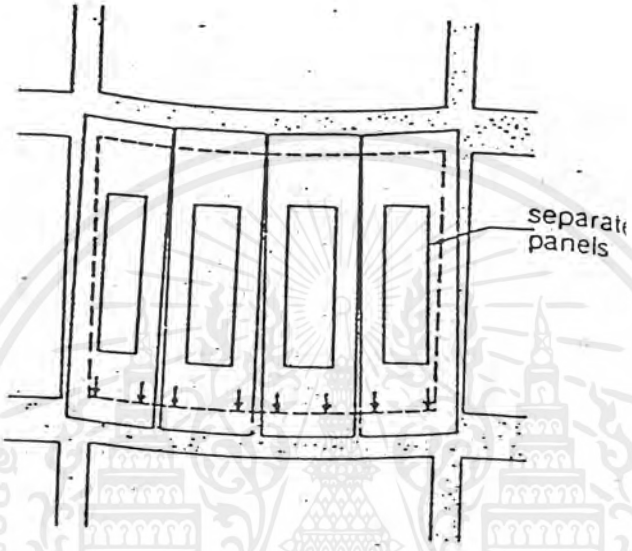
แผ่นผนังไม่รับแรง เป็นอุปกรณ์ในทางคอนกรีตชนิดหนึ่งซึ่งจะกระจายแรงเพียงเล็กน้อยจากอุปกรณ์ทางโครงสร้างอย่างอื่น โดยทั่วไปเราจะออกแบบเพื่อกั้นห้องหรือรับลมพายุ แผ่นดินไหว แรงเหล่านี้จะถูกกระจายไปยังโครงสร้างที่รองรับโดยทั่วไปแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการประกอบและการผลิตเป็นตัวควบคุมในการออกแบบ

5.3.3.2 การเสียรูป

การเสียรูปและโครงสร้างที่รองรับมีความเกี่ยวข้องกันคือ อาจมีการยืดออกเนื่องจาจากน้ำหนักของผนัง การเสียรูปนี้จะเกิดขึ้นกับโครงสร้างเป็นเหตุให้เกิดการหักเห (โครงสร้างเปลี่ยนแปลง) เนื่องจากน้ำหนักของผนัง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโครงคอนกรีตดังนั้นการที่จะนำผนังไปรับน้ำหนัก ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบโครงสร้างและมีการเผื่อโครงสร้างไว้สำหรับการเสียรูปในขณะติดตั้งด้วย

รูปที่ 5.19 แสดงการนำแผ่นมาวางต่อกันแบบอนุกรมบนคาน ซึ่งอาจมีแนวโน้มให้เกิดการยืดของแผ่นในขณะที่แผ่นรองรับน้ำหนักตามยาว ดังที่แสดงไว้นั้นผู้ออกแบบจะต้องเตรียมการรองรับการเสียรูปที่จะเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19

สาเหตุส่วนใหญ่ของการเสียรูปหลังจากการติดตั้งผนังในโครงสร้างคือการโก่งงอ จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การรองรับปกติยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างอิสระซึ่งจะทำให้วัตถุเกิดความเค้นบริเวณที่ถูกยึดจะก่อให้เกิดความเค้นของผนัง

ตัวอย่าง : แผ่นคอนกรีตสูง 20 ft, 5 in รองรับน้ำหนักที่กระจายเฉลี่ยจากสูงถึงต่ำที่บริเวณกึ่งกลางความสูง ผลของอุณหภูมิทำให้แผ่นเกิดการงอ ¼ in โมเมนต์ที่เพิ่มขึ้นที่กึ่งกลางความสูงคือ $12\ EI/L^2$ ประสิทธิภาพของโมดูลัสยืดหยุ่นเป็น 75%

$I = 1/12\ (12)(16)^2 = 216\ in^4$

$E = 4x10^3\ ksi$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

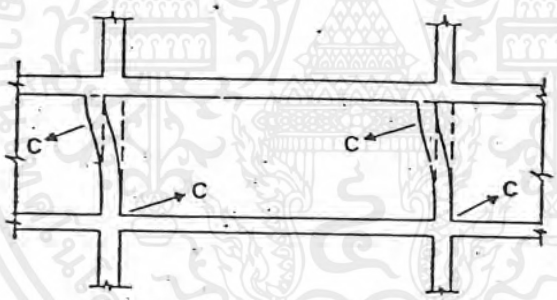
$$M = \frac{12(216)(4x103)(0.751)x0.25}{(20x12)^2}$$

$= 33.75$ in K/ft

$f = 6(33750/12)(6)^2 = 469$ psi

$p = 4\,M/L = 4x33.75/20 \times 12 = 0.56$ K/ft

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นต้องพิจารณาว่าผนังที่ไม่ได้รับแรงควรจะถูกออกแบบและติดตั้งโดยไม่ให้เกิดการยึดรั้ง ซึ่งจากการกระจายแรงในแนวราบถ้ามีการยึดรั้งอาจจะเกิดแรงอัดตามยาวดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20

ในการทำเสาคอนกรีตเราต้องรวมเอาการผิดรูปทางอีลาสติกและพลาสติกเพื่อที่จะทำการออกแบบอาคารสูงๆ ได้ ในระดับกลางใดๆ ความแตกต่างของการหดระหว่างพื้นที่ติดกันที่สุด 2 พื้นจะสามารถละ และผนังจะเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของโครงสร้าง

ในระดับต่ำ ถ้าผนังเป็นสิ่งรองรับน้ำหนัก การแตกร้าวของโครงสร้างเป็นผลมาจากการหดตัวเมื่อผนังได้รับน้ำหนัก ยิ่งกว่านั้นในโครงสร้างสูงๆ ผู้ออกแบบควรจะคำนึงถึงการแตกร้าวของเสาและเฉลี่ยรอยต่อไว้เพื่อการเสียรูปด้วย

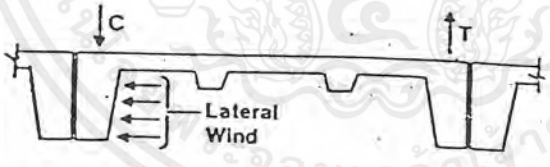
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองน้ำหนักเพื่อหาความแตกต่างระหว่างน้ำหนักในจุด 2 จุดที่อยู่ติดกัน เราจะให้มุมของตึกรับน้ำหนักน้อยกว่าส่วนที่ติดกันของเสา ให้เสาทั้งสองเหมือนกันทุกประการและรับกำลังสมมุติเท่ากันทั้งคู่

5.3.3.3 แรงลม

ในการออกแบบสิ่งก่อสร้างเพื่อรับแรงลม แรงเหล่านี้จะมาประยุกต์เข้ากับสิ่งก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวเนื่องจากพายุจะมีผลต่อโครงหลัก ซึ่งในทางวิศวกรรมจะมีการประมาณและมีกฎซึ่งจะจำกัดความไว้

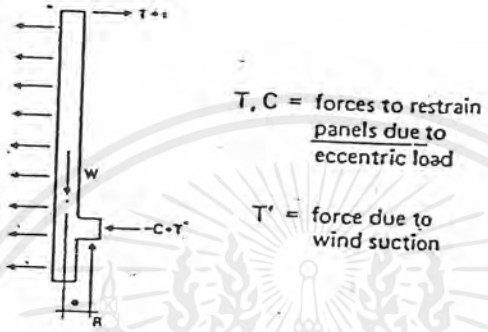
เรามีวิธีการหาความแข็งแรงซึ่งใช้หาความแข็งแรงของแผ่นโครงสร้าง เมื่อเราได้แผ่นโครงสร้าง เราจะนำมาทดสอบแรงลม ถ้าแผ่นนั้นมีหน้าต่างหรือประตูเราจะสามารถเขียนแรงเฉือนเนื่องจากแรงลมได้ตามรูปที่ 5.21 โดยแผ่นโครงสร้างและรอยต่อเชื่อมของมันจะถูกทดสอบด้วย



รูปที่ 5.21

แม้ว่าในการออกแบบแผ่นโครงสร้างโดยทั่วไปจะไม่วิกฤตสำหรับแรงลมที่ใช้แต่โดยความเป็นจริงนั้นที่รอยต่อที่ทำหน้าที่ดึงยึดผนังเนื่องจากแรงเยื้องศูนย์ ดังรูปที่ 5.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.22

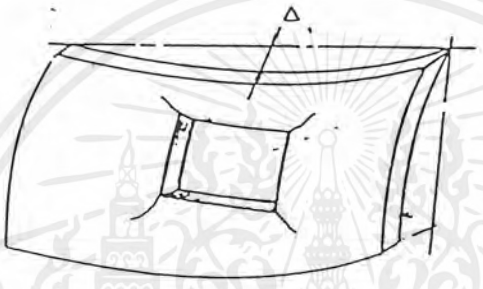
5.3.3.4 แผ่นโครงสร้างแบบเปิด

ผนังไม่ได้รับแรงซึ่งประกอบด้วยช่องเปิดอาจจะมีความเค้นหนาแน่นเพิ่มขึ้นที่บริเวณช่องเปิด เป็นผลมาจากแรงที่เพิ่มขึ้นหรือการบิดงอ ดังรูปที่ 5.23 แสดงถึงแนวของผนังซึ่งจะถูกดึงออกภายนอกเนื่องจากผิวของผนังภายนอกอุ่นกว่า จากประสบการณ์ถ้าผนังเกิดการหดทั้ง 4 ด้านจะเกิดรอยแตกเล็กๆ ซึ่งจะเริ่มจากมุม ซึ่งริเวณที่เกิดความเค้นหนาแน่นอาจจะใช้เหล็กเสริมรับซึ่งผู้ออกแบบควรจะพิจารณาเป็นอันดับแรกในการใช้ทฤษฎีของการจำกัดการหดที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใดในหน้าตัดควรจะมีเหล็กเสริม

แรงที่เกิดจากพื้น เราสามารถทำให้อยู่บนผนัง โดยวิธีการเชื่อมและน้ำหนักที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดความเค้นที่คานของผนังตามรูปที่ 5.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าการกระจายน้ำหนักนำมาใช้ไม่ได้ คานควรจะมีขนาดและเหล็กเสริมสำหรับแรงจากพื้นซึ่งค่าต่างๆ จะถูกนำมาพิจารณาในเชิงวิศวกรรมอีกครั้งด้วย



รูปที่ 5.23

ตัวอย่าง จากรูปแสดงการโก่งวอและแตกร้าวของแผ่น พิจารณาจากการเกิดเนื่องจากน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beam 125(1.4) = 175 plf

Live + Super DL = [(50)(1.7)+(10)(1.4)](12/2) = 594 plf

Wu = 769 plf

Mu = $0.769x10^2/12$ = 6.40 fk-k

Vu = 0.769(5.83) = 3.21 K

Check shear b = 6", h = 20", d = 18"

$$V_U = \frac{V_U}{0.85bd} = \frac{3210}{0.85(6)(18)} = 35\ psi$$

รูปที่ 5.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_C = 2\sqrt{(f_c')} = 2\sqrt{(5000)} = 141\ psi > V_U$$

ตรวจสอบโมเมนต์

ลองใช้ 2-4(A615-40)

$T_U = 0.4(40) = 16^k$

a = 16(0.8)(6)(5) = 0.67"

u = $0.9T_U$ (d-a/2)

= 0.9(16/12)(18-0.67/2) = 21.2 ft-k > 6.40 ft-k

ใช้ 2 - #4 ทั้งบนและล่าง

5.3.4 สเปนเดลส์

5.3.4.1 แผ่นสเปนเดลส์ไม่รับน้ำหนัก

โดยทั่วไปเราจะไม่ใช้เสาสำเร็จรูปในการก่อสร้าง เหมือนการก่อสร้างตึกสูงเนื่องจากการเรียงตัวและการขยายตัวของเสา น้ำหนักของสเปนเดลส์ที่ตกทับลงบนพื้นหรือลงบนเสาแต่ละต้นซึ่งทำให้เกิดการบิดเบี้ยวที่รอยต่อระหว่างพื้นกับเสา

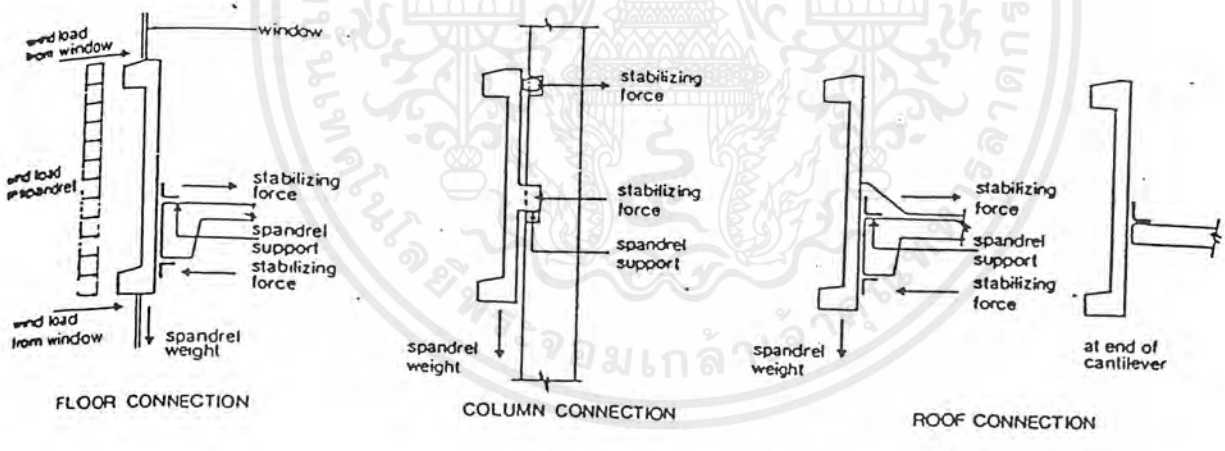
สเปนเดลส์เป็นช่องว่างระหว่างส่วนเชื่อมต่อ 2 ส่วน ระหว่างกำแพงการพิจารณาเราจะจำกัดหรือสมมุติการหักเหให้เป็นเชิงเส้นตรงและการหมุนของสเปนเดลส์จะทำตามความต้องการของ

หน้าต่าง การคำนวณการเสียรูปจะพิจารณาจากหน้าตัดคอนกรีตทั้งหมด โดยทั่วไปความเค้นจะเกิดขึ้นน้อยกว่าการเกิดการแตกร้าว และในวัตถุซึ่งอยู่ภายนอกระหว่างเสาจะเป็นการดีกว่าถ้าเราจะรองรับอยู่ติดกับปลายและนั่นคือการปรับปรุงคุณภาพภายและกระจายน้ำหนักไประหว่างพื้นและ สเปนเดลส์เนื่องจากการงอของพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่เราต้องมีการพิจารณาชิ้นส่วนที่บอบบางเป็นพิเศษนั้นเพื่อที่อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่รองรับแรงอัดบริเวณส่วนที่ยื่นออกมาจากแฟรงค์ มากกว่า 50 เท่าของความกว้างแฟรงค์

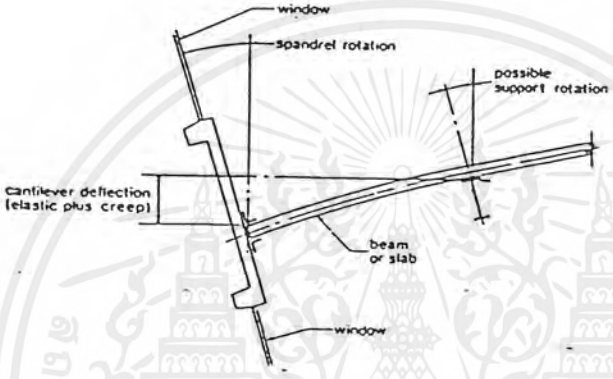
การจำกัดให้เป็น 50 เท่าเป็นไปตามมาตรฐาน ACI 318-77 ซึ่งความเครียดที่มากที่สุดที่กระทำควรจะน้อยกว่า 2% ของแรงกดที่กระทำต่อแฟรงค์ แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งที่จะรองรับน้ำหนักในระดับที่อาจจะเป็นไปได้เนื่องจากข้อจำกัดในการสร้างซึ่งในอนาคต เราอาจจะสามารถพิจารณาให้แรงที่ทำให้เกิดการบิดงอเนื่องจากแรงในสแปนเดลส์นั้นลดลงได้



รูปที่ 5.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาเราจะให้สเปนเดลส์รองรับน้ำหนักตรงปลายสุด ผู้ออกแบบจำต้องทดสอบผลกระทบต่อการหักเหและการโก่งงอของสิ่งที่รองรับ ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการแตกร้าวและควรจะเฉลี่ยสิ่งต่างๆ ที่มากระทำให้สมดุลกัน ตามรูปที่ 5.26



รูปที่ 5.26

ตัวอย่าง คำนวณหาระยะการโก่งงอของสเปนเดลส์ตามที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้น้ำหนักของสเปนเดลส์ = 417 plf

E_c = $4x10_3$ ksi

Dl = 10 psf

พิจารณาให้ E_c ลดลงเป็น $2x10^3$ ksi เนื่องจากการคืบ

$$Q = \frac{WL^3}{6L1}$$

$$Q = \frac{0.100x(10x12)}{12x6x2x10^3x8^3}$$

$$= 2.58x10^{-3} \quad rad$$

Q เนื่องจากน้ำหนักของสเปนเดลส์ $Q = \frac{WL^2}{2EI}$

$$= \frac{417x(10x12)^2}{22x2x103x8^3}$$

$$= 2.93x10^3 \quad rad$$

มุมรวมทั้งหมดเป็น = $(2.58+2.93)x10^{-3}$ = $5.51x10^{-3}$ rad

มุมที่ยอดของสเปนเดลส์ = $(5.51x10^{-3})(72+8/2)$ = 0.42 in

5.3.4.2 สเปนเดลส์ที่รับน้ำหนัก

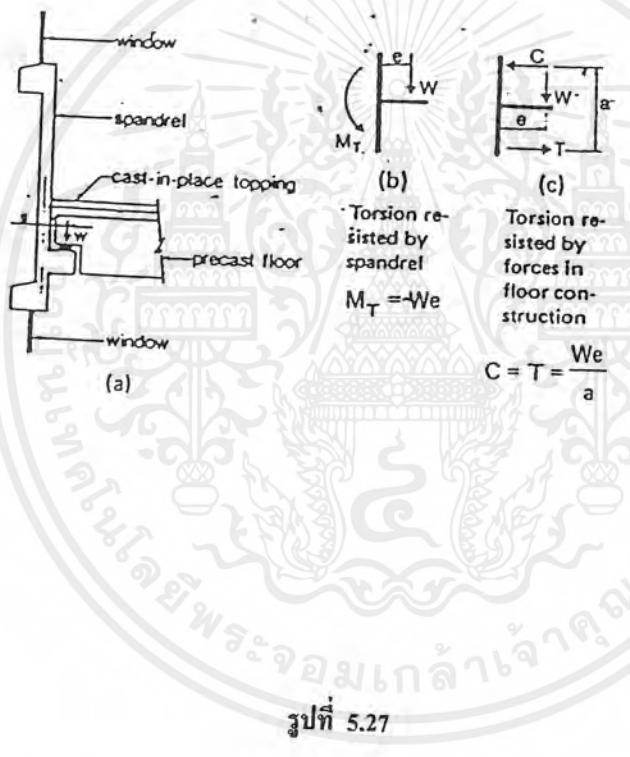
สเปนเดลส์รับน้ำหนักจะรองรับน้ำหนักของโครงสร้างซึ่งมักจะเกิดจากแรงเยื้องศูนย์ ชนิดของการกำหนดแบบของสเปนเดลส์และพื้นรองรับแสดงในรูปที่ 5.27

การบิดที่เกิดจากการเยื้องศูนย์ซึ่งจะถูกต้านจากสเปนเดลส์ และแรงคู่ควบตามขวางที่กระทำบนพื้นหรือทั้งหมด การบิดบนพื้นผิวเราจะทราบโดยการกระจายแรงอันไปบนผิวพื้นและแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ยังต้องกระจายที่บริเวณรับแรงของชิ้นส่วนสำเร็จรูป อย่างไรก็ตามยังมีการบิดที่เกิดจากการประกอบโครงสร้าง การคำนวณต้องนำมาคิดด้วย

ถ้าการบิดไม่สามารถเคลื่อนที่ไปบนพื้นรอยต่อได้ สเปนเดลส์จะออกแบบมาสำหรับความเค้นเพิ่มขึ้นด้วย

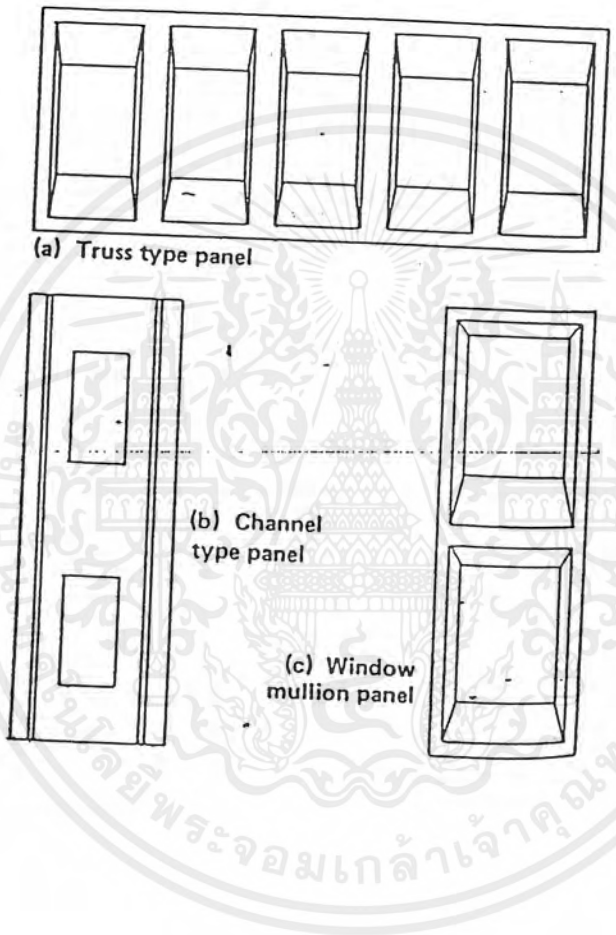


รูปที่ 5.27

5.3.5 ผนังรับน้ำหนัก

การออกแบบและตรวจสอบพฤติกรรมของคอนกรีตนั้นเราสามารถพิจารณาได้จากขนาดและรูปร่าง และขนาดของน้ำหนักที่ใส่เข้าไปได้หรือโดยการกระจายน้ำหนักในการออกแบบคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะออกแบบแตกต่างจากไม่เหมือนโครงสร้าง 2 มิติ ซึ่งจะต้องคิดเป็นวัตถุอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตที่ใช้กับกำแพงน้ำหนักคล้ายๆ กับในการออกแบบผนังเรียบหรือผนังมีขอบทั้งผนังเรียบและผนังมีขอบจะประกอบด้วยหน้าต่างและประตู

รูปที่ 5.28 จะแสดงผนังมีขอบ 3 ชนิด รูป 5.28 (a) คือชนิดโครงหน้าต่างในแนวราบส่วนอื่นๆ เป็นแบบช่องหน้าต่างในแนวดิ่ง

อย่างไรก็ตามการที่เราจะให้โครงสร้างภายนอกเป็นแบบขวางและตามยาวซึ่งขึ้นกับการจับยึด การติดตั้ง กรรมวิธีการผลิตและอื่นๆ

ผนังที่ไม่ใช้ผนังภายนอกจะถูกติดตั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง จะขึ้นอยู่กับความต้องการพื้นฐานจะต้องขึ้นอยู่กับการยกและการประกอบ และการเลือกตัวยึดผนังในแนวระดับจะต้องคำนึงถึงการยกตัวมันเองขณะที่เคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณที่ติดตั้ง ซึ่งต้องการกระจายน้ำหนักในแนวดิ่งในแต่ละชั้น และตามการประกอบที่ต้องการยึดครั้งน้อยที่สุด ส่วนในแนวดิ่งต้องการการพิจารณาเพิ่มเติมในการยกและเหตุผลจากความสูงในการประกอบจะทำให้ต้องการการยึดมากขึ้น สำหรับการประมาณผนังที่มีขอบ จะแสดงดังรูปที่ 5.29

TYPICAL SIDE MULLION

Approximate mullion or truss panel weights per 12 in. thickness for window panels

Lightweight ≅ 65 psf

Normal weight ≅ 85 psf

รูปที่ 5.29

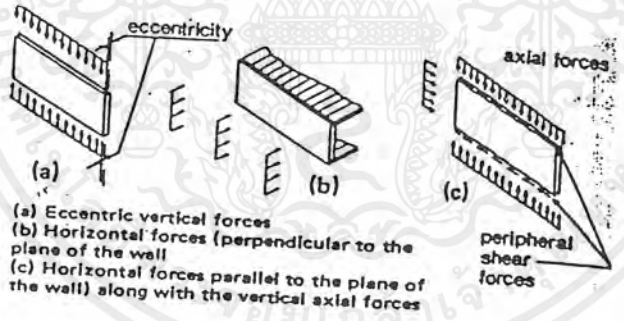
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรง

แรงที่ประยุกต์เข้ากับกำแพงมีแนวดิ่งและแนวระดับ น้ำหนักในแนวระดับจะขนานกับกำแพงและในแนวดิ่งจะตั้งฉากดังแสดงในรูปที่ 5.30 พื้นที่ที่น้ำหนักถูกนำมาใส่ตามทิศของรูป 5.31

น้ำหนักส่วนใหญ่ในแนวระดับที่กระทำต่อกำแพงเกิดจากลมพายุและแผ่นดินไหว น้ำหนักเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดการเสียรูป

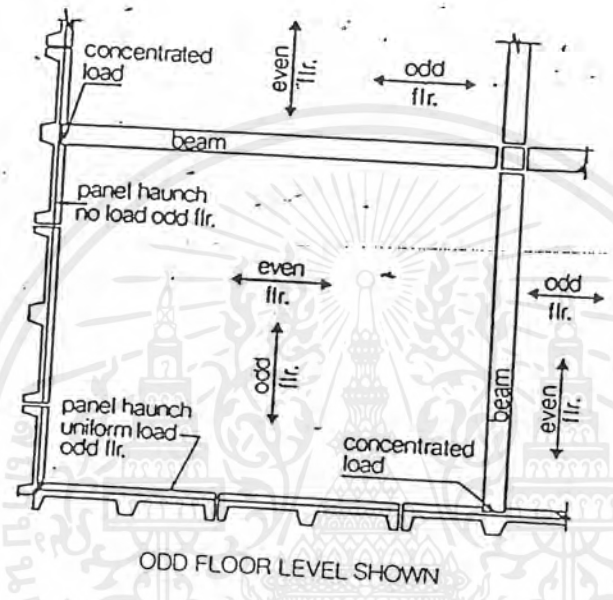
รูปที่ 5.32 แสดงน้ำหนักที่กระทำต่อกำแพงธรรมดาแต่ละด้านซึ่งเป็นภาระที่กระทำตั้งแต่พื้นจนถึงหลังคา ซึ่งจะมีการเฉลี่ยแรงที่กระทำต่อด้านผนังเพื่อลดการเสียรูปและการตแกร้าวบริเวณหลังคาและพื้นและรอบๆ ตึง



รูปที่ 5.30

ในกรณีที่แรงภายนอกที่กระทำต่อตึกมีผลต่อหลังคาและพื้น ในกรณีน้ำหนักที่พื้นจำเป็นต้องพิจารณาแยกเป็นพิเศษจากส่วนอื่นโดยการสั่งผ่านให้อยู่ในบริเวณรอยต่อกับกำแพง

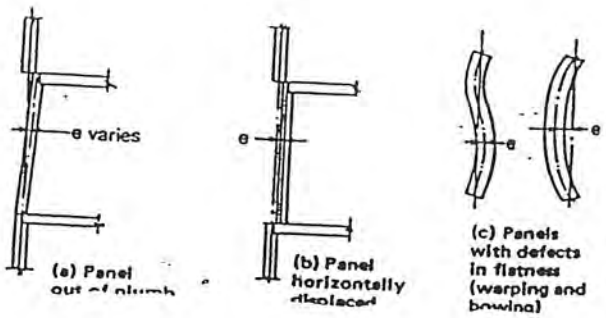
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.31

การกระจายของน้ำหนักระหว่างผนังหรือแรงในอนวแกนกับน้ำหนักซึ่งมีสาเหตุมาจากแรงในแนวราบซึ่งจะกลายมาเป็นส่วนประกอบหลักในการคำนวณโครงสร้างและหารายละเอียดต่างๆ ในการสร้างรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



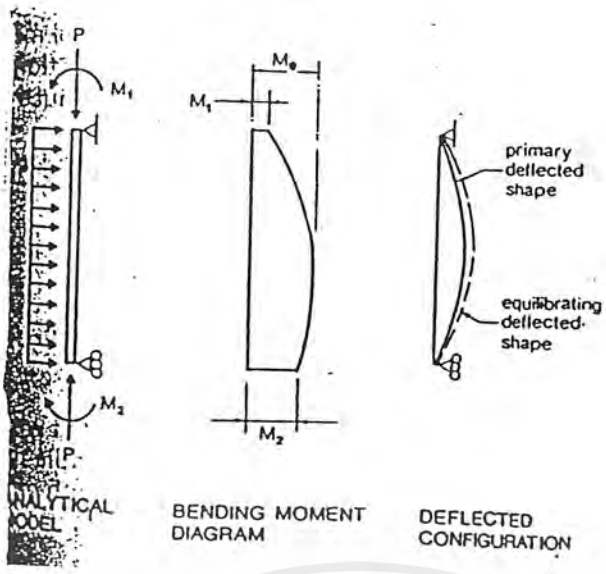
รูปที่ 5.32

จากตัวอย่างการออกแบบของแผ่นรับแรงขนาดต่างๆ จะไม่สามารถควบคุมได้โดยการใช้โครงสร้าง ผนังที่มีพื้นที่คอนกรีตน้อยที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของผนังที่เชื่อมกันด้วยจุดต่อในแนวราบ ขนาดของที่ติดตั้งเหล็กเสริม ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ในการยาเพื่อให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของรอยต่อต่างๆ

5.3.5.1 การออกแบบผนังแข็ง

ผนังจะรับแรงแต่ละทิศนั้นต้องมี P = 0.001 ซึ่งนำมาออกแบบด้วยมาตรฐาน ACI 318-77 ดังรูปที่แสดงรูปที่ 5.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.33

โมเมนต์ที่เกิดขึ้นจากแรงเยื้องศูนย์ หาได้จากวิเคราะห์โมเมนต์รวมกับแรงประลัยในแนวแกนจะถูกเปรียบเทียบกับความแข็งแรงของกำแพง ผลของการคำนวณดูจากส่วนท้าย

โมเมนต์ที่เพิ่มขึ้นหาได้จาก

$$M_c = \delta M_2$$

$$\delta = \frac{C_m}{1-\left(\frac{P_U}{\phi P_c}\right)} \geq 1$$

$$C_m = 0.6+0.4(M1/M2) > 0.4$$

ใน C_m จำนวนอื่นให้ใช้ $C_m = 1.0$

$$P_U = \frac{EI\pi^2}{(L_U K)^2}$$

A สำหรับแผ่นที่ไม่มีการแบ่งมุมทั้ง 2 ข้าง

L_U/b, k = 1

B สำหรับผนังที่แบ่งมุมข้างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

La/b < ½ k = 1.0

L/2 < 2 in k = 1.5 Lu/b

Lu/6 > 2 k = $1.0/[1+(Lu/b)^2]$

C สำหรับรูปที่หักด้านเดียว

Lu/b < 1 k = 1.0

$1 < Lu/b \leq 2$ k = 1.0 – 0.423([lu/b)-1]

Lu/b > 2 k = $1.01[1+1/2(lu/b)^2]^{1/2}$

ค่าของ EI สามารถแสดงดังนี้

สำหรับผนังคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว ค่าของ EI สามารถหาได้จาก

$$EI = \frac{E_C I_g}{\beta_d}(0.5 - e/h) \geq \frac{0.10 E_C I_g}{\beta_d}$$

สำหรับผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ค่าของ EI สำหรับสมการสามารถเขียนได้เป็น

$EI = ((E_C I_g/5)+E_C I_g)/(1+\beta d)$

$EI = (E_C I_g/2.5)/(1+\beta d)$

สำหรับผนังซึ่งรับน้ำหนักตามขวาง โมเมนต์สูงสุดสามารถปรากฏที่ส่วนใดส่วนหนึ่งห่างจากส่วนท้ายในกรณีนี้ค่าของการคำนวณโมเมนต์สูงสุดซึ่งปรากฏในแต่ละที่ใช้เพื่อค่าของ $M_2 < M$ ซึ่งกำหนดให้เป็น 1 ในกรณีนี้

ถ้าการคำนวณแสดงว่าไม่มีโมเมนต์ที่ส่วนท้ายของส่วนรับแรงอัดหรือคำนวณแล้วน้อยกว่า (0.6+0.03h) in. M_2 ควรจะอย่างน้อย (0.6+0.03h) in. โดย h = M1/M2 สามารถแสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a. เมื่อคำนวณแล้วน้อยกว่า (0.6+0.03h) in ค่าโมเมนต์ที่คำนวณอาจถูกใช้คำนวณ M1/M2

b. ถ้าการคำนวณแสดงว่าไม่มีโมเมนต์วิกฤติทั้ง 2 ข้างของส่วนรับแรงอัด อัตราส่วน M1/M2 อาจจะกำหนดให้เป็น

สำหรับส่วนรับแรงที่ไดค้ำกับด้านข้าง ผลของความเล็กอาจไม่ต้องสนใจเมื่อ Klu น้อยกว่า $34-12M_1/M_2$

สำหรับส่วนรับแรงที่ไม่ได้ค้ำกับด้านข้าง ผลของความเล็กอาจไม่ต้องสนใจ เมื่อ Klu/P น้อยกว่า 22 เมื่อ 1 เป็นรัศมีไจเรชั่นของผนัง 1 อาจแสดงโดย 0.3/ความหนาของผนัง

สำหรับรูปร่างอื่นๆ $r_x = \sqrt{(Ix/A)}$

สำหรับผนังซึ่ง Klu/P > 100 จะเป็นดังนี้

1. ในการรวมผนังเหล่านี้เพียงโครงสร้างซึ่งมีการยึดไม่ให้เซ
2. ใช้ K = 1
3. ใช้ Cm = 1
4. การมีด้วยของโมเมนต์เนื่องจากลม เพื่อขยาย M_2 โดยใช้ทิศลมซึ่งจะทำให้ M_2 ใหญ่ขึ้นเป็นบวก
5. ใช้ตัวขยาย S_1 ในสูตร $M_c = \delta M_2$

ถ้าแกนรับน้ำหนักตั้งภายในศูนย์กลางของผนัง (เช่น ตรงกลางของความหนาของผนังบาง) ความเค้นของผนังประมาณได้ว่า

$$P_U = 0.55 \phi f_c A_g [1-(l_g/40h)^2]$$

ϕ = 0.7

A_g = พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_c = ความยาวระหว่างน้ำหนัก

h = ความหนาของผนัง

สัญลักษณ์

L_U = ความยาวของส่วนซึ่งไม่ได้รับน้ำหนัก

P = รัศมีไจเรชั่น

L = ส่วนประกอบของความยาว

M_1 = โมเมนต์สุดท้ายซึ่งเล็กบวกถ้าเป็นโค้งเดียวและเป็นลบถ้าเป็นโค้งทั้งคู่ (สำหรับโมเมนต์)

M_2 = โมเมนต์สุดท้ายซึ่งใหญ่บวกเสมอ (ถ้าน้อยกว่าค่า code น้อยสุดให้ใช้ค่า code น้อยสุด)

M_c = โมเมนต์ที่ใช้ในการออกแบบ

I = moment of inertia

Pc = แรงวิกฤต

5.3.5.2 การออกแบบผนังมีขอบ

รูปที่ 5.29 แสดง Moment of inertia ของการรวบผนังที่มีกระจกเข้าด้วยกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อความกว้างสำหรับหน้าต่าง 6t ที่แสดงในรูป 5.29 ในการออกแบบจำต้องคำนึงถึงความสูง 1 ด้วย

การออกแบบในหัวข้อข้างต้นในการแทนค่าต่างๆ ลงไปเป็นผลให้ค่าที่แผ่นค้ำได้รับมีค่าเท่ากับน้ำหนักที่ใส่ลงไป ดังนั้นเราจึงสมมุติให้มันเท่ากัน สำหรับรูปที่ 5.15 เป็นการแสดงการกระจายน้ำหนักตั้งแต่พื้นถึงคานซึ่ง Euler curve สามารถแสดงให้เห็นได้

ถ้าเราพิจารณาที่จุดกึ่งกลางความสูงแล้วให้ I_0 เท่ากับ lequiv โดยสมการ

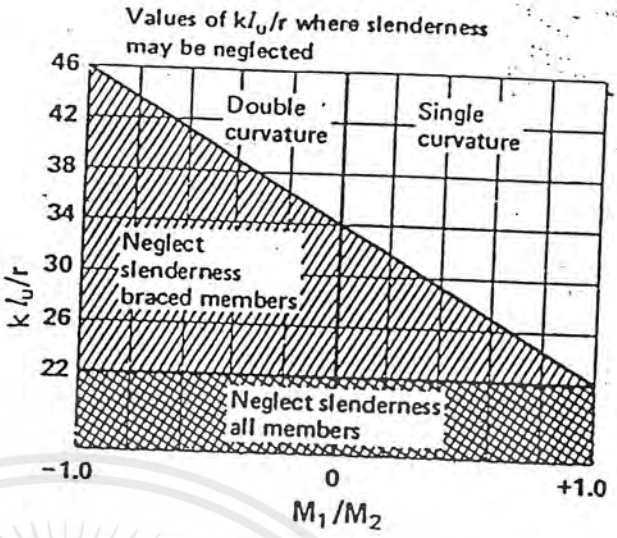
$$\Delta_O = \frac{5WL^4}{384EI_{equiv}}$$

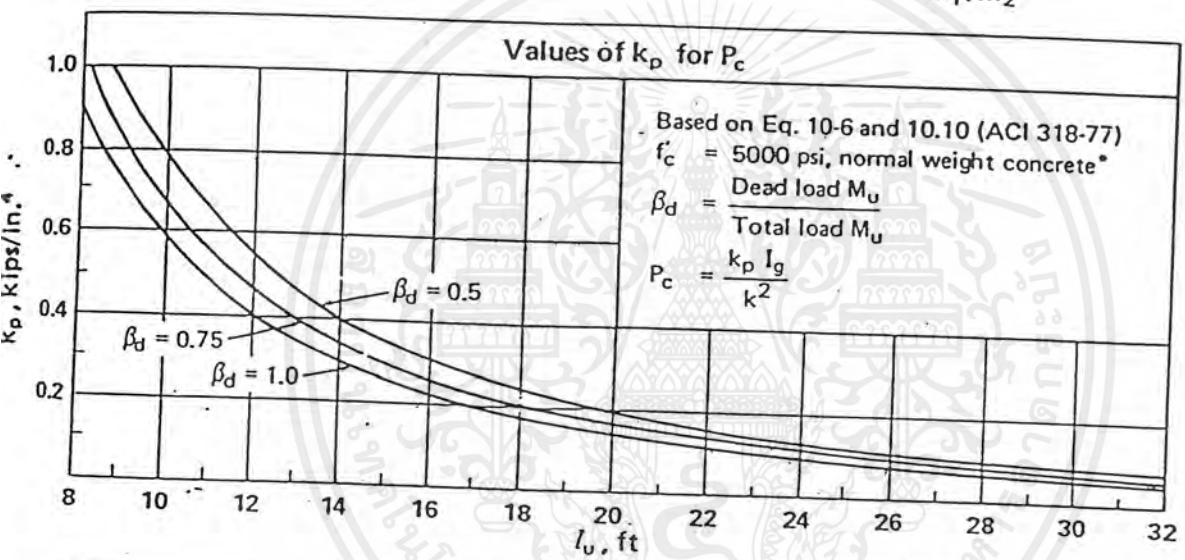
ซึ่ง lequiv สามารถหาได้, Pc จะนำไปหาโมเมนต์ จากภาคตัดของ K จะมีผลตามความยาวจะออกแบบโดยการย้ายไปแกน x-x ตามรูปที่ 5.30

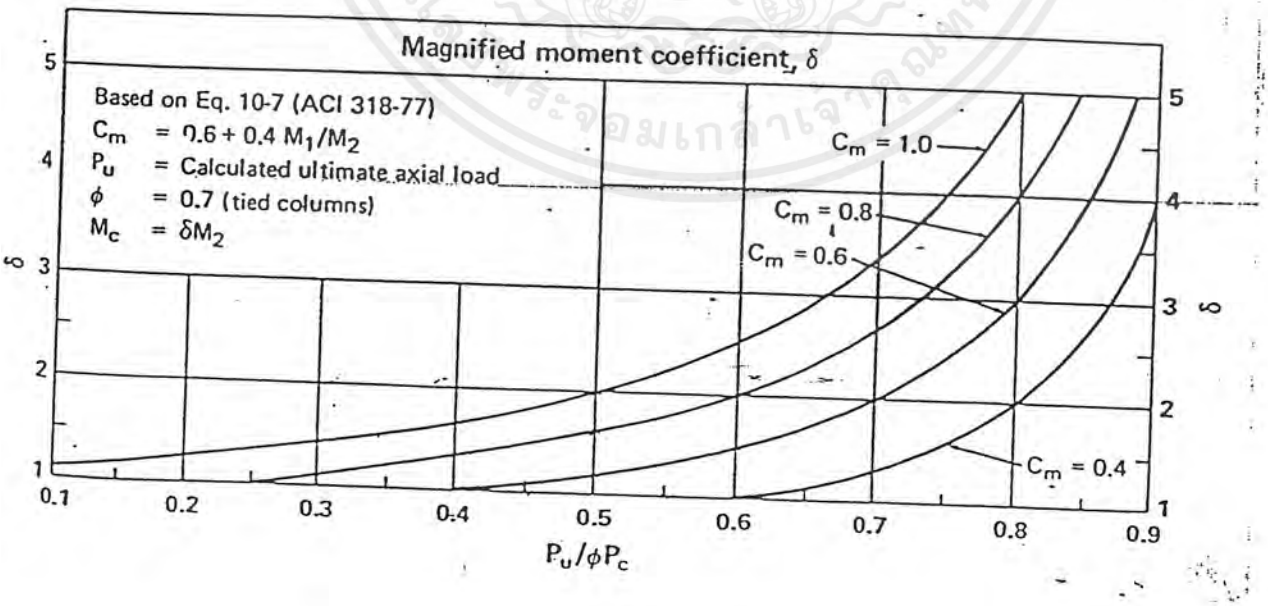
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notation

- l_u = Unsupported length of compression member
- r = Radius of gyration
- k = Effective length factor
- M_1 = Smaller ultimate end moment pos. if bent in single curvature neg. if bent in double curvature
- M_2 = Larger ultimate end moment always positive (if less than minimum code values, use min. code values)
- M_c = Moment to be used in design $= \delta M_2$
- I_g = Gross moment of inertia
- P_c = Critical load







รูปที่ 5.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5.3 เส้นโค้งปฏิกิริยา

บางโครงสร้างได้สร้างขึ้นเป็นส่วนรับแรงอัดของส่วนที่รับน้ำหนัก เป็นความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนา กราฟปฏิกิริยาของ Pu-Mu จากรูปที่ 5.34 แสดงถึงความสัมพันธ์ของการคำนวณจากจุดปฏิกิริยาของกราฟ

กราฟแรงปฏิกิริยาภายในสำหรับบทความของชิ้นส่วน ได้พัฒนาและแสดงไว้ตัวอย่างต่อไปนี้มีความสำคัญที่จะรู้ว่าจุดไหนที่ต้องคำนวณสำหรับการคำนวณ 1 จุดที่ได้แสดงไว้ในตัวอย่างพื้นที่ที่จะรับแรงของคอนกรีตจะต้องเลือกจากผลรวมของแรงในแกนของเหล็กและคอนกรีต

จะได้ผลลัพธ์เป็นลบของ Pu ปกติจะหาได้จากจุดที่เหล็กรับแรงมากสุดของเหล็กที่รับแรงดึงซึ่งต่อกับคอนกรีตที่รับแรงดันตรงจุดที่เป็นพื้นที่เล็กๆ และยกเว้นปริมาณ As

สำหรับส่วนประกอบที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยม ไม่จำเป็นต้องแยกกราฟของแรงในแต่ละทิศทาง แต่งานส่วนมากที่จะเป็นเหลี่ยมให้ a. เป็นความลึกของคอนกรีตที่รับแรงกด แทน a/2 สำหรับส่วนที่จำเป็นที่จะต้องคำนวณจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่รับแรงกดดังที่แสดงใน y

การประมาณต้องมีเหล็กเสริมของหน้าตัดผนังก่อนที่จะคำนวณแรงภายใน จะใช้ตัวคูณความปลอดภัย 2.5-2.75 ในการหา Pu และไม่ต้องคิดผลจากการโก่งตัว พื้นที่ของเหล็กอาจจะประมาณจากสมการ

$$P_u/\phi = 0.85 f_c' A_c + A_g f_Y$$

5.3.5.4 พฤติกรรมของโครงสร้างผนังชนิดโครงถัก

ผนังรับแรงที่มีหน้าต่างที่มีขนาดใหญ่ในแนวระดับอาจจะเป็นแกนที่ขนานกันและมีขอบยึดแกนได้ พฤติกรรมของโครงสร้างผนังชนิดโครงถัก จะต่างจากการวิเคราะห์ผนังทั่วไป

การอธิบายถึงความสำคัญของผนังระบบโครงถักเพราะว่าส่วนนี้ไม่สามารถใช้จุดศูนย์กลางมาวิเคราะห์ได้ แต่จะใช้น้ำหนักที่จะต้องรับจากภายนอกมากำหนดความลึกและความแข็งแรงของคาน จากรูป 5.28(a) แสดงถึงขอบของโครง(หลังคา) 5.28(b) แสดงถึงหลังคาที่ตั้งฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างในรูป 5.28 บอกถึงว่าไม่สามารถจะหากฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์ได้แรงภายในและรายละเอียดของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งและพื้นที่ของส่วนประกอบของโครงสร้างด้วย มีตัวแปรมาก ดังนั้นผู้ออกแบบต้องตระหนักถึงโครงสร้างเป็นอย่างมาก แต่ละโครงสร้างมีบรรทัดฐานในการเลือก ความโค้งงอ, แรง, ตำแหน่ง มุมหักเหที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของน้ำหนักซึ่งมีผลเป็นอย่างมาก

มันจำเป็นที่ต้องรวมผลจากแรงที่เกิดจากน้ำหนักที่เกิดขึ้นที่ข้อต่อรับน้ำหนัก โครงสร้างแต่ละแบบจะมีรูปแบบของตัวเอง วิธีการคำนวณแรงที่เกิดจากน้ำหนักเพียงอย่างเดียวหรือรวมกับแรงที่เกิดขึ้นบริเวณข้อต่อ แต่มีคำแนะนำให้คำนวณโครงสร้างโดยคิดคล้ายๆ กัน การคิดโมเมนต์หรือใช้โปรแกรมเช่น "STRESS" หรือ "STRUD" ซึ่งใช้หาแรงลัพธ์ของโครงสร้างเนื่องมาจากโครงสร้างของกำแพงจะมีรูปร่างเดียวกันหมด การวิเคราะห์จะถูกกำหนดให้สามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การยึดในคอนกรีตสำเร็จรูป

5.4.1 ชนิดของจุดต่อ

ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบไปด้วย ส่วนที่ไม่รับแรงจะยึดติดกับโครงสร้างที่รองรับหรือเป็นส่วนที่รองรับโครงสร้างซึ่งอาจเป็นการที่รับน้ำหนักของตัวมันเองและรับแรงจากส่วนต่างๆ ของโครงสร้างความแตกต่างของหลักการขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเชื่อมท่อ

ดังโครงสร้างที่มีคุณลักษณะของการถ่ายแรง และมีงานชนิดของตัวแทรกท่อมากมาย ดังเช่นรูปที่ 5.35

5.4.1.1 จุดต่อแบบกดทับ

จุดต่อแบบกดทับเป็นตัวเชื่อมภายใน การถ่ายน้ำหนักทางแนวดิ่งที่มีโครงสร้างดังรูป 5.35a การกดทับอนุฐาตให้มีระนาบยาวของพื้นผิวหรือบริเวณที่จำเป็นโดยรูปร่างทั้งหมดและระนาบจะต่อเนื่องกันหรือตำแหน่งที่ยื่นออกมาหรือโดยฝังไว้ที่ขอบโครงสร้างเหล็กภายในระนาบ การถ่ายน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับการยึดติดของข้อยึดตามข้อกำหนด ส่วนมากในการรองรับระบบจำเป็นต้องใช้เหล็กรองและแผ่นรองกดทับ

ชนิดและวัสดุของแผ่นรองกดทับ จะขึ้นอยู่กับการรับน้ำหนักและความสัมพันธ์ในการเคลื่อนที่รองรับโครงสร้างถ้าการแสดงการยอมรับการเคลื่อนที่พื้นอ่อน หรือความฝืดต่ำจะถูกใช้ อย่างไรก็ตามถ้าไม่ยอมให้ มีการเคลื่อน วัสดุแข้งก็จะถูกใช้เช่น เก๊าส์ หรือ แผ่นแข็ง

5.4.1.2 จุดต่อแบบฝังโบลท์

โบลท์และการยึดภายในมีอยู่ 4 ชนิด ฉะนั้นจะมีคุณสมบัติในการยึดในการติดตั้งดังนี้ รูปที่ 5.35 b

- จุดต่อโดยการฝังโบลท์ในการหล่อ
- จุดต่อโดยการฝังห่วงในการหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดต่อโดยฝังโบลท์ที่ขยายตัวได้
- จุดต่อแบบใช้เหล็กยึด

5.4.1.3 จุดต่อโดยการใช้แผ่นเหล็กเป็นตัวยึด

ต้องยึดแบบฝังแผ่นเหล็กมีใช้โดยทั่วไป ในการยึดวัสดุแบนราบหรือตัวยึดให้เชื่อมต่อกับระนาบ พื้นผิวภายนอกของระนาบปกติจะใช้คอนกรีตซึ่งจะช่วยในการยึดโดยแทนที่แผ่นเชื่อมกับรูปร่างของโครงสร้างและระนาบที่ขัดกับการหล่อสามารถเพิ่มเข้าโดยการฝังเพื่อเติมแรงและการกระจายโมเมนต์ เป็นเหมือนการหล่อโบลท์และจุดต่อแบบการฝังแบบอื่นๆ

5.4.1.4 จุดต่อที่ใช้การเจาะแล้วฝังโดเวล

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการใช้กาวอีฟอกซีและกาวซีเมนต์ ภายใต้เงื่อนไขทางสนามเพื่อทำให้เกิดความแข็งแรงในขณะเดียวกันก็มีเทคนิคใหม่ในการติดตั้งการสร้างโดเวลยึด การได้เปรียบอย่างหนึ่งก็คือสามารถเพิ่มในแบบที่มีได้ออกแบบมารองรับเลย โดยใช้โบลท์เป็นตัวยึด

การยึดโดยโดเวล-เก๊าส์ จะทำให้แข็งแรงโดยการยึดกาวกับโดเวลและการยึดกาวกับคอนกรีตการทำโดยวิธีนี้จะทำให้แข็งแรงขึ้นอยู่กับการหดตัวของคอนกรีตและคุณสมบัติของกาว

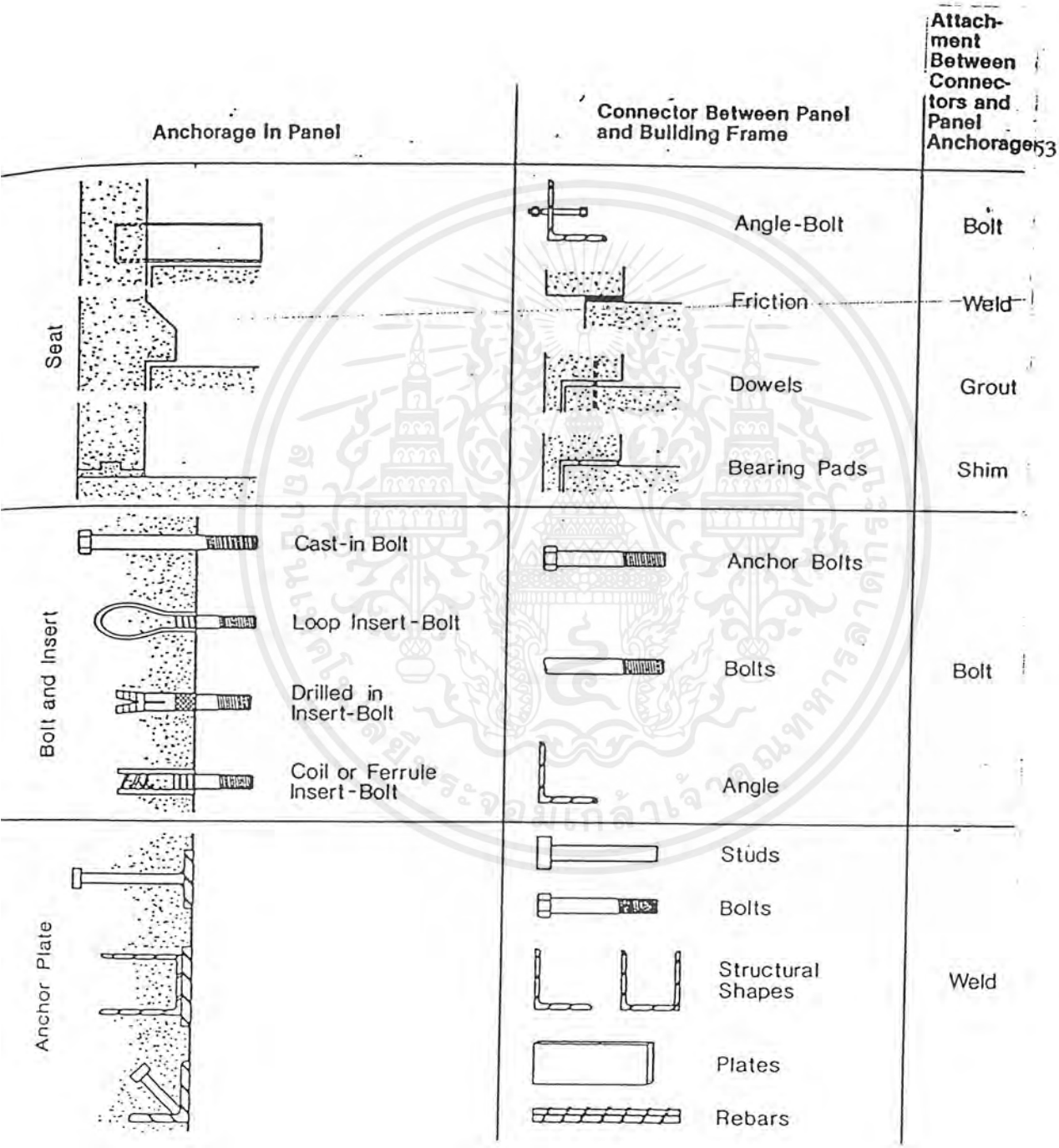
การหดตัวและขยายตัวของกาวมีความสัมพันธ์กับ โดเวล-เก๊าส์ ที่เป็นตัวยึดโดเวล ถูกออกแบบมาเพื่อทำการหล่อเหล็กบางหรือการเจาะเพื่อยึด

ตัวยึด โดเวล-อีฟอกซี มีคุณสมบัติในการยึดกับคอนกรีต ขึ้นอยู่กับแรงเฉือนหรือความแข็งแรงต่อการแยกตัวของคอนกรีตหรือความแข็งแรงของจุดต่อ ตัวเชื่อมจะอยู่ในรูปเหล็กเส้นหรือโบลท์ที่ถูกเพิ่มเข้าไปภายหลังการเจาะรู ภายในวัสดุที่ได้เตรียมในการสอดเข้าไป โดเวล-อีฟอกซี ตัวยึดจะอยู่ภายใต้อุณหภูมิและผลจากการหดตัวของกาวและคอนกรีต

5.4.1.5 ระบบยึดพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการยึดแบบพิเศษที่ใช้ในงานใหญ่สามารถทำให้แน่นได้ตามขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนมืออยู่ 3 แบบ ที่สามารถจัดระดับ รูปที่ 5.35c แรงและการถ่ายโมเมนต์ ทางกลไกลสามารถวิเคราะห์ได้จากคุณสมบัติที่ใช้เป็นแบบตัวยึด



รูปที่ 5.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 คำแนะนำสำหรับแผ่นที่ไม่ได้รับน้ำหนัก

5.4.2.1 การพิจารณาโดยทั่วไป

มีขนาดและรูปร่างมากมายของพื้นสำเร็จที่นำมาทำการเชื่อมต่อ ยกตัวอย่างการออกแบบแต่ละงาน การกำหนดและการจัดจำแนกของมาตรฐานในการยึด ดูได้จากการวิเคราะห์ระบบของแรงและการเคลื่อนที่ของระนาบที่รองรับระบบต้องการ การออกแบบและรายละเอียดของการยึดจะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการถ่ายน้ำหนัก แรงจากระบบที่กระทำกับวัสดุจะต้องถ่ายไปยังการยึดที่รองรับโครงสร้าง
2. การเยื้องศูนย์ ตามจริงการประเมินการควบคุมของจุดที่แรงจะต้องกระทำ ในการผลิตและการสร้างจะพิจารณาจากการเปลี่ยนปริมาตร, การทรุดตัวของฐานราก, ระดับชั้นที่แตกต่างและผลจากการเกิดแผ่นดินไหว
3. การป้องกัน การเตรียมการป้องกันวัสดุจะต้องให้รายละเอียดที่จะใช้ในการยึดอาจจะมีการสึกกร่อนได้

ถ้าขาดการป้องกันวัสดุและการขาดคุณสมบัติของการยึดเหล็กจะทำให้เกิดปัญหาในการทำตัวแทรกต่อ ซึ่งจะมีข้อแนะนำดังนี้

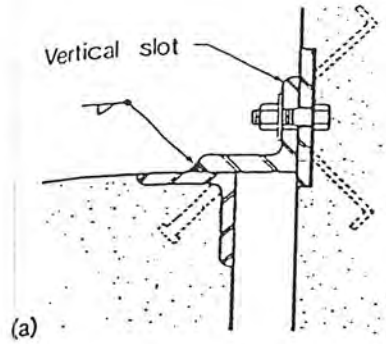
การยึดจะต้องอยู่ภายใต้การวิเคราะห์ความเค้น การผ่านแรงไปยังตัวยึดซึ่งเป็นไปได้ผลจากความเค้นโดยการเปลี่ยนขนาดเพื่อความเหมาะสม อัตราของความเค้นที่ผ่านไปยังการยึดควรจะน้อยที่สุดและการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวยึด

5.4.2.2 การพิจารณาการผลิต

ขนาดที่เป็นมาตรฐาน

การมีมาตรฐานของการยึด เป็นสิ่งสำคัญที่ยอมรับในกาออกแบบ เนื่องจากจะช่วยในการหาคุณภาพให้ดีขึ้นและยังมีส่วนช่วยในการผลิตทางอุตสาหกรรมด้วย

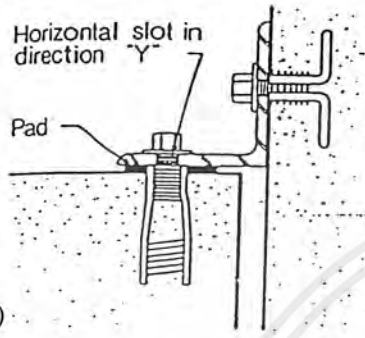
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Horizontal Load Transfer in X & Y Direction

- Concrete to Anchors
- Anchors to Plate
- Plate to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Stud
- Stud to Concrete

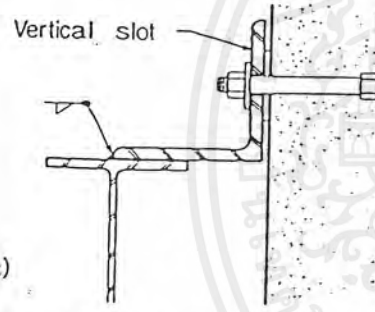
7 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in X Direction & Vertical Load Transfer

- Concrete to Insert
- Insert to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Bolt
- Bolt to Insert
- Insert to Concrete

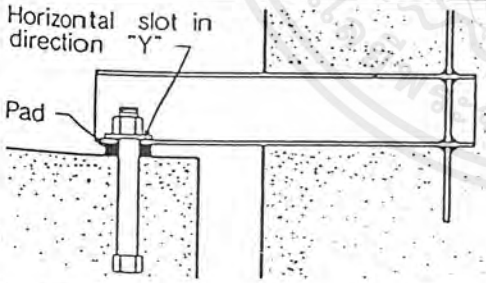
6 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in X or Y Direction

- Concrete to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Support

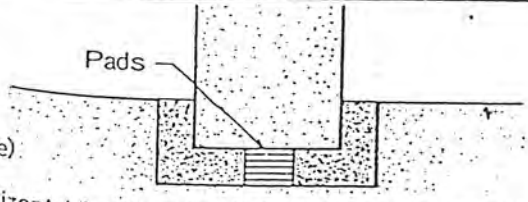
3 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in Direction X & Vertical Load Transfer

- Concrete to Embedded Shape
- Embedded Shape to Bolt
- Bolt to Concrete

3 Force Transfers



Horizontal (in Direction X & Y) & Vertical Load Transfer

- Concrete to Grout
- Grout to Support

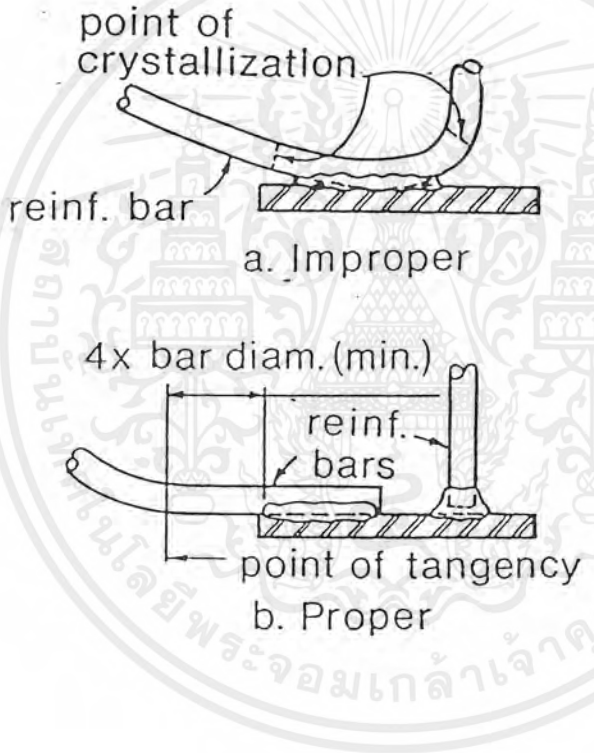
2 Force Transfers

รูปที่ 5.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสริมเหล็กในการเชื่อมต่อ

รายละเอียดของตัวยึดด้วยเหล็กเสริม ทุกตัวต้องการขนาดที่แน่นอนว่าจะเพียงพอต่อระยะช่องว่าสามารถให้เกิดผิดพลาดได้ เพื่อจุดประสงค์ในการวางตำแหน่งเหล็ก



รูปที่ 5.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างเหล็กที่ต้องการจะฝัง

รูปร่างของเหล็กที่จะฝังมักจะถูกมองข้ามในการออกแบบ ซึ่งเหล็กที่ฝังอยู่จะมีผิวหน้าติดกับแบบ ถ้าไม่ได้ป้องกันในแบบพวกมันอาจเอียงจากตำแหน่งที่ต้องการซึ่งจะทำให้ไม่สามารถรองรับหรือกระจายแรงได้ตามต้องการ ซึ่งในการผลิตควรจะทราบค่าการทรุดตัวที่แน่นอนของคอนกรีตหลังการฝังแผ่นเหล็ก ซึ่งจะเกิดช่องอากาศตามรูปร่างของเหล็ก

การสอด

การสอดจะต้องมีที่ที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งวิกฤตสำหรับการฝังจะต้องมีระหว่างเพื่อจะสะดวกในการติดตั้ง อุปกรณ์ส่วนใหญ่ควรจะถูกเก็บโดยปราศจากฝุ่น โดยการเคลือบพลาสติก

ระยะว่าง

การเผื่อระยะในการติดตั้งให้มีความพอดีกับอุปกรณ์และอาจจะเพื่อเล็กน้อย

ค่าที่ยอมรับได้

ความผิดพลาดที่สามารถอนุโลมให้ใช้ได้ในการประมาณหรือการเผื่อระยะในการใช้งานจริง

การตรวจสอบ

เมื่อมีการออกแบบและติดตั้งจะต้องมีการตรวจสอบตอนท้ายว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้องกัน

การกัดกร่อนสามารถป้องกันได้ โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ ตามการประมาณตามลำดับราคานี้เพิ่มขึ้นต่อไปนี้

1. ทาด้วยสีรองพื้น
2. เคลือบด้วยสังกะสี
3. ชุบด้วยโครเมี่ยม
4. ใช้กระบวนการกัลวาไนซ์
5. ใช้แสกตนเลสสตีล

5.4.2.3 การพิจารณาในการประกอบ

ค่าที่ยอมรับได้

มีอยู่ 3 รูปแบบที่ยอมรับให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้คือ การเปลี่ยนในความยาว ความสูงและความหนา ในแนวดิ่งจำเป็นต้องพิจารณาความเป็นไปได้ในการหมุนและความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิว

ระยะว่าง

ความผิดพลาดซึ่งจะต้องให้มีระยาว่างพอเพียงที่จำเป็น สำหรับการออกแบบพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมของการเคลื่อนที่ระหว่างชิ้นส่วนปรับแต่ง
2. การจัดหาขนาดที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงและการไม่ตรงแนว
3. การจัดหาพื้นที่ทำงานซึ่งจะทำการยึดบริเวณที่เพียงพอในตัวแทรกหรือพอเพียงที่จะทำการขันโบลท์ให้แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างที่รองรับ

โครงสร้างที่รองรับมีผลต่อการเลือกชนิดของการยึด การโค้งงอมีผลจากระบบค้ำยันอ่อนเกินไปหรือบริเวณนั้นอ่อนหรือมีความเยื้องศูนย์ของการยึด ข้อจำกัดควรทำให้หมดไป พิจารณาจากการเยื้องศูนย์เริ่มต้นและการเยื้องศูนย์ในระยะเวลานานซึ่งมีสาเหตุมาจากการคืบของระบบรองรับ

จุดต่อชั่วคราว

การวิเคราะห์ทุกส่วนของโครงสร้างอาจจำเป็นที่จะต้องมีบางส่วนที่ใช้ได้โดยการยึดและในการวิเคราะห์ชี้ลงไปว่าส่วนใดที่ต้องใช้การหล่อสำเร็จ ซึ่งจะดีกว่าในการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ซึ่งต้องการนำการยึดแบบชั่วคราวมาใช้ในการสร้างการถ่ายน้ำหนัก

การเชื่อมในสนาม

การเชื่อมยึดเป็นสิ่งจำเป็น จะถูกแสดงโดยการรับรองตามคำแนะนำของการสร้างและแบบควรจะทำให้เด่นชัดตามชนิด, การขยาย, ลำดับ ถ้าเกิดวิกฤตของตำแหน่งเชื่อมอาจใช้ AWS D1.1-75 and AWS D 12.1-75

การต่อคอนกรีต

เป็นไปได้ว่ารายละเอียดของตัวยึดจะต้องมีรูปแบบและจะต้องมีความผิดพลาดที่ยอมรับได้ในการสร้างอย่างรวดเร็วเมื่อได้ผลจริงๆ ในการพัฒนารายละเอียดของรูปแบบ การยึดควรจะทำตามรูปแบบของคอนกรีต และงานต่อการเคลื่อนย้ายไปหน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาอุปกรณ์เพิ่มเติม

การพิจารณาตัวยึด รายละเอียดของตัวยึดของการสร้างควรจะเป็นมาตรฐาน การทำซ้ำๆ ของการยึดจำให้คุณภาพในการควบคุมในงานสนามและนำไปสู่การนำเสนอโครงสร้างที่ดีกว่ามาก ไปกว่านั้นการเป็นมาตรฐานยังง่ายต่อการเลือกการเคลื่อนย้ายซึ่งเป็นเหตุในการล่าช้าและเพิ่มค่าใช้จ่าย

ความปลอดภัยในการประกอบ

องค์ประกอบการยึดควรจะเป็นการสร้างผ่านที่รองรับ โดยปราศจากการค้ำยันชั่วคราว ควรจะสามารถรับแรงชั่วคราวหรือแรงจากการเคลื่อนไหว ที่มีการต้องการสร้างกาวยึดแบบพิเศษก็ควรจะอนุญาตเพื่อการบรรเทาหรือตัดออกของช่วงเวลาที่จะสมบูรณ์ของตัวยึดแบบถาวร

5.4.2.4 ระบบแรง

ระบบแรงในการยึดเป็นการรวบแรงทั้งหมดส่งไปยังตัวยึด

ชนิดของน้ำหนัก

พื้นสำเร็จทุกชนิด การยึดจะต้องออกแบบเพื่อต้านแรงดึงดูดของโลก แรงจากลม จากแผ่นดินไหว ตัวยึดจะต้องต้านแรงที่เปลี่ยนแปลงของระนาบ เมื่อมีการยึดของตัวเชื่อมและลงไปสู่ระนาบคดยการยึดที่แตกต่างจะเคลื่อนที่ระหว่างระนาบและโครงสร้าง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาตร

ระนาบป้องกันและระนาบจะมีการเปลี่ยนทันทีในพื้นที่หน้าตัดโดยเฉพาะจุดอ่อนที่ร้าวและจากผลกระทบอื่นๆ ถ้าจะไม่พิจารณาการยึดของปริมาตรการเปลี่ยนรูปร่าง การติดตามดูการออกแบบเพื่อให้เข้าใกล้ปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่เล็กน้อยและจุดประสงค์ของประสิทธิผลควรจะยอมรับที่ตำแหน่งทดสอบและค่าที่ได้จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

$E_y = C\Delta FL$

E = ความยาวที่เปลี่ยนระหว่างอุณหภูมิ

C = Thermal coefficient of expansion in/in/F

ΔF = ค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ,F

L = ความยาวแท้จริง

การหดตัว

$E_s = km\ (E_{s2}-E_{s1})$

E_s = ความไม่แน่นอนของความเครียดของการหดตัวที่ให้มาระหว่างช่วงเวลา t_1 - t_2

$E_{s2}-E_{s1}$ = ความไม่แน่นอนของความเครียดของการหดตัวที่เวลา t_1 - t_2 ดูรูป 1.9 และ 1.10

K_m = ส่วนของปริมาตรซึ่งขึ้นอยู่กับกัตราส่วนของปริมาตรต่อพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงของการคืพ

$E_c = k_p k_m\ (E_{c2}-E_{c1})$

E_c = ความเครียดที่ให้มาจากช่วงเวลา t_1 - t_2

$E_{c2}E_{c1}$ = มาตรฐานความเครียดของการคืพ

K_m = มวล

K_p = ความสัมพันธ์ของส่วนของการคืพ

t_1 = เวลาเริ่มต้นหลังการหล่อปกติเวลาในการสร้าง 30 วัน

t_2 = เวลาหลังจากการหล่อนั้น 400 วัน

$\Delta_c = E_{c1}$

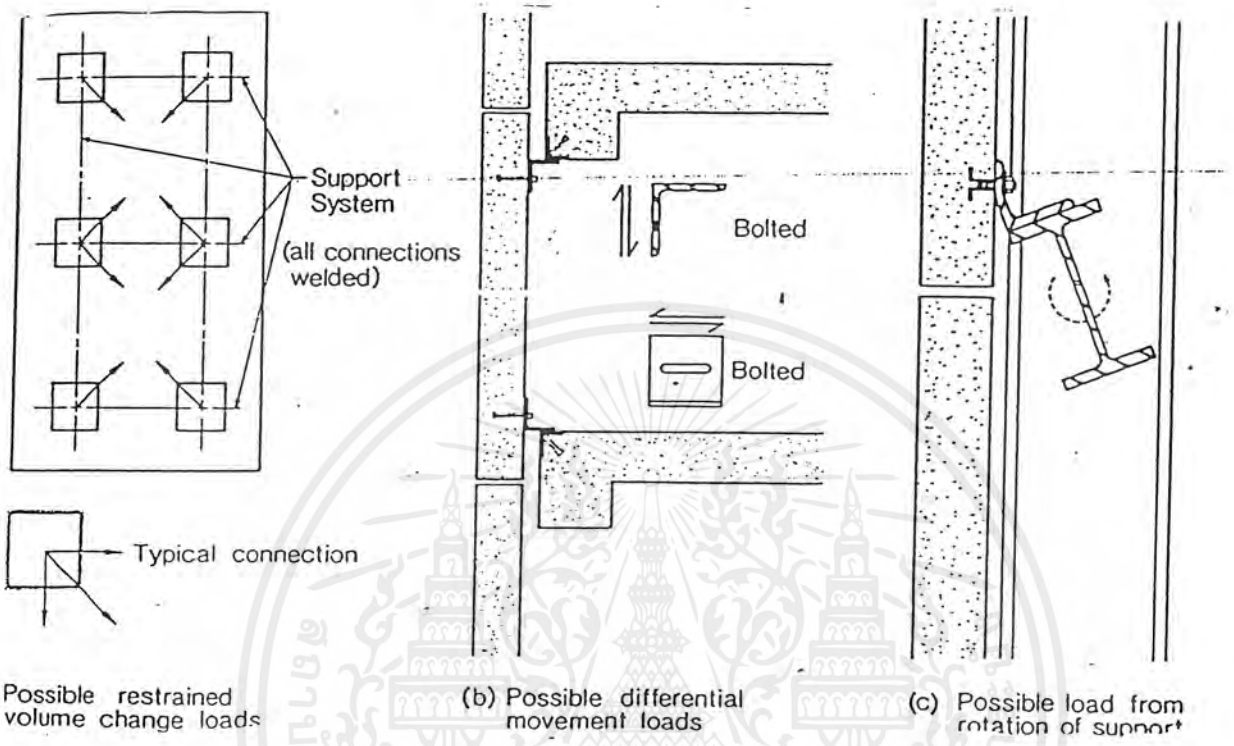
Δ_c = ความยาวที่เปลี่ยนไปของคืพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงจากความแตกต่างของโมเมนต์ระหว่างผนังและโครงสร้างที่รองรับ

ความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนย้าย พื้นสำเร็จ ผนังบางและการรองรับโครงสร้างจะต้องพิจารณาจากการออกแบบ แรงที่กระทำ ความเครียดย้อยกลับปริมาณการแปลงทรงปกติเป็นผลมาจากความแกร่งของตัวยึดที่อยู่ตรงข้างกับพื้นสำเร็จ ความแตกต่างของแรงสามารถพิจารณาตัวเชื่อม เพื่อให้รองรับงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

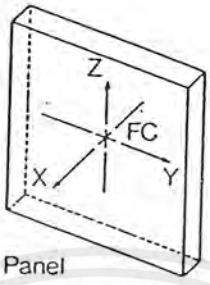


รูปที่ 5.38

5.4.2.5 ขนาดที่ใช้งานของผนังและตำแหน่งของตัวยึด

ตำแหน่งและทิศทางของแรงจะมีผลต่อระนาบ x-y-z ดังแสดงในรูปที่ 5.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Panel

FC = Force center = Center of mass for gravity and earthquake loads

FC_w = Center of exposed areas for wind loads

FORCE DIRECTION:

X = Normal to plane of panel

Y = In plane of panel horizontal

Z = In plane of panel vertical

รูปที่ 5.39

คุณสมบัติของการถ่ายแรงของตัวยึดจะอยู่ในทิศทางที่เป็นไปได้ แรงจะถูกส่งผ่านไปยังตำแหน่งโดยสัญลักษณ์ที่แสดงในรูป 5.40

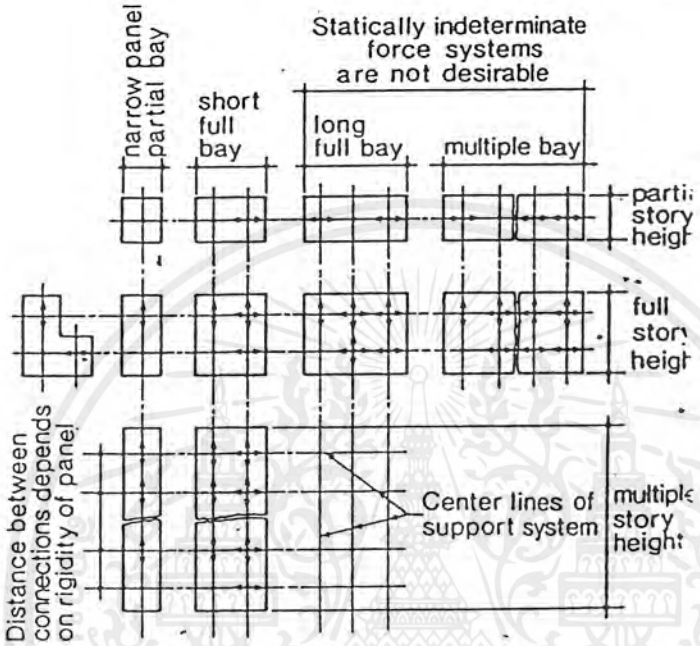
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Symbol	Force Transfer Possible In Direction Of			Designation Of Connection
	X	Y	Z	
	•	•	•	X-Y-Z Connection
	•	•	•	X-Y Connection
	•			X-Z Connection
	•			X Connection

รูปที่ 5.40

เส้นแสดงขนาดของระนาบและตำแหน่งถูกตัวยึด ที่ใช้หลักทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมตามรูป 5.41

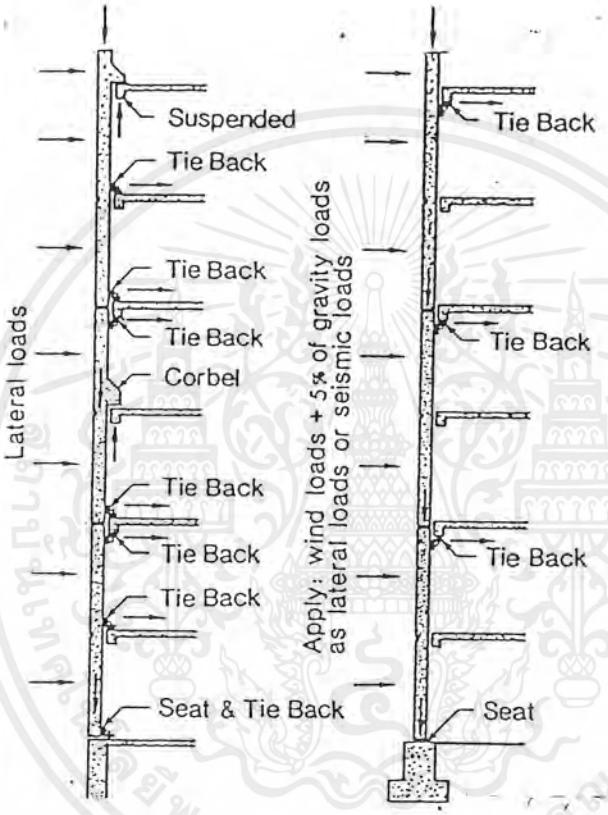
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.41

การออกแบบตามคำบอกของการรับน้ำหนักที่ดีเข้ามาของระนาบที่รองรับระดับขั้นที่ 1 รูปที่ 5.42-5.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.42-5.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2.6 การพิจารณาการออกแบบโครงสร้าง

แรงดึงดูดและตัวรับน้ำหนักขั้นสุดท้ายของตัวยึดแสดงดังรูป พิจารณาความเป็นไปได้ของระดับชั้นต่างๆ ของระนาบรูป 5.43

แรงจากแผ่นดินไหว

แรงจากแผ่นดินไหวต่อตัวยึด F_p

$F_p = ZICSW_p$

$C_p = 2.0$

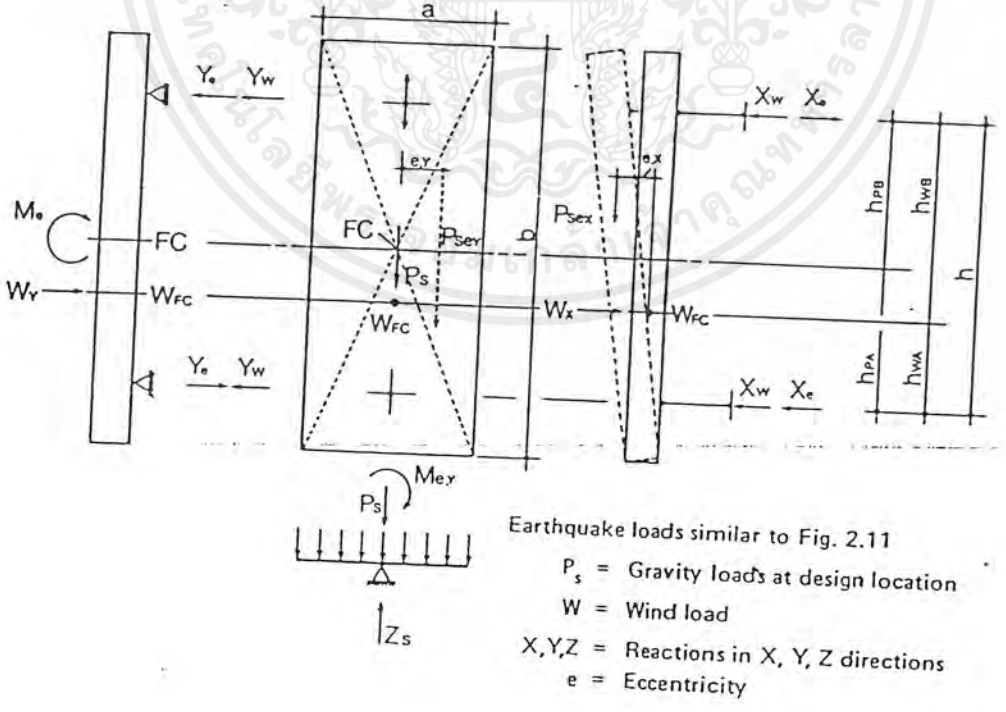
I = สัมประสิทธิ์ของระยะเวลา

S = ค่าคงที่ของการเกิดกำทอนต่อโครงสร้าง

IS = 1 ถ้า $C_p = 2$

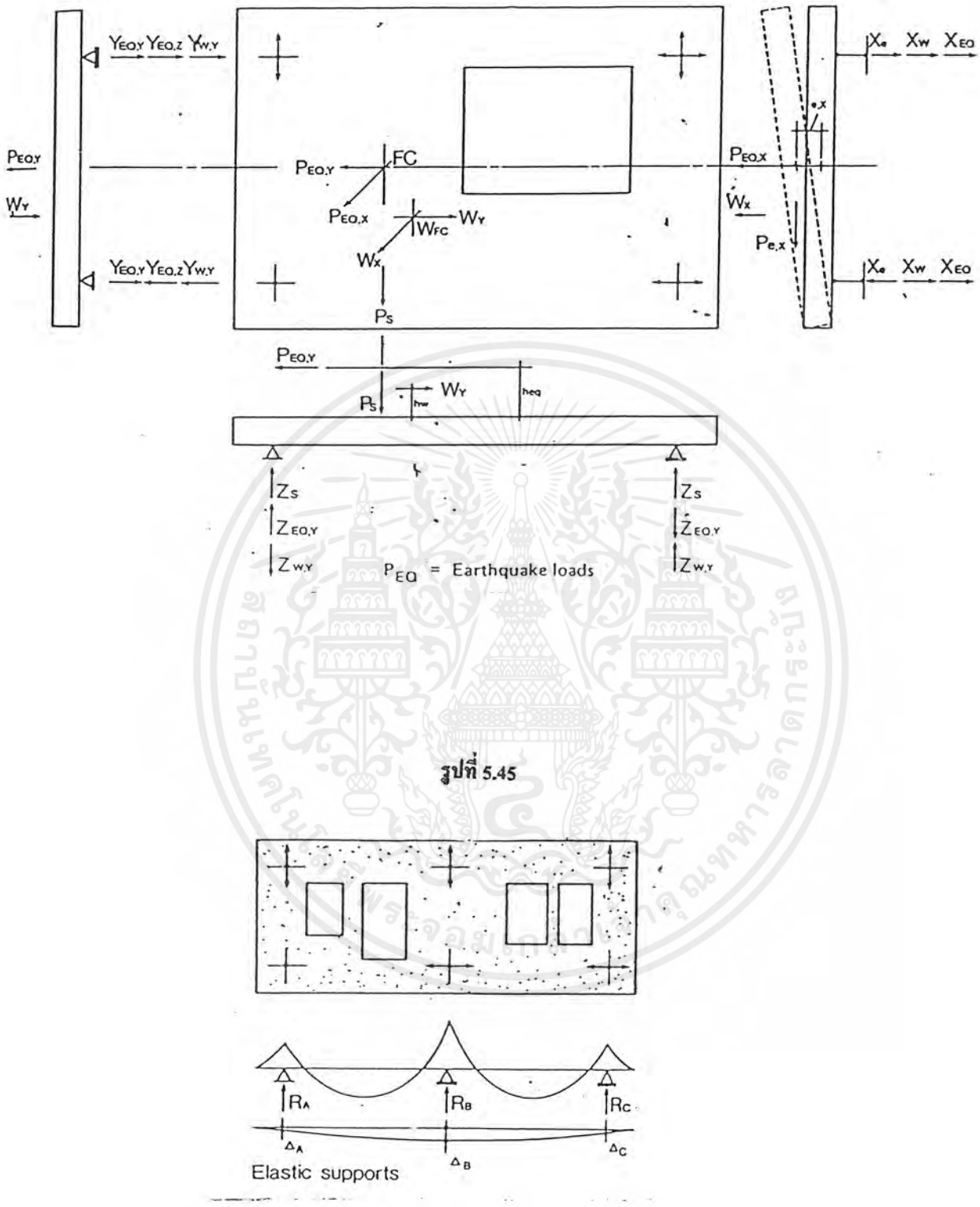
Z = ค่าความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหว

W_p = น้ำหนักของระนาบ



รูปที่ 5.44

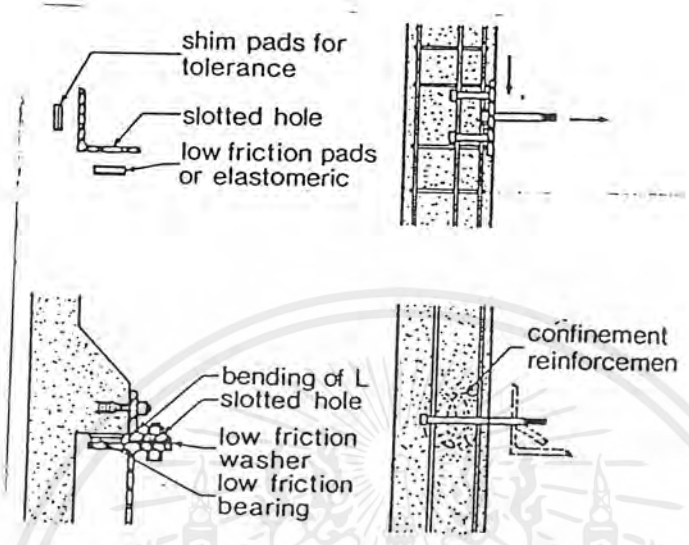
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.45

รูปที่ 5.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

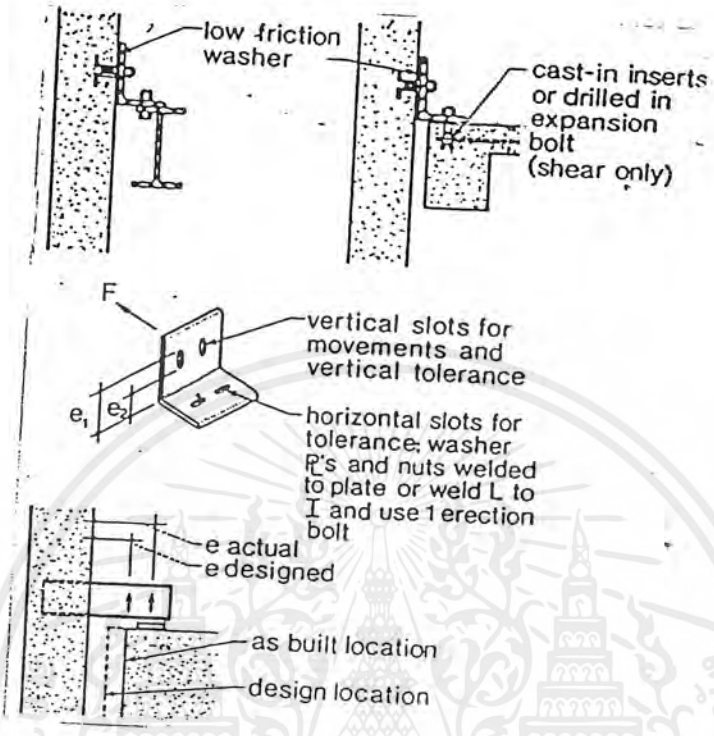


รูปที่ 5.47

ความเค้นเยื้องศูนย์เพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของความเค้นขณะที่เยื้องศูนย์ เป็นเหตุมาจากชนิดและรูปทรงของตัวยึด และจำเป็นต่อการประกอบและค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ขนาดของตัวยึดมีผลต่อการเยื้องศูนย์ที่รองรับและจุดศูนย์ถ่วงซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและข้อกำหนดของตัวยึดและผลจากการเยื้องศูนย์ แรงตรงบนระนาบจะทำการปรับเพื่อรวมจากแรงเฉือน-ดึง หรือแรงเฉือน-อัด และการเพิ่มโมเมนต์สำหรับตัวยึดเป็นไปได้จะมีโมเมนต์ย้อนกลับจากตัวยึดกับระนาบ พิจารณาจากการประกอบในสนามสภาวะที่นี้ว่ามากกว่าที่จะรวมความผิดพลาด สำหรับการออกแบบให้ผ่าน ดูรูป 5.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.48

5.4.2.7 ส่วนประกอบความปลอดภัย

เราจะประยุกต์ขึ้นอยู่กับนักออกแบบตามความเหมาะสมและดุลย์พินิจต่อไปนี้

1. ชนิดของความเสียหาย – คอนกรีตหรือเหล็ก
2. การคาดการของน้ำหนักที่ใช้
3. ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น
4. ความผิดพลาดที่ยอมรับได้และการควบคุมคุณภาพของการประกอบและการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์
6. เศรษฐกิจ

5.4.2.8 ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

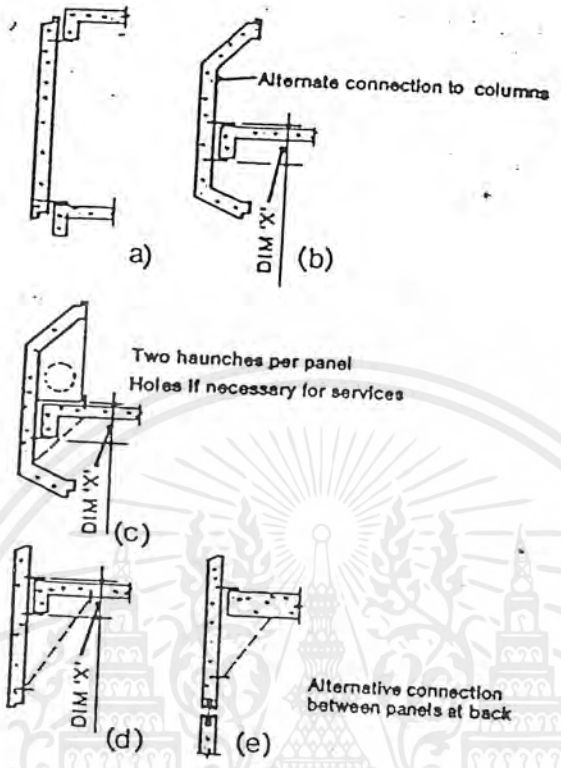
จากการทดลองพบว่าการเพิ่มบางส่วนของแบบเพื่อรองรับระบบคือการเผื่อ การเพิ่มความน่าจะเป็นที่จะเกิดการยุบตัวในการก่อสร้าง ความยืดหยุ่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สำหรับต่ำสูง การโค้งงอและน้ำหนักที่แน่นอน มีผลต่ออุณหภูมิการเคลื่อนที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา

การแนะนำให้เผื่อ +/- 1 in ก็เพื่อให้ตัวผิดเพี้ยนมีความเพียงพอสำหรับการเฉลี่ยในการสร้างเพื่อรองรับระบบหรือการคาดหวังการเป็นมาตรฐานการขนส่ง จะต้องการให้มีคลาดเคลื่อนได้กว้างมากๆ เช่น รูที่เจาะไว้สำหรับโคเวล แผ่นเหล็กรองรับ, ระดับโบลท์ และเป็นหน้าที่ที่มียืดหยุ่นได้ใช้คุณสมบัติเหล่านี้เป็นตัวยึดในการติดตั้งผนังต่างๆ

5.4.3 ตำแหน่งของรอยต่อ

ตำแหน่งของรอยต่อของจุดเชื่อมตามแนวนอน เป็นส่วนหนึ่งของความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของตัวยึดซึ่งความแตกต่างของตำแหน่งจะมีการตอบสนองตามรูปแบบที่นำแสดงในรูปที่ 5.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.49

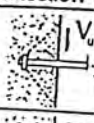
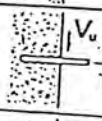
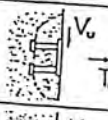
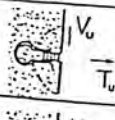
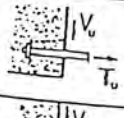
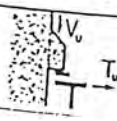
5.4.4 การวิเคราะห์และการออกแบบจุดต่อ

5.4.4.1 ทั่วไป

การวิเคราะห์และออกแบบของตัวยึด เป็นพื้นฐานบนกฎของกลศาสตร์และความแข็งแรงของวัสดุ พื้นฐานที่ถูกต้องของการออกแบบจะอยู่กับความเหมาะสมของขนาดและแรงนี้ส่งผ่านหรือต้านทานไว้

ความพังทลายของการยึดแสดงในตาราง 5.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

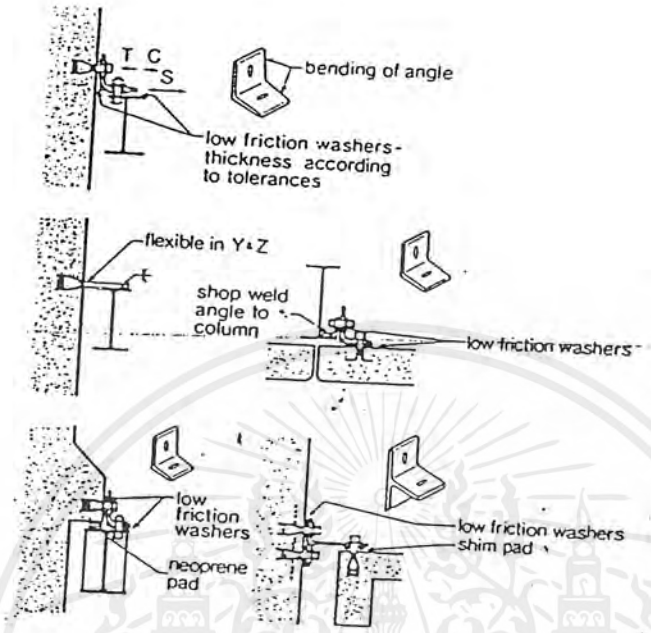
Failure In:	Cladding		Connector		Support Element		
Cladding Connection Type	Concrete	Steel	Concrete	Steel	Concrete	Steel	Pads
	Cone or Wedge Bearing	Tension Shear Bending		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compressic Shear
	Bond Development Friction Development	Tension Shear Bending		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compressio Shear
	Cone or Wedge Weld Shear Bearing	Tension Shear		Weld Tension Shear	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compressio Shear
	Cone or Wedge Bearing	Loop (Tension)		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compressio Shear
	Splitting	Tension Shear		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compressio Shear
	Shear Bearing	Tension Shear	Bearing	Shear Bending	Bearing		Compres Shear

รูปที่ 5.50

รูปที่สำคัญของแรงดึงและแรงอัดของการยึด ส่วนแรงอยู่กับการยึดรั้งซึ่งยึดหยุ่นจะไม่เคลื่อนที่

รูปที่ 5.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.51

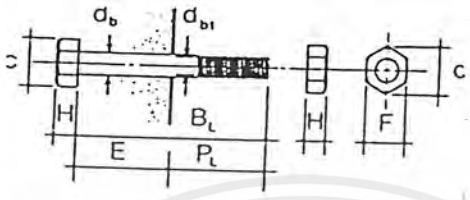
5.4.4.3 โบลท์, เหล็กเส้น และสตัด

โบลท์, เหล็กเส้นและสตัด จะถูกหล่อในคอนกรีตและจะยื่นออกมาจากพื้นผิวเพื่อใช้เป็นตัวซึ่งใช้ยึดในผนังเป็นส่วนใหญ่

คุณสมบัติทางกายภาพและการใช้งาน

คุณสมบัติและคุณลักษณะของความแข็งแรง ส่วนใหญ่ใช้ชนิดของโบลท์และพื้นที่หน้าตัดดังรูป 5.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



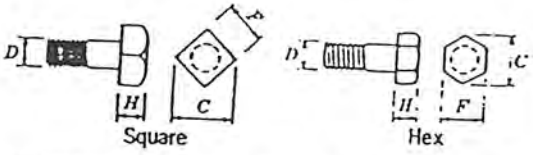
Types: ASTM A307 A325

รูปที่ 5.52

The American National Standards Institute (ANSI B1.1) มีเกณฑ์ของสลักหัวเกียวและประเภทของสลักเกลียว ที่กำหนดและความคลาดเคลื่อนที่แสดงในตารางที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bolt heads



Bolt head dimensions, rounded to nearest 1/16 inch, are in accordance with ANSI B18.2.1—1965 (Square and Hex)

Standard Dimensions for Bolt Heads									
Diam. of Bolt D	Square			Hex			Heavy Hex		
	Width F	Width C	Height H	Width F	Width C	Height H	Width F	Width C	Height H
In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.
1/2	3/4	1-1/16	3/8	3/4	7/8	3/8	7/8	1	5/16
5/8	15/16	1-5/16	7/16	15/16	1-1/16	7/16	1-1/16	1-1/4	7/16
3/4	1-1/8	1-9/16	1/2	1-1/8	1-5/16	1/2	1-1/4	1-7/16	1/2
7/8	1-5/16	1-11/16	5/8	1-5/16	1-1/2	5/8	1-7/16	1-11/16	9/16
1	1-1/2	2-1/8	11/16	1-1/2	1-11/16	11/16	1-5/8	1-7/8	5/8
1-1/4	1-7/8	2-5/8	7/8	1-7/8	2-1/8	7/8	2	2-5/16	7/8

Nuts

Nut dimensions, rounded to nearest 1/16 inch, are in accordance with ANSI B18.2.2—1965.

Dimensions for Nuts												
Nut Size	Square			Hex			Heavy Square			Heavy Hex		
	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N
In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.
1/2	13/16	1-1/8	7/16	3/4	7/8	7/16	7/8	1-1/4	1/2	7/8	1	1/2
5/8	1	1-3/8	9/16	15/16	1-1/16	9/16	1-1/16	1-1/2	5/8	1-1/16	1-1/4	5/8
3/4	1-1/8	1-9/16	11/16	1-1/8	1-5/16	11/16	1-1/4	1-3/4	3/4	1-1/4	1-7/16	3/4
7/8	1-5/16	1-13/16	13/16	1-5/16	1-1/2	3/4	1-7/16	2-1/16	7/8	1-7/16	1-11/16	7/8
1	1-1/2	2-1/8	7/8	1-1/2	1-3/4	7/8	1-5/8	2-5/16	1	1-5/8	1-7/8	1
1-1/4	1-7/8	2-5/8	1-1/8	1-7/8	2-3/16	1-1/16	2	2-13/16	1-5/16	2	2-5/16	1-1/4

Screw threads

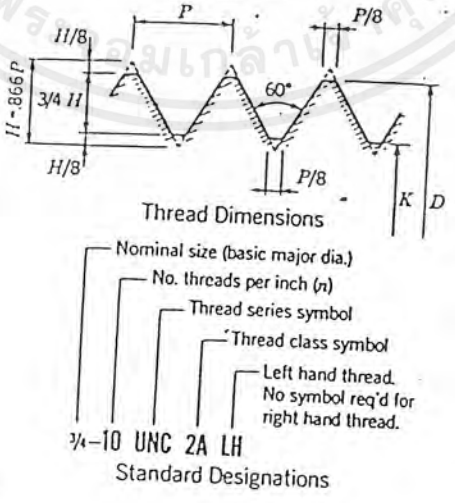
Diameter		Area			Th'ds per Inch
Basic Major D	Root K	Gross A_D	Root A_K	Tensile Stress Area	n
In.	In.	In.²	In.²	In.²	
1/2	.400	.196	.126	.142	13
5/8	.507	.307	.202	.226	11
3/4	.620	.442	.302	.334	10
7/8	.731	.601	.419	.462	9
1	.838	.785	.551	.606	8
1-1/4	1.064	1.227	.890	.969	7

MINIMUM LENGTH OF THREAD ON BOLTS ANSI B18.2.1 — 1965						
Length of Bolt	Diameter of Bolt, D, Inches					
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1-1/4
To 6 in. Inc.	1-1/4	1-1/2	1-3/4	2	2-1/4	2-3/4
Over 6 In.	1-1/2	1-3/4	2	2-1/4	2-1/2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOMINAL BOLT SIZE	NOMINAL AREA	TENSILE STRESS AREA	ALLOWABLE STRESSES											
			F_y = 36			A 307			A 325F		A 325N		A 325X	
d_b in.	in.²	in.²	F_t THREAD PART	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t THREAD PART	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE
THREAD (d_w) in.			22.0 ksi	22.0 ksi	10.8 ksi	20.0 ksi	20.0 ksi	10.0 ksi	44.0 ksi	12.5* ksi	44.0 ksi	21.0 ksi	44.0 ksi	30.0 ksi
			ALLOWABLE FORCES = kips											
1/2" (0.40)	0.196	0.142	3.12	4.31	2.1	2.84	3.92	2.0	8.62	2.45	8.62	4.12	8.62	5.8
5/8" (0.507)	0.3068	0.2260	4.97	6.75	3.3	4.52	6.14	3.1	13.50	3.84	13.50	6.44	13.50	9.2
3/4" (0.620)	0.4418	0.3345	7.36	9.72	4.8	6.69	8.84	4.4	19.44	5.52	19.44	9.28	19.44	13.2
7/8" (0.731)	0.6013	0.4617	10.16	13.23	6.5	9.23	12.03	6.0	26.46	7.52	26.46	12.63	26.46	18.04
1" (0.838)	0.7854	0.6057	13.33	17.28	8.5	12.11	15.71	7.9	34.56	9.82	34.56	16.49	34.56	23.56
1-1/4" (1.064)	1.2272	0.9691	21.32	30.00	13.3	19.38	24.54	12.3	54.00	15.34	54.00	25.77	54.00	36.82

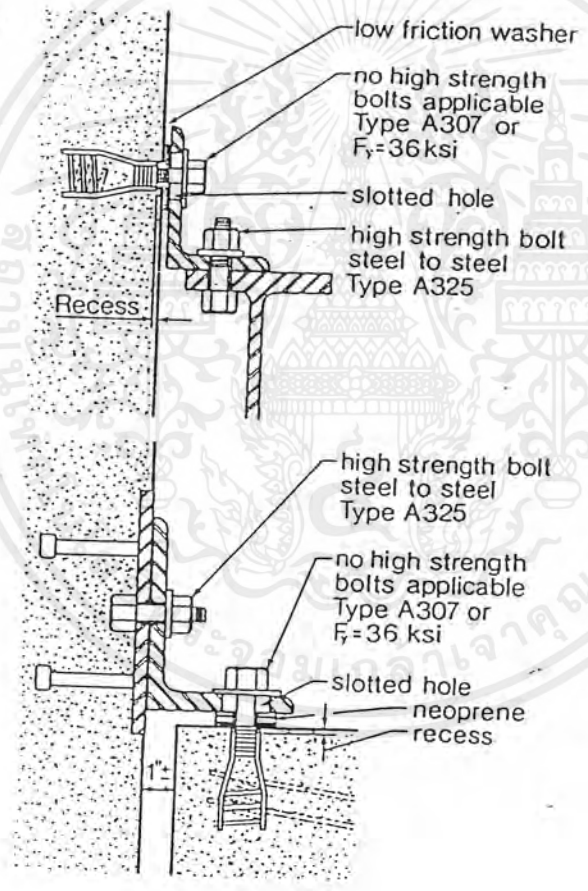
ตารางที่ 5.2



รูปที่ 5.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดและการปรับปรุงและข้อจำกัดของโครงสร้างและความแข็งแรงของโบลท์แสดงในรูป 5.54



รูปที่ 5.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ble 2.2 Headed concrete anchors – dimensions and strengths

ANCHOR DIA. AND (AREA) in.; (in.²)	AFTER WELD LENGTH TOTAL in.	HEAD DIA. d_h in.	HEAD THICKNESS d_a in.	ANCHOR LENGTH l_a in.	P_{us} (1) kip	V'_{us} (1) kip
	2			1.6875		
	3			2.6875		
1/2	4			3.6875		
(0.196)	5-3/16	1	5/16	4.8750	10.60	8.83
	6			5.6875		
	8			7.6875		
5/8	2-1/2			2.1875		
(0.307)	6-3/8	1-1/4	5/16	6.0625	16.56	13.80
	8			7.6875		
	3			2.6250		
	4			3.6250		
3/4	5			4.6250		
(0.442)	6	1-1/4	3/8	5.6250	23.84	19.87
	7			6.6250		
	8			7.6250		
	3-1/2			3.1250		
	4			3.6250		
7/8	5			4.6250		
(0.601)	6	1-3/8	3/8	5.6250	32.45	27.04
	7			6.6250		
	8			7.6250		

(1) P_{us} and V_{us} = ultimate strength based on f_y = 54,000 psi.

Mechanical Requirements: Stud shall be made from cold drawn bar stock conforming to the requirement of the specification A108, Grades 1010, 1015, 1017, or 1020, either semi or fully-kilned.

Tensile Strength (Min.) -- 60,000 psi
Elongation (Min.) -- 20% in 2 in.
Reduction of area (Min.) -- 50%

Deformed bar anchors shall be made from cold drawn wire conforming to ASTM A496
Minimum Tensile -- 80,000 psi
Minimum Yield -- 70,000 psi

รูปที่ 5.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

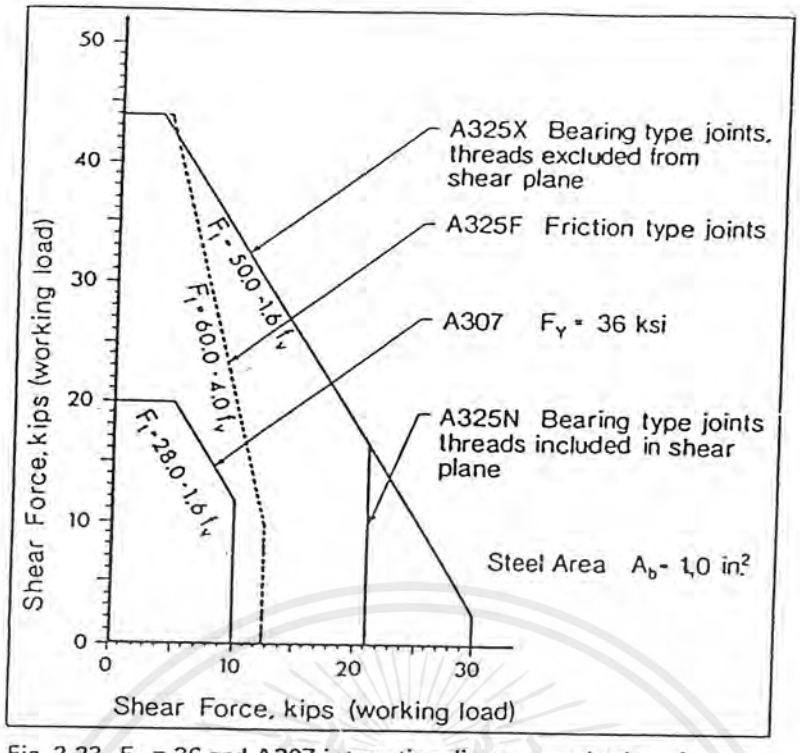
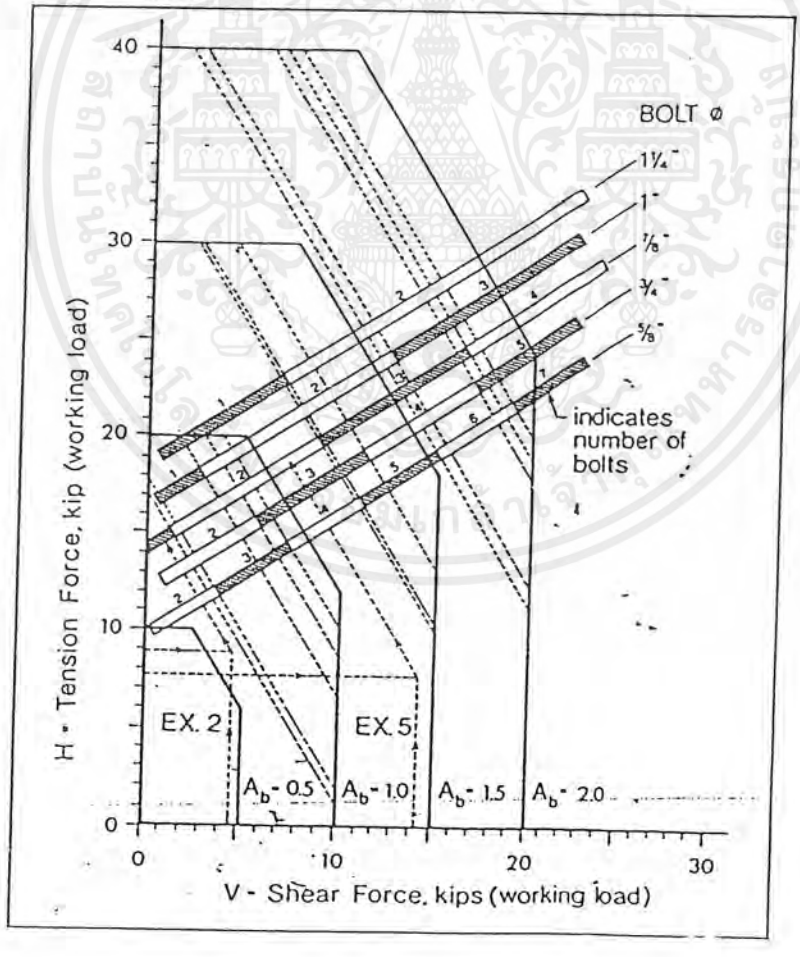


Fig. 2.23 F_y = 36 and A307 interaction diagrams — selection of size and number of bolts for combined tension and shear forces.



รูปที่ 5.56-57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

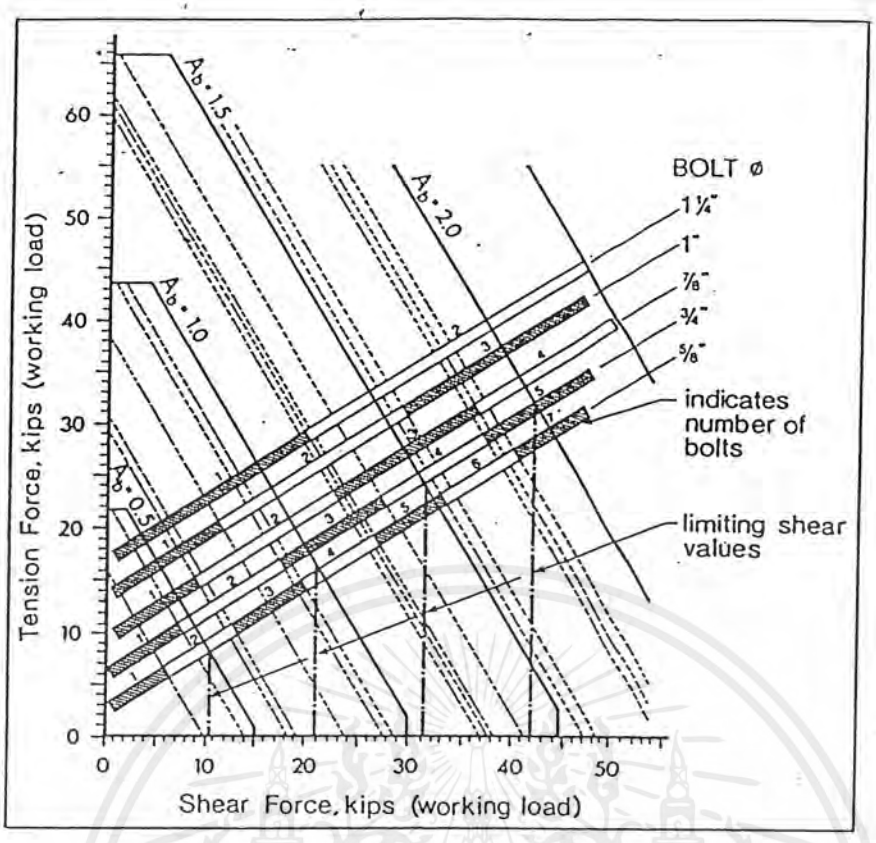
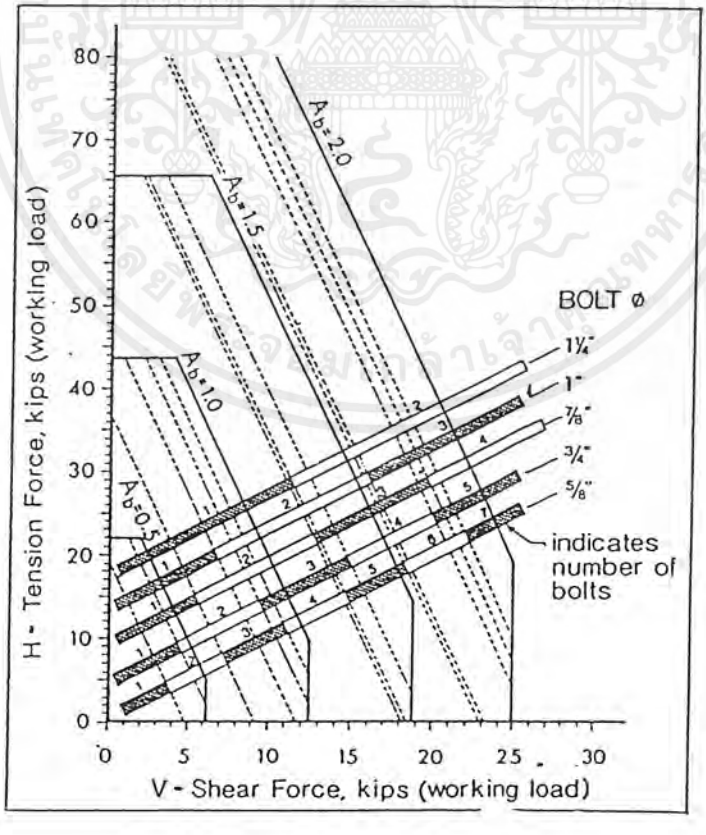


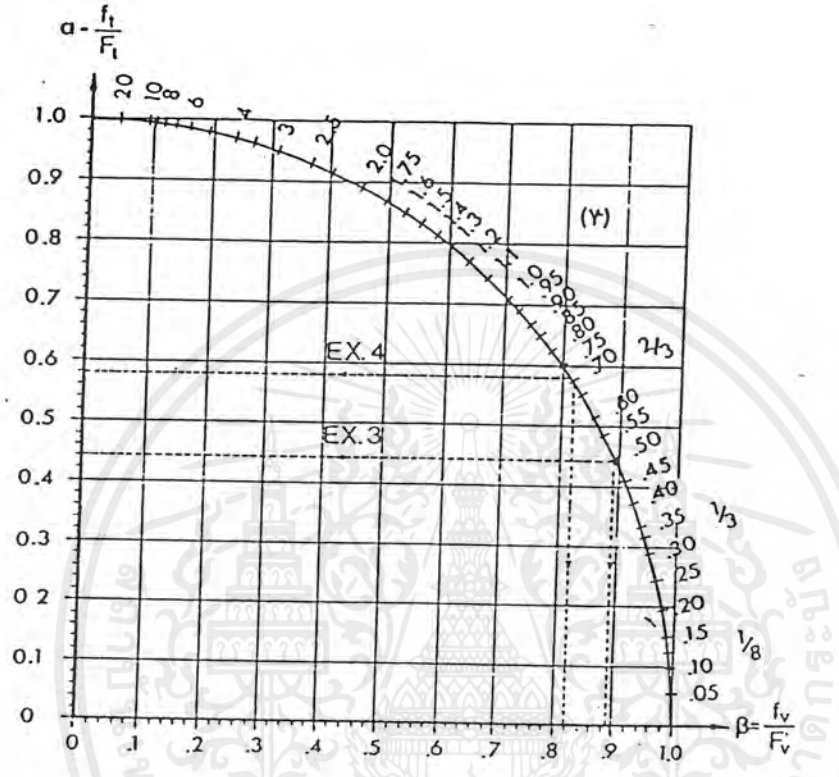
Fig. 2.25 A325F interaction diagram — selection of size and number of bolts for combined tension and shear forces.



รูปที่ 5.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

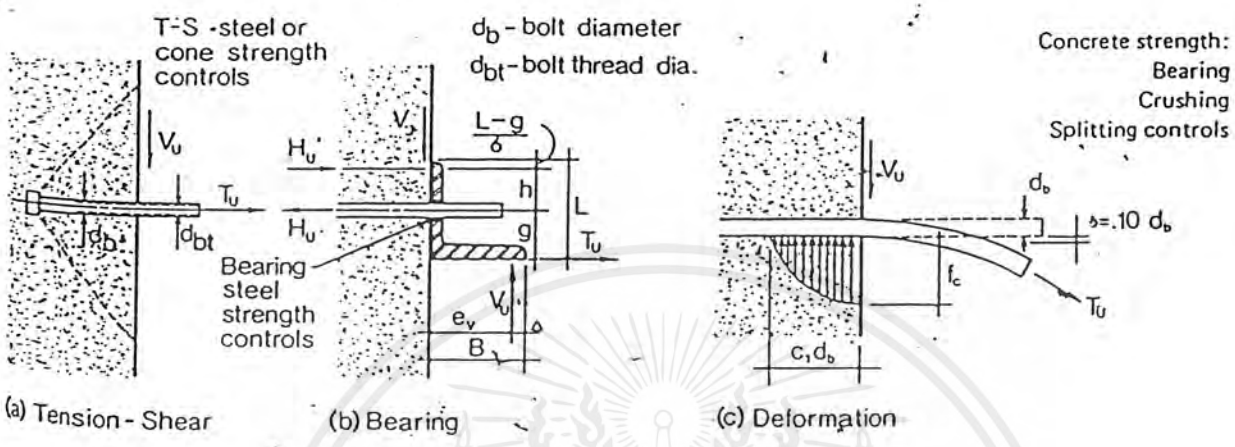
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.59

การประยุกต์แรงที่กระทำทั้งหมดจากภายนอกและแรงกระทำจากแรงดึงเป็นผลมาจากการตั้งขึ้นจะมีการเปลี่ยนรูปร่างของคอนกรีตบางส่วน ดังรูปที่ 5.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.60

ความเครียดที่คำนวณบนแรงดึงบนบริเวณที่เกิดความเครียด ปริมาณจะถูกแสดงดังตาราง 5.2 การป้องกันส่วนใหญ่ที่ไกลจากส่วนยึดระยะทางน้อยที่สุดจากด้านจากจุดศูนย์กลางของจุดไปยังอีกด้านของเหล็กที่ใช้เพิ่มจะให้ผลออกมาดังตารางที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

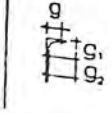
Table 2.5 Edge distances and gages for steel plates, structural sections and angles

MINIMUM EDGE DISTANCE FOR PUNCHED, REAMED OR DRILLED HOLES*** (IN.)		
BOLT DIAMETER (IN.)	AT SHEARED EDGES	AT ROLLED EDGES OF PLATES, SHAPES OR BARS OR GAS CUT EDGES**
1/2	7/8	3/4
5/8	1-1/8	7/8
3/4	1-1/4	1
7/8	1-1/2*	1-1/8
1	1-3/4*	1-1/4
1-1/4	2-1/4	1-5/8

* These may be 1-1/4 in. at the ends of beam connection angles.

** All edge distances in this column may be reduced 1/8 in. when the hole is at a point where stress does not exceed 25% of the maximum allowed stress in the element.

*** When oversized or slotted holes are used, edge distances should be increased to maintain the clear distance from edge of hole to free edge provided by distances tabulated.



USUAL GAGES FOR ANGLES, IN.														
Leg	8	7	6	5	4	3½	3	2½	2	1¾	1½	1-3/8	1¼	1
g	4½	4	3½	3	2½	2	1¾	1-3/8	1-1/8	1	7/8	7/8	¾	5/8
g_1	3	2½	2¼	2										
g_2	3	3	2½	1¾										

ตารางที่ 5.3

Capacity : Direct Tension, Shear and Bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับได้ของแรงดึงโดยตรงและแรงตัดเฉือนซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ขนาดของโบลท์ ดังตาราง 5.2 แรงดึงสุดท้ายและแรงเฉือนจากตัวแทรกสตัดและดังรายละเอียดในตาราง 5.3

ขอบเขตของการยอมรับความเครียดจากโครงสร้าง โบลท์ ของ F_y = 36, A307 และ A325 รวมถึงแรงกระทำภายในรูปที่ 5.55

รูป 5.56 , 5.57, 5.58 ให้รูปแบบของแรงภายในจากผลกระทบของบริเวณเหล็ก จาก F_y = 36 A307, A325X ชนิดของ โบลท์ ซึ่งกราฟนี้มีการเลือกขนาดและเบอร์ของ โบลท์ ตามที่ต้องการ

โดยทั่วไปแรงกระทำภายในของกราฟ แสดงในรูปที่ 5.59 ซึ่งเป็นพื้นฐานบนความสัมพันธ์และอัตราส่วน

$$f_t = \frac{F_t\left(F^2 - f_v^{\,2}\right)}{F_v}$$

$$r_e = \frac{(H_v \, x \, F_v)}{V_u \, x F_t} = \frac{(f_t \, x F_v)}{F_t \, x \, f_v} = \left(\frac{a}{b}\right)$$

จำนวนของโบลท์ ที่ต้องการของการออกแบบแรงดึง (T) และแรงเฉือน (V) แล้วสามารถกรหนดให้โดยตรงหลังจากเลือกชนิดของเหล็กและขนาดของโบลท์จากสมการ

$$N = \frac{H_u E}{f_t A_t} \qquad \text{หรือ} \quad N = \frac{V_u E}{f_v A_v}$$

เมื่อ N = จำนวนของโบลท์

ความแข็งแรงในคอนกรีต

ความแข็งของโบลท์, บาร์และ สตัด ในคอนกรีตที่ใช้ภายใต้แผ่นสำเร็จรูป ดังนี้

1. ความเกี่ยวข้องทางความต้านทานทางกลศาสตร์ที่เป็นแรงกระทำออกมา รูปที่ 5.60b
2. ความผิดพลาดของตัวรองรับเหล็กที่จะกระทำต่อเหล็ก รูปที่ 5.60b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความยึดหดของคอนกรีต

4. การรวมแรงระหว่างแรงดึงและความเคียดเฉือน รูปที่ 5.60c

แรงในโบลท์, เหล็กเส้น, หรือสตัดสามารถนับจำนวนได้จาก T_u จะอยู่ในรูปของ V_u

$$T_u = \mu V_u$$
$$= V\left(\frac{e_v + e_g}{h}\right) + \mu$$

μ = function factor

ความแข็งแรงต่อแรงดึงของตัวยึดสำหรับแรงเฉือนที่สามารถรับได้เต็มที่ของตัวยึดที่อยู่ภายในระนาบจะมีแรงดึงสามารถคำนวณได้จาก

$$P_U\ CAP = \Phi_C k_4 \sqrt{(f')}\, A_0$$

ที่ k = 1.00 สำหรับคอนกรีตน้ำหนักธรรมดา

= 0.85 สำหรับคอนกรีตทรายน้ำหนักเบา

= 0.75 สำหรับคอนกรีตน้ำหนักเบาทั่วไป

ϕ_C = 0.65 capacity reduction factor สำหรับคอนกรีต

= $\sqrt{2 * \pi de(l_e + d_h)}$

การออกแบบที่สมดุลย์ของคอนกรีตแข็งสามารถทำให้เท่ากับตัวยึดแข็ง

$$P_U\ CAP = \phi_C k_4 \sqrt{(f')} q A_0$$

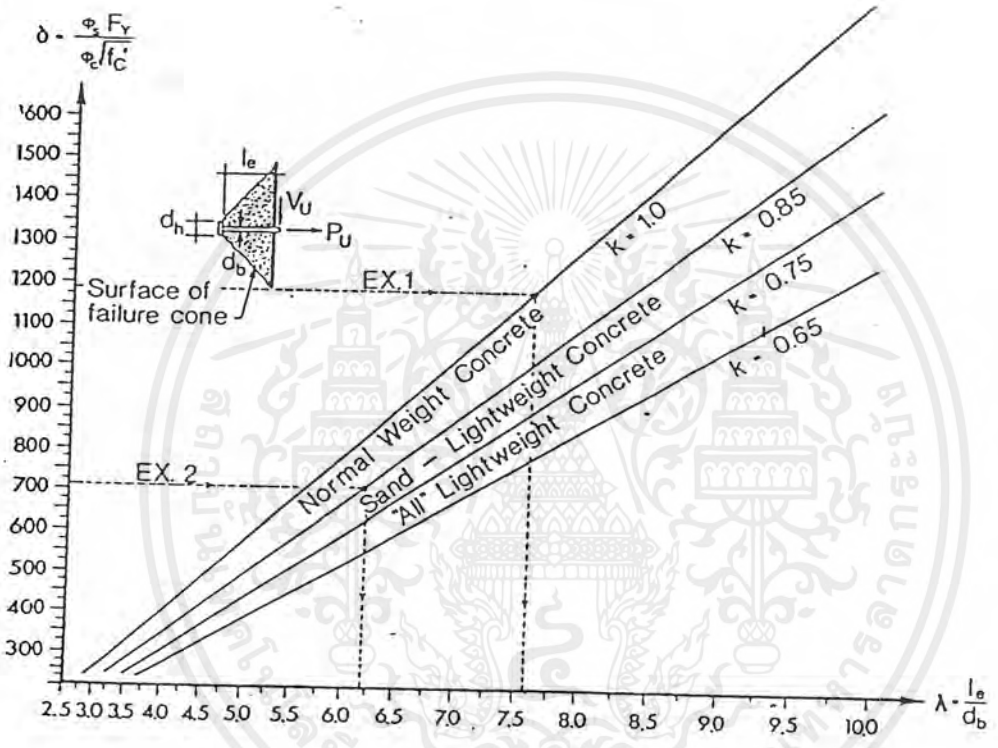
$$= \phi_s F_y \frac{\pi}{4}\left(d_b^2\right) q$$

เมื่อ q = ปัจจัยในการลดของกลุ่มที่กระทำ

ϕ_s = 0.90 ความจุของการจัดปัจจัยของเหล็ก

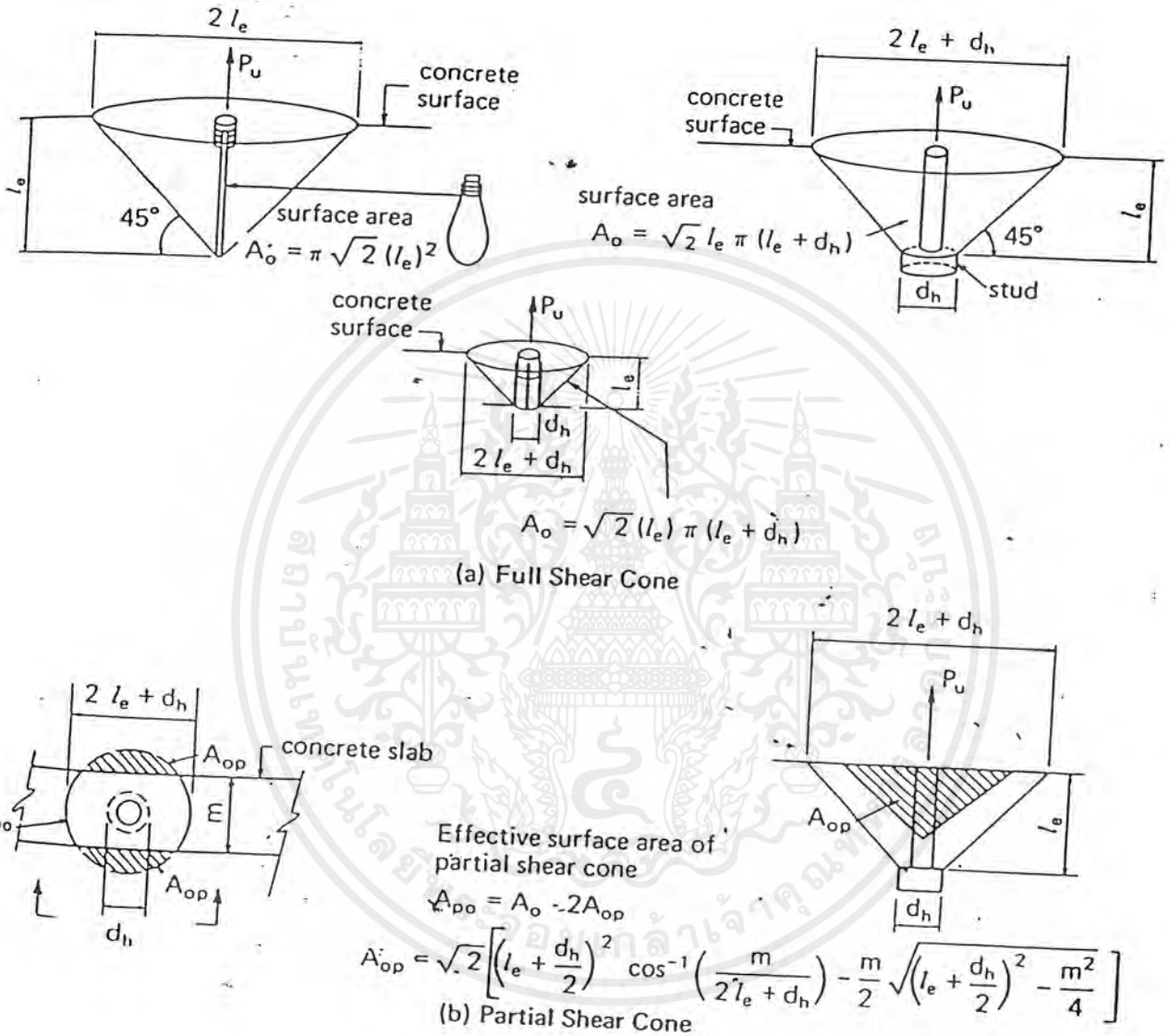
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของการฝังตัว le สามารถทำได้โดยรูปที่ 5.61



รูปที่ 5.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Le = \lambda d_b$

$\phi_c = 0.90$

$\phi s = 0.65$

$A = \sqrt{(2)} * \pi le(l_e + d_n)$ = พื้นผิวกรวย

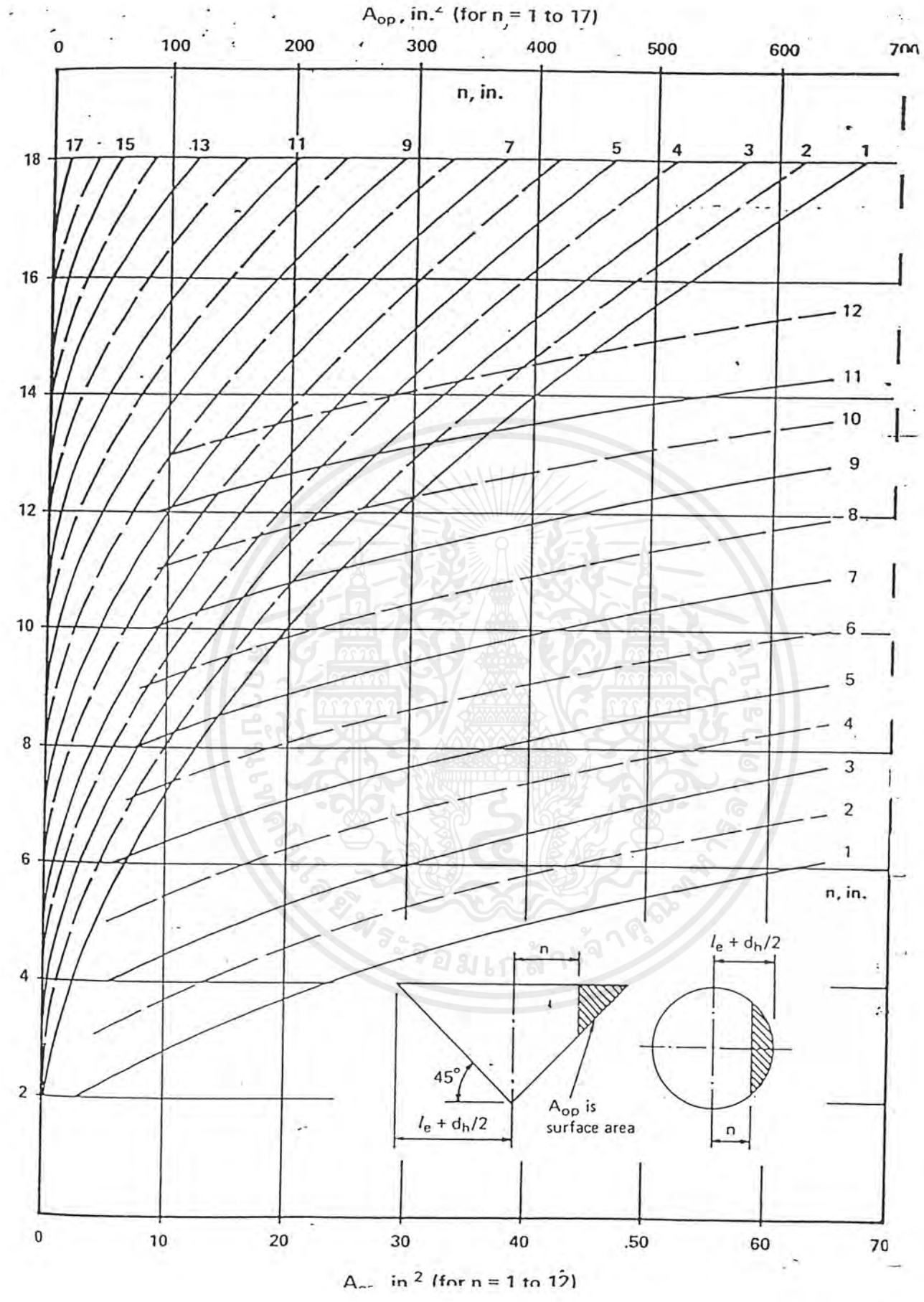
$d_h = 2d_b$

การติดตามการคาดหมายในการผลิต

1. การขยายตัวครั้งสุดท้ายของพื้นที่ที่สมมุติเป็น 2 เท่าของรัศมีจากแกนของรัศมี
2. แรงตัดเฉือนเต็มที่ที่เดาว่าจะหยุดถ้าระยะทางระหว่างตัวยึดเท่ากับหรือมากกว่า $(2l_c+d_n)/2$
3. สำหรับโบลท์ที่เป็นห่วงมาตรฐานหรือตามแรงตัดเฉือนที่สามารถเกิดขึ้นถ้าโบลท์หรือแรงไม่สามารถควบคุมได้

ความแข็งแรงต่อแรงดึงของตัวยึดที่สามารถรับแรงเอนได้บางส่วน ถ้าระยะทางระหว่างตัวยึดไม่พอเพียงจะทำให้การปรับปรุงแรงตัดเฉือนที่เต็มที่ (รัศมีของกรวยที่คาดไว้ $2lc + d_n$ จะดึงตัวยึดอาจจะต้านทานโดยสัดส่วนโดยตรงของอัตราส่วนของการลดพื้นที่ผิวของบางส่วนของแรงตัดเฉือนไปยังบริเวณแรงตัดเฉือนเต็มที่) การตอบสนองของการลดบริเวณตัดเฉือน จะให้ดังรูปที่ 5.63 และ 5.64

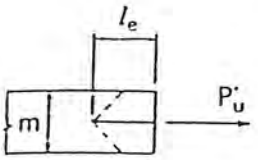
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



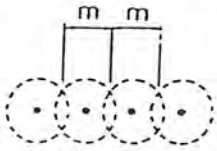
รูปที่ 5.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Both Sides of Shear Cone Not Developed



Case 1



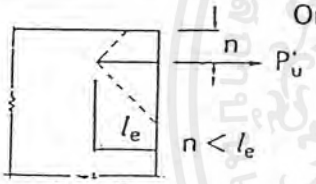
Case 2

Interior studs or inserts in a group.

$m < 2\,l_e$

m (in.)	l_e = 2.5"	l_e = 4"	l_e = 6"	l_e = 8"	l_e = 9"	l_e = 12"	l_e = 15"	l_e = 18"
3	0.72	0.47	0.31	0.24	0.21	0.16	0.13	0.11
4	0.90	0.61	0.42	0.31	0.28	0.21	0.17	0.14
5	1.0	0.74	0.51	0.39	0.35	0.26	0.21	0.18
6	1.0	0.86	0.61	0.47	0.42	0.31	0.25	0.21
7	1.0	0.95	0.70	0.54	0.48	0.37	0.29	0.25
8	1.0	1.0	0.78	0.61	0.55	0.42	0.34	0.28
9	1.0	1.0	0.86	0.68	0.61	0.47	0.38	0.31
10	1.0	1.0	0.92	0.74	0.67	0.51	0.42	0.35
11	1.0	1.0	0.97	0.80	0.73	0.56	0.46	0.38
12	1.0	1.0	1.0	0.86	0.78	0.61	0.50	0.42
13	1.0	1.0	1.0	0.91	0.83	0.65	0.53	0.45
14	1.0	1.0	1.0	0.95	0.88	0.70	0.57	0.48
15	1.0	1.0	1.0	0.98	0.92	0.74	0.61	0.51
16	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.78	0.65	0.55
17	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	0.82	0.68	0.58
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.86	0.72	0.61

One Side of Shear Cone Not Developed



Case 1

Case 2

Exterior studs or inserts in a group

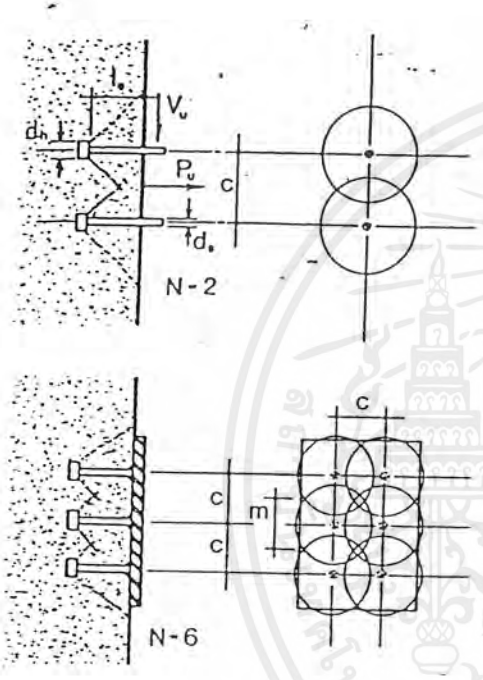
$n < l_e$

n (in.)	l_e = 2.5"	l_e = 4"	l_e = 6"	l_e = 8"	l_e = 9"	l_e = 12"	l_e = 15"	l_e = 18"
1.5	0.85	0.73	0.66	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55
2	0.95	0.80	0.71	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57
2.5	1.0	0.86	0.75	0.70	0.67	0.63	0.60	0.59
3	1.0	0.93	0.80	0.73	0.71	0.66	0.63	0.61
4	1.0	1.0	0.89	0.80	0.77	0.71	0.67	0.64
5	1.0	1.0	0.96	0.87	0.83	0.76	0.71	0.67
6	1.0	1.0	1.0	0.93	0.89	0.80	0.75	0.71
7	1.0	1.0	1.0	0.97	0.94	0.85	0.79	0.74
8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	0.89	0.82	0.77
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.93	0.86	0.80
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.89	0.83
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.92	0.86
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95	0.89
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.97	0.92
14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.94
15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

รูปที่ 5.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มกลุ่มของปัจจัยที่ลดค่า q , จะแสดงดังรูปที่ 5.65



Group Reduction Factors

N	q
2	.94
3	.88
4	.82
5	.76
6	.70
7	.64
8	.58
9	.50

where q = group reduction factor

For use with Fig. 2.23: Pullout capacity
Fig. 2.30: Reduced cone areas
Fig. 2.33: Minimum edge distance for full cone capacity

รูปที่ 5.65

การตอบสอนงแรงดึงเป็นไปได้ตามสมการ

$$P_U\ CAP = \phi_C\ k_4 \sqrt{(f')}qA_{0p}$$

$$= \phi s\ F_y \frac{\pi}{4}\left(d_b^2\right)q$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_{op} เป็นบริเวณบางส่วนของกรวยทรงตัดเฉือน q = กลุ่มที่ลดปัจจัยดังรูปที่ 5.65

ความแข็งแรงต่อแรงดึงและแรงเฉือนของตัวยึด

การอธิบายโดยทั่วไปสำหรับการรวมแรงดึง (p_u) และแรงตัดเฉือน (V_u) แรงกระทำภายในของคอนกรีตจำนวนตัวยึด จะทำได้โดยสมการ

$$\left(\frac{P_U}{P_U\ CAP}\right)^n + \left(\frac{V_U}{V_U\ CAP}\right)^i \subseteq \text{Nn}$$

เมื่อ N = จำนวนของตัวยึด

n = โค้งที่ดีที่สุดกำหนดระดับ = 5/3

P_U และ V_U = แรงประลัยที่ใช้ในการออกแบบ

P_U, CAP และ V_U, CAP = แรงดึงและแรงเฉือนประลัยของคอนกรีตเมื่อใช้ระดับ n = 5/3 จะทำให้เราได้

$$\left(\frac{P_U}{P_U\ CAP}\right)^n + \left(\frac{V_U}{V_U\ CAP}\right)^n \subseteq 1$$

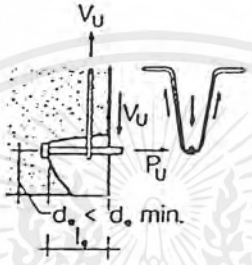
ความแข็งแรงของตัวยึดบริเวณขอบ

แรงดึงประลัยของตัวยึดตำแหน่งจะอยู่ใกล้ขอบของแผ่น สามารถกำหนดได้จากสมการ

$$P_U\ CAP = \phi_C k_4 \sqrt{(f')} A_{op} q$$
$$= \frac{\phi_s F_y \pi (d_b^2) q}{4}$$

ถ้า de , demin แรงตัดเฉือนที่สมบูรณ์จะต้องส่งผ่านโดยท่อหิ้วเหล็กเสริม ภายในคอนกรีตในส่วนภายนอกโดยคาดว่าตรวจแรงตัดเฉือนดังรูป 5.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

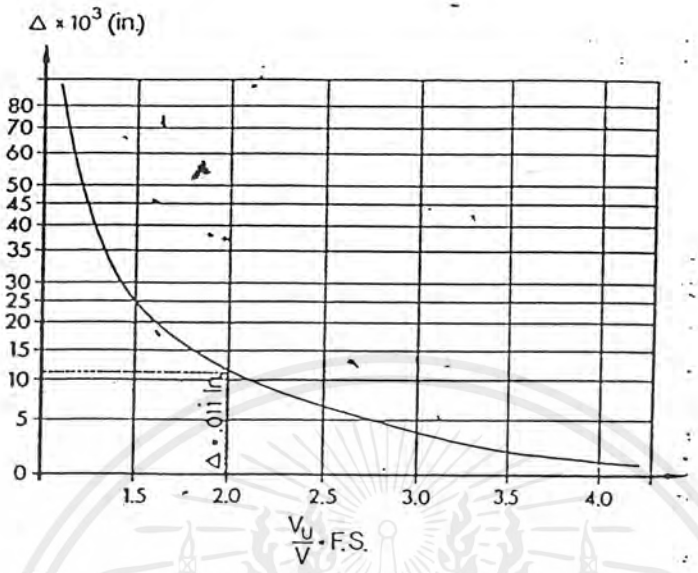


รูปที่ 5.66

ความแข็งแรงต่อการรองรับและการเปลี่ยนรูปร่าง

การเปลี่ยนแปลงของตัวยึดที่ยื่นออกมาระหว่างที่แรงตัดเฉือนเป็นเหตุให้ตัวรองรับแสดงความเครียด ณ จุดสัมผัสพิจารณา 2 มิติ สภาวะความเครียดและขอบเขตโดยความสัมพันธ์ของพื้นที่ส่วนใหญ่ของคอนกรีตรอบๆ ที่ผิวสัมผัส ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้ถ้าแรงเฉือนเกิดจากความสามารถที่รองรับได้ของคอนกรีตแข็ง สภาวะที่มีความแข็งสุดท้ายในการค้นคว้าถ้าการเปลี่ยนแปลงประมาณ 10% จากรัศมีของตัวยึด การเปลี่ยนแลงจากการถ่ายน้ำหนักแสดงดังรูปที่ 5.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.67

ความสัมพันธ์ของแรงในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามรูป 5.67 เป็นผลจากการทดสอบจำนวนการเคลื่อนที่โดยประมาณของแผ่น ซึ่งผลที่เป็นไปได้ของรอยต่อที่กว้างและช่วยในการหาค่าพฤติกรรมของรอยต่อเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว

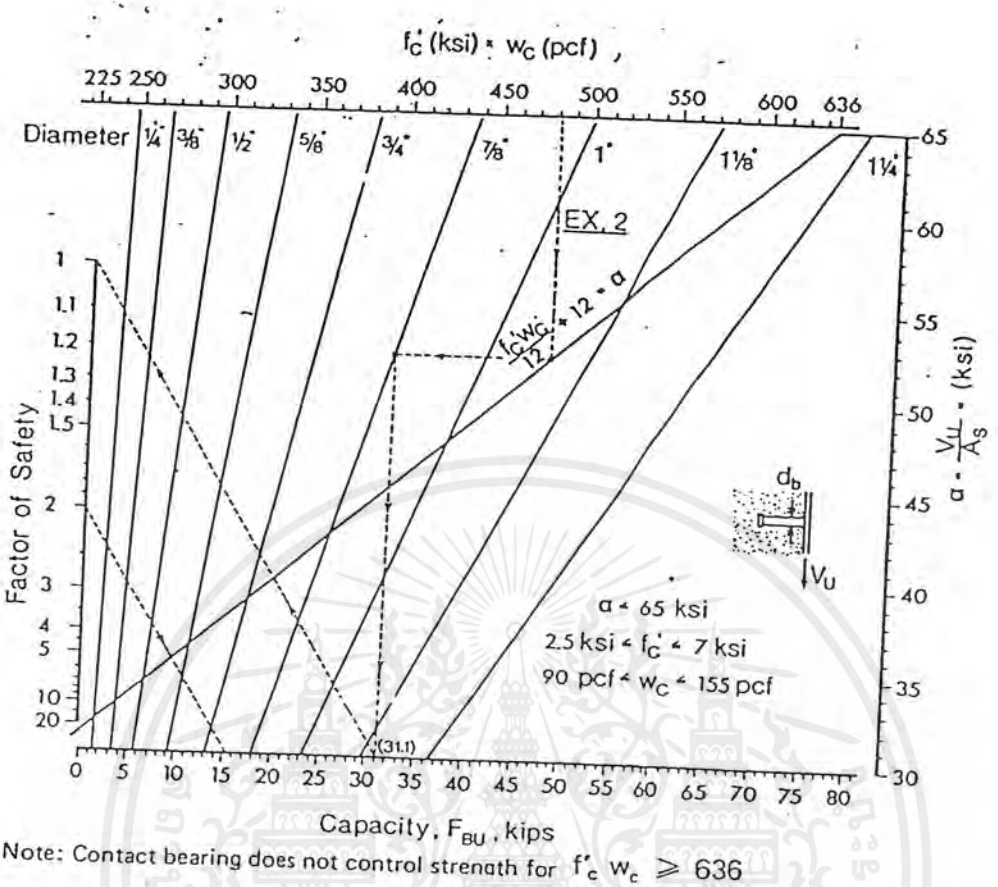
การเคลื่อนในนิ้ว

เมื่อ $V_U = 1.01$ ดังนั้น 1/5"

$$a = \left(\frac{f_c' w_c}{12}\right) + 12 \leq 65$$

จากสมการนี้จะให้กราฟดังรูปที่ 5.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Note: Contact bearing does not control strength for $f'_c\ w_c \geq 636$

รูปที่ 5.68

5.4.4.4 ตัวแทรก

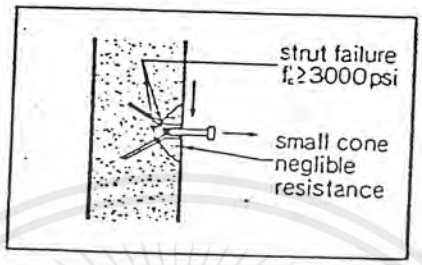
การแทรกเข้าไปในคอนกรีตประกอบไปด้วยตัวยึดและถ้าเชื่อมด้วยโบลท์ดังรูปที่ 5.69 การทดสอบและประสบการณ์ชี้ให้เห็นว่าการติดตามสภาวะการควบคุมความแข็งที่ท้ายสุด

1. การดึงออก(ทั้งรับแรงเฉือนเต็มที่หรือบางส่วน) รูปที่ 5.70-5.71
2. การแตกของคอนกรีต คอนกรีตที่แตกจากความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นถ้าตัวแทรกที่ติดอยู่กับขอบ ถ้าระยะทางจากขอบน้อยกว่า d_e ดูรูปที่ 5.65 และ 5.66 ควรมี การใช้เหล็กเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

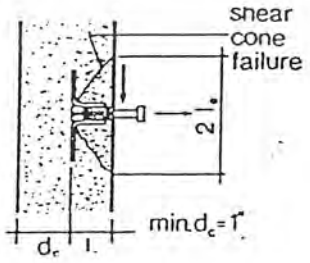
การต้านทานที่มีส่วนช่วยดึงที่อาจจะตัดออกได้ดังรูปที่ 5.70

Fig. 2.39 Strut insert failure condition



รูปที่ 5.70

การควบคุมความแข็งมาจากเหล็กที่แข็งจากการรองรับ จุดขอดของกรวยแรงตัดเฉือน สามารถคาดหมายตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 5.70 และ 5.71



รูปที่ 5.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงสามารถกำหนดความต้านทานทำได้จากสมการ

$$P_u = A_s F_n$$

กราฟการตอบสนองจากสมการที่พัฒนาจากตัวยึดหัวของโบลท์, เหล็กเส้นหรือสตัดตัวยึดตามตาราง 5.4 ซึ่งให้ขนาดของการค้ำยันและความแข็งแรง

ค่าน้อยที่สุดของระยะทางของ d_c,min ที่ให้ในรูป 5.4 ควรจะมีความแน่นอนหรือการอนุญาตให้มีการแสดงในรูป 5.65

ชิ้นส่วนของตัวยึด

การจัดของตำแหน่งหรือที่ใกล้บริเวณผิวหน้าของระนาบและความแข็งที่ถูกควบคุมโดยตัวรองรับความเครียดประลัยที่สามารถเป็นไปได้ดังรูปที่ 5.67 เมื่อรัศมีของโบลท์ สามารถแทนด้วย

d_c = รัศมีภายนอกของปลอกโลหะ

ตัวยึด

หัวเชื่อมที่เป็นโบลท์ จะมีขนาดมาตรฐานเหลียวหรือแกนเกลียวด้วยเครื่อง NC คุณสมบัติของแข็งของโบลท์

5.4.4.5 ตัวแทรกและช่วงตัวแทรก

ตัวแทรกภายในแต่ละชนิดแสดงในรูปที่ 5.72 ทำมาจากเหล็กดัดแปลงซึ่งประกอบด้วยตัวยึด ซึ่งควรใช้ตามคำเตือนเมื่อเชื่อมกับผนังของโครงสร้างตัวแทรกภายในใช้ประมาณ 1" ถ้าอาจจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งและความแน่นของโบลท์ภายใต้การแทรกสามารถกำหนดความแข็งแรงได้ (รูปที่ 5.71)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

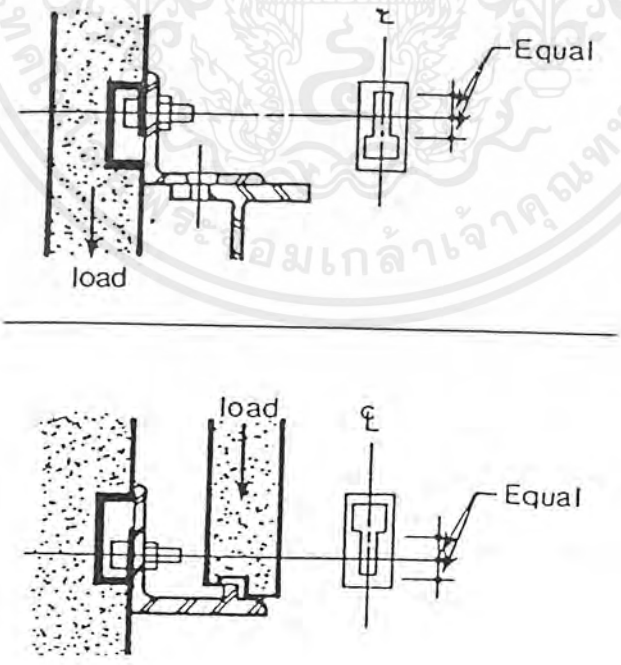
แรงเชื่อมตัดท้ายสุดสามารถคำนวณได้จาก

$$V_{uc}' = \phi\, 5000(2.5-(l_v/li))$$

โดยที่ $\phi = 0.85$

ปัญหาของตัวแทรกจากตัวแทรกภายในและการจะทำให้ดีขึ้นโดย

1. ตัวแทรกจะต้องทำให้ถูกต้องตามลำดับ
2. ตัวแทรกจะต้องทำให้สมบูรณ์ตามลำดับ
3. การไม่ตรวจตราความแน่นของหัวเกลียวจากการสร้างแผ่นคอนกรีต
4. ตัวแทรกที่ละเอียดมาก ๆ จะต้องไม่แน่นหรือหลวมเกินไป
5. การยึดที่ไม่สามารถต้านทานแรงจากการหดหรือแรงจากแผ่นดินไหว การยึดของผนังจะต้องรองรับโครงสร้างควรจะไม่ทำด้วยการเชื่อมตัวแทรก



รูปที่ 5.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.4.6 ตัวยึดโดเวล

การยึดแบบโดเวลหรือตัวยึดแบบ โดเวล-เฉือน จะช่วยรองรับโครงสร้างและผนังอื่น สามารถแก้ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจด้วย ความกว้างของ โดเวลในการดึงหรือแรงตัดเฉือนขึ้นอยู่กับความยาวของการฝังตัวและพันธะการยึด ตำแหน่งของปูนเข้าไประหว่างการสร้าง, ตัวยึดโดเวล ปกติในการสร้างที่มีต้นทุนต่ำและจะต้องพิจารณาว่าระนาบใด ที่หลังจากเริ่มจากกลุ่มของการฉีดอัดปูนเข้าไปอาจจะไปทำลายการยึดตัวของโดเวลและลดความแข็งแรงของตัวยึด

ซีเมนต์ เก๊าส์และ โดเวล

เหล็กเสริมเบอร์ 6 และเล็กกว่านี้อาจจะถูกฝังในช่องโดเวลและเก๊าส์เพื่อให้ยึดสำหรับแรงดึง แรงยึดหรือแรงเฉือนในตัวยึด การหาความยาวที่ฝังตัวสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$l_e = \frac{A_b f_y}{\phi \sum_0 (1200)}$$

le = ความยาวในกาฝังตัวเป็นนิ้ว

A_b= พื้นที่ของเหล็กเส้นเป็น (นิ้ว)^2

f_y = ความแข็งแรงที่จุดคลาดของเหล็กเส้น

$\sum_0$= perimetes ของเหล็กเส้นเป็นนิ้ว

ϕ = 0.85

คำแนะนำและคำเตือน

1. คอนกรีตที่ทับเหล็กเสริมควรจะหนา 3 “
2. ควรจะปฏิบัติตามรายละเอียดด้านข้างของกระเปาะ ควรจะหยาบและต้องปลอดจากน้ำมันคอนกรีตเสียหรือฝุ่นเพราะได้เกิดผลกับการเก๊าส์รอบๆ คอนกรีต
3. วัสดุเก๊าส์ควรจะไม่หดตัวและคืพ ควรจะมีแรงกดอย่างน้อย 4,000 psi
4. ข้อจำกัดของเหล็กเสริม ประกอบด้วยเกลียวควรมีพื้นที่

$$A_{gh} = \frac{A_b f_y}{\mu f_{ys}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{ys} = จุดแข็งคลากของเหล็กเส้น

5. le ควรจะไม่น้อยกว่า 8"

ให้การประยุกต์ความยาวสำหรับโคเวล สำหรับแรงอัดและแรงดึงที่ใช้ระดับเหล็ก 40 psi และ 60 psi

อีฟอกซ์ เก๊าส์และ โคเวล

อีฟอกซ์ สามารถใช้ได้กับตัวยึดแบบโคเวล, โบลท์, บาร์ หรือรูปทรงที่คล้ายๆ กัน ภายในคอนกรีต ความแข็งของอีฟอกซ์-เก๊าส์ ประมาณ 2-4 เท่าของแรงดึงและ 10-15 เท่า ของแรงดึงของซีเมนต์ – เก๊าส์ ถ้าโคเวลที่ติดตั้งอยู่ในช่องแนวราบจะต้องใช้ อีฟอกซ์ที่มีความหนืดหรือรูจะต้องรองรับกลไกของโบลท์และความดันจากการยึด

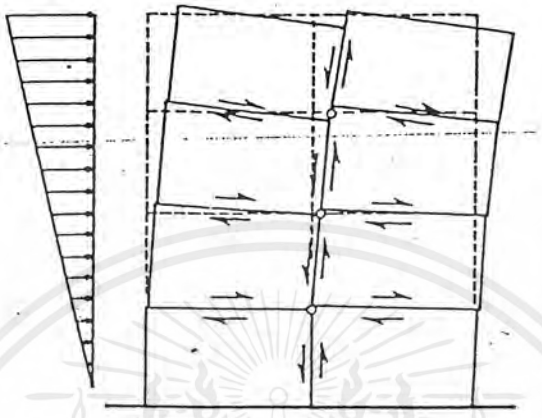
รูที่ทำไว้ควรจะกว้างและพื้นที่ผิวที่เปียกควรจะมีความสอดคล้องพร้อมที่จะใช้ได การติดตั้งโคเวล ควรจะไม่ทำในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 ^{0}F การดูแลเป็นพิเศษและการติดตั้งโดยรวดเร็ว อีฟอกซี ที่มีความหนืดจะต้องใช้ภายใต้อุณหภูมิที่คอนกรีต อยู่ระหว่าง 40-60 ^{0}F การผสมส่วนประกอบการติดตั้งของอีฟอกซีจะต้องแน่นตามคำสั่งและคำแนะนำให้ใช้ตามคำสั่งการทำที่ให้มา

5.4.5 ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังรับแรง

5.4.5.1 ชนิดของรอยต่อ

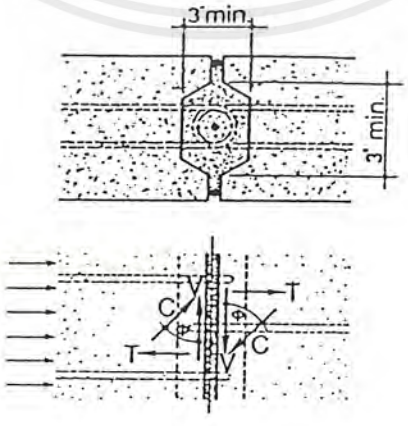
- รอยต่อแบบจุดหมุนรูปที่ 5.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.73

รอยต่อแบบช่วงรูปที่ 5.74

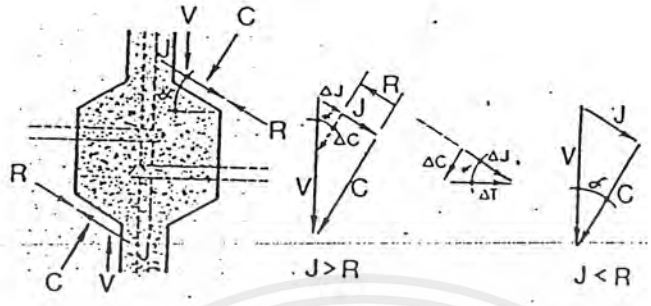


รูปที่ 5.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

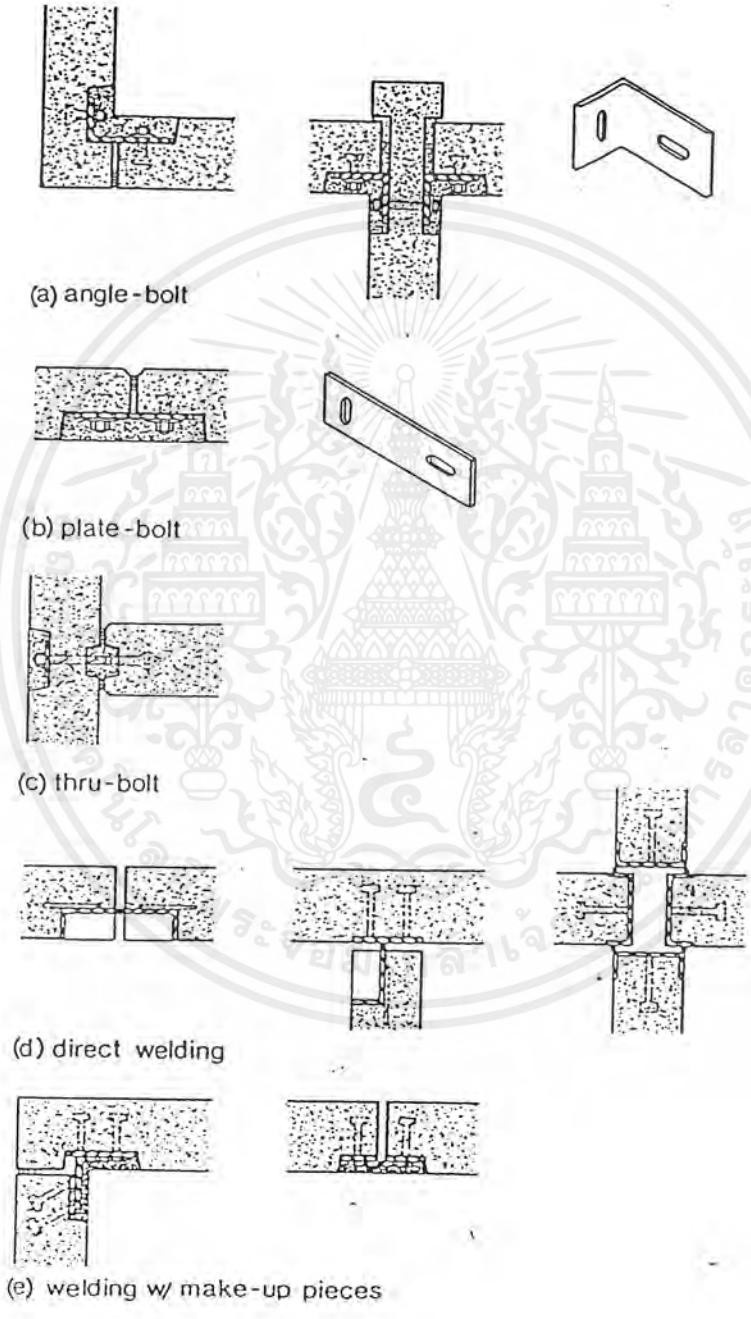
รอยต่อแบบกุญแจรูปที่ 5.75



รูปที่ 5.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอยต่อแบบใช้กลไกรูปที่ 5.76

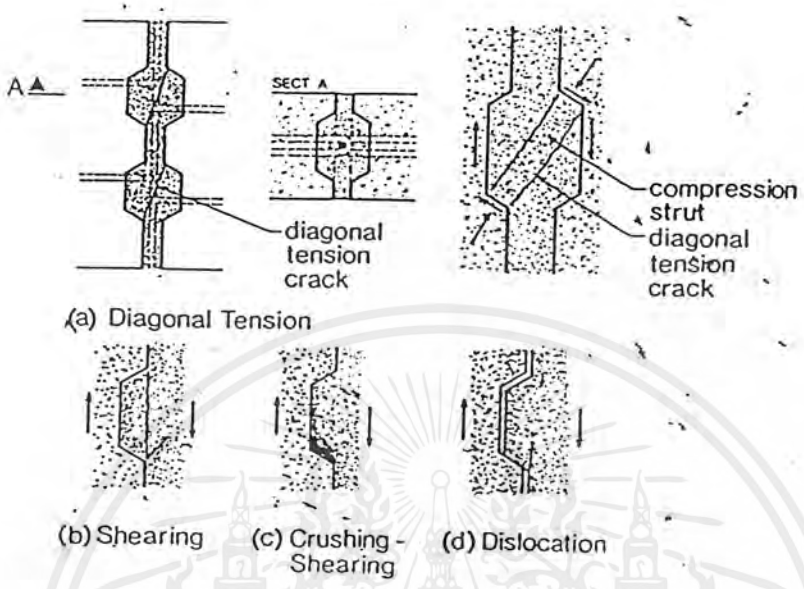


รูปที่ 5.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

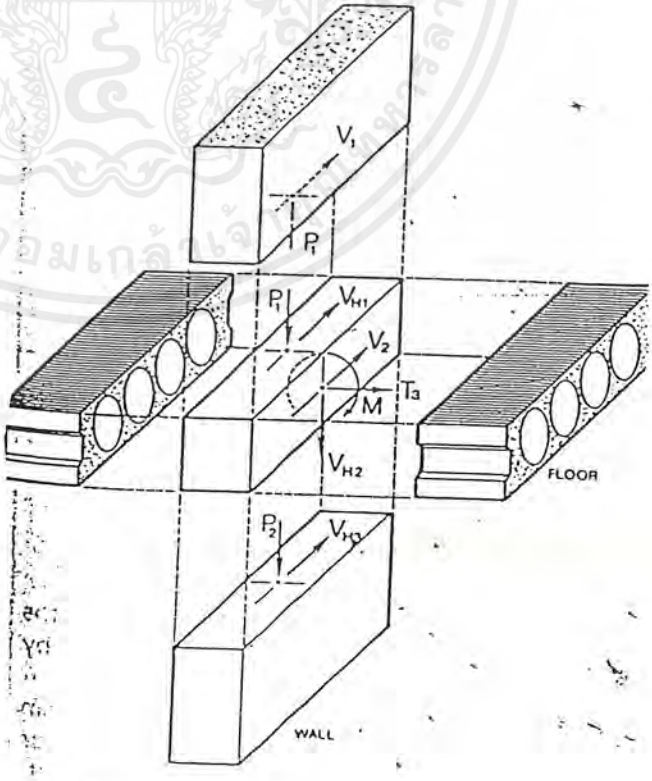
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.77 หลักแนวแรงตัดเฉือนตามแนวดิ่งที่ใช้แก้ปัญหาแรงดึงและแรงอัดภายใน



รูปที่ 5.77

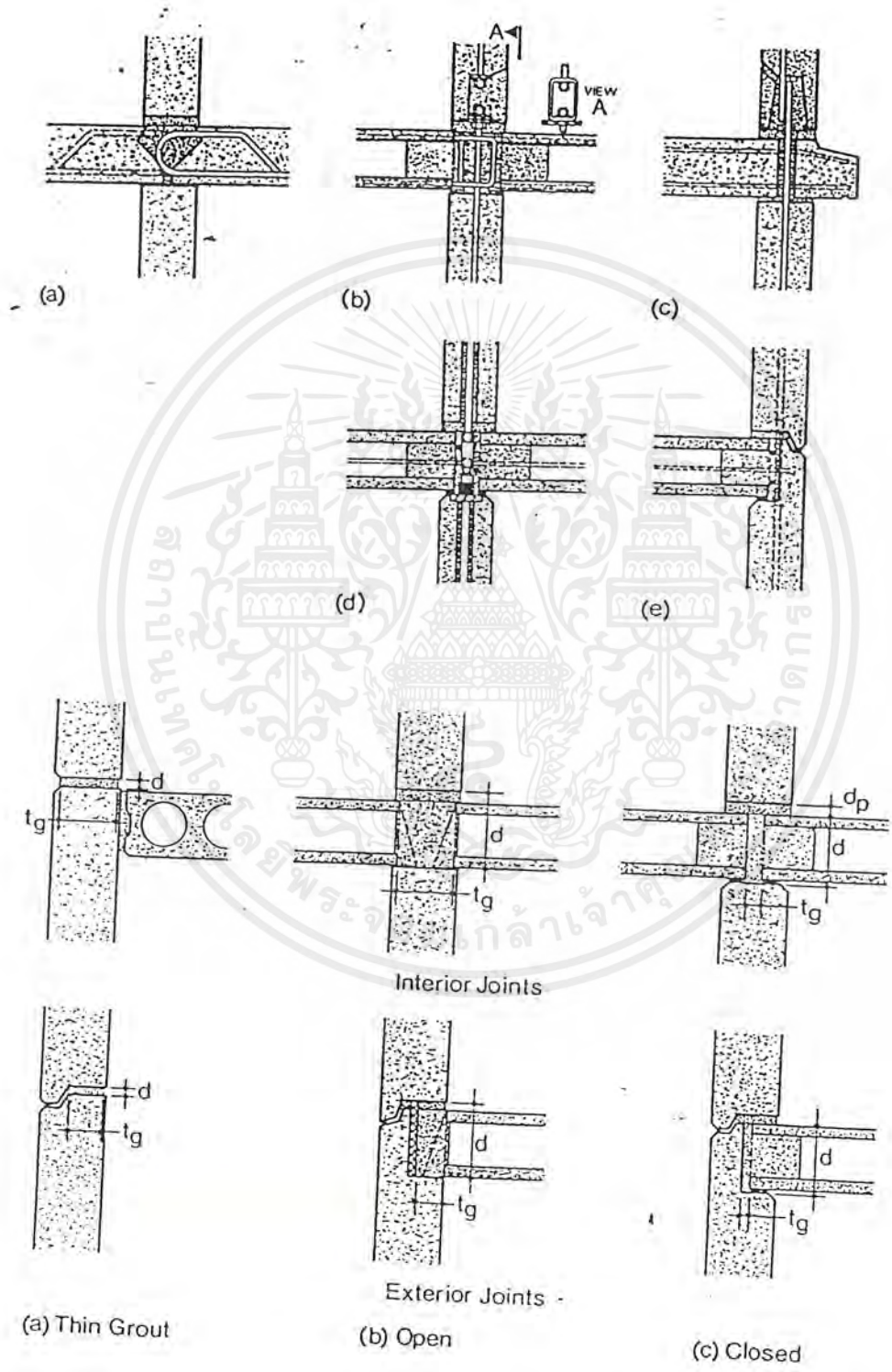
- รอยต่อในแนวระดับรูปที่ 5.78



รูปที่ 5.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอยต่อในแนวเส้นตรงและในแนวระนาบรูปที่ 2.79



รูปที่ 5.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.4.7 ตัวยึดของผนังและพื้น

รายละเอียดของความหลากกลายที่เป็นไปได้ของการยึดพื้น แนะนำในรายละเอียดการเลือก การหมุนและแรงเยื้องศูนย์ที่เกิดขึ้น สามารถแนะนำโดยเฉพาะที่ระยะกว้างของพื้นฐานจากภายนอกกับที่รองรับภายในจะต้องรองรับโดยการเชื่อมจะทำการหนีบผนังและการหด วิ่งอาจเป็นผลมาจากการแตกร้าวของพื้นที่รองรับ ถ้าไม่มีหรือมีเล็กน้อยของโมเมนต์ทางด้านลบ ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.80 เป็นการชี้สภาวะที่เป็นได้ 2 กรณี ที่ควรหลีกเลี่ยงที่จะเลือกมากสุดที่สามารถลดได้หรือสภาวะน้อยที่สุดที่ลดได้

สมการของ Cross ties

T1,u 15800 (lb/ft) x ระยะความกว้างของพื้น (ft)

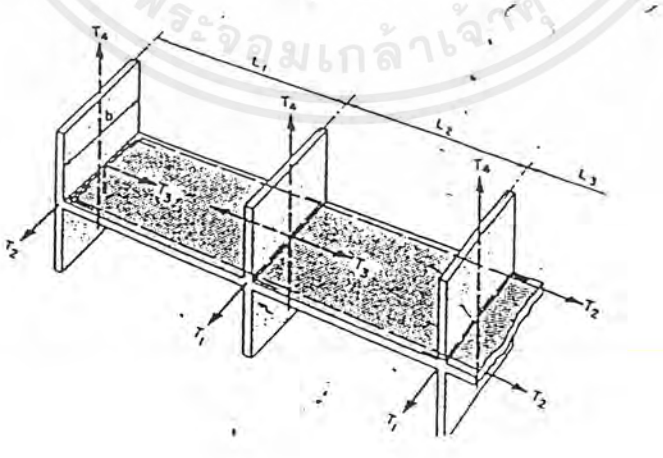
T2,u 16000 (lb, peripheral tie

T3,u 2122% ของน้ำหนักบนผนังจะรับได้

1500 (lb/ft) x ระยะทางระหว่าง tie(ft)

T4,u 3000 (lb/ft) x ระยะทางระหว่าง tie(ft)

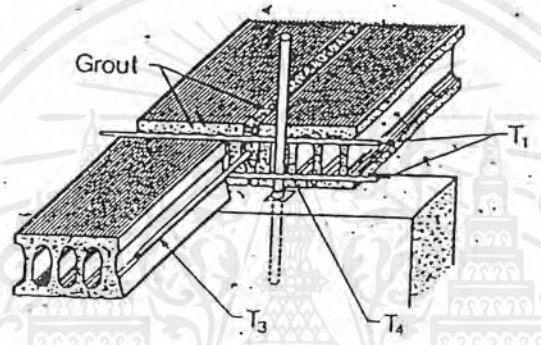
ความต้องการในการพิจารณาโครงสร้าง ถ้าการออกแบบไม่สามารถทำตาม Cross ties หรือความต่อเนื่องของเหล็กเสริมสำหรับเพิ่มความแข็งแรง รูปที่ 5.81 และรูปที่ 5.82



รูปที่ 5.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.82

การยึดผนังกับฐานราก

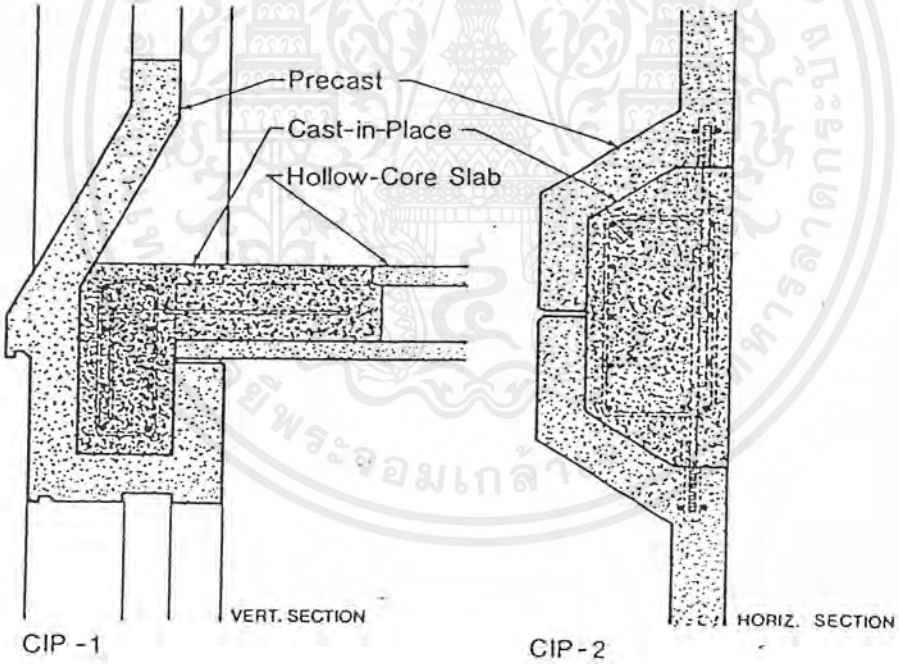
การเชื่อมผนังไปยังฐานรากหรือการตีกรอบ, เป็นแนวเดียวกันหรือเป็นยึดเดี่ยวๆ สามารถทำได้ รูปที่ 5.83 สิ่งที่จำเป็นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีการของการยกและตามการวางแนวของผนังที่เป็นไปได้
2. ความเกี่ยวของแรงที่ส่วนจะต้องรองรับโครงสร้างและรายละเอียดในการส่งแรงทั้งทางแนวตั้งและบริเวณรอบๆ

ตัวยึดผนังกับพื้นหล่อในที่และกับผนัง

การรวมผนังรับแรงสำเร็จรูปและพื้นสำเร็จรูป ด้วยการหล่อในที่ตัวยึดที่สะดวกในการใช้จะทำให้เพิ่มแรงบริเวณรอบๆ ที่สร้างรูป 5.83

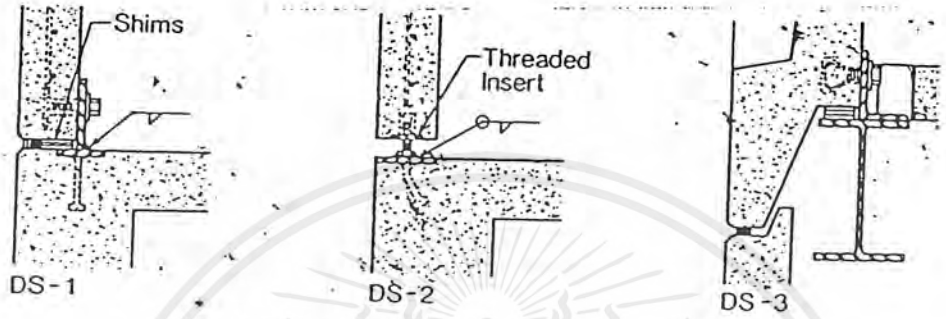


รูปที่ 5.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

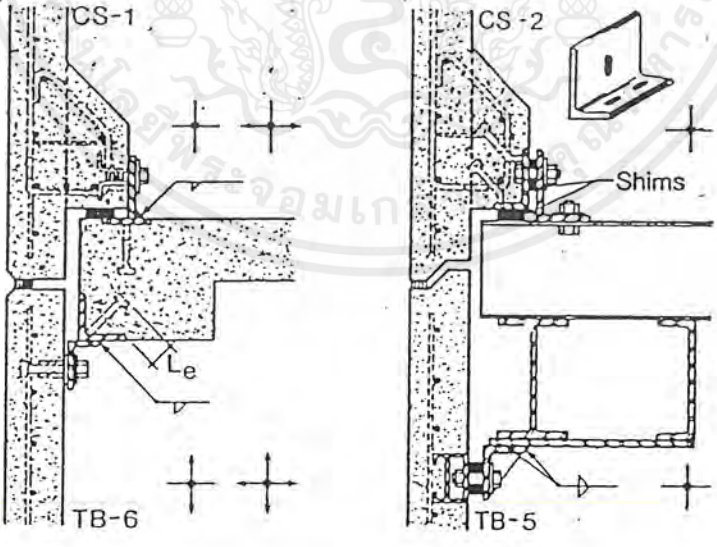
ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังที่ไม่ได้รับแรง

รอยต่อแบบรองรับโดยตรงรูปที่ 5.84



รูปที่ 5.84

รอยต่อแบบใช้โคเบลรองรับ รูปที่ 5.85

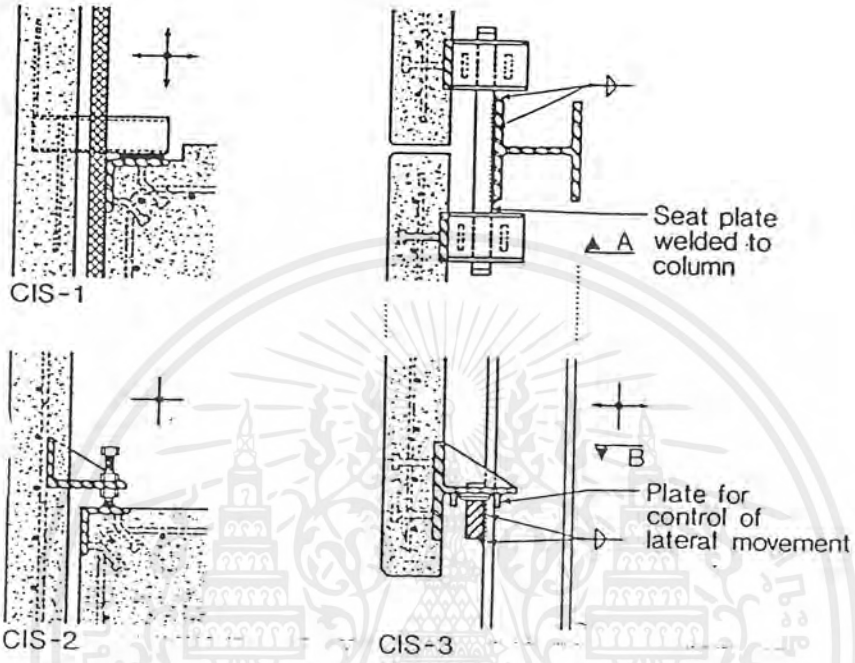


รูปที่ 5.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

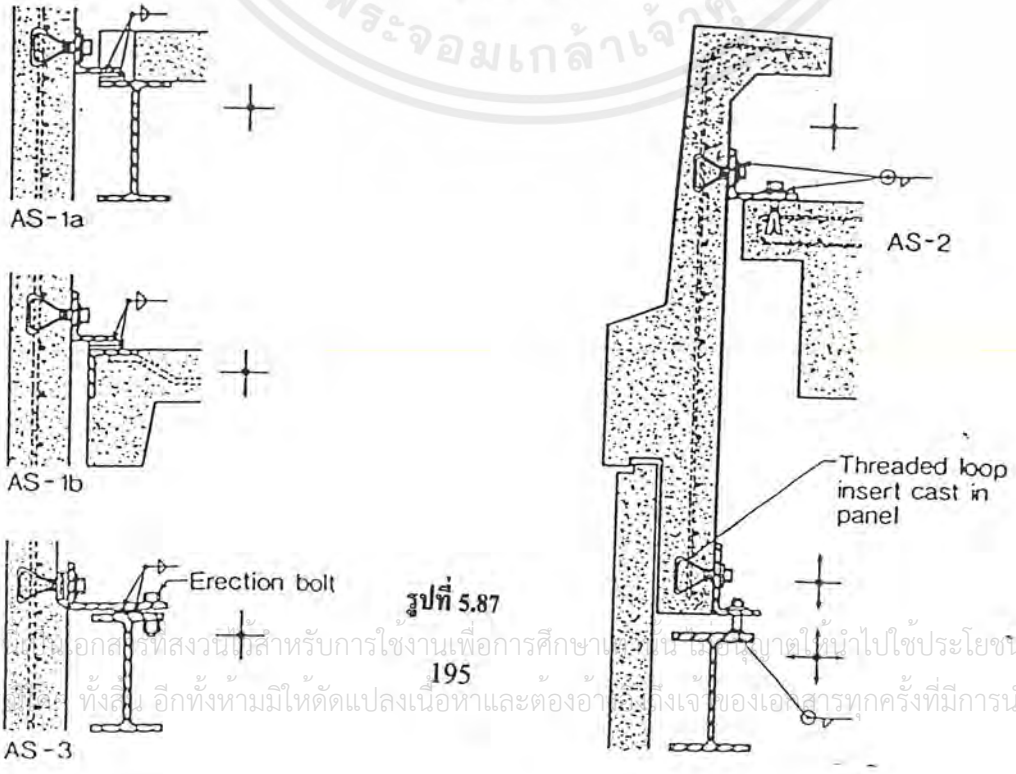
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อแบบใช้ตัวฝังในการรองรับ รูปที่ 5.86



รูปที่ 5.86

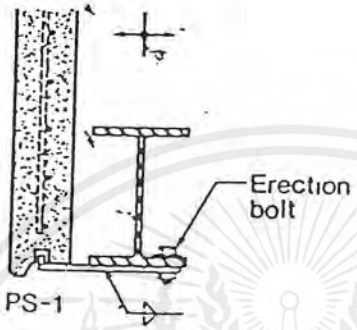
รอยต่อแบบใช้เหล็กฉากรองรับโดยตรง รูปที่ 5.87



รูปที่ 5.87

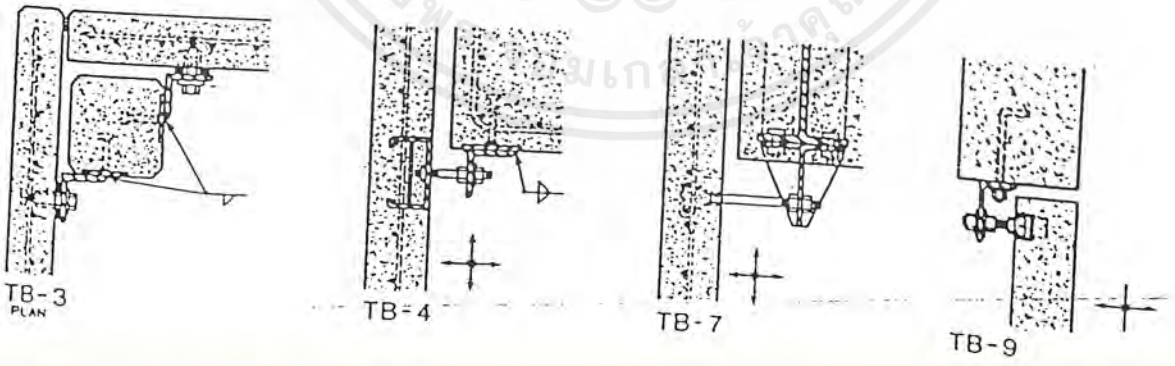
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

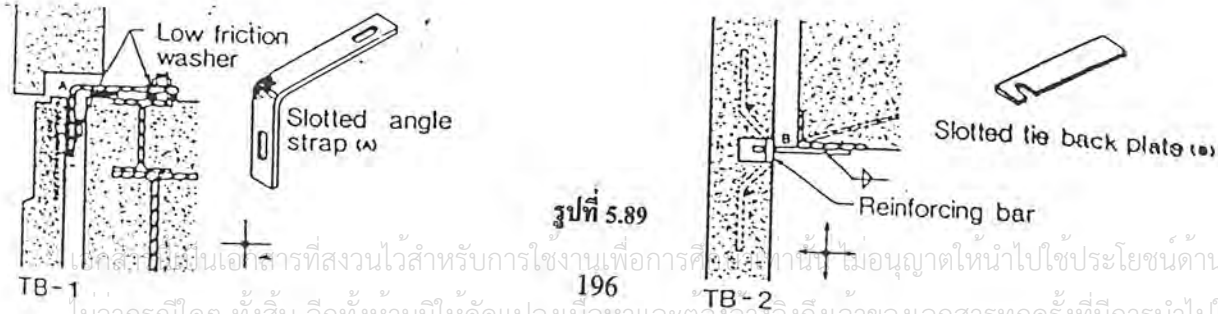
รอยต่อแบบใช้แผ่นรองรับรูปที่ 5.88



รูปที่ 5.88

รอยต่อแบบยึดรั้ง รูปที่ 5.89

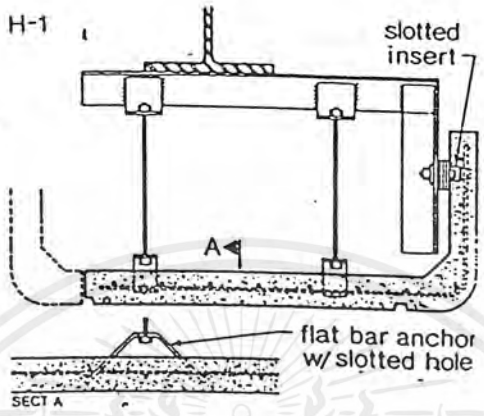




รูปที่ 5.89

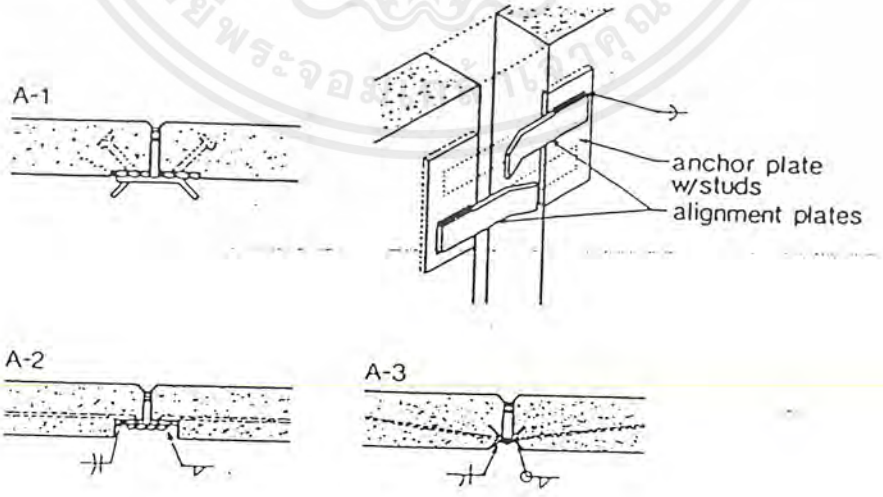
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อแบบแขวน รูปที่ 5.90



รูปที่ 5.90

รอยต่อในเส้นตรงในแนวดิ่ง รูป 5.91

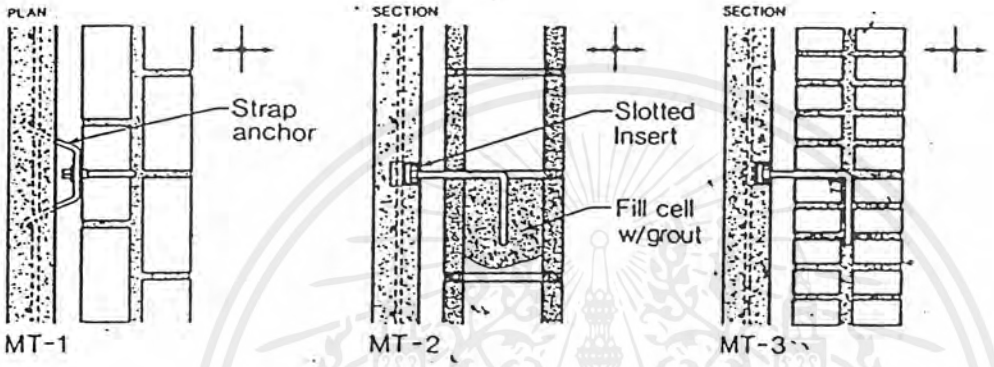


รูปที่ 5.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อการยึดรั้งของการก่ออิฐฉาบปูน รูปที่ 5.92



รูปที่ 5.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บ้านสำเร็จรูประบบ Double Wall

(PREFABRICATION HOUSE WITH DOUBLE WALL SYSTEM)

6.1 บทนำ

บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบ Double Wall เป็นวิธีการก่อสร้างระบบใหม่ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างได้ถึง 20% รวมทั้งค่าก่อสร้างและต้นทุนทางการเงิน เพิ่มคุณภาพงานก่อสร้างสวยงามกว่าผนังฉาบปูน ลดงานเก็บทิ้งในการก่อสร้าง

บริษัท HP Construction System จำกัด ได้นำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างจากประเทศออสเตรเลียและเยอรมันมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการก่อสร้างในประเทศไทย ด้วยการนำเอาระบบแผ่นผนังและพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ในงานก่อสร้างโครงการที่อยู่อาศัยทุกประเภท ได้แก่ อาคารสำนักงาน บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ สโมสร สระว่ายน้ำ เป็นต้น ดังนั้นระบบการก่อสร้างแบบ Double Wall อาจจะถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบ HP

ผนังและพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป มีคุณสมบัติ แข็งแรง ยืดหยุ่น ในเรื่องแบบและขนาดแต่ละแผ่นผลิตตามแบบโดยไม่จำกัดจำนวนต่ำสุด ร่นระยะเวลาการก่อสร้าง ติดตั้งง่าย ไม่ต้องใช้ไม้แบบ ไม่มีงานฉาบ ไม่ต้องทำฝ้าเพดาน ลดปัญหาการเกิดรอยแตกร้าว ไม่มีการแตกลายงา เจาะผนังติดตั้งวงกบประตูหน้าต่างและงานระบบไฟฟ้าประปาจากโรงงาน เป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี ช่วยแก้ปัญหาความไม่แน่นอนของฝีมือแรงงาน ใช้แรงงานน้อย

แผ่นผนังมี 2 แบบ คือ DOUBLE WALL และ SOLID WALL เป็นได้ทั้งผนังรับแรงและผนังตกแต่ง ผิวเนียนเรียบทั้ง 2 ด้าน ทาสีทับได้ทันที แผ่นพื้นมี 2 แบบ คือ HALF SLAB และ RIB SLAB ใช้ในงานพื้นหรือหลังคาที่ต้องการฉนวนกันความร้อน หรือความแข็งแรงเป็นพิเศษ ฝังงานระบบไว้ในพื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ระบบการผลิต

เป็นระบบเทคโนโลยีทันสมัยที่นำเอาต้นแบบจากยุโรปมาประยุกต์ให้เหมาะกับระบบการก่อสร้างของไทย ทุกขั้นตอนการผลิตของ HP SYSTEM ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการผลิตและการทำงานของเครื่องจักร ทำให้แผ่นและผนังสำเร็จรูปมีคุณภาพสูงสม่ำเสมอ และมีความยืดหยุ่นในเรื่องของแบบและขนาด ซึ่งหากลูกค้าต้องการผนังและพื้นสำเร็จรูปนอกเหนือจากแบบและขนาดมาตรฐานของริษัท ก็สามารถผลิตได้ตามความต้องการโดยไม่จำกัดจำนวนต่ำสุด

กระบวนการผลิต HP SYSTEM แบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือ

1. ระบบการเขียนแบบด้วย CAD
2. ระบบการผลิตโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม
3. ระบบการติดตั้ง
4. ระบบการจัดเก็บและการจัดส่ง

6.2.1 ระบบการเขียนแบบด้วย CAD

1. เขียนแบบแปลนพื้นและผนังเพื่อกำหนดชิ้นงาน
2. เจาะช่องประตู หน้าต่างตามแบบสถาปัตยกรรม
3. กำหนดขนาดและทิศทางการวางแผ่นพื้น
4. วางตำแหน่งจุดไฟฟ้า และประปา
5. คำนวณขนาดของเหล็กเสริมอัตโนมัติ ด้วยคอมพิวเตอร์หรือบุคคล
6. พิมพ์แบบเพื่อการประกอบที่หน้างานก่อสร้าง
7. ส่งไฟล์ข้อมูลไปยังกระบวนการผลิตที่โรงงานและการจัดส่ง

(รูปแสดงในภาคผนวก ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ระบบการผลิต

1. จัดเตรียมแบบหล่อขนาด 3 ม. X 18 ม. โดยเขียนแบบด้วย Plotter ลงบนแบบหล่อ
2. กั้นแบบหล่อตามแบบจาก CAD
3. วางวงกบประตู หน้าต่าง และช่องเปิดพร้อมเหล็กเสริม
4. วางบล็อคไฟฟ้า ประปา และเทคอนกรีตลงบนแบบหล่อ
5. ถอดแบบหล่อและนำไปบ่อคอนกรีต
6. กรณีเป็นผนังรับน้ำหนัก DOUBLE WALL จะนำแผ่นที่แห้งแล้วมาประกบ
7. ทำความสะอาดแบบหล่อ เพื่อเตรียมการผลิตใหม่
8. จัดเก็บที่โรงงานพร้อมจัดส่งไปหน้างาน

(รูปแสดงในภาคผนวก ค)

6.2.3 ระบบการติดตั้ง

1. เครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในงานก่อสร้าง
2. สำรวจแนวการวางผนัง
3. กั้นขอบผนังตามแนวที่กำหนด
4. ติดตั้งชิ้นงานที่หน้างานก่อสร้าง
5. ยึดแผ่นผนังให้มั่นคง
6. ติดตั้งผนังรับน้ำหรับ Double Wall และผนังกั้นห้อง Solid Wall หมดทั้งชั้น
7. วางคงไม้รับพื้นพร้อมเสาค้ำปรับระดับ
8. วางพื้นตามแบบที่กำหนดและปรับระดับพื้นจนหมด
9. วางเหล็กเสริมตามแบบและเดินท่อไฟฟ้า ท่อประปา
10. เทคอนกรีตลงบนผนังและพื้น
11. เสียบเหล็กต่อระหว่างชั้น
12. ขัดผิวคอนกรีตให้เรียบ
13. เดินท่อสายไฟฟ้าและประปา
14. ก่อสร้างชั้นต่อไป

(ดูรูปภาคผนวก ค)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.4 ระบบการจัดเก็บและการจัดส่ง

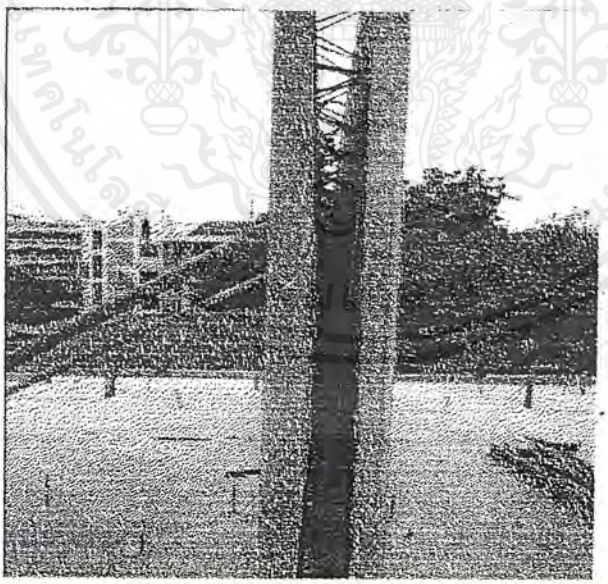
1. เก็บชิ้นงานตามตำแหน่งด้วยคอมพิวเตอร์
2. ส่งชิ้นงานไปยังลูกค้า

(ดูรูปภาคผนวก ค)

6.3 ผลิตภัณฑ์

ผนังและพื้นสำเร็จรูปมี 4 ชนิด คือ

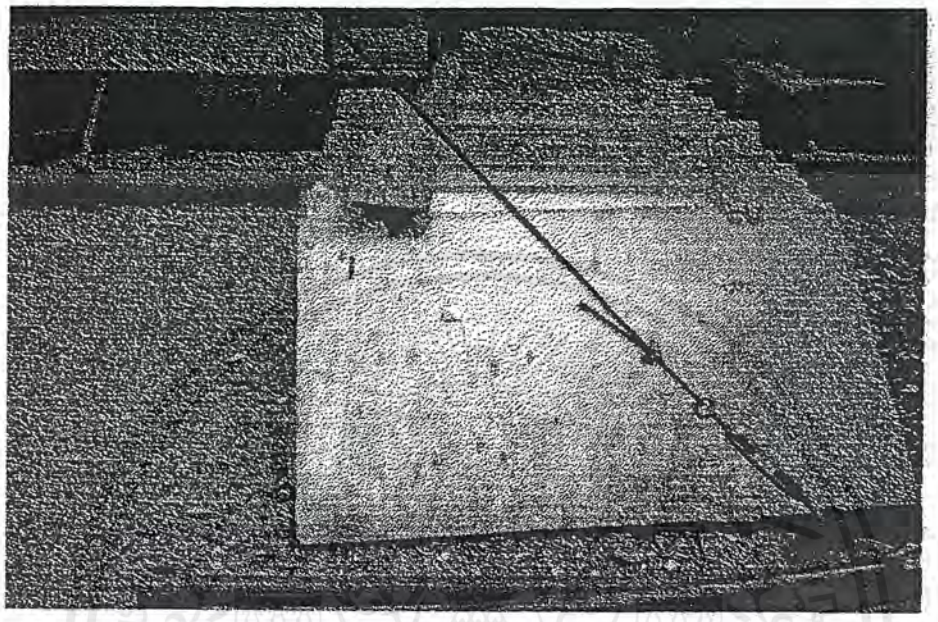
6.3.1 Double Wall เป็นแผ่นผนังรับน้ำหนักขนาดความหนา 150 ,180 , 200, 250, 300 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างกำแพงบ้าน คาน ช่องลิฟท์ ช่องบันไดหนีไฟ



รูปที่ 6.1 แสดงรูป Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

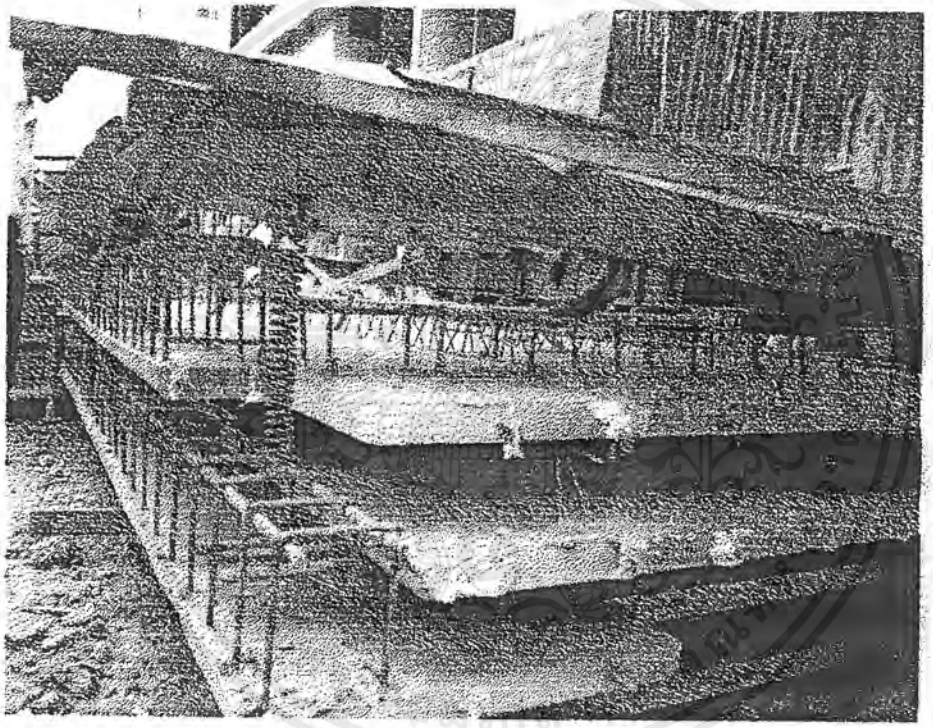
6.3.2 Solid Wall เป็นแผ่นผนังกั้นห้อง ขนาดความหนา 95 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างผนัง กันสาด ระเบียงรั้วบ้าน มีทั้งคอนกรีตและคอนกรีตมวลเบา



รูปที่ 6.2 แสดงรูป Solid Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

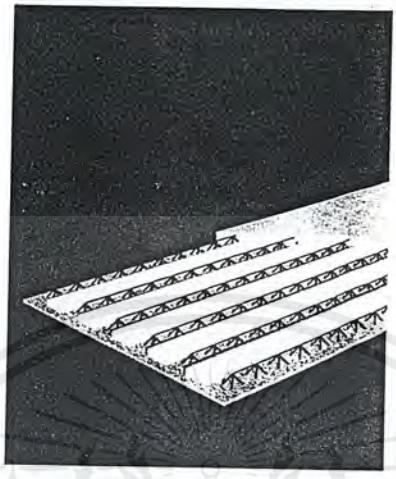
6.3.3 Half Slab เป็นแผ่นพื้นกึ่งสำเร็จรูปขนาดความหนา 50 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างพื้นหรือเพดาน



รูปที่ 6.3 แสดงรูป Half Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.4 Rib Slab เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูป ขนาดความหนา 200, 250 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างพื้นหรือหลังคาชั้นดาดฟ้าที่ต้องการฉนวนกันความร้อนหรือความแข็งแรงเป็นพิเศษ



Rib Slab

รูปที่ 6.4 แสดงรูป Rib Slab

6.4 คุณสมบัติของแผ่นผนังและพื้นสำเร็จรูป HP

1. ลดขั้นตอนการก่อสร้างได้ เช่น ไม่ต้องใช้ไม้แบบ ไม่มีงานฉาบ ไม่ต้องทำฝ้าเพดาน งานเก็บน้อย เจาะผนังติดตั้งวงกบประตู หน้าต่าง และงานไฟฟ้าจากโรงงาน จึงช่วยร่นระยะเวลาการก่อสร้างเร็วขึ้นและลดต้นทุนค่าก่อสร้างลงได้มาก
2. ผิวของผนังและพื้นเนียนเรียบดูสวยงามปราศจากรอยร้าวของปูนฉาบ
3. รอยต่อเชื่อมทำได้ง่ายและมีความแข็งแรงมั่นคงกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแบบอื่น ๆ ขั้นตอนในการติดตั้งง่าย ใช้แรงงานน้อย
4. เป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี
5. ระบบไฟฟ้า ประปา เดินในผนังเสร็จจากโรงงาน
6. ลดมลภาวะระหว่างการก่อสร้างโดยเฉพาะฝุ่นละอองและเศษวัสดุ
7. ลดต้นทุนทางการเงินเพราะใช้เวลาการก่อสร้างสั้น
8. สามารถผลิตได้ตามจำนวนที่ต้องการโดยไม่ขึ้นกับปริมาณต่ำสุดครั้งละหลายรูปแบบหรือตามจำนวนที่ต้องการคดยไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 เทคนิคต่าง ๆ ในการก่อสร้างระบบ Double Wall (HP System)

6.5.1 เทคนิคการใช้ Double Wall เป็นเสาและคาน

เสาและคานสำเร็จรูป Double Wall ลดขั้นตอนการทำงาน ไม่ต้องทำไม้แบบเสาและคาน

การก่อสร้างแบบเก่า (Conventional) ใช้วิธีตั้งแบบหล่อเสาและคานคอนกรีตเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก ซึ่งใช้เวลานาน ทำงานหลายขั้นตอน ใช้แรงงานจำนวนมาก ต้องเสียค่าไม้แบบ เสาและคานควบคุมคุณภาพได้ไม่แน่นอน

การเลือกใช้เสาและคานจาก Double Wall แทนการหล่อเสาและคานที่หน้างาน โดยเสาสำเร็จรูปทำหน้าที่รับน้ำหนักคานและพื้นและคานสำเร็จรูปรับน้ำหนักพื้นเหมือนโครงสร้างคานปรกติแต่มีข้อดีกว่าทำให้งานไม้แบบน้อยลง ลดขั้นตอน สะดวก รวดเร็ว ทำงานง่ายขึ้น และมีคุณภาพดีกว่าเสาสำเร็จรูปแบบอื่นๆเพราะไม่ใช้วิธีเชื่อมแต่ใช้วิธีแบบเดียวกับวิธีต่อทาบ แล้วเทคอนกรีต การติดตั้งเสาและคานจึงแข็งแรงกว่า

Double Wall เป็นคอนกรีตหล่อสำเร็จจากโรงงานมีลักษณะเป็นแผ่นคอนกรีต 2 แผ่นประกบกัน โดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลางซึ่งยึดติดกันด้วยเหล็ก Lattice Girder เนื้อคอนกรีตทั้ง 2 ด้านมีเหล็กเสริมทั้งภายใน และช่องว่างระหว่างผนัง จำนวนและขนาดเหล็กเสริมเป็นไปตามรายการคำนวณที่ต้องการรับน้ำหนัก ช่องว่างตรงกลางมีไว้เพื่อเติมคอนกรีต ที่หน้างาน ทำให้การต่อเชื่อมผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนการก่อสร้างแบบ Conventional นั่นเอง

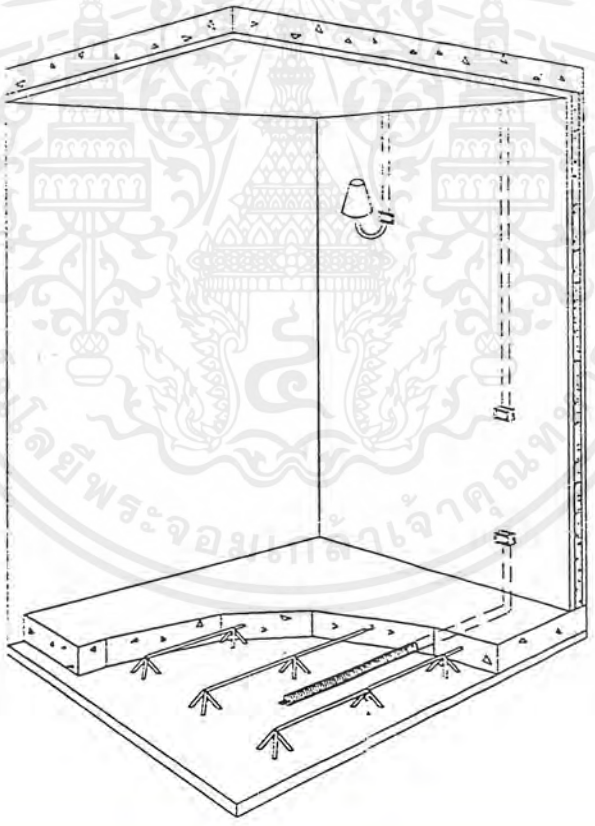
การผลิตเสาคานสำเร็จรูป Double Wall เพื่อใช้กับอาคารต่างๆได้ทุกประเภท เช่น บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ อาคารพาณิชย์ สโมสร โรงเรียน อพาร์ทเม้นท์ เป็นต้น ขนาดกว้าง และหน้าของเสา

คานผลิตได้ตามแบบ และจะนำไปใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน หรือ ผนังสำเร็จรูปชนิด Soild Wall ก็ได้ ลดงานเก็บเนื่องจากเสาและคานได้แนวดิ่งและแนวระนาบที่แม่นยำอยู่แล้ว มีผิวเรียบเนียน ติดตั้งเสร็จทาสีทับได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเสาและคาน Double Wall

1. ลดค่าใช้จ่ายไม้แบบ ใช้แรงงานน้อย
2. ลดขั้นตอนการติดตั้งแบบ หล่อเสา
3. เทคนิคการติดตั้งไม่ยุ่งยาก ทำงานง่ายขึ้น
4. มีความแข็งแรงเช่นเดียวกับระบบ Conventional
5. เทคนิคการติดตั้งแข็งแรงกว่าเสาและคานสำเร็จรูปทั่วไป



รูปที่ 6.5 แสดงรูปการใช้ Double Wall แทนเสาและคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.2 ผนังสำเร็จรูป Double Wall และ Double Wall เป็นเสาและคาน

ใช้ผนังสำเร็จรูปพร้อมเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต ช่วยลดขั้นตอนการก่อสร้างที่หน้างาน งานเสร็จเร็วทำง่ายขึ้น

วิธีการก่อสร้างแบบเก่าใช้เสาและคานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก แล้วจึงเดินท่อร้อยสายไฟ ควบคู่งานก่ออิฐ ฉาบปูนผนัง หากการประสานงานทั้ง 2 กลุ่มไม่สอดคล้องกัน ก็จะทำให้ล่าช้า และจะเห็นว่ามีการทำงานหลายขั้นตอน ต้องใช้เวลาก่อสร้างงาน และมักมีปัญหาร้าวตามแนวท่อ ถ้าต้องสกัดซ่อมก็จะเห็นรอยผิวปูนฉาบเก่ากับใหม่ไม่เสมอกัน

การก่อสร้างด้วยผลิตภัณฑ์ผนังหล่อสำเร็จรูป(Prefabricated Concrete Wall) ชนิด Double Wall และ Soild Wall ช่วยลดขั้นตอนในการก่อสร้างโดยเดินงานระบบบางส่วนมาจากโรงงาน คือ ฝังท่อร้อยสายไฟฟ้า และติด Box สวิทช์หรือปลั๊กไฟฟ้า ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตผนังจากโรงงานเมื่อติดตั้งผนังและพื้นชั้นถัด ไปแล้ว ก็ต่อท่อ และร้อยสายไฟได้โดยสะดวกรวดเร็วเป็นการลดขั้นตอนการทำงาน

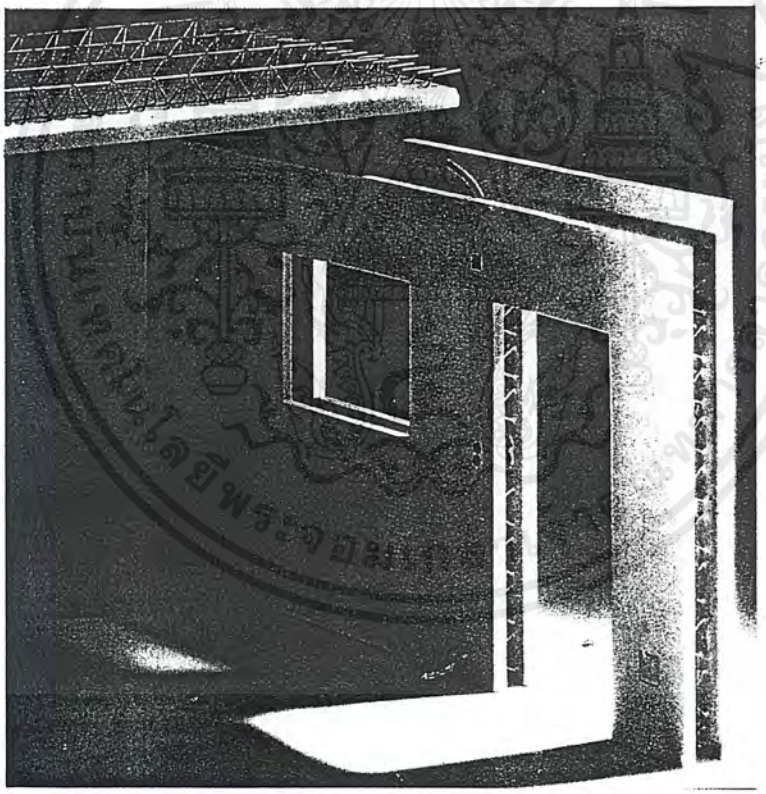
ผนังสำเร็จรูป Double Wall เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกหล่อมาทีละด้านแล้วนำมาประกบกันโดยมีช่องว่างระหว่างกลาง ซึ่งยึดติดกันด้วยเหล็ก Lattice Girder เนื้อคอนกรีตทั้ง 2 ด้านมีเหล็กเสริมทั้งภายในและช่องว่างระหว่างผนังช่องว่างตรงกลางนี้เพื่อเติม Insitu Concrete ที่ Site โดยผนัง Double Wall ยึดติดกับพื้นด้วย Joint Bar ซึ่งการใช้ Wet Process ในงานก่อสร้างส่วนที่เหลือทำให้ Joint Connection ต่าง ๆ มีความแข็งแรงเช่นเดียวกับการก่อสร้างแบบเดิม ในกรณีที่ต้องการเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าจะเดินไว้ระหว่างผนังทำให้ไม่มีปัญหารอยร้าวของผนังตามแนวท่อ

ผนัง Soild Wall เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีความหนาหลายขนาดตั้งแต่ 6.5-12 ซ.ม.ใช้เป็นผนังตกแต่งจะเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าฝังในผนังหรือติด Box ไฟฟ้าได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของผนังสำเร็จรูปที่ฝังท่องานระบบจากโรงงาน

1.ลดขั้นตอนการทำงาน งานเสร็จเร็ว
2.ลดจำนวนแรงงาน รวมทั้งค่าแรงลดลง
3.ไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม นอกจากค่าวัสดุที่ใช้
4.งานเรียบร้อย ดีกว่างานเดินสายไฟร้อยท่อในผนังแบบเก่า



รูปที่ 6.6 แสดงรูปการใช้ Double Wall แทนเสาและคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.3 ผนังสำเร็จรูป Double Wall และ Solid Wall

ใช้ Double Wall และ Solid Wall เจาะช่องประตูหน้าต่าง จากโรงงานลดขั้นตอนการก่อสร้างหมดปัญหาผนังแตกร้าว

วิธีติดตั้งวงกบประตู หน้าต่างในงานก่อสร้างแบบเก่าทำงานหลายขั้นตอนต้องตั้งเสาเอ็น ทับหลัง มีปัญหาแตกรวของปูนตามมุมวงกกประตู หน้าต่าง มีงานเก็บมากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นล้วนเพิ่มต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งสิ้น

ถ้าต้องการลดขั้นตอนก่อสร้างทำงานสะดวกขึ้นควบคุมคุณภาพได้แน่นอน เลือกใช้ Double Wall และ Solid Wall ดีกว่าเนื่องจากการเจาะช่องประตู,หน้าต่าง,Box ไฟฟ้า,ช่องระบายอากาศหรือช่องเปิดของผนัง ทำเสร็จจากโรงงานรวมทั้งติดตั้งวงกบและเดินท่อระบบไฟฟ้า ประปาจากโรงงานด้วยก็ได้ การเจาะช่องทำได้ตามจินตนาการของผู้ออกแบบไม่จำกัดขนาดและรูปแบบของผนัง แต่สูงสุด 3x18ม. ต่อชิ้น ผลิตได้ตามแบบโดยไม่จำกัดจำนวนต่ำสุด มีความแข็งแรงตามรายการคำนวณที่ต้องการจากเหล็กเสริม

ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป Double Wall และ Solid Wall ใช้ตกแต่งอาคารภายนอก และภายในผิวหนังเนียนเรียบได้ระนาบ 2 ด้านไม่ต้องฉาบทับปราศจากรอยร้าว เมื่อตั้งเสร็จทาสีทับได้ทันทีงานเก็บน้อยเป็นฉนวนกันความร้อนดีส่วนกรณีที่ใช้ผนัง Double Wall เป็นผนังรับน้ำหนักโดยใช้รวมกับแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ได้เสริมเหล็กทำให้สามารถเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ปราศจากเสาและคาน ลดต้นทุนก่อสร้างได้สูงถึง 20%และลดขั้นตอนการก่อสร้างได้เร็วถึง 50%

ผนัง Double Wall เป็นผนังคอนกีดเสริมเหล็กที่ถูกหล่อมาทีละด้านแล้วมาประกบกันโดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลาง ซึ่งยึดติดกันด้วยเหล็ก Lattice Girber Wall เนื้อคอนกรีตทั้ง 2 ด้านมีเหล็กเสริมทั้งภายใน และช่องว่างระหว่างผนัง ช่องว่างตรงกลางนี้เพื่อเติม Insitu Concrete ที่หน้างานด้วยผนัง 15-30 ซ.ม. ทั้งนี้ Double Wall ยังใช้ก่อสร้างส่วนต่างๆของอาคารขนาดใหญ่ได้หลายบริเวณ เช่น ผนังกันตก ผนังชั้นใต้ดิน ผนังช่องบันไดหนีไฟ ช่องลิฟท์ ผนังตกแต่ง คานและเสา เป็นต้น

ผนัง Solid Wall เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กมีความหนาหลายขนาดตั้งแต่ 6.25-12 ซ.ม. ใช้เป็นผนังตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

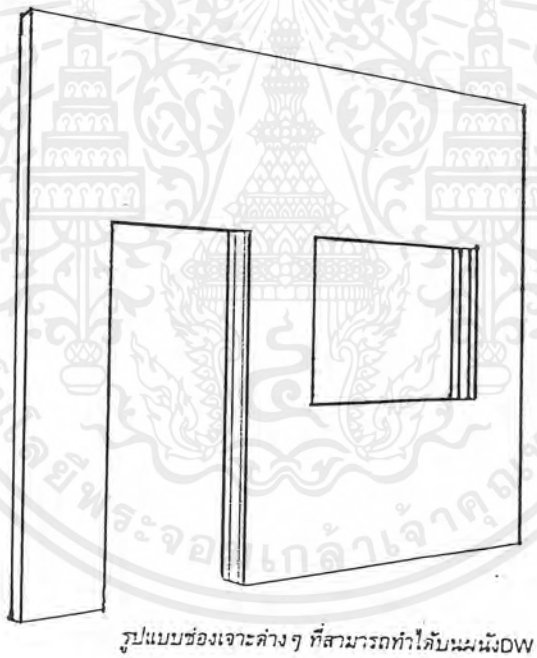
ผนัง Double Wall และSolid Wall เจาะช่องเสร็จจากโรงงานมีข้อดี คือ

1.ลดขั้นตอนการก่อสร้าง ไม่ต้องตั้งเสาเอ็น ทับหลัง

2.ลดต้นทุนการก่อสร้าง

3.เจาะช่องประตู หน้าต่าง หรือรูปแบบต่างได้

4.ไม่มีปัญหาแตกร้าวของปูนตามมุมวงกบประตู หน้าต่าง



รูปแบบช่องเจาะต่าง ๆ ที่สามารถทำได้บนผนังDW

รูปที่ 6.7 แสดงรูป Double Wall ที่ใช้เป็นผนังรับน้ำหนักและรูปแบบการเจาะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.4 เทคนิคการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป

การก่อสร้างรั้ววิธีเก่าต้องใช้เวลานาน ทำงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่ การตอกเข็ม ทำฐานราก ทำคานคอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อเสา ก่ออิฐ ทำทับหลัง ทาสี มักพบปัญหาคุณภาพไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฝีมือช่าง พังร้าวง่าย

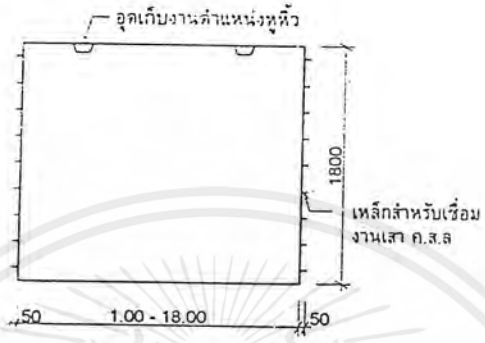
การก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป ลดขั้นตอนการทำงาน เริ่มตั้งแต่การตอกเข็ม ทำฐานราก ติดตั้งผนังรั้ว Solid Wall หล่อเสาเทคอนกรีตเพื่อยึดผนัง ไม่ต้องฉาบ ติดตั้งเสร็จทาสีทับได้ทันที

ผนัง Solid Wall เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก จึงไม่มีปัญหาเรื่องของการแตกร้าว มีความแข็งแรง คงทนถาวร คุณภาพแน่นอน มีความหนาหลายขนาด เช่น 6.5, 9.5 ซ.ม. ผนังผลิตได้ตามความยาวช่วงเสา ติดตั้งง่าย งานเสร็จรวดเร็ว ผิวผนังเนียนเรียบ 2 ด้าน สวยงาม

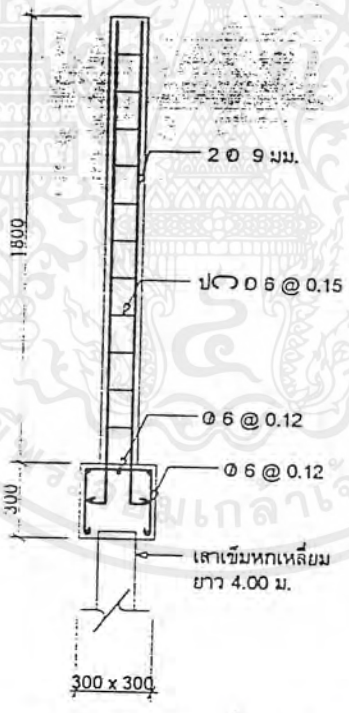
ลักษณะเด่นของรั้วผนัง Solid Wall

1. ลดขั้นตอนการก่อสร้าง งานเสร็จรวดเร็ว
2. ราคาถูกกว่าระบบเดิม ขณะที่มีคุณภาพดีกว่า
3. ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก แข็งแรง ไม่มีปัญหาการแตกร้าว
4. ผิวเรียบทั้ง 2 ด้าน งานเรียบร้อย สวยงาม โดยไม่ต้องฉาบ
5. เดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ในผนังจากโรงงานได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผนังรั้ว Solid Wall



แบบขยายโครงสร้างฐานรากและเสารั้ว

รูปที่ 6.8 แสดงรูป รั้ว Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.5 เทคนิคการติดตั้งผนังชั้นใต้ดิน

การก่อสร้างผนังชั้นใต้ดิน เพื่อทำเป็นห้องใต้ดิน ที่จอดรถ ชั้นใต้ดิน ถังเก็บน้ำ บ่อบำบัดน้ำเสีย ต้องการผนังที่มีความแข็งแรง รับแรงดันดินจากภายนอกและน้ำหนักในแนวดิ่งได้ดี ไม่มีปัญหาการแตกร้าว ป้องกันปัญหารั่วซึมจากน้ำใต้ดิน

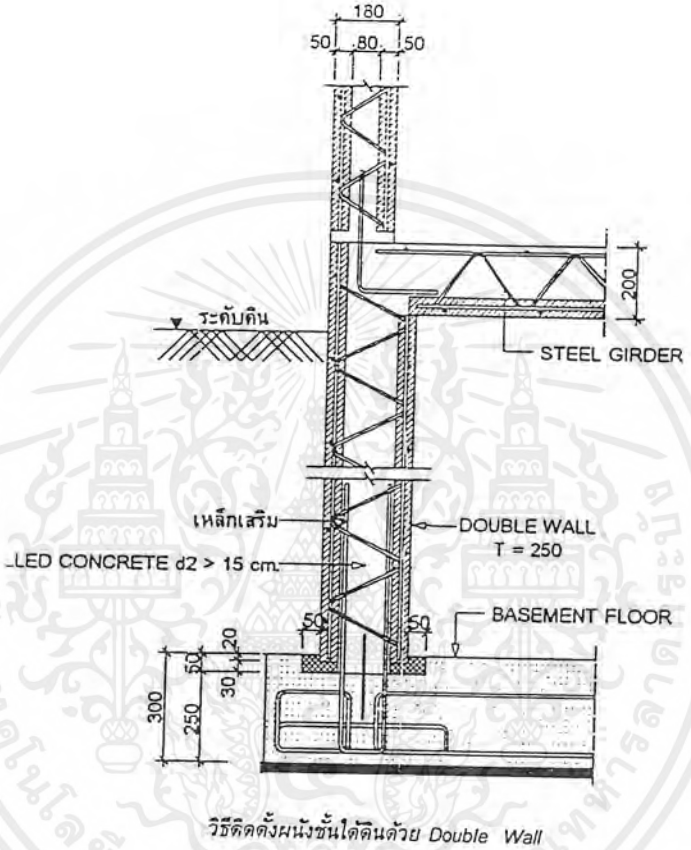
ผนังสำเร็จรูป Double Wall เป็น Precast Concrete Panel ที่มีผิวเรียบทั้ง 2 ด้าน และมีช่องว่างตรงกลางเพื่อเติม Insitu Concrete ที่หน้างาน ซึ่งการใช้ Wet Process ในการก่อสร้างหลังติดตั้งผนังสำเร็จรูปนี้ทำให้เกิดการต่อเชื่อม Joint Connection ต่าง ๆด้วยคอนกรีตที่ใช้เทระหว่างผนังนั้นผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกัน ป้องกันน้ำเข้า ไม่มีปัญหารั่วซึมตามรอยต่อต่าง ๆ ในภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างผนังชั้นใต้ดินในเขตกรุงเทพ และปริมณฑลซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินสูง

ผนัง Double Wall ใช้รับแรงทั้ง 2 ด้านทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน คือ เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักในแนวดิ่งจากผนังด้านบน และเป็นกำแพงกันดินที่ประสิทธิภาพ เป็นวิธีการก่อสร้างที่รวดเร็ว ทำงานสะดวก เพราะไม่ต้องตั้งไม้แบบ ไม่ต้องฉาบ ระยะเวลาในการตั้ง Sheet Pile สั้นลง ลดงานเก็บ ความแข็งแรงเป็นไปตามรายการคำนวณที่ต้องการรับน้ำหนัก เพราะผลิตตามแบบ ติดตั้งเสร็จทาสีได้เลย

ลักษณะเด่นของผนังชั้นใต้ดินที่สร้างด้วย Double Wall

1. ลดขั้นตอนการทำงาน งานเสร็จเร็วขึ้น
2. ลดระยะเวลาการก่อสร้าง 2 เท่า
3. ลดต้นทุนการก่อสร้าง
4. งานมีคุณภาพ เรียบร้อย สวยงาม
5. มีความแข็งแรง เรียบร้อย สวยงาม
6. มีความแข็งแรง ไม่มีปัญหารั่วซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 แสดงรูป วิธีติดตั้งผนังชั้นใต้ดินด้วย Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.6 เทคนิคการติดตั้งผนังกันตก

วิธีการก่อสร้างผนังกันตกแบบเก่า มักพบปัญหาหลายประการ เช่น

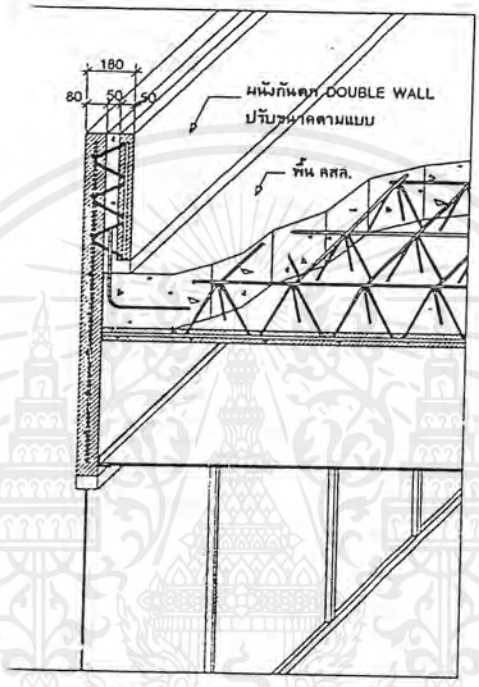
1. การฝังเพลทเหล็กที่ขอบพื้น และเชื่อมติดกับผนัง เป็นวิธีที่ล่าช้า ติดตั้งยาก ไม่แข็งแรง
2. ผนังแตกร้าวจากการฉาบปูน
3. ขาดความเรียบร้อยของงาน มีงานเก็บมาก
4. รั่วซึมได้ง่าย

ผนัง Double Wall ของระบบ HP System เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกหล่อมาทีละด้าน โดยมีเหล็กเสริมอยู่ภายในเนื้อคอนกรีต แล้วนำมาวางประกบกัน ยึดติดกันด้วย Lattice Girder มีช่องว่างระหว่างกลางไว้เทคอนกรีตขณะติดตั้ง จึงไม่มีปัญหาในการรั่วซึม ไม่ต้องยาแนวรอยต่อ ความแข็งแรงเป็นไปตามรายการคำนวณที่ต้องการรับน้ำหนักจากจำนวนและขนาดของเหล็กเสริมทั้งภายนอกและภายในเนื้อคอนกรีตหรือช่องว่างระหว่างผนัง มีผิวภายนอกเรียบ 2 ด้านทั้งภายนอกและภายในอาคาร เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วทาสีทับได้เลย

ลักษณะเด่นของผนังกันตกโดยใช้ Double Wall

1. ลดขั้นตอนการทำงาน เก็บงานน้อย
2. แข็งแรง สามารถใช้กับโครงสร้างเสา คานได้
3. ผลิตได้ตามแบบ โดยไม่จำกัดขนาดและรูปแบบ
4. ผิวผนังเรียบเนียนทั้ง 2 ด้าน สวยงาม
5. ชิ้นงานยาวได้ถึง 18 เมตร โดยไม่มีรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีติดตั้งผนังกันตกและพื้นคสล.

รูปที่ 6.10 แสดงรูป ผนังกันตก Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

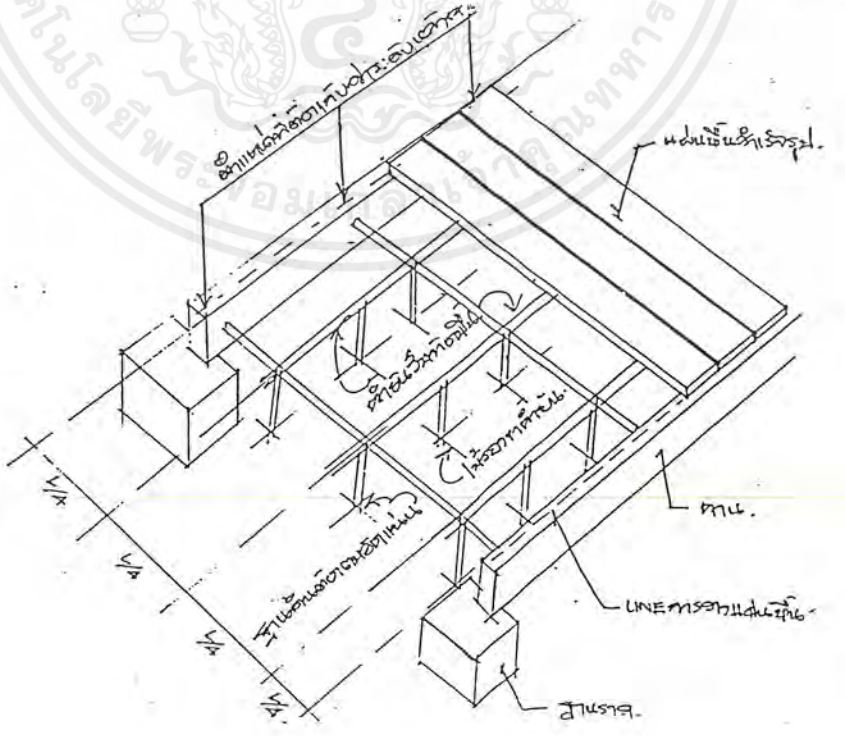
6.6 เทคนิคการก่อสร้างบ้านระบบ HP

6.6.1 งานพื้นชั้นที่ 1

1. ขั้นตอนการทำงาน

1. ก่อนวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปและทำค้ำยันพื้น ให้ทำการเก็บระดับหลังคาน เพื่อหาค่าระดับที่แตกต่างกันก่อนทุกครั้ง (เสนอทางฝ่ายตรวจสอบ)
2. งานระบบประปาชั้นที่ 1 ต้องได้รับการตรวจสอบผ่านก่อน
3. งานค้ำยันท้องพื้นจะต้องแข็งแรง, ไม่ทรุดตัว, ระดับหลังไม้ค้ำยันต้องรองรับท้องพื้นได้พอดี และต้องได้รับการตรวจสอบก่อนวางแผ่นพื้น
4. แผ่นพื้นที่จะยกมาวางนั้นจะต้องถูกตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าไม่มีรอยร้าวและหัก
5. ความยาวของแผ่นพื้นจะต้องได้ระยะตามที่สั่งซื้อไป เพราะจะมีผลกับระยะการวางแผ่นพื้น
6. การวางแผ่นพื้นควรให้ได้ระยะและ LINE ที่กำหนดให้และห้ามใช้วัสดุรองแผ่นพื้นกับหลังคาน

ในกรณีที่หลังคานต่ำ ห้ามนำปูนทรายหรือวัสดุอย่างอื่นมารองท้องพื้น เพื่อให้ได้ระดับโดยเด็ดขาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

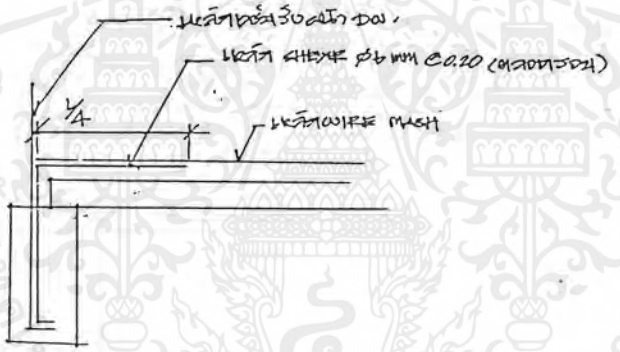
2. การเข้าแบบขอบพื้น

7.1 แบบที่ใช้จะต้องแข็งแรง (ควรได้รับการเห็นชอบจากฝ่ายบริหารโครงการก่อนทุกครั้ง)

7.2 หลักยึดแบบไม่ควรห่างมาก ถ้าเป็นไม้อัดขนาด 10 มม. ไม่ควรเกิน 0.30 เมตร ถ้าเป็นไม้กระดานไม่ควรเกิน 0.60 เมตร (ขึ้นอยู่กับสภาพของเนื้อไม้ด้วย)

7.3 การเข้าแบบนั้นแนวการตั้งแบบจะต้องได้ระดับน้ำและแนว

3. เหล็กเสริมพื้น



ในกรณีพื้นหนา 0.10 มม. โดยใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูป

5. งานคอนกรีต

1. ระดับที่ให้จะต้องถูก OFF ไว้ที่ 0.30ม. สำหรับการตรวจสอบงานเทคอนกรีตทุกๆ 2.00x2.00 ม.
2. ก่อนเทคอนกรีตจะต้องราดน้ำที่พื้นที่ให้ชุ่มและตามด้วยน้ำปูน
3. อุดรูรั่วของแบบให้หมด
4. จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ให้พร้อมรวมทั้งเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเทคอนกรีตควรปล่อยคอนกรีตจากแนวคานออกไปหากลางพื้น และให้ไล่คอนกรีตอย่าปล่อยคอนกรีตกองเป็นจุด ๆ เดียว
6. ในขณะที่เทคอนกรีตห้ามคนงานขึ้นไปเหยียบที่ขอบแบบ และต้องคอยหมั่นตรวจสอบระดับอยู่ตลอดเวลา
7. เมื่อเทคอนกรีตเสร็จ ขณะที่แต่งผิวหน้าปูนให้ตรวจสอบค่าระดับอีกครั้ง ถ้ามีผิดให้แก้ไขทันที
8. เทคอนกรีตเสร็จ ให้จัดคนงานทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทั้งหมดทันที
9. ก่อนสั่งคอนกรีตทุกครั้งให้ตรวจสอบเส้นทางจราจรทุกครั้ง
10. งานถอดแบบและบ่ม
    10.1 จะต้องถอดแบบอย่างระมัดระวัง
    10.2 ทำความสะอาดและบำรุงรักษาแบบหล่อ ทุกครั้งที่มีการออกแบบ
    10.3 จัดเก็บให้เป็นชุด และถูกจุดที่กำหนดทุกครั้งที่มีการออกแบบ
    10.4 ควรบ่มคอนกรีตทันทีที่เริ่มแข็งตัว โดยการใช้น้ำราดด้วยสายยางให้ชุ่ม

6.6.2 งานผนัง

1. งาน LINE และงานระดับ

ความหนาของผนังสำเร็จรูป

จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคาร แต่จะขอยกตัวอย่างที่ใช้ในบ้านพักอาศัย ดังนี้

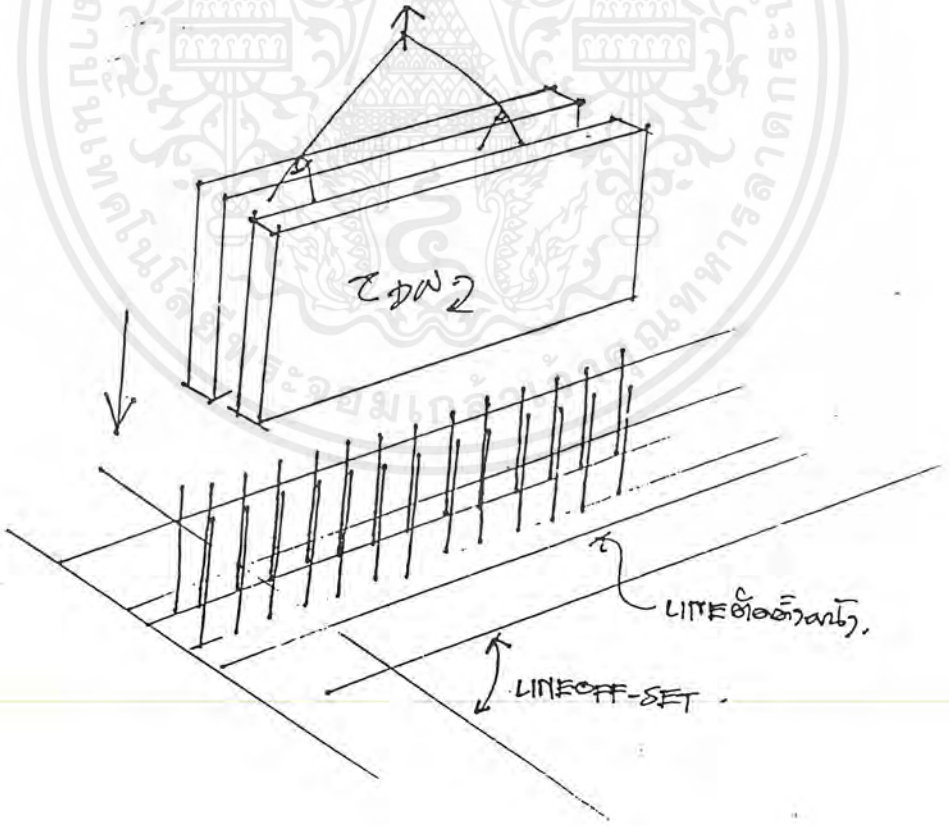
- ผนัง DOUBLE WALL จะมีความหนาที่ 0.15 ,0.18 และ 0.25 เมตร
- ผนัง SOLID WALL จะมีความหนาที่ 0.065 และ 0.095 เมตร

2. การติดตั้งผนัง

1. ก่อนยกแผ่นผนังให้หมั่นตรวจสอบสภาพเครนด้วย
2. สลิงยกแผ่นต้องอยู่ในสภาพที่ดี (ไม่มีจุดตำหนิ)
3. แผ่นผนังที่มีโฟม BOX อยู่ให้แกะออกก่อนยกแผ่น ถ้าเป็นโฟมกั้นระยะเสาห้ามแกะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ก่อนยกแผ่นให้ตรวจสอบหมายเลขเบอร์แผ่นให้แน่นอนว่าถูกต้องตามแบบหรือไม่
5. เวลาใช้ตะขอเกาะที่หูหิ้วแผ่นให้จัดตะขอให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม (คือไม่เอียงและไม่บิ่น)
6. ตะขอที่ใช้ต้องมีแบบฝาปิด
7. การให้เครนยกแผ่นจะต้องไม่ให้เครนยกใน 2 ลักษณะคือ
   7.1 ต้องไม่ยกแผ่นพร้อมกับการสวิงไปด้วยพร้อมกัน
   7.2 จะต้องยกแผ่นจากแท่นขึ้นไปให้พ้นระดับที่ไม่ต้องการก่อนแล้วจึงค่อย สวิงเครนไปยังจุดติดตั้ง
8. ให้จัดเหล็กเสริม BOWEL ที่พื้นให้ตรงและตาม LINE และให้ตรวจสอบดูว่าที่เหล็กเสริมครบหรือไม่ถ้าไม่ครบไม่ควรติดตั้งแผ่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ลักษณะการติดตั้ง (เมื่อเราทราบรายละเอียดของข้อ 1-8 แล้ว)

9.1 ยกแผ่นผนังมาที่จะติดตั้งค่อยๆหย่อนแผ่นลงยังตำแหน่ง

9.2 ให้ระวังเหล็ก DOWEL ด้วยว่าจะชนหรือค้ำเหล็ก GL ทำให้ตำแหน่งแผ่นผนังไม่เลื่อนลง

9.3 ขณะที่แผ่นผนังหย่อนลงมา ถ้าถึงระดับที่คนงานประคองแผ่นได้ดีรีบประคองทันที เพราะแผ่นจะแกว่งไปมาจะมีอันตราย

9.4 เมื่อแผ่นลงมาถึงระดับให้ใช้ลิ่มลองที่ตีนผนังทันทีโดยยังไม่ปลดสลิง

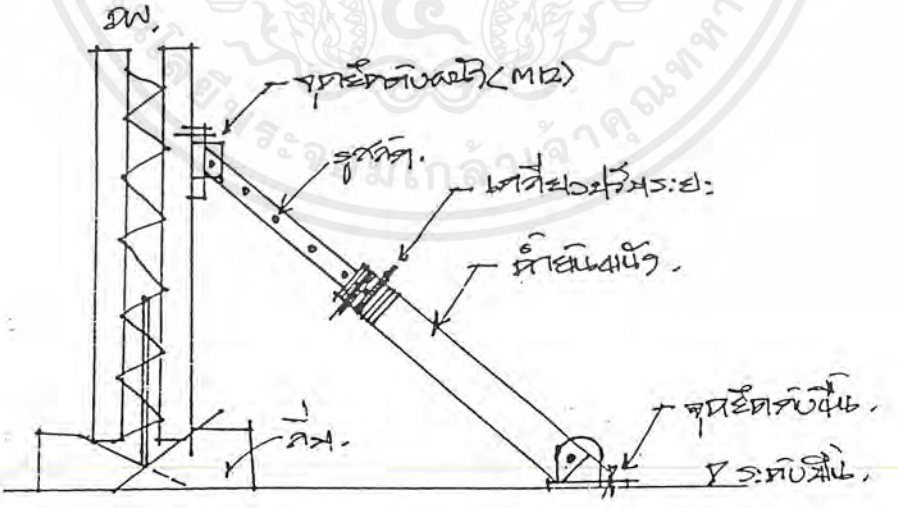
9.5 การจัดระดับแผ่นให้ได้ระดับ โดยการค่อย ๆ เลื่อนลิ่มออก ในกรณีที่ระดับผนังสูงกว่าที่กำหนด ถ้าผนังต่ำไม่มากให้ตอกลิ่มเข้าไป แต่ถ้าตอกไม่ได้ให้ใช้เครนค่อย ๆ ยกขึ้น

9.6 ในกรณีของผนัง Solid Wall ให้ใช้ปูนซีเมนต์มอร์ตารองตีนผนังตลอดแนวความยาวของผนัง

9.6.1 ผนังภายนอกและห้องน้ำ ให้ใช้ปูนซีเมนต์กาว

9.6.2 ผนังภายในและห้องน้ำ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ธรรมดา

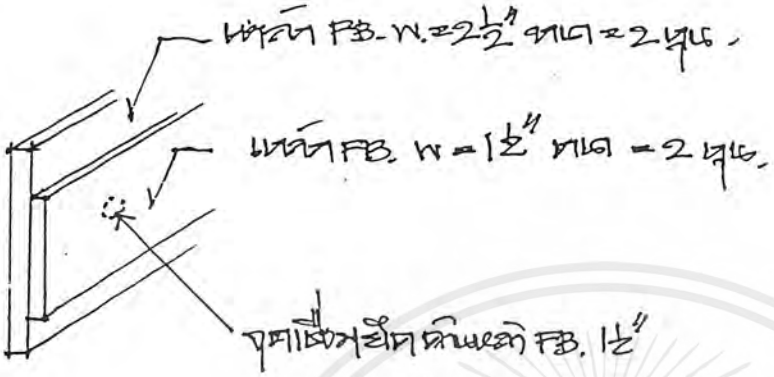
9.7 การรองลิ่มของผนัง Solid Wall นั้นให้รองรับในลักษณะที่ให้ระดับแผ่นผนังสูงกว่าระดับไว้ก่อน จากนั้นค่อย ๆ ถอยลิ่มออกทีละนิด ขณะที่ถอยให้ดูระดับแผ่นตลอดเวลา เมื่อได้ระดับแล้วให้ตกแต่งปูนมอร์ตาให้เรียบร้อย

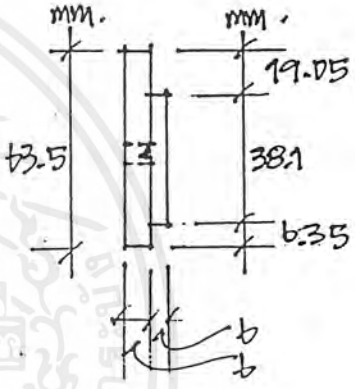


9.8 เมื่อตั้งแผ่นได้ระดับและ Line ดีแล้วให้จัดการค้ำยันทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของแบบหล่อ





1.1 ชนิดของแบบหล่อ

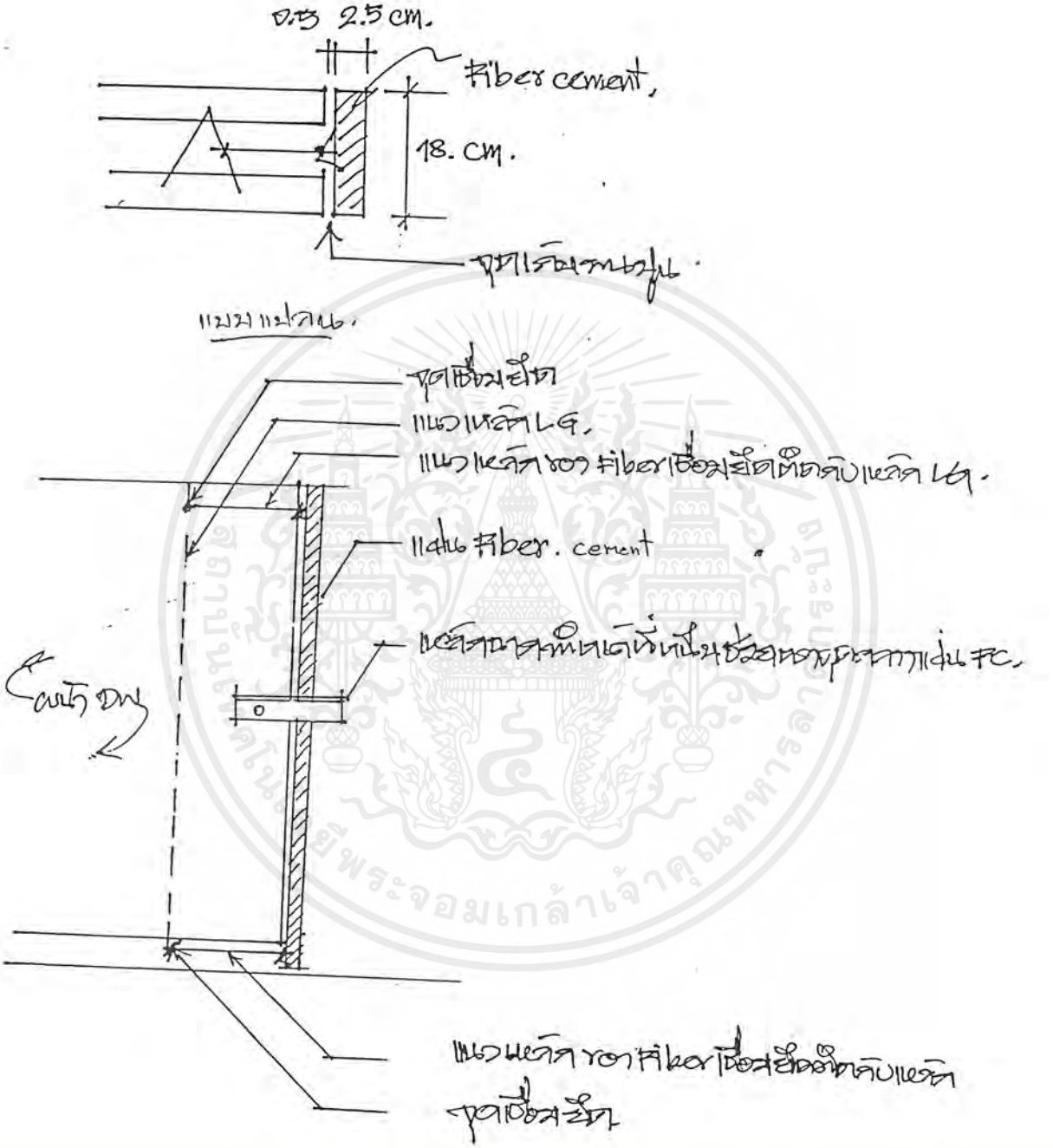
1.1.1 แบบที่เป็นไม้

1.1.2 แบบที่เป็นเหล็ก

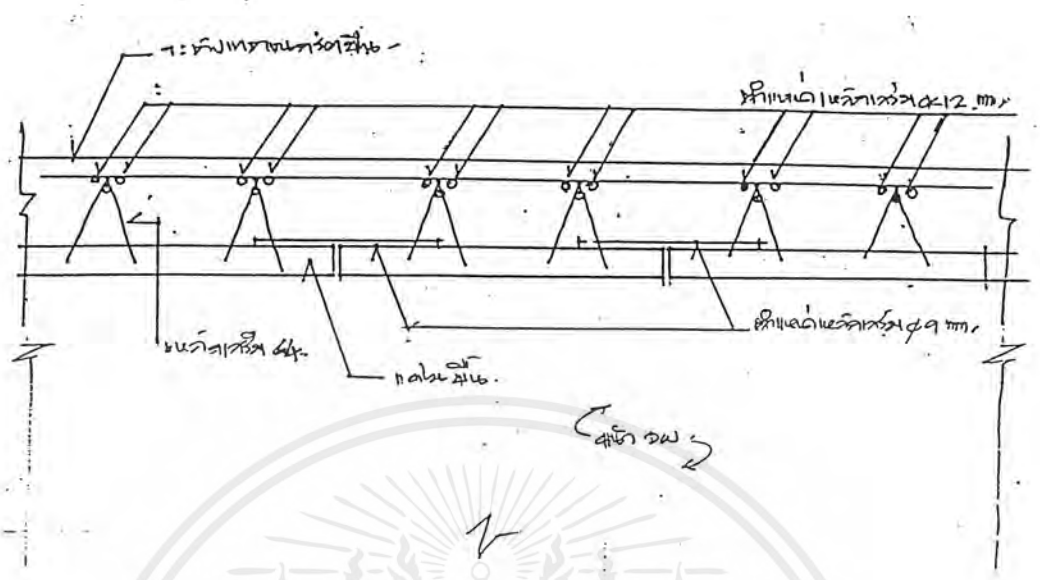
1.1.3 Fiber Cement

1.2 การติดตั้ง Fiber Cement ถือเป็นงานเข้าแบบชนิดหนึ่งที่ใช้ปิดด้านข้างของผนัง Double Wall หรือตามช่องเปิดของผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

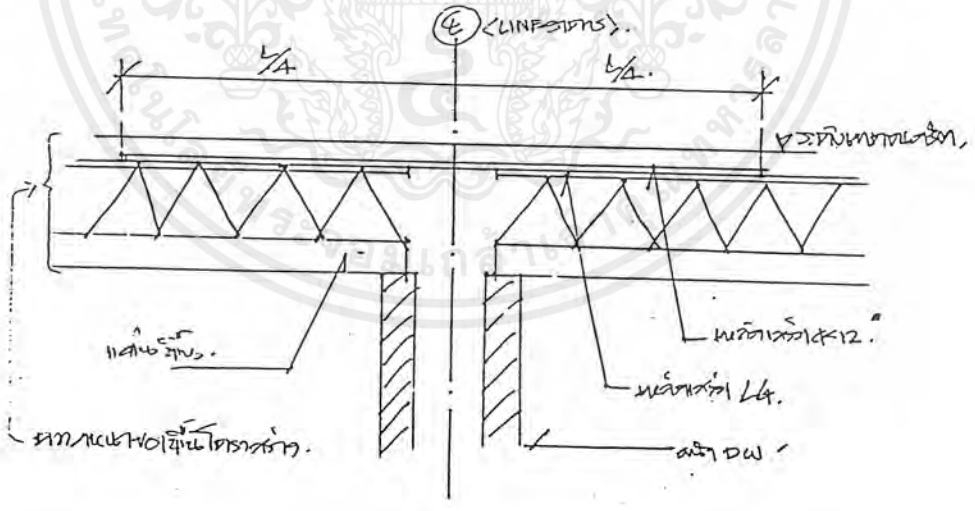


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบรูปตัด 2-2 แสดงตำแหน่งการวางเหล็กเสริม ⌀ 12

รูปแบบรูปตัด 2-2 แสดงตำแหน่งการวางเหล็กเสริม k 12



รูปแบบรูปตัด 3-3 แสดงตำแหน่งการวางเหล็กเสริม ⌀ 12

รูปแบบรูปตัด 3-3 แสดงตำแหน่งการวางเหล็กเสริม k 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุป
(SUMMARY)

7.1 บทนำ

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้มากขึ้นในการก่อสร้างอาคาร บ้านพักอาศัยในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีผู้อยู่อาศัยอีกจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจถึงระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปนี้ และมีความคิดในเรื่องของความมั่นคงแข็งแรงว่า การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นไม่แข็งแรง เพราะเพียงแต่เป็นการนำเอาชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบต่อกันเท่านั้น จากการศึกษาโครงงานพิเศษนี้จะเป็นตัวแสดงให้เห็นว่าการที่บ้านพักที่อยู่อาศัยจะแข็งแรงหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับระบบของโครงสร้างของตัวบ้านหรืออาคาร โดยที่ระบบการก่อสร้างแบบธรรมดาจะมีแนวทางในการออกแบบอย่างหนึ่ง ส่วนระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปนั้นก็จะมีการออกแบบอีกอย่างหนึ่งตามลักษณะของบ้านว่าจะเป็นการก่อสร้างรูปแบบใด (ในที่นี้จะกล่าวถึง 3 ระบบ คือ ระบบซีคอน ระบบผนังรับแรง และระบบ Double Wall) ซึ่งโครงสร้างของระบบสำเร็จรูปนั้นจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและจุดเชื่อมต่อ (JOINT) เมื่อก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะของบ้านที่กลมกลืนเหมือนกับระบบก่อสร้างแบบธรรมดาทุกอย่างหรือบางครั้งอาจจะมีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจากโรงงานซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีและได้มาตรฐานกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดาที่จะใช้การหล่อในที่ (Insitu) และผนังก็ยังเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความแข็งแรงกว่าอิฐทั่วไป

ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนี้จะต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปประกอบติดตั้ง จึงจำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคขั้นสูงและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ในการติดตั้ง การประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นถึงจะมีวิธีการประกอบชิ้นส่วนไม่ยุ่งยากมากนัก แต่ระบบสำเร็จรูปนี้จำเป็นที่จะต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญงานในการติดตั้งอยู่บ้าง เพราะในงานก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปนี้ไม่จำเป็นต้องอาศัยช่างฝีมือเพราะงานจะไม่เน้นด้านความประณีตสวยงาม แต่จำเป็นที่จะต้องมีความชำนาญในงานเฉพาะด้าน เช่น ฐานราก งานติดตั้งชิ้นส่วน งานเชื่อมเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในบทนี้จะเป็นการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบการก่อสร้างบ้านต่าง ๆ ในปี 2000 ทั้งในด้านของราคา ระยะเวลาในการก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง รวมทั้งการวางแผนในระบบต่าง ๆ ซึ่งจะได้แยกเปรียบเทียบต่อไป

7.2 การสรุปข้อเปรียบเทียบการวางแผนงานของการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ

7.2.1 การวางแผนการก่อสร้างระบบธรรมดา

1. การออกแบบ
2. การเตรียมงานฐานราก
3. งานฐานราก
4. คานคอดินและขึ้นเสาชั้น 1
5. คานชั้น 2
6. เทพื้นชั้น 2 ครบกำหนดขึ้นเสาชั้น 2
7. ทำคานรัดรอบหลังคา
8. งานหลังคา
9. งานก่ออิฐและฉาบปูน
10. เทพื้นชั้นหนึ่ง
11. งานทาสี
12. งานตกแต่งภายในและงานสถาปัตย์

7.2.2 การวางแผนการก่อสร้างระบบซีคอน

1. การออกแบบ
2. การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (เสา คาน และพื้น)
3. งานฐานราก
4. งานกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง
5. งานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป
6. การทาบเหล็กและการเชื่อม
7. งานก่ออิฐและฉาบปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. งานหลังคา
9. งานทาสี
10. งานตกแต่งภายในและงานสถาปัตย์

1.2.3 การวางแผนการก่อสร้างระบบผนังรับแรง

1. การออกแบบ
2. งานฐานราก

ผนังจะหล่อเป็น Precast อาจจะหล่อที่โรงงาน หรือหน้างานก็ได้ตามความเหมาะสม โดยจะมีการเว้นประตูหน้าต่างไว้ ซึ่งอาจกั้นด้วยไม้หรืออุดด้วยโฟมตามความเหมาะสม

สำหรับบ้าน 2 ชั้น จะไม่มีเสา จะใช้ Bearing Wall คานอาจจะมีก็ได้ในส่วนของคานที่ยื่น เพราะต้องมี Cantilever Beam

หลังจากเสร็จงานฐานราก จะทำการเทพื้นชั้นล่าง เมื่อคอนกรีตพื้นได้กำลังแล้วจะทำการติดตั้งผนัง โดยแต่ละชิ้นส่วนของผนังจะถูกยึดติดกันด้วยเหล็กเดือยที่ฝังไว้ในขั้นตอนการผลิต สำหรับการเชื่อมเพื่อปิดรอยต่อนี้จะทนต่อการยืดหดตัว ผนังจะถูกติดตั้งและใช้มอร์ตาร์แนวปิดรอยกันซึม

หลังคาวางบนผนัง ซึ่งมีลักษณะคล้ายระบบ HP Construction ในส่วนของผนังจะพยายามทำให้เรียบตั้งแต่กระบวนการผลิต เพื่อจะได้ไม่ต้องฉาบปูน และทาสีได้เลย

งานทางสถาปัตย์และตกแต่งภายใน

2.2.3 การวางแผนการก่อสร้างระบบ HP

1. การออกแบบ เขียนแบบด้วย CAD
2. ผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากการออกแบบด้วย CAD
3. สำรวจแนวการวางผนัง
4. งานฐานราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การขนย้ายวัสดุและการกองเก็บ
6. ติดตั้งชิ้นงานที่หน้างานก่อสร้าง
7. เทคอนกรีตลงบนผนังและพื้น
8. เดินท่อสายไฟฟ้าและประปา
9. ก่อสร้างชั้นต่อไป
10. งานหลังคา
11. ทาสีตกแต่งงานสถาปัตย์และตกแต่งภายใน

7.2.5 สรุปงานการวางแผนทั้ง 4 ระบบ

จากข้อมูลการวางแผนงานของการก่อสร้างทั้ง 4 ระบบ สามารถสรุปได้ว่า ในส่วนของงานก่อสร้างฐานรากทั้ง 4 ระบบจะใช้วิธีการก่อสร้างเหมือนกัน แต่ทั้ง 4 ระบบจะเริ่มแตกต่างกันตรงงานก่อสร้างในส่วนของโครงสร้าง (คาน พื้น ผนังและรวมถึงเสา) โดยจะพิจารณาในแต่ละส่วนของโครงสร้างดังนี้

1. ความแตกต่างกันในส่วนของโครงสร้างเสา

- ระบบหล่อในที่ จะมีวิธีการก่อสร้างเสาโดยทำการหล่อในที่ที่หน้างาน
- ระบบซีคอน จะใช้เสาสำเร็จรูปที่หล่อเสร็จจากโรงงานแล้วมาติดตั้ง
- ระบบ HP Construction จะไม่ใช้เสาเป็นโครงสร้างแต่จะใช้ผนัง Double Wall เป็นตัวรับน้ำหนักแทนเสา
- ระบบผนังรับแรง จะเหมือนกับระบบ HP

2. ความแตกต่างกันในส่วนของผนัง

- ระบบหล่อในที่ จะใช้ผนังก่ออิฐ
- ระบบซีคอน จะใช้ผนังก่ออิฐ
- ระบบ HP Construction จะใช้ ผนัง Double Wall ซึ่งเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อสำเร็จแล้วจากโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบผนังรับแรง จะใช้ผนัง Precast Concrete ที่หล่อมาจากโรงงานหรือที่บริเวณหน้างานก่อสร้างตามแต่ความเหมาะสม

3. ความแตกต่างกันในส่วนของคาน

- ระบบหล่อในที่ จะใช้การหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กหน้างาน
- ระบบซีคอน จะใช้คานหล่อสำเร็จมาจากโรงงาน
- ระบบ HP Construction จะใช้ ผนัง Double Wall ซึ่งทำหน้าที่เป็นคาน
- ระบบผนังรับแรง จะใช้ผนัง Precast Concrete ซึ่งทำหน้าที่เป็นคาน

4. ความแตกต่างกันในส่วนของพื้น

- ระบบหล่อในที่ จะทำการหล่อพื้นหน้างาน
- ระบบ HP CONSTRUCTION จะใช้ Half Slab ผลิตที่โรงงาน
- ระบบซีคอน จะใช้พื้นตัวทีแล้วเท TOPING
- ระบบผนังรับแรง จะทำการหล่อพื้นหน้างาน

7.3 การสรุปข้อเปรียบเทียบระยะเวลาของการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ

จากแผนระยะเวลาการก่อสร้างในภาคผนวก ง ของทั้ง 4 ระบบ สามารถสรุปได้ว่า ในส่วนของงานก่อสร้างฐานรากทั้ง 4 ระบบจะใช้เวลาการก่อสร้างเหมือนกัน แต่ทั้ง 4 ระบบจะเริ่มแตกต่างกันตรงงานก่อสร้างในส่วนของโครงสร้าง (คาน พื้น ผนังและรวมถึงเสา) โดยจะพิจารณาในแต่ละส่วนของโครงสร้างดังนี้

ณ ที่นี้จุดสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบคือระยะเวลาก่อสร้างส่วนโครงสร้าง

- ระบบหล่อในที่ 87 วัน
- ระบบ HP CONSTRUCTION 12 วัน
- ระบบซีคอน 39 วัน
- ระบบผนังรับแรง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 การสรุปข้อเปรียบเทียบราคาของการก่อสร้างบ้านในแต่ละระบบ

จากแผนระยะเวลาการก่อสร้างในภาคผนวก ง ของทั้ง 4 ระบบ สามารถสรุปได้ว่า ในส่วนของงานก่อสร้างฐานรากทั้ง 4 ระบบจะใช้เวลาการก่อสร้างเหมือนกัน แต่ทั้ง 4 ระบบจะเริ่มแตกต่างกันตรงงานก่อสร้างในส่วนของโครงสร้าง (คาน พื้น ผนังและรวมถึงเสา) โดยจะพิจารณาในแต่ละส่วนของโครงสร้างดังนี้

ระบบการก่อสร้าง	ราคาเฉพาะส่วนโครงสร้าง (บาท)	ราคารวม (บาท)	ราคาต่อตารางเมตร (บาท/ตารางเมตร)
ระบบหล่อในที่	585,260	1,028,984	7,223
ระบบซีคอน (ต่อ 30 หลัง)	532,588	976,312	6,853
ระบบผนังรับแรง (ต่อ 30 หลัง)	600,032	1,043,756	7,327
ระบบ HP Con. (ต่อ 30 หลัง)	472,977	911,308	6,397

7.5 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบระหว่างระบบบ้านสำเร็จรูปและระบบธรรมดา

การขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้าง

ระบบสำเร็จรูปจะคำนึงถึงการขนส่งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ผนัง คาน หรือพื้น สำเร็จรูปจากโรงงาน ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นรถที่ใช้ในการขนส่งจึงต้องมีขนาดใหญ่กว่ารถที่ใช้ในการก่อสร้างระบบธรรมที่ใช้ในการขนส่งวัสดุก่อสร้างที่มีขนาดไม่ใหญ่ เช่น ทราย หิน หรือปูนซีเมนต์ เป็นต้น ทำให้ราคาในการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปนี้จะสูงกว่าแบบธรรมดาแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของงานก่อสร้าง

ระบบสำเร็จรูปจะได้คุณภาพดีกว่าเพราะผลิตในโรงงานซึ่งมีการควบคุมคุณภาพให้เสมอต้นเสมอปลายได้ด้วยเครื่องจักรแต่การก่อสร้างระบบธรรมดาไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้เพราะเป็นการก่อสร้างที่เกิดขึ้นหน้างานและขึ้นอยู่กับคุณภาพของคนงานด้วย และอีกเหตุผลหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของงานก่อสร้าง คือ สภาพแวดล้อม เพราะระบบก่อสร้างสำเร็จรูปนั้นจะทำในโรงงาน ถึงแม้ว่าฝนตก แดดร้อน ก็ไม่มีผลต่อเครื่องจักร ซึ่งตรงข้ามกับระบบธรรมดาซึ่งก่อสร้างกลางแดด และกลางฝน

ผนังอาคาร

ระบบสำเร็จรูปผนังของอาคารจะเป็นผนังสำเร็จรูป ซึ่งเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งไม่เหมือนกับในระบบการก่อสร้างแบบธรรมดา ซึ่งใช้อิฐมอญหรืออิฐบล็อกเป็นผนัง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นว่า ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีความแข็งแรงมากกว่าอิฐมอญหรืออิฐบล็อกมาก รวมถึงเรื่องของการกันความร้อน การทนไฟ และเก็บเสียงได้ดี

ความสวยงามของบ้าน

ในระบบสำเร็จรูปนั้นรูปแบบบ้านและลักษณะบ้าน จะมีลักษณะที่ไม่ค่อยมีความสวยงามมากนัก เพราะส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมเน้นการออกแบบง่าย ๆ และจะมีลักษณะรูปแบบที่คล้าย ๆ กัน เพื่อง่ายในการก่อสร้าง

แต่ในส่วนของระบบก่อสร้างแบบธรรมดานั้น จะมีความสวยงามมากกว่าในระบบสำเร็จรูปเพราะว่า สามารถที่จะก่อสร้างให้มีลวดลาย โค้ง เว้าก็ได้ และมีการออกแบบให้มีรูปแบบแปลก ๆ และสวยงามได้

ปริมาณวัสดุที่ใช้

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจะใช้วัสดุน้อยกว่าระบบธรรมดามาก เพราะไม่ต้องใช้ไม้แบบและค้ำยันมากมาย เพราะว่าผนัง พื้น จะถูกหล่อสำเร็จมาจากโรงงานเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แรงงานน้อย

เนื่องจากว่าระบบสำเร็จรูปเป็นระบบที่หล่อสำเร็จมากจากโรงงาน ไม่จำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือมาทำงาน และไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจงานบ่อย

สภาพแวดล้อมขณะทำการก่อสร้าง

ระบบสำเร็จรูปจะได้เปรียบในด้านนี้มากเพราะว่าทำการหล่อชิ้นส่วนในโรงงาน ซึ่งมีหลังคาดังนั้นผลกระทบในเรื่องของแดดร้อน ฝนตก นั้นจะไม่เกิดขึ้น และการหล่อชิ้นส่วนก็ใช้เครื่องจักรซึ่งมีคุณภาพงานที่ดีกว่าการใช้แรงงานคนแน่นอน

รอยแตกร้าวของผิวหรือหลุดร่อน

เนื่องจากผิวของผนังระบบสำเร็จรูปนั้นได้หล่อเรียบมาจากโรงงานแล้ว ดังนั้นปัญหารอยแตกร้าวของผิวจึงไม่เกิดขึ้น ซึ่งในการก่อสร้างระบบธรรมดานั้นจะต้องใช้คนงานในการฉาบปูนซึ่งถ้าคนงานไม่มีความชำนาญเพียงพอ อาจจะทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวได้

การออกแบบ

การออกแบบของระบบสำเร็จรูปจะออกแบบง่าย แต่จะต้องให้ความละเอียดกับงานมากกว่าระบบหล่อในที่เพราะจะต้องมีการออกแบบระบบประตู หน้าต่าง และระบบไฟฟ้า ประปาไว้ก่อน และสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ทำให้ไม่ต้องมาออกแบบใหม่ แต่จะไม่เน้นส่วนเว้า โค้ง ทำให้อาจจะดูไม่มีความสวยงามมากนัก สู้แบบธรรมดาไม่ได้

ปัญหาทางด้านเทคนิค

การติดตั้งและการเชื่อมของชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ในระบบบ้านสำเร็จรูปนั้น การดำเนินการเรื่องนี้มีส่วนทำให้ราคาการก่อสร้าง และมีปัญหาทางเทคนิคเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งในระบบการก่อสร้างแบบธรรมดาจะไม่มีปัญหานี้เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ก่อสร้าง

ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนั้นไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมากนักเพราะว่าจะมีอุปกรณ์การก่อสร้างก็แต่เพียงชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อสำเร็จมาจากโรงงานนำมาวางไว้ เพื่อรอการติดตั้งต่อไปเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากการก่อสร้างระบบธรรมดาที่จะต้องมีพื้นที่ก่อสร้างในการวางวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เช่น หิน ปูน ทราย และยังต้องมีพื้นที่ที่ใช้ในการผสมคอนกรีต วางไม้แบบ ค้ำยันและอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกมากมาย

ระยะเวลาในการก่อสร้าง

จากรูป BAR CHART ที่แสดงไว้ด้านหลัง จะเห็นถึงการเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างในระบบต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นว่า ระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูปนั้นจะมีระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าระบบธรรมดามาก เพราะ

1. ในระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป ไม่ต้องรอให้ปูนรับกำลังได้ แล้วจึงค่อยก่อสร้างชั้นต่อไป เพราะจะใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อมาจากโรงงานแล้วนำมาประกอบขึ้นไปได้เลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในด้านการรอคอนกรีตให้รับแรงได้
2. ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปไม่ต้องเสียเวลาในการที่จะติดตั้งไม้แบบและค้ำยัน
3. ผนังที่ทำจากระบบสำเร็จรูปนั้นมีผิวเรียบ จึงไม่เสียเวลาในการฉาบปูน

ราคาค่าก่อสร้าง

ระบบบ้านสำเร็จรูปจะมีราคาค่าก่อสร้างที่ถูกกว่าระบบธรรมดา เพราะ

1. ใช้วัสดุในการก่อสร้างน้อย (ไม่ใช้ไม้แบบ ค้ำยัน)
2. ประหยัดค่าแรงเพราะเวลาในการก่อสร้างนั้นน้อยกว่าระบบธรรมดามาก
3. ในการก่อสร้างบ้านในโครงการขนาดใหญ่ ราคาต้นทุนของบ้านสำเร็จรูปจะยิ่งถูกมากขึ้น เพราะผลิตชิ้นส่วนแบบเดิมได้มาก แต่ใช้โครงแบบตัวเดิม ซึ่งตรงข้ามกับระบบธรรมดาที่จะสิ้นเปลืองไม้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนที่ดีมาจากโรงงาน ทำให้มีความเสียหายน้อยกว่าระบบการก่อสร้างแบบธรรมดา

ตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบระหว่างบ้านระบบหล่อในที่กับระบบสำเร็จรูป

ลำดับ	หัวข้อเปรียบเทียบ	ระบบหล่อในที่	ระบบบ้านสำเร็จรูป
1	การขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้าง	ไม่มีปัญหามากนักเพราะวัสดุที่ขนส่งเสียหายได้น้อยจากการขนส่ง เช่น ทราย	จะต้องระมัดระวังในการขนชิ้นส่วนจากโรงงานมายังสถานที่ก่อสร้าง
2	คุณภาพของงานก่อสร้าง	ควบคุมได้ยากขึ้นกับฝีมือช่าง ไม่เป็นมาตรฐาน	วัสดุควบคุมจากโรงงานและใช้ช่างที่ชำนาญเฉพาะด้านประกอบชิ้นส่วน
3	ผนังอาคาร	มักเป็นผนังก่ออิฐ	มักใช้ผนังสำเร็จรูปผลิตจากโรงงาน
4	ความสวยงามของบ้าน	มีความหลากหลาย	มักใช้แปลนมาตรฐานของบริษัท มักเป็นเหลี่ยมมุม
5	ปริมาณวัสดุที่ใช้	เปลืองไม้แบบและค้ำยัน ควบคุมวัสดุได้ยาก เช่น ทราย หิน เป็นต้น	ส่วนมากผลิตจากโรงงานทำให้สูญในขั้นตอนก่อสร้างน้อย
6	ปริมาณแรงงาน	ใช้แรงงานมาก	ใช้เฉพาะช่างที่ผ่านการฝึกตามเหาะสม
7	สภาพแวดล้อมขณะทำการก่อสร้าง	สภาพอากาศมีผลต่อการก่อสร้างมาก	สภาพอากาศมีผลต่อการก่อสร้างน้อยกว่าหล่อในที่เพราะเป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ผลิตจากโรงงาน
8	รอยแตกร้าวของผิวหรือหลุดร่อน	ขึ้นกับฝีมือช่าง	มักไม่ค่อยมีปัญหา ควบคุมจากโรงงาน
9	การออกแบบ	ตามความพอใจของผู้อยู่อาศัย	มักเป็นเหลี่ยมมุมตามรูปแบบบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	ปัญหาทางด้านเทคนิค	ใช้เทคนิคเฉพาะด้าน ไม่มากนัก	การประกอบชิ้นส่วนต้องใช้ผู้ชำนาญ
11	สถานที่ก่อสร้าง	ต้องการพื้นที่กองเก็บวัสดุ ไม่ค่อยสะอาด	มักสะอาดจัดเก็บวัสดุง่าย
12	ระยะเวลาในการก่อสร้าง	ใช้เวลานานและขึ้นกับสภาพอากาศมาก	ใช้เวลาน้อยกว่าระบบหล่อกับที่มาก
13	ราคาค่าก่อสร้าง	ควบคุมราคายาก มีหลายปัจจัย	ราคาถูกกว่าระบบหล่อในที่เป็นส่วนใหญ่

7.6 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูป โดยระบบซีคอน ผนังรับแรง และ DOUBLE WALL

ในการเปรียบเทียบระบบสำเร็จรูปทั้ง 3 ระบบนั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 การเปรียบเทียบระหว่างบ้านสำเร็จรูป

ข้อเปรียบเทียบ	บ้านสำเร็จรูป		
	ระบบ DOUBLE WALL	ระบบ SEACON	ระบบ ผนังรับแรง
1. เวลาในการก่อสร้างบ้าน 2 ชั้น	60 วัน	100 วัน	100 วัน
2. ราคาค่าก่อสร้าง (ต่อตารางเมตร)	6,397 บาท	6,853 บาท	7,327
3. ผิวของผนัง	เรียบทาสีได้เลย	ก่ออิฐ	เรียบ
4. การแตกร้าวของผิว	ไม่มี	ขึ้นอยู่กับฝีมือของช่างที่ฉาบปูน	มีบ้างตามรอยต่อของผนัง และพื้น
5. ปัญหาในเรื่องของจุดต่อ	ไม่มีเพราะออกแบบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ และรอยต่อได้ถูกออกแบบไว้เรียบร้อยแล้ว	มีบ้างเพราะต้องใช้การเชื่อมที่จุดต่อ	มีปัญหาในส่วนรอยต่อของระหว่างผนังกับผนัง และผนังกับพื้น
6. การติดตั้ง ประตู-หน้าต่าง	ไม่มีปัญหา ทำได้เร็ว เพราะได้มีการออกแบบมาก่อนตั้งแต่โรงงาน แล้วทำให้นำประตู-หน้าต่างมาติดได้เลย	เสียเวลาในการติดตั้ง เสาเอ็น-คานเอ็น เพราะไม่ได้ออกแบบมาก่อน	ไม่มีปัญหา ทำได้เร็ว เพราะได้มีการออกแบบก่อนทำให้นำประตู-หน้าต่างมาติดได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบ	บ้านสำเร็จรูป		
	ระบบ DOUBLE WALL	ระบบ SEACON	ระบบ ผนังรับแรง
7. การติดตั้งระบบไฟฟ้า	ไม่มีให้เห็น เพราะได้ทำการออกแบบให้เดินสายไฟอยู่ในผนังเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงไม่ต้องเสียเวลาในการติดตั้งสายไฟ	ต้องเสียเวลาในการเดินสายไฟ และสายไฟจะอยู่ภายนอก ทำให้ดูไม่สวยงาม เหมือน Double Wall	ต้องเสียเวลาในการเดินสายไฟ และสายไฟจะอยู่ภายนอก ทำให้ดูไม่สวยงาม เหมือน Double Wall
8. การติดตั้งบันได	ติดตั้งได้เลย เพราะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และไม่ต้องทำคานรับบันได	ติดตั้งได้เลย เพราะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป แต่ต้องทำคานรับบันได	จะก่อสร้างบันไดแบบระบบธรรมดา เสียเวลามาก
9. ปัญหาการแตกร้าวของปูนตามมุมวงกบประตู และหน้าต่าง	ไม่มีปัญหา เพราะได้ออกแบบมาจากโรงงานแล้ว	มีปัญหาเพราะ จะต้องทำการก่อสร้างวงกบประตู- หน้าต่างเอง	ไม่มีปัญหา ทำได้เร็วเพราะออกแบบมาก่อนแล้ว
10. ขนาดเครื่องจักรที่ใช้ยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง	ใช้ขนาดใหญ่ เพราะชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ (มีขนาดใหญ่สุด 3 x 18 เมตร)	ใช้ขนาดเล็ก เพียงพอที่จะใช้ยกผนัง เสาและคานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากได้	ใช้ขนาดเล็กกว่า 2 แบบแรก เพราะชิ้นส่วนมีขนาดเล็กกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเปรียบเทียบรอยต่อของแต่ละระบบการก่อสร้าง					
ลำดับที่	ประเภทรอยต่อ	หล่อในที่	ผนังรับแรง	Double Wall	ซีคอน
1	คานคอดิน	ยึดกับตอม่อบนฐานราก	ทำคานคอดินวางบนฐานราก	ยึดกับตอม่อบนฐานราก	ยึดกับตอม่อบนฐานราก
2	พื้นกับคานคอดิน	เป็นพื้นหล่อในที่เป็นเนื้อกันเดียววางบนคาน	เป็นพื้นหล่อในที่เป็นเนื้อกันเดียววางบนคาน	พื้น Precast เท Topping หนา 5 ซม. บนคานคอดิน	พื้น Precast เท Topping หนา 5 ซม. บนคานคอดิน
3	พื้นกับผนัง	มักเป็นผนังก่ออิฐบนพื้นของแนวคาน	ผนัง Precast วางบนปูนทรายหนา 5 ซม. บนพื้น แล้วทำการแต่งรอย	มีเหล็กเดือยฝังในพื้นเชื่อมกับผนังก่อนกรอกคอนกรีตในผนัง สำหรับ Double Wall	มักเป็นผนังก่ออิฐบนพื้นของแนวคาน
4	ผนังกับผนัง	เป็นการก่ออิฐชนแนว	เชื่อมเหล็กเดือยยึดระหว่างแผ่นปิดด้วยปูนทรายผสมสารช่วยลดการแตกร้าว	วางผนังชนแนวจึงเทคอนกรีตแล้วเก็บรอยด้วยปูนทราย	เป็นการก่ออิฐชนแนว
5	หลังคากับตัวบ้าน	โครงหลังคาวางบนคานรัดรอบหลังคา	โครงหลังคาวางบนผนังและทำเหล็กเชื่อมยึด	โครงหลักคาตั้งบนผนังหนา	โครงหลังคาวางบนคานรัดรอบหลังคา
6	ลักษณะการทำรอยต่อที่ต้องฝังเหล็กเดือย	ทำการวางเหล็กก่อสร้างหน้างาน	ทำการฝังลงในผนังในขั้นตอนการผลิต แล้วเชื่อมหน้างาน	ทำการฝังลงในผนังในขั้นตอนการผลิต แล้วเชื่อมหน้างาน	ทำการวางเหล็กก่อสร้างหน้างาน

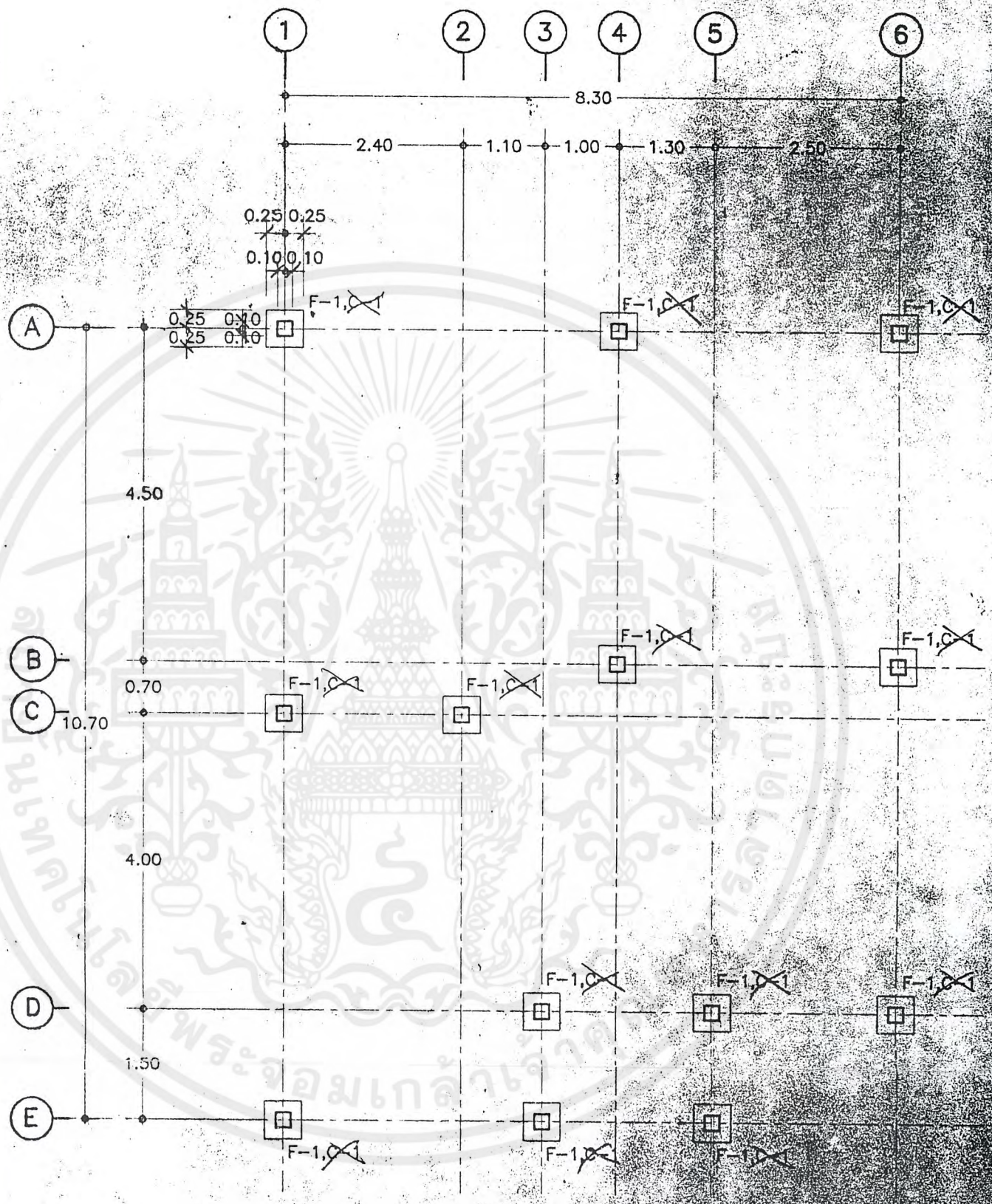
บรรณานุกรม

- จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21 , กรุงเทพ ฯ , คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2542
- วิทูร เจริญชัยฤทธิ์ , บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง , T 37288 ว6 , เลขทะเบียน 034988 ปีการศึกษา 2537
- PCI Manual For Structural Design of Architectural Precast Concrete , MNL 121-77 , Prestress Concrete Institute , 1997
- เอกสารจากบริษัทซีคอน
- เอกสารจากบริษัท HP Construction จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

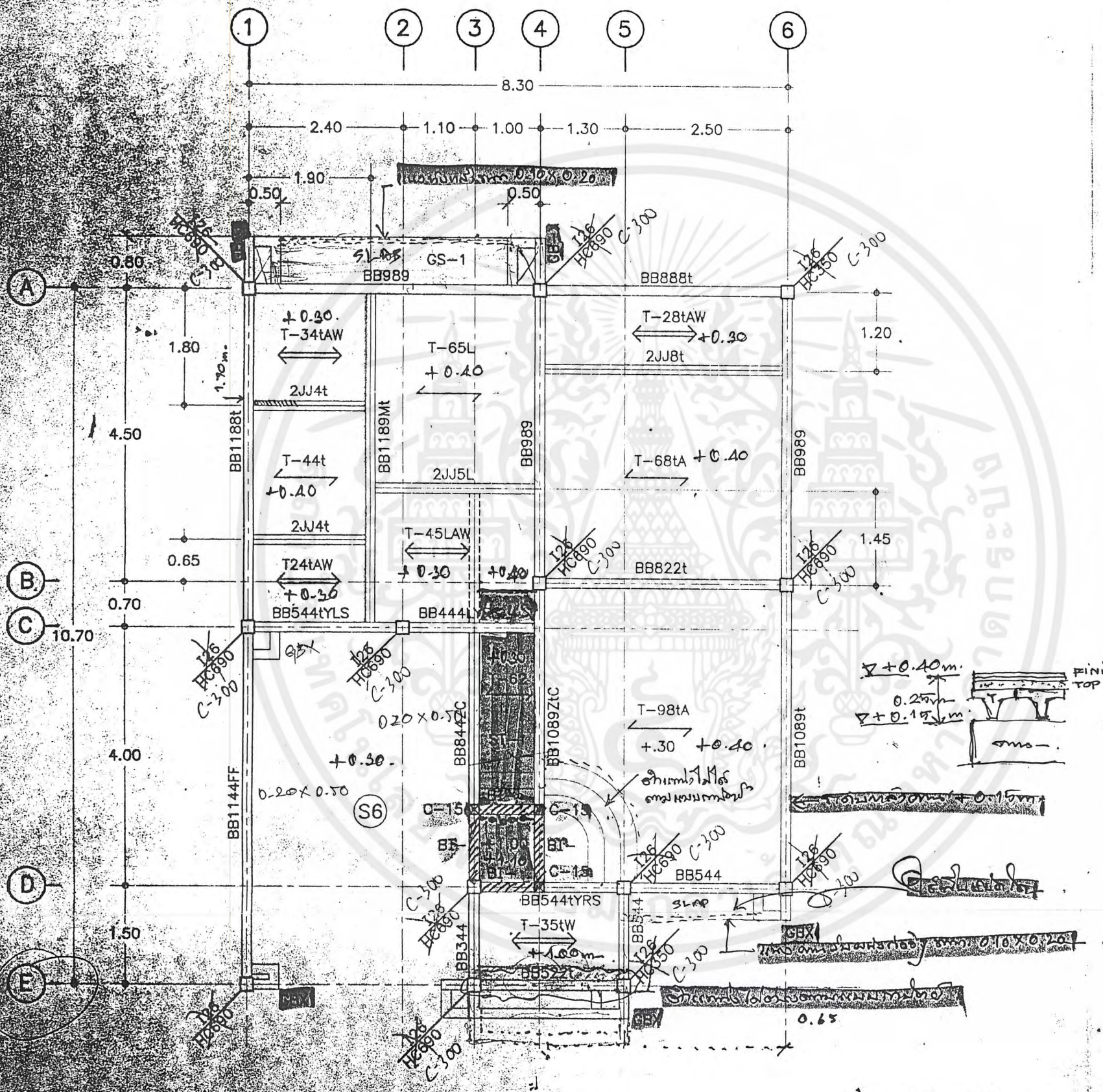
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนเข็มและฐานราก

มาตราส่วน 1:75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนโครงสร้างชั้นล่าง (+0.10) +0.20m.

มาตราส่วน 1:75

BB= คานหน้าตัด 20x50 ซม.

+0.30 m.

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NO. REVISIONS/SUBMISSIONS

OWNER

SARI PROPERTY

Quality Team Consult

PRINCIPAL

PROJECT ARCHITECT

ARCHITECT

PLANNER

INTERIOR DESIGNER

LANDSCAPE ARCHITECT

STRUCTURAL ENGINEER

ELECTRICAL ENGINEER

SANITARY ENGINEER

CIVIL ENGINEER

MECHANICAL ENGINEER

PROJECT:

PROJECT NO

DRAWING TITLE:

TOTAL DRAWINGS

APPROVED BY:

DATE:

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING.

+ 0.15 m. ...
+ 0.05 m. Topping
+ 0.05 m. Finishing
= + 0.40 m

แปลนโครงสร้างชั้นบน

มาตราส่วน 1:75

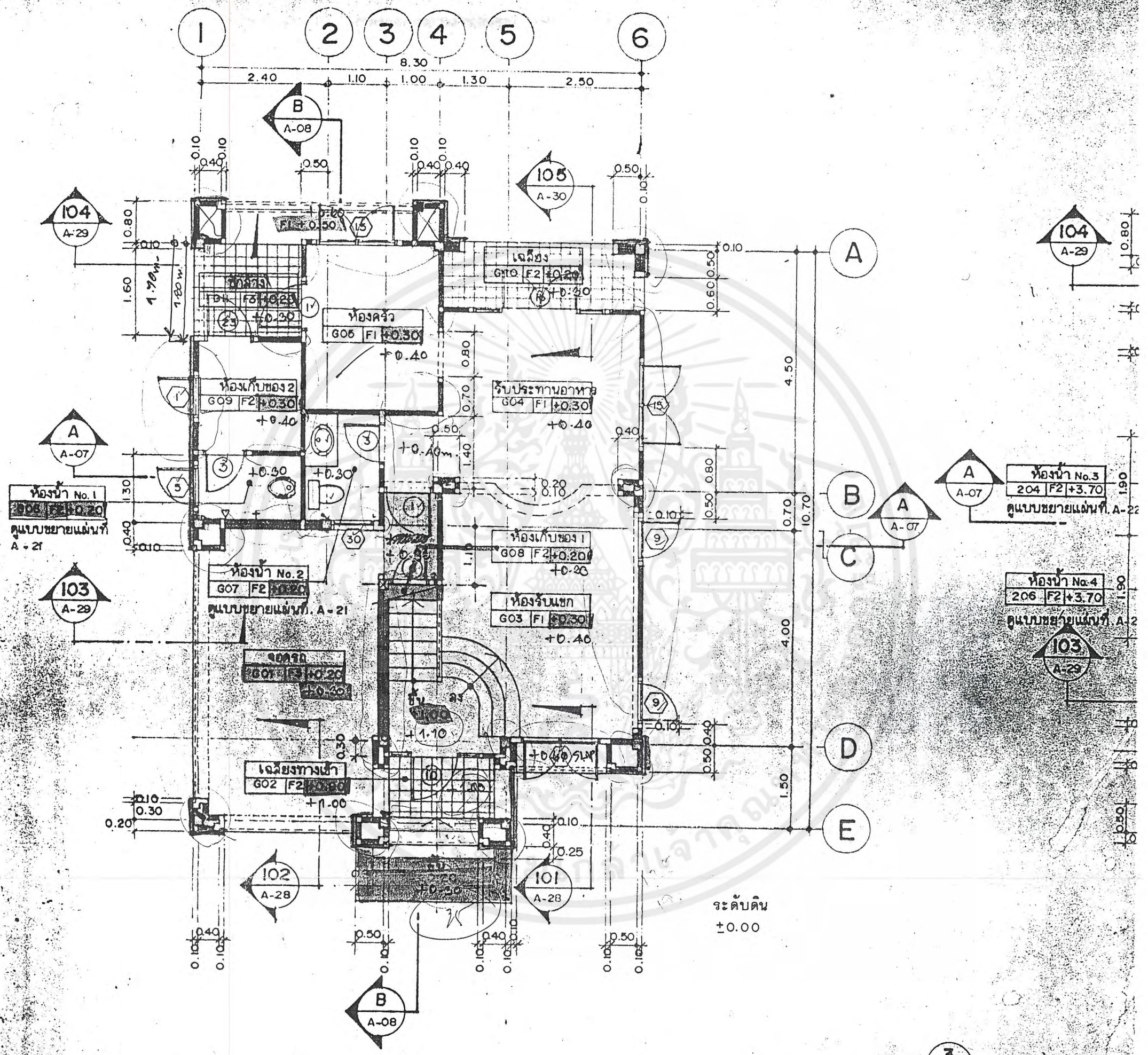
+3.60 (+7.20) + 0.70 ≃ +3.65

แปลนโครงหลังคา

มาตราส่วน 1:75

(+7.20) + 7.30 m.

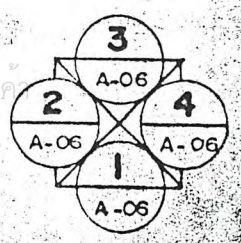
1.8	T–34tAW
2.05	T–44t
1.35	T–24tAW
3.05	T–65L
2.15	T–45LAW
1.20	T–28tAW
3.3	T–68tA
3.0	T–62
4.7	T–98tA
1.5	T–35tW
0.8	T–19A
2.6	T–69A
1.9	T–45tW
1.2	T–24LA
.7	T–12LA
2.1	T–45t
	T–37
	T–28A
	BS–81,B



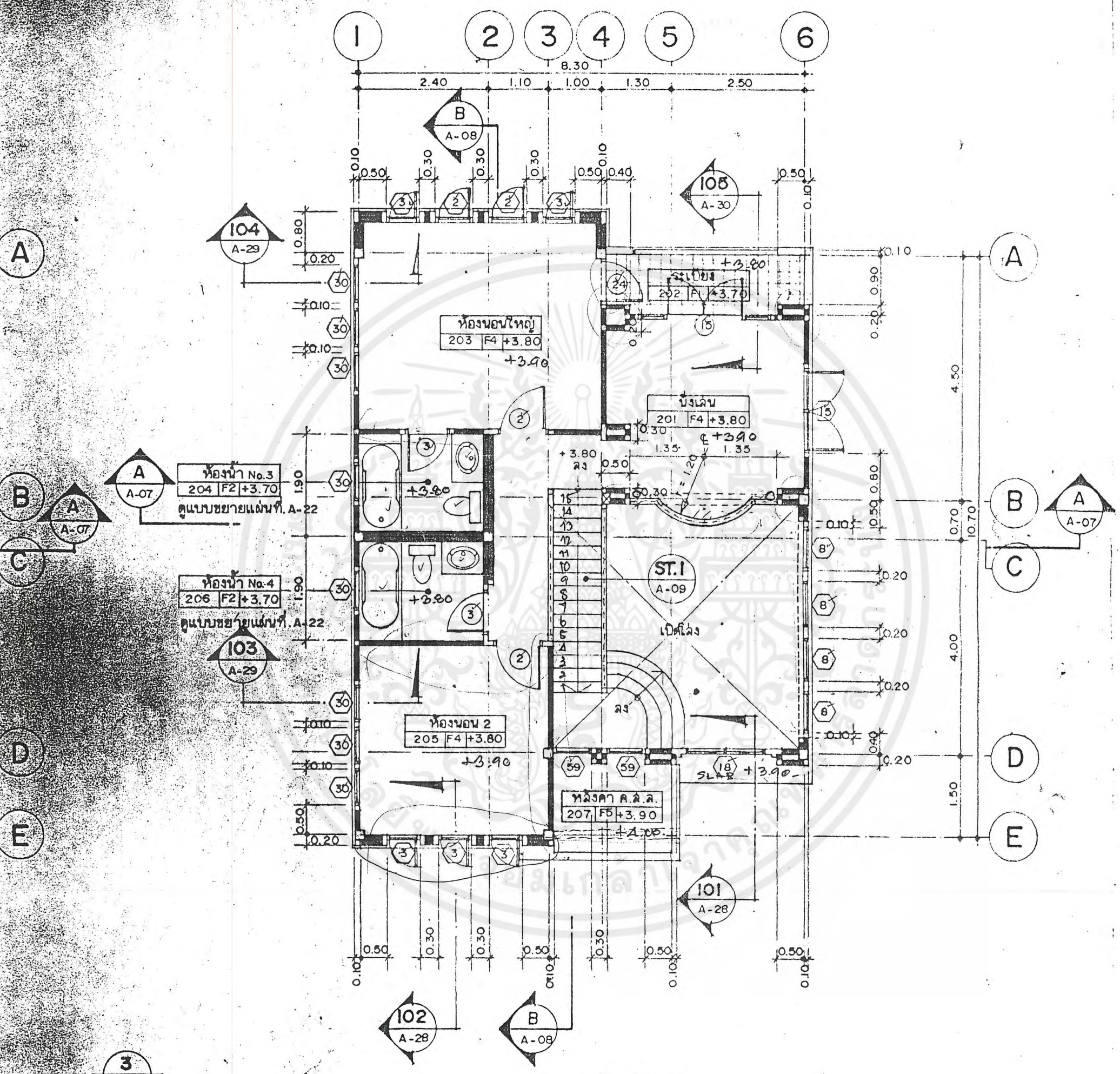
แปลนพื้นชั้นล่าง

1 : 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



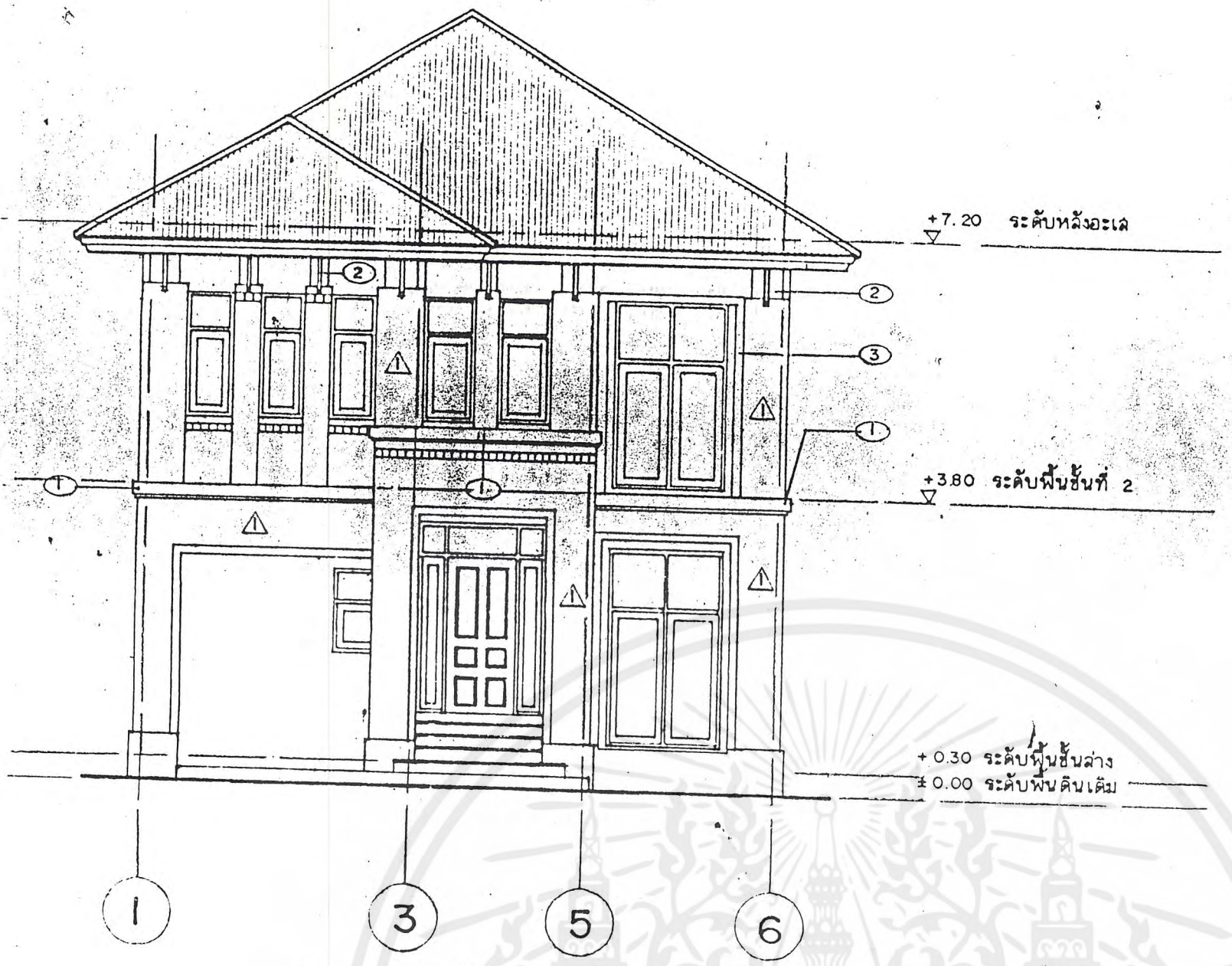
สัญลักษณ์แสดงรูปด้าน



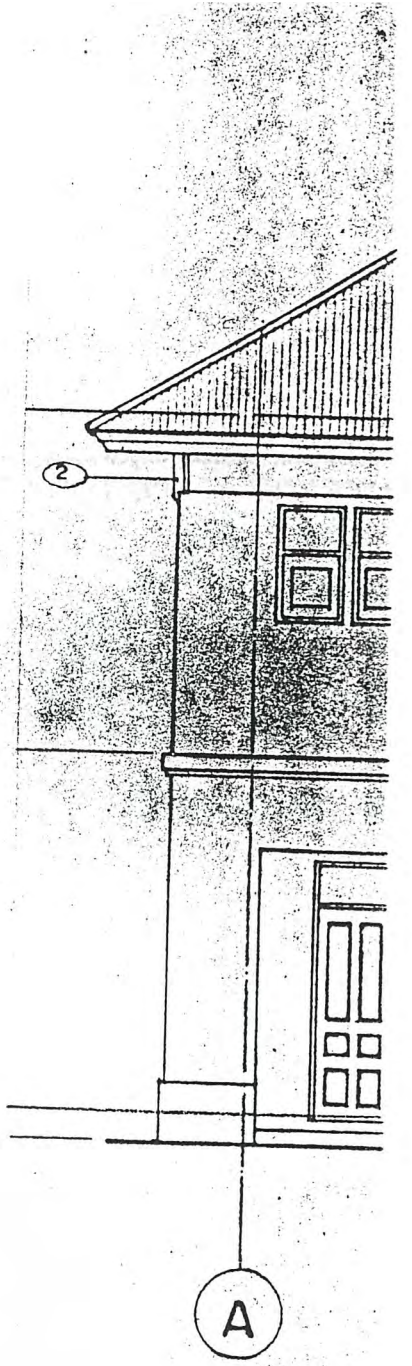
แปลนพื้นชั้นที่ 2 1 : 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

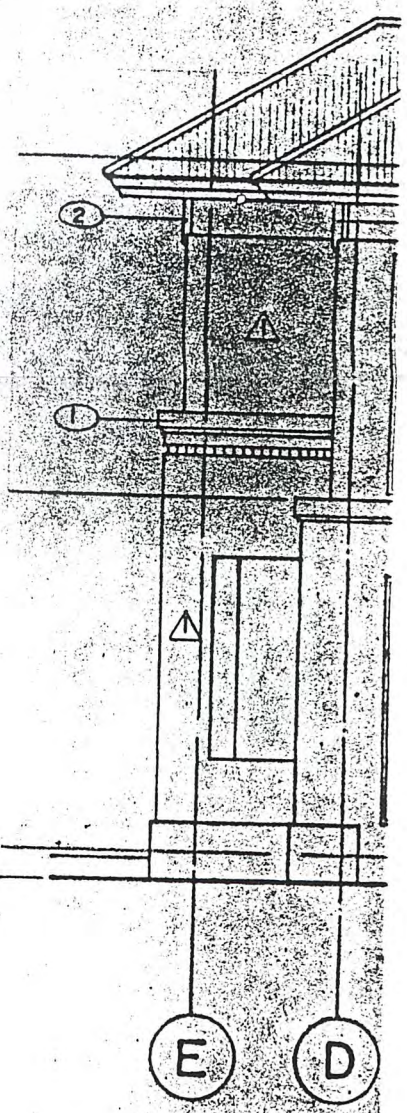
สัญลักษณ์แสดงรูปด้าน



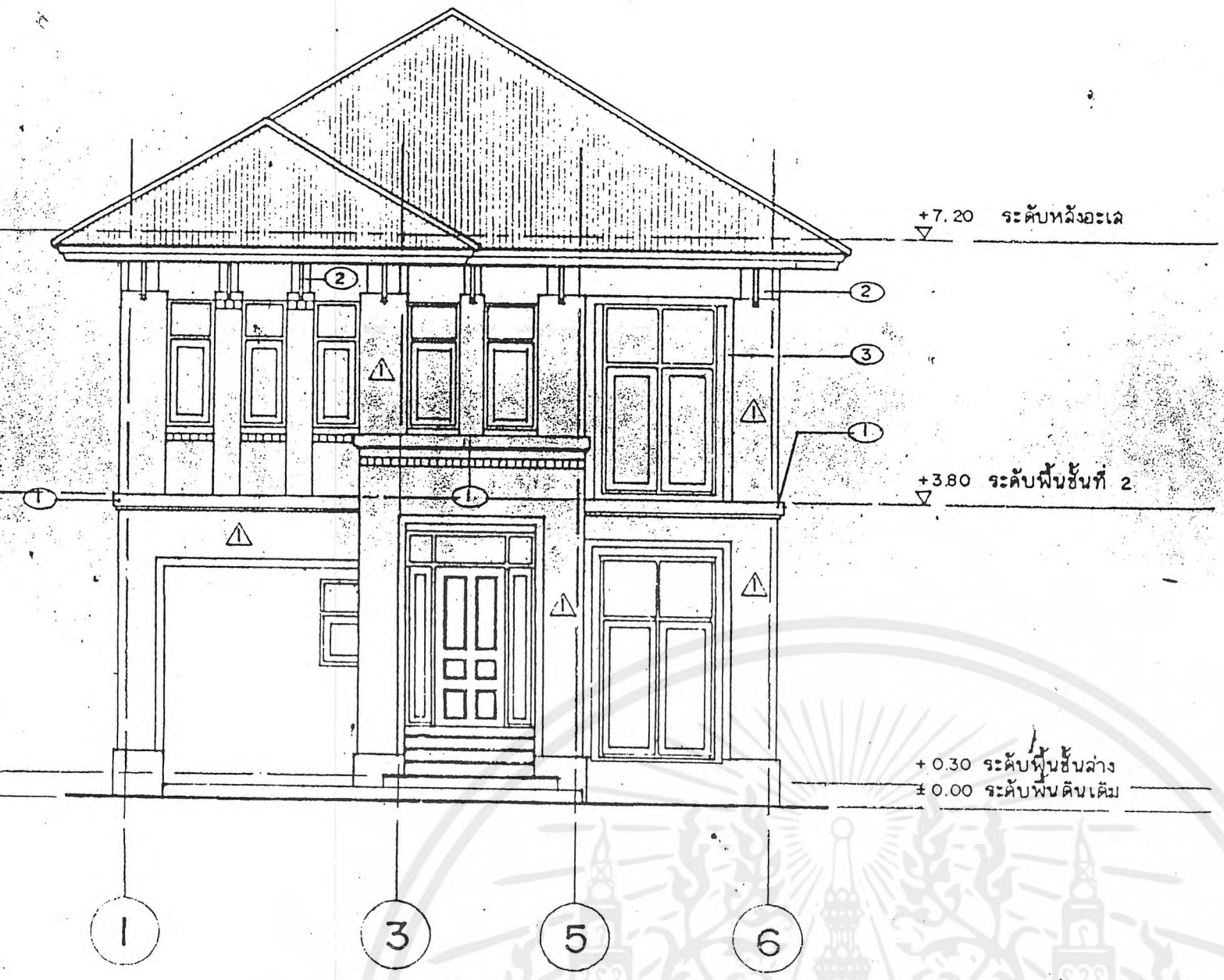
รูปด้าน 1 (A-04) 1 : 75



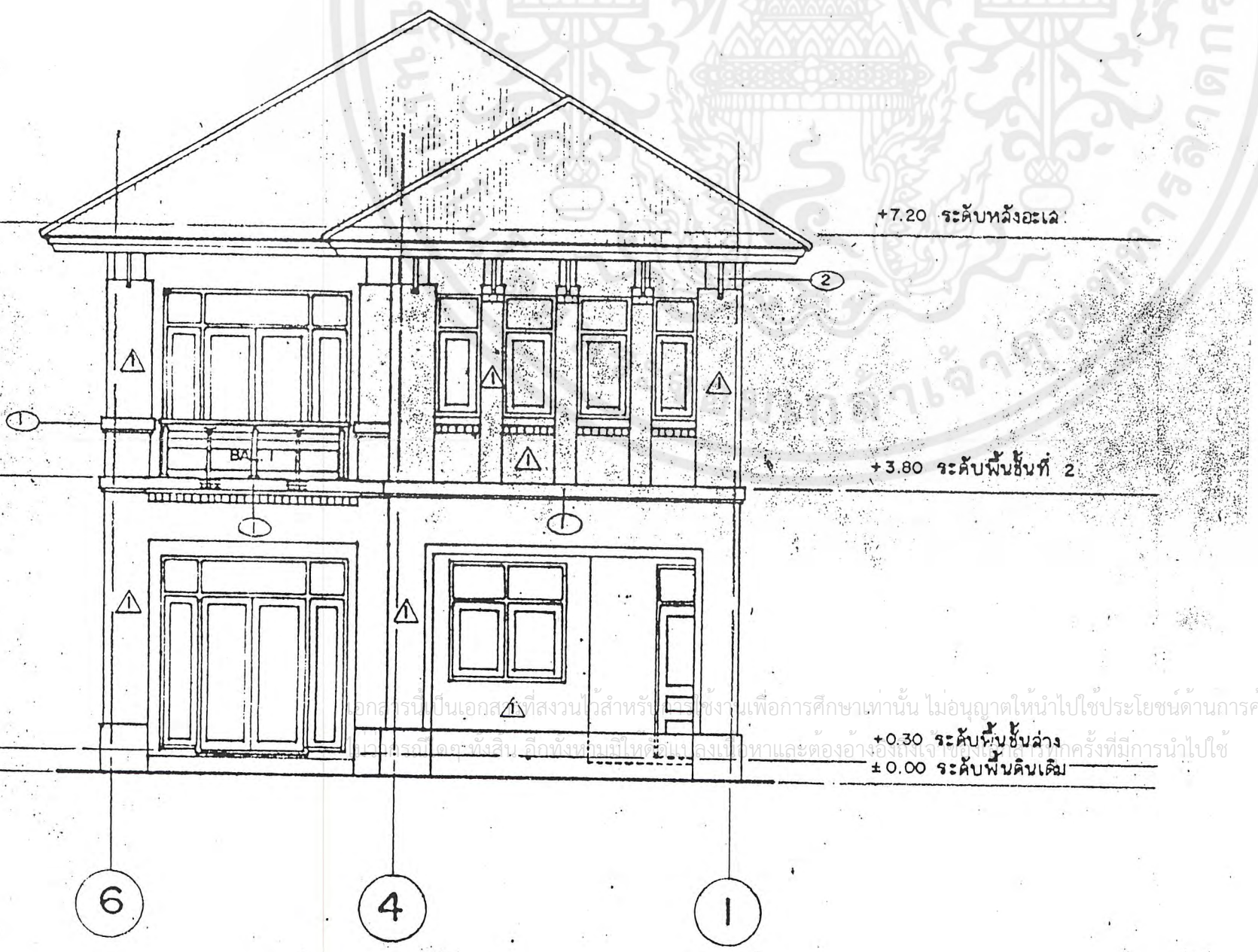
รูปด้าน 3 (A-04) 1 : 75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปด้าน 1/A-04 1 : 75



รูปด้าน 3/A-04 1 : 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การแสวงหากำไร อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังคากระเบื้อง โมเนีย

โครงหลังคาเหล็กดูแบบวิศวกรรม

+7.20 ระดับหลังอะเส

+3.80 ระดับพื้นชั้นที่ 2

+0.30 ระดับพื้นชั้นล่าง

0.00 ระดับดินเดิม

30°

30°

ห้องน้ำ No. 3
+3.70

ห้องน้ำ No.1
+0.20

ห้องน้ำ No.2
+0.20

ห้องรับแขก
+0.30

0.20

2.60

2.80

2.60

2.60

6.30

3.40

3.50

+3.90

+3.70

0.20 m.

0.50

+3.20 m.

0.70

2.80 m.

+0.40

2.40 | 1.10 | 1.00 | 1.30 | 2.50

8.30

1 2 3 4 5 6

หลังคากระเบื้อง ไม้เนีย

โครงหลังคาเหล็กดูแบบวิศวกรรม

30°

30°

+ 7.20 ระดับหลังอะเล

2

8.18

กระเบื้องเซรามิค
ขนาด 4"×4"

3.40

2.40

1

+ 3.80 ระดับพื้นชั้นที่ 2

0.80

0.10

0.50

0.05

0.15

3.50

2.80

2.80

1.80

1.80

2

1

0.80

0.40

0.10

0.45

0.05

กระเบื้องเซรามิค
ขนาด 4"× 4"

หลังคา ค.ส.ล.
+4.60

+4.30 m.
+3.90 m ชั้นที่ 2

โถง
+3.80

ห้องนอนใหญ่
+3.80

ช่องไฟ

0.25

0.25

0.26

0.30

เฉลียงทางเข้า
+0.90

+1.00

0.175

0.175

0.175

0.175

+0.20

BI

ห้องเก็บของ
+0.20

+0.20

+0.30

ห้องครัว
+0.30

+0.50

+0.30 ระดับพื้นชั้นล่าง

±0.00 ระดับดินเดิม

0.30

0.30

1.50

4.00

0.70

4.50

10.70

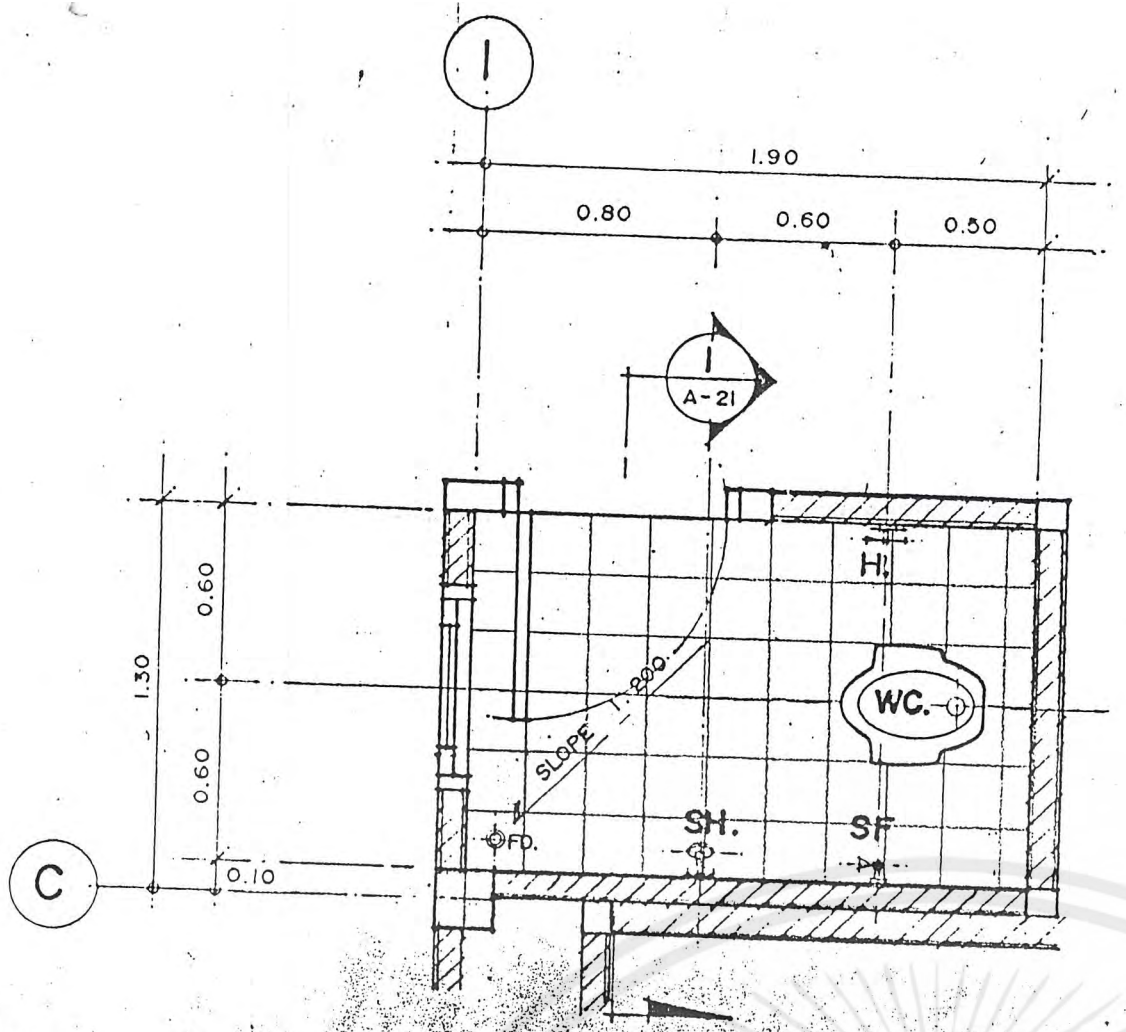
E

D

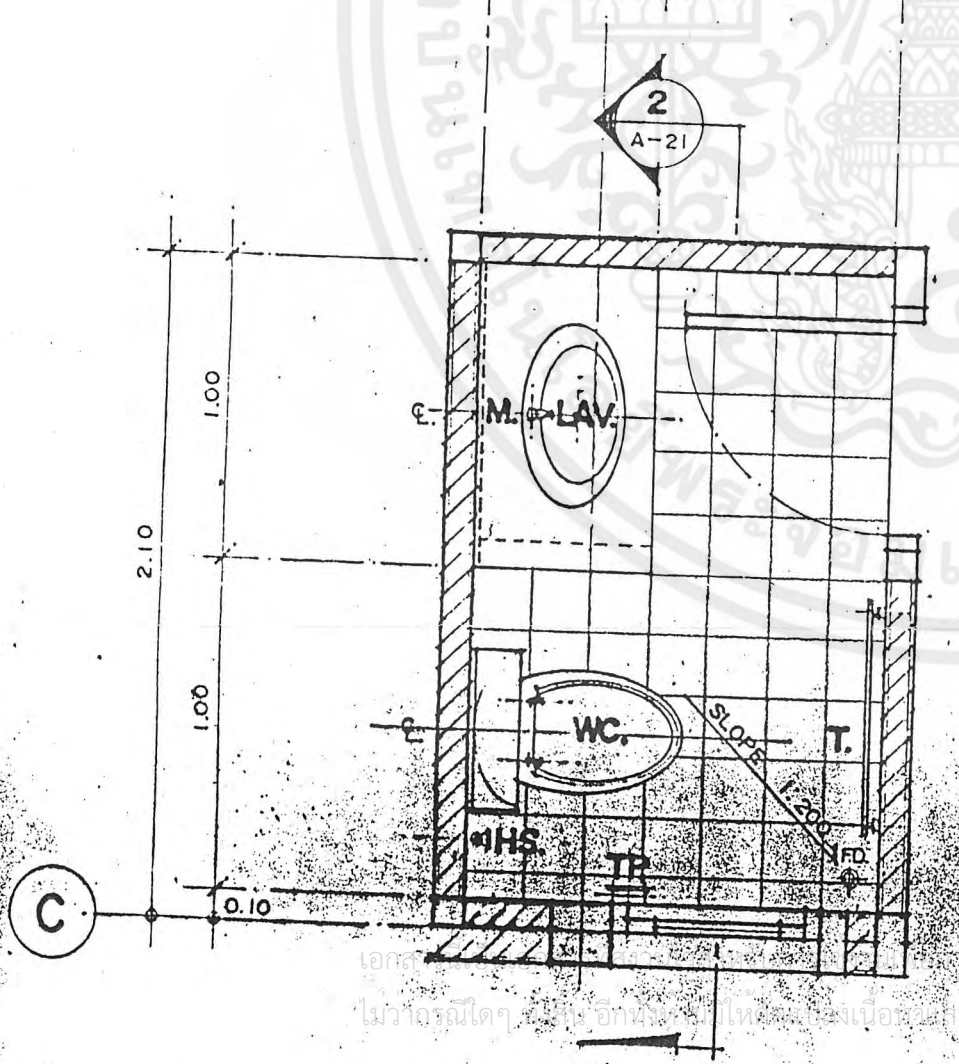
C

B

A



แบบขยายห้องน้ำ.NO. 1/A-04 1:25

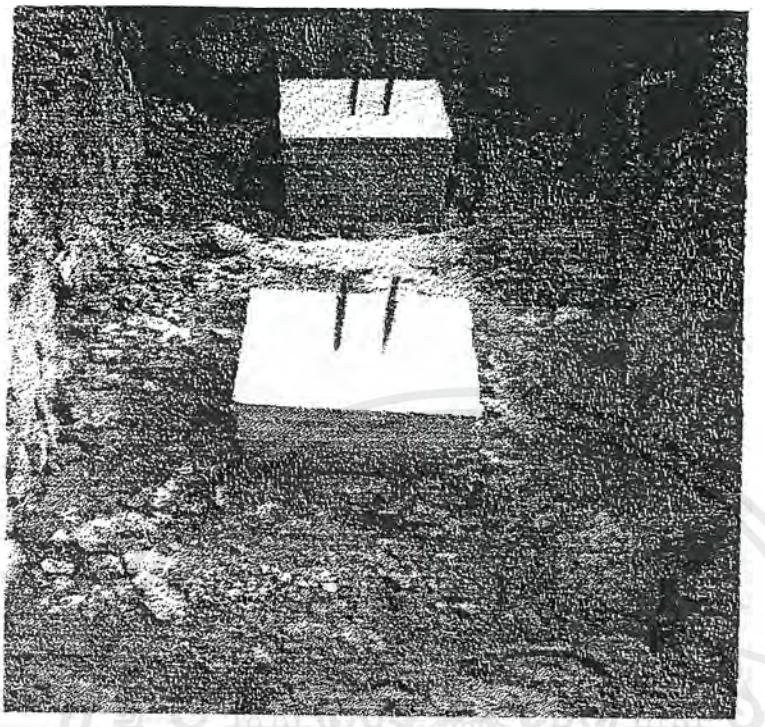


แบบขยายห้องน้ำ. NO. 2/A-04 1 : 25

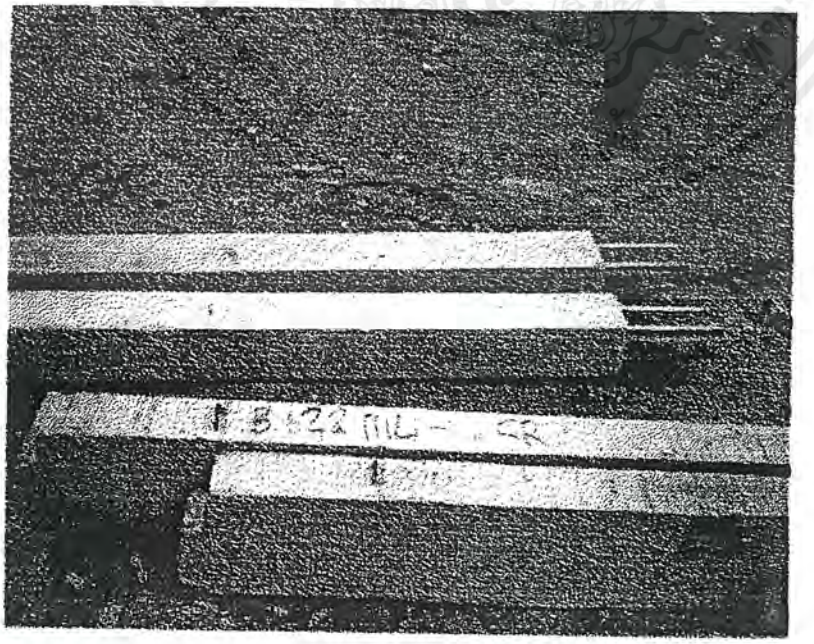
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

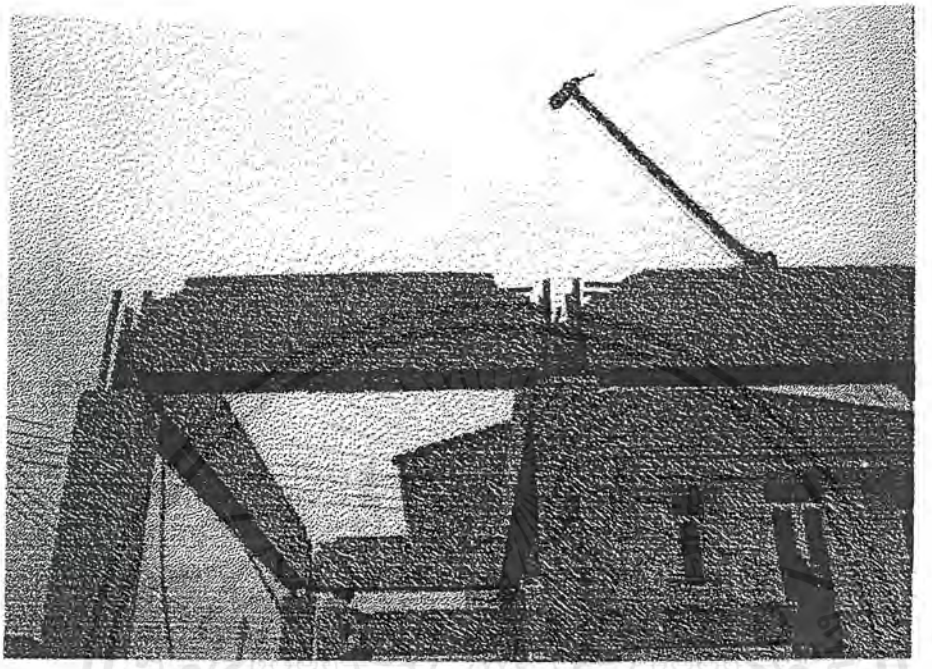


การ CAP หัวเสาเข็ม

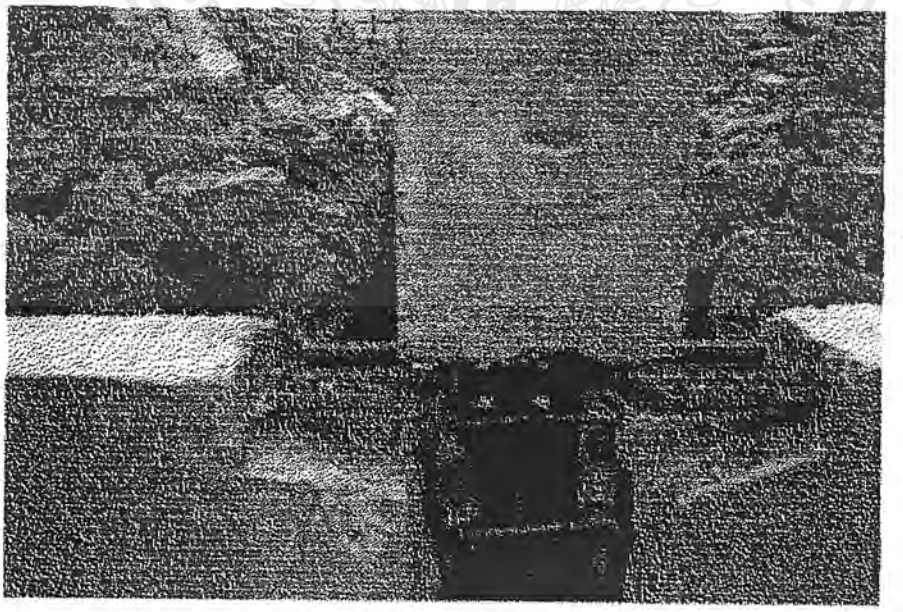


เสาเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

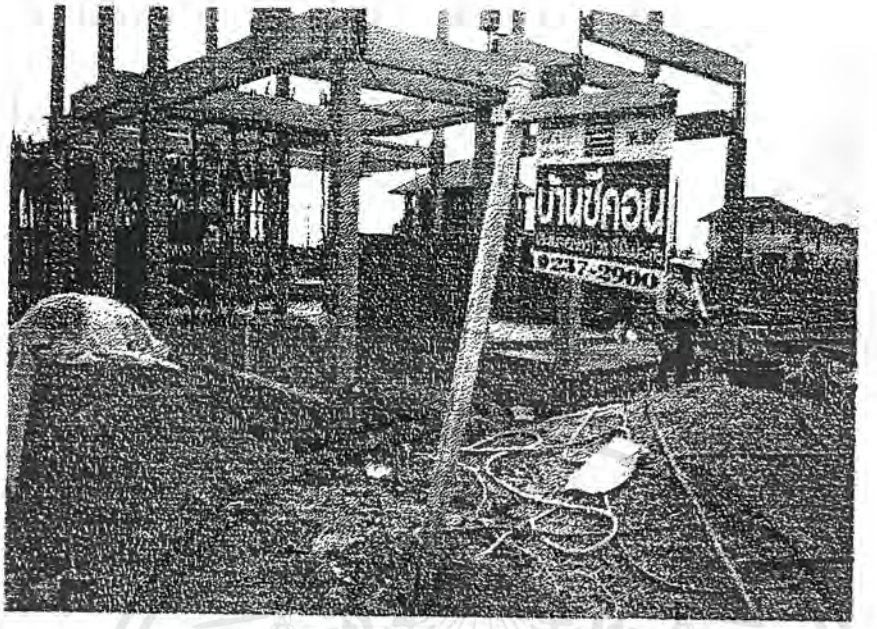


การขึ้นโครงเสาและคาน

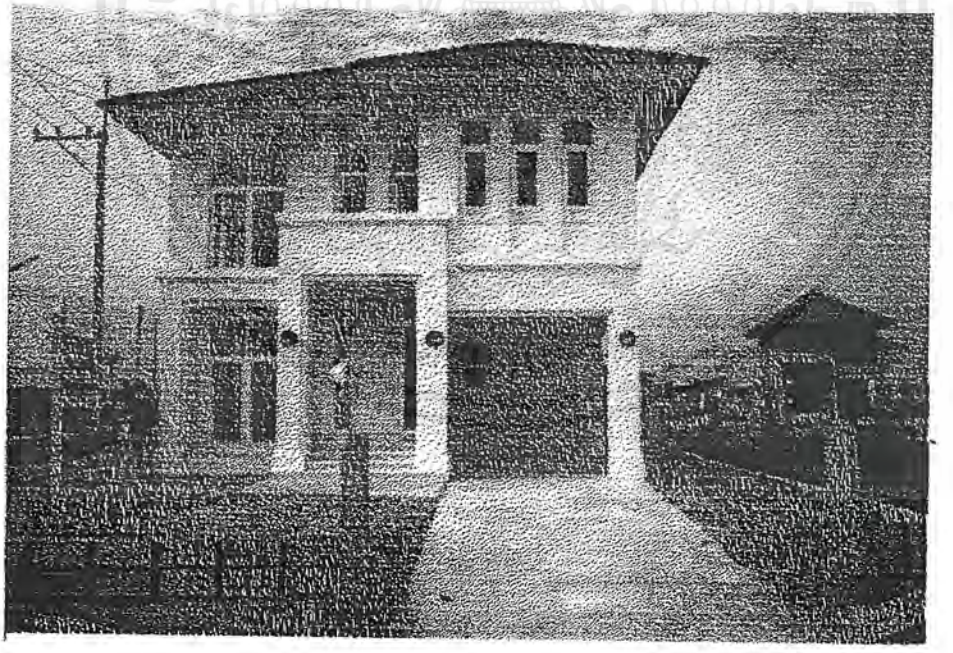


รอยต่อของเสาและคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

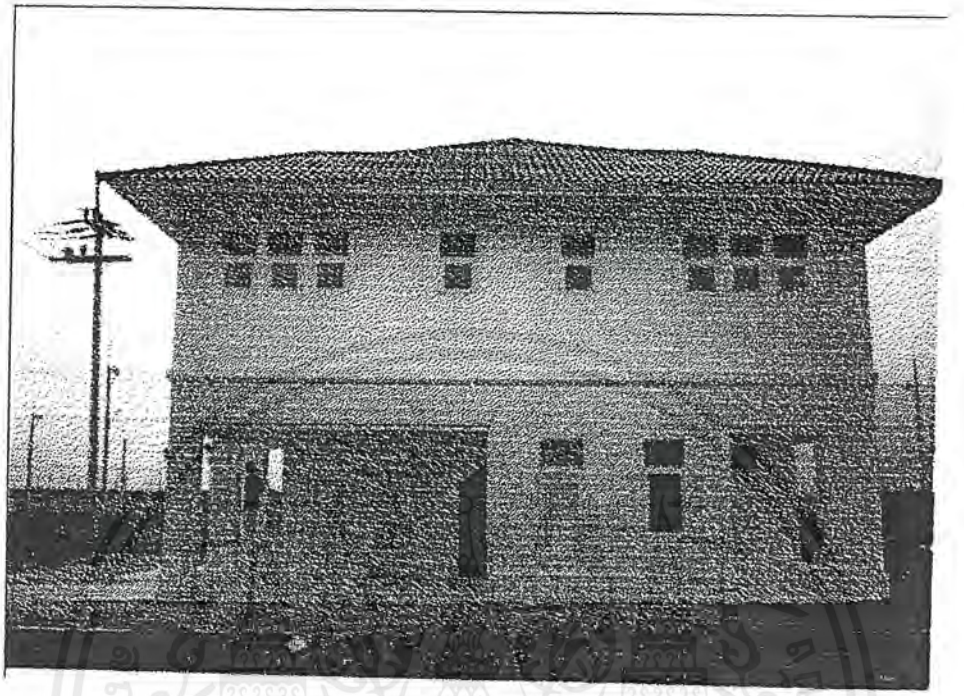


ภายหลังการวางโครงเสาและคานก่อนขึ้นโครงหลังคา

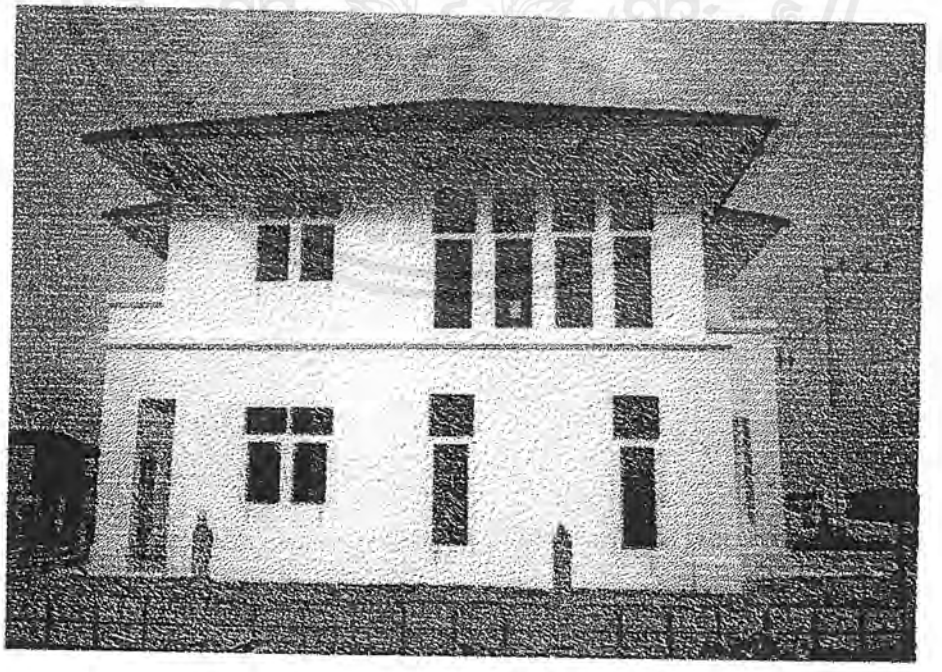


ภาพด้านหน้าของบ้านตัวอย่างเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

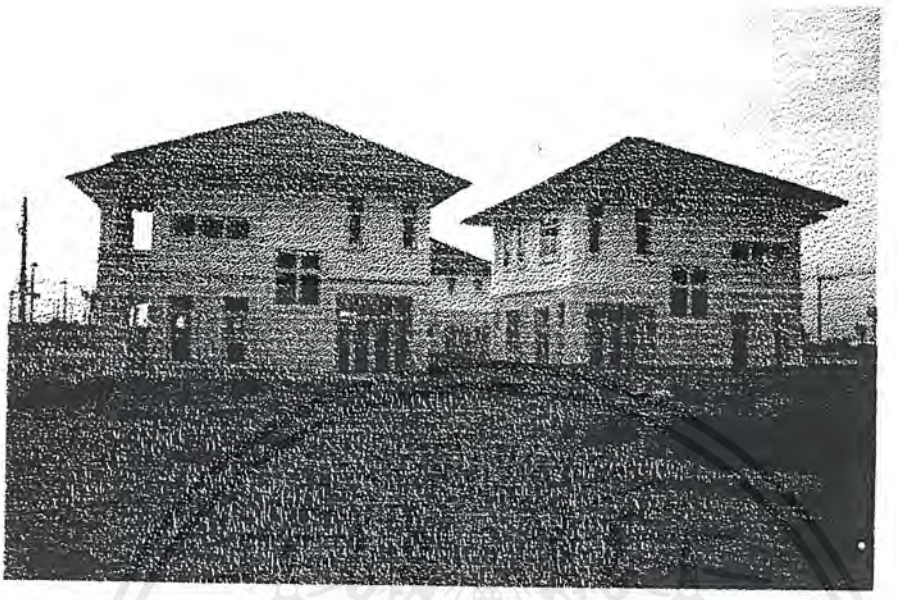


ภาพทิศขวามือ ด้าน 4



ภาพทิศซ้ายมือ ด้าน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ[illegible]านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพเปรียบเทียบ ซ้ายมือบ้านระบบซีคอนและขวามือคือระบบหล่อในที่

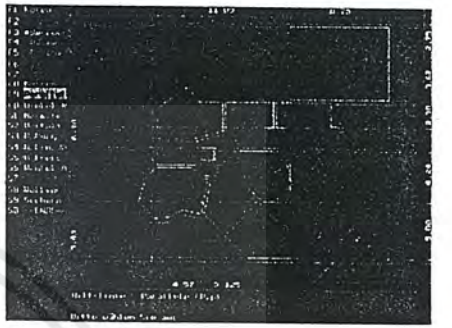
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

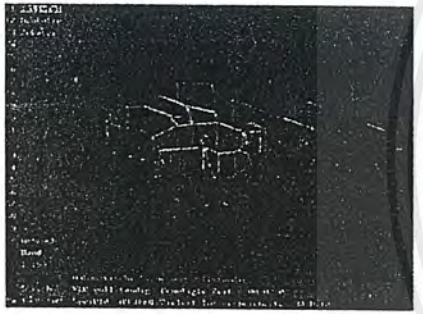
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Drawing System

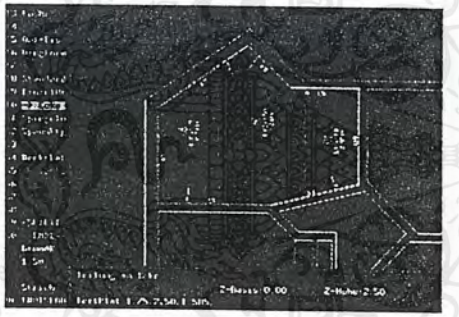
ระบบการเขียนแบบด้วย CAD



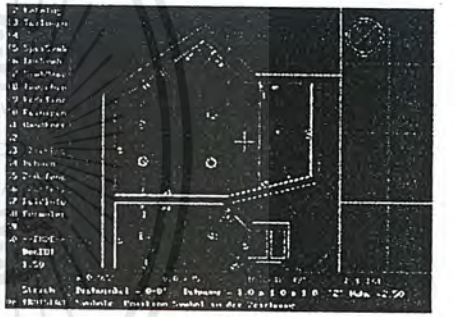
1. เขียนแบบแปลนพื้นและผนัง เพื่อกำหนดชิ้นงาน



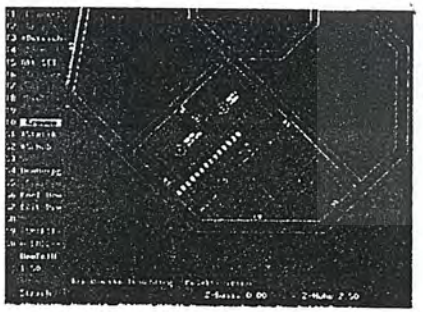
2. เจาะช่องประตู หน้าต่างตามแบบสถาปัตยกรรม



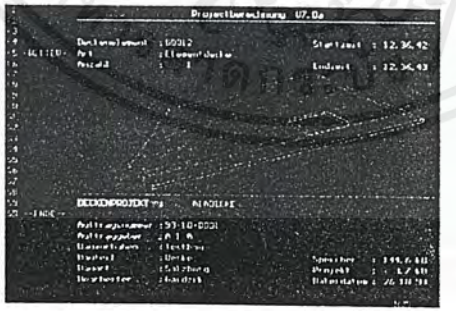
3. กำหนดขนาดและทิศทางการวางแผ่นพื้น



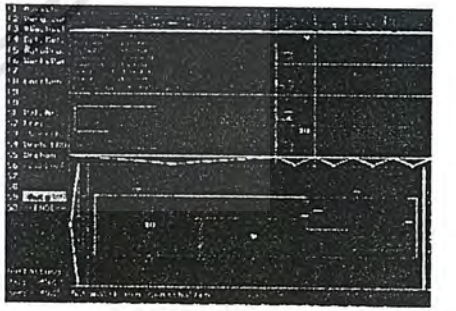
4. วางตำแหน่งจุดไฟฟ้า และประปา



5. คำนวณขนาดของเหล็กเสริมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ หรือบุคคล

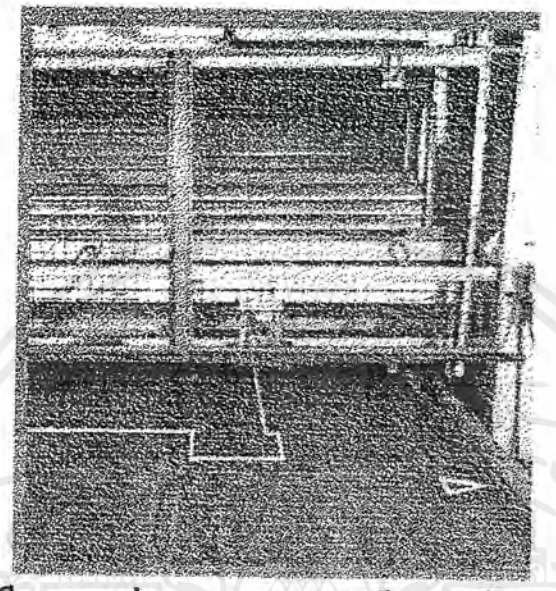


6. พิมพ์แบบเพื่อการประกอบที่หน้างานก่อสร้าง



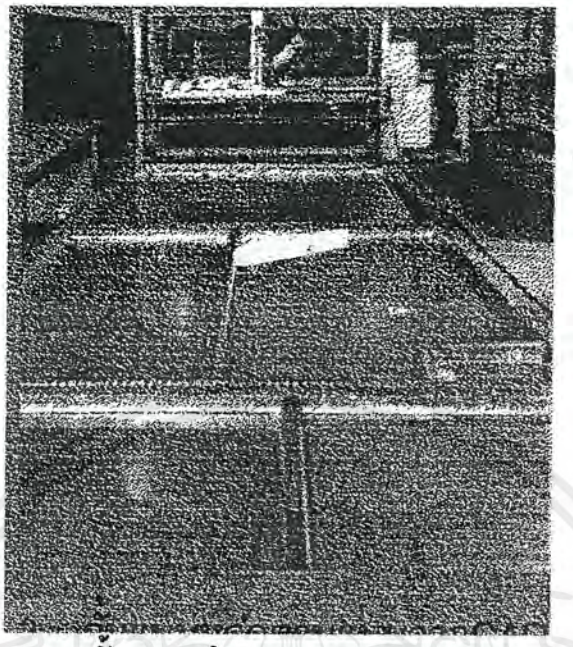
7. ส่งไฟล์ข้อมูลไปยังกระบวนการผลิตที่โรงงานและการจัดส่ง

ระบบการผลิต

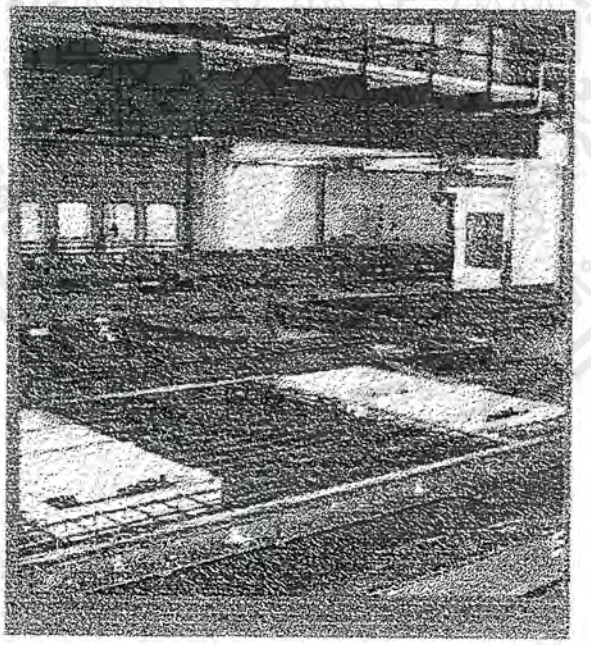


1. ขัดเตรียมแบบหล่อขนาด 3ม. X 18ม. เขียนแบบด้วย plotter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

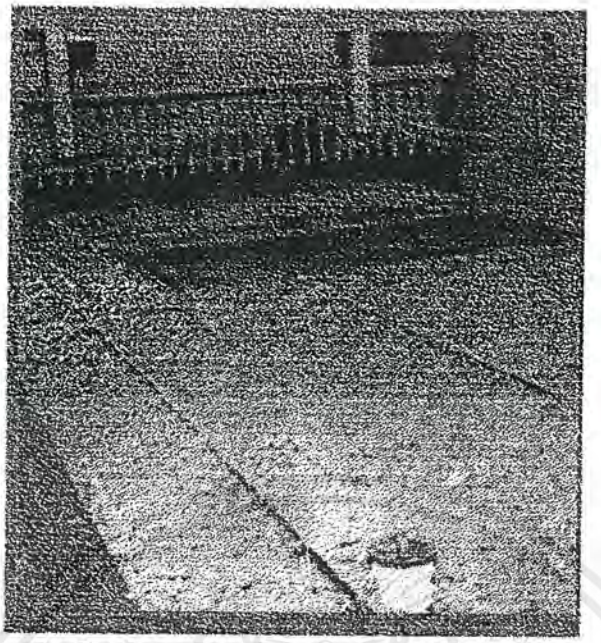


2. กั้นแบบหล่อตามแบบจาก CAD

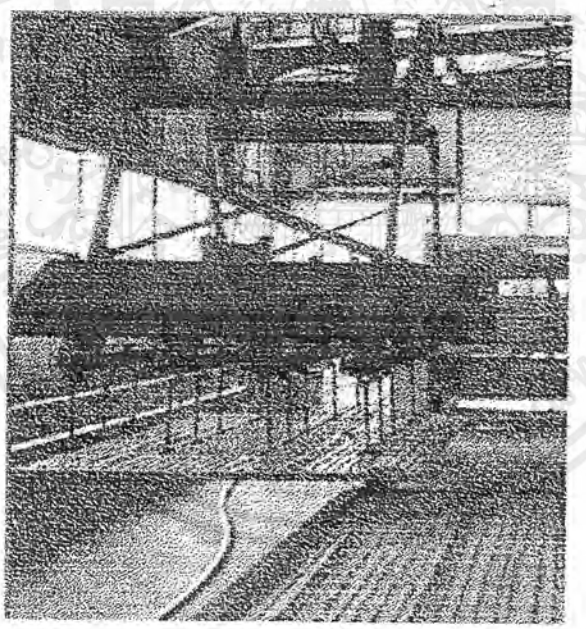


3. วางวงกบประตู หน้าต่างและช่องเปิดพร้อมเหล็กเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

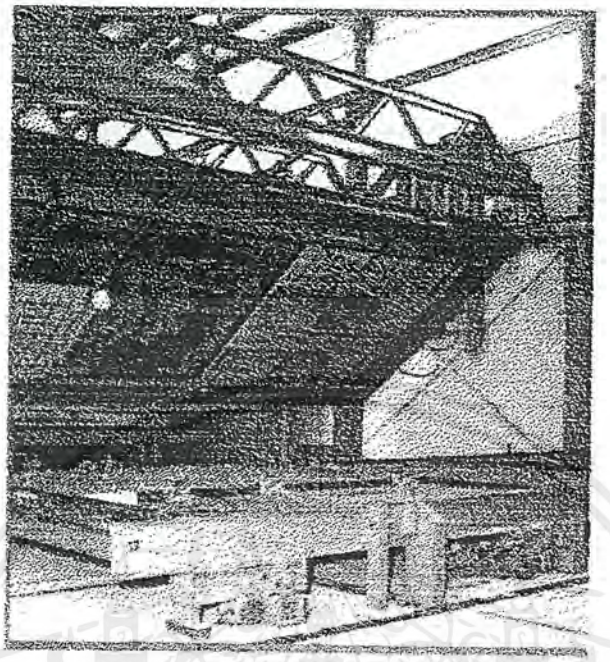


4. วางบล็อกไฟฟ้าและประปา และเทคอนกรีตลงบนแบบหล่อ

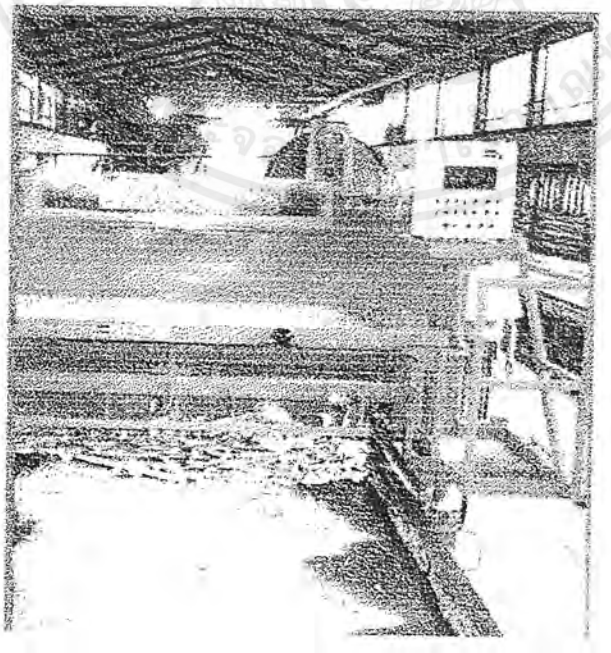


5. ถอดแบบหล่อและนำไปบ่อคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

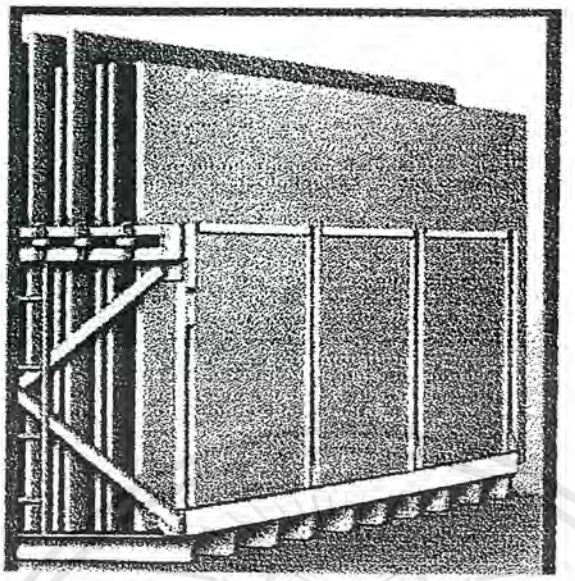


6. กรณีผนัง Double Wall นำแผ่นที่แห้งมาประกบ



7. ทำความสะอาดแบบหล่อเพื่อเตรียมการผลิตใหม่

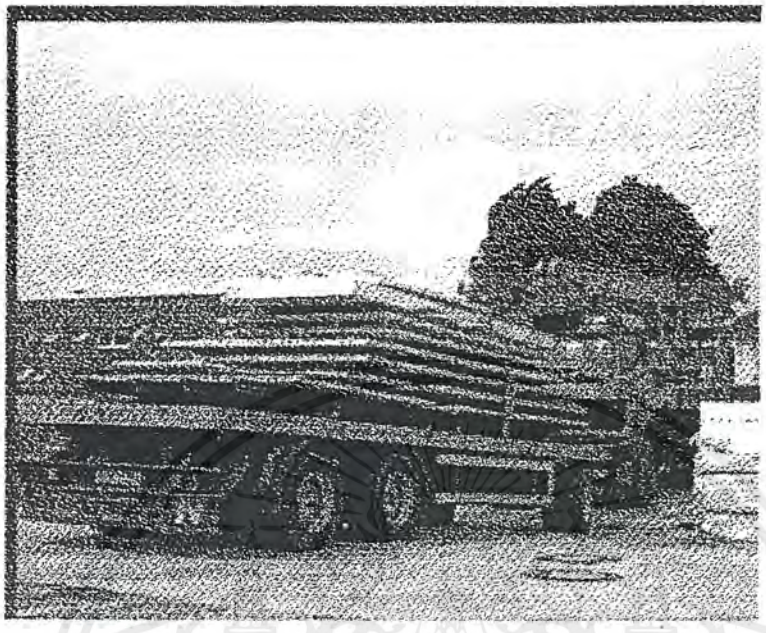
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



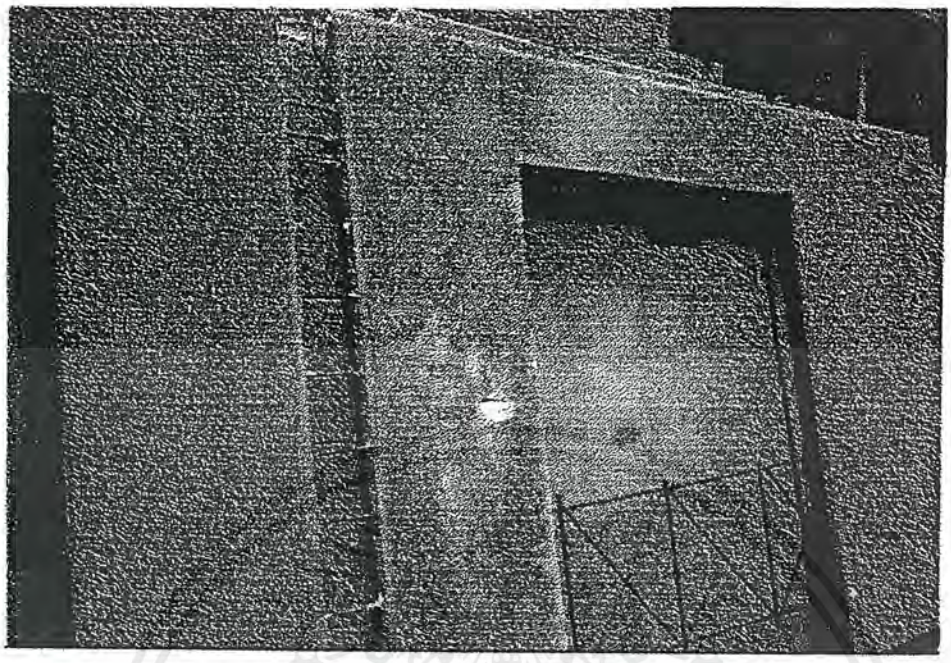
8. จัดเก็บพร้อมส่งไปหน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

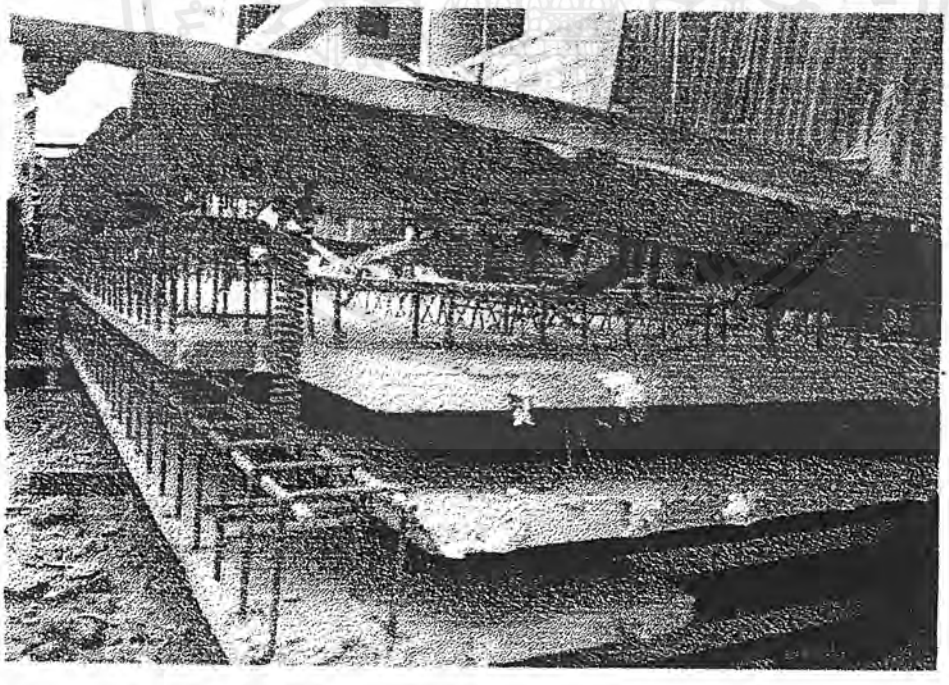
ระบบการจัดเก็บและการจัดส่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

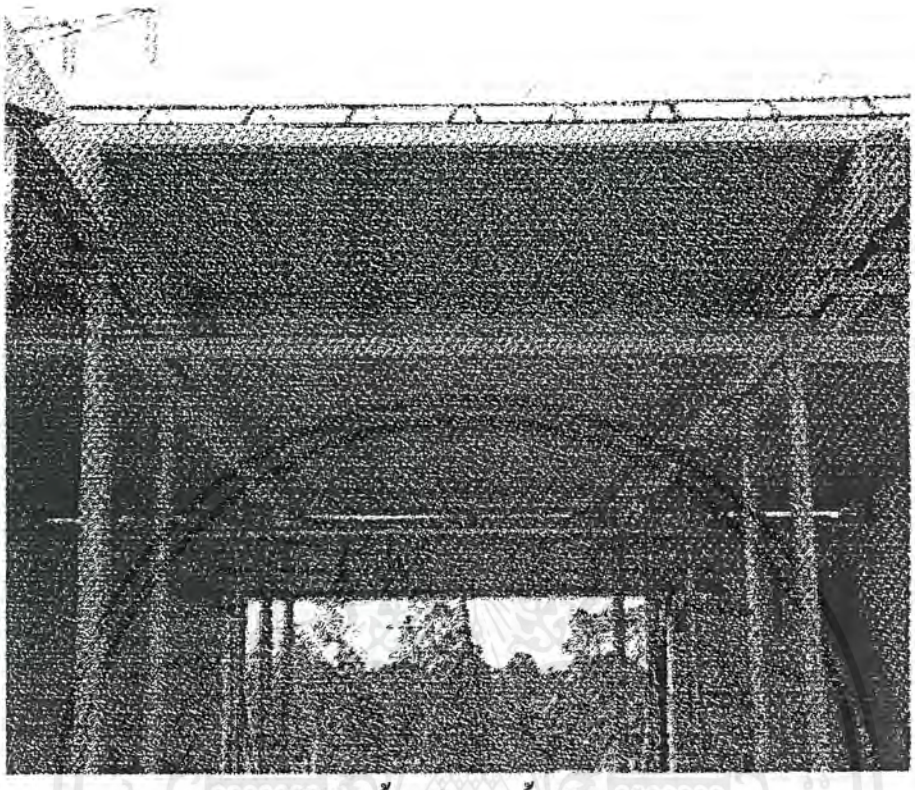


DOUBLE WALL

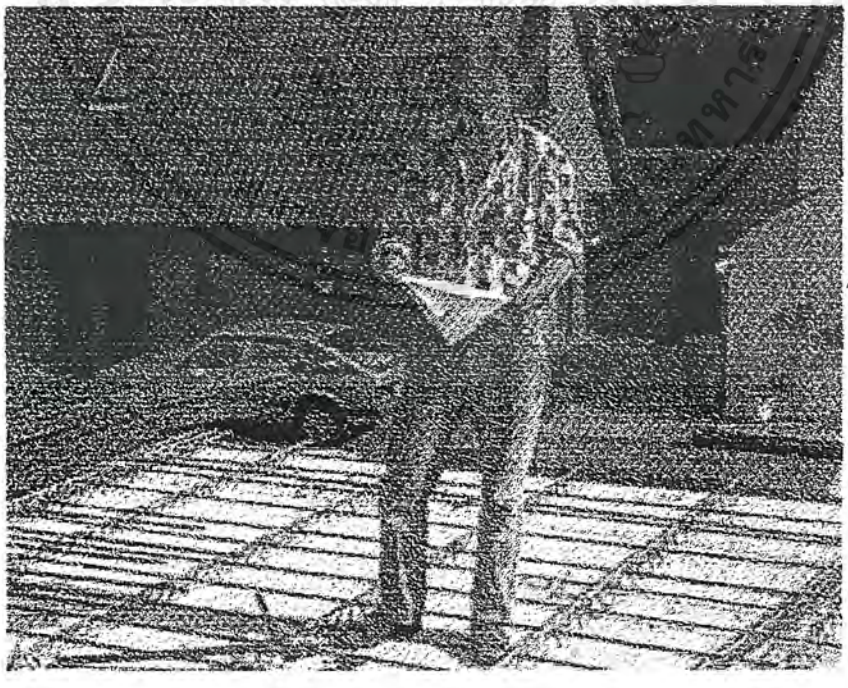


HALF SLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

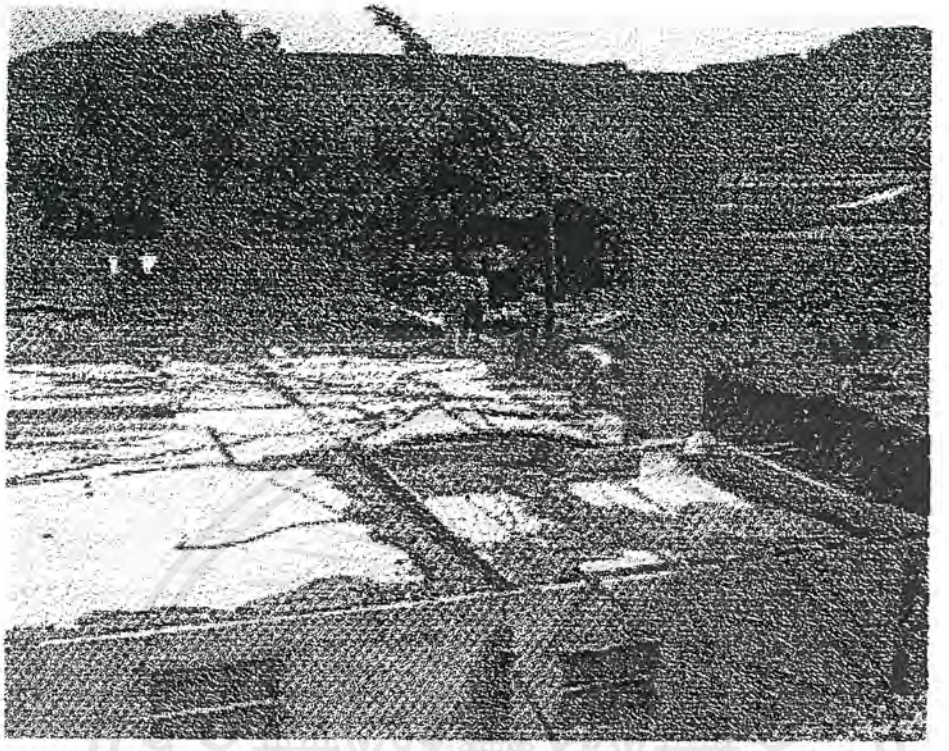


วางตงไม้รับพื้นพร้อมเสาค้ำปรับระดับ

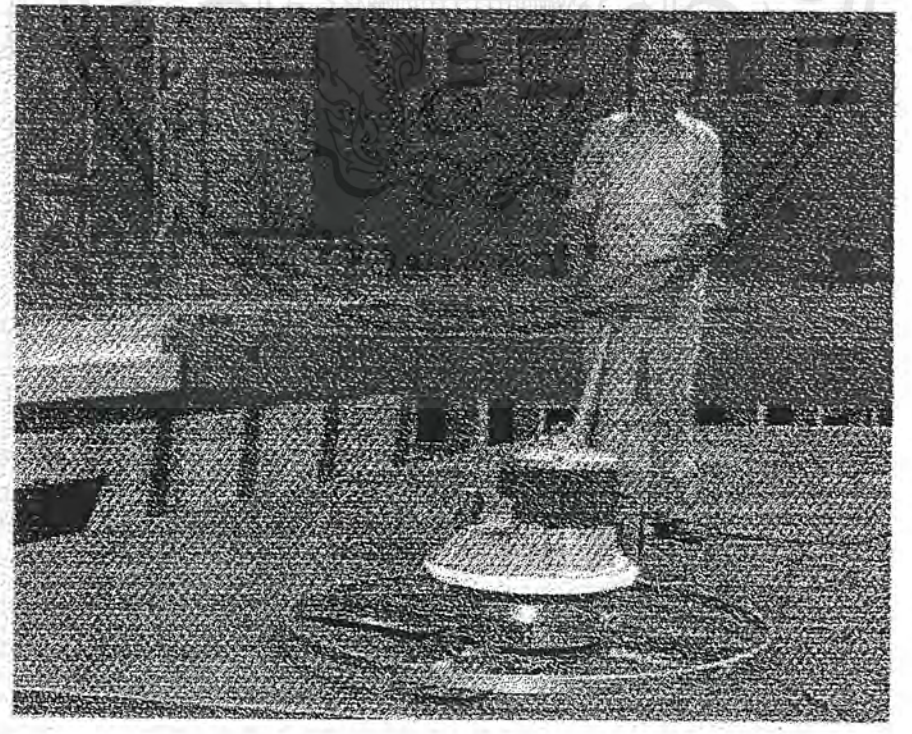


การวางเหล็กเสริมตามแบบและเดินท่อประปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

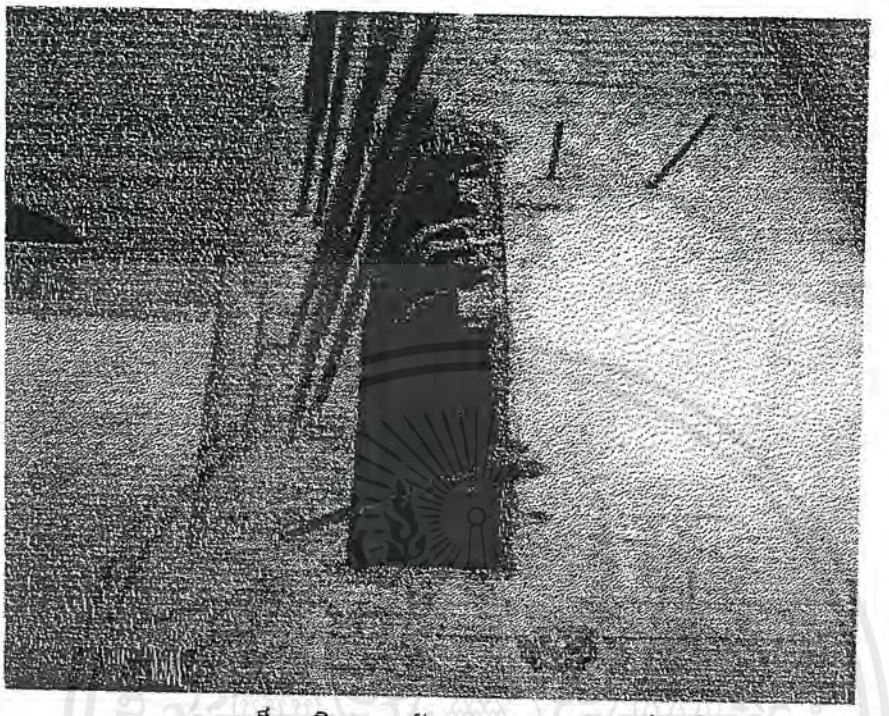


การเทคอนกรีตพื้นชั้น 2



ขัดผิวคอนกรีตให้เรียบ

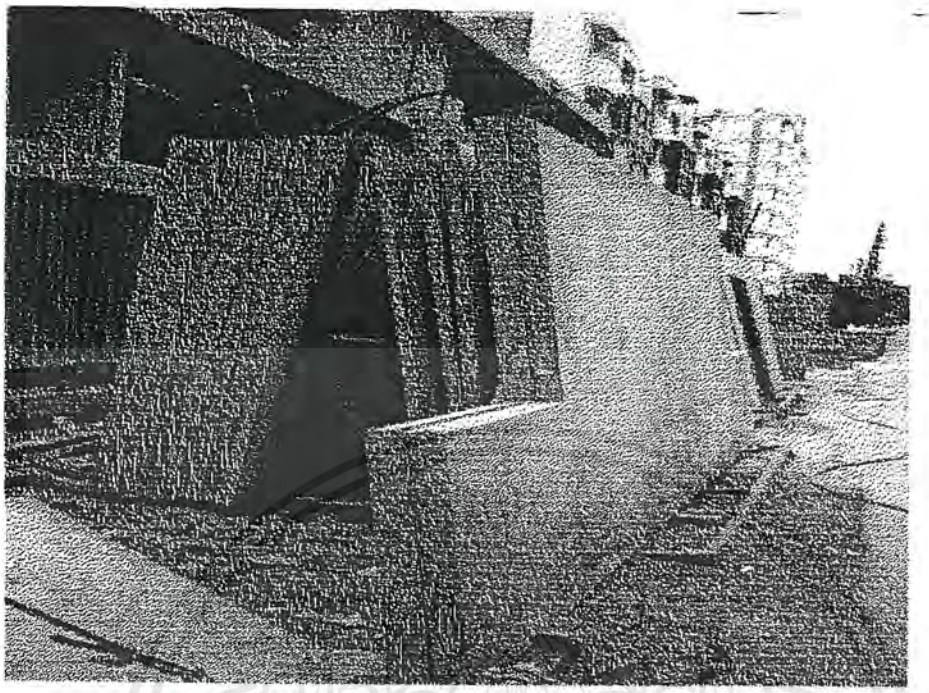
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



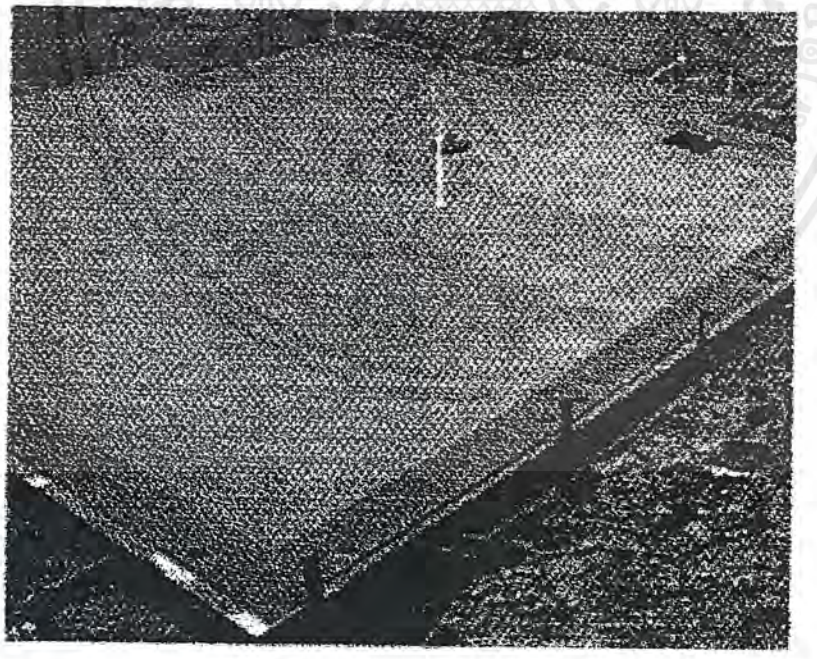
แนวเหล็กเสริมวางผนังและการวางท่อสายไฟฟ้า

การยกผนังมาวางตามแนวที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

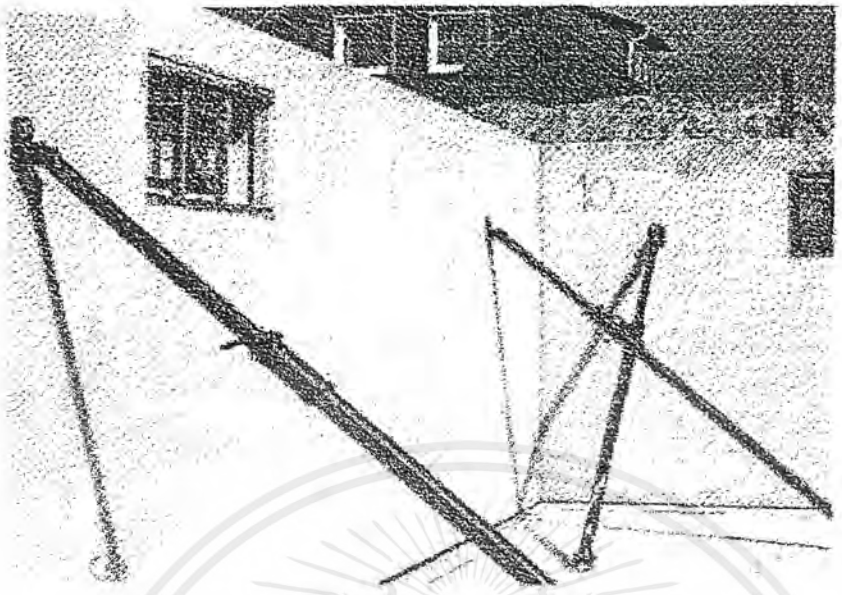


SOLID WALL

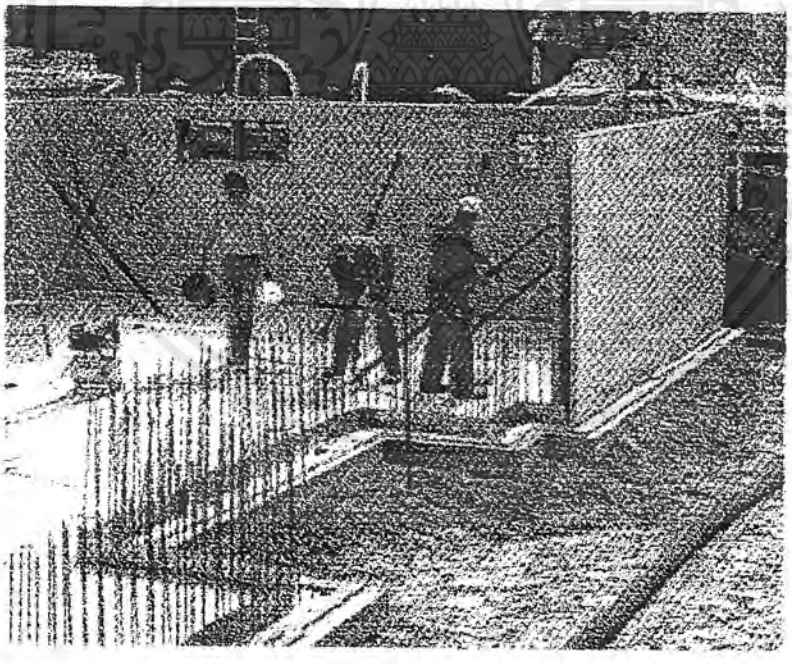


สำรวจแนวการวางผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

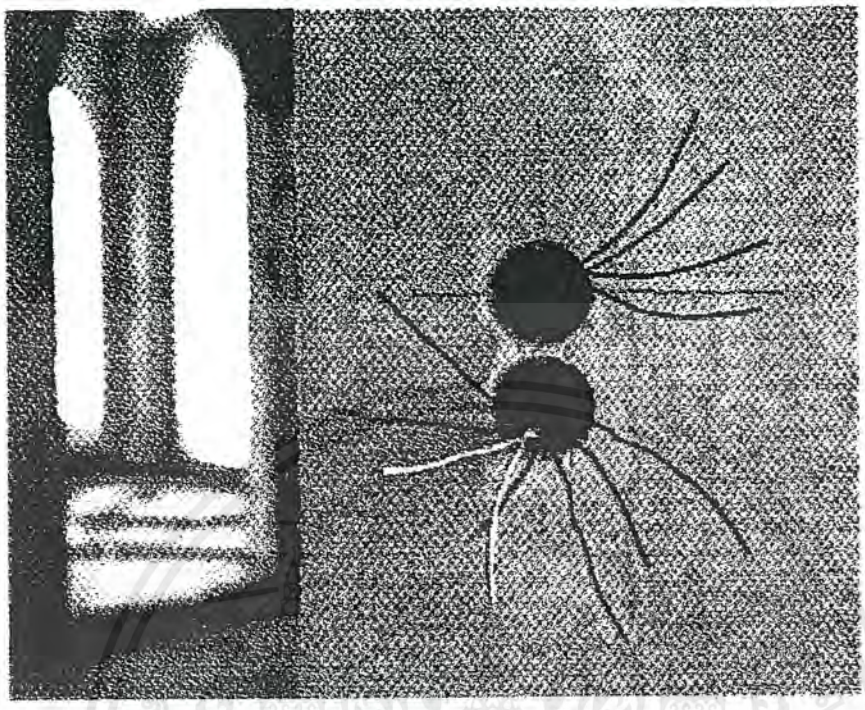


การค้ำยันก่อนการเทคอนกรีต

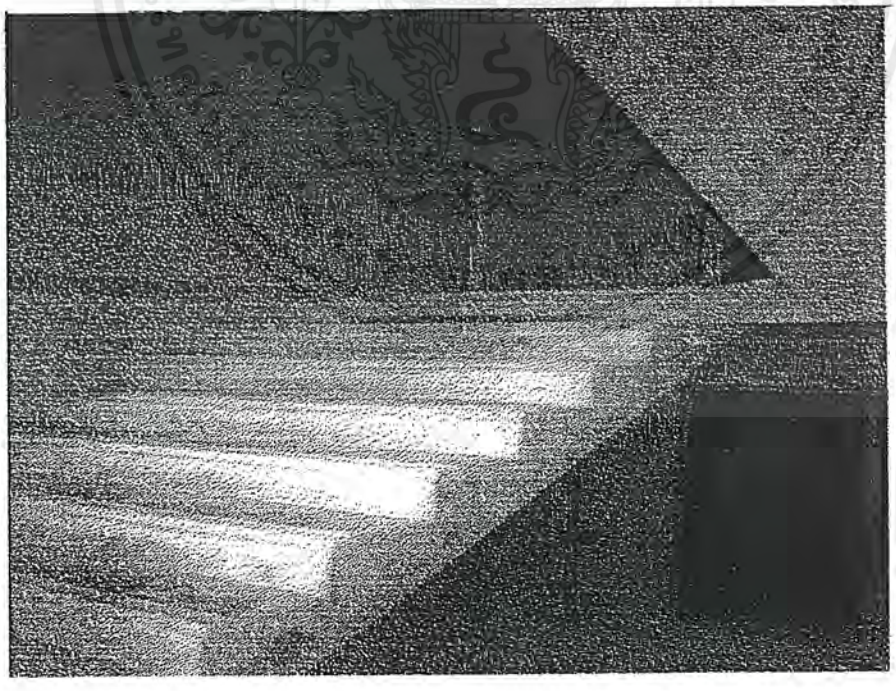


ภาพการทำการวางผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เดินท่อสายไฟฟ้าและประปา



บันไดซึ่งหล่อสำเร็จรูปแล้วยกมาติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบประมาณราคาบ้านระบบหล่อในที่

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					
1.1	ปรับผิวดิน	ตร.ม	200.00		80	16,000
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม	13.00	-	60	780
1.3	เสาเข็ม I 26x26x18	ต้น	13.00	3,270	1,000	55,510
1.4	คอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต	ลบ.ม	2.34	1,500	200	3,978
	เหล็กเสริม	กก	280.00	15	2	4,760
	ไม้แบบ	ตร.ม	15.60	190	70	4,056
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	1.30	220	40	338
2	โครงสร้างชั้น 1					
2.1	คานคอดิน	ม	76.55			
	คอนกรีต	ลบ.ม	4.02	1,500	200	6,832
	เหล็กเสริม	กก	804.00	15	2	13,668
	ไม้แบบ	ตร.ม	53.59	190	70	13,932
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	15.31	220	40	3,981
2.2	พื้น					
	พื้นหล่อในที่หนา 15 ซม.	ตร.ม	62.36			
	คอนกรีต	ลบ.ม	9.35	1,500	200	15,902
	เหล็กเสริม	กก	1683.72	15	2	28,623
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	0.62	220	40	162
	หล่อในที่ หนา 10 ซม. เหล็กตะแกรง 6 มม.	ตร.ม	14	395	110	7,070
2.3	เสาจากชั้น 1 - คานหลังคา	ม	93.6			
	คอนกรีต	ลบ.ม	3.74	1,500	200	6,365
	เหล็กเสริม	กก	1122.00	15	2	19,074
	ไม้แบบ	ตร.ม	74.88	190	70	19,469
3	โครงสร้างชั้น 2					
3.1	คานชั้น 2	ม	89.3			
	คอนกรีต	ลบ.ม	4.68	1,500	200	7,961
	เหล็กเสริม	กก	936.00	15	2	15,912
	ไม้แบบ	ตร.ม	75.91	190	70	19,735
3.2	พื้นหล่อในที่หนา 15 ซม.	ตร.ม	61.10			
	คอนกรีต	ลบ.ม	9.17	1,500	200	15,581
	เหล็กเสริม	กก	1650.60	15	2	28,060
	ไม้แบบ	ตร.ม	61.10	190	70	15,886

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
3.3	คานรัดเสาหลังคา	ม	103.20			
	คอนกรีต	ลบ.ม	5.42	1,500	200	9,211
	เหล็กเสริม	กก	975.60	15	2	16,585
	ไม้แบบ	ตร.ม	87.72	190	70	22,807
4	หลังคา					
4.1	หลังคากระเบื้องโมเนีย	ตร.ม	122.80	550	120	82,276
5	รายละเอียดผิวพื้น					
5.1	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก 12"x12" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	40.36	500		20,180
5.2	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก "8x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	26.45	500		13,225
5.3	พื้นผิวทำผิวขัดมันคัดปาดเรียบ	ตร.ม	19.25	75	50	2,406
5.4	พื้นผิวปูหรบหนา 2.5 ปอนด์ ชนิดสีเรียบ	ตร.ม	38.85	600	110	27,584
5.5	พื้นผิวขัดมันผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม	3.45	175	50	776
6	ฝ้าเพดาน					
6.1	ฝ้าชิปซัมบอร์ดชนิดธรรมดาหนา 9 มม. ผิวเรียบทาสี	ตร.ม	22.19	190	50	5,326
	ใส่โครงคร่าวหลีกชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2 ม.					
6.2	ฝ้าชิปซัมบอร์ดชนิดอลูมิเนียมหนา 9 มม. ฟอร์ย	ตร.ม	60.59	260	50	18,783
	ฉาบเรียบใส่โครงคร่าวหลีกชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2ม.					
6.3	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 มม. โชว์ผิวเรียบ ผิวทาสี	ตร.ม	13.26	200	50	3,315
	พลาสติกสีขาวรอยต่อกระเบื้องเว้นร่อง 2"x2"					
6.4	ฝ้าชิปซัมบอร์ดชนิดกันซึมหนา 9 มม. ผิวฉาบเรียบทาสี	ตร.ม	41.20	210	50	10,712
	โครงคร่าวหลีกชุบสังกะสีขนาด 0.9x1.2 ม.					
7	ผนัง					
7.1	ผนังก่ออิฐบอยู่ผิวฉาบปูนทาสี 2 ด้าน	ตร.ม	290.88	390	175	164,347
7.2	ผนังผิงบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	23.95	350	150	11,975
7.3	ผนังผิงบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ก่อสูง 1.6 ม.	ตร.ม	8.60	350	150	4,300
7.4	บัวไม้เชิงผนังไม้เนื้อแข็ง ขนาด 3/4" x 4"	ม	120.00	190	80	32,400
8	บันไดและราวกันตก					
8.1	คอนกรีต	ลบ.ม	1.09	1,500	200	1,853
8.2	เหล็ก	กก	163.50	15	2	2,780
8.3	ไม้แบบ	ตร.ม	6.40	190	70	1,664
8.4	ลูกนอนบันไดไม้แดงหนา 1 1/2" x 6"	ลบ.ฟ	6.15	960	200	7,134
8.5	ลูกตั้งบันไดไม้แดงหนา 3/4"	ลบ.ฟ	1.39	960	200	1,612
8.6	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 0.1x0.05 ม.	ม	9.25	135	200	3,099

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
8.7	ลูกกรงท่อนหลี็กคำ ขนาด 1" ยาว 0.65 ม.	ม	46.80	600	200	37,440
8.8	เสารับราวบันไดและราวกันตก 4"x4" ทาสี ยาว 0.65 ม	ต้น	4.00	482	200	2,728
9	สุขภัณฑ์					
9.1	โถส้วมนั่งราบพร้อมหม้อน้ำ COTTO C-112	ชุด	3.00	5,000	300	15,900
9.2	โถส้วมแบบนั่งยองราดน้ำ COTTO C-201	ชุด	1.00	820	300	1,120
9.3	อ่างล้างหน้ารุ่นก๊อกเดี่ยว COTTO C-008	ชุด	3.00	3,560	600	12,480
9.4	อ่างอาบน้ำ COTTO C-008	ชุด	2.00	8,500	1,000	19,000
9.5	ฝักบัวก๊อกเดี่ยว TO TO TS-106 BI	ชุด	1.00	1,010	100	1,110
9.6	ก๊อกเดี่ยวคอยาว VYV	ชุด	1.00	350	100	450
9.7	ขอแขวนผ้า RELY W-520	ชุด	1.00	150	50	200
9.8	ก๊อก STOP VALVE สายชำระ TO TO TS-106SI	ชุด	3.00	1,200	100	3,900
9.9	ราวแขวนผ้า ยาว 0.65 ม. COTTO C-812	ชุด	3.00	350	100	1,350
9.10	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO C-805	ชุด	3.00	400	300	2,100
9.11	กระจกเงาชนิดหนา 1 1/2 หุน ยึดด้วยหมุดทองแดง	ชุด	3.00	43	200	729
	ขนาด 3/4" ทุกระยะ 4 ฟุต และทุกมุม					
9.12	ที่ใส่สบู่ COTTO C-805	ชุด	2.00	150	200	700
10	ระบบท่อ					
10.1	มาตรวัดน้ำ dia 3/4"	ชุด	1.00	400	50	450
10.2	FLOOR DRAIN	ชุด	4.00	200	100	1,200
10.3	ข้อต่อยืดหยุ่น FLEXIBLE JOINT dia 4"	ชุด	2.00	150	50	400
10.4	ท่อน้ำโสโครก PVC dia 4"	ม	8.13	175	160	2,724
10.5	ท่อน้ำเสีย PVC dia 2"	ม	8.13	45	40	691
10.6	ช่องระบายน้ำฝนบนหลังคา dia 2"	ชุด	1.00	120	50	170
10.7	ท่อระบายน้ำฝนแนวดิ่ง PVC dia 2"	ม	11.33	45	40	963
10.8	บ่อดักไขมัน					
10.9	ปลอก dia 0.8 ม.	ปลอก	2.00	85	15	200
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.05	1,500	200	85
	เหล็กเสริม	กก	10.00	15	2	170
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.05	220	20	12
10.10	ถังบำบัดน้ำเสีย					
	เสาเข็ม HP-15 ยาว 5 ม.	ม	30.00	130	100	6,900
	คอนกรีต	ลบ.ม	1.80	1,500	200	3,060
	เหล็กเสริม	กก	270.00	15	2	4,590
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.90	220	20	216
	ถัง AQUATIC MEDIA dia 1.5 ม.	ถัง	1.00	15,000	1,500	16,500

เอกสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลกำไร ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
10.11	บ่อพักน้ำทิ้ง					
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.38	1,500	200	651
	เหล็กเสริบ	กก	22.40	15	2	381
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	0.18	220	20	42
10.12	ท่อระบายน้ำทิ้งรอบบ้าน	ม	31.33	190	160	10,966
11	ระบบไฟฟ้า					
11.1	เต้ารับแบบคู่ 15 แอมป์ 250 Vol	ชุด	17.00	15	140	2,635
11.2	เต้ารับแบบเดี่ยวชนิดกันน้ำ 15 แอมป์	ชุด	3.00	15	140	465
11.3	เต้ารับแบบเดี่ยว 15 แอมป์	ชุด	2.00	15	140	310
11.4	ปลั๊กโทรศัพท์	ชุด	2.00	60	100	320
11.5	JUNCTION BOX สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น	ชุด	1.00	750	150	900
11.6	สวิทช์ปิด-เปิดโคมไฟ	ชุด	1.00	30	140	170
11.7	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	500	140	4,480
	dia 38x9 cm บริษัท TAE					
11.8	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	450	140	4,130
	dia 26x7 cm บริษัท TAE					
11.9	สวิทช์ปิด-เปิดโคมไฟ 2 ทาง	ชุด	1.00	20	140	160
11.10	แผงไฟฟ้า	ชุด	1.00	250		
11.11	ดวงโคมสี่เหลี่ยมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้ว	ชุด	3.00	350	140	1,470
	สีขุ่นขาว ขนาด 8" บริษัทสยามไทรบรูฟิน					
12	ประตู					
12.1	1	บาน	2.00	700	200	1,800
12.2	2	บาน	2.00	620	200	1,640
12.3	3	บาน	4.00	570	200	3,080
12.4	6	บาน	1.00	810	200	1,010
12.5	10	บาน	1.00	1,500	200	1,700
12.6	15	บาน	2.00	2,000	200	4,400
12.7	23	บาน	1.00	850	200	1,050
12.8	24	บาน	1.00	850	200	1,050
13	หน้าต่าง					
13.1	1	บาน	1.00	810	350	1,160
13.2	2	บาน	2.00	810	350	2,320
13.3	3	บาน	5.00	750	350	5,500
13.4	5	บาน	1.00	750	350	1,100
13.5	8	บาน	4.00	900	350	5,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
13.6	9	บาน	2.00	900	350	2,500
13.7	15	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.8	17	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.9	18	บาน	5.00	1,200	350	7,750
13.10	30	บาน	9.00	750	350	9,900
13.11	59	บาน	2.00	800	350	2,300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประมาณราคาบ้านระบบซีคอน

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					
1.1	ปรับผิวดิน	ตร.ม	200		80	16,000
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม	13	-	60	780
1.3	เสาเข็ม I 26x26x18	ต้น	13	3,270	1,000	55,510
1.4	คอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต	ลบ.ม	2.34	1,500	200	3,978
	เหล็กเสริม	กก	280	15	2	4,760
	ไม้แบบ	ตร.ม	15.6	190	70	4,056
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	1.3	220	40	338
2	โครงสร้างชั้น 1					
2.1	คานคอดิน	ม	76.55	500		38,275
2.2	พื้น					
	พื้นสำเร็จรูป T เท Toping 5 มม.	ตร.ม	62.36	480		29,933
	หล่อในที่ หนา 10 ซม.	ตร.ม	14	395	110	7,070
2.3	เสาจากชั้น 1 - คานหลังคา	ม	93.6	330		30,888
3	โครงสร้างชั้น 2					
3.1	คานชั้น 2	ม	89.3	500		44,650
3.2	พื้นสำเร็จรูป T เท Toping 5 มม.	ตร.ม	66.1	480		31,728
3.2	คานรัดเสาหลังคา	ม	103.2	500		51,600
4	หลังคา					
4.1	หลังคากระเบื้องโมเนีย	ตร.ม	122.8	550	120	82,276
5	รายละเอียดผิวพื้น					
5.1	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก 12"x12" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	40.36	500		20,180
5.2	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก "8x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	26.45	500		13,225
5.3	พื้นผิวทำผิวซีเมนต์ปาดเรียบ	ตร.ม	19.25	75	50	2,406
5.4	พื้นผิวปูพรมหนา 2.5 ปอนด์ ชนิดสีเรียบ	ตร.ม	38.85	600	110	27,584
5.5	พื้นผิวขัดมันผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม	3.45	175	50	776
6	ฝ้าเพดาน					
6.1	ฝ้ายิปซัมบอร์ดชนิดธรรมดาหนา 9 มม. ผิวเรียบทาสี	ตร.ม	22.19	190	50	5,326
	ใส่โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2 ม.					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
6.2	ฝ้าชิปซับบอร์ดชนิดอลูมิเนียมหนา 9 มม. ฟอร์ย	ตร.ม	60.59	260	50	18,783
	ฉายเรียบใส่โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2ม.					
6.3	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 มม. โชว์ผิวเรียบ ผิวทาสี	ตร.ม	13.26	200	50	3,315
	พลาสติกสีขาวรอยต่อกระเบื้องเว้นร่อง 2"x2"					
6.4	ฝ้าชิปซับบอร์ดชนิดกันชื้นหนา 9 มม. ผิวฉาบเรียบทาสี	ตร.ม	41.2	210	50	10,712
	โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีขนาด 0.9x1.2 ม.					
7	ผนัง					
7.1	ผนังก่ออิฐมอญผิวฉาบปูนทาสี 2 ด้าน	ตร.ม	290.88	390	175	164,347
7.2	ผนังผิงบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	23.95	350	150	11,975
7.3	ผนังผิงบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ก่อสูง 1.6 ม.	ตร.ม	8.6	350	150	4,300
7.4	บัวไม้เชิงผนังไม้เนื้อแข็ง ขนาด 3/4" x 4"	ม	120	190	80	32,400
8	บันไดและราวกันตก					
8.1	คอนกรีต	ลบ.ม	1.09	1,500	200	1,853
8.2	เหล็ก	กก	163.5	15	2	2,780
8.3	ไม้แบบ	ตร.ม	6.4	190	70	1,664
8.4	ลูกนอนบันไดไม้แดงหนา 1 1/2" x 6"	ลบ.ฟ	6.15	960	200	7,134
8.5	ลูกตั้งบันไดไม้แดงหนา 3/4"	ลบ.ฟ	1.39	960	200	1,612
8.6	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 0.1x0.05 ม.	ม	9.25	135	200	3,099
8.7	ลูกกรงท่อเหล็กดำ ขนาด 1" ยาว 0.65 ม.	ม	46.8	600	200	37,440
8.8	เสารับราวบันไดและราวกันตก 4"x4" ทาสี ยาว 0.65 ม	ต้น	4	482	200	2,728
9	สุขภัณฑ์					
9.1	โถส้วมนั่งราบพร้อมหม้อน้ำ COTTO C-112	ชุด	3	5,000	300	15,900
9.2	โถส้วมแบบนั่งของราดน้ำ COTTO C-201	ชุด	1	820	300	1,120
9.3	อ่างล้างหน้ารุ่นก๊อกเดี่ยว COTTO C-008	ชุด	3	3,560	600	12,480
9.4	อ่างอาบน้ำ COTTO C-008	ชุด	2	8,500	1,000	19,000
9.5	ฝักบัวก๊อกเดี่ยว TO TO TS-106 BI	ชุด	1	1,010	100	1,110
9.6	ก๊อกเดี่ยวคอยาว VYV	ชุด	1	350	100	450
9.7	ขอแขวนผ้า RELY W-520	ชุด	1	150	50	200
9.8	ก๊อก STOP VALVE สายชำระ TO TO TS-106SI	ชุด	3	1,200	100	3,900
9.9	ราวแขวนผ้า ยาว 0.65 ม. COTTO C-812	ชุด	3	350	100	1,350
9.10	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO C-805	ชุด	3	400	300	2,100
9.11	กระจกเงาชนิดหนา 1 1/2 หุน ยึดด้วยหมุดทองแดง	ชุด	3	43	200	729
	ขนาด 3/4" ทุกระยะ 4 ฟุต และทุกมุม					
9.12	ที่ใส่สบู่ COTTO C-805	ชุด	2	150	200	700

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
10	ระบบท่อ					
10.1	มาตรวัดน้ำ dia 3/4"	ชุด	1	400	50	450
10.2	FLOOR DRAIN	ชุด	4	200	100	1,200
10.3	ข้อต่อยืดหยุ่น FLEXIBLE JOINT dia 4"	ชุด	2	150	50	400
10.4	ท่อน้ำโสโครก PVC dia 4"	ม	8.13	175	160	2,724
10.5	ท่อน้ำเสีย PVC dia 2"	ม	8.13	45	40	691
10.6	ช่องระบายน้ำฝนบนหลังคา dia 2"	ชุด	1	120	50	170
10.7	ท่อระบายน้ำฝนแนวดิ่ง PVC dia 2"	ม	11.33	45	40	963
10.8	บ่อดักไขมัน					
10.9	ปลอก dia 0.8 ม.	ปลอก	2	85	15	200
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.05	1,500	200	85
	เหล็กเสริม	กก	10	15	2	170
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.05	220	20	12
10.10	ถังบำบัดน้ำเสีย					
	เสาเข็ม HP-15 ยาว 5 ม.	ม	30	130	100	6,900
	คอนกรีต	ลบ.ม	1.8	1,500	200	3,060
	เหล็กเสริม	กก	270	15	2	4,590
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.9	220	20	216
	ถัง AQUATIC MEDIA dia 1.5 ม.	ถัง	1	15,000	1,500	16,500
10.11	บ่อพักน้ำทิ้ง					
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.383	1,500	200	651
	เหล็กเสริม	กก	22.4	15	2	381
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	0.175	220	20	42
10.12	ท่อระบายน้ำทิ้งรอบบ้าน	ม	31.33	190	160	10,966
11	ระบบไฟฟ้า					
11.1	เต้ารับแบบคู่ 15 แอมป์ 250 Vol	ชุด	17	15	140	2,635
11.2	เต้ารับแบบเดี่ยวชนิดกันน้ำ 15 แอมป์	ชุด	3	15	140	465
11.3	เต้ารับแบบเดี่ยว 15 แอมป์	ชุด	2	15	140	310
11.4	ปลั๊กโทรศัพท์	ชุด	2	60	100	320
11.5	JUNCTION BOX สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น	ชุด	1	750	150	900
11.6	สวิทซ์ปิด-เปิดโคมไฟ	ชุด	1	30	140	170
11.7	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7	500	140	4,480
	dia 38x9 cm บริษัท TAE					
11.8	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7	450	140	4,130
	dia 26x7 cm บริษัท TAE					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
11.9	สวิทช์ปิด-เปิดโคมไฟ 2 ทาง	ชุด	1	20	140	160
11.10	แผงไฟฟ้า	ชุด	1	250		
11.11	ดวงโคมสี่เหลี่ยมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้ว	ชุด	3	350	140	1,470
	สีขุ่นขาว ขนาด 8" บริษัทสยามไทรบรูฟิน					
12	ประตู					
12.1	1	บาน	2	700	200	1,800
12.2	2	บาน	2	620	200	1,640
12.3	3	บาน	4	570	200	3,080
12.4	6	บาน	1	810	200	1,010
12.5	10	บาน	1	1,500	200	1,700
12.6	15	บาน	2	2,000	200	4,400
12.7	23	บาน	1	850	200	1,050
12.8	24	บาน	1	850	200	1,050
13	หน้าต่าง					
13.1	1	บาน	1	810	350	1,160
13.2	2	บาน	2	810	350	2,320
13.3	3	บาน	5	750	350	5,500
13.4	5	บาน	1	750	350	1,100
13.5	8	บาน	4	900	350	5,000
13.6	9	บาน	2	900	350	2,500
13.7	15	บาน	1	1,400	350	1,750
13.8	17	บาน	1	1,400	350	1,750
13.9	18	บาน	5	1,200	350	7,750
13.10	30	บาน	9	750	350	9,900
13.11	59	บาน	2	800	350	2,300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประมาณราคาบ้านระบบผนังรับแรง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					
1.1	ปรับผิวดิน	ตร.ม	200.00		80	16,000
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม	13.00	-	60	780
1.3	เสาเข็ม I 26x26x18	ต้น	13.00	3,270	1,000	55,510
1.4	คอบ่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต	ลบ.ม	2.34	1,500	200	3,978
	เหล็กเสริม	กก	280.00	15	2	4,760
	ไม้แบบ	ตร.ม	15.60	190	70	4,056
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	1.30	220	40	338
2	โครงสร้างชั้น 1					
2.1	คานคอดิน	ม	76.55			
	คอนกรีต	ลบ.ม	4.02	1,500	200	6,832
	เหล็กเสริม	กก	804.00	15	2	13,668
	ไม้แบบ	ตร.ม	53.59	190	70	13,932
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	15.31	220	40	3,981
2.2	พื้น					
	พื้นสำเร็จรูป T เท Toping 5 มม.	ตร.ม	62.36	480		29,933
	หล่อในที่ หนา 10 ซม.	ตร.ม	14	395	110	7,070
2.3	เสาจากชั้น 1 - คานหลังคา	ม	93.6			
	คอนกรีต	ลบ.ม	3.74	1,500	200	6,365
	เหล็กเสริม	กก	1122.00	15	2	19,074
	ไม้แบบ	ตร.ม	74.88	190	70	19,469
3	โครงสร้างชั้น 2					
3.1	คานชั้น 2	ม	89.3			
	คอนกรีต	ลบ.ม	4.68	1,500	200	7,961
	เหล็กเสริม	กก	936.00	15	2	15,912
	ไม้แบบ	ตร.ม	75.91	190	70	19,735
3.2	พื้นสำเร็จรูป T เท Toping 5 มม.	ตร.ม	66.1	480		31,728
3.2	คานรัดเสาหลังคา	ม	103.2	500		51,600
3.3	คานรัดเสาหลังคา	ม	103.20			
	คอนกรีต	ลบ.ม	5.42	1,500	200	9,211
	เหล็กเสริม	กก	975.60	15	2	16,585
	ไม้แบบ	ตร.ม	87.72	190	70	22,807

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
4	หลังคา					
4.1	หลังคากระเบื้องโมเนีย	ตร.ม	122.80	550	120	82,276
5	รายละเอียดผิวพื้น					
5.1	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก 12"x12" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	40.36	500		20,180
5.2	พื้นผิวปูกระเบื้องเซรามิก "8x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	26.45	500		13,225
5.3	พื้นผิวทำผิวซีเมนต์ปาดเรียบ	ตร.ม	19.25	75	50	2,406
5.4	พื้นผิวปูพรมหนา 2.5 ปอนด์ ชนิดสีเรียบ	ตร.ม	38.85	600	110	27,584
5.5	พื้นผิวขัดมันผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม	3.45	175	50	776
6	ฝ้าเพดาน					
6.1	ฝ้าชิปซับบอร์ดชนิดธรรมดาหนา 9 มม. ผิวเรียบทาสี	ตร.ม	22.19	190	50	5,326
	ใส่โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2 ม.					
6.2	ฝ้าชิปซับบอร์ดชนิดอลูมิเนียมหนา 9 มม. ฟอร์ย	ตร.ม	60.59	260	50	18,783
	ฉาบเรียบใส่โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี ขนาด 0.4x1.2ม.					
6.3	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 มม. โชว์ผิวเรียบ ผิวทาสี	ตร.ม	13.26	200	50	3,315
	พลาสติกสีขาวรอยต่อกระเบื้องเว้นร่อง 2"x2"					
6.4	ฝ้าชิปซับบอร์ดชนิดกันซึมหนา 9 มม. ผิวฉาบเรียบทาสี	ตร.ม	41.20	210	50	10,712
	โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีขนาด 0.9x1.2 ม.					
7	ผนัง					
7.1	ผนังรับแรงคอนกรีตเสริมเหล็ก	ตร.ม	267.60			
	คอนกรีต	ลบ.ม	32.11	1,500	200	54,590
	เหล็กเสริม	กก	1881.76	15	2	31,990
	ไม้แบบ	ตร.ม	642.24	190	70	83,491
7.2	ผนังผิวปูกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม	23.95	350	150	11,975
7.3	ผนังผิวปูกระเบื้องเซรามิกขนาด 8"x8" ก่อสูง 1.6 ม.	ตร.ม	8.60	350	150	4,300
7.4	บัวไม้เชิงผนังไม้เนื้อแข็ง ขนาด 3/4" x 4"	ม	120.00	190	80	32,400
8	บันไดและราวกันตก					
8.1	คอนกรีต	ลบ.ม	1.09	1,500	200	1,853
8.2	เหล็ก	กก	163.50	15	2	2,780
8.3	ไม้แบบ	ตร.ม	6.40	190	70	1,664
8.4	ลูกนอนบันไดไม้แดงหนา 1 1/2" x 6"	ลบ.ฟ	6.15	960	200	7,134
8.5	ลูกตั้งบันไดไม้แดงหนา 3/4"	ลบ.ฟ	1.39	960	200	1,612
8.6	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 0.1x0.05 ม.	ม	9.25	135	200	3,099
8.7	ลูกกรงท่อเหล็กดำ ขนาด 1" ยาว 0.65 ม.	ม	46.80	600	200	37,440

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
8.8	เสารับราวบันไดและราวกันตก 4"x4" ทาสี ยาว 0.65 ม	ต้น	4.00	482	200	2,728
9	สุขภัณฑ์					
9.1	โถส้วมนั่งราบพร้อมหม้อน้ำ COTTO C-112	ชุด	3.00	5,000	300	15,900
9.2	โถส้วมแบบนั่งยองราดน้ำ COTTO C-201	ชุด	1.00	820	300	1,120
9.3	อ่างล้างหน้ารุ่นก๊อกเดี่ยว COTTO C-008	ชุด	3.00	3,560	600	12,480
9.4	อ่างอาบน้ำ COTTO C-008	ชุด	2.00	8,500	1,000	19,000
9.5	ฝักบัวก๊อกเดี่ยว TO TO TS-106 BI	ชุด	1.00	1,010	100	1,110
9.6	ก๊อกเดี่ยวคอยาว VYV	ชุด	1.00	350	100	450
9.7	ขอแขวนผ้า RELY W-520	ชุด	1.00	150	50	200
9.8	ก๊อก STOP VALVE สายชำระ TO TO TS-106SI	ชุด	3.00	1,200	100	3,900
9.9	ราวแขวนผ้า ยาว 0.65 ม. COTTO C-812	ชุด	3.00	350	100	1,350
9.10	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO C-805	ชุด	3.00	400	300	2,100
9.11	กระจกเงาชนิดหนา 1 1/2 หุน ยึดด้วยหมุดทองแดง	ชุด	3.00	43	200	729
	ขนาด 3/4" ทุกระยะ 4 ฟุต และทุกมุม					
9.12	ที่ใส่สบู่ COTTO C-805	ชุด	2.00	150	200	700
10	ระบบท่อ					
10.1	มาตรวัดน้ำ dia 3/4"	ชุด	1.00	400	50	450
10.2	FLOOR DRAIN	ชุด	4.00	200	100	1,200
10.3	ข้อต่อยืดหยุ่น FLEXIBLE JOINT dia 4"	ชุด	2.00	150	50	400
10.4	ท่อน้ำโสโครก PVC dia 4"	ม	8.13	175	160	2,724
10.5	ท่อน้ำเสีย PVC dia 2"	ม	8.13	45	40	691
10.6	ช่องระบายน้ำฝนบนหลังคา dia 2"	ชุด	1.00	120	50	170
10.7	ท่อระบายน้ำฝนแนวดิ่ง PVC dia 2"	ม	11.33	45	40	963
10.8	บ่อดักไขมัน					
10.9	ปลอก dia 0.8 ม.	ปลอก	2.00	85	15	200
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.05	1,500	200	85
	เหล็กเสริม	กก	10.00	15	2	170
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.05	220	20	12
10.10	ถังบำบัดน้ำเสีย					
	เสาเข็ม HP-15 ยาว 5 ม.	ม	30.00	130	100	6,900
	คอนกรีต	ลบ.ม	1.80	1,500	200	3,060
	เหล็กเสริม	กก	270.00	15	2	4,590
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.90	220	20	216
	ถัง AQUATIC MEDIA dia 1.5 ม.	ถัง	1.00	15,000	1,500	16,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
10.11	บ่อพักน้ำทิ้ง					
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.38	1,500	200	651
	เหล็กเสริม	กก	22.40	15	2	381
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	0.18	220	20	42
10.12	ท่อระบายน้ำทิ้งรอบบ้าน	ม	31.33	190	160	10,966
11	ระบบไฟฟ้า					
11.1	เต้ารับแบบคู่ 15 แอมป์ 250 Vol	ชุด	17.00	15	140	2,635
11.2	เต้ารับแบบเดี่ยวชนิดกันน้ำ 15 แอมป์	ชุด	3.00	15	140	465
11.3	เต้ารับแบบเดี่ยว 15 แอมป์	ชุด	2.00	15	140	310
11.4	ปลั๊กโทรศัพท์	ชุด	2.00	60	100	320
11.5	JUNCTION BOX สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น	ชุด	1.00	750	150	900
11.6	สวิทซ์ปิด-เปิดโคมไฟ	ชุด	1.00	30	140	170
11.7	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าแผ่นฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	500	140	4,480
	dia 38x9 cm บริษัท TAE					
11.8	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าแผ่นฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	450	140	4,130
	dia 26x7 cm บริษัท TAE					
11.9	สวิทซ์ปิด-เปิดโคมไฟ 2 ทาง	ชุด	1.00	20	140	160
11.10	แผงไฟฟ้า	ชุด	1.00	250		
11.11	ดวงโคมสี่เหลี่ยมติดลอยกับฝ้าแผ่นฝาครอบแก้ว	ชุด	3.00	350	140	1,470
	สีขุ่นขาว ขนาด 8" บริษัทสยามไทรบรูฟิน					
12	ประตู					
12.1	1	บาน	2.00	700	200	1,800
12.2	2	บาน	2.00	620	200	1,640
12.3	3	บาน	4.00	570	200	3,080
12.4	6	บาน	1.00	810	200	1,010
12.5	10	บาน	1.00	1,500	200	1,700
12.6	15	บาน	2.00	2,000	200	4,400
12.7	23	บาน	1.00	850	200	1,050
12.8	24	บาน	1.00	850	200	1,050
13	หน้าต่าง					
13.1	1	บาน	1.00	810	350	1,160
13.2	2	บาน	2.00	810	350	2,320
13.3	3	บาน	5.00	750	350	5,500
13.4	5	บาน	1.00	750	350	1,100
13.5	8	บาน	4.00	900	350	5,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
13.6	9	บาน	2.00	900	350	2,500
13.7	15	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.8	17	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.9	18	บาน	5.00	1,200	350	7,750
13.10	30	บาน	9.00	750	350	9,900
13.11	59	บาน	2.00	800	350	2,300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประมาณราคาบ้านระบบ HP CONSTRUCTION

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					
1.1	ปรับผิวดิน	ตร.ม	200		80	16,000
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม	13		60	780
1.3	เสาเข็ม I 26x26x18	ต้น	13	3,270	1,000	55,510
1.4	ตอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต	ลบ.ม	2.34	1,500	200	3,978
	เหล็กเสริม	กก	280	15	2	4,760
	ไม้แบบ	ตร.ม	15.6	190	70	4,056
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	1.3	220	40	338
1.4	คานคอดิน	ม	76.55	500		38,275
2	โครงสร้างชั้น 1					
2.1	พื้น					
	คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแบบ PLANK เทคอนกรีต	ตร.ม	63.67	432		27,505
	TOPPING หนา 5 ซม.					
3	โครงสร้างชั้น 2					
3.1	HP CONSTRUCTION เททับด้วยคอนกรีต TOPPING	ตร.ม	69	1,112		76,728
	หนา 7 ซม.					
4	หลังคา					
4.1	หลังคากระเบื้อง C-PAC	ตร.ม	122.8	550	120	82,276
5	รายละเอียดผิวพื้น					
5.1	กระเบื้อง CAMPANA ขนาด 8"x8" หรือ 12"x12" สีเรียบ	ตร.ม	97.48	310	150	44,841
5.2	พื้นปูนขัดมัน	ตร.ม	7.22	310	150	3,321
5.3	พรมไทปิงหนา 2 ปอนด์ พร้อมยางรอง/เสคไม้เนื้อแข็ง	ตร.ม	32.76	568		18,608
	ขนาด 4.5"x4.5"					
6	ฝ้าเพดาน					
6.1	ชั้นบน ยิบซั่มบอร์ดโครงเคร่าโลหะฉาบรอยต่อเรียบ	ตร.ม	61.1	260	50	18,941
6.2	ชั้นล่าง คอนกรีตผิวเรียบทาสี	ตร.ม	62.36	50	50	6,236
6.3	กระเบื้องเรียบทาสีโครงเคร่าไม้เนื้อแข็ง	ตร.ม	14	380	50	6,020
7	ผนัง					
7.1	ผนังชั้นล่าง คอนกรีตเสริมเหล็กรูปแบบ DW และ SW	ตร.ม	204.41	910		186,013
	ของ HP CONSTRUCTION					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
7.2	ผนังชั้นบน คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแบบ	ตร.ม	119.02	496		59,034
	DOUBLE WALL และ SOLID WALL ของ					
	HP CONSTRUCTION					
7.3	กระเบื้อง CAMPANA ขนาด 8"x8" สีเรียบ	ตร.ม	32.55	310	150	14,973
8	บันไดและราวกันตก					
8.1	คอนกรีต	ลบ.ม	1.09	1,500	200	1,853
8.2	เหล็ก	กก	163.5	15	2	2,780
8.3	ไม้แบบ	ตร.ม	6.4	190	70	1,664
8.4	ลูกนอนบันไดไม้แดงหนา 1 1/2" x 8"x1 ม.	แผ่น	15	106	100	3,090
8.5	ลูกตั้งบันไดไม้แดงหนา 1"x12"x1 ม.	แผ่น	15	234	100	5,010
8.6	ราวบันไดไม้แดง ขนาด 2"x3".	ม	9.25	91	200	2,692
8.7	ลูกกรงท่อเหล็กดำ ขนาด 1" ยาว 0.65 ม.	ม	46.8	600	200	37,440
8.8	เสารับราวบันไดและราวกันตก 4"x4" ทาสี ยาว 0.65 ม	ต้น	4	482	200	2,728
9	สุขภัณฑ์					
9.1	โถส้วมนั่งราบพร้อมหม้อน้ำ COTTO C-112	ชุด	3.00	5,000	300	15,900
9.2	โถส้วมแบบนั่งยองราดน้ำ COTTO C-201	ชุด	1.00	820	300	1,120
9.3	อ่างล้างหน้ารุ่นก๊อกเดี่ยว COTTO C-008	ชุด	3.00	3,560	600	12,480
9.4	อ่างอาบน้ำ COTTO C-008	ชุด	2.00	8,500	1,000	19,000
9.5	ฝักบัวก๊อกเดี่ยว TO TO TS-106 BI	ชุด	1.00	1,010	100	1,110
9.6	ก๊อกเดี่ยวคอยาว VYV	ชุด	1.00	350	100	450
9.7	ขอแขวนผ้า RELY W-520	ชุด	1.00	150	50	200
9.8	ก๊อก STOP VALVE สายชำระ TO TO TS-106SI	ชุด	3.00	1,200	100	3,900
9.9	ราวแขวนผ้า ยาว 0.65 ม. COTTO C-812	ชุด	3.00	350	100	1,350
9.10	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO C-805	ชุด	3.00	400	300	2,100
9.11	กระจกเงาชนิดหนา 1 1/2 หุน ยึดด้วยหมุดทองแดง	ชุด	3.00	43	200	729
	ขนาด 3/4" ทุกระยะ 4 ฟุต และทุกมุม					
9.12	ที่ใส่สบู่ COTTO C-805	ชุด	2.00	150	200	700
10	ระบบท่อ					
10.1	มาตรวัดน้ำ dia 3/4"	ชุด	1.00	400	50	450
10.2	FLOOR DRAIN	ชุด	4.00	200	100	1,200
10.3	ข้อต่อยืดหยุ่น FLEXIBLE JOINT dia 4"	ชุด	2.00	150	50	400
10.4	ท่อน้ำโสโครก PVC dia 4"	ม	8.13	175	160	2,724
10.5	ท่อน้ำเสีย PVC dia 2"	ม	8.13	45	40	691
10.6	ช่องระบายน้ำฝนบนหลังคา dia 2"	ชุด	1.00	120	50	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
10.7	ท่อระบายน้ำฝนแนวดิ่ง PVC dia 2"	ม	11.33	45	40	963
10.8	บ่อดักไขมัน					
10.9	ปลอก dia 0.8 ม.	ปลอก	2.00	85	15	200
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.05	1,500	200	85
	เหล็กเสริม	กก	10.00	15	2	170
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.05	220	20	12
10.10	ถังบำบัดน้ำเสีย					
	เสาเข็ม HP-15 ยาว 5 ม.	ม	30.00	130	100	6,900
	คอนกรีต	ลบ.ม	1.80	1,500	200	3,060
	เหล็กเสริม	กก	270.00	15	2	4,590
	ทรายอัด	ลบ.ม	0.90	220	20	216
	ถัง AQUATIC MEDIA dia 1.5 ม.	ถัง	1.00	15,000	1,500	16,500
10.11	บ่อพักน้ำทิ้ง					
	คอนกรีต	ลบ.ม	0.38	1,500	200	651
	เหล็กเสริม	กก	22.40	15	2	381
	ทรายบดอัด	ลบ.ม	0.18	220	20	42
10.12	ท่อระบายน้ำทิ้งรอบบ้าน	ม	31.33	190	160	10,966
11	ระบบไฟฟ้า					
11.1	เต้ารับแบบคู่ 15 แอมป์ 250 Vol	ชุด	17.00	15	140	2,635
11.2	เต้ารับแบบเดี่ยวชนิดกันน้ำ 15 แอมป์	ชุด	3.00	15	140	465
11.3	เต้ารับแบบเดี่ยว 15 แอมป์	ชุด	2.00	15	140	310
11.4	ปลั๊กโทรศัพท์	ชุด	2.00	60	100	320
11.5	JUNCTION BOX สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น	ชุด	1.00	750	150	900
11.6	สวิทช์ปิด-เปิดโคมไฟ	ชุด	1.00	30	140	170
11.7	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	500	140	4,480
	dia 38x9 cm บริษัท TAE					
11.8	ดวงโคมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้วสีขุ่นขาว	ชุด	7.00	450	140	4,130
	dia 26x7 cm บริษัท TAE					
11.9	สวิทช์ปิด-เปิดโคมไฟ 2 ทาง	ชุด	1.00	20	140	160
11.10	แผงไฟฟ้า	ชุด	1.00	250		
11.11	ดวงโคมสี่เหลี่ยมติดลอยกับฝ้าเพดานฝาครอบแก้ว	ชุด	3.00	350	140	1,470
	สีขุ่นขาว ขนาด 8" บริษัทสยามไทรบรูฟิน					
12	ประตู					
12.1	1	บาน	2.00	700	200	1,800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
12.2	2	บาน	2.00	620	200	1,640
12.3	3	บาน	4.00	570	200	3,080
12.4	6	บาน	1.00	810	200	1,010
12.5	10	บาน	1.00	1,500	200	1,700
12.6	15	บาน	2.00	2,000	200	4,400
12.7	23	บาน	1.00	850	200	1,050
12.8	24	บาน	1.00	850	200	1,050
13	หน้าต่าง					
13.1	1	บาน	1.00	810	350	1,160
13.2	2	บาน	2.00	810	350	2,320
13.3	3	บาน	5.00	750	350	5,500
13.4	5	บาน	1.00	750	350	1,100
13.5	8	บาน	4.00	900	350	5,000
13.6	9	บาน	2.00	900	350	2,500
13.7	15	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.8	17	บาน	1.00	1,400	350	1,750
13.9	18	บาน	5.00	1,200	350	7,750
13.10	30	บาน	9.00	750	350	9,900
13.11	59	บาน	2.00	800	350	2,300

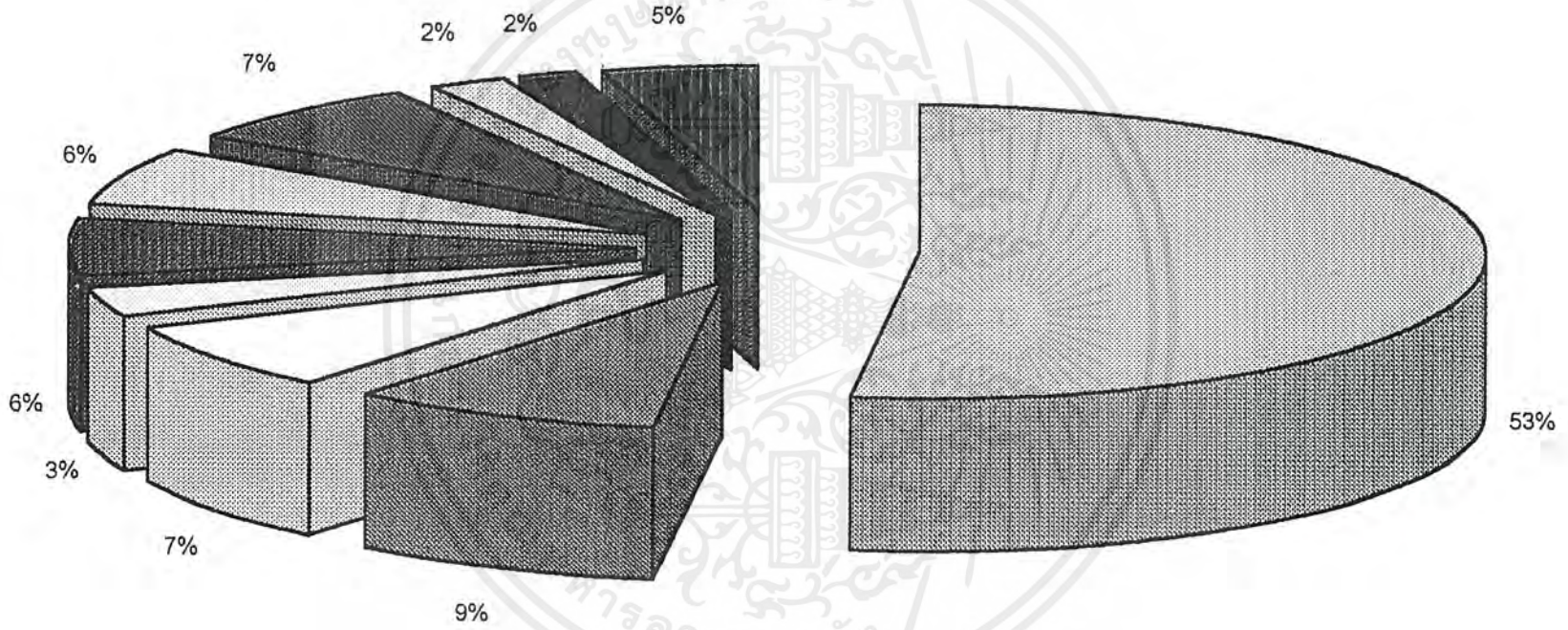
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปราคาบ้านระบบ HP CONSTUCTION

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					123,697
2	โครงสร้างชั้น 1					27,505
3	โครงสร้างชั้น 2					76,728
4	ผนัง					245,047
	ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง					**472,977**
5	หลังคา					82,276
6	รายละเอียดผิวพื้น					66,770
7	ฝ้าเพดาน					31,197
8	บันไดและราวกันตก					57,256
9	สุขภัณฑ์					59,039
10	ระบบท่อ					65,481
11	ระบบไฟฟ้า					19,552
12	ประตู					15,730
13	หน้าต่าง					41,030
	รวม					**911,308**
			ราคาต่อตารางเมตร			**6,397**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปราคาบ้านระบบ HP CONSTUCTION



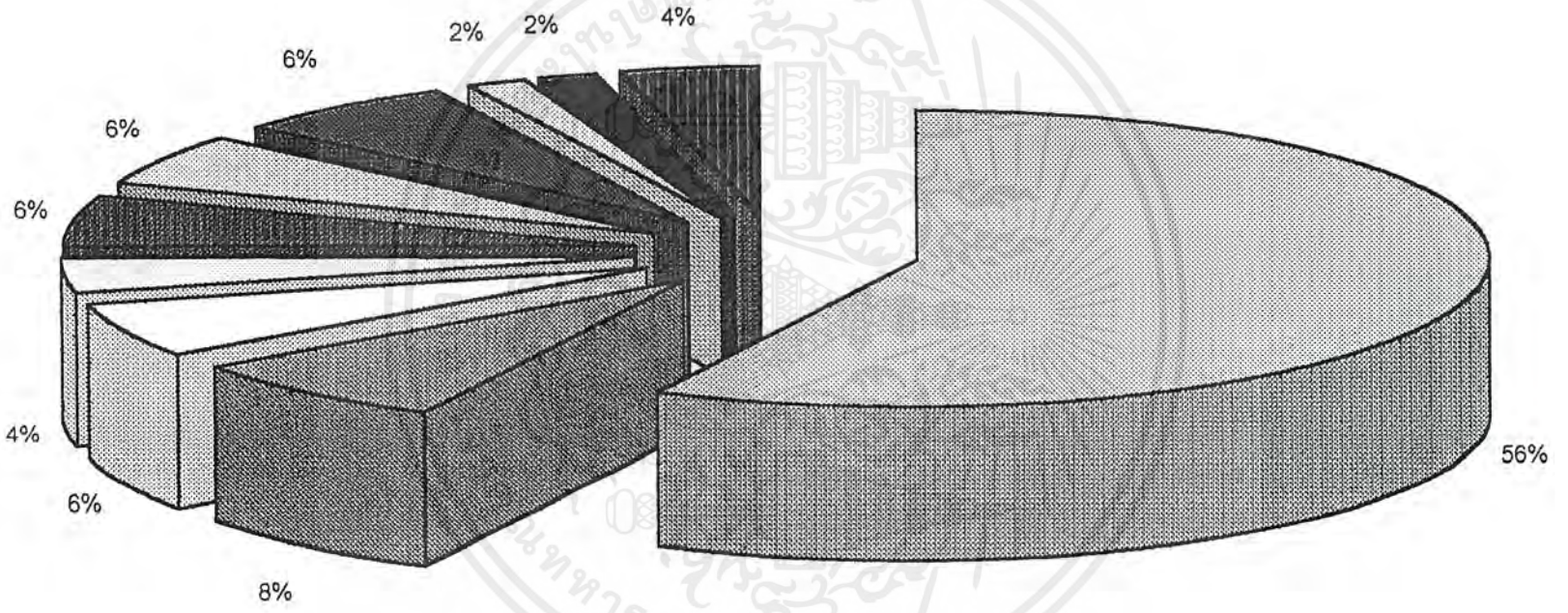
ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง หลังคา รายละเอียดผิวพื้น ฝ้าเพดาน บันไดและราวกันตก สุขภัณฑ์ ระบบท่อ ระบบไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง

ใบสรุปราคาบ้านระบบผนังรับแรง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					85,422
2	โครงสร้างชั้น 1					120,323
3	โครงสร้างชั้น 2					175,539
4	ผนัง					218,747
	ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง					**600,032**
5	หลังคา					82,276
6	รายละเอียดผิวพื้น					64,171
7	ฝ้าเพดาน					38,136
8	บันไดและราวกันตก					58,310
9	สุขภัณฑ์					59,039
10	ระบบท่อ					65,481
11	ระบบไฟฟ้า					19,552
12	ประตู					15,730
13	หน้าต่าง					41,030
	รวม					**1,043,756**
			ราคาต่อตารางเมตร			**7,327**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปราคาบ้านระบบผนังรับแรง



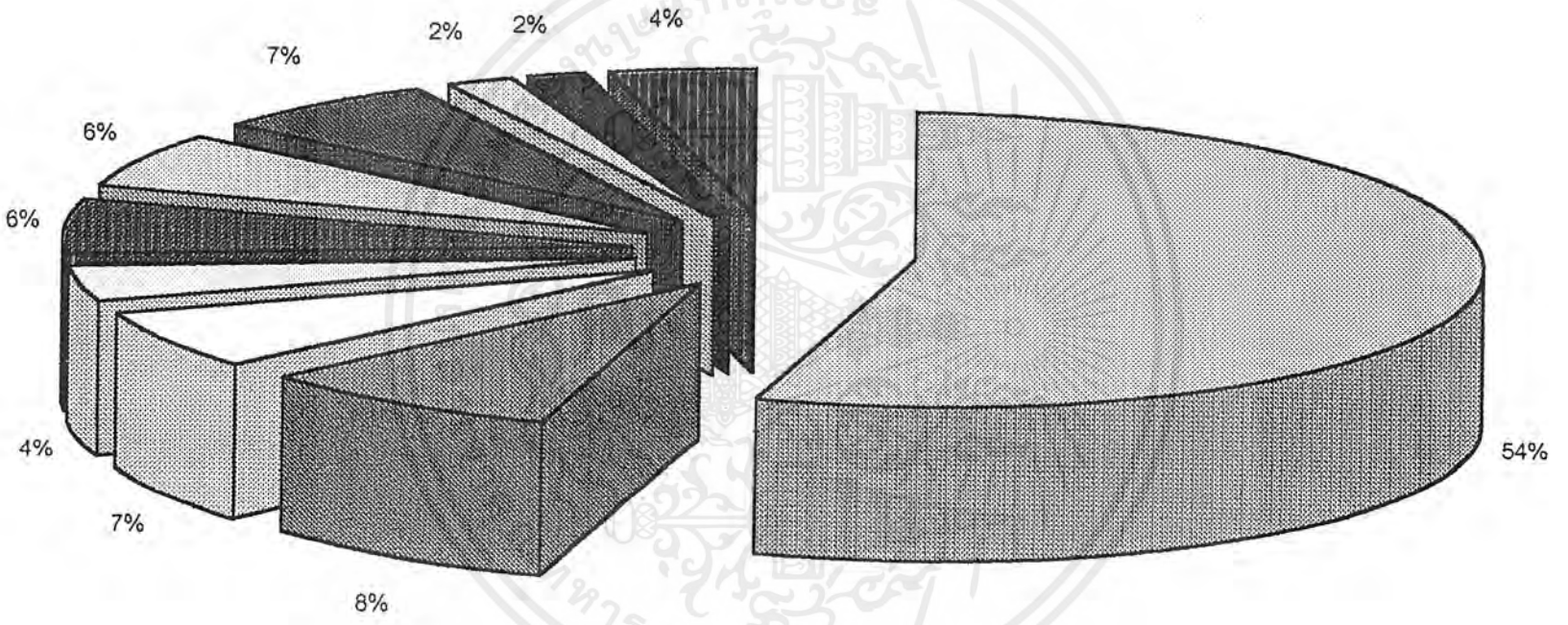
ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง | หลังคา | รายละเอียดผิวพื้น | ฝ้าเพดาน | บันไดและราวกันตก | สุขภัณฑ์ | ระบบท่อ | ระบบไฟฟ้า | ประตู | หน้าต่าง

ใบสรุปราคาบ้านระบบซีคอน

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					85,422
2	โครงสร้างชั้น 1					106,166
3	โครงสร้างชั้น 2					127,978
4	ผนัง					213,022
	ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง					**532,588**
5	หลังคา					82,276
6	รายละเอียดผิวพื้น					64,171
7	ฝ้าเพดาน					38,136
8	บันไดและราวกันตก					58,310
9	สุขภัณฑ์					59,039
10	ระบบท่อ					65,481
11	ระบบไฟฟ้า					19,552
12	ประตู					15,730
13	หน้าต่าง					41,030
	รวม					**976,312**
			ราคาต่อตารางเมตร			**6,853**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปราคาบ้านระบบซีคอน



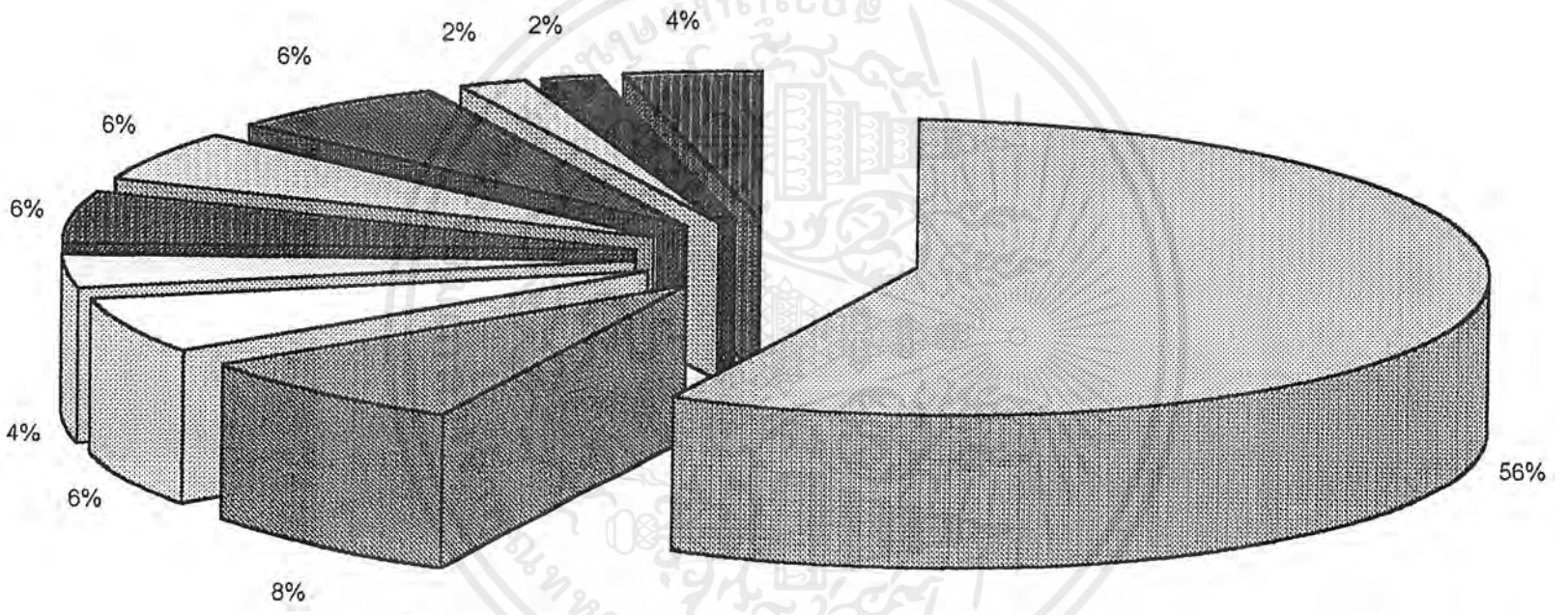
ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง หลังคา รายละเอียดผิวพื้น ฝ้าเพดาน บันไดและราวกันตก สุขภัณฑ์ ระบบท่อ ระบบไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง

ใบสรุปราคาบ้านระบบหล่อในที่

ลำดับ	รายการ	หน่วย	(A) ปริมาณ	(B) วัสดุ ราคา/หน่วย	(C) ค่าแรง ราคา/หน่วย	(D)=Ax(B+C) รวม จำนวนเงิน
1	งานฐานราก					85,422
2	โครงสร้างชั้น 1					135,078
3	โครงสร้างชั้น 2					151,738
4	ผนัง					213,022
	ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง					**585,260**
5	หลังคา					82,276
6	รายละเอียดผิวพื้น					64,171
7	ฝ้าเพดาน					38,136
8	บันไดและราวกันตก					58,310
9	สุขภัณฑ์					59,039
10	ระบบท่อ					65,481
11	ระบบไฟฟ้า					19,552
12	ประตู					15,730
13	หน้าต่าง					41,030
	รวม					**1,028,984**
			ราคาต่อตารางเมตร			**7,223**

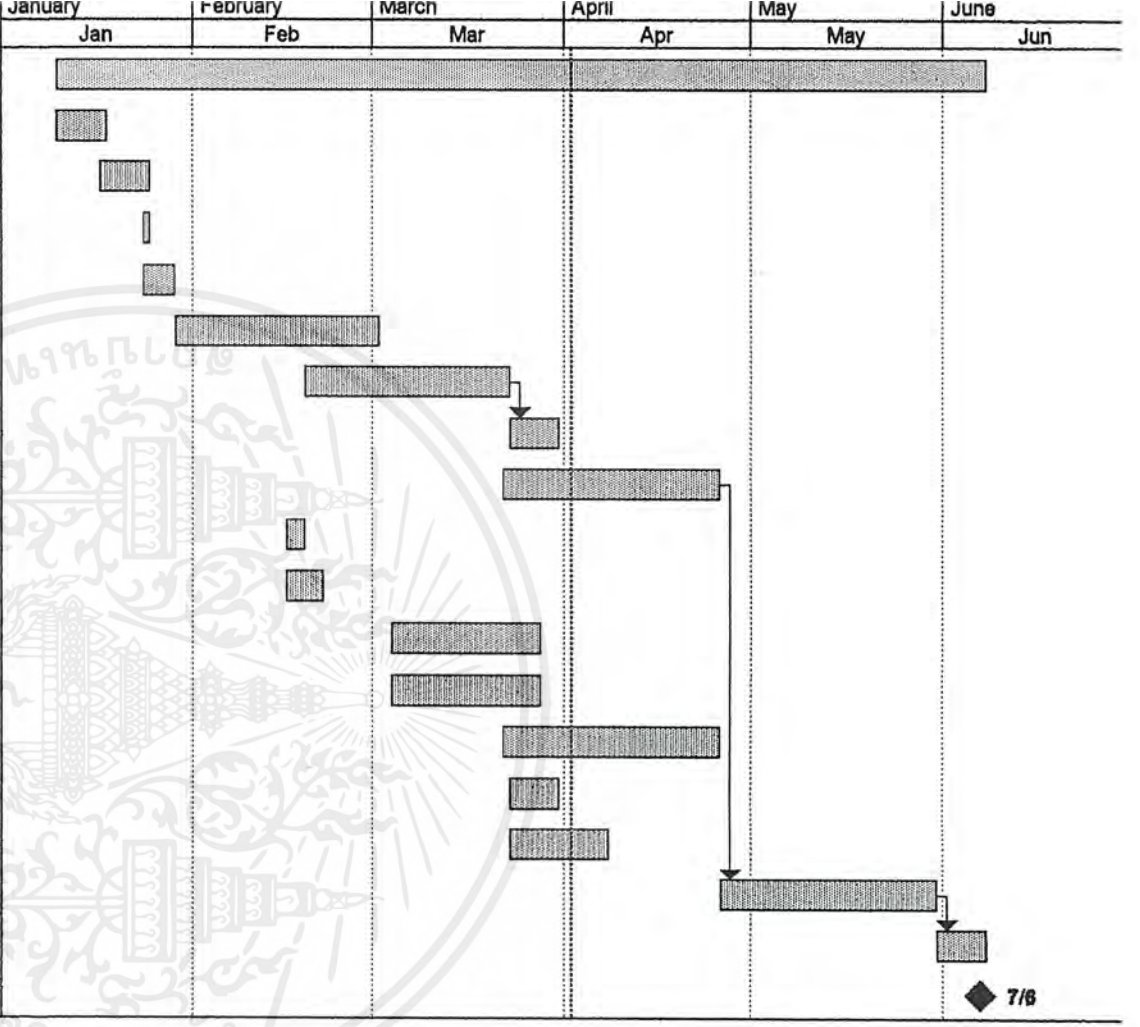
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปราคาบ้านระบบหล่อในที่



ราคารวมส่วนโครงสร้างและผนัง หลังคา รายละเอียดผิวพื้น ฝ้าเพดาน บันไดและราวกันตก สุขภัณฑ์ ระบบท่อ ระบบไฟฟ้า ประตู หน้าต่าง

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	**construction**	129 days	Mon 10/1/00	Wed 7/6/00
2	**1. Prepare piling**	7 days	Mon 10/1/00	Mon 17/1/00
3	**2. Prepare after install**	7 days	Mon 17/1/00	Mon 24/1/00
4	**3. Piling**	1 day	Mon 24/1/00	Mon 24/1/00
5	**4. Conc. Footing**	5 days	Mon 24/1/00	Fri 28/1/00
6	**5. Floor 1**	28 days	Sat 29/1/00	Wed 1/3/00
7	**6. Floor 2**	28 days	Sat 19/2/00	Wed 22/3/00
8	**7. Roof**	7 days	Thu 23/3/00	Thu 30/3/00
9	**8. Masonry**	30 days	Wed 22/3/00	Tue 25/4/00
10	**9. Ext.ceiling**	3 days	Wed 16/2/00	Fri 18/2/00
11	**10. Int.ceiling**	5 days	Wed 16/2/00	Mon 21/2/00
12	**11. Wiring**	20 days	Sat 4/3/00	Mon 27/3/00
13	**12. Piping**	20 days	Sat 4/3/00	Mon 27/3/00
14	**13. Door,window installation**	30 days	Wed 22/3/00	Tue 25/4/00
15	**14. Ceramic,tile**	7 days	Thu 23/3/00	Thu 30/3/00
16	**15. Parque/ceramic floor**	14 days	Thu 23/3/00	Fri 7/4/00
17	**16. Painting**	30 days	Wed 26/4/00	Tue 30/5/00
18	**17. Finishing**	7 days	Wed 31/5/00	Wed 7/6/00
19	**18. End**	0 days	Wed 7/6/00	Wed 7/6/00

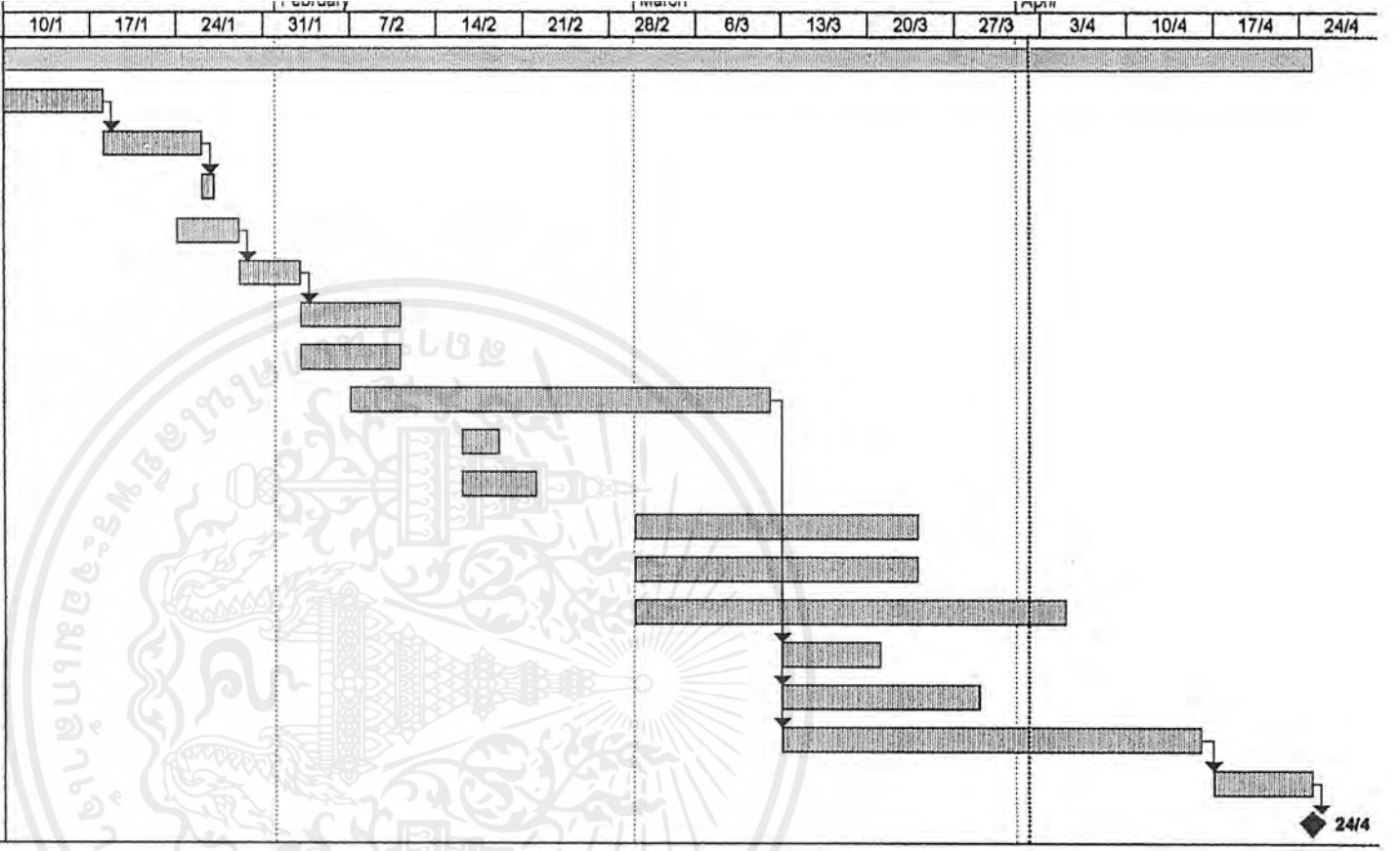


Project: INSITU HOUSE
Date: Sun 2/4/00

Task
Split
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Split
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress
External Tasks
Project Summary

Insitu Construction

ID	Task Name	Duration	Start
1	construction	91 days	Mon 10/1/00
2	1. Prepare piling	7 days	Mon 10/1/00
3	2. Prepare after install	7 days	Tue 18/1/00
4	3. Piling	1 day	Wed 26/1/00
5	4. Conc. Footing	5 days	Mon 24/1/00
6	5. install(beam,column)	4 days	Sat 29/1/00
7	6. Roof cons.	7 days	Thu 3/2/00
8	7. Toping	7 days	Thu 3/2/00
9	8. Masonry	30 days	Mon 7/2/00
10	9. Ext.ceiling	3 days	Wed 16/2/00
11	10. int.ceiling	5 days	Wed 16/2/00
12	11. Wiring	20 days	Wed 1/3/00
13	12. Piping	20 days	Wed 1/3/00
14	13. Door,window installation	30 days	Wed 1/3/00
15	14. Ceramic,tile	7 days	Mon 13/3/00
16	15. Parque/ceramic floor	14 days	Mon 13/3/00
17	16. Painting	30 days	Mon 13/3/00
18	17. Finishing	7 days	Mon 17/4/00
19	18. End	0 days	Mon 24/4/00

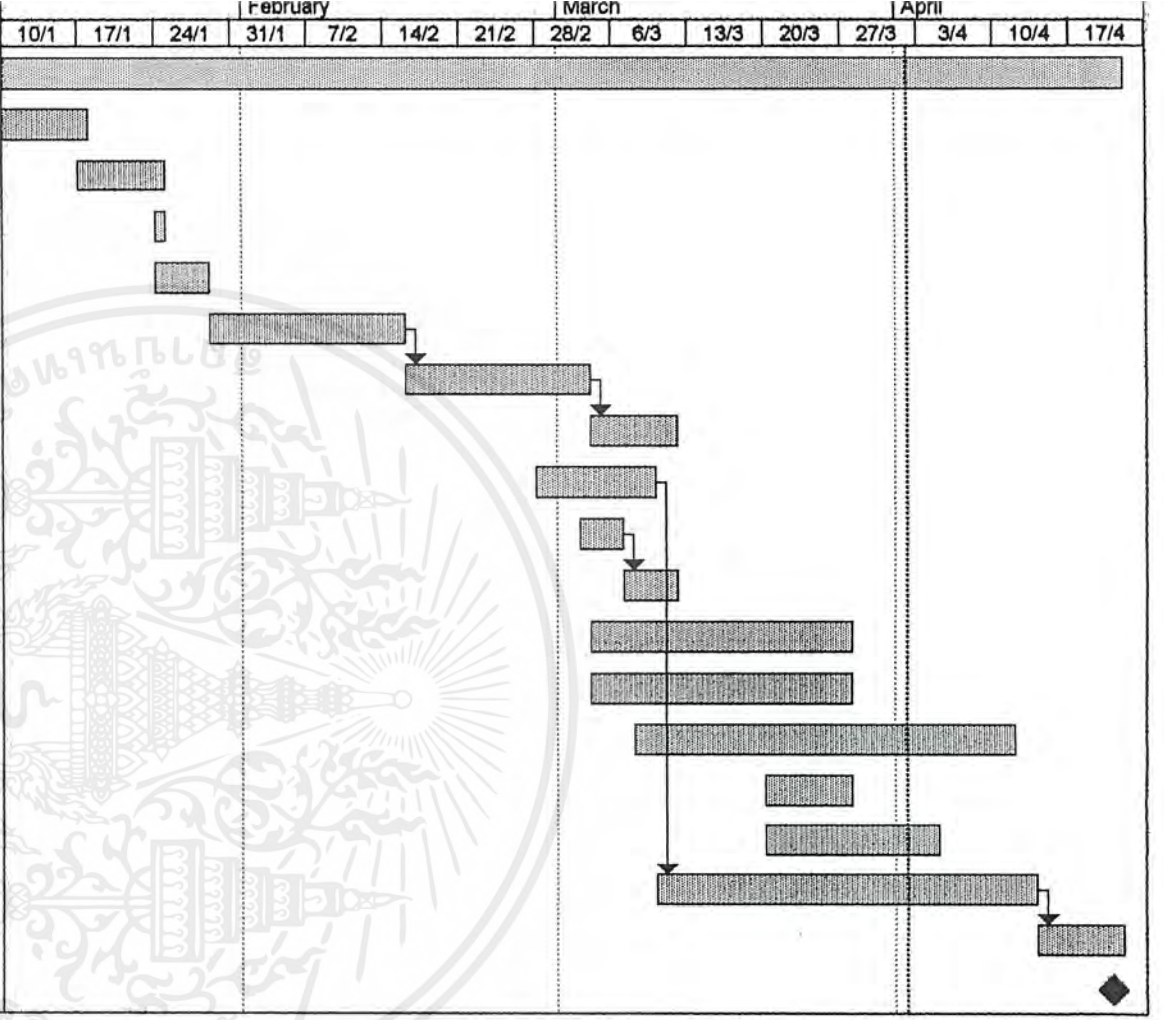


Project: Project1
Date: Sun 2/4/00

Task
Split
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Split
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress
External Tasks
Project Summary

Seacon Construction

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	construction	89 days	Mon 10/1/00	Fri 21/4/00
2	1. Prepare piling	7 days	Mon 10/1/00	Mon 17/1/00
3	2. Prepare after install	7 days	Mon 17/1/00	Mon 24/1/00
4	3. Piling	1 day	Mon 24/1/00	Mon 24/1/00
5	4. Conc. Footing	5 days	Mon 24/1/00	Fri 28/1/00
6	5. Floor 1	15 days	Sat 29/1/00	Tue 15/2/00
7	6. Floor 2	15 days	Wed 16/2/00	Fri 3/3/00
8	7. Roof	7 days	Sat 4/3/00	Sat 11/3/00
9	8. Masonry	10 days	Mon 28/2/00	Thu 9/3/00
10	9. Ext.ceiling	3 days	Fri 3/3/00	Mon 6/3/00
11	10. Int.ceiling	5 days	Tue 7/3/00	Sat 11/3/00
12	11. Wiring	20 days	Sat 4/3/00	Mon 27/3/00
13	12. Piping	20 days	Sat 4/3/00	Mon 27/3/00
14	13. Door,window installation	30 days	Wed 8/3/00	Tue 11/4/00
15	14. Ceramic,tile	7 days	Mon 20/3/00	Mon 27/3/00
16	15. Parque/ceramic floor	14 days	Mon 20/3/00	Tue 4/4/00
17	16. Painting	30 days	Fri 10/3/00	Thu 13/4/00
18	17. Finishing	7 days	Fri 14/4/00	Fri 21/4/00
19	18. End	0 days	Fri 21/4/00	Fri 21/4/00

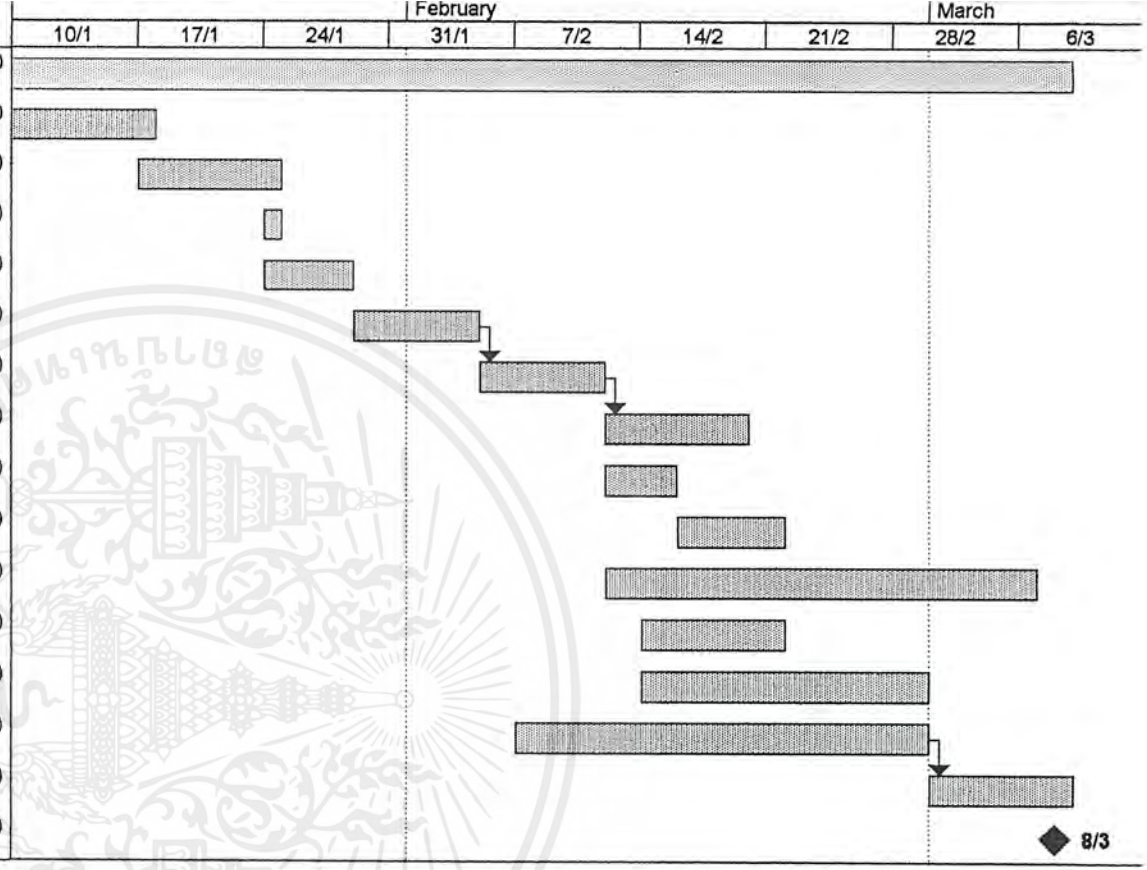


Project: PREFABRICATED BEARING
Date: Sun 2/4/00

Task
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress
Split
External Tasks
Project Summary

Bearing Wall Construction

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	construction	51 days	Mon 10/1/00	Wed 8/3/00
2	1. Prepare piling	7 days	Mon 10/1/00	Mon 17/1/00
3	2. Prepare after install	7 days	Mon 17/1/00	Mon 24/1/00
4	3. Piling	1 day	Mon 24/1/00	Mon 24/1/00
5	4. Conc. Footing	5 days	Mon 24/1/00	Fri 28/1/00
6	5. Floor 1	6 days	Sat 29/1/00	Fri 4/2/00
7	6. Floor 2	6 days	Sat 5/2/00	Fri 11/2/00
8	7. Roof	7 days	Sat 12/2/00	Sat 19/2/00
9	8. Ext.ceiling	3 days	Sat 12/2/00	Tue 15/2/00
10	9. Int.ceiling	5 days	Wed 16/2/00	Mon 21/2/00
11	10. Door,window installation	20 days	Sat 12/2/00	Mon 6/3/00
12	11. Ceramic,tile	7 days	Mon 14/2/00	Mon 21/2/00
13	12. Parque/ceramic floor	14 days	Mon 14/2/00	Tue 29/2/00
14	13. Painting	20 days	Mon 7/2/00	Tue 29/2/00
15	14. Finishing	7 days	Wed 1/3/00	Wed 8/3/00
16	15. End	0 days	Wed 8/3/00	Wed 8/3/00



Project: PREFABRICATED OF DOUBI
Date: Sun 2/4/00

Task
Split
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Split
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress
External Tasks
Project Summary

Double Wall