สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและเปรียบเทียบระบบก่อสร้าง บ้านคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทย

STUDY AND COMPARISON OF PREFABRICATION CONCRETE HOUSE SYSTEM IN THAILAND

โดย

นายกิตติพงศ์ หมื่นราช

นายภูรี สุขแสน

นายสุวิทย์ บุญญาวณิชผล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....42412
วัน, เดือน, ปี.....20 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND COMPARISON OF PREFABRICATION CONCRETE HOUSE SYSTEM IN THAILAND

MR.KITTIPONG MEANRATCH
MR.PUREE SOOKSAEN
MR.SUWIT BOONYAWANICHPOL

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาและเปรียบเทียบระบบก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทย		
นักศึกษา	นายกิตติพงศ์ หมื่นราช	รหัสประจำตัว	40010049
	นายภูรี สุขแสน	รหัสประจำตัว	40010569
	นายสุวิทย์ บุญญาวณิชผล	รหัสประจำตัว	40010919
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์แหลมทอง เหล่าคงถาวร		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร ผ.ศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ อ.อุบะ ศิริแก้ว	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 2 เดือนเมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาและเปรียบเทียบระบบก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูป ในประเทศไทย STUDY AND COMPARISON OF PREFABRICATION CONCRETE HOUSE SYSTEM IN THAILAND
นักศึกษา	นายกิตติพงศ์ หมื่นราช นายภูรี สุขแสน นายสุวิทย์ บุญญาวณิชผล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์แหลมทอง เหล่าคงถาวร
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ธุรกิจก่อสร้างในปัจจุบันมีการแข่งขันกันเพิ่มมากขึ้น การที่จะลดต้นทุนค่าก่อสร้างจำเป็นต้องมีการควบคุมการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ การนำเอาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปเข้ามาแทนระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ข้างต้น

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ระบบโครงเฟรม ระบบพาแนล และระบบโมดูล่าร์ และเปรียบเทียบความเหมาะสมในการเลือกระบบก่อสร้าง ทั้งระบบหล่อในที่และระหว่างระบบสำเร็จรูปด้วยกันเอง โดยใช้ปัจจัยด้านต้นทุนและระยะเวลาก่อสร้างเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

จากผลการศึกษาพบว่า ในด้านต้นทุนค่าก่อสร้าง ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปจะมีต้นทุนการก่อสร้างด้านโครงสร้างที่สูงกว่าระบบหล่อในที่ โดยระบบผนังรับแรงจะสูงที่สุด รองลงมาคือระบบโครงเฟรม แต่ถ้าทำในปริมาณที่มากแล้ว ต้นทุนของระบบสำเร็จรูปก็จะมีราคาต้นทุนต่อหน่วยที่ลดลงอันเนื่องมาจากค่าแบบหล่อที่ใช้ได้มากครั้งมากกว่าระบบหล่อในที่ สำหรับในด้านระยะเวลา พบว่าระยะเวลาการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปลดลง โดยผนังรับแรงใช้เวลาน้อยที่สุด และรองลงมาคือระบบโครงเฟรม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	STUDY AND COMPARISON OF PREFABRICATION CONCRETE HOUSE SYSTEM IN THAILAND
Name	:	MR.KITTIPONG MEANRATCH
		MR.PUREE SOOKSAEN
		MR.SUWIT BOONYAWANICHPOL
Field	:	CONSTRUCTION ENGINEERING
Department	:	CIVIL ENGINEERING
Faculty	:	ENGINEERING
Advisor	:	MR.LAEMTHONG LAOKHONGTHAVORN

ABSTRACT

At the present , Construction industry becomes a very competitive business. So the efficient time and cost controlling are focused by many contractors to enhance competition performance. Prefabrication construction is selected instead of insitu construction as another choice for the objective achievement that is refered above.

This research aimed to study the advantage of prefabrication construction , that are frame, panel and modular system, and to compare suitability in selecting prefabrication construction systems. As a criteria for this comparison time and cost were used.

By the result of this study, prefabricated structure needs more budget than insitu one. Construction cost of panel system is the most expensive and cost of frame system is the second one. However , with a large repetitive construction units , cost per unit of prefabrication will decrease. This is because cost of formwork and preparation, as an fixed cost item, are shared by increased units. Neverthless, the prefabrication system needs shorter construction time than insitu construction. The panel is the fastest system and the frame system is the next one.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้แนวทางคอยให้คำแนะนำ คำวิจารณ์ และคอยช่วยเหลือตลอดเวลาการทำงาน และขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อหน่วยงานและบริษัท ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีดังรายนามต่อไปนี้

บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิบซั่ม จำกัด
บริษัท ซีคอน จำกัด
บริษัท HP Construction จำกัด
การเคหะแห่งชาติ

ขอแสดงความขอบคุณ คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษทุกๆท่าน ที่ช่วยชี้แนะถึงจุดบกพร่องของงานที่ทำการPresent และดูแลเอาใจใส่พวกเราเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกคนที่คอยปลอบใจในเวลาที่พวกเราท้อแท้ตลอดจนแนะแนวทางแก้ปัญหา ความผูกพันและความรู้สึกดีๆที่มีให้กัน ความร่วมแรงร่วมใจความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตลอดระยะเวลาที่ร่ำเรียนมาด้วยกันในภาควิชาฯ แห่งนี้

ขอขอบคุณโครงงานพิเศษที่ช่วยให้รู้จักตนเองและคุณค่าของตนจากผลของงาน และท้ายที่สุดคือ บิดา-มารดา ผู้ซึ่งให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียน คอยสนับสนุนช่วยเหลือในทุกด้านและให้กำลังใจเสมอมา

นายกิตติพงศ์ หมื่นราช
นายภูรี สุขแสน
นายสุวิทย์ บุญญาวนิชผล
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฐ
	สารบัญรูป	ฑ
1	**บทนำ**	
	1.1 กล่าวนำ	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
	1.3 ขอบเขตของการศึกษาโครงงานพิเศษ	2
	1.4 วิธีดำเนินการศึกษา	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการดำเนินโครงงานพิเศษ	3
2	**วรรณกรรมปริทัศน์**	
	2.1 กล่าวนำ	4
	2.2 ความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป	4
	2.3 ประวัติการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป	5
	2.4 การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูป	6
	2.4.1 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา (หล่อในที่)	7
	2.4.2 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป	9
	2.4.3 การออกแบบ	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.5 ระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปแบบต่างๆ	11
	2.6 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบ	14
	2.6.1 น้ำหนักบรรทุก	14
	2.6.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง	14
	2.6.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	15
	2.6.4 ระยะเวลา	16
	2.6.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง	17
	2.7 ขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูป	17
	2.7.1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร	18
	2.7.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป	19
	2.7.3 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป	20
	2.7.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน	22
3	**การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบโครงเฟรม**	
	3.1 กล่าวนำ	23
	3.2 การออกแบบ	24
	3.3 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	24
	3.4 การกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง	25
	3.5 ตัวอย่างงานก่อสร้างบ้านที่ใช้ระบบโครงเฟรม(บ้านซีคอน)	26
	3.5.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	26
	3.5.2 การก่อสร้าง	30
4	**การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบพาเนล**	
	4.1 กล่าวนำ	41
	4.2 การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบ Load Bearing Wall	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.2.1 ระบบการวางผนังรับแรง	43
	4.3 ตัวอย่างงานก่อสร้างที่ใช้ระบบ Load Bearing Wall	47
	4.3.1 ข้อมูลโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13	47
	4.3.2 ลักษณะจุดรอยต่อ	49
	4.3.3 ข้อดี ข้อเสีย ของจุดรอยต่อ	51
	4.3.4 การวิเคราะห์จุดรอยต่อโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13	52
	4.3.5 ปัญหาและการแก้ไขโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13	52
	4.4 การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบ Double Wall	55
	4.4.1 ระบบการผลิต	55
	4.4.2 ผลิตภัณฑ์	57
	4.4.3 คุณสมบัติของแผ่นผนังและพื้นสำเร็จรูป	58
	4.4.4 เทคนิคต่างๆในการก่อสร้างระบบ Double Wall (HP System)	58
	4.4.4.1 เทคนิคการใช้ Double Wall เป็นเสาและคาน	58
	4.4.4.2 การใช้ผนังสำเร็จรูป Double Wall และ Solid Wall เป็นเสาและคาน	60
	4.4.4.3 การเลือกใช้ผนังสำเร็จรูป Double Wall และ Solid Wall	61
	4.4.4.4 เทคนิคการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป	63
	4.4.4.5 เทคนิคการติดตั้งผนังชั้นใต้ดิน	64
	4.4.4.6 เทคนิคการติดตั้งผนังกันตก	65
	4.4.5 เทคนิคการก่อสร้างบ้านระบบ HP	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
5	**การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบโมดูลาร์**	
	5.1 กล่าวนำ	71
	5.2 การเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้าน 2 ชั้น ขนาด 150 ตร.ม. 3 ห้องนอนในระบบอื่นกับระบบโมดูลาร์	72
	5.3 เทคนิคการก่อสร้างระบบโมดูลาร์	73
	5.4 รูปตัวอย่างการก่อสร้างบ้านระบบโมดูลาร์	79
6	**รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง**	
	6.1 กล่าวนำ	84
	6.2 คุณสมบัติและคุณลักษณะรอยต่อโครงสร้าง	85
	6.3 รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างซึ่งใช้กับอาคารสำเร็จรูป	86
	6.4 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็น กำแพง-ผนัง	88
	6.4.1 รอยต่อกำแพงหรือผนังแบ่งประเภทตามหลักการต่อ	89
	6.4.2 การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนังเข้าด้วยกัน	91
	6.5 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังในแนวเดียวกัน	92
	6.6 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น	100
	6.7 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างระหว่างพื้นกับส่วนรองรับ	101
	6.8 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่ทำจากเหล็กบางชนิด	103
	6.9 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต	109
	6.9.1 ประเภทของรอยต่อ	110
	6.9.2 การออกแบบรอยต่อ	111
	6.10 รอยต่อของอาคารคอนกรีตสำเร็จรูปประเภท Frame Structure	112
	6.10.1 รอยต่อระหว่าง เสา-ฐานราก	112
	6.10.2 รอยต่อระหว่าง เสา-เสา	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	6.10.3 รอยต่อระหว่าง คานหลัก-เสา	113
	6.10.4 รอยต่อระหว่าง คาน-คานหลัก	114
	6.10.5 รอยต่อระหว่างคาน-คาน	115
	6.11 รอยต่อของอาคารสำเร็จรูปประเภท Panel types	115
	6.11.1 รอยต่อระหว่างผนัง-ผนัง	115
	6.11.2 รอยต่อระหว่างพื้น-พื้น	115
	6.11.3 รอยต่อระหว่างพื้น-ผนัง	116
	6.12 บทสรุป	134
7	**การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป กับการก่อสร้างหล่อในที่**	
	7.1 กล่าวนำ	135
	7.2 การศึกษาเปรียบเทียบระบบก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูป กับระบบหล่อในที่	135
	7.2.1 สมมุติฐานในการศึกษา	136
	7.2.2 ขั้นตอนการทำการศึกษา	137
	7.3 รายการคำนวณปริมาณงาน	138
	7.3.1 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (หล่อในที่)	138
	7.3.2 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (โครงเฟรม)	151
	7.3.3 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (ผนังรับแรง)	152
	7.4 วิเคราะห์ด้านราคาค่าก่อสร้าง	173
	7.5 วิเคราะห์ด้านเวลาในการก่อสร้าง	188
	7.6 การวางแผนและกำหนดเวลาการทำงานแบบ Line of Balance	189
	7.6.1 รูปแบบแผนงานแบบ Line of Balance	189

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	7.6.2 ตัวอย่างการวางแผนก่อสร้างบ้านจัดสรร 50 หลัง ด้วยการวางแผนงานแบบ Line of Balance	189
8	**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**	
	8.1 กล่าวนำ	204
	8.2 สรุปผลการวิจัย	205
	8.3 ข้อเสนอแนะ	210
	บรรณานุกรม	213
	รายการอ้างอิง	214
	ภาคผนวก ก	
	- รูปตัวอย่างโครงการก่อสร้างที่ใช้ระบบสำเร็จรูป (โครงการบ้านพักตากอากาศเกาะสมุย)	ผก2
	ภาคผนวก ข	
	- แบบแปลนบ้านที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	ผข2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
7.1	ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบหล่อในที่ 1 หลัง	154
7.2	ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบโครงเฟรม 1 หลัง	158
7.3	ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบผนังรับแรง 1 หลัง	162
7.4	ผังเวลาทำงานของระบบหล่อในที่	174
7.5	ผังเวลาทำงานของระบบโครงเฟรม	175
7.6	ผังเวลาทำงานของระบบผนังรับแรง	176
7.7	แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบหล่อในที่	181
7.8	แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบโครงเฟรม	182
7.9	แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบผนังรับแรง	183
7.10	ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบหล่อในที่)	191
7.11	ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบโครงเฟรม)	192
7.12	ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบผนังรับแรง)	193
7.13	ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (หล่อในที่)	198
7.14	ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (โครงเฟรม)	198
7.15	ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (ผนังรับแรง)	199
8.1	แสดงการเปรียบเทียบในด้านต่างๆระหว่าง ระบบหล่อในที่และระบบสำเร็จรูป	208
8.2	แสดงการเปรียบเทียบด้านต่างๆระหว่างระบบสำเร็จรูปแต่ละระบบ	209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	FRAME STRUCTURE SYSTEM	12
2.2	MODULAR SYSTEM	12
2.3	PANEL SYSTEM	13
3.1	ตัวอย่างคานสำเร็จรูป	23
3.2	ตัวอย่างเสาสำเร็จรูป	23
3.3	LATTICED STEEL POST	27
3.4	R.C. BEAM	28
3.5	R.C. HOLLOW PANEL	28
3.6	R.C. FLOOR SLAB	29
3.7	ERECTION OF LATTICED STEEL POST	31
3.8(ก-ค)	แสดงการติดตั้งคานสำเร็จรูปก่อนทำการเชื่อมกับเสา	32
3.9	แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก	33
3.10	การใช้เครื่องวินท์ไฮโดรลิคยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง	34
3.11(ก-ฉ)	แสดงรอยต่อโครงสร้าง เสา-คาน สำเร็จรูป	34
3.12	การติดตั้ง เสา-คาน สำเร็จรูป	38
3.13	การยกเสาสำเร็จรูปด้วยโมบายเครน	38
3.14	แสดงบริเวณโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงเฟรม	38
3.15	แสดงลำดับขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างระบบโครงเฟรม	39
3.16	แสดงส่วนประกอบโครงสร้างเฟรมโดยรวม	39
3.17(ก-ข)	แสดงการวางพื้นแบบ HOLLOW SLAB	40
4.1	PANEL SYSTEM	42
4.2	ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก จัดขนาดชิ้นส่วนตามหลักประสานทางพิกัด	43
4.3	แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long – Wall	44
4.4	แสดงโครงสร้าง Long – Wall ถ่ายน้ำหนักจากพื้นสู่กำแพง ในระบบของ Moscow และ ระบบของ Czecho Slovakian	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.5	ระบบ Cross – Wall แสดงการวางผนังด้านหน้าซ้อนรับน้ำหนักกันเอง	45
4.6	ระบบ Cross – Wall ผนังวางบนพื้น	45
4.7	ระบบ Cross – Wall ผนังวางบนคานเสริมพิเศษ	46
4.8	ระบบ Cross – Wall ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง	46
4.9	แสดงการวางผนังรับน้ำหนักแบบ Two – Way Span	47
4.10	รูปโครงการหมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13	47
4.11	การผลิต PC.Panel ด้วย Tilt up Table	48
4.12	Vertical Battery Casting Machine ใช้ผลิตทางตั้ง ทำให้ลดเหล็กเสริม และ ลดพื้นที่โรงงาน	49
4.13	แผนผังขั้นตอนการประกอบติดตั้งโครงการ หมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13	50
4.14	แสดงจุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนัง และแผ่นพื้นสำเร็จรูป (ห้องริม)	53
4.15	แสดงจุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนัง และแผ่นพื้นสำเร็จรูป (ห้องกลาง)	53
4.16	แสดงจุดรอยต่อระหว่างผนังสำเร็จรูปกับผนังสำเร็จรูปในแนวดิ่ง	54
4.17	แสดงรูปการใช้ Double Wall แทนเสาและคาน	59
4.18	รูปแบบการเจาะต่างๆที่สามารถทำได้บนผนัง Double Wall	62
4.19	แสดงรูปรั้ว Double Wall	63
4.20	แสดงวิธีการติดตั้งผนังชั้นใต้ดินด้วย Double Wall	65
4.21	แสดงรูปผนังกันตก Double Wall	66
4.22	แสดงงานพื้นชั้นที่ 1 ของบ้านระบบ HP	67
5.1	ทำการก่อสร้างระบบฐานรากหล่อในที่	73
5.2	ติดตั้งคานเหล็กรัดรอบเหนือฐานราก	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
5.3(ก-ฎ)	แสดงการติดตั้งอาคารโมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์	73
5.4	หลังจากประกอบทุก unit และทำการทาสีตกแต่ง	78
5.5	แสดงลักษณะอาคารหลังก่อสร้างเสร็จ	78
5.6	แสดงลักษณะคานเหล็กรัดรอบวางบนฐานราก	79
5.7(ก-ค)	แสดงการยกชิ้นส่วนโมดูลาร์เข้าติดตั้งบนฐานรากโดยใช้โมบายเครน	79
5.8(ก-ข)	แสดงการวางชิ้นส่วนโมดูลาร์บนคานเหล็กและทำการเชื่อมยึดกับคานเหล็ก	81
5.9	แสดงชิ้นส่วนโมดูลาร์หลังติดตั้งกับคานเหล็กแล้ว	82
5.10(ก-ข)	แสดงลักษณะ 1 unit โมดูลาร์โดยทั่วไป	82
6.1	แผ่นผังตัวอย่างตารางพิกัด	89
6.2	ลำดับความสำคัญในการยึดต่อส่วนประกอบโครงสร้าง	92
6.3	รอยต่อ(แบบ ก)	93
6.4	รอยต่อ(แบบ ข)	94
6.5	รอยต่อ(แบบ ค)	95
6.6	รอยต่อ(แบบ ง)	96
6.7	แสดงรอยต่อส่วนประกอบ B สอดเข้าแนวผนัง A	97
6.8	ตัวอย่างการยึดรอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้าง ที่เป็นกำแพงหรือผนัง	98
6.9	Connection between Spine and Cross Wall Component	99
6.10	รอยต่อที่มีวัสดุฉนวนและวัสดุชั้นผิวภายนอกหุ้ม	99
6.11	น้ำหนัก W และ P ถ่ายลงสู่กำแพงส่วนล่างผ่าน Insitu Concrete	102
6.12	การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพงเพื่อให้มีการถ่ายน้ำหนัก ผ่าน Insitu Concrete โดยตรง	102
6.13	การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพง	103
6.14	รอยต่อบริเวณโคนเสากับพื้น (LIGHT GAUGE STEEL)	105
6.15	รอยต่อบริเวณหัวเสา,คานต่อกับเสา ชนิดต่างๆ (LIGHT GAUGE STEEL)	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
6.16	การใช้เหล็ก Light Gauge กับเหล็กเส้นหรือเหล็กแผ่นมาทำโครงถักหรือเป็นคานยึด	107
6.17	ตัวอย่างการใช้และออกแบบ Wind Bracing รูปแบบต่างๆ	108
6.18	รอยต่อแบบปิด (Closed Joint)	110
6.19	รอยต่อแบบเปิด (Opened Joint)	110
7.1	แผนภูมิแสดงราคาค่าก่อสร้างแต่ละระบบ	168
7.2	แผนภูมิแสดงงานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบหล่อในที่)	169
7.3	แผนภูมิแสดงงานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบเฟรม)	170
7.4	แผนภูมิแสดงงานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบผนังรับแรง)	171
7.5	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบเวลาการก่อสร้างแต่ละระบบก่อสร้าง	177
7.6	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานด้านฐานราก	178
7.7	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานโครงสร้าง (รวมผนัง)	179
7.8	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานด้านสถาปัตยกรรม	180
7.9	S-Curve แสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะสม (หล่อในที่)	184
7.10	S-Curve แสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะสม (โครงเฟรม)	185
7.11	S-Curve แสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะสม (ผนังรับแรง)	186
7.12	แผนการทำงาน Line of Balance ระบบหล่อในที่	201
7.13	แผนการทำงาน Line of Balance ระบบโครงเฟรม	202
7.14	แผนการทำงาน Line of Balance ระบบผนังรับแรง	203
8.1	แบบการวางแผนงานการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป	212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ
(INTRODUCTION)

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันและอนาคต การก่อสร้างในประเทศไทยมีจำนวนมากขึ้น อาคารเหล่านี้ได้แก่ อาคารที่ทำการ โรงพยาบาล ศูนย์การค้า โรงแรม อาคารชุดที่พักอาศัย บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ ฯลฯ ซึ่งอาคารเหล่านี้นับวันจะมีจำนวนมากขึ้น และมีขนาดใหญ่ขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

การก่อสร้างอาคารประกอบด้วยงานหลายประเภท ได้แก่ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานตกแต่ง งานระบบประปา งานระบบไฟฟ้า งานระบบสื่อสาร งานระบบรักษาความปลอดภัย ระบบป้องกันอัคคีภัย ฯลฯ ซึ่งงานดังกล่าวจะประสบความสำเร็จได้จะต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมาก เช่น เงินทุน วัสดุ แรงงาน เครื่องจักรกล ฯลฯ จึงนับเป็นสิ่งสำคัญที่บุคลากรผู้เชี่ยวชาญการทางด้านต่างๆ จะต้องร่วมมือดำเนินงาน เพื่อให้การใช้ทรัพยากรทุกประเภทเกิดประโยชน์สูงสุด ภายใต้ทรัพยากรและเวลาที่มีอย่างจำกัด

ในการก่อสร้างอาคารระบบหล่อในที่ (Cast-in-Place System) มีการใช้ทรัพยากรและระยะเวลาในการดำเนินงานการก่อสร้างจำนวนมาก การควบคุมการใช้ทรัพยากรและการควบคุมระยะเวลาในการก่อสร้างทำได้ค่อนข้างยาก ในการที่จะทำการก่อสร้างให้ได้ตามงบประมาณและแผนงานที่กำหนดไว้ เป็นเพราะการดำเนินงานต่างๆ ต้องใช้จำนวนคนงานจำนวนมาก ยากแก่การควบคุม ดังนั้นในการก่อสร้างอาคารระบบหล่อในที่ หากต้องการให้งานเสร็จเร็วขึ้นก็ต้องลงทุนเพิ่มสูงขึ้น

ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้างระบบหล่อในที่ คือ

1. ต้นทุนในการก่อสร้างสูง ถ้าไม่มีระบบการควบคุมที่ดี ก็จะทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างสูงกว่างบประมาณที่ตั้งไว้
2. ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้แรงงานจากทรัพยากรมนุษย์เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก เพราะช่างฝีมือแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่าเทียมกัน
4. สภาพภูมิอากาศทำให้การดำเนินงานก่อสร้างช้าลง เช่นฝนตกทำให้ไม่สามารถดำเนินงานก่อสร้างได้เต็มที่

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้ประกอบการธุรกิจงานก่อสร้างจึงได้ศึกษาหาวิธีการดำเนินการก่อสร้างโดยใช้เทคนิคใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ดังนั้นการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป (Prefabrication System) จึงเป็นระบบการก่อสร้างอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้ดำเนินการก่อสร้างสนใจที่จะใช้ในการก่อสร้าง เพื่อทดแทนและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้างระบบหล่อในที่ แต่ก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศ เหตุผลสำคัญที่เลือกระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในการดำเนินงานการก่อสร้างคือสมมติฐานที่ว่าการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปสามารถ ลดต้นทุนค่าก่อสร้าง ลดระยะเวลาก่อสร้าง ใช้แรงงานน้อย และได้งานที่มีคุณภาพ จึงเป็นเหตุให้เกิดความมุ่งหมายในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นเพื่อศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ คือ เพื่อศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ของอาคารคอนกรีตในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในด้านต่างๆ ได้แก่

1. เทคนิคของการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป
2. ปัญหา, อุปสรรค, และข้อดี ข้อเสียของการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป
3. เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร ระบบสำเร็จรูปกับระบบหล่อในที่
4. เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร ระบบสำเร็จรูปแบบต่างๆ

1.3 ขอบเขตของการศึกษาโครงงานพิเศษ

การวิจัยนี้จะเน้นศึกษากับโครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่จะเลือกใช้การก่อสร้างระบบเฟรม (Frame Structural System) และระบบผนังรับแรง (Bearing Wall Structural System) ในการดำเนินงานก่อสร้างที่มีอยู่ภายในประเทศ ที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการประกอบเข้ากันเป็นโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป
2. ศึกษาขั้นตอนในอดีตที่ผ่านมา จากเอกสาร บทความ รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวความคิดต่างๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้
3. การสำรวจ สัมภาษณ์และเก็บข้อมูล จากบริษัทที่ดำเนินการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบด้านต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปกับการก่อสร้างอาคารระบบหล่อในที่
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการดำเนินโครงงานพิเศษ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป คือ

1. ทำให้ทราบ รูปแบบ ขั้นตอน วิธีการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป และผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบและความเหมาะสม
2. ได้รูปแบบ (Model) การวางแผนงานการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ที่มีความเหมาะสมและมีการประสิทธิภาพเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการทำงานของเจ้าของโครงการ ผู้บริหารโครงการ ผู้รับเหมางานก่อสร้าง และผู้เกี่ยวข้อง
3. ทำให้ทราบถึงปัญหา อุปสรรค และข้อดี ข้อเสีย ของระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป การแก้ปัญหา และ อุปสรรค ของโครงการที่ทำการศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์กับผู้ที่จะนำระบบสำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้าง
4. ทำให้ทราบถึงต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับการก่อสร้างอาคารระบบหล่อในที่
5. ได้ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบต้นทุน ของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป และปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่
6. ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้ระยะเวลา การก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่
7. การวิจัยนี้เปรียบเสมือนกับคู่มือของผู้ที่สนใจที่จะศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์
(LITERATURE REVIEW)

2.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบัน การก่อสร้างจัดเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีการลงทุนเป็นมูลค่ามาก ดังนั้น จึงได้มีการวิจัยพัฒนาวิธีการก่อสร้าง เพื่อที่ทำให้มีการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป จึงเป็นวิธีการก่อสร้างที่ผู้ประกอบการให้ความสนใจและนำมาใช้

การที่โครงการจะเลือกวิธีการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ลักษณะของโครงการควรจะมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการที่เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป คือ มีจำนวนอาคารที่ก่อสร้างมากและมีรูปแบบของอาคารที่ไม่หลากหลาย จนทำให้รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีมากจนเกินไป แบบหล่อที่ใช้การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถปรับตามลักษณะชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างเหมาะสม สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้การขนส่งและการเก็บสต๊อก การติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อ สามารถทำได้อย่างสะดวกและถูกต้อง

บทนี้จะเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับ ความหมาย ประวัติ รูปแบบ หลักเกณฑ์ และ ขั้นตอนการออกแบบอาคารระบบสำเร็จรูป

2.2 ความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

"พรีคาสต์คอนกรีต (Precast Concrete)" คือการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) ก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง (Sheppard , William and Phillips , 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"พรีแฟบบริเคชั่น (Prefabrication)" คืออุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตส่วนประกอบจำนวนมาก (Mass Producted Components) เพื่อก่อสร้างโดยอาศัย เครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ยก สำหรับปฏิบัติงาน(GmbH , Bauverlag , Wiesbaden and Berlin , 1968)

ดังนั้น ความหมายของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปโดยรวม คือวิธีการ ก่อสร้างโดยการผลิตส่วนประกอบ(Precast Elements)ของอาคารสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคาร โดยอาศัยอุปกรณ์ยก

2.3 ประวัติการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป จะเริ่มจากการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงสร้างของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ และได้พัฒนาขึ้นไปเรื่อยๆดังนี้

ในปี ค.ศ. 1891 ได้เริ่มมีการใช้คานคอนกรีตสำเร็จรูปกับอาคารคาสิโน(Casino) ที่ Biarritz โดยบริษัท Ed.Coignet,Paris จำกัด เป็นครั้งแรก

ในปี ค.ศ. 1900 ที่บรุกลิน (Brooklyn) ,นิวยอร์ค,ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำพื้นหลังคาคอนกรีตสำเร็จรูป ขนาดกว้าง 1.20 ม. ยาว 5.10 ม. และหนา 5 ซม. ติดตั้งบนคานเหล็กที่สานกันเป็นตาราง(Lattice Steel Framework)

ในปี ค.ศ. 1905 ที่ Pennsylvania,ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ก่อสร้างอาคาร 4 ชั้นโดยใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

ในปี ค.ศ. 1906 บริษัท Wayess & Freyteg จำกัด ประเทศเยอรมัน ได้ทำโรงงานผลิตเสาเข็มคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้น

ในปี ค.ศ. 1907 บริษัท Edison Portland Cement จำกัด ได้ก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร ที่ New Village ประเทศสหรัฐสหรัฐอเมริกา และในปีเดียวกันก็ได้มีวิธีการก่อสร้างที่เรียกว่า "Tilt-up" เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ. 1912 มีการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปหลายชั้น โดยใช้ เสา ผนัง และพื้นสำเร็จรูป และถือเป็นลิขสิทธิ์ระบบการก่อสร้างของ John E. Conzelman

ในปี ค.ศ. 1926 บริษัท Wayess & Freytag จำกัด ได้ก่อสร้างอาคารจัดเก็บท่อ โดยใช้คานเหล็กโครงสำเร็จรูป ช่วงยาว 22.70 ม.

ในปี ค.ศ. 1942 บริษัท Philipp Holzmann AG จำกัด ได้ก่อสร้างอาคารคอนกรีตชั้นเดียว ที่มีช่วงคานยาว 7.0 ม. และ 9.0 ม. โดยใช้คานและเสาคอนกรีตสำเร็จรูป และจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปใช้ โบล์ทและนัท(Bolt-Nut)

สำหรับในทวีปยุโรป การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ได้เริ่มขึ้นหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 1 และการก่อสร้างอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ประสบความสำเร็จในอเมริกา เมื่อประมาณ ค.ศ. 1919 (Peterson and J.L. , 1962)

สำหรับในประเทศไทยระบบการก่อสร้างโดยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้มีการใช้ในวงการก่อสร้างประมาณ 30 กว่าปีที่ผ่านมา แต่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมด สำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในอาคารน้อยมาก (ประมาณน้อยกว่า 5% ของการก่อสร้าง) โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จ ได้แก่ บันได,Parapets,Eaves และ Facade Panels

การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยมากขึ้น ตั้งแต่ บริษัท ซีคอน จำกัด นำคานและพื้นสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร และในช่วง 10 ปีก่อนหน้านี้ บริษัท บางกอกแลนด์ จำกัด ได้นำระบบเข้ามาใช้กับคอนโดมิเนียมอุตสาหกรรม ในโครงการเมืองทองธานี ถนนแจ้งวัฒนะ แต่ในครั้งนั้นดูจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เมื่อคอนโดมิเนียมโครงการบ้านสวนธนได้นำระบบนี้มาใช้และเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้นเลือกใช้ระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป

2.4 การก่อสร้างระบบธรรมดาและระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างระบบธรรมดา หมายถึง วิธีการก่อสร้างแบบหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างในที่ ส่วนผนังจะใช้วิธีการก่ออิฐฉาบปูนตกแต่งผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป หมายถึง วิธีการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาเป็นส่วนประกอบอาคารบ้านพักอาศัย และรวมถึงการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของการก่อสร้างและมีการหล่อในที่ การก่อและการฉาบในบางส่วนของอาคาร

ความแตกต่างของการก่อสร้างของทั้งสองระบบจะอยู่ที่กรรมวิธีในการก่อสร้างและติดตั้ง และจะเน้นถึงหลักการบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่นเรื่องของ joints ซึ่งมีความสำคัญมากในระบบสำเร็จรูป ส่วนในระบบธรรมดานั้นจะเน้นเรื่องการก่อ การฉาบเพื่อไม่ให้เกิดรอยร้าวเป็นต้น

2.4.1 บ้านพักอาศัยระบบธรรมดา (หล่อในที่)

บ้านพักอาศัยโดยทั่วไปจะก่อสร้างด้วยระบบธรรมดาเนื่องจากเป็นวิธีการก่อสร้างที่ทำกันมานาน เป็นที่คุ้นเคยและรู้จักกันดี ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะได้มีการพัฒนานำเอาระบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในการก่อสร้างแล้วก็ตาม ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ก็ยังนิยมก่อสร้างบ้านพักอาศัยของตนด้วยระบบก่อสร้างแบบธรรมดาอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากการไปศึกษาดูงานบริเวณสถานที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป จะเห็นว่ามีบุคคลให้ความสนใจไปดูงานก่อสร้างจำนวนมาก เพราะเห็นว่าเป็นวิธีการก่อสร้างที่แปลกใหม่ ดังนั้นจึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปยังเป็นสิ่งใหม่ที่บุคคลทั่วไปจะนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย

ในการออกแบบระบบก่อสร้างธรรมดา สถาปนิกและวิศวกรจะมีอิสระในการออกแบบอย่างเต็มที่ เพราะไม่ต้องสนใจในเรื่องเกี่ยวกับระบบประสานทางพิกัด มิติ หรือการที่จะต้องออกแบบให้เป็นไปตามตารางพิกัดต่างๆเหล่านี้เป็นต้น ทางผู้อยู่อาศัยสามารถที่จะให้สถาปนิกออกแบบบ้านพักอาศัยได้ตามต้องการ เพราะในระบบหล่อในที่สามารถก่อสร้างให้มีลักษณะส่วนเว้า ส่วนโค้ง หรือหักมุมได้ตามต้องการ ซึ่งสามารถประกอบแบบในสถานที่ก่อสร้างได้ หรือในการก่อสร้าง ก็สามารถที่จะทำให้มีลักษณะรูปแบบใดก็ได้ เมื่อได้รูปแบบบ้านทางสถาปัตยกรรม วิศวกรก็จะนำไปออกแบบทางโครงสร้าง กำหนดขนาดเสา คาน ความหนาพื้น และจำนวนขนาดเหล็กเสริมที่ต้องใช้ โดยจะต้องมีความสัมพันธ์กันในด้านสถาปัตยกรรมด้วย ซึ่งอาจจะมีข้อยุ่งยากในการออกแบบโครงสร้าง ก็คือ แบบบ้านหลังหนึ่งอาจต้องมีการออกแบบคานหลายตัว เสาหลายต้น และเมื่อมีการ ออกแบบบ้านใหม่ก็ต้องออกแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การก่อสร้างระบบธรรมดานั้น จะมีขั้นตอนการก่อสร้างที่ยุ่งยาก หลายขั้นตอน เริ่มจากการตอกเข็ม ทำฐานราก ทำคาน เสา พื้น ซึ่งต้องมีการทำไม้แบบ ค้ำยัน ผูกเหล็ก เทคอนกรีตในที่ ส่วนผนังต้องทำการก่ออิฐ ฉาบปูน และต้องมีการตกแต่งผิว ในแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยช่างฝีมือที่มีความชำนาญ มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาตามมาภายหลัง เช่น รอยร้าวที่ผิวคอนกรีต คอนกรีตแตกเป็นต้น การควบคุมคุณภาพจะทำได้ยากกว่าระบบสำเร็จรูป

บริเวณสถานที่ก่อสร้างต้องกว้างพอที่จะกองเก็บวัสดุก่อสร้าง ทั้งวัสดุผสม (หิน กรวด ทราย) ไม้แบบ อิฐ ปูน ไม้ และอื่นๆ ถ้าบริเวณสถานที่ก่อสร้างคับแคบจะเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ทำให้ทำงานไม่สะดวก นอกจากนี้ระบบก่อสร้างแบบธรรมดาจะเสียเวลาในการรอให้คอนกรีตแข็งตัวสามารถที่จะรับแรงได้ จึงจะสามารถที่จะทำงานโครงสร้างส่วนบนได้

ไม้แบบและค้ำยันเป็นวัสดุในการก่อสร้างที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการก่อสร้างระบบธรรมดา เนื่องจากระบบหล่อในที่ต้องมีไม้แบบประกอบเป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างตามต้องการสำหรับเทคอนกรีต และรับน้ำหนักร่วมกับค้ำยันในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ไม่สามารถที่จะรับแรงได้ ในการก่อสร้างระบบธรรมดาจะเสียค่าใช้จ่ายไปกับไม้แบบประมาณ 10-15 % ของราคาค่าก่อสร้าง ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบให้ใช้ไม้แบบได้อย่างประหยัดและคุ้มค่า

กรรมวิธีการก่อสร้างที่ต่างกันระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปและระบบธรรมดาจะเป็นในเรื่องของ เสา คาน พื้น และผนัง หรืออาจรวมถึงโครงสร้างหลังคาในกรณีที่ระบบสำเร็จรูปยกขึ้นติดตั้ง กรรมวิธีโดยทั่วไปนั้นในระบบสำเร็จรูปจะนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกัน แต่การก่อสร้างระบบธรรมดาจะใช้การหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างในที่ จะเห็นว่าการก่อสร้างระบบธรรมดานั้นเรื่องของ joint มีความสำคัญน้อยมากเนื่องจากรอยต่อมีความต่อเนื่องเชื่อมกันตลอดเป็นเนื้อเดียวกัน จะมีแต่การแต่งรอยอิฐเพื่อความสวยงามซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับระบบโครงสร้าง หรือเป็นการต่อรอยต่อคอนกรีตที่เกิดจากการหยุดงานประจำวันก็สามารถทำการเทต่อได้ไม่มีผลทางโครงสร้างมากนักเพราะจะหยุดเทในส่วนที่ทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงได้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 บ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกันหรือที่เรียกว่า การก่อสร้างแบบพรีแฟบ (Prefabrication Construction) กำลังเป็นที่นิยมมากในการก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง การก่อสร้างในระบบนี้ได้มีการพัฒนาออกไปอย่างกว้างขวาง สิ่งสำคัญคือการจัดระบบการปฏิบัติงานและการประสานงานร่วมกัน ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน ทั้งภาครัฐและเอกชนมุ่งศึกษาระบบนี้อย่างจริงจัง ทั้งการศึกษาด้วยตนเองและมอบหมายให้สถาบันการศึกษาระดับสูงศึกษาวิจัยอีกด้วย

การเรียนรู้ระบบโครงสร้างมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อความเข้าใจและ เปรียบเทียบระบบที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินการ สิ่งสำคัญต่อมาได้แก่การเชื่อมต่อกันของโครงสร้างต่างๆ ซึ่งต้องมีวิธีการที่ง่ายและมีความแข็งแรงสูง นอกจากนี้แล้วควรต้องศึกษาถึงหลักการออกแบบ การคำนวณ ตลอดจนเทคนิคการรับแรง การเลือกวิธีการผลิตและชนิดของโรงงานอีกด้วย

ลักษณะอาคารในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบ่งออกเป็น การก่อสร้างอาคารชั้นเดียว (Single-story Construction) และการก่อสร้างอาคารหลายชั้น (Multi-story Construction) เนื่องจากมีระบบโครงสร้างอาคารและระบบการทำงานที่แตกต่างกัน อาคารหลายชั้นดังกล่างนี้ยังแบ่งเป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ อาคารโรงงาน (Industrial Building) อาคารสาธารณะ (Public Building) และอาคารที่พักอาศัย (Residential Building) ทั้งสถาปนิกและวิศวกรส่วนมากจะมุ่งความสนใจมายังอาคารที่พักอาศัยมากกว่าอย่างอื่นเนื่องจากมีความต้องการสูงมาก

เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างในบริเวณก่อสร้างในที่นั้นมีราคาที่สูงมาก การก่อสร้างในระบบพรีแฟบนี้จะช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงได้ แต่จะลดลงมากหรือน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่การเลือกใช้ระบบโครงสร้าง ระบบการผลิตและระบบการประกอบขึ้นเป็นอาคาร ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าที่ไหนในโลกนี้ก็ใช้วัสดุอย่างเดียวกัน คือ คอนกรีต ดังนั้นต้องศึกษาเรื่องคอนกรีตนี้ให้ดีนอกเหนือไปจากสิ่งต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อที่จะได้ออกแบบคอนกรีตให้เหมาะสมกับสภาพของบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การออกแบบ

การออกแบบงานก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีการประสานงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างสถาปิกและวิศวกร เสมือนหนึ่งว่าต้องเป็นคนเดียวกันเพราะว่าวิศวกรต้องคิดในโครงสร้างและความแข็งแรง (engineering Terms) และสถาปนิกต้องคิดในแง่ของรูปทรงและความสวยงาม (Architectural Terms) เพื่อให้ได้มาซึ่งความสวยงามของรูปทรงและความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนทั้งภายนอกและภายในอาคาร

ระหว่างการออกแบบต้องใช้ความสามารถและความระมัดระวังในการให้รายละเอียดมากกว่าในงานก่อสร้างธรรมดามาก เพราะการให้รายละเอียดของแต่ละชิ้นและการต่อเข้าด้วยกันเป็นเรื่องสำคัญมาก นอกจากนี้ยังต้องคอยปรับปรุงแก้ไขหน้าตัดของชิ้นส่วนและจุดต่อเชื่อม ผู้มีประสบการณ์เท่านั้นที่จะทำได้โดยง่าย

นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้าง เช่น ความสูง น้ำหนักและแสงสว่าง กับวิธีการก่อสร้าง เช่น การผลิต การขนส่ง การติดตั้ง ระบบโครงสร้างของอาคารสำเร็จรูปจึงเป็นรูปแบบเฉพาะในระบบของตนเองที่ขึ้นอยู่กับการผลิตและประกอบติดตั้ง

หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยทั่วไปมีดังนี้

1. โครงสร้างจะต้องประกอบด้วย "ชิ้นส่วน" ที่มีจำนวนไม่มากนัก ชิ้นส่วนเหล่านี้คือส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่ต่างๆกัน เช่น เสา คาน ผนัง จันทัน ฯลฯ
2. ชิ้นส่วนของโครงสร้างจะต้องมีขนาดและรูปแบบที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าจะให้ดีควรสามารถใช้แบบหล่ออันเดียวกันได้
3. การต่อยึดชิ้นส่วนควรจะมีน้อยและทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ ควรจะให้เป็นวิธีเดียวกันทั้งหลังเป็นส่วนใหญ่ เพื่อที่จะได้ใช้เครื่องมือชุดเดียวกันได้ตลอด
4. ชิ้นส่วนควรทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น ใช้รับน้ำหนักและใช้กั้นห้องได้พร้อมกัน โดยดัดแปลงเพิ่มเติมตามความเหมาะสม
5. ชิ้นส่วนจะต้องทำการผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรมได้
6. ชิ้นส่วนจะต้องมีน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน เพื่อความสะดวกในการใช้ Crane ยกติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบต่างๆ

เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆของงานสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมากมายหลายระบบ แต่ก็มีหลักการใหญ่อยู่ที่การแยกชิ้นส่วนโครงสร้างว่าจะแยกกันในลักษณะใด และจะนำมาประกอบยึดติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ส่วนวัสดุก่อสร้างหลักส่วนใหญ่ได้แก่ คอนกรีต โลหะ และไม้

ถ้าพิจารณาแบ่งระบบสำเร็จรูปตามน้ำหนัก แบ่งได้ 3 ประเภทคือ

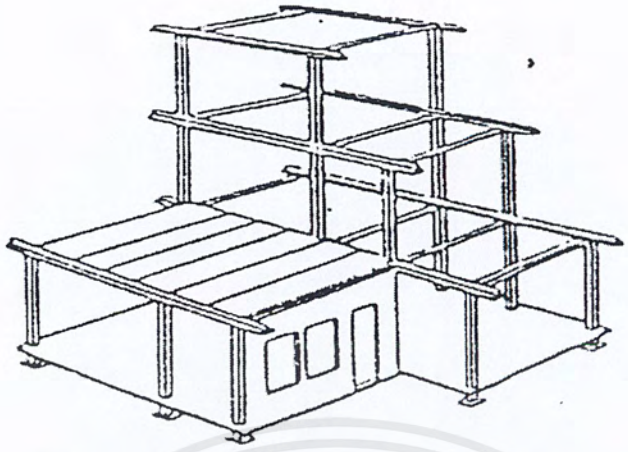
1. LIGHT WEIGHT น้ำหนักน้อยกว่า 500 กิโลกรัม ใช้แรงงานขนย้าย
2. MEDIUM WEIGHT น้ำหนักตั้งแต่ 500 กิโลกรัมขึ้นไป ต้องใช้เครื่องมือขนาดเล็กขนส่ง
3. HEAVY WEIGHT น้ำหนักตั้งแต่ 2–10 ตัน ต้องใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ขนย้าย

หากพิจารณาในแง่การจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้างตามการใช้งานและการก่อสร้าง แบ่งออกได้ดังนี้

1. ระบบโครงเฟรม (FRAME STRUCTURE SYSTEM) หรือระบบเสา คาน และพื้น

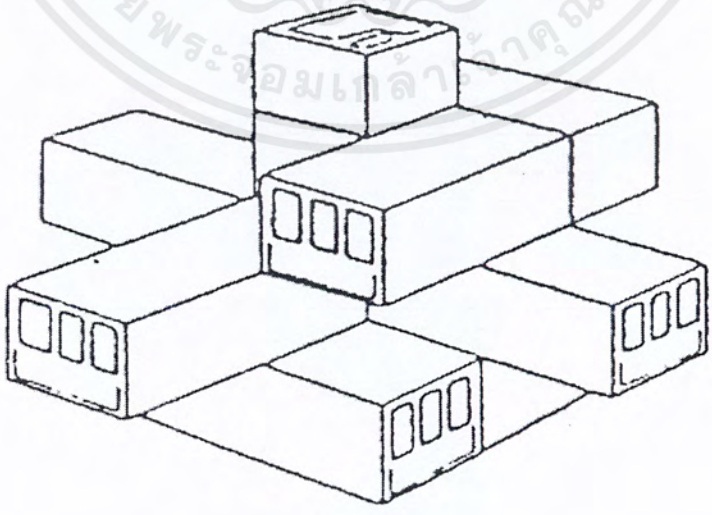
ถ้าพิจารณาตามลักษณะโครงสร้าง ก็เหมือนกับโครงสร้างอาคารแบบ “สร้างในที่” เพียงแต่ตัดแยก เสา คาน พื้น ออก ทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนผนังเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ เพราะไม่ได้ใช้เป็นโครงสร้างส่วนรับน้ำหนัก ตัวแผ่นพื้นอาจใช้พื้นสำเร็จรูปแบบ Hollow Core หรือแบบ T Section โครงสร้างระบบนี้จะรับน้ำหนักถ่ายลงคาน ส่งถ่ายน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ข้อเสียของระบบ Frame System อยู่ที่จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีมาก ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งและจะต้องออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิด Continuity และ Rigidity และรอยต่อนั้นต้องสามารถทำงานได้ง่าย รวดเร็ว ข้อเสียเหล่านี้แก้ไขได้ด้วยการออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นให้ต่อเนื่องกันเป็นชิ้นเดียวจากโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 FRAME STRUCTURE SYSTEM

2. ระบบโมดูลาร์ (MODULAR SYSTEM) หรือ ระบบกล่อง เป็นระบบที่ใช้วิธีประกอบส่วนโครงสร้างให้มีลักษณะเป็นรูปกล่อง ซึ่งประกอบด้วย พื้น ผนัง หลังคา หรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วยทำสำเร็จจากโรงงาน มีการตบแต่งภายในอย่างสมบูรณ์ ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ประปา เสร็จเรียบร้อยแล้วยกมาติดตั้งยังที่ก่อสร้าง สามารถแรงงานและเวลาในการก่อสร้างได้อย่างมาก ข้อจำกัดของระบบนี้อยู่ที่การขนส่งและยกติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับ น้ำหนักของถนน และเครื่องจักรที่จะทำการยกติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และมี น้ำหนักมาก

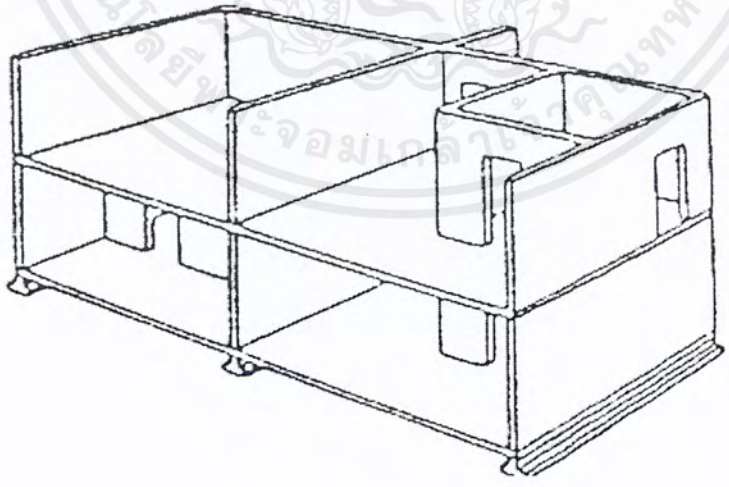


รูปที่ 2.2 MODULAR SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบเสาและแผ่นพื้น (BEAMLESS SKELETON) ระบบโครงสร้างชนิดนี้แผ่นพื้นจะวางบนเสาโดยตรง โดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กเสริมในคอนกรีตมากเป็นพิเศษ แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงสร้างคือคานไปได้ โดยพื้นจะถูกใช้ทำหน้าที่แทนคาน เพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรมีการคำนวณต้านทานแรงลมเป็นพิเศษ หรือต้องออกแบบให้มีผนังคอนกรีตรับแรงลมรวมอยู่ในโครงสร้างด้วย

4. ระบบพาเนล (PANEL SYSTEM) หรือ ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (LOAD BEARING WALL SYSTEM) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้นส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับแรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของแผ่นพาเนลจะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและการติดตั้ง โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของแผ่นพาเนลเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการยกติดตั้ง ระบบพาเนลเหมาะกับอาคารประเภทที่มีการจัดห้องไว้เป็นสัดส่วนแน่นอน ความหนาของผนังที่ใช้รับน้ำหนัก กำหนดใช้ไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร ความสูงของอาคารที่จะก่อสร้างได้อย่างประหยัดไม่ควรต่ำกว่า 4 ชั้น



รูปที่ 2.3 PANEL SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบ

ในเชิงวิศวกรรมแล้ว มีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบและเลือกรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป นำมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบดังนี้

2.6.1 น้ำหนักบรรทุก

จะต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆเท่าใด

1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งจะมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเองและน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่
2. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน
3. แรงอันเนื่องจากลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจทำให้เกิดการสั่น การแกว่ง หรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้
4. แรงอันเนื่องจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดที่เคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ซึ่งได้แก่จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง
5. แรงจากการสั่นสะเทือน เป็นแรงจากอุบัติเหตุหรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration , Accident , Unforseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิด หรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งในขณะก่อสร้างหรือหลังการก่อสร้าง

2.6.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พื้นที่ทางเข้าถนน (Access Area Available) กรณีที่พื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ ขึ้นกับความเหมาะสม

2. รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆกัน จะเหมาะกับการใช้ระบบโครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆกันจำนวนมากจากโรงงาน ส่วนอาคารสำนักงานซึ่งไม่ใคร่มีผนังถาวรย่อมไม่เหมาะกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรง แต่อาจใช้เป็นระบบเฟรมรับโมเมนต์ (Moment Frame System) และผนังโดยรอบอาคารจะเป็นผนังกันตกสำเร็จรูป (Precast Concrete Facade)

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว กรณีที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนอยู่ห่างไกลจากหน่วยงานก่อสร้าง ควรออกแบบให้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดเล็กลง และมีรูปแบบที่ซ้ำๆกันจำนวนมาก เพื่อทดแทนกันได้ ลดปัญหาการจัดลำดับการขนส่งและการเก็บสต็อกที่หน่วยงาน

4. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างกัน

5. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนคอนกรีตให้ตรงเวลา ซึ่งจะทำให้สะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง กรณีที่ไม่มีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจทำให้การก่อสร้างล่าช้าออกไปกว่ากำหนดการได้มาก

2.6.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1. เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้ค่อยๆลดน้อยลงเนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น และเทคโนโลยีจักรกลก้าวหน้าขึ้นมากทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักคอนกรีตของชิ้นส่วนที่มากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้เลือกเครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดชิ้นส่วนด้วย

3. ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งคอนกรีตสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนตามถนนหลวง จะถูกจำกัดความกว้างและความยาวไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร ฉะนั้นชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้างยาวเกิน 2.50 เมตร ต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียง แต่ความสูงต้องไม่เกิน 4 เมตร ยกเว้นแต่จะมีการขออนุญาตเป็นพิเศษ

4. ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปลักษณะแตกต่างกันออกไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

5. พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่า ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง และขณะติดตั้งชิ้นส่วนในตำแหน่งที่ต้องการต้องไม่ถูกกีดขวางจากส่วนอื่นๆของอาคาร

2.6.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งมีผลต่อต้นทุนการก่อสร้างมากขึ้นด้วย

1. รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ใช้เทคโนโลยีในการผลิตและเครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนด เช่นเมื่อต้องการให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยมีรอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ย่อมต้องใช้คอนกรีตเทคโนโลยี เพื่อเร่งคอนกรีตให้มีกำลังอัดสูงในเวลาที่เร็ว

2. ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ ซึ่งถ้าพิจารณาการผลิตและการขนส่งสามารถดำเนินการไว้ก่อนหน้าแล้ว รอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

1. ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอ ไม่ล้มหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2. ในระยะยาว (Longterm Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆ พอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

3. การดัดแปลงภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมมีขีดจำกัด ทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อต้องมีกำลังสำรองไว้พอ สมควรที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรงหากมีการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าหากต้องการดัดแปลงอาคารใน ภายหลังจะสามารถทำได้กรณีใดบ้างและทำอย่างไร ตัวอย่างเช่น กรณีทาวน์เฮ้าส์ อาจเผื่อให้สามารถเจาะผนังรับแรง (Bearing Wall) ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ เพื่อให้สามารถเดินทะลุจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่งได้

2.7 ขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูป

การออกแบบอาคารสำเร็จรูปนั้นแบ่งพิจารณาออกเป็น 4 ส่วนคือ

1. พิจารณารูปแบบความมั่นคงของอาคาร
2. พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
3. พิจารณาออกแบบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป
4. พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
42412

2.7.1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการออกแบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ดังนั้นการออกแบบอาคารสำเร็จรูปให้แข็งแรงปลอดภัย ลักษณะสำคัญขึ้นอยู่กับการออกแบบจุดรอยต่อแต่ละชิ้นส่วน การทำให้จุดรอยต่อแต่ละชิ้นส่วนหลังการก่อสร้างเสร็จแล้วมีคุณสมบัติแบบเดียวกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ (จุดรอยต่อระบบสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าจุดรอยต่อของระบบหล่อในที่)

รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบมีดังนี้

1. โครงสร้างเสารับโมเมนต์ (Columns Fixed to the Foundation) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมด จะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับ ฐานราก คานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะแบบจุดหมุน (hinge)

2. โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ (Frames with Moment Connection) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสียคือ มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง นอกจากนี้การติดตั้งยังทำได้ยาก

3. โครงสร้างผนังและคอร์รับแรง (Shear Walls and Cores) ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมี core หรือ แผ่นผนังเป็นตัวทำให้ ระบบนี้มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งสามารถใช้กับอาคารสูงได้ระดับหนึ่ง จุดรอยต่อระหว่าง คาน-คาน เสา-เสา และคาน-เสา การออกแบบจะเป็นจุดรอยต่อแบบจุดหมุน (hinge)

หลักการออกแบบและก่อสร้าง

- ส่วน คอร์จะทำการหล่อในที่
- ส่วน คาน เสา พื้น หรือผนัง จะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4. โครงสร้างผนังรับแรงรอบอาคาร (Load Bearing Facades and Facade Tube) ความมั่นคงแข็งแรงขึ้นอยู่กับการประสานกันเป็นกล่องของโครงสร้าง โดยให้แรงในแนวดิ่งเท่ากับหรือมากกว่าแรงในแนวนอน

5. โครงสร้างผนังรับแรง (Bearing Wall Structures) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รับแรงดึงในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไดอะแฟรมพื้นและหลังคา (Floor and Roof Diaphragms) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้นฮอลโลว์-คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถก่อสร้างพื้นได้อย่างรวดเร็ว

7. โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structures) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง โครงสร้างแบบเซลล์อาจมีการตบแต่งทางสถาปัตยกรรมติดตั้งระบบไฟฟ้าและประปามาเรียบร้อยแล้ว ความมั่นคงแข็งแรงจะอยู่ในรูปของระบบ Shear Wall ลักษณะของ Cell Structures ที่ทำการผลิตได้แก่ แบบระฆังคว่ำ (the Bell type) แบบตัวยู (the U type) แบบตัวซี (the C type)

2.7.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จะมีความเค้น (Stress)ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ความเค้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบหล่อ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ ดังนั้นไม่ควรยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจากแนวนอนขึ้นแนวตั้งโดยตรง ควรจะยกขึ้นมาทั้งแบบหล่อโดยให้แบบหล่อสามารถทำมุมกับแนวนอนได้ประมาณ 70 องศา แล้วถึงยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ หรือถ้าไม่สามารถยกแบบหล่อได้ก็ต้องรอให้คอนกรีตมีกำลังสูงตามที่ผู้ออกแบบกำหนดถึงจะยกได้

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่าง การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่างๆดังนี้

- ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้อยู่ในแนวและตำแหน่งที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อรับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากแรงลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดเหมือนกับคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในการขนส่งและติดตั้งอาจไม่มี
- ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจจะยังไม่สมบูรณ์ หรือยังไม่เต็มระบบโครงสร้าง หรือยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ ดังนั้นในระหว่างการขนส่งและการติดตั้ง จะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับคนและทรัพย์สินเสียหาย

2.7.3 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. จุดรอยต่อแบบเปียก(Wet Joint)

จุดรอยต่อแบบเปียก เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆได้ทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกราท์,แบบ Dry Packed

2. จุดรอยต่อแบบแห้ง(Dry Joint)

จุดรอยต่อแบบแห้ง เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้โบลท์(Bolting) แบบการเชื่อม(Weding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วยมอร์ต้า อีพอกซี่ วัสดุกันซึม อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

3. จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง(Post-Tensioned)

จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน(Tendon)เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว หรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามพื้นฐานของการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอาคาร ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ต้องสามารถส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างได้ตามที่ออกแบบ แรงดังกล่าวประกอบไปด้วย

1. แรงอัด (Compression Forces) การส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถจะใช้วิธีดังนี้

   1.1 การส่งผ่านแรงโดยตรง(Direct Contact) เป็นการถ่ายแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สัมผัสกันโดยตรง จะไม่มีวัสดุใส่กั้นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการใช้ที่มีแรงอัดหรือแรงกดไม่มากนัก

   1.2 การส่งผ่านแรงโดยผ่านวัสดุ(Transfer of Forces through Joint Materials) เป็นการส่งผ่านแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีวัสดุมารองระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และไม่ทำให้ผิวสัมผัสของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหาย

2. แรงดึง (Tensile Forces) การส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถจะใช้วิธีดังนี้

   2.1 การทาบเหล็ก(Lapping of Reinforcement Bars) เป็นลักษณะที่ใช้กันมาก เป็นการเว้นส่วนที่มีการทาบของเหล็กโครงสร้างที่ใช้รับแรงดึงและจะหล่อคอนกรีตในที่หลังจากติดตั้งเสร็จ จำนวนและปริมาณขึ้นอยู่กับการออกแบบ

   2.2 การใช้โบลท์ สามารถใช้ส่งผ่านแรงทั้งแรงดึงหรือแรงเฉือนลักษณะของโบลท์มีลักษณะเป็นแบบเกลียว แบบสมอ เป็นต้น

   2.3 การเชื่อม ลักษณะเหมือนการทาบเหล็ก และใช้ระยะทาบน้อยลงโดยใช้รอยเชื่อมแทน

   2.4 การรับแรงดึงภายหลัง(Post-Tensioned)เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้นหรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้เทนดอน(Tendon)เป็นวัสดุที่จะใช้ยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว หรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว

3. แรงเฉือน(Shear Force)การส่งผ่านแรงเฉือนระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถจะใช้วิธีดังนี้

   3.1 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุ(Friction Bond)

   3.2 เหล็กเสริมรับแรงเฉือน(Shear Keys)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การใช้โบลท์

3.4 การเชื่อม

2.7.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เป็นการสมมุติหรือคาดเดาระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดที่จะเกิดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

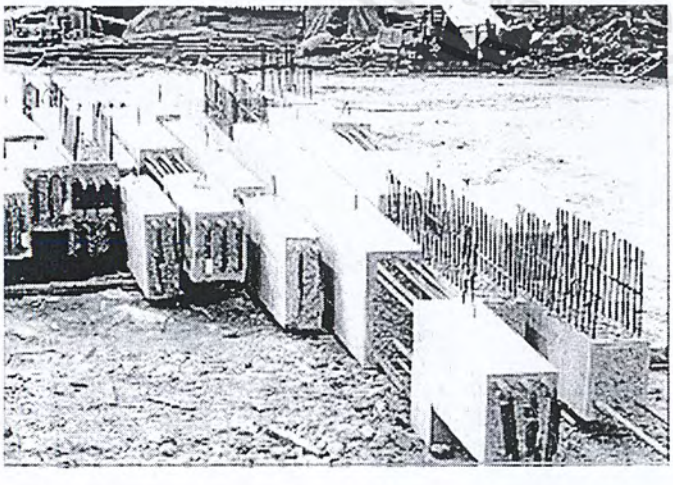
1. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Manufacuring Tolerances)ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ(Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อนหรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Shrinkage Creep และ อุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตราฐาน เช่น มาตราฐานของ PCI
2. เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Setting-out Tollerance)อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตราฐาน เช่น มาตราฐานของ PCI
3. เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Erection Tolerance)ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตราฐานเช่น มาตราฐานของ PCI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

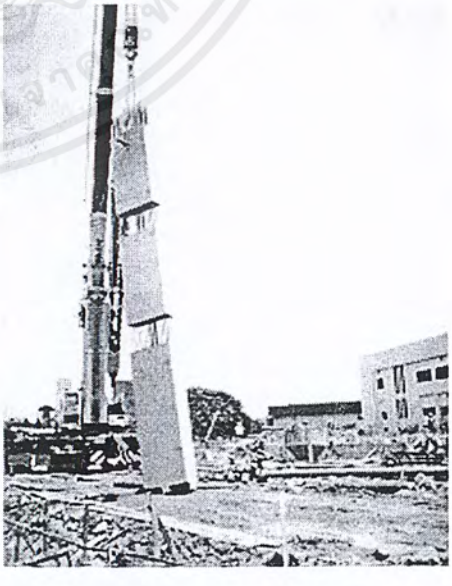
บทที่ 3
การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป
ระบบโครงเฟรม
(FRAME STRUCTURE SYSTEM)

3.1 กล่าวนำ

ระบบโครงเฟรม (FRAME STRUCTURE SYSTEM) หรือระบบเสา คาน และพื้น ถ้าพิจารณาตามลักษณะโครงสร้าง ก็เหมือนกับโครงสร้างอาคารแบบ "สร้างในที่" เพียงแต่ตัดแยก เสา คาน พื้น ออก ทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนผนังเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ เพราะไม่ได้ใช้เป็นโครงสร้างส่วนรับน้ำหนัก ตัวแผ่นพื้นอาจใช้พื้นสำเร็จรูปแบบ Hollow Core หรือแบบ T Section โครงสร้างระบบนี้จะรับน้ำหนักถ่ายลงคาน ส่งถ่ายน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ข้อเสียของระบบ Frame System อยู่ที่จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีมาก ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งและจะต้องออกแบบ รอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิด Continuity และ Rigidity และรอยต่อนั้นต้องสามารถทำงานได้ง่าย รวดเร็ว ข้อเสียเหล่านี้แก้ไขได้ด้วยการออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นให้ต่อเนื่องกันเป็นชิ้นเดียว



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างคานสำเร็จรูป



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างเสาสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ

การพิจารณาออกแบบในระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปนั้น ต้องพิจารณาให้รอบคอบกว่าการออกแบบในระบบก่อสร้างธรรมดา เนื่องจากการออกแบบอาคารจะต้องเกี่ยวพันไปถึงการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการติดตั้งด้วย

เป้าหมายของการออกแบบกำหนดได้ว่าจะต้องสวยงาม อยู่สบาย ประโยชน์ใช้สอยสูงสุด ประหยัด แข็งแรง ทนทาน และสร้างได้รวดเร็ว ความกว้าง ความยาว และความสูงของอาคารกำหนดเป็นพิกัดและระยะมาตราฐานที่เหมาะสม

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอตั้งแต่ในระยะเวลาที่ยกออกจากแม่แบบ การขนส่ง การติดตั้งและใช้งานเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ สิ่งสำคัญของการผลิตชิ้นส่วนคือรอยต่อที่จะต้องออกแบบได้อย่างเหมาะสม

ในการติดตั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงความสะดวกรวดเร็วและความยากง่ายในการทำงานติดตั้งได้โดยใช้เครื่องผ่อนแรงที่ประหยัดและควบคุมได้ง่าย การออกแบบรอยต่อที่ดีจะทำให้การติดตั้งสะดวกรวดเร็วและมีอุปสรรคน้อย

การออกแบบในระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปต้องมีการเขียนแบบมากกว่าและละเอียดกว่าในระบบการก่อสร้างธรรมดา เช่น ต้องมีแบบสำหรับผลิตแบบหล่อ ผลิตเครื่องทุ่นแรง สร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการเชื่อมต่อ

3.3 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ระบบการผลิตจะมีการแบ่งเป็นแผนกคือ ตัดเหล็ก ประกอบโครงสร้างเหล็กเสริมและเชื่อมประกอบแบบติดตั้งโครงเหล็กเสริม ผสมและเทคอนกรีตรวมถึงการตกแต่งผิว และมีแผนกตรวจสอบขณะควบคุมคุณภาพงานด้วย เช่น การตรวจสอบคุณภาพหิน ทราย คอนกรีต ส่วนงานไม้จะแบ่งเป็นงานวงกบประตู-หน้าต่าง โครงหลังคา เป็นต้น

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตทุกชิ้นจะมีวันที่ผลิตกำกับอยู่ เพื่อกันการสับสนในการลำเลียงไปใช้งาน คือ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำการผลิตและมีอายุคอนกรีตครบ 7 วัน ก็จะถูกจัดส่งไปติดตั้งก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยฝ่ายประมาณการรับงานที่ลูกค้ามีสัญญาการก่อสร้างไว้ และนำมาประมาณจำนวนและชนิดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ต้องใช้ เขียนใบ WORK ORDER ส่งไปยังหน่วยงานหรือแผนกที่เกี่ยวข้องวัสดุแต่ละอย่างที่ต้องใช้ เช่น คาน ผนังหรือพื้นสำเร็จรูป ก็จะส่งใบ WORK ORDER ส่งของไปยังโรงงานผลิตชิ้นส่วน ส่วนวัสดุเครื่องสุขภัณฑ์ก็สั่งซื้อตามร้านค้าต่างๆ เพื่อจัดส่งไปยังหน่วยงานก่อสร้างต่อไป

ขั้นตอนและขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีดังนี้

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

3.4 การกองเก็บชิ้นส่วนและการขนย้ายขึ้นติดตั้ง

คาน

1. ปรับระดับดินให้เรียบ วางตั้งลักษณะเดียวกันขณะหล่อคอนกรีตเรียงซ้อนกันได้สูงไม่เกิน 6 ชั้น
2. เมื่อเคลื่อนย้ายจากกอง ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยหูหิ้วทั้งสองแล้วใช้เครื่องวินท์ไปยังจุดที่จะยกติดตั้ง ระหว่างการดึงให้คอยดูแลสิ่งกีดขวางและห้ามการดึงแบบฉุดกระชากลากไปแบบรีบเร่ง
3. เมื่อถึงจุดติดตั้งให้วางชิ้นส่วนลงกับพื้นในลักษณะนอน และปรับโซ่รัดคานให้ตั้งกลับทางสำหรับการให้ลวดสลิงจากเครื่องวินท์ดึงขึ้นติดตั้ง

ผนัง

1. ปรับระดับดินให้เรียบ ใช้หมอนรองผนังทั้ง 2 ข้างจากหัวผนังด้วยระยะประมาณ 1/5 ของความยาวผนัง วางเรียงซ้อนกันสูงไม่เกิน 8 ชั้น
2. เมื่อเคลื่อนย้ายจากกอง ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยครั้งละ 3 แผ่น โดยร้อยจากทางด้านหัวผนังทั้ง 2 จุด ใกล้ตำแหน่งไม้รองหมอนผนัง ใช้ยางรองผนังในแต่ละแผ่นและตรงจุดที่โซ่รัดขอบผนังแล้วใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวินท์ดึงไปยังจุดที่จะใช้งานระหว่างการดึง ให้คอยดูแลสิ่งกีดขวางและห้ามการดึงแบบฉุดกระชากหรือลากแบบรีบเร่ง

3. เมื่อถึงจุดใช้งานและจะนำขึ้นติดตั้ง ให้ร้อยลวดสลิงหรือโซ่กับแผ่นที่ต้องการให้ปลายลวดสลิงหรือโซ่อยู่ขอบบนของผนังจากปลายทั้งสองข้างเพื่อการยกขึ้นติดตั้ง
(ในวิธีที่ปฏิบัติกันอยู่นี้ใช้ลวดสลิงหรือโซ่ร้อยกลางผนังแบบการยกจุดเดียว)

-กรณีคานหรือผนังเร่งด่วนที่ผลิตจากโรงงานและยังไม่ได้อายุใช้งาน (7วัน) ต้องวางแยกไว้ต่างหาก หากเป็นผนังต้องให้ความดูแลเป็นกรณีพิเศษ คือ ใช้ไม้รองหมอนให้ผนังและผิวรองหมอนต้องเรียบ

-กรณีสถานที่ก่อสร้างแคบ ต้องช่วยขนย้ายชิ้นส่วนเข้าจุดใช้งานเพื่อให้มีที่ว่างสำหรับลงชิ้นส่วนของรถเที่ยวต่อไป

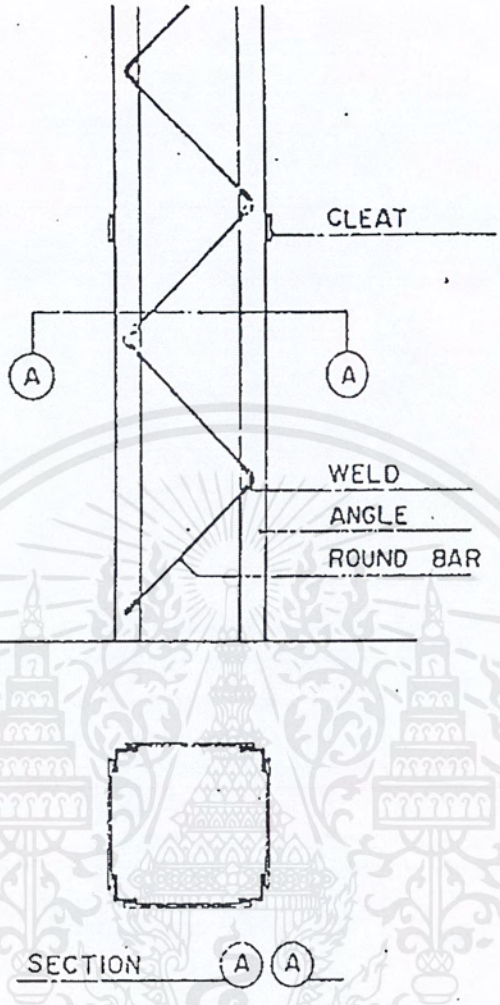
3.5 ตัวอย่างงานก่อสร้างบ้านที่ใช้ระบบโครงเฟรม (บ้านซีคอน)

3.5.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1. เสาเหล็กฉาก

เสาเหล็กฉากมีลักษณะเป็น Latticed Column คือมีเหล็กยืน 4 เส้นเป็นเหล็กฉากซึ่งยึดโยงด้วยเหล็กเส้นโดยการเชื่อมในลักษณะทแยงมุมดังรูปที่ 3.3 เหล็กเส้นทแยงมุมนี้ทำหน้าที่เสมือนเหล็กปลอกในเสา ค.ส.ล. ธรรมดา นอกจากเหล็กเส้นทแยงมุมแล้ว ยังต้องเชื่อมติดกับเสาเหล็กฉากเพื่อรองรับคานหรือผนังสำเร็จรูป ในระหว่างติดตั้งพุกอาจเป็นเหล็กฉากหรือเหล็กแบนก็ได้แต่ต้องอยู่ในตำแหน่งและระดับที่จะรองรับคานและผนังได้พอดี ความถูกต้องของตำแหน่งและระดับพุกดังกล่าวสำคัญมาก เพราะเป็นการบังคับระดับของคานและผนังไปในตัวระดับของส่วนอื่นๆ ของอาคารขึ้นอยู่กับความถูกต้องของระดับคานและผนังทั้งหมด เสาเหล็กฉากนี้ได้รับการคำนวณออกแบบให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของคานและผนังในระหว่างติดตั้ง การใช้เหล็กฉากแทนเหล็กเส้นนั้น นอกจากทำงานง่ายและสะดวกแก่การติดตั้งแล้ว ยังทำให้เสามีความมั่นคงแข็งแรง (Rigidity) กว่าการใช้เหล็กเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

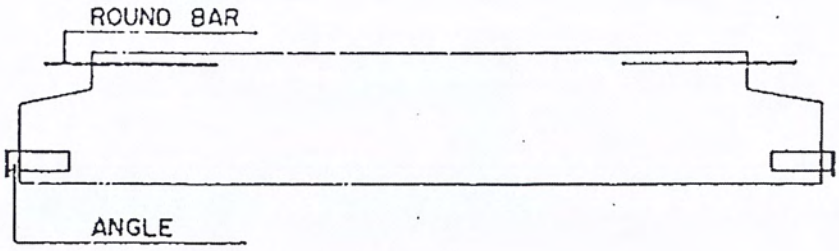


รูปที่ 3.3 LATTICED STEEL POST

2. คาน ค.ส.ล สำเร็จรูป

คานสำเร็จรูปเป็นคาน ค.ส.ล. ธรรมดา มิใช่คานคอนกรีตอัดแรงเพราะมีช่วงสั้นซึ่งปกติความยาวไม่เกิน 4.00 ม. ที่หัวคา นมีรอยเว้าและมีเหล็กเสริมยื่นออกมาด้านบน เพื่อเชื่อมติดกับเหล็กเสริมของคานตัวถัดไป ด้านล่างของหัวคานมีเหล็กฉากยื่นออกมาเพื่อใช้ในการติดตั้งฝากกับเสาเหล็กฉากดังรูปที่ 3.4 ส่วนด้านข้างอาจจะมีบ่า 1 ข้างหรือทั้ง 2 ข้าง สำหรับรองรับพื้น

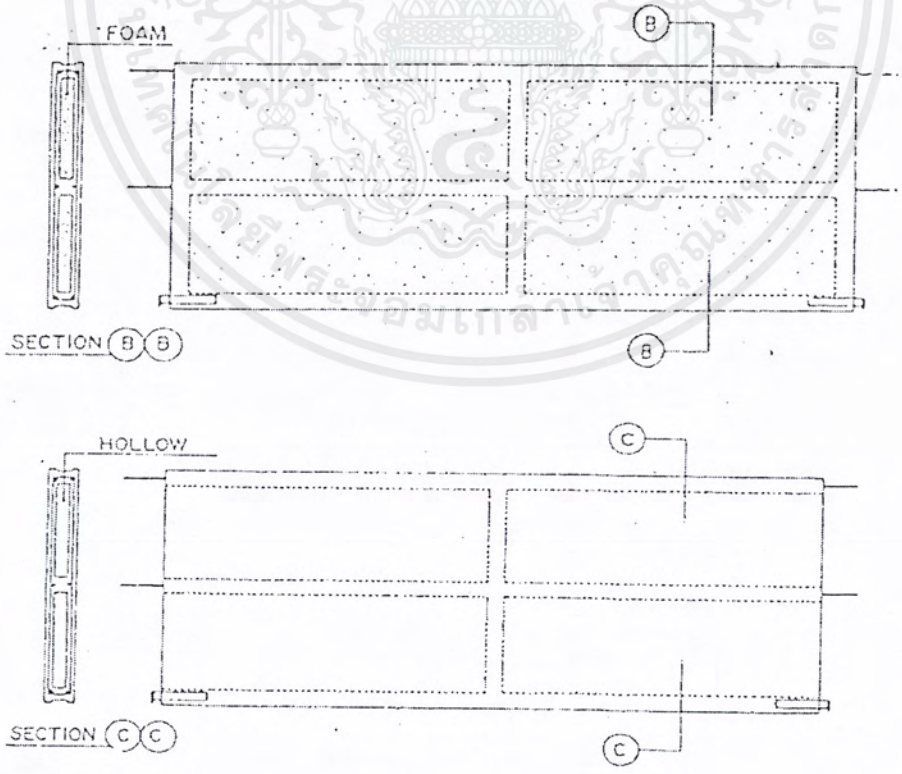
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 R.C. BEAM

3. ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

ผนังสำเร็จรูปที่ใช้ผนังกลวง (Hollow Panel)ชั้นกลางเป็นช่องว่างตามแนวนอนดังรูปที่ 3.5 มีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติเป็นฉนวนมากกว่า ผนังก่ออิฐฉาบปูนธรรมดาผนังแผ่นล่างสุดจะมีบ่าสำหรับปรับพื้นเทคานได้ และแผ่นบนสุดใช้รับหลังคาแทนคานเช่นเดียวกัน



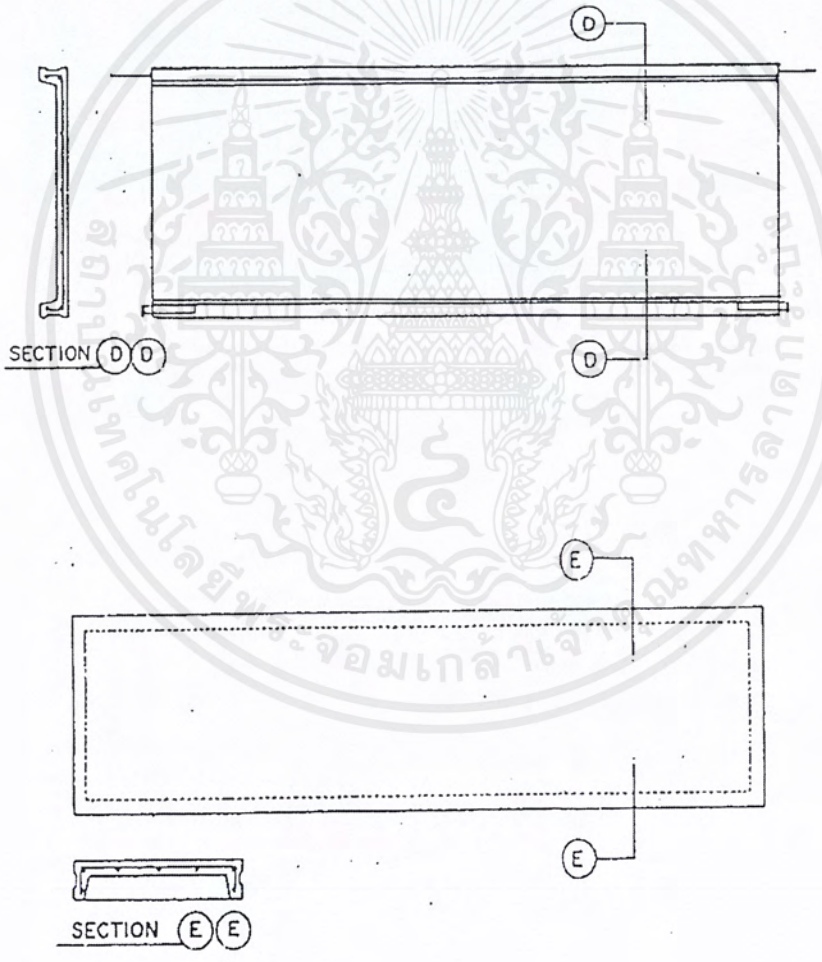
รูปที่ 3.5 R.C. HOLLOW PANEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พื้น ค.ส.ล. สำเร็จรูป

พื้น ค.ส.ล. สำเร็จรูปมีลักษณะเป็นรูปตัว T ดังรูปที่ 3.6 ที่ปีกทั้งสองข้างจะมีลวดสำหรับผูกยึดกับพื้นข้างเคียงกันไม่ให้พลิกในขณะติดตั้ง ก่อนที่จะเทคอนกรีตทับหน้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน พื้นรูปตัว T ส่วนใหญ่จะใช้กับบ้านพักอาศัยที่สร้างแห่งละหนึ่งหลัง เพราะมีน้ำหนักเบาและสามารถติดตั้งได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องทุ่นแรง สำหรับอาคารอื่นๆพื้นสำเร็จที่จะใช้จะมีลักษณะเป็นรูปตัว U คว่ำ ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าพื้นรูปตัว T แต่เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วสามารถใช้เป็นนั่งร้านและที่ทำงานได้

การติดตั้ง



รูปที่ 3.6 R.C. FLOOR SLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การก่อสร้าง

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ระบบก่อสร้าง "ซีคอน" เป็นระบบก่อสร้างสำเร็จรูปยกเว้นงานฐานราก ซึ่งคล้ายคลึงกับวิธีการก่อสร้างแบบธรรมดา คือใช้เสาเข็ม ค.ส.ล. ฐานรากเป็น ค.ส.ล. หล่อกับที่ มีเหล็กโผล่ขึ้นมาสำหรับเชื่อมกับเสาเหล็กฉาก การควบคุมระยะ ระดับ และฉากต้องละเอียดกว่าวิธีการก่อสร้างธรรมดา โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะระหว่างศูนย์ฐานรากต้องคลาดเคลื่อนไปไม่เกินขอบเขตที่กำหนด มิฉะนั้นจะทำให้ระยะระหว่างศูนย์เสาเหล็กฉากผิดไปเกินกว่าจะติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ ดังรูปที่ 3.7

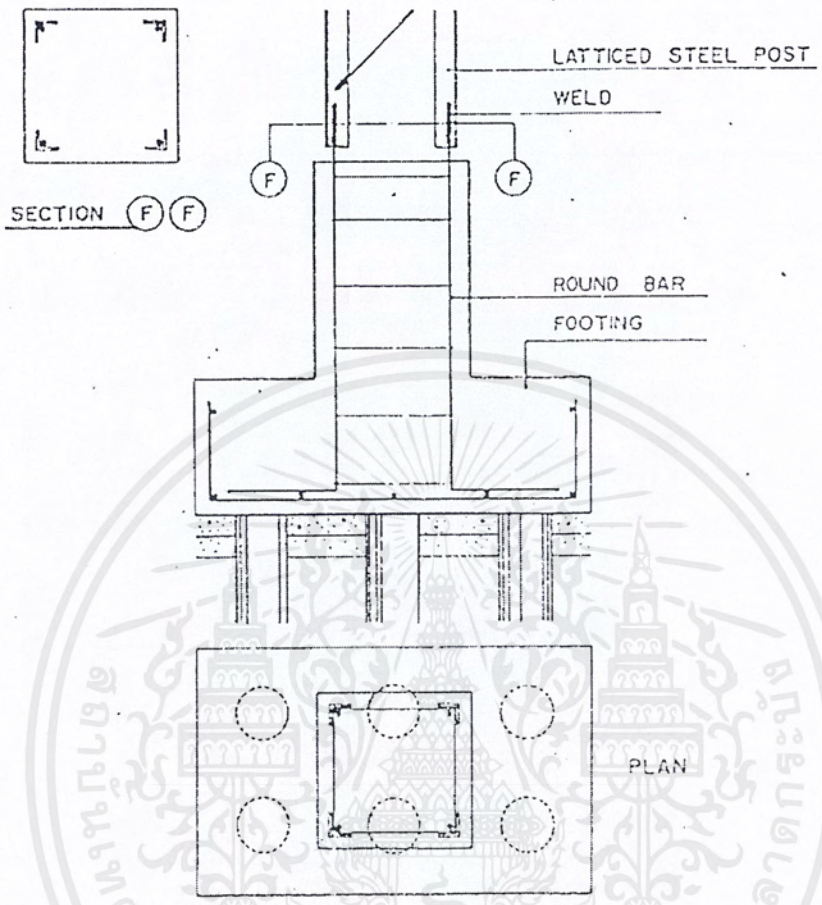
เมื่อทำงานฐานรากเสร็จและคอนกรีตได้อายุแล้ว จึงทำการติดตั้งเสาเหล็กฉากสำเร็จรูป โดยยกครอบลงไปบนเหล็กที่ยื่นขึ้นมาจากฐานราก แล้วเชื่อมให้ยึดติดกันก่อนทำการเชื่อมต้องปรับเสาเหล็กฉากให้ได้ดิ่งและระดับที่กำหนด พร้อมกับจัดให้ได้แนวกับเสาเหล็กฉากต้นอื่นๆที่อยู่ในแถวเดียวกัน แล้วจึงยกคานสำเร็จรูปขึ้นไปติดตั้งไว้ระหว่างเสาเหล็กฉาก โดยมีพุกที่เชื่อมติดกับเสาเหล็กฉากรองรับ แล้วจึงเชื่อมเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากหัวคานด้านบนให้ติดต่อกับเหล็กเสริมของคานตัวถัดไป คานนี้มีไว้สำหรับพื้นและผนังบางส่วนที่มิได้ฝากอยู่กับเสา สำหรับผนังที่ฝากอยู่กับเสานั้น ไม่ต้องมีคานรองรับ และจะถูกยกขึ้นติดตั้งระหว่างเสาเหล็กฉากเช่นเดียวกับคานเมื่อได้จัดผนังเข้าที่แล้วจึงทำการเชื่อมเหล็กที่ยื่นออกมาจากปลายผนังเช่นเดียวกับการเชื่อมเหล็กคาน

ในกรณีที่เป็นเสาต้นริม เหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากปลายคานหรือผนัง จะถูกดัดงอให้ลงไปอยู่ในเสาเหล็กฉาก หลังจากนั้นจึงทำการประกอบแบบเสาและเทคอนกรีต

เมื่อคอนกรีตเสาได้อายุที่ต้องการและถอดแบบแล้ว จึงยกพื้นสำเร็จรูปขึ้นไปวางบนบ่าคานหรือบ่าผนัง จัดเรียงแผ่นพื้นให้เข้าที่แล้วจึงผูกเหล็กตะแกรง และเทคอนกรีตทับหน้า สำหรับรอยต่อผนังนั้น อุดและแต่งด้วยปูนทรายผสมน้ำยา แล้วจึงฉาบแต่งและเซาะร่องให้เรียบร้อย สวยงาม

งานที่เหลือส่วนใหญ่ เช่น หลังคา ฝ้าเพดาน ฝากั้นห้องที่มิได้ฝากอยู่กับเสา ประปา ไฟฟ้า และอื่นๆ ก็คล้ายคลึงกับงานก่อสร้างธรรมดา จะมีผิดกันก็ตรงที่วัสดุต่างๆที่ใช้กับงานเหล่านี้จะถูกส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง ในขนาดและความยาวพอดีมากที่สุด เท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เสียเศษน้อยที่สุด และลดงาน ณ สถานที่ก่อสร้างให้น้อยลง

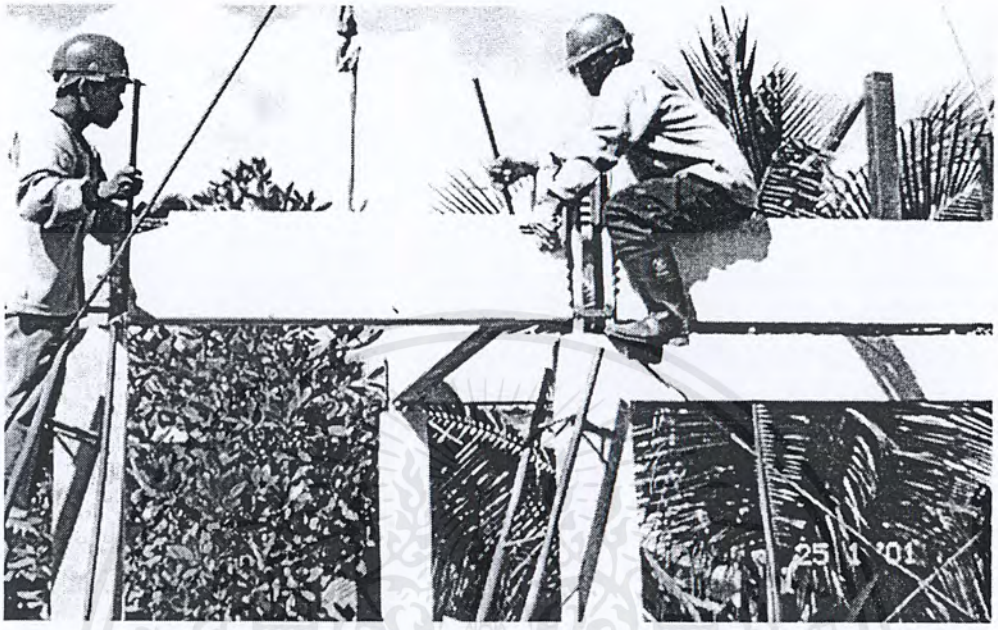
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



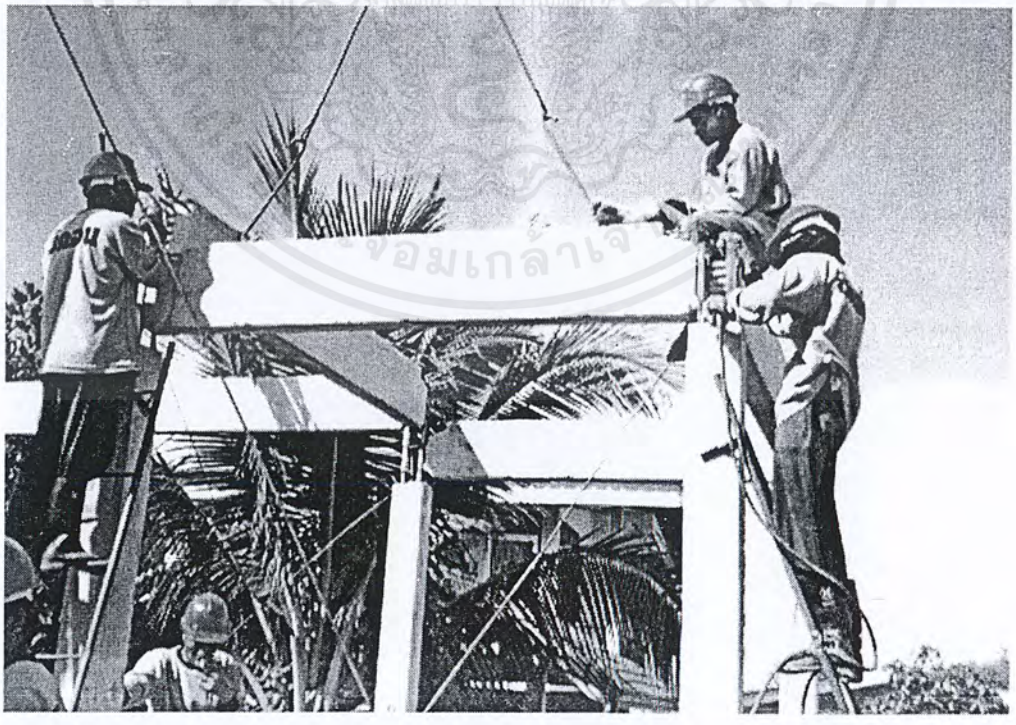
รูปที่ 3.7 ERECTION OF LATTICED STEEL POST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปโครงการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูประบบโครงเฟรม (ระบบซีคอน)

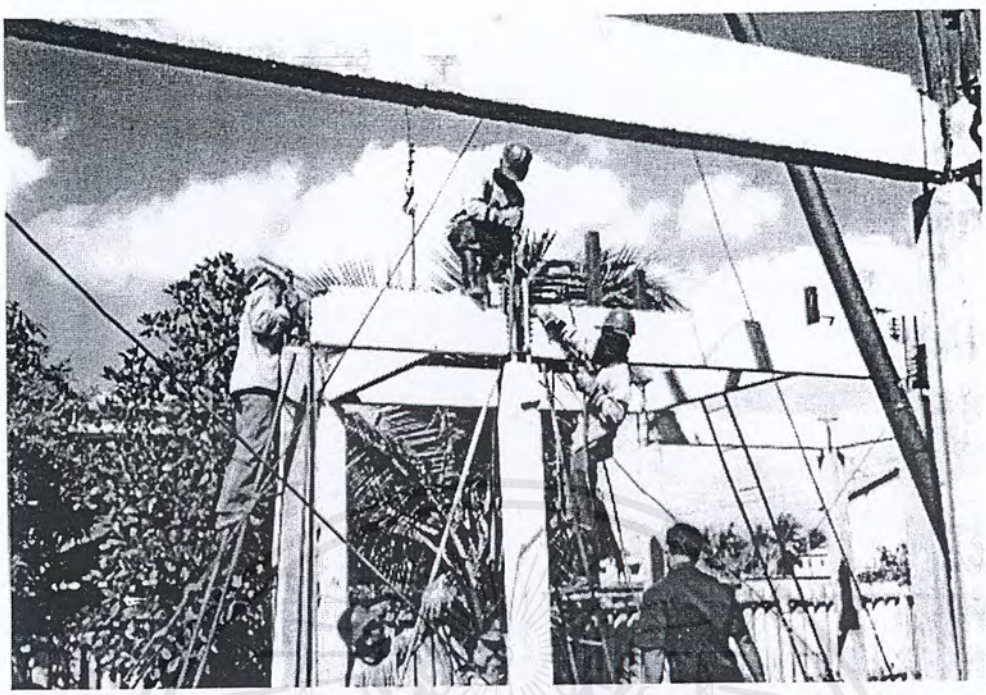


รูปที่ 3.8 (ก) แสดงการติดตั้งคานสำเร็จรูปก่อนทำการเชื่อมกับเสา



รูปที่ 3.8(ข) แสดงการติดตั้งคานสำเร็จรูปก่อนทำการเชื่อมกับเสา

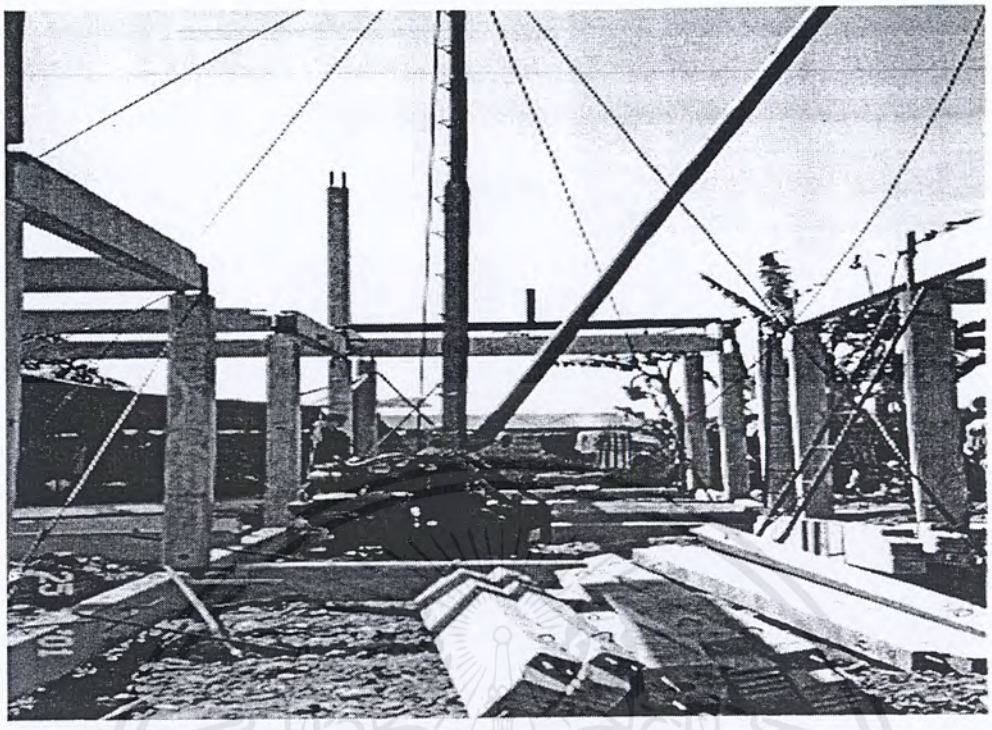
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



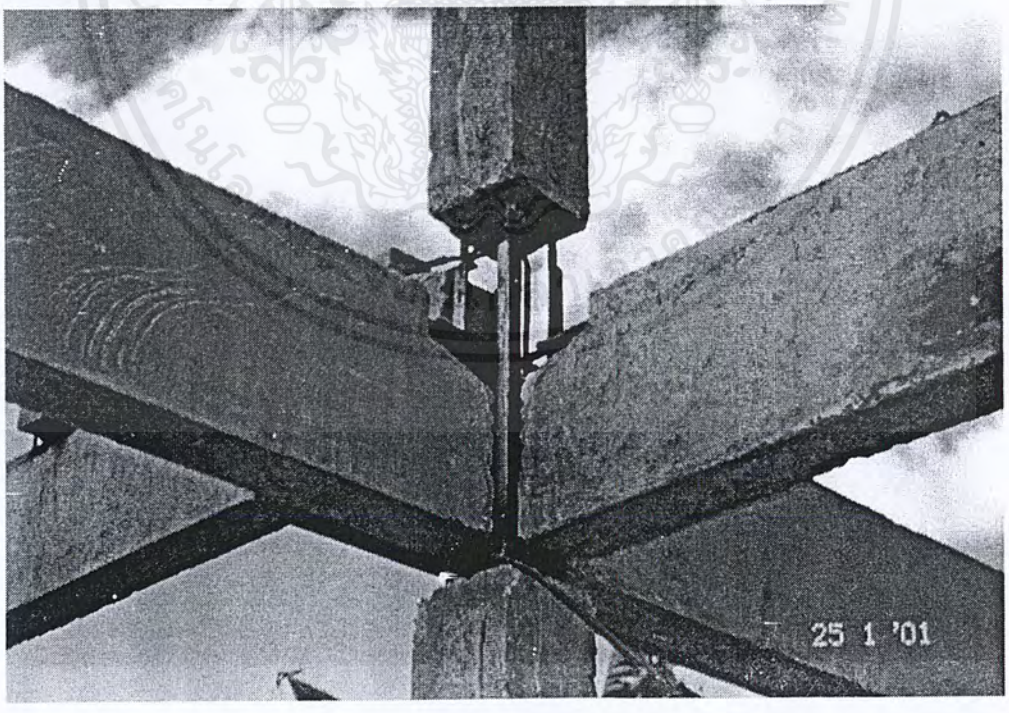
รูปที่ 3.8(ค) แสดงการติดตั้งคานสำเร็จรูปก่อนทำการเชื่อมกับเสา

รูปที่ 3.9 แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

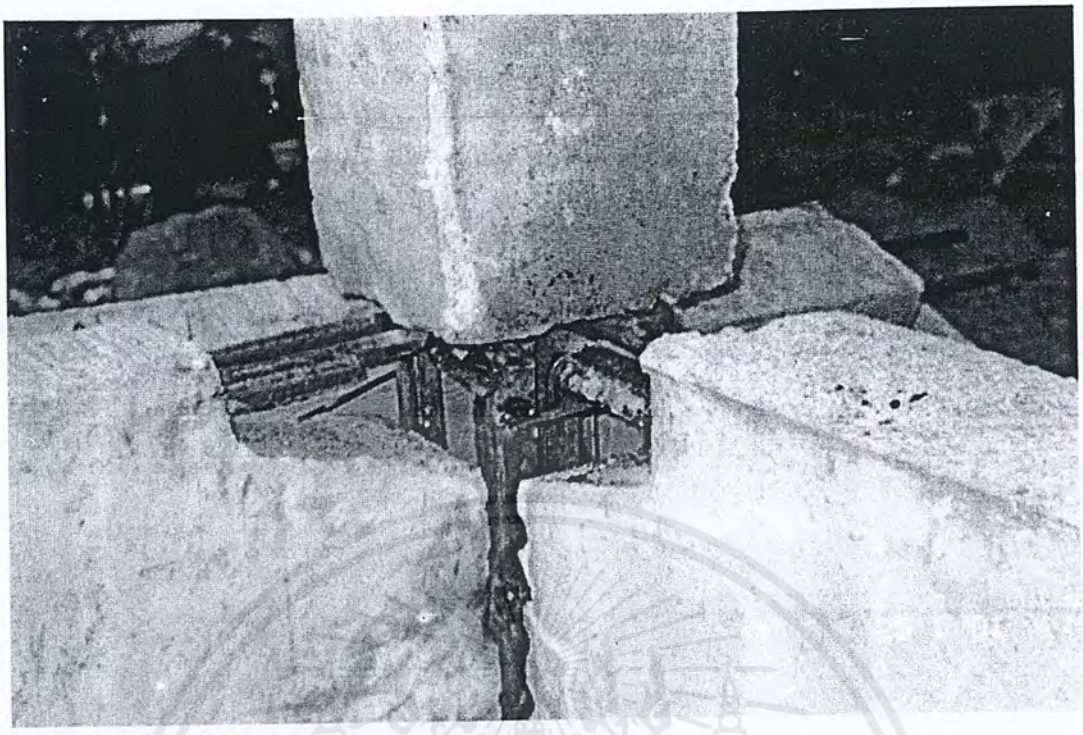


รูปที่ 3.10 การใช้เครื่องวินท์ไฮโดรลิคยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นติดตั้ง

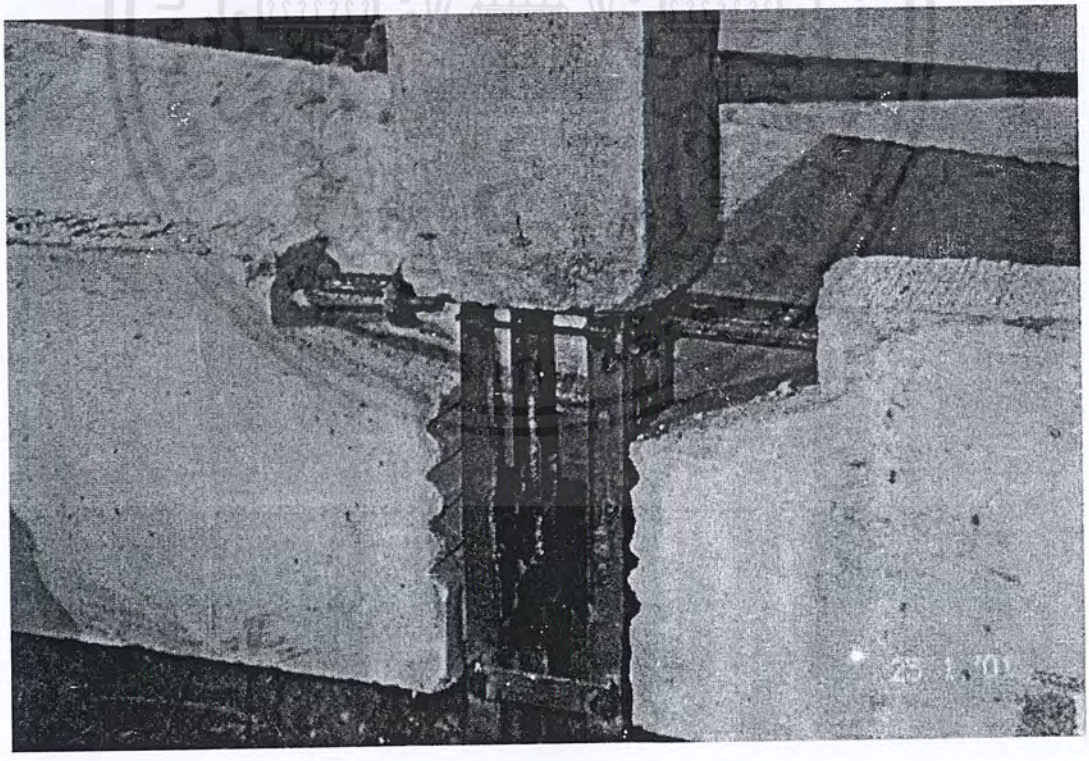


รูปที่ 3.11(ก) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

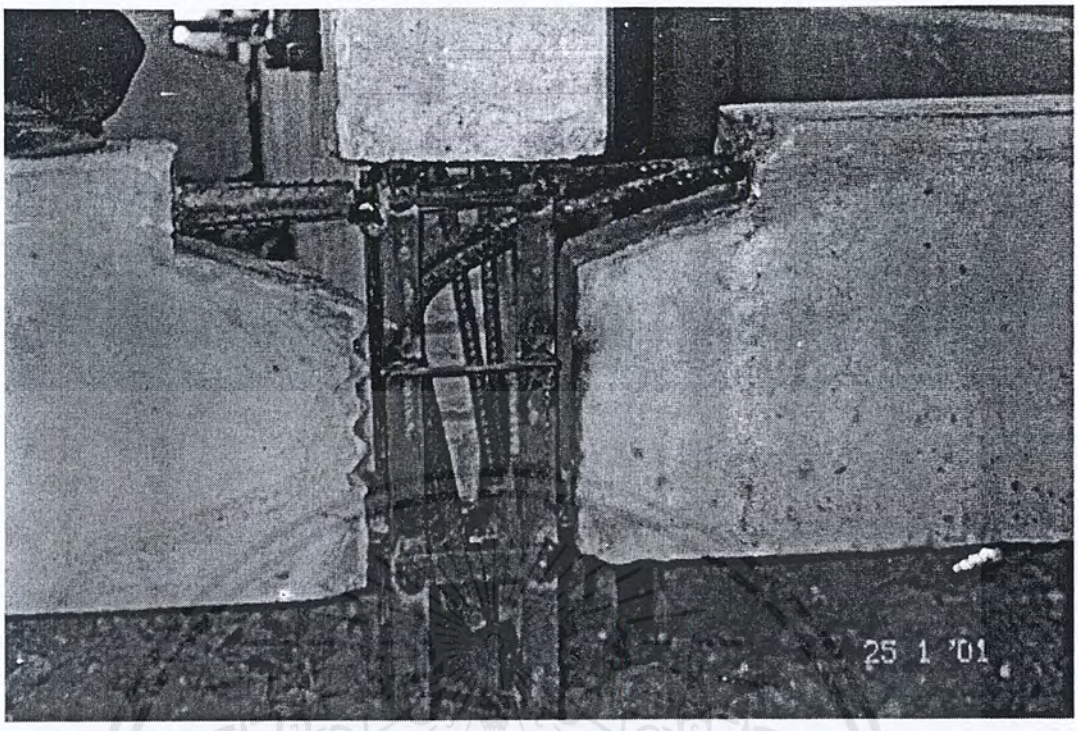


รูปที่ 3.11(ข) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป

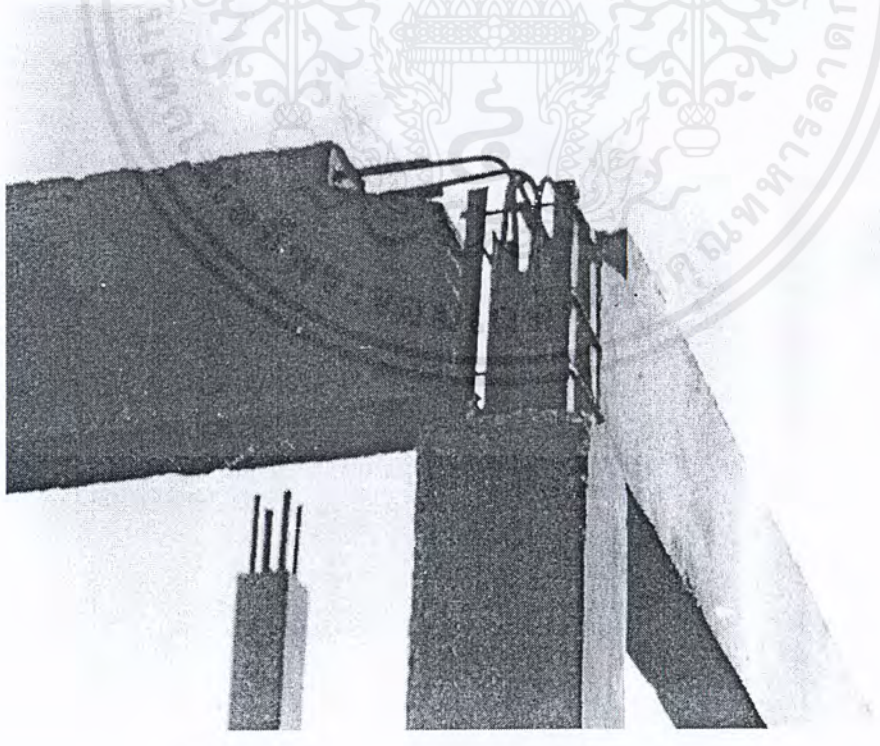


รูปที่ 3.11(ค) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

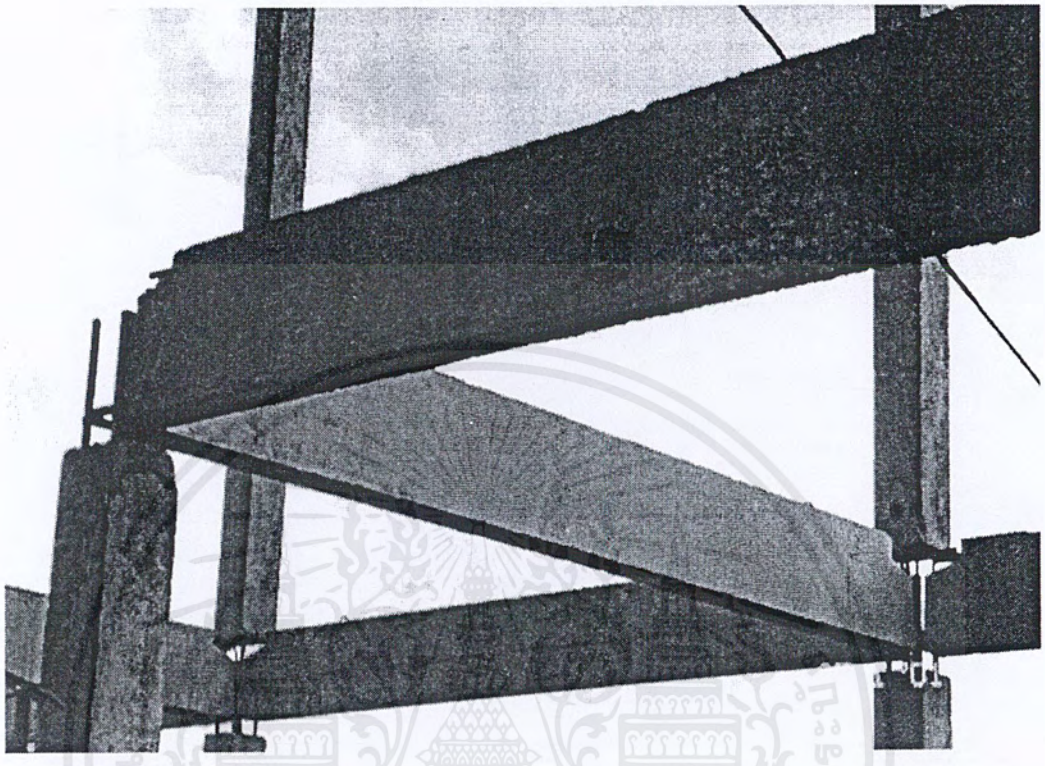


รูปที่ 3.11(ง) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป



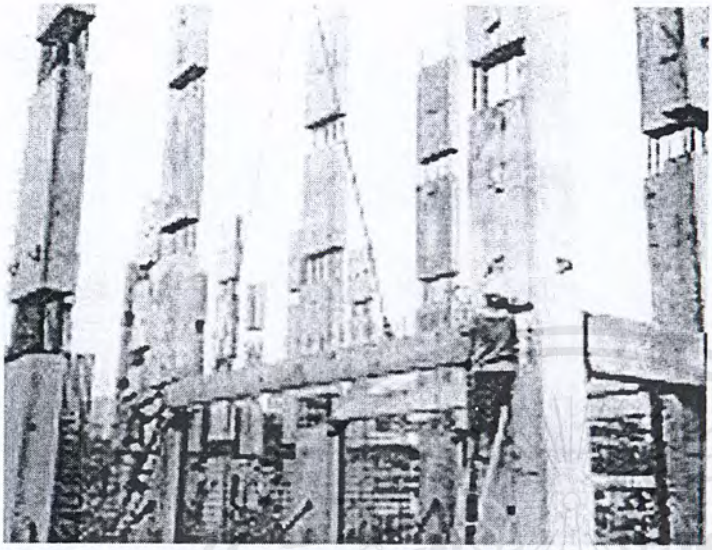
รูปที่ 3.11(จ) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



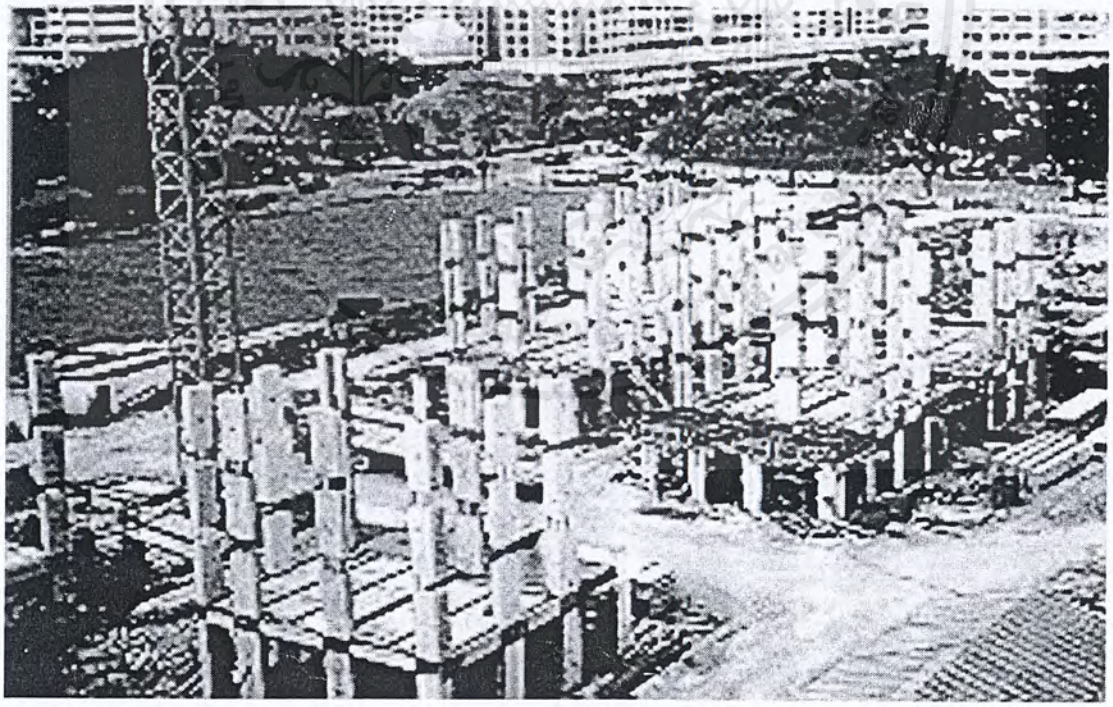
รูปที่ 3.11(ฉ) แสดงรอยต่อโครงสร้างเสา – คาน สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



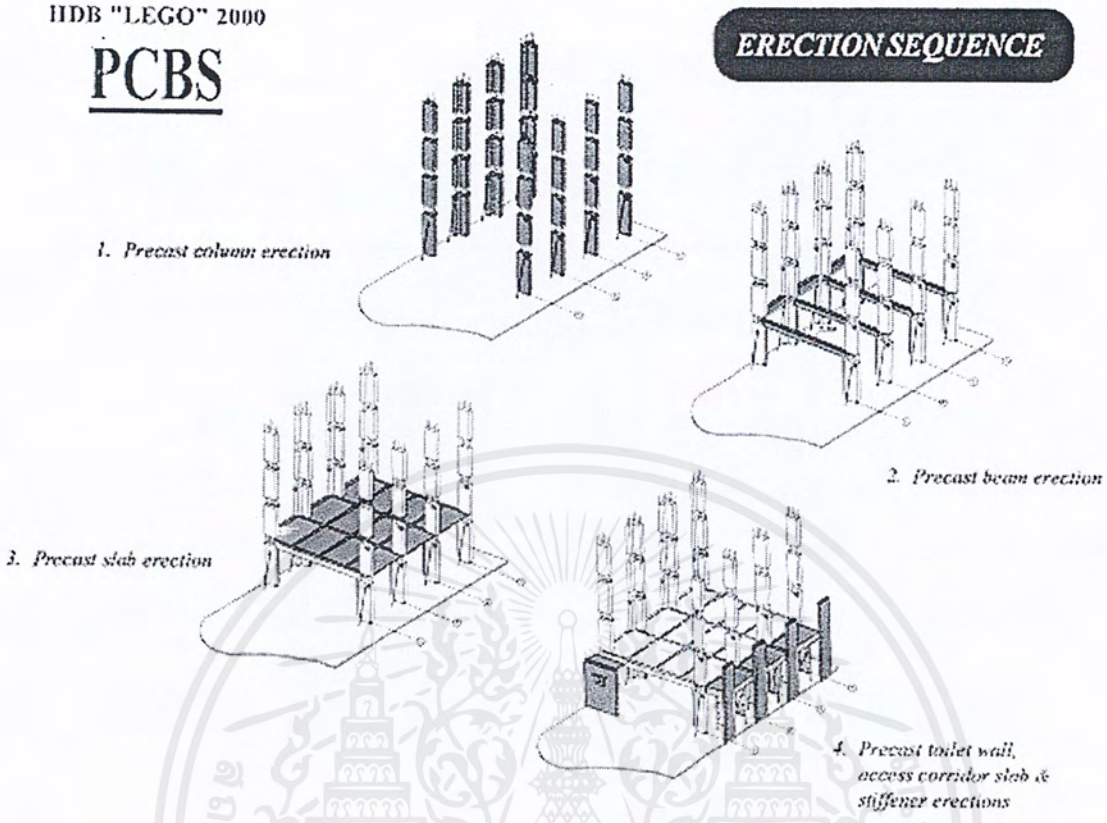
รูปที่ 3.12 การติดตั้งเสา-คาน สำเร็จรูป

รูปที่ 3.13 การยกเสาสำเร็จรูป ด้วยโมบายเครน

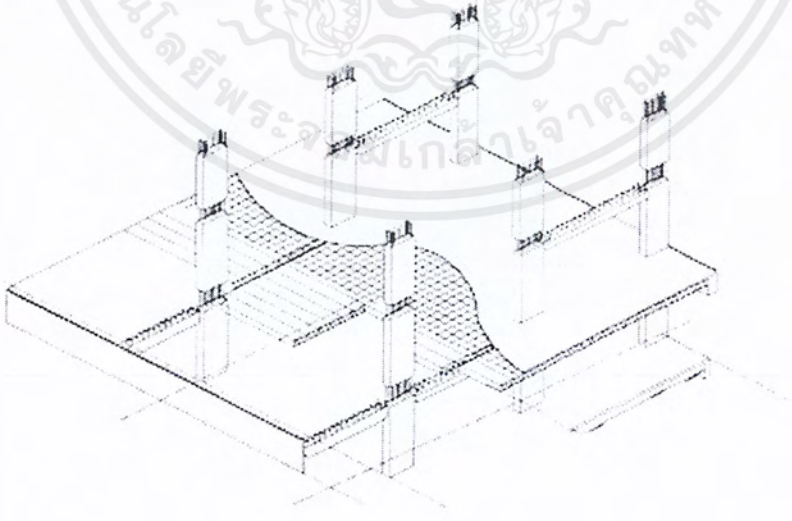


รูปที่ 3.14 แสดงบริเวณโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

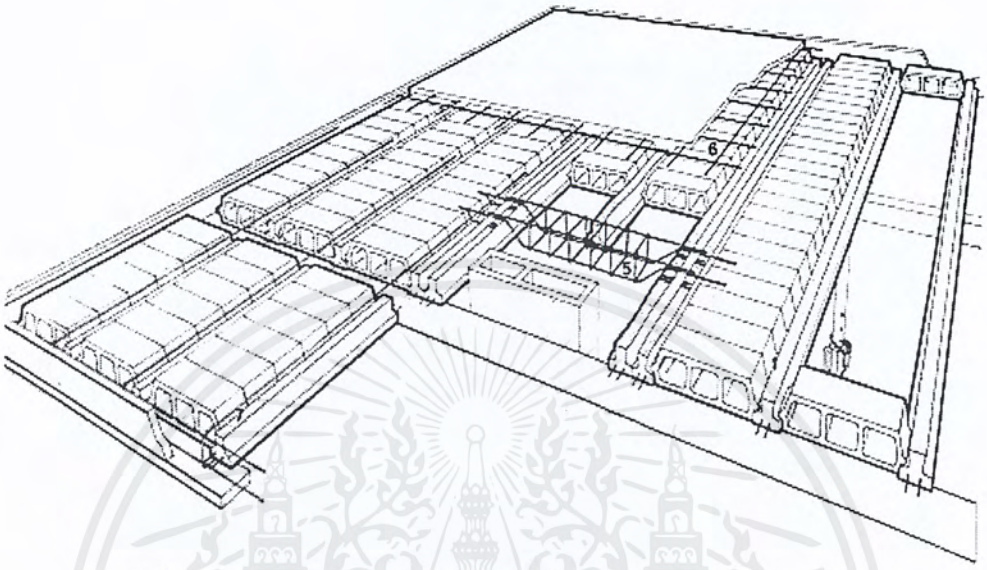


รูปที่ 3.15 แสดงลำดับขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างระบบโครงเฟรม

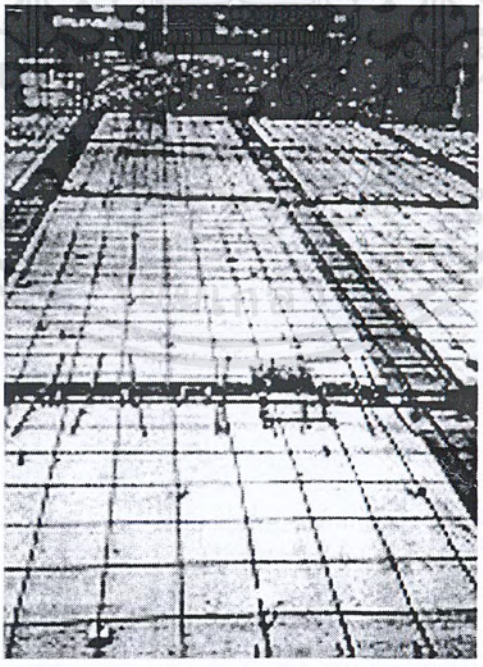


รูปที่ 3.16 แสดงส่วนประกอบโครงสร้างเฟรมโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 (ก) แสดงรูปแบบการวางพื้นแบบ HOLLOW SLAB



รูปที่ 3.17 (ข) แสดงรูปแบบการวางพื้นแบบ HOLLOW SLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบพาเนล
(PANEL SYSTEM)

4.1 กล่าวนำ

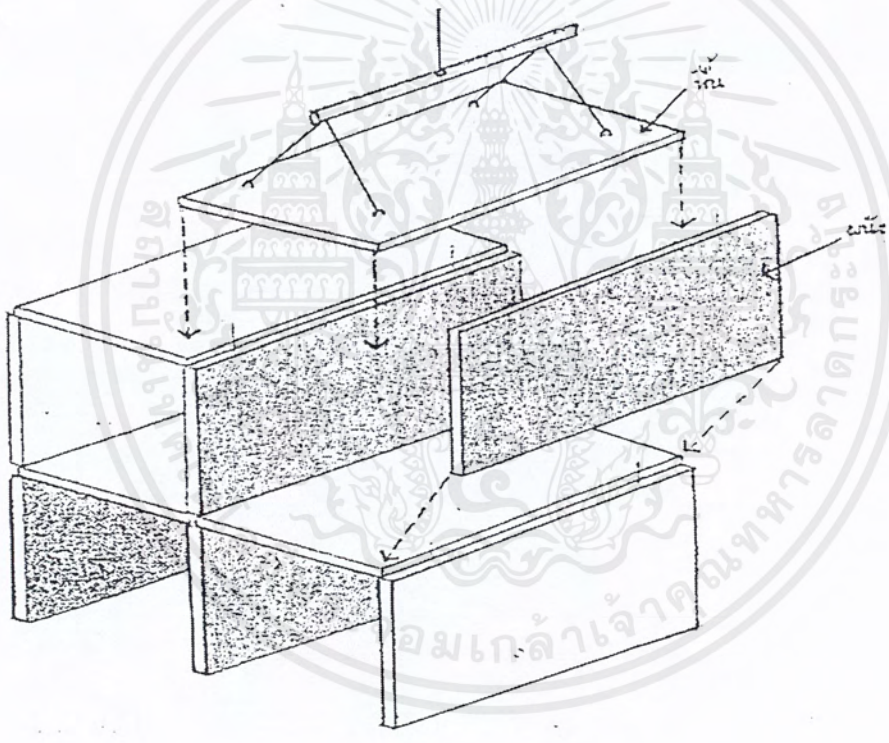
ระบบพาเนล (PANEL SYSTEM) หรือ ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (LOAD BEARING WALL SYSTEM) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้นส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับแรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของแผ่นพาเนลจะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและการติดตั้ง โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของแผ่นพาเนลเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการยกติดตั้ง ระบบพาเนลเหมาะกับอาคารประเภทที่มีการจัดห้องไว้เป็นสัดส่วนแน่นอน ความหนาของผนังที่ใช้รับน้ำหนัก กำหนดใช้ไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร ความสูงของอาคารที่จะก่อสร้างได้อย่างประหยัดไม่ควรต่ำกว่า 4 ชั้น

4.2 การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบ Load bearing wall

วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้นจะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูปวางบนผนังต่อขึ้นไปเรื่อยๆ ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายๆ โดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้น วิธีการหล่อแบบนี้สามารถปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน การผลิตผนังอีกแบบหนึ่งก็คือ การหล่อแผ่นในทางแนวตั้ง ที่เรียกว่า Battery Casting ในวิธีนี้แบบหล่อจะวางตั้ง และมีแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆตามความหนาของผนังที่ต้องการ การเทคอนกรีตครั้งหนึ่งจะได้แผ่นผนังครั้งละจำนวนมากๆ แผ่นผนังและพื้นเหล่านี้จะมีการฝังท่อเดินไฟฟ้า และท่อน้ำไว้เสร็จก่อนที่จะเทคอนกรีต ผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบไม่ต้องฉาบตบแต่งอีก เมื่อเทคอนกรีตแล้วต้องทิ้งระยะบ่มเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาก่อนถอดคอนกรีตจากแบบสามารถเร่งได้โดยการอบไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วก็สามารถถอดแบบได้ สำหรับผนังที่จะต้องเจาะประตูหน้าต่าง ก็เพียงกั้นแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้นในแบบชุดเดิม

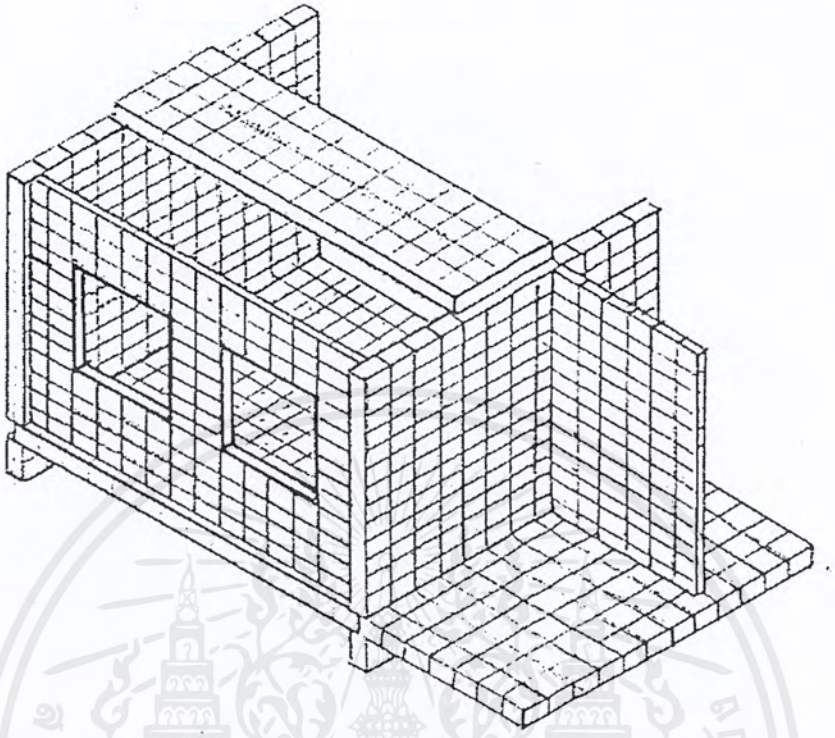
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นมาลงที่แนวผนังรับแรงทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆกันไม่เพียงทำหน้าที่เป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น นอกจากนี้ผนังยังทำหน้าที่ต้านแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโครงสร้างแบบคานอีกด้วย



รูปที่ 4.1 PANEL SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก จัดขนาดชิ้นส่วนตามหลักประสานทางพิกัด

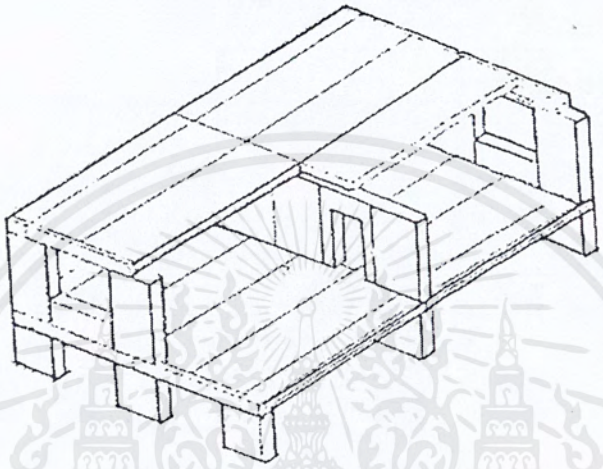
4.2.1 ระบบการวางผนังรับแรง

ระบบการวางผนังรับแรงมี 3 วิธี คือ ระบบวางผนังรับแรงไปในทิศทางแนวเดียวกับความยาวของอาคารเรียกว่า Long-wall system , ระบบวางแนวผนังรับแรงให้ขวางกับความยาวแนวอาคารเรียกว่า Cross-wall system , และระบบที่วางผนังรับแรงให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า Two-way span system

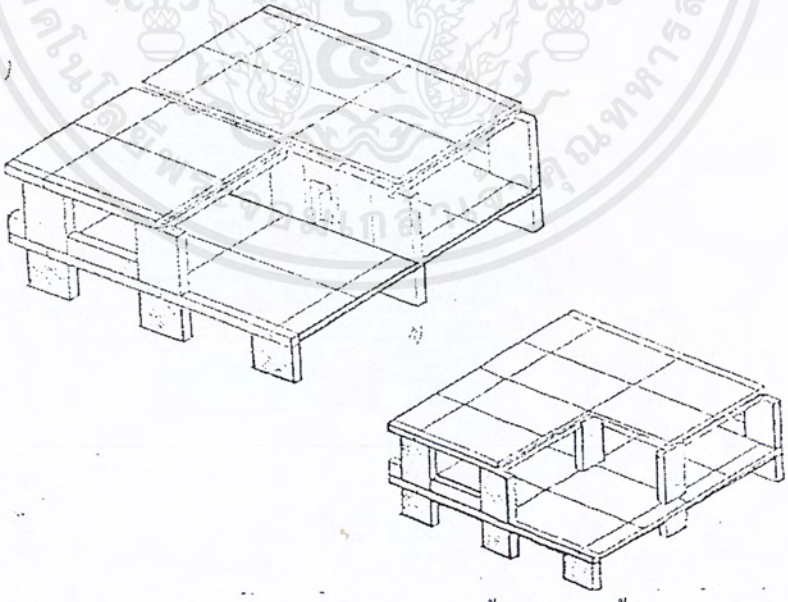
Long-Wall System ระบบนี้สังเกตได้โดยดูทิศทางของแผ่นพื้น จะวางพาดน้ำหนักมาลงผนัง ส่วนที่เป็นผนังด้านหน้าและผนังด้านหลังของอาคาร (รูปที่4.3 และ4.4) ระบบนี้มีใช้อยู่บ้างในประเทศโปแลนด์ และประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก อาคารที่ใช้ระบบนี้จะมีช่องเปิดที่เป็นหน้าต่างห้องเล็กกว่าปกติ เนื่องจากผนังส่วนที่เป็นหน้าต่างนี้ต้องใช้เป็นผนังรับน้ำหนักที่นำมาวางพาดด้วย จึงไม่เหมาะสมสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะที่พักอาศัยในเขตร้อน ซึ่งต้องการให้อากาศถ่ายเทความร้อน ข้อดีอยู่ที่สามารถเปิดช่องโล่งได้ตลอดแนวตามความยาวของอาคาร เพราะไม่จำเป็นต้องมีผนังในแนวขวางมากั้นแต่อย่างใด เหมาะนำไปใช้กับอาคารประเภทสำนักงาน แต่ความกว้างของห้องจะถูกจำกัดด้วยความยาวของแผ่นพื้นและระยะห่างของผนังที่จะรับน้ำหนัก ยกเว้นต้องการออกแบบแผ่นพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพิเศษสำหรับวางพาดในระยะทางยาวๆ การแก้ไขปัญหานี้อาจทำได้โดยวางคานพาดลงกำแพงรับน้ำหนักแบบ long-wall แล้วให้แผ่นพื้นวางพาดลงคานแทนที่จะพาดลงบนผนังห้อง ซึ่งจะทำให้ระบบยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบผสมระหว่างระบบผนังรับน้ำหนักกับระบบเสา-คาน



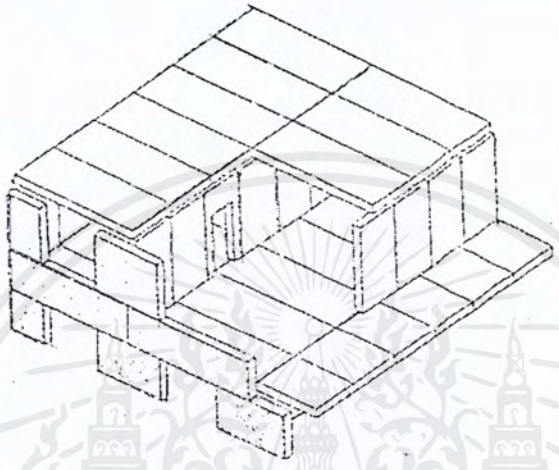
รูปที่ 4.3 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long - Wall



รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้าง Long – Wall ถ่ายน้ำหนักจากพื้นสู่กำแพง
ในระบบของ Moscow และ ระบบของ Czecho Slovakian

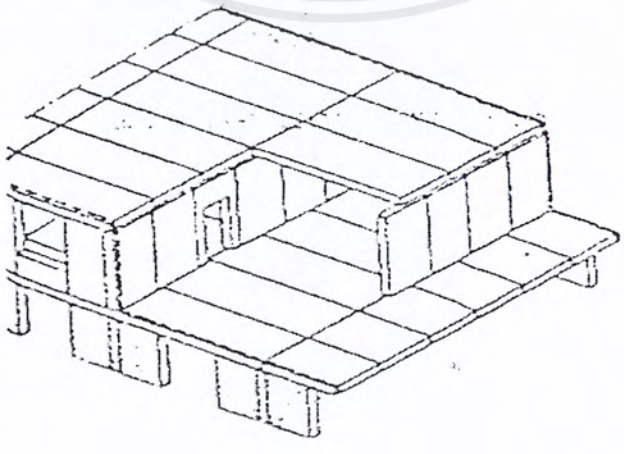
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cross-Wall System ระบบผนังรับน้ำหนักในปัจจุบัน นิยมวางผนังรับน้ำหนักขวางกับความยาวตัวอาคาร (รูปที่4.5) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทที่อยู่อาศัย ซึ่งจำเป็นต้องมีผนังทางด้านขวางทึบตลอด เพื่อเป็นผนังกั้นระหว่างห้อง ผนังทึบนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดีกว่าผนังในระบบ long-wall



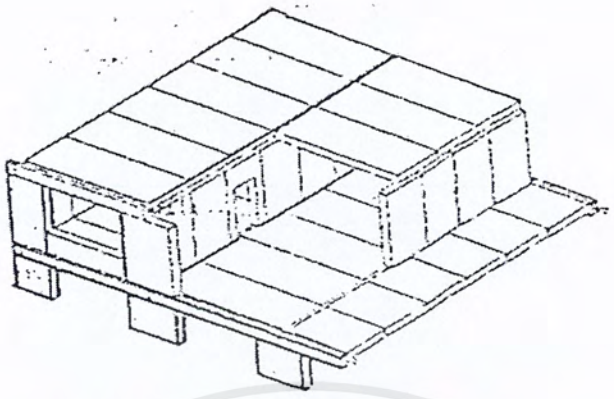
รูปที่ 4.5 ระบบ Cross – Wall แสดงการวางผนังด้านหน้าซ้อนรับน้ำหนักกันเอง

ระบบ cross-wall นั้น ผนังด้านหน้าจะไม่มีส่วนช่วยรับน้ำหนักจากพื้นเลย ดังนั้นจึงสามารถเปิดด้านหน้าให้โล่งได้ตลอด หรือใช้เป็นหน้าต่างขนาดใหญ่ได้ตลอดแนวด้านหน้า และด้านหลังของห้อง หรือหากต้องการผนังที่มีความหนาและน้ำหนักมากทางด้านหน้า อาจใช้วิธีให้ผนังด้านหน้าวางซ้อนกันเพื่อรับผนังบางส่วน หรืออาจใช้วิธีติดตั้งผนังด้านหน้าของห้องด้วยวิธีการอื่นๆได้อีกหลายวิธี ดังรูป 4.6 , 4.7 และ4.8

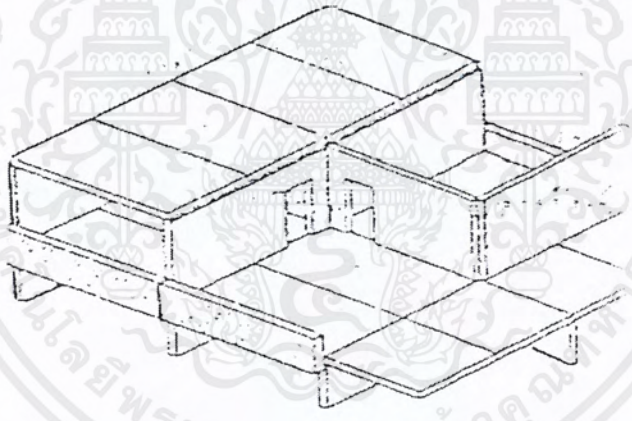


รูปที่ 4.6 ระบบ Cross – Wall ผนังวางบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



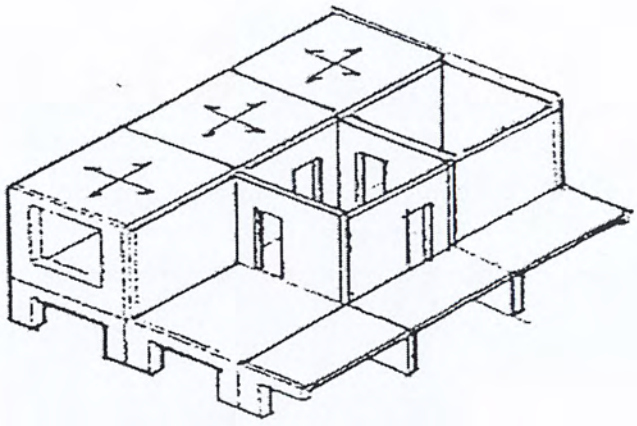
รูปที่ 4.7 ระบบ Cross – Wall ผนังวางบนคานเสริมพิเศษ



รูปที่ 4.8 ระบบ Cross – Wall ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง

Two-Way Span ระบบนี้จะถ่ายน้ำหนักพื้นลงสู่ผนังทั้ง 2 แนว คือทั้งในแนว Cross-Wall และ Long-Wall นั่นคือผนังทั้ง 2 แนวจะถูกใช้เป็นผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ในกรณีนี้พื้นจะออกแบบให้แบ่งน้ำหนักลงผนังทั้ง 4 ด้าน พื้นในระบบนี้จะถูกกว่าพื้นที่ใช้ระบบ Cross-wall หรือ Long-wall และจะประหยัดที่สุดหากขนาดแผ่นพื้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นอกจากนี้ระบบนี้ยังให้ความแข็งแรงมากเนื่องจากมีองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างในทุกๆแนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญคือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบ เช่นไม่สามารถเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอด วิธีแก้ไขก็คือ ต้องใช้ระบบเสา-คานเข้ามาประกอบการก่อสร้างด้วยในส่วนที่ต้องการที่จะเปิดโล่ง หรือโดยการใช้ผนังที่เป็นกรอบกลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

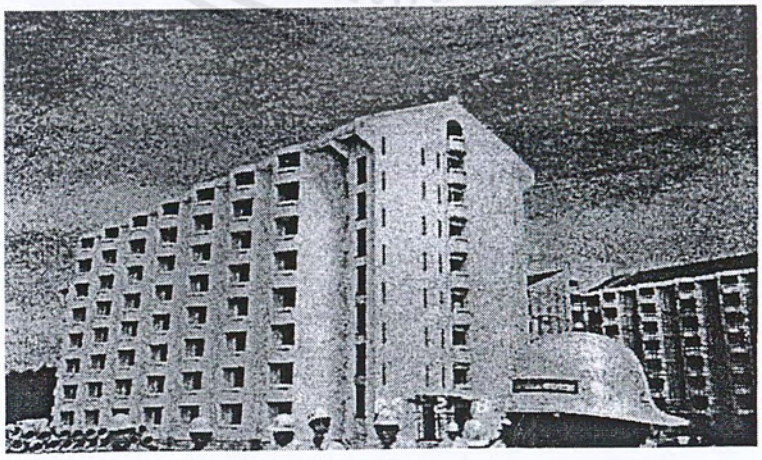


รูปที่ 4.9 แสดงการวางผนังรับน้ำหนักแบบ Two –Way Span

4.3 ตัวอย่างงานก่อสร้างที่ใช้ระบบ Load Bearing Wall

4.3.1 ข้อมูลโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13

ที่ตั้ง	ถ.พหลโยธิน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
เจ้าของ	กระทรวงการคลัง
ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง	บ. คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
	บ.เซ็นเตอร์ ออฟ สแตนดาร์ด จำกัด
ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง	Escon Rkv Keen Team (EESL)
ผู้รับเหมาก่อสร้าง	บ. อิตาเลี่ยนไทย ดีเวลล็อปเม้นท์จำกัด



รูปที่ 4.10 รูปโครงการหมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปของโครงการ เริ่มจากการทำงานเสาเข็มงานฐานราก และงานคานคอดิน ซึ่งงานฐานรากและงานคานคอดิน เป็นงานเทคอนกรีตในที่หลังจากนั้นเริ่มติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนดังนี้

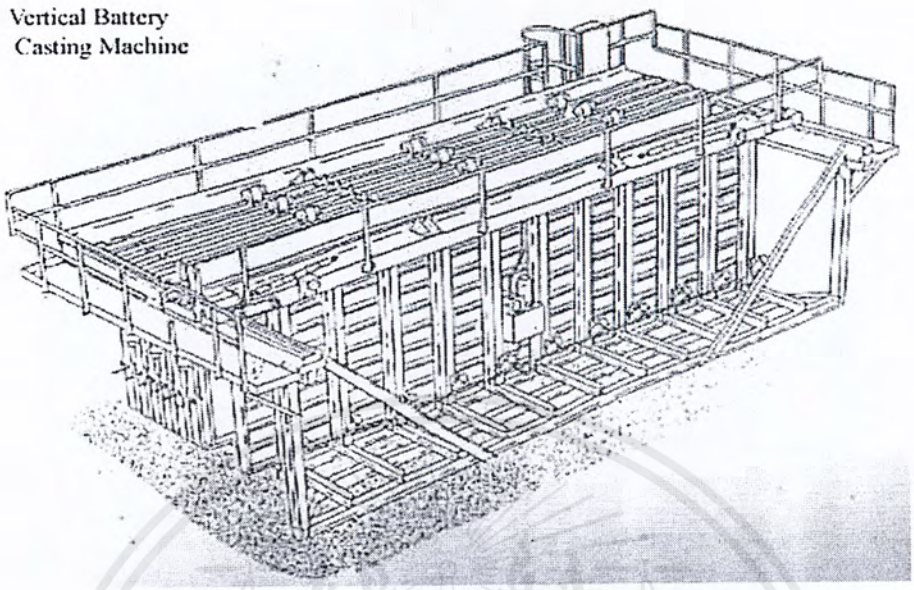
1. ติดตั้งแผ่นพื้นชั้นที่ 1 ตามลำดับที่วางแผน
2. ติดตังแผ่นผนังสำเร็จรูปชั้นที่ 1 ของแต่ละห้องตามลำดับจนแล้วเสร็จ รวมทั้งติดตั้งบันไดของแต่ละชั้นด้วย โดยในแต่ละแผ่นผนังจะใช้การค้ำยันชั่วคราวไว้
3. ประกอบจุดรอยต่อโครงสร้างโดยการเชื่อมแข็ง และเกร๊าท์รอยต่อแผ่นผนังและแผ่นพื้น
4. เมื่อดำเนินการตามข้อ 1 2 และ 3 จะเป็นการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อแล้วเสร็จของงานชั้นที่ 1 เริ่มการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปชั้นต่อไป โดยเริ่มงานตามระดับเช่นเดียวกับ ข้อ 1 2 และ 3 จนครบจำนวนชั้นของอาคารในแต่ละแบบอาคาร

การติดตั้งประกอบยึดรอยต่อในแต่ละชั้นของอาคาร รวมระยะเวลาที่ ใช้ประมาณ 6วัน

เนื่องจากโครงการหมู่บ้านเอเซี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13 เป็นตึกสูง ที่มีขนาดใหญ่ การติดตั้งจะเริ่มจาก Grid line แรกและ Grid line สุดท้ายเข้าหาส่วนตรงกลางอาคาร (ชุดติดตั้ง 2 ทีม) จะดำเนินการที่ละห้องในแต่ชั้นจนแล้วทั้งชั้น

รูปที่ 4.11 การผลิต PC. Panels ด้วย Tilt up Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



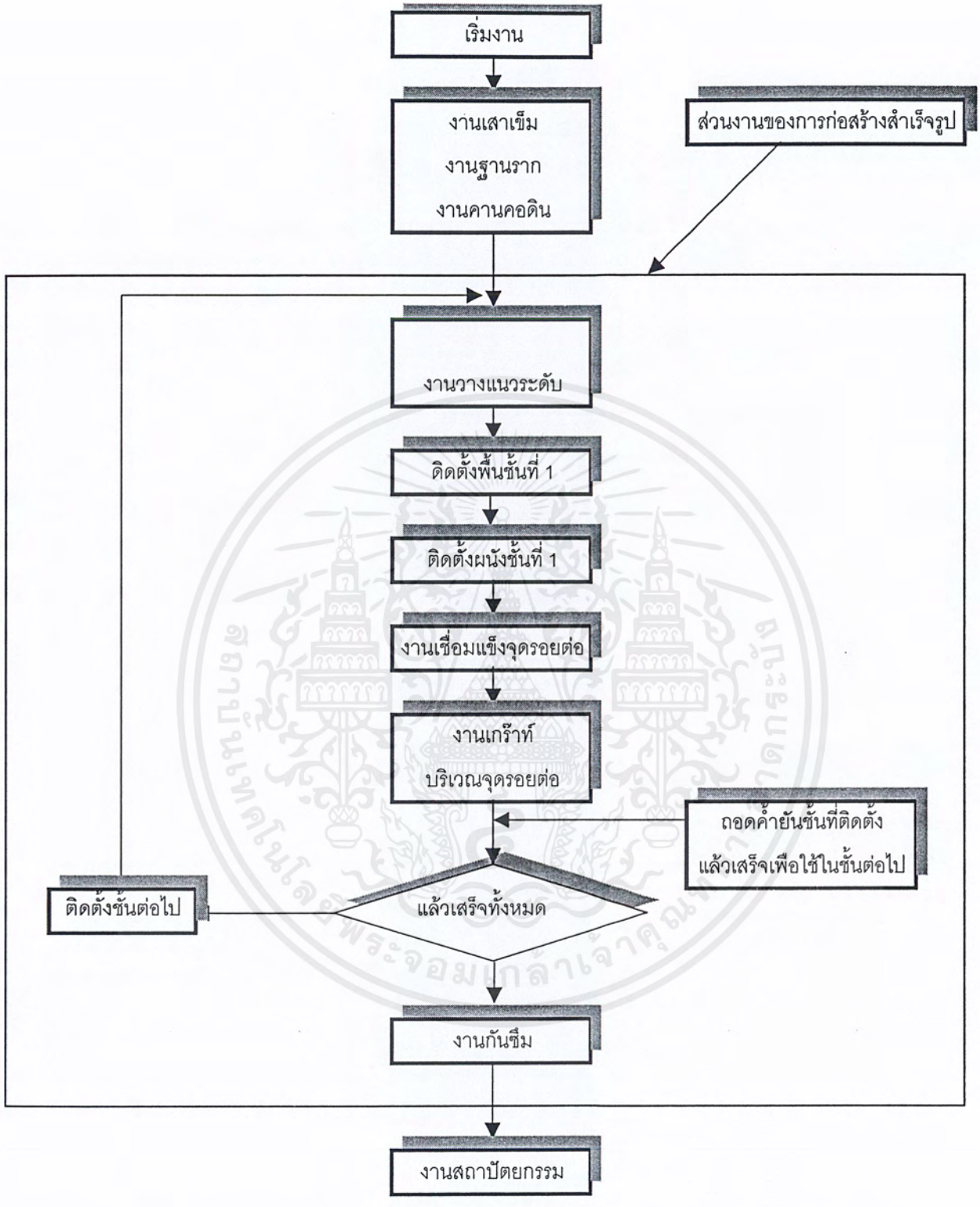
รูปที่ 4.12 Vertical Battery Casting Machine ใช้ผลิตทางตั้ง ทำให้ลดเหล็กเสริม และลดพื้นที่โรงงาน

ขั้นตอนการติดตั้ง และ ประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ สรุปเป็นแผนผังดังแสดงในรูปที่ 4.13

4.3.2 ลักษณะจุดรอยต่อ

ลักษณะจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการหมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13 ทั้งหมดเป็นจุดรอยต่อแบบใช้การเชื่อมโดยเหล็กจากจุดรอยต่อเชื่อมต่อกันโดยตรง ความแข็งแรงของจุดรอยต่อแบบนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถและความชำนาญของช่างเชื่อม และคุณสมบัติของลวดเชื่อมกับเหล็กที่นำมาทำจุดรอยต่อลักษณะจุดรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แผนผังขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ โครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ข้อดีและข้อเสียของจุดรอยต่อ

ข้อดี

1. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังและแผ่นพื้นในแนวนอน (รับแรงกด) เป็นแบบใช้การเชื่อมให้ความแข็งแรงตามข้อกำหนดในระยะเวลาอันรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15
2. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังและแผ่นพื้นในแนวนอน มีขนาดเล็กการเกร๊าท์จุดรอยต่อกระทำได้ง่าย ไม่สิ้นเปลืองวัสดุเกร๊าท์ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ4.15
3. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังในแนวดิ่ง รองรับความคลาดเคลื่อน อันเนื่องมาจากขบวนการผลิตและการติดตั้งได้มาก ดังแสดงในรูปที่ 4.16
4. จุดรอยต่อแบบเชื่อมของโครงการทั้งหมด จะใช้เหล็กจากจุดรอยต่อในชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อกันโดยตรง ไม่ต้องใช้เหล็กเพิ่มเป็นส่วนต่ออีก นอกจากจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดจนไม่สามารถเชื่อมต่อกันโดยตรงได้ จึงจะใช้เหล็กส่วนต่อในการเชื่อมจุดรอยต่อ

ข้อเสีย

1. จุดรอยต่อทั้งหมดเป็นแบบการเชื่อม ต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีฝีมือจำนวนมาก
2. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังในแนวดิ่ง เป็นแบบวิธีการเชื่อมเหล็กรับแรงเฉือนแล้วเทคอนกรีตประสานจุดรอยต่อ ดังแสดงในรูปที่ 4.16 ต้องใช้แรงงานช่างปูนที่มีฝีมือในการเทคอนกรีต เพราะจุดรอยต่อแผ่นผนังมีขนาดใหญ่และเป็นแนวยาว ส่วนที่เทคอนกรีตประสานจุดรอยต่อจะเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นผนังส่วนมุม ถ้าทำไม่ดีจะทำให้ผนังดูไม่เรียบเป็นแผ่นเดียวกัน

จุดรอยต่อผนังในแนวดิ่ง Detail 2 3 5 และ 7 ต้องเทคอนกรีตประสานจุดรอยต่ออีกหลังจากเชื่อมเหล็กจุดรอยต่อแล้วเสร็จทำให้ต้องทำงานเป็น 2 ขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

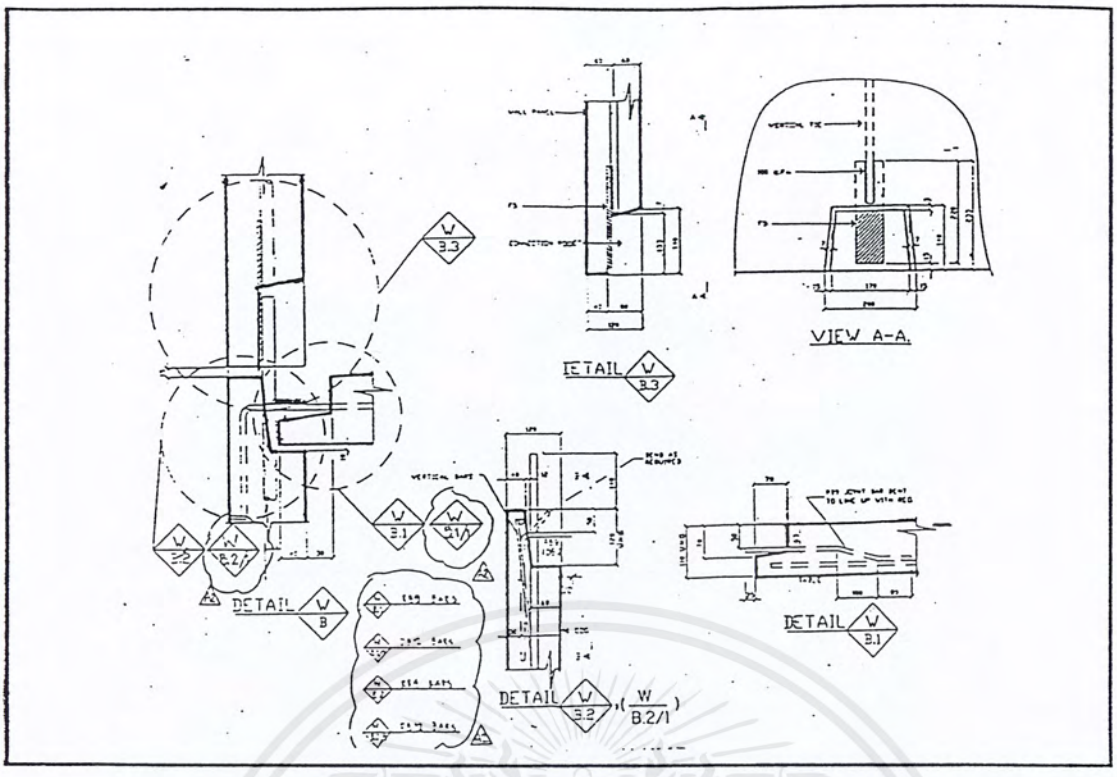
4.3.4 การวิเคราะห์จุดรอยต่อในด้านต่างๆ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการเลือกใช้จุดรอยต่อในโครง การ หมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13

1. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับคานคอดิน และจุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังทั้งในแนวนอนและแนวดิ่งเป็นแบบการใช้การเชื่อม มีความเหมาะสมดีเพราะจุดรอยต่อสามารถรับแรงได้ทันที รองรับความคลาดเคลื่อนได้มาก ตรวจสอบง่าย แต่การเลือกใช้จุดรอยต่อแบบนี้จะต้องหาช่างเชื่อมที่มีฝีมือเป็นจำนวนมาก มิฉะนั้นจะทำให้การเชื่อมจุดรอยต่อมีคุณภาพไม่ดีพอ และคอนกรีตบริเวณจุดรอยต่อแตกร้าว ก็จะมีผลกระทบทำให้โครงสร้างอาคารไม่แข็งแรง
2. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นกับแผ่นผนัง ใช้วิธี Dry Packed และมีเหล็กโดเวลเชื่อมกับแผ่นผนังตรงตำแหน่งจุดรอยต่อของแผ่นผนัง มีความเหมาะสมดีแล้ว
3. จุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังในแนวดิ่งบางจุดรอยต่อ ต้องทำงาน 2 ขั้นตอน คือ เชื่อมต่อเหล็กระหว่างแผ่นผนังแล้วในขั้นตอนแรก และต้องเทคอนกรีตประสานระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังเป็นขั้นตอนที่สอง จากการสังเกตุจุดรอยต่อหลังจากเทคอนกรีตประสานแล้ว แผ่นผนังบริเวณจุดรอยต่อดูไม่ราบเป็นระนาบเดียวกับแผ่นผนังเดิม จากการวิเคราะห์เพื่อความเหมาะสมควรปรับปรุงจุดรอยต่อให้มีการทำงานเพียงขั้นเดียวให้แล้วเสร็จ เพื่อลดขั้นตอนการทำงาน

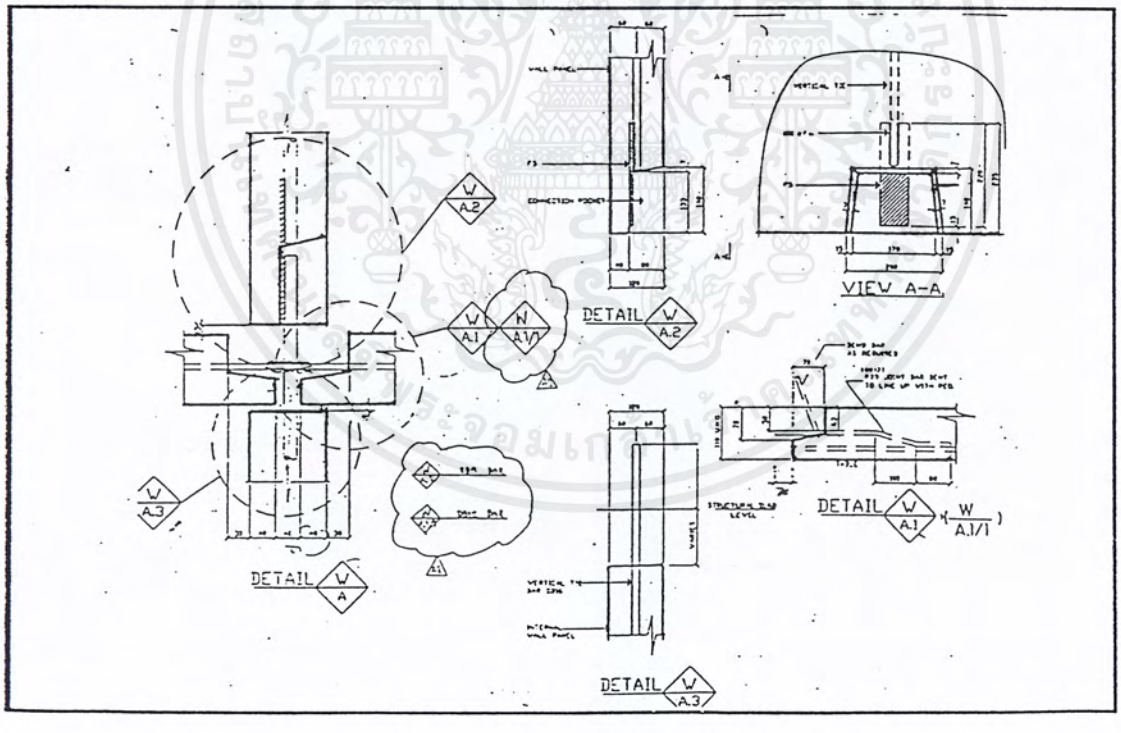
4.3.5 ปัญหาและการแก้ไขโครงการหมู่บ้านเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13

ปัญหาและอุปสรรค	การแก้ปัญหา
1. การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้ขนาดตามแบบส่งผลกระทบต่อการติดตั้ง	1. ควบคุมการผลิตมากขึ้นและอาศัยค่าความคลาดเคลื่อนได้ของการติดตั้งมาแก้ไข
2. จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีระยะคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งมาก	2. ควบคุมการผลิตมากขึ้นและแก้ไขตามสภาพในการติดตั้ง
3. ผิวผนังสำเร็จรูปไม่เรียบตามข้อกำหนด	3. ใช้น้ำยาฉาบผิว
4. เหล็กโดเวลที่เสียบไว้กับคานคอดินไม่ตรงตำแหน่งกับจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป	4. ให้ตรวจสอบตำแหน่งและโดเวลก่อนและหลังเทคอนกรีตคานคอดินและเจาะเสียบเหล็กโดเวลลใหม่
5. มีน้ำรั่วซึมตามจุดรอยต่อผนังสำเร็จรูป	5. เกร๊าท์ในส่วนที่รั่วซึมและทำระบบกันซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

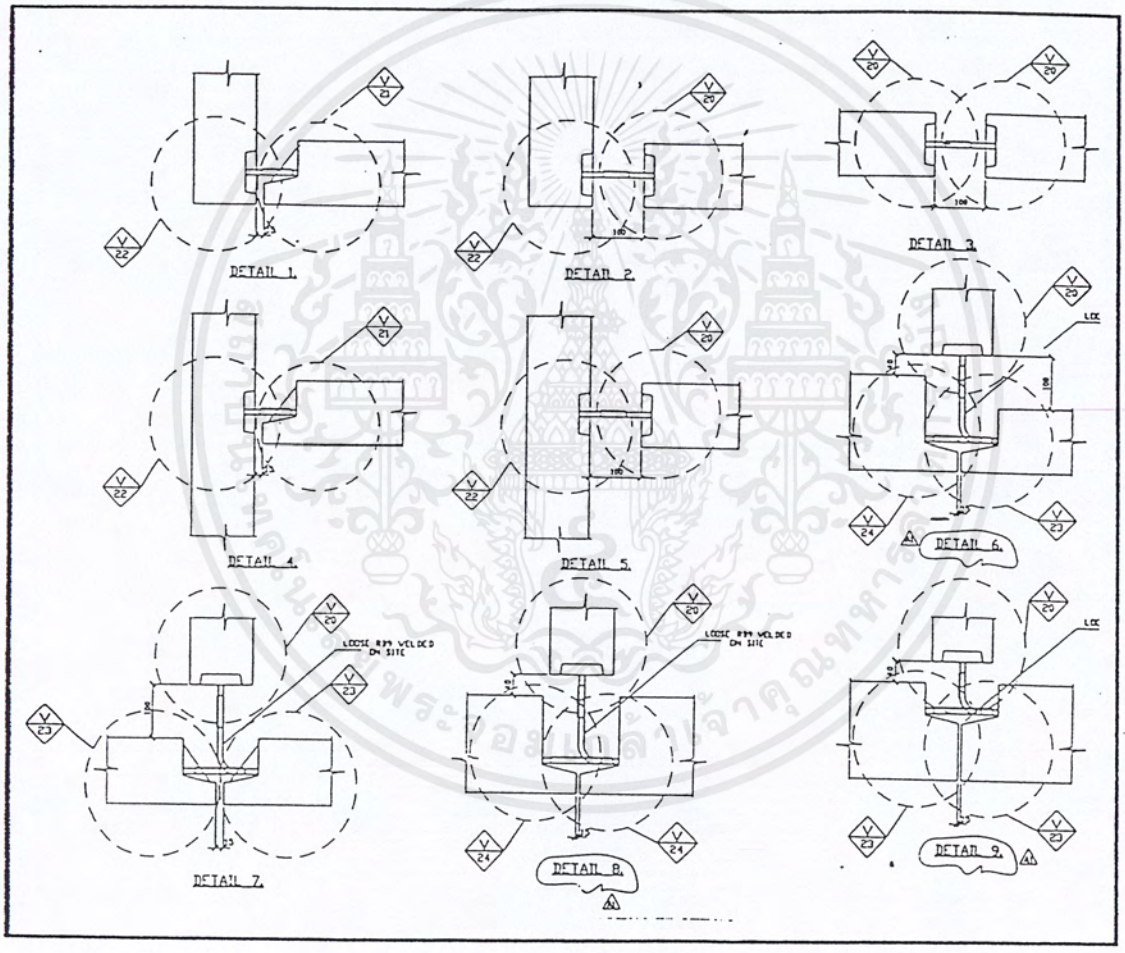


รูปที่ 4.14 แสดงจุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังและแผ่นพื้นสำเร็จรูป (ห้องริม)



รูปที่ 4.15 แสดงจุดรอยต่อระหว่างแผ่นผนังกับแผ่นผนังและแผ่นพื้นสำเร็จรูป (ห้องกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงจุดรอยต่อระหว่างผนังสำเร็จรูปกับผนังสำเร็จรูปในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบ Double wall

บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบ Double wall เป็นวิธีการก่อสร้างระบบใหม่ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างได้ถึง 20 % รวมทั้งค่าก่อสร้างและต้นทุนทางการเงิน เพิ่มคุณภาพงานก่อสร้าง สวยงามกว่าผนังฉาบปูน 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 เป็นแนวกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี ช่วยแก้ปัญหาความไม่แน่นอนของฝีมือแรงงาน ใช้แรงงานน้อย

แผ่นผนังมี 2 แบบ คือ Double wall และ Solid wall เป็นได้ทั้งผนังรับแรงและผนังตกแต่ง ผิวเนียนเรียบทั้ง 2 ด้าน ทาสีทับได้ทันที แผ่นพื้นทั้ง 2 แบบ คือ Half slab และ Rib slab ใช้ในงานพื้นหรือหลังคาที่ไม่ต้องการฉนวนกันความร้อน หรือความแข็งแรงพิเศษ ฝังงานระบบไว้ในพื้นได้

4.4.1 ระบบการผลิต

เป็นระบบเทคโนโลยีทันสมัย ที่นำเอาต้นแบบจากยุโรปมาประยุกต์ให้เหมาะกับระบบการสร้างของไทยทุกขั้นตอนการผลิตของ HP SYSTEM ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการผลิตและการทำงานของเครื่องจักร ทำให้แผ่นและผนังสำเร็จรูปมีคุณภาพสูงสม่ำเสมอ และมีความยืดหยุ่นในเรื่องของแบบและขนาด ซึ่งหากลูกค้าต้องการผนังและพื้นสำเร็จรูปนอกเหนือจากแบบและขนาดมาตราฐานของบริษัท ก็สามารถผลิตได้ตามความต้องการโดยไม่จำกัดจำนวนต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการผลิต HP SYSTEM แบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือ

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

ระบบการเขียนแบบด้วย CAD

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

ระบบการผลิต

1. จัดเตรียมแบบหล่อขนาด 3 ม. X 18 ม. โดยเขียนแบบด้วย Plotterลงบนแบบหล่อ
2. กั้นแบบหล่อตามแบบจาก CAD
3. วางวงกบ ประตู หน้าต่าง และช่องเปิดพร้อมเหล็กเสริม
4. วางบล็อคไฟฟ้า ประปา และเทคอนกรีตลงบนแบบหล่อ
5. ถอดแบบหล่อและนำไปบ่อคอนกรีต
6. กรณีเป็นผนังรับน้ำหนัก DOUBLE WALLจะนำแผ่นที่แห้งแล้วมาประกอบ
7. ทำความสะอาดแบบหล่อ เพื่อเตรียมการผลิตใหม่
8. จัดเก็บที่โรงงานเพื่อพร้อมจัดส่งไปหน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการติดตั้ง

1. เครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในงานก่อสร้าง
2. สำรวจแนวการวางผนัง
3. กั้นของผนังตามแนวที่กำหนด
4. ติดตั้งชิ้นงานที่หน้างานก่อสร้าง
5. ยึดแผ่นผนังให้มั่นคง
6. ติดตั้งผนังรับน้ำหนัก Double wall และผนังกั้นห้อง solid wall หมดทั้งชั้น
7. วางตงไม้รับพื้นพร้อมเสาค้ำปรับระดับ
8. วางพื้นตามแบบที่กำหนดและปรับระดับพื้นจนหมด
9. วางเหล็กเสริมตามแบบและเดินท่อไฟฟ้า ท่อประปา
10. เทคอนกรีตลงบนผนังและพื้น
11. เสียบเหล็กต่อระหว่างชั้น
12. ขัดผิวคอนกรีตให้เรียบ
13. เดินท่อสายไฟฟ้าและประปา
14. ก่อสร้างชั้นต่อไป

ระบบการจัดเก็บและการจัดส่ง

1. เก็บชิ้นงานตามตำแหน่งด้วยคอมพิวเตอร์
2. ส่งชิ้นงานไปยังลูกค้า

4.4.2 ผลิตภัณฑ์

ผนังและพื้นสำเร็จรูปมี 4 ชนิด คือ

1. Double wall เป็นแผ่นผนังรับน้ำหนักขนาดความหนา 150,180, 200, 250, 300 มิลลิเมตร ใช้ในการก่อสร้างกำแพงบ้าน คาน ช่องลิฟท์ ช่องบันไดหนีไฟ
2. Solid Wall เป็นแผ่นผนังกั้นห้อง ขนาดความหนา 95 มิลลิเมตร ใช้ในการก่อสร้างกันสาด ระเบียงรั้วบ้าน มีทั้งคอนกรีตและคอนกรีตมวลเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Haft slab เป็นแผ่นพื้นกึ่งสำเร็จรูปขนาดความหนา 50 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างเพดาน
4. Rib Slab เป็นพื้นสำเร็จรูป ขนาดความหนา 200 ,250 มิลลิเมตร ใช้ในงานก่อสร้างพื้นหรือ หลังคา ชั้นดาดฟ้าที่ต้องการฉนวนกันความร้อนหรือความเข็งแรงเป็นพิเศษ

4.4.3 คุณสมบัติของแผ่นผนังและพื้นสำเร็จรูป HP

1. ลดขั้นตอนการก่อสร้างได้ เช่น ไม่ต้องใช้ไม้แบบ ไม่มีงานฉาบ ไม่ต้องทำฝ้าเพดาน งานเก็บน้อย เจาะผนังติดตั้งวงกบประตู หน้าต่าง และงานไฟฟ้าจากโรงงาน จึงช่วยร่นระยะเวลาการก่อสร้างเร็วขึ้นและลดต้นทุนค่าก่อสร้างได้มาก
2. ผิวของผนังและพื้นเนียนเรียบดูสวยงามปราศจากรอยร้าวของปูนฉาบ
3. รอยต่อเชื่อมทำได้ง่ายและมีความแข็งแรงมั่นคงกว่าการใช้ผลิตภัณฑ์คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแบบอื่นๆ ขั้นตอนในการติดตั้งง่าย ใช้แรงงานน้อย
4. เป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี
5. ระบบไฟฟ้า ประปา เดินในผนังสำเร็จจากโรงงาน
6. ลดมลภาวะระหว่างการก่อสร้างโดยเฉพาะฝุ่นละอองและเศษวัสดุ
7. ลดต้นทุนทางการเงินเพราะใช้เวลาการก่อสร้างสั้น
8. สามารถผลิตได้ตามจำนวนที่ต้องการโดยไม่ขึ้นกับปริมาณต่ำสุดครั้งละหลายรูปแบบหรือตามจำนวนที่ต้องการโดยไม่ขึ้นกับปริมาณ

4.4.4 เทคนิคต่างๆ ในการก่อสร้างระบบ Double wall (HP System)

4.4.4.1 เทคนิคการใช้ Double wall เป็นเสาและคาน

เสาและคานสำเร็จรูป Double wall ลดขั้นตอนการทำงาน ไม่ต้องทำแบบเสาและคาน

การก่อสร้างแบบเก่า (conventional) ใช้วิธีตั้งแบบหล่อเสาและคานคอนกรีตเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก ซึ่งใช้เวลานาน ทำงานหลายขั้นตอน ใช้แรงงานจำนวนมาก ต้องเสียค่าไม้แบบมากและการควบคุมคุณภาพไม่แน่นอน

การเลือกใช้เสาและคานจาก Double wall แทนการหล่อเสาและคานที่หน้างาน โดยเสาสำเร็จรูปทำหน้าที่รับน้ำหนักคานและพื้นและคานสำเร็จรูปรับน้ำหนักพื้นเหมือนโครงสร้างคานปรกติ

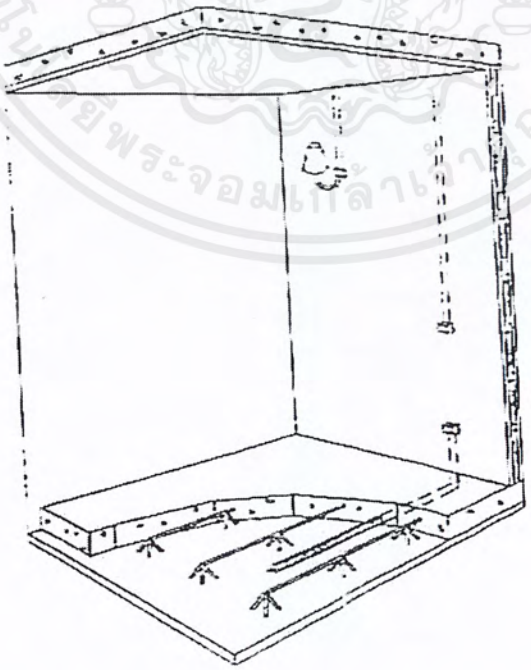
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่มีข้อดีกว่าทำให้งานไม้แบบน้อยลง ลดขั้นตอน สะดวก รวดเร็ว ทำงานง่ายขึ้น และมีคุณภาพดีกว่าเสาสำเร็จรูปแบบอื่นๆ เพราะไม่ใช้วิธีเชื่อมแต่ใช้วิธีเดียวกับวิธีต่อทาบ แล้วเทคอนกรีต การติดตั้งเสาและคานจึงแข็งแรงกว่า

double wall เป็นคอนกรีตหล่อสำเร็จจากโรงงานมีลักษณะเป็นแผ่นคอนกรีต 2 แผ่น ประกบกัน โดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลางซึ่งยึดติดกันด้วยเหล็ก Lattice Girder เนื้อคอนกรีตทั้ง 2 ด้านมีเหล็กเสริมทั้งภายใน และช่องว่างระหว่างผนัง จำนวนและขนาดเหล็กเสริมเป็นไปตามรายการคำนวณที่ต้องการรับน้ำหนัก ช่องว่างตรงกลางมีไว้เพื่อเติมคอนกรีต ที่หน้างาน ทำให้การต่อเชื่อมผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนการก่อสร้างแบบ Conventional นั่นเอง

การผลิตเสาคานสำเร็จรูป Double wall เพื่อใช้กับอาคารต่างๆ ได้ทุกประเภท เช่น บ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ อาคารพาณิชย์ สโมสร โรงเรียน อพาร์ทเม้นท์ เป็นต้น ขนาดกว้างและหน้าของเสา

คานผลิตได้ตามแบบ และจะนำไปใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน หรือผนังสำเร็จรูปชนิด Solid wall ก็ได้ ลดงานเก็บเนื่องจากเสาและคานได้แนวดิ่งและแนวระนาบที่แม่นอยู่แล้ว มีผิวเรียบเนียนตลอดตั้งเสร็จทาสีทับได้ทันที



รูปที่ 4.17 แสดงรูปการใช้ Double Wall แทนเสาและคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเสาและคาน Double wall

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

4.4.4.2 การใช้ผนังสำเร็จรูป Double wall และ Solid wall เป็นเสาและคาน

ใช้ผนังสำเร็จรูปพร้อมเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต ช่วยลดขั้นตอนการก่อสร้างที่หน้างาน งานเสร็จเร็วทำง่ายขึ้น

วิธีการก่อสร้างแบบเก่าใช้เสาและคานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก แล้วจึงเดินท่อร้อยสายไฟควบคู่งานก่ออิฐ ฉาบปูน หากการประสานงานทั้ง 2 กลุ่มไม่สอดคล้องกัน ก็จะให้ล่าช้า และจะเห็นว่ามีการทำงานหลายขั้นตอน ต้องใช้เวลาก่อสร้างนาน และมักมีปัญหาแตกร้าวตามแนวท่อ ถ้าต้องสกัดซ่อมก็จะเห็นรอยผิวปูนฉาบเก่ากับใหม่ไม่เสมอกัน

การก่อสร้างด้วยผลิตภัณฑ์ผนังหล่อสำเร็จรูป (prefabricated concrete wall) ชนิด Double wall และ Solid wall ช่วยลดขั้นตอนในการก่อสร้างโดยเดินงานระบบบ้างส่วนมาจากโรงงาน คือ ฝังท่อร้อยสายไฟฟ้า และติด Box สวิทช์หรือปลั๊กไฟ ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตผนังจากโรงงานเมื่อติดตั้งผนังและพื้นขั้นถัดไปแล้ว ก็ต่อท่อและร้อยสายไปได้โดยสะดวกรวดเร็วเป็นการลดขั้นตอนการทำงาน

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 ต่างๆมีความแข็งแรงเช่นเดียวกับการก่อสร้างแบบเดิม ในกรณีที่ต้องการเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าจะเดินไว้ระหว่างผนังทำให้ไม่มีรอยร้าวของผนังตามแนวท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนัง Solid wall เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีความหนาหลายขนาดตั้งแต่ 6.5-12 ซ.ม. ใช้เป็นผนังตกแต่งจะเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าฝังในผนังหรือติด Box ไฟฟ้าได้เช่นกัน

ข้อดีของผนังสำเร็จรูปที่ฝังท่องานระบบจากโรงงาน

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

4.4.4.3 การเลือกใช้ผนังสำเร็จรูป Double wall และ Solid wall

การใช้ Double wall และ Solid wall ที่เจาะช่องประตูหน้าต่าง จากโรงงานจะช่วยลดขั้นตอนการสร้าง ลดปัญหาผนังแตกร้าว

วิธีติดตั้งวงกบประตู หน้าต่างในงานก่อสร้างแบบเก่าทำงานหลายขั้นตอนต้องตั้งเสาเอ็นและทับหลัง มีปัญหาแตกร้าวของปูนตามมุมวงกบประตู หน้าต่าง มีงานเก็บมาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพิ่มต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งสิ้น

ถ้าต้องการลดขั้นตอนก่อสร้างทำงานสะดวกขึ้นควบคุมคุณภาพได้แน่นอน เลือกใช้ Double wall และ Solid wall ดีกว่า เนื่องจากการเจาะช่องประตู หน้าต่าง Box ไฟฟ้า ,ช่องระบายอากาศหรือช่องเปิดของผนัง ทำเสร็จจากโรงงานรวมทั้งติดตั้งวงกบและเดินท่อร้อยไฟฟ้า ประปาจากโรงงานด้วยก็ได้ การเจาะช่องทำได้ตามจินตนาการของผู้ออกแบบไม่จำกัดขนาดและรูปแบบของผนัง แต่สูงสุด 3x18 ม. ต่อชิ้น ผลิตได้ตามแบบโดยไม่จำกัดจำนวนต่ำสุด มีความแข็งแรงตามรายการที่คำนวณที่ต้องการเสริมเหล็ก

ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป Double wall และ Solid wall ใช้ตกแต่งอาคารภายนอกและภายในผิวผนังเนียนเรียบได้ระนาบ 2 ด้าน ไม่ต้องฉาบทับ ปราศจากรอยร้าว เมื่อตั้งเสร็จทาสีทับได้ทันทีเก็บงานน้อยเป็นฉนวนกันความร้อยดี่ส่วนกรณีที่ใช้ผนัง Double wallเป็นผนังรับน้ำหนักโดยใช้รวมกับแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ได้เสริมเหล็กทำให้สามารถเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ปราศจากเสาและคาน ลดต้นทุนก่อสร้างได้สูงถึง 20 % และลดขั้นตอนการก่อสร้างได้เร็วถึง 50 %

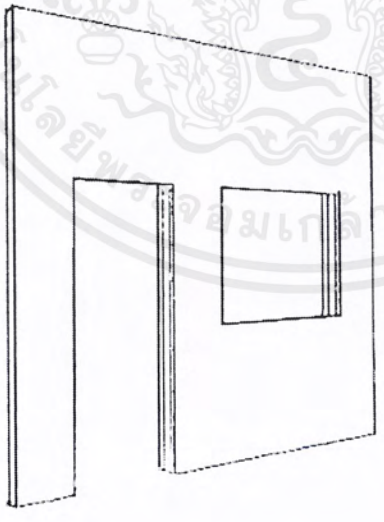
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนัง Double wall เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกหล่อมาทีละด้านแล้วมาประกบกัน โดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลาง ซึ่งยึดติดกันด้วยเหล็ก Lattice Girder wall เนื้อคอนกรีตทั้ง 2 ด้านมีเหล็กเสริมทั้งภายในและช่องว่างระหว่างผนัง ช่องว่างตรงกลางนี้เพื่อเติม Insitu Concrete ที่หน้างานด้วยผนัง 15-30 ซ.ม. ทั้ง Double wall ยังใช้ก่อสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารขนาดใหญ่ได้หลายบริเวณ เช่น ผนังกันตก ผนังชั้นใต้ดิน ผนังช่องบันไดหนีไฟ ช่องลิฟท์ ผนังตกแต่ง คานและเสา เป็นต้น

ผนัง Solid wall เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กมีความหน้าหลายขนาดตั้งแต่ 6.25-12 ซม. ใช้เป็นผนังตกแต่ง

ผนัง Double wall และ Solid wall เจาะช่องเสร็จจากโรงงานมีข้อดี คือ

1. ลดขั้นตอนการก่อสร้าง ไม่ต้องตั้งเสาเอ็น ทับหลัง
2. ลดต้นทุนการก่อสร้าง
3. เจาะช่องประตู หน้าต่าง หรือรูปแบบต่างๆได้
4. ไม่มีปัญหาแตกร้าวของปูนตามมุมวงกบประตู หน้าต่าง



รูปที่ 4.18 รูปแบบการเจาะต่างๆที่สามารถทำได้บนผนัง Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4.4 เทคนิคการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป

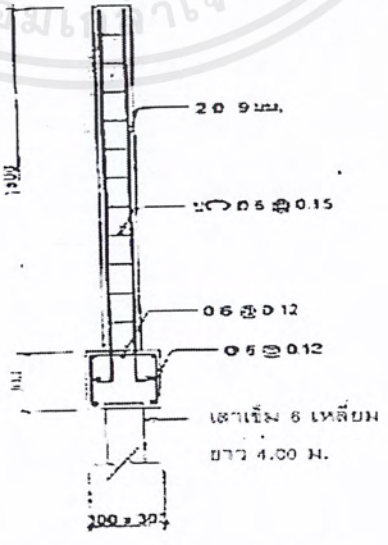
การก่อสร้างรั้ววิธีเก่าต้องใช้เวลานาน ทำงานหลายขั้นตอน ตั้งแต่การตอกเข็ม ทำฐานราก ทำคานคอดิน คอนกรีตเสริมเหล็ก หล่อเสา ก่ออิฐ ทำทับหลัง ทาสี มักพบปัญหาคุณภาพไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฝีมือช่าง พังร้าวง่าย

การก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป ลดขั้นตอนการทำงาน เริ่มตั้งแต่การตอกเสาเข็ม 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



รูปที่ 4.19 แสดงรูปรั้ว Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4.5 เทคนิคการติดตั้งผนังชั้นใต้ดิน

การก่อสร้างผนังชั้นใต้ดิน เพื่อทำเป็นห้องใต้ดิน ที่จอดรถ ชั้นใต้ดิน ถังเก็บน้ำ บ่อน้ำเสีย ต้องการผนังที่มีความแข็งแรง รับแรงดันดินจากภายนอกและน้ำหนักในแนวดินได้ดี ไม่มีการแตกร้าว ป้องกันปัญหารั่วซึมจากน้ำใต้ดิน

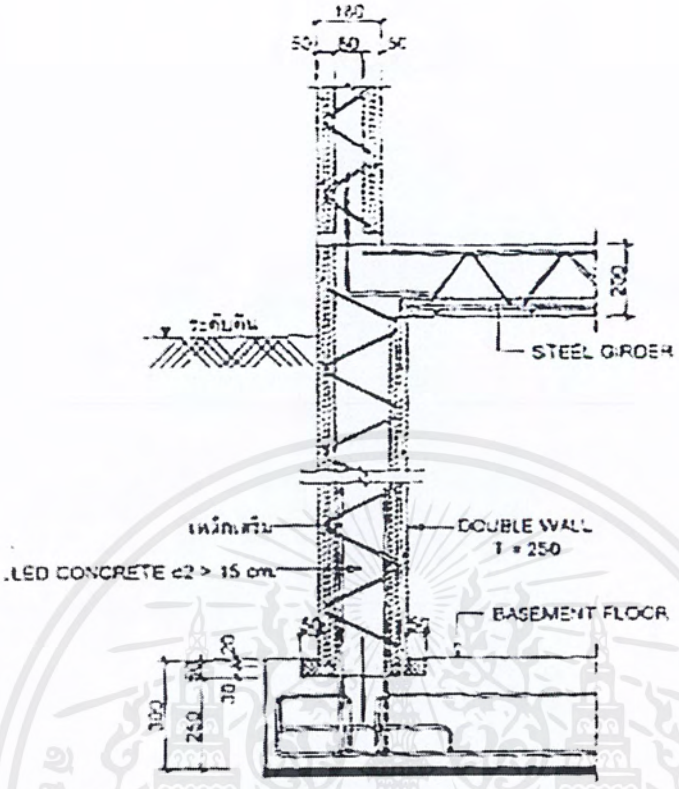
ผนังสำเร็จ Double wall เป็น Precast Concrete Panel ที่มีผิวเรียบทั้ง 2 ด้าน และมีช่องว่างตรงกลางเพื่อเติม Insuti Concrete ที่หน้างาน ซึ่งการใช้ Wet Process ในการก่อสร้างหลังติดตั้งผนังสำเร็จรูปนี้ทำให้เกิดการต่อเชื่อม Joint Connection ต่างๆ ด้วยคอนกรีตที่ใช้เทระหว่างผนังนั้นรวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน ป้องกันน้ำเข้า ไม่มีปัญหารั่วซึมตามรอยต่อต่างๆ ในภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสร้างผนังชั้นใต้ดินในเขตกรุงเทพ และปริมณฑลซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินสูง

ผนัง Double wall ใช้รับแรงทั้ง 2 ด้าน ทั้งแนวดิ่งและแนวนอน คือ เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักในแนวดิ่งจากผนังด้านบน และเป็นกำแพงกันดินที่มีประสิทธิภาพ เป็นวิธีการก่อสร้างที่รวดเร็ว ทำงานสะดวก เพราะไม่ต้องตั้งไม้แบบ ไม่ต้องฉาบ ระยะเวลาในการตั้ง Sheet Pile สั้นลง ลดงาน ความแข็งแรงเป็นไปตามรายการคำนวณการรับน้ำหนัก 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 4.20 แสดงวิธีการติดตั้งผนังชั้นใต้ดินด้วย Double Wall

4.4.4.6 เทคนิคการติดตั้งผนังกันตก

วิธีการก่อสร้างผนังกันตกแบบเก่า มักพบปัญหาหลายประการ เช่น

1. การฝังเพลทเหล็กที่ขอบพื้นและเชื่อมติดกับผนัง เป็นวิธีที่ล่าช้า ติดตั้งยาก ไม่แข็งแรง
2. ผนังแตกร้าวจาการฉาบปูน
3. ขาดความเรียบร้อยของงาน และมีงานเก็บมาก
4. รั่วซึมได้ง่าย

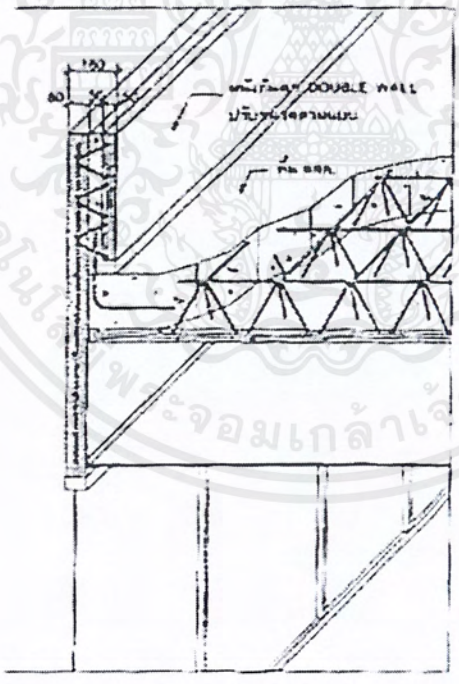
ผนัง Double wall ของระบบ HP System เป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกหล่อมาทีละด้าน โดยมีเหล็กเสริมอยู่ภายในเนื้อคอนกรีต แล้วนำมาว่าประกบกัน ยึดติดกันด้วย Lattice Girder มีช่องว่างระหว่างกลางไว้เทคอนกรีตขณะติดตั้ง จึงไม่มีปัญหาในการรั่วซึม ไม่ต้องยาแนวรอยต่อ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงเป็นไปตามรายการคำนวณที่ต้องการรับน้ำหนักจากจำนวนและขนาดของเหล็กเสริมทั้งภายนอกและภายในเนื้อคอนกรีตหรือช่องว่างระหว่างผนัง มีผิวภายนอกเรียบ 2 ด้าน ทั้งภายนอกและภายในอาคารเมื่อติดตั้งเสร็จแล้วทาสีทับได้เลย

ลักษณะเด่นของผนังกันตกโดยใช้ Double wall

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



รูปที่ 4.21 แสดงรูปผนังกันตก Double Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

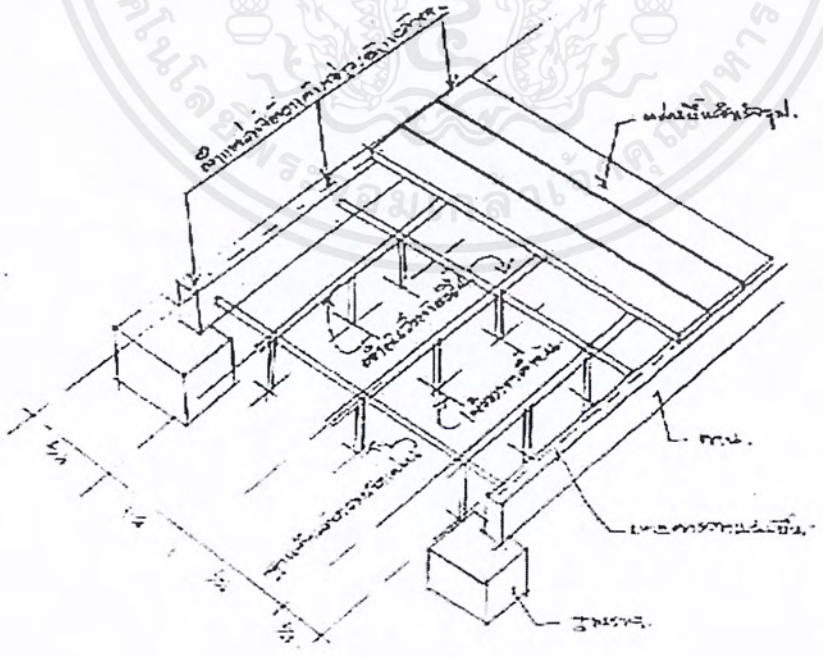
4.4.5 เทคนิคการก่อสร้างบ้านระบบ HP

งานพื้นชั้นที่ 1

ขั้นตอนการทำงาน

1. ก่อนวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปและทำค้ำยันพื้น ให้ทำการเก็บระดับหลังคาน เพื่อหาค่าระดับที่แตกต่างกันก่อนทุกครั้ง (เสนอทางฝ่ายตรวจสอบ)
2. งานระบบประปาชั้นที่ 1 ต้องได้รับการตรวจสอบผ่านก่อน
3. งานค้ำยันท้องพื้นจะต้องแข็งแรง , ไม่ทรุดตัว , ระดับหลังไม้ค้ำยันต้องรองรับท้องพื้นได้พอดี และต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่าแผ่นพื้น
4. แผ่นพื้นที่จะยกมาวางนั้นจะต้องถูกตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าไม่มีรอยร้าวและหัก
5. ความยาวของแผ่นพื้นจะต้องได้ระยะตามที่สั่งซื้อไปเพราะจะมีผลกับระยะการวางแผ่นพื้น
6. การวางแผ่นพื้นควรให้ได้ระยะและ Lineที่กำหนดให้และห้ามใช้วัสดุรองแผ่นพื้นกับหลังคาน

ในกรณีที่หลังคาต่ำ ห้ามนำปูนทรายหรือวัสดุอย่างอื่นมารองท้องพื้น เพื่อให้ได้ระดับโดยเด็ดขาด



รูปที่ 4.22 แสดงงานพื้นชั้นที่ 1 ของบ้านระบบ HP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าแบบขอบพื้น

1. แบบที่ใช้จะต้องแข็งแรง (ควรได้รับการเห็นชอบจากฝ่ายบริหารโครงการก่อนทุกครั้ง)
2. หลักยึดแบบไม่ควรห่างมาก ถ้าเป็นไม้อัดขนาด 10 มม. ไม่ควรเกิน 0.30 เมตร ถ้าเป็นไม้กระดานไม่ควรเกิน 0.60 เมตร (ขึ้นอยู่กับสภาพของเนื้อไม้ด้วย)
3. การเข้าแบบนั้นแนวการตั้งแบบจะต้องได้ระดับน้ำและแนว

งานคอนกรีต

1. ระดับที่ให้จะต้องถูก OFF ไว้ที่ 0.30 เมตร สำหรับการตรวจสอบงานเทคอนกรีตทุกๆ 2.00 X2.00 เมตร
2. ก่อนเทคอนกรีตจะต้องราดน้ำที่พื้นที่ให้ชุ่มและตามด้วยน้ำปูน
3. อุดรูรั่วของแบบให้หมด
4. จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ให้พร้อมรวมทั้งเครื่องจักร
5. การเทคอนกรีต ควรปล่อยคอนกรีตจากแนวขอบไปกลางพื้น และให้ไล่คอนกรีตอย่าปล่อยคอนกรีตกองเป็นจุดๆเดียว
6. ในขณะที่เทคอนกรีต ห้ามคนงานขึ้นไปเหยียบที่ขอบแบบ และต้องคอยหมั่นตรวจสอบให้ได้ระดับอยู่ตลอดเวลา
7. เมื่อเทคอนกรีตเสร็จ ขณะที่แต่งผิวหน้าปูนให้ตรวจสอบค่าระดับอีกครั้ง ถ้ามีผิดให้แก้ไขทันที
8. เทคอนกรีตเสร็จ ให้จัดคนงานทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทั้งหมดทันที
9. ก่อนสั่งคอนกรีตทุกครั้งให้ตรวจสอบเส้นทางจราจรทุกครั้ง
10. งานถอดแบบและบ่ม
    - จะต้องถอดแบบอย่างระมัดระวัง
    - ทำความสะอาดและบำรุงรักษาแบบหล่อ ทุกครั้งที่มีการออกแบบ
    - จัดเก็บให้เป็นชุด และถูกจุดกำหนดทุกครั้งที่มีการออกแบบ
    - ควรบ่มคอนกรีตทันทีที่เริ่มแข็งตัว โดยการใช้น้ำราดด้วยสายยางให้ชุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานผนัง

งาน LINE และงานระดับ

ความหนาของพื้นสำเร็จรูปจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของอาคาร แต่จะขอยกตัวอย่างที่ใช้ในบ้านพักอาศัย ดังนี้

- ผนัง DOUBLE WALL จะมีความหนาที่ 0.15 , 0.18 และ 0.25 เมตร
- ผนัง SOLID WALLจะมีความหนาที่ 0.065 และ0.095 เมตร

การติดตั้งผนัง

1. ก่อนยกแผ่นผนังให้หมั่นตรวจสอบสภาพเครนด้วย
2. สลิงยกแผ่นต้องอยู่ในสภาพที่ดี (ไม่มีจุดตำหนิ)
3. แผ่นผนังที่มีโฟม Boxอยู่ให้แกะออกก่อนยกแผ่น ถ้าเป็นโฟมกั้นระยะเสาห้ามแกะ
4. ก่อนยกแผ่นให้ตรวจสอบหมายเลขเบอร์ให้แน่นอนว่าถูกต้องตามแบบหรือไม่
5. เวลาใช้ตะขอเกาะที่หูหิ้วแผ่นให้จัดตะขอให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม (คือไม่เอียงและไม่บิ่น)
6. ตะขอที่ใช้ต้องมีแบบฝาปิด
7. การให้เครนยกแผ่นจะต้องไม่ให้เครนยกใน 2 ลักษณะคือ
   - ต้องไม่ยกแผ่นพร้อมกับการสวิงไปด้วยพร้อมกัน
   - จะต้องยกแผ่นจากแท่นขึ้นไปให้พ้นระดับที่ไม่ต้องการก่อนแล้วจึงค่อย สวิงเครนไปยังจุดติดตั้ง
8. ให้จัดเหล็กเสริม DOWEL ที่พื้นตรงและตาม LINE และให้ตรวจสอบดูว่าที่เหล็กเสริมครบหรือไม่
9. ลักษณะการติดตั้ง(เมื่อเราทราบรายละเอียดของข้อ 1-8 แล้ว)
   9.1 ยกแผ่นผนังมาที่จะติดตั้งค่อยๆ หย่อนแผ่นลงยังตำแหน่ง
   9.2 ให้ระวังเหล็ก DOWEL ด้วยว่าจะชนหรือค้ำเหล็ก GLให้ตำแหน่งแผ่นผนังไม่เลื่อนลง
   9.3 ขณะที่แผ่นผนังหย่อนลงมา ถ้าถึงระดับที่คนงานประคองแผ่นได้ดีรีบประคองทันที เพราะแผ่นจะแกว่งไปมาจะมีอันตราย
   9.4 เมื่อแผ่นลงมาถึงระดับให้ใช้ลิ่มรองที่ตีนผนังทันทีโดยยังไม่ปลดสลิง
   9.5 การจัดระดับแผ่นให้ได้ระดับ โดยการค่อยๆ เลื่อนลิ่มออก ในกรณีที่ระดับผนังสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กำหนด ถ้าผนังต่ำไม่มากให้ตอกลิ่มเข้าไป แต่ถ้าตอกไม่ได้ให้ใช้เครนค่อยๆยกขึ้น

9.6 ในกรณีของผนัง Solid Wall ให้ใช้ปูนซีเมนต์มอร์ต้ารองตีนผนังตลอดแนวความยาวของผนัง

- ผนังภายนอกและห้องน้ำให้ใช้ปูนซีเมนต์กาว
- ผนังภายในและห้องน้ำให้ใช้ปูนซีเมนต์ธรรมดา

9.7 การรองลิ่มของผนัง Solid wall นั้น ให้รองรับในลักษณะที่ให้ระดับแผ่นผนังสูงกว่าระดับไว้ก่อน จากนั้นค่อยๆถอดลิ่มออกทีละนิด ขณะที่ถอดให้ดูระดับแผ่นตลอดเวลา เมื่อได้ระดับแล้วให้ตกแต่งปูนมอร์ตาให้เรียบร้อย

9.8 เมื่อตั้งแผ่นได้ระดับแล้ว และ Line ดีแล้วให้จัดการค้ำยันทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูประบบโมดูลาร์
(MODULAR SYSTEM)

5.1 กล่าวนำ

ระบบนี้พัฒนาขึ้นในประเทศรัสเซียโดยการประกอบชิ้นส่วนหรือหล่อเป็นกล่อง 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วย พื้น ผนัง หลังคาหรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วย และส่วนมากจะมีการตบแต่งภายในพร้อมติดอุปรณ์ไฟฟ้า ประปา อย่างเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ทำการประกอบติดตั้งยึดให้เข้าที่เรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณที่ก่อสร้าง ระบบนี้ยังแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภทคือ

1. ประเภทขนาดเบาหรือประเภทเดี่ยว ส่วนมากใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน ห้องน้ำ ห้องรับแขก ห้องครัว รวมอยู่ในโครงรูปกล่อง 1 หรือ 2 หน่วย ต่อกันทุกส่วนหรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปจากโรงงาน งานที่ปลูกสร้างก็มีเพียงเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับ เมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ ติดตั้งท่อสุขภัณฑ์ ท่อน้ำใช้ ไฟฟ้า เท่านั้น ก็เข้าอยู่อาศัยได้ทันทีวัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลัก มักจะเป็นไม้เพื่อต้องการลดน้ำหนักให้เบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และที่เลือกใช้โครงเป็นเหล็ก หรือคอนกรีตก็มีทำกัน แต่เป็นส่วนน้อย
2. ประเภทขนาดหนักหรือประเภทกลุ่ม ได้แก่ เอาโครงสำเร็จ 1 หน่วยดังกล่าวมาประกอบต่อรวมกันเข้ากันหลายๆหน่วย อาจเรียงกันเป็นแถวทางนอน เป็นอาคารเอนแถว หรือเรียงต่อซ้อนกันทางตั้งขึ้นไปหลายๆชั้น วิธีซ้อนต่อกัน อาจจัดเรียงต่อแบบสลับช่องเหมือนตารางหมากฮอส เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วย ทำให้ได้หน่วยพิเศษขึ้นจากการใช้ผนัง เพดานร่วมของหน่วยข้างเคียง เป็นการประหยัดวัสดุไปในตัว หรืออาจจัดวางให้แต่ละหน่วยเรียงชิดกันเลยทั้งทางดิ่งและทางนอน ดังตัวอย่างอาคารหลังแรกที่ใช้แบบ Modular คือ โรงแรมฮิลตัน สร้างที่เมือง San Antonio,Texas ซึ่งได้ออกแบบกำหนดให้ห้องพักแขกเป็น 1 หน่วย ใช้โครงกล่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อให้แต่ละกล่องสามารถรับน้ำหนักการตั้งซ้อนกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ Modular System ถือได้ว่าเป็นระบบเข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมขั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้น ปรับระดับรูปภาพที่ผนังฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ หนัก ทำให้ขนส่งลำบากมาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษ และนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

โดยทั่วไปในประเทศไทย ระบบ Modular System จะแบ่งเป็นรูปมิติความกว้างไม่เกิน 3.50 เมตร ยาวไม่เกิน 12.0 ม. และสูงไม่เกิน 3.10 ม. แล้วขนส่งเข้าสู่สถานที่ก่อสร้างด้วยรถเทรลเลอร์เพื่อการติดตั้ง

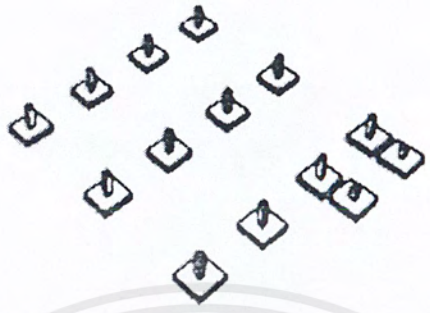
ข้อได้เปรียบที่สำคัญของระบบการก่อสร้างแบบ Modular System ที่มีเหนือต่อระบบอื่นๆคือความรวดเร็วในการสร้างและจำนวนคนงานในที่ก่อสร้างที่น้อยกว่าระบบอื่น แสดงตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้

5.2 การเปรียบเทียบการก่อสร้าง บ้าน 2 ชั้น ขนาด150 ตารางเมตร 3 ห้องนอน

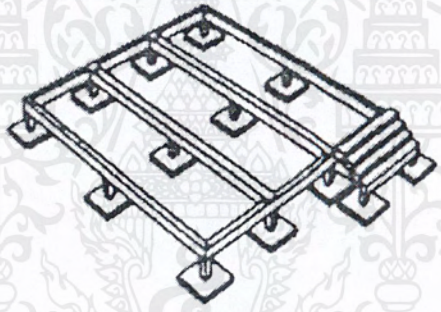
ชนิดของระบบ	**รายละเอียด**	**ปริมาณงาน**	**จำนวนคนงาน ในที่ก่อสร้าง**	**ระยะเวลา ในที่ก่อสร้าง**
ระบบก่อสร้างแบบหล่อในที่	เทคอนกรีต ก่ออิฐ ฉาบปูนเกือบทั้งหมด ทำในสถานที่ก่อสร้าง	กว่า 98%	20 - 30 คน	6 เดือน
ระบบ PREFAB ทั่วไป	งานส่วนหนึ่งเช่น เสา คาน พื้น ผนัง ทรัสหลังคา ทำในโรงงาน	60%	10 –15 คน	3 เดือน
ระบบ MODULAR	งานเกือบทั้งหมด พื้น ผนัง ฝ้าเพดาน งานระบบ งานตบแต่งภายใน รวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ รวมอยู่ในโมดูล่าร์แล้ว	5%	10 –15 คน	1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

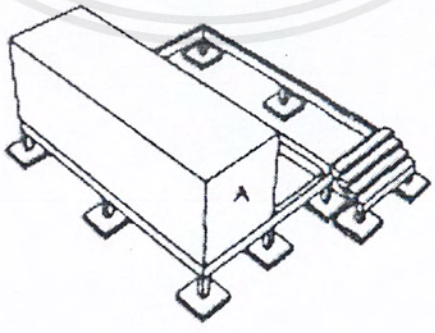
5.3 เทคนิคการก่อสร้างระบบโมดูลาร์



รูปที่ 5.1 ทำการก่อสร้างระบบฐานรากหล่อในที่

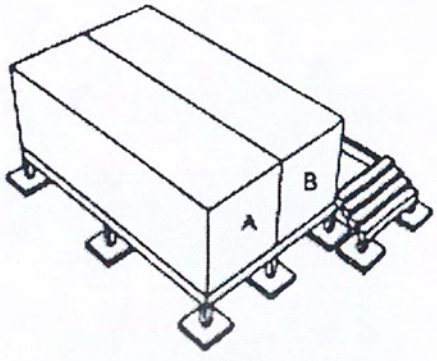


รูปที่ 5.2 ติดตั้งคานเหล็กรัดรอบเหนือฐานราก

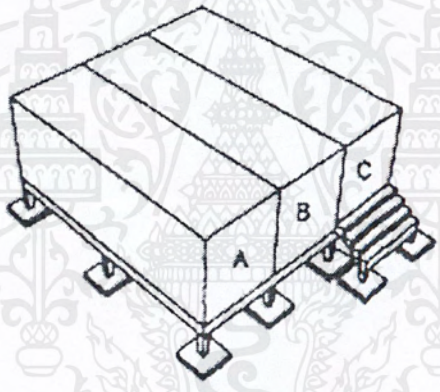


รูปที่ 5.3 (ก) ทำการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทีละหน่วย (unit) ตามรูปแบบอาคารที่วางไว้
รอยต่อระหว่างคานเหล็กและตัว unit ที่วางซ้อนกัน ใช้การขัน Bolt และการเชื่อม

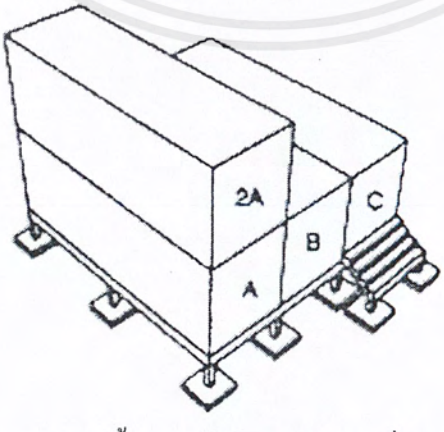
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 (ข) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

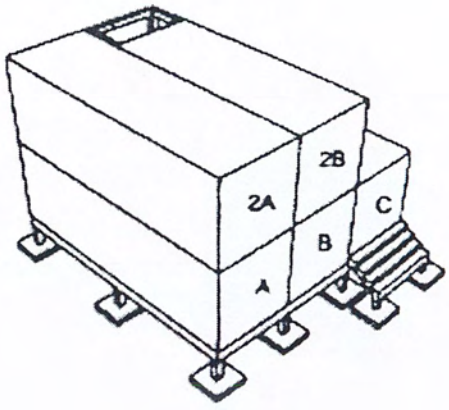


รูปที่ 5.3 (ค) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

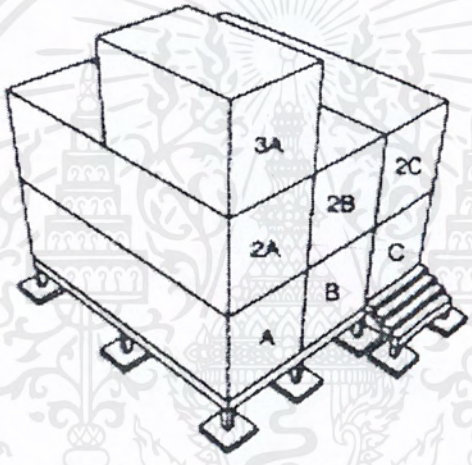


รูปที่ 5.3 (ง) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

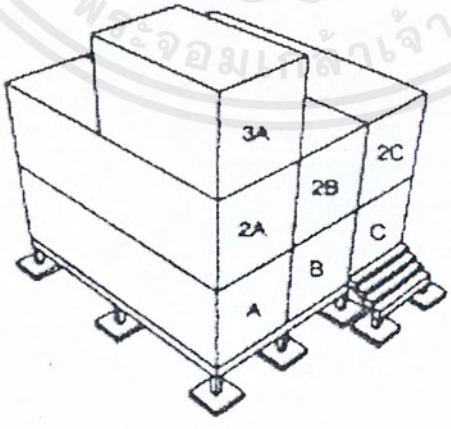
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 (จ) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

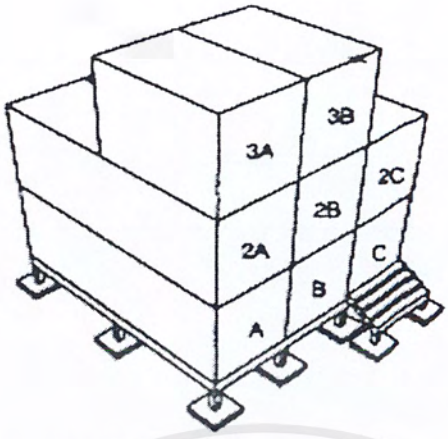


รูปที่ 5.3 (ฉ) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

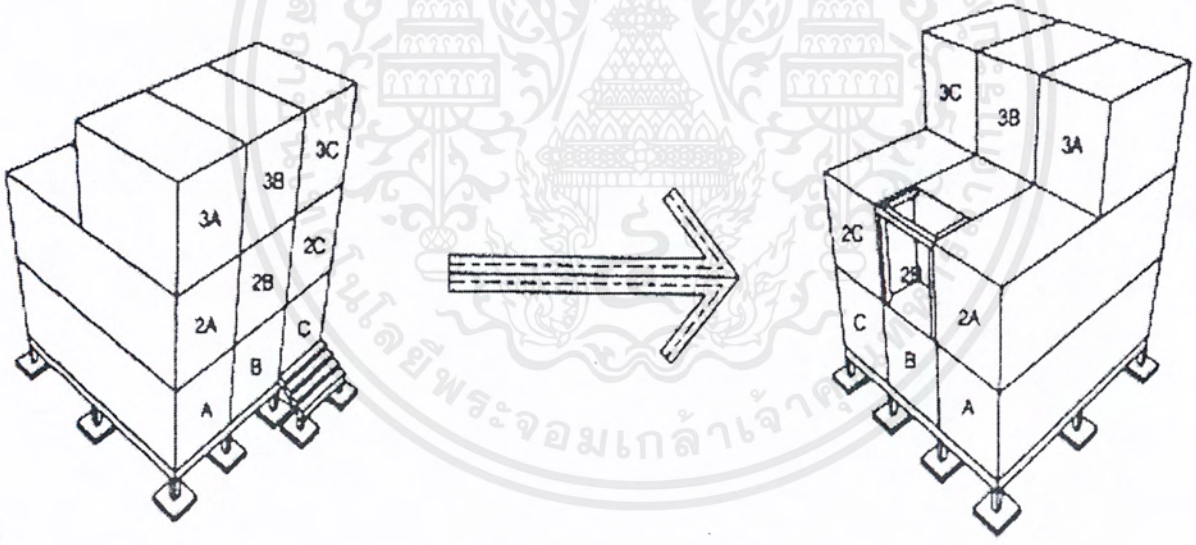


รูปที่ 5.3 (ช) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

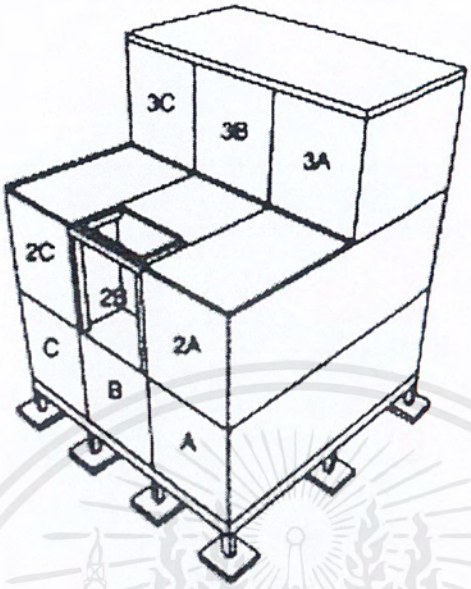


รูปที่ 5.3 (ซ) แสดงการติดตั้งอาคารโมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

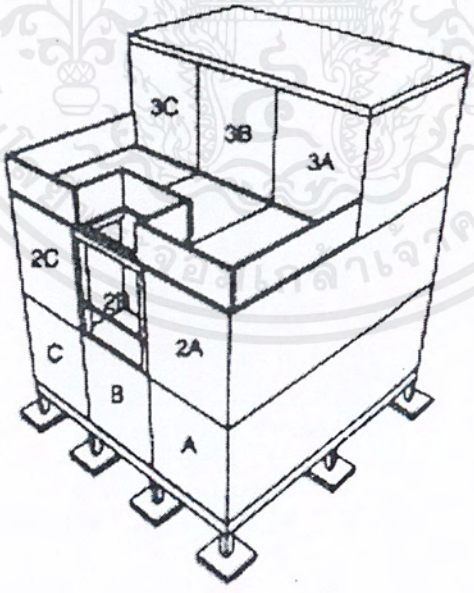


รูปที่ 5.3 (ฌ) แสดงการติดตั้งอาคารโมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

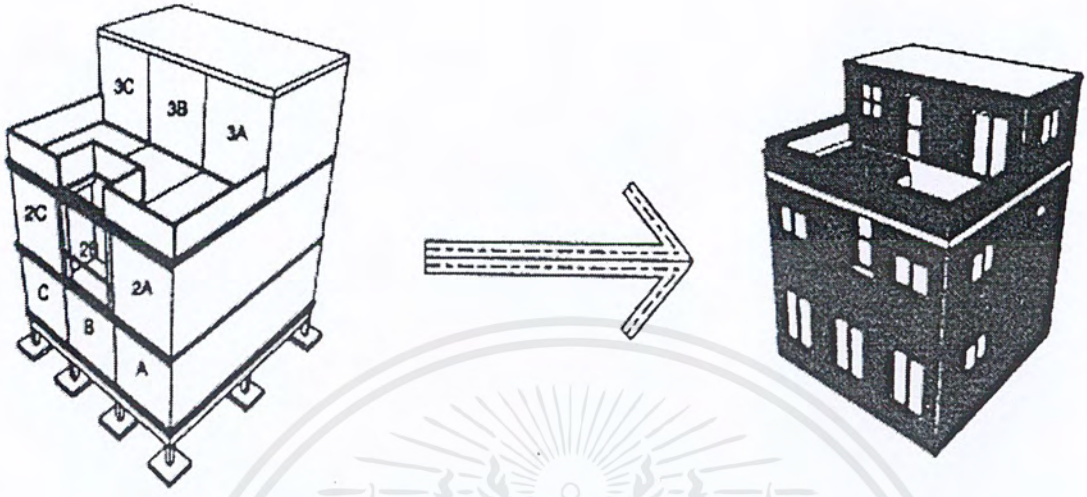


รูปที่ 5.3 (ญ) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

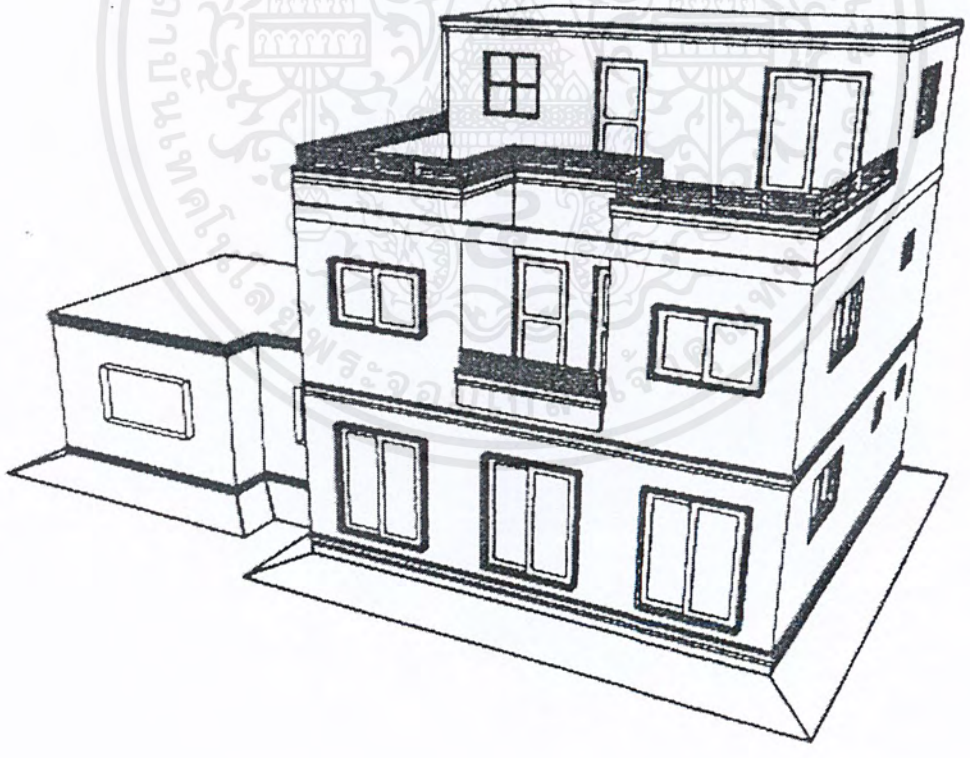


รูปที่ 5.3 (ฎ) แสดงการติดตั้งอาคาร โมดูลาร์ทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างโมดูลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



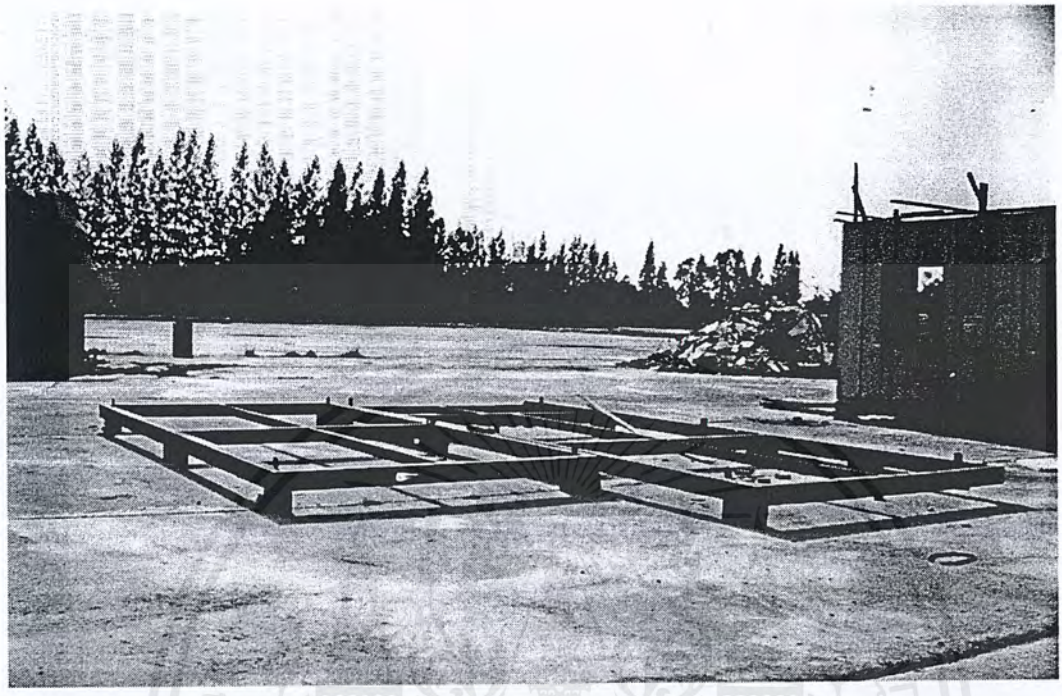
รูปที่ 5.4 หลังจากประกอบทุก unit และทำการทาสีตกแต่ง



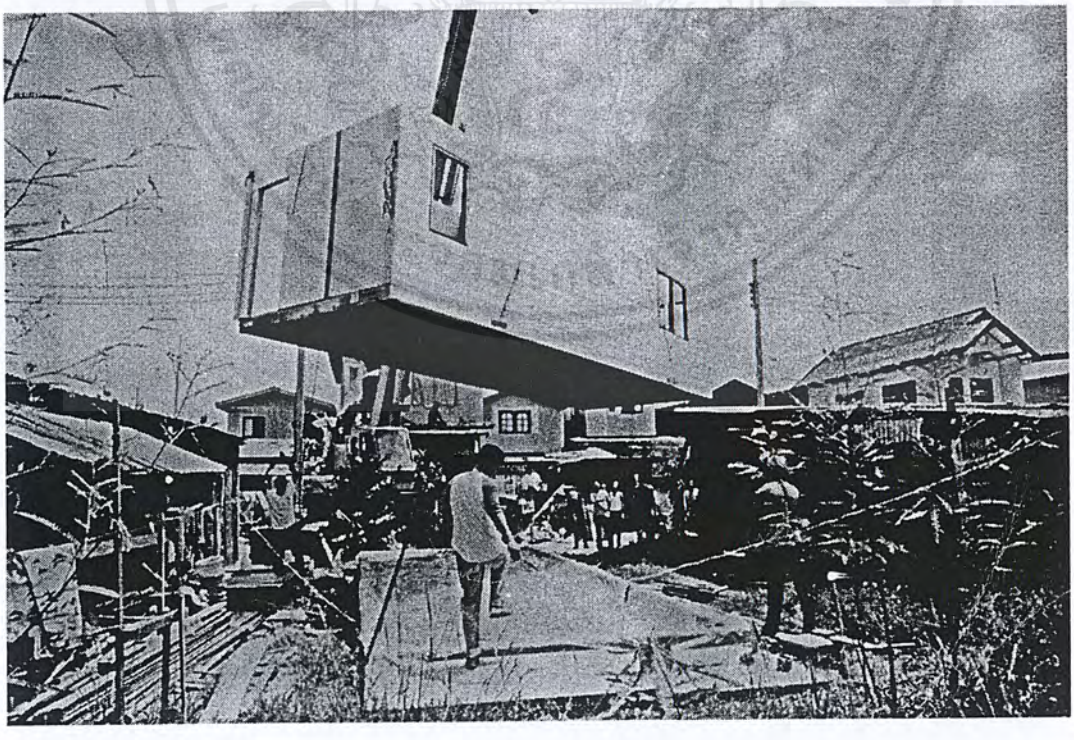
รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะอาคารหลังก่อสร้างเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 รูปตัวอย่างการก่อสร้างบ้านระบบโมดูลาร์

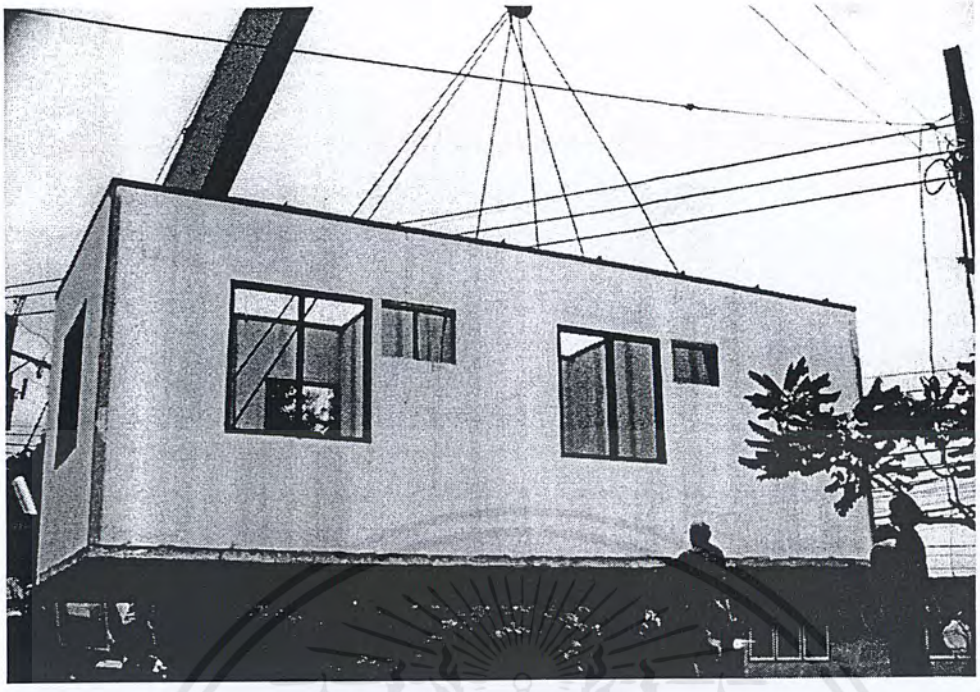


รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะคานเหล็กรัดรอบวางบนฐานราก



รูปที่ 5.7 (ก) แสดงการยกชิ้นส่วนโมดูลาร์เข้าติดตั้งบนฐานรากโดยใช้โมบายเครน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 (ข) แสดงการยกชิ้นส่วนโมดูลาร์เข้าติดตั้งบนฐานรากโดยใช้โมบายเครน

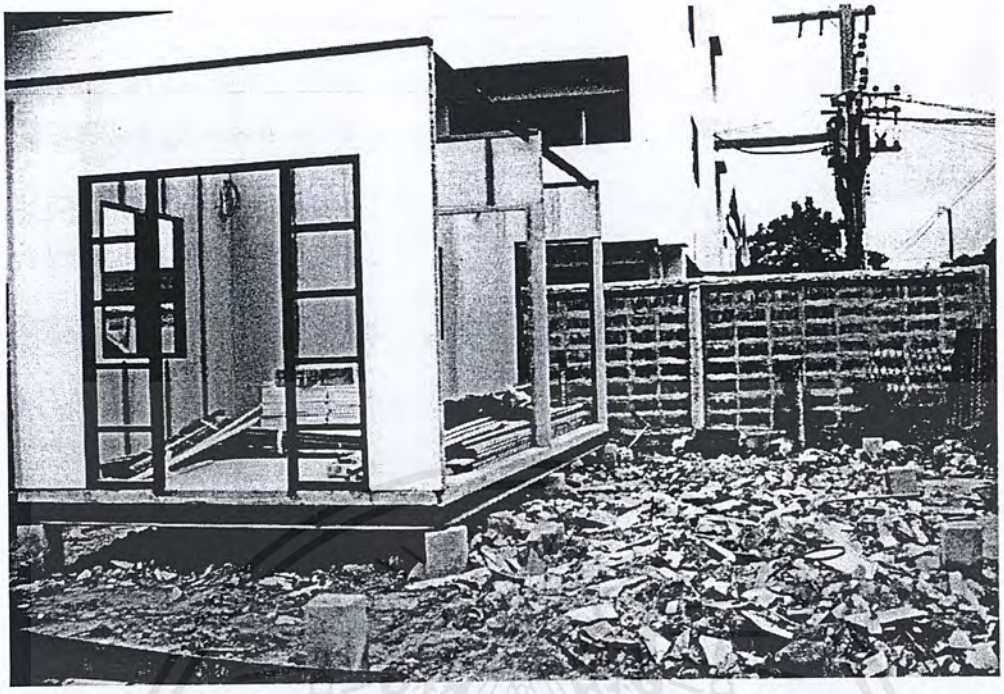
รูปที่ 5.7 (ค) แสดงการยกชิ้นส่วนโมดูลาร์เข้าติดตั้งบนฐานรากโดยใช้โมบายเครน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

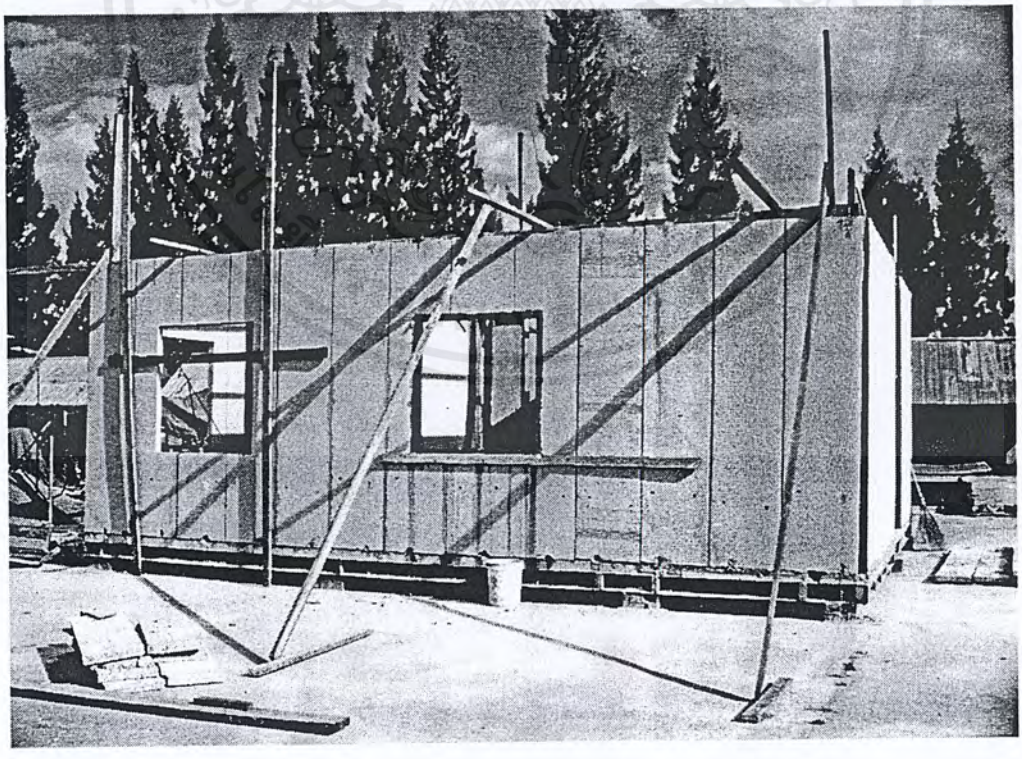
รูปที่ 5.8 (ก) แสดงการวางชิ้นส่วนโมดูลาร์บนคานเหล็กและทำการเชื่อมยึดกับคานเหล็ก

รูปที่ 5.8 (ข) แสดงการวางชิ้นส่วนโมดูลาร์บนคานเหล็กและทำการเชื่อมยึดกับคานเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

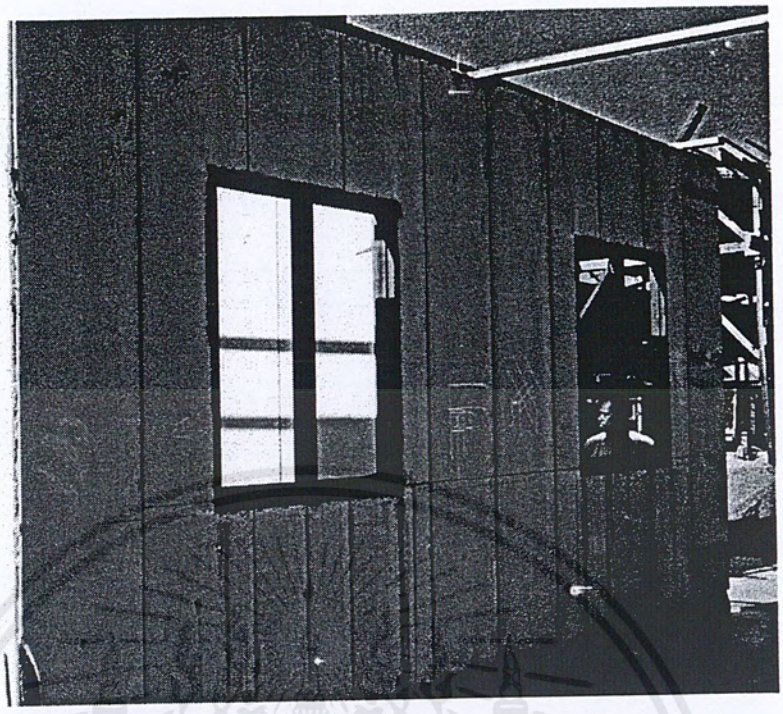


รูปที่ 5.9 แสดงชิ้นส่วนโมดูลาร์หลังติดตั้งกับคานเหล็กแล้ว



รูปที่ 5.10 (ก) แสดงลักษณะ 1 unit โมดูลาร์โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 (ข) แสดงลักษณะ 1 unit โมดูลาร์โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง
(The Connection Joints of the Structural Components)

6.1 กล่าวนำ

การที่เรามีการออกแบบอาคาร โดยระบบการประสานทางพิกัด เพราะเราหวังผลในทางเศรษฐกิจและประสิทธิภาพในระบบการผลิต ฉะนั้นระบบก่อสร้างสำเร็จรูปจึงมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองความมุ่งหมายที่สมบูรณ์ ต่อระบบประสานทางพิกัด

ส่วนประกอบ (Components) เป็นชิ้นส่วนประกอบของอาคารที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป ทั้งที่มีการประสานพิกัดและไม่มีการประสานทางพิกัด แต่อาคารสำเร็จรูปที่ออกแบบโดยใช้ระบบการประสานทางพิกัด เป็นอาคารที่เราสามารถบรรลุเป้าหมายซึ่งวางไว้ข้างต้นได้

ส่วนประกอบของอาคาร มีส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้าง ส่วนประกอบทั้งหมดจะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีของการประสานรอยต่อ (Method of Connection)

ส่วนประกอบโครงสร้าง (Structural Components) เป็นส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรง เราออกแบบได้กับอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบโครงเสา และคาน หรือโครงประเภทอื่นๆ และอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบกำแพง หรือผนังรับน้ำหนัก

สำหรับส่วนประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้าง คือ ฝ้าเพดาน และผนังภายในไม่ได้ทำหน้าที่รับน้ำหนัก กระเบื้องปูพื้น อิฐหรือวัสดุก่อประเภทใดก็ตาม กรอบและบานประตูหน้าที่ต่างๆมีหลักการและวิธีการประกอบและติดตั้ง ซึ่งได้ปฏิบัติกันอยู่ตามปกติอยู่แล้ว ถ้าจะนำมารวมกับส่วนประกอบโครงสร้างก็ได้ เช่น การใช้อิฐประดับหรือกระเบื้องประดับติดกับส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังไว้ก่อน เป็นต้น ซึ่งพิกัดของอิฐหรือกระเบื้องประดับติดกับส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังโครงสร้างซึ่งผลิตเป็น Component ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากอาคารสำเร็จรูป ประกอบด้วยส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบตั้งและระนาบนอน และแต่ละชิ้นส่วนก็มีการกำหนดขนาดตามที่เราจะปฏิบัติงานก่อสร้าง ได้โดยสะดวกรวดเร็ว ชิ้นส่วนต่างๆเมื่อประกอบกันเป็นอาคารสมบูรณ์แล้ว อาคารนั้นนอกจากจะต้องมีความสามารถในการรับน้ำหนักจรแล้ว จะต้องมีความสามารถในการต่อต้านแรงกระทำภายนอก (External Forces) เช่น แรงลม ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

การออกแบบส่วนประกอบโครงสร้าง ผู้ออกแบบคือสถาปนิกและวิศวกร จำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบโครงสร้าง วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบ โครงสร้าง วิธีการประสานรอยต่อต่างๆของโครงสร้าง และโดยเฉพาะพฤติกรรมของส่วนประกอบโครงสร้าง (Structural Behavier) ในด้านการต่อต้านแรงกระทำภายนอกของอาคาร ที่มีการก่อสร้างโดยระบบสำเร็จรูปเป็นอย่างดี

แรงกระทำภายนอก (External Forces) มีโอกาสทำความเสียหาย ให้แก่ อาคารได้โดยง่ายมากกว่าแรงกระทำภายใน ซึ่งได้แก่ Dead Load และ Live Load แรงกระทำภายนอก กระทำต่ออาคารในทิศทางที่กำหนดแน่นอนไม่ได้ ฉะนั้นในการออกแบบโครงสร้างและรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบดิ่ง (Vertical Plane) และระนาบนอน (Horizontal Plane) ในลักษณะของ 3 มิติ จะต้องถูกนำมาพิจารณาอย่างถี่ถ้วน

รอยต่อโครงสร้างจะแตกต่างกันตามวัสดุ ระบบโครงสร้าง และวิธีการก่อสร้าง สถาปนิกและวิศกรหลายๆประเทศต่างคิดค้นระบบและวิธีของตน ซึ่งแตกต่างกันในรายละเอียด แต่ในหลักขั้นพื้นฐานก็คงใช้ระบบและหลักเกณฑ์ ที่เป็นหลักการของการผลิตทางอุตสาหกรรมอย่างเดียวกัน

6.2 คุณสมบัติและคุณลักษณะของรอยต่อโครงสร้าง

1. ส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบตั้งและแนวนอน เมื่อได้ประกอบกันเป็นอาคารสมบูรณ์แล้ว จะต้องมีความสามารถที่จะต่อต้านแรงกระทำภายนอกได้ในทุกๆแนวทางที่แรงภายนอกกระทำ เพราะการที่ส่วนประกอบภายนอกส่วนใดส่วนหนึ่งมีการเคลื่อนที่ เสียหายหรือพัง จะเป็นสาเหตุให้โครงสร้างทั้งหมดพังได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่สูงมากชั้น (High-Rise Building) ไม่ว่าโครงสร้างจะเป็น Load Bearing Structure หรือ Framed Structure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อต่อหรือรอยต่อต่างๆ (Connection Joints) ส่วนประกอบโครงสร้างต้องผ่านการวิเคราะห์โดยละเอียดถี่ถ้วน ในการออกแบบทั้งหมดในด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม วิธีการสร้างและการจัดระบบการผลิต

3. คุณสมบัติของรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง จะต้องมีความสมบูรณ์ในด้าน

3.1 ทฤษฎี

3.2 การปฏิบัติในการผลิต

3.3 การปฏิบัติในการเคลื่อนย้ายขนส่ง

3.4 การปฏิบัติการประกอบติดตั้ง

4. รอยต่อต่างๆจะต้องมีความสามารถป้องกันการรั่วไหล ซึมจากน้ำฝนหิมะและความร้อนความหนาว (ในระดับ Discomfort ได้เป็นอย่างดี)

การออกแบบรอยต่อส่วนประกอบโครงสร้าง จะต้องพิจารณา

1. วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้าง
2. วิธีการต่อหรือการประสานต่อ
3. วิธีการก่อสร้าง หรือระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ซึ่งมีระบบต่างๆ
4. อุปกรณ์ต่อหรือยึด
5. วิธีการประกอบและติดตั้งส่วนประกอบโครงสร้าง
6. วัสดุที่ใช้อุดหรือยาแนวหรือปิดทับแนวต่อ
7. จำนวนชั้น ความสูงของอาคาร
8. ภาระในการรับแรง ทั้งแรงกระทำภายในและภายนอกของแต่ละประเภทชิ้นส่วน
9. เครื่องมือและเครื่องมือกลที่จะใช้ในการปฏิบัติการรอยต่อ และส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้หรือวัสดุบางอัดชนิดต่างๆ
10. การแสดงออกทางสถาปัตยกรรม ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาเป็นพิเศษ สำหรับส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนัง (Wall Components)

6.3 รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งใช้กับอาคารสำเร็จรูป

แบ่งประเภทตามระบบโครงสร้างมี 3 ประเภท

1. ประเภทกำแพงรับน้ำหนักมีรอยต่อดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 รอยต่อระหว่างกำแพงฐาน (Wall Foundation) กับฐานราก (Footing) ในกรณีที่ทำฐานรากและกำแพงฐานสำเร็จรูป เป็นส่วนประกอบโครงสร้างทั้งหมด (ใช้กับอาคารชั้นเดียว ซึ่งเป็นอาคารขนาดเบาได้)

1.2 รอยต่อระหว่างพื้นกำแพงรับน้ำหนักและกับกำแพงฐาน

1.3 รอยต่อระหว่างกำแพงรับน้ำหนักด้วยกัน (Wall Component)

1.4 รอยต่อระหว่างพื้นรับน้ำหนักด้วยกัน (Floor Component)

1.5 รอยต่อระหว่างกำแพงรับน้ำหนัก กับโครงสร้างหลังคา

2. ประเภทเสาและคาน มีรอยต่อดังต่อไปนี้

2.1 รอยต่อระหว่างเสาตอม่อกับฐานราก

2.2 รอยต่อระหว่างเสากับเสา

2.3 รอยต่อระหว่างเสากับคาน

2.4 รอยต่อระหว่างพื้นกับคาน

2.5 รอยต่อระหว่างพื้นด้วยกัน

2.6 รอยต่อระหว่างเสาและคานหลังคากับโครงสร้างหลังคา

3. ประเภทโครงผนังสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละโครงจะมีขนาดตามตารางพิกัดแผนผังติดตั้งอยู่บนกำแพงฐาน ซึ่งเป็นกำแพงรับน้ำหนัก นิยมใช้กับอาคารขนาดเบา มีรอยต่อดังต่อไปนี้

3.1 รอยต่อระหว่างกำแพงฐานกับฐานราก

3.2 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับกำแพงฐาน

3.3 รอยต่อระหว่างพื้นฐานกับกำแพงฐาน

3.4 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปด้วยกัน

3.5 รอยต่อระหว่างพื้นด้วยกัน

3.6 รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับโครงสร้างหลังคา

ในกรณีที่มีการออกแบบให้ส่วนฐานเป็นโครงสร้างเสาและคาน โดยให้ส่วนเหนือขึ้นไปเป็นระบบโครงสร้างผนังสำเร็จรูป รอยต่อระหว่างโครงผนังสำเร็จรูปกับคาน จะเป็นแบบเดียวกับรอยต่อในข้อ 3.2

หมายเหตุ
- สำหรับฐานรากและกำแพงฐานที่ใช้กับอาคารขนาดหนัก จะต้องหล่อกับที่
- สำหรับห้องใต้ดิน (Basement) ควรหล่อกับที่เช่นกัน ถ้าทำเป็น Cpmponents ประกอบกัน รอยต่อจะมีมากและปัญหาการรั่วซึมจะมีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งใช้กับอาคารสำเร็จรูป
แบ่งตามประเภทของวัสดุก่อสร้างที่ปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปมีดังต่อไปนี้

1. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้ด้วยกัน
2. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กด้วยกัน
3. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีตด้วยกัน
4. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นเหล็กกับคอนกรีต
5. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นไม้กับคอนกรีต
6. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล๊อกรับน้ำหนักด้วยกัน
7. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล๊อกรับน้ำหนักกับไม้
8. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล๊อกรับน้ำหนักกับเหล็ก
9. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล๊อกรับน้ำหนักกับคอนกรีต
10. รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นวัสดุเบาที่ใช้รับน้ำหนักได้สำหรับอาคารเบา เช่น แอสเบสตอส เป็นต้น

รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องที่ว่าด้วยการแบ่งประเภทตามระบบโครงสร้างนั้น จะเห็นได้ว่า รอยต่อระหว่างกำแพงหรือผนังรับน้ำหนักมีหลักการ และวิธีการที่แปรไปได้มากประการ และโดยเฉพาะมีการเกี่ยวเนื่องกับ รายละเอียดทางสถาปัตยกรรม และการแสดงออกในรูปลักษณะของสถาปัตยกรรมมากกว่าส่วนประกอบอื่นๆ

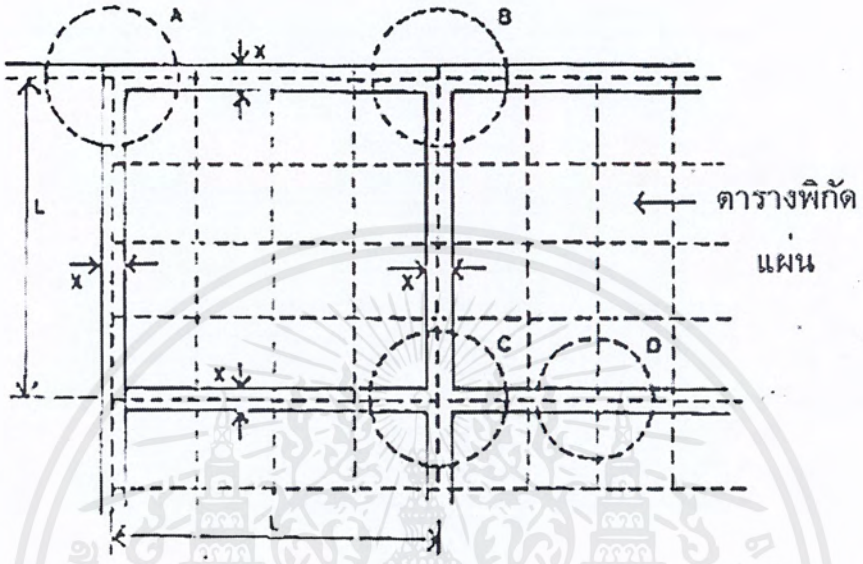
ฉะนั้น ในการออกแบบ และการแก้ปัญหาอาคารสำเร็จรูปที่สร้างในระบบการประสานทางพิกัด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความเข้าใจใน หลักเกณฑ์ของรอยต่อกำแพงผนังอันเป็นขั้นพื้นฐานของการออกแบบรอยต่อ

6.4 รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพง-ผนัง
(Structural Wall Components)

หมายถึงส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนังรับน้ำหนัก (Load Wall Bearing) และผนังที่ประกอบด้วยโครงกับวัสดุประเภท Wall Board หรือ Wood Plank ห่อหุ้ม หรือผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ผลิตจากวัสดุบางประเภท โดยมีขนาดตามหน่วยพิกัด ซึ่งผนังประเภทนี้จะทำหน้าที่รับน้ำหนักเช่นกัน แต่ใช้เฉพาะกับอาคารขนาดเบาเท่านั้น



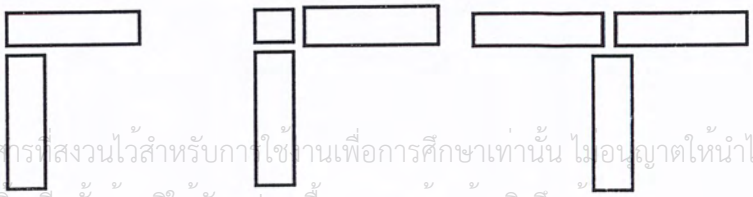
รูปที่ 6.1 แผนผังตัวอย่างตารางพิกัด

ตามรูปจะเห็นได้ว่า แผนผังตัวอย่างได้ถูกแบ่งตามตารางพิกัด ซึ่งเราได้ตัดสินใจแล้วที่จะนำส่วนประกอบโครงสร้างเป็นหน่วยๆตามตารางพิกัดแผนผังนี้ (ตามมิตินิยม) ปัญหาของการออกแบบรอยต่อ จะเกิดขึ้นที่จุด A (Corner) , B (Junction) , C (Cross Junction) และ D (Joint Between Wall components in Same Direction)

6.4.1 รอยต่อกำแพงหรือผนังโครงสร้างแบ่งประเภทตามหลักการต่อ

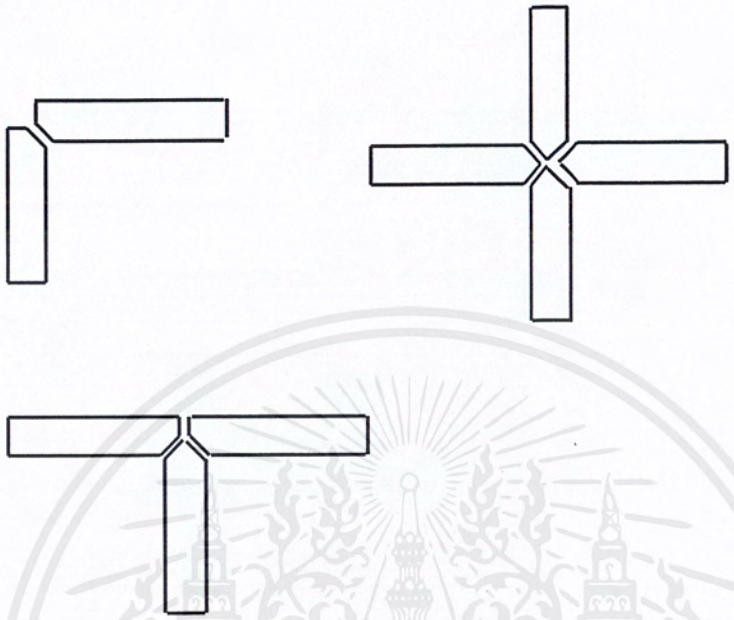
แบบลักษณะของรอยต่อขั้นพื้นฐาน มีดังต่อไปนี้

1. แบบต่อชน

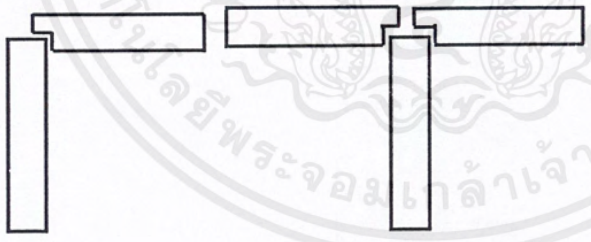


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

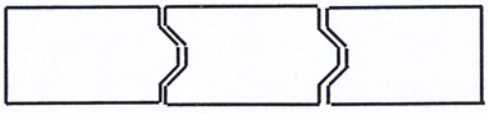
2. แบบต่อเข้าปากกบ



3. แบบต่อเข้าปากคาบ



4. แบบต่อเข้าลิ้นราง นิยมใช้กับเข็มพืด (Sheet Piles) ซึ่งผลิตเป็นแผ่นๆขนาดตามพิกัดนิยม ของเข็มพืดแต่ละชิ้นส่วนถือค่าเป็น 1 หน่วยพิกัดนิยม



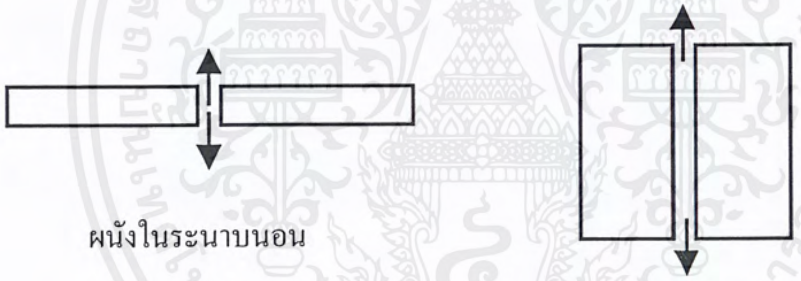
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนังเข้าด้วยกัน

การยึดส่วนประกอบโครงสร้างเป็นกรรมวิธีที่ละเอียด ประสิทธิภาพในการผลิต การติดตั้ง การจัดงานก่อสร้าง ความมั่นคงแข็งแรง และความเรียบร้อยสวยงาม เป็นหลักการสำคัญยิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบรอยต่อ การกำหนดวิธียึด และการใช้อุปกรณ์ยึด

การพิจารณาทางด้านวิศวกรรมโครงสร้างและการพิจารณาทางด้านสถาปัตยกรรม จะต้องพิจารณาร่วมกันทุกๆอย่าง ทั้งรอยต่อรอบนอกและรอยในของอาคาร

ข้อควรระมัดระวัง เกี่ยวกับแรงที่จะกระทำกับผนังได้ ในลักษณะของแรงเฉือน



ผนังในระนาบนอน

ผนังในระนาบตั้ง

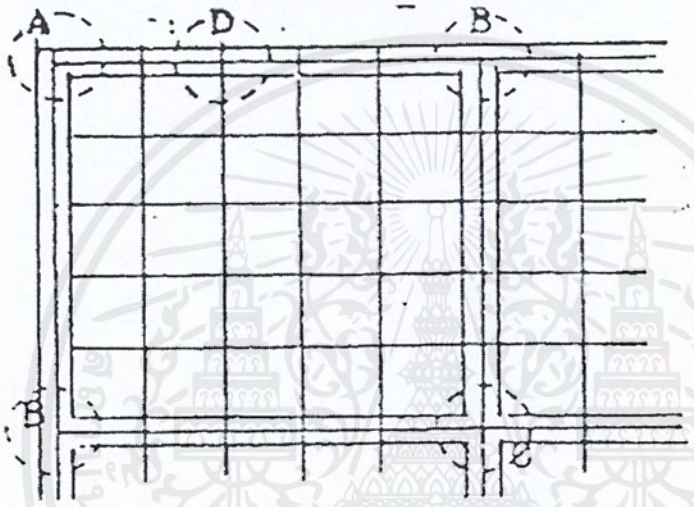
จะต้องมีการยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนัง ทั้งในระนาบราบหรือระนาบนอน (Horizontal Plane) และในระนาบตั้ง (Vertical Plane) เพื่อต่อต้านแรงเฉือนทั้ง 2 ระนาบได้ นอกจากจะต่อต้านแรงดึงที่เกิดจากแรงกระทำภายใน (Internal Forces) อันเป็นปรกติทั่วไป

เนื่องจากการออกแบบเพื่อการผลิตส่วนประกอบโครงสร้างทางวิธีการอุตสาหกรรมมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนในทางผลิต (Tolerances) และความเบี่ยงเบน (Deviations) ทำให้มิติหรือระยะต่างๆของส่วนประกอบโครงสร้างที่จะกำหนด ในการออกแบบ แปรลักษณะให้เป็น 3 มิติ คือ มิติมูลฐาน (Basic Dimension) มิติที่ยอมให้ใต้การควบคุม (Controlling Dimension) และมิติคลาดเคลื่อน (Tolerances) ซึ่งมิติที่ยอมใต้ความควบคุมนี้ เราจะกำหนดเป็นขนาดใช้งาน ในการผลิตส่วนประกอบโครงสร้าง ฉะนั้นการออกแบบรอยต่อและการยึดหรือการต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบโครงสร้าง ก็จำเป็นต้องพิจารณามิติต่างๆดังกล่าวด้วย ทั้งนี้เพื่อพิจารณากำหนดมิติประสาน คือ มิติหรือระยะที่เตรียมไว้ เพื่อการติดตั้งส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบอื่นๆที่มีใช้ส่วนประกอบโครงสร้าง

ความสำคัญในการยึดหรือต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังคอนกรีตรับน้ำหนัก ให้พิจารณาเช่นเดียวกันกับผนังรับน้ำหนัก ที่สร้างด้วยหิน อิฐ หรือบล๊อกรับน้ำหนักทั่วไป



Joints A , B , C มีความสำคัญอันดับหนึ่ง

Joint D มีความสำคัญเป็นอันดับสอง

รูปที่ 6.2 ลำดับความสำคัญในการยึดต่อส่วนประกอบโครงสร้าง

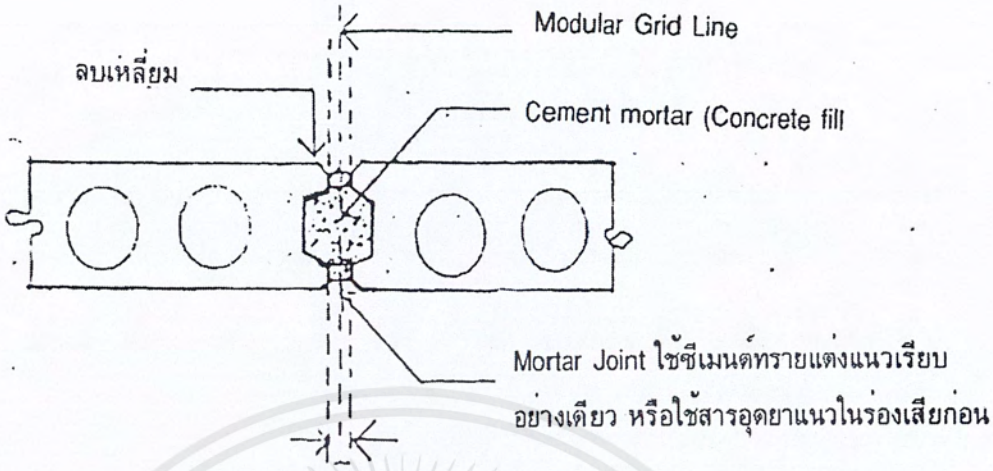
6.5 รอยต่อหรือข้อต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังในแนวเดียวกัน

(Wall-Wall Joint)

ตามแปลนที่แสดง คือ ข้อต่อหรือรอยต่อ D

หมายเหตุ การออกแบบรอยต่อ หรือข้อต่อขั้นพื้นฐาน ในการพิจารณาระบบรอยต่อโครงสร้างให้แก่อาคารสำเร็จรูปนั้น จะต้องเริ่มพิจารณาออกแบบรอยต่อ D ก่อน แล้วจึงพิจารณาออกแบบที่รอยต่อ A , B และ C ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

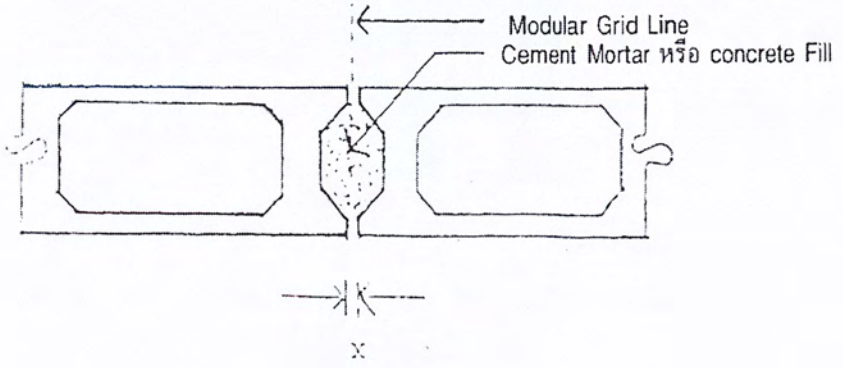


รูปที่ 6.3 รอยต่อ (แบบ ก)

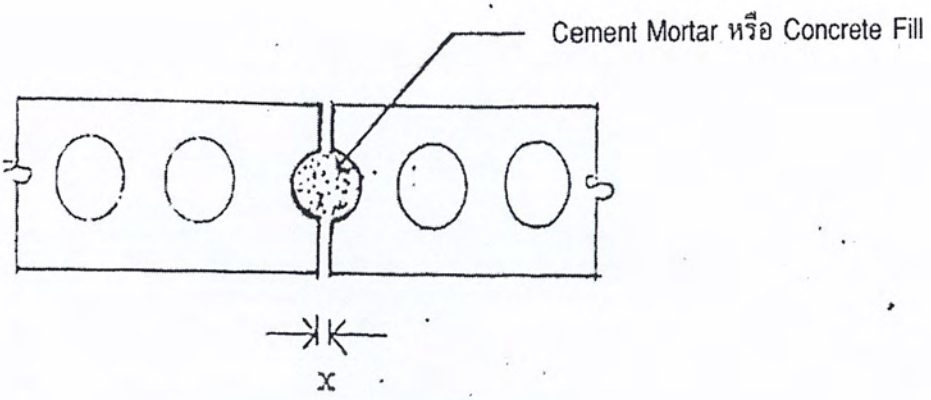
ระยะเวลา x = ประมาณ 1.5 ซ.ม หรือ 15 มม. (เป็นระยะที่เผื่อความคลาดเคลื่อน)

แบบ(ก) เป็นแบบที่มีการลบเหลี่ยมและยาแนวที่รอยต่อ จะช่วยให้ผนังคอนกรีตมีความสวยงาม ซึ่งเหมาะสำหรับผนังคอนกรีดเปลือย

ไม่มีการห่อหุ้มผนังด้วยวัสดุอื่นใดอีกชั้นหนึ่ง Concrete Fill หรือ Cement Motar เมื่อแข็งตัวแล้วจะทำหน้าที่ยึดผนังต่อผนังเข้าด้วยกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 รอยต่อ (แบบ ข)

ระยะ x = 3 มม.

แบบ (ข) เป็นแบบที่ไม่มีการลบเหลี่ยม และไม่มีการอุดยาแนว เหมาะสำหรับผนังที่มีการห่อหุ้มด้วยวัสดุอื่น (Pacing Materials) อีกชิ้นหนึ่ง เมื่อหุ้มแล้วจะไม่เห็นรอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้าง

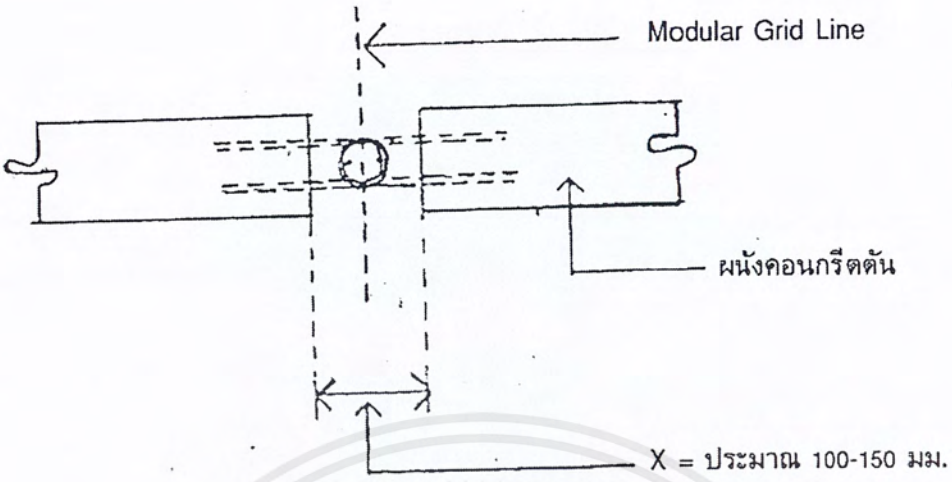
การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนัง ตามแบบ (ก) และ (ข) เป็นการยึดด้วย Cement Mortar หรือ Concrete Fill ซึ่งทำหน้าที่เป็นลิ้นสอด ระหว่างส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งเมื่อติดตั้งแล้วจะอยู่ในลักษณะต่อชน

การยึดแบบนี้ มีความแข็งแรงในการต่อต้าน Vertical Shear และ Horizontal Shear น้อย จึงเหมาะสำหรับที่จะใช้กับอาคารพักขนาดเล็กไม่เกิน 2 ชั้น หรือ อาคารสาธารณะชั้นเดียว ที่มีช่องของแนวผนังไม่กว้างมาก

การผลิตส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนัง (Wall Components) อาจทำในลักษณะตันหรือกลวง ผนังกลวงจะมีความหนาของกำแพงผนังมากกว่า แต่จะเบากว่า และมีคุณสมบัติในด้าน Heat Insulation และ Sound Insulation ดีกว่า

แต่เมื่อพิจารณาถึงกรรมวิธีการผลิต ผนังกลวงจำเป็นต้องใช้ Form ภายในเพิ่มขึ้นและเทคนิคการผลิตสูงกว่า ซึ่งทำให้ราคาการผลิตสูงกว่าผนังตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



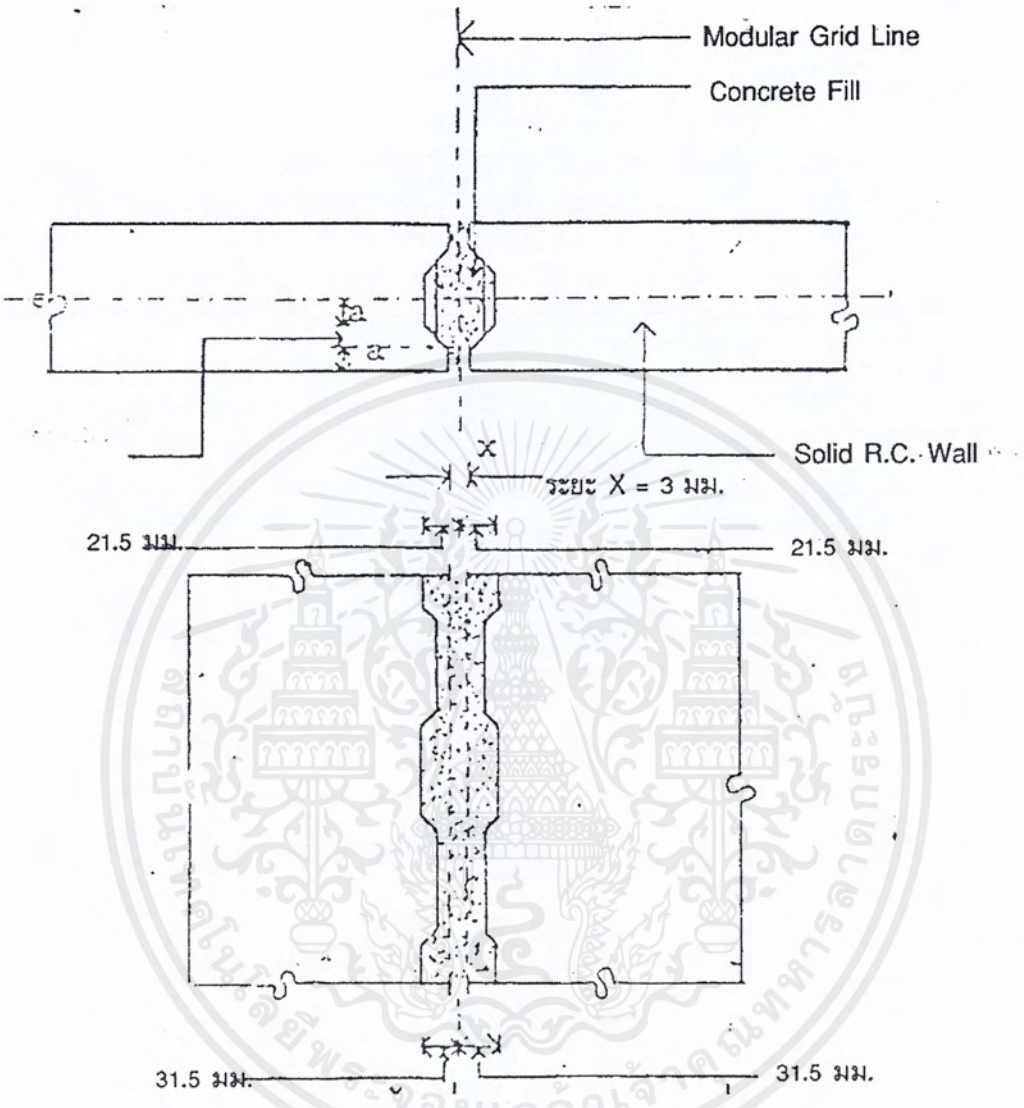
รูปที่ 6.5 รอยต่อ (แบบ ค)

การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังแบบ (ค) เป็นการยึดด้วยการหล่อคอนกรีตเชื่อมระหว่างผนัง โดยจะต้องมีเหล็กเสริมในผนังทั้งสอง ที่ยื่นออกจากผนังสำเร็จรูปทำหน้าที่เป็น Anchor เหล็กเสริมในผนังทั้งสองทาง ถ้ามีการเชื่อมให้ติดกันจะเพิ่มความแข็งแรงที่รอยต่อ (Joint) มากขึ้น แต่สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น

แบบนี้จำเป็นต้องมีการติดตั้งตั้งแบบ (Form) เพื่อหล่อคอนกรีตที่แนวรอยต่อกับที่ทำการก่อสร้างเป็นวิธีการดั้งเดิม ที่มีการเริ่มการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป(Conservative Method)

อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่ด้อยพัฒนาในเรื่อง เครื่องมือเครื่องจักรในการผลิต ความชำนาญในการผลิต และค่าแรงช่าง ก็ยังอยู่ในขั้นต่ำ วิธีการยึดแบบ(ค) ก็ควรรับการพิจารณา นำมาใช้ในประเทศไทยในปัจจุบันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

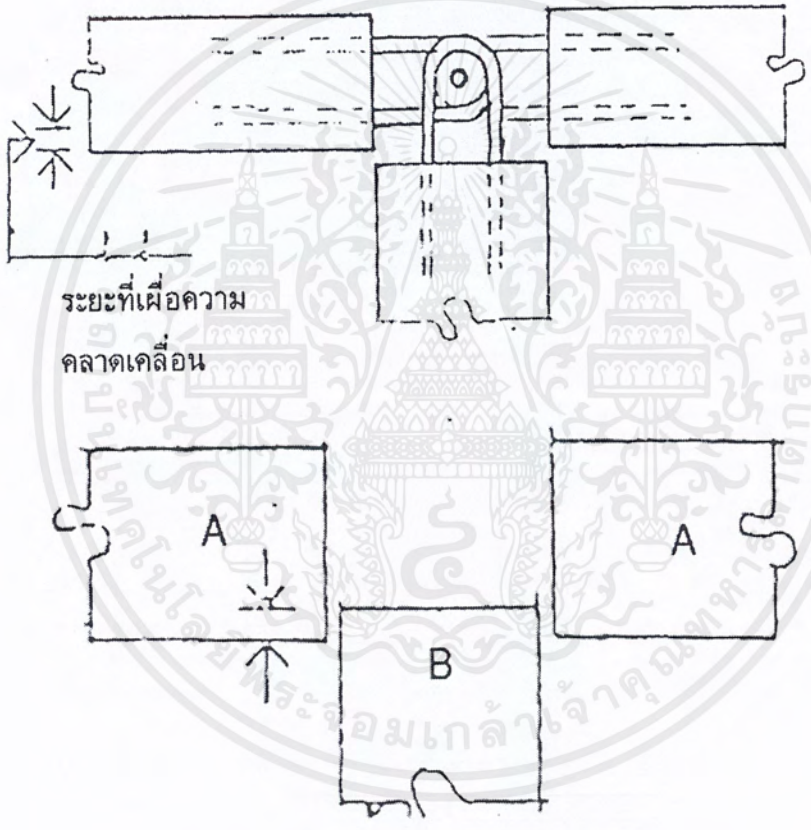


รูปที่ 6.6 รอยต่อ (แบบ ง)

การยึดส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นผนังแบบ (ง) ซึ่งยึดด้วยคอนกรีตตามลักษณะของแนวฟัน (Tooth Line) หรือเรียกว่า (Wall Edge Castellated) ให้ความแข็งแรงได้โดยสมบูรณ์ โดยไม่ต้องใช้ Ancshorge Bar หรือ Steel Loop Bars ช่วยเสริมภายใน Concrete Fill ใช้กับงานก่อสร้างขนาดหนัก (Heavy Construction)กำแพงผนังขนาด 150 มม. อย่างน้อยเป็นผนังตัน ในกรณีที่ทำหน้าที่เป็น Cross Wall ผนังรับน้ำหนักแบบ (ง) มีความสามารถต่อด้านแรงกระทำภายใน และแรงกระทำภายนอกได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

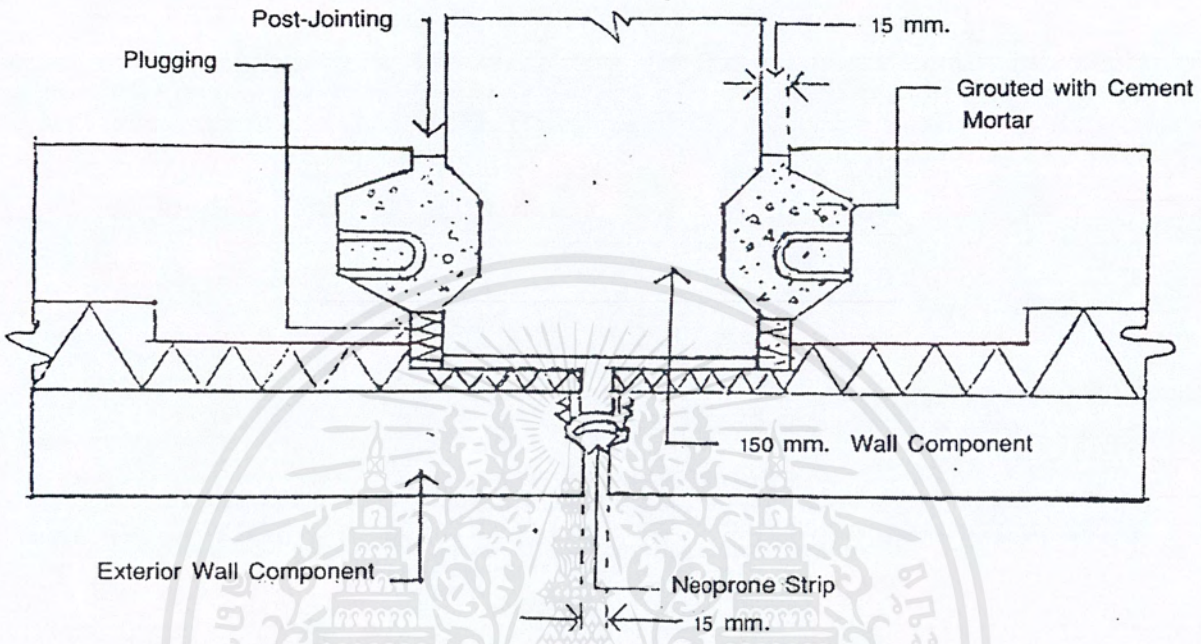
สำหรับอาคารที่สูงมากขึ้น มีความจำเป็นต้องใช้ Tensile Reinforcement ก็มีการเสริมตามแนวรอยต่อนี้ได้ ซึ่งจะประกอบด้วย Anchorage Bars ช่วยยึดระหว่าง ผนังด้วยแล้ว แต่วิธีนี้เป็นการล้าสมัย ควรใช้ Tensile Connection อยู่ที่ Assembly Bolt ระหว่าง Floor กับ จะเป็นวิธีที่ เหมาะสมกว่า เพราะการเสริมเหล็กและต่อเหล็กรับแรงดึงในช่องว่างของรอยต่อของ Wall Components ไม่สะดวก



รูปที่ 6.7 แสดงรอยต่อส่วนประกอบ B สอดเข้าแนวผนัง A

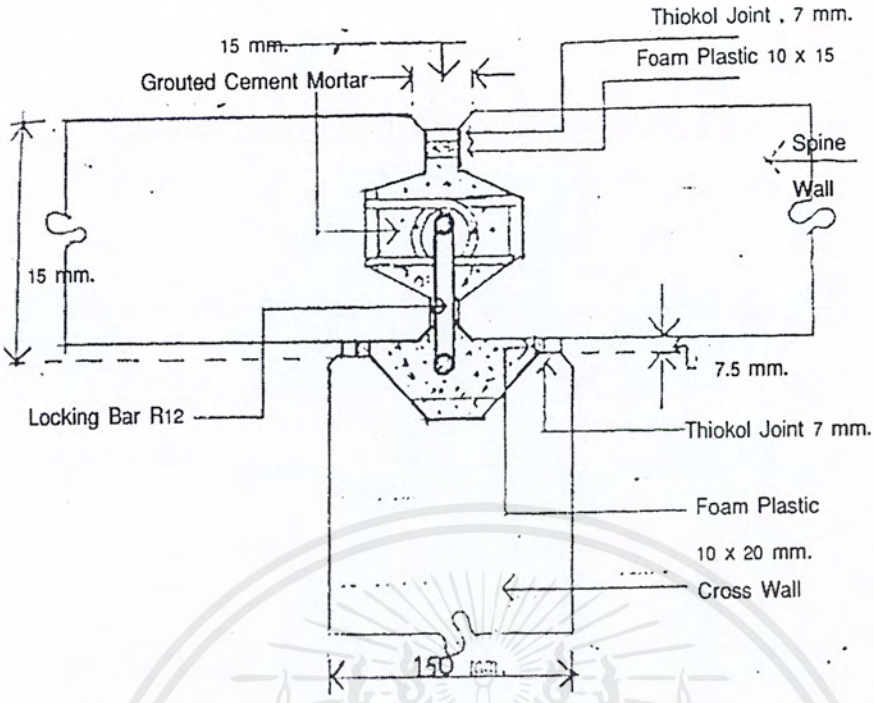
นิยมออกแบบให้ Component B มีส่วนที่สอดลึกเข้าไปในแนวผนัง A เพื่อความเรียบร้อยในการบรรจุคอนกรีต (Concrete Filling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



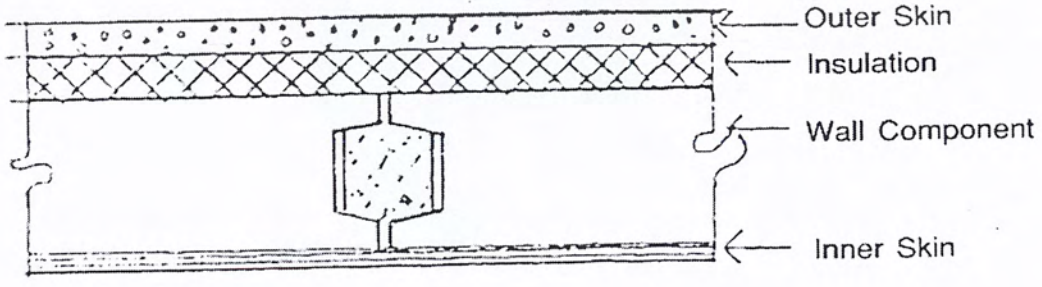
รูปที่ 6.8 ตัวอย่างการยึดรอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นกำแพงหรือผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 Connection Between Spine and Cross Wall Component

ถ้า x = 3 มม. ตามมิตินิยมในประเทศหนึ่ง ใช้ได้ผลดีเพราะจะต้องมีวัสดุฉนวน (Insulation) และวัสดุชั้นภายนอก (Outer Skin Material) หุ้มผนังโครงสร้างด้านนอก สำหรับผนังภายในจะต้องมีการฉาบปูนผิวหรือด้วยวัสดุ-เป็นประเภท Surfacing Materials ใดๆก็ตาม ทำให้มองไม่เห็นรอยต่อของผนังโครงสร้าง



รูปที่ 6.10 รอยต่อที่มีวัสดุฉนวนและวัสดุชั้นผิวภายนอกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

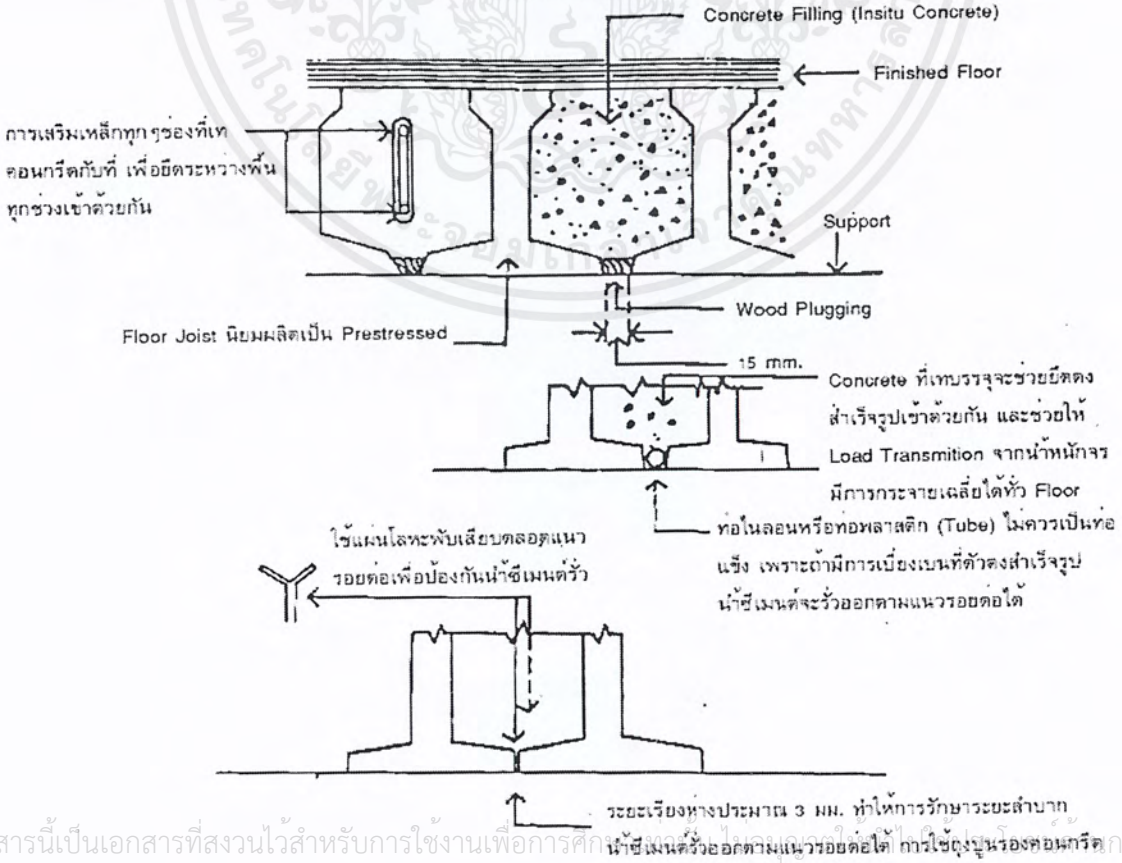
สำหรับในประเทศร้อน ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ Insulation บุผนัง ส่วนสำหรับการทำผิว หรือหุ้มผิวภายนอกและภายในอีกชั้นหนึ่งให้แก่ผนัง เป็นการตกแต่งก็ย่อมทำได้ โดยใช้ ระยะ x = 3 มม. เท่าเดิม แต่ถ้าต้องการผิวคอนกรีตเปลือย (Esposed Concrts) ตามกรรมวิธีของการผลิตผนังคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องเพิ่มระยะ "x" ให้กว้างขึ้น

6.6 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น (Floor - Floor Joint)

พื้นสำเร็จรูป (Floor Component) แบ่งออกเป็นลักษณะตามระบบ ได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- ลักษณะที่ 1 พื้นที่ วางบนคั่นของโครงสร้างเสาและคาน
- ลักษณะที่ 2 พื้นที่วางบนกำแพงหรือผนังรับน้ำหนัก

ทั้ง 2 มีรูปลักษณะ และรายละเอียดแตกต่างกัน ตามเหตุผลระบบโครงสร้าง หรือเหมือนกัน ในกรณีที่ทำหน้าที่ในการรับแรงประเภทเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 รอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างระหว่างพื้นกับส่วนรองรับ (Supports)

ส่วนประกอบโครงสร้างที่เป็นพื้น (Floor Component) อาจวางอยู่บนส่วนรองรับ (Supports) ที่เป็น

- คานคอนกรีตเสริมเหล็ก
- กำแพงอิฐรับน้ำหนัก (Bearing Brick)
- กำแพงคอนกรีตบล็อคกลวงรับน้ำหนัก (Bearing Concrete Hollow Block) ซึ่งมีการเสริมเหล็กตลอดทางกำแพง ซึ่งกำแพงประเภทนี้ เรียก "Reinforced Masonry Wall"
- กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่ (Insitu Concrete Wall) ซึ่งนิยมกำแพงฐาน (Wall Foundation)
- กำแพงสำเร็จรูปคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Wall Component)

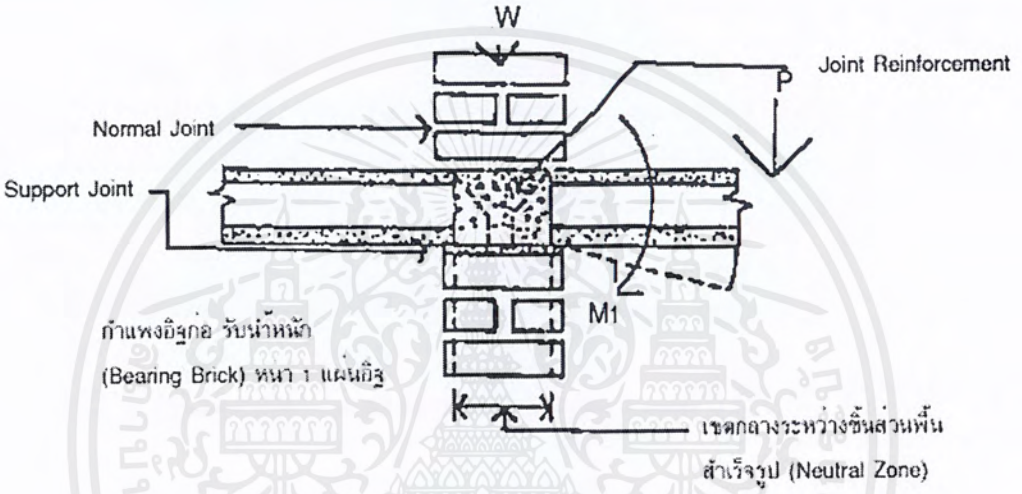
ตำแหน่งการวางชิ้นส่วนที่เป็นพื้น บนส่วนรองรับจะต้องผ่านการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน การวางชิ้นส่วนที่เป็นพื้นที่ถูกต้อง จะต้อง

- มีการถ่ายน้ำหนักจากพื้น และกำแพงที่อยู่เหนือขึ้นไปลงสู่กำแพงส่วนล่าง หรือจากพื้นลงสู่ลานที่รองรับ ในลักษณะรับน้ำหนักตามแนวศูนย์ถ่วง (Centric Load)
- ถ้า Support เป็นกำแพงอิฐ หรือ คอนกรีตบล็อคขอบกำแพง และผืนกำแพง จะต้องไม่เกิดความเสียหายในด้านแรงดึง (Tensile Failure) ในผืนกำแพงจาก Bending Moment
- ระยะเขตกลางระหว่างชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป จะต้องระยะพอเพียง เพื่อความสะดวกในการเทคอนกรีตบรรจุระหว่างรอยต่อ
- สำหรับขอบด้านข้างของชิ้นส่วนพื้น จะต้องนั่งอยู่บนกำแพงที่ไม่ใช้รับน้ำหนักพื้น 2.5 มม. (สำหรับกำแพงอิฐ) โดยมีเขตกลางระหว่างขอบด้านข้าง ของชิ้นส่วนเป็น Insitu Concrete Filling ทั้งนี้เพื่อให้การถ่ายน้ำหนักจากกำแพงเหนือพื้นสู่กำแพงส่วนกลาง โดยการถ่ายน้ำหนักผ่าน Insitu Concrete โดยตรง
- สำหรับการวางชิ้นส่วนบนกำแพง อาจวางได้โดยไม่ต้องเว้นเขตกลาง ไว้กรอกคอนกรีต (Concrete Filling) น้ำหนักจากกำแพงเหนือพื้น จะถ่ายลงกำแพงส่วนกลาง โดยผ่านขอบพื้นสำเร็จรูป รายละเอียดการวางพื้นแบบนี้ ไม่เป็นที่รับรอง

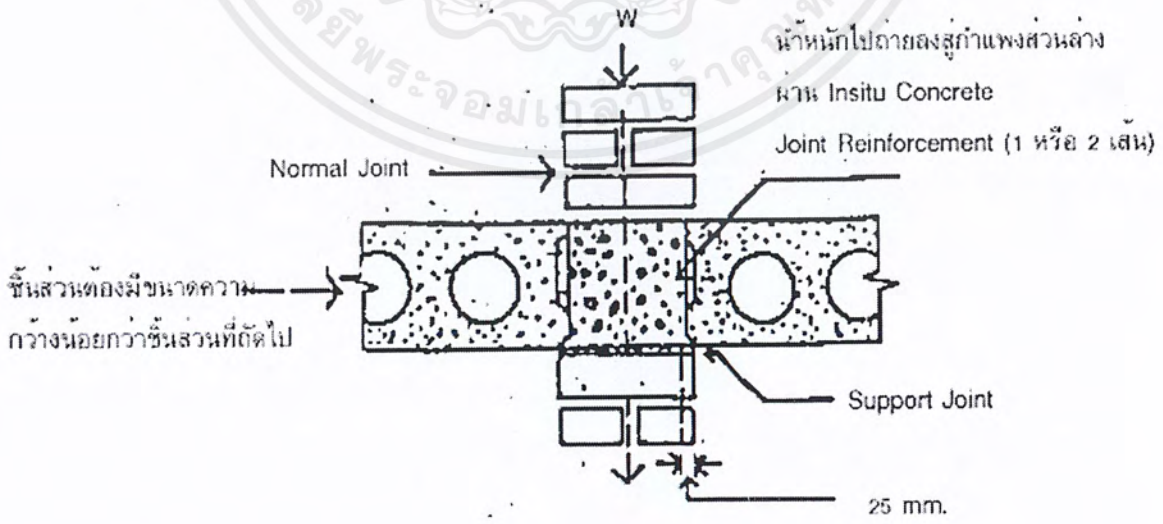
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะจุดอ่อนจะอยู่ที่ Support Joint ซึ่งยากต่อการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานการปฏิบัติงาน สำหรับส่วนดีก็มี คือ ชิ้นส่วนพื้นที่วาง กำแพง จะมีขนาดเท่ากับชิ้นส่วนอื่นๆที่ถัดไป ไม่ควรใช้กับงานก่อสร้างขนาดใหญ่หรือกับอาคารที่ต้องการมาตรฐานสูงในการก่อสร้าง

- สำหรับวางชิ้นส่วนพื้นบนส่วนประกอบโครงสร้าง ที่เป็นกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กตำแหน่งการวางชิ้นส่วนพื้น ดูตามรูปต่อไปนี้

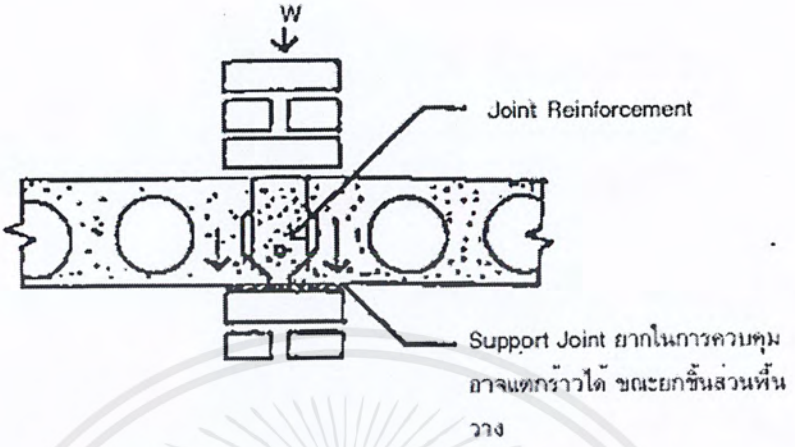


รูปที่ 6.11 น้ำหนัก W และ P ถ่ายลงสู่กำแพงส่วนล่างผ่าน Insitu Concrete



รูปที่ 6.12 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพงเพื่อให้มีการถ่ายน้ำหนักผ่าน Insitu Concrete โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.13 การวางชิ้นส่วนพื้นบนกำแพง

ตัวอย่างรอยต่อระหว่างพื้นกับพื้น และ พื้นกับกำแพงรับน้ำหนักเป็นเพียงตัวอย่างของบางระบบของวิธีการต่อเท่านั้น สำหรับชิ้นส่วนพื้นบนกำแพงอิฐรับน้ำหนักจะต้องมีการค้นคว้าทดลองโดยละเอียด เพราะมีโอกาสจะมีความผิดพลาดได้ง่าย

6.8 รอยต่อของโครงสร้างที่ทำจากเหล็กบางชนิด
(Connection Joints in Light Gauge Steel Structure)

มีการนำเอาเหล็กโครงสร้างชนิดบาง Light Gauge Steel เข้ามาใช้ในประเทศไทยเป็นเวลานานพอสมควรแล้ว แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการนำไปใช้งานยังไม่สู้จะแพร่หลายนัก ส่วนมากถูกนำมาใช้เป็นโครงสร้างหลังคาของโรงงานและอาคารประเภทช่วงกว้าง เช่น โรงอาหาร หอประชุม ฯลฯ บ้างเป็นครั้งคราว

เมื่อคิดถึงความคล่องตัวในการนำเหล็ก Light Gauge Steel มาใช้งานแล้วทำให้น่าแปลกใจว่าทำไมการใช้เหล็กชนิดนี้ยังไม่แพร่หลาย เรายังมีโครงสร้างต่างๆที่สามารถนำเอาเหล็ก Light Gauge Steel มาใช้ได้อีกมาก ยกตัวอย่าง เช่น บ้านพักอาศัย โรงเรียน บ้านพักตากอากาศ อาคารสำเร็จรูปทั้งแบบชั่วคราวและถาวร ฯลฯ ในบรรดาข้อดีทั้งหลายของโครงสร้างเหล็กชนิดนี้ ซึ่งมีทั้งน้ำหนักเบา แข็งแรง ราคาไม่แพง สะดวกต่อการใช้ หาง่าย ฯลฯ ข้อดีที่สุดเห็นจะเป็นตรงที่เราสามารถใช้เหล็กนี้แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

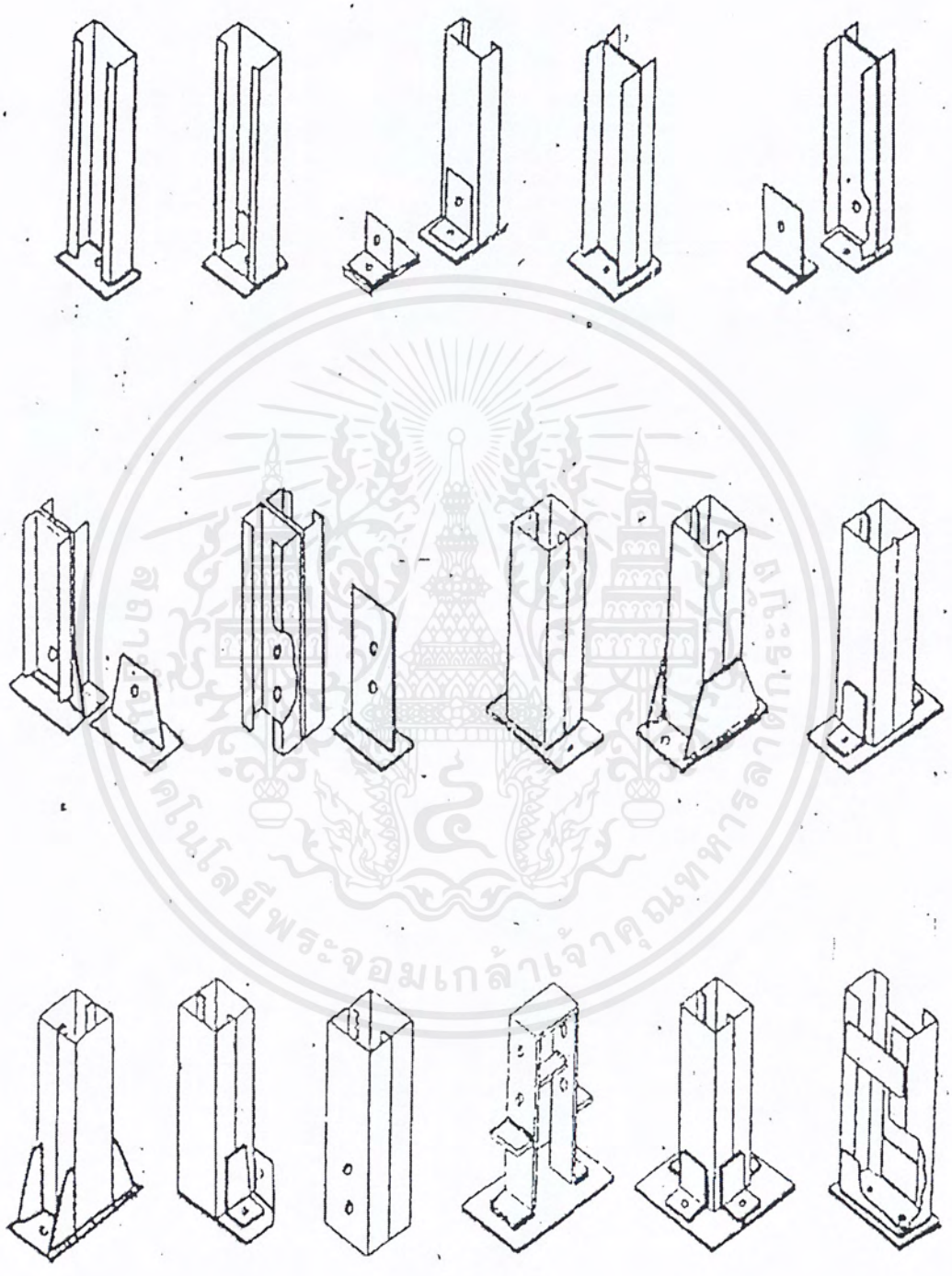
โครงสร้างที่เป็นไม้ ซึ่งนับวันจะมีราคาแพงและหายากขึ้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องเสียเงินมากๆไปซื้อเหล็กโครงสร้างหนัก ได้แก่ I หรือ Wide Flange ฯลฯ ซึ่งนอกจากราคาแพงและหายากยังเป็นการใช้ประโยชน์ได้ไม่คุ้มกับที่เราเสียเงินไป

ในปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมต่อตัวถังรถยนต์ในประเทศไทย ก็เริ่มหันมาใช้เหล็ก Light Gauge มาทำเป็นโครงสร้างตัวถังแทนไม้หรือเหล็กชนิดหนักกันแล้ว ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดจากการนำเหล็กชนิดนี้มาใช้ ได้แก่ ลดน้ำหนักของตัวถังลงไปได้น้อยกว่า 30% โดยที่ความแข็งแรง ทนทานไม่ได้ด้อยไปกว่าโครงสร้างที่ทำด้วยเหล็กหนักเลยแม้นแต่น้อย แต่ทั้งนี้เราต้องมีการป้องกันสนิมหรือทำให้ทนสนิม ซึ่งดูแล้วจะเป็นศัตรูใหญ่ประการเดียวของการใช้เหล็ก Light Gauge ซึ่งมีความหนาของเหล็กประมาณ 6 – 8 มม. หรือน้อยกว่า (ขนาดบางที่สุดประมาณ 1.2 มม.)

เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวในการใช้เหล็ก Light Gauge ในการออกแบบอาคารบ้านเรือน จึงได้รวบรวมตัวอย่างรอยต่อของการใช้เหล็กชนิดนี้ ซึ่งมีทั้งตัวอย่างของ

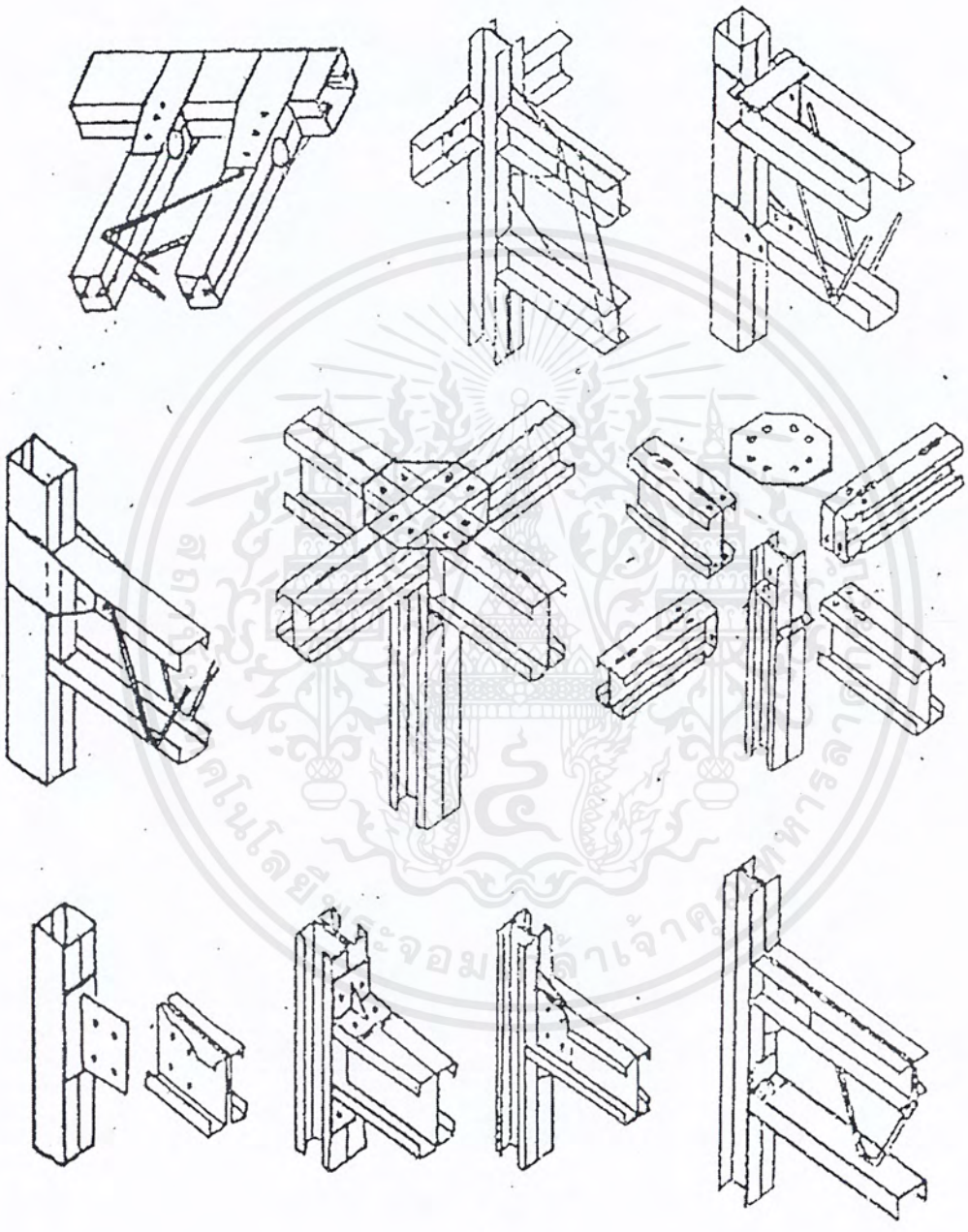
1. รอยต่อบริเวณโคนเสากับพื้น (Stanchion or Column)
2. รอยต่อตรงบริเวณหัวเสา , คานต่อกับเสาชนิดต่างๆ (Multi-purpose uses)
3. การใช้เหล็ก Light Gauge หน้าตัดต่างๆกับเหล็กเส้น หรือเหล็กแผ่น มาทำโครงถัก หรือทำเป็นคานยึด
4. การใช้และออกแบบ Wind Bracing ในรูปต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



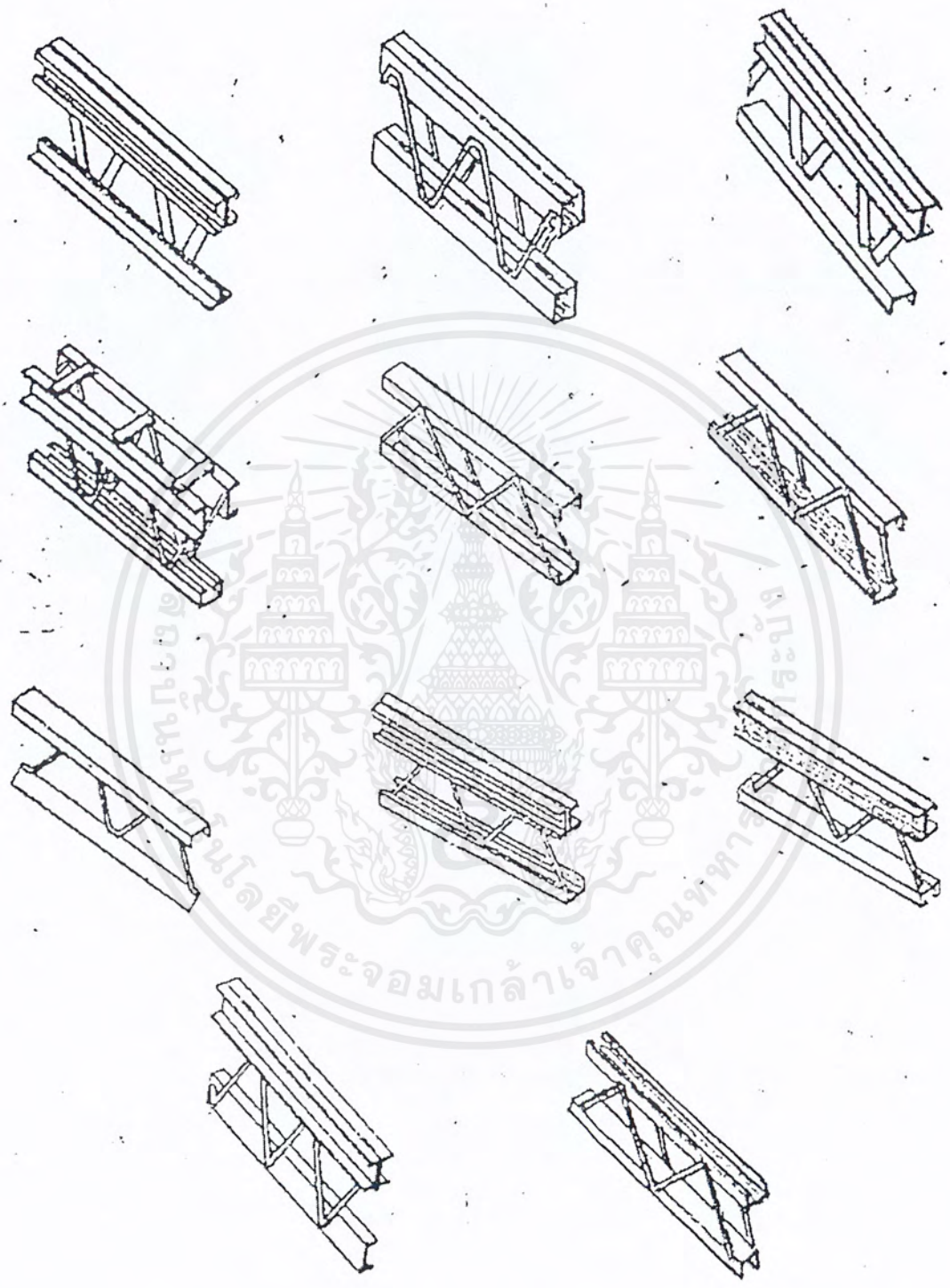
รูปที่ 6.14 รอยต่อบริเวณโคนเสากับพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



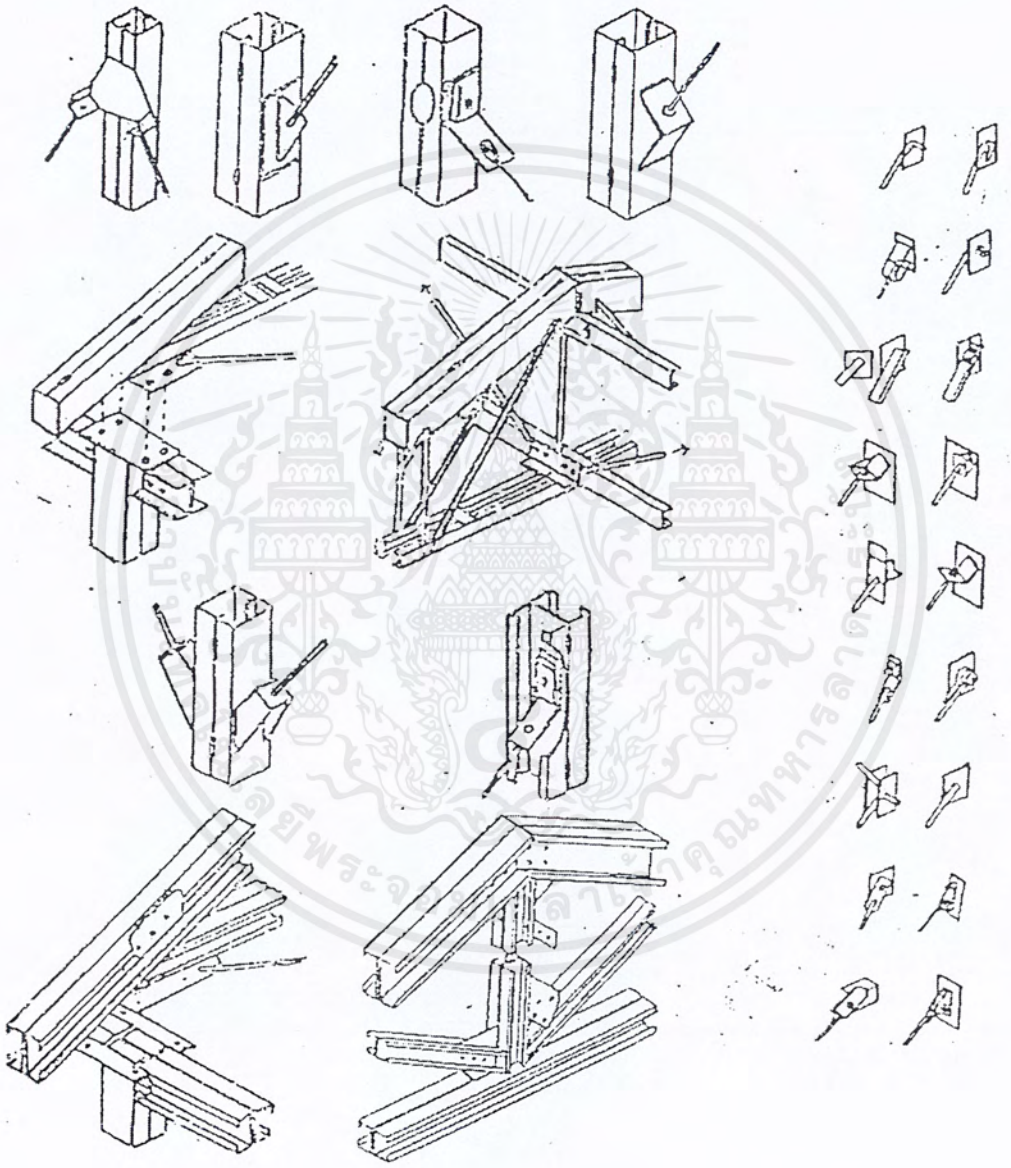
รูปที่ 6.15 รอยต่อบริเวณหัวเสา , คานต่อกับเสา ชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.16 การใช้เหล็ก Light Gauge กับเหล็กเส้น หรือ เหล็กแผ่นมาทำโครงถักหรือเป็นคานยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.17 ตัวอย่างการใช้และออกแบบ Wind Bracing ในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.9 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต

(Connections (Joints) in Structural Concrete Components)

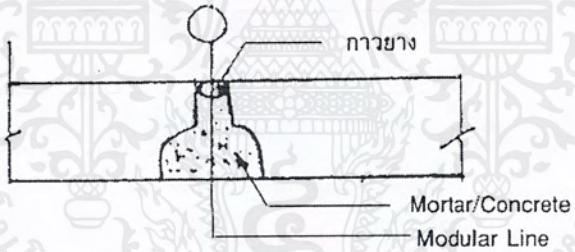
ความจริงอย่างหนึ่งที่เป็นที่ทราบกันดีระหว่างผู้สนใจทำการค้นคว้า ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูป ไม่ว่าจะเป็นระบบใดๆก็ตาม ความจริงนั้นก็คือ ผู้ใดสามารถพิชิตการออกแบบรอยต่อ ผู้นั้นคือผู้พิชิตการออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูป ข้อความดังกล่าว ไม่ใช่เป็นการกล่าวเกินความจริงเลย ถ้าเราพิจารณาว่า ปัญหาที่ยากที่สุดในการออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปนั้นก็คือ ปัญหาของการออกแบบรอยต่อระหว่างส่วนประกอบต่างๆที่เราออกแบบมาแล้วเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของระบบ ซึ่งต้องทำหน้าที่ต่างๆต่อไปนี้

1. ต้องสามารถถ่ายน้ำหนักคงที่ และน้ำหนักจร ที่ใช้ในการออกแบบ ได้ปลอดภัยและมีค่า องค์ประกอบของความปลอดภัยที่สูงแน่นอน
2. สามารถรับหรือถ่ายน้ำหนักได้โดยที่ต้องไม่มีการเคลื่อนที่หรือบิดตัว และบริเวณรอยต่อนั้นๆไม่ควรมีหน่วยแรงสูง
3. ถ้าบริเวณก่อสร้างอยู่ในบริเวณที่มีการทำเหมืองใต้ดิน ขุดน้ำบาดาลมากๆ ในสภาพดินตามลุ่มแม่น้ำหรือย่านที่อาจมีแผ่นดินไหว รอยต่อนั้นต้องสามารถรับหน่วยแรงต่างๆที่อาจเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากการทรุดตัว
4. ต้องช่วยรับค่าความคลาดเคลื่อน ที่อาจจะมีขึ้นในส่วนประกอบของระบบในระหว่างการผลิตหรือรอยต่อนั้นๆยังใช้ได้อยู่ในกรณีที่สัดส่วนของส่วนประกอบไม่แตกต่างมากไปจากค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
5. ต้องง่ายต่อการประกอบ ง่ายต่อการดัดแปลง และไม่ต้องการค้ำยันชั่วคราวมากนักในระหว่างการทำงาน
6. ง่ายต่อการตรวจสอบและง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข
7. ต้องทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้น้ำฝน ลม ไอความร้อน นอกอาคารเข้ามายังในอาคาร และอาจต้องช่วยป้องกันการลดความดังของเสียงด้วย
8. ต้องดูความเรียบร้อยกลมกลืน เข้าส่วนกับส่วนประกอบในระบบ ทั้งนี้แล้วแต่จุดประสงค์ของผู้ออกแบบ

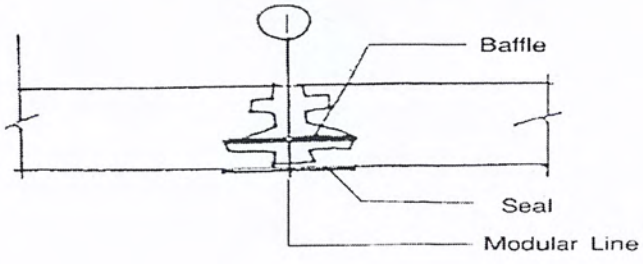
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.9.1 ประเภทของรอยต่อ

แต่เดิมที่เดียวในระยะต้นๆของการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป ผู้ออกแบบมักเลียนแบบการก่อสร้างในระบบการก่อสร้างในที่ โดยพยายามที่อุดรอยระหว่างส่วนประกอบต่างๆให้หนาแน่นดูกลมกลืนเข้ากับวัสดุก่อสร้าง ซึ่งเป็นที่มาของรอยต่อประเภทปิด (Closed Joints) แต่จากประสบการณ์ของผู้ผลิต ผู้ออกแบบ ซึ่งพบว่ารอยต่อชนิดนี้กันความชื้นจากภายนอกได้ก็จริง แต่มักกันความชื้นจากภายในอาคารไม่ให้ออกไปด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะที่อยู่ในเขตหนาว ในฤดูหนาวอาคารบ้านเรือนมักจะมีปัญหาของการกลั่นตัวของไอน้ำ กลายเป็นละอองน้ำจับตัวอยู่ตามผนังอาคาร เนื่องจากอุณหภูมิแตกต่างกัน ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร และความชื้นที่มีประจำในบ้านระหว่างการเตรียมอาหารอาบน้ำ ซึ่งปัญหาความชื้นนี้ในบ้านเราก็เกิดเหมือนกัน โดยเฉพาะในฤดูฝน จึงมีการค้นคว้าออกแบบรอยต่อขึ้นในแนวใหม่ เรียกว่า รอยต่อประเภทเปิด (Opened Joints) ซึ่งอนุญาตให้ความชื้นถ่ายเทออกจากอาคารไปสู่ภายนอกได้ แต่ยังคงคุณสมบัติในด้านอื่นๆของรอยต่อแบบปิดเอาไว้เท่าที่จะทำได้



รูปที่ 6.18 รอยต่อแบบปิด (Closed Joint)



รูปที่ 6.19 รอยต่อแบบเปิด (Opened Joint)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.9.2 การออกแบบรอยต่อ

ก่อนที่จะออกแบบรอยต่อ ทีมงานที่ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปต้องตัดสินใจ และกำหนดกฎเกณฑ์ของการออกแบบต่างๆดังต่อไปนี้

1. รอยต่อที่จะออกแบบจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) หรือแบบไม่ต่อเนื่อง (Simply Support or Hinged)
2. รอยต่อนั้นจะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักทั้งแนวดิ่งและแนวราบมากน้อยเพียงใด
3. รอยต่อนั้นๆจะต้องออกแบบให้มีการยืดหยุ่น (Freedom of Movement) หรือแน่นหนา (Restraint) เพื่อที่ได้รับแรงกระทำหรือการเคลื่อนไหวของโครงสร้าง อันเนื่องมาจากความร้อน (Thermal Movement) การหดตัวเนื่องจาก Shrinkage และ เนื่องมาจาก Creep

อนึ่ง ผู้ออกแบบจะต้องนำเอาวิธีและขั้นตอนของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆเข้าด้วยกัน มาร่วมในการคำนวณออกแบบรอยต่อด้วย ขั้นตอนของการประกอบและการออกแบบค้ำยันชั่วคราว ตลอดจนรายละเอียดของการยึด การยก ฯลฯ ชิ้นส่วนจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน และทำพร้อมๆกันไป กับการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง รอยต่อระหว่างชิ้นส่วน การทำหุ่นจำลองด้วยไม้ตรงรอยต่อของชิ้นส่วน จะช่วยในการวางแผนการก่อสร้างได้มาก เพราะเป็นการยากที่จะมองเห็นปัญหาต่างๆอย่าง 3 มิติ คือ ในแนวราบ แนวดิ่ง และแนวลึก จากแบบก่อสร้าง 2 มิติ

รอยต่อแบบปิด (Closed Joint)

วิธีที่สะดวกที่สุดในการทำรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนพิกัด 2 ชิ้นส่วนก็คือ การที่เราใส่ตัวประสานหรือตัวอุดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทั้งสอง ตัวอย่างที่ง่ายที่สุดในกรณีนั้นได้แก่ การใช้ปูนก่ออุดช่องระหว่างรอยต่อของอิฐ

อีกวิธีหนึ่งคือการออกแบบให้ผิวของชิ้นส่วนที่จะต่อเข้าด้วยกันให้มีหน้าตัด ที่สามารถประกอบเข้าด้วยกันสนิท ยกตัวอย่าง เช่น การเซาะร่องและการไสไม้ชนิดพื้นเข้าร่อง อย่างไรก็ดีรอยต่อแบบนี้มีข้อเสียตรงที่ว่า ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนจะเป็นชิ้นที่ออกแบบพิเศษมีลักษณะของตนเอง และต้องประกบเข้ากับส่วนรับอีกชิ้นหนึ่ง ทำให้ขาดความคล่องตัวในการใช้แทนชิ้นส่วนอื่นๆ นอกจากนี้ เนื่องจากครึ่งหนึ่งของรอยต่อออกแบบมาเป็น “ตัวผู้” และครึ่งหนึ่งออกแบบมาเป็น “ตัวเมีย” ทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบติดตั้งต้องเป็นไปตามลักษณะของรอยต่อคือ เรียงไปตามขวามือตลอด หรือซ้ายมือโดยตลอด เป็นต้น เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ทำให้จำนวนชิ้นส่วนมีจำนวนมีชนิดเพิ่มขึ้น เป็นภาระต่อหน่วยผลิตและหน่วยวางแผนก่อสร้าง

รอยต่อแบบเปิด (Open or Drained Joint)

รอยต่อแบบนี้พัฒนาขึ้นมา สำหรับการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปแบบชิ้นส่วนรับน้ำหนักขนาดใหญ่ แต่ไม่มีเหตุผลขัดแย้งประการใดที่จะนำรอยต่อชนิดนี้มาใช้กับชิ้นส่วนที่ทำจากวัสดุอื่นๆ เช่น ไม้ หรือโลหะ หรือรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่ทำขึ้นจากวัสดุก่อสร้างต่างชนิดกัน

ต่อไปเป็นตัวอย่างของรอยต่อของโครงสร้างชนิดต่างๆที่ใช้กันแพร่หลายในยุโรป ตัวอย่างเหล่านี้ถูกออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้กับลักษณะภูมิประเทศของท้องถิ่นนั้นๆ กฎบัญญัติที่บังคับ ดังนั้น การที่แสดงไว้ให้ดูในที่นี้ก็เพื่อเป็นตัวอย่างช่วยประกอบในการออกแบบภายใน ประเทศไทยของเรา ซึ่งต้องมีการดัดแปลงแก้ไขปรับปรุงให้เข้ากับวัสดุก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนฝีมือของช่างก่อสร้างบ้านเรา การยกตัวอย่างรอยต่อจะยกตัวอย่างโดยแบ่งประเภทของการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รอยต่อที่ใช้กับ Framed Structures เป็นพวกแรก กับรอยต่อที่ใช้กับ Panel Structures บางจำพวกเป็นประเภทถัดไป

6.10 รอยต่ออาคารคอนกรีตสำเร็จรูปประเภท Framed Structures

6.10.1 รอยต่อระหว่างเสา-ฐานราก (Column – Foundation joints : CF)

รอยต่อประเภทนี้มี 4 ชนิดคือ

1. แผ่นรองใต้ฐานมีขนาดเท่ากับเสา (Column Size Base Plates)
   ดังรูป CF1 , CF2 และ CF3
2. แผ่นรองใต้ฐานมีขนาดใหญ่กว่าตัวเสา (Oversize Base Plates)
   ดังรูป CF4 , CF5 , CF6 และ CF7
3. ฐานรับเสาแบบช่องเสียบ (Socket Base)
   ดังรูป CF8
4. รอยต่อแบบ Sleeve-grout ดังรูป CF9 , CF10 , CF11 และ CF12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปรอยต่อประเภทนี้จะอยู่ใต้ระดับพื้น (Finished Floor) การเลือกประเภทรอยต่อแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบเสา ดังนี้

1) เสาประเภทอัดแรงหรือไม่อัดแรง (Prestress or non-prestress)
2) เสาเดี่ยวหล่อในที่
3) เสาที่มีการยึดรั้ง หรือ จุดรองรับแบบ pin

6.10.2 รอยต่อระหว่างเสากับเสา (Column – Column joints : CC)

โดยทั่วไปมีรูปแบบชนิดรอยต่อระหว่างเสาดังนี้ คือ

1. รอยต่อแบบหมุดยึด (Bolted) ดังรูป CC1 , CC2 และ CC3
2. รอยต่อเชื่อมยึดติดกับแผ่นรอง (Welded Plates) ดังรูป CC4 และ CC5
3. รอยต่อยึดด้วยท่อโลหะ (Tube to Tube) ดังรูป CC6
4. รอยต่อยึดด้วยการ Sleeve Grout ดังรูป CC7 , CC8 และ CC9
5. รอยต่อยึดด้วยการเชื่อมเหล็กต่อทาบ (Welded Lap Bars) ดังรูป CC10
6. รอยต่อยึดด้วย Sleeve Tube ดังรูป CC11
7. รอยต่อยึดด้วยลวดเกลียวอัดแรง ดังรูป CC12

6.10.3 รอยต่อระหว่าง คานหลัก – เสา (Girder – Column joints : GC)

ประเภทของรอยต่อแบบ GC มีดังนี้

1. รอยต่อแบบเชื่อม , ใช้หมุดยึด หรือใช้เหล็ก Dowel ระหว่างเสากับคานหลัก (Simple welded bolted or Dowel connection) ดังรูป GC1 – GC16
2. รอยต่อแบบแขวน (Hanger connection) ดังรูป GC17 และ GC18
3. รอยต่อเพื่อรับโมเมนต์ (Composite moment connection) ดังรูป GC19 , GC20)
4. รอยต่อประยุกต์ใช้ในกรณีพิเศษ (Special Application) ดังรูป GC21 – GC24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของรอยต่อส่วนประกอบโครงสร้างแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับการถ่ายแรงและลักษณะทางเรขาคณิตของโครงสร้าง ซึ่งพิจารณาจากเงื่อนไขต่อไปนี้

- สภาพการรองรับของคานหลัก (Girder bearing condition)
  : บริเวณหลังคา คานหลักจะวางบนหัวเสาโดยตรง หรือบางครั้งหัวเสาอาจอยู่สูงกว่าระดับคานหลัก ซึ่งคานหลักจะถูกวางพาดบนปีกรับคานบริเวณหัวเสา
- ความสูงระดับพื้นและเพดาน (Floor and Ceiling)
- การต้านทานแรงด้านข้าง (Lateral force resistance)
  : ถ้าโครงสร้างต้องต้านทานต่อแรงกระทำด้านข้าง รอยต่อจำเป็นต้องสามารถถ่ายโมเมนต์ที่เกิดขึ้นได้
- ชนิดและขนาดแรงกระทำ (Load type and Magnitude)
  : ขนาดปีกรับคานขึ้นอยู่กับแรงกระทำทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน นอกจากนี้แรงกระทำเยื้องศูนย์ต้องถูกนำมาพิจารณาด้วยเพราะทำให้เกิดการบิด (Torsion) ขึ้นได้

สำหรับรอยต่อของคานยื่น (Cantilever Girder) ที่ต้องมีการพาดผ่านเสา จำเป็นต้องออกแบบรอยต่อเป็นกรณีพิเศษ

6.10.4 รอยต่อระหว่าง คาน – คานหลัก (Beam – Girder joints : BG)

รอยต่อประเภทนี้จำเป็นเมื่อมีการวางคานซอยบนคานหลัก

รูป BG1 และ BG2 แสดงการวางคานซอยบนปีกล่าง (Lower Bearing Pad) ของคานหลัก ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความลึกของคานซอยและคานหลัก รอยต่อประเภทนี้ใช้ในการเชื่อมต่อระบบพื้นที่มีการเท Topping

รูป BG3 แสดงรอยต่อแบบแขวน (Hanger Connection)

สำหรับรอยต่อแบบ Dowel-sleeve (BG4) ใช้ในกรณีที่ความลึกคานเพียงพอในการวางคานซอยบนคานหลัก แล้วทำการยึดด้วยหมุดยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.10.5 รอยต่อระหว่าง คาน – คาน (Beam – Beam joints :BB)

รอยต่อลักษณะนี้จะพบในกรณีคานสามด้านต่อชนกับเสาเป็นรูปกางเขน หรือการต่อคานช่วงกลางคาน (mid-span) หรือในระบบคานต่อเนื่อง (Continuous beam)

ตัวอย่างรอยต่อ BB1 เป็นการต่อคานแบบพาดด้วยกัน รอยต่อบริเวณข้างบนจะมีเหล็กเสียบยึดระหว่างคานเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ตามแนวยาว

รอยต่อ BB2 รอยต่อบริเวณด้านล่างจะเป็นร่องเหล็กสำหรับต่อคาน ส่วนบริเวณด้านบนจะประกบด้วยแผ่นเหล็กและยึดด้วยหมุด

รอยต่อ BB3 ใช้ Splice Sleeve ซึ่งช่วยในเรื่องการถ่ายโมเมนต์

6.11 รอยต่ออาคารคอนกรีตสำเร็จรูปชนิด Large – panel types

6.11.1 รอยต่อระหว่างผนัง-ผนัง (Wall – Wall joints :WW)

มีในแบบต่างๆดังนี้

1. โบลท์ยึดในแนวราบ (Horizontal-bolted) ดังรูป WW1
2. เชื่อมยึดในแนวราบ (Horizontal-welded) ดังรูป WW2 และ WW3
3. ปลอก Sleeve ยึดในแนวราบ ดังรูป WW4
4. ยึดด้วยลวดอัดแรง (Horizontal-post-tnesioned) ดังรูป WW5 และ WW6
5. โบลท์ยึดในแนวดิ่ง (Vertical-bolted) ดังรูป WW7 และ WW8
6. เชื่อมยึดในแนวดิ่ง (Vertical-welded) ดังรูป WW9 – WW12

6.11.2 รอยต่อระหว่างพื้น-พื้น (Slab – Slab joints : SS)

รอยต่อต่อทางด้านข้างของพื้นทำขึ้นเพื่อถ่ายแรงเฉือนและเพื่อการวางแนว สำหรับความหนาของพื้นดับเบิ้ลทีจะอยู่ระหว่าง 2 นิ้วถึง 12 นิ้ว และจะมากกว่านี้สำหรับพื้นกลวงหรือพื้นตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยต่อมาตราฐานใช้ระหว่างพื้นกลวงและพื้นตันจะถูกเกร๊าท์ เชียร์คีย์ (SS1) ขนาดและรูปร่างของคีย์จะเปลี่ยนไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ในการเกร๊าท์คีย์จะถูกเติมใส่ด้วย ทราย-ซีเมนต์

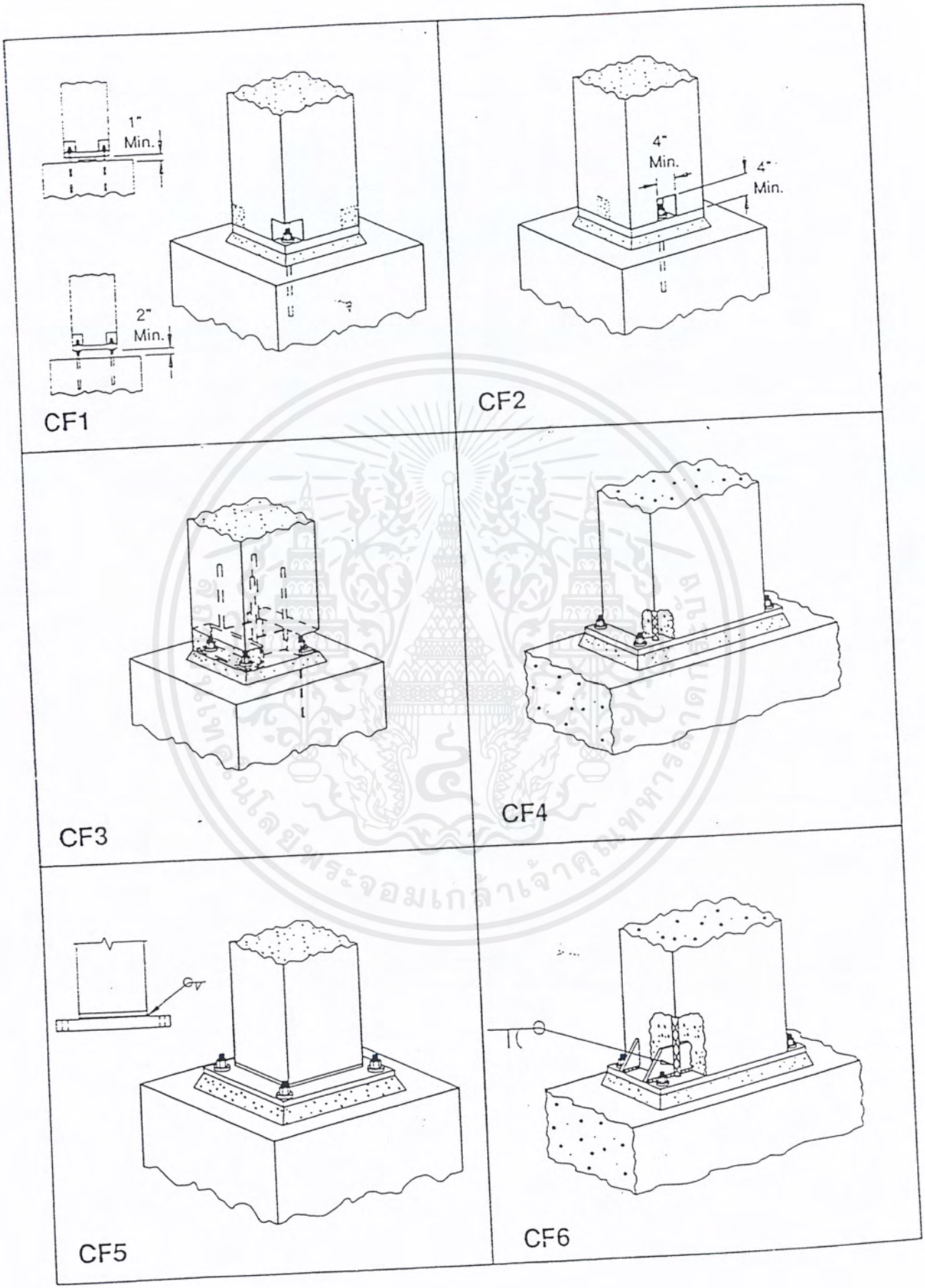
รอยต่อแบบ Mechanical Connection จะใช้แผ่นเหล็กแบนประกบข้างแผ่นพื้นและทำการยึดแผ่นพื้นทั้ง 2 ชิ้นด้วยสมอยึดหรือใช้สลักยึดฝังในเนื้อคอนกรีตดังรูป SS2 – SS6

6.11.3 รอยต่อระหว่าง พื้น - ผนัง (Slab - Wall joints : SW)

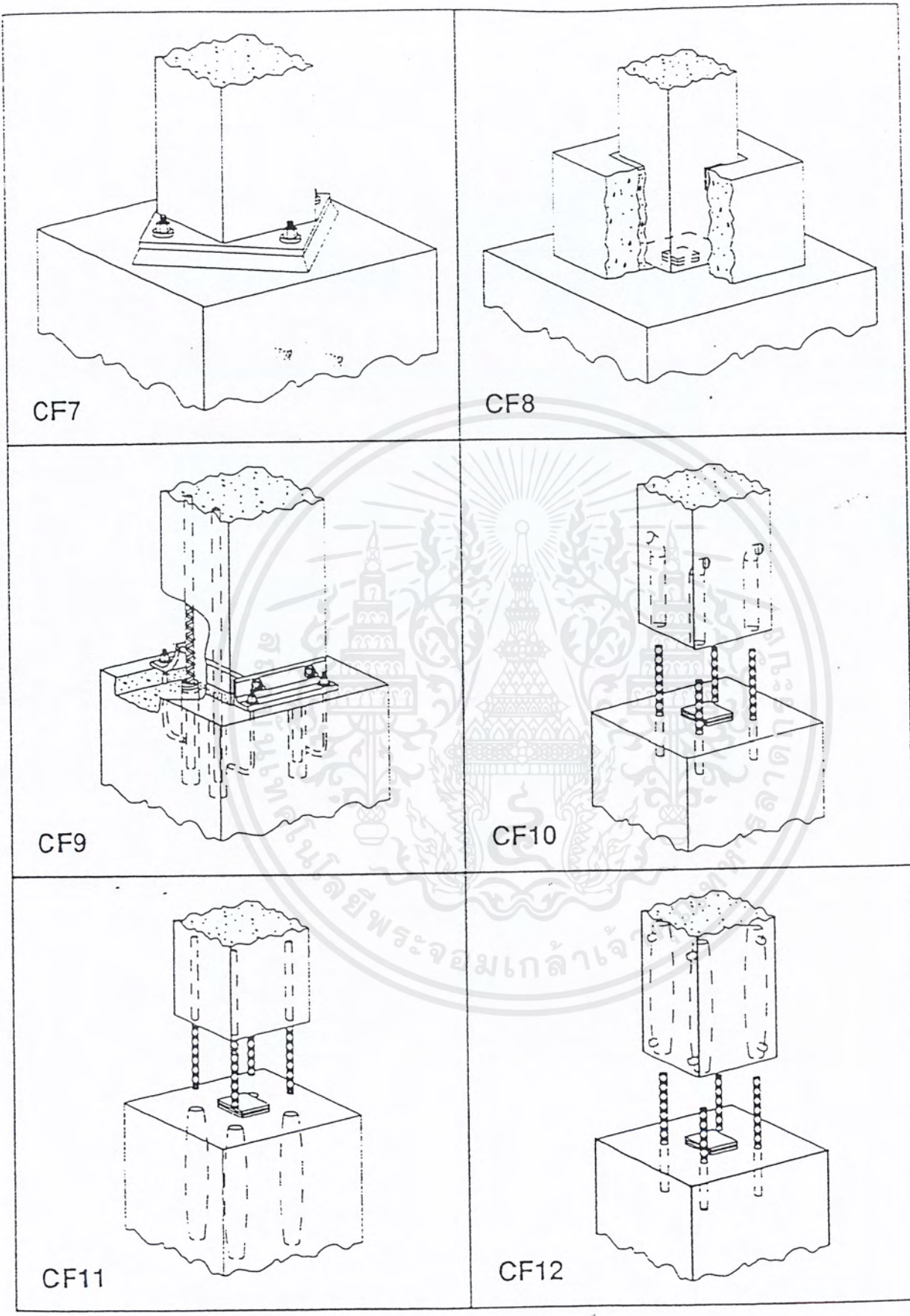
มีในแบบต่างๆดังนี้

1. รอยต่อของพื้นกลวงและตัน (Hollow – Core and Solid Slab Connection) ดังรูป SW1 - SW4
2. Stemmed Member Connection ดังรูป SW5 - SW12

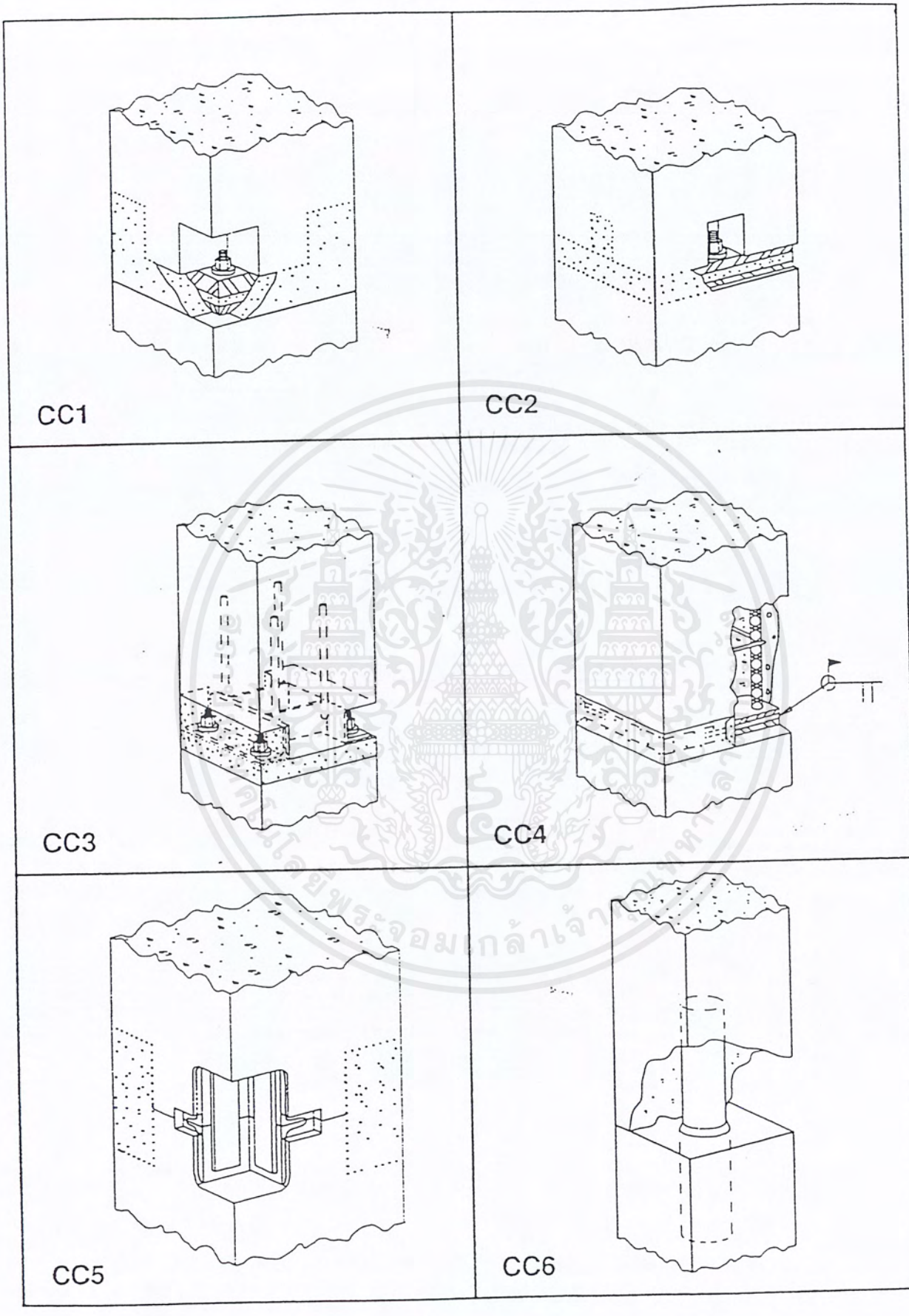
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



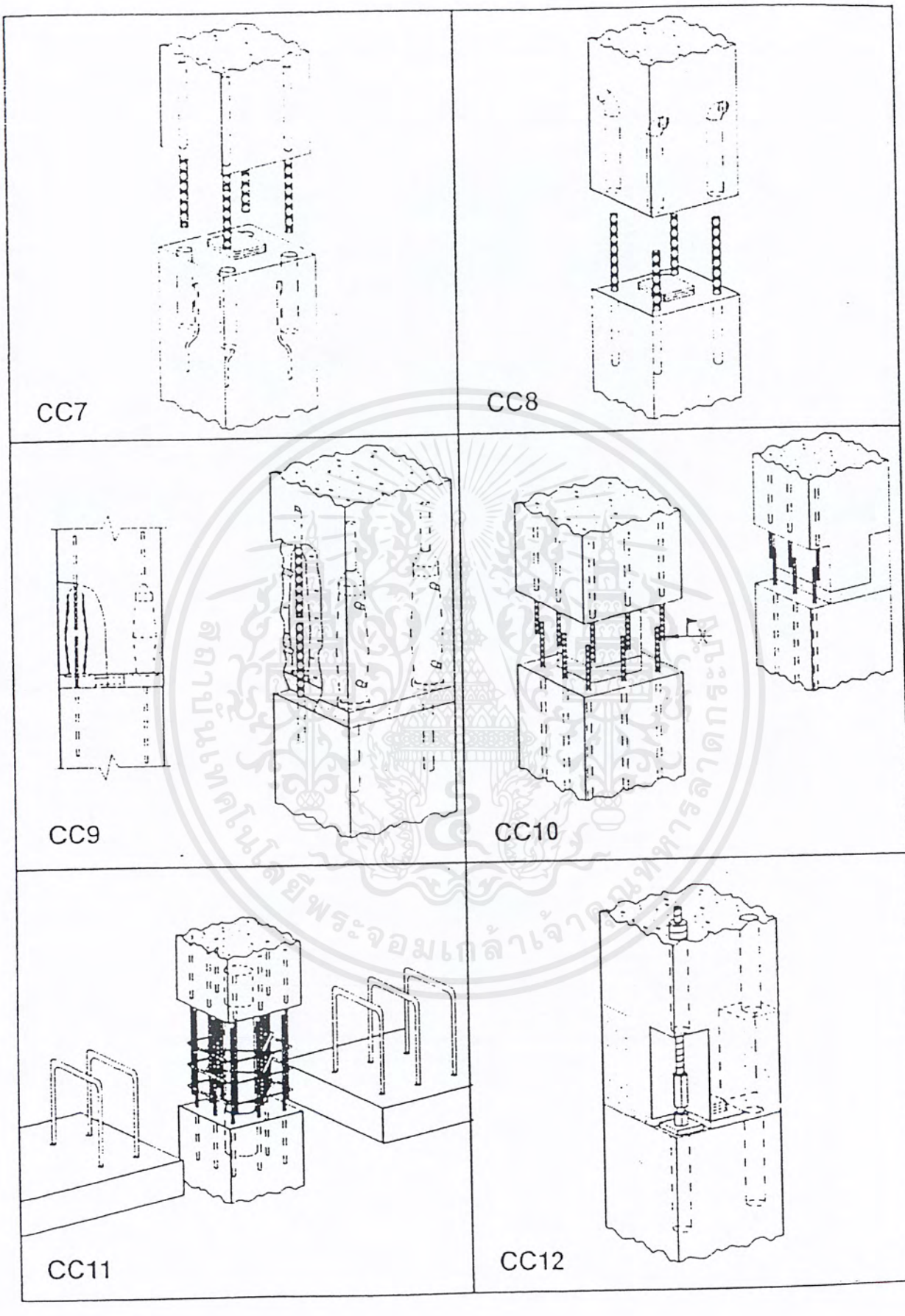
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



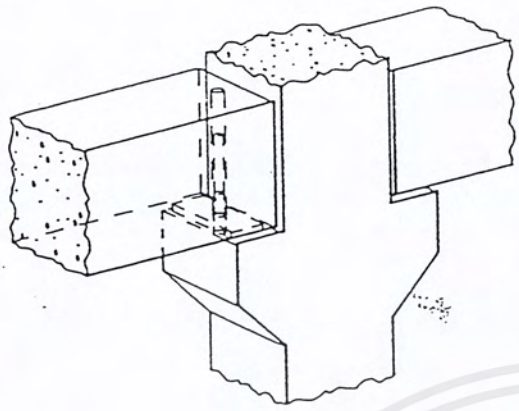
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



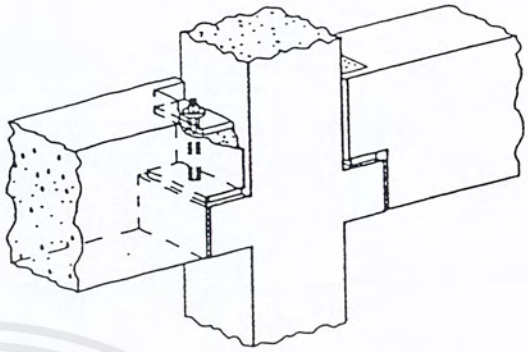
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



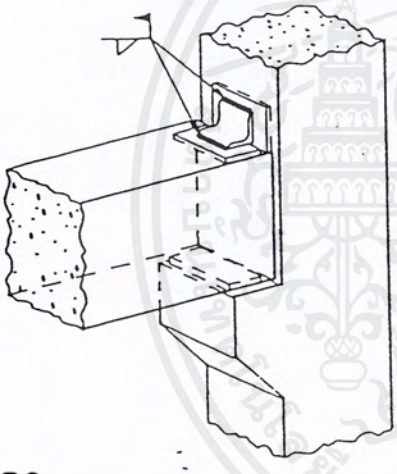
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



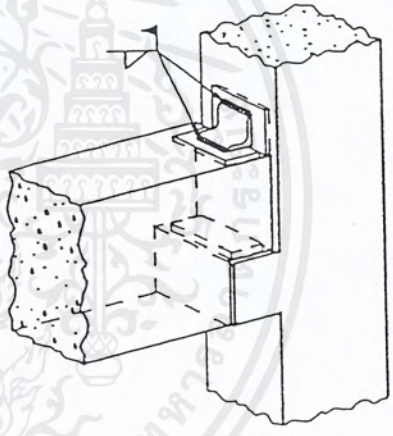
GC1



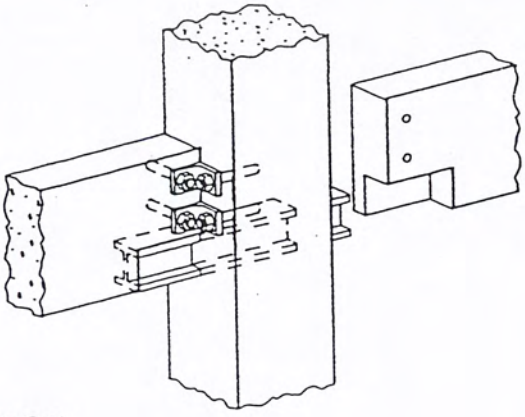
GC2



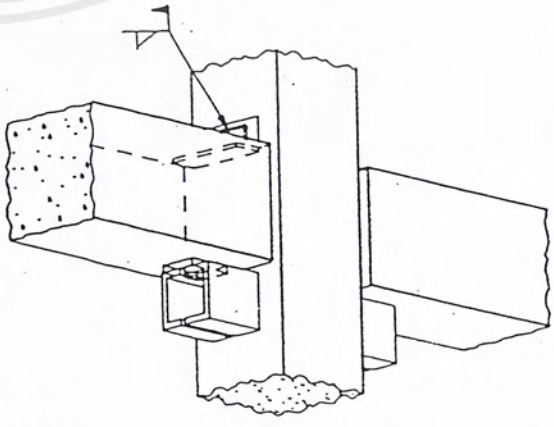
GC3



GC4

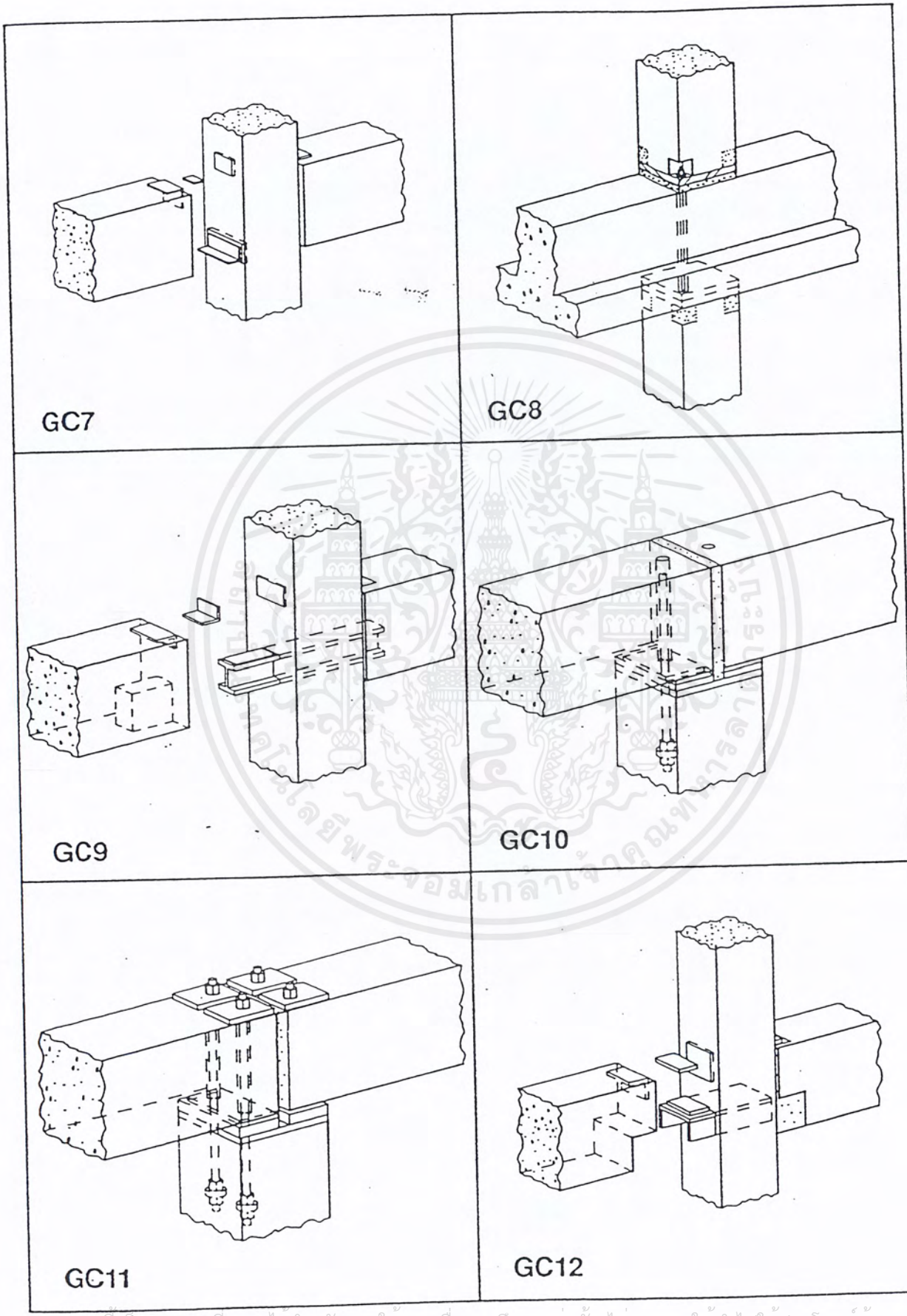


GC5

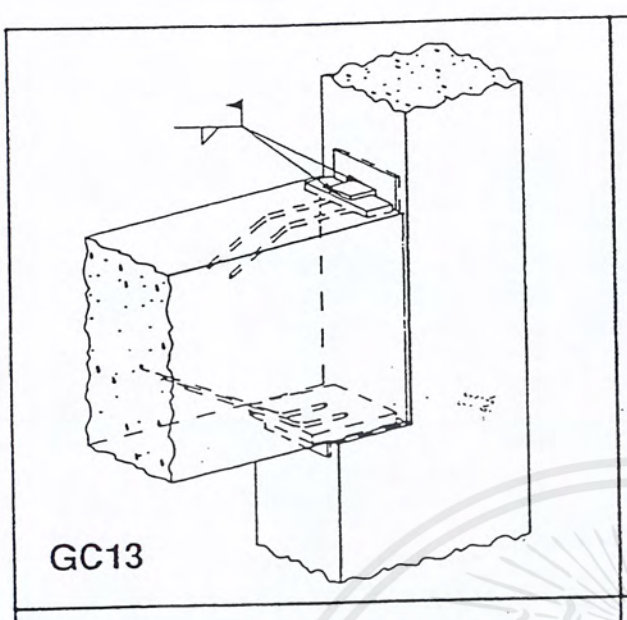


GC6

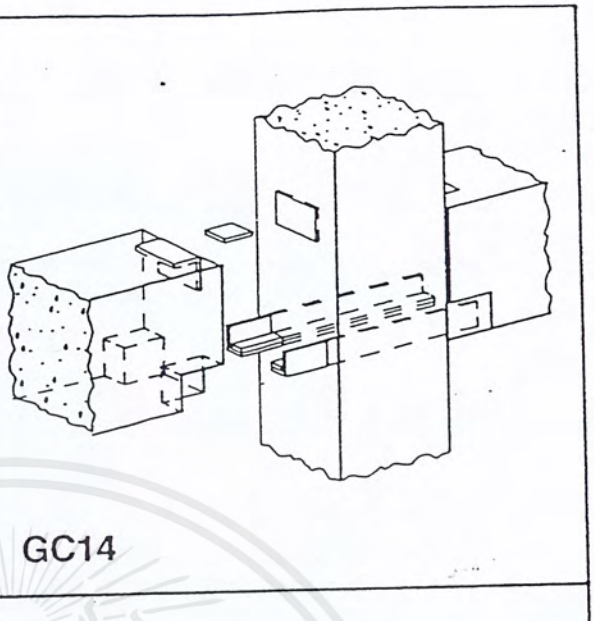
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



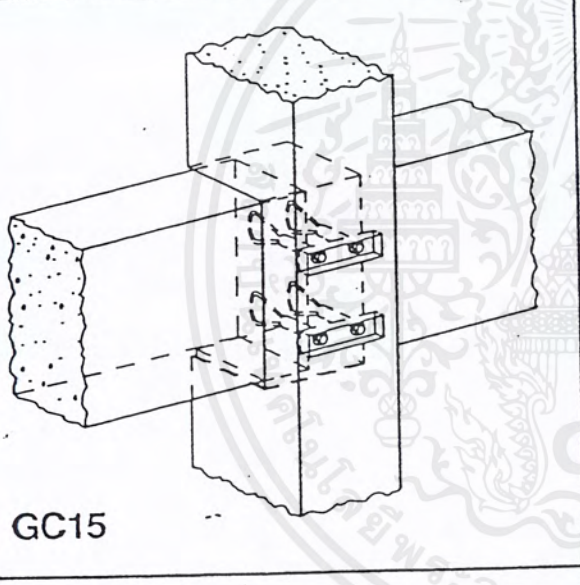
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



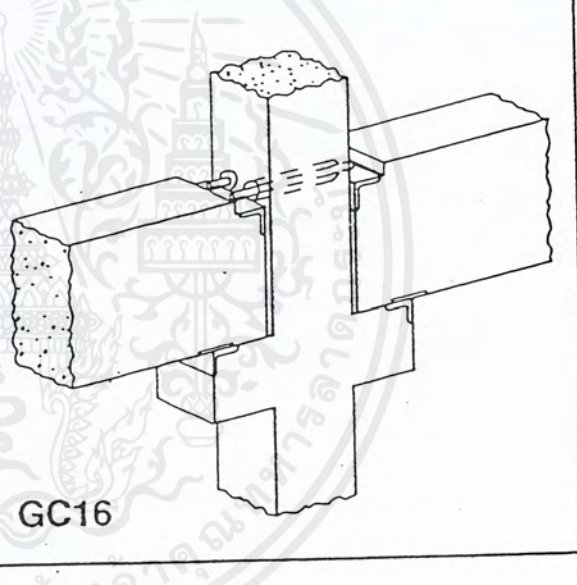
GC13



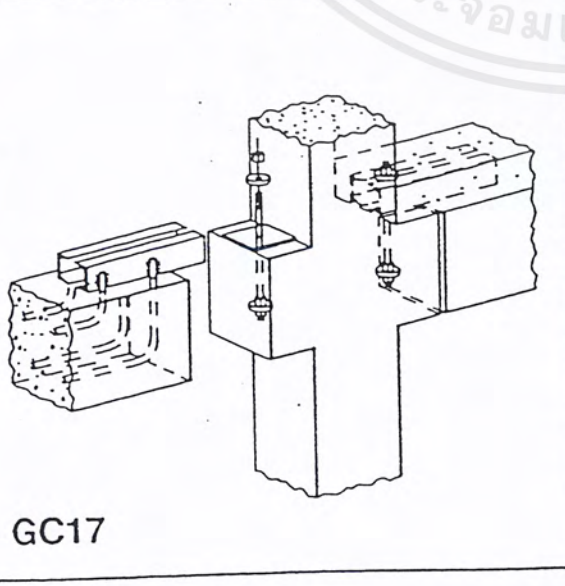
GC14



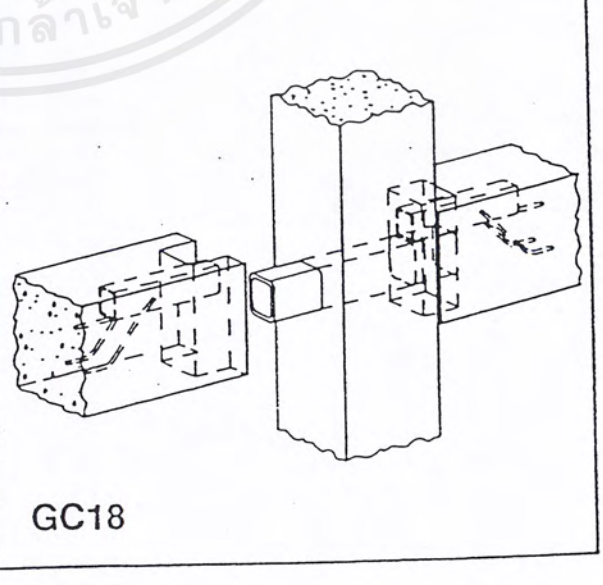
GC15



GC16

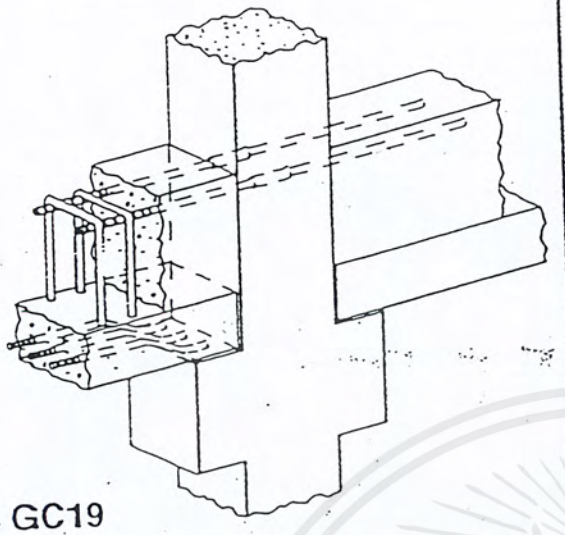


GC17

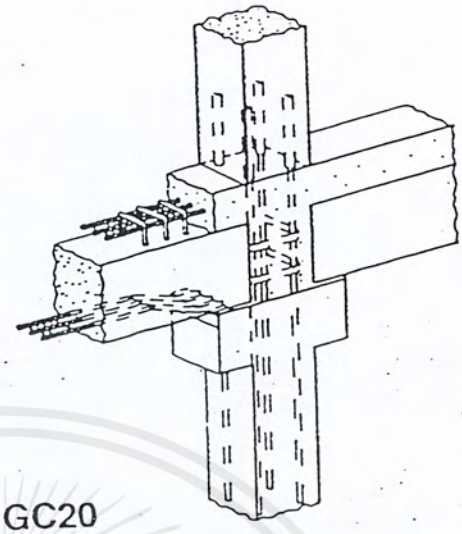


GC18

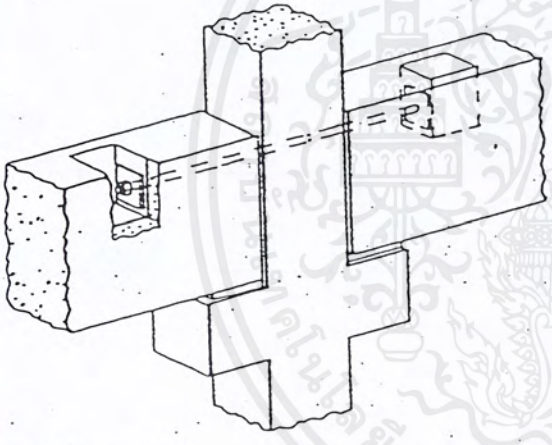
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



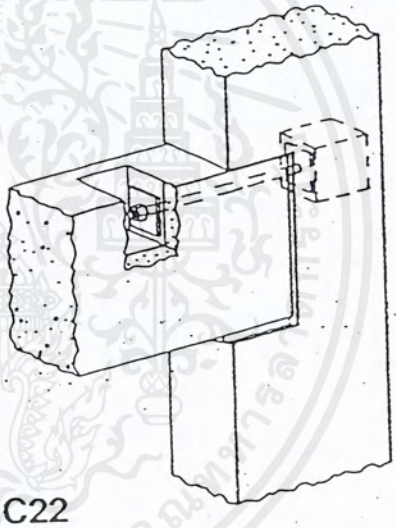
GC19



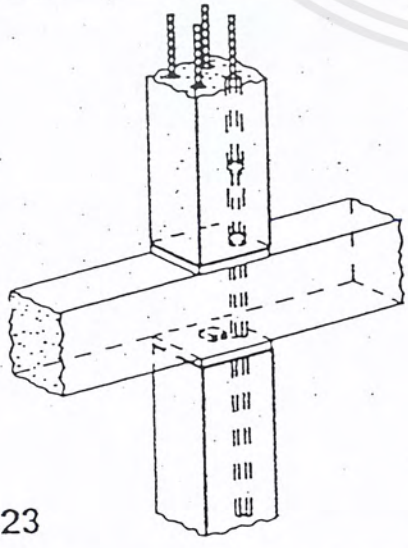
GC20



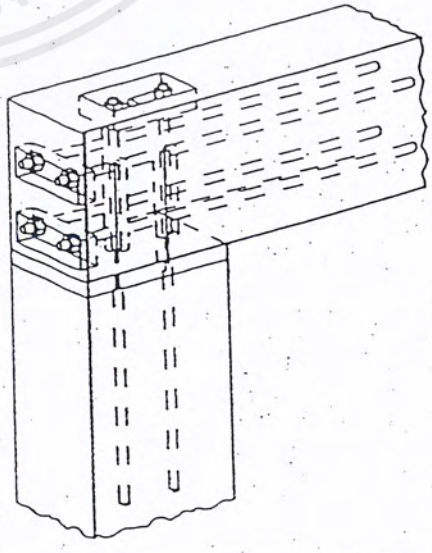
GC21



GC22

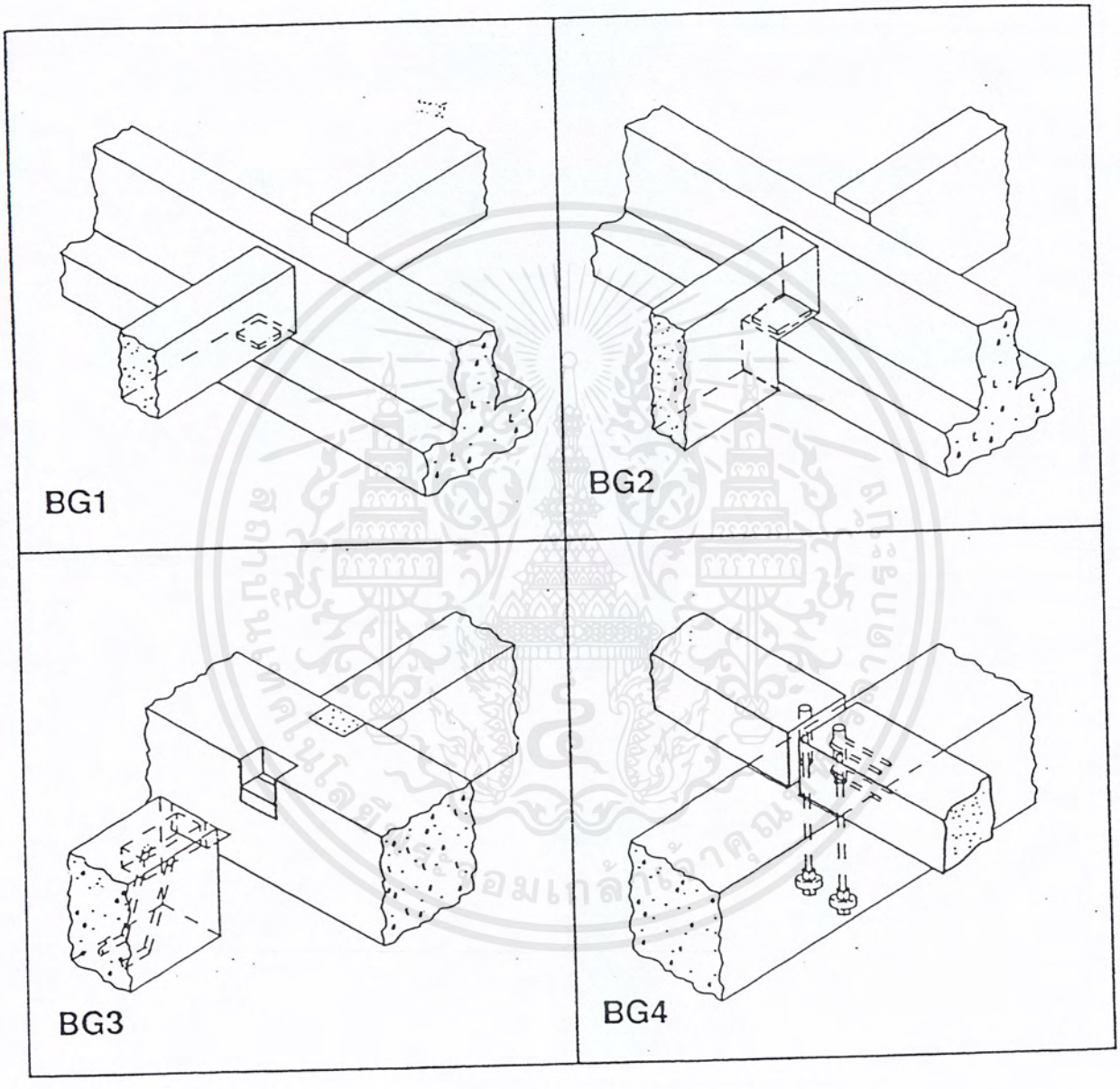


GC23

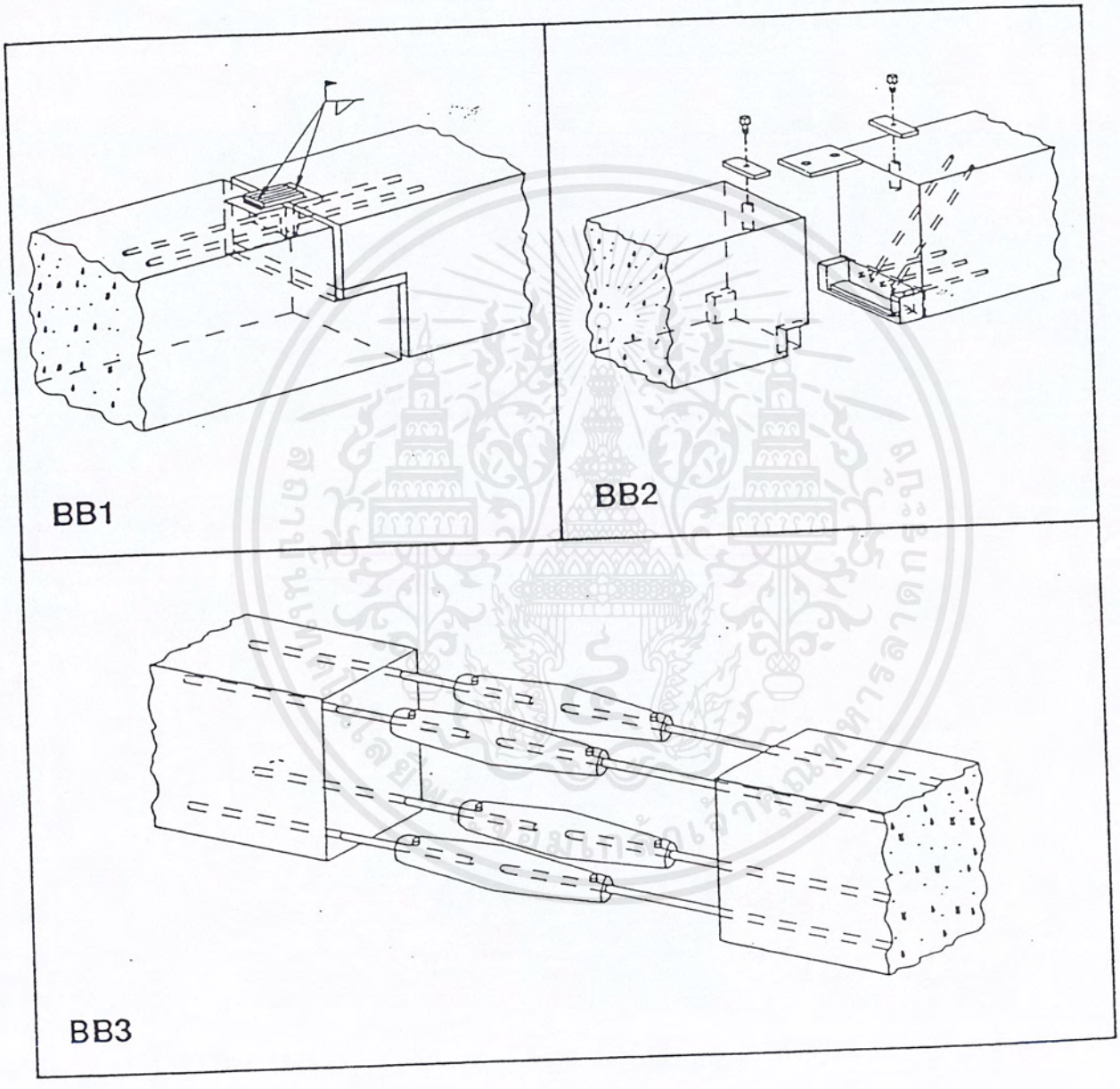


GC24

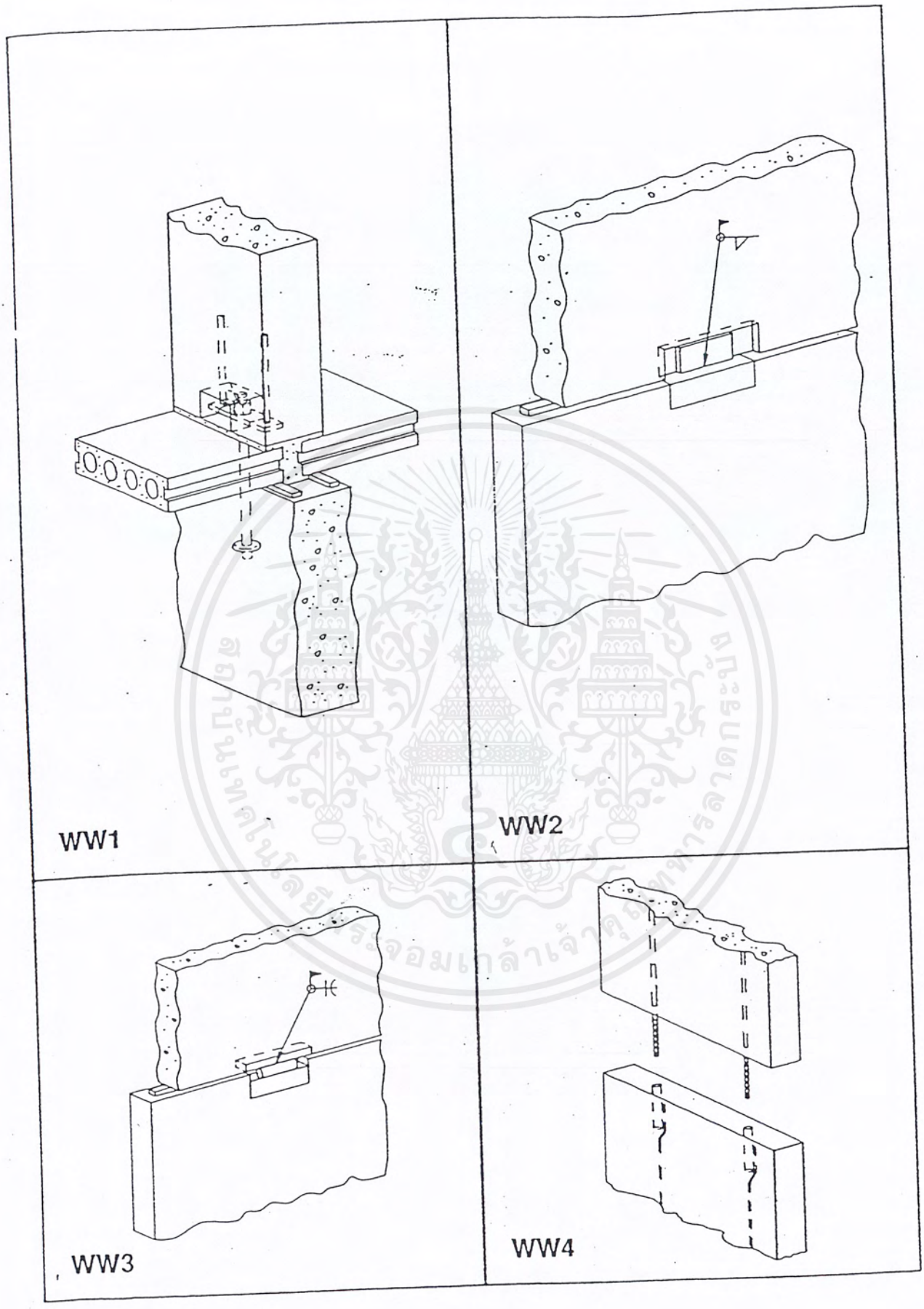
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



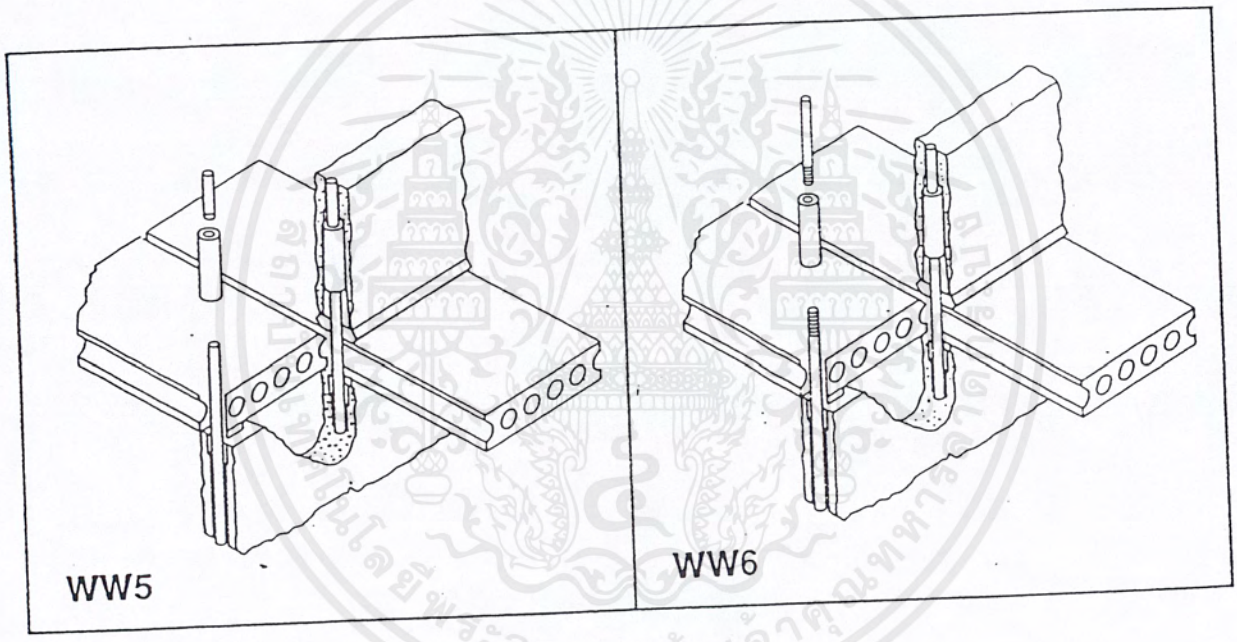
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



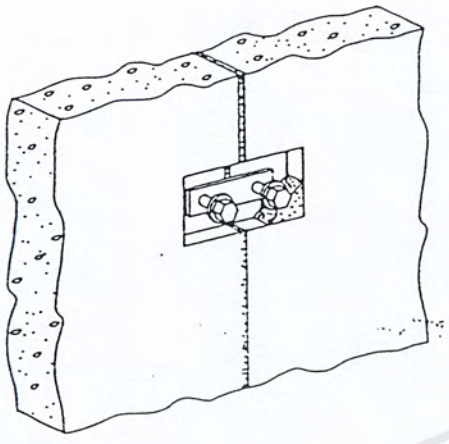
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



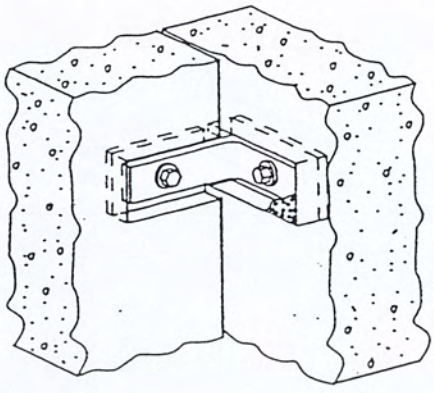
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



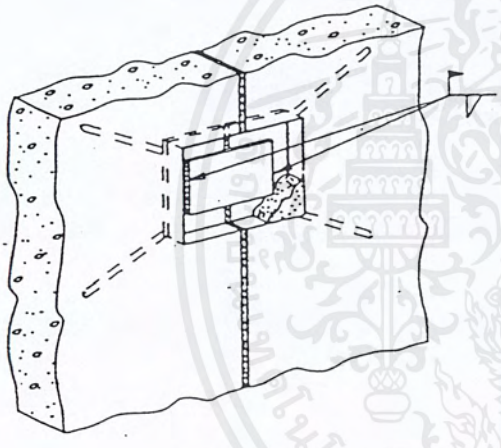
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



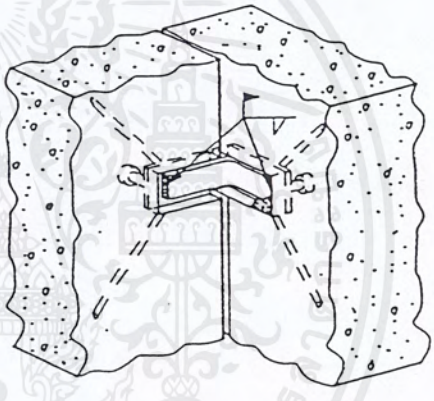
WW7



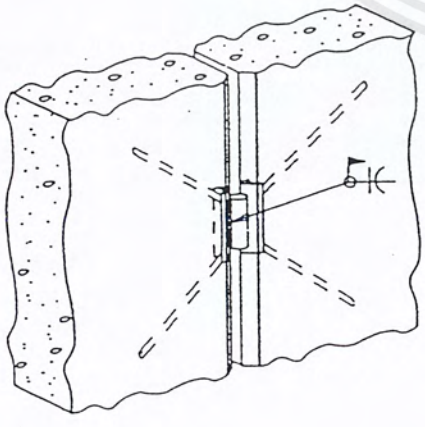
WW8



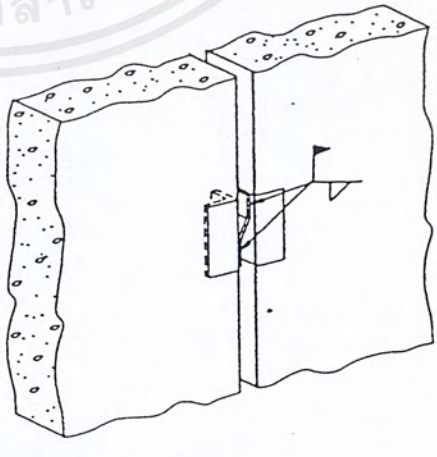
WW9



WW10

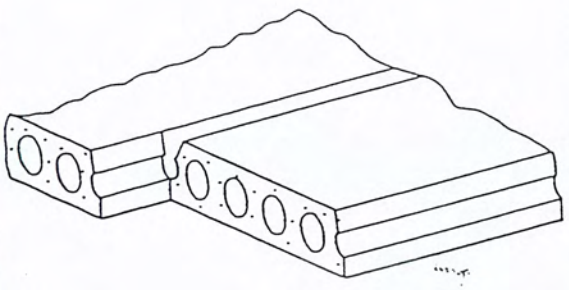


WW11

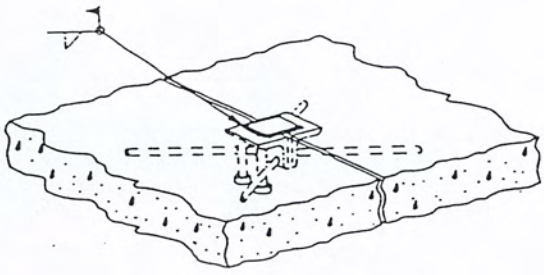


WW12

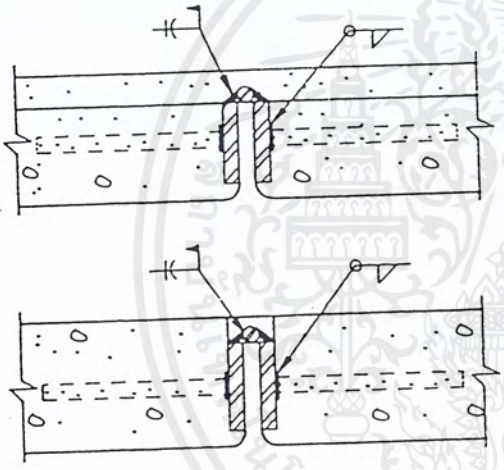
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SS1

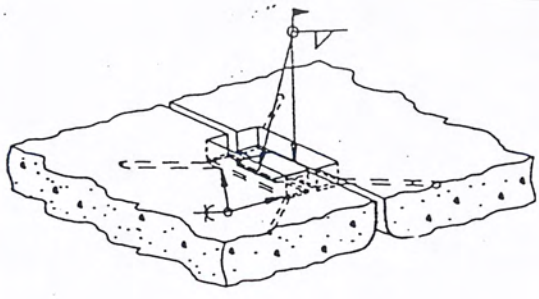


SS2

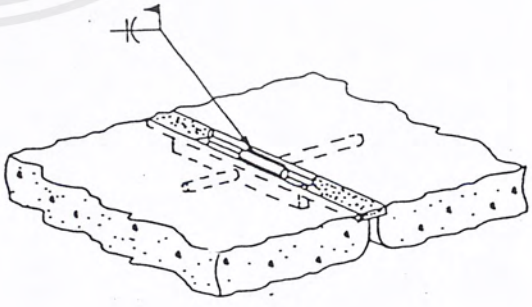


SS3

SS4

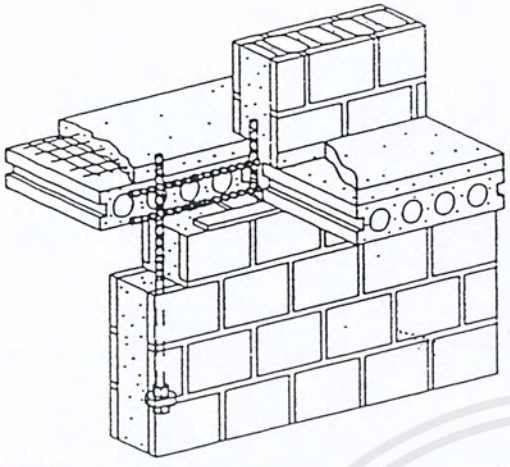


SS5

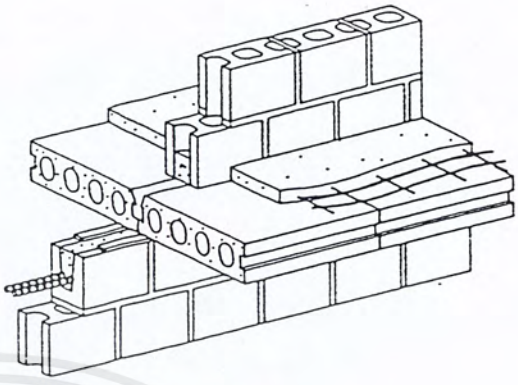


SS6

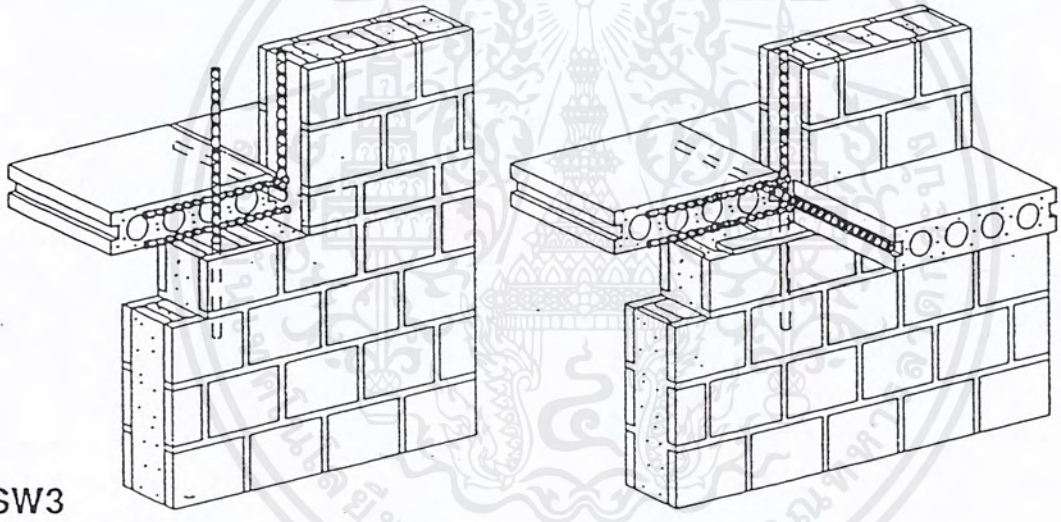
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



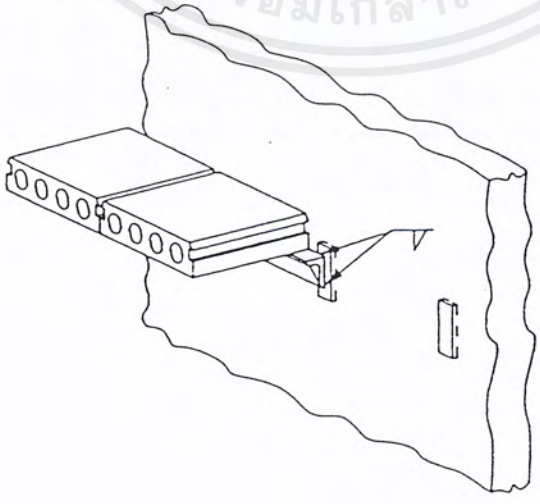
SW1



SW2

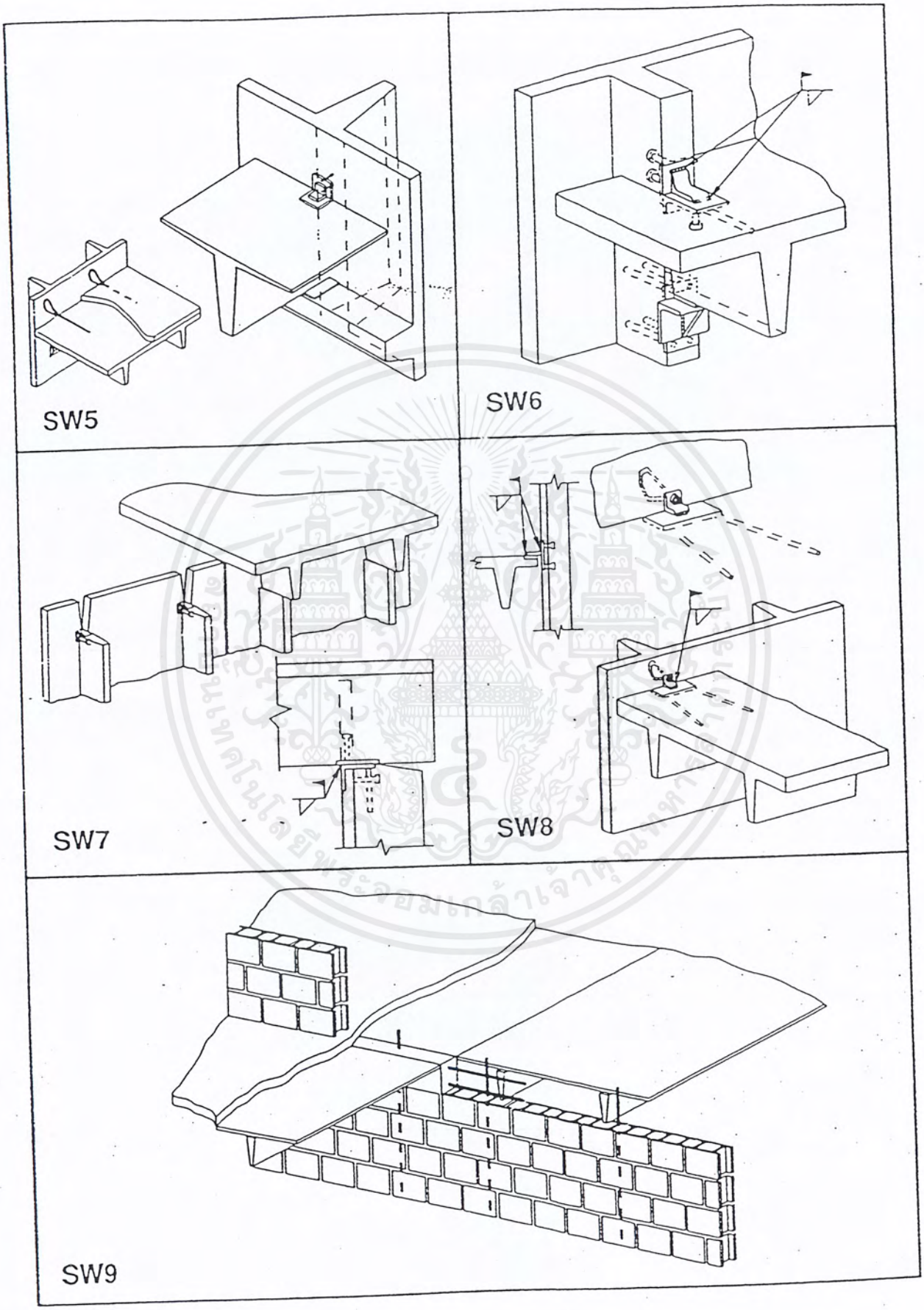


SW3

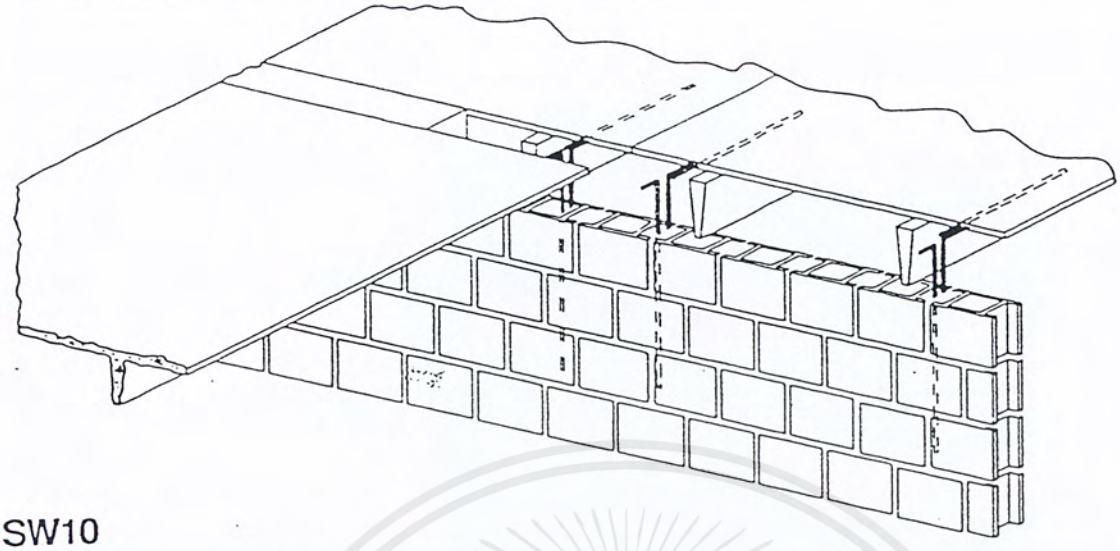


SW4

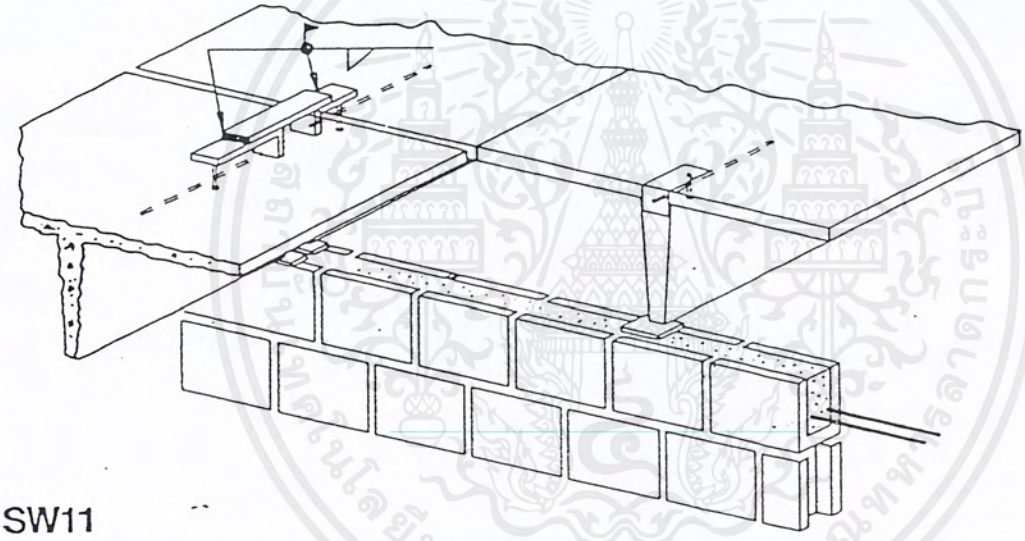
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



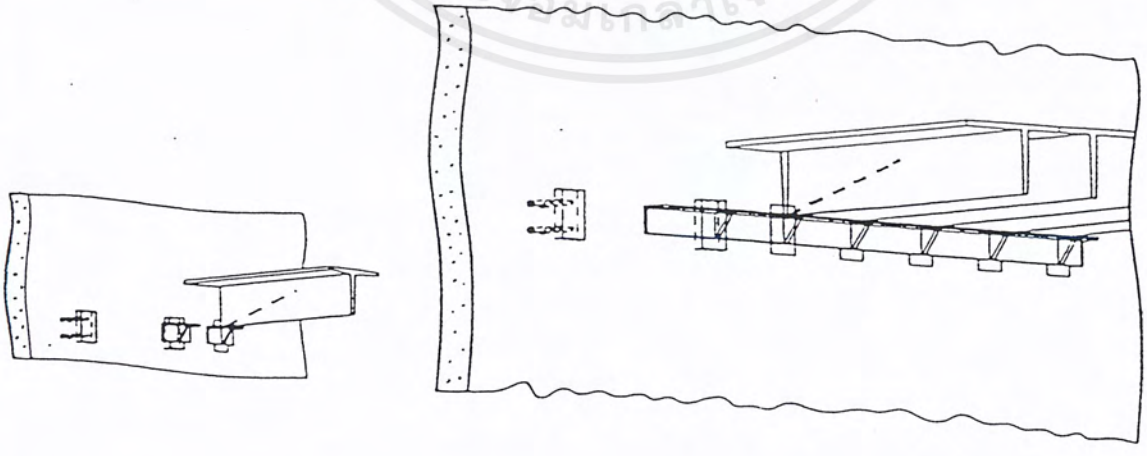
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SW10



SW11



SW12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.12 บทสรุป

ตัวอย่างรอยต่อแบบต่างๆที่ได้รวบรวมนำเสนอในคราวนี้ เป็นแผนแบบรอยต่อที่มีการใช้งานกันจริงๆ โดยแพร่หลายมาแล้วในยุโรบ การที่ไม่ระบุให้ชัดเจนไปว่ารอยต่ออะไรเป็นของบริษัทใด ก็เพราะในบางกรณีรอยต่อแบบนี้เป็นผลงานของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และนำไปใช้โดยไม่มีผลของการทดลองที่แน่นอน มายืนยันความมั่นคงของการออกแบบดังกล่าว (ซึ่งมักจะเป็นแบบเดียวกันนี้โดยทั่วๆไป) ต่อเมื่อเกิดอุบัติเหตุเกิดมีแรงกระทำต่อโครงสร้างนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ในการออกแบบ หรือเกิดจากความประมาทของการออกแบบขึ้นมา จึงมีการทดสอบเพื่อหาสาเหตุและกำหนดข้อบังคับการออกแบบเสียที่หนึ่ง อย่างไรก็ดีไม่มีเหตุผลอะไรที่เราจะเอาบทเรียนนี้มาประกอบเป็นตัวอย่างของรอยต่อ ที่นำเสนอมาแล้วดัดแปลงแก้ไขให้เข้ากับสภาวะต่างๆของประเทศไทย บทเรียนของผู้ใช้ในยุโรป อีกประการหนึ่ง ได้แก่ ปัญหาของรอยต่อที่ออกแบบมาโดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยเกินไป จนเกินความสามารถของผู้ผลิตผู้สร้าง นอกจากนี้ยังมีปัญหาของการค้ำยันชั่วคราวในระหว่างการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เสา และปัญหาของการฝึกสอนยกระดับช่างก่อสร้างให้เป็นช่างฝีมือ ซึ่งจำเป็นต่อการประกอบอาคาร สิ่งก่อสร้างสำเร็จรูปชนิดที่มีรอยต่อที่ดี

นอกเหนือไปจากตัวอย่างของรอยต่อที่นำมาแสดง ณ ทีนี้ ผู้ออกแบบย่อมจะมีทางออกแบบรอยต่อแบบต่างๆได้อีกหลายๆวิธี การแลกเปลี่ยนข่าวสารการวิจัยประสบการณ์ระหว่างงานต่างๆ และระหว่างผู้เข้ารับการอบรม จะมีส่วนช่วยทำให้วิทยาการแขนงนี้เจริญเติบโตได้อีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง อาคารสำเร็จรูปกับการก่อสร้างหล่อในที่ (ANALYSIS COST AND TIME BETWEEN PREFABRICATION AND INSITU CONSTRUCTION)

7.1 กล่าวนำ

ในการวางแผนเลือกวิธีการก่อสร้าง สำหรับโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะของอาคารเหมือนกันเป็นจำนวนมากๆ เช่น โครงการก่อสร้างบ้านเดี่ยวจำนวน 200 หลัง และโครงการก่อสร้างบ้านทาวน์เฮาส์จำนวน 400 หลัง ที่มีลักษณะอาคารเหมือนกัน เป็นต้น ต้องคำนึงถึงต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะทั้งต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างเป็นสิ่งที่ใช้ในการนำไปประกอบการพิจารณาการตัดสินใจเพื่อการลงทุน เจ้าของโครงการหรือผู้รับเหมาก่อสร้าง ก็พยายามที่จะหาวิธีการก่อสร้างมาแทนวิธีการก่อสร้างอาคารระบบหล่อในที่การจัดหาวิธีการก่อสร้างระบบอื่นๆมาแทน จะต้องมีมูลค่าการลงทุนที่ต่ำผลตอบแทนสูง สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วและงานมีคุณภาพดี วิธีการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปเป็นวิธีการก่อสร้างอีกวิธีหนึ่งที่น่าจะนำมาพิจารณา ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างระบบหล่อในที่กับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ซึ่งการวิเคราะห์เปรียบเทียบจะกระทำทั้งในด้านของต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างของทั้ง 2 วิธีเพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน แต่สำหรับการตัดสินใจเลือกวิธีการก่อสร้างแบบใดนั้น ไม่สามารถพิจารณาเฉพาะต้นทุนหรือระยะเวลาการก่อสร้างเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น จะต้องพิจารณาทั้ง 2 อย่างควบคู่กันไป

7.2 การศึกษาและเปรียบเทียบระบบก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูปกับระบบหล่อในที่

ในการศึกษาเปรียบเทียบระบบก่อสร้างสำเร็จรูปในแต่ละระบบ และกับระบบหล่อในที่ว่าระบบไหนเหมาะกับการก่อสร้างใด ศึกษาทำการเปรียบเทียบโดยการนำโครงการบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ของบริษัท เอเคอร์ดีเวลล็อปเมนต์ จำกัด ซึ่งเป็นโครงการที่ทำการก่อสร้างระบบหล่อในที่ และมีการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหลังมาก มาทำการวิเคราะห์ว่า ถ้าใช้การก่อสร้างบ้านเป็นระบบก่อสร้างสำเร็จรูปแทน จะมีความเหมาะสมหรือไม่ ในกรณีใด โดยระบบก่อสร้างสำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบ คือ ระบบโครงเฟรม (FRAME SYSTEM) กับระบบผนังรับแรง (BEARING WALL STSTEM) ในการเปรียบเทียบจะใช้ปัจจัยในการเปรียบเทียบ 2 หัวข้อ คือ ปัจจัย ด้านเวลาการก่อสร้าง (Time) กับ ด้านต้นทุนในการก่อสร้าง (Cost) โดยการเปรียบเทียบจะตั้งอยู่บนสมมุติฐานดังนี้

7.2.1 สมมุติฐานในการศึกษา

1. แบบบ้านลักษณะเดียวกัน
2. จำนวนหลังที่ใช้ในการก่อสร้างเท่ากัน
3. จำนวนคนงานที่ใช้ในการก่อสร้างเท่ากัน
4. สภาพแวดล้อมในการก่อสร้างคล้ายกัน
5. แบบหล่อที่ใช้จำนวนชุดในการก่อสร้างเท่ากัน (ใช้แบบหล่อเหล็กทุกระบบ)
6. ในระบบการก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูปหลายยูนิตกำหนดให้มีระยะเวลาเตรียมการสำหรับ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั่นคือ งานในส่วน SHOP DRAWING ด้านแบบหล่อและทางด้านการเตรียมประกอบแบบพร้อมผลิตชิ้นส่วน

หมายเหตุ : 1. ในส่วนของงานแต่ละอย่าง ถือกำหนดว่าในแต่ละระบบใช้คนงานจำนวนที่เท่ากันเพื่อให้ได้ลักษณะงานที่เท่ากัน เช่น งานคานของระบบหล่อในที่ และงานคานสำเร็จรูปจะใช้จำนวนแรงงานที่เท่ากัน (คือมองเป็นการจ้างเหมารวมโดยผู้รับผิดชอบในงานส่วนนั้นจะทำการจัดคนเพื่อให้ได้งานซึ่งเทียบเท่ากันนั่นเอง และด้วยเหตุนี้จึงสามารถทำการเฉลี่ยงานในรูปของหน่วยปริมาณงานได้) แต่สำหรับในงานส่วนผนังถ้าเทียบระบบผนังรับแรงกับระบบอื่นๆ นั้น มิอาจจะกำหนดให้งานผนังของระบบหล่อในที่และของระบบโครงเฟรมมีอัตราราคาทั้งค่าแรงงาน และค่าวัสดุที่เท่ากันกับระบบผนังรับแรงได้ เพราะลักษณะงานที่ได้แตกต่างกัน นั่นคือ 2 ระบบแรกจะเป็นผนังก่ออิฐ แต่ระบบผนังรับแรงเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก

2. แบบหล่อ 1 ชุด หมายถึงแบบหล่อที่สามารถกระทำการหล่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ครบทุกชิ้นของบ้าน 1 หลัง ด้วยการหล่อเพียงครั้งเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเปรียบเทียบจะต้องนำแบบก่อสร้างมาทำการเปลี่ยนระบบโครงสร้างให้เป็นระบบโครงสร้างที่ใช้ในการเปรียบเทียบ โดยใช้ข้อมูลทางวิชาการจาก บริษัท ซีคอน จำกัด , บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซั่ม จำกัด. และ หนังสือ การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ของ ดร. วินิต ช่อวิเชียร

7.2.2 ขั้นตอนการทำการศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบก่อสร้างซึ่งเดิมปืนระบบหล่อในที่มาทำการวิเคราะห์ระบบก่อสร้างให้เป็นระบบโครงเฟรม และระบบผนังรับแรง แยกกันทั้ง 3 ระบบ
2. นำแบบที่ได้ทำการวิเคราะห์มาทำการถอดแบบก่อสร้างทั้ง 3 ระบบ
3. ทำการประมาณราคาก่อสร้างของทั้ง 3 ระบบ จากที่ได้ทำการถอดแบบแล้ว โดยใช้ราคาวัสดุและแรงงานจากราคากลางที่ได้ทำการค้นคว้าเก็บข้อมูลและผลข้อมูลทางสถิติ
4. ลงตารางสรุปราคาค่าก่อสร้างทั้ง 3 ระบบ
5. ทำการวิเคราะห์ผังการทำงานก่อสร้างในแต่ละงาน โดยพิจารณาจากสถิติงานและความเหมาะสมที่ใช้ในการก่อสร้าง
6. เขียนผังการทำงานและ วาด S-Curve การทำงานทั้ง 3 ระบบ
7. นำข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้กราฟ แผนภูมิ และแผนผังต่าง ๆ
8. สรุปผลการวิเคราะห์งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 รายการคำนวณปริมาณงาน

7.3.1 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (หล่อในที่)

1. งานฐานราก

1.1 งานปรับผิวดิน = 12x12 = **144 m^2**

1.2 งานขุดดิน = 0.9x0.8x0.8 = 0.576 m^3/ฐาน (รวมระยะเผื่อทำงานด้านละ 20 cm)

total = 0.576x13 = **7.49 m^3**

1.3 เสาเข็ม I 0.26x0.26x24 = **13 ต้น**

1.4 ตอม่อ+ครอบเสาเข็ม(pile cap)

คอนกรีต=(0.4x0.4x0.4)+(0.2x0.2x0.35) = 0.078 m^3/ฐาน

total = 0.078x13 = **1.014 m^3**

งานเหล็กเสริม

เหล็กหลัก (4+4)DB12 = (8x1.2) = 9.6 m/ฐาน

total = 9.6x13 = 124.8 m

= 124.8x0.888 = **110.82 kg**

เหล็กรัดรอบ 2RB12 = (2x1.6) = 3.2 m/ฐาน

total = 3.2x13 = 41.6 m

= 41.6x 0.888 = **36.94 kg**

TOTAL STEEL = 147.76 kg.

งานแบบหล่อ = (0.4x0.4x0.4)+(0.2x0.2x0.35) = 0.92 m^2/ฐาน

total = 0.92x13 = **11.96 m^2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบหล่อเหล็กแผ่นเรียบ ขนาด 4'x8'หนา 6 mm. ราคา = 1662.50 บาท/แผ่น

ราคา/ตร.ม. = 1662.50/(4x0.3)(8x0.3) **= 577.25 บาท/ตร.ม.**

ค่าแรงงานแบบหล่อ 30 % ของค่าวัสดุ **= 170 บาท/ตร.ม.**

ทรายบดอัดแน่น(หนา 10 cm) = 0.1x0.8x0.8 = 0.064 m^3/ฐาน

total = 0.064x13 **= 0.832 m^3**

2. งานโครงสร้างชั้นที่1

2.1 คานคอดิน

คอนกรีต

B1 (1.4m) จำนวน 1คาน = (0.15x0.3x1.4)x1 = 0.063 m^3

B1(1.5m)จำนวน 2 คาน = (0.15x0.3x1.4)x1 = 0.063 m^3

B1(2.0m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.3x2)x1 = 0.09 m^3

B2(3.25m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x3.25)x1 = 0.17 m^3

B3(2.0m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x2)x1 = 0.105 m^3

B3(3.25m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x3.25)x1 = 0.17 m^3

B4(2.0m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x2)x1 = 0.105 m^3

B4(3.25m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x3.25)x1 = 0.17 m^3

B5(3.5m)จำนวน 4 คาน = (0.15x0.4x3.5)x4 = 0.84 m^3

B5(1.5m)จำนวน 2 คาน = (0.15x0.40x1.5)x2 = 0.18 m^3

B6(3.25m)จำนวน 6 คาน = (0.15x0.35x3.25)x6 = 1.024 m^3

B6(2.0m)จำนวน 2 คาน = (0.15x0.35x2)x2 = 0.21 m^3

B10(1.6m)จำนวน 2 คาน = (0.15x0.40x1.6)x2 = 0.192 m^3

B10(1.0m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.4x1)x1 = 0.06 m^3

B10(3.5m)จำนวน 3 คาน = (0.15x0.4x3.5)x3 = 0.63 m^3

TOTAL CONCRETE = 4.144 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริม

B1 เหล็กหลัก 4DB12 ยาว	= 6.4 m (1.4+2x1.5+2)
=4x6.4x0.888	= 22.73 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.12 ยาว 2x(0.15+0.3)	= 0.9 m
จำนวน 6.4/0.12	= 54 ท่อน
= 54x0.9x0.222	= 10.79 kg
B2 เหล็กหลัก 6DB12 ยาว	=3.25 m (3.25)
= 6x3.25x0.888	= 17.32 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.35+0.15)	= 1 m
จำนวน 3.25/0.15	= 22 ท่อน
= 22x1x0.222	= 4.88 kg
B3 เหล็กหลัก 4DB12 ยาว	= 5.25 m (2+3.25)
= 4x5.25x0.888	= 18.65 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35)	= 1 m
จำนวน 5.25/0.15	= 35 ท่อน
= 35x1x0.222	= 7.77 kg
B4 เหล็กหลัก 4DB16 ยาว	= 5.25 m (2+3.25)
= 4x5.25x1.58	= 33.18 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35)	= 1 m
จำนวน 5.25/0.15	= 35 ท่อน
= 35x1x0.222	= 7.77 kg
B5 เหล็กหลัก 6DB16 ยาว	= 17 m (3.5x4+2x1.5)
= 6x17x1.58	= 161.16 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.35+0.15)	= 1 m
จำนวน 17/0.15	= 114 ท่อน
= 114x1x0.222	= 25.31 kg
B6 เหล็กหลัก 4DB16+1DB12 ยาว	= 23.5 m (2x3.25+2x2)
= (4x23.5x1.58)+(1x23.5x0.888)	= 169.39 kg
เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.4)	= 1.1 m
จำนวน 23.5/0.15	= 157 ท่อน
= 157x1.1x0.222	= 38.34 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B10 เหล็กหลัก 4DB16+2DB12 ยาว = 14.7 m (2x1.6+1x1+3x3.5)

= (4x14.7x1.58)+(2x14.7x0.888) = 119.01 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2(0.15+0.4) = 1.1 m

จำนวน 14.7/0.15 = 98 ท่อน

= 98x1.1x0.222 = 23.93 kg

TOTAL STEEL = 660.23 kg

แบบหล่อ

B1 = (0.3x2)x(1.4+2x1.5+2) = 3.84 m^2

B2 = (0.35x2)x(3.25) = 2.275 m^2

B3 = (0.35x2)x(2+3.25) = 3.675 m^2

B4 = (0.35x2)x(2+3.25) = 3.675 m^2

B5 = (0.4x2)x(4x3.5+2x1.5) = 13.6 m^2

B6 = (0.35x2)x(6x3.25+2x2) = 16.45 m^2

B10 = (0.4x2)x(2x1.6+1+3x3.5) = 11.76 m^2

TOTAL FORMWORK=55.275 m^2

ทรายบดอัด (หนา 5 cm) = 0.15x75.35x0.05 = **0.565** m^3

2.2 พื้น

พื้นหล่อในที่หนา 8 cm = (6.1x3.25)+(5.25x8.5) = **64.45** m^2

คอนกรีต = 64.45x0.08 = **5.156** m^3

เหล็กเสริม RB9 @0.25 ใน 1 m^2 มีเหล็ก เส้นละ 1 m จำนวน 8 เส้น

คิดเป็นน้ำหนัก = 8x0.499 = 3.99 kg

TOTAL STEEL 1^{st} = 3.99x64.45 = 257.2 kg

แบบหล่อ = 64.45 m^2

ทรายบดอัดแน่น (5 cm) = 64.45 x 0.05 = **3.22** m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หล่อในที่ หนา 10 ซ.ม. เหล็กตะแกรง 6 มม. = 13 m^2

2.3 เสา

เสาจากฐานรากถึงคานหลังคาสูง = 6.85+0.35 = 7.2 m

คอนกรีต = 7.2x0.2x0.2x13 = **3.744 m^3**

เหล็กยืน 4DB12 = 7.2x4x13 = 374.4 m

= 374.4x0.888 = 332.47 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว = 0.8 m

จำนวน 7.2/0.15 = 48 ท่อน/ต้น

= 48x0.8x13 = 499.2 kg

TOTAL STEEL = 831.67 kg

แบบหล่อ = 0.8x7.2 = **5.76 m^2**

เสาเหล็กรูปพรรณ []-100x50x20x3.2 mm.

ตัว [ท่อนละ 6 m. ราคา 407.50 บาท = 407.50/6 = 67.92 บาท/เมตร

ใช้ 3.15 เมตร 2 ท่อน ค่าวัสดุ = 67.92x3.15x2 = 427.90 บาท

ค่าแรง 30 % (67.92) = 20.37 บาท/ม.

3. งานโครงสร้างชั้นที่2

3.1 คานชั้น 2

คอนกรีต

B1(2m)จำนวน 1 คาน	= (0.15x0.3x2)x1	= 0.09 m^3
B2(1.3m)จำนวน 2 คาน	= (0.15x0.35x1.3)x2	= 0.137 m^3
B3(3.25m)จำนวน 10 คาน	= (0.15x0.35x3.25)x10	= 1.706 m^3
B3(2m)จำนวน 4 คาน	= (0.15x0.35x2)x4	= 0.42 m^3
B3(1m)จำนวน 3 คาน	= (0.15x0.35x1)x3	= 0.158 m^3
B3(0.6m)จำนวน 1 คาน	= (0.15x0.35x0.6)x1	= 0.032 m^3
B3(3.5m) จำนวน 1 คาน	= (0.15x0.35x3.5)x1	= 0.184 m^3
B4(8.2m)จำนวน 1 คาน	= (0.15x0.35x8.2)x1	= 0.431 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B7(9.1m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.45x9.1)x1 = 0.614 m^3

B8(9.1m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x9.1)x1 = 0.478 m^3

B8(8.2m)จำนวน 1 คาน = (0.15x0.35x8.2)x1 = 0.431 m^3

TOTAL CONCRETE=4.68 m^3

เหล็กเสริม

B1 เหล็กหลัก 4DB12 ยาว = 2 m (2)

=4x2x0.888 = 7.104 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.12 ยาว 2x(0.15+0.3) = 0.9 m

จำนวน 2/0.12 = 17 ท่อน

= 17x0.9x0.222 = 3.40 kg

B2 เหล็กหลัก 6DB12 ยาว = 2.6 m (2x1.3)

=6x2.6x0.888 = 13.85 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.35+0.15) = 1 m

จำนวน 2.6/0.15 = 18 ท่อน

= 18x1x0.222 = 4.0 kg

B3 เหล็กหลัก 4DB12 ยาว = 47.6 m (10x3.25+4x2+3x1+1x0.6+1x3.5)

4x47.6x0.888 = 169.08 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35) = 1 m

จำนวน 47.6/0.15 = 318 ท่อน

= 318x1x0.222 = 70.6 kg

B4 เหล็กหลัก 4DB16 ยาว = 8.2 m (8.2)

=4x8.2x1.58 = 51.82 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35) = 1 m

จำนวน 8.2/0.15 = 55 ท่อน

= 55x1x0.222 = 12.21 kg

B7 เหล็กหลัก 6DB16+2DB12 =ยาว 9.1 m (9.1)

=(6x9.1x1.58)+(2x9.1x0.888) = 102.43 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.45) = 1.2 m

จำนวน = 9.1/0.15 = 61 ท่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 61x1.2x0.222 = 16.25 kg

B8 เหล็กหลัก 6DB16 = ยาว 17.3 m (9.1+8.2)

=6x17.3x1.58 = 164 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35) = 1 m

จำนวน=17.3/0.15 = 116 ท่อน

= 116x1x0.222 = 25.75 kg

TOTAL STEEL = 640.49 kg

แบบหล่อ

B1 = (0.3x2+0.15)x2 = 1.5 m^2

B2 = (0.35x2+0.15)x(2x1.3 = 2.21 m^2

B3 = (0.35x2+0.15)x(10x3.25+4x2+3x1+1x0.6+1x3.5) = 40.46 m^2

B4 = (0.35x2+0.15)x(8.2) = 6.97 m^2

B7 = (0.45x2+0.15)x(9.1) = 9.56 m^2

B8 = (0.35x2+0.15)x(9.1+8.2) = 14.71 m^2

TOTAL FORMWORK = 75.41 m^2

3.2 พื้น

พื้นหล่อในที่หนา 8 cm (9.5x9.1)-(5x1)-(3.25x0.9)-(1.6x2) = **75.33** m^2

คอนกรีต = 75.33x0.08 = **6.03** m^3

เหล็กเสริม RB9 @ 0.25 ใน 1 m^2 มีเหล็ก 1 m จำนวน 8 เส้น

คิดเป็นน้ำหนัก 8x0.499 = 3.99 kg

TOTAL STEEL 2^{nd} = 3.99x75.33 = 300.567 kg

แบบหล่อ = 75.325 m^2

3.3 คานรัดเสาหลังคา

คอนกรีต

B3 = 0.15x0.35x54.5 = 2.86 m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B9 = 0.15x0.35x8.5 = 0.45 m^2

TOTAL CONCRETE = 3.31 m^2

เหล็ก

B3 เหล็กหลัก 4DB12 ยาว =54.5 m

= 4x54.5x0.888 = 193.58 kg

เหล็กปลอก RB6 @0.15 ยาว 2x(0.15+0.35) = 1 m

จำนวน 54.5/0.15 = 364 ท่อน

= 364x1x0.222 = 80.81 kg

Total = 274.40 kg

แบบหล่อ

B3 = (0.15+2x0.35)x54.5 = 46.33 m^2

B9 = (0.15+2x0.35)x8.5 = 7.23 m^2

TOTAL FORMWORK = 53.56 m^2

4. งานโครงหลังคา

4.1 หลังคากระเบื้องซีแพค =102.01 m^2 รวมโครงหลังคาเหล็ก

5. รายละเอียดผิวพื้น

รายละเอียดผิวพื้น ชั้น1

พื้นซักล้างชั้นที่1 พื้นซีเมนต์ขัดมันรียบผสมน้ำยากันซึม 3.25x1.6 = 5.2 m^2

พื้นครัวชั้นที่1 พื้นบุกระเบื้อง เซรามิคหรือคอตโต ขนาด 8"x8" สีเรียบ

= 3.25x2.10 = 6.825 m^2

พื้นห้องอาหารชั้นที่1 พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ

= 3.25x3.5 = 11.375 m^2

ระเบียงทางเดิน 2x3.5 + 1.25x1.4 = 8.75 m^2

พื้นห้องน้ำชั้นที่1 พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ

= 2x1.4 = 2.8 m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลียงชั้นที่1 พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ

= 1x3.25 = 3.25 m^2

ลานจอดรถพื้นซีเมนต์ขัดหยาบ = 3.25x4 = 13 m^2

เฉลียงชั้นที่1 พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ

= 1.1x5.25 = 5.775 m^2

รายละเอียดผิวพื้นชั้นที่2

ห้องนอน1 ชั้น2 พื้นปูปาเก้ ไม้แดง เคลือบเงาขนาด 3.25x3.5+2.15x1.3 = 14.17 m^2

ห้องนอน2 ชั้น2 พื้นปูปาเก้ ไม้แดง เคลือบเงาขนาด 3.25x3.5 = 11.375 m^2

ห้องนอน3 ชั้น2 พื้นปูปาเก้ ไม้แดง เคลือบเงาขนาด 3.25x3.7 = 12.025 m^2

ห้องนอน4 ชั้น2 พื้นปูปาเก้ ไม้แดง เคลือบเงาขนาด 3.25x4.1 –1.1x1.3 = 11.895 m^2

ห้องโถง ชั้น2 พื้นปูปาเก้ไม้แดง เคลือบเงาขนาด 4.2x1.3 = 5.46 m^2

ห้องน้ำ2 บุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ = 1.7x2 = 3.4 m^2

ห้องน้ำ3 บุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ = 2x1.8 = 3.6 m^2

สรุป

5.1 พื้นซีเมนต์ขัดหยาบ =13 m^2

5.2 บุกระเบื้องเซรามิค หรือ คอตโตขนาด 8"x8" สีเรียบ = 45.775 m^2

5.3 พื้นซีเมนต์ขัดมันเรียบผสมน้ำยากันซึม = 5.2 m^2

5.4 พื้นปูปาเก้ไม้แดงเคลือบเงา = 54.94 m^2

6. ฝ้าเพดาน

6.1 ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 mm. = 5 x 3.25 = **16.25 m^2**

6.2 ฝ้า ที-บาร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด ตราช้าง ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 mm. ทาสี (กันชื้น)

= (1.4x2)+(2.3x2)+(2x1.8) = **11 m^2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ฝ้า ที-บาร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด ตราช้าง ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 mm. ทาสี

= (3.25x2.1)+(3.5x5.25)+(3.25x3.5)+(3.25x4.8)+(3.7x3.25)+(4.1x3.25)+(3.25x3.5)
+(2x1.3) = **91.5 m^2**

7. ผนัง (ชั้นล่าง) h=3.15 m.

ก่ออิฐมอญฉาบปูนทาสี 2 ด้าน

= พื้นที่ผนังทั้งหมด – พื้นที่ช่องประตูหน้าต่าง

เมื่อพื้นที่ช่องประตูหน้าต่าง =

ป3 (0.7x2)x4	= 5.6 m^2
น6 (0.4x1)x1	= 0.4 m^2
น4 (0.6x1.1)x2	= 1.32 m^2
น12 (0.6x1.2)x1	= 0.72 m^2
น2 (1.2x1.1)x2	= 2.64 m^2
น1 (2.4x1.1)x1	= 2.64 m^2
ป1 (2.4x2.0)x1	= 4.8 m^2
Total	= 18.12 m^2

= (3.25+3.5+8.5+7+5.25+3.5+3.25+2.10+3.50+1.40)x3.15 - 18.12 = **111.82** m^2

(ชั้น2) h = 3.15 m.

ก่ออิฐมอญฉาบปูนทาสี 2 ด้าน

= พื้นที่ผนังทั้งหมด – พื้นที่ช่องประตูหน้าต่าง

เมื่อพื้นที่ช่องประตูหน้าต่าง =

น2 (1.2x1.1)x8	= 10.56 m^2
น6 (0.4x1)x1	= 0.40 m^2
น12 (0.6x1.2)x1	= 0.72 m^2
ป3 (0.7x2)x2	= 2.80 m^2
ป2,1 (0.8x2)x4	= 6.40 m^2
Total	= 20.88 m^2

= [(8.50+8.50+7.60+8.50+1.20+1.60+3.25+1.30+1.10+2.50+2.50+2.20+2.20+2+2
+3.25+1.3+1.1)x3.15] – 20.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= **170.02** m^2

ผนังบุกระเบื้องเคลือบ 8"x8" = 2x3.15 + 1.7x3.15 + 2x3.15x2 = 24.26 m^2

สรุป

7.1 ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ = 281.84 m^2

7.2 ผนังบุกระเบื้องเคลือบ 8"x8" = 24.26 m^2

8. บันได ชานพัก และราวกันตก

ลูกตั้ง = 0.175 m. ลูกนอน = 0.225 m. จำนวนขั้น = 18 ขั้น

8.1 คอนกรีต

พิจารณาปริมาตรคอนกรีต 18 ขั้น = $[1/2x0.175x0.225+0.12\sqrt{(0.175^2 + 0.225^2)}]$

$x0.95x18 = 0.926\ m^3$

พิจารณาปริมาตรคอนกรีตชานพัก 2x1x0.12 = 0.24 m^3

Total = **1.17 m^3**

8.2 เหล็กเสริม

ปริมาณเหล็กเสริม $(0.175+0.225)x18x0.95/2 + (0.95x18) + [\sqrt{0.175^2 + 0.255^2}$

$x18+0.35\ ]\ x0.95/0.1 + \sqrt{0.175^2 + 0.225^2}\ x0.9x18/0.2$

$2/0.2+2/0.1$

ใช้เหล็ก RB = 634.2 m. + RB9 = 128.29

นน.= (34.2x0.222)+(128.29x0.499) = **71.61 kg**

8.3 แบบหล่อ

แบบหล่อ = $(1/2x0.175x0.225+0.12\sqrt{0.175^2 0.225^2}\ x18x2+\sqrt{0.175^2 0.225^2}\ x18x0.95$

$+0.175x18x0.95$

= **9.12 m^2**

8.4 ลูกตั้ง-ลูกนอน ปาเก้ไม้แดง ความหนา $1\frac{1}{2}$"x6"

ปริมาตรไม้ = (0.175+0.225)x14x3.33x0.5 = **9.30 ft^3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.5 ราวบันไดไม้มะค่าขนาด 2"x4" = $\sqrt{0.175^{2} + 0.225^{2}}$ x18 = **5.13 m.**

8.6 ลูกกรงไม้มะค่าขนาด 2"x2" = 1x18 = **18 m.**

8.7 เสาบันไดขนาด 4"x4" = 6 ต้น

9. สุขภัณฑ์

อ่างล้างหน้า AMERICAN STD TF – 476	**3** ชุด
โถส้วมนั่งราบชักโครก AMERICAN STD TF – 2106	**3** ชุด
สายชำระ HANG	**3** ชุด
ที่ใส่กระดาษชำระเซรามิค	**3** ชุด
ฝักบัวสายอ่อนโลหะ	**2** ชุด
ที่วางสบู่เซรามิค	**2** ชุด
ราวแขวนผ้าหัวเซรามิค	**3** ชุด
อ่างอาบน้ำเหล็กปั้ม เคลือสี ขนาด 0.60 x 1.60	**1** ชุด
ชั้นวางของเซรามิค	
กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*1.00	**1** ชุด
กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.80*1.00	**1** ชุด
กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*0.80	**1** ชุด
ก๊อกน้ำ	
ที่ใส่สบู่	**3** ชุด

10.ระบบท่อ

Floor Drain	= **3** ชุด
ท่อน้ำทิ้ง (ท่อ PVC ϕ 1")	= **1.25** m.
ท่อน้ำประปา (ท่อPVC ϕ 1")	= 8.5+3.25+2+1.625 = **15.375** m.
ท่อซีเมนต์ (ขนาด 6")	= 8.5+2 = **10.5** m.
ท่อส้วม	= 4.25+3 = **7.25** m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อพัก 0.4x0.4x0.4 = 6 ชุด

มิเตอร์น้ำ = 1 ชุด

บ่อเกรอะ BIOTOL รุ่น BT-19E = 1 ชุด

11.ระบบไฟฟ้า

หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 W. = 13 ชุด

หลอดอินแคนเดสเซนต์ 40 W. = 3 ชุด

หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 W. = 2 ชุด

ปลั๊ก = 18 ชุด

สวิทช์ = 14 ชุด

แผงควบคุมไฟ = 1 ชุด

ออดไฟฟ้า (กันน้ำ) = 1 ชุด

ไฟหัวเสาหลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 W. = 1 ชุด

12. ประตู

12.1 ป1 = 1 บาน

12.2 ป2,1 = 4 บาน

12.3 ป3 = 6 บาน

13. หน้าต่าง

13.1 น1 = 1 บาน

13.2 น2 = 10 บาน

13.3 น4 = 2 บาน

13.4 น6 = 2 บาน

13.5 น12 = 2 บาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.2 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (โครงเฟรม)

ส่วนที่เปลี่ยนแปลงจากงานก่อสร้างหล่อในที่

1. โครงสร้างชั้นที่ 1 ลบส่วนที่เป็นทรายอัดแน่นเนื่องจากใช้โครงสร้างสำเร็จรูปติดตั้ง = 3.785 m^2
2. เพิ่มค่าจุดรอยต่อระหว่าง คานคอดิน-เสาชั้นที่ 1
   เพิ่มค่าจุดรอยต่อระหว่าง คานชั้น2-เสาชั้นที่ 2
   เพิ่มค่าจุดรอยต่อระหว่าง คานโครงหลังคา-หัวเสาชั้นที่ 2
   รวม = 147 จุด ราคานับรวมในค่าแรง (บาท/จุด) ซึ่งราคาส่วนจุดรอยต่อประกอบด้วย วัสดุเชื่อม , วัสดุเกร๊าท์ , ค่ายกติดตั้ง , ค่าเครื่องจักร , ไฮโดรลิควินท์
3. ค่าแรงงานในส่วนแบบหล่อ คาน-เสา-พื้น ของระบบหล่อในที่ มากกว่า ระบบสำเร็จรูป เนื่องจากรวมการค้ำยันด้วย
4. แบบหล่อส่วนคานคอดินระบบโครงเฟรม = แบบหล่อคานคอดินระบบหล่อในที่ + 0.15x (1.5x2+2+3.25+2+3.25+2+3.25+3.5x4+1.5x2+3.25x6+2x2+1.6x2+1+3.5x3) = 66.10 m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.3 รายการคำนวณบ้าน 2 ชั้น 1 หลัง (ผนังรับแรง)

1. ผนังรับแรงชั้นที่ 1 มีพื้นที่ = พื้นที่ผนังก่ออิฐของระบบหล่อในที่ชั้นที่ 1 = **111.82** m^2
2. ผนังรับแรงชั้นที่ 2 มีพื้นที่ = พื้นที่ผนังก่ออิฐของระบบหล่อในที่ชั้นที่ 2 – ส่วนผนังก่ออิฐ
   = 170.02 m^2 - (3.25+1.3+1.1)x2x สูง 3.15 – 2x3.15 = **128.125** m^2
3. เลือกความหนากำแพง h = Lc/25 = 315/25 = 12.6 =**13** cm.
4. หาน้ำหนักบรรทุก ลงกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กยาว 4.25 m.
   ใช้ คอนกรีต 200 ksc. Fy = 2400 ksc.
   -น้ำหนักพื้นคอนกรีตชั้น 2 (คิด 8 cm. เหมือนหล่อในที่ ซึ่งรวม Toping แล้ว)
   = 2400 x 0.08 = 192 kg/m^2 = 192x 4.25 = 816 kg/m.
   -น้ำหนักกำแพงคอนกรีตชั้น 1 ชั้น 2 หนา 13 cm. = 2x0.13x3.15x2400 = 1965.6 kg/m.
   -น้ำหนักจร 400 kg/m^2 = 400x4.25 = 1700 kg/m.
   -น้ำหนักบรรทุกรวม = 816+600+1965.6+1700 = 4481.6 = 4482 kg/m.
   พิจารณากำลังรับน้ำหนักบรรทุกตามแกนกำแพง

$$P_{nw} = 0.225 f'_c A_g [1-(L_c/40h)^3]$$

   = 0.225x200x[(3.5-1.2)x13][1-(315/40x13)^3] = 40230.45 มากว่า 4482x3.5 = 15687 kg ok

5. หาเหล็กเสริมในกำแพง
   พิจารณาเหล็กเสริม เหล็กชั้นเดียวในกำแพงทุกความยาว 1 m.
   เหล็กเสริมในแนวตั้ง = 0.0015x(100x13) = 1.95 cm^2/m. ใช้ **RB9@0.25**
   เหล็กเสริมในแนวนอน = 0.0025x(100x15) = 3.25 cm^2/m. ใช้ **RB9@0.15**
6. ปริมาณคอนกรีตส่วนผนังรับแรง = (111.82+128.125)x0.13 = 239.945 x 0.13 = **31.19** m^3
7. หาปริมาณเหล็กเสริม จากความยาวกำแพงรับแรงทั้งหมด = (พื้นที่ผนัง / ส่วนสูงผนัง)
   = 239.945/3.15 = 76.20 m.
   -ใน 1 m. แนวตั้งมีเหล็กเสริม RB9 = 100/25 = 4 เส้น ดังนั้น 76.20 m .=4x76.20 = 305 เส้น
   ยาวเส้นละ 3.15 m. คิดเป็นความยาว 3.15x305 = 960.75 m.
   - ใน 1 m. แนวยาวมีเหล็กเสริม RB9 = 100/15 = 7 เส้น ดังนั้น 3.15 m. = 7x3.15 = 22.05 เส้น
   ยาวเส้นละ 76.20 m. คิดเป็นความยาว 76.20x22.05 = 1680.21 m.
   - รวมความยาว RB9 = 960.75+1680.21 = 2640.96 m.
   - RB9 น้ำหนัก = 0.5 kg/m. ดังนั้นคิดเป็นน้ำหนัก = 0.5x2640.96 = **1320.48** kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คิดเป็นปริมาณคอนกรีตส่วนผนังชั้นที่ 1 = 111.82/(111.82+128.125) x 31.19 **= 14.54** m^3

   คิดเป็นปริมาณคอนกรีตส่วนผนังชั้นที่ 2 = 31.19-14.54 **= 16.65** m^3

9. คิดเป็นปริมาณเหล็กเสริมส่วนผนังชั้นที่ 1 = 111.82/(111.82+128.125)x1320.48 **= 615.40** kg.

   คิดเป็นปริมาณเหล็กเสริมส่วนผนังชั้นที่ 2 = 1320.48-615.40 **= 705.08** kg.

10. คิดปริมาณคอนกรีตเสาชั้น 1 จำนวน 4 ต้น = 0.2x0.2x3.15x4 **= 0.504** m^3

11. คิดปริมาณเหล็กเสริมเสาชั้นที่ 1 , 4 ต้น จากเสา 2 ชั้น จำนวน 13 ต้น = 831.67/(2x13) = **32** kg.

12. คิดปริมาณแบบหล่อเสาชั้น 1, 4 ต้น = (4x0.2)x3.15x4 **= 10.08** m^2

13. คิดปริมาณคอนกรีตคานชั้น 2 หน้าตัด 0.15x0.35 = 0.15x0.35x(5+3.25+1.5+2+3.5+3.25+1.4)

    = 1.05 m^2

14. คิดปริมาณเหล็กเสริมคานชั้น 2

    เหล็กหลัก 6 DB12 เหล็กปลอก RB6@0.15

    ใช้เหล็กความยาวทั้งสิ้น (5+3.25+1.5+2+3.5+3.25+1.4)x6 m. = 0.888x119.4 = 106.03 kg.

15. คิดปริมาณแบบหล่อคานชั้น 2 หน้าตัด 0.15x0.35 = (0.15+0.35+0.35) = 19.9 m^2

16. ผนังก่ออิฐมอญ = (2+3.25+1.3+1.1+1.1+1.3+3.25)x3.15 – 4x0.8x2.0 = 32.03 m^2

17. เพิ่มค่าจุดรอยต่อระหว่าง คาน-ผนัง-เสาชั้นที่ 1 - 2 รวม = 54 จุด ราคานับรวมในค่าแรง (บาท / จุด)

    สำหรับรอยต่อระหว่างผนัง-ผนัง ราคานับรวมในค่าแรง (บาท / ความยาว ม.) คิดเป็นความยาว

ชั้น 1

แนวนอน (3.25+3.5+8.5+7+5.25+3.5+3.25+2.10+3.50+1.40) – (ความยาวประตู 0.7+2.4) = 38.15 m.

แนวตั้ง 15 จุดx3.15m. = 47.25 m.

Total = 85.40 m.

ชั้น 2

แนวนอน = (8.50+8.50+7.60+8.50+1.20+1.60+3.25+1.30+1.10+2.50+2.50+2.20+2.20+2+2

+3.25+1.3+1.1) – (ประตูยาว4 + 8) = 48.60 m.

แนวตั้ง = 16 จุดx 3.15 m = 50.40 m.

Total = 99 m.

ซึ่งราคาส่วนจุดรอยต่อประกอบด้วย วัสดุเชื่อม ,

วัสดุเกร๊าท์ , ค่ายกติดตั้ง , ค่าเครื่องจักร , ไฮโดรลิควินท์

18. ค่าแรงงานในส่วนแบบหล่อ คาน-เสา-พื้น ของระบบหล่อในที่ มากกว่า ระบบสำเร็จรูป เนื่องจาก

    รวมการค้ำยันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบหล่อในที่ 1 หลัง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
1	**งานฐานราก**					
1.1.	ปรับผิวดิน	ตร.ม.	196.00		80.00	15680.00
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม.	7.49		62.00	464.38
1.3	เสาเข็ม I I 0.26x0.26x24	ต้น	13.00	3965.00	1000.00	64545.00
1.4	ตอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต (280 ksc)	ลบ.ม.	1.01	2400.00	200.00	2636.40
	เหล็กเสริม	กก.	147.76	10.50	2.00	1847.00
	แบบหล่อ (เหล็ก)	ตร.ม.	11.96	577.25	200.00	9295.91
	ทรายบดอัด	ลบ.ม.	0.83	125.00	45.00	141.44
2	**โครงสร้างชั้นที่ 1**					
2.1.	คานคอดิน					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	4.14	2400.00	200.00	10774.40
	เหล็กเสริม	กก.	660.23	10.50	2.00	8252.88
	แบบหล่อ	ตร.ม.	55.28	577.25	200.00	42962.49
	ทรายบดอัด	ลบ.ม.	0.57	125.00	45.00	96.05
2.2.	พื้น					
	พื้นหล่อในที่หนา 8 ซม.	ตร.ม.	64.45			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	5.16	2400.00	200.00	13405.60
	เหล็กเสริม	กก.	257.20	10.50	2.00	3215.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	64.45	577.25	200.00	50093.76
	ทรายบดอัด	ลบ.ม.	3.22	125.00	45.00	547.40
	หล่อในที่ หนา 10 ซ.ม. เหล็กตะแกรง 6 มม.	ตร.ม.	13.00	260.00	25.00	3705.00
2.3.	เสาจากชั้นที่ 1 ถึง โครงหลังคา	ม.	3.15			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	3.74	2400.00	200.00	9734.40
	เหล็กเสริม	กก.	831.67	10.50	2.00	10395.88
	แบบหล่อ	ตร.ม.	5.76	577.25	200.00	4476.96
	เสาเหล็กรูปพรรณ	ม.	6.30	67.92	20.37	556.23
3	**โครงสร้างชั้นที่ 2**					
3.1.	คานชั้นที่ 2					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	4.68	2400.00	200.00	12168.00
	เหล็กเสริม	กก.	640.49	10.50	2.00	8006.13
	แบบหล่อ	ตร.ม.	75.41	577.25	200.00	58612.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
3.2.	พื้นหล่อในที่หนา 8 ซม.	ตร.ม.	75.33			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	6.03	2400.00	200.00	15678.00
	เหล็กเสริม	กก.	300.567	10.50	2.00	3757.09
	หล่อแบบ	ตร.ม.	75.325	577.25	200.00	58546.36
3.3.	คานรัดเสาหลังคา					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	3.31	2400.00	200.00	8606.00
	เหล็กเสริม	กก.	274.4	10.50	2.00	3430.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	53.56	577.25	200.00	41629.51
4	หลังคา					
4.1	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย	ตร.ม.	102	570.00	130.00	71400.00
5	รายละเอียดผิวพื้น					
5.1.	พื้นซีเมนต์ขัดหยาบ	ตร.ม.	13	75.00	65.00	1820.00
5.2.	พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8 " x 8 "	ตร.ม.	45.775	139.21	40.00	8203.22
5.3.	พื้นซีเมนต์ขัดมันเรียบผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม.	5.2	175.00	50.00	1170.00
5.4.	พื้นปูปาร์เก้ไม้แดงเคลือบเงา	ตร.ม.	54.923	560.00	75.00	34876.11
6	ฝ้าเพดาน					
6.1	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มม. (ฝ้าหลังคา)	ตร.ม.	16.25	49.30	50.00	1613.63
6.2.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี (กันชื้น)	ตร.ม.	11	60.00	50.00	1210.00
6.3.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี	ตร.ม.	91.5	53.33	50.00	9454.70
7	ผนัง					
7.1.	ผนังก่ออิฐมอญ	ตร.ม.	281.84	260.00	160.00	118372.80
7.2.	ผนังผิวบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8 " x 8 " ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม.	24.26	150.15	150.00	7281.64
8	บันไดและราวกันตก					
8.1.	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.17	2400.00	200.00	3042.00
8.2.	เหล็ก	กก.	71.61	10.50	2.00	895.13
8.3.	แบบหล่อ	ตร.ม.	9.12	577.25	200.00	7088.52
8.4.	ลูกตั้ง-ลูกนอนไม้ปาเก้แดง หนา 1.5" x 6"	ลบ.ฟ.	9.3	630.00	120.00	6975.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
8.5.	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 2" x 4"	ม.	5.13	140.00	100.00	1231.20
8.6.	ลูกกรงไม้มะค่าขนาด 2 " x 2 "	ม	18	70.00	50.00	2160.00
8.7.	เสาบันไดขนาด 4" x 4"	ต้น	6	500.00	80.00	3480.00
9	**สุขภัณฑ์**					
9.1.	อ่างล้างหน้า AMERICAN STD TF - 476	ชุด	3	638.00	500.00	3414.00
9.2.	โถส้วมนั่งราบชักโครก AMERICAN STD TF - 2106	ชุด	3	1721.00	500.00	6663.00
9.3.	สายชำระ HANG	ชุด	3	150.00	100.00	750.00
9.4.	ที่ใส่กระดาษชำระเซรามิค	ชุด	3	96.00	80.00	528.00
9.5.	ฝักบัวสายอ่อนโลหะ	ชุด	2	750.00	100.00	1700.00
9.6.	ที่วางสบู่เซรามิค	ชุด	2	104.00	80.00	368.00
9.7.	ราวแขวนผ้าหัวเซรามิค	ชุด	3	350.00	80.00	1290.00
9.8.	อ่างอาบน้ำเหล็กปั๊ม เคลือสี ขนาด 0.60 x 1.60	ชุด	1	4965.00	1000.00	5965.00
9.9	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*1.00	ชุด	1	95.40	120.00	215.40
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.80*1.00	ชุด	1	171.72	120.00	291.72
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*0.80	ชุด	1	76.32	120.00	196.32
9.1	ก๊อกน้ำ	ชุด	1	120.00	90.00	210.00
9.11	ที่ใส่สบู่	ชุด	3	104.00	80.00	552.00
10	**ระบบท่อ**					
10.1	มาตรวัดน้ำ ขนาด dia 1 "	ชุด	1	450.00	120.00	570.00
10.2.	FLOOR DRAIN	ชุด	3	200.00	100.00	900.00
10.3.	ท่อน้ำทิ้ง (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	1.25	12.08	160.00	215.09
10.4.	ท่อน้ำประปา (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	15.375	12.08	180.00	2953.15
10.5.	ท่อซีเมนต์ (ขนาด 6 ")	ม	10.5	320.00	150.00	4935.00
10.6.	ท่อส้วม	ม	7.25	185.00	160.00	2501.25
10.7.	บ่อพักน้ำทิ้ง	ชุด	6	750.00	200.00	5700.00
10.8.	บ่อเกรอะ บ่อซึม BIOTOL รุ่น BT-19 E	ชุด	1	15600.00	1500.00	17100.00
11	**ระบบไฟฟ้า**					
11.1.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตถ์	ชุด	13	134.00	140.00	3562.00
11.2.	หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	3	18.50	140.00	475.50
11.3.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตถ์	ชุด	2	134.00	140.00	548.00
11.4.	ปลั๊ก	ชุด	18	65.00	80.00	2610.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
11.5.	สวิตซ์	ชุด	14	62.00	100.00	2268.00
11.6.	แผงควบคุมไฟ	ชุด	1	250.00	200.00	450.00
11.7.	ออดไฟฟ้า	ชุด	1	180.00	100.00	280.00
11.8.	สวิตซ์ออดไฟฟ้า (กันน้ำ)	ชุด	1	200.00	100.00	300.00
11.9.	ไฟหัวเสา หลอดอินเดนเดสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	1	138.50	140.00	278.50
12	ประตู					
12.1.	ป1	บาน	1	6358.56	200.00	6558.56
12.2.	ป2,1	บาน	4	1010.00	200.00	4840.00
12.3.	ป3	บาน	6	910.00	200.00	6660.00
13	หน้าต่าง					
13.1.	น1	บาน	1	4900.00	350.00	5250.00
13.2.	น2.	บาน	10	760.00	350.00	11100.00
13.3.	น4.	บาน	2	380.00	350.00	1460.00
13.4.	น6.	บาน	2	550.00	350.00	1800.00
13.5.	น12.	บาน	2	400.00	350.00	1500.00
14	ทาสี					
14.1	ทาสี (สีน้ำพลาสติก TOA 2 ด้าน)	ตร.ม.	563.68	30	15	25365.60
					รวม	875857.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบโครงเฟรม 1หลัง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
1	**งานฐานราก**					
1.1.	ปรับผิวดิน	ตร.ม.	196		80.00	15680.00
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม.	7.49		62.00	464.38
1.3	เสาเข็ม I I 0.26x0.26x24	ต้น	13	3965.00	1000.00	64545.00
1.4	ตอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต (280 ksc)	ลบ.ม.	1.014	2400.00	200.00	2636.40
	เหล็กเสริม	กก.	147.76	10.50	2.00	1847.00
	แบบหล่อ (เหล็ก)	ตร.ม.	11.96	577.25	200.00	9295.91
	ทรายบดอัด	ลบ.ม.	0.832	125.00	45.00	141.44
2.	**โครงสร้างชั้นที่ 1**					
2.1.	คานคอดินสำเร็จรูป					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	4.144	2400.00	200.00	10774.40
	เหล็กเสริม	กก.	660.23	10.50	2.00	8252.88
	แบบหล่อ	ตร.ม.	66.10	577.25	170.00	49393.23
2.2.	พื้น					
	พื้นสำเร็จรูปหนา 8 ซม.	ตร.ม.	64.45			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	5.156	2400.00	200.00	13405.60
	เหล็กเสริม	กก.	257.2	10.50	2.00	3215.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	64.45	577.25	170.00	48160.26
	หล่อในที่ หนา 10 ซ.ม. เหล็กตะแกรง 6 มม.	ตร.ม.	13	260.00	25.00	3705.00
2.3.	เสาสำเร็จรูป ชั้นที่ 1	ม.	3.15			0.00
	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.872	2400.00	200.00	4867.20
	เหล็กเสริม	กก.	415.835	10.50	2.00	5197.94
	แบบหล่อ	ตร.ม.	2.88	577.25	170.00	2152.08
	เสาเหล็กรูปพรรณ	ม.	6.3	67.92	20.37	556.23
2.4	จุดรอยต่อ	จุด	50		100	5000.00
3	**โครงสร้างชั้นที่ 2**					
3.1.	คานสำเร็จรูปชั้นที่ 2					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	4.68	2400.00	200.00	12168.00
	เหล็กเสริม	กก.	640.49	10.50	2.00	8006.13
	แบบหล่อ	ตร.ม.	75.41	577.25	170.00	56350.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
3.2.	พื้นสำเร็จรูปหนา 8 ซม.	ตร.ม.	75.33			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	6.03	2400.00	200.00	15678.00
	เหล็กเสริม	กก.	300.567	10.50	2.00	3757.09
	แบบหล่อ	ตร.ม.	75.325	577.25	170.00	56286.61
3.3	เสาสำเร็จรูปชั้นที่ 2	ม.	3.15			0.00
	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.872	2400.00	200.00	4867.20
	เหล็กเสริม	กก.	415.835	10.50	2.00	5197.94
	แบบหล่อ	ตร.ม.	2.88	577.25	170.00	2152.08
3.4	จุดรอยต่อ	จุด	58		100.00	5800.00
3.5	คานสำเร็จรูปรัดเสาหลังคา					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	3.31	2400.00	200.00	8606.00
	เหล็กเสริม	กก.	274.4	10.50	2.00	3430.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	53.56	577.25	170.00	40022.71
3.6	จุดรอยต่อ	จุด	39		100.00	3900.00
4	**หลังคา**					
4.1	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย	ตร.ม.	102	570.00	130.00	71400.00
5	**รายละเอียดผิวพื้น**					
5.1.	พื้นซีเมนต์ขัดหยาบ	ตร.ม.	13	75.00	65.00	1820.00
5.2.	พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8 " x 8 "	ตร.ม.	45.775	139.21	40.00	8203.22
5.3.	พื้นซีเมนต์ขัดมันเรียบผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม.	5.2	175.00	50.00	1170.00
5.4.	พื้นปูปาร์เก้ไม้แดงเคลือบเงา	ตร.ม.	54.923	560.00	75.00	34876.11
6	**ฝ้าเพดาน**					
6.1	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มม. (ฝ้าหลังคา)	ตร.ม.	16.25	49.30	50.00	1613.63
6.2.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี (กันซึม)	ตร.ม.	11	60.00	50.00	1210.00
6.3.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี	ตร.ม.	91.5	53.33	50.00	9454.70
7	**ผนัง**					
7.1.	ผนังก่ออิฐมอญ	ตร.ม.	281.84	260.00	160.00	118372.80
7.2.	ผนังผิวบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8 " x 8 " ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม.	24.26	150.15	150.00	7281.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
8	**บันไดและราวกันตก**					
8.1.	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.17	2400.00	200.00	3042.00
8.2.	เหล็ก	กก.	71.61	10.50	2.00	895.13
8.3.	แบบหล่อ	ตร.ม.	9.12	577.25	170.00	6814.92
8.4.	ลูกตั้ง-ลูกนอนไม้ปาเก้แดง หนา 1.5" x 6"	ลบ.ฟ.	9.3	630.00	120.00	6975.00
8.5.	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 2" x 4"	ม.	5.13	140.00	100.00	1231.20
8.6.	ลูกกรงไม้มะค่าขนาด 2 " x 2 "	ม	18	70.00	50.00	2160.00
8.7.	เสาบันไดขนาด 4" x 4"	ต้น	6	500.00	80.00	3480.00
9	**สุขภัณฑ์**					
9.1.	อ่างล้างหน้า AMERICAN STD TF - 476	ชุด	3	638.00	500.00	3414.00
9.2.	โถส้วมนั่งราบชักโครก AMERICAN STD TF - 2106	ชุด	3	1721.00	500.00	6663.00
9.3.	สายชำระ HANG	ชุด	3	150.00	100.00	750.00
9.4.	ที่ใส่กระดาษชำระเซรามิค	ชุด	3	96.00	80.00	528.00
9.5.	ฝักบัวสายอ่อนโลหะ	ชุด	2	750.00	100.00	1700.00
9.6.	ที่วางสบู่เซรามิค	ชุด	2	104.00	80.00	368.00
9.7.	ราวแขวนผ้าหัวเซรามิค	ชุด	3	350.00	80.00	1290.00
9.8.	อ่างอาบน้ำเหล็กปั๊ม เคลือสี ขนาด 0.60 x 1.60	ชุด	1	4965.00	1000.00	5965.00
9.9	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*1.00	ชุด	1	95.40	120.00	215.40
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.80*1.00	ชุด	1	171.72	120.00	291.72
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*0.80	ชุด	1	76.32	120.00	196.32
9.1	ก๊อกน้ำ	ชุด	1	120.00	90.00	210.00
9.11	ที่ใส่สบู่	ชุด	3	104.00	80.00	552.00
10	**ระบบท่อ**					
10.1	มาตรวัดน้ำ ขนาด dia 1 "	ชุด	1	450.00	120.00	570.00
10.2.	FLOOR DRAIN	ชุด	3	200.00	100.00	900.00
10.3.	ท่อน้ำทิ้ง (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	1.25	12.08	160.00	215.09
10.4.	ท่อน้ำประปา (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	15.375	12.08	180.00	2953.15
10.5.	ท่อซีเมนต์ (ขนาด 6 ")	ม	10.5	320.00	150.00	4935.00
10.6.	ท่อส้วม	ม	7.25	185.00	160.00	2501.25
10.7.	บ่อพักน้ำทิ้ง	ชุด	6	750.00	200.00	5700.00
10.8.	บ่อเกรอะ บ่อซึม BIOTOL รุ่น BT-19 E	ชุด	1	15600.00	1500.00	17100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
11	**ระบบไฟฟ้า**					
11.1.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตถ์	ชุด	13	134.00	140.00	3562.00
11.2.	หลอดอินแคนเคสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	3	18.50	140.00	475.50
11.3.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตถ์	ชุด	2	134.00	140.00	548.00
11.4.	ปลั๊ก	ชุด	18	65.00	80.00	2610.00
11.5.	สวิตซ์	ชุด	14	62.00	100.00	2268.00
11.6.	แผงควบคุมไฟ	ชุด	1	250.00	200.00	450.00
11.7.	ออดไฟฟ้า	ชุด	1	180.00	100.00	280.00
11.8.	สวิตซ์ออดไฟฟ้า (กันน้ำ)	ชุด	1	200.00	100.00	300.00
11.9.	ไฟหัวเสา หลอดอินเคนเคสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	1	138.50	140.00	278.50
12	**ประตู**					
12.1.	ป1	บาน	1	6358.56	200.00	6558.56
12.2.	ป2,1	บาน	4	1010.00	200.00	4840.00
12.3.	ป3	บาน	6	910.00	200.00	6660.00
13	**หน้าต่าง**					
13.1.	น1	บาน	1	4900.00	350.00	5250.00
13.2.	น2.	บาน	10	760.00	350.00	11100.00
13.3.	น4.	บาน	2	380.00	350.00	1460.00
13.4.	น6.	บาน	2	550.00	350.00	1800.00
13.5.	น12.	บาน	2	400.00	350.00	1500.00
14	**ทาสี**					
14.1	ทาสี (สีน้ำพลาสติก TOA 2 ด้าน)	ตร.ม.	563.68	30	15	25365.60
					รวม	887836.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.3 ใบประมาณราคาบ้าน 2 ชั้น ระบบผนังรับแรง 1 หลัง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
1	**งานฐานราก**					
1.1.	ปรับผิวดิน	ตร.ม.	196		80.00	15680.00
1.2	ขุดดิน	ลบ.ม.	7.49		62.00	464.38
1.3	เสาเข็ม I I 0.26x0.26x24	ต้น	13	3965.00	1000.00	64545.00
1.4	ตอม่อครอบเสาเข็ม					
	คอนกรีต (280 ksc)	ลบ.ม.	1.014	2400.00	200.00	2636.40
	เหล็กเสริม	กก.	147.76	10.50	2.00	1847.00
	แบบหล่อ (เหล็ก)	ตร.ม.	11.96	577.25	200.00	9295.91
	ทรายบดอัด	ลบ.ม.	0.832	125.00	45.00	141.44
2	**โครงสร้างชั้นที่ 1**					
2.1.	คานคอดินสำเร็จรูป					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	4.144	2400.00	200.00	10774.40
	เหล็กเสริม	กก.	660.23	10.50	2.00	8252.88
	แบบหล่อ	ตร.ม.	55.275	577.25	170.00	41304.24
2.2	ผนังคอนกรีตรับแรง					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	14.54	2400.00	200.00	37804.00
	เหล็กเสริม	กก.	615.4	10.50	2.00	7692.50
	แบบหล่อ	ตร.ม.	111.82	577.25	170.00	83557.50
2.3	พื้น					
	พื้นสำเร็จรูป 8 ซม.	ตร.ม.	64.45			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	5.156	2400.00	200.00	13405.60
	เหล็กเสริม	กก.	257.2	10.50	2.00	3215.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	64.45	557.25	170.00	46871.26
	พื้นหล่อในที่ หนา 10 ซ.ม. เหล็กตะแกรง 6 มม.	ตร.ม.	13	260.00	25.00	3705.00
2.4	เสาสำเร็จรูป h = 3.15 m.					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	0.504	2400.00	200.00	1310.40
	เหล็กเสริม	กก.	32	10.50	2.00	400.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	10.08	577.25	170.00	7532.28
	เสาเหล็กรูปพรรณ	ม.	6.3	67.92	20.37	556.23
2.5	จุดรอยต่อผนัง-ผนัง	ม.	85.40		185.00	15799.00
	จุดรอยต่อคาน-ผนัง-เสา	จุด	15		100.00	1500.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
3	**โครงสร้างชั้นที่ 2**					
3.1	ผนังคอนกรีตรับแรง					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	16.65	2400.00	200.00	43290.00
	เหล็กเสริม	กก.	705.08	10.50	2.00	8813.50
	แบบหล่อ	ตร.ม.	128.125	577.25	170.00	95741.41
3.2	คานสำเร็จรูปชั้นที่ 2					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.05	2400	200	2730.00
	เหล็กเสริม	กก.	106.03	10.5	2	1325.38
	แบบหล่อ	ตร.ม.	19.9	577.25	170	14870.28
3.3	พื้นสำเร็จรูปหนา 8 ซม.	ตร.ม.	75.33			
	คอนกรีต	ลบ.ม.	6.03	2400.00	200.00	15678.00
	เหล็กเสริม	กก.	300.567	10.50	2.00	3757.09
	แบบหล่อ	ตร.ม.	75.325	577.25	170.00	56286.61
3.5	คานสำเร็จรูปชั้นหลังคา					
	คอนกรีต	ลบ.ม.	3.31	2400.00	200.00	8606.00
	เหล็กเสริม	กก.	274.40	10.50	2.00	3430.00
	แบบหล่อ	ตร.ม.	53.56	577.25	170.00	40022.71
3.6	จุดรอยต่อผนัง-ผนัง	ม.	99.00		185.00	18315.00
	จุดรอยต่อคาน-ผนัง-เสา	จุด	39.00		100.00	3900.00
4	**หลังคา**					
4.1	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย	ตร.ม.	102	570.00	130.00	71400.00
5	**รายละเอียดผิวพื้น**					
5.1.	พื้นซีเมนต์ขัดหยาบ	ตร.ม.	13	75.00	65.00	1820.00
5.2.	พื้นบุกระเบื้องเซรามิคหรือคอตโตขนาด 8 " x 8 "	ตร.ม.	45.775	139.21	40.00	8203.22
5.3.	พื้นซีเมนต์ขัดมันเรียบผสมน้ำยากันซึม	ตร.ม.	5.2	175.00	50.00	1170.00
5.4.	พื้นปูปาร์เก้ไม้แดงเคลือบเงา	ตร.ม.	54.923	560.00	75.00	34876.11
6	**ฝ้าเพดาน**					
6.1	ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มม. (ฝ้าหลังคา)	ตร.ม.	16.25	49.30	50.00	1613.63
6.2.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี (กันซึม)	ตร.ม.	11	60.00	50.00	1210.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
6.3.	ฝ้าทีบาร์ แผ่นยิปซั่มบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด 0.6 x 0.6 หนา 9 มม. ทาสี	ตร.ม.	91.5	53.33	50.00	9454.70
7	ผนัง					
7.1	ผนังก่ออิฐมอญ	ตร.ม.	32.03	260.00	160.00	13452.60
7.2	ผนังผิวบุกระเบื้องเซรามิกขนาด 8 " x 8 " ชนิดไม่มีลาย	ตร.ม.	24.26	125.00	150.00	6671.50
8	บันไดและราวกันตก					
8.1.	คอนกรีต	ลบ.ม.	1.17	2400.00	200.00	3042.00
8.2.	เหล็ก	กก.	71.61	10.50	2.00	895.13
8.3.	แบบหล่อ	ตร.ม.	9.12	577.25	170.00	6814.92
8.4.	ลูกตั้ง-ลูกนอนไม้ปาเก้แดง หนา 1.5" x 6"	ลบ.ฟ.	9.3	630.00	120.00	6975.00
8.5.	ราวบันไดไม้มะค่า ขนาด 2" x 4"	ม.	5.13	140.00	100.00	1231.20
8.6.	ลูกกรงไม้มะค่าขนาด 2 " x 2 "	ม	18	70.00	50.00	2160.00
8.7.	เสาบันไดขนาด 4" x 4"	ต้น	6	500.00	80.00	3480.00
9	สุขภัณฑ์					
9.1.	อ่างล้างหน้า AMERICAN STD TF - 476	ชุด	3	638.00	500.00	3414.00
9.2.	โถส้วมนั่งราบชักโครก AMERICAN STD TF - 2106	ชุด	3	1721.00	500.00	6663.00
9.3.	สายชำระ HANG	ชุด	3	150.00	100.00	750.00
9.4.	ที่ใส่กระดาษชำระเซรามิค	ชุด	3	96.00	80.00	528.00
9.5.	ฝักบัวสายอ่อนโลหะ	ชุด	2	750.00	100.00	1700.00
9.6.	ที่วางสบู่เซรามิค	ชุด	2	104.00	80.00	368.00
9.7.	ราวแขวนผ้าหัวเซรามิค	ชุด	3	350.00	80.00	1290.00
9.8.	อ่างอาบน้ำเหล็กปั๊ม เคลือสี ขนาด 0.60 x 1.60	ชุด	1	4965.00	1000.00	5965.00
9.9	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*1.00	ชุด	1	95.40	120.00	215.40
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.80*1.00	ชุด	1	171.72	120.00	291.72
	กระจกเงาติดตั้งผนัง ขนาด 1.00*0.80	ชุด	1	76.32	120.00	196.32
9.1	ก๊อกน้ำ	ชุด	1	120.00	90.00	210.00
9.11	ที่ใส่สบู่	ชุด	3	104.00	80.00	552.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
10	**ระบบท่อ**					
0.1	มาตรวัดน้ำ ขนาด dia 1 "	ชุด	1	450.00	120.00	570.00
0.2.	FLOOR DRAIN	ชุด	3	200.00	100.00	900.00
0.3.	ท่อน้ำทิ้ง (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	1.25	12.08	160.00	215.09
0.4.	ท่อน้ำประปา (ท่อ PVC dia 1 ")	ม	15.375	12.08	180.00	2953.15
0.5.	ท่อซีเมนต์ (ขนาด 6 ")	ม	10.5	320.00	150.00	4935.00
0.6.	ท่อส้วม	ม	7.25	185.00	160.00	2501.25
0.7.	บ่อพักน้ำทิ้ง	ชุด	6	750.00	200.00	5700.00
0.8.	บ่อเกรอะ บ่อซึม BIOTOL รุ่น BT-19 E	ชุด	1	15600.00	1500.00	17100.00
11	**ระบบไฟฟ้า**					
11.1.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตถ์	ชุด	13	134.00	140.00	3562.00
11.2.	หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	3	18.50	140.00	475.50
11.3.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตถ์	ชุด	2	134.00	140.00	548.00
11.4.	ปลั๊ก	ชุด	18	65.00	80.00	2610.00
11.5.	สวิตซ์	ชุด	14	62.00	100.00	2268.00
11.6.	แผงควบคุมไฟ	ชุด	1	250.00	200.00	450.00
11.7.	ออดไฟฟ้า	ชุด	1	180.00	100.00	280.00
11.8.	สวิตซ์ออดไฟฟ้า (กันน้ำ)	ชุด	1	200.00	100.00	300.00
11.9.	ไฟหัวเสา หลอดอินเดนเดสเซนต์ 60 วัตถ์	ชุด	1	138.50	140.00	278.50
12	**ประตู**					
12.1.	ป1	บาน	1	6358.56	200.00	6558.56
12.2.	ป2,1	บาน	4	1010.00	200.00	4840.00
12.3.	ป3	บาน	6	910.00	200.00	6660.00
13	**หน้าต่าง**					
13.1.	น1	บาน	1	4900.00	350.00	5250.00
13.2.	น2.	บาน	10	760.00	350.00	11100.00
13.3.	น4.	บาน	2	380.00	350.00	1460.00
13.4.	น6.	บาน	2	550.00	350.00	1800.00
13.5.	น12.	บาน	2	400.00	350.00	1500.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	วัสดุ (บาท / หน่วย)	ค่าแรง (บาท / หน่วย)	รวม
14	**ทาสี**					
4.1	ทาสี (สีน้ำพลาสติก TOA 2 ด้าน)	ตร.ม.	563.68	30	15	25365.60
					รวม	1001850.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปราคาในแต่ละงาน

	หล่อในที่	โครงเฟรม	ผนังรับแรง
งานโครงสร้าง (รวมผนัง , ฐานราก , บันได)	599,940.00	611,919.00	725,933.00
หลังคา	71,400.00	71,400.00	71,400.00
ผิวพื้น	46,069.00	46,069.00	46,069.00
ฝ้าเพดาน	12,278.00	12,278.00	12,278.00
ประตูหน้าต่าง + ตกแต่งบันได	53,015.00	53,015.00	53,014.00
ท่อ - สุขภัณฑ์	57,018.00	57,018.00	57,018.00
ไฟฟ้า	10,772.00	10,772.00	10,772.00
ทาสี - ตกแต่ง	25,366.00	25,366.00	25,366.00
Total	**875,858.00**	**887,837.00**	**1,001,850.00**

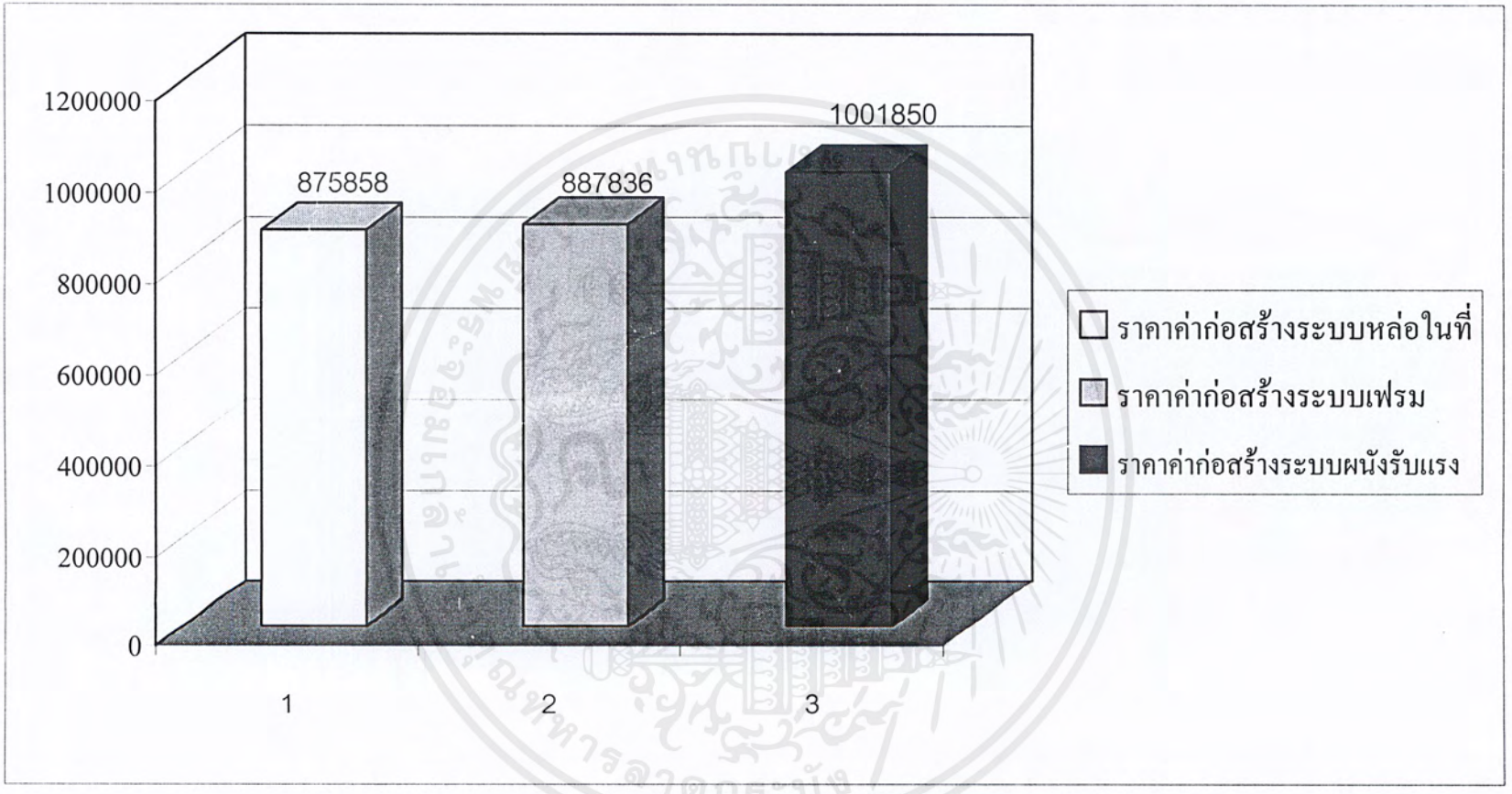
ค่าก่อสร้างระบบโครงเฟรมสูงกว่าระบบหล่อในที่ ประมาณ 11,979 บาท

ค่าก่อสร้างระบบผนังรับแรงสูงกว่าระบบหล่อในที่ ประมาณ 125,992 บาท

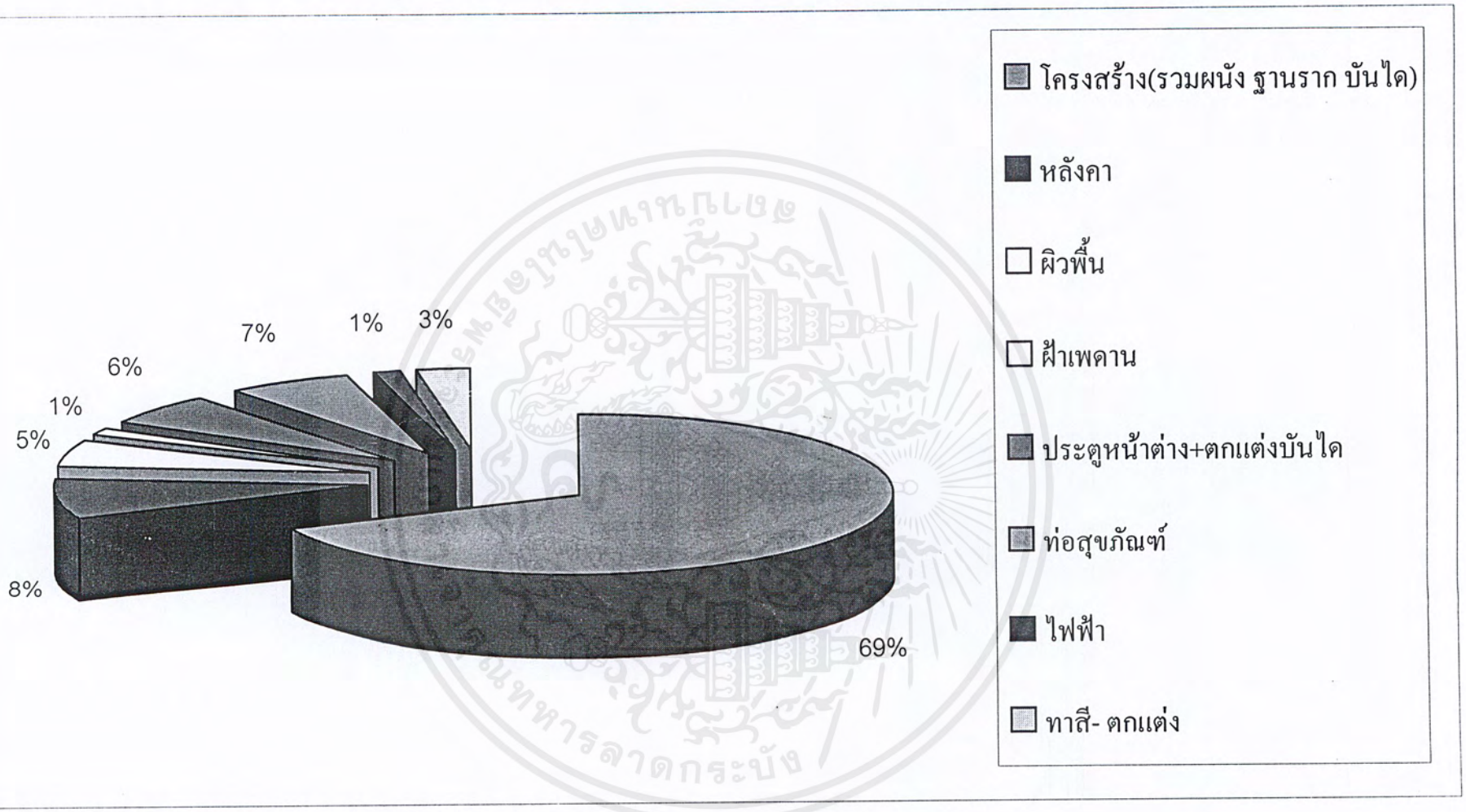
ราคางานในแต่ละส่วนเป็น % เทียบกับค่าก่อสร้างทั้งหมด

	หล่อในที่ %	โครงเฟรม %	ผนังรับแรง %
งานโครงสร้าง (รวมผนัง , ฐานราก , บันได)	68.50	68.92	72.46
หลังคา	8.15	8.04	7.13
ผิวพื้น	5.26	5.19	4.60
ฝ้าเพดาน	1.40	1.38	1.23
ประตูหน้าต่าง + ตกแต่งบันได	6.05	5.97	5.29
ท่อ - สุขภัณฑ์	6.51	6.42	5.69
ไฟฟ้า	1.23	1.21	1.08
ทาสี - ตกแต่ง	2.90	2.86	2.53

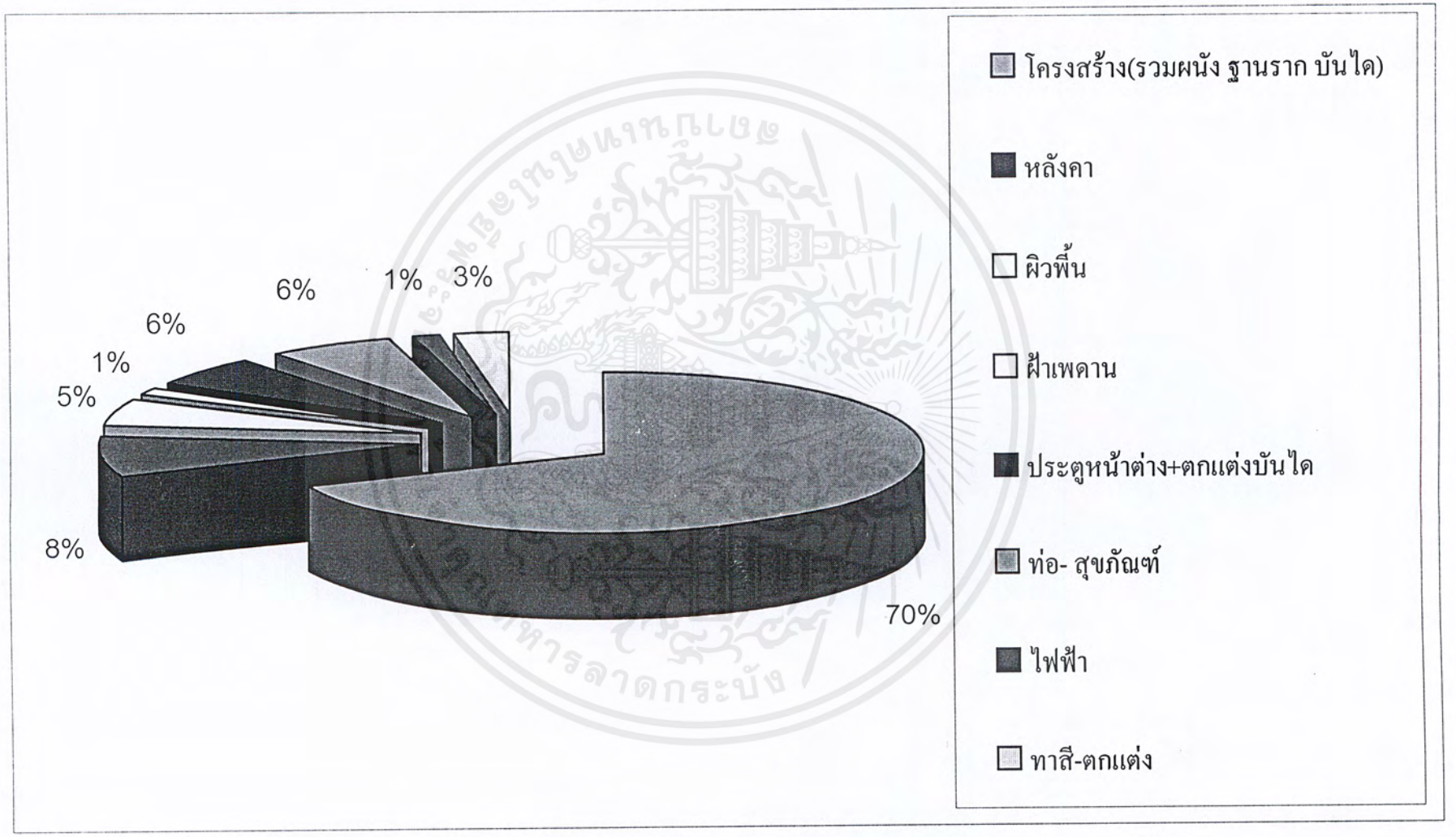
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



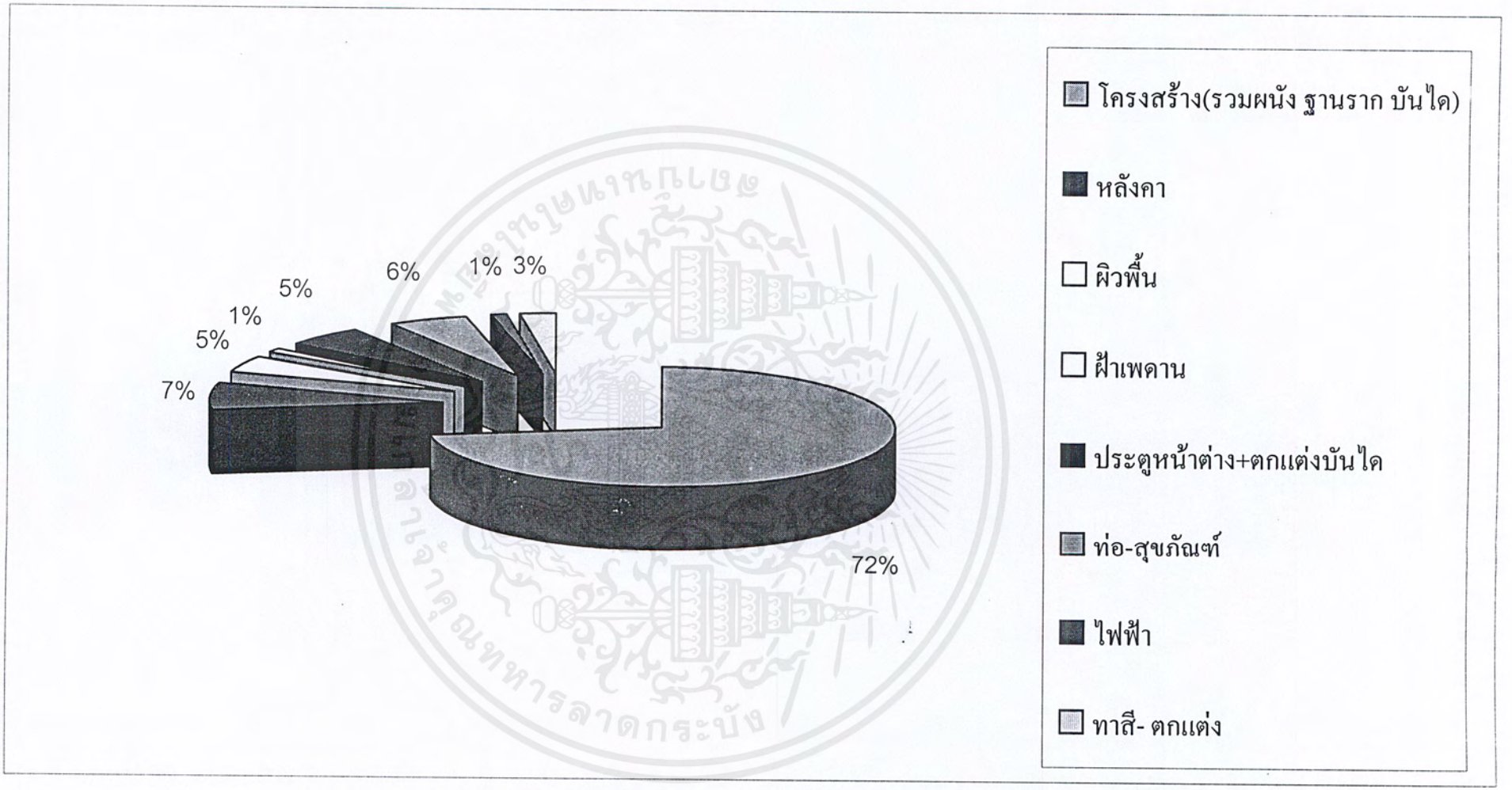
รูปที่ 7.1 แผนภูมิแสดงราคาค่าก่อสร้างแต่ละระบบ



รูปที่ 7.2 แผนภูมิแสดงราคางานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบหล่อในที่)



รูปที่ 7.3 แผนภูมิแสดงราคางานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบเฟรม)



รูปที่ 7.4 แผนภูมิแสดงราคางานแต่ละส่วนเป็นเปอร์เซนต์ (ระบบผนังรับแรง)

แผนภูมิแสดงราคางานในแต่ละส่วน คิดเป็น %

จากแผนภูมิพบว่างานในส่วนของโครงสร้างมีปริมาณงานมากกว่าส่วนงานสถาปัตยกรรมและงานส่วนสถาปัตยกรรม(ไม่รวมผนัง)ของระบบก่อสร้างทั้ง 3 ระบบมีปริมาณที่เท่ากัน ดังนั้นจะเห็นว่างานส่วนของโครงสร้างส่งผลกระทบต่อด้านราคามากที่สุด การเปลี่ยนแปลงราคาค่าก่อสร้างจึงมุ่งมาที่ส่วนของโครงสร้างซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาระบบสำเร็จรูป ที่ต้องการลดราคาในส่วนของโครงสร้าง โดยใช้หลักการบริหารแบบหล่อที่มีประสิทธิภาพและการลดระยะเวลาค่าก่อสร้าง

หมายเหตุ : ราคางานส่วนโครงสร้างจะรวมผนังด้วย เนื่องจากเรามองในแง่ที่ว่าบ้านทั้งหลังต้องประกอบเป็นโครงสร้างที่สามารถรับแรงได้โดยมีผนังกั้นเป็นตัวอาคาร และเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างระบบได้ ดังนั้นงานสถาปัตยกรรมจึงเป็นส่วนที่เหลือจากงานโครงสร้างซึ่งมีราคาเท่ากันทั้ง 3 ระบบ

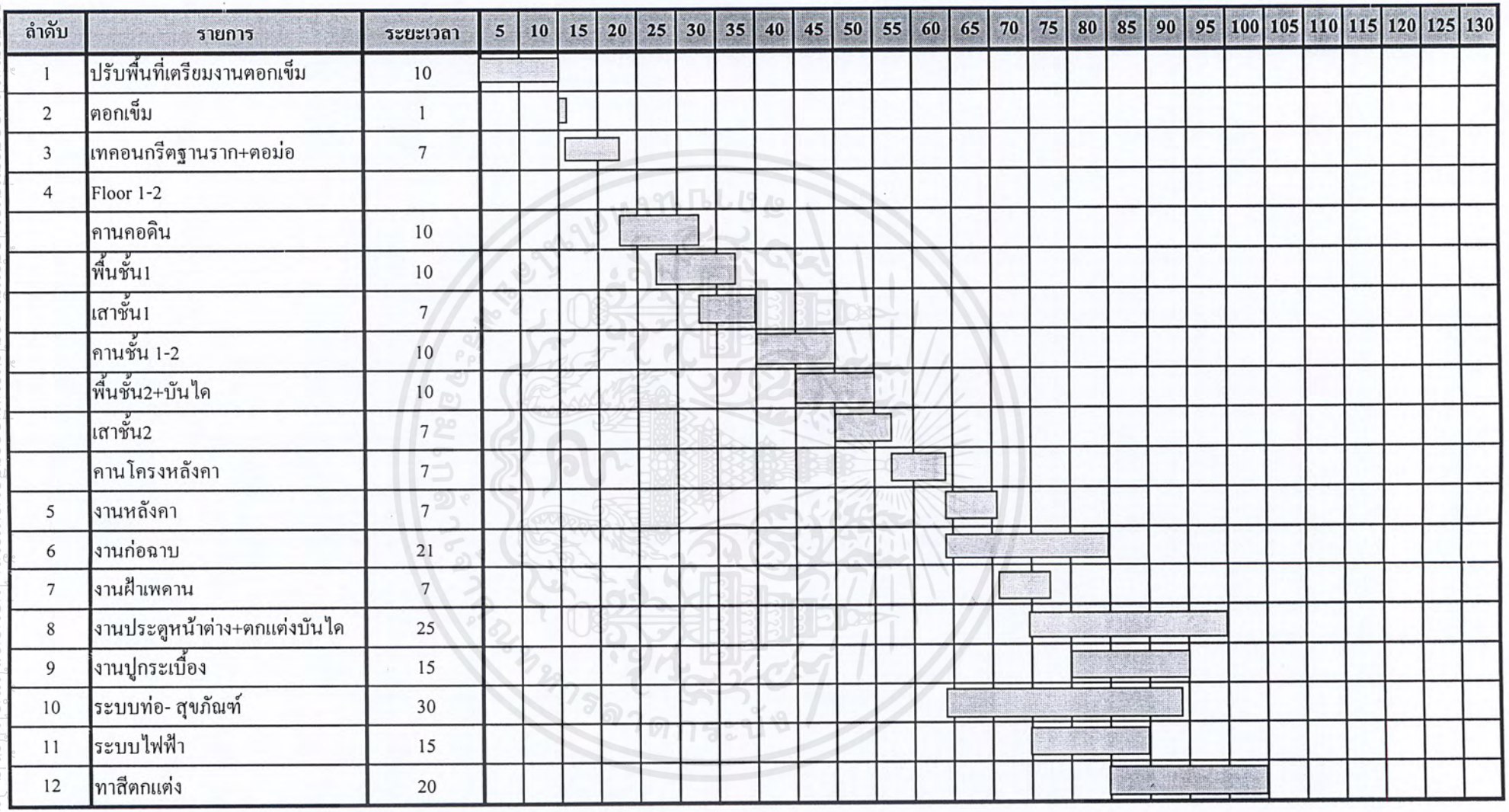
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 วิเคราะห์ด้านราคาค่าก่อสร้าง

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้มา ทำการวิเคราะห์ด้านราคาค่าก่อสร้างได้ดังนี้

1. จากเงื่อนไขการก่อสร้างที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าระบบโครงเฟรมมีค่าก่อสร้างมากกว่าระบบหล่อในที่เล็กน้อย เนื่องจากเราให้ปริมาณแบบหล่อและปริมาณวัสดุเท่ากัน โดยระบบหล่อในที่ ค่าแรงงานในส่วนแบบหล่อจะมากกว่าระบบโครงเฟรมเล็กน้อยเนื่องจากค่าแรงนี้รวมเรื่องการค้ำยันไปด้วย แต่ในระบบโครงเฟรมค่าแรงงานจะเพิ่มขึ้นในส่วนของการประกอบติดตั้งจุดรอยต่อ (ประกอบด้วย ค่าวัสดุ การเชื่อม ยกติดตั้ง การเกร๊าท์) ซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่าค่าแรงงานในส่วนค้ำยัน
2. สำหรับระบบทั้ง 3 พบว่าระบบผนังรับแรงมีราคาค่าก่อสร้างสูงสุดเนื่องจากในส่วนของผนังจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจะแตกต่างกับอีก 2 ระบบที่เป็นผนังก่ออิฐ และรวมไปถึงราคาค่าแรงด้านจุดรอยต่อเช่นเดียวกับระบบโครงเฟรมทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มสูงขึ้น
3. สำหรับการก่อสร้างทั้ง 3 ระบบ ค่าก่อสร้างจะขึ้นอยู่กับงานด้านโครงสร้างเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
1	ปรับพื้นที่เตรียมงานตอกเข็ม	10																										
2	ตอกเข็ม	1																										
3	เทคอนกรีตฐานราก+ตอม่อ	7																										
4	Floor 1-2																											
	คานคอดิน	10																										
	พื้นชั้น1	10																										
	เสาชั้น1	7																										
	คานชั้น 1-2	10																										
	พื้นชั้น2+บันได	10																										
	เสาชั้น2	7																										
	คานโครงหลังคา	7																										
5	งานหลังคา	7																										
6	งานก่อฉาบ	21																										
7	งานฝ้าเพดาน	7																										
8	งานประตูหน้าต่าง+ตกแต่งบันได	25																										
9	งานปูกระเบื้อง	15																										
10	ระบบท่อ- สุขภัณฑ์	30																										
11	ระบบไฟฟ้า	15																										
12	ทาสีตกแต่ง	20																										

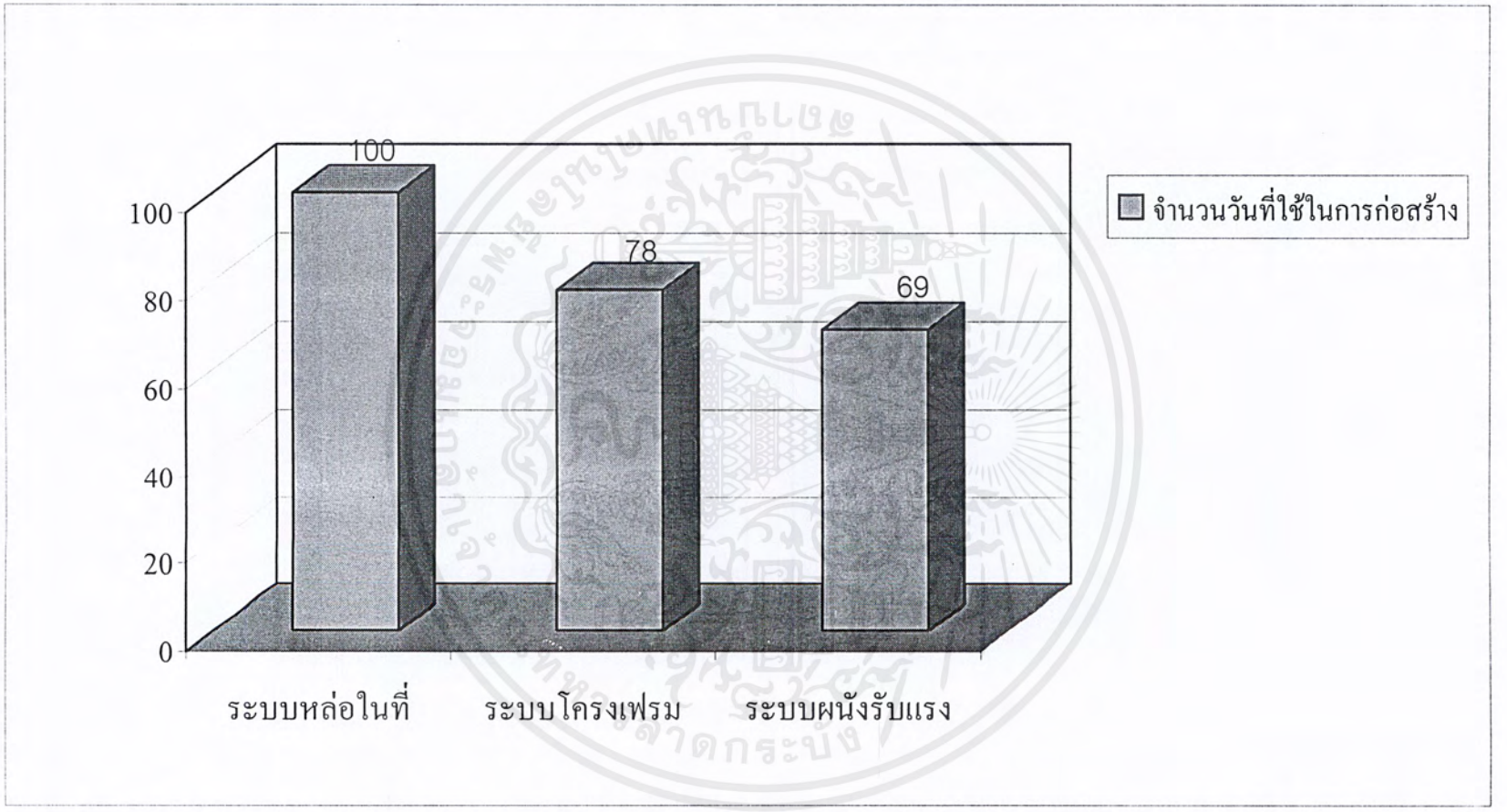
ตารางที่ 7.4 ผังเวลาทำงานของระบบหล่อในที่

ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
1	ปรับพื้นที่เตรียมงานตอกเข็ม	10																										
2	ตอกเข็ม	1																										
3	เทคอนกรีตฐานราก+ตอม่อ	7																										
4	หล่อชิ้นส่วนสำเร็จ	4																										
5	Floor 1-2																											
	ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จ เสา - คาน	5																										
	คานโครงหลังคา	7																										
	ติดตั้งพื้นสำเร็จรูป+บันได	7																										
6	งานหลังคา	7																										
7	งานก่อฉาบ	21																										
8	งานฝ้าเพดาน	7																										
9	งานประตูหน้าต่าง+ตกแต่งบันได	25																										
10	งานปูกระเบื้อง	15																										
11	ระบบท่อ- สุขภัณฑ์	30																										
12	ระบบไฟฟ้า	15																										
13	ทาสีตกแต่ง	20																										

ตารางที่ 7.5 ผังเวลาทำงานของระบบโครงเฟรม

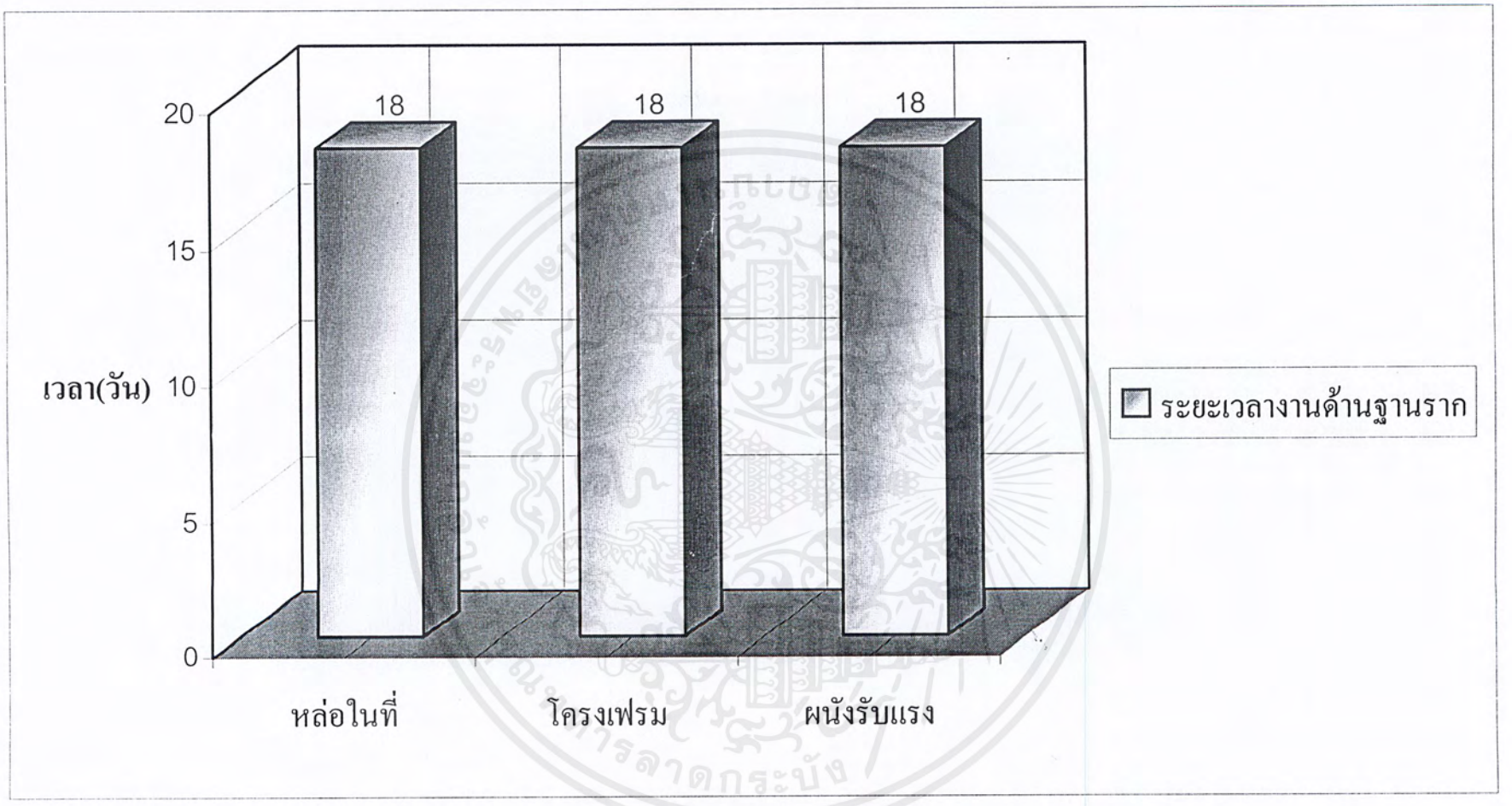
ลำดับ	รายการ	ระยะเวลา	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
1	ปรับพื้นที่เตรียมงานตอกเข็ม	10																										
2	ตอกเข็ม	1																										
3	เทคอนกรีตฐานราก+ตอม่อ	7																										
4	หล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป	4																										
5	Floor 1-2																											
	ติดตั้งคานคอดินหล่อสำเร็จ	2																										
	ติดตั้งผนัง พื้น คานและ เสาสำเร็จรูป+บันได	15																										
	คานโครงหลังคา	7																										
6	งานหลังคา	7																										
7	งานก่อฉาบ	7																										
8	งานฝ้าเพดาน	7																										
9	งานประตูหน้าต่าง+บันได	25																										
10	งานปูกระเบื้อง	15																										
11	ระบบท่อ- สุขภัณฑ์	30																										
12	ระบบไฟฟ้า	15																										
13	ทาสีตกแต่ง	20																										

ตารางที่ 7.6 ผังเวลาทำงานของระบบผนังรับแรง

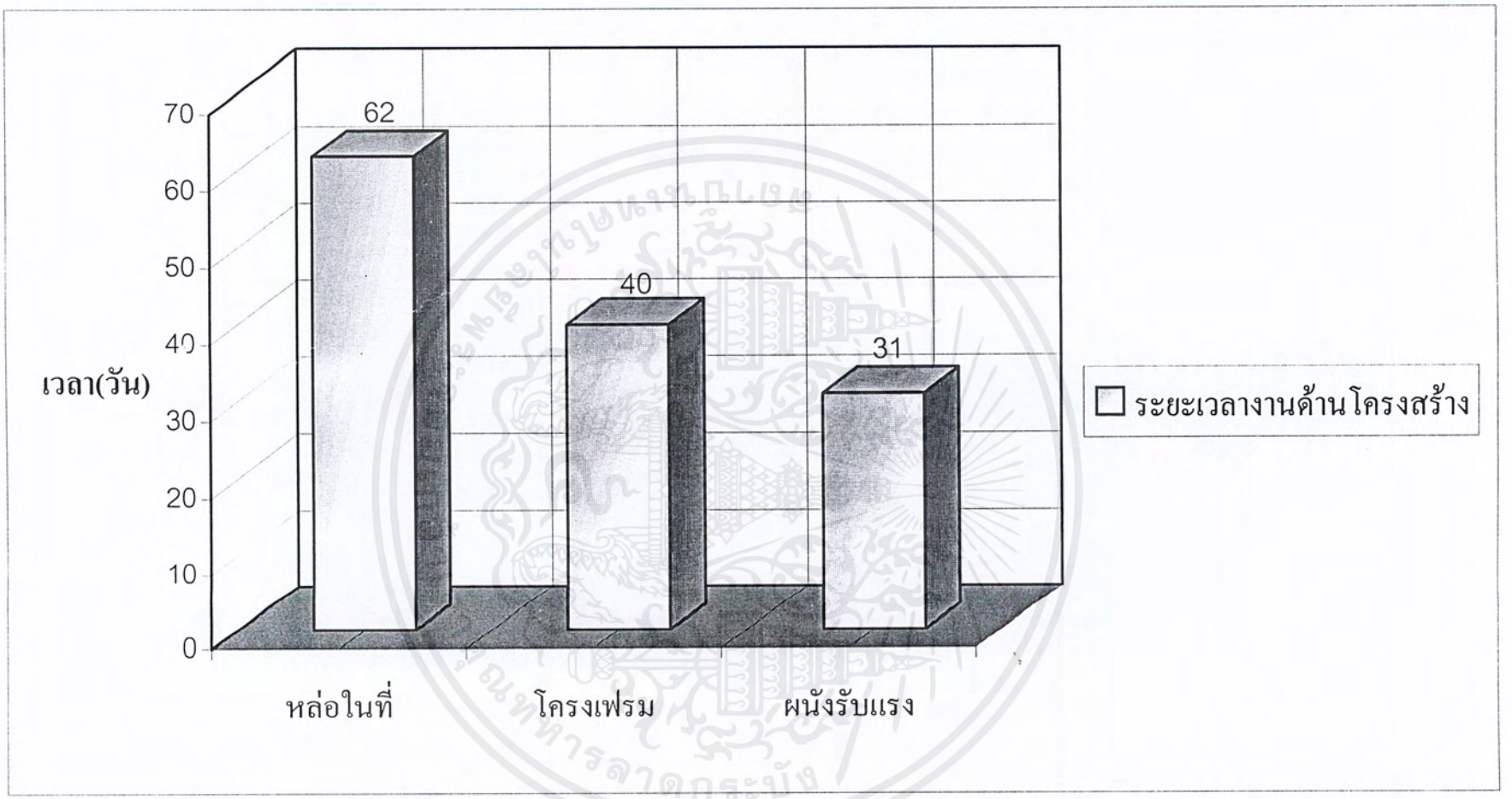


รูปที่ 7.5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบเวลาการก่อสร้างแต่ละระบบก่อสร้าง

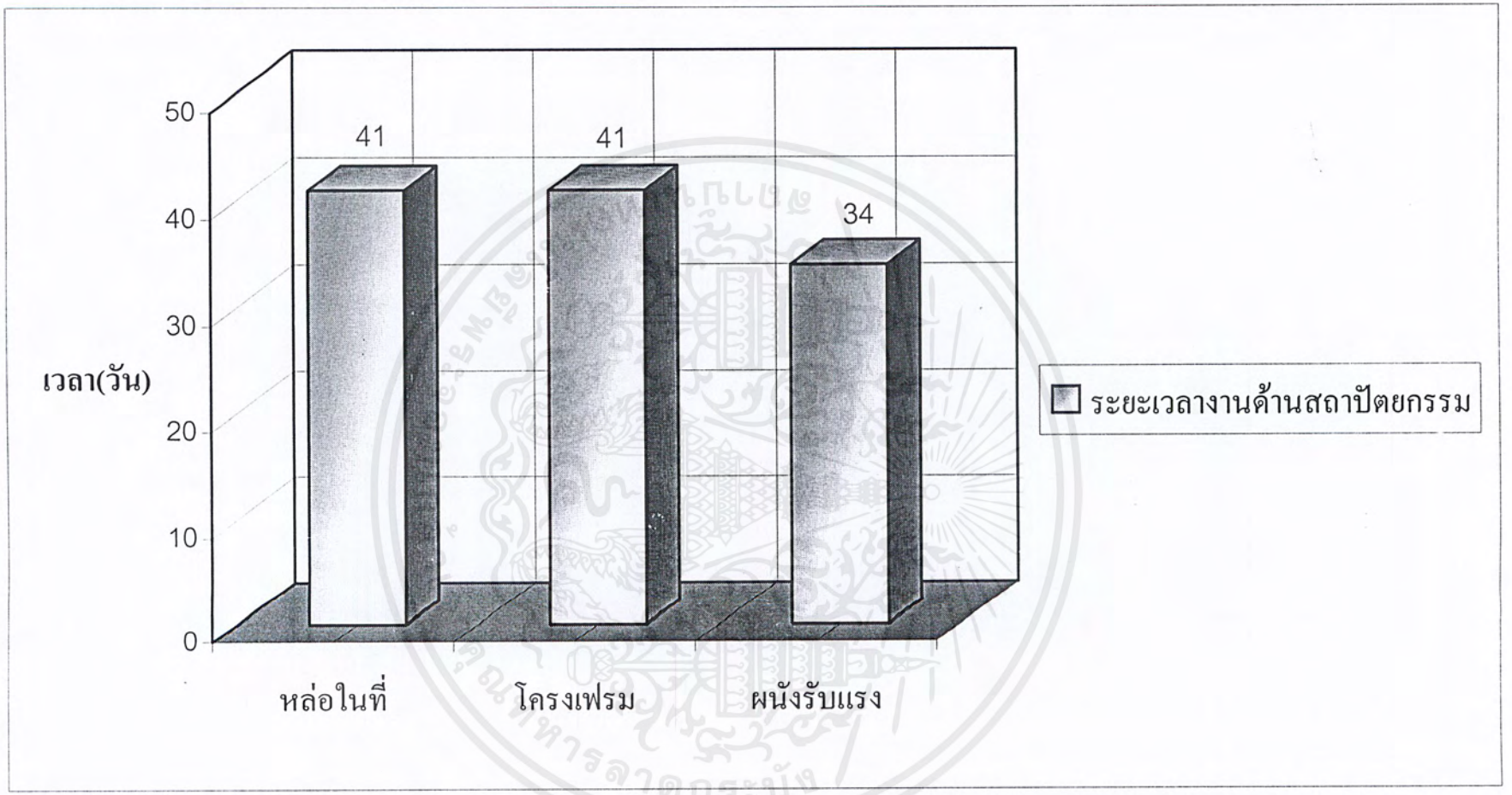
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.6 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานด้านฐานราก



รูปที่ 7.7 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานด้านโครงสร้าง (รวมผนัง)



รูปที่ 7.8 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานด้านสถาปัตยกรรม

ลำดับ	งาน	ราคา	% ค่าก่อสร้าง (บาท)	%ต่อสัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ฐานราก	94610	10.802	4.201	1	1	0.57												
2	โครงสร้างชั้นที่ 1 - 2	379675	43.349	7.401			0.43	1	1	1	1	1	0.43						
3	หลังคา	71400	8.152	8.152									0.57	0.43					
4	ผนังก่อ และผิวผนัง	125655	14.347	4.782									0.57	1	1	0.43			
5	ฝ้าเพดาน	12278	1.402	1.402										0.57	0.43				
6	ประตูหน้าต่าง+ตกแต่งบันได	53015	6.053	1.695											1	1	1	0.57	
7	ผิวพื้น	46069	5.260	2.455												1	1	0.14	
8	ระบบท่อ - สุขภัณฑ์	57018	6.510	1.519									0.57	1	1	1	0.716		
9	ระบบไฟฟ้า	10772	1.230	0.574											1	1	0.14		
10	ทาสี ตกแต่ง	25366	2.896	1.014												0.57	1	1	0.28
รวม		875858	100		4.201	4.201	5.577	7.401	7.401	7.401	7.401	7.401	11.421	10.606	9.173	8.877	6.332	2.324	0.284
					4.201	8.402	13.979	21.38	28.781	36.182	43.583	50.984	62.405	73.011	82.184	91.061	97.393	99.717	100.00

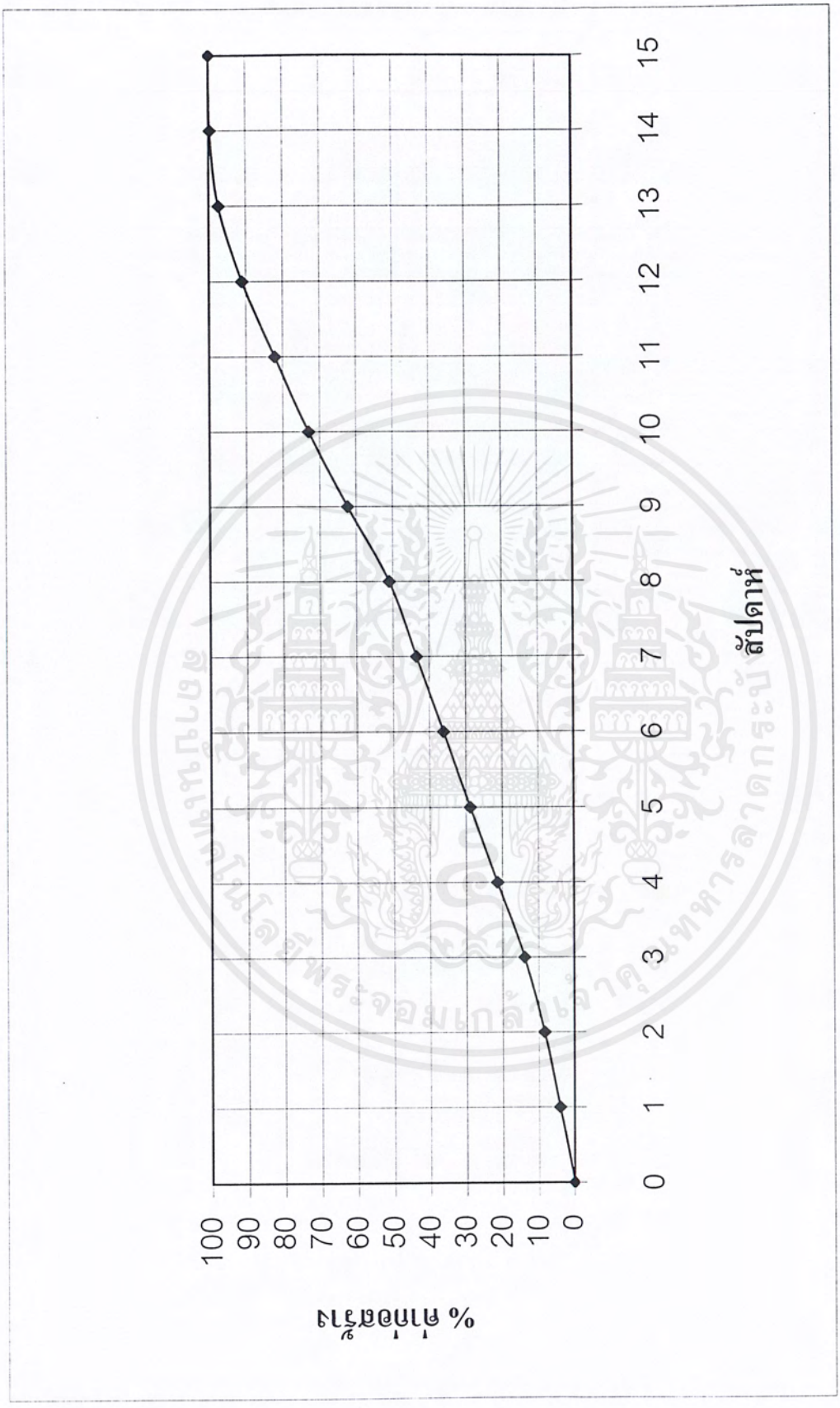
ตารางที่ 7.7 แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบหล่อในที่

ลำดับ	งาน	ราคา	% ค่าก่อสร้าง (บาท)	%ต่อสัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ฐานราก	94610	10.656	4.144	1	1	0.57												
2	หล่อชิ้นส่วนสำเร็จ	376398	42.395	74.191	0.57														
3	โครงสร้างชั้นที่ 1 - 2	15256	1.718	0.633			0.43	1	1	0.28									
4	หลังคา	71400	8.042	8.042						0.72	0.28								
5	ผนังก่อ และผิวผนัง	125655	14.153	4.718						0.72	1	1	0.28						
6	ฝ้าเพดาน	12278	1.383	1.383							0.72	0.28							
7	ประตูหน้าต่าง+ตกแต่งบันได	53014	5.971	1.672								1	1	1	0.57				
8	ผิวพื้น	46069	5.189	2.421								0.72	1	0.43					
9	ระบบท่อ - สุขภัณฑ์	57018	6.422	1.498						0.72	1	1	1	0.566					
10	ระบบไฟฟ้า	10772	1.213	0.566								0.72	1	0.43					
11	ทาสี ตกแต่ง	25366	2.857	1.000									0.72	1	1	0.14			
รวม		887836	100		46.450	4.144	2.645	0.633	0.633	9.554	9.68	10.61	8.60	4.95	1.96	0.14			
					46.450	50.594	53.239	53.872	54.505	64.059	73.739	84.349	92.949	97.899	99.859	100.000			

ตารางที่ 7.8 แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบโครงเฟรม

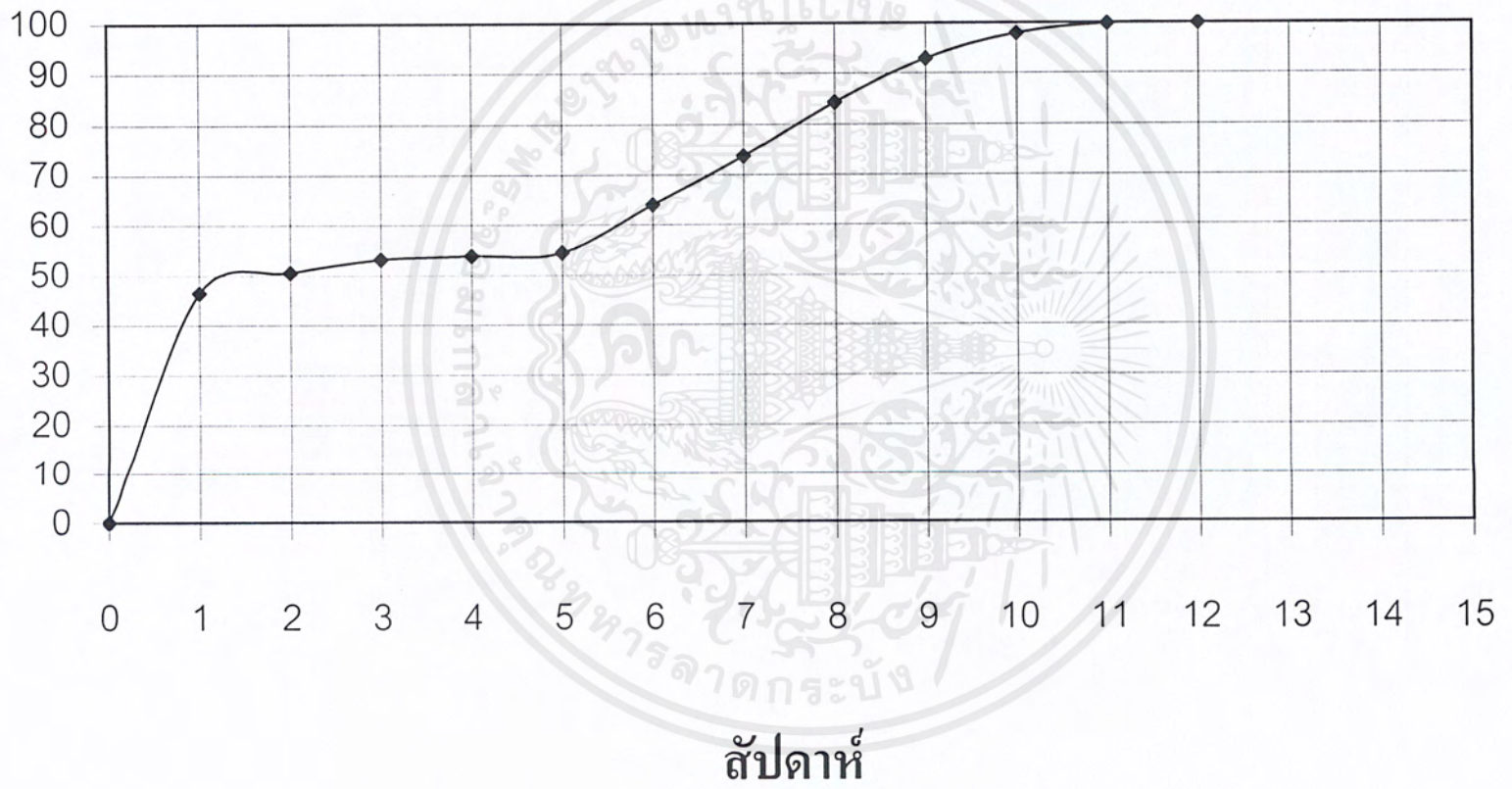
ลำดับ	งาน	ราคา	% ค่าก่อสร้าง (บาท)	%ต่อสัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ฐานราก	94610	9.444	3.672	1	1	0.57												
2	หล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป	571129	57.007	99.763	0.57														
3	โครงสร้างชั้นที่ 1 - 2	40070	4.000	1.167			0.43	1	1	1									
4	หลังคา	71400	7.127	7.127							1								
5	ผนังก่อ และผิวผนัง	20124	2.009	2.009							1								
6	ฝ้าเพดาน	12278	1.226	1.226								1							
7	ประตูหน้าต่าง+ตกแต่งบันได	53014	5.292	1.482						1	1	1	0.57						
8	ผิวพื้น	46069	4.598	2.146								1	1	0.14					
9	ระบบท่อ - สุขภัณฑ์	57018	5.691	1.328						1	1	1	1	0.28					
10	ระบบไฟฟ้า	10772	1.075	0.502								0.5	1	0.643					
11	ทาสี ตกแต่ง	25366	2.532	0.886								1	1	0.86					
	รวม	1001850	100		60.537	3.672	2.615	1.167	1.167	3.977	11.946	7.425	5.707	1.782					
					60.537	64.209	66.824	67.991	69.158	73.135	85.081	92.506	98.213	100.000					

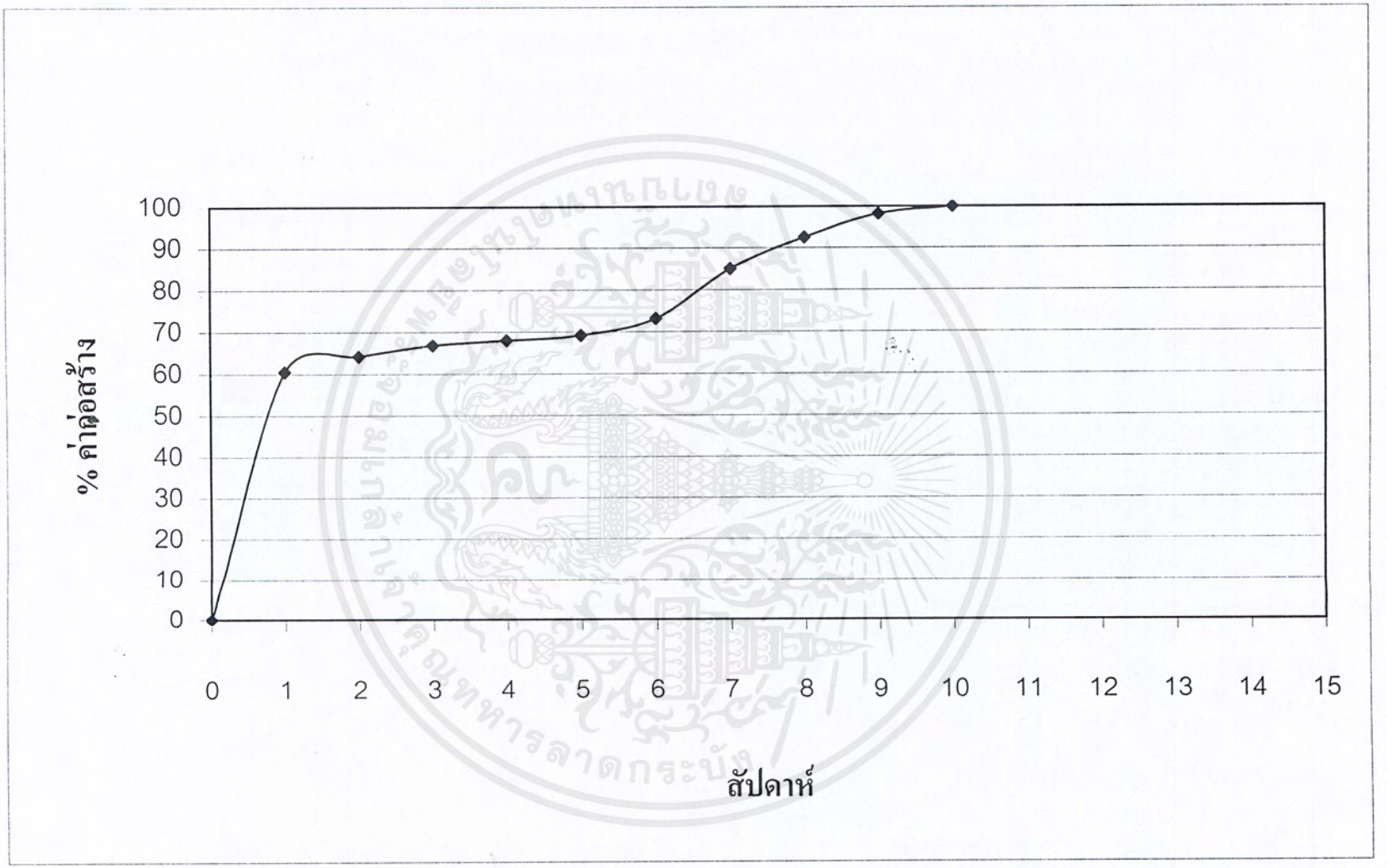
ตารางที่ 7.9 แสดงปริมาณงานแต่ละสัปดาห์ของการก่อสร้างระบบผนังรับแรง



รูปที่ 7.9 S-Curve แสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะสม (หล่อในที่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


% ค่าคอสร้าง
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
สัปดาห์



รูปที่ 7.11 S-Curve แสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะสม (ผนังรับแรง)

S-Curve

แสดงผลงานก่อสร้างในรูปราคาเฉลี่ยสะสมในช่วงเวลาที่ต้องการ ใช้สำหรับตรวจสอบความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง และกำหนดจำนวนเงินที่จะจ่ายในแต่ละงวด เช่น แต่ละสัปดาห์ หรือ แต่ละเดือน

ลักษณะ S-Curve ของระบบหล่อในที่ ในช่วงแรกเป็นงานฐานรากและเป็นงานโครงสร้างตามลำดับในช่วงนี้ราคาค่าก่อสร้างต่อสัปดาห์อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้กัน สังเกตุได้จากกความชัน(Slope) ที่มีค่าใกล้เคียงกัน และในส่วนงานสถาปัตยกรรมช่วงแรกจะมีราคาค่าก่อสร้างต่อสัปดาห์ที่มากกว่าเล็กน้อย แต่ไม่ได้หมายความว่าราคางานทางสถาปัตยกรรมจะมีราคาที่มากกว่าส่วนโครงสร้าง เพียงแต่ว่ามีระยะเวลาในการทำงานที่น้อยกว่าเลยทำให้ค่าเฉลี่ยราคาค่าก่อสร้างออกมามีค่ามากกว่านั่นเอง

สำหรับลักษณะ S-Curve ของระบบหล่อสำเร็จรูป (โครงเฟรม , ผนังรับแรง) ในช่วงสัปดาห์แรกของการก่อสร้าง จะลงทุนในส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่งเป็นส่วนโครงสร้างหลัก ดังนั้นช่วงแรกนี้กราฟจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนในงานลำดับต่อไปเป็นงานประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาค่าก่อสร้างที่ไม่มากดังนั้นกราฟจึงมีความชันไม่มากนัก ส่วนในงานสถาปัตยกรรมก็จะเริ่มมีการลงทุนที่มากขึ้น ดูได้จากกราฟมีความชันที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับส่วนของงานประกอบชิ้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 วิเคราะห์ด้านเวลาในการก่อสร้าง

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้มา ทำการวิเคราะห์ด้านเวลาได้ดังนี้

1. บ้านคอนกรีตที่ทำการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจะทำการก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบหล่อในที่ เนื่องจากระบบสำเร็จรูปมีการก่อสร้างด้านโครงสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบหล่อในที่
2. ในงานระบบสำเร็จรูปจะต้องมีช่วงเตรียมงานที่นานกว่าระบบหล่อในที่ ในช่วงแรกงานจึงดำเนินการไปได้ล่าช้ากว่าระบบหล่อในที่ แต่เมื่อดำเนินการไปได้ระยะหนึ่ง ระบบสำเร็จรูปจะก่อสร้างได้เร็วกว่า ดังนั้นระบบสำเร็จรูปจึงเหมาะสมกับงานที่มีการก่อสร้างที่เป็นจำนวนมาก
3. เมื่อเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านคอนกรีตสำเร็จรูปในระบบโครงเฟรมและระบบผนังรับแรงแล้ว ระบบผนังรับแรงสามารถสร้างได้รวดเร็วกว่าเพราะมีส่วนปริมาณงานที่เป็นสำเร็จรูปมากกว่าระบบโครงเฟรม ซึ่งส่งผลให้งานส่วนนั้นลดระยะเวลาการก่อสร้างและทำให้งานส่วนที่จำเป็นต้องทำตามเป็นลำดับจากงานส่วนนั้นสามารถเริ่มงานได้รวดเร็วขึ้น
4. จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระยะเวลางานในด้านต่างๆ พบว่างานฐานรากทุกระบบใช้วิธีการหล่อในที่จึงทำให้ระยะเวลาการทำงานเท่ากันทั้ง 3 ระบบ ในส่วนของงานโครงสร้างระยะเวลาในการก่อสร้างของระบบหล่อในที่จะมากกว่าระบบสำเร็จรูป และในระบบสำเร็จรูปด้วยกัน ระบบโครงเฟรมจะใช้เวลาในการก่อสร้างที่มากกว่าระบบผนังรับแรง สำหรับส่วนสถาปัตยกรรมพบว่าระบบหล่อในที่และระบบโครงเฟรมใช้ระยะเวลาเท่ากัน ส่วนผนังรับแรงใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดเพราะในส่วนงานทาสีสามารถเริ่มงานได้เร็ว เนื่องจากงานผนังเป็นชิ้นส่วนสำเร็จทำให้ลดระยะเวลาเมื่อเทียบกับผนังระบบอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 การวางแผนและการกำหนดเวลาการทำงานแบบ Line of Balance (LOB)

การวางแผนและกำหนดเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โครงข่ายงาน ไม่ว่าจะเป็น CPM หรือ PERT ต่างก็พิจารณาว่าโครงการก่อสร้างหนึ่งๆ สามารถแยกออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ และนำมาเขียนเป็นโครงข่ายงานในการวิเคราะห์ ซึ่งหากนำมาใช้ในโครงการทั่วๆไปจะถือว่ามีความเหมาะสมมาก อย่างไรก็ตามในบางโครงการที่มีขั้นตอนไม่มาก แต่ต้องทำซ้ำกันหลายครั้ง เช่น โครงการก่อสร้างถนน อาคารสูง หรือบ้านจัดสรร การวางแผนและกำหนดเวลาโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ข่ายงาน เช่น CPM เป็นวิธีที่ฟุ่มเฟือยโดยใช่เหตุ เช่นโครงการก่อสร้างบ้านจัดสรร 20 หลัง โดยปกติการก่อสร้างบ้านเพียง 1 หลัง ประกอบด้วยกิจกรรมไม่มาก ดังนี้คือ งานถมดิน งานฐานราก งานโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรม หากเลือกใช้ CPM ในการวางแผนแล้ว ต้องนำกิจกรรมบ้านทั้ง 20 หลัง มาเขียนโครงข่ายงานเพื่อทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้ได้โครงงานที่มีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองจนเกินไป ทำให้มีความไม่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง

7.6.1 รูปแบบแผนงานแบบ Line of Balance

แผนงานแบบ Line of Balance มีลักษณะเป็นกลุ่มของกราฟเส้นตรงที่มีความชันของกราฟแสดงถึงอัตราการทำงานของแต่ละงานในโครงการ แกนนอนแสดงถึงมาตรของเวลา ส่วนแกนตั้งแสดงตำแหน่งงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของโครงการ เช่นโครงการบ้านจัดสรรคิดเป็นหลัง โครงการก่อสร้างถนนคิดเป็นระยะทาง หรือ โครงการอาคารสูงจะคิดเป็นชั้น เป็นต้น

7.6.2 ตัวอย่างการวางแผนก่อสร้างบ้านจัดสรร 50 หลัง ด้วยการวางแผนงานแบบ LOB

วางแผนก่อสร้างบ้านจัดสรร 50 หลัง ด้วยการวางแผนงานแบบ LOB โดยมีเป้าหมายในการส่งมอบงาน 4 หลังทุกๆสัปดาห์ แต่ละงานมีช่องว่างระหว่างงานไม่น้อยกว่า 5 วัน และให้ทำงานสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 8 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 1 ทำการคำนวณตารางเวลาทำงาน

เมื่อกำหนดให้

n = จำนวนของชุดงานทั้งหมดที่ต้องการ (หน่วย) = 50 หลัง

R = อัตราการส่งมอบงาน (หน่วย/วัน) = 4 หลัง/สัปดาห์

= 0.8 หลัง/วัน (4/5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WH = ชั่วโมงทำงานต่อวัน = 8 ชั่วโมง

B = ช่วงว่างระหว่างงาน = 5 วัน

จากตารางกำหนดเวลาทำงาน

ช่องที่ 1 ชั่วโมงทำงานที่ต้องการในการทำงานหนึ่งๆให้เสร็จใน 1 หลัง (M)

ช่องที่ 2 จำนวนคนงานที่ต้องการในการทำงานหนึ่งๆของบ้าน 1 หลัง ให้เสร็จใน 1 วัน (G)

หาได้จาก $G = (MxR)/WH$ เช่นงานฐานราก $G = (580x0.8)/8 = 58$

ช่องที่ 3 จำนวนคนงานที่ต้องการใน 1 ทีม (Q) เช่นงานฐานรากใช้คนงาน 4 คน/ทีม

ช่องที่ 4 จำนวนคนงานที่ควรจะใช้จริงในงานหนึ่งๆ (g) ควรจะสามารถแบ่งทีมได้ลงตัว

เช่นงานฐานรากจำนวนคนงานที่ต้องการ = 58 คน แต่ 1 ทีม ต้องการคนงาน 3 คน ดังนั้นควรเลือกใช้คนงาน = 60 คน เพื่อสามารถทำงานได้อย่างลงตัว

ช่องที่ 5 อัตราการส่งมอบงานที่ควรจะเป็น (H)

เนื่องจากได้มีการปรับจำนวนคนงานให้เหมาะสมกับขนาดของทีม ดังในช่องที่ 4 ดังนั้นทำให้อัตราทำงานของบางงานไม่เท่ากับที่กำหนดไว้คือ 0.8 หลัง/วัน ซึ่งต้องทำการปรับค่าดังนี้คือ

$$H = (g/G)xR$$

ช่องที่ 6 เวลาที่ต้องใช้ทำงานหนึ่งๆให้เสร็จต่อ 1 หลัง (T) หาได้จาก

$$T = M/(WHxQ)$$

ช่องที่ 7 เวลาที่แตกต่างของการเริ่มงานบ้านหลังแรก และหลังสุดท้าย (S) หาได้จาก

$$S = (n-1)/H$$

หมายเหตุ การคำนวณตารางเวลาการทำงานของการก่อสร้างระบบ โครงเฟรม ระบบผนังรับแรง และระบบหล่อในที่ มีขั้นตอนการคำนวณเหมือนกัน ดังแสดงข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน	ชั่โมงงาน (ชม./หลัง) M	คนงานที่ต้องการ (คน) G	คนงานใน1ทีม (คน/ทีม) Q	คนงานที่ควรจะเป็น (คน) g	อัตราการส่งมอบงานที่ควรจะเป็น (หลัง/วัน) H	เวลาทำงานต่อ 1 หลัง (วัน) T	เวลาแตกต่างของการเริ่มหลังแรกและหลังสุดท้าย (S)
ฐานราก	580	58	4	60	0.828	18.125 (18)	59.18 (59)
โครงสร้าง	3280	328	10	330	0.805	41	60.87 (61)
สถาปัตยกรรม	3280	328	10	330	0.805	41	60.87 (61)

ตารางที่ 7.10 ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบหล่อในที่)

งาน	ชั่โมงงาน (ชม./หลัง) M	คนงานที่ต้องการ (คน) G	คนงานใน1ทีม (คน/ทีม) Q	คนงานที่ควรจะเป็น (คน) g	อัตราการส่งมอบงานที่ควรจะเป็น (หลัง/วัน) H	เวลาทำงานต่อ 1 หลัง (วัน) T	เวลาแตกต่างของการเริ่มหลังแรกและหลังสุดท้าย (S)
ฐานราก	580	58	4	60	0.828	18.125 (18)	59.18 (59)
โครงสร้าง	920	92	6	96	0.835	19.17 (19)	58.68 (59)
สถาปัตยกรรม	3280	328	10	330	0.805	41	60.87 (61)

ตารางที่ 7.11 ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบโครงเฟรม)

งาน	ชั่โมงงาน (ชม./หลัง) M	คนงานที่ต้องการ (คน) G	คนงานใน1ทีม (คน/ทีม) Q	คนงานที่ควรจะเป็น (คน) g	อัตราการส่งมอบงานที่ควรจะเป็น (หลัง/วัน) H	เวลาทำงานต่อ 1 หลัง (วัน) T	เวลาแตกต่างของการเริ่มหลังแรกและหลังสุดท้าย (S)
ฐานราก	580	58	4	60	0.828	18	59.18 (59)
โครงสร้าง	1340	134	7	133	0.794	24	60.17 (62)
สถาปัตยกรรม	1730	173	8	176	0.814	27	60.21 (61)

ตารางที่ 7.12 ตารางกำหนดเวลาทำงาน (ระบบผนังรับแรง)

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลจากตารางกำหนดเวลาการทำงาน มาคำนวณเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด ของบ้านหลังแรกและหลังสุดท้ายของแต่ละงาน เพื่อนำไปใช้เขียน LOB ต่อไป ดังนี้

การก่อสร้างระบบหล่อในที่

<u>พิจารณางานฐานราก</u>

งานฐานรากเป็นงานแรกดังนั้นวันเริ่มต้นเท่ากับ 0 และต้องใช้เวลาทำงานให้เสร็จ 1 หลัง เท่ากับ 18 วัน ดังนั้นวันที่เสร็จของงานฐานรากวันแรกเท่ากับ 18 และผลจากการคำนวณเวลาที่แตกต่างกันของงานฐานรากบ้านหลังแรก และงานฐานรากบ้านหลังสุดท้าย เท่ากับ 59 ดังนั้นบ้านหลังสุดท้ายจึงเริ่มงานฐานรากวันที่ 59 และเสร็จงานวันที่ 59+18 = 77

<u>พิจารณางานโครงสร้าง</u>

งานโครงสร้างจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อทำงานฐานรากเสร็จ และตามข้อกำหนด งานฐานรากและงานโครงสร้างจะต้องมีช่วงห่างไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยที่วันเริ่มและเสร็จของงานโครงสร้างสามารถหาได้ 2 วิธี และได้ค่าแตกต่างกัน 2 ชุด ให้ใช้ตัวเลขชุดที่มีวันเริ่มงานโครงสร้างหลังสุดท้าย มีค่ามากสุดเป็นหลัก

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 18+5 = 23 และเสร็จวันที่ 23+41 = 64
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 23+61 = 84 และเสร็จวันที่ 84+41 = 125

ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 77+5 = 82 และเสร็จวันที่ 82+41 = 123
หลังแรกเริ่มวันที่ 82-61 = 21 และเสร็จวันที่ 21+41 = 62

จากผลการคำนวณ ใช้ตัวเลขชุดที่ 1 เป็นหลัก

<u>พิจารณางานสถาปัตยกรรม</u>

สำหรับงานสถาปัตยกรรมใช้วิธีพิจารณาเหมือนงานโครงสร้าง เนื่องจากเป็นงานที่ต้องรองานก่อนหน้าเสร็จก่อนจึงเริ่มงานของตัวเองได้ จากผลการคำนวณได้ตัวเลขดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 64+5 = 69 และเสร็จวันที่ 69+41 = 110
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 69+61 = 130 และเสร็จวันที่ 130+41 = 171

ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 125+5 = 130 และเสร็จวันที่ 130+41 = 171
หลังแรกเริ่มวันที่ 130-61 = 69 และเสร็จวันที่ 69+41 = 110

พบว่าชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 มีผลการคำนวณเท่ากันดังนั้นเลือกคำตอบชุดใดมาเป็นตัวแทนก็ได้

การก่อสร้างระบบโครงเฟรม

<u>พิจารณางานฐานราก</u>

งานฐานรากเป็นงานแรกดังนั้นวันเริ่มต้นเท่ากับ 0 และต้องใช้เวลาทำงานให้เสร็จ 1 หลัง เท่ากับ 18 วัน ดังนั้นวันที่เสร็จของงานฐานรากวันแรกเท่ากับ 18 และผลจากการคำนวณเวลาที่แตกต่างกันของงานฐานรากบ้านหลังแรก และงานฐานรากบ้านหลังสุดท้าย เท่ากับ 59 ดังนั้นบ้านหลังสุดท้ายจึงเริ่มงานฐานรากวันที่ 59 และเสร็จงานวันที่ 59+18 = 77

<u>พิจารณางานโครงสร้าง</u>

งานโครงสร้างจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อทำงานฐานรากเสร็จ และตามข้อกำหนด งานฐานรากและงานโครงสร้างจะต้องมีช่วงห่างไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยที่วันเริ่มและเสร็จของงานโครงสร้างสามารถหาได้ 2 วิธี และได้ค่าแตกต่างกัน 2 ชุด ให้ใช้ตัวเลขชุดที่มีวันเริ่มงานโครงสร้างหลังสุดท้าย มีค่ามากสุดเป็นหลัก

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 18+5 = 23 และเสร็จวันที่ 23+19 = 42
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 23+59 = 82 และเสร็จวันที่ 82+19 = 101

ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 77+5 = 82 และเสร็จวันที่ 82+19 = 101
หลังแรกเริ่มวันที่ 82-59 = 23 และเสร็จวันที่ 23+19 = 42

พบว่าชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 มีผลการคำนวณเท่ากันดังนั้นเลือกคำตอบชุดใดมาเป็นตัวแทนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณางานสถาปัตยกรรม

สำหรับงานสถาปัตยกรรมใช้วิธีพิจารณาเหมือนงานโครงสร้าง เนื่องจากเป็นงานที่ต้องรองานก่อนหน้าเสร็จก่อนจึงเริ่มงานของตัวเองได้ จากผลการคำนวณได้ตัวเลขดังนี้

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 42+5 = 47 และเสร็จวันที่ 47+41 = 88
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 47+61 = 108 และเสร็จวันที่ 108+41 = 149

ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 101+5 = 106 และเสร็จวันที่ 106+41 = 147
หลังแรกเริ่มวันที่ 106-61 = 45 และเสร็จวันที่ 45+41 = 86

จากผลการคำนวณ ใช้ตัวเลขชุดที่ 1 เป็นหลัก

การก่อสร้างระบบผนังรับแรง

พิจารณางานฐานราก

งานฐานรากเป็นงานแรกดังนั้นวันเริ่มต้นเท่ากับ 0 และต้องใช้เวลาทำงานให้เสร็จ 1 หลัง เท่ากับ 18 วัน ดังนั้นวันที่เสร็จของงานฐานรากวันแรกเท่ากับ 18 และผลจากการคำนวณเวลาที่แตกต่างกันของงานฐานรากบ้านหลังแรก และงานฐานรากบ้านหลังสุดท้าย เท่ากับ 59 ดังนั้นบ้านหลังสุดท้ายจึงเริ่มงานฐานรากวันที่ 59 และเสร็จงานวันที่ 59+18 = 77

พิจารณางานโครงสร้าง

งานโครงสร้างจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อทำงานฐานรากเสร็จ และตามข้อกำหนด งานฐานรากและงานโครงสร้างจะต้องมีช่วงห่างไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยที่วันเริ่มและเสร็จของงานโครงสร้างสามารถหาได้ 2 วิธี และได้ค่าแตกต่างกัน 2 ชุด ให้ใช้ตัวเลขชุดที่มีวันเริ่มงานโครงสร้างหลังสุดท้าย มีค่ามากสุดเป็นหลัก

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 18+5 = 23 และเสร็จวันที่ 23+24 = 47
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 23+62 = 85 และเสร็จวันที่ 85+24 = 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 77+5 = 82 และเสร็จวันที่ 82+24 = 106
หลังแรกเริ่มวันที่ 82-62 = 20 และเสร็จวันที่ 20+24 = 44

จากผลการคำนวณใช้ตัวเลขชุดที่ 1 เป็นหลัก

<u>พิจารณางานสถาปัตยกรรม</u>

สำหรับงานสถาปัตยกรรมใช้วิธีพิจารณาเหมือนงานโครงสร้าง เนื่องจากเป็นงานที่ต้องรองานก่อนหน้าเสร็จก่อนจึงเริ่มงานของตัวเองได้ จากผลการคำนวณได้ตัวเลขดังนี้

ชุดที่ 1 หลังแรกเริ่มวันที่ 47+5 = 52 และเสร็จวันที่ 52+27 = 79
หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 52+61 = 113 และเสร็จวันที่ 113+27 = 140
ชุดที่ 2 หลังสุดท้ายเริ่มวันที่ 109+5 = 114 และเสร็จวันที่ 114+27 = 141
หลังแรกเริ่มวันที่ 114-61 = 53 และเสร็จวันที่ 53+27 = 80

จากผลการคำนวณ ใช้ตัวเลขชุดที่ 2 เป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน	งานที่มาก่อน	เวลาทำงาน/หลัง	เวลาแตกต่างระหว่าง หลังแรก - หลังสุดท้าย	หลังแรก		หลังสุดท้าย	
				วันเริ่ม	วันเสร็จ	วันเริ่ม	วันเสร็จ
ฐานราก	-	18	59	0	18	59	77
โครงสร้าง	ฐานราก	41	61	23	64	84	125
สถาปัตยกรรม	โครงสร้าง	41	61	69	110	130	171

ตารางที่ 7.13 ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (หล่อในที่)

งาน	งานที่มาก่อน	เวลาทำงาน/หลัง	เวลาแตกต่างระหว่าง หลังแรก - หลังสุดท้าย	หลังแรก		หลังสุดท้าย	
				วันเริ่ม	วันเสร็จ	วันเริ่ม	วันเสร็จ
ฐานราก	-	18	59	0	18	59	77
โครงสร้าง	ฐานราก	19	59	23	42	82	101
สถาปัตยกรรม	โครงสร้าง	41	61	47	88	108	149

ตารางที่ 7.14 ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (โครงเฟรม)

งาน	งานที่มาก่อน	เวลาทำงาน/หลัง	เวลาแตกต่างระหว่าง หลังแรก - หลังสุดท้าย	หลังแรก		หลังสุดท้าย	
				วันเริ่ม	วันเสร็จ	วันเริ่ม	วันเสร็จ
ฐานราก	-	18	59	0	18	59	77
โครงสร้าง	ฐานราก	24	62	23	47	85	109
สถาปัตยกรรม	โครงสร้าง	27	61	53	80	114	141

ตารางที่ 7.15 ผลการคำนวณกำหนดเวลาทำงาน (ผนังรับแรง)

ขั้นตอนที่ 3 นำเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของบ้านหลังแรก และหลังสุดท้าย มาทำการเขียนแผนงาน LOB

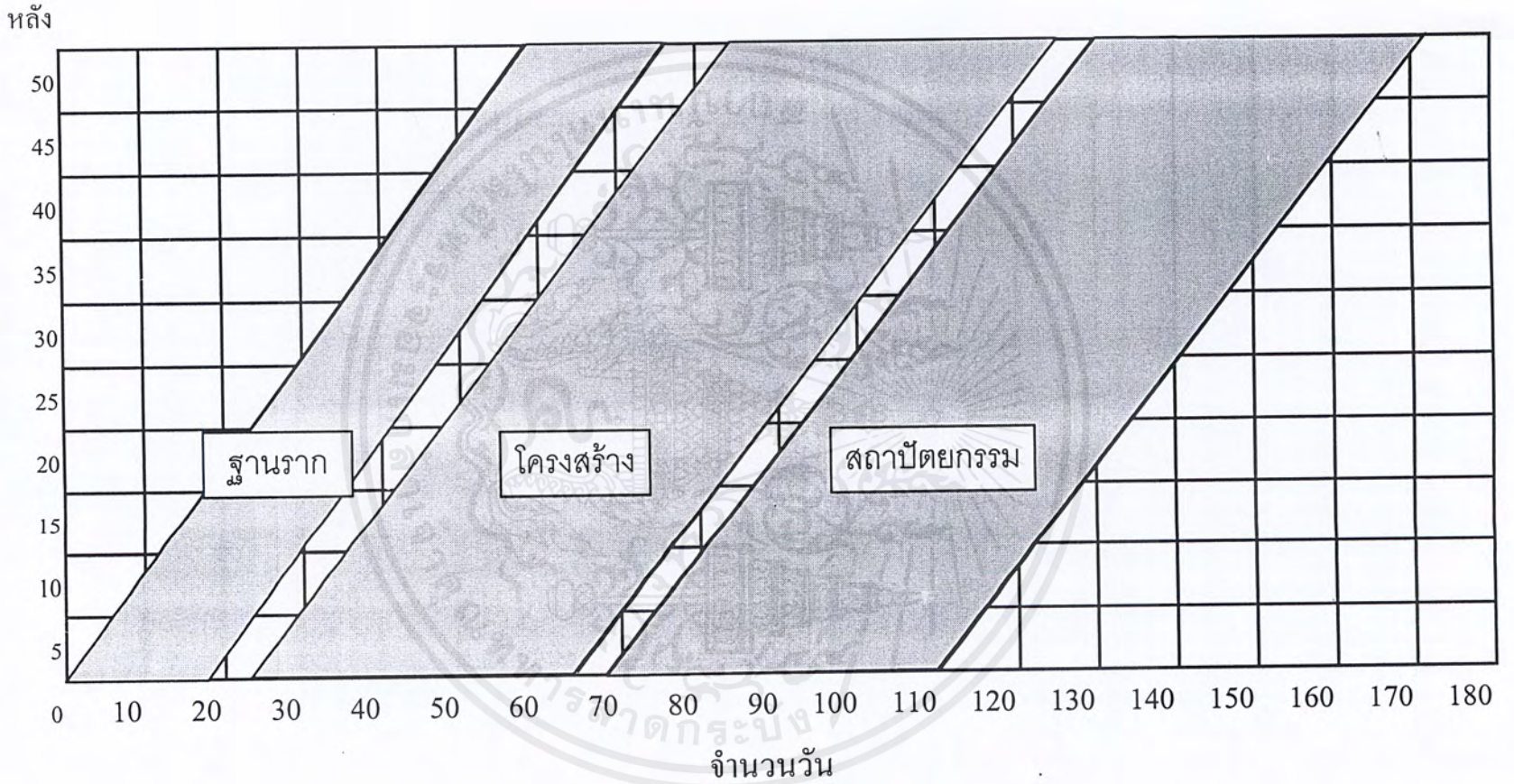
จากแผนงานจะเห็นได้ว่าสำหรับโครงการก่อสร้างบ้าน 50 หลัง ที่ทำการส่งมอบงานทุกๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 หลัง

ระบบหล่อในที่ ใช้เวลาทั้งหมดในการดำเนินงาน คือ 171 วัน โดยบ้านหลังแรกควรทำเสร็จวันที่ 110

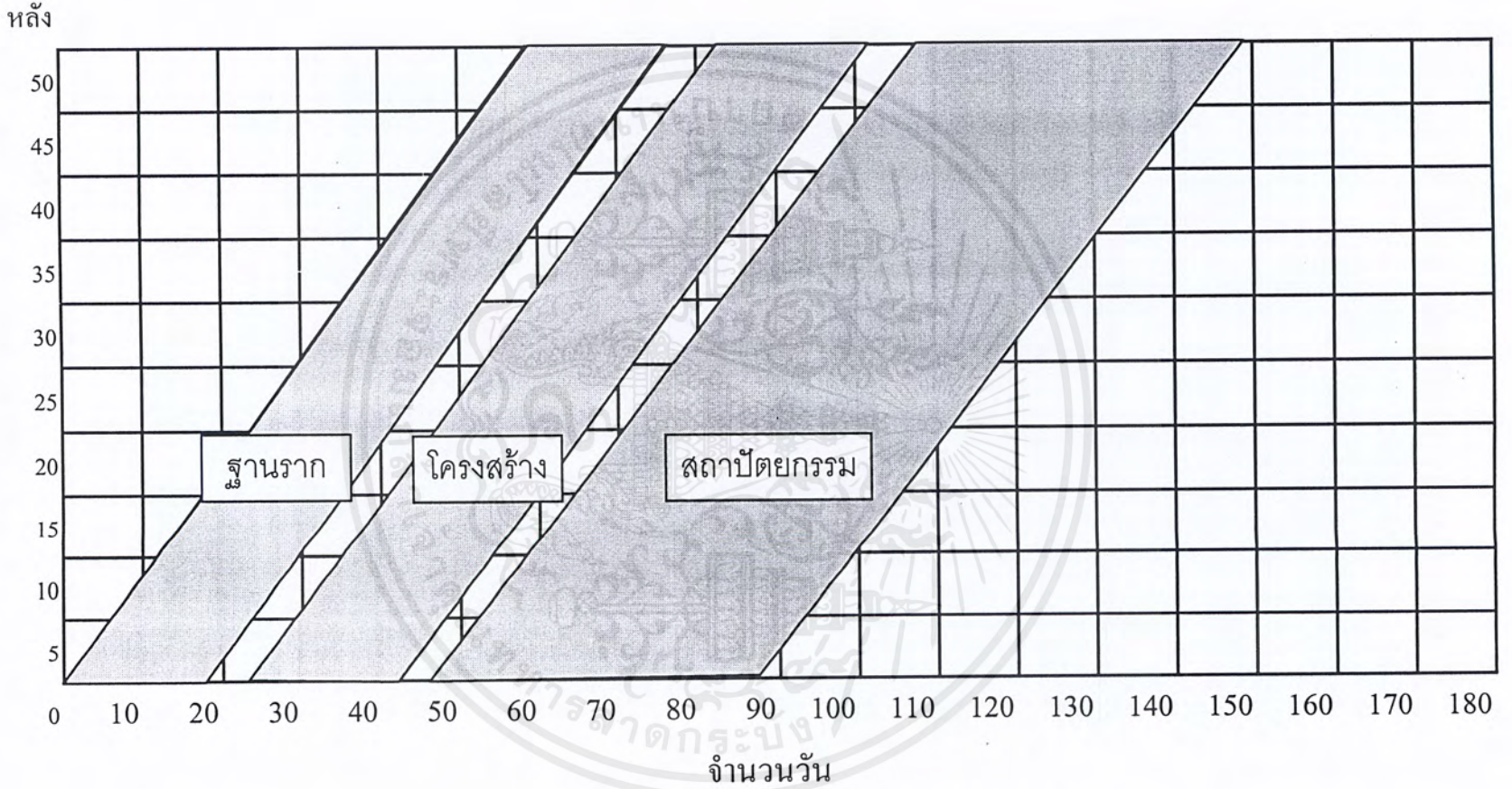
ระบบโครงเฟรม ใช้เวลาทั้งหมดในการดำเนินงาน คือ 149 วัน โดยบ้านหลังแรกควรทำเสร็จวันที่ 88

ระบบผนังรับแรง ใช้เวลาทั้งหมดในการดำเนินงาน คือ 141 วัน โดยบ้านหลังแรกควรทำเสร็จวันที่ 80

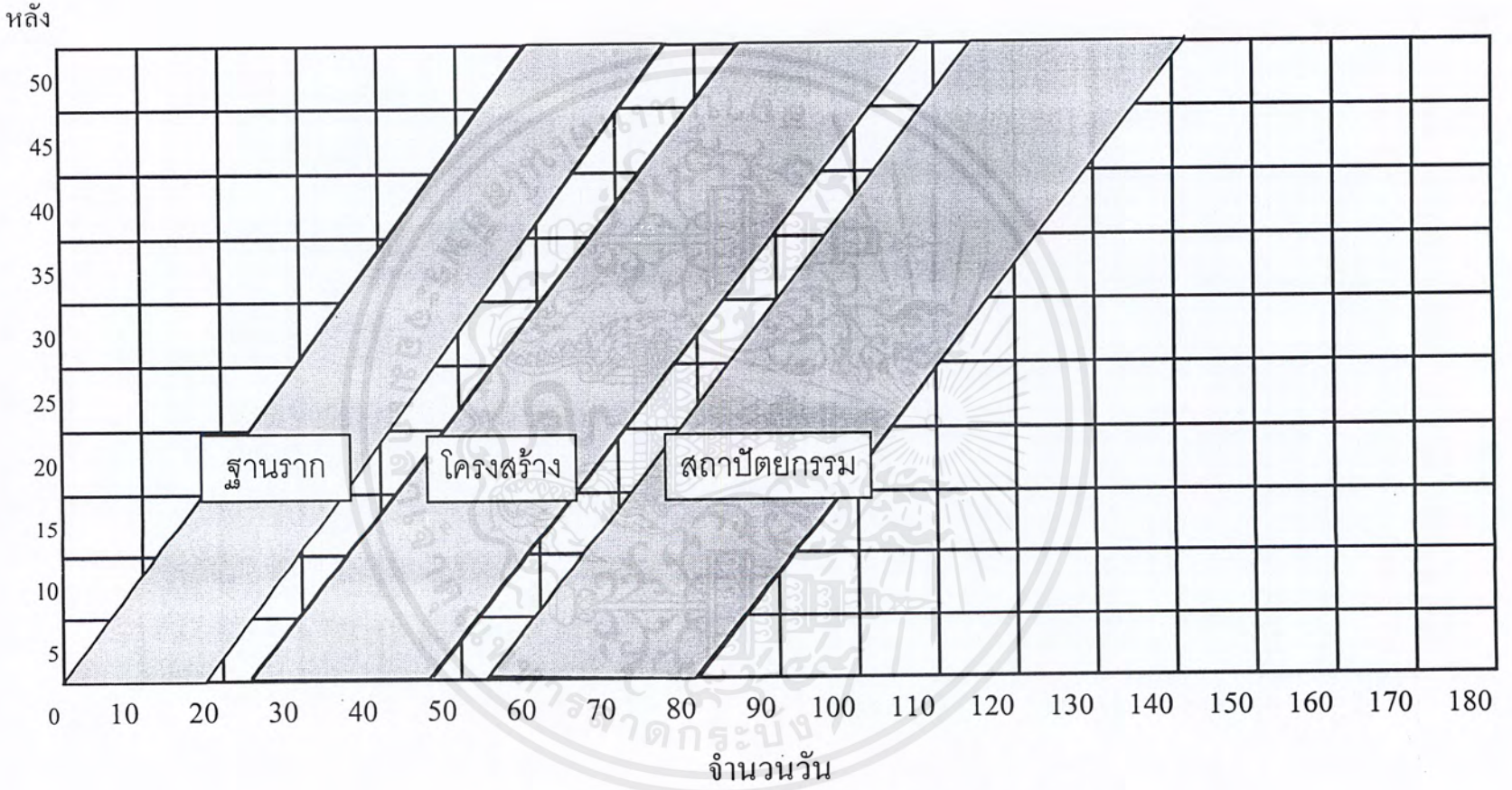
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.12 แผนการทำงาน Line of Balance ระบบหล่อในที่



รูปที่ 7.13 แผนการทำงาน Line of Balance ระบบโครงเฟรม



รูปที่ 7.14 แผนการทำงาน Line of Balance ระบบผนังรับแรง

บทที่ 8
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
(SUMMARY AND COMMENT)

8.1 กล่าวนำ

การก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาวิธีการก่อสร้างใหม่ๆมาใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อการแข่งขันในเชิงธุรกิจ คือการลดต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง และเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้าง. การก่อสร้างระบบหล่อในที่ มีการใช้ทรัพยากรและระยะเวลาในการดำเนินงานก่อสร้างจำนวนมาก การควบคุมปริมาณการใช้ทรัพยากรและระยะเวลาในการก่อสร้างทำได้ค่อนข้างยากที่จะทำให้ได้ตามงบประมาณและแผนงานที่กำหนด ต้องใช้แรงงานจากทรัพยากรมนุษย์เป็นจำนวนมากและขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือ เป็นผลทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก นอกจากนี้สภาพภูมิอากาศยังมีส่วนทำให้การดำเนินงานก่อสร้างเกิดความล่าช้าขึ้นด้วย จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงเลือกวิธีการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปมาแทนการก่อสร้างระบบหล่อในที่ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ก็ยังมีผู้อยู่อาศัยอีกจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจถึงระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปนี้ และมีความคิดในเรื่องของความมั่นคงแข็งแรงว่า การก่อสร้างชิ้นส่วนระบบสำเร็จรูปนั้นไม่แข็งแรงเพียงพอเนื่องจากเป็นการนำเอาชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบกับเท่านั้น จากการศึกษาโครงงานพิเศษนี้จะเห็นว่าอาคารจะแข็งแรงหรือไม่นั้นขึ้นกับระบบโครงสร้างของตัวบ้านหรืออาคาร โดยรูปแบบของการออกแบบจะแตกต่างกันออกไปตามระบบที่ใช้ ซึ่งโครงสร้างของระบบสำเร็จรูปนั้นจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและจุดเชื่อมต่อ (Joint) เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จจะมีลักษณะของอาคารที่กลมกลืนเหมือนกับระบบก่อสร้างแบบธรรมดาทุกอย่าง หรือบางครั้งอาจมีคุณภาพที่ดีกว่า เนื่องจากเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงานซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีและได้มาตรฐานกว่าการก่อสร้างระบบหล่อในที่ (Insitu) และในบางระบบผนังก็ยังเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความแข็งแรงกว่าผนังก่ออิฐทั่วไป

ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนี้จะต้องอาศัยเครื่องมือในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปติดตั้ง จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคขั้นสูงและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ในการติดตั้ง การประกอบและติดตั้งโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นถึงจะมีวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก แต่ระบบสำเร็จรูปจำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญงานในการติดตั้งเฉพาะด้าน เช่น งานฐานราก งานติดตั้งชิ้นส่วน และงานเชื่อมเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะโครงการที่เหมาะสมกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปคือ โครงการที่ลักษณะของงานโครงสร้างอาคารที่เหมือนกันเป็นจำนวนมาก และมีรูปแบบที่ไม่หลากหลาย ต้องการลดต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง สำหรับรูปแบบของโครงสร้างอาคารว่าจะเลือกใช้ระบบก่อสร้างแบบใดนั้น จะมีการดำเนินการร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้บริหารโครงการ เพื่อออกแบบให้สัมพันธ์กับการก่อสร้างและความต้องการของเจ้าของโครงการ จากนั้นจึงคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างและให้ผู้รับเหมามีส่วนร่วมในการปรับปรุงแบบรายละเอียดเพื่อให้เหมาะสมกับการก่อสร้างจริง หรือบางโครงการเจ้าของโครงการจัดหาผู้รับเหมาแบบเบ็ดเสร็จ (Turnkey Contractor) คือผู้รับเหมาจะทำทั้งงานออกแบบและงานก่อสร้างเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น และทางเจ้าของโครงการหรือตัวแทนเจ้าของโครงการก็จะควบคุมและตรวจสอบการทำงานตามที่ผู้รับเหมาจัดทำขึ้นให้ถูกต้อง

2. ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้
    1. วางแผนงานก่อสร้างและจัดทำแบบรายละเอียดเพื่อเตรียมการผลิต
    2. จัดทำโรงงานหรือลานหล่อแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้ตามแบบที่กำหนด และดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป
    3. ขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานไปยังสถานที่ก่อสร้างอาคาร
    4. ติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ของแต่ละอาคาร
    5. ตกแต่งผิวและจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปส่วนต่างๆ ให้เรียบร้อย และทำระบบกันซึม

3. ข้อดีและข้อเสียของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปมีดังนี้

    ข้อดี
    1. ลดระยะเวลาในงานก่อสร้าง
    2. ลดต้นทุนงานโครงสร้าง
    3. ลดการสูญเสียวัสดุก่อสร้าง
    4. สามารถใช้แบบหล่อซ้ำได้หลายครั้ง เพราะมีการเคลื่อนย้ายแบบหล่อไม่มาก และเป็นแบบหล่อเหล็กผิวเรียบ การประกอบแบบหล่อเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นง่าย และเป็นงานที่ทำซ้ำๆ จึงทำให้แบบหล่อมีอายุการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พื้นผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีคุณภาพดีกว่าพื้นผิวของชิ้นงานที่หล่อในที่ หรือ ก่ออิฐฉาบปูน
6. มีขอบเขตการทำงาน (Scope of work) ที่ชัดเจนทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ง่าย

ข้อเสีย

1. ลงทุนสูงในระยะแรกของงานก่อสร้าง และต้องมีการก่อสร้างจำนวน unit มากจึงจะคุ้มกับการลงทุน
2. ต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือ รวมทั้งบุคลากรและผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์
3. อาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปบางอาคารจะพบการรั่วซึมของน้ำที่บริเวณจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป
4. การดัดแปลงอาคารทำได้ยาก โดยเฉพาะอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังรับแรง
5. ต้องควบคุมขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนอย่างรอบคอบ

4. ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป มีดังนี้

1. การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด
2. จุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงตำแหน่ง
3. มีการรั่วซึมของน้ำบริเวณจุดรอยต่อหลังการก่อสร้างเสร็จ
4. ขาดความชำนาญในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5. การเปรียบเทียบต้นทุนของการก่อสร้างระบบหล่อในที่ , โครงเฟรมและผนังรับแรง

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปจะมีต้นทุนการก่อสร้างด้านโครงสร้างที่สูงกว่าระบบหล่อในที่และระหว่างระบบสำเร็จรูปด้วยกันเองแล้ว ระบบผนังรับแรงก็มีต้นทุนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระบบโครงเฟรม อันเนื่องมาจากต้นทุนด้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีราคาแพงกว่าหล่อในที่ แต่ถ้าทำในปริมาณที่มากแล้ว ต้นทุนของระบบสำเร็จรูปก็จะมีราคาต้นทุนต่อหน่วยที่ลดลง อันเนื่องมาจากค่าแบบหล่อที่ใช้ได้มากครั้งมากกว่าระบบหล่อในที่ที่มีการเสียหายมากกว่าเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น การเคลื่อนย้าย เป็นต้น ทำให้ต้องเสียค่าบำรุงรักษามากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างระบบหล่อในที่ , โครงเฟรมและผนังรับแรง

ระยะเวลาการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่ เนื่องจากช่วงเวลาในการก่อสร้างนั้นสามารถทำงานฐานรากในส่วนของงานสนามควบคู่กับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ และสามารถทำการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อจากงานฐานราก ได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป คือระยะเวลาในการทำงานติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้างเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.1 แสดงการเปรียบเทียบในด้านต่างๆระหว่างระบบหล่อในที่และระบบสำเร็จรูป

ลำดับ	หัวข้อเปรียบเทียบ	ระบบหล่อในที่	ระบบบ้านสำเร็จรูป
1.	การขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้าง	ไม่มีปัญหามากนักเพราะวัสดุที่ขนส่งเสียหายได้น้อยจากการขนส่ง เช่น ทราย	จะต้องระวังในการขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานมายังสถานที่ก่อสร้าง
2.	คุณภาพของงานก่อสร้าง	ควบคุมได้ยากขึ้นกับฝีมือช่าง ไม่เป็นมาตรฐาน	วัสดุควบคุมจากโรงงานและใช้ช่างที่ชำนาญเฉพาะด้านประกอบชิ้นส่วน
3.	ผนังอาคาร	มักเป็นผนังก่ออิฐ	มักใช้ผนังสำเร็จรูปผลิตจากโรงงาน
4.	ความสวยงามของบ้าน	มีความหลากหลาย	มักใช้แปลนมาตรฐานของบริษัทมักเป็นเหลี่ยมมุม
5.	ปริมาณวัสดุที่ใช้	เปลี่ยนไม้แบบและค้ำยัน ควบคุมวัสดุได้ยาก เช่น ทราย หิน เป็นต้น	ส่วนมากผลิตจากโรงงานทำให้สูญเสียในขั้นตอนการก่อสร้างน้อย
6.	ปริมาณแรงงาน	ใช้แรงงานมาก	ใช้เฉพาะช่างที่ผ่านการฝึกตามเหมาะสม
7.	สภาพแวดล้อมขณะทำการก่อสร้าง	สภาพอากาศมีผลต่อการก่อสร้างมาก	สภาพอากาศมีผลต่อการก่อสร้างน้อยกว่าในที่เพราะเป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ผลิตมาจากโรงงาน
8.	รอยแตกร้าวของผิวหรือหลุดร่อน	ขึ้นกับฝีมือช่าง	มักไม่ค่อยมีปัญหา ควบคุมจากโรงงาน
9.	การออกแบบ	ตามความพอใจของผู้อยู่อาศัย	มักเป็นเหลี่ยมมุมตามรูปแบบบริษัท
10.	ปัญหาด้านเทคนิค	ใช้เฉพาะด้านไม่มากนัก	การประกอบชิ้นส่วนต้องใช้ผู้ชำนาญการ
11.	สถานที่ก่อสร้าง	ต้องการพื้นที่กองเก็บวัสดุ ไม่ค่อยสะอาด	มักสะอาดจัดเก็บวัสดุง่าย
12.	ระยะเวลาในการก่อสร้าง	ใช้เวลานานและขึ้นอยู่กับสภาพอากาศมาก	ใช้เวลาน้อยกว่าระบบหล่อในที่มาก
13.	ราคาค่าก่อสร้าง	ควบคุมราคายาก มีหลายปัจจัย	ราคาถูกกว่าระบบหล่อในที่เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.2 แสดงการเปรียบเทียบด้านต่างๆระหว่างระบบสำเร็จรูปแต่ละระบบ

รายการ	ระ บบโครงสร้าง	ระบบพาเนล	ระบบโมดูลาร์
<u>ระบบโครงสร้าง</u> ข้อดี: ข้อเสีย:	- ใช้โครงสร้างเป็นเสา-คาน สำเร็จรูป เจาะผนังดัดแปลงง่าย - มีจำนวนชิ้นส่วนมาก	- ผนังรับแรงมีความคงทนแข็งแรง - กันเสียง,ทนไฟได้ดี - โครงสร้างมีน้ำหนักมาก - ดัดแปลงโครงสร้างภายในได้ยาก	- ผนังรับแรงมีความคงทนแข็งแรง - กันเสียง,ทนไฟได้ดี - โครงสร้างมีน้ำหนักมาก - ดัดแปลงโครงสร้างภายในได้ยาก
<u>การผลิต</u> ข้อดี: ข้อเสีย:	- ใช้พื้นโรงงาน, แบบหล่อน้อย	- การทำงานง่าย - ใช้พื้นที่โรงงานและแบบหล่อมาก	-ควบคุมคุภาพได้ดี - ใช้พื้นที่โรงงาน,แบบหล่อและเครื่องมือและอุปกรณ์มาก
<u>การเก็บสต็อก</u> ข้อดี: ข้อเสีย:	- ใช้พื้นที่น้อยสำหรับคานช่วง เดียว - ใช้พื้นที่มากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา	- - ใช้พื้นที่มาก	 - ใช้พื้นที่มากกว่า
<u>การขนส่ง</u> ข้อดี: ข้อเสีย:	- ขนส่งง่ายสำหรับคานช่วงเดียว - ขนส่งยากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา	 - ใช้รถขนส่งที่ต้องออกแบบเฉพาะ - ต้นทุนขนส่งจขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	- มีจำนวนชิ้นส่วนน้อย - ใช้รถขนส่งที่ต้องออกแบบเฉพาะ
<u>การติดตั้ง</u> ข้อดี: ข้อเสีย:	- ง่ายสำหรับเสา-คานช่วงเดียว - ยากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา - ใช้แรงงานที่มีฝีมือ	- ขั้นตอนการติดตั้งง่าย - ใช้ เครื่องจักรกลหนัก - ใช้แรงงานที่มีฝีมือ	 - ใช้ เครื่องจักรกลหนัก - ใช้แรงงานที่มีฝีมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระ บบโครงสร้าง	ระบบพาเนล	ระบบโมดูลาร์
<u>จุดรอยต่อ</u>			
ข้อดี:	- ง่ายสำหรับคานช่วงเดียว	- ลักษณะจุดรอยต่อประกอบง่าย	- ลักษณะจุดรอยต่อประกอบง่าย
ข้อเสีย:	- ต้องมีการควบคุมคุณภาพสูง	- แนวและดิ่งของจุดรอยต่อควบคุมยาก - ระบบกันน้ำต้องควบคุมคุณภาพมาก	
<u>สถาปัตยกรรม</u>			
ข้อดี:	- มีช่องว่างพื้นที่มาก - แบบบแปลนมีความยืดหยุ่นมาก - ดัดแปลงภายในอาคารได้ง่าย	- ผิวผนังเรียบ สวยงาม -ไม่มีขอบและบุบเสา - คาน	
ข้อเสีย:		- ดัดแปลงภายในอาคารยาก - แบบแปลนมีความยืดหยุ่นน้อย	- แบบแปลนมีความยืดหยุ่นน้อย เพราะมีข้อจำกัดเรื่องขนาดและน้ำหนัก

แหล่งที่มา (ตารางที่ 8.1 และ 8.2) :
จากการสอบถามบริษัทผู้ผลิตและผู้ก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป (บริษัท ซีคอน จำกัด และ บริษัท ไทยยิปซัม จำกัด)

8.3 ข้อเสนอแนะ

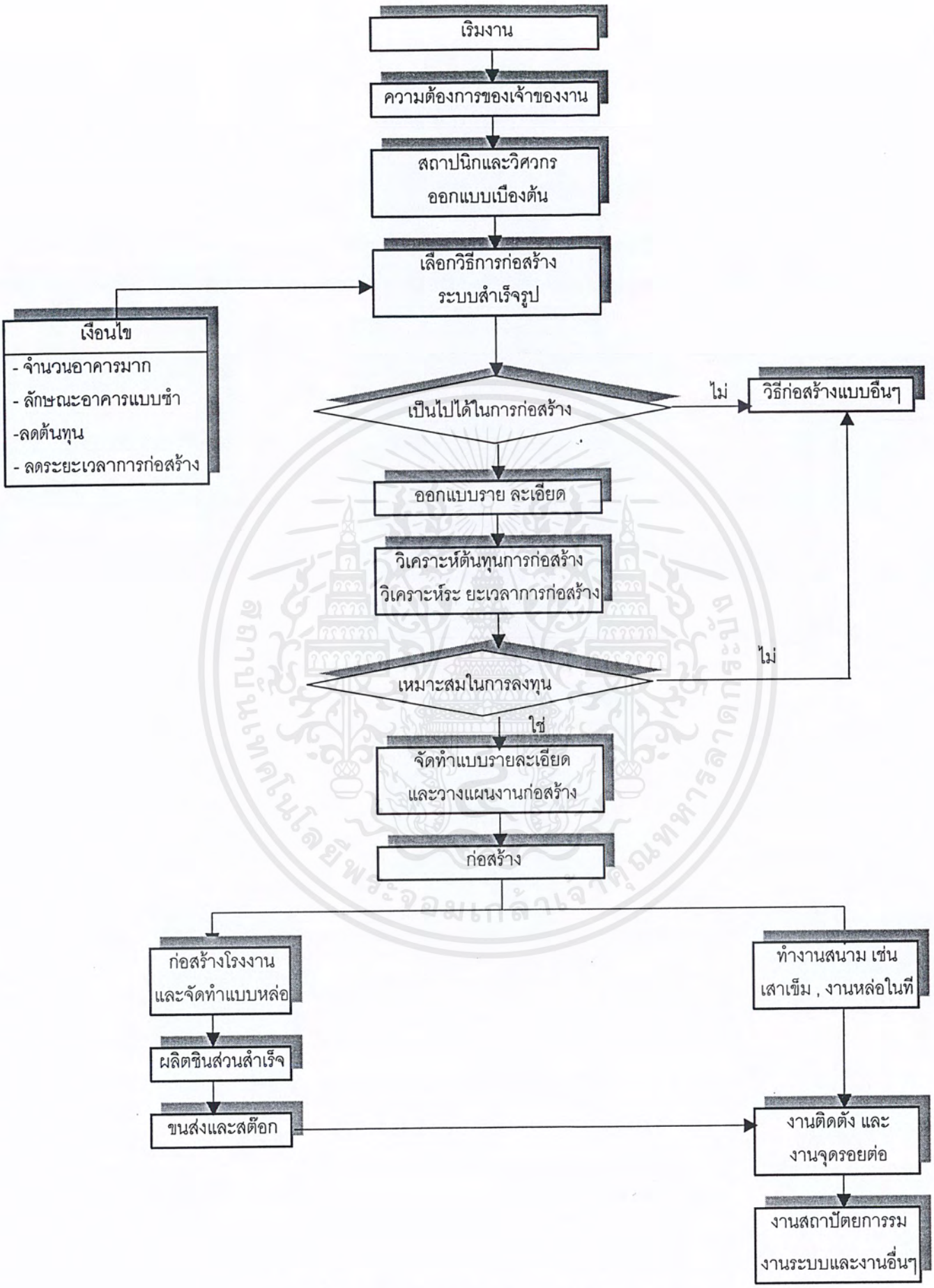
จากการศึกษาระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้จะดำเนินการก่อสร้างดังนี้

1. ในกรณีที่ก่อสร้างบ้านเดี่ยวหรือบ้านทาวเฮ้าส์จำนวนมาก ควรทำบ้านตัวอย่างเพื่อใช้ศึกษาในรายละเอียดต่างๆ เช่น แบบรายละเอียด ขั้นตอนและลำดับการติดตั้ง การค้ำยัน การประกอบจุดรอยต่อ และหาข้อบกพร่องต่างๆ
2. ควรหลีกเลี่ยงแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบรายละเอียด (Shop Drawing) เพราะจะทำให้การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปหยุดชะงักเพื่อรอการเปลี่ยนแปลง ทำให้ส่งผลกระทบต่องานอื่นด้วย เช่น งานติดตั้ง การขนส่ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลีกเลี่ยงการขนส่งในระยะทางที่ไกล เพราะจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น และทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหายด้วย
4. อาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปโดยเฉพาะระบบผนังรับแรง จะต้องชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างอาคารให้ผู้อยู่อาศัยทราบด้วย เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการต่อเติมหรือดัดแปลงอาคาร
5. เมื่อวางแผนงานก่อสร้างในระบบก่อสร้างสำเร็จรูป จะต้องกำหนดระยะเวลาสำรองล่วงหน้าเพื่อสำหรับการเตรียมงาน
6. ควรใช้มาตรฐาน ISO9000 สำหรับการควบคุมงานก่อสร้าง จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.1 แบบการวางแผนงานการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- มั่น ศรีเรือนทอง, หลักเกณฑ์ข้อพิจารณาในการออกแบบและก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป,บริษัท เจนเนอรัล เอนจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
- ทวี สีบุญเรือง และ วิชยา วัฒนานุกิจ , เอกสารประกอบคำบรรยาย หลักสูตร " เทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 3 เจาะลึกระบบสำเร็จรูป " เรื่องเทคนิคออกแบบในระบบสำเร็จรูป , กรุงเทพมหานคร: การเคหะแห่งชาติ , 2540
- ธวัชชัย สุทธิประภา , เทคนิคการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมและระบบวัสดุสำเร็จรูป , การประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2540 , หน้า 94 – 100 , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย , 2540
- อดุลย์ สารบัญ , กรณีตัวอย่างโครงการก่อสร้างหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ , ในการสัมมนาและนิทรรศการทางวิชาการเรื่อง " การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป " หน้า 126 – 142 , กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย , 2540
- เอกสารสรุปเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบโครงเฟรมจากบริษัท ซีคอน จำกัด
- เอกสารสรุปเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบผนังรับแรงจากบริษัท HP Construction จำกัด
- เอกสารสรุปเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจากบริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซั่ม จำกัด
- พนม ภัยหน่าย , การบริหารงานก่อสร้าง , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , พิมพ์ครั้งที่ 15 , 486 หน้า
- พิภพ สุนทรสมัย , การประมาณราคาก่อสร้าง , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , พิมพ์ครั้งที่ 23 , 337 หน้า
- ราคาวัสดุก่อสร้างส่วนกลาง มกราคม 2544 , กลุ่มดัชนีการก่อสร้าง สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายใน
- วินิต ช่อวิเชียร , การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ,คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2542 , 365 หน้า
- Hass , PCI Manual For Structural Design of Architectural Precast Concrete , MNL 121 – 77 , AM Precast Concrete Connection Details , 2nd ed. Netherland , 1978
- Sheppard A.David and William R. Phiiips , Plant – Cast and Prestressed Concrete , Newyork : McGraw – Hill , 1989
- Waddel , Joseph J.1 , Precast Concrete : Handing and Erection , 3 rd ed. Michican , 1984

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

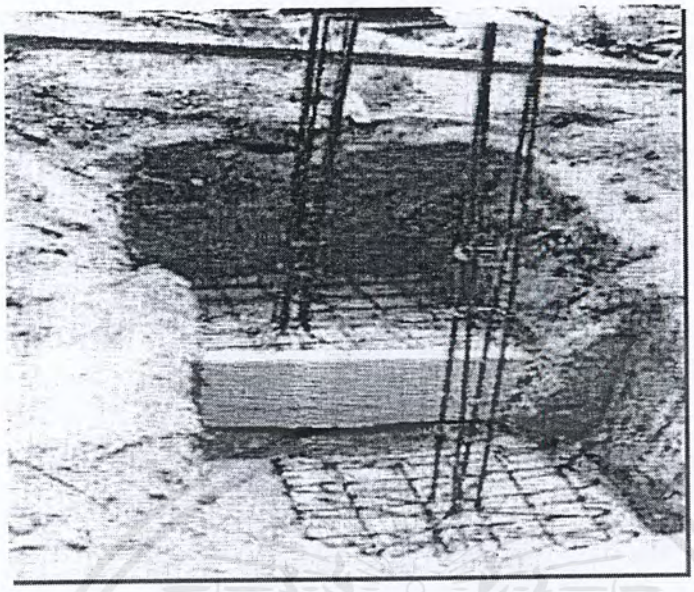
- David , William and Phillip , 1989. Plant-Cast and Prestressed Concrete. : McGraw-Hill.
- Gmbh , Bauverlag , Wiesbaden and Berlin , 1968. Precast Concrete. 3rd Ed. Michican.
- Peterson and J.L. , 1962. PCI Manual for Structural Design of Architectural Precast Concrete. 2nd Ed. Netherland.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

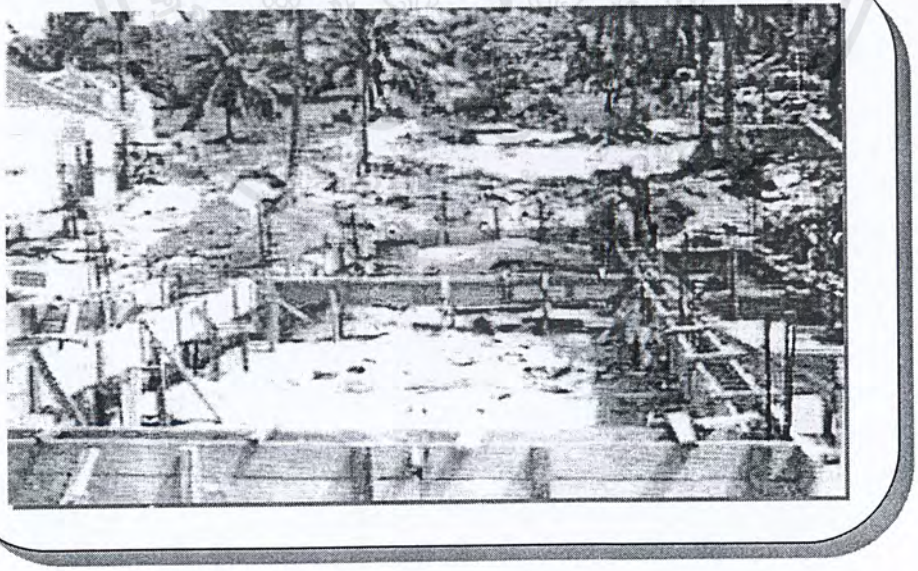
ภาคผนวก ก.

รูปตัวอย่างโครงการก่อสร้างที่ใช้ระบบสำเร็จรูป (โครงการบ้านพักตากอากาศเกาะสมุย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

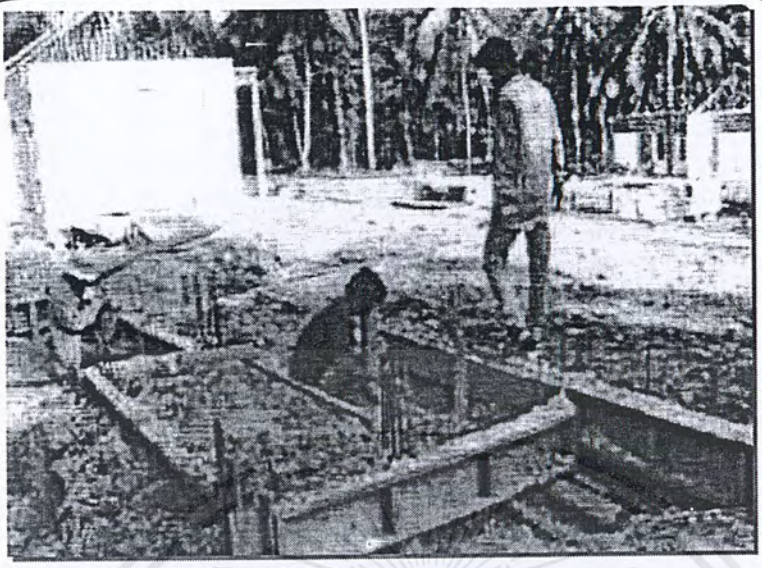


1.การวางฐานรากตอม่อ

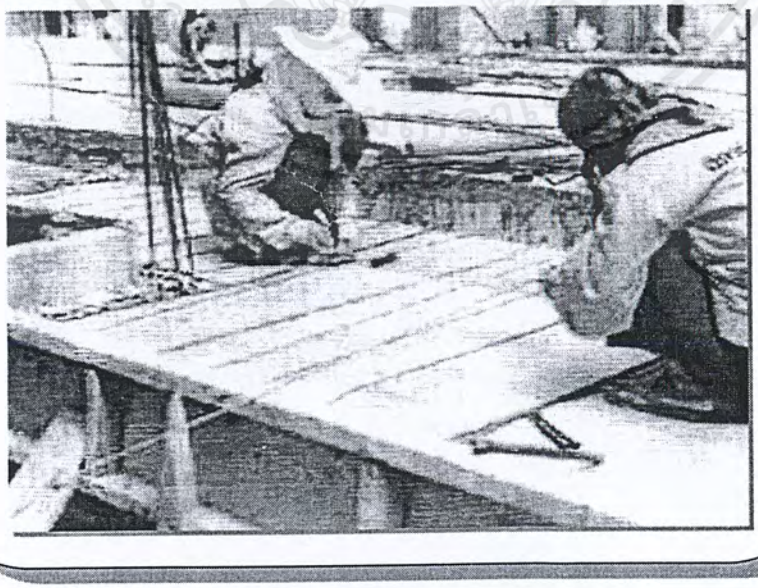


2. การเทคานคอดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

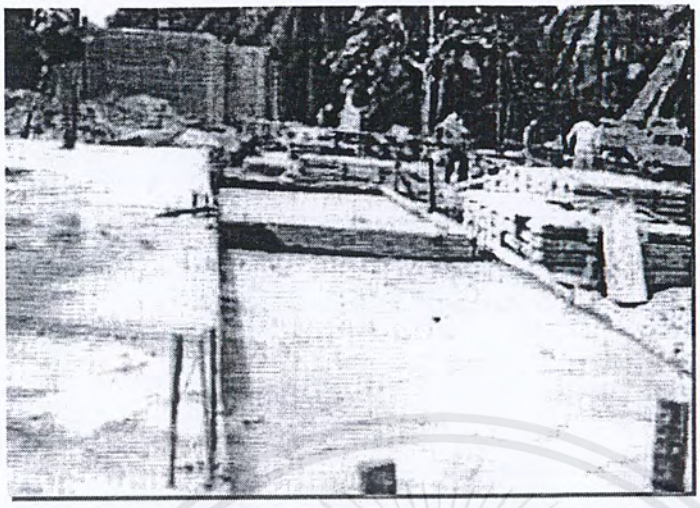


3.ถมเทและฝังท่อ

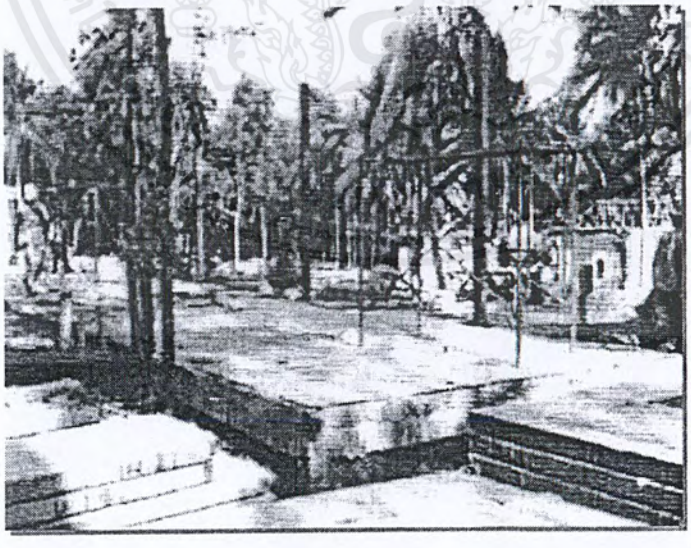


4.การทำโครงสร้างพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



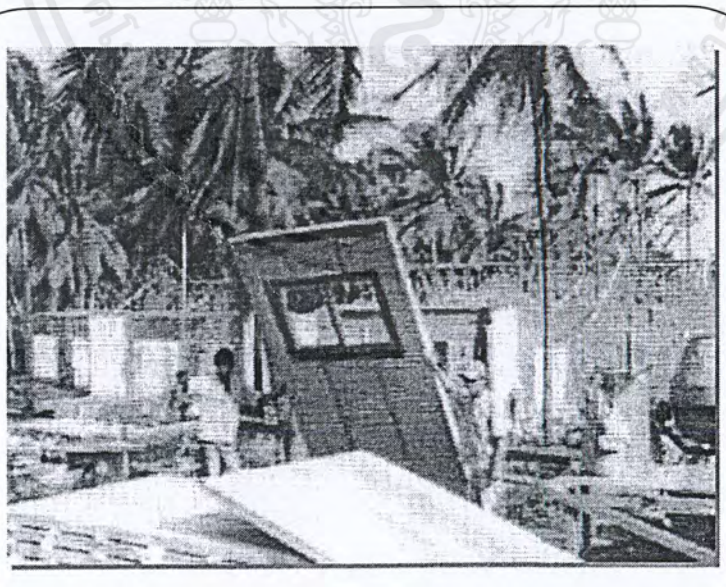
5.การเทพื้น



6.การตั้งเสาเหล็ก

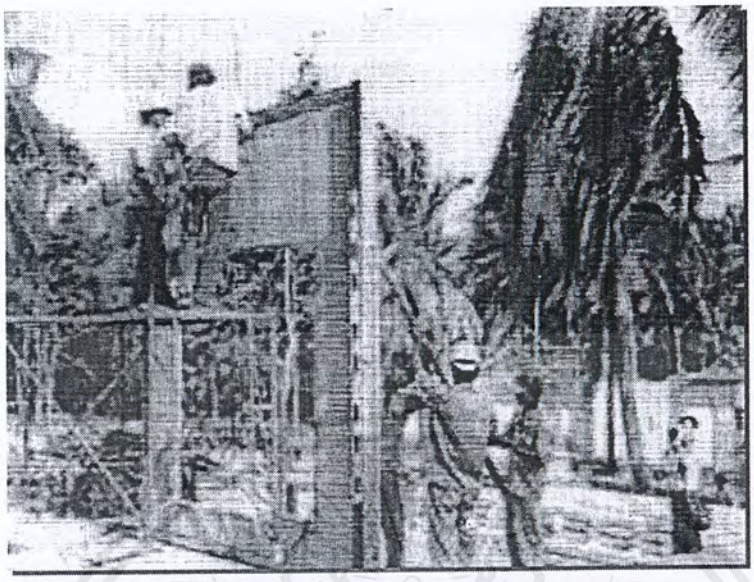
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.การเครียมผนังสำเร็จ

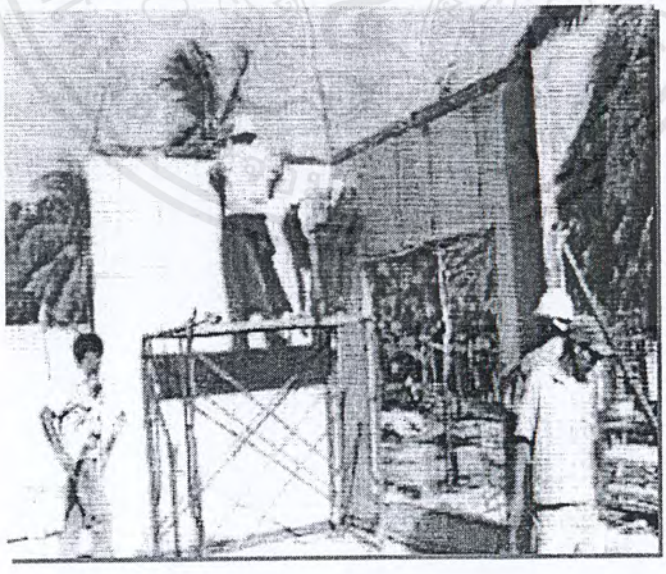


8.การติดตั้งผนัง FINE WALL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

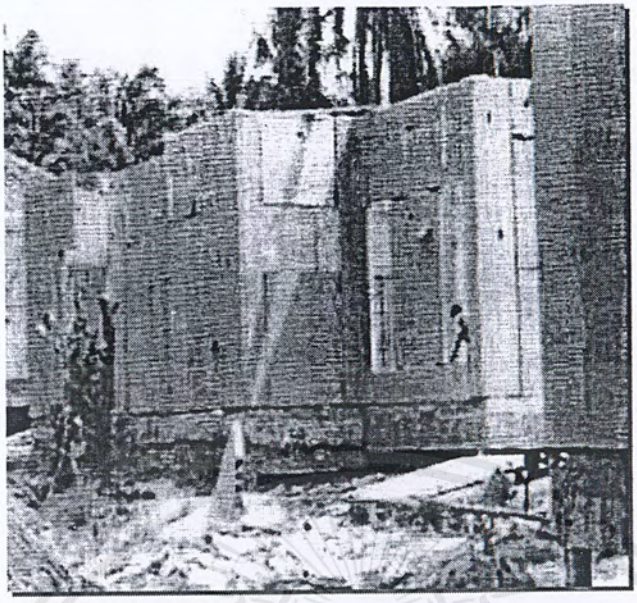


9.การติดตั้งผนัง FINE WALL



10.การติดตั้งผนัง FINE WALL

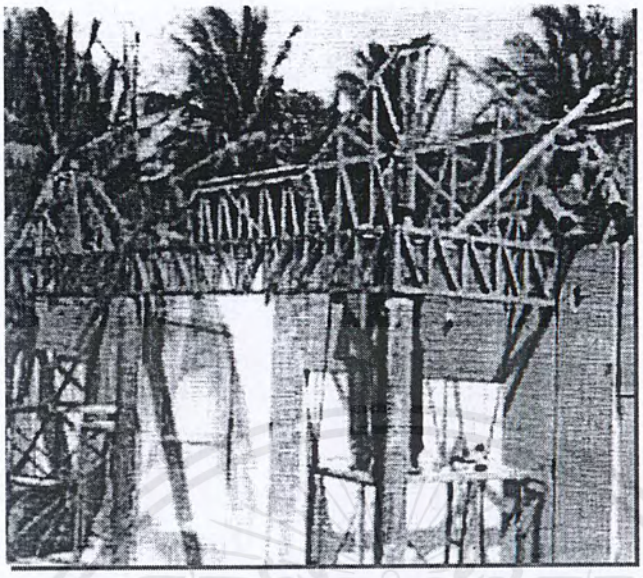
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



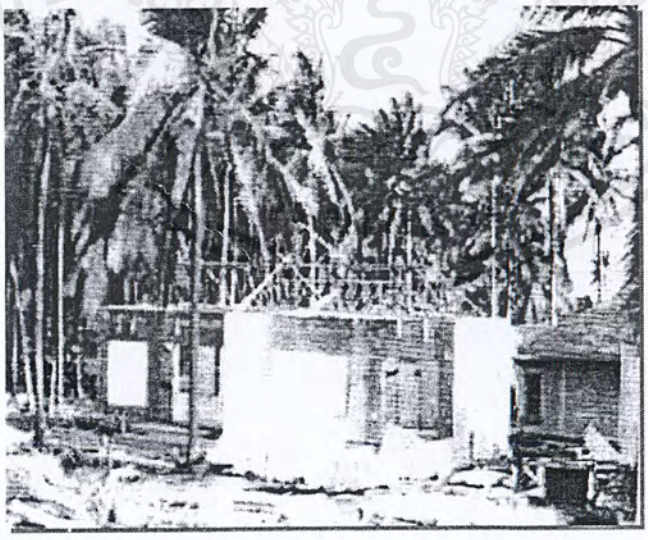
11.ตีดตั้งผนังเสร็จเรียบร้อบ

12.การวางโครงหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

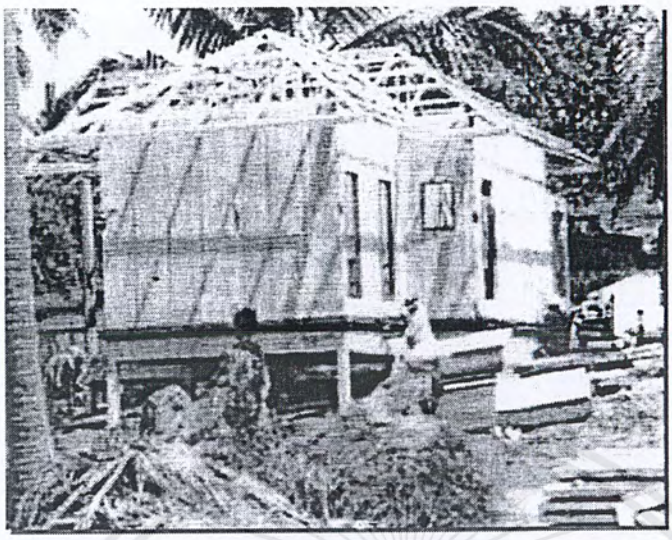


13.การขึ้นโครงหลังคา

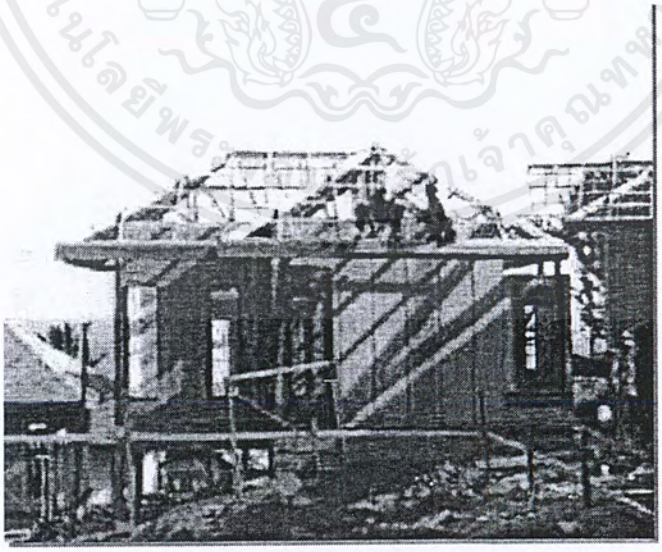


14.การขึ้นโครงหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



15.โครงหลังคาที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว



16.การติดเชิงชาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17.หลังติดเชิงชายเสร็จ

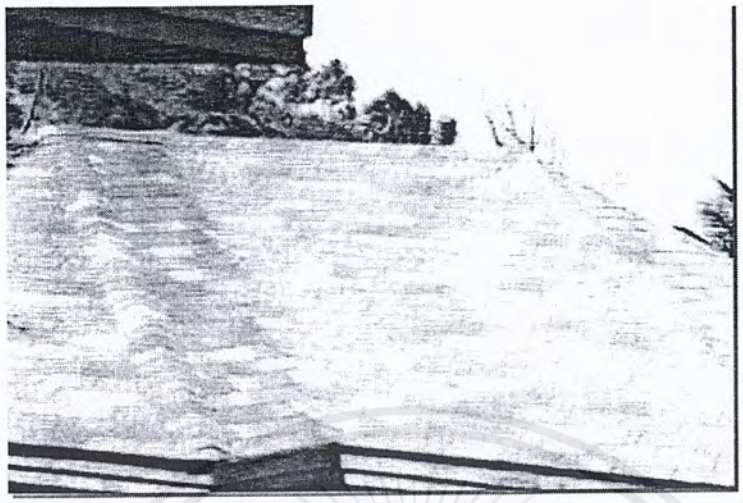
18.การมุงไม้อัดบนหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19.การมุงหลังคา

20.การมุงหลังคา ROOF SHINGLE

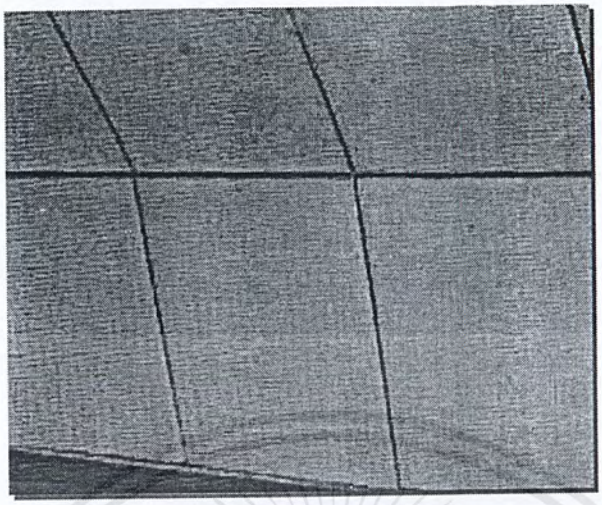
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



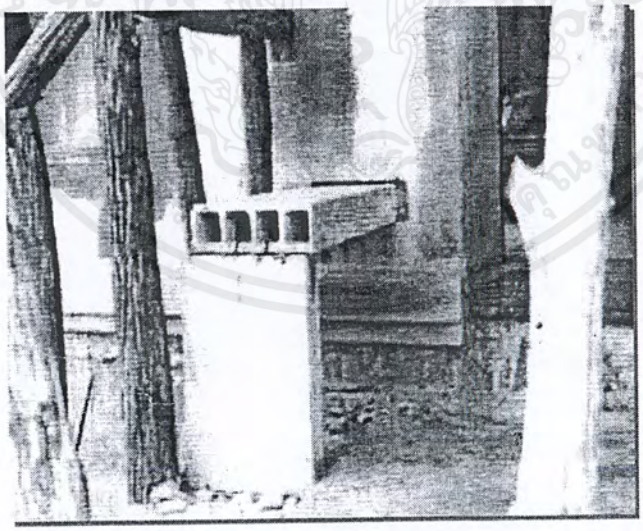
21.หลังคา ROOF SHINGLE เรียบร้อยแล้ว

22.การติดตั้งฝ้าเพดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

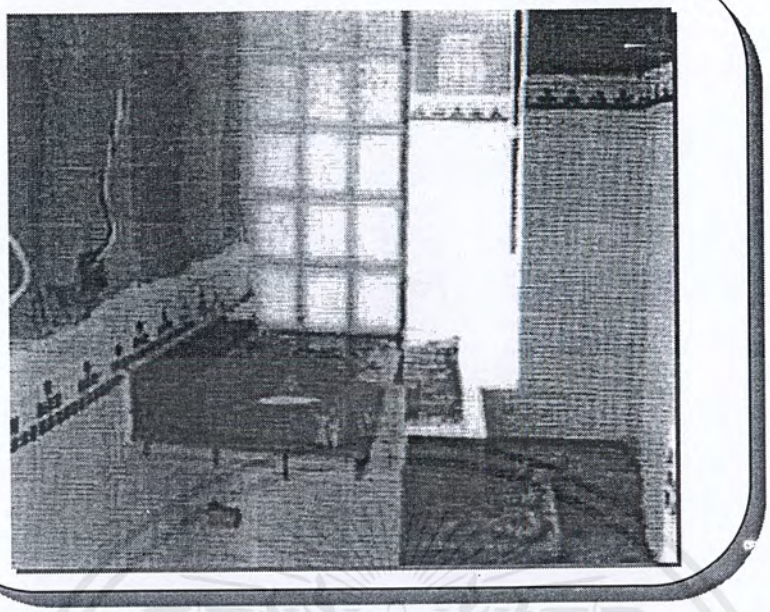


23.การติดตั้งฝ้าเพดานภายนอก

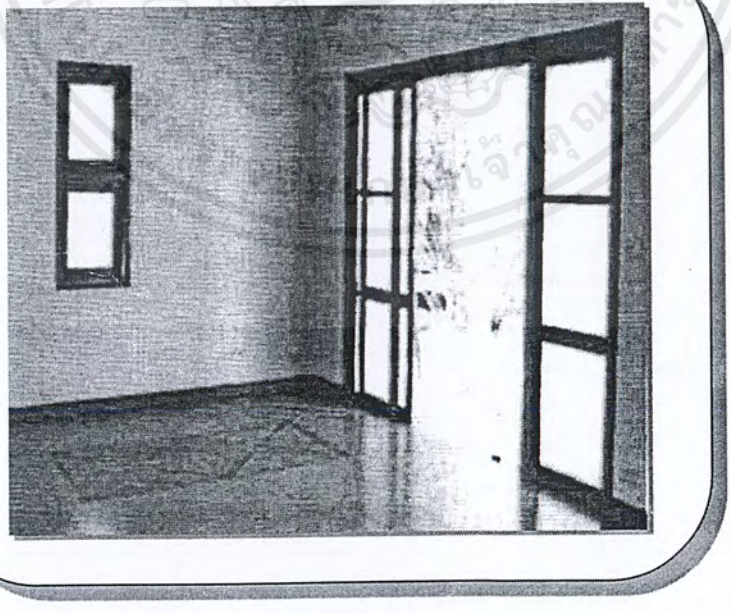


24.การตกแต่งภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

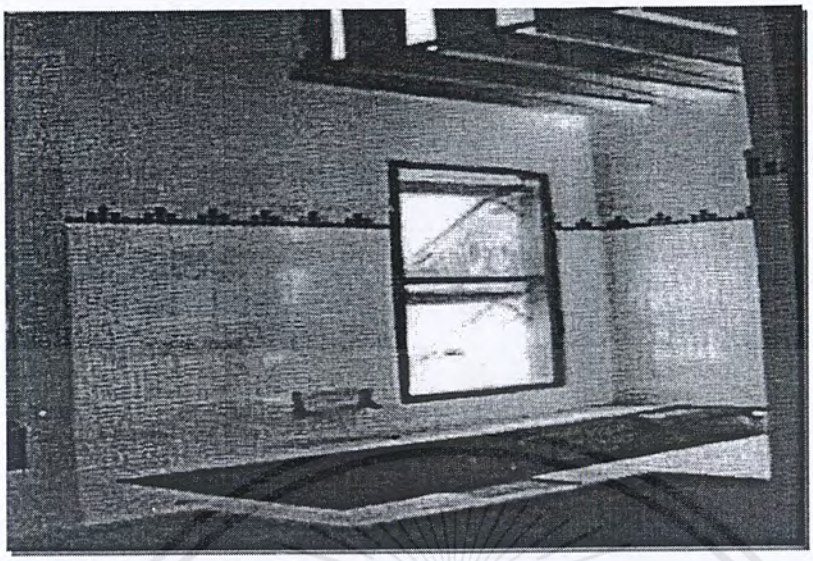


25.การติดตั้งสุขภัณฑ์และการตกแต่งห้องน้ำ

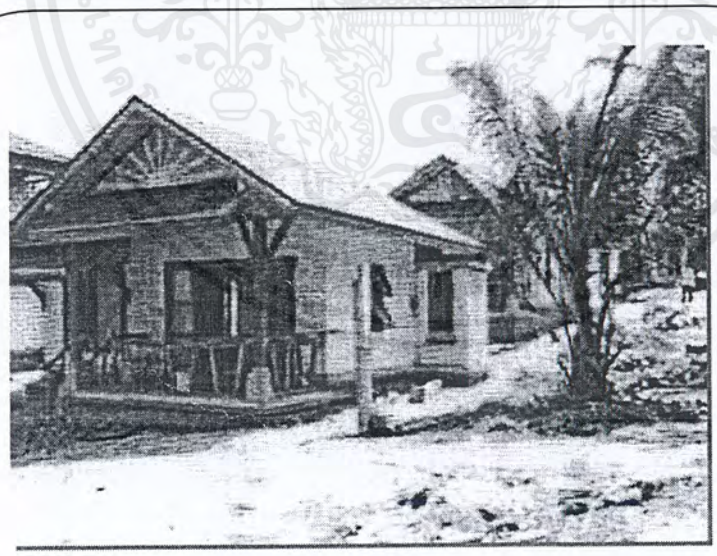


26.การปูกระเบื้องภายในห้องนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



27.การปูกระเบื้องในห้องน้ำ



28. การตกแต่งภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบแปลนบ้านที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินดี หมายถึงดินที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช

DRB

โครงการ ปรับปรุงดินเปรี้ยว

หมู่ 2 ตำบลบ้านหนัง

(D-3)

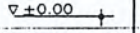
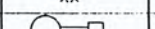
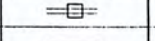
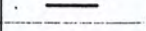
ปี 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแบบ

ลำดับ	สถาปัตย์	มาตราส่วน	ลำดับ	โครงสร้าง	มาตราส่วน
0	สารบัญแบบ. สัญลักษณ์ประกอบแบบ	—	S-1	แปลนฐานราก คานคอดิน ชั้นล่าง	1 : 75
1	รายการประกอบแบบ	—	S-2	แปลน คาน พื้น ชั้น 2	1 : 75
2	แปลนพื้นชั้นล่าง	1 : 75	S-3	แปลนคานและโครงหลังคา	1 : 75
3	แปลนพื้นชั้นบน	1 : 75	S-4	แบบขยายคาน	1 : 25
4	แปลนหลังคา	1 : 75	S-5	แบบขยายคาน	1 : 25
5	รูปตัด 1	1 : 75	S-6	แบบขยายคาน	1 : 25
6	รูปตัด 2	1 : 75	S-7	แบบขยายพื้น บันได	1 : 25
7	รูปด้าน 1	1 : 75	S-8	แบบขยายเสา ฐานราก	1 : 25
8	รูปด้าน 2	1 : 75			
9	รูปด้าน 3	1 : 75	SA-1	แปลน สุขาภิบาล	1 : 75
10	รูปด้าน 4	1 : 75			
11	แบบขยายบันได	1 : 25	E-1	แปลน ไฟฟ้า ชั้นล่าง, ชั้น 2	1 : 75
12	แบบขยายบันได	1 : 25			
13	แบบขยายห้องน้ำ 1	1 : 25			
14	แบบขยายห้องน้ำ 2	1 : 25			
15	แบบขยายห้องน้ำ 3	1 : 25			
16	แบบขยายห้องน้ำ 4	1 : 25			
17	แบบขยายประตู/หน้าต่าง	1 : 50			
18	แบบขยายประตู/หน้าต่าง	1 : 50			

สัญลักษณ์ประกอบแบบ

สัญญาลักษณ์	รายละเอียด
	แสดงแนวศูนย์กลางเสา
	แสดงระยะจากศูนย์กลางถึงศูนย์กล
	แสดงระยะจากศูนย์กลางถึงริม
	แสดงระยะจากริมถึงริม
	แสดงแนวรูปตัด, ลำดับ, แผ่นที่แสดง
	แสดงการมองรูปด้าน, ลำดับ
±0.00	แสดงระดับในแปลน
▽±0.00	แสดงระดับในรูปตัด
	แสดงผนังก่ออิฐฉาบปูน
	แสดงคอนกรีตเสริมเหล็ก
ปา	แสดงหมายเลขประตู
ปา	แสดงหมายเลขหน้าต่าง
พ1	แสดงหมายเลขพื้น
ผ1	แสดงหมายเลขผนัง
ผ1	แสดงหมายเลขผ้าเพดาน
XX	แสดงชนิดสุขภัณฑ์
	บ่อเกรอะ/บ่อซึม
	บ่อพัก
	ท่อส้วม
	ท่อน้ำทิ้ง
	ท่อประปา
	ก๊อกน้ำ
FD	รูระบายน้ำที่พื้น

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-3)		
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BNK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เจียร สถ.1237 ส.	DATE
ARCHITECT		SHOWN
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE
COMPUTER CODE	D3-C0	PLATE NO.

รายการประกอบแบบ

ทั่วไป

เป็นบ้านเดี่ยว คสล. 2 ชั้น หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนียร์ โครงหลังคาเหล็ก

โครงสร้าง

เสาเข็ม คอนกรีตอัดแรง I-0.26×0.26×24.00 M.

ฐานราก เสาเข็ม คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ได้คุณภาพ และความแข็งแรงตามพระราชบัญญัติควบคุม

การก่อสร้างอาคาร และ หลักวิชาช่างที่ดี งานโครงสร้างใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตราช้างหรือ

ตราเพชร งานก่อฉาบใช้ปูนซีเมนต์ผสม ตราเสือ หรือ ตรานกอินทรี

พื้น ... 5cm. ⌀6 @0.20

- W1 พื้นซีเมนต์ขัดหยาบ
- W2 พื้นบุกระเบื้อง เซรามิค หรือ คอตโต้ ขนาด 8"×8" สีเรียบ
- W3 พื้นซีเมนต์ขัดมันเรียบ ผสมน้ำยากันซึม
- W4 พื้นปูปาร์เก้ ไม้แดง เคลือบเงา
- W5 พื้นบุกระเบื้องโมเสคขนาด 2"×2" สีเรียบ

ผนัง

- W1 ฉาบปูนเรียบ
- W2 ฉาบปูนเรียบเซาะร่องกว้าง0.01 ลึก 0.005 ระยะตามแบบ
- W3 บุด้วยกระเบื้องเคลือบ 8"×8"
- W4 บุด้วยกระเบื้องเคลือบ 4"×4"

ฝ้าเพดาน

- W1 ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มม. (ฝ้าหลังคา)
- W2 ฝ้าที่ - บาร์ แผ่นยิบซัมบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด0.60×0.60 หนา 9 มม. ทาสี (กันชื้น)
- W3 ฝ้าที่ - บาร์ แผ่นยิบซัมบอร์ด ตราช้างหรือเทียบเท่า ขนาด0.60×0.60 หนา 9 มม. ทาสี

หลังคา

โครงหลังคาเหล็กทาสีกันสนิม 2 ครั้ง และทาสีน้ำมันของ ที.โอ.เอ. หรือเทียบเท่าทับหน้า 1 ครั้ง

ใช้กระเบื้องซีแพคโมเนียร์

งานไม้

ทั่วไปใช้ไม้เนื้อแข็ง ไม่ครอว เป็นรู แตกร้าว ตามระบุในแบบก่อสร้าง ขนาด 2"×4"

ประตู/หน้าต่าง ดูรายละเอียดในแบบขยาย ประตู/หน้าต่าง

อุปกรณ์ ดูรายละเอียดในแบบขยาย ห้องน้ำ

บันได ดูรายละเอียดในแบบขยาย บันได

ประปา ดูรายละเอียดในรายการประกอบแบบ

12. บ่อเกรอะ/บ่อซึมและท่อระบายน้ำ

บ่อเกรอะ/บ่อซึม ใช้ถัง BIOTOL

ท่อระบายน้ำและบ่อพัก ใช้ท่อซีเมนต์ใยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. ต่อจากตัวอาคาร ลงบ่อพักสาธารณะ ระยะไม่เกิน 15 ม. จากแนวตามหลังบ้าน มีบ่อพักน้ำสำเร็จรูปขนาด 0.40×0.40×0.40 ทุกระยะไม่เกิน 6 ม. เว้นตลอดแนวชิดรั้ว

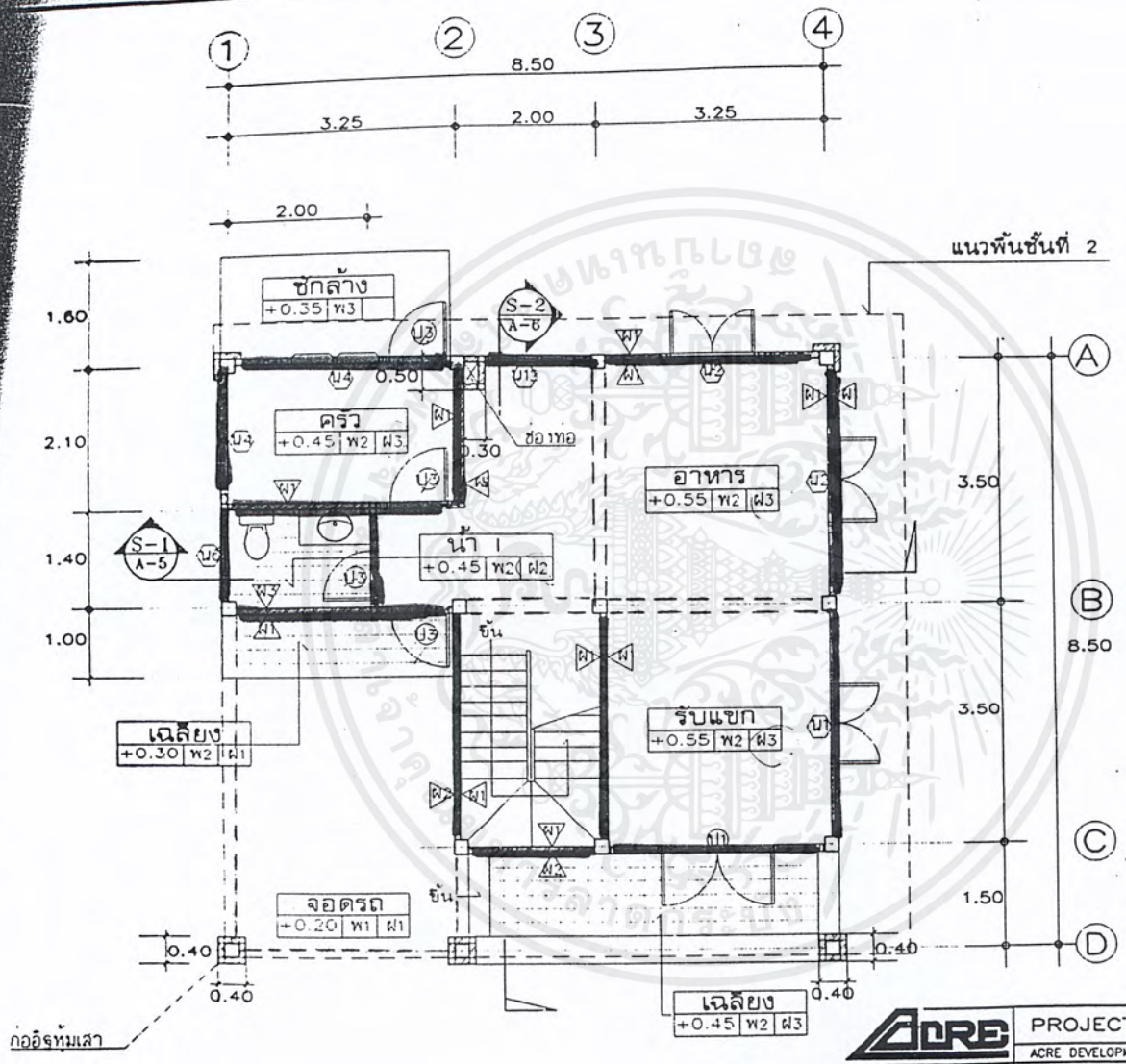
13. ไฟฟ้า

- สายไฟฟ้า สายพี.วี.ซี. ของยาซากิ หรือเทียบเท่ามาตราฐาน มอก. เดินสายลอย ยึดด้วยสายเข็มขัด ตามมาตราฐานของการไฟฟ้านครหลวง
- สวิทช์และปลั๊กไฟ แบบเรียบชนิดฝังในผนังของเนชั่นแนล หรือเทียบเท่า
- สายเมน ต่อห่างจากมุมชายคา เว้นระยะไม่เกิน 15 ม. สายเดี่ยวขนาด 10 มม.^{2}
- แผงควบคุมไฟฟ้า ใช้ของ SQUARE-D ขนาด แอมป์
- ดวงโคมทั่วไป หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัตต์ ครอบแก้วกลม 14" มีลาย
- ดวงโคมห้องน้ำ หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตต์ ครอบแก้วกลม 8" มีลาย
- ดวงโคมห้องคนใช้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัตต์ ครอบพลาสติก สีเหลี่ยม 14" ลายผ้า
- ดวงโคมห้องน้ำคนใช้ หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตต์ ครอบแก้วกลม 8" ทรงซาลาเปา สีนม ไม่มีลาย ไม่มีจุก
- ดวงโคมลานซักล้าง/ห้องเก็บของ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 20 วัตต์
- ดวงโคมระบำบันได หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตต์ ครอบแก้วกลม 8" สีนมไม่มีลาย
- หลอดไฟฟ้า หลอดฟลูออเรสเซนต์ของฟิลิป
- สตาร์ทเตอร์ ของฟิลิป
- บาลลาส ของโบโว

14. งานทาสี

- ผนังภายนอก ทาสีรองพื้นกันด่าง 1 ครั้ง และทาทับด้วยสีน้ำพลาสติกภายนอกของ ที โอ เอ หรือ เทียบเท่า 2 ครั้ง
- ผนังภายใน ทาสีรองพื้นกันด่าง 1 ครั้ง และทาทับด้วยสีน้ำพลาสติกภายในของ ที โอ เอ หรือ เทียบเท่า 2 ครั้ง
- บันไดและพื้นบาร์เก้ สีน้ำมันเคลือบเงา ของที โอ เอ หรือ เทียบเท่า

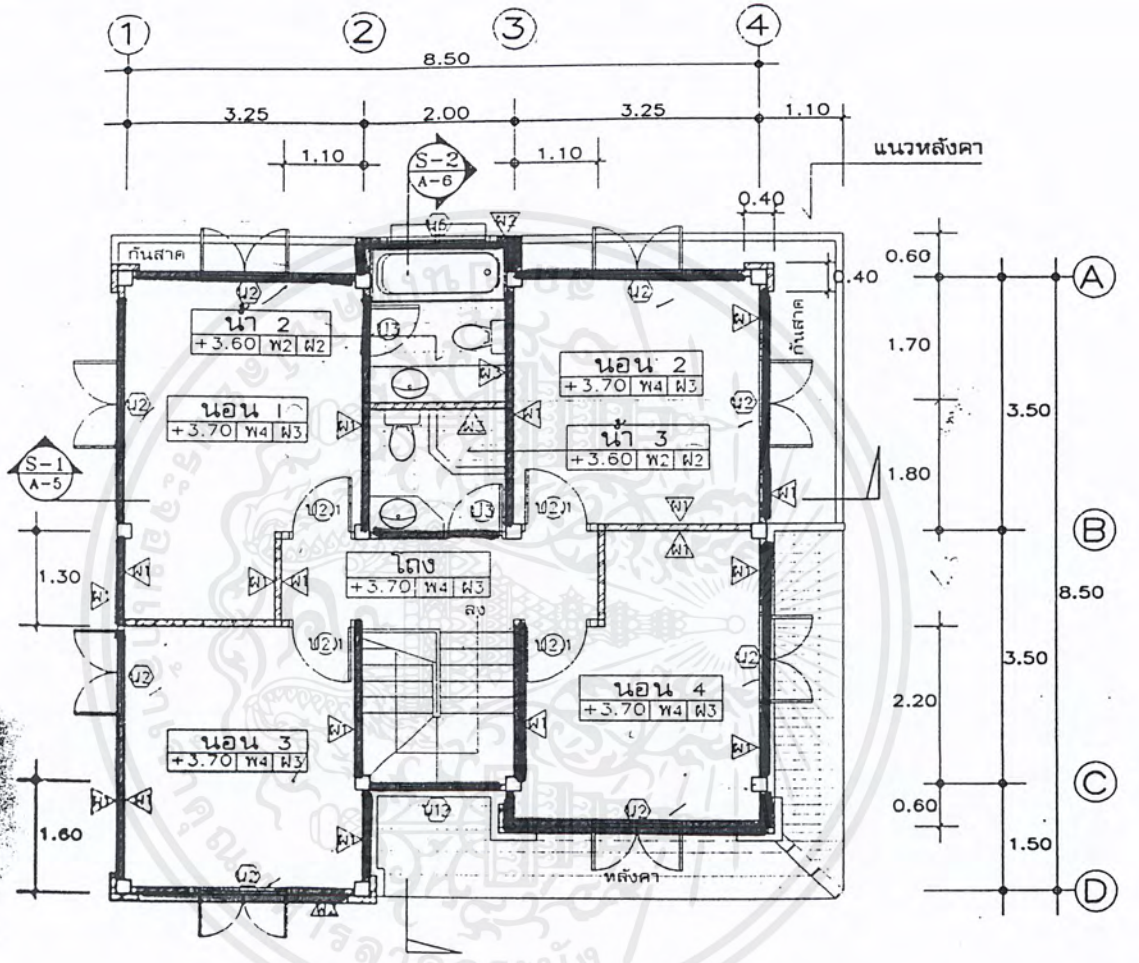
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้น		JOB N
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 ก
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	
COMPUTER CODE	C-C00	PLATE NO.	A-1



แปลนพื้นล่าง

มาตราส่วน 1 : 75

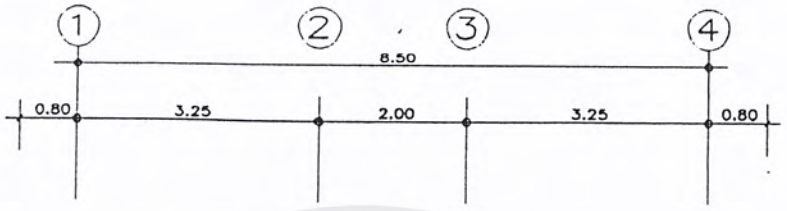
PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK 10120			
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย. 37
ARCHITECT		DRAWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	DJ-PL1	PLATE NO.	A-03

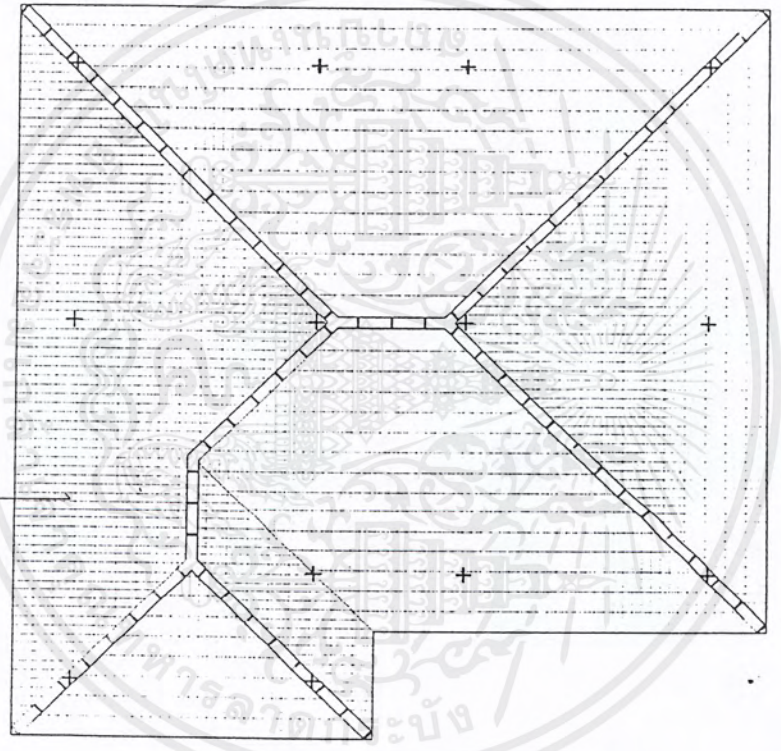


แปลนพื้นชั้นที่ 2

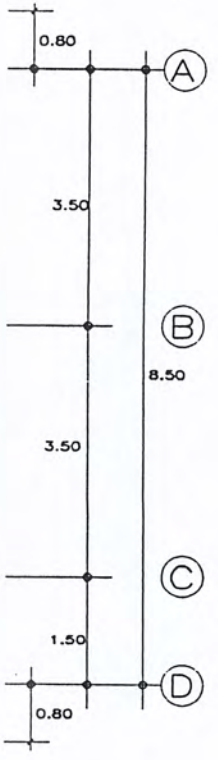
มาตราส่วน 1 : 75

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK. 10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-PL2	PLATE NO	A-03



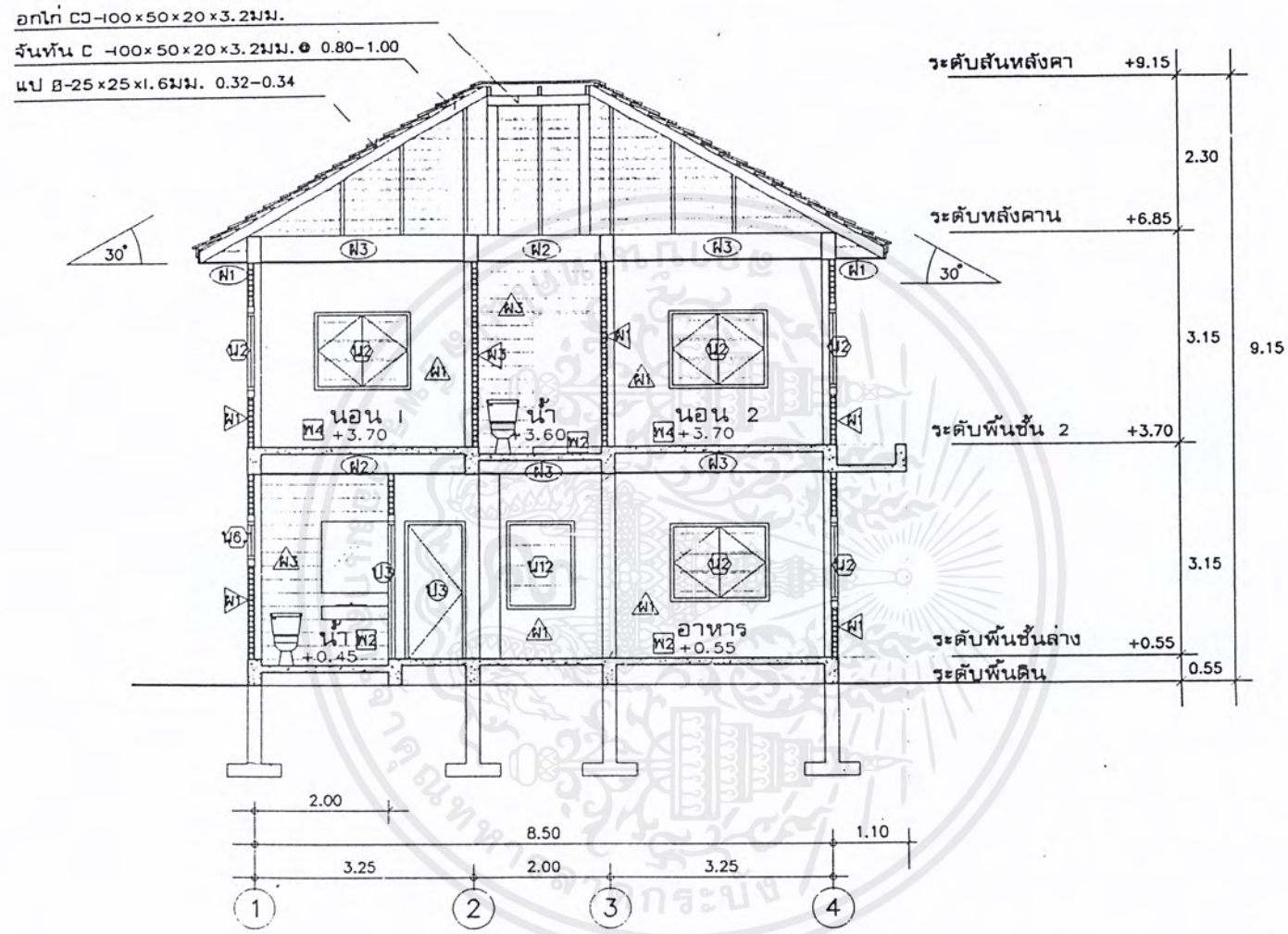


หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนียร์



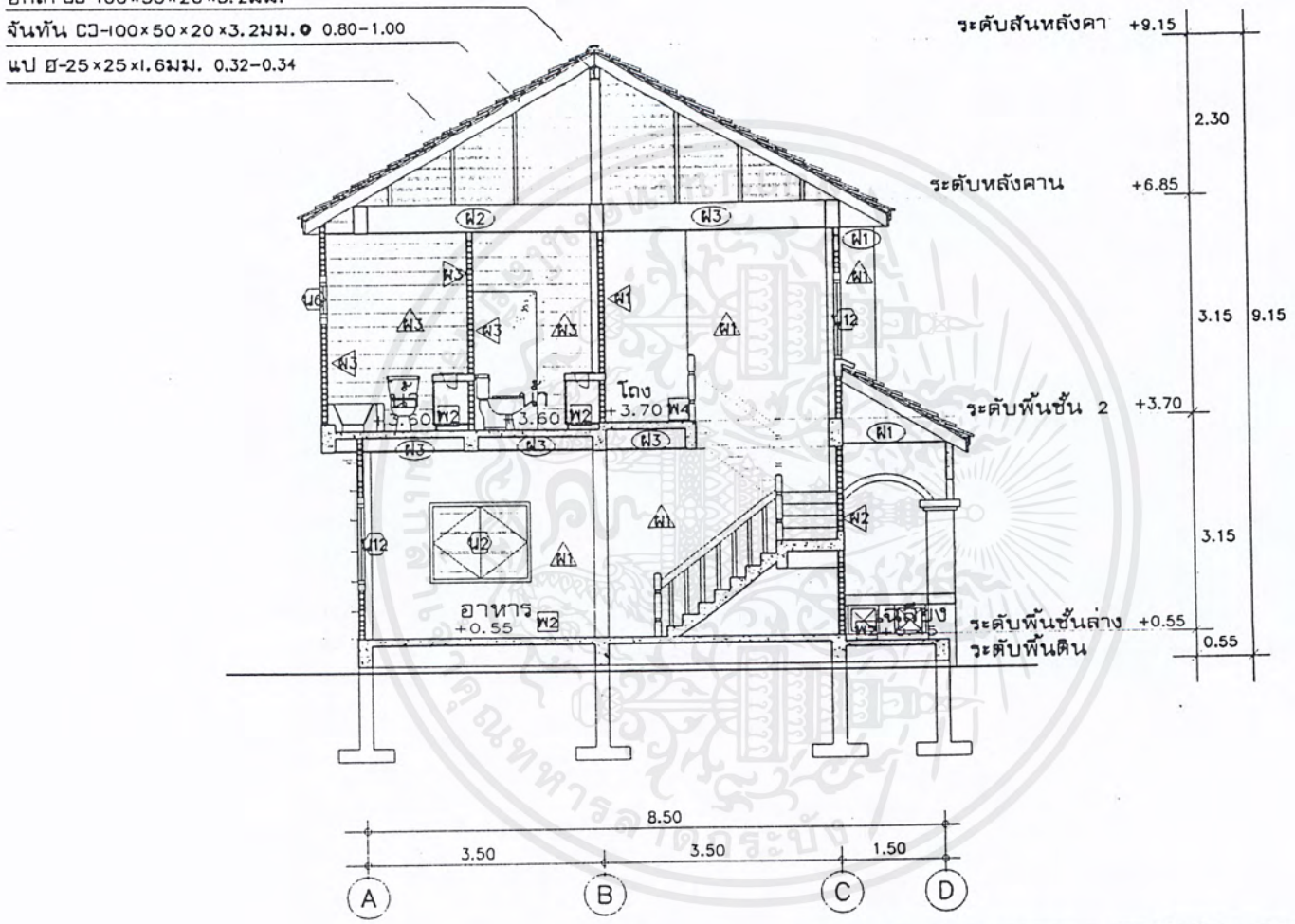
แปลน หลังคา
มาตราส่วน 1 : 75

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียว สถ.1237 ส.	DATE	23 กย. 37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-ROOF	PLATE NO.	A-04



รูปตัด (1)
มาตราส่วน 1:75

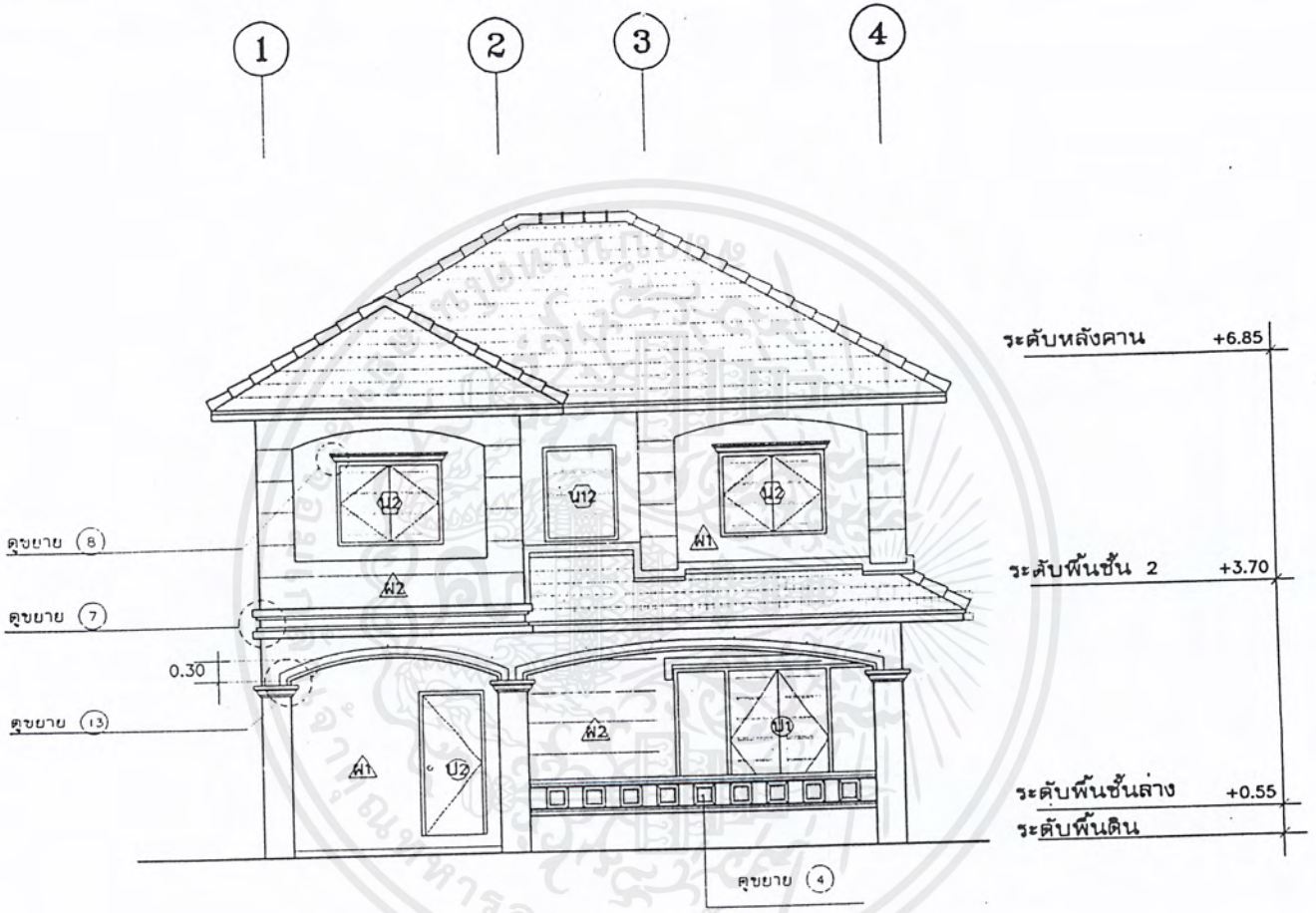
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-SEC1	PLATE NO.	A-05



รูปตัด (2)

มาตราส่วน 1:75

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-2)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA-BKK.10120			
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1:75
COMPUTER CODE	D2-Se2	PLATE NO.	A-06

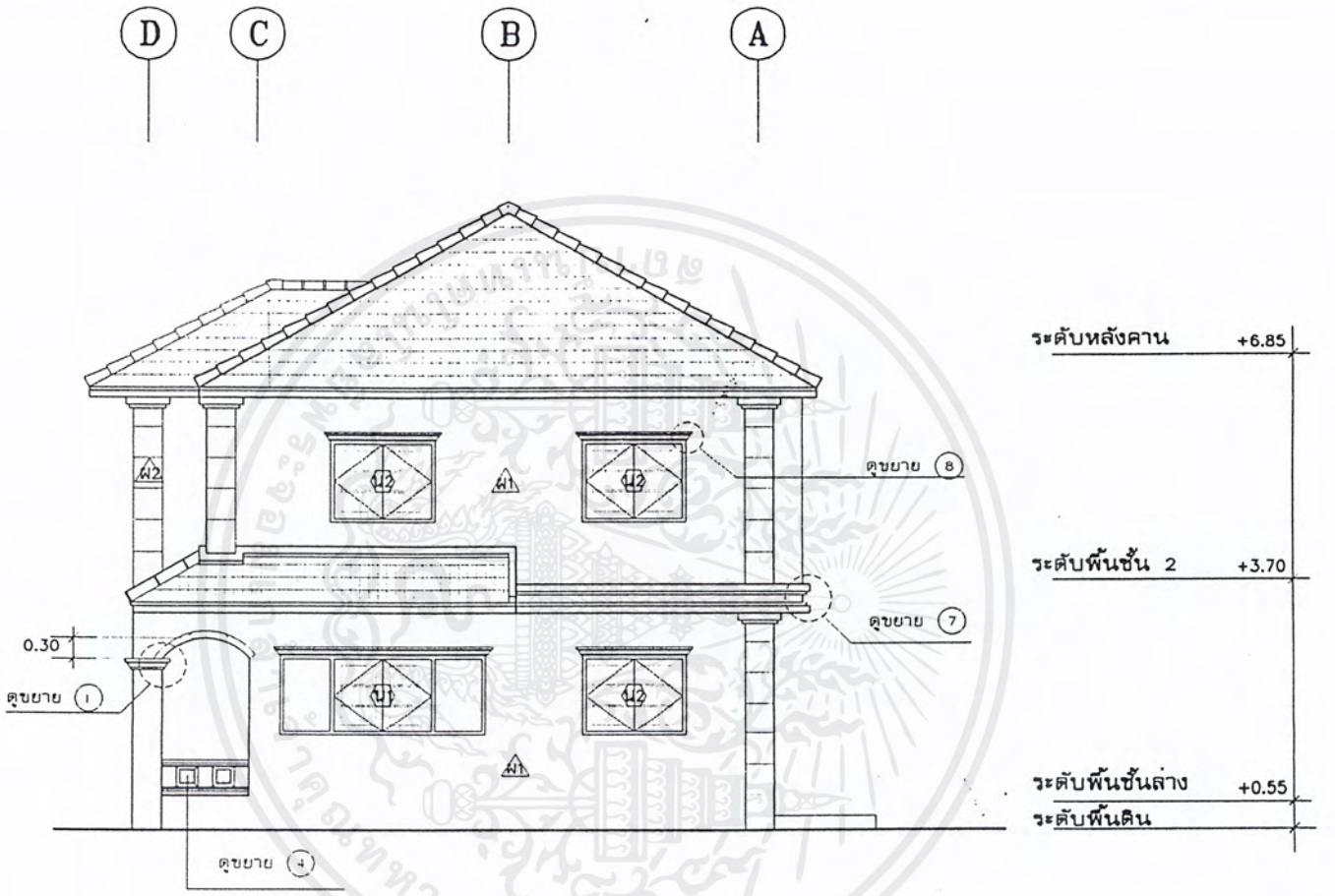


รูปด้าน 1

มาตราส่วน 1 : 75

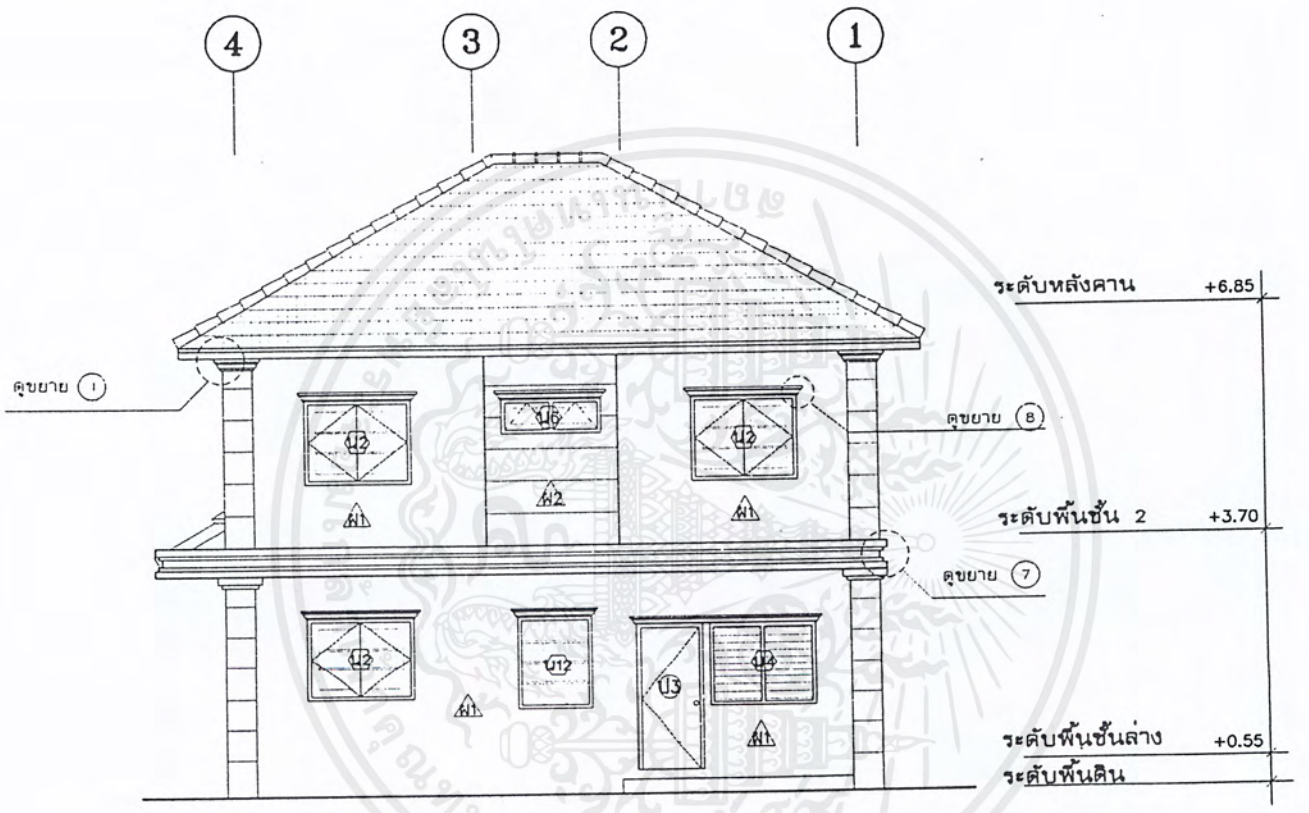
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-E1	PLATE NO.	A-07

สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงวัฒนธรรม



รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1 : 75

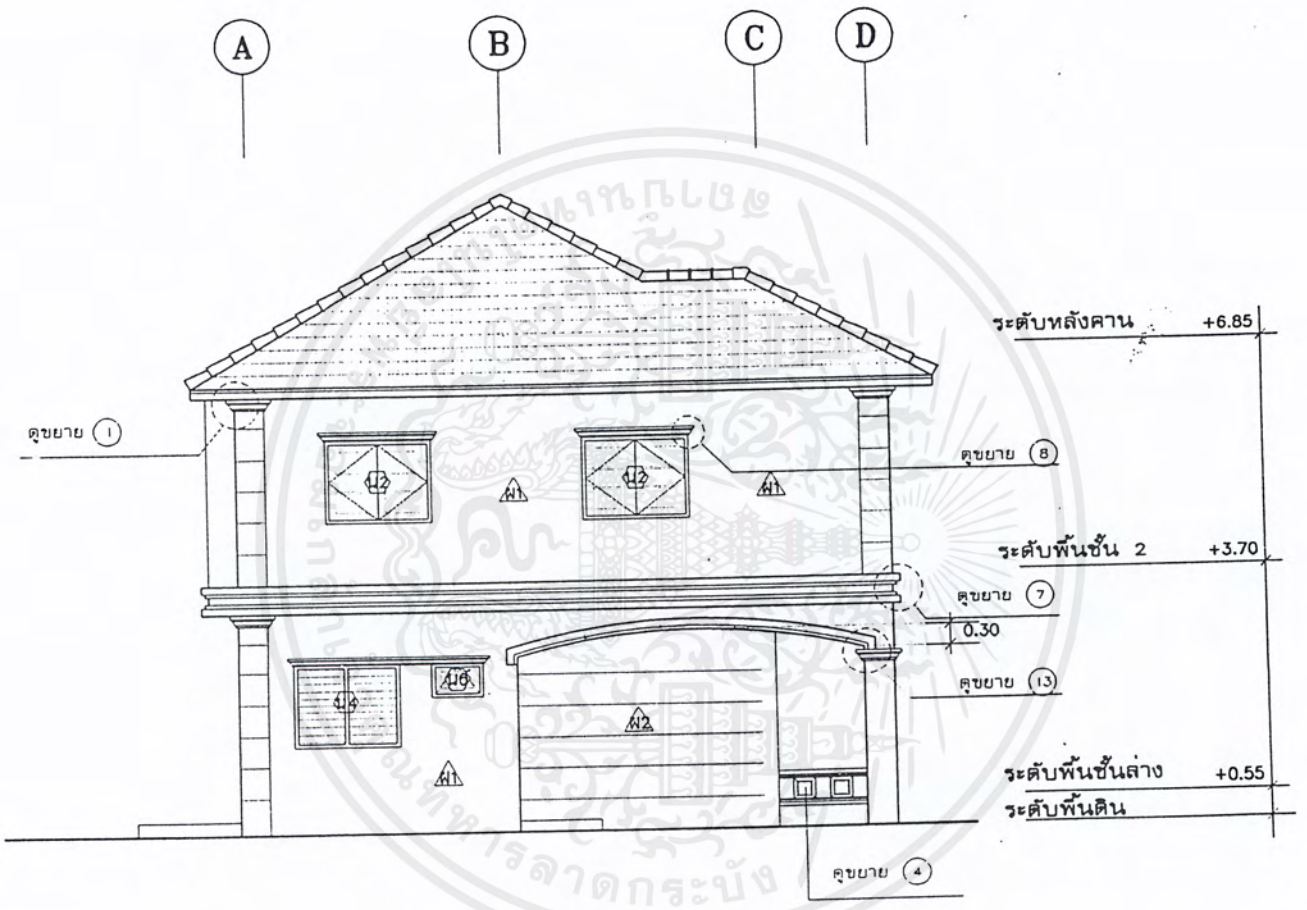
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK. 10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-E1	PLATE NO.	A-08



รูปด้าน 3
มาตราส่วน 1 : 75

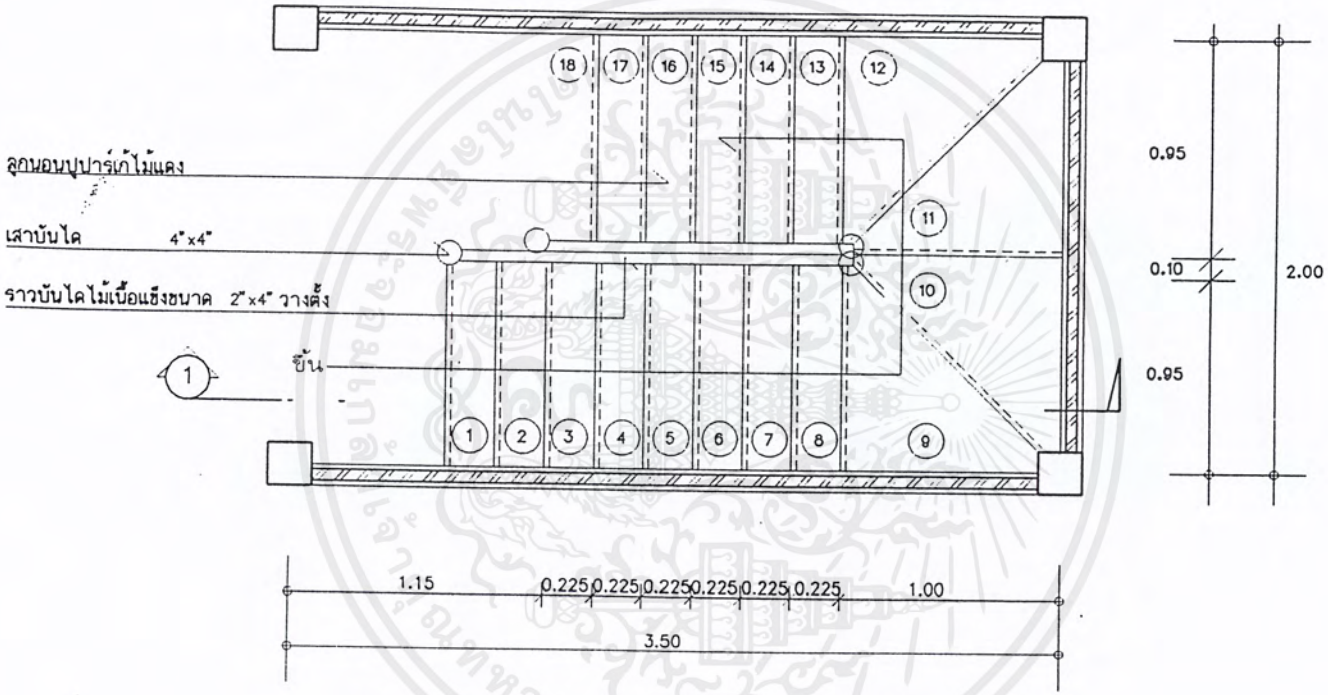
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-E1	PLATE NO.	A-09

ศษ12



รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1:75

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-E1	PLATE NO.	A-10



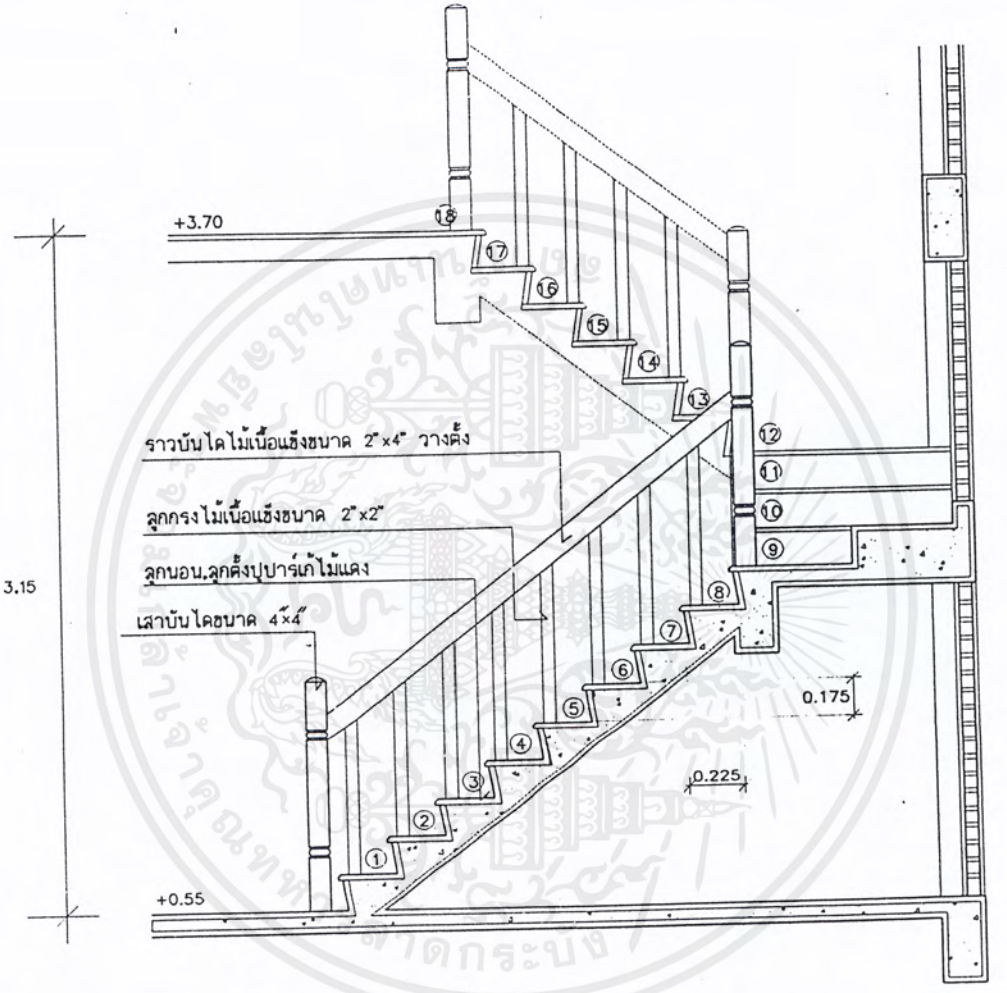
แปลน

ขยาย บันได

มาตราส่วน 1 : 25

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวคสล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียว สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-ST	PLATE NO	A-11

ผ14



รูปตัด (1)

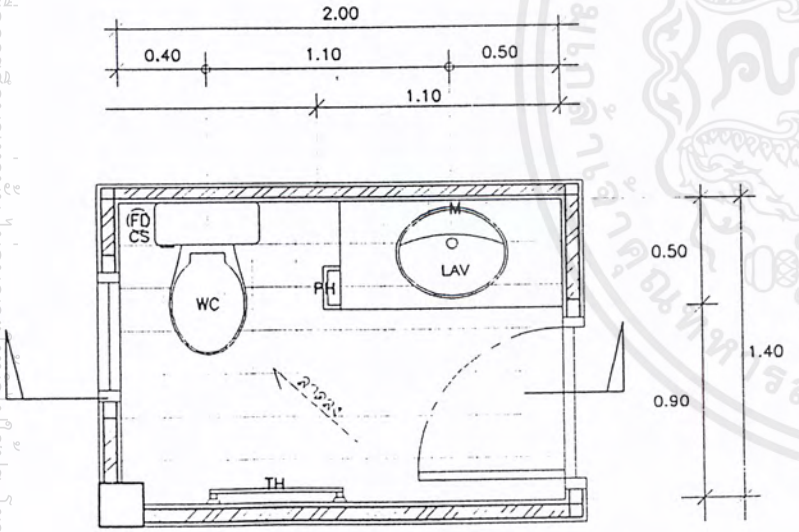
ขยาย บันได

มาตราส่วน 1 : 25

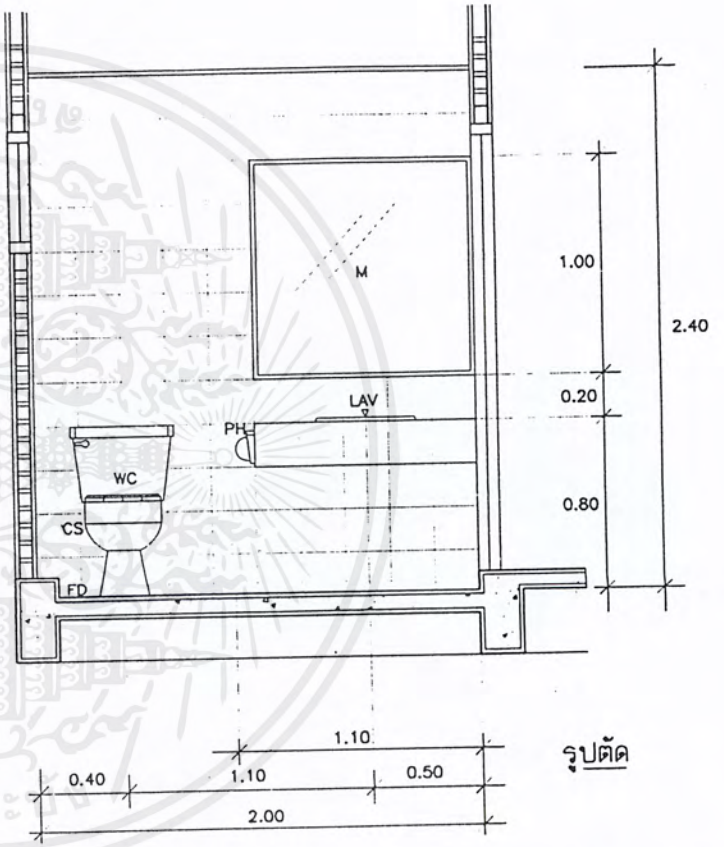
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวคสล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-ST	PLATE NO.	A-13

รายการประกอบแบบ

สัญญาลักษณ์	ความหมาย	ยี่ห้อ	รุ่น	T-1	T-2	T-3
LAV	อ่างล้างหน้า	AMERICAN STD	TF-476	●	●	●
WC	โถส้วมนั่งราบชักโครก	AMERICAN STD	TF-2106	●	●	●
CS	สายชำระ	HANG	—	●	●	●
PH	ที่ใส่กระดาษชำระเซรามิค	AMERICAN STD	TF-9001	●	●	●
SW	ฝักบัวสายอ่อน(ไลพะ)	SANIFITS	—		●	●
SH	ที่วางสบู่เซรามิค	AMERICAN STD	TF-9000		●	●
TH	ราวแขวนผ้าหัวเซรามิค	AMERICAN STD	TF-9085	●	●	●
BT	อ่างอาบน้ำเหล็กปั๊ม เคลือบสี ขนาด 0.60×1.60	ARISTON	—		●	
H	ชั้นวางของเซรามิค	AMERICAN STD	TF-9075		●	
M	กระจกเงาติดผนัง	—	—	1.00×1.00	1.80×1.00	0.80×1.00
HB	ก๊อกน้ำ	A.E.	199			
FD	ตะแกรงน้ำทิ้งอลูมิเนียม ชนิดฝักกลิ่น	—	—	●	●	●



แปลน

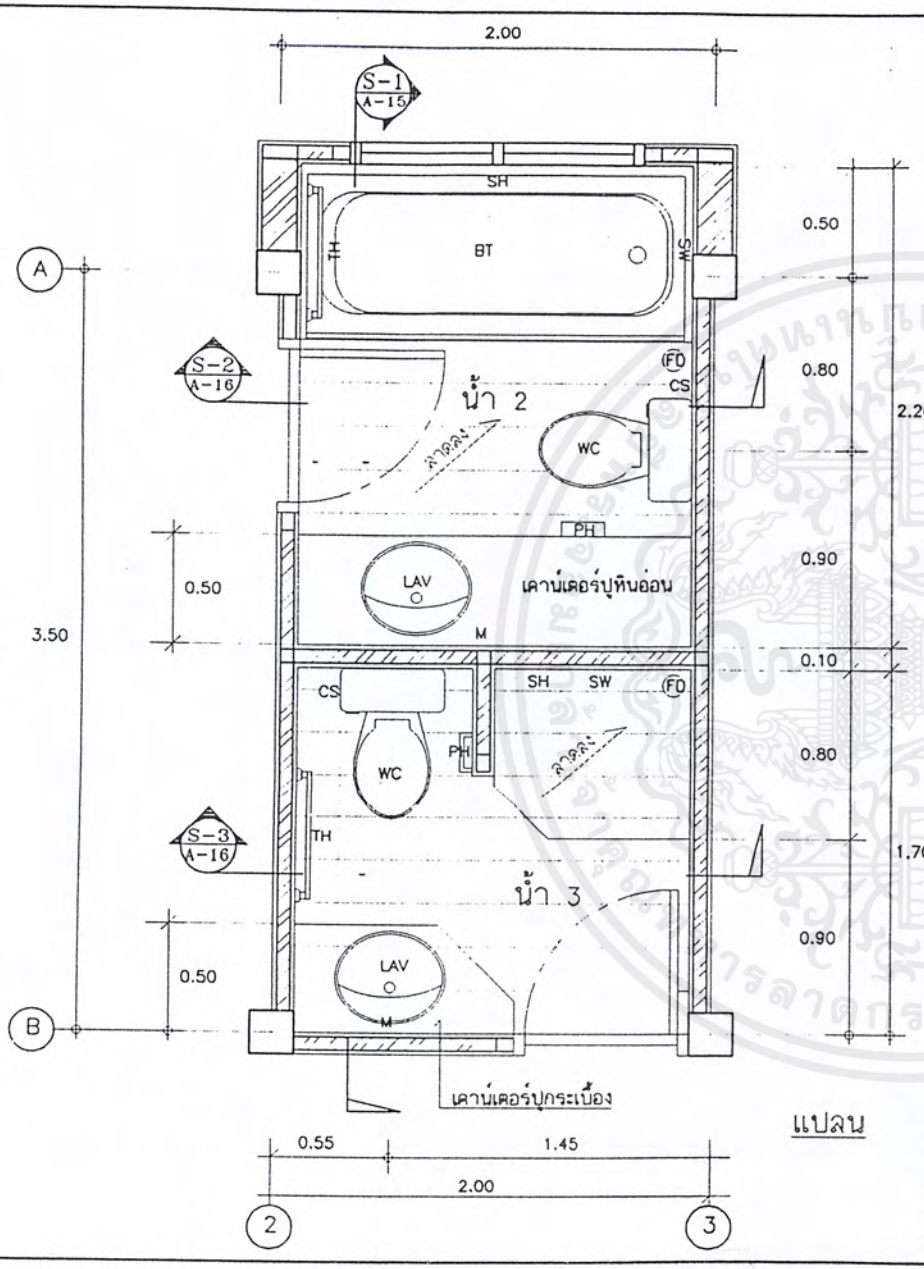


รูปตัด

ขยาย ห้องน้ำ 1
มาตราส่วน 1 : 25

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียว สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-WC1	PLATE NO	A-13

M016

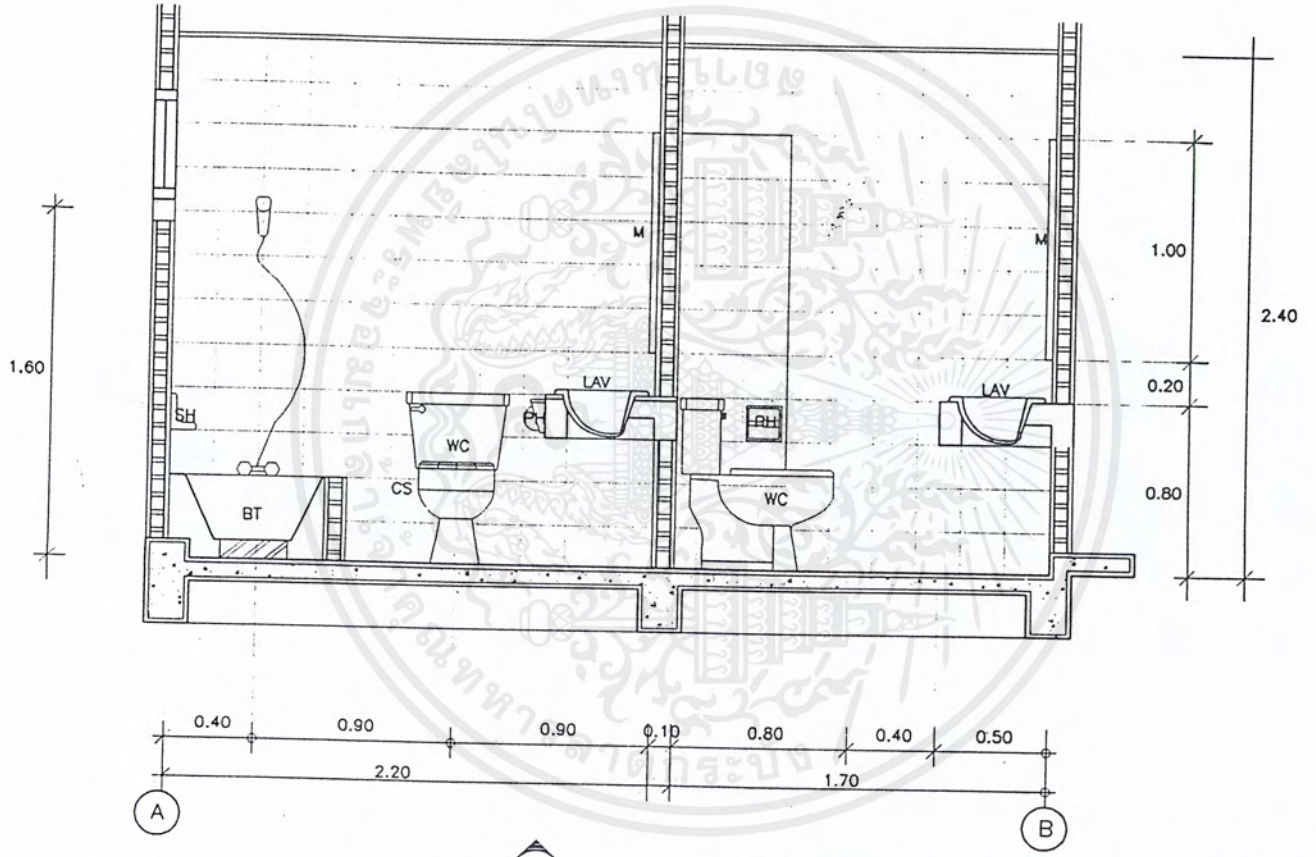


ขยาย ห้องน้ำ 2 , 3

มาตราส่วน 1 : 25

แปลน

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวิรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-WC2	PLATE NO.	A-14

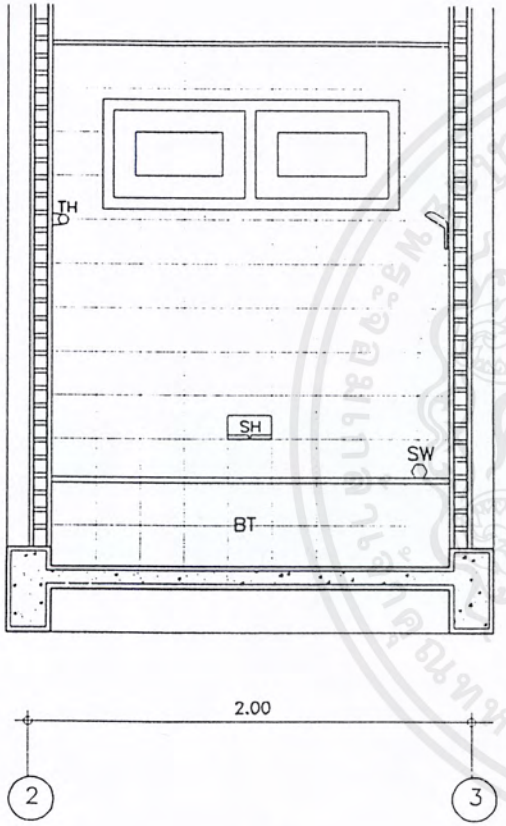


รูปตัด S-1 / A-14

มาตราส่วน 1 : 25

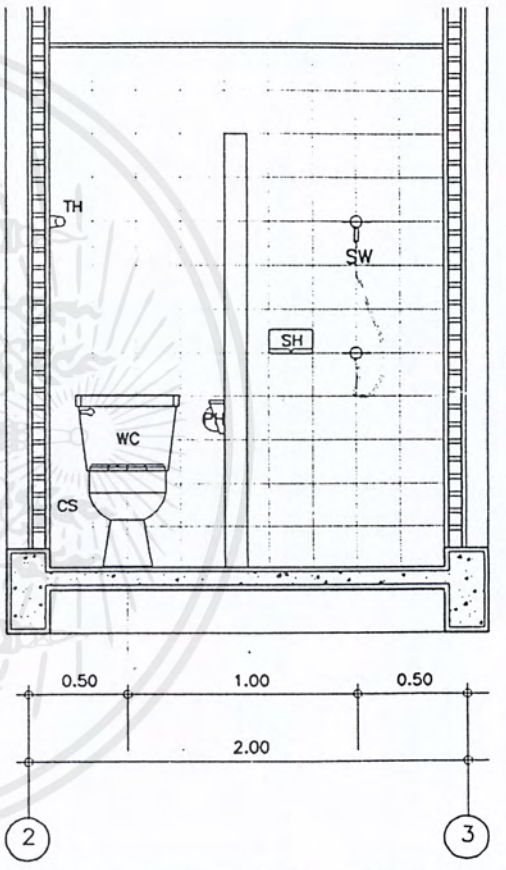
ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI YANNAWA Bkk.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-WC2	PLATE NO	A-15

ภาพ18



รูปตัด S-2 / A-14

มาตราส่วน 1 : 25



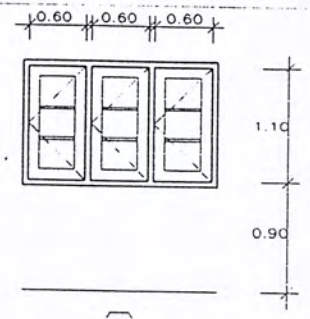
รูปตัด S-3 / A-14

มาตราส่วน 1 : 25

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เชียร สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-WC2	PLATE NO	A-16

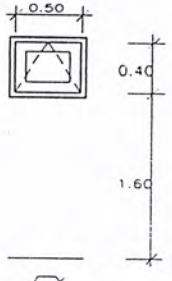
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงกบ	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน
กรอบบาน	ไม้สัก ขนาด 1½"×4"
ลูกพัก	กระจกใส หนา 5 มม.
บานพับ	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×5" 3 ตัว/บาน
มือจับ	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า
อื่นๆ	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน
ระดับพื้น	



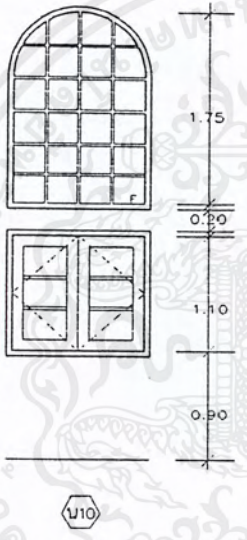
บ5

วงกบ	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน
กรอบบาน	ไม้สัก ขนาด 1½"×3"
ลูกพัก	กระจกฝ้า หนา 5 มม.
บานพับ	บานพับวิทโก้ 5" 2 ตัว/บาน
มือจับ	ทองแดงรมดำ 4" ของ SCL หรือเทียบเท่า
อื่นๆ	ตัวล็อกบานแบบเขาควาย
ระดับพื้น	



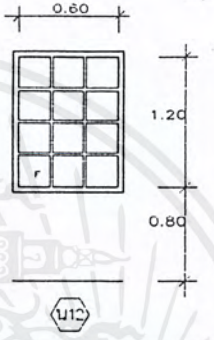
บ6

ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	
ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	
กระจกใส หนา 5 มม.	
เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×5" 3 ตัว/บาน	
ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	
กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	



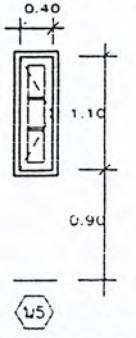
บ10

ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	
กระจกใส หนา 5 มม.	



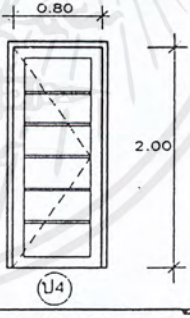
บ12

ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	
ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	
กระจกใส หนา 5 มม.	
เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×5" 3 ตัว/บาน	
ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	
กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	



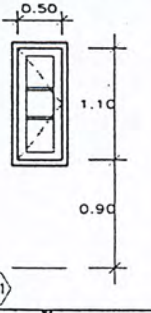
บ5

ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	
ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	
กระจกใส หนา 5 มม.	
เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×5" 3 ตัว/บาน	
ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	
กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	



บ4

ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	
ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	
กระจกใส หนา 5 มม.	
เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×5" 3 ตัว/บาน	
ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	
กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	



บ11

หมายเหตุ	แบบขยาย ประตู หน้าต่างนี้เป็นแบบมาตราฐานทั่วไป ให้เลือกใช้เฉพาะชนิดที่มีในแปลนแบบบ้านนั้นๆ

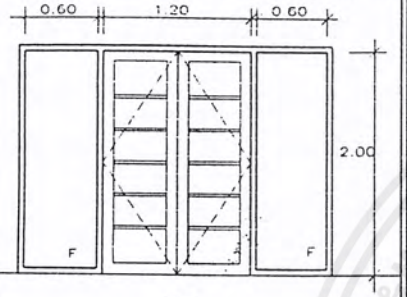
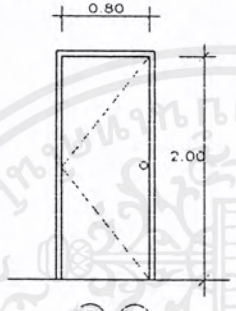
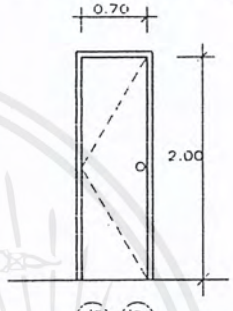
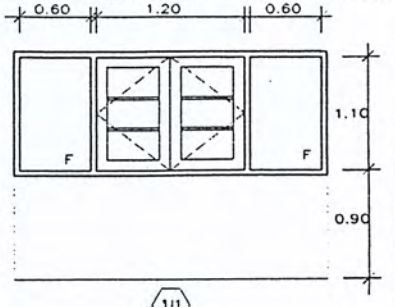
ACRE

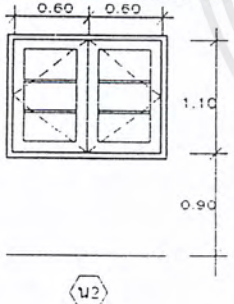
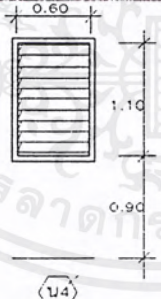
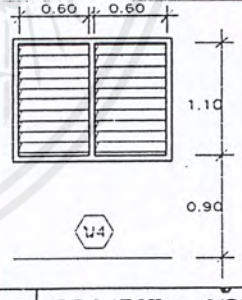
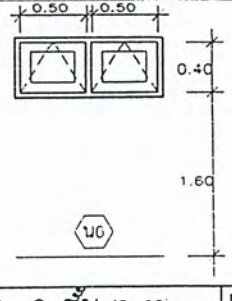
PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)

ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120

JOB NO.

ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เธียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 50
COMPUTER CODE	C3-DOOR	PLATE NO.	A-17

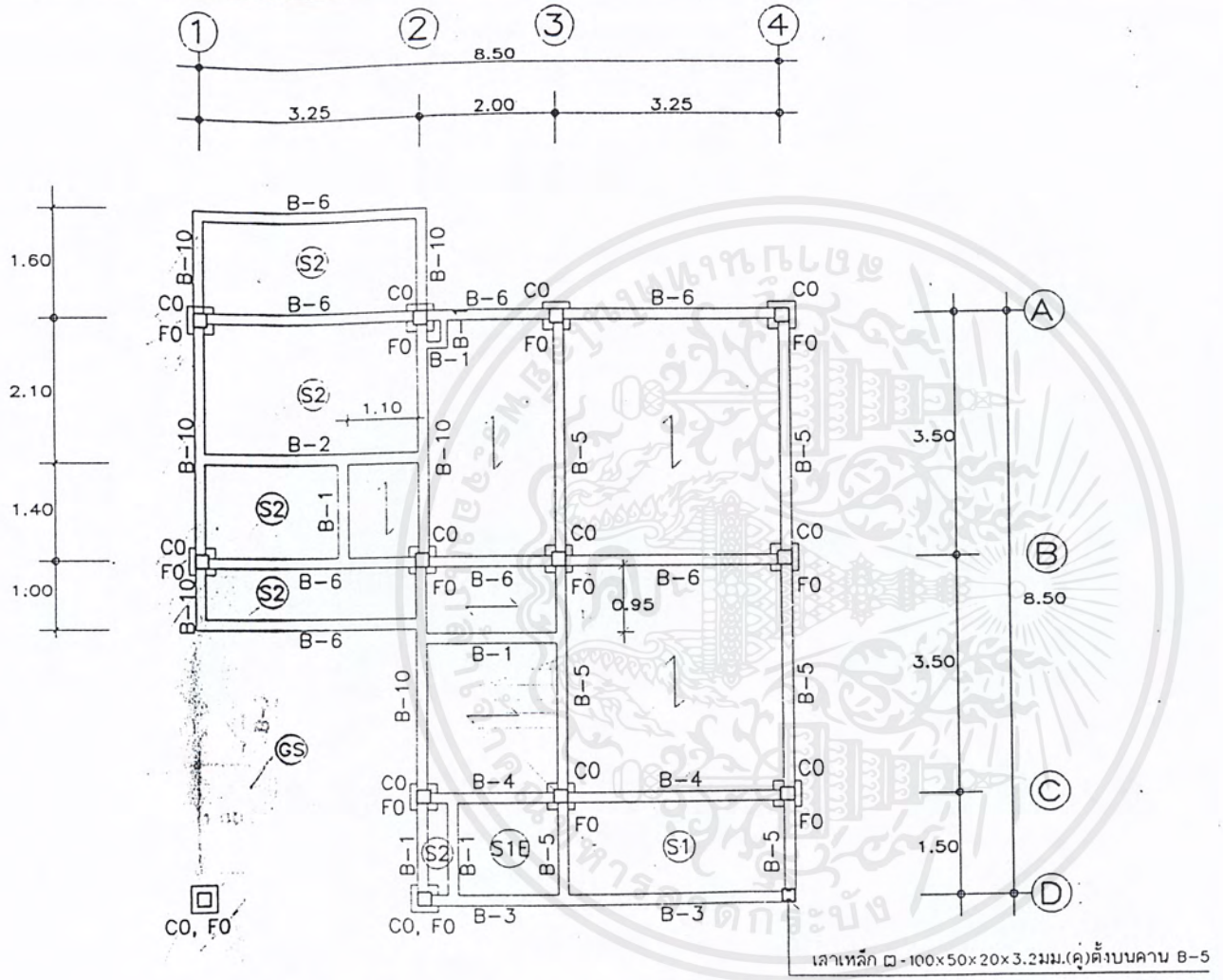
วงกบ	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน
กรอบบาน	ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	—	—	ไม้สัก ขนาด 1½"×4"
ลูกฟัก	กระจกใส หนา 5 มม.	ไม้ยัดสัก ย้อมสีธรรมชาติ (บ2 กันน้ำ)	ไม้ยัดสัก ชนิดกันน้ำ ย้อมสีธรรมชาติ (บ3 กันน้ำ)	กระจกใส หนา 5 มม.
บานพับ	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×3½" 3 ตัว/บาน	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×3½" 3 ตัว/บาน	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×3½" 3 ตัว/บาน	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×3½" 3 ตัว/บาน
มือจับ	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า
อื่นๆ	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน
ระดับพื้น				
	บ1	บ2 บ2.1	บ3 บ3.1	น1

วงกบ	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน	ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2"×4" ทาสีน้ำมัน
กรอบบาน	ไม้สัก ขนาด 1½"×4"	—	—	ไม้สัก ขนาด 1½"×3"
ลูกฟัก	กระจกใส หนา 5 มม.	กระจกใส หนา 5 มม.	กระจกใส หนา 5 มม.	กระจกฝ้า หนา 5 มม.
บานพับ	เหล็กชุบทองแดงรมดำ 4"×3½" 3 ตัว/บาน	—	—	บานพับวัทโก้ 5" 2 ตัว/บาน
มือจับ	ลูกบิดสีทองแดงรมดำ ของ SCL หรือเทียบเท่า	อุปกรณ์ปรับมุมของสามศร 1 ชุด/1 บาน	อุปกรณ์ปรับมุมของสามศร 1 ชุด/1 บาน	ทองแดงรมดำ 4" ของ SCL หรือเทียบเท่า
อื่นๆ	กลอนทองแดงรมดำ ขนาด 5" ของ SCL 2 ตัว/บาน	—	—	ตัวล็อกบานแบบเขาควาย
ระดับพื้น				
	น2	น4	น4	น6

น2.1 หน้าต่างบานเปิดคู่บานละ 0.40

	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2 ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK 10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23ก.ย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ วย.3848	SCALE	1:50
COMPUTER CODE	C3-DOOR	PLATE NO.	A-16

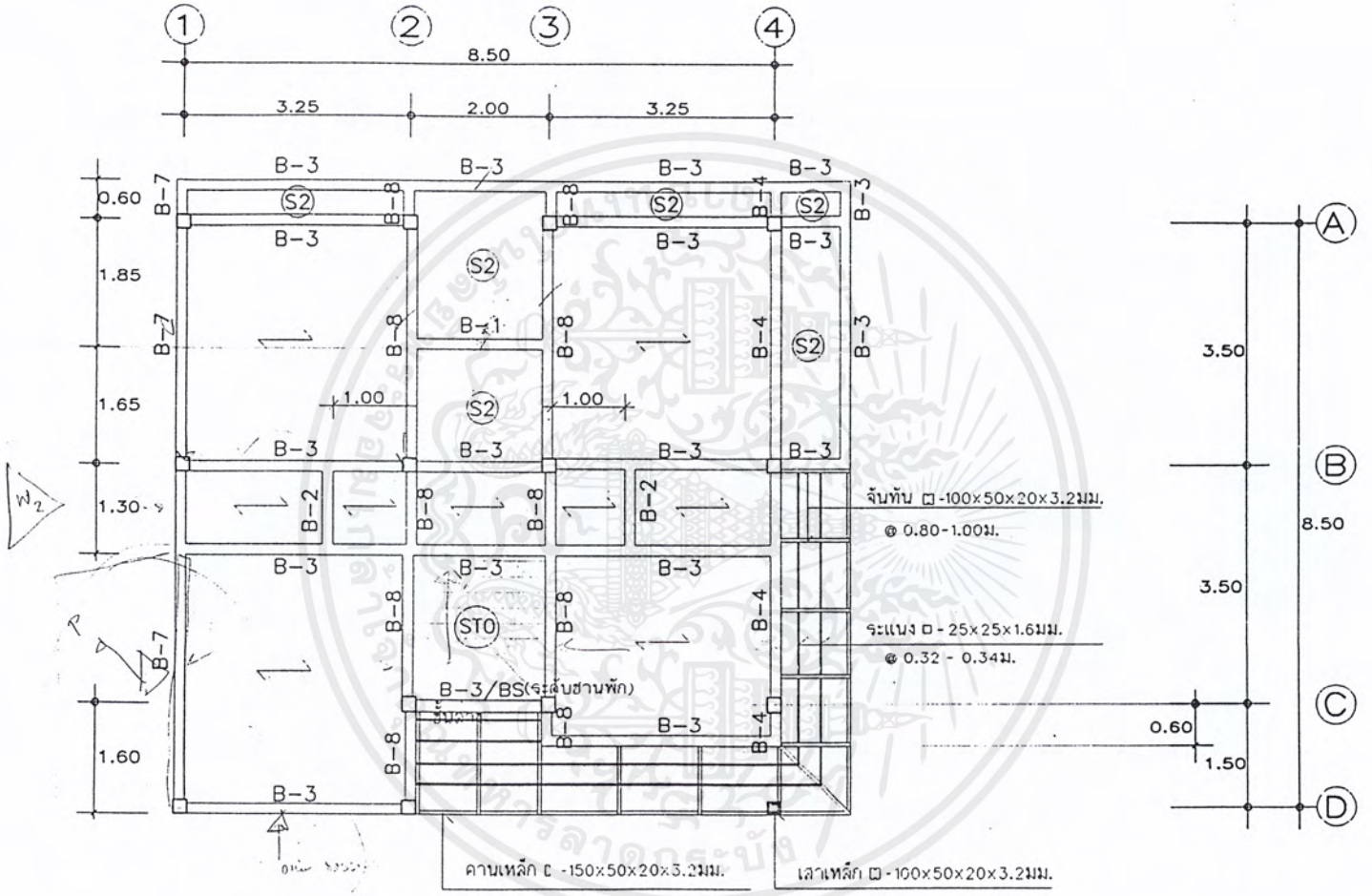
M021



แปลน ฐานราก คานคอดิน คาน พื้น ชั้นล่าง

มาตราส่วน 1:75

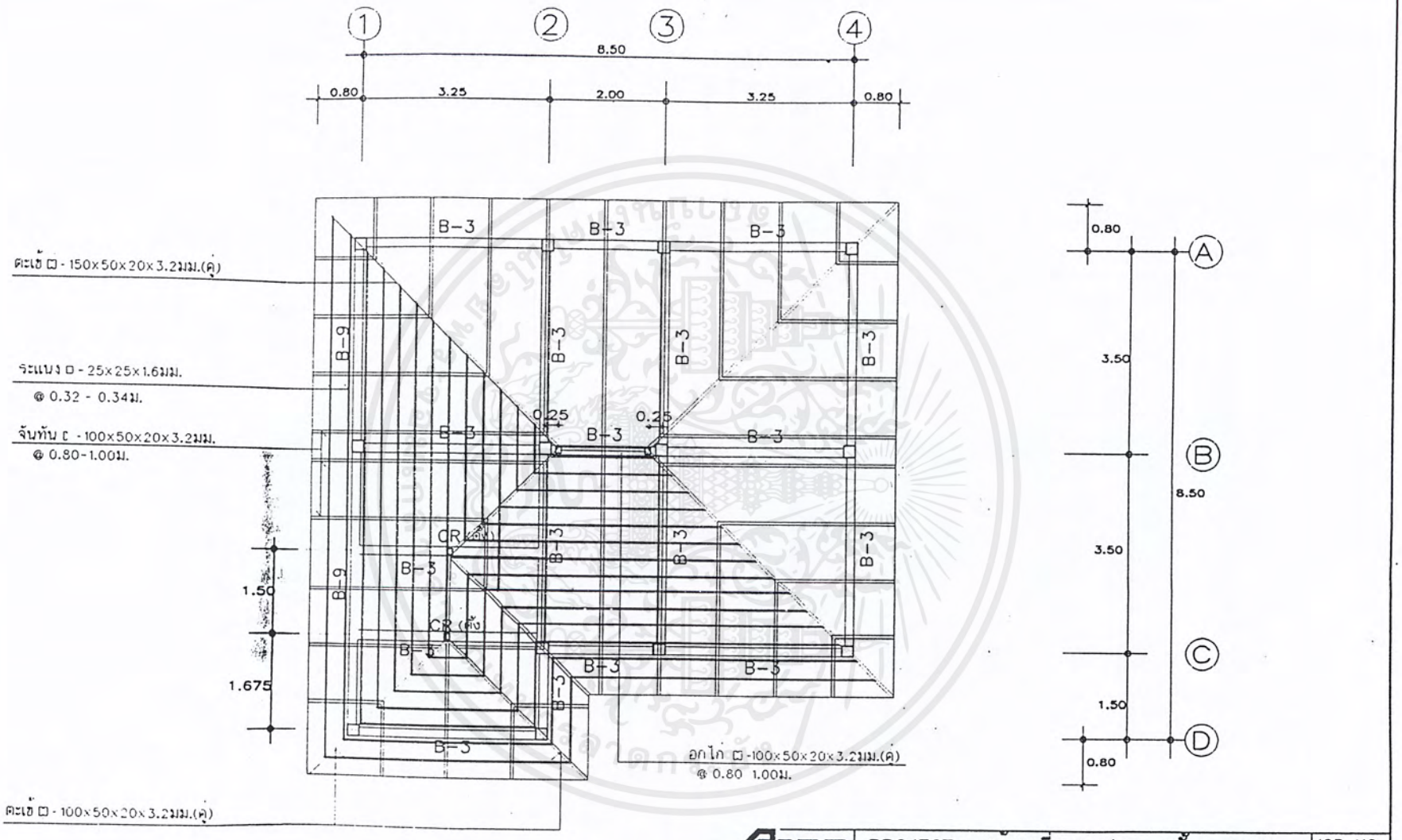
PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1:75
COMPUTER CODE	D3-PS1	PLATE NO.	S-01



แปลน คาน พื้น ชั้น2

มาตราส่วน 1:75

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACPE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.47
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1:75
COMPUTER CODE	D3-PS1	PLATE NO.	S-02

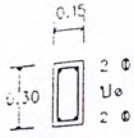


แปลน โครงหลังคา

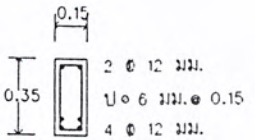
มาตราส่วน 1 : 75

PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียว สถ.1237 ส.	DATE	23 กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี ยัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 75
COMPUTER CODE	D3-PS1	PLATE NO.	S-03

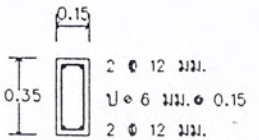
ผ024



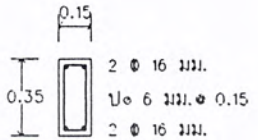
B-1 (0.15x0.30)



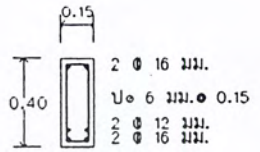
B-2 (0.15x0.35)



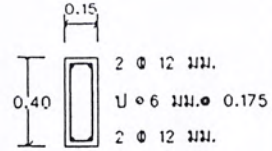
B-3 (0.15x0.35)



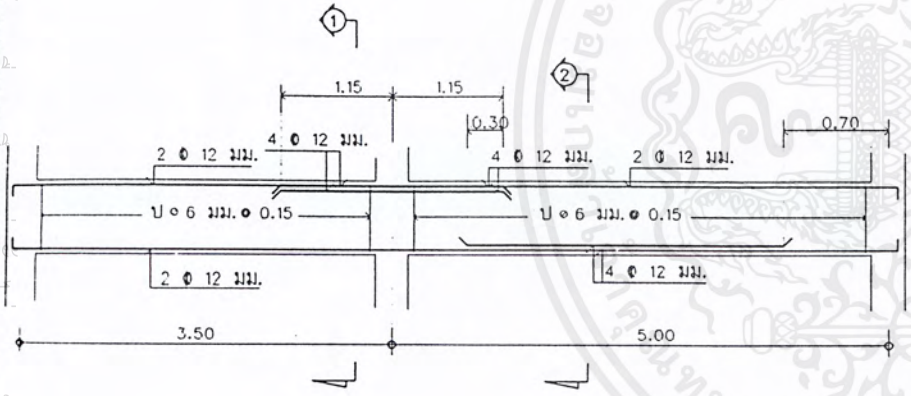
B-4 (0.15x0.35)



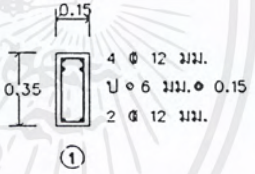
B-10 (0.15x0.40)

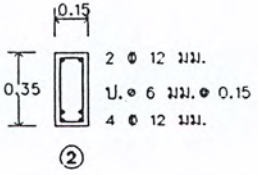


B-11 (0.15x0.40)



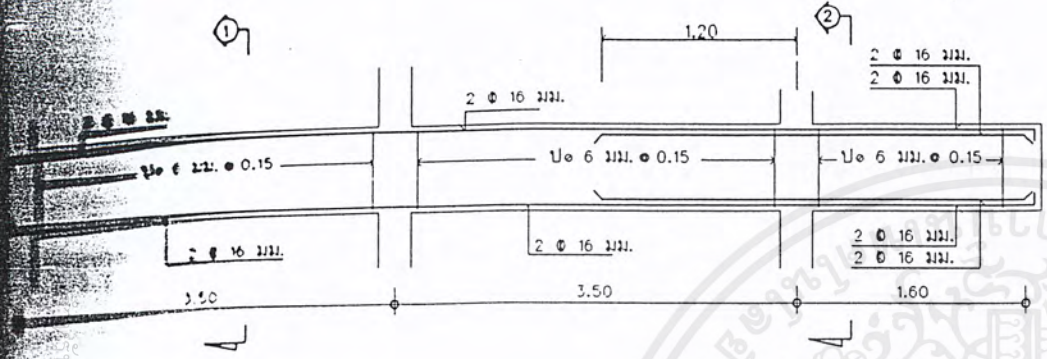
B-9 (0.15x0.35)



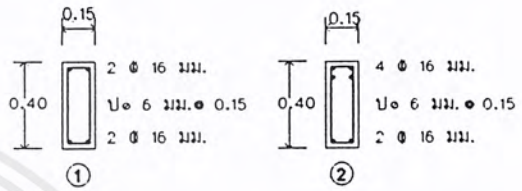


ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้นแบบ (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-PS2	PLATE NO.	S-04

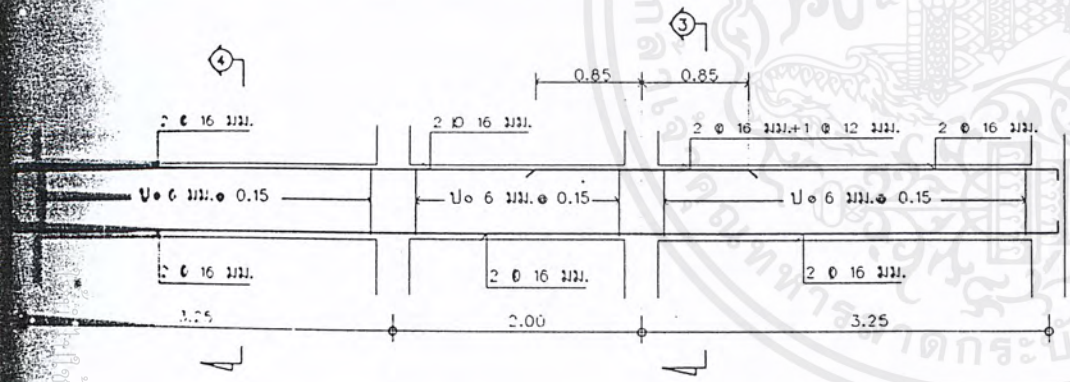
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



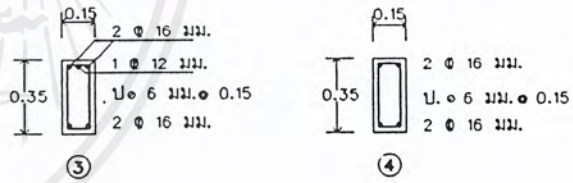
B-5 (0.15x0.40)



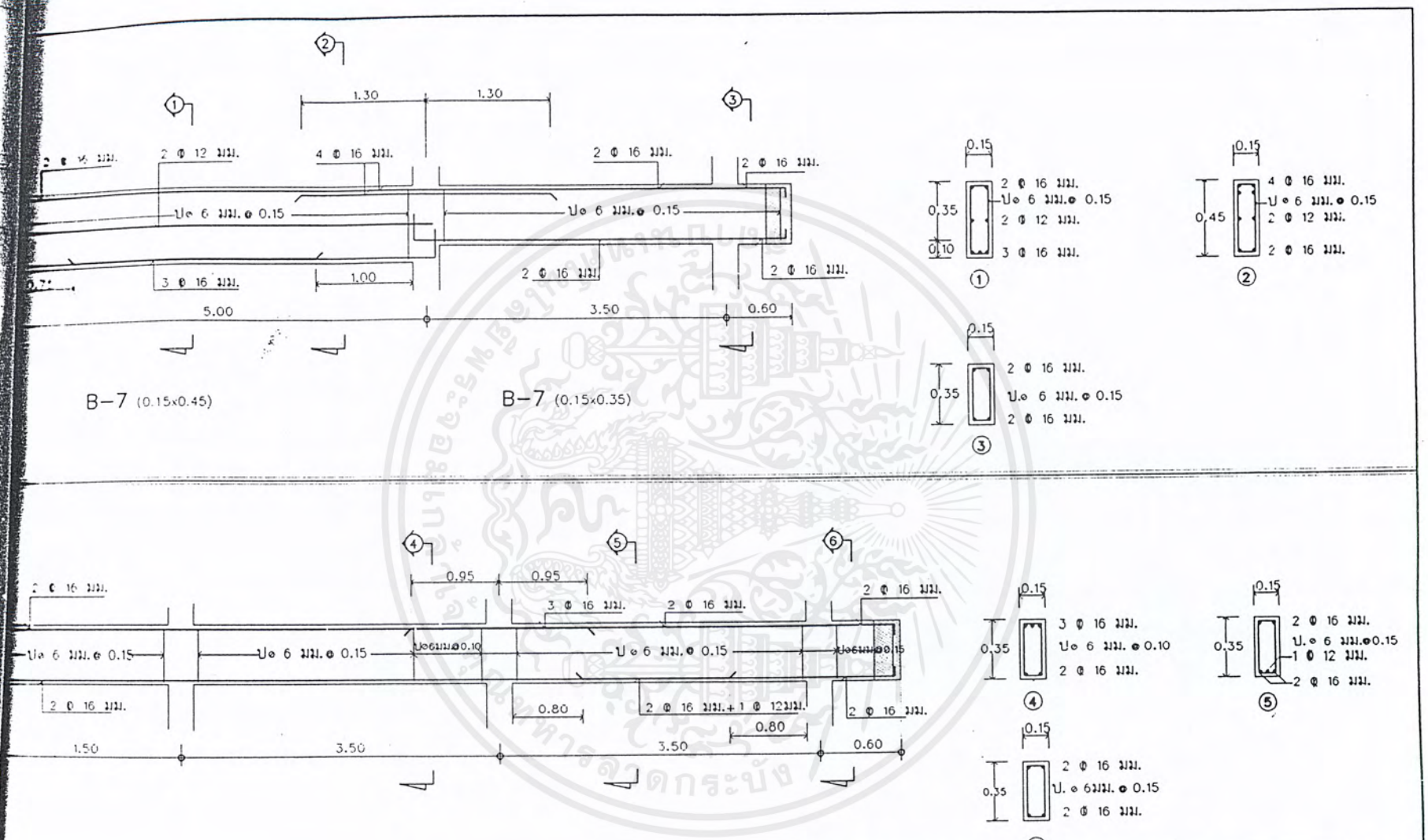
B-5 (0.15x0.40)



B-6 (0.15x0.35)

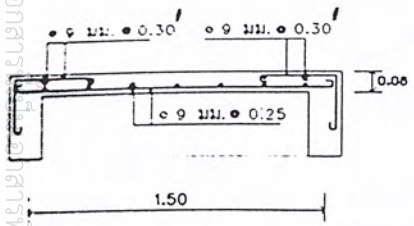


ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้นแบบ (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA Bkk.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-PS2	PLATE NO.	S-05

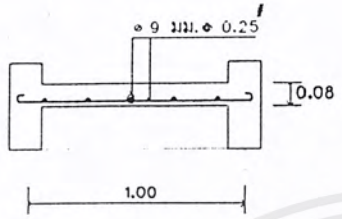


ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้นแบบ (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-PS2	PLATE NO.	S-06

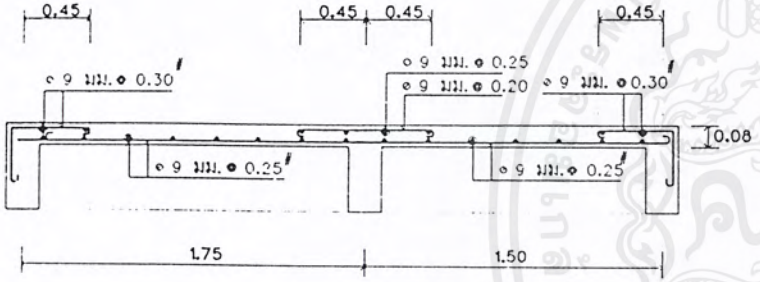
หน้า27



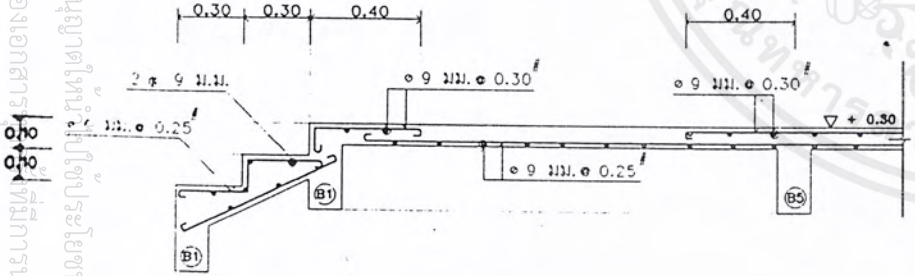
S1



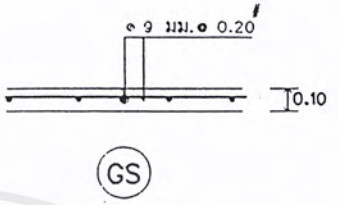
S3



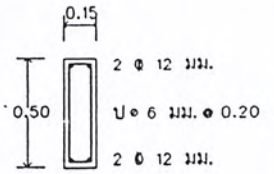
S2



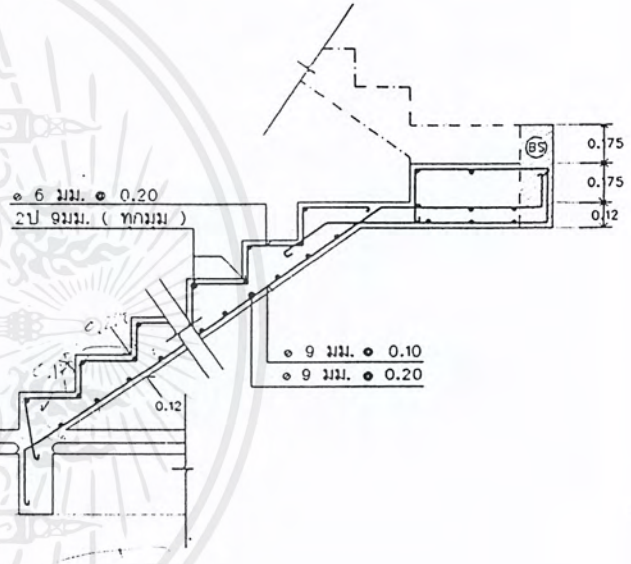
S1E



GS



BS

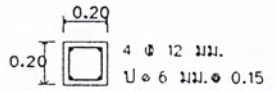


ขยาย บันได ST0

มาตราส่วน 1:25

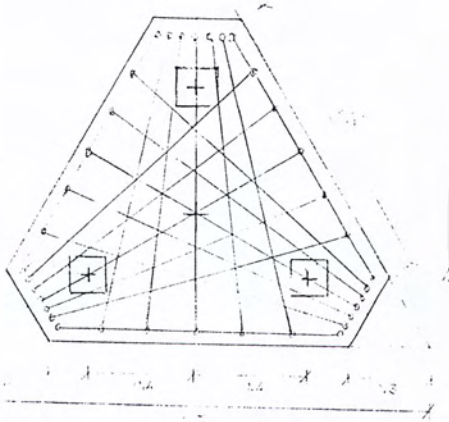
PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้นแบบ (D-03)			JOB NO.
ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120			
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-PS2	PLATE NO.	S-07

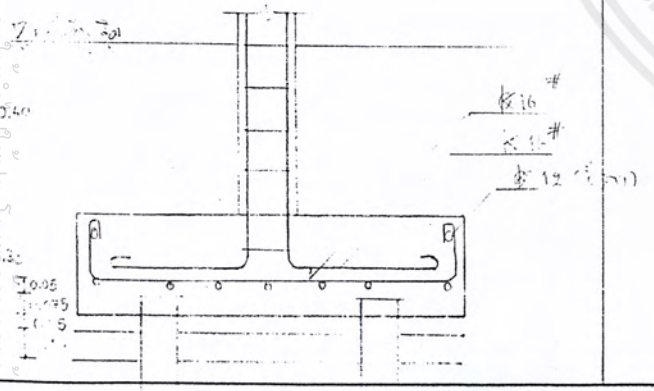
สำนักวิทยบริการฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

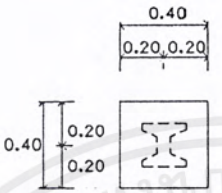


เสา (CO)

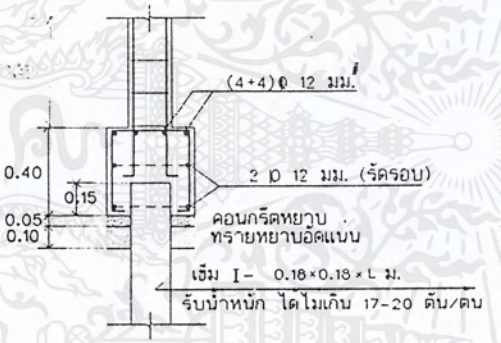
(จากระดับฐานราก – หลังคา)



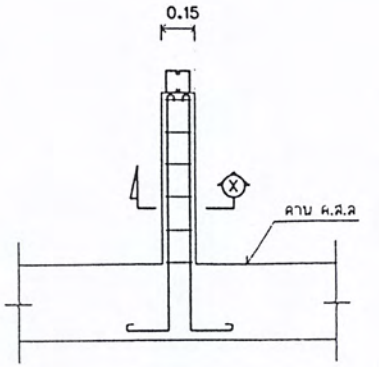




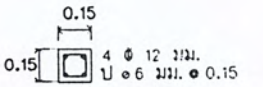
แปลน



ฐานราก (FO)

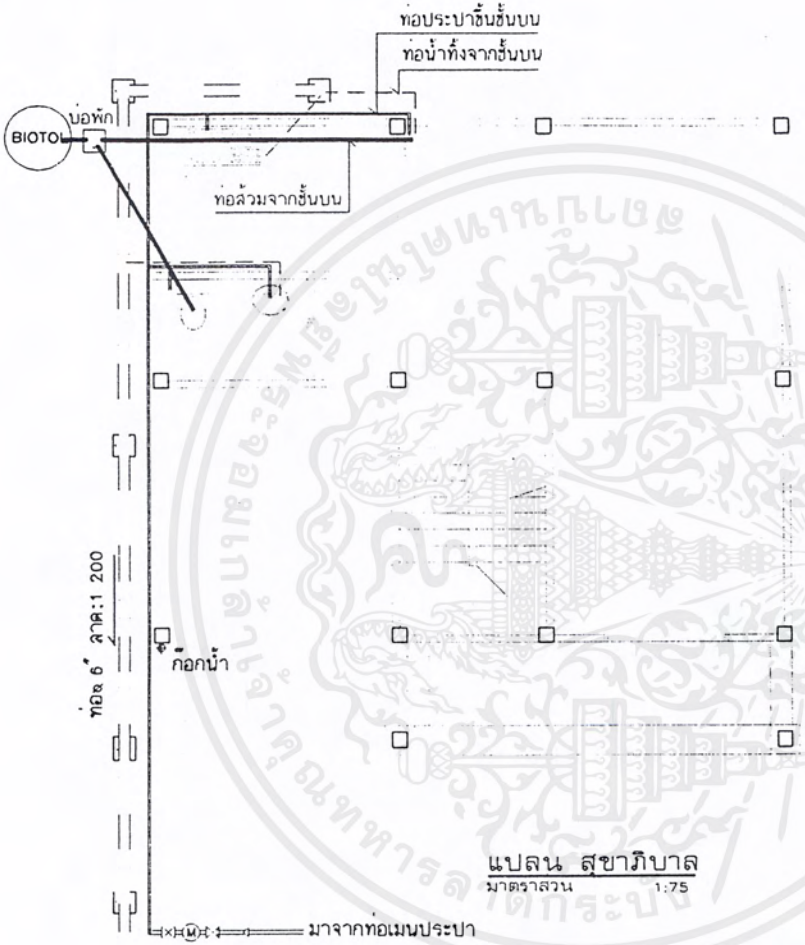


ขยายตั้ง ค.ส.ล (CR)



รูปตัด (X)

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยว 2 ชั้นแบบ (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI. YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย. 37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1 : 25
COMPUTER CODE	D3-PS2	PLATE NO.	S-08

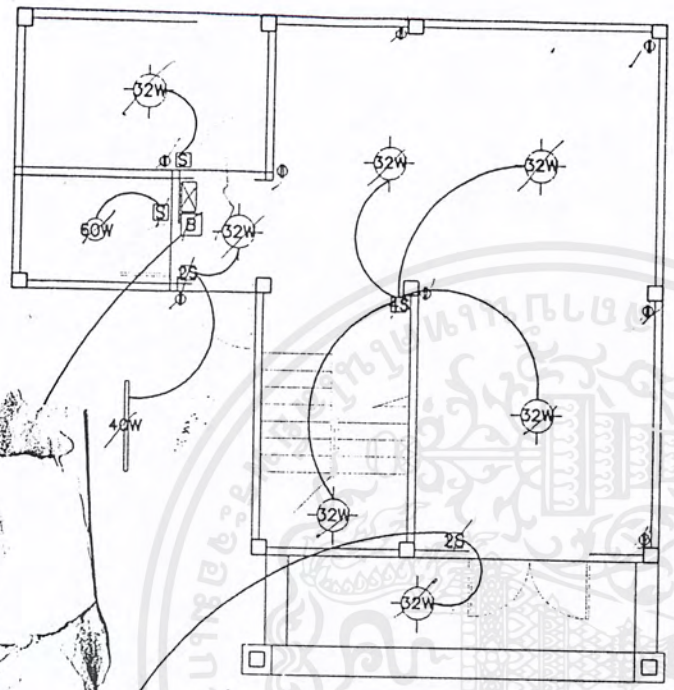


แปลน สุขาภิบาล
มาตราส่วน 1:75

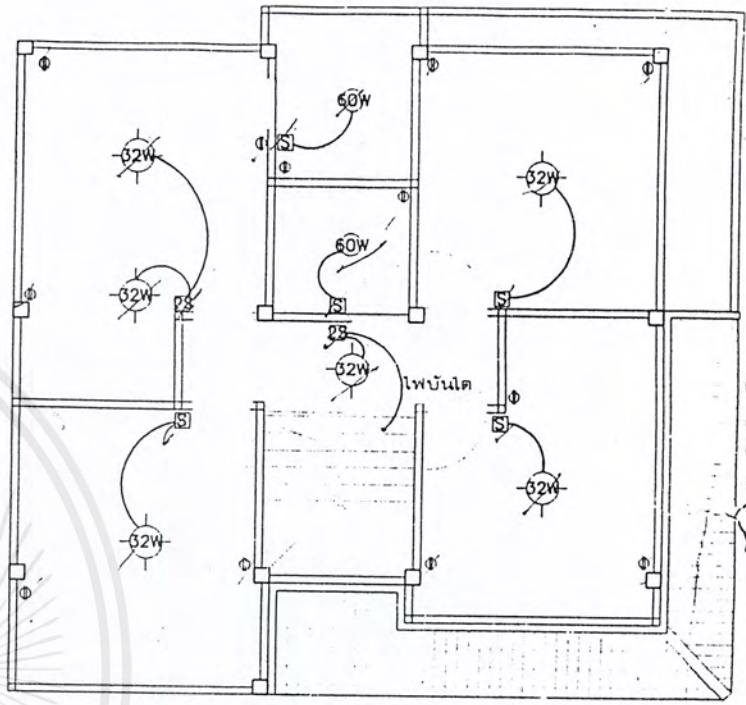
สัญญลักษณ์	รายการ
—— ——	ท่อน้ำทิ้ง (ท่อ พี.วี.ซี ø ")
————	ท่อประปา (ท่อ พี.วี.ซี ø ")
= : : =	ท่อซีเมนต์ (ขนาด 6")
————	ท่อล้วม
□	บ่อพัก 0.40×0.40×0.40
⋈Ⓜ⋈	มิเตอร์น้ำ , ประตูน้ำ
BIOTOL	รุ่น BT-10E

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)		JOB NO.
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.10120		
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เวียร สถ.1237 ส.	DATE	23กย.37
ARCHITECT		SHOWN	
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE	1:75
COMPUTER CODE	D3-EE	PLATE NO.	SA1

ผ.ป.30
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลน ไฟฟ้า ชั้นล่าง
มาตราส่วน 1:75



แปลน ไฟฟ้า ชั้นบน
มาตราส่วน 1:75

รายการ

32W	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32W
60W	หลอดอินแคนเดสเซนต์60W
40W	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40W
Φ	ปลั๊ก
S	สวิทช์ (จำนวนตามระบุ)
	แผงควบคุมไฟ
B	ออดไฟฟ้า
SB	สวิทช์ ออดไฟฟ้า (กันน้ำ)
	ไฟหัวเสา หลอดอินแคนเดสเซนต์60W

ACRE	PROJECT : บ้านเดี่ยวค.ส.ล. 2ชั้น (D-03)	
	ACRE DEVELOPMENT CO.,LTD. 2194/87 NEW RD. WATPHYAKRAI, YANNAWA BKK.1	
ARCHITECT	นายวีรชัย อนันต์เอียร สถ.1237 ส.	DATE
ARCHITECT		SHOWN
ENGINEER	นายชาตรี อัศวรัตนาภรณ์ สย.3848	SCALE
COMPUTER CODE	D3-EE	

ผ031