การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา : กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี

นายโยธิน อึ่งกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคหการ ภาควิชาเคหการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2056-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN EVALUATION ON HOUSING SEMI PRE-FABRICATION CONSTRUCTION SYSTEM STEEL SKELETON STRUCTURE INFILLED WITH AERATED CONCRETE BLOCK CASE STUDY OF BAAN MANEEKAEW CHONBURI

Mr. Yothin Ungkoon

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Housing Development in Housing
Department of Housing
Faculty of Architecture
Chulalongkoon University
Academic Year 2002

ISBN 974-17-2056-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา : กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี
โดย	นายโยธิน อึ่งกูล
สาขาวิชา	เคหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุปรีชา หิรัญโร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ เพียรสุสม)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ทวี สีบุญเรือง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โยธิน อึ่งกูล : การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา : กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี. (An Evaluation on Housing Semi Pre-Fabrication Construction System : Steel Skeleton Structure Infilled With Aerated Concrete Block Case Study Of Baan ManeeKaew Chonburi) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 116 หน้า. ISBN 974-17-2506-4

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา โดยศึกษาในเรื่องกรรมวิธี ราคา ระยะเวลา ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง และปัจจัยในการเลือกระบบมาทำการก่อสร้างของผู้ประกอบการ กรณีศึกษาเป็นโครงการหมู่บ้านจัดสรร ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 135 ตารางเมตร(โครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิมที่มีการก่อสร้างอยู่ในโครงการเดียวกัน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีจดบันทึก สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ผู้รับเหมา และผู้อยู่อาศัย ศึกษาจากตารางบันทึกค่าก่อสร้างของโครงการ และภาพถ่ายลำดับขั้นในการก่อสร้าง

ผลการศึกษาพบว่า การก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง แตกต่างจากการก่อสร้างในระบบเดิมในส่วนงานโครงสร้างเสา-คานและงานผนังอาคาร ปัญหาที่พบในการก่อสร้างได้แก่ ช่างเชื่อมที่มีฝีมือที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่อโครงสร้างอาคารหายาก การเสียเศษเหล็กรูปพรรณทำให้มีการใช้งานไม่ตรงตามปริมาณที่กำหนด ปัญหารอยต่อระหว่าผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาคานเหล็กโครงสร้างอาคาร และปัญหาการจัดการด้านวัสดุผนังคอนกรีตมวลเบาที่ไม่ตรงกับความต้องการ สำหรับค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา มีราคาค่าก่อสร้างรวมทั้งสิ้น 588,117.45 บาท ไม่รวมค่าดำเนินการ และราคาต่อตารางเมตร เท่ากับ 4,356.53 บาท ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม และระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร 90 วัน(3 เดือน)

จากการวิเคราะห์ผลสรุปได้ว่า การก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างลงในส่วนงานโครงสร้าง รวมถึงงานต่อเนื่องในส่วนอื่นเช่น งานโครงสร้างพื้น งานก่อผนัง กรรมวิธีในการก่อสร้างเป็นเทคนิคการเชื่อมโลหะที่ช่างเชื่อมและช่างเหล็กในปัจจุบันมีความสามารถทำงานได้ ในเรื่องของแรงงานสามารถลดจำนวนแรงงานในหมวดงานโครงสร้างได้เช่นเดียวกัน ราคาค่าก่อสร้างอาคารในเบื้องต้นจะสูงกว่าระบบเดิม 14.92 % แต่การก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างให้สั้นลงกว่าการก่อสร้างระบบเดิมถึง 33 % (คิดเป็นระยะเวลาเร็วกว่า 1 เดือนครึ่ง)

ดังนั้นสรุปผลการวิจัยได้ว่า โครงการที่มีความต้องการลดระยะเวลาในการก่อสร้าง สามารถนำระบบการก่อสร้างนี้มาก่อสร้างได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างนี้มาทำการก่อสร้าง กรรมวิธีในการก่อสร้างสามารถใช้ช่างเชื่อมที่มีทักษะฝีมือสามารถทำให้งานมีคุณภาพ รวมถึงทักษะของช่างในหมวดงานผนัง การทำรอยต่อ และพื้นผิว โดยที่จะต้องมีการจัดทำแบบรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อนำมาก่อสร้างได้ตรงตามมาตรฐาน

ภาควิชา.....เคหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....เคหการ.....ลายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2545.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4474610525 : MAJOR HOUSING
KEY WORD: STEEL SKELETON / STRUCTURE HOUSING / BAAN MANEEKAEW CHONBURI
YOTHIN UNGKOON : AN EVALUATION ON HOUSING SEMI PRE-FABRICATION CONSTRUCTION SYSTEM : STEEL SKELETON STRUCTURE INFILLED WITH AERATED CONCRETE BLOCK CASE STUDY OF BAAN MANEEKAEW CHONBURI.
THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.DR. CHAWALIT NITTIYA, D.ARCH,
THESIS CO-ADVISOR : MR. TRIRAT JARUTACH, 116 pp. ISBN 974-17-2506-4

This study aimed to compare a house built using a semi pre-fabrication construction system which use steel skeleton structure infilled with aerated concrete block verses a house built using a traditional system. Both houses were two-storey detached houses with a functional area of 135 square meter in Baan Maneekaew Project, Chonburi. Both were compared in terms of method, cost, duration, problems arising during construction and factors influencing the real estate owners choice of the semi pre-fabrication system. The methods used were recording, interviewing the entrepreneur, the contractor and the residents, the records of the construction costs and taking photographs of each construction phase.

It was found that the two systems were different and skilled welders were difficult to locate. As a result, small pieces of pre-fabricated steel were left as waste and the welding that joined the aerated concrete with steel skeleton structure was not smooth. Besides, the provision of aerated concrete block was not sufficient to meet the requirement. To build a two-story detached house with steel skeleton structure infilled with aerated concrete block, the total construction cost was 588,117.45 baht. This amount did not included operational cost. The cost per square meter was 4,356.53 baht, not including VAT. The construction duration was 90 days (3 months).

It can be concluded that the semi pre-fabrication construction system can reduce the construction time for the structure and walls by 33% (one month and a half faster than the traditional system) and also reducing the number of workers. Its initial cost was 14.92% higher than that of the traditional system.

This system can satisfy a real estate project owner who wishes to shorten the construction period and skilled welders can perform high-quality work according to detailed description of the work. This will lead to standardized construction.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department……. .Housing……..Student's signature……..……..…
Field of study……....Housing……..Advisor's signature……..……
Academic year…… 2002…….. ……....Co-Advisor's signature……..……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ไตรรัตน์ จารุทัศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความกรุณาเป็นอย่างสูงในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งการเอาใจใส่ติดตามงานอย่างใกล้ชิด ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์สุปรีชา หิรัญโร อาจารย์ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ เพียรสุสม อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และอาจารย์ทวี สีบุญเรือง ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ คุณพีรพัศ ปาลกวงค์ ณ อยุธยา เจ้าของโครงการที่ผู้วิจัยใช้เป็นสถานศึกษาและเก็บข้อมูลการก่อสร้าง เป็นผู้ให้ความกรุณาเป็นอย่างสูงเกี่ยวกับข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณจุนกวุฒิ วัฒนะโยธิน ผู้จัดการทั่วไป คุณสมหวัง แซ่ตั้ง วิศวกรโครงการ คุณเอกพล จูงคง ผู้รับเหมาก่อสร้าง

ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณคุณบิดา , มารดา , ครูผู้ประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้เขียนทุกท่าน , และบุคคลต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงทั้งหมด , และคนในครอบครัวทุกคน ที่ให้กำลังใจและให้ความสนับสนุนตลอดมา ทั้งก่อนทำวิทยานิพนธ์และระหว่างทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้ผู้เขียนสามารถฝ่าฟันต่อปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

โยธิน อึ่งกูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 2

1.6 คำจำกัดความของการวิจัย 3

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม 6

2.2 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่างๆ 6

2.3 การก่อสร้างระบบโครงสร้างเหล็ก 8

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุคอนกรีตมวลเบา 10

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 13

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 15
3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล 16
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 16
3.6 สรุปอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 17

บทที่ 4 รายละเอียดของโครงการ

4.1 รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา 19
4.2 แสดงตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา 21
4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคาร 23
4.4 ลักษณะการดำเนินงานก่อสร้าง และเงื่อนไขของการก่อสร้าง 24

บทที่ 5 ผลการศึกษาวิจัย

5.1 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง 26
5.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้าง 29
5.3 กรรมวิธีการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก
ผนังคอนกรีตมวลเบา 30
5.4 ปัญหาในการก่อสร้าง 43
5.5 ผลการศึกษาปัจจัยในการเลือกระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก
ผนังคอนกรีตมวลเบา มาทำการก่อสร้างในโครงการ 45

บทที่ 6 การวิเคราะห์ผล สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้าง 52
6.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง 60
6.3 การวิเคราะห์ผลด้านปัญหาการก่อสร้าง 64
6.4 วิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก
ผนังคอนกรีตมวลเบา 72
6.5 สรุปผลการวิจัย 75
6.6 ข้อเสนอแนะ 78

สารบัญ(ต่อ)

รายการอ้างอิง 80

ภาคผนวก 82

ภาคผนวก ก โครงสร้างระบบเสาและคาน 83

ภาคผนวก ข วัสดุคอนกรีตมวลเบา 91

ภาคผนวก ค ต้นทุนค่าก่อสร้าง 98

ภาคผนวก ง แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 105

ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัย 112

ประวิติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 116

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่
หน้า

1-1 แสดงรายละเอียดโครงการตัวอย่างที่จะเข้าดำเนินการศึกษา.....4
3-1 แสดงรายละเอียดโครงการตัวอย่างที่จะเข้าดำเนินการศึกษา.....15
4-1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง.....23
4-2 แสดงการสรุปพื้นที่ใช้สอยของบ้าน 1 หลัง.....24
5-1 ราคาค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา.....27
5-2 ค่าใช้จ่ายวัสดุยึดประสานผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาคานเหล็ก.....28
5-3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบ.....29
6-1 แสดงการสรุปต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบ ในปี 2543.....64
6-2 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา.....54
6-3 แสดงต้นทุนค่าค่าแรงและค่าวัสดุก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา.....55
6-4 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างระบบเดิม.....56
6-5 แสดงต้นทุนค่าแรง และค่าวัสดุก่อสร้างระบบเดิม.....57
6-6 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบ.....61
6-7 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างงานโครงสร้างแยกตามหมวดงาน.....62
6-8 แสดงข้อดี-ข้อเสีย ในการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้าง.....76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

3-1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 18
5-1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเหล็ก.....42
6-1 ราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา – คานสำเหล็ก
ผนังคอนกรีตมวลเบา.....54
6-2 ราคาค่าแรงงานต่อวัสดุของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก
ผนังคอนกรีตมวลเบา……55
6-3 ราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)..... 56
6-4 ราคาค่าแรงงานต่อวัสดุของบ้านระบบดั้งเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก).....57

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

2-1 ลักษณะหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในงานโครงสร้าง..... 9

4-1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการที่ผู้วิจัยศึกษา (ไม่เข้ามาตราส่วน)……..19

4-2 แสดงผังโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี.....20

4-3 แสดงขยายผังการก่อสร้างของโครงการบ้านมณีแก้ว.....20

4-4 แสดงแบบแปลนพื้นชั้นล่างบ้านในโครงการบ้านมณีแก้ว จ.ชลบุรี..... 21

4-5 แสดงแบบแปลนพื้นชั้นบนบ้านในโครงการบ้านมณีแก้ว จ.ชลบุรี..... 22

4-6 แสดงทัศนียภาพโดยรวมบ้านที่ก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์.....22

5-1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างงานระบบฐานรากของบ้านโครงสร้างเหล็ก.....45

5-2 แบบขยายแสดงรอยต่องานฐานราก และการเชื่อมยึดเสาอาคาร..... 30

5-3 แสดงขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเสาและคานเหล็กกับฐานราก ค.ส.ล. 31

5-4 แบบขยายแสดงรอยต่อและการติดตั้งคานเหล็กชั้นล่าง..... 32

5-5 แบบขยายแสดงรอยต่อการเชื่อมยึดคานหลัก..... 32

5-6 แสดงขั้นตอนการทาสีกันสนิมสำหรับโครงสร้างเสาเหล็ก และคานพื้นชั้นล่าง.....33

5-7 แสดงขั้นตอนการติดตั้งคานเหล็กชั้นบน..... 33

5-8 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้ง ฐานราก เสา คาน พื้นชั้นล่าง และชั้นบน.....34

5-9 แสดงการวางแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นบน และเทคอนกรีตทับหน้า..... 35

5-10 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จ และพื้นคอนกรีตหล่อในที่.....35

5-11 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งพื้นยื่น และพื้นต่างระดับ.....36

5-12 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้ง FIN CONCRETE……..36

5-13 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างงานโครงสร้างหลังคาเหล็ก.....37

5-14 แบบขยายแสดงรอยต่อการปิดร่องปีกเหล็กของเสาและคานเหล็ก..... 37

5-15 แสดงการก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบายึดกับเสาเหล็ก H-Beam……...38

5-16 แสดงการก่อผนังคอนกรีตมวลเบากับโครงสร้างเสาคานเหล็ก..... 38

5-17 แบบขยายแสดงรอยต่อผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็ก.....38

5-18 การใช้โครงสร้างเหล็กรัดรอบช่องเปิดแทนการทำเสาเอ็นและทับหลังคอนกรีต.....39

5-19 แบบขยายแสดงรูปด้านการก่อผนังคอนกรีตมวลเบา การยึดผนังกับโครงเสาเหล็ก..... 39

5-20 การฝังท่องานระบบในผนังคอนกรีตมวลเบา..... 40

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5-21 แสดงขั้นงานฉาบผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบา..... 41
5-22 แสดงงานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ..... 41
5-23 แสดงการติดตั้งงานฝ้าเพดาน..... 41
5-24 แสดงการสูญเสียเศษของวัสดุโครงสร้างมากเกินความจำเป็น..... 57
5-25 การทาปูนก่อที่ผสมน้ำยาเคมีประสาน เข้ากับเสาเหล็ก H-Beam……..... 58
6-1 แบบขยายแสดงรอยต่อโครงสร้างพื้นห้องน้ำของหน้างานจริง..... 64
6-2 แบบขยายแสดงพื้นห้องน้ำที่ผู้วิจัยเสนอแนะ..... 64
6-3 แบบขยายแสดงพื้นห้องน้ำที่ผู้วิจัยเสนอแนะ โดยเพิ่มความหนาคอนกรีต..... 65
6-4 แบบขยายแสดงรูปด้านการก่อผนังคอนกรีตมวลเบาในการก่อสร้างจริง..... 65
6-5 แบบเสนอแนะแสดงการติดลวดกรงไก่บริเวณมุมทั้ง 4 ของเหล็กเสาเอ็นทับหลัง..... 66
6-6 แบบรูปตัดเสนอแนะการเสริมเหล็กเสาเอ็นทับหลัง..... 66
6-7 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งแผงคอนกรีตในการก่อสร้างจริง..... 67
6-8 แสดงแบบก่อสร้างแผงคอนกรีตที่ผู้วิจัยเสนอแนะ..... 67
6-9 แบบขยายแสดงรอยต่อผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็กในการก่อสร้างจริง..... 68
6-10 แบบเสนอแนะแสดงการก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบารอบเสาเหล็ก..... 68
6-11 แบบเสนอแนะแสดงการเสริมเอ็นคอนกรีตรับผนังก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบา..... 69
6-12 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง ขนาด ความยาว คานเล็กรูปพรรณ..... 70
6-13 แสดงแบบแปลนชั้นบน ขนาด ความยาว คานเล็กรูปพรรณ..... 71

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ในปัจจุบันผู้ประกอบการก่อสร้างที่พักอาศัยให้ความสำคัญกับการเลือกระบบการก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้เพราะผู้ประกอบการบางรายขายสินค้าได้มากขึ้นจากการทำการก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนการขาย การที่มีการก่อสร้างที่พักอาศัยในลักษณะนี้ จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการวางแผนในการจัดสรรเงินทุนหมุนเวียน การวางแผนการดำเนินโครงการทั้งในรูปแบบการให้บริการ ลักษณะเฉพาะตัวหรือจุดขายของโครงการ เป็นต้น โดยเฉพาะรูปแบบวิธีการก่อสร้างที่จะช่วยลดต้นทุนทั้งทางด้านวัสดุก่อสร้าง แรงงานคน และระยะเวลาในการก่อสร้าง ซึ่งจะมีผลต่อต้นทุนโดยรวม โดยที่ยังคงคุณภาพของการออกแบบและก่อสร้างเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ซื้อทั้งทางประสิทธิภาพในการใช้งาน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามความต้องการเฉพาะ และภาพลักษณ์ ความสวยงามของตัวบ้านเอง

ดังนั้น การก่อสร้างอาคารที่จะประสบความสำเร็จได้ จะต้องใช้ทรัพยากรต่างๆให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายใต้ระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด หากพิจารณาระบบการก่อสร้างระบบเดิม ซึ่งเป็นระบบการก่อสร้างโดยทั่วไป จะมีการใช้ทรัพยากรและระยะเวลาในการดำเนินงานการก่อสร้างค่อนข้างมาก และยากต่อการควบคุมความสูญเสียปริมาณทรัพยากรที่ใช้และเวลาในการก่อสร้างให้เป็นไปตามงบประมาณและแผนงานที่กำหนด ทางผู้ประกอบการจึงได้นำการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป (Semi Prefabrication) มาใช้ในโครงการบ้านจัดสรรเพื่อช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้าง เพื่อควบคุมต้นทุนของการก่อสร้าง และควบคุมคุณภาพวัสดุได้มาตรฐานสม่ำเสมอ โดยนำรูปแบบการก่อสร้างนี้แทนการก่อสร้างด้วยระบบเดิม

จึงมีความสนใจศึกษารูปแบบวิธีการก่อสร้าง ที่ได้พัฒนามาใช้โดยคาดหมายว่าจะลดปัญหาการก่อสร้างในระบบเดิม (โครงสร้างเสาคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ในลักษณะที่เป็นการหล่อในที่) ระบบการก่อสร้างที่มีความสนใจที่จะทำการศึกษา คือ. ระบบกึ่งสำเร็จรูป (Semi-Prefabrication) แบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา ในโครงการบ้านจัดสรรที่ได้นำการก่อสร้างระบบนี้เพื่อช่วยลดระยะเวลา ลดต้นทุน และควบคุมคุณภาพวัสดุให้มีมาตรฐานสม่ำเสมอ โดยโครงการที่จะทำการศึกษาคือ บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี ลักษณะโครงการเป็นบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.) เพื่อประเมินการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ในด้านต้นทุนการก่อสร้าง ระยะเวลา คุณภาพ ปัญหา ในการก่อสร้าง

2.) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยและประเด็น ในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบการก่อสร้างของผู้ประกอบการมาทำการก่อสร้าง

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับนำมาก่อสร้างบ้านพักอาศัย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยได้จำกัดขอบเขตของการวิจัยจากกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาไว้ 2 กลุ่มดังนี้

1.) กลุ่มผู้ประกอบการ จะทำการศึกษาถึง กลุ่มบุคลากรที่ปฏิบัติงานทางด้าน การก่อสร้างในระบบระบบกึ่งสำเร็จรูปดังกล่าว ในสถานประกอบการใน จังหวัดชลบุรี

2.) กลุ่มของผู้อยู่อาศัย จะเลือกศึกษาเฉพาะกลุ่มประชากรที่อยู่อาศัยในที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวจังหวัดชลบุรี ระบบกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.) กลุ่มประชากรทางด้านผู้ประกอบการ : จะทำการศึกษาในด้านต้นทุน ระยะเวลา แรงงาน ปัญหา กรรมวิธีในการก่อสร้าง บุคลากรที่ปฏิบัติงานระดับ กรรมการ ผู้จัดการ ผู้จัดการฝ่าย ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโครงการ ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในทุก ๆ ด้านเกี่ยวกับ การพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยไม่ว่าจะเป็นทางด้านการก่อสร้าง การเงิน และการตลาด

2.) กลุ่มประชากรในส่วนของผู้อาศัย ที่ใช้ในการศึกษาคือหัวหน้าครอบครัว ของที่อยู่อาศัยที่ก่อสร้างในระบบระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบเสาคานเหล็กผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 135 ตารางเมตร

1.6 คำจำกัดความในการศึกษา

1.) การก่อสร้างระบบเดิม (Conventional System) หมายถึง การก่อสร้างโดยใช้ระบบเสาและคานรับน้ำหนัก ผนังใช้ระบบก่ออิฐมอญ หรืออิฐบล็อก ฉาบปูนเรียบวัสดุตกแต่งอื่นๆหรือเรียกระบบ Wet Process [1]

2.) ระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป (Semi Prefabrication) คือ ระบบการก่อสร้างที่มีโครงสร้างบางส่วนก่อสร้าง เช่น ฐานราก และมีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางส่วนของอาคาร เช่น แผ่นพื้น, แผ่นผนัง, เสา, คาน, บันได ทั้งนี้วัสดุที่ใช้อาจเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้

3.) คอนกรีตมวลเบา (autoclaved aerated concrete) หมายถึง คอนกรีตที่ผลิตจากส่วนผสมของ ซีเมนต์ ปูนขาว ทราย น้ำและผงอลูมิเนียม มีลักษณะเป็นรูพรุนในเนื้อคอนกรีตซึ่งเกิดจากปฏิกริยาทางเคมี มีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตทั่วไป [2]

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1.) การสำรวจเบื้องต้นเพื่อกำหนดแนวทางการวิจัย

1.1 การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น โดยทำการสำรวจว่าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ผ่านมามีการนำเอาการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปแบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบามาใช้กับโครงการใดบ้าง ผู้ประกอบการเป็นใครและระบบที่ใช้เป็นอย่างไร

1.2 สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ สถาปนิก วิศวกร ผู้จัดการโครงการ ผู้มีความรู้ทางด้านระบบกึ่งสำเร็จรูป และผู้อยู่อาศัย เพื่อสอบถามความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ โดยเก็บรวบรวม ข้อมูลที่ได้ จากการสัมภาษณ์เป็นแนวทางในการสร้างแบบรายละเอียดของการก่อสร้างในการก่อสร้างดัวยระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

---

[1] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, “ระบบการก่อสร้างอุตสาหะกรรม สำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,” (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2535).

[2] บริษัท ซุปเปอร์บล๊อก จำกัด, “เอกสารประกอบการขาย เรื่อง คอนกรีตมวลเบาที่ใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย,” 2538.

ตารางที่ 1-1 แสดงรายละเอียดโครงการตัวอย่างที่จะเข้าดำเนินการศึกษา

โครงการตัวอย่างที่ทำการศึกษา	ระบบของการก่อสร้าง	จำนวนหลังที่มีผู้พักอาศัยแล้ว	จำนวนผู้ประกอบการที่จะทำการสัมภาษณ์	จำนวนหลังที่มีผู้อยู่อาศัยที่จะทำการสังเกตและถ่ายภาพ
บ้านมณีแก้ว ชลบุรี	กึ่งสำเร็จเสาคานเหล็ก	45	3	45

2.) กำหนดการวิจัย และออกแบบเครื่องมือวิจัย

2.1 กลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือ กลุ่มของบุคลากรด้านผู้ประกอบการระบบกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสำรวจครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ ภายหลังจากการสร้างแบบในการสัมภาษณ์เสร็จแล้วผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ทดสอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในด้านการสื่อสารความหมาย ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ตอบ แลเพื่อดูความชัดเจนถูกต้องของภาษาและแบบรายละเอียดที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้จริงต่อไป

3.) วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในโครงการต่างๆในเรื่องของ แบบบ้าน ผังบริเวณ รูปแบบอาคาร ต้นทุน ระยะเวลา และทำการลงสำรวจ เก็บข้อมูลยังสถานที่ก่อสร้างจริงของโครงการตัวอย่าง ซึ่งได้จากการ สังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ บันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้าง รายละเอียดต่างๆ สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง

4.) ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาทำรายละเอียดแบบก่อสร้าง

4.1 ตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลและรายละเอียดที่ได้ มาตรวจสอบความสมบูรณ์ ก่อนการวิเคราะห์

4.2 ทำแบบรายละเอียดของการก่อสร้างให้ครบถ้วนตามที่ได้จากการสัมภาษณ์จากการสังเกตและถ่ายภาพ

5.) สรุปอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.8 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.) ทราบถึงรายละเอียดการก่อสร้างในระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา
   1.1 ต้นทุนการก่อสร้างต่อหน่วยตารางเมตร
   1.2 ระยะเวลาในการก่อสร้าง เมื่อเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิม
   1.3 คุณภาพ และ กรรมวิธีในการก่อสร้าง
   1.4 ปัญหาในการก่อสร้าง
2.) ทราบถึงปัจจัยและประเด็นของผู้ประกอบการ ในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา
3.) สรุปหาข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้อยู่อาศัยและผู้ประกอบการด้านเคหการในการที่จะพัฒนาระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในประเทศไทยในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

การก่อสร้างจัดเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีการลงทุนมูลค่ามาก จึงได้มีการพัฒนาวิธีการก่อสร้าง เพื่อที่ทำให้มีการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป จึงเป็นวิธีการก่อสร้างที่มีความน่าสนใจที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง การที่โครงการจะเลือกวิธีการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ลักษณะของโครงการควรจะมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปคือ มีจำนวนอาคารที่ก่อสร้างมากและมีรูปแบบที่ไม่หลากหลาย จนทำให้รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีมากเกินไป แบบที่ใช้หล่อสามารถปรับตามลักษณะอย่างเหมาะสม สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง การขนส่ง การเก็บสต็อก การติดตั้ง สามารถทำได้อย่างสะดวกถูกต้อง

2.2 ระบบโครงสร้างรูปแบบต่าง ๆ[1]

ในปัจจุบันการก่อสร้างที่พักอาศัยได้นำระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปเข้ามาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมมากขึ้น เพื่อลดเวลา ค่าแรงงาน ความประณีตของงาน และปัญหาอื่นๆที่เกิดจากการก่อสร้างระบบเดิม ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปมีหลายวิธีในการก่อสร้าง ประกอบด้วย

2.2.1 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นลงสู่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมดดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆ กันด้วย นอกจากนี้ แผ่นผนังทำหน้าที่โครงสร้างที่สำคัญของอาคารในด้านการต้านทานแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน

---

[1] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, “ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยผู้มีรายได้ปานกลาง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,” (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2535), หน้า 34-46.

ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุก ๆ แนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบมากกว่าปกติ เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีแก้ไขปัญหาก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง

2.2.2 ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ มีหลักการก็คือการรับน้ำหนักจากพื้นลงสู่คาน และจากคานลงสู่เสา ซึ่งจะส่งต่อกันไปแล้วถ่ายสู่ดินในที่สุด เป็นระบบโครงสร้างที่รู้จักกันและใช้กันอย่างแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบแบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย แม้กระทั่งในบางอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักได้ประหยัดกว่าระบบอื่น เช่น อาคารบ้านแถว ก็ยังคงใช้ระบบเสาและคานเป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ใช้สอยให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน และโรงเรียน เป็นต้น

2.2.3 ระบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นจะวางไปบน เสาโดยตรง โดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้ว แผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนา และปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษ กว่าแผ่นพื้นชนิดอื่นๆ ทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงการที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั่นคือคาน โดยพื้นจะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคาน เพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรจะมีการคำนวณความต้านทานแรงลมเป็นพิเศษ

2.2.4 ระบบกล่อง (Box System)

เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่างๆจะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับ 1 ห้อง จากนั้นจะมีการตกแต่งภายใน ติดอุปกรณ์ไฟฟ้า ประปาต่างๆ เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณการก่อสร้าง นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดกว่าระบบใดๆ ในปัจจุบัน

Box System ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพที่ผนัง ฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่ แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก ทำให้ขนส่งลำบาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษและนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

2.3 การก่อสร้างระบบโครงสร้างเหล็ก [2]

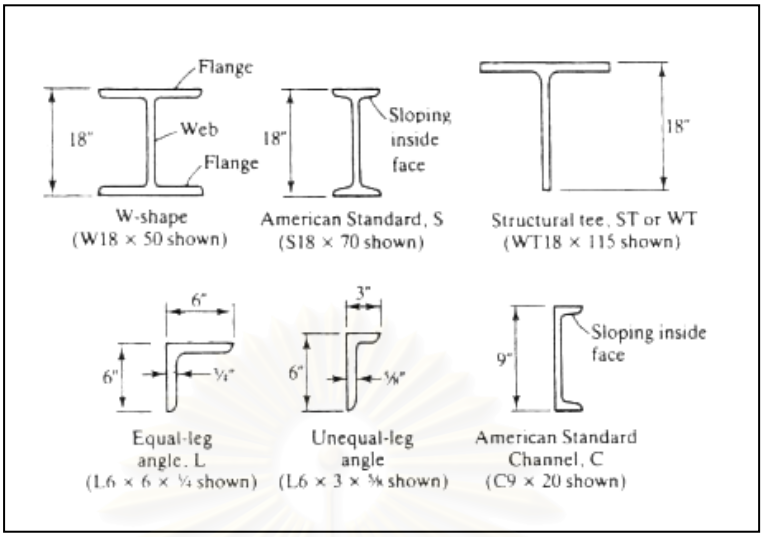
ในการก่อสร้างระบบโครงสร้างเหล็กสำหรับอาคารและที่พักอาศัยได้มีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่องมีผู้ให้ความสนใจในการศึกษาหลายท่าน ศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ ได้กล่าวไว้ในเอกสารการสัมมนาการก่อสร้างบ้านเหล็กแบบอุตสาหกรรม ดังนี้

การก่อสร้าง การใช้เหล็กรีดเย็นในการก่อสร้างโดยเฉพาะอาคาร บ้านพักอาศัย มีมาเกินกว่า 20 ปี หลังการปิดป่าครั้งใหญ่ประมาณ ปี 2520 จึงมีการทดแทนไม้ในส่วนของโครงหลังคา คาน ตง อะเส ดั้ง จันทัน แป ฯลฯ จุดเด่นในการใช้ตอนต้น ๆ เพื่อลดปัญหาปลวก และการบิดงอจากไม้ด้วยคุณภาพที่นำเข้าจากมาเลเซีย แต่การใช้เหล็กในตอนต้นต้องต่อสู้กับปัญหาด้านราคา ปัญหาการกันสนิม ปัญหาการเชื่อมต่อระหว่างเหล็กกับเหล็ก เหล็กกับคอนกรีต และเหล็กกับไม้ ปัญหาต่าง ๆ วิธีการแก้ไข มีการปรับตัวและคลี่คลายไปเอง มีทั้งแก้ได้และแก้ไม่ได้ รวมทั้งการสร้างปัญหาเพิ่มเติม ทั้งนี้จะเป็นไปตามแต่ประสบการณ์และทักษะของช่างแต่ละคนแต่ละกลุ่ม เวลาที่ผ่านมาประมาณ 2 ทศวรรษแต่การแก้ปัญหาทางช่างในเรื่องนี้ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะยังไม่เป็นระบบไม่เป็นมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพหรืออาชีพการก่อสร้าง

มาในช่วงหลังที่วงการก่อสร้างเริ่มเห็นข้อดีของการใช้โครงสร้างเหล็กได้มากขึ้น เช่น การประหยัดเวลาการก่อสร้าง การบริหารเป็นระบบอุตสาหกรรม และการก่อสร้างเป็นแบบเชิงประกอบ เป็นต้น การก่อสร้างโดยใช้เหล็กรีดเย็นจึงมีการออกแบบและการวางแผนอย่างละเอียดลึกซึ้งมากขึ้น ใช้กับอาคารโรงงานอุตสาหกรรม อาคารหอพักที่ไม่สูงมาก หรืออาคารเชิงพาณิชย์กรรมที่อาคารขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยหลายพันหลายหมื่นตารางเมตร โดยใช้เวลาการก่อสร้างเพียง 3 – 4 เดือน ที่สร้างความประทับใจในเชิงธุรกรรมได้อย่างมาก และเป็นความท้าทายอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ทั้งนี้จะต้องอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีควบคู่กับงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมที่ต้องมีการประสานการออกแบบก่อสร้างที่มีพัฒนาควบคู่กันจนเกิดผลได้เต็มศักยภาพ

---

[2] เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ,"การก่อสร้างบ้านเหล็กแบบอุตสาหกรรม," เอกสารในการสัมนาเรื่อง เทคโนโลยีเหล็กก่อสร้างและบ้านเหล็กของไทย เสนอที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 1-2 ตุลาคม 2545.



ภาพที่ 2-1 ลักษณะหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณที่ใช้ในงานโครงสร้าง

* ที่มา : จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 78.

2.3.1 บ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย [3]

บ้านโครงสร้างเหล็กที่ก่อสร้างในประเทศไทยอาจแบ่งตามระบบโครงสร้างออกได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรก คือ ระบบเสาและคาน ใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น หรือเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง และ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน เป็นเสา คาน และโครงหลังคา ซึ่งปัจจุบันมีรูปหน้าตัดและขนาดเหล็กให้เลือกหลายชนิดในท้องตลาด ส่วนประเภทหลัง คือ ระบบผนังรับน้ำหนัก ใช้เหล็กชุบสังกะสีขึ้นรูปเย็นเป็นโครงสร้าง (Lightweight steel framing) เหล็กที่ใช้เป็นโครงคร่าว (Stud) ตงและโครงหลังคามีความหนาน้อยมาก จึงมีน้ำหนักเบา ในต่างประเทศนิยมใช้แทนโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก (Wood-frame house construction)

บ้านระบบเสาและคานเหล็ก ให้ความอิสระในการออกแบบ และการเลือกใช้วัสดุหรือระบบผนัง พื้น และหลังคาได้สูง เนื่องจากโครงสร้างสามารถออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกมากหรือน้อยได้ตามความต้องการ เพราะมีรูปหน้าตัดเหล็กหลายขนาดและหลายชนิดให้นำมาใช้ได้ ผู้ออกแบบสามารถวางตำแหน่งผนังให้หุ้มอยู่ภายนอกโครงสร้าง หรือบรรจุอยู่ในช่องเสาและคานก็ได้ ผนังวัสดุก่อ ผนังคอนกรีต ผนังโครงคร่าว และผนังสำเร็จรูปแทบทุกชนิดที่ใช้กับอาคาร

[3] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "บ้านโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย," เอกสารในการสัมนาเรื่อง เทคโนโลยีเหล็กก่อสร้างและบ้านเหล็กของไทย เสนอที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 1-2 ตุลาคม 2545.

สาธารณะสามารถนำมาใช้หรือปรับใช้กับบ้านเสาและคานเหล็กได้ดี การเลือกระบบผนังจึงขึ้นอยู่กับมาตรฐานอาคารที่ต้องการ และราคาค่าก่อสร้างที่ยอมรับได้เป็นสำคัญ

บ้านโครงสร้างเหล็กเบา (Lightweight steel framing) ซึ่งใช้ผนังโครงคร่าวรับน้ำหนักนั้น จะมีข้อจำกัดในการออกแบบรูปด้านอาคาร การวางตำแหน่งผนัง และ การเจาะช่องเปิดมากกว่าระบบแรก เป็นโครงสร้างที่บอบบาง จึงเหมาะสมที่จะใช้กับระบบพื้น ผนัง หลังคาที่มีน้ำหนักเบา เป็นระบบการก่อสร้างบ้านที่สามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว ประหยัดวัสดุหรือทรัพยากร และราคาค่าก่อสร้างได้ (ในต่างประเทศ) เมื่อพูดถึงระบบการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กโดยทั่วไปจึงหมายถึงบ้านโครงสร้างเหล็กเบา (Lightweight steel framing)

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุคอนกรีตมวลเบา [4]

2.4.1 การก่อสร้างโดยใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบา (ธีรวัฒน์, 2541:37)

ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย จึงสามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบา ได้ทั้งชนิดไม่เสริมเหล็ก และชนิดเสริมเหล็ก ได้ดังต่อไปนี้

1. ชนิดไม่เสริมเหล็ก เป็นก้อนขนาด 20 x 60 ซม. หนา 7.5 10 12.5 15 และ 20 ซม. ซึ่งใช้ก่อกำแพงทั้งเป็น Load bearing wall และ Non load Bearing wall

2. ชนิดเสริมเหล็ก เป็นแผ่นขนาดความกว้าง 60 ซม. หนา ตั้งแต่ 15 20 และ 25 ซม. ความยาวตั้งแต่ 2.00 - 6.00 เมตร ใช้ทำทั้ง Wall panel, Floor slab และ Roof slab

จากความหลากหลายของขนาดชิ้นส่วน วัสดุคอนกรีตมวลเบา ที่ผลิตได้อีกทั้งความสามารถในการเสริมเหล็กเข้าไปได้จึงทำให้สามารถนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังกล่าว มาประกอบกันเป็นบ้านได้ทั้งหลังโดยไม่ต้องมีคาน หรือเสา หรือพื้นที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเลย

2.4.2 ราคาค่าก่อสร้างเปรียบเทียบ (ธีรวัฒน์, 2541:37)

เมื่อเปรียบเทียบราคาวัสดุคอนกรีตมวลเบา กับวัสดุเทียบเคียง เช่น อิฐมอญ หรืออิฐบล็อกแล้ว ราคาเนื้อวัสดุล้วน ๆ วัสดุคอนกรีตมวลเบา จะแพงกว่าประมาณ 30% ทว่าเมื่อรวมเป็นผลสำเร็จของผนังบ้านที่ก่อสร้างด้วยวัสดุคอนกรีตมวลเบา จะได้ราคาใกล้เคียง 5-10% ทั้งนี้เพราะวัสดุคอนกรีตมวลเบาก้อนใหญ่ก่อง่าย รวดเร็ว มีมิติที่เที่ยง ก่อผนังได้เรียบ ประหยัดปูนฉาบและปูนก่อ ทั้งนี้ยังมิได้นับรวมถึงการประหยัดของคาน เสา ตลอดจนฐานราก อันเนื่องมาจากน้ำหนักที่เบาขึ้นของโครงสร้าง เมื่อนับรวมถึงความประหยัดในพลังงานไฟฟ้าที่จะใช้ลดลงและ

---

[4] ธีรวัฒน์ ศรีฉัตราภิมุข, โยธาสาร (2540) : กรุงเทพมหานคร.

ความ “อยู่เย็น” ของบ้านในยุคการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมแล้ว บ้านที่ก่อสร้างด้วยวัสดุคอนกรีตมวลเบา นั้นน่าที่จะสามารถจัดได้ว่าเป็น “บ้านสีเขียว” ที่เพิ่มคุณภาพชีวิตแก่เจ้าของบ้าน

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานการศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยด้วยระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปประกอบด้วย

1. **ไตรรัตน์ จารุทัศน์** (2535) ได้ศึกษาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารที่พักอาศัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดประสานทางพิกัดสำหรับอาคาร การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและระบบการก่อสร้าง ให้ได้ต้นแบบของอาคารที่พักอาศัยสำเร็จรูปที่เหมาะสม สามารถใช้ได้กับการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป ในการพัฒนาระยะแรกการออกแบบได้เน้นถึงความสะดวกในการต่อเติม ขยายอาคาร ตามการขยายตัวของครอบครัวเป็นระยะๆ ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป 27 ชนิด มีขนาดและรูปทรงต่างกัน ตามลักษณะการประกอบติดตั้งและประกอบการใช้สอยชิ้นส่วน เสาเข็ม ฐานราก เสา คาน พื้นและผนังเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กบันไดโครงไม้ หลังคาโครงเหล็กประกอบสำเร็จ ชิ้นส่วนทั้งหมดสามารถผลิตจากโรงงานชั่วคราวในที่ก่อสร้าง หรือโรงงานผลิตชิ้นส่วนแบบถาวร การยกประกอบติดตั้งใช้กำลังคนและอุปกรณ์ทุ่นแรงขนาดเล็กเป็นสำคัญ จุดต่อเสาและคานประกอบโดยการเชื่อมเหล็กเสริมที่โผล่เตรียมไว้ ผนังทั่วไปติดตั้งโดยการวางบนบ่าของคาน แล้วเทปูนทรายปรับระดับปิด

2. **มามี โตบารมีกุล** (2540) ได้ทำการศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปมีความเหมาะสมที่จะใช้กับโครงการที่มีอาคารในปริมาณและรูปแบบไม่หลากหลาย โดยมีข้อดี คือ สามารถลดต้นทุนงานโครงสร้างและลดระยะเวลาการก่อสร้าง แต่ก็มีข้อเสียคือ ต้องลงทุนสูงในระยะแรกของการก่อสร้าง การดัดแปลงอาคารทำได้ยาก ต้องใช้แรงงานที่มี ฝีมือ รวมทั้งบุคลากรและผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์ และต้องมีการควบคุมการทำงานทุกขั้นตอนอย่างรอบคอบ

ปัญหาและอุปสรรคสำหรับอาคารสำเร็จรูป ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่ได้ขนาดตามที่แบบกำหนด ตำแหน่งรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความคลาดเคลื่อน ไม่ตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ มีการรั่วซึมของน้ำบริเวณจุดรอยต่อหลังการก่อสร้างเสร็จ

สำหรับการเปรียบเทียบในด้านต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างกับระบบหล่อในที่ในอาคารเดียวกัน จำนวน 4 โครงการพบว่า

ต้นทุนทางตรงของงานโครงสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ลดลงประมาณร้อยละ 23 13 6 และ3 ตามลำดับ

ระยะเวลาก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ลดลงประมาณร้อยละ 64 69 37 และ50 ตามลำดับ

3. **นายธนพล สินธุยนต์** (2544) ศึกษาโครงการบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดียว ที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก มาเปรียบเทียบกับระบบเสาคานสำเร็จรูป ผนังคอนกรีตมวลเบา โดยเลือกแบบบ้าน 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 180 ตารางเมตร โครงการ เพลสแอนปาร์ค เขตพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ระบบการก่อสร้างระบบ Skeleton Frame, Column and Beam งานโครงสร้างประกอบด้วย

1. งานฐานราก ใช้เสาเข็ม I 22x22 ซม. ยาว16 เมตร ฐานรากและคานคอดินใช้การหล่อในที่ โดยเหล็กเสริมผูกสำเร็จจากโรงงานใน Site

2. เสาใช้การหล่อในที่เพื่อต้องการความแน่นอน

3. คานใช้คานหล่อสำเร็จจากโรงงานในหน่วยงาน ใช้นั่งร้านเพื่อรองรับการติดตั้ง

4. พื้นสำเร็จรูป ซื้อจากผู้ผลิตภายนอก

5. โครงหลังคาเหล็กตัวซี

6. ผนังใช้คอนกรีตมวลเบาขนาดความหนา 10 ซม. ใช้ร่วมกับทับหลังสำเร็จรูปคอนกรีตมวลเบา

ปัญหาที่พบในการก่อสร้าง ความไม่เข้าใจกรรมวิธีการก่อสร้าง ไม่มีผู้ชำนาญต้องมีการฝึกทักษะมากขึ้น ปัญหาการเตรียมโครงสร้างและส่วนประกอบ

ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนการก่อสร้างระบบ Skeleton Frame ร่วมกับผนังคอนกรีตมวลเบา เท่ากับ 663,064 บาท/หลัง ขณะที่ระบบผนังรับน้ำหนักระบบเดิมมีต้นทุนเท่ากับ 727,929 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยลักษณะการสำรวจภาคสนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาในด้านต้นทุนค่าใช้จ่าย ระยะเวลา และคุณภาพของบ้านพักอาศัย ที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา รวมถึงศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง รวมถึงข้อดี และข้อเสียต่างๆในระหว่าการก่อสร้าง

เพื่อนำผลจากการวิจัยมาสรุป และนำมาใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการพัฒนาระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาก่อสร้างในโครงการบ้านจัดสรร ซึ่งมีรายละเอียดในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การสำรวจ และศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

จากการกำหนดปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดขอบเขตของการวิจัย และศึกษาข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.) การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา โดยทำการศึกษาตำรา บทความเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับระบบเสาคานกึ่งสำเร็จรูป และสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับความคิดเห็นในการนำระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา มาทำการก่อสร้างบ้านพักอาศัย เพื่อสร้างแนวทางในการวิจัย โดยทำการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ ซึ่งมีความสามารถในการก่อสร้าง

จากการสำรวจโครงการ และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการวิจัย โครงการที่จะนำมาศึกษาได้พบบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 135 ตารางเมตร ภายในโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี มีการก่อสร้างที่ใช้ระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ซึ่งจะเป็นตัวอย่างวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาผู้วิจัยจะใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลและจากการสัมภาษณ์ในหมวดงานต่างๆของการก่อสร้าง สามารถจำแนกได้เป็น

3 หมวดงานหลักดังนี้คือ หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานประกอบอาคาร รวมถึงค่าแรงงานต่างๆโดยแยกประเภทตามหมวดงาน

ผู้วิจัยได้ขอแบบบ้านเดี่ยว 2 ชั้น จากทางเจ้าของโครงการและราคางานก่อสร้างโดยแยกตามหมวดงานที่กล่าวมาข้างต้น แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบสุขาภิบาล แบบไฟฟ้า รวมถึงรายการประกอบแบบ และรายละเอียดของวัสดุต่างๆที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง

2.) การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

จะได้ศึกษาข้อมูลทาง เอกสารวิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาอ้างอิง การดำเนินการวิจัยที่จะนำข้อมูลมาอ้างอิงการดำเนินการวิจัยที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมากล่าวอ้างให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการประเมินการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา จากตัวอย่างที่เลือกทำการศึกษาโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี เหตุผลในการเลือกโครงการนี้มาทำการวิจัยคือ

1. เป็นโครงการที่มีการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ที่ผู้ประกอบการเลือกระบบนี้มาใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องของระยะเวลาการก่อสร้าง
2. ภายในโครงการมีการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา และการก่อสร้างระบบเดิม
3. เจ้าของโครงการมีการศึกษาระบบการก่อสร้างก่อนที่จะนำมาใช้กับโครงการ เห็นถึงประโยชน์ที่จะทำการพัฒนาระบบนี้ ข้อมูลที่จะทำการวิจัยมีข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุน
4. แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง มีการจัดจ้างผู้รับเหมาตามหมวดงาน โดยเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดหาวัสดุก่อสร้าง ยกเว้นบางรายการ
5. ตัวอย่างที่นำมาวิจัยเป็นบ้านพักอาศัย 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 135 ตารางเมตร 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ปลูกในที่ดิน 50 ตารางวา

ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดโครงการตัวอย่างที่จะเข้าดำเนินการศึกษา

โครงการตัวอย่างที่ทำการศึกษา	ระบบของการก่อสร้าง	จำนวนหลังที่มีผู้พักอาศัยแล้ว	จำนวนผู้ประกอบการที่จะทำการสัมภาษณ์	จำนวนหลังที่มีผู้อยู่อาศัยที่จะทำการสังเกตและถ่ายภาพ
บ้านมณีแก้ว ชลบุรี	กึ่งสำเร็จเสาคานเหล็ก	45	3	45

3.3 เครื่องมือวิจัยที่จะใช้ในการวิจัย

กลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือ กลุ่มผู้ประกอบการ โครงการ “บ้านมณีแก้ว” เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์ ภายหลังจากการสร้างแบบในการสัมภาษณ์เสร็จแล้วผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในด้านการสื่อสารความหมายระหว่างผู้วิจัยกับผู้ตอบ(ผู้ประกอบการ และผู้อยู่อาศัยในโครงการบ้านมณีแก้ว) เพื่อดูความชัดเจนถูกต้องของภาษาและแบบรายละเอียดที่ใช้ ตลอดจนทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์และเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

1.) ประเภทของเครื่องมือวิจัย

1.1 แบบรายละเอียดการก่อสร้าง ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการสัมภาษณ์ประกอบการเก็บรายละเอียด ลำดับขั้น ระยะเวลา ราคาค่าก่อสร้าง ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง (ดูแบบการก่อสร้างใน บทที่ 5)

1.2 กล้องถ่ายรูปเพื่อเก็บภาพก่อสร้าง และภาพหลังจากที่มีการก่อสร้างแล้วเสร็จมีผู้อยู่อาศัยแล้ว (ดูรายละเอียดตามสารบัญรูปภาพ)

2.) ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย

1.1 กำหนดรายละเอียดที่จะทำการศึกษาทั้งหมด

1.2 เขียนแบบแสดงรายละเอียดโครงสร้างอาคาร รอยต่อผนังคอนกรีตมวลเบากับโครงสร้าง สร้างใบบันทึกเป็นรูปแบบตาราง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

1.3 นำแบบแปลน และรูปด้านทุกด้านของอาคารมาแสดงรายละเอียดประกอบการลงบันทึก เพื่อให้ข้อมูลของตัวอย่างที่นำมาวิจัยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (ดูเอกสารใน บทที่ 4)

3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลโดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.) ขอเข้าพบผู้ประกอบการ ผู้รับเหมาก่อสร้าง และเพื่อเข้าศึกษารายละเอียดในโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในโครงการ จากการสังเกต ถ่ายภาพเพื่อประกอบสาระตามที่กำหนด

2.) โดยทำการสังเกต ถ่ายภาพบ้านที่ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ มีผู้อยู่อาศัย และทำการสัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัวของผู้อยู่อาศัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจนแล้วเสร็จแล้ว ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1.) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลและรายละเอียดที่ได้ มาตรวจสอบความสมบูรณ์ ก่อนการวิเคราะห์ทำแบบรายละเอียดของการก่อสร้างให้ครบถ้วนตามที่ได้จากการสัมภาษณ์ จากการสังเกตและถ่ายภาพ

2.) การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการเก็บข้อมูล โดยประกอบด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา เปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิม โดยจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อประกอบการวิเคราะห์ในประเด็นต่อไปนี้

   2.1 ต้นทุนค่าก่อสร้าง นำข้อมูลที่ได้ในเบื้องต้นของราคาค่าก่อสร้างบ้าน 2 ชั้น ระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามาทำการวิเคราะห์ร่วมกับการประมาณราคาค่าก่อสร้าง แยกตามหมวดงานต่างๆในการก่อสร้างจำนวน 3 หมวดงานเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

   2.2 วิเคราะห์สาเหตุของราคาที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ประกอบการ และจากการประมาณราคาโดยละเอียด ว่ารายการส่วนใดที่มีผลต่อราคาที่เปลี่ยนแปลง

   2.3 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้างแบ่งตามหมวดงานต่างๆ การวิเคราะห์ผลแสดงเป็นแผนภูมิให้เห็นถึงสัดส่วนค่าก่อสร้างในแต่ละหมวดงาน

   2.4 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าแรงต่อวัสดุ เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงแล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง

   2.5 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ในขณะการก่อสร้าง และวิเคราะห์ปัญหาหลังการใช้

สอยอาคารเพื่อหาแนวทางป้องกัน และแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ

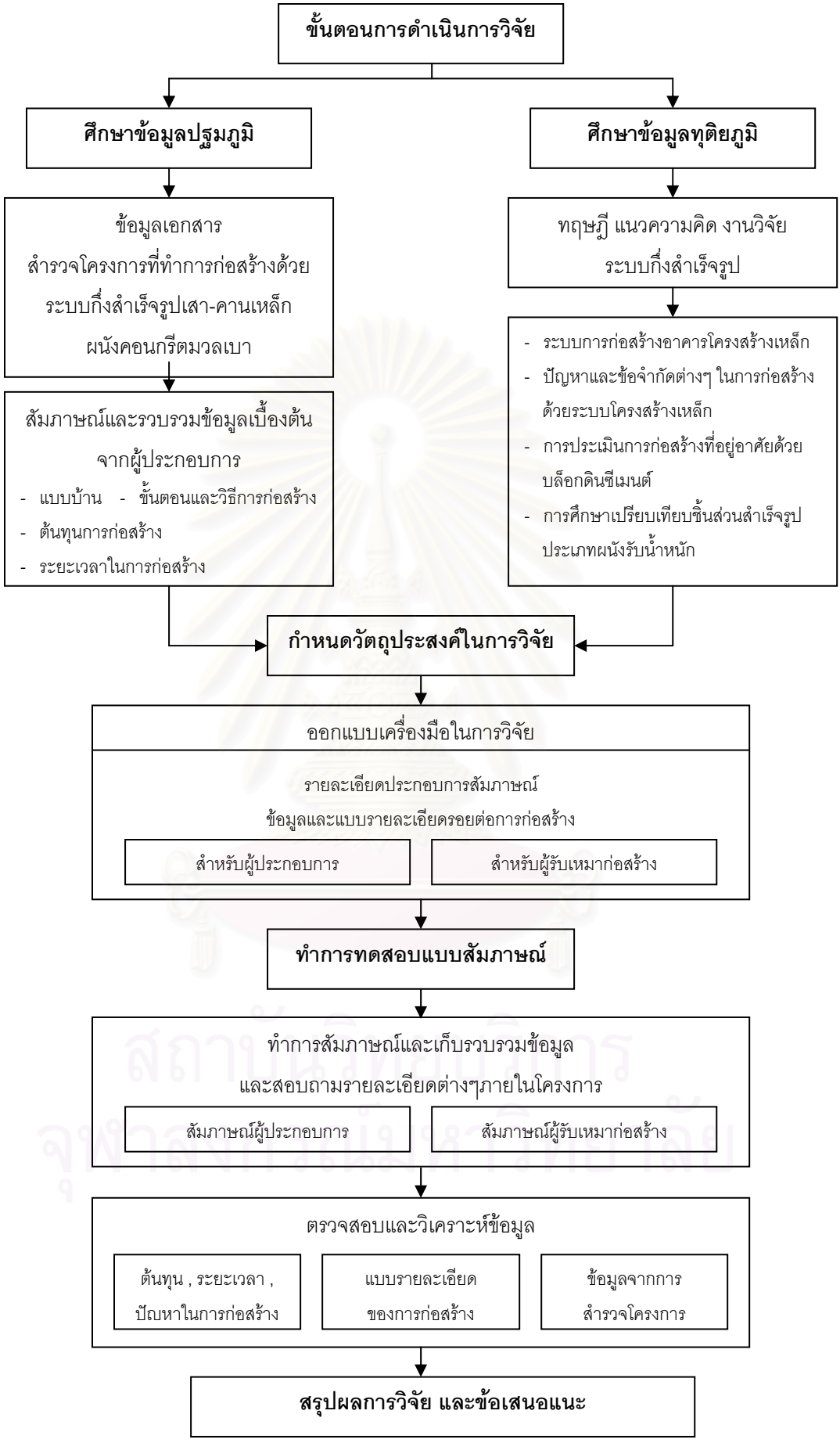
2.6 วิเคราะห์กรรมวิธีการออกแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา วิเคราะห์โดยการแสดงในแบบรายละเอียดและแผนภูมิ

3.6 สรุปอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.) สรุปผลการวิจัย หลังจากการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิจัย จะสรุปผลการวิจัยโดยการใช้ผลการวิจัยเป็นประเด็นหลักในการสรุปเหตุผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด แนวความเชื่อ วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างเพื่อให้น้ำหนักของการสรุปผลมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้

2.) ข้อเสนอแนะ เป็นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิจัย ผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจะเป็นแนวทางที่ผู้ประกอบการสามารถพัฒนาระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปขึ้นมาทำการก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเคหการในประเทศต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 3-1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

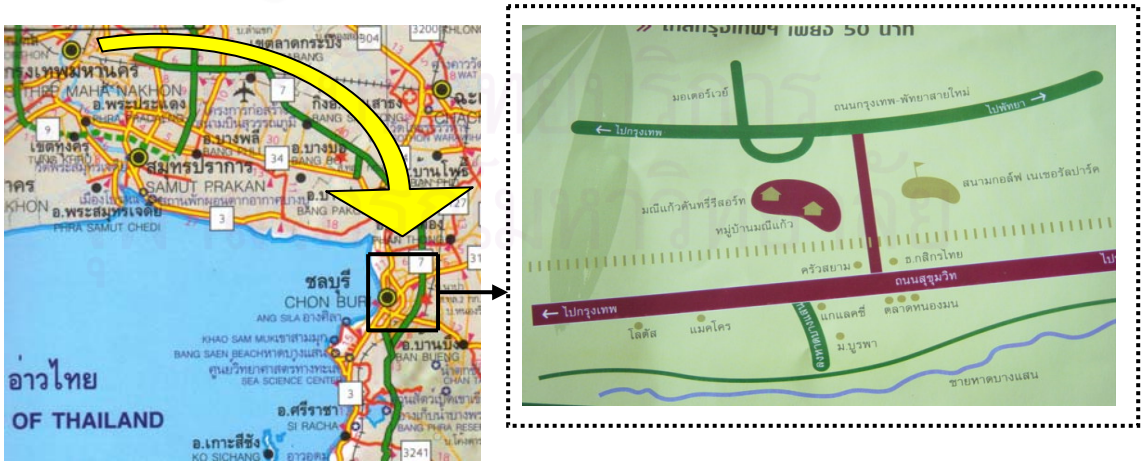
บทที่ 4

รายละเอียดของโครงการ

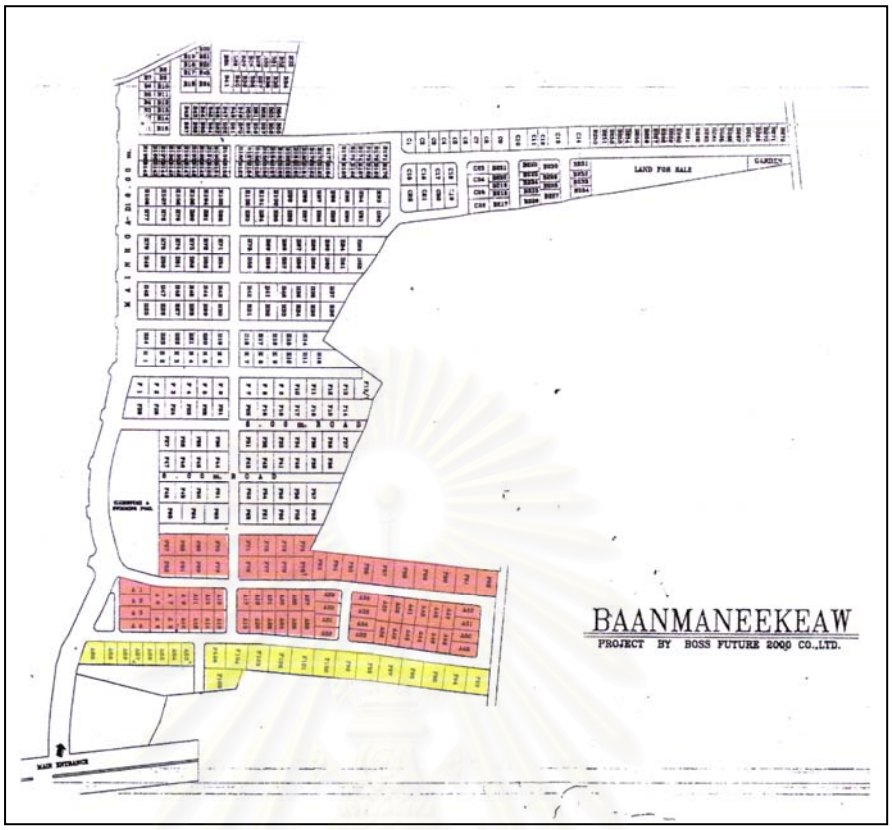
ในการวิจัยได้เลือกบ้านเดี่ยวในโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 135 ตารางเมตร ซึ่งทำการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา โดยการศึกษาเป็นการประเมินและศึกษารายละเอียดของการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีรายละเอียดของโครงการที่จะทำการศึกษาไว้ดังนี้

4.1 รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา

ชื่อโครงการ	:	บ้านมณีแก้ว
เจ้าของโครงการ	:	นายพีรพัศ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา
ประเภทโครงการ	:	บ้านจัดสรร (บ้านเดี่ยวชั้นเดียว บ้านเดียว 2 ชั้น บ้านแฝด 2 ชั้น)
ขนาดโครงการ	:	ที่ดินโครงการ 64 ไร่ 2 งาน 27 ตารางวา
ที่ตั้งโครงการ	:	ถนนแสนสุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ปีที่เริ่มโครงการ	:	มิถุนายน พ.ศ.2538
ระบบการก่อสร้าง	:	ก่อสร้างระบบเสาคานเหล็ก
		ก่อสร้างระบบเสาคานคอนกรีต



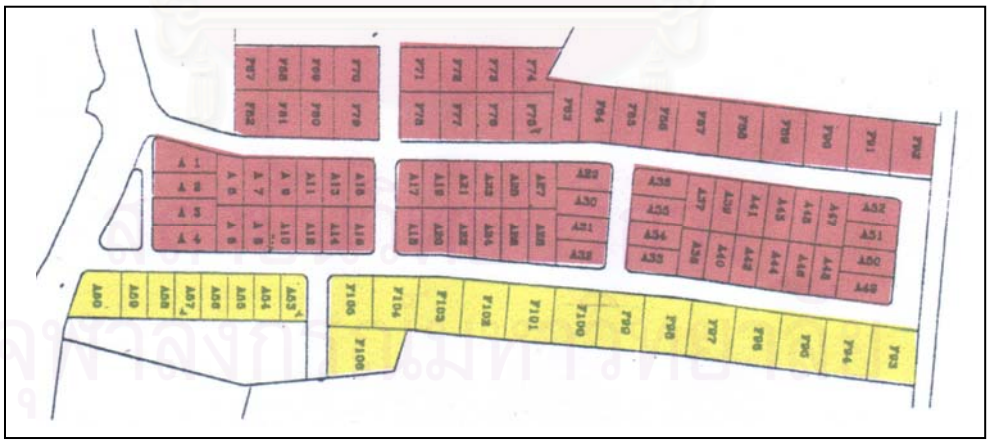
ภาพที่ 4-1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการที่ผู้วิจัยศึกษา (ไม่เข้ามาตราส่วน)



ภาพที่ 4-2 แสดงผังโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี

บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม

บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา



ภาพที่ 4-3 ขยายผังการก่อสร้างของโครงการบ้านมณีแก้ว

จากผังในโครงการแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ที่ได้ทำการก่อสร้างด้วยระบบเดิม และระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ที่ผู้ประกอบการได้เลือกเทคโนโลยีทางการก่อสร้างดังกล่าวมาใช้

4.2 แสดงตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา

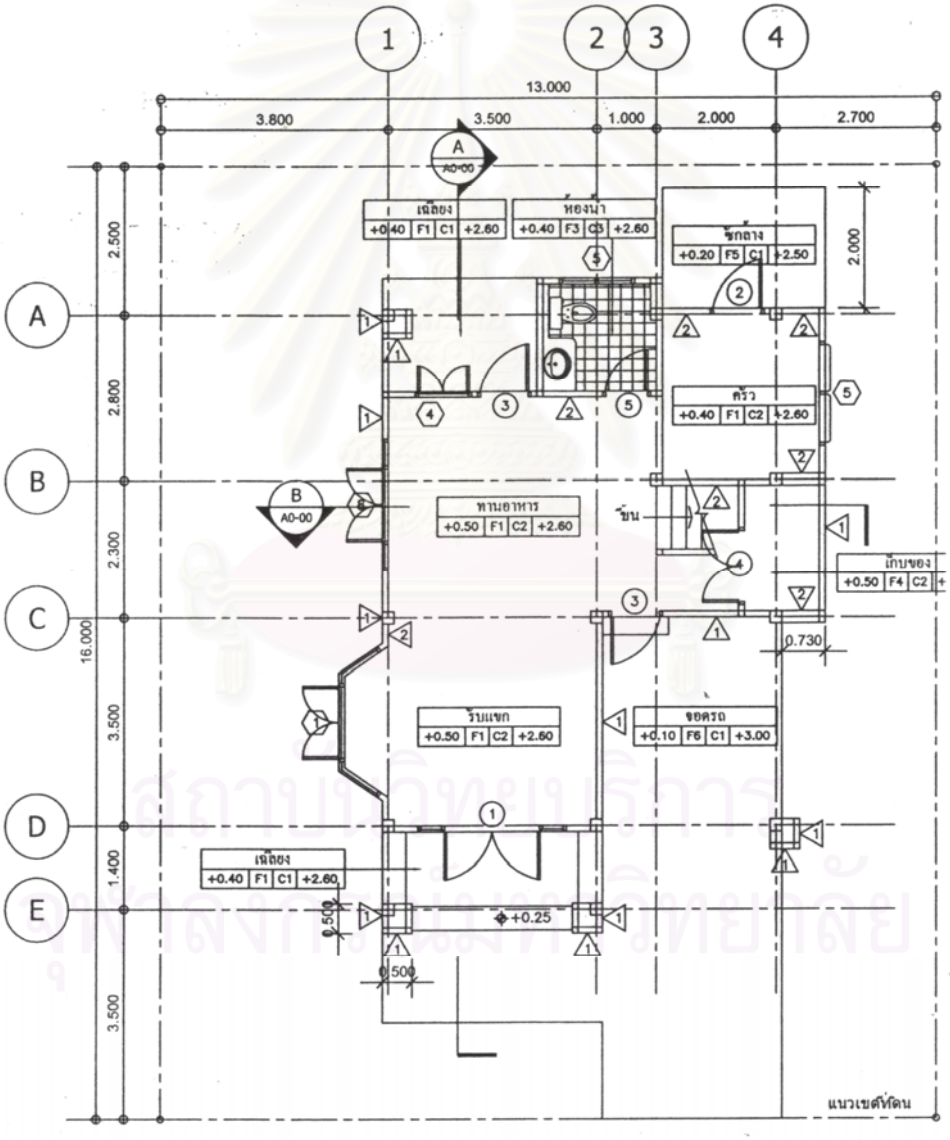
แบบบ้านระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบบ้านที่มีรูปแบบเดียวกันกับการก่อสร้างระบบเดิม โดยแบบแปลน และพื้นที่ใช้สอยเหมือนกัน

1.) บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม

2.) บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

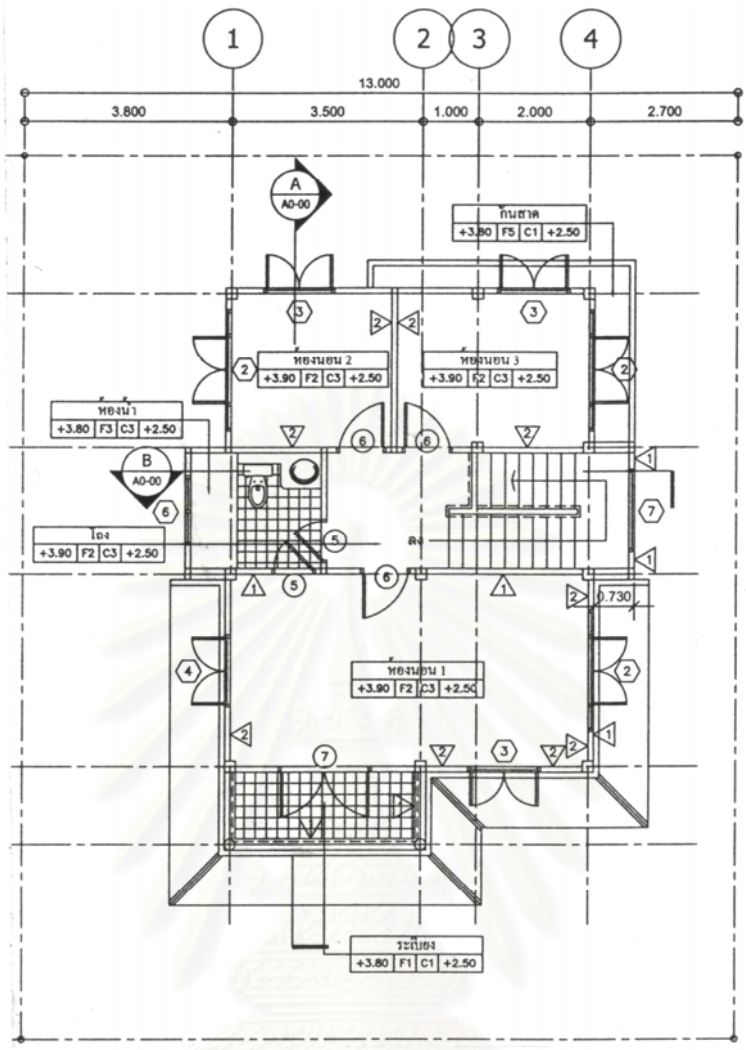
รายละเอียดของบ้านมีดังนี้

- พื้นที่เดิม 135 ตารางเมตร
- 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำที่
- ห้องรับแขก ห้องอาหาร
- จอดรถ 2 คัน



แบบแปลนพื้นชั้นล่าง

ภาพที่ 4-4 แสดงผังชั้นล่างของบ้านในโครงการบ้านมณีแก้ว จ.ชลบุรี ที่เลือกมาเป็นตัวอย่างในการวิจัย



แบบแปลนพื้นชั้นบน

ภาพที่ 4-5 แสดงผังชั้นบนของบ้านในโครงการบ้านมณีแก้ว

ภาพที่ 4-6 (ซ้าย) แสดงภาพบ้านในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง

(ขวา) แสดงทัศนียภาพโดยรวมบ้านที่ก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์

4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

รายละเอียดประกอบการก่อสร้างบ้านในการคำนวณต้นทุนในหมวดงานต่างๆ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงรายละเอียดประกอบแบบในการก่อสร้าง ในรายการวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านจัดสรรภายในโครงการ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแบบบ้านมาเป็นตัวอย่างในการศึกษารายละเอียดประกอบการก่อสร้างมีดังนี้

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง *

ลำดับที่	รายการ	การก่อสร้างระบบเดิม	ระบบเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา
1.	งานฐานราก	ฐานรากแผ่ ดินรับน้ำหนัก	ฐานรากแผ่ ดินรับน้ำหนัก
2.	โครงสร้างอาคาร	-คานคอดินและคานชั้นบน ค.ส.ล. -พื้นชั้นล่างและชั้นบนพื้นสำเร็จรูป -เสา ค.ส.ล. -โครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณ	-คานคอดินและคานชั้นบน คานB1,H-Beam 100x100x17.2kg/m คานB2,H-Beam 200x100x21.3kg/m คานB3,H-Beam 250x125x29.6kg/m -เสา C,H-Beam 125x125x23.8kg/m -โครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณ
3.	หลังคา	-กระเบื้องซีแพคโมเนีย	กระเบื้องซีแพคโมเนีย
4.	ก่ออิฐ-ผนัง	-ก่ออิฐขาว ขนาด 10x18x7 ซม. ฉาบปูนเรียบ	-ก่อด้วยผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 20x60x7.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ
5.	พื้นผิว	-ปูกระเบื้องขนาด 8”x8”	-ปูกระเบื้องขนาด 8”x8”
6.	ประตูหน้าต่าง	-วงกบไม้เนื้อแข็ง 2”x4”	-วงกบไม้เนื้อแข็ง 2”x4”
7.	ฝ้าเพดาน	-ฝ้าเพดานภายใน ฝ้ายิปซั่มฉาบเรียบ -ฝ้าเพดานภายนอก	-ฝ้าเพดานภายใน ฝ้ายิปซั่มฉาบเรียบ -ฝ้าเพดานภายนอก
8.	ทาสี	-ทาสีอาคารทั้งหลังด้วยสีพลาสติก	-ทาสีอาคารทั้งหลังด้วยสีพลาสติก

* ที่มา : รายการประกอบการขาย

ตารางที่ 4-2 แสดงการสรุปพื้นที่ใช้สอยของบ้าน 1 หลัง

ลำดับ	ชื่อห้อง	หน่วย	พื้นที่ใช้สอย
	ชั้นล่าง		
1	ห้องรับแขก	ตารางเมตร	13.80
2	โถง	ตารางเมตร	
3	ห้องทานอาหาร	ตารางเมตร	17.10
4	ห้องครัว	ตารางเมตร	7.64
5	ที่จอดรถ 1 คัน	ตารางเมตร	14.70
6	ห้องน้ำ-ส้วม	ตารางเมตร	5.00
7	เฉลี่ยง	ตารางเมตร	5.24
8	บันได	ตารางเมตร	6.28
	รวมชั้นล่าง	ตารางเมตร	**69.76**
	ชั้นบน		
11	ห้องนอน 1	ตารางเมตร	22.75
12	ห้องน้ำ-ส้วม	ตารางเมตร	5.75
13	ห้องนอน 2	ตารางเมตร	8.40
14	ห้องนอน 3	ตารางเมตร	9.80
15	โถงบันได	ตารางเมตร	13.64
16	ระเบียง	ตารางเมตร	4.90
	รวมชั้นบน	ตารางเมตร	**65.24**
	รวมทั้งหมด	**ตารางเมตร**	135.00

* ที่มา : รายการประกอบการขาย

4.4 ลักษณะการดำเนินงานก่อสร้าง และเงื่อนไขของการก่อสร้าง

1.) การจ้างเหมาการก่อสร้างภายในโครงการ

เจ้าของโครงการจ้างเหมาค่าแรงงานในการดำเนินการก่อสร้าง โดยที่ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาคนงานมาดำเนินการให้แล้วเสร็จ ในส่วนของวัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์ต่างๆเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดหา ยกเว้นบางรายการที่ผู้รับเหมาจะเป็นผู้จัดหา

2.) คุณสมบัติผู้รับเหมาที่ก่อสร้างภายในโครงการ

ผู้รับเหมาที่เข้ามาดำเนินการในโครงการจะต้องมีความชำนาญ เป็นอย่างดีสำหรับหมวดในการก่อสร้างหมวดงานต่างๆ ที่แยกตามประเภท คือ หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กฐานราก งานโครงสร้างเสาคานเหล็ก หมวดงานสถาปัตยกรรม และหมวดงานประกอบอาคาร

3.) ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2546

4.) ต้นทุนก่อสร้างของตัวอย่างที่นำมาวิจัย

4.1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมราคาจากผู้ผลิตเหล็กสำหรับงานโครงสร้าง ผู้ผลิตคอนกรีต มวลเบา ตรวจสอบราคาของกรมเศรษฐกิจพาณิชย์ สอบถามจากผู้ประกอบการ ผู้รับเหมา และผู้ค้าวัสดุให้กับโครงการ

4.2 ค่าแรงงานที่นำมาใช้ในการคำนวณต้นทุน คิดจากมาตรฐานสถิติงานก่อสร้างเป็นเกณฑ์ แล้วนำมาปรับฐานราคาจากการสอบถามค่าแรงภายในโครงการ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เป็นค่าแรงภายในโครงการ

4.3 ค่าแรงที่คิดในการประมาณราคา เป็นค่าแรงเฉพาะที่เกิดจากผู้รับเหมาที่โครงการจัดจ้างเองเท่านั้น การจ้างบุคคลภายนอกหรือ งานเหมาช่วงอื่น คิดเป็นต้นทุนวัสดุทั้งหมด

5.) ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

เป็นปัญหาในการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้เป็นหลัก

6.) วิธีการออกแบบ และกรรมวิธีการก่อสร้าง

6.1 วิธีการออกแบบเป็นการออกแบบอาคารระบบโครงสร้างเหล็กอาศัยข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ และข้อมูลผู้ประกอบการที่พัฒนาระบบนี้

6.2 กรรมวิธีการก่อสร้างเป็นการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้นที่เกิดจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยโดยการเก็บข้อมูลบันทึกตามขั้นตอน โดยจดบันทึกลงในตารางแสดงรายละเอียดบันทึกการก่อสร้าง ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลการศึกษา โดยแบ่งรายละเอียดตามวัตถุประสงค์การศึกษาดังนี้ ผลการศึกษาด้านเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างที่อยู่อาศัย ผลการศึกษาปัญหาที่เกิดจากการก่อสร้าง ระยะเวลา กรรมวิธีการก่อสร้างและ ปัจจัยในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างของผู้ประกอบการ ผลการศึกษาเป็นลำดับดังต่อไปนี้

5.1 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง

ในการศึกษาถึงข้อมูลต่างๆ ในการเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา กับที่อยู่อาศัยที่ก่อสร้างระบบเดิม โดยแบ่งหมวดงานต่างๆออกได้เป็น 3 หมวดงานใหญ่ดังนี้ หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานระบบประกอบอาคาร ซึ่งประกอบด้วยงานระบบไฟฟ้า ระบบประปา เป็นการลำดับผลการศึกษาที่สำคัญที่จะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างต่อไป

5.1.1 การแบ่งหมวดงานต่าง ๆในการก่อสร้าง

การแบ่งหมวดงานต่างๆในการก่อสร้างเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างแต่ละหมวดงานได้อย่างชัดเจน การแบ่งหมวดงานแบ่งตามหลักวิชาการประมาณราคาและกรรมวิธีการก่อสร้าง โดยแบ่งหมวดงานออกเป็นแต่ละหมวดงาน ดังต่อไปนี้

1.) หมวดงานโครงสร้าง

งานโครงสร้างเป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ งานขุดดิน งานเหล็ก งานคอนกรีต งานไม้แบบ งานโครงสร้างเหล็กเสา คาน งานโครงสร้างเหล็กหลังคา และงานแผ่นพื้นสำเร็จรูป

2.) หมวดงานสถาปัตยกรรม

งานสถาปัตยกรรมเป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรง โดยมีรายการหลักดังนี้ งานก่อผนังและพื้นผิว งานประตู หน้าต่างไม้ งานหลังคาฝ้าภายนอก งานกระเบื้องเซรามิค งานกระจกอลูมิเนียม งานฝ้าเพดานภายใน งานบันได งานสี งานปาร์เก้ และงานบัวเชิงผนัง

3.) หมวดงานประกอบอาคาร

งานประกอบอาคารเป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงานโดยมีรายการหลักดังนี้ งานประปาสุขาภิบาล งานสุขภัณฑ์ และงานไฟฟ้า

5.1.2 ราคาค่าก่อสร้าง

1.) ราคาค่าก่อสร้างบ้านที่สร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา จากการศึกษาพบว่าราคาค่าก่อสร้างมีราคาเท่ากับ 588,117.45 บาท ส่วนค่าของรวมทั้งสิ้น 313,132.27 บาท ราคาค่าแรงมีราคารวมเท่ากับ 274,985.22 บาท

2.) ราคาค่าก่อสร้างบ้านในระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก) จากการศึกษาพบว่า ราคาค่าก่อสร้างมีราคาเท่ากับ 572,043.25 บาท ส่วนค่าวัสดุมีราคารวมเท่ากับ 304,888.90 บาท และค่าแรงงานรวมทั้งสิ้น เท่ากับ 267,155.00 บาท

ตารางที่ 5-1 ราคาค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา

ลำดับที่	รายการ	ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก			ระบบเดิม (เสาคานค.ส.ล.)		
		รวมค่าของ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	ราคารวม (บาท)	รวมค่าของ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	ราคารวม (บาท)
	หมวดงานโครงสร้าง						
1.	งานดิน ผังบริเวณ และฐานราก	16,739.25	1,500.00	18,239.25	17,531.66	1,709.80	19,241.46
2.	งานโครงสร้างอาคารเหล็ก	68,550.00	34,264.00	102,814.00	63,125.00	27,053.58	90,178.58
3.	งานโครงสร้างหลังคาเหล็ก	20,413.50	12,000.00	32,413.50	20,450.00	12,000.00	32,450.00
4.	งานโครงสร้างพื้น เสากลม	20,413.50	14,902.06	40,159.79	26,513.54	19,199.46	45,713.00
	งานสถาปัตยกรรม						
5.	งานก่อผนังและพื้นผิว	60,475.71	48,913.19	109,388.19	47,630.89	20,004.97	67,635.86
6.	งานประตูหน้าต่างไม้	12,670.00	7,475.30	20,145.30	16,490.00	6,925.80	23,415.80
7.	งานหลังคาฝ้าภายนอก	38,565.00	18,900.58	57,465.35	40,552.95	17,032.24	57,585.19
8.	งานกระเบื้องเซรามิค	19,100.40	8,100.18	27,200.58	19,134.00	8,036.28	27,170.28
9.	งานกระจกอลูมิเนียม		29,345.00	29,345.00		22,190.00	22,190.00
10.	งานฝ้าเพดานภายใน		24,810.00	24,818.00		26,740.00	26,740.00
11.	งานบันได ทาสีโครงสร้าง	13,400.00	6,400.00	19,800.00	13,430.00	5,640.60	19,070.60
12.	งานสี+ขัดทายูนิเทนบันได		22,000.00	22,000.00		22,000.00	22,000.00
13.	งานป้าเก้ 46.50 ตารางเมตร	11,000.00	11,625.00	22,625.00	10,110.00	13,525.00	28,490.00
14.	งานติดบัวเชิงผนัง 30 เมตร		1,900.00	1,900.00		1,900.00	1,900.00
	งานประกอบอาคาร						
15.	งานประปาสุขาภิบาล	21,412.74	15,000.00	36,412.00	23,625.65	15,000.00	38,625.73
16.	งานไฟฟ้า	10,394.00	13,000.00	23,394.00	9,691.25	13,000.00	22,691.25
	รวมทั้งสิ้น	313,132.27	274,985.22	**588,117.45**	314,703.02	230,322.73	**545,025.75**

* ที่มา : ราคาโครงสร้างเสา-คานเหล็ก จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (พ.ศ. 2543)
ราคาโครงสร้างเสา-คาน ค.ส.ล. จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (พ.ศ. 2544)

ค่าวัสดุยึดประสานกับโครงสร้างเสาคานเหล็ก

จากการศึกษา วัสดุสำหรับยึดประสานกับโครงสร้างเสาคานเหล็ก ในการก่อผนังคอนกรีตมวลเบาพื้นที่ 225 ตารางเมตร ประกอบด้วย ซิก้าเทค 13 กิโลกรัม ตาข่ายกงไก่ 5 ม้วน มุ้งในล่อนเขียว 30 หลา 1 ม้วน รวมค่าวัสดุทั้งหมดในการยึดประสานผนังคอนกรีตมวลเบากับโครงสร้างเสาคานเหล็ก จำนวนเงิน 5,495.00 บาท

ตารางที่ 5-2 ค่าใช้จ่ายวัสดุยึดประสานผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาคานเหล็ก

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย (บาท)	รวมราคา (บาท)
1.	ซิก้าเทค	13	กิโลกรัม	85.00	1,105.00
2.	ตาข่ายกงไก่	5	ม้วน	850.00	4,250.00
3.	มุ้งในล่อนเขียว 30 หลา	1	ม้วน	140.00	140.00
	รวม				**5,495.00**

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (พ.ศ. 2543)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเสาและคานเหล็กร่วมกับผนังคอนกรีตมวลเบา และ ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบเดิม (โครงสร้างค.ส.ล.)

ตารางที่ 5-3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบ

ลำดับที่	รายการ	เดือน 1				เดือน 2				เดือน 3				เดือน 4				เดือน 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	งานดิน ผังบริเวณ และฐานราก																				
2.	งานโครงสร้างเสาคานคอนกรีต																				
3.	งานโครงสร้างพื้น เสากลม																				
4.	งานโครงสร้างหลังคาเหล็ก																				
5.	งานก่อผนังและพื้นผิว																				
6.	งานประตูหน้าต่างไม้																				
7.	งานหลังคาฝ้าภายนอก																				
8.	งานกระเบื้องเซรามิค																				
9.	งานกระจกอลูมิเนียม																				
10.	งานฝ้าเพดานภายใน																				
11.	งานบันได-ทาสีน้ำมันโครงสร้าง																				
12.	งานสี+ขัดทายูนิเทนบันได																				
13.	งานปาเก้ 46.50 ตารางเมตร																				
14.	งานติดบัวเชิงผนัง 30 เมตร																				
15.	งานประปาสุขาภิบาล สุขภัณฑ์																				
16.	งานไฟฟ้า																				
	รวมทั้งสิ้น	**ระบบโครงสร้างเหล็ก**								**12 สัปดาห์ (3 เดือน)**											
		ระบบเดิม								**18 สัปดาห์ (4 1/2 เดือน)**											

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง ร่วมกับการวิจัย

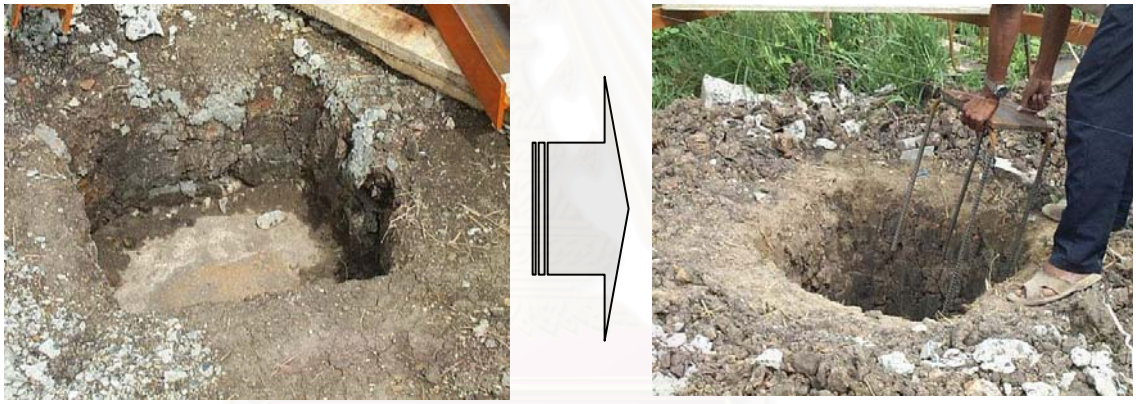
** หมายเหตุ : ——— ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

····· ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

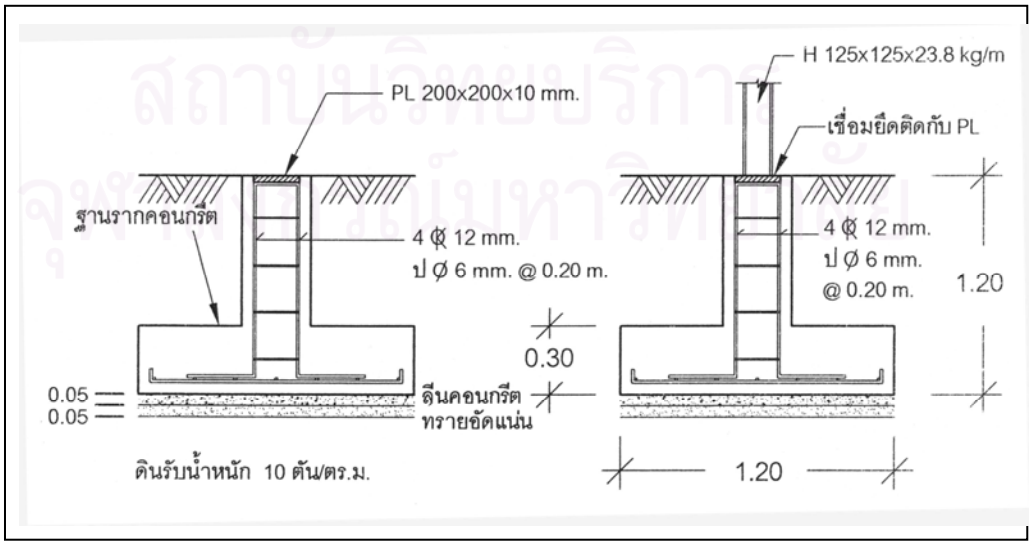
5.3 กรรมวิธีการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

ขั้นตอนการก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก

1.) งานระบบฐานราก เริ่มขั้นตอนการก่อสร้างด้วยงานระบบฐานราก ซึ่งในการก่อสร้างนั้นมีวิธีการเช่นเดียวกันกับงานระบบฐานรากของการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ที่จะมีขั้นตอนของงานขุดดินฐานราก ซึ่งเป็นฐานรากแผ่ และงานเทคอนกรีตหล่อตอม่อ ค.ส.ล. แต่จะแตกต่างกันบริเวณส่วนบนสุดของตอม่อค.ส.ล. ที่จะมีการเสริมเหล็กบานราก โดยการเชื่อมเหล็กเส้น Dowel เข้ากับแผ่นเหล็กรองรับหัวเสา (Steel Plate) ทั้ง 4 มุมของแผ่นเหล็ก หลังจากนั้นนำไปวางในหลุมหล่อตอม่อที่เตรียมไว้ (ดังภาพที่ 5-1 และ 5-2) แล้วจึงเทคอนกรีตหล่อให้ขึ้นมาชิดพอดีกับใต้ท้องแผ่นเหล็กรองรับเสาโครงสร้าง เพื่อให้การถ่ายแรงของโครงสร้างเสาเหล็กสู่ตอม่อมีความสมบูรณ์



ภาพที่ 5-1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างงานระบบฐานรากของบ้านโครงสร้างเหล็ก



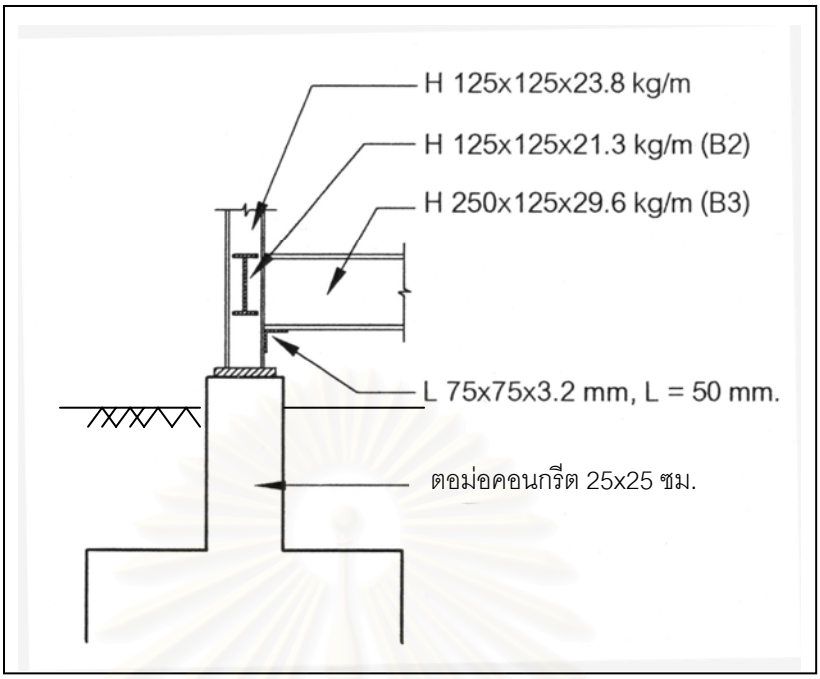
ภาพที่ 5-2 แบบขยายแสดงรอยต่องานฐานราก และการเชื่อมยึดเสาอาคาร (มาตราส่วน 1:25)

2.) ขั้นตอนการตัดและเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง เป็นขั้นตอนการตัดเหล็กรูปพรรณประเภทต่างๆ อันได้แก่ เสาและคานเหล็ก H-Beam, I-Beam เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างตามขนาดต่างๆจากแบบก่อสร้าง เป็นการตัดชิ้นส่วนโครงสร้างด้วยหัวตัดแก๊ส แล้วนำไปแยกกองไว้ตามชนิดของโครงสร้าง เพื่อสะดวกต่อการนำมาใช้

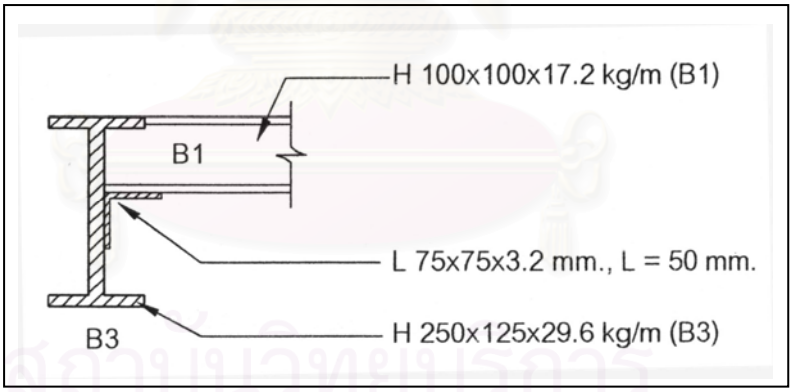
3.) การติดตั้งโครงสร้างเสา H-Beam และการเชื่อมยึดคานพื้นชั้นล่าง (ดังภาพที่ 5-3 , 5-4 และ5-5) เนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กมีขนาดที่ไม่ใหญ่และไม่มีน้ำหนักมากนัก ซึ่งสามารถใช้คนงานช่วยกันยกไปติดตั้งได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เมื่อยกเสาเหล็ก H-Beam ไปตั้งบนแผ่นเหล็กบนตอม่อ ค.ส.ล.ที่ได้ทำไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ทำการเช็คดิ่งแล้วจึงทำการเชื่อมเสาโครงสร้างเข้ากับแผ่นเหล็กรองรับหัวเสานั้นด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า และยังมีการเจาะรูแผ่นเหล็กแล้วใช้สลักเกลียวยึดแผ่นเหล็กรองรับเสานั้นกับตอม่อค.ส.ล.เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มากขึ้นอีกด้วย เมื่อตั้งเสาเหล็กโครงสร้างแล้ว ต่อไปจะทำการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างคานหลัก และคานรองเข้ากับเสาเหล็ก H-Beam โดยจะใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้าเช่นเดียวกัน โดยจะทำการเชื่อมโครงสร้างของเสาและคานเหล็กของชั้นล่างทั้งหมด ให้มีความแข็งแรง

ภาพที่ 5-3 แสดงขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างเสาและคานเหล็กกับฐานราก ค.ส.ล.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-4 แบบขยายแสดงรอยต่อและการติดตั้งคานเหล็กชั้นล่าง (มาตราส่วน 1:25)



ภาพที่ 5-5 แบบขยายแสดงรอยต่อการเชื่อมยึดคานหลัก กับคานฝาก (มาตราส่วน 1:25)

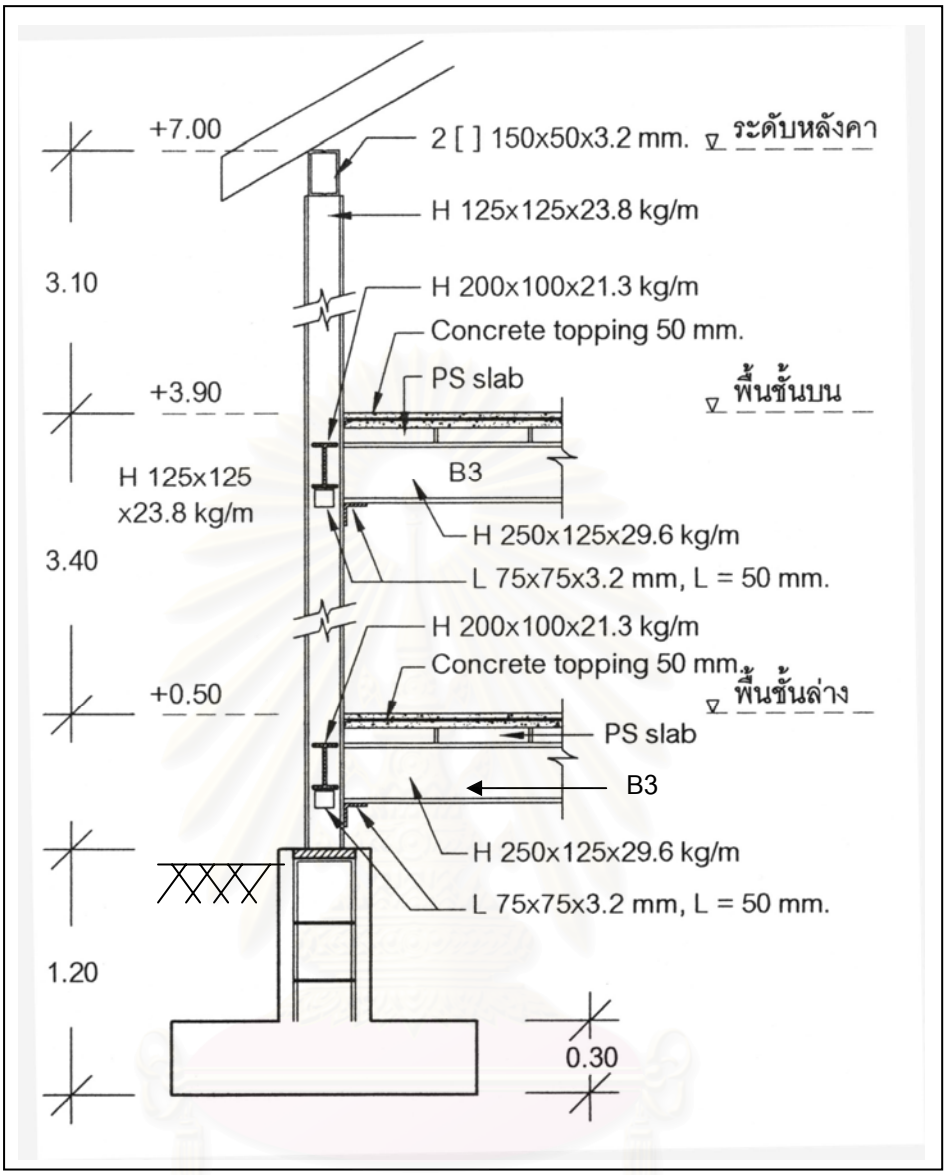
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.) ทาสีกันสนิม เมื่อทำการเชื่อมยึดเสาเหล็ก และคานเหล็กพื้นชั้นล่างหมดแล้ว จึงทำการทาสีกันสนิม ทั้งในส่วนของตัวชิ้นส่วนโครงสร้างและในส่วนรอยต่อเชื่อมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้สนิมเข้าไปเกิดตามร่องตามดที่เกิดจากการเดินแนวเชื่อม

ภาพที่ 5-6 แสดงขั้นตอนการทาสีกันสนิมสำหรับโครงสร้างเสาเหล็ก และคานพื้นชั้นล่าง

5.) งานติดตั้ง เชื่อมประกอบโครงสร้างเสาและคานเหล็กชั้นบน ทำการเชื่อมประกอบโครงสร้างคานหลักและคานรองเข้ากับเสาเหล็ก H-Beam โดยใช้วิธีการเชื่อมประกอบเช่นเดียวกันกับคานเหล็กพื้นชั้นล่าง หลังจากที่เชื่อมประกอบเสร็จแล้วก็จะทำการทาสีกันสนิมให้กับโครงสร้างและรอยต่อต่างๆเช่นเดียวกัน (ดังภาพที่ 5-7 และ 5-8)

ภาพที่ 5-7 แสดงขั้นตอนการติดตั้งคานเหล็กชั้นบน



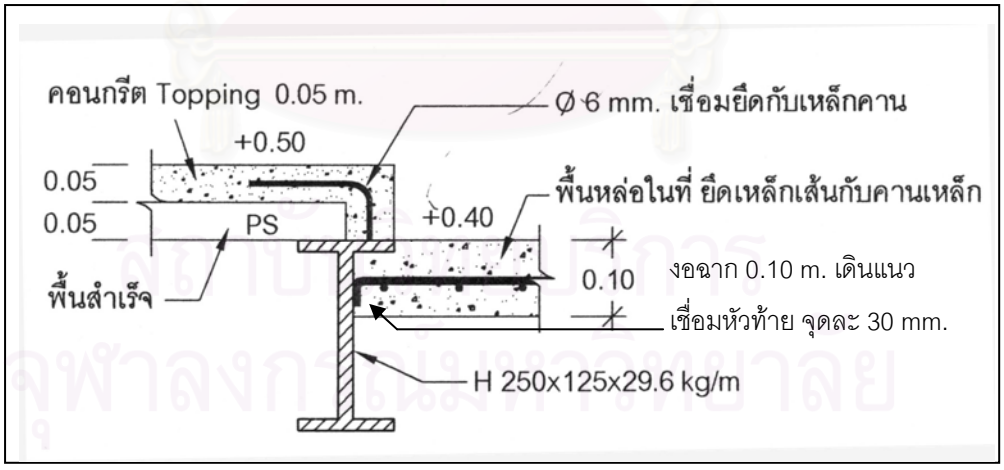
ภาพที่ 5-8 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้ง ฐานราก เสา คาน พื้นชั้นล่าง และชั้นบน (มาตราส่วน 1:25)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.) งานโครงสร้างพื้น เป็นการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ก่อสร้างทั่วๆไป และพื้นคอนกรีตหล่อในที่ (ดังรูปที่ 5-9)

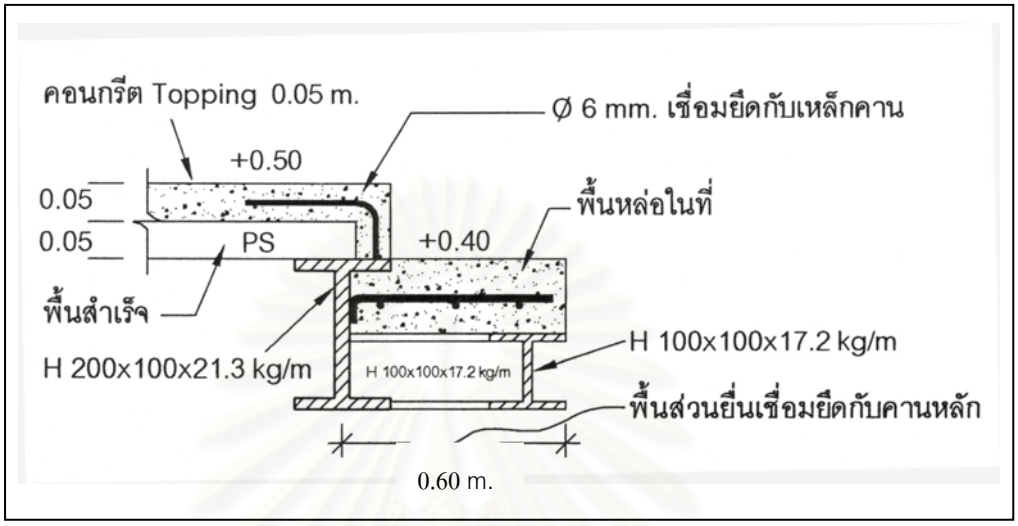
ภาพที่ 5-9 (ซ้าย) - แสดงการวางแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นบน และเทคอนกรีตทับหน้า
(ขวา) - แสดงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นในส่วนพื้นระเบียงที่ยื่นออกมา

6.1 ระบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปวางบนคานเหล็ก ยึดด้วยการเชื่อมเหล็กเส้นกับคานเหล็ก และเทคอนกรีต (ดังภาพที่ 5-10)



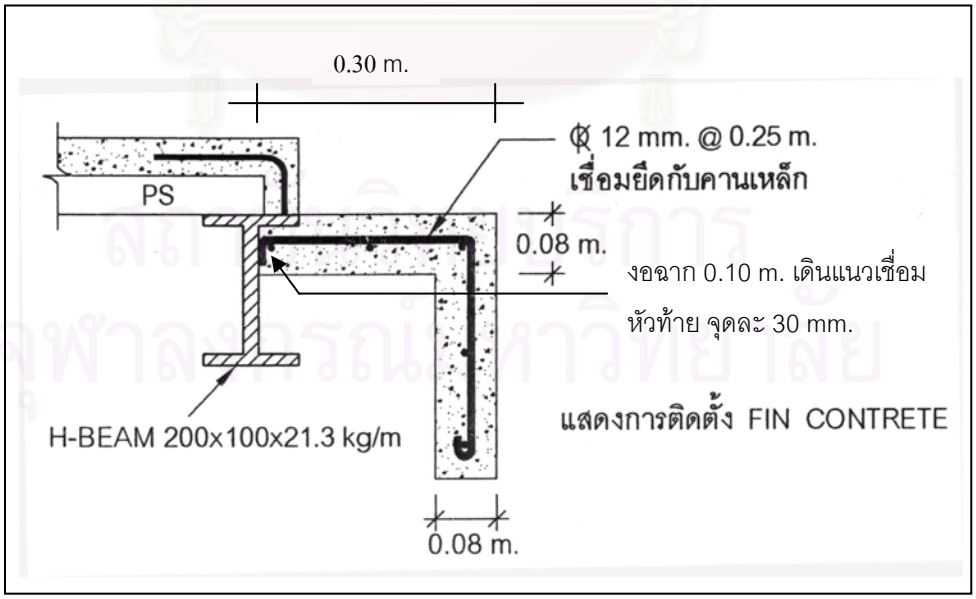
ภาพที่ 5-10 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จ และพื้นคอนกรีตหล่อในที่ (มาตราส่วน 1:25)

6.2 พื้นยื่น โดยทำการเชื่อมเหล็กขนาด 100x100x17.2 kg/m ยึดกับคานหลัก เสริมเหล็กพื้น ที่ใช้เชื่อมยึดกับเหล็กรูปพรรณ แล้วจึงเทคอนกรีตทับหน้าคาน (ดังภาพที่ 5-11)



ภาพที่ 5-11 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งพื้นยื่น และพื้นต่างระดับ (มาตราส่วน 1:25)

6.3 Fin Concrete รอบด้านหลังอาคาร โดยการเชื่อมเหล็กเส้นยึดกับคานเหล็กรูปพรรณ (ดังภาพที่ 5-12)



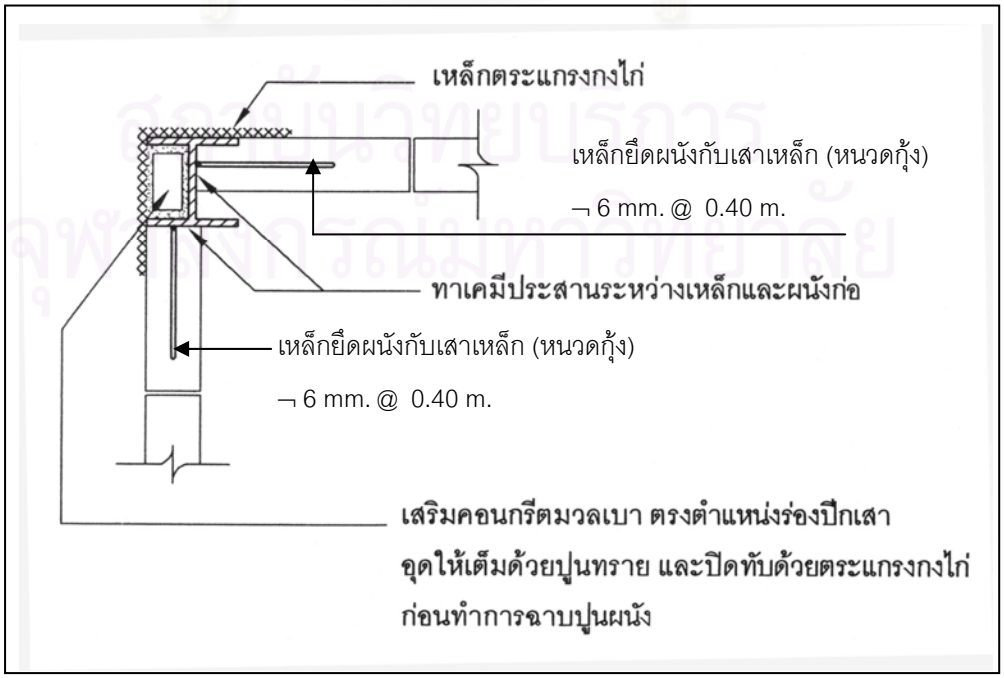
ภาพที่ 5-12 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้ง FIN CONCRETE (มาตราส่วน 1:25)

7.) งานโครงหลังคาเหล็ก ลักษณะของงานโครงหลังคาเหล็ก จะมีการก่อสร้างที่เหมือนๆกับบ้านที่มีการก่อสร้างด้วยโครงสร้างระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)ทั่วๆไป ที่มีการใช้เหล็กไลท์เกจ ชนิดต่างๆอันได้แก่ เหล็กกล่อง เหล็กตัว C โดยให้คนงานยกชิ้นส่วนโครงหลังคาเหล็กหล่านั้นขึ้นไปเชื่อมประกอบทีละชิ้น เริ่มตั้งแต่ อะเสเหล็ก ดั้ง อกไก่ จันทัน และแป ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงทำการทาสีกันสนิมบริเวณตำแหน่งรอยเชื่อม

ภาพที่ 5-13 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างงานโครงสร้างหลังคาเหล็ก

8.) งานก่อผนังคอนกรีตมวลเบา การก่อสร้างในส่วนของงานผนังอาคารนั้นใช้บล็อกคอนกรีตมวลเบาเป็นโครงสร้างผนัง โดยการก่อจะทำการก่อยึดกับโครงสร้างเสาและคาน รายละเอียดสำคัญในส่วนรอยต่อระหว่างบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสา-คานเหล็ก H-Beam ประกอบด้วย

8.1 ใช้น้ำยา Bonding Agent ผสมปูนก่อทาบนผิวโครงสร้างเหล็กเพื่อช่วยยึดรอยต่อ (ดังภาพที่ 5-14 , 5-15 และ5-16)



ภาพที่ 5-14 แบบขยายแสดงรอยต่อการปิดร่องปีกเหล็กของเสาและคานเหล็ก (มาตราส่วน 1:25)

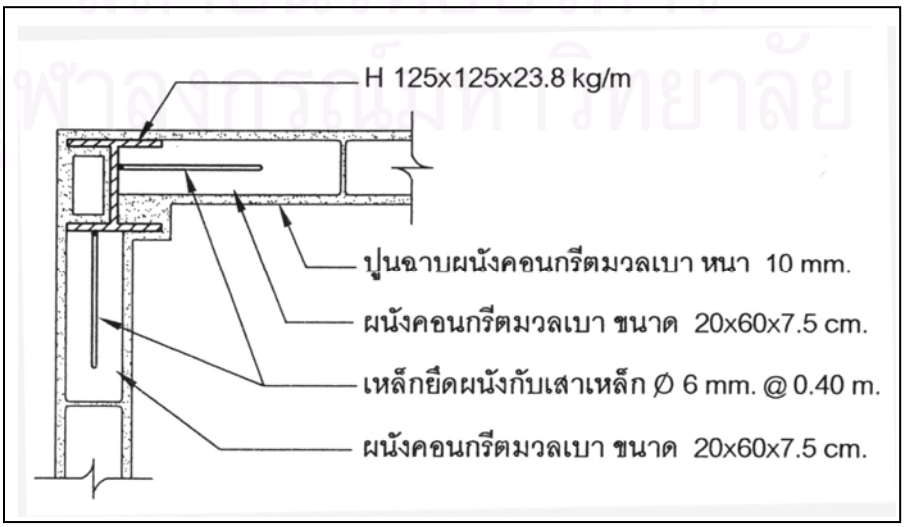
ภาพที่ 5-15 แสดงการก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบายึดกับเสาเหล็ก H-Beam

การทาปูนก่อผสมน้ำยา Bonding Agent บนเสาเหล็ก

น้ำยา Bonding Agent

ภาพที่ 5-16 แสดงการก่อผนังคอนกรีตมวลเบากับโครงสร้างเสาคานเหล็ก ทั้งผนังภายในและภายนอกอาคาร

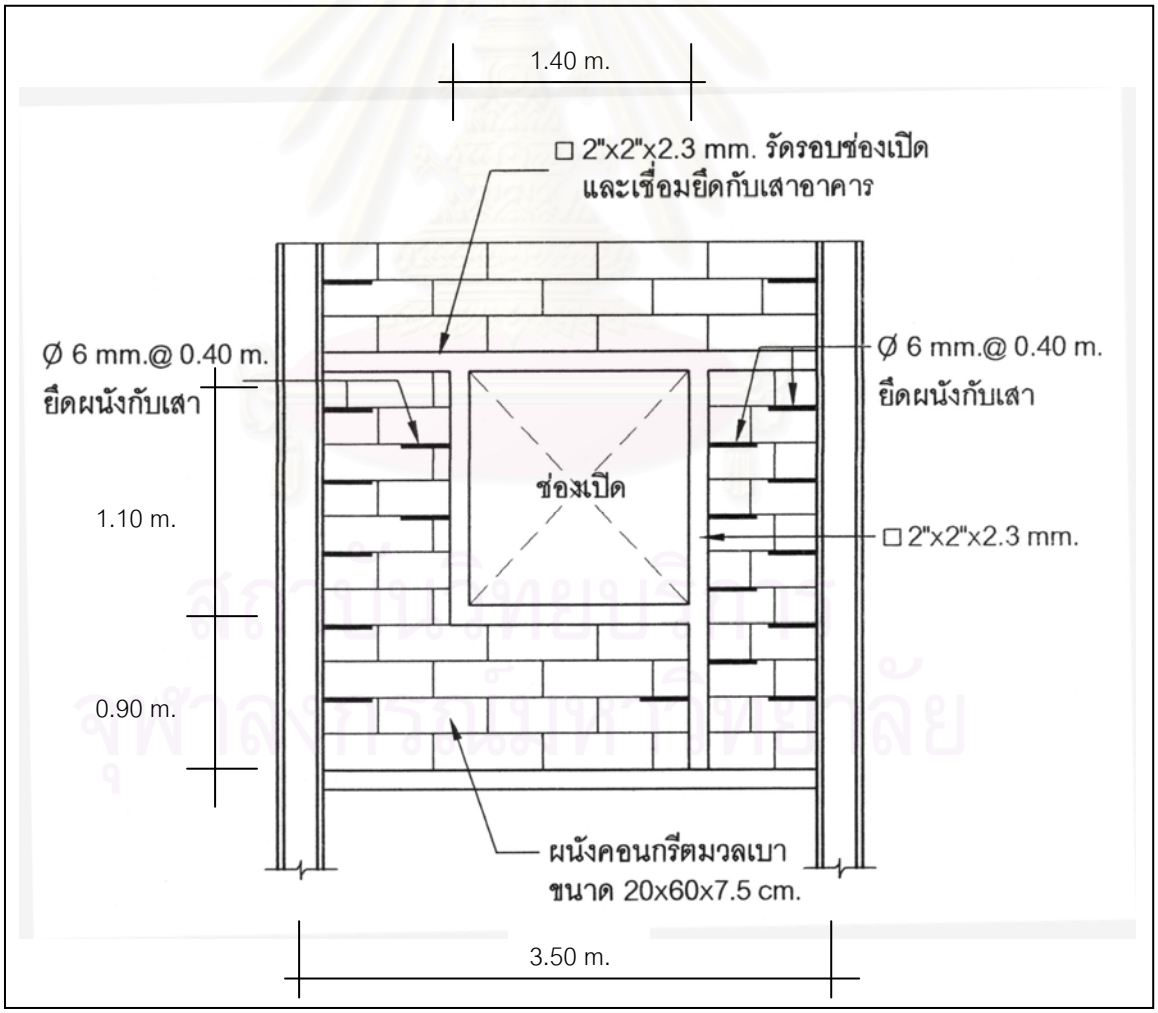
8.2 ใช้เหล็ก ∅ 6 มม. ≅ 0.40 ม. เชื่อมยึดกับเสาเหล็ก H-Beam เพื่อยึดบล็อกคอนกรีตมวลเบา (ดังภาพที่ 5-17) การก่อผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบาจะใช้ปูนก่อสำเร็จ ระหว่างการก่อวางซ้อนทั้งก้อน จะเยื้องกันไม่น้อยกว่า 10 ซม. (ดังภาพที่ 5-16)



ภาพที่ 5-17 แบบขยายแสดงรอยต่อผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็ก (มาตราส่วน 1:25)

9.) งานช่องเปิดประตูหน้าต่าง จะมีขั้นตอนแตกต่างจากระบบเดิมคือ การทำเสาเอ็นทับหลังรอบช่องเปิด ใช้เหล็ก ⊠ 2”x2”หนา 2.3 mm. เชื่อมยึดกับเสาเหล็ก H-Beam ปิดรอบเหล็กด้วยลวดกรงไก่รอบเสาเอ็นเหล็ก แทนการหล่อคอนกรีต (ดังภาพที่ 5-18 และ5-19)

ภาพที่ 5-18 การใช้โครงสร้างเหล็กรัดรอบช่องเปิดแทนการทำเสาเอ็นและทับหลังคอนกรีต



ภาพที่ 5-19 แบบขยายแสดงรูปด้านการก่อผนังคอนกรีตมวลเบา การยึดผนังกับโครงเสาเหล็ก และการเสริมเสาเอ็น-ทับหลังรอบช่องเปิด (มาตราส่วน 1:25)

10.) งานระบบประปา ไฟฟ้า จะเริ่มติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและงานระบบประปาเมื่อเสร็จงานมุงกระเบื้องหลังคาแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาจากน้ำฝน โดยจะทำการเดินท่อฝังไว้ภายในทำโดยใช้ไฟเบอร์มือตัดบล็อกคอนกรีตมวลเบาตามแนวเดินท่อติดตั้งท่องานระบบ ใช้ลวดกรงไก่ปิดในส่วนกลางท่อ แล้วฉาบปูนทับอีกที

ภาพที่ 5-20 การฝังท่องานระบบในผนังคอนกรีตมวลเบา

11.) งานฉาบผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบา ในการฉาบผนังคอนกรีตมวลเบามีขั้นตอนการดำเนินงานที่เพิ่มเติมจากการก่อฉาบผนังอาคารของระบบเดิมคือ

11.1 รอยต่อระหว่างผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสา-คานเหล็ก H-Beam ที่มีร่องของเหล็กยุบเข้าไป จะต้องทำการปิดร่องเหล็กดังกล่าว โดยการนำอิฐมอญหรือบล็อกคอนกรีตมวลเบาตัดให้ได้ตามขนาดร่องเหล็ก วางเรียงไว้ระหว่างช่องของเสา-คานเหล็ก ยึดด้วยปูนก่อ ใช้ลวดกรงไก่ปิดทับ (ดังภาพที่ 5-14 และ5-20)

11.2 การฉาบผนังภายในและภายนอกอาคาร โดยการใช้ปูนฉาบสำเร็จรูปชนิดฉาบผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบา วิธีการฉาบทำเช่นเดียวกันกับการฉาบผนังของการก่อสร้างอาคารทั่วไป (ดังภาพที่ 5-21)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5-21 แสดงขั้นงานฉาบผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบา

วิธีการใส่อิฐมอญเสริมลวดกรงไก่ เพื่อป้องกันการแตกร้าวใน

ต่อบริเวณผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็ก H-Beam

12.) งานสถาปัตยกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของงานสถาปัตยกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ งานปูกระเบื้อง งานฝ้าเพดาน งานตกแต่งต่างๆ ฯลฯ เป็นงานที่มีขั้นตอนของการก่อสร้างที่เหมือนกับการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

ภาพที่ 5-22 แสดงงานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ

ภาพที่ 5-23 แสดงการติดตั้งงานฝ้าเพดาน

งานโครงสร้าง

1. งานฐานราก

- วางผัง , วางหมุดฐานราก
- ขุดดิน เทดินปรับระดับ
- ผูกเหล็กโครงสร้างตอม่อ
- ติดตั้งแผ่นเหล็กรับเสา
- เทคอนกรีตตอม่อ
- กลบหน้าดิน

2. งานเสา–คานชั้น 1 และชั้น 2

- เชื่อมประกอบเสาเหล็ก H-Beam กับตอม่อค.ส.ล.
- เชื่อมประกอบคานเหล็ก H-Beam กับเสาเหล็ก H-Beam
- วางแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิด Plank บนคานเหล็ก H-Beam
- วางเหล็กตะแกรง(Wire mesh) บนแผ่นพื้นแล้วเทคอนกรีตทับหน้า

3. งานหลังคา

- เชื่อมประกอบโครงสร้างหลังคา
- ทาสีกันสนิมให้กับโครงสร้างหลังคา
- มุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย

งานสถาปัตย์

- ก่อผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบา
- ติดตั้งเสาเอ็นเหล็ก วงกบประตู และหน้าต่าง แล้วติดตั้งงานระบบไฟฟ้า
- ติดตั้งลวดกรงไก่บริเวณมุมวงกบประตูหน้าต่างแล้วฉาบปูน แต่งผิว
- ติดตั้งฝ้าเพดาน สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ต่างๆ
- ทาสีทั้งภายนอก และภายใน

4. งานตกแต่ง

แผนภูมิที่ 5-1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบโครงสร้างเหล็ก

5.4 ปัญหาในการก่อสร้าง

ในการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กมีปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้าง โดยสามารถสรุปเป็นเรื่องต่างๆได้ดังนี้

5.4.1 ช่างฝีมือเชื่อม ที่ใช้ในงานเชื่อมรอยต่อโครงสร้างอาคารหาได้ยาก

เนื่องจากการจัดเตรียมช่างสำหรับงานโครงสร้างที่มีการทำรอยต่อและติดตั้งงานในส่วนโครงสร้างเสาและคาน ด้วยวิธีการเชื่อมนั้น การที่จะหาช่างเชื่อมและช่างเหล็กโครงสร้างที่มีฝีมือนั้นค่อนข้างหาได้ยาก

<u>สาเหตุ</u> เกิดจากการขาดการเตรียมวางแผนในการจัดหาแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่างเชื่อมและช่างเหล็กโครงสร้าง ที่เป็นแรงงานหลักของการก่อสร้างระบบนี้ นอกจากนั้นช่างเชื่อมและช่างเหล็กโครงสร้างที่มีฝีมือคุณภาพ ได้มาตรฐานนั้นค่อนข้างหาได้ยาก เพราะยังมีจำนวนที่น้อยอยู่

5.4.2 เหลือเศษเหล็กชิ้นส่วนวัสดุจำนวนมาก มีการสูญเสียมากกว่าที่กำหนด

ในการก่อสร้างที่มีการตัดชิ้นส่วนโครงสร้างจากเหล็กรูปพรรณสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างส่วนต่างๆ มีการเหลือเศษจากการตัดแล้วไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้เป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งใช้งาน

<u>สาเหตุ</u> เกิดจากการจัดการด้านวัสดุเหล็กรูปพรรณไม่ดี ไม่ได้มีการวางแผนในการตัดเหล็กให้ตรงตามการใช้งาน ได้ทำในลักษณะควบคู่ไปกับการก่อสร้างจริง และอีกสาเหตุคือความไม่ชำนาญของแรงงานก่อสร้าง จึงเป็นสาเหตุให้การตัดชิ้นส่วนไม่ได้เป็นไปตามขนาดที่ต้องการและต้องทำการตัดใหม่

ภาพที่ 5-24 แสดงการสูญเสียเศษของวัสดุโครงสร้างมากเกินความจำเป็น

5.4.3 ปัญหารอยต่อระหว่างผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็กโครงสร้าง

การทำรอยต่อระหว่างผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็กโครงสร้าง จะต้องมีการเพิ่มขั้นตอนในการผสมน้ำยาเคมีประสานกับปูนก่อ เพื่อทาเข้ากับโครงสร้างเสาเหล็ก H-Beam เพื่อให้เป็นตัวประสานระหว่างผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็กให้มีการยึดเกาะที่ดียิ่งขึ้น แต่ในความเป็นจริง การที่จะควบคุมให้คนงานทำการผสมน้ำยาเคมีและทำรอยต่อในลักษณะนี้ให้ได้ทุกๆจุดนั้นค่อนข้างจะทำได้ยากลำบาก ซึ่งเมื่อดำเนินการตรวจสอบไม่ละเอียดครบถ้วน จะส่งผลให้ผนังเกิดการแตกร้าว ในส่วนรอยต่อได้ในภายหลัง

<u>สาเหตุ</u> เกิดจากความมักง่ายหรือความเผลอเลอของคนงานก่อสร้างเอง ที่ไม่ได้ทำการทำรอยต่อให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งตัวผู้ควบคุมงานก่อสร้างก็อาจไม่มีความละเอียดถี่ถ้วนในการควบคุมการทำรอยต่อในส่วนต่างๆของอาคารอีกด้วย

ภาพที่ 5-25 การทาปูนก่อที่ผสมน้ำยาเคมี
ประสาน เข้ากับเสาเหล็ก H-Beam

5.4.4 ปัญหาการจัดการด้านวัสดุก่อและฉาบผนังบล็อกคอนกรีตมวลเบาไม่ดี

เนื่องจากในงานโครงสร้างผนังอาคารเป็นการใช้บล็อกคอนกรีตมวลเบาในการก่อ จึงมีความจำเป็นต้องการวัสดุเข้าหน้างาน เพื่อนำมาก่อผนังครั้งละจำนวนมากให้เพียงพอต่อการก่อผนังทั้งอาคาร ทั้งตัวบล็อกคอนกรีตมวลเบา ปูนก่อ และปูนฉาบผนัง ล้วนเป็นส่วนสำคัญของการทำงาน โดยเกิดปัญหาที่การจัดการด้านวัสดุไม่ดี จึงทำให้ทางโรงงานผู้ผลิตวัสดุไม่สามารถจัดส่งวัสดุให้พอเพียงต่อหน้างานจริงซึ่งส่งผลให้การก่อสร้างหยุดชะงัก ขาดความต่อเนื่องในการทำงาน

<u>สาเหตุ</u> เกิดจากการประสานงานและจัดการด้านวัสดุ ไม่มีการวางแผนและทำงานได้ดีเพียงพอ จึงทำให้โรงงานผู้ผลิตไม่รู้ช่วงระยะเวลาและปริมาณในการจัดส่งวัสดุเข้ามาให้ทันกับหน้างานจริง

5.5 ผลการศึกษาปัจจัยในการเลือกระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาทำการก่อสร้างในโครงการ

5.5.1 ผลการศึกษาจากผู้ประกอบการ

จากการศึกษาปัจจัยในการเลือกระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ของผู้ประกอบการมาทำการก่อสร้างในโครงการบ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี โดยทำการสัมภาษณ์มีผลการศึกษาดังนี้

ผู้ให้สัมภาษณ์ คุณพีรพัศ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
คุณจุนกวุฒิ วัฒนะโยธิน ตำแหน่งผู้จัดการทั่วไป
คุณสมหวัง แซ่ตั้ง ตำแหน่งวิศวกรโครงการ
คุณเอกพล จูคง ผู้รับเหมาการก่อสร้าง

สัมภาษณ์วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2545 เวลา 09.30 น.

1. ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทของผู้ประกอบการได้ดำเนินธุรกิจพัฒนาที่อยู่อาศัยมาเป็นเวลา มากกว่า 10 ปี

ปัญหาในการกประกอบธุรกิจที่อยู่อาศัยของที่ผ่านมา ประสบปัญหาด้านเกี่ยวกับการก่อสร้างโดยเฉพาะทางด้านแรงงานมากที่สุด ลำดับรองลงมาเป็นปัญหาด้านแหล่งเงินทุน และปัญหาทางด้านการตลาด ตามลำดับ โดยที่ปัญหาด้านการก่อสร้างที่ประสบได้แก่ ปัญหาทางด้านขาดแคลนแรงงานฝีมือมากที่สุด ลำดับรองลงมาคือปัญหาการควบคุมระยะเวลาการก่อสร้าง และปัญหาการควบคุมงบประมาณการก่อสร้าง ตามลำดับ

2. ข้อมูลก่อนนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้

เหตุผลที่ผู้ประกอบการนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแทนการก่อสร้างระบบเดิมมากที่สุดคือ การควบคุมคุณภาพการก่อสร้างมากที่สุด ลำดับรองลงมาคือการควบคุมระยะเวลา และการควบคุมงบประมาณการก่อสร้างตามลำดับ

ปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุให้ผู้ประกอบการ นำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาใช้แทนระบบเดิมคือ สามารถสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมเป็นอันดับแรก สามารถควบคุมงบประมาณการก่อสร้างได้แน่นอนเป็นอันดับรองลงมา เป็นจุดขายทางการตลาด มีการก่อสร้างในแบบใหม่ ทันสมัย เป็นอันดับสุดท้ายตามลำดับ

ผู้ประกอบการเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ทำให้การก่อสร้างได้เร็วขึ้นจะมีผลดีต่อโครงการคือ ได้ผลตอบแทนของโครงการเร็วกว่าระบบเดิมเนื่องจากสามารถโอนบ้านได้เร็ว ผลตอบแทนการลงทุนเร็วกว่าระบบเดิมเป็นอันดับแรก ได้เปรียบคู่แข่งขันเนื่องจากการก่อสร้างที่แล้วเสร็จเร็วกว่าเป็นอันดับรองลงมา และสร้างความเชื่อมั่นแก่ลูกค้า เนื่องจากได้เห็นความคืบหน้าของงานเป็นอันดับสุดท้าย ตามลำดับ

ผู้ประกอบการเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ทำให้คุณภาพบ้านดีขึ้นจะมีผลดีต่อโครงการคือลูกค้ามีความมั่นใจ ลดปัญหาหารโอนเป็นอันดับแรก บ้านมีมาตรฐานดีกว่าคู่แข่งเป็นอันดับรองลงมา และลูกค้ามีความพอใจเป็นอันดับสุดท้าย

ผู้ประกอบการเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา สามารถควบคุมงบประมาณการก่อสร้างได้ดีกว่าระบบเดิมจะมีผลดีต่อโครงการคือ สามารถลดต้นทุนด้านค่าวัสดุต่อหน่วย ลดค่าดอกเบี้ยเป็นอันดับแรก ใช้แรงงานน้อยลง สามารถทำงานได้มากขึ้นเป็นอันดับรองลงมา และต้นทุนที่จ่ายค่าดอกเบี้ยเงินกู้ลดลงลดลงเป็นอันดับสุดท้ายตามลำดับ

ปัญหาที่ผู้ประกอบการมีความกังวล ก่อนการตัดสินใจนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้คือ การยอมรับของลูกค้าเนื่องจากยังยึดติดกับการก่อสร้างระบบเดิมเป็นอันดับแรก ความสามารถความชำนาญของช่างฝีมือแรงงานเนื่องจากต้องเปลี่ยนจากระบบเดิมเป็นอันดับรองลงมา และความพร้อมของลูกค้าเนื่องจากระยะการผ่อนเงินดาวน์สั้นลง และการจ่ายเงินเพื่อโอนบ้านเป็นอันดับสุดท้ายตามลำดับ

3. ข้อมูลหลังนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้

ผู้ประกอบการนำจุดเด่นของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์คือ ในด้านสามารถสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิม โดยการสร้างบ้านอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่น ประเด็นที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์คือเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยเป็นอันดับแรก มีความมั่นคงแข็งแรงเป็นอันดับรองลงมา และการก่อสร้างเร็วกว่าระบบเดิมเป็นอันดับสุดท้ายตามลำดับ

ผู้ประกอบการมีการใช้สื่อความเข้าใจเกี่ยวกับระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา แก่ลูกค้าคือ ใช้สื่อความเข้าใจในเอกสารประกอบการขายให้เห็นชัดเจนเป็นอันดับแรก มีการชี้แจงในด้านการก่อสร้างเป็นอันดับรองลงมา และการจัดแสดงโครงการตามห้างสรรพสินค้าโดยเน้นคุณภาพของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นอันดับสุดท้ายตามลำดับ

ปัญหาประการหนึ่งของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา คือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทำได้ยากถ้าลูกค้าต้องการเปลี่ยนแปลง,ต่อเติมในอนาคต ผู้ประกอบการได้มีการเตรียมคือจัดให้มีฝ่ายออกแบบให้คำปรึกษาแนะนำการต่อเติมที่ถูกต้อง ป้องกันปัญหาโครงสร้างเสียหายและการรับประกันบ้านจะมีระยะเวลาการคุ้มครอง 1 ปี ในกรณีที่มีการต่อเติมในช่วงการประกันถ้าไม่แจ้งกับทางโครงการมาทำการตรวจสอบ การรับประกันจะไม่คุ้มครอง

จากการที่ผู้ประกอบการนำระบบกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้ในการก่อสร้างบ้าน ผู้ประกอบการประสบปัญหาคือปัญหาด้านเทคนิค วิธีการก่อสร้างโดยจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงและการควบคุมคุณภาพเป็นอันดับแรก ปัญหาด้านฝีมือแรงงาน เนื่องจากต้องเปลี่ยนแปลงให้แรงงานมีความเชื่อมั่นว่าระบบการก่อสร้างสามารถสร้างได้ตามแผนงานเป็นอันดับรองลงมา และจำนวนหลังที่จะทำการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่ทำการก่อสร้างน้อยกว่า 10 หลัง เศษของเหล็กจะไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด เกิดการสูญเสียวัสดุเกินกว่างบประมาณเป็นลำดับสุดท้ายตามลำดับ

จากประสบการณ์การใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ผู้ประกอบการคิดว่า โอกาสที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปจะเข้ามาแทนที่ระบบก่อสร้างแบบดั้งเดิมในอนาคตมีโอกาสสูง โดยให้เหตุผลว่าสามารถทำการก่อสร้างรวดเร็ว โดยที่ผู้ประกอบการจะต้องทำความเข้าใจกับผู้บริโภคให้มีความเชื่อมั่นในการก่อสร้างระบบนี้ และมีการวางแผนในการเตรียมแรงงานที่มีฝีมือให้ทำงานตรงตามมาตรฐาน

จบการสัมภาษณ์เวลา 11.30 น.

5.5.2 ผลการศึกษาจากการเข้าอยู่อาศัยหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

จากการศึกษาการเข้าอยู่อาศัยหลังการก่อสร้าง โดยทำการสัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัย ที่อาศัยอยู่ในบ้านที่ก่อสร้างด้วนระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา โดยทำการสัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว จำนวน 10 หลัง โครงการบ้านมณีแก้วจังหวัดชลบุรี วันที่30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 เริ่มเวลา 13.30 น.ถึงเวลา 18.00 น. และวันที่ 11 มกราคม พ.ศ.2546 เวลา 09.30 น ถึงเวลา 16.00 น. มีผลการศึกษาดังนี้

<u>ตอนที่ 1 ก่อนการเข้าอยู่อาศัยกลุ่มผู้อยู่อาศัยบ้านที่ทำการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา</u>

1. ประสบการณ์การอยูอาศัย ก่อนการเข้าอยู่อาศัยบ้านหลังนี้

ประเภทบ้านที่อยู่อาศัยเดิม	เปอร์เซ็นต์
บ้านเดี่ยว	20%
บ้านทาวเฮ้าส์	70%
คอนโดมิเนี่ยม	10%

2. ที่อยู่อาศัยเดิมของผู้อยู่อาศัย

ลักษณะบ้านที่อยู่อาศัยเดิม	เปอร์เซ็นต์
บ้านไม้	10%
ครึ่งตึกครึ่งไม้	10%
ตึกทั้งหลัง	80%

3. บุคคลที่มีผลต่อการเลือกตัดสินใจเลือกที่อยู่อาศัยมากที่สุดคือ

บุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่อยู่อาศัย	เปอร์เซ็นต์
ตัดสินใจเอง	20%
คู่ครอง	60%
บิดา มารดา	20%

4. ในการเลือกที่อยู่อาศัย ผู้อยู่อาศัยคำนึงถึง

เรื่องที่ผู้อยู่อาศัยคำนึงถึง	เปอร์เซ็นต์
พื้นที่ใช้สอย	20%
การจัดวางองค์ประกอบภายใน	50%
ราคา	30%

5. ความคิดเห็นทางด้านวัสดุก่อสร้างผนังบ้าน

วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังบ้าน	เปอร์เซ็นต์
ผนังก่ออิฐมอญ ฉาบปูน	70%
ผนังก่ออิฐมวลเบา ฉาบปูน	10%
ผนังคอนกรีตเสริมใยเหล็ก	20%

6. ระยะเวลาที่ผู้อยู่อาศัยต้องการจะเข้าอยู่ในที่อยู่อาศัยหลังจากซื้อ

ระยะเวลาที่ต้องการเข้าอยู่อาศัย	เปอร์เซ็นต์
2 เดือน	20%
4 เดือน	40%
1 เดือน	30%

7. ผู้อยู่อาศัยทั้งหมดไม่มีปัญหาในการชำระเงินดาวน์

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับที่อยู่อาศัยปัจจุบัน

8. การใช้ประโยชน์ในที่อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย

9. ผู้อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ทราบว่าที่อยู่อาศัยสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา

10. ผู้อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ทราบก่อนการปลูกสร้าง คือทราบช่วงเวลาก่อนการตัดสินใจซื้อ

11. ผู้แจ้งผู้อยู่อาศัยทราบว่าบ้านก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

ผู้แจ้งให้ผู้อยู่อาศัยทราบในเรื่องระบบการก่อสร้าง	เปอร์เซ็นต์
จากผู้ประกอบการ	10%
จากพนักงานขาย	70%
เห็นจากการก่อสร้างในโครงการ	20%

12. ผู้อยู่อาศัยมาตรวจความก้างหน้าของการก่อสร้างโดยส่วนใหญ่มาตรวจ

ระยะเวลาในการมาตรวจความก้าวหน้าการก่อสร้าง	เปอร์เซ็นต์
อาทิตย์ละครั้ง	20%
เดือนละครั้ง	60%
ไม่แน่นอน	20%

13. ความมั่นใจในความมั่นคงแข็งแรงของผู้อยู่อาศัยเมื่อทราบว่าบ้านก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

ความมั่นใจของผู้อยู่อาศัย	เปอร์เซ็นต์
มั่นใจ	30%
เฉยๆ	70%
มั่นใจมาก	0%

14. ระยะเวลาที่ได้อยู่อาศัยในบ้านหลังนี้

ระยะเวลาในการอยู่อาศัย	เปอร์เซ็นต์
1 ปี	20%
1 ปีครึ่ง	30%
2 ปี	50%

12. ขนาดที่ดินของผู้อยู่อาศัย ขนาด 50 ตารางวา
13. เป็นแบบบ้าน 2 ชั้น
17. ระดับราคาที่ซื้อ 1.6-2 ล้านบาท
18. ผู้อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ตอบว่ามีพื้นที่อยู่อาศัยเพียงพอ

19. ปัญหาที่พบของบ้านที่ทำการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาคือ

ปัญหาที่พบหลังการเข้าอยู่อาศัย	เปอร์เซ็นต์
ผนังบ้านเกิดรอยร้าว	60%
พื้นห้องน้ำรั่วซึม	20%
หลังคารั่วซึม	20%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 เกี่ยวกับลักษณะผู้อยู่อาศัย(หัวหน้าครอบครัว)

20. ผู้อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ เพศชาย
21. อายุ 30-50 ปี
22. สมรสแล้ว
23. การศึกษาระดับปริญญาตรี
24. ทำงานเป็นพนักงานบริษัท
25. จำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-6 คน
26. รายได้ของครอบครัว 50,000-100,000 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน

จบการสัมภาษณ์ เวลา 18.30 น.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์ผล สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ ในด้านต้นทุนค่าก่อสร้าง ปัญหาที่เกิดขึ้น กรรมวิธีในการออกแบบ การก่อสร้างอาคาร การเลือกระบบในการก่อสร้างของผู้ประกอบการ และจากการประเมินผู้อยู่อาศัยโดยลำดับการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

6.1 การวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้าง

การวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้างระหว่างระบบระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ที่มีการบันทึกต้นทุนในปี พ.ศ.2543 ส่วนการก่อสร้างระบบเดิมมีการบันทึกในปี พ.ศ. 2544 แยกประเภทตามหลักมาตรฐาน 3 หมวดใหญ่ คือหมวดงานโครงสร้าง, หมวดงานสถาปัตยกรรม และหมวดระบบประกอบอาคารซึ่งแยกย่อยเป็นหมวดไฟฟ้า และสุขาภิบาล โดยราคาค่าก่อสร้างไม่รวมค่าดำเนินการ และไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

เพื่อให้ราคาค่าก่อสร้างเป็นราคา ณ ปีฐานเดียวกันจึงปรับค่าของเวลาของการก่อสร้างระบบเดิมมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน(present value : PV) สามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

$$\text{การหามูลค่าปัจจุบัน (Present Value : PV)} = \frac{S \times 1}{(1+r)^n}$$

S : เงินรวมของการก่อสร้างระบบเดิม

r : อัตราดอกเบี้ย(มองปัจจุบันถึงอนาคต)คิดอัตราดอกเบี้ยปี พ.ศ.2544 = 6.5% *

* ค่า r (อัตราดอกเบี้ย) ที่มา : จากธนาคารแห่งประเทศไทย พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

n : จำนวนปี

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> มูลค่าปัจจุบันของค่าวัสดุงานโครงสร้างระบบเดิม

เงินรวมของค่าวัสดุงานโครงสร้าง = 126,620.20 บาท ณ ปี พ.ศ. 2544

มูลค่าเงินปัจจุบัน $= \frac{126{,}620.20 \times 1}{(1+0.065)^1} =$ 119,831.17 บาท ณ ปี พ.ศ. 2543

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> มูลค่าปัจจุบันของค่าก่อสร้างรวมการก่อสร้างระบบเดิม

เงินรวมของค่าก่อสร้าง = 545,025.75 บาท ณ ปี พ.ศ. 2544

มูลค่าปัจจุบัน $= \frac{5545{,}025.75 \times 1}{(1+0.065)^1} =$ 511,761.26 บาท ณ ปี พ.ศ. 2543

ตารางที่ 6-1 แสดงการสรุปต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบในปี พ.ศ. 2543

รายการ	โครงสร้างเสา-คานเหล็ก				ระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)			
	ราคาวัสดุ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)	%	ราคาวัสดุ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)	%
งานโครงสร้าง	126,116.25	67,508.73	193,625.00		119,6831.17	56,303.14	176,134.31	
สัดส่วน (%)	65.13 %	34.87 %	32.22 %		68.03 %	31.97 %	34.41 %	
ราคาส่วนต่าง					+6,288.08	+11,205.59	+17,409.67	
งานสถาปัตยกรรม	155,210.00	179,476.49	334,686.49		144,448.67	133,671.25	278,119.93	
สัดส่วน (%)	46.38 %	53.62 %	56.91 %		51.93 %	48.07 %	54.35 %	
ราคาส่วนต่าง					+10,716.33	+45,805.24	+56,566.56	
งานประกอบอาคาร	31,806.04	28,000.00	59,806.00		31,215.94	26,296.68	57,507.02	
สัดส่วน (%)	53.18 %	46.82 %	10.16 %		54.28 %	45.72 %	11.23 %	
ราคาส่วนต่าง					+590.10	+1,708.83	+ 2,298.98	
รวมทั้งหมด	313,132.27	274,985.22	588,117.45	100	295,495.79	216,265.47	511,761.26	100
ราคาส่วนต่างรวม (+ หมายถึงโครงสร้างเหล็กแพงกว่า) (- หมายถึงโครงสร้างเหล็กต่ำกว่า)					+17,594.51	+ 58,761.68	+76,356.19	
ราคาต่อตารางเมตร (135 ตร.ม.)	4,356.43 บาท/ตร.ม.				3,790.82 บาท/ตร.ม.			

* ที่มา : จากการวิจัย

** ราคานี้ไม่รวมค่าดำเนินการ และภาษีมูลค่าเพิ่ม

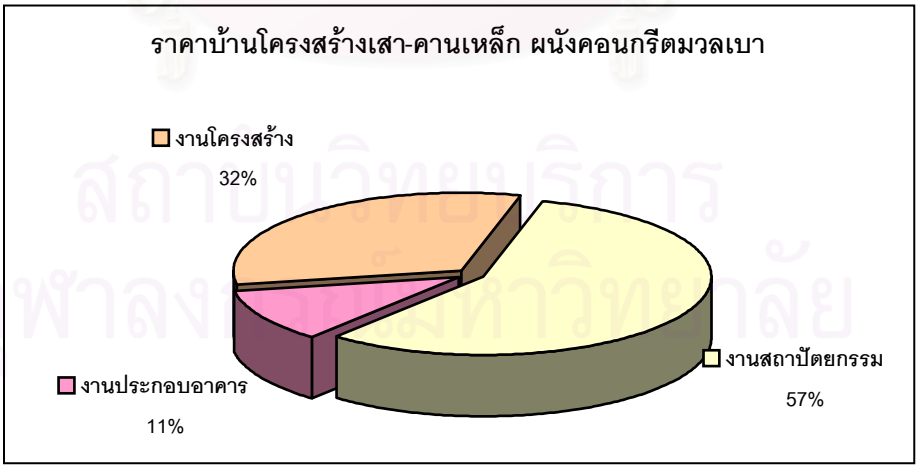
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.1 ต้นทุนค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

จากการศึกษาระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา จากแผนภูมิที่ 6-1 พบว่าราคาหมวดงานโครงสร้าง เท่ากับ 193,625.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.22 ราคาหมวดสถาปัตยกรรมเท่ากับ 334,686.49 บาท คิดเป็นร้อยละ 56.91 ส่วนราคาในระบบประกอบอาคารเท่ากับ 59,806.00 บาท คิดเป็นร้อยละ10.16 โดยผลรวมของราคาต้นทุนก่อสร้างรวมกับค่าแรงงานเท่ากับ 588,117.49 บาท ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดเป็นราคาก่อสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตรเท่ากับ 4,356.43 บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 6-2 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการ	**ราคา** (บาท)	**เปอร์เซ็นต์** (%)	**ราคาเฉลี่ย / ตร.ม.** (บาท / ตร.ม.)
งานโครงสร้าง	193,625.00	32.22	-
งานสถาปัตยกรรม	334,686.49	56.91	-
งานประกอบอาคาร	59,806.00	10.16	-
รวม	**588,117.45**	100	**4,356.43**



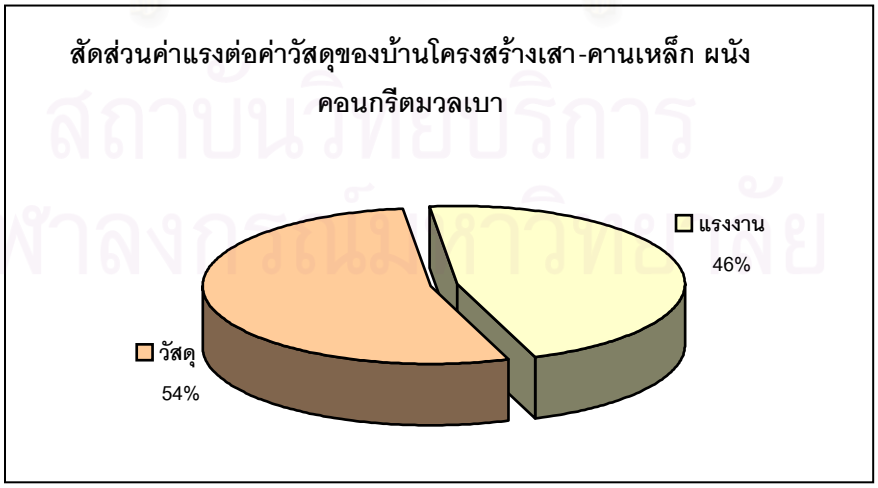
แผนภูมิที่ 6-1 ราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบโครงสร้างเสา – คานสำเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

6.1.2 ต้นทุนค่าแรงและค่าวัสดุก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

จากแผนภูมิที่ 6-2 ได้แสดงสัดส่วนค่าแรง และค่าวัสดุก่อสร้างจะได้ดังนี้ สามารถแยกเป็นค่าแรงโครงสร้างเท่ากับ 67,508.73บาท ค่าแรงงานสถาปัตยกรรมเท่ากับ 179,476.49 บาท ค่าแรงระบบประกอบอาคารเท่ากับ 28,000.00 บาท ค่าแรงรวมทั้งหมดเท่ากับ 274,985.22 บาท คิดเป็นร้อยละ46 ส่วนค่าวัสดุก่อสร้างงานโครงสร้างเท่ากับ 126,116.25 บาท ค่าวัสดุก่อสร้างสถาปัตยกรรมเท่ากับ 155,210.00, บาท ค่าวัสดุก่อสร้างงานระบบประกอบอาคารเท่ากับ 31,806.74 บาท โดยค่าวัสดุก่อสร้างรวมทั้งหมดเท่ากับ 331,427.33 บาท คิดเป็นร้อยละ 54

ตารางที่ 6-3 แสดงต้นทุนค่าแรงและค่าวัสดุก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการ	**ราคาค่าแรง** (บาท)	**ราคาค่าวัสดุ** (บาท)
งานโครงสร้าง	67,508.73	126,116.25
งานสถาปัตยกรรม	179,476.49	155,210.00
งานประกอบอาคาร	28,000.00	31,806.04
รวม	**274,985.22**	**313,132.27**
คิดเป็นสัดส่วน (%)	46%	54%



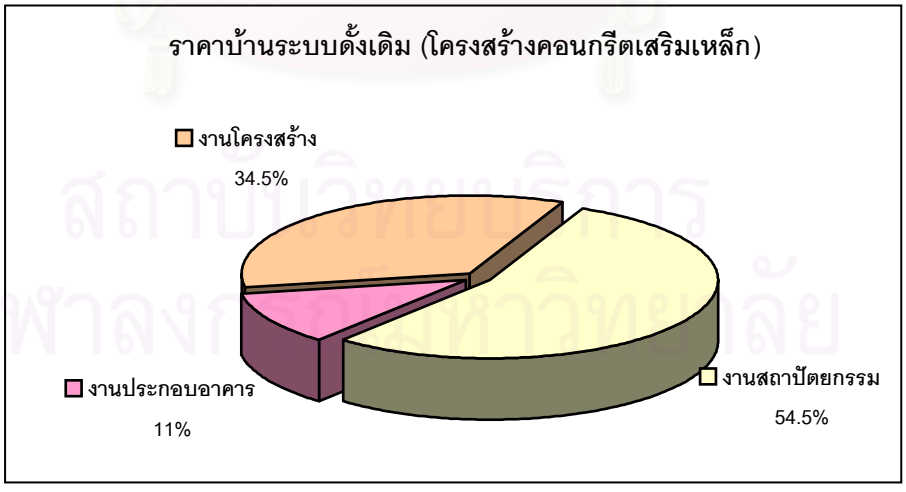
แผนภูมิที่ 6-2 ราคาค่าแรงงานต่อวัสดุของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

6.1.3 ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

จากการศึกษาพบว่าการก่อสร้างระบบเดิมจากแผนภูมิที่ 6-3 พบราคาหมวดงานโครงสร้างเท่ากับ 176,134.31 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.5 ราคาหมวดสถาปัตยกรรมเท่ากับ 278,119.93 บาท คิดเป็นร้อยละ 54.5 ราคาในหมวดระบบประกอบอาคารเท่ากับ 57,507.02 บาท คิดเป็นร้อยละ11 โดยผลรวมของราคาต้นทุนก่อก่อสร้างรวมกับค่าแรงงานเท่ากับ 511,761.26 บาท ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม คิดเป็นราคาก่อสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตรเท่ากับ 3,790.82 บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 6-4 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

รายการ	**ราคา** (บาท)	**เปอร์เซ็นต์** (%)	**ราคาเฉลี่ย / ตร.ม.** (บาท / ตร.ม.)
งานโครงสร้าง	176,134.31	34.5	-
งานสถาปัตยกรรม	278,119.93	54.5	-
งานประกอบอาคาร	57,507.02	11.0	-
รวม	**511,761.26**	100	**3,790.82**



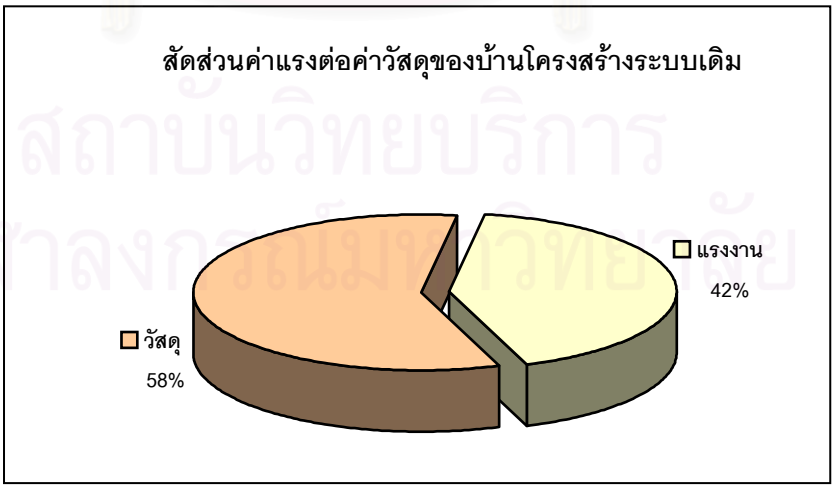
แผนภูมิที่ 6-3 ราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

6.1.4 ต้นทุนค่าแรง และค่าวัสดุก่อสร้าง ระบบเดิม

จากแผนภูมิ 6-4 ได้แสดงสัดส่วนค่าแรง และค่าวัสดุก่อสร้างจะได้ดังนี้ สามารถแยกเป็นค่าแรงงานโครงสร้างเท่ากับ 56,303.14 บาท ค่าแรงงานสถาปัตยกรรมเท่ากับ 133,671.25 บาท ค่าแรงงานระบบประกอบอาคารเท่ากับ 26,296.68 บาท ค่าแรงรวมกันทั้งหมดเท่ากับ 216,265.47 บาท คิดเป็นร้อยละ 42 ส่วนค่าวัสดุก่อสร้างโครงสร้างเท่ากับ 119,831.17 บาท ค่าวัสดุก่อสร้างสถาปัตยกรรมเท่ากับ 144,448.67 บาท ค่าวัสดุก่อสร้างงานระบบประประกอบอาคารเท่ากับ 31,215.94 บาท โดยค่าวัสดุก่อสร้างรวมทั้งหมดเท่ากับ 295,495.79 บาท คิดเป็นร้อยละ 58

ตารางที่ 6-5 แสดงต้นทุนค่าแรง และค่าวัสดุก่อสร้างระบบเดิม

รายการ	**ราคาค่าแรง** (บาท)	**ราคาค่าวัสดุ** (บาท)
งานโครงสร้าง	56,303.14	119,831.17
งานสถาปัตยกรรม	133,671.25	144,448.67
งานประกอบอาคาร	26,296.68	31,215.94
รวม	**216,265.47**	**295,495.79**
คิดเป็นสัดส่วน (%)	42%	58%



แผนภูมิที่ 6-4 ราคาค่าแรงงานต่อวัสดุของบ้านระบบดั้งเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก)

6.1.5 การเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กับการก่อสร้างระบบเดิม

1.) เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบระบบโครงสร้างระบบเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดงานต่าง ๆ ที่ได้จำแนกไว้ดังนี้ หมวดโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 17,409.67 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.88 หมวดสถาปัตยกรรมมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 56,566.56 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.33 และหมวดระบบประกอบอาคารมีการเปลี่ยนแปลงราคาใกล้เคียงกัน

ต้นทุนค่าก่อสร้าง ของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา
สูงกว่าบ้านระบบเดิม = 76,356.19 บาท คิดเป็นร้อยละ 14.92 %

จากการเก็บข้อมูลนำผลมาวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบ นำมาหาค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ ใช้สอย 135 ตารางเมตร จะได้ราคาค่าก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา เท่ากับ 4,356.43 บาทต่อตารางเมตร สำหรับราคาค่าก่อสร้างระบบเดิมเท่ากับ 3,790.82 บาท ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบผลของราคาก่อสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตรทั้ง 2 ระบบ โดยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตร เพิ่มขึ้นจากการก่อสร้างระบบเดิม เท่ากับ **556.60 บาท / ตารางเมตร**

2.) เปรียบเทียบค่าแรงงานก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ค่าแรงงานก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดงานต่างๆ ที่ได้จำแนกไว้ดังนี้ ค่าแรงงานหมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา เท่ากับ 67,508.73 บาท ส่วนค่าแรงงานหมวดงานโครงสร้างระบบเดิม เท่ากับ 56,303.14บาท ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าค่าแรงงานในหมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เท่ากับ 11,205.51บาท คิดเป็นร้อยละ 19.90 ค่าแรงงานหมวดงานสถาปัตยกรรมมีค่าแรงเพิ่มขึ้น 45,805.24 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.26 และค่าแรงงานหมวดงานระบบประกอบอาคาร มีการเปลี่ยนแปลงราคาใกล้เคียงกัน

ค่าแรงงานก่อสร้าง ของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา
สูงกว่าบ้านระบบเดิม = 58,761.68 บาท คิดเป็นร้อยละ 27.17 %

3.) เปรียบเทียบค่าวัสดุก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ค่าวัสดุก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบระบบโครงสร้างเสา – คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบากับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดงานต่าง ๆ ที่ได้จำแนกไว้ดังนี้ ค่าวัสดุก่อสร้างหมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา – คานเหล็ก เท่ากับ 126,116.25บาท ส่วนค่าวัสดุก่อสร้างหมวดงานโครงสร้างระบบเดิมเท่ากับ119,831.17 บาท ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าค่าวัสดุก่อสร้างในหมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา – คานเหล็กมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เท่ากับ 6,288.68 บาท คิดเป็นร้อยละ 5.24 ส่วนค่าวัสดุก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมมีราคาเพิ่มขึ้น 10,761.33 บาท คิดเป็นร้อยละ 7.45 และค่าวัสดุก่อสร้างหมวดงานระบบประกอบอาคาร มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน

ค่าวัสดุก่อสร้าง ของบ้านระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา
ต่ำกว่าบ้านระบบเดิม = 17,594.51 บาท คิดเป็นร้อยละ 5.95 %

จากผลการวิเคราะห์ที่มีการเปลี่ยนแปลงราคาในหมวดงานได้แก่ งานส่วนโครงสร้าง และงานในหมวดสถาปัตยกรรม ส่วนหมวดงานระบบประกอบอาคาร คืองานประปา และไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงราคาที่ใกล้เคียงกัน สรุปเป็นลำดับได้ดังนี้

1. ต้นทุนงานโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงราคาของระบบโครงสร้างเสา – คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาจากระบบเดิมเพิ่มขึ้นไม่มาก เนื่องจากทางผู้ประกอบการได้ทำการจัดซื้อเหล็กรูปพรรณในปริมาณที่ใช้ทั้งโครงการประมาณ 3,000 ตัน สำหรับการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2ชั้น บ้านแฝด2ชั้น ทาวเฮาสท์2ชั้น บ้านเดี่ยวชั้นเดียว บ้านแฝดชั้นเดียว จำนวนรวม 300 หน่วย ราคาค่าเหล็กรูปพรรณสำหรับโครงสร้างอาคารจึงมีราคาที่สามารถไกล้เคียงกับโครงสร้างระบบเดิมได้

2. ค่าแรงงานก่อสร้างของระบบโครงสร้างเสา – คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เนื่องจากในงานโครงสร้างระบบสำโครงเหล็กใช้แรงงานที่มีทักษะการทำงานเฉพาะ โดยที่การติดตั้งระบบโครงสร้างเสา - คานเหล็ก 1 หลัง ใช้แรงงานในการเชื่อมไฟฟ้า รวมทั้งการใช้แรงงานของช่าง ผู้ช่วยช่าง ยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้ง แทนการใช้รถยกเครนล้อยาง เนื่องจากชิ้นส่วนของเหล็กมีน้ำหนักไม่มาก และเป็นการก่อสร้างที่มีความสูงเพียง 3.00-6.00 เมตร

3. หมวดงานสถาปัตยกรรม มีการเปลี่ยนแปลงราคาเพิ่มขึ้น สาเหตุเนื่องมาจากระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กมีการใช้วัสดุผนังคอนกรีตมวลเบาเมื่อเทียบกับการก่อด้ายอิฐระบบเดิมจะมีราคาที่สูงกว่า 15-20% ใช้เคมีประสานระหว่างเหล็กกับผนังก่อ เพิ่มงานในส่วนเสริมอิฐปิดร่องของปีกเหล็กเสา-คานให้เต็มแล้วทำการฉาบให้มีพื้นผิวเช่นเดียวกับเสาคานระบบเดิม

<u>สรุป</u> ผลการวิเคราะห์ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงราคาในหมวดต่าง ๆของแต่ละระบบได้แสดง ราคาต้นทุนของค่าก่อสร้างโดยรวมทั้งหมดระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีราคาสูงกว่าการก่อสร้างระบบเดิมเท่ากับ 76,356.18 บาท ราคาดังกล่าวไม่รวมค่าดำเนินการ ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม เฉลี่ยราคาต่อตารางเมตรสูงกว่าระบบเดิม 565.60 บาท/ตารางเมตร

6.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระยะเวลาในการก่อสร้างมีปัจจัยที่จะต้องศึกษาเป็นอย่างมาก เช่น เวลาทำงานต้องเท่ากัน คนงานจะต้องมีทักษะเหมือนกัน เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างนั้นมีข้อจำกัดมาก ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ คำนวณระยะเวลาการก่อสร้างโดยใช้สัดส่วนระยะเวลาที่ได้จากการเก็บบันทึกของบ้านทั้ง 2 ระบบมาเปรียบเทียบกัน (ระยะเวลาการก่อสร้างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นระยะเวลาที่ทางโครงการเก็บจากทำงานก่อสร้างจริงไม่มีการหยุดการก่อสร้าง)

6.2.1 ระยะเวลาก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

ระยะเวลาการก่อสร้างจริงของระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา แยกตามประเภทหมวดงานต่างๆ ไว้ดังนี้ ระยะเวลาหมวดงานโครงสร้างเท่ากับ 39 วัน ระยะเวลาหมวดงานสถาปัตยกรรมเท่ากับ 60 วัน ระยะเวลาหมวดระบบประกอบอาคา ในการทำงานจะทำไปพร้อมกับหมวดของงานสถาปัตยกรรม ซึ่งระยะเวลาการก่อสร้างรวมทั้งหมดเท่ากับ 90 วัน (ประมาณ 3 เดือน) และจะหยุดในวันถัดไปที่มีการจ่ายค่าแรงทุกวันที่ 15 และ 30 ของทุกเดือน

6.2.2 ระยะเวลาก่อสร้างระบบเดิม

ระยะเวลาการก่อสร้างจริงของระบบเดิมแยกตามประเภทหมวดงานต่าง ๆไว้ดังนี้ ระยะเวลาหมวดงานโครงสร้างเท่ากับ 60 วัน ระยะเวลาหมวดงานสถาปัตยกรรมเท่ากับ 67 วันระยะเวลาหมวดระบบประกอบอาคารจะทำไปพร้อมกับหมวดงานสถาปัตยกรรม ซึ่งระยะเวลาการก่อสร้างรวมทั้งหมดเท่ากับ 135 วัน (ประมาณ 4 1/2 เดือน)

จากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา มีระยะเวลาการก่อสร้างลดลงจากระบบเดิม เท่ากับ 45 วัน

ตารางที่ 6-6 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบ

ลำดับที่	รายการ	เดือน 1				เดือน 2				เดือน 3				เดือน 4				เดือน 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	งานดิน ผังบริเวณ และฐานราก																				
2.	งานโครงสร้างเสาคานคอนกรีต																				
3.	งานโครงสร้างพื้น เสากลม																				
4.	งานโครงสร้างหลังคาเหล็ก																				
5.	งานก่อผนังและพื้นผิว																				
6.	งานประตูหน้าต่างไม้																				
7.	งานหลังคาฝ้าภายนอก																				
8.	งานกระเบื้องเซรามิค																				
9.	งานกระจกอลูมิเนียม																				
10.	งานฝ้าเพดานภายใน																				
11.	งานบันได-ทาสีน้ำมันโครงสร้าง																				
12.	งานสี+ขัดทายูนิเทนบันได																				
13.	งานปาเก้ 46.50 ตารางเมตร																				
14.	งานติดบัวเชิงผนัง 30 เมตร																				
15.	งานประปาสุขาภิบาล สุขภัณฑ์																				
16.	งานไฟฟ้า																				
	รวมทั้งสิ้น	**ระบบโครงสร้างเหล็ก**								**12 สัปดาห์ (3 เดือน)**											
		ระบบเดิม								**18 สัปดาห์ (4 1/2 เดือน)**											

* ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง ร่วมกับการวิจัย

** หมายเหตุ : ——— ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

····· ระยะเวลาการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

6.2.3 การเปรียบเทียบสรุประยะเวลาการก่อสร้างบ้านแยกตามหมวดงานต่าง ๆ

จากตารางที่ 6-6 สามารถสรุปได้ว่าการก่อสร้างบ้าน 1 หลัง ด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างทั้งสิ้นประมาณ 90 วัน (3 เดือน) ส่วนการก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก) ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างทั้งสิ้น 135 วัน (4 ½ เดือน) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่า การก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิม คิดเป็นร้อยละ 33

ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ใช้เวลาน้อยกว่าบ้านระบบเดิม = 33 %

<u>งานโครงสร้าง</u>

ตารางที่ 6-7 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างงานโครงสร้างแยกตามหมวดงานของทั้ง 2 ระบบ

รายการ	ระยะเวลา	
	บ้านระบบ โครงสร้างเหล็ก	บ้านระบบ คอนกรีตเสริมเหล็ก
1. **งานระบบฐานราก** - งานวางผัง , วางหมุดเสาเข็ม - งานขุดดิน - งานคอนกรีตหยาบ - งานผูกเหล็ก - งานเทคอนกรีตโครงสร้าง - งานกลบหน้าดิน	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์
2. **งานโครงสร้างหลักของอาคาร** - งานโครงสร้างเสา-คาน - งานวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป - งานเทคอนกรีตทับหน้าแผ่นพื้น	2 สัปดาห์	6 สัปดาห์
3. **งานหลังคา** - งานเชื่อมประกอบโครงสร้างหลังคา - งานทาสีโครงหลังคา - งานมุงกระเบื้องหลังคา	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์

ตารางที่ 6-7 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างแยกตามหมวดงานของทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

รายการ	ระยะเวลา	
	บ้านระบบ ระบบโครงสร้างเหล็ก	บ้านระบบ คอนกรีตเสริมเหล็ก
1. **งานตกแต่ง และงานระบบต่างๆ** - งานก่ออิฐ - งานวางท่อระบบไฟฟ้า, ประปา - งานฉาบปูนภายใน , ภายนอก - งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ - งานปูวัสดุตกแต่งพื้น - งานติดตั้งสุขภัณฑ์ - งานฝ้าเพดาน - งานทาสีภายใน , ภายนอก - งานติดตั้งประตู , หน้าต่างและอุปกรณ์ - งานติดตั้งอุปกรณ์ประปา , ไฟฟ้า	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์
รวม	12 **สัปดาห์**	18 **สัปดาห์**
	3 เดือน	**4½ เดือน**

6.2.4 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการก่อสร้าง

จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าระบบเดิม 6 สัปดาห์ โดยขั้นตอนของการก่อสร้างที่สามารถลดระยะเวลาได้คือ

1. ระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก งานจัดเตรียมชิ้นส่วนเสา-คาน สามารถดำเนินการนอกพื้นที่ก่อสร้างควบคู่กับงานฐานรากได้

2. การประกอบติดตั้งเสา-คานเหล็กด้วยการเชื่อมไฟฟ้า ลดขั้นตอนการทำงานระบบเดิมที่มีขั้นตอนการทำงานในพื้นที่การก่อสร้างทั้งงานไม้แบบ เหล็กเสริม และการหล่อคอนกรีตในที่

3. ลดขั้นตอนการก่อสร้างที่จะต้องรองาน สามารถทำงานที่ต่อเนื่องได้ เช่น งานวางแผ่นพื้นสำเร็จและหล่อคอนกรีตพื้นชั้นล่าง งานก่อผนังอาคารที่ไม่ต้องรอการถอดไม้แบบ

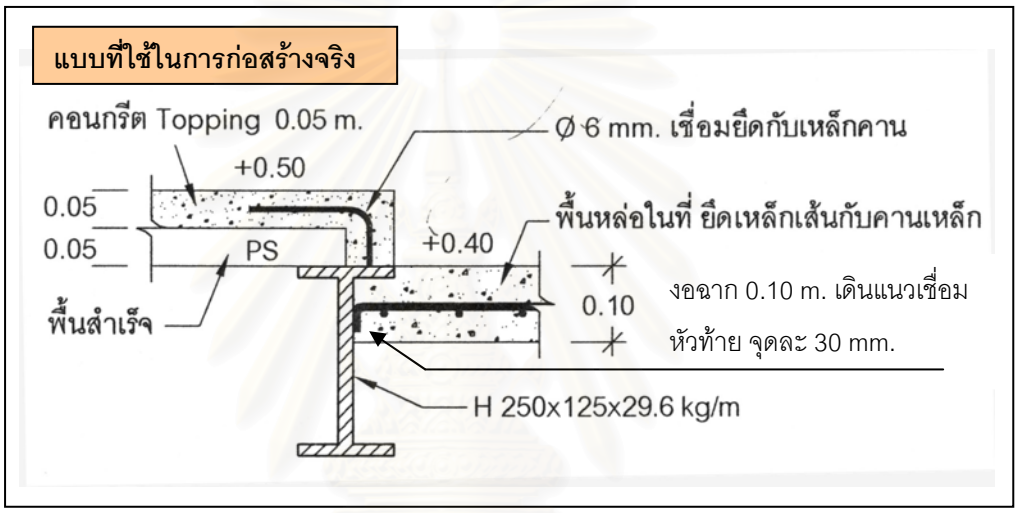
4. ขั้นตอนการทำงานที่มีลำดับขั้นเพิ่มขึ้นคือ การปิดร่องปีกเสา-คานเหล็ก และการทาเคมีประสานรอยต่อ และการปิดลวดกงไก่รอบเนื้อเหล็กก่อนงานจับเซี้ยม

5. งานก่อผนังอาคารชั้นบน ระบบเดิมมีระยะเวลาใกล้เคียงกันกับการก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา อันเนื่องมาจาก คานชั้นหลังคาไม่มีการหล่อคอนกรีต เป็นการใช้โครงสร้างเหล็กเช่นเดียวกัน ไม่ต้องรอการถอดไม้แบบและค้ำยัน จึงช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างลงได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์

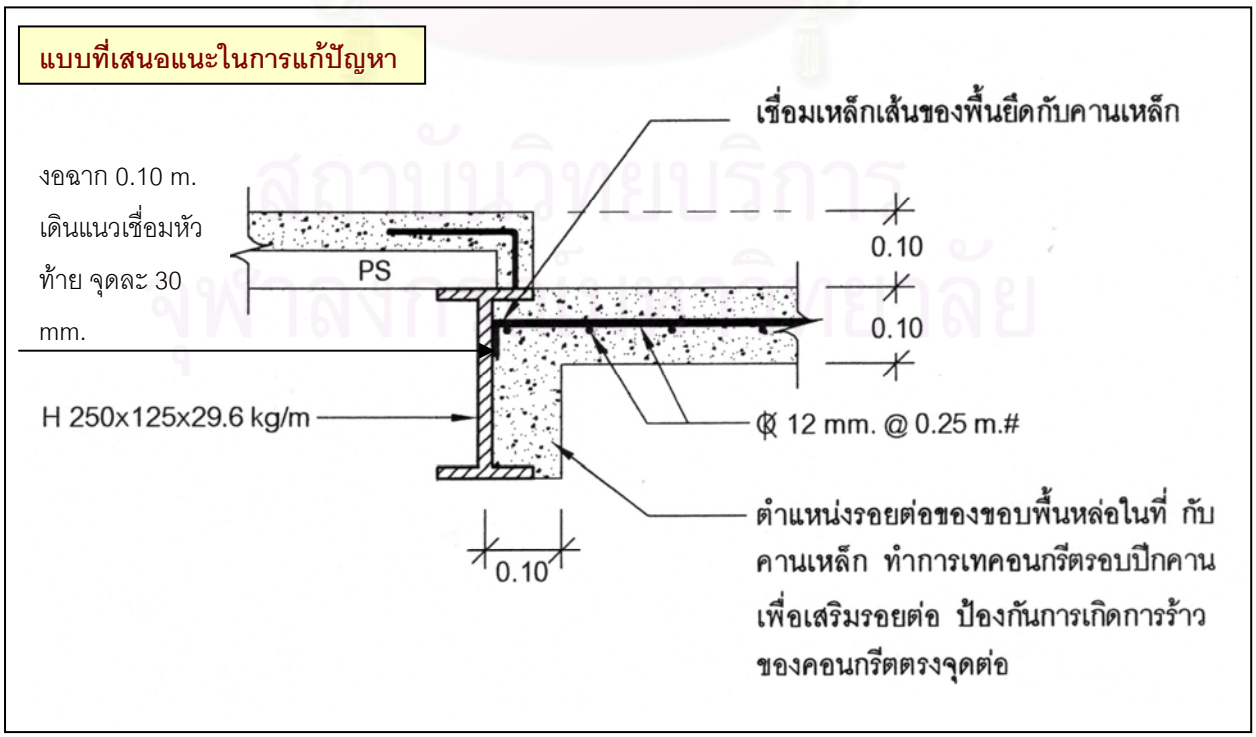
6.3 การวิเคราะห์ผลด้านปัญหาการก่อสร้าง

จากผลการศึกษานำมาวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าปัญหาการก่อสร้างด้วยระบบกึ่งสำเร็จโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีปัญหาหลักอยู่ 2 ประเด็นใหญ่ คือ ปัญหาจากกรรมวิธีการก่อสร้าง และปัญหาจากการศึกษาบ้านที่มีผู้อยู่อาศัยแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลในรูปของแบบแสดงรายละเอียดการก่อสร้างดังต่อไปนี้

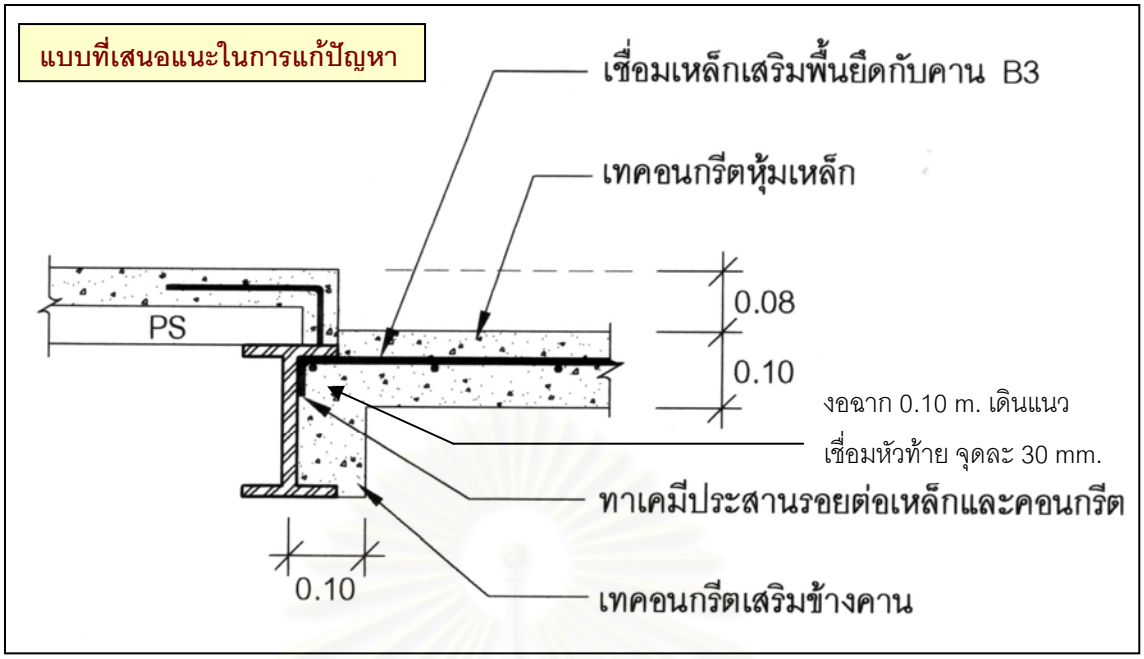
6.3.1 การป้องกันการรั่วซึมของพื้นห้องน้ำ จากการศึกษามีปัญหาการรั่วซึมในตำแหน่งรอยต่อเหล็กและคอนกรีตพื้น (ดังภาพที่ 6-1) ผู้วิจัยจึงเสนอแบบแสดงการแก้ไขเพื่อป้องกันปัญหานี้ (ดังภาพที่ 6-2 และ6-3)



ภาพที่ 6-1 แบบขยายแสดงรอยต่อโครงสร้างพื้นห้องน้ำของหน้างานจริง (มาตราส่วน 1:25)

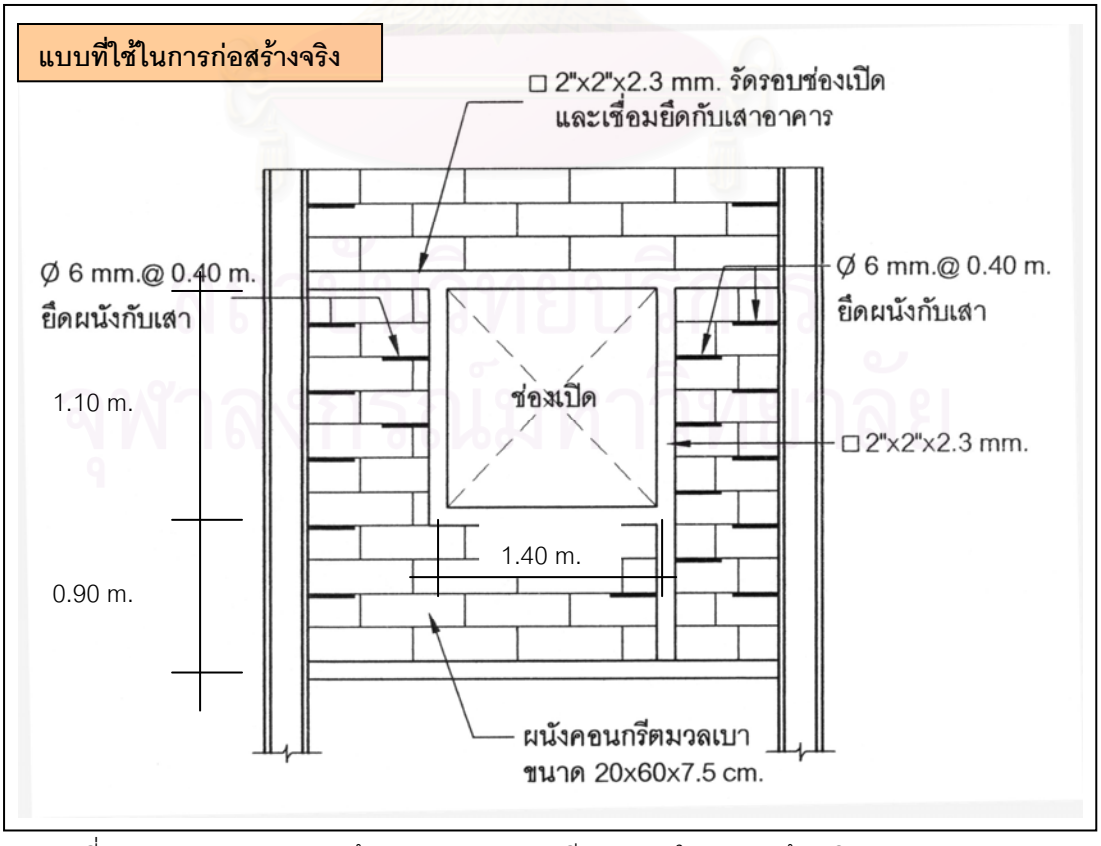


ภาพที่ 6-2 แบบขยายแสดงพื้นห้องน้ำที่ผู้วิจัยเสนอแนะ โดยการเพิ่มความหนาคอนกรีตข้างคานเหล็ก (มาตราส่วน 1:25)

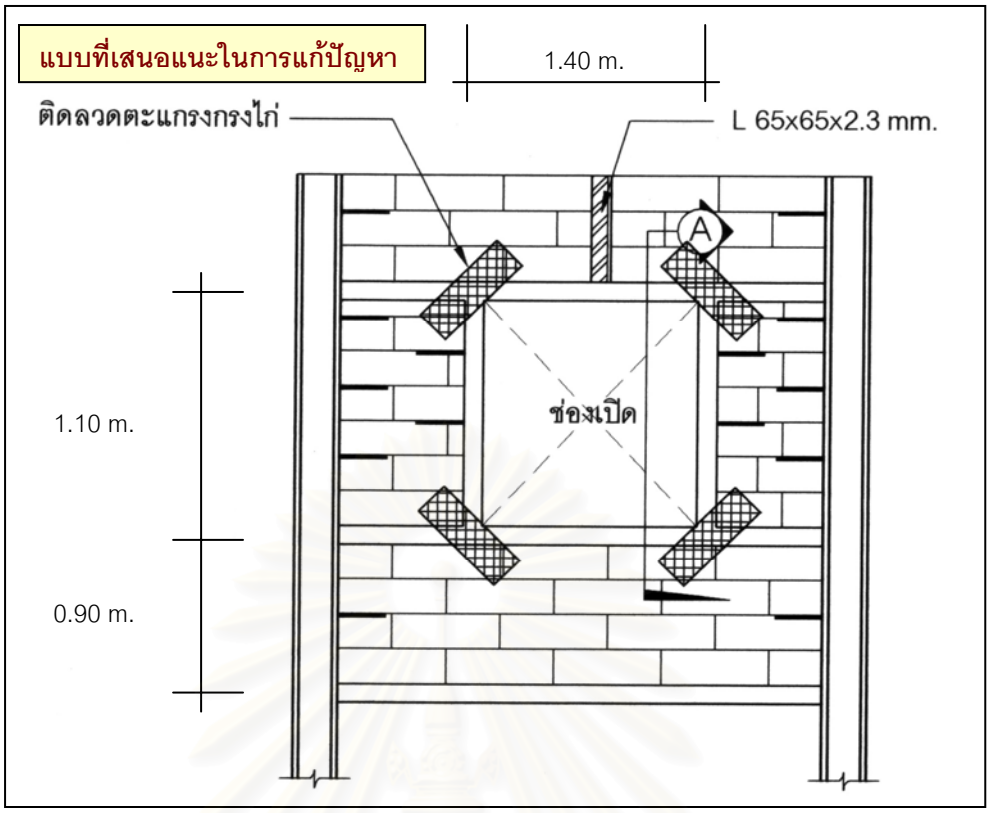


ภาพที่ 6-3 แบบขยายแสดงพื้นห้องน้ำที่ผู้วิจัยเสนอแนะ โดยการเพิ่มความหนาคอนกรีตข้างคาน และยกระดับพื้นสูงกว่าปีกเหล็กคาน (มาตราส่วน 1:10)

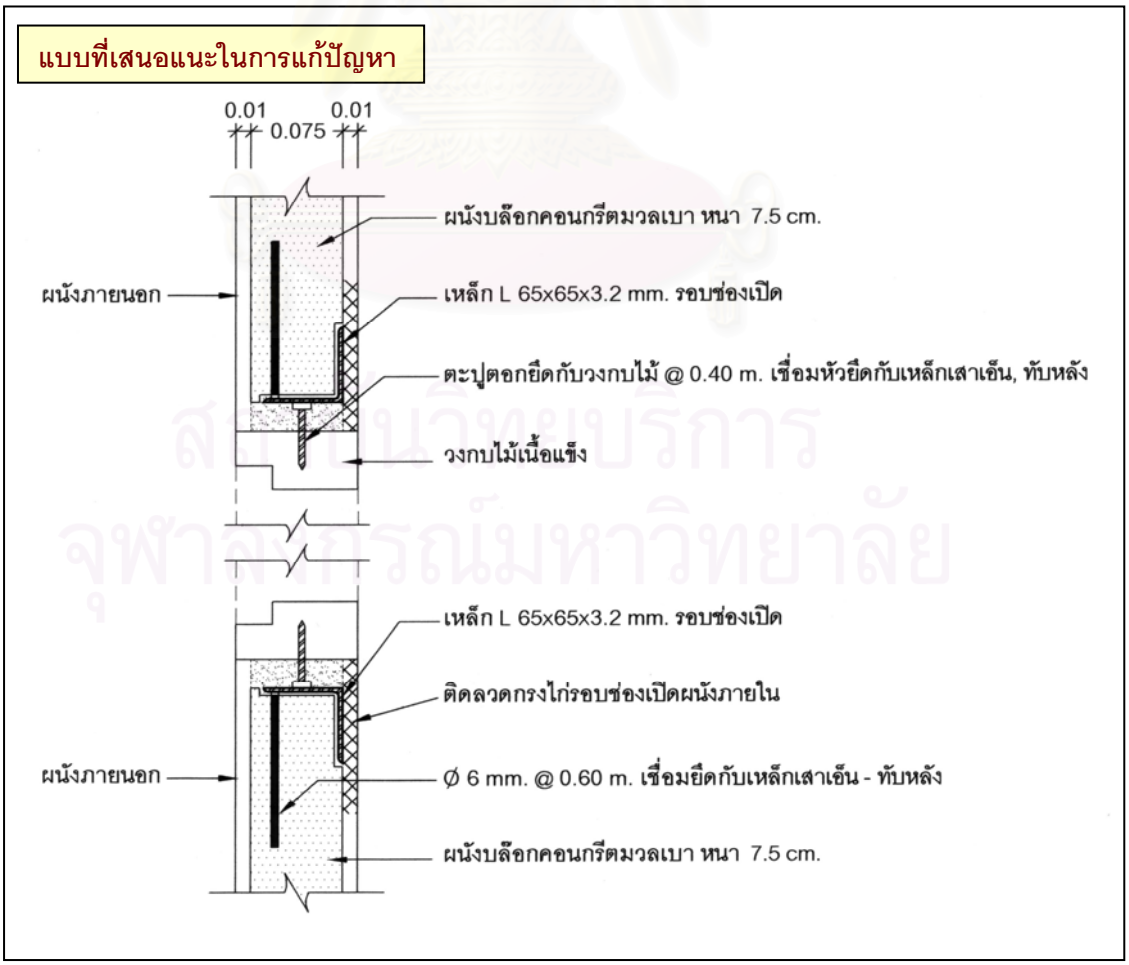
6.3.2 การป้องกันปัญหาการร้าวของผนังรอบช่องเปิดประตูหน้าต่าง จากการศึกษาการเสริมเสาเอ็นทับหลังด้วยเหล็ก ขนาด 2”x2” หนา 2.3 mm. เมื่อเกิดการยืดหดตัวของเหล็กและปูนฉาบที่มีความแตกต่างกัน จะก่อให้เกิดการร้าวได้ ผู้วิจัยจึงเสนอให้เปลี่ยนการเสริมเหล็กเป็น L65x65 หนา3.2mm(ดังภาพที่ 6-5)และตามแบบขยายรูปตัด A-A (ดังภาพที่6-6)



ภาพที่ 6-4 แบบขยายแสดงรูปด้านการก่อผนังคอนกรีตมวลเบาในการก่อสร้างจริง (มาตราส่วน 1:25)

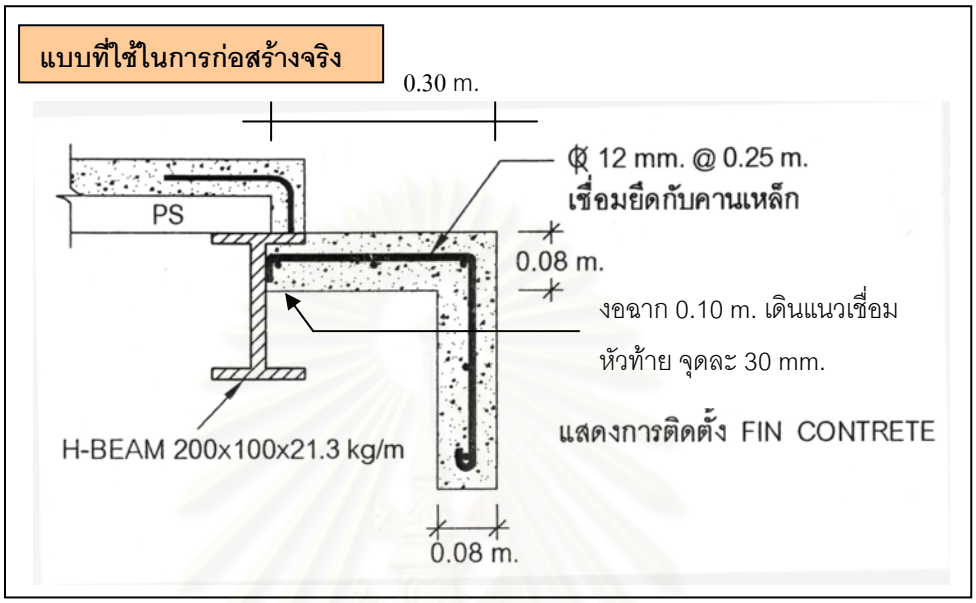


ภาพที่ 6-5 แบบเสนอแนะแสดงการเสริมลวดกรงไก่บริเวณมุมทั้ง4 ของเหล็กเสาเอ็นทับหลัง แก้ปัญหาการแตกร้าวบริเวณมุมหน้าต่าง (มาตราส่วน 1:25)

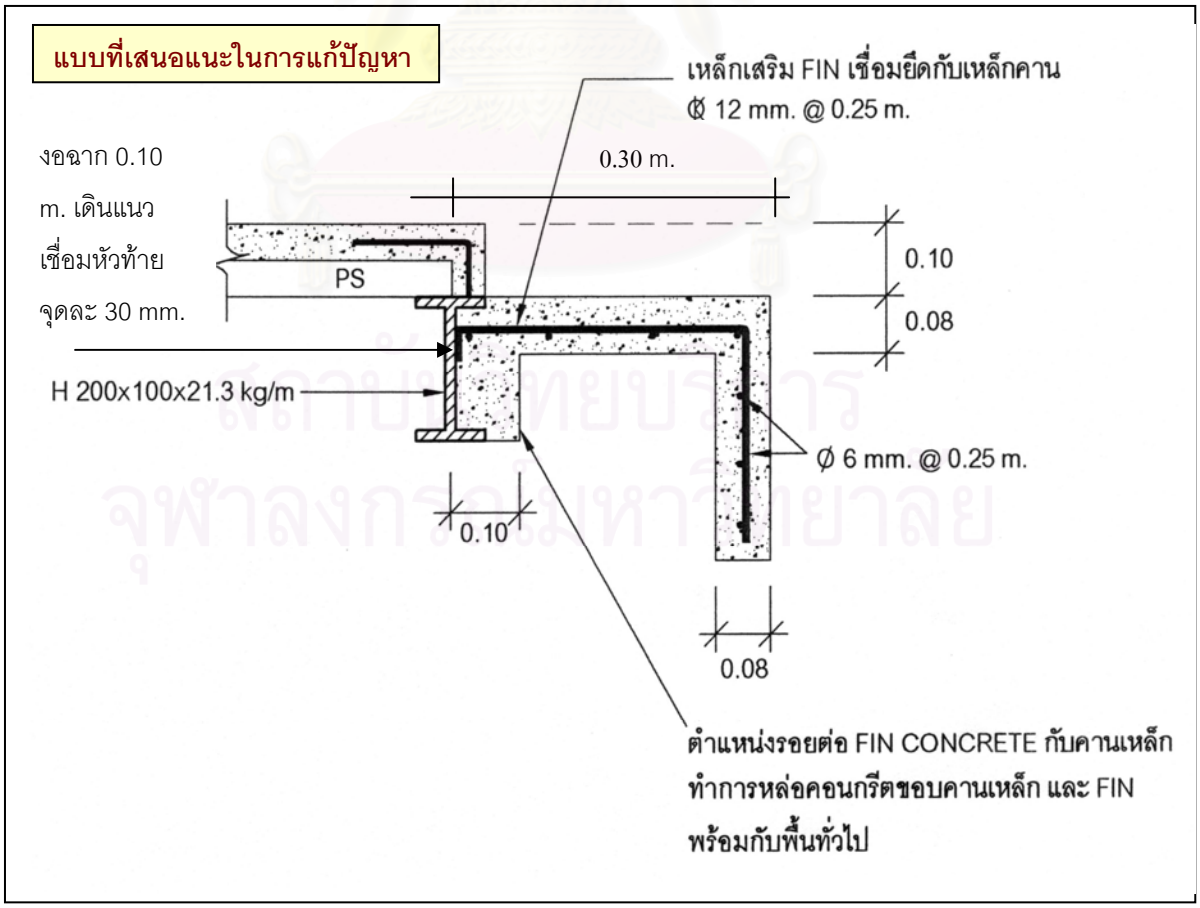


ภาพที่ 6-6 แบบรูปตัดเสนอแนะการเสริมเหล็กเสาเอ็นทับหลัง (มาตราส่วน 1:5)

6.3.3 **การก่อสร้างแผงคอนกรีตรอบอาคาร** จากการศึกษาโครงการได้เสริมเหล็กและเทคอนกรีตแผงคอนกรีต (ดังภาพที่ 6-7) ผู้วิจัยเสนอแนะให้เพิ่มความหนาคอนกรีตเพื่อป้องกันการรั่วซึมตำแหน่งรอยต่อ (ดังภาพที่ 6-8)

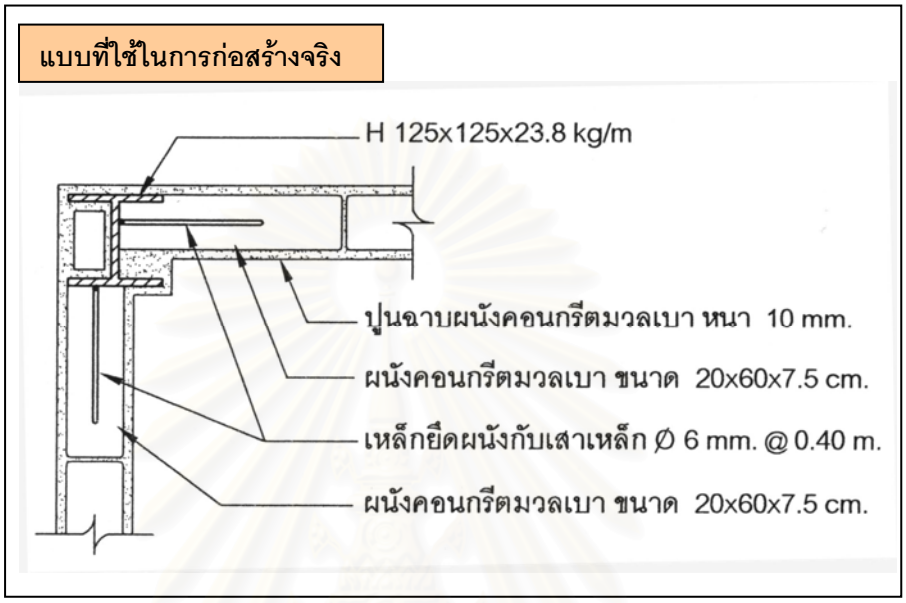


ภาพที่ 6-7 แบบขยายแสดงรอยต่อการติดตั้งแผงคอนกรีตในการก่อสร้างจริง (มาตราส่วน 1:25)

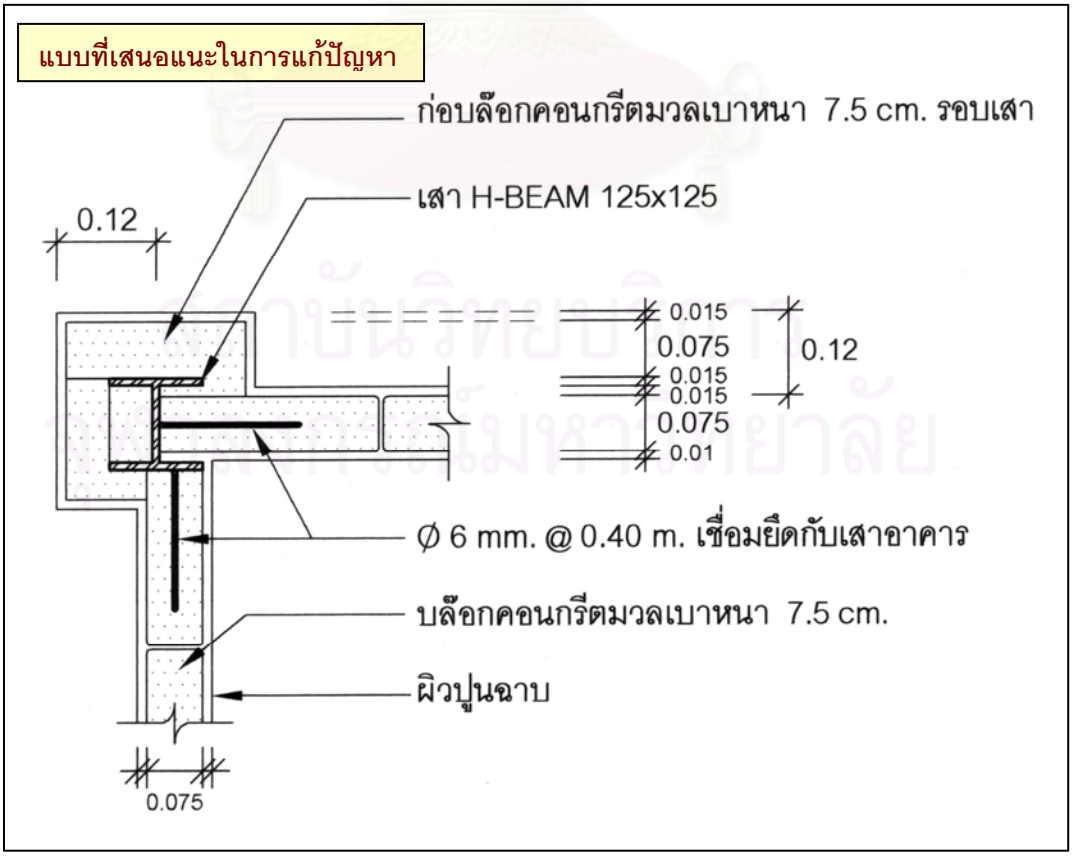


ภาพที่ 6-8 แสดงแบบก่อสร้างแผงคอนกรีตที่ผู้วิจัยเสนอแนะ (มาตราส่วน 1:25)

6.3.4 **การป้องกันปัญหาการร้าวของปูนฉาบรอบเสา-คานเหล็ก** และการป้องกันไฟ ผู้วิจัยขอเสนอแบบแสดงรายละเอียดการก่อสร้างตำแหน่งเสาคานเหล็ก โดยการก่อหุ้มรอบ (ดังภาพที่ 6-10) เพื่อไม่เกิดการหลุดร่อนของปูนฉาบ และป้องกันไฟมากกว่า 2 ชั่วโมงด้วยบล็อกคอนกรีตมวลเบา

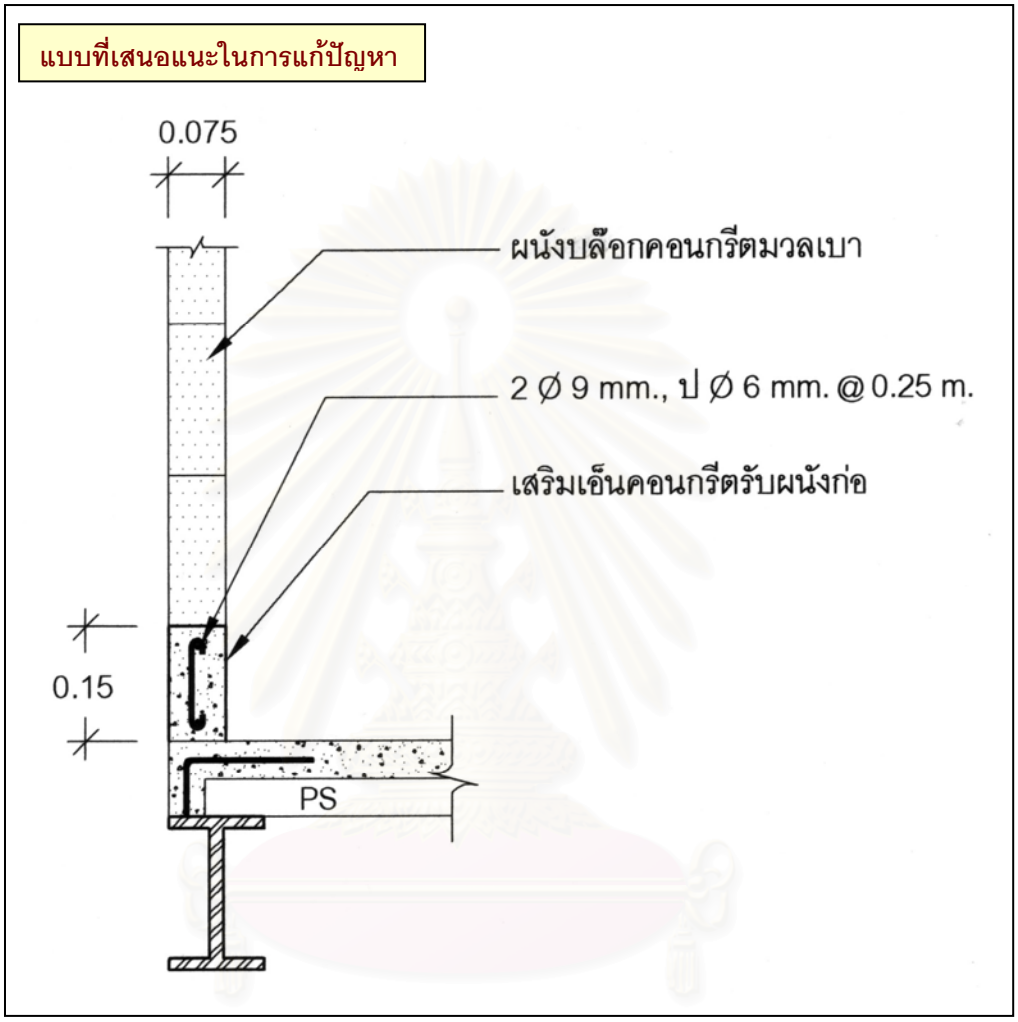


ภาพที่ 6-9 แบบขยายแสดงรอยต่อผนังคอนกรีตมวลเบากับเสาเหล็กในการก่อสร้างจริง (มาตราส่วน 1:25)



ภาพที่ 6-10 แบบเสนอแนะแสดงการก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบารอบเสาเหล็ก (มาตราส่วน 1:10)

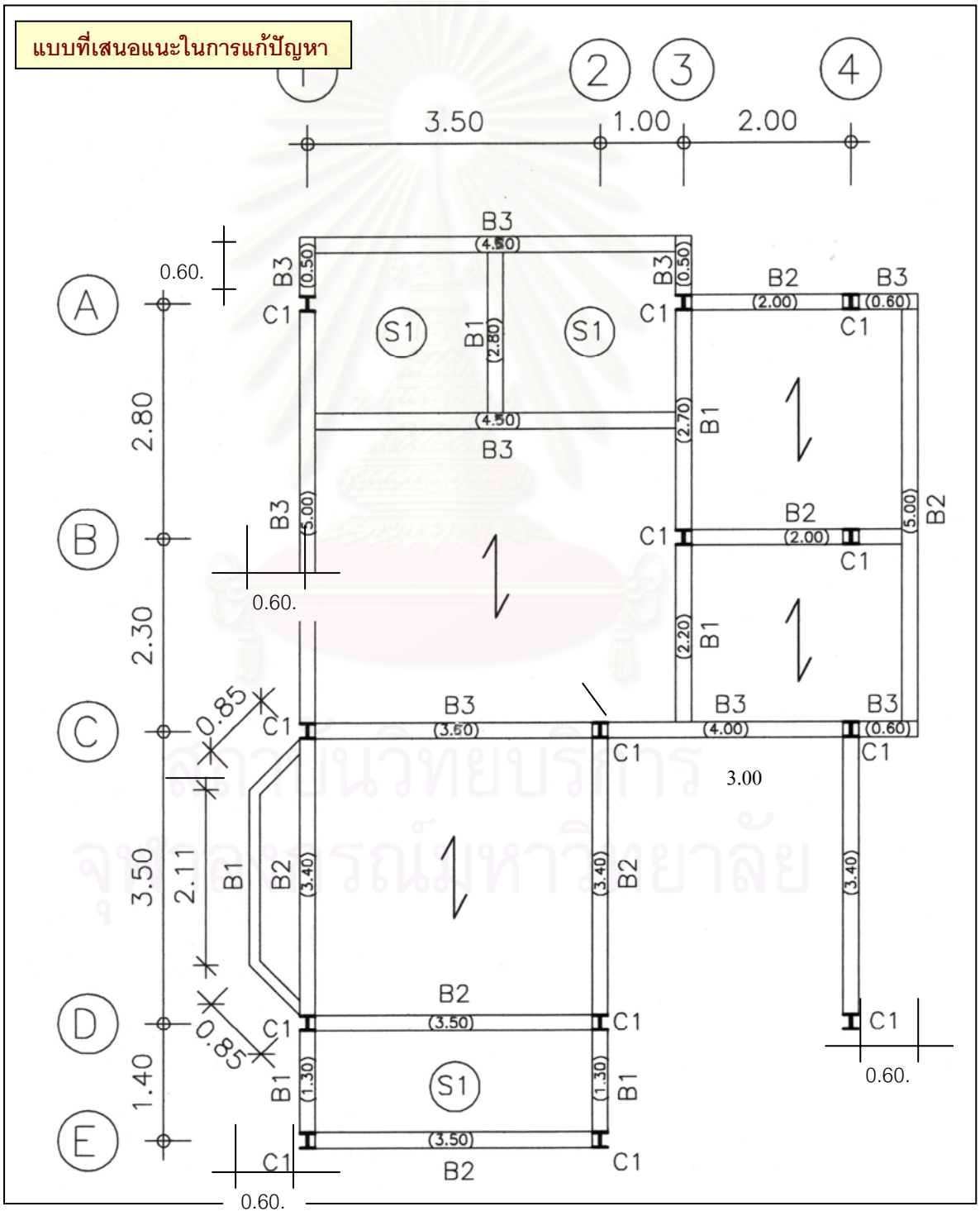
6.3.5 **การป้องกันการแอ่นตัวของคานเหล็ก** ผู้วิจัยขอเสนอแบบแสดงรายละเอียดการก่อสร้างตำแหน่งเสาคานเหล็ก โดยการเสริมเอ็นคอนกรีตรับผนังก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบา (ดังภาพที่ 6-11) เพื่อผนังไม่เกิดการแอ่นตัวตามคานเหล็ก



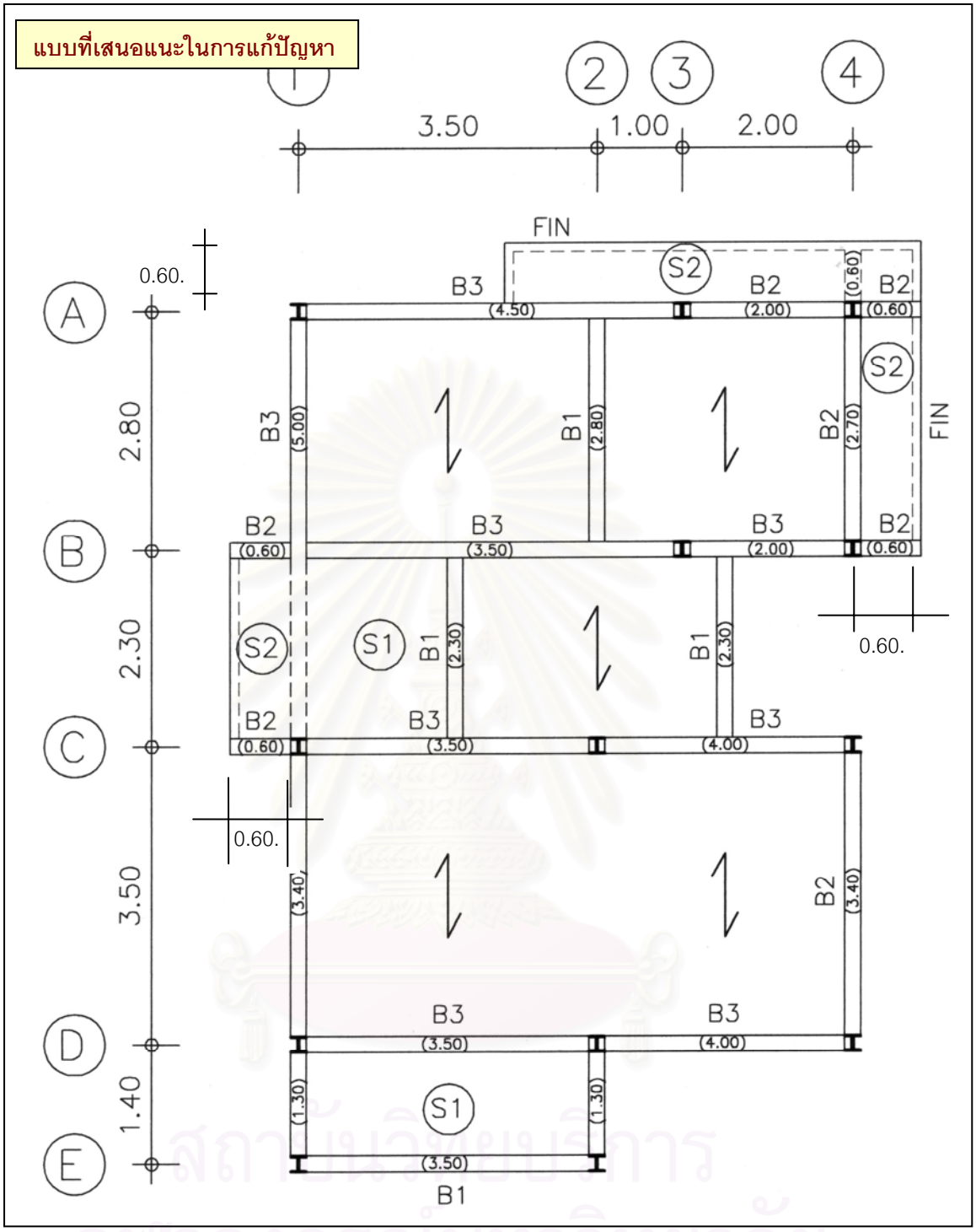
ภาพที่ 6-11 แบบเสนอแนะแสดงการเสริมเอ็นคอนกรีตรับผนังก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบา เพื่อป้องกันการแอ่นตัวของผนังตามคานเหล็ก (มาตราส่วน 1:10)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3.6 การป้องกันปัญหาการสูญเสียเหล็กเศษ จากการที่เกิดปัญหาการสูญเสียเหล็กเศษอันเนื่องมาจาก การที่ขนาดชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างมีขนาดไม่เท่ากัน และไม่มีการวางแผนการตัดชิ้นส่วนเพื่อก่อสร้างที่ดี ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการจัดเตรียมผังโครงสร้างและแบบรายละเอียดขนาดเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้าง(ดังภาพที่ 6-12 และ6-13) ในด้านขนาดหน้าตัด ความยาวแต่ละเส้น จำนวนที่ใช้ เพื่อจัดเตรียมในการตัดขนาด เหล็กขนาดสั้นที่จะนำมาใช้เพื่อไม่เกิดการสูญเสียเศษวัสดุเหล่านั้น



ภาพที่ 6-12 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง ขนาด ความยาว คานเหล็กรูปพรรณ (มาตราส่วน 1:75)



ภาพที่ 6-13 แสดงแบบแปลนชั้นบน ขนาด ความยาว คานเหล็กรูปพรรณ (มาตราส่วน 1:75)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง</u>

คาน B1 = H-Beam 100x100x17.2 kg/m.

คาน B2 = H-Beam 200x100x21.3 kg/m.

คาน B3 = H-Beam 250x125x29.6 kg/m.

เสา C1 = H-Beam 125x125x23.8 kg/m.

6.4 วิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาทำการก่อสร้างในโครงการ

การวิจัยตามวัตถุประสงค์ ในแง่ ของปัจจัยและประเด็นการตัดสินใจเลือกใช้ระบบของผู้ประกอบการ และในแง่การศึกษาหลังเข้าอยู่อาศัยของผู้อยู่อาศัยที่ตัดสินใจซื้อ โดยครอบคลุมทั้งทางด้านกายภาพ และปัญหาต่างๆที่อาจมีขึ้นจากการอยู่อาศัย

6.4.1 ผลการวิเคราะห์จากผู้ประกอบการ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัท

ผู้ประกอบการมีประสบการณ์ในการพัฒนาที่อยู่อาศัยในจังหวัดชลบุรี มามากกว่า 10 ปี มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างเพื่อแก้ปัญหาของโครงการ ปัญหาในการประกอบธุรกิจเป็นปัญหาเรื่องแรงงานมากที่สุด ลำดับรองลงมาเป็นปัญหาด้านแหล่งเงินทุน และปัญหาด้านการตลาดตามลำดับ โดยปัญหาด้านการก่อสร้างที่ประสพได้แก่ ปัญหาด้านขาดแคลนแรงงานฝีมือมากที่สุด ลำดับรองลงมาคือปัญหาการควบคุมระยะเวลาการก่อสร้าง และปัญหาการควบคุมงบประมาณ ตามลำดับ

2. เหตุผลในการนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาใช้

เหตุผลที่ผู้ประกอบการนำระบบกึ่งสำเร็จรูปมาแทนระบบเดิม มากที่สุดคือ การคาดการว่าก่อสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิม เหตุผลรองลงมาคือ มีความมั่นใจว่าสามารถควบคุมคุณภาพบ้านได้ดีกว่า และยังสามารถควบคุมงบประมาณค่าก่อสร้างได้แน่นอน ตามลำดับ ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวทั้ง 3 ลำดับ พบว่ามีความสอดคล้องกับปัญหา ในการก่อสร้างที่ ผู้ประกอบการประสพอยู่ คือ ปัญหาการก่อสร้างล่าช้า ลำดับรองลงมาคือปัญหาการควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง รวมทั้ง การขาดแคลนแรงงานฝีมือ และเมื่อพิจารณา พบว่า ปัญหาการขาแคลนแรงงานฝีมือ เป็นปัญหาที่สัมพันธ์ ทั้งการควบคุมระยะเวลา การควบคุมคุณภาพและการควบคุมงบประมาณ ซึ่งผู้ประกอบการนำระบบกึ่งสำเร็จรูปมาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ผู้ประกอบการเห็นว่า การก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปที่ทำได้เร็วกว่าระบบเดิม จะมีผลดีต่อโครงการ คือ จะทำให้โครงการได้รับผลตอบแทนเร็วกว่า การควบคุมคุณภาพดีขึ้น เป็นประโยชน์ต่อโครงการคือลูกค้ามีความพอใจ เมื่อบ้านสร้างเสร็จ ช่วยลดปัญหาการไม่รับโอน

ปัญหาที่ผู้ประกอบการมีความกังวลมากที่สุดก่อนการตัดสินใจนำระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาใช้ ปัญหาแรกคือ การยอมรับของลูกค้า ถ้าลูกค้าไม่ยอมรับ จะส่งผลให้เป็นปัญหาใหญ่ต่อปัญหาทางการตลาด รวมทั้งปัญหาการขาย ปัญหาความกังวลอีก 2 ประการคือ ความชำนาญของช่างฝีมือ เนื่องจากต้องใช้แรงงานที่มีทักษะแตกต่างจากระบบเดิมเป็นลำดับ

รองลงมา และระยะเวลาการจ่ายเงินดาวน์ที่สั้นลง รวมถึงการจ่ายเงินเพื่อโอนบ้านเป็นอันดับสุดท้าย

3. ผลจากการ นำระบบกึ่งสำเร็จรูปมาใช้

การโฆษณาประชาสัมพันธ์ ผู้ประกอบการนำข้อดีหรือจุดเด่นของระบบกึ่งสำเร็จรูปนำมาใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์มากที่สุดคือการก่อสร้างที่รวดเร็วกว่าระบบเดิม ลำดับ 2 คือ ความมั่นคงแข็งแรง โดยให้รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ทำการก่อสร้างอย่างชัดเจนแก่ผู้บริโภค

เนื่องจากผู้ประกอบการ กังวลเรื่องการยอมรับของลูกค้ามาก จึงให้มีการประชาสัมพันธ์ โดยการสื่อความเข้าใจก่อนการขาย โดยใช้วิธีให้เจ้าหน้าที่หรือพนักงานขายอธิบายแก่ลูกค้ามากที่สุด ลำดับรองลงมาคือ ในเอกสารประกอบการขาย และจัดนิทรรศการบริเวณสำนักงานขายหรือการเยี่ยมชมในสถานที่ก่อสร้าง เพื่อเปิดโอกาสให้ลูกค้าได้ซักถาม

4. ผลหลังจากนำระบบกึ่งสำเร็จรูปมาใช้

ปัญหาประการหนึ่งของระบบกึ่งสำเร็จรูปคือการจัดทำแบบรายละเอียดรอยต่อโครงสร้างและการเลือกใช้วัสดุเพื่อใช้กับรอยต่อของการก่อสร้าง และการจัดขนาดของการตัดเหล็กเพื่อไม่ให้เหลือเศษ ซึ่งมีความแตกต่างจากระบบเดิมที่ช่างมีความคุ้นเคย

ปัญหาแรงงานฝีมือเป็นอันดับรองลงมา ผู้ประกอบการประสบปัญหา ช่างฝีมือแรงงานขาดความชำนาญในการทำงาน และมีจำนวนไม่เพียงพอกับความต้องการ

ปัญหาด้านการตลาด ผู้ประกอบการเห็นว่าต้องสร้างความเข้าใจให้ผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป

5. ความเห็นของผู้ประกอบการเกี่ยวกับโอกาสของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คาน เหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

ผู้ประกอบการมีความคิดเห็นว่าระบบกึ่งสำเร็จรูประบบนี้ มีโอกาสในอนาคต โดยให้เหตุผลว่าระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป เป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ผู้บริโภคจะมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น การก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปนั้นสามารถแก้ปัญหาในด้านลดระยะเวลาการก่อสร้าง แต่จะต้องทำความเข้าใจกับผู้บริโภคให้ยอมรับก่อน มีปริมาณของบ้านในแต่ละแบบที่จะทำการก่อสร้างอย่างเพียงพอ และมีการจัดเตรียมก่อนการก่อสร้างในด้านแบบรายละเอียดของการก่อสร้าง แรงงานที่มีฝีมือ

6.4.2 ผลการวิเคราะห์จากผู้อยู่อาศัย

ตอนที่ 1 ก่อนการเข้าอยู่อาศัย

ก่อนการเข้าอยู่อาศัย บ้านที่อยู่เดิมของผู้อยู่อาศัย เป็นแบบ ทาวเฮาส์เป็นอันดับแรก แบบบ้านเดี่ยวเป็นลำดับรองลงมา อาคารชุดหรือคอนโดเป็นอันดับสุดท้าย

ปัจจัยการเลือกที่อยู่อาศัย บุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่อยู่อาศัยมากที่สุดคือ คู่ครองเป็นอันดับแรก บิดามารดาเป็นอันดับรองลงมา และตัดสินใจด้วยตัวเองเป็นลำดับสุดท้าย

ปัจจัยในการเลือกที่อยู่อาศัยสิ่งที่ผู้อยู่อาศัยคำนึงถึง คือ การจัดวางองค์ประกอบภายในเป็นอันดับแรก ราคาขายเป็นอันดับรองลงมา และความมั่นคงแข็งแรงเป็นลำดับสุดท้าย

ความคิดเห็นทางด้านวัสดุก่อสร้างบ้าน ผู้อยู่อาศัยในบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา คิดว่าวัสดุที่ดีสำหรับการก่อสร้างผนังบ้าน คือผนังอิฐมอญฉาบปูนเป็นอันดับแรก ลำดับรองลงมาคือผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก และผนังคอนกรีตมวลเบาตามลำดับ

ความต้องการในที่อยู่อาศัยหลังจากซื้อ ผู้อยู่อาศัย ต้องการให้บ้านสร้างเสร็จหลังจากซื้อส่วนใหญ่ต้องการให้แล้วเสร็จภายใน 2 เดือน โดยผู้อยู่อาศัยทั้งหมดไม่มีปัญหาในการชำระเงินดาวน์

ผู้อยู่อาศัยทราบว่าที่อยู่อาศัยสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา โดยทราบก่อนการปลูกสร้าง คือทราบช่วงเวลาก่อนการตัดสินใจซื้อจากทางผู้ประกอบการแจ้งให้ทราบเป็นอันดับแรก เห็นจากการก่อสร้างในโครงการเป็นลำดับรองลงมา ในการมาตรวจความคืบหน้าของการก่อสร้างโดยส่วนใหญ่มาตรวจเดือนละครั้ง

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับที่อยู่อาศัยปัจจุบัน

เมื่อผู้อยู่อาศัยทราบว่าก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ความมั่นใจของผู้อยู่อาศัยคือ ความรู้สึกเฉยๆมาเป็นอันดับแรก มีความมั่นใจเป็นลำดับรองลงมา เนื่องจากผู้อยู่อาศัยเชื่อว่ามีความมั่นคงแข็งแรง

ขนาดที่ดินของผู้อยู่อาศัย ขนาด 40-50 ตารางวาเป็นแบบบ้าน 2 ชั้น การเข้าอยู่อาศัยในบ้าน เข้าอยู่อาศัยมาแล้ว 1 ปีครึ่ง ถึง 2 ปี ระดับราคาที่ซื้อราคา 1-2 ล้านบาท ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ตอบว่ามีพื้นที่เพียงพอ

ปัญหาที่พบของบ้านที่ทำการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา คือ

1 . ปัญหาหาการเกิดรอยร้าวของผนัง หลังจากที่ทางโครงการทำการซ่อมแซมแล้วยังมีการร้างขึ้นมาอีก จากการวิเคราะห์พบว่าเกิดบริเวณรอบช่องเปิด และรอยต่อของคานเหล็กกับผนังที่ต่อเชื่อมกัน

2 . ปัญหาการรั่วซึมของพื้นห้องน้ำ จากการวิเคราะห์พบว่าเกิดตำแหน่งรอยต่อขอบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และคานเหล็ก

3 . ปัญหาการรั่วซึมของกระเบื้องหลังคา ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทั้งระบบกึ่งสำเร็จรูป และการก่อสร้างระบบเดิม

ตอนที่ 3 เกี่ยวกับผู้อยู่อาศัย(หัวหน้าครอบครัว)

ผู้อยู่อาศัยที่ทำการสัมภาษณ์ เพศชาย สถานภาพสมรสแล้ว การศึกษาระดับปริญญาตรี ส่วนใหญ่ทำงานเป็นพนักงานบริษัท รายได้ของครอบครัว 50,000-100,000 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน

6.5 สรุปผลการวิจัย

การพิจารณาระบบการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ว่ามีความเหมาะสมนำมาใช้ในการก่อสร้างในโครงการบ้านจัดสรรซึ่งเป็นลักษณะการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม จากการศึกษาของผู้วิจัย และการจดบันทึกถ่ายภาพ สัมภาษณ์ โดยครอบคลุมทางด้าน ต้นทุน ระยะเวลา ปัญหาที่เกิดขึ้น กรรมวิธีการก่อสร้าง การเลือกระบบในการก่อสร้างของผู้ประกอบการ และการประเมินผู้ที่อยู่อาศัย

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามีความเหมาะสมในการนำมาก่อสร้างบ้านในโครงการจัดสรรซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการที่จะเลือกนำระบบสำเร็จรูปไปใช้ สามารถสรุปความเหมาะสมในการนำมาก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านจัดสรรได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีความเหมาะสมตรงตามที่ผู้ประกอบการนำมาก่อสร้างบ้านในโครงการในด้านการลดระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการที่จะเลือกนำระบบกึ่งสำเร็จรูปไปใช้ สามารถสรุปความเหมาะสมในการนำมาก่อสร้างบ้านได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ต้นทุนการก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดงานต่างๆ

ที่ได้จำแนกไว้ดังนี้ หมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 17,409.69 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.88 หมวดสถาปัตยกรรม มีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 56,566.56 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.33

2. จากการวิเคราะห์ค่าแรงงานก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดงานต่างๆ จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าค่าแรงงานในหมวดงานโครงสร้างระบบเสา-คานสำเร็จรูปมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เท่ากับ 11,205.59 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.38 ค่าแรงงานหมวดงานสถาปัตยกรรมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เท่ากับ 45,805.24 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.26

3. จากการวิเคราะห์ค่าวัสดุก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็กกับการก่อสร้างระบบเดิม โดยเปรียบเทียบในลักษณะหมวดต่างๆ จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าค่าวัสดุก่อสร้างในหมวดงานโครงสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก มีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เท่ากับ 6,288.08 บาท คิดเป็นร้อยละ 5.24 ค่าวัสดุก่อสร้างในหมวดงานสถาปัตยกรรม มีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 10,761.33 บาท คิดเป็นร้อยละ 7.45

4. ในด้านระยะเวลาการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก มีระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่าระบบเดิม 45 วัน คิดเป็นร้อยละ 33.33

ข้อดีและข้อเสียของการนำระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา

จากการวิจัยสามารถสรุปข้อดี-ข้อเสียของการนำระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา พร้อมทั้งเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากข้อเสียของโครงสร้าง โดยสรุปไว้ดังนี้

ตารางที่ 6-8 แสดงข้อดี – ข้อเสีย ในการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้าง

ข้อดีของโครงสร้างเหล็ก	ข้อเสียของโครงสร้างเหล็ก
1. ก่อสร้างได้รวดเร็ว 2. ตัดต่อ แต่งเติมชิ้นส่วนได้ในภายหลัง 3. ความเสียหายระหว่างการขนส่งน้อย 4. ควบคุมคุณภาพได้ง่าย เนื่องจากเป็นวัสดุเนื้อเดียว 5. น้ำหนักเบา ทำให้ประหยัดงานฐานราก 6. ความยืดหยุ่นของโครงสร้างสูงมาก 7. สภาพสถานที่ก่อสร้าง สะอาด เรียบร้อย	1. ราคาค่อนข้างแพง 2. ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะ 3. ไม่ทนทานต่อสภาวะอากาศในระยะยาว 4. ต้องการการบำรุงรักษาในระยะยาว 5. ทนความร้อนจากไฟไหม้ได้ไม่นาน 6. ต้องการความแม่นยำสูง อันตรายในการทำงานสูง

* ที่มา : จากการวิจัย

จากการศึกษาทางด้านข้อเสียของการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา เพื่อให้การก่อสร้างระบบนี้มีการพัฒนายิ่งขึ้น ข้อเสียที่เกิดขึ้นสามารถดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้

1. ราคาค่อนข้างแพง ทำการแก้ไขโดยการวางแผนงานในการก่อสร้างจำนวนหลังที่มาก เพื่อทำการสั่งซื้อวัสดุเข้าโครงการอย่างต่อเนื่องและได้ราคาวัสดุมีส่วนลดตามปริมาณ เช่น เหล็กรูปพรรณ คอนกรีตมวลเบา ปูนฉาบผนังสำเร็จรูป

2. ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะ ทำการแก้ไขโดยมีการเตรียมการคัดเลือกช่างเชื่อมที่มีทักษะและความชำนาญเข้ามาทำงาน จะต้องทำการทดสอบก่อนปฏิบัติงาน ในส่วนช่างที่ไม่มีความชำนาญต้องทำการฝึกฝนและทดสอบก่อนนำมาปฏิบัติงานในตำแหน่งงานที่ต้องการช่างที่มีทักษะและฝีมือ

3. ต้องการการบำรุงรักษาในระยะยาว ปัญหานี้จะเกิดจากการก่อสร้างโครงสร้างเสาคานเหล็ก มีความจำเป็นต้องทำการดูแลรักษาโดยจะมีขั้นตอนการก่อสร้างเฉพาะทางของงานโครงสร้างที่แตกต่างจากการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆไป ได้แก่

3.1 งานป้องกันการผุกร่อนจากสนิมเหล็ก การผุกร่อนของโครงสร้างเหล็กมีสาเหตุจากผิวเหล็กสัมผัสกับความชื้นในอากาศ ซึ่งก่อให้เกิดสนิมเหล็ก ที่เป็นปัญหาสำคัญของการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันปัญหาจากการผุกร่อนนี้ ซึ่งมีการป้องกันอยู่หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือการทาสีกันสนิม

3.2 งานตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อม เป็นการตรวจสอบคุณภาพของการทำรอยต่อของงานเชื่อมโครงสร้างเหล็ก ซึ่งวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ วิธีการพ่นสเปรย์น้ำยาทดสอบ (Color Checking) ประกอบไปด้วยสเปรย์น้ำยา PENETRANT, น้ำยาCLENER/RENOVATION และน้ำยา DEVELOPER พ่นลงไปบริเวณเชื่อมที่ต้องการตรวจสอบโดยเฉพาะส่วนที่มีการรับน้ำหนักมากๆเพื่อตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อมว่าได้มาตรฐานการรับน้ำหนักหรือไม่

3.3 งานป้องกันไฟโครงสร้างเหล็ก โครงสร้างเหล็กจะต้องมีงานในส่วนการป้องกันไฟ โดยมีวิธีการป้องกันไฟอยู่หลายวิธี อันได้แก่ การหุ้มด้วยอิฐ, หุ้มด้วยคอนกรีต, หุ้มด้วยแผ่นยิปซั่ม, การพ่นสารเคมีป้องกันไฟโครงสร้าง

4. ทนความร้อนจากไฟไหม้ได้ไม่นาน การป้องกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การใช้สารพ่นหุ้มกันไฟ การพ่นที่ได้ความหนาที่มาตรฐานจะสามารถป้องกันไฟได้นานถึง 3 ชั่วโมง หรือใช้วิธีการก่อหุ้มโครงสร้างเสาคานเหล็กด้วยคอนกรีตมวลเบาที่มีคุณสมบัติกันไฟและมีน้ำหนักเบา

5. ต้องการความแม่นยำสูง อันตรายในการทำงานสูง ทำการแก้ไขโดยทำแบบรายละเอียดที่ระบุตำแหน่ง ระยะ ขนาดให้ชัดเจนครบถ้วนเพื่อผู้ทำการก่อสร้างสามารถทำงานตรงตามกำหนด ลดการตัดชิ้นงานเหล็กในตัวอาคารก่อสร้างโดยให้ทำการตัดเหล็กในพื้นที่สำหรับจัดเตรียมขนาดเท่านั้น

6.5 ข้อเสนอแนะ

6.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

สำหรับผู้ประกอบการที่สนใจจะพัฒนาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการนำระบบการก่อสร้างระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัย 2 ชั้นในโครงการบ้านจัดสรรเพื่อลดระยะเวลาการก่อสร้างนั้นจะต้องให้ความสำคัญทั้งในด้านของรายละเอียดในกาก่อสร้าง การทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ที่ยังไม่มีการศึกษา การเผยแพร่เทคโนโลยีการก่อสร้างระหว่างผู้ประกอบการกับผู้บริโภคให้มีความเชื่อมั่นในการอยู่อาศัยที่ทำการก่อสร้างด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มีข้อเสนอแนะในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การเตรียมการในเรื่องแบบรายละเอียด เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระบบของการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ป้องกันปัญหาการเกิดการร้าวตำแหน่งรอต่อ การใช้ระยะเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องทำการปิดแนวเหล็กให้เต็มเพื่อให้มีลักษณะเช่นเดียวกับการก่อสร้างระบบเดิม ผู้ประกอบการควรทำการศึกษากับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำรายละเอียดป้องกันปัญหาเช่น ออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมโดยใช้หน้าตัดของเหล็กโครงสร้างเสาคานไม่ต้องทำการปิดทับด้วยวัสดุก่อฉาบ หรือการก่อผนังรอบโครงสร้างเสาคานโดยไม่ฉาบปูนยึดติดกับโครงสร้างเหล็กโดยตรง

2. ต้องมีการเตรียมการในด้านช่างฝีมือที่มีทักษะก่อนการเริ่มการก่อสร้างระบบนี้ จัดให้มีการอบรมช่างฝีมือแรงงานให้มีความเข้าใจ และเกิดความชำนาญมากขึ้น ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องเสียค่าดำเนินการดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ามีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานที่เพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งจะสัมพันธ์ทางด้าน ต้นทุน คุณภาพ ระยะเวลา สามารถลดการสูญเสียจากการทำงาน คุณภาพดีขึ้น ทำงานเป็นไปตามแผนงาน

3.ทางด้านการยอมรับจากผู้บริโภค ผู้วิจัยเห็นว่าจะต้องมีการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา และสามารถอธิบายให้ผู้ซื้อมีความเข้าใจที่ถูกต้อง นอกจากการใช้สื่อแล้วควรมีตัวอย่างแสดงกรรมวิธี

การก่อสร้าง ณ สถานที่ก่อสร้าง เพื่อสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น รวมถึงการให้รายละเอียดข้อกำหนด ข้อระมัดระวังต่อผู้อยู่อาศัยเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการต่อเติมในอนาคต

6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้อยู่อาศัย

1. ผู้อยู่อาศัยหรือผู้บริโภค ต้องรับทราบว่าบ้านที่กำลังจะซื้อหรือกำลังจะเข้าอยู่อาศัย มีระบบการก่อสร้างประเภทใด เพื่อประโยชน์ต่อผู้อาศัยเองในการที่จะพิจารณาตัดสินใจ ความคุ้มค่ากับเงินที่ต้องจ่ายไป รวมทั้งการอยู่อาศัยที่เหมาะสม ถูกต้องทำให้เกิดความปลอดภัยกับทั้งชีวิต และทรัพย์สินในอนาคต

2.ผู้อยู่อาศัยควรจะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบ้าน รายละเอียดลักษณะโครงสร้างการจัดวางระบบอาคารต่างๆ เพื่อนำไปพิจารณาประยุกต์ใช้ในเรื่องการต่อเติมบ้าน การติดตั้งระบบเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงในส่วนต่างๆเพราะในอนาคตข้อมูลเหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่ง

6.5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

จากผลการศึกษาวิเคราะห์จำเป็นต้องมีการปรับปรุงเทคนิคต่างๆ ให้เหมาะสม รวมทั้งจะต้องแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีอยู่หลายด้านที่เป็นอุปสรรคต่อการนำการสร้างอาคารระบบถึงสำเร็จรูปมาใช้ ทั้งจากปัญหาทางด้านเทคนิควิธีสร้างในตัวของแต่ละระบบนั่นเองแล้วก็ยังมีปัญหาอื่นๆ ที่ควรต้องพิจารณาอีก เช่น

1.การยอมรับของผู้บริโภค เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบการจะต้องให้รายละเอียดที่ชัดเจนเพื่อลดข้อขัดแย้งที่จะเกิดขึ้น ให้ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในระบบที่ทำการก่อสร้างจึงจะทำให้สามารถสร้างผลผลิตเหล่านี้ได้อย่างต่อเนื่อง

2.ปัญหาการเลือกใช้ระบบในการก่อสร้าง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับประเภทโครงการ ขนาดโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการประเภทอสังหาริมทรัพย์ ที่ต้องมีการคำนึงถึงราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาในการก่อสร้าง เป็นปัจจัยหลัก ดังนั้น ควรจะมีการศึกษาระบบการก่อสร้างในด้านเทคนิคการสร้าง ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อน ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม ที่มีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจากลงงาน ,ใช้ระยะเวลาและคนงานติดตั้งน้อย เป็นระบบที่อาจจะนำมาใช้แก้ไขปัญหาการขาดมาตรฐานในการก่อสร้าง ระยะเวลา การลดต้นทุนค่าก่อสร้างให้ต่ำลงได้อีกด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542.

ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอนวิชา Housing Construction Technology. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ชิง, ฟรานซิส ดี. เค และ อาดัม, คาสแซนดรา. ก่อสร้างอาคาร บรรยายด้วยภาพ. แปลโดย ทัต สัจจะวาที. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหะกรรม สำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางเขตกรุงเทพมหานครและปริมลฑล ภาควิชาเคหการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ทักษิณ เทพชาตรี, สุจริต คูณธนกุลวงศ์. การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ดวงกมลสมัยจำกัด, 2541.

นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สนั่น เจริญเผ่า. แบบรายละเอียด วิศวกรรมโครงสร้าง. กรุงเทพมหานคร :จัดพิมพ์โดย วินิต ช่อวิเชียร,2523

สมภพ มาจิสวาลา. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สิงหราช มีทิพย์. การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545

หฤทัย มีนะพันธ์. หลักการวิเคราะห์โครงการ ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ.จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2544

เอกสารตำราของต่างประเทศ

1. **Industrialised Building 1**, R.M.E.Diament,In collaboration with The Architect and Building News, Gas Concrete in building construction

2. **Industrialised Building 2**, R.M.E.Diament,In collaboration with The Architect and Building News, Lightweight framed structures,principally for houses

3. **Industrialised Building 3**, R.M.E.Diament,In collaboration with The Architect and Building News , Lightweight structures for small houses

4.**Autoclaved Aerated Concrete** , Properties, Testing and Design, RILEM Recommended Practice, RILEM Technical Committees 78-MCA and 51-ALC, Edited by S.Aroni, G.J.de Groot, M.J.Robinson,G.Svenholm and F.H. Wittman

5. **Concrete Masonry Designer s Handbook** by J J ROBERTS,A K TOVEY, W B CRANSTON , A W BEEBY

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
โครงสร้างระบบเสาและคาน

โครงสร้างเหล็กระบบเสา และ คาน [1]

ประกอบด้วยเสาเหล็กและคานเหล็ก ซึ่งสามารถนำเอาเหล็กโครงสร้างรูปพรรณชนิดต่าง ๆ มาใช้ได้ตามความเหมาะสม

เหล็กรูปพรรณที่นิยมใช้ทำเสา คือ เหล็กรูปปีกกว้าง คานรูปตัวไอ เหล็กรูปตัดกลวง และเสาประกอบ เสาโดยทั่วไปมักมีรูปตัดใกล้เคียงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสมมาตรทั้งสองแกน

เหล็กรูปพรรณที่ใช้ทำคาน คือ เหล็กรูปปีกกว้าง คานรูปตัวไอ เหล็กรูปรางน้ำ ท่อเหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คานประกอบ และโครงถัก คานโดยทั่วไปมักมีรูปตัดใกล้เคียงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และสมมาตรทั้งสองแกน

ช่วงพาดที่ประหยัดของโครงสร้างระบบนี้ คือ 6.00 – 9.60 เมตร ถ้ามีช่วงพาดกว้างมากคานจะมีหน้าตัดลึก และมีน้ำหนักมาก ทำให้เกิดการแอ่นตัว (Deflection) มาก เหล็กรูปพรรณที่นำมาใช้ทำคานขนาดใหญ่หาซื้อได้ยากอาจต้องประกอบขึ้นเอง

โดยหลักการแล้วถ้าสามารถควบคุมให้อาคารมีช่วงเสาเท่า ๆ กัน หรือ มีตารางพิกัดโครงสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เหมือน ๆ กันแล้ว โครงสร้างเหล็กจะประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงมาก โครงสร้างประเภทนี้เหมาะที่จะใช้กับอาคารสาธารณะ อาคารพาณิชยกรรม และอาคารอุตสาหกรรมโดยทั่วไป เช่น อาคารสำนักงาน ห้างสรรถสินค้า โรงงาน อาจมีความสูงหลายสิบชั้นก็ได้ ถ้าเป็นอาคารที่ต้องรับน้ำหนักมาก เสามีความสูงมาก หรือคานต้องพาดช่วงกว้างมากกว่าปกติ ก็ควรใช้โครงสร้างประกอบหรือโครงสร้างระบบอื่นแทน

ลักษณะของโครงสร้างระบบเสา และคานเหล็ก

1. คานวางพาดบนเสาแบบธรรมดา (Post and beam with freely supported)
2. คานยื่น (Cantilever beam) โดยอาจยื่นจากคาน หรือ ยื่นจากเสา
3. โครงสร้างต่อเนื่องสูงหลาย ๆ ชั้น (Skeleton steel frame)

โครงสร้างเหล็กจะโย้หรือพังได้ง่ายเมื่อมีแรงกระทำทางด้านข้างจึงอาจจำเป็นต้องมีการยึดยัน (Bracing) ให้กับโครงสร้าง ซึ่งมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน สำหรับอาคารสูงจำเป็นต้องมีโครงยึดยัน และมีรอยต่อโครงสร้างที่แข็งแรงเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถต้านแทนแรงลมได้ด้วย

---

[1] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 65.

การทำรอยต่อโครงสร้างเหล็ก

ในการออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างเหล็ก ถึงแม้ว่าปกติจะเป็นงานของวิศวกรโครงสร้างและช่างเขียนแบบวิศวกรรมก็ตาม แต่สถาปนิกควรมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถเขียนแบบมาตรฐานหรือออกแบบรอยต่อแบบง่าย ๆ เพื่อใช้กับอาคารขนาดเล็ก หรืองานทั่ว ๆ ไปได้เองบ้าง ในบางกรณีอาจต้องเน้นรอยต่อโครงสร้างให้มีรูปแบบสวยงามเป็นกรณีพิเศษ ผู้ออกแบบจึงมีหน้าที่ต้องควบคุมทั้งรูปแบบ ขนาด และสัดส่วนของรอยต่อทางโครงสร้างที่เกิดขึ้นให้มีความประณีตเรียบร้อย สถาปนิกควรประสานงาน และชี้แนวทางของรูปแบบรอยต่อที่ต้องการให้กับวิศวกรโครงสร้างได้ด้วย เพื่อให้งานที่ออกมามีความถูกต้อง สมบูรณ์ และ มีคุณค่าทั้งทางด้านความแข็งแรง และความสวยงาม

การทำรอยต่ออาคารมีอยู่หลายประเภท เช่น

1. รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสถาปัตยกรรม
2. รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้าง
3. รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม กับชิ้นส่วนโครงสร้าง

บทบาทของสถาปนิกในการออกแบบ เขียนแบบ และให้รายละเอียดการทำรอยต่อต่าง ๆ จึงมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของรอยต่อ และมาตรฐานของงานก่อสร้าง ถ้าผู้ออกแบบมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของรอยต่อ และได้พิจารณาในองค์ประกอบ หรือรายละเอียดต่าง ๆ ให้รอบคอบแล้ว ก็จะออกแบบรอยต่อได้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อาจช่วยให้ได้โครงสร้างหรือตัวอาคารที่มีความประณีตเพียงพอ โดยที่ไม่ต้องนำชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม หรือวัสดุตกแต่งอื่น ๆ มาใช้ห่อหุ้มหรือปกปิดงานที่ไม่ประณีตเรียบร้อยนั้น เป็นการช่วยไม่ให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายโดยใช่เหตุ

รอยต่อโครงสร้างเหล็กที่ควรให้ความสนใจในเบื้องต้นนี้ คือ รอยต่อของอาคารโครงสร้างเหล็กแบบง่าย ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบขึ้นจากเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน และเหล็กขึ้นรูปเย็น ซึ่งนิยมใช้งานก่อสร้างโดยทั่วไป

จุดรอยต่อของโครงสร้างเหล็กที่สำคัญ ก็เป็นเช่นเดียวกันกับโครงสร้างไม้ หรือโครงสร้างเหล็กอาคารประเภทอื่น ๆ ได้แก่

1. รอยต่อระหว่างเสากับฐานราก หรือตอม่อ
2. รอยต่อระหว่างเสากับคาน
3. การต่อเสา และการลดขนาดเสา
4. การต่อคานกันคาน หรือ คานใหญ่กับคานซอย
5. การทำรอยต่อคานกับพื้น
6. การทำรอยต่อระหว่างโครงหลักคากับหัวเสา

รอยต่อในจุดสำคัญที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จะมีวิธีการทำรอยต่อได้หลายแบบแตกต่างกันไป การนำเอาแบบมาตรฐานในหนังสือต่าง ๆ มาใช้ในงานเขียนแบบ และงานก่อสร้างจริงนั้น จำเป็นต้องปรับใช้ให้เหมาะสม

อนึ่ง ช่างเขียนแบบโครงสร้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบ ควรให้ความสนใจกับรูปแบบขนาด และสัดส่วนของรอยต่อโครงสร้างที่สามารถมองเห็นได้ง่าย เพราะความสวยงาม และความประณีต เป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการ และไม่จำเป็นต้องได้มาโดยการเพิ่มค่าใช้จ่ายเสมอไป

การทำรอยต่อโครงสร้างเหล็ก (ระบบเสา-คาน)

1. **การทำรอยต่อระหว่างฐานราก ค.ส.ล. กับเสาเหล็ก**

เป็นรอยต่อระหว่างงานเหล็ก กับงานคอนกรีต ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธี คือ

1.1 เสียบเสาเหล็กเข้าไปในคอนกรีตโดยตรง วิธีการนี้เมื่อติดตั้งแบบและวางเหล็กเสริมของฐานราก หรือตอม่อเสร็จแล้ว ตั้งเสาเสียบเข้าไปในแบบ ให้ได้ดิ่ง ได้ระดับตามที่ต้องการยึดเสาให้มั่นคง แข็งแรงอยู่กับที่ด้วยค้ำยัน หรือโครงสร้างชั่วคราว แล้วจึงเทคอนกรีตฐานราก หรือตอม่อ วิธีการยึดเสาเหล็กให้ติดแน่นกับคอนกรีต ใช้เหล็กเสริมพิเศษรอบ ๆ เสาหรืออาจใช้แผ่นเหล็ก วิธีการนี้ให้ความแข็งแรงดีมาก แต่ไม่สะดวกในการติดตั้งเสา และในการเทคอนกรีตอาจกระทบกระเทือนทำให้ศูนย์ ระดับ หรือตำแหน่งเสา คลาดเคลื่อนได้

1.2 ทำรอยต่อโดยใช้แผ่นเหล็กยึดติดกับฐานราก หรือตอม่อ วิธีการนี้จะติดตั้งแผ่นเหล็ก (Base plate) ให้ได้ระดับ และยึดติดแน่นกับฐานรากคอนกรีต หรือ ยอดตอม่อก่อน โดยใช้สลักเกลียว (Anchor bolt) หรือแผ่นเหล็ก ฝังยึดเป็นสมออยู่ในฐานรากก่อนการเทคอนกรีต เพื่อยึดแผ่นเหล็กให้ติดแน่นกับคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแห้งแล้ว จึงนำเสามายึดติดกับแผ่นเหล็กที่ปรับระดับไว้แล้วโดยตรง หรืออาจมีแผ่นเหล็กอีกแผ่นหนึ่งเชื่อมติดกับโคนเสาไว้ก่อน เมื่อตั้งเสาให้แผ่นเหล็กประกบกันแล้วจึงเชื่อมหรือใช้สลักเกลียวยึดแผ่นเหล็กทั้ง 2 เข้าด้วยกัน การทำรอยต่อโดยใช้แผ่นเหล็กช่วยให้ทำงานได้สะดวก เพราะขั้นตอนการต่อเสาเกิดขึ้นหลังจากที่งานหล่อคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นวิธีการยึดเสาเหล็กติดกับคานคอนกรีต หรือเสาคอนกรีตทั่วไป การต่อเสาโดยวิธีนี้จะต้องควบคุมระดับของแผ่นเหล็กรองรับโคนเสาให้ได้ และต้องควบคุม ตำแหน่ง หรือศูนย์ ของเสาเหล็กที่เชื่อมต่อให้เที่ยงตรงด้วย

1.3 หล่อฐานรากเป็นเบ้าลึกเตรียมไว้ล่วงหน้า (Concrete pocket) เป็นวิธีการที่ผสมผสานกันระหว่าง วิธีที่ 1.1 และ 1.2 คือ อาจหล่อฐานรากเป็นเบ้าลึกเตรียมไว้ก่อน ที่ก้นหลุมอาจฝังสมอสลักเกลียว (Anchor bolt) สลักเกลียวรูปตัวยู (U-Bolt) หรือ แผ่นเหล็ก (Base plate) ไว้ล่วงหน้าก่อนการเทคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแห้งตัวดีแล้ว จึงเอาเสาเสียบไว้ในเบ้า ยึดติดกับแผ่นเหล็กหรือสมอที่จัดเตรียมไว้ แล้วจึงเทคอนกรีตปิดช่องว่างระหว่างเสาเหล็กกับคอนกรีต หรืออาจอุดรอยต่อด้วยปูน

เกร๊าท์ (Grouting) ขึ้นอยู่กับความกว้างของเบ้า ในกรณีที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ อาจทำเบ้าให้กว้างกว่าเสามากขึ้น เสริมเหล็กรอบ ๆ โคนเสา แล้วจึงเทคอนกรีตปิดเบ้า

วิธีการทำรอยต่อระหว่างเสาเหล็กกับฐานราก หรือตอม่อนั้น ต้องพิจารณาถึงตำแหน่งของรอยต่อ หรือระดับของโครงสร้างเหล็กให้รอบคอบด้วย ปกติสำหรับโครงสร้างเหล็กไลท์เกจนิยมออกแบบให้ตอม่อและคานดินเป็นคอนกรีต แล้วจึงต่อเสาเหล็กในระดับที่สูงเหนือระดับดินขึ้นไปเพื่อกันความชื้น และช่วยไม่ให้เหล็กเป็นสนิมได้ง่าย หรืออาจใช้ตอม่อคอนกรีตยกเป็นใต้ถุนสูง แล้วจึงติดตั้งเสาเหล็ก หรือคานเหล็ก เช่นเดียวกับโครงสร้างไม้ก็ได้

2. **การทำรอยต่อระหว่างเสากับคาน**

เป็นรอยต่อระหว่างเสาเหล็กกับคานเหล็ก ซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้เสา และคานเป็นเหล็กรูปปีกกว้าง (Wide flange section) วิธีการทำรอยต่อแบบมาตรฐานมี 2 วิธี คือ

2.1 การทำรอยต่อแบบใช้บ่ารองรับ *Seating)

วิธีการนี้นิยมใช้เหล็กฉาก (Angle) หรือบ่าที่ประกอบขึ้น ยึดติดกับเสาในตำแหน่งที่คำนวณระดับไว้แล้ว แล้วจึงนำคานเหล็กมาพาดบนบ่า หลังจากนั้นจึงยึดคานเหล็กติดกับเหล็กฉากที่รองรับให้ติดแน่น โดยอาจใช้วิธีการเชื่อม ใช้สลักเกลียว หรือใช้หมุดย้ำก็ได้

2.2 การทำรอยต่อแบบเข้ากรอบ (Framing)

เป็นวิธีการใช้เหล็กฉากหรือแผ่นเหล็กประกับยึดทางด้านข้างของคานให้ติดกับปีกหรือแผ่นเอว (Web) ของเสา โดยอาจใช้วิธีการเชื่อม ใช้สลักเกลียว หรือหมุดย้ำก็ได้ตามความเหมาะสม เหล็กฉากหรือแผ่นเหล็กประกับจะทำหน้าเป็นตัวต่อ (Connector) ระหว่างเสาและคาน เป็นรอยต่อที่ให้ความแข็งแรง และเรียบร้อยดี เพราะสามารถซ่อนเหล็กฉากไว้ในตัวคาน (แนบติดกับเอวของคานเหล็กปีกกว้าง หรือคานรูปตัวไอ) ทำให้ไม่เกะกะ ซึ่งต่างกับวิธีการทำรอยต่อแบบ 2.1 เพราะว่าเหล็กฉาก หรือบ่าซึ่งอยู่ใต้คานอาจเป็นอุปสรรคในการเดินท่อผ่าน หรือการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดานติดกับท้องคาน

ในบางกรณีจะมีการทำบ่าชั่วคราว (Erection seat) เพื่อความสะดวกในการติดตั้งคานก่อนการทำรอยต่อแบบเข้ากรอบ หรือแบบอื่น ๆ เนื่องจากคานเหล็กมีน้ำหนักมาก เมื่อทำรอยต่อสมบูรณ์แล้ว ก็สามารถถอดบ่าชั่วคราวนั้นออกได้ เพื่อความเรียบร้อยของรอยต่อ แต่ในบางกรณีถ้าต้องการรอยต่อที่แข็งแรงมาก ก็อาจออกแบบให้เป็นรอยต่อแบบผสม คือ ยึดคานติดกับบ่าให้แข็งแรงผสมกับวิธีการใช้เหล็กฉากประกบข้าง (Framing) มีแผ่นเหล็กเสริมแรง (Stiffener) หรืออาจมีแผ่นเหล็กประกับเหนือปีกบนของคาน ในลักษณะเดียวกับรอยต่อของโครงสร้างอาคารสูงหรือรอยต่อของโครงข้อแข็ง (Rigid frame)

นอกจากนั้นยังมีรอยต่อแบบอื่น ๆ อีกหลายแบบ เช่น การใช้เหล็กรูปตัวทีเป็นตัวยึดต่อ (Connector) เป็นต้น

การต่อคานกับคานสามารถทำได้โดยใช้แผ่นเหล็กประกับด้านข้างทั้งสองข้าง และอาจใช้แผ่นเหล็กประกับด้านบนและด้านล่างช่วยเพิ่มความแข็งแรงก็ได้ บางกรณีใช้แผ่นเหล็กยึดหัวคานที่จะต่อทั้งสองด้าน นำมาต่อประกบกัน แล้วจึงเชื่อมหรือยึดด้วยสลักเกลียว

3. การทำรอยต่อระหว่างเสากับเสา และการลดขนาดเสา

เนื่องจากเหล็กที่ผลิตจากโรงงาน และที่มีขายในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป จะมีความยาวมาตรฐาน เช่น 6.00 เมตร หรือ 9.00 เมตร และ 12.00 เมตร ซึ่งแต่ละโรงงานอาจแตกต่างกันถ้าต้องการขนาดเฉพาะหรือมีความยาวเป็นพิเศษ ต้องสั่งล่วงหน้า และราคามักแพงกว่าปกติ การนำเหล็กมาประกอบเป็นเสาสำหรับอาคารที่มีความสูงมาก ๆ จึงต้องมีการต่อเสา และปกติจะมีการลดขนาดเสาทุก ๆ 2-3 ชั้น ตามน้ำหนักบรรทุกที่สะสมจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง ตำแหน่งของรอยต่อเสากับเสา หรือการลดขนาดเสา ปกติจะเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งดังนี้

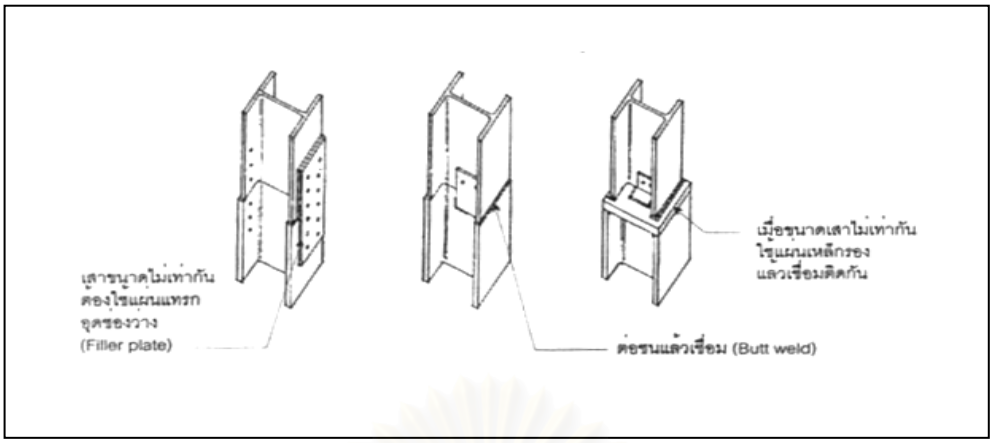
1) ทำรอยต่อที่ระดับสูงกว่าคาน ประมาณ 60 ซม. รอยต่อจะอยู่เหนือรอยต่อของเสากับคานในชั้นนั้น ๆ ทำให้สะดวกในการทำงาน แต่อาจมีผลต่อความเรียบร้อยสวยงามของผนังบริเวณรอยต่อนั้น ๆ

2) ทำรอยต่อเสาในระดับเดียวกับระดับคาน โดยอาจวางเสาชั้นบนตั้งอยู่บนปีกของคานที่วางอยู่บนหัวเสาชั้นล่าง ควรใช้แผ่นเหล็กเสริมแรง (Stiffener) สอดระหว่างปีกของคาน เชื่อมติดกับปีก และเอวของคาน เพื่อช่วยถ่ายแรงจากเสาชั้นบนผ่านปีกและลำตัวของคานลงสู่เสาชั้นล่าง ในกรณีที่ความกว้างของเสาบน เสาล่าง และคานมีขนาดไม่เท่ากัน จำเป็นต้องใช้แผ่นเหล็ก (Base plate) ช่วยกระจายแรงให้ลงเต็มหน้าตัดเสา และให้ความสะดวกในการทำรอยต่อหรือการติดตั้งเสา

ในบางกรณีถ้าคานในแต่ละชั้นยึดติดกับด้านข้างของเสา การลดขนาดเสาหรือการต่อเสาก็ทำรอยต่อในระดับปีกคานด้านบน โดยใช้ Bearing plate ปิดหัวเสา หรือใช้ปีกบนของคานปิดหัวเสา แล้วตั้งเสาต่อไปได้เลย การทำรอยต่อระหว่างเสากับเสา ถ้ามีการลดขนาดเสา หรือมีรูปตัดต่างกันควรใช้แผ่นเหล็กปิดหัวเสาก่อน เพื่อกระจายแรงให้ถ่ายลงเต็มหน้าเสาด้านล่าง แล้วจึงยึดเสาติดกับแผ่นเหล็กให้แข็งแรง

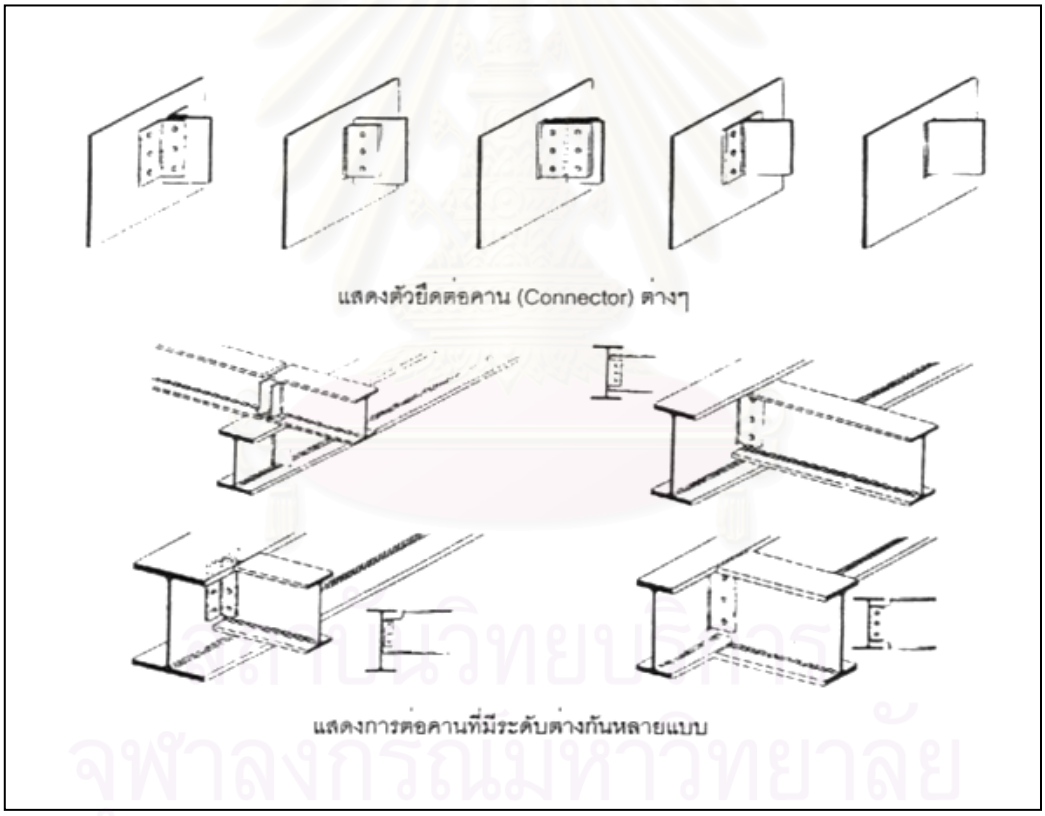
ถ้าเสาชั้นบนมีขนาดและรูปตัดเท่ากับเสาชั้นล่าง อาจใช้แผ่นเหล็กประกับด้านข้างที่ลำตัวหรือปีกของเสาให้สมมาตรทั้งสองแกน จะให้ความแข็งแรงเพียงพอ แต่ควรพิจารณาถึงความสวยงามหรือความเรียบร้อยของรอยต่อด้วย

ถ้าเสาชั้นบนกับชั้นล่างขนาดไม่เท่ากัน การใช้แผ่นเหล็กประกับด้านข้าง (Splice plate) จะมีช่องว่างเหลืออยู่ จึงต้องใช้แผ่นเหล็กบรรจุช่องว่างดังกล่าวให้เต็ม (Filler plate) เพื่อยึดให้เป็นท่อนเดียวกัน และถ่ายแรงต่อเนื่องกันได้โดยสมบูรณ์



การต่อเสา และการลดขนาดเสา

* ที่มา : จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 76.



รอยต่อระหว่างคาน กับ คาน

* ที่มา : จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 76.

หลักการทำรอยต่อระหว่างคานหลักกับคานรองนั้น เหมือนกับการทำรอยต่อระหว่างเสากับคาน คือ

1) ใช้บ่ารองรับ (Seating) คือ เหล็กฉากรองรับคานรองหรือตง

2) ใช้การเข้ากรอบ (Framing) คือ ใช้เหล็กฉาก หรือ แผ่นเหล็กยึดประกับทั้งสองข้าง

3) ใช้การเชื่อมยึดระหว่างคานหลักกับคานรองโดยตรง

ปกติสามารถวางคานซอยหรือตงอยู่บนคาน หรือคานหลักได้โดยตรงเช่นเดียวกับโครงสร้างพื้นไม้ แต่โครงสร้างเหล็กสามารถวางระดับตงให้อยู่เสมอกับระดับคานหรือต่ำกว่าระดับคานได้โดยง่าย จึงมีอิสระในการเลือกใช้ร่วมกับระดับพื้นแบบต่าง ๆ ได้ดี การเขียนแบบโครงสร้างพื้นโครงสร้างจึงต้องตรวจสอบระดับของคานเหล็ก คานซอย ตง ระดับพื้นโครงสร้าง และระดับผิวสำเร็จ (Finish floor level) ให้ถูกต้องด้วย เพราะจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และจะมีผลต่อการเขียนแบบขยายรอยต่อต่าง ๆ ด้วย

5. รอยต่อระหว่างคาน กับพื้น

ขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของพื้นที่เลือกใช้ ซึ่งมีอยู่หลายชนิดและอาจใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ควรศึกษารายละเอียดการติดตั้งของระบบพื้นแต่ละชนิดที่นำมาใช้กับโครงสร้างเหล็ก แต่โดยทั่วไปแล้ว มักยึดแผ่นพื้นติดกับตง หรือคานเหล็กโดยใช้การเชื่อม หรือใช้สลักเกลียว หมุดเกลียว และหมุดย้ำ ยึดติดเข้าด้วยกันตามแต่ความเหมาะสมของวัสดุ

6. รอยต่อระหว่างเสา-คานและโครงหลังคา

ขึ้นอยู่กับชนิดและระบบของโครงหลังคาที่ใช้ จันทันหรือโครงหลังคาที่ใช้กันส่วนใหญ่ ก็คือ คาน หรือตงนั่นเอง การทำรอยต่อยึดติดกับหัวเสา หรือ คานอะเส จึงเป็นเช่นเดียวกับการทำรอยต่อระหว่างคานกับเสาหรือคานกับอะเสนั่นเอง

โครงหลังคา (Truss) หรือ เหล็กที่พาดช่วงกว้าง การทำรอยต่อระหว่างโครงหลังคากับเสาหรือคาน ปกติจะออกแบบให้ปลายข้างหนึ่งสามารถขยับตัวได้ (Free end) เพื่อการขยายตัวของโครงสร้างเนื่องจากความร้อน หรืออุณหภูมิที่เปลี่ยนไปด้วย ส่วนปลายอีกข้างหนึ่ง จะยึดติดอยู่กับที่ (Fixed end)

การเขียนแบบขยายรายละเอียดรอยต่อในส่วนนี้ ต้องพิจารณาให้รอบคอบว่าจุดใดเป็นรอยต่อโครงสร้างชนิดใด เช่น

รอยต่อแบบยึดแน่น (Fixed joint)

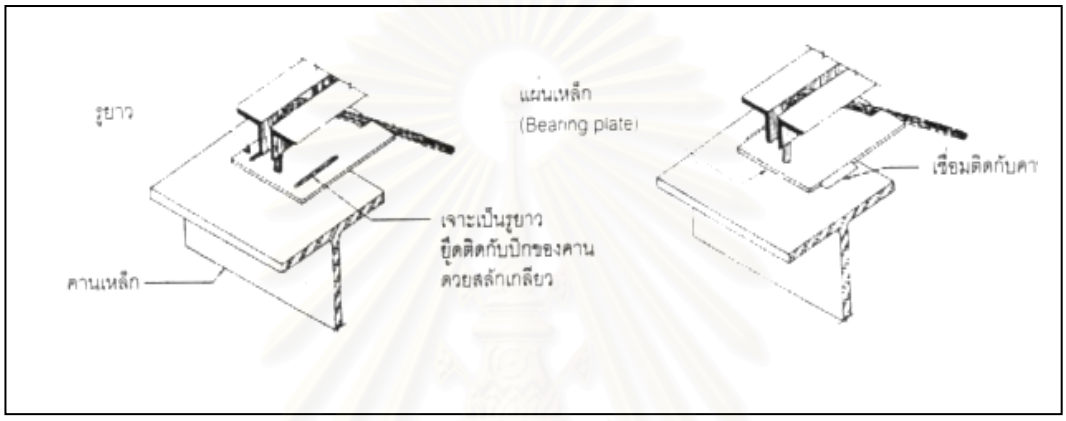
รอยต่อแบบอิสระ (Free joint)

รอยต่อแบบข้อหมุน หรือบานพับ (Hinge joint หรือ Pin joint)

รอยต่อแบบแข็งเกร็ง (Rigid joint)

รอยต่อเผื่อการขยาย (Expansion joint)

ซึ่งการให้รายละเอียดรอยต่อดังกล่าวจะแตกต่างกันไป ตามชนิดของโครงสร้าง และหลักการออกแบบของวิศวกรโครงสร้างเป็นสำคัญ ถ้าสถาปนิกและช่างเขียนแบบมีความรู้ความเข้าใจ ในหลักการออกแบบของวิศวกรโครงสร้าง ก็จะช่วยให้การเขียนแบบรายละเอียดรอยต่อโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวเนื่องในบริเวณดังกล่าวถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รอยต่อบางจุดอาจต้องแก้ปัญหาทั้งทางด้านโครงสร้าง และสถาปัตยกรรมควบคู่กันไป ไม่สามารถแยกพิจารณาแยกออกจากกันได้



ตัวอย่างรอยต่อโครงหลังคาเหล็ก (Roof joist) กับคานเหล็ก

* ที่มา : จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 78.

สรุป

การออกแบบและการให้รายละเอียดการทำรอยต่อทางโครงสร้าง ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปจะเป็นงานของวิศวกรโครงสร้าง แต่ในงานออกแบบที่ใช้โครงสร้างเป็นองค์ประกอบสำคัญทางสถาปัตยกรรมเพื่อความสวยงาม หรือ แสดงออกถึงลักษณะเฉพาะ สถาปนิก และวิศวกรจำเป็นต้องควบคุมดูแลเรื่องสัดส่วน ความประณีตเรียบร้อย หรือความสวยงามของโครงสร้าง และรอยต่อต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วย ควรถือเป็นส่วนหนึ่งของงานสถาปัตยกรรมด้วย เพื่อให้ได้องค์ประกอบของอาคารที่มีความประณีต งดงาม และมีมาตรฐานการก่อสร้างที่ดีขึ้น [2]

คอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุคอนกรีตมวลเบา [3]

---

[2] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, การก่อสร้างด้วยเหล็ก , (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร,2542), หน้า 78.

[3] บริษัท ซุปเปอร์บล็อก จำกัด, เอกสารประกอบการขายเรื่อง “วัสดุคอนกรีตมวลเบา SUPERBLOCK” , 2542.

ภาคผนวก ข
วัสดุคอนกรีตมวลเบา

วัสดุคอนกรีตมวลเบา (Autoclaved Aerated Concrete Product)

วัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างใหม่สำหรับประเทศไทย แต่ได้มีการผลิตใช้งานในประเทศแถบยุโรปเป็นระยะเวลามากกว่า 50 ปีแล้ว เช่น ในเยอรมัน อังกฤษ และขยายการผลิตใช้งานกันอย่างกว้างขวางตามประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้แก่ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เกาหลี และคูเวต ฯลฯ

วัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่รวมลักษณะเด่นที่สำคัญสองประการคือ น้ำหนักเบา และมีกำลังสูง นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าวัสดุก่อสร้างอื่นอีกหลายประการ เช่น การเป็นฉนวนความร้อน, การดูดซับและป้องกันเสียง และ การทนไฟ

วัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่ใกล้เคียงวัสดุธรรมชาติ เนื่องจากส่วนประกอบของการผลิต ใช้วัสดุจากธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศอันได้แก่ ซีเมนต์, ปูนขาว และ ทราย ซึ่งไม่มีส่วนที่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในขบวนการผลิตและการใช้งาน โดยวัตถุดิบทั้งสามชนิดนี้จะถูกผสมร่วมกับน้ำให้อยู่ในรูปของเหลว หลังจากนั้นฟองอากาศจะถูกเติมลงไปในส่วนผสมนี้โดยใช้วิธีการทางเคมี โดยในขั้นตอนนี้ผงอลูมิเนียมซึ่งเป็นวัตถุดิบเพียงตัวเดียวที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศจะถูกเติมลงไปในส่วนผสม ผงอลูมิเนียมนี้จะทำปฏิกริยากับปูนขาวก่อให้เกิดฟองกาซไฮโดรเจนขนาดเล็กนับเป็นล้านฟอง ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมมีการขยายปริมาตรขึ้นเป็นอย่างมาก ส่วนกาซไฮโดรเจนนี้ก็จะระเหยออกไปและอากาศก็จะเข้ามาแทนที่ในฟองอากาศ ขบวนการนี้ทำให้โครงสร้างของวัสดุคอนกรีตมวลเบามีลักษณะเป็นแบบ Cellular ซึ่งโครงสร้างแบบนี้เองที่เป็นส่วนสำคัญที่ทำวัสดุคอนกรีตมวลเบาให้มีน้ำหนักเบา มีความเป็นฉนวนที่ดี และมีกำลังสูง

ที่มาของวัสดุคอนกรีตมวลเบา

เนื่องจากน้ำหนักของวัสดุในโครงสร้างต่างๆ ที่เรียกว่าน้ำหนักตายตัว หรือ Dead Load นั่นเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการกำหนดความใหญ่ขององค์อาคารต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปจนถึงฐานรากและก็มูลค่าของโครงสร้างนั้น ๆ นักวิศวกรจึงพยายามค้นคิดวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรง คอนกรีตเป็นวัสดุหลักพื้นฐานที่ใช้งานมานาน และเป็นที่คุ้นเคยทั่วไป จึงมีแนวความคิดตลอดมาว่าจะหาทางลดน้ำหนักมวลคอนกรีตได้โดยวิธีใดบ้าง (คอนกรีตโดยทั่วไปมีน้ำหนักเท่ากับ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

ก้าวสำคัญก้าวแรกที่นำไปสู่การคิดค้นผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำหรือวัสดุคอนกรีตมวลเบา Autoclaved Aerated Concrete (AAC) ได้เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1881 ในประเทศ สวีเดนโดย Michaclis ได้คิดค้นวัสดุก่อสร้างชนิดแรกที่ใช้การบ่มด้วยไอน้ำโดยมีส่วนผสมของทรายและปูนขาวเป็น

วัตถุดิบหลัก ต่อมาในปี ค.ศ. 1914 ในประเทศอังกฤษ Aylsworth ได้ทดลองทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในเนื้อวัสดุก่อสร้างโดยใช้ผงโลหะ (Metallic powder) เป็นตัวทำให้เกิด ปฏิกริยาเคมี หลังจากนั้นที่ประเทศสวีเดนในปี ค.ศ. 1923 Eriksson ได้รวมการบ่มด้วยไอน้ำเข้ากับการเพิ่มฟองอากาศในเนื้อวัสดุจากการพัฒนาค้นคว้าตามลำดับนี้ในที่สุดขบวนการในการผลิตวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณภาพเหนืออิฐและคอนกรีตก็ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี 1929 ที่ประเทศสวีเดน ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาการผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำก็ได้เริ่มขึ้น ซึ่งได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองซึ่งมีการใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นจำนวนมากในการซ่อมแซมอาคารที่ถูกทำลายเสียหายในช่วงสงครามในปีค.ศ.1995 ในประเทศเยอรมันได้มีการผลิตวัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นจำนวนถึง 6 ล้านลูกบาศก์เมตร (หรือ 24 ล้านตารางเมตร) จาก คุณสมบัติที่ดีของวัสดุคอนกรีตมวลเบาทำให้ความต้องการใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบาทั่วโลกมีเพิ่มมากขึ้นทุกปีและมีการขยายกำลังการผลิตไปตามภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยด้วย

คุณสมบัติเด่นของวัสดุคอนกรีตมวลเบา

1.) กำลัง วัสดุคอนกรีตมวลเบามีอัตราส่วนระหว่างกำลังต่อน้ำหนักสูง โดยมีกำลังรับแรงอัดอย่างต่ำประมาณ 4.5 เมกะปาสกาล (ประมาณ 45 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ซึ่งหมายความว่า วัสดุคอนกรีตมวลเบาขนาดมาตรฐาน (60x20x9 ซม.) จะรับน้ำหนักได้อย่างน้อย 24 ตัน คุณสมบัติในข้อนี้ทำให้วัสดุคอนกรีตมวลเบาเหมาะสมที่จะใช้สำหรับสร้างผนังทั้งในแบบที่ต้องรับแรงในแนวดิ่ง (Loadbearing) หรือในแบบที่ไม่ต้องรับแรงในแนวดิ่ง (Non-loadbearing) โดยสามารถก่อทั้งในแบบผนังชั้นเดียว (Single leaf walls) หรือผนังสองชั้นที่มีช่องว่างตรงกลาง (Cavity walls)

2.) การเป็นฉนวนกันความร้อน อากาศที่ถูกปิดล้อมอยู่ในรูพรุนของโครงสร้างแบบ Cellular เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยทำให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี อาคารที่สร้างด้วยวัสดุคอนกรีตมวลเบาจะมีอุณหภูมิภายในที่เย็นกว่าในฤดูร้อน และอุ่นกว่าในฤดูหนาว ดังนั้นการใช้พลังงานในอาคารจะลดลงซึ่งจะช่วยลดต้นทุนด้าน การทำความร้อน, การทำความเย็น และช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพิ่มในอาคาร

3.) การเป็นฉนวนกันเสียง การกันเสียงของวัสดุก่อสร้างนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญสองประการ คือความหนาแน่นและความต้านทานการซึมผ่านของอากาศ โดยเฉพาะความต้านทานการซึมผ่านของอากาศนั้นจะมีผลต่อพฤติกรรมด้านการเป็นฉนวนกันเสียงของผนังเป็นอย่างยิ่ง ลักษณะโครงสร้างของวัสดุคอนกรีตมวลเบาที่ประกอบด้วยฟองอากาศขนาดเล็กนับล้าน ๆ ฟองโดยที่แต่ละฟองจะไม่ต่อเนื่องถึงกันนั้น ทำให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามีความต้านทานการซึมผ่านของอากาศสูง และส่งผลให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันเสียงที่ดี โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับวัสดุที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน นอกจากนี้โครงสร้างแบบ Cellular ยังช่วยให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามี

ความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดี เมื่อเทียบกับคอนกรีตและอิฐมอญ คุณสมบัตินี้ช่วยลดการสะท้อนของเสียงที่มากระทบผนังซึ่งมีความจำเป็นมากสำหรับห้องที่ไม่ต้องการเสียงสะท้อน เช่น ห้องประชุม, โรงภาพยนต์ หรือ ห้องอัดเสียง เป็นต้น

4.) ความหนาแน่น วัสดุคอนกรีตมวลเบามีความหนาแน่นต่ำ โดยมีค่าเพียงประมาณ 1 ใน 5 ของความหนาแน่นของคอนกรีต คุณสมบัติในข้อนี้ทำให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งในการก่อสร้างอาคารสูง โดยการใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบาจะช่วยให้โครงสร้างส่วนต่าง ๆ เช่น คาน เสา และฐานรากต้องรับน้ำหนักของผนังน้อยลง ซึ่งจะส่งผลในการลดขนาดหรือปริมาณเหล็กในส่วนของโครงสร้างและฐานราก และช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านโครงสร้าง

5.) การหดตัวต่ำ วัสดุคอนกรีตมวลเบามีอัตราการหดตัวที่ต่ำเมื่อเทียบกับคอนกรีต การหดตัวที่มีค่าต่ำนี้มีค่าใกล้เคียงกับการหดตัวของปูนก่อและปูนฉาบ ซึ่งจะช่วยลดการแตกร้าวของผิวปูนฉาบซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและพบเป็นประจำ ในการก่อสร้างในประเทศไทย

6.) ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากวัสดุคอนกรีตมวลเบาจะไม่มีส่วนผสมอันใดที่มีพิษกับร่างกายแล้วการผลิตวัสดุคอนกรีตมวลเบานั้นก็ต้องการใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิตอิฐมอญมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยและมีการนำวัสดุที่เหลือจากการผลิตเช่น ไอน้ำ นำกลับไปใช้ใหม่ นอกจากนี้ตัวเนื้อของ วัสดุคอนกรีตมวลเบาประกอบด้วยโครงสร้างแบบ Cellular ซึ่งมีเนื้อวัสดุเพียงประมาณ 20% และที่เหลือจะเป็นช่องอากาศขนาดเล็กประมาณ 30% และช่องอากาศขนาดใหญ่ประมาณ 50% การใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยนี้ ทำให้การใช้พลังงานในการเตรียมวัตถุดิบลดลงตามไปด้วย สำหรับในส่วนของอิฐมอญ ขั้นตอนการผลิตจะต้องนำอิฐไปเผาด้วยแกลบเป็นเวลา 15 วัน หรือ ถ้าเผาด้วยไม้ฟืนจะต้องใช้เวลา 1 วัน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้มีการ สิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างมาก และก่อให้เกิดมลภาวะเนื่องจากมีการปล่อยก๊าซ CO_2 และ CO เป็นจำนวนมากเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ

7.) การทนไฟ วัสดุคอนกรีตมวลเบามีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในที่ที่ต้องการการทนไฟที่ดี ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างที่มีอากาศแทรกอยู่ภายในช่วยทำให้วัสดุคอนกรีตมวลเบามีอัตราการทนไฟที่ดีเยี่ยม อัตราการทนไฟของวัสดุคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาต่าง ๆ กันตามที่ทดสอบโดย CSIRO

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางอัตราการทนไฟตามขนาดความหนาของวัสดุคอนกรีตมวลเบา

	อัตราการทนไฟ				
ความหนาของวัสดุคอนกรีตมวลเบา	**90 ม.ม.**	**100 ม.ม.**	**150 ม.ม.**	**180 ม.ม.**	**200 ม.ม.**
ไม่รับแรงในแนวดิ่ง (Non-Load Bearing)	3 ซ.ม.+	4 ซ.ม.	4 ซ.ม.+	4 ซ.ม.+	4 ซ.ม.+
รับแรงในแนวดิ่ง (Load Bearing)	-	-	2 ซ.ม.	3 ซ.ม.	4 ซ.ม.

* ที่มา : Superblock's Company Profile, 2542

ตารางคุณสมบัติของ Q-CON BLOCK เมื่อเทียบกับอิฐมอญและคอนกรีตบล็อค

คุณสมบัติ	**คอนกรีตบล็อค**	Q-CON BLOCK	**อิฐมอญ**
โครงสร้างบล็อค	กลวง	ตัน	ตัน
ก่อเป็นผนังรับแรง	ได้	ได้	ไม่ได้
ค่าความสามารถในการต้านความร้อน (ค่า "R",ที่ความหนาบล็อค 15 ซม.)	0.31	1.15	0.185
อัตราการทนไฟ (ความหนาบล็อก 10 ซม.)	1 ชม.	4 ชม.	2 ชม.
จำนวนก้อนต่อ 1 ตารางเมตร	12.5	8.3	144
น้ำหนักต่อ 1 ตารางเมตร หลังฉาบเสร็จ (ก่อด้วยบล็อคหนา 10 ซม.)	140 กก.	80 กก.	180 กก.
การดูดซึมน้ำ	สูง	ต่ำ	สูง
ความหนาปูนก่อระหว่างก้อน	10-15 มม.	2-3 มม.	15-20 มม.
วิธีตัดการตัดแต่งด้วยเครื่องมือช่างไม้	เครื่องตัดไฟฟ้า ไม่ได้	เลื่อยมือ ได้	เครื่องตัดไฟฟ้า ไม่ได้
ความหนาปูนฉาบ	ฉาบหนา (15-20 มม.)	ฉาบบาง (5-8 มม.)	ฉาบหนา (20-30 มม.)
การปะซ่อม-แต่ง	ทำไม่ได้	ทำได้ง่าย	ทำได้ยาก
การตัด-เจาะผนังเพื่อฝังท่องานระบบ	เครื่องตัดไฟฟ้า	เซาะร่องด้วยมือ	เครื่องตัดไฟฟ้า

* ที่มา : เอกสารประกอบการขายวัสดุคอนกรีตมวลเบา Q-CON

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างซุปเปอร์บล๊อคกับอิฐมอญ

คุณสมบัติ	**อิฐมอญ**	SUPERBLOCK	**ประโยชน์ที่ได้รับ**
น้ำหนักผนัง/ตร.ม. (รวมฉาบ)	180-200 กก./ตร.ม.	90-100 กก./ตร.ม.	เบากว่า 2 เท่า ทำงานง่ายประหยัดโครงสร้างและลดอัตราการทรุดตัวของอาคาร
ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)	35 กก./ตร.ม.	50 กก./ตร.ม.	ผนังโดยรวมของอาคารแข็งแรงคงทนกว่า
อัตราการซึมน้ำ (โดยปริมาตร)	30 %	30%	ไม่ซึมน้ำมากกว่าเพราะผิวมีโพรงอากาศ แบบไม่ต่อเนื่องกัน
อัตราการทนไฟ (ที่ความหนารวมปูนฉาบ 10 ซม.)	0.5 -1 ซม.	4 ซม.+	ปลอดภัยกว่าสำหรับผู้อยู่อาศัยและใช้เป็นผนังกันไฟได้ตามกฎหมาย
อัตราการนำความร้อน (ค่า K)	1.211 วัตต์/ม./องศาเซลเซียส	0.089 วัตต์/ม./องศาเซลเซียส	ไม่นำ-สะสมความร้อน คือกันความร้อนได้ดีกว่า สามารถลดพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ในการทำความเย็นลงถึง 60 %ประหยัดพลังงาน
การฝังท่อน้ำ-ไฟ	ฝังยากต้องสกัดทำให้เกิดรอยแตกร้าวภายหลัง	เซาะร่อง ทำงานได้ง่ายกว่า	งานเสร็จเร็วผนังไม่เสียหาย
การผลิต	ใช้หน้าดินมาเผาเกิดมลพิษ และ ใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง	ใช้วัตถุดิบน้อยเข้าอบในเตาอบไอน้ำเศษวัสดุนำมา Recycle ได้ควบคุมการผลิตด้วย Computer	ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อมคุณภาพคงที่ และ คงทน ตลอดอายุของอาคาร

* ที่มา : เอกสารประกอบการขายวัสดุคอนกรีตมวลเบา SUPERBLOCK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ประกอบการในอุตสาหะกรรมวัสดุคอนกรีตมวลเบา

ผู้ประกอบการของอุตสาหะกรรมวัสดุคอนกรีตมวลเบาต้องใช้เงินลงทุนสูง เนื่องจากเป็นสินค้าเทคโนโลยี ต้องซื้อกรรมวิธีการผลิตมาจากต่างประเทศ จึงมีผู้ประกอบการน้อยราย ในปัจจุบันมีผู้ผลิตในประเทศไทยเพียง 2 ราย คือ

1. บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด จำหน่ายคอนกรีตมวลเบา ยี่ห้อ Q-CON สำนักงานและโรงงานตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดอยุธยา ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด ก่อตั้งโดยกลุ่มนักลงทุนชาวไทยในปี พ.ศ. 2538 มีทุนจดทะเบียนเริ่มแรก ประกอบด้วยหุ้นสามัญ 1,000,000 หุ้น มูลค่าที่ตราไว้หุ้นละ 100 บาท รวมเป็นทุนจดทะเบียน 100,000,000 บาท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการผลิตและจัดจำหน่ายคอนกรีตมวลเบา ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้าง บริษัทฯ ได้เริ่มทำการผลิตด้วยกำลังการผลิต ร้อยละ 30 ในปี 2539 เฉลี่ย 5,500 ลบ.ม. ต่อเดือน

2. บริษัท ซุปเปอร์บล๊อก จำกัด จำหน่ายคอนกรีตมวลเบา ยี่ห้อ SUPERBLOCK สำนักงานตั้งอยู่ที่ 1156 ซอยสมเด็จเจ้าพระยา 17 คลองสาน กทม. 10600 โรงงานตั้งอยู่ที่ อำเภอค่ายบางระจันจังหวัดสิงห์บุรี ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท ซุปเปอร์บล๊อก จำกัด เป็นบริษัทของคนไทยที่จัดตั้งขึ้นโดยได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนแห่งชาติ (BOI) โรงงานผลิตซุปเปอร์บล๊อกในประเทศไทยเริ่มดำเนินการผลิตในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2539 มีทุนจดทะเบียนเริ่มแรกประกอบด้วยหุ้นสามัญ 140,000 หุ้น มูลค่าที่ตราไว้หุ้นละ 1,500 บาท รวมเป็นทุนจดทะเบียน 210,000,000 บาท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการผลิตและจัดจำหน่ายวัสดุคอนกรีตมวลเบา

การใช้งานของวัสดุคอนกรีตมวลเบา

วัสดุคอนกรีตมวลเบามีความเหมาะสมกับการใช้งานหลายรูปแบบ ตัวอย่างการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับวัสดุคอนกรีตมวลเบาได้แก่

1. ผนังในอาคารสูงทั้งที่โครงสร้างเป็นเหล็กและที่เป็นคอนกรีต
2. ผนังกันไฟ
3. ผนังป้องกันเสียงในโรงงาน
4. ผนังในบ้านพักอาศัย
5. ผนังในห้องประชุมหรือโรงภาพยนต์
6. แผ่นกันเสียงสำหรับถนนหรือทางด่วน
7. ผนังกั้นอาคารเก็บของหรือโกดังเก็บสินค้า

การผลิตคอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบามีส่วนประกอบดังนี้

1. ทรายละเอียด 52 %
2. ซีเมนต์ 14 %
3. ปูนขาว 14 %
4. เคมีที่ทำให้เกิดฟองอากาศ 0.6 %
5. ส่วนผสมอื่นๆ 9.4 %

ขั้นตอนการผลิตบล็อกคอนกรีตมวลเบาโดยสังเขป

1. ทรายซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักถูกนำเข้าเครื่องบดที่ได้ความละเอียดประมาณ 90 ไมครอน
2. นำทรายที่ได้ใส่ในถังกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอน เรียกขั้นตอนนี้ว่า Sand Slurry หากอุณหภูมิสูงเกินไป จะนำมาผ่านเครื่องหล่อเย็นเพื่อปรับให้อุณหภูมิต่ำลง
3. วัตถุดิบชนิดอื่นจะถูกเก็บไว้ในไซโล เช่น ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ปูนขาว แร่ และเศษบล๊อกที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว อลูมิเนียมซึ่งเป็นตัวที่ก่อให้เกิดฟองอากาศ จะนำมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่กำหนดแล้วใส่ในถังกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอนเช่นเดียวกับ Sand Slurry
4. วัตถุดิบทั้งหมดจะถูกนำมาชั่งในสัดส่วนที่กำหนด ก่อนจะเทลงผสมในเครื่องผสมจนเข้าที่แล้วเทลงในแม่พิมพ์ วัสดุที่ผสมในแม่พิมพ์นี้เรียกว่า เค้ก
5. แม่พิมพ์จะถูกนำไปบ่มในห้องบ่มที่มิดชิดประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้รักษาอุณหภูมิไว้เค้กจะค่อย ๆ พองตัวขึ้นจนเต็มแม่พิมพ์เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีก่อให้เกิดความร้อนและก๊าซไฮโดรเจน ความร้อนยังช่วยให้ซีเมนต์แข็งตัวเร็วขึ้นอีกด้วย
6. นำแม่พิมพ์มาเปิดออกเพื่อนำเค้กไปตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ แล้วจึงลำเลียงเข้าไปในตู้อบไอน้ำที่ความดัน 11.5 เท่าของบรรยากาศ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 13-16 ชั่วโมง

เค้กที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า บล็อก จะถูกลำเลียงออกจากตู้อบไอน้ำ แล้วจึงนำมาแยกก่อนจะนำมาเรียงในพาเลต พร้อมที่จะจัดส่งต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
ต้นทุนค่าก่อสร้าง

ตารางแสดงการสรุปต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านของทั้ง 2 ระบบตามปีที่มีการก่อสร้าง

รายการ	โครงสร้างเสา-คานเหล็ก (2543)				ระบบเดิม (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก) (2544)			
	ราคาวัสดุ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)	%	ราคาวัสดุ (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)	%
งานโครงสร้าง	126,116.25	67,508.73	193,625.00		127,620.20	59,962.84	187,583.04	
สัดส่วน (%)	65.13 %	34.87 %	32.22 %		68.03 %	31.97 %	34.41 %	
ราคาส่วนต่าง					-1,503.95	+7,545.89	+6,041.96	
งานสถาปัตยกรรม	155,210.00	179,476.49	334,686.49		153,837.84	142,359.89	296,197.73	
สัดส่วน (%)	46.38 %	53.62 %	56.91 %		51.93 %	48.07 %	54.35 %	
ราคาส่วนต่าง					+1,372.16	+37,116.60	+38,488.27	
งานประกอบอาคาร	31,806.04	28,000.00	59,806.00		33,244.98	28,000.00	61,244.98	
สัดส่วน (%)	53.18 %	46.82 %	10.16 %		54.28 %	45.72 %	11.23 %	
ราคาส่วนต่าง					-1,438.94	0	-1,439.98	
รวมทั้งหมด	313,132.27	274,985.22	588,117.45	100	295,495.79	216,265.47	511,761.26	100
ราคาส่วนต่างรวม (+ หมายถึงโครงสร้างเหล็กแพงกว่า) (- หมายถึงโครงสร้างเหล็กต่ำกว่า)					-1,570.75	+44,662.49	+43,091.25	
ราคาต่อตารางเมตร (135 ตร.ม.)	4,356.43 บาท/ตร.ม.				4,037.22 บาท/ตร.ม.			

* ที่มา : จากการวิจัย

** ราคานี้ไม่รวมค่าดำเนินการ และภาษีมูลค่าเพิ่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010(โครงสร้างเสา-คานเหล็ก)						
ลำดับ	**รายการ**	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา:หน่วย**	**รวมเงิน**	**หมายเหตุ**
1	**งานดินผังบริเวณ และฐานราก**					
1.1	**งานดิน ผังบริเวณ**					
1.11	ดินถม	1	เที่ยว	1,100.00	1,100.00	
1.12	หน้าดิน	1	เที่ยว	1,100.00	1,100.00	
1.13	ตีผังบริเวณ	เหมารวม				
					2,200.00	
1.2	**งานฐานราก**					
1.21	คอนกรีต 240KSC	7	ลบม.	1,102.75	7,719.25	
1.22	เหล็กเสริมโครงสร้าง					
1.23	เหล็ก 12 มม.	26	เส้น	100.00	2,600.00	
1.24	ลวดผูกเหล็ก	2	ขด	180.00	360.00	
1.25	เหล็ก PL 30 *30	17	แผ่น	90.00	1,530.00	
1.26	ปูน TPI แดง	10	ถุง	115.00	1,150.00	
1.27	SIKAเทค	13	Kg	85.00	1,105.00	
1.28	น้ำยากันซึม	1	Kg	75.00	75.00	
					14,539.25	
2	**งานโครงสร้างเสา-คานเหล็ก**					
2.11	H-Beam 100x100x17.2Kg/m	619	กิโลกรัม	12.60	7,801.92	
2.12	H-Beam 200x100x21.3Kg/m	895	กิโลกรัม	12.60	11,271.96	
2.13	H-Beam 250x125x23.8Kg/m	1,421	กิโลกรัม	12.60	17,902.08	
2.14	H-Beam 125x125x23.8Kg/m	1,856	กิโลกรัม	12.60	23,390.64	
2.15	สีน้ำมันเคลือบเงา C210	7	แกลลอน	500.00	3,500.00	
2.16	ทินเนอร์	3	แกลลอน	90.00	270.00	
					64,136.60	
3	**งานโครงสร้างเหล็กหลังคา**					
3.11	เหล็กฉาก1.5*1.5หุน	17	เส้น	130.00	2,210.00	
3.12	เหล็กตัว C 150*50*20*2.3	25	เส้น	325.00	8,125.00	
3.13	เหล็กตัว C 125*50*20*2.3	2	เส้น	295.00	590.00	
3.14	เหล็กตัว C 100*50*20*2.3	39	เส้น	270.00	10,530.00	
					21,455.00	

ราคาวัสดุก่อสร้าง B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010Z(โครงสร้างเสา-คานเหล็ก)						
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา:หน่วย	รวมเงิน	หมายเหตุ
4	**โครงสร้างพื้น-เสากลม**					
4.11	อิฐบล็อกCM	230	ก้อน	3.35	770.5	
4.12	ทรายหยาบ	17.50	ลบม.	140.00	2,450.00	
4.13	พลาสติกกันชื้น	3.00	ม้วน	190.00	570.00	
4.14	คอนกรีต 240 KSC	7.00	ลบม.	1,285.75	9,000.25	
4.15	เหล็กเสริมโครงสร้าง					
4.16	เหล็ก 6 มม.	10.00	เส้น	28.57	285.70	
4.17	เหล็ก 9 มม.	34.00	เส้น	50.00	1,700.00	
4.18	เหล็กตะแกรงวาย-เมช2 90*50	1.00	ม้วน	2,320.00	2,320.00	
4.19	แผ่นพื้นสำเร็จรูป					
4.20	0.35*1.00 ม.	12.00	แผ่น	56.19	674.28	
4.21	0.35*3.00 ม.	44.00	แผ่น	168.00	7,392.00	
4.22	น้ำมันสน	1.00	กล.	95.00	95.00	
					25,257.73	
5.00	**งานผนังและตกแต่ง**					
5.11	อิฐมวลเบา 20*60*7.5 ซม.	1,970.00	ก้อน	16.20	31,914.00	
5.12	ปูนก่อ	22.00	ถุง	140.00	3,080.00	
5.13	เหล็ก 2"x2"x2.3mm	26.00	เส้น	70.00	1,820.00	
5.14	ปูนฉาบ	230.00	ถุง	57.00	13,110.00	
5.15	ปูนดอกบัว	10.00	ถุง	57.00	570.00	
5.16	ปูน TPI แดง	21.00	ถุง	115.00	2,415.00	
5.17	ทรายละเอียด	15.00	ลบม.	200.00	3,000.00	
5.18	ตาข่ายกรงไก่	5.00	ม้วน	850.00	4,250.00	
5.19	อิฐมอญ	435.00	ก้อน	0.40	174.00	
5.20	มุ้งในล่อนเขียว30หลา	1.00	ม้วน	140.00	140.00	
					60,473.00	
6.00	**งานประตู-หน้าต่างไม้**					
6.11	วงกบประตู 0.80*2.00	3.00	วง	480.00	1,440.00	
6.12	วงกบประตูพ่วงเกล็ดเดี่ยว.80*2.00*.60	1.00	วง	860.00	860.00	
6.13	วงกบประตู 0.70*2.00	3.00	วง	480.00	1,440.00	
6.14	วงกบหน้าต่าง0.60*1.09 น6	1.00	วง	600.00	600.00	

ราคาวัสดุก่อสร้าง B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010						
ลำดับ	**รายการ**	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา:หน่วย**	**รวมเงิน**	**หมายเหตุ**
6.15	ประตูลูกฟัก DORIC 0.80*2.00	3.00	บาน	1,100.00	3,300.00	
6.16	วงกบประตู 0.80*2.00 กันน้ำ	1.00	บาน	550.00	550.00	
6.17	วงกบประตู 0.70*2.00 กันน้ำ	3.00	บาน	850.00	2,550.00	
6.18	วงกบช่องแสงกระจกบานซ้อน40*120	2.00	วง	360.00	720.00	
6.19	ลูกบิดประตูรมดำ	7.00	ชุด	130.00	910.00	
6.20	บานพับ 4" รมดำ ประตู	25.00	ตัว	12.00	300.00	
					12,670.00	
7.00	**งานหลังคา-ฝ้าภายนอก**					
7.11	กระเบื้อง V-CON เขียว	1,382.00	แผ่น	8.88	12,272.16	
7.12	ครอบข้าง 90	10.00	แผ่น	18.48	184.80	
7.13	ครอบข้างปิดชาย	4.00	แผ่น	18.48	73.92	
7.14	ครอบสันปิดจั่ว	2.00	แผ่น	18.48	36.96	
7.15	ครอบสันโค้ง	120.00	แผ่น	18.48	2,217.60	
7.16	ครอบโค้งหางมน7	7.00	แผ่น	18.48	129.36	
7.17	สังกะสีแผ่นเรียบ	2.00	แผ่น	170.00	340.00	
7.18	ครอบสันหลังคาสามทาง	5.00	แผ่น	16.48	82.40	
7.19	แผ่นกันนก V-CON	80.00	แผ่น	15.61	1,248.80	
7.20	ช่องลมระบายอากาศ 60*40	1.00	ชุด	280.00	280.00	
7.21	ช่องลมเกล็ดซ้อนห้องน้ำ40*60	1.00	ชุด	280.00	280.00	
7.22	กระเบื้องแผ่นเรียบ 4 มิล	9.00	แผ่น	135.00	1,215.00	
7.23	ไม้ยาง 1.5*3*3.00 เมตร	20.00	ตัว	50.00	1,000.00	
7.24	ไม้ยาง 1.5*3*3.00 เมตร	21.00	ตัว	97.00	2,037.00	
7.25	ไม้ยาง 1.5*1.5-3.50 เมตร	60.00	ตัว	60.00	3,600.00	
7.26	ไม้ยาง 1.5*1.5*3.50	35.00	ตัว	55.00	1,925.00	
7.27	ไม้เฌอร่า 3.00 เมตร	95.00	แผ่น	65.00	6,175.00	
7.28	ไม้แผ่น TG 4*3.6	5.00	แผ่น	60.00	300.00	
7.29	ไม้แผ่นTG 3*3.6	91.00	แผ่น	47.00	4,277.00	
7.30	สีสเปรย์แดง	2.00	กป	40.00	80.00	
7.31	ตะปู 2 1/2"	1.00	กก	20.00	20.00	
7.32	ตะปู 3"	2.00	กก	20.00	40.00	
7.33	สีเทาครอบกระเบื้อง	1.00	กล	750.00	750.00	
					38,565.00	

ราคาวัสดุก่อสร้าง B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010						
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา:หน่วย	รวมเงิน	หมายเหตุ
8.00	**งานกระเบื้องเซรามิค**					
8.11	กระเบื้อง 18*18* โมซาร์ลฟ้า A	240.00	แผ่น	40.00	9,600.00	
8.12	กระเบื้อง 8*8 ไดนาสตี้สโนขาวมัน	374.00	แผ่น	6.00	2,244.00	
8.13	กระเบื้อง 8*8 บันเทิงเขียวคราม	212.00	แผ่น	5.20	1,102.40	
8.14	กระเบื้อง 8*8 เฮน่าซูล A	198.00	แผ่น	10.00	1,980.00	
8.15	กระเบื้อง 8*8 โสสุโก้ไอสวรรค์ฟ้า	6.00	กล่อง	165.00	990.00	
8.17	ปูน TPI เขียว	35.00	ถุง	91.00	3,185.00	
					19,101.40	
9.00	**งานกระจก-อลูมิเนียม**					
9.11	ประตูD1	3.00	ชุด			
9.12	หน้าต่างW1	3.00	ชุด			
9.13	หน้าต่างW2	3.00	ชุด			
9.14	หน้าต่างW3	4.00	ชุด			
9.15	หน้าต่างW4	4.00	ชุด			
9.16	หน้าต่างW5	4.00	ชุด			
10.00	**งานฝ้าเพดาน**					
10.10	ฝ้าฉาบเรียบแผ่นยิปซั่ม	92.00	ตรม.			
11.00	**งานบันได**					
11.10	ราวบันได 2*4*3.00m	4.00	ท่อน	450.00	1,800.00	
11.20	ไม้ลูกนอน 1 1/2*12*1.20 m ไม้แดง	13.00	ตัว	225.00	2,925.00	
11.30	ไม้ลูกตั้ง1*8*1.10m	16.00	ตัว	150.00	2,400.00	
11.40	ไม้แดงลูกกรง2*2*0.90m	20.00	ตัว	75.00	1,500.00	
11.50	เสา 4*4*1.20 ม.	7.00	ตัว	450.00	3,150.00	
11.60	เหล็กC150x50x20x2.3mm	3.00	เส้น	325.00	975.00	
11.70	เหล็กC75x75x20x2.3mm	4.00	เส้น	180.00	720.00	
					13,470.00	
12.00	**งานสี**					
12.11	สีน้ำภายนอกโจตันโรมานหพิงค์	1.00	ถัง	1,200.00	1,200.00	
12.12	สีรองพื้นกันไม้เชื้อรา	1.00	ถัง	275.00	275.00	
12.13	สีน้ำภายนอก NA 383	4.00	ถัง	420.00	1,680.00	
12.14	สีน้ำภายนอกซุปเปอร์โค๊ต524	3.00	ถัง	500.00	1,500.00	
12.15	สีน้ำภายนอกสีโอวัลติน861	1.00	ถัง	1,185.00	1,185.00	
12.16	สีภายนอกเขียวTurf green นิปปอน	4.00	กล	350.00	1,400.00	
12.17	สีรองพื้นปูนกันด่าง	2.00	ถัง	770.00	1,540.00	

ราคาวัสดุก่อสร้าง B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010						
ลำดับ	**รายการ**	**จำนวน**	**หน่วย**	**ราคา:หน่วย**	**รวมเงิน**	**หมายเหตุ**
13.00	**งานปาเก้ 46.50 ตารางเมตร**	50.00	ตรม.	220.00	11,000.00	
15.00	**งานประปา-สุขาภิบาล**					
15.10	**งานประปา-สุขาภิบาล**					
15.11	ท่อใยหิน 6*3.00 เมตร	16.00	ท่อน	115.00	1,840.00	
15.12	บ่อพักสำเร็จรูป40*0.40ม. พร้อมฝา	4.00	ชุด	140.00	560.00	
15.13	ถังบำบัดน้ำเสีย 1000 ลิตรสีฟ้า	1.00	ชุด	4,800.00	4,800.00	
15.14	ฝาพลาสติก 6"	1.00	ฝา	40.00	40.00	
					7,240.00	
15.20	**งานสุขภัณฑ์**					
15.21	ชักโครก C116 สีเขียว	2.00	ชุด	3,295.60	6,591.20	
15.22	อ่างล้างหน้าC014+ขารองอ่างหน้าC114	2.00	ชุด	1,025.00	2,050.00	
15.23	ที่ใส่สบู่C834	2.00	ชุด	102.72	205.44	
15.24	ที่ใส่กระดาษ C836	2.00	ชุด	190.00	380.00	
15.25	ก๊อกอ่างล้างหน้าแบบโยก CT 164	2.00	ชุด	545.75	1,091.50	
15.26	สะดืออ่างล้างหน้า	2.00	ชุด	25.00	50.00	
15.27	ชาร์ปอ่างล้างหน้า	2.00	ชุด	150.00	300.00	
15.28	สายน้ำดี 20"	2.00	ชุด	75.00	150.00	
15.29	วาล์สฝักบัว	2.00	ชุด	80.00	160.00	
15.30	สายฉีดชำระ	2.00	ชุด	105.00	210.00	
15.31	ราวแขวนผ้าพลาสติก C837	2.00	ชุด	353.10	706.20	
15.32	กระจกเงากรอบไม้สีเขียวดำ	2.00	ชุด	550.00	1,100.00	
15.33	ตะแกรงรังผึ้ง 2"	3.00	ชุด	7.00	21.00	
15.34	ก๊อกน้ำหัวแก้ว CT170C2	2.00	ชุด	224.70	449.40	
15.35	ก๊อกสนาม 1/2	1.00	ตัว	60.00	60.00	
15.36	ขาเกี่ยวอ่างล้างหน้าแบบแขวน	2.00	ชุด	20.00	40.00	
15.37	ท่อชาร์ปอ่างล้างหน้า 12"	4.00	ชุด	83.00	332.00	
15.38	ฝักบัวสีขาว	2.00	ชุด	110.00	220.00	
15.39	นิปเปิ้ลเหล็ก 1/2	8.00	ตัว	7.00	56.00	
					14,172.74	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ราคาวัสดุก่อสร้าง B.O.Q บ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบ HBS 010						
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา:หน่วย	รวมเงิน	หมายเหตุ
16.00	**งานไฟฟ้า**					
16.11	โคมตัวยู 1*20W พร้อมอุปกรณ์ครบชุ	1.00	ชุด	220.00	220.00	
16.12	โคมตัวยู 1*40W พร้อมอุปกรณ์ครบชุ	1.00	ชุด	285.00	285.00	
16.13	โคมเพดาน30W40TW4445/30	2.00	ชุด	170.00	340.00	
16.14	ไฟกริ่งผนังแก้วรอยร้าว8"	2.00	ชุด	315.00	630.00	
16.15	โคมไฟช่อ08-SU5800 BT	1.00	ชุด	1,425.00	1,425.00	
16.16	ไฟเพดาน04-02340 10/WH	12.00	ชุด	170.00	2,040.00	
16.17	โคมพลาสติกหัวเสาสีดำ	1.00	ชุด	125.00	125.00	
16.18	สวิทซ์กริ่งทูโทน	1.00	ชุด	40.00	40.00	
16.19	กล่องบรรจุเบรคเกอร์	1.00	ชุด	450.00	450.00	
16.20	แม่เมน 63A	1.00	ชุด	725.00	725.00	
16.21	ลูกเมน20A	6.00	ชุด	135.00	810.00	
16.22	สวิทซ์ไฟฟ้าทางเดียว	18.00	ชุด	28.00	504.00	
16.23	ปลั๊กทีวี	2.00	ชุด	130.00	260.00	
16.24	ปลั๊กโทรทัศน์	2.00	ชุด	170.00	340.00	
16.25	หน้ากาก 1 ช่อง	8.00	ชุด	20.00	160.00	
16.26	หน้ากาก 2 ช่อง	6.00	ชุด	20.00	120.00	
16.27	หน้ากาก 3 ช่อง	1.00	ชุด	20.00	20.00	
16.28	เต้ารับขาแบน 15AM	2.00	ชุด	45.00	90.00	
16.29	เต้ารับคู่+ม่านนิรภัย	12.00	ชุด	125.00	1,500.00	
16.30	เต้ารับเดี่ยว+ม่านนิรภัย	1.00	ชุด	90.00	90.00	
16.31	สวิทซ์ 2 ทาง	4.00	ตัว	55.00	220.00	
					10,394.00	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

วิทยานิพนธ์เรื่อง : การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสา-คานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี

โดย : นายโยธิน อึ่งกูล
ภาควิชา เคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยการเติมเครื่องหมาย ถูก ลงในช่อง ( ) และเติมข้อความลงในช่องว่าง

ทำการสัมภาษณ์ วันที่ .....

เวลา.....

ตอนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัท

1. บริษัทของท่านได้ดำเนินธุรกิจพัฒนาที่อยู่อาศัยมาเป็นเวลา
   ( ) 1. 1 - 2 ปี ( ) 2. 3 – 5 ปี
   ( ) 3. 6 - 10 ปี ( ) 4. มากกว่า 10 ปี
2. การประกอบธุรกิจที่อยู่อาศัยของท่านที่ผ่านมา ท่านประสบปัญหาด้านใดมากที่สุด (โปรดเลือกเพียง 3 ลำดับ โดยลำดับที่ 1 มากที่สุดและ 2,3 รองลงไปตามลำดับ)
   1.ปัญหาเกี่ยวกับการก่อสร้าง.....
   2.ปัญหาด้านการตลาด.....
   3.ปัญหาด้านแหล่งเงินทุน.....
   4.ปัญหาด้านกฎหมายหรือภาษี.....
3. ในอดีตที่ผ่านมาบริษัทของท่านเคย ประสบปัญหาด้านการก่อสร้างอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
   ( ) 1. การควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง.....
   ( ) 2. การควบคุมงบประมาณการก่อสร.....
   ( ) 3. การควบคุมระยะเวลาการก่อสร้าง.....
   ( ) 4. ขาดแคลนช่างฝีมือ /แรงงาน.....
   ( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

ตอนที่ 2 : ข้อมูลก่อนนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้

4. ท่านคิดว่า การนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา มาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย ในบริษัทของท่านสารารถช่วยแก้ปัญหา ดังกล่าวต่อไปนี้อย่างไร (กรุณาเติมเครื่องหมายถูกลงในตาราง)

สามารถช่วยแก้ปัญหา	**มาก**	**ค่อนข้างมาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**
1.การควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง				
2.การควบคุมระยะเวลาการก่อสร้าง				
3.การควบคุมงบประมาณ				
4.อุปสรรคจากดินฟ้าอากาศ				
5.ขาดแคลนแรงงาน/ฝีมือ				
6.ลดการสูญเสียวัสดุหน้างาน				
7.อื่นๆโปรดระบุ……..				

5. ปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุให้บริษัทของท่าน นำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้แทนระบบเสา คาน ผนังก่ออิฐฉาบปูน (โปรดเลือกเพียง 3 ลำดับ โดยลำดับที่ 1 สำคัญที่สุด และ 2,3 สำคัญรองลงมาตามลำดับ)
   1. เป็นจุดขายด้านการตลาด,แปลกใหม่,ทันสมัย ……
   2. สามารถควบคุมคุณภาพของการก่อสร้างได้ดีกว่า ……
   3. สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิม ……
   4. สารมารถควบคุมลงประมาณการก่อสร้างได้แน่นอน ……
   5. ช่วยลดปัญหาการสูญเสียวัสดุก่อสร้างหน้างาน ……
   6. ปัญหาเศษวัสดุ ฝุ่น ความสะอาด ของโครงการ ……
   7. อื่น ๆ โปรดระบุ ……

6. ท่านเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ทำให้ การก่อสร้างได้เร็วขึ้น จะมีผลดีอย่างไร ต่อโครงการของท่าน

( ) 1. ได้รับผลตอบแทนของโครงการเร็วกว่าระบบเดิมเนื่องจากลูกค้าสามารถโอนได้เร็วขึ้น.....

( ) 2. มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากกว่าผู้ประกอบการรายอื่น.....

( ) 3. สร้างความเชื่อมั่นแก่ลูกค้าเนื่องจากความคืบหน้าของโครงการ.....

( ) 4. ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน.....

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

7. ท่านเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาทำให้คุณภาพบ้านดีขึ้นจะมีผลดีอย่างไรต่อโครงการของท่าน

( ) 1. ลูกค้ามีความพอใจบ้านเมื่อสร้างเสร็จและช่วยลดปัญหาการไม่รับโอน

.....

( ) 2. การแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่น ด้านมาตรฐานการผลิตคุณภาพสม่ำเสมอ

.....

( ) 3. สร้างความพอใจแก่ลูกค้าหลังเข้าอยู่อาศัยแล้ว.....

( ) 4. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านเห็นว่าการที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา สามารถควบคุมงบประมาณการก่อสร้าง ได้ดีกว่าระบบเดิมจะมีผลดีอย่างไรต่อโครงการของท่าน

( ) 1. การผลิตเพิ่มขึ้นในอนาคตต้นทุนต่ำลง.....

( ) 2. ควบคุมการจ้างแรงงาน / ฝีมือ.....

( ) 3. ควบคุมเวลาการจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้ของโครงการ .....

( ) 4. ลดการสูญเปล่าของวัสดุก่อสร้างหน้างาน.....

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

9. ปัญหาใดบ้างที่ท่านมีความกังวล ก่อนการตัดสินใจนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. การลงทุนเบื้องต้นสำหรับชิ้นส่วนโครงสร้างเสาคานเหล็ก.....

( ) 2. การลงทุนในการเลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา.....

( ) 3. การยอมรับของลูกค้า.....

( ) 4. ความสามารถ,ความชำนาญของช่างฝีมือ/แรงงาน

.....

( ) 5. ระยะงวดการผ่อนดาวน์ของลูกค้าสั้นลงเนื่องจากบ้านสามารพโอนได้เร็วขึ้น

.....

( ) 6. ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้าง

.....

( ) 7. ราคาค่าก่อสร้าง รวม ที่อาจสูงขึ้นกว่าระบบเดิม

.....

( ) 8. ลูกค้าเปลี่ยนแบบระหว่างก่อสร้าง

.....

.....

( ) 9. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

ตอนที่ 3 : **ข้อมูลหลังนำระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้**

10. บริษัทของท่าน นำจุดเด่น ของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์ หรือไม่

( ) 1. ไม่ใช้ (ข้ามไปตอบข้อ 13) ( ) 2. ใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์

11. ประเด็นใดบ้างของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานคอนกรีต ผนังคอนกรีตมวลเบาที่บริษัทของท่านใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. การก่อสร้างที่รวดเร็วกว่าระบบเดิม.....

( ) 2. เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัย.....

( ) 3. ความมั่นคงแข็งแรงกว่าระบบเดิม.....

( ) 4. ราคาบ้านต่ำกว่าบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม.....

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

12. บริษัทของท่านมีการใช้สื่อความเข้าใจเกี่ยวกับระบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาดังกล่าวแก่ลูกค้าอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. ไม่มีการใช้สื่อถึงลูกค้าเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป.....

( ) 2. มีการใช้สื่อความเข้าใจในเอกสารประกอบการขาย.....

( ) 3. มีการใช้สื่อความเข้าใจ บริเวณสำนักงานขาย.....

( ) 4. มีการใช้สื่อความเข้าใจโดยเจ้าหน้าที่หรือพนักงานขายที่ไปพบค้า.....

( ) 5. แสดงทางสื่อโฆษณาต่างๆ.....

( ) 6. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

13. ปัญหาประการหนึ่งของระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบาคือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก ถ้าลูกค้าต้องการเปลี่ยนแปลง,ต่อเติมในอนาคต บริษัทได้มีการเตรียมการอย่างไรบ้าง

( ) 1. จัดให้มีฝ่ายออกแบบให้คำปรึกษาแนะนำการต่อเติมที่ถูกต้อง แต่ลูกค้าหาผู้รับเหมาเอง

( ) 2. จัดให้มีฝ่ายออกแบบให้คำปรึกษาแนะนำการต่อเติมที่ถูกต้องและ ก่อสร้างให้ด้วย

( ) 3. ให้ลูกค้าดำเนินกาเองทั้งหมด

( ) 4. ห้ามลูกค้าเปลี่ยนแปลงหรือต่อเติมโดยเด็ดขาด

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

14. จากการที่นำระบบกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสาคานเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบามาใช้ในการก่อสร้างบ้าน ท่านประสบปัญหาอย่างไรบ้าง

1. ปัญหาด้านเทคนิควิธีการก่อสร้าง .....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาด้านฝีมือ แรงงาน.....

.....

.....

.....

.....

3.ปัญหาด้านการตลาด .....

.....

.....

.....

4.ปัญหาด้านการเงิน .....

.....

.....

.....

5.อื่น ๆโปรดระบุ.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15. จากประสบการณ์การใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ท่านคิดว่า โอกาสที่ระบบกึ่งสำเร็จรูปจะเข้ามาแทนที่ระบบก่อสร้างแบบดั้งเดิมในอนาคตมีมากน้อยเพียงใด

( ) 1. ไม่มีโอกาสเลย ( ) 2. มีโอกาสน้อย ( ) 3. ไม่แน่ใจ

( ) 4. มีโอกาส ( ) 5. มีโอกาสสูง

โปรดแสดงเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 : ข้อมูลลักษณะส่วนตัวของผู้ตอบ

16. ตำแหน่งของผู้ตอบ

( ) 1. กรรมการผู้จัดการ ( ) 2. รองกรรมการผู้จัดการ

( ) 3. ผู้จัดการฝ่าย ..... ( ) 4. ผู้จัดการโครงการ

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ .....

17. เพศ

( ) 1. ชาย ( ) 2. หญิง

18. อายุ

( ) 1. น้อยกว่า 30 ปี ( ) 2. 31 - 40 ( ) 3. 41 – 50 ( ) 4. 51 ปีขึ้นไป

19. ระดับการศึกษา

( ) 1. ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า สาขา .....

( ) 2. ปริญญาโทหรือเทียบเท่า สาขา.....

( ) 3. ปริญญาเอกหรือเทียบเท่า สาขา .....

( ) 4. อื่น ๆ โปรดระบุ .....

จบการสัมภาษณ์ เวลา.....

ขอแสดงความขอบคุณอย่างสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
แบบสัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัย

วิทยานิพนธ์เรื่อง : การประเมินที่อยู่อาศัยก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา กรณีศึกษา บ้านมณีแก้ว จังหวัดชลบุรี

โดย : นายโยธิน อึ่งกูล

ภาควิชา เคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัมภาษณ์วันที่..... สัมภาษณ์เวลา.....

กรุณาเติมเครื่องหมาย ลงในช่อง ( ) และเติมข้อความลงไปในช่องว่าง

ตอนที่ 1 : ก่อนการเข้าอยู่อาศัย

1. ก่อนที่ท่านจะย้ายมาอยู่บ้านหลังนี้ ที่อยู่อาศัยเดิมท่านเป็น
   ( ) 1. บ้านเดี่ยว ( ) 2. ทาวเฮ้าส์
   ( ) 3. ตึกทั้งหลัง ( ) 4. คอนโดมิเนียม ( ) 5. อื่นๆโปรดระบุ.....
2. ที่อยู่อาศัยเดิมของท่านเป็น
   ( ) 1. บ้านไม้ ( ) 2. ครึ่งตึกครึ่งไม้
   ( ) 3. ตึกทั้งหลัง ( ) 4. อื่นๆโปรดระบุ.....
3. บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจของท่านในการเลือกที่อยู่อาศัย (กรุณาตอบเพียง 1 ข้อ)
   ( ) 1. ตัดสินใจเอง ( ) 2. คู่ครอง ( ) 3. บิดา มารดา
   ( ) 4. ญาติพี่น้อง ( ) 5. บุตร ( ) 4. อื่นๆโปรดระบุ.....
4. ในการเลือกที่อยู่อาศัย ท่านคำนึงถึงเรื่องใดมากที่สุด (ไม่รวมถึง ทำเล ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม)
   (โปรดเลือกเพียง 3 ลำดับ)
   1. ความสวยงามภายนอก .....
   2. วัสดุในการก่อสร้าง .....
   3. พื้นที่ใช้สอย .....
   4. การจัดวางองค์ประกอบภายใน.....
   5. ความมั่นคงแข็งแรง .....
   6. ราคา .....
   7. ความปราณีต เรียบร้อยของบ้าน.....
   8. เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัย.....
   9. อื่นๆ โปรดระบุ .....

5. วัสดุใดที่ท่านคิดว่า ดีที่สุดสำหรับใช้ก่อสร้าง ผนังบ้าน

( ) 1. ผนังก่อ อิฐมอญ ฉาบปูน ( ) 2. ผนังก่อ คอนกรีตบล๊อก ฉาบปูน

( ) 3. ผนังก่อ อิฐมวลเบา ฉาบปูน ( ) 4. ผนังคอนกรีตเสริมใยเหล็ก

( ) 5. อื่นๆโปรดระบุ.....

6. หลังจากที่ท่านซื้อบ้าน ท่านอยากที่จะเข้าอยู่อาศัย ภายในระยะเวลาเท่าไหร่

( ) 1. ภายใน 2 เดือน ( ) 2. ภายใน 4 เดือน

( ) 3. ภายใน 6 เดือน ( ) 4. ภายใน 1

7. ถ้าบ้านสร้างเสร็จภายในเวลาที่ท่านต้องการ (ข้อ6)ท่านจะมีปัญหาในการชำระเงินดาวน์หรือไม่

( ) 1. มีปัญหา ( ) 2. ไม่มีปัญหา

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับที่อยู่อาศัยปัจจุบัน

8. ท่านที่ใช้ประโยชน์ที่อยู่อาศัยหลังนี้ไว้เพื่อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. เป็นที่พักอาศัย ( ) 2. ค้าขาย

( ) 3. เป็นสำนักงาน ( ) 4. อื่นๆโปรดระบุ.....

9. ท่านทราบหรือไม่ว่าที่อยู่อาศัยปัจจุบันของท่าน สร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคามเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา

( ) 1. ไม่ทราบ(กรุณาข้ามไปตอบในข้อ 14) ( ) 2. ทราบ

10. ท่านทราบเมื่อใดว่าที่อยู่อาศัยของท่านสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคามเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา

( ) 1. ก่อนการปลูกสร้าง ( ) 2. ระหว่างปลูกสร้าง

( ) 3. ขณะโอนกรรมสิทธิ์ ( ) 4. เอกสารโฆษณา

( ) 5. อื่นๆโปรดระบุ.....

11. ท่านทราบได้อย่างไรว่า ที่อยู่อาศัยของท่านสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสา-คานเหล็ก

( ) 1. จากผู้ประกอบการ ( ) 2. พนักงานขาย,พนักงานบริการ

( ) 3. เพื่อนบ้าน ( ) 4. เอกสารโฆษณา

( ) 5. เพื่อนฝูง-ญาติ ( ) 6. เห็นจากการก่อสร้างโครงการ

( ) 7. อื่นๆโปรดระบุ.....

12. ระหว่างการก่อสร้าง ท่านได้มาตรวจสอบ ความคืบหน้าของการก่อสร้าง หรือไม่

( ) 1. ไม่เคย ( ) 2. อาทิตย์ละครั้ง

( ) 3. เดือนละครั้ง ( ) 4. ไม่แน่นอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. เมื่อท่านทราบว่าที่อยู่อาศัยของท่านสร้างด้วยระบบโครงสร้างเสาคามเหล็กผนังคอนกรีตมวลเบา ท่านมีความมั่นใจในความมั่นคงแข็งแรงเพียงใด

( ) 1. มั่นใจมาก เพราะ.....

( ) 2. มั่นใจ เพราะ.....

( ) 3. เฉย ๆ เพราะ.....

( ) 4. ไม่มั่นใจเลย เพราะ.....

14. ท่านที่อยู่อาศัยบ้านหลังนี้มานาน.....ปี.....เดือน

15 .ที่ดินบ้านของท่านมีขนาด

( ) 1. ต่ำกว่า 50 ตารางวา ( ) 2. 50-100 ตารางวา

( ) 3. 100-200 ตารางวา ( ) 4. 201-400 ตารางวา

( ) 5. มากกว่า 1 ไร่

16. ระดับราคาบ้านที่ซื้อ

( ) 1. ต่ำกว่า 1ล้านบาท ( ) 2. 1 ล้าน – 3ล้านบาท

( ) 3. 3ล้าน – 5 ล้านบาท ( ) 4. 5 ล้านบาทขึ้นไป

17. ลักษณะตัวบ้านและพื้นที่ใช้สอย

( ) 1. 1 ชั้น ( ) 2. 2 ชั้น ( ) 3. 3 ชั้น ขึ้นไป

18. พื้นที่ใช้สอยของบ้านหลังนี้ หลังจากที่ท่านซื้อ ท่านคิดว่าเพียงพอหรือไม่

( ) 1. เพียงพอ ( ) 2. ไม่เพียงพอ

19. จากการที่บ้านของท่านก่อสร้างด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูประบบโครงสร้างเสาคานเหล็ก ผนังคอนกรีตมวลเบา ท่านประสบปัญหาอย่างไรบ้าง

1. .....

.....

.....

.....

2.....

.....

.....

.....

3.....

.....

.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 : เกี่ยวกับลักษณะผู้อยู่อาศัย (หัวหน้าครอบครัว)

20. เพศ

( ) 1. หญิง ( ) 2. ชาย

21. อายุ.....ปี

22. สถานภาพสมรส

( ) 1. โสด ( ) 2. สมรส

( ) 3. หย่า ( ) 4. หม้าย

23. ระดับการศึกษาสูงสุด

( ) 1. ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ( ) 2. มัธยมศึกษา ( ) 3. ป.ว.ช – ป.ว.ส

( ) 4. ปริญญาตรี ( ) 5. สูงกว่าปริญญาตรี

24. อาชีพ

( ) 1. รับราชการ ( ) 2. พนักงานรับวิสาหกิจ

( ) 3. พนักงานบริษัท ( ) 4. ประกอบอาชีพอิสระ

( ) 5. ประกอบธุระกิจส่วนตัว ( ) 6. อื่นๆโปรดระบุ.....

25. จำนวนสมาชิกในครอบครัวที่พักอาศัยอยู่กับท่าน.....คน

26. ปัจจุบันครอบครัวของท่าน(รวมทุกคน)มีรายได้ต่อเดือน

( ) 1. ต่ำกว่า 20,000 บาท ( ) 2. 20,001 – 50,000 บาท

( ) 3. 50,001 – 100,000 บาท ( ) 4. มากกว่า 100,000 บาท

จบการสัมภาษณ์เวลา.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอแสดงความขอบคุณอย่างสูง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นาย โยธิน อึ่งกูล เกิดวันที่ 10 สิงหาคม 2510 ที่อำเภอดอนพุด จังหวัดสระบุรี
ปัจจุบัน ผู้เขียนพักอยู่ที่ 222/33หมู่4 หมู่บ้านลัลลีวิลส์ เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

การศึกษา - จบการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากคณะวิชาช่างโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ปีการศึกษา 2532

- จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ปีการศึกษา 2536
- เข้าศึกษาต่อหลักสูตร เคหพัฒนศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

ศึกษาดูงานต่างประเทศ

ศึกษากรรมวิธีการผลิตและการก่อสร้าง คอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ(AAC) เมืองมิวนิคประเทศเยอรมันนี ศึกษากรรมวิธีการผลิต การติดตั้ง การทดสอบ ผนังกระจกและโครงอลูมิเนี่ยม ประเทศไต้หวัน ศึกษางานห้องทดสอบ มาตรฐานนานาชาติ สำหรับงานผนังอาคาร ประเทศสิงค์โปร์

การศึกษาเพิ่มเติม

หลักสูตรผู้บริหารธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ยุคใหม่ RE-CU 16 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตรผู้ควบคุมงานก่อสร้าง รุ่น 18 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หลักสูตร วิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประสบการณ์ทำงาน

ปี พ.ศ.2543–ปัจจุบัน	ตำแหน่งรองกรรมการผู้จัดการ บริษัทซุปเปอร์บล๊อก จำกัด
ปี พ.ศ.2539–2542	ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม บริษัทซุปเปอร์บล๊อก จำกัด
ปี พ.ศ.2538–2539	ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง บริษัทซุปเปอร์บล๊อกจำกัด ก่อสร้างอาคารโรงงาน
ปี พ.ศ.2536–2538	ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บริษัทโซลคอนสตรัคชั่น จำกัด งานก่อสร้างอาคารบ้านเจ้าพระยา และอาคารพิมานแมนชั่นสาธร
ปี พ.ศ.2533-2535	ตำแหน่งผู้ควบคุมงาน บริษัท ทีซีเอ็ม จำกัด งานก่อสร้างอาคารวิบูลย์ธานี และเอสโซทาวเวอร์