การวิเคราะห์เงื่อนไขในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง : กรณีศึกษา โครงการพิมานชล 2 เฟส 3 จ.ขอนแก่น

นายดนุชา สุนทราชุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-3264-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A CONDITIONAL ANALYSIS IN HOUSING CONSTRUCTION UTILIZING PRECAST CONCRETE COLUMN AND BEAM COMPONENTS WITH EXTRUDED FIBER-CEMENT WALL PANEL : A CASE STUDY OF PIMARNCHON II, PHASE 3, KHON KAEN PROVINCE

Mr. Danoocha Sundararjun

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ISBN 974-17-3264-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์เงื่อนไขในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง : กรณีศึกษาโครงการพิมานชล 2 เฟส 3 จ.ขอนแก่น
โดย	นายดนุชา สุนทรารชุน
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย เลาหชัย)

..... กรรมการ
(นายทวี สีบุญเรือง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดนุชา สุนทรารชุน : การวิเคราะห์เงื่อนไขในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง : กรณีศึกษา โครงการพิมานชล 2 เฟส 3 จ.ขอนแก่น (A CONDITIONAL ANALYSIS IN HOUSING CONSTRUCTION UTILIZING PRECAST CONCRETE COLUMN AND BEAM COMPONENTS WITH EXTRUDED FIBER-CEMENT WALL PANEL : A CASE STUDY OF PIMARNCHON II, PHASE 3, KHON KAEN PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ชวลิต นิตยะ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 219 หน้า ISBN 974-17-3264-3

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการก่อสร้างบ้าน โดยใช้ชิ้นเสาและคานสำเร็จรูปและผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง โดยศึกษาในเรื่องของกรรมวิธีผลิตและก่อสร้างระบบสำเร็จรูป, ปัญหาในการก่อสร้างและวิธีป้องกันแก้ไข, ผลสรุปต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างเปรียบเทียบกับระบบเดิม โดยตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้นพื้นที่ใช้สอยเฉลี่ย 126 ตารางเมตร ในโครงการบ้านจัดสรรพิมานชล 2 เฟส 3 จ.ขอนแก่น ที่มีการก่อสร้างบ้านรูปแบบเดียวกันด้วยระบบเดิม โดยใช้วิธีเฝ้าสังเกตการณ์ จดบันทึก สัมภาษณ์ ถ่ายภาพการก่อสร้างในทุกขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ ใช้ใบบันทึกข้อมูลและกล้องถ่ายรูปเป็นเครื่องมือในการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธีการผลิตและการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปมีขั้นตอนวิธีการที่แตกต่างจากการก่อสร้างด้วยระบบเดิม โดยพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อ ลดงานในสถานที่ก่อสร้างลง ปัญหาสำคัญที่พบในขณะการก่อสร้าง ได้แก่ การขาดการควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบที่รัดกุมในขั้นตอนการผลิตและขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ปัญหาการไม่ได้คุณภาพของรอยต่อเชื่อมชิ้นส่วนเสาและคาน การแตกเสียหายของชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป 0.18% ชิ้นส่วนบันไดสำเร็จรูปเสียหาย 8.69 % สำหรับต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูปเท่ากับ 923,560.80 บาท (7,330 บาท / ตรม.) ส่วนบ้านระบบเดิมมีต้นทุนค่าก่อสร้างเท่ากับ 890,065.36 บาท (7,064บาท / ตรม.) และระยะเวลาการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปเท่ากับ 77 วัน (2 เดือน 17 วัน) และระบบเดิม 112 วัน (3 เดือน 22วัน)

จากการวิเคราะห์ผลสรุปได้ว่า เงื่อนไขสำคัญในการใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง คือ การผลิตเป็นจำนวนมาก, การใช้ชิ้นส่วนซ้ำกัน, การบริหารจัดการ และความชำนาญด้านเทคนิคในการก่อสร้าง การก่อสร้างด้วยเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปและผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง มีขั้นตอนและวิธีในการก่อสร้าง ซับซ้อนกว่าระบบเดิมตั้งแต่การผลิตชิ้นส่วนในโรงงานจนถึงการประกอบติดตั้ง ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งต้องใช้การบริหารจัดการที่ดีและมีความชำนาญในเทคนิคของการผลิตและการก่อสร้าง เพราะจะเกิดปัญหาตามมา ซึ่งการแก้ไขป้องกันต้องมีการวางแผน, ตรวจสอบให้ละเอียด, ใช้เครื่องมือวิธีการทางด้านเทคนิคที่มีความแม่นยำ โดยลดความผิดพลาดจากแรงงานคนลง ราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปสูงกว่าระบบเดิม 3.76 % แต่ระยะเวลาการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปลดลง 31.25 % และค่าแรงงานของการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปลดลง 25.15 %

สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า การนำระบบสำเร็จรูปโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงมาใช้ในการก่อสร้างบ้านเป็นไปได้โดยเงื่อนไขที่ต้องมีการผลิตเป็นจำนวนมาก, มีการใช้ชิ้นส่วนซ้ำกันเท่าที่จะทำได้, มีการบริหารควบคุมคุณภาพในการผลิตและการก่อสร้างที่รัดกุม มีประสิทธิภาพ, มีความชำนาญในเทคนิควิธีการก่อสร้างซึ่งเหมาะสมกับโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่มีการก่อสร้างในแบบเหมือน ๆ กันจำนวนมาก ๆ ซึ่งข้อดีของระบบสำเร็จรูปคือ ลดงานในสถานที่ก่อสร้างลง ให้งานส่วนหนึ่งไปอยู่ในระบบผลิตที่โรงงานที่มีการควบคุมคุณภาพได้ดีกว่าซึ่งก็เป็นผลให้ค่าแรงลดลง และใช้แรงงานในสถานที่ก่อสร้างน้อยลง และระยะเวลาในการก่อสร้างลดลงกว่าระบบเดิม ส่วนข้อด้อยคือต้องใช้เทคนิควิธีการมากกว่าระบบเดิมซึ่งต้องการการบริหารควบคุมที่ดี และราคาต้นทุนค่าวัสดุที่สูงกว่าระบบเดิม

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

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

##4474144425 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD : PREFABRICATION / HOUSING / CONSTRUCTION

DANOOCHA SUNDARARJUN : A CONDITIONAL ANALYSIS IN HOUSING CONSTRUCTION UTILIZING PRECAST CONCRETE COLUMN AND BEAM COMPONENTS WITH EXTRUDED FIBER-CEMENT WALL PANEL : A CASE STUDY OF PIMARNCHON II, PHASE 3, KHON KAEN PROVINCE. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. CHAWALIT NITAYA, D.ARCH. THESIS COADVISOR : TRIRAT JARUTAT,M.ARCH., 219 pp. ISBN 974-17-3264-3

This objective of this study is to find appropriate conditions for prefabrication in housing construction, in a case study of the use of precast concrete columns, beam components and extruded fiber-cement wall panels. The research focuses on the manufacturing procedures, construction, problems in construction, preventive and corrective measures, cost summary and a comparison with the conventional construction methods. The research sample is a two-storey detached house with a 126 square-meter functional area in Pimarnchon 2 Housing Project, Phase 3, Khon Kaen province, where houses of the same type have been built using conventional construction methods. Research methods included observations, note taking, interviews and photography, from start to finish of construction. Data record forms and cameras are research tools.

The research found that manufacturing and construction stages in prefabrication are different from conventional ones. Technology has been developed to reduce the amount of work on construction sites. Major problems faced during construction include lack of quality control, strict control in the stages of manufacturing and transportation of prefabricated parts, precast concrete columns and beam components not being up to standard, breakage of parts (0.18%) and damage of prefabricated stairs (8.69%). The cost of prefabricated housing construction is 923,560.80 baht (7,330 baht/sq.m) while with conventional methods the cost is 890,065.36 baht (7,064 baht/sq.m). Prefabrication construction time is 77 days (two months and 17 days) while conventional construction takes 112 days (three months and 22 days.)

From this study, it can be concluded that there are some important conditions required when using precast concrete columns beam components and extruded fiber-cement wall panels. These include mass production, repetition, management and technical expertise in construction. The prefabrication method is more complex than the conventional method. It also involves different stages and procedures from manufacturing components to installation at construction site. It requires effective management and technical expertise both in manufacturing and construction or problems will result. To prevent problems from arising, it requires planning, careful checking and use of technical methods or high precision equipment to reduce human error. The construction cost of the prefabrication method is 3.76% higher than that of the conventional method. However, construction time and labor are reduced by 31.25% and 25.15%. respectively.

It can therefore be concluded that the prefabrication method, using precast concrete columns, beam components and extruded fiber-cement wall panels is possible provided that there is mass production, repetition, effective management and control of manufacturing and construction, and technical expertise. It is thus suitable for a housing project in which houses of the same design are built in a large number. One of the advantages of the prefabrication method is that on site work is reduced as material manufacturing takes place of factories where there is better quality control. This leads to a reduction in construction time and the amount of labor required and, thus, labor cost. The disadvantages are the necessity for good management and control required by the complex techniques and higher cost of construction materials.

Department.....Architecture.....Student's signature.....

Field of study.....Architecture.....Advisor's signature.....

Academic year.....2002.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกิดขึ้นได้จากความช่วยเหลืออันดียิ่ง ของรองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ และ อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ซึ่งทั้งสองท่านได้ให้ความกรุณาเป็นอย่างสูง พร้อมทั้งให้ข้อคิด คำปรึกษามากมายซึ่งผู้วิจัยได้ซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง รวมทั้ง ผศ.พรชัย เลาหชัย และ อ.ทวี สีบุญเรือง ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา, ครูอาจารย์ทุกท่านผู้ให้ความรู้ตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบัน ที่เป็นแรงบันดาลใจแก่ผู้วิจัยในการเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพิริยะเทพ กาญจนดุล กรรมการผู้จัดการ บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ และพนักงานบริษัทหลากหลายท่านผู้ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปขอข้อมูลทั้งที่บริษัท และสำนักงานสนาม จ.ขอนแก่น ซึ่งก็ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง, คุณสมมิตร เจ้าของ หจก. ชลิดา & ณัฐชา ผู้ซึ่งให้ข้อมูลในการก่อสร้างระบบเดิม คุณมนศักดิ์ อู่ไพบูรณ์ กรรมการผู้จัดการ บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด ซึ่งให้ข้อมูล, ความรู้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวจิตติมา กลั่นหอม ผู้ซึ่งให้ความห่วงใย ช่วยเหลือตัวผู้วิจัยเป็นอย่างดียิ่ง, เพื่อนรุ่นน้องที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบใจเพื่อนร่วมรุ่นในสาขาเทคโนโลยีการก่อสร้าง ที่ให้กำลังใจ และข้อคิดต่างๆ โดยเฉพาะนายกฤติกา ประยูรหงษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือตัวผู้วิจัยเป็นอย่างดีจนทำให้ผู้วิจัยสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทันภาคการศึกษาปลาย 2545

ดนุชา สุนทรารชุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญแผนภูมิ..... ญ
สารบัญรูปภาพ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....4
1.6 คำจำกัดความของการวิจัย.....5
1.7 ข้อจำกัดของการวิจัย.....7
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม..... 9
2.2 รูปแบบของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรม.....16
2.3 การจำแนกประเภทอาคารในระบบสำเร็จรูป.....23
2.4 กระบวนการผลิตอาคารในระบบสำเร็จรูป..... 28
2.5 ระบบโครงสร้างเสาและคานที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....40
2.6 ข้อดีและข้อเสียของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป.....45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การสำรวจและศึกษาข้อมูล....47

3.2 การเลือกกรณีศึกษา....48

3.3 เครื่องมือในการวิจัย.... 48

3.4 วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล.... 49

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.... 50

3.6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.... 51

บทที่ 4 รายละเอียดโครงการ

4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา....53

4.2 ระบบก่อสร้างและรูปแบบของอาคารที่ทำการศึกษา....61

4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคาร....64

4.4 ลักษณะการดำเนินการในการก่อสร้าง.... 67

บทที่ 5 ผลการศึกษา

5.1 ผลการศึกษาด้านกระบวนการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป.... 71

5.2 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป.... 130

5.3 ผลการศึกษาด้านต้นทุน และเวลาในการก่อสร้าง....139

บทที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 เงื่อนไขในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป
ชิ้นส่วนเสาและคานรอยต่อเชื่อมด้วยเหล็ก....149

6.2 การวิเคราะห์บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป....155

6.3 ปัญหาในการก่อสร้าง และวิธีแก้ไขปัญหา....166

6.4 ผลเปรียบเทียบด้านต้นทุน และเวลาในการก่อสร้าง....173

บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 ผลสรุปการวิจัย....183

7.2 ข้อเสนอแนะ.... 188

รายการอ้างอิง.... 192

ภาคผนวก.... 195

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....219

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง.....64
ตารางที่ 4.2 แสดงงวดงานเปรียบเทียบระหว่างระบบสำเร็จ และระบบเดิม..... 67
ตารางที่ 5.1 ต้นทุนการก่อสร้างบ้านแบบ "ชลวารี" ด้วยระบบสำเร็จรูป.....140
ตารางที่ 5.2 รายละเอียดต้นทุนการก่อสร้างบ้านแบบ "ชลวารี"
ด้วยระบบสำเร็จรูป 141
ตารางที่ 5.3 ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านแบบ "ชลวารี" ด้วยระบบเดิม 142
ตารางที่ 5.4 ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป 143
ตารางที่ 5.5 ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบเดิม 144
ตารางที่ 5.6 ระยะเวลาขั้นตอนการผลิตและประกอบติดตั้ง
ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป 145
ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบ
สำเร็จรูปกับระบบเดิม.....161
ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและ
คานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข 166
ตารางที่ 6.3 ปัญหาในการก่อสร้างผนังด้วยแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง
และการกรุผนังฉนวน และแนวทางแก้ไข.....171
ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบราคาก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป กับบ้านระบบเดิม.....173
ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างบ้าน
ระบบสำเร็จรูป และระบบเดิม.....180
ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบเวลาโดยแยกหมวดของทั้ง 2 ระบบ.....181

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

แผนภูมิที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย.....52
แผนภูมิที่ 5.1 ขั้นตอนและเวลาในการผลิตชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป..... 84
แผนภูมิที่ 5.2 ขั้นตอนและเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป..... 121
แผนภูมิที่ 6.1 กระบวนการผลิตอาคารระบบสำเร็จรูป.....159
แผนภูมิที่ 6.2 กระบวนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบเดิม.....160
แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป
ตามหมวดงานต่างๆ.....175
แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม
ตามหมวดงานต่างๆ.....176
แผนภูมิที่ 6.5 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานในหมวดผนัง
ของบ้านระบบกึ่งสำเร็จรูป และบ้านระบบเดิม.....177
แผนภูมิที่ 6.6 สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบสำเร็จรูป.....178
แผนภูมิที่ 6.7 สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบเดิม.....178
แผนภูมิที่ 7.1 สรุปผลการวิจัย.....187

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1 The Crystal Palace, London (1851) โดย Sir Joseph Paxton……11
ภาพที่ 2.2 ระบบโครงสร้างของช่วงเสาของ The Crystal Palace และรายละเอียดรอยต่อ,รูปตัดของจุดดามทะแยง และหน้าตัดของเสาเหล็ก.....12
ภาพที่ 2.3 แสดงกระบวนการผลิตอาคารในระบบสำเร็จรูป..... 18
ภาพที่ 2.4 แสดงกระบวนการผลิตอาคารระบบประสานทางพิกัด..... 19
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างรายการสินค้า ของชิ้นส่วนภายนอกเปลือกอาคาร (หน้าต่าง)..... 20
ภาพที่ 2.6 ภาพ York University อาคารที่ก่อสร้างด้วยการสร้างกลุ่มของชิ้นส่วนโดยคำนึงถึงระบบประสานทางพิกัด…… 20
ภาพที่ 2.7 แสดงการจัดวางผังที่กองเก็บ และกิจกรรมการก่อสร้างส่วนต่างๆในพื้นที่ตั้งหน่วยผลิตเพื่อประโยชน์สูงสุดในการเพิ่มผลผลิต……...21
ภาพที่ 2.8 อาคารตามหลักเหตุผล (Rationalized Building) ที่มีการวางแผนงานที่ดีก็สามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงใช้เทคโนโลยีที่สูง…..22
ภาพที่ 2.9 แสดงระบบโครงสร้างของอาคารสำเร็จรูป.....26
ภาพที่ 2.10 ระบบอาคารประเภทต่างๆ..... 27
ภาพที่ 2.11 แผนผังแสดงหลักการพิจารณาในการออกแบบรอยต่อ..... 33
ภาพที่ 2.12 แสดงข้อที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบรอยต่อ.....34
ภาพที่ 2.13 วิธีการเชื่อมแบบต่างๆ.....36
ภาพที่ 2.14 กลไกการเชื่อมไฟฟ้า.....37
ภาพที่ 2.15 แสดงการเชื่อมแบบต่างๆและตัวอย่างสัญลักษณ์ในการเขียนแบบ..... 38
ภาพที่ 2.16 แสดงรูปแบบของระบบเสาคานแบ่งแยกตามความแข็งแรง..... 41
ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะจุดรองรับ 2 แบบ..... 42
ภาพที่ 2.18 แสดงการยึดเสากับฐานรากในแบบต่างๆ..... 42
ภาพที่ 2.19 แสดงการรับแรงแนวดิ่งของเสาและคาน.....43
ภาพที่ 2.20 แสดงการรับแรงด้านข้างของเสาที่มีฐานยึดตรึงแน่น (Fixed)……44
ภาพที่ 2.21 แสดงการรับแรงด้านข้างของเสาและคานต่อเนื่อง..... 44
ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ..... 53
ภาพที่ 4.2 ทัศนียภาพทางเข้าโครงการพิมานชล 2..... 54
ภาพที่ 4.3 ทัศนียภาพทางเข้าโครงการพิมานชล 2 ส่วนเฟส 3.....54

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 4.4 ผังโครงการ พิมานชล 2 เฟส 3.....55
ภาพที่ 4.5 ผังพื้นบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา.....56
ภาพที่ 4.6 ผังหลังคาบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา.....57
ภาพที่ 4.7 รูปด้านบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา 1 และ 4..... 58
ภาพที่ 4.8 รูปด้านบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา 3 และ 2..... 59
ภาพที่ 4.9 รูปตัดบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา.....60
ภาพที่ 4.10 ทัศนียภาพโดยรวมของอาคารที่ก่อสร้างในเฟส 3..... 61
ภาพที่ 4.11 ทัศนียภาพของกลุ่มบ้านแบบ “ ชลวารี “ ที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป.....62
ภาพที่ 4.12 ทัศนียภาพของกลุ่มบ้านแบบ “ ชลวารี “ ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม
ก่ออิฐฉาบปูน.....62
ภาพที่ 4.13 ทัศนียภาพบ้านพักอาศัย “ ชลวารี “ ระบบสำเร็จรูป ผัง 210 ที่..... .63
ภาพที่ 4.14 ทัศนียภาพของบ้านพักอาศัย“ ชลวารี “ ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน ผัง 207.....63
ภาพที่ 5.1 เหล็กตะแกรงโครงสร้าง (Engineering Steel Wire Mesh) ซึ่งพับเป็นรูปหน้า....73
ภาพที่ 5.2 ตารางภาพแสดงหน้าตัดองค์อาคาร.....74
ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจำนวน 94 ชิ้น..... 75
ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงอาคารที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูป.....76
ภาพที่ 5.5 Center Pin จุดวางเสา.....78
ภาพที่ 5.6 แสดงจุดเชื่อมต่อเสากับฐานราก 78
ภาพที่ 5.7 รอยต่อระหว่างเสากับเสา 78
ภาพที่ 5.8 โคนเสาที่ต่อจากปลายเสา หรือหลังคาน 78
ภาพที่ 5.9 รอยต่อระหว่างเสากับคาน..... 79
ภาพที่ 5.10 ปลายคานที่วางบนฐานราก.....79
ภาพที่ 5.11 รอยต่อเสากับคาน.....79
ภาพที่ 5.12 ปลายเสารับคานชั้น 2 79
ภาพที่ 5.13 ปลายเสาที่วางบนเดือยเหล็ก.....79
ภาพที่ 5.14 รอยต่อคานกับคาน 80
ภาพที่ 5.15 จุดยึดคานกับคานแบบที่.....80
ภาพที่ 5.16 จุดยึดคานกับคานแบบที่ 2.....80

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 5.17 ช่างกำลังยัดปูนเค็มเข้ารอยต่อคานเพื่อป้องกันไฟไหม้..... 81
ภาพที่ 5.18 รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) ที่ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป..... 82
ภาพที่ 5.19 รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) ยกแผ่นผนังไฟเบอร์
ซีเมนต์กลวงลงสถานที่ก่อสร้าง..... 83
ภาพที่ 5.20 การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงด้วยปั้นจั่น..... 85
ภาพที่ 5.21 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเมื่อตอกเสร็จแล้ว..... 86
ภาพที่ 5.22 ช่างทำการบากไม้ตีผัง ปรับระดับเอ็นให้ได้ระดับ..... 87
ภาพที่ 5.23 ช่างทำการตีผังวัดระดับเพื่อหาระดับฐานราก 87
ภาพที่ 5.24 การใช้เชือกหรือเอ็นขึง ได้ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง..... 88
ภาพที่ 5.25 การวัดระดับคอนกรีตหยาบ (เท่ากับระดับใต้ท้องฐานราก)..... 88
ภาพที่ 526 เสาเข็มที่ได้ทำการตัดแล้ว เตรียมหล่อทำฐานราก 89
ภาพที่ 5.27 ช่างวัดขนาดเตรียมก่ออิฐบล็อคเป็นแบบเทฐานรากตอม่อ..... 89
ภาพที่ 5.28 อิฐบล็อคที่ก่อเป็นแบบเทฐานรากตอม่อ..... 90
ภาพที่ 5.29 วางเหล็กเสริมฐานราก, หมุดเหล็ก..... 90
ภาพที่ 5.30 การยกชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่ 1 วางตามตำแหน่ง..... 91
ภาพที่ 5.31 เมื่อยกคานชั้นที่1เสร็จ ก็งัดปรับคานให้ตรงแนว, ระยะ..... 92
ภาพที่ 5.32 ทิ้งดิ่งหาจุดกึ่งกลางเสาเพื่อนำไปวัดระย..... 92
ภาพที่ 5.33 ตรวจสอบ และปรับระยะแนววางของคาน..... 93
ภาพที่ 5.34 การยกติดตั้งเสาคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่ 1..... 93
ภาพที่ 5.35 ช่างปรับเสาให้เข้าระดับน้ำ..... 94
ภาพที่ 5.36 การดึงเสาให้เข้าแนวดิ่ง..... 94
ภาพที่ 5.37 การจับดิ่งเสา..... 95
ภาพที่ 5.38 เชื่อมเสาและคานชั้นที่1 ให้พออยู่ก่อน..... 95
ภาพที่ 5.39 ช่างถ่ายระดับ (+1.00 ม.จากถนน)..... 96
ภาพที่ 5.40 การใช้ระดับสายยางน้ำ (Water Tube Level)..... 96
ภาพที่ 5.41 ช่างวัดระยะจากบนหัวเสาถึงจุดระดับ +1.00 ม..... 97
ภาพที่ 5.42 วิธีการวัดดิ่งเสา ด้วยเครื่องมือที่ประกอบขึ้นด้วยลูกดิ่ง..... 97
ภาพที่ 5.43 ช่างงัดปรับดิ่งเสาและทำการเชื่อม..... 98

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 5.44 รอยต่อลดระดับที่ใช้เหล็กแผ่น และเหล็กข้ออ้อย 9 มม.....99
ภาพที่ 5.45 รอยต่อที่ทำการเชื่อมแน่นแล้ว.....99
ภาพที่ 5.46 วิธีการเชื่อมเหล็กด้วยไฟฟ้า..... 100
ภาพที่ 5.47 ช่างเชื่อมเก็บรอยต่องานเชื่อมที่ไม่เรียบร้อย.....100
ภาพที่ 5.48 งานเดินระบบท่อน้ำยาป้องกันปลวก 101
ภาพที่ 5.49 ช่างกำลังเทคอนกรีตตอม่อ.....101
ภาพที่ 5.50 การ “ตั้งโต๊ะ” ในการยกชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปชั้นที่2..... 102
ภาพที่ 5.51 การยกคานชั้นที่2 ให้ต่อเนื่องกันเป็นโครง (ตั้งโต๊ะ)..... 103
ภาพที่ 5.52 เมื่อตั้งโต๊ะได้แล้ว ก็ยกคานต่อเนื่องกันไปตามลำดับการยก.....103
ภาพที่ 5.53 คานยื่นที่จะทำการยกติดตั้งหลังสุด เพราะต้องใช้ค้ำยัน.....104
ภาพที่ 5.54 ช่างจับระดับน้ำ ดึงเสาให้ได้ดิ่ง และเชื่อมติดเสาชั้นที่2.....104
ภาพที่ 5.55 การยกติดตั้งชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูปชั้นที่2.....105
ภาพที่ 5.56 การยกติดตั้งถาดห้องน้ำสำเร็จรูปในชั้นที่2.....105
ภาพที่ 5.57 การยกติดตั้งแม่บันไดสำเร็จรูป..... 106
ภาพที่ 5.58 ช่างตอกเหล็กเส้นกลมเข้ายึดลูกบันไดกับแม่บันไดสำเร็จรูป..... 106
ภาพที่ 5.59 การยกแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางโดยใช้ Crane ของรถขนส่งวัสดุ.....107
ภาพที่ 5.60 ช่างใช้เหล็กเกี่ยวลากแผ่นพื้นสำเร็จรูปเข้าที่.....107
ภาพที่ 5.61 ช่างตัดบากแผ่นพื้นให้พอดีบริเวณเสา.....108
ภาพที่ 5.62 การเสริมเหล็กบนแผ่นพื้นสำเร็จรูปก่อนเทคอนกรีตทับหน้า.....108
ภาพที่ 5.63 คานหลังคาเหล็กรูปพรรณที่ติดตั้งบนหัวเสา.....109
ภาพที่ 5.64 ช่างทำการเชื่อมระแนง.....110
ภาพที่ 5.65 การลำเลียงแผ่นกระเบื้องขึ้นวาง.....110
ภาพที่ 5.66 ช่างทำการวัด และกระเบื้องคอนกรีต.....111
ภาพที่ 5.67 ช่างทำการวัด และตัด แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง..... 112
ภาพที่ 5.68 ช่างก่อปูน Mortar บริเวณที่เสียบเหล็กไว้แล้ว เพื่อยึดแผ่นผนัง..... 112
ภาพที่ 5.69 การยึดแผ่นผนังไว้กับคาน หลังจากได้ดิ่งผนังแล้ว.....113
ภาพที่ 5.70 เมื่อติดตั้งแผ่นผนังเรียบร้อยแล้ว..... 113
ภาพที่ 5.71 ในบริเวณช่องเปิดจะต้องทำค้ำยัน หรือหิ้วแผ่นผนัง..... 114

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 5.72 ตัวอย่างระบบผนังฉนวนด้านนอก (Amour Wall)..... 114
ภาพที่ 5.73 ช่างติดโฟม (EPS Foam) ด้วย Base Coat กับผนัง.....115
ภาพที่ 5.74 ช่างติดตาข่ายใยแก้ว และฉาบ Base Coat 2 รอบ 115
ภาพที่ 5.75 การเก็บรอยต่อบริเวณช่องเปิด.....116
ภาพที่ 5.76 ภาพบ้านเมื่อฉาบปูนฉาบผิวรอยต่อผนังแล้ว.....116
ภาพที่ 5.77 ผนังด้านในยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบทาสี.....117
ภาพที่ 5. 78 ช่างตั้งระดับ, ดิ่งวงกบไม้.....117
ภาพที่ 5.79 วงกบไม้ที่หล่อเอ็นทับหลังแล้ว.....117
ภาพที่ 5.80 หน้าต่างอลูมิเนียมที่มาติดตั้งทีหลังจากงานกรุผนังฉนวนแล้ว 118
ภาพที่ 5.81 การฝังท่อไปกับผนังตัดแต่งได้ง่าย 118
ภาพที่ 5.82 ท่อบางส่วนฝังมาในชิ้นส่วนสำเร็จรูป 118
ภาพที่ 5.83 การเดินสายร้อยในผนังฝังเต้าเสียบ และสวิทช์.....119
ภาพที่ 5.84 การเดินท่อร้อยสายไฟตามคานกระทำตามกรรมวิธีทั่วไป.....119
ภาพที่ 5.85 ช่างกำลังยึดโครงฝ้ากับโครงหลังคา.....120
ภาพที่ 5.86 แสดงชิ้นส่วนคาน B6A ในผัง 210 ที่มีเดือยติดตั้งผิด.....122
ภาพที่ 5.87 แสดงชิ้นส่วนคาน B12 ในผัง 211 ติดตั้งเดือยเหล็กผิดข้าง.....123
ภาพที่ 5.88 แสดงชิ้นส่วนคาน B6 ในผังคู่ 210 เสียบเหล็กสำหรับเทครีบ ค.ส.ล ข้างใน... 123
ภาพที่ 5.89 ช่างกำลังทุบชิ้นส่วนถาดห้องน้ำชั้นที่ 2 ผัง 210 เพื่อให้วางถาดห้องน้ำได้.....124
ภาพที่ 5.90 ชิ้นส่วนคาน B10A ไม่ได้ฝังท่อระบบประปา..... 124
ภาพที่ 5.91 รูที่ปลายเสาเพื่อใช้ในการต่อเสาชั้นที่ 2 กับชั้นที่1 ไม่ตรงจุดกึ่งกลางเสา.....125
ภาพที่ 5.92 ชิ้นส่วนคาน B8 ขาด 6 ตัวในผัง 209, 211, 213 และ 214..... 126
ภาพที่ 5.93 ชิ้นส่วนคาน B8 ที่ขาดไป 126
ภาพที่ 5.94 ชิ้นส่วนสำเร็จที่วางระเกะระกะในผังอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งผังในการก่อสร้าง 127
ภาพที่ 5.95 ถนนคอนกรีตเพิ่งสร้างเสร็จต้องบ่มคอนกรีต รถCrane เข้าไม่ได้ 128
ภาพที่ 5. 96 แสดงการกองเก็บที่ไม่เป็นระเบียบ.....128
ภาพที่ 5.97 ชิ้นส่วนขนส่งมาไม่พร้อมกันทำให้แยกชิ้นส่วนไปตามผังได้ลำบาก.....128
ภาพที่ 5.98 ระดับฐานราก Center Pin ไม่ได้ระดับ 2 ต้น ในผัง 209
จึงต้องปรับระดับที่ฐานรากใหม่.....129

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 5.99 ในการติดตั้งคานชั้นที่2 บางครั้งช่างต้องใช้ค้อนกระแทก.....130
ภาพที่ 5.100 ชิ้นส่วนคาน B6A ที่ยกติดตั้งผิด.....131
ภาพที่ 5.101 แสดงรายละเอียด การแก้ไข หน้างานของตำแหน่งเดือยคาน B6A.....131
ภาพที่ 5.102 เดือยสำรอง 131
ภาพที่ 5.103 การติดตั้งคานชั้นที่2บางตัว.....132
ภาพที่ 5.104 ช่างต้องใช้ค้อนตอกเสาให้เข้าตำแหน่งเพราะไม่มีจุดอ้างอิง 132
ภาพที่ 5.105 ช่างกำลังนำเอาคานบันไดออก.....133
ภาพที่ 5.106 สภาพคานบันไดที่แตกร้าว 133
ภาพที่ 5. 107 ชิ้นส่วนลูกบันได P1 ที่เสียหายจากการย้ายกองเก็บชิ้นส่วน.....133
ภาพที่ 5. 108 การติดตั้งคานยื่นตัว U ที่ต้องค้ำยัน.....134
ภาพที่ 5.109 บริเวณที่เกิดการแตก (Crack) 134
ภาพที่ 5.110 ช่างดีดเต้าเตรียมตัดแผ่น 135
ภาพที่ 5.111 การติดตั้งต้องตัดแต่งแผ่นหน้างานมาก.....135
ภาพที่ 5.112 การตัดแต่งแผ่นที่หน้างานก่อให้เกิดฝุ่น เป็นมลพิษทางอากาศ..... 136
ภาพที่ 5.113 ช่างเสียบกรอกปูนเหล็กสำหรับหิ้วผนัง 136
ภาพที่ 5.114 การยึดแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กับคาน ค.ส.ล 136
ภาพที่5.115 การติดยึดแผ่นผนังกับอะเสเหล็ก..... 137
ภาพที่5.116 อุปกรณ์การยึดเกาะแผ่น..... 137
ภาพที่ 5.117 การค้ำยันในส่วนช่องเปิด 137
ภาพที่ 5.118 การติดตั้งขวางแผ่นผนังส่วนช่องเปิด.....137
ภาพที่ 5.119 เศษแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ทางยาว 138
ภาพที่ 5.120 เศษแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เหลือ.....138
ภาพที่ 5.121 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปในผัง210.....146
ภาพที่ 6.1 การยกชิ้นส่วนต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง 153
ภาพที่ 6.2 การรองฐานCrane ต้องแข็งแรงพอ..... 153
ภาพที่ 6.3 แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้ Crane ให้มีประสิทธิภาพ
ครอบคลุมผัง 4 ผัง..... 154
ภาพที่ 6.4 แสดงรอยต่อระหว่างเสา – คานคอดินกับฐานราก..... 156

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 6.5 แสดงรอยต่อระหว่างเสาและคาน.....157
ภาพที่ 6.6 แสดงรอยต่อรอยต่อระหว่างเสากับเสา.....158
ภาพที่ 6.7 แสดงแผนภาพทางโครงสร้างของระบบรอยต่อเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป.....158
ภาพที่ 7.1 แสดงแผ่นเหล็กฝังหมุด (Center Pin) มีเหล็กฉากยึด
บังคับไม่ให้เสาบิดหนีแนว.....189
ภาพที่ 7.2 แสดงเดือยเหล็กติดกับเสา เพื่อเป็นจุดตำแหน่ง
อ้างอิงในการประกอบติดตั้ง.....190
ภาพที่ 7.3 คานต่อเนื่องยื่นปลาย.....190
ภาพที่ 7.4 ภาพ 3 มิติของคานต่อเนื่องยื่นปลาย.....191

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับบ้านพักอาศัย และแนวโน้มการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยได้เปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการบ้านจัดสรร เป็นการเห็นก่อนซื้อ เป็นบ้านสร้างก่อนขาย ตามการสนับสนุนจากฝ่ายรัฐ จากการโฆษนาตามสื่อต่างๆ ทำให้แนวโน้มของผู้ประกอบการ เจ้าของโครงการได้เปลี่ยนไปโดยการสร้างก่อนขาย ต่างจากช่วงเศรษฐกิจฟองสบู่ ที่การซื้อบ้านพักอาศัยเป็นลักษณะของการจองซื้อ เป็นการผ่อนดาวน์กับเจ้าของโครงการ และเป็นบ้านยังสร้างไม่เสร็จ " ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบัน จำเป็นต้อง เปลี่ยนรูปแบบการทำงานจากเดิม ที่ขายบ้านกระดาษ ปัจจุบันต้องสร้างก่อนขาย และ เพื่อให้สามารถขายบ้าน ในราคาที่ไม่สูงกว่าราคาบ้านในอดีต ดังนั้นกระบวนการต่างๆ ทางธุรกิจ จึงถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่อง และ ส่งผลต่อ รูปแบบของบ้าน อาทิ การก่อสร้างที่ เน้นประโยชน์ใช้สอย ลดเครื่องประดับตัวบ้าน ประเภทคิ้วบัว หรืออื่นๆ ที่เพิ่มราคาบ้าน เปลี่ยนมาเป็นการสวยงามอย่างเรียบง่าย เพื่อลด ต้นทุนการก่อสร้าง นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการก่อสร้างมากขึ้น เช่น มีการใช้ระบบสำเร็จรูปเพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้าง ผลที่ได้คือ บ้านสร้างใหม่ที่สวยงาม สง่า รูปแบบเรียบง่าย" [1]

เนื่องจากรูปแบบความต้องการที่เปลี่ยนไปที่จะต้องสร้างบ้านให้เสร็จก่อนขายการลดต้นทุนการก่อสร้างจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อผู้ประกอบการ โดยนำเทคโนโลยีการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปเข้ามามีบทบาทการลดระยะเวลาการก่อสร้างลง จะทำให้ความสะพัดของเงินหรืออัตราการหมุนเวียนของเงินจะมีระยะเวลาที่สั้นลง พร้อมทั้งได้คุณภาพที่ดีเป็นมาตรฐานจากการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปอีกด้วย และเป็นการลดปัญหาทางด้านการก่อสร้างจากการก่อสร้างระบบเดิม ที่มีการหล่อเสาคานในสถานที่ก่อสร้าง เริ่มจากการตั้งไม้แบบ ผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีต เสา คาน พื้น มีผลกระทบต่อการทำลายทรัพยากรป่าไม้ และการก่อสร้างแบบเดิมนั้นจำเป็นต้องใช้แรงงานฝีมือจำนวนมากในการก่อสร้าง ทำให้ควบคุมได้ยาก และปัญหาในอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่ขาด

---

[1] บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้าน พิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีการก่อสร้าง (การพัฒนาการบ้านจัดสรร ในปัจจุบัน). [Online]. Available from: http://seed.net/winyou2/article08/how2buyhouse.html [2002, June 30]

แคลนแรงงานฝีมือ (Skilled labour) ซึ่งแรงงานโดยส่วนใหญ่เป็นแรงงานจากภาคเกษตรกรรมที่เมื่อหมดฤดูทำนา ทำไร่ ก็จะเข้ามาหางานทำเป็นแรงงานก่อสร้าง ไม่ได้เป็นแรงงานประจำในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง แต่เป็นแรงงานชั่วคราว โดยแรงงานเหล่านี้อาศัยประสบการณ์จากการทำงานจนมีความชำนาญ และนอกจากนี้ปัญหาจากการหยุดตามเทศกาล และการหยุดงานในฤดูเก็บเกี่ยวก็จะเป็นผลกระทบต่อการก่อสร้าง ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างเพราะจะขาดแรงงานทั้งภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และยังมีปัญหาด้านอื่นๆอีก เช่น ปัญหาด้านมลพิษในสถานที่ก่อสร้าง ฝุ่นผงจากเศษวัสดุที่เป็นมลพิษด้านอากาศ ความสกปรกของสถานที่ก่อสร้างหลังจากก่อสร้างเสร็จแล้ว ปัญหาพื้นที่การกองเก็บวัสดุก่อสร้าง, ที่พักคนงานที่มีสถานที่ไม่พอเพียง

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการนำโครงสร้างส่วนต่างๆของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้ว มาประกอบรวมกันเป็นอาคารในสถานที่ก่อสร้าง โดยยึดหลักการ กรรมวิธีผลิตตามระบบอุตสาหกรรม ที่มีการจัดสรรแบ่งงานเป็นขั้นตอน และมีการทำซ้ำในงานนั้นๆ โดยที่ไม่ได้ผลิตเสร็จในจุดเดียว แต่ละขั้นตอนผลิตชิ้นส่วนย่อย แล้วนำมารวมกันเป็นชิ้นส่วนใหญ่ สุดท้ายประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ ซึ่งระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมนี้สามารถผลิตได้คราวละมากๆ มีการตรวจสอบคุณภาพ จะเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านการก่อสร้างจากระบบเดิมข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว เพราะจะลดงานในสถานที่ก่อสร้างลงเพราะงานส่วนหนึ่งผลิตในโรงงานเหลือขั้นตอนที่จะขนส่งมาประกอบติดตั้งที่สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งจะสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีมากขึ้นและก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยนี้จะศึกษาเงื่อนไข ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบสำเร็จรูป ที่ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง โดยนำมาผลสรุปเปรียบเทียบกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ และผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจะศึกษาในเรื่องดังต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสม ในการใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง มาก่อสร้างบ้านพักอาศัย

1.2.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และกรรมวิธีก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

1.2.3 ศึกษาปัญหาในการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง เพื่อหาวิธีป้องกัน และแก้ไข

1.2.4 หาผลเปรียบเทียบด้าน ต้นทุน และระยะเวลาในการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่และผนังก่ออิฐฉาบปูน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป โดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จ ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ในบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น ตั้งสมมติฐานไว้ว่า เงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง มีความเหมาะสมมากกว่าการก่อสร้างแบบหล่อในที่ และมีคุ้มทุนในการก่อสร้าง คือ

1.3.1 การผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production) คือผลิตคราวละหลายๆหน่วย สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานการก่อสร้างได้ ที่จะสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยลงมาได้

1.3.2 การใช้แบบซ้ำกัน หรือชิ้นส่วนมีความซ้ำกัน (Repetition) จะสามารถลดต้นทุนของในการผลิตชิ้นส่วนได้ และสะดวกในขั้นตอนการก่อสร้างมากยิ่งขึ้น ถ้าชิ้นส่วนสามารถทดแทนกันได้

1.3.3 เทคนิค และวิธีการในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง มีวิธีการก่อสร้างแตกต่างจากการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบเดิม การเข้าถึงเทคนิค และวิธีการก่อสร้างจึงมีความสำคัญที่จะทำให้การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปนั้นสำเร็จไปด้วยดี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปนี้ จะทำการศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบเสาและคานรับน้ำหนัก (Skeleton) โดยศึกษาบ้านพักอาศัยเดี่ยวในโครงการบ้านจัดสรร พิมานชล 2 เฟส 3 ถ.รอบเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 126 ตารางเมตร ซึ่งแบบบ้านดังกล่าวก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ รูปแบบจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน โดยกลุ่มประชากรที่จะศึกษามีดังนี้

1.4.1 กลุ่มประชากรที่เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และรับเหมาก่อสร้างระบบสำเร็จรูป และ กลุ่มประชากรที่เป็นบริษัทรับเหมาก่อสร้างซึ่งเป็นการก่อสร้างระบบเดิม หล่อในที่

1.4.2 บ้านพักอาศัยที่เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น 2 หลังที่ก่อสร้างด้วยผังพื้นเดียวกัน มีลักษณะใกล้เคียงกัน พื้นที่ใช้สอยประมาณ 126 ตารางเมตร ในโครงการตัวอย่าง

1.4.2.1 บ้านพักอาศัยหลังที่ 1 ก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยใช้ระบบเสาและคานแบบหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน (ผัง 207)โดยจะศึกษาข้อมูลในขณะที่ทำการก่อสร้าง จากการสัมภาษณ์ ผู้รับเหมาก่อสร้าง, ผู้ควบคุมงาน, ช่างก่อสร้าง และจากการบันทึกรายการต่างๆ และการถ่ายภาพ และข้อมูลอื่นๆ ประกอบ

1.4.2.2 ส่วนบ้านพักอาศัยเดี่ยวหลังที่ 2 ซึ่งใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ในการก่อสร้าง ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (ผัง 210) ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวบข้อมูลตั้งแต่เริ่มทำการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะแยกการวิเคราะห์เป็น 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ วิเคราะห์ เงื่อนไขที่เหมาะสม , กระบวนการผลิตและก่อสร้าง และ ปัญหาในการก่อสร้างในระบบสำเร็จ ที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป กับผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ส่วนประเด็นที่ 2 คือ วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับการใช้แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กับการก่อสร้างระบบเดิมเสาและคานแบบหล่อในที่ และการใช้การก่ออิฐฉาบปูนทำผนัง และนำมาวิเคราะห์ โดยรวมอีกครั้งหนึ่ง ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1.5.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิจาก การสำรวจโครงการ, โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การสัมภาษณ์ หรือทำแบบสอบถามกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้จัดการโครงการ, สถาปนิก, วิศวกร, ผู้ควบคุมงาน, ผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

1.5.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัย, หนังสือ, บทความ, วารสาร ที่เป็น แนวคิด, ทฤษฎี หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

1.5.2 เลือกกรณีศึกษา โดยนำแบบบ้านอาศัยที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 126 ตารางเมตร แบบเดียวกัน 2 หลัง ในโครงการตัวอย่าง ที่เป็นการก่อสร้างในส่วนของโครงสร้างเสาและคานแบบหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุน 1 หลัง และที่เป็นการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และใช้ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง 1หลัง แล้ว

นำไปวิเคราะห์ เปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ จะเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตและจดบันทึก รวมถึงการถ่ายภาพ

1.5.3 วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

1.5.3.1 การเก็บรวบรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์, ใช้แบบสอบถาม กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้จัดการโครงการ, สถาปนิก, วิศวกร, ผู้ควบคุมงาน, ผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

1.5.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลขณะก่อสร้าง ใช้วิธีการเฝ้าสังเกตด้วยตนเอง และการจดบันทึก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ วัน เดือน ปี สภาพอากาศ, ขั้นตอนการก่อสร้าง, จำนวนคนงาน, ระยะเวลาการทำงาน, ค่าแรง, ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง เป็นต้น

1.5.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลขณะก่อสร้าง โดยใช้วิธีถ่ายภาพกำหนดจุดตาย 2 จุด เพื่อบันทึกขั้นตอน ความคืบหน้าการก่อสร้าง และถ่ายรายละเอียดต่างๆทั่วไปด้วย

1.5.4 วิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งการสัมภาษณ์ แบบสอบถาม การเฝ้าสังเกต และการจดบันทึกมาวิเคราะห์เปรียบเทียบตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ด้านกรรมวิธีการก่อสร้าง, ค่าใช้จ่าย, ระยะเวลา, แรงงาน และปัญหาการก่อสร้าง

1.5.5 สรุปผลอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้ว สรุปประเด็นปัญหาที่ต้องการโดยใช้ แนวคิด, ทฤษฎี, บทความ, งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาเป็นข้อมูลสนับสนุนในการวิเคราะห์

1.6 คำจำกัดความของการวิจัย

1.6.1 การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialized building) คือ อาคารที่สร้างขึ้นโดยระบบทางอุตสาหกรรม โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่คือ เงินทุน ที่ดิน พลังงาน แรงงาน วัสดุ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี และ การจัดการ (Management) อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อาคาร (User Requirements) ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Building Product) และการออกแบบลดความต้องการในแรงงานช่างฝีมือที่สถานที่ก่อสร้าง ย่นระยะเวลาการก่อสร้างในราคาที่เท่ากันหรือถูกกว่า การก่อสร้างด้วยวิธีอื่นๆและสามารถตอบสนองต่อความต้องการใหม่ๆ ของอาคารและโครงการที่มีขนาดใหญ่กว่าแต่ก่อนมาก [1]

---

[1] ปรีชญา สิทธิพันธุ์. Industrialized building. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา 2527. ฉบับที่2: หน้า47.

1.6.2 การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialized building System) คือ การนำโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารที่ทำสำเร็จรูปแล้วมาประกอบเป็นอาคาร หรือเทคนิคการสร้างใดๆก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรม [2]

1.6.3 การก่อสร้างระบบเดิม (Conventional System) หมายถึง การก่อสร้างระบบที่มีเสาและคานเป็นโครงสร้างในการรับน้ำหนัก ผนังก่ออิฐมอญ หรืออิฐบล็อกฉาบปูนเรียบ [3]

1.6.4 ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication) คือ ระบบการก่อสร้างที่ผลิตชิ้นส่วนอาคารออกเป็นส่วนๆ แล้วนำมาติดตั้งประกอบกัน ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือผลิตจากโรงงานแล้วสามารถเคลื่อนย้ายเพื่อนำมาใช้สอยได้ทันที ทั้งนี้วัสดุอาจจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้ [4]

1.6.5 ชิ้นส่วนย่อย (Parts) เป็นลำดับแรกของการผลิตที่เกิดขึ้น (Manufactured Product) ตัว มันมีรูปแบบที่แน่นอน ในบางกรณีสัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการบางอัน แต่ในกรณี อื่นอาจจะดัดแปลงนำไปใช้สำหรับอย่างอื่นได้ เช่น วงกบ ประตู หน้าต่าง เป็นต้น

1.6.6 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่ (Component) คือ ชิ้นส่วนที่เป็นที่รวมของ ชิ้นส่วนย่อย (Parts) หรือวัสดุก่อสร้างอื่นๆ เป็นผลผลิตซึ่งมีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แน่นอน ขอบเขตของประโยชน์ใช้สอยจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพความต้องการ ของโปรแกรม, สภาพเศรษฐกิจของการผลิต และสภาพธรรมชาติของโครงสร้างอาคาร สภาพอาจเป็นชิ้นง่ายๆจนไปถึงขั้นที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน และมีรูปแบบแตกต่างกันออกไปหลายชนิด เช่น ชิ้นชุดหน้าต่างสำเร็จ (Window Set), ผนังสำเร็จรูปที่มีประตู - หน้าต่างติดตั้งเสร็จเรียบร้อย หน่วยแก่นของอาคาร (“ Heart ” Units) เป็นต้น

1.6.7 ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) คือ ชิ้นส่วนของอาคาร ซึ่งหล่อเป็นคอนกรีต โดยส่วนใหญ่เสริมเหล็ก และมีการบ่มในที่ซึ่งไม่ใช่ในสถานที่มันจะติดตั้ง คือ นำมาติดตั้งประกอบเป็นอาคารในภายหลัง เช่น เสา คาน ผนัง พื้น บันได

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[2] โสภณ แสงไพโรจน์. การก่อสร้างอาคารอุตสาหกรรม. เอกสารประกอบการอบรมประสานทางพิกัด . สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2520. หน้า 1.

[3] เรื่องเดียวกัน. หน้า 5.

[4] ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม สำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535. หน้า 3.

1.6.8 ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (Extruded Fiber-Cement Wall Panel) คือ แผ่นผนังที่ผลิตจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, เซลลูโลสไฟเบอร์, หินบดละเอียด, สารเคมี และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ผ่านกระบวนการผลิตโดยเครื่องจักรรีดออกมาเป็นแผ่นกลวง

1.6.9 ระบบเสาและคาน (Skeleton) คือ โครงสร้างที่ใช้คานและเสาเป็นตัวรับน้ำหนักของอาคาร

1.7 ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจหาโครงการ ที่มีการก่อสร้างบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และก่อสร้างด้วยระบบเดิม โดยใช้แบบผังพื้นเดียวกัน และเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จมีรูปลักษณ์เหมือนกัน เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกบ้านพักอาศัยในโครงการพิมานชล 2 เฟส 3 จังหวัดขอนแก่น เป็นกรณีศึกษา และในขณะทำการเก็บข้อมูลการก่อสร้าง มีการเปลี่ยนแปลงสัญญาก่อสร้างจากเดิมที่มีการก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้งหลัง จำนวน 3 หลัง และก่อสร้างเฉพาะส่วนของโครงสร้าง 3 หลัง เปลี่ยนเป็นก่อสร้างทั้งหลัง จำนวนทั้งหมด 6 หลัง ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณงานก่อสร้าง และขณะเก็บข้อมูลเกิดปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างด้านการเงิน, ด้านแรงงาน และการบริหารงานเนื่องจากผู้รับเหมาโครงการในส่วนระบบสำเร็จรูป มีงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยหลายหลังหลายแห่ง และขาดแคลนแรงงานที่พอเพียง รวมทั้งมีการเปลี่ยนชุดทำงานที่ทำการควบคุมโครงการด้วย จึงทำให้การวิจัยมีความล่าช้ากว่ากำหนดเดิมที่ได้วางแผนไว้ ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลในส่วนงานโครงสร้าง และงานผนัง ซึ่งจบงานงวดที่ 3 เท่านั้น รวมเป็นงานประมาณร้อยละ 80 ของจำนวนงานทั้งหมด

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ทราบถึงรูปแบบ, เงื่อนไข, ขั้นตอน, กรรมวิธีการก่อสร้าง, ปัญหา อุปสรรค ตลอดจนข้อดี ข้อจำกัดในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบสำเร็จรูป โดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

1.8.2 จากผลการศึกษาจะเป็นแนวทางในการพัฒนา รูปแบบระบบก่อสร้างสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

1.8.3 ข้อมูลผลสรุปที่ได้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกรูปแบบ และระบบการก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับบ้านอยู่อาศัยต่อไป

บทที่2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทยมีการนำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมเข้ามามีบทบาทในการผลิตอาคารเพื่อลดต้นทุน, ระยะเวลา, เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพของสินค้ามากขึ้น " ในประมาณ 30 กว่าปีที่ผ่านมา จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมด สำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในอาคารน้อยมาก (ประมาณน้อยกว่า 5% ของการก่อสร้าง) โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จได้แก่ บันได, Parapets, Eaves และ Façade Panels" [1] และ "การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมของบ้านเรา ยังจัดอยู่ในวิธีการ "Rationalization" คือจัดระเบียบตามสมควรแล้วแต่กรณี เช่นจะผลิตตามระบบอุตสาหกรรมเฉพาะในบางจุดที่พอจะทำได้" [2] ในส่วนของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ในประเภทที่อยู่อาศัยซึ่งยังมีความต้องการมากขึ้นทุกปี ตามอัตราการขยายตัวของประชากร ผู้ประกอบการโดยส่วนใหญ่ใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป มาก่อสร้างอาคาร ซึ่งโดนส่วนมากแล้วเป็นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นบางส่วน เช่น ชิ้นส่วนเสาและคาน คอนกรีตสำเร็จรูป, ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

เนื่องจากการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปเป็นประเภทหนึ่งในการผลิตอาคารระบบอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรมที่มีการนำทรัพยากรต่างๆ มาผ่านการจัดการ และผลิตอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะได้กล่าวถึงอาคารระบบอุตสาหกรรมเป็นภาพรวมที่จะทำให้สามารถเข้าใจหลักการในระบบการผลิต และการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปได้อย่างดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 7.

[2] ชวลิต นิตยะ. "การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมในประเทศ." เอกสารประกอบการสอน Industrialized building Systems. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา, 2544, หน้า3.

2.1 การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building)

2.1.1 คำจำกัดความ

Industrialization คือกระบวนการในเชิงความหมายของการพัฒนาทางเทคโนโลยี กรอบความคิด, วิธีการขององค์กร และการลงทุนของเงินทุน เพื่อเพิ่มผลผลิต และ เลื่อนชั้นสมรรถนะ [3]

Industrialization มีหัวใจสำคัญคือกระบวนการขององค์กร และมีความหมายดังนี้ ความต่อเนื่องของการผลิตที่ชี้ถึงความต้องการที่ยังคงมีสม่ำเสมอ, Standardization หรือการรวบรวมเอาขั้นตอนที่แตกต่างของทั้งกระบวนการผลิต, การทำงานในองค์กรที่มีความซับซ้อนระดับสูง, การใช้เครื่องจักรทุ่นแรงแทนแรงงานมนุษย์ทุกที่ที่เป็นไปได้ รวมทั้งการวิจัยและการทดลองกับผลผลิต[4]

Industrialization เป็นขบวนการผลิตที่มีความซ้ำและต่อเนื่องโดยอาศัยเครื่องจักรกลและระบบงานที่ได้รับการวางแผนอย่างดี (Mechanized and Organized Process) เป็นหลักสำคัญ หรือกล่าวอีกในนัยหนึ่ง คือ ขบวนการที่ทำให้การผลิตซึ่งมีความซ้ำกัน (Reproduction) มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการผลิตอุตสาหกรรมนี้ องค์ประกอบหลัก คือ วัตถุดิบ, โรงงาน, เครื่องจักร, การวิจัย และองค์กรดำเนินงาน (Resources, Factories, Tools, Research and Organization) [5]

Industrialized building คือ อาคารที่สร้างขึ้น โดยระบบทางอุตสาหกรรม โดยใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่คือ เงินทุน ที่ดิน พลังงาน แรงงาน วัสดุ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี และ การจัดการ (Management) อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อาคาร (User Requirements) ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Building Product) และการออกแบบลดความต้องการในแรงงานช่างฝีมือที่สถานที่ก่อสร้าง ย่นระยะเวลา

---

[3] Testa, Carlo. The Industrialication of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p 9.

[4] Foster, Jack Stroud. Structure and Fabric Part1. Great Britain: William Clowes & Sons, Limited, 1975. p 24.

[5] ปรีชญา สิทธิพันธุ์. Industrialized building. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา 2527. ฉบับที่2 : หน้า47.

การก่อสร้างในราคาที่เท่ากันหรือถูกกว่า การก่อสร้างด้วยวิธีอื่นๆและสามารถตอบสนองต่อความต้องการใหม่ๆ ของอาคารและโครงการที่มีขนาดใหญ่กว่าแต่ก่อนมาก[6]

สรุปแล้วอาคารระบบอุตสาหกรรม คือ อาคารที่ผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยใช้ ทรัพยากร เงินทุน ที่ดิน พลังงาน แรงงาน วัสดุ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี และ การจัดการกระบวนการในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มผลผลิต และสมรรถนะ

2.1.2 จุดมุ่งหมายของการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

จุดมุ่งหมายของ Industrialization มีเป้าหมายหลักอยู่ 2 อย่างคือ

2.1.2.1 ความสามารถในการผลิต (Productivity)

ในแง่ของการลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต ขยายความได้ดังนี้ หมายความถึง ผลลัพธ์ของชิ้นงานที่วัดกับจำนวนงานที่ทำไป ถ้าเราให้งานที่เราทำเป็น “Input” และผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็น “Output” โดย “Input” นี้รวมไปถึง วัสดุทรัพยากรการผลิต และงานของทั้งคนและเครื่องจักร และที่สำคัญก็คือเงินทุนที่จ่ายสำหรับทรัพยากรนั้นๆ เป็นการยากที่จะใช้หน่วยการวัดธรรมดาที่จะวัดปริมาณอันนี้ แนวคิดง่ายๆก็คือ การใช้วิธีการวัดผลผลิตทางด้านแรงงาน ที่สามารถแสดงออกในจำนวน หรือค่าของการผลิตที่สัมพันธ์กับจำนวนกำลังแรงคนที่ใช้ไป ในกรณีของอุตสาหกรรมการก่อสร้างค่าของผลผลิตสามารถแสดงให้เป็นได้เป็น หน่วยตารางเมตรของพื้นที่ ต่อคน-ชม.

2.1.2.2 สมรรถนะ (Performance)

สมรรถนะ คือความสามารถ การเพิ่มสมรรถนะในการก่อสร้างในแง่ต่างๆ ก็เช่น ลดเวลา, แรงงานคน, วัสดุ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.1.3 ประวัติของการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

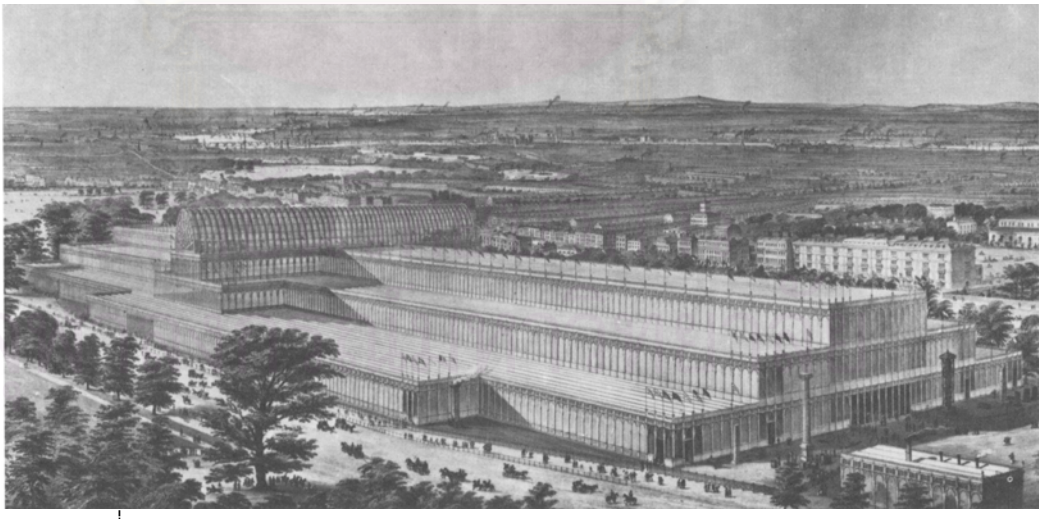
ด้วยเหตุจากผลของการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ทางด้านเทคโนโลยี การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งแรกที่รู้จักในวงกว้าง เป็นที่ปรากฏเพิ่มมากขึ้นว่ามีความต้องการแก้ไขในความต้องการทางด้านอาคาร วิเคราะห์จากมุมมองทางด้านศิลปะ และความงาม เป็นความจริงในการสนับสนุนที่สำคัญแก่ความเข้าใจของเราในแนวทางใหม่ ส่วนที่เป็นแก่นสาร รูปทรง ระเบียบแบบ

---

[6] ปรีชญา สิทธิพันธุ์. Industrialized building. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา 2527. ฉบับที่2 : หน้า47.

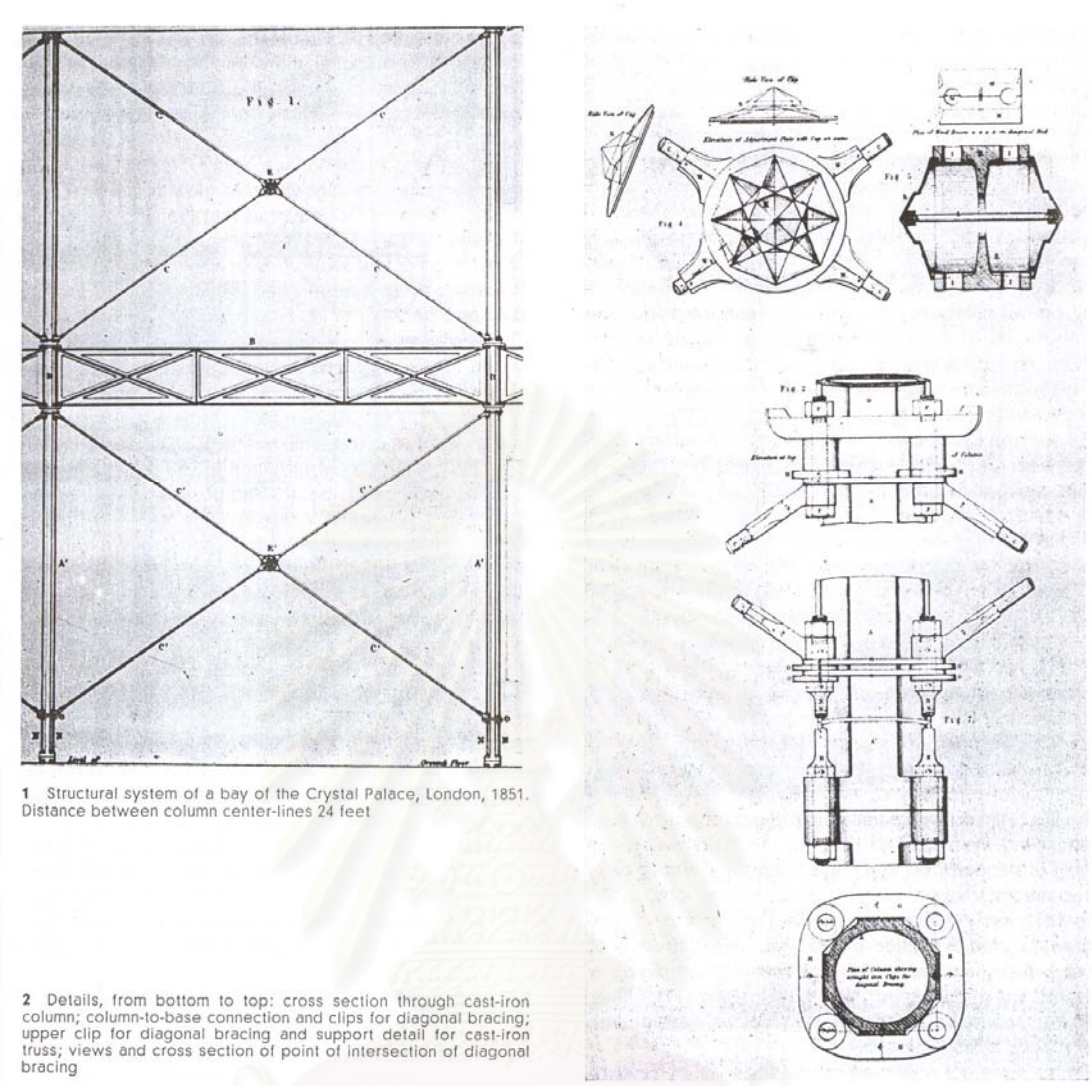
แผน และการวางผัง ยังคงเป็นส่วนที่ต้องคำนึงถึง แต่ดูเหมือนว่าปัญหาในเรื่องรูปทรงจะเป็นเรื่องรองลงไป

Carlo Testa ผู้เขียนหนังสือ Industrialization of Buiding ได้กล่าวไว้ว่า “ผมรู้สึกว่าวันเกิดของระบบอุตสาหกรรมในอาคารสามารถถือเอาปี ค.ศ.1851 กับการก่อสร้าง The Crystal Palace” อาคารระบบอุตสาหกรรมที่โดดเด่นในศตวรรษที่19 The Crystal Palace, London (1851) โดย Sir Joseph Paxton ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ทางด้านเทคโนโลยี ใช้เสาที่ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) ที่กลวง โดยใช้เนื้อวัสดุเพียงเส้นรอบวงของเสานั้นเป็นโครงสร้างที่ใช้รับแรงจริง หน้าตัดขวาง (Cross Section) ถูกลดลงให้เหลือน้อยที่สุด บ่าและฐานรับถูกทำให้เป็นรูปร่างที่เป็นปลอก โดยคำนึงถึงด้านเทคนิค การยึดโยงป้องกันลมที่สำคัญ ถูกใช้เป็นระบบที่ทำให้มั่นคงผนวกกับโครงถักแบบ Lattice ทำให้โครงสร้างโดยรวมผูกติดแน่นตรึงเป็นเนื้อเดียวกัน (ภาพที่ 2.2) ภายในโครงร่างของการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production) นี้เทคนิคทางด้านอุตสาหกรรมจึงถูกใช้ด้วยความเที่ยงตรงอย่างน่าทึ่ง ที่ทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกลายเป็นอาคารที่ปรากฏในสายตา อาคารทั้งหลังถูกวางอยู่บนตารางพิกัด (บนฐานของระยะระหว่างเส้นกึ่งกลางของจุดรองรับ โครงของอาคาร (Frame) ประกอบด้วยชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standardized) ของเสาเหล็กกลวง โดยเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของเสาทุกต้นจะเท่ากันหมด แต่ความหนาเหล็กของเสาแต่ละต้นนั้นไม่เท่ากัน แตกต่างกันไปตามการรับน้ำหนักของเสาแต่ละต้น ในกรณีนี้มันจึงเป็นไปได้ที่จะผลิตแบบมวลกับคานและโครงถักได้เช่นเดียวกับเสา โดยการประกอบติดตั้งน้อยกว่า 4 เดือน ทั้งนี้รวมทั้งการประกอบ, บันได, ประตู, หน้าต่าง และการติดตั้งประเภทอื่นๆด้วย



ภาพที่ 2.1 The Crystal Palace, London (1851) โดย Sir Joseph Paxton

ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p 24.



1 Structural system of a bay of the Crystal Palace, London, 1851. Distance between column center-lines 24 feet

2 Details, from bottom to top: cross section through cast-iron column; column-to-base connection and clips for diagonal bracing; upper clip for diagonal bracing and support detail for cast-iron truss; views and cross section of point of intersection of diagonal bracing

ภาพที่ 2.2 ระบบโครงสร้างของช่วงเสาของ The Crystal Palace และรายละเอียดรอยต่อ, รูปตัดของจุดดามทะแยง และหน้าตัดของเสาเหล็ก

ที่มา: Wachsmann, Konrad. The Turning Point of Building: Structure and Design. U.S.A.: Reinhold Publishing Corporation, 1961. p 13.

นับจากช่วงเริ่มต้นของศตวรรษที่19 เป็นต้นมาจนถึงศตวรรษที่20 นวัตกรรมทางเทคโนโลยีก็ออกมาอีกเรื่อยๆ เราสามารถใช้เทคโนโลยีที่เราค้นพบมาใช้ได้อย่างมีผลที่น่าพึงพอใจ จากเหล็กหล่อ, คอนกรีตเสริมเหล็ก, เครื่องจักรทุ่นแรงต่างๆ โดยมีสิ่งก่อสร้างที่ยิ่งใหญ่ที่เป็นนวัตกรรมแห่งเทคโนโลยีตามมาเรื่อยๆ เช่น The Eiffel Tower, Paris (1889) , The British Railway- Bridge, Balloon Frame ในบ้านพักอาศัยในสหรัฐอเมริกา และอื่นๆอีกมากมายนับเป็นตัวอย่างให้เห็นได้อย่างดีในช่วงยุคนั้นๆ

ในยุคหนึ่งช่วงประมาณปี 1930-1950 มีความเข้าใจผิดในเรื่อง Industrialization ที่ว่าปัญหาที่สำคัญคือ ระเบียบทางพิกัด คิดว่าถ้าหากพัฒนาการประสานทางมิติได้แล้ว จะขจัดปัญหาสำคัญใน Industrialization ได้ ลดชิ้นส่วนเหลือทิ้งและเพิ่มผลผลิตได้ ในช่วงยุคที่มีการพัฒนารอยต่อ ที่เป็นในลักษณะ “Universal Joint” ซึ่งก็ลดปัญหาให้เหลือน้อยลง และก็มีเทคนิคที่มีความเชื่อถือได้ ซึ่งจากข้อคิดข้างต้นนี้ เป็นเหมือนการต่อสู้ระหว่างระบบพิกัดกับหุ่นจำลองของ Industrialization ที่กล่าวไว้แล้วในกรณีของ ระบบสำเร็จรูป ซึ่งในที่สุดก็มาค้นพบว่ามันก็เป็นเรื่องเดียวกัน คือ เป็นการจัดการเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น และความสำเร็จทางด้านการเงินอยู่ดี ไม่ได้เกี่ยวกับทฤษฎีที่เป็นเพียงแฟชั่นในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น

2.1.4 การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศ ไทย[3]

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปในประเทศไทย นับว่ามีเกิดขึ้นมานานแล้ว นั้นก็คือ เรือนไทย ซึ่งนับว่าเป็นการสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปที่สมบูรณ์แบบที่สุด ชิ้นส่วน ทุกชิ้น ของบ้าน มีการจัดสร้างเตรียมไว้ก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นตัวบ้าน แต่ในปัจจุบัน บ้านที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ก็ยังไม่ถือว่าเป็นระบบที่สมบูรณ์ เพราะเป็นการใช้การก่อสร้าง ระบบเดิม คือ การก่อสร้างในที่ผสมกับการใช้ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ต่อมาในปี พ. ศ. 2504 บริษัท SEACON จำกัด ซึ่งเป็น บริษัทจัดสรร รับเหมาก่อสร้างที่มีชื่อเสียง มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลักดันระบบการก่อสร้างอาคารพักอาศัยของไทยให้พัฒนา ไปในแนวทางอุตสาหกรรม โดยเรียกว่า “ระบบซีคอน” โดย ทำการก่อสร้างอาคารกึ่งสำเร็จรูป เป็นอาคารพาณิชย์ บริเวณถนนพระราม 4 และ ถนนบรรทัดทองของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2509 บริษัท ซีคอน โดยการร่วมมือของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ทำการจัดสร้าง หมู่บ้านมิตรภาพ ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยวระบบสำเร็จรูป ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่ให้ประชาชนเช่าซื้อ ผ่อนส่ง ระยะยาวแห่งแรก โดย ระบบซีคอน มีลักษณะเด่น คือ ไม่ได้ทำสำเร็จจากโรงงาน แต่จะตั้งเป็น Built Up Steel ณ ที่ก่อสร้าง และติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จ เช่น คาน พื้น ผนัง เมื่อติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จจึงเทคอนกรีตหุ้มเสา ในขณะเดียวกันคอนกรีตจะยึดส่วนของ คาน พื้น และ ผนัง เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยระบบดังกล่าว บริษัทสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ 10% - 30% และร่นระยะเวลาการก่อสร้างได้ 40% เมื่อเทียบกับ การก่อสร้างแบบเดิม หลังจากได้รับความสำเร็จจากการสร้าง

---

[3] บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้าน พิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีการก่อสร้าง (การพัฒนาการบ้านจัดสรร ในปัจจุบัน). [Online]. Available from: http://seed.net/winyou2/article08/how2buyhouse.html [2002, June 30]

หมู่บ้าน มิตรภาพแล้ว บริษัท ซีคอน ยังได้ทำการก่อสร้างแฟลตดินแดง ของการเคหะแห่งชาติ จากความสำเร็จในการนำ ระบบกึ่งสำเร็จรูปมาดำเนินการ มีผลทำให้ระบบดังกล่าวเป็นที่รู้จัก และเรียกกันว่า ระบบซีคอน โดยเป็นระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบเสา – คาน (Column and Beam) ต่อมาในช่วงประมาณ ปี พ. ศ. 2535 มีบริษัทผู้ประกอบการเอกชน ที่ได้นำ ระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบ ผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) มาพัฒนา โครงการที่อยู่อาศัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน)

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก ในโครงการ ประเภท บ้านเดี่ยว และ ทาวน์เฮ้าส์ในโครงการปาริชาต รังสิต มัณฑนา ศรีนครินทร์ และบุศรินทร์ เทพารักษ์

2. บริษัท ไรมอน แลนด์ จำกัด (มหาชน)

ใช้ระบบ กึ่งสำเร็จรูป ระบบ ผนังรับน้ำหนัก ใน โครงการ ประเภทบ้านเดี่ยว และ ทาวน์เฮ้าส์ ในโครงการ ไรมอน พาร์ค และ คอนโดมิเนียม โครงการซิตี้ วิลล่า

3. บริษัท ควอลิตี้ตี้ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน)

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบ ผนังรับน้ำหนัก ในโครงการ ประเภทบ้านเดี่ยว โครงการ วรารมณ์ เพชรเกษม และ ประชาอุทิศ

4. บริษัท บางกอก แลนด์ จำกัด (มหาชน)

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบผนัง รับน้ำหนัก ใน โครงการ ประเภท บ้านเดี่ยว และ คอนโดมิเนียม โครงการ บางกอกแลนด์ แจ้งวัฒนะ

5. บริษัท กฤษดามหานคร จำกัด (มหาชน)

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบ ผนังรับน้ำหนัก ในโครงการ ประเภท บ้านเดี่ยว โครงการ กฤษดาเพลส แอนด์พาร์ค เทพารักษ์

6. บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

ใช้ ระบบ กึ่งสำเร็จรูป ระบบ ผนัง รับน้ำหนัก ใน โครงการ ประเภท ทาวน์เฮ้าส์ โครงการพฤกษา 4 พฤกษา 8

7. บริษัทสยามธานี จำกัด

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนักในโครงการประเภทคอนโดมิเนียม และทาวน์เฮ้าส์ โครงการบ้านสวนธน บางมด รัตนาธิเบศร์ รัชดา สุขุมวิท ตะวันธรรม สิรามณ์ รังสิต และ บางบัวทอง

8. บริษัท เอเซียน พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด

ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนักในโครงการประเภทบ้านเดี่ยว โครงการเพลส แอนด์พาร์ค

นอกจากนี้ ยังมีโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชียนเกมส์ครั้งที่ 13 ที่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก กับอาคารประเภทอาคารชุดจำนวน ประมาณ 300 หน่วย เหตุผลที่ผู้ประกอบการนำระบบสำเร็จรูปมาใช้แทนระบบเดิม (เสาคาน ก่ออิฐฉาบปูน) คือ การคาดการณ์ว่าจะก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิม เหตุผลรองลงมา คือ มีความมั่นใจว่าระบบระบบสำเร็จรูปจะสามารถควบคุมคุณภาพบ้าน ได้ดีกว่า ระบบเดิม และยังสามารถควบคุมงบประมาณค่าก่อสร้างได้แน่นอน จากปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้น พบว่า มีความสอดคล้องกับปัญหา ในการก่อสร้าง ที่ผู้ประกอบการประสบอยู่ คือ ปัญหาการก่อสร้างล้าช้า ปัญหาการควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง รวมทั้งการขาดแคลนช่างฝีมือซึ่งการที่ ผู้ประกอบการนำระบบสำเร็จรูป มาใช้นั้น ก็เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว ทั้งสิ้นปัญหาประการหนึ่งของระบบสำเร็จรูป คือ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงต่อเติมทำได้ยาก ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ได้จัดให้มีฝ่ายออกแบบให้คำปรึกษาในการต่อเติม แต่พบว่าผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ดำเนินการต่อเติม โดยหาผู้รับเหมามาดำเนินการต่อเติมเองไม่ได้ให้เจ้าของโครงการดำเนินการ ซึ่งอาจประสบปัญหา ที่ผู้รับเหมา ไม่มีความสามารถอาจทำให้โครงสร้างของอาคารได้รับความเสียหายได้

2.1.5 ข้อได้เปรียบของการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

ในกรณีของมุมมองของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลมีปัญหาที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างแบบเดิม (Conventional) ได้แก่

1. ปัญหามาตรฐานคุณภาพตกลง ค่าแรงที่แพงขึ้น ขาดแรงงานคุณภาพ

2. ปัญหางานที่หนัก และ ไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดสภาพอะไรในสถานที่ก่อสร้าง

3. ปัญหาสภาพที่คาดการณ์ไม่ได้ของธรรมชาติ ภูมิอากาศ

4.ปัญหาสภาพการจ้างงาน, ขาดแคลนแรงงานหาแรงงานที่มีคุณสมบัติไม่ได้จำนวนไม่พอเพียง

5. อันตรายจากการก่อสร้าง

อาคารที่ผลิตโดยระบบอุตสาหกรรม จะสามารถแบ่งเบากระบวนการผลิตส่วนหนึ่งได้ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ดีกว่าในโรงงานเนื่องจาก

2.1.5.1 มีโปรแกรมการวางแผนที่ดี

2.1.5.2 คำนึงถึงการลดขั้นตอนของการจ้างงานที่มีความแปรปรวนลงได้

2.1.5.3 แจกจ่ายแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แรงงานฝีมือทำอะไร แรงงานไม่มีฝีมือทำอะไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยสรุปแล้วข้อได้เปรียบของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมคือ

1. เพิ่มสมรรถนะในการก่อสร้างในแง่ต่างๆ เช่น ลดเวลา, แรงงานคน, วัสดุ ฯลฯ เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างลดลง เป็นปัจจัยที่ทำให้อัตราการหมุนเวียนของเงินในการลงทุนรวดเร็วกว่าระบบการก่อสร้างแบบเดิม โดยสามารถสร้างอาคารเสร็จได้เร็วกว่า ซึ่งทำให้เกิดความได้เปรียบทางด้านการเงิน คือประหยัดค่าดอกเบี้ยในเงินที่กู้มาลงทุนได้ และด้านการตลาด คือ สามารถใช้อาคารและเปิดตัวโครงการได้เร็วกว่าเมื่อสร้างเร็วกว่า

2. มีคุณภาพที่ดีขึ้น เพราะการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมนั้น ต้องมีกระบวนการที่เป็นระบบ อยู่ในสภาวะการควบคุมตลอดกระบวนการผลิต

3. ควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อได้รับผลตอบแทนใน 2ข้อแรก คือค่าใช้จ่ายด้านวัสดุและแรงงานซึ่งสามารถควบคุมการสูญเปล่าวัสดุได้ดีกว่า เช่น ในอาคารระบบพิกัดที่พยายามใช้วัสดุโดยไม่เหลือเศษ หรือในอาคารระบบสำเร็จรูปที่มีการหล่อชิ้นส่วนที่ซ้ำกันโดยใช้ไม้แบบเหล็ก ซึ่งประหยัดในค่าวัสดุไม้แบบ และส่วนของแรงงาน ก็สามารถควบคุมการทำงานได้ดีกว่า ใช้แรงงานคนซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหลักในการก่อสร้างแบบเดิมน้อยลงใช้ใช้เครื่องจักรเข้ามาผสมโดยทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลงรวมทั้งค่าดำเนินการด้วย

2.2 รูปแบบของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรม

รูปแบบของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมนั้น อาจเกิดขึ้นพร้อมกันหลายรูปแบบภายในโครงการหรือในองค์กรเดียวกันก็ได้ หมายความว่า เราอาจผลิตอาคารระบบสำเร็จรูปโดยเป็นอาคารซึ่งอยู่บนพื้นฐานในระบบประสานทางพิกัดด้วย หรือใช้ระบบประสานทางพิกัดก่อสร้างอาคารร่วมกับการใช้เครื่องมือทุ่นแรงเพื่อลดแรงงานมนุษย์ เป็นต้น

2.2.1 ระบบสำเร็จรูป

ระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปนี้เป็นในลักษณะรูปแบบการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย การผลิตชิ้นส่วน โดยเมื่อนำมารวมกันเสร็จสิ้นแล้ว จะเกิดผลิตภัณฑ์ที่เสร็จสมบูรณ์ โดยจะผลิตในโรงงานแบบลักษณะใดก็ได้ ในโรงงาน หรือในสถานที่ก่อสร้างก็ได้ โดยในการผลิตนั้นมีกระบวนการดังนี้

2.2.1.1 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วก่อน

2.2.1.2 จับแยกออกเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญๆ

2.2.1.3 ผลิตชิ้นส่วนนี้

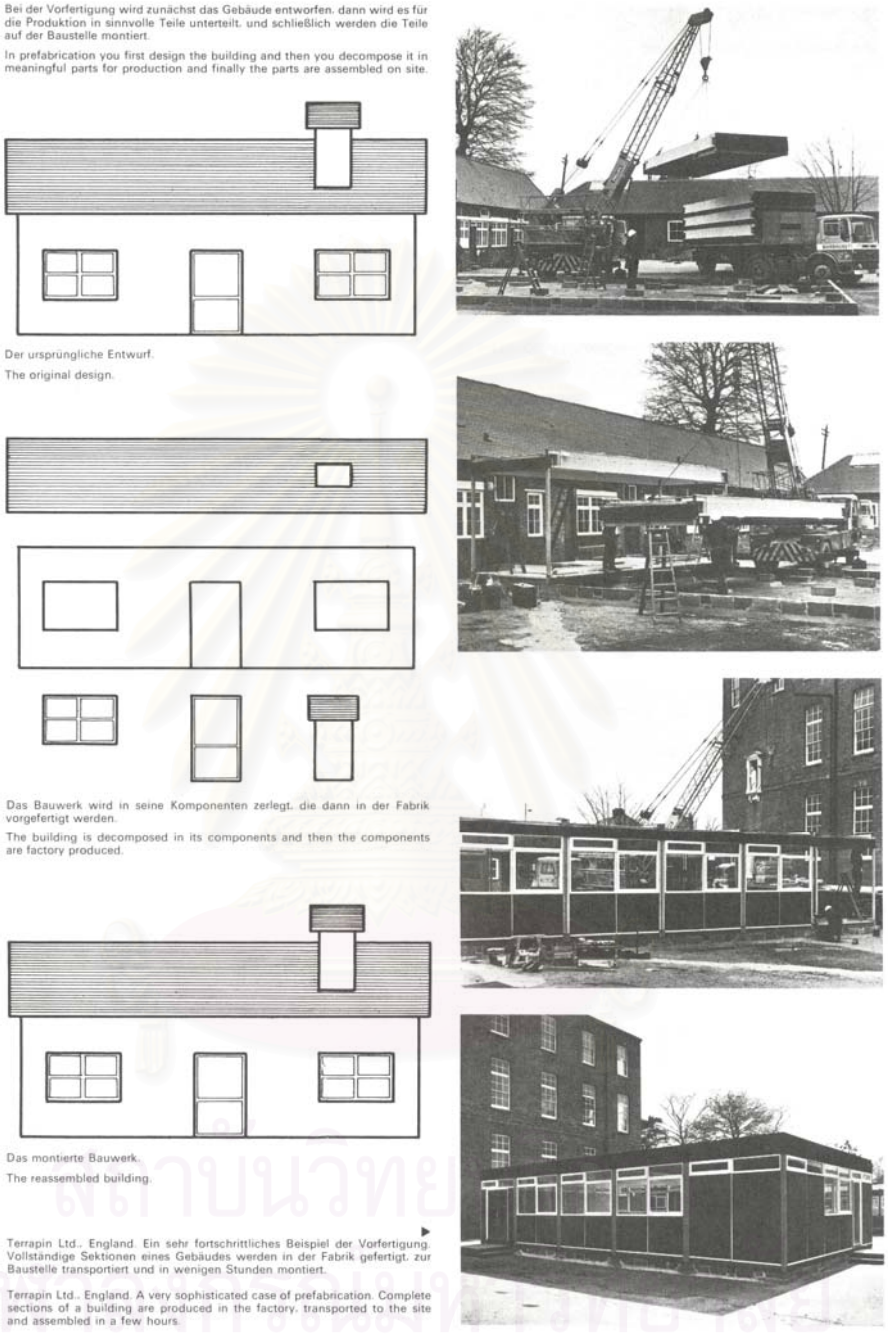
2.2.1.4 สุดท้ายยกขึ้นประกอบรวมกันตามลำดับและขั้นตอน

เมื่อต้องการผลิตอีก ทำโดยผลิตชิ้นส่วนขึ้นมาอีก ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ขึ้นมา หรือสามารถออกแบบชิ้นส่วนใหม่เพิ่มเติมเข้าไป (Additional Parts) ก็จะได้ผลงานชิ้นใหม่ ซึ่งโดยหลักพื้นฐาน นั้นจะมองระบบสำเร็จรูป เป็นรูปแบบการทำเป็นอุตสาหกรรม ที่ชิ้นส่วนย่อย จะให้ผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกับที่ได้ออกแบบไว้ในตอนแรกเสมอ

ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete Component) ก็เป็นลักษณะหนึ่งในระบบสำเร็จรูป “คอนกรีตหล่อก่อน (Precast Concrete) เป็นการทำคอนกรีตในโรงงานผลิต ชิ้นส่วนของโครงสร้างอาคารอันเป็นอุตสาหกรรม หมายถึงการผลิตที่ขึ้นเป็นจำนวนมาก ฉะนั้นแบบหล่อจึงต้องสร้างขึ้นอย่างแข็งแรง บางทีทำด้วยเหล็ก ถึงแม้ต้องใช้งบประมาณสูงก็ตาม แต่ทำให้งานที่ผลิตออกมามีมาตรฐานเดียวกัน สามารถเขย่าด้วยเครื่องเขย่าภายนอก (External Vibrator) ได้ นอกจากนี้ยังทำการบ่มด้วยไอน้ำได้สะดวกและสมบูรณ์ การหล่อในโรงงานทำให้สะดวกต่อการลำเลียงเข้าเทลงแบบ ทำงานได้รวดเร็ว และยังทำให้คอนกรีตที่มีกำลังสูง (High - Strength) ได้ถูกต้องอีกด้วย งานที่ทำกันอยู่ก็มีหล่อเข็ม, คาน และท่อคอนกรีต ทั้งยังนำมาใช้กับงานอาคารสำเร็จรูป เช่น หล่อเสา, คาน และฝา นำมาประกอบกัน แล้วหล่อคอนกรีตเชื่อมรอยต่อนั้นอีกทีหนึ่ง โดยเฉพาะการหล่อเข็มคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Pile) หรือคานใหญ่ (Girder) คานเล็ก (Beam) ของสะพานหรืออาคารด้วย” [4]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] พิภพ สุนทรสมัย. คอนกรีตคอนสตรัคชั่น และการเขียนแบบอาคารสูง. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ หจก. เม็ดทรายพริ้นติ้ง, 2540.

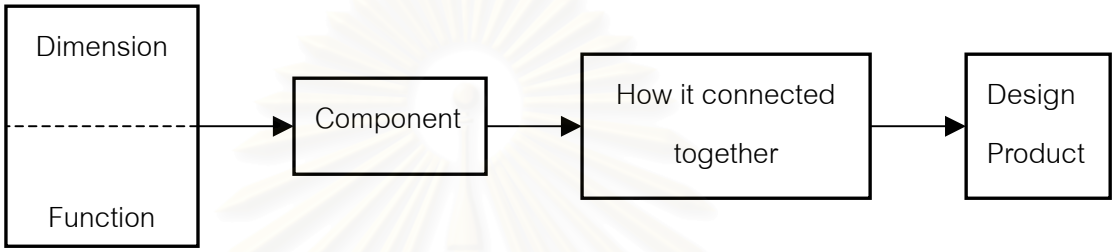


ภาพที่ 2.3 แสดงกระบวนการผลิตอาคารในระบบสำเร็จรูป

ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p.10.

2.2.2 อาคารระบบประสานทางพิกัด

ในอาคารระบบประสานทางพิกัดนี้ ใช้การจัดการซึ่งตรงกันข้ามกับหลักเกณฑ์กระบวนการของ ระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป โดยเริ่มออกแบบกลุ่มของมิติ (Dimensions) และประโยชน์ใช้สอย ซึ่งเกี่ยวเนื่องภายในกับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ก่อน (Components) แล้วเราจะตั้งกฎเกณฑ์, วิธีทั่วไปที่จะยกชิ้นส่วนขนาดใหญ่เหล่านั้นให้ต่อกันได้อย่างไร และด้วยชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เหล่านี้เองที่จะนำไปออกแบบผลิตภัณฑ์ ในการผลิตแบบนี้จะคำนึงถึงระเบียบ ทางมิติเป็นสำคัญ



ภาพที่ 2.4 แสดงกระบวนการผลิตอาคารระบบประสานทางพิกัด

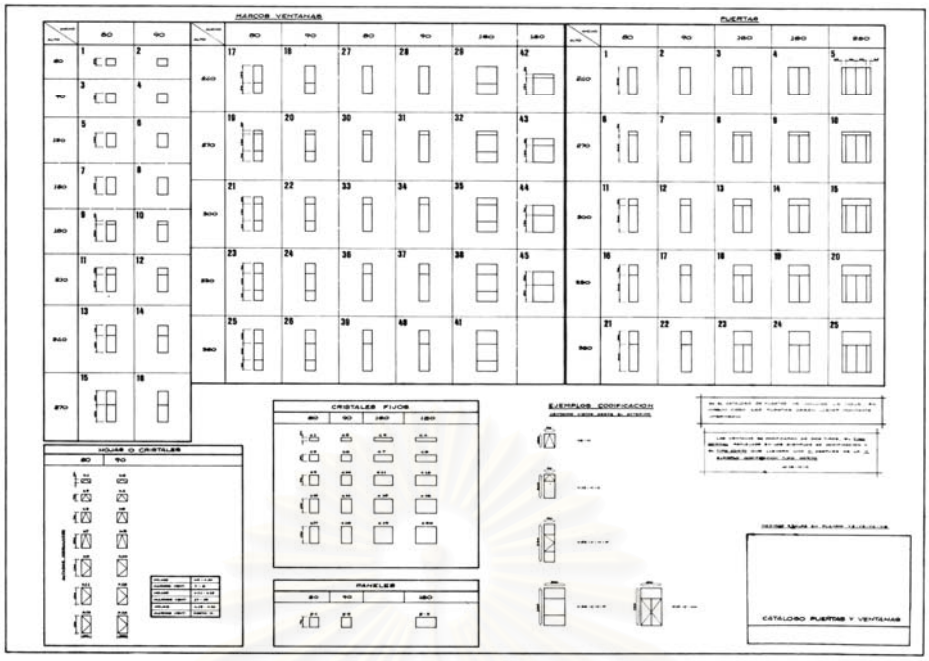
กลุ่มของชิ้นส่วน เหล่านี้ก่อนการออกแบบสามารถนำไปประกอบเข้าด้วยกันตามหลักเกณฑ์พื้นฐานทางมิติ ได้อย่างแม่นยำ แน่นอน เพื่อได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย และไม่จำกัด

ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบอาคารในส่วนของชิ้นส่วนขนาดใหญ่ จะต้องเริ่มต้นโดยการตั้งสมมติฐานที่แน่ชัดของ รูปทรง และมิติทั้งหลายก่อน แต่ในกรณีนี้เป็นการนำชิ้นส่วน ที่เหมาะสมมาจากสมุดแจ้งรายการสินค้า (Catalogue) มาใช้ โดยพิจารณาความเหมาะสม, ยืดหยุ่น ซึ่ง ชิ้นส่วนก็ต้องผลิตมาจากโรงงาน ซึ่งการผลิตจากสถานที่ก่อสร้างที่ขาดหลักพื้นฐานของระบบอุตสาหกรรม จะทำได้ยากยิ่ง และถ้าเราผลิตชิ้นส่วนจากสถานที่ก่อสร้าง สำหรับอาคารที่เฉพาะเจาะจง นั่นก็หมายความว่าเรากลับไปสู่ ระบบสำเร็จรูป

โดยสรุปแล้วอาคารที่ใช้ระบบประสานทางพิกัด จะเน้นการใช้ชิ้นส่วน วัสดุจากสมุดแจ้งรายการสินค้า (Catalogue) ที่มีอยู่แล้ว พร้อมทั้งยึดกฎเกณฑ์ทางมิติมาประกอบรวมกันเป็นชิ้นส่วนขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีอิสระในการออกแบบและผลิต โดยตัวของชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เองนั้นอาจทำมาจากแหล่งผลิต ซึ่งแตกต่างกัน และหลากหลายได้

1. วัสดุ, ชิ้นส่วนขนาดเล็ก จากสมุดแจ้งรายการสินค้า (Catalogue) ผ่านการเลือกของผู้ออกแบบ, สถาปนิก

2. ผลิตชิ้นส่วนย่อยเอง เพื่อขยายอิสระในการออกแบบ



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างรายการสินค้า ของชิ้นส่วนภายนอกเปลือกอาคาร (หน้าต่าง)

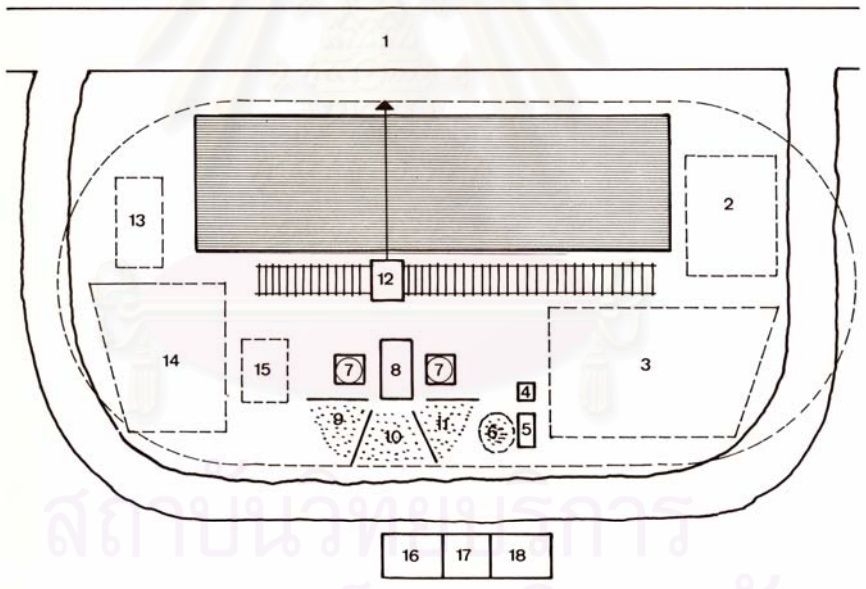
ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p.11.

ภาพที่ 2.6 ภาพ York University อาคารที่ก่อสร้างด้วยการสร้างกลุ่มของชิ้นส่วนโดยคำนึงถึงระบบประสานทางพิกัด

ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p.13.

2.2.3 อาคารที่ใช้วิธีตามหลักและเหตุผล (Rationalized Building)

ลักษณะรูปแบบของอาคารประเภทนี้ ไม่อยู่บนพื้นฐานของรูปแบบการผลิต (ระบบสำเร็จรูป) หรือ ในระเบียบทางมิติ (ระบบประสานทางพิกัด) แต่พื้นฐานอยู่ที่การพยายามเพิ่มผลผลิต และผลงานโดยการประยุกต์ของปริมาณที่เป็นไปได้ต่างๆ เพื่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพขึ้น เพื่อให้ได้การใช้สอยที่คุ้มค่าจากวัสดุ, อุปกรณ์ แรงงานในสถานที่ก่อสร้าง และในส่วนของการผลิต โดยใช้การจัดการที่มีประสิทธิภาพมาควบคุมในการผลิตแบบระบบเดิม เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มผลผลิต หลายคนไม่รวม Rationalized Building นี้ไว้รวมกับรูปแบบของ Industrialization เพราะดูว่ามันเป็นเพียงการพัฒนาการที่ก้าวหน้าขึ้นของวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิม แต่ถ้ามองดูแล้ว ตั้งแต่เริ่มการออกแบบนั้น สถาปนิกย่อมต้องคิดถึงกระบวนการผลิตอย่างเต็มรูปแบบไว้ก่อนแล้ว ทั้งความต้องการที่จำเป็น และข้อจำกัดต่างๆ โดยเมื่อโครงการใดๆมีความเอาใจใส่เรื่อง การวางแผนงาน, ตารางเวลา, การควบคุมคุณภาพ, การถ่ายโอนข้อมูลแล้ว โครงการก็สามารถเสร็จสิ้นได้ภายในระยะเวลา รวมทั้งอยู่ในงบประมาณ และมีคุณภาพเช่นเดียวกับระบบสำเร็จรูป และ ระบบประสานทางพิกัด



Rationalisiertes Bauen. Die richtige Gestaltung einer Baustelle hat oft eine Steigerung der Produktivität zur Folge.

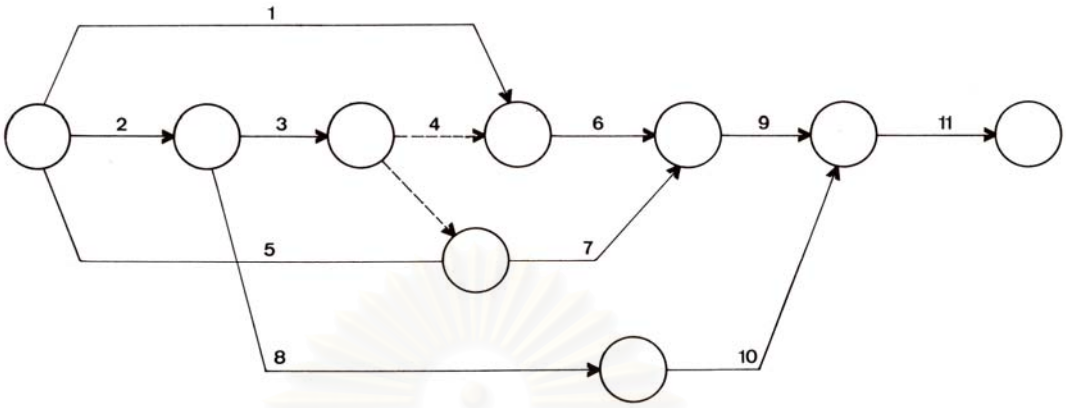
1 Hauptstraße
2 Siporex-Platten
3 Stahl
4 Mischmaschine
5 Kalk
6 Sand
7 Zementsilos
8 Automatische Mischmaschine
9 Kies 0 bis 7 mm
10 Kies 7 bis 15 mm
11 Kies 15 bis 30 mm
12 1.5-Tonnen-Turmdrehkran
13 Backsteine
14 Bauholz
15 Arbeitsstelle der Zimmerleute
16 Büro
17 Lagerung
18 Arbeiter

Rationalized building. The correct layout of a building site can well cause an important increase in productivity.

1 Main street
2 Siporex slabs
3 Steel
4 Mixer
5 Lime
6 Sand
7 Cement silos
8 Automatic mixer
9 Gravel 0 to 7 mm
10 Gravel 7 to 15 mm
11 Gravel 15 to 30 mm
12 1.5 tons tower-crane
13 Bricks
14 Timber
15 Carpenters working-area
16 Office
17 Storage
18 Workers

ภาพที่ 2.7 แสดงการจัดวางผังที่กองเก็บ และกิจกรรมการก่อสร้างส่วนต่างๆในพื้นที่ตั้งหน่วยผลิตเพื่อประโยชน์สูงสุดในการเพิ่มผลผลิต

ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p.14.



Rationalisiertes Bauen. Die Anwendung guter Planungswerkzeuge steigert die Produktivität, ohne die Technologie zu ändern.

1 Schloß wird geliefert
2 Pläne werden geliefert
3 Tür wird angefertigt
4 Rahmen wird fertiggestellt
5 Scharniere werden geliefert
6 Schloß wird eingebaut
7 Scharniere werden angebracht
8 Türglocke bestellen
9 Tür wird eingehängt
10 Türglocke wird geliefert
11 Türglocke wird installiert

Rationalized building. The utilization of good planning-tools increases productivity without altering the technology.

1 Deliver lock
2 Deliver blueprints
3 Make door
4 Complete frame
5 Deliver hinges
6 Install lock
7 Install hinges
8 Order doorbell
9 Hang door
10 Deliver doorbell
11 Install doorbell

ภาพที่ 2.8 อาคารตามหลักเหตุผล (Rationalized Building) ที่มีการวางแผนงานที่ดีก็สามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงใช้เทคโนโลยีที่สูง

ที่มา: Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company,1977. p.14.

2.2.4 อาคารที่ผลิตโดยเครื่องทุ่นแรงในสถานีที่ก่อสร้าง (Equipment-Oriented Site-Production)

วัตถุประสงค์ของรูปแบบนี้คือ การเพิ่มผลผลิตโดยการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือที่ทันสมัยมาก พร้อมกับลดบทบาทของมนุษย์ลง ผลิตอาคารที่สมบูรณ์ รูปแบบนี้ใช้จนกระทั่งจะมีข้อจำกัดในเครื่องมือ ในปัจจุบันก็ไม่ได้หมายความว่ารูปแบบนี้ถูกมองข้ามไป

ซึ่งในความเป็นจริง แรกเริ่ม ความคิดในเรื่องการขนส่งวัสดุนั้น ดูจะสมเหตุสมผลผลในด้านเรื่องค่าใช้จ่าย แทนที่จะเป็นผลิตให้เสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน และปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ของการเชื่อมข้อต่อ ก็จะถูกเลี่ยงไปโดยไม่เป็นที่สนใจ และในความเป็นจริงทุกอย่างไม่จำเป็นต้องผลิตในสถานที่ก่อสร้างโดยเครื่องมือต่างๆ ชิ้นส่วนย่อย (Parts) ย่อมผลิตโดยโรงงานเช่น ประตูหน้าต่าง, สุขภัณฑ์, ฯลฯ

2.3 การจำแนกประเภทอาคารในระบบสำเร็จรูป

การจำแนกอาคารในระบบสำเร็จรูปนั้นมีหลายหลายรูปแบบซึ่งสามารถแยกออกมาตามประเภทได้ดังนี้

2.3.1 ระบบปิด (Closed Systems) และ ระบบเปิด (Open Systems)[5]

2.3.1.2 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด

ในกรณีลำดับขั้นตอนของการผลิตส่วนใหญ่มุ่งไปที่ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ และขอบเขตของรูปแบบที่ออกแบบมาสูงมาก หมายความว่าต้องการผลผลิตของอาคารเป็นจำนวนมาก ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยน์ใช้สอยเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งความประหยัดในด้านเศรษฐกิจของระบบนี้อาจจะเป็นไปได้ ถ้ามีจำนวนการสร้างอาคารที่มากมายจริงๆ เช่น Housing เป็นหมื่นหน่วยขึ้นไป เป็นต้น ตัวอย่างของระบบ เช่น Housing concrete Housing เป็นต้น

2.3.1.2 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเปิด

ความหมายของ “เปิด” ในกรณีนี้หมายถึง การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่ ซึ่งมีการผลิตออกจำหน่ายอยู่เรียบร้อยแล้วในท้องตลาด (ตลาดเปิด) และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีตวามจำเป็นที่จะต้องให้ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญอันนั้นใช้ได้กับระบบที่มีรูปทรงเรขาคณิต

2.3.2 ระบบหนัก (Heavy Weight Systems) และระบบเบา (Light Weight Systems)[6]

2.3.2.1 ระบบ Heavy Weight ของประเทศฝรั่งเศสและกลุ่มสแกนดิเนเวีย

ระบบนี้ คือการใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก กำลังใช้กันอยู่ในประเทศที่มีวัตถุดิบสำหรับการผลิตการใช้คอนกรีตเสริมเหล็กนั้น เดิมมีอยู่แล้วในประเทศฝรั่งเศสแต่วิวัฒนาการ สร้างผลิตผลแบบ Battery Production และ Crane Technology ในปี ค.ศ. 1956 ทำให้วิธีการแบบใหม่นี้เป็นไปได้ สามารถที่จะสร้างผลิตผลของชิ้นส่วนใหญ่ๆได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถที่จะยกชิ้นส่วนใหญ่ๆขึ้นอาคารสูงได้อย่างประหยัด เนื่องด้วยวิธีการนี้ใช้ต้นทุนจำนวนมากจึงมีแนวที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จที่มีผังซ้ำๆกัน

---

[5] นาวิน นาคะสิริ. การศึกษาและการเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก:กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2542. หน้า17.

[6] เรื่องเดียวกัน. หน้า18.

ในรัสเซียสภาวะของตลาดทำให้การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคนิคดีขึ้น เนื่องจากตลาด เป็นตลาดปิดCaptive Market การลงทุนมหาศาลในโรงงานของรัฐ ทำให้มีผลผลิตต่อเนื่องกันออกมาในรูปของกล่องคอนกรีตขนาดใหญ่ ทำให้เกิดผลผลิตของอาคารอยู่อาศัยจำนวนมาก แต่เนื่องจากสภาพดังที่กล่าวมาในปัจจุปันระบบเหล่านี้ไม่สามารถจะนำมาใช้กับสภาพเศรษฐกิจของประเทศเสรี และเศรษฐกิจแบบผสมได้

2.3.2.1 ระบบ Light Weight ของประเทศอังกฤษ

ส่วนใหญ่ระบบนี้ใช้โครงเหล็ก Steel Frames กับผนังที่มิได้รับน้ำหนักเป็นส่วนใหญ่ (Non-structural Infill Panels) ไม่มีวัสดุส่วนไหนแสดงออกมาว่าเป็นอาคาร Heavy Weight Concrete เลย ระบบนี้จัดอยู่ใน Closed System of Components หมายความว่า ถึง Components ถูกออกแบบมาเพื่อให้เหมาะกับกฎการออกแบบของระบบ ถึงแม้ว่าระบบนี้จะมีความคล่องตัวและไมามีขอบเขตจำกัดในการออกแบบก็ตาม

การพัฒนาของประเทศอเมริกาหลังจากมีความกดดันภายหลังสงครามมิได้มีผลสะท้อนในสหรัฐอเมริกาและไม่มีไปจนถึงการพัฒนาในเรื่อง Housing (ขบวนการสำหรับเคหสงเคราะห์ในสหรัฐอเมริกา) และ Schools (SCSD) เมื่อไม่ช้านานมานี้ทำให้มีข้อแตกต่างไปจากอุตสาหกรรมการก่อสร้างของยุโรป3 ข้อ

1. ตลาดมีสภาพเป็นตลาดเสรี และไม่ใช่เศรษฐกิจผสมอย่างยุโรป

2 . ความเข้มข้นของตลาดที่มิได้คงอยู่เป็นระดับชาติ

3. ความนิยมในเรื่องการใช้ไม้ (Timber) เป็นวัสดุหลักยังคงอยู่ ในบางกรณียังมีประสบการณ์คล้ายยุโรป คือ ได้นำวิธีของระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิดมาใช้ในอาคารประเภทโรงเรียน และใช้ระบบ Model แทนที่จะเป็น Heavy Weight เป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

2.3.3 ระบบโครงสร้าง

รูปแบบของโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป จัดแบ่งตามลักษณะของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มี 2 ประเภท คือ

1. โครงสร้างเฟรม (Frame Structure) หรือเสาและคาน (Post and Beam)

2. โครงสร้างพาเนล (Panel Structure)

จากรูปแบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 ประเภท สามารถแบ่งเป็นระบบโครงสร้างตามการใช้งาน และการก่อสร้างได้เป็น 3 ระบบ [7]

2.3.3.1 ระบบโครงเฟรม (Framed Structure Systems)

ระบบโครงเฟรม (Framed Structure Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งผ่านน้ำหนักผ่านไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในระบบจะเน้นที่โครงสร้างคาน และเสาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.3.3.2 ระบบพาเนล (Panel Systems)

ระบบพาเนล (Panel Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้น ส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับรองเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของแผ่นพาเนลจะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและการติดตั้ง โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของแผ่นพาเนลเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการยกติดตั้ง

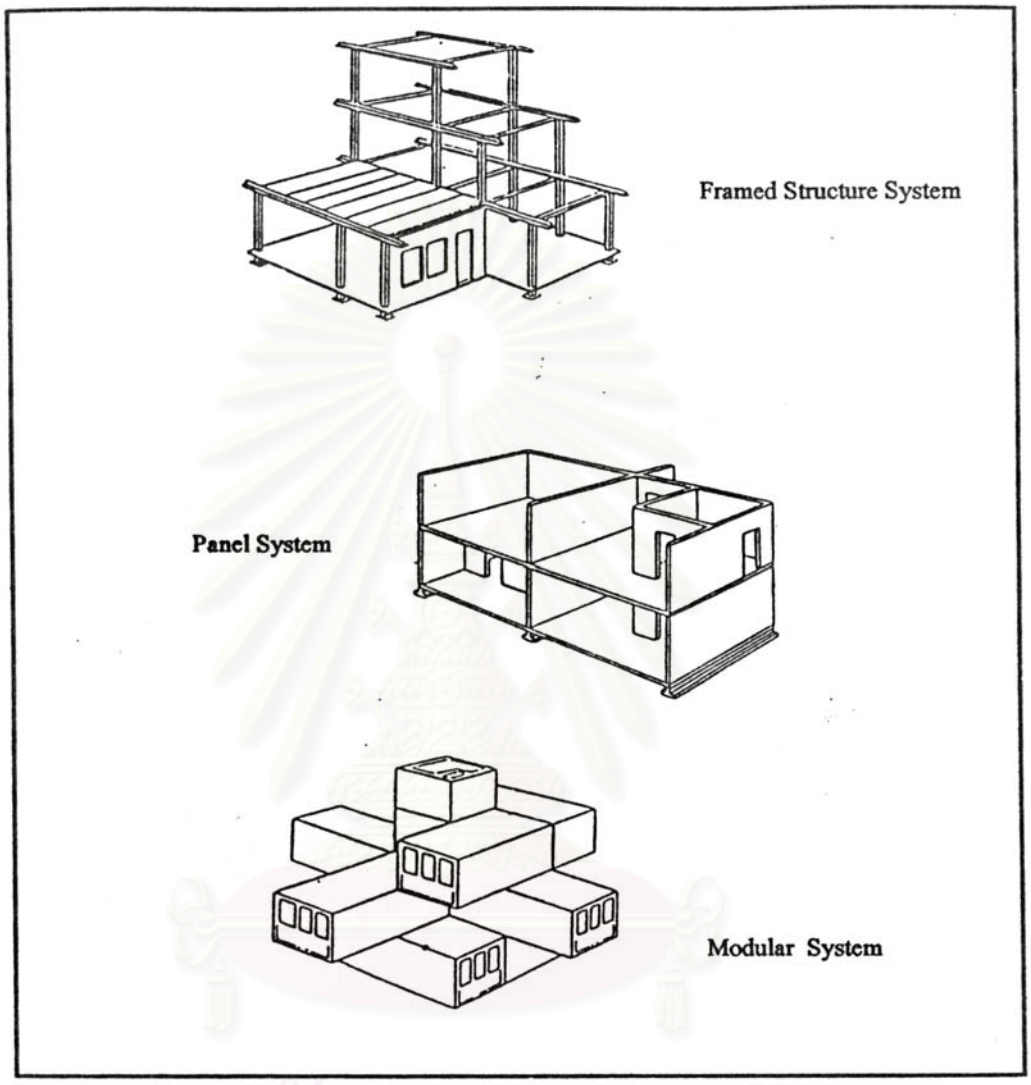
2.3.3.3 ระบบโมดูลาร์ (Modular System)

ระบบโมดูลาร์ (Modular System) เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นกล่อง 3 มิติ ในแต่ละโมดูลาร์จะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเอง บางโมดูลาร์อาจจะมีการทำงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมาเรียบร้อย แล้วนำมาติดตั้งเป็นระบบโครงสร้างรวมของอาคาร

แต่ละโมดูลาร์อาจมีลักษณะ เช่น เป็นรูปตัว U รูปตัว C รูประฆัง รูปกล่องสี่เหลี่ยม ข้อจำกัดในระบบนี้ จะอยู่ที่การขนส่งและการยกติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนักของถนน และเครื่องจักรที่จะทำการยกติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก

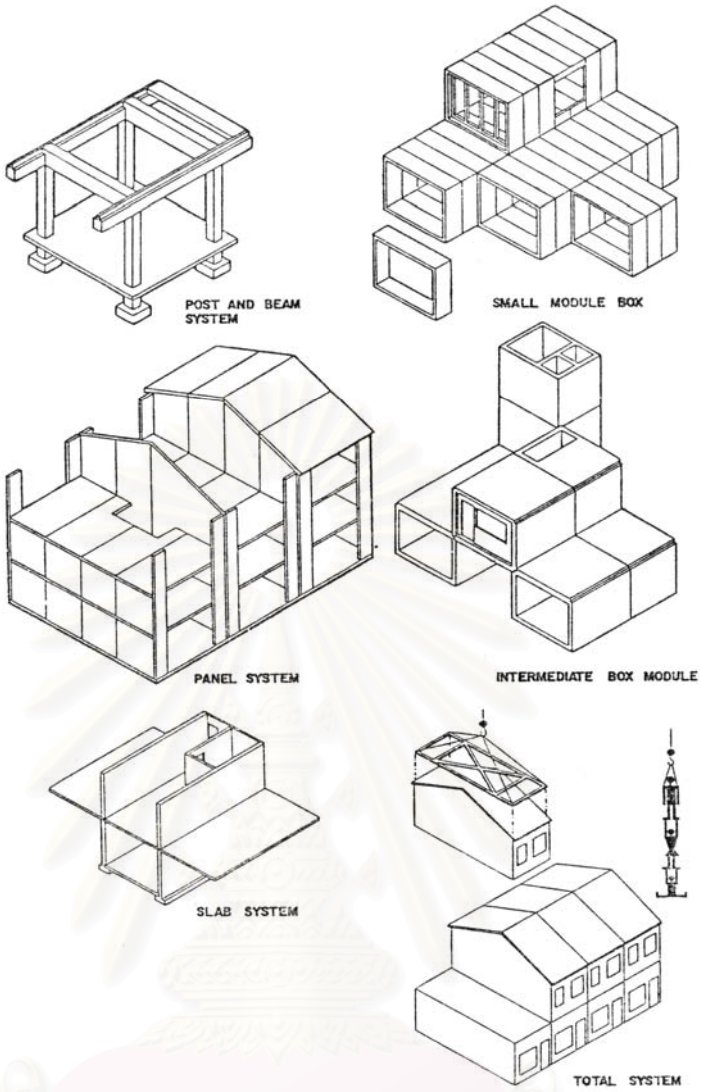
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[7] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 8.



ภาพที่ 2.9 แสดงระบบโครงสร้างของอาคารสำเร็จรูป

ที่มา: มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 9.



ภาพที่ 2.10 ระบบอาคารประเภทต่างๆ

ที่มา : ปรีชญา สิทธิพันธุ์. Industrialized building. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา 2527. ฉบับที่2: หน้า72.

ระบบอาคารแต่ละประเภทมีคุณลักษณะเฉพาะตัว และมีความได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกันไป จึงควรเลือกใช้ระบบอาคารให้เหมาะสม โดยขึ้นอยู่กับ บริบทของอาคารและสถานการณ์นั้นๆ เช่น ถ้าเลือกใช้ Box System จะได้เปรียบจากการผลิตจากโรงงานซึ่งเป็นในลักษณะ Total System ซึ่งสามารถลดงานในสถานที่ก่อสร้างได้มาก จึงเหมาะสมกับเศรษฐกิจที่การผลิตในโรงงานมีต้นทุนที่ต่ำกว่าต้นทุนงานในสถานที่ก่อสร้าง ทั้งยังประหยัดเวลาเป็นอย่างมาก แต่ก็มีข้อจำกัดในการขนส่ง ในเรื่องขนาด และรายละเอียด Finishing จากโรงงาน ซึ่งต่างจาก Skeleton System ที่ให้อิสระมากกว่าในแง่ของผู้ออกแบบ ต่อเติมได้สะดวก ส่วน Panel System นั้นเหมาะสำหรับอาคารที่มีการจัดห้องไว้เป็นสัดส่วนที่แน่นอนแล้ว เปลี่ยนแปลงได้ยาก

2.4 กระบวนการผลิตอาคารในระบบสำเร็จรูป

2.4.1 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ [8]

ในเชิงวิศวกรรมแล้ว มีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการออกแบบและการเลือกรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป นำมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบดังนี้

2.4.1.1 น้ำหนักบรรทุก

จะต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องรับแรงกระทำชนิดต่าง ๆ เท่าใด

1.น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งจะมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่น ๆ ที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

2.น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

3. แรงอันเนื่องจากลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบ และแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่ง หรือโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

4. แรงอันเนื่องจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัด ซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจาก แผ่นดินไหวด้วย ซึ่งได้แก่จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

5. แรงจากการสั่นสะเทือน เป็นแรงจากอุบัติเหตุหรือแรงจากสิ่งที่ไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุ ทั้งขณะก่อสร้างหรือภายหลังก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[8] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 9.

2.4.1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

1. พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีที่พื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดใหญ่ได้ และหากมีมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภทรถเครน (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพออาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตที่หนักมากไม่ได้ ซึ่งขึ้นกับความเหมาะสมกับแต่ละอาคาร

2. รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมาก และมีรูปร่างซ้ำ ๆ กัน จะเหมาะสมกับการใช้ระบบโครงสร้างผนังรับแรงเพื่อที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำ ๆ กันจำนวนมากจากโรงงาน อาคารสำนักงาน ซึ่งไม่ใคร่มีผนังถาวรย่อมจะไม่เหมาะกับการใช้ระบบโครงสร้างผนังรับแรงได้ แต่อาจจะใช้เป็นระบบโครงเฟรมรับโมเมนต์ (Moment Frame System) และผนังโดยรอบอาคาร อาจจะเป็นผนังกันตกสำเร็จรูป (Precast Concrete Facade)

3. โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว กรณีที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนอยู่ไกลจากหน่วยงานก่อสร้าง ควรออกแบบให้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดเล็กลง และมีรูปแบบที่ซ้ำกันจำนวนมาก เพื่อใช้ทดแทนกันได้ ลดปัญหาการจัดลำดับการขนส่งและการเก็บสต็อกที่หน่วยงาน

4. ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่าง ๆ กัน

5. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนคอนกรีตให้แม่นยำและตรงเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง กรณีที่ไม่มีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจทำให้การก่อสร้างล่าช้าออกไปกว่ากำหนดการได้มาก

2.4.1.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1. เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Availble) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อย ๆ ลดน้อยลง เนื่องจากการติดตั้งคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้าวหน้าขึ้นมาก ทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและในหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

3. ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนหลวง จะถูกจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร ฉะนั้นชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้าง และความยาวเกิน 2.50 เมตร จะต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียง แต่ความสูงก็ต้องไม่เกิน 4 เมตร ยกเว้นแต่จะมีการขออนุญาตเป็นพิเศษ

4. ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ กันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

5. พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Acess Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่า ขณะประกอบติดตั้งจะต้องมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง Acess Area ไม่ได้หมายถึง เฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมความถึงที่ว่างในอากาศด้วย อาทิเช่น ต้องคำนึงถึงว่าในแต่ละขั้นตอนขณะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เครื่องจักรที่ใช้ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะต้องสามารถหิ้วชิ้นส่วนสำเร็จรูปไปวางลงตามตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยไม่ถูกกีดขวางจากส่วนอื่น ๆ ของอาคาร

2.4.1.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลา ก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

1. รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป และรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้

เทคโนโลยีในการผลิตและใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้ อาทิเช่น เมื่อต้องการให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยมีรอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ย่อมจะต้องใช้คอนกรีตเทคโนโลยี เพื่อเร่งให้คอนกรีตมีกำลังอัดสูงในเวลาที่เร็ว

2. ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่ง กับรอบระยะเวลาของการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ ซึ่งถ้าพิจารณาการผลิตและการขนส่งสามารถดำเนินการไว้ก่อนหน้าแล้ว รอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.4.1.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

1. ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2. ในระยะยาว (Longterm Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้าง จะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่าง ๆ พอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

3. การดัดแปลงในภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมจะมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควร ที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่า หากต้องการ ดัดแปลงอาคารในภายหลัง จะสามารถทำได้กรณีใดบ้างและทำอย่างไร ตัวอย่างเช่น กรณี ทาวน์เฮ้าส์ อาจเผื่อให้สามารถเจาะผนังรับแรง (Bearing Wall) (ในตำแหน่งที่กำหนดไว้) เพื่อให้สามารถเดินทะลุจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่งได้

4. กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึงว่า กลไกการพังทลายจะเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปชิ้นส่วนหนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายได้น้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน นอกจากนี้จะ

ต้องพิจารณาว่าในระหว่างการก่อสร้างจะมีโอกาสเกิดการพังทลายด้วยกลไกอย่างใดบ้าง เพื่อจะได้ป้องกันมิให้เกิดกลไกการพังทลายเช่นนั้น

5. การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้จะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง จะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถังแก๊สระเบิด รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

2.4.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป [9]

ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ความเค้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบหล่อ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ ดังนั้น ไม่ควรยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจากแนวนอนขึ้นแนวตั้งโดยตรง ควรจะยกขึ้นมาทั้งแบบหล่อ โดยให้แบบหล่อสามารถทำมุมกับแนวนอนได้ประมาณ 70 องศา แล้วถึงยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ หรือถ้าไม่สามารถยกแบบหล่อได้ก็ต้องรอให้คอนกรีตมีกำลังสูงตามที่ผู้ออกแบบกำหนดถึงจะยกได้

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่าง การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้อยู่ในแนวและตำแหน่งที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากแรงลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดขึ้นเหมือนคาน

2. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะขนส่งและติดตั้งอาจจะไม่มี

---

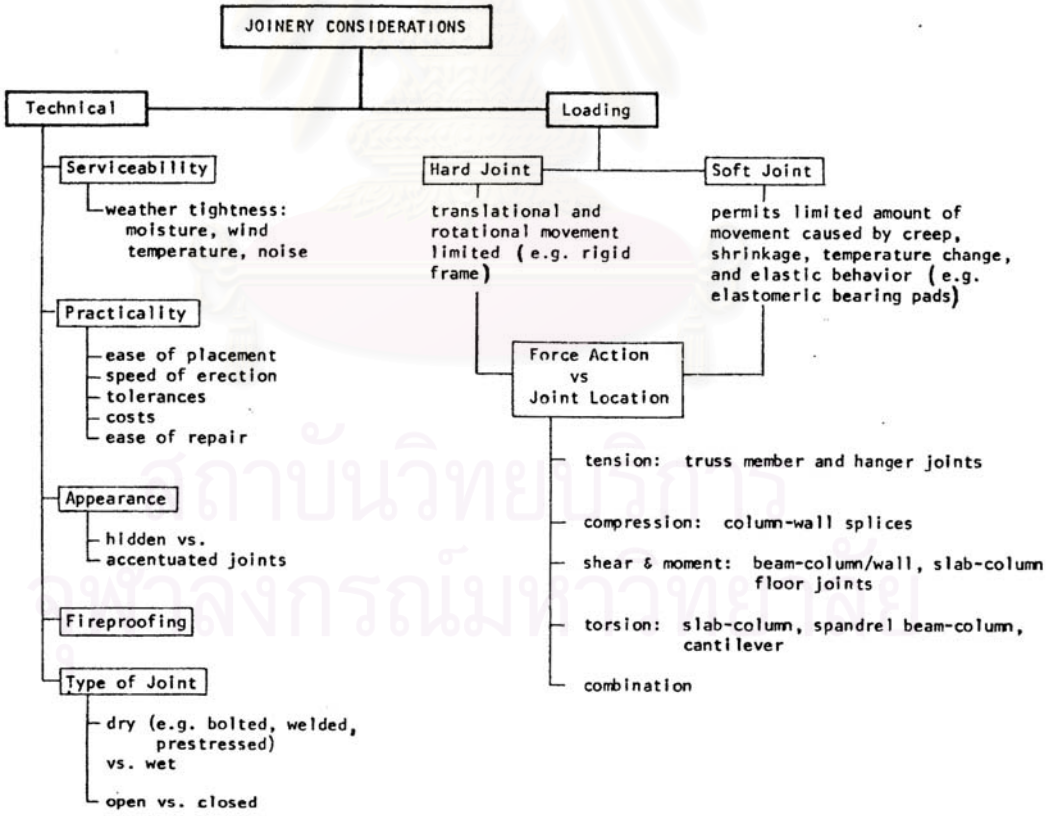
[9] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 16.

3. ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่เต็มระบบโครงสร้างหรือยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ ดังนั้นในระหว่างการขนส่งและการติดตั้งจะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้องเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

2.4.2.1 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

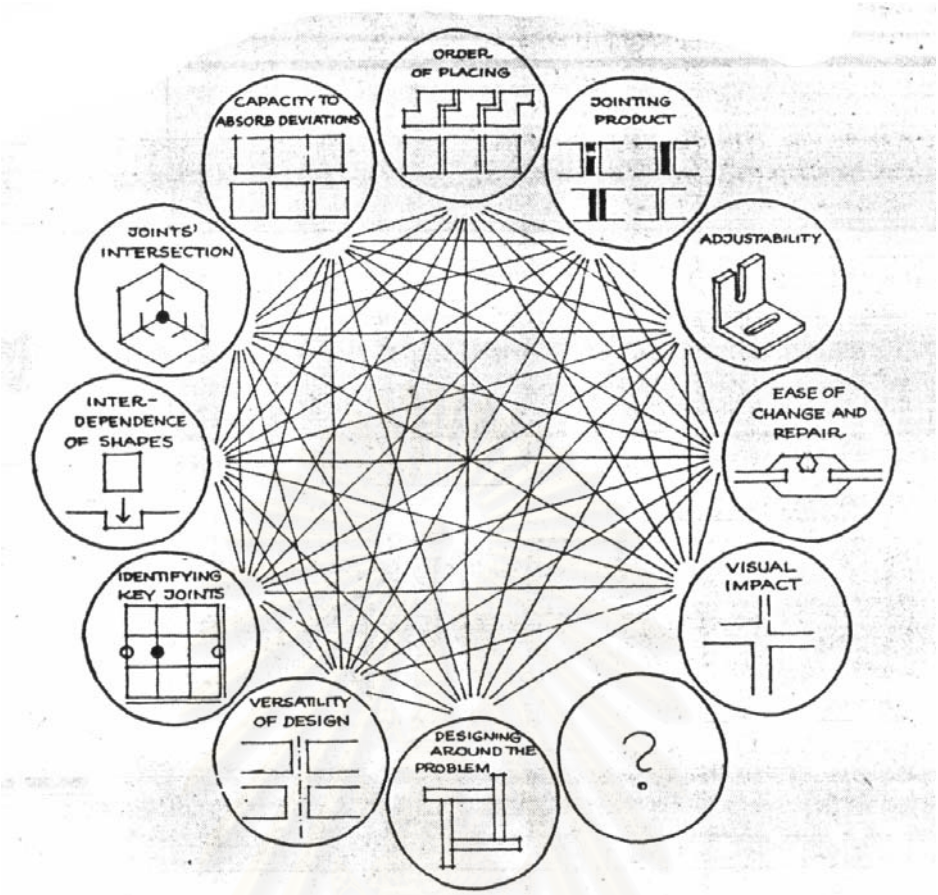
เนื่องจากอาคารที่ทำด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทำขึ้นด้วยการนำเอาชิ้นส่วนทีเป็นชิ้นส่วนย่อย ๆ มาต่อกันเป็นท่อน ๆ ดังนั้นโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงเกิดจุดเชื่อมต่อค่อนข้างมาก จุดเชื่อมต่อเหล่านี้โดยปรกติจะเป็นจุดอ่อนแอที่สุดของโครงสร้าง ซึ่งผิดกับโครงสร้างที่ทำขึ้นโดยการหล่อกับที่ เพราะจะมีความต่อเนื่องและแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อสูง ดังนั้นการออกแบบจุดรอยต่อต้องคำนึงถึง เรื่องความมั่นคงของโครงสร้าง การป้องกันการเกิด Progressive Collapse และการออกแบบ Connection ให้รับแรงต่าง ๆ ได้ดีเพียงพอ นอกเหนือจากโครงสร้างธรรมดา

และนอกจากความแข็งแรงแล้วยังมีข้อคำนึงถึงด้านเทคนิค เช่นความสะดวกในผลิต, การประกอบติดตั้ง, ความสวยงามในกรณีที่มองเห็น, การป้องกันไฟไหม้ ฯลฯ



ภาพที่ 2.11 แผนผังแสดงหลักการพิจารณาในการออกแบบรอยต่อ

ที่มา : ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอนวิชา 2501535 BLDG MAT/CONS VI (VOL.I - VOL.II). ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า98.



ภาพที่ 2.12 แสดงข้อที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบรอยต่อ

ที่มา : Kjeldsen, Marius. Industrialized Housing in Denmark. Copenhagen, 1976. p.11.

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint)

จุดรอยต่อแบบเปียก เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็ก โดเวล-เกร้าท์, แบบ Dry Packed

2. จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint)

จุดรอยต่อแบบแห้ง เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ แบบการใช้โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วยมอร์ต้า อีพอกซี่ วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

3. จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง (Post-Tensioned)

จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว หรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

2.4.2.2 การทำรอยต่อด้วยการเชื่อม (Welding)[10]

ชนิดของการเชื่อมโลหะ ที่ใช้กันทั่วไปมี 3 วิธีคือ

1. การเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding)
2. การเชื่อมด้วยแก๊ส (Gas Welding)
3. การเชื่อมด้วยความร้อน (Resistance Welding)

การเชื่อมด้วยไฟฟ้าใช้ในงานเชื่อมต่อโครงสร้างเป็นส่วนใหญ่ ส่วนการเชื่อมด้วยแก๊สนิยมใช้ในการเชื่อมโลหะบาง ปกติจะหนาไม่เกิน 6 มม. หรือ $\frac{1}{4}$ นิ้ว ไม่ค่อยใช้กับงานโครงสร้างโดยทั่วไป เพราะเสียเวลาและแรงงานมากว่าการเชื่อมไฟฟ้า ถึงแม้ว่าอุปกรณ์การเชื่อมด้วยแก๊สจะมีราคาถูกกว่าก็ตามแต่นิยมในกับการตัดโลหะ หรือที่เรียกว่า “Flame Cutting” แก๊สที่ใช้เชื่อมคือแก๊สออกซิเจน และอะเซทธิลีน (Acetylene) เมื่อผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสมก็จะได้เปลวไปที่มีความร้อนสูง

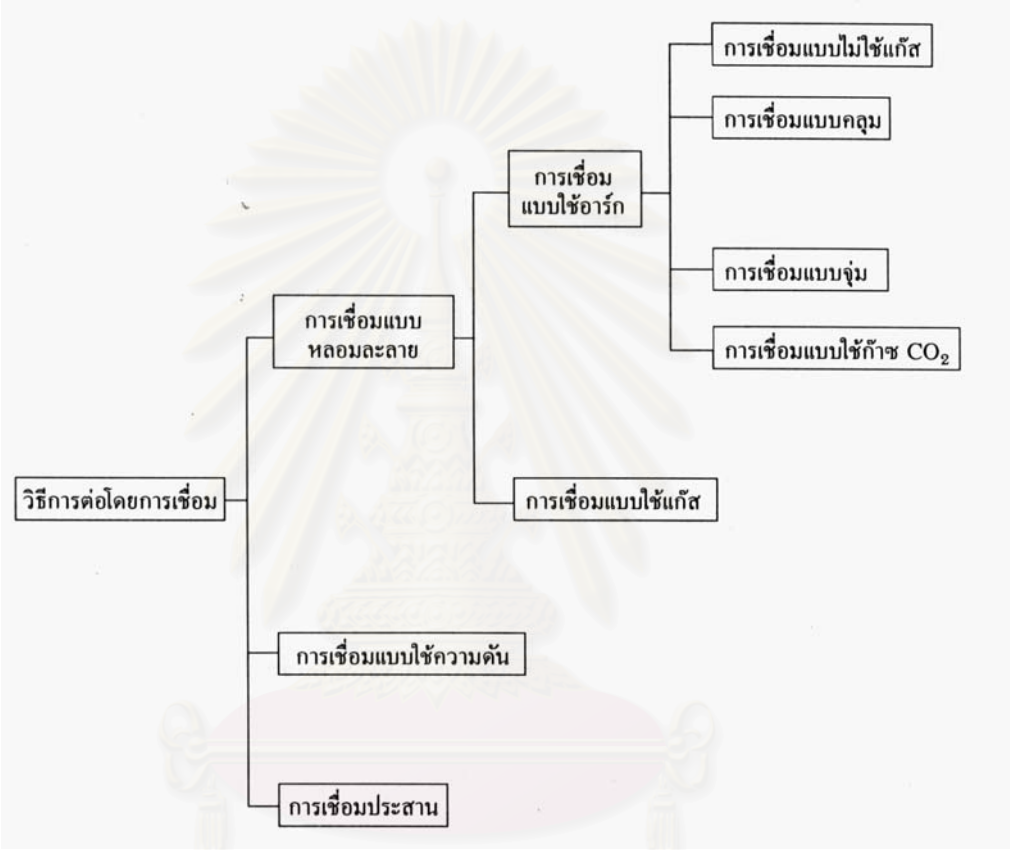
การเชื่อมด้วยความร้อน (Resistance Welding) จะใช้กระแสไฟฟ้าผ่านจุดที่กดแผ่นเหล็ก 2 แผ่นให้ติดกัน โลหะตรงจุดที่กดจะละลายเชื่อมติดกันเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากความต้านทานไฟฟ้า การเชื่อมวิธีนี้จะใช้เฉพาะโครงสร้างที่เบาบาง และประกอบในโรงงานเป็นส่วนใหญ่

การเชื่อมไฟฟ้า (Electric Arc Welding) หลักการคือให้กระแสไฟฟ้าผ่านชิ้นงานและธูปเชื่อม ทำให้เกิดอาร์ค (Arc) ขึ้น เกิดความร้อนหลอมละลายธูปเชื่อมติดแผ่นโลหะ ธูปเชื่อมมีหลายขนาดตามสภาพความหนาของชิ้นงาน ปกติจะมีขนาด 1/16 นิ้ว ถึง 3/8 นิ้ว ความยาวของธูปเชื่อมประมาณ 14 – 18 นิ้ว การเชื่อมด้วยไฟฟ้าต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่าง คือ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding Machine) กระแสตรงหรือกระแสสลับ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

---

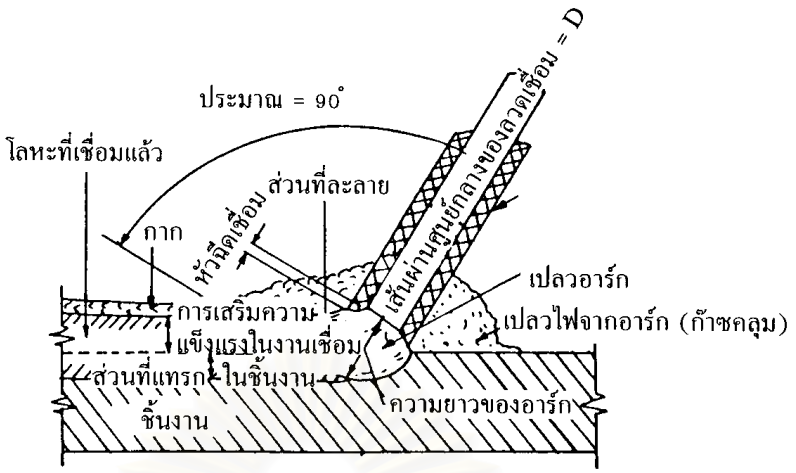
[10] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 2542. หน้า39.

สายเชื่อมจะยาวมากไม่ได้ จึงต้องยกเครื่องเชื่อมสูงตามขึ้นไปด้วยถ้ามีการเชื่อมดะรงสร้างสูงๆ ประกอบกับการตรวจสอบ หรือควบคุมมาตรฐานการเชื่อมทำได้ยาก การเชื่อมไฟฟ้าจึงเหมาะกับงานที่ประกอบในโรงงาน ราคาถูกกว่าการใช้หมุดย้ำ การทำรอยต่อที่ยึดแน่นหรือแข็งเกร็ง (Rigid) ซึ่งต่างจากการยึดสลักเกลียว หรือมุดย้ำ



ภาพที่ 2.13 วิธีการเชื่อมแบบต่างๆ

ที่มา : สุจริต คูณธนกุลวงศ์, ทักษิน เทพชาตรี. การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2541. หน้า 21.



ภาพที่ 2.14 กลไกการเชื่อมไฟฟ้า

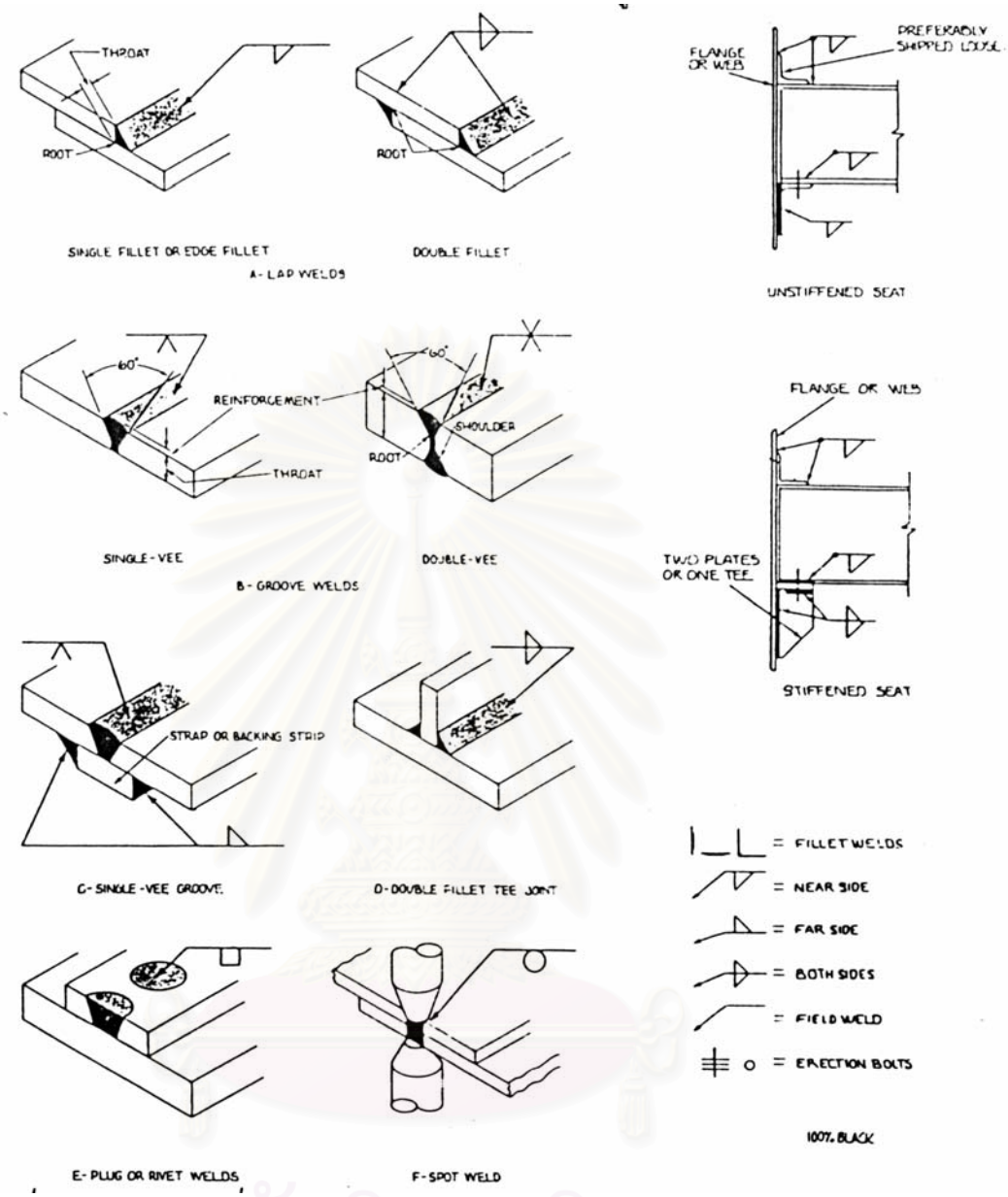
ที่มา : สุจริต คูณธนกุลวงศ์, ทักษิน เทพชาตรี. <u>การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก</u>. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2541. หน้า 22.

<u>ประเภทของรอยเชื่อม</u>

รอยเชื่อมต่อฉาก (Fillet Weld) รอยเชื่อมมีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ใช้เชื่อมโลหะสองแผ่นที่วางตั้งฉากกัน ขนาดของรอยเชื่อมวัดได้จากรอยเชื่อมที่ยึดติดกับแผ่นโลหะด้านใดด้านหนึ่ง

รอยเชื่อมแบบอุดร่อง (Groove) เป็นการเชื่อมแบบต่อชน โลหะจากฐูปเชื่อมยึดติดในร่องโลหะที่ต่อชนกัน ร่องมีหลายแบบ ร่องสี่เหลี่ยม ร่องแบบตัววี (V) ร่องแบบตัวยู (U) และรูปแบบตัวเจ (J)

รอยเชื่อมแบบอุดรู (Plug Weld or Bead Weld) เป็นการต่อชนแผ่นโลหะหรือชิ้นโครงสร้างที่ผิวเรียบเสมอกัน โลหะจากฐูปเชื่อมจะปิดยึดรอยต่อไว้ รอยต่อแบบนี้จะขาดความแข็งแรง ปกติจึงไม่ใช้กับงานโครงสร้าง อีกทั้งรอยเชื่อมที่โปนเหนือผิวโลหะดูน่าเกลียดไม่เรียบร้อย



ภาพที่ 2.15 แสดงการเชื่อมแบบต่างๆ และตัวอย่างสัญลักษณ์ในการเขียนแบบ

ที่มา : จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. การก่อสร้างด้วยเหล็ก. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542. หน้า48.

2.4.2.3 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน [11]

ปัญหาของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็คือ จุดที่แต่ละส่วนประกอบเชื่อมต่อกัน (Interface) ซึ่งมักจะประกอบกันไม่ดี เพื่อแก้ปัญหานี้จึงเกิดการกำหนดขอบเขตพิกัดทางด้านขนาดและระยะ (Dimensional Coordination) หรือนำระยะพิกัดต่างๆจาก Modular System ก็คือของระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน นั่นเอง

การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เป็นการสมมุติหรือคาดเดาระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดที่จะเกิดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อนหรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Shrinkage Creep และ อุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

2. เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerance) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

3. เป็นค่าความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

2.4.3 ขบวนการผลิตชิ้นส่วน Precast และ Connection [12]

การผลิตชิ้นส่วน Precast และ Connection ต้องพิจารณาถึงรายละเอียดดังนี้

2.4.3.1 ชิ้นส่วน Precast ควรจะมีรูปแบบเรียบง่าย และรูปแบบซ้ำกันให้มากที่สุด เพื่อสะดวกในการลดจำนวนแบบที่ใช้ในการผลิตได้

---

[11] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 18.

[12] สุรพล วิวัฒนทีปะ, กฤษฎา แท้ประสาทสิทธิ์, วิเจียรวิโรจน์. “การใช้ระบบ Precast กับงานอาคาร”. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า42.

2.4.3.2 หลีกเลี่ยง Details ที่ใช้เหล็กเสริมแน่นเกินไปเพราะจะทำให้เทคอนกรีตและการทำงานได้ยากคอนกรีตที่ออกมาอาจไม่ได้คุณภาพ

2.4.3.3 หลีกเลี่ยงวิธีที่มีการเจาะทะลุแบบมากเกินไป เพราะจะทำให้การทำงานยากและทำให้ไม้แบบชำรุดได้ง่าย

2.4.3.4 ใช้ Details ที่มีชิ้นส่วนฝังในคอนกรีตให้น้อยที่สุด ชิ้นส่วนที่ฝังในคอนกรีตได้แก่ Couples ต่างๆ Bolts แผ่นเหล็กฯลฯ ความยุ่งยากในการยึดชิ้นส่วนต่างๆให้เข้าที่กัน และไม่มีการขยับในขณะเทคอนกรีตนั้นจะทำได้ยากและเสียเวลา

2.4.3.5 หลีกเลี่ยงการใช้ Connection ที่ต้องใช้เครื่องมือหนักในการขนส่งและติดตั้ง ที่นี้ก็เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน

2.4.4 การขนส่งและการติดตั้งชิ้นส่วน [13]

2.4.4.1 ชิ้นส่วนมีขนาดและรูปร่างที่สามารถขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยใช้รถขนส่งวัสดุทั่วไปได้

2.4.4.2 หลีกเลี่ยงชิ้นส่วนที่มีแขนขายื่นออกมาซึ่งจะทำให้การขนส่งติดขัดและการขนย้ายยาก

2.4.4.3 ใช้ Connection ที่ทำงานง่ายในสนาม เพื่อความรวดเร็วและป้องกันความผิดพลาด

2.4.4.4 ควรจะออกแบบให้การติดตั้งใช้ Crane และเครื่องยกหนักให้น้อยที่สุด ชิ้นส่วนหนักควรจะออกแบบให้สามารถแขวนลอย เพื่อการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเข้าที่ได้รวดเร็ว ประหยัดเวลาการใช้เครน

2.4.4.5 ต้องมีระยะเผื่อ สำหรับความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่จะต่อกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการตัดเจาะหรือขยายรอยต่อใหม่

2.4.4.6 หลีกเลี่ยงการเก็บชิ้นส่วน Precast ให้น้อยที่สุด ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการวางแผนให้ของที่มาจากโรงงานนำขึ้นติดตั้งในทันทีโดยไม่ต้องนำไปเก็บในโกดังก็จะยิ่งดี

2.5 ระบบโครงสร้างเสาและคานที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.5.1 รูปแบบของระบบเสาและคาน(แบ่งตามชนิดของรอยต่อของเสาและคาน)

---

[13] สุรพล วิวัฒนทีปะ, กฤษฎา แท้ประสาทสิทธิ์, วิ เจียรวิโรจน์. “การใช้ระบบ Precast กับงานอาคาร”. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า43.

2.5.1.1 โครงแข็งเกร็ง (Rigid Frame)

2.5.1.2 โครงจุดหมุนจุดเดียว (One Hinge Frame)

2.5.1.3 โครง 2 จุดหมุน (Two Hinge Frame)

2.5.1.4 โครงจุดหมุนและล้อเลื่อน (Hinge and Roller Frame)

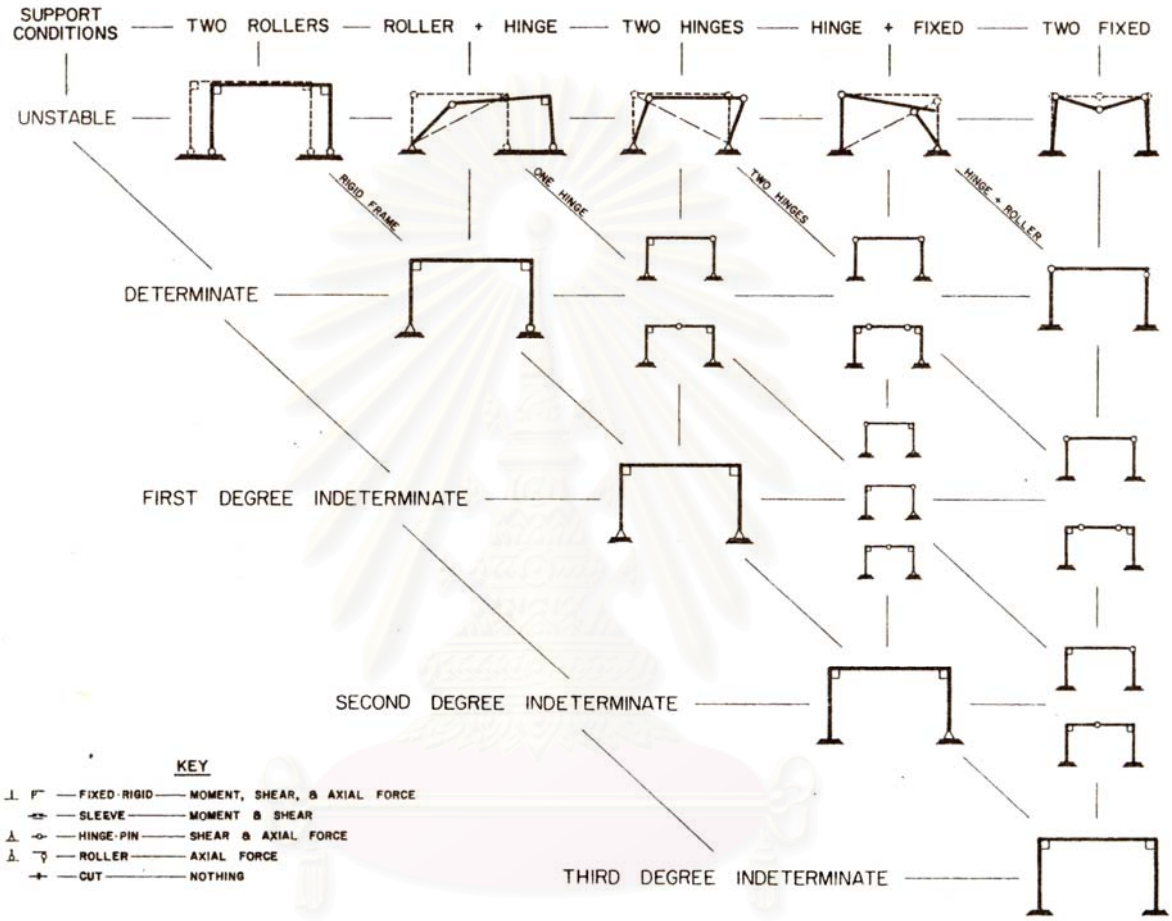


Fig. 9.2. Basic portal frames.

ภาพที่ 2.16 แสดงรูปแบบของระบบเสาคาน แบ่งแยกตามความแข็งแรง และจุดรอยต่อระหว่างเสากับคาน, คานกับคาน, และเสากับจุดรองรับ

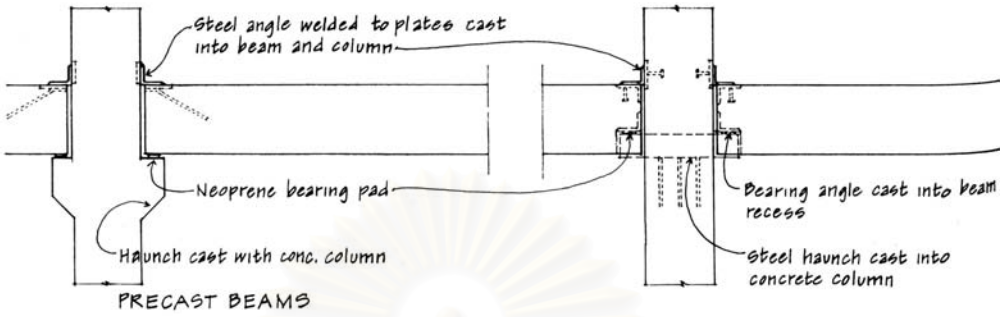
ที่มา : ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอนวิชา 2501535 BLDG MAT/CONS VI (VOL.I-VOL.II). ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า103.

2.5.2 จุดรองรับ (Support) ระหว่างเสากับคาน

จุดรองรับระหว่างชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

2.5.2.1 แบบบ่าคอนกรีต (Concrete Haunch)

2.5.2.2 แบบบ่า หรือเดือยเหล็ก (Steel Haunch)

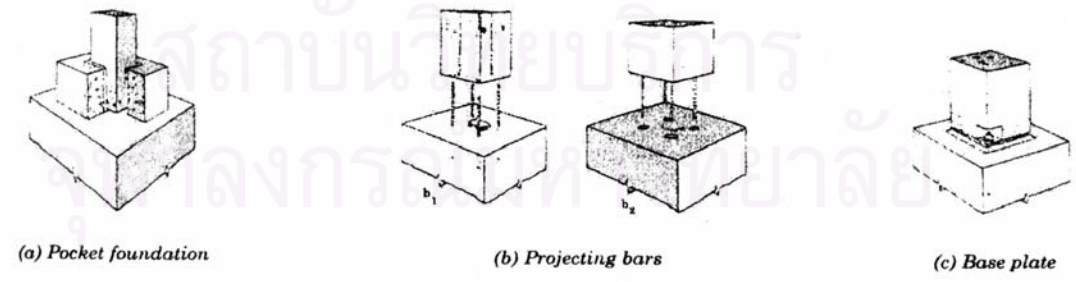


ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะจุดรองรับ 2 แบบ บ่าคอนกรีต และเดือยเหล็ก

ที่มา : Ching, Francis D.K.. Building Construction Illustrated.United States of America, 1991.

2.5.3 การรับแรงด้านข้าง (Lateral Force Resistance)

โดยปกติแล้วระบบเสาและคาน ที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กจุดรอยต่อระหว่าง คานกับเสานั้นจะเป็นเนื้อเดียวกัน คือเป็น Moment Connection ส่วนในกรณีของระบบโครงสร้างเสาและคานที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น โดยปกติจะออกแบบให้เป็น Pin Connection เพื่อความง่ายของการผลิตชิ้นส่วนและง่ายแก่การติดตั้ง การรับแรงด้านข้างเพื่อให้โครงสร้างอยู่ได้ จึงต้องอาศัย Moment Resisting Connection ของฐานราก และเสา ดังภาพที่ 2.....



ภาพที่ 2.18 แสดงการยึดเสากับฐานรากในแบบต่างๆ

ที่มา : สุรพล วิวัฒนทีปะ, กฤษฎา แท้ประสาทสิทธิ์, วิ เจียรวิโรจน์. “การใช้ระบบ Precast กับงานอาคาร”. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า53.

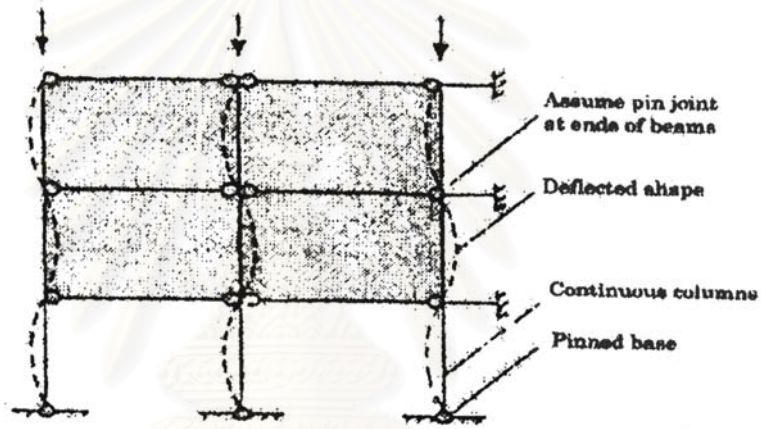
รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบ มีดังนี้ [14]

2.5.3.1 โครงสร้างเสารับโมเมนต์ (Columns Fixed to the Foundation)

ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมด จะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับฐานรากคานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะเป็นแบบจุดหมุน (hinge)

2.5.3.2 โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ (Frames with Moment Connections)

ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสีย มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และการติดตั้งกระทำได้ยาก

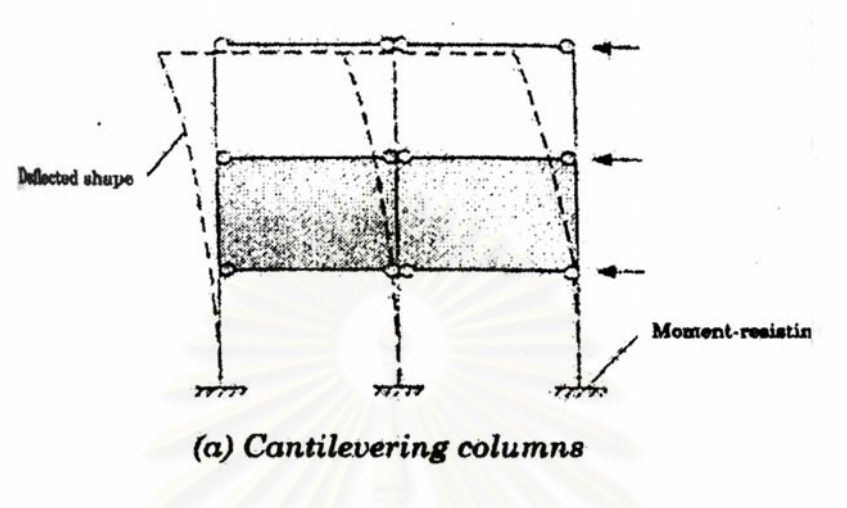


ภาพที่ 2.19 แสดงการรับแรงแนวดิ่งของเสาและคาน

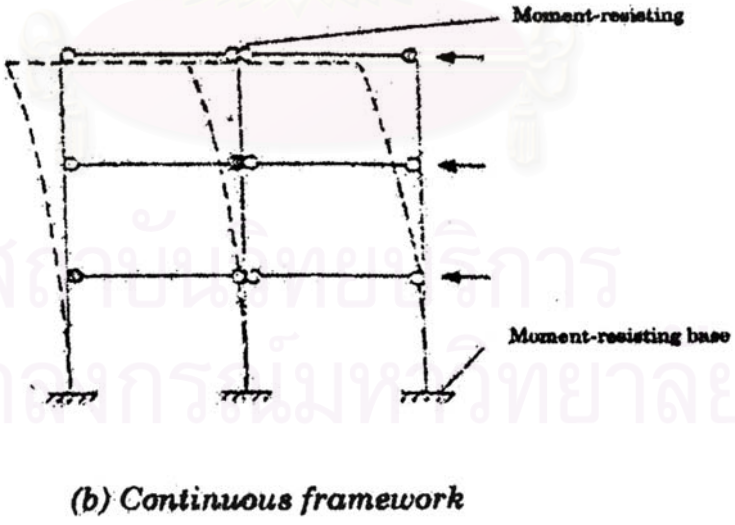
ที่มา : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า52.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[14] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 14.



ภาพที่ 2.20 แสดงการรับแรงด้านข้างของเสาที่มีฐานยึดตรึงแน่น (Fixed)
ที่มา : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า52.



ภาพที่ 2.21 แสดงการรับแรงด้านข้างของเสาและคานต่อเนื่องที่มีฐานยึดตรึงแน่น (Fixed)
ที่มา : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. หน้า 52.

2.6 ข้อดีและข้อเสียของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป[15]

2.6.1 ข้อดีของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตสำเร็จรูป

2.6.1.1 สามารถลดระยะเวลาก่อสร้างได้ เนื่องมาจากสามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานและดำเนินการก่อสร้างในส่วนของงานสนามในเวลาเดียวกัน

2.6.1.2 ลดความสูญเสียในงานคอนกรีต เช่น เมื่อเทคอนกรีตในที่จะทำมีคอนกรีตหกหล่นเนื่องจากการขนส่งและการเท ยิ่งทำในที่สูงหรือชิ้นส่วนที่แคบก็จะทำให้สูญเสียคอนกรีตมาก การทำงานในโรงงานของชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะทำให้สูญเสียคอนกรีตน้อย

2.6.1.3 งานคอนกรีตทำได้ง่ายขึ้น เช่น งานที่ต้องทำในที่สูงหรือพื้นที่ในการทำงานน้อยจะทำให้งานยุ่งยากและซับซ้อนต้องใช้เครื่องมือหลายอย่าง แต่ถ้าทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จในโรงงานแล้วยกขึ้นติดตั้งจะทำให้ง่ายกว่า

2.6.1.4 ใช้งานแบบหล่อได้หลายครั้งกว่า แบบหล่อที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะมีขนาดและรูปแบบที่ชัดเจนแน่นอน การเคลื่อนย้ายแบบมีไม่มากทำให้แบบเสียหายน้อย

2.6.1.5 ใช้งานแบบหล่อได้ง่ายกว่าไม่ยุ่งยาก เพราะว่าการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การกำหนดรูปแบบที่ชัดเจน มีขั้นตอนการประกอบแบบที่แน่นอนชัดเจน และเป็นการทำงานแบบส่วนใหญ่อยู่ในโรงงานจึงง่ายต่อการปฏิบัติงาน

2.6.1.6 การควบคุมคุณภาพทำได้ง่ายกว่า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นจะทำงานกันในโรงงาน พื้นที่จัดไว้ในการผลิตที่แน่นอน การขนส่ง การเก็บสต็อก การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทุกงานมีขอบเขตการทำงานที่ชัดเจน มีวิธีการที่แน่นอนจึงสามารถควบคุมคุณภาพของงานได้ง่ายกว่า

2.6.1.7 ช่วยลดการเกิดเสียงดังจากการก่อสร้าง การผลิตชิ้นส่วนผลิตในโรงงานบริเวณสถานที่ก่อสร้างจะมีการทำงานสต็อก งานติดตั้งและงานประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเท่านั้น ดังนั้นการเกิดเสียงจึงน้อยมาก

2.6.1.8 การก่อสร้างไม่ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนั้นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะทำในโรงงานไม่ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ

2.6.1.9 ต้นทุนของการก่อสร้างต่ำกว่า ถ้ามีจำนวนอาคารที่ก่อสร้างในแบบเดียวกันจำนวนหนึ่ง ต้นทุนที่ต่ำกว่านั้นจะมาจากส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น ระยะเวลาการก่อสร้างที่

---

[15] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540, หน้า 21.

เสร็จเร็วกว่า จะทำให้ลดต้นทุนดอกเบี้ยการกู้เงิน ลดค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) ลดการสูญเสียของวัสดุต่าง ๆ และใช้แรงงานคนน้อยกว่า ทำให้ลดการสูญเสียแรงงานจาการควบคุมงานไม่ทั่วถึงได้

2.6.2 ข้อเสียของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตสำเร็จรูป

2.6.2.1 ต้นทุนสูง การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นต้องใช้แบบหล่อที่มีความแข็งแรง ผลิตได้รูปแบบความต้องการ มีค่าคาดเคลื่อนน้อยที่สุด การยกในโรงงาน การติดตั้ง ต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักร เพื่อใช้ทำงาน

2.6.2.2 ความต้องการช่างที่ทำแบบหล่อต้องมีความชำนาญสูง เพราะแบบหล่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องได้ขนาดตามที่แบบกำหนดและมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย

2.6.2.3 ช่างและคนงานจะต้องได้รับการฝึกฝนอบรมก่อนทำการก่อสร้าง การก่อสร้างในระบบอาคารสำเร็จรูปจะต้องทำงานเป็นขั้นตอนจะข้ามขั้นการทำงานไม่ได้ และต้องใช้ช่างและคนงานที่มีความชำนาญและได้รับการฝึกฝน

2.6.2.4 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับโครงการที่อยู่ในเขตกรุงเทพฯ จะมีปัญหาเรื่องการจราจรติดขัด ปัญหาการกำหนดเวลา การใช้รถบรรทุกขนส่ง และปัญหาน้ำหนักที่ขนส่ง

2.6.2.5 ต้องใช้เครื่องจักรกลหนักในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และต้องใช้คนขับที่มีความชำนาญสูง เนื่องจากงานติดตั้งเป็นงานที่ใช้ความละเอียดสูง

2.6.2.6 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องเป็นลำดับขั้นตอน ที่กำหนดไว้แน่นอน ปัญหาที่ตามมาก็คือ เมื่อการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วนมาไม่ทัน หรือขาดสต็อกจะทำให้การก่อสร้างหยุดชะงักไม่สามารถติดตั้งชิ้นส่วนอื่นที่มีอยู่ได้

2.6.2.7 ดัดแปลงหรือต่อเติมอาคารได้ยาก ในกรณีที่อาคารที่ก่อสร้างเป็นระบบผนังรับแรง จะทำการทุบผนังเพื่อขยายห้องนั้นทำยากหรือทำไม่ได้ เช่น ลักษณะที่เป็นทาวน์เฮ้าส์ 2 หลังติดกัน จะทำการทุบผนังเพื่อให้อาคารสองหลังต่อเนื่องเป็นหลังเดียว นอกจากจะกำหนดไว้ก่อนทำการก่อสร้าง

2.6.2.8 หาผู้รับเหมายาก ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปจะมีการลงทุนในช่วงแรกสูง และเทคนิคของการก่อสร้างยังเป็นลักษณะเฉพาะของผู้รับเหมาแต่ละรายอีกด้วย ในกรณีที่ผู้รับเหมารายแรกทำงานแล้วไม่ประสบความสำเร็จจะหาผู้รับเหมารายใหม่มาแทนยาก เนื่องจากติดปัญหาด้านเทคนิคและการลงทุน

2.6.2.9 ขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือ (Skilled Labour) แรงงานที่มีฝีมิเป็นปัจจัยสำคัญ (ไม่น้อยกว่าผู้บริหารโครงการในส่วนงานต่าง ๆ) ที่จะทำให้งานก่อสร้างประสบความสำเร็จ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบสำรวจ (Filed Reserch) ซึ่งผู้วิจัยจะต้องไป “ฝังตัว” อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ทำการวิจัยนั้นๆ โดยใช้วิธีสังเกต จดบันทึกข้อมูล และ เข้าไปมีส่วนร่วมในสถานที่ก่อสร้างจริง โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นในลักษณะทั้งเชิงคุณภาพ (Qualitative) ซึ่งในการวิจัยนี้จะศึกษาเงื่อนไขในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบสำเร็จรูป ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ศึกษากรรมวิธีการก่อสร้างในการใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ ศึกษาปัญหาในการก่อสร้าง และศึกษาเชิงเปรียบเทียบกับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบเดิม โดยรายละเอียดการและวิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 การสำรวจและศึกษาข้อมูล

เมื่อกำหนดปัญหาในการวิจัย ได้จุดประสงค์และขอบเขตในการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

3.1.1.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคคล

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์บุคคลผู้เกี่ยวข้อง ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป เพื่อเป็นแนวทางและข้อมูลในการวิจัย ซึ่งบุคคลเหล่านี้แบ่งได้เป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้างซึ่งได้แก่ กรรมการผู้จัดการ, ผู้จัดการโครงการ, สถาปนิก, วิศวกร, หัวหน้าคนงาน ผู้ควบคุมการก่อสร้าง ณ สถานที่ก่อสร้าง และอีกฝ่ายคือผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ระบบชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ระบบนี้

3.1.1.2 ข้อมูลจากการสำรวจโครงการ

ข้อมูลจากการสำรวจโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป, การสำรวจการก่อสร้างในโครงการกรณีศึกษา ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลจากการสำรวจด้วยตนเอง

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ, งานวิจัย, หนังสือ, บทความ, วารสาร, แนวคิด หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการวิจัย ใช้อ้างอิง

และตรวจทานในตอนท้ายเมื่อสรุปผลการวิจัยออกมาได้แล้ว เพื่อให้ผลการวิจัยมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกกรณีศึกษา

ผู้วิจัยได้เลือกบ้านพักอาศัยเดี่ยว ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 126 ตารางเมตร แบบบ้าน “ชลวารี” ในโครงการพิมานชล2 เฟส3 ซึ่งเป็นโครงการบ้านจัดสรร มาเป็นกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งโครงการตั้งอยู่ ณ ถนนรอบเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเหตุผลที่เลือกบ้านพักอาศัยในโครงการนี้เป็นกรณีศึกษาเนื่องจาก ในขั้นตอนการเลือกกรณีศึกษานี้ผู้วิจัยได้สอบถามและสำรวจโครงการบ้านจัดสรรที่กำลังก่อสร้างอยู่ที่สามารถเข้าไปเก็บข้อมูลขณะทำการก่อสร้างได้ โดยมีรายละเอียดในการเลือกกรณีศึกษาดังนี้

3.2.1 ระบบการก่อสร้าง

โครงการที่จะนำมาเป็นกรณีศึกษานั้นจะต้องมีบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบสำเร็จรูปที่ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และระบบเดิม โดยบ้านพักอาศัยทั้ง 2 หลังนี้จะต้องมีผังเดียวกัน และขนาดพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ จะมีรูปแบบ, ลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถนำข้อมูลในการก่อสร้างมาเปรียบเทียบกันได้

3.2.2 ระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปนั้น จะต้องเป็นช่วงระยะเวลาที่ผู้วิจัยสามารถเข้าไปทำการเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่เริ่มต้นการก่อสร้าง จนกระทั่งก่อสร้างแล้วเสร็จได้

3.2.3 ความร่วมมือในการให้ข้อมูล

ผู้ประกอบการผลิต และก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

3.3 เครื่องมือในการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ เป็นข้อมูลที่ได้มากจากการสังเกต, สอบถาม ทั้งในสถานที่ก่อสร้าง และภายนอกสถานที่ก่อสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จึงเป็นลักษณะการบันทึกขั้นตอน, ความก้าวหน้าในการก่อสร้าง ปัญหาต่าง และข้อมูลอื่นๆ โดยมีเครื่องมือในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้าง

แบบบันทึกรายละเอียดในการก่อสร้างนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นมาเองเพื่อใช้ในการจดบันทึกข้อมูลจากการสังเกตในขณะทำการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนงานก่อสร้าง โดยเก็บรายละเอียดต่างๆดังนี้ วันเดือนปี, รายการที่ทำแต่ละวัน, ความคืบหน้าของงาน, ปริมาณงานที่ทำได้, จำนวนแรงงานที่ใช้, อุปกรณ์เครื่องมือ, ระยะเวลาในการทำงาน, ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน และผังพื้นกับรูปด้านอาคารเพื่อบันทึกความคืบหน้าของงานก่อสร้าง

3.3.2 กล้องถ่ายรูป

ผู้วิจัยใช้กล้องถ่ายรูปเป็นเครื่องมือในการบันทึกขั้นตอน, ความคืบหน้าในงานก่อสร้าง รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการถ่ายภาพจะถ่าย ณ จุดถ่าย 2 จุด (ด้านซ้าย และขวาของบ้าน) ซึ่งกำหนดเป็นจุดตาย เพื่อบันทึกความก้าวหน้าในการก่อสร้างอาทิตย์ละ 1 ครั้ง หรือทุกขั้นตอนของงานก่อสร้าง

3.4 วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้กำหนดตัวอย่างกรณีศึกษาแล้ว ก็ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 ขอหนังสือแนะนำตัว

ขอหนังสือแนะนำตัวจากภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเข้าพบกับบริษัทผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้าง และบริษัทผู้ผลิตในระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าพบ และสัมภาษณ์กรรมการผู้จัดการ บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด เป็นจำนวน 4 ครั้ง และผู้จัดการฝ่ายการตลาด บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด เป็นจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งเป็นบริษัทผู้รับเหมาและผู้ผลิตตามลำดับ และได้ขออนุญาตสำรวจสถานที่ก่อสร้างในโครงการพิมานชล 2 เฟส 3

3.4.2 สำรวจโครงการและเก็บข้อมูลการก่อสร้าง

ผู้วิจัยได้สำรวจโครงการ พิมาน คำไฮ จ.ขอนแก่น ในเบื้องต้น ซึ่งเป็นโครงการที่มีการใช้ระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง เพื่อทราบขั้นตอนโดยคร่าวของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ซึ่งนำมาเป็นแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อเข้าสำรวจโครงการตัวอย่าง (โครงการพิมานชล 2 เฟส 3) ก็ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป จากการสังเกต , สัมภาษณ์, รวบรวมเอกสาร ในสถานที่ก่อสร้าง นำมาจด

บันทึกเป็นข้อมูลในการวิจัย ตั้งแต่เริ่มต้นก่อสร้างจนแล้วเสร็จ ซึ่งใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่ 8 ตุลาคม 2545 ถึง 5 เมษายน 2546

ส่วนข้อมูลในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบเดิมนั้น ผู้วิจัยได้ขอสัมภาษณ์กับผู้จัดการโครงการของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลิดา แอนด์ ณัฐชา กรุ๊ป ซึ่งเป็นผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้างในระบบเดิม ของโครงการพิมานชล 2 เฟส 3 ถึงข้อมูลต่างๆในการก่อสร้างทั้งขั้นตอนในการก่อสร้าง, ระยะเวลา และแรงงานในการก่อสร้าง รวมทั้งผู้วิจัยได้เก็บบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างบางส่วน เพื่อนำมาเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.5.1 ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล

ตรวจสอบรายละเอียดข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาว่าครบถ้วน ถูกต้องหรือไม่ มีข้อมูลใดที่ยังขาดความสมบูรณ์ หรือผิดพลาด ก็กลับไปเก็บข้อมูลนั้นเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อมูลครบถ้วนถูกต้อง

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการแยกวิเคราะห์รายละเอียดข้อมูลออกเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

3.5.1 วิเคราะห์เงื่อนไขที่เหมาะสม ในการใช้การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย

3.5.2 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การวางแผนงานก่อสร้างระบบสำเร็จรูปและกรรมวิธีก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

3.5.3 วิเคราะห์ปัญหาในการก่อสร้างของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ในช่วงขณะก่อสร้าง เพื่อเป็นแนวทางการป้องกัน และแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิม

3.5.4 วิเคราะห์ผลสรุปการเปรียบเทียบ ต้นทุน เวลา, แรงงาน ระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กับการก่อสร้างระบบเดิม โดยแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

3.5.4.1 เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบโดยใช้ใบประมาณราคาของบ้านที่ก่อสร้างทั้ง 2 ระบบมาเปรียบเทียบ แยกต้นทุนตามหมวดงานก่อสร้าง

3.5.4.2 เปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบเป็นเวลาโดยรวมและเวลาแยกตามหมวดงาน

3.5.4.3 เปรียบเทียบแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบ

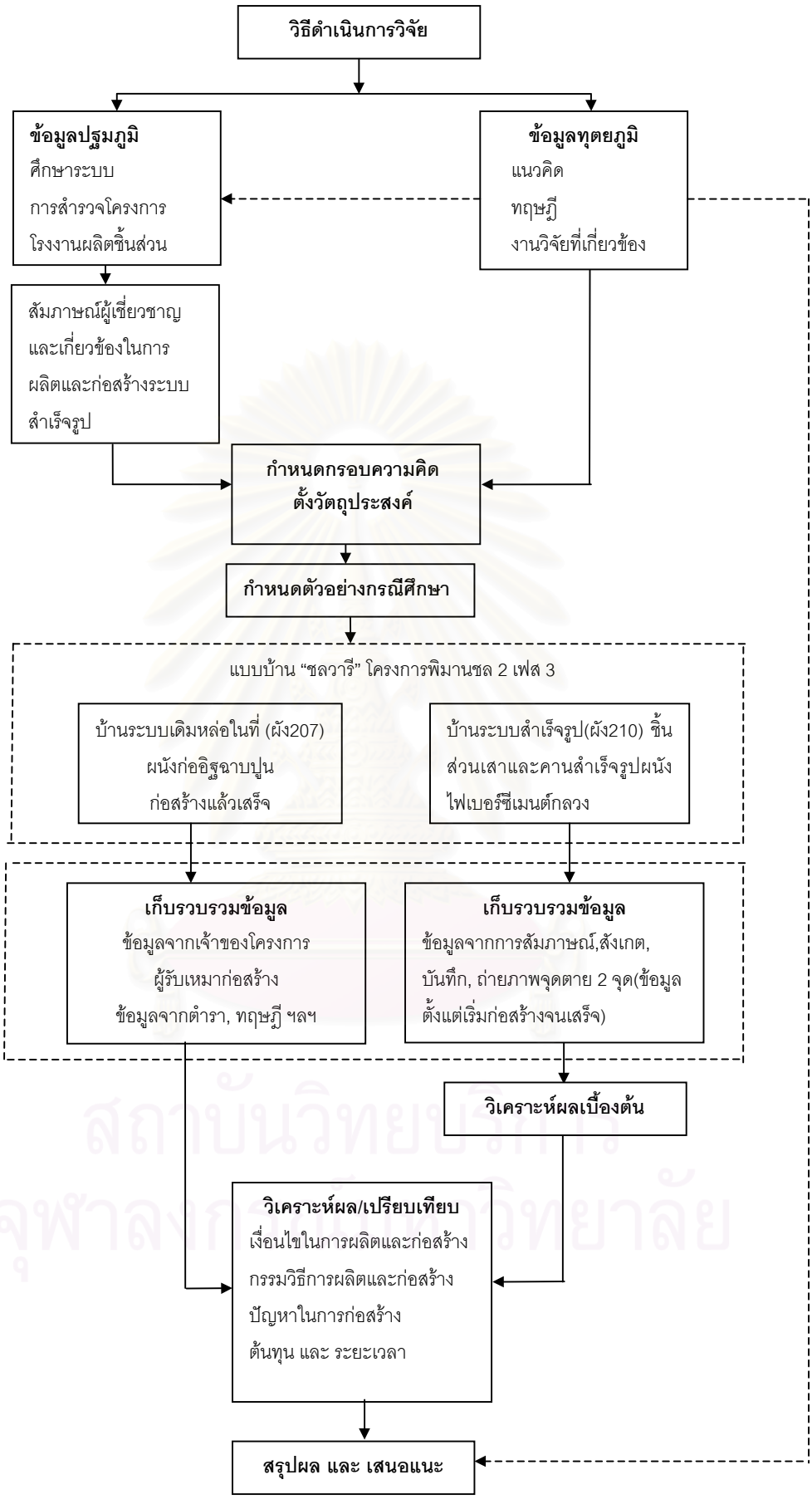
3.6 **สรุปผลและข้อเสนอแนะ**

3.6.1 การสรุปผล

สรุปผลการวิจัยจากประเด็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลทุติยภูมิ ที่เป็น ทฤษฎี แนวคิด วรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผลสรุปการวิจัยมีน้ำหนักละมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

3.6.2 ข้อเสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



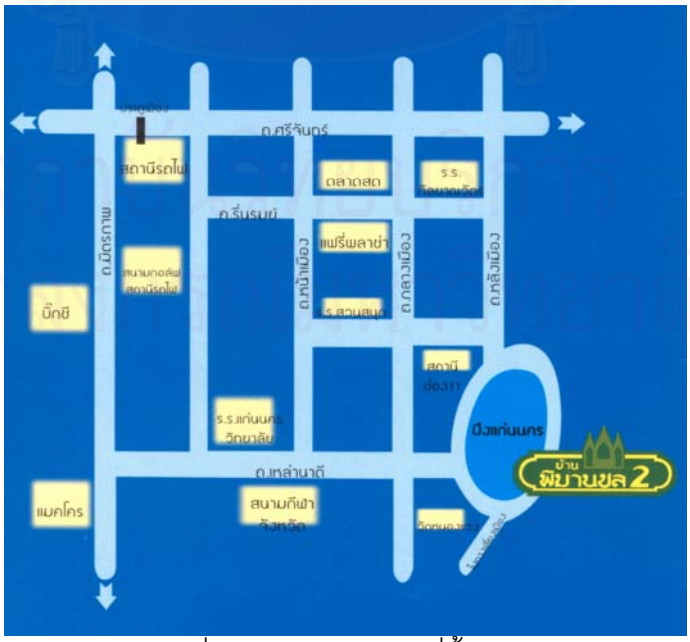
แผนภูมิที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

รายละเอียดโครงการ

4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา

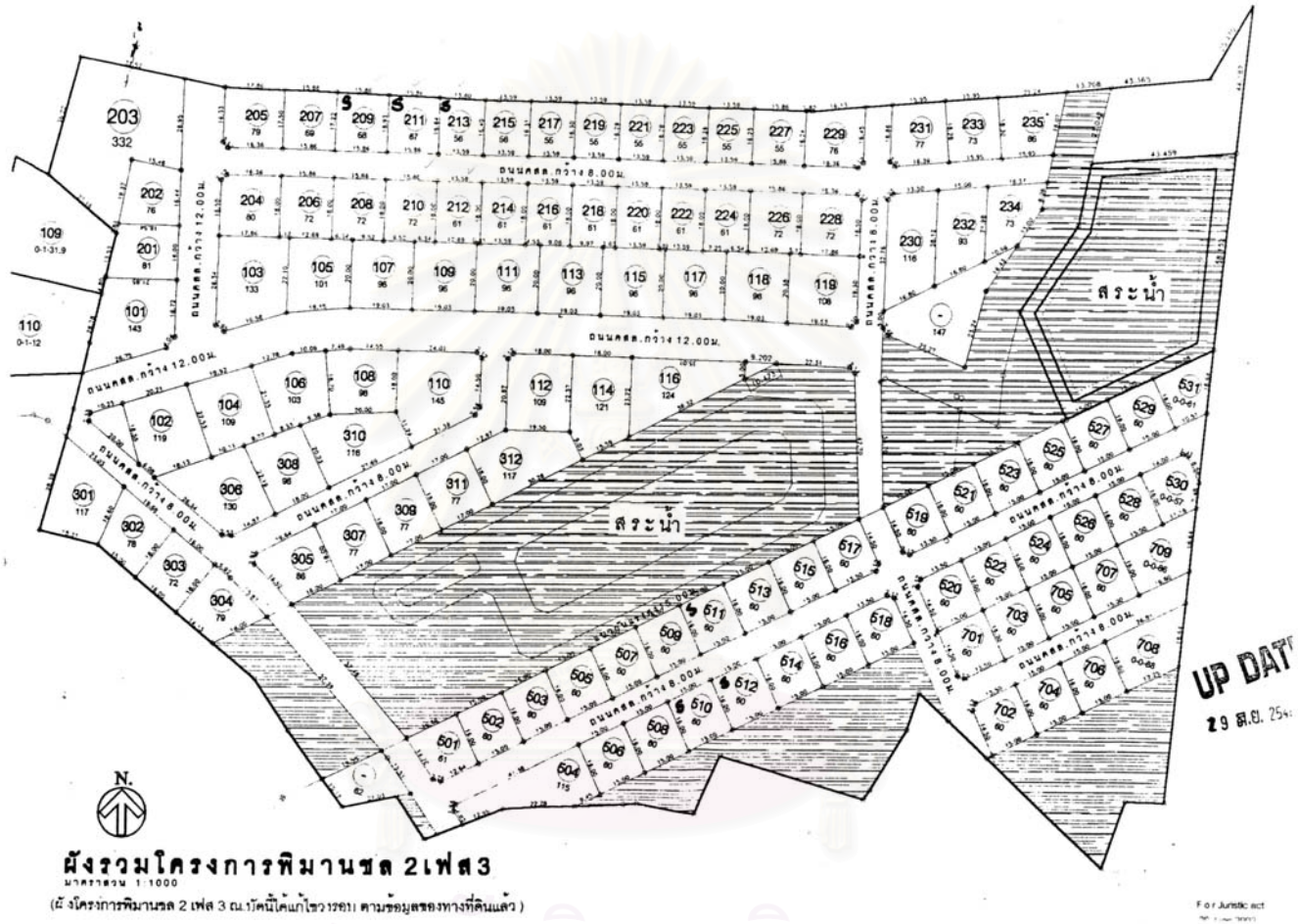
โครงการ	:	พิมานชล 2 เฟส 3
เจ้าของโครงการ	:	บริษัท พิมานกรุ๊ป จำกัด
ผู้ดำเนินการ	:	บริษัท เทพธรณี จำกัด
ประเภทโครงการ	:	บ้านเดี่ยว
ขนาดโครงการ	:	160 ไร่ (พิมานชล 2)
ที่ตั้งโครงการ	:	ถ.รอบเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
ปีที่เริ่มดำเนินการ	:	2545
แบบบ้านที่ทำการศึกษา	:	บ้านพักอาศัย 2 ชั้น แบบบ้าน “ ชลวารี 2002 ” ขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ พื้นที่ใช้สอยเฉลี่ย 126 ตร.ม.
ระบบการก่อสร้าง	:	1. ระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงกรุผนังฉนวน Amour Wall (TG SYSTEM)
	:	2. ระบบเดิม เสาและคาน ค.ส.ล.หล่อในที่ ผนังก่ออิฐ



ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ

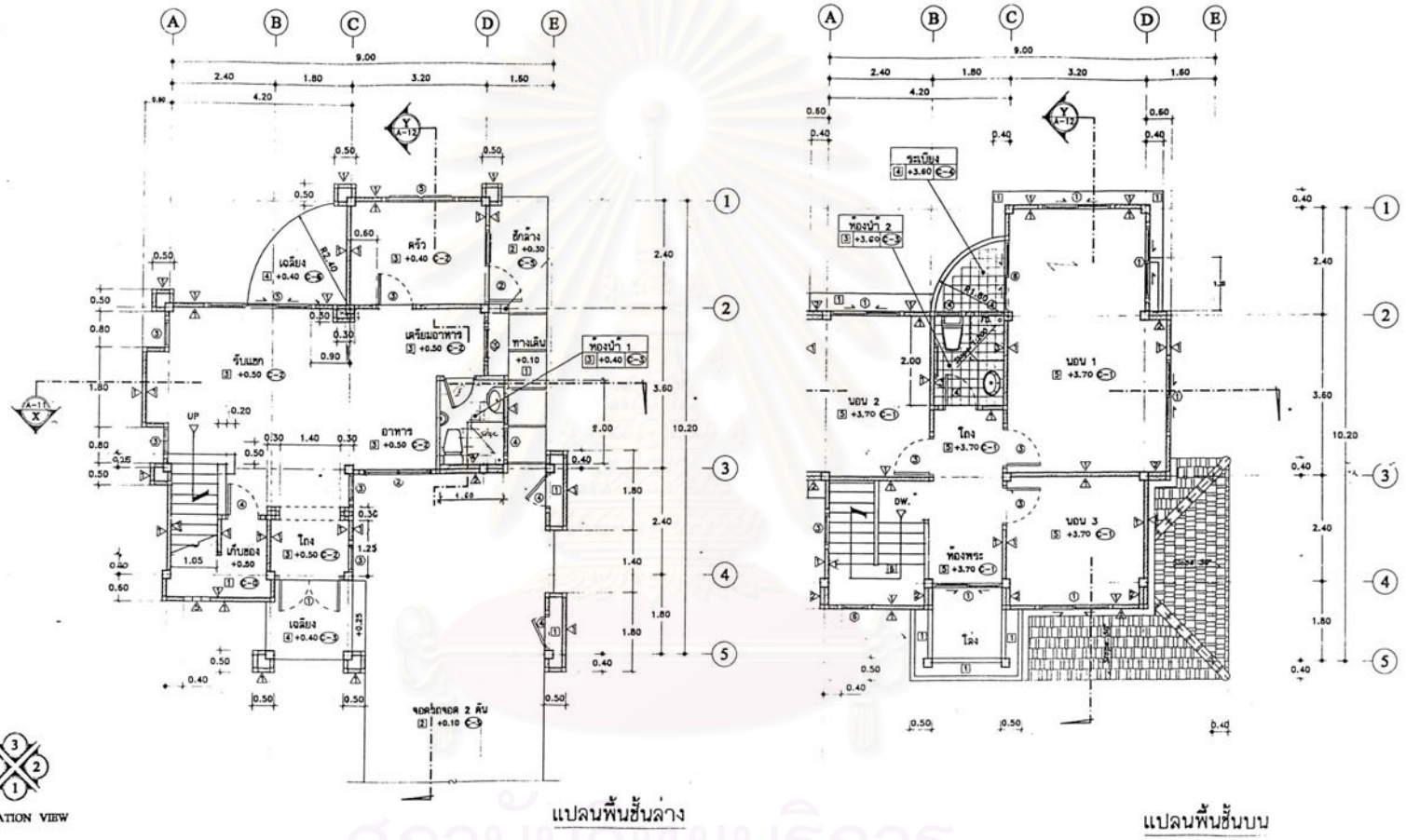
ภาพที่ 4.2 ทัศนียภาพทางเข้าโครงการพิมานชล 2

ภาพที่ 4.3 ทัศนียภาพทางเข้าโครงการพิมานชล 2 ส่วนเฟส 3



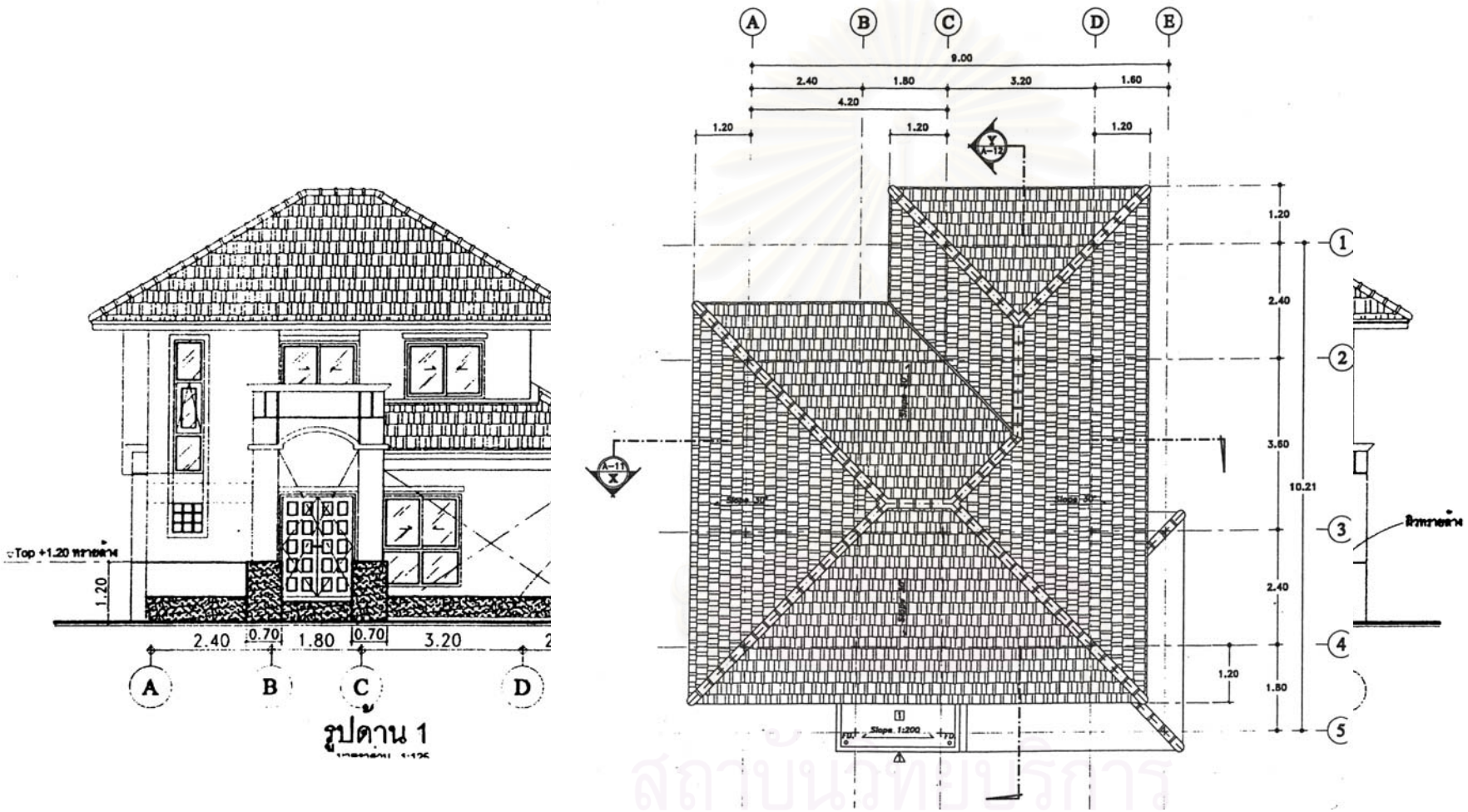
ภาพที่ 4.4 ผังโครงการ พิมานชล 2 เฟส 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



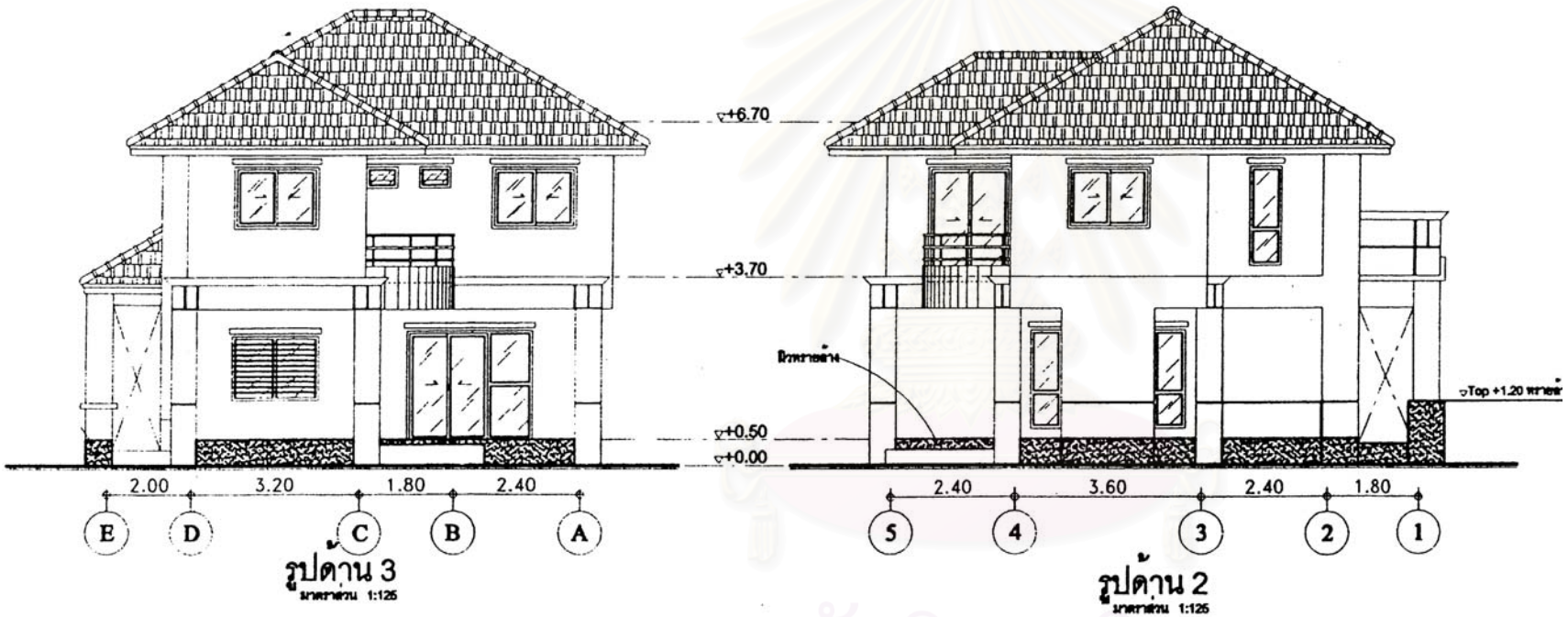
ภาพที่ 4.5 ผังพื้นบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



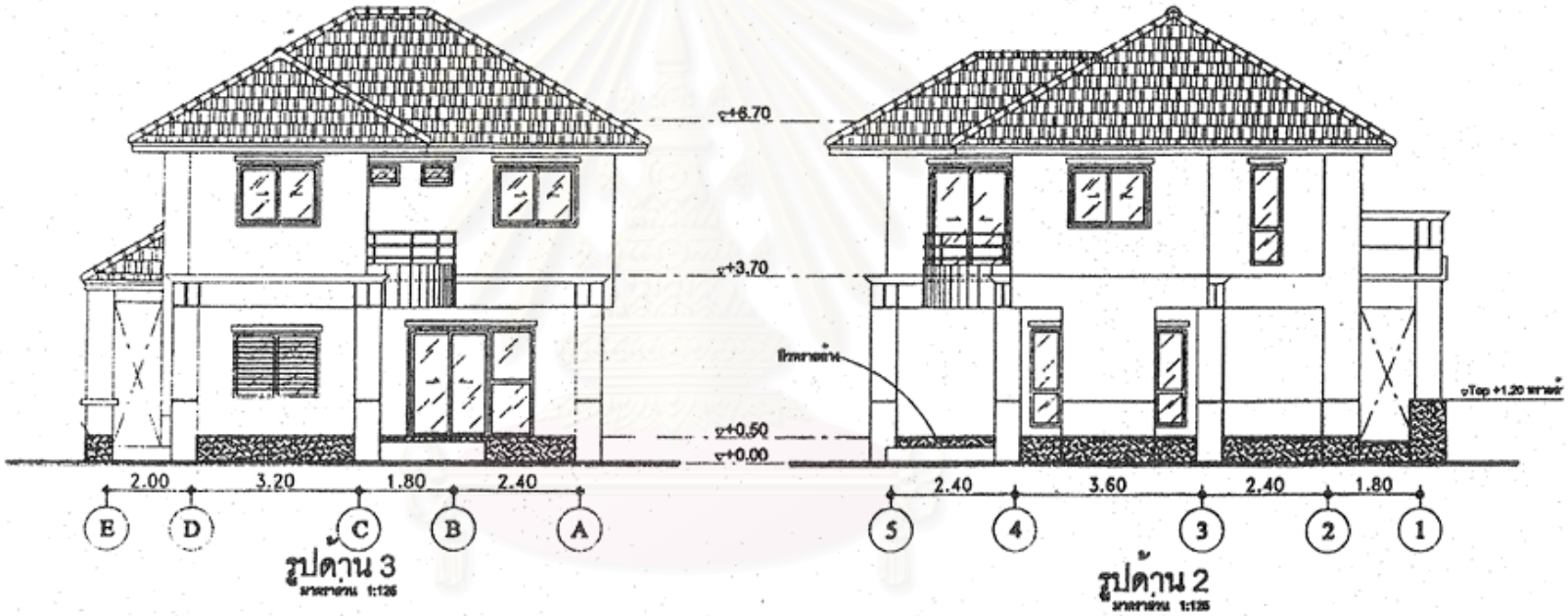
ภาพที่ 4.6 ผังหลังคาบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



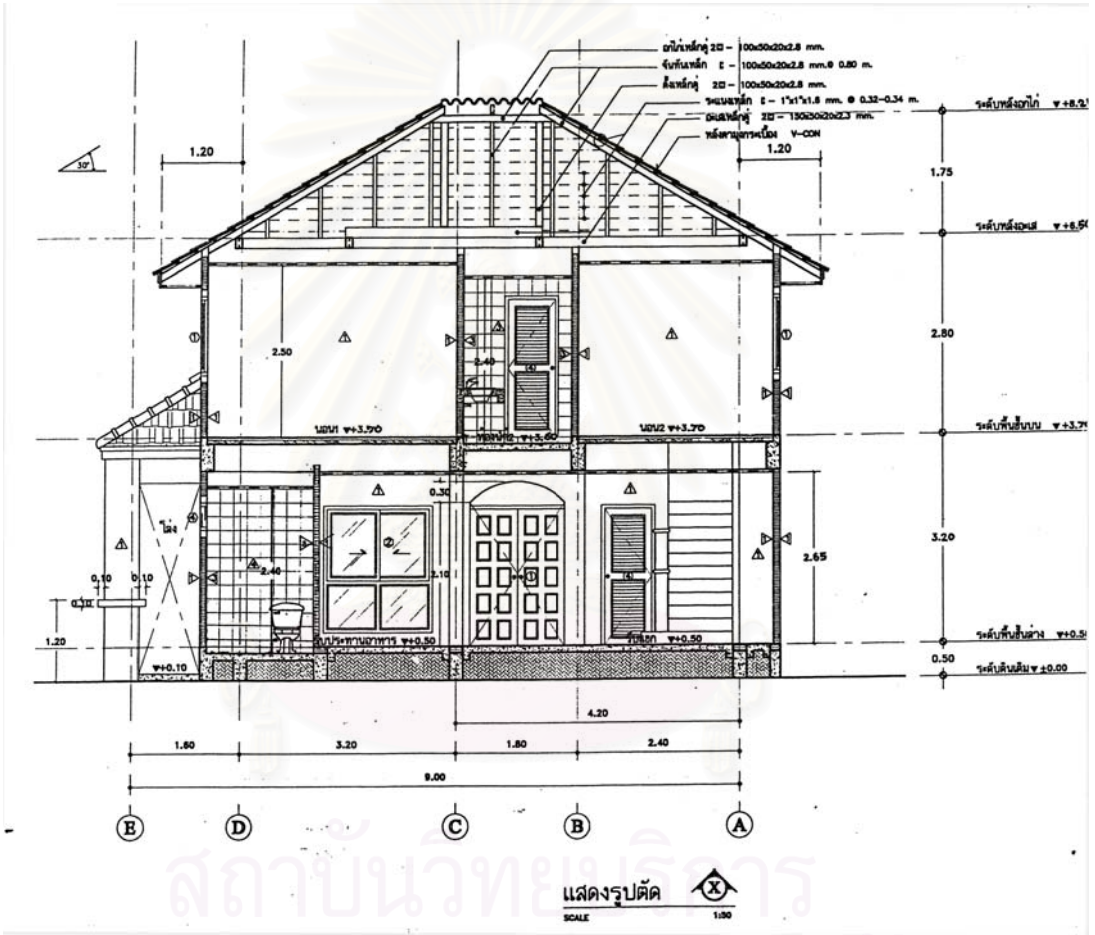
ภาพที่ 4.7 รูปด้านบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา 1 และ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.8 รูปด้านบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา 3 และ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.9 รูปตัดบ้านพักอาศัยที่ทำการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.10 ทัศนียภาพโดยรวมของอาคารที่ก่อสร้างในเฟส 3

4.2 ระบบก่อสร้างและรูปแบบของอาคารที่ทำการศึกษา

บ้านพักอาศัยที่นำมาเป็นกรณีศึกษา คือ แบบบ้านพักอาศัย “ ชลวารี “ ขนาดพื้นที่ใช้สอยเฉลี่ยประมาณ 126 ตร.ม. โดยทำการก่อสร้างด้วยระบบดังต่อไปนี้

4.2.1 ระบบสำเร็จรูป (Prefabrication : TG System) ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ในการก่อสร้าง ร่วมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ในผัง 210, 212, 214 และ ผังพื้นกลับด้าน (Mirror Plan) ในผัง 209, 211, 213

4.2.2 ระบบเดิม (Conventional System) ระบบเสาและคานแบบหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ในผัง 204, 207

โดยอาคารที่ทำการศึกษาทั้ง 2 ระบบ ใช้ผังพื้นและแบบก่อสร้างเดียวกัน เมื่อก่อสร้างแล้วจะมีรูปลักษณ์เหมือนกัน

ภาพที่ 4.11 ทัศนียภาพของกลุ่มบ้านแบบ “ ชลวารี “ ที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป

ภาพที่ 4.12 ทัศนียภาพของกลุ่มบ้านแบบ “ ชลวารี “ ที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน

ภาพที่ 4.13 ทัศนียภาพบ้านพักอาศัย “ ชลวารี “ ระบบสำเร็จรูป ผัง 210 ที่ทำการศึกษา

ภาพที่ 4.14 ทัศนียภาพของบ้านพักอาศัย“ ชลวารี “ ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน ผัง 207 ที่ทำการศึกษา

4.3 รายละเอียดประกอบการก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

ลำดับที่	รายการ	**ระบบสำเร็จรูป**	**ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน**
1.	ฐานราก	- เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง (ค.อ.ร.) 0.22 x 0.22 x 7.00 ม. - ตอม่อ ค.ส.ล. หล่อในที่ ระบบเดินท่อ PE อัดน้ำยากันปลวก	- เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง (ค.อ.ร.) 0.22 x 0.22 x 7.00 ม. - ตอม่อ ค.ส.ล. หล่อในที่ ระบบเดินท่อ PE อัดน้ำยากันปลวก
2.	โครงสร้าง	- เสาและคาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป (350 ksc) - แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบท้องเรียบ ชั้นที่ 1 เท ค.ส.ล. ทับหน้า 5 ซม. (ชั้นที่ 1 และ2) - เหล็กเสริมในคอนกรีตโครงสร้าง SR-24 และ SD-40	- คานคอดิน ค.ส.ล. - เสาและคาน ค.ส.ล. หล่อในที่ (210 ksc) - พื้น ค.ส.ล. หล่อในที่ (ชั้นที่1) แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบท้องเรียบ เท ค.ส.ล. ทับหน้า 5ซม.(ชั้นที่2) - เหล็กเสริมในคอนกรีตโครงสร้าง SR-24 และ SD-30
3.	โครงสร้างหลังคา	- อะเสเหล็กคู่ [ ] 150 x 50 x 20 x 2.8 ม.ม. - โครงสร้างเหล็กรูปพรรณเชื่อมด้วยไฟฟ้า - รางน้ำ, ตะเข้ สังกะสีเบอร์ 28 - กระเบื้องคอนกรีตสีทรายประกายเพชร - กรุแผ่นกันความร้อนแบบฟอยล์	- อะเสเหล็กคู่ [ ] 150 x 50 x 20 x 2.8 ม.ม. - โครงสร้างเหล็กรูปพรรณเชื่อมด้วยไฟฟ้า - รางน้ำ,ตะเข้ สังกะสีเบอร์ 28 - กระเบื้องคอนกรีตสีทรายประกายเพชร - กรุแผ่นกันความร้อนแบบฟอยล์

ลำดับที่	รายการ	**ระบบสำเร็จรูป**	**ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน**
4.	วัสดุตกแต่ง * หมายเหตุ ลายกระเบื้องเจ้าของบ้านเป็นผู้เลือก	- เฉลียง กระเบื้องเซรามิค 12“ x 12“ สลับทรายล้าง - พื้นชั้น 1 กระเบื้องเซรามิค 12” x 12” พร้อมแต่งบัวไม้ - พื้นชั้น 2 ปาร์เก้ไม้เนื้อแข็งเข้าลิ้น 2” x 12” พร้อมแต่งบัวไม้ - ครัว กระเบื้องเซรามิค 12” x 12” - ห้องน้ำ กระเบื้องเซรามิค 8” x 8” - ระเบียง / ซักล้าง กระเบื้องเซรามิค 8” x 8”	- เฉลียง กระเบื้องเซรามิค 12“ x 12“ สลับทรายล้าง - พื้นชั้น 1 กระเบื้องเซรามิค 12” x 12” พร้อมแต่งบัวไม้ - พื้นชั้น 2 ปาร์เก้ไม้เนื้อแข็งเข้าลิ้น 2” x 12” พร้อมแต่งบัวไม้ - ครัว กระเบื้องเซรามิค 12” x 12” - ห้องน้ำ กระเบื้องเซรามิค 8” x 8” - ระเบียง / ซักล้าง กระเบื้องเซรามิค 8” x 8”
5.	ผนัง	- ภายนอก แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (FINE WALL) กรุฉนวนภายนอกฉาบเรียบด้วย ปูนผสมสี (Amour Wall) - ภายใน แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (FINE WALL) กรุด้วยยิปซั่มบอร์ดทาสีน้ำพลาสติก - ห้องน้ำ แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (FINE WALL) กรุด้วยกระเบื้องเซรามิคปูจรดฝ้าเพดาน	- ภายนอก, ภายใน ก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบทาสี - ห้องน้ำ ก่ออิฐมอญ กรุเบื้องเซรามิคปูจรดฝ้าเพดาน
6.	ฝ้าเพดาน	- ภายใน ยิปซั่มบอร์ด 9 ม.ม. ฉาบรอยต่อเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก - ภายนอก กระเบื้องแผ่นเรียบตีเว้นร่องทาสีน้ำพลาสติก	- ภายใน ยิปซั่มบอร์ด 9 ม.ม. ฉาบรอยต่อเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก - ภายนอก กระเบื้องแผ่นเรียบตีเว้นร่องทาสีน้ำพลาสติก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่	รายการ	**ระบบสำเร็จรูป**	**ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน**
7.	ประตู - หน้าต่าง	- ประตูหน้าต่าง อลูมิเนียมกรอบบานพิเศษ สีขาวกระจกใส - บานประตูไม้ภายนอกบาน Fiber Door วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - ห้องน้ำทั่วไป บาน PVC (เกล็ดตอนล่าง) วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - ลูกบิดและบานพับสีเงินด้าน	- ประตูหน้าต่าง อลูมิเนียมกรอบบานพิเศษ สีขาวกระจกใส - บานประตูไม้ภายนอกบาน Fiber Door วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - ห้องน้ำทั่วไป บาน PVC (เกล็ดตอนล่าง) วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - ลูกบิดและบานพับสีเงินด้าน
8.	งานสี	- สีภายนอกและภายใน สีน้ำพลาสติก	- สีภายนอกและภายใน สีน้ำพลาสติก
9.	ระบบไฟฟ้า	- สายภายใน เดินท่อร้อยสายฝังผนัง - สายเมนไฟฟ้า ขนาด 15 แอมป์ - สายโทรศัพท์ 2 จุด ห้องรับแขกและห้องนอนใหญ่ - สายโทรทัศน์ 2 จุด ห้องรับแขกและห้องนอนใหญ่ - สายเครื่องปรับอากาศ 1 จุด ห้องนอนใหญ่	- สายภายใน เดินท่อร้อยสายฝังผนัง - สายเมนไฟฟ้า ขนาด 15 แอมป์ - สายโทรศัพท์ 2 จุด ห้องรับแขกและห้องนอนใหญ่ - สายโทรทัศน์ 2 จุด ห้องรับแขกและห้องนอนใหญ่ - สายเครื่องปรับอากาศ 1 จุด ห้องนอนใหญ่
10.	ระบบประปาและสุขาภิบาล	- ระบบประปา ถังเก็บน้ำสำรองฝังใต้ดิน ขนาด 1,000 ลิตร พร้อมปั๊มน้ำ - ระบบบำบัดน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ฝังใต้ดิน - ระบบเครื่องทำน้ำอุ่น 1 จุด ห้องน้ำชั้น 2	- ระบบประปา ถังเก็บน้ำสำรองฝังใต้ดิน ขนาด 1,000 ลิตร พร้อมปั๊มน้ำ - ระบบบำบัดน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ฝังใต้ดิน - ระบบเครื่องทำน้ำอุ่น 1 จุด ห้องน้ำชั้น 2

4.4 ลักษณะการดำเนินการในการก่อสร้าง

4.4.1 เงื่อนไข และสัญญาในการก่อสร้าง

4.4.1.1 สัญญาว่าจ้าง

เจ้าของโครงการซึ่งเป็น “ผู้ว่าจ้าง” ตกลงจ้างผู้รับเหมาก่อสร้าง ซึ่งเป็น “ผู้รับจ้าง” ให้จัดหาสัมภาระ วัสดุและสิ่งของตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน และรายการประกอบแบบ พร้อมทั้งจัดหาช่างฝีมือและเครื่องมือที่ดี เพื่อทำการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป แบบบ้าน “ ชลวารี “ จำนวน 6 หลัง ในผัง 210,212,214 และ 209,211,213 ให้แล้วเสร็จตามสัญญา โดยผู้ว่าจ้างอาจจะขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ และรายการได้โดยให้ตกลงราคาเพิ่มลดตามความเป็นจริง

4.4.1.2 งวดงานและการจ่ายเงินค่าจ้าง

ลักษณะการจ่ายเงิน จะจ่ายตามกำหนดเมื่อผู้รับหมาก่อสร้างได้ ทำงานแล้วเสร็จโดยแบ่งได้ตามตารางงวดงานนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงงวดงานเปรียบเทียบระหว่างระบบสำเร็จ และระบบเดิม

ระบบสำเร็จรูป	**ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน**
งวดที่1 *ชำระร้อยละ 20 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานปักฝังทำระดับ, งานฐานราก, งานเสาตอม่อ งานคานคอดิน และเสาสำเร็จรูปชั้นล่าง, คาน และเสาสำเร็จรูปชั้นสอง	**งวดที่1** *ชำระร้อยละ 15 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานปักฝังทำระดับ, งานฐานราก, งานเสาตอม่อ, งานคานคอดิน เสาชั้นล่าง, คานชั้นสอง
งวดที่2 *ชำระร้อยละ 30 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* พื้นสำเร็จรูปชั้นบน และชั้นล่าง, งานบันได สำเร็จรูป, งานโครงสร้างหลังคาเหล็ก, งานมุงหลังคา และงานเชิงชายไม้รอบบ้าน, งานติดตั้งผนัง FINE WALL (แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง), งานติดตั้งวงกบประตู หน้าต่างไม้, งานอัดน้ำยากันปลวก (ทางโครงการจัดหาให้), งานเดินท่อประปาในผนัง	**งวดที่2** *ชำระร้อยละ 15 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* เสาชั้นสอง, พื้นสำเร็จรูปชั้นบน และชั้นล่าง, งานบันไดสำเร็จรูป, คานหลังคาหลังคาเหล็ก งานอัดน้ำยากันปลวก (ทางโครงการจัดหาให้)

ระบบสำเร็จรูป	ระบบเดิม ก่ออิฐฉาบปูน
งวดที่3 *ชำระร้อยละ 30 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานฝ้าเพดานภายใน – ภายนอก, งานติดตั้งบันไดส่วนไม้, งานปูกระเบื้องพื้นและผนัง, งานติดตั้งสุขภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์ และกระจก, งานเดินท่อร้อยสายไฟ, งานตรวจสอบระบบประปา	**งวดที่3** *ชำระร้อยละ 20 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานโครงหลังคาเหล็ก, งานมุงหลังคา และงานเชิงชายไม้รอบบ้าน, งานก่อผนังอิฐ, งานวงกบประตู หน้าต่างไม้ และเอ็นทับหลัง,งานเดินท่อประปาในผนัง
งวดที่4 *ชำระร้อยละ 20 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานระบบผนังฉนวน Armour Wall, งานปูปาร์เก้, งานบุแผ่นยิบซั่มภายในพร้อมฉาบรอยต่อเรียบ, งานติดตั้งดวงโคมพร้อมอุปกรณ์, งานติดตั้งวงกบ บานประตูหน้าต่างอลูมิเนียม และบานไม้, งานมุงหลังคาขอบล่างติดเชิงชาย, งานทาสี, งานสุขาภิบาล, งานทำความสะอาด และงานตรวจสอบคุณภาพกับทางเจ้าของโครงการ	**งวดที่4** *ชำระร้อยละ 25 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานฉาบปูนภายในและภายนอก, งานฝ้าเพดานภายใน – ภายนอก, งานปูกระเบื้องพื้นและผนัง, งานติดตั้งวงกบ บานประตู หน้าต่างอลูมิเนียม
—	**งวดที่5** *ชำระร้อยละ 25 ของค่าจ้าง เมื่องานดังต่อไปนี้แล้วเสร็จ* งานปูพื้นปาร์เก้, งานติดตั้งบันไดส่วนไม้, งานติดตั้งประตูบานไม้, งานปูพื้นชั้นล่าง, งานมุงหลังคาขอบล่างติดเชิงชาย, งานเดินท่อร้อยสายไฟ, งานติดตั้งดวงโคมพร้อมอุปกรณ์, งานทาสี, งานติดตั้งสุขภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์ และกระจก, งานสุขาภิบาล, งานทำความสะอาด และงานตรวจสอบคุณภาพกับทางเจ้าของโครงการ

ที่มา : จากการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 การดำเนินการก่อสร้าง

4.4.2.1 ลักษณะการดำเนินการก่อสร้าง

ในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปนั้น ผู้รับเหมาก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ไม่ได้ผลิตชิ้นส่วนเอง การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นผลิตโดย บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด โรงงานตั้งอยู่ที่ 98/3 ถ.รามอินทรา เขตบางเขน กทม. โดยผู้รับเหมาก่อสร้าง (บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด ตั้งอยู่ที่539/2 อาคารมหานครยิบซั่ม ถ.ศรีอยุธยา เขตราชเทวี กทม.) ซื้อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากผู้ผลิต แล้วนำไปประกอบติดตั้ง ก่อสร้างเป็นบ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป ส่วนของงานเสาเข็มทางโครงการได้จัดหาให้ (หักต้นทุนส่วนงานเสาเข็มออกจากต้นทุนค่าก่อสร้าง) มีงานบางส่วนที่จ้างบุคคลอื่นหรืองานรับเหมาช่วง ในส่วนงานนั้นๆไปเนื่องจากช่างของทางผู้รับเหมาก่อสร้าง (บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด) ไม่มีความชำนาญในงานนั้นๆหรือไม่มีช่างเพียงพอ เช่น งานโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ, งานมุงกระเบื้องหลังคา, งานระบบประปาและสุขาภิบาล, งานระบบไฟฟ้า โดยงานบางชนิดรับเหมาช่วงเฉพาะค่าแรง และในบางชนิดเป็นทั้งค่าวัสดุและแรงงาน

ส่วนการก่อสร้างระบบเดิม โครงสร้าง ค.ส.ล.หล่อในที่ ก่ออิฐฉาบปูนนั้น ผู้รับเหมาก่อสร้าง (หจก. ชลิดา & ณัฐชา กรุ๊ป) เป็นผู้รับเหมาท้องถิ่น ใน จ. ขอนแก่น ทำการก่อสร้างโครงสร้าง ค.ส.ล หล่อกับที่ (หักงานเสาเข็ม เช่นเดียวกัน) และงานก่ออิฐ ฉาบปูน และมีงานบางส่วนที่จ้างบุคคลอื่นหรืองานรับเหมาช่วง รับงานในส่วนนั้นๆไปเนื่องจากช่างของทางผู้รับเหมาก่อสร้าง (หจก. ชลิดา & ณัฐชา กรุ๊ป) ไม่มีความชำนาญในงานนั้นๆ หรือไม่มีช่างเพียงพอ เช่น เดียวกับผู้รับเหมาในระบบสำเร็จรูป เช่น งานโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ, งานมุงกระเบื้องหลังคา, งานฝ้าเพดาน, งานระบบประปาและสุขาภิบาล, งานระบบไฟฟ้าโดยงานบางชนิดรับเหมาช่วงเฉพาะค่าแรง และในบางชนิดเป็นทั้งค่าวัสดุและแรงงาน โดยจะแจงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก

4.4.2.2 ระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระยะเวลาในการก่อสร้างอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม 2545 ถึง เดือนเมษายน 2546 (บ้านระบบสำเร็จรูปก่อสร้างพร้อมกัน 6 หลัง) ใช้เวลาในการก่อสร้างประมาณ 6 เดือน ช้ากว่ากำหนดเสร็จเดิมเนื่องจากการก่อสร้างมีปัญหาด้านการเงิน, แรงงาน และปัญหาด้านการควบคุมงาน

4.4.2.3 ต้นทุนในการก่อสร้าง

1.ต้นทุนด้านวัสดุ ใช้ข้อมูลจากผู้ผลิตและจัดจำหน่ายหลายรายเปรียบเทียบกัน และตรวจสอบกับราคากลางของกรมเศรษฐกิจพาณิชย์ กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

2. ต้นทุนด้านแรงงาน คิดจากแรงงานจริงจากการเก็บข้อมูลการก่อสร้างและสถิติแรงงานก่อสร้างเป็นเกณฑ์

3.ต้นทุนจากการจ้างบุคคลอื่นหรืองานรับเหมาช่วงนั้น ในกรณีที่จ้างเหมาช่วงทั้งวัสดุและแรงงานจะคิดเป็นต้นทุนรวมไม่แยกวัสดุและแรงงาน ในกรณีแยกค่าวัสดุ รับเหมาช่วงเฉพาะค่าแรงงานจะคิดเป็นต้นทุนวัสดุและแรงงานแยกกัน เช่น งานโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ, งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการศึกษา

จากการศึกษา, เก็บข้อมูลจากสถานที่ก่อสร้าง และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป และระบบเดิมแล้ว สามารถจำแนกหัวข้อรายละเอียดผลการศึกษาได้ดังนี้ คือ ผลการศึกษาด้านกระบวนการก่อสร้าง, ปัญหาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป, ผลการศึกษาด้านต้นทุน เวลา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ผลการศึกษาด้านกระบวนการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

จากการเก็บข้อมูลจากสถานที่ก่อสร้าง สัมภาษณ์ผู้ผลิต ผู้รับเหมาก่อสร้างระบบสำเร็จรูป สามารถแยกหัวข้อ กระบวนการในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบสำเร็จรูป เป็นประเด็นสำคัญได้เป็น ขั้นตอนการผลิต, ขั้นตอนขนส่ง และวิธีการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป โดยผลการศึกษามีดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

ในขั้นแรกเริ่มของกระบวนการในระบบสำเร็จรูป ที่ได้กล่าวไปแล้ว จำเป็นต้องออกแบบอาคาร และมีแบบก่อสร้างที่แน่นอนแล้ว จึงนำมาแยกชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นอาคารออกมาเป็นชิ้นส่วนย่อย (Parts หรือ Components) แล้วทำการผลิตชิ้นส่วนนั้นโดยคำนึงถึงรูปแบบและเทคนิค ตั้งแต่วิธีการผลิต ขนส่ง และประกอบติดตั้ง โดยในหัวข้อขั้นตอนการออกแบบนี้ศึกษาในเรื่องดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

วัสดุที่นำมาประกอบเป็นองค์อาคารคอนกรีต ส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคารระบบสำเร็จรูปนั้น จำเป็นต้องมีกำลังของวัสดุ มากกว่าองค์อาคารคอนกรีตหล่อกับที่ เนื่องด้วยเหตุผลที่ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นมีแรงกระทำภายนอกต่อองค์อาคารมากกว่าปกติ กล่าวคือ ต้องมีการยกชิ้นส่วนหลายครั้ง, แรงดูด (Suction) กระทำตอนถอดแบบหล่อ, แรงสั่นสะเทือน ในขั้นตอนการขนส่ง หรือแรงอื่นๆที่อาจเกิดขึ้นได้ ในขั้นตอนการขนส่ง และติดตั้ง รวมทั้งความต้องการในเรื่องความรวดเร็วของรอบระยะเวลา (Cycle Time) ในการถอดแบบหล่อ โดยผู้ผลิตกำหนดชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีค่ากำลังของคอนกรีตแรกเริ่ม (Early Strength) นั้นมีค่าเท่ากับค่ากำลังคอนกรีตสุดท้าย (Final Strength) 210 ksc ที่ 28 วัน จึงทำให้กำลังของคอนกรีตในชิ้น

ส่วนสำเร็จรูปนั้นมีค่าสูงกว่าองค์อาคารคอนกรีตหล่อกับที่ ตามมาตรฐานทางวิศวกรรม เช่น ASTM, PCI, JIS โดยในชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ทำการศึกษา วัสดุที่ใช้มีดังนี้

1. คอนกรีต กำลังที่ 350 ksc โดยมีการควบคุมมวลหยาบ (Aggregate) ที่มีสัดส่วนที่แน่นอนควบคุมโดยเครื่องจักร ทำให้วัสดุ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ ผสมกันเป็นคอนกรีตที่ได้กำลังสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้

วัสดุ

ปูนซีเมนต์	: Type I Portland Cement	SP.GR.	=	3.15
มวลรวมละเอียด	: ทรายธรรมชาติ - กาญจนบุรี	SP.GR.	=	2.65
	โดยอัตราการดูดซึมน้ำของทราย		=	1.10%
มวลรวมหยาบ	: หินปูนย่อย – สระบุรี	SP.GR.	=	2.70
	โดยอัตราการดูดซึมน้ำของ		=	0.40%

กำลังอัดคอนกรีต : Cylinder 350 ก.ก./ซม.^{2} (35 MPa) ที่ 28 วัน

สัดส่วนปริมาตรต่อคอนกรีต 1ลบ.ม.

ปริมาตรของปูนซีเมนต์	=	13.333 %
ปริมาตรน้ำ	=	18.900 %
ปริมาตรมวลรวมละเอียด	=	24.007 %
ปริมาตรมวลรวมหยาบ	=	43.759 %
ปริมาตรรวม (คอนกรีต 1 ลบ.ม.)	=	100.000 %

คอนกรีต

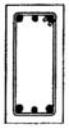
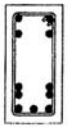
หน่วยแรงอัดประลัย	: f´c	=	350 ก.ก./ซม.^{2}
สัมประสิทธิความปลอดภัย		=	37.5%
หน่วยแรงอัดปลอดภัย	: fc	=	131 ก.ก./ซม.^{2}
โมดุลัสยืดหยุ่น	: Ec	=	282,869 ก.ก./ซม.^{2}

2. เหล็กเสริมในคอนกรีตมาตรฐาน มาตรฐานอุตสาหกรรม โดยเป็นเหล็กตะแกรงโครงสร้าง (Engineering Steel Wire Mesh) ซึ่งพับเป็นรูปหน้าตัดของเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเลยด้วยเครื่องจักรพับเหล็กของโรงงานควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งแตกต่างจากเหล็กตะแกรงในการก่อสร้างธรรมดา (Construction Steel Wire Mesh) ตรงที่เหล็กตะแกรงโครงสร้างมีมาตรฐานสูงกว่าในค่าความคลาดเคลื่อนในการบิดงอ เอียง, ใช้ไฟในการเชื่อมเป็นตะแกรงที่แรงกว่า เชื่อมด้วยความเร็ว ร้อนเฉพาะจุดเชื่อม ทำให้เมื่อเกิดแรงดึงกับตะแกรงเหล็กโครงสร้าง

เหล็กจะขาดนอกจุดเชื่อมต่างจากเหล็กตะแกรงในการก่อสร้างธรรมดา ซึ่งขนาดเหล็กที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้

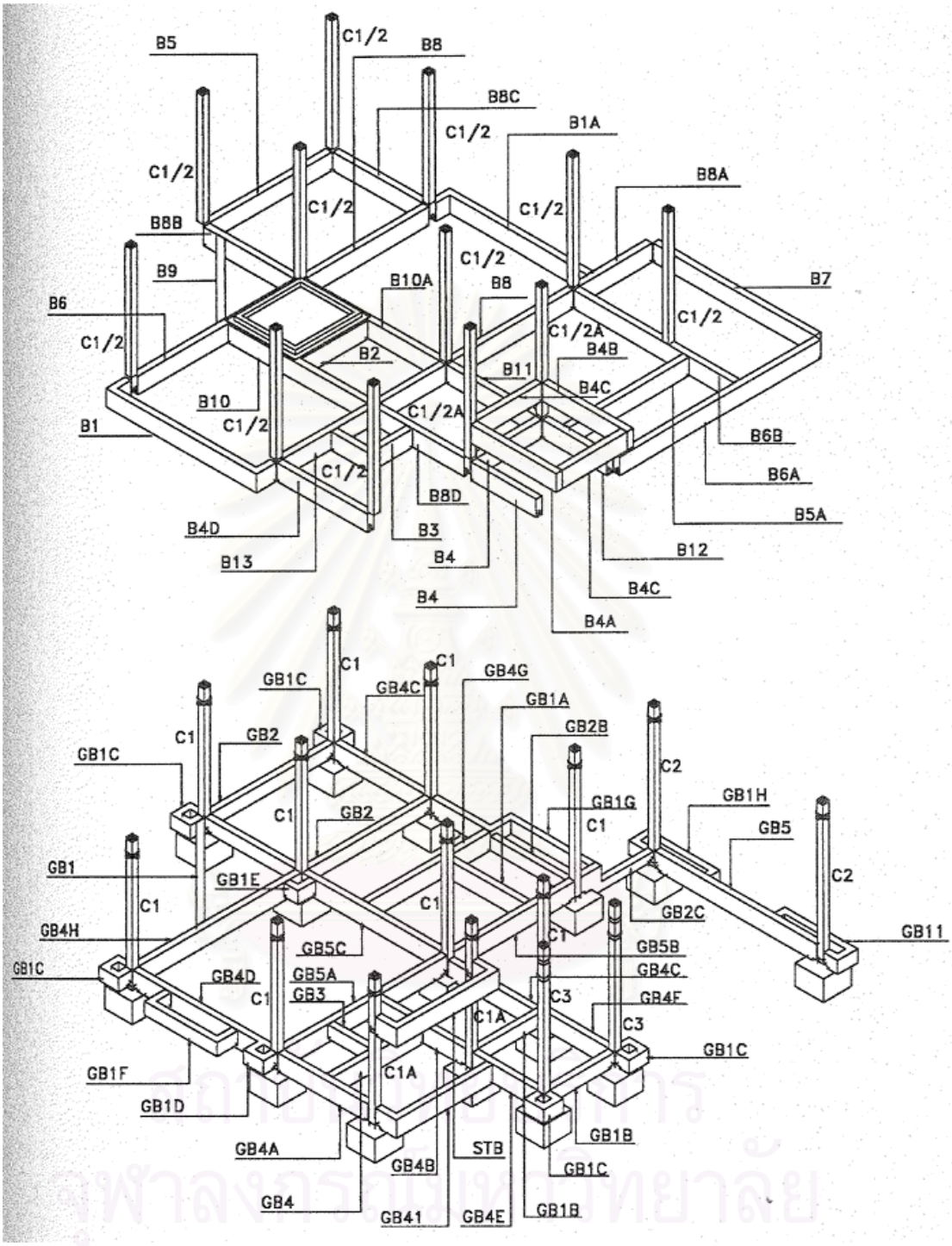
เหล็กเส้นกลม (RB 6 mm., RB 9 mm.)			SR-24
หน่วยแรงดึงจุดคลาก	: fy	=	2,400 ก.ก./ซม.²
หน่วยแรงดึงปลอดภัย	: fs	=	1,200 ก.ก./ซม.²
โมดุลัสยืดหยุ่น	: Es	=	2,040,000 ก.ก./ซม.²
เหล็กข้ออ้อย (DB 10 mm., DB 12 mm., DB 16 mm.)			SR-40
หน่วยแรงดึงจุดคลาก	: fy	=	4,000 ก.ก./ซม.²
หน่วยแรงดึงปลอดภัย	: fs	=	1,700 ก.ก./ซม.²
หน่วยแรงอัดปลอดภัย	: fs	=	1,600 ก.ก./ซม.²
โมดุลัสยืดหยุ่น	: Es	=	2,040,000 ก.ก./ซม.²

ภาพที่ 5.1 เหล็กตะแกรงโครงสร้าง (Engineering Steel Wire Mesh) ซึ่งพับเป็นรูปหน้าตัดของเหล็กในองค์อาคารนั้นๆ ด้วยเครื่องจักรพับเหล็กของโรงงาน

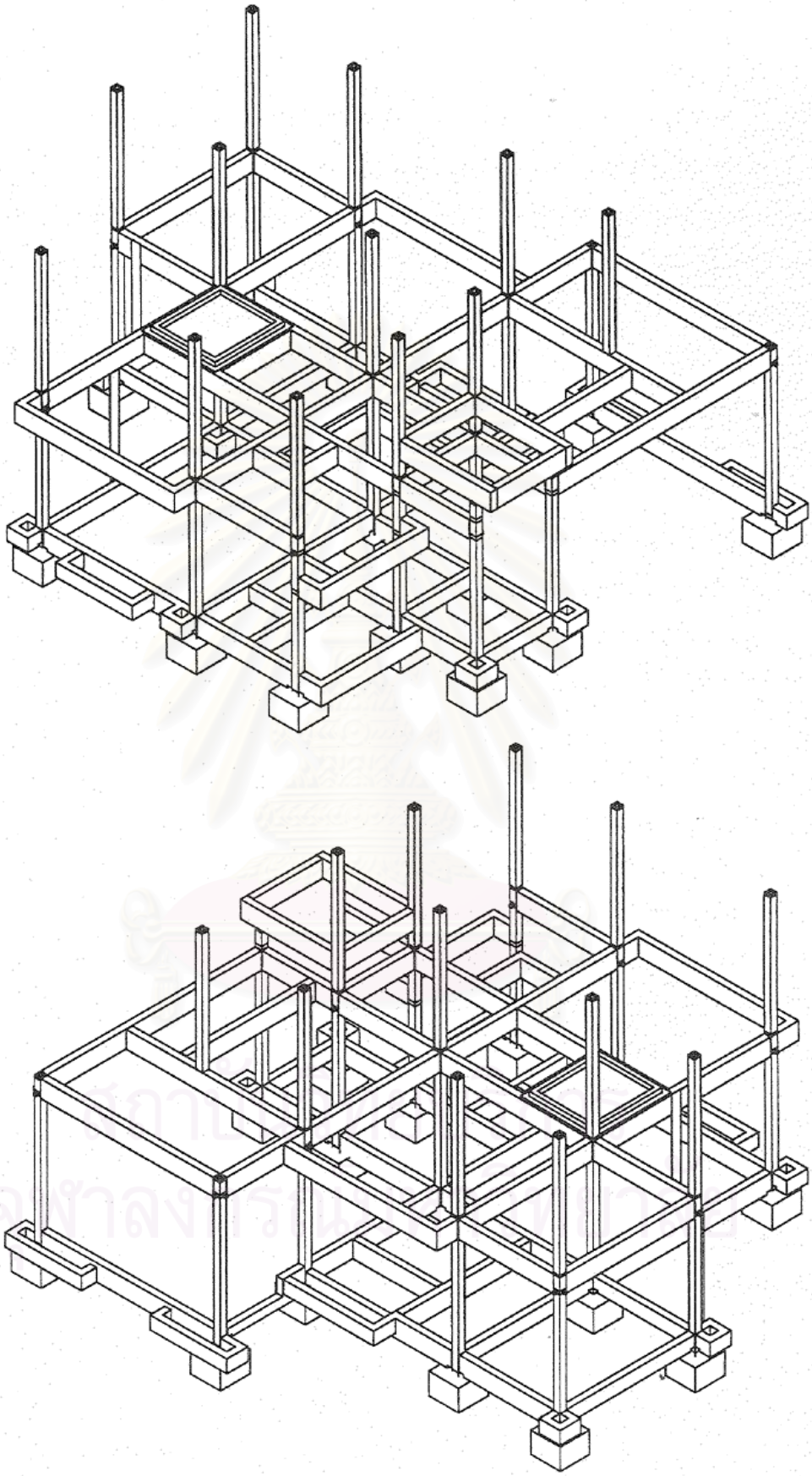
2-DB10 mm. + 1-CDR 5.6 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB10 mm. + 1-CDR 5.6 mm. **GB1** (0.15x0.30 m.)	2-DB10 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 1-DB10 mm.(2L/3) **GB2** (0.15x0.30 m.)	2-DB10 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 1-DB10 mm.(2L/3) **GB4** (0.15x0.30 m.), (0.15x0.40 m.)	2-DB10 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 2-DB10 mm.(2L/3) **GB5** (0.15x0.40 m.)
2-DB10 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 2-DB10 mm.(2L/3) **B1** (0.15x0.40 m.)	 2-DB10 mm. + 1-CDR 5.6 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB10 mm. + 1-CDR 5.6 mm. **B2** (0.15x0.40 m.)	2-DB10 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 1-DB10 mm. + 2-DB 12 mm.(2L/3) **B4** (0.15x0.40 m.)	2-DB10 mm. + 1-CDR 5.6 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 1-DB10 mm.(2L/3) **B5** (0.15x0.40 m.)
 4-DB12 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 4-DB12 mm. + 1-DB10 mm. + 2-DB12 mm.(2L/3) + 2-DB10 mm.(2L/3) **B6** (0.15x0.40 m.)	2-DB12 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. 2-DB12 mm. + 2-DB12 mm.(2L/3) **STB** (0.15x0.40 m.)	6-DB12 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. **เสา C1, C1A, C1B, C1C, C2, C3** (0.15x0.15 m.)	4-DB12 mm. Stir. CDR 5 mm. @ 0.15 m. **เสา C1/2** (0.15x0.15 m.)

ภาพที่ 5.2 ตารางภาพแสดงหน้าตัดองค์อาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจำนวน 94 ชิ้น (เสาคาน 93, ถาดห้องน้ำ1)



ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงอาคารที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูป

5.1.1.2 แบบหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากแนวคิดการใช้ชิ้นส่วนที่มีความซ้ำกัน แบบหล่อจึงต้องมีการใช้งานซ้ำกันบ่อยครั้ง ถ้าการผลิตมีความซ้ำซากกันมากจนถึงจุดที่ใช้แบบหล่อที่ทำด้วยเหล็กคุ้มทุน หรือแบบหล่อนั้นอาจเป็นวัสดุอื่นก็ได้เช่นกันแต่ก็จะมีอายุน้อยกว่าแบบหล่อเหล็ก ความเรียบร้อยของชิ้นงานก็จะน้อยกว่า รวมทั้งความเที่ยงตรงด้านมิติ อาจผิดพาดเพี้ยนไปได้ง่ายกว่าหากเป็นแบบเช่นแบบไม้ที่ใช้งานไปจะมีการแตก บิด คดงอ

แบบหล่อจำเป็นต้องคำนึงถึงการถอดประกอบ แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ถอดชิ้นส่วนที่หล่อได้ง่าย โดยใช้ร่วมกับน้ำยาแบบหล่อ (กันคอนกรีตติดแบบ) แบบหล่อควรสามารถปรับแต่งได้ เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนที่มีมิติตามต้องการได้

ผู้ผลิตชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูป รอยต่อเชื่อมด้วยเหล็ก (บ. ชูสินคอนกรีต จำกัด) ใช้แบบหล่อเหล็ก โดยใช้น้ำยากันคอยกรีตติดแบบ ลักษณะแบบมีทั้งแบบหล่อแบบเดี่ยว ซึ่งจะหล่อแบบนอน และ แบบหล่อแบบติดกัน (Battery Mole) จะเป็นการหล่อในแนวตั้งที่เรียกว่า Battery Casting โดยแบบหล่อจะวางตั้ง มีแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆ ตามความหนาของชิ้นส่วนที่ต้องการ

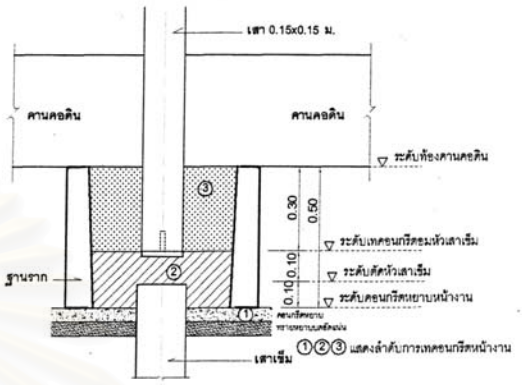
5.1.1.3 รอยต่อเชื่อมของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รอยต่อเชื่อมของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ รอยต่อแบบแห้ง และรอยต่อแบบเปียก ต่างกันตรงที่รอยต่อแบบเปียกนั้นปูนGrout นั้นจะต้องมีกำลังเทียบเท่ากำลังของคอนกรีตชิ้นส่วน[1] ซึ่งรอยต่อเชื่อมของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รอยต่อเชื่อมด้วยเหล็กที่ทำการศึกษานี้ เป็นรอยต่อแบบแห้ง ซึ่งใช้เหล็กรับแรงต่างๆทั้งหมด โดยคอนกรีต Grouting นั้นเป็นเพียงการปิดรอยต่อเพื่อป้องกันความชื้น และน้ำ ป้องกันการกัดกร่อนของสนิมเหล็ก รอยต่อชิ้นส่วนที่เชื่อมด้วยเหล็กนั้นจำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือในการเชื่อม และมีการป้องกันสนิมโดการทาสีกันสนิม 3 ชั้นเป็นอย่างต่ำ (สีรองพื้น 1 เที่ยว สีกันสนิม 2 เที่ยว) การออกแบบรอยต่อจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงการติดตั้งเป็นสำคัญ นอกจากคำนึงถึงในขั้นตอนการผลิต และขนส่งแล้ว การที่ออกแบบให้มีเดือยโผล่ออกมาบริเวณของเสา เพื่อสะดวกในการติดตั้ง เพราะเดือยนั้นทำหน้าที่เป็นบ่าวางก่อนที่จะทำการเชื่อม (Erection Seat) และยังทำหน้าที่รับน้ำหนักของคานอีกด้วย พร้อมกันนั้นเดือยยังทำหน้าที่เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการทำงาน ลดความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้าง ลักษณะรูปแบบรอยต่อที่ทำการศึกษามีดังนี้

[1] การบรรยายในวิชา Industrialized Building Systems โดย ทวี สีบุญเรือง, ณ ห้อง 303 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 30 ตุลาคม 2545.

1. รอยต่อเสากับฐานราก

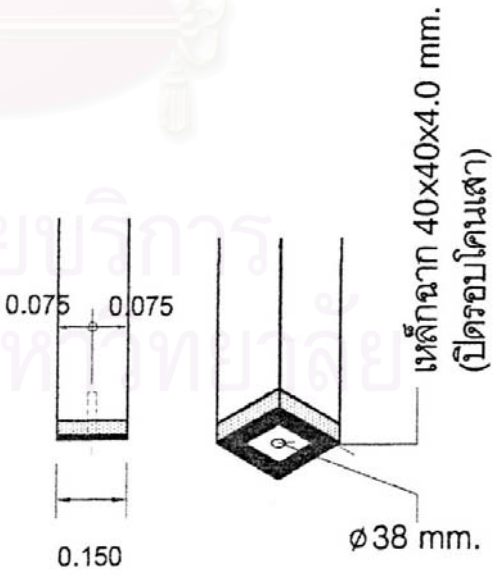
ภาพที่ 5.5 Center Pin จุดวางเสา



ภาพที่ 5.6 แสดงจุดเชื่อมต่อเสากับฐานราก

2. รอยต่อเสากับเสา

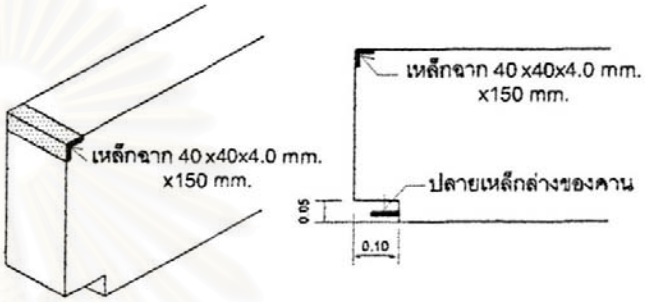
ภาพที่ 5.7 รอยต่อระหว่างเสากับเสา



ภาพที่ 5.8 โคนเสาที่ต่อจากปลายเสา หรือหลังคาน

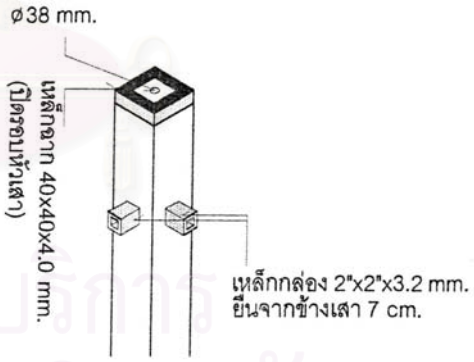
3. รอยต่อคานกับฐานราก

ภาพที่ 5.9 รอยต่อระหว่างเสากับเสา

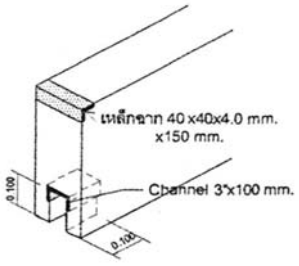


ภาพที่ 5.10 ปลายคานที่วางบนฐานราก

4. รอยต่อเสากับคาน



ภาพที่ 5.12 ปลายเสารับคานชั้น 2

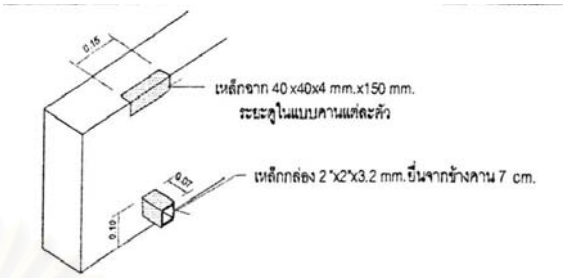


ภาพที่ 5.11 รอยต่อเสากับคาน

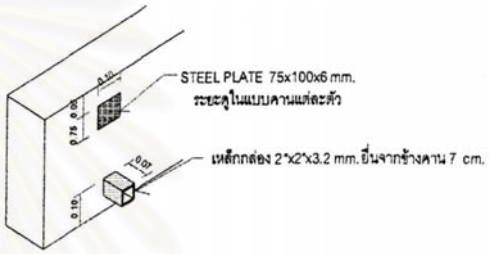
ภาพที่ 5.13 ปลายเสาที่วางบนเดือยเหล็ก

5. รอยต่อคานกับคาน

ภาพที่ 5.14 รอยต่อคานกับคาน



ภาพที่ 5.15 จุดยึดคานกับคานแบบที่ 1



ภาพที่ 5.16 จุดยึดคานกับคานแบบที่ 2

5.1.1.4 การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การหล่อคอนกรีตของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะมีความได้เปรียบกว่าการหล่อคอนกรีตแบบหล่อในที่ เพราะสามารถหล่อคอนกรีตในแนวนอนได้ ยกตัวอย่างเช่นเสา การหล่อชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น สามารถหล่อชิ้นส่วนได้ในแนวนอน ซึ่งโครงสร้างแบบหล่อในที่ไม่สามารถทำได้ ซึ่งการหล่อในแนวราบแบบนี้สามารถควบคุมมวลของคอนกรีตได้ดีกว่าเพราะระยะที่จะเทคอนกรีตมีน้อยกว่ามาก (หน้าตัดเสา 15 ซม. x 15 ซม. ระยะการเทคอนกรีตก็เพียง 15 ซม. เท่านั้น ซึ่งถ้าเทในสถานที่ก่อสร้างระยะเทจะสูงตามความยาวเสา) เมื่อระยะการเทคอนกรีตน้อยกว่าแล้ว การเกิดการแบ่งชั้นของมวลวัสดุในคอนกรีตย่อมมีน้อยกว่า การควบคุมคุณภาพจึงสามารถทำได้ดีกว่า วิธีการเทคอนกรีตง่ายกว่า

คอนกรีตที่ใช้หล่อชิ้นส่วนจะเป็นคอนกรีตที่ผลิตเองซึ่งการซื้อคอนกรีตจากที่อื่นจะมีการใส่สารหน่วง (Retarder) เพื่อไม่ให้คอนกรีตเกิดการแข็งตัวขณะขนส่ง ทำให้คอนกรีตที่นำมาใช้หล่อชิ้นส่วนจะแข็งตัวช้ากว่า ซึ่งขัดกับแนวปฏิบัติที่การถอดแบบชิ้นส่วนต้องรวดเร็ว

การเสริมเหล็ก ในส่วนเดือยที่ยื่นออกมานั้น เชื่อมต่อทีหลังภายหลังชิ้นส่วนได้ถอดแบบออกมาแล้วและทาสีป้องกันสนิม

5.1.1.5 การบ่ม

การบ่มชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น จะเป็นการบ่มด้วยน้ำ 24 ชม. เพื่อให้คอนกรีตได้กำลังเต็มที่ ทำให้คุณภาพของคอนกรีตดี เพราะอยู่ภายใต้การสภาพควบคุม สามารถทนต่อแรงกระทบกระเทือนจากการขนส่ง และติดตั้งได้ดี

5.1.1.6 การเก็บStock ที่โรงงาน

ชิ้นส่วนที่กองเก็บคลังที่โรงงาน ชิ้นส่วนมีการรองรับด้วยไม้ ซ้อนชั้นขึ้นไปได้ประมาณ 6 ชั้น แยกกองเก็บตามประเภทชิ้นส่วนแยกตามลำดับขั้นตอน เพื่อสะวกต่อการยกขึ้นรถขนส่ง

5.1.1.7 การป้องกันการกัดกร่อนของสนิมและไฟไหม้

การป้องกันสนิมนั้นใช้การทาสีป้องกันสนิมในขั้นตอนผลิตแล้ว เมื่อติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปเสร็จ ก็จะทาสีกันสนิมทับอีกครั้งหนึ่ง โดยเป็นสีรองพื้น 1 เที่ยว และสีกันสนิม 2 เที่ยวเพื่อ

ส่วนการป้องกันไฟไหม้ตรงบริเวณจุดต่อโครงสร้าง ใช้ปูนทราย (ปูนเค็มแข็ง) ที่มีสัดส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายประมาณ 3:1 ซึ่งทำให้ปูนทรายมีคุณสมบัติในการเชื่อมประสานดี เพราะมีสัดส่วนของปูนซีเมนต์มาก โบกทับในจุดเดือยเหล็กรองรับคาน ซึ่งเป็นจุดรับน้ำหนักหลักป้องกันการพังทลายของโครงสร้างเมื่อเกิดไฟไหม้

ภาพที่ 5.17 ช่างกำลังยัดปูนเค็มเข้ารอยต่อคานเพื่อป้องกันไฟไหม้ และเพื่อเก็บความเรียบร้อย

5.1.2 แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง(Extruded Fiber-Cement Wall Panel)

5.1.2.1 กรรมวิธีผลิต

แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ประกอบไปด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, เซลลูโลสไฟเบอร์, หินบดละเอียด, สารเคมี และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ผ่านกระบวนการผลิตโดยเครื่องจักรอัตโนมัติรีดออกมาเป็นแผ่นกลวง ด้วยเทคโนโลยี Extrusion และบ่มด้วยอุณหภูมิที่พอเหมาะภายใต้การควบคุมในโรงงาน (ผลิตโดยบริษัท ทีจี. แอ็ดวานซ์ คอนกรีต จำกัด)

5.1.2.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี

ความหนาแน่น	1,700 กก./ลบ.ม.
น้ำหนัก (ขนาดความหนา 5 ซม.)	45 กก./ตร.ม.
อัตราการทนไฟ	90 นาที
ความเป็นฉนวนกันเสียง	41 dB
กำลังอัดประลัย	76 – 108 กก./ตร.ซม.
ค่าดูดซับความชื้น	4-8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

5.1.3 ขั้นตอนการขนส่ง และเก็บคลัง (Stock)ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

5.1.3.1 การขนส่งชิ้นส่วน

การขนส่งชิ้นส่วนส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ใช้รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) ในการขนส่งจากโรงงาน (บ. ชูสินคอนกรีต จำกัด กรุงเทพฯ) ถึงสถานที่ก่อสร้าง ขนส่งเที่ยวละ 1.5 หลัง (แบบบ้านชลวารี) ชิ้นส่วน การยกลงใช้เวลาประมาณ 15 นาที ชิ้นส่วน 1.5 หลัง สามารถขนส่งชิ้นส่วนทั้งหมด 6 หลังได้หมดใน 4 เที่ยวการขนส่ง

ภาพที่ 5.18 รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) ที่ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การขนส่งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (FINE WALL) ก็ใช้รถบรรทุก 16 ล้อ (Trailor) ในการขนส่งจากโรงงานผลิต (จ.ลพบุรี) ถึงสถานที่ก่อสร้าง เช่นเดียวกัน โดยจะมัดแผ่น 11 แผ่น ต่อ 1 Pack แยกขนาดความยาวแผ่น 2.65 และ 2.90 ม.ขนส่ง 6 หลังโดยรถบรรทุก16 ล้อ 2 เที่ยว

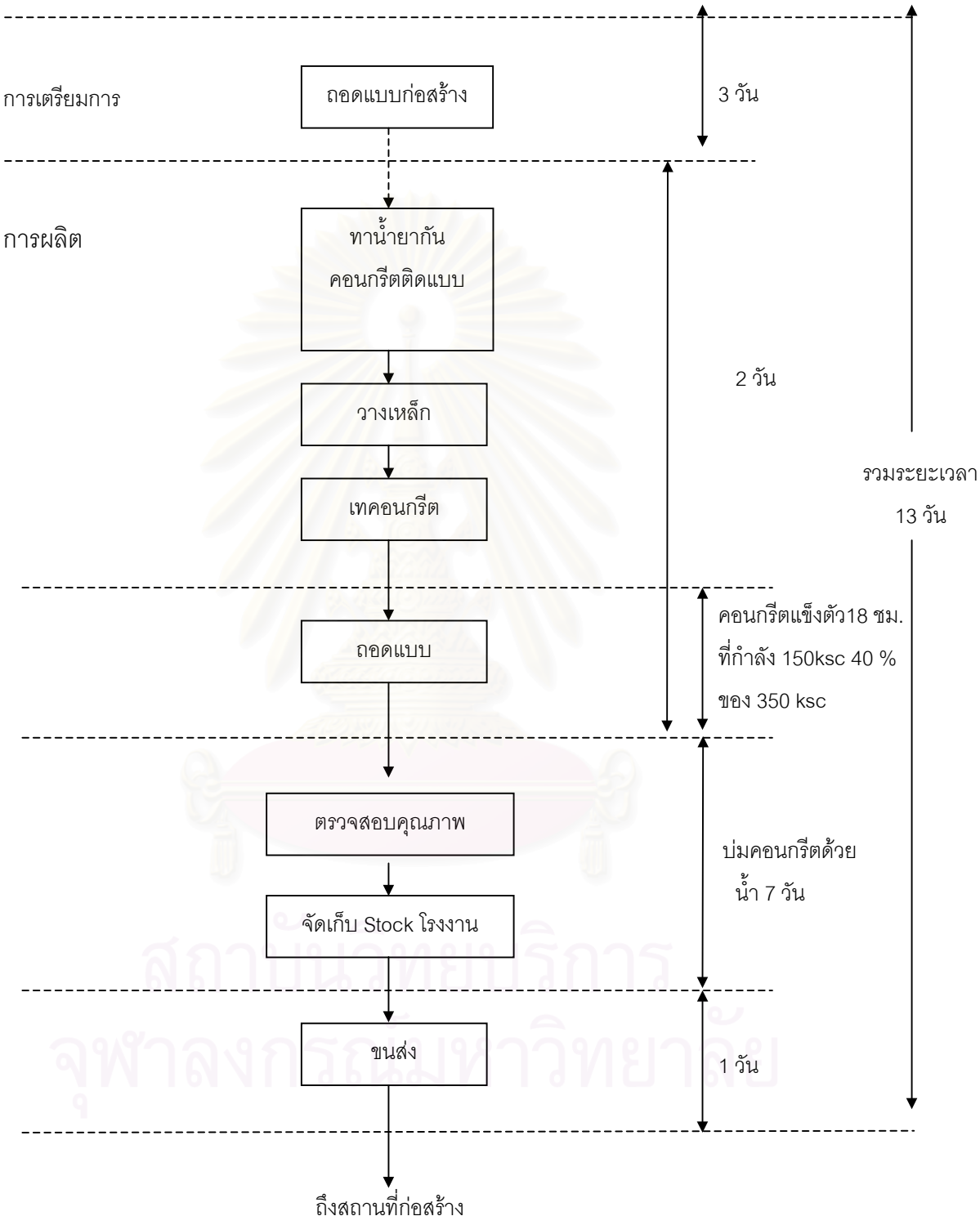
ภาพที่ 5.19 รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) ยกแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงลงสถานที่ก่อสร้าง

5.1.3.2 การเก็บคลัง (Stock) ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

การสต๊อกชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้างนั้นทำให้ การประกอบติดตั้งนั้นทำได้สะดวกมากขึ้น เนื่องจากลำดับขั้นตอนไม่ถูกจำกัดมากอย่างการขนส่งมาถึงแล้วยกประกอบติดตั้งเลย การ Stock ที่หน้างานจะได้เปรียบการขนส่งมาถึงแล้วยกติดตั้งเลย ในแง่ที่ว่า ในกรณีถ้าชิ้นส่วนมาไม่ครบการไม่มี Stock จำเป็นต้องยกประกอบติดตั้งเลย จะทำได้ลำบากเพราะชิ้นส่วนไม่ครบ แต่ก็มีข้อเสียคือ ต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองเก็บ พื้นต้องที่ไม่รก แฉะ และมีการรองรับชิ้นส่วนไม่ให้ชุดรุด แตกเสียหาย ซึ่งการมี Stock ที่หน้างานนี้จะสะดวกต่อผู้ผลิตเพราะจะส่งชิ้นส่วนใดมาก่อนก็ได้ ซึ่งในทางกลับกันก็จะลำบากต่อผู้ประกอบติดตั้ง ที่ต้องมีการควบคุม กองเก็บให้เป็นสัดส่วน ใกล้กับผังที่จะยกประกอบติดตั้งที่สุด ตามลำดับการยกประกอบติดตั้ง

ส่วนการยกประกอบติดตั้งเลย จะง่ายต่อผู้ประกอบติดตั้งเพราะไม่ต้องควบคุมการกองเก็บ ให้เป็นระบบ, ลำดับขั้นตอน จะลำบากก็เพียงแต่ต้องมีการวางแผนงานที่เที่ยงตรงเท่านั้น ซึ่งการขนส่งถึงหน้างานแล้วยกประกอบติดตั้งเลย จะลำบากแก่ผู้ผลิต และขนส่งซึ่งจะต้องเรียงลำดับการประกอบติดตั้ง ชิ้นส่วนไหนติดตั้งก่อนต้องอยู่ด้านบน ชิ้นส่วนติดตั้งทีหลังอยู่ด้านล่าง ตามลำดับ และชิ้นส่วนต้องครบตามจำนวน เพื่อไม่ให้การประกอบติดตั้งขาดตอน ซึ่งการไม่มี Stock หน้างานนี้เหมาะสำหรับสถานที่ก่อสร้างที่ไม่มีพื้นที่กองเก็บชิ้นงาน มีพื้นที่เล็ก

สรุปขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูป



แผนภูมิที่ 5.1 ขั้นตอนและเวลาในการผลิตชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

5.1.3 ขั้นตอนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างบ้านพักอาศัยโดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุผนังฉนวน (TG SYSTEM) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.3.1 การเตรียมงานการก่อสร้าง

ในขั้นตอนการเตรียมงานหลังจากเซ็นสัญญาก่อสร้างแล้ว ผู้รับเหมาก่อสร้างก็จะนำแบบก่อสร้างไปให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปถอดแบบ และผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยช่วงระยะเวลานี้ฝ่ายผู้รับเหมาก็ต้องจัดเตรียมหา วัสดุ, เครื่องมือ, แรงงาน ที่จำเป็นในการก่อสร้างไว้ ในส่วนของแรงงานจะเป็นแรงงานที่อยู่ในระบบการก่อสร้างระบบเดิม ซึ่งสามารถก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปได้ เพียงแต่ต้องมีการเรียนรู้งานระยะหนึ่ง ประมาณ 1 - 2 เดือน จึงสามารถทำงานได้ แรงงานที่ต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ ก็คือ แรงงานในการเชื่อมเหล็ก เพราะเป็นหัวใจของระบบในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ที่มีรอยต่อเป็นการเชื่อมเหล็ก ลักษณะรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joints)

5.1.3.2 งานโครงสร้างอาคาร

1. งานเข็ม

งานตอกเสาเข็มก่อสร้างเหมือนกับการก่อสร้างระบบเดิมโดยทั่วไป เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง 0.22 x 0.22 x 7.00 ม. ตอกด้วยปั้นจั่นเครื่องจักรดีเซล

ภาพที่ 5.20 การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงด้วยปั้นจั่น

ภาพที่ 5.21 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเมื่อตอกเสร็จแล้ว

2. งานวางผัง

งานวางผัง ทำระดับ วิธีการเช่นเดียวกับการก่อสร้างระบบเดิม แต่จะแตกต่างกันในแง่ความเที่ยงตรงของระยะมิติ เพราะการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นต้องมีระยะที่แน่นอนเที่ยงตรง ถ้าเกิดความผิดพลาดในขั้นนี้แล้ว การแก้ไขจะทำได้ยากมาก เพราะชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นโครงสร้างอาคารนั้นมีขนาดที่แน่นอน จะมีระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน (Tolerance) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทางผู้ผลิตพยายามกำหนดระยะผิดพลาดนี้ให้อยู่ที่ประมาณ 5 มม. และมีความพยายามจะลดให้เหลือเพียง 2 มม. ในท้ายที่สุด[2] โดยระยะเผื่อความคลาดเคลื่อนที่ใช้จริงนั้นอยู่ที่ 10 มม. แต่ในขั้นตอนก่อสร้าง ฝ่ายควบคุมงานประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ให้ระยะผิดพลาดสูงกว่า โดยอยู่ที่ระยะไม่เกิน 15 มม. เผื่อในความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้างใน 3 ด้าน คือ ด้านค่าความผิดพลาดการทำงาน ความผิดพลาดของมนุษย์ และความผิดพลาดในการผลิตชิ้นส่วน [3] ในช่วงงานวางผังทำระดับจะต้องมีความพิถีพิถันเป็นพิเศษ ใช้เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูง เช่น กล้องระดับ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนลงเพราะถ้าผิดพลาดแล้วจะกระทบกระเทือนต่อขั้นตอนในลำดับต่อไป

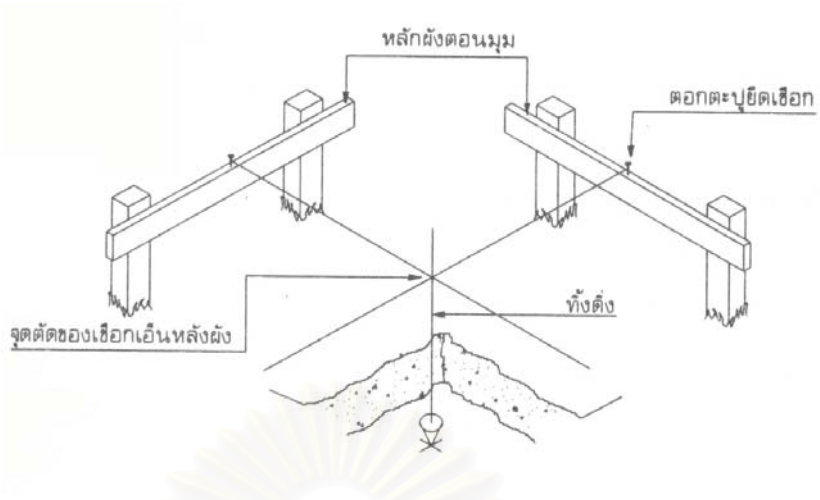
---

[2] สัมภาษณ์ มนศักดิ์ อู่ไพบูรณ์. กรรมการผู้จัดการ บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด, 18 กรกฎาคม 2545

[3] สัมภาษณ์ ชัยยันต์ ทองนอก. ผู้ควบคุมงานการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด, 12 ตุลาคม 2545

ภาพที่ 5.22 ช่างทำการบากไม้ตีผัง ปรับระดับเอ็นให้ได้ระดับ ซึ่งระดับนี้ถ่ายมาจากถนน (ระดับสูงกว่าถนน + 0.50 ม. เป็นระดับพื้นชั้นที่1)

ภาพที่ 5.23 ช่างทำการตีผังวัดระดับเพื่อหาระดับฐานราก (วัดระยะลงไปหาตำแหน่งฐานราก) และหาแนวเส้นกึ่งกลางเสาชั้นที่1 ตำแหน่งที่จะผังหมุด บนฐานราก



ภาพที่ 5.24 การใช้เชือกหรือเอ็นขึง ได้ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง ซึ่งใช้เป็นวิธีหาหมุดที่ฐานราก
ที่มา : พิภพ สุนทรสมัย. การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่. เล่ม1. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540. :หน้า 265.

3. งานเทคอนกรีตหยาบ

คอนกรีตหยาบใช้รัดหัวเข็มไม่ให้หลุดเลื่อนออกจากบริเวณพื้นที่ใต้ฐานรากเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังทำให้งานตั้งแบบ หล่อฐานรากทำได้ง่าย สะดวกในการทำงาน เมื่อหล่อฐานรากแล้วได้ขนาดความหนาของฐานราก และการเสริมเหล็กถูกต้องได้กำลังเต็มที่

ภาพที่ 5.25 การวัดระดับคอนกรีตหยาบ (เท่ากับระดับใต้ท้องฐานราก)

4. งานตัดหัวเสาเข็ม

หัวเสาเข็มตัดด้วยเครื่องตัดใบตัดเหล็ก ให้ได้ระดับที่วัดไว้หลังจากขั้นตอนเทคอนกรีตหยาบแล้ว

ภาพที่ 5.26 เสาเข็มที่ได้ทำการตัดแล้ว เตรียมหล่อทำฐานราก

ภาพที่ 5.27 ช่างวัดขนาดเตรียมก่ออิฐบล็อคเป็นแบบเทฐานรากตอม่อ

ภาพที่ 5.28 อิฐบล็อคที่ก่อเป็นแบบเทฐานรากตอม่อ

5. งานฐานรากฝัง Center Pin

เมื่อก่อบล็อคเสร็จแล้ว วางเหล็กเสริมฐานราก, หมุดเหล็ก (Center Pin) แล้วเทคอนกรีตด้านล่างไว้ รอการติดตั้งเสาคอนกรีตสำเร็จรูปในขั้นตอนต่อไป

ภาพที่ 5.29 วางเหล็กเสริมฐานราก, หมุดเหล็ก แล้วเทคอนกรีตด้านล่างยึดเหล็กไว้กับหัวเสาเข็ม

5.1.3.3 งานโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และพื้น

1. งานเตรียมการ

หลังจากขั้นตอนงานส่วนฐานราก ที่เป็นงานหล่อในที่เสร็จแล้ว ก็เป็นขั้นตอนของงานในส่วนระบบสำเร็จรูป หลังจากชิ้นส่วนได้ขนส่งโดยรถพ่วง (Trailer) มาจากโรงงานผลิตที่อยู่กรุงเทพมหานคร ขนส่งสู่สถานที่ก่อสร้าง จ.ขอนแก่น แล้วยกชิ้นส่วนลงวางบริเวณข้างพื้นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งชิ้นส่วนจะต้องวางแยกกันให้เป็นระบบระเบียบ ป้องกันความสับสนหาชิ้นส่วนไม่เจอ และเขียนหมายเลขลำดับตามการยกชิ้นส่วน (1,2,3,…) โดยหัวหน้าคนงาน (Foreman) ซึ่งจะเป็นผู้ควบคุมการยกประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย เพราะถ้าเป็นหมายเลขตามแบบจะทำให้สบสนได้ (เช่น GB4A, B3) และอาจเกิดความสับสน เพราะชิ้นส่วนมีจำนวนมาก (บ้านพักอาศัยที่ใช้เป็นกรณีศึกษา สร้างพร้อมกัน 6 หลัง)

2. งานติดตั้งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปชั้นที่1

การยกติดตั้งประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งคนงานเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก 1–2 คน เป็นคนหา และจับชิ้นส่วนเกี่ยวขึ้นกับ Crane ระวังชิ้นส่วนขณะยกขึ้นไม่ให้กระทบกันชิ้นส่วน หรือสิ่งกีดขวางอื่นทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย, กลุ่มที่2 แรงงานในการติดตั้งชิ้นส่วนเข้าที่ ซึ่งจำนวนแรงงานจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป ในส่วนของการยกติดตั้งคานชั้นที่1 นั้นใช้แรงงาน 4 คนขึ้นไปโดยแบ่งเป็น จับวางคานเข้าที่ 2 คน, งัดงานเข้าที่ 2คน โดยเมื่อยกวางคานแล้วก็วัดระยะแนวและปรับคานให้ได้แนว

ภาพที่ 5.30 การยกชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่ 1 วางตามตำแหน่ง

ภาพที่ 5.31 เมื่อยกคานชั้นที่1เสร็จ ก็งัดปรับคานให้ตรงแนว, ระยะ

ภาพที่ 5.32 ทิ้งดิ่งหาจุดกึ่งกลางเสาเพื่อนำไปวัดระยะ ตรวจสอบแนวของคาน

ภาพที่ 5.33 ตรวจสอบ และปรับระยะแนววางของคาน

3. งานติดตั้งชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูปชั้นที่1

การติดตั้งเสาคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่1 ใช้แรงงานในการติดตั้งชิ้นส่วนเข้าที่ จำนวน 5 คน โดยแบ่งเป็นแรงงงานดังนี้ ช่างเชื่อม 1 คน, จับระดับน้ำ 1 คน, ทิ้งดิ่งหัวเสา 1 คน, จับเสา 1 คน, ดึงเสาให้เข้าแนวดิ่ง 1 คน

ภาพที่ 5.34 การยกติดตั้งเสาคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่ 1

ภาพที่ 5.35 ช่างปรับเสาให้เข้าระดับน้ำ

ภาพที่ 5.36 การดึงเสาให้เข้าแนวดิ่ง

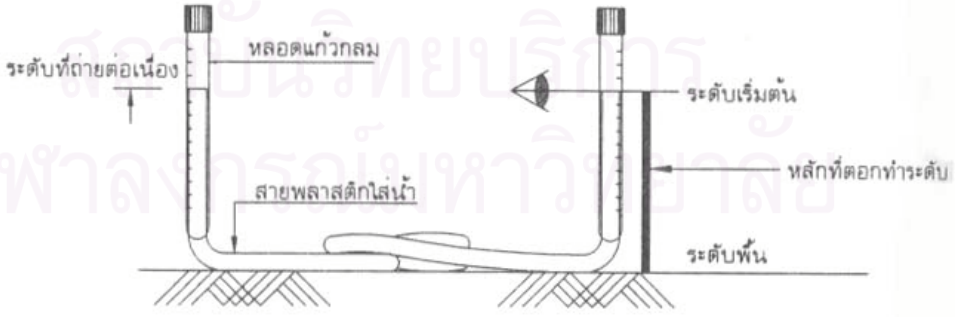
ภาพที่ 5.37 การจับดิ่งเสา

ภาพที่ 5.38 เชื่อมเสาและคานชั้นที่1 ให้พออยู่ก่อน เพื่อสามารถปรับระยะ ปรับดิ่งเสาอีกครั้งก่อนการเชื่อมแน่น เก็บรอยต่อต่อไป

4. งานวัดระดับ, ระยะ, ดิ่งเสาและคานสำเร็จรูปชั้นที่1

เมื่อทำการยกคานและเสาติดตั้งเข้าที่ และเชื่อมติดพออยู่เรียบร้อยแล้ว ก็เป็นขั้นตอนของการวัดระดับ, ดิ่ง ตรวจสอบระยะต่างๆ และแก้ไขก่อนการเชื่อมแน่นเก็บรอยต่อของเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่1

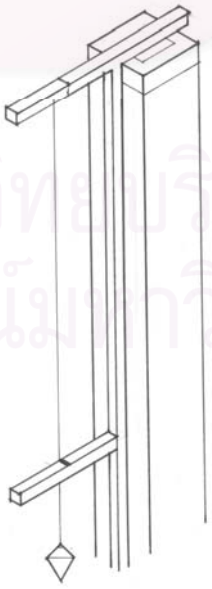
ภาพที่ 5.39 ช่างถ่ายระดับ (+1.00 ม.จากถนน) ลงบนเสาทุกต้นโดยใช้สายยางน้ำ



ภาพที่ 5.40 การใช้ระดับสายยางน้ำ (Water Tube Level)

ที่มา : พิภพ สุนทรสมัย. การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่. เล่ม1. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540. :หน้า 220.

ภาพที่ 5.41 ช่างวัดระยะจากบนหัวเสาถึงจุดระดับ +1.00 ม. ตรวจสอบความต่างระดับหัวเสาทุกต้นเทียบกัน



ภาพที่ 5.42 วิธีการวัดดิ่งเสา ด้วยเครื่องมือที่ประกอบขึ้นด้วยลูกดิ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะที่วัดได้จากหัวเสาถึงจุดระดับ + 1.00 ม.ต้องมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ให้ค่าความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 มม. เพราะจะเกิดความแตกต่างของระดับคานชั้นที่ 2 เนื่องจากความสูงของระดับหัวเสาไม่เท่ากัน และจะกระทบต่อระดับต่อๆไป เช่น ระดับพื้นชั้นที่2, ระดับหัวเสาชั้นที่2, ระดับท้องอะเสหลังคาที่ต้องมาปรับแต่งอีก ถ้าระดับหัวเสาคลาดเคลื่อนเกิน 10 มม. จะต้องทำการแก้ไข โดยปรับระดับที่ตัวฐานรากใหม่ (โดยปกติแล้วการทำงานคอนกรีตนั้นระยะมิติจะมีความคลาดเคลื่อนได้ ยิ่งในกรณีที่เป็นงานคอนกรีตหล่อในที่ เพราะปกติคอนกรีตจะมีการหดตัว เมื่อแข็งตัว)

ส่วนกรณีดิ่งเสานั้นก็ปรับงัดให้ได้ดิ่ง เพราะถ้าเสาชั้นที่1 เกิดล้มดิ่งจะกระทบกับระยะของช่วงคานชั้นที่2 ที่จะหดน้อยลงหรือกว้างมากขึ้นจนอาจทำให้การติดตั้งคานชั้นที่2 ทำได้ยากลำบาก และความกว้างของรอยต่อเชื่อมระหว่างเสาและคานจะเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ซึ่งจะมีผลในด้านความแข็งแรงของโครงสร้างได้

ด้านแรงงานในการวัดระดับของเสาโดยใช้สายยางน้ำใช้แรงงาน 2 คน ส่วนการวัดดิ่งเสา และปรับระดับ,ดิ่งเสา ใช้แรงงานจำนวน 4 คน แบ่งแรงงานเป็น วัดดิ่ง 1 คน, งัดดึง – เสา 2 คน, เชื่อมรอยต่อ 1 คน

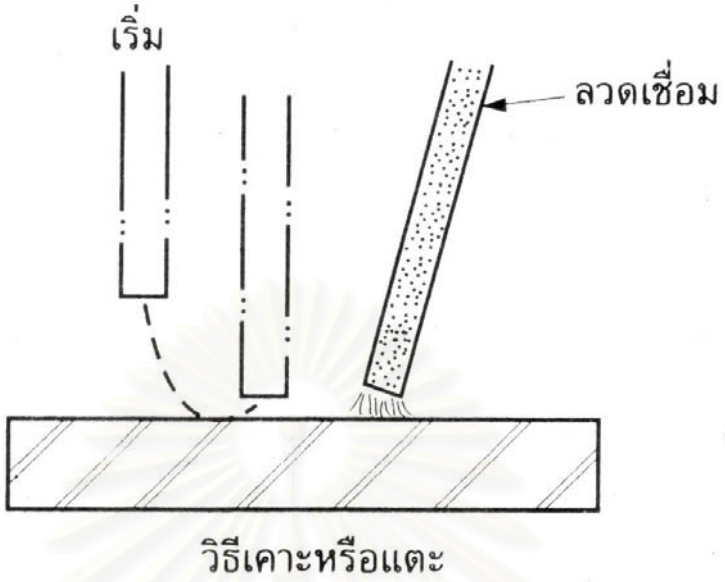
ภาพที่ 5.43 ช่างงัดปรับดิ่งเสาและทำการเชื่อม

5. งานเชื่อมแน่นรอยต่อ และป้องกันสนิม

เมื่อปรับระดับ, ดิ่งเสาและคานเรียบร้อยแล้ว ก็ถึงขั้นตอนการเชื่อมแน่นรอยต่อ โดยการเชื่อมด้วยไฟฟ้า การเชื่อมในครั้งแรกที่เชื่อมตอดพออยู่นั้น ใช้เหล็กกลม RB 6 mm. หรือ เหล็กข้ออ้อย DB 9 mm. ทาบบริเวณรอยต่อก่อนทำการเชื่อม เพื่อเพิ่มเนื้อที่การเชื่อม เนื่องจากรอยต่อมีระยะห่างไม่เท่ากันตามค่าความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้าง ส่วนในบริเวณรอยต่อคานกับเสาที่ลดระดับจะใช้แผ่นเหล็ก หนา 6 mm. จำนวนแรงงานในการเชื่อมแน่นแต่งรอยต่อ และทาสีใช้ช่างฝีมือเชื่อม 1 คน แต่งรอยต่อด้วยเครื่องเจีย 1 คน และทาสีป้องกันสนิมโดยทาสีรองพื้น1 ครั้ง สีกันสนิม 2 ครั้ง โดยใช้แรงงาน 1 คน

ภาพที่ 5.44 รอยต่อลดระดับที่ใช้เหล็กแผ่น และเหล็กข้ออ้อย 9 มม. ในการเชื่อมติด

ภาพที่ 5.45 รอยต่อที่ทำการเชื่อมแน่นแล้ว



ภาพที่ 5.46 วิธีการเชื่อมเหล็กด้วยไฟฟ้า

ภาพที่ 5.47 ช่างเชื่อมเก็บรอยต่องานเชื่อมที่ไม่เรียบร้อย

6. งานระบบเดินท่อน้ำยาป้องกันปลวก

งานระบบเดินท่อน้ำยาป้องกันปลวก (โดยบริษัทกำจัดปลวก) ติดตั้งโดยใช้สว่านเจาะคานสำเร็จรูปชั้นที่1 ยึดท่อน้ำยา (ท่อPE) และเจาะหัวฉีดน้ำยากันปลวก เข้ากับสายท่อ และทดสอบการฉีดน้ำยา

ภาพที่ 5.48 งานเดินระบบท่อน้ำยาป้องกันปลวก

7. งานเทคอนกรีตตอม่อ

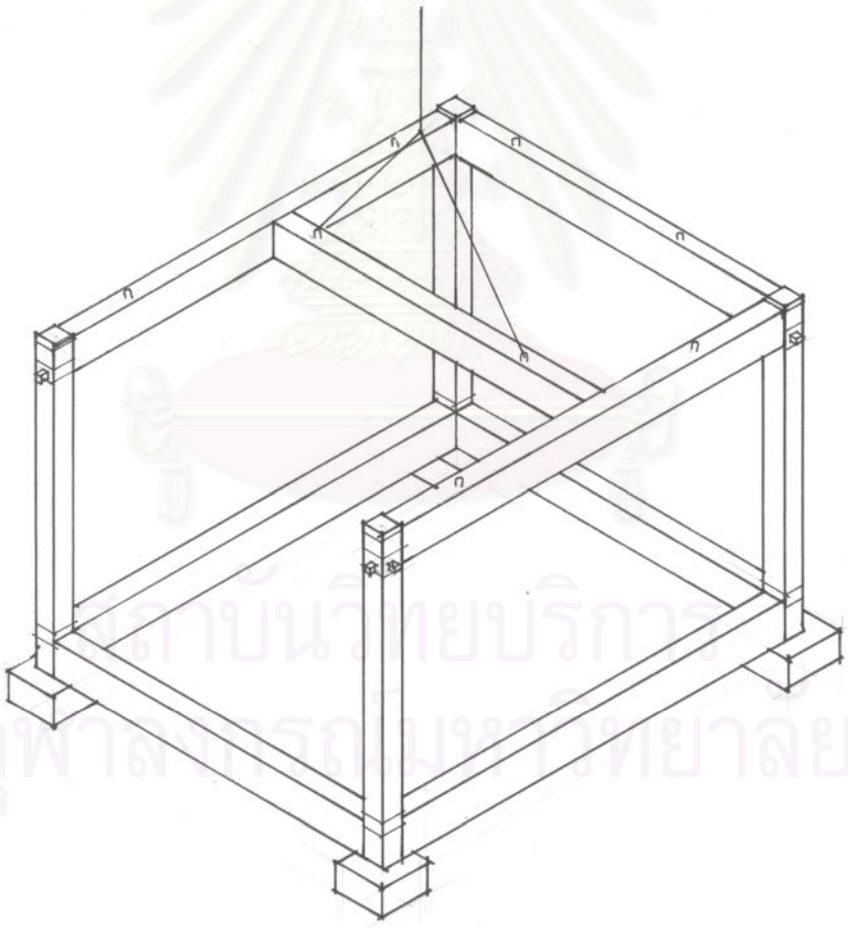
การเทคอนกรีตตอม่อนั้นจะเป็นการยึดโครงสร้างชั้นที่1 ไว้ให้แข็งแรงขึ้น ก่อนที่จะทำการติดตั้ง คาน และเสาสำเร็จรูปในชั้น 2 ต่อไป

ภาพที่ 5.49 ช่างกำลังเทคอนกรีตตอม่อ

8. งานติดตั้งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปชั้นที่2

งานยกติดตั้งคานชั้นที่2 จะเริ่มหลังจากการเชื่อมแน่น และเทตอม่อทิ้งไว้ประมาณ 1วัน เพื่อให้โครงสร้างมีความมั่นคง การยกติดตั้งคานชั้นที่2 นั้นจำเป็นต้องเลือกยกคานในตำแหน่งที่มีช่วงพาดกว้าง และยกคานวางกับเสาเป็นลำดับให้เป็นโครง (Frame) เชื่อมกัน 4 โครง หรือเป็นในลักษณะโต๊ะ (ผู้ควบคุมงานติดตั้งเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป เรียกการยกนี้ว่า "การตั้งโต๊ะ") เพื่อสร้างความแข็งแรงให้โครงสร้างโดยอาคาร ณ จุดหนึ่งก่อนที่จะยกคานต่อเนื่องติดตั้งลามไปยังจุดอื่นๆ ป้องกันความวิบัติของโครงสร้างขณะทำการติดตั้ง ส่วนคานยื่น นั้นจะทำการยกขั้นหลังสุด เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ค้ำยัน

แรงงานที่ใช้ในการยกติดตั้งคานชั้นที่2 นั้น ประมาณ 4 คน โดยแบ่งเป็น ช่างเชื่อม 1 คน จับคานเข้าที่ 1 คน ย้ายนั่งร้าน 2 คน (ภาพที่ 5.51)



ภาพที่ 5.50 การ "ตั้งโต๊ะ" ในการยกชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปชั้นที่2

ภาพที่ 5.51 การยกคานชั้นที่2 ให้ต่อเนื่องกันเป็นโครง (ตั้งโต๊ะ)

ภาพที่ 5.52 เมื่อตั้งโต๊ะได้แล้ว ก็ยกคานต่อเนื่องกันไปตามลำดับการยก

ภาพที่ 5.53 คานยื่นที่จะทำการยกติดตั้งหลังสุด เพราะต้องใช้ค้ำยัน

9. งานติดตั้งชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูปชั้นที่2 และถาดห้องน้ำ

การยกเสาชั้นที่2 ขึ้นติดตั้งนั้นจะติดตั้งเดือย (เหล็กรูปพรรณ 1” x 1”) ก่อนเพื่อเป็นจุดอ้างอิงที่บริเวณหัวเสาชั้นที่1 การติดตั้งเสาชั้นที่2 จะค่อนข้างลำบากเนื่องจากมีพื้นที่ทำงานน้อย คือมีแค่หน้าคานชั้นที่2 เท่านั้น และจะต้องมีการดึง จับบิดเสาให้ได้ตำแหน่ง และเชื่อมติดเสาให้ได้ดิ่ง จึงต้องมีความระมัดระวังในความปลอดภัยเป็นพิเศษ

ภาพที่ 5.54 ช่างจับระดับน้ำ ดึงเสาให้ได้ดิ่ง และเชื่อมติดเสาชั้นที่2

แรงงานที่ใช้ในขั้นตอนติดตั้งเสาชั้นที่2 นี้ใช้ช่างเชื่อม 1 คน จับระดับน้ำดิ่งเสา 1 คน, ดึงเสา 2 คน โดยในขั้นตอนยกติดตั้งเสาชั้นที่2 โดย Crane นี้ จะไม่ดิ่งเสาด้วยลูกดิ่ง เพราะจะเสียเวลาในการยกติดตั้ง โดยจะดิ่งเสาอีกครั้งหลังจากเสร็จสิ้นการใช้ Crane

เมื่อทำการติดตั้งเสาสำเร็จรูปแล้ว ก็เป็นขั้นตอนตรวจระดับ, ดิ่ง ของเสาชั้นที่2 เช่นเดียวกับเสาชั้นที่1 ก่อนทำการเชื่อมแน่น และทาสีป้องกันสนิมต่อไป

ภาพที่ 5.55 การยกติดตั้งชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูปชั้นที่2

ภาพที่ 5.56 การยกติดตั้งถาดห้องน้ำสำเร็จรูปในชั้นที่2

12. การติดตั้งบันไดสำเร็จรูป

ยกติดตั้งคานแม่บันไดด้วย Crane และยกลูกบันไดโดยแรงงานคน เมื่อเชื่อมแม่บันไดกับคานโครงสร้างเรียบร้อยแล้ว ก็ติดตั้งลูกบันไดด้วยการตอกเหล็กเส้นกลม RB 6 มม. เข้าในรูเพื่อยึดให้ลูกบันไดติดกับแม่บันได และก็ทำการเชื่อมแน่นรอยต่อ, ทาสีกันสนิมต่อไป

ภาพที่ 5.57 การยกติดตั้งแม่บันไดสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.58 ช่างตอกเหล็กเส้นกลมเข้ายึดลูกบันไดกับแม่บันไดสำเร็จรูป

13. การวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปชั้นที่1 และชั้นที่2

การยกวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปแผ่นท้องเรียบ ใช้รถขนส่งแผ่นพื้นสำเร็จรูป (รถเฮี๊ยบ) ยกวางในส่วนที่สามารถวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปได้ และใช้แรงงานคนลากเข้าพาดคานในตำแหน่งของแผ่น ในกรณีที่เวลาไม่เพียงพอรถเฮี๊ยบซึ่งเป็นของผู้จำหน่ายแผ่นพื้นสำเร็จรูปต้องกลับไปก่อน ก็จะใช้แรงงานคนแบกหาม 4 คนต่อ 1 แผ่น จัดวางแผ่นแทน

ภาพที่ 5.59 การยกแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางโดยใช้ Crane ของรถขนส่งวัสดุ

ภาพที่ 5.60 ช่างใช้เหล็กเกี่ยวลากแผ่นพื้นสำเร็จรูปเข้าที่

เมื่อจัดแผ่นพื้นเข้าที่ และตัดแต่งบากแผ่นให้วางพอดีแล้วแล้ว ก็ทำแบบหล่อพื้น โดยการก่อเศษแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์รอบข้างอาคารเพื่อเป็นแบบหล่อในการเทคอนกรีตทับหน้า หนา 5 ซม. และผูกเหล็กขวางกลางแผ่นเพื่อมัดแผ่นพื้นให้เป็นแผ่นเดียวกัน, ผูกเหล็กตะแกรง (Wire Mesh) และเสริมเหล็กกันแรงเฉือนบริเวณหัวเสาและบริเวณปลายแผ่นพื้นที่วางบนคาน กันแรงดัดลบ (Negative Moment)

ภาพที่ 5.61 ช่างตัดบากแผ่นพื้นให้พอดีบริเวณเสา

ภาพที่ 5.62 การเสริมเหล็กบนแผ่นพื้นสำเร็จรูปก่อนเทคอนกรีตทับหน้า

5.1.3.4 งานหลังคา

งานหลังคานี้จะเป็นงานตัดเหมาช่วง เนื่องจากไม่มีช่างฝีมือที่ชำนาญการเชื่อมทำหลังคาเหล็ก และการมุงกระเบื้อง ซึ่งงานเหล่านี้ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญพิเศษ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะรับงานเฉพาะ มิได้ทำงานอย่างอื่น ดังเช่น ช่างไม้, ช่างปูน

1. คานหลังคา (อะเสโครงหลังคา)

คานหลังคาเป็นเหล็กรูปพรรณ [ ] คู่ 150 x 50 x 20 x 3.2 โดยจะทาสีกันสนิมก่อน 2 รอบ และเชื่อมเหล็ก [ประกบกันก่อน โดยเชื่อมแต้มเป็นจุดๆระยะห่างกันประมาณ 30 ซม. เพื่อให้เหล็กมีโอกาสยืดหดมากกว่าการเชื่อมเต็มหน้าไปตลอด และยกอะเสเหล็กขึ้นติดตั้งบนหัวเสา และวัดด้วยระดับน้ำ ปรับให้ได้ระดับ

ภาพที่ 5.63 คานหลังคาเหล็กรูปพรรณที่ติดตั้งบนหัวเสา

2. โครงหลังคา

โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ จะทาสีกันสนิมก่อน 2 รอบเช่นเดียวกับคานอะเสเหล็ก ติดตั้งดั้งและจันทัน ตามด้วยระแนงและเหล็กรับเชิงชายตามลำดับ ช่างต้องมีชำนาญเป็นพิเศษเพราะต้องทำงานในที่สูง ใช้แรงงานในงานโครงหลังคานี้ 4 คน มีช่างเชื่อม 3 คน และแรงงานทาสีกันสนิม1คน

ภาพที่ 5.64 ช่างทำการเชื่อมระแนง

3. งานมุงกระเบื้องหลังคา

งานมุงกระเบื้องคอนกรีต และการปูฉนวนฟอยล์สะท้อนความร้อน กระทำพร้อมกันโดยปูฉนวนหลังคาก่อน หลังจากลำเลียงแผ่นกระเบื้องวางซ้อนกระจายไปทั่วผืนหลังคาดังภาพที่ 5.65 และจะวางแผ่นกระเบื้องซ้อนกันไปจากด้านล่างขึ้นบน โดยจะเว้นแผ่นที่ต้องตัดบริเวณมุมไว้ปูทีหลัง แรงงานที่ใช้ 4 คน

ภาพที่ 5.65 การลำเลียงแผ่นกระเบื้องขึ้นวางกระจายบนหลังคา และปูฉนวนแบบฟอยล์

ภาพที่ 5.66 ช่างทำการวัด และกระเบื้องคอนกรีต และนำมาปูในบริเวณมุมหลังคา

5.1.3.5 งานผนัง

งานผนังใช้แผ่นผนังสำเร็จรูปวัสดุเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ความหนา 5 ซม. กว้าง 60 ซม. มีน้ำหนักโดยประมาณ 45 กก./ ตร.ม. ภายนอกกรุด้วยระบบผนังฉนวนภายนอก (Amour Wall) ภายในกรุแผ่นยิบซั่มฉาบเรียบ

1. งานติดตั้งผนังสำเร็จรูป

การติดตั้งผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง นี้จำเป็นต้องมาตัดแต่งแผ่นที่หน้างาน ก่อนประกอบติดตั้งซึ่งจุดนี้ทำให้ขาดประสิทธิภาพไป ก่อนทำการติดตั้งช่างจะเสียบเหล็กกรอกปูนในรูผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงก่อน เพื่อใช้เป็นเหล็กเชื่อมยึดกับคานหรืออะเสเหล็กด้านบน การติดตั้งกระทำโดยช่างจะวัดระยะระดับบริเวณที่จะติดตั้ง, วัดระยะขนาดแผ่นที่จะทำการติดตั้ง, ตัดแผ่น, เจาะรูเสียบเหล็กบริเวณพื้นและคานด้านบนแผ่นที่จะติดตั้ง เพื่อเป็นตัวยึดผนังไว้, ติดตั้งแผ่นเข้าที่โดยด้านล่างมีปูน Mortar กับเหล็กที่เสียบยึดไว้ ส่วนด้านบนยึดติดกับคาน หรืออะเสเหล็กรูปพรรณ โดยการติดตั้งแผ่นนี้จะต้องวัดระดับให้เที่ยงตรง และวัดดิ่งด้วยการจับระดับน้ำ ส่วนบริเวณช่องเปิดจะทำค้ำยันเป็นวงกบไว้เพื่อเชื่อมยึดแผ่นได้สะดวก เมื่อทำการติดตั้งวางแผ่นหมดแล้ว จะบากแผ่นบริเวณรอยต่อของแผ่นที่ติดกัน เสียบเหล็ก และ Grout ปูนเข้าไปเพื่อให้แผ่นยึดติดเป็นแผ่นเดียวกัน และเก็บรอยต่อผนังกับโครงสร้างส่วนอื่นๆด้วยปูน

แรงงานที่ใช้ในการติดตั้งผนัง 1 ชุดมี 6 คน แบ่งเป็นตัดแผ่น 1 คน, วัดระยะ 1 คน ,จับระดับน้ำ 1 คน, เชื่อมยึดเหล็กกับแผ่น 1 คน และช่วยกันยกแผ่นขึ้นติดตั้ง

ภาพที่ 5.67 ช่างทำการวัด และตัด แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

ภาพที่ 5.68 ช่างก่อปูน Mortar บริเวณที่เสียบเหล็กไว้แล้ว เพื่อยึดแผ่นผนัง

ภาพที่ 5.69 การยึดแผ่นผนังไว้กับคาน หลังจากได้ดิ่งผนังแล้ว

ภาพที่ 5.70 เมื่อติดตั้งแผ่นผนังเรียบร้อยแล้ว จะบากยึดแผ่นเข้าด้วยกันโดยเสียบเหล็กไว้

ภาพที่ 5.71 ในบริเวณช่องเปิดจะต้องทำค้ำยัน หรือหิ้วแผ่นผนังไว้จนมีความแข็งแรงก่อน

2. งานผนังฉนวน

ระบบฉนวนด้านนอก ประกอบไปด้วยชั้นของ Base Coat (เพื่อติดแผ่นโฟมกับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง), โฟมไม่ลามไฟ (EPS Foam) ความหนา 1 นิ้ว, ตาข่ายใยแก้ว,ฉาบBase Coat 2 รอบ (เพื่อยึดตาข่ายกับโฟมเข้าด้วยกัน), ปูนฉาบผิวรอยต่อผนัง (Finishing Compound) 2 รอบ, และชั้นของสีทาอาคารปรกติ

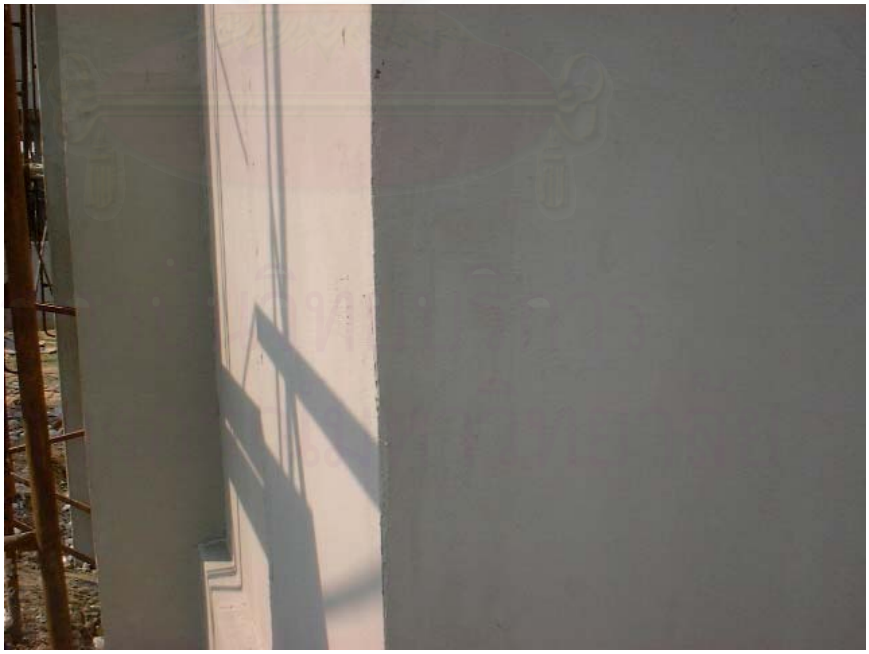
ภาพที่ 5.72 ตัวอย่างระบบผนังฉนวนด้านนอก (Amour Wall)

แรงงานที่ใช้ในการติดตั้งผนังฉนวนนี้ใช้แรงงาน 7 คน แบ่งเป็นงานติดโฟม ขัดตกแต่งผิวโฟม, ติดตาข่าย, ฉาบ Base Coat 2 รอบ, ฉาบปูนฉาบผิวรอยต่อผนัง (Finishing Compound)

ภาพที่ 5.73 ช่างติดโฟม (EPS Foam) ด้วย Base Coat กับผนัง

ภาพที่ 5.74 ช่างติดตาข่ายใยแก้ว และฉาบ Base Coat 2 รอบ

ภาพที่ 5.75 การเก็บรอยต่อบริเวณช่องเปิด จะใช้ตาข่ายหุ้มปิด และฉาบ Base Coat ทับ



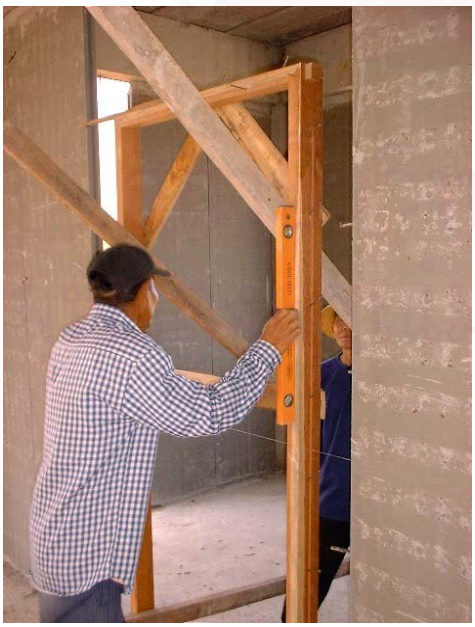
ภาพที่ 5.76 ภาพบ้านเมื่อฉาบปูนฉาบผิวรอยต่อผนังแล้ว

ผนังด้านในบ้านกรุยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ ซึ่งจะเป็นฉนวนอีกชั้นหนึ่ง และทำหน้าที่ปกปิดผิวรอยต่อของแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อความสวยงามเรียบร้อย

ภาพที่ 5.77 ผนังด้านในยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบทาสี

5.1.3.6 งานประตู หน้าต่างและอุปกรณ์

งานประตู หน้าต่างและอุปกรณ์ มีลักษณะเช่นเดียวกับการก่อสร้างระบบเดิม คือ ถ้าเป็นวงกบไม้ ก็จะต้องตั้งระดับและหล่อเอ็น, คานทับหลัง ส่วนประตูหน้าต่างอลูมิเนียมสามารถติดตั้งได้เลย โดยแต่งบริเวณขอบหน้าต่างให้เรียบร้อยก่อนติดตั้งประตูหน้าต่าง



ภาพที่ 5.78 ช่างตั้งระดับ, ดิ่งวงกบไม้

ภาพที่ 5.79 วงกบไม้ที่หล่อเอ็นทับหลังแล้ว

ภาพที่ 5.80 หน้าต่างอลูมิเนียมที่มาติดตั้งทีหลังจากงานกรุผนังฉนวนแล้ว

5.1.3.7 งานระบบประปาและสุขาภิบาล

กรรมวิธีก่อสร้างระบบประปาและสุขาภิบาล จะเหมือนกับการก่อสร้างระบบเดิม แตกต่างตรงการฝังท่อในผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงที่มีการตัดแต่งได้ง่ายกว่า และการฝังท่อมาแล้วเสร็จในคานและพื้นสำเร็จรูปบริเวณที่ต้องเดินท่อผ่าน ซึ่งมีความสะดวกกว่าระบบเดิม

ภาพที่ 5.81 การฝังท่อไปกับผนังตัดแต่งได้ง่าย

ภาพที่ 5.82 ท่อบางส่วนฝังมาในชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.1.3.7 งานระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าติดตั้งแบบระบบเดินท่อร้อยสายไฟ มีกรรมวิธีเช่นเดียวกับการก่อสร้างทั่วไป การเดินท่อพีวีซีร้อยสายไฟกระทำในขั้นตอนหลังจากการติดตั้งผนัง การเดินท่อร้อยสายไฟ ติดแนบไปกับคานกระทำโดยปกติส่วนในการฝังผนังนั้นใช้ร้อยสายไฟไปตามรูของแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงได้เลย

ภาพที่ 5.83 การเดินสายร้อยในผนังฝังเต้าเสียบ และสวิทช์

ภาพที่ 5.84 การเดินท่อร้อยสายไฟตามคานกระทำตามกรรมวิธีทั่วไป

5.1.3.8 งานฝ้าเพดาน

งานฝ้าเพดาน มีกรรมวิธีเช่นเดียวกับการก่อสร้างทั่วไป ทั้งฝ้าเพดานภายนอกและภายใน โดยตีโครงฝ้าอลูมิเนียมยึดติดกับโครงสร้างส่วนด้านบนและด้านข้าง และติดตั้งแผ่นฝ้าเพดานที่เป็นแผ่นยิบซั่มหรือกระเบื้องแผ่นเรียบ

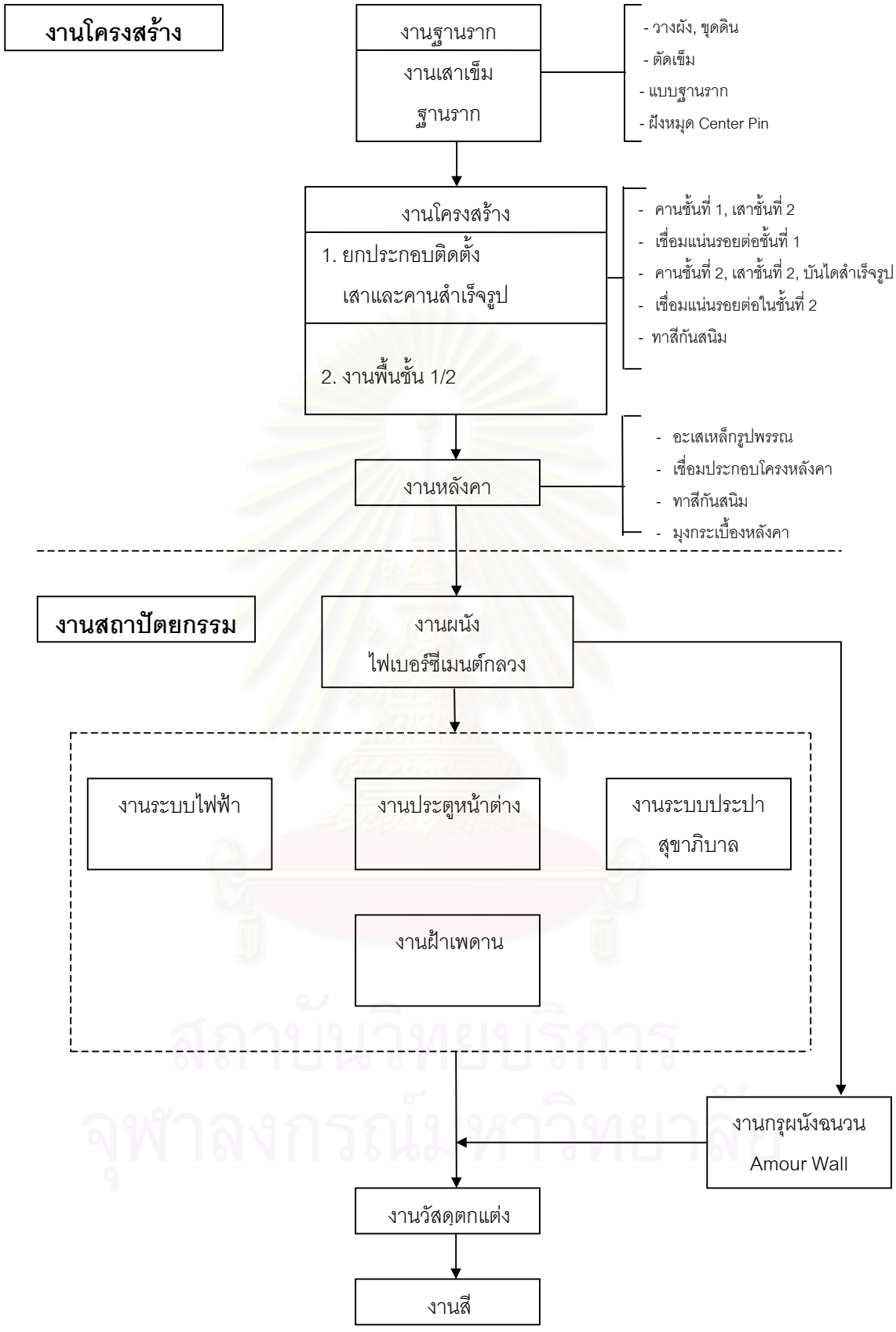
ภาพที่ 5.85 ช่างกำลังยึดโครงฝ้ากับโครงหลังคา

5.1.3.8 งานวัสดุตกแต่ง

งานวัสดุตกแต่ง พื้นผิวต่างๆเป็นงานเก็บรายละเอียด กรรมวิธีเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างโดยทั่วไปทั้งพื้นผิวที่เป็นกระเบื้อง และไม้ปาร์เก้

5.1.3.8 งานสี

งานสีอาคารภายในมีกรรมวิธีเช่นเดียวกับการก่อสร้างทั่วไปเพียงแต่ผิวผนังกรุด้วยแผ่นยิบซั่ม ส่วนผนังภายนอกหลังจากทำผนังฉนวนแล้วซึ่งฉาบครั้งสุดท้ายด้วยปูนฉาบผิวรอยต่อผนัง (Finishing Compound) แล้ว ถ้าไม่ทาสีก็ได้หรือในกรณีที่ใช้ Finish Coat ที่มีสีในตัวเองอยู่แล้วก็ได้ ส่วนในกรณีที่จะทาสีก็กระทำโดยปกติ โดยทาสีรองพื้นก่อนเพื่อกันเชื้อรา แล้วจึงทาสีจริงทับโดยใช้ลูกกลิ้งตามปกติ



แผนภูมิที่ 5.2 ขั้นตอนและเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป
(ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง)

5.2 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป

จากการศึกษาในช่วงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ได้พบปัญหาในการก่อสร้าง โดยแยกตามหัวข้อได้ดังนี้

5.2.1 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูป

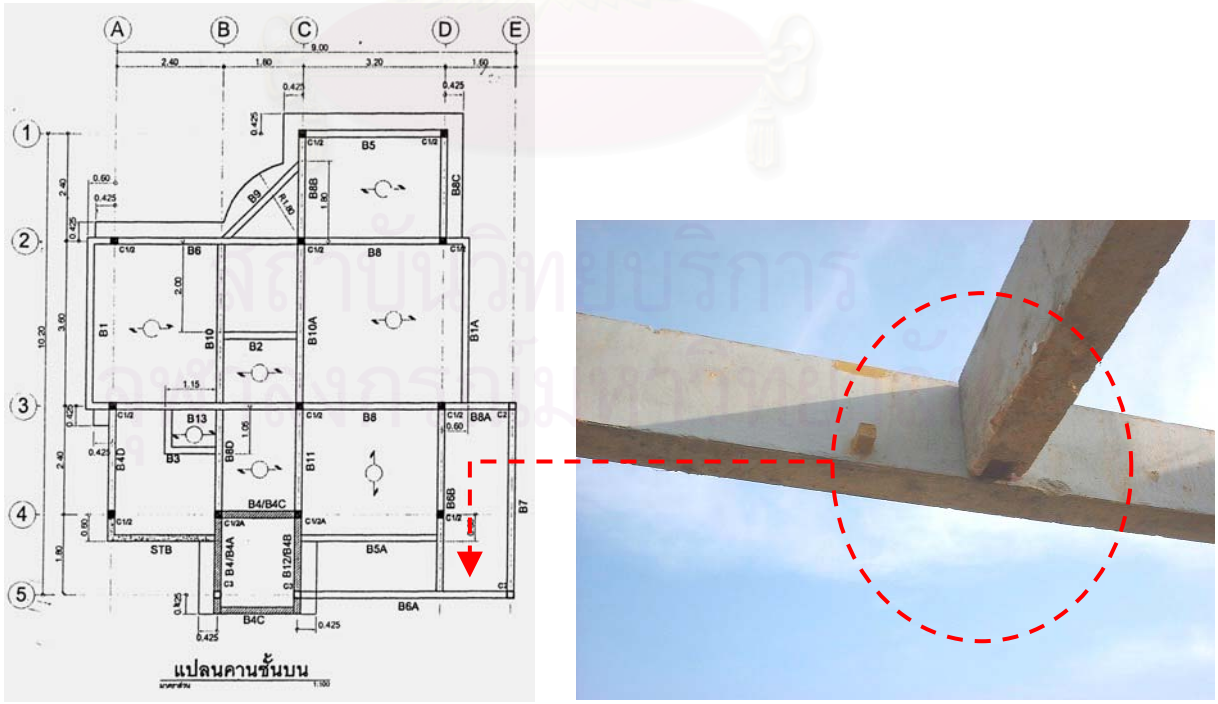
เนื่องด้วยการก่อสร้างบ้านพักอาศัยกรณีศึกษานี้ ก่อสร้างพร้อมกัน 6 หลัง และมีความต่อเนื่องกัน ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลปัญหาในการก่อสร้างในส่วนโครงสร้างอาคาร (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป) ของบ้านพักทั้ง 6 หลัง (ผัง 219, 210, 211, 212, 213, 214) โดยแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้

5.2.1.1 ปัญหาความผิดพลาดของชิ้นส่วน

1. ชิ้นส่วนผิดแบบ

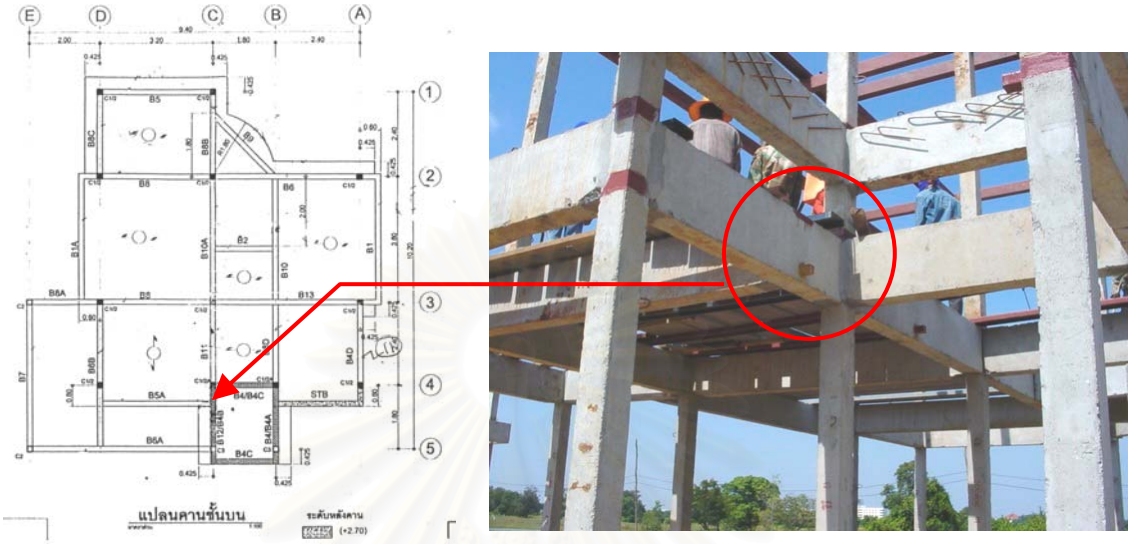
ชิ้นส่วนผิดแบบไปจากที่ได้ออกแบบไว้ บางชิ้นส่วนแก้ไขในหน้างานเลย บางชิ้นส่วนต้องรอชิ้นส่วนใหม่ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง ทั้งหมด **21 ชิ้นส่วน คิดเป็น** 3.17 % (จากชิ้นส่วนโครงสร้างทั้งหมด 94 ชิ้น 6 หลัง รวม 564 ชิ้น) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. ชิ้นส่วนคาน B6A ผิดแบบทั้ง 6 ตัว 6 หลัง เนื่องจากมีการเปลี่ยนระยะความยาวของคาน ตำแหน่งของเดือยเหล็ก รับคานฝากเลยต้องเปลี่ยนด้วย ซึ่งก็แก้ไขหน้างานโดยเจาะคานเสียบเดือยเหล็ก



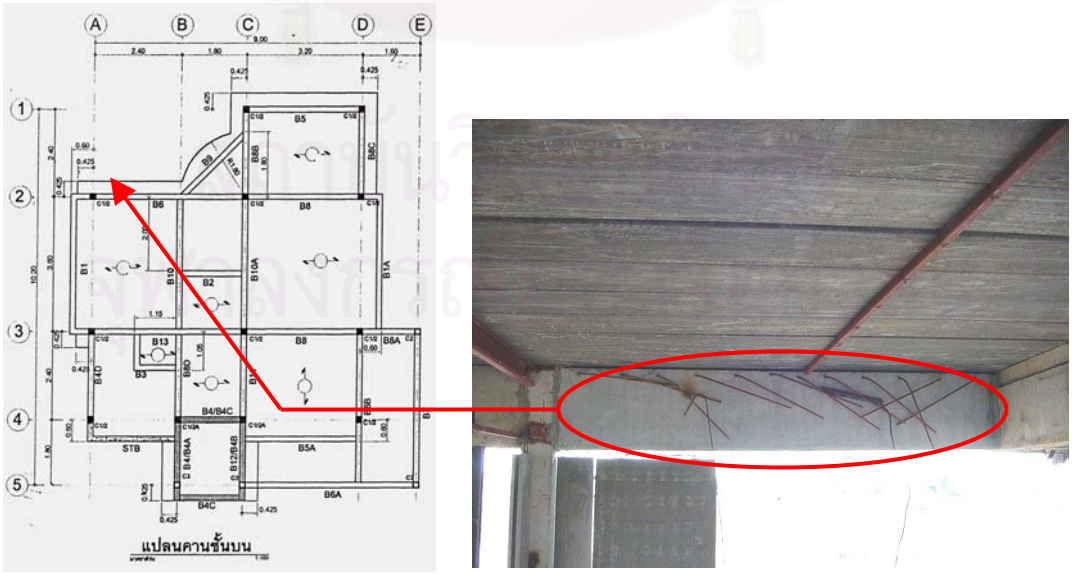
ภาพที่ 5.86 แสดงชิ้นส่วนคาน B6A ในผัง 210 ที่มีเดือยติดตั้งผิดต้องแก้ไขหน้างาน

ข. ชิ้นส่วนคาน B12 ในผังคี่ 209, 211, 213 ฝังเดือยเหล็ก รองรับคานฝากผิดข้าง เนื่องจากเป็นผังสลับด้าน (Mirror Plan) ซึ่งแก้ไขหน้างานโดยใส่เดือยสำรอง



ภาพที่ 5.87 แสดงชิ้นส่วนคาน B12 ในผัง 211 ติดตั้งเดือยเหล็กผิดข้าง ต้องแก้ไขด้วยการเสริมเดือยเหล็กใหม่หน้างาน

ค. ชิ้นส่วนคาน B6 ในผังคู่ 210, 212, 214 เสียบเหล็กสำหรับเทครีบ ค.ส.ล ผิดข้าง มาเสียบข้างใน

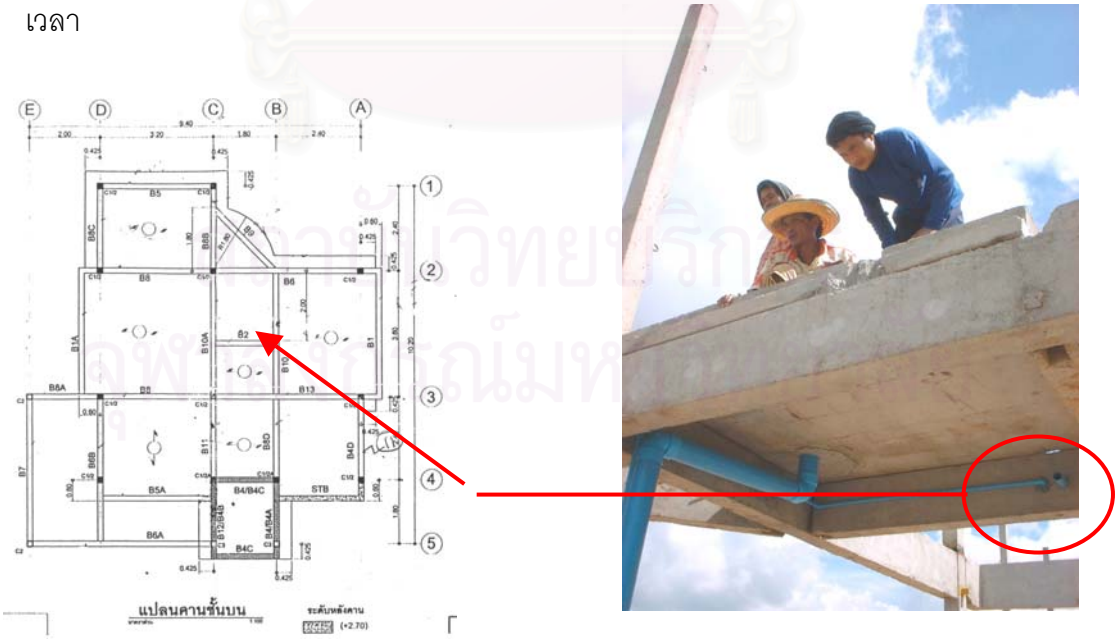


ภาพที่ 5.88 แสดงชิ้นส่วนคาน B6 ในผังคู่ 210 เสียบเหล็กสำหรับเทครีบ ค.ส.ล ข้างใน

ง. ชิ้นส่วนถาดห้องน้ำชั้นที่ 2 ทั้ง 6 ผัง (209, 210, 211, 212, 213, 214) รูท่อกับท่อระบบประปาที่ฝังไว้ในคาน B10A ไม่ตรงกันวางถาดไม่ได้ ต้องทุบถาดห้องน้ำ

ภาพที่ 5.89 ช่างกำลังทุบชิ้นส่วนถาดห้องน้ำชั้นที่ 2 ผัง 210 เพื่อให้วางถาดห้องน้ำได้ เนื่องจากตำแหน่งรูที่ถาดกับท่อที่คานไม่ตรงกัน จึงวางถาดห้องน้ำไม่ได้

จ. ชิ้นส่วนคาน B10A ที่ต้องฝังท่อน้ำระบบประปาใน Grid Line เสา C ไม่มี ท่อประปากลับไปอยู่ที่คาน B10 ในผังคี่ 209, 211, 213 อยู่ผิดข้าง ที่อยู่ใน Grid Line เสา B แทน เพราะการผลิตคานฝังท่อแบบเดียวกัน 6 ตัว มีผลกระทบทำให้ต้องเดินท่อประปาอีกเสียเวลา



ภาพที่ 5.90 ชิ้นส่วนคาน B10A ไม่ได้ฝังท่อระบบประปา ไปฝังที่ชิ้นส่วนคาน B10A และช่างประปาได้เดินท่อไปแล้ว ต้องแก้ไขใหม่

สาเหตุ

เนื่องจากมีชิ้นส่วนมาก จากกรณีศึกษา บ้าน 6 หลัง มีผังธรรมดา 3 หลัง มีผังกลับด้าน 3 หลัง รวมทั้งมีการเปลี่ยน (Revise) แบบจากแบบบ้านเดิม ชิ้นส่วนจึงไม่เหมือนกันเสียทุกชิ้น มีชิ้นส่วนบางชิ้นที่มีขนาดต่างกัน และกลับด้านกัน

ผู้ควบคุมในการผลิตไม่รอบคอบ ไม่ได้ตรวจทาน ตรวจสอบก่อนการผลิต ,ในขั้นตอนการผลิต และ ก่อนขนส่งอย่างละเอียดถี่ถ้วน

2. มิติของชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน

เสาบางต้นคดบ้างเล็กน้อย มิติไม่ได้ในแนวดิ่ง ทำให้การวัดดิ่งเสาในบางต้นทำได้ลำบาก

เสามีมิติไม่ได้มาตรฐาน โดยเฉพาะรูในส่วนปลายเสา ไม่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางพอดี รูมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถนำมาใช้ในการอ้างอิงในรอยต่อเสาชั้นที่2 ต่อกับเสาชั้นที่1 ได้

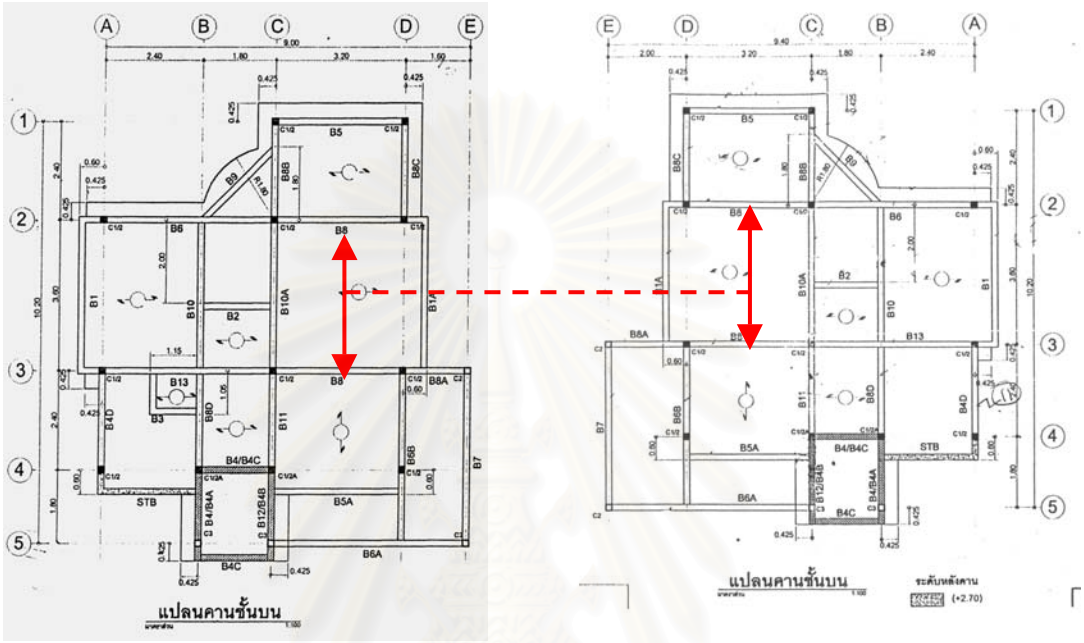
ภาพที่ 5.91 รูที่ปลายเสาเพื่อใช้ในการต่อเสาชั้นที่ 2 กับชั้นที่1 ไม่ตรงจุดกึ่งกลางเสา

สาเหตุ

การขาดการควบคุมที่ดีในขั้นตอนการผลิต การบิดงออาจเกิดได้จากเร่งถอดแบบ หรือแบบหล่อไม่ได้มาตรฐาน ส่วนตำแหน่ง ใช้แรงงานคนวัดซึ่งก็มีความผิดพลาดได้

5.2.1.2 ปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนไม่ครบถ้วนตามจำนวน

ชิ้นส่วนคาน B8 ขาด 6 ตัว เมื่อผ่านขั้นตอนการยกคานชั้นที่แล้วไปบางส่วนแล้วแล้ว พบว่าที่ผัง 209 ขาด 2ตัว, ผัง211 ขาด 1 ตัว, ผัง213 ขาด 2 ตัว และฝังที่ 214 ขาด 1 ตัว รวมเป็น 6 ตัว ซึ่งขนส่งมาทีหลังพร้อมกับชิ้นส่วนของผังอื่น ทำให้งานโครงสร้างล่าช้าไป 7 วัน



ภาพที่ 5.92 ชิ้นส่วนคาน B8 ขาด 6 ตัวในผัง 209, 211, 213 และ 214

ภาพที่ 5.93 ชิ้นส่วนคาน B8 ที่ขาดไป ยังไม่ได้ยกในผัง 209 เนื่องจากขนส่งชิ้นส่วนมาไม่ครบ

<u>สาเหตุ</u>

ผู้ควบคุมขั้นตอนการส่งไม่มีความรอบคอบ ไม่ตรวจสอบให้ดี และในขั้นตอนการส่ง ส่งชิ้นส่วนแบบรวมเสาเฉพาะเสา คานเฉพาะคาน ไม่ได้ส่งมาทีละหลังการตรวจสอบจึงทำได้ยากเพราะจำนวนชิ้นส่วนมีมาก ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาก็ต้องส่งชิ้นส่วนตามมาในภายหลัง

5.2.1.3 ปัญหาของพื้นที่ในการเข้าถึง และทำงาน

ถนนยังสร้างไม่เสร็จตอนขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมายกวางที่ผัง ไม่สามารถทำได้เนื่องจากขณะนั้นกำลังก่อสร้างถนนหน้าผังอยู่ จึงต้องยกวางชิ้นส่วนในผังอีกฝากหนึ่ง ทำให้เสียเวลาในการยกชิ้นส่วนกลับเข้ามาที่ผังก่อสร้างอีกครั้ง เสียเวลาและค่าใช้จ่าย Crane

ภาพที่ 5.94 ชิ้นส่วนสำเร็จที่วางระเกะระกะในผังอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งผังในการก่อสร้าง เนื่องจากกำลังก่อสร้างถนน รถขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่สามารถเข้าได้

ขณะเริ่มทำการยกชิ้นส่วนคานและเสาสำเร็จรูปชั้นที่ 1 ในผัง 210 และ 212 ในวันนั้นถนนยังบ่มคอนกรีตไม่เสร็จ ไม่สามารถนำรถ Crane เข้าไปทำงานได้ ต้องให้ Crane ตั้งที่ถนนหน้าผังอีกฝากหนึ่งแล้วยกชิ้นส่วนประกอบติดตั้ง ซึ่งทำได้ค่อนข้างลำบาก เพราะต้องยืด Crane ออกสุด

ภาพที่ 5.95 ถนนคอนกรีตเพิ่งสร้างเสร็จต้องบ่มคอนกรีต รถCrane เข้าไม่ได้ จึงต้องเข้าไปตั้ง Crane ในผังด้านหลังผังก่อสร้าง

<u>สาเหตุ</u>

ขาดการวางแผนงานที่ดีในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน และการประสานงานที่ดีกับโครงการ และผู้ผลิตชิ้นส่วนเรื่องกำหนดเวลาในงานที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง

5.2.1.4 ปัญหาการกองเก็บชิ้นส่วนไม่เรียบร้อย

เนื่องจากไม่ทีที่กองเก็บเป็นสัดส่วนเฉพาะ จึงต้องวางตามบริเวณที่ว่างของผัง และการขนส่งยกลงไม่เป็นระเบียบ ชิ้นส่วนบางชิ้นขนส่งมาไม่พร้อมกันจึงยกกองเก็บไม่ตรงกับผังของชิ้นส่วน ทำให้การยกประกอบติดตั้งในบางครั้งหาชิ้นส่วนไม่เจอ

ภาพที่ 5.96 แสดงการกองเก็บที่ไม่เป็นระเบียบ

ภาพที่ 5.97 ชิ้นส่วนขนส่งมาไม่พร้อมกัน ทำให้แยกชิ้นส่วนไปตามผังได้ลำบาก

สาเหตุ

ขั้นตอนการขนส่งและกองเก็บไม่ดีเท่าที่ควร ต้องจัดลำดับชิ้นส่วนที่จะวางในตำแหน่งของผังนั้นๆ

5.2.1.5 ปัญหาในการติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

1. ฐานราก Center Pin ไม่ได้ระดับ

เมื่อระดับบริเวณ Center Pin ต่ำกว่าระดับจริงจะมีผลกระทบต่อระดับหัวเสาชั้นที่1 ถ้าฝัง Center Pin ไม่ได้ระดับ (เอียง) เสาจะล้มดิ่งซึ่งถ้าล้มดิ่งมาก จะถอนเสาออกและปรับระดับ Center Pin ใหม่

ภาพที่ 5.98 ระดับฐานราก Center Pin ไม่ได้ระดับ 2 ต้น ในผัง 209 จึงต้องปรับระดับที่ฐานรากใหม่

สาเหตุ

การวัดระดับไม่ดี ไม่ได้ใช้กล้องวัดระดับ (กล้องเสีย), คอนกรีตที่หล่อฐานราก ในส่วนที่ฝัง Center Pin ส่วนผสมไม่ได้มาตรฐาน (สั่งคอนกรีตสำเร็จจากโรงงานมาเทแล้วเทไม่พอต้องผสมเอง) คอนกรีตมีการหดตัวมากจนระดับมีค่าระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน (Tolerence)

2. ระยะห่างของรอยต่อคานกับเสาเสากว้างหรือแคบไป

ระยะห่างห่างของช่วงปลายเสาในการติดตั้งคานชั้นที่ 2 กว้างหรือแคบไป ทำให้การติดตั้งคานชั้นที่ 2 มีความลำบาก ซึ่งเกิดได้จากการวางผังไม่ได้แนวมีค่าผิดพลาดมาก ซึ่งไม่ได้ใช้กล้องส่องแนว,ระดับ หรือเกิดจากเสาล้มดิ่งชั้นที่ 1 เมื่อเสาล้มดิ่งจะมีผลกับการติดตั้งคานชั้นที่ 2 เพราะระยะระหว่างเสา จะแคบลง หรือ กว้างขึ้น เป็นผลกระทบให้วางคานได้ลำบาก ถ้าระยะช่วงเสาแคบ (ต้องงัดถ่างเสาออก) หรือถ้าระยะกว้างขึ้น รอยต่ออาจมีระยะเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ซึ่งมีผลกระทบด้านความแข็งแรงต่อรอยต่อ ณ จุดนั้น

ภาพที่ 5.99 ในการติดตั้งคานชั้นที่2 บางครั้งช่างต้องใช้ค้อนกระแทก หรือ ใช้เหล็กงัดคานลงในช่วงเสา เนื่องจากระยะระหว่างเสานั้นแคบไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

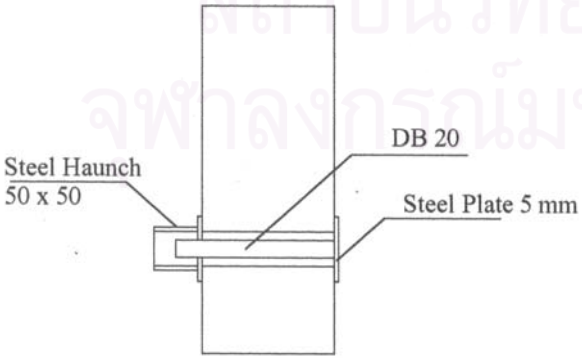
<u>สาเหตุ</u>

ในขั้นตอนการวางผังขาดความแม่นยำ ไม่ได้ใช้กล้องวัดระดับ หรือในขั้นตอนก่อนหน้าการเชื่อมแน่นนั้นไม่มีการยึดดาม (Bracing) หลังจากที่ได้ดิ่งเสาแล้ว เมื่อมาเชื่อมแน่นเสาอาจล้มดิ่งได้เนื่องจากความร้อนในการเชื่อมทำให้เหล็กบิดงอ จนเกินผลกระทบต่อการวางคานในชั้นที่ 2 ที่ช่วงเสาจะมีระยะที่แคบลง หรือกว้างขึ้นซึ่งอาจเกินค่าเผื่อความคลาดเคลื่อน

3. ยกประกอบติดตั้งผิด

ชิ้นส่วนคาน B6A ที่เป็นชิ้นส่วนที่มีความผิดพลาดของชิ้นส่วนจากผู้ผลิต ถูกยกติดตั้งผิดในผัง 210 เมื่อตรวจสอบดูจึงรู้ว่าชิ้นส่วนผิดพลาด ทำให้การยกคานฝาก B6B ที่มีความต่อเนื่องไม่ได้ต้องไปยกประกอบติดตั้งชิ้นส่วนอื่น หรือผังอื่นก่อนเพื่อรอการปรับเปลี่ยนหน้างาน

ภาพที่ 5.100 ชิ้นส่วนคาน B6A ที่ยกติดตั้งผิด เนื่องจากชิ้นส่วนมีความผิดพลาดจากโรงงานผลิต ถูกแก้ไขหน้างาน ด้วยการเจาะรูทะลุคานแล้วทำเดือยรับคาน B6B ในตำแหน่งที่ถูกต้อง



ภาพที่ 5.101 แสดงรายละเอียด การแก้ไขหน้างานของตำแหน่งเดือยคาน B6A

ภาพที่ 5.102 เดือยสำรอง

สาเหตุ

ขาดความรอบคอบในการตรวจสอบชิ้นส่วนในขั้นตอนรับของ และก่อนการยกประกอบติดตั้ง

4. การติดตั้งชิ้นส่วนใช้ระยะเวลานาน

การติดตั้งชิ้นส่วนทำได้ช้ากว่าที่ควร โครงสร้างโดยรวมใช้เวลาประมาณ 1วัน (8 ชม.) เนื่องจาก การกองเก็บไม่เป็นระเบียบ ระยะคลาดเคลื่อน และจุดอ้างอิงในการติดตั้งไม่สามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงได้อย่างที่ควรจะเป็น

ภาพที่ 5.103 การติดตั้งคานชั้นที่2บางตัว ระยะเสาแคบ เสียเวลางัด ดึงเอาคานลง

ภาพที่ 5.104 ช่างต้องใช้ค้อนตอกเสาให้เข้าตำแหน่งเพราะไม่มีจุดอ้างอิง

สาเหตุ

การกองเก็บไม่มีระเบียบ ทำให้เพิ่มระยะเวลา Crane, การวางผังระยะคลาดเคลื่อนเพราะไม่ใช้กล้องระดับ, ไม่มีตัวอ้างอิง Center Pin หรือท่อนเหล็กกล่อง 1” x 1” ที่เสียบไว้ก็ไม่สามารถเป็นจุดอ้างอิงได้ เพราะรูใต้เสา นั้นก็ไม่ตรงจุดกึ่งกลางเสา ทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องต้องมีความเที่ยงตรงแม่นยำเที่ยงตรง มีการวางแผนงานที่ดี จึงทำให้การประกอบติดตั้งง่าย ไม่มีปัญหา

5.2.1.6 ปัญหาการแตกหัก,เสียหายของวัสดุในส่วนของชิ้นส่วนเสาและคาน

1. คานยื่นรับแม่บันได

ในขั้นตอนการติดตั้งจะมีการงัดคานให้ลงเดือยทำให้คานรับแม่บันไดที่เป็นคานยื่น(Cantilever Beam) รูปตัวU เสียหายที่ผัง 214 จำนวน 1ชิ้นส่วน จากชิ้นส่วนโครง

สร้างทั้งหมด 94 ชิ้น 6 หลัง รวม 564 ชิ้น **อัตราความเสียหายวัสดุส่วนโครงสร้างเฉพาะเสาและคานเท่ากับ 0.18 %** (ไม่รวมชิ้นส่วนบันได และคานบันได)

ภาพที่ 5.105 ช่างกำลังนำเอาคานบันไดออก

ภาพที่ 5.106 สภาพคานบันไดที่แตกร้าว

<u>สาเหตุ</u>

ขาดความระมัดระวังในการติดตั้ง เพราะคานยื่น (Cantilever Beam) รูปตัว Uนั้นติดตั้งได้ลำบาก

2. ชิ้นส่วนบันได

ลูกบันได และชานพัก มีความบอบบาง เกิดการแตกหักเสียหายได้ง่าย เมื่อมีการกระทบแรงๆ ทั้ง 6 ผัง ลูกบันได P1 เสียหาย 5 ชิ้น ชิ้นส่วนชานพัก P4 เสียหาย 4 ชิ้น ชิ้นส่วนชานพัก P1 เสียหาย 3 ชิ้น (จากชิ้นส่วนแม่บันได ลูกนอนและชานพักบันไดทั้งหมด 138 ชิ้น 6 ผัง คิดเป็น**อัตราการสูญเสียวัสดุชิ้นส่วนบันไดสำเร็จรูป เท่ากับ 8.69 %**

ภาพที่ 5.107 ชิ้นส่วนลูกบันได P1 ที่เสียหายจากการย้ายกองเก็บชิ้นส่วน

<u>สาเหตุ</u>

แตกหักจากการยกย้ายชิ้นส่วน วางซ้อนทับกัน เพราะการกองเก็บไม่ดี และเมื่อติดตั้งแล้วการเหยียบ ขนของหนักขึ้นบันไดขณะยังไม่ได้ปรับระดับ และ Finishing ทำให้ชิ้นส่วนลูกบันได และชานพักสำเร็จรูปเสียหาย

5.2.1.7 ปัญหารอยต่อบริเวณช่วงคานยื่น

รอยต่อบริเวณช่วงคานยื่น (Cantilever Beam) รูปตัว U นั้น ติดตั้งได้ลำบากเพราะต้องมีค้ำยัน และถ้าเป็นในกรณีของอาคาร 3 ชั้นจะทำการค้ำยันได้ลำบาก ซึ่งคานยื่นนี้ต้องติดตั้งหลังสุด หลังจากติดตั้งคานธรรมดาตัวอื่นเรียบร้อยแล้ว ใช้เวลาติดตั้งนานกว่าคานธรรมดาทั่วไป และระดับมีปัญหาได้ง่าย หลังจากถอดการค้ำยันออกแล้ว คานอาจบิดจนระดับเสีย ซึ่งรอยต่อบริเวณคานยื่นในส่วนชานพักบันไดของทุกผัง จำนวน 6 หลัง พบว่าเหล็กฉากที่เชื่อมต่อบริเวณด้านบนปลายคานกับเนื้อคอนกรีต และแผ่นเหล็กเสริมที่ติดอยู่กับเสา มีการแยกออกจากกันเนื่องจากเกิดแรงดึง ซึ่งในจุดนี้ถ้าป้องกันไม่ดี ความชื้น และน้ำเข้าไปได้อาจเกิดสนิมกับเหล็กทำความเสียหายกับโครงสร้างได้

ภาพที่ 5.108 การติดตั้งคานยื่นตัว U ที่ต้องค้ำยัน

ภาพที่ 5.109 บริเวณที่เกิดการแตก (Crack)

<u>สาเหตุ</u>

ลักษณะคานยื่นจะมีแรงดึงมากที่จุดบริเวณรอยต่อคานด้านบน โดยน้ำหนักของคอนกรีตที่เป็นน้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Load) ก็มีค่ามากอยู่แล้ว แรงดึงนี้ทำเกิดรอยแยกออกระหว่างเหล็กฉากปลายคาน และเนื้อคอนกรีตเมื่อมีการเสริมเหล็กไม่เพียงพอ

5.2.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และการกรุผนังฉนวน

ปัญหาในส่วนของการใช้แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงนั้น จะเก็บข้อมูลจากบ้านกรณีศึกษาเพียงผัง 210 หลังเดียว

5.2.2.1 ปัญหาการติดตั้ง

1. เสียเวลาในการตัดแผ่นผนัง และประกอบติดตั้ง

การติดตั้งแผ่นทำได้ช้า เพราะต้องมาตัดที่หน้างาน ขาดความได้เปรียบของระบบสำเร็จรูป ซึ่งควรมาประกอบติดตั้งได้เลย

ภาพที่ 5.110 ช่างดีดเต้าเตรียมตัดแผ่น ภาพที่ 5.111 การติดตั้งต้องตัดแต่งแผ่นหน้างานมาก

<u>สาเหตุ</u>

เนื่องจากแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงไม่มีการตัดเป็นชิ้นส่วนจากโรงงานเพื่อมาประกอบในสถานที่ก่อสร้าง จึงจำเป็นต้องตัดแต่งในสถานที่ก่อสร้างทำให้เสียเวลาในการประกอบติดตั้ง ในทางปฏิบัติแล้วโรงงานผลิตแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ซึ่งอยู่ในเครือบริษัทเดียวกันกับผู้รับเหมา (บริษัท TG Building System จำกัด) สามารถตัดแต่งแผ่นมาให้ได้ แต่ในกรณีนี้เนื่องจากโรงงานมี Order การผลิตจากต่างประเทศมากไม่สามารถตัดแผ่นให้ได้ทันเวลา

2. มลภาวะจากเศษ, ฝุ่น จากแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

การตัดแต่งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงนี้ ก่อให้เกิดฝุ่นเป็นอันมาก ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ

ภาพที่ 5.112 การตัดแต่งแผ่นที่หน้างานก่อให้เกิดฝุ่น เป็นมลพิษทางอากาศ

<u>สาเหตุ</u>

แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงนี้ ประกอบไปด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เซลลูโลสไฟเบอร์ หินบดละเอียด สารเคมี และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม เนื่องจากมีส่วนผสมของเซลลูโลสไฟเบอร์ พวกเยื่อกระดาษจึงทำให้มีฝุ่นมากเวลาตัดแต่งแผ่น เมื่อมาตัดในสถานที่เปิดโล่งในสถานที่ก่อสร้าง

3. รอยต่อยึดกับโครงสร้าง และรอยต่อยึดแผ่นกับแผ่นไม่เรียบร้อย

รอยต่อยึดกับโครงสร้างดูไม่เรียบร้อย และเป็นงานเปียก ต้องบากแผ่นเสียบเหล็กยึดกับ เหล็กที่ต้องเสียบไว้กับโครงสร้างอีกที ส่วนรอยต่อแผ่นกับแผ่น ก็ต้องบากแผ่นเสียบเหล็กและโบกปูนทับ

ภาพที่ 5.113 ช่างเสียบกรอกปูนเหล็กสำหรับหิ้วผนัง ภาพที่ 5.114 การยึดแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กับคาน ค.ส.ล

ภาพที่5.115 การติดยึดแผ่นผนังกับอะเสเหล็ก

ภาพที่5.116 อุปกรณ์การยึดเกาะแผ่น

สาเหตุ

ช่างไม่ได้ใช้อุปกรณ์ยึดแผ่นกับโครงสร้าง (Bracket) ที่ผลิตขึ้นเฉพาะสำหรับใช้กับผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงเนื่องจากทางผู้ผลิตส่งอุปกรณ์ในการยึดตัวนี้มาล่าช้า

4. การติดตั้งเหนือบริเวณช่องเปิด

การติดตั้งเหนือบริเวณช่องเปิดทำได้ลำบาก บางจุดช่างหิ้วแผ่นในแนวดิ่งเหนือบริเวณช่องเปิดซึ่งผิด ควรวางแผ่นแนวนอนซึ่งจะถ่ายน้ำหนักลงแผ่นด้านข้างช่องเปิด (ควรวางแผ่นแนวนอนซึ่งจะถ่ายน้ำหนักลงแผ่นข้างช่องเปิดได้ หรือออกแบบช่องเปิดโล่งติดโครงสร้างด้านบนเลย)

ภาพที่ 5.117 การค้ำยันในส่วนช่องเปิด

ภาพที่ 5.118 การติดตั้งขวางแผ่นผนังส่วนช่องเปิด

สาเหตุ

การติดตั้งแผ่นเหนือช่องเปิดถ้าไม่วางแผ่นขวางถ่ายน้ำหนักลงแผ่นข้างช่องเปิด ก็ต้องหิ้วแผ่นแผ่นด้วยเหล็กยึดกับส่วนโครงสร้างด้านบน

5. แรงงานไม่ชำนาญงาน

เนื่องจากผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงนี้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ แรงงานยังไม่มีความคุ้นเคย ทำให้งานล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานกรุผนังฉนวนซึ่งจำเป็นต้องใช้ช่างที่มีประสบการณ์ความชำนาญ ซึ่งมีช่างน้อยรายที่เคยทำงานกรุผนังฉนวนนี้

<u>สาเหตุ</u> ช่างไม่เคยก่อสร้างผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และกรุผนังฉนวนภายนอก จึงต้องก่อสร้างกันไปฝึกกันไป และขาดอุปกรณ์ยึดแผ่นกับโครงสร้าง (Bracket) จึงทำให้การติดตั้งแผ่นผนังช้ากว่าปกติ

5.2.2.2 ปัญหาการสูญเสียวัสดุ

จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่าแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงมาเป็นขนาดมาตรฐาน คือ ความหนาแผ่น 5 ซม. ขนาดความกว้าง 0.60 ม. ส่วนขนาดความยาวสามารถสั่งได้ ซึ่งใช้ขนาด 2.65 ม. (ผนังด้านล่าง) และ 2.90 ม. (ผนังด้านบน) การมาตัดแต่งแผ่นผนังก่อนทำการประกอบติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างทำให้สูญเสียวัสดุมาก เพราะบางแผ่นเมื่อตัดในส่วนที่ต้องการใช้แล้ว ส่วนที่เหลือจะใช้ไม่ได้เลย ซึ่งต้องทิ้งไป **อัตราการสูญเสียวัสดุเท่ากับ 12.56 %** (ปริมาณพื้นที่ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง 267 ตร.ม.ต่อบ้านแบบ ชลวารี 1 หลัง,ชั้นล่าง = 113.88 ตร.ม., ชั้นบน = 153.12 ตร.ม. ปริมาณสั่งซื้อแผ่นผนังรวมทั้งหมดเท่ากับ 300.6 ตร.ม.)

ภาพที่ 5.119 เศษแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ทางยาว

ภาพที่ 5.120 เศษแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เหลือ

<u>สาเหตุ</u>

ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงมีขนาดตายตัว ทางโรงงานผู้ผลิตไม่ได้ตัดขนาดแผ่นมาเพื่อประกอบติดตั้งเลย ซึ่งเสียประสิทธิภาพของระบบสำเร็จรูปไป เมื่อนำมาตัดแต่งตามความยาวของแผ่น เศษที่เหลือจะใช้ประโยชน์ได้น้อยหรือไม่ได้เลย

5.3 ผลการศึกษาด้านต้นทุน และเวลาในการก่อสร้าง

5.3.1 หมวดงานก่อสร้าง

เพื่อให้สะดวกในการเปรียบเทียบราคา ต้นทุนการก่อสร้าง จึงได้แบ่งงวดงานก่อสร้างเป็นหมวดหมู่ โดยแบ่งตามชนิด ประเภทของงานดังต่อไปนี้

5.3.1.1 งานโครงสร้าง

งานโครงสร้าง มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานตอกเข็ม, งานวางผัง, งานขุดดิน, งานฐานรากตอม่อ, งานเหล็กเสริม งานไม้แบบ และงานคอนกรีตเสาและคาน หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูป, งานโครงสร้างพื้น

5.3.1.2 งานหลังคา

งานหลังคา มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ, งานมุงกระเบื้องคอนกรีต, งานติดเชิงชาย, งานวางฉนวนกันความร้อน

5.3.1.3 งานผนัง

งานผนัง มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานก่ออิฐ หรือติดตั้งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง, งานหล่อเอ็นทับหลัง, งานฉาบปูน หรืองานฉนวนกันความร้อนผนัง

5.3.1.4 งานประตู หน้าต่าง และอุปกรณ์

งานประตู หน้าต่าง และอุปกรณ์ มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานติดตั้งวงกบไม้และบานประตู หน้าต่าง, งานประตู หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป, อุปกรณ์ประกอบประตู หน้าต่าง

5.3.1.5 งานระบบประปา และสุขาภิบาล

งานระบบประปา และสุขาภิบาล มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานเดินท่อระบบประปา, งานติดตั้งสุขภัณฑ์, งานถังเก็บน้ำ, งานบ่อเกรอะ –บ่อซึม

5.3.1.6 งานระบบไฟฟ้า

งานระบบไฟฟ้า มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานท่อร้อยสายไฟฟ้าในผนัง และฝ้าเพดาน, งานติดตั้งดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า

5.3.1.7 งานฝ้าเพดาน

งานฝ้าเพดาน มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานติดตั้งโครงเคร่าฝ้าเพดานอลูมิเนียม ภายนอก และภายใน, งานติดตั้งฝ้าเพดานยิบซั่ม และ

กระเบื้องแผ่นเรียบ

5.3.1.8 งานวัสดุตกแต่ง

งานวัสดุตกแต่ง มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ งานปูกระเบื้องพื้น และผนัง, งานปูปาร์เก้พื้นไม้, งานบัวไม้เชิงผนัง, งานวัสดุตกแต่งบันได

5.3.1.9 งานสี

งานสี มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน โดยมีรายละเอียดเป็น งานทาสีภายใน และภายนอก

5.3.1.10 งานเบ็ดเตล็ด และทำความสะอาด

งานเบ็ดเตล็ด มีรายละเอียดเป็นค่าวัสดุและแรงงาน เช่น ราวระเบียงลูกกรง, กันชนประตู, บล็อคแก้ว เป็นต้น

5.3.2 ราคาค่าก่อสร้าง

ราคาค่าก่อสร้าง แยกวัสดุและค่าแรงตามประเภทของงานของทั้ง 2 ระบบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ต้นทุนการก่อสร้างบ้านแบบ "ชลวารี" ด้วยระบบสำเร็จรูป
(ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง)

ลำดับที่	หมวดงานก่อสร้าง	ค่าวัสดุ (บาท)	ค่าแรงงาน (บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)
1	หมวดโครงสร้าง	190,219.80	37,525.00	227,744.80
2	หมวดงานหลังคา	78,145.24	14,985.00	93,130.24
3	หมวดงานผนัง	168,569.76	21,381.00	189,950.76
4	หมวดงานประตูหน้าต่าง	94,850.00	8,100.00	102,950.00
5	งานระบบประปาสุขาภิบาล	32,610.00	9,190.00	41,800.00
6	หมวดงานระบบไฟฟ้า	53,125.00	(รวมในอุปกรณ์)	53,125.00
7	หมวดงานฝ้าเพดาน	28,200.00	10,200.00	38,400.00
8	หมวดงานวัสดุตกแต่ง	78,480.00	32,350.00	110,830.00
9	หมวดงานสี	24,410.00	15,220.00	39,630.00
10	หมวดงานเบ็ดเตล็ด	25,000.00	1,000.00	26,000.00
	รวมทั้งสิ้น	773609.80	149,051.00	923,560.80
	รวมทั้งสิ้น (ไม่รวมภาษี)			923,560.80

ที่มา : จากการวิจัย

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดต้นทุนการก่อสร้างบ้านแบบ "ซลวารี" ด้วยระบบสำเร็จรูป

ลำดับที่	หมวดงานก่อสร้าง	ประเภทงาน	ค่าวัสดุ (บาท)	ค่าแรงงาน (บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)
1	งานโครงสร้าง	โครงสร้างเสา	133,579.80	26,900.00	160,479.80
		และคานสำเร็จรูป			
		ค่าขนส่ง	29,165.00		29,165.00
		ค่า Mobile Crane		8,125.00	8,125.00
		โครงสร้างพื้น	27,475.00	2,500.00	29,975.00
			190,219.80	37,525.00	227,744.80
2	งานหลังคา	โครงหลังคา	46,354.24	8,100.00	54,454.24
		มุงหลังคา	31,791.00	6,885.00	38,676.00
			78,145.24	14,985.00	93,130.24
3	งานผนัง	ไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง	79,887.76	9,345.00	89,232.76
		กรุฉนวน Amour wall	82,682.00	12,036.00	94,718.00
		ค่าขนส่ง	6,000.00		6,000.00
			168,569.76	21,381.00	189,950.76
4	งานประตู หน้าต่าง และอุปกรณ์		94,850.00	8,100.00	102,950.00
5	งานระบบประปา และสุขาภิบาล		32,610.00	9,190.00	41,800.00
6	งานระบบไฟฟ้า		53,125.00		53,125.00
7	งานฝ้าเพดาน		28,200.00	10,200.00	38,400.00
8	งานวัสดุตกแต่ง		78,480.00	32,350.00	110,830.00
9	งานสี (เหมารวม)		24,410.00	15,220.00	39,630.00
10	งานเบ็ดเตล็ดและทำความสะอาด		25,000.00	1,000.00	26,000.00
		รวม	773,609.80	149,951.00	923,560.80
		รวมทั้งสิ้น			923,560.80

ที่มา : จากการวิจัย

ตารางที่ 5.3 ต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านแบบ "ซลวารี" ด้วยระบบเดิม
(โครงสร้างเสาและคานคอนกรีตหล่อกับที่ และผนังก่ออิฐฉาบปูน)

ลำดับที่	หมวดงานก่อสร้าง	ค่าวัสดุ (บาท)	ค่าแรงงาน (บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)
1	หมวดโครงสร้าง	178,965.92	55,364.20	234,330.12
2	หลังคา	78,145.24	14,985.00	93,130.24
3	หมวดงานผนัง	81,425.00	68,445.00	149,870.00
4	หมวดงานประตูหน้าต่าง	94,850.00	8,100.00	102,950.00
5	งานระบบประปาสุขาภิบาล	32,610.00	9,190.00	41,800.00
6	หมวดงานระบบไฟฟ้า	53,125.00	(รวมในอุปกรณ์)	53,125.00
7	หมวดงานฝ้าเพดาน	28,200.00	10,200.00	38,400.00
8	หมวดงานวัสดุตกแต่ง	78,480.00	32,350.00	110,830.00
9	หมวดงานสี	24,410.00	15,220.00	39,630.00
10	หมวดงานเบ็ดเตล็ด	25,000.00	1,000.00	26,000.00
	รวมทั้งสิ้น	675,211.16	214,85420	890,065.36
	รวมทั้งสิ้น			890,065.36

ที่มา : จากการวิจัย

5.3.3 ระยะเวลาในการก่อสร้าง

ระยะเวลาเป็นระยะเวลาในการก่อสร้างจริง ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาในขณะทำการก่อสร้างซึ่งแยกเป็นตารางเวลาของบ้านระบบสำเร็จรูป และบ้านระบบเดิมดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป
(ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง)

ลำดับที่	รายการ	วัน	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	งานดิน วางผัง และฐานราก	7					
2	งานโครงสร้างเสาคานสำเร็จรูป	6					
3	งานสร้างพื้น	6					
4	งานหลังคา	11					
5	งานผนังไฟเบอร์ซีเมนต์,กรุฉนวน	20					
6	งานประตูหน้าต่างไม้	14					
7	งานฝ้าเพดาน	15					
8	งานหน้าต่างอลูมิเนียม	5					
9	งานวัสดุตกแต่ง	15					
10	งานสี	7					
11	งานระบบประปาและสุขาภิบาล	12					
12	งานระบบไฟฟ้า	7					
รวมทั้งสิ้น		83 วัน (11 สัปดาห์)					

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 ระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบเดิม
(โครงสร้าง ค.ส.ล หล่อในที่ และผนังก่ออิฐฉาบปูน)

ลำดับที่	รายการ	วัน	4 สัปดาห์	4สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	งานดิน วางผัง และฐานราก	6					
2	งานโครงสร้างเสาคาน ค.ส.ล.หล่อในที่	28					
3	งานสร้างพื้น	7					
4	งานหลังคา	11					
5	งานก่อผนัง ฉาบปูน	30					
6	งานประตูหน้าต่างไม้	14					
7	งานฝ้าเพดาน	15					
8	งานหน้าต่างอลูมิเนียม	5					
9	งานวัสดุตกแต่ง	20					
10	งานสี	7					
11	งานระบบประปาและสุขาภิบาล	12					
12	งานระบบไฟฟ้า	7					
รวมทั้งสิ้น		**120 วัน(16 สัปดาห์ หรือ 4 เดือน)**					

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง และสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ

ตารางที่ 5.6 ระยะเวลาขั้นตอนการผลิตและประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป (งานโครงสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูป)

งาน	ระยะเวลา					รวมวัน	แรงงาน	หมายเหตุ
	1สัปดาห์	1สัปดาห์	1สัปดาห์	1สัปดาห์	1สัปดาห์			
1. ขั้นตอนการผลิต								
1.1 ถอดแบบ						7		
1.2 ผลิตชิ้นส่วน						2	15	
1.3 บ่มชิ้นส่วน						3		
1.4 ขนส่งชิ้นส่วน						1		
						13		
2. ขั้นตอนการก่อสร้าง								
2.1 งานวางผังขุดดิน						1	3	
2.2 งานคอนกรีตหยาบ+ตัดเข็ม						4	2	
2.3 งานฐานราก, ผังCenter Pin						2	4	
2.4 งานติดตั้งคานคอดิน						1	6	crane 1 ชม.
2.5 งานติดตั้งเสาสำเร็จรูปชั้นที่1								crane 1 ชม. 55 นาที
2.6 เชื่อมแน่นรอยต่อชั้นที่1						2	2	
2.7 งานติดตั้งคานชั้นที่2						1	6	crane 4 ชม. 7 นาที
2.8 งานติดตั้งเสาสำเร็จรูปชั้นที่2								crane 15 นาที
2.9 เชื่อมแน่นรอยต่อชั้นที่2								crane 1 ชม. 20 นาที
2.10 งานติดตั้งบันไดสำเร็จรูป							4	crane 10 นาที
2.11 งานพื้นชั้นที่1						2	2	
2.12 งานพื้นชั้นที่2						3	6	
2.13 งานพื้นชั้นที่ 2						3	6	
						19		
	รวมเวลาทั้งสิ้น					26		

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (เดือน ตุลาคม 2545)

วันที่ 08/10/45

ติดตั้งเสาสำเร็จรูปชั้นที่1

วันที่ 10/10/45

ติดตั้งคานสำเร็จรูปชั้นที่ 2

วันที่16/10/45

เก็บงานรอยเชื่อม

วันที่ 13/11/45

ถึงงานติดตั้งบันไดสำเร็จรูป, พื้นชั้นที่1, ติดตั้งอะเสเหล็กรูปพรรณ

ภาพที่ 5.121 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปในผัง210

วันที่19/12/45

ถึงงานติดตั้งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง, วงกบประตูไม้, ระบบประปาและสุขาภิบาล

วันที่17/01/46

ถึงงานระบบไฟฟ้า (ช่วงการเปลี่ยนทีมงานของผู้รับเหมาชุดใหม่ และมีปัญหาการขาดแคลนแรงงาน)

วันที่ 06/02/46

ถึงงานเก็บรอยต่อผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง

ภาพที่ 5.121 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปในผัง210 (ต่อ)

วันที่ 07/03/46

ถึงงานติดตั้งคร่าวฝ้าเพดาน, กรุระบบผนังฉนวน Amour Wall

วันที่ 05/04/46

ถึงงานติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียม, ติดตั้งฝ้าเพดานยิบซั่ม, ทาสีรองพื้น (ผู้วิจัยเก็บข้อมูลถึงวันที่ 5 เมษายน 2546 ซึ่งผ่านงานในงวดที่ 3 เกิน 80%แล้ว) เหลืองานพื้นผิว ปูปาร์เก้, งานติดตั้งดวงโคมพร้อมอุปกรณ์, งานทาสี, งานติดตั้งสุขภัณฑ์)

ภาพที่ 5.121 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูปในผัง210 (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษา, เก็บข้อมูลจากสถานที่ก่อสร้าง และสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการของการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป และระบบเดิมแล้ว สามารถจำแนกหัวข้อรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้คือ เงื่อนไขการก่อสร้างด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูป, ผลการศึกษาด้านกระบวนการก่อสร้าง, ปัญหาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูป, ผลการศึกษาด้านต้นทุน เวลา และแรงงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 เงื่อนไขในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

การก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปนั้นมีต้นทุนในขั้นเริ่มแรก (Initial Cost) สูงกว่าการก่อสร้างระบบเดิม ทำให้เงื่อนไขในการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นจึงจำเป็นต้องพูดถึงเรื่องราคา ต้นทุนเป็นหลักโดยเงื่อนไขต่างๆนั้นจะมุ่งไปเพื่อการลดต้นทุน (Cost) ต่อหน่วย และเพิ่มสมรรถนะ (performance) ในงานก่อสร้างตามจุดม่งหมายของอาคารในระบบอุตสาหกรรม โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

6.1.1 การผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production)

จากผลการศึกษา ผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเสาและคาสำเร็จรูปและผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ (บริษัท TG Building System) รับก่อสร้างบ้านพักอาศัยเริ่มต้นในจำนวน 5 หลังขึ้นไป โดยมีรูปแบบอาคารที่เหมือนกันโดยขนาดพื้นที่ใช้สอยไม่ต่ำกว่า 60 ตร.ม ใช้ผังพื้นเดียวกัน เพราะจะมีการคุ้มทุนในการจัดสรรบุคลากรในการก่อสร้างและด้านบริหารจัดการรวมทั้งด้านเทคนิคต่าง ๆ เช่น การผลิตชิ้นส่วน การขนส่ง และการติดตั้ง เมื่อมีจำนวนมากค่าใช้จ่ายจะถูกลง[1]

6.1.1.1ด้านการจัดสรรแรงงานบุคลากรในการก่อสร้างและด้านการบริหารจัดการ

[1] สัมภาษณ์ พิฑูร โอสิริ, Technical Support Division Manager บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด, 16 มกราคม 2546

ยิ่งในการก่อสร้างในต่างจังหวัด ก็จะมีต้นทุนในการบริหารจัดการเพิ่มขึ้น การก่อสร้างเพียง 1 หลัง จะเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มากกว่าการก่อสร้างคราวละหลายหลัง ที่มีการเฉลี่ยค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร

6.1.1.2 ด้านกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เมื่อมีจำนวนการผลิตมากค่าใช้จ่ายยิ่งน้อยลงตามกระบวนการผลิต ต้นทุนในการผลิตผู้ผลิตก็จะมีค่าแรงงานในการถอดแบบ จากแบบก่อสร้างระบบเดิม ให้เป็นระบบสำเร็จรูป ซึ่งถ้าไม่ผลิตเป็นจำนวนมาก ผลิตแบบ 1 ต่อ 1 ก็จะกินต้นทุนในส่วนนี้มาก ซึ่งก็ยังไม่รวมถึงขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยากขึ้น เพราะต้องเริ่มกระบวนการผลิตใหม่ทั้งหมด

จากการสัมภาษณ์ มนศักดิ์ อู่ไพบูลย์ (กรรมการผู้จัดการ บ. ชูสินคอนกรีต จำกัด) สามารถรับผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพียง 1 หลัง แต่ราคาจะแพงกว่า 20 – 30 % ซึ่งมีตัวแปรของแบบก่อสร้าง ที่ต้องมีการถอดแบบก่อสร้างใหม่, แก้ไขแบบหล่อชิ้นส่วน และในส่วนมิติของขนาดชิ้นส่วนนั้นอาจต้องลดขนาดลงเพื่อประหยัดในด้านอื่นๆ ดังเช่น ค่าวัสดุ การขนส่ง เพราะชิ้นส่วนที่ใช้ก่อสร้างบ้านในกรณีศึกษาในแบบเดิม ขนาดมิติหน้าตัดเสาเดิมคือ 0.20 ม. x 0.20 ม. โดยชิ้นส่วนเสาสำเร็จมีขนาดที่ 0.15 ม. x 0.15 ม. พร้อมทั้งขนาดคานจากหน้ากว้าง 0.20 ม. ก็เปลี่ยนเป็น 0.15 ม.

6.1.1.3 การประกอบติดตั้ง

การยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งใช้รถยก Mobile Crane ที่ สามารถเช่า 1/2 วัน หรือ 1 วัน ราคาค่าเช่าวันละ 6,500 บาท, 1/2วัน 3,500 บาท [2] (ราคา ตุลาคม 2545) สามารถยกได้ คิดเป็นชั่วโมงละ 812.5 บาท (วันละ 8 ชม.) การก่อสร้างพร้อมกันคราวละหลายๆหลัง สามารถบริหาร Crane ได้สะดวกกว่าการประกอบติดตั้งเพียงหลังเดียว เพราะจากผลการศึกษาการติดตั้งคานและเสาคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นที่1 (แบบบ้านชลวารีพื้นที่ใช้สอยภายในชั้นที่1 ประมาณ 46 ตร.ม.) ใช้เวลาติดตั้งรวมประมาณ 3 ชม. และจำเป็นต้องเว้นระยะในบางช่วงงาน เช่น เมื่อยก วางคานสำเร็จรูปชั้นที่ 1 แล้ว มีการจัดปรับตำแหน่งระยะคานก่อนการยกติดตั้งเสาสำเร็จรูปชั้นที่ 1 ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 นาที ซึ่งในช่วงนี้ Crane สามารถไปยกชิ้นส่วนในหลังอื่นๆ ได้

[2] สัมภาษณ์ ชัยยันต์ ทองนอก. ผู้ควบคุมงานการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด, 12 ตุลาคม 2545

อีกทั้งการก่อสร้างคราวละหลายๆหลัง ก็สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในการประกอบติดตั้งได้ ยกตัวอย่างเช่นเมื่อเกิดความผิดพลาดของชิ้นส่วนในบางชิ้น การขาดชิ้นส่วน ก็สามารถกระทำการติดตั้งต่อในผังอื่นๆก่อนได้ ซึ่งเหตุผลต่างๆเหล่านี้สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายลงได้

6.1.2 การใช้ชิ้นส่วนซ้ำกัน (Repetition)

6.1.2.1 ลดต้นทุนในการผลิต

จากการศึกษาจากบทความแนวคิดและทฤษฎี การใช้ชิ้นส่วนซ้ำๆ กันจะทำให้ลดต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนได้ และในขั้นตอนการผลิตถ้าลดจำนวนชิ้นส่วนต่อหลังลงได้ ปัญหาในการผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต และการขนส่งลงได้ สามารถตรวจสอบควบคุมได้ง่ายขึ้น ถ้าเรามองในทางทฤษฎี การใช้ชิ้นสวนซ้ำ ๆ กันก็จะเหมือนหลักการของ Standarization จากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเห็นว่า ควรจะมีการลดชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงโดยใช้ขนาด " มาตรฐาน" ของโครงสร้างต่าง ๆ ขนาดของช่วงพาด (Span) ภายในอาคารพักอาศัยนั้นมีไม่กี่ขนาด ถ้าสามารถจัดระบบมาตรฐานชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ก็จะเป็นประโยชน์ในวงกว้าง เป็น Open System เหมือนในกรณีเช่น พื้นสำเร็จรูป ถ้าในกรณีนี้เราอาจมีชิ้นส่วนโครงสร้างเสาคานสำเร็จรูปใช้โดยทั่วไปได้เช่นกัน การผลิตเป็นจำนวนมาก ก็เป็นวิธีที่ทำให้เกิดชิ้นส่วนที่ซ้ำกันเหมือนกัน แม้ในอาคาร 1 หลัง ไม่มีชิ้นส่วนที่ซ้ำกันเลยแต่เมื่อผลิตหลาย ๆ หลังก็ทำให้มีชิ้นส่วนที่ซ้ำกัน หลักการการใช้ชิ้นส่วนที่ซ้ำกันนี้เองเป็นเงื่อนไขสำคัญในการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

6.1.2.2 สะดวกในการประกอบติดตั้ง

การที่ใช้ชิ้นส่วนเหมือนกัน หรือซ้ำกันมากๆนั้น นอกจากง่ายต่อการผลิตตรวจสอบ แล้ว การประกอบติดตั้งก็ทำได้ง่ายขึ้นด้วย เพราะลดความสับสน ความผิดพลาดในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนลง จากผลการศึกษาบ้านตัวอย่างกรณีศึกษา (ชลวารี ผัง 210) มีชิ้นส่วนโครงสร้าง (เสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป) ถึง 93 ชิ้นส่วน ถาดห้องน้ำสำเร็จรูป 1 ชิ้นส่วน รวมมีชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตทั้งหมด 56 แบบ และชิ้นส่วนบันไดสำเร็จรูปอีก 8 แบบ และยังไม่นับรวมชิ้นส่วนของบ้านในผังกลับด้านของผัง (209, 211, 213) ที่บางชิ้นส่วนเหมือนกัน และบางชิ้นส่วนต่างกันในรายละเอียดแม้จะมีขนาดมิติที่เหมือนกัน เช่น ตำแหน่งเดือยเหล็ก, ตำแหน่งการฝังท่อประปาในคาน เป็นต้น ที่เมื่อควบคุมตรวจสอบไม่ละเอียดถี่ถ้วนในขั้นตอนการผลิต จะเกิดปัญหาตามมาที่ขั้นตอนการติดตั้ง ดังเช่นปัญหาที่พบจากการวิจัยดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 5

6.1.3 การบริหารจัดการและควบคุมในกระบวนการผลิตและการก่อสร้าง

การจัดการในองค์กรเป็นหัวใจหลักเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการของระบบสำเร็จรูปให้มีความราบรื่น การควบคุมตรวจสอบต้องมีความรัดกุม มีแผนงานลำดับที่แน่นอนชัดเจน

6.1.3.1 การบริหารจัดการและควบคุมในขั้นตอนการผลิต

“Industrialization เป็นเนื้อหา สาระทางด้านองค์กร (Organization) ทั้งในและนอกบริษัท”[3] นั่นหมายถึง อาคารในระบบอุตสาหกรรมนั้น เกิดได้จากองค์กรเป็นหลักพื้นฐาน โดยใช้รูปแบบ เทคนิค กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมเป็นเครื่องมือ เพราะฉะนั้นการบริหารจัดการเป็นสิ่งสำคัญ

เป็นระบบทั้ง ต้นทุน, ทรัพยากรบุคลากร, ระบบเครื่องจักร, แผนงานที่ดี และการประสานงานภายในองค์กรที่ดี ย่อมเป็นสิ่งสำคัญ เพราะการผลิตในระบบโรงงานนั้นมีขั้นตอนที่แม่นยำ มีประสิทธิภาพสูง เป็นการลดปัญหา, เพิ่มสมรรถนะ

6.1.3.2 การบริหารจัดการละควบคุมในขั้นตอนการก่อสร้าง

การบริหารต้นทุน เวลาเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้นทุน ก็คือ แรงงาน, เครื่องจักร และวัสดุ ส่วนเวลา ก็คือแผนงาน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทั้ง เรื่องต้นทุน และเวลา การบริหารแผนงานการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปนั้นต้องมีแผนงานที่แน่นอนกว่าการก่อสร้างระบบเดิม ถ้าแผนงานผิดพลาดทำให้เวลาในการก่อสร้างเกินแผนงานไป ก็จะทำให้ความได้เปรียบในเรื่องเวลาของระบบกึ่งสำเร็จรูปนั้นลดน้อยไป และต้นทุนอาจจะเพิ่มขึ้นถ้ามีการบริหารที่ผิดพลาด ทั้งที่ต่อเนื่องมาจากขั้นตอนการผลิต และในขั้นตอนการก่อสร้างเอง การขาดการควบคุมที่ดี จะทำให้เกิดปัญหาที่ต้องมาแก้ไขในภายหลัง ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นได้

6.1.4 เงื่อนไขทางด้านเทคนิค

6.1.4.1 คมนาคม การเข้าถึง และพื้นที่ในการก่อสร้าง

ในหัวข้อนี้หมายรวมเกี่ยวกับการขนส่ง, ทางคมนาคม, พื้นที่การเข้าถึง (Access Area Available) ของชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเครื่องจักรที่ยกชิ้นส่วน, พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วน (ในแง่ที่ไม่ได้ยกชิ้นส่วนติดตั้งในทันทีจากรถขนส่งวัสดุ หรือในกรณีที่ยกชิ้นส่วนเมื่อรถขนส่งชิ้นส่วนมาก็ต้องมีพื้นที่ที่จะจอดรถและยกชิ้นส่วนได้) และสุดท้ายคือพื้นที่เข้าถึงที่ต้องการ (Acess Area Requires) หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า พื้นที่เข้าถึงในการทำงาน เพราะในการประกอบติดตั้งจะต้องมีพื้นที่พอที่จะทำงานได้ โดยไม่ได้หมายถึงเพียงแต่เฉพาะที่ดินบริเวณรอบอาคารที่จะติดตั้งเท่านั้น ยังหมายถึงที่ว่างในอากาศด้วย การถูกกีดขวางด้วยอุปสรรคบางอย่างอาจทำให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างยากลำบาก ยกตัวอย่างเช่น เสาไฟฟ้า เพราะฉะนั้นในขั้นตอนการติดตั้งนั้นจะ

---

[3] Testa, Carlo. The Industrialization of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977. p21.

ต้องคำนึงถึงว่าเครื่องจักรจะสามารถยกชิ้นส่วนไปประกอบยังตำแหน่งของมันได้หรือไม่ โดยปราศจากอุปสรรคจากสิ่งกีดขวาง

1. การขนส่งชิ้นส่วนใช้รถบรรทุก16 ล้อ (Trailor) สามารถบรรทุกชิ้นส่วนได้ประมาณ 1.5 หลัง (แบบบ้านพักอาศัยชลวารี) แบบบ้านชลวารีมีชิ้นส่วนสำเร็จรูปรวมทั้งหมด 121 ชิ้น (เฉพาะชิ้นส่วนโครงสร้างเสาและคานรวม 93 ชิ้น แผ่นพื้นห้องน้ำสำเร็จรูป 1 ชิ้น ชิ้นส่วนคานบันได 4 ชิ้น ชิ้นส่วนลูกบันไดและชานพัก 23 ชิ้น) ชิ้นส่วนหนักสุดประมาณ 700ก.ก. (ชิ้นส่วนถาดห้องน้ำชั้นที่2) ถ้าทางคมนาคมไม่สะดวกในการขนส่งด้วยรถ 16 ล้อ ก็จำเป็นต้องใช้รถที่เล็กกว่าซึ่งค่าขนส่งอาจสูงขึ้นได้

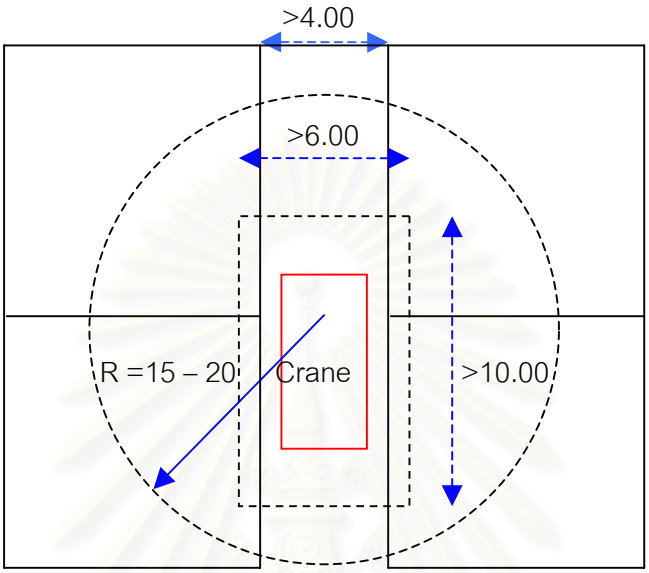
2. พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วน ที่จำเป็นต้องใช้ จากการศึกษาใช้พื้นที่ประมาณ 25 ตร.ม. โดยควรเป็นพื้นระดับ มีการเตรียมจุดรองรับให้ดี กันชิ้นส่วนเสียหาย ควรเป็นพื้นที่ที่ใกล้ที่สุดกับผังที่จะทำการยกชิ้นส่วน การมีคลังชิ้นส่วน (Stock) ที่หน้างาน ที่เป็นระเบียบมีการจัดเตรียมลำดับที่ดี จะทำให้การติดตั้งมีความสะดวกมาก ประหยัดเวลา การใช้ Crane

3. ถนนเป็นส่วนสำคัญในการก่อสร้างด้วยการใช้ชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูปและการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปอื่น ๆ จากการเก็บข้อมูลพบว่า ถ้าใช้ Mobile Crane (25 ton) ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ถนนหน้ากว้างไม่ต่ำกว่า 4.00 ม. ส่วนพื้นที่ตั้ง Crane ต้องมีพื้นที่กางขาของ Crane อีก คือ จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการตั้ง Crane ได้สะดวกไม่ต่ำกว่า 6.00 ม. x 10.00 ม. (ขนาดรถ Mobile Crane 2.40 x 8.00 รวมระยะกางขา Crane อีกข้างละประมาณ 1.5 ม.) และพื้นที่นี้ควรเป็นพื้นที่ที่รับน้ำหนักตัวรถและวัสดุได้ ถ้าเป็นดินต้องมีการเสริมฐานเป็นแพรับ ส่วนรัศมีในการยกชิ้นส่วนของ Mobile Crane (25 ton) นั้นอยู่ประมาณ 15 - 20 ม. โดยขึ้นอยู่กับน้ำหนักชิ้นส่วน ในกรณีหากถนนไม่กว้างพอมีสิ่งกีดขวาง การเข้าถึงทำได้ยาก การยกติดตั้งมีสิ่งกีดขวาง จะเป็นอุปสรรคอย่างมาก ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรชนิดอื่นแทน

ภาพที่ 6.1 การยกชิ้นส่วนต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง

ภาพที่ 6.2 การรองฐานCrane ต้องแข็งแรงพอ

4. พื้นที่ที่เหมาะสมในการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโดยใช้ Mobile Crane (25 ton) นั้นควรใช้รัศมีให้ได้ประโยชน์สูงสุดคือสามารถกินพื้นที่บริเวณส่วนการยกชิ้นส่วนได้มากที่สุด โดยเคลื่อนย้าย Crane น้อยที่สุดดังภาพที่ 6.3 โดยไม่มีสิ่งกีดขวางในการเข้าถึง และการติดตั้ง เช่น เสาไฟฟ้าเป็นต้น



ภาพที่ 6.3 แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้ Crane ให้มีประสิทธิภาพ ครอบคลุมผัง 4 ผัง

6.1.4.2 เทคนิคในกระบวนการผลิต และการก่อสร้าง

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นย่อมมีความแตกต่างและขั้นตอนที่ยากกว่าการก่อสร้าง ค.ส.ล. หล่อในที่ ตั้งแต่การคำนวณออกแบบชิ้นส่วน, วัสดุคอนกรีตที่ต้องมีความแข็งแรงมากกว่าปกติที่ 350 ksc การคิดแบบหล่อ การถอดแบบหล่อ การบ่ม การขนส่ง ไปจนถึงขั้นตอนในการประกอบติดตั้งการก่อสร้าง วิธีการ (Method) ในการก่อสร้าง ต้องมีลำดับขั้นตอน (Sequence), มีความแม่นยำ (precision) ในการควบคุมความผิดพลาด (Error) ให้อยู่ในระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่กำหนดไว้ ซึ่งต่างจากการก่อสร้างแบบเดิม

โดยเทคนิคเหล่านี้ ก็ต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่แตกต่างไปจากการก่อสร้างระบบเดิม ซึ่งก็ต้องมีความเข้าใจ และมีการฝึกฝนวิธีการต่างๆ เช่นการวัดระดับด้วยกล้อง ซึ่งมีความสำคัญมากในขั้นตอนก่อสร้าง ที่จะทำให้การประกอบติดตั้งไม่มีปัญหา พร้อมกับมีคุณภาพที่ดี ค่าความคลาดเคลื่อนน้อย

6.1.4.3 แรงงานฝีมือ

แรงงานในการก่อสร้างต้องเป็นแรงงานกึ่งชำนาญ (Semi-Skilled Labour) ส่วนผู้ควบคุม หรือโฟร์แมนนั้นต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ ที่สามารถควบคุมการผลิต

และก่อสร้างให้ได้ตามมาตรฐาน แรงงานปกตินั้นต้องมีการฝึกฝน ในเบื้องต้นเพื่อให้คุ้นกับงาน ซึ่งไม่คุ้นเคยมาก่อน ซึ่งใช้เวลาไม่นานเพียง 1- 2 เดือนเท่านั้น

6.2 การวิเคราะห์บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป

6.2.1 รอยต่อชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

พฤติกรรมการรับแรงขององค์อาคารประเภทชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูปรอยต่อเชื่อมด้วยเหล็กลักษณะนี้นั้น จะมีความแข็งเกร็ง (Rigidity) น้อยกว่าองค์อาคารคอนกรีตประเภทหล่อในที่ เนื่องจากความต่อเนื่องของตัวเนื้อวัสดุนั้นน้อยกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่รอยต่อนั้นเป็นแบบแห้ง ซึ่งรอยต่อชนิดนี้ส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้เป็นลักษณะSimply Support หรือ Semi-Rigid Connection เพราะฉะนั้นพฤติกรรมของเสาและคานนั้นจะต่างจากพฤติกรรมของเสาและคานแบบหล่อในที่ ที่จะมีลักษณะเป็นโครง (Frame) มากกว่าเป็นข้อต่อรับโมเมนต์ (Moment Connection) ซึ่งก็สามารถจะรับแรงที่กระทำแนวราบได้ดีกว่า การออกแบบต้านทานแรงด้านข้างจึงเน้นที่ฐานเสาต่อกับฐานรากในลักษณะยึดตึงแน่น (Fixed) ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว

เพราะฉะนั้นแล้วการก่อสร้างที่สูงกว่า 5 ชั้นในรูปแบบลักษณะรอยต่อแบบดังกล่าว ควรจะมีการเสริมจุดในการรับแรงกระทำในด้านข้าง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของโครงสร้างโดยรวมนอกเหนือจากความลำบากในการยกประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารที่มีความสูงเกิน 3 ชั้นแล้ว และก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น ความชะลูดของอาคาร

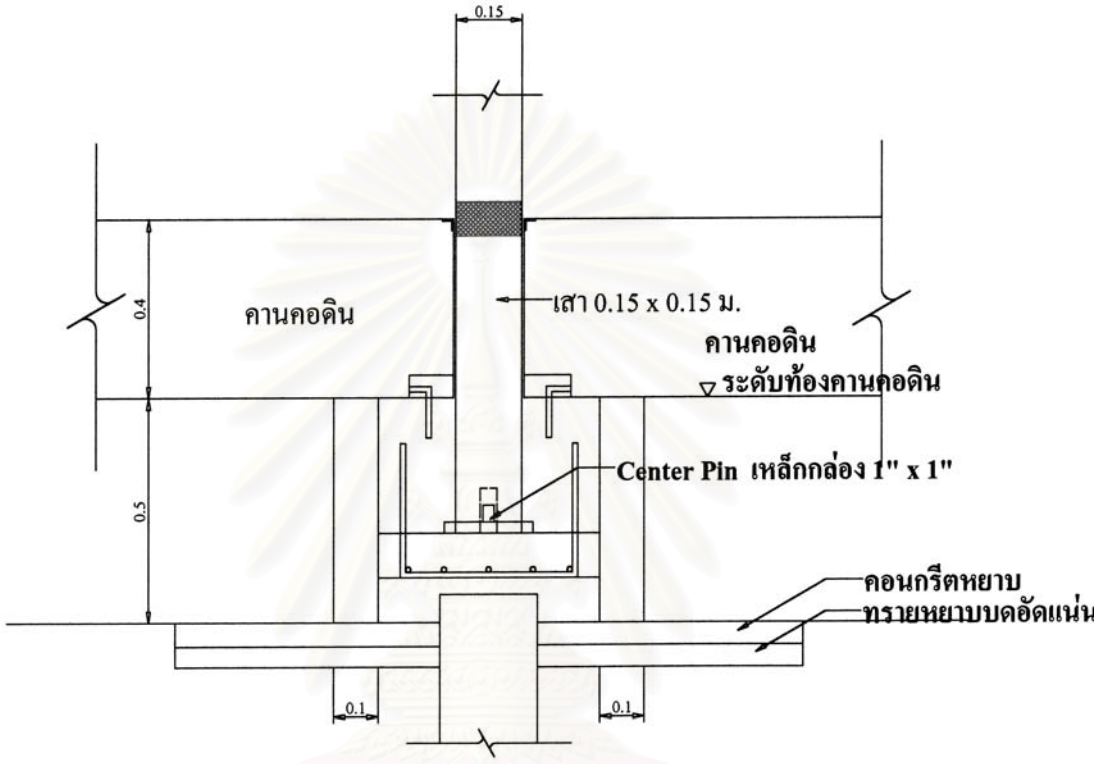
พฤติกรรมของรอยต่อในระบบกึ่งสำเร็จรูปชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูป มีดังต่อไปนี้

6.2.1.1 พฤติกรรมรอยต่อระหว่างเสา - คานคอดินกับฐานราก

เสาจะรับน้ำหนักบรรทุกซึ่งเป็นแรงแนวแกนที่ถ่ายลงมาจากคานชั้นบนส่งผ่านลงมาในรูปแบบของแรงอัด ถ่ายลงสู่ฐานราก ซึ่งฐานรากคอนกรีตที่ถูกหล่อขึ้นมาหุ้มเสาไว้จะทำหน้าที่ยึดเสาไว้ และรับแรงดัด (Bending) ที่เกิดขึ้น พร้อมจะเกิดแรงเฉือน กับเดือยบนแผ่นเหล็ก Center Pin ที่เสาเสียบหุ้มอยู่ พฤติกรรมรอยต่อระหว่างเสากับฐานรากจะเป็นตรึงแน่น (Fixed)

ส่วนคานคอดินที่วางนั่งอยู่บนฐานราก และเสียบเหล็กทิ่มลงไปด้วยในการเทคอนกรีตฐานรากนั้น จะยึดคานคอดินกับฐานรากไว้ด้วยกัน คานคอดินก็จะถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงสู่ฐานราก โดยที่คานคอดินนี้ไม่ได้วางบนเดือยที่ติดอยู่กับเสาดังเช่นคานชั้นที่2 จะมีแต่

การเชื่อมเหล็กบริเวณด้านบนเท่านั้น ที่ทำหน้าที่ยึดคานไว้กับเสากันคานพลิก (Rotation) ทำให้จุดรอยต่อนี้มีพฤติกรรมเป็นเป็นลักษณะกึ่งแข็งเกร็ง (Semi – Rigid)

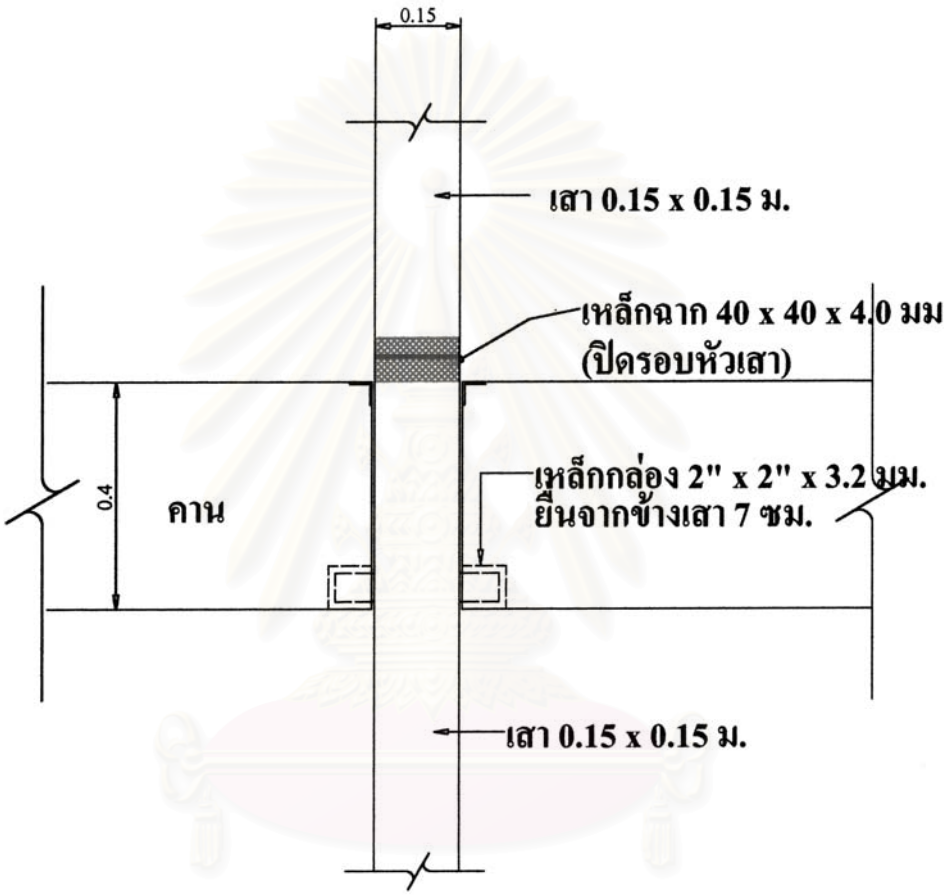


ภาพที่ 6.4 แสดงรอยต่อระหว่างเสา - คานคอดินกับฐานราก

6.2.1.2 พฤติกรรมรอยต่อระหว่างเสาและคาน

ทางผู้ออกแบบ (บริษัท ชูสิน คอนกรีต จำกัด)ออกแบบจุดรองรับน้ำหนักของเสาและคานเป็น Simply Support โดยมีเดือยรับแรงเฉือน (Shear) ที่คำนวณให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจากคานได้ทั้งหมด โดยการเชื่อมด้านบนของรอยต่อทำหน้าที่กันคานพลิก (Rotation) ซึ่งเมื่อ จุดเดือย และจุดเชื่อมด้านบน 2 จุดทำหน้าที่รวมกันเมื่อบรรทุกน้ำหนัก จะทำให้พฤติกรรมของรอยต่อนี้เป็นลักษณะกึ่งแข็งเกร็ง (Semi – Rigid)

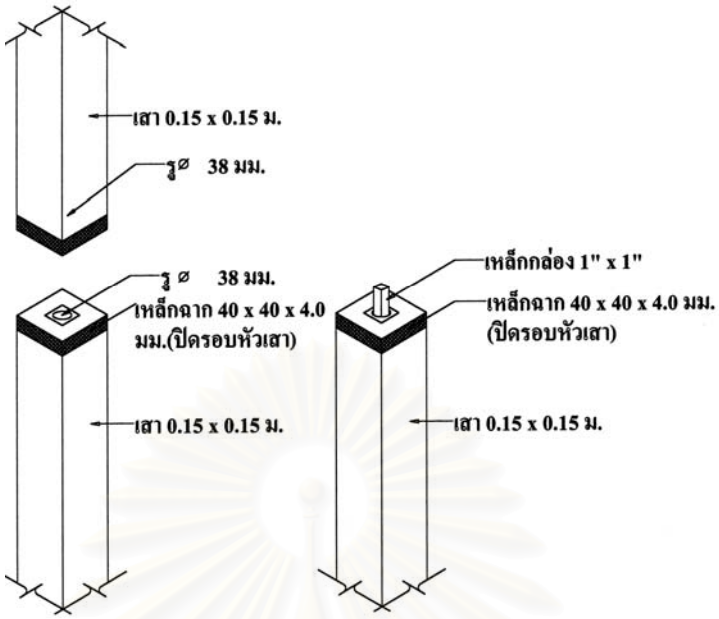
เดือยเหล็กที่ออกแบบไว้ นอกจากทำหน้าที่เป็นเดือยรับแรงเฉือนของน้ำหนักบรรทุกแล้ว ในขณะติดตั้งยังทำหน้าที่เป็นจุดอ้างอิงตำแหน่ง และแท่นขณะทำการก่อสร้าง (Erection Seat) ซึ่งให้ความประหยัดเวลาในการติดตั้งโดย Crane โดยเมื่อยกชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปวางบนเดือยเหล็กที่เสาแล้วเชื่อมรอยต่อติดพออยู่ด้านเดียวกันคานพลิก ก็สามารถยกชิ้นส่วนตัวอื่นได้ต่อไปเลย



ภาพที่ 6.5 แสดงรอยต่อระหว่างเสาและคาน

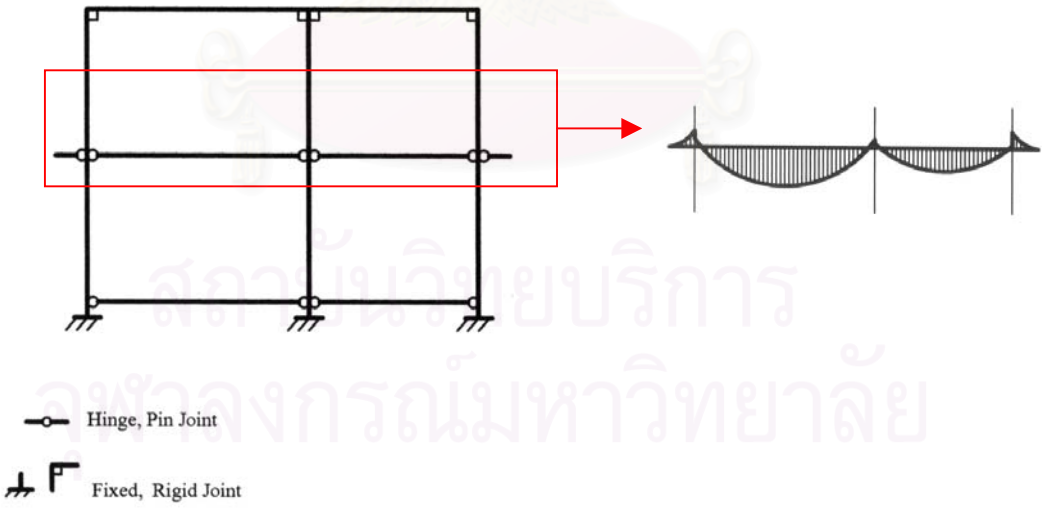
6.2.1.3 พฤติกรรมรอยต่อระหว่างเสากับเสา

เสาชั้นที่ 2 จะถ่ายแรงอัดซึ่งเป็นแรงแนวแกนลงสู่ชั้นที่ 1 ฉะนั้นรอยต่อจึงต้องรับแรงอัด (Compression) รวมทั้งแรงเฉือน (Shear) และแรงดัด (Bending) ซึ่งรอยเชื่อมแน่นรอบรอยต่อชิ้นส่วนเสาชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 นั้นจะช่วยกันรับแรงที่เกิดขึ้น โดยเหล็กเดือยที่เสียบในขั้นตอนการติดตั้งนั้นไม่ได้ถูกคำนวนรวมไว้ในการรับแรง เป็นเพียงเพื่อให้ทำงานได้สะดวกเท่านั้น พฤติกรรมของรอยต่อระหว่างเสากับเสาจะเป็นแบบยึดตรึงแน่น (Fixed)



ภาพที่ 6.6 แสดงรอยต่อรอยต่อระหว่างเสากับเสา

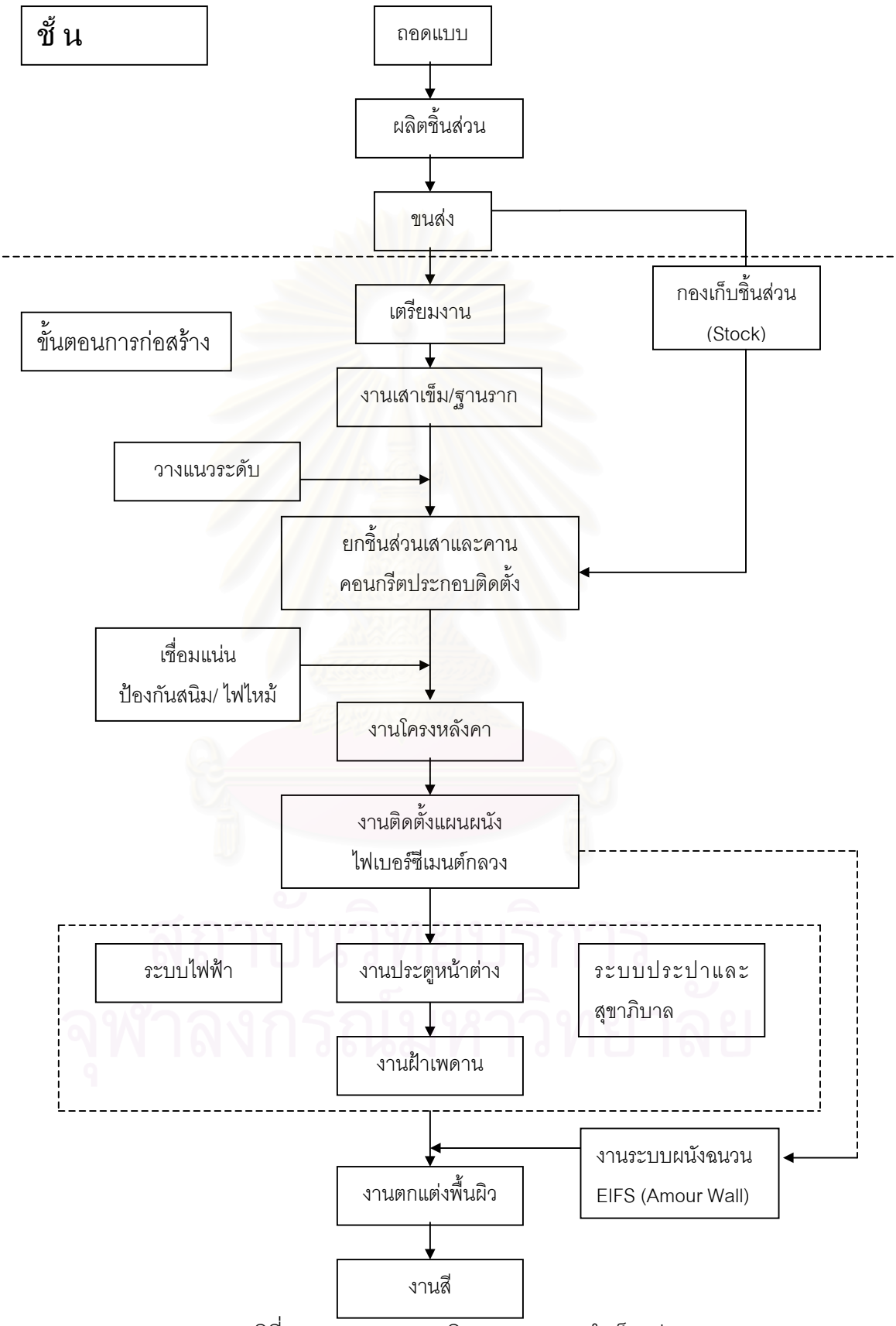
ซึ่งเมื่อรวบรอยต่อทั้งหมดเป็นอาคาร สามารถเขียนแบบแผนภาพทางโครงสร้าง ได้ดังนี้



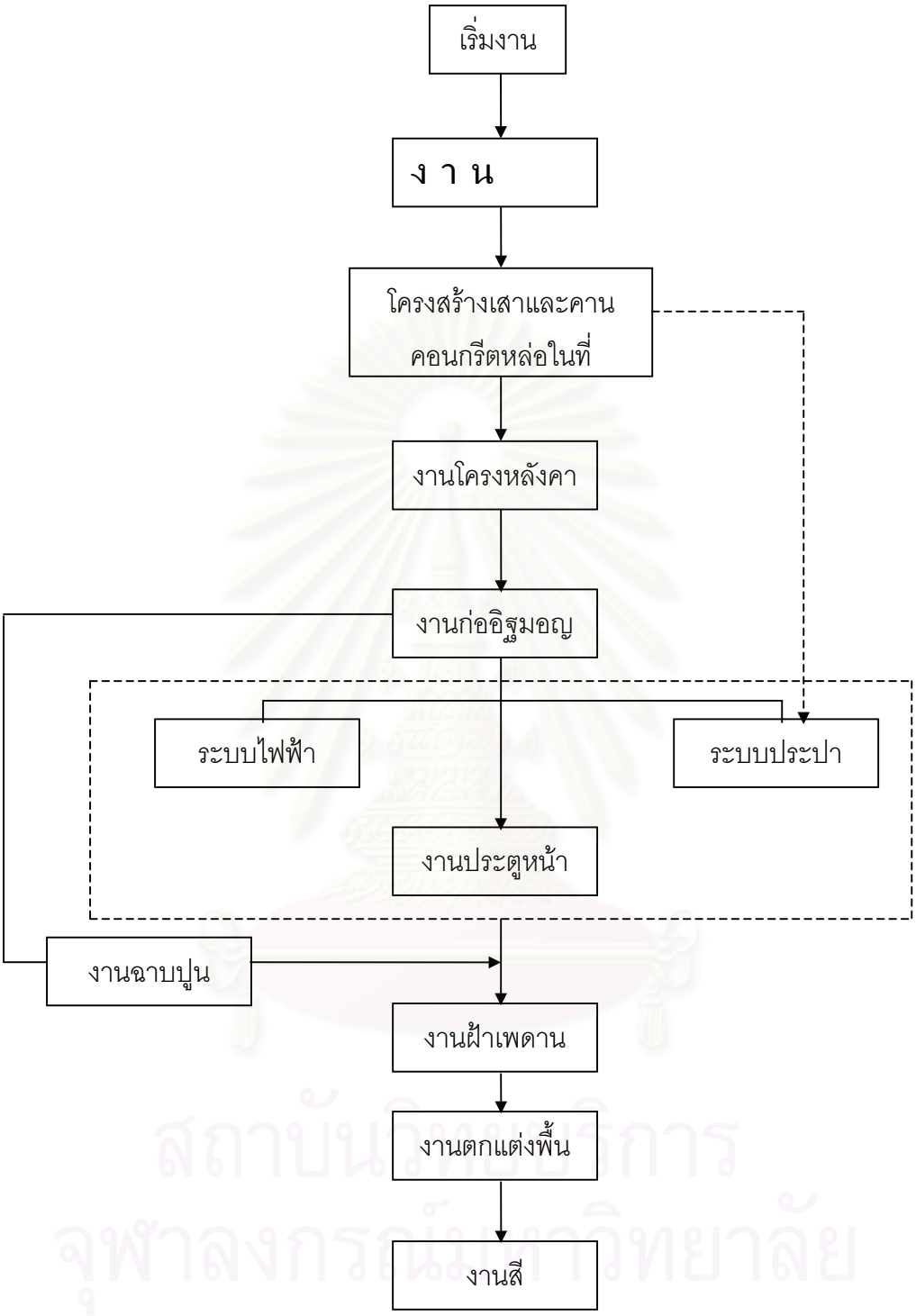
ภาพที่ 6.7 แสดงแผนภาพทางโครงสร้างของระบบรอยต่อเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.2 ขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป



แผนภูมิที่ 6.1 กระบวนการผลิตอาคารระบบสำเร็จรูป



แผนภูมิที่ 6.2 กระบวนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบเดิม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.3 เปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป และบ้านระบบเดิม

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับระบบเดิม

ระบบสำเร็จรูป	ระบบเดิม
1. งานโครงสร้าง *ฐานรากตอม่อ* การวางผัง, วัดแนวระดับต้องมีความแม่นยำสูง ต้องใช้กล้องวัด เพราะจะมีปัญหาต่อเนื่องกับการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคาน *งานโครงสร้าง* - ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ผลิตจากโรงงาน ควบคุมโดยระบบโรงงาน - เหล็กเสริม ใช้เหล็กตะแกรงโครงสร้าง (Engineering Steel Wire Mesh) ซึ่งพับเป็นรูปหน้าตัดของเหล็กในคาน ซึ่งสามารถควบคุมระยะคอนกรีตหุ้มเหล็ก (Covering) ทำได้แม่นยำ	1. งานโครงสร้าง *ฐานรากตอม่อ* การวางผังผิดพลาดได้มากกว่าระบบกึ่งสำเร็จรูป ไม่จำเป็นต้องใช้กล้องวัด มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากกว่า *งานโครงสร้าง* - ประกอบดัดเหล็กในสถานที่ก่อสร้าง เข้าแบบไม้ ใช้ทรัพยากรไม้มาก และเหลือทิ้ง - ประกอบดัดเหล็กในสถานที่ก่อสร้าง เข้าแบบไม้ ใช้ทรัพยากรไม้มาก และเหลือทิ้ง

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับระบบเดิม (ต่อ)

ระบบสำเร็จรูป	ระบบเดิม
- การเทคอนกรีต อยู่ในการควบคุมที่ดี ระยะเทคอนกรีตน้อยกว่าการเทคอนกรีตในสถานที่ก่อสร้าง ควบคุมอัตราการสูญเสียวัสดุได้ง่าย - ขนส่งมากองเก็บในสถานที่ก่อสร้าง ก่อนยกขึ้นประกอบติดตั้ง ต้องมีระเบียบ เพื่อสะดวกในการยกประกอบติดตั้ง ให้เสียเวลา Crane น้อยที่สุด - การประกอบติดตั้งใช้แรงงานน้อย แต่ต้องเป็นแรงงานกึ่งชาญ และมีผู้ชำนาญควบคุมอย่างใกล้ชิด ใช้เครื่องจักรทุ่นแรง (Mobile Crane - การวางแผนงาน ควบคุมตรวจสอบตลอดกระบวนการต้องแม่นยำถูกต้อง เพราะจะกระทบขั้นตอนที่มีความต่อเนื่องของงานอื่นๆ 	 - หล่อคอนกรีตในสถานที่ก่อสร้าง การควบคุมระยะมิติของขนาดหน้าตัดคาน, ระยะคอนกรีตหุ้มเหล็ก (Covering) ทำได้ลำบากกว่า, การหล่อคอนกรีตควบคุมคุณภาพได้ยาก, อัตราการสูญเสียวัสดุควบคุมได้ยาก - ใช้แรงงานจำนวนมาก ซึ่งจะมีปัญหาหากไม่สามารถควบคุมคุณภาพของแรงงานได้

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับระบบเดิม (ต่อ)

ระบบกึ่งสำเร็จรูป	ระบบเดิม
2. งานหลังคา มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน 	2. งานหลังคา มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน
3. งานผนัง - งานผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุผนังฉนวนค่อนข้างเป็นงานแห้ง (Dry Process) - ใช้แรงงานน้อยกว่าเนื่องจากขนาดแผ่นใหญ่กว่า ซึ่งแผ่นควรมีการตัดแต่งมาจากโรงงานซึ่งจะสะดวกต่อการติดตั้งได้ง่ายยิ่งขึ้น - แรงงานต้องมีความชำนาญ ต้องใช้เวลาฝึกเนื่องจากยังไม่มีความชำนาญ 	3. งานผนัง - งานผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ซึ่งเป็นเป็นงานเปียก (Wet Process) - ใช้แรงงานจำนวนมาก - แรงงานหาได้ไม่ยาก เนื่องจากเป็นงานทั่วไปที่มีความคุ้นเคย

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับระบบเดิม (ต่อ)

ระบบกึ่งสำเร็จรูป	ระบบเดิม
4.งานประตูหน้าต่างและอุปกรณ์ มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน	4.งานประตูหน้าต่างและอุปกรณ์ มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน
5. งานระบบประปา และสุขาภิบาล มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน มีเพียงบางส่วนที่แตกต่างเช่นมีการฝังท่อมากับชิ้นส่วนสำเร็จรูป	5. งานระบบประปา และสุขาภิบาล มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปกับระบบเดิม (ต่อ)

ระบบสำเร็จรูป	ระบบเดิม
6. งานระบบไฟฟ้า มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน 	6. งานระบบไฟฟ้า มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน
7. งานฝ้าเพดาน มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน 	7. งานฝ้าเพดาน มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน
8. งานวัสดุตกแต่ง มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน	8. งานวัสดุตกแต่ง มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน
9. งานสี มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน	9. งานสี มีลักษณะขั้นตอนงานเหมือนกัน

6.3 ปัญหาในการก่อสร้าง และวิธีแก้ไขปัญหา

6.3.1 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข

ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาความผิดพลาดของขั้นตอนการผลิต และการขนส่ง	1. ชิ้นส่วนผิดแบบ	1. ฝ่ายผลิตผลิตชิ้นส่วนผิดพลาด 2. ผู้ควบคุมไม่ตรวจสอบให้ละเอียด	1. ก่อนผลิตต้องตรวจสอบแบบอย่างละเอียดทุกหลัง ในกรณีของผังกลับด้านกันต้องตรวจสอบให้ละเอียดว่าชิ้นส่วนชิ้นไหนที่แตกต่างกัน 2. ควบคุมการผลิตอย่างใกล้ชิด เพื่อลดปัญหาการผิดพลาด
	2. มิติของชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน	1. บางครั้งเร่งการถอดแบบของชิ้นส่วนเพื่อให้ทันเวลา เกิดการบิดคดของชิ้นส่วน 2. แบบหล่อเสื่อมสภาพหรือไม่ได้มาตรฐาน 3.ใช้แรงงานคนจึงมีข้อผิดพลาด	1. วางแผนการผลิตให้ดี ควบคุมตามระยะเวลาตามหลักเกณฑ์ 2. ซ่อมแซมแก้ไขแบบหล่อ หรือใช้แบบหล่อใหม่ 3.พยายามให้มีการวัดโดยแรงงานคนน้อยที่สุด ใช้เครื่องมืออ้างอิงตำแหน่งโดยไม่ต้องวัด
	3. ปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนไม่ครบถ้วนตามจำนวน	1. ผู้ควบคุมขั้นตอนการขนส่งไม่ตรวจสอบให้ละเอียด 2. การขนส่งชิ้นส่วนไม่ส่งมาเป็นหลัง ขนส่งแบบรวม เสา หรือคานแยกกันเพราะผลิตง่ายกว่า	1. ผู้ควบคุมตรวจสอบต้องมีความละเอียดถี่ถ้วน 2. ควรขนส่งชิ้นส่วนมาครบจำนวนต่อหลัง ทั้งเสาและคาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
2. ปัญหาในขั้นตอนการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	1. ปัญหาของพื้นที่ในการเข้าถึง และทำงาน	1. ถนนยังสร้างไม่เสร็จหรือกำลังอยู่ในช่วงก่อสร้าง ไม่สามารถเข้าใช้ได้ 2. ขาดการวางแผนงานที่ดี และประสานงานกับโครงการและผู้ผลิต	1. ตรวจสอบการเข้าถึงถนน ทางคมนาคม วันเวลา ที่ต้องการใช้งาน 2. ประสานงานกับทางโครงการ และผู้ผลิต-ขนส่งให้ดี วางแผนงาน
	2. ปัญหาการกองเก็บชิ้นส่วนไม่เรียบร้อย	1. การขนส่งชิ้นส่วนไม่ได้มาทีละหลัง จึงวางแยกผังลำบาก 2. ขาดการจัดลำดับแผนงานที่ดี ไม่มีการเตรียมพื้นที่กองเก็บ	1. ควรขนส่งชิ้นส่วนในหลังเดียวกันให้ครบพร้อมกัน หรือแบ่งสัดส่วนที่แน่นอนเพื่อสะดวกในการกองเก็บ 2. วางแผน ขั้นตอนการกองเก็บ เตรียมพื้นที่ รองรับชิ้นส่วนให้เป็นสัดส่วน มีจุดรองรับกันชิ้นส่วนเสียหาย
	3. ฐานราก Center Pin ไม่ได้ระดับ	1. การวัดระดับไม่ดี ไม่ได้ใช้กล้องวัดระดับ 2. ตัว Center pin ไม่ได้มาตรฐาน ได้ระดับ การยึดกับฐานรากไม่ได้วางไว้บนเหล็กตะกร้อแล้วเชื่อม ไปวางบนคอนกรีตซึ่งยุบตัวได้	1. ใช้กล้องวัดระดับ ลดความผิดพลาดจากแรงงานคน 2. เชื่อมยึด Center Pin กับเหล็กตะกร้อ ที่ฐานราก

ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
2. ปัญหาในขั้นตอนการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ต่อ)	4. ระยะห่างของรอยต่อคานกับเสาเสากว้างหรือแคบไป	1. การวางผังไม่ได้แนวมีค่าผิดพลาดจากแรงงานคน ซึ่งไม่ได้ใช้กล้องส่องแนว,ระดับ 2. Center Pin กับรูใต้ฐานเสาไม่สามารถใช้อ้างอิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะขนาดรูใหญ่เกินไปและไม่ตรงจุดกึ่งกลางเสา และ Center Pin ไม่ได้ระดับ 3. เสาล้มดิ่ง เนื่องจากการติดตั้งไม่มีการยึดทะแยง (Bracing) ตอนเชื่อมแน่น ความร้อนจากการเชื่อมทำให้เกิดการบิดตัว	1. ใช้กล้องวัดระดับ ลดความผิดพลาดจากแรงงานคน 2. ปรับรูใต้เสาที่เป็นจุดกึ่งกลางเสาให้ตรงจุด ให้เป็นตำแหน่งอ้างอิงได้ ใช้แผ่นเหล็กพร้อมเดือยเชื่อมยึดเป็น Center Pin พร้อมมีเหล็กฉากอ้างอิงในตรงแนว 3. ใช้การการยึดทะแยง (Bracing) ขณะเชื่อมแน่นรอยต่อป้องกันการล้มดิ่ง
	5. ยกประกอบติดตั้งผิด	1. ชิ้นส่วนผิดพลาดในขั้นตอนการผลิตและขนส่ง 2. ขาดความรอบคอบในการตรวจสอบชิ้นส่วนในขั้นตอนรับชิ้นส่วน และก่อนการยกประกอบติดตั้ง	1. ตรวจสอบชิ้นส่วนให้ละเอียดตั้งแต่ขั้นตอนรับชิ้นส่วน และกองเก็บ
	6. การติดตั้งชิ้นส่วนใช้ระยะเวลานาน	1. การกองเก็บไม่มีระเบียบ ทำให้เพิ่มระยะเวลาการติดตั้ง	1. กองเก็บชิ้นส่วนให้มีระเบียบง่ายต่อการใช้ Crane ยกประกอบติดตั้งในเวลาน้อยที่สุด ระยะทางใกล้ที่สุดในการยก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
2. ปัญหาในขั้นตอนการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ต่อ)	6. การติดตั้งชิ้นส่วนใช้ระยะเวลานาน (ต่อ)	2.การวางผังระยะคลาดเคลื่อนเพราะไม่ใช้กล้องระดับ 3.จุดอ้างอิงตำแหน่ง Center Pin และ รูใต้เสาใช้ไม่ได้	2. ใช้กล้องวัดระดับ ลดความผิดพลาดจากแรงงานคน 3. ปรับรูใต้เสาที่เป็นจุดกึ่งกลางเสาให้ตรงจุด ให้เป็นตำแหน่งอ้างอิงได้ ใช้แผ่นเหล็กพร้อมเดือยเชื่อมยึดเป็น Center Pin พร้อมมีเหล็กฉากอ้างอิงให้ตรงแนว
3. ปัญหาการแตกหัก,เสียหาย, ของวัสดุในส่วนของชิ้นส่วนเสาและคาน	1. คานยื่นรับแม่บันได (Cantilever Beam) รูปตัว U แตกเสียหายขั้นตอนการติดตั้ง	1.แตกหักเพราะขาดความระมัดระวังในการติดตั้ง เพราะคานยื่น (Cantilever Beam) รูปตัว Uนั้นติดตั้งได้ลำบาก	1. เพิ่มความระมัดระวังในการติดตั้งส่วนคานยื่นเป็นพิเศษ 2. เลี่ยงการใช้คานยื่น (Cantilever Beam) เปลี่ยนเป็น คานต่อเนื่องที่มีปลายยื่น (Overhanging Beam)
	2. ชิ้นส่วนบันไดแตกหักเสียหาย	1. เนื่องจากขนาดการกองเก็บที่เป็นระเบียบชิ้นส่วนแตกเสียหาย จากการย้ายที่กองเก็บ	1. วางแผน ขั้นตอนการกองเก็บ เตรียมพื้นที่ รองรับชิ้นส่วนให้เป็นสัดส่วน มีจุดรองรับกันชิ้นส่วนเสียหาย

ตารางที่ 6.2 ปัญหาในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3. ปัญหาการแตกหัก,เสียหาย, ของวัสดุในส่วนของชิ้นส่วนเสาและคาน (ต่อ)	3. รอยต่อบริเวณช่วงคานยื่น (Cantilever Beam)มีการแยกออกจากกันเนื่องจากเกิดแรงดึง	1. การเสริมเหล็กไม่เพียงพอทนรับแรงที่เกิดขึ้นจริงได้ 2. การติดตั้งที่มีการงัดดึงชิ้นส่วนอาจทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย	1. เลี่ยงการใช้คานยื่น (Cantilever Beam) เปลี่ยนเป็น คานต่อเนื่องที่มีปลายยื่น (Overhanging Beam) 2. เสริมเหล็กเพิ่มในจุดรองรับ (Support) คานยื่น (Cantilever Beam) ในกรณีที่จะใช้ เพื่อลดการแตกร้าว ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนของสนิมได้ในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3.2 ปัญหาในการก่อสร้างผนังด้วยแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และแนวทางแก้ไข

ตารางที่ 6.3 ปัญหาในการก่อสร้างผนังด้วยแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงและการกรุผนังฉนวน และแนวทางแก้ไข

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง	1. เสียเวลาในการตัดแผ่นผนัง และประกอบติดตั้ง	1. แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงไม่มีการตัดเป็นชิ้นส่วนจากโรงงานเพื่อนำมาประกอบในสถานที่ก่อสร้างเลย	1. ตัดขนาดแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง จากโรงงานผู้ผลิต ในขนาดที่นำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างได้เลย
	2. มลภาวะจากเศษ, ฝุ่นจากแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง	1. เนื่องจากมีส่วนผสมของเซลลูโลสไฟเบอร์พวกเยื่อกระดาษจึงทำให้มีฝุ่นมากเวลาตัดแต่งแผ่น เมื่อมาตัดในสถานที่เปิดโล่ง ในสถานที่ก่อสร้าง	1. ตัดขนาดแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง จากโรงงานผู้ผลิต ในขนาดที่นำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างได้เลย 2. ถ้าต้องตัดแต่งแผ่นควรทำในสถานที่ปิด เพื่อไม่ให้ฟุ้งกระจาย ช่างผู้ตัดสวมหน้ากากป้องกันฝุ่นละลอง
	3. รอยต่อยึดกับโครงสร้าง และรอยต่อยึดแผ่นกับแผ่น	1.ช่างไม่ได้ใช้อุปกรณ์ยึดแผ่นกับโครงสร้าง (Bracket) ที่ผลิตขึ้นเฉพาะสำหรับใช้กับแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง 2. เนื่องจากทางผู้ผลิตส่งอุปกรณ์ในการยึด (Bracket) มาล่าช้า	1. ใช้อุปกรณ์ในการยึด (Bracket) ติดตั้งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง 2. วางแผนงานสั่งสินค้าเผื่อความล่าช้า, เร่งรัดผู้ผลิต

ตารางที่6.3 ปัญหาในการก่อสร้างผนังด้วยแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงและการกรุผนังฉนวน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาในขั้นตอนการติดตั้ง (ต่อ)	4. การติดตั้งเหนือบริเวณช่องเปิดกระทำได้ลำบาก	1. ถ้าไม่ติดตั้งตามขวางแผ่นที่สามารถถ่ายน้ำหนักลงแผ่นข้างช่องเปิด ต้องใช้เหล็กหิ้วแผ่นผนังกับโครงสร้างด้านบน ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก	1. ติดตั้งแผ่นผนังเหนือช่องเปิดโดยขวางแผ่นให้ถ่ายน้ำหนักลงแผ่นข้างช่องเปิดได้
	5. แรงงานไม่ชำนาญงาน	1. ช่างไม่เคยก่อสร้างผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และกรุผนังฉนวนภายนอก จึงต้องก่อสร้างกันไปฝึกกันไป	1. ต้องมีช่างที่ถูกฝึกมาเฉพาะส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นช่างประจำของผู้รับเหมา ไม่เป็นช่างท้องถิ่นทั้งหมด
2. ปัญหาการสูญเสียวัสดุ	1. เหลือเศษแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงจำนวนมาก อัตราสูญเสียวัสดุเท่ากับ 12.56 %	1.ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงมีขนาดตายตัว ทางโรงงานผู้ผลิตไม่ได้ตัดขนาดแผ่นมาเพื่อประกอบติดตั้งเลย ซึ่งเสียประสิทธิภาพของระบบสำเร็จรูปไป	1. ทางโรงงานต้องตัดแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงขนาดที่สามารถติดตั้งได้เลย ไม่จำเป็นต้องมาตัดแต่งอีก โดยมีส่วนที่เผื่อเสียหายที่เป็นขนาดแผ่นเต็มเพื่อมาตัดแต่งที่หน้างานได้ 2. ทางผู้ออกแบบควรคำนึงถึงการใช้ระบบพิกัดมูลฐาน ในกรณีถ้าต้องการใช้แผ่นผนังนี้ก่อสร้างเป็นหลัก โดยใช้จำนวนมากๆ ควรใช้หลักการประสานทางพิกัดร่วมในการออกแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 ผลเปรียบเทียบด้านต้นทุน และเวลาในการก่อสร้าง

6.4.1 ผลเปรียบเทียบด้านต้นทุน

6.4.1.1 เปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้าง

จากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง) กับบ้านระบบเดิม (โครงสร้างเสาและคาน ค.ส.ล หล่อกับที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน) โดยเปรียบเทียบในหมวดงาน พบว่าหมวดงานโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 16.59 % หมวดงานผนัง เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นขึ้น 32.70%

ลำดับที่	หมวดงาน	ระบบเดิม (บาท)	ระบบสำเร็จรูป (บาท)	ราคาเปลี่ยนแปลง (บาท) เพิ่มขึ้น(+) / ลดลง(-)	%ราคาเปลี่ยนแปลง(บาท) เพิ่มขึ้น(+) ลดลง(-)
1	หมวดโครงสร้าง	234,330.12	227,744.80	(-)6,585.32	(-)2.81
2	หมวดงานหลังคา	93,130.24	93,130.24	0.00	0.00
3	หมวดงานผนัง	149,870.00	189,950.76	(+)40,080.76	(+)26.74
4	หมวดงานประตูหน้าต่างและอุปกรณ์	102,950.00	102,950.00	0.00	0.00
5	งานระบบประปาและสุขาภิบาล	41,800.00	41,800.00	0.00	0.00
6	หมวดงานระบบไฟฟ้า	53,125.00	53,125.00	0.00	0.00
7	หมวดงานฝ้าเพดาน	38,400.00	38,400.00	0.00	0.00
8	หมวดงานวัสดุตกแต่ง	110,830.00	110,830.00	0.00	0.00
9	หมวดงานสี	39,630.00	39,630.00	0.00	0.00
10	หมวดงานเบ็ดเตล็ด	26,000.00	26,000.00	0.00	0.00
รวม (ไม่รวมภาษี)		**890,065.36**	**923,560.80**	**(+)33,495.44**	**(+)3.76**

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบราคาก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป กับบ้านระบบเดิม

1. เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้าง

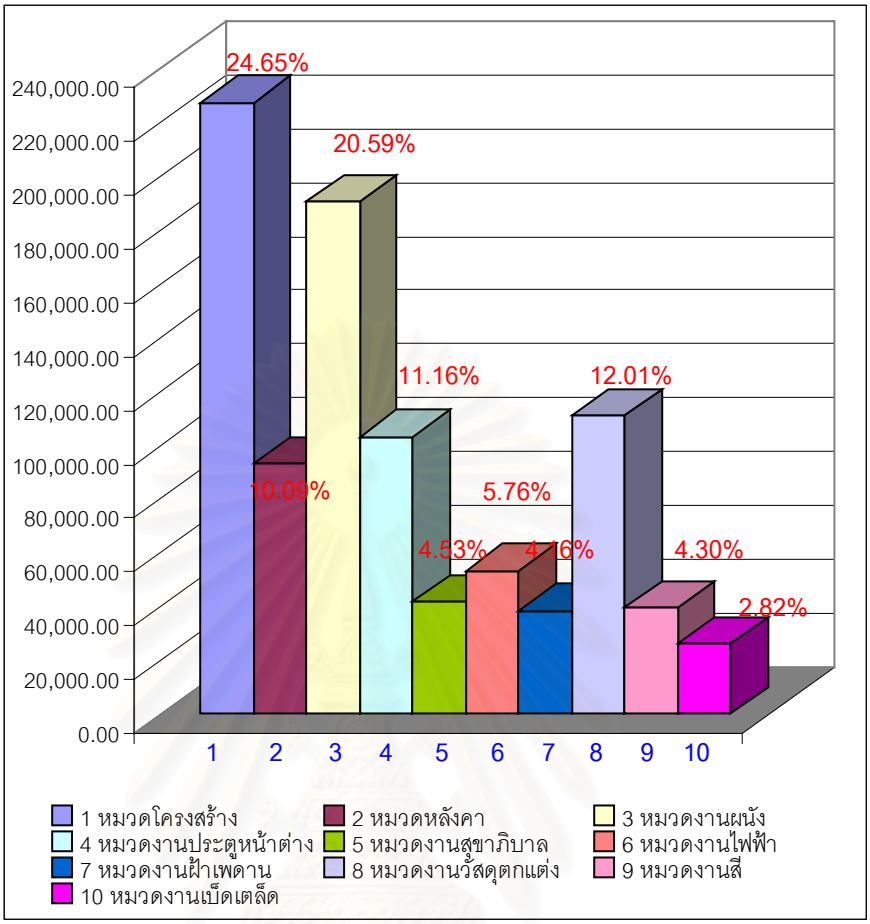
จากการวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้างบ้านทั้ง 2 ระบบ ระหว่างระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง) กับบ้านระบบเดิม (โครงสร้างเสาและคาน ค.ส.ล หล่อกับที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน) โดยเปรียบเทียบหมวดงานต่างๆ พบว่า หมวดโครงสร้างระบบสำเร็จรูปมีราคาเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเทียบกับหมวดโครงสร้างระบบเดิมเท่ากับ 6,585.32 บาท คิดเป็น 2.81% หมวดผนังของบ้านระบบสำเร็จรูปมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับหมวดผนังระบบเดิม เท่ากับ 40,080.76 บาท คิดเป็น 26.74% ส่วนในหมวดงานอื่นๆมีลักษณะงานที่เหมือนใกล้เคียงกันราคาจึงไม่แตกต่างกัน

ต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูปสูงกว่าบ้านระบบเดิม
= 33,495.44 บาท คิดเป็น 3.76%

จากการวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบ ราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อพื้นที่ ใช้สอยเฉลี่ยประมาณ 126 ตารางเมตร จะได้ราคาค่าก่อสร้างระบบสำเร็จรูป เท่ากับ 7,330 บาทต่อตารางเมตร โดยราคาค่าก่อสร้างระบบเดิม เท่ากับ 7,064 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งบ้านระบบสำเร็จรูปมีราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตร เพิ่มจากบ้านระบบเดิมเท่ากับ 266 บาท / ตารางเมตร

สัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป ตามหมวดงานต่างๆจากแผนภูมิ 6.3 พบว่า หมวดงานโครงสร้าง (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป) เท่ากับ 24.65%, หมวดงานหลังคาเท่ากับ 10.09% หมวดงานผนัง (ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุระบบผนังฉนวน) เท่ากับ 20.59%, หมวดงานประตูหน้าต่างและอุปกรณ์เท่ากับ 11.16%, หมวดงานระบบประปาและสุขาภิบาล 4.53%, หมวดงานระบบไฟฟ้าเท่ากับ 5.76%, หมวดงานฝ้าเพดานเท่ากับ 4.16%, หมวดงานวัสดุตกแต่งเท่ากับ 12.01%,หมวดงานสีเท่ากับ 4.30%, หมวดงานเบ็ดเตล็ดเท่ากับ 2.82%

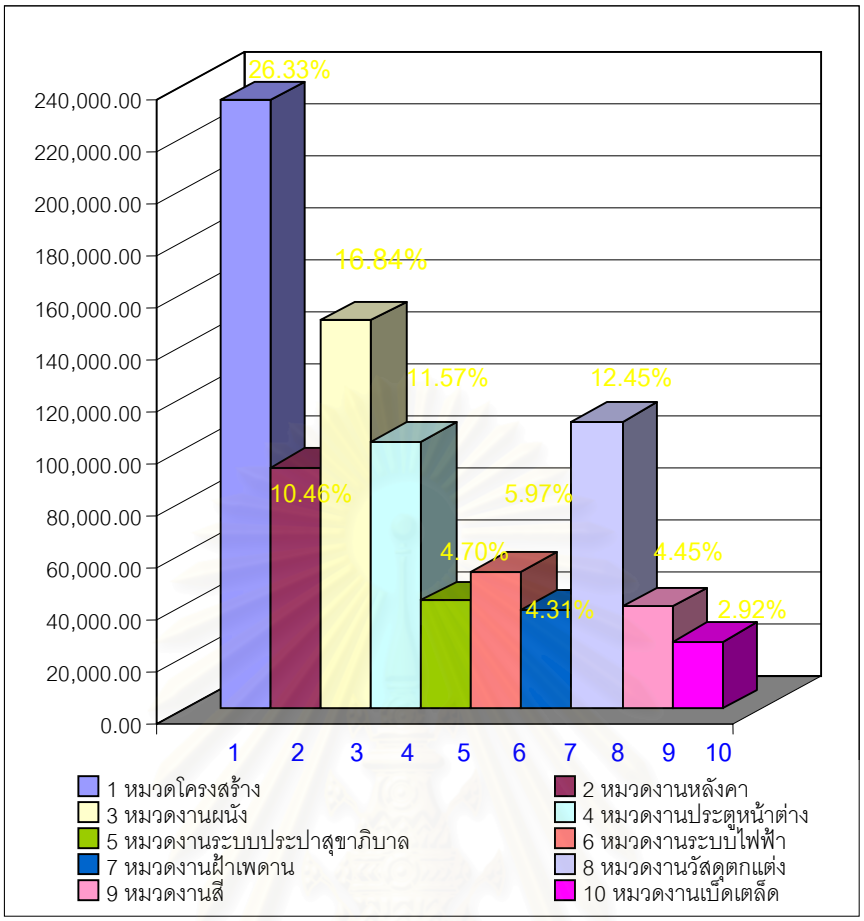
ซึ่งจากผลการวิเคราะห์จะพบว่าหมวดงานโครงสร้าง และ หมวดงานผนัง มีค่าก่อสร้างสูงที่สุด 24.65%, 20.59% ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปตามหมวดงานต่างๆ

สัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม ตามหมวดงานต่างๆจากแผนภูมิ 6.4 พบว่า หมวดงานโครงสร้าง (เสาและคานค.ส.ล หล่อกับที่)เท่ากับ 26.33%, หมวดงานหลังคาเท่ากับ 10.46%, หมวดงานผนัง (ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ) เท่ากับ 16.84%, หมวดงานประตูหน้าต่างและอุปกรณ์เท่ากับ 11.57%, หมวดงานระบบประปาและสุขาภิบาล 4.70%, หมวดงานระบบไฟฟ้าเท่ากับ 5.97%, หมวดงานฝ้าเพดานเท่ากับ 4.31%, หมวดงานวัสดุตกแต่งเท่ากับ 12.45%,หมวดงานสีเท่ากับ 4.45%, หมวดงานเบ็ดเตล็ดเท่ากับ 2.92%

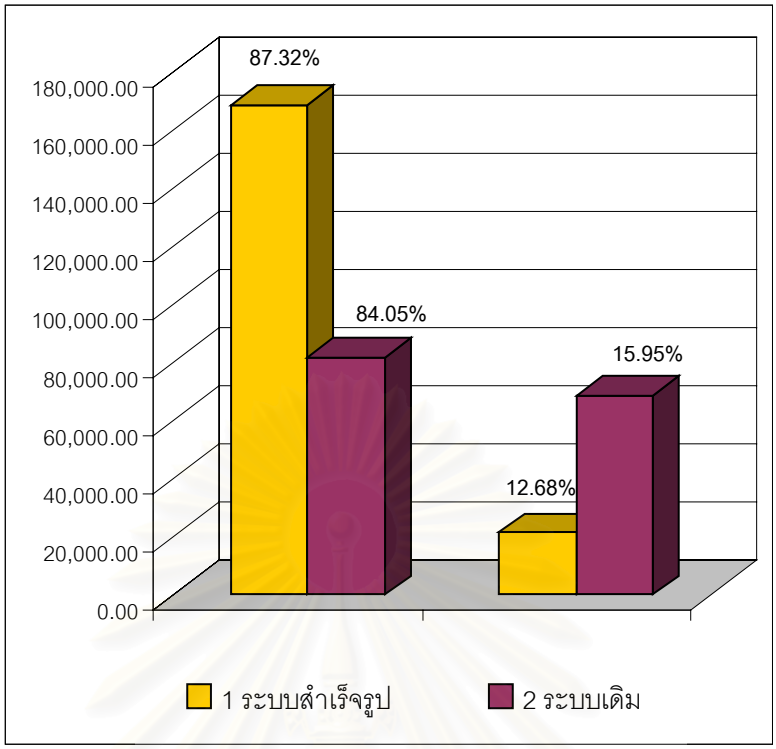
ซึ่งจากผลการวิเคราะห์จะพบว่าหมวดงานโครงสร้าง และ หมวดงานผนัง มีค่าก่อสร้างสูงที่สุด 26.33% ,16.84% ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างบ้านระบบเดิม ตามหมวดงานต่างๆ

สัดส่วนของค่าวัสดุต่อค่าแรงงานในหมวดผนังของบ้านระบบสำเร็จรูป (ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุระบบผนังฉนวน)จะได้ สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงเป็น ค่าวัสดุ 87.32 % เป็นเงิน 168,569.76บาท ค่าแรงงาน 12.68 % เป็นเงิน 21,3814.00 บาท และ สัดส่วนของค่าวัสดุต่อค่าแรงงานในหมวดผนังของบ้านระบบเดิม(ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ)จะได้ สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงเป็น ค่าวัสดุ 84.05% เป็นเงิน 81,425.00 บาท ค่าแรงงาน 15.95% เป็นเงิน 68,445.00 บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



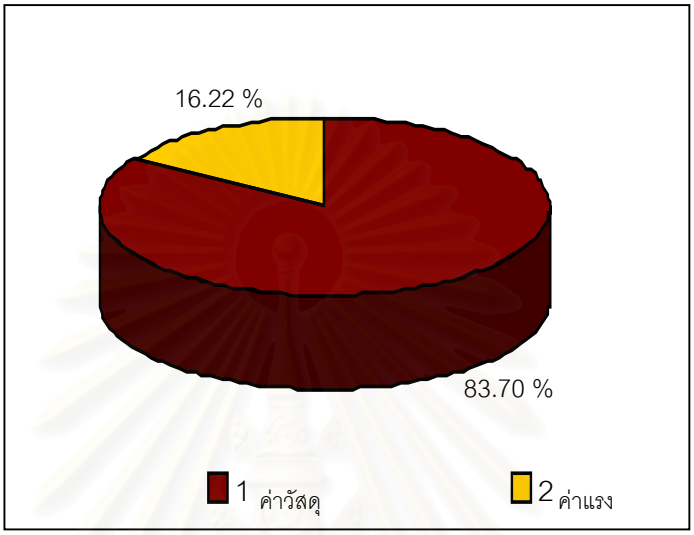
แผนภูมิที่ 6.5 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานในหมวดผนังของบ้านระบบสำเร็จรูป และบ้านระบบเดิม

2. เปรียบเทียบค่าแรงงานก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ค่าแรงงานก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระหว่างระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์) กับบ้านระบบเดิม (โครงสร้างเสาและคาน ค.ส.ล หล่อกับที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน) โดยเปรียบเทียบหมวดงานต่างๆ พบว่าค่าแรงงานในหมวดงานโครงสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป เท่ากับ 37,525.00 บาท ส่วนค่าแรงงานหมวดงานโครงสร้างระบบเดิม เท่ากับ 55,364.20บาท ซึ่งค่าแรงงานในหมวดโครงสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปลดลงเมื่อเทียบกับค่าแรงงานหมวดโครงสร้างบ้านระบบเดิม เท่ากับ 17,839 บาท คิดเป็น 32 % ค่าแรงงานหมวดงานผนังของบ้านระบบสำเร็จรูป เมื่อเทียบกับระบบเดิม มีค่าแรงลดลง 47,064.00 บาท คิดเป็น 68.76 % และค่าแรงงานในหมวดงานอื่นๆ มีลักษณะงานที่เหมือนใกล้เคียงกันราคาจึงไม่แตกต่างกัน

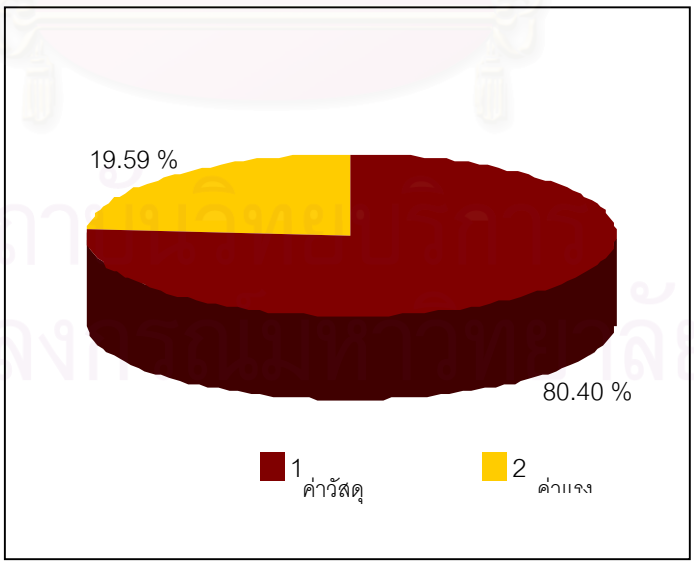
ค่าแรงงานก่อสร้าง ของบ้านระบบสำเร็จรูป
ต่ำกว่าบ้านระบบเดิม = 64,903 บาท คิดเป็น 30.20 %

จากตารางที่ 5.1 ซึ่งแสดงต้นทุนค่าก่อสร้างแยกเป็นค่าวัสดุต่อค่าแรงงานตามหมวดงาน ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นแผนภูมิที่ 6.6 แล้ว สัดส่วนของค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบสำเร็จรูป จะได้ สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงเป็น ค่าวัสดุ 83.70% เป็นเงิน 773,609.80บาท ค่าแรงงาน 16.22% เป็นเงิน 149,951 บาท



แผนภูมิที่ 6.6 สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบสำเร็จรูป

จากตารางที่ 5.2 นำมาวิเคราะห์เป็นแผนภูมิที่ 6.7 แล้ว สัดส่วนของค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบเดิม จะได้ สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงเป็น ค่าวัสดุ 80.40% เป็นเงิน 520,213.26 บาท ค่าแรงงาน 19.59% เป็นเงิน 126,766.00 บาท



แผนภูมิที่ 6.7 สัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านระบบเดิม

3. เปรียบเทียบค่าวัสดุก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ค่าวัสดุก่อสร้างของระบบทั้ง 2 ระบบ ระหว่างระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง) กับบ้านระบบเดิม (โครงสร้างเสาและคาน ค.ส.ล หล่อกับที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน) โดยเปรียบเทียบหมวดงานต่างๆ พบว่า ค่าวัสดุในหมวดงานโครงสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป เท่ากับ 190,219.80บาท ส่วนค่าวัสดุหมวดโครงสร้างระบบเดิม เท่ากับ 178,965.92 บาท ซึ่งค่าวัสดุในหมวดโครงสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับค่าวัสดุหมวดโครงสร้างบ้านระบบเดิม เท่ากับ 11,253.88 บาท คิดเป็น 5.91 % ค่าวัสดุหมวดงานผนังของบ้านระบบสำเร็จรูปเมื่อเทียบกับบ้านระบบเดิมมีราคาเพิ่มขึ้น 87,144.76 บาท คิดเป็น 51.69% และวัสดุในหมวดงานอื่นๆ มีลักษณะงานที่เหมือนใกล้เคียงกันราคาจึงไม่แตกต่างกัน

ค่าวัสดุก่อสร้าง ของบ้านระบบสำเร็จรูป
สูงกว่าบ้านระบบเดิม = 98,398.64 บาท คิดเป็น 12.71%

6.4.1.2 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคา

จากการวิเคราะห์พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงราคาในหมวดงานโครงสร้าง และหมดงานผนัง ซึ่งในส่วนของหมวดงานอื่น เป็นงานที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาในหมวดงานโครงสร้าง และงานผนังมีดังนี้

1. หมวดงานโครงสร้างมีราคาเปลี่ยนแปลงลดลง มีสาเหตุหลักมาจาก ค่าแรงงานในการก่อสร้างลดลง

2. หมวดงานผนังมีราคาเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น สาเหตุมาจาก มีค่าวัสดุและแรงงานของระบบผนังฉนวน Amour Wall

6.4.2 ผลเปรียบเทียบด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง

ในการศึกษาด้านระยะเวลา ผู้วิจัยได้คำนวณระยะเวลาการก่อสร้างโดยใช้สัดส่วนระยะเวลาที่ได้จากการเก็บบันทึกของบ้านทั้ง 2 ระบบมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ระยะเวลาก่อสร้างจริงโดยไม่มีการหยุดก่อสร้าง ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.5 ในส่วนของระยะเวลาการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปในหมวดงานที่ยังก่อสร้างไม่เสร็จ 100% ในหมวดงานประตูหน้าต่างไม้, งานวัสดุตกแต่ง, งานสี, งานระบบประปาและสุขาภิบาล และงานระบบไฟฟ้า ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างในส่วนงานที่เหลือ

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป และระบบเดิม

ลำดับที่	รายการ	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	งานดิน วางผัง และฐานราก					
2	งานโครงสร้าง					
3	งานสร้างพื้น					
4	งานหลังคา					
5	งานก่อผนัง ฉาบปูน					
6	งานประตูหน้าต่างไม้*					
7	งานฝ้าเพดาน					
8	งานหน้าต่างอลูมิเนียม					
9	งานวัสดุตกแต่ง*					
10	งานสี*					
11	งานระบบประปาและสุขาภิบาล*					
12	งานระบบไฟฟ้า*					
รวมทั้งสิ้น		ระบบเดิม		**112 วัน (16 สัปดาห์)**		
		ระบบสำเร็จรูป		**77 วัน (11 สัปดาห์)**		

ที่มา : จากการวิจัย

*หมายเหตุ : เป็นหมวดงานของระบบสำเร็จรูปที่ยังก่อสร้างไม่เสร็จ100% ผู้วิจัยได้สอบถามเวลาในหมวดงานที่ยังก่อสร้างไม่เสร็จกับผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ประมาณเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างในงานบางส่วนที่เหลืออยู่

6.4.2.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างแยกตามหมวดงาน

จากตาราง 6.5 สามารถสรุปได้ว่าบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาก่อสร้างรวมทั้งสิ้น 77 วัน (2 เดือน 17วัน) ส่วนบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบเดิมใช้เวลาในการก่อสร้างรวมทั้งสิ้น 112 วัน (3 เดือน 22 วัน) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าบ้านระบบสำเร็จรูปใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่าบ้านระบบเดิมเป็นเวลา 35 วัน เท่ากับ 31.25 %

ระยะเวลาในการก่อสร้าง ของบ้านระบบสำเร็จรูป
น้อยกว่าบ้านระบบเดิม = 35 วัน คิดเป็น 31.25 %

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบเวลาโดยแยกหมวดของทั้ง 2 ระบบ

รายการ	ระยะเวลา	
	บ้านระบบสำเร็จรูป	บ้านระบบเดิม
1. งานระบบฐานราก - งานวางผัง ขุดดิน - งานคอนกรีตหยาบ / ตัดเข็ม - งานฐานราก ฝัง Center Pin - งานผูกเหล็ก(ระบบเดิม)	7 วัน	6 วัน
2. งานโครงสร้างหลักของอาคาร - งานโครงสร้างเสาคาน - งานแผ่นพื้นสำเร็จรูป - งานบันได	6 วัน	28 วัน
3. งานพื้น - พื้นชั้นที่ 1 - พื้นชั้นที่ 2	6 วัน	7 วัน
4. งานหลังคา* - งานอะเสเหล็กรูปพรรณ - งานเชื่อมประกอบโครงสร้างหลังคา - งานทาสีโครงหลังคา - งานมุงกระเบื้องหลังคา	11 วัน	11 วัน
5. ผนัง - งานติดตั้งแผงผนัง Fine Wall / ก่ออิฐ - งานกรุผนังฉนวน / ฉาบปูนเรียบ	20 วัน	30 วัน

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบเวลาโดยแยกหมวดของทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

รายการ	ระยะเวลา	
	บ้านระบบสำเร็จรูป	บ้านระบบเดิม
6. งานประตูหน้าต่าง* - งานติดตั้งวงกบ - งานติดตั้งบานประตู	7 วัน	7 วัน
7. งานฝ้าเพดาน* - งานติดตั้งเคร่าฝ้าอลูมิเนียม - งานติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน, ฉาบเรียบ	15 วัน	15 วัน
8. งานหน้าต่างอลูมิเนียม* - งานติดตั้งวงกบอลูมิเนียม - งานติดตั้งกรอบบานอลูมิเนียม	5 วัน	5 วัน
9. งานวัสดุตกแต่ง* - งานปูปาร์เก้ไม้ - งานปูกระเบื้อง - งานตกแต่งคิ้วบัวไม้ - งานตกแต่งบันไดไม้	15 วัน	15 วัน
10. งานสี* - งานทาสีรองพื้น - งานทาสีจริง	7 วัน	7 วัน
11. งานระบบประปา* - งานเดินท่อประปา - งานบ่อเกรอะ-บ่อซึม - งานติดตั้งสุขภัณฑ์	12 วัน	12 วัน
12. งานระบบไฟฟ้า* - งานเดินท่อร้อยสายไฟ - งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	7 วัน	7 วัน

ที่มา : จากการวิจัย

*หมายเหตุ เป็นหมวดงานที่มีลักษณะงานเดียวกัน จึงมีระยะเวลาในการก่อสร้างเท่ากัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

7.1 ผลสรุปการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การก่อสร้างบ้านด้วยระบบสำเร็จรูป โดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ร่วมกับผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง สามารถสรุปผลวิจัยตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

7.1.1 เงื่อนในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูป

7.1.1.1 การผลิตเป็นจำนวนมาก

การก่อสร้างจำนวน 5 หลังขึ้นไป (จากข้อมูลผู้รับเหมาก่อสร้าง บริษัท ที จี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด) ซึ่งควรเป็นผังที่ติดกันเป็นกลุ่ม เพื่อสะดวกในการดำเนินการ

7.1.1.2 การใช้ชิ้นส่วนซ้ำกัน

การใช้ชิ้นส่วนซ้ำกัน จะลดต้นทุนในการผลิต ส่งผลให้ขั้นตอนการผลิตและประกอบติดตั้งทำได้ง่ายขึ้นด้วย เพราะลดโอกาสที่จะเกิดปัญหาความผิดพลาด ในขั้นตอนการผลิต ขนส่ง และประกอบติดตั้ง

7.1.1.3 การบริหารจัดการและควบคุมในกระบวนการผลิตและการก่อสร้าง

กระบวนการผลิต, ก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูปมีขั้นตอนที่แน่นอน การบริหารจัดการ ควบคุมตรวจสอบต้องละเอียด ถี่ถ้วน ป้องกันการเกิดปัญหาต่อเนื่อง ที่จะกระทบกระเทือนต่อเวลาในการก่อสร้างทำให้ ความได้เปรียบเรื่องเวลาของระบบกึ่งสำเร็จรูปขาดไป และจะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นได้

7.1.1.4 ด้านเทคนิคในการก่อสร้าง

ใช้รถปั้นจั่น (Mobile Crane) สามารถยกน้ำหนักได้ 25 ตัน ในการยกประกอบติดตั้ง พื้นที่ทำงานของรถปั้นจั้น 25ตัน ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทั้งแนวราบ และในอากาศ เช่น สายไฟฟ้าเป็นต้น, พื้นที่จอดรถปั้นจั่น 25 ตัน ในการประกอบติดตั้งใช้พื้นที่ 6x10 ตร.ม. , ในการติดตั้งจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญควบคุมดูแลใกล้ชิด ให้เป็นไปตามขั้นตอน และวิธีในการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูปที่ถูกต้อง โดยใช้แรงงานกึ่งฝีมือ

7.1.2 กระบวนการผลิตอาคารระบบสำเร็จรูป

7.1.2.1 ขั้นตอนการผลิต

ผลิตจากโรงงานที่ในสภาวะการควบคุมที่ดี มีมิติของชิ้นงานและ ระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กที่แม่นยำ เพราะใช้แบบหล่อเหล็ก และเหล็กตะแกรงโครงสร้าง (Engineering Steel Wire Mesh) ซึ่งพับเป็นรูปหน้าตัดของเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเลยด้วยเครื่องจักรพับเหล็กของโรงงานควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การเทคอนกรีตทำได้ง่ายควบคุมคุณภาพได้ดีกว่าการเทคอนกรีตในสถานที่ก่อสร้าง โดยใช้คอนกรีตกำลัง 350 ksc เพื่อให้สามารถรับแรงกระเทือนในการถอดแบบ ขนส่ง และยกติดตั้งได้ โดยที่หน้าตัดของโครงสร้างเสาลดลงจาก 0.20 x0.20 เป็น 0.15 x 0.15 และหน้าตัดของคานจาก 0.20 x 0.40 เป็น 0.15 x 0.40

การถอดแบบจากแบบก่อสร้างระบบเดิมเป็นระบบสำเร็จรูปนั้น เมื่อถอดแบบมาแล้ว มิได้ขออนุญาตก่อสร้างในแบบของระบบสำเร็จรูป ใช้แบบก่อสร้างของระบบเดิมนั้นเป็นแบบขออนุญาตก่อสร้าง โดยทางผู้ผลิตชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นได้คำนวนโครงสร้างทางวิศวกรรมตามน้ำหนักบรรทุกที่องค์อาคารต้องรับ และเพิ่มส่วนความปลอดภัยจากแรงต่างๆที่จะกระทำในขั้นตอนการถอดแบบ และการขนส่ง

การขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานที่กรุงเทพมหานคร โดยรถบรรทุก16 ล้อ มากองเก็บ Stock ที่หน้างาน จ.ขอนแก่น โดยใช้ปั้นจั่นที่ติดตั้งกับรถ 16 ล้อเป็นอุปกรณ์ในการยกชิ้นส่วนลงสถานที่ก่อสร้าง เพื่อยกประกอบติดตั้งในขั้นต่อไป

7.1.2.1 ขั้นตอนการก่อสร้าง

การก่อสร้างต้องมีความเที่ยงตรงทางด้านมิติสูง การวางผัง ฝังหมุด Center Pin ต้องแม่นยำเพราะจะกระทบต่อการติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปมาก โดยระยะเผื่อความคลาดเคลื่อนของรอยต่อระหว่างเสาและคานนั้น จากผลการศึกษาอยู่ในช่วง 10 มม. ซึ่งมีค่าผิดพลาดเพิ่มขึ้นจากการล้มดิ่งของเสา และการวางผังระยะผิดบ้างอยู่ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงระยะ 5 มม.

การติดตั้งชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูปใช้รถปั้นจั่น ยกได้ 25 ตัน แทนแรงงานคน ซึ่งใช้แรงงานชุดติดตั้งโครงสร้าง 6 คน ส่วนการติดตั้งแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงและกรุผนังฉนวนใช้แรงงาน 8 คนต่อ 1 ชุด ซึ่งปริมาณงานในการก่อสร้างในส่วนของโครงสร้างและงานผนังน้อยกว่าการก่อสร้างระบบเดิม

7.1.3 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบสำเร็จรูปและแนวทางแก้ไข

7.1.3.1 ปัญหาการใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

1. ความผิดพลาดของขั้นตอนการผลิต และการขนส่ง (ชิ้นส่วนผิดแบบ 21 ชิ้นส่วน จาก 564 ชิ้น ต่อ 6หลัง เฉพาะโครงสร้าง ไม่รวม ชิ้นส่วนบันได คิดเป็น 3.72 %) โดยมีการแก้ไขที่หน้างานจากชิ้นส่วนเดิม ซึ่งมีผลกระทบต่อความแข็งแรงขององค์อาคารที่ด้อยลง

2. ปัญหาในการติดตั้ง ระยะห่างของรอยต่อระหว่างเสาและคาน มีระยะเผื่อความคลาดเคลื่อนเกินจากที่ได้ออกแบบไว้ จาก 10 มม. เป็น 15 มม.

3. การแตกหักเสียหายของชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปที่เป็นคานยื่นรูปตัว U แตกเสียหายขณะติดตั้ง คิดอัตราการสูญเสียวัสดุเป็น 0.18 % ส่วนชิ้นส่วนบันไดสำเร็จรูป (แม่บันได, ลูกนอน และชานพักบันไดทั้งหมด 138 ชิ้น ต่อ 6 ผัง) คิดเป็นอัตราการสูญเสียวัสดุชิ้นส่วนบันได เท่ากับ 8.69 % โดยชิ้นส่วนไม่สามารถซ่อมแซมแก้ไขได้

7.1.3.2 ปัญหาการใช้แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง และระบบผนังฉนวน

1. การติดตั้งได้ช้าเนื่องจากต้องตัดแต่งแผ่นในสถานที่ก่อสร้าง และแรงงานไม่คุ้นเคย ไม่ได้มีการฝึกให้มีความชำนาญก่อนการก่อสร้างจริง เป็นแรงงานท้องถิ่น การแก้ไขควรฝึกแรงงานให้มีความชำนาญงานก่อน หรือควรมีแรงงานประจำในงานส่วนนี้ซึ่งเป็นงานใช้ความชำนาญเฉพาะ

2. อัตราการสูญเสียวัสดุของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงมีมากถึง 12.56 % เนื่องจากต้องตัดแต่งแผ่นในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้เกิดเศษแผ่นผนังที่เหลือทิ้ง โดยควรจะแก้ไขโดยใช้แผ่นผนังที่มีการตัดแต่งจากโรงงาน เพื่อนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างได้เลย

7.1.4 ผลเปรียบเทียบด้าน ต้นทุน และระยะเวลาในการก่อสร้าง

7.1.4.1 ต้นทุนค่าก่อสร้างระหว่างบ้านระบบกึ่งและบ้านระบบเดิม

1. ต้นทุนรวมของบ้านระบบสำเร็จรูป สูงกว่า ระบบเดิม 3.76%

2. ค่าแรงงานก่อสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูป ต่ำกว่า บ้านระบบเดิม 30.20 %

3. ค่าวัสดุก่อสร้างของบ้านระบบสำเร็จรูปสูงกว่าบ้านระบบเดิม 12.71%

7.1.4.2 ระยะเวลาในการก่อสร้าง

1. ระยะเวลาในการก่อสร้างโดยรวมบ้านระบบสำเร็จรูปลดลง 30.8 % เมื่อเทียบกับบ้านระบบเดิม

2. ระยะเวลาการก่อสร้างในส่วนของหมวดโครงสร้าง ของชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป ต่ำกว่า โครงสร้าง ค.ส.ล. หล่อในที่ เป็นเวลา 35 วัน คิดเป็น 31.25 %

จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปเป็นข้อจำกัดของระบบสำเร็จรูป โดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงได้ดังนี้

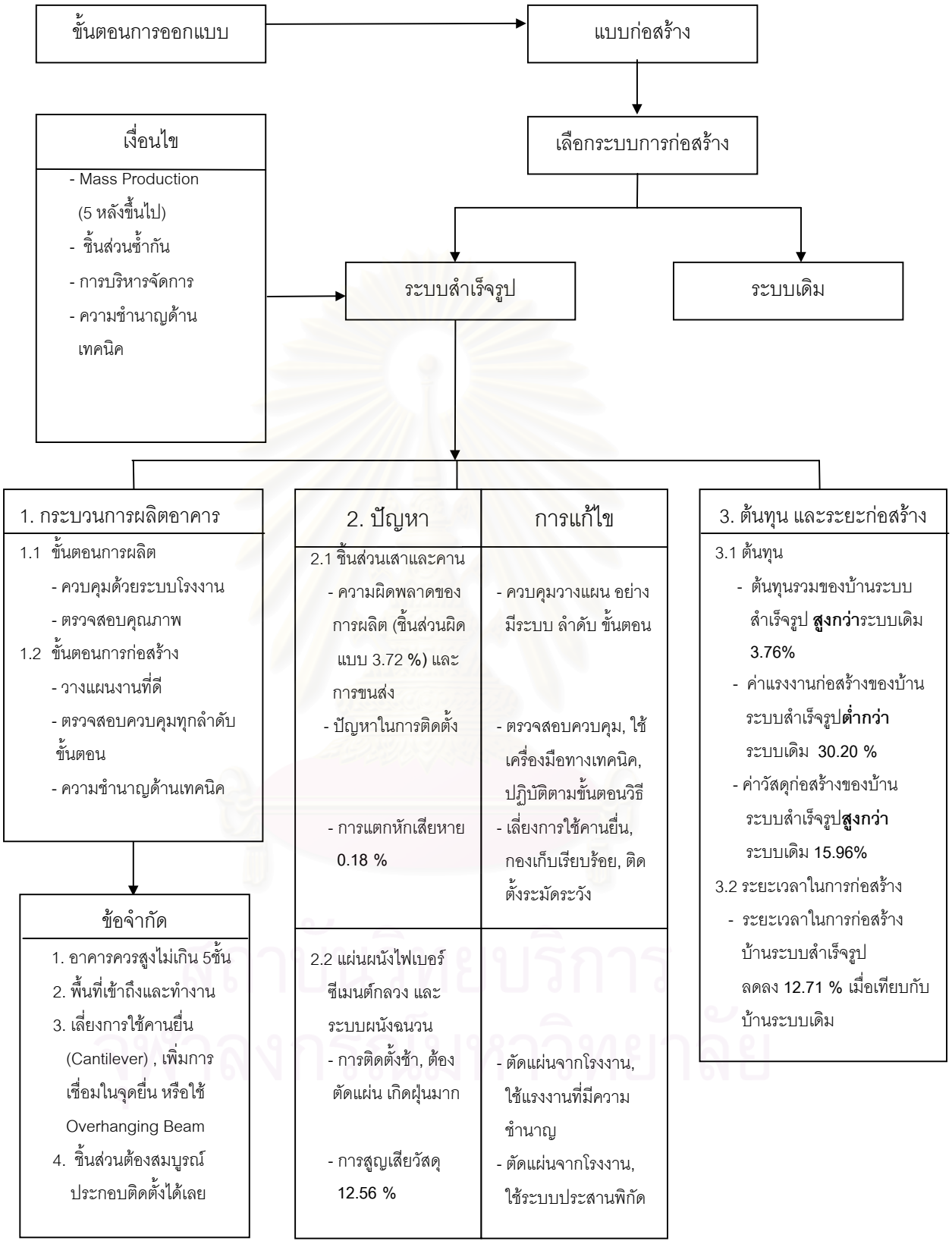
1. อาคารควรสูงไม่เกิน 5 ชั้น เนื่องจากรอยต่อออกแบบไว้เป็น Simply Support การรับแรงด้านข้างจึงต้องใช้จุดยึดตรึงแน่น (Fixed) เสากับฐานรากเป็นจุดรับแรงด้านข้าง ซึ่งต่างจากโครงสร้าง ค.ส.ล หล่อในที่ ที่ใช้ข้อต่อระหว่างเสาและคานช่วยรับแรงด้านข้างนี้ด้วย ซึ่งการใช้ลักษณะรอยต่อนี้สร้างอาคารที่สูงกว่า 5 ชั้นขึ้นไป ควรมีการเสริมในรอยต่อ หรือมีจุดโครงสร้างรับแรงในด้านข้าง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในโครงสร้างระบบนี้

2. พื้นที่เข้าถึงและทำงาน ของเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น รถปั้นจั่น นั้นเป็นสิ่งสำคัญ พื้นที่ต้องมีขนาดพอเหมาะที่ รถปั้นจั่น สามารถทำงานได้ รวมถึง ที่ว่างในอากาศที่ไม่มีสิ่งกีดขวางในการทำงานขั้นตอนประกอบติดตั้ง

3. เลี่ยงการใช้คานยื่น (Cantilever) เพราะมีปัญหาในรอยต่อ และค่อนข้างลำบากในการติดตั้ง ในกรณีที่ใช้คานยื่นควรเพิ่มการเชื่อมในจุดรอยต่อคานยื่นนั้นให้เป็นเป็นยึดตรึงแน่น (Rigid Connections) หรือใช้คานต่อเนื่องยื่นปลาย (Overhanging Beam)

4. ชิ้นส่วนต้องมีความสมบูรณ์ ซึ่งสามารถประกอบติดตั้งได้เลย จะเห็นได้ชัดในกรณีของแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง ที่ต้องมาเสียเวลาตัดแต่งแผ่นเพื่อประกอบติดตั้ง เกิดฝุ่นมาก และสูญเสียวัสดุที่เหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ถ้าในกรณีของชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น ถ้าเกิดความผิดพลาดแล้ว ขั้นตอนที่ต่อเนื่องจะมีผลกระทบมาก เช่นการขาดชิ้นส่วนบาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 7.1 สรุปผลการวิจัย

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

1. ผู้ที่ต้องการนำระบบสำเร็จรูป กรณีใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตเชื่อมด้วยเหล็ก และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวงไปก่อสร้างในโครงการบ้านจัดสรร ควรทำความเข้าใจกระบวนการขั้นตอน ของการผลิตอาคารในระบบสำเร็จรูปให้กระจ่าง เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดเมื่อดำเนินการ ในกรณีที่ก่อสร้างบ้านโดยใช้แบบก่อสร้างแบบเดียวกัน เป็นจำนวนมากๆ มีความเป็นไปได้ในการตั้งโรงงานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปในสถานที่ก่อสร้าง จะสามารถลดค่าขนส่งชิ้นส่วนลงได้

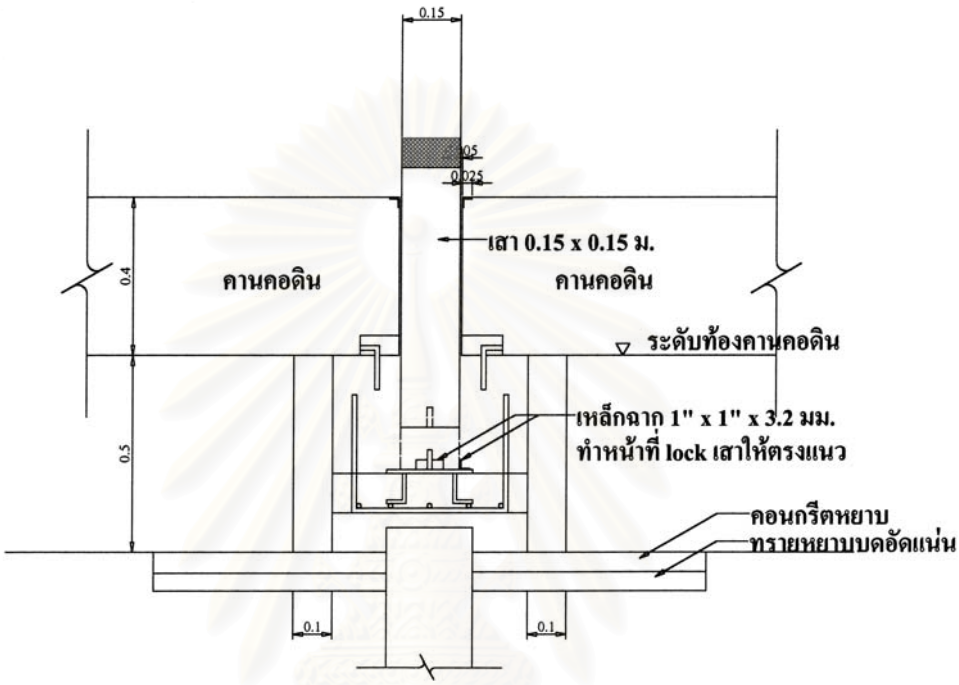
2. ขั้นตอนการออกแบบควรมีความเชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตและกระบวนการก่อสร้าง โดยปกติแล้วโครงการหมู่บ้านจัดสรรโดยทั่วไปจะมีแบบก่อสร้างแล้ว จึงไปว่าจ้างผู้รับเหมาเพื่อผลิตอาคารระบบสำเร็จรูปให้ ซึ่งอาจมีข้อจำกัดบางประการทำให้มีความยุ่งยากในการผลิตและการก่อสร้าง เช่น มีชิ้นส่วนต่อหลังจำนวนมาก โดยไม่มีชิ้นส่วนซ้ำกันเลย เป็นต้น ซึ่งในทางอุดมคตินั้น ผู้ออกแบบบ้านพักอาศัยในกรณีบ้านจัดสรรที่มีการก่อสร้างเป็นจำนวนมากนั้นควรออกแบบให้บ้านนั้นมีชิ้นส่วนที่ซ้ำกันมากที่สุด หรือมีขนาดที่เป็นมาตรฐาน (Standardization) ใช้ระบบประสานทางพิกัด มีระยะพิกัดมาตรฐาน ซึ่งจะง่ายต่อการผลิตและการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ใช้ชิ้นส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งลดความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาในขั้นตอนการผลิตและการก่อสร้างลงได้

3. ด้านผู้รับเหมาก่อสร้าง ควรมีการบริหารโครงการที่ดี มีการวางแผนงานที่รัดกุม มีการตรวจสอบควบคุมคุณภาพในการผลิตและก่อสร้างอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อลดปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้าง การควบคุมงานของโฟร์แมนต้องมีความใกล้ชิด ในขั้นตอนการประกอบติดตั้งและควรมีการเตรียมการ ฝึกอบรมแรงงานให้มีความเข้าใจ และชำนาญงานมากขึ้น โดยควรมีแรงงานส่วนหนึ่งซึ่งเป็นแรงงานประจำที่มีความชำนาญแล้ว คอยควบคุม และฝึกช่างแรงงานใหม่ จะทำให้การก่อสร้างมีประสิทธิภาพขึ้น

7.2.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนารอยต่อเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป รอยต่อเชื่อมด้วยเหล็ก

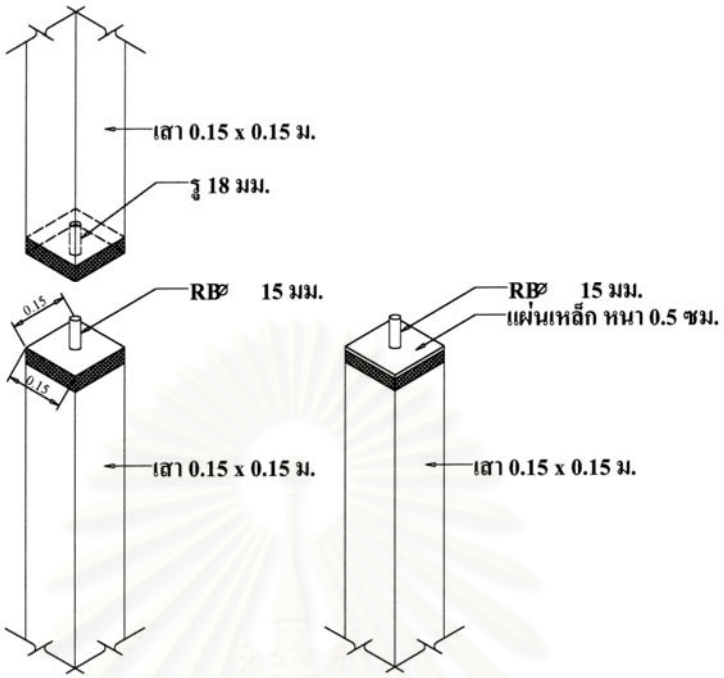
7.2.2.1 จากปัญหารอยต่อบริเวณ เสาและฐานรากที่ไม่ได้ระดับ, แนว และการติดตั้งที่เสาอาจบิดแนวได้ จากการผิดพลาดของแรงงานคน ซึ่งผู้วิจัยเสนอวิธีแก้ไขโดยใช้ แผ่นเหล็กฝังเดือยเป็นหมุด (Center Pin) วางบนเหล็กตะกร้อฐานราก แล้วใช้กล้องวัดระดับ ให้เดือย

อยู่ตรงแนวกึ่งกลางเสา และแผ่นเหล็กได้ระดับในการติดตั้งเสา โดยมีเหล็กฉากบนแผ่นเหล็กทำหน้าที่บังคับให้เสา ไม่เบี่ยงหนีแนวไป



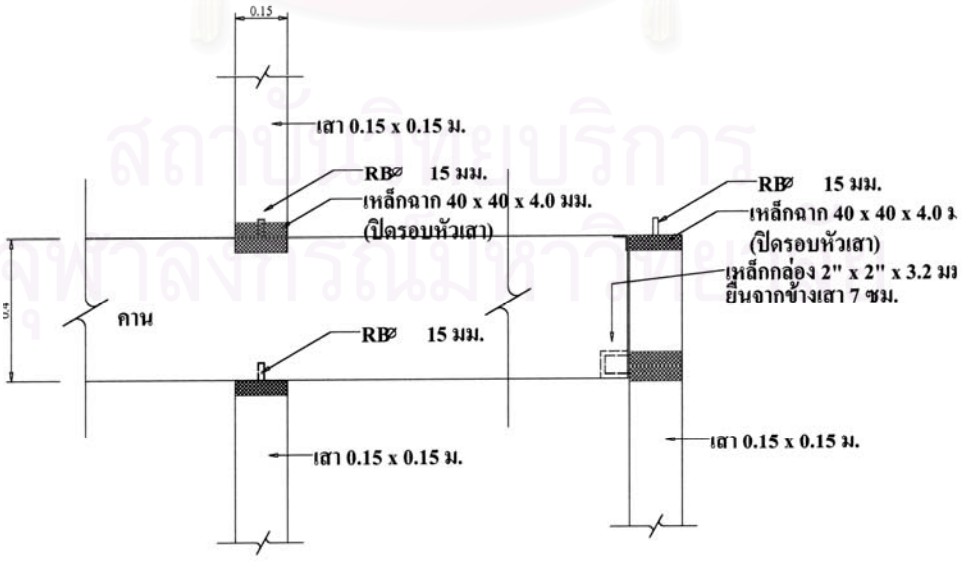
ภาพที่ 7.1 แสดงแผ่นเหล็กฝังหมุด (Center Pin) มีเหล็กฉากยึดบังคับไม่ให้เสาบิดหนีแนว

7.2.2.2 จากปัญหารอยต่อเสากับเสา ที่ไม่มีการติดตั้งเดือยอ้างอิงตำแหน่ง การติดตั้งได้ลำบาก ผู้วิจัยเสนอการใช้เดือยเหล็ก ติดตั้งไปพร้อมกับเสา และมีรูท่อเหล็กเพื่อไว้เสียบง่ายต่อการติดตั้ง เป็นตำแหน่งอ้างอิง ตรวจสอบระยะมิติจากโรงงานให้ได้มาตรฐาน

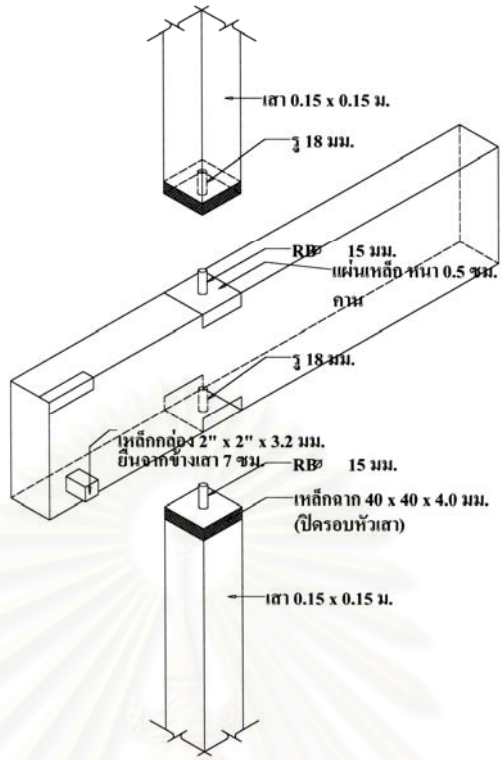


ภาพที่ 7.2 แสดงเดือยเหล็กติดกับเสา เพื่อเป็นจุดตำแหน่งอ้างอิงในการประกอบติดตั้ง

7.2.2.3 จากปัญหารอยต่อของคานยื่น (Cantilever Beam) ที่มีปัญหาการแตกร้าวของคอนกรีตบริเวณจุดเชื่อมยึด และการติดตั้งทำได้ค่อนข้างลำบาก ผู้วิจัยเสนอให้เลี่ยงการใช้คานยื่น, เพิ่มความแข็งแรงในจุดเชื่อมยึด เช่น เพิ่มจุดเชื่อมยึดเป็น 3 รวมข้างคานด้วยด้าน จากที่เชื่อมแน่นบริเวณด้านบนของคานด้านเดียว หรือใช้คานต่อเนื่องยื่นปลาย (Overhanging Beam)



ภาพที่ 7.3 คานต่อเนื่องยื่นปลาย



ภาพที่ 7.4 ภาพ 3 มิติของคานต่อเนื่องยื่นปลาย

7.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.2.1 จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการก่อสร้างระบบกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้ชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูปรอยต่อเชื่อมด้วยเหล็ก และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ควรใช้ระบบประสานทางพิกัด (Modular Co-ordination) เข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่การออกแบบ ตลอดไปจนถึงการผลิตและก่อสร้าง ซึ่งน่าจะสามารถทำให้ระบบกึ่งสำเร็จรูปมีความแพร่หลายมากขึ้น และสามารถผลิตแบบมวล (Masss Prodauction) ได้ เป็นชิ้นส่วนที่มีการขายทั่วไปตามท้องตลาดที่มีขนาดตามแบบมาตรฐาน

7.2.2.2 ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการศึกษา วิจัยในเรื่องรอยต่อ และพฤติกรรมของรอยต่อ ชนิดต่างๆ ว่ามีความแตกต่าง มีข้อได้เปรียบเสียเปรียบในการใช้งานอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุง และพัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูป

7.2.2.3 ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการศึกษา วิจัยในเรื่องเครื่องจักรขนาดเล็กที่สามารถใช้ยกประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้สะดวก และมีความคล่องตัวสูง เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายในการยกประกอบติดตั้งของชิ้นส่วนสำเร็จรูปลง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

เฉลิม สุจริต. วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่3.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอน Industrialized building Systems. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (มปท.) (มปป.)

ชัยยันต์ ทองนอก. ผู้ควบคุมงานการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด. สัมภาษณ์, 12 ตุลาคม 2545.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม สำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ทวี สีบุญเรือง. บริษัท เซ็นเตอร์ ออฟสแตนดาร์ด เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. สัมภาษณ์, 30 ตุลาคม 2545.

ปรีชญา สิทธิพันธุ์. Industrialized building. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีการศึกษา 2527. ฉบับที่2 : หน้า47.

นาวิน นาคะสิริ. การศึกษาและการเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก: กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2542.

บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้าน พิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีการก่อสร้าง (การพัฒนา การบ้านจัดสรร ในปัจจุบัน). [Online]. Available from: http://seed.net/winyou2/article08/how2buyhouse.html [2002, June 30]

พิฑูร โอสิริ. Technical Support Division Manager บริษัท ทีจี บิลดิ้ง ซิสเท็มส์ จำกัด. สัมภาษณ์,16 มกราคม 2546

พิภพ สุนทรสมัย. การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่. เล่ม1. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.

พิภพ สุนทรสมัย. คอนกรีตคอนสตรั๊คชั่น และการเขียนแบบอาคารสูง. พิมพ์ครั้งที่9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ หจก. เม็ดทรายพริ้นติ้ง, 2540.

พิภพ สุนทรสมัย. เทคนิคการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่17. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ หจก. เม็ดทรายพริ้นติ้ง, 2540.

มนศักดิ์ อู่ไพบูรณ์. กรรมการผู้จัดการ บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด. สัมภาษณ์, 18 กรกฎาคม 2545

มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยใช้งาน. แก้ไขปรับปรุงครั้งที่2, 2534.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. พิมพ์ครั้งที่2, 2540.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป.กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

สุจริต คูณธนกุลวงศ์. ทักษิน เทพชาตรี. การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2541.

สุเชษฐ ชาวเรือ. การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย: การออกแบบและการศึกษาความเป็นไปได้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

โสภณ แสงไพโรจน์. การก่อสร้างอาคารอุตสาหกรรม. เอกสารประกอบการอบรมประสานทางพิกัด สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2520.

ภาษาอังกฤษ

Chink, D.K. Francis. Building Construction Illustrated. New York: 1991.

Diamant, R. M. E. Industrialised building 3. : 70 international methods. London: Iliffe Books, 1968.

Diamant, R. M. E. Industrialised building 2 : 50 international methods. London: Iliffe Books, 1965.

Diamant, R. M. E. Industrialised building 1 : 50 international methods. London: Iliffe Books, 1967.

Fischer, Robert E.. Architectural Engineering - New Structures. United States of America : McGraw-Hill, Inc., 1964.

Foster, Jack Stroud. Structure and Fabric Part1. Great Britain: William Clowes & Sons, Limited, 1975.

GmbH, Beton-Verlag. Precast Concrete Connection Details. Netherland: 1978. (WP)

Nissen, Henrik. Industrialized building and modular design. London and Harlow: Shenval Press, 1972.

Kell, Burnham. The prefabrication of houses. Second printing. Cambridge: The MIT press, 1964.

Kjeldsen, Marius. Industrialized Housing in Denmark. Copenhagen, 1976.

Precast / Prestressed Concrete Institute. PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete. Fourth Edition. U.S.A, 1992.

Testa, Carlo. The Industrialication of Building. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1977.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบบันทึกระยะเวลาในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

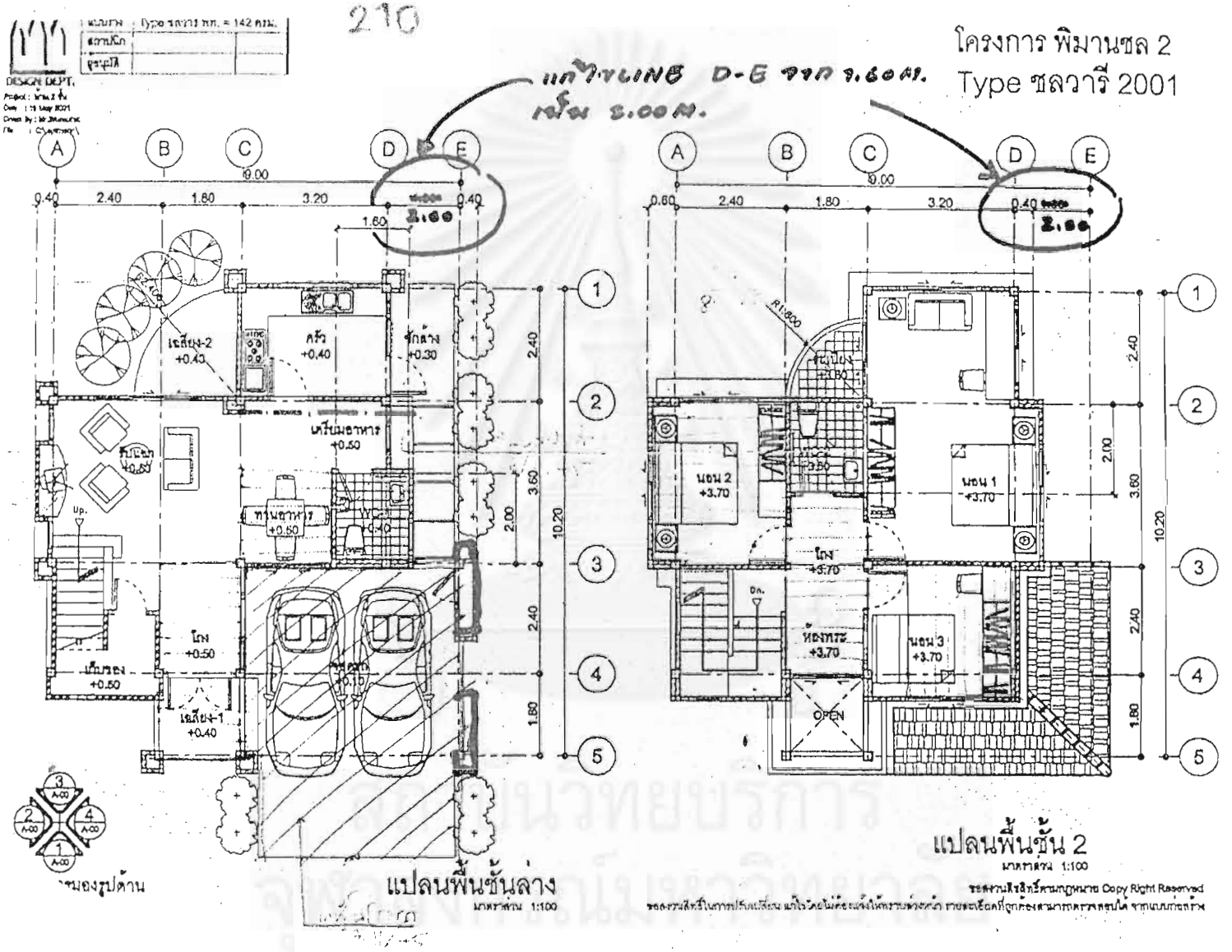
วันที่ ..... เริ่มงาน ..... สิ้นสุด ..... รวม ..... ชม. ..... นาที

ตึกที่ ..... ชั้น .....

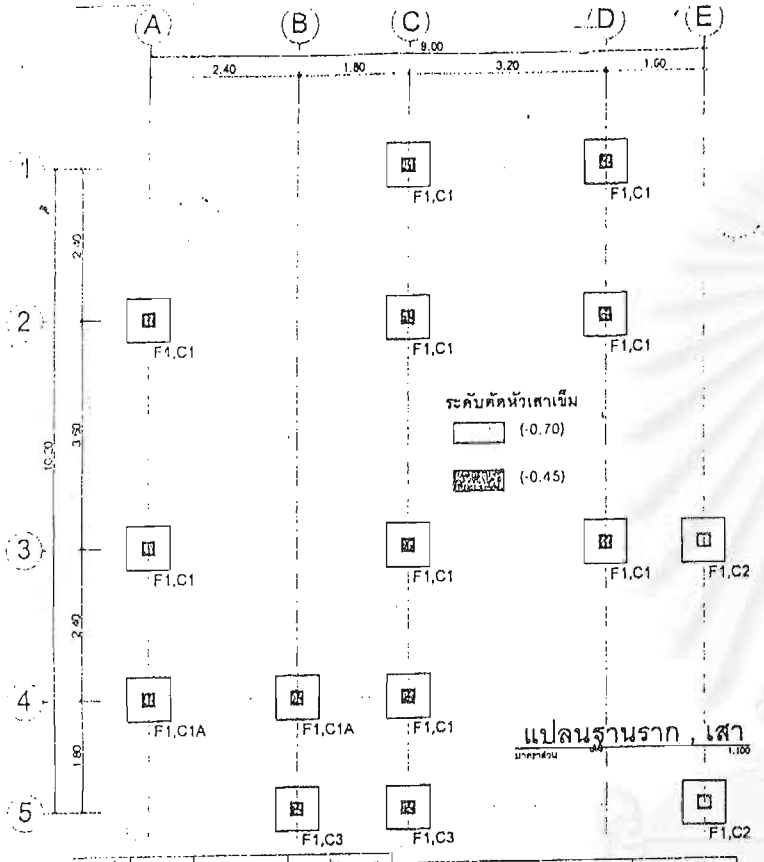
ลำดับที่	ชิ้นส่วน	จำนวนชิ้น	เวลา	ระยะเวลา	จำนวนคน	เครื่องมือ	หมายเหตุ

ผู้จดบันทึก .....

		จำนวนงาน	แรงงาน	ประเภทของ	ความแรง	เวลาที่ทำ	เครื่องมือ		
วัน/เดือน/ปี	งาน	ที่ทำได้	(คน)	แรงงาน	(บาท)	(ชม.)	ที่ใช้	ปัญหา อุปสรรค	หมายเหตุ
	6								

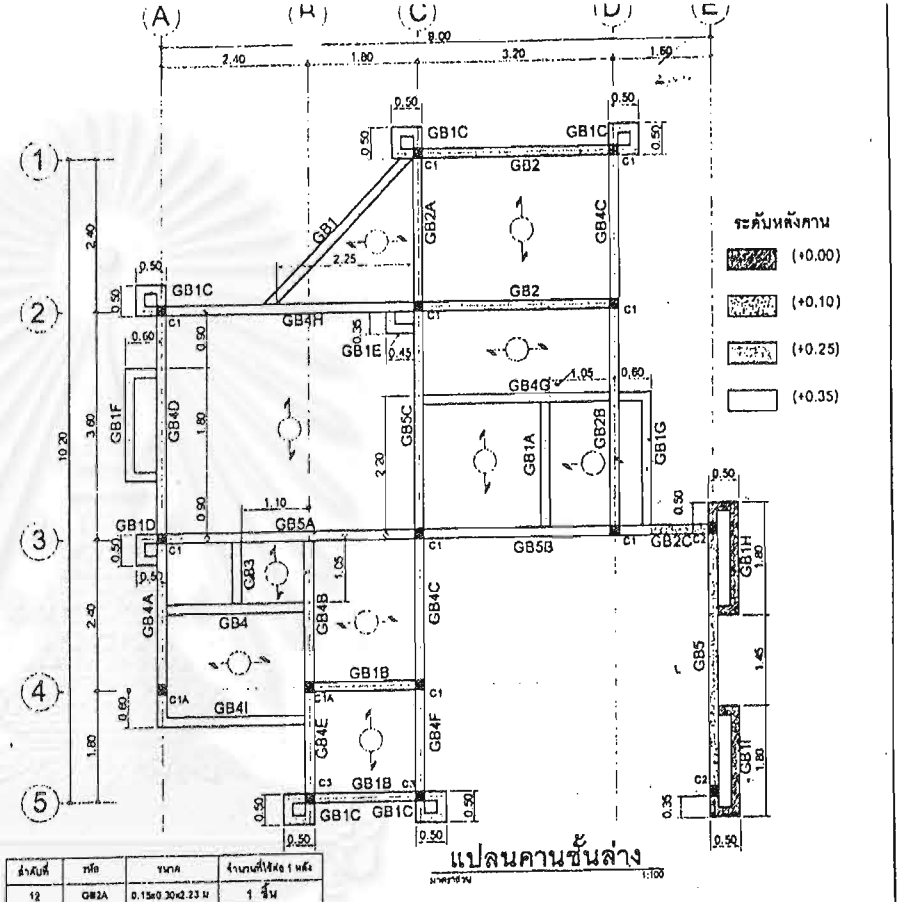


ลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย Copy Right Reserved
ของงานลิขสิทธิ์ในการปรับเปลี่ยน แก้ไขวัสดุที่ต้องเพิ่มให้ตรงตามต้องการ หากจะเรียกใช้ลูกค้าต้องตามการตรวจสอบได้ จากแบบก่อสร้าง



แปลนฐานราก , เสา

มาตราส่วน 1:100



แปลนคานชั้นล่าง

มาตราส่วน 1:100

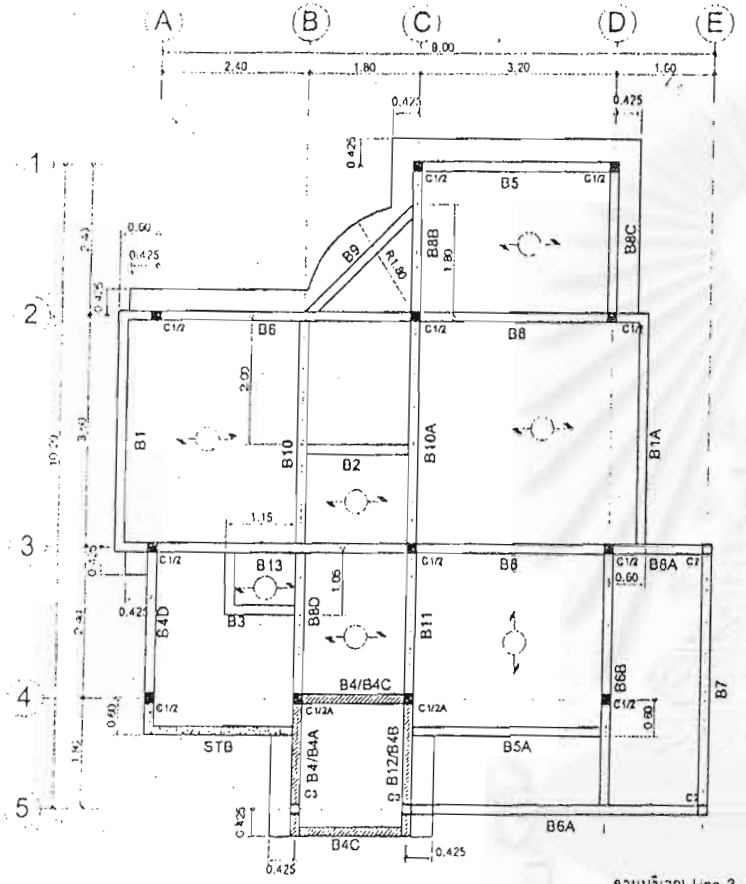
ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
ฐานราก คสล. ฝำเร็จรูป (รวม 15 ชิ้น)			
1	F1	0.70x0.70x0.50 ม.	15 ชิ้น
เสา คสล. ฝำเร็จรูป ชั้นที่ 1 (รวม 15 ชิ้น)			
1	C1	0.15x0.15x3.83 ม.	9 ชิ้น
2	C1A	0.15x0.15x3.93 ม.	2 ชิ้น
3	C2	0.15x0.15x4.15 ม.	2 ชิ้น
4	C3	0.20x0.20x4.30 ม.	2 ชิ้น
24	GB4H	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
25	GB4I	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น
26	GB5	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
27	GB5A	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
28	GB5B	0.15x0.40x3.03 ม.	1 ชิ้น
29	GB5C	0.15x0.40x3.43 ม.	1 ชิ้น

ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
คาน คสล. ฝำเร็จรูป ชั้นที่ 1 (รวม 36 ชิ้น)			
1	GB1	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
2	GB1A	0.15x0.30x1.955 ม.	1 ชิ้น
3	GB1B	0.15x0.30x1.83 ม.	2 ชิ้น
4	GB1C	0.15x0.30x - ม.	5 ชิ้น
5	GB1D	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
6	GB1E	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
7	GB1F	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
8	GB1G	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
9	GB1H	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
10	GB1I	0.15x0.30x - ม.	1 ชิ้น
11	GB2	0.15x0.30x3.03 ม.	2 ชิ้น

ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
12	GB2A	0.15x0.30x2.23 ม.	1 ชิ้น
13	GB2B	0.15x - x3.43 ม.	1 ชิ้น
14	GB2C	0.15x - x1.43 ม.	1 ชิ้น
15	GB3	0.15x0.30x0.955 ม.	1 ชิ้น
16	GB4	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
17	GB4A	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
18	GB4B	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
19	GB4C	0.15x0.40x2.23 ม.	2 ชิ้น
20	GB4D	0.15x0.40x3.43 ม.	1 ชิ้น
21	GB4E	0.15x0.40x1.83 ม.	1 ชิ้น
22	GB4F	0.15x0.40x1.83 ม.	1 ชิ้น
23	GB4G	0.15x0.40x3.03 ม.	1 ชิ้น

หมายเหตุ :
1. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น
แนวการปูพื้นสำเร็จรูป

CCM	บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด CHUSIN CONCRETE CO.,LTD
TITLE : แปลนฐานราก , เสา , คาน (ชลวารี)	DWG. NO. : S-01
ENGINEER :	File Name : E:\Cad-2\Projects\Chulwari\Str.dwg



แปลนคานชั้นบน

ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
คาน คสล. สำเร็จรูป ชั้นที่ 2 (รวม 30 ชิ้น)			
1	B1	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น
2	B1A	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น
3	B2	0.15x0.30x1.83 ม.	1 ชิ้น
4	B3	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น
5	B4	0.15x0.40x1.83 ม.	2 ชิ้น
6	B4A	0.15x0.40x2.14 ม.	1 ชิ้น
7	B4B	0.15x0.40x2.14 ม.	1 ชิ้น
8	B4C	0.15x0.40x1.83 ม.	2 ชิ้น
9	B4D	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
10	B5	0.15x0.40x3.03 ม.	1 ชิ้น
11	B5A	0.15x0.40x3.03 ม.	1 ชิ้น

ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
เสา คสล. สำเร็จรูป ชั้นที่ 2 (รวม 12 ชิ้น)			
1	C1/2	0.15x0.15x2.82 ม.	10 ชิ้น
2	C1/2A	0.15x0.15x2.82 ม.	2 ชิ้น

ลำดับที่	หมัด	ขนาด	จำนวนที่ใช้ต่อ 1 หลัง
12	B6	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
13	B6A	0.15x0.40x4.63 ม.	1 ชิ้น
14	B6B	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
15	B7	0.15x0.30x4.03 ม.	1 ชิ้น
16	B8	0.15x0.40x3.03 ม.	2 ชิ้น
17	B8A	0.15x0.40x1.43 ม.	1 ชิ้น
18	B8B	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
19	B8C	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
20	B8D	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
21	B9	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น
22	B10	0.15x0.40x3.43 ม.	1 ชิ้น
23	B10A	0.15x0.40x3.43 ม.	1 ชิ้น
24	B11	0.15x0.40x2.23 ม.	1 ชิ้น
25	B12	0.15x0.40x1.83 ม.	1 ชิ้น
26	B13	0.15x0.40x4.03 ม.	1 ชิ้น
27	STB	0.15x0.40x - ม.	1 ชิ้น

ระดับหลังคาน

(+2.70)

(+3.55)

(+4.35)

คานบริเวณ Line 3-4/B, 3-4/C, 4/B-C มี 2 ระดับ

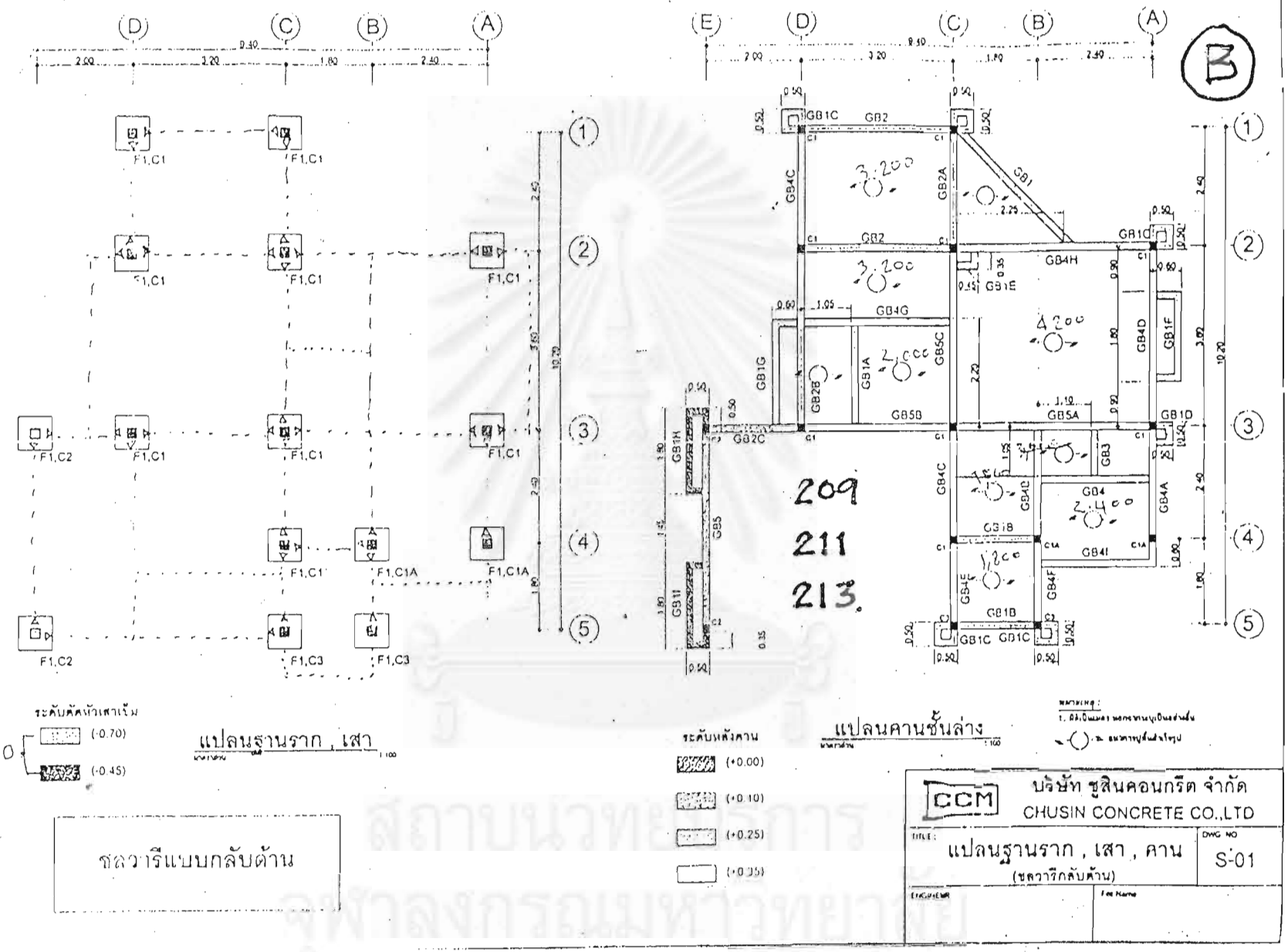
-Line 3-4/B B4 ระดับหลังคาน +3.55 , B4A ระดับหลังคาน +4.35

-Line 3-4/C B12 ระดับหลังคาน +3.55 , B4 B ระดับหลังคาน +4.35

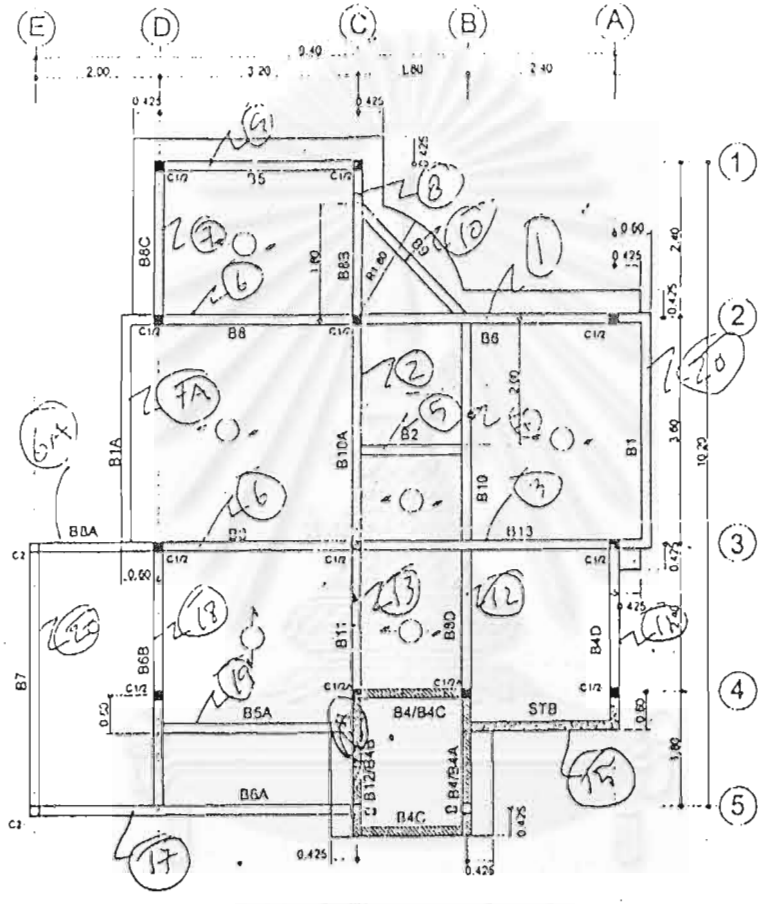
-Line 3-4/C B4 ระดับหลังคาน +3.55 , B4 C ระดับหลังคาน +4.35

CCM	บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด CHUSIN CONCRETE CO.,LTD
TITLE: แปลนเสา , คาน ชั้นบน (ซลวาริ)	DWG. NO.: S-02
ENGINEER:	File Name:

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แปลนคานชั้นบน

ระดับหลังคาน

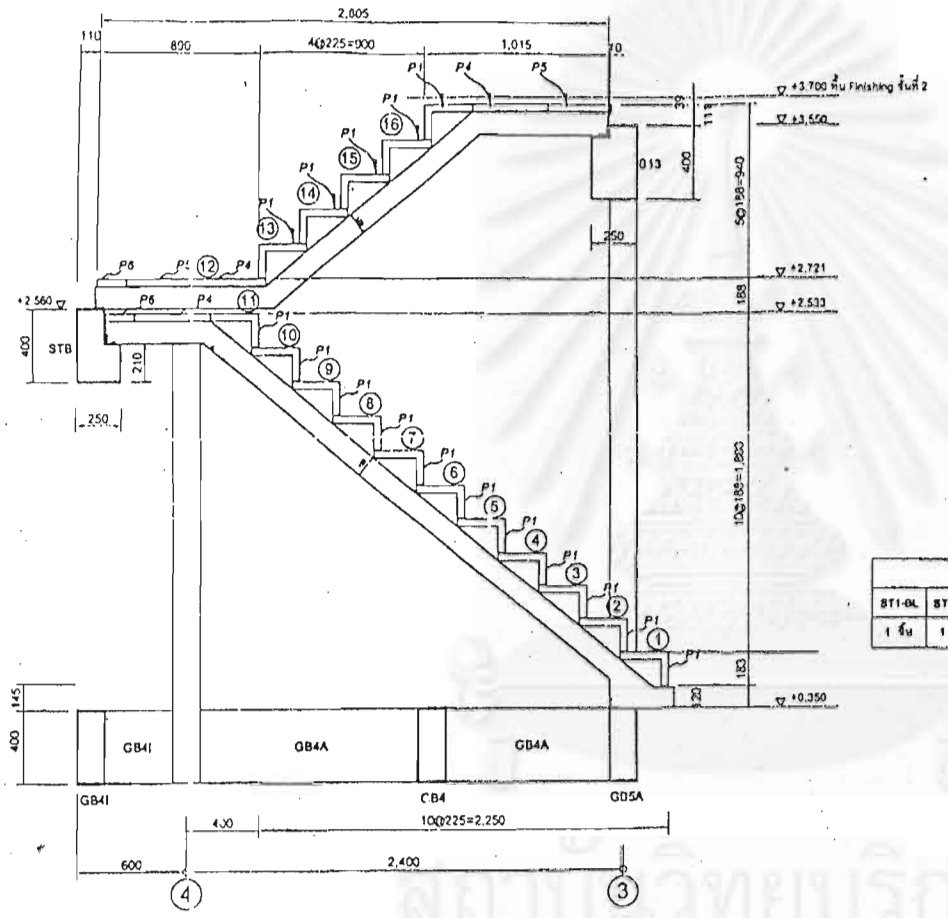
(+2.70)

(+3.55)

(+4.35)

ชลวารีแบบกลับด้าน

บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด CHUSIN CONCRETE CO.,LTD	
TITLE : แปลนเสา , คาน ชั้นบน (ชลวารีกลับด้าน)	DWG. NO. S-02
ENGINEER :	File Name :



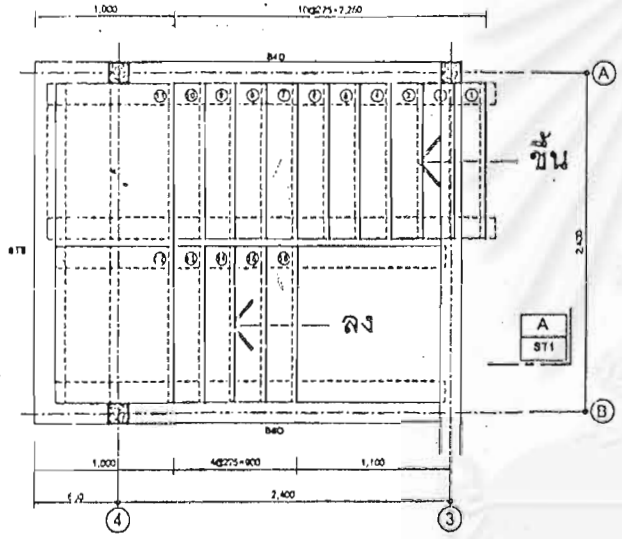
ส่วนประกอบบันได ST1 (27 ขั้น/1 ชุด)

ชนิด											
ST1-BL	ST1-BR	ST2-BL	ST2-BR	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1 ชิ้น	1 ชิ้น	1 ชิ้น	1 ชิ้น	18 ชิ้น	-	-	3 ชิ้น	2 ชิ้น	2 ชิ้น	-	-

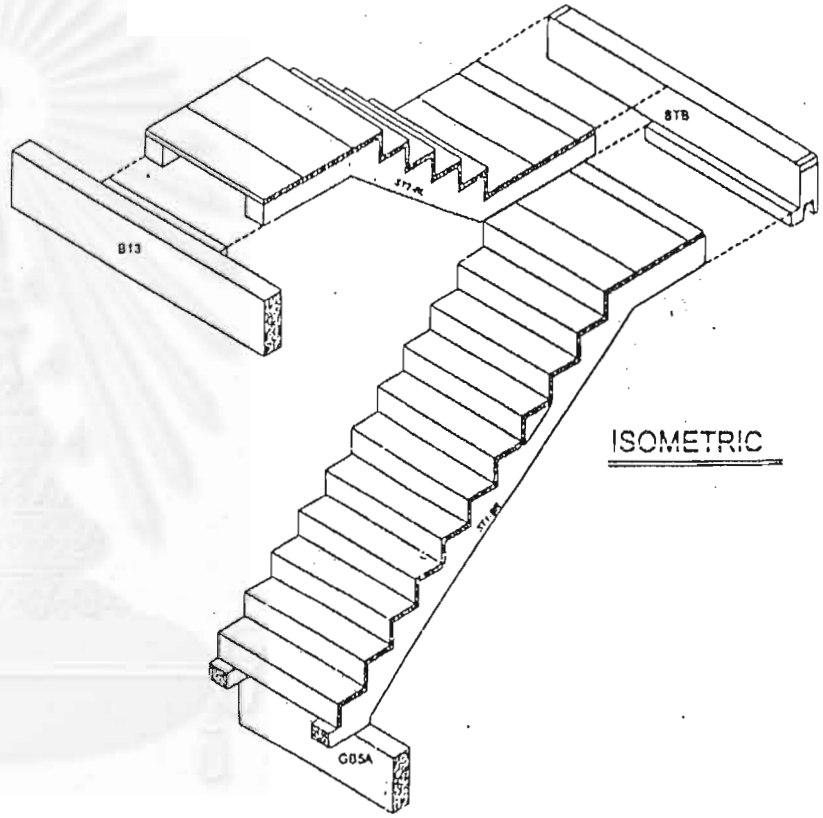
FOR : PRODUCTION

บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด CHUSIN CONCRETE CO.,LTD	
แปลนบันได ชั้นที่ 1 - 2 (รหวาง)	ST-02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แปลนบันได ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 2



ISOMETRIC

CCM	บริษัท ชูสินคอนกรีต จำกัด CHUSIN CONCRETE CO.,LTD	
TITLE:	แปลนบันได ชั้นที่ 1 - 2 (จลาร์)	DWG. NO.: ST-01
SCALE:		DATE: 26/06/15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบสรุปราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...1...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

ลำดับที่	สรุปรายการ	รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	รวมวัสดุและแรงงาน (บาท)
1	หมวดโครงสร้าง	190,219.80	37,525.00	227,744.80
2	หมวดงานหลังคา	78,145.24	14,985.00	93,130.24
3	หมวดงานผนัง	168,569.76	21,381.00	189,950.76
4	หมวดงานประตูหน้าต่าง	94,850.00	8,100.00	102,950.00
5	งานระบบประปาสุขาภิบาล	32,610.00	9,190.00	41,800.00
6	หมวดงานระบบไฟฟ้า	53,125.00		53,125.00
7	หมวดงานฝ้าเพดาน	28,200.00	10,200.00	38,400.00
8	หมวดงานวัสดุตกแต่ง	78,480.00	32,350.00	110,830.00
9	หมวดงานสี	24,410.00	15,220.00	39,630.00
10	หมวดงานเบ็ดเตล็ด	25,000.00	1,000.00	26,000.00
	รวมทั้งสิ้น	773,609.80	149,951.00	923,560.80
	รวมทั้งสิ้น (ไม่รวมภาษี)			923,560.80

หมายเหตุ

1. ค่าแรงงานที่ใช้ในการประเมินราคาในครั้งนี้ ใช้วิธีคิดจากสถิติแรงงานก่อสร้างเป็นเกณฑ์
2. ค่าแรงงานที่คิดในใบประเมินราคา เป็นค่าแรงงานเฉพาะที่เกิดจากการทำงานของคนงาน งานของผู้รับเหมาเท่านั้น การจ้างบุคคลหรืองานเหมาช่วงอื่นๆ คิดเป็นต้นทุนค่าวัสดุ เช่น ไฟฟ้า เป็นต้น
3. ราคาค่าวัสดุ ใช้ราคากลางจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ (ราคาเดือน ตุลาคม 2545)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...2...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
1. หมวดโครงสร้าง							
1.1 งานเข็ม	15	ต้น	1,400.00		21,000.00	18,000.00	39,000.00
1.2 งานขุดดิน	15	ม^3		60.00		900.00	900.00
1.3 งานตีผังหาศูนย์ (ไม้)	9.56	ลบ.ฟ	330.00		3,154.80	1,600.00	4,754.80
1.4 งานคอนกรีต	8	ม^3	1,600.00	200.00	12,800.00	1,600.00	14,400.00
1.5 โครงสร้างเสาคานสำเร็จรูป							
- ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	121	ชิ้น			96,625.00	4,800.00	101,425.00
- ค่าขนส่ง	1	เที่ยว			29,165.00		29,165.00
- ค่าMobile Crane	10	ชม.		812.50		8,125.00	8,125.00
1.6 โครงสร้างพื้น							
- แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบ	125	ม^2	215.00	20.00	26,875.00	2,500.00	29,375.00
- เหล็ก Wire Mesh	3	ม้วน	200.00		600.00		600.00
รวมงานโครงสร้าง					**190,219.80**	**37,525.00**	**227,744.80**
2. หมวดงานหลังคา							
2.1 เหล็ก [100 x 50 x 20 x 2.3	42	ท่อน	384.67		16,156.14		16,156.14
2.2 เหล็ก [150 x 50 x 20 x 3.2	20	ท่อน	513.33		10,266.60		10,266.60
2.3 เหล็กกล่อง 25 x 25 x 1.2	115	ท่อน	120.50		13,857.50		13,857.50
2.4 แผ่นเหล็กหัวเสา	10	จุด	100.00		1,000.00		1,000.00
2.5 แผ่นเหล็กยึดจันทัน	40	จุด	60.00		2,400.00		2,400.00
2.6 สีน้ำมัน	1	ถัง	624.00		624.00		624.00
2.7 น้ำมันสน	2	ปี๊บ	275.00		550.00		550.00
2.8 ลวดเชื่อม	1	ลัง	1,500.00		1,500.00		1,500.00
2.9 ค่าแรงโครงเหล็ก	135	ม^2		60.00		8,100.00	8,100.00
2.10 กระเบื้องคอนกรีต	1200	แผ่น	11.00		13,200.00		13,200.00
2.11 ครอบสันโค้ง	182	แผ่น	25.00		4,550.00		4,550.00
2.12 ครอบสัน 3 ทาง	3	แผ่น	49.00		147.00		147.00
2.13 ครอบหางมน	8	แผ่น	39.00		312.00		312.00
2.14 หวีปิดเชิงชาย	10	อัน	180.00		1,800.00		1,800.00

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...3...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
2.15 แผ่นฟอล์ยกันความร้อน	2	ม้วน	2,856.00		5,712.00		5,712.00
2.16 รางตะแม่สังกะสี	5	เมตร	200.00		1,000.00		1,000.00
2.17 ค่าแรงมุมหลังคา	135	$ม^2$		25.00		3,375.00	3,375.00
2.18 เชิงชาย	78	ม	30.00	25.00	2,340.00	1,950.00	4,290.00
2.19 ปิดลอน	78	ม	35.00	20.00	2,730.00	1,560.00	4,290.00
รวมงานหลังคา					**78,145.24**	14,985.00	**93,130.24**
3. หมวดงานผนัง							
3.1 ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง (Fine Wall)							
- Fine Wall หนา 5ซม. 060x2.6	73	แผ่น	385.92		28,172.16		28,172.16
- Fine Wall หนา 5ซม. 060x2.9	88	แผ่น	403.20		35,481.60		35,481.60
- ค่าขนส่ง	1	เที่ยว	6,000.00		6,000.00		6,000.00
- อุปกรณ์ยึดแผ่น	1		16,234.00		16,234.00		16,234.00
- ค่าติดตั้ง	267	$ม^2$		35.00		9,345.00	9,345.00
3.2 ระบบฉนวนภายนอก (Amour Wall)							
- ESP Foam 2' x 4' x 1"	338	แผ่น	30.00		10,140.00		10,140.00
- ตาข่ายใยแก้วสีฟ้า	6	ม้วน	2,475.00		14,850.00		14,850.00
- Base Coat	20	ถัง	1,200.00		24,000.00		24,000.00
- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	5	ถุง	92.00		460.00		460.00
- สีออสก้าร์ #952	2	ถัง	1,206.00		2,412.00		2,412.00
- ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	268	$ม^2$	115.00		30,820.00		30,820.00
- ค่าติดตั้งผนังฉนวน	เหมารวม					12,036.00	12,036.00
รวมงานผนัง					**168,569.76**	**21,381.00**	189,950.76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...4...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
4 หมวดงานประตูหน้าต่าง							
4.1 ประตู ป1	1	ชุด	8,500.00	600.00	8,500.00	600.00	9,100.00
ป2	1	ชุด	1,800.00	200.00	1,800.00	200.00	2,000.00
ป3	4	ชุด	2,000.00	200.00	8,000.00	800.00	8,800.00
ป4	5	ชุด	1,600.00	200.00	8,000.00	1,000.00	9,000.00
ป5	1	ชุด	8,000.00	200.00	8,000.00	200.00	8,200.00
ป6	1	ชุด	6,000.00	200.00	6,000.00	200.00	6,200.00
4.2 หน้าต่าง น1	7	ชุด	3,500.00	300.00	24,500.00	2,100.00	26,600.00
น2	1	ชุด	5,000.00	300.00	5,000.00	300.00	5,300.00
น3	6	ชุด	1,650.00	300.00	9,900.00	1,800.00	11,700.00
น4	3	ชุด	800.00	100.00	2,400.00	300.00	2,700.00
น5	1	ชุด	1,200.00	300.00	1,200.00	300.00	1,500.00
น6	1	ชุด	3,750.00	300.00	3,750.00	300.00	4,050.00
4.3 อปกรณ์ประตู	12	ชุด	650.00		7,800.00		7,800.00
รวมงานประตูหน้าต่าง					**94,850.00**	**8,100.00**	**102,950.00**
5 งานระบบประปาสุขาภิบาล							
5.1 ระบบท่อ	เหมารวม	ชุด			8,000.00	3,000.00	11,000.00
5.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	เหมารวม	ชุด			14,000.00	5,000.00	19,000.00
5.3 สุขภัณฑ์ cotto							
อ่างล้างหน้า C - 007	1	ชุด	990.00	100.00	990.00	100.00	1,090.00
อ่างล้างหน้า C - 002	1	ชุด	520.00	100.00	520.00	100.00	620.00
ชักโครก C - 183	2	ชุด	2,850.00	150.00	5,700.00	300.00	6,000.00
ก๊อกน้ำ CT - 152C3	2	อัน	350.00	30.00	700.00	60.00	760.00
ชั้นวางของ	2	อัน	195.00	30.00	390.00	60.00	450.00
กระจกเงา	2	อัน	230.00	30.00	460.00	60.00	520.00
สายชำระ	2	อัน	150.00	30.00	300.00	60.00	360.00
ฝักบัว CT 370C356	1	อัน	710.00	50.00	710.00	50.00	760.00
ที่ใส่สบู่ C - 805	1	อัน	100.00	50.00	100.00	50.00	150.00
ราวแขวนผ้า SBK 606	2	ชุด	70.00	50.00	140.00	100.00	240.00

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...5...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบสำเร็จรูป (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
ที่ใส่กระดาษชำระ C814	2	อัน	100.00	50.00	200.00	100.00	300.00
ตระแกรงรูน้ำทิ้ง	2	อัน	100.00	50.00	200.00	100.00	300.00
ม่านกั้นห้องน้ำ	1	อัน	200.00	50.00	200.00	50.00	250.00
รวมงานประปาสุขาภิบาล					**32,610.00**	**9,190.00**	**9,840.00**
6 หมวดงานระบบไฟฟ้า							
6.1 Fluoresent 1 x 32 W	15	ชุด	420.00		6,300.00		6,300.00
6.1 Fluoresent 1 x 18 W	2	ชุด	320.00		640.00		640.00
6.3 Incanresent 1 x 40 W	4	ชุด	300.00		1,200.00		1,200.00
6.3 Incanresent 6 x 40 W	1	ชุด	1,700.00		1,700.00		1,700.00
6.5 PL - S20 ขั้วหลอดเสียบ	2	ชุด	300.00		600.00		600.00
6.6 สิวทช์	17	ชุด	305.00		5,185.00		5,185.00
6.7 เต้าเสียบไฟฟ้า	14	ชุด	500.00		7,000.00		7,000.00
6.8 แผงควบคุมไฟฟ้า	1	ชุด	25,500.00		25,500.00		25,500.00
6.9 งานเดินสายไฟ	เหมารวม		5,000.00		5,000.00		5,000.00
รวมระบบไฟฟ้า					**53,125.00**		**53,125.00**
7 หมวดงานฝ้าเพดาน							
7.1 งานฝ้าภายใน	120	ม^2	160.00	60.00	19,200.00	7,200.00	26,400.00
ยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ							
7.1 งานฝ้าภายนอก	75	ม^2	120.00	40.00	9,000.00	3,000.00	12,000.00
กระเบื้องแผ่นเรียบ							
รวมงานฝ้าเพดาน					**28,200.00**	**10,200.00**	**38,400.00**
8 หมวดงานวัสดุตกแต่ง							
8.1 กระเบื้องเซรามิก 12 x 12	46	ม^2	280.00	100.00	12,880.00	4,600.00	17,480.00
8.2 กระเบื้องเซรามิก 8 x 10	40	ม^2	240.00	100.00	9,600.00	4,000.00	13,600.00
8.3 กระเบื้องเซรามิก 8 x 8	30	ม^2	140.00	100.00	4,200.00	3,000.00	7,200.00
8.4 กระเบื้องสลับทรายล้าง	12	ม^2	200.00	150.00	2,400.00	1,800.00	4,200.00
8.5 ปาร์เก้โมเสค	51	ม^2	350.00	150.00	17,850.00	7,650.00	25,500.00
8.6 พื้นขัดหยาบ	75	ม^2	250.00	60.00	18,750.00	4,500.00	23,250.00
8.7 บัวไม้เชิงผนัง	120	ม^2	65.00	40.00	7,800.00	4,800.00	12,600.00

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...6...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ	รวมค่าแรง	รวมค่าวัสดุและ
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง	(บาท)	(บาท)	แรงงาน (บาท)
8.8 งานผิวพื้นบันได	เหมารวม				5,000.00	2,000.00	7,000.00
รวมงานผิวพื้น					**78,480.00**	**32,350.00**	**110,830.00**
9 หมวดงานสี							
9.1 ทาสีพลาสติกภายนอก	316	$ม^2$	35.00	20.00	11,060.00	6,320.00	17,380.00
9.1 ทาสีพลาสติกภายใน	445	$ม^2$	30.00	20.00	13,350.00	8,900.00	22,250.00
รวมงานสี					**24,410.00**	**15,220.00**	**39,630.00**
10 หมวดงานเบ็ดเตล็ด	เหมารวม				25,000.00	1,000.00	26,000.00
รวมงานเบ็ดเตล็ด					**25,000.00**	**1,000.00**	**26,000.00**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบสรุปราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...1...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (ชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่ ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์กลวง กรุฉนวนภายนอก).....

ลำดับที่	สรุปรายการ	รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	รวมวัสดุและแรงงาน (บาท)
1	หมวดโครงสร้าง	178,965.92	55,364.20	234,330.12
2	หมวดงานหลังคา	78,145.24	14,985.00	93,130.24
3	หมวดงานผนัง	81,425.00	68,445.00	149,870.00
4	หมวดงานประตูหน้าต่าง	94,850.00	8,100.00	102,950.00
5	งานระบบประปาสุขาภิบาล	32,610.00	9,190.00	41,800.00
6	หมวดงานระบบไฟฟ้า	53,125.00		53,125.00
7	หมวดงานฝ้าเพดาน	28,200.00	10,200.00	38,400.00
8	หมวดงานวัสดุตกแต่ง	78,480.00	32,350.00	110,830.00
9	หมวดงานสี	24,410.00	15,220.00	39,630.00
10	หมวดงานเบ็ดเตล็ด	25,000.00	1,000.00	26,000.00
	รวมทั้งสิ้น	675,211.16	214,854	890,065.36
	รวมทั้งสิ้น (ไม่รวมภาษี)			890,065.36

หมายเหตุ 1. ค่าแรงงานที่ใช้ในการประเมินราคาในครั้งนี้ ใช้วิธีคิดจากสถิติแรงงานก่อสร้างเป็นเกณฑ์

2. ค่าแรงงานที่คิดในใบประเมินราคา เป็นค่าแรงงานเฉพาะที่เกิดจากการทำงานของคน งานของผู้รับเหมาเท่านั้น การจ้างบุคคลหรืองานเหมาช่วงอื่นๆ คิดเป็นต้นทุนค่าวัสดุ เช่น ไฟฟ้า เป็นต้น

3. ราคาค่าวัสดุ ใช้ราคากลางจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ (ราคาเดือน ตุลาคม 2545)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...2...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
1. หมวดโครงสร้าง							
1.1 งานเข็ม	15	ต้น	1,400.00	_	21,000.00	18,000.00	39,000.00
1.2 งานขุดดิน	15	ม 3	_	60.00	_	900.00	900.00
1.3 งานตีผังหาศูนย์ (ไม้)	9.56	ลบ.ฟ	330.00	_	3,154.80	1,600.00	4,754.80
1.4 งานคอนกรีต	32	ม 3	1,600.00	200.00	51,200.00	6,400.00	57,600.00
1.5 เหล็กกลม 6 มม.	710.4	ก.ก.	13.80	3.00	9,803.52	2,131.20	11,934.72
1.6 เหล็กกลม 9 มม.	199.6	ก.ก.	13.00	3.00	2,594.80	598.80	3,193.60
1.7 เหล็กข้ออ้อย 12 มม.	1687.2	ก.ก.	12.60	3.00	21,258.72	5,061.60	26,320.32
1.8 เหล็กข้ออ้อย 16 มม.	189.6	ก.ก.	12.40	3.00	2,351.04	568.80	2,919.84
1.9 เหล็กข้ออ้อย 20 มม.	444.6	ก.ก.	12.40	3.00	5,513.04	1,333.80	6,846.84
1.10 เหล็ก Wire Mesh	3	ม้วน	2,000.00	_	6,000.00	_	6,000.00
1.11 แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบ	51	ม 2	215.00	20.00	10,965.00	1,020.00	11,985.00
1.12 ตะปู, ลวดผูกเหล็ก	205	ก.ก.	25.00	_	5,125.00	_	128,125.00
1.13 ไม้แบบ	225	ม 2	120.00	70.00	27,000.00	15,750.00	42,750.00
1.14 บันได	(หมารวม)				13,000.00	2,000.00	15,000.00
รวมงานโครงสร้าง					**178,965.92**	**55,364.20**	**234,330.12**
2. หมวดงานหลังคา							
2.1 เหล็ก [100 x 50 x 20 x 2.3	42	ท่อน	384.67	_	16,156.14		16,156.14
2.2 เหล็ก [150 x 50 x 20 x 3.2	20	ท่อน	513.33	_	10,266.60		10,266.60
2.3 เหล็กกล่อง 25 x 25 x 1.2	115	ท่อน	120.50	_	13,857.50		13,857.50
2.4 แผ่นเหล็กหัวเสา	10	จุด	100.00	_	1,000.00		1,000.00
2.5 แผ่นเหล็กยึดจันทัน	40	จุด	60.00	_	2,400.00		2,400.00
2.6 สีน้ำมัน	1	ถัง	624.00	_	624.00		624.00
2.7 น้ำมันสน	2	ปี๊บ	275.00	_	550.00		550.00
2.8 ลวดเชื่อม	1	ลัง	1,500.00	_	1,500.00		1,500.00
2.9 ค่าแรงโครงเหล็ก	135	ม 2	_	60.00		8,100.00	8,100.00
2.10 กระเบื้องคอนกรีต	1200	แผ่น	11.00	_	13,200.00		13,200.00
2.11 ครอบสันโค้ง	182	แผ่น	25.00	_	4,550.00		4,550.00

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...3...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
2.12 ครอบสัน 3 ทาง	3	แผ่น	49.00		147.00		147.00
2.13 ครอบหางมน	8	แผ่น	39.00		312.00		312.00
2.14 หวีปิดเชิงชาย	10	อัน	180.00		1,800.00		1,800.00
2.15 แผ่นฟอล์ยกันความร้อน	2	ม้วน	2,856.00		5,712.00		5,712.00
2.16 รางตะเฆ่สังกะสี	5	เมตร	200.00		1,000.00		1,000.00
2.17 ค่าแรงมุมหลังคา	135	$ม^2$		25.00		3,375.00	3,375.00
2.18 เชิงชาย	78	ม	30.00	25.00	2,340.00	1,950.00	4,290.00
2.19 ปิดลอน	78	ม	35.00	20.00	2,730.00	1,560.00	4,290.00
รวมงานหลังคา					**78,145.24**	14,985.00	**93,130.24**
3. งานหมวดผนัง							
3.1 งานก่ออิฐครึ่งแผ่น	263	$ม^2$	130.00	50.00	34,190.00	13,150.00	47,340.00
3.2 งานฉาบปูนเรียบ	566	$ม^2$	60.00	80.00	33,960.00	45,280.00	79,240.00
3.3 งานฉาบเอ็นทับหลัง	231	$ม^2$	25.00	25.00	5,775.00	5,775.00	11,550.00
3.4 งานบัวรอบอาคาร	48	ม	120.00	40.00	5,760.00	1,920.00	7,680.00
3.5 งานฉาบโครงสรร้าง	29	$ม^2$	60.00	80.00	1,740.00	2,320.00	4,060.00
รวมงานผนัง					**81,425.00**	**68,445.00**	**149,870.00**
4 หมวดงานประตูหน้าต่าง							
4.1 ประตู ป1	1	ชุด	8,500.00	600.00	8,500.00	600.00	9,100.00
ป2	1	ชุด	1,800.00	200.00	1,800.00	200.00	2,000.00
ป3	4	ชุด	2,000.00	200.00	8,000.00	800.00	8,800.00
ป4	5	ชุด	1,600.00	200.00	8,000.00	1,000.00	9,000.00
ป5	1	ชุด	8,000.00	200.00	8,000.00	200.00	8,200.00
ป6	1	ชุด	6,000.00	200.00	6,000.00	200.00	6,200.00
4.2 หน้าต่าง น1	7	ชุด	3,500.00	300.00	24,500.00	2,100.00	26,600.00
น2	1	ชุด	5,000.00	300.00	5,000.00	300.00	5,300.00
น3	6	ชุด	1,650.00	300.00	9,900.00	1,800.00	11,700.00
น4	3	ชุด	800.00	100.00	2,400.00	300.00	2,700.00

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...4...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
น5	1	ชุด	1,200.00	300.00	1,200.00	300.00	1,500.00
น6	1	ชุด	3,750.00	300.00	3,750.00	300.00	4,050.00
4.3 อปกรณ์ประตู	12	ชุด	650.00	_	7,800.00	_	7,800.00
รวมงานประตูหน้าต่าง					**94,850.00**	**8,100.00**	**102,950.00**
5 งานระบบประปาสุขาภิบาล							
5.1 ระบบท่อ	เหมารวม	ชุด			8,000.00	3,000.00	11,000.00
5.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	เหมารวม	ชุด			14,000.00	5,000.00	19,000.00
5.3 สุขภัณฑ์ cotto							
อ่างล้างหน้า C - 007	1	ชุด	990.00	100.00	990.00	100.00	1,090.00
อ่างล้างหน้า C - 002	1	ชุด	520.00	100.00	520.00	100.00	620.00
ชักโครก C - 183	2	ชุด	2,850.00	150.00	5,700.00	300.00	6,000.00
ก๊อกน้ำ CT - 152C3	2	อัน	350.00	30.00	700.00	60.00	760.00
ชั้นวางของ	2	อัน	195.00	30.00	390.00	60.00	450.00
กระจกเงา	2	อัน	230.00	30.00	460.00	60.00	520.00
สายชำระ	2	อัน	150.00	30.00	300.00	60.00	360.00
ฝักบัว CT 370C356	1	อัน	710.00	50.00	710.00	50.00	760.00
ที่ใส่สบู่ C - 805	1	อัน	100.00	50.00	100.00	50.00	150.00
ราวแขวนผ้า SBK 606	2	ชุด	70.00	50.00	140.00	100.00	240.00
ที่ใส่กระดาษชำระ C814	2	อัน	100.00	50.00	200.00	100.00	300.00
ตระแกรงรูน้ำทิ้ง	2	อัน	100.00	50.00	200.00	100.00	300.00
ม่านกั้นห้องน้ำ	1	อัน	200.00	50.00	200.00	50.00	250.00
รวมงานประปาสุขาภิบาล					**32,610.00**	**9,190.00**	**41,550.00**

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...5...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ (บาท)	รวมค่าแรง (บาท)	รวมค่าวัสดุและแรงงาน (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
6 หมวดงานระบบไฟฟ้า							
6.1 Fluoresent 1 x 32 W	15	ชุด	420.00	_	6,300.00		6,300.00
6.1 Fluoresent 1 x 18 W	2	ชุด	320.00	_	640.00		640.00
6.3 Incanresent 1 x 40 W	4	ชุด	300.00	_	1,200.00		1,200.00
6.3 Incanresent 6 x 40 W	1	ชุด	1,700.00	_	1,700.00		1,700.00
6.5 PL - S20 ขั้วหลอดเสียบ	2	ชุด	300.00	_	600.00		600.00
6.6 สิวทช์	17	ชุด	305.00	_	5,185.00		5,185.00
6.7 เต้าเสียบไฟฟ้า	14	ชุด	500.00		7,000.00		7,000.00
6.8 แผงควบคุมไฟฟ้า	1	ชุด	25,500.00		25,500.00		25,500.00
6.9 งานเดินสายไฟ	เหมารวม		5,000.00		5,000.00		5,000.00
รวมระบบไฟฟ้า					**53,125.00**		**53,125.00**
7 หมวดงานฝ้าเพดาน							
7.1 งานฝ้าภายใน	120	$ม^2$	160.00	60.00	19,200.00	7,200.00	26,400.00
ยิปซั่มบอร์ดฉาบเรียบ							
7.1 งานฝ้าภายนอก	75	$ม^2$	120.00	40.00	9,000.00	3,000.00	12,000.00
กระเบื้องแผ่นเรียบ							
รวมงานฝ้าเพดาน					**28,200.00**	**10,200.00**	**38,400.00**
8 หมวดงานวัสดุตกแต่ง							
8.1 กระเบื้องเซรามิก 12 x 12	46	$ม^2$	280.00	100.00	12,880.00	4,600.00	17,480.00
8.2 กระเบื้องเซรามิก 8 x 10	40	$ม^2$	240.00	100.00	9,600.00	4,000.00	13,600.00
8.3 กระเบื้องเซรามิก 8 x 8	30	$ม^2$	140.00	100.00	4,200.00	3,000.00	7,200.00
8.4 กระเบื้องสลับทรายล้าง	12	$ม^2$	200.00	150.00	2,400.00	1,800.00	4,200.00
8.5 ปาร์เก้โมเสค	51	$ม^2$	350.00	150.00	17,850.00	7,650.00	25,500.00
8.6 พื้นขัดหยาบ	75	$ม^2$	250.00	60.00	18,750.00	4,500.00	23,250.00
8.7 บัวไม้เชิงผนัง	120	$ม^2$	65.00	40.00	7,800.00	4,800.00	12,600.00
8.8 งานผิวพื้นบันได	เหมารวม				5,000.00	2,000.00	7,000.00
รวมงานผิวพื้น					**78,480.00**	**32,350.00**	**110,830.00**

ใบประมาณราคา

ผู้ประมาณราคา.....นายดนุชา สุนทรารชุน..... ผู้ตรวจสอบ..... นางสาวจิตติมา กลั่นหอม..... วันที่....10/05/46... แผ่นที่...6...

ระบบอาคาร ..... บ้านระบบเดิม (เสาและคานคอนกรีตหล่อในที่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน).....

รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ (บาท)		รวมค่าวัสดุ	รวมค่าแรง	รวมค่าวัสดุและ
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง	(บาท)	(บาท)	แรงงาน (บาท)
9 หมวดงานสี							
9.1 ทาสีพลาสติกภายนอก	316	$ม^2$	35.00	20.00	11,060.00	6,320.00	17,380.00
9.1 ทาสีพลาสติกภายใน	445	$ม^2$	30.00	20.00	13,350.00	8,900.00	22,250.00
รวมงานสี					**24,410.00**	**15,220.00**	**39,630.00**
10 หมวดงานเบ็ดเตล็ด	เหมารวม				25,000.00	1,000.00	26,000.00
รวมงานเบ็ดเตล็ด					**25,000.00**	**1,000.00**	**26,000.00**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางสถิติแรงงานก่อสร้างบางประเภท

ลำดับที่	ประเภทของแรงงาน	จำนวนคน	งานที่ทำได้/วัน (8ชม.)		หมายเหตุ
			หน่วย	จำนวน	
1	งานดิน				
	1.1 ขุดดินหลุมฐานราก	1	$ม^3$	2.5 - 3	
	1.2 กลบินหลุมฐานราก และกระทุ้งแน่น	1	$ม^3$	3 - 4	
	1.3 เกลี่ยดินพื้นราบ	1	$ม^3$	50 - 60	
2	งานตอกเข็ม				
	2.1 เสี้ยมเข็มไม้ 4" - 6"	1	ต้น	45 - 60	แรงงานช่างตอกเสาเข็ม
	2.2 ตอกเข็มไม้ 4" x 4.00 ม.	6	ต้น	75 - 90	พื้นที่ธรรมดา
	2.3 ตอกเข็มไม้ 5" x 5.00 ม.	6	ต้น	45 - 60	พื้นที่ธรรมดา
	2.4 ตอกเข็มไม้ 6" x 6.00 ม.	8	ต้น	25 - 40	พื้นที่ธรรมดา
	2.5 ตอกเข็มคอนกรีตยาว 6 - 12 ม.	6	ต้น	20 - 40	ตอกด้วยเครื่อง
	2.6 ตอกเข็มคอนกรีตยาว 21 ม.	6	ต้น	4 - 8	ตอกด้วยเครื่อง
3	งานช่างปูน				
	3.1 ผสมคอนกรีตบนกระบะ	3	$ม^3$	1 - 4	
	3.2 ผสมคอนกรีตด้วยเครื่อง	2	$ม^3$	15 - 20	
	3.3 เทคอนกรีตฐานราก	2	$ม^3$	1.5 - 2	ผสมบนกระบะ
	3.4 เทคอนกรีตเสา	2	$ม^3$	1 - 1.5	เทด้วยกระป๋อง
	3.5 เทพื้นคอนกรีตหนา 8 - 10 ซม. และขัดมัน	4	$ม^2$	20 - 30	ช่าง 1 ลูกมือ 3
	3.6 ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น	2	$ม^2$	6 - 8	ช่าง 1 ลูกมือ 1
	3.7 ก่อคอนกรีตบล็อก	2	$ม^2$	7 - 9	
	3.8 ฉาบปูนผนัง	2	$ม^2$	8 - 10	
	3.9 ฉาบปูนเพดาน	2	$ม^2$	7 - 9	
	3.10 ฉาบปูนผิวขัดมัน	2	$ม^2$	6 - 8	
	3.11 เทปูนทรายรองพื้น 3 - 5 ซม.	2	$ม^2$	10 - 12	
	3.12 ปูกระเบื้องหินขัด 12" x 12" พื้น	2	$ม^2$	4 - 5	
	3.13 ปูกระเบื้องเซรามิค 8" x 8" พื้น	2	$ม^2$	4 - 6	
	3.14 ปูกระเบื้องเซรามิค 4" x 4" พื้น	2	$ม^2$	3 - 5	
	3.15 ปูกระเบื้องเคลือบ 4" x 4" พื้น	2	$ม^2$	3 - 5	
	3.16 ปูกระเบื้องโมเสค พื้น	2	$ม^2$	4 - 2	
	3.17 ปูกระเบื้องโมเสค ผนัง	2	$ม^2$	3 - 5	

ตารางสถิติแรงงานก่อสร้างบางประเภท (ต่อ)

ลำดับที่	ประเภทของแรงงาน	จำนวนคน	งานที่ทำได้/วัน (8ชม.)		หมายเหตุ
			หน่วย	จำนวน	
4	งานช่างไม้				
	4.1 ตั้งเสาไม้ขนาด 5" ยาว 5-6 ม.	5	ต้น	15 - 20	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1 ลูกมือ 3
	4.2 ประกอบแบบตั้งแบหล่อคอนกรีต	1	$ม^2$	4 - 6	
	4.3 ทำโครงหลังคาไม้สำหรับมุงสังกะสี	6	$ม^2$	25 - 30	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1 ลูกมือ 4
	4.4 โครงหลังคาไม้สำหรับมุงกระเบื้องใยหิน	6	$ม^2$	15 - 20	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1 ลูกมือ 4
	4.5 มุงหลังคาสังกะสี	2	$ม^2$	60 - 80	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.6 มุงหลังคากระเบื้องใยหิน	2	$ม^2$	40 - 50	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.7 ตั้งคร่าวไม้ตีแผ่นฝ้าเพดาน	2	$ม^2$	5 - 6	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.8 ติดตั้ง คาน ตง และปูพื้นไม้เข้าลิ้น	3	$ม^2$	8 - 10	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1 ลูกมือ 1
	4.9 ทำวงกบประตูและช่องแสง (ประตูเดี่ยว)	1	ชุด	2 - 3	
	4.10 ติดตั้งวงกบประตูและช่องแสง (ประตูเดี่ยว)	2	ชุด	6 - 8	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.11 ติดตั้งบานประตูเดี่ยว	2	บาน	3 - 4	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.12 ทำวงกบหน้าต่างและช่องแสง (หน้าต่างคู่)	1	ชุด	1 - 2	
	4.13 ติดตั้งวงกบหน้าต่างและช่องแสง (หน้าต่างคู่)	2	ชุด	3 - 4	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.14 ติดตั้งบานหน้าต่างเดี่ยว	2	บาน	6 - 8	ช่าง 1 ผู้ช่วย 1
	4.15 ตั้งคร่าวไม้และตีฝาไม้ทับเกล็ด	1	$ม^2$	6 - 8	
5	งานช่างเหล็ก				
	5.1 ดัดและผูกเหล็กเสริมคอนกรีตขนาดเล็กกว่า12 มม.	2	ก.ก.	200 - 240	ช่าง 1 ลูกมือ 1
	5.2 ดัดและผูกเหล็กเสริมคอนกรีตขนาดเกินกว่า12 มม.	2	ก.ก.	220 - 260	ช่าง 1 ลูกมือ 1
6	งานช่างสี				
	6.1 ทาสีรองพื้น 1 ครั้ง ทับหน้า 2 ครั้ง	1	$ม^2$	15 - 20	
	6.2 ทาแชลแลคทับหน้าด้วยแลคเกอร์	1	$ม^2$	10 - 15	
7	งานช่างไฟฟ้า				
	7.1 เดินสายไฟพร้อมติดตั้งวงโคมและสวิทซ์	1	จุด	2 - 3	
	7.2 เดินสายไฟฟ้าและติดตั้งเต้าเสียบ	1	จุด	2 - 3	
8	งานเบ็ดเตล็ด				
	8.1 ย่อยอิฐหัก (ทุบอิฐหักใหเป็นก้อนเล็กๆ)	1	$ม^2$	1.5 - 2	
	8.2 ขึงลวดหนาม	2	ม.	250 - 300	
	8.3 ตั้งถังส้วมขนาด 0.80 ม. รวมงานขุดดินด้วย	2	ใบ	6 - 8	

ที่มา : กรมโยธาธิการ

ประวัติผู้เขียน

นายดนุชา สุนทรารชุน เกิดวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต(เกียรตินิยม) มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ในปีการศึกษา 2543 หลังจากสำเร็จการศึกษา ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย