การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการ หมู่บ้านซื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี

นาย ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4227-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION TECHNOLOGY BETWEEN LOAD-BEARING WALL PRECAST CONCRETE STRUCTURE : A CASE STUDY OF PASSORN HOUSING PROJECT AND SUETRONG HOUSING PROJECT, RANGSIT - KLONG 3, PATHUM THANI PROVINCE

Mr. Panurat Pongam

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2005
ISBN 974-17-4227-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสร และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี
โดย	นาย ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาสัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ พิชัย โอภานุกิจ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ทวี สีบุญเรือง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาณุรัตน์ โพธิ์งาม : การศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสร และโครงการหมู่บ้านชื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี (COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION TECHNOLOGY BETWEEN LOAD-BEARING WALL PRECAST CONCRETE STRUCTURE : A CASE STUDY OF PASSORN HOUSING PROJECT AND SUETRONG HOUSING PROJECT, RANGSIT - KLONG 3, PATHUM THANI PROVINCE) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ชวลิต นิตยะ, 186 หน้า. ISBN 974-17-4227-4

ในการศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก : กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสร และโครงการหมู่บ้านชื่อตรง รังสิต-คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก เกี่ยวกับกรรมวิธี, เทคนิค, ปัญหา, อุปสรรค, ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง รวมถึงหาข้อเสนอแนะในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้อย่างเหมาะสมกับโครงการ โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง

ผลการศึกษาพบว่า การผลิตชิ้นส่วนจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) ผลิตได้ 1 วันต่อหลัง ซึ่งผลิตได้มากกว่าการผลิตชิ้นส่วนจากโครงการบ้านชื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) ที่ผลิตได้ 2 วันต่อหลัง ส่วนการประกอบชิ้นส่วนจากโครงการบ้านชื่อตรง ใช้เวลา 4 วัน รวมเวลาก่อสร้างทั้งหมด 52 วันต่อหลัง ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าการประกอบชิ้นส่วนจากโครงการบ้านภัสสร ที่ใช้เวลา 7 วัน รวมเวลาก่อสร้างทั้งหมด 55 วันต่อหลัง

ปัญหาการผลิตชิ้นส่วนจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) มีปัญหาเกี่ยวกับความขัดข้องบางส่วนของเครื่องจักร, อุปกรณ์ฝังที่มีจำนวนและปริมาณมาก และการขนส่งชิ้นส่วนที่มีกฎหมายเป็นข้อจำกัดในการขนส่ง ส่วนปัญหาการผลิตชิ้นส่วนจากโครงการบ้านชื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) มีปัญหาการขาดแคลนกำลังคน, การควบคุมคุณภาพ, การเทคอนกรีตที่ต้องคำนวณปริมาณให้พอ และการยกชิ้นส่วนจุดยกอาจเกิดความเสียหาย

ปัญหาการประกอบชิ้นส่วนจากโครงการบ้านภัสสร มีปัญหาเกี่ยวกับความต้องการหากเกิดความล้าช้าอาจส่งผลต่อการก่อสร้าง, อุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดและผิวชิ้นงานเรียบและมันทำให้ทาสีทำได้ยาก ส่วนปัญหาการประกอบชิ้นส่วนจากโครงการบ้านชื่อตรง มีปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานเสียหายจากการวางไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างไว้นาน เช่น J-BOLT เกิดสนิม, อุปกรณ์ฝังไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนด, ความล้าช้าและสิ้นเปลืองไม้แบบ และผิวชิ้นงานเรียบและมันทำให้ทาสีทำได้ยาก

ต้นทุนการผลิตและประกอบติดตั้งชิ้นส่วนจากโครงการบ้านชื่อตรง แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เท่ากับ 449,515 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,252 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าต้นทุนการผลิตและประกอบติดตั้งชิ้นส่วนจากโครงการบ้านภัสสร แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) เท่ากับ 641,560 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น เท่ากับ 1,208 บาทต่อตารางเมตร

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

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

ปีการศึกษา.....2548

4774154025 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD : PRECAST CONCRETE / HOUSING / CONSTRUCTION

PANURAT PONGAM : COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION TECHNOLOGY BETWEEN LOAD-BEARING WALL PRECAST CONCRETE STRUCTURE : A CASE STUDY OF PASSORN HOUSING PROJECT AND SUETRONG HOUSING PROJECT, RANGSIT - KLONG 3, PATHUM THANI PROVINCE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAWALIT NITAYA, Ph.D., 186 pp. ISBN 974-17-4227-4,

A comparative study of housing construction technology of a project on load – bearing wall precast concrete structure; Passorn and Suetrong Housing Projects, Rangsit Klong 3, Pathum Thani Province. The purpose is to compare and survey the process, technology, hurdles, cost, duration and any guidance regarding raw material used (in the project) with a 2-fl.-single house of 145 m^2 as the case study according to the appropriate stand and rationalization.

The study has revealed production at 1 day per unit from Passorn's Project with the capacity of a factory whereas Baan Suetrong's Project can produce at only 2 days per units at the capacity of a temporary factory. However, in the comparative installation of Baan Suetrong, it takes 4 days from a total of 52 days for a single houses completion, while in Passorn's case it takes 7 days from a total of 55 days for a single houses completion.

As regards the hurdles or problems in production (Passorn's at factory capacity), it was revealed that there are some problems due to machine disorder in some parts. Some problems concern construction control. On the other hand, Baan Suetrong's Project has encountered problems of labour shortages, Quality control and concrete operation has to be strictly controlled with logical and appropriate calculation, and the method of lifting materials had to be very cautious.

In Passorn's Project, problems included the delay of over–demand, which affected the construction, mis–position on excavation equipment performances, some obstacles in painting on untarnished surfaces. As regards the Baan Suetrong project, it was found that there was some damage on raw materials, like J–BOLT which was left to rust mis–position on excavating equipment performances, the delay and over–use of wooden platforms, and some obstacles in painting on untarnished surfaces.

Finally, the study revealed that the cost of manufacturing and installation in the Baan Suetrong Project in the Sumondra style was at 449,515 baht per unit or 1,252 baht per square meter which was higher than Passorn's Project in the Pruek Passorn style, whose costs were at 641,560 baht per unit or 1,208 baht per square meter.

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

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

Academic year ...2005

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ ก็ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ของรองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมาก รวมทั้งได้ให้ความเอาใจใส่ดูแลและสละเวลาให้กับผู้วิจัยได้อย่างมาก ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ผู้เป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์และคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาและให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง เพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ที่สุด

ขอขอบคุณ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลเทคนิคของระบบการก่อสร้าง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณทองมา วิจิตรพงศ์พันธุ์ ประธานกรรมการบริหารและกรรมการผู้จัดการ

คุณทรงพล จารุวิศิษฏ์ รองผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา

คุณวิรัช ขันติกิตติกุล รองผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

คุณภูศักร ยุทธยานนท์ หัวหน้าส่วนงานวางแผนและต้นทุน

คุณสุทธิชัย ช่างฟอก รักษาการรองผู้จัดการโรงงาน

คุณสกนธ์ คำบู่ รองวิศวกรโครงการภัสสร 12

คุณนิรมล สูนยะไกร ฝ่ายประชาสัมพันธ์

ขอขอบคุณ บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูล เทคนิคของระบบการก่อสร้าง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณพิชัย โอภานุกิจ วิศวกรผู้ออกแบบ

คุณอนุวัฒน์ ต่อนี ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง

คุณเสกสรร เมืองขำ สถาปนิกควบคุมงาน

ขอขอบคุณ คุณทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ รุ่นพี่ที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำในการหาข้อมูล และการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้ดีที่สุด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ผู้ให้กำเนิดและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด และขอขอบคุณ ผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญแผนผัง.....ฏ

สารบัญรูปภาพ.....ฏ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....3

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....3

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....3

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา.....4

1.6 คำจำกัดความของการศึกษา.....4

1.7 ข้อจำกัดในการศึกษา.....5

1.8 วิธีการดำเนินการศึกษา.....5

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

บทที่ 2 แนวความคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเป็นมาและความหมายของการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....8

2.2 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม.....13

2.3 ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป.....15

2.4 หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....28

2.5 ขั้นตอนการออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....32

2.6 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต.....34

2.7 ประโยชน์ของการสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม.....44

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....46

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....52

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....54

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....56

3.4 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ.....56

บทที่ 4 รายละเอียดของโครงการ

4.1 รายละเอียดโครงการหมู่บ้านภัสสร รังสิตคลอง 3 ที่ทำการศึกษา.....57

4.2 รายละเอียดโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 ที่ทำการศึกษา.....64

4.3 รายละเอียดการก่อสร้าง.....71

บทที่ 5 ผลการศึกษา

5.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....74

5.2 กรรมวิธีและเทคนิคการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....125

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....142

5.4 ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....144

บทที่ 6 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

6.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดของโครงการ.....152

6.2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง.....153
ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

6.3 การวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....165
ระบบผนังรับน้ำหนัก

6.4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง.....168
ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....170

7.2 สรุปผลปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....173

7.3 สรุปผลต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก.....174

7.4 ข้อเสนอแนะ.....175

หน้า

รายการอ้างอิง.....177
ภาคผนวก.....179
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....186

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางประกอบ หน้า
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง.....71
ตารางที่ 5.1 แสดงประเภทชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง.....98
ตารางที่ 5.2 แสดงประเภทชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง.....121
ตารางที่ 5.3 แสดงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง.....145
ตารางที่ 5.4 แสดงต้นทุนในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง.....145
ตารางที่ 5.5 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง.....146
ตารางที่ 5.6 แสดงแผนการควบคุมงานแบบ BARCHART ในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....147
แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง
ตารางที่ 5.7 แสดงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง.....148
ตารางที่ 5.8 แสดงต้นทุนในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง.....149
ตารางที่ 5.9 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง.....150
ตารางที่ 5.10 แสดงแผนการควบคุมงานแบบ BARCHART ในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....151
แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง
ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดของโครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง..152
ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการ.....153
บ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) และโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว)
ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูประหว่างโครงการบ้านภัสสร.....155
และโครงการบ้านซื่อตรง
ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดวัสดุฝังในชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....156
ระหว่างโครงการบ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง
ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการ.....161
บ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง ณ สถานที่ก่อสร้าง รังสิตคลอง 3
ตารางที่ 6.6 แสดงปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านภัสสร.....165
ตารางที่ 6.7 แสดงปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านซื่อตรง.....166
ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการ.....169
บ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง
ตารางที่ 6.9 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการ.....169
บ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง

สารบัญแผนผัง

แผนผังประกอบ หน้า
แผนผังที่ 1.1 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย.....7
แผนผังที่ 5.1 แสดงการบริหารสายงานโรงงานผลิต PC ฝ่ายผลิต Precast Concrete Factory 1.....75
แผนผังที่ 5.2 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....89
แผนผังที่ 5.3 แสดงการบริหารงานภายในสำนักงานชั่วคราว.....103

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

ภาพประกอบ หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงอาคารที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่มีขนาดมาตรฐานตามพิกัด……..……..15
รูปที่ 2.2 แสดงชิ้นส่วนมาตรฐานซึ่งใช้ประกอบเป็นอาคารแบบต่างๆ ได้หลายชนิด……..…16
รูปที่ 2.3 แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด…....17
รูปที่ 2.4 แสดงวิธีการจัดวางผนังรับน้ำหนักของพื้น……..…..18
รูปที่ 2.5 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long-Wall……..…...19
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างอาคารที่อยู่อาศัยในกรุงวอร์ซอร์ ซึ่งวางโครงสร้างแบบ Long-Wall……..……20
รูปที่ 2.7 แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-Wall……..……...21
ที่ใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง
รูปที่ 2.8 แสดงระบบ Cross-Wall และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ซ้อนรับน้ำหนักกันเอง……..…...22
รูปที่ 2.9 แสดงระบบ Cross-Wall สามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี……..……22
รูปที่ 2.10 แสดงการวางผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-Way Span……..……23
รูปที่ 2.11 แสดงอาคารที่พักอาศัยของประเทศโปรแลนด์ที่ใช้โครงสร้างแบบ Two-Way Span.....…23
รูปที่ 2.12 แสดงระบบกรอบกลวง (Sing-Frame)……..……24
รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างแบบเสาและคานที่ใช้ในโครงการ Muranow ประเทศโปรแลนด์……..……25
รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น……..……26
รูปที่ 2.15 แสดงระบบกล่อง (Box)……..……27
รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบปิด (Closed Joints)……..……...36
รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบเปิด (Open-drained Joints)……..……37
รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบใช้ประเก็น (Gasket-Sealed Joints)……..……38
รูปที่ 2.19 แสดงรูปแบบของประเก็น (Gasket) ที่ใช้ในการทำรอยต่อทั่วไป……..……39
รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบกลไก (Mechanically- Sealed Joints)……..……40
รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3……..……58
รูปที่ 4.2 แสดงทัศนียภาพทางเข้าโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3……..……58
รูปที่ 4.3 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3……..……58
รูปที่ 4.4 แสดงผังโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3……..……59
รูปที่ 4.5 แสดงทัศนียภาพภายนอกบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……60
รูปที่ 4.6 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……61
รูปที่ 4.7 แสดงแบบแปลนชั้นบน บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……61

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 4.8 แสดงแบบรูปด้าน 1 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……..62
รูปที่ 4.9 แสดงแบบรูปด้าน 2 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……..62
รูปที่ 4.10 แสดงแบบรูปด้าน 3 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……63
รูปที่ 4.11 แสดงแบบรูปด้าน 4 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)……..……63
รูปที่ 4.12 แสดงแผนที่ตั้งโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……64
รูปที่ 4.13 แสดงผังโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……..65
รูปที่ 4.14 แสดงทัศนียภาพทางเข้าโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……66
รูปที่ 4.15 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……66
รูปที่ 4.16 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……66
รูปที่ 4.17 แสดงทัศนียภาพภายนอกบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……66
รูปที่ 4.18 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……68
รูปที่ 4.19 แสดงแบบแปลนชั้นบน บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……68
รูปที่ 4.20 แสดงแบบแปลนรูปด้าน 1 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……69
รูปที่ 4.21 แสดงแบบรูปด้าน 2 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……..69
รูปที่ 4.22 แสดงแบบรูปด้าน 3 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……..70
รูปที่ 4.23 แสดงแบบรูปด้าน 4 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)……..……..70
รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ ลำลูกกา คลอง 4……..……..75
รูปที่ 5.2 แสดงโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป……..……75
รูปที่ 5.3 แสดงลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป……..……...75
รูปที่ 5.4 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ ลำลูกกา คลอง 4……..……...76
รูปที่ 5.5 แสดงอาคารสำนักงานโรงงานผลิต……..……77
รูปที่ 5.6 แสดงทางเข้าโรงงานผลิต……..……77
รูปที่ 5.7 แสดงส่วนสำนักงานภายในโรงงานผลิต……..……77
รูปที่ 5.8 แสดงส่วน Cleaning & Oiling……..……79
รูปที่ 5.9 แสดงรายละเอียดเครื่องจักร Cleaning & Oiling……..……...79
รูปที่ 5.10 แสดงส่วน Plottering……..……79
รูปที่ 5.11 แสดงรายละเอียดเครื่อง Plotter……..……...79
รูปที่ 5.12 แสดงพื้นที่จัดเก็บเหล็กกั้นข้าง……..……80
รูปที่ 5.13 แสดงส่วน Shuttering……..……..80
รูปที่ 5.14 แสดงเครื่องยกเหล็กกั้นข้าง……..……..80

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.15 แสดงอุปกรณ์แม่เหล็กเสริมช่วยยึด.....80
รูปที่ 5.16 แสดงพื้นที่จัดเก็บตะแกรงเหล็กและวัสดุฝังทั้งหมด.....81
รูปที่ 5.17 แสดงส่วน Reinforcement.....81
รูปที่ 5.18 แสดงส่วน Concrete Placing.....81
รูปที่ 5.19 แสดงเครื่องผสมคอนกรีต.....81
รูปที่ 5.20 แสดงส่วน Screeding.....82
รูปที่ 5.21 แสดงรายละเอียดเครื่อง Screeding.....82
รูปที่ 5.22 แสดงส่วน Curing.....82
รูปที่ 5.23 แสดงส่วนลิฟท์ยกโต๊ะชิ้นงาน.....82
รูปที่ 5.24 แสดงส่วน Smoothening.....83
รูปที่ 5.25 แสดงรายละเอียดเครื่อง Smoothening.....83
รูปที่ 5.26 แสดงส่วน Shuttering Removing.....83
รูปที่ 5.27 แสดงส่วนสายพานลำเรียงแบบกั้นข้าง.....83
รูปที่ 5.28 แสดงส่วน Tilting.....84
รูปที่ 5.29 แสดงส่วนรถรางเคลื่อนย้ายชิ้นงาน.....84
รูปที่ 5.30 แสดงรถรางขณะเคลื่อนย้ายชิ้นงาน.....84
รูปที่ 5.31 แสดงส่วน Stock Yard.....84
รูปที่ 5.32 แสดง Lifting Loop (M 20).....85
รูปที่ 5.33 แสดง Erection Bolt (M 20).....85
รูปที่ 5.34 แสดง Sling Loop.....85
รูปที่ 5.35 แสดง Post tension Corrugate.....85
รูปที่ 5.36 แสดง Quick Tapping.....86
รูปที่ 5.37 แสดง Mesh Chair และ Bar Chair.....86
รูปที่ 5.38 แสดง Plastic Recess.....86
รูปที่ 5.39 แสดงส่วน Cleaning & Oiling.....89
รูปที่ 5.40 แสดงส่วนจัดเก็บเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ.....89
รูปที่ 5.41 แสดงขั้นตอน Plottering Station.....90
รูปที่ 5.42 แสดงการวางตำแหน่งอุปกรณ์ฝัง.....90
รูปที่ 5.43 แสดงขั้นตอน Shuttering Station.....90
รูปที่ 5.44 แสดงขั้นตอนการยกเหล็กกั้นข้าง.....90

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.45 แสดงขั้นตอน Reinforcement Station……..……91
รูปที่ 5.46 แสดงการเตรียมตะแกรงเหล็ก……..……..91
รูปที่ 5.47 แสดงขั้นตอน Concrete Placing……..……91
รูปที่ 5.48 แสดงกระสวยบรรจุคอนกรีต……..……91
รูปที่ 5.49 แสดงขั้นตอน Screeding Station……..……92
รูปที่ 5.50 แสดงการใช้แรงงานคนปาดเก็บชิ้นงาน……..……..……92
รูปที่ 5.51 แสดงขั้นตอน Smoothening Station……..……...92
รูปที่ 5.52 แสดงการใช้แรงงานคนขัดเก็บชิ้นงาน……..……..……92
รูปที่ 5.53 แสดงขั้นตอน Curing Station……..……..93
รูปที่ 5.54 แสดงส่วนลิฟท์ยกโต๊ะชิ้นงาน……..……93
รูปที่ 5.55 แสดงขั้นตอน Shuttering Removing Station……..……93
รูปที่ 5.56 แสดงสายพานลำเลียงแบบกั้นข้าง……..……..……93
รูปที่ 5.57 แสดงขั้นตอน Tilting Station……..……94
รูปที่ 5.58 แสดงการยกชิ้นงานจัดเก็บในส่วนที่จัดไว้……..……94
รูปที่ 5.59 แสดงส่วนพักชิ้นงานด้านนอกโรงงาน……..……..94
รูปที่ 5.60 แสดงเครนยกเทรคชิ้นงานเพื่อขนส่งต่อไป……..……...94
รูปที่ 5.61 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร……..……95
รูปที่ 5.62 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร……..……...96
รูปที่ 5.63 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร……..……96
รูปที่ 5.64 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร……..……..97
รูปที่ 5.65 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร……..……...97
รูปที่ 5.66 แสดงการใช้เครนยกเทรคใส่ชิ้นงาน……..……101
รูปที่ 5.67 แสดงขั้นตอนการขนส่ง……..……101
รูปที่ 5.68 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงานชั่วคราวภายในโครงการบ้านชื่อตรง รังสิตคลอง 3……..……..102
รูปที่ 5.69 แสดงส่วนสำนักงานชั่วคราว……..……..103
รูปที่ 5.70 แสดงส่วนเก็บของ……..……...103
รูปที่ 5.71 แสดงผังโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3……..……104
รูปที่ 5.72 แสดงส่วนผลิตอุปกรณ์เสริม……..……...105
รูปที่ 5.73 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน……..……..105
รูปที่ 5.74 แสดงส่วนโรงผูกเหล็กเสริม……..……105

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.75 แสดงลานวางเหล็กเสริม.....105
รูปที่ 5.76 แสดงส่วนลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....106
รูปที่ 5.77 แสดงส่วนลานหล่อพื้นสำเร็จรูป.....106
รูปที่ 5.78 แสดงลานเก็บพื้นสำเร็จรูปที่ผลิต.....106
รูปที่ 5.79 แสดงลานเก็บชิ้นส่วนที่ผลิต.....106
รูปที่ 5.80 แสดงส่วนถนนภายในโรงงานชั่วคราว.....107
รูปที่ 5.81 แสดงลานจอดรถ.....107
รูปที่ 5.82 แสดงรถ Guy Derrick Crane ขณะยกชิ้นงาน.....107
รูปที่ 5.83 แสดงรถ Guy Derrick Crane ขณะยกถังพอกเก็ตเทคอนกรีต.....107
รูปที่ 5.84 แสดงรถผสมคอนกรีต.....108
รูปที่ 5.85 แสดงถังพอกเก็ตเทคอนกรีต.....108
รูปที่ 8.86 แสดงรถพ่วง 18 ล้อ.....108
รูปที่ 5.87 แสดงตัวพ่วงบรรทุกผนังสำเร็จรูป.....108
รูปที่ 5.88 แสดงตัวพ่วงบรรทุกพื้น คาน และบันไดสำเร็จรูป.....109
รูปที่ 5.89 แสดงเทรคใส่ชิ้นงาน.....109
รูปที่ 5.90 แสดงเครื่องจี้คอนกรีต.....109
รูปที่ 5.91 แสดงเครื่องขัดคอนกรีต.....109
รูปที่ 5.92 แสดง J-BOLT.....110
รูปที่ 5.93 แสดง INTER LOCK ห่วง.....110
รูปที่ 5.94 แสดงรถ Crane.....110
รูปที่ 5.95 แสดงประแจแหวนและประแจปากตาย.....111
รูปที่ 5.96 แสดงประแจดัดน๊อต.....111
รูปที่ 5.97 แสดงขาหยั่งดิ่ง.....111
รูปที่ 5.98 แสดงระดับน้ำ.....111
รูปที่ 5.99 แสดงประกับ.....112
รูปที่ 5.100 แสดงการยึดผนังกับพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....112
รูปที่ 5.101 แสดงกล้องระดับ.....112
รูปที่ 5.102 แสดงรถตัก.....113
รูปที่ 5.103 แสดงรถดัมเพอร์แบบไฮโดรลิค.....113
รูปที่ 5.104 แสดงการทำความสะอาดโต๊ะหล่อ.....114

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.105 แสดงการทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ....114
รูปที่ 5.106 แสดงขั้นตอนการประกอบแบบหล่อข้าง....114
รูปที่ 5.107 แสดงรายละเอียดแบบหล่อข้าง....114
รูปที่ 5.108 แสดงขั้นตอนการเตรียมเหล็กตะแกรง....115
รูปที่ 5.109 แสดงการวางวางเหล็กตะแกรง....115
รูปที่ 5.110 แสดงการติดตั้ง J-BOLT....115
รูปที่ 5.111 แสดงการติดตั้งรูสำหรับเสียบ J-BOLT....115
รูปที่ 5.112 แสดงขั้นตอนการเทคอนกรีต....116
รูปที่ 5.113 แสดงการใช้เครื่องจี้คอนกรีต....116
รูปที่ 5.114 แสดงขั้นตอนการขัดผิวหน้า....116
รูปที่ 5.115 แสดงการใช้แรงงานคนตกแต่งผิว....116
รูปที่ 5.116 แสดงขั้นตอนถอดแบบข้าง....117
รูปที่ 5.117 แสดงการยกชิ้นงาน....117
รูปที่ 5.118 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา....118
รูปที่ 5.119 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา....119
รูปที่ 5.120 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา....119
รูปที่ 5.121 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา....120
รูปที่ 5.122 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา....120
รูปที่ 5.123 แสดงขั้นตอนการขนส่ง....124
รูปที่ 5.124 แสดงการเตรียมชิ้นส่วนไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง....124
รูปที่ 5.125 แสดงการเตรียมงานฐานราก....125
รูปที่ 5.126 แสดงงานตอม่อ....125
รูปที่ 5.127 แสดงการวางคานสำเร็จรูป....126
รูปที่ 5.128 แสดงการใส่เหล็กเสริมในคานกับตอม่อ....126
รูปที่ 5.129 แสดงการใสเหล็กเสริมระหว่างหัวคาน....126
รูปที่ 5.130 แสดงการเทคอนกรีตยึดคาน....126
รูปที่ 5.131 รูปตัดแสดงรอยต่อตอม่อกับคานสำเร็จรูป....127
รูปที่ 5.132 รูปตัดแสดงรายละเอียดคานสำเร็จรูป....128
รูปที่ 5.133 แสดงงานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง....129
รูปที่ 5.134 แสดงเทคอนกรีตยึดเพื่อยึดพื้นกับคาน....129

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.135 แสดงการปรับระดับ Erection Bolt.....130
รูปที่ 5.136 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง.....130
รูปที่ 5.137 แสดงการวางชิ้นงานให้ตรงกับเหล็กเสริม.....130
รูปที่ 5.138 แสดงเสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น.....130
รูปที่ 5.139 แสดงการยึดผนังด้วยแผ่นเหล็ก.....130
รูปที่ 5.140 แสดงรอยต่อระหว่างผนัง.....130
รูปที่ 5.141 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร.....131
รูปที่ 5.142 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร.....132
รูปที่ 5.143 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับคาน.....133
รูปที่ 5.144 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับผนังชั้นบน.....133
รูปที่ 5.145 รูปตัดแสดงการใส่เหล็กเสริมในช่องระหว่างห่วง Sling Loop.....134
รูปที่ 5.146 รูปตัดแสดงการยึดระหว่างผนังกับผนังด้วยแผ่นเหล็กและน็อต.....134
รูปที่ 5.147 แสดงงานตอม่อ.....135
รูปที่ 5.148 แสดงการกำหนด LINE ในการวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง.....135
รูปที่ 5.149 แสดงงานวางคานสำเร็จรูป.....136
รูปที่ 5.150 แสดงการใส่เหล็กเสริมในคานลอดทะลุมายังตอม่อ.....136
รูปที่ 5.151 แสดงงานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง.....137
รูปที่ 5.152 แสดงการเตรียมงานสำหรับติดตั้งผนัง.....137
รูปที่ 5.153 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา.....138
รูปที่ 5.154 แสดงการปรับระดับ J-BOLT.....138
รูปที่ 5.155 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง.....138
รูปที่ 5.156 แสดงการใช้ประกับยึดค้ำยันผนัง.....139
รูปที่ 5.157 แสดงใส่เหล็กเสริมในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง.....139
รูปที่ 5.158 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับผนังชั้นบน.....140
รูปที่ 5.159 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังกับพื้นภายใน.....140
รูปที่ 5.160 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา.....140
รูปที่ 5.161 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน.....141
รูปที่ 5.162 แสดงการติดตั้งชิ้นส่วนแล้วเสร็จ.....141
รูปที่ 5.163 แสดงงานหลังคา.....141
รูปที่ 5.164 แสดงงานตกแต่ง.....141

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่อาศัยมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน เพราะเป็นปัจจัยสี่ ถ้าอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการคิดค้นพัฒนาการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่มีต้นทุนที่ถูก ก่อสร้างได้เร็ว และมีคุณภาพ ก็จะทำให้ประชาชนที่จะเลือกซื้อที่อยู่อาศัยได้สิ่งที่ดี มีคุณภาพ ตรงกับความต้องการของตน ซึ่งในปัจจุบันธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ มีการแข่งขันการผลิตที่อยู่อาศัยออกสู่ตลาดในรูปแบบโครงการบ้านจัดสรรเป็นจำนวนมาก เพื่อสนองความต้องการที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับต้องมีการก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนการขาย ซึ่งการก่อสร้างในลักษณะนี้ต้องมีการใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนและพัฒนาวิธีการและรูปแบบการก่อสร้างที่สามารถลดกำลังคน ระยะเวลาและต้นทุนโดยรวมให้กับผู้ประกอบการ ดังนั้นการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้ได้จำนวนหน่วยที่ละมากๆ มีการก่อสร้างที่รวดเร็ว และมีคุณภาพได้มาตรฐานการก่อสร้าง จึงเป็นสิ่งจำเป็นในอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากต่างประเทศได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ในรูปแบบโครงการบ้านจัดสรร โดยมีลักษณะเด่นคือ มีการก่อสร้างให้ได้จำนวนหน่วยที่ละมากๆ มีการก่อสร้างที่รวดเร็ว มีรูปแบบที่เหมือนกัน มีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานและนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือที่มีความชำนาญเฉพาะทาง การควบคุมคุณภาพ และระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนในการก่อสร้าง

ผู้ประกอบการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ จึงได้พัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นมาเพื่อลดปัญหาโดยนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้ เช่น บริษัท ไรมอนแลนด์ จำกัด ได้พัฒนาระบบผนังรับน้ำหนักจากประเทศออสเตรเลีย โดยใช้แบบหล่ออลูมิเนียมประกอบกัน แล้วเทคอนกรีตอัดแรง แผ่นผนังกับพื้นที่โครงการ แล้วยกประกอบเป็นผนังรับน้ำหนักของอาคาร, บริษัท โนเบิล ดีเวลลอป เมนท์ จำกัด ได้พัฒนาระบบ โนเบิลสตีลเทค โดยใช้วัสดุเบาในการประกอบ เช่น โครงเหล็ก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นยิปซั่มบอร์ด นอกจากนี้ยังมี บริษัท แลนด์แอนด์เฮาส์ จำกัด, บริษัท ควอลิตี้เฮาส์ จำกัด, บริษัท กฤษดามหานคร จำกัด ได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเองขึ้นมา เป็นต้น

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด บริษัทชั้นนำด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านพฤกษา ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์และบ้านแฝด และโครงการบ้านภัสสร ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย Semi-Automatic Precast System จากกลุ่ม Prilhofer & Associate หนึ่งในผู้นำด้านเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน โดยได้ก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 และมีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างได้ทุกรูปแบบ มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกันและจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ถึง 110,000 ตารางเมตรต่อเดือน

ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคมีการยอมรับอุตสาหกรรมก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากขึ้น แต่ด้วยระบบนี้ที่ต่อเติมเปลี่ยนแปลงได้ยาก จึงยังไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้พื้นที่ของคนไทยที่มักมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ตามการขยายตัวของครอบครัว ประกอบกับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นการนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง มีการจ้างผู้รับผิดชอบงานโครงการต่างๆ เป็นชาวต่างชาติ ซึ่งมีราคาค่าจ้างที่สูงกว่าคนไทย ต้องมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทั้งหมดของต่างประเทศเพื่อให้เรียนรู้และเหมาะสมกับคนไทย

บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านซื่อตรง ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์และบ้านเดี่ยว เป็นบริษัทที่ประกอบการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์มากว่า 20 ปี ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย จากระบบเดิม (Conventional System) มาเป็นระบบกึ่งสำเร็จรูป (Semi Prefabrication) ระบบโครงสร้างเหล็ก และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตสนองความต้องการของผู้บริโภค จากการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของโครงการบ้านซื่อตรง มีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้อุตสาหกรรมก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในแต่ละโครงการ

จากการนำเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย สามารถเอื้อประโยชน์อย่างมากต่อผู้ประกอบการโครงการบ้านจัดสรร ที่สามารถประหยัดต้นทุน ลดระยะเวลาการก่อสร้าง และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้ได้จำนวนมากสนองความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก โดยศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสร ที่นำเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง ที่มีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของตนเอง เพื่อ

ศึกษาเปรียบเทียบถึงกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง นำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้อย่างเหมาะสมกับโครงการในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะทำการศึกษาในรายละเอียด ดังนี้

1.2.1.1 ศึกษากรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก (จากกรณีศึกษา)

1.2.1.2 ศึกษาปัญหา อุปสรรค และพิจารณาข้อดีข้อเสียในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก (จากกรณีศึกษา)

1.2.1.3 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก (จากกรณีศึกษา)

1.2.2 เพื่อหาข้อเสนอแนะในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก กับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้อย่างเหมาะสมกับโครงการ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการหมู่บ้านภัสสร น่าจะใช้ระยะเวลาการก่อสร้างน้อยกว่า ส่วนทางด้านต้นทุนน่าจะแพงกว่าการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการหมู่บ้านซื่อตรง

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ มีขอบเขต (1) ทำการศึกษาเปรียบเทียบในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง (2) ทำการศึกษาเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง โดยศึกษาจากการสำรวจ

ภาคสนาม การสังเกตการณ์ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกระหว่างทำการผลิตและก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ มีข้อตกลง (1) ใช้วิธีการเฝ้าดูสังเกตการณ์การดำเนินการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวน 2 หลัง แบ่งเป็นการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 เปรียบเทียบกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) จากโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 (2) ทำการศึกษากรรมวิธี เทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ ถ่ายภาพ การจดบันทึก และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์ ผู้ประกอบการ ผู้รับเหมา สถาปนิก วิศวกร ช่างผู้ควบคุมงาน ที่มีประสบการณ์จากการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ทำการศึกษา (3) วิเคราะห์ และเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับ กรรมวิธี เทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุน ระยะเวลาการก่อสร้าง และข้อจำกัดต่างๆ ที่มีผลเกี่ยวกับการก่อสร้าง

1.6 คำจำกัดความของการศึกษา

การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building)[1] คือ การเปลี่ยนแปลงอันใดอันหนึ่งในกรรมวิธีของการก่อสร้างอาคาร (Building Process) เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคม

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)[2] หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคารพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน

---

[1] ชวลิต นิตยะ. “Industrialized Building” เอกสารประกอบการสอน: Housing Construction Technology. (ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528), หน้า 7.

[2] Henrik Nissen อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, “ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย,” สถาปัตยกรรมวารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฉบับที่ 2 (2545): 58.

การก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป (Semi-Prefabrication)[3] หมายถึง ระบบการก่อสร้างที่มีโครงสร้างบางส่วนของการก่อสร้างหล่อกับที่ เช่น ฐานราก และมีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนอาคาร เช่น แผ่นพื้น แผ่นผนัง เสา คาน บันได ทั้งนี้วัสดุที่ใช้อาจจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้

ระบบผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)[4] คือ ผนังที่ใช้เป็นตัวโครงสร้างรับน้ำหนักของอาคารในการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวถึงเฉพาะผนังรับน้ำหนักที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น

1.7 ข้อจำกัดในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีระยะเวลาในการดำเนินการศึกษา 1 ภาคการศึกษา ประมาณ 4 เดือน ผู้ทำการศึกษาได้เลือกเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร ซึ่งทั้ง 2 โครงการ มีปัจจัยการดำเนินการก่อสร้างที่ต่างกัน เช่น ช่วงระยะเวลาทำการก่อสร้าง จำนวนอาคารภายในโครงการ รูปแบบและพื้นที่ใช้สอยในอาคารกรณีศึกษา ทำให้ผู้ทำการศึกษาไม่สามารถควบคุมกรณีที่ต่างกันได้ จึงเลือกศึกษาเฉพาะรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธี เทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค จำนวนแรงงาน ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง โครงการละ 1 หลัง โดยพยายามกำหนดปัจจัยต่างๆ ให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด

1.8 วิธีการดำเนินการศึกษา

1.8.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจาก

1.8.1.1 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิจากเอกสารหนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเข้าสัมมนาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งระบบอื่นๆ รวมถึงระบบที่ทำการศึกษา

1.8.1.2 สอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์ ผู้ประกอบการ ผู้รับเหมา สถาปนิก วิศวกร ช่างผู้ควบคุมงาน ที่มีประสบการณ์จากการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งระบบอื่นๆ รวมถึงระบบที่ทำการศึกษา

---

[3] บุษบง เจริญพันธ์โยธิน, “กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป: กรณีศึกษา โครงการชลดา รัตนาธิเบศร์”. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 4.

[4] ชวลิต นิตยะ. “Industrialized Building” เอกสารประกอบการสอน: Housing Construction Technology. (ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528), หน้า 7.

1.8.1.3 การศึกษาดูงานและเก็บข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากกรณีศึกษาโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกเป็นขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ ทั่วไป เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการก่อสร้างตั้งแต่การเริ่มกระบวนการผลิตจนถึงการก่อสร้างแล้วเสร็จ

1.8.2 การออกแบบการศึกษา เลือกศึกษาโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเลือกศึกษาโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 จากอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน จำนวนโครงการละ 1 หลัง

1.8.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างการผลิตและการก่อสร้าง ใช้วิธีการสังเกตการณ์ ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกเป็นขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ ทั่วไป เพื่อแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธี เทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค จำนวนแรงงาน ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการก่อสร้างตั้งแต่การเริ่มกระบวนการผลิตจนถึงการก่อสร้างแล้วเสร็จ

1.8.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของโครงการที่ทำการศึกษา ซึ่งจะทำการศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับ กรรมวิธี เทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนระยะเวลา และข้อจำกัดต่างๆ ที่มีผลเกี่ยวกับการก่อสร้าง

1.8.5 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

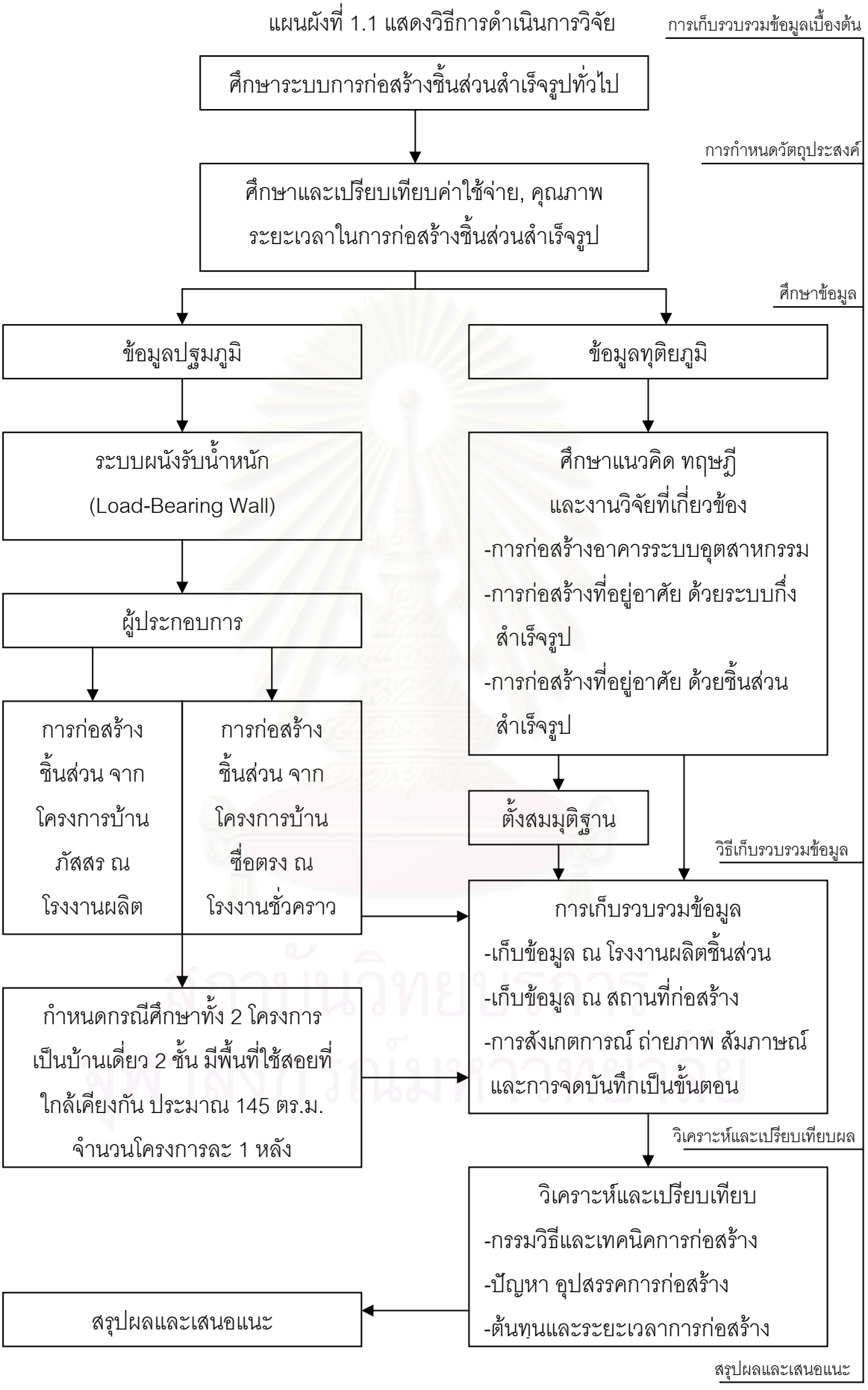
1.9.1 ทราบถึงรูปแบบ ขั้นตอน กรรมวิธีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการวิเคราะห์การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของโครงการที่ทำการศึกษา และความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

1.9.2 ทราบถึงปัญหา อุปสรรค และข้อดีข้อเสียในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และแนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคของโครงการที่ทำการศึกษา

1.9.3 ทราบถึงต้นทุนและระยะเวลาต่อหน่วยในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของโครงการที่ทำการศึกษา เพื่อนำไปพิจารณาเลือกระบบการก่อสร้างให้เหมาะสมต่อไป

1.9.4 สรุปหาข้อเสนอแนะการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และนำไปสู่การพัฒนาการก่อสร้างที่อยู่อาศัยระบบสำเร็จรูปให้เหมาะสมต่อไป

แผนผังที่ 1.1 แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย



บทที่ 2

แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเป็นมาและความหมายของการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.1.1 ประวัติการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialised Building System)[1] ซึ่งมีความหมายถึงการนำโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้ว มาประกอบรวมกันเข้าเป็นอาคาร หรือเทคนิคการสร้างใดๆ ก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรมตามหลักการของระบบนี้ โครงสร้างส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น จะผลิตหรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานแล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง จึงเป็นระบบก่อสร้างที่ตรงกันข้ามกับวิธีการที่เคยปฏิบัติกัน ซึ่งแต่เดิมนั้นลำดับขั้นของงานสร้างอาคารจะต้องตั้งต้นจากการตั้งแบบผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีต เสา คาน และพื้น ต่อเนื่องกันไป จนถึงขั้นหลังคา และอาจจะกล่าวได้ว่างานส่วนใหญ่นั้นเป็นการสร้างที่สำเร็จอยู่ในที่ (ก่อสร้าง) ทั้งสิ้น

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมได้แนวคิดมาจากการผลิตของการจัดงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถที่หลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วยประกอบการผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้เร็ว ปริมาณการผลิตสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง

จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคาร มาถือแนวตามระบบอุตสาหกรรมก็เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่อีกด้วย

กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก ได้เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้านำเอาการสร้างอาคารด้วยระบบนี้มาใช้ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งนี้เพราะประสบปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย เนื่องจากภัยพิบัติจากสงคราม รวมทั้งขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือประเภทต่างๆ มาก กลุ่มประเทศดังกล่าว เช่น เยอรมัน อังกฤษ ฝรั่งเศส ด้วยการสนับสนุนของรัฐบาล ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงวิธีก่อสร้างอาคารขึ้นใหม่ โดยยึดหลักการว่าจะต้องสามารสร้างให้ได้เร็ว และใช้แรงงานธรรมดาก็สร้างได้เพื่อจะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้นำความคิดการจัดงานผลิตแบบอุตสาหกรรมมาใช้มีการปรับปรุงวัสดุก่อสร้างใหม่ๆ รวมทั้งเครื่องจักร

---

[1] ต่อตระกูล ยมนาถ, "ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ". (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520), หน้า 1.

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและเทคนิคที่ใช้ในการประกอบและติดตั้ง จนกระทั้งในปัจจุบันนี้การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมเป็นระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีสถาบันที่ทำการวิจัยถึงเทคนิคใหม่ให้กับการก่อสร้างของระบบนี้โดยเฉพาะ

ทางด้านสหรัฐอเมริกาเองเพิ่งมาตื่นตัวสนใจกับวิธีก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หลังจากที่ผจญปัญหาเกี่ยวกับค่าแรงงานช่างฝีมือที่มีอัตราสูง และความกดดันต่างๆ จากบรรดาสหบาลช่างฝีมือประจวบกับรัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมให้ประชาชนมีบ้านอยู่อาศัยกันอย่างทั่วถึง ทุกระดับชั้นจึงไดให้การสนับสนุนให้ทุนแก่บริษัทก่อสร้างต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้าหาวิธีก่อสร้างตามระบบอุตสาหกรรมที่ทางยุโรปประสบผลสำเร็จมาแล้ว เพื่อให้ได้อาคารที่มีราคาถูกลง จึงได้มีการคิดค้นเทคนิคการผลิตและการติดตั้งขึ้นมาทดลองใช้ต่างๆ กันหลายสิบแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็ยึดถือตามแนวของยุโรปมีบริษัทก่อสร้างที่สร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมโดยเฉพาะตามเทคนิคที่แต่ละบริษัทได้ออกแบบคิดค้นขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆ ของงานสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม เท่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมากมายหลายระบบแต่มีหลักการใหญ่ๆ เพียงการจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้างว่าจะแยกเป็นในลักษณะใด รูปใด และจะนำมาประกอบยึดติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ส่วนวัสดุก่อสร้างหลักส่วนใหญ่ก็ได้แก่ คอนกรีต โลหะ และไม้ เพียงแต่ปรับปรุงให้มีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างเพิ่มขึ้น

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

การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยมากขึ้น ตั้งแต่ครั้งที่ บริษัท ซีคอน จำกัด นำคานและพื้นสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร และในช่วง 10 ปีก่อนหน้านี้ บริษัทบางกอกแลนด์ จำกัด ได้นำระบบเข้ามาใช้กับคอนโดมิเนียมอุตสาหกรรม ในโครงการเมืองทองธานี ถนนแจ้งวัฒนะ แต่ในครั้งนั้นดูจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เมื่อคอนโดมิเนียมโครงการบ้านสวนธนได้นำระบบนี้มาใช้และเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้นเลือกใช้ระบบก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป

2.1.2 ความหมายของการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยแนวทางของประเทศตะวันตก มีลักษณะของการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการผลิต การผลิตด้วยแรงงานฝีมือถูกทดแทนด้วยระบบการผลิตคราวละมากๆ ของระบบอุตสาหกรรม มูลเหตุส่วนหนึ่งเป็นเพราะอัตราการเติบโตของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การบริโภคที่เพิ่มมากขึ้น และมาตรฐานการดำรงชีวิตที่สูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อความต้องการอาคารที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็น โรงงาน โรงเรียน สถานที่ทำงานและที่สำคัญ คือ ที่อยู่อาศัย ซึ่งมีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การก่อสร้างอาคารด้วยระบบดั้งเดิมไม่สามารถตอบสนองต่อสังคมต่อไปได้อีก การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building) จึงเกิดขึ้น เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงในกรรมวิธีการก่อสร้างอาคารเพื่อตอบสนองด้านเศรษฐกิจและสังคมดังกล่าว

ระบบการก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูป (Prefabricatied Structure)[2] หมายถึง กระบวนการผลิตวัสดุ หรือชิ้นส่วนในการก่อสร้างภายใต้กระบวนการ

1. ผลิตได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production)
2. มีมาตรฐาน (Standardlization)
3. ชิ้นส่วนมีความเที่ยงตรงแม่นยำ (Precision Component)

ระบบการก่อสร้างแบบนี้ วัสดุที่ผลิตออกมาจะมีขนาดและสัดส่วนที่ได้มาตรฐานที่สามารถติดตั้งได้อย่างรวดเร็วภายใต้การออกแบบและการคำนวณเบื้องต้นตามหลักทางวิศวกรรม

ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building)[3] หมายถึง การดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยนำกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอบสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและก่อสร้าง ทั้งนี้หากจะพิจารณาว่าระบบก่อสร้างเป็นแบบอุตสาหกรรมหรือไม่นั้น พิจารณาจากเกณฑ์ 4 ประการคือ

1. เป็นกระบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย
2. ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต
3. เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต
4. ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง

---

[2] พิชัย โอภานุกิจ, "เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง: ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย". (งานจุฬาวิชาการครั้งที่ 13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 1.

[3] Royal Institute of British Architect อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย," สถาปัตยกรรม วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฉบับที่ 2 (2545): 58.

การผลิตแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)[4] หมายถึง การแยกอาคารเป็นชิ้นส่วนนำมาผลิตไว้ก่อน และนำมาติดตั้งรวมกันภายหลัง ซึ่งอาจจะทำได้จากวัสดุหลายประเภท เช่น เหล็ก คอนกรีต ไม้และวัสดุผสมอื่นๆ

วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่าง ในการพัฒนาระบบสำเร็จรูป คือ เหล็ก คอนกรีต ไม้ นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุอื่นเป็นวัสดุประกอบรอง เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส กระจก เป็นต้น ถ้าหากจะดูระดับของระบบสำเร็จรูป (Degree of Prefabrication) แล้ว ให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นที่โรงงาน เทียบกับคนก่อสร้างอื่นที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง กล่าวโดยสรุปแล้ว ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความหมายเพียงขั้นตอนการผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน ในขณะที่ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรมครอบคลุมกระบวนการก่อสร้างอาคารทั้งกระบวนการ ตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน การผลิต การจัดการพื้นที่ก่อสร้าง การวางแผนงาน และการจัดการทางการเงิน[5]

2.1.3 ปัญหาที่พบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สำหรับบ้านเรา มีการริเริ่มนำเอาระบบนี้มาใช้กันบ้างแล้วหลายแห่ง ถ้ากระทำกันอย่างจริงจังก็อาจจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาราคาค่าก่อสร้างอันสูงให้ลดลงได้บ้าง และจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเทคนิคต่างๆ ให้เหมาะกับสภาพของบ้านเมือง รวมทั้งจะต้องแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีอยู่หลายด้านที่เป็นอุปสรรคต่อการนำการสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมมาใช้ในบ้านเรา นอกจากปัญหาทางด้านเทคนิควิธีสร้างในตัวของแต่ละระบบนั่นเองแล้ว ก็ยังมีปัญหาอื่นๆ ที่ควรต้องพิจารณาอีก เช่น

ปัญหาด้านการลงทุน ระบบนี้ค่าลงทุนเริ่มต้นสูงกว่าระบบสร้างสำเร็จในที่ โดยเฉพาะค่าอุปกรณ์การก่อสร้าง และค่าอุปกรณ์การผลิตต่างๆ เช่น โรงงาน จะต้องการเนื้อที่กว้างสำหรับเก็บชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทำเสร็จแล้ว ต้องเครื่องมืออุปกรณ์ขนยก ฯลฯ ทำให้บริษัทก่อสร้างขยาดที่จะคิดริเริ่มนำวิธีการของระบบนี้มาใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[4] ศุภสิทธิ์ พฤกษโชติ, "การนำวิธีการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวสำหรับผู้มีรายได้น้อย : กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547), หน้า 8.

[5] Tortrakul Yomnak อ้างถึงใน ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย," สถาปัตยกรรมวารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฉบับที่ 2 (2545): 58-59.

ปัญหาด้านตลาด ดูจะเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด งานผลิตระบบอุตสาหกรรมจะต้องมีผลผลิตออกมาให้ได้จำนวนมากต่อปี จึงจะสามารถลดราคาสินค้าได้ต่ำและคุ้มกับการลงทุน เมื่อผลิตออกมาจำนวนมากก็จำเป็นจะต้องมีตลาดสำหรับรับผลผลิตนี้ได้อย่างต่อเนื่อง ถ้ามีตลาดเพียงพอ ปัญหาเรื่องการลงทุนก็ดูจะแก้ไขง่าย อุปสรรคเหล่านี้ รัฐบาลจำเป็นต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขและอุปถัมภ์ดังเช่นหลายๆ ประเทศได้ทำสำเร็จมาแล้ว เช่นให้การส่งเสริมในเรื่องการลงทุนสงเคราะห์ จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ให้ในราคาถูก ช่วยขยายตลาด ซึ่งอาจกระทำได้หลายทาง การจัดสร้างอาคารสงเคราะห์ของรัฐบาลที่จัดขึ้นแต่ละปีก็เป็นทางช่วยเหลือได้วิธีหนึ่ง เพราะจะเป็นตลาดถาวรที่มีแน่นอนทุกปี และการขยายตลาดก็ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละระบบที่เลือกนำมาใช้ด้วยว่าจะสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของผู้ใช้ได้คล่องตัวเพียงใด ถ้าปรับให้ใช้กับอาคารได้หลายประเภทตามความต้องการของผู้ใช้ได้คล่องตัวเพียงใด ตลาดก็ย่อมขยายวงกว้างออกไป

การสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป จึงเป็นระบบการก่อสร้างที่น่าสนใจ น่าศึกษาระบบหนึ่งที่เกี่ยวพันทั้งในด้านเทคนิคการสร้าง การลงทุน และสังคม เป็นระบบที่อาจจะนำมาใช้แก้ไขปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย การลดราคาค่าก่อสร้างให้ต่ำลง ที่จะให้ประชาชนทุกระดับมีที่อยู่อาศัย ที่น่าอยู่ ถูกสุขลักษณะ ในราคาที่พอเหมาะกับรายได้ของตน พร้อมทั้งแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัยได้อีกทางหนึ่งด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

ถ้าพิจารณาในแง่ของการจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้าง อาจแยกเป็นระบบใหญ่ๆ ได้ 3 ระบบ คือ

2.2.1 Box System

เป็นระบบที่ใช้ประกอบส่วนโครงสร้างทั้งหมดให้มีลักษณะเป็นรูปกล่อง ซึ่งประกอบด้วยพื้น ผนัง หลังคา หรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วย ทำสำเร็จรูปจากโรงงาน และส่วนมากจะมีการตกแต่งภายในด้วยอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงยกมายังที่ก่อสร้างทำการติดตั้งยึดให้เข้าที่ที่เตรียมไว้ ระบบกล่องนี้ยังแบ่งเป็นระบบประเภทย่อยได้ 2 ประการ คือ

2.2.1.1 ประเภทขนาดเบาหรือประเภทเดี่ยว ส่วนมากใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน ห้องส้วม รับแขก ครัว รวมอยู่ในโครงรูปกล่อง 1 หรือ 2 หน่วยต่อกัน ทุกส่วนหรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปจากโรงงาน งานที่ปลูกสร้างก็มีเพียงเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับ เมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ติดตั้งต่อท่อส้วม ท่อน้ำใช้ ไฟฟ้าเท่านั้น ก็เข้าอยู่ได้ทันที วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักมักจะเป็นไม้เพื่อต้องการลดน้ำหนักให้เบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและที่เลือกใช้โครงเป็นเหล็กหรือคอนกรีตก็มีทำกันแต่เป็นส่วนน้อย

2.2.1.2 ประเภทขนาดหนักหรือประเภทกลุ่ม ได้แก่ เอาโครงสร้าง 1 หน่วยดังกล่าวมาประกอบต่อรวมกันเข้าหลายๆ หน่วยอาจเรียงกันเป็นแถวทางนอน เป็นอาคารประเภทเรือนแถว หรือเรียงต่อซ้อนกันทางตั้งขึ้นไปหลายๆ ชั้น วิธีซ้อนต่อกันอาจจัดเรียงต่อแบบสลับช่องเหมือนตาหมากฮอสเพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วย ทำให้ได้หน่วยเพิ่มพิเศษขึ้นจากการใช้ผนัง เพดานร่วมของหน่วยข้างเคียงเป็นการประหยัดวัสดุไปในตัว หรือจัดวางให้แต่ละหน่วยวางชิดกันเลยทั้งทางดิ่งและทางนอน

“Box System” ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมขั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้นแม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพที่ผนัง ฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ หนัก ทำให้ขนส่งลำบากมาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษและนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

2.2.2 Panel System

เป็นระบบที่ใช้วิธีจัดแยกโครงอาคารทั้งหมดออกเป็นแผ่นหรือผืน (Panel) แต่ละแผ่นก็มีขนาดเท่ากับส่วนกว้างยาว หรือสูงของขนาดห้อง ถ้าดูจาก Box System ระบบที่ 2 นี้ก็คือการแยกกล่อง

ออกเป็น 4 ชิ้นนั่นเอง โดยแยกเป็นแผ่นพื้นและผนังวางต่อกันในลักษณะที่แผ่นพื้นจะถ่ายน้ำหนักบรรทุกให้กับแผ่นผนังที่รองรับและผนังแต่ละแผ่นก็วางซ้อนต่อกัน และถ่ายน้ำหนักรับต่อเนื่องกันลงสู่ฐานราก

"Panel System" เป็นระบบที่นิยมทำกันมากที่สุด วัสดุก่อสร้างหลักเป็นคอนกรีตซึ่งหล่อแยกเป็นแผ่น งานหล่อจึงง่ายกว่า Box System การขนยกทำได้สะดวกดัดแปลงให้ใช้กับอาคารประเภทต่างๆ ได้กว้างกว่า Box System และเหมาะกับอาคารบางประเภทที่มีการจัดห้องไว้เป็นส่วนสัดแน่นอน เช่น แฟลต โรงพยาบาล โรงแรม ความหนาของผนังที่ใช้รับน้ำหนัก มักจะกำหนดใช้ไม่ต่ำกว่า 15 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาทางด้านเทคนิคการติดตั้ง ดังนั้น ความสูงของอาคารที่จะสร้างได้อย่างประหยัดจึงไม่ควรต่ำกว่า 4 ชั้น Panel System นี้ยังแบ่งเป็นประเภทย่อย ตามลักษณะที่ทิศทางของการจัดวางผนังและแนวการถ่ายน้ำหนักของพื้นออกไปอีกหลายประเภท เพื่อให้ได้โครงสร้างที่เหมาะสมกับลักษณะของอาคารที่สร้างด้วย

2.2.3 Frame System

เป็นระบบที่แบ่งโครงอาคารแยกย่อยออกเป็นคานและเสา แทนที่จะเป็นแผ่นชิ้นเดียวอย่างของ Panel System ถ้าพิจารณาตามลักษณะของโครงสร้าง ก็เหมือนโครงสร้างอาคารแบบ "สร้างสำเร็จในที่" ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันนั้นเอง เพียงแต่ตัดแยก เสา คาน พื้น ออกทำสำเร็จรูปเป็นส่วนๆ ส่วนพวกผนังกั้นห้องก็อาจเลือกใช้ผนังโครงเบาที่ทำด้วยวัสดุใดๆ ก็ได้เพราะไม่ได้ใช้เป็นโครงส่วนรับน้ำหนัก เหมือนระบบที่ 2 ตัวแผ่นพื้นก็อาจแยกออกเป็นผืนเล็กๆ เช่น ประเภท Hollow Core หรือพื้นสำเร็จรูปแบบ T Section ข้อดีของระบบนี้ก็คือ ขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ เล็กลง มีน้ำหนักเบาทำให้ขนยกง่าย อาจใช้อุปกรณ์ยกที่มีขนาดเล็กลง รัศมีการขนส่งไปได้ไกลขึ้น เป็นผลให้เพิ่มรัศมีของตลาดกว้างยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นความต้องการอย่างยิ่งของการจัดงานผลิตระบบอุตสาหกรรม

ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่ จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งเพิ่มขึ้น จะต้องออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิด Continuity และ Rigidity และรอยต่อนั้นจะต้องสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วด้วย ข้อเสียเหล่านี้อาจแก้ไขด้วยการกำหนดจำนวนจุดที่มีต่อกันให้น้อย ออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นให้ต่อเนื่องกันเสียเป็นชิ้นเดียวกันจากโรงงาน เลือกกำหนดตำแหน่งจุดที่ต่อที่จะทำงานได้สะดวก

จากลักษณะของโครงสร้างที่ได้ระบบนี้จึงเหมาะกับอาคารประเภท ออฟฟิศ โรงเรียน หรืออาคารที่ต้องการเนื้อที่ภายในโล่ง สามารถจัดแบ่งผนังภายในในภายหลังได้ แต่ช่วงของคานการจัดวางตำแหน่งเสาควรให้ได้ระยะเท่าๆ กัน เพื่อสะดวกต่อการผลิตออกจำนวนมาก ระบบนี้นิยมปรับใช้กับอาคารประเภทที่พักอาศัยได้เช่นเดียวกัน โครงสร้างอาคารอาจเลือกใช้วัสดุได้ทั้งโครงคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงโลหะ

2.3 ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป

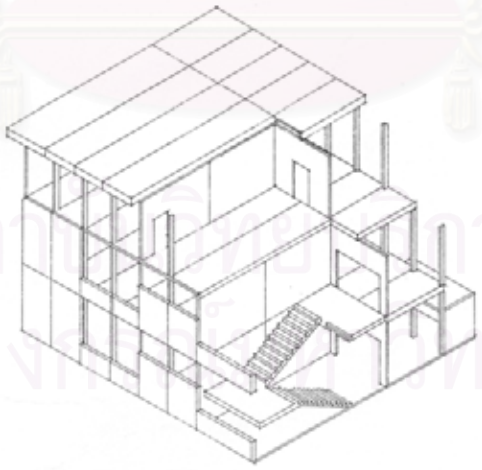
สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นอย่างมากสำหรับอาคารที่ก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนำมาประกอบกันก็คือ ปัญหาเรื่องความต่อเนื่องของชิ้นส่วนของอาคารที่รอยต่อต่างๆ ซึ่งถ้าหากจะออกแบบให้รอยต่อแข็งแรงเป็นเสมือนโครงสร้างต่อเนื่องเช่นเดียวกับโครงสร้างที่ทำการหล่อคอนกรีตกับที่ทั่วไปแล้ว จะต้องใช้วิธีต่อด้วยวิธีการพิเศษ เช่น การต่อเชื่อมเหล็กเข้าด้วยกัน หรือการใช้ลวดอัดแรงดึงยึดชิ้นส่วนเข้าหากันด้วยวิธี Post Tension ซึ่งดูเหมือนว่าจะยิ่งทำให้การทำงานยุ่งยากยิ่งไปกว่าการหล่อโครงสร้างกับที่เสียอีก ดังนั้นในโครงสร้างอาคารสำเร็จรูปจึงพยายามหลีกเลี่ยงรอยต่อที่ต้องประสานให้ต่อเนื่องกันมากที่สุด ยกเว้นรอยต่อโครงสร้างสำคัญๆ ที่ต้องใช้รับแรงลม เป็นต้น

ในการออกแบบทางด้านโครงสร้างของอาคารที่ประกอบจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น จะต้องให้แข็งแรงเพียงพอกับสภาพการใช้งานเมื่อประกอบเข้าที่แล้ว ตลอดจนจะต้องไม่เสียหายในขณะขนส่งและติดตั้งด้วย

2. การคำนวณถึงระบบโครงสร้างซึ่งประกอบกันเป็นอาคารทั้งระบบ เพื่อให้สามารถต้านทานแรงตามแนวราบ เช่น แรงลมได้

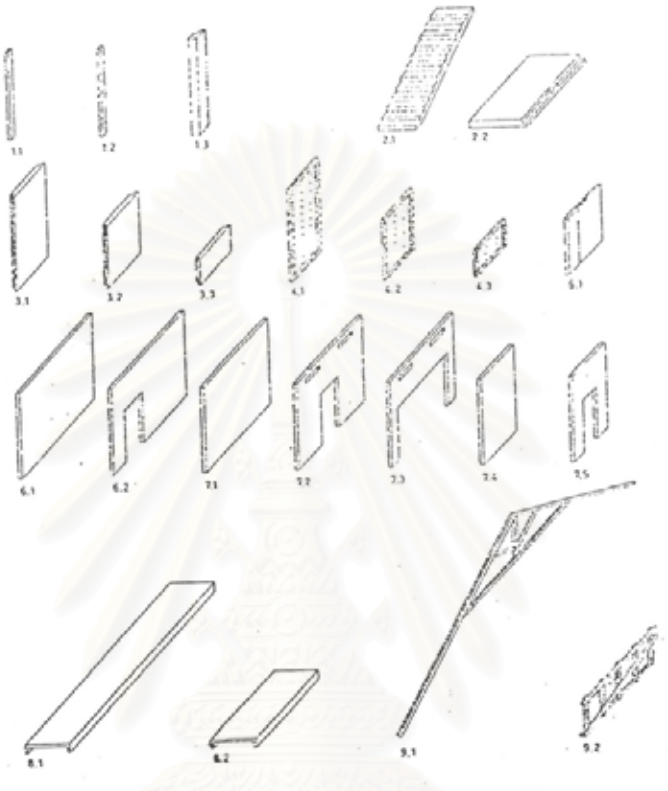
3. การคำนวณความแข็งแรงของรอยต่อต่างๆ ระหว่างชิ้นส่วนเพื่อสามารถให้ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นไปยังส่วนของอาคารที่จะรับน้ำหนักต่อไปได้ เช่น รอยต่อระหว่างพื้นกับกำแพงจะต้องแข็งแรงพอที่พื้นจะส่งน้ำหนักตัวมันเองและน้ำหนักจรบนพื้นผ่านไปลงบนกำแพงได้



รูปที่ 2.1 แสดงอาคารที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่มีขนาดมาตรฐานตามพิกัด

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 2.

ตัวอย่างที่เห็นในรูปที่ 2.1 นี้ เป็นอาคารแบบหนึ่งที่สามารถสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ Funen ชิ้นส่วนเหล่านี้มีขนาดตามพิกัด และสามารถนำไปประกอบเป็นอาคารได้หลายแบบตั้งแต่อาคารชั้นเดียวไปจนถึงอาคารสูง 3 ชั้น และมีแบบต่างๆ กันได้กว่า 12 แบบ ชิ้นส่วนที่นำมาใช้ก็มีแบบมาตรฐานจำนวนไม่มากนัก (ดูรูปที่ 2.2) ซึ่งจะมีส่วนสำคัญๆ ประกอบ เสา ผนัง พื้น และหลังคา



No.	Component	Dimensions
1.1	Standard column	150 × 200 mm
3.1	Ext. wall sandwich component	W = 18M
4.1	Ext. wall ribbed component	W = 18M
6.1	Cross wall component	W = 42M
7.1	Spine wall component	W = 36M
7.4	Spine wall component	W = 18M
8.1	Floor component	18M × 8:M
8.2	Floor component	18M × 36M

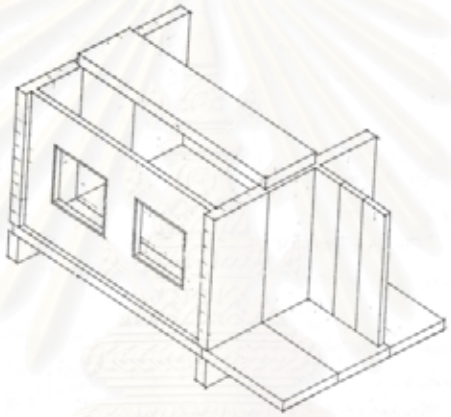
รูปที่ 2.2 แสดงชิ้นส่วนมาตรฐานซึ่งใช้ประกอบเป็นอาคารแบบต่างๆ ได้หลายชนิด ตัวอย่างเช่นที่ได้แสดงในรูปที่ 2.1

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 3.

ระบบโครงสร้างแบบต่างๆ ในปัจจุบันได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์วิธีการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมหรือระบบสำเร็จรูปไว้ในประเทศต่างๆ มากกว่า 1,000 ระบบขึ้นไป ส่วนใหญ่เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศยุโรปทางตะวันออกและประเทศแถบสแกนดิเนเวีย ระบบนี้อาจแยกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ คือ ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ระบบเสาและคาน ระบบเสาและแผ่นพื้น ระบบกล่อง

2.3.1 **ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก** (Load Bearing Structure of Panel System)

ระบบนี้ไม่เป็นที่คุ้นเคยในประเทศไทย แต่ได้ใช้กันกว้างขวางในยุโรปในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้นจะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูป หลังจากนั้นก็จะนำแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางบนผนัง เช่นนี้เรื่อยๆ ไป



รูปที่ 2.3 แสดงระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด
ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 4.

ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายๆ โดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้นในวิธีการหล่อแบบนี้ สามารถจะปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน การผลิตผนังอีกแบบหนึ่งก็คือ การหล่อแผ่นในทางแนวตั้งที่เรียกว่า Battery Caseing ในวิธีนี้แบบสำหรับหล่อจะวางตั้ง และมีแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆ ตามความหนาของผนังที่ต้องการ การเทคอนกรีตครั้งหนึ่งจะได้แผ่นผนังครั้งละจำนวนมากๆ

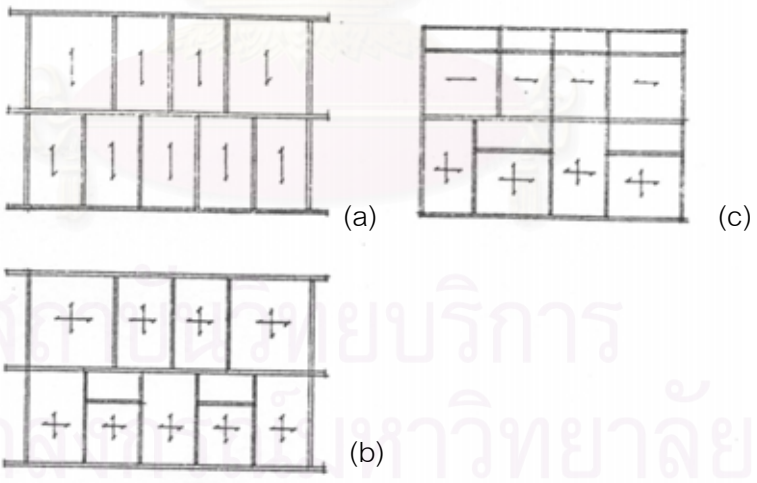
แผ่นพื้นเหล่านี้จะเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น มีการฝังท่อเดินไฟฟ้า ท่อน้ำ ไว้เสร็จก่อนที่จะเทคอนกรีต ผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนอีกครั้ง เมื่อเทคอนกรีตแล้วจะต้องทิ้งระยะบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาที่ต้องรอก่อนที่จะสามารถถอดคอนกรีตออกมาจากแบบนี้

สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้ โดยวิธีการอบด้วยไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชม. แล้วก็สามารถถอดออกจากแบบได้ สำหรับผนังที่จะต้องเจาะช่องประตูหน้าต่างก็เพียงกั้นแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้น ในแบบชุดเดิม

ในขั้นการผลิตชิ้นส่วนผนังและพื้นในระบบนี้ นับเป็นระบบโครงสร้างที่สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ง่ายที่สุดมากกว่าระบบอื่นๆ ทั้งหมด ขั้นตอนต่อไปหลังจากการผลิตก็คือการประกอบและติดตั้งแผ่นผนังเหล่านี้เข้าที่ ซึ่งนับรวมตั้งแต่การขนส่งชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก จากโรงงานไปถึงบริเวณการก่อสร้าง การยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากขึ้นไปติดตั้งให้ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง เหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ต่อมาที่มีปัญหามาก จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ และมีความประณีตในการทำงาน

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นมาลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆ กันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังจะทำหน้าที่ทางโครงสร้างอย่างสำคัญในอาคารเพื่อต้านทานแรงลมอย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคานอีกด้วย

ระบบการวางผนังรับน้ำหนัก มี 3 วิธี คือ ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางแนวเดียวกันความยาวของอาคารเรียกว่า Long-Wall System ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคารเรียกว่า Cross-Wall System และระบบที่วางแนวผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า Two-Way Span System (ดูรูปที่ 2.4)

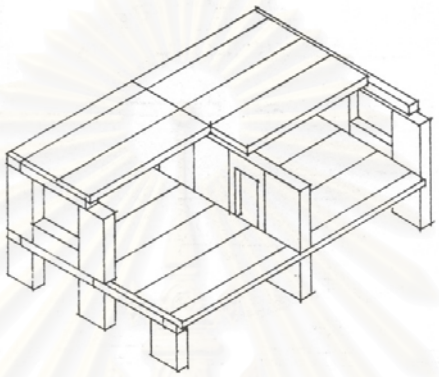


รูปที่ 2.4 แสดงวิธีการจัดวางผนังรับน้ำหนักของพื้น

(a) Long-Wall System (b) Two-Way Span System (c) Cross-Wall System

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 6.

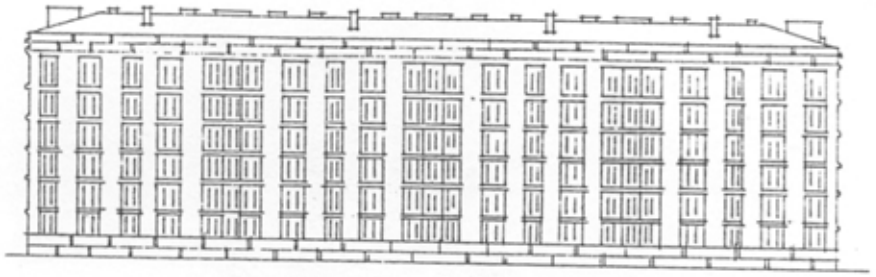
2.3.1.1 Long-Wall System ระบบนี้สังเกตได้โดยดูทิศทางของแผ่นพื้นจะวางพาดน้ำหนักมาลงผนัง ส่วนที่เป็นผนังด้านหน้าและผนังด้านหลังของอาคาร (ดูรูปที่ 2.5 และ 2.6) ระบบนี้มีใช้อยู่บ้างในประเทศโปรแลนด์ และประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก อาคารที่ใช้ระบบนี้ว่าจะต้องมีช่องเปิดที่จะเป็นหน้าต่างของห้องเล็กกว่าปกติ เนื่องจากผนังส่วนที่เป็นหน้าต่างที่จะต้องใช้เป็นผนังรับน้ำหนักของพื้นที่ต้องนำมาพาดวางลงไว้ด้วย จึงไม่เหมาะสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะที่พักอาศัยในประเทศเขตร้อน เช่นประเทศไทยที่ต้องการช่องเปิดด้านหน้าและหลังของห้องเพื่อให้อากาศได้พัดถ่ายเทความร้อน



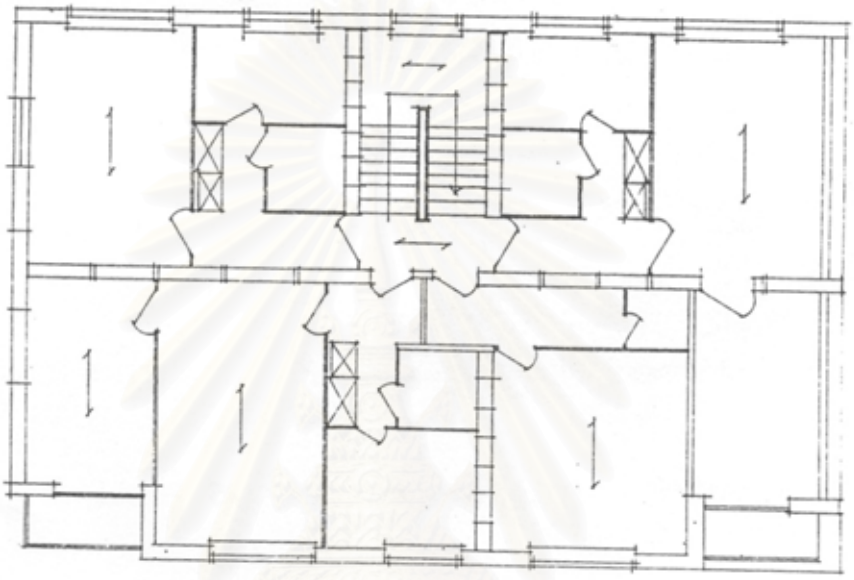
รูปที่ 2.5 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long-Wall

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 7.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(a)

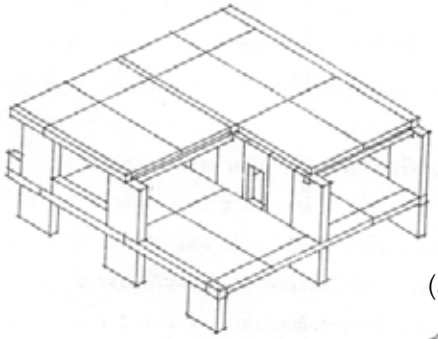


(b)

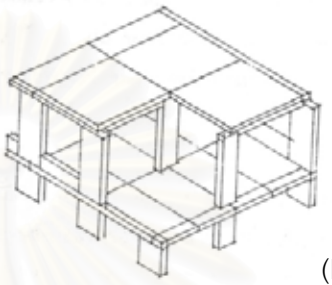
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างอาคารที่อยู่อาศัยในกรุงวอร์ซอร์ ซึ่งวางโครงสร้างแบบ Long-Wall

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 7.

ระบบนี้มีข้อดีอยู่ที่สามารถเปิดช่องโล่งได้ตลอดในแนวตามความยาวของอาคาร เพราะไม่จำเป็นต้องมีผนังในแนวขวางมากั้นแต่อย่างใด จึงสามารถนำไปใช้กับอาคารประเภทสำนักงาน หรือห้องเรียนได้ แต่ความกว้างของห้องอาจถูกจำกัดด้วยความยาวของแผ่นพื้นที่อาจไม่สามารถพาดยาวได้ถึงระยะห่างของผนังที่จะรับน้ำหนักได้ ยกเว้นต้องออกแบบแผ่นพื้นเป็นพิเศษสำหรับวางพาดได้ระยะห่างมากๆ การแก้ปัญหานี้ อาจทำได้โดยวางคานพาดลงกำแพงรับน้ำหนักแบบ Long-Wall แล้วให้แผ่นพื้นที่วางพาดลงคานแทนที่จะพาดลงผนังห้องโดยตรง (ดูรูปที่ 2.7) ซึ่งจะทำให้ระบบยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบที่ผสมระหว่างระบบผนังรับน้ำหนักผสมเสาและคาน ชิ้นส่วนแทนที่จะมีส่วนสำคัญเพียงผนังกับพื้น ก็จำเป็นต้องมีชิ้นส่วนที่เป็นคานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอีก



(a)



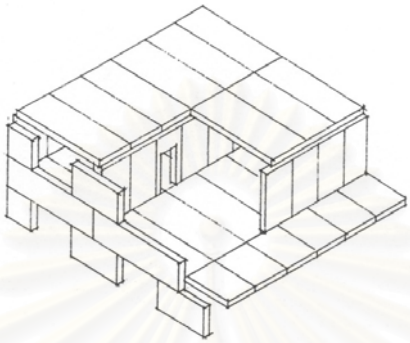
(b)

รูปที่ 2.7 แสดงการวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long-Wall ที่ใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง (a) ระบบของ Moscew (b) ระบบของ Czecho Slovakian

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 8.

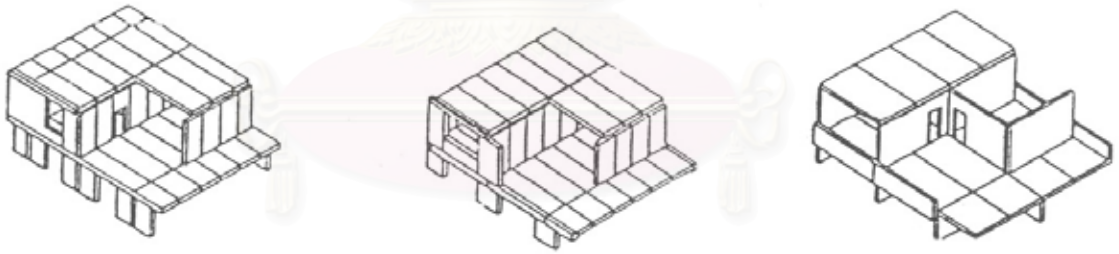
2.3.1.2 Cross-Wall System ระบบผนังรับน้ำหนักในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมวางแนวผนังรับน้ำหนักขวางกับความยาวของตัวอาคาร (ดูรูปที่ 2.8) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทที่พักอาศัยซึ่งจำเป็นต้องมีผนังทางด้านขวางทึบตลอด เพื่อเป็นผนังกั้นระหว่างแต่ละหน่วยของที่พักอาศัยแล้ว ผนังทึบนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดีกว่าผนังที่มีช่องหน้าต่างเปิดอย่างเช่นผนังรับน้ำหนักในระบบ Long-Wall ระบบ Cross-Wall นั้น ผนังด้านหน้าจะไม่มีส่วนการช่วยรับน้ำหนักจากพื้นเลย ดังนั้นจึงสามารถเปิดด้านหน้าให้โล่งได้ตลอด หรือใช้เป็นหน้าต่างขนาดใหญ่ได้ตลอดด้านหน้าและด้านหลังของห้อง หรือหากต้องการผนังที่มีความหนาและน้ำหนักมากทางด้านหน้า ก็อาจใช้วิธีให้ผนังด้านหน้าวางซ้อนกันขึ้นไป เพื่อรับน้ำหนักผนังส่วนนี้ (ดูรูปที่ 2.8) หรืออาจใช้วิธีติดตั้งผนังด้านหน้าของห้องด้วยวิธีการอื่นๆ ก็ได้อีกหลายวิธี (ดูรูปที่ 2.9-a, b และ c) ในแบบ a ผนังด้านหน้าจะวางอยู่บนแผ่นพื้นโดยมีผนังด้านชั้นล่างลงไปเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก ในแบบ b จะใช้คานทับหลังวางบนผนังด้านตลอดช่องเปิด เพื่อใช้คานนี้เป็นตัวรับน้ำหนักด้านหน้าแล้วส่งน้ำหนักผ่านลงชั้นล่างๆ ถัดไปตามลำดับ ในแบบ c ใช้วิธีประกอบด้านหน้าเข้ากับกำแพง Cross-Wall ที่ใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักอยู่แล้วโดยตรง Two-Way Span ระบบนี้ เป็นระยะที่ให้น้ำหนักของพื้นลงสู่ผนังทั้ง 2 แนว คือ ทั้งในแนว Cross-Wall และ

Long-Wall นั่นคือผนังทั้ง 2 แนว จะถูกใช้เป็นผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ในกรณีนี้ พื้นจะออกแบบให้แบ่งน้ำหนักไปลงผนังทั้ง 4 ด้าน แทนที่จะเป็นเพียง 2 ด้าน เช่น ระบบ Cross หรือ Tong-Wall พื้นในระบบ Two-Way นี้ จะมีราคาถูกกว่าพื้นที่ใช้ในระบบทั้ง 2 ระบบเดิมที่กล่าวมาแล้ว และประหยัดที่สุดหากขาดของแผ่นพื้นจะเป็นสีเหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 2.8 แสดงระบบ Cross-Wall และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ซ้อนรับน้ำหนักกันเอง

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 9.

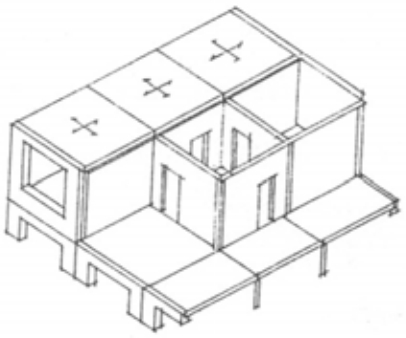


(a) (b) (c)

รูปที่ 2.9 แสดงระบบ Cross-Wall สามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี

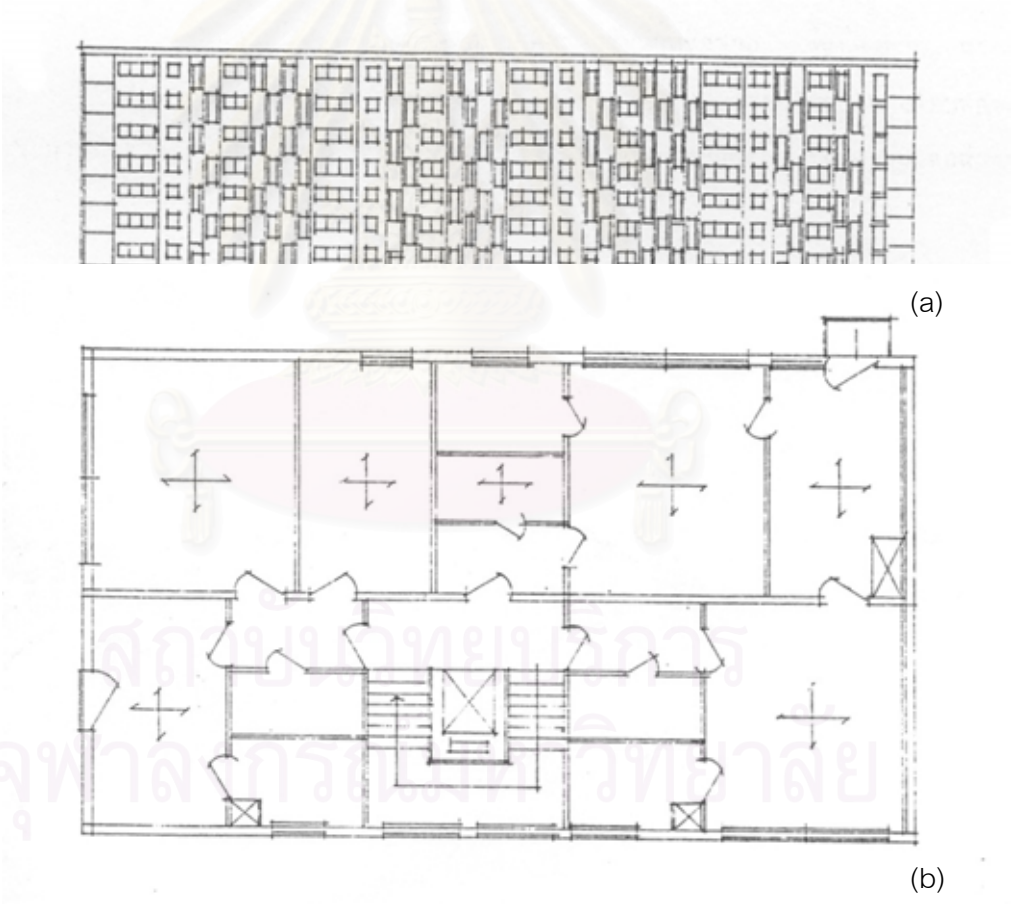
(a) ผนังวางอยู่บนพื้น (b) ผนังวางอยู่บนคานเสริมพิเศษ (c) ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 9.



รูปที่ 2.10 แสดงการวางผนังรับน้ำหนัก แบบ Two-Way Span

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 10.



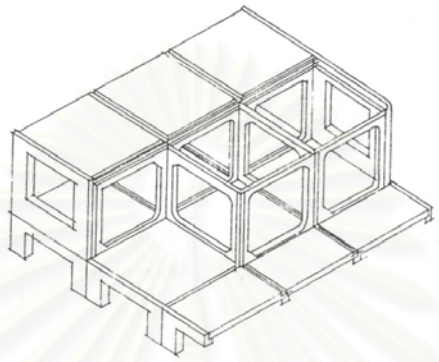
(a)

(b)

รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างอาคารที่พักอาศัยของประเทศโปรแลนด์ ที่ใช้โครงสร้างแบบ Two-Way Span

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 10.

ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุกๆ แนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญ ก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบเป็นอย่างมาก เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ไขปัญหา ก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง หรือโดยการใช้ผนังแบบที่เป็นกรอบกลวง (ดูรูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 แสดงระบบกรอบกลวง (Sing-Frame)

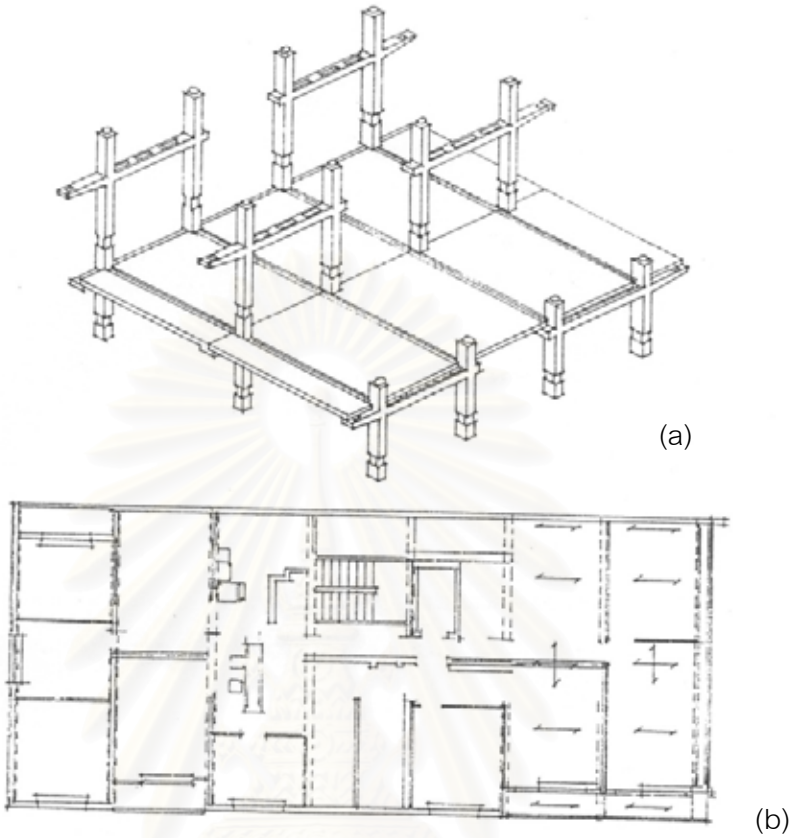
ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 11.

2.3.2 **ระบบเสาและคาน** (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่รู้จักกันและใช้กันแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย แม้กระทั่งในอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักได้อย่างประหยัดกว่าระบบอื่น เช่น อาคารบ้านแถว ก็ยังใช้ระบบเสาและคานเป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น

หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน ก็คือ การรับน้ำหนักจากพื้นที่ส่งคาน จากคานส่งน้ำหนักลงเสาโครงสร้างเสาและคานแบบสำเร็จรูป นอกจากจะแตกต่างจากโครงสร้างแบบหล่อคอนกรีตกับที่ ในกรณีที่เสาและคานเป็นแบบหล่อสำเร็จรูป แล้วนำมาประกอบกันแล้ว ยังมีความแตกต่างจากระบบหล่อกับที่อีกประการหนึ่ง คือ โครงสร้างเสา-คาน สำเร็จรูปมักจะมีแนวคานสำเร็จรูปอยู่เพียงในแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้ามาหาเสาทั้งสี่ด้านเหมือนกับการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนเป็นอันมาก ดังนั้นในระบบสำเร็จรูปจะมีคานเฉพาะ

ในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนในอีกแนวหนึ่งซึ่งไม่มีคานยึดนั้นจะถูกยึดโดยแผ่นพื้นหรือผนัง (ดูรูปที่ 2.13)



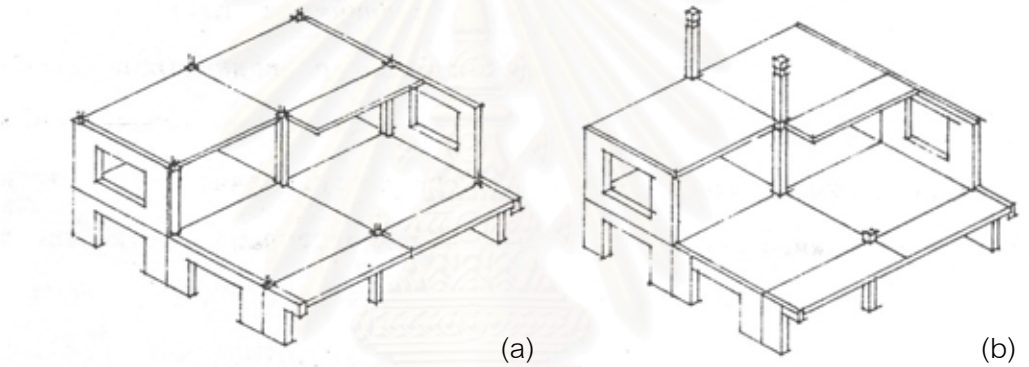
รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างแบบเสาและคานที่ใช้ในโครงการ Muranow ประเทศโปรแลนด์
(a) โครงสร้างที่ประกอบแล้ว (b) แบบแปลนของอาคาร

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 12.

วิธีการต่อชิ้นส่วนของเสาและคอนกรีตเข้าด้วยกันมีความยากจนกว่าระบบแผ่นพื้นรับน้ำหนักเป็นอันมาก วิธีการต่อรอยต่อระหว่างเสากับคาน หลายวิธีก็ได้มาจากการเลียนแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก จนมีผู้กล่าวว่าผู้ที่ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบเสาและคานได้ดี ควรจะเป็นผู้ที่เข้าใจและศึกษารอยต่อของโครงสร้างไม้มาเป็นอย่างดีมาก่อน

2.3.3 **ระบบเสาและแผ่นพื้น** (Beamless Skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นที่จะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคานเช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นที่สำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษ กว่าแผ่นนั้นชนิดอื่นๆ ทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตั้งองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั่นคือ คาน โดยจะมีพื้นที่จะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรที่จะมีการคำนวณด้านทางแรงลมเป็นพิเศษ หรือต้องการแผ่นให้มีผนังคอนกรีตเพื่อรับแรงลมรวมอยู่ในโครงสร้างด้วย



รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น
(a) ใช้เสาเป็นส่วนรับน้ำหนักทั้งหมด (b) ใช้เสาและผนังช่วยกันรับน้ำหนัก

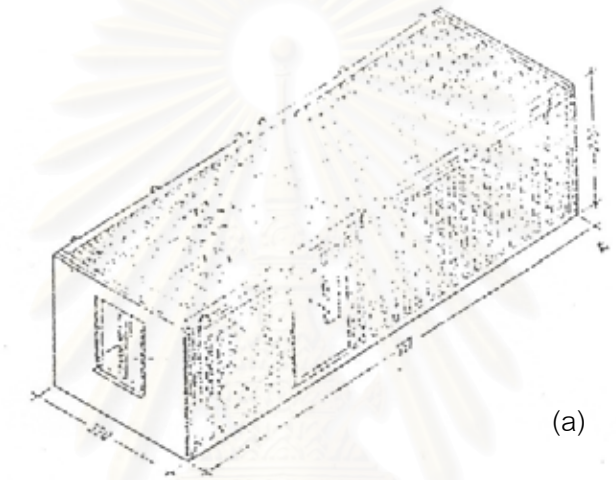
ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 13.

ตัวอย่างของโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้นที่นำมาใช้ ได้แก่ โครงการ Wierzbno ประเทศโปรแลนด์ ส่วนในรัสเซีย ได้มีการนำระบบเสาและแผ่นพื้นประกอบกับระบบผนังรับน้ำหนักแบบ Long-Wall ซึ่งจะทำให้ได้อาคารที่มีช่องเปิดโล่งโดยตลอดได้

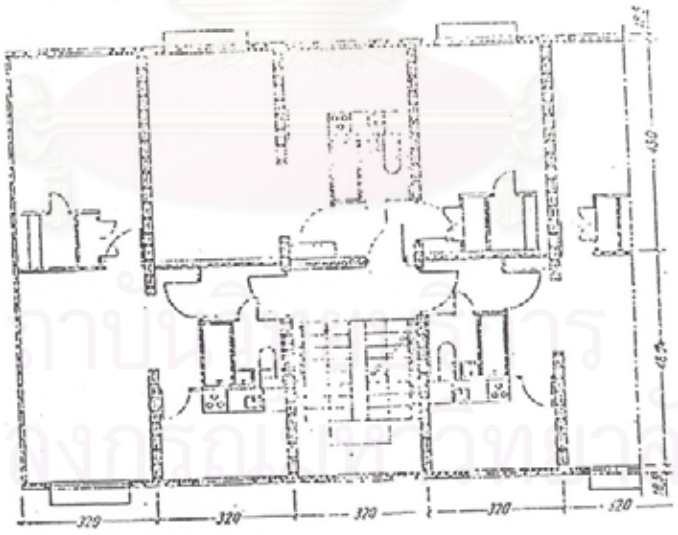
2.3.4 ระบบกล่อง (Box)

ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่างๆ จะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับห้อง 1 ห้อง จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายใน ติดอุปกรณ์ไฟฟ้า ประปาต่างๆ เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณการก่อสร้าง นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดมากกว่าระบบใดๆ ในปัจจุบัน

ระบบกล่องในปัจจุบันจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 12-16 ตัน และมีขนาดพื้นที่ห้องประมาณ 3.50x10.00 เมตร



(a)



(b)

รูปที่ 2.15 แสดงระบบกล่อง (Box)

(a) กล่องขนาด 2 ห้องนอนประกอบด้วยผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก (b) การวางแปลน

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ, “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ”. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520): 14.

2.4 หลักเกณฑ์การออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.4.1 น้ำหนักบรรทุก

ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆ เท่าใด

2.4.1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเองและน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

2.4.1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2.4.1.3 แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

2.4.1.4 แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนรับจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่ จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

2.4.1.5 แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

2.4.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

2.4.2.1 พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถจะใช้เครื่องมือหนักประเภทรถเครน (Mobile Crane หรือCrawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตที่หนักมากไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

2.4.2.2 รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆกัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆกันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

2.4.2.3 โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป(Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ดีขึ้นมากทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

2.4.2.4 ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆกัน

2.4.2.5 พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้าง อาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำและตรงเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

2.4.3 **เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

2.4.3.1 เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อยๆ ลดน้อยลง เนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้าวหน้าขึ้นมาก ทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.3.2 น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและในหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบ ติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

2.4.3.3 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนหลวง จะถูกจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4.00 เมตร ฉะนั้นชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้างและความยาวเกิน 2.50 เมตร จะต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียง แต่ความสูงก็ต้องไม่เกิน 4.00 เมตร ยกเว้นแต่จะมีการขออนุญาตพิเศษ

2.4.3.4 ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Election) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆ กันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

2.4.3.5 พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Acess Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่า ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง Acess Area ไม่ได้หมายถึง เฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมความถึงที่ว่างในอากาศด้วย อาทิเช่น ต้องคำนึงถึงว่าในแต่ละขั้นตอนขณะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เครื่องจักรที่ใช้ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องสามารถหิ้วชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป วางลงตามตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยไม่ถูกกีดขวางจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร

2.4.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

2.4.4.1 รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร และเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตและใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้ อาทิ เช่น เมื่อต้องการให้สามารถผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยมีรอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ย่อมจะต้องใช้คอนกรีตมีกำลังอัดสูงในเวลาที่เร็ว

2.4.4.2 ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ ซึ่งถ้าพิจารณาการผลิตและการขนส่งสามารถดำเนินการไว้ก่อนหน้าแล้ว รอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.4.5 เสถียรภาพของโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งนี้ในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

2.4.5.1 ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2.4.5.2 ในระยะยาว (Longterm Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้าง จะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆพอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

2.4.5.3 การดัดแปลงในภายหลัง (Later Modifiacation) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเสร็จรูป ย่อมจะมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะ จุดรอยต่อจะต้องมีจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควรที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล้วงหน้าว่า หากจะต้องการดัดแปลงอาคารในภายหลังจะสามารถทำได้กรณีใดบ้างและทำอย่างไร ตัวอย่างเช่น กรณีทาวน์เฮ้าส์ อาจเผื่อให้สามารถเจาะผนังรับแรง (Bearing Wall) (ในตำแหน่งที่กำหนดไว้) เพื่อให้สามารถเดินทะลุจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่งได้

2.4.5.4 กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึงว่า กลไกการพังทลายจะเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปใดชิ้นส่วนหนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายได้น้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน นอกจากนี้ จะต้องพิจารณาว่าในระหว่างการก่อสร้างจะมีโอกาสเกิดการพังทลายด้วยกลไกอย่างไรบ้าง เพื่อจะได้ป้องกันมิให้เกิดกลไกการพังทลายเช่นนั้น

2.4.5.5 การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้จะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่องจะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถังแก๊สระเบิดรถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 ขั้นตอนการออกแบบอาคารชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.5.1 รูปแบบความมั่นคงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการออกแบบอาคารสำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ดังนั้นการออกแบบอาคารคอนกรีตสำเร็จรูปให้แข็งแรงปลอดภัย ลักษณะสำคัญขึ้นอยู่กับการออกแบบจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วน การทำให้จุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วนหลังจากก่อสร้างเสร็จแล้ว มีคุณสมบัติแบบเดียวกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ ให้มีอยู่ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป (จุดรอยต่อระบบสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าจุดรอยต่อของระบบหล่อในที่)

รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบ มีดังนี้

2.5.1.1 โครงสร้างเสารับโมเมนต์ (Columns Fixed to the Foundation) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมด จะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับฐานรากคานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะเป็นแบบจุดหมุน (hinge)

2.5.1.2 โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ (Frames with Moment Connections) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสีย มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และ การติดตั้งกระทำได้ยาก

2.5.1.3 โครงสร้างผนังและคอรับแรง (Shear Walls and Cores) ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมีคอร์หรือแผ่นผนังเป็นตัวที่ทำให้ระบบนี้มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งสามารถจะใช้กับอาคารสูงได้ระดับหนึ่ง จุดรอยต่อระหว่าง คาน – คาน, เสา – เสา และ คาน – เสา การออกแบบจะเป็นจุดรอยต่อแบบจุดหมุน (hinge)

2.5.1.4 โครงสร้างผนังรับแรงรอบอาคาร (Load Bearing Facades and Façade Tube) ความมั่นคงแข็งแรงขึ้นอยู่กับการประสานกันเป็นกล่องของโครงสร้าง โดยให้แรงในแนวดิ่งกับหรือมากกว่าแรงในแนวนอน

2.5.1.5 โครงสร้างผนังรับแรง (Bearing Wall Structures) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รับแรงดึงในแนวนอน

2.5.1.6 ไดอะแกรมพื้นและหลังคา (Floor and Roof Diaphragms) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบพื้นแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้นฮอลโลว์ – คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถก่อสร้างพื้นได้อย่างรวดเร็ว

2.5.1.7 โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structures) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง โครงสร้างแบบเซลล์อาจจะทำงาน สถาปัตยกรรม ติดตั้งระบบไฟฟ้าและประปามาเรียบร้อยแล้ว ความมั่นคงแข็งแรงจะอยู่ในรูปของระบบ Shear Wall ลักษณะของ Cell Structures ที่ทำการผลิต ได้แก่ แบบระฆังคว่ำ (the Bell type) แบบตัวยู (the U type) แบบตัวซี (the C type)

2.5.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ความเค้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบหล่อ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้น ส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ ดังนั้นไม่ควรยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจากแนวนอนขึ้นแนวตั้งโดยตรง ควรจะยกขึ้นมาทั้งแบบหล่อโดยให้แบบหล่อสามารถทำมุมกับแนวนอนได้ประมาณ 70 องศา แล้วถึงยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ หรือถ้าไม่สามารถยกแบบหล่อได้ก็ต้องรอให้คอนกรีตมีกำลังสูงตามที่ผู้ออกแบบกำหนดจึงจะยกได้

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่าง การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

2.5.2.1 ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้อยู่ในแนวและตำแหน่งที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากแรงลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดขึ้นเหมือนคาน

2.5.2.2 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะขนส่งและติดตั้งอาจไม่มี

2.5.2.3 ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจจะยังไม่สมบูรณ์ หรือยังไม่เต็มระบบโครงสร้าง หรือยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ ดังนั้น ในระหว่างการขนส่งและการติดตั้ง จะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับคนและทรัพย์สินเสียหาย

2.6 รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต

ความจริงอย่างหนึ่งที่เป็นที่ทราบกันดีในระหว่างผู้ที่สนใจทำการค้นคว้าออกแบบระบบโครงสร้างสำเร็จรูปไม่ว่าจะเป็นระบบใดๆ ก็ตาม ความจริงนั้นก็คือ “ผู้ใดสามารถพิชิตเทคนิคการออกแบบรอยต่อผู้นั้นคือผู้พิชิตการออกแบบระบบโครงสร้างสำเร็จรูป” ข้อความดังกล่าวไม่ใช้เป็นการกล่าวเกินความเป็นจริง ถ้าเราพิจารณาว่า ปัญหาที่ยากที่สุดในการออกแบบระบบโครงสร้างสำเร็จรูปนั้นก็คือ ปัญหาของการออกแบบรอยต่อระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ที่เราออกแบบมาแล้วเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของระบบซึ่งต้องทำหน้าที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ต้องสามารถถ่ายน้ำหนักคงที่ (Dead Load) และน้ำหนักจร (Live Load) ที่ใช้ในการออกแบบได้ปลอดภัยและมีองค์ประกอบของความปลอดภัย (Factor of Safe) ที่สูงแน่นอน

2. สามารถรับหรือถ่ายน้ำหนักได้โดยที่ต้องไม่มีการเคลื่อนที่ (Displacement) หรือบิดตัว (Rotation) และบริเวณรอบต่อนั้นๆ ไม่ควรมีหน่วยแรงประจำสูง (High Local Stresses)

3. ถ้าบริเวณก่อสร้างอยู่ในบริเวณที่มีการทำเหมืองใต้ดิน ขุดน้ำบาดาลมากๆ ในสภาพดินตามลุ่มแม่น้ำ (อย่างบริเวณกรุงเทพ) หรืออย่างที่อาจมีแผ่นดินไหว รอยต่อนั้นต้องสามารถรับหน่วยแรง (Stresses) ต่างๆ ที่อาจเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการทรุดตัวสัมพันธ์ (Differentiat Settlement) หรือการทรุดตัว (Settling)

4. ต้องช่วยรับค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่อาจจะมีขึ้นในส่วนประกอบของระบบในระหว่างการผลิตหรือรอยต่อนั้นๆ ยังใช้ได้อยู่ในกรณีที่ส่วนสัดของส่วนประกอบไม่แตกต่างกันมากไปจากค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ (Maximum Manufacterer Tolerance)

5. ต้องง่ายต่อการประกอบ ง่ายต่อการดัดแปลง และไม่ต้องการค้ำยันชั่วคราวมากนักในระหว่างการทำงาน

6. ง่ายต่อการตรวจสอบและง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข

7. ต้องทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้น้ำฝน ลม ไอความร้อนนอกอาคารเข้ามายังตัวอาคาร และอาจจะต้องช่วยในการลดความดังของเสียงอีกด้วย ถ้าต้องการ

8. ต้องดูเรียบร้อย กลมกลืนเข้ากับส่วนประกอบในระบบ ทั้งนี้แล้วแต่จุดประสงค์ของคณะผู้ออกแบบ

2.6.1 ประเภทของรอยต่อ

แต่เดิมทีเดียวในระยะต้นๆ ของการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป ผู้ออกแบบมักจะพยายามเลียนแบบการก่อสร้างในระบบก่อสร้างในที่ โดยพยายามที่อุดรอยต่อระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ให้แน่นหนา ดูกลมกลืนไปกับวัสดุก่อสร้างซึ่งเป็นที่มาของรอยต่อแบบปิด (Closed Joints) แต่จากประสบการณ์ของผู้ผลิตและผู้ออกแบบ ซึ่งพบว่ารอยต่อปิดนี้กันความชื้นจากข้างนอกได้ก็จริง แต่มักก็กันความชื้นภายในอาคารไม่ให้ออกไปด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะในประเทศที่อยู่ในเขตหนาว ในฤดูหนาวอาคารบ้านเรือนมักจะมีปัญหาของการกลั่นตัว (Condensation) ของไอน้ำ กลายเป็นละอองไอน้ำจับตัวอยู่ตามผนังอาคาร เนื่องจากอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างภายนอกและภายในอาคาร และความชื้นที่มีประจำในบ้านในระหว่างการเตรียมอาหาร อาบน้ำ (ซึ่งปัญหาความชื้นนี้ในบ้านเราก็เกิดขึ้นเหมือนกัน โดยเฉพาะในฤดูฝน) จึงมีการค้นคว้าออกแบบรอยต่อขึ้นในแนวใหม่ เรียกว่า รอยต่อแบบเปิด (Opened Joint) ซึ่งอนุญาตให้ความชื้นถ่ายเทออกจากภายในอาคารไปสู่ภายนอกได้ แต่ยังคงคุณสมบัติทางด้านอื่นๆ ของรอยต่อแบบปิดไว้เท่าที่จะทำได้

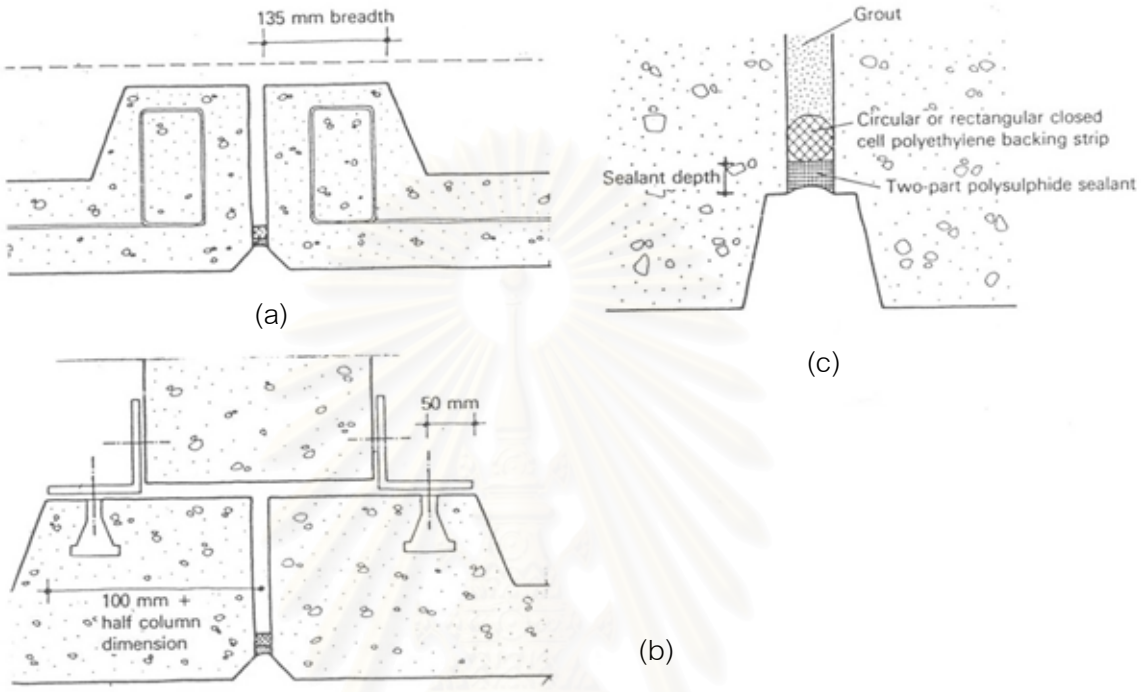
2.6.1.1 รอยต่อแบบปิด (Closed Joints) วิธีที่สะดวกที่สุดในการทำรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนพิกัด 2 ชิ้นส่วน ก็คือ การที่เราใส่ตัวประสานหรือตัวอุดช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทั้งสอง ตัวอย่างที่ง่ายที่สุดในกรณีนี้ ได้แก่ การใช้รูปก่อ (Mortar) อุดช่องว่างระหว่างรอยต่อของอิฐ

อีกวิธีหนึ่งก็คือการออกแบบให้ผิวของชิ้นส่วนที่จะต่อเข้าด้วยกันให้มีหน้าตัด (Profile) ที่สามารถประกอบเข้าด้วยกันได้สนิท เช่น การเซาะร่องและการไสพื้นไม้ อย่างไรก็ดีรอยต่อแบบนี้มีข้อเสียตรงที่ว่า ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะเป็นชิ้นที่ออกแบบมาพิเศษ มีลักษณะของตัวเองและต้องประกอบเข้ากับ “ส่วนรับ” ของอีกชิ้นส่วนหนึ่ง ทำให้ขาดความคล่องตัวไม่สามารถใช้แทนชิ้นส่วนอื่นๆ ได้ นอกจากนี้เนื่องจากครึ่งหนึ่งของรอยต่อออกแบบมาเป็น “ตัวผู้” และอีกครึ่งหนึ่งออกแบบมาเป็น ”ตัวเมีย” ทำให้การประกอบติดตั้งต้องเป็นไปตามลักษณะของรอยต่อ คือ เรียงไปตามขวามือโดยตลอดหรือซ้ายมือโดยตลอด เป็นต้น เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ทำให้จำนวนชิ้นส่วนต้องมีชนิดเพิ่มขึ้น เป็นภาระต่อหน่วยผลิตและหน่วยวางแผนก่อสร้าง

2.6.1.2 รอยต่อแบบเปิด (Opened Joints) รอยต่อชนิดนี้พัฒนาขึ้นมาสำหรับการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป แบบชิ้นส่วนรับน้ำหนักขนาดใหญ่ (Large Precast Concrete Panels) แต่ไม่มีเหตุผลขัดแย้งประการใดที่จะนำรอยต่อชนิดนี้มาใช้กับชิ้นส่วนที่ทำด้วยวัสดุอื่นๆ เช่น ไม้หรือโลหะ หรือรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่ทำขึ้นจากวัสดุก่อสร้างต่างชนิดกัน

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างประกอบของรอยต่อของโครงสร้างชนิดต่างๆ ที่ใช้แพร่หลายในยุโรป ตัวอย่างเหล่านี้ ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ใช้กับลักษณะภูมิประเทศของท้องถิ่นนั้นๆ กฎบัญญัติ Building Lode ที่บังคับ ดังนั้น การที่แสดงไว้ให้ดูในที่นี้ ก็เพื่อเป็นตัวอย่างช่วยประกอบการออกแบบ

รอยต่อภายในประเทศไทย ซึ่งต้องมีการดัดแปลงแก้ไขให้เข้ากับวัสดุ เทคนิคการก่อสร้าง อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนฝีมือของช่างก่อสร้างของบ้านเรา การยกตัวอย่างรอยต่อ จะยกโดยแบบประเภทของการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รอยต่อที่ใช้กับ Framed Structures เป็นพวกแรก กับรอยต่อที่ใช้กับ Panel Structures บางจำพวก เป็นประเภทถัดไป

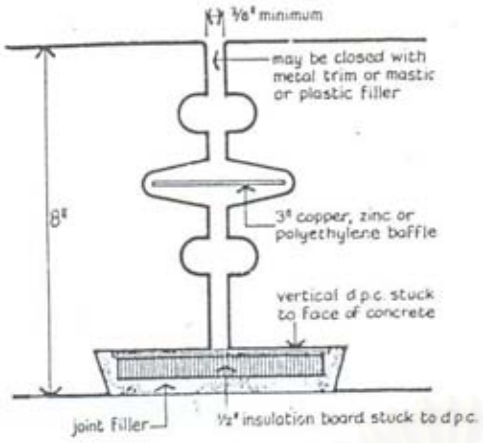


รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบปิด (Closed Joints)

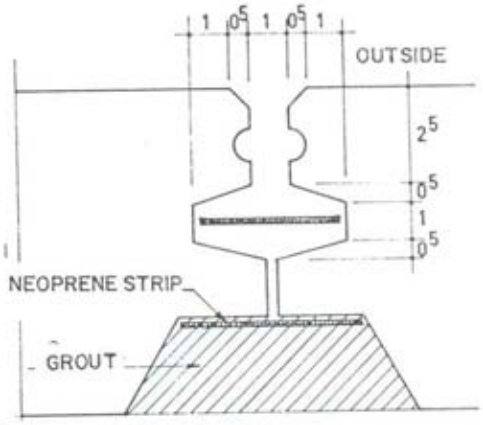
(a) รอยต่อของผนังกับผนัง (b) รอยต่อของผนังกับผนังและเสา (c) ตัวอย่างการใช้ Polyethylene กำหนดความหนาของวัสดุยาแนว (Sealants)

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, “การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม,” หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 257.

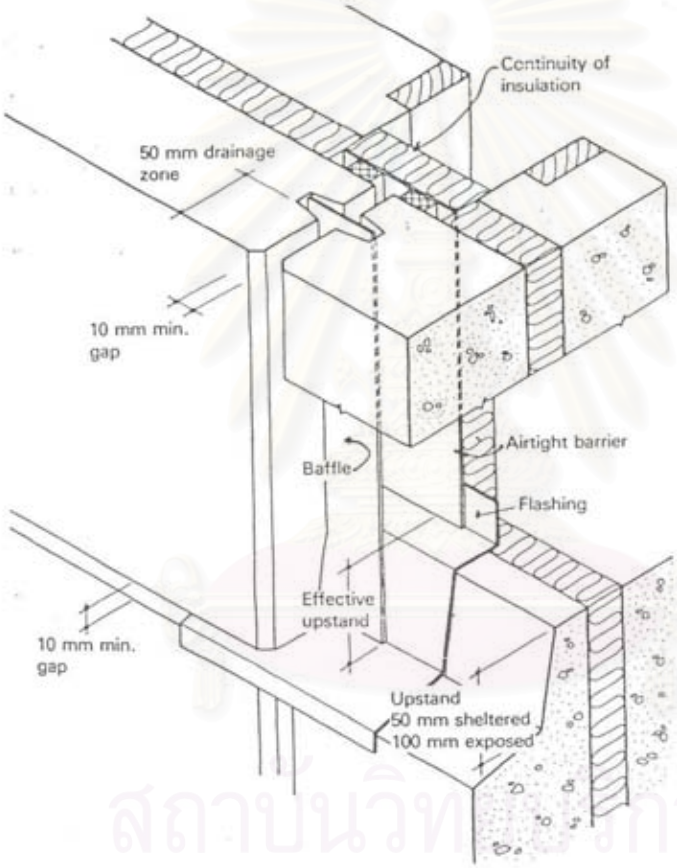
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(a)



(c)



(b)

รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบเปิด (Open-drained Joints)

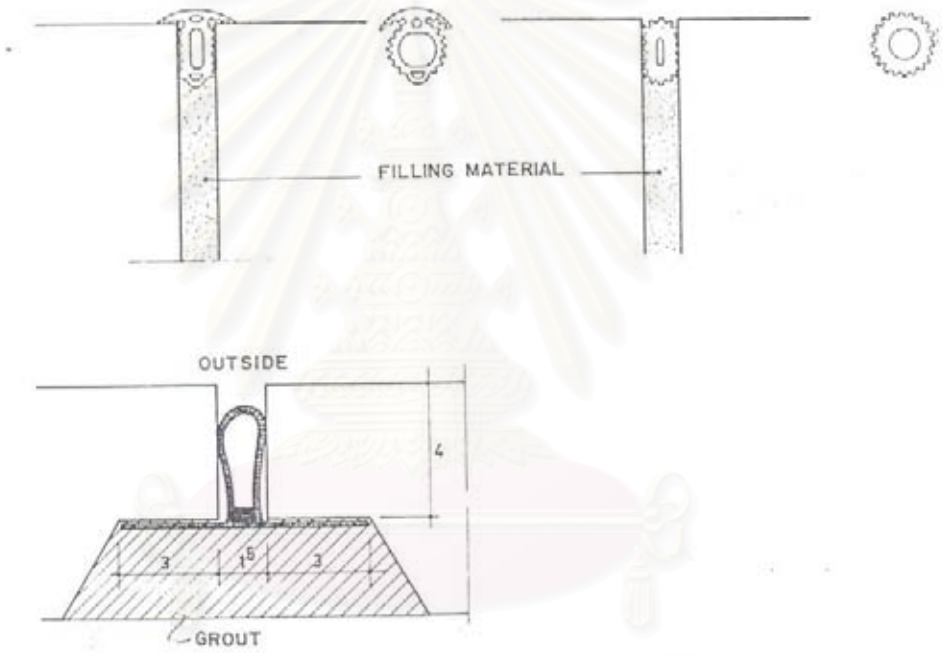
(a) แบบทดลองในยุคแรกของ Building Research Station (b) รูปตัดแสดงรายละเอียดและระยะต่างๆ ของ Open-drained Joints ที่พัฒนาจากแบบ (a) และนิยมใช้กันในตอนหลัง

(c) ตัวอย่างอีกแบบหนึ่งของ Open-drained Joints

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, “การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม,” หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 258.

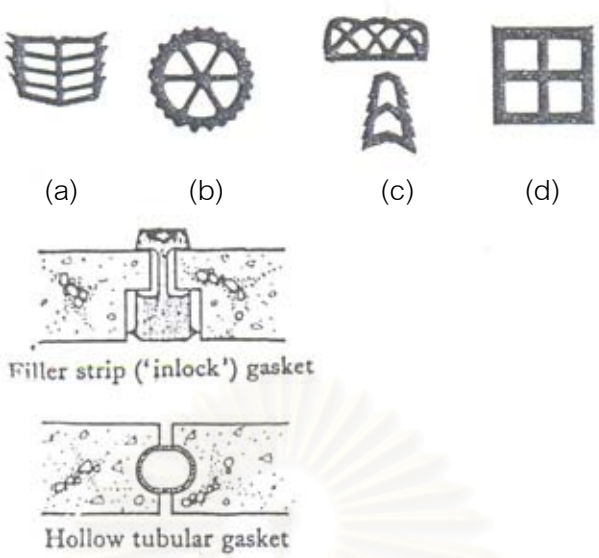
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6.1.3 รอยต่อแบบใช้ประเก็น (Gasket-Sealed Joints) รอยต่อแบบนี้เกิดมาจากความก้าวหน้าทางวัสดุเคมีที่สามารถผลิตและพัฒนาสารประกอบประเภทยางสังเคราะห์ขึ้นมาใช้งานในอุตสาหกรรมอย่างได้ผลดี โดยเฉพาะวัสดุที่เรียกว่า นีโอพรีน (Neoprene) สามารถนำเอามาเป็นประเก็น (Gasket) รูปร่างต่างๆ กัน ใช้ในงานทำรอยต่อได้ดี ประเก็นสามารถหล่อฝังในผนังหรือโครงสร้างคอนกรีตที่เตรียมไว้ก่อน แล้วใช้แรงดันอัดให้ชิ้นส่วนผนังติดกับประเก็นแนบสนิท แล้วยึดผนังติดกับโครงสร้างให้แน่นต่อกันไปเรื่อยๆ ก็ได้ หรืออาจเว้นช่องว่างระหว่างผนังแล้วค่อยอัดประเก็นเข้าไปภายหลังจากที่ติดตั้งผนังเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ได้ ขนาดของรอยต่อวิธีการติดตั้งและคุณสมบัติในการรับแรงต่างๆ มีความแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และบริษัทที่ผลิตจำหน่าย การใช้งานจึงต้องศึกษารายละเอียดและรับคำปรึกษาจากบริษัทผู้ผลิต



รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบใช้ประเก็น (Gasket-Sealed Joints)

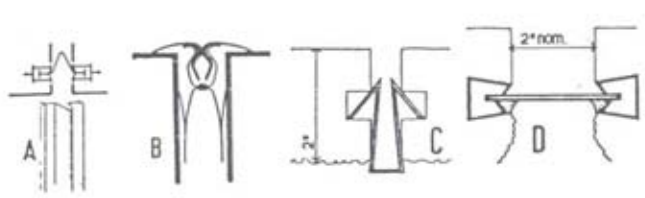
ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, “การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม,” หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 259.



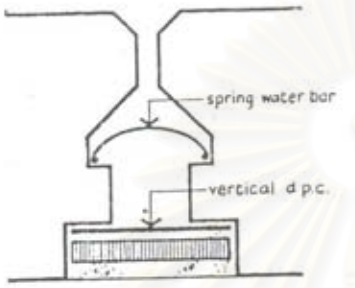
รูปที่ 2.19 แสดงรูปแบบของประเก็น (Gasket) ที่ใช้ในการทำรอยต่อทั่วไป :
(a) Neoferma' neoprene gasket by Colebrand Ltd. London; (b) Schlegel gasket, Schlegel (UK) Ltd; (c) two Bostik 'Profile Seals', Bostik Ltd; (d) 'Servicore' rectangular section, Service Division of W.R. Grace Ltd.

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, "การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม," หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 259.

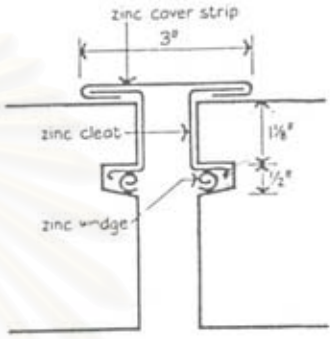
2.6.1.4 รอยต่อแบบกลไก (Mechanically- Sealed Joints) รอยต่อแบบนี้เป็นรอยต่อพิเศษที่ออกแบบหรือผลิตขึ้นใช้กับอาคารเฉพาะกรณี สถาปนิกมักจะใช้เพื่อเน้นรอยต่อให้อาคารมีรูปด้านที่สวยงามหรือแปลกตาเป็นพิเศษ หรือใช้กับรอยต่อของผนังในเขตที่มีการทรุดตัวของอาคารหรือการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวสูง รอยต่อแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย อาจเป็นเพราะราคาแพงหรืออาจเป็นเพราะรอยต่อจะเด่นแลเห็นชัดเจนมาก ยากในการควบคุมรูปด้านถ้าไม่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้าให้ดีพอ ทั่วๆ ไปมักใช้โลหะที่สามารถบีบให้หดตัวและขยายตัวได้เหมือนกับสปริง ใส่อยู่ในช่องรอยต่อ (Spring Water Bar) หรือเป็นครอบรอยต่อที่ยึดติดกับผิวหรือแกนที่สอดอยู่ในช่องรอยต่อ (Fixed Cover-Strip) คล้ายๆ กับงานปิดรอยต่อของวงกบหน้าต่างอลูมิเนียม การออกแบบทำได้หลายแบบ การติดตั้งก็คล้ายๆ กับรอยต่อประเภทใช้ประเก็น คือกดอัดเข้าไปในช่องรอยต่อเมื่อติดตั้งผนังเสร็จแล้วหรืออาจติดตั้งตามลำดับขั้นตอนไปพร้อมๆ กับการติดตั้งผนังก็ได้



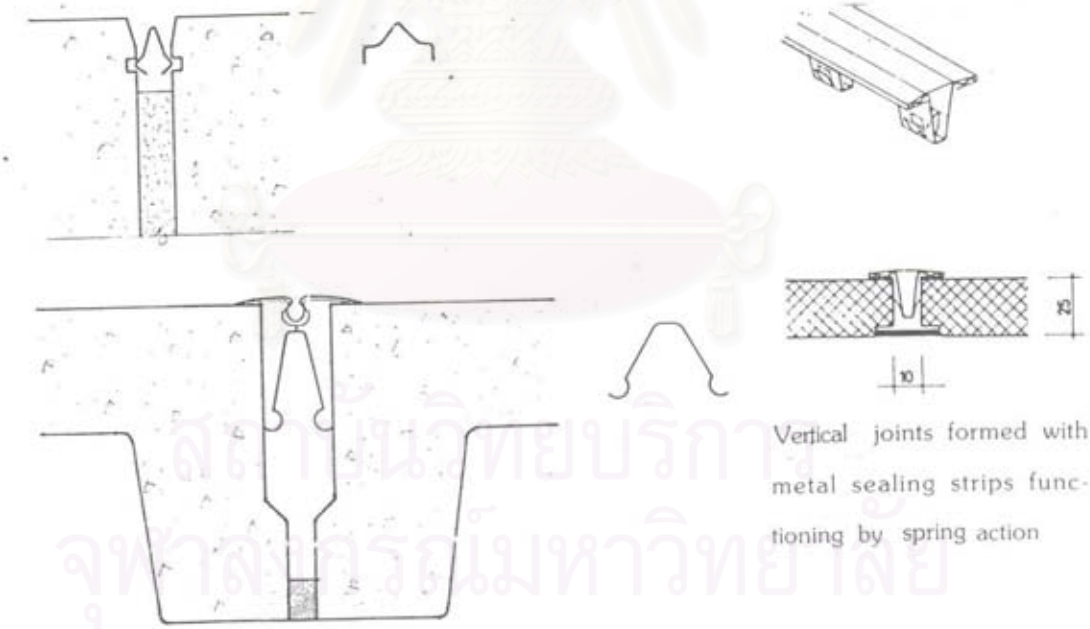
Mechanical joint sealing details: (A) 'System P71 CN', Compriband (GB) Ltd; (B) 'Clip-strip', Expandite Ltd; (both proprietary details): (C) Bridge House, Guildford, Surrey (D) International Building, San Francisco



Open vertical joint with spring water bar



Zinc cover strip joint.



Vertical joints formed with metal sealing strips functioning by spring action

รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างรอยต่อแบบกลไก (Mechanically- Sealed Joints)

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, "การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม," หน้าจั่ว วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ฉบับที่ 4 (2527): 260.

2.6.2 การออกแบบรอยต่อ

ก่อนที่จะออกแบบรอยต่อ ทีมงานที่ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปต้องตัดสินใจและกำหนดกฎเกณฑ์ (Criterior) ของการออกแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.6.2.1 รอยต่อที่จะออกแบบจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) หรือแบบไม่ต่อเนื่อง (Simply Support or Hinged)

2.6.2.2 รอยต่อนั้นๆ จะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักทั้งทางดิ่งและทางราบมากน้อยเพียงใด

2.6.2.3 รอยต่อนั้นๆ จะออกแบบให้มีการยืดหยุ่น (Freedom of movement) หรือแน่นหนา (Restraint) เพื่อให้ได้รับแรงกระทำหรือการเคลื่อนไหวของโครงสร้างอันเนื่องมาจากความร้อน (Thernal Movement) การหดตัวเนื่องจาก Shrinkage และเนื่องมาจาก Creep

ผู้ออกแบบจะต้องนำเอาวิธีและขั้นตอนของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ เข้าด้วยกันมาร่วมในการคำนวณออกแบบรอยต่อด้วย ขั้นตอนของการประกอบ (Drectionprocedure) และการออกแบบเครื่องค้ำยันชั่วคราว ตลอดจนรายละเอียดถี่ถ้วนและทำพร้อมๆ กันไปกับการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง รอยต่อระหว่างชิ้นส่วน การทำหุ่นจำลองด้วยไม้ตรงรอยต่อของชิ้นส่วน จะช่วยในการวางแผนการก่อสร้างได้มาก เพราะเป็นการยากที่จะมองเห็นปัญหาต่างๆ อย่าง 3 มิติ คือ ในแนวราบ แนวดิ่ง และแนวลึก จากแบบก่อสร้าง 2 มิติของเรา

2.6.3 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ตามพื้นฐานของการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอาคาร ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ต้องสามารถส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างได้ตามที่ออกแบบ แรงดังกล่าวประกอบไปด้วย

2.6.3.1 แรงอัด (Compression) การส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถจะใช้วิธีดังนี้

1) การส่งผ่านแรงโดยตรง (Direct Contact) เป็นการถ่ายแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สัมผัสกันโดยตรง จะไม่มีวัสดุใส่กั้นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการใช้ที่มีแรงอัดหรือแรงกดไม่มากนัก

2) การส่งผ่านแรงโดยผ่านวัสดุ (Transfer of Forces trough Joint Materials) เป็นการส่งผ่านแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีวัสดุมารองระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และไม่ทำให้ผิวสัมผัสของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหาย

2.6.3.2 แรงดึง (Tensile Forces) การส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถจะใช้วิธีดังนี้

1) การทาบเหล็ก (Lapping of Reinforcement Bars) เป็นลักษณะที่ใช้กันมาก เป็นการเว้นส่วนที่การทาบของเหล็กโครงสร้างที่ใช้รับแรงดึงและจะหล่อคอนกรีตในที่หลังจากติดตั้งเสร็จ จำนวนและประมาณจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2) การใช้โบลท์ สามารถใช้ส่งผ่านแรงทั้งแรงดึงหรือแรงเฉือน ลักษณะของโบลท์มีลักษณะเป็น แบบเกลียว แบบสมอ เป็นต้น

3) การเชื่อม ลักษณะเหมือนการทาบเหล็ก และใช้ระยะทาบน้อยลงโดยใช้รอยเชื่อมแทน

4) การรับแรงดึงภายหลัง (Post-Tensioned) เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้นหรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน Tendon เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วหรือหลังจากติดตั้งชิ่นส่วนสำเร็จรูปแล้ว

2.6.3.3 แรงเฉือน (Shear Force) การส่งผ่านแรงเฉือนระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถจะใช้วิธีดังนี้

1) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุ (Friction Bond)
2) เหล็กเสริมรับแรงเฉือน (Shear Key)
3) การใช้โบลท์
4) การเชื่อม

2.6.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริง เป็นการสมมุติหรือคาดเดาระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดที่จะเกิดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

2.6.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Framework) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อนหรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Shrinkage Creep และอุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

2.6.4.2 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerance) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

2.6.4.3 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerance) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน PCI

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 ประโยชน์ และข้อเสียของการสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

2.7.1 ประโยชน์ของการสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

2.7.1.1 จะทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลง ข้อนี้อาจพิจารณาได้ 2 ด้าน คือ ราคาลดลงได้โดยตรงจากค่าวัสดุก่อสร้าง ที่เห็นได้ชัดคือค่าแบบหล่อคอนกรีต ความเสียหายสูญเปล่าของวัสดุมีน้อย และความลดลงได้โดยทางออมจากการลดระยะเวลาการก่อสร้าง เพราะระบบนี้สร้างอาคารได้เสร็จเร็วกว่า จะเป็นผลต่อเนื่องทำให้ประหยัดค่าดอกเบี้ยของเงินที่นำมาลงทุนสร้างอาคารประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เสียไปในการดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้ค่าต้นทุนการผลิตลดลง และทางด้านเจ้าของอาคารก็สามารถเข้าใช้อาคารได้เร็วขึ้นเป็นผลประหยัดต่อตัวเจ้าของอาคารเองด้วย

2.7.1.2 การก่อสร้างเสร็จได้เร็ว ทำให้ได้ผลตอบแทนต่อค่าของเงินที่ใช้ลงทุนเร็ว จะเป็นผลให้เกิดความนิยมต่อการลงทุนในงานประเภทนี้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อวงการก่อสร้างและเศรษฐกิจของชาติโดยส่วนรวม

2.7.1.3 คุณภาพของงานดีขึ้น เพราะสามารถควบคุมงานได้ใกล้ชิดโดยเฉพาะในกรรมวิธีของการผลิตคอนกรีต

2.7.1.4 แก้ปัญหาการหยุดชะงักของงาน อันเนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศไม่อำนวย งานส่วนใหญ่ผลิตในโรงงาน จึงอาจกำหนดตารางเวลาทำงานให้ช่วงงานติดตั้งภายนอกไม่อยู่ในช่วงเวลาของฤดูมรสุมได้

2.7.1.5 สามารถจัดควบคุมระบบการทำงานได้เป็นสัดส่วน ทำให้ควบคุมการก่อสร้างให้เป็นไปตามกำหนดเวลาได้แน่นอนดีกว่า

2.7.2 ข้อเสียของการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

2.7.2.1 ต้นทุนสูง การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นต้องใช้แบบหล่อที่มีความแข็งแรง ผลิตได้รูปแบบความต้องการ มีค่าคาดเคลื่อนน้อยที่สุด การยกในโรงงาน การติดตั้ง ต้องใช้เครื่องมือเครื่องจักรเพื่อใช้ทำงาน

2.7.2.2 ความต้องการช่างที่ทำแบบหล่อต้องมีความชำนาญสูงเพราะแบบหล่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องได้ขนาดตามที่แบบกำหนดและมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย

2.7.2.3 ช่างและคนงานจะต้องได้รับการฝึกฝนอบรมก่อนทำการก่อสร้าง การก่อสร้างในระบบอาคารสำเร็จรูปจะต้องทำงานเป็นขั้นตอนจะข้ามขั้นการทำงานไม่ได้ และต้องใช้ช่างและคนงานที่มีความชาญได้รับการฝึกฝน

2.7.2.4 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับโครงการที่อยู่ในเขตกรุงเทพฯ จะมีปัญหาเรื่องการจราจรติดขัด ปัญหาการกำหนดเวลา การใช้รถบรรทุกขนส่ง และปัญหาน้ำหนักที่ขนส่ง

2.7.2.5 ต้องใช้เครื่องจักรกลหนักในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป และต้องใช้คนขับที่มีความชำนาญสูง เนื่องจากงานติดตั้งเป็นงานที่ใช้ความละเอียดสูง

2.7.2.6 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องเป็นลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้แน่นอน ปัญหาที่ตามมาก็คือ เมื่อการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วนมาไม่ทัน หรือขาดสต๊อกจะทำให้การก่อสร้างหยุดชะงักไม่สามารถติดตั้งชิ้นส่วนอื่นที่มีอยู่ได้

2.7.2.7 ดัดแปลงหรือต่อเติมอาคารได้ยาก ในกรณีที่อาคารที่ก่อสร้างเป็นระบบผนังรับแรง จะทำการทุบผนังเพื่อขยายห้องนั้นทำยากหรือทำไม่ได้

2.7.2.8 หาผู้รับเหมายาก ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปจะมีการลงทุนในช่วงแรกสูง และเทคนิคของการก่อสร้างยังเป็นลักษณะเฉพาะของผู้รับเหมาแต่ละรายอีกด้วย หากมีปัญหาผู้รับเหมารายแรกไม่สามารถทำต่อได้ จะหาผู้รับเหมารายใหม่มาทำแทนกันยากเนื่องจากติดปัญหาด้านเทคนิคและการลงทุน

2.7.2.9 ขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญไม่น้อยกว่าผู้บริหารโครงการในส่วนงานต่างๆ ที่จะทำให้งานก่อสร้างประสบความสำเร็จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 การก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน[6]

การพิจารณาการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน ว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทนการก่อสร้างแบบหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้างของการก่อสร้างแบบทั่วไปหรือไม่ โดยจะคำนึงถึงการก่อสร้างในลักษณะของแบบที่มีการซ้ำกันของโครงสร้างมากๆ โดยผู้วิจัยใช้บ้านเดี่ยวขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตร ในหมู่บ้านคุณาลัยบางขุนเทียนที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานเป็นกรณีศึกษา โดยใช้วิธีการเฝ้าสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ สัมภาษณ์ เพื่อครอบคลุมทางด้านต้นทุน ปัญหาที่เกิดขึ้น กรรมวิธีในการออกแบบและกรรมวิธีในการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานนี้ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการสร้างบ้าน 2 ชั้น ในโครงการบ้านจัดสรร หรือสร้างบ้านที่มีหน่วยของโครงสร้างที่มีการซ้ำกันมากๆ เช่น บ้านเดี่ยวที่มีความสูงมากกว่า 1 ชั้น ในลักษณะของโครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น หากจะสรุปความเหมาะสมในการนำระบบดังกล่าวมาใช้ทดแทนการก่อสร้างแบบหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้างของการก่อสร้างแบบทั่วไป สามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

2.8.1.1 ลดต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง โดยที่ค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย 170 ตารางเมตร จะได้ราคาค่าก่อสร้างของบ้านที่ก่อสร้างระบบทั่วไป เท่ากับ 7,681 บาท/ตารางเมตร สำหรับต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน เท่ากับ 7,255 บาท/ตารางเมตร ซึ่งจะมีราคาที่ถูกกว่า และเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างรวมค่าดำเนินการและภาษีมูลค่าเพิ่มจะมีราคาลดลง 72,287 บาท หรือร้อยละ 5.54 แต่ถ้าพิจารณาแยกออกเป็นหมวดงานถ้าเลือกซื้อเฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานจากโรงงานมาใช้แทนการหล่อในที่เฉพาะเสา-คาน จะประหยัดราคาค่าโครงสร้าง 66,212 บาท หรือร้อยละ 14.22 ของราคาค่าก่อสร้างเฉพาะเสา-คาน โดยมีสาเหตุมาจากการลดราคาไม้แบบและค่าแรงงาน จากเดิมต้องใช้คนงานในการก่อสร้างแบบทั่วไป 16 คน ก็จะมีการใช้คนงานในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานในช่วงโครงสร้างหลักเพียง 7 คนเท่านั้น ถึงแม้ว่าในการก่อผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีราคาต้นทุนที่แพงกว่า เนื่องจากทางผู้รับเหมายังไม่มีความรู้และความชำนาญในการก่อ ทำให้ค่าแรงงานในส่วนนี้ยังคงสูงอยู่ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วราคาค่าก่อผนังคอนกรีตมวลเบากับการก่ออิฐมอญทั่วไปจะใกล้เคียงกันมาก (ดูรายละเอียดได้จาก http://www.price.moc.go.th) นอกจากนี้ความได้เปรียบทางด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง การหล่อเสา-คานในที่ต้องใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 138 วัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างชิ้นส่วน

---

[6] สุกฤต อนันตชัยยง, "การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545), หน้า 155-156.

คอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานใช้เวลาเพียง 122 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 16 วัน เทียบเป็นร้อยละ 11.59 ของระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด

2.8.1.2 ราคาจะลดลงถ้ามีการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานเป็นจำนวนมาก ในกรณีศึกษานั้น เป็นการเหมาจ้างทำโครงสร้างอาคารเพียง 1-2 หลังเท่านั้น ถ้านำระบบนี้ไปใช้กับอาคารที่มีลักษณะโครงการบ้านจัดสรร ชิ้นส่วนโครงสร้างซ้ำกันมากๆ จะทำให้ค่าสั่งซื้อและติดตั้งชิ้นส่วนราคาถูกลงกว่าการสั่งซื้อเพียง 1-2 หลัง ดังเช่นกรณีศึกษา (จากการสอบถามจากคุณชัยวัฒน์ ชูกุล: ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริการงานก่อสร้างบริษัทซีคอน จำกัด)

2.8.1.3 การก่อสร้างมีมาตรฐานเดียวกัน สามารถควบคุมคุณภาพความเรียบร้อยของผิวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานได้ กระบวนการสร้างมีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการก่อสร้างได้ง่าย ทำให้โครงสร้างอาคารแต่ละหลังมีคุณภาพเดียวกัน

2.8.1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้างมีไม่มาก และยังสามารถทำการต่อเติมอาคารได้ในภายหลัง ซึ่งแตกต่างกับการใช้ระบบผนังรับน้ำหนักที่ไม่สามารถทุบรื้อผนังรับน้ำหนักได้ สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในขณะก่อสร้างก็เกิดจากงานของบริษัทรับทำชิ้นส่วนโครงสร้างในบางครั้งมีงานเร่งมาก การส่งของอาจล่าช้าบาง และปัญหาในทางการก่อสร้างที่เกิดขึ้นก็สามารถทำความเข้าใจปรับปรุงและมีแนวทางแก้ไข

2.8.1.5 ลดมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง ในระบบการก่อสร้างแบบทั่วไปจะเกิดมลพิษต่างๆ เช่น ฝุ่นละอองจากเศษหิน ทรายหรือเศษปูน จากเสียงรถขนส่งวัสดุต่างๆ ซึ่งระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถลดได้มาก

2.8.1.6 ลดจำนวนแรงงาน จากกรณีศึกษานั้นจำนวนแรงงานในขั้นตอนของการก่อสร้างส่วนโครงสร้างเสา-คาน ใช้จำนวนคนที่น้อยลงไป 9 คน ซึ่งแรงงานในส่วนที่ลดลงไปดังกล่าวก็คือ แรงงานส่วนที่ใช้ในการตีไม้แบบที่หน้างาน ผูกเหล็กและงานฉาบตกแต่งผิว แต่ในความจริงแล้วแรงงานส่วนนี้ไม่ได้ลดลง เปรียบเสมือนการโยกย้ายการผูกเหล็กและหล่อแบบไปไว้ในส่วนโรงงานซึ่งข้อดีคือ ทำให้แรงงานในหมวดงานดังกล่าวนั้นมีความชำนาญ และขั้นตอนในการทำงานในส่วนโรงงานนั้นมีความเป็นขั้นตอนและเรียบร้อยกว่าการทำที่หน้างาน ราคาค่าจ้างจำนวนแรงงานจึงลดลงเพราะเป็นการรวมแรงงานทุกสถานที่ก่อสร้างมาไว้ในโรงงานเพียงที่เดียว

2.8.1.7 แก้ปัญหาการหยุดชะงักของงานอันเนื่องจากดินฟ้าอากาศไม่อำนวย โดยที่งานส่วนใหญ่ผลิตในโรงงาน จึงอาจกำหนดตารางเวลาทำงานในช่วงติดตั้งภายนอกไม่ให้อยู่ในช่วงเวลาของฤดูมรสุมได้ง่าย

2.8.2 การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก[7]

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการสำรวจ เฝ้าสังเกต สอบถาม บันทึก ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปชั่วคราว แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการคำนวณและนำมาเปรียบเทียบกับการซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยจะเป็นระบบผนังรับน้ำหนักกับการก่อสร้างแบบก่ออิฐฉาบปูนแบบดั้งเดิม

ในการเปรียบเทียบราคาของค่าก่อสร้างในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบในด้านของต้นทุน (ขั้นต้น) ผลจากการสำรวจได้ทราบว่าระบบของการก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการเพลส แอนด์ พาร์ค นั้นได้เริ่มจากผู้ประกอบการจัดสรรและผู้รับเหมาก่อสร้างได้ปรับระบบการก่อสร้างแบบก่ออิฐฉาบปูน (ระบบดั้งเดิม Conventional) มาเป็นระบบสำเร็จรูป (Prefabrication) โดยสร้างโรงงานหล่อชิ้นส่วนแบบชั่วคราวในสถานที่โครงการ ลักษณะของระบบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นระบบเสาและคาน ผสมกับระบบผนังรับน้ำหนัก โดยส่วนของโครงสร้างทั้งเสา คาน หรือพื้นจะถูกหล่อเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจากโรงงานผลิตชั่วคราวฯ โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 59 ชิ้นส่วนต่อบ้าน 1 หลัง (หลังที่ใช้เป็นกรณีศึกษา) ซึ่งในส่วนของพื้นที่ผนังจะมีพื้นที่ 275 ตารางเมตร (หักส่วนของประตูและหน้าต่าง) และในส่วนของพื้นที่เป็นชิ้นส่วนที่หล่อจากโรงงานชั่วคราวฯ นั้น จะมีพื้นที่ 94 ตารางเมตร ซึ่งจะเป็นพื้นของพื้นที่ใช้สอยชั้นบนและเฉลียงด้านหน้าชั้นล่าง ในส่วนของพื้นโครงสร้างชั้นล่างจะเป็นพื้นคอนกรีตท้องเรียบ โดยซื้อสำเร็จจากท้องตลาดอีก 66 ตารางเมตร จากการศึกษาและคำนวณต้นทุนขั้นต้นโดยจะต้องอยู่ภายใต้ปัจจัยต่างๆ คือประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน

การคาดการณ์จุดคุ้มทุนเบื้องต้นของการลงทุนนั้น ผู้วิจัยได้คาดการณ์ไว้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ลักษณะของการคิดต้นทุนค่าก่อสร้างแบบคิดภาษีมูลค่าเพิ่ม และการคิดต้นทุนแบบไม่คิดภาษีมูลค่าเพิ่ม จากการคาดการณ์จุดคุ้มทุนเบื้องต้นของการลงทุนนั้นผู้วิจัยได้คาดการณ์ไว้ ณ จุดที่ 37.23 หลัง หรือเท่ากับ 38 หลัง (พื้นที่โดยประมาณ 6,840 ตารางเมตร) ในกรณีที่ไม่คิดเรื่องของภาษีมูลค่าเพิ่มโดยหลังที่ 38 เมื่อถึงจุดคุ้มทุนแล้ว (จุดที่ค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากันคือ มีกำไรเป็นศูนย์) และในกรณีที่รวมเรื่องของการคิดภาษีมูลค่าเพิ่มแล้วการคาดการณ์จุดคุ้มทุนน่าจะอยู่ที่ปริมาณการสร้างในจำนวน 45.3 หลัง หรือเท่ากับ 46 หลัง (พื้นที่โดยประมาณ 8,280 ตารางเมตร) โดยเมื่อถึงจุดคุ้มทุนทั้ง 2 วิธีการแล้ว ผู้วิจัยจะไม่นำต้นทุนในส่วนที่เป็นต้นทุนคงที่มาคำนวณอีก แต่จะคำนวณเฉพาะในส่วนที่เป็นต้นทุนของค่าก่อสร้าง บริหาร และอัตราดอกเบี้ยโดยหลังที่ 38 กรณีไม่คิดภาษีมูลค่าเพิ่มค่าก่อสร้างเฉลี่ยที่ 5,310.33 บาทต่อตารางเมตร และถ้าเป็นกรณีคิดภาษีมูลค่าเพิ่มใน

---

[7] นาวิน นาคะศิริ, "การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา : ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 116-118.

หลังที่ 46 ค่าก่อสร้างจะเฉลี่ยที่ 5,675.69 บาทต่อตารางเมตร ถ้ากรณีผู้ประกอบการซื้อสำเร็จรูปจากบริษัทที่รับสร้างบ้านราคาค่าก่อสร้างจะอยู่ที่ 8,700 บาทต่อตารางเมตร (สำหรับ 1-10 หลังแรกและกรณีสร้างมากกว่า 10 หลังขึ้นไป ทางผู้ผลิตจะลดราคาขายลงอีก 5% ข้อมูลจากการสอบถามบริษัทโฮมเพลสฯ) และถ้าผู้ประกอบการใช้ระบบการก่อสร้างแบบก่ออิฐฉาบปูนแบบเดิมนั้นราคาค่าก่อสร้างจะเฉลี่ยอยู่ที่ 6,965 บาทต่อตารางเมตร โดยผู้ประกอบการสร้างบ้านสำเร็จรูปจากโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนเองในจำนวนหลังที่ 25 ต้นทุนจะเฉลี่ยอยู่ที่ 8,706.31 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งจะใกล้เคียงกับการซื้อชิ้นส่วนเองในจำนวนหลังที่ใกล้ 37 Conventional (แต่ผู้ประกอบการยังไม่ถึงจุดคุ้มทุน) หรือในการลงทุนสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานผลิตชั่วคราวนั้นเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ของบ้านไม่ว่าจะเป็นผนังและพื้นสำเร็จรูปก็ตามผู้วิจัยได้นำปริมาณของผนังและพื้นสำเร็จรูปสร้างเป็นบ้านของกรณีศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งสิ้น 368 ตารางเมตร ซึ่งก็เท่ากับว่าต้นทุนของค่าวัสดุก่อสร้าง ค่าแรงงานรวมกับต้นทุนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว ผู้ประกอบการต้องผลิตชิ้นส่วนสำเร็จทั้งสิ้น 36,800 ตารางเมตร หรือประมาณว่าสร้างบ้านหลังดังกล่าวได้ 100 หลัง โดยต้นทุนชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเฉลี่ยอยู่ที่ 975 บาทต่อตารางเมตร (เฉพาะส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตในโรงงาน) ซึ่งราคาเฉลี่ยต้นทุนแล้วก็จะเท่ากับการซื้อสำเร็จรูปมาจากโรงงาน และใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน สุรเชษฐ์ ชาวเรือ ได้ศึกษาว่า ในการสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นผู้ประกอบการจะต้องสร้างบ้านในปริมาณที่ 37 หลังขึ้นไป ราคาต้นทุนรวมก็จะเท่ากับการสร้างบ้านด้วยระบบทั่วไป และในการสร้างบ้านหลังที่ 41 ขึ้นไป จะมีต้นทุนของการเปลี่ยนเหล็กกรอบที่ทำเป็นกรอบแม่พิมพ์โดยจะเพิ่มทุกๆ 40 หลัง (จากกาสอบถามจากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสรุปได้ว่าถ้าผู้ประกอบการสร้างบ้านในระบบกึ่งสำเร็จรูปในปริมาณที่น้อยกว่า 38 หลัง (พื้นที่ใช้สอยประมาณ 6,840 ตารางเมตร) ผู้ประกอบการควรซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน และถ้าผู้ประกอบการสร้างบ้านในปริมาณที่มากกว่า 38 หลัง (พื้นที่ใช้สอยโดยประมาณ 6,840 ตารางเมตร) ควรจะสร้างโรงงานผลิตขึ้นในโครงการ เนื่องด้วยการสร้างโรงงานนี้จุดคุ้มทุนได้ก็จะต้องขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตที่มากพอ เพราะการลงทุนผลิตชิ้นส่วนบ้านเพื่อนำไปสร้างเป็นบ้านสำเร็จรูปนั้นถ้าปริมาณที่มากพอแล้ว ก็จะมีข้อดีคือ สามารถควบคุมคุณภาพ ควบคุมเวลาของการก่อสร้างได้ และสามารถทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างลดลงได้ หรือในกรณีที่คิดภาษีมูลค่าเพิ่มผู้ประกอบการมีปริมาณการสร้างในจำนวนน้อยกว่า 46 หลัง (พื้นที่โดยประมาณ 8,280 ตารางเมตร) ก็ควรซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน และถ้ามีปริมาณการสร้างที่มากกว่า 46 หลัง ก็ควรที่จะสร้างโรงงานผลิตขึ้นเอง ทั้งนี้การตัดสินใจในการสร้างโรงงานผลิตขึ้นนั้นอาจมีปัจจัยต่างๆ ที่ต้องคำนึงถึง แต่การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางประกอบการศึกษาเท่านั้น

2.8.3 การก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป[8]

การพิจารณาการก่อสร้างผู้วิจัยใช้แบบบ้านชั้นเดียว พื้นที่ใช้สอย 82 ตารางเมตร ในโครงการซื่อตรงรังสิตคลอง 3 ปทุมธานี ที่ก่อสร้างด้วยการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก เปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน มาเป็นกรณีศึกษา โดยใช้วิธีการเฝ้าสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ สัมภาษณ์ เพื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์ด้านต้นทุน เวลา ขั้นตอนและวิธีในการก่อสร้าง ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักมีทั้งข้อดีและข้อเสียในการนำไปใช้ในโครงการซื่อตรงรังสิตคลอง 3 ปทุมธานี หากสรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบของทั้ง 2 ระบบ ในการนำระบบดังกล่าวมาใช้สามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

2.8.3.1 ราคาต้นทุนก่อสร้างบ้านชั้นเดียว พื้นที่ใช้สอย 82 ตารางเมตร ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก เท่ากับ 7,587.39 บาท/ตารางเมตร สำหรับต้นทุนก่อสร้างบ้านชั้นเดียวระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน เท่ากับ 7,431.87 บาท/ตารางเมตร ซึ่งระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก จะมีราคาที่สูงกว่า จะได้ราคาต้นทุนที่สร้างบ้านเดี่ยวชั้นเดียว ที่สูงกว่า 12,753.30 บาทหรือราคาสูงขึ้น 155.53 บาท/ตารางเมตร เมื่อพิจารณาแยกออกเป็นหมวดงานในหมวดโครงสร้าง

หมวดโครงสร้างระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก = 174,242 บาทหรือ 2,124 ตร.ม.

หมวดโครงสร้างระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน= 140,668 บาทหรือ 1,715 ตร.ม.

ดังนั้นระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักมีราคาหมวดโครงสร้าง เปลี่ยนแปลงสูงกว่าระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนอยู่ 33,574 บาท การที่ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักมีต้นทุนการผลิตที่สูง โดยมีสาเหตุมาจากแบบเหล็กในการหล่อ ปริมาณคอนกรีตที่ใช้ ค่าแรงงาน เครื่องจักร ที่มีจำนวนมาก และค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งราคาส่วนนี้จะลดลงเมื่อสร้างเป็นจำนวนมาก สอดคล้องกับวิทยานิพนธ์เรื่องการเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป การก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 337 หลัง

2.8.3.2 ด้านเวลาในการก่อสร้างบ้านชั้นเดียว ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ใช้เวลา 32 วัน/หลัง ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน ใช้เวลา 92 วัน/หลัง ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักใช้เวลาก่อสร้างบ้านชั้นเดียวน้อยกว่า 60 วัน

---

[8] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษา โครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548), หน้า 103-104.

2.8.3.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้าง มีปัญหาเรื่องของการควบคุมคุณภาพความเรียบร้อยของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป กระบวนการสร้างมีการวางแผนบริหารจัดการงานก่อสร้าง ลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการก่อสร้างได้ง่าย ทำให้บ้านแต่ละหลังมีคุณภาพดี มีมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

2.8.3.4 จากกรณีศึกษาระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ใช้คนจำนวนคนหล่อแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 32 คน ใช้คนจำนวนคนติดตั้งจำนวน 11 คน รวมทั้งหมด 43 คน ในขณะที่ระบบเสาและคาน โดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน ใช้คนจำนวนคนก่อสร้างจำนวน 52 คน ซึ่งใช้คนงานติดตั้งมากกว่า ส่งผลให้ปัญหาเกิดขึ้นมากกว่าทั้งในส่วนคุณภาพงาน ความปลอดภัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะเชิงคุณภาพ เน้นการสำรวจภาคสนาม โดยผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง ทำการศึกษาเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลา ตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ที่มีผลเกี่ยวกับการก่อสร้าง เพื่อหาข้อเสนอแนะในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก กับการก่อสร้างที่อยู่อาศัย มาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากการศึกษาและสำรวจโครงการบ้านจัดสรรในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้พบข้อแตกต่างในหลายโครงการที่ส่งผลต่อระยะเวลาและราคาต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้าง รวมถึงคุณภาพของการก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดประเด็นปัญหาและข้อสงสัยต่างๆ แล้วนำมากำหนดวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา จากนั้นกำหนดขอบเขตของการศึกษา และศึกษาข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ และการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

3.1.1.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารหนังสือ ตำรา รายงาน บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเข้าสัมมนาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งระบบอื่นๆ รวมถึงระบบที่ทำการศึกษา

3.1.1.2 การสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์ ผู้ประกอบการ ผู้รับเหมา สถาปนิก วิศวกร ช่างผู้ควบคุมงาน ที่มีประสบการณ์จากการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งระบบอื่นๆ รวมถึงระบบที่ทำการศึกษา

3.1.2 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

3.1.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารหนังสือ ตำรา รายงาน บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

3.1.2.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลพบโครงการบ้านจัดสรรหลายโครงการเลือกใช้ระบบดังกล่าว เช่น โครงการไรมอน พาร์ค, โครงการเพลส แอนด์ พาร์ค, โครงการบ้านภัสสร และโครงการบ้านซื่อตรง เป็นต้น เพื่อกำหนดโครงการที่จะศึกษาและพิจารณาเลือกโครงการที่เหมาะสมสำหรับทำการศึกษา

3.1.3 การเลือกโครงการในการดำเนินการศึกษา

3.1.3.1 มีรูปแบบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

3.1.3.2 เป็นบริษัทชั้นนำด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรร และเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนที่ใช้ในการก่อสร้างได้ทุกรูปแบบ มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกัน

3.1.3.3 ช่วงระยะเวลาในการก่อสร้าง เป็นโครงการที่เริ่มดำเนินการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในระยะเวลาเดียวกับที่ผู้วิจัยทำการศึกษา และเป็นโครงการที่เริ่มดำเนินการในช่วงระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน เพื่อมีความเป็นไปได้ในการเปรียบเทียบในแต่ละโครงการ

3.1.3.4 รูปแบบและลักษณะของบ้านพักอาศัยที่ใช้ในการศึกษา เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนักที่มีการดำเนินการก่อสร้างภายในโครงการ

จากการศึกษาและสำรวจโครงการบ้านจัดสรร พบว่า บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เป็นบริษัทชั้นนำด้านธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านพฤกษา ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์และบ้านแฝด และโครงการบ้านภัสสร ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย Semi-Automatic Precast System จากกลุ่ม Prilhofer & Associate หนึ่งในผู้นำด้านเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน โดยได้ก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 และมีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างได้ทุกรูปแบบ มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกันและจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ถึง 110,000 ตารางเมตรต่อเดือน

ประกอบกับ บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด ผู้ผลิตและพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านซื่อตรง ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์และบ้านเดี่ยว เป็นบริษัทที่ประกอบการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์มา กว่า 20 ปี ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัย จากระบบเดิม (Conventional System) มาเป็นระบบกึ่งสำเร็จรูป (Semi Prefabrication) ระบบโครงสร้างเหล็ก และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตสนองความต้องการของผู้บริโภค จากการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของโครงการบ้านซื่อตรง มีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้อุตสาหกรรมก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในแต่ละโครงการ

ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ระบบผนังรับน้ำหนัก โดยศึกษา โครงการหมู่บ้านภัสสร ที่นำเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง ที่มีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของตนเอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง นำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้อย่างเหมาะสมกับโครงการในประเทศไทย

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้กำหนดตัวอย่างในการศึกษาแล้ว ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 **ขอหนังสือแนะนำตัว** จากภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเข้าพบกับบริษัทที่เป็นผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้าง ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก (บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด และบริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด) และได้โทรศัพท์ติดต่อนัดขอเข้าพบเพื่อเข้าไปขอข้อมูลและสัมภาษณ์ ซึ่งในการติดต่อ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ผู้วิจัยได้พบกับผู้จัดการฝ่ายบุคคล, ฝ่ายประชาสัมพันธ์, ฝ่ายผลิต และฝ่ายก่อสร้าง ตามลำดับ และในการติดต่อ บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด ผู้วิจัยได้พบกับผู้จัดการฝ่ายก่อสร้างและผู้จัดการโรงงานผลิตชั่วคราว ตามลำดับ เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธี, เทคนิคการก่อสร้าง, ปัญหา, อุปสรรค, ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.2.2 **เก็บข้อมูล ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 ที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้กับทาง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด และโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปชั่วคราว ที่บริเวณสถานที่ก่อสร้าง รังสิตคลอง 3 ที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้กับทาง บริษัท ซื่อตรง กรุ๊ป จำกัด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 การสัมภาษณ์ผู้จัดการฝ่ายผลิต เพื่อสอบถามถึงรายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ กำลังคน และต้นทุนในการผลิต

3.2.2.2 การสังเกตด้วยตนเอง โดยข้อเข้าไปดูวิธีการผลิตและจดบันทึก โดยในขั้นตอนนี้เป็นการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในโรงงาน และได้มีการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ผลิตชิ้นส่วนในโรงงานและผู้จัดการฝ่ายผลิตถึงรายละเอียดของเครื่องจักร

3.2.2.3 สัมภาษณ์วิธีการผลิต การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากผู้จัดการฝ่ายผลิต

3.2.2.4 การตรวจสอบ เมื่อได้ข้อมูลจากหัวข้อข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต รวมถึงชิ้นส่วนมาตรวจสอบกับโรงงานหรือบริษัทที่รับผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปรายอื่น เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์มาตรฐานและความถูกต้อง

3.2.3 **เก็บข้อมูล ณ สถานที่ก่อสร้าง** โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ โครงการหมู่บ้านภัสสร 12 บริษัทรับสร้างบ้านที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณรังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง บริษัทรับสร้างบ้านที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณรังสิตคลอง 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 ติดต่อกับโครงการหมู่บ้านจัดสรร เพื่อทำการขอเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นจนการก่อสร้างแล้วเสร็จ

3.2.3.2 การสัมภาษณ์กับผู้ประกอบการ ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง ผู้รับเหมา สถาปนิก วิศวกร ช่างผู้ควบคุมงาน ที่มีประสบการณ์จากการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ทำการศึกษา เพื่อสอบถามถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตลอดจนปัญหาอุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.2.4 **ผู้วิจัยได้สอบถาม สัมภาษณ์** วิศวกรโครงสร้างถึงความเหมาะสม และแนวโน้มของระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่คาดว่าจะมีต่อไปในอนาคต

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจนแล้วเสร็จจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยดำเนินการมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 **ตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด** โดยการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลว่ามีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือยังมีรายละเอียดที่ยังไม่ครบถ้วน ถ้าพบว่าข้อมูลยังขาดประเด็นที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม ก็จะต้องไปทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพิ่มเติมให้ครบทุกประเด็น

3.3.2 **วิเคราะห์เปรียบเทียบกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ระบบผนังรับน้ำหนัก โดยวิเคราะห์ตั้งแต่การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ โรงงานผลิต ไปจนถึงการก่อสร้างแล้วเสร็จ ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งแสดงขั้นตอนกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.3.3 **วิเคราะห์เปรียบเทียบปัญหา อุปสรรค** และพิจารณาข้อดีข้อเสียในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก ในช่วงดำเนินการก่อสร้างและปัญหาหลังการก่อสร้างเพื่อหาเสเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

3.3.4 **วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ระบบผนังรับน้ำหนัก โดยแยกเป็นหมวดต่างๆ ในการก่อสร้าง ซึ่งเปรียบเทียบในรูปของตารางและแผนภูมิเพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

3.4 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ

3.4.1 **สรุปผล** หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา จะสรุปผลการศึกษาโดยใช้ผลการศึกษาเป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จาดทฤษฎี แนวความคิด วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างถึงเพื่อให้มีน้ำหนักและความเป็นไปได้ในการสรุปผล และมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริง

3.4.2 **ข้อเสนอแนะ** เป็นข้อเสนอแนะที่เกิดจากการทำการศึกษาในครั้งนี้ รวมถึงได้จากบทสรุปของการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์จากการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั่วไป และระบบผนังรับน้ำหนัก เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปให้เหมาะสม

บทที่ 4

รายละเอียดของโครงการ

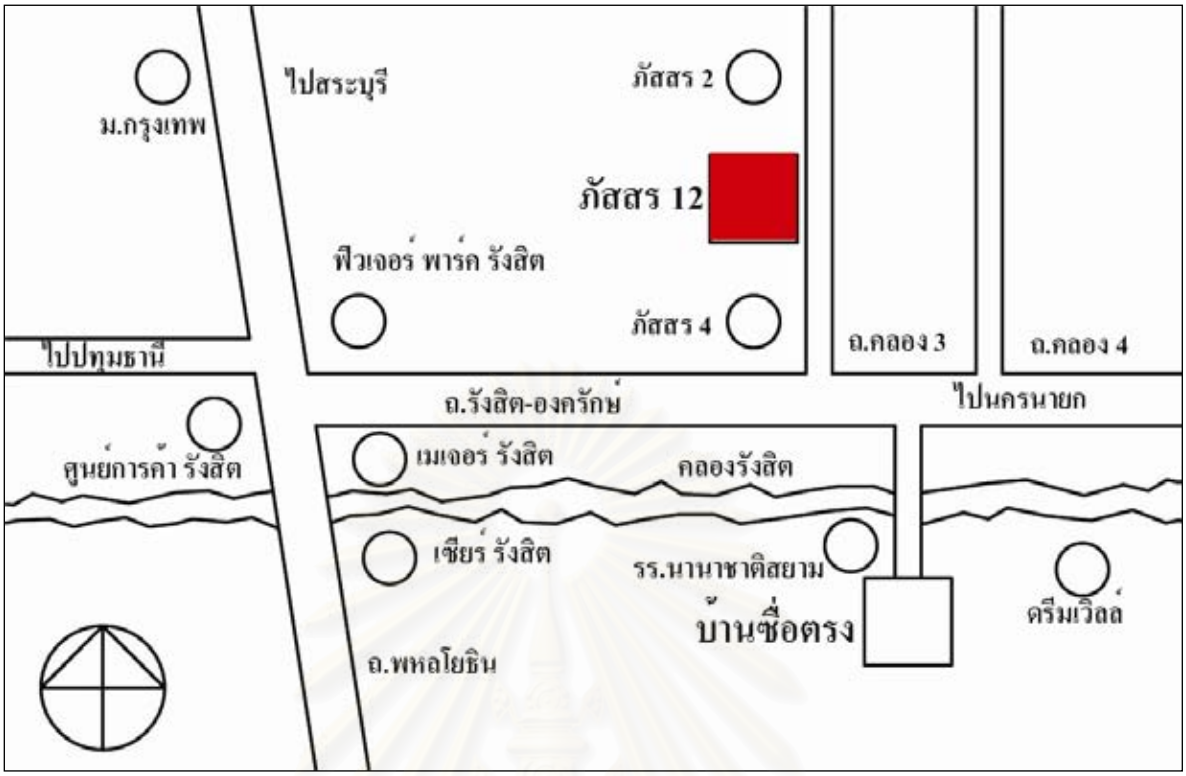
การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกันประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง โดยมีรายละเอียดของแต่ละโครงการดังนี้

4.1 รายละเอียดโครงการหมู่บ้านภัสสร รังสิตคลอง 3 ที่ทำการศึกษา

4.1.1 สภาพทั่วไปของโครงการ

ชื่อโครงการ	:	บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3
ประเภทโครงการ	:	ที่ดินจัดสรรและบ้านเดี่ยว
พื้นที่โครงการ	:	99-0-0 ไร่ พื้นที่ส่วนกลาง 1-0-72 ไร่
ที่ตั้งโครงการ	:	ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
เจ้าของโครงการ	:	บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)
แบบบ้านที่ทำการศึกษา	:	จำนวนแบบบ้านในโครงการมี 2 แบบ ได้แก่ บ้านเพียรภัสสร และบ้านพฤกษ์ภัสสร บ้านพฤกษ์ภัสสร ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 147 ตารางเมตร
ระบบการก่อสร้าง	:	การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก
ปีที่เริ่มดำเนินการก่อสร้าง	:	เมษายน 2548
ราคาขายปกติ	:	2,265,400 บาท (ทำเลมาตรฐาน เนื้อที่ 56.2 ตร.วา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

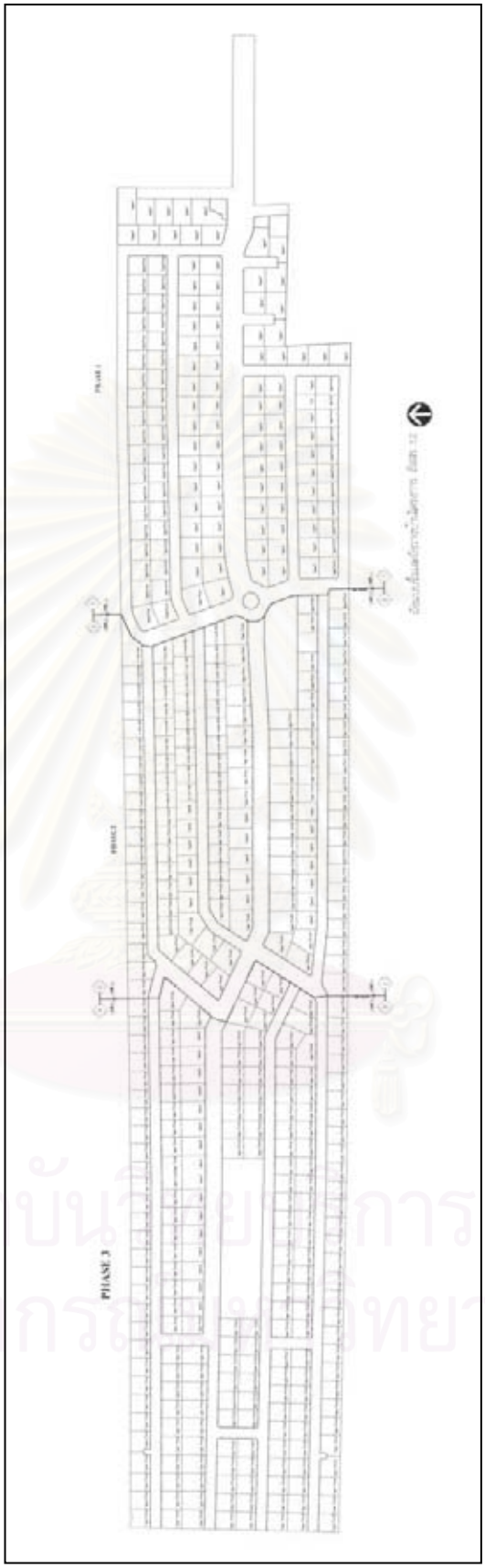


รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3
ที่มา : ศึกษาจากแผ่นพับแนะนำโครงการ เขียนโดยผู้วิจัย

รูปที่ 4.2 แสดงทัศนียภาพทางเข้า
โครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

รูปที่ 4.3 แสดงทัศนียภาพภายใน
โครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3



รูปที่ 4.4 แสดงผังโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอย

ลักษณะบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) เป็นประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ประกอบด้วย

4.1.2.1 แปลนพื้นชั้นล่าง

- ห้องรับแขก 3.25 x 3.55 ม.
- ห้องรับประทานอาหาร 3.25 x 3.55 ม.
- เฉลียงทางเข้า 1.76 x 3.63 ม.
- ห้องเตรียมอาหาร 2.26 x 3.21 ม.
- ห้องน้ำ 1 1.21 x 2.43 ม.
- ห้องครัวไทย 2.25 x 2.27 ม.
- ซักล้าง 2.08 x 2.38 ม.
- โถงบันได 1.10 x 2.43 ม.
- ที่จอดรถ 3.11 x 6.00 ม.

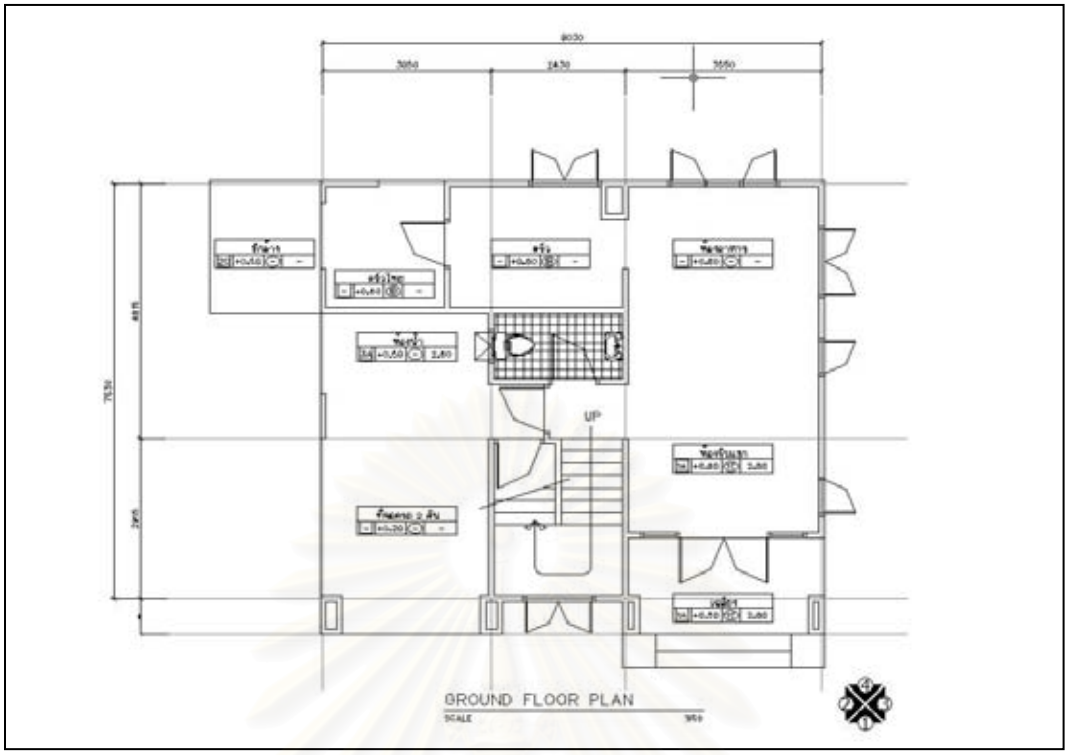
4.1.2.2 แปลนพื้นชั้นบน

- ห้องนอนใหญ่ 3.55 x 4.44 ม.
- ระเบียง 1.71 x 3.67 ม.
- ห้องน้ำ 2 1.89 x 2.59 ม.
- ห้องนอน 2 3.05 x 3.73 ม.
- ที่วางแอร์ 0.63 x 3.05 ม.
- ห้องนอน 3 3.05 x 3.33 ม.
- ห้องน้ำ 3 1.79 x 2.57 ม.
- โถงบันได 2.72 x 4.96 ม.

รวมพื้นที่ใช้สอย 130.14 ตารางเมตร

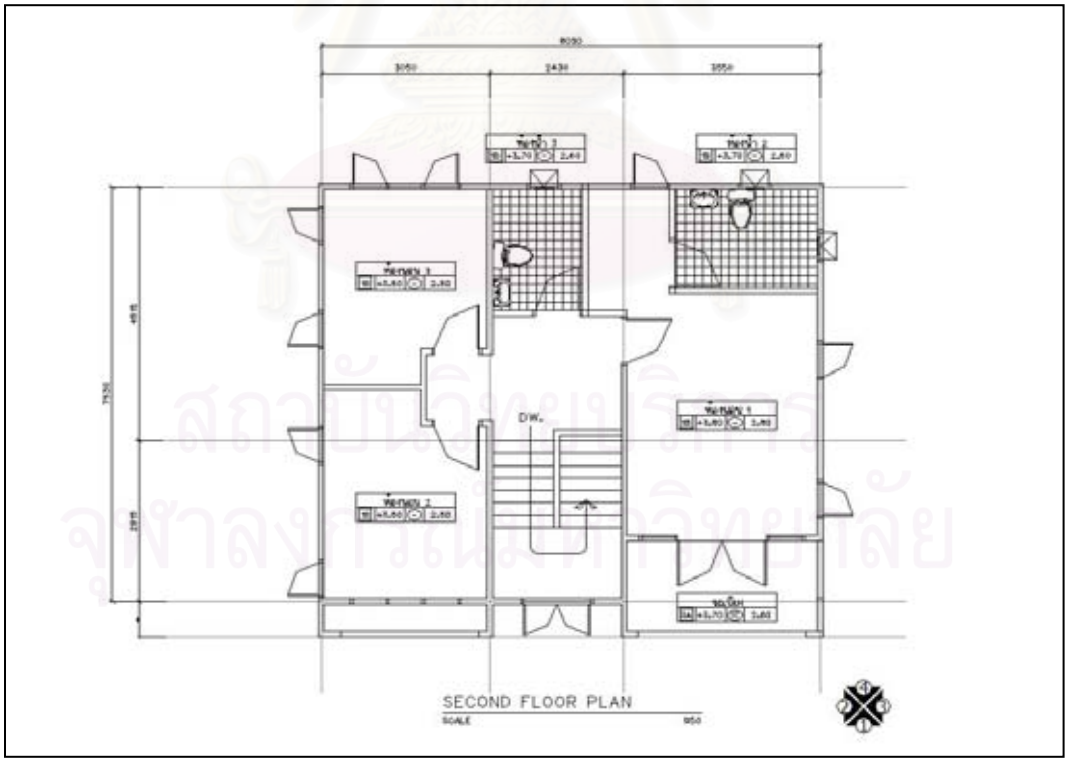
รูปที่ 4.5 แสดงทัศนียภาพภายนอกบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3



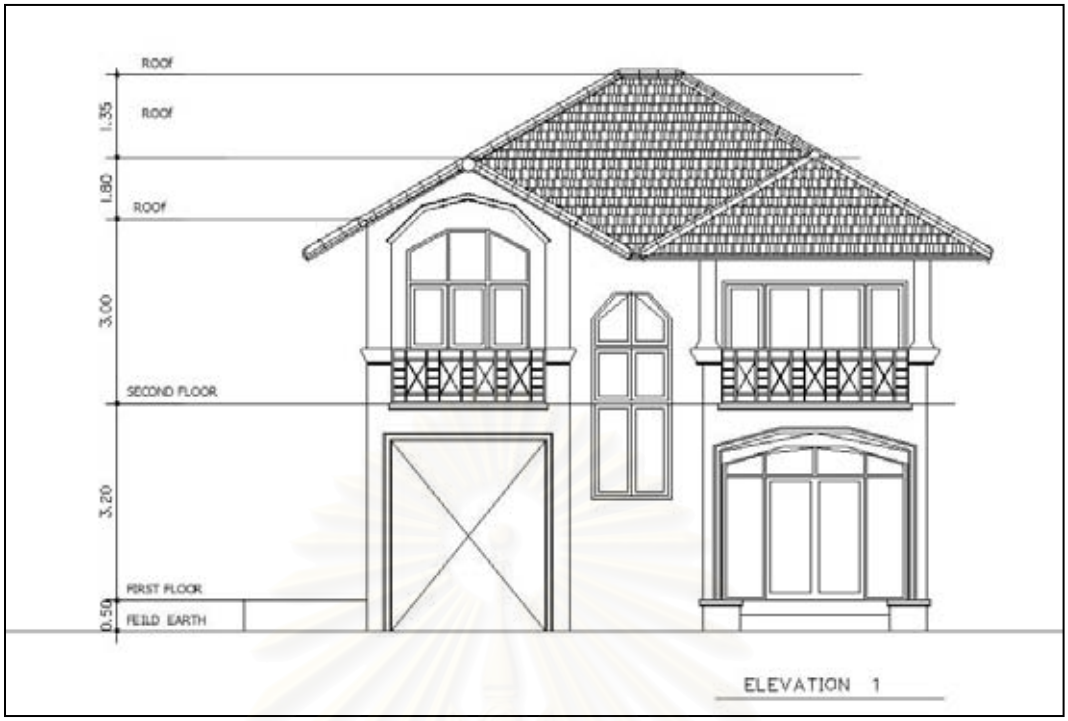
รูปที่ 4.6 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



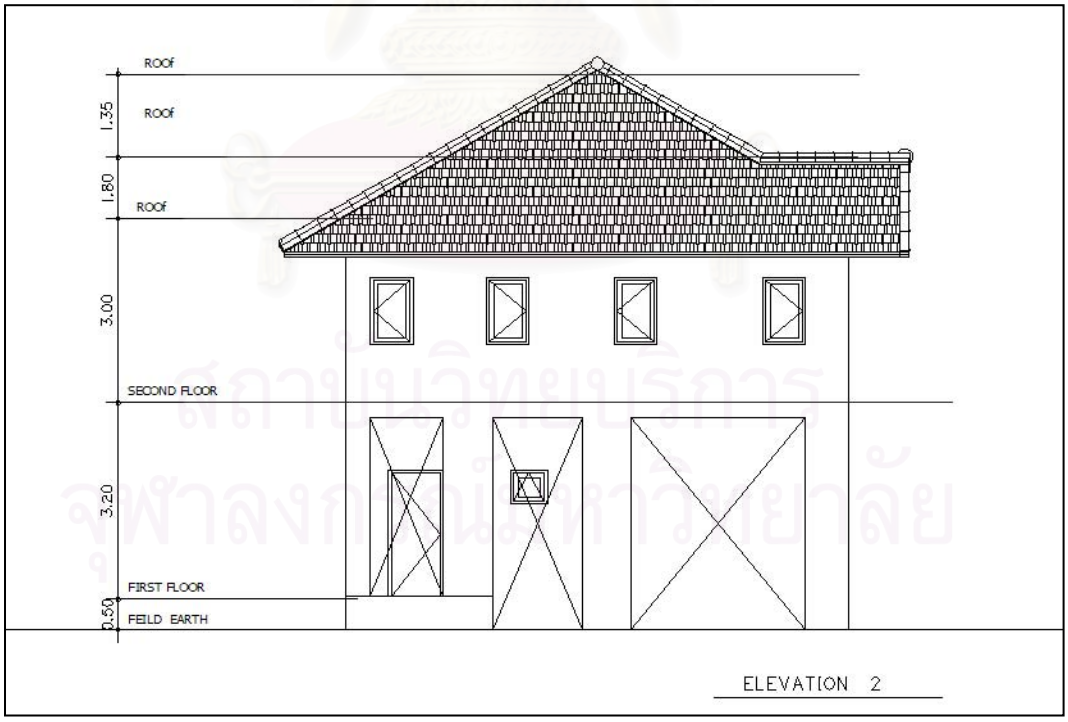
รูปที่ 4.7 แสดงแบบแปลนชั้นบน บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



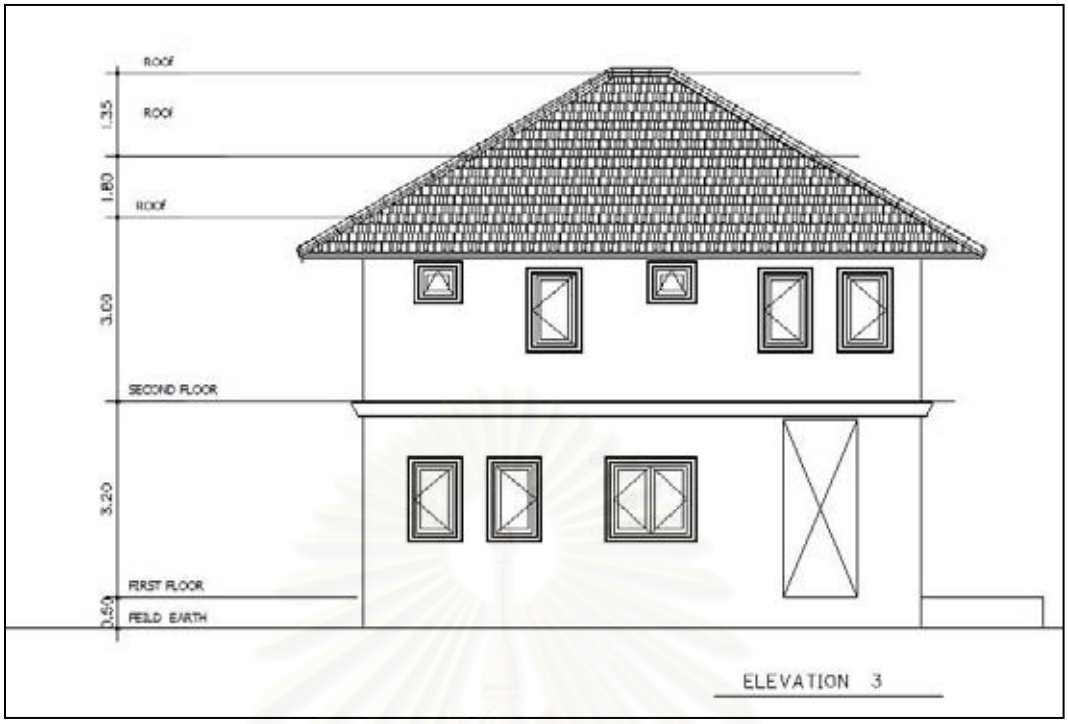
รูปที่ 4.8 แสดงแบบรูปด้าน 1 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



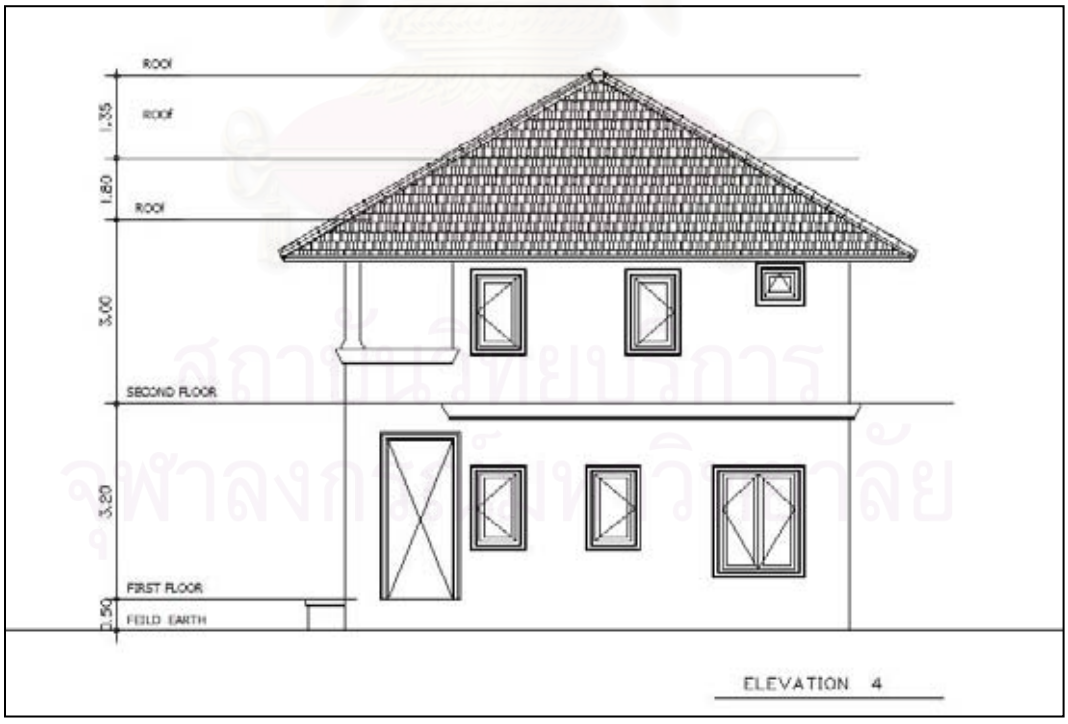
รูปที่ 4.9 แสดงแบบรูปด้าน 2 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 4.10 แสดงแบบรูปด้าน 3 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



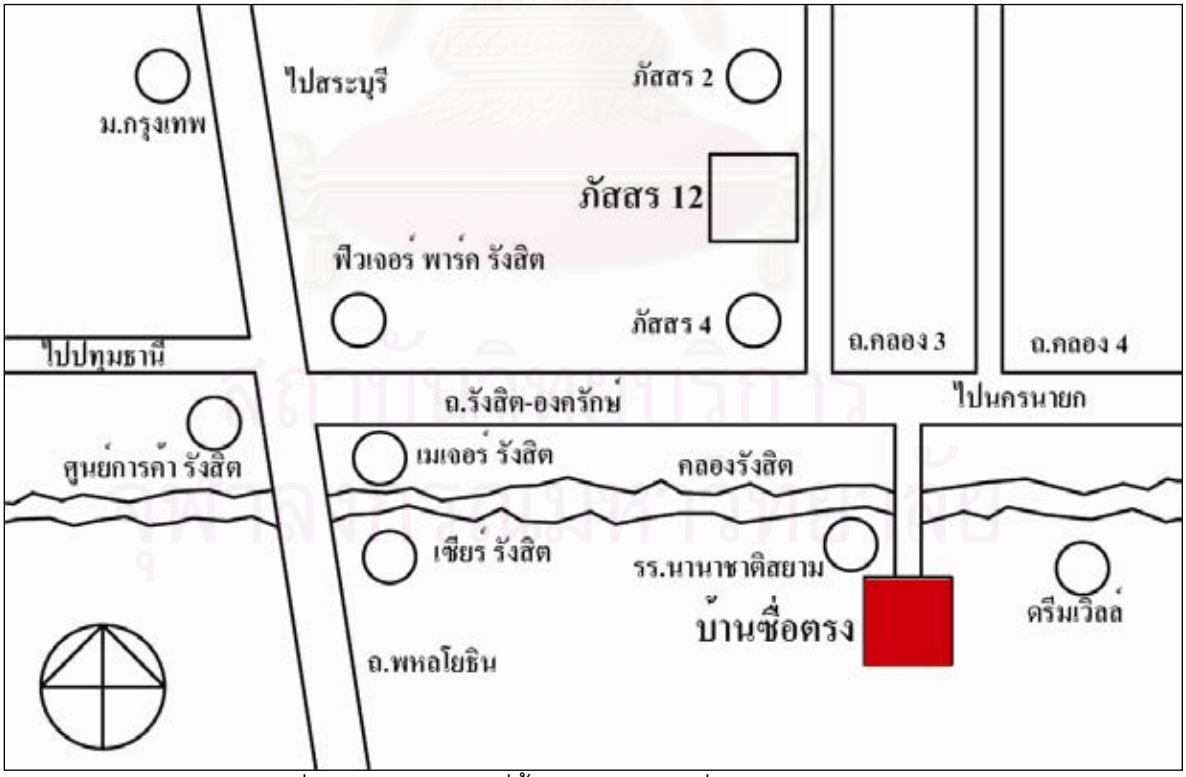
รูปที่ 4.11 แสดงแบบรูปด้าน 4 บ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา)

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

4.2 รายละเอียดโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 ที่ทำการศึกษา

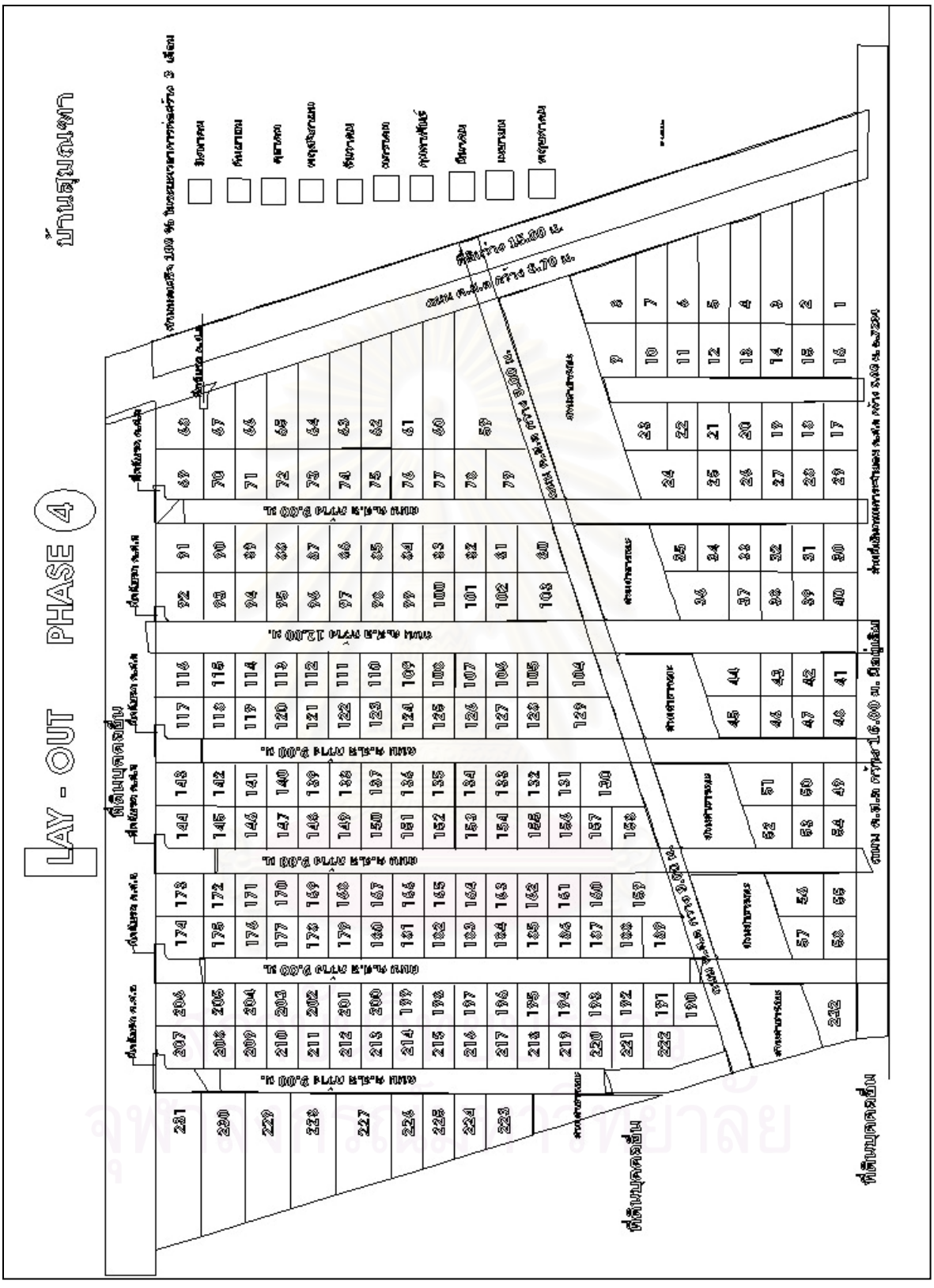
4.2.1 สภาพทั่วไปของโครงการ

ชื่อโครงการ	:	บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ประเภทโครงการ	:	ที่ดินจัดสรรและบ้านเดี่ยว
พื้นที่โครงการ	:	58-1-31 ไร่ พื้นที่ส่วนกลาง 4-3-85 ไร่
ที่ตั้งโครงการ	:	ถ.รังสิต-องครักษ์ ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี
เจ้าของโครงการ	:	บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด
		จำนวนแบบบ้านในโครงการมี 3 แบบ
		ได้แก่ บ้านชมตะวัน บ้านสุมณฑา และทาวเฮาส์
แบบบ้านที่ทำการศึกษา	:	บ้านสุมณฑา ประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น
		พื้นที่ใช้สอย 145 ตารางเมตร
ระบบการก่อสร้าง	:	การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก
ปีที่เริ่มดำเนินการก่อสร้าง	:	มกราคม 2548
ราคาขายปกติ	:	2,590,000 บาท (เนื้อที่ 50 ตารางวา)



รูปที่ 4.12 แสดงแผนที่ตั้งโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

ที่มา : ศึกษาจากแผ่นพับแนะนำโครงการ เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 4.13 แสดงผังโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

รูปที่ 4.14 แสดงทัศนียภาพทางเข้าโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

รูปที่ 4.15 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

รูปที่ 4.16 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

รูปที่ 4.17 แสดงทัศนียภาพภายนอกบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอย

ลักษณะบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เป็นประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอย ดังนี้

4.2.2.1 แปลนพื้นชั้นล่าง

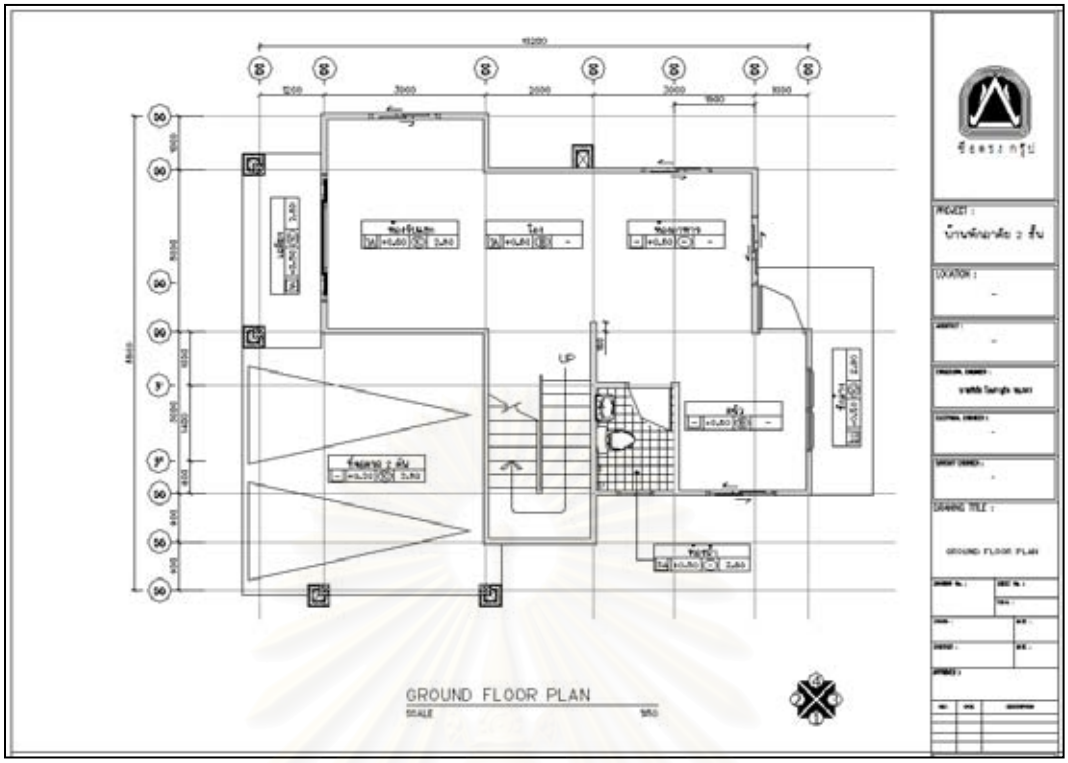
- ห้องรับแขก 3.00 x 4.00 ม.
- ห้องรับประทานอาหาร 3.00 x 4.00 ม.
- เฉลียงทางเข้า 1.46 x 3.60 ม.
- ห้องน้ำ 1 1.55 x 2.00 ม.
- ห้องครัว 2.45 x 3.00 ม.
- ซักล้าง 4.25 x 1.15 ม.
- โถงบันได 3.85 x 2.00 ม.
- ที่จอดรถ 5.00 x 6.00 ม.

4.2.2.2 แปลนพื้นชั้นบน

- ห้องนอนใหญ่ 5.4 x 3.00 ม.
- ระเบียง 1.20 x 3.00 ม.
- ห้องน้ำ 2 1.50 x 3.00 ม.
- ห้องนอน 2 3.00 x 3.00 ม.
- ห้องนอน 3 3.00 x 3.00 ม.
- ห้องน้ำ 3 2.00 x 2.60 ม.
- โถงบันได 2.65 x 2.00 ม.

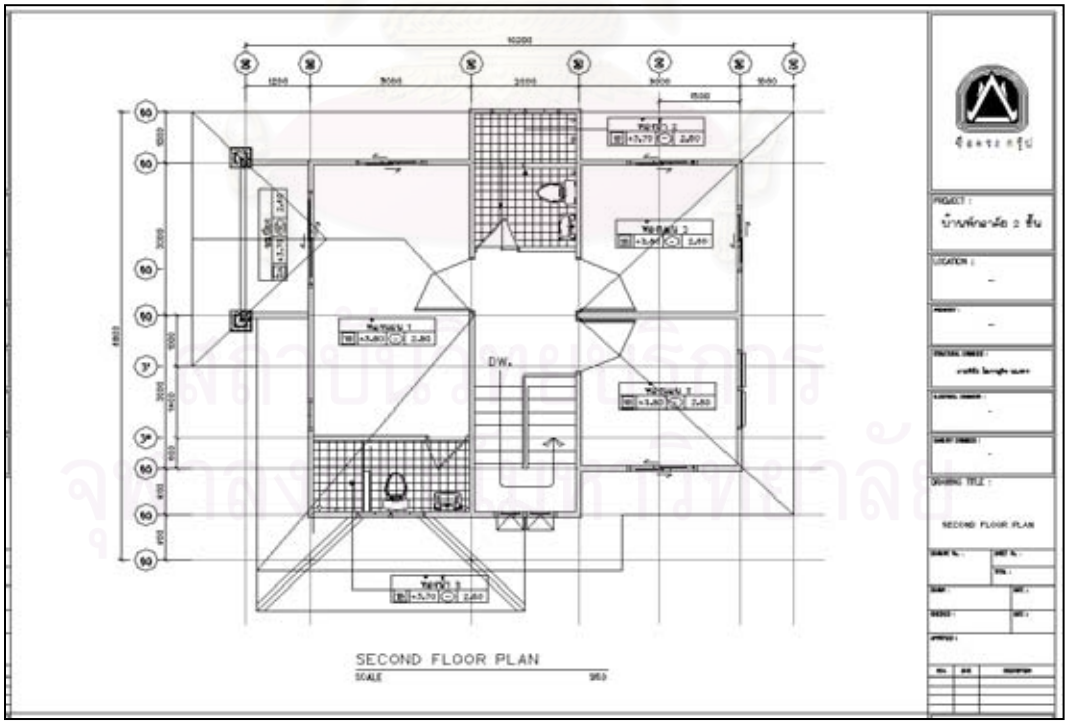
รวมพื้นที่ใช้สอย 135.08 ตารางเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



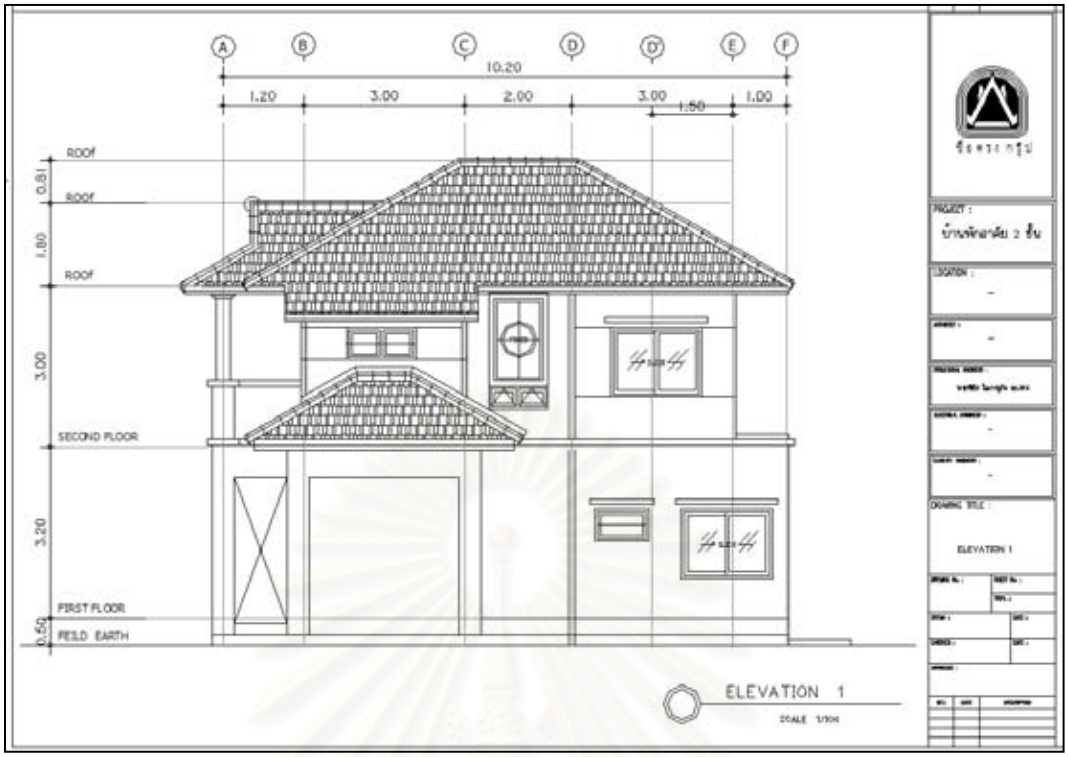
รูปที่ 4.18 แสดงแบบแปลนชั้นล่าง บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด



รูปที่ 4.19 แสดงแบบแปลนชั้นบน บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

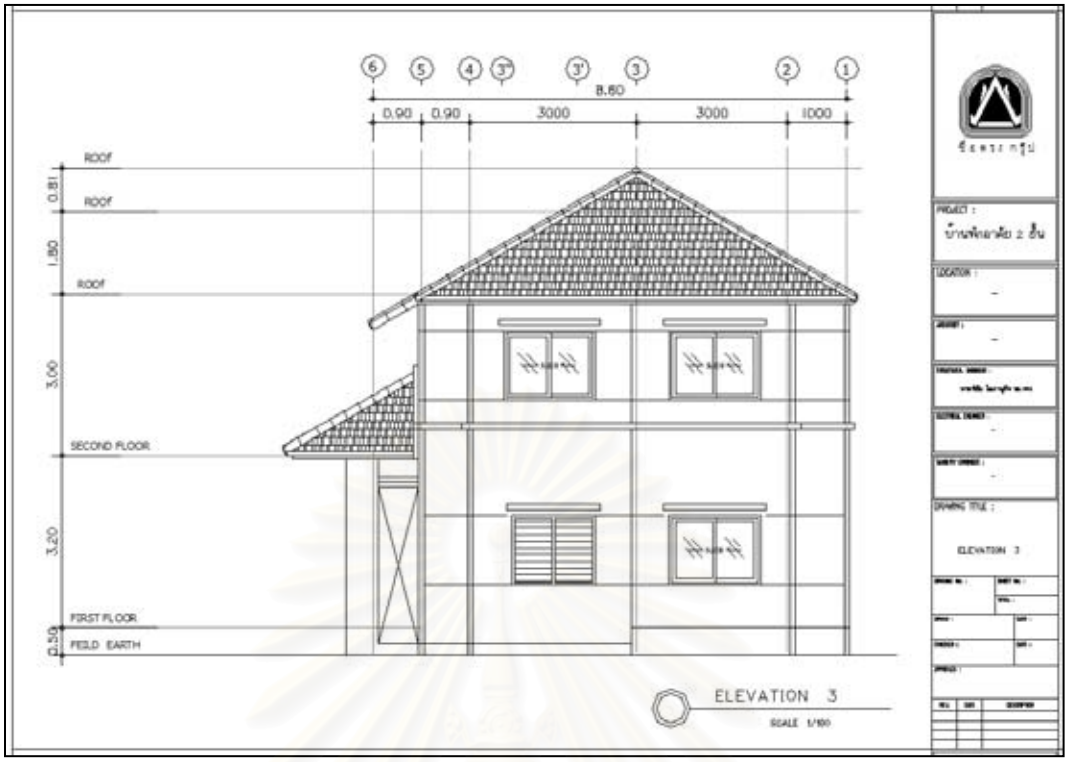


รูปที่ 4.20 แสดงแบบแปลนรูปด้าน 1 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

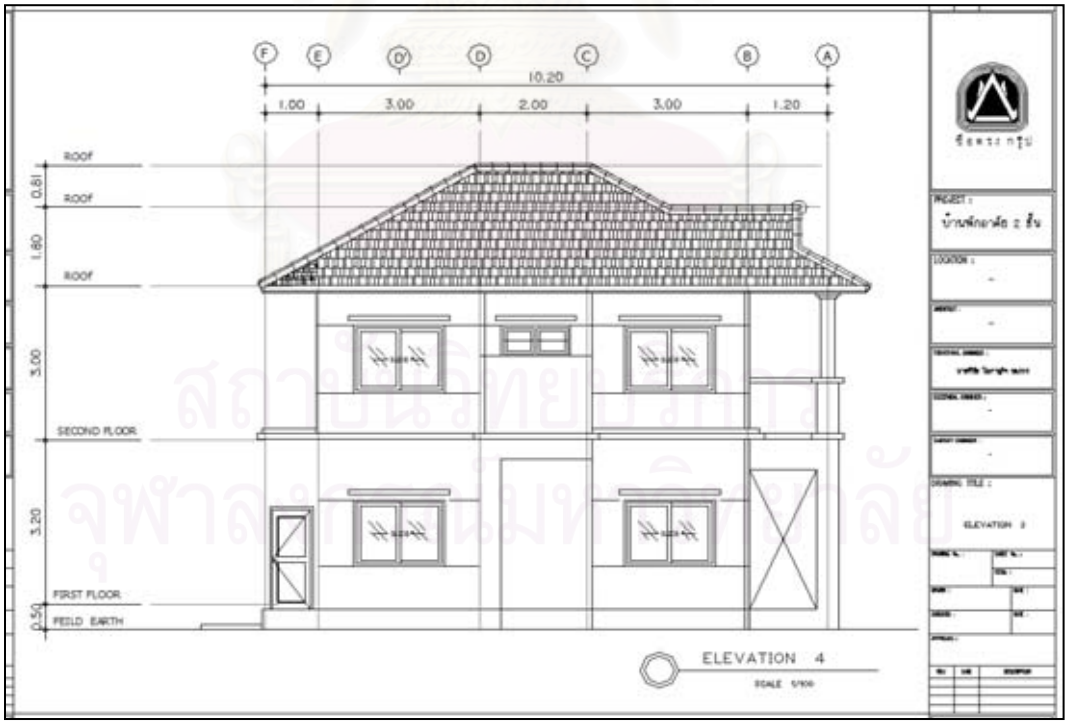
รูปที่ 4.21 แสดงแบบรูปด้าน 2 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด



รูปที่ 4.22 แสดงแบบรูปด้าน 3 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด



รูปที่ 4.23 แสดงแบบรูปด้าน 4 บ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา)

ที่มา : แบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

4.3 รายละเอียดการก่อสร้าง

4.3.1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 เป็นการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนักเหมือนกัน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง โดยจะมีการศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับรายละเอียดดังกล่าวในบทต่อไป

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

รายการ	ระบบผนังรับน้ำหนัก (บ้านภัสสร ผลิต ณ โรงงานผลิต)	ระบบผนังรับน้ำหนัก (บ้านซื่อตรง ผลิต ณ โรงงานชั่วคราว)
1. งานเสาเข็ม	- เสาเข็ม I 22x22x16.00 ม.	- เสาเข็ม I 22x22x16.00 ม.
2. งานโครงสร้าง	- ฐานราก ตอม่อ ค.ส.ล.หล่อในที่ - คานคอดิน ค.ส.ล.สำเร็จรูป - พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป - ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป - โครงหลังคา เหล็กรูปพรรณ	- ฐานราก ตอม่อ ค.ส.ล.หล่อในที่ - คานคอดิน ค.ส.ล.สำเร็จรูป - พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป - ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป - โครงหลังคา เหล็กรูปพรรณ
3. งานหลังคา	- กระเบื้องซีแพคโมเนีย	- กระเบื้องซีแพคโมเนีย
4. งานพื้นผิว	- พื้นชั้นล่างกระเบื้อง 16”x16” - พื้นชั้นบน ไม้ปาร์เก้ 2”x10” - พื้นห้องน้ำกระเบื้อง 8”x8”	- พื้นชั้นล่างกระเบื้อง 16”x16” - พื้นชั้นบนลามิเนต 2”x10” - พื้นห้องน้ำกระเบื้อง 8”x8”
5. งานฝ้าเพดาน	- ยิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ - ยิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบชนิดกันชื้น	- ยิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ - ยิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบชนิดกันชื้น
6. งานประตูหน้าต่าง	- วงกบไม้เนื้อแข็ง 2”x4” - กรอบบานไม้เนื้อแข็ง	- วงกบอลูมิเนียม 2”x4” - กรอบบานอลูมิเนียม
7. งานบันได	- ไม้เนื้อแข็ง	- ไม้เนื้อแข็ง
8. งานสุขภัณฑ์	- COTTO	- COTTO
9. งานสี	- ทาสีทั้งหลังด้วยสีน้ำพลาสติก	- ทาสีทั้งหลังด้วยสีน้ำพลาสติก

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

4.3.2 รูปแบบการดำเนินการก่อสร้าง

4.3.2.1 การดำเนินการของโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด บริษัทผู้ผลิตและก่อสร้างของโครงการหมู่บ้านจัดสรรในนามโครงการบ้านพฤกษา ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภททาวน์เฮาส์และบ้านแฝด และโครงการบ้านภัสสร ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน โดยลงทุนกว่า 600 ล้านบาท ในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 และมีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างได้ทุกรูปแบบ มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกันและจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ถึง 110,000 ตารางเมตรต่อเดือน

โดยมีแบบบ้านที่จะทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 อยู่จำนวน 2 แบบ รวมทั้งหมด 492 หลัง ได้แก่ แบบบ้านเพียรภัสสร จำนวน 86 หลัง เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น และแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) จำนวน 406 หลัง เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น โดยทั้ง 2 แบบนี้มีชิ้นส่วนรวมกันทั้งสิ้น 165 ชิ้น เมื่อทางบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ได้ทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จ จะจัดหาผู้รับเหมารายย่อยเป็นผู้รับงานก่อสร้างส่วนที่เหลือจนส่งมอบงานและพร้อมอยู่อาศัย

4.3.2.2 การดำเนินการของโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการ ได้จัดหาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ซึ่งรับเหมาการก่อสร้างงานโครงสร้างหลักคือการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากเจ้าของโครงการ โดยมีแบบบ้านที่จะทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 อยู่จำนวน 3 แบบ ได้แก่ แบบบ้านชมตะวัน เป็นบ้านเดี่ยวชั้นเดียว แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น และแบบทาวเฮ้าส์ 2 ชั้น โดยทั้ง 3 แบบนี้มีชิ้นส่วนรวมกันทั้งสิ้น 521 ชิ้น และทางบริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ได้ดำเนินการลงทุนประมาณ 40 ล้านบาท

เมื่อทางบริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ได้ทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จ ทางบริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการ จะจัดหาผู้รับเหมารายย่อยเป็นผู้รับงานก่อสร้างส่วนที่เหลือจนส่งมอบงานและพร้อมอยู่อาศัย

4.3.3 ระยะเวลาในการก่อสร้าง

4.3.3.1 ระยะเวลาการก่อสร้างโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด มีแผนการผลิตแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย ประมาณ 147 ตารางเมตร ที่ทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ สถานที่ก่อสร้างรังสิตคลอง 3 จำนวน 406 หลัง 1 หลังมีชิ้นส่วนอยู่ทั้งสิ้น 83 ชิ้น รวมระยะเวลาการก่อสร้างโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์เป็นระยะเวลา 2 ปี

4.3.3.2 ระยะเวลาการก่อสร้างโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด มีแผนการผลิตแบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย ประมาณ 145 ตารางเมตร ที่ทำการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ สถานที่ก่อสร้างรังสิตคลอง 3 เฟส 4 จำนวน 232 หลัง 1 หลังมีชิ้นส่วนอยู่ทั้งสิ้น 90 ชิ้น รวมระยะเวลาการก่อสร้างโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 แบบบ้านสุมลฑา (กรณีศึกษา) ตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์เป็นระยะเวลา 3 ปี

ระยะเวลาที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

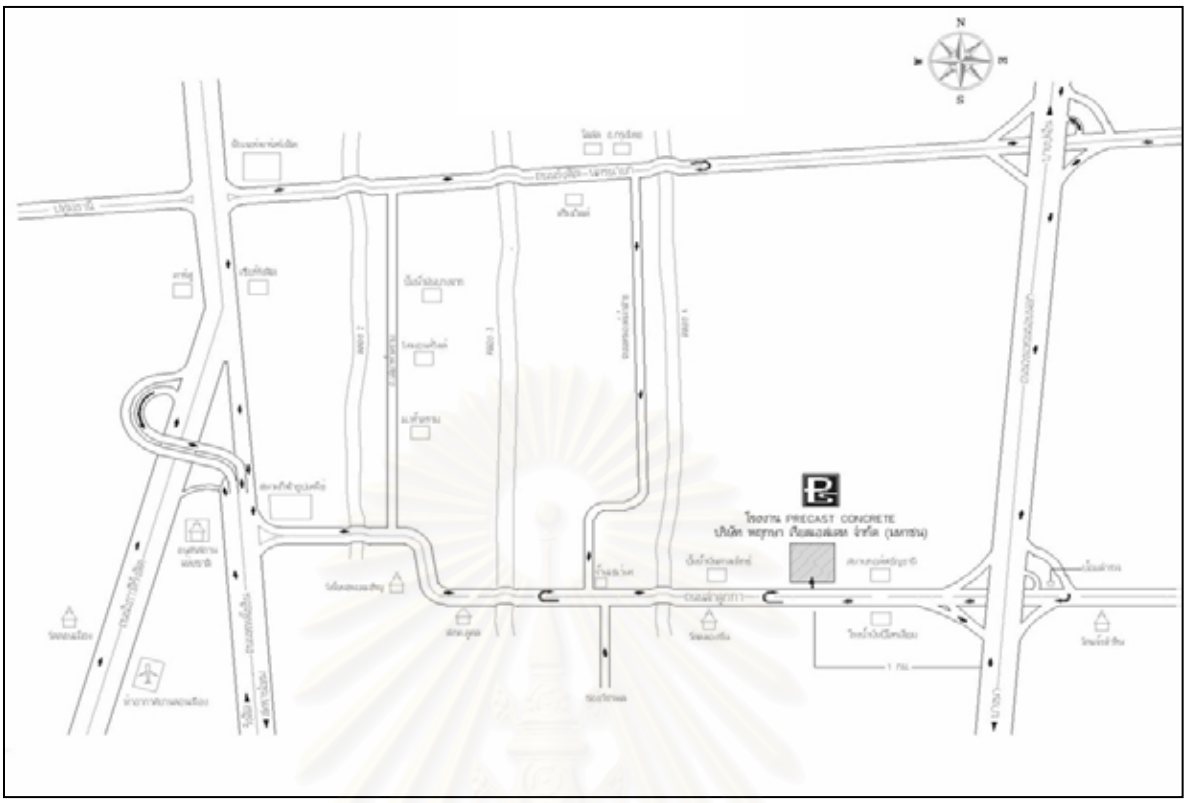
ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบในการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกันประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง จากการสำรวจภาคสนาม การสังเกตการณ์ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกระหว่างทำการผลิตและก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

5.1.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต)

5.1.1.1 สภาพทั่วไปของโรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน โดยลงทุนกว่า 600 ล้านบาท ในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 มีพื้นที่ประมาณ 190 ไร่ (ดูรูปที่ 5.1) ประกอบด้วยส่วนหลัก ได้แก่ อาคารสำนักงาน โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ (PC F1 = Precast Concrete Factory 1) โรงงานผลิตชิ้นส่วนพิเศษ (SEF = Special Element Factory) อาคารเก็บวัสดุ ลานเก็บชิ้นส่วน (Stock Yard) และอาคารพักพนักงาน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวถึง โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (PC F1) มีขนาดกว้างประมาณ 79.00 ม. ยาว 118.00 ม. (ดูรูปที่ 5.2) และลานเก็บชิ้นส่วน (Stock Yard) มีขนาดกว้างประมาณ 80.00 ม. ยาว 100.00 ม. (ดูรูปที่ 5.3) ซึ่งโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 และมีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างได้ทุกรูปแบบ มีคุณภาพสูงได้มาตรฐานเท่าเทียมกันและจะสามารถผลิตชิ้นงานได้ถึง 110,000 ตารางเมตรต่อเดือน โดยโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย

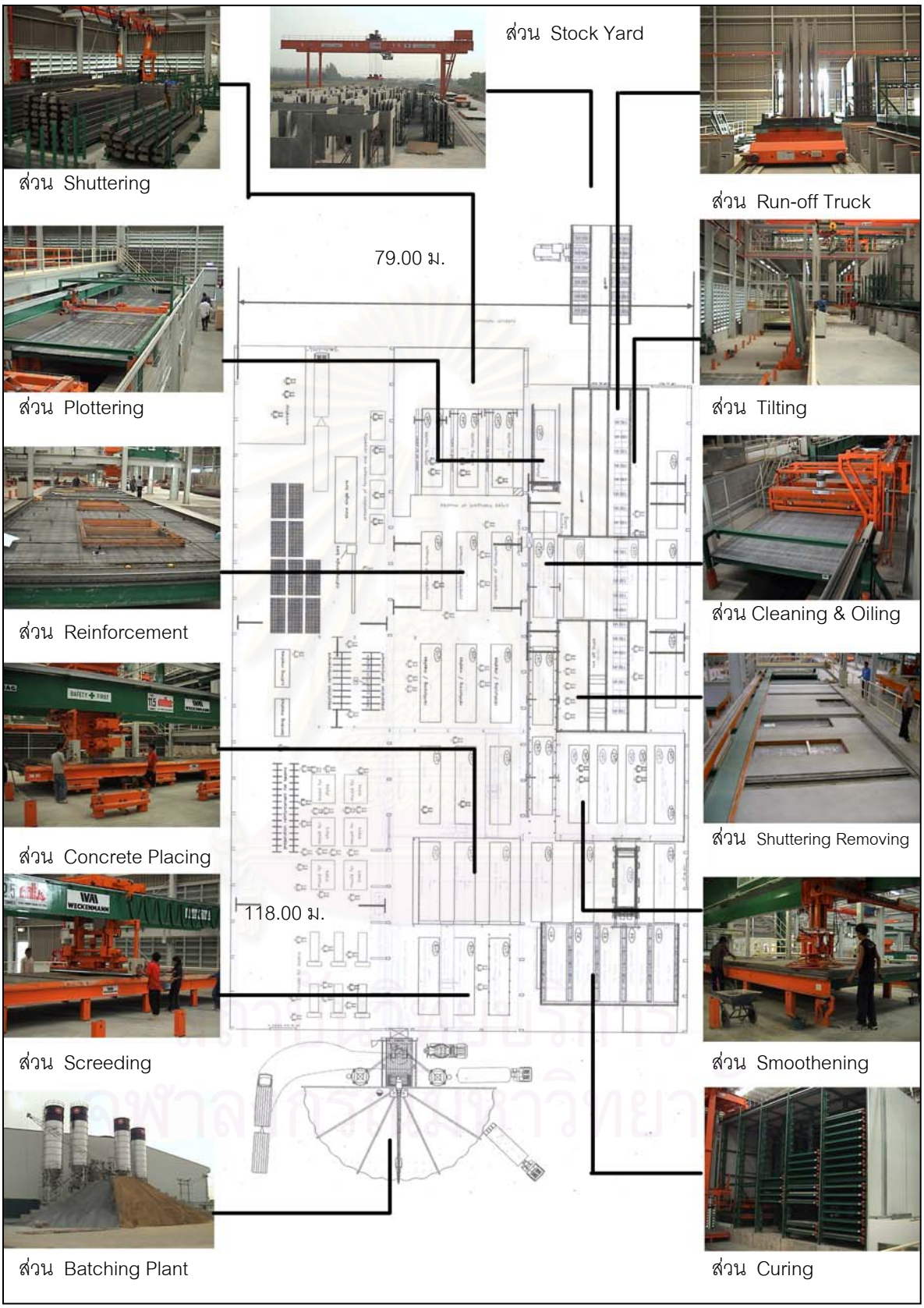


รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ ลำลูกกา คลอง 4
ที่มา : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

รูปที่ 5.2 แสดงโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รูปที่ 5.3 แสดงลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4



รูปที่ 5.4 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ ลำลูกกา คลอง 4

ที่มา : ฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ (PC F1) บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

1) **ส่วนอาคารสำนักงานโรงงานผลิต** จะอยู่บริเวณด้านหน้าทางเข้าของโรงงาน เป็นอาคาร 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 1,500 ตารางเมตร (ดูรูปที่ 5.5) ประกอบด้วย ฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ 1 ฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ 2 ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายบุคคลและบริหาร

รูปที่ 5.5 แสดงอาคารสำนักงานโรงงานผลิต

รูปที่ 5.6 แสดงทางเข้าโรงงานผลิต

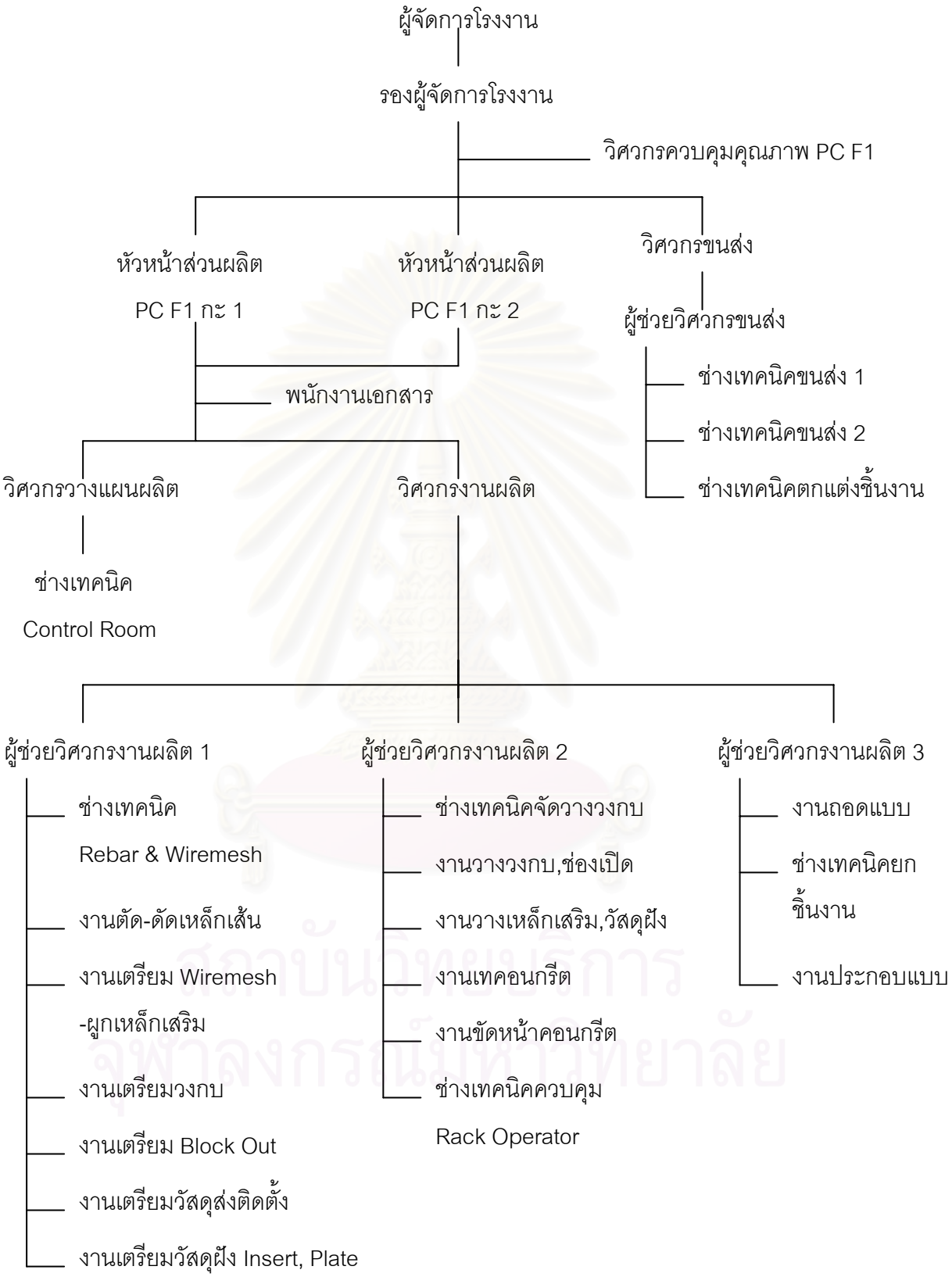
ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

2) **ส่วนสำนักงานภายในโรงงานผลิต** จะอยู่บริเวณตอนกลางของโรงงาน เป็นอาคารชั้นลอย พื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 200 ตารางเมตร (ดูรูปที่ 5.7) จากการสอบถาม ขั้นตอนการดำเนินการบริหารสำนักงานภายในโรงงานผลิต ประกอบไปด้วย

รูปที่ 5.7 แสดงส่วนสำนักงานภายในโรงงานผลิต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

แผนผังที่ 5.1 แสดงการบริหารสายงานโรงงานผลิต PC ฝ่ายผลิต Precast Concrete Factory 1



ที่มา : ฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ (PC F1) บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

3) **ส่วน** Cleaning & Oiling เป็นส่วนทำความสะอาดและทาน้ำมันที่โต๊ะหล่อ อยู่บริเวณตอนกลางด้านขวาของโรงงาน มีจำนวน 1 สายการผลิต (โต๊ะมีขนาด 3.5 x 13.5 เมตร และจะเคลื่อนที่ไปตาม Roller Block) มีลักษณะเป็นเครื่องจักร อยู่ด้านบนของโต๊ะหล่อ มีแปลงทำความสะอาดและหัวฉีดพ้นน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อเป็นแถวยาวตลอดความกว้างของโต๊ะหล่อ โดยโต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่อไป (ดูรูปที่ 5.8)

รูปที่ 5.8 แสดงส่วน Cleaning & Oiling

รูปที่ 5.9 แสดงรายละเอียดเครื่องจักร Cleaning & Oiling

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

4) **ส่วน** Plottering อยู่บริเวณตอนบนด้านขวาของโรงงาน มีจำนวน 1 สายการผลิต มีลักษณะเป็นส่วนที่เครื่อง Plotter จะนำข้อมูลจาก Master Computer นำไป Plot ลงบนโต๊ะหล่อ โดยน้ำหมึกที่ Plot จะเป็นเส้นสีขาว ระบุขนาดชิ้นงาน ตำแหน่งประตู หน้าต่าง ปลั๊กไฟ ท่อไฟ ท่อน้ำ และอื่นๆ (ดูรูปที่ 5.10)

รูปที่ 5.10 แสดงส่วน Plottering

รูปที่ 5.11 แสดงรายละเอียดเครื่อง Plotter

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

5) **ส่วน** Shuttering เป็นส่วนวางเหล็กกั้นแบบข้าง อยู่บริเวณตอนบนสุดของโรงงาน มีจำนวน 3 สายการผลิต แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนพื้นที่จัดเก็บเหล็กกั้นข้าง พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร (ดูรูปที่ 5.12) (2) ส่วนวางเหล็กกั้นข้าง โดยมีเครื่องยกเหล็กกั้นข้างที่ควบคุมโดยช่างผู้ชำนาญยกเหล็กกั้นข้างยกมาวางยังโต๊ะหล่อ (ดูรูปที่ 5.13) ลักษณะของเหล็กกั้นข้างจะเป็นแม่เหล็ก เมื่อวางลงโต๊ะหล่อ ซึ่งเป็นเหล็กจะสามารถยึดอยู่กับได้โดยไม่เคลื่อนที่ขณะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.12 แสดงพื้นที่จัดเก็บเหล็กกั้นข้าง

รูปที่ 5.13 แสดงส่วน Shuttering

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

รูปที่ 5.14 แสดงเครื่องยกเหล็กกั้นข้าง

รูปที่ 5.15 แสดงอุปกรณ์แม่เหล็กเสริมช่วยยึด

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

6) **ส่วน** Reinforcement เป็นส่วนติดตั้งอุปกรณ์ฝังทั้งหมดในชิ้นงาน อยู่บริเวณตอนกลางของโรงงาน มีจำนวน 3 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 600 ตารางเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนพื้นที่จัดเก็บตะแกรงเหล็ก วัสดุฝังทั้งหมด ประตู-หน้าต่าง (ดูรูปที่ 5.16) (2) ส่วนติดตั้ง โต๊ะหล่อที่เคลื่อนมาตามสายการผลิต จะใช้แรงงานคนยกตะแกรงเหล็ก และติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ฝังอยู่ในชิ้นงาน รวมถึงประตู-หน้าต่าง (ดูรูปที่ 5.17) ซึ่งจะถูกติดตั้งในส่วนนี้ทั้งหมดก่อนที่จะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.16 แสดงพื้นที่จัดเก็บตะแกรงเหล็กและวัสดุฝังทั้งหมด

รูปที่ 5.17 แสดงส่วน Reinforcement

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

7) **ส่วน** Concrete Placing เป็นส่วนเทคอนกรีต อยู่บริเวณตอนล่างของโรงงาน มีจำนวน 3 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนเทคอนกรีตลงบนโต๊ะหล่อ โดยจะมีกระสวยบรรจุคอนกรีตจะรับคอนกรีตผสมเสร็จที่ลำเลียงมาจากทางด้านนอกโรงงานมาเทลงในเครื่องเทคอนกรีต (Concrete Distributor) แล้วเทลงบนโต๊ะหล่อ โดยโต๊ะหล่อในส่วนนี้จะมีลักษณะพิเศษ คือ โต๊ะสามารถสั่นสะเทือนได้เพื่อให้คอนกรีตไหลเข้าไปในแบบหล่อได้ทั่วถึง โดยการเทคอนกรีตจะควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ (ดูรูปที่ 5.18) (2) ส่วนเครื่องผสมคอนกรีต ซึ่งอยู่ด้านนอกของโรงงาน (ดูรูปที่ 5.19)

รูปที่ 5.18 แสดงส่วน Concrete Placing

รูปที่ 5.19 แสดงเครื่องผสมคอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

8) **ส่วน** Screeding เป็นส่วนปาดหน้าชิ้นงาน อยู่บริเวณตอนล่างสุดของโรงงาน มีจำนวน 3 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร มีลักษณะเป็นเครื่องปาดหน้าชิ้นงาน เพื่อควบคุมระดับความหนาของชิ้นงานให้ได้มาตรฐาน โดยเครื่องปาดหน้าจะควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ ประกอบกับใช้แรงงานคนช่วยปาดเก็บชิ้นงานในส่วนที่เครื่องทำงานไม่ได้ (ดูรูปที่ 5.20)

รูปที่ 5.20 แสดงส่วน Screeding

รูปที่ 5.21 แสดงรายละเอียดเครื่อง Screeding

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

9) **ส่วน** Curing เป็นส่วนบ่มชิ้นงาน อยู่บริเวณตอนล่างขวาสุดของโรงงาน มีจำนวน 5 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 200 ตารางเมตร เป็นส่วนบ่มคอนกรีต เพื่อเร่งชิ้นงานให้ได้กำลังของคอนกรีตเร็วขึ้น โดยใช้เวลาในการบ่ม ประมาณ 8 ชั่วโมง แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนห้องบ่มคอนกรีต มีลักษณะเป็นห้อง 5 ห้อง แบ่งเป็นช่องๆ สำหรับใส่ชิ้นงานเข้าไปในห้องบ่ม (ดูรูปที่ 5.22) (2) ส่วนลิฟท์ยกโต๊ะชิ้นงาน ใช้สำหรับยกโต๊ะหล่อเข้าไปในห้อง โดยควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ (ดูรูปที่ 5.23)

รูปที่ 5.22 แสดงส่วน Curing

รูปที่ 5.23 แสดงส่วนลิฟท์ยกโต๊ะชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

10) **ส่วน** Smoothening เป็นส่วนขัดผิวหน้าให้เรียบ อยู่บริเวณตอนกลางด้านขวาของโรงงาน มีจำนวน 4 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร มีลักษณะเป็นเครื่องขัดผิวเคลื่อนที่ขัดไปมาให้ทั่วทั้งชิ้นงาน โดยควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ (ดูรูปที่ 5.24)

รูปที่ 5.24 แสดงส่วน Smoothening

รูปที่ 5.25 แสดงรายละเอียดเครื่อง Smoothening

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

11) **ส่วน** Shuttering Removing เป็นส่วนถอดแบบกั้นข้างจากโต๊ะหล่อ อยู่บริเวณตอนกลางด้านขวาของโรงงาน มีจำนวน 1 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนถอดแบบกั้นข้าง มีลักษณะเป็นแถวเรียงยาวประมาณ 20 เมตร ใช้สำหรับวางชิ้นงานขณะถอดแบบกั้นข้าง (ดูรูปที่ 5.26) (2) ส่วนสายพานลำเลียงแบบกั้นข้างที่ทำการถอดเสร็จ ลำเลียงไปยังส่วนเก็บแบบกั้นข้าง มีลักษณะเป็นสายพานกว้างประมาณ 0.30 เมตร (ดูรูปที่ 5.27)

รูปที่ 5.26 แสดงส่วน Shuttering Removing

รูปที่ 5.27 แสดงส่วนสายพานลำเรียงแบบกั้นข้าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

12) **ส่วน** Tilting เป็นส่วนยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อ อยู่บริเวณตอนบนด้านขวาของโรงงาน มีจำนวน 1 สายการผลิต พื้นที่ใช้สอยประมาณ 200 ตารางเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนยกชิ้นงาน มีลักษณะเป็นโต๊ะหล่อที่ถูกยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้ง เพื่อทำการยกชิ้นงานออกจากโต๊ะ (ดูรูปที่ 5.28) (2) ส่วนลำเลียงชิ้นงานไปสู่ส่วนที่จัดไว้ มีลักษณะเป็นรถราง (Run-off Truck) ที่เคลื่อนที่ย้ายชิ้นงานไปยังส่วนพักชิ้นงานด้านนอกโรงงานเพื่อเตรียมย้ายไปยัง Stock Yard (ดูรูปที่ 5.29) จากนั้นโต๊ะหล่อจะเคลื่อนเข้าสู่ส่วน Cleaning & Oiling เพื่อเข้าสายการผลิตในรอบต่อไป

รูปที่ 5.28 แสดงส่วน Tilting

รูปที่ 5.29 แสดงส่วนรถรางเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

13) **ส่วนพักชิ้นงาน** อยู่บริเวณตอนบนสุดของโรงงาน พื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร มีลักษณะเป็นลานพักชิ้นงานด้านนอกโรงงาน โดยชิ้นงานที่เคลื่อนที่มาจากรถราง (Run-off Truck) จะถูกพัก เพื่อรอการเคลื่อนย้ายไปยัง Stock Yard ต่อไป

รูปที่ 5.30 แสดงรถรางขณะเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

รูปที่ 5.31 แสดงส่วน Stock Yard

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

5.1.1.2 **เครื่องมือและอุปกรณ์** ในการศึกษาครั้งนี้ จะเน้นเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงงานผลิต (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนติดตั้ง

1) **เครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ภายในโรงงานผลิต** ประกอบด้วย

- Lifting Loop (M 20) ใช้สำหรับเป็นจุดยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ชิ้นงาน 1 แผ่นจะใช้ Lifting Loop (M 20) 2 อันในการยก

- Erection Bolt (M 20) ใช้สำหรับปรับระดับของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ได้ระดับเดียวกัน ชิ้นงาน 1 แผ่นจะใช้ Erection Bolt (M 20) 2 อัน

รูปที่ 5.32 แสดง Lifting Loop (M 20)

รูปที่ 5.33 แสดง Erection Bolt (M 20)

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

- Sling Loop ใช้สำหรับยึดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 2 แผ่นเข้าด้วยกัน ชิ้นงาน 1 แผ่นจะใช้ Sling Loop 4 อัน

- Post tension Corrugate เป็นท่อใช้สำหรับใส่เหล็กเสริมพิเศษแล้วเทคอนกรีตลงใน Post tension Corrugate ชิ้นงาน 1 แผ่นจะใช้ Post tension Corrugate 2 อัน

รูปที่ 5.34 แสดง Sling Loop

รูปที่ 5.35 แสดง Post tension Corrugate

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

- Quick Tapping ใช้สำหรับเป็นตัวขันน็อตของ เสาค้ำยัน (Prop Hook) ชิ้นงาน 1 แผ่นจะใช้ Quick Tapping 2 อัน

- Mesh Chair และ Bar Chair ใช้สำหรับเป็นลูกปูนหนุนเหล็กเสริม

รูปที่ 5.36 แสดง Quick Tapping

รูปที่ 5.37 แสดง Mesh Chair และ Bar Chair

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

- Plastic Recess ใช้สำหรับยึดเหล็กฉากกับน็อต บริเวณด้านบนของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รูปที่ 5.38 แสดง Plastic Recess

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

2) เครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนติดตั้ง

ประกอบด้วย

- รถ Crane สามารถยกน้ำหนักได้ไม่เกิน 20,000 กิโลกรัม ใช้สำหรับยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการประกอบติดตั้งชิ้นงาน โดยทีมประกอบ 1 ชุด มี 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ในการประกอบชิ้นงาน
- ลูกดิ่ง ดิ่งใช้สำหรับจับระดับผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้ดิ่งได้ฉากส่วนระดับน้ำ
- ระดับน้ำ ใช้จับระดับสูงต่ำของผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแนวราบและในแนวดิ่งให้อยู่ในระดับเดียวกันไม่เอียงไป ในด้านใด ด้านหนึ่ง
- ชะแลง ใช้สำหรับจัด พื้น ผนัง คาน ชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้เข้าที่ ตาม LINE ที่วางไว้
- ประแจปากตาย เบอร์ 19 ใช้สำหรับขันน็อตเสาค้ำยัน
- เสาค้ำยัน (Prop Hook) ใช้สำหรับเป็นตัวยึดผนังกับพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูปชั่วคราวในการติดตั้งผนัง ชิ้นส่วนผนัง 1 ชิ้นจะใช้เสาค้ำยัน 2 ตัว
- กล้องระดับ ใช้สำหรับในการตั้งระดับน๊อต Erection Bolt (m20) ที่คาน เพื่อให้ผนังมีระดับความสูงเท่ากัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1.3 **จำนวนบุคลากร** ภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีผู้ควบคุมงานทั้งสิ้น 20 คน และคนงานทั้งสิน 90 คน รวมบุคลากรทั้งหมด 110 คน แบ่งเป็นฝ่ายต่างๆ ประกอบด้วย

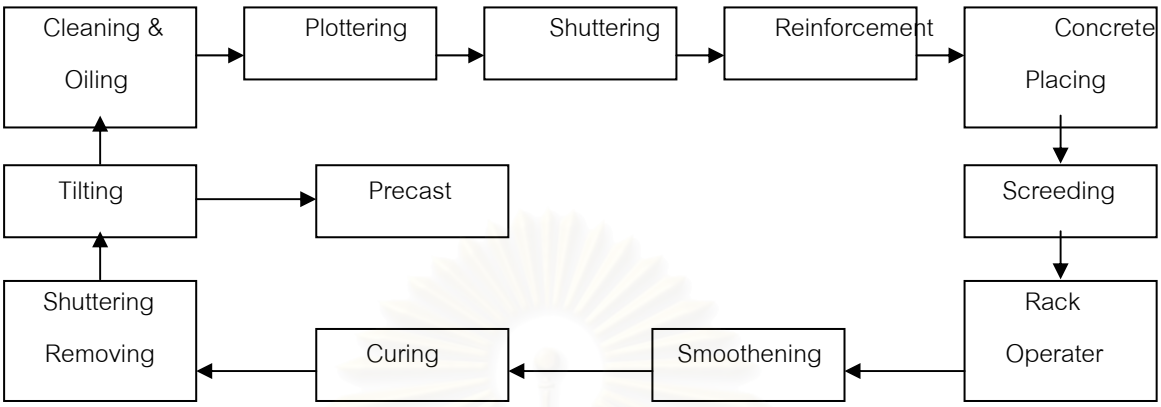
1)	ผู้จัดการโรงงานผลิต	1	คน
2)	รองผู้จัดการโรงงานผลิต	1	คน
3)	หัวหน้าส่วนผลิต	1	คน
4)	วิศวกร	3	คน
5)	ผู้ช่วยวิศวกร	4	คน
6)	ช่างเทคนิค	8	คน
7)	พนักงานเอกสาร	2	คน
8)	คนงาน		
	- งานตัด-ดัดเหล็กเส้น	9	คน
	- งานเตรียม Wire mesh-ผูกเหล็กเสริม	10	คน
	- งานเตรียมวงกบ	5	คน
	- งานเตรียม Block Out	3	คน
	- งานเตรียมวัสดุส่งติดตั้ง	2	คน
	- งานเตรียมวัสดุฝัง Insert, Plate	5	คน
	- งานวางวงกบ,ช่องเปิด	6	คน
	- งานวางเหล็กเสริม,วัสดุฝัง	10	คน
	- งานเทคอนกรีต	3	คน
	- งานปาดหน้าชิ้นงาน	3	คน
	- งานขัดหน้าคอนกรีต	16	คน
	- งานถอดแบบ	4	คน
	- งานยกชิ้นงานออก	5	คน
	- งานตกแต่งชิ้นงาน	3	คน
	- งานประกอบแบบ	6	คน
	รวมคนงานทั้งหมด	90	คน

ที่มา : ฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ (PC F1) บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1.4 ขั้นตอนการผลิต

แผนผังที่ 5.2 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป



ที่มา : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

1) Cleaning & Oiling Station เป็นการทำความสะอาดและทาน้ำมันที่โต๊ะหล่อ โดยโต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ไปตามสายการผลิต Roller Block ผ่านไปยังเครื่องจักรทำความสะอาด (โต๊ะหล่อจะมีขนาด 3.5 x 13.5 เมตร) เครื่องจักรจะมีแปลงทำความสะอาดโดยจะมีส่วนเก็บเศษวัสดุที่ไม่ต้องการอยู่ทางด้านล่างและมีสายพานลำเลียงออกไปทิ้งยังด้านนอกโรงงาน และโต๊ะจะเคลื่อนที่ผ่านหัวฉีดพ่นน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อเป็นแถวยาวตลอดความกว้างของโต๊ะหล่อ เพื่อให้คอนกรีตไม่ติดกับโต๊ะหล่อทำให้ถอดแบบได้ง่ายขึ้นและยังทำให้โต๊ะหล่อใช้งานได้นานขึ้นด้วย

รูปที่ 5.39 แสดงส่วน Cleaning & Oiling

รูปที่ 5.40 แสดงส่วนจัดเก็บเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

2) Plottering Station เป็นเครื่อง Plotter จะนำข้อมูลจาก Master Computer ซึ่งควบคุมการผลิต นำไป Plot ขนาดของชิ้นงาน ตลอดจนตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆ เช่น ประตู หน้าต่าง ปลั๊กไฟ ท่อไฟ ท่อน้ำ และอื่นๆ Plot ลงบนโต๊ะหล่อ โดยน้ำหมึกที่ Plot จะเป็นเส้นสีขาว เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตและทำงานในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 5.41 แสดงขั้นตอน Plottering Station

รูปที่ 5.42 แสดงการวางตำแหน่งอุปกรณ์ฝัง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

3) Shuttering Station เป็นการวางเหล็กกั้นแบบข้าง เพื่อเป็นแนวกั้นในการเทคอนกรีต โดยมีเครื่องจักรยกเหล็กกั้นข้างที่ควบคุมโดยช่างผู้ชำนาญยกเหล็กกั้นข้างยกมาวางยังโต๊ะหล่อ ลักษณะของเหล็กกั้นข้างจะมีแม่เหล็กฝังอยู่ในตัวเหล็กกั้นข้างเป็นจุดๆ เมื่อวางลงโต๊ะหล่อ ซึ่งเป็นเหล็กจะสามารถยึดอยู่กับได้โดยไม่เคลื่อนที่ขณะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.43 แสดงขั้นตอน Shuttering Station

รูปที่ 5.44 แสดงขั้นตอนการยกเหล็กกั้นข้าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

4) Reinforcement Station เป็นการวางเหล็กเสริมและวัสดุฝังทั้งหมด ประตู-หน้าต่างตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยโต๊ะหล่อที่เคลื่อนมาตามสายการผลิต จะใช้เครื่องจักรยกเหล็กเสริมที่ผูกเตรียมไว้ และติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ฝังอยู่ในชิ้นงาน รวมถึงประตู-หน้าต่าง ซึ่งจะถูกติดตั้งในส่วนนี้ทั้งหมดก่อนที่จะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.45 แสดงขั้นตอน Reinforcement Station

รูปที่ 5.46 แสดงการเตรียมตะแกรงเหล็ก

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

5) Concrete Placing เป็นการเทคอนกรีต โดยกระสวยบรรจุคอนกรีตจะรับคอนกรีตผสมเสร็จที่ลำเลียงมาจากทางด้านนอกโรงงานมาเทลงในเครื่องเทคอนกรีต (Concrete Distributor) แล้วเทลงบนโต๊ะหล่อ โดยโต๊ะหล่อในส่วนนี้จะมีลักษณะพิเศษ คือ โต๊ะสามารถสั่นสะเทือนได้เพื่อให้คอนกรีตไหลเข้าไปในแบบหล่อได้ทั่วถึงและไม่เกิดฟองอากาศ โดยการเทคอนกรีตจะควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ ประกอบกับใช้แรงงานคนช่วยเกลี่ยคอนกรีตในส่วนที่เครื่องทำงานไม่ถึง

รูปที่ 5.47 แสดงขั้นตอน Concrete Placing

รูปที่ 5.48 แสดงกระสวยบรรจุคอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

6) Screeding Station เป็นการปาดหน้าชิ้นงาน โดยโต๊ะหล่อที่เคลื่อนมาตามสายการผลิต จะมีเครื่องปาดหน้าชิ้นงาน เพื่อควบคุมระดับความหนาของชิ้นงานให้เสมอขอบแบบกั้นข้าง โดยเครื่องปาดหน้าจะควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ ประกอบกับใช้แรงงานคนช่วยเก็บเศษคอนกรีตในส่วนที่เครื่องปาดออกไป

รูปที่ 5.49 แสดงขั้นตอน Screeding Station

รูปที่ 5.50 แสดงการใช้แรงงานคนปาดเก็บชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

7) Smoothening Station เป็นการขัดผิวหน้าชิ้นงาน โดยโต๊ะหล่อที่เคลื่อนมาตามสายการผลิตจะทำการขัดผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัดหยาบ 1 รอบ จากนั้นทำการขัดผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัดมันอีก 2 รอบ โดยการควบคุมเครื่องขัดด้วยช่างผู้ชำนาญ จากนั้นใช้แรงงานคนช่วยขัดเก็บชิ้นงานอีก 1 รอบ รวมการขัดผิวหน้าชิ้นงานจำนวน 4 รอบ

รูปที่ 5.51 แสดงขั้นตอน Smoothening Station

รูปที่ 5.52 แสดงการใช้แรงงานคนขัดเก็บชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

8) Curing Station เป็นการบ่มคอนกรีต โดยการบ่มด้วยอุณหภูมิความร้อน เพื่อเร่งชิ้นงานให้ได้กำลังของคอนกรีตเร็วขึ้น โดยใช้เวลาในการบ่ม ประมาณ 8 ชั่วโมง เป็นห้องบ่มคอนกรีตแบ่งเป็นช่องๆ สำหรับใสโต๊ะหล่อ ซึ่งมีลิฟท์ยกโต๊ะหล่อยกเข้าไปในห้องบ่มคอนกรีต โดยควบคุมด้วยช่างผู้ชำนาญ

รูปที่ 5.53 แสดงขั้นตอน Curing Station

รูปที่ 5.54 แสดงส่วนลิฟท์ยกโต๊ะชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

9) Shuttering Removing Station เป็นการถอดแบบข้าง เมื่อชิ้นงานได้กำลังของคอนกรีตแล้ว โต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ตามสายการผลิต ทำการถอดแบบกั้นข้าง โดยในขั้นตอนนี้จะใช้แรงงานคนในการถอดแบบกั้นข้าง ประกอบกับใช้เครื่องจักรยกแบบกั้นข้างที่ทำการถอดแล้วไปยังสายพานลำเลียง ลำเลียงไปยังส่วนทำความสะอาดและส่วนเก็บแบบกั้นข้างต่อไป

รูปที่ 5.55 แสดงขั้นตอน Shuttering Removing Station

รูปที่ 5.56 แสดงสายพานลำเรียงแบบกั้นข้าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

10) **Tilting Station** เป็นการยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อ โดยโต๊ะหล่อจะถูกยกขึ้นจากแนวราบเกือบเป็นแนวตั้งประมาณ 89 องศา เพื่อทำการยกชิ้นงานออกจากโต๊ะและจัดเก็บในส่วนที่จัดไว้ ซึ่งจะมีรถราง (Run-off Truck) ที่เคลื่อนที่ย้ายชิ้นงานไปยังส่วนพักชิ้นงานด้านนอกโรงงาน เพื่อเตรียมย้ายไปยัง Stock Yard ส่วนโต๊ะหล่อจะเคลื่อนเข้าสู่จุดทำความสะอาด และพ่นน้ำยาทาแบบอีกครั้ง เพื่อผลิตชิ้นงานในรอบต่อไป โดยชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีน้ำหนักไม่เกิน 5 ตัน/แผ่น

รูปที่ 5.57 แสดงขั้นตอน Tilting Station

รูปที่ 5.58 แสดงการยกชิ้นงานจัดเก็บในส่วนที่จัดไว้

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

รูปที่ 5.59 แสดงส่วนพักชิ้นงานด้านนอกโรงงาน

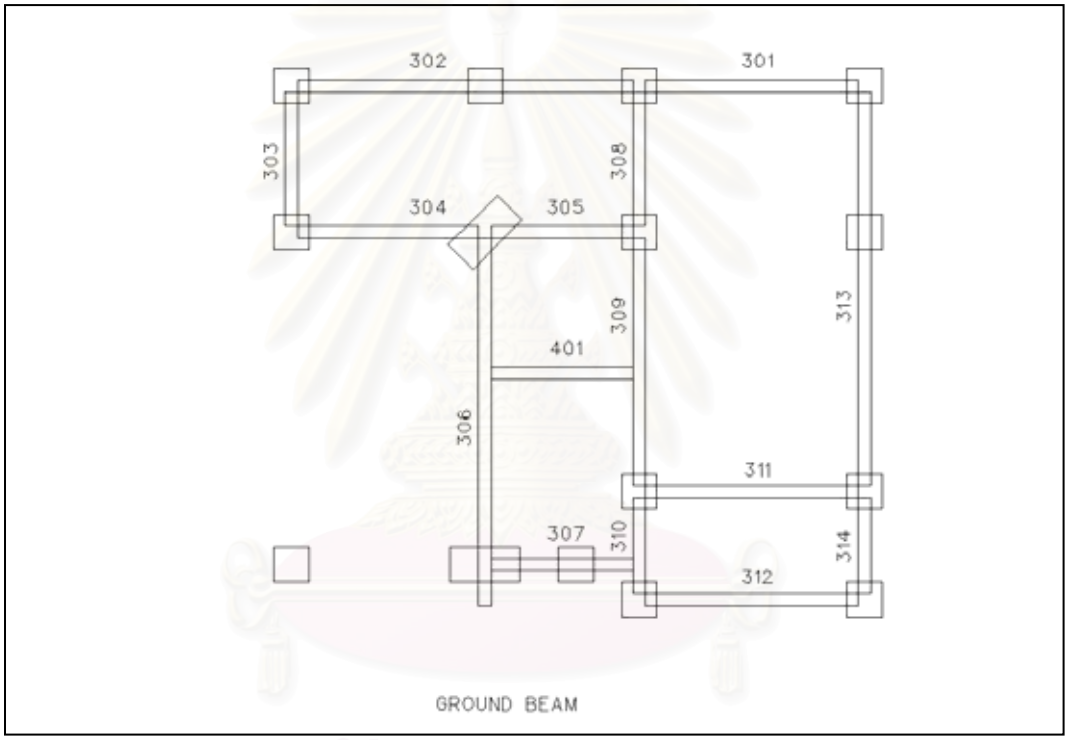
รูปที่ 5.60 แสดงเครนยกเทรคชิ้นงานเพื่อขนส่งต่อไป

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1.5 **ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ประกอบด้วย

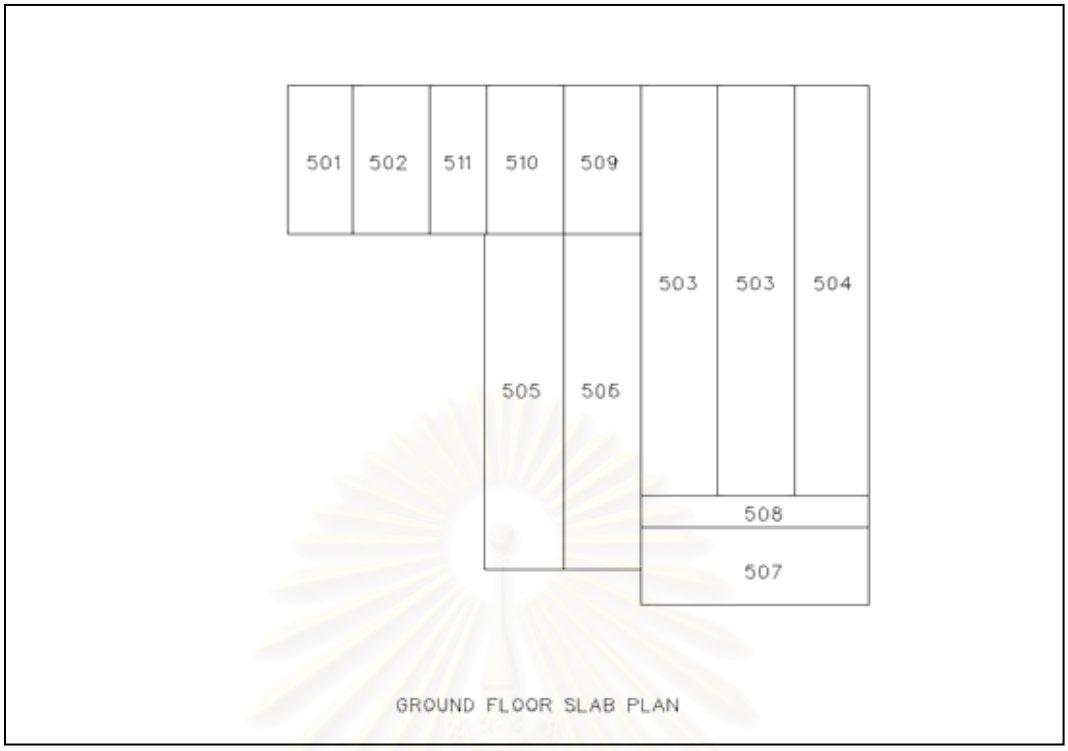
1) ชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง จำนวน	17	หน่วย
2) ชิ้นส่วนผนังชั้นบน จำนวน	21	หน่วย
3) ชิ้นส่วนคาน จำนวน	15	หน่วย
4) ชิ้นส่วนพื้นชั้นล่าง จำนวน	12	หน่วย
5) ชิ้นส่วนพื้นชั้นบน จำนวน	15	หน่วย
6) ชิ้นส่วนบันไดและชานพักบันไดเหล็ก จำนวน	3	หน่วย
รวมชิ้นส่วนทั้งหมด	83	หน่วย



รูปที่ 5.61 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร

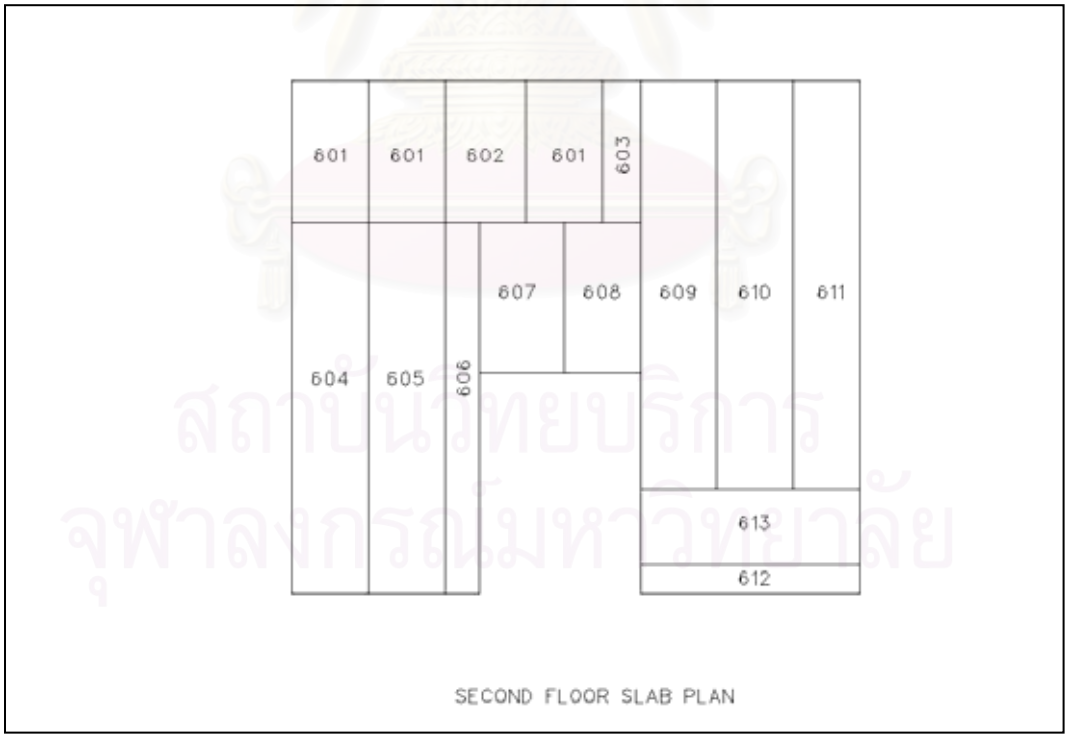
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



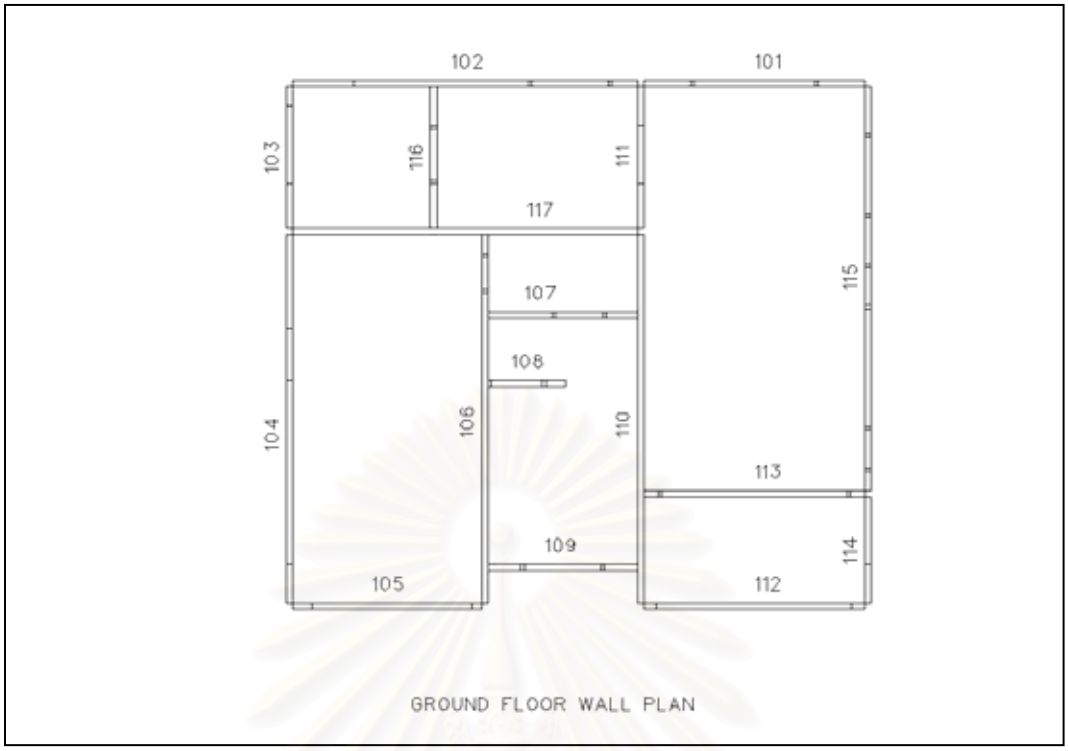
รูปที่ 5.62 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

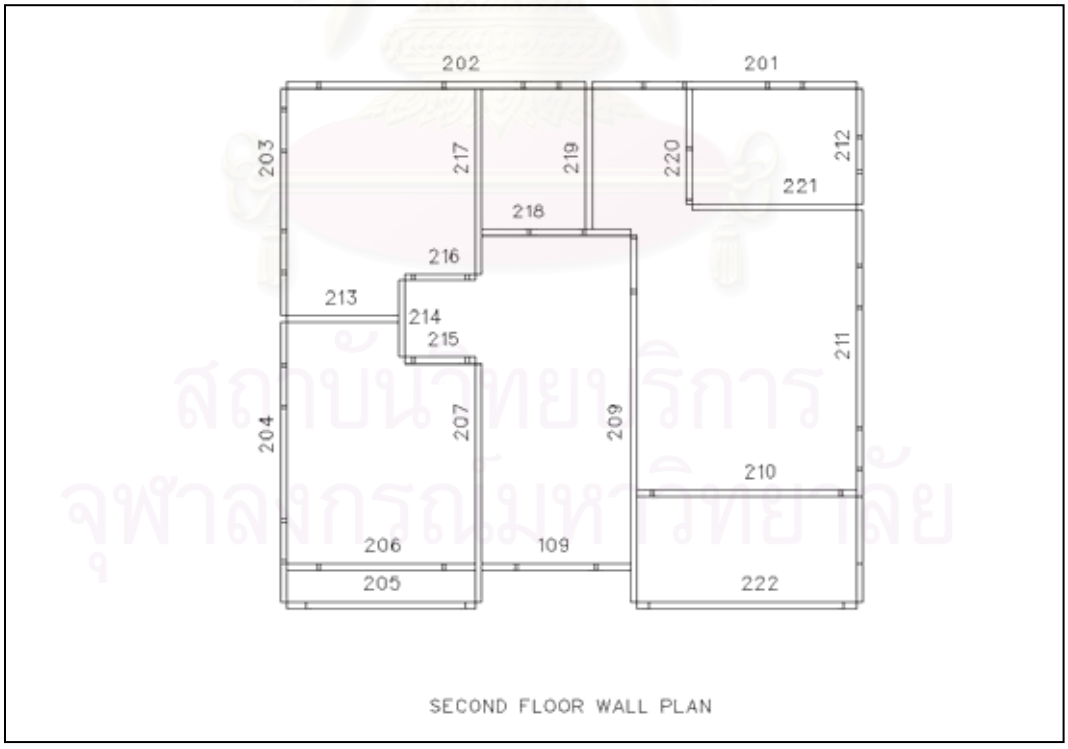


รูปที่ 5.63 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.64 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.65 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 5.1 แสดงประเภทชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
1. ชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง		
- 101	3475x3190	1
- 102	5405x3190	1
- 103	3940x3190	1
- 104	4220x3190	1
- 105	3170x3190	1
- 106	5785x3190	1
- 107	2290x2980	1
- 108	1120x2780	1
- 109	2290x6390	1
- 110	5915x3190	1
- 111	2115x3030	1
- 112	3670x3190	1
- 113	3410x3030	1
- 114	3680x3190	1
- 115	4480x3190	1
- 116	2115x2980	1
- 117	5340x3030	1
2. ชิ้นส่วนผนังชั้นบน		
- 201	4135x3190	1
- 202	4785x3190	1
- 203	3620x3190	1
- 204	4560x3190	1
- 205	3170x3190	1
- 206	2930x3190	1
- 207	3905x3190	1
- 209	5725x3190	1
- 210	3430x3190	1
- 211	6345x3190	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
- 212	1945x3190	1
- 213	1755x3190	1
- 214	1080x3190	1
- 215	1295x3190	1
- 216	1275x3190	1
- 217	2855x3190	1
- 218	2310x3190	1
- 219	2455x3190	1
- 220	1780x3190	1
- 221	2590x3190	1
- 222	3670x940	1
3. ชิ้นส่วนคาน		
- 301	3330x600x200	1
- 302	5260x600x200	1
- 303	2035x600x200	1
- 304	2830x600x200	1
- 305	2210x440x200	1
- 306	5915x600x200	1
- 307	2210x600x200	1
- 308	2035x440x200	1
- 309	4030x440x200	1
- 310	1455x600x200	1
- 311	3330x440x200	1
- 312	3330x600x200	1
- 313	6285x600x200	1
- 314	1455x600x200	1
- 401	2530x410x200	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
4. ชิ้นส่วนพื้นชั้นล่าง		
- 501	2195x934	1
- 502	2195x1200	1
- 503	6425x1200	2
- 504	6425x988	1
- 505	5195x1200	1
- 506	5195x1069	1
- 507	3470x1200	1
- 508	3470x390	1
- 509	2175x1200	1
- 510	2175x1200	1
- 511	2175x783	1
5. ชิ้นส่วนพื้นชั้นบน		
- 601	2215x1200	3
- 602	2215x1200	1
- 603	2215x596	1
- 604	5885x1200	1
- 605	5885x1200	1
- 606	5885x568	1
- 607	2080x1149	1
- 608	2080x1200	1
- 609	6465x1068	1
- 610	6465x1200	1
- 611	6465x1200	1
- 612	3510x394	1
- 613	3510x1200	1
6. ชิ้นส่วนบันไดเหล็ก		3

ที่มา : ฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1.6 การขนส่ง จะถูกจัดไว้เป็นระบบตามแผนงานที่วางไว้ แบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโรงงานต้องผลิตให้ทันตามแผนความต้องการของงานก่อสร้าง ซึ่งถ้าหากการผลิตชิ้นงานเสร็จตรงตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง จะทำการขนส่งไป ณ สถานที่ก่อสร้าง แต่ถ้าหากทางโครงการยังไม่มีความต้องการ ณ เวลานั้น ชิ้นงานจะมีการ STOCK ชิ้นงานเอาไว้ ณ ลานเก็บชิ้นงาน (Stock Yard) การตรวจสอบชิ้นงานก่อนการขนส่ง ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพและทำหมายเลขกำกับที่ชิ้นงานทุกชิ้น จึงจะทำการอนุมัติให้ทำการขนส่งได้

สำหรับการขนส่ง จะใช้รถพ่วงในการขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยส่วนบรรทุกจะถูกออกแบบเป็นพิเศษ มีลักษณะที่พื้นต่ำกว่าปกติ เพราะเมื่อยกชิ้นงานขึ้นวางบนส่วนบรรทุกความสูงของชิ้นงานจะมีผลต่อการขนส่งในถนนสาธารณะ ซึ่งการขนส่งจะเป็นหน้าที่ของบริษัทขนส่งชิ้นส่วนโดยเฉพาะ โดยอัตราค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละเที่ยวจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000-5,000 บาทต่อเที่ยว (ขึ้นอยู่กับระยะทางและราคาน้ำมัน ณ วันนั้น) สำหรับการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 ไปยังสถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิต คลอง 3 มีระยะทาง 36 กิโลเมตร มีอัตราค่าขนส่งแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร มีค่าใช้จ่าย 4,100 บาทต่อเที่ยว หรือคิดเป็น 20,500 บาทต่อหลัง (ราคาน้ำมันประจำวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549)

การขนส่ง เมื่อรถเครนยกชิ้นส่วนขึ้นยังรถขนส่งเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการรัดแผ่นชิ้นงานให้แน่นเพื่อความปลอดภัยในการขนส่ง โดยรถขนส่ง 1 คันจะสามารถขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ประมาณ 10-14 ชิ้น หรือมีน้ำหนักของชิ้นงานไม่เกิน 30 ตันต่อเที่ยว ซึ่งแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ต้องมีการขนส่ง 5 รอบ ต่อบ้าน 1 หลัง แบ่งเป็น คานและพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง 1 รอบ ผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง 1 รอบ พื้นสำเร็จรูปชั้นบน 1 รอบ และผนังสำเร็จรูปชั้นบน 2 รอบ โดยรถขนส่งจะจอดทิ้งตัวพ่วงที่ใช้บรรทุกชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจอดเตรียมไว้ที่สถานที่ก่อสร้าง เพื่อให้การทำงานเกิดความรวดเร็ว

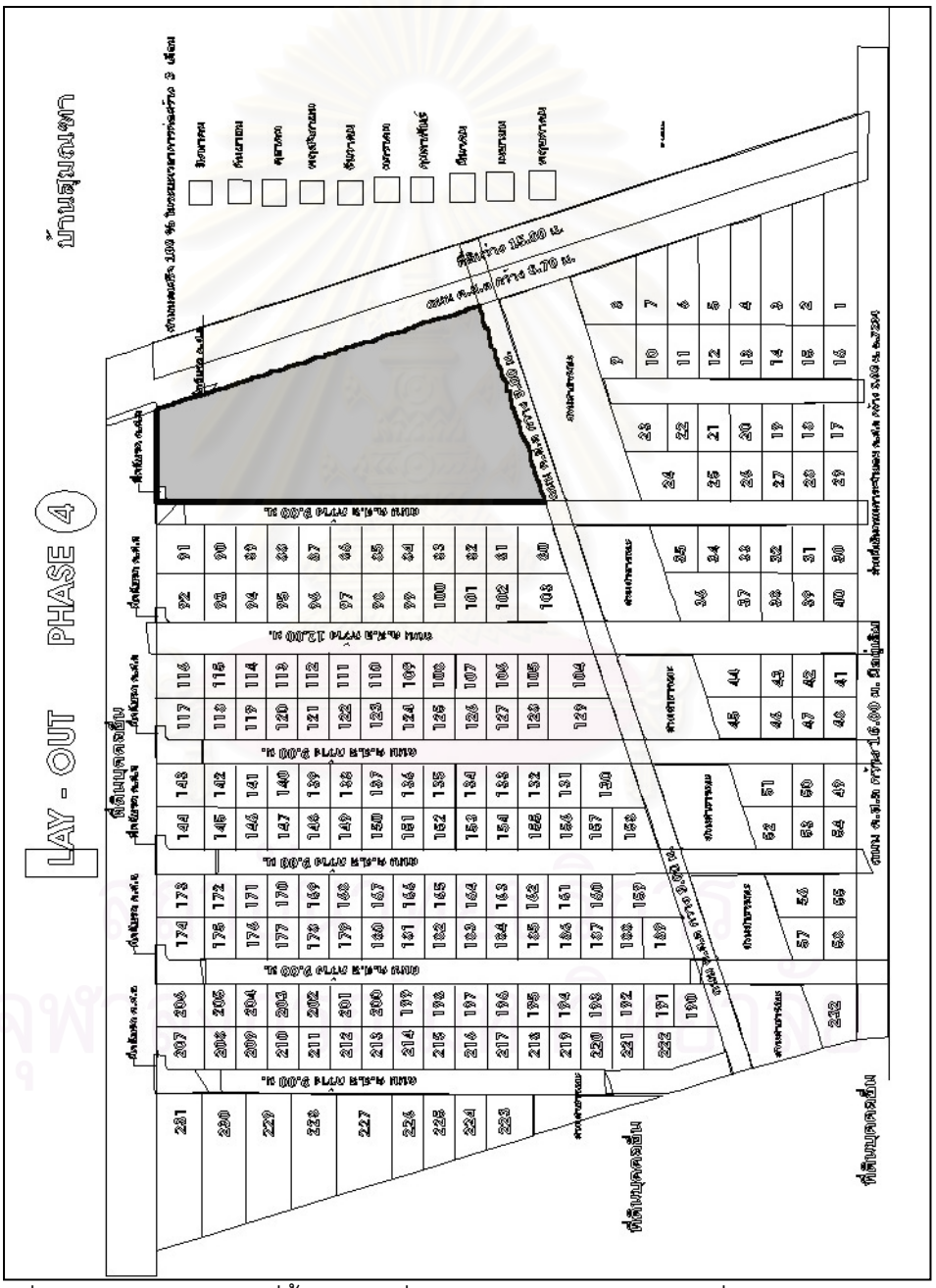
รูปที่ 5.66 แสดงการใช้เครนยกเทรคใส่ชิ้นงาน

รูปที่ 5.67 แสดงขั้นตอนการขนส่ง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานผลิต บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ลำลูกกาคลอง 4

5.1.2 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว)

5.1.2.1 **สภาพทั่วไปของโรงงานผลิต** จากการสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบว่า ทางโครงการได้แบ่งพื้นที่ภายในโครงการไว้ส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้มีการเปิดขาย โดยได้นำพื้นที่ดังกล่าวใช้เป็นโรงงานชั่วคราวในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยมีพื้นที่ประมาณ 5.46 ไร่ (ดูรูปที่ 5.66) ซึ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า มีขนาดด้านหน้ากว้างประมาณ 78.80 ม. ด้านข้างยาว 149.80 ม. และด้านหลังกว้าง 38.00 ม. โดยโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย



รูปที่ 5.68 แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงานชั่วคราวภายในโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

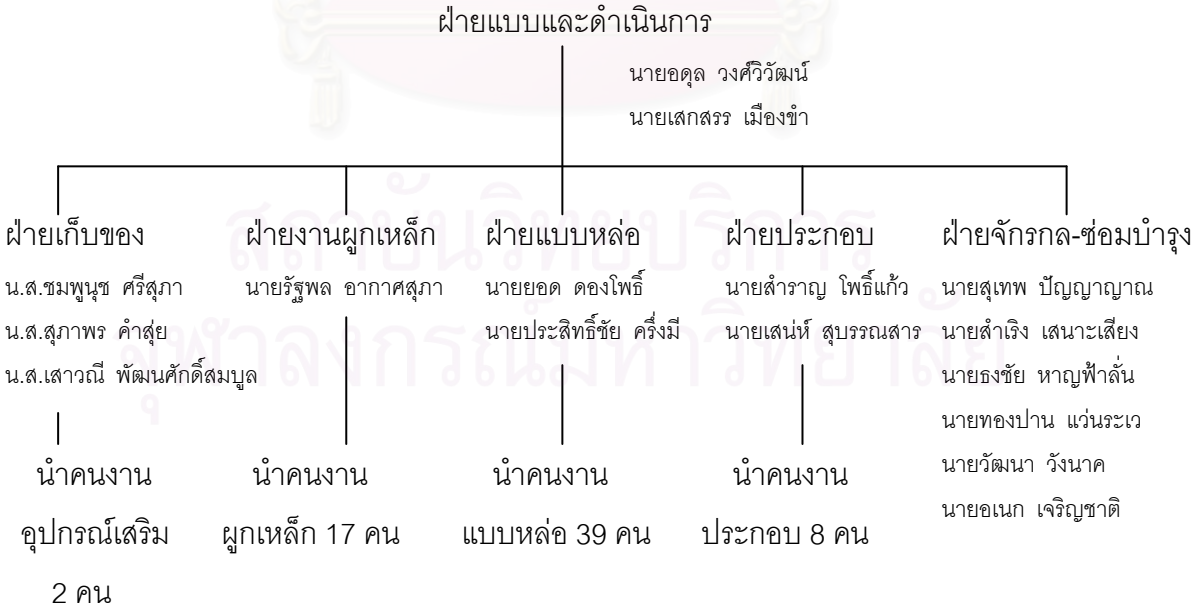
1) **ส่วนสำนักงานชั่วคราว** จะอยู่บริเวณด้านหน้าทางเข้าของโรงงานชั่วคราว ซึ่งมี 3 อาคาร ประกอบด้วย ส่วนสำนักงาน ส่วนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และส่วนเก็บของ มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 90 ตารางเมตร จากการสอบถาม ขั้นตอนการดำเนินการบริหารสำนักงานชั่วคราวก็จะประกอบไปด้วยฝ่ายแบบและดำเนินการ มีหน้าที่กำกับดูแลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปผ่านไปยังผู้ดูแลฝ่ายต่างๆ ประกอบด้วย ฝ่ายเก็บของ ฝ่ายงานผูกเหล็ก ฝ่ายแบบหล่อ ฝ่ายประกอบ และฝ่ายจักรกล-ซ่อมบำรุง

รูปที่ 5.69 แสดงส่วนสำนักงานชั่วคราว

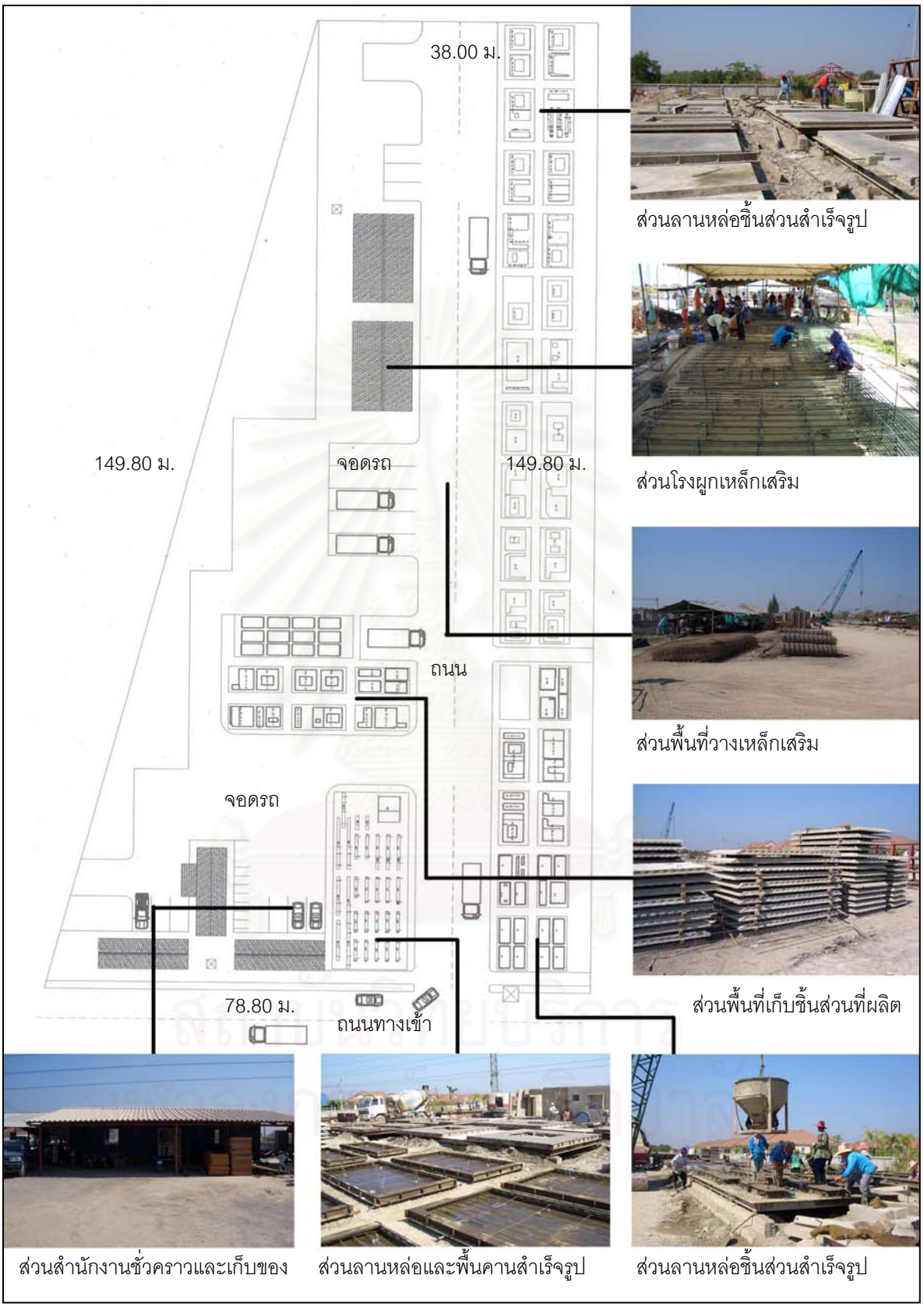
รูปที่ 5.70 แสดงส่วนเก็บของ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

แผนผังที่ 5.3 แสดงการบริหารงานภายในสำนักงานชั่วคราว



ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด



รูปที่ 5.71 แสดงผังโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

2) **ส่วนผลิตอุปกรณ์เสริม** จะอยู่ติดกับสำนักงานชั่วคราว มีลักษณะห้องชั่วคราวเปิดโล่ง พื้นเป็นพื้นดินอัดแน่น มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 30ตารางเมตร ใช้ในการผลิตอุปกรณ์เสริม ได้แก่ J-BOLT และ INTER LOCK ห่วง ในส่วนนี้มีคนงาน 2 คน

รูปที่ 5.72 แสดงส่วนผลิตอุปกรณ์เสริม

รูปที่ 5.73 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์การทำงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

3) **ส่วนโรงผูกเหล็กเสริม** จะอยู่บริเวณกลางของโรงงานชั่วคราว มีลักษณะเป็นเต้นท์ผ้าใบชั่วคราว 2 หลัง เปิดโล่ง พื้นเป็นพื้นดินอัดแน่น มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 200 ตารางเมตร ใช้ในการผูกเหล็กเสริม ในส่วนนี้มีคนงาน 17 คน เมื่อผูกเหล็กเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะยกนำมาวางรวมกันไว้ทางด้านข้างของโรงผูกเหล็ก และจัดเตรียมในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 5.74 แสดงส่วนโรงผูกเหล็กเสริม

รูปที่ 5.75 แสดงลานวางเหล็กเสริม

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

4) **ส่วนลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป** จะอยู่บริเวณด้านข้างของโรงงานชั่วคราว ติดกับถนนภายในโรงงาน มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง ยาวตลอดแนวของโรงงาน มีขนาดกว้าง 15.00 ม. ยาว 140.00 ม. โดยวางโต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็น 2 แถวยาว เว้นช่องระหว่างโต๊ะหล่อ

ประมาณ 1.50 ม. ซึ่งโต๊ะหล่อชิ้นงานแต่ละโต๊ะจะมีขนาด 3.60x7.20 ม. มีลักษณะเป็นโต๊ะเหล็กที่วางอยู่กับที่ ในส่วนนี้มีคนงาน 39 คน

5) **ส่วนลานหล่อคานและพื้นสำเร็จรูป** จะอยู่บริเวณด้านหน้าทางเข้าของโรงงานชั่วคราว มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ในการทำงานส่วนนี้ มีขนาดกว้าง 10.00 ม. ยาว 23.00 ม. ในส่วนนี้จะใช้คนงานชุดเดียวกับคนงานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รูปที่ 5.76 แสดงส่วนลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รูปที่ 5.77 แสดงส่วนลานหล่อพื้นสำเร็จรูป

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

6) **ส่วนลานเก็บชิ้นส่วนที่ผลิต** จะอยู่บริเวณกลางของโรงงานชั่วคราวติดกับถนนภายในโรงงาน มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 300 ตารางเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตแล้ว จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ไม่มากนัก เป็นเพราะว่าเมื่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตแล้ว มีกำลังที่จะรับน้ำหนักและพร้อมที่จะใช้งานได้ เมื่อถอดแบบหล่อแล้วก็จะทำการยกขึ้นรถขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างเลย ในส่วนนี้จึงมีการเก็บชิ้นงานไว้บางส่วนเท่านั้น

รูปที่ 5.78 แสดงลานเก็บพื้นสำเร็จรูปที่ผลิต

รูปที่ 5.79 แสดงลานเก็บชิ้นส่วนที่ผลิต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

7) **ถนนภายในโรงงานชั่วคราว** มีความกว้างประมาณ 10.00 ม. แบ่งระหว่างกลางและยาวตลอดแนวของโรงงาน มีลักษณะเป็นดินอัดแน่น ใช้ในการสัญจรเข้าออก การจอดรถเพื่อเทคอนกรีต และการจอดรถเพื่อขนส่งชิ้นงาน เพราะโต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นโต๊ะเหล็กที่วางอยู่กับที่ ถนนภายในนี้จึงมีความสำคัญในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รูปที่ 5.80 แสดงส่วนถนนภายในโรงงานชั่วคราว

รูปที่ 5.81 แสดงลานจอดรถ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

5.1.2.2 **เครื่องมือและอุปกรณ์** ในการศึกษาครั้งนี้ จะเน้นเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงงานชั่วคราว (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนติดตั้ง

1) **เครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ภายในโรงงานชั่วคราว** ประกอบด้วย

- Guy Derrick Crane จำนวน 2 คัน ใช้สำหรับยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปยกขนส่งขึ้นรถพ่วง 18 ล้อ ขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง และใช้สำหรับยกถังพอกเก็ตเทคอนกรีตในขณะเทคอนกรีตลงแบบหล่อคอนกรีต

รูปที่ 5.82 แสดงรถ Guy Derrick Crane ขณะยกชิ้นงาน

รูปที่ 5.83 แสดงรถ Guy Derrick Crane ขณะยกถังพอกเก็ตเทคอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

- รถผสมคอนกรีตและถังพอกเก็ตเทคอนกรีต (จากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ) คอนกรีตที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีการสั่งมาจากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จแล้วนำมาส่งยังโรงงานชั่วคราว โดยต้องมีการนัดวันเวลาและปริมาณที่ใช้ให้แน่นอนในการใช้คอนกรีตแต่ละครั้ง

รูปที่ 5.84 แสดงรถผสมคอนกรีต

รูปที่ 5.85 แสดงถังพอกเก็ตเทคอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

- รถขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งเป็น ตัวหัวรถพ่วงที่ใช้ลาก จำนวน 1 คัน ตัวพ่วงที่ใช้บรรทุกผนังสำเร็จรูป (ลักษณะสั้น) จำนวน 2 คัน และตัวพ่วงที่ใช้บรรทุกพื้น คาน และบันไดสำเร็จรูป (ลักษณะยาว) จำนวน 1 คัน และยังมีเทรคใส่ชิ้นงานสำหรับวางชิ้นส่วนสำเร็จ ณ สถานที่ก่อสร้าง จำนวน 37 อัน

รูปที่ 8.86 แสดงรถพ่วง 18 ล้อ

รูปที่ 5.87 แสดงตัวพ่วงบรรทุกผนังสำเร็จรูป

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

รูปที่ 5.88 แสดงตัวพ่วงบรรทุกพื้น คาน และบันไดสำเร็จรูป

รูปที่ 5.89 แสดงเทรคใส่ชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

- เครื่องจี้คอนกรีต และเครื่องขัดคอนกรีต จำนวนอย่างละ 1 เครื่อง

รูปที่ 5.90 แสดงเครื่องจี้คอนกรีต

รูปที่ 5.91 แสดงเครื่องขัดคอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เครื่องตัดไฟเบอร์
- ตู้เชื่อมเหล็ก
- สว่านเจาะปูน
- แก๊สตัดเหล็ก

- J-BOLT และ INTER LOCK ห่วง J-BOLT มีขนาด 19 มม.จะฝังอยู่ในคานใช้ปรับระดับสูงต่ำของผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วน INTER LOCK ห่วง มีขนาด 9 มม.จะอยู่ระหว่างช่วงผนังต่อผนังระยะห่างจะอยู่ที่ 12 ซม.เสริมด้วยเหล็กขนาด 12 มม. (ข้ออ้อย) เพื่อการยึดติดของคอนกรีต INTER LOCK ห่วงนี้ เมื่อหล่อชิ้นส่วนเสร็จแล้วจะทำการถอดออกก่อน โดยปลายของ INTER LOCK ห่วง จะเป็นเกลียวสามารถหมุนออกได้ แล้วนำไปประกอบ ณ สถานที่ก่อสร้าง เพื่อความสะดวกในการขนส่ง

รูปที่ 5.92 แสดง J-BOLT

รูปที่ 5.93 แสดง INTER LOCK ห่วง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

2) เครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนติดตั้ง

ประกอบด้วย

- รถ Crane จำนวน 2 คัน สามารถยกน้ำหนักได้ไม่เกิน 20,000 กิโลกรัม ใช้สำหรับยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการประกอบติดตั้งชิ้นงาน โดยทีมประกอบ 1 ชุด มี 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ในการประกอบชิ้นงาน

รูปที่ 5.94 แสดงรถ Crane

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

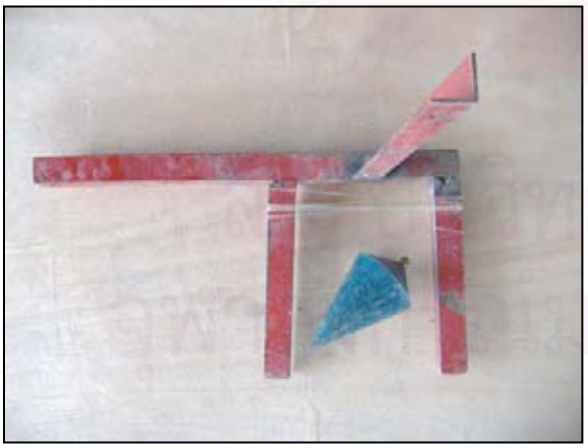
- ประแจแหวน ประแจปากตาย และประแจดัดน๊อต ประแจแหวนประแจปากตาย ใช้ปรับระดับสูงต่ำของ J-BOLT ที่คานให้ได้ระดับผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขนาดประแจที่ใช้ในการปรับระดับจะใช้เบอร์ 32 ส่วนประแจดัดน๊อต J-BOLT ใช้สำหรับดัดน๊อต ให้ผนังได้เส้น ตามที่กำหนดไว้บนคาน

รูปที่ 5.95 แสดงประแจแหวนและประแจปากตาย

รูปที่ 5.96 แสดงประแจดัดน๊อต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

- ขาหยั่งดิ่งและระดับน้ำ ขาหยั่งดิ่งใช้สำหรับจับระดับผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ได้ดิ่งได้ฉากความกว้างของขาหยั่งจะมีขนาดเท่ากับความกว้างของผนัง คือ 12 ซม. ส่วนระดับน้ำ ใช้จับระดับสูงต่ำของผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแนวราบและในแนวดิ่งให้อยู่ในระดับเดียวกันไม่เอียงไป ในด้านใด ด้านหนึ่ง



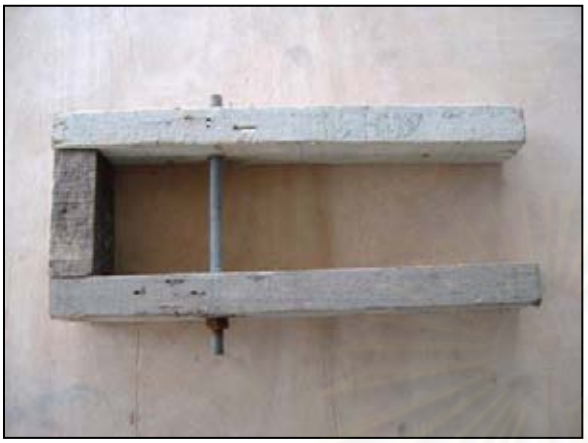
รูปที่ 5.97 แสดงขาหยั่งดิ่ง

รูปที่ 5.98 แสดงระดับน้ำ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

- ชะแลง ใช้สำหรับจัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้เข้าที่ตาม LINE ที่วางไว้

- ประกับ ใช้สำหรับเป็นตัวยึดผนังกับพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะนำมาใช้บริเวณปลายผนังใช้น๊อตขนาด 4 หุน เป็นน๊อตเกลียวตลอด ประกับ 1 ตัว มีแหวนรองน๊อต 1 คู่ และมีน๊อต ตัวเมีย 1 คู่



รูปที่ 5.99 แสดงประกับ

รูปที่ 5.100 แสดงการยึดผนังกับพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

- กล้องระดับ ใช้สำหรับในการตั้งระดับน๊อต J-BOLT ที่คาน เพื่อให้ผนังมีระดับความสูงเท่ากัน

รูปที่ 5.101 แสดงกล้องระดับ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

- รถตักและรถดัมเพอร์แบบไฮโดรลิค ใช้ในการตักหรือขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ เช่น ปูน ทราย หิน ไม้ และอื่นๆ มายังสถานที่ก่อสร้าง

รูปที่ 5.102 แสดงรถตัก

รูปที่ 5.103 แสดงรถดัมเพอร์แบบไฮโดรลิค

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.1.2.3 **จำนวนบุคลากร** ภายในโรงงานชั่วคราวในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีผู้ควบคุมงานทั้งสิ้น 16 คน และคนงานทั้งสิน 66 คน รวมบุคลากรทั้งหมด 82 คน แบ่งเป็นฝ่ายต่างๆ ประกอบด้วย

1) ฝ่ายแบบและดำเนินการ
   - ผู้ควบคุมงาน 2 คน
2) ฝ่ายเก็บของ
   - ผู้ควบคุมงาน 3 คน
   - คนงาน 2 คน
3) ฝ่ายงานผูกเหล็ก
   - ผู้ควบคุมงาน 1 คน
   - คนงาน 17 คน
4) ฝ่ายแบบหล่อ
   - ผู้ควบคุมงาน 2 คน
   - คนงาน 39 คน
5) ฝ่ายประกอบ
   - ผู้ควบคุมงาน 2 คน
   - คนงาน 8 คน
6) ฝ่ายจักรกล-ซ่อมบำรุง
   - ผู้ควบคุมงาน 6 คน

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2.4 **ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป**

1) **การทำความสะอาดและการทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ** ก่อนทำการผลิตชิ้นงานต้องมีการทำความสะอาดเศษปูนที่ติดตามโต๊ะหล่อ (โต๊ะหล่อมีขนาด 4.0 x 7.3 เมตร) เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ได้คุณภาพ จากนั้นจะทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อให้ทั่วถึงทั้งแบบหล่อ และน้ำมันที่ทาจะต้องไม่ขังตามมุมของแบบ

รูปที่ 5.104 แสดงการทำความสะอาดโต๊ะหล่อ

รูปที่ 5.105 แสดงการทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

2) **การประกอบแบบหล่อข้าง** ต้องมีการตรวจสอบรอยต่อของแบบข้างให้อยู่ในแนวเดียวกัน ความสูงของแบบข้างมีความเสมอ ชิดสนิทกับขอบแบบล่าง มีการยึดด้วยน๊อตตามจุดต่างๆ เพื่อความแข็งแรงในขณะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.106 แสดงขั้นตอนการประกอบแบบหล่อข้าง

รูปที่ 5.107 แสดงรายละเอียดแบบหล่อข้าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

3) การวางเหล็กตะแกรง การวางตำแหน่งไฟฟ้าและวัสดุฝังทั้งหมด
ตรวจสอบการวางเหล็กตะแกรงให้ถูกต้องตามแบบที่กำหนดไว้ เหล็กที่สัมผัสกับโต๊ะแบบหล่อจะต้องมีการหนุนด้วยลูกปูน ในทุกๆ แบบหล่อแนวเหล็กตะแกรงที่วางต้องไม่คดหรืองอจนผิดแบบ ส่วนการวางตำแหน่งไฟฟ้าและวัสดุฝังทั้งหมด ต้องตรวจดูตำแหน่งบล็อกไฟต่างๆ ให้ถูกต้อง รวมถึงการใส่น๊อตยึดให้ครบถ้วน เพื่อไม่ให้ผิดตำแหน่งในขณะเทคอนกรีต

รูปที่ 5.108 แสดงขั้นตอนการเตรียมเหล็กตะแกรง

รูปที่ 5.109 แสดงการวางวางเหล็กตะแกรง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

รูปที่ 5.110 แสดงการติดตั้ง J-BOLT

รูปที่ 5.111 แสดงการติดตั้งรูสำหรับเสียบ J-BOLT

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

4) การเทคอนกรีต ตรวจดูระยะเวลาที่รถผสมคอนกรีต (จากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ) มาถึงหน้างานและรายละเอียดในใบสั่งคอนกรีตว่าได้กำลังตามที่กำหนดไว้หรือไม่ (Strength 280 ksc) การเทต้องทั่วถึงโต๊ะแบบหล่อ และมีการใช้เครื่องจี้คอนกรีต จี้ตามจุดต่างๆให้ทั่วถึง การปาดหน้าคอนกรีตต้องเรียบไม่เกิดฟองอากาศ และต้องทำการเก็บทำความสะอาดเศษคอนกรีตทันที เพื่อไม่ให้เศษคอนกรีตเกาะติดแบบหล่อจนแข็ง ควรทำการขูดขอบแบบเสมอ เพื่อให้ชิ้นงานเกิดความสวยงาม พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพหลังการปาดหน้าคอนกรีตแล้วเสร็จ

รูปที่ 5.112 แสดงขั้นตอนการเทคอนกรีต

รูปที่ 5.113 แสดงการใช้เครื่องจี้คอนกรีต

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

5) **การขัดผิวหน้า** การขัดเพื่อให้ชิ้นงานเรียบสม่ำเสมอด้วยเครื่องขัดผิว ประกอบกับใช้แรงงานคนในการตกแต่งผิวในส่วนที่เครื่องขัดทำงานไม่ถึง ผิวหน้าบริเวณของแบบหล่อจะต้องเรียบไม่มีหลุม เมื่อทำการขัดผิวต้องมีการบ่มผิวคอนกรีตเพื่อให้ได้กำลังอัดด้วยผ้าใบให้ทั่วถึง

รูปที่ 5.114 แสดงขั้นตอนการขัดผิวหน้า

รูปที่ 5.115 แสดงการใช้แรงงานคนตกแต่งผิว

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

6) **การถอดแบบข้างและการยกชิ้นงาน** เมื่อคอนกรีตได้กำลังอัดตามที่กำหนดก็ทำการถอดแบบข้าง โดยตรวจสอบสภาพชิ้นงานก่อนทำการยก คลายน๊อตยึดของแบบหล่อตามจุดต่างๆ และทำหมายเลขชิ้นงานก่อนการยกทุกครั้ง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดตั้ง การยกจะมีน๊อต J-BOLT ที่ฝังในชิ้นงาน โดยจะใช้อุปกรณ์เสริมที่ติดกับปลายสลิงของรถ Guy Derrick Crane มายึดเข้ากับน๊อต J-BOLT แล้วทำการยกในแนวตั้ง ต้องมีความระมัดระวังเพราะชิ้นงานอาจเกิดความเสียหายได้

รูปที่ 5.116 แสดงขั้นตอนถอดแบบข้าง

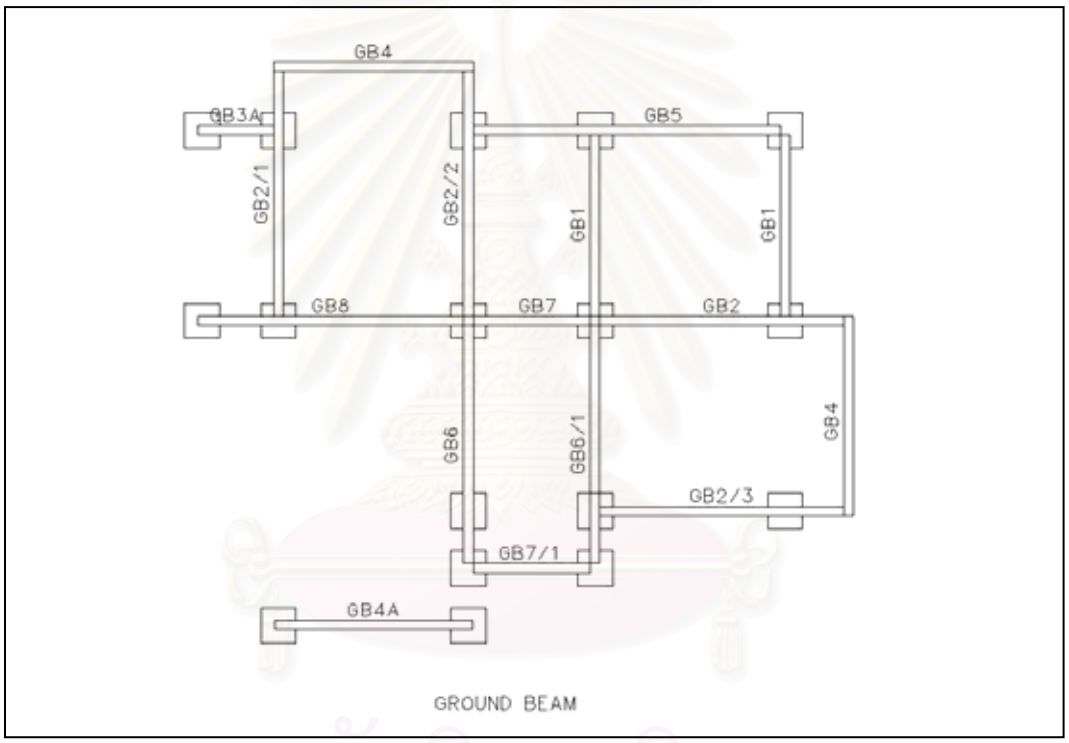
รูปที่ 5.117 แสดงการยกชิ้นงาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

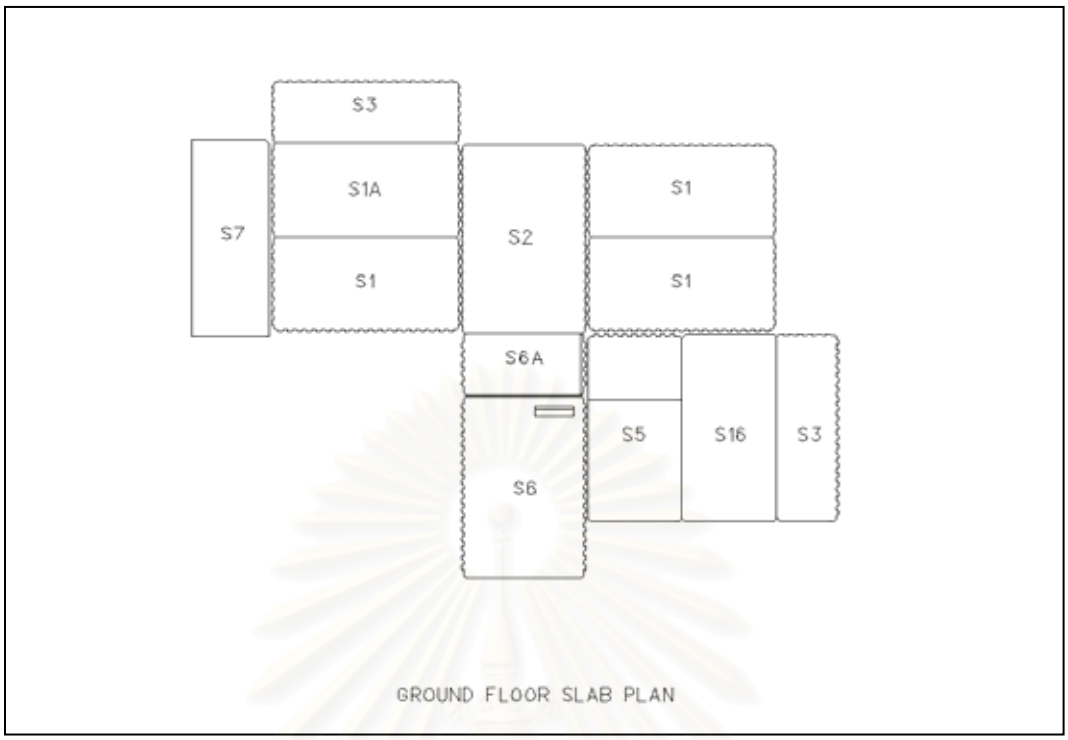
5.1.2.5 **ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ประกอบด้วย

1) ชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง จำนวน	20	หน่วย
2) ชิ้นส่วนผนังชั้นบน จำนวน	24	หน่วย
3) ชิ้นส่วนคาน จำนวน	15	หน่วย
4) ชิ้นส่วนพื้นชั้นล่าง จำนวน	11	หน่วย
5) ชิ้นส่วนพื้นชั้นบน จำนวน	15	หน่วย
6) ชิ้นส่วนบันได ชานพัก และพุกรับบันได จำนวน	5	หน่วย
รวมชิ้นส่วนทั้งหมด	90	หน่วย

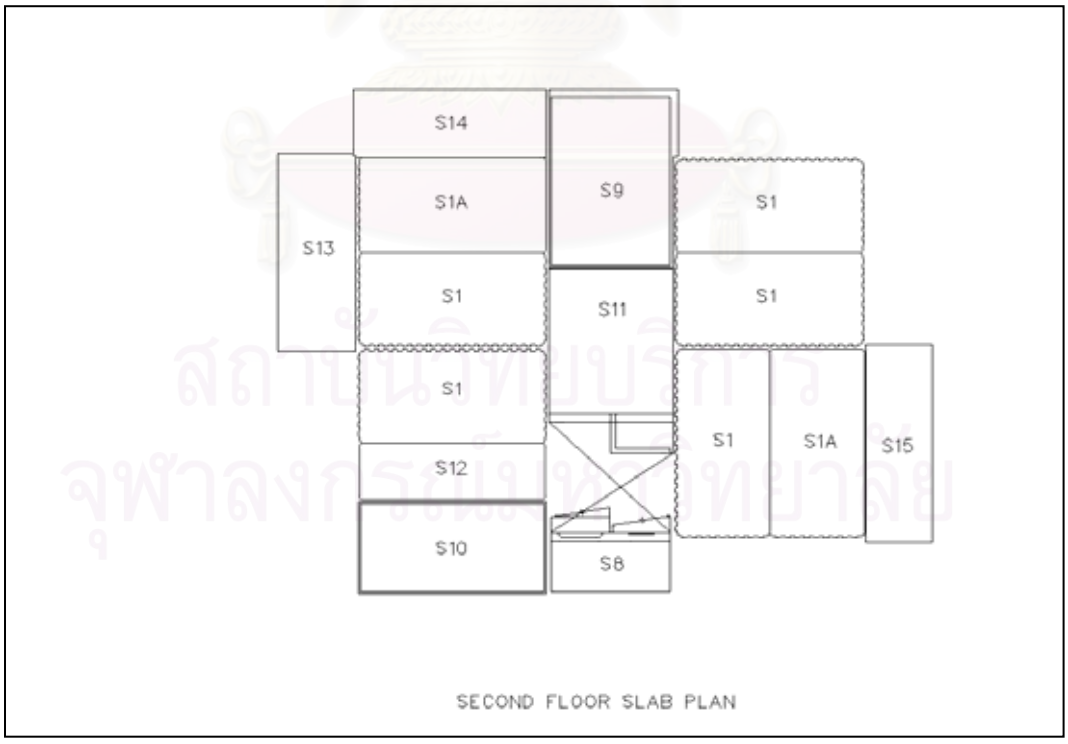


รูปที่ 5.118 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา

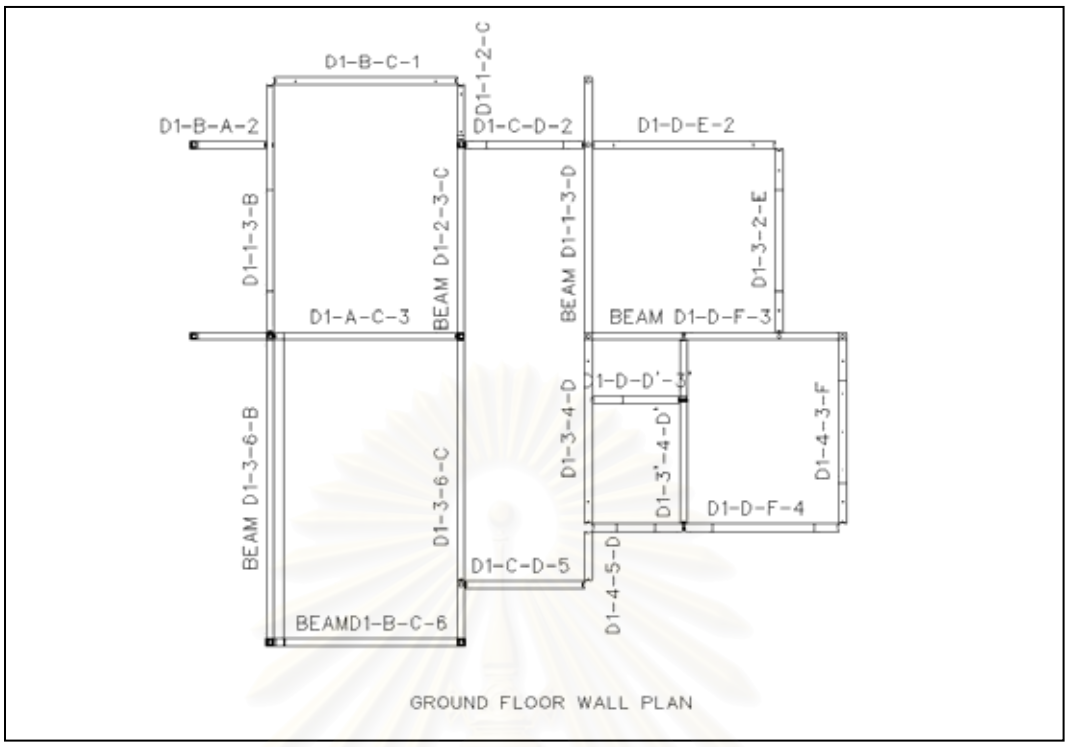
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ชื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.119 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

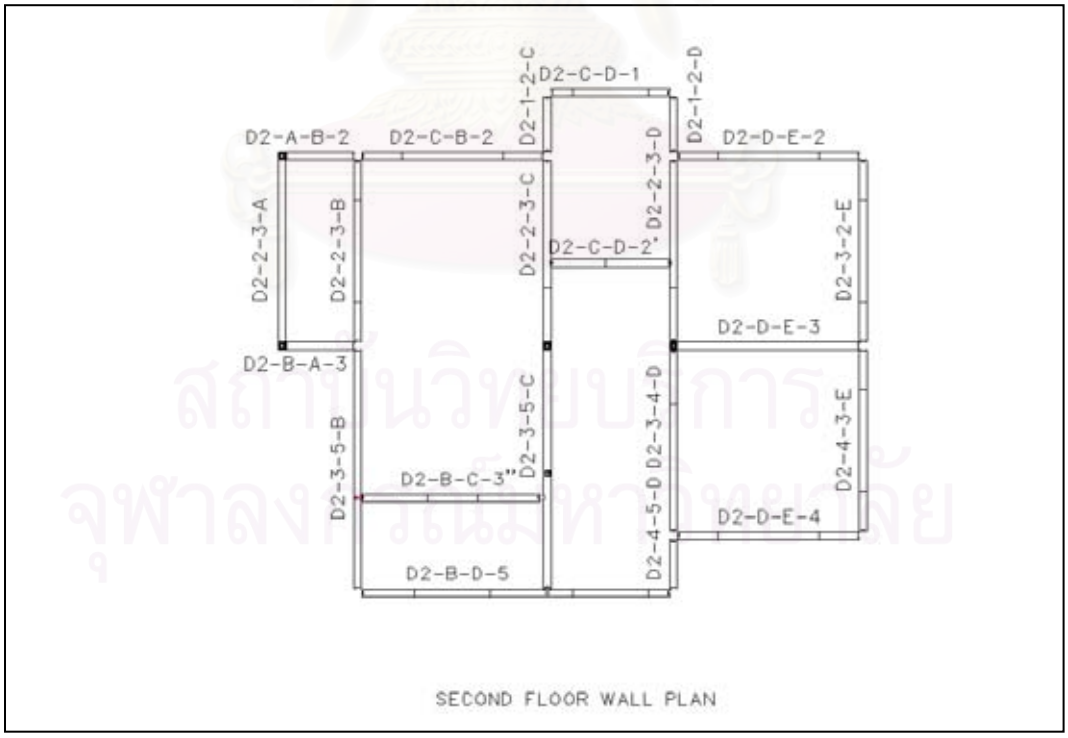


รูปที่ 5.120 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.121 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.122 แสดงตำแหน่งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 5.2 แสดงประเภทชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
1. ชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง		
- D1-B-C-1	2874x2850	1
- D1-1-3-B	3874x2850	1
- D1-C-A-3	2875x2850	1
- D1-1-2-C	874x2850	1
- D1-C-D-2	1875x2710	1
- D1-D-E-2	2874x2850	1
- D1-3-2-E	2996x2850	1
- D1-3-6-C	4920x2850	1
- D1-3-4-D	3120x2850	1
- D1-D-D'-3'	1368x2850	1
- D1-3'-4-D'	2874x2850	1
- D1-D-F-4	3874x2850	1
- D1-3-4-F	2996x2850	1
- D1-C-D-5	1875x2850	1
- D1-4-5-D	774x2850	1
- D1-B-C-6	3000x2850	1
- D1-3-6-B	4918x450	1
- D1-F-D-3	4120x660	1
- D1-2-3-C	3210x300	1
- D1-1-3-D	4123x300	1
2. ชิ้นส่วนผนังชั้นบน		
- D2-C-D-1	1875x2710	1
- D2-1-2-D	874x2850	1
- D2-A-B-2	1197x697	1
- D2-2-3-A	2874x697	1
- D2-2-3-B	2874x2850	1
- D2-D-E-2	2874x2850	1
- D2-C-B-2	2874x2850	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
- D2-1-2-C	874x2850	1
- D2-2-3-C	2937x2850	1
- D2-C-D-2'	1874x2850	1
- D2-B-A-3	1197x697	1
- D2-3-5-B	3774x2850	1
- D2-B-C-3'	2870x2850	1
- D2-D-E-3	2997x2850	1
- D2-3-2-E	2874x2850	1
- D2-2-3-D	2937x2850	1
- D2-4-5-D	774x2850	1
- D2-4-3-C	2874x2850	1
- D2-3-5-C	3897x2850	1
- D2-3-4-D	2993x2850	1
- D2-D-E-4	2874x2850	1
- D2-B-D-5	4874x2450	1
- ราวระเบียง	1197x697	2
3. ชิ้นส่วนคาน		
- G-B-1	3000x400x150	2
- G-B-2	4000x400x150	4
- G-B-3A	1200x400x150	1
- G-B-4	3000x400x150	2
- G-B-4A	3300x400x150	1
- G-B-5	5000x400x150	1
- G-B-6	4000x400x150	2
- G-B-7	1840x400x150	1
- G-B-8	4200x400x150	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

รายการ/รหัสชิ้นงาน	ขนาด กว้างxยาว (มม.)	จำนวน (หน่วย)
4. ชิ้นส่วนพื้นชั้นล่าง		
- D-S1A	1494x2940	1
- D-S1	1480x2940	3
- D-S2	1960x2940	1
- D-S3	980x2940	2
- D-S5	1480x2940	1
- D-S6	1960x2870	1
- D-S6A	1230x900	1
- D-S7	1230x3120	1
5. ชิ้นส่วนพื้นชั้นบน		
- D-S1A	1494x2940	2
- D-S1	1480x2940	5
- D-S8	910x1860	1
- D-S9	1960x2810	1
- D-S10	1615x3035	1
- D-S11	1960x2915	1
- D-S12	900x2960	1
- D-S13	1240x2874	1
- D-S14	1180x3260	1
- D-S15	1120x3240	1
6. ชิ้นส่วนบันได		
- ST1-2	-	2
- ชานพักบันได	920x1880	1
- พุกรับบันได	190x785	2

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2.6 **การขนส่ง** จะถูกจัดไว้เป็นระบบตามแผนงานที่วางไว้ตั้งแต่แรก แบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายในโรงงานชั่วคราวจะต้องผลิตให้ทันสำหรับการติดตั้ง ซึ่งการผลิตต้องมีการ STOCK ชิ้นงานเอาไว้ก่อน โดยก่อนที่ชิ้นงานจะถูกลำเลียงไปยังสถานที่ก่อสร้างงาน ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพและทำหมายเลขกำกับที่ชิ้นงานทุกชิ้น แล้วจึงทำการอนุมัติให้ทำการขนส่งได้

การขนส่ง เมื่อรถเครนยกชิ้นส่วนขึ้นยังรถขนส่งเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการรัดแผ่นชิ้นงานให้แน่นเพื่อความปลอดภัยในการขนส่ง โดยรถขนส่ง 1 คันจะสามารถขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ประมาณ 10 ชิ้น ซึ่งแบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ต้องมีการขนส่ง 6 รอบ ต่อบ้าน 1 หลัง แบ่งเป็น คานและพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง 1 รอบ ผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง 2 รอบ พื้นและบันไดสำเร็จรูปชั้นบน 1 รอบ และผนังสำเร็จรูปชั้นบน 2 รอบ โดยรถขนส่งจะจอดทิ้งตัวพ่วงที่ใช้บรรทุกชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาจอดเตรียมไว้ที่สถานที่ก่อสร้าง เพื่อให้การทำงานเกิดความรวดเร็ว

สำหรับการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่อยู่บริเวณเดียวกับสถานที่ก่อสร้าง มีอัตราค่าขนส่งแบบบ้านสุมณฑา เท่ากับ 7,000 บาทต่อหลัง (ราคาเช่าเหมารถขนส่ง)

รูปที่ 5.123 แสดงขั้นตอนการขนส่ง

รูปที่ 5.124 แสดงการเตรียมชิ้นส่วนไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ โรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด รังสิตคลอง 3

5.2 กรรมวิธีและเทคนิคการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

การศึกษาครั้งจะกล่าวถึงกรรมวิธีและเทคนิคการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก ตั้งแต่งานตอม่อไปจนถึงงานประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งในงานเสาเข็มและงานตกแต่งจะไม่ศึกษาลึกลงในรายละเอียด เพื่อให้สะดวกในการเปรียบเทียบของแต่ละขั้นตอนได้ชัดเจนมากขึ้น

5.2.1 กรรมวิธีและเทคนิคการประกอบของโครงการบ้านภัสสร

การเตรียมการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ต้องมีการขนส่งด้วยรถขนส่งจำนวน 5 รอบ ต่อบ้าน 1 หลัง มาเตรียมไว้ที่สถานที่ก่อสร้าง ส่วนรถ Crane นำมาจอดบริเวณถนนด้านหน้าของตัวบ้าน และใกล้พอที่จะสามารถยกชิ้นส่วนจากรถขนส่งได้สะดวก ผู้ควบคุมงานนำคนงานในการประกอบ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วน โดยขั้นตอนจะประกอบด้วยงานต่างๆ ดังนี้

5.2.1.1 **งานตอม่อ** เมื่อมีการเตรียมงานฐานรากและตอม่อ ซึ่งมีขนาด 3 ขนาด คือ ขนาด 0.50x0.50 ม., 0.70x0.50 ม. และ 1.10x0.50 ม. ก่อนที่จะทำการวางคานสำเร็จรูป หรือทำพื้นหล่อในที่ ต้องมีการหาระดับหัวตอม่อด้วยกล้องระดับ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน แล้วจึงมีการกำหนด LINE ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เพื่อวางคานสำเร็จรูปหรือทำพื้นหล่อในที่ โดยที่ตอม่อจะมีรูด้านบนสำหรับใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูปหรือพื้นชั้นล่างที่จะหล่อในที่ ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) หาระดับหัวตอม่อด้วยกล้องระดับ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน
2) กำหนด LINE ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เพื่อวางคานสำเร็จรูป

รูปที่ 5.125 แสดงการเตรียมงานฐานราก

รูปที่ 5.126 แสดงงานตอม่อ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

5.2.1.2 งานวางคานสำเร็จรูปหรือทำพื้นหล่อในที่ชั้นล่าง เนื่องจากงานในส่วนนี้มี 2 วิธีการ ได้แก่ (1) ใช้การวางคานสำเร็จรูป แล้วจึงวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง (2) ใช้การเทพื้นหล่อในที่ หนา 0.15 ม. โดยไม่มีคาน

การวางคานสำเร็จรูป การติดตั้งคานควรมีการเตรียมสถานที่ก่อสร้างก่อน จากนั้นยกคานติดตั้งโดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ ตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางคานตามตำแหน่งเรียบร้อย จะใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อ และใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างหัวคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น แล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป เมื่อคานและตอม่อยึดกันแน่น จบขั้นตอนการวางคานสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) เตรียมสถานที่ก่อสร้าง
2) ยกคานติดตั้งโดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ ตามลำดับที่ได้กำหนดไว้
3) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อ
4) ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างหัวคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น แล้วเทคอนกรีต

รูปที่ 5.127 แสดงการวางคานสำเร็จรูป

รูปที่ 5.128 แสดงการใส่เหล็กเสริมในคานกับตอม่อ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

รูปที่ 5.129 แสดงการใส่เหล็กเสริมระหว่างหัวคาน

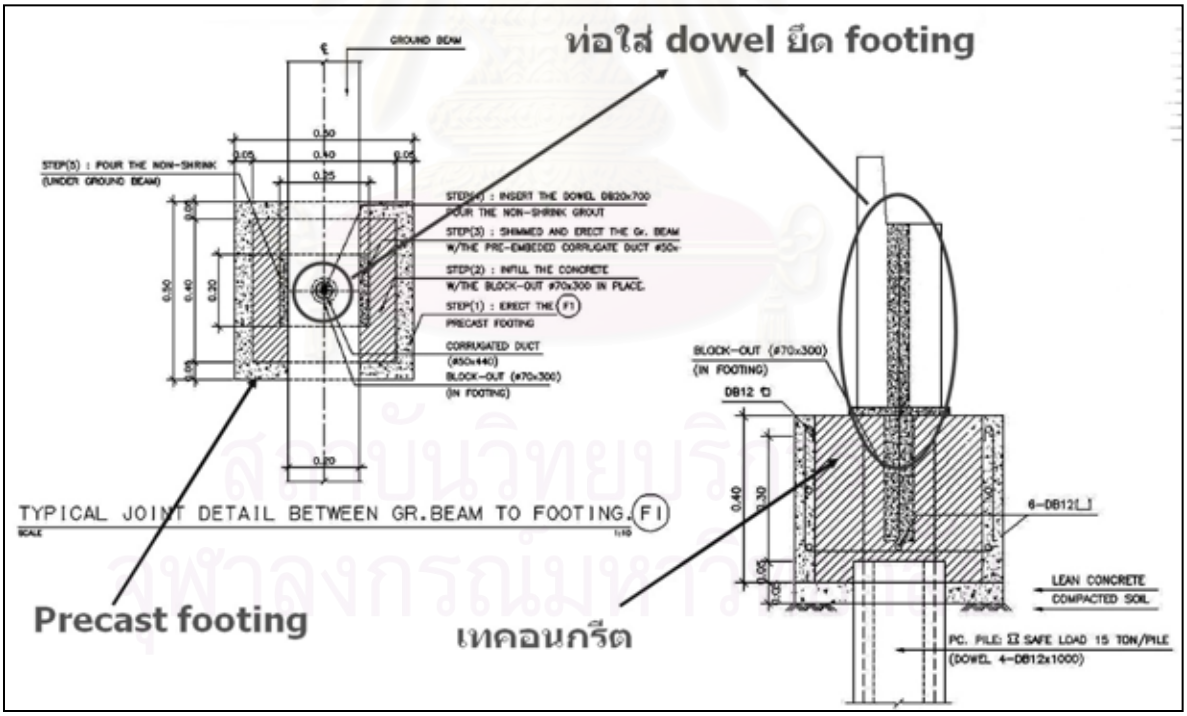
รูปที่ 5.130 แสดงการเทคอนกรีตยึดคาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

ส่วนการเทพื้นหล่อในที่ มีลักษณะการทำงานเหมือนการก่อสร้างระบบทั่วไป คือ เริ่มจากการเตรียมสถานที่ก่อสร้างปรับระดับดิน จากนั้นทำแบบหล่อ โดยใช้แบบหล่อเหล็ก แล้วทำการผูกเหล็กเสริม ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง และเทพื้นคอนกรีต เมื่อคอนกรีตได้กำลังอัดที่กำหนดก็ทำการถอดแบบ จบขั้นตอนการเทพื้นหล่อในที่ชั้นล่าง ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

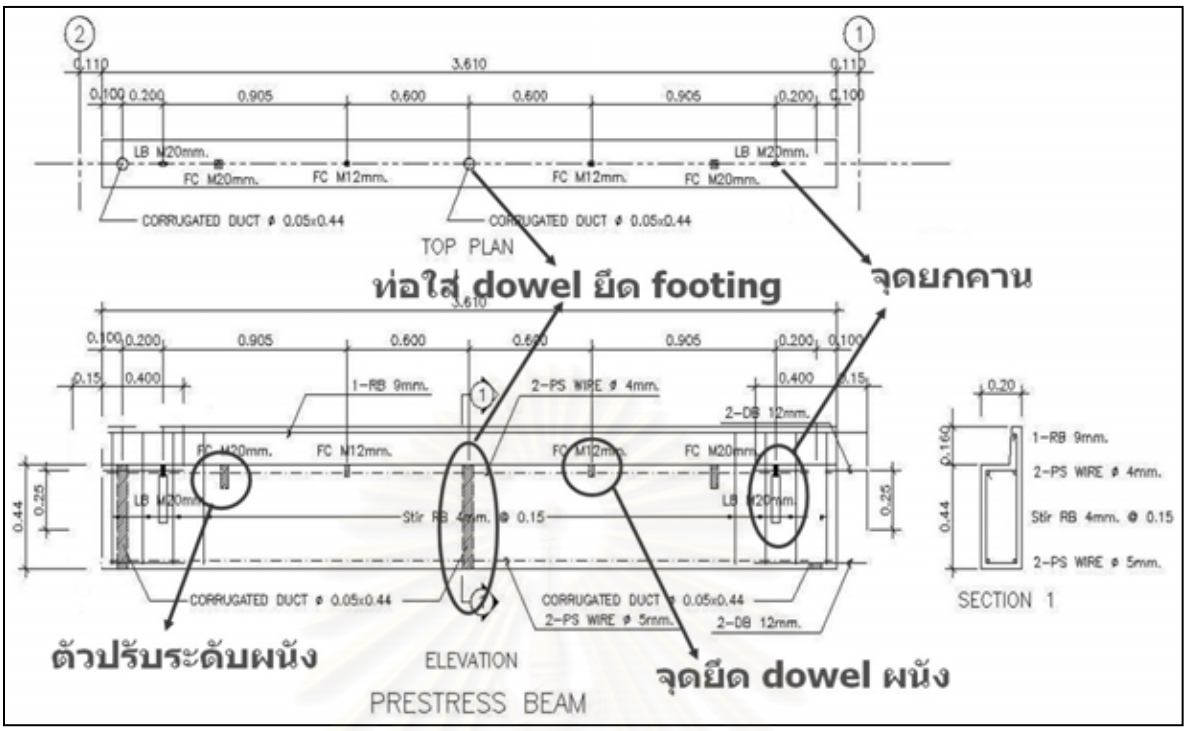
1) เตรียมสถานที่ก่อสร้างปรับระดับดิน
2) ทำแบบหล่อ โดยใช้แบบหล่อเหล็ก
3) ผูกเหล็กเสริม ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
4) เทคอนกรีต
5) ถอดแบบหล่อ

สาเหตุที่มี 2 วิธี ในขั้นตอนนี้ ซึ่งมีข้อดี-ข้อเสียที่แตกต่างกัน เช่น การเลือกใช้วิธีการวางคานสำเร็จรูป ก็จะลดระยะเวลาในการก่อสร้าง แต่จะมีราคาค่าก่อสร้างที่แพงกว่า เพราะต้องทำการหล่อแบบคานสำเร็จรูป และทำการขนส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง ส่วนถ้าเลือกใช้วิธีการเทพื้นหล่อในที่ ก็จะลดต้นทุนในการก่อสร้าง แต่จะเพิ่มเวลาในการก่อสร้าง เพราะต้องมีการเตรียมการในการหล่อพื้นนี้ โดยทั้ง 2 วิธีนี้ จึงเป็นทางเลือกในการก่อสร้าง เพื่อปรับใช้ให้เหมาะสมกับช่วงเวลาการทำงานของโครงการ



รูปที่ 5.131 รูปตัดแสดงรอยต่อตอม่อกับคานสำเร็จรูป

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.132 รูปตัดแสดงรายละเอียดคานสำเร็จรูป

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

5.2.1.3 **งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง** หลังจากทำการติดตั้งคานสำเร็จรูปเรียบร้อย จากนั้นทำการกำหนด LINE ที่คานก่อนทำการวางพื้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของหน้าคานที่จะวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้ การยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางพื้นตามตำแหน่งเรียบร้อย จะใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้นกับคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริม และเทคอนกรีตยึดเพื่อกันไม่ให้พื้นเกิดการเคลื่อนตัวได้ จบขั้นตอนการวางพื้นชั้นล่าง

1) ตรวจสอบความเรียบร้อยของหน้าคานต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้

2) ยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้

3) ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้นกับคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริม แล้วเทคอนกรีตยึดเพื่อยึดกันไม่ให้พื้นเกิดการเคลื่อนตัวได้

รูปที่ 5.133 แสดงงานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง

รูปที่ 5.134 แสดงเทคอนกรีตยึดเพื่อยึดพื้นกับคาน

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

5.2.1.4 งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง ก่อนติดตั้งผนังต้องมีการหาระดับผนังโดยปรับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในคานหรือพื้นหล่อในที่ให้มีระดับเดียวกัน ผนังชั้นล่างมีความหนา 12 cm. การยกติดตั้งต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อยกผนังขณะเข้าสู่ตำแหน่งหาระดับและดิ่งของผนัง เมื่อได้ตำแหน่งแล้วจะใช้เสาค้ำยัน (Prop Hook) จำนวน 2 อัน ยึดค้ำยันผนังกับพื้น สำหรับลำดับการติดตั้งต้องคำนึงถึงการมองเห็นของคนขับรถ Crane ว่ามีการบังของชิ้นงานในขณะทำงานด้วย ดังนั้นต้องมีการกำหนดลำดับที่แน่นอน (ดูรูปที่ 5.141)

เมื่อวางผนังตามตำแหน่งเรียบร้อย จะยึดด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm. หรือยึดด้วยน็อตสกรู ขนาด 6 mm. โดยการยึดจะยึดบริเวณด้านบน เมื่อทำการปิดฝ้าเพดานแล้วจะมองไม่เห็น ส่วนผนังจะมีระยะห่างระหว่างผนังถึงผนังห่างกัน 12 cm. ซึ่งระยะห่างนี้จะมีห่วง 9 mm.จำนวน 4 ห่วง ระยะห่างเท่าๆกัน ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วง ยาวตลอดความสูงของผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แล้วตั้งแบบหล่อเหล็กเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน จบขั้นตอนการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ปรับระดับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในคานหรือพื้นหล่อในที่ เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน

2) ยกติดตั้ง หาระดับและดิ่งของผนัง

3) ใช้เสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น

4) ยึดด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm. หรือยึดด้วยน็อตสกรู ขนาด 6 mm.

5) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วง Sling Loop ตั้งแบบหล่อเหล็กแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน

รูปที่ 5.135 แสดงการปรับระดับ Erection Bolt

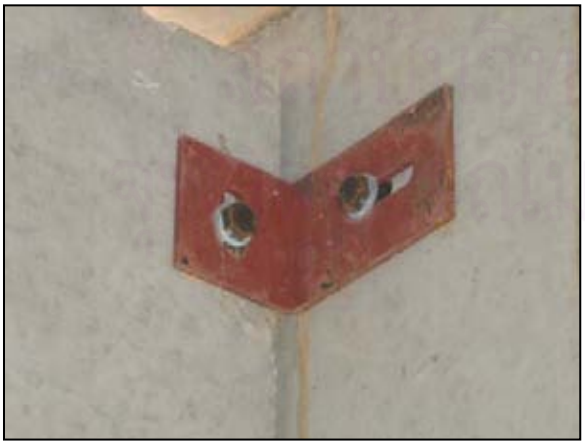
รูปที่ 5.136 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

รูปที่ 5.137 แสดงการวางชิ้นงานให้ตรงกับเหล็กเสริม

รูปที่ 5.138 แสดงเสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น

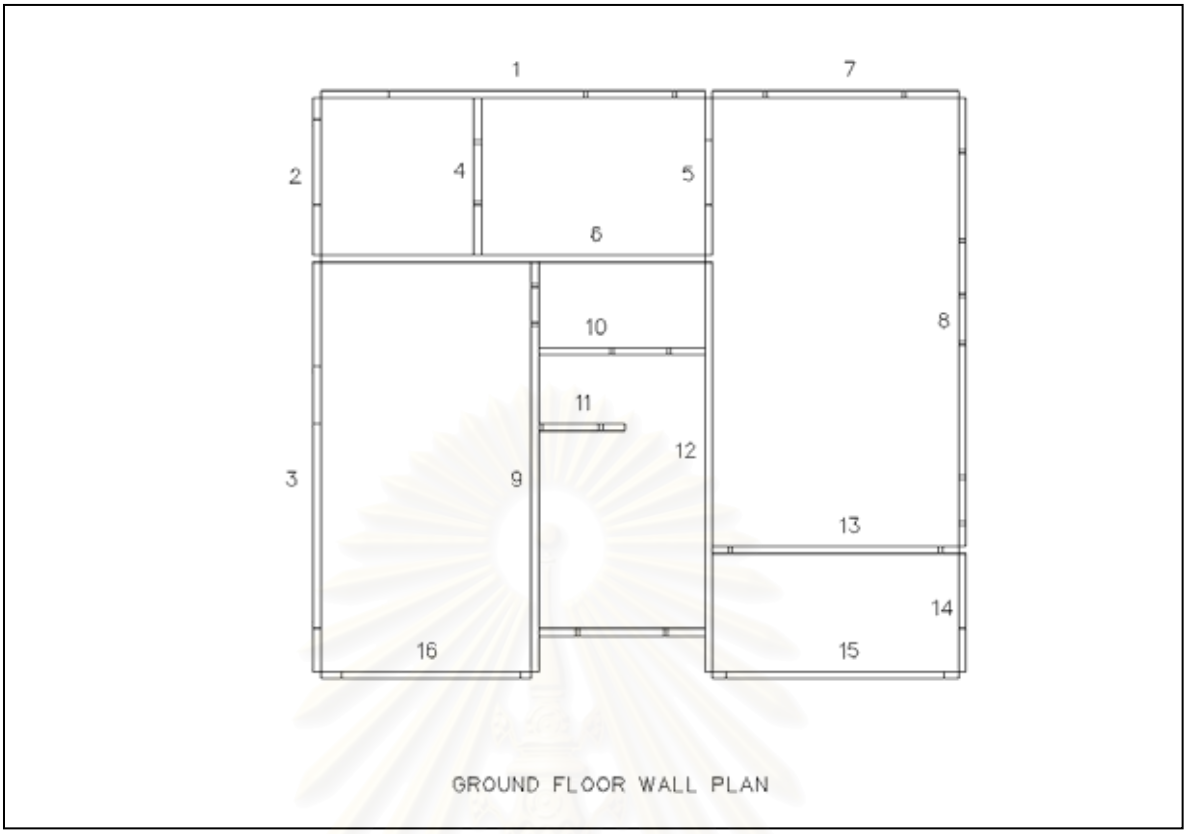
ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3



รูปที่ 5.139 แสดงการยึดผนังด้วยแผ่นเหล็ก

รูปที่ 5.140 แสดงรอยต่อระหว่างผนัง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการภัสสร 12 รังสิตคลอง 3



รูปที่ 5.141 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร
ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

5.2.1.5 **งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นบนและบันไดเหล็ก** เมื่อผนังชั้นล่างมีการยึดกันแข็งแรงเรียบร้อย ก็ทำการถอดแบบหล่อเหล็กและเสาค้ำยันออก ขั้นตอนการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นบนจะมีลักษณะคล้ายกับการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยจะแตกต่างกันตรงที่จะวางพื้นบนผนังชั้นล่างแทนการวางพื้นบนคาน จากนั้นทำการติดตั้งบันไดเหล็ก โดยโครงสร้างบันไดจะเป็นเหล็กรูปพรรณ ยึดติดกับตัวผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ถอดแบบหล่อเหล็กและเสาค้ำยันออก

2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของสันผนังชั้นล่างต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้

3) ยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้

4) ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้นกับคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริม แล้วเทคอนกรีตยึดเพื่อยึดกันไม่ให้พื้นเกิดการเคลื่อนตัวได้

5) ติดตั้งบันไดเหล็ก

5.2.1.6 **งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน** ขั้นตอนการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบนจะมีลักษณะคล้ายกับการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยจะแตกต่างกันตรงที่ผนังชั้นบนมีความหนา 10 cm. และการวางผนัง โดยจะวางบนผนังชั้นล่างแทนการวางผนังบนคาน (ดูรูปที่ 5.142) ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

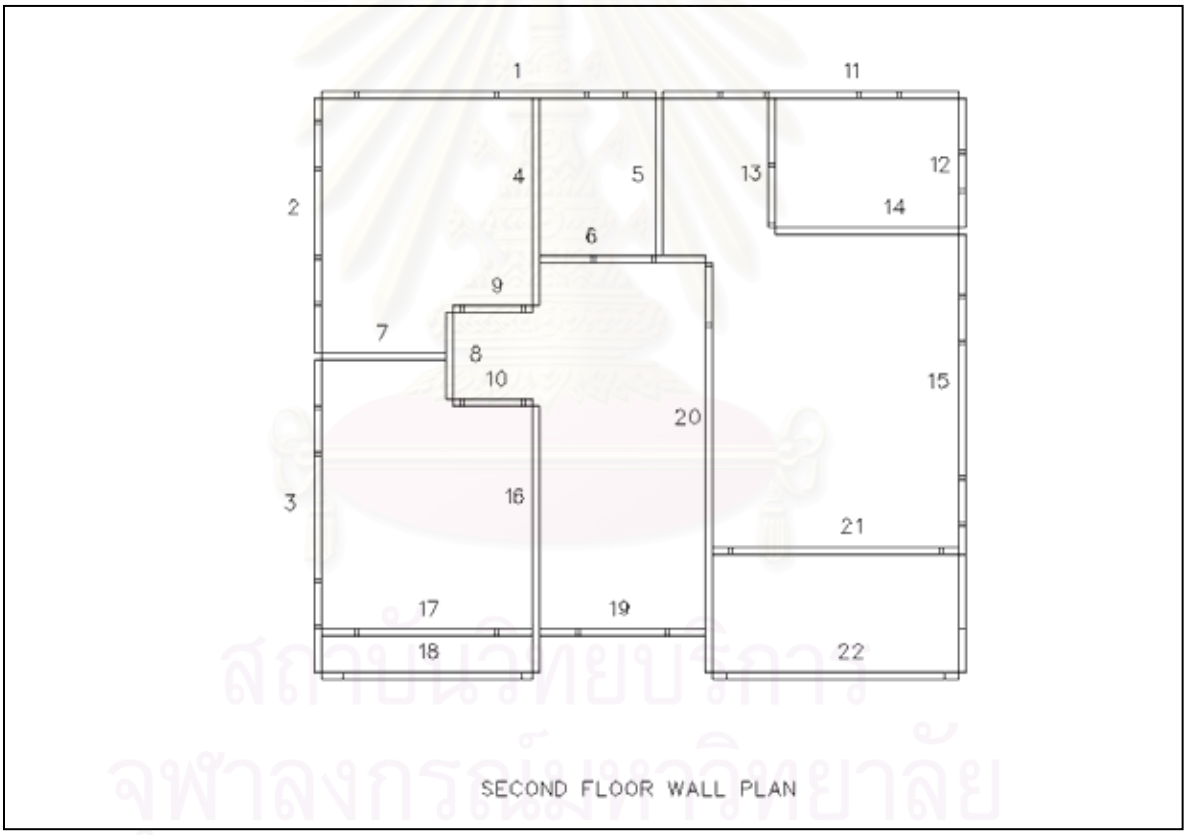
1) ปรับระดับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในผนังชั้นล่าง เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน

2) ยกผนังติดตั้ง หาระดับและดิ่งของผนัง

3) ใช้เสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น

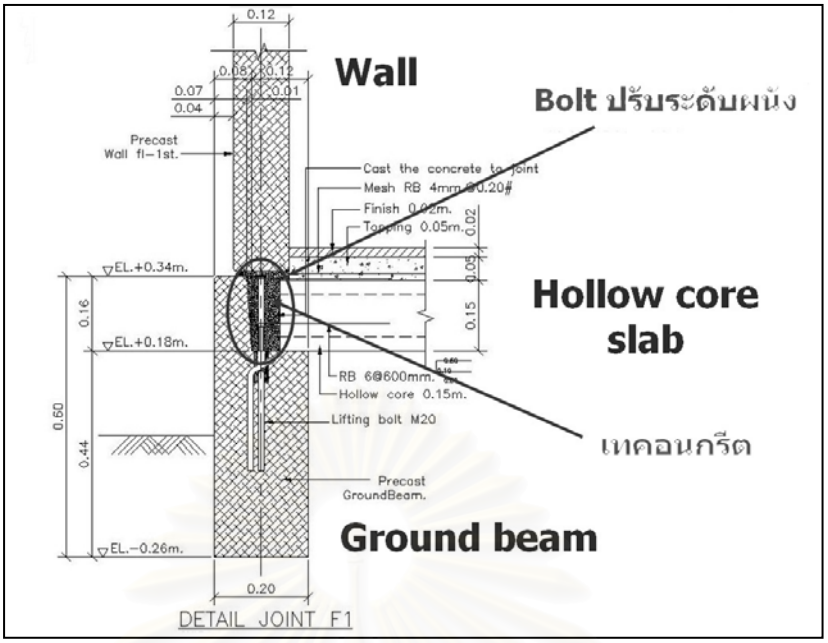
4) ยึดด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm. หรือยึดด้วยน็อตสกรู ขนาด 6 mm.

5) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วง Sling Loop ตั้งแบบหล่อเหล็กแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน



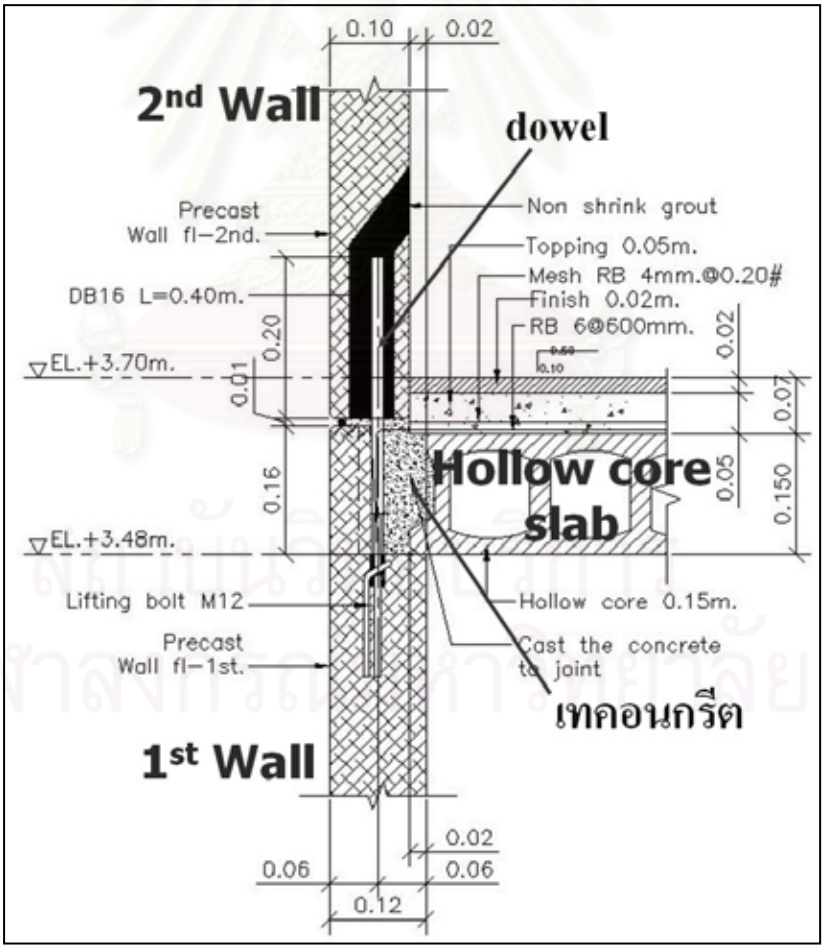
รูปที่ 5.142 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



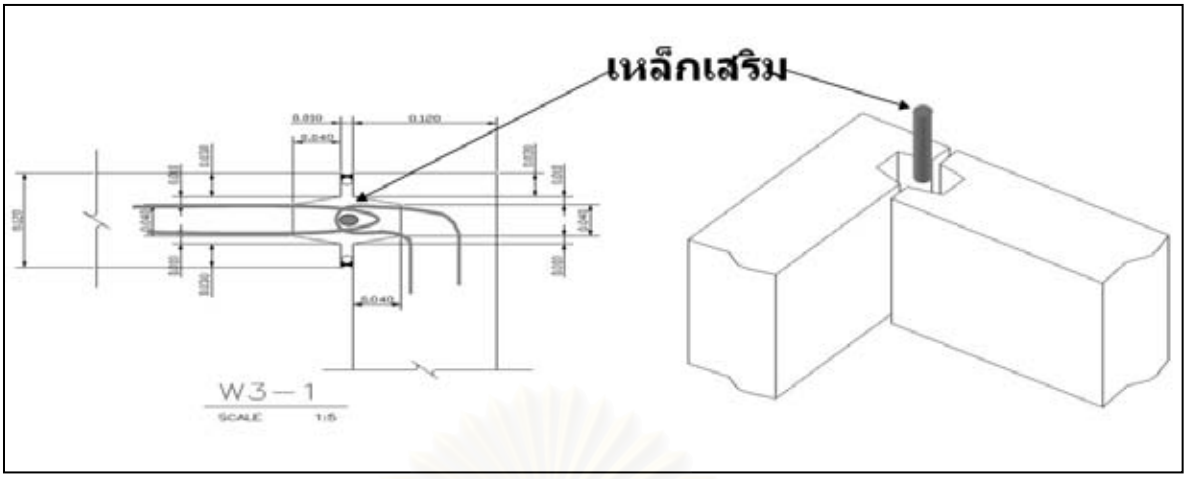
รูปที่ 5.143 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับคาน

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



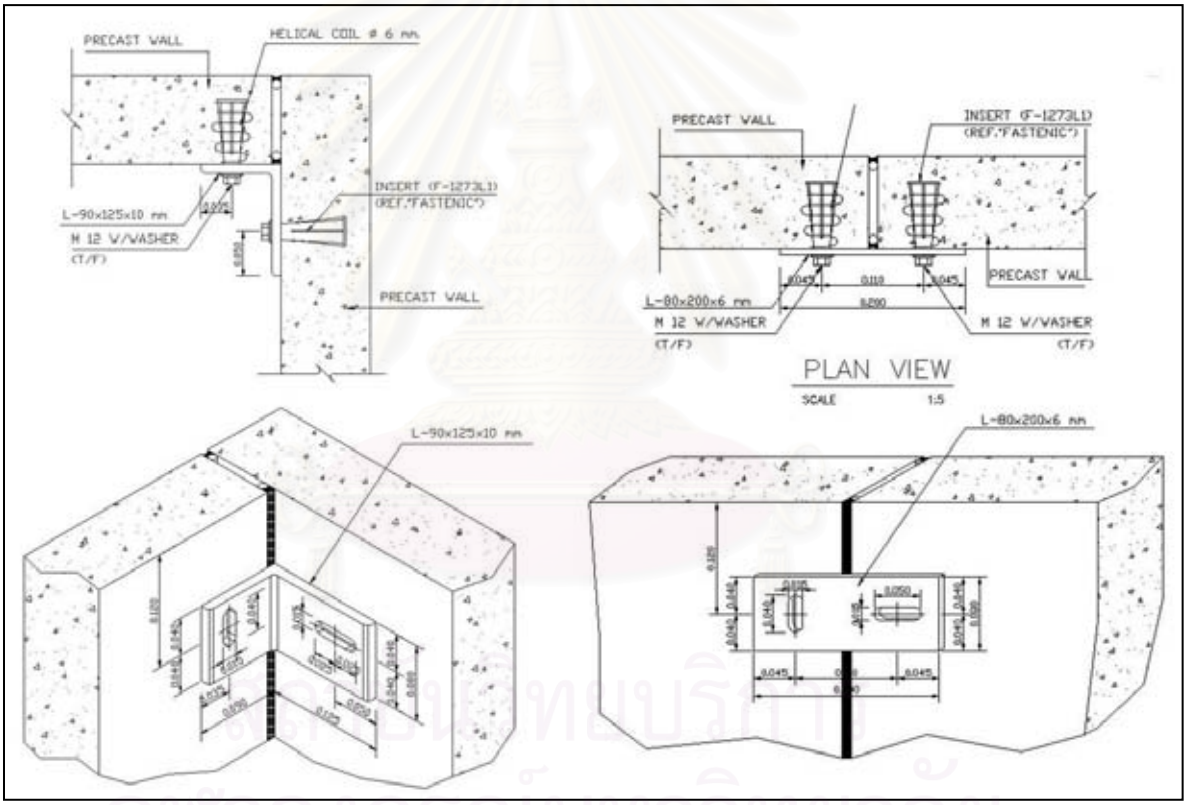
รูปที่ 5.144 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับผนังชั้นบน

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.145 รูปตัดแสดงการใส่เหล็กเสริมในช่องระหว่างห่วง Sling Loop

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.146 รูปตัดแสดงการยึดระหว่างผนังกับผนังด้วยแผ่นเหล็กและน็อต

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

5.2.1.7 **งานหลังคาและงานตกแต่ง** โครงสร้างหลังคาใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มุงหลังคาด้วยซีแพคโมเนีย ส่วนงานตกแต่ง ประกอบด้วย งานฉาบตกแต่งบัวผนัง ฝ้าเพดาน ปูพื้น ติดตั้งสุขภัณฑ์ ระบบไฟฟ้าประปา ติดตั้งประตู-หน้าต่าง กำแพงรั้ว ทาสี ทำความสะอาด และส่งมอบงานให้กับโครงการ

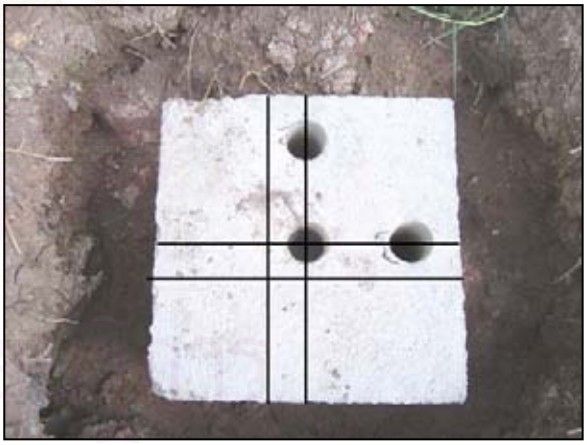
5.2.2 กรรมวิธีและเทคนิคการประกอบของโครงการบ้านซื่อตรง

การเตรียมการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยแบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ต้องมีการขนส่งด้วยรถขนส่งจำนวน 6 รอบ ต่อบ้าน 1 หลัง มาเตรียมไว้ที่สถานที่ก่อสร้าง โดยลำดับการขนส่งจะแบ่งขนส่งมาครั้งละ 2 รอบ ส่วนรถ Crane นำมาจอดบริเวณถนนด้านหน้าของตัวบ้าน และใกล้พอที่จะสามารถยกชิ้นส่วนจากรถขนส่งได้สะดวก ผู้ควบคุมงานนำคนงานในการประกอบ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วน โดยขั้นตอนจะประกอบด้วยงานต่างๆ ดังนี้

5.2.2.1 **งานตอม่อ** เมื่อมีการเตรียมงานฐานรากและตอม่อ ซึ่งมีขนาด 0.50x0.50 ม. ก่อนที่จะทำการวางคานสำเร็จรูปชั้นล่างต้องมีการหาระดับหัวตอม่อด้วยกล้องระดับ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน แล้วจึงมีการกำหนด LINE ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เพื่อวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยที่ตอม่อจะมีรูด้านบนสำหรับใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) หาระดับหัวตอม่อด้วยกล้องระดับ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน
2) กำหนด LINE ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เพื่อวางคานชั้นล่าง

รูปที่ 5.147 แสดงงานตอม่อ



รูปที่ 5.148 แสดงการกำหนด LINE ในการวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.2.2.2 **งานวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง** การติดตั้งคานควรมีการเตรียมสถานที่ก่อสร้างก่อน โดยทำการเกลี่ยดินบริเวณรอบให้ระดับดินต่ำกว่าตอม่อ เพื่อกันไม่ให้คานสำเร็จรูปเกิดการกระดก จากนั้นยกคานติดตั้งโดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ ตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางคานตามตำแหน่ง

เรียบร้อย จะใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป จบขั้นตอนการวางคาน ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) เกลี่ยดินให้ระดับต่ำกว่าตอม่อ เพื่อกันไม่ให้คานสำเร็จรูปเกิดการกระดก

2) ยกคานติดตั้งโดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ ตามลำดับที่ได้กำหนดไว้

3) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป

รูปที่ 5.149 แสดงงานวางคานสำเร็จรูป

รูปที่ 5.150 แสดงการใส่เหล็กเสริมในคานสอดทะลุมายังตอม่อ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.2.2.3 **งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง** หลังจากทำการติดตั้งคานสำเร็จรูปเรียบร้อย จากนั้นทำการกำหนด LINE ที่คานก่อนทำการวางพื้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของหน้าคานที่จะวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้ แผ่นพื้นสำเร็จรูปห้องน้ำจะวางตำแหน่งท่อ PVC ขนาดต่างๆ ในการเดินระบบสุขาภิบาล การยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวางพื้นตามตำแหน่งเรียบร้อย จะใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ระหว่างหัวคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อกันไม่ให้คานเกิดการเคลื่อนตัวได้จบขั้นตอนการวางพื้นชั้นล่าง

จากนั้นตัดไม้เนื้อแข็งขนาด 1 ½ “x3” ยาวเท่ากับความยาวของแผ่นพื้นแต่ละแผ่น โดยแผ่นพื้น 1 แผ่นจะมีหูเหล็กเสริมสำหรับยกวางจำนวน 2 คู่ ซึ่งหูยกนี้จะมีประโยชน์ในการสอดไม้เนื้อแข็งสลับตามยาวและขวาง ใช้สำหรับยึดค้ำยันไม้เนื้อแข็งกับผนังสำเร็จรูปที่จะติดตั้งต่อไป เป็นการเตรียมงานสำหรับติดตั้งผนังชั้นล่าง ไม้เนื้อแข็งที่สอดยังหูเหล็กเสริมสำหรับยกต้องมีความแน่นหนา แข็งแรง และเมื่อสอดเข้าที่เรียบร้อยจะถูกตีหูเหล็กนี้พับลงให้แนบกับไม้เนื้อแข็ง เพื่อความแข็งแรงในการยึด ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ตรวจสอบความเรียบร้อยของหน้าคานต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้

2) ยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้

3) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ระหว่างหัวคาน โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้คานเกิดการเคลื่อนตัวได้

4) ตัดไม้เนื้อแข็งขนาด 1 ½ “x3” ยาวเท่ากับความยาวของแผ่นพื้นสอดไม้สลับตามยาวและขวาง ใช้สำหรับยึดค้ำยันไม้เนื้อแข็งกับผนังสำเร็จรูปที่จะติดตั้งต่อไป

รูปที่ 5.151 แสดงงานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง

รูปที่ 5.152 แสดงการเตรียมงานสำหรับติดตั้งผนัง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.2.2.4 **งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง** ก่อนติดตั้งผนังต้องมีการหาระดับผนังโดยปรับ J-BOLT ที่ฝังอยู่ในคานให้มีระดับเดียวกัน ผนังที่นำมาประกอบทุกชิ้นมีความหนา 12 cm. และผ่านการขัดมันด้วยเครื่องขัดอย่างดี จึงไม่ต้องทำการฉาบตกแต่งภายหลัง การติดตั้งจะวางผนังชั้นล่างบนคาน การยกติดตั้งต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ นำสว่านเจาะปูนมาเจาะนำรูของผนังสำหรับเสียบ J-BOLT เพื่อให้ชิ้นส่วนประกอบได้ง่ายขึ้น เมื่อยกผนังขณะเข้าสู่ตำแหน่งหาระดับและดิ่งของผนัง เมื่อได้ตำแหน่งแล้วจะใช้ประกับจำนวน 2 อัน สอดไว้ด้านบนของผนังทั้ง 2 ข้าง ใช้สำหรับยึดค้ำยันผนังกับไม้เนื้อแข็งที่ยึดเตรียมไว้กับแผ่นพื้นชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับลำดับการติดตั้งต้องคำนึงถึงการมองเห็นของคนขับรถ Crane ว่ามีการบังของชิ้นงานในขณะทำงานด้วย ดังนั้นต้องมีการกำหนดลำดับที่แน่นอน (ดูรูปที่ 5.153)

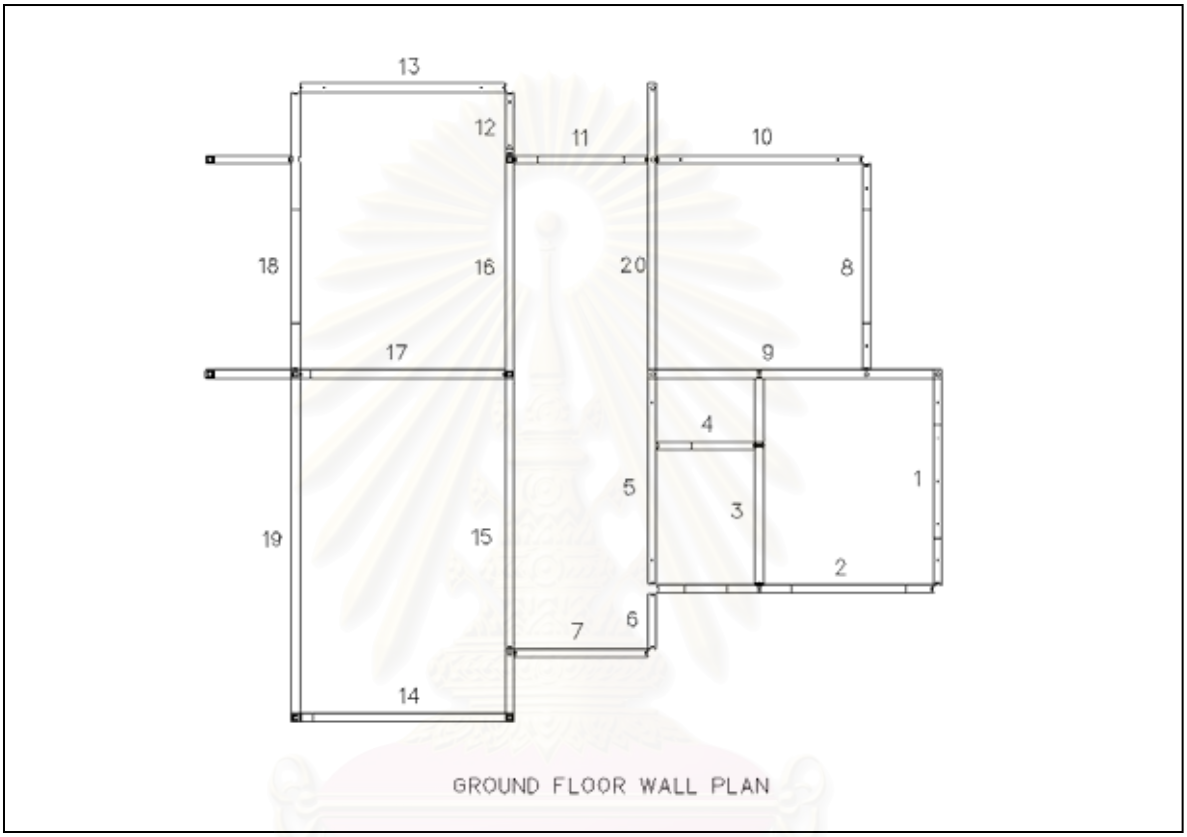
เมื่อวางผนังตามตำแหน่งเรียบร้อยผนังจะมีระยะห่างระหว่างผนังถึงผนังห่างกัน 12 cm. ซึ่งระยะห่างนี้จะมีห่วง 9 mm. เรียกว่า INTER LOCK ห่วง จำนวน 4 ห่วง ระยะห่างเท่าๆกัน ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ยาวตลอดความสูงของผนังสำเร็จรูปชั้นล่างแล้วตั้งไม้แบบเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน จบขั้นตอนการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ปรับระดับ J-BOLT ที่ฝังอยู่ในคาน เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน

2) ยกติดตั้ง หาระดับและดิ่งของผนัง

3) ใช้ประกับยึดค้ำยันผนังด้วยไม้เนื้อแข็ง

4) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ตั้งไม้แบบแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน



รูปที่ 5.153 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง แบบบ้านสุมณฑา

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

รูปที่ 5.154 แสดงการปรับระดับ J-BOLT

รูปที่ 5.155 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

รูปที่ 5.156 แสดงการใช้ประกับยึดค้ำยันผนัง

รูปที่ 5.157 แสดงใส่เหล็กเสริมในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.2.2.5 **งานวางพื้นและบันไดสำเร็จรูปชั้นบน** เมื่อผนังชั้นล่างมีการยึดกันแข็งแรงเรียบร้อย ก็ทำการถอดไม้แบบและค้ำยันไม้เนื้อแข็งออก ขั้นตอนการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นบนจะมีลักษณะคล้ายกับการวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยจะแตกต่างกันตรงที่จะวางพื้นบนผนังชั้นล่างแทนการวางพื้นบนคาน จากนั้นทำการติดตั้งบันไดสำเร็จรูป ซึ่งงานวางพื้นและบันไดสำเร็จรูปชั้นบนสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ถอดไม้แบบและค้ำยันไม้เนื้อแข็งออก

2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของสันผนังชั้นล่างต้องสะอาด ไม่มีเศษหินเศษดินปูน เพราะจะทำให้พื้นสำเร็จรูปเกิดความชำรุดเสียหายได้

3) ยกพื้นติดตั้งตามลำดับที่ได้กำหนดไว้

4) ยกบันไดติดตั้งตามลำดับที่กำหนดไว้

5) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ระหว่างพื้น โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้เคลื่อนตัวได้

6) ตัดไม้เนื้อแข็งขนาด 1 ½ “x3” ยาวเท่ากับความยาวของแผ่นพื้นสอดไม้สลับตามยาวและขวาง ใช้สำหรับยึดค้ำยันไม้เนื้อแข็งกับผนังสำเร็จรูปที่จะติดตั้งต่อไป

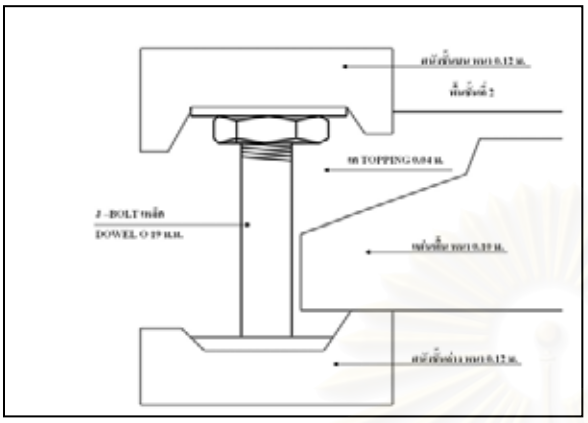
5.2.2.6 **งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน** ขั้นตอนการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบนจะมีลักษณะคล้ายกับการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยจะแตกต่างกันตรงที่จะวางผนังชั้นบนบนผนังชั้นล่างแทนการวางผนังบนคาน (ดูรูปที่ 5.160) ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ปรับระดับ J-BOLT ที่ฝังอยู่ในผนังชั้นล่าง เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน

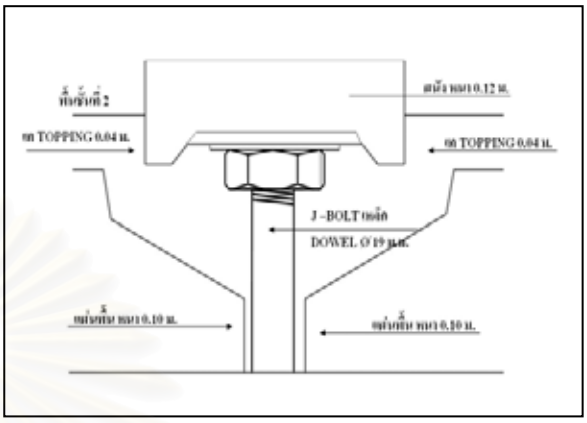
2) ยกผนังติดตั้ง หาระดับและดิ่งของผนัง

3) ใช้ประกับยึดค้ำยันผนังด้วยไม้เนื้อแข็ง

4) ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ตั้งไม้แบบแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน

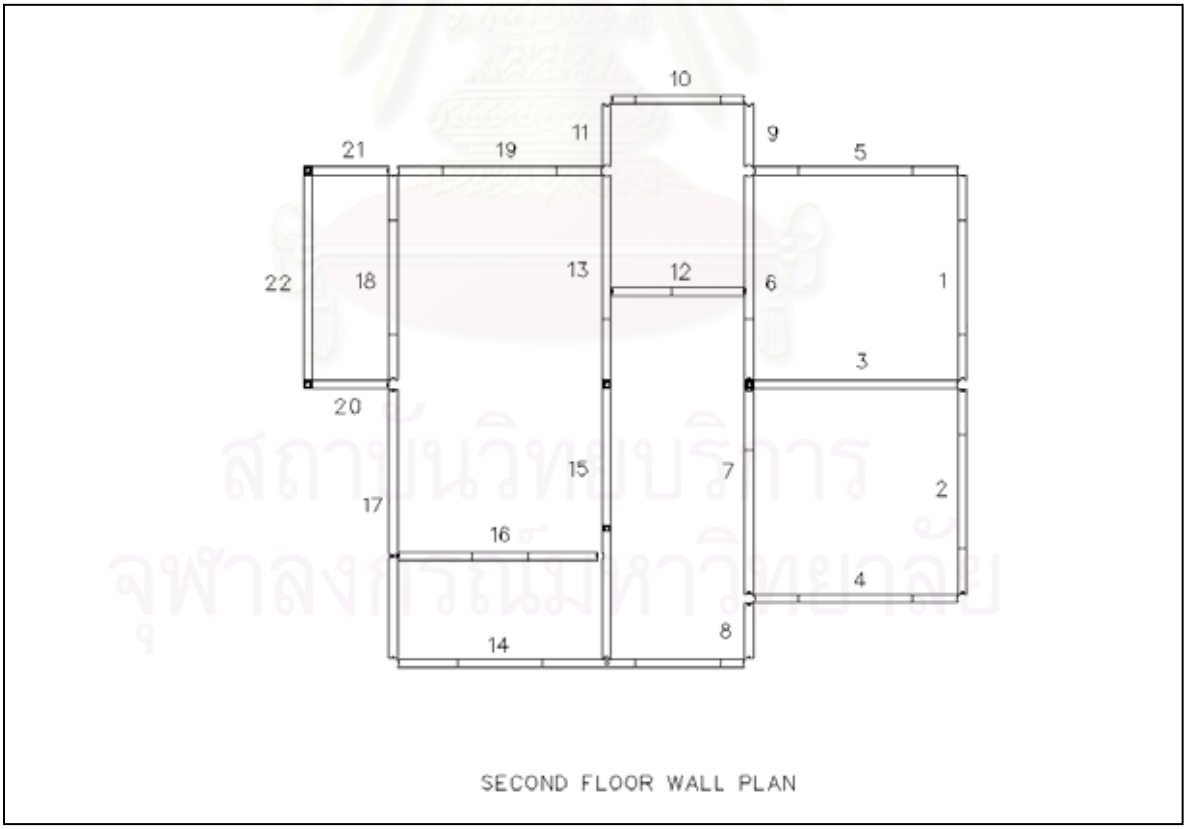


รูปที่ 5.158 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังชั้นล่างกับผนังชั้นบน



รูปที่ 5.159 รูปตัดแสดงรอยต่อผนังกับพื้นภายใน

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย



รูปที่ 5.160 แสดงลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นบน แบบบ้านสุมณฑา

ที่มา : ศึกษาจากแบบก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด เขียนโดยผู้วิจัย

รูปที่ 5.161 แสดงการยกติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน

รูปที่ 5.162 แสดงการติดตั้งชิ้นส่วนแล้วเสร็จ

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

5.2.2.7 **งานหลังคาและงานตกแต่ง** โครงสร้างหลังคาใช้โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มุงหลังคาด้วยซีแพคโมเนีย ส่วนงานตกแต่ง ประกอบด้วย งานฉาบตกแต่งบัวผนัง ฝ้าเพดาน ปูพื้น ติดตั้งสุขภัณฑ์ ระบบไฟฟ้าประปา ติดตั้งวงกบ ประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม กำแพงรั้ว ทาสี ทำความสะอาด และส่งมอบงานให้กับโครงการ

รูปที่ 5.163 แสดงงานหลังคา

รูปที่ 5.164 แสดงงานตกแต่ง

ที่มา : จากการสำรวจ ณ สถานที่ก่อสร้างโครงการซื่อตรง รังสิตคลอง 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

5.3.1 ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างของโครงการบ้านภัสสร

5.3.1.1 ณ โรงงานผลิต

1) ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักร เนื่องจากระบบการทำงานของสายการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับเครื่องจักรภายในโรงงานที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก เมื่อเกิดการขัดข้องหรือเสียหายของเครื่องจักร ณ สายการผลิตใด ระบบการผลิตก็จะหยุดทำงาน ทำให้การผลิตหยุดชะงักลง เช่น เครื่อง Plotter ไม่สามารถที่จะทำงานได้ ต้องมีการตรวจสอบความเสียหายของระบบ โดยการตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่อง Plotter อย่างถี่ถ้วนด้วยช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ เพื่อหาสาเหตุ ทำให้ระบบการทำงานในสายงานนี้หยุดชะงักไป เป็นต้น

2) ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝัง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ฝังในชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีจำนวนมาก เช่น Lifting Loop (M 20), Erection Bolt (M 20), Sling Loop, Post tension Corrugate, Quick Tapping, Mesh Chair, Bar Chair, Plastic Recess, อุปกรณ์ไฟฟ้า, ประปาและประตูหน้าต่าง เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ฝังเหล่านี้มีจำนวนและปริมาณที่มาก ทำให้การทำงานในขั้นตอนนี้ใช้เวลาและกำลังคนที่มากตามไปด้วย

3) ปัญหาเกี่ยวกับการขนส่ง เนื่องจากต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งต้องมีกฎหมายเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนักบรรทุกต้องไม่เกินกฎหมายกำหนด ช่วงเวลาในการขนส่ง ความสูงความยาวของการบรรทุก เป็นต้น ทำให้มีผลโดยตรงในขั้นตอนการขนส่ง

5.3.1.2 ณ สถานที่ก่อสร้าง

1) ปัญหาเกี่ยวกับความต้องการ เนื่องจากการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องเป็นไปตามแผนงานการผลิต ถ้าเกิดปัญหาความล้าช้าจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจส่งผลิตต่อการผลิต ณ สถานที่ก่อสร้าง ทำให้ต้องมีการวางแผนงานการผลิตที่รอบคอบและรัดกุมมาก

2) ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบติดตั้ง เมื่อยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถเครนขณะที่ชิ้นงานกำลังเข้าสู่ตำแหน่งการวาง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน

3) ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน เมื่อถึงขั้นตอนการทาสีต้องทาจำนวนรอบที่มากขึ้น เพื่อให้สีได้คุณภาพดี

5.3.1.3 **พิจารณาข้อดี**

1) ลดต้นทุนในการก่อสร้าง ถ้ามีการก่อสร้างในปริมาณที่มากและมีการผลิตชิ้นส่วนที่มีรูปแบบซ้ำกันมากๆ จะส่งผลให้ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำลงได้

2) ลดระยะเวลาการก่อสร้างได้

3) สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ทุกฤดูกาล ไม่มีปัญหาเรื่องสภาพดินฟ้าอากาศ

4) สามารถควบคุมคุณภาพในการผลิตให้มีความเท่าเทียมกันได้

5) ใช้บุคลากรที่เป็นแรงงานน้อยลง

5.3.2 ปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างของโครงการบ้านซื่อตรง

5.3.2.1 **ณ โรงงานชั่วคราว**

1) ปัญหาเกี่ยวกับกำลังคน เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปใช้กำลังคนเป็นหลัก ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ระบบการผลิตก็จะล้าช้า เช่น เนื่องจากกำลังคนในการผลิตมีภูมิลำเนาเดิมอยู่ต่างจังหวัด เมื่อถึงหน้าเทศกาล หรือประเพณีของแต่ละท้องถิ่น ก็จะต้องกลับไปยังภูมิลำเนา ทำให้กำลังการผลิตล้าช้าและหยุดชะงักลง

2) ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องใช้ประสบการณ์ของช่างที่ทำยังไม่มีความชำนาญ อาจเกิดความละเลยหรือมองข้ามเทคนิควิธีการต่างๆ ทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน

3) ปัญหาเกี่ยวกับการเทคอนกรีต เนื่องจากขั้นตอนการเทคอนกรีตต้องตรวจดูระยะเวลาและปริมาณที่รถผสมคอนกรีต (จากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ) ให้ตรงกับความต้องการของการผลิต ณ เวลานั้นให้เพียงพอ และหากเกิดความล้าช้าของรถผสมคอนกรีต ก็จะส่งผลต่อการผลิตในขั้นตอนนี้

4) ปัญหาเกี่ยวกับการยกชิ้นส่วน เนื่องจากการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถ Guy Derrick Crane ชิ้นงานที่อยู่ในแนวราบถูกยกขึ้นเป็นแนวตั้ง จุดยกที่ฝังอยู่ในชิ้นงานอาจเกิดความเสียหายจากแรงดึงและแรงกระชากของรถ Guy Derrick Crane

5.3.2.2 **ณ สถานที่ก่อสร้าง**

1) ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานที่ถูกยกมาวางเตรียมไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง เมื่อทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อย ชิ้นงานจะถูกลำเลียงมา ณ สถานที่ก่อสร้างเลย จะมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่จะวางไว้ ณ ลานเก็บชิ้นงาน ชิ้นงานที่ถูกลำเลียงมาวางเตรียมไว้ก่อนล่วงหน้า กว่าถึงขั้นตอนการประกอบติดตั้งอาจมีระยะเวลานานเป็นเดือน ทำให้อุปกรณ์ฝัง เช่น J-BOLT เกิดสนิม เกิดความเสียหาย ทำให้คุณภาพในการใช้งานน้อยลง

2) ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบติดตั้ง เมื่อยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยรถเครน ขณะที่ชิ้นงานกำลังเข้าสู่ตำแหน่งการวาง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน

3) ปัญหาเกี่ยวกับไม้แบบหล่อ เมื่อทำการประกอบติดตั้งเสร็จต้องมีการเทคอนกรีตยึดระหว่างชิ้นส่วน การตั้งไม้แบบยังใช้ไม้แบบไม้ ทำให้ล้าช้าและสิ้นเปลืองไม้แบบ

4) ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน เมื่อถึงขั้นตอนการทาสีต้องทาจำนวนรอบที่มากขึ้น เพื่อให้สีได้คุณภาพดี

5.3.2.3 **พิจารณาข้อดี**

1) ลดต้นทุนในด้านอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2) ลดระยะเวลาการก่อสร้างได้

3) ลดต้นทุนค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.4 **ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก**

5.4.1 **ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการบ้านภัสสร**

5.4.1.1 **ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป**

จากการศึกษาพบว่า ทางบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการบ้านภัสสร 12 ได้ทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3 มีแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีชิ้นส่วนทั้งสิ้น 83 ชิ้น หรือคิดเป็นพื้นที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร เท่ากับ 531 ตารางเมตร และทางบริษัทได้ดำเนินการลงทุนประมาณ 600 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นการลงทุนในการสร้างโรงงานผลิต การจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ดังที่ได้กล่าวไว้ในขั้นต้น และในส่วนนี้จะกล่าวถึงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ โรงงานผลิต ของแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ต่อ 1 หลัง จะมีต้นทุนการผลิตเฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูป 440,298 บาทต่อหลัง และต้นทุนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 201,262 บาทต่อหลัง รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร) เท่ากับ 641,560 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,208 บาทต่อตารางเมตร (ต้นทุนดังกล่าวไม่รวมต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานผลิตและต้นทุนงานตกแต่งสถาปัตยกรรม) ประกอบรายการต้นทุนต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง

รายการต้นทุน	เป็นเงิน (บาท)	คิดเป็น %
1. ต้นทุนวัสดุ		
- คอนกรีต	108,072	24.55
- เหล็กเสริม	94,161	21.37
- อุปกรณ์ฝัง	21,790	4.95
- วงกบ	38,739	8.80
2. ต้นทุนค่าแรงทางตรง	34,380	7.81
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายทางตรงอื่นๆ	48,995	11.13
4. Over Head	94,161	21.39
รวมต้นทุน	440,298	100.00

ที่มา : ฝ่ายงานวางแผนและต้นทุน บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

ตารางที่ 5.4 แสดงต้นทุนในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง

รายการต้นทุน	เป็นเงิน (บาท)	คิดเป็น %
1. ต้นทุนค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป มา ณ สถานที่ก่อสร้าง	20,500	10.18
2. ต้นทุนวัสดุ		
- เสาเข็ม I 0.22x0.22x16.00 ม.	34,000	16.89
- คอนกรีต	5,800	2.88
- เหล็กเสริม	5,152	2.55
- ปูนซีเมนต์ (เก็บงาน)	1,760	0.87
2. ต้นทุนค่าแรงทางตรง	37,798	18.78
3. ต้นทุนค่ารถเครนในการประกอบ (เช่า 8,000 บาท/วัน)	56,000	27.82
4. Over Head	40,252	20.03
รวมต้นทุน	201,262	100.00

ที่มา : ฝ่ายงานวางแผนและต้นทุน บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

5.4.1.2 ระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษาพบว่า ทางบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการบ้านภัสสร 12 ได้ทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3 ใช้ระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิต 1 วันต่อหลัง การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ใช้ระยะเวลาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เท่ากับ 7 วันต่อหลัง รวมระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด 55 วันต่อหลัง

ตารางที่ 5.5 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง

ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	จำนวน (วัน)
1. งานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	1
2. งานขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	3
3. งานวางผังและตอกเสาเข็ม	5
4. งานฐานรากและตอม่อ ค.ส.ล.หล่อในที่	3
5. งานประกอบชิ้นส่วนคานคอดินและพื้นชั้นล่าง	2
6. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนคานคอดินและพื้นชั้นล่าง	2
7. งานประกอบชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง	2
8. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง	2
9. งานประกอบชิ้นส่วนพื้นชั้นบน	1
10. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนพื้นชั้นบน	2
11. งานประกอบชิ้นส่วนผนังชั้นบน	2
12. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนผนังชั้นบน	2
13. งานโครงสร้างหลังคา	5
14. งานมุงกระเบื้องหลังคา	2
15. งานระบบไฟฟ้า ประปาและสุขาภิบาล	4
16. งานฝ้าเพดาน	4
17. งานปูพื้นและบันได	10
18. งานประตู-หน้าต่าง	5
19. งานรั้วรอบบ้าน	3
20. งานทาสีและเก็บงาน	10

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 แสดงแผนการควบคุมงานแบบ BARCHART ในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร ต่อ 1 หลัง

ลำดับ	รายละเอียด	วัน	ระยะเวลา (วัน)																			
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
1	งานผลิตชิ้นส่วน	1																				
2	งานขนส่งชิ้นส่วน	3																				
3	งานฐานราก	8																				
4	งานประกอบ	15																				
5	งานโครงหลังคา	5																				
6	งานมุงหลังคา	2																				
7	งานประปา	2																				
8	งานไฟฟ้า	2																				
9	งานฝ้าเพดาน	4																				
10	งานบันได	2																				
11	งานปูพื้น	8																				
12	งานสุขภัณฑ์	2																				
13	งานประตู-หน้าต่าง	5																				
14	งานรั้ว	3																				
15	งานสีและเก็บงาน	10																				

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.2 ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการบ้านซื่อตรง

5.4.2.1 ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษาพบว่า ทางบริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการ ได้จัดหาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ซึ่งรับเหมาการก่อสร้างจากเจ้าของโครงการ ได้ทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3 มีแบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีชิ้นส่วนทั้งสิ้น 90 ชิ้น หรือคิดเป็นพื้นที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบบ้านสุมณฑา เท่ากับ 359 ตารางเมตร และทางบริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ได้ดำเนินการลงทุนประมาณ 40 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นการลงทุนในการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ดังที่ได้กล่าวไว้ในขั้นต้น และในส่วนนี้จะกล่าวถึงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ต่อ 1 หลัง จะมีต้นทุนการผลิตเฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูป 303,790 บาทต่อหลัง และต้นทุนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 145,725 บาทต่อหลัง รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร) เท่ากับ 449,515 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,252 บาทต่อตารางเมตร (ต้นทุนดังกล่าวไม่รวมต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานชั่วคราวและต้นทุนงานตกแต่งสถาปัตยกรรม) ประกอบรายการต้นทุนต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 5.7 แสดงต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง

รายการต้นทุน	เป็นเงิน (บาท)	คิดเป็น %
1. ต้นทุนวัสดุ		
- คอนกรีต	99,864	32.87
- เหล็กเสริม	38,460	12.66
- อุปกรณ์ฝัง	17,830	5.87
2. ต้นทุนค่าแรงทางตรง	27,800	9.15
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายทางตรงอื่นๆ	39,945	13.14
4. Over Head	79,891	26.31
รวมต้นทุน	303,790	100.00

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

ตารางที่ 5.8 แสดงต้นทุนในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง

รายการต้นทุน	เป็นเงิน (บาท)	คิดเป็น %
1. ต้นทุนค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป มา ณ สถานที่ก่อสร้าง	7,000	4.80
2. ต้นทุนวัสดุ		
- เสาเข็ม I 0.22x0.22x16.00 ม.	32,000	21.95
- คอนกรีต	5,800	3.98
- เหล็กเสริม	5,152	3.53
- ปูนซีเมนต์ (เก็บงาน)	1,760	1.20
2. ต้นทุนค่าแรงทางตรง	32,868	22.55
3. ต้นทุนค่ารถเครนในการประกอบ (เช่า 8,000 บาท/วัน)	32,000	21.95
4. Over Head	29,145	20.04
รวมต้นทุน	145,725	100.00

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.2.2 ระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษาพบว่า ทางบริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการ ได้จัดหาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ซึ่งรับเหมาการก่อสร้างจากเจ้าของโครงการ ได้ทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ รังสิตคลอง 3 ใช้ระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานชั่วคราว 2 วันต่อหลัง การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ใช้ระยะเวลาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เท่ากับ 4 วันต่อหลัง รวมระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด 52 วันต่อหลัง

ตารางที่ 5.9 แสดงระยะเวลาในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง

ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	จำนวน (วัน)
1. งานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	2
2. งานขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	0.5
3. งานวางผังและตอกเสาเข็ม	5
4. งานฐานรากและตอม่อ ค.ส.ล.หล่อในที่	3
5. งานประกอบชิ้นส่วนคานคอดินและพื้นชั้นล่าง	1
6. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนคานคอดินและพื้นชั้นล่าง	2
7. งานประกอบชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง	1
8. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง	2
9. งานประกอบชิ้นส่วนพื้นชั้นบน	1
10. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนพื้นชั้นบน	2
11. งานประกอบชิ้นส่วนผนังชั้นบน	1
12. งานเทคอนกรีตแบบหล่อยึดชิ้นส่วนผนังชั้นบน	2
13. งานโครงสร้างหลังคา	5
14. งานมุงกระเบื้องหลังคา	2
15. งานระบบไฟฟ้า ประปาและสุขาภิบาล	4
16. งานฝ้าเพดาน	4
17. งานปูพื้นและบันได	10
18. งานประตู-หน้าต่าง	5
19. งานรั้วรอบบ้าน	3
20. งานทาสีและเก็บงาน	10

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.10 แสดงแผนการควบคุมงานแบบ BARCHART ในการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา ต่อ 1 หลัง

ลำดับ	รายละเอียด	วัน	ระยะเวลา (วัน)																		
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
1	งานผลิตชิ้นส่วน	2																				
2	งานขนส่งชิ้นส่วน	0.5																				
3	งานฐานราก	8																				
4	งานประกอบ	12																				
5	งานโครงหลังคา	5																				
6	งานมุงหลังคา	2																				
7	งานประปา	2																				
8	งานไฟฟ้า	2																				
9	งานฝ้าเพดาน	4																				
10	งานบันได	2																				
11	งานปูพื้น	8																				
12	งานสุขภัณฑ์	2																				
13	งานประตู-หน้าต่าง	5																				
14	งานรั้ว	3																				
15	งานสีและเก็บงาน	10																				

ที่มา : ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

จากผลการศึกษาการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง โดยผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง จากการสำรวจภาคสนาม การสังเกตการณ์ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกระหว่างทำการผลิตและก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงการหมู่บ้านภัสสร รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

6.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดของโครงการ

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดของโครงการหมู่บ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง

รายการ	โครงการบ้านภัสสร	โครงการบ้านซื่อตรง
1. ชื่อโครงการ	บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3	บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
2. เจ้าของโครงการ	บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด	บริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด
3. พื้นที่โครงการ	99-0-0 ไร่	58-1-31 ไร่
4. พื้นที่ส่วนกลาง	1-0-72 ไร่	4-3-85 ไร่
5. ที่ตั้งโครงการ	ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	ถ.รังสิต-องครักษ์ ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี
6. แบบบ้านในโครงการ	2 แบบ	3 แบบ
7. พื้นที่ใช้สอย (กรณีศึกษา)	147 ตารางเมตร	145 ตารางเมตร
8. ราคาขาย (กรณีศึกษา)	2,265,400 บาท	2,590,000 บาท
9. จำนวนบ้านที่ก่อสร้างในโครงการ (กรณีศึกษา)	406 หลัง	232 หลัง
10. ปีที่เริ่มดำเนินการ	พ.ศ.2548	พ.ศ.2548
11. ระบบการก่อสร้าง	การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก	การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

ที่มา : จากผลการศึกษา

6.2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก

6.2.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของประเทศเยอรมัน โดยลงทุนกว่า 600 ล้านบาท ในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 มีพื้นที่ประมาณ 190 ไร่ ซึ่งโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถเริ่มการผลิตชิ้นงานได้ในเดือนธันวาคม 2547 ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) ทางโครงการได้แบ่งพื้นที่ภายในโครงการใช้เป็นโรงงานชั่วคราวในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีพื้นที่ประมาณ 5.46 ไร่ โดยจัดหาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรั๊คเจอร์ 2001 จำกัด ซึ่งรับเหมาการก่อสร้างงานโครงสร้างหลักคือ การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากเจ้าของโครงการ ได้ดำเนินการลงทุนประมาณ 40 ล้านบาท ซึ่งการเปรียบเทียบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) และโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) ซึ่งมีรายละเอียดเปรียบเทียบดังนี้

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) และโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว)

โครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต)	โครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว)
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
1. การทำความสะอาดและทาน้ำมันที่โต๊ะหล่อ - โต๊ะหล่อเหล็กมีขนาด 3.5 x 13.5 เมตร - โต๊ะหล่อเคลื่อนที่ตามสายการผลิต - ใช้เครื่องจักรโดยมีแปลงทำความสะอาด - ใช้เครื่องจักรพ้นน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ	1. การทำความสะอาดและทาน้ำมันที่โต๊ะหล่อ - โต๊ะหล่อเหล็กมีขนาด 4.0 x 7.3 เมตร - โต๊ะหล่ออยู่กับที่ - ใช้แรงงานคนทำความสะอาด - ใช้แรงงานคนทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ
2. การกำหนดขนาด และตำแหน่งวัสดุฝัง - ควบคุมจาก Master Computer	2. การกำหนดขนาด และตำแหน่งวัสดุฝัง - ควบคุมจากผู้ควบคุมงาน จากแบบที่กำหนด
3. การวางเหล็กแบบกั้นข้าง - ยึดแบบด้วยอุปกรณ์เสริมที่เป็นแม่เหล็ก - ใช้เครื่องจักรยกแบบกั้นข้างมาวางยังโต๊ะ	3. การวางเหล็กแบบกั้นข้าง - ยึดแบบด้วยน็อต - ใช้แรงงานคนยกแบบกั้นข้างมาวางยังโต๊ะ

ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

โครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต)	โครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว)
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
4. การวางตะแกรงเหล็กและวัสดุฝังทั้งหมด - ใช้เครื่องจักรยกตะแกรงเหล็ก - ใช้แรงงานคนติดตั้งอุปกรณ์ฝัง - ติดตั้งประตู-หน้าต่างไม้เนื้อแข็ง	4. การวางตะแกรงเหล็กและวัสดุฝังทั้งหมด - ใช้แรงงานคนยกตะแกรงเหล็ก - ใช้แรงงานคนติดตั้งอุปกรณ์ฝัง - เว้นช่องประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมไว้ติดตั้งภายหลัง
5. การเทคอนกรีต - ใช้กระสวยบรรจุคอนกรีต ที่ลำเลียงมาจากโรงผสมคอนกรีตทางด้านนอกโรงงาน - ใช้โต๊ะหล่อที่สามารถสั่นสะเทือน เพื่อให้คอนกรีตไหลทั่วถึงทั้งแบบหล่อ - ใช้เครื่องจักรปาดหน้าคอนกรีต เพื่อควบคุมความหนาของชิ้นงานให้เสมอขอบแบบ	5. การเทคอนกรีต - ใช้พอกเก็ตเทคอนกรีต รับคอนกรีตผสมเสร็จจากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ - ใช้เครื่องจี้คอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตไหลทั่วถึงทั้งแบบหล่อ - ใช้แรงงานคนปาดหน้าคอนกรีตด้วยสามเหลี่ยมปาดคอนกรีต
6. การขัดผิวหน้าชิ้นงาน - ใช้เครื่องจักรขัดผิวหน้าชิ้นงาน - ใช้แรงงานคนขัดเสริมในการขัดตกแต่งชิ้นงาน - การบ่มคอนกรีตด้วยอุณหภูมิความร้อน	6. การขัดผิวหน้าชิ้นงาน - ใช้เครื่องขัดผิวหน้าชิ้นงาน - ใช้แรงงานคนขัดเสริมในการขัดตกแต่งชิ้นงาน - การบ่มคอนกรีตด้วยผ้าใบคลุม
7. การถอดแบบกั้นข้าง - ใช้แรงงานคนในการถอดแบบกั้นข้าง	7. การถอดแบบกั้นข้าง - ใช้แรงงานคนในการถอดแบบกั้นข้าง
8. การยกชิ้นงาน - โต๊ะหล่อจะปรับยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้งเพื่อลดความเสียหายจากการยกชิ้นงาน - ใช้เครื่องจักรในการยกชิ้นงาน - ยกชิ้นงานมาพักยังลานเก็บชิ้นงาน	8. การยกชิ้นงาน - โต๊ะหล่ออยู่ในแนวราบ แล้วยกขึ้น - ใช้รถ Guy Derrick Crane ยกชิ้นงาน - ยกชิ้นงานขึ้นยังรถขนส่งไปสถานที่ก่อสร้าง

ที่มา : จากผลการศึกษา

6.2.2 การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร โดยแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) มีชิ้นส่วนในการประกอบจำนวน 83 ชิ้น โดยมีผู้ควบคุมงานนำคนงานในการประกอบ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วน ที่ใช้ระยะเวลาการประกอบติดตั้ง 7 วันต่อหลัง ส่วนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง มีชิ้นส่วนในการประกอบจำนวน 90 ชิ้น โดยมีผู้ควบคุมงานนำคนงานในการประกอบ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย คนขับรถ Crane 1 คน และคนงาน 5 คน ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วน ที่ใช้ระยะเวลาการประกอบติดตั้ง 4 วันต่อหลัง ซึ่งมีรายละเอียดเปรียบเทียบดังนี้

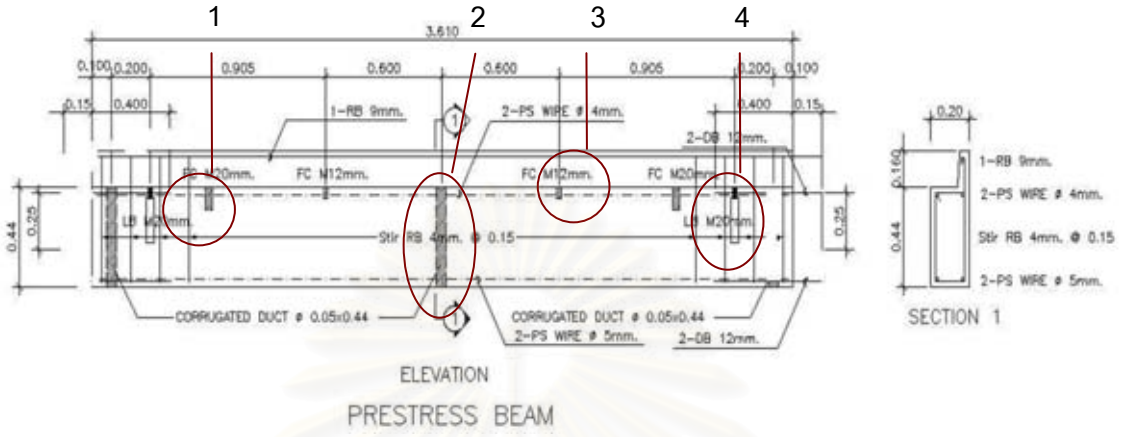
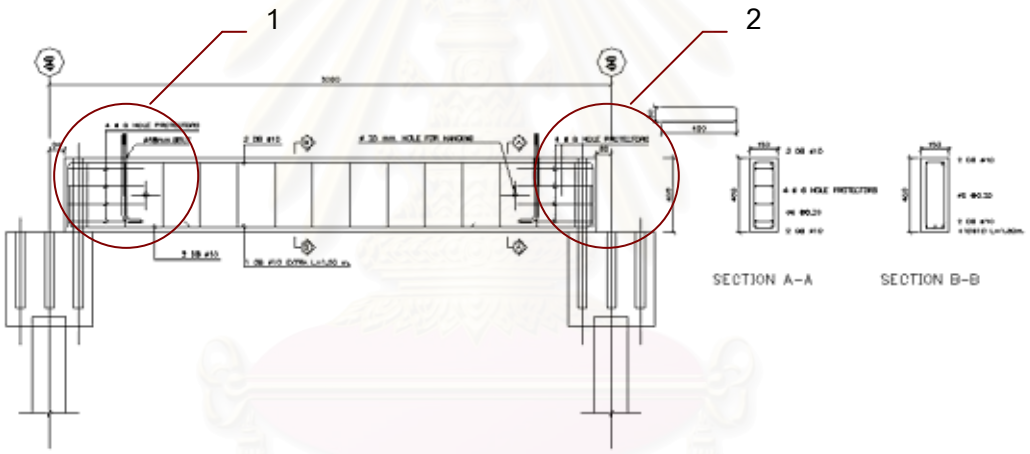
ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูประหว่างโครงการบ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง

ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป	โครงการบ้านภัสสร	โครงการบ้านซื่อตรง
	จำนวน (ชิ้นงาน)	จำนวน (ชิ้นงาน)
1. ชิ้นส่วนผนังชั้นล่าง	17	20
2. ชิ้นส่วนผนังชั้นบน	21	24
3. ชิ้นส่วนคาน	15	15
4. ชิ้นส่วนพื้นชั้นล่าง	12	11
5. ชิ้นส่วนพื้นชั้นบน	15	15
6. ชิ้นส่วนบันได ชานพัก และพุกรับบันได	3	5
รวมชิ้นส่วนทั้งหมด	83	90

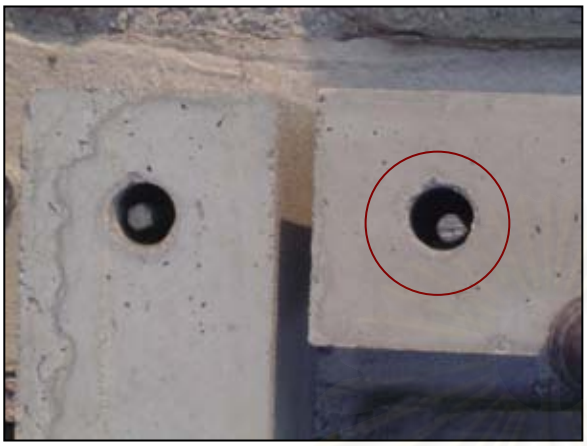
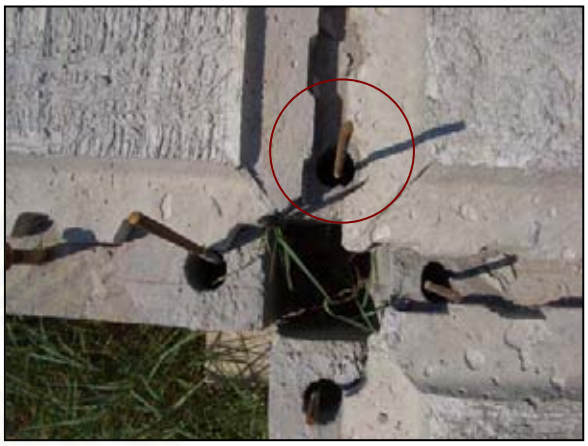
ที่มา : จากผลการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดวัสดุฝังในชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสร และโครงการบ้านซื่อตรง

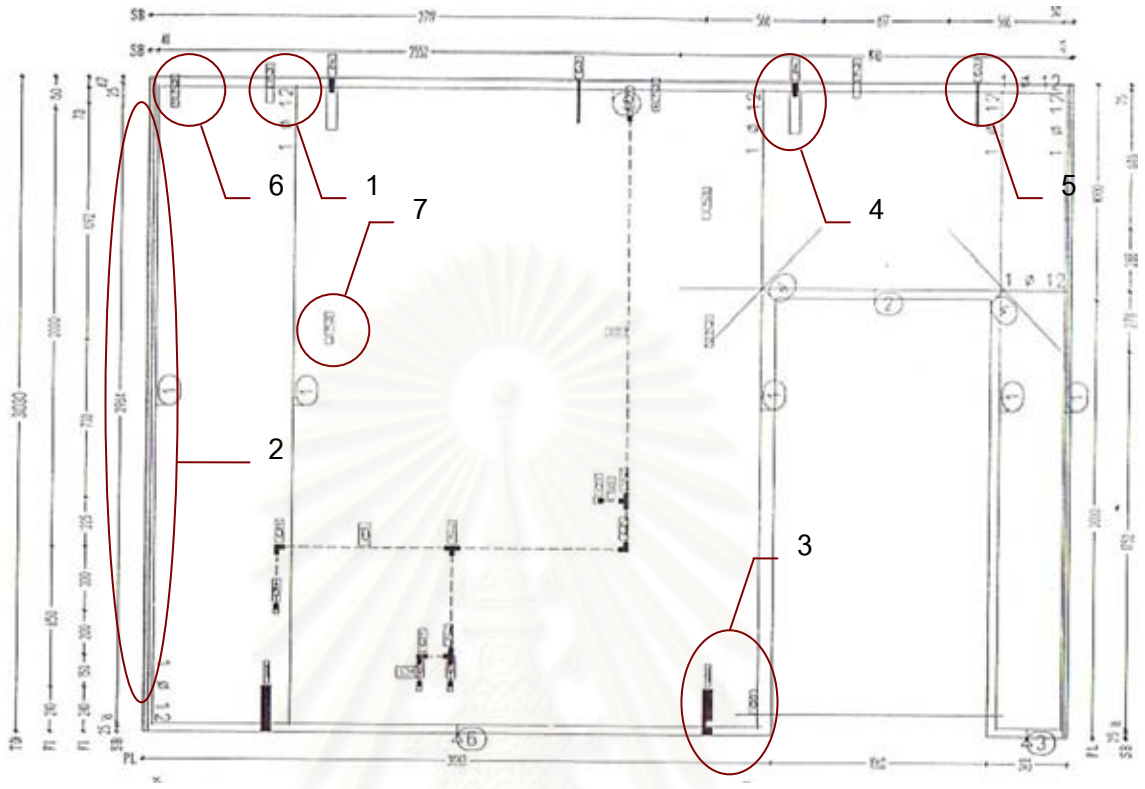
ลักษณะชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	
	
ลักษณะชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3	
	
ลักษณะวัสดุฝังในชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป	
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
1. Erection Bolt (M 20) ใช้ปรับระดับชิ้นส่วน	1. J-BOLT (19 มม.) ใช้ปรับระดับและจุดยก

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

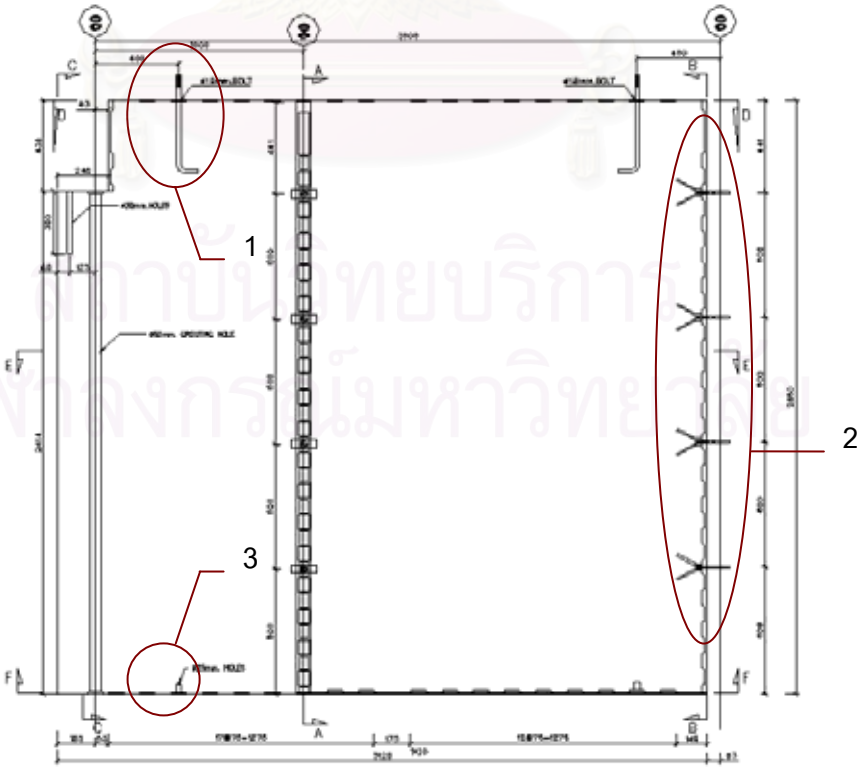
ลักษณะวัสดุฝังในชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป	
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
	
2. ท่อใส่เหล็กเสริม DB 12 ยึดตอม่อกับคาน	2. ท่อใส่เหล็กเสริม DB 12 ยึดตอม่อกับคาน
3. ใส่เหล็กเสริมยึดคานกับผนัง	
4. Lifting Loop (M 20) ใช้เป็นจุดยกชิ้นส่วน	

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

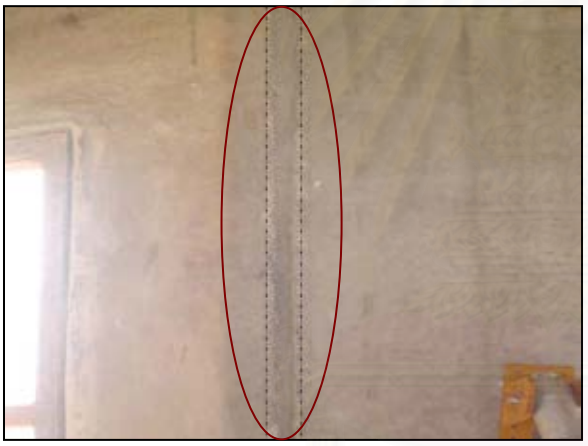
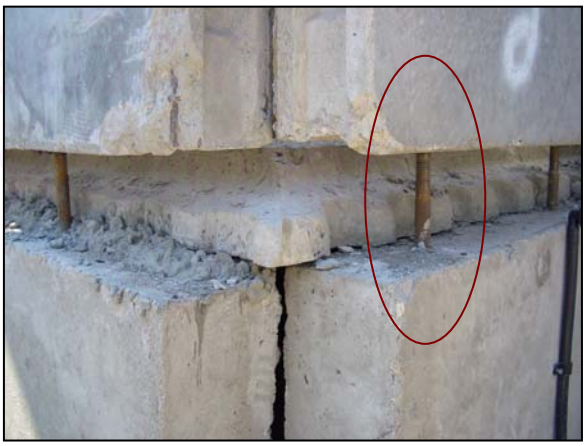
ลักษณะชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3



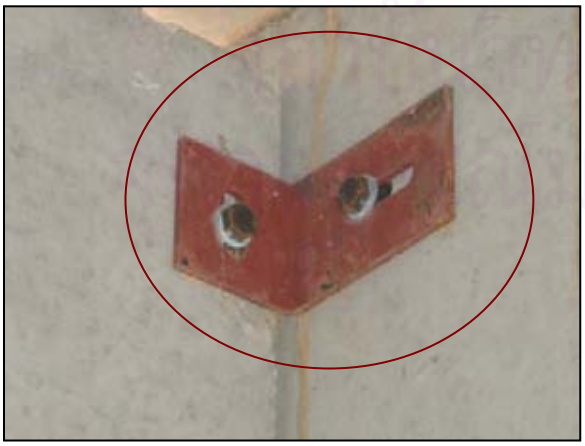
ลักษณะชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3



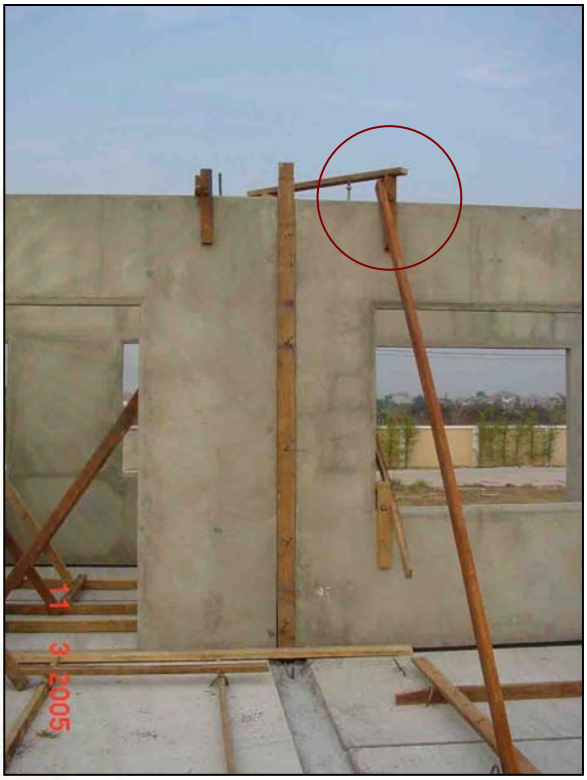
ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

ลักษณะวัสดุฝังในชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป	
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
1. Erection Bolt (M 20) ใช้ปรับระดับชิ้นส่วน	1. J-BOLT (19 มม.) ใช้ปรับระดับและจุดยก
	
2. Sling Loop ใช้ยึดระหว่างผนังชิ้นส่วน	2. INTER LOCK ห่วง ใช้ยึดระหว่างผนังชิ้นส่วน
	
3. Post tension Corrugate ท่อใส่เหล็กเสริม	3. รูในผนังวางให้ตรง J-BOLT ปรับระดับในคาน

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

ลักษณะวัสดุฝังในชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป	
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
4. Lifting Loop (M 20) ใช้เป็นจุดยกชิ้นส่วน	
5. ใส่เหล็กเสริมยึดผนังชั้นล่างกับผนังชั้นบน	
	
6. Plastic Recess ใช้ยึดเหล็กฉากกับน็อต	

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

ลักษณะวัสดุฝังในชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป	
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
	
7. จุดยึดเสาค้ำยัน (Prop Hook)	7. จุดยึดประกับกับค้ำยันไม้เนื้อแข็ง

ที่มา : จากผลการศึกษา

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง ณ สถานที่ก่อสร้าง รังสิตคลอง 3

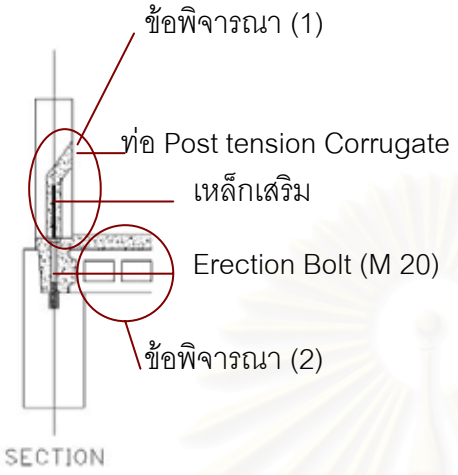
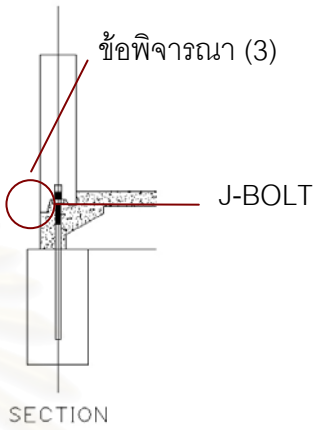
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
1. งานตอม่อ - ขนาดตอม่อ0.50x0.50 ม., 0.70x0.50 ม. และ 1.10x0.50 ม. - หาระดับหัวตอม่อ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน - กำหนด LINE เพื่อวางคานสำเร็จรูปหรือทำพื้นหล่อในที่	1. งานตอม่อ - ขนาดตอม่อ 0.50x0.50 m. - หาระดับหัวตอม่อ เพื่อให้มีระดับเดียวกัน - กำหนด LINE เพื่อวางคานชั้นล่าง

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

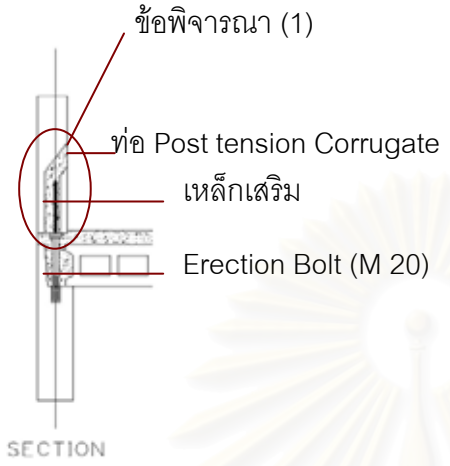
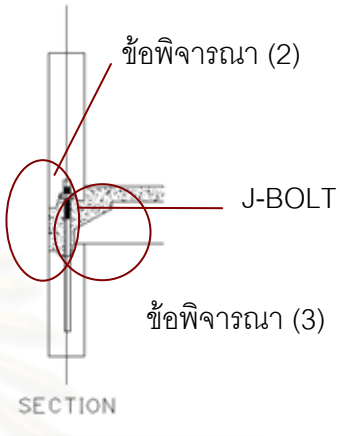
โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
2. งานวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง (วิธีที่ 1) - เตรียมสถานที่ก่อสร้าง - ยกคานติดตั้ง โดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป งานทำพื้นหล่อในที่ (วิธีที่ 2) - เตรียมสถานที่ก่อสร้างปรับระดับดิน - ทำแบบหล่อ ผูกเหล็กเสริม - เทคอนกรีต - ถอดแบบหล่อ	2. งานวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง - เกลี่ยดินให้ระดับต่ำกว่าตอม่อ เพื่อกันไม่ให้คานสำเร็จรูปเกิดการกระดก - ยกคานติดตั้ง โดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป
ข้อพิจารณา (1) คานสำเร็จรูปจะมีครีบ ค.ส.ล. ยื่นขึ้นมายาวตลอดแนวของคาน ทำหน้าที่เป็นแบบหล่อในขั้นตอนเทคอนกรีตยึดระหว่างชิ้นส่วน	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
	
3. งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง - ตรวจสอบความเรียบร้อยของคาน - ยกพื้นติดตั้ง - ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้น โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้คานเกิดการเคลื่อนตัวได้	3. งานวางพื้นสำเร็จรูปชั้นล่าง - ตรวจสอบความเรียบร้อยของคาน - ยกพื้นติดตั้ง - ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้น โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้คานเกิดการเคลื่อนตัวได้ - สอดไม้เนื้อแข็งเข้ากับหูยกแผ่นพื้น เพื่อยึดค้ำยันไม้เนื้อแข็งกับผนังสำเร็จรูปที่จะติดตั้งต่อไป
4. งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง - ปรับระดับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในคานหรือพื้นหล่อในที่ เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน - ยกติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่ง - ใช้เสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น - ยึดผนังด้วยแผ่นเหล็กและสกรู ขนาด 6 mm. - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วงตั้งแบบหล่อเหล็กแล้วเทคอนกรีตยึด	4. งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง - ปรับระดับ J-BOLT ที่ผังอยู่ในคาน เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน - ยกผนังติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่ง - ใช้ประกับไม้ยึดค้ำยันผนังด้วยไม้เนื้อแข็ง - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ตั้งไม้แบบแล้วเทคอนกรีตยึด
ข้อพิจารณา (1) ผนังสำเร็จรูปด้านล่างจะฝังท่อ Post tension Corrugate ใส่เหล็กเสริมยึดผนังกับคาน (2) พื้นสำเร็จรูป HOLLOW CORE SLAB สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด (3) ปลายผนังสำเร็จรูป มีครีบ ค.ส.ล. ยื่นลงมาทำหน้าที่กันน้ำย้อนเข้าภายในอาคาร	

ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
	
5. งานวางพื้นชั้นบน - ถอดแบบหล่อเหล็กและเสาค้ำยันออก - ตรวจสอบความเรียบร้อยของผนังชั้นล่าง - ยกพื้นติดตั้ง - ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้น โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้เคลื่อนตัวได้	5. งานวางพื้นชั้นบน - ถอดไม้แบบและค้ำยันไม้เนื้อแข็งออก - ตรวจสอบความเรียบร้อยของผนังชั้นล่าง - ยกพื้นติดตั้ง - ใส่เหล็กเสริม RB 6 mm. ระหว่างพื้น โดยจะมีร่องสำหรับใส่เหล็กเสริมในทุกๆ ชิ้น เพื่อยึดกันไม่ให้เคลื่อนตัวได้ - สอดไม้เนื้อแข็งเข้ากับหูยกแผ่นพื้น เพื่อยึดค้ำยันไม้เนื้อแข็งกับผนังสำเร็จรูปที่จะติดตั้งต่อไป
6. งานติดตั้งบันไดเหล็กรูปพรรณ	6. งานติดตั้งบันได ค.ส.ล. ชิ้นส่วนสำเร็จรูป
7. งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน - ปรับระดับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในผนังชั้นล่าง เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน - ยกผนังติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่ง - ใช้เสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น - ยึดผนังด้วยแผ่นเหล็กและสกรู ขนาด 6 mm. - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วงตั้งแบบหล่อเหล็กแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน	7. งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน - ปรับระดับ J-BOLT ที่ผังอยู่ในผนังชั้นล่าง เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน - ยกผนังติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่ง - ใช้ประกับยึดค้ำยันผนังด้วยไม้เนื้อแข็ง - ใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ตั้งไม้แบบแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังเข้าด้วยกัน

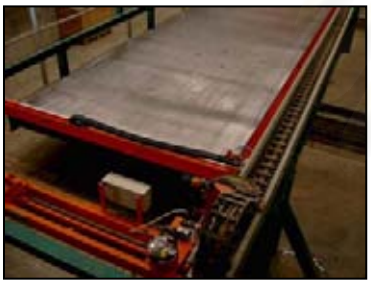
ตารางที่ 6.5 (ต่อ)

โครงการบ้านภัสสร รังสิตคลอง 3	โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3
ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน	ขั้นตอน / ลักษณะการทำงาน
ข้อพิจารณา (1) ผนังสำเร็จรูปชั้นบน หนา 10 ซม. ส่วนผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง หนา 12 ซม. (2) ปลายผนังสำเร็จรูปทั้งชั้นล่างและบน มีครีบ ค.ส.ล. ยื่นลงมาทำหน้าที่กันน้ำย้อนเข้าภายในอาคาร (3) พื้นสำเร็จรูปแบบ INTER LOCK ช่วยให้สามารถยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกันได้ดีขึ้น	

ที่มา : จากผลการศึกษา

6.3 การวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

ตารางที่ 6.6 แสดงปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านภัสสร

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
 1. ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักร	เกิดการขัดข้องหรือเสียหายของเครื่องจักร ณ สายการผลิตใด ระบบการผลิตก็จะหยุดทำงาน ทำให้การผลิตหยุดชะงักลง	มีศึกษาและทำความเข้าใจที่ถูกต้องกับช่างผู้ควบคุมเครื่องจักร ประกอบกับมีการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพพร้อมที่จะใช้งาน ตลอดจนมีการรักษาและซ่อมบำรุงที่ถูกต้อง
 2. ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝัง	มีจำนวนและปริมาณที่มาก ทำให้การทำงานในขั้นตอนนี้ใช้เวลาและกำลังคนที่มากตามไปด้วย	มีการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ฝังให้มีจำนวนและปริมาณที่น้อยลง หรือพิจารณาออกแบบอุปกรณ์ฝังให้มีลักษณะการใช้งานที่ใช้แทนกันได้
 3. ปัญหาเกี่ยวกับการขนส่ง	การขนส่งไป ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งต้องมีกฎหมายเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ข้อกำหนดเรื่องน้ำหนัก ช่วงเวลาการขนส่ง เป็นต้น ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง	

ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
 4. ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบ	อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน	มีการควบคุมตั้งแต่การผลิต มีการตรวจสอบให้มีความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อๆ ไป
 5. ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี	เนื่องจากผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน ทำให้งานทาสีทำได้ยาก	ผนังภายในอาจติด Wall Paper ส่วนผนังด้านนอก ควรหันด้านที่ไม่ติดกับโต๊ะหล่อขณะผลิตออก เพราะโต๊ะหล่อจะมีน้ำมันเคลือบทำให้ทาสีได้ยาก

ที่มา : จากผลการศึกษา

ตารางที่ 6.7 แสดงปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านซื่อตรง

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
 1. ปัญหาขาดแคลนกำลังคน	กำลังคนมีการลาออก และเข้าทำงานใหม่ ทำให้ต้องมีการฝึกฝนการทำงานใหม่ ส่งผลให้ล่าช้า	มีการวางแผนงานผลิตให้มีความรอบครอบและรัดกุมมาก และพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือเครื่องจักร เพื่อลดกำลังคนและทำงานได้เร็วขึ้น
 2. ปัญหาการควบคุมคุณภาพ	เนื่องจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องใช้ประสบการณ์ของช่างที่มีความชำนาญ ทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพไม่เท่ากัน	มีการฝึกอบรมบุคลากรและพัฒนาให้มีความรู้ความชำนาญ ประกอบกับการดูแลของผู้ควบคุมงานต้องทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพที่เท่าเทียมกัน

ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
3. ปัญหาเกี่ยวกับการเทคอนกรีต	ต้องตรวจดูระยะเวลาและปริมาณที่รถผสมคอนกรีตให้เพียงพอกับความต้องการ ณ เวลานั้น	มีการวางแผนและประสานงานกับบริษัทจำหน่ายคอนกรีตสำเร็จ ให้สอดคล้องกับความต้องการคอนกรีต ณ สถานที่ก่อสร้าง
4. ปัญหาเกี่ยวกับการยกชิ้นส่วน	การยกชิ้นส่วนด้วยรถ Guy Derrick Crane จากแนวราบเป็นแนวตั้ง จุดยกที่ฝังอยู่ในชิ้นงานอาจเกิดความเสียหาย	เพิ่มความระมัดระวังในการยกชิ้นส่วน
5. ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานขาดการดูแล	ชิ้นงานที่ถูกยกมาวางเตรียมไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างที่ทิ้งไว้นาน ทำให้อุปกรณ์ฝัง เช่น J-BOLT เกิดสนิม	เพิ่มพื้นที่จัดเก็บชิ้นงานให้มีความเพียงพอกับปริมาณชิ้นงานที่ผลิตได้ เพื่อให้การดูและได้ทั่วถึง และเมื่อนำชิ้นงานมา ณ สถานที่ก่อสร้าง ก็ควรทำการประกอบติดตั้งเลย ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้นาน
6. ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบ	อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน	มีการควบคุมตั้งแต่การผลิต มีการตรวจสอบให้มีความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อๆ ไป

ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
 7. ปัญหาเกี่ยวกับไม้แบบหล่อ	ทำให้ล้าช้าและสิ้นเปลืองไม้แบบ	ลักษณะการทำงานที่ทำเหมือนกันทุกหลัง ควรพัฒนาแบบหล่อที่ช่วยให้ทำงานได้เร็วและใช้ได้นานขึ้น เช่น แบบหล่อเหล็กน่าจะเหมาะสมกว่าแบบหล่อไม้
 8. ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี	เนื่องจากผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน ทำให้งานทาสีทำได้ยาก	เพิ่มจำนวนรอบในการทาสีรองพื้นให้มากขึ้น

ที่มา : จากผลการศึกษา

6.4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก

6.4.1 ต้นทุนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด ผู้เป็นเจ้าของโครงการบ้านภัสสร ได้ลงทุนในการสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ณ ลำลูกกา คลอง 4 เป็นเงิน 600 ล้านบาท มีต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) เป็นเงิน 440,298 บาทต่อหลัง และต้นทุนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 201,262 บาทต่อหลัง รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร) เท่ากับ 641,560 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,208 บาทต่อตารางเมตร ส่วนบริษัท ซื่อตรงกรุ๊ป จำกัด ได้จัดหาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ อินฟราสตรัคเจอร์ 2001 จำกัด ลงทุนในการสร้างโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วน ณ สถานที่ก่อสร้าง เป็นเงิน 40 ล้านบาท มีต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนแบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เป็นเงิน 303,790 บาทต่อหลัง และต้นทุนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 145,725 บาทต่อหลัง รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร)

เท่ากับ 449,515 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,252 บาทต่อตารางเมตร (ต้นทุนดังกล่าวไม่รวมต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนและต้นทุนงานตกแต่งสถาปัตยกรรม)

ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง

รายการ	โครงการบ้านภัสสร	โครงการบ้านซื่อตรง
	จำนวน (บาท)	จำนวน (บาท)
1. ต้นทุนการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วน	600,000,000	40,000,000
2. ต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรณีศึกษา) ต่อหลัง	440,298	303,790
3. ต้นทุนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรณีศึกษา) ต่อหลัง	201,262	145,725
4. ต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรณีศึกษา) ต่อตารางเมตร	1,208	1,252

ที่มา : จากผลการศึกษา

6.4.2 ระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ตารางที่ 6.9 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระหว่างโครงการบ้านภัสสรและโครงการบ้านซื่อตรง

รายการ	โครงการบ้านภัสสร	โครงการบ้านซื่อตรง
	จำนวน (วัน)	จำนวน (วัน)
1. ระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิต	1 วัน	2 วัน
2. ระยะเวลาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (กรณีศึกษา) ต่อหลัง	7 วัน	4 วัน
3. ระยะเวลาการก่อสร้าง (กรณีศึกษา) ต่อหลัง	55 วัน	52 วัน
4. ระยะเวลาการก่อสร้างในโครงการ (กรณีศึกษา)	2 ปี	3 ปี

ที่มา : จากผลการศึกษา

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการพิจารณาการเลือกใช้การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก จากโครงการหมู่บ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 โดยเลือกอาคารตัวอย่างในการศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 145 ตารางเมตร จำนวนโครงการละ 1 หลัง โดยผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบในรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้าง ปัญหา อุปสรรค ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง จากการสำรวจภาคสนาม การสังเกตการณ์ถ่ายภาพ การสัมภาษณ์ และการจดบันทึกระหว่างทำการผลิตและก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงการหมู่บ้านภัสสร รังสิตคลอง 3 และโครงการหมู่บ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

7.1 สรุปผลกรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

7.1.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) มีกำลังการผลิตได้ 1 วันต่อหลัง ซึ่งผลิตได้จำนวนมากกว่าการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) ที่มีกำลังการผลิตได้ 2 วันต่อหลัง สามารถสรุปขั้นตอนและลักษณะการทำงานของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเฉพาะที่มีความแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดความชัดเจน ได้ดังนี้

7.1.1.1 ขั้นตอนการทำความสะอาดและทาน้ำมันที่โต๊ะหล่อ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้โต๊ะหล่อเหล็กมีขนาด 3.5 x 13.5 เมตร โดยโต๊ะหล่อสามารถเคลื่อนที่ตามสายการผลิตผ่านเครื่องจักรที่มีแปลงทำความสะอาด จากนั้นเครื่องจักรจะพ่นน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้โต๊ะหล่อเหล็กมีขนาด 4.0 x 7.3 เมตร โดยโต๊ะหล่อจะอยู่กับที่ใช้แรงงานคนเคลื่อนตัวเข้ามาทำความสะอาดและทาน้ำมันเคลือบโต๊ะหล่อ

7.1.1.2 ขั้นตอนการกำหนดขนาด และตำแหน่งวัสดุฝัง การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้เครื่อง Plotter ที่ควบคุมจาก Master Computer Plot ขนาดและตำแหน่งวัสดุฝังทั้งหมด ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้การควบคุมจากผู้ควบคุมงาน ตามแบบที่กำหนด

7.1.1.3 ขั้นตอนการวางเหล็กแบบกั้นข้าง การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้แบบกั้นข้างเหล็กยึดแบบด้วยอุปกรณ์เสริมที่เป็นแม่เหล็ก โดยใช้เครื่องจักรยกแบบกั้นข้างมาวางยังโต๊ะหล่อ ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้แบบกั้นข้างเหล็กยึดแบบด้วยน็อต โดยใช้แรงงานคนยกแบบกั้นข้างมาวางยังโต๊ะหล่อ

7.1.1.4 ขั้นตอนการวางตะแกรงเหล็กและวัสดุฝัง การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้เครื่องจักรยกตะแกรงเหล็กมาวางยังโต๊ะหล่อ จากนั้นใช้แรงงานคนติดตั้งอุปกรณ์ฝังรวมทั้งประตู-หน้าต่างไม้เนื้อแข็ง ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้แรงงานคนยกตะแกรงเหล็กมาวางยังโต๊ะหล่อ จากนั้นใช้แรงงานคนติดตั้งอุปกรณ์ฝัง และเว้นช่องประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมไว้ติดตั้งภายหลัง

7.1.1.5 ขั้นตอนการเทคอนกรีต การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้กระสวยบรรจุคอนกรีต ที่ลำเลียงมาจากโรงผสมคอนกรีตทางด้านนอกโรงงานเทคอนกรีต โดยที่โต๊ะหล่อที่สามารถสั่นสะเทือน เพื่อให้คอนกรีตไหลทั่วถึงทั้งแบบหล่อ จากนั้นใช้เครื่องจักรปาดหน้าคอนกรีต เพื่อควบคุมความหนาของชิ้นงานให้เสมอขอบแบบ ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้พอกเก็ตเทคอนกรีต รับคอนกรีตผสมเสร็จจากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จเทคอนกรีต โดยใช้เครื่องจี้คอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตไหลทั่วถึงทั้งแบบหล่อ จากนั้นใช้แรงงานคนปาดหน้าคอนกรีตด้วยสามเหลี่ยมปาดคอนกรีต

7.1.1.6 ขั้นตอนการขัดผิวหน้าชิ้นงาน การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) จะใช้เครื่องจักรขัดผิวหน้าชิ้นงานและใช้แรงงานคนขัดเสริมในการขัดตกแต่งชิ้นงาน จากนั้นทำการบ่มคอนกรีตด้วยอุณหภูมิความร้อน ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) จะใช้เครื่องขัดผิวหน้าชิ้นงานและใช้แรงงานคนขัดเสริมในการขัดตกแต่งชิ้นงาน จากนั้นทำการบ่มคอนกรีตด้วยผ้าใบคลุม

7.1.1.7 ขั้นตอนการยกชิ้นงาน การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) โต๊ะหล่อจะปรับยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้ง เพื่อลดความเสียหายจากการยกชิ้นงาน จากนั้นใช้เครื่องจักรในการยกชิ้นงานใส่เทรคที่เก็บชิ้นงานลำเลียงไปพักยังลานเก็บชิ้นงาน ส่วนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) ใช้รถ Guy Derrick Crane ยกชิ้นงานจากแนวราบเป็นแนวตั้ง จากนั้นยกชิ้นงานขึ้นยังรถขนส่งไปสถานที่ก่อสร้าง

7.1.2 การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง ใช้ระยะเวลาการประกอบติดตั้ง 4 วัน รวมระยะเวลาการก่อสร้าง 1 หลัง ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 52 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร ที่ใช้ระยะเวลาการประกอบติดตั้ง 7 วัน รวมระยะเวลาการก่อสร้าง 1 หลัง ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 55 วัน สามารถสรุปขั้นตอนและลักษณะการทำงานของการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเฉพาะที่มีความแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดความชัดเจน ได้ดังนี้

7.1.2.1 ขั้นตอนการวางคานสำเร็จรูปชั้นล่าง การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง จะมีเพียงวิธีเดียว คือ การปรับดินให้ระดับต่ำกว่าตอม่อ เพื่อกันไม่ให้คานสำเร็จรูปเกิดการกระดก จากนั้นยกคานติดตั้ง โดยติดตั้งเป็นกลุ่มๆ และใส่เหล็กเสริม DB 12 mm.จากคานสำเร็จรูปสอดทะลุมายังตอม่อแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดตอม่อกับคานสำเร็จรูป ส่วนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร จะมี 2 วิธี คือ วิธีแรกจะคล้ายกัน วิธีที่ 2 ใช้การทำพื้นหล่อในที่เหมือนการก่อสร้างแบบเดิม (Conventional System)

7.1.2.2 ขั้นตอนการงานวางผนังสำเร็จรูป การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง จะเริ่มจากการปรับระดับ J-BOLT ที่ฝังอยู่ในคาน เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน จากนั้นยกผนังติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่งใช้ประกับไม้ยึดค้ำยันผนังด้วยไม้เนื้อแข็ง และใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่าง INTER LOCK ห่วง ตั้งไม้แบบแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังเข้าด้วยกัน ส่วนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร จะเริ่มจากปรับระดับ Erection Bolt (M 20) ที่ฝังอยู่ในคานหรือพื้นหล่อในที่ เพื่อให้ผนังมีระดับเดียวกัน จากนั้นยกติดตั้งตามลำดับ หาระดับและดิ่งใช้เสาค้ำยันยึดผนังกับพื้น ทำการยึดผนังด้วยแผ่นเหล็ก หนา 6 mm. หรือยึดด้วยน็อตสกรู ขนาด 6 mm. และใส่เหล็กเสริม DB 12 mm. ในช่องระหว่างห่วง ตั้งแบบหล่อเหล็กแล้วเทคอนกรีตเพื่อยึดผนังกับผนังเข้าด้วยกัน

7.1.2.3 ขั้นตอนงานติดตั้งบันได การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง จะเป็นบันไดชิ้นส่วนสำเร็จรูป ค.ส.ล. ส่วนการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร จะเป็นบันไดเหล็กรูปพรรณ

สำนักวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 สรุปผลปัญหาและอุปสรรคการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

7.2.1 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ปัญหาการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) มีปัญหาหลัก 3 ข้อ คือ (1) ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักรเมื่อเกิดการขัดข้องหรือเสียหายของเครื่องจักร ณ สายการผลิตใด ระบบการผลิตก็จะหยุดทำงาน ทำให้การผลิตหยุดชะงักลง เช่น เครื่อง Plotter ไม่สามารถที่จะทำงานได้ ต้องมีการตรวจสอบความเสียหายของระบบ โดยการตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่อง Plotter อย่างถี่ถ้วนด้วยช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ เพื่อหาสาเหตุ ทำให้ระบบการทำงานในสายงานนี้หยุดชะงักไป เป็นต้น (2) ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝังที่มีจำนวนและปริมาณที่มาก ทำให้การทำงานในขั้นตอนนี้ใช้เวลาและกำลังคนที่มากตามไปด้วย (3) ปัญหาเกี่ยวกับการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปไป ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งต้องมีกฎหมายเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงมีข้อจำกัดในการขนส่ง

ส่วนปัญหาการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) มีปัญหาหลัก 4 ข้อ คือ (1) ปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนกำลังคน (2) ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพที่ต้องใช้ประสบการณ์ของช่างที่มีความชำนาญ เพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน (3) ปัญหาเกี่ยวกับการเทคอนกรีตต้องตรวจดูระยะเวลาและปริมาณที่รถผสมคอนกรีต (จากตัวแทนผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ) ให้เพียงพอกับความต้องการของการผลิต ณ เวลานั้น (4) ปัญหาเกี่ยวกับการยกชิ้นส่วนด้วยรถ Guy Derrick Crane จากแนวราบเป็นแนวตั้ง จุดยกที่ฝังอาจเกิดความเสียหาย

7.2.2 การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ปัญหาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร มีปัญหาหลัก 4 ข้อ คือ (1) ปัญหาเกี่ยวกับความต้องการหากเกิดปัญหาความล้าช้าจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจส่งผลต่อการผลิต ณ สถานที่ก่อสร้าง (2) ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบติดตั้ง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน (3) ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี ผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน ทำให้งานทาสีทำได้ยาก

ส่วนปัญหาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง มีปัญหาหลัก 4 ข้อ คือ (1) ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานที่ถูกยกมาวางเตรียมไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างมีระยะเวลานานเป็นเดือน ทำให้อุปกรณ์ฝัง เช่น J-BOLT เกิดสนิม เกิดความเสียหาย ทำให้คุณภาพในการใช้งานน้อยลง (2) ปัญหาเกี่ยวกับการประกอบติดตั้ง อุปกรณ์ฝังอาจไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดต้องมีการปรับและดัดแปลงบางส่วน (3) ปัญหาเกี่ยวกับไม้แบบหล่อทำให้ล้าช้าและสิ้นเปลืองไม้แบบ (4) ปัญหาเกี่ยวกับการทาสี ผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเรียบและมัน ทำให้งานทาสีทำได้ยาก

7.3 สรุปผลต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

7.3.1 ต้นทุนการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) มีต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณลำลูกกา คลอง 4 เท่ากับ 600,000,000 บาท ประกอบด้วยส่วนหลัก ได้แก่ อาคารสำนักงาน โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ (PC F1 = Precast Concrete Factory 1) โรงงานผลิตชิ้นส่วนพิเศษ (SEF = Special Element Factory) อาคารเก็บวัสดุ ลานเก็บชิ้นส่วน (Stock Yard) และอาคารพักพนักงาน การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ของโครงการบ้านภัสสร 12 รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร) เท่ากับ 641,560 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,208 บาทต่อตารางเมตร (จำนวนพื้นที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร เท่ากับ 531 ตารางเมตร)

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) มีต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานชั่วคราวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่บริเวณสถานที่ก่อสร้าง รังสิตคลอง 3 เท่ากับ 40,000,000 บาท การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ของโครงการบ้านซื่อตรง รวมต้นทุนการผลิตและการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (งานโครงสร้างอาคาร) เท่ากับ 449,515 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,252 บาทต่อตารางเมตร (จำนวนพื้นที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบบบ้านสุมณฑา เท่ากับ 359 ตารางเมตร)

ดังนั้น ต้นทุนในการผลิตและประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) เท่ากับ 641,560 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,208 บาทต่อตารางเมตร มีต้นทุนที่น้อยกว่าต้นทุนการผลิตและประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) เท่ากับ 449,515 บาทต่อหลัง หรือคิดเป็น 1,252 บาทต่อตารางเมตร (ต้นทุนดังกล่าวไม่รวมต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนและต้นทุนงานตกแต่งสถาปัตยกรรม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.3.2 ระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร (ณ โรงงานผลิต) มีกำลังการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิต เท่ากับ 1 วันต่อหลัง การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปโครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3 แบบบ้านพฤกษ์ภัสสร (กรณีศึกษา) ใช้ระยะเวลาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เท่ากับ 7 วันต่อหลัง รวมระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด 55 วันต่อหลัง

การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง (ณ โรงงานชั่วคราว) มีกำลังการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิต เท่ากับ 2 วันต่อหลัง การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปโครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3 แบบบ้านสุมณฑา (กรณีศึกษา) ใช้ระยะเวลาการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เท่ากับ 4 วันต่อหลัง รวมระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด 52 วันต่อหลัง

ดังนั้น ระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร ที่ทำการผลิต ณ โรงงานผลิต ใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง ที่ทำการผลิต ณ โรงงานชั่วคราว ส่วนระยะเวลาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านภัสสร ใช้ระยะเวลามากกว่าการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโครงการบ้านซื่อตรง

7.4 ข้อเสนอแนะ

7.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ออกแบบอาคาร

7.4.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ฝัง มีการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ฝังให้มีจำนวนและปริมาณที่น้อยลง หรือพิจารณาออกแบบอุปกรณ์ฝังให้มีลักษณะการใช้งานที่ใช้แทนกันได้ เช่นอุปกรณ์ปรับระดับที่ฝังอยู่ในชิ้นส่วน เพื่อปรับระดับผนังให้ได้ระดับเดียวกัน นอกจากจะทำหน้าที่ปรับระดับแล้วยังทำหน้าที่เป็นจุดยกชิ้นงานของรถเครนด้วย เป็นต้น

7.4.1.2 การออกแบบรอยต่อ มีการศึกษาและพัฒนารอยต่อให้เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศ เช่น รอยต่อที่ป้องกันน้ำไหลย้อนเข้าไปภายในอาคาร เป็นต้น

7.4.1.3 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีการศึกษาและพัฒนาชิ้นส่วนให้มีความยืดหยุ่นในการก่อสร้าง ที่เรียกว่า ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเปิด การใช้ชิ้นส่วนที่มีการผลิตออกจำหน่ายตามท้องตลาด และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งในอาคาร เช่น ชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป HOLLOW CORE SLAB เป็นต้น

7.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

7.4.2.1 ผู้ประกอบการควรมีการศึกษาและทำความเข้าใจในระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดเมื่อดำเนินการก่อสร้าง

7.4.2.2 การยอมรับจากผู้บริโภค ต้องมีการทำความเข้าใจและสามารถอธิบายให้ผู้บริโภคมีการยอมรับและมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

7.4.2.3 การเตรียมการก่อนดำเนินการก่อสร้าง ต้องมีฝึกอบรมช่างและบุคลากรให้มีความชำนาญและเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้การทำงานที่มีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

7.4.2.4 ผู้ประกอบการควรมีการพัฒนารูปแบบที่อยู่อาศัยให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มตลาดและความต้องการของผู้บริโภคให้กว้างมากยิ่งขึ้น

7.4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

7.4.3.1 จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการศึกษาและพัฒนาการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก ที่สามารถรองรับรูปแบบการก่อสร้างได้หลายรูปแบบ เช่น ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านแฝด บ้านเดี่ยว 3 ชั้น หรืออาคารขนาดใหญ่

7.4.3.2 ผู้วิจัยเห็นว่า การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก ผู้บริโภคส่วนมากยังไม่มั่นใจและยอมรับการก่อสร้างระบบนี้ จึงควรมีการศึกษาถึงทัศนคติเกี่ยวกับผู้อยู่อาศัยที่มีต่อการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก

7.4.3.3 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรมีการพัฒนาออกแบบ รอยต่อ กรรมวิธีและเทคนิคการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถลดต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตที่อยู่อาศัยต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กวี หวังนิเวศน์กุล. วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: ส.เอเซียเพรส (1989), 2546.

กฤติกา ประยูรหงษ์. เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารหอพักขนาด 3 ชั้นด้วยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ: กรณีศึกษา หอพักนักศึกษาโครงการยูเซ็นเตอร์ บริเวณถนนจุฬาลงกรณ์ ซอย 42 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

เฉลิม สุจริต. วัสดุและการก่อสร้างสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

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

ชาญชัย ธวัชเกียรติศักดิ์. การเปรียบเทียบระบบหล่อ ณ สถานที่ก่อสร้าง กับหล่อที่โรงงาน ของระบบผนังค.ส.ล.รับน้ำหนัก : กรณีศึกษา ที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยโครงการเอื้ออาทรประชานิเวศน์ และโครงการเอื้ออาทรหัวหมาก กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม. หน้าจั่ว วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร(2527): 241-260.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย. สถาปัตยกรรม วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(2545): 56-65.

ต่อตระกูล ยมนาถ. “ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป,” เอกสารประกอบการอบรมเรื่องระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520.

นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา: ผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิต กับการผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยสาส์น, 2543.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์, 2547.

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน. กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป: กรณีศึกษาโครงการชลดา รัตนาธิเบศร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปรีชญา สิทธิพันธ์. "การวิจัยเชิงสำรวจ," เอกสารประกอบการสอน วิชา ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พิชัย โอภานุกิจ. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง: ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับพัฒนาที่อยู่อาศัย. งานจุฬาวิชาการครั้งที่ 13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ไพศาล หวังพานิช. วิธีการวิจัย. กรุงเทพฯ: งานส่งเสริมวิจัยและตำรา กองบริการการศึกษา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2530.

รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง. การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษา โครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ศุภสิทธิ์ พฤกษโชติ. การนำวิธีการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวสำหรับผู้มีรายได้น้อย : กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทร รังสิตคลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุกฤต อนันตชัยยง. การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุรเชษฐ์ ชาวเรือ. การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ภาษาอังกฤษ

Francis D.K. Ching. A Visual Dictionary of Architecture. New York : Van Nostrand Reinhold., 1995.

Henrik Nissen. Industrialized Building and Modular Design. Cement and Concrete Association, London. 1972.

Royal Institute of Britsh Architect. The Industrialized Building. Welwyn Garden, Hertjordshir : Broadwater Press, 1965.

Torrakul Yomnak. Industrialized of Housing Construction for Thailand. Master Thesis, Civil Engineering. Faculty of Engineering, University of Washingto, 1973.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบบ้านพฤกษ์ภัสสร โครงการบ้านภัสสร 12 รังสิตคลอง 3

รูปภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบบ้านสุมณฑา โครงการบ้านซื่อตรง รังสิตคลอง 3

TADANO

ตารางแสดงสรุปการจ้างเหมาขนส่งแผ่น PRECAST เป็นรายเที่ยว

พฤกษา เรียลเอสเตท ชาวพฤกษาผู้มีความตั้งใจ เพื่อบริการที่ดีสู่ลูกค้า "บ้านคุ้มราคา ด้วยคุณภาพ"

PRECAST CONCRETE

สรุปการจ้างเหมาขนส่งแผ่น PRECAST เป็นรายเที่ยว

ประจำงวดวันที่ 1-15 กุมภาพันธ์ 2549

ส่งแผ่น PRECAST ไปยังโครงการต่าง ๆทั้งหมด 19 โครงการ

ลำดับที่	โครงการที่จัดส่ง	ราคา/เที่ยว มาตรฐาน 18 บาท/ลิตร	คิดราคาน้ำมันที่ 24.00 บาท/ลิตร			รวมราคา ทั้งหมด/บาท
			ราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น	ราคา/เที่ยว 24 บาท/ลิตร	จำนวนเที่ยว	
1	วิลเลจ 1	2,500	300	2,800	14	39,200
2	วิลเลจ 2	2,500	300	2,800	5	14,000
3	วิลเลจ 3	3,500	600	4,100	11	45,100
4	วิลเลจ 4	4,000	1,020	5,020	12	60,240
5	พฤกษาวิลล์ 1	2,500	300	2,800	4	11,200
6	พฤกษาวิลล์ 2	4,000	1,020	5,020	32	160,640
7	ภัสสร 2	3,500	600	4,100	3	12,300
8	ภัสสร 7	4,000	1,020	5,020	3	15,060
9	ภัสสร 8	4,000	1,020	5,020	12	60,240
10	ภัสสร 12	3,500	600	4,100	12	49,200
11	ภัสสร 12/1	3,500	600	4,100	6	24,600
12	ภัสสร 13	3,500	600	4,100	16	65,600
13	ภัสสร 14	4,000	1,020	5,020	6	30,120
14	ริมคลอง 3	4,000	1,020	5,020	2	10,040
15	พฤกษา 15	4,000	1,020	5,020	4	20,080
16	พฤกษา 18/1	4,000	1,020	5,020	2	10,040
17	พฤกษา 20	2,500	300	2,800	3	8,400
18	พฤกษา 22	3,500	600	4,100	6	24,600
19	พฤกษา 24	3,500	600	4,100	2	8,200
	รวม				**155**	**668,860**
รวมจำนวนเที่ยว 155 เที่ยว			**รวมจำนวนเงิน 668,860 บาท**			

☑ อนุมัติตามที่ขอ
☐ ไม่อนุมัติตามที่ขอ

18/2/49

สุทธิชัย ช่างฟอก
รักษาการรองผู้จัดการโรงงาน

ผู้รับมอบ 17/2/45.

นางสาวพันนิดา ชูนาม
วิศวกรงานขนส่ง

PS Precast
เทคโนโลยีก่อสร้างบ้านคุณภาพ

การสำรวจเส้นทางการขนส่ง

โครงการ	เส้นทางการขนส่ง	รวมระยะทางไปขาเดียว(Km)	ราคาจ้างขนส่ง (บาท/เที่ยว)	หมายเหตุ
พฤกษาวิลเลจ 1	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 6 → วัดประชุมราษฎร์ → พฤกษาวิลเลจ 1	8.5	2,500	
พฤกษาวิลเลจ 2	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 7 → พฤกษาวิลเลจ 2	22	2,500	
พฤกษาวิลเลจ 3	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → พฤกษาวิลเลจ3	38.5	3,500	
พฤกษาวิลเลจ 4	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	95	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → คลังชัน-บางบัวทอง → ซ.วัดแก้วอินทร์ → พฤกษาวิลเลจ 4			
พฤกษาวิลล์ 1	โรงงาน → ลำลูกกา → ลำลูกกาคลอง 2 (เสมา - ฟ้าคราม) → ซ.ปู่ไหญ่ก้านัน → พฤกษาวิลล์ 1	16.5	2,500	
พฤกษาวิลล์ 2	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	73	4,000	
	→ ดิวหนงท์ → หรีสมาน → นาวงประชาพัฒนา → พฤกษาวิลล์ 2			
ภัสสร 1	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → ภัสสร 1	37	3,500	
ภัสสร 2	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → ภัสสร 2	37	3,500	
ภัสสร 3	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → ภัสสร 3	38	3,500	
ภัสสร 4	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → ภัสสร 4	34	3,500	
ภัสสร 5	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	116	4,500	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → รัตนาธิเบศร์ → เพชรเกษม-รัตนาธิเบศ (ถนนตัดใหม่)			
	→ ตากสิน- เพชรเกษม (ถนนตัดใหม่) → ภัสสร 5			
ภัสสร 7	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	90	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → รัตนาธิเบศร์ → บางกรวย - ไทรน้อย → ภัสสร 7			
ภัสสร 8	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	99	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.กันตนา → ภัสสร 8			
ภัสสร 9	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 2 (เสมา - ฟ้าคราม) → รังสิต - นครนายก → วิภาวดีรังสิต → ซ.วิภาวดีรังสิต 60	35	3,500	
	→ ภัสสร 9			
ภัสสร 10	โรงงาน → นิมิตรใหม่ → สุวินทวงศ์ → ภัสสร 10	33	3,500	
ภัสสร 11	จบโครงการ			
ภัสสร 12	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → ภัสสร 12	36	3,500	
ภัสสร 13	โรงงาน → นิมิตรใหม่ → สุวินทวงศ์ → แยกหนองจอก → ภัสสร 13	37	3,500	
ภัสสร 14	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	64	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.กันตนา → ภัสสร 14			
บ้านพฤกษา-ริมคลอง 3	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	68	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.วัดลาดปลาดุก → บ้านพฤกษา - ริมคลอง 3			

Update : 23/02/2006

184

PS Precast
เทคโนโลยีก่อสร้างบ้านคุณภาพ

การสำรวจเส้นทางการขนส่ง

โครงการ	เส้นทางการขนส่ง	รวมระยะทางไปขาเดียว(Km)	ราคาจ้างขนส่ง (บาท/เที่ยว)	หมายเหตุ
บ้านพฤกษา 5	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	120	4,500	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → คลิ่งชัน-บางบัวทอง → ปิ่นเกล้า - นครชัยศรี → พุทธมณฑลสาย 5			
	→ บ้านพฤกษา 5			
บ้านพฤกษา 8	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์ - หนองเสือ → 347 → 346	129	4,500	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → คลิ่งชัน-บางบัวทอง → ปิ่นเกล้า - นครชัยศรี → พุทธมณฑลสาย 5			
	→ ศาลายา - นครชัยศรี → ทางเข้าวัดงิ้วราย → บ้านพฤกษา 8			
บ้านพฤกษา 13	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บ้านพฤกษา 13 →	38	3,500	
บ้านพฤกษา 14	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	98	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.เต็มรัก-บางบัวทอง → บ้านพฤกษา 14 →			
บ้านพฤกษา 15	โรงงาน → ลำลูกกา → นิมิตรใหม่ → ร่มเกล้า → กิ่งแก้ว → ตำหรุ - บางพลี → บ้านพฤกษา 15	62.5	4,000	
บ้านพฤกษา 16	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	102	4,500	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.กันคนา → บ้านพฤกษา 16			
บ้านพฤกษา 17	โรงงาน → ลำลูกกา → ลำลูกกาคลอง 4 → ซ.สวนเกษตร → บ้านพฤกษา 17	10.5	2,500	
บ้านพฤกษา 18	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	96	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → คลิ่งชัน-บางบัวทอง → ซ.วัดแก้วอินทร์ → บ้านพฤกษา 18			
บ้านพฤกษา 18/1	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	67	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → คลิ่งชัน-บางบัวทอง → ซ.วัดแก้วอินทร์ → บ้านพฤกษา 18/1			
บ้านพฤกษา 19	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บางขันธ์-หนองเสือ → 347 → 346	98	4,000	
	→ กาญจนาภิเษก(วงแหวน) → ซ.เต็มรัก-บางบัวทอง → บ้านพฤกษา 19			
บ้านพฤกษา 20	โรงงาน → ลำลูกกา → ลำลูกกาคลอง 2 (เสมา - ฟ้าคราม) → ซ.ผู้ใหญ่กำนัน → บ้านพฤกษา 20	18.5	2,500	
บ้านพฤกษา 22	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บ้านพฤกษา 22	38	3,500	
บ้านพฤกษา 24	โรงงาน → นิมิตรใหม่ → สุวินทวงศ์ → แยกบางน้ำเปรี้ยว → บ้านพฤกษา 24	48	3,500	
บ้านพฤกษา B	โรงงาน → ลำลูกกาคลอง 7 → รังสิต - นครนายก → คลอง 3 → บ้านพฤกษา B	38	3,500	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ การปรับราคาค่าเที่ยวขนส่งจะปรับจากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น จาก 18.00 บาท/ลิตร แยกตามระยะทาง

- ค่าขนส่งที่ 2,500 บาท (ระยะทาง 1-30กม.) +/- 50 บาท
- ค่าขนส่งที่ 3,500 บาท (ระยะทาง 31 - 60 กม.) +/- 100 บาท
- ค่าขนส่งที่ 4,000 บาท (ระยะทาง 61 - 100 กม.) +/- 170 บาท
- ค่าขนส่งที่ 4,500 บาท (ระยะทาง 101 - 120 กม.) +/- 200 บาท

Update : 23/02/2006

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภาณุรัตน์ โพธิ์งาม เกิดเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2524 จังหวัดสระบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีปทุม เมื่อปี พ.ศ.2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย