การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไป : กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน

นาย สุกฤต อนันตชัยยง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-3267-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN PRECAST CONCRETE STRUCTURAL FRAME SYSTEM AND CONVENTIONAL SYSTEM : A CASE STUDY OF KUNALAI HOUSING ESTATE BANGKHUNTIAN

Mr. Sukrit Anantachaiyong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ISBN 974-17-3267-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไป : กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน
โดย	นายสุกฤต อนันตชัยยง
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆสิต)

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

.....กรรมการ
(นาย ทวี สีบุญเรือง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุกฤต อนันตชัยยง : การศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป : กรณีศึกษา หมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน. (COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN PRECAST CONCRETE STRUCTURAL FRAME SYSTEM AND CONVENTIONAL SYSTEM : A CASE STUDY OF KUNALAI HOUSING ESTATE BANGKHUNTIAN) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อ.ไตรรัตน์ จารุทัศน์ จำนวน 234. หน้า. ISBN 947-17-3267-8.

การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน เป็นลักษณะโครงสร้างที่ถ่ายน้ำหนักลงบนคาน แล้วส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสาและฐานราก ตามลำดับ ในระบบจะเน้นชิ้นส่วนโครงสร้างเสา คานและพื้นเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และผนังสำเร็จรูปที่ไม่ได้มีหน้าที่ในการรับน้ำหนัก

ปัจจุบันโครงการบ้านจัดสรรหลายโครงการมีการใช้การก่อสร้างแบบสำเร็จรูปมากขึ้น โดยเป็นการนำเอาเสา, คาน, พื้นหรือผนัง ที่สั่งสำเร็จรูปจากโรงงานมาประกอบเป็นรูปแบบบ้านตามที่กำหนดไว้ โดยเหตุผลจากผู้ประกอบการว่า งานในสถานที่ก่อสร้างจะน้อยกว่า ทำให้ประหยัดต้นทุน และยังสามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบก่อสร้างแบบทั่วไป

ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป ซึ่งจะทำการศึกษาในด้านเทคนิค ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้าง และข้อดี-ข้อเสีย รวมถึงการเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาของการก่อสร้าง เมื่อมีการนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานที่สั่งจากโรงงานมาใช้แทนการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้าง ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยเฉลี่ย 170 ตารางเมตร ในโครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน ที่มีการก่อสร้างในรูปแบบเดียวกันทั้งสองระบบ โดยใช้วิธีเฝ้าสังเกตการณ์ จดบันทึก สัมภาษณ์และถ่ายภาพการก่อสร้างในทุกขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนแล้วเสร็จ

จากการศึกษาพบว่า ราคาค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอยของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เท่ากับ 7,681 บาท/ตารางเมตร สำหรับก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน เท่ากับ 7,255 บาท/ตารางเมตร ซึ่งจะมีราคาลดลง 72,287 บาทหรือร้อยละ 5.54 แต่ถ้าพิจารณาแยกออกเป็นหมวดงานถ้าเลือกซื้อเฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานจากโรงงานมาใช้แทนการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้าง จะมีราคาค่าโครงสร้างที่ลดลง 66,212 บาท หรือร้อยละ 14.22 ของราคาค่าก่อสร้างเฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน นอกจากนี้ความได้เปรียบทางด้านระยะเวลาในการออกแบบจนถึงประกอบติดตั้งแล้วเสร็จของการก่อสร้างแบบทั่วไปต้องใช้เวลา 138 วัน เมื่อเทียบกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานใช้เวลาเพียง 122 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 16 วัน เทียบเป็นร้อยละ 11.59 ของระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด

ปัญหาที่พบในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ ปัญหาเนื่องจากการออกแบบ ผลิต รวมถึงเทคนิควิธีในการติดตั้งของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน เนื่องจากการนำระบบมาดัดแปลงให้เข้ากับแบบบ้านของโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป และปัญหาเนื่องจากการใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานร่วมระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป รวมถึงการไม่เข้าใจลักษณะของโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของผู้รับเหมารายย่อย ทำให้ในการต่อเติมทางโครงสร้างบางส่วนอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า มีความเหมาะสมที่จะนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานที่สั่งจากโรงงานมาใช้ในการก่อสร้างแทนการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้างของบ้านเดี่ยว 2 ชั้นในโครงการบ้านจัดสรร เพราะว่ามีต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่า แต่ต้องมีการศึกษาถึงระบบการก่อสร้างดังกล่าวให้เข้าใจก่อนที่จะนำมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างแบบทั่วไป

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

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

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

##4374210025 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORD : PRECAST CONCRETE / HOUSING / CONSTRUCTION

SUKRIT ANANTACHAIYONG : A COMPARATIVE STUDY OF HOUSING CONSTRUCTION BETWEEN A PRECAST CONCRETE STRUCTURAL FRAME SYSTEM AND CONVENTIONAL SYSTEM . A CASE STUDY AT KUNALAI HOUSING ESTATE, BANGKHUNTIAN. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. CHAWALIT NITAYA, D.ARCH. THESIS COADVISOR : TRIRAT JARUTAT,M.ARCH., 234 pp. ISBN 974-17-3267-8

A building with a precast concrete structural frame is a kind of structure the loads of which are transferred to the beams and then passed on to the columns and foundations. In this construction system, importance is placed on precast structure columns, beams, and floor planks as well as prefabricated walls that do not carry loads.

At present, precast concrete structural frames have been used in the construction of many housing estates. Prefabricated columns, beams, floors and walls are ordered from factories and assembled as designed in a house plan. Project managers say that they can reduce their workload, cut costs and work faster compared with the practice of conventional method of house building.

This research is a comparative study of housing construction between a pre-cast concrete structural frame system and a conventional system, with emphasis on building techniques, problems in construction, as well as their advantages and drawbacks. It also compares the costs and the length of time used in construction when purchasing pre-cast concrete structure frames form factories instead of beams and columns fabricated on the site. The samples used in this study were two – storey, single houses with a living space of 170 square metres in the Kunalai Housing Estate in Bangkhuntian, where two systems of housing construction were adopted. To gather information for this study, the researcher used observation techniques, recorded information, interviews, photographs of the houses, taken at every phase of construction, from the beginning until the completion of work.

It was discovered that the average cost of a living area of a conventionally – built house was 7,631 baht per square metre. As for a house built with pre-cast concrete structure frame system, the cost was 7,255 baht per square metre. Therefore, the total cost could be reduced by 72,287 baht or 5.54 percent. However, if the pre-cast concrete structure frames were purchased item by item from factories and used instead of concrete structure frames fabricated on the site, the building cast could be reduced by 66,212 baht or 14.22 percent of the cost for structure frames. In addition, there were advantages regarding the time spent in designing and installation. It took 138 days to complete a house built in a conventional way while, for a house built with pre-cast concrete structure frames, it took only 122 days –16 days or 11.59 percent less in total construction time.

The problems arising from the use of pre-cast structure frames could be divided into three types, namely, problems concerning the design, production and installation techniques. This was because the prefabricated frames had to be adapted before being used to build houses conventionally designed for a housing project. Besides, there were problems of using pre-cast concrete structure frames in a conventional construction system and a lack of understanding on the part of sub-contractors which might make the later structure expansion of a certain part of a building dangerous.

It can be concluded that purchased pre-cast concrete structure frames from factories can move efficiently be used in the construction of two – storey, single houses in a housing estate project instead of the structure frames fabricated on the site because they are less expensive and need less construction time. However, it is necessary to study and understand their building techniques before using them in general construction.

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

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

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

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและเสนอแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

- รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- อ. ไตรรัตน์ จารุทัศน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
- คุณทวี สีบุญเรือง กรรมการวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบุคลากรจากการเคหะแห่งชาติ ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์ วิศวกรระดับสูง : กอง 7 : การเคหะแห่งชาติ

ขอขอบคุณบุคลากรภายในหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ การให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ก่อสร้าง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- คุณกิตติพันธ์ สุขสมกิจ ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง(เจ้าของโครงการ)
- คุณอำนาจ เทียนพัด วิศวกรคุมงานของหมู่บ้าน
- พี่ต้อย ผู้รับเหมาของหมู่บ้าน

ขอขอบคุณบริษัท ซีคอน จำกัด ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลทางเทคนิคของระบบ หนังสือและความรู้ ตลอดจนคำแนะนำต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่ออย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

- คุณวีระ วิจิตรญาณพล ผู้อำนวยการสายงานก่อสร้าง
- คุณสุภัทร์ อุทัยวัฒน์ ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมและประมาณการ
- คุณชัยวัฒน์ ชูกุล ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริการงานก่อสร้าง
- คุณสมพงษ์ ..... ผู้คุมงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด
- คุณปรีชา สงวนแก้ว หัวหน้าแผนกควบคุมงานก่อสร้าง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณแทบเท้าบิดา-มารดาผู้ให้กำเนิด พี่สาวและพี่ชาย : ครอบครัวที่ข้าพเจ้ารักมากที่สุด ที่คอยให้พลังกายและกำลังใจ ครูบาอาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามระยะเวลาที่กำหนด

สุกฤต อนันตชัยยง

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฏ
สารบัญแผนฤมิ ..... ด
สารบัญแผนผัง ..... ต

บทที่

1. **บทนำ**
   - 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
   - 1.3 สมมติฐานการวิจัย 3
   - 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 3
   - 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 4
   - 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5
   - 1.7 ข้อจำกัดของการวิจัย 7
   - 1.8 วิธีดำเนินงานวิจัย 8
   - 1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

2. **ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**
   - 2.1 ความหมายของการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป 12
   - 2.2 ประวัติการก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรมและการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป 13
   - 2.3 ประเภทของระบบโครงสร้างของการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป 14
   - 2.4 การก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสา-คาน 22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

2.5 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป 28
2.6 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 30
2.7 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 32
2.8 รอยต่อและความคลาดเคลื่อน 34
2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 38
3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย 39
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 41
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 43
3.6 การสรุปและเสนอแนะ 44

4. รายละเอียดของโครงการ

4.1 รายละเอียดของโครงการที่ทำการศึกษา 45
4.2 รายละเอียดของลักษณะโครงสร้างและรูปแบบอาคาร 48

5. ผลการศึกษา

5.1 การออกแบบในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 54
5.2 โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 60
5.3 ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป 70
5.4 กรรมวิธีการก่อสร้าง 85
5.5 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง 110
5.6 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างและระยะเวลาการก่อสร้าง 121

6. การวิเคราะห์ผล

6.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง 133

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

6.2 การวิเคราะห์ผลด้านปัญหาการก่อสร้าง 145
6.3 การวิเคราะห์เทคโนโลยีการก่อสร้าง 151

7. **สรุปผล และเสนอแนะ**
7.1 สรุปผลจากการศึกษา 155
7.2 สรุปผลข้อจำกัดของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 157
7.3 ข้อเสนอแนะทางด้านการทำแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 157
7.4 ข้อเสนอแนะทางด้านการออกแบบรอยต่อ 159
7.5 ข้อเสนอแนะในด้านความรู้ทางพฤติกรรมโครงสร้างของผู้ออกแบบ 160
7.6 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 160
7.7 ข้อเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานแบบผสม 168
7.8 ข้อเสนอแนะสำหรับภาครัฐบาล 170
7.9 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ 171
7.10 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 171

รายการอ้างอิง 175

ภาคผนวก

ก. ใบประมาณราคาของโครงการคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) 179
ข. ตารางเปรียบเทียบราคาวัสดุต่อหน่วยจาก 3 แหล่งข้อมูล 188
- ใบประมาณราคาเฉพาะส่วนโครงสร้างหลัก : ข้อมูลแหล่งที่ 1 189
- ใบประมาณราคาเฉพาะส่วนโครงสร้างหลัก : ข้อมูลแหล่งที่ 2 192
- ใบประมาณราคาเฉพาะส่วนโครงสร้างหลัก : กระทรวงพาณิชย์ 195
ค. ตารางเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของบริษัทนวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด 198
ง. ใบเสนอราคาของ บริษัทนวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด 199
จ. แบบทางสถาปัตยกรรมของบ้านแบบคุณาลักษณ์ หมู่บ้านคุณาลัย 202
ฉ. ข้อกำหนดสำหรับงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 212
ช. ตารางแสดงเทคโนโลยีระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปในปัจจุบัน 215
ซ. ตัวอย่าง : ใบบันทึกรายงานการทำงานและการใช้แรงงานประจำวัน 218

บทที่ หน้า

ฌ. ตัวอย่าง : รอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน 219
ญ. INTERNAL FORCE FLOW FOR BASIC PORTAL FRAME UNITS 231
ฎ. MAXIMUM BENDING MOMENTS AND DEFLACTIONS FOR COMMON BEAMS 232
ฏ. การใช้งานคานทับหลังสำเร็จรูป (Q-CON LINTEL) 233

ประวัติผู้เขียน 234

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางประกอบ หน้า

ตารางที่ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป 19

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง 50

ตารางที่ 5-1 ค่าก่อสร้างบ้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บริษัท 1 : บริษัท ซีคอน จำกัด) 124

ตารางที่ 5-2 ค่าก่อสร้างบ้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บริษัท 2 : บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด) 125

ตารางที่ 5-3 ค่าก่อสร้างบ้านด้วยระบบแบบทั่วไป 131

ตารางที่ 6-1 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบทั่วไป กับบ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของบริษัท ซีคอน จำกัด 134

ตารางที่ 6-2 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในขณะทำการก่อสร้างในส่วนหมวดงานโครงสร้าง 141

ตารางที่ 6-3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานกับระบบก่อสร้างแบบทั่วไป 143

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานและแนวทางแก้ไข 146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 2-1 แสดงระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปแบบเสา-คาน 15
ภาพที่ 2-2 โครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น 16
ภาพที่ 2-3 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก 17
ภาพที่ 2-4 การก่อสร้างด้วยระบบ Box System 18
ภาพที่ 2-5 แสดง Continuous column Units 23
ภาพที่ 2-6 Tree-column Units 24
ภาพที่ 2-7 T-Units 24
ภาพที่ 2-8 Cross-Units แบบ three-hinge frames with cantilevers 25
ภาพที่ 2-9 H-Units แบบ two-hinge frames with single cantilever 25
ภาพที่ 2-10 Ring-Frame 26
ภาพที่ 2-11 A-Frames Units 26
ภาพที่ 2-12 Star-Units 27
ภาพที่ 2-13 Pitched Frames 28
ภาพที่ 2-14 แสดงจุดรอยต่อแบบเปียก 30
ภาพที่ 2-15 แสดงจุดรอยต่อแบบแห้ง 31
ภาพที่ 2-16 แสดงจุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง 31
ภาพที่ 2-17 แสดงการส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 32
ภาพที่ 2-18 แสดงการส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 33
ภาพที่ 4-1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ คุณาลัย-บางขุนเทียน 46
ภาพที่ 4-2 แสดงทัศนียภาพภายในหมู่บ้าน 46
ภาพที่ 4-3 แสดงตำแหน่งของอาคารในโครงการโดยสังเขป 47
ภาพที่ 4-4 แสดงบ้านแบบคุณาลักษณ์ ซึ่งเป็นบ้านในกรณีศึกษา ที่ก่อสร้างด้วยระบบเก่าก่อสร้างแบบทั่วไป 48
ภาพที่ 5-1 แสดงการเขียนแบบ GUIDE DRAWING 56
ภาพที่ 5-2 แสดงการเขียนแบบในส่วน PART DRAWING 59
ภาพที่ 5-3 แสดง โรงงานผลิตเหล็ก 60
ภาพที่ 5-4 แสดงการทำงานในโรงงานเหล็ก 61

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 5-5 แสดงการกองเก็บเหล็กที่ผูกเสร็จแล้ว 61
ภาพที่ 5-6 แสดงชิ้นส่วนต่างๆที่ผูกเหล็กเสร็จแล้ว 62
ภาพที่ 5-7 แสดงโรงงานในส่วนของงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอนกรีต 63
ภาพที่ 5-8 แสดงโรงงานในส่วนของงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอนกรีต 64
ภาพที่ 5-9 แสดงการใส่โครงเหล็กในแบบหล่อ 64
ภาพที่ 5-10 แสดงการเทคอนกรีตผสมลงใน Bucket เพื่อนำไปเทแบบ 64
ภาพที่ 5-11 การเทคอนกรีตและการแต่งผิว 65
ภาพที่ 5-12 แสดงการบ่มคอนกรีต และการถอดแบบ 65
ภาพที่ 5-13 แสดงการทำปลาสเตอร์ผิว และการยกชิ้นส่วนที่หล่อเสร็จแล้ว ไปเก็บด้วย Portal cranes 66
ภาพที่ 5-14 แสดงบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนที่หล่อเสร็จ 66
ภาพที่ 5-15 แสดงรถเครนที่ขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 67
ภาพที่ 5-16 แสดงแบบ Part Drawing ของเสาช่วงเดียว 71
ภาพที่ 5-17 แสดงแบบ Part Drawing ของเสาต่อเนื่อง 72
ภาพที่ 5-18 แสดงชิ้นส่วน เสาสำเร็จรูปแบบต่อเนื่อง 73
ภาพที่ 5-19 แสดงชิ้นส่วน คานสำเร็จรูปต่างๆ และคานลดระดับ 74
ภาพที่ 5-20 แสดงชิ้นส่วน พื้น, ผนังสำเร็จรูป 75
ภาพที่ 5-21 แสดงชิ้นส่วน เสาเข็ม และตอม่อสำเร็จรูป 75
ภาพที่ 5-22 แสดงแบบ Part Drawing ของคานต่อเนื่องทั่วไป 76
ภาพที่ 5-23 แสดงแบบ Part Drawing ของคานต่อเนื่องทั่วไป ชนิดที่มีแผ่นต่อเสาด้านบน 77
ภาพที่ 5-24 แสดงแบบ Part Drawing ของคานลดระดับ 78
ภาพที่ 5-25 แสดงแบบ Part Drawing ของคานลดระดับ 1 ด้าน 79
ภาพที่ 5-26 แสดงแบบ Part Drawing ของคานยื่น 80
ภาพที่ 5-27 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 1) 81
ภาพที่ 5-28 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 2) 82
ภาพที่ 5-29 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 3) 83
ภาพที่ 5-30 แสดงเครื่องจักรประเภทต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง 84

ภาพประกอบ		หน้า
ภาพที่ 5-31	แสดงฐานรากและตอม่อที่ผูกเหล็กเสร็จแล้ว	86
ภาพที่ 5-32	แสดงการวางตอม่อเหล็ก บนหัวเสาเข็ม	86
ภาพที่ 5-33	แสดงการทำไม้แบบหล่อฐานราก	87
ภาพที่ 5-34	แสดงการขุดร่องดินเพื่อวางคานคอดิน	87
ภาพที่ 5-35	แสดงเครื่อง Guy Derrick cranes	87
ภาพที่ 5-36	แสดงการต่อเสาเหล็กสำเร็จรูปเสริมปรับระดับ	87
ภาพที่ 5-37	แสดงการยกชิ้นส่วนคานคอดินติดตั้ง และตำแหนงรอยต่อของคานคอดินกับเสา	88
ภาพที่ 5-38	แสดงการเชื่อมยึดเหล็กเสริมและการยกชิ้นส่วนคานคอดินติดตั้ง	88
ภาพที่ 5-39	แสดง Isomatric รอยต่อส่วนต่างๆของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน	89
ภาพที่ 5-40	แสดงการตัดเหล็กโครงเสาออกเพื่อทำการปรับระดับ	90
ภาพที่ 5-41	แสดงการยกเสาโดยใช้ Guy Derrick cranes ผูกโซ่ติดกับส่วนลำตัวเสา แล้วยกขึ้นติดตั้ง	90
ภาพที่ 5-42	แสดงการดัดเหล็กที่ปลายเสา กับการใช้คนงานดึงปรับระดับเสาซ้าย-ขวา	91
ภาพที่ 5-43	แสดงการปรับระดับ,วัดดิ่งเสา, การถอดโซ่รัดเสาออกเมื่อทำการติดตั้งเสร็จ	91
ภาพที่ 5-44	แสดงการติดตั้งคานชั้น 2 และการติดตั้งคานส่วนหลังคา	92
ภาพที่ 5-45	แสดงการยกชิ้นส่วนคานคอดินติดตั้ง และรอยต่อของคานคอดินกับเสา	92
ภาพที่ 5-46	แสดงรอยต่อเสา-คาน	93
ภาพที่ 5-47	แสดงการติดตั้งคานยื่น และการติดตั้งคานซอย	94
ภาพที่ 5-48	แสดงการคานคอดินชนิดไม่มีเสา	95
ภาพที่ 5-49	แสดงการเก็บ Guy derrick Cranes ด้วยรถเครนขนาดเล็ก	95
ภาพที่ 5-50	แสดงการประกอบไม้แบบเหล็กมาตรฐาน	96
ภาพที่ 5-51	แสดงการประกอบไม้แบบ – ทั่วไป	96
ภาพที่ 5-52	แสดงรูทีใช้ในการกรอกคอนกรีตลงในไม้แบบ และการเทคอนกรีตโดยใช้การตักคอนกรีตมาเท	97
ภาพที่ 5-53	แสดงการแยกหล่อแบบคอนกรีตสองครั้งและโครงสร้าง เมื่อถอดแบบออกรอการฉาบแต่ง	98
ภาพที่ 5-54	แสดงแบบหล่อเมื่อมีการฉาบแต่งผิวเรียบร้อยในส่วนต่างๆ	98

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 5-55 แสดงการหล่อแบบในส่วนต่างๆ 99
ภาพที่ 5-56 แสดงการโครงสร้างทั้งอาคารที่ประกอบชิ้นส่วนเสร็จสิ้น 99
ภาพที่ 5-57 แสดงการเสริมเหล็กเพื่อหล่อคานในที่ (คานคอดิน และคานระเบียงชั้น 1) 100
ภาพที่ 5-58 แสดงการเสริมเหล็กหล่อคานยื่น(ส่วนหลังคาโถงบันได) 100
ภาพที่ 5-59 แสดงวิธีการผูกเหล็กสำหรับการหล่อคอนกรีตในที่ 101
ภาพที่ 5-60 แสดงปูเหล็กตะแกรงเพื่อหล่อพื้นในที่ 102
ภาพที่ 5-61 แสดงพื้นที่เทคอนกรีตหล่อในที่เสร็จเรียบร้อย 102
ภาพที่ 5-62 แสดงลักษณะคานที่ใช้ปูพื้นสำเร็จรูป 103
ภาพที่ 5-63 แสดงการก่อผนังมวลเบา 104
ภาพที่ 5-64 แสดงการทำคานทับหลังบนก้อนมวลเบา 104
ภาพที่ 5-65 แสดงการติดตั้งไม้ปรับระดับวงกบ 105
ภาพที่ 5-66 แสดงการติดตั้งวงกบหน้าต่างแบบต่างๆ 105
ภาพที่ 5-67 แสดงการเสริมเหล็กแทนการใช้ทับหลังคสล. 106
ภาพที่ 5-68 การติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และระบบสุขาภิบาล 106
ภาพที่ 5-69 แสดงการฉาบปูนทับผิว 107
ภาพที่ 5-70 แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กด้วยเหล็กเสริม 107
ภาพที่ 5-71 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป 108
ภาพที่ 5-72 แสดงการตัดเหล็กที่เกินจากชิ้นส่วนเสาเหล็กเสริม 110
ภาพที่ 5-73 แสดงการยกชิ้นส่วนเสาสำเร็จที่ผิดวิธี 111
ภาพที่ 5-74 แสดงการใช้เหล็กกระทุ้งเหล็กเสริมให้ตรง 111
ภาพที่ 5-75 แสดงการขอเกี่ยวแขวนคานกับส่วน Cleat ที่เสา
ทำให้เสาในส่วนนั้นงอและเสียรูปไป 112
ภาพที่ 5-76 แสดงการผูกเหล็กคานและคานคอดินที่ไม่ได้มาตรฐาน 113
ภาพที่ 5-77 แสดงการติดตั้งคานยื่นด้วยค้ำยัน 113
ภาพที่ 5-78 แสดงการหล่อแบบที่ไม่ได้มาตรฐาน 114
ภาพที่ 5-79 แสดงการรูที่ใช้ในการเทคอนกรีตและการตีไม้แบบไม้เปิดช่องทาง
ด้านบนเพื่อการเทคอนกรีต 115
ภาพที่ 5-80 แสดงการปูพื้นสำเร็จรูปที่มีขนาดไม่พอดีกับช่วงเสา 116

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 5-81 แสดงการใช้หนวดกุ้งในบ้านกรณีศึกษา กับการใช้หนวดกุ้งพิเศษ 116
ภาพที่ 5-82 แสดงการทำคานทับหลังและการทำวงกบประตู-หน้าต่างที่ไม่ได้มาตรฐาน 117
ภาพที่ 5-83 แสดงการสกัดคานทับหลังที่หล่อเพิ่ม เกินความหนาของวงกบหน้าต่าง 118
ภาพที่ 5-84 แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กด้วยการเชื่อมยึดกับเศษเหล็กเส้นที่เสียบเพิ่มเข้าไปในชิ้นส่วนเสาคานสำเร็จรูป 118
ภาพที่ 5-85 แสดงความผิดพลาดในการไม่เผื่องานระบบในชิ้นส่วนสำเร็จรูป 119
ภาพที่ 5-86 แสดงการก่อผนังที่ไม่ได้มาตรฐาน 120
ภาพที่ 5-87 แสดงเหล็กเส้นที่เกินออกมาจากชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป 121
ภาพที่ 5-88 แสดงลำดับขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 127
ภาพที่ 7-1 แสดงลักษณะของ Sleeve Joint และขั้นตอนการทำงาน 163
ภาพที่ 7-2 แสดงลักษณะของ Sleeve Joint และขั้นตอนการทำงาน (ต่อ) 163
ภาพที่ 7-3 แสดงลักษณะของชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปและการประกอบคานกับเสา 165
ภาพที่ 7-4 แสดงลักษณะของพื้นที่มีการหล่อในที่ได้ทันที 166
ภาพที่ 7-5 แสดงลักษณะของผนัง และคานสำเร็จรูป 167
ภาพที่ 7-6 แสดงลักษณะแบบหล่อทางแนวตั้ง 168
ภาพที่ 7-7 แสดงการเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน : แบบผสม 170

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิประกอบ หน้า

แผนภูมิที่ 6-1 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบ (ราคาชิ้นส่วนจากบริษัท ซีคอน จำกัด) 135

แผนภูมิที่ 6-2 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างตามหมวดงานต่างๆของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป 137

แผนภูมิที่ 6-3 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างตามหมวดงานต่างๆของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปรูปเสา-คาน 137

แผนภูมิที่ 6-4 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; เฉพาะหมวดโครงสร้างของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป 139

แผนภูมิที่ 6-5 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; รวมทุกหมวดของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป 139

แผนภูมิที่ 6-6 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; เฉพาะหมวดโครงสร้างของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 140

แผนภูมิที่ 6-7 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; รวมทุกหมวดของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 140

แผนภูมิที่ 6-8 แสดงสัดส่วนของต้นทุนของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน 142

แผนภูมิที่ 6-9 เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างโดยใช้สัดส่วนค่าแรงงานวิเคราะห์ 145

แผนภูมิที่ 6-10 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน เปรียบเทียบกับการก่อสร้างแบบทั่วไป 154

แผนภูมิที่ 6-11 แสดงรูปแบบการวางแผนงานการพิจารณาเลือกการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป 155

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนผัง

แผนผังประกอบ หน้า

แผนผังที่ 1-1	แสดงวิธีดำเนินการวิจัย	10
แผนผังที่ 2-1	แสดงขั้นตอนการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป	29
แผนผังที่ 4-1	แสดงแบบแปลนชั้น 1 (แบบคุณาลักษณ์ : ในระบบการก่อสร้างทั่วไป)	49
แผนผังที่ 4-2	แสดงแบบแปลนชั้น 2 (แบบคุณาลักษณ์ : ในระบบการก่อสร้างทั่วไป)	49
แผนผังที่ 5-1	แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	68
แผนผังที่ 5-2	แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	69
แผนผังที่ 5-3	แสดงระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน	126

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน (Precast Concrete Structural Frame System) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสาและฐานราก ตามลำดับ ในระบบจะเน้นชิ้นส่วนโครงสร้างเสา, คานและพื้นเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การพัฒนาการระบบก่อสร้างสำเร็จรูปในประเทศไทย ได้ดำเนินมามากกว่า 40 ปี เช่น บริษัทเซาท์อีสเอเชียก่อสร้าง จำกัด (หรือบริษัทซีคอน จำกัด ในปัจจุบัน) ได้พัฒนาระบบซีคอนขึ้นในปีพ.ศ. 2505 ระบบดังกล่าวเป็นระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปที่มีคาน ผนัง และพื้นเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปผลิตจากโรงงาน มีเสาเหล็กฉากถักเป็นโครงเพื่อใช้รับคานและผนังในระหว่างติดตั้ง โดยเสาดังกล่าวใช้วิธีหล่อคอนกรีตในที่ก่อสร้าง ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมองค์ประกอบคานและผนัง ปัญหาทางเทคนิคของระบบดังกล่าวนั้นก็มีเช่น รอยต่อเสา ซึ่งเป็นโครงเหล็กสำเร็จแบบหล่อคอนกรีตในที่ กับคาน, ผนังและพื้น ซึ่งเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปผลิตจากโรงงานนั้น เกิดรอยแตกที่ผิวของรอยต่อระหว่างเสาและชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อจากโรงงาน เนื่องมาจากเนื้อคอนกรีตไม่ใช่เนื้อเดียวกัน

มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปเรื่อยมาเช่น บริษัท เอชพี คอนสตรั๊คชั่น จำกัด (โรงเรียนพระปริยัติธรรมวัดนิเวศธรรมประวัติ จ.พระนครศรีอยุธยา), บริษัท เซี้ยม อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด(โครงการอาคารชุดพักอาศัยเมืองทองธานี)ฯลฯ แต่ระบบที่ใช้เป็นระบบผนังรับน้ำหนัก (Panel System) อาจเป็นเพราะการก่อสร้างในระบบเสา-คาน ดังกล่าวมีจำนวนชิ้นส่วนมาก จึงต้องใช้เวลาในการประกอบจุดรอยต่อมากกว่าระบบผนังรับน้ำหนักซึ่งมีชิ้นส่วนที่น้อยกว่าและเหตุผลต่างๆทางด้านการก่อสร้าง รวมถึงเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย ส่งผลให้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปโดยวิธีเสา-คานนั้นขาดการพัฒนาไป ทั้งๆที่ในระบบการก่อสร้างดังกล่าวสามารถลดข้อจำกัดทางการออกแบบที่มักเกิดขึ้นกับระบบผนังรับน้ำหนักเช่น ผนังรับน้ำหนักไม่สามารถที่จะทำการทุบผนังเพื่อทำการขยายห้องให้กว้างขึ้นได้เมื่อก่อสร้างเสร็จ, การต่อเติมอาคารทำได้โดยลำบาก, หรือแม้แต่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารไม่สามารถทำเป็นพื้นที่เปิดโล่งได้ เป็นต้น

ปัจจุบันการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน เริ่มมีการนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานมาใช้มากขึ้นเช่น บ้านที่อยู่ในโครงการของเครือบริษัท แลนด์แอนเฮ้าส์ มหาชน จำกัด, โครงการบ้านคุณาลัย บางขุนเทียน และบริษัทแลนดี้โฮม จำกัด เป็นต้น โดยเหตุผลจาก

ผู้ประกอบการว่า ต้องการลดราคาค่าก่อสร้างบ้านในโครงการลงเพื่อให้ได้ผลกำไรในการขายมากขึ้น ประกอบกับงานในสถานที่ก่อสร้างจะน้อยกว่าระบบทั่วไป ทำให้ในบางครั้งอาจจะทำให้ประหยัดต้นทุนได้ไม่มากก็น้อย และยังสามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบก่อสร้างแบบทั่วไป ซึ่งจะทำให้มีแบบบ้านที่เป็นสำเร็จรูปไว้ให้ผู้ซื้อเลือกซื้อได้ตามต้องการ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน และข้อดีของระบบดังกล่าว ผนวกกับปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วไปเมื่อใช้ระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป โดยการหล่อในที่ ส่งผลให้ผู้ประกอบการในหลายโครงการตัดสินใจทดลองนำเอาระบบการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ โดยนำเอาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่เป็นเฉพาะส่วนประกอบโครงสร้าง มาทดแทนการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้าง จึงเป็นเหตุให้เกิดความมุ่งหมายในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น เพื่อศึกษาระบบการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปโดยวิธีเสา-คาน โดยศึกษาและเปรียบเทียบในกรณีที่ผู้ประกอบการนำเอาชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาและคานจากโรงงานมาใช้ในการประกอบอาคารกับการก่อสร้างแบบทั่วไป เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงคุณภาพ, เทคนิคการก่อสร้าง ราคาต่อหน่วยและระยะเวลา ผนวกกับศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นทางโครงสร้างของระบบในกรณีศึกษาดังกล่าว เพื่อหาข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในเบื้องต้น และเป็นประโยชน์ต่อการนำเอาระบบสำเร็จรูปดังกล่าวไปใช้ได้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัยได้อย่างเหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป ซึ่งจะทำการศึกษาในด้านต่างๆ ได้แก่

1.2.1.1 มุ่งเน้นในการศึกษาเทคนิคของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป โดยเฉพาะระบบการก่อสร้างบ้านพักอาศัย(ในกรณีศึกษา) ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน

1.2.1.2 ศึกษาปัญหา, อุปสรรค และข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน จากบ้านในกรณีศึกษา เพื่อนำมาใช้ประกอบกับการนำมาพิจารณาและสรุปเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจต่อไป

1.2.1.3 เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป เพื่อศึกษาราคาต่อหน่วยเมื่อนำมาใช้ก่อสร้าง

1.2.2 สามารถนำรายละเอียดที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบทั้ง 2 ระบบ มาช่วยในการตัดสินใจเบื้องต้นว่า การเลือกสร้างบ้านดังกล่าวโดยใช้วิธีซื้อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตสำเร็จจากโรงงานในส่วนโครงสร้างหลักคือส่วนเสา, คาน หรือวิธีการก่อสร้างแบบทั่วไปที่มีการ

หล่อชิ้นส่วนดังกล่าวในพื้นที่ก่อสร้าง วิธีใดน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการสร้างบ้านจัดสรรในโครงการ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า

1.3.1 การนำเอาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงาน มาใช้ทดแทนการหล่อในที่ก่อสร้างโดยการตีไม้แบบ ในโครงการบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยวของผู้ประกอบการ น่าที่จะมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่ากว่าในการติดตั้ง รวมถึงจะทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้าง

1.3.2 ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน จะสามารถลดปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจากระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป หรือการก่อสร้างแบบหล่อในที่ รวมถึงราคาต่อหน่วยเมื่อนำมาก่อสร้างในจำนวนมากจะสามารถลดงบประมาณการก่อสร้างลงได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของกลุ่มประชากรที่จะทำการศึกษาออกเป็น4กลุ่มคือ

1.4.1.1 กลุ่มประชากรของบริษัท ซีคอน จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ทางบริษัทได้ทำให้กับหมู่บ้านของผู้ประกอบการ กลุ่มประชากรกลุ่มนี้ประกอบไปด้วยสถาปนิก, วิศวกร, ผู้รับเหมา รวมไปถึงพนักงานฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วน

1.4.1.2 กลุ่มประชากรของบริษัทสถาปนิกและรับเหมาก่อสร้างที่มีการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน เพื่อทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านระบบการก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานแบบต่างๆ

1.4.1.3 กลุ่มประชากรผู้รับเหมาที่ทำการก่อสร้างแบบทั่วไป เพื่อศึกษาถึงงบประมาณการก่อสร้างของระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป และสัมภาษณ์เกี่ยวกับเทคนิควิธีการในการก่อสร้างรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง

1.4.1.4 กลุ่มประชากรของผู้ประกอบการ ซึ่งประกอบไปด้วยสถาปนิก, วิศวกร, ผู้รับเหมา, ผู้คุมงานก่อสร้าง โดยศึกษาถึงข้อมูลพื้นฐานต่างๆของโครงการในกรณีศึกษา

1.4.2 การวิจัยนี้เน้นศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ระบบคือ ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน กับระบบการก่อสร้างทั่วไปหรือแบบหล่อในที่ ซึ่งบ้านที่เลือกใช้ทั้ง 2 ระบบเป็นบ้านที่มีพื้นที่สอยและรูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบบเดียวกันทุกประการ โดยบ้านพักอาศัยดังกล่าวตั้งอยู่ในโครงการคุณาลัย บางขุนเทียน แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ เป็นบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น เนื้อที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตร แตกต่างที่ส่วนประกอบโครงสร้างคือ เสา, คาน, พื้น, ผนังดังนี้

1.4.2.1 บ้านที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน ปัจจุบันยังคงเหลือการก่อสร้างอยู่จำนวน 2 หลังแต่ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 1 หลัง ซึ่งทางผู้ประกอบการได้สั่งส่วนประกอบโครงสร้างซึ่งได้แก่ เสาเข็ม, ฐานราก, เสาและคานสำเร็จรูปจากบริษัท ซีคอน จำกัด รวมไปถึงการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนดังกล่าวด้วย(ไม่รวมพื้นสำเร็จรูป) และส่วนประกอบโครงสร้างที่เหลือก็ทำการว่าจ้างผู้รับเหมาอีกราย

1.4.2.2 บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบการก่อสร้างทั่วไป จำนวน 1 หลัง เสา,คานรวมถึงฐานรากใช้การหล่อคอนกรีตในที่ก่อสร้าง ผนังใช้แบบการก่ออิฐฉาบปูนโดยทั่วไป สำหรับพื้นใช้แบบสำเร็จรูปจากโรงงาน

โดยกรณีศึกษาทั้ง 2 หลังดังกล่าวจะทำการเปรียบเทียบใน 3 หัวข้อหลักคือ คุณภาพและเทคนิควิธีทางการก่อสร้าง, ระยะเวลา, ราคาต่อหน่วย

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คานกับระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป โดยผู้ประกอบการสั่งซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน(ฐานราก, ตอม่อ, เสา, คาน) มาทำการประกอบติดตั้งโครงสร้าง แทนที่การหล่อชิ้นส่วนดังกล่าวในที่ก่อสร้างโดยการตีไม้แบบ จากการสัมภาษณ์ทางผู้ประกอบการโครงการ(คุณกิตติพันธ์ สุขสมกิจ) มีความต้องการลดราคาค่าก่อสร้างบ้านในโครงการลงเพื่อให้ได้ผลกำไรในการขายมากขึ้น ประกอบกับความสนใจในเทคโนโลยีการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูปที่ผู้ประกอบการคาดการไว้ว่าสามารถช่วยลดราคาค่าก่อสร้างได้ จึงได้นำแบบทางสถาปัตยกรรมของบ้านในโครงการแบบคุณาลักษณ์ส่งไปให้บริษัท ซีคอน จำกัด(การตัดสินใจเลือกบริษัทซีคอนนั้นได้จากการศึกษาข้อมูลของผู้ประกอบการเอง) เมื่อตกลงราคาที่เหมาะสมจึงตกลงว่าจ้างงานให้บริษัทซีคอน จำกัด ดำเนินการออกแบบและก่อสร้างในจำนวน 2 หลัง สาเหตุที่ผู้ประกอบการสั่งซื้อเพียงแค่ระบบฐานราก, ตอม่อ, เสาและคานนั้น เนื่องมาจากผู้ประกอบการมีช่างรับเหมาที่เสนอราคาค่าก่อสร้างในส่วนประกอบโครงสร้างอื่นๆที่ราคาถูกอยู่แล้ว

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในลักษณะการเฝ้าสังเกตการณ์จากสถานที่ก่อสร้างจริงในโครงการคุณาลัย บางขุนเทียน แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ เป็นบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น เนื้อที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตร (สำหรับรายละเอียดของบ้านทั้ง 2 หลังดังกล่าว อยู่ในบทที่ 4 ตารางที่ 4-1)

ราคาค่าก่อสร้างแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.5.1 บ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน แบ่งการเก็บข้อมูลราคาค่าก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.5.1.1 ราคาที่ผู้ประกอบการสั่งซื้อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากบริษัท ซีคอน จำกัด ประกอบด้วยโครงสร้างชิ้นส่วนเสา, คาน, ฐานรากและตอม่อ ราคานั้นรวมไปถึงการประกอบติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตทั้งหมดจนเสร็จ

1.5.1.2 ราคาผู้รับเหมาที่หมู่บ้านว่าจ้างให้ทำการก่อสร้างในส่วนต่อไปคือ โครงสร้างพื้นสำเร็จรูป, หลังคาและส่วนประกอบโครงสร้างที่เหลือ จนส่งมอบบ้านให้ลูกค้า

1.5.2 บ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป แบ่งการเก็บข้อมูลราคาค่าก่อสร้างออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.5.2.1 ส่วนราคาค่าก่อสร้างโครงสร้างหลักในช่วงแรกประกอบด้วย ฐานราก, ตอม่อ, เสา, คาน, โครงหลังคา, การก่ออิฐมอญบางส่วน ซึ่งได้ทำการก่อสร้างก่อนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูล 2 ปี ราคาค่าก่อสร้างในส่วนดังกล่าว ทางเจ้าของโครงการได้สรุปราคาแยกเป็นหมวดหมู่ให้กับผู้วิจัยแล้ว(ผู้วิจัยนำมารวมไว้กับราคาค่าก่อสร้าง ในส่วนข้อ 1.5.2.2 แล้ว ; ดูได้จากภาคผนวก)

1.5.2.2 ราคาค่าก่อสร้างในส่วนที่ทำการก่อสร้างต่อจากหัวข้อ 1.5.2.1 ซึ่งเป็นระยะเวลาใกล้เคียงกับการก่อสร้างในหัวข้อ 1.5.1.2

สำหรับระยะเวลาในการก่อสร้างนั้น จะเป็นไปตามการเก็บข้อมูลตามแบบการวางแผนงานการก่อสร้างทั่วไป โดยการจดระยะเวลาแบ่งออกเป็นขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ผนวกกับการจดบันทึกประจำวันของการก่อสร้าง เพื่อนับจำนวนคนงานในการแบ่งหน้าที่ต่างๆ

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป[1] **(Prefabrication)** คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ยก สำหรับปฏิบัติงาน

---

[1] GmbH, Bauverlag, Wiesbaden, and Berlin. Manual of Precast Concrete Construction Volumn 1,2,3. Rud.Bechtold & Comp., (1968.)

1.6.2 **ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**[2] (Precast Concrete) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ(เช่นโรงงาน, บริเวณที่ก่อสร้าง) ซึ่งหล่อเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง

1.6.3 **ระบบเสา-คาน** [3] (Frame System **หรือ** Skeleton Frame) คือ เป็นระบบที่ถ่ายน้ำหนักจากพื้นสู่คานไปยังเสา ในเมื่อนำโครงสร้างมาประกอบกันแล้ว ช่วงของเสาและคาน เป็นสัดส่วนที่ต้องพิจารณาให้มีความสัมพันธ์จนทำให้เกิดความแข็งแรงด้วย

1.6.4 **ชิ้นส่วนย่อย**[4] (Parts) คือ เป็นลำดับแรกของการผลิตที่เกิดขึ้น ซึ่งตัวมันมีรู้แบบที่แน่นอนในบางกรณีสัมพันธ์กับประโยชน์ที่ต้องการบางอัน แต่ในกรณีอื่นอาจจะดัดแปลงนำไปใช้สำหรับอย่างอื่นก็ได้

1.6.5 **ชิ้นส่วนสำเร็จขนาดใหญ่** [4] (Component)คือ เป็นผลผลิตที่มีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แน่นอน ขอบเขตของประโยชน์ใช้สอยจะเล็กหรือจะใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพความต้องการของโปรแกรม, สภาพเศรษฐกิจผลผลิต และสภาพธรรมชาติของโครงสร้างอาคาร สภาพของมันอาจจะเป็นเยงชิ้นง่ายๆ จนกระทั่งไปถึงขั้นยุ่งยากซับซ้อน และมีรูปแบบแตกต่างออกไปหลายชนิด เช่น ชิ้นส่วนชุดหน้าต่างสำเร็จ เป็นต้น

1.6.6 **ส่วนประกอบโครงสร้าง** [5] (Structural Components) คือ ส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรง เราออกแบบได้กับอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบ โครงเสา-คาน หรือโครงประเภทอื่นๆ และอาคารที่ใช้โครงสร้างแบบกำแพง หรือผนังรับน้ำหนัก

1.6.7 **การก่อสร้างอุตสาหกรรม**[6] (Industrialised Building System) คือ การนำโครงสร้างส่วนต่างๆของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้ว มาประกอบรวมกันเข้าเป็นตัวอาคาร หรือเทคนิคการก่อสร้างใดๆก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรม

---

[2] Mario Salvadori. Structure in Architecture. Prentice-Hall, Inc.

[3] Sheppard, David A. and William R. Phillips. Plant-Cast Precast and Prestressed Concrete. New York : McGraw-Hill, (1989.)

[4] รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technology, ภาควิชาสถาปัตยกรรม ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 2.

[5] ศ.ดร.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ : รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. (2520.) หน้า 1.

[6] โสภณ แสงไพโรจน์. เอกสารเผยแพร่ห้องสมุดการเคหะแห่งชาติ เรื่อง : การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : การเคหะแห่งชาติ, (2522.)

1.6.8 **ส่วนประกอบของอาคาร**[5] (Components of Building) คือ ส่วนต่างๆของอาคารที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบที่ไม่ใช่โครงสร้าง ส่วนประกอบทั้งหมดจะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีของการประสานรอยต่อ

1.6.9 **รอยต่อ**[7] (Joints) คือ จุดที่เชื่อมระหว่างส่วนประกอบอาคารเข้าด้วยกันให้แน่นสนิทเพื่อความแข็งแรง ปลอดภัย งดงาม และป้องกันเสียง ความร้อน ความชื้น หรือน้ำที่มาจากฝน

1.6.10 **การประสานทางพิกัด**[8] คือ การลงตัวในด้านขนาดของชิ้นส่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้การผลิตในระบบอุตสาหกรรมเป็นไปได้ เพราะต้องผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลทำให้ลดต้นทุนการผลิตราคาก่อสร้างต่ำ

1.7 ข้อจำกัดของการวิจัย

หมู่บ้านคุณาลัยเป็นหมู่บ้านที่มีโครงการขนาดใหญ่ มีบ้านเดี่ยวกว่า 1,000 หลังคาเรือนในพื้นที่โครงการ ในการปลูกสร้างจึงแบ่งการก่อสร้างออกเป็นเฟส ช่วงที่ผู้วิจัยเข้าไปเก็บข้อมูลการก่อสร้างนั้นเป็นช่วงที่เริ่มมีการก่อสร้างต่อจากช่วงที่หยุดพักการก่อสร้างเนื่องด้วยปัญหาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลแบ่งออกได้เป็นดังนี้

1.7.1 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

1.7.1.1 ช่วงที่ทำการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบริษัท ซีคอน จำกัด โดยทำการก่อสร้าง 2หลัง ตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม 2544 จนถึง 19 พฤศจิกายน 2544

1.7.1.2 ช่วงที่หมู่บ้านว่าจ้างผู้รับเหมาทำการก่อสร้างในส่วนต่อไปคือโครงสร้างพื้นสำเร็จรูป, หลังคาและส่วนประกอบโครงสร้างที่เหลือ จนส่งมอบบ้านให้ลูกค้า ตั้งแต่วันที่28 เมษายน 2545 จนถึง 5 กันยายน 2545

1.7.2 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงคือ

---

[5] ศ.ดร.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้าง สถานที่ราชการ : รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. (2520.) หน้า 1.

[7] ตรึงใจ บูรณสมภพ.การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุสาหกรรม. หน้าจั่ว. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับที่ 4. (2527): หน้า142-143.

[8] เฉลิมชัย ห่อนาค. การประสานพิกัดในอาคาร(Modular Co-ordination in Building). อาษา ฉบับที่4(2511), หน้า 120-124.

1.7.2.1 ช่วงที่ทำการก่อสร้างโครงสร้างหลัก ประกอบไปด้วยฐานราก, ตอม่อ, เสา , คาน, โครงหลังคาและการก่ออิฐมวลเบาบางส่วน จากนั้นก็หยุดการก่อสร้างไปซึ่งระยะนี้อยู่ในช่วงเวลาก่อนที่ผู้วิจัยเข้ามาทำการเก็บข้อมูลประมาณ 1 ปี(ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543. ; รายละเอียดจากเจ้าของโครงการ)

1.7.2.2 ช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลเมื่อมีการก่อสร้างต่อจากช่วง 1.7.2.1 ตั้งแต่วันที่ 10 ธันวาคม 2544.ถึง วันที่ 24 เมษายน 2545.

1.8 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.8.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลด้านปฐมภูมิเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป และการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน ทั้งโดยการสำรวจโครงการ, สัมภาษณ์สถาปนิก, วิศวกร, ผู้ประกอบการ และผู้รับเหมาก่อสร้างที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูปทั้งภาครัฐ และเอกชน

1.8.2 ศึกษารวบรวมข้อมูลด้านทุติยภูมิ โดยศึกษาถึงรายงานการวิจัย, ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง, เอกสาร, บทความ, และแนวความคิดต่างๆของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

1.8.3 ทำการศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานด้วยวิธีสังเกตการณ์จากสถานที่ก่อสร้างจริงตั้งแต่เริ่มทำการก่อสร้าง จนเสร็จสิ้นการก่อสร้าง จากโครงการกรณีศึกษา

1.8.4 พิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานกับระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป

1.8.5 ทำการวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะการก่อสร้าง และหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จเพื่อนำไปใช้ในการสรุปและเสนอแนะ

1.8.6 สรุปผลการศึกษาวิจัยและเสนอแนะ

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

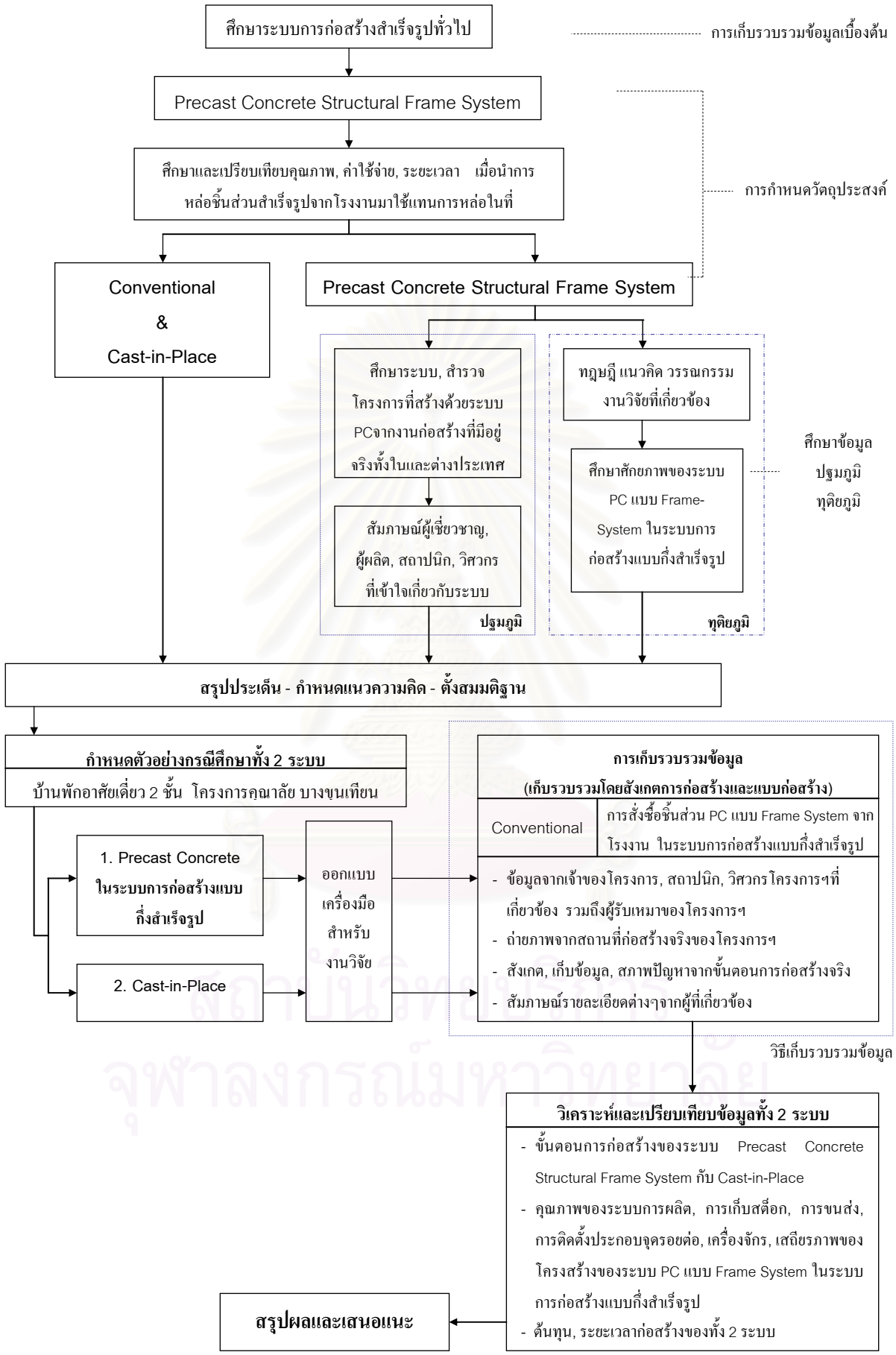
1.9.1 ทำให้ทราบถึงรูปแบบ, ขั้นตอน, วิธีการก่อสร้างบ้านในระบบสำเร็จรูปและผลการวิเคราะห์ของการก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน, แบบระบบการก่อสร้างทั่วไป และความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

1.9.2 ทำให้ทราบถึงปัญหา, อุปสรรค, และข้อดี-ข้อเสียของทั้ง 2 ระบบ การแก้ปัญหาและอุปสรรคของโครงการที่ทำการศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์กับผู้ที่จะนำระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังกล่าวไปใช้ในการก่อสร้าง

1.9.3 ทำให้ทราบถึงต้นทุนและระยะเวลาต่อหน่วยของการก่อสร้างบ้านในกรณีศึกษาด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน เปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป เพื่อนำไปใช้พิจารณาเลือกระบบการก่อสร้างให้มีความเหมาะสมต่อไป

1.9.4 การวิจัยนี้เปรียบเสมือนแหล่งข้อมูลหนึ่งของผู้ที่สนใจจะศึกษา และนำระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน ไปใช้พัฒนาในการดำเนินงานก่อสร้างบ้านในระบบสำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนผังที่ 1-1 แสดงวิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 2

ทฤษฎี แนวความคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการสร้างบ้านอาจแบ่งได้เป็น 3 ระบบ[1] ได้แก่ ระบบการก่อสร้างบ้านแบบดั้งเดิม ระบบการก่อสร้างบ้านที่ใช้กันทั่วไป และการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งานได้ดังนี้

1. **ระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิม** มักใช้เพื่อการอนุรักษ์ศิลปะและวัฒนธรรมจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงประวัติศาสตร์ของเทคโนโลยีการก่อสร้างในสมัยนั้นๆด้วย เพื่อทำให้การอนุรักษ์อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างนั้นๆมีลักษณะทางโครงสร้างที่ถูกต้องตามลักษณะเดิม

2. **ระบบการก่อสร้างที่ใช้กันทั่วไป** ใช้ในการก่อสร้างบ้านส่วนตัว โครงการขนาดเล็ก งานดัดแปลง งานต่อเติมหรือปรับปรุงบ้านเก่า ซึ่งเป็นงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่ของประเทศ ระบบการก่อสร้างแบบนี้ เป็นแหล่งงานสำคัญให้กับแรงงานท้องถิ่น ช่างชาวบ้าน ช่างก่อสร้างอิสระ หรือผู้รับเหมารายย่อยซึ่งเป็นแรงงานส่วนใหญ่ของสังคม

3. **การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม** มักใช้กับโครงการที่ต้องการสร้างให้เสร็จในระยะเวลาที่จำกัด เช่น โครงการขนาดใหญ่ที่มีความต้องการจำนวนมากเช่น โครงการแฟลตของภาครัฐ หรือเร่งรัดให้เกิดการพัฒนาขึ้นโดยเร็ว โครงการที่สร้างในถิ่นทุรกันดาร มีอากาศหนาวเย็น ไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างในพื้นที่ หรืออาจใช้ในบางท้องถิ่นที่ขาดแคลนแรงงานและช่างฝีมือ

จากเหตุผลดังกล่าว การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หรือการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปทั้งหลังจึงไม่ใช่คำตอบในการพัฒนาที่อยู่อาศัยเสมอไป แม้แต่ประเทศอุตสาหกรรมก็ยังให้ความสำคัญกับระบบการก่อสร้างที่ใช้ช่างท้องถิ่นหรือช่างอิสระโดยได้พัฒนาอุตสาหกรรมและชิ้นส่วนประกอบอาคารสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐานเป็นระบบเปิดคือ เปิดขายให้ซื้อได้สะดวกเหมือนวัสดุก่อสร้างทั่วๆไป (ส่วนใหญ่มีบริการออกแบบให้ เพื่อใช้เฉพาะโครงการ และอาจรับติดตั้งด้วย) เช่น โครงหลังคาสำเร็จรูป ตงสำเร็จรูปและผนังสำเร็จรูป พื้นสำเร็จรูป : ซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศไทย เป็นต้น วัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านในอนาคตน่าที่จะมีความอิสระในรูปแบบการก่อสร้างได้ด้วย คือสามารถเลือกให้มีระดับการผลิตจากโรงงานแตกต่างกันได้

ดังนั้นการที่โครงการจะเลือกวิธีการก่อสร้างระบบใดนั้น ลักษณะของโครงการควรมีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการที่เหมาะสมกับวิธีการก่อสร้าง เพื่อทำให้มีการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

---

[1] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21. อาษา. (เมษายน 2543): หน้า 81.

บทนี้จะเป็นการนำเสนอเกี่ยวกับความหมาย, หลักเกณฑ์, รูปแบบและประเภทของระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป รวมไปถึงการนำระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานมาใช้กับการก่อสร้างบ้านพักอาศัย รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบเสาและคานแบบต่างๆ ตัวอย่างการก่อสร้างในระบบดังกล่าวทั้งในประเทศและนอกประเทศ ประกอบกับการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย

2.1 ความหมายของการก่อสร้างในระบบสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป [2] (Precast Concrete) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ (เช่น โรงงาน, บริเวณที่ก่อสร้าง) ก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป [3] (Prefabrication) คือระบบการก่อสร้างอาคารที่ผลิตชิ้นส่วนอาคารออกเป็นส่วนๆแล้วนำมาติดตั้งประกอบกัน ณ. ที่ก่อสร้าง หรือผลิตจากโรงงานแล้วเสร็จสามารถเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปใช้สอยได้ทันที ทั้งนี้วัสดุอาจจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้

การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป[4] (Precasting in Reinforced Concrete) คือ การหล่อคอนกรีตที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ ตามรูปทรงของแม่แบบ(Mould Shape)ที่สร้างไว้ ซึ่งการเสริมเหล็กนั้นจะกระทำไปพร้อมกับการหล่อแบบคอนกรีต เมื่อหล่อแบบออกมาเป็นชิ้นแล้วจะไม่สามารถดัดแปลงรูปทรงได้อีก การหล่อแบบดังกล่าวนั้นอาจจะเป็นการหล่อจากโรงงาน หรือการหล่อในบริเวณหน่วยก่อสร้าง หลังจากแบบคอนกรีตดังกล่าวพร้อมใช้งาน ก็จะทำการขนย้ายไปประกอบยังหน่วยก่อสร้าง

ดังนั้น ความหมายโดยรวมของ **การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป** คือ วิธีการก่อสร้างโดยการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กจากแบบหล่อที่สร้างขึ้นตามรูปแบบที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆของอาคารคือ ส่วนประกอบโครงสร้าง และส่วนประกอบของอาคาร โดยการผลิตอาจผลิตชิ้นส่วนในโรงงานหรือในบริเวณหน่วยก่อสร้าง แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคารในหน่วยก่อสร้าง โดยอาศัยอุปกรณ์ยกที่เหมาะสม

---

[2] Sheppard,David A. and William R. Phillips. Plant-Cast Precast and Prestressed Concrete. New York : McGraw-Hill, (1989.)

[3] สิงหราช มีทิพย์. การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, (2542.) หน้า 4.

[4] Haas,A.M. Precast Concrete Design and Applications. Galliard : Applied Science Publishers, (1983.)

2.2 การก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรมและการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมที่สมบูรณ์เกิดขึ้น มีแต่เพียงการก่อสร้างบางส่วนที่พึ่งการผลิตระบบอุตสาหกรรม เพราะมีความจำเป็นที่จะใช้เพียงในบางตอนของโครงสร้างเท่านั้น ซึ่งการผลิตชิ้นส่วนอาคารระบบอุตสาหกรรมจะคุ้มค่าการลงทุนก็ต่อเมื่อมีการผลิตอย่างซ้ำซาก จำนวนมากๆ หรือกรณีที่มีเหตุการณ์ฉุกเฉินเกิดขึ้นเช่น เกิดภัยทางธรรมชาติบ้านเรือนพังพินาศ ต้องการที่อยู่อาศัยโดยด่วน โดยไม่ต้องคำนึงถึงราคาต้นทุนในการผลิต แต่ต้องการความรวดเร็ว เป็นต้น หรือว่าเกิดจากการเมืองบีบบังคับให้ต้องผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรม ก็อาจจะเกิดขึ้นการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมขึ้นได้

ซึ่งในประเทศไทยที่เห็นได้ชัดก็คือ การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในบ้านเราเริ่มรู้จักพื้นสำเร็จรูปก่อนชิ้นส่วนอื่นๆ อาจจะเนื่องมาจากสามารถนำมาใช้กับโครงสร้างส่วนที่เทหล่อกับที่ได้ทันที โดยนำมาวางบนคานเป็นแถวๆให้ได้ระยะ และความเหมาะสมกับคานหรือตงที่นำมาเสริม จากนั้นก็เทคอนกรีตทับผิวหน้า (อาจจะมีการเสริมตะแกรงเหล็กเพิ่ม ก่อนการเทซึ่งก็แล้วแต่รายละเอียดของการก่อสร้างนั้นๆ) ซึ่งพื้นสำเร็จเหล่านี้มีอยู่หลายชนิดที่มีขนาดกว้างประมาณ 30 ซม.ถึง 60 ซม. ส่วนความหนานั้นขึ้นอยู่กับขนาดช่วงพาดที่ต่างกันออกไป ความยาวนั้นมักจะเป็นไปตามช่วงพาดเป็นเมตรที่ท้องตลาดนิยมใช้กันอยู่

เห็นได้ว่า การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทยยังจัดอยู่ในวิธีการจัดระบบตามสมควรแล้วแต่กรณี เช่น การผลิตตามระบบอุตสาหกรรมเฉพาะบางจุดที่พอจะทำได้ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลา ไม้แบบ และแรงงานก่อสร้างในประเทศยังมีราคาค่าจ้างไม่สูงนัก แรงงานกรรมกรก่อสร้างก็มีเหลือเฟือ ในขณะที่ความรู้เรื่องเทคโนโลยีของไทยยังพัฒนาไม่ดีเท่าประเทศแถบตะวันตก และเครื่องมือการก่อสร้างที่ทันสมัยที่สั่งเข้ามาก็ยังมีราคาสูงอยู่ เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทยระบบการก่อสร้างโดยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้มีการใช้ในวงการก่อสร้างประมาณ 40 กว่าปีที่ผ่านมา แต่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมด โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จ ได้แก่ บันได, แผงกันตกคอนกรีตสำเร็จรูปและแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

การก่อสร้างอาคารในระบบสำเร็จรูป เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยมากขึ้น [5.] ตั้งแต่ครั้งที่บริษัท ซีคอน จำกัด ได้ก่อสร้างอาคารพาณิชย์ราวปี พ.ศ. 2505 บริเวณเขตหาผลประโยชน์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งที่บริเวณถนนบรรทัดทอง และบริเวณสยามสแควร์ โดยได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเองเรียกว่าระบบ ซีคอน โดยมีลักษณะที่โรงงานจะผลิตเสา และคานสำเร็จจากโรงงานเรียกว่า Built up Steel Frame นำมาประกอบที่หน่วยงานแล้วเทคอนกรีตหุ้มพร้อมทั้งติดตั้งผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปที่หล่อสำเร็จจากรงงานเช่นกัน ต่อมาในราวปี พ.ศ.

2509 โดยความร่วมมือของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาบริษัท ซีคอน จำกัด ได้จัดสร้างหมู่บ้านมิตรภาพขึ้นในบริเวณซอยอ่อนนุช ถนนสุขุมวิท 77 ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยวระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงการแรกเลยก็ว่าได้ หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาเรื่อยมาตัวอย่างเช่น บริษัท สยามธานี พร็อพเพอร์ตี้ จำกัดได้พัฒนาระบบคอนกรีตอัดแรงของบริษัท ไท-เซพี จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ก่อสร้างอาคารชุด 6 ชั้น 1 ชั้นมี 4 หน่วยมีพื้นที่ประมาณ 60 ตารางเมตรต่อหน่วย ภายใต้ชื่อโครงการบ้านสวนธน ทำให้ประชาชนทั่วไปเริ่มรู้จักและยอมรับระบบสำเร็จรูปมากขึ้น ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปเรื่อยมาเช่น บริษัทโนเบิล ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด(ระบบบ้านโนเบิลสตีลเทค), บริษัท บางกอกแลนด์ จำกัด (โครงการเมืองทองธานี : อาคารชุดพักอาศัยบริเวณถนนแจ้งวัฒนะ) นอกจากนี้แล้วยังมีอีกหลายบริษัทที่ได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเองขึ้นมา เพื่อรองรับงานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นเช่น บริษัท แลนด์แอนด์เฮ้าส์ จำกัด, บริษัท ควอลิตี้เฮ้าส์ จำกัด, บริษัท กฤษฎามหานคร จำกัด ซึ่งก็มีทั้งการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งแบบระบบเสา-คานและระบบผนังรับน้ำหนัก จากการที่ผู้ประกอบการเลือกนำระบบดังกล่าวมาใช้ในการก่อสร้างมากขึ้น การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบการก่อสร้างบ้านจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการก่อสร้าง และเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น

2.3 ระบบโครงสร้างในการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป

ระบบโครงสร้างแบบต่างๆ ในปัจจุบันได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์วิธีการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หรือระบบสำเร็จรูปไว้ในประเทศต่างๆ มากกว่า 1,000 ระบบขึ้นไป ส่วนใหญ่เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศยุโรปทางตะวันออกและประเภทแถบสแกนดิเนเวีย ระบบเหล่านี้สามารถแบ่งได้หลายลักษณะ[5.] เช่น แบ่งตามชนิดของโครงสร้าง [6.] แบ่งตามชนิดของวัสดุที่เลือกใช้, แบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบกัน, แบ่งตามลักษณะการก่อสร้าง [7.] ซึ่งสามารถกล่าวโดยละเอียดดังนี้

[5.] ไตรรัตน์ จารุทัศน์. ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย. ในเอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการแก้วิกฤตของประเทศ., หน้า 61-62. (8 ธันวาคม 2545.) ณ ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

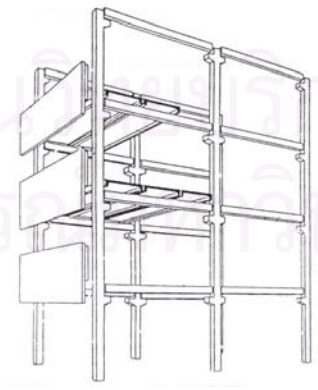
[6.] ต่อตระกูล ยมนาถ. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. ในเอกสารประกอบการอบรม เรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ, หน้า 4-14. (2520.) จัดโดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

2.3.1 แบ่งตามชนิดของโครงสร้าง [6.]

2.3.1.1 ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam) ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่รู้จักและใช้กันแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบแบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอดเช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น

หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคานก็คือการรับน้ำหนักจากพื้นส่งลงคาน, จากคานส่งน้ำหนักลงเสาโครงสร้างและคานแบบสำเร็จรูป นอกจากจะแตกต่างจากโครงสร้างแบบหล่อคอนกรีตกับที่ ในกรณีที่เสาและคานเป็นแบบหล่อสำเร็จรูป แล้วนำมาประกอบกันแล้ว ยังมีความแตกต่างจากระบบหล่อกับที่อีกประการหนึ่ง คือโครงสร้างเสา-คาน สำเร็จรูปมักจะมีแนวคานสำเร็จรูปอยู่เพียงในแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้ามาหาเสาทั้งสี่ด้าน เหมือนกับการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นอันมาก ดังนั้นในระบบสำเร็จรูปจะมีคานเฉพาะในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนในอีกแนวหนึ่งซึ่งไม่มีคานยึดนั้นจะถูกยึดโดยแผ่นพื้นหรือผนัง วิธีการต่อชิ้นส่วนของเสาและคานคอนกรีตเข้าด้วยกันมีความยากมากกว่าระบบแผ่นพื้นรับน้ำหนักมาก วิธีการต่อรอยต่อระหว่างเสากับคาน หลายวิธีก็ได้มาจากการเลียนแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก จนมีผู้กล่าวว่าผู้ที่จะออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบเสาและคานได้ดี ควรจะเป็นผู้ที่เข้าใจและศึกษารอบต่อของโครงสร้างไม้มาเป็นอย่างดีมาก่อน

ข้อดีของระบบนี้ ก็คือ ขนาดของชิ้นส่วนต่างๆมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาทำให้ขนยกง่าย อาจใช้อุปกรณ์ยกที่มีขนาดเล็ก ทำให้มีรัศมีในการขนส่งไปได้ไกลขึ้น เป็นผลให้เพิ่มรัศมีของตลาดกว้างยิ่งขึ้น

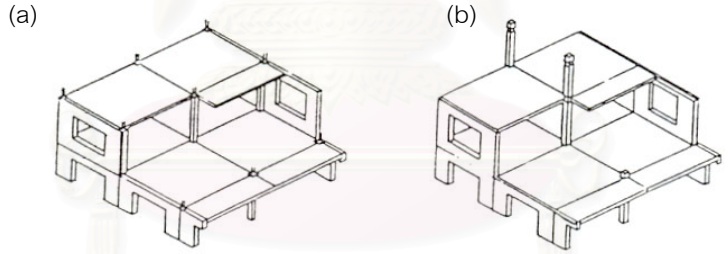


รูปที่ 2-1 แสดงระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปแบบเสา-คาน

ที่มา : มั่น ศรีเรือนทอง. ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคาร. ในเอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 3 เรื่อง เจาะลึกระบบสำเร็จรูป, (2520.) ดำเนินการโดย กองวิชาการพัฒนาที่อยู่อาศัย ศูนย์วิชาการที่อยู่อาศัย การเคหะแห่งชาติ.

ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่ จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งเพิ่มขึ้น จะต้องออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิดความต่อเนื่องและความแข็งเกร็งและรอยต่อนั้นจะต้องสามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็วด้วย การกำหนดจุดที่มีต่อกันให้น้อย ออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นให้ต่อเนื่องกันเสียเป็นชิ้นเดียวจากโรงงานเลือกกำหนดตำแหน่งจุดที่ต่อที่จะทำงานได้สะดวก เป็นต้น

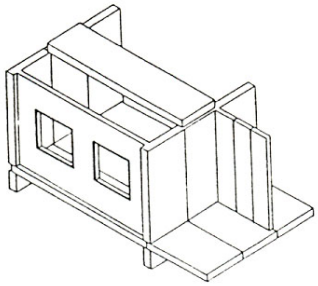
2.3.1.2 **ระบบเสาและแผ่นพื้น** (Beamless Skeleton System) ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นจะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภทแผ่นพื้นสำเร็จรูป เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษ กว่าแผ่นนั้นชนิดอื่นๆ ทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั่นคือคาน โดยจะมีพื้นที่จะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรที่จะมีการคำนวณต้านทางแรงลมเป็นพิเศษหรือต้องการแบบให้มีผนังคอนกรีตเพื่อรับแรงลมรวมอยู่ในโครงสร้างด้วย



รูปที่ 2-2 โครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น
(a) ใช้เสาเป็นส่วนรับน้ำหนักทั้งหมด
(b) ใช้เสาและผนังช่วยกันรับน้ำหนัก

ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. ในเอกสารประกอบการอบรม เรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ, (2520.)หน้า 13. จัดโดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

2.3.1.3 **ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก** (Panel System) ระบบนี้เริ่มเป็นที่คุ้นเคยในประเทศไทยมากขึ้น แต่ได้ใช้กันกว้างขวางในยุโรปในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้นจะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูป หลังจากนั้นก็จะนำแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางบนผนังเช่นนี้เรื่อยๆไป



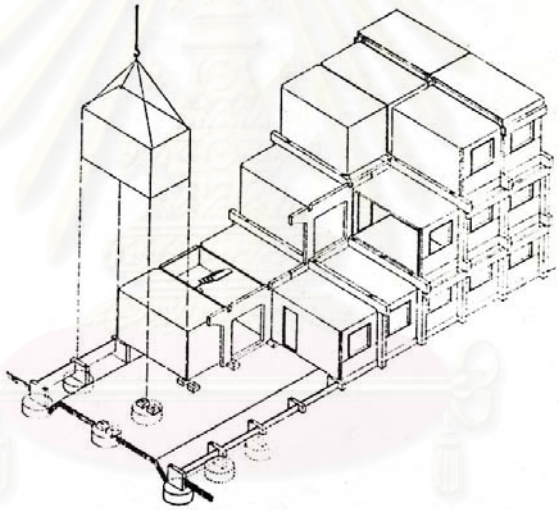
รูปที่ 2-3 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งวัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด
ที่มา : ต่อตระกูล ยมนาถ. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. ในเอกสารประกอบการอบรม เรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ, (2520.)หน้า 4. จัดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่าย โดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้น ในวิธีการหล่อแบบนี้ สามารถจะปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน การผลิตผนังอีกแบบหนึ่ง ก็คือการหล่อแผ่นในทางแนวตั้ง ในวิธีนี้แบบสำหรับหล่อจะวางตั้ง และแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆ ตามความหนาของผนังที่ต้องการ การเทคอนกรีตครั้งหนึ่งจะได้แผ่นผนังครั้งละจำนวนมากๆ แผ่นพื้นเหล่านี้จะเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น, มีการฝังท่อเดินไฟฟ้า, ท่อน้ำ ไว้เสร็จก่อนที่จะเทคอนกรีต ผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนอีกครั้ง เมื่อเทคอนกรีตแล้วจะต้องทิ้งระยะบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาที่ต้องรอก่อนที่จะสามารถถอดคอนกรีตออกจากแบบนี้สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้ โดยวิธีการอบด้วยไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชั่วโมง แล้วก็สามารถถอดออกจากแบบได้สำหรับผนังที่จะต้องเจาะช่องประตูหน้าต่างก็เพียงกั้นแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้นในแบบขุดเดิม

ในขั้นการผลิตชิ้นส่วนผนังและพื้นในระบบนี้ นับเป็นระบบโครงสร้างที่สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ง่ายที่สุดมากกว่าระบบอื่นๆ ทั้งหมด ขั้นตอนต่อไปหลังจากการผลิตก็คือการประกอบและติดตั้งแผ่นผนังเหล่านี้เข้าที่ ซึ่งนับรวมตั้งแต่การขนส่งชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก จากโรงงานไปถึงบริเวณการก่อสร้าง การยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากขึ้นไปติดตั้งให้ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง เหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ต่อมาที่มีปัญหามากจำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ และมีความประณีตในการทำงาน

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นมาลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสา และคานไปพร้อมๆกันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังจะทำหน้าที่ทางโครงสร้างอย่างสำคัญในอาคาร เพื่อต้านทานแรงลมอย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน

2.3.1.4 **ระบบกล่อง** (Box System **หรือ** Modular System) ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่างๆ จะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ หลักการออกแบบจะใช้แนวความคิดของการออกแบบการประสานพิกัดเป็นหลัก ในแต่ละโมดุลจะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเอง ขนาดเท่ากับห้อง 1 ห้อง ซึ่งประกอบด้วย พื้น ผนัง หลังคา หรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วย อาจมีลักษณะ เช่น เป็นรูปตัว U รูปตัว C รูประฆัง รูปกล่องสี่เหลี่ยม จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายใน, ติดอุปกรณ์ไฟฟ้า, ประปา ต่างๆเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณการก่อสร้างนับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดมากกว่าระบบใดๆ ข้อจำกัดในระบบนี้ จะอยู่ที่การขนส่งและการยกติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนักของถนนและเครื่องจักรที่จะทำการยกติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก



รูปที่ 2-4 . การก่อสร้างด้วยระบบ Box System และ Frame System

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุสาหกรรม. หน้าจั่ว. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับที่ 4.(2527): หน้า139.

ตารางที่ 2 -1 . แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป

รายการ	ระบบโครงเฟรม, เสา-คาน	ระบบพาเนล	ระบบกล่อง
ระบบโครงสร้าง			
ข้อดี :	- ใช้โครงสร้างเป็นเสา-คานสำเร็จรูป เจาะผนังดัดแปลงง่าย	- ผนังรับแรงมีความคงทนแข็งแรง - กันเสียง, ทนไฟได้ดี	- ผนังรับแรงมีความคงทนแข็งแรง - กันเสียง, ทนไฟได้ดี
ข้อเสีย :	- มีจำนวนชิ้นส่วนมาก - ต้องนำชิ้นส่วนมายกติดตั้งมากครั้ง	- โครงสร้างมีน้ำหนักมาก - ดัดแปลงโครงสร้างภายในได้ยาก	- โครงสร้างมีน้ำหนักมาก - ดัดแปลงโครงสร้างภายในได้ยาก
การผลิต			
ข้อดี :	- ใช้พื้นที่โรงงาน, แบบหล่อน้อย	- การทำงานง่าย	- ควบคุมคุณภาพได้ดี
ข้อเสีย :	-	- ใช้พื้นที่โรงงานและแบบหล่อมาก	- ใช้พื้นที่โรงงาน, แบบหล่อและเครื่องมือและอุปกรณ์มาก
การเก็บสต๊อก			
ข้อดี :	- ใช้พื้นที่น้อยสำหรับคานช่วงเดียว	-	-
ข้อเสีย :	- ใช้พื้นที่มากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา	- ใช้พื้นที่มาก	- ใช้พื้นที่มากกว่า
การขนส่ง			
ข้อดี :	- ขนส่งง่ายสำหรับคานช่วงเดียว	-	- มีจำนวนชิ้นส่วนน้อย
ข้อเสีย :	- ขนส่งยากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา	- ใช้รถขนส่งที่ต้องออกแบบเฉพาะ - ต้นทุนขนส่งขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	- ใช้รถขนส่งที่ต้องออกแบบเฉพาะ - ต้นทุนขนส่งขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนัก - มีข้อจำกัดของการรับน้ำหนักของถนน
การติดตั้ง			
ข้อดี :	- ง่ายสำหรับเสา-คานช่วงเดียว	- ขั้นตอนการติดตั้งง่าย	-
ข้อเสีย :	- ยากสำหรับคานต่อเนื่องพร้อมเสา - ใช้แรงงานที่มีผีมือ	- ใช้เครื่องจักรกลหนัก - ใช้แรงงานที่มีผีมือ	- ใช้เครื่องจักรกลหนัก - ใช้แรงงานที่มีผีมือ
จุดรอยต่อ			
ข้อดี :	- ง่ายสำหรับคานช่วงเดียว	- ลักษณะจุดรอยต่อประกอบง่าย	- ลักษณะจุดรอยต่อประกอบง่าย
ข้อเสีย :	- ต้องมีการควบคุมคุณภาพสูง	- แนวและดิ่งของจุดรอยต่อควบคุมยาก - ระบบกันน้ำต้องควบคุมคุณภาพมาก	-
สถาปัตยกรรม			
ข้อดี :	- มีช่องว่างพื้นที่มาก - แบบแปลนมีความยืดหยุ่นมาก - ดัดแปลงภายในอาคารได้ง่าย	- ผิวหนังเรียบ สวยงาม - ไม่มีขอบและมุมเสา-คาน	-
ข้อเสีย :	-	- ดัดแปลงภายในอาคารยาก - แบบแปลนมีความยืดหยุ่นน้อย	แบบแปลนมีความยืดหยุ่นน้อย เพราะมีข้อจำกัดเรื่องขนาดห้องและน้ำหนัก

ที่มา : มามี โตบารมีกุล, การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพฯมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , (2540.) หน้า 85.

2.3.2 แบ่งตามลักษณะของวัสดุก่อสร้าง [5.]

2.3.2.1 **ระบบหนัก** (Heavy System) วัสดุที่ใช้เช่น คอนกรีต อิฐ ฯลฯ ระบบนี้จะใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก มักจะใช้กันอยู่ในประเทศที่มีวัตถุดิบสำหรับการผลิต การใช้คอนกรีตเสริมเหล็กนั้นเดิมก็มีอยู่ในหลายๆประเทศ แต่เมื่อวิวัฒนาการสร้างการใช้เครื่องจักรหนักมาช่วยในการทำงาน (Crane Technology) ในปีค.ศ. 1956 ทำให้วิธีการแบบใหม่นี้เป็นไปได้สามารถที่จะสร้างผลิตผลที่มีชิ้นส่วนขนาดใหญ่ๆได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถที่จะยกชิ้นส่วนใหญ่ๆดังกล่าวขึ้นอาคารสูงได้อย่างประหยัด เนื่องจากวิธีนี้ใช้ต้นทุนจำนวนมาก จึงมีแนวที่จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จที่มีผังซ้ำๆกัน เพื่อสร้างมาตรฐานให้แก่รูปร่างที่ออกแบบไว้และตอบรับกับต้นทุนที่สูง

2.3.2.2 **ระบบเบา** (Light System) วัสดุที่ใช้เช่น ไม้ พลาสติก อะลูมิเนียม โครงเหล็ก เป็นต้น ส่วนใหญ่ระบบนี้ยึดถือการใช้โครงเหล็ก (Steel Frame) กับผนังที่มิได้รับน้ำหนักเป็นส่วนใหญ่

2.3.3 แบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบ [5.]

2.3.3.1 **ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบเปิด** (Open System) การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จต่างๆ ซึ่งมีการผลิตออกจำหน่ายอยู่เรียบร้อยแล้วในท้องตลาด (ตลาดเปิด) และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องให้ชิ้นส่วนสำเร็จนั้นๆใช้ได้กับระบบที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบธรรมดาปกติ ชิ้นส่วนต่างๆสามารถสับเปลี่ยน ประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ตามต้องการ มีความยืดหยุ่นในการออกแบบและประกอบติดตั้งมาก

2.3.3.2 **ระบบชิ้นส่วนสำเร็จแบบปิด** (Closed System) ในการผลิตนั้น มักมุ่งเน้นผลิตไปที่ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ และขอบเขตของรูปแบบข้อจำกัดในการออกแบบนั้นมีสูงมาก และมีการผลิตออกมาเป็นจำนวนมากๆ ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยชน์ใช้สอยเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร ชิ้นส่วนต่างๆมักถูกผลิตจากโรงงานแล้วทั้งนั้น ความประหยัดทางด้านเศรษฐกิจของระบบนี้อาจจะเป็นไปได้ ถ้ามีจำนวนการสร้างอาคารที่มากจริง

2.3.4 **แบ่งตามลักษณะการก่อสร้าง**[7] เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เท่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมากมายหลายระบบ แต่ก็มีหลักการใหญ่เพียงอยู่ที่การจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้างว่าแยกกันในลักษณะใด รูปใด และจะนำมาประกอบติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ซึ่งอาจจะจำแนกประเภทของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.3.4.1 Semi precasted concrete construction การก่อสร้างชนิดนี้ มีแนวความคิดที่จะพยายามผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเฉพาะที่มีจำนวนซ้ำมากๆหรือทำในหน่วยงานก่อสร้างยาก โดยนำไปผลิตจากระบบโรงงาน เพื่อลดต้นทุนและเวลาก่อสร้างเป็นหลัก ส่วนชิ้นส่วนอาคารที่เป็นงานเล็กๆน้อยๆหรืองานที่ทำได้ยากในโรงงาน หรือมีรายละเอียดในการติดตั้งยาก จะถูกดัดแปลงให้เป็นงานที่ทำด้วยแรงงานในหน่วยงานก่อสร้าง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง วิธี Semi precasted concrete construction มีแนวความคิดที่มุ่งเน้นมองไปที่โรงงานเป็นตัวตัดสินใจ ถ้าชิ้นส่วนใดที่โรงงานทำได้ราคาถูกรวดเร็ว และไม่ยุ่งยาก ก็จะทำชิ้นส่วนนั้นจากโรงงาน ถ้างานที่ซับซ้อนยุ่งยากสำหรับโรงงานก็ตัดปัญหาให้เป็นภาระของหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งก็สามารถทำได้ เพราะปกติหน่วยงานก็ต้องทำได้อยู่แล้ว นอกจากนี้วิธี Semi precasted concrete construction ยังเป็นวิธีที่ทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพดีกว่าระบบ Fully precast concrete construction

ฉะนั้น รูปแบบลักษณะของอาคารจะมีผลอย่างมากที่จะทำให้ต้องเลือกว่าชิ้นส่วนใดควรผลิตเป็น Precast Concrete จึงทำให้วิธี Semi precasted concrete construction นี้ มีความหลากหลายมาก ยากจะจำแนกเป็นประเภท อย่างไรก็ตามอาจจะจัดกลุ่มตามลักษณะโครงสร้างได้ดังนี้

2.3.4.1.1 Conventional frame structure การก่อสร้างอาคารที่มีรูปแบบทั่วไปคือ มีพื้น คาน เสาและผนัง ซึ่งชิ้นส่วนดังกล่าวมีการหล่อสำเร็จจากโรงงานเป็นลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งการผลิตในโรงงานอาจจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาหรือคอนกรีตอัดแรงก็ได้ ชิ้นส่วนประเภทนี้มักจะมีขนาดไม่ใหญ่นักและน้ำหนักไม่มาก การติดตั้งจึงใช้เครื่องจักรเป็น Mobile Crane หรือ Tower Crane ได้ สำหรับในบริเวณรอยต่อหรือบริเวณที่ไม่สามารถสร้างแบบหล่อจากโรงงานได้นั้น อาจใช้วิธีหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเฉพาะส่วนในหน่วยงานก่อสร้างก็ได้

---

[7] มั่น ศรีเรือนทอง. ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคาร. ในเอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรเทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้าง รุ่นที่ 3 เรื่อง เจาะลึกระบบสำเร็จรูป, (2520.) หน้า2-4. ดำเนินการโดยกองวิชาการพัฒนาที่อยู่อาศัย ศูนย์วิชาการที่อยู่อาศัย การเคหะแห่งชาติ.

ชนิดของรอยต่อจะเป็นรายละเอียดแบบง่ายๆ และโดยมากมักจะมีการเทคอนกรีตเป็นรอยต่อแบบเปียกอยู่ด้วย การค้ำยันชั่วคราว จัดเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อรองรับโครงสร้างชั่วคราว เพื่อรออายุคอนกรีต ณ หน่วยงานก่อสร้างคงตัว

2.3.4.1.2 Load bearing wall structure ลักษณะโครงสร้างที่เอื้ออำนวยต่อการก่อสร้างเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมากที่สุดคือ โครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนัก เพราะเป็นทั้งกำแพงกั้นห้องและโครงสร้างรับน้ำหนักของอาคาร อีกทั้งเป็นการกระจายชิ้นส่วนรับน้ำหนัก จากระบบเดิมที่เป็นจุด(คือเสา) ออกไปเป็นบริเวณกว้างตามแนวกำแพงทำให้รายละเอียดการต่อชิ้นส่วนง่ายขึ้น ขั้นตอนการก่อสร้างง่ายขึ้น

2.3.4.1.3 Stud Frame Panel วิธีการลดค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย นอกจากจะลดค่าแรงงาน และค่าจัดการบริหารการก่อสร้างแล้ว อีกทางหนึ่งอาจใช้วิธีลดที่ตัววัสดุก่อสร้างโดยตรง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหลัก ซึ่งหากลดตัวนี้ก็จะสามารถลดต้นทุนได้มาก ดังนั้นจึงมีวิธีลดการใช้คอนกรีตผนังให้บางลง ซึ่งยังเป็นการลดน้ำหนักโครงสร้างลงได้โดยตรงอีกด้วย แต่เนื่องจากผนังคอนกรีตที่บางมากๆจะไม่สามารถเป็นโครงสร้างได้จึงต้องมีโครงเหล็กเป็นโครงสร้างแทนโดยหลักการของวิธีการนี้ จะมีโครงเหล็กเป็นตัวหลัก ส่วนวัสดุปิดทับอาจจะเป็นคอนกรีตหรือยิบซั่ม หรือกระเบื้องกระดาษก็ได้ แล้วแต่ความต้องการความคงทน และแข็งแรงของอาคาร

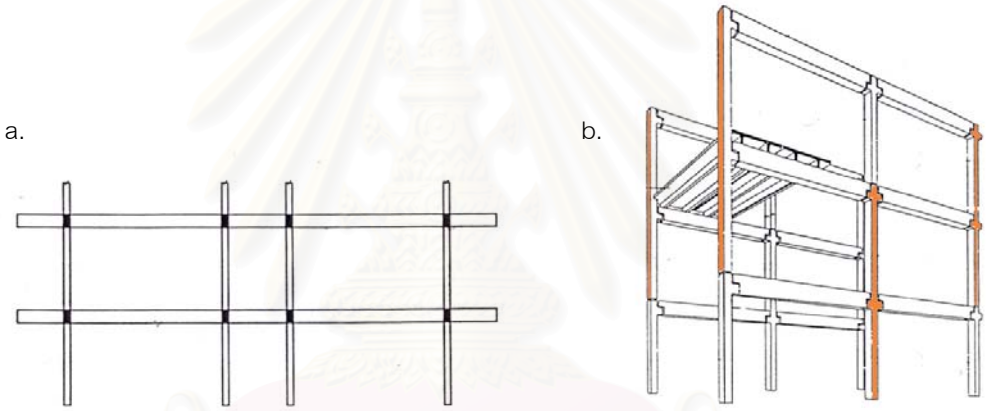
2.3.4.2 Fully Precast Concrete Construction เป็นแนวคิดที่พยายามลดงานและความยุ่งยากในการควบคุมคุณภาพในการเทคอนกรีตในหน่วยงานก่อสร้าง ไปทำงานในโรงงาน ซึ่งมีสภาพการทำงานที่ดีกว่า ทำให้คุณภาพงานดีกว่า ใช้เครื่องมือแทนแรงงานคนมากขึ้น ใช้แรงงานให้น้อยที่สุด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการว่าจ้างแรงงาน อีกทั้งยังมีความรวดเร็วและสามารถทำให้คุณภาพงานเหมือนกันหมด เมื่อใช้แรงงานน้อยก็มีปัญหาน้อยลงด้วย การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทั้งหมดมาจากโรงงาน และนำมาประกอบเป็นอาคารที่หน่วยงานก่อสร้าง การประกอบจุดรอยต่อแบบแห้ง การก่อสร้างจึงรวดเร็ว ไม่ต้องรออายุคอนกรีต

2.4 การก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน

ในระบบโครงเสา-คานส่วนที่รับน้ำหนักจะแยกออกจากส่วนที่ป้องกันลมฟ้าอากาศเป็นโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสา และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก การใช้ผนังที่มีน้ำหนักเบาทำให้โครงสร้างระบบเสา-คานเบากว่า ระบบโครงเสา-คานประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนแนวนอน(คาน) และแนวตั้ง(เสา) ประกอบกันง่ายๆ(คือ คานเชื่อมเสา 2 ต้น) สามารถแบ่งได้หลายประเภท [8.] ดังนี้

2.4.1 Plannar Frame Systems เป็นระบบโครงเสา-คานที่อยู่ในระนาบของ 2 มิติ โดยที่การรับแรงจะเป็นแบบการถ่ายแรงแบบโครงระบบเสา-คานทั่วไป สำหรับการจัดประเภทของ Plannar Frame Systems นั้น มักใช้การแบ่งตามรูปแบบของโครงสร้างที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น

- Continuous column Units เกิดจากการประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้น อาจนำเสามาต่อกันที่ละชั้น ด้วยปลอกหุ้มหรือด้วยวิธีการต่างๆด้วยระบบการประกอบจุดรอยต่อแบบเปียกหรือแบบแห้งก็ได้(รูปที่2-5 a.) หรือจะเป็นชิ้นยาวต่อเนื่องกันสูงกว่า 2 ชั้น แล้วจึงนำมาต่อซ้อนกัน(รูปที่2-5 b.) หรือยาวต่อเนื่องกันทีเดียวหลายๆชั้นเลยก็ได้ โดยที่คานและเสาต่อกันอย่างแข็งเกร็ง จึงจะสามารถก่อให้เกิดโครงต่อต้านโมเมนต์ต่อเนื่อง คานอาจต่อแบบสลักกับเสาต่อเนื่อง จึงจะสามารถทำหน้าที่เป็นตัวค้ำยันที่กระจายแรงแนวนอนไปยังเสาที่ยึดติดตายตัวมาจากพื้นดิน



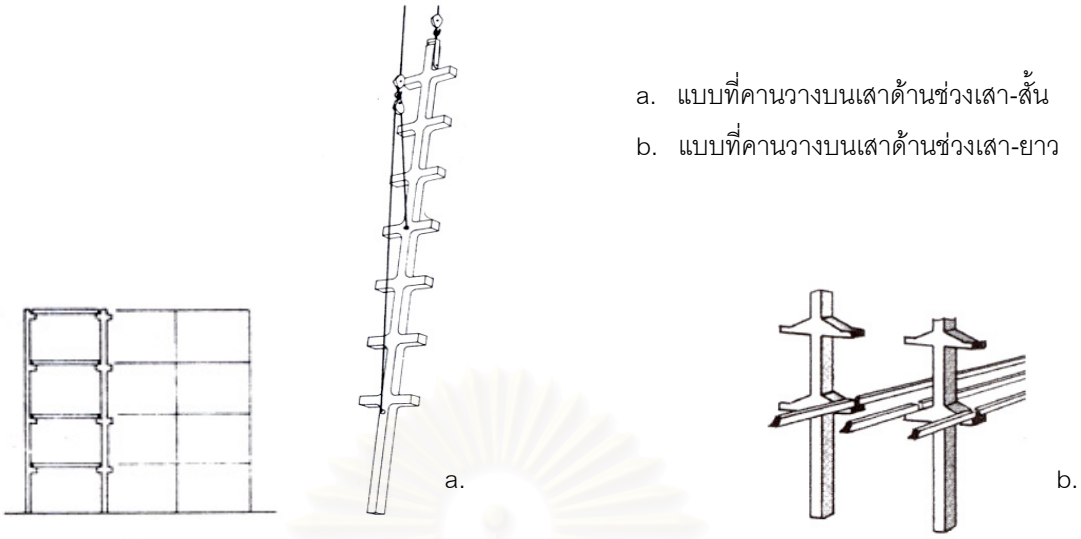
รูปที่ 2-5 แสดง Continuous column Units

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), หน้า 52, 54. (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

- Tree-column Units เป็นการประกอบชิ้นส่วนเสา-คาน ให้เป็นอาคารหลายชั้น ซึ่งประกอบด้วยเสาต่อเนื่อง และคานยื่นสั้นที่จะรองรับชิ้นส่วนคานอีกชั้นหนึ่ง จุดหมุนกำหนดไว้ตรงบริเวณที่จุดโมเมนต์เป็นศูนย์ ที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย ลักษณะของโครงสร้างคล้ายกับต้นไม้ที่แตกสาขาไปตามแนวนอนในแต่ละชั้น

---

[8] ชวลิต นิตยะ, โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2544.) หน้า 151-156.



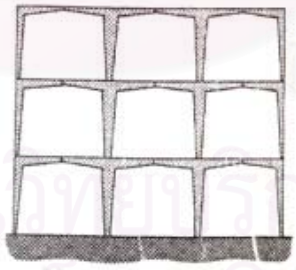
a. แบบที่คานวางบนเสาด้านช่วงเสา-สั้น
b. แบบที่คานวางบนเสาด้านช่วงเสา-ยาว

a. b.

รูปที่ 2-6 Tree-column Units

ที่มา : Haas,A.M. Precast Concrete Design and Applications. Galliard : Applied Science Publishers, (1983.) : 31

- **T-Units** ลักษณะของเสาและคานจะเชื่อมต่อกันเป็นรูปตัว T ปลายตัว T ของเสาและคานนั้นจะต่อกันตรงกลางช่วงพาด ตรงบริเวณจุดโมเมนต์เป็นศูนย์ เกิดจากแรงตามแนวนอน หรือว่าจะต่อกันตรงจุดตำแหน่งของเสาต้นถัดไป เสา-คานตัวริมจะเป็นรูปตัว L คว่ำหรือตัว I มาประกอบติดกันตามชนิดของรอยต่อที่เลือกใช้



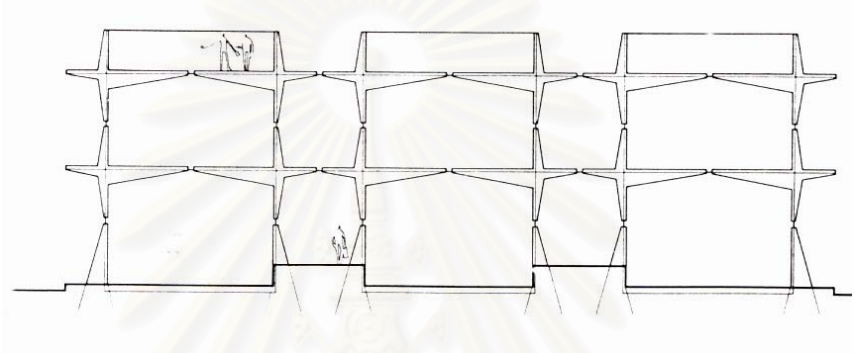
รูปที่ 2-7 T-Units

ที่มา : ชวลิต นิตยะ, โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2544.) หน้า 156.

ชิ้นส่วนรูป T และตัว L ถูกยึดด้วยจุดหมุนเข้าไว้ด้วยกันเพื่อขึ้นรูปโครงอาคารสูง โครงอ่อนตัวเมื่อมีแรงแนวนอนมากระทำ คล้ายกับโครงที่ประกอบขึ้นจากโครง portal 2 hinges วางเรียงต่อกันและวางซ้อนทับกัน ขนาดของชิ้นส่วนสัมพันธ์กันกับขนาดและทิศทางของแรงที่

เกิดขึ้น ฉะนั้นตรงจุดตัดกันของเสาคานจะใหญ่กว่า เพราะว่ามีโมเมนต์แรงดันและแรงเค้นเฉือนสูงสุด ซึ่งจะลดน้อยลงตรงกลางเสา และกลางช่วงคานพาดซึ่งตรงจุดเหล่านี้เหลือแต่เพียงแรงเค้นเฉือนเท่านั้น

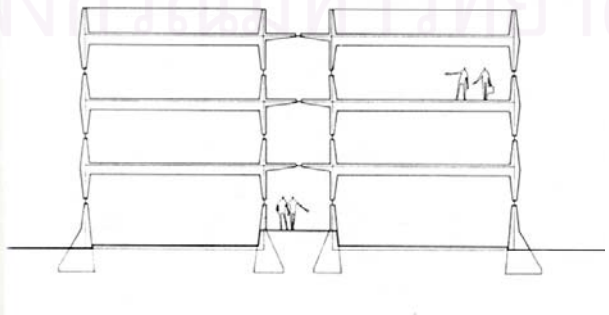
- **Cross-Units** จะเป็นลักษณะคล้ายกับการนำเอา T-Units มาซ้อนติดกันในส่วนหัว คล้ายเครื่องหมาย (+) โดยที่จุดประกอบรอยต่อจะอยู่ที่กึ่งกลางของคาน ซึ่งในการประกอบจุดรอยต่อจะทำได้ยากเนื่องจากรอยต่อช่วงเสาจะอยู่ที่จุดระหว่างชั้น



รูปที่ 2-8 Cross-Units แบบ three-hinge frames with cantilevers

ที่มา : Heino Engel, Structure Systems. New York : D.A.P.,Distributed Art Publishers (1997.) : 192.

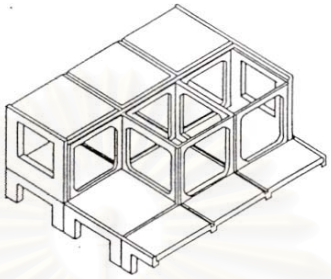
- **H-Units** เป็นการผสมระหว่าง T-Units กับ Cross-Units จะมีความคล้ายคลึงกับแบบ Star-Units ในระบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบ 3 มิติ จุดรอยต่อของเสารูปตัว H อาจจะอยู่ตรงครึ่งของความสูงหรือ 1/3 ของชั้นความสูง ในการสร้างแบบ H-Units ในทางทฤษฎีเป็นการเสนอถึงสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้ในระบบเทคโนโลยีชั้นสูงของการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งจะช่วยให้สามารถเกิดความสมดุลทั้งแนวตั้งและแนวนอน แต่ก็ยากที่จะสร้างแบบหล่อ, การหล่อแบบและขั้นตอนการก่อสร้างที่ยากขึ้นทำให้ต้องใช้งบประมาณสูง จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนักในการเลือกใช้ในการก่อสร้าง



รูปที่ 2-9 H-Units แบบ two-hinge frames with single cantilever

ที่มา : Heino Engel, Structure Systems. New York : D.A.P.,Distributed Art Publishers (1997.) : 192.

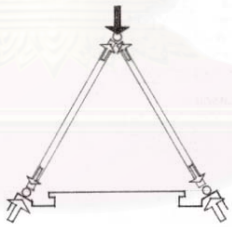
- **Ring-Units** หรือเรียกอีกอย่างว่า Ring-Frame ซึ่งเกิดจากโครงสร้างหน้าต่างรูปกล่องก่อเป็นรูปผนังโครงสร้างเป็นเสมือนผนังรับน้ำหนักที่มีการเจาะช่องทะลุคล้ายหน้าต่าง โดยที่จะเหลือโครงทางแนวตั้งทำหน้าที่คล้ายเสา และโครงทางแนวนอนทำหน้าที่เสมือนคาน ประกอบกันเป็นกล่องให้ได้มิติโครงดังกล่าวจะมีความแข็งเกร็งสูง อาจทำด้วยเหล็กอะลูมินั่มหรือคอนกรีต



รูปที่ 2- 10 Ring-Frame

ที่มา : นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, (2542.), หน้า 26

- **A-Frames Units** อาคารที่มีโครงสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมทรงสูง ประกอบด้วยด้านสามด้าน โดยที่มุมทั้งสองของด้านส่วนที่ติดพื้นดิน จะเป็นมุมที่ใช้ในการถ่ายแรงทั้งหมดของโครงสร้างลงสู่ฐานราก



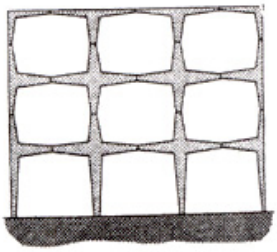
รูปที่ 2-11 A-Frames Units

ที่มา : Francis D.K.Ching, A Visual dictionary of Architecture.,
New York : Van Nostrand Reinhold., (1995.): 104.

2.4.2 Three-dimensional Frame Systems เป็นระบบเฟรมที่อยู่ในระบบ 3 มิติ โดยการรับแรงจะแตกต่างออกไปตามประเภทของแต่ละโครงสร้างที่เกิดขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการก่อสร้างชั้นสูงและความประณีตในการออกแบบรอยต่อ ตัวอย่างเช่น

- **Star-Units** เป็นลักษณะของกระจุกรูปดาวของชิ้นเสา-คาน(ดังรูปที่2-13a) เป็นหน่วยสำเร็จรูปสามมิติ จุดรวมอยู่ตรงตำแหน่งที่มีแรงเค้นน้อยที่สุด รูปร่างของชิ้นส่วนพื้นฐานอาคาร และวิธีต่อเชื่อม จะมีอิทธิพลต่อการทำงานของโครงเสา-คาน โดยทั่วไปชิ้นส่วนต่างๆจะ

ถูกประกอบกันขึ้นเป็น Rigid units ในโรงงานนั่นคือ ตรงที่เสา-คานพบกัน จะต่อเนื่องกันและต้านแรงโมเมนต์ และนำมาประกอบกันในที่ก่อสร้างและเชื่อมต่อกันง่ายๆ เพื่อให้ต่อต้านแรงเฉือนเท่านั้น จุดหมุนจะไม่ส่งโมเมนต์เลย

a. b. 

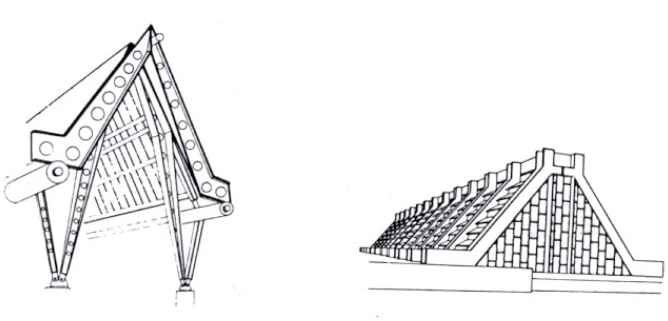
รูปที่ 2-12 Star-Units

ที่มา : ชวลิต นิตยะ, โครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2544.) หน้า 155.

ในรูปที่ 2-12 b. ประกอบด้วยชิ้นส่วนรูปดาวต่อกันง่ายๆ ตรงกึ่งกลางระยะเสาและกลางช่วงพาดของคาน จุดตำแหน่ง hinge กำหนดไว้ตรงที่โมเมนต์เปลี่ยนเครื่องหมาย เมื่อมีแรงด้านข้างมากระทำในโครงแข็งเกร็งต่อเนื่อง ขนาดของชิ้นส่วนสัมพันธ์กันกับขนาดและทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น ฉะนั้นตรงจุดตัดกันของเสาคานจะใหญ่กว่า เพราะว่ามีโมเมนต์แรงดันและแรงเค้นเฉือนสูงสุด ซึ่งจะลดน้อยลงตรงกลางเสา และกลางช่วงคานพาดซึ่งตรงจุดเหล่านี้เหลือแต่เพียงแรงเค้นเฉือนเท่านั้น

2.4.3 Non-plannar Frame Systems เป็นระบบโครงเสา-คานที่อยู่ในระบบ 3 มิติ แต่ไม่ได้มีระบบระนาบที่แน่นอน รูปแบบโครงสร้างประเภทนี้มักใช้สำหรับอาคารที่ต้องการรูปลักษณะอาคารเฉพาะ เช่นอาคารประเภทสนามกีฬา, โครงหลังคาโรงงาน เป็นต้น สำหรับการรับแรงก็จะแตกต่างกันออกไปตามประเภทของลักษณะโครงสร้าง

- Pitched Frames ได้พัฒนามาจากความต้องการของโครงสร้างหลังคาเพื่อให้เกิดเป็นลักษณะพิเศษของแต่ละกรณีของอาคารแต่ละประเภท โดยเริ่มพัฒนามาจากโครงแบบ A-Shaped frames Units จากนั้นจึงเริ่มปรับมาใช้กับรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน และมีการพัฒนาต่อกันเรื่อยมา



รูปที่ 2-13 Pitched Frames

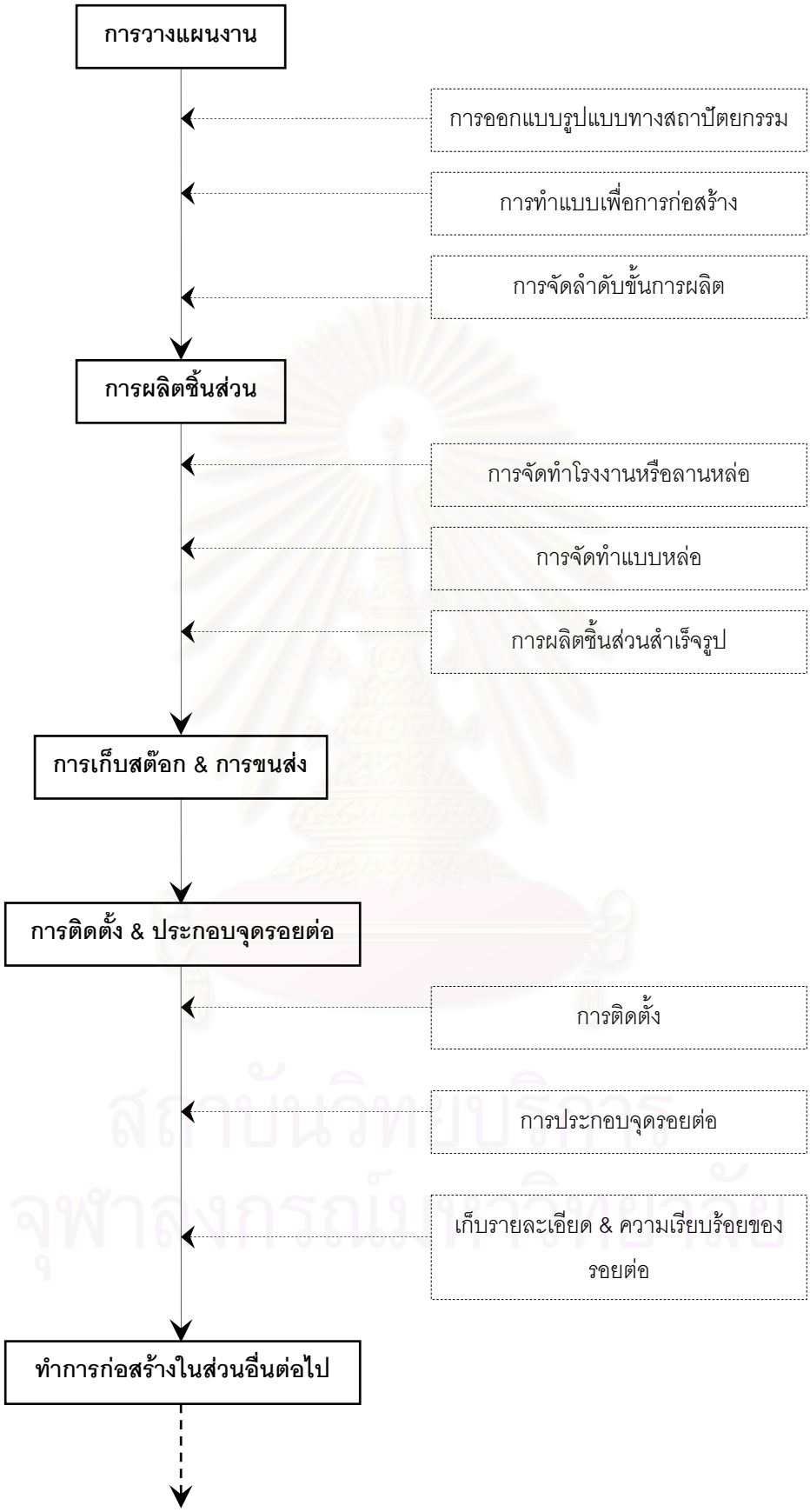
ที่มา : Wolfgang Schueller., The Design of Building Structure.

New Jersey : Prentice hall, Upper Saddle River., (1996.) : 447.

2.5 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปนั้น ในแต่ละโครงการมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน จะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในส่วนของรายละเอียด ตามแต่รูปแบบของอาคาร ในที่นี้จะเน้นถึงขั้นตอนการก่อสร้างส่วนงานโครงสร้างอาคาร ที่ใช้ระบบสำเร็จรูปเท่านั้น ส่วนการก่อสร้างในส่วนอื่น เช่น งานเสาเข็ม, งานฐานรากหรืองานส่วนหล่อในที่ ถือว่าไม่มีความแตกต่างกันกับระบบหล่อในที่

ลักษณะโดยทั่วไปของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปนั้น ขั้นตอนแรก ทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแบบที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยส่วนงานสำคัญ 3 ส่วน คือ งานจัดทำโรงงานหรือลานหล่อ, การทำแบบหล่อและงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนที่สอง เป็นการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง ด้วยรถบรรทุกธรรมดา หรือรถบรรทุกที่ออกแบบมาเฉพาะขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนที่สาม ดำเนินการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้เป็นโครงสร้างอาคาร ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยส่วนงานสำคัญ 2 ส่วนคือ การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อ สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะใช้เครื่องจักรกลหนักยกติดตั้ง ประเภทเครื่องจักรกลมีทั้งรถโมบายเครนและทาวเวอร์เครน ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและลักษณะอาคาร การประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะมีการใช้อุปกรณ์ค้ำยัน เพื่อให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ที่ตำแหน่งในลักษณะของการใช้งาน เอาไว้ชั่วคราว และทำการประกอบจุดรอยต่ออย่างถาวร ซึ่งมีทั้งแบบใช้การเชื่อม, แบบใช้การเกร๊าท์และแบบใช้เหล็กโดเวล ฯลฯ หลังจากนั้นก็จะเป็นการเก็บความเรียบร้อยของส่วนโครงสร้าง เช่น การแต่งผิวรอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เป็นต้น เพื่อจะได้เริ่มงานก่อสร้างส่วนอื่นๆต่อไป

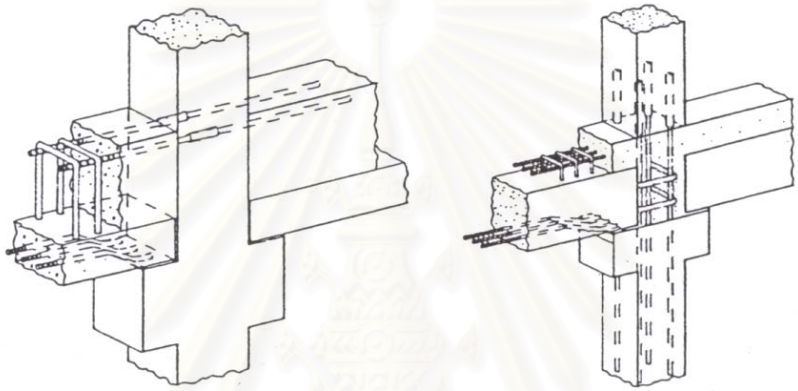


แผนผังที่ 2-1 .แสดงขั้นตอนการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.6 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท [9.] คือ

2.6.1 **จุดรอยต่อแบบเปียก** (Wet Joint) จุดรอยต่อแบบเปียก เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกร้าท์ เป็นต้น

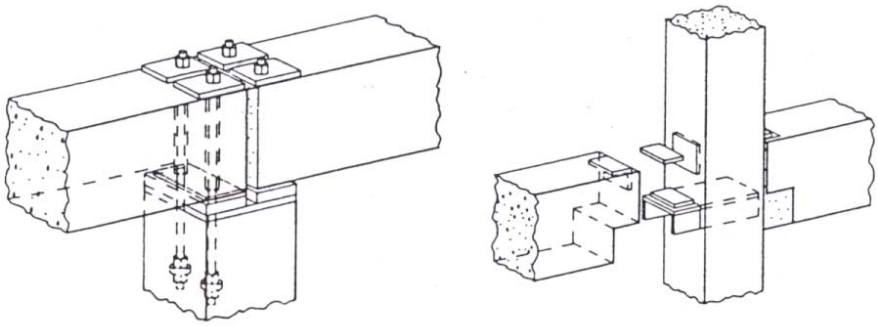


รูปที่ 2-14 แสดงจุดรอยต่อแบบเปียก

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), หน้า 2556-2588. (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

2.6.2 **จุดรอยต่อแบบแห้ง** (Dry Joint) จุดรอยต่อแบบแห้ง เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ แบบการใช้โบลท์, แบบการเชื่อม จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วยมอร์ต้า, อีพอกซี่, วัสดุกันซึมหรือวัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

[9.] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาบริหารการก่อสร้าง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2540.) : หน้า16-17.



รูปที่ 2-15 แสดงจุดรอยต่อแบบแห้ง

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ หน้า 2556-2588. (2541.) (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

2.6.3 **จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง** (Post-Tensioned) จุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลังเป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน เป็นวัสดุที่ใช้ดึง และยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้วหรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

รูปที่ 2-16 แสดงจุดรอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), หน้า 2556-2588. (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

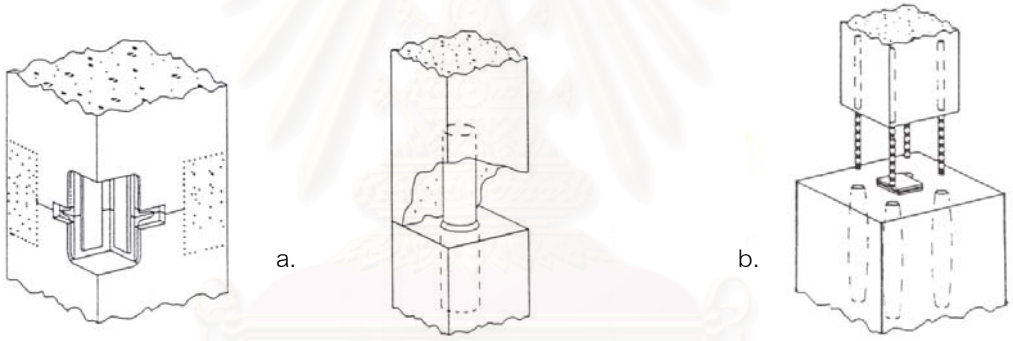
2.7 การส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ตามพื้นฐานของการประกอบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอาคาร ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ต้องสามารถส่งผ่านแรงที่กระทำระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงสร้างได้ตามที่ออกแบบ แรงดังกล่าวประกอบไปด้วย [9.]

2.7.1 แรงอัด (Compression Forces) การส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถจะใช้วิธีดังนี้

2.7.1.1 การส่งผ่านแรงโดยตรง เป็นการถ่ายแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สัมผัสกันโดยตรง จะไม่มีวัสดุใส่กั้นระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการใช้ที่มีแรงอัดหรือแรงกดไม่มากนัก

2.7.1.2 การส่งผ่านแรงโดยผ่านวัสดุ เป็นการส่งผ่านแรงอัดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีวัสดุมารองระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป และไม่ทำให้ผิวสัมผัสของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสียหาย



รูปที่ 2- 17 แสดงการส่งผ่านแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

a. การส่งผ่านแรงโดยตรง b. การส่งผ่านแรงโดยผ่านวัสดุ

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), หน้า 2556-2588. (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

2.7.2 แรงดึง (Tensile Forces) การส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถจะใช้วิธีดังนี้

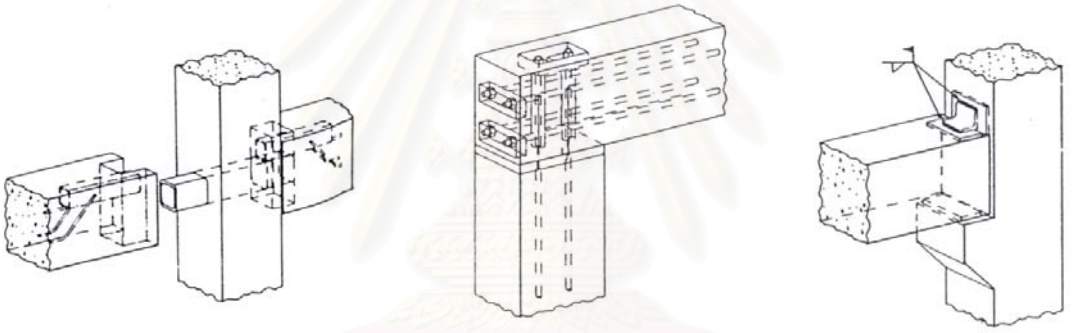
[9.] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาบริหารการก่อสร้าง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2540.) : หน้า17-18.

2.7.2.1 **การทาบเหล็ก** เป็นลักษณะที่ใช้กันมาก เป็นการเว้นส่วนที่มีการทาบของเหล็กโครงสร้างที่ใช้รับแรงดึงและจะหล่อคอนกรีตในที่หลังจากติดตั้งเสร็จ จำนวนและปริมาณจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.7.2.2 **การใช้โบลท์** สามารถใช้ส่งผ่านแรงทั้งแรงดึงหรือแรงเฉือนลักษณะของโบลท์มีลักษณะเป็น แบบเกลียว แบบสมอ เป็นต้น

2.7.2.3 **การเชื่อม** ลักษณะเหมือนการทาบเหล็ก และใช้ระยะทาบน้อยลง โดยใช้รอยเชื่อมแทน

2.7.2.4 **การรับแรงดึงภายหลัง** เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอน ไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว หรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว



a. การทาบเหล็ก b. การโบลท์ c. การเชื่อม

รูปที่ 2-18 แสดงการส่งผ่านแรงดึงระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

a. การทาบเหล็ก b. การโบลท์ c. การเชื่อม

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), หน้า 2556-2588. (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

2.7.3 **แรงเฉือน** (Shear Force) การส่งผ่านแรงเฉือนระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถจะใช้วิธีดังนี้

2.7.3.1 **แรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุ** (Friction bond) เป็นแรงที่เกิดจากผิวของวัสดุ 2 ชนิดขึ้นไปที่ประกบหรือแนบกัน แล้วก่อให้เกิดความฝืด ความฝืดดังกล่าวนี้เองจะช่วยให้เกิดแรงต้านในทิศทางตรงข้ามที่สามารถต้านแรงเฉือนได้ แรงดังกล่าวจะมากหรือน้อยมักขึ้นอยู่กับวัสดุทั้ง 2 มี

พื้นผิวที่ฝืดมากน้อยเพียงใด เช่น การใช้เสาเข็มขุดแล้วเทคอนกรีตอัดแรงลงในหลุมเสาเข็มขุด ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวดินกับผิวของเนื้อคอนกรีตตลอดทั้งแนวเสาเข็ม เป็นต้น

2.7.3.2 **เหล็กเสริมรับแรงเฉือน** (shear keys) คือ องค์ประกอบในชิ้นส่วนโครงสร้าง เป็นรอยหยักที่เพิ่มเข้าไปบริเวณขอบรอยต่อของชิ้นส่วน ช่วยเพิ่มผลในด้าน การเพิ่มแรงเสียดทาน ให้กับชิ้นส่วนโครงสร้าง และยังช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างนั้นๆอีกด้วย และยังทำหน้าที่ในการเพิ่มจุดยึดเหนี่ยว และกำลังในการยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับชิ้นวัสดุ ทำให้การยึดเหนี่ยวมีความแข็งแรงมากกว่าปกติ

2.7.3.3 **การใช้โบลท์** เป็นการทำให้รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแข็งแรงได้อีกวิธีหนึ่ง ในบางวิธีในการออกแบบรอยต่อการใช้โบลท์นั้น จะช่วยทำให้การก่อสร้างนั้นง่ายและสะดวก, สวยงามมากขึ้น ในบางครั้งการใช้โบลท์อาจทำให้รอยต่อดังกล่าวแข็งเกร็ง หรือกลายเป็นรอยต่อแบบอิสระก็ได้

2.7.3.4 **การเชื่อม** เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดที่ในการก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทยนิยมใช้ เนื่องจากมีความแข็งแรงทางโครงสร้าง, ทำงานง่าย, สะดวกในการก่อสร้างและที่สำคัญคือ ทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลงด้วย

2.8 รอยต่อและความคลาดเคลื่อน

โดยทั่วไปแล้ว **รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป**[9.] หมายถึง จุดที่เชื่อมระหว่างส่วนประกอบอาคารเข้าด้วยกันให้แน่นสนิทเพื่อความแข็งแรง ปลอดภัย งดงาม และป้องกันเสียง ความร้อน ความชื้นหรือน้ำที่มาจากฝน รอยต่อนี้อาจจะเป็นปูนก่อหรือวัสดุก่อสร้างอีกชิ้นหนึ่งก็ได้ รอยต่อนี้ยังมีประโยชน์ในการปรับระยะที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนให้ลงตัวอยู่ในพิกัด

ความคลาดเคลื่อน[9.] (Tolerance หรือ Margin) เป็นระยะฉุกเฉินที่เผื่อสำหรับการ error ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการหล่อชิ้นส่วนวัสดุ, การติดตั้ง หรือการก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆ เป็นระยะในพิกัดที่ทำได้โดยการกำหนดระยะในแบบหล่อให้สั้นกว่าระยะจริงตามแบบก่อสร้างประมาณ 2-3 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจทำให้ชิ้นส่วนนั้นไม่สามารถติดตั้งได้ หรือทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาเป็นเวลานาน ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้อาจเกิดขึ้นได้จาก

- ความคลาดเคลื่อนในการผลิตชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาจากโรงงาน อาจมีขนาดที่คลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนด อันเกิดจากการปรับอุณหภูมิ และความชื้นในเนื้อวัสดุ ทำให้วัสดุยืดหดตัวไม่เท่ากัน ต้องกำหนดระยะของความเบี่ยงเบนไว้

[9.] มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาบริหารการก่อสร้าง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2540.) : หน้า18-19.

- ความคลาดเคลื่อนในการจัดทำแผนผังโครงสร้างอาคารในที่ก่อสร้าง
- ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งประกอบ

การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เป็นการสมมุติหรือคาดเดาระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดที่จะเกิดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

2.8.1 **ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อนหรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น อุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI (ดูได้จากภาคผนวก)

2.8.2 **ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป** อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI (ดูได้จากภาคผนวก)

หมายเหตุ : การเผื่อระยะความคลาดเคลื่อนกำหนดให้เผื่อไว้ในระยะของรอยต่อ เนื่องจากขนาดพิกัดที่ใช้ในการออกแบบส่วนมากเป็นระยะที่รวมรอยต่อเข้าไปกับขนาดใช้งานแล้ว ระยะควบคุมจึงไม่จำเป็นต้องเผื่อระยะของรอยต่อเข้าไปอีก

2.9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันการศึกษาที่เกี่ยวกับระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมและการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ยังคงมีการศึกษาต่อเนื่องเรื่อยมาไม่ว่าจะเป็นการศึกษาวิจัยจากนักวิชาการ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี และปริญญาโท ซึ่งจะยกตัวอย่างประกอบโดยสามารถจำแนกออกตามชนิดของระบบการก่อสร้างได้ดังนี้ดังนี้

2.9.1 **ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปเสา-คาน** เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิมกับระบบกึ่งสำเร็จรูปแบบเสา-คานแล้ว ปรากฏว่า ค่าวัสดุก่อสร้างจะลดจากร้อยละ 80.88 ของระบบดั้งเดิมเป็นร้อยละ 51.67 ของระบบกึ่งสำเร็จรูป ค่าแรงงานลดลงจากร้อยละ 19.12 ของระบบดั้งเดิมเป็นร้อยละ 13.45 ของระบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งเปรียบเทียบแล้วจะพบว่า สามารถประหยัดค่าวัสดุและค่าแรงงานได้จากปกติ แต่ต้องไปเสียค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ค่าอุปกรณ์ยึดค่าแรงติดตั้ง ค่าขนส่ง และค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรโรงงาน [10.]

[10.] สุเชษฐ์ ชาวเรือ, การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย : การออกแบบ และการศึกษาความเป็นไปได้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2524.)

2.9.2 **ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปผนังรับน้ำหนัก** : **แบบทั่วไป** สำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนผลิตระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมด้วยระบบผนังรับน้ำหนักทั่วไปนั้น หากนำค่าใช้จ่ายในการลงทุนเบื้องต้นเช่น ค่าเครื่องจักร, ค่าอุปกรณ์, ค่าบริหารมาคำนวณหาจุดคุ้มทุนแล้วปรากฏว่าต้องสร้างบ้านเดียว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 180 ตารางเมตร จำนวน 38 หน่วยขึ้นไป จึงจะคุ้มกับการลงทุน ทั้งนี้มีต้นทุนเฉลี่ยที่ 5,310.33 บาท/ตรม. ในขณะที่หากผู้ประกอบการเลือกซื้อสำเร็จจากผู้ผลิตหรือว่าจ้างผู้รับเหมาก่อสร้างไปสร้างโรงงานผลิตในสถานที่ก่อสร้างต้นทุนค่าก่อสร้างจะเฉลี่ยที่ 6,897-8,700 บาท/ตรม.[11.]

2.9.3 **การก่อสร้างด้วยระบบบล็อกดินซีเมนต์** (Soil-Cement Block) สำหรับการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 1 ชั้น เนื้อที่ใช้สอย 88 ตารางเมตร จะมีต้นทุนที่ 7534 บาท/ตรม. ในขณะที่สร้างด้วยระบบดั้งเดิม จะมีต้นทุนที่ 8271 บาท/ตารางเมตร [2.]

2.9.4 **การก่อสร้างโดยการใช้พื้นสำเร็จรูป** ทำการเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างพื้นของบ้านจัดสรรซึ่งนิยมใช้ 2 ระบบคือ ระบบพื้นสำเร็จรูป กับระบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ [12.]

จากผลการศึกษาข้อมูลขั้นต้นในส่วนของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวในโครงการบ้านจักสรรที่เปิดตัวในปี พ.ศ.2540-2542 จำนวน 41 โครงการ พื้นที่ใช้สอยรวม 815,023 ตารางเมตร พบว่า บ้านส่วนใหญ่จะก่อสร้างโดยใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูป(ใช้พื้นสำเร็จรูปในการก่อสร้างสำหรับเสาคานเป็นการหล่อกับที่ 78%) รองลงมาคือระบบหล่อในที่ทั้งหมด(เสา, คานหล่อในที่ทั้งหมด 7%) และการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปทั้งหมดน้อยมาก โดยไม่ทราบเทคนิคการก่อสร้าง 15%

สำหรับราคาต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยของบ้านเดี่ยวในแต่ละระบบโครงสร้างเป็นดังนี้ การก่อสร้างด้วนระบบสำเร็จรูปมีราคาแพงที่สุด แต่เนื่องจากข้อมูลมีจำนวนน้อยจึงไม่สามารถวิเคราะห์หาราคาที่สมเหตุสมผลได้ สำหรับการก่อสร้างด้วยระบบกึ่งสำเร็จรูป มีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 18,379 บาท/ตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6,345 บาท/ตารางเมตร และระบบหล่อกับที่ทั้งหมด เท่ากับ 17,437 บาท/ตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5,903 บาท/ตารางเมตร โดยเมื่อรวมทุก-

---

[11.] นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2542.

[12.] คมสันต์ ลัทธิธรรมพงศ์, วีระพล งามวงษ์วาน, ศรธี กูลมงคลรัตน์., เปรียบเทียบระบบโครงสร้างอาคารพักอาศัยในด้านค่าก่อสร้างและราคา. วิทยานิพนธ์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542.)

ระบบการก่อสร้างแล้วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18,169 บาท/ตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5,774 บาท/ตารางเมตร ซึ่งพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งโครงการส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10,000-40,000 ตารางเมตร แต่พื้นที่ใช้สอยรวมที่เพิ่มขึ้นก็ไม่ได้มีผลต่อราคาขายของบ้านเดี่ยวแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างจะประหยัดเวลาในการก่อสร้างมากกว่าระบบหล่อกับที่ทั้งหมด

นอกจากนี้พื้นสำเร็จรูปยังเป็นระบบที่ได้รับความนิยมในวงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยกึ่งสำเร็จรูป หรืออาคารสำเร็จรูปทั้งหลัง เพราะทำให้ราคาลดลงได้โดยตรงจากค่าวัสดุก่อสร้างที่เห็นได้ชัด คือ แบบหล่อคอนกรีต ความเสียหายสูญเปล่าของวัสดุมีน้อย และราคาลดลงได้จากการลดระยะเวลาการก่อสร้างทำให้ประหยัดค่าดอกเบี้ยของเงินที่นำมาลงทุนก่อสร้าง และทำให้ได้ผลตอบแทนต่อค่าของเงินที่ใช้ลงทุนเร็ว นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาการหยุดชะงักของงานอันเนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศไม่เอื้ออำนวยด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะเชิงคุณภาพ เน้นการสำรวจภาคสนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไปว่า ถ้าผู้ประกอบการนำเอาชิ้นส่วนเสาเข็ม, ฐานราก, เสาและคานรวมถึงส่วนต่างๆที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้างที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงาน มาใช้ทดแทนการหล่อชิ้นส่วนต่างๆดังกล่าวในที่ก่อสร้างโดยการตีไม่แบบ ในโครงการบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยวของผู้ประกอบการ น่าที่จะมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่ากว่าในการติดตั้ง รวมถึงจะทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้างโครงการ

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาที่อยู่อาศัย และเป็นทางเลือกในการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานมาประยุกต์ใช้ก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านจัดสรร ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากการศึกษาและสำรวจโครงการบ้านจัดสรรในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูปและระบบกึ่งสำเร็จรูปนั้น ได้พบข้อแตกต่างด้านต่างๆในหลายโครงการ ที่ส่งผลต่อระยะเวลาและราคาต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้าง รวมถึงคุณภาพของโครงสร้างเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับการตัดสินใจของผู้ซื้อ เป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจซื้อของผู้ซื้อ

เมื่อกำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ขั้นต่อไปคือการกำหนดขอบเขตของงานวิจัย และศึกษาข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

3.1.1.1 **ศึกษาข้อมูลจากตำรา และสัมภาษณ์บุคคล** ศึกษาถึงระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั่วไป โดยแบ่งศึกษาถึงการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบต่างๆ ศึกษาจากตำรา บทความ เอกสาร สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เคยศึกษา, ออกแบบและควบคุมงานก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ในภาครัฐก็ได้แก่ สถาปนิก วิศวกรและผู้ควบคุมงานของ

การเคหะแห่งชาติ สำหรับภาคเอกชนก็ได้แก่สำนักงานที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป รวมไปถึงโรงงานที่รับหล่อแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่างๆ พร้อมทั้งนำโครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเด็นในการศึกษาและเสนอแนะแนวทางเพิ่มเติม โดยได้รับความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิของการเคหะแห่งชาติ(คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ) ภาคเอกชนจากสถาปนิก วิศวกรและผู้ควบคุมงาน(คุณสุภัทร์ อุทัยวัฒน์, ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมและประมาณการ, บริษัท ซีคอน จำกัด) โรงงานที่รับหล่อแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป(คุณชัยวัฒน์ ชูกุล, ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริหารงานก่อสร้าง, บริษัท ซีคอน จำกัด)

3.1.1.2 **ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน** เพื่อกำหนดโครงการที่จะศึกษาระบบการก่อสร้างของแต่ละโครงการและพิจารณาเลือกโครงการที่เหมาะสมสำหรับทำการศึกษา ซึ่งในการสำรวจข้อมูลได้พบโครงการบ้านจัดสรรหลายโครงการที่เลือกใช้ระบบดังกล่าว เช่น โครงการหมู่บ้านสารินซิตี้, โครงการคุณาลัย (หมู่บ้าน), โครงการบ้านจัดสรรภายใต้การดูแลงานก่อสร้างของบริษัท แลนดี้ โฮม (ประเทศไทย) จำกัด, โครงการบ้านจัดสรรภายใต้การดูแลงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด หรือแม้แต่โครงการบ้านพักอาศัยของการเคหะแห่งชาติในบางแห่ง ก็มีการเลือกใช้ระบบก่อสร้างดังกล่าวด้วย

3.1.1 **การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ** ได้ศึกษาข้อมูลเอกสารทางวิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฎษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงการดำเนินการวิจัยและที่สำคัญที่สุดคือ นำมากล่าวอ้างในบทสรุปเพื่อให้ผลการดำเนินงานวิจัยมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกบ้านพักอาศัยในโครงการคุณาลัย บางขุนเทียน แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพฯ

3.2.1 **เหตุผลในการเลือกโครงการดังกล่าว** เนื่องจากสาเหตุหลายประการดังต่อไปนี้

3.2.1.1 **มีการก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้งระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป และการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน** โดยการใช้รูปแบบและขนาดพื้นที่เดียวกันก่อสร้าง ซึ่งสามารถที่จะเปรียบเทียบและศึกษาข้อมูลได้อย่างชัดเจน

3.2.1.2 **เป็นโครงการที่ใช้ระบบการก่อสร้างของบริษัท** ซึ่งเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานและผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมามากกว่า 40 ปี และยังเป็นบริษัทในยุคแรกๆของการนำเอาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คานเข้ามาใช้ในประเทศไทยด้วย ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างอาคารพักอาศัย 4 ชั้น ในบริเวณย่านพักอาศัยดินแดง(แฟลตดินแดง) เป็นต้น ปัจจุบันก็มีโครงการหมู่บ้านจัดสรรหลายโครงการที่สั่งซื้อระบบโครงสร้างสำเร็จรูปของบริษัทดังกล่าวไปใช้แทนการก่อสร้างแบบหล่อในที่มากมาย เช่น หมู่บ้านโครงการคุณาลัย โครงการในเครือสาริน เป็นต้น จากประวัติของบริษัทดังกล่าวที่ผ่านมา รวมถึงการแก้ไขปัญหาต่างๆในระบบก่อสร้างนั้น ก็ได้มีการพัฒนาจากอดีตและแก้ไขปัญหามาโดยตลอด ทำให้ระบบโครงสร้างของบริษัทดังกล่าวเหมาะสมและมีความน่าเชื่อถือต่อระบบเทคโนโลยีที่จะทำการศึกษา

3.2.1.3 **ช่วงระยะเวลาการก่อสร้าง** โครงการได้เริ่มก่อสร้างบ้านพักอาศัยในระยะเวลาเดียวกับที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกันในเรื่องระยะเวลาในการทำการศึกษาวิจัย

3.2.2 ลักษณะของอาคารที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2.1 เป็นบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น เนื้อที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตร 3 ห้องนอน, 3 ห้องน้ำ, ที่จอดรถจำนวน 1 คัน ปลูกในที่ดินขนาดประมาณ 210 ตารางเมตร

3.2.2.2 ลักษณะโครงสร้างของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

- ออกแบบเป็นระบบเสา-คาน โดยโครงสร้างฐานราก เสาเข็ม ตอม่อ เสา คาน เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่สั่งจากบริษัท ซีคอน จำกัด โดยตามสัญญาการก่อสร้างจะเข้ามาทำการก่อสร้างในขอบเขตของการก่อสร้างโครงสร้างหลักเท่านั้น ยกเว้นโครงสร้างแผ่นพื้นสำเร็จรูปซึ่งจะเป็นส่วนรับผิดชอบของผู้รับเหมาอีกราย
- สำหรับผนังนั้น ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา (ระบบ Q-CON) ของบริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด โดยจะใช้บล็อกขนาดหนา 7.5 เซนติเมตร โครงหลังคาเป็นโครงเหล็ก งานสถาปัตยกรรมเหมือนกับงานสถาปัตยกรรมบ้านจัดสรรโดยทั่วไป

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยที่เน้นการสำรวจภาคสนาม ซึ่งเป็นการเฝ้าดูขณะก่อสร้างตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนแล้วเสร็จแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ โดยเป็นการสังเกต พร้อมทั้งการจดบันทึกขั้นตอนและปัญหาต่างๆ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่

3.3.1 **แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้าง** ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ขณะก่อสร้างในแต่ละขั้นตอน เพื่อเก็บรายละเอียดในการทำงานโดยละเอียด โดยมีรายละเอียดในใบบันทึก ดังต่อไปนี้ วัน-เดือน-ปี, รายการทำงานแต่ละวัน, จำนวนคนงานแยกเพศ, ระยะเวลาในการทำงาน, ค่าแรงงาน, รายละเอียดของงานที่ทำได้ในแต่ละวัน, สภาพอากาศ, รายละเอียดของวัสดุก่อสร้างเข้าออก, ปริมาณของวัสดุที่ใช้ในแต่ละวัน, ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

3.3.2 **กล้องถ่ายรูป** เพื่อเก็บรายละเอียดความก้าวหน้าในการก่อสร้างในแต่ละวัน ตั้งแต่เริ่มต้นการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ โดยการถ่ายภาพนั้น จะเป็นการถ่าย ณ จุดถ่ายเดียวกัน แสดงถึงการก่อสร้างโดยรวมของบ้านพักอาศัยทั้งหลังที่ทำการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและผนัง Q-CON กับหลังที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เพื่อการบันทึกความก้าวหน้าจะสามารถเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น และยังรวมไปถึงการถ่ายเจาะขั้นตอนการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนในแง่ของรายละเอียดต่างๆด้วย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยได้กำหนดตัวอย่างในการศึกษาแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 **ขอหนังสือแนะนำตัวจากภาควิชาสถาปัตยกรรม** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเข้าพบกับบริษัทที่เป็นผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้างที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูปของระบบดังกล่าว (บริษัท ซีคอน จำกัด) และได้โทรศัพท์ติดต่อนัดขอเข้าพบเพื่อสัมภาษณ์กับผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมและประมาณการ, ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริหารงานก่อสร้าง เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดต่างๆในการออกแบบ, แก้ไขปัญหา, ราคาและต้นทุนและการบริหารงานก่อสร้างขั้นตอนในการก่อสร้างต่างๆ ศึกษาข้อมูล ณ บริเวณโรงงานผลิต

ชิ้นส่วน รวมถึงติดต่อและสัมภาษณ์ผู้อำนวยการสายงานก่อสร้างเพื่อศึกษาถึงการพัฒนาระบบดังกล่าวในอนาคต ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานนั้น มีวิธีการดังต่อไปนี้

3.4.1.1 **สอบถามจากผู้จัดการฝ่ายผลิต** เพื่อสอบถามถึงรายละเอียดของราคา, รายละเอียดอุปกรณ์เครื่องจักรและจำนวนเครื่องจักรแต่ละชนิด

3.4.1.2 **การสังเกตด้วยตัวเอง** โดยขอเข้าไปดูวิธีการผลิตและจดบันทึก โดยในขั้นตอนนี้เป็นการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในโรงงาน และได้มีการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่ผลิตชิ้นส่วนในโรงงาน และผู้จัดการฝ่ายผลิตถึงรายละเอียดของเครื่องจักร

3.4.1.3 **สัมภาษณ์วิธีการผลิต** การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากผู้จักการฝ่ายผลิต

3.4.1.4 **ตรวจสอบกับโรงงานอื่น** เมื่อได้ข้อมูลจากหัวข้อข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยก็นำข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต รวมถึงชิ้นส่วนมาตรวจสอบกับโรงงานหรือบริษัทที่รับหล่อและขายชิ้นส่วนสำเร็จรูปอิสระ เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์มาตรฐานและความถูกต้อง

3.4.2 **เก็บข้อมูลที่หน้างานก่อสร้าง** หลังจากที่ทำการติดต่อกับบริษัทที่ผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนดังกล่าวแล้ว จึงทำการติดต่อไปยังโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่จะทำการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัย เพื่อขออนุญาติที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนในการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นจนก่อสร้างเสร็จ โดยมีการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ, วิศวกร, รวมถึงผู้รับเหมาก่อสร้างประจำโครงการ เพื่อศึกษาถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

3.4.3 **สัมภาษณ์ผู้ที่อยู่หน้างานและเกี่ยวข้อง** ผู้วิจัยได้ทำการสอบถาม สัมภาษณ์วิศวกรโครงสร้างถึงความเหมาะสม และแนวโน้มของระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาคานที่คาดว่าจะมีต่อไปในอนาคต

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจนแล้วเสร็จจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 **ตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด** โดยการตรวจสอรายละเอียดของข้อมูลว่ามีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือยังมีรายละเอียดที่ยังไม่ครบถ้วน ถ้าพบว่าข้อมูลยังขาดประเด็นที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมก็จะต้องไปทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพิ่มเติมให้ครบทุกประเด็น

3.5.2 **การวิเคราะห์ข้อมูล** ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการเก็บข้อมูล โดยการแยกวิเคราะห์เนื้อหาเป็นลำดับดังนี้

3.5.2.1 **วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน** วิเคราะห์การเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระบบเสา-คาน แทนที่การก่อสร้างโดยการหล่อเสาและคานในที่ก่อสร้าง หรือการก่อสร้างในระบบทั่วไปผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเป็นลำดับดังต่อไปนี้

3.5.2.1.1 **เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้าง** นำข้อมูลเบื้องต้นที่เก็บมาสร้างใบประมาณราคาบ้านที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และการก่อสร้างแบบหล่อเสา-คานในที่ (ระบบก่อสร้างแบบทั่วไป) นำใบประมาณราคาของบ้านทั้ง 2 ระบบมาเปรียบเทียบโดยแยกเป็นหมวดต่างๆในการก่อสร้างจำนวน 9 หมวดงาน(ตามหลักการก่อสร้างและหลักวิชาประมาณราคา) โดยเปรียบเทียบในรูปของตารางและแผนภูมิเพื่อจะให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจน

3.5.2.1.2 **วิเคราะห์สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาค่าก่อสร้าง** วิเคราะห์ผลโดยดูข้อมูลในใบประมาณราคาโดยละเอียดว่ามีรายการใดเปลี่ยนแปลงราคา

3.5.2.1.3 **เปรียบเทียบสัดส่วนค่าก่อสร้าง** แบ่งตามหมวดงานต่างๆ การวิเคราะห์ผลแสดงเป็นแผนภูมิให้เห็นถึงสัดส่วนค่าก่อสร้างในแต่ละหมวดงาน

3.5.2.1.4 **เปรียบเทียบสัดส่วนค่าแรงงานต่อค่าวัสดุ** เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงแล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลา

3.5.2.2 **วิเคราะห์ด้านปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระบบเสา-คาน** ในช่วงขณะก่อสร้างและวิเคราะห์ปัญหาหลังการใช้สอยของอาคารเพื่อวางแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้น ทั้งในขณะก่อสร้างและหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ

3.5.2.3 **วิเคราะห์ด้านกรรมวิธีการออกแบบและกรรมวิธีการก่อสร้าง** บ้านพักอาศัยด้วยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบเสา-คาน ซึ่งการวิเคราะห์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ในการออกแบบ และในส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์ด้านกรรมวิธีการก่อสร้าง วิเคราะห์โดยแสดงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารทั้ง2ระบบในรูปของแผนภูมิ

3.6 การสรุปและเสนอแนะ

3.6.1 **สรุปผล** หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะสรุปผลการวิจัยโดยใช้ผลการวิจัยเป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างเพื่อให้น้ำหนักสรุปผลมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริง

3.6.2 **ข้อเสนอแนะ** จะเป็นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงได้จากบทสรุปของการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั่วไป และระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทเสา-คาน เพื่อการนำระบบดังกล่าวมาใช้ในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

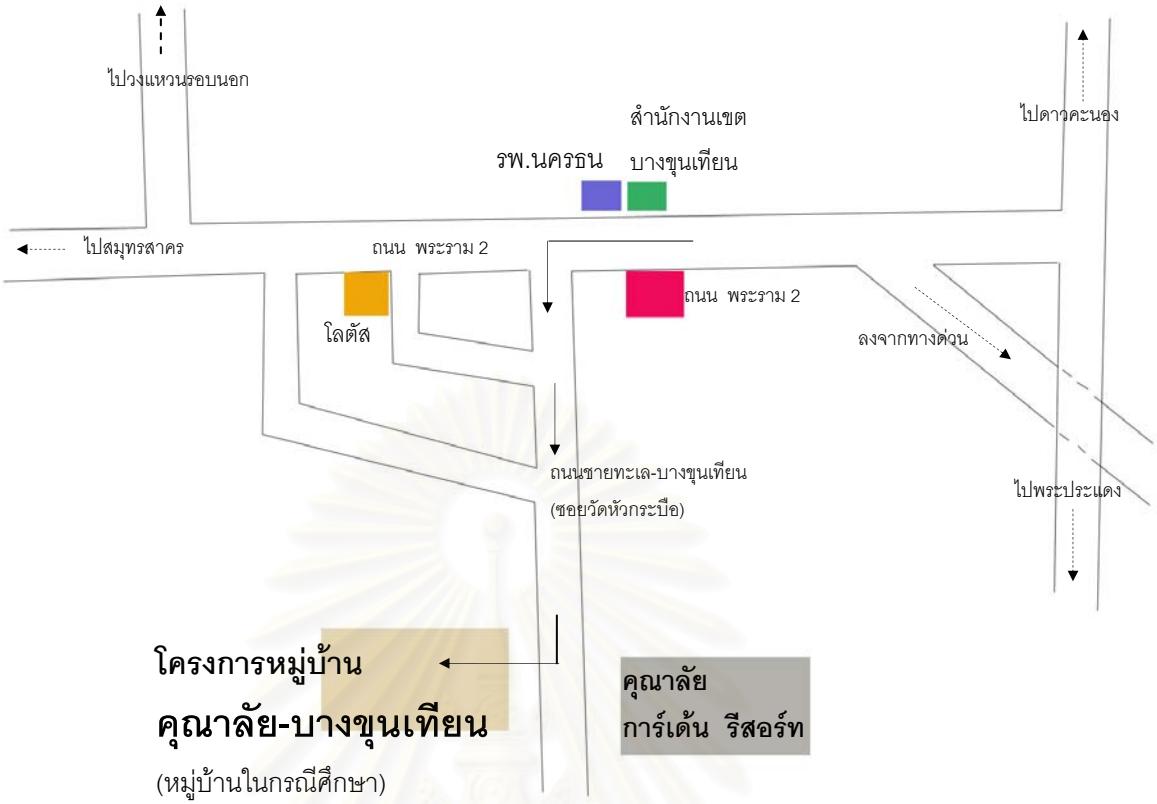
รายละเอียดของโครงการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการเปรียบเทียบบ้านพักอาศัยแบบเดี่ยวในโครงการคุณาลัย บางขุนเทียน จำนวน 2 หลัง โดยที่ทั้ง 2 หลังนั้นมีระบบการก่อสร้างที่แตกต่างกัน แต่มีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมและขนาดของโครงสร้างเหมือนกันทุกประการ ผู้ประกอบการโครงการตัดสินใจนำเอาระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จเสา-คานรูปมาใช้ ที่เป็นเฉพาะส่วนประกอบโครงสร้าง มาทดแทนการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้าง

4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา

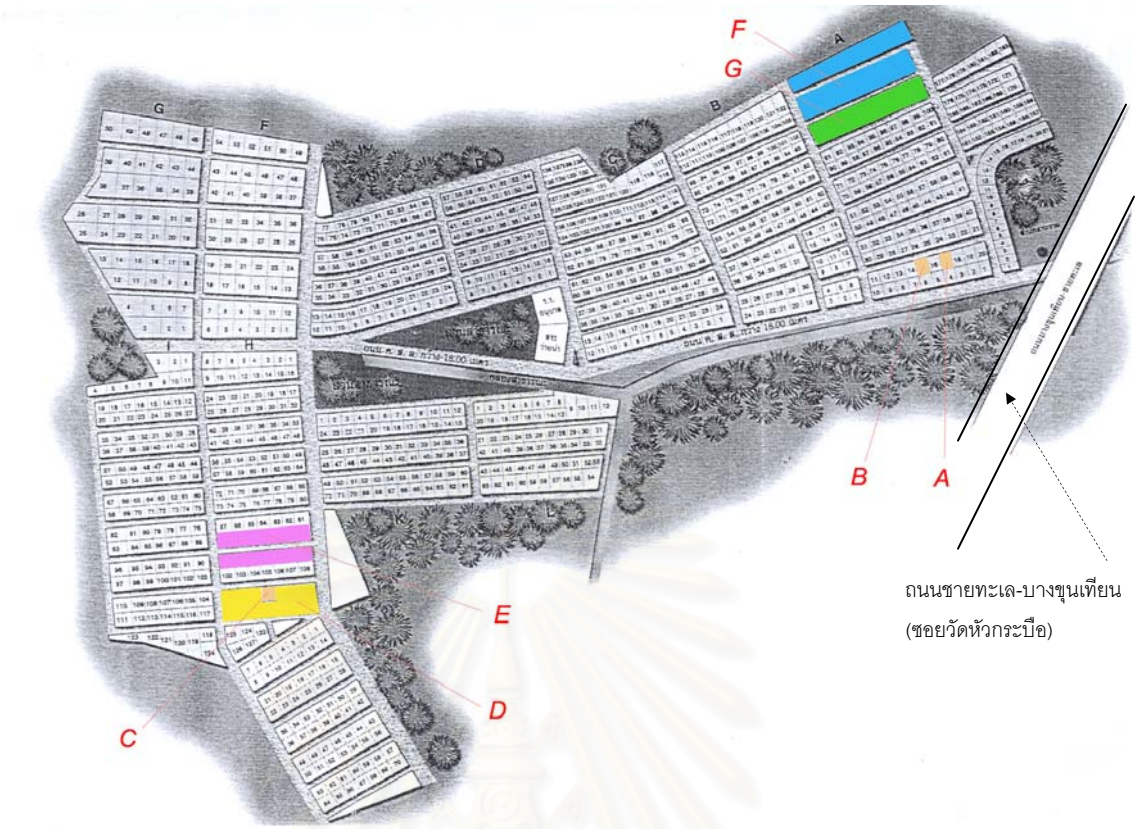
ชื่อโครงการ	:	คุณาลัย บางขุนเทียน
ประเภทโครงการ	:	ที่ดินจัดสรรและบ้านเดี่ยว
เนื้อที่โครงการ	:	333 ไร่ พื้นที่เปิดโล่ง 115 ไร่
ที่ตั้งของโครงการ	:	ถ.บางขุนเทียน ชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ
เจ้าของโครงการ	:	บริษัทพัฒนาแดนทอง จำกัด
		จำนวนแบบบ้านในโครงการมี 5 แบบได้แก่ 1.คุณากาญจน์ 2.คุณาพรรณ 3.คุณาลักษณ์ 4.คุณาภา 5.คุณาทิพย์
แบบบ้านที่ทำการศึกษา	:	บ้านคุณาลักษณ์ เป็นบ้านพักอาศัยเดี่ยว 2 ชั้น เนื้อที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตร
ระบบการก่อสร้าง	:	ใช้ระบบก่อสร้าง 2 ระบบ คือ 1.ระบบก่อสร้างแบบทั่วไป โดยการผูกเหล็กและหล่อโครงสร้างในที่ก่อสร้าง และการก่ออิฐมอญเป็นผนัง 2.ระบบก่อสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา-คาน ประกอบกับการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา
ราคาขายปกติ	:	2,663,000 บาท (บ้านแบบคุณาลักษณ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ คุณาลัย-บางขุนเทียน

รูปที่ 4-2 แสดงทัศนียภาพภายในหมู่บ้าน



รูปที่ 4-3 แสดงตำแหน่งของอาคารในโครงการโดยสังเขป

A : บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ของบริษัท ซีคอน จำกัด (บ้านหลังกรณีศึกษา หลังที่ 1)

B : บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ของบริษัท ซีคอน จำกัด (กรณีศึกษาหลังสำรอง)

C : บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป (บ้านหลังกรณีศึกษาหลังที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อ A.)

D : กลุ่มบ้านที่ทำการสร้างต่อพร้อมกับบ้านหลัง C ภายหลังที่หยุดการก่อสร้างมา 1 ปี ซึ่งทำการก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป

E : บ้านที่จะทำการก่อสร้างต่อจาก Zone D ซึ่งทำการก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป

F : บ้านที่จะทำการก่อสร้างหลังจากที่ทำการก่อสร้างโครงสร้างหลักของบ้านหลัง A และ B เสร็จซึ่งทำการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ของบริษัท ซีคอน จำกัด (เช่นเดียวกับหลังกรณีศึกษา)

G : บ้านที่จะทำการก่อสร้างต่อไป เมื่อโครงสร้างหลักของบ้านใน Zone F แล้วเสร็จซึ่งทำการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ของบริษัท ซีคอน จำกัด

4.2 รายละเอียดของลักษณะโครงสร้างและรูปแบบอาคาร

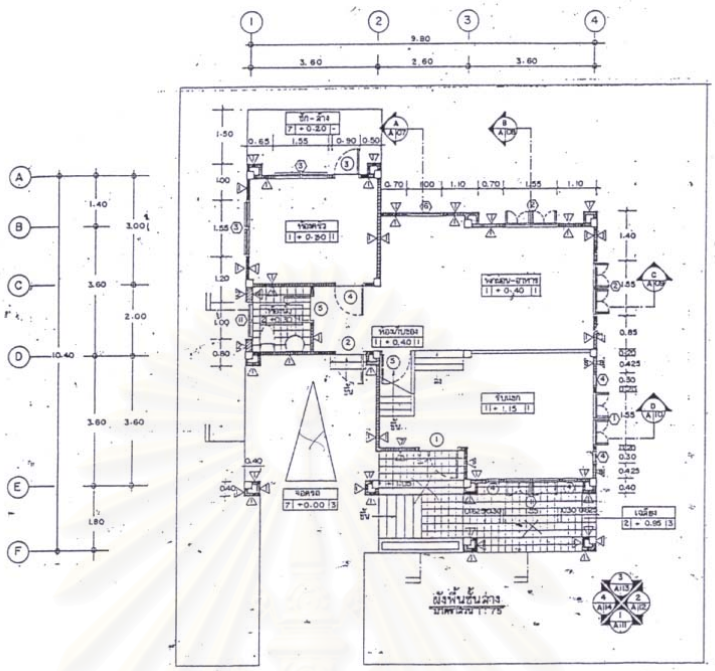
4.2.1 พื้นที่ใช้สอย ลักษณะบ้านแบบคุณาลักษณ์ (บ้านในกรณีศึกษา) ประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้สอยดังนี้ :

แปลนพื้นชั้นล่าง ประกอบด้วย		แปลนพื้นชั้นบน ประกอบด้วย	
1.ห้องรับแขก	6.20 x 3.60 ม.	1.ห้องนอนใหญ่	6.40 x 3.60 ม.
2.ห้องอาหาร-พักผ่อน	6.20 x 3.60 ม.	2.ห้องนอน 2	3.60 x 3.60 ม.
3.ห้องครัว	3.60 x 3.00 ม.	3.ห้องนอน 3	3.00 x 3.60 ม.
4.เฉลียงทางเข้า	6.20 x 1.80 ม.	4.ห้องน้ำ2	1.60 x 2.00 ม.
5.ห้องน้ำ1	2.00 x 1.80 ม.	5.ระเบียง	3.00 x 3.60 ม.
6.ซักล้าง	3.60 x 1.90 ม.	6.โถงบันได	2.00 x 2.00 ม.
7.ที่จอดรถ	3.60 x 3.60 ม.	7.ห้องน้ำ3	2.60 x 2.00 ม.
8.โถงทางเข้าห้องครัว	1.80 x 2.00 ม.	8.โถงทางเดิน	2.00 x 2.00 ม.

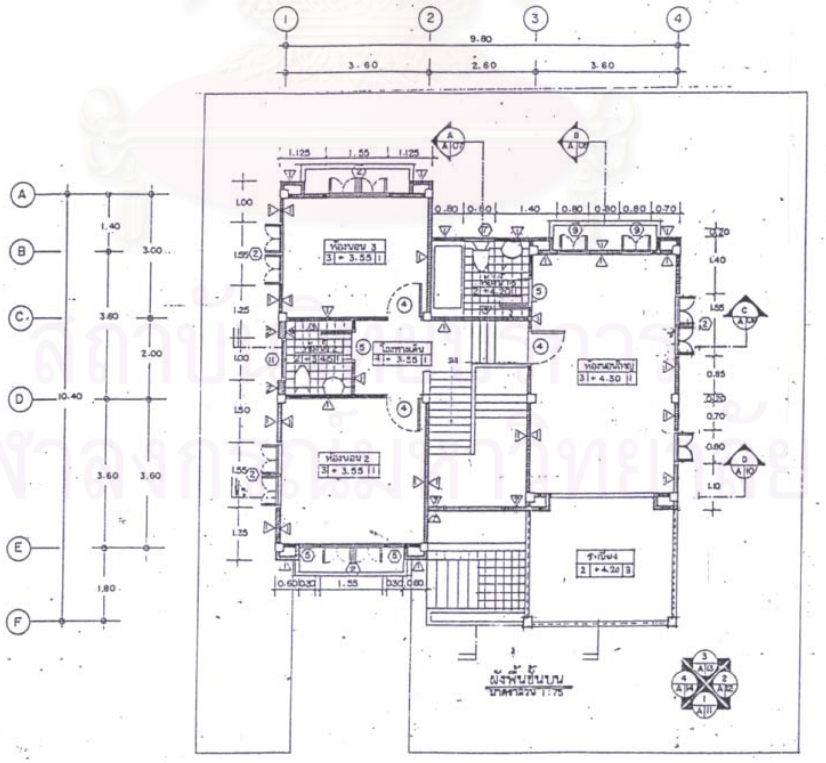
รวมพื้นที่ใช้สอย 167.60 ตารางเมตร

รูปที่ 4-4 แสดงบ้านแบบคุณาลักษณ์ ซึ่งเป็นบ้านในกรณีศึกษา ที่ก่อสร้างด้วยระบบเก่าก่อสร้างแบบทั่วไป

4.2.2 ผังอาคาร เป็นผังอาคารที่เขียนแบบก่อสร้างในรูปแบบการก่อสร้างทั่วไป(แบบก่อสร้างทั้งหมดดูได้ที่ภาคผนวก)



ผังที่ 4-1 .แสดงแบบแปลนชั้น 1 (แบบคุณาลักษณ์ : ในระบบการก่อสร้างทั่วไป)



ผังที่ 4-2 .แสดงแบบแปลนชั้น 2 (แบบคุณาลักษณ์ : ในระบบการก่อสร้างทั่วไป)

4.2.3 **รายละเอียดการก่อสร้าง** วัสดุพื้นฐานโดยทั่วไปจะใช้ลักษณะเดียวกัน แตกต่างกันเพียงแค่งานโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบหล่อในที่กับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และงานก่อผนัง ซึ่งเป็นแบบก่ออิฐมอญทั่วไปในหลังที่เป็นการก่อสร้างแบบทั่วไป กับแบบใช้ผนังมวลเบาในหลังที่ทำการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน (แบบก่อสร้างละเอียดดูได้ที่ภาคผนวก)

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

ลำดับที่	รายการ	แบบ Conventional	แบบ Precast Concrete
1.	งานเสาเข็ม	- คสล. I 26 x 26 x 21.00 เมตร	- คสล. I 26 x 26 x 21.00 เมตร
2.	โครงสร้างอาคาร	- คานคอดิน คสล. (หล่อในที่) - พื้นสำเร็จรูป - เสาคสล. (หล่อในที่) - คานหลังคา คสล. (หล่อในที่) โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ	- คานคอดิน คสล. (ชิ้นส่วนสำเร็จรูป) - พื้นสำเร็จรูป - เสาคสล. (ชิ้นส่วนสำเร็จรูป) - คานหลังคา คสล. (ชิ้นส่วนสำเร็จรูป) - โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ
3.	หลังคา	- กระเบื้องซีแพคโมเนีย	- กระเบื้องซีแพคโมเนีย
4.	งานก่อผนัง	- ก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ	- ก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ
5.	พื้นผิว	- ปูกระเบื้องเคลือบขนาด 12” x 12” และขนาด 8” x 8”	- ปูกระเบื้องเคลือบขนาด 12” x 12” และขนาด 8” x 8”
6.	ประตู - หน้าต่าง	- วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - กรอบบานไม้สัก	- วงกบไม้เนื้อแข็ง 2” x 4” - กรอบบานไม้สัก
7.	ฝ้าเพดาน	- ฝ้ายิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ - ฝ้ายิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ (กันชื้น)	- ฝ้ายิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ - ฝ้ายิปซั่ม 9 มม. ฉาบเรียบ (กันชื้น)
8.	ทาสี	- ทาสีอาคารทั้งหลังด้วยสีพลาสติก	- ทาสีอาคารทั้งหลังด้วยสีพลาสติก

ที่มา : วิศวกรคุมงานของโครงการคุณาลัย (คุณอำนาจ เทียนพัด)

4.2.4 ลักษณะการดำเนินการก่อสร้างและเงื่อนไขการก่อสร้าง

4.2.4.1 **รูปแบบการจ้างเหมา** เจ้าของโครงการได้แบ่งการจ้างงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.2.4.1.1 **ส่วนโครงสร้างหลัก** ประกอบไปด้วย เสา, คานคอดิน, คานทั่วไปและคานหลังคา ซึ่งส่วนดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่หล่อสำเร็จจากโรงงานของบริษัทซีคอน จำกัด(ซึ่งตั้งอยู่ที่ซอยอ่อนนุช ถนนสุขุมวิท) ตามข้อตกลงในสัญญาทางบริษัทจะนำแบบทางสถาปัตยกรรมเดิมที่เป็นแบบก่อสร้างทั่วไปให้กับทางซีคอน เพื่อทำการแปลงระบบหล่อในที่ ให้

เป็นระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน จากนั้นก็ทำการก่อสร้างจนแล้วเสร็จเฉพาะส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักคือเสา, คาน, ตอม่อ, ฐานรากเท่านั้น โดยกำหนดราคาไว้ที่ 176,550 บาท (ราคาดังกล่าวไม่รวมราคาค่าเสาเข็ม I ขนาด 26 x 26 x 21.00 เมตร, พื้นสำเร็จรูปแผ่นเรียบหนา 5 มม. กว้าง 35 ซม., คานคอดินส่วนที่จะหล่อในที่, และพื้นหล่อในที่ส่วนที่เป็นลานจอดรถ,ห้องน้ำ, บันได, เฉลียงทางเข้าและส่วนลานซักล้าง)

4.2.4.1.2 **ส่วนโครงสร้างที่เหลือและส่วนประกอบโครงสร้าง** เป็นผู้รับเหมารายย่อยซึ่งได้ทำการก่อสร้างบ้านมาให้หมู่บ้านนี้มาระยะหนึ่งแล้ว จะเป็นการรับงานก่อสร้างส่วนที่เหลือจนส่งมอบงาน และพร้อมให้ผู้ซื้อเข้าอยู่อาศัยได้ ผู้รับเหมารายย่อยจะรับ-ส่งมาดำเนินการก่อสร้างต่อเมื่อบริษัทซีคอน จำกัด ทำการก่อสร้างส่วนของเสา, คาน, ฐานรากและตอม่อจนเสร็จ

4.2.4.2 **เงื่อนไขการดำเนินการ**

4.2.4.2.1 **ระยะเวลาการก่อสร้าง** ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น2ส่วนคือ

ก. บ้านที่ก่อสร้างโครงสร้างหลักด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 2 หลัง ซึ่งเป็นหลังที่คงค้าง 2 หลังสุดท้ายของรอบการก่อสร้างช่วงเดือนตุลาคม 2544 ถึง กันยายน 2545 แบ่งระยะเวลาการเก็บข้อมูลเป็น 2 ระยะคือ

(1.) ระยะที่ทำการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างหลักของบริษัทซีคอน จำกัด โดยทำการก่อสร้าง 2 หลังใช้เวลา 28 วัน ตั้งแต่วันที่ 24 ตุลาคม 2544 จนถึง 19 พฤศจิกายน 2544

(2.) ระยะที่ทำการก่อสร้างทั่วไปจนเสร็จ ใช้เวลาก่อสร้าง 125 วันคือ ตั้งแต่ 28 เมษายน 2545 จนถึง 5 กันยายน 2545

ข. บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป แบ่งระยะเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงคือ

(1.) ช่วงก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้ามาเก็บข้อมูล ซึ่งได้มีการก่อสร้างในส่วนของโครงสร้างฐานราก, ตอม่อ, เสา, คาน, พื้นสำเร็จรูปเสร็จแล้วคืออยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543.(ซึ่งข้อมูลทางด้านราคาและระยะเวลาได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ)

(2.) ช่วงที่เริ่มมีการก่อสร้างต่อจากโครงสร้างส่วนข้อ (1.)คือช่วงตั้งแต่วันที่ 10 ธันวาคม 2544. จนส่งมอบงานให้ลูกค้าในวันที่ 24 เมษายน 2545.(ข้อมูลในช่วงเวลานี้ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลที่หน้างานด้วยตนเอง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4.2.2 **ต้นทุน**

ก. ค่าแรงงานที่ใช้ในการคำนวณต้นทุน คิดจากการเก็บข้อมูลจากการสอบถามเจ้าของโครงการและผู้รับเหมารายย่อยของโครงการ(ระบบก่อสร้างแบบทั่วไป : ค่าแรงงานทั่วไป 180 บาท/วัน, ค่าแรงงานช่างฝีมือ 130 บาท/วัน) สำหรับค่าแรงส่วนของการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบริษัท ซีคอน จำกัด ได้ข้อมูลจากคุณสมพงษ์ : ผู้ควบคุมงานก่อสร้างที่หน้างานของบ้านกรณีศึกษาของบริษัท ซีคอน จำกัด, และคุณปรีชา ปรีชา สงวนแก้ว : หัวหน้าแผนกควบคุมงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด (ค่าแรงงานทั่วไป 180 บาท/วัน, ค่าช่างเชื่อม 200 บาท/วัน, ค่าหัวหน้างาน 300 บาท/วัน) เมื่อได้ค่าแรงงานมาทั้ง 2 ระบบ จึงนำแรงงานดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เป็นค่าแรงงานต่อไป

ข. ค่าของที่ใช้ในการก่อสร้าง ทางผู้วิจัยได้ตารางราคาค่าก่อสร้างจริงของบ้านทั้ง 2 หลังกรณีศึกษาจากเจ้าของโครงการ ซึ่งราคาดังกล่าวเป็นราคาที่มาจากผู้รับเหมารายเดียวกัน ระยะเวลาใกล้กันและการเสนอราคาค่าก่อสร้างกับเจ้าของโครงการของผู้รับเหมารายย่อยนั้นก็เป็นราคาชุดเดียวกัน แตกต่างกันเพียงแค่ราคาส่วนงานโครงสร้างและราคาส่วนงานก่อ-งานพื้นผิว

ค. รายละเอียดของค่าวัสดุและแรงงาน ผู้วิจัยได้ใส่รายละเอียดไว้ในภาคผนวก

หมายเหตุ : สำหรับราคางานโครงสร้างของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป ซึ่งทำการก่อสร้างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543.นั้น เป็นราคาที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ เนื่องจากราคาที่ได้นั้น อยู่คนละช่วงเวลากับการก่อสร้างของบ้านในกรณีศึกษาทั้ง 2 หลัง ทางผู้วิจัยจึงทำการคำนวณราคาค่างานโครงสร้างส่วนนั้นขึ้นมาใหม่ โดยใช้ราคาค่าของและราคาค่าแรงงานในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544.จำนวน 3 แหล่งข้อมูล และเลือกราคาข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูงที่สุด (ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่มาจากการเปรียบเทียบค่าก่อสร้างของบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊คชั่น จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่รับสร้างบ้านให้กับบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ทั่วไป โดยการนำราคามาจากตารางราคาที่บริษัททำขึ้นเปรียบเทียบระหว่างบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ 2 บริษัท ผนวกกับราคาที่ผู้วิจัยได้ให้ทางบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊คชั่น จำกัด คำนวณหาเพิ่มเติมให้ โดยใช้แหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือคือ : สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ประจำเดือนตุลาคม 2544.), (ดูตารางราคาค่าวัสดุและค่าแรงงานได้ที่ภาคผนวก)

4.2.4.3 **ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง** เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นหลัก (รายละเอียดดูประกอบจากรูปภาพในบทที่ 5

4.2.4.4 กรรมวิธีการออกแบบและกรรมวิธีการก่อสร้าง

4.2.4.4.1 กรรมวิธีการออกแบบ ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน เป็นการออกแบบระบบพิเศษเฉพาะทางบริษัทนั้นๆ แตกต่างจากระบบทั่วไป โดยทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์คุณสุภัทร์ อุทัยวัฒน์ ; ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมและประมาณการ และคุณชัยวัฒน์ ชูกุล ; ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริหารงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด รวมถึงการศึกษาข้อมูลการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากรายงานรายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ (2541.), (ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

4.2.4.4.2 กรรมวิธีการก่อสร้าง เก็บข้อมูลจากการสังเกตการณ์ที่หน้างานก่อสร้างตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนแล้วเสร็จ ประกอบกับสอบถามระบบการก่อสร้างจากบริษัทซีคอน(ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณสุภัทร์ อุทัยวัฒน์ : ผู้จัดการฝ่ายวิศวะกรรมและประมาณการ, คุณชัยวัฒน์ ชูกุล : ผู้จักการฝ่ายผลิตและบริหารงานก่อสร้าง ของบริษัท ซีคอน จำกัด) เพื่อทราบถึงระบบการก่อสร้างและกรรมวิธีการก่อสร้างที่ละเอียดด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการศึกษา

การสำรวจข้อมูลของผู้วิจัยโดยการเก็บข้อมูลบันทึกลงในตารางแสดงรายละเอียด ซึ่งนำข้อมูลที่ได้ซึ่งนำผลที่ได้มาแสดงผลการศึกษา โดยแบ่งรายละเอียดของผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ดังนี้ ผลการศึกษากรรมวิธีด้านการออกแบบและกรรมวิธีการก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน โดยจำแนกออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของโรงงานผลิตและส่วนก่อสร้าง, ผลการศึกษาด้านต้นทุนและราคาค่าก่อสร้างที่อยู่อาศัย, ผลการศึกษาคุณภาพและปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะปลูกสร้าง, ผลการศึกษาการผลิตและรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของกรณีศึกษา ลำดับการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 การออกแบบในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

การออกแบบระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น มีหลักการที่สำคัญคือ จะต้องมีจำนวนชิ้นส่วนที่มีลักษณะต่างกันให้น้อยแบบที่สุด เพื่อลดปัญหาการคงค้างของชิ้นส่วนในลานเก็บ และการสับสนในการติดตั้ง การออกแบบชิ้นส่วนที่มีขนาดและรูปแบบที่แตกต่างจากมาตรฐานจึงเป็นการสิ้นเปลืองและไม่ประหยัด จากการเก็บข้อมูลบ้านในกรณีศึกษาสามารถแบ่งขั้นตอนการออกแบบได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนขั้นตอนการออกแบบและส่วนการจัดทำแบบก่อสร้าง ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1.1 **ขั้นตอนในการออกแบบ** จะเป็นการศึกษาขั้นตอนการออกแบบที่เก็บข้อมูลจากบ้านในกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของบ้านที่มีอยู่แล้วในโครงการคุณาลัย (แบบบ้านคุณาลักษณ์) มาทำการปรับให้อยู่ในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของระบบที่ว่าจ้างทำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน(ระบบของบริษัท ซีคอน จำกัด) สามารถอธิบายเป็นหัวข้อดังนี้

5.1.1.1 **ปรับเปลี่ยนระบบก่อสร้าง** คือการนำเอาแบบการก่อสร้างในระบบทั่วไป(แบบคุณาลักษณ์ของโครงการคุณาลัย) มาปรับเปลี่ยนให้อยู่ในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน โดยจำแนกส่วนต่างๆของโครงสร้างตามรูปแบบสถาปัตยกรรมเป็นส่วนๆตามระบบของบริษัท ซีคอน จำกัด ในขั้นตอนนี้อาจจะต้องปรับแบบสถาปัตยกรรมบ้างเพื่อให้สอดคล้องกับระบบการก่อสร้าง

5.1.1.2 **พิจารณาความเป็นไปได้** ความเป็นไปได้ของการทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเช่น ขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วนว่าสามารถปรับเปลี่ยนเป็นระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานหรือไม่

5.1.1.3 **การขนส่งและการติดตั้ง** จะมีผลสำคัญต่อการเลือกขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนเช่นกัน โดยจะพิจารณาว่าเมื่อเลือกขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วนแล้ว จะสามารถทำการยกและขนส่งไปยังที่ก่อสร้างได้สะดวกหรือไม่ ถ้าไม่สะดวกจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไรเช่น ในบ้านกรณีศึกษา จะใช้เสาที่มีขนาดยาวต่อเนื่องคือ 6.50 เมตร ซึ่งสามารถยกและขนส่งไปได้ในรถเครนขนาด 25 ตันและรถเครนดังกล่าวก็สามารถยกชิ้นส่วนเสาต่อเนื่องนั้นลงสู่หน้างานได้ ในการเลือกวิธีดังกล่าวข้อดีคือ ทำให้ลดจำนวนเที่ยวในการขนส่ง และลดระยะเวลาในการประกอบจุดรอยต่อของเสา(ถ้าเป็นเสาช่วงเดียวจะต้องเสียเวลาในการประกอบจุดรอยต่อของเสาเพิ่มขึ้น)

5.1.1.4 **ความคุ้มค่าของการทำแบบหล่อ** เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งที่จะนำมาพิจารณาถึงความเหมาะสมว่าคุ้มทุนที่จะทำแบบหล่อแบบใหม่ขึ้นมา,หรือการใช้แบบหล่อแบบมาตรฐานเดิม ถ้าใช้แบบหล่อมาตรฐานเดิมจำเป็นจะต้องปรับเปลี่ยนแบบของบ้านหลังดังกล่าวมากน้อยเพียงใด จากบ้านตัวอย่างในกรณีศึกษา ทางบริษัทซีคอนยังคงแบบมาตรฐานของแบบหล่อเดิมไว้ โดยที่คานบางส่วนเช่น คานยื่นในส่วนของแบบบ้านในกรณีศึกษา ก็จะยื่นเหล็กออกมาจากชิ้นส่วนคอนกรีตคาน, เสา เพื่อใช้ในการผูกเหล็กหล่อในที่ก่อสร้างเมื่อทำการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมดเสร็จ

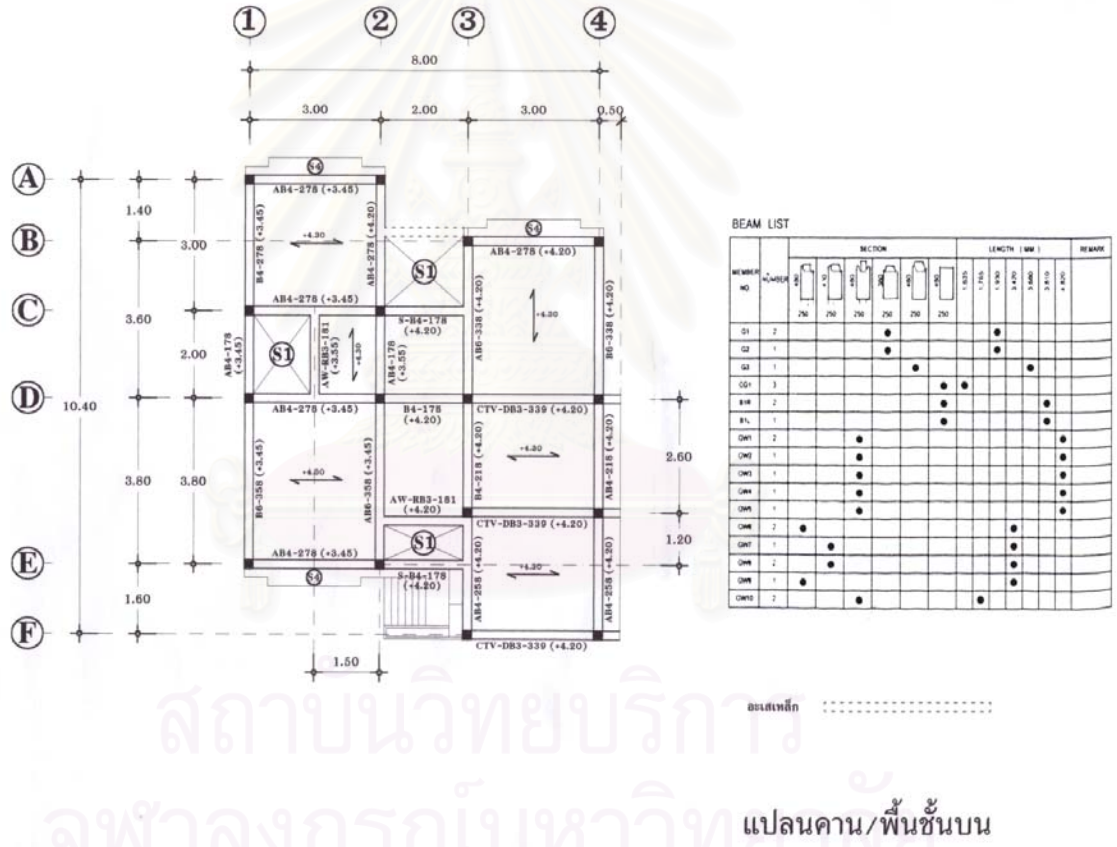
5.1.2 **การจัดทำแบบการก่อสร้าง** นอกจากการออกแบบแล้ว การเขียนแบบก็มีความสำคัญไม่น้อยเพราะว่าจะต้องมีรายละเอียดการผลิตแม่แบบรายละเอียดการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป รายละเอียดการเชื่อมต่อ ที่สำคัญคือ จุดที่กำหนดให้ต้องเทคอนกรีต การตรวจสอบความถูกต้องของแบบก็เป็นอีกจุดหนึ่ง หากละเลยจะทำให้มีความเสียหายในการก่อสร้างตามมาเป็นอย่างมาก

ในการจัดทำแบบในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น ขั้นตอนการออกแบบและทำแบบนั้นมีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบระบบสำเร็จรูปทั่วไป หลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรมงานระบบ และวิศวกรรมโครงสร้างแล้ว เราจะได้รูปร่างขนาดหน้าตัด และการเสริมเหล็กในแต่ละส่วนของโครงสร้างตามข้อกำหนดการออกแบบในระบบคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดหล่อใน ซึ่งในการจัดทำแบบในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน จะต้องนำมาพิจารณาในเรื่องของความสามารถในการทำงาน การประกอบติดตั้งชิ้นส่วน การต่อเหล็ก ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดต่อ จุดยก และค้ำยันชิ้นส่วนในขณะประกอบติดตั้ง ตำแหน่งของ บ่ารับ, พุกไม้, ท่อร้อยสายไฟ, ท่อประปา (ถ้ามี) ซึ่งในบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องขยายขนาดหน้าตัด

ของโครงสร้าง เพื่อให้สามารถทำงานได้ง่ายขึ้น และเลือกใช้เหล็กเสริมคอนกรีตขนาดใหญ่ แทนขนาดเล็ก เพื่อลดจำนวนการต่อเหล็ก

แบบในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

5.1.2.1 GUIDE DRAWING ประกอบด้วยแบบแสดงแปลนเสา แปลนคาน แปลนผนัง แปลนพื้น ฯลฯ ซึ่งระบุชื่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วน, ตารางแสดงจำนวน (ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอาจมีลักษณะเหมือนกันทุกประการสามารถใช้ชื่อเดียวกันได้), ขนาดหน้าตัด, ความยาว, จุดต่อของชิ้นส่วน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต, การจัดเก็บในโรงงาน และจัดส่งชิ้นส่วนให้สอดคล้องกับความต้องการ(แผนการดำเนินการก่อสร้าง)ของสถานที่ก่อสร้าง



รูปที่ 5-1 แสดงการเขียนแบบ GUIDE DRAWING

ที่มา : ตัวอย่างการเขียนแบบบ้านในกรณีศึกษา จากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด

5.1.2.2 ASSEMBLY DRAWING คือแบบซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนของโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละชิ้น โดยระบุขนาด ความยาว ลักษณะของรอยต่อระหว่างชิ้นส่วน เช่นรอยต่อระหว่างเสา กับคานอาจเป็นลักษณะคาน วางนั่งบนขอบเสา หรือคานและผนัง

วางเว้นห่างจากเสาแล้วเทคอนกรีตเชื่อมในขณะก่อสร้าง เป็นต้น ASSEMBLY DRAWING ประกอบด้วยแบบแปลน แบบเสา แบบคาน แบบผนัง แบบพื้น รูปตัด และรูปขยายบริเวณรอยต่อ ฯลฯ อนึ่งการดำเนินการในขั้นตอนนี้ จะต้องมีการประสานงานกับวิศวกรงานระบบ เพื่อขอคำแนะนำในส่วนของงานฝังท่อไฟฟ้า – โทรศัพท์ – ประปาในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (ถ้ามี) เนื่องจากต้องมีการออกแบบควบคู่กันไป โดยมีวิธีการดำเนินการพอสรุปได้ดังนี้

5.1.2.2.1 **กำหนดตำแหน่งการจัดวางเหล็กในแต่ละทิศทางการเสริมเหล็ก** เช่น ในกรณีที่จุดต่อของคานมาเชื่อมกัน 2 ทิศทาง ความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็กในแต่ละทิศทางจะมีค่าไม่เท่ากัน เพื่อมิให้เหล็กแต่ละทิศทางชนกัน หรือหลีกเลี่ยงการดุ้งเหล็ก

5.1.2.2.2 **ออกแบบบริเวณจุดต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป** เช่น จุดต่อบริเวณ เสา คาน และพื้น ซึ่งต้องพิจารณาเรื่องบ่ารองรับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของสถาปนิกผู้ออกแบบ

5.1.2.2.3 **เขียนแบบแปลนเสา,คาน,พื้นและผนังพร้อมรูปตัด**

5.1.2.3 PART DRAWING คือ แบบแสดงแต่ละผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยทั่วไปมีทั้งหมด 6 ผิว และยังรวมถึงแบบแสดงการเสริมเหล็กออกต่างหาก ส่วนใหญ่การแสดงการเสริมเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มักจะแสดงรายละเอียดในลักษณะรูปตัดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบอยู่ด้วย แบบในส่วนของ PART DRAWING จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ หรือวัสดุต่างๆ ที่ฝังไว้ในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รายละเอียดที่มักจะแสดงไว้ในแบบ PART DRAWING เช่น

- INSERT คือ นอตตัวเมียที่ฝังในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อใช้สำหรับการยกในการขนส่ง หรือการติดตั้ง
- WOOD BLOCKคือพุกไม้ที่ฝังไว้สำหรับยึดอุปกรณ์หรือยึดโครงเคร่าของผนังเบา
- ท่อร้อยสายไฟ
- ท่อร้อยสายโทรศัพท์
- บล๊อคสำหรับสวิทช์ หรือปลั๊กไฟฟ้า

โดยจะแสดงไว้ในแนบด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันไป เช่น • o ⊙ ¤ ● © Δ เป็นต้นแบบในส่วนของ PART DRAWING ประกอบด้วย

5.1.2.3.1 **รูปด้านล่าง** (MOLD SIDE) คือ ด้านที่ติดอยู่กับแบบหล่อคอนกรีต ซึ่งจะเป็นด้านที่ได้พื้นผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ที่เรียบร้อยมีคุณภาพดี เนื่องจาก

แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้มักจะเป็นเหล็กเชื่อมประกอบ ดังนั้นจึงมักเลือกด้านนี้ให้อยู่ภายนอกอาคาร หากเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภท เสา คาน หรือผนัง และมักเลือกด้านนี้ให้เป็นฝ้าเพดาน หากเป็นชิ้นส่วนของพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (กรณีใช้ผิวด้านล่างของพื้นเป็นฝ้าเพดานของชั้นถัดลงไป)

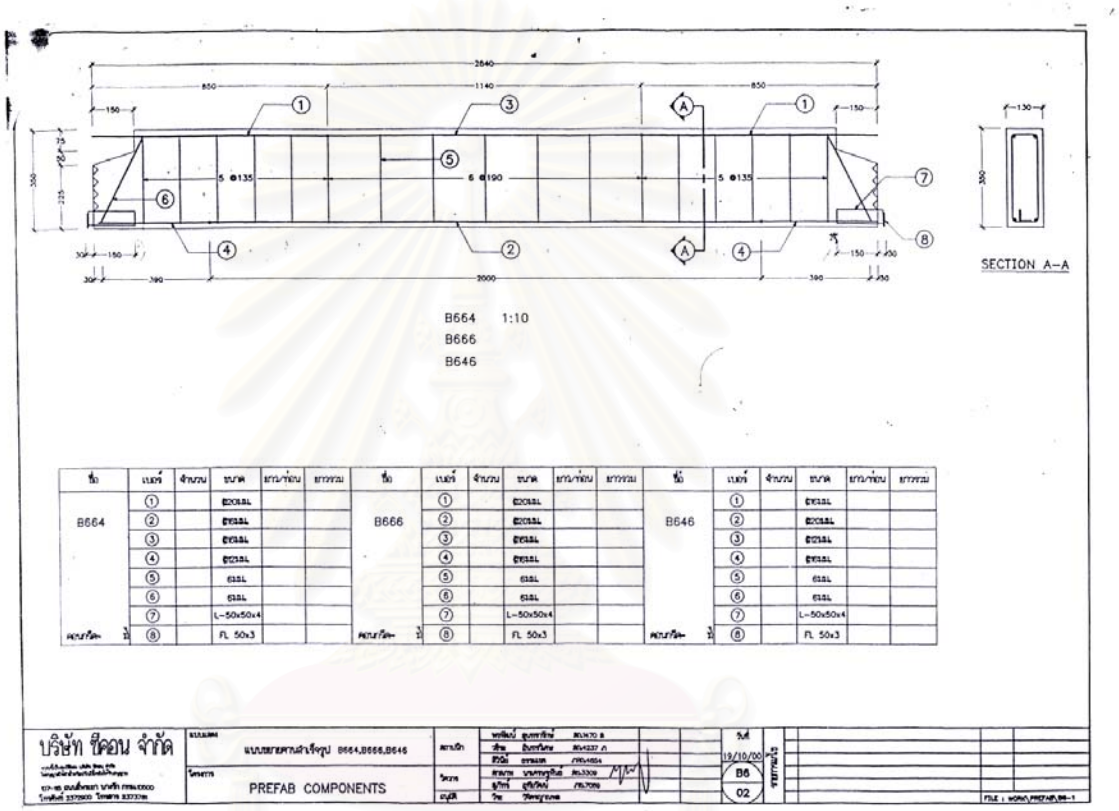
5.1.2.3.2 **รูปด้านบน** (FINISH SIDE) คือ ด้านซึ่งต้องมีการตกแต่งผิวคอนกรีต ซึ่งอาจใช้เครื่องขัดผิวคอนกรีต (สำหรับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีพื้นผิวเป็นผืนขนาดใหญ่ เช่น พื้น หรือ ผนัง ฯลฯ) หรือใช้คนงานในการปาดแต่งผิวคอนกรีตให้เรียบ ส่วนใหญ่รายละเอียดที่ต้องแสดงในแบบมักจะเป็นขอเหล็ก หรือ INSERT ที่เตรียมฝังไว้ในเนื้อคอนกรีตของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับการยก หรือการประกอบติดตั้งในส่วนของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป จะฝังไว้ 4 จุด (หรือ 5 จุด สำหรับแผ่นพื้นที่มีขนาดใหญ่) ที่ระยะประมาณ $^{1}/_{4}$ - $^{1}/_{5}$ ของความยาวช่วงคาน

5.1.2.3.3 **รูปด้านข้าง** (SIDE VIEW) เป็นรูปซึ่งแสดงการเปิดผิวคอนกรีตด้านข้างของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออก อาจแสดงเพียง 2 ด้าน แต่ในบางครั้งอาจต้องแสดงถึง 4 ด้าน หากชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไม่สมมาตรกัน หรือมีอุปกรณ์ที่ฝังไว้ในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของแต่ละด้านแตกต่างกัน สิ่งที่สำคัญที่สุดของรูปด้านข้างคือ จะต้องกำหนดด้านที่จะเทคอนกรีตเพื่อหล่อแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปโดยปกติจะแสดงด้วยสัญลักษณ์เพื่อชี้บอกทิศทางที่จะเทคอนกรีต

5.1.2.3.4**รูปแสดงการเสริมเหล็ก** (STEEL RIENFORCEMENT DRAWING) อาจแสดงการเสริมเหล็กรวมอยู่ในรูปด้านบน และรูปด้านล่าง หากรายละเอียด หรืออุปกรณ์ ที่ฝังในแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป มีไม่มากนัก และหากการเสริมเหล็กมีมากกว่า 1 ชั้น จะต้องแยกแสดงแต่ละผิวการเสริมเหล็ก และที่ขาดไม่ได้คือจะต้องมีรูปตัดแสดงการเสริมเหล็กในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อบอกตำแหน่งของการเสริมเหล็กโดยอ้างอิงจากแนวกึ่งกลาง หรือด้านใดด้านหนึ่งของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปรวมถึงเหล็กเสริมพิเศษหรืออุปกรณ์เสริมอื่นๆ ที่เตรียมไว้สำหรับยึด บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป

5.1.2.3.5 **แปลนอ้างอิง** (KEY PLAN) เป็นผังเล็กๆ ที่มีความสำคัญมาก มักแสดงไว้ที่มุมใดมุมหนึ่งของแบบ เพื่อให้ทราบว่าแบบที่แสดงแผ่นนั้นๆ คือ ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปชิ้นใด และอยู่ตำแหน่งไหนของอาคารนั้น โดยจะแสดงด้วยสัญลักษณ์เป็นเส้นหนา เน้นให้แตกต่างจากบริเวณอื่นที่ไม่ต้องการแสดง และหากในผนังหนึ่งๆ มีชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมือนกันทุกประการหลายๆ ชิ้น จะแสดงจำนวนชิ้นสัมพันธ์กับ KEY PLAN โดยใช้ตารางแสดงประกอบไว้ในแนบด้วย

นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบเพื่อใช้อ้างอิง เช่น น้ำหนัก (หรือปริมาตร) ของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป, หัวข้อของแบบ ซึ่งบอกรายละเอียดต่างๆ ในลักษณะเดียวกันกับแบบทั่วๆไป เช่น ชื่อโครงการ, ชื่ออาคาร, ชั้นของอาคาร, ประเภทของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเช่น เสา คาน ผนัง หรือพื้นอาคาร ฯลฯ, เลขที่ของชิ้นงาน, มาตราส่วนของแบบ, ชื่อผู้ออกแบบ และชื่อผู้เขียน เป็นต้น



รูปที่ 5-2 แสดงการเขียนแบบในส่วน PART DRAWING

ที่มา : ตัวอย่างการเขียนแบบบ้านในกรณีศึกษา จากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ ซีคอนมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานโดยตรง ซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 21/99 ถนนสุขุมวิท77(ซอยอ่อนนุช 46) แขวงสวนหลวง กรุงเทพฯ แล้วจึงนำมาประกอบในบริเวณที่ก่อสร้าง ซึ่งในบริเวณโรงงานที่ผลิต จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.2.1 **พื้นที่ในส่วนงานเหล็ก** สำหรับกองเก็บเหล็กชนิดต่างๆ ตัดเหล็กตามขนาด และประกอบเป็นโครงเหล็กสำหรับชิ้นส่วนต่างๆ โดยแบ่งแยกพื้นที่ตามประเภทชิ้นส่วน โดยจะสามารถแยกขั้นตอนของการทำงานในส่วนงานเหล็กออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

รูปที่ 5-3 แสดง โรงงานผูกเหล็ก

5.2.1.1 **การตัดเหล็ก** เป็นส่วนที่นำเอาเหล็กขนาดต่างๆมาตัดให้ได้ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้(ดูแบบการผูกเหล็กมาตรฐานแต่ละชิ้นได้ที่ภาคผนวก) เหล็กที่เลือกใช้มีหลายขนาด เช่น เหล็กที่ใช้ในการทำเสา ประกอบไปด้วย เหล็กเส้นกลมปลอกขนาด 6มม., เหล็กฉาก L-25x25x3 มม., เหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม., เหล็กแผ่นหนา 4.5 มม. เป็นต้น

5.2.1.2 **การผูกเหล็ก** จะเป็นการนำเหล็กที่ได้จากการตัดตามขนาดแล้วมาวางเรียงและทำการผูกเหล็กตามแบบที่ออกแบบไว้ โดยที่ลักษณะการผูกจะทำบนโต๊ะหรือแท่นผูกแบบของแบบแต่ละประเภทแยกออกเป็นส่วนๆ

5.2.1.3 **การเชื่อมยึด** จะทำการเชื่อมยึดบนโต๊ะที่ผูกเหล็ก พร้อมกับการผูกเหล็ก

ก.

ข.

ค.

รูปที่ 5-4 แสดงการทำงานในโรงงานเหล็ก

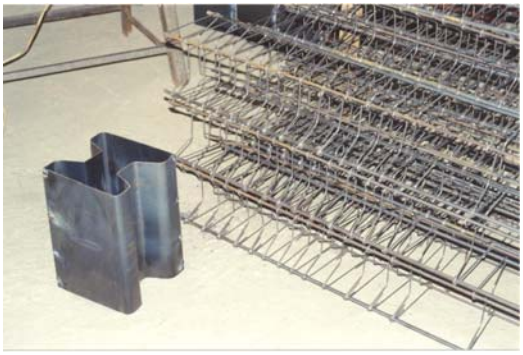
ก การตัดเหล็ก

ข. การผูกเหล็ก

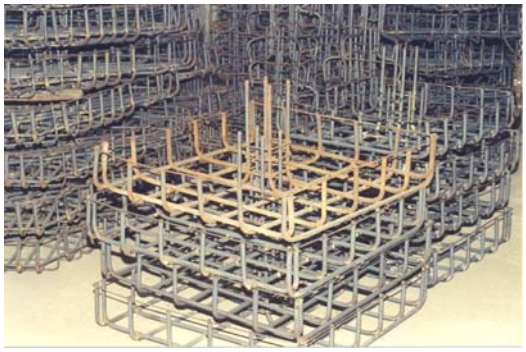
ค. การเชื่อม

5.2.1.4 **การยกชิ้นส่วนไปกองเก็บ** ชิ้นส่วนจะถูกยกไปกองเก็บบริเวณโรงงานส่วนงานเหล็กก่อน จากนั้นค่อยรอทำการย้ายไปยังส่วนหล่อคอนกรีต โดยใช้รถขนชิ้นส่วนดังกล่าวไปยังโรงงานแบบหล่อคอนกรีต ซึ่งอยู่ฝั่งตรงข้ามตามผังของโรงงานในผังที่ 5-2 .

รูปที่ 5-5 แสดงการกองเก็บเหล็กที่ผูกเสร็จแล้ว

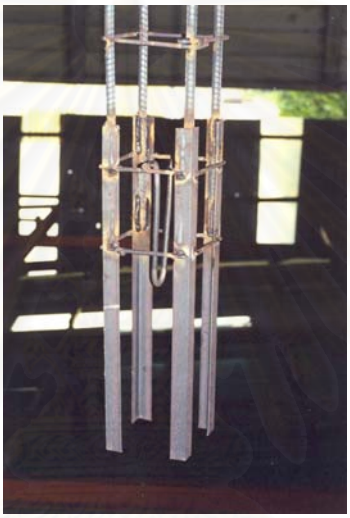


ก. เสาเข็มสำเร็จรูป(ใช้สำหรับการทำรั้ว)



ข. ฐานราก

ค. ตอม่อ



ง. ส่วนล่างของเสา

จ. เสา+ฐานราก+ตอม่อ

ฉ. คานลดระดับ

ช. คานยื่น

รูปที่ 5-6 แสดงชิ้นส่วนต่างๆที่ผูกเหล็กเสร็จแล้ว

5.2.2 **พื้นที่ในส่วนงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอนกรีต** โดยแบ่งพื้นที่เป็นส่วนผสมคอนกรีต แล้วลำเลียงมาด้วยรถรางขนาดเล็ก เพื่อยกขึ้นเทลงในแบบที่มีโครงเหล็กประกอบตามการคำนวณด้วยเครนเคลื่อนที่ โดยมีช่างคอยดูแลให้คอนกรีตเทลงในแบบ พร้อมขั้นตอนต่างๆ ตามกรรมวิธีการหล่อแบบที่จะกล่าวถึง จากนั้นเมื่อบ่มชิ้นส่วนคอนกรีตได้ที่ก็จะทำการยกไปกองเก็บไว้ด้านข้างก่อนที่จะยกไปยังพื้นที่ก่อสร้างโครงการต่อไป

รูปที่ 5-7 . แสดงโรงงานในส่วนของงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอตกรีต

รูปที่ 5-8 แสดงโรงงานในส่วนของงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอตกรีต

สภาพทั่วไปในโรงงานส่วนงานหล่อแบบชิ้นส่วนคอนกรีต เป็นลักษณะที่โล่ง ไม่มีหลังคาปกคลุมตลอดแนว ส่วนที่มีหลังคาทำด้วยเต็นท์ สามารถเคลื่อนย้ายได้ แบ่งส่วนทำงานออกเป็น 4 Lane แต่ละเลนก็จะมี Portal cranes รวมทั้งหมดมี 6 ตัว มีหน้าที่ยกชิ้นส่วนต่างๆ ภายในหน่วยงานของส่วนหล่อคอนกรีต (ผังของส่วนโรงงานดูได้จากผังที่ 5-2.) ขั้นตอนของการหล่อแบบคอนกรีตนั้นสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

5.2.2.1 **เตรียมแบบหล่อ** โดยล้างและเช็ดแบบหล่อไม่ให้มีฝุ่นเกาะ จากนั้นทากาวน้ำมันแบบหล่อให้ลื่นเพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก ปรับระยะแบบหล่อให้พอดีกับแบบชิ้นส่วนที่จะนำมาสวมลงแบบ(ลักษณะแบบหล่อเป็นแผ่นเหล็กหนา 3 มม. ตีเป็นรูปของชิ้นส่วน) สิ่งที่ต้องระวังในการเตรียมการหล่อแบบต้องให้แบบมีความแข็งแรงเพียงพอเพื่อไม่ให้น้ำปูนไหลออกมาได้ ประกอบแบบให้ได้ตามขนาดโดยตั้ง Fixture สำหรับสอดเหล็กยื่นด้านข้าง

5.2.2.2 **ใส่โครงเหล็กลงในแบบหล่อ** เมื่อใส่โครงเหล็กหลักที่ผูกจากโรงงานแล้วแล้ว ก็ใส่โครงเหล็กเสริมที่เพิ่มเติมให้ตรงตามแบบ ใส่เหล็กยึ่นด้านข้างโดยมีแบบเหล็กแผ่นเป็น Fixture จากนั้นประกอบแบบข้างและหัวท้าย ใส่ลูกปูนเป็นระยะเพื่อให้เหล็กอยู่ห่างจากขอบแบบเหล็กหล่อให้ได้ตามมาตรฐาน และทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้ง

รูปที่ 5-9 แสดงการใส่โครงเหล็กในแบบหล่อ

รูปที่ 5-10 . แสดงการเทคอนกรีตผสมลงใน Bucket เพื่อนำไปเทแบบ

5.2.2.3 **การเทคอนกรีต** สามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

5.2.2.3.1 นำเอาหิน ทราย ซีเมนต์เก็บในบริเวณเก็บ

5.2.2.3.2 เมื่อต้องการใช้งานก็ลำเลียงวัสดุไปยังเครื่องผสมคอนกรีตด้านบนของเครื่องผสม

5.2.2.3.3 จากนั้นเครื่องผสมจะทำการผสมด้วยอัตราส่วนมาตรฐานของโรงงานที่ตั้งไว้

5.2.2.3.4 นำรถรางไปรอรับคอนกรีตที่ผสมเสร็จจากเครื่องผสมลงใน Bucket เพื่อนำไปเท รถรางเลื่อนตามแนวไปสู่บริเวณแบบหล่อที่ต้องการจะทำการเทแบบ

5.2.2.3.5 Portal cranes จะทำการยก Bucket ขึ้น แล้วเลื่อนรอกขึ้นนำไปเทที่แบบหล่อ

5.2.2.3.6 ระหว่างการเทคอนกรีต จะต้องใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตไฟฟ้าโดยสอดลงไปในส่วนแบบหล่อระหว่างเหล็กเสริม เครื่องเขย่าคอนกรีตควรทาน้ำมันที่หัวด้วยเพื่อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

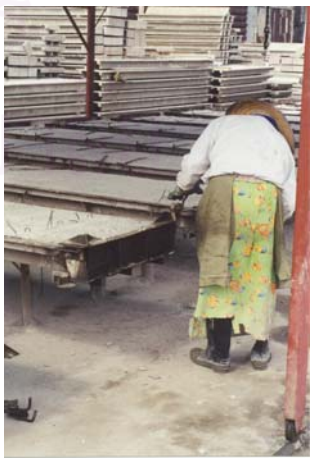
ความลื่น หรือนำเหล็กเส้นขนาด 12 มม.ยาว 1.20 ม.ฝนปลายมนมาช่วยกระทุ้ง ทำอย่างนี้จนคาดว่าฟองอากาศหมด

5.2.2.3.7 แต่งผิวคอนกรีตให้เรียบ แล้วตรวจแบบหล่ออีกครั้งเพื่อไม่ให้มีน้ำปูนรั่วขณะที่ทำการเทปูน

รูปที่ 5-11 . การเทคอนกรีตและการแต่งผิว

5.2.2.4 **การบ่มคอนกรีต** การบ่มคอนกรีตเพื่อควบคุมน้ำที่ผสมในคอนกรีตไม่ให้หนีหายไป จนกว่าน้ำจะทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ในคอนกรีตจนหมดทำให้เกิดความแข็งแรงที่สมบูรณ์ โดยการใช้กระสอบชุบน้ำคลุมส่วนแบบหล่อและควรให้น้ำชุ่มตลอดเวลา

ระยะเวลาบ่มจะเริ่มจากที่ผิวคอนกรีตแห้งประมาณ 12 ชม.จากเริ่มเทคอนกรีตอาจจะต้องใช้เวลาบ่ม 14 วันและ 28 วัน ถ้าต้องการความแข็งแรงเต็มที่(สำหรับการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา แต่ถ้าจะบ่มเพียง 3-7 วันจะต้องใช้ปูนซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว ก็จะให้ความแข็งแรงเท่ากัน)



รูปที่ 5-12 . แสดงการบ่มคอนกรีต และการถอดแบบ

5.2.2.5 **การถอดแบบ** เมื่อคลุมผิวไว้จนได้ 12 ชม. จึงใช้น้ำราดกระสอบให้เปียกเพิ่มชุบน้ำปิดไว้ แล้วทิ้งคอนกรีตไว้ 2 วัน จึงทำการถอดแบบด้านข้างออกได้ การถอดแบบต้องเป็นไปตามขั้นตอนจากการถอดแบบหัวท้าย ตามด้วยแบบด้านข้าง อาจใช้ค้อนยางหรือแซลงงัดเพื่อความสะดวก(ตามปกติไม่ต้องใช้แซลงก็ได้ แบบก็สามารถออกได้ง่าย)

5.2.2.6 **การแต่งผิว** หลังจากยกชิ้นส่วนออกจากแบบ โดยใช้ Portal cranes ยกมาตั้งไว้บริเวณส่วนทำปลาสเตอร์ เพื่อทำการแต่งผิวที่ไม่เรียบร้อยด้วยการขัดด้วยน้ำและแปรงเบา แล้วลงปูนฉาบที่ผิวในส่วนที่ยังไม่เรียบร้อย

5.2.2.7 **การเก็บชิ้นส่วน** บริเวณที่เก็บควรเป็นบริเวณที่เก็บแล้วค่า Strenght ได้คงตามต้องการ พร้อมที่จะส่งไปยังส่วนก่อสร้าง

รูปที่ .5-13 แสดงการทำปลาสเตอร์ผิว และการยกชิ้นส่วนที่หล่อเสร็จแล้วไปเก็บด้วย Portal cranes

รูปที่5-14 แสดงบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนที่หล่อเสร็จ

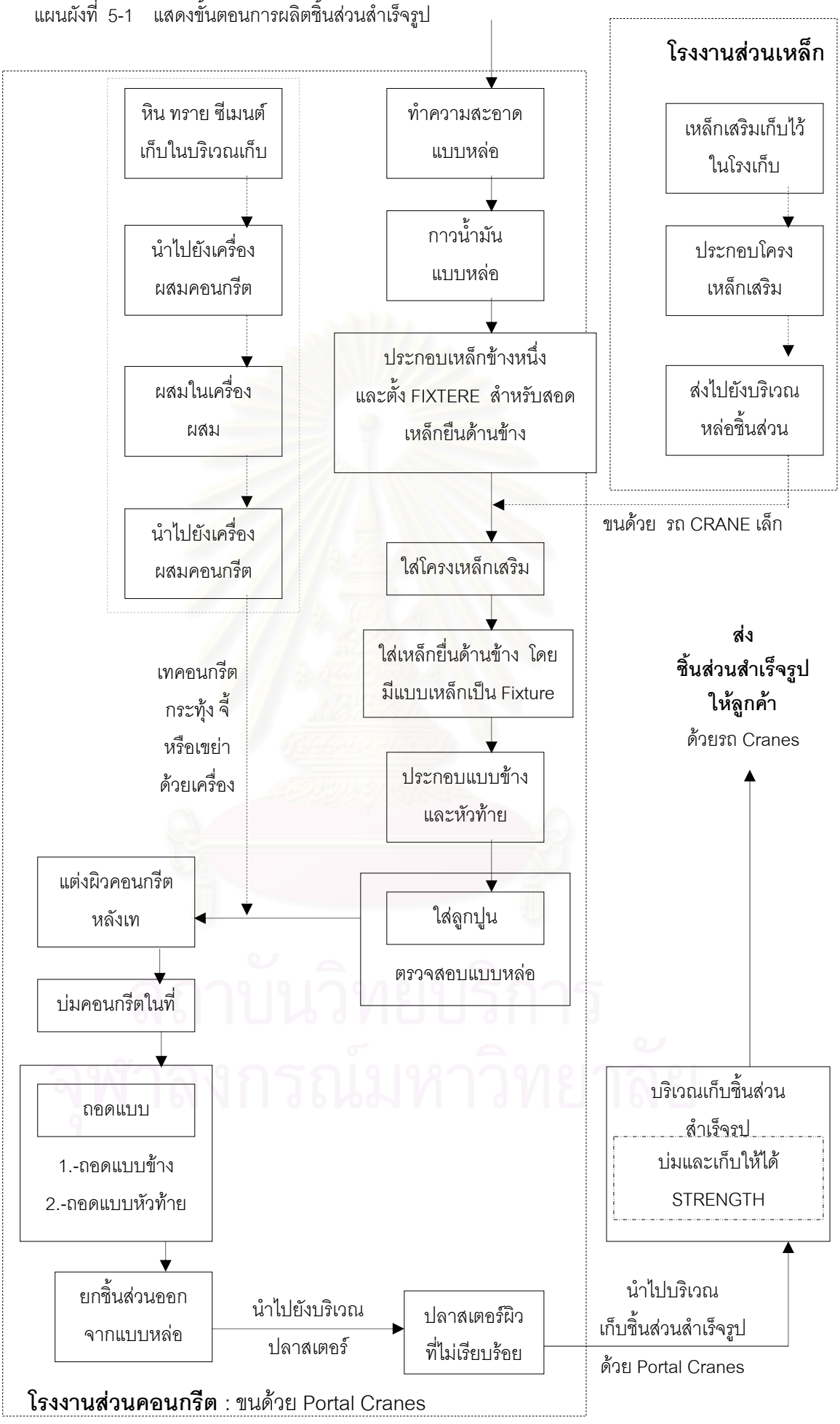
5.2.2.8 **การขนส่ง** โดยใช้รถเครนขนาด 6 ล้อ เป็นรถที่ดัดแปลงเพื่อใช้งานโดยเฉพาะ รถเครนนี้สามารถยกน้ำหนักได้ไม่เกิน 2000 กิโลกรัม

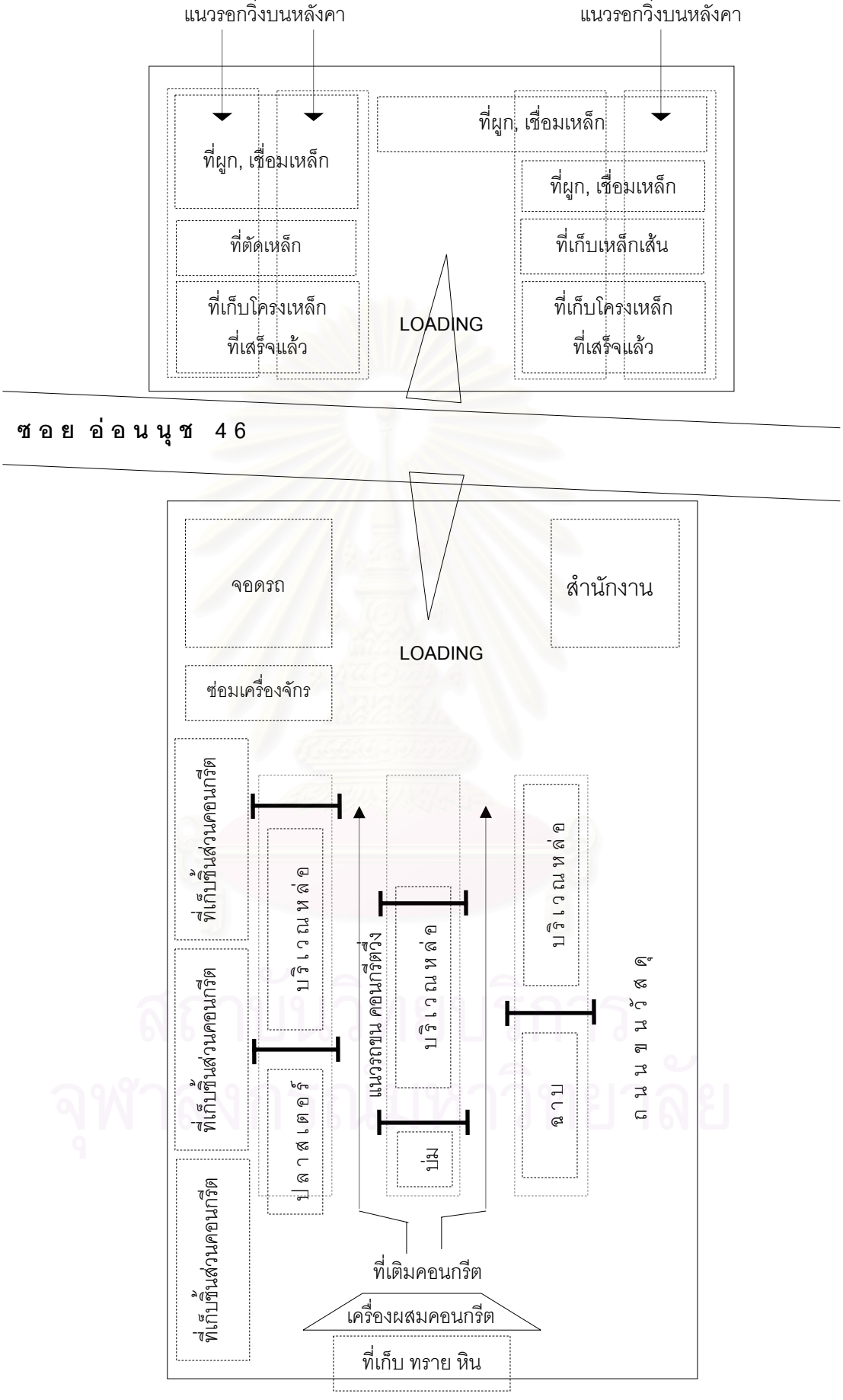
รูปที่ 5-15 แสดงรถเครนที่ขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

หมายเหตุ : **ข้อมูลทั่วไปจากการสอบถาม**
(ที่มา : จากการสอบถามในโรงงานผลิต ; คุณชัยวัฒน์ ชูกุล : ผู้จัดการฝ่ายผลิตละบริหารงานก่อสร้าง)

- **ส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** ในโรงงานมีคนงานทั้งสิ้น 118 คน
  แบ่งออกเป็นจำนวนคนโดยประมาณคือ
  - ทีมคอนกรีต 35 คน
  - ทีมงานเหล็ก 45-50 คน
  - ทีมงานโรงซ่อม & พัสดุ 8-9 คน
  - Office 25-30 คน
- **ส่วนการประกอบติดตั้ง** จะมีแรงงานทั้งหมด 40-50 คน ประกอบไปด้วย
  - พนักงานขับรถเครน & บังคับ Crane 1 คน
  - ช่างเชื่อมประกอบติดตั้ง 1 คน
  - แรงงานทั่วไป 2 คน
  - แรงงานส่วนประกอบชิ้นส่วน 2 คน
- **พื้นที่ของโรงงาน** มีพื้นที่ 13,950 ตารางเมตร
  - ส่วนงานเหล็ก 45 x 60 ตารางเมตร
  - ส่วนงานคอนกรีต 45 x 250 ตารางเมตร
- ปริมาณการใช้ปูน / วัน 70-80 คิว / วัน (ช่วงที่มีงานเร่ง)
- ปริมาณการใช้ปูน / วัน 45-50 คิว / วัน (ช่วงที่งานไม่เร่ง)
- ปริมาณชิ้นส่วนที่ผลิตได้ 110 ชิ้น / วัน
- ปริมาณบ้านที่สามารถสร้างได้ 30-35 หลัง / เดือน ; จากชิ้นส่วนที่ผลิตได้
- **มาตรฐานกำลังของชิ้นส่วน**
  - เสา, คาน, ผนัง, พื้น 240 Ksc.
  - เสาเข็ม 350 Ksc.

แผนผังที่ 5-1 แสดงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป





แผนผังที่ 5-2 แสดงผังโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.3 ประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

เป็นตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตโดยโรงงานของบริษัทซีคอน ซึ่งชิ้นส่วนดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนที่นำมาใช้ในกรณีศึกษา สามารถแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนได้ดังนี้

5.3.1 **เสาสำเร็จรูป** เป็นเสาแบบต้นเดียวต่อเนื่องจนถึงคานหลังคาชั้นบน โดยที่เหล็กที่ฐานรากและเหล็กที่อยู่ปลายเสา จะเป็น Prefabrication steel แล้วมาเทคอนกรีตที่หน้างานเฉพาะส่วนที่เป็นรอยต่อที่คานและเสามาพบกัน เหล็กที่ปลายเสาดังกล่าวจะเป็นเหล็กฉาก เพื่อเพิ่มความแข็งเกร็ง ในการติดตั้งไม่ให้โอนเอนที่หน้างาน อีกประการหนึ่งเหล็กฉากจะมีพื้นที่สัมผัสในการเชื่อมด้วยไฟฟ้ามาก โดยที่เสาเหล็กฉากนี้จะยึดโยงด้วยเหล็กเส้นกลมในลักษณะทแยงมุมซึ่งทำหน้าที่เหมือนเหล็กปลอกในเสา

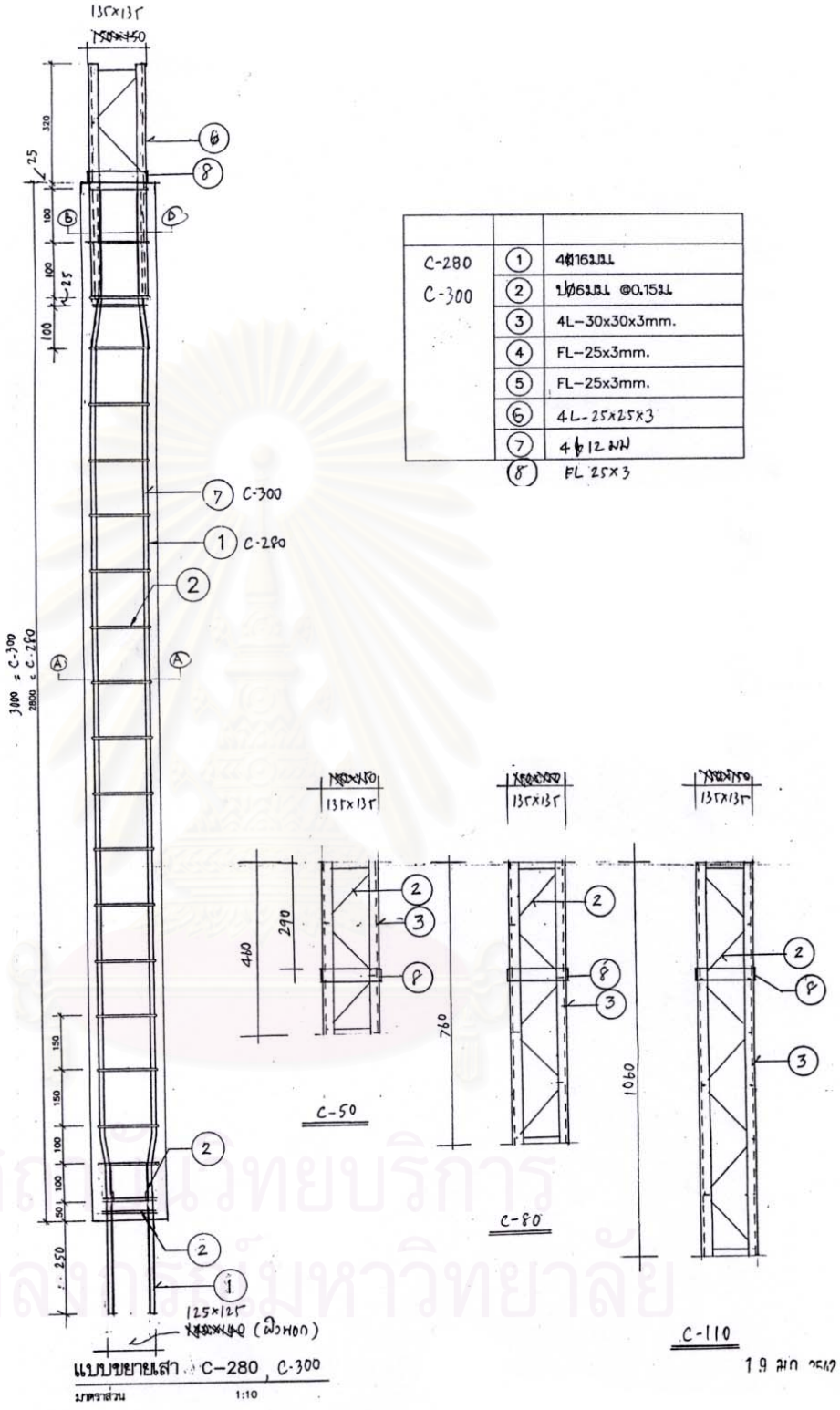
บริเวณจุดเชื่อมระหว่างคานและเสาหรือผนังและเสาจะมีพุกทำด้วยเหล็กแบน พุกนี้จะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวัง ให้ได้แนวระดับที่รองรับคานและผนังได้พอดี หากติดตั้งตำแหน่งของพุกบิดไปเพียงเล็กน้อยจะทำให้คานหรือผนังเอียง การเชื่อมต่อของพุกต้องตรวจสอบให้เชื่อมตลอดแนวเพราะนอกจากจะเป็นจุดรองรับระหว่างการติดตั้งแล้ว ยังเป็นจุดรับน้ำหนักสำหรับแรงเฉือนของคานและผนังด้วย

เสาในโครงสร้างของระบบซีคอนสามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบคือ

5.3.1.1 **เสาแบบไม่มีคานรัดหัวเสา** ส่วนมาใช้กับบ้านที่มีขนาดไม่ใหญ่มากไม่สูงมากและช่วงความกว้างเสาไม่มาก เหตุที่ไม่ต้องมีคานหัวเสาคือ เมื่ออาคารไม่ใหญ่ ความชะลูดของเสาจึงไม่เกิดขึ้น อัตราการรับแรงทางด้านข้าง (แรงลม) ก็มีน้อยลงไปด้วย จึงใช้เพียงแค่การใช้เหล็กรัดหัวเสาก็เพียงพอ

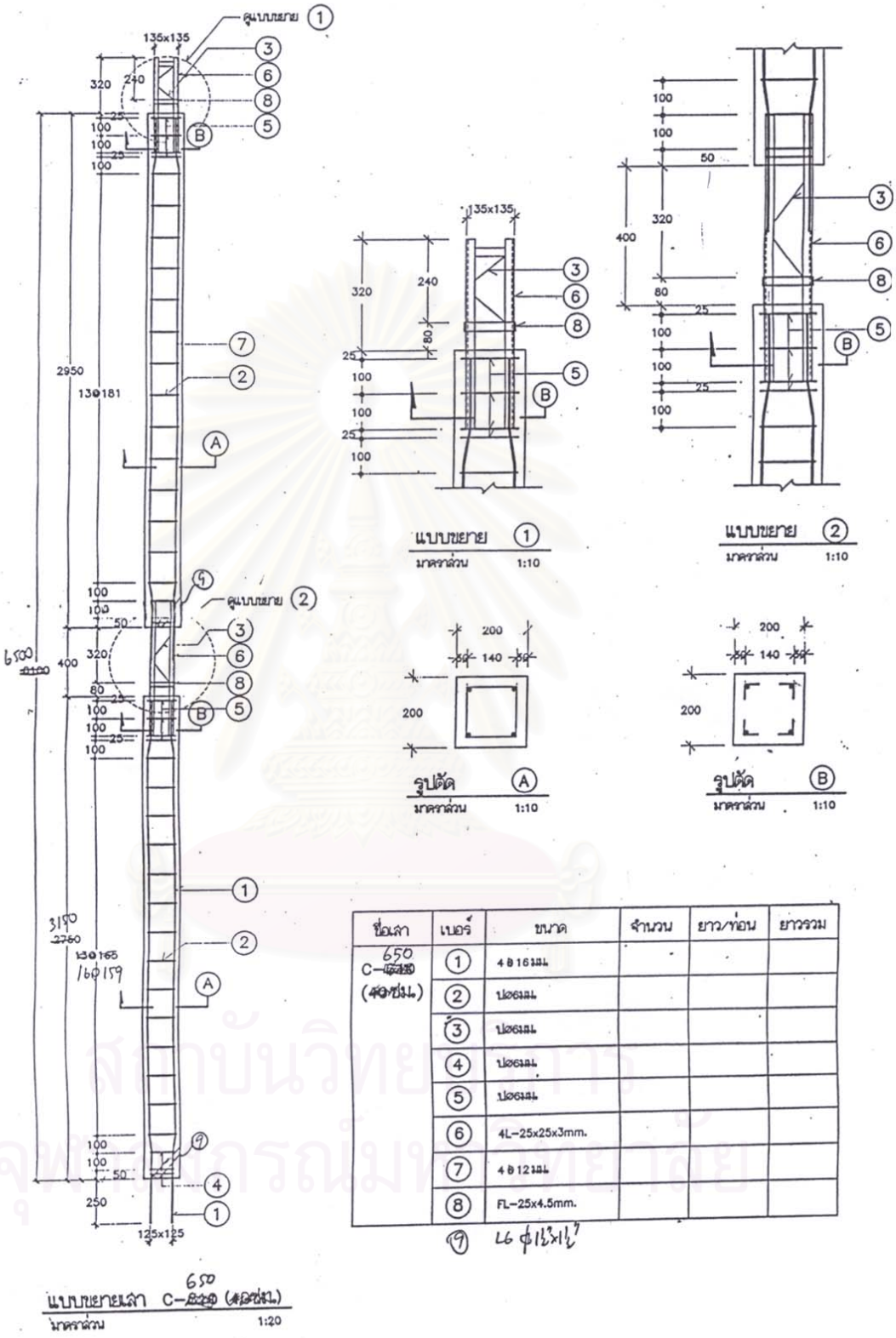
5.3.1.2 **เสาแบบที่มีคานคอนกรีตรัดหัวเสา** เพื่อลดความชะลูดของเสา และช่วยให้โครงสร้างมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่ก็เพิ่มน้ำหนักบรรทุกให้กับอาคาร

5.3.1.3 **เสาช่วงเดียว** (Single Column) จะใช้เสาแบบนี้ก็เพื่อสร้างความสะดวกให้แก่การขนส่ง และสร้างความหลากหลายให้กับการก่อสร้าง แต่เมื่อต้องการให้มีความยาวเป็น 2 ชั้นหรือ 2 ช่วงก็สามารถเชื่อมต่อในบริเวณหน้างานได้



รูปที่ 5-16 แสดงแบบ Part Drawing ของเสาช่วงเดียว

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



ชื่อเสา	เบอร์	ขนาด	จำนวน	ยาว/ท่อน	ยาวรวม
650 C-650 (40ซม.)	①	4 Ø 16 มม.			
	②	ปลอก มม.			
	③	ปลอก มม.			
	④	ปลอก มม.			
	⑤	ปลอก มม.			
	⑥	4L-25x25x3mm.			
	⑦	4 Ø 12 มม.			
	⑧	FL-25x4.5mm.			
	⑨	L6 Ø 12x12"			

รูปที่ 5-17 แสดงแบบ Part Drawing ของเสาต่อเนื่อง

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด

เสาช่วงเดียวที่ทางระบบซีคอนผลิตเป็นมาตรฐานนั้น มีตั้งแต่ขนาดความสูงตั้งแต่ 0.50, 0.80, 1.10, 2.80, 3.00 เมตร ซึ่งรหัสในการเรียกนั้นคือ C-50, C-80, C-110 เรียงตามลำดับ เป็นต้น(ดูตัวอย่างได้จากแบบขยายเสาช่วงเดียว รูปที่ 5-16)

5.3.1.4 **เสาต่อเนื่อง** (Continuous Column) เป็นเสาช่วงยาวซึ่งตรงช่วงกลางของเสาจะเว้นส่วนที่เป็นเหล็กโครงสร้างโผล่ออกมา เพื่อใช้ในการประกอบรอยต่อกับคาน ขนาดความสูงมาตรฐานก็มีตั้งแต่ 5.80, 5.90, 6.50, 6.55, 6.65 เมตร ซึ่งรหัสที่ใช้เรียกนั้นก็เช่นเดียวกับเสาช่วงเดียวคือ C-580, C-590 ตามลำดับเป็นต้น(ดูตัวอย่างได้จากแบบขยายเสาต่อเนื่อง รูปที่. 5-17)

(หมายเหตุ : ตัวอย่างของเสาแต่ละขนาดจะแปรเปลี่ยนไปตามความยาวที่วิศวกรออกแบบ)

รูปที่ 5-18 แสดงชิ้นส่วน เสาสำเร็จรูปแบบต่อเนื่อง

5.3.2 **คานสำเร็จรูป** เสารองรับคานด้วยเหล็กแผ่นรองรับ แล้วเชื่อมติดกับเหล็กฉากที่ส่วนปลายคาน และจะมีรอยเว้าและรอยหยักที่หัวคาน เพื่อช่วยในการเชื่อมต่อของคานกับคานในช่วงถัดไป หรือเชื่อมต่อกับเหล็กในเสา การใช้คานสำเร็จรูปอาจจำแนกได้เป็น

5.3.2.1 **คานช่วงปกติ** ซึ่งเป็นคานที่มีแผ่นเหล็กและเหล็กเส้นยื่นมาที่ปลายทั้ง 2 ด้านของคาน รอยต่อใช้การเชื่อมยึดกับเหล็กโครงของเสา ความยาวคานจะอยู่ที่ช่วง 4-5 เมตร

5.3.2.2 **คานยื่น** ในกรณีที่เป็นคานยื่น ในส่วนที่เป็นการเสริมเหล็กต้องมีการเสริมเหล็กเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

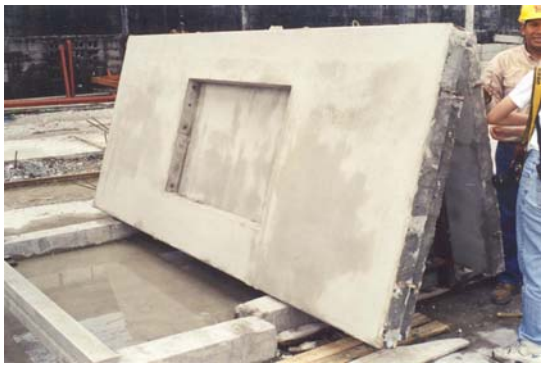
5.3.2.3 **คานแบบกึ่งสำเร็จรูป** คานที่หล่อคอนกรีตประมาณ 4/5 ของความลึกคาน และเว้นส่วนด้านบนคานเป็นส่วนของเหล็กปลอกเป็นระยะ คานชนิดนี้นำมาใช้กับส่วนที่จะทำการเทพื้นหล่อในที่ เช่น พื้นห้องน้ำ, พื้นระเบียงหรือลานจอดรถ เป็นต้น

5.3.2.4 **คานที่ใช้ในการลดระดับ** คานชนิดนี้โดยทั่วไปคล้ายกับคานแบบทั่วไป เพียงแต่ในส่วนหัวของคานนั้นจะมีรอยบากในส่วนล่างเว้าเข้าไป เพื่อทำการเชื่อยึดกับคานอีกตัวที่มีบ่าเหล็กมาให้คานดังกล่าวเมื่อทำพื้นเสร็จก็จะมีระดับลดลงตามกำหนดไว้

รูปที่ 5-19 แสดงชิ้นส่วน คานสำเร็จรูปต่างๆ และคานลดระดับ

5.3.3 **พื้นสำเร็จรูป** มีหลายประเภทแล้วแต่การเลือกใช้เช่น แบบ Hollow core, แบบ T-Shape, แบบ Double-T Shape หรือจะเป็นพื้นแบบเรียบธรรมดาความหนา 4-5 มม.กว้าง 0.35 เมตร เป็นต้น ซึ่งในกรณีศึกษาของการวิจัยครั้งนี้ ใช้พื้นในลักษณะเรียบธรรมดา (ประเภทของพื้นสามารถดูได้จากภาคผนวก)

5.3.4 **ผนังสำเร็จรูป** มีทั้งผนังรับน้ำหนัก และผนังคอนกรีตทั่วไปที่ไม่สามารถรับน้ำหนักได้มาก ความยุ่งยากของผนังรับน้ำหนักนั้นอยู่ที่การทำช่องเปิด จำเป็นต้องมีเหล็กเสริมทแยงอยู่ที่หัวมุมของผนังทั้ง 2 ด้าน เพื่อช่วยในการถ่ายแรงสู่ด้านข้างอ้อมช่องเปิดไปสู่ฐานกำแพง



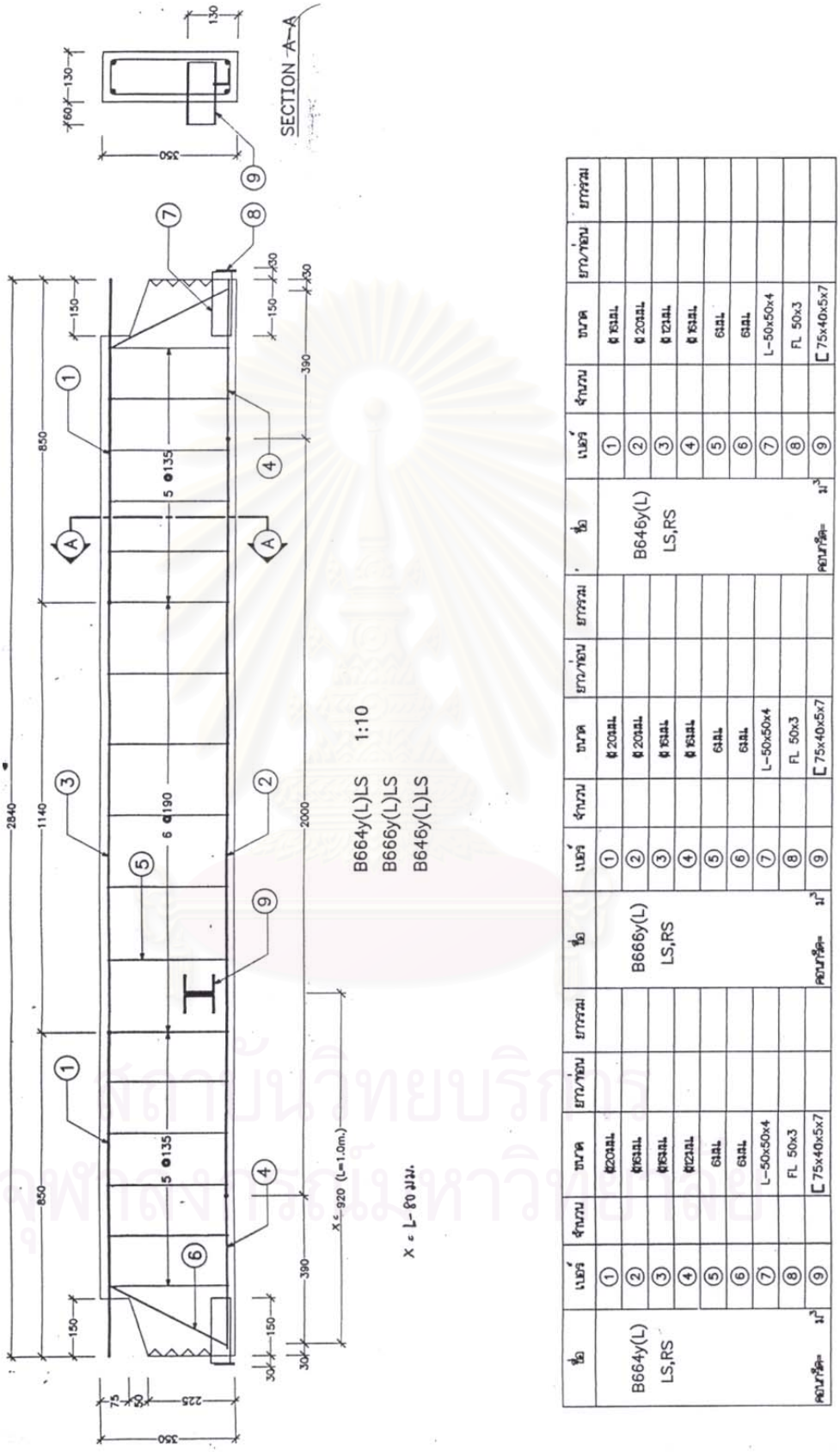
รูปที่ 5-20 แสดงชิ้นส่วน พื้น, ผนังสำเร็จรูป

5.3.5 **เสาเข็มสำเร็จรูป** เป็นเสาเข็มที่ใช้สำหรับทำรั้วสำเร็จรูป

5.3.6 **ตอม่อสำเร็จรูป** เป็นตอม่อขนาดเล็กเพื่อใช้ในการสร้างโครงสร้างขนาดเล็ก เช่น รั้วสำเร็จรูป เป็นต้น

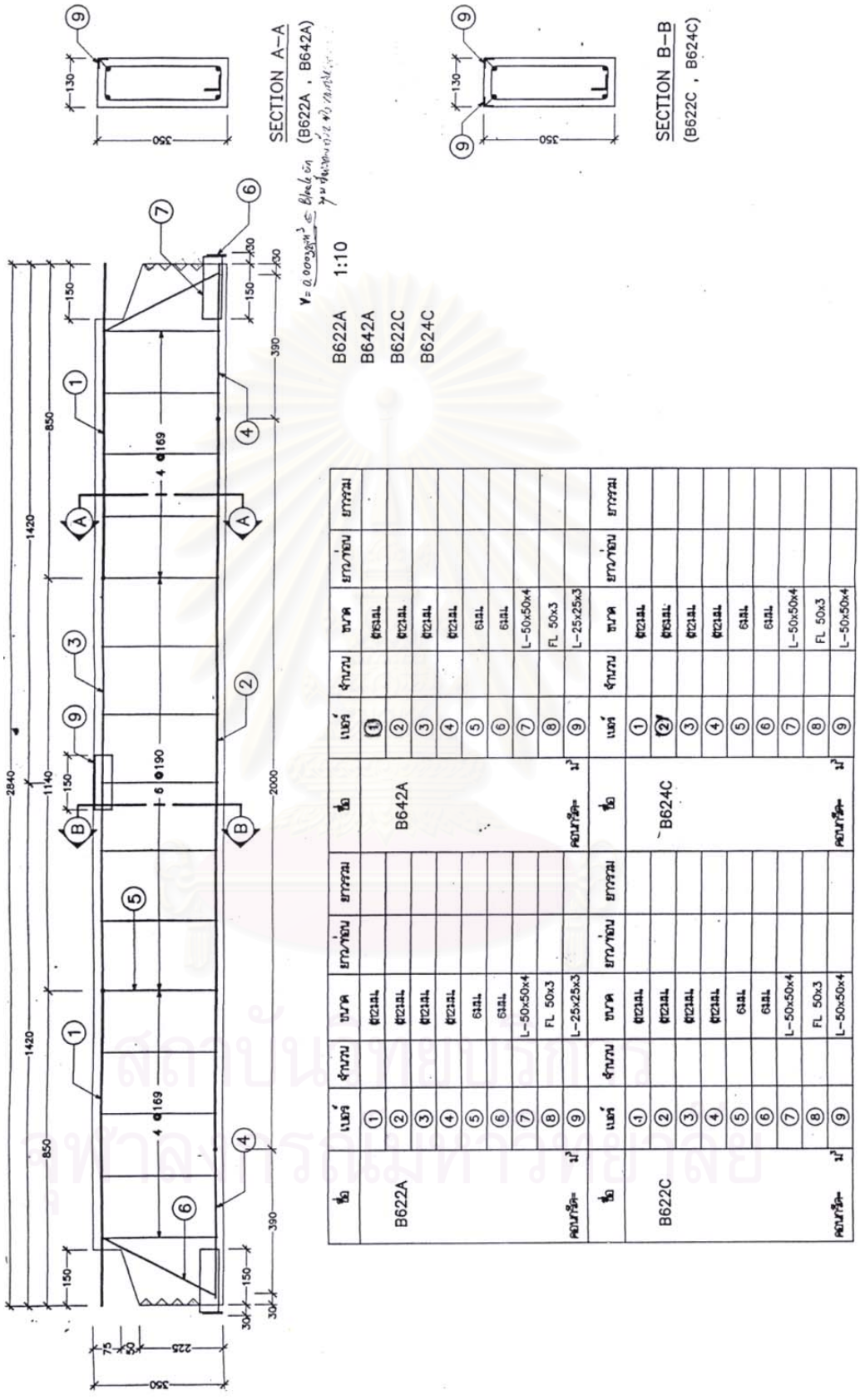
5.3.7 **รางน้ำสำเร็จรูป** เป็นรางน้ำที่พื้นชั้นล่าง สำหรับระบายรอบอาคาร, ระบายน้ำฝน, หรือรางท่อน้ำทิ้ง แป็นต้น

รูปที่ .5-21 . แสดงชิ้นส่วน เสาเข็ม และตอม่อสำเร็จรูป



รูปที่ 5-22 . แสดงแบบ Part Drawing ของคานต่อเนื่องทั่วไป

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ท่อน	ยาวรวม
B622A	①		Ø12มม.		
	②		Ø12มม.		
	③		Ø12มม.		
	④		Ø12มม.		
	⑤		6มม.		
	⑥		6มม.		
	⑦		L-50x50x4		
	⑧		FL 50x3		
	⑨		L-25x25x3		
คงน้ำหนัก					น้ำ

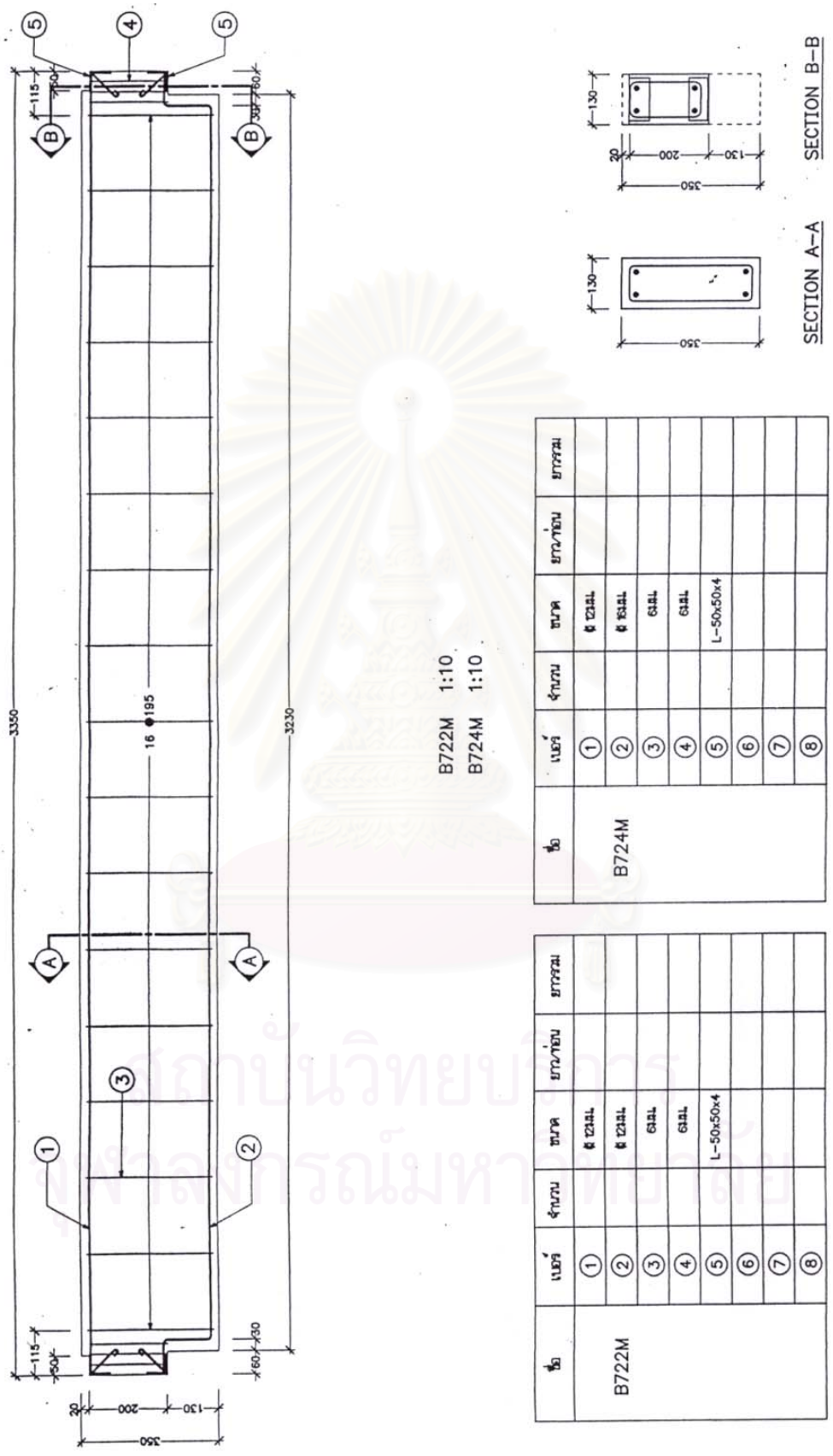
ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ท่อน	ยาวรวม
B642A	①		Ø12มม.		
	②		Ø12มม.		
	③		Ø12มม.		
	④		Ø12มม.		
	⑤		6มม.		
	⑥		6มม.		
	⑦		L-50x50x4		
	⑧		FL 50x3		
	⑨		L-25x25x3		
คงน้ำหนัก					น้ำ

ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ท่อน	ยาวรวม
B622C	①		Ø12มม.		
	②		Ø12มม.		
	③		Ø12มม.		
	④		Ø12มม.		
	⑤		6มม.		
	⑥		6มม.		
	⑦		L-50x50x4		
	⑧		FL 50x3		
	⑨		L-50x50x4		
คงน้ำหนัก					น้ำ

ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ท่อน	ยาวรวม
B624C	①		Ø12มม.		
	②		Ø12มม.		
	③		Ø12มม.		
	④		Ø12มม.		
	⑤		6มม.		
	⑥		6มม.		
	⑦		L-50x50x4		
	⑧		FL 50x3		
	⑨		L-50x50x4		
คงน้ำหนัก					น้ำ

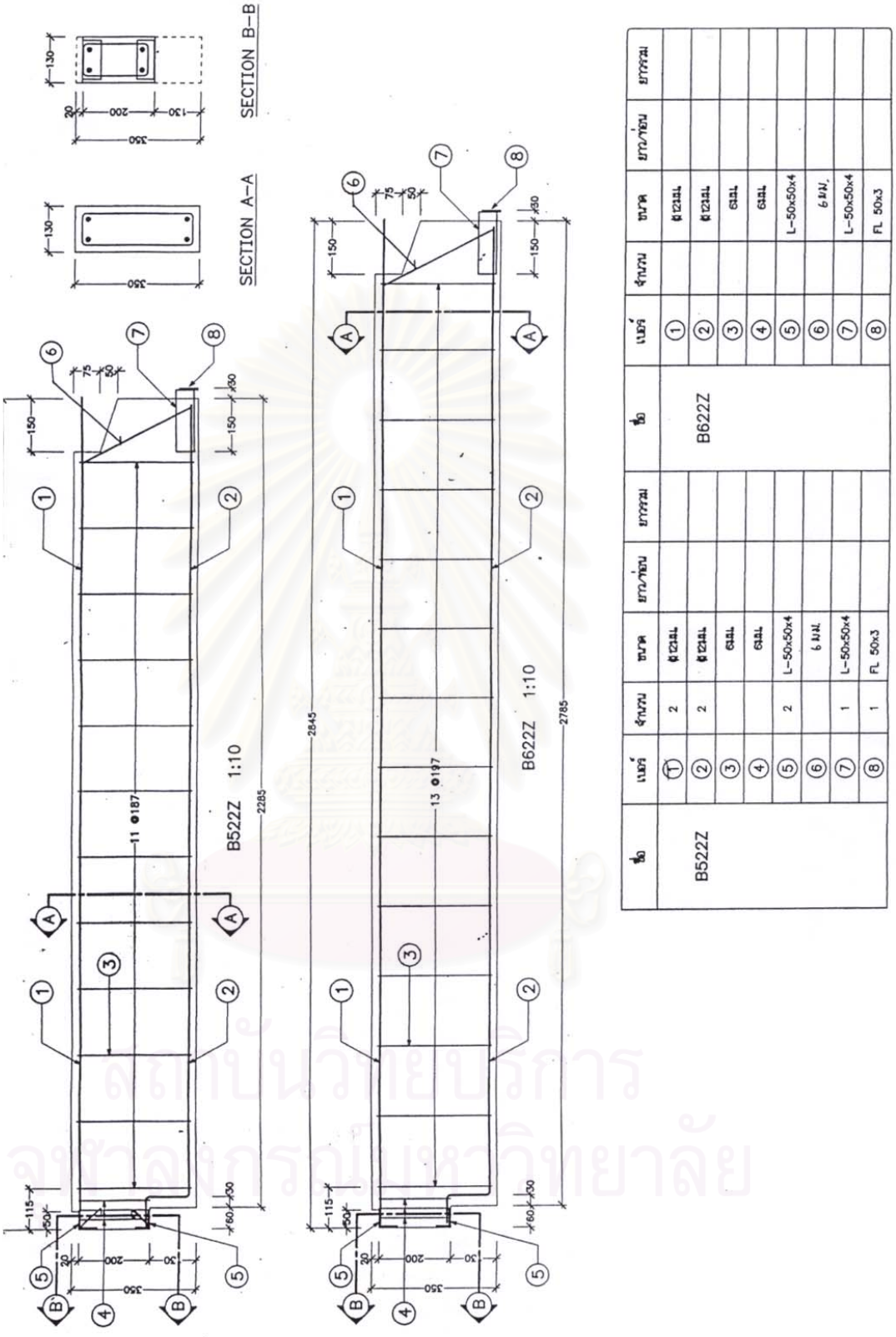
รูปที่ 5-23 แสดงแบบ Part Drawing ของคานต่อเนื่องทั่วไป ชนิดที่มีแผ่นต่อเสาด้านบน

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



รูปที่ .5-24 แสดงแบบ Part Drawing ของคานลดระดับ

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



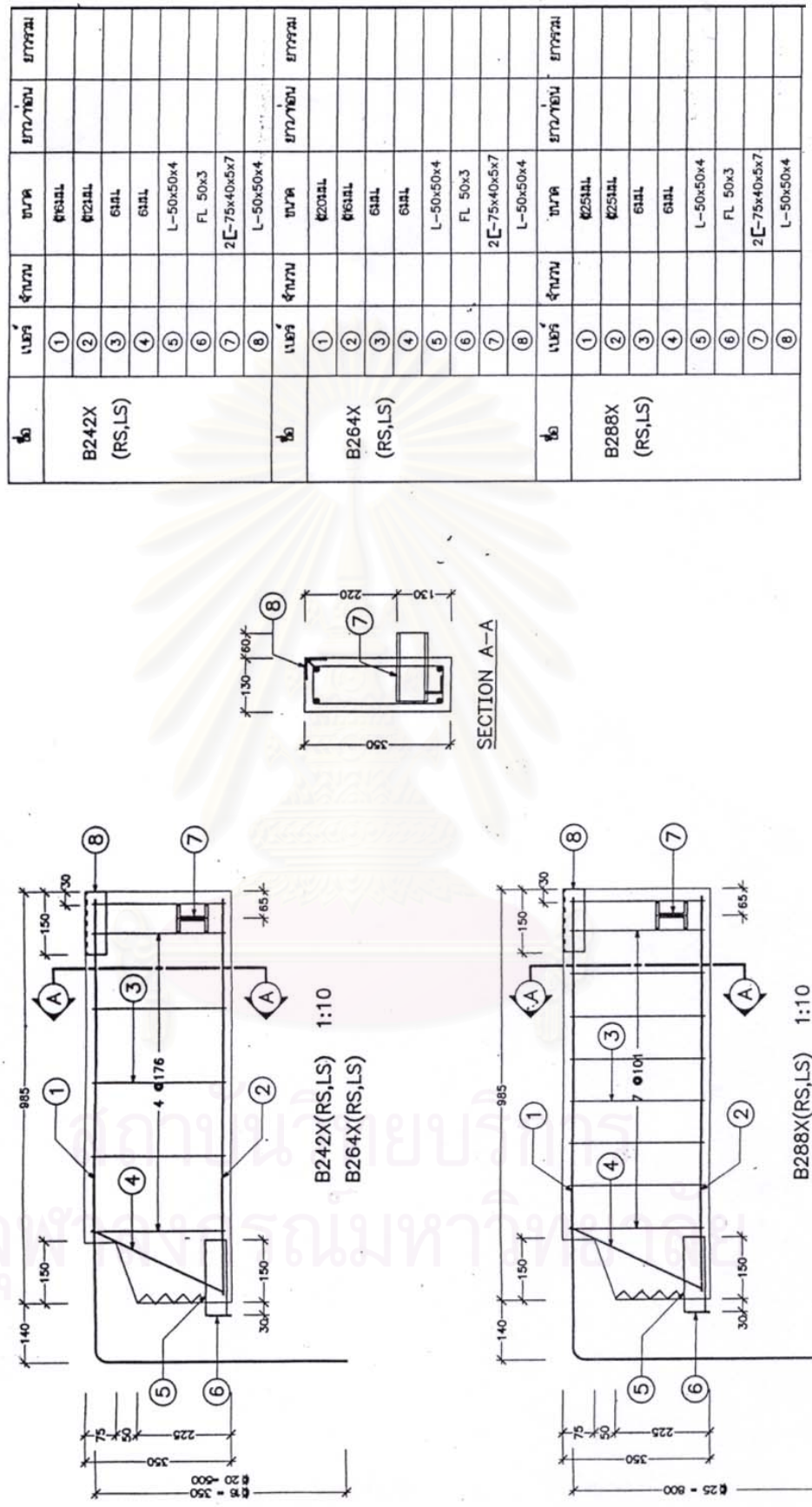
ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาวต่อชิ้น	ยาวรวม
B522Z	①	2	∅12มม.		
	②	2	∅12มม.		
	③		6มม.		
	④		6มม.		
	⑤	2	L-50x50x4		
	⑥		6 มม.		
	⑦	1	L-50x50x4		
	⑧	1	FL 50x3		

ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาวต่อชิ้น	ยาวรวม
B622Z	①		∅12มม.		
	②		∅12มม.		
	③		6มม.		
	④		6มม.		
	⑤		L-50x50x4		
	⑥		6 มม.		
	⑦		L-50x50x4		
	⑧		FL 50x3		

รูปที่ 5-25 . แสดงแบบ Part Drawing ของคานลดระดับ 1 ด้าน

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



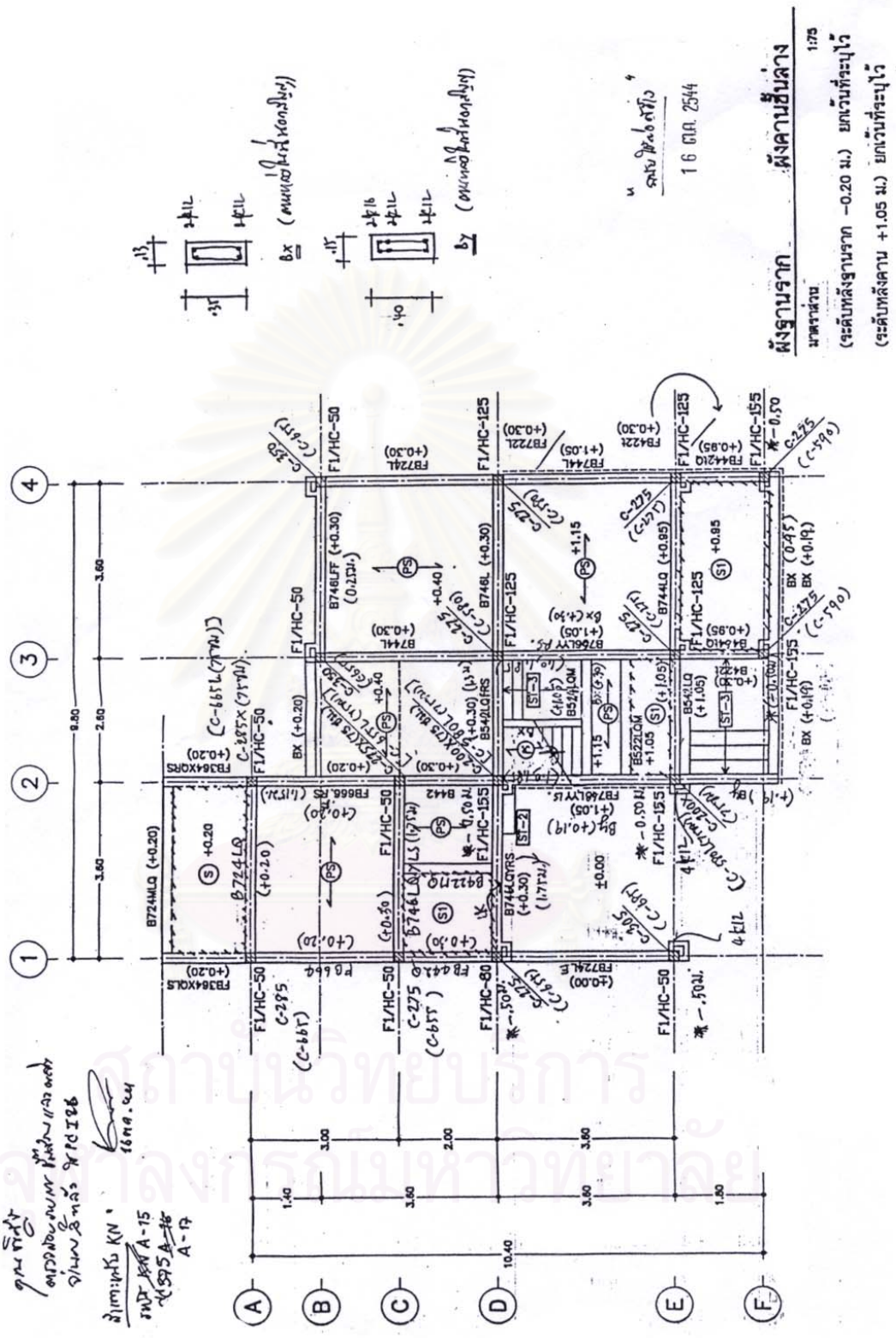
ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ต้น	ยาวรวม
B242X (RS,LS)	①		Φ16มม.		
	②		Φ12มม.		
	③		6มม.		
	④		6มม.		
	⑤		L-50x50x4		
	⑥		FL 50x3		
	⑦		2[-75x40x5x7		
	⑧		L-50x50x4		

ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ต้น	ยาวรวม
B264X (RS,LS)	①		Φ20มม.		
	②		Φ16มม.		
	③		6มม.		
	④		6มม.		
	⑤		L-50x50x4		
	⑥		FL 50x3		
	⑦		2[-75x40x5x7		
	⑧		L-50x50x4		

ชื่อ	เบอร์	จำนวน	ขนาด	ยาว/ต้น	ยาวรวม
B288X (RS,LS)	①		Φ25มม.		
	②		Φ25มม.		
	③		6มม.		
	④		6มม.		
	⑤		L-50x50x4		
	⑥		FL 50x3		
	⑦		2[-75x40x5x7		
	⑧		L-50x50x4		

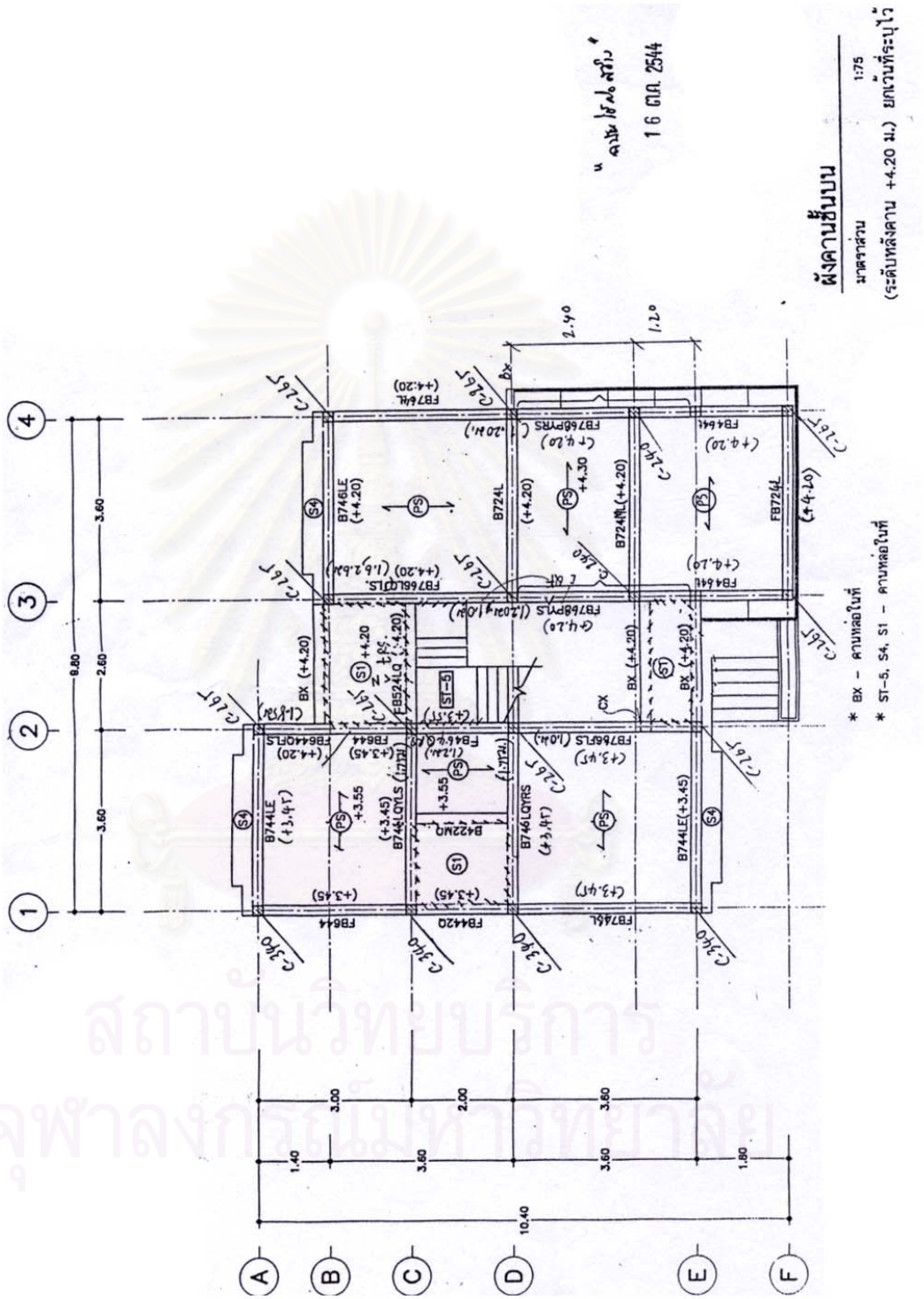
รูปที่ .5-26 . แสดงแบบ Part Drawing ของคานยื่น

ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



รูปที่ .5-27 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 1)

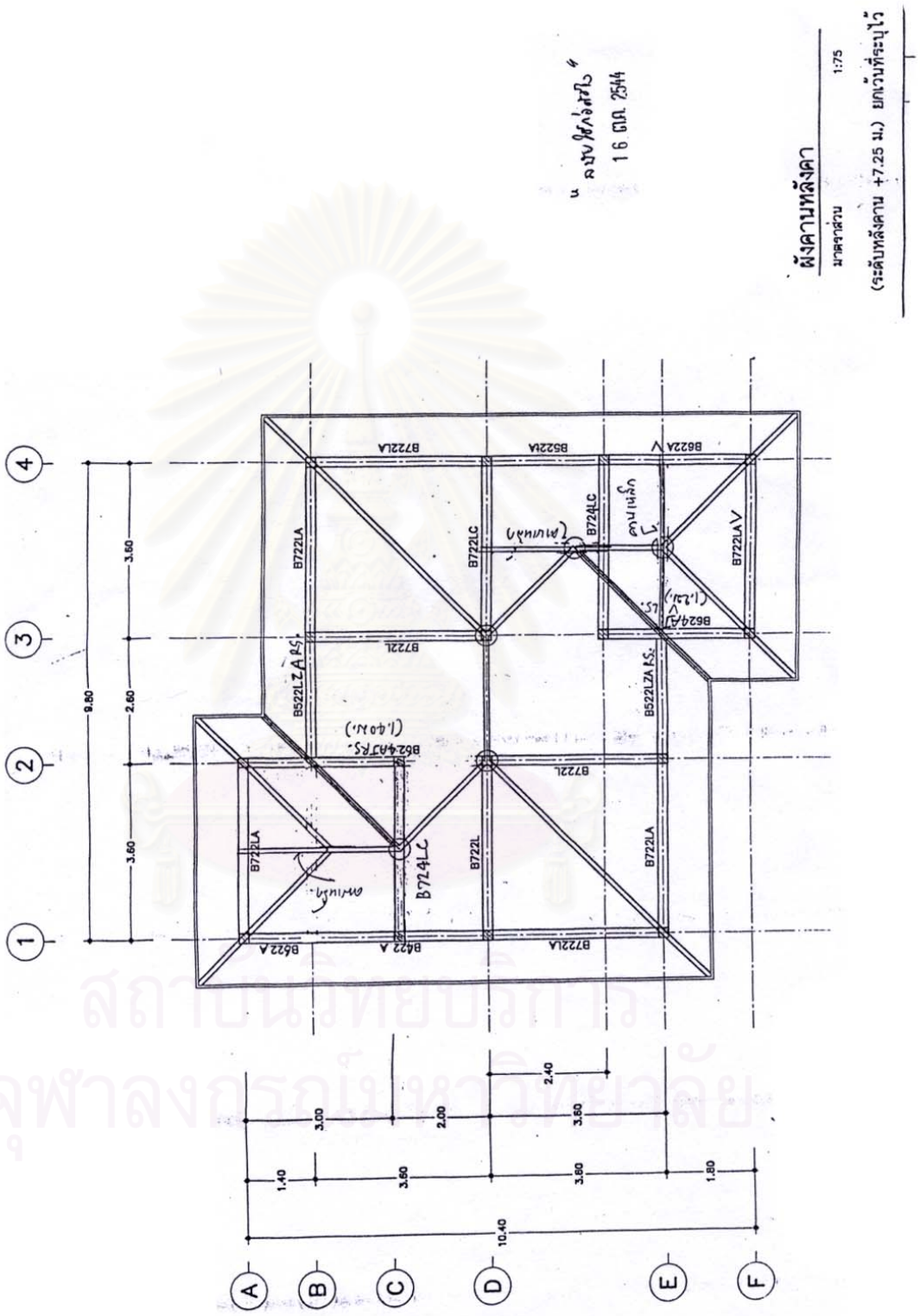
ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



รูปที่ 5-28 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 2)

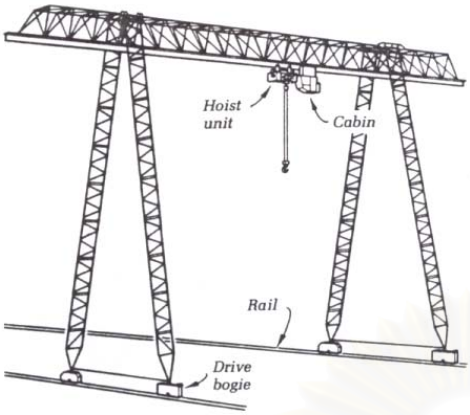
ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

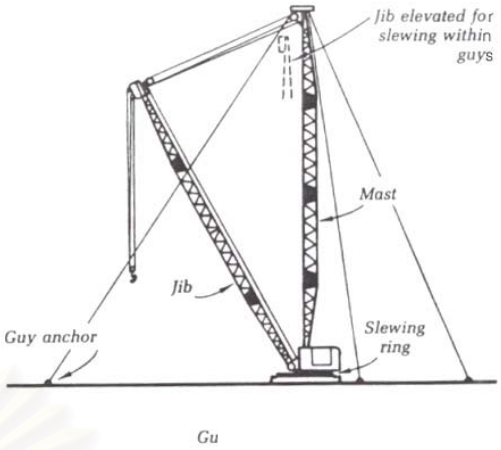


รูปที่ .5-29 แสดงแบบ Part Drawing ของแบบบ้านที่ทำกรณีศึกษา (คานชั้นที่ 3)

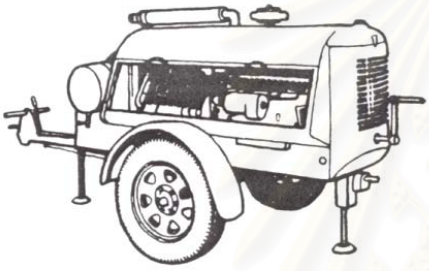
ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด



a. PORTAL CRANE



b. Guy Derrick crane



c. COMPRESSER

d. เครื่องผสมปูน

e. รถเครน

f. เครื่องผสมคอนกรีต

g. เครื่องผสมคอนกรีต

รูปที่ 5-30 แสดงเครื่องจักรประเภทต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง
ที่มา : วิศวกรของบริษัท ซีคอน จำกัด

5.4 กรรมวิธีการก่อสร้าง

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูปนั้น จะมีความแตกต่างจากการก่อสร้างแบบทั่วไปที่ใช้ระบบเสา-คานหล่อในที่ โดยมีกรรมวิธีในการก่อสร้างดังต่อไปนี้

5.4.1 **การเตรียมงานก่อสร้าง** สำหรับบ้านที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูปนั้น ลักษณะโดยทั่วไปมีการเตรียมงานเช่นเดียวกับการก่อสร้างแบบทั่วไป คือ การเตรียมพื้นที่หน้างานก่อสร้างให้เรียบร้อยไม่มีสิ่งกีดขวางในการก่อสร้าง, ศึกษาแบบที่จะทำการก่อสร้างว่า ลำดับขั้นตอนก่อนหลังในการติดตั้งชิ้นส่วน สิ่งสำคัญหลัก 2 ประการ

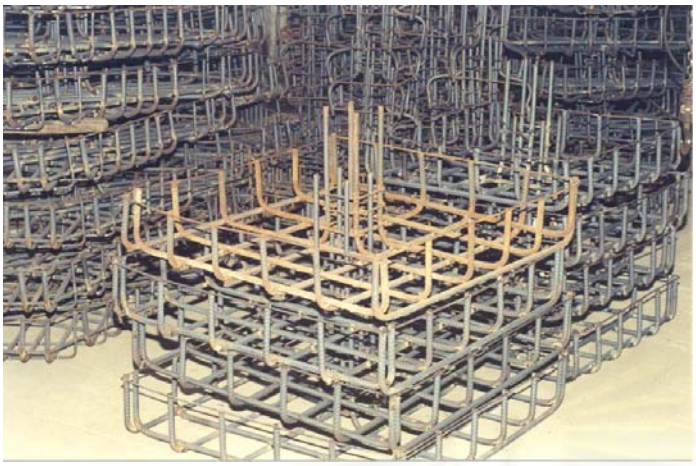
5.4.1.1 ประการแรก การหาพื้นที่ที่จะวางเครื่องยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Guy Derrick cranes)ขึ้นติดตั้ง ควรจะมั่นคงแข็งแรง และทำงานได้สะดวก ในกรณีที่มีการก่อสร้างในรูปแบบหมู่บ้านจัดสรร สร้างพร้อมกันหลายๆหลังก็จะวางอยู่ระหว่าง 2 หลัง สำหรับบ้านหลังกรณีศึกษานั้นสร้างครั้งละ 1 หลัง ก็จะวางเครื่องจักรดังกล่าวไว้ตำแหน่งกลางบ้าน

5.4.1.2 ประการที่สอง ควรหาพื้นที่เพื่อวางชิ้นส่วนสำเร็จที่ขนส่งมาจากโรงงาน โดยการวางชิ้นส่วนควรวางลำดับตามการยกชิ้นส่วนขึ้นติดตั้งก่อนหลัง

5.4.2 **งานโครงสร้างอาคาร** คืองานส่วนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน โดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

5.4.2.1 **งานเข็ม** ทางเจ้าของโครงการจะเป็นผู้รับหน้าที่ในการจ้างผู้รับเหมามาตอกเข็มอยู่แล้ว เข็มที่ใช้เป็นเข็มคสล.มีขนาด I 26 x 26 x 21.00 เมตร การก่อสร้างเหมือนกับการก่อสร้างระบบทั่วไป

5.4.2.2 **งานตอม่อและฐานราก** ตอม่อของระบบซีคอนจะเป็นลักษณะผูกเหล็กสำเร็จรูปจากโรงงาน แล้วนำลงไปวางลงในหลุมที่มีการวางไม้แบบไว้แล้วตามขนาดของตอม่อและฐานรากที่ต้องการ โดยให้เสาเข็มโผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดินพอประมาณ จากนั้นเทคอนกรีตผสมลงในหลุมให้พอมิดเสาเข็มนั้น นำตอม่อเหล็กหรือฐานรากมาวางลงบนคอนกรีตดังกล่าวแล้วเทคอนกรีตลงไปลงไปจนมิดตอม่อให้ได้ระดับที่กำหนด ทำการวัดดิ่งและมุดให้ได้ระดับและตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นบ่มทิ้งไว้ 3 วันจึงถอดแบบออก



ก. ฐานรากแบบใช้ 4 เสาเข็ม

ข. ฐานรากแบบเข็มเดี่ยว

รูปที่ 5-31 แสดงฐานรากและตอม่อที่ผูกเหล็กเสร็จแล้ว

ก. การทำไม้แบบหล่อฐานราก

ข. เทคอนกรีตจนเต็ม

รูปที่ .5-32 แสดงการวางตอม่อเหล็ก บนหัวเสาเข็ม

รูปที่ 5-34 . แสดงการขุดร่องดินเพื่อวางคานคอดิน

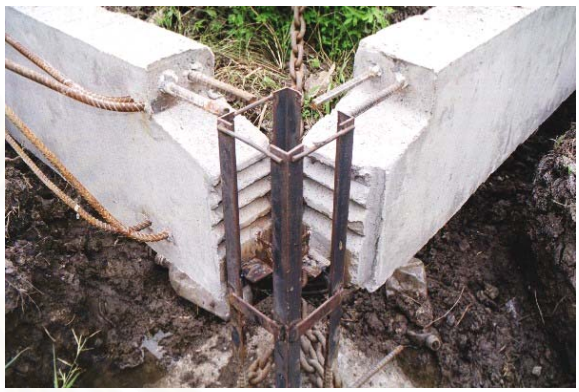
รูปที่ 5-33 .. แสดงการทำไม้แบบหล่อฐานราก

5.4.2.3 คานคอดินและคานชั้น 1 เมื่อหล่อตอม่อเสร็จ ทำการขุดดินเป็นร่องเพื่อเป็นแนวให้วางคานคอดินตามระดับที่กำหนด ใช้เสาเหล็กเปลือยขนาดยาว 0.80เมตร(ความสูงของเสาเหล็กเปลือย ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับพื้น) สวมลงบนหัวของเหล็กเส้นที่โผล่มาจากตอม่อ

ยกชิ้นส่วนคานคอดินด้วย Guy Derrick cranes (ขนาดเล็ก) มาวางลงในตำแหน่งให้ได้ระดับ โดยใช้ไม้บรรทัดวัดดิ่ง ในการยกชิ้นส่วนนั้นเครื่อง Guy Derrick cranes จะมีขอเหล็กผูกติดกับ สลิงของเครน แล้วนำไปเกี่ยวที่ขอเหล็กของชิ้นส่วนคานคอดิน ยกมาวางระหว่างเสา

รูปที่ .5-35 . แสดงเครื่อง Guy Derrick cranes

รูปที่ 5-36 แสดงการต่อเสาเหล็กสำเร็จรูปเสริมปรับระดับ



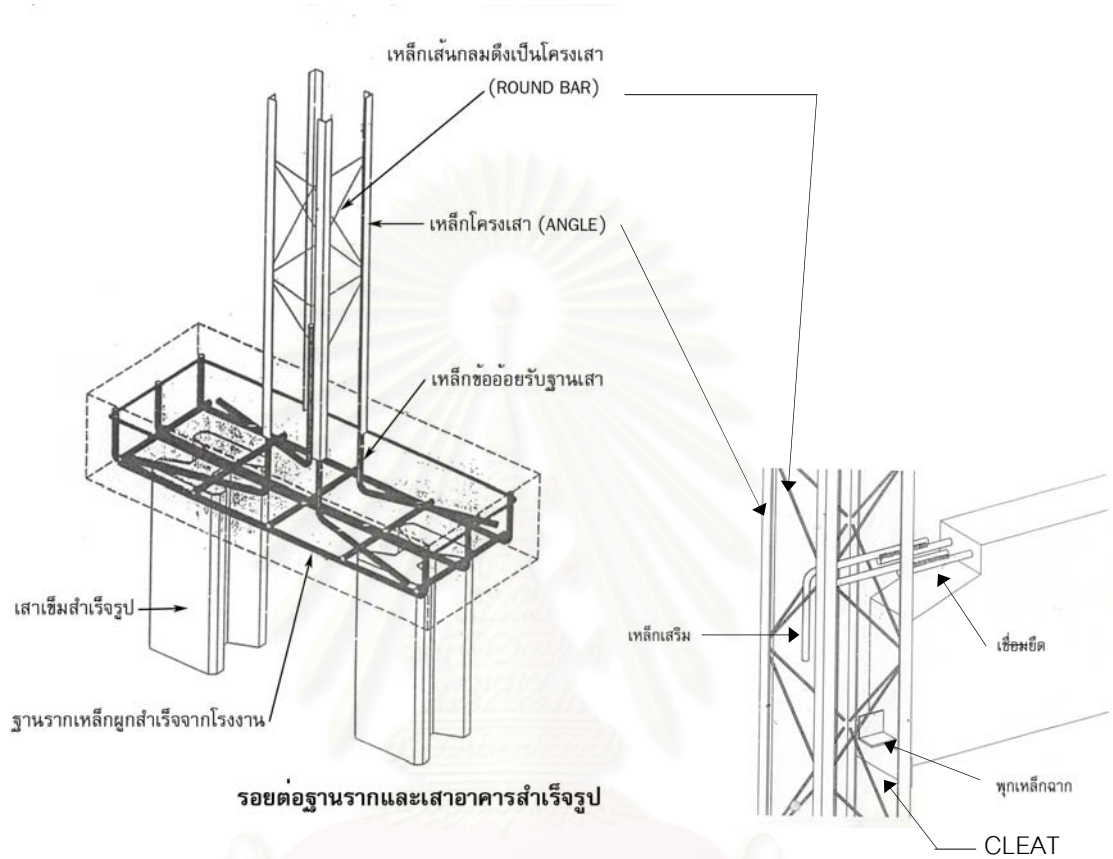
รูปที่ 5-37 แสดงการยกชิ้นส่วนคานคอดินติดตั้ง และตำแหนงรอยต่อของคานคอดินกับเสา

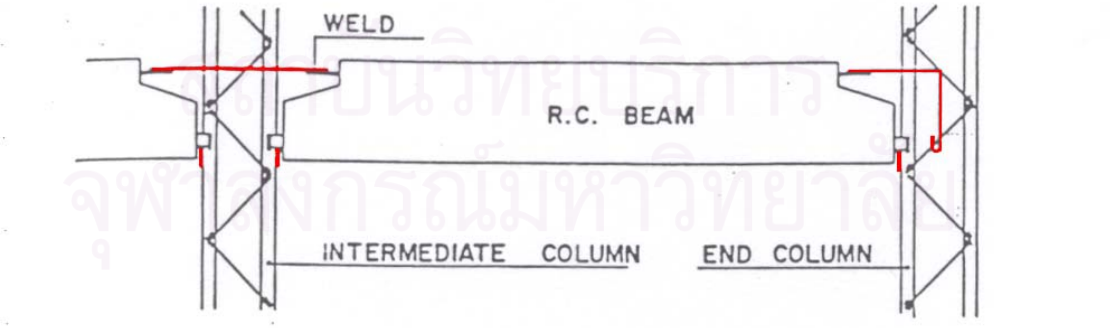
ในการวางคานลงบนเสานั้นจะวางอยู่บนพุกที่ทำด้วยแผ่นเหล็กแบน พุกนี้จะติดตั้งในขั้นตอนในโรงงานให้ดี เพื่อให้ได้ระดับ จากนั้นจึงทำการเชื่อมยึดแผ่นพุกเหล็กเข้ากับเหล็กฉากที่ยื่นออกมาจากเสา

จากนั้นนำเอาเหล็กข้ออ้อยที่งอเป็นฉากมาเชื่อมยึดเสริมกับเล็กเส้นที่ยื่นออกมาจากคานสำเร็จ ในลักษณะให้ทิศทางของเหล็กเสริมนั้นงอในทิศทางลงดังรูปที่ 5-39.

รูปที่5-38 . แสดงการเชื่อมยึดเหล็กเสริม
และการยกชิ้นส่วนคานคอดินติดตั้ง

เมื่อทำการติดตั้งคานเสร็จแต่ละชิ้นส่วนจะมีการใช้ที่ปรับระดับเหล็กแขวนดึงไว้ที่ขอบริเวณคานคอดินกับแผ่นพุกเหล็ก เพื่อห้อยคานคอดินให้มีความแข็งแรงระยะหนึ่งเมื่อการเชื่อมยึดทิ้งระยะเวลาจนเกิดความแข็งแรงและเพื่อรอการเทคอนกรีตที่รอยต่อ





รูปที่ 5-39 แสดง Isomatric รอยต่อส่วนต่างๆของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

5.4.2.4 **การติดตั้งเสา** ก่อนติดตั้งเสาจะต้องวัดระดับของตำแหน่งวางเสาให้ได้ระดับตามที่กำหนดในแบบก่อน ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น มักจะเกิดจากการสวมเสาเหล็กเสริมที่วางเพื่อปรับระดับพื้นชั้น 1 และปรับระดับคานคอดิน เมื่อวัดได้ระยะแล้วนำเหล็กเส้นกลมมาทาบแล้วเชื่อมยึดที่ปลายหัวของเหล็กโครงเสา เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับปลายหัวเสาไม่ให้แบะออกเมื่อนำเสาวางหรือเทคอนกรีตแล้ว จากนั้นจึงตัดเหล็กโครงเสาออกแล้วด้วยเครื่องเชื่อมยึด

รูปที่ 5-40 แสดงการตัดเหล็กโครงเสาออกเพื่อทำการปรับระดับ

รูปที่ 5-41 แสดงการยกเสาโดยใช้ Guy Derrick cranes ผูกโซ่ติดกับส่วนลำตัวเสา แล้ว

ยกเสา(โดยผูกโซ่ติดกับส่วนลำตัวเสา) ด้วย Guy Derrick cranes ก่อนทำการสวมชิ้นส่วนเสาลงบนโครงเหล็กเสาส่วนตอม่อ ให้ทำการดัดเหล็กเส้นที่ปลายเสาให้สวมลงให้ได้พอดี โดยใช้เหล็กเส้นกลมทำเป็นตะขอยึดที่โครงเหล็กเสาให้คนคอยดึงซ้าย-ขวา ปรับให้เสาลงสู่ช่องได้

รูปที่ 5-42 แสดงการดัดเหล็กที่ปลายเสา กับการใช้คนงานดึงปรับระดับเสาซ้าย-ขวา

เมื่อสวมเสาลงได้พอดี ให้ใช้เหล็กเส้นกลมขึงเสาไว้ให้นิ่งทั้ง 4 ด้าน ทำการวัดและปรับระดับเสาให้ได้ดิ่งโดยใช้ลูกดิ่งวัดและสายยางปรับระดับ เมื่อได้ระดับจึงทำการเชื่อมยึด จากนั้นจึงถอดโซ่ที่รัดเสาไว้ออก

รูปที่ 5-43 แสดงการปรับระดับ, วัดดิ่งเสา และการถอดโซ่รัดเสาออกเมื่อทำการติดตั้ง

5.4.2.5 การติดตั้งคานชั้น2-คานชั้นหลังคา เมื่อติดตั้งคานชั้น 1เสร็จโดยทำการเชื่อมยึดทุกจุดแล้วใช้ Guy Derrick cranes ยกคานส่วนชั้น 2 ขึ้นประกอบ โดยเรียงลำดับจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน แล้วทำการเชื่อมยึดทีละชิ้นส่วนจนแล้วเสร็จ

รูปที่ 5-44 แสดงการติดตั้งคานชั้น 2 และการติดตั้งคานส่วนหลังคา

จากการติดตั้งคานและเสาทั้งหมดสามารถแยกประเภทรอยต่อออกได้เป็นส่วนดังรูปต่อไปนี้

ก. การใช้คาน 1 คานต่อเสา 1 ต้น
โดยใช้เหล็กเสริมแบบงอเป็นฉาก

ข. การใช้คาน 2 คานต่อเสา 1 ต้น
โดยใช้เหล็กเสริมแบบตรง 1 เส้น

รูปที่ 5-45 .แสดงรอยต่อเสา-คาน

ก. การใช้คาน 2 คานต่อเสา 1 ต้น
โดยใช้เหล็กเสริมแบบงอเป็นฉาก 4 เส้น

ข. การใช้คาน 3 คานต่อเสา 1 ต้น โดยใช้เหล็กเสริมแบบงอเป็นฉาก 2 เส้น และแบบตรง 2 เส้น

ค. การใช้คาน 4 คานต่อเสา 1 ต้น
โดยใช้เหล็กเสริมแบบงอเป็นฉาก 4 เส้น
และแบบตรง 2 เส้น

ง. การใช้คาน 3 คานต่อเสา 1 ต้น (ที่ระดับคานคอดิน)
โดยใช้เหล็กเสริมแบบงอเป็นฉาก 1 เส้น
และแบบตรง 1 เส้น และคานยกระดับ 1 ตัว

จ. การเสริมเหล็กเส้นยื่นออกจากเสา 4 เส้นบน-ล่าง
เพื่อรองรับการหล่อในที่ของคานคอดินตามแบบที่กำหนดไว้

ฉ. การใช้ตะขอเหล็กปรับระดับได้ ยึดชิ้นส่วนเสา-คาน
เพื่อให้เหล็กที่เพิ่งเชื่อมเสร็จคงตัว แล้วจึงค่อยนำออก

รูปที่ 5-46 แสดงรอยต่อเสา-คาน

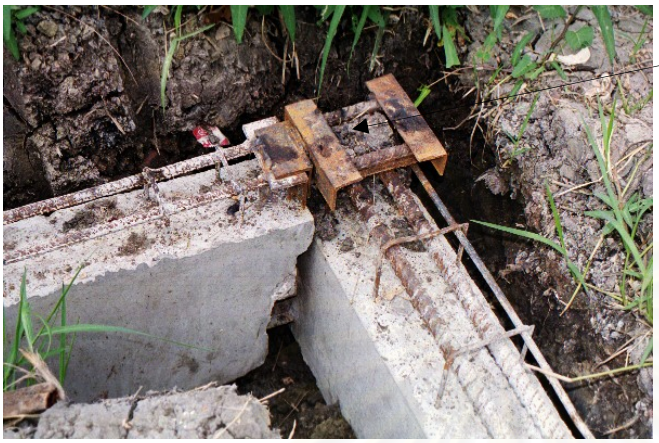
5.4.2.6 **คานยื่น** ชิ้นส่วนคานยื่นจะเป็นชิ้นส่วนที่มีเหล็กข้ออ้อยงอเป็นฉากยื่นออกมาจากตัวของชิ้นส่วน ตั้งแต่ขั้นตอนการผูกเหล็กจากโรงงาน ทั้งนี้เพื่อความแข็งแรงของโครงสร้าง

เมื่อยกชิ้นส่วนคานยื่นมาติดตั้งตามขั้นตอนปกติเสร็จ จะต้องมีการใส่ค้ำยันเพื่อรอจนกว่าการเทคอนกรีตเชื่อมรอยต่อเสร็จ และคอนกรีตคงตัวจึงจะนำค้ำยันออกได้ (ดูแบบ PART DRAWINGขยายคานยื่นได้ที่รูป 5-27)

รูปที่ 5-47 แสดงการติดตั้งคานยื่น และการติดตั้งคานซอย

5.4.2.7 **คานซอย** เป็นคานที่มีการเสริมเหล็กบางประเภทเพิ่มลงไปตั้งแต่ขั้นตอนการผูกเหล็กที่โรงงานเช่น เหล็กฉาก, เหล็กแผ่น เป็นต้น สำหรับรอยต่อของชิ้นส่วนดังกล่าวมักใช้ลักษณะของการติดพุกเหล็กที่คานตัวแม่ซึ่งเป็นคานหลัก แล้วนำคานซอยที่มีแผ่นเหล็กที่ติดอยู่บริเวณรอยต่อด้านที่ประกบกันมาทำการเชื่อมยึด ส่วนด้านบนก็จะมีเหล็กของคานตัวแม่และคานซอยเชื่อมยึดเพิ่มอีก 1 จุดด้วยเพื่อความแข็งแรงทั้งบน-ล่าง

5.4.2.8 **คานคอดินชนิดไม่มีเสา** เป็นคานที่มีเหล็กเสริมพิเศษจากโรงงานเช่นกัน ตำแหน่งการเสริมต้องขึ้นอยู่ที่การออกแบบแต่ละชิ้นส่วนให้มีความเหมาะสม ซึ่งรอยต่อก็ใช้วิธีการเชื่อมยึดเช่นเดียวกับชิ้นส่วนทั่วๆไป



รูปที่5-48 . แสดงการคานคอดินชนิดไม่มีเสา

รูปที่ 5-49 . แสดงการเก็บ Guy derrick Cranes ด้วยรถเครนขนาดเล็ก

เมื่อประกอบจุดรอยต่อในขั้นตอนการเชื่อมเสร็จ จะมีการนำเหล็กเส้นติดกับตะขอปรับระดับทั้งสองด้าน เพื่อทำ Bracing ให้กับเสา-คาน-โครงสร้างเป็นระยะ เนื่องจากในบริเวณรอยต่อของโครงสร้างเพียงแค่เชื่อมยึดเท่านั้น รอยต่อของโครงสร้างยังไม่เกิดความแข็งเกร็ง(Rigid) Bracing จะเป็นตัวที่จะช่วยให้โครงสร้างนั้นมีความคงตัวอยู่

5.4.2.9 **ติดตั้งไม้แบบ** เนื่องจากรอยต่อของระบบเสา-คานสำเร็จรูปนั้น จะมีลักษณะของรอยต่อที่เป็นมาตรฐาน มีแบบไม่หลากหลาย จึงมีการสร้างไม้แบบที่ทำจากเหล็กขึ้นทำให้สามารถนำไปใช้ได้หลายครั้ง และมีการประกอบรอยต่อที่ง่ายเพียงแค่ใช้ลวดในการมัดแผ่นเหล็กแม่แบบเข้าด้วยกันเท่านั้น

สำหรับรอยต่อที่ไม่สามารถเข้าแบบมาตรฐานของไม้แบบเหล็กได้ ก็จะนำไม้แบบไม้มาทำการประกอบไม้แบบเป็นส่วนๆไป

ก. ไม้แบบเหล็กที่เสากลางอาคาร

ข. ไม้แบบเหล็กที่เสาต้นริม

รูปที่ 5-50 แสดงการประกอบไม้แบบเหล็กมาตรฐาน

ก. ไม้แบบ - ไม้ บริเวณที่มีคานหล่อในที่

ข. ไม้แบบบริเวณที่ไม่สามารถใส่ไม้แบบเหล็กได้

รูปที่ 5-51 แสดงการประกอบไม้แบบ - ทั่วไป

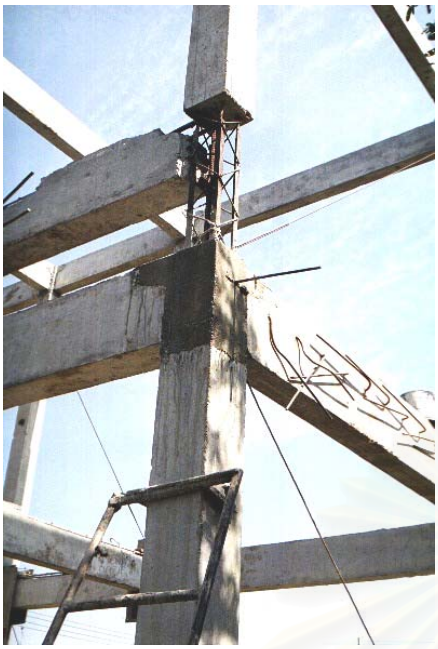
5.4.2.10 การเทคอนกรีต ปกติในการเทคอนกรีตในระบบชิ้นส่วนเสา-คาน สำเร็จรูปของซีคอนนั้น จะทำการเทปูนผ่านรูที่ใช้สำหรับกรอกปูนที่เสา(ดังรูป 5-47) โดยการเทปูนนั้นก็มาจากส่วนผสมสัดส่วนทั่วไป ที่ได้จากการผสมจากเครื่องผสมปูนแบบขนย้ายที่ขนมากับรถบรรทุก 6 ล้อ

รูปที่ 5-52 แสดงรูที่ใช้ในการกรอกคอนกรีตลงในไม้แบบ และการเทคอนกรีตโดยใช้การตักคอนกรีตมาเท

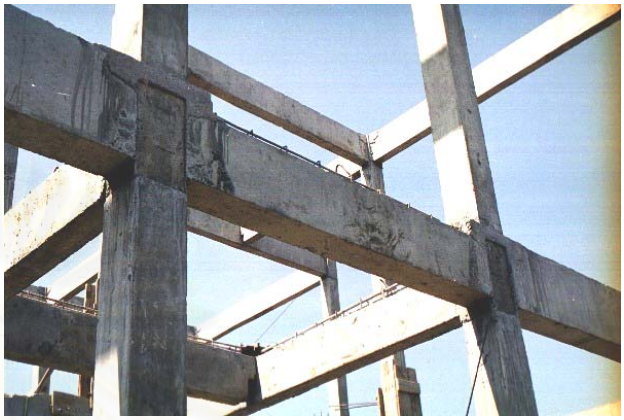
ในทางปฏิบัติจริงนั้น การเทคอนกรีตใช้การเทลงบริเวณแบบหล่อด้วยถัง จากนั้นจึงใช้เหล็กเส้นมากระทุ้งให้คอนกรีตลงในแบบจนเต็ม เมื่อใกล้เต็มก็ทำการปิดไม้แบบจนมิดและเปลี่ยนมากรอกคอนกรีตตรงรูที่กำหนดไว้ ในการเทคอนกรีตนั้นอาจมีการแยกเทเป็นส่วนเนื่องมาจากไม้แบบจำกัดและเมื่อทำการเทแยกส่วนผู้คุมงานกว่าว่าจะได้เทคอนกรีตได้ทั่วถึงกว่าการเททีเดียว (ดังรูปที่ 5-47.)

5.4.2.11 การบ่มและถอดแบบ เมื่อเทคอนกรีตจนหมดแล้วทำการบ่มประมาณ 3 วัน ตามหลักการบ่มคอนกรีตทั่วไปคอนกรีตบริเวณรอยต่อจึงจะแข็งแรง แต่เนื่องจากพื้นที่ในการเทมีน้อยจึงไม่จำเป็นต้องมีการนำเอากระสอบชุบน้ำมาปูทับ ในกรณีศึกษาใช้การบ่มในแบบเพียง 2 วันจึงทำการถอดแบบออก

5.4.2.12 การแต่งผิว เมื่อถอดแบบออกหมดก็ทำการฉาบแต่งผิวให้เรียบ ในบางส่วนของการหล่อแบบมีส่วนของคอนกรีตเกินออกมามากไปอาจจะต้องทำการสกัดออก แล้วจึงค่อยทำการแต่งผิว รวมถึงการตัดส่วนที่เป็นตะขอเหล็ก ที่ติดอยู่กับชิ้นส่วนในขณะยกติดตั้งด้วย



ก. การแยกหล่อแบบสองครั้ง



ข. เมื่อถอดแบบออก โครงสร้างอาจดูไม่เรียบร้อย ต้องมีการฉาบแต่งผิว

รูปที่ 5-53 แสดงการแยกหล่อแบบคอนกรีตสองครั้งและโครงสร้างเมื่อถอดแบบออกรอการฉาบแต่ง

รูปที่ 5-54 . แสดงแบบหล่อเมื่อมีการฉาบแต่งผิวเรียบร้อย ในส่วนต่างๆ

ก. รอยต่อส่วนเสาและคานทั่วไป

ข. รอยต่อส่วนคานซอย

ก. รอยต่อส่วนตอม่อ-เสา-คาน

ข. รอยต่อส่วนที่มีการหล่อพื้นในที่

ค. รอยต่อส่วนที่มีการหล่อคานเพิ่ม

รูปที่ .5-55 แสดงการหล่อแบบในส่วนต่างๆ

รูปที่ 5-56 . แสดงการโครงสร้างทั้งอาคารที่ประกอบชิ้นส่วนเสร็จสิ้น
(เฉพาะส่วนงานโครงสร้างของซีคอน)

5.4.2.13 **การหล่อคานเสริม** เนื่องจากชิ้นส่วนบางชิ้นถ้าจะนำมาทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจจะทำให้ไม่สะดวกเช่น คานยื่นที่มีความยาวเกินข้อจำกัดของชิ้นส่วน หรือยากแก่การก่อสร้าง, คานบางตัวที่จะใช้พื้นหล่อในที่ เป็นต้น หรือแม้แต่ในบางครั้งอาจจะมีการปรับเปลี่ยนแบบในภายหลัง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหล่อบางส่วนในที่

รูปที่ 5-57 แสดงการเสริมเหล็กเพื่อหล่อคานในที่ (คานคอดิน และคานระเบียงชั้น 1)

ก. การเสริมเหล็กเพิ่มจากเหล็กเดิมที่โผล่จากชิ้นส่วนเสา

ข. การตีไม้แบบเพื่อหล่อแบบ

ค. โครงสร้างคานยื่นหล่อในที่ส่วนหลังคาโถงบันได

รูปที่ 5-58 แสดงการเสริมเหล็กหล่อคานยื่น (ส่วนหลังคาโถงบันได)

5.4.2.14 **การหล่อพื้นในที่** ทำความสะอาดบริเวณที่จะหล่อพื้นในที่ จากนั้นถมทรายให้เต็มส่วนที่จะเทคอนกรีต ใส่งานระบบสุขาภิบาลลงในพื้นที่ ปูเหล็กตะแกรง ในการปูตะแกรงเหล็กหล่อในที่นั้นสามารถทำได้ 2 วิธีการคือ

แบบที่ 1. ผูกปลายเหล็กทั้งสีด้านกับส่วนบนของคานสำเร็จรูปแบบ Half-Precast ซึ่งทางด้านบนจะมีเหล็กปลอกผูกเป็นระยะเปลือยอยู่ด้านบน

แบบที่ 2. เสียบปลายของเหล็กตะแกรงเข้าไปในส่วนคานสำเร็จรูป โดยเจาะคานสำเร็จรูปให้เป็นรูเพื่อเสียบเหล็กตะแกรงเข้าไป

สำหรับแบบหล่อส่วนรองพื้นนั้น ถ้าเป็นส่วนของคานคอดินก็สามารถเทคอนกรีตลงบนทรายอัดแน่นได้ทันที แต่ถ้าเป็นส่วนของชั้น1 อาจจะต้องปูไม้กระดานที่เป็นไม้แบบข้างล่าง ซึ่งไม้แบบดังกล่าวไม่สามารถนำกลับมาใช้อีกได้ เนื่องจากไม่สามารถนำออกมาจากส่วนที่หล่อได้ จากนั้นก็ทำการเทคอนกรีตจนเต็มพื้นที่

ก. การผูกเหล็กตะแกรงกับเหล็กปลอกบนคานสำเร็จรูป

ข. การฝังปลายเหล็กเส้นของเหล็กตะแกรงกับชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป

รูปที่ .5-59 . แสดงวิธีการผูกเหล็กสำหรับการหล่อคอนกรีตในที่

รูปที่ .5-60 แสดงปูเหล็กตะแกรงเพื่อหล่อพื้นในที่

รูปที่ 5-61 แสดงพื้นที่เทคอนกรีตหล่อในที่เสร็จเรียบร้อย

5.4.2.15 การปูพื้นสำเร็จรูป ในการปูพื้นสำเร็จรูปบนชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ของกรณีศึกษานั้น ใช้พื้นสำเร็จหนา 5มม. กว้าง 0.35 เมตรและความยาวตามช่วงเสาแต่ละช่วง และสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

แบบที่ 1 : ปูบนคานผิวเรียบทั่วไป

แบบที่ 2 : ปูบนคานที่มีการเซาะร่องของพื้นสำเร็จรูปไว้แล้ว

เมื่อวางตำแหน่งพื้นสำเร็จเสร็จทั้งหมด ก็ปูเหล็กตะแกรงบนพื้นสำเร็จ, ตีไม้แบบด้านข้าง, หนุนลูกปูแล้วเทคอนกรีตทับผิวหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ในการวางพื้นสำเร็จนั้นควรวางให้ชิดติดกันเพื่อกันไม่ให้น้ำปูนรั่วตามร่องของพื้น ในบางส่วนของการปูพื้นสำเร็จจำเป็นต้องมีการตีไม้แบบในส่วนล่างเนื่องจากพื้นสำเร็จไม่สามารถวางได้ เช่น บริเวณหัวเสา เป็นต้น

ก.การปูพื้นสำเร็จรูปบนคานผิวเรียบทั่วไป

ข. การปูพื้นสำเร็จรูปบนคานที่มีการเซาะร่องของพื้นสำเร็จรูปไว้แล้ว

รูปที่ .5-62 แสดงลักษณะคานที่ใช้ปูพื้นสำเร็จรูป

5.4.2.16 **การก่อผนัง** ผนังก่อที่ใช้ในบ้านกรณีศึกษานั้นเป็นผนังคอนกรีตมวลเบา (Q-CON ของ บริษัท ควอลิตี้ คอนสตรัคชั่น โปรดัคส์ จำกัด) ซึ่งในการติดตั้งนั้นทางผู้รับเหมาก่อสร้างบ้านในกรณีศึกษาได้ทำการสั่งซื้อก้อนคอนกรีตมวลเบามาเพื่อทำการติดตั้งที่หน้างานเอง อุปกรณ์และวัสดุจึงไม่ได้เป็นไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง การก่อสร้างเป็นไปโดยการใช้วัสดุที่สามารถทดแทนได้ นำมาใช้แก้ปัญหาที่หน้างาน ซึ่งมีขั้นตอนการก่อผนังดังนี้

5.4.2.16.1 **การเตรียมวัสดุ** เตรียมวัสดุที่ใช้ในการก่อผนังที่จำเป็นเช่น ปูนฉาบผสมเสร็จ, ปูนก่อผสมเสร็จ, เลื่อยคาไบท์ใช้ตัดคอนกรีตมวลเบา เป็นต้น

5.4.2.16.2 **การก่อ** ผสมปูนก่อเฉพาะสำหรับคอนกรีตมวลเบา โดยเทน้ำลงในกระบะผสม และเทปูนก่อตามลงไป (ตามอัตราส่วนข้างถุง) ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสมขึงเอ็นทำแนวระดับให้ถูกต้อง ปรับระดับพื้นชั้นแรกโดยทาปูนก่อลงบนพื้นชั้นล่างในแนวที่ต้องการก่อผนัง จากนั้นจึงเริ่มก่อบล็อก พร้อมใช้ระดับน้ำวางทาบปรับให้ได้แนวและระดับ ในการก่อชั้นต่อไปก็ทำในวิธีการเดียวกัน เริ่มก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบาชั้นต่อไป โดยให้มีระยะรอยต่อเยื้องกับรอยต่อระหว่างก้อนในชั้นแรกครึ่งก้อน หรืออย่างน้อยที่สุด 10 ซม. ใช้ระดับน้ำวางทาบและเคาะปรับให้ได้แนวและระดับด้วยค้อนยาง (หากยังไม่ได้ระดับทางโครงการก็จะใช้การนำก้อนมวลเบามาถูกับพื้นเรียบเพื่อให้ขนาดก้อนเล็กลงให้ได้ระดับ)

ความหนาของปูนก่อคอนกรีตมวลเบาที่รอยต่อระหว่างก้อน หนาประมาณ 2-3 มม. และส่วนเกินของปูนก่อควรปาดออกก่อนที่จะแข็งตัว

ในการก่อผนัง ก้อนที่อยู่ติดกับเสาจะทำหนวดกุ้งเพื่อเสริมความแข็งแรงเป็นระยะทุกๆ 2 ชั้นของการก่อ โดยการเจาะเสาให้เป็นรูแล้วเสียบเหล็กเส้นเข้าไปในเสาให้โผล่เหล็กขึ้นมาประมาณ 2 นิ้ว ส่วนที่ก้อนมวลเบาก็เซาะให้เป็นร่องเพื่อวางเข้าพอดีกับเหล็กเส้นที่เสา

ก.การก่อคอนกรีตมวลเบา

ข. การทำหนวดกุ้งจากชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูป

รูปที่ 5-63 แสดงการก่อผนังมวลเบา

5.4.2.17 **การทำคานทับหลังเพิ่มและการติดตั้งวงกบ** ใช้หลักการเดียวกับการทำหนวดกุ้งในการก่อผนัง แต่ในส่วนตลอดแนวของผนังก็เจาะก้อนมวลเบาเป็นระยะเพื่อฝังเหล็ก จากนั้นตีเหล็กแนวนอนยาวตลอดแนวผนังที่จะทำการหล่อคานทับหลัง ทำไม้แบบแล้วเทคอนกรีตลงในแบบ เมื่อคอนกรีตเซตตัวจึงทำการแกะแบบออก

ก.การใส่เหล็กหนวดกุ้งเพื่อทำคานทับหลัง

ข. การตีไม้แบบหล่อคานทับหลัง

รูปที่ 5-64 แสดงการทำคานทับหลังบนก้อนมวลเบา

รูปที่ 5-65 แสดงการติดตั้งไม้ปรับระดับวงกบ

การติดตั้งวงกบ ในช่วงที่ทำคานทับหลังนั้น จะมีการฝังยึดไม้ที่วางแนวตั้งลงในแบบหล่อคานทับหลังด้วย โดยที่จะให้ระดับบนของไม้ตั้งนั้น โผล่พ้นคานทับหลังขึ้นมาให้สูงกว่าระดับที่วงกบจะทำการติดตั้ง เมื่อถอดแบบออกจะตัดแต่งหัวไม้ให้ได้ระดับเดียวกับใต้วงกบแล้วยึดวงกบกับไม้ดังกล่าว ในการติดตั้งวงกบในบ้านกรณีศึกษานั้นมีการติดตั้งวงกบ 2 ลักษณะ ซึ่งแบ่งตามขนาดของหน้าต่างที่จะนำมาติดตั้งคือ

- <u>หน้าต่างขนาดใหญ่</u> จะไม่มีการก่อผนังด้านข้างขึ้นมาก่อน จะทำการหล่อเสาเอ็นและคานทับหลังให้เสร็จ แล้วจึงค่อยทำการก่อก้อนมวลเบาที่เหลือ

- <u>หน้าต่างขนาดเล็ก</u> จะมีการก่อผนังด้านข้างก่อน

เมื่อยึดวงกบหน้าต่างกับเสาไม้ตั้งที่ฐานเสาเอ็นด้านล่างแล้ว รอบวงกบจะตอกตะปูโดยรอบเพื่อทำหนวดกุ้ง จากนั้นทำไม้แบบแล้วเทคอนกรีต

ก.การติดตั้งวงกบหน้าต่างบานเล็ก ข. การติดตั้งวงกบหน้าต่างบานใหญ่

รูปที่ 5-66 แสดงการติดตั้งวงกบหน้าต่างแบบต่างๆ

สำหรับหน้าต่างบานที่เล็กมากอาจไม่มีความจำเป็นในการทำคานทับหลัง แต่จะใช้วิธีการเซาะร่องก้อนมวลเบา แล้วฝังเหล็กยึดระหว่างก้อนตลอดแนว จากนั้นจึงนำเอาก้อนมวลเบามาก่อบนเหล็กเส้นดังกล่าว ซึ่งการก่อนั้นจะเป็นการก่อแบบ 2 ชั้น

ก. การเสริมเหล็กเส้นแทนการใช้ทับหลังคอนกรีต

ข. การก่อผนังซ้อนแทนการใช้ทับหลังคอนกรีต

รูปที่ .5-67 .แสดงการเสริมเหล็กแทนการใช้ทับหลังคสล.

5.4.2.18 **การติดตั้งงานระบบ** จะต้องมีการวางแผนการติดตั้งไว้ตั้งแต่แรกเริ่ม ทั้งนี้เพราะเมื่อติดตั้งระบบสำเร็จรูปบางส่วนไปแล้วไม่สามารถรื้อสร้างใหม่ได้

- การติดตั้งเต้าเสียบและสวิทซ์ไฟฟ้า จะต้องตัดแต่งก้อนมวลเบาที่ใช้ให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องเมื่อฝังระบบเสร็จก็ฉาบปูนปิดทับ

- การติดตั้งระบบสุขาภิบาล มักจะส่งผลกระทบต่อระบบพื้นสำเร็จรูป ฉะนั้นควรจะวางแผนการก่อสร้างให้ดีตั้งแต่แรก

รูปที่ 5-68 การติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และระบบสุขาภิบาล

5.4.2.19 การฉาบ จะเริ่มฉาบทั้งภายนอกภายในพร้อมๆกัน ขั้นตอนการฉาบจะเป็นลักษณะเดียวกับการก่อสร้างแบบทั่วไป

รูปที่ 5-69 แสดงการฉาบปูนทับผิว

5.4.2.20 การติดตั้งโครงหลังคาและวัสดุมุง ในการติดตั้งโครงหลังคานั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- แบบที่ไม่มีชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปส่วนคานหลังคา ซึ่งการติดตั้งนั้นก็จะนำเอาโครงเหล็กตัว C มาใช้ติดตั้งแทน

- แบบที่มีชิ้นส่วนคานหลังคาสำเร็จรูป ซึ่งในการติดตั้งจะเจาะรูเพื่อฝังเหล็กเส้นลงไปในชิ้นส่วนคานหลังคา จากนั้นใช้ชิ้นส่วนที่เชื่อมกันเป็นลักษณะดังรูป 5-65 แล้วนำมาเชื่อมยึดกับเหล็กที่ที่เสียบเพิ่มเข้าไปที่คานหลังคา จากนั้นก็ทำการเชื่อมยึดกับโครงหลังคาเหล็กต่อไป

ซึ่งในรายละเอียดอื่นๆในการทำงานโครงหลังคาเหล็กและมุงหลังคา เป็นการทำงานด้วยกรรมวิธีเดียวกันกับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยระบบการก่อสร้างอื่นๆ

รูปที่ 5-70 .แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กด้วยเหล็กเสริม

5.4.2.21 **งานสถาปัตยกรรม** หรืองานตกแต่งก็มีกรรมวิธีการก่อสร้างโดยทั่วไปเหมือนกับการสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบก่อสร้างระบบอื่นๆ การตกแต่งส่วนที่ต้องยึดติดกับชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา-คาน ก็สามารถใช้ตะปูคอนกรีตตอกได้ทันที เช่น งานทาสี,งานฝ้าเพดานเป็นต้น

5.4.2.22 **การทำรั้วสำเร็จรูป** ข้อจำกัดของระบบรั้วสำเร็จรูปอยู่ที่จำนวนชิ้นส่วนที่มีไม่มากนัก ทำให้รูปแบบมีไม่มากนัก การออกแบบได้ไม่หลากหลายเพราะกรรมวิธีในการก่อสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนที่อธิบายตามรูปที่ 5-66 (ก.) จนถึงรูปที่ 5-66 (ญ.)ดังนี้

ก. ตอกเสาเข็มสั้นความยาวประมาณ 2.00-2.50 เมตร ลงบริเวณที่ขุดเตรียมไว้

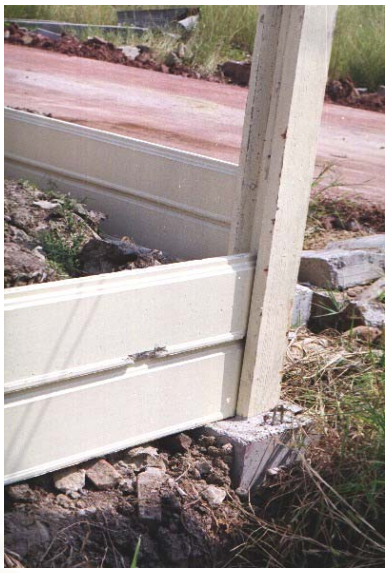
ข. วางตอม่อสวมทับเสาเข็มลงไปที่หลุมที่ขุดไว้

ค. เทคอนกรีตลงให้มิดเสาเข็มพอดี ทิ้งระยะเวลาให้คอนกรีตเซทตัวระยะหนึ่ง

ง. นำเสารั้วสำเร็จมาวางตั้งแล้วเทคอนกรีตลงไปจนเต็มแบบตอม่อ

รูปที่ 5-71 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป

จ. ทำการติดตั้งเสาทุกต้นจนเสร็จ



ฉ.นำเอาชิ้นส่วนผนังมาเสียบตรงร่องระหว่างเสา 2 ต้น

ช. ตกแต่งเสาด้วยปูนตามแบบ

ซ. ทาสี แล้วใส่เหล็กตกแต่งตามแบบ ด้วยวิธีการเชื่อมเหล็กกับเสาสำเร็จรูป

ญ. ทาสีตกแต่งให้เรียบร้อย

รูปที่ .5-71 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างรั้วสำเร็จรูป (ต่อ)

5.5 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

5.5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะก่อสร้าง จากการศึกษาพบว่าในการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนี้ มีปัญหาที่เกิดขึ้นขณะก่อสร้าง 15 ปัญหาด้วยกัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.5.1.1 ขนาดของเหล็กเสริมในชิ้นส่วนมีการเผื่อมากเกินไป ระยะเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาเผื่อที่หน้างานมากเกินไป ทำให้ในการก่อสร้างต้องเสียเวลามาทำการตัดเหล็กเสริมที่ยื่นออกมา ถ้าไม่ทำการปรับระดับของอาคารก็ไม่ถูกต้องกระทบต่อส่วนอื่น

รูปที่ 5-72 แสดงการตัดเหล็กที่เกินจากชิ้นส่วนเสาเหล็กเสริม

<u>สาเหตุของปัญหา</u>

- ทางผู้ออกแบบทำการเผื่อระยะความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้างมากเกินไป
- ขนาดมาตรฐานของเสาเสริมจากตอม่อมีขนาดตายตัว ซึ่งเป็นเหตุมาจากแบบหล่อที่มีขนาดบังคับ ทางผู้ออกแบบจึงกำหนดตามขนาดที่มีอยู่ทำให้ต้องมาเสียเวลาในการตัดเหล็กที่หน้างาน

5.5.1.2 **ตำแหน่งการยกชิ้นส่วน** ในการยกการติดตั้งชิ้นส่วนแต่ละชิ้น จะมีตะขอที่เชื่อมติดกับส่วนของชิ้นส่วนที่ทำมาจากโรงงาน เพื่อให้ cranes เกี่ยวและยกติดตั้ง แต่มีบางชิ้นส่วนที่ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้กำหนดมาเช่น ในการยกติดตั้งเสาคนงานจะทำการยกชิ้นส่วนเสาโดยการเอาโซ่รัดรอบเสาแล้วลากเสามากับพื้นเพื่อยกขึ้นมาสวมที่เสาเหล็กเสริมที่ตอม่อ

การลากเสาดังกล่าวทำให้เหล็กเส้นเสริมส่วนล่างงอได้ อาจจะส่งผลต่อการส่งถ่ายแรงได้ ทำให้คนงานต้องนำเอาเหล็กมากระทุ้งเพื่อทำให้เหล็กดังกล่าวตรงและสวมลงในรอยต่อได้เหมือนเดิม

รูปที่ .5-73 แสดงการยกชิ้นส่วนเสาสำเร็จที่ผิดวิธี

<u>สาเหตุของปัญหา</u>

- ทางผู้วิจัยคาดว่า ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนได้มีการพิจารณาจุดยกของชิ้นส่วนมาแล้ว เพียงแต่คนงานอาศัยความสะดวกและความเคยชินในการติดตั้ง จึงทำให้มีการยกชิ้นส่วนในลักษณะดังกล่าว

รูปที่ .5-74 . แสดงการใช้เหล็กกระทุ้งเหล็กเสริมให้ตรง

5.5.1.3 **ไม่มีตำแหน่งให้เหล็กตะขอปรับระดับยึด** ในขณะที่ชิ้นส่วนมีการเชื่อมยึดเสร็จใหม่นั้น จะมีการนำเอาตะขอเหล็กปรับระดับมาห้อยกับชิ้นส่วนโครงสร้างเสาบริเวณ Cleat ใกล้กับเหล็กโครงเสา ด้วยน้ำหนักของ คานดังกล่าวที่แขวนอยู่กับเสาส่วน Cleat นั้นทำให้ Cleat งอและส่วนเสาโย้ไปเล็กน้อย ซึ่งอาจจะทำให้เสานั้นอาจจะเสียกำลังในการรับน้ำหนักได้

รูปที่ 5-75 แสดงการขอเกี่ยวแขวนคานกับส่วน Cleat ที่เสา
ทำให้เสาในส่วนนั้นงอและเสียรูปไป

<u>สาเหตุของปัญหา</u>

- ผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้มีการออกแบบส่วนนี้เพิ่มขึ้นมา หรืออาจจะมีการแขวนตรงตำแหน่งดังกล่าวอยู่แล้ว ถ้าเป็นเช่นนั้น ควรเพิ่มความหนาของ Cleat ที่เสาให้มากขึ้น

- ในส่วนของคนงานอาจจะทำงานด้วยความไม่ระมัดระวัง หรือแขวนในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ ในมาตรฐานการก่อสร้าง

5.5.1.4 **การทำคานคอดินและคานหล่อในที่ไม่ได้มาตรฐาน** ทางบริษัทซีคอนจำกัด ได้มีการเผื่อเหล็กยื่นออกมารับการผูกเหล็กเพื่อหล่อบางส่วนในที่ ซึ่งทางผู้รับเหมารายย่อยจะต้องมาทำการก่อสร้างในส่วนนี้ต่อ จึงนำเอาเหล็กที่เหลือจากส่วนอื่นมาทำการต่อทาบและผูกขึ้นเป็นคาน ทำให้ดูแล้วไม่เรียบร้อย อันตรายต่อโครงสร้างเป็นอย่างมาก

ในส่วนของคานคอดินก็เช่นกัน บางส่วนของโครงสร้างอาจอยู่ลึกเกินไปคนงานไม่สามารถเข้าไปทำไม้แบบได้สะดวก ทำให้การผูกเหล็กและแบบที่หล่อออกมานั้น ไม่ดีพอ

รูปที่5-76 แสดงการผูกเหล็กคานและคานคอดินที่ไม่ได้มาตรฐาน

สาเหตุของปัญหา

- การที่ผู้รับเหมารายย่อยก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน
- การวางขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนและขั้นตอนการก่อสร้างของผู้รับเหมารายย่อยไม่สัมพันธ์กัน เนื่องจากในการก่อสร้างโครงสร้างหลักนั้นทางซีคอน จะต้องก่อสร้างจนแล้วเสร็จหมดแล้วจึงส่งมอบงาน คงเหลืองานหล่อในที่ไว้โดยการยื่นเหล็กให้กับผู้รับเหมารายย่อย ซึ่งในการผูกเหล็กหล่อในที่บางส่วนยากแก่การเข้าถึง ซึ่งทางการวางแผนงานลำดับขั้นตอนการก่อสร้างไม่ดีเท่าที่ควรในส่วนนี้

5.5.1.5 **ระบบในการทำคานยื่น** ในการก่อสร้างคานยื่น ทางบริษัทซีคอน ได้มีการออกแบบและทำกรรมวิธีการก่อสร้างมาแล้วส่วนหนึ่ง(ตามหัวข้อที่ได้กล่าวผ่านมา) ทางผู้วิจัยมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางค้ำยันที่ยังไม่ได้มีการใช้เครื่องมือที่แข็งแรงและถูกต้อง ซึ่งเป็นเพียงแค่การนำเอาไม้ที่ได้ขนาดมาทำการค้ำไว้เท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อคนงานก่อสร้างได้ ถ้าเดินชนไม้ค้ำยันหล่นลงมา อาจจะทำให้ชิ้นส่วนหล่นลงมาได้ และการทำค้ำยันในบางส่วนไม่สามารถทำได้ ซึ่งต้องเสียเวลาในการผูกเหล็กและตั้งไม้แบบบริเวณหน้างานก่อสร้าง

รูปที่ 5-77 . แสดงการติดตั้งคานยื่นด้วยค้ำยัน

สาเหตุของปัญหา

- ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วน ไม่ได้พิจารณาถึงการติดตั้งให้ดีเท่าที่ควร

5.5.1.6 **ไม้แบบที่ใช้ในการหล่อประกอบจุดรอยต่อ** จากการเก็บข้อมูล ไม้แบบที่ใช้ในการหล่อรอยต่อเพื่อเทคอนกรีตนั้น จะใช้เป็นไม้แบบเหล็กที่มีมาตรฐานตามรอยต่อประเภทต่างๆ แต่ไม้แบบดังกล่าวมีความหลากหลายไม่เพียงพอในการนำมาใช้ประกอบจุดรอยต่อ จึงทำให้ในบางกรณีจำเป็นต้องมีการใช้ไม้แบบไม้ ตีเป็นไม้แบบแทน เช่น ส่วนที่มีคานหล่อในที่, ส่วนตอม่อกับเสา, ส่วนที่มีพื้นหล่อในที่ เป็นต้น ซึ่งทำให้ในชิ้นส่วนที่ได้ไม่สวยงาม

อีกทั้งในรอยต่อบางจุด ไม้แบบไม่ได้ขนาด จึงจำเป็นต้องมีการหล่อแบบจุดเดียวกัน 2 ครั้ง ทำให้คอนกรีตที่จุดรอยต่อเกิดความแข็งเกร็งไม่เพียงพอ และไม่แข็งแรงตามมาตรฐาน

ก. แสดงการตีไม้แบบไม้ในส่วนที่ไม่สามารถใช้ไม้แบบเหล็ก

ข. แสดงรอยต่อที่เกิดจากการหล่อแบบ 2 ครั้ง

รูปที่ .5-78 . แสดงการหล่อแบบที่ไม่ได้มาตรฐาน

สาเหตุของปัญหา

- ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้มีการออกแบบไม้แบบเหล็ก เพื่อเอาไว้ใช้ในหลายกรณีเท่าทีควร ทำให้รอยต่อที่ออกมาไม่สวยงามนัก

5.5.1.7 **การเทคอนกรีต** ทางบริษัทซีคอนนั้นได้ออกแบบให้มีการเทคอนกรีตผ่านส่วนที่เป็นรูบริเวณเสา โดยใช้เครื่องฉีดคอนกรีตแล้วทำการแหย่ลงไปในรูเติมคอนกรีตในแบบหล่อให้เต็ม แต่ผลในการเก็บข้อมูล คนงานใช้การเทคอนกรีตโดยเทผ่านช่องที่เปิดไว้เหนือรอยต่อ แล้วใช้เหล็กกระทุ้งให้คอนกรีตลงไปให้เต็มแบบ ซึ่งจะทำให้แบบที่ถอดออกมาไม่เรียบร้อยเท่าที่ควร

รูปที่ 5-79 . แสดงการรูที่ใช้ในการเทคอนกรีต และการตีไม้แบบไม้เปิดช่องทางด้านบนเพื่อการเทคอนกรีต

<u>สาเหตุของปัญหา</u>

- ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้เผื่อไม้แบบในบริเวณส่วนดังกล่าว ซึ่งขนาดไม่พอดีกับไม้แบบเหล็กที่มีอยู่

- รูที่ใช้ในการฉีดคอนกรีตอาจใหญ่ไม่เพียงพอ ซึ่งทางคนงานให้สัมภาษณ์ว่ายากที่จะใช้การฉีดน้ำปูนเข้าไป ถึงแม้ว่าจะมีเครื่องฉีดก็ตาม และยากแก่การกระทุ้งคอนกรีตเพื่อให้เมในแบบหล่อด้วย

- เครื่องมือขิงทางบริษัทอาจมีไม่เพียงพอ ซึ่งในการแก้ปัญหา จึงนำการเทคอนกรีตมาใช้ทดแทน

5.5.1.8 **การเลือกใช้ระบบพื้นสำเร็จรูปไม่พอดีกับขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน** บ้านในกรณีศึกษานั้นเลือกใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป หนา 5 มม.กว้าง 35 ซม. ซึ่งเมื่อนำมาวางแล้วถ้าช่วงเสากว้างแผ่นพื้นสำเร็จรูปนี้จะกระเพื่อมเมื่อคนงานขึ้นไปเดินทำงานอยู่ด้านบน ดูไม่แข็งแรง และเมื่อนำมาจัดเรียงในโครงสร้างของบ้านในกรณีศึกษา จะไม่สามารถลงได้พอดี ทำให้ต้องมีการตีไม้แบบเพื่อช่วยในการหล่อพื้นทับหน้าบนพื้นสำเร็จรูปด้วย โดยเฉพาะบริเวณหัวเสาของโครงสร้าง

รูปที่ .5-80 . แสดงการปูพื้นสำเร็จรูปที่มีขนาดไม่พอดีกับช่วงเสา

สาเหตุของปัญหา

- เกิดจากการกำหนดระยะในการก่อสร้างไม่ใช้ระบบประสานทางพิกัดที่เกิดจากหน่วยวัดเดียวกัน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงมิติทางการก่อสร้าง กว้าง * ยาว * สูง
- อาจจะเลือกระบบพื้นที่ไม่เหมาะสม กับช่วงเสาที่มีของบ้านในกรณีศึกษา

5.5.1.9 **การทำหนวดกุ้งในชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการก่อผนัง** ตามปกติแล้วการก่ออิฐมวลเบาจะต้องมีเหล็กยึดรอยต่อผนัง(Metal strap หรือ หนวดกุ้งพิเศษ)ติดตั้งทุกๆ สองชั้น ซึ่งในบ้านกรณีศึกษานั้นใช้การฝังเหล็กเส้นลงไปในหนังแทน Metal strap ซึ่งจะทำให้โครงสร้างดูไม่แข็งแรง

รูปที่ .5-81 แสดงการใช้หนวดกุ้งในบ้านกรณีศึกษา กับการใช้หนวดกุ้งพิเศษ(Metal strap)

สาเหตุของปัญหา

- ผู้รับเหมารายย่อยอาจจะขาดประสบการณ์ในการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา จึงใช้ความเคยชินในการก่อสร้าง

5.5.1.10 **การทำวงกบประตูและหน้าต่างที่ไม่ได้มาตรฐาน** เป็นการใช้การหล่อในที่มาผสมกับการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยที่โครงสร้างของ ซีคอน ไม่ได้ทำในส่วนคานทับหลังและเสาเอ็นมา ทางผู้รับเหมารายย่อยจึงใช้วิธีที่เคยชินในการทำหนวดกุ้ง แล้วเสริมเหล็กหล่อคานทับหลังดังรูปที่ 5-77 ซึ่งอาจจะมีความแข็งแรงไม่เพียงพอในการรับน้ำหนักมากๆ หรือป้องกันการพังทลายจากแรงด้านข้างได้

รูปที่ 5-82 แสดงการทำคานทับหลังและการทำวงกบประตู-หน้าต่างที่ไม่ได้มาตรฐาน

สาเหตุของปัญหา

- ทางบริษัทที่จัดทำชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้มีการออกแบบคานที่ใช้เป็นคานทับหลัง, เสาเอ็น เพื่อมาใช้ต่อเติมภายหลังจากที่โครงสร้างเสร็จแล้ว

5.5.1.11 **ขนาดของชิ้นส่วนคาน ไม่พอดีกับการก่อผนัง, วงกบประตู-หน้าต่างและการฉาบ** จึงทำให้ต้องมีการสกัดนำเอาส่วนที่เกินออกมาจากแนวผนังและระยะความหนาในการฉาบ ทำให้เสียเวลาในการสกัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปดังกล่าว

สาเหตุของปัญหา

- เกิดจากความผิดพลาดของการวัดระยะในการก่ออิฐมวลเบาและการติดตั้งความหนาของวงกบ ของคนงานก่อสร้าง

- ความหนาของชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปมีความหนาเกินระยะวงกบที่จะสามารถฉาบได้

รูปที่ .5-83 แสดงการสกัดคานทับหลังที่หล่อเพิ่ม เกินความหนาของวงกบหน้าต่าง

5.5.1.12 **การติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก** จากขั้นตอนการติดตั้งได้กล่าวไว้แล้วว่า มี 2 วิธีที่ทางโครงการเลือกใช้ ซึ่งในกรณีศึกษาเป็นแบบในกรณีที่ใช้คานสำเร็จรูปหลังคา ซึ่งจะเกิดความยุ่งยากคือ ในการติดตั้งจะต้องทำการสอดเหล็กสำเร็จรูปลงไปในชิ้นส่วนคานหลังคาสำเร็จรูป แล้วทำการเชื่อมเหล็กกับโครงหลังคาเป็นโครงสร้างต่อไป ซึ่งในวิธีการนี้ อาจขาดความแข็งแรงไป ถ้าเกิดลมพัดตีย้อนอย่างแรงจากใต้หลังคา โครงสร้างที่มีการเชื่อมยึดไม่อีกอาจเกิดอันตรายได้

รูปที่ 5-84 แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กด้วยการเชื่อมยึดกับเศษเหล็กเส้นที่เสียบเพิ่มเข้าไปในชิ้นส่วนเสาคานสำเร็จรูป

สาเหตุของปัญหา

- ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ได้กำหนดการออกแบบคานส่วนหลังคาให้สามารถยึดกับโครงหลังคาเหล็กที่ส่วนใด

- ทางเจ้าของโครงการไม่แน่ใจในด้านความแข็งแรงว่า ถ้าใช้คานหลังคาด้วยเหล็กจะมีความแข็งแรงเพียงพอกับโครงสร้างหลังคาหรือไม่ ทางเจ้าของโครงการจึงเลือกให้ทางบริษัทผลิตชิ้นส่วนออกแบบเป็นคานหลังคาคอนกรีต เพื่อความมั่นใจในความแข็งแรง

5.5.1.13 การไม่ได้วางแผนการวางงานระบบไว้ในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากรูปที่ 5-80. แสดงให้เห็นถึงการไม่ได้วางแผนงานระบบเดินไฟฟ้าไว้กับชิ้นส่วนสำเร็จรูปทำให้ต้องมีการสกัดเอาเนื้อคอนกรีตของชิ้นส่วนออกมาด้วย ทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน

รูปที่ .5-85 แสดงความผิดพลาดในการไม่เผื่องานระบบในชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สาเหตุของปัญหา

- เนื่องจากการก่อสร้างในกรณีศึกษาเป็นการว่าจ้างงานใน 2 เจ้าการก่อสร้างคือส่วนที่เป็นงานโครงสร้างหลัก และส่วนที่เป็นงานส่วนประกอบโครงสร้าง จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางการก่อสร้างได้

5.5.1.14 **การก่อผนังที่ไม่ได้มาตรฐาน** ในการก่อผนังคอนกรีตมวลเบานั้นการก่อระหว่างก้อนจะต้องมีระยะเหลื่อมอย่างน้อย 10 ซม. ซึ่งในบ้านกรณีศึกษาไม่ได้มีการก่อแบบตามมาตรฐาน ซึ่งอาจไม่เกิดความแข็งแรงเท่าที่ควร

รูปที่ 5-86 . แสดงการก่อผนังที่ไม่ได้มาตรฐาน

สาเหตุของปัญหา

- ผู้รับเหมาต้องการจะประหยัดการใช้ก้อนวัสดุ จึงทำการก่อให้เหลื่อมกันน้อยที่สุด ทำให้ไม่ต้องตัดก้อนมวลเบา
- คนงานขี้เกียจตัดก้อนวัสดุมวลเบา จึงใช้การก่อแบบเหลื่อมซ้อนกันน้อย
- ช่างก่อสร้างและคนงานขาดความรู้ในการก่ออิฐมวลเบา
- เกิดจากการกำหนดระยะในการก่อสร้างไม่ใช้ระบบประสานทางพิกัดที่เกิดจากหน่วยวัดเดียวกัน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงมิติทางการก่อสร้าง กว้าง * ยาว * สูง

5.5.1.15 **ความไม่รอบคอบในการตรวจทานแบบก่อนส่งแบบหล่อชิ้นส่วน** ซึ่งทางบริษัทผลิตชิ้นส่วนจะต้องมีความรอบคอบให้มาก เนื่องจากในบางครั้งการตรวจพลาดอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการก่อสร้างได้

สาเหตุของปัญหา

- ทางผู้ออกแบบและส่วนโรงงานหล่อชิ้นส่วนขาดความรอบคอบในการออกแบบและผลิตชิ้นส่วน
- อาจจะเกิดจากการติดตั้งผิด ของคนงานติดตั้งชิ้นส่วน

รูปที่ .5-87 แสดงเหล็กเส้นที่เกินออกมาจากชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป

5.6 ผลการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างและระยะเวลาการก่อสร้าง

ในการศึกษาถึงข้อมูลต่างๆในการเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างที่อยู่อาศัย ระหว่างที่อยู่อาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน กับที่อยู่อาศัยที่ก่อสร้างระบบทั่วไป โดยได้แบ่งเนื้อหาวิเคราะห์และเปรียบเทียบออกเป็น 3 ส่วนคือ การแบ่งหมวดงานต่างๆในการก่อสร้าง, ผลการศึกษาของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน, ผลการศึกษาของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป เพื่อเป็นการลำดับผลการศึกษาที่สำคัญที่จะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างต่อไป

5.6.1 **การแบ่งหมวดงานต่าง ๆในการก่อสร้าง** เพื่อสะดวกในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และยังสามารถเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างแต่ละหมวดงานได้ชัดเจน การแบ่งหมวดงานแบ่งตามหลักวิชาการประมาณราคาและกรรมวิธีการก่อสร้าง โดยแบ่งหมวดงานออกเป็นแต่ละหมวดงาน ดังต่อไปนี้

5.6.1.1 **หมวดงานโครงสร้าง** งานโครงสร้างเป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ การตอกเข็ม, งานขุดดิน, งานเหล็ก, งานคอนกรีต, งานไม้แบบและงานแผ่นพื้นสำเร็จรูป

5.6.1.2 **หมวดงานโครงหลังคาและวัสดุมุง** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ งานโครงเหล็ก, งานกระเบื้องมุงหลังคา และเชิงชาย

5.6.1.3 **หมวดงานก่อและงานพื้นผิว** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ งานก่ออิฐ, เอ็นทับหลัง, งานฉาบปูน, งานตกแต่งพื้นผิวและผนัง

5.6.1.4 **หมวดงานประตู-หน้าต่าง** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ วงกบ, บานประตู-หน้าต่าง, กระจก, และอุปกรณ์สำหรับติดตั้งประตูหน้าต่าง

5.6.1.5 **หมวดงานไฟฟ้า** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน ในการติดตั้งไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด

5.6.1.6 **หมวดงานประปาและสุขาภิบาล** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน โดยมีรายการดังนี้ งานระบบท่อ, งานสุขภัณฑ์และติดตั้ง, งานบ่อเกรอะบ่อซึม

5.6.1.7 **หมวดงานฝ้าเพดาน** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน ในการติดตั้งฝ้าเพดานภายในอาคารและฝ้าเพดานภายนอกอาคาร

5.6.1.8 **หมวดงานสี** เป็นรายละเอียดทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน ในการทาสีอาคารทั้งหมด

5.6.1.9 **หมวดงานเบ็ดเตล็ด** เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับเพื่อดำเนินการก่อสร้างเช่น ค่าน้ำมันรถ เป็นต้น

5.6.2 **ผลการศึกษาเกี่ยวกับบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน** จากการศึกษาพบว่า ราคาค่าก่อสร้างในส่วนโครงสร้างของโครงการที่ทำการศึกษานั้น เป็นการเหมาทั้งค่าชิ้นส่วนวัสดุและค่าแรงทั้งหมด สำหรับการขุด-ถมดิน,ตอกเข็มนั้น ทางเจ้าของโครงการได้ว่าจ้างให้ผู้รับเหมารายอื่นมาดำเนินการแล้วทางส่วนโครงสร้างหลัก (บริษัท ซีคอน:บริษัทที่ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป) สามารถเข้าไปติดตั้งได้ทันที สามารถแยกพิจารณาได้เป็น 2 หัวข้อคือ

5.6.2.1 **ราคาค่าก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน** ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลด้านราคาค่าสั่งซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน จากการเก็บข้อมูล 3 บริษัทคือ

5.6.2.1.1 **บริษัท ซีคอน จำกัด**(บริษัท 1)เป็นบริษัทที่ผู้วิจัยได้เก็บทั้งข้อมูลการก่อสร้าง, ข้อมูลโรงงานและข้อมูลราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งทางบริษัท ซีคอน สามารถให้ราคาเหมาซื้อโครงสร้างรวมติดตั้ง (ค่าวัสดุ+ค่าแรงงาน) ซึ่งราคาอยู่ที่ 176,550 บาท แยกออกเป็นค่าวัสดุ 161,910 บาท ค่าแรงงาน 14,640 บาท ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนดังนี้

- คานชั้นล่าง 26 ชิ้น
- คานชั้นสอง 23 ชิ้น
- คานหลังคา 21 ชิ้น
- เสา 16 ต้น (เป็นเสาต่อเนื่องยาว 6.50 เมตร)

รวมจำนวนชิ้นส่วน 86 ชิ้น **ราคา 176,550.00 บาท**

5.6.2.1.2 **บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด** (บริษัท 2) เป็นบริษัทที่ผู้วิจัยได้สอบถามราคาเพียงอย่างเดียว ซึ่งได้ข้อมูลราคาค่าเหมาซื้อโครงสร้างและติดตั้ง และคิดค่าวัสดุแยกกับค่าแรงงาน โดยแยกออกเป็นราคาออกเป็น

- คานชั้นล่าง	22 ชิ้น	ราคา	35,020.00 บาท
- คานชั้นสอง	27 ชิ้น	ราคา	45,140.00 บาท
- คานชั้นหลังคา	24 ชิ้น	ราคา	28,700.00 บาท
- เสา	32 ต้น	ราคา	27,200.00 บาท
รวมจำนวนชิ้นส่วน	105 ชิ้น	ราคา	136,060.00 บาท

- ราคาค่าติดตั้งคานต่อชั้นๆละ	10,000 บาท จำนวน 3 ชั้น	ราคา	30,000.00 บาท
- ราคาค่าติดตั้งเสาต่อชั้นๆละ	8,000 บาท จำนวน 2 ชั้น	ราคา	16,000.00 บาท

รวมราคาค่าแรง ราคา 46,000.00 บาท

รวมราคาค่าของและค่าแรง **ราคา 182,060.00 บาท**

(ราคานี้รวมค่าขนส่งค่าติดตั้ง และภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %)

5.6.2.1.3 **บริษัท ไดอิจิ เฮ้าส์ จำกัด** (บริษัท 3) เป็นบริษัทที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นเฉพาะราคาเหมาจ่ายเช่นเดียวกับบริษัท 1 และข้อจำกัดของบริษัท 3 นั้นขนาดเสาจะมีขนาดได้เพียง 0.16 x 0.16 เมตรเท่านั้น ซึ่งแบบในกรณีศึกษาต้องการ 0.20 x 0.20 เมตร จึงได้มาเพียงแค่ราคาชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปเท่านั้น และใช้คานหลังคาเป็นอะเสเหล็ก ซึ่งบริษัท 3 จะไม่นำมาพิจารณาราคาค่าก่อสร้าง ราคาเฉพาะคานสำเร็จรูปอยู่ที่ 64,716.20 บาท(ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม) ซึ่งประกอบไปด้วย

- คานชั้นล่าง 24 ชิ้น
- คานชั้นบน 25 ชิ้น
- รวม 49 ชิ้น (ซึ่งทางผู้วิจัยจะไม่นำมาคำนวณรายการค่าก่อสร้าง)

ตารางที่ .5-1 ค่าก่อสร้างบ้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บริษัท 1 : บริษัท ซีคอน จำกัด)

ลำดับที่	สรุปรายการ	รวมค่าของ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	ราคารวม (บาท)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1 งานโครงสร้าง	งานโครงสร้าง (ไม่รวมพื้นสำเร็จรูป)	**161,910**	**14,640**	**176,550**	**17.00**
	พื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่	91,960	32,641	124,601	12.00
	งานเสาเข็ม	(เหมารวมค่าตอก)		98,119	9.00
2	งานโครงหลังคาและวัสดุมุง	74,528	25,850	100,378	9.52
3	งานก่อและงานพื้นผิว	145,715	92,190	237,905	22.57
4	งานประตู-หน้าต่าง	66,998	10,000	76,998	7.30
5	งานไฟฟ้า	40,000	(รวมอยู่ในค่าวัสดุ)	40,000	3.79
6	งานประปาและระบบสุขาภิบาล	55,792	6,990	62,782	5.96
7	งานฝ้าเพดาน	44,890	5,880	50,770	4.82
8	งานสี	17,760	29,580	46,940	4.45
9	งานเบ็ดเตล็ด	39,170	-	39,170	3.72
	รวม	659,553	217,371	**1,054,213**	100.00
	ค่าดำเนินการ กำไร 10%			105,421	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			73,794	
	รวมทั้งสิ้น			**1,233,428**	

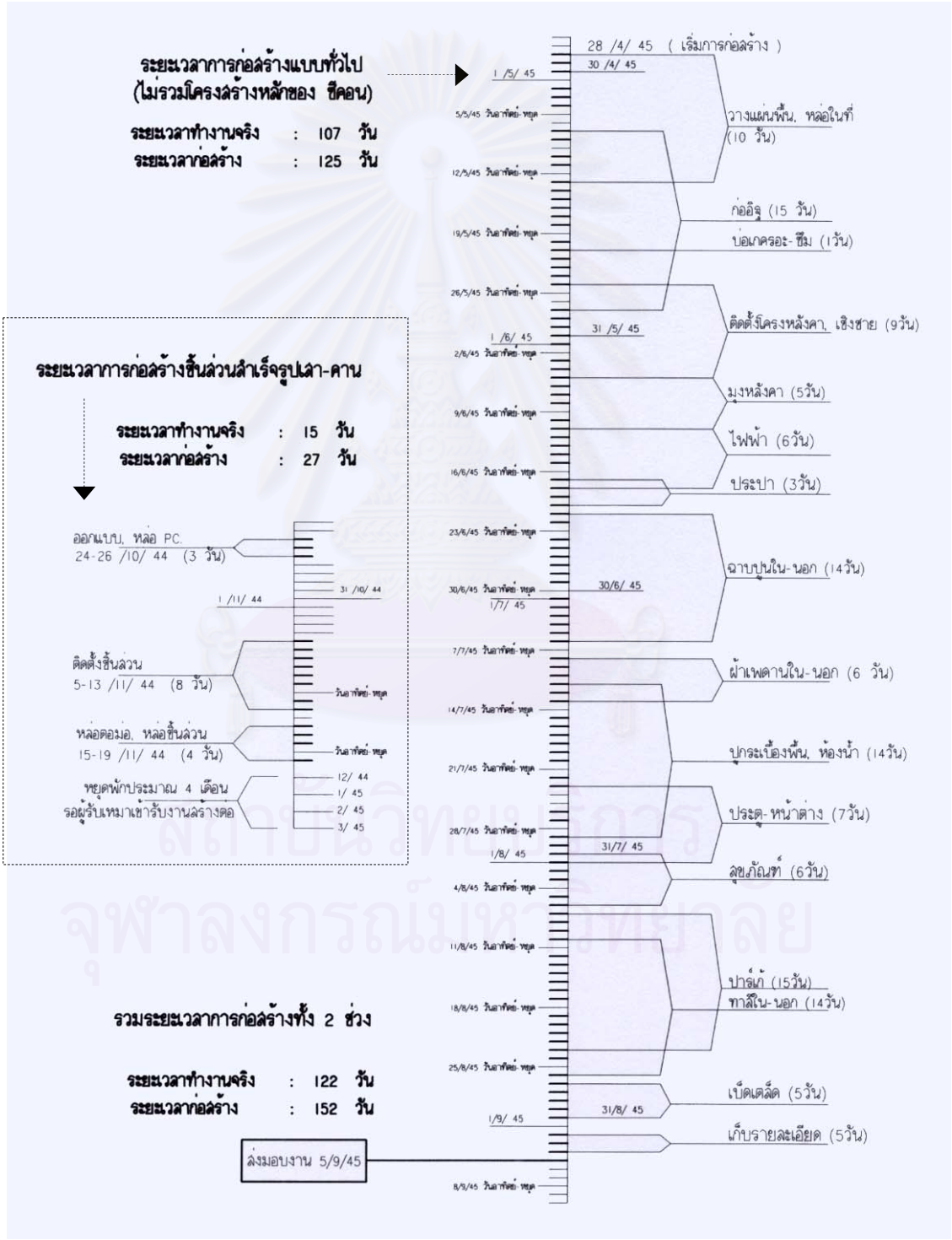
ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (28 เมษายน 2545. ถึง 5 กันยายน 2545)
สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นราคาใน 24 ตุลาคม 2544. ถึง 19 พฤศจิกายน 2544
สำหรับราคารายการอื่น ใช้รายการราคาเดียวกับราคาผู้รับเหมาของหมู่บ้าน

ตารางที่ 5-2 ค่าก่อสร้างบ้านชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บริษัท 2 : บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด) : เพื่อศึกษาถึงค่าแรงงานที่แยกจากราคาค่าวัสดุ

ลำดับที่	สรุปรายการ	รวมค่าของ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	ราคารวม (บาท)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1 งานโครงสร้าง	งานโครงสร้าง (ไม่รวมพื้นสำเร็จรูป)	136,060	46,000	182,060	17.18
	พื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่	91,960	32,641	124,601	11.76
	งานเสาเข็ม	(เหมารวมค่าตอก)		98,119	9.26
2	งานโครงหลังคาและวัสดุมุง	74,528	25,850	100,378	9.47
3	งานก่อและงานพื้นผิว	145,715	92,190	237,905	22.45
4	งานประตู-หน้าต่าง	66,998	10,000	76,998	7.27
5	งานไฟฟ้า	40,000	(รวมอยู่ในค่าวัสดุ)	40,000	3.77
6	งานประปาและระบบสุขาภิบาล	55,792	6,990	62,782	5.92
7	งานฝ้าเพดาน	44,890	5,880	50,770	4.79
8	งานสี	17,760	29,580	46,940	4.43
9	งานเบ็ดเตล็ด	39,170	-	39,170	3.70
	รวม	712,873	249,131	1,059,723	100.00
	ค่าดำเนินการ กำไร 10%			105,972	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			74,181	
	รวมทั้งสิ้น			1,239,876	

ที่มา : จากการสอบถามราคาโครงสร้างหลัก(เฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน)จากบริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด ราคา ณ วันที่ 9 เมษายน 2546 ; สำหรับราคารายการอื่น ใช้รายการราคาเดียวกับราคาผู้รับเหมาของหมู่บ้าน

5.6.2.2 **ระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน** ระยะเวลาในการก่อสร้างของกรณีศึกษาถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงระยะเวลาคือ ช่วงระยะเวลาที่ประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน(24 ตุลาคม 2544 – 19 พฤศจิกายน 2544) และช่วงเวลาที่ทำการก่อสร้างต่อจนแล้วเสร็จ(28 เมษายน 2545. - 5 กันยายน 2545) ดูได้จากผังตารางเวลาทำงานดังนี้



แผนผังที่ .5-3 แสดงระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

ก. แสดงการเตรียมผังงานก่อสร้าง
(3 วัน)

(ใช้เวลารวมในการติดตั้งชิ้นส่วน 8 วัน)

ข. แสดงการติดตั้งเครื่องจักรประกอบ ชิ้นส่วน

ค. แสดงการติดตั้งเสาและคานคอดิน

ง. แสดงการติดตั้งคานชั้น 2 และคานหลังคา

รูปที่ 5-88 แสดงลำดับขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

จ. แสดงการติดตั้งชิ้นส่วนเสร็จสิ้น แต่ยังไม่ได้เทปูนปิดรอยต่อ
(ตั้งแต่วันแรกที่ปักผังจนถึงขั้นตอนนี้ใช้เวลา 11 วัน)

ฉ. แสดงโครงสร้างหลักประกอบติดตั้งเสร็จส่งงานโครงสร้างของซีคอน (4 วัน)

ช. แสดงการก่ออิฐมวลเบา
(15 วัน)

ซ. แสดงการติดตั้งวงกบประตู, หน้าต่าง
(7 วัน)

รูปที่5-88 แสดงลำดับขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (ต่อ)

ฌ. แสดงวางโครงหลังคาเหล็ก
(9 วัน)

ญ. แสดงการติดตั้งเชิงชายและก่อผนัง เพิ่มเติม
(เก็บรายละเอียดงานในช่วงเวลาดังกล่าว)

ฎ. แสดงการติดตั้งกระเบื้องหลังคา
(5 วัน)

ฏ. แสดงบ้านที่ก่อสร้างเสร็จด้วยระบบ
เสา-คานสำเร็จรูป
(ใช้เวลาก่อสร้างในช่วงเวลาจริง 122 วัน)

รูปที่ .5-88 แสดงลำดับขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้าง : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (ต่อ)

5.6.3 **ผลการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านด้วยระบบแบบทั่วไป** ข้อแตกต่างกับบ้านที่ก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน คือ บ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เป็นบ้านที่เกิดจากการหล่อเสา-คานในที่แล้วก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว การก่อสร้างและวัสดุเหมือนกันทุกประการ รวมถึงทางโครงการยังใช้ผู้รับเหมารายย่อยเดิม ส่งผลให้ราคาในส่วนสถาปัตยกรรมอื่นๆไม่มีความแตกต่างกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน

5.6.3.1 **ราคาค่าก่อสร้างบ้านด้วยระบบแบบทั่วไป** สำหรับราคางานโครงสร้างของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป ซึ่งทำการก่อสร้างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543. ซึ่งค่าก่อสร้างโครงสร้างเสา-คาน-ฐานรากหล่อในที่แบ่งออกเป็นค่าวัสดุ 165,952 บาท ค่าแรงงาน 66,148 บาท รวมทั้งหมด 232,100 บาทนั้น เป็นราคาที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ เนื่องจากราคาที่ได้นั้น อยู่คนละช่วงเวลากับการก่อสร้างของบ้านในกรณีศึกษาทั้ง 2 หลัง ทางผู้วิจัยจึงทำการคำนวณราคาค่างานโครงสร้างส่วนนั้นขึ้นมาใหม่ โดยใช้ราคาค่าของและราคาค่าแรงงานในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544.จำนวน 3 แหล่งข้อมูล และเลือกราคาข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูงที่สุด (ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่มาจากการเปรียบเทียบค่าก่อสร้างของบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊คชั่น จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่รับสร้างบ้านให้กับบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ทั่วไป โดยการนำราคามาจากตารางราคาที่บริษัททำขึ้นเปรียบเทียบระหว่างบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ 2 บริษัท ผนวกกับราคาที่ผู้วิจัยได้ให้ทางบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊คชั่น จำกัด คำนวณหาเพิ่มเติมให้ โดยใช้แหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือคือ : สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ประจำเดือนตุลาคม 2544.), (ดูตารางราคาค่าวัสดุและค่าแรงทั้ง 3 แหล่งข้อมูลได้ที่ภาคผนวก) โดยที่ราคาค่าก่อสร้างเฉพาะโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก ของทั้ง 3 แหล่งมีรายละเอียดดังนี้

- **บริษัทรับสร้างบ้าน** ; **แหล่งที่ 1** ค่าวัสดุ 177,291 บาท ค่าแรงงาน 42,785 บาท รวมทั้งหมด 220,076 บาท

- **บริษัทรับสร้างบ้าน** ; **แหล่งที่ 2** ค่าวัสดุ 171,091 บาท ค่าแรงงาน 42,785 บาท รวมทั้งหมด 213,876 บาท

- **สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์** ค่าวัสดุ 200,024 บาท ค่าแรงงาน 42,738 บาท รวมทั้งหมด 242,762 บาท

จากการศึกษาผู้วิจัยได้เลือกใช้ราคาที่น่าเชื่อถือของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ประจำเดือนตุลาคม 2544. พบว่า : ราคาค่าของและค่าแรงงานรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 1,115,995 บาท โดยที่งานโครงสร้างอยู่ที่ร้อยละ 21.75 ของค่าก่อสร้างทั้งหมด

ตารางที่ 5-3 ค่าก่อสร้างบ้านด้วยระบบแบบทั่วไป

ลำดับที่	สรุปรายการ	รวมค่าของ (บาท)	รวมค่าแรงงาน (บาท)	ราคารวม (บาท)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1 งานโครงสร้าง	งานโครงสร้าง (ไม่รวมพื้นสำเร็จรูป)	200,024	42,738	242,762	21.75
	พื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่	91,960	32,641	124,601	11.17
	งานเสาเข็ม	(เหมารวมค่าตอก)		98,119	8.79
2	งานโครงหลังคาและวัสดุมุง	74,528	25,850	100,378	8.99
3	งานก่อและงานพื้นผิว	141,845	91,630	233,475	20.92
4	งานประตู-หน้าต่าง	66,998	10,000	76,998	6.90
5	งานไฟฟ้า	40,000	(รวมอยู่ในค่าวัสดุ)	40,000	3.58
6	งานประปาและระบบสุขาภิบาล	55,792	6,990	62,782	5.63
7	งานฝ้าเพดาน	44,890	5,880	50,770	4.55
8	งานสี	17,760	29,580	46,940	4.21
9	งานเบ็ดเตล็ด	39,170	-	39,170	3.51
	รวม	693,397	245,309	1,115,995	100.00
	ค่าดำเนินการ กำไร 10%			111,600	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			78,120	
	รวมทั้งสิ้น			1,305,715	

ที่มา : จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (10 ธันวาคม 2544 ถึง 24 เมษายน 2545) ; ส่วนสถาปัตยกรรมทั่วไป ผนวกกับราคาที่ผู้วิจัยได้ให้ทางบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรัคชั่น จำกัด คำนวณหาเพิ่มเติมให้ โดยใช้แหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือคือ : สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ประจำเดือนตุลาคม 2544. ; ในส่วนของการหล่อโครงสร้างเสา-คาน และฐานรากในที่ก่อสร้าง

5.6.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างบ้านด้วยระบบทั่วไป

ระยะเวลาในการก่อสร้างของกรณีศึกษาส่วนที่ทำการก่อสร้างแบบทั่วไปนั้น แบ่งระยะเวลาออกเป็น 2 ช่วงคือ

(1.) ช่วงก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้ามาเก็บข้อมูล ซึ่งได้มีการก่อสร้างในส่วนของโครงสร้างฐานราก, ตอม่อ, เสา, คาน, พื้นสำเร็จรูปเสร็จแล้วคืออยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543.(ซึ่งข้อมูลทางด้านราคาและระยะเวลาได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ)

(2.) ช่วงที่เริ่มมีการก่อสร้างต่อจากโครงสร้างส่วนข้อ (1.)คือช่วงตั้งแต่วันที่ 10 ธันวาคม 2544. จนส่งมอบงานให้ลูกค้าในวันที่ 24 เมษายน 2545.(ข้อมูลในช่วงเวลานี้ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลที่หน้างานด้วยตนเอง) ; ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในส่วนของบทที่ 6

หมายเหตุ : ผู้วิจัยได้ทำระยะเวลาเปรียบเทียบของการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบไว้เป็นแบบ Bar Chart เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาต่อลักษณะของงานแต่ละประเภท ในบทที่ 6.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์ผล

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ ด้านต้นทุนค่าก่อสร้างและระยะเวลาในการก่อสร้างเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบทั่วไป, ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง, กรรมวิธีการออกแบบและการก่อสร้างบ้านในกรณีศึกษา โดยลำดับการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

6.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างเปรียบเทียบกับระบบทั่วไป

6.1.1 เปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้าง จากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างระหว่างบ้านที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานกับบ้านที่สร้างด้วยระบบก่อสร้างทั่วไป โดยเปรียบเทียบลักษณะหมวดงานต่อหมวดงาน พบว่าหมวดงานโครงสร้าง ซึ่งเป็นหมวดงานที่เห็นได้ชัดถึงการเปลี่ยนแปลง มีการราคาเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 17.76, งานก่อและงานพื้นผิวมีราคาเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.86 (ดูตารางที่ 6-1) นอกนั้นราคาคงตัวเนื่องจากปริมาณกรรมวิธีการก่อสร้าง วัสดุและผู้รับเหมารายเดียวกัน

ราคาค่าก่อสร้างรวมค่าดำเนินการ 10 % และภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%ของบ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน(ราคาชิ้นส่วนจากบริษัท ซีคอน จำกัด)เมื่อเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างของระบบการก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป สามารถจำแนกราคาได้ดังนี้คือ

- **ราคารวม** : ค่าดำเนินการ 10 % และภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

ราคารวมของบ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน	1,233,428	บาท
ราคารวมของบ้านที่สร้างด้วยการก่อสร้างระบบทั่วไป	1,305,715	บาท
- ราคาลดลง	72,287	บาท
- ราคาลดลงร้อยละ	5.54	

- **ราคาเปรียบเทียบเฉพาะโครงสร้าง**

บ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน	399,270	บาท
บ้านที่สร้างด้วยการก่อสร้างระบบทั่วไป	465,482	บาท
- ราคาลดลง	66,212	บาท
- ราคาลดลงร้อยละ	14.22	

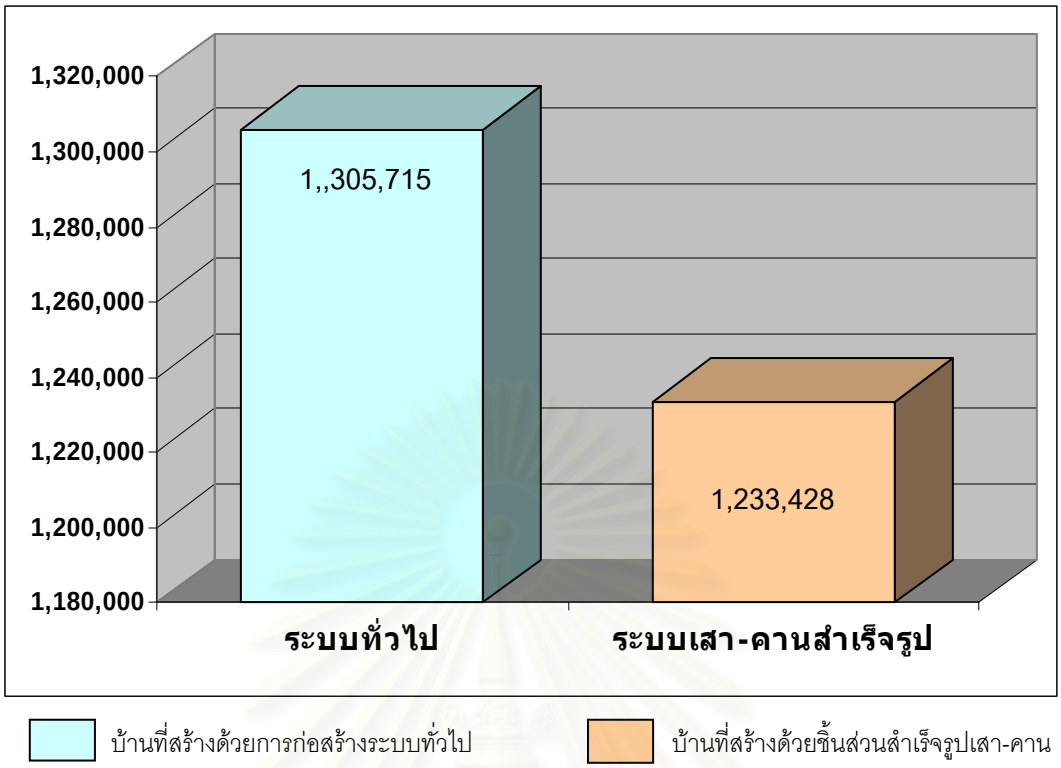
ตารางที่ 6-1 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบทั่วไป กับบ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของ***บริษัท ซีคอน จำกัด***

ลำดับที่	หมวดงาน	ระบบทั่วไป (บาท)	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บาท)	ราคาเปลี่ยนแปลง (บาท) (+) เพิ่มขึ้น/(-) ลดลง	% ราคาเปลี่ยนแปลง (บาท) (+) เพิ่มขึ้น/(-) ลดลง
1	งานโครงสร้าง	465,482	399,270	- 66,212	- 14.22
2	งานโครงหลังคา&วัสดุมุง	100,378	100,378	-	-
3	งานก่อและงานพื้นผิว	233,475	237,905	+ 4,430	+ 1.86
4	งานประตู-หน้าต่าง	76,998	76,998	-	-
5	งานไฟฟ้า	40,000	40,000	-	-
6	งานประปาและระบบสุขาภิบาล	62,782	62,782	-	-
7	งานฝ้าเพดาน	50,770	50,770	-	-
8	งานสี	46,940	46,940	-	-
9	งานเบ็ดเตล็ด	39,170	39,170	-	-
รวม		1,115,995	1,054,213	- 61,782	- 5.54
ค่าดำเนินการ กำไร 10 %		111,600	105,421	- 8,179	- 5.54
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %		78,120	73,794	- 5,726	- 5.54
รวมทั้งสิ้น		1,305,715	1,233,428	- 72,287	- 5.54

ที่มา : จากการสอบถามราคาโครงสร้างหลัก(เฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน)จากบริษัท ซีคอน จำกัด ราคา ณ วันที่ 24 ตุลาคม 2544 ถึง 19 พฤศจิกายน 2544. ; สำหรับราคารายการอื่น ใช้รายการราคาเดียวกับราคาผู้รับเหมาของหมู่บ้าน ; จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (ตั้งแต่วันที่ 24 เมษายน 2544. จนถึง 5 กันยายน 2545.)

จากราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบ(ตารางที่ 6-1) นำมาหาค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย 170 ตารางเมตรในราคาค่าก่อสร้างที่รวมค่าดำเนินการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่มแล้วในระบบทั่วไป คือ 1,305,715 บาท จะได้ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านเท่ากับ 7,681 บาท/ตารางเมตร สำหรับค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอยในราคาค่าก่อสร้างที่รวมค่าดำเนินการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่มแล้วในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานคือ 1,233,428 บาท จะได้ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านเท่ากับ 7,255 บาท/ตารางเมตร ซึ่งจะมีราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อพื้นที่ที่ลดลง 426 บาท/ตารางเมตร หรือลดลงร้อยละ 5.54

จากตาราง 6-1 สามารถสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบราคารวมได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 6-1 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบ(ราคาชิ้นส่วนจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

6.1.2 **สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาค่าก่อสร้าง** จากการวิเคราะห์ (ตารางที่ 6-1) มีการเปลี่ยนแปลงราคาเพิ่ม 1 หมวดงานได้แก่ งานก่อและงานพื้นผิว และมีการเปลี่ยนแปลงราคาลดลง 1 หมวดงานได้แก่ งานโครงสร้าง ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเพิ่มลดต้นทุนค่าก่อสร้างแต่ละหมวดงาน สรุปได้เป็นลำดับดังนี้

6.1.2.1 **หมวดงานโครงสร้าง** ราคาเปลี่ยนแปลงลดลง มีสาเหตุมาจาก การเปลี่ยนระบบการก่อสร้างจากการหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้าง เป็นการสั่งซื้อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานจากบริษัทซึ่งรับผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ราคารวมออกแบบตลอดจนติดตั้งแล้วเสร็จในส่วนของโครงสร้างเสา-คาน-ฐานรากคือ 176,550 บาท (ราคาดังกล่าวได้มาจากการสอบถามคุณกิตติพันธ์ สุขสมกิจ : ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้างและเจ้าของโครงการ ราคา กับการสอบถามจากคุณสุภัทร์ อุทัยวัฒน์ : ผู้จักการฝ่ายวิศวกรรมและประมาณการบริษัทที่รับออกแบบ หล่อและติดตั้งชิ้นส่วนดังกล่าว

เมื่อทำการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างเฉพาะหมวดงานโครงสร้าง(โดยใช้ราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของบริษัท ซีคอน จำกัด) ราคาเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 14.22 คือลดลง 66,212 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับหมวดโครงสร้างของการหล่อเสาคานในที่

<u>กรณีศึกษา : การสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน กับผู้ประกอบการรายอื่นเช่นเดียวกับบริษัทในกรณีศึกษา</u>

ผู้วิจัยจึงทำการเสนอแบบบ้านคุณาลักษณ์ไปยังบริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่รับออกแบบ หล่อ และติดตั้งชิ้นส่วนเช่นเดียวกับบริษัท ซีคอน จำกัด(ดูรายละเอียดใบเสนอราคาได้ที่ภาคผนวก) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบราคากับบริษัทที่ประกอบการในลักษณะเดียวกันตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจากตารางที่ภาคผนวกพบว่า ราคาที่บริษัทดังกล่าวเสนอมาคือ 182,060 บาท

เมื่อทำการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างเฉพาะหมวดงานโครงสร้าง(โดยใช้ราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของบริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด) ราคาเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ13.04 คือลดลง 60,702 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับหมวดโครงสร้างของการหล่อเสาคานในที่

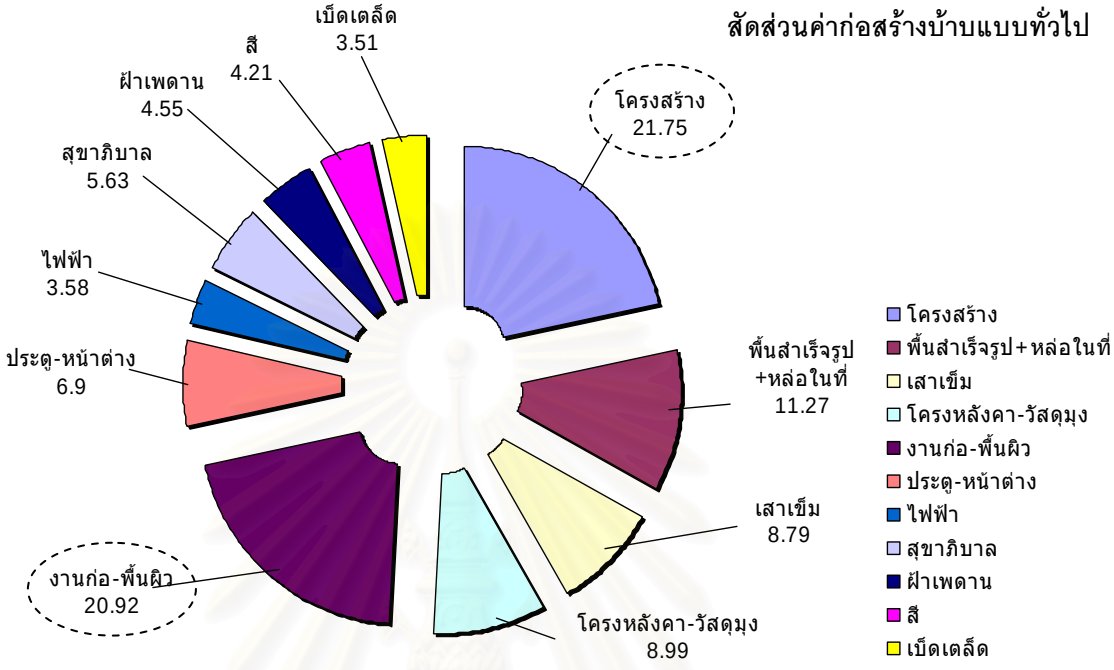
ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบบริษัทที่รับออกแบบ ผลิต ติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้ง 2 บริษัทปรากฏว่า ราคาเฉพาะส่วนของบริษัท ซีคอน จำกัดจะถูกกว่า 5,510 บาทหรือประมาณ 1.14 ของราคาที่ลดลง

6.1.2.2 **หมวดงานก่อและงานพื้นผิว** เนื่องจากกรณีศึกษาที่ใช้โครงสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาคานเลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อ ซึ่งกรณีศึกษาบ้านแบบโครงสร้างหล่อในที่ใช้ผนังก่ออิฐมอญทั่วไป ทำให้ราคาหมวดงานของส่วนนี้เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าของและค่าแรงงาน ซึ่งตามความจริงแล้วราคาการก่อผนังของคอนกรีตมวลเบาจะใกล้เคียงกับราคาการก่ออิฐมอญ(ค่าของ+ค่าแรงงานของการก่อผนังอิฐมอญครึ่งแผ่นเท่ากับ 160 บาท/ตร.ม. สำหรับผนังก่ออิฐ Q-CON ขนาด 0.075 ม.เท่ากับ 165 บาท/ตร.ม. : ที่มาจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ; http://www.price.moc.go.th ; เลือกหัวข้อราคาสินค้า ตุลาคม 2544.) แต่เนื่องด้วยเจ้าของโครงการต้องการจะทดลองใช้ ผู้รับเหมาของโครงการจึงของเพิ่มค่าแรงงานก่อผนัง ส่งผลให้ราคาเพิ่มขึ้นแต่ก็ไม่มากนัก

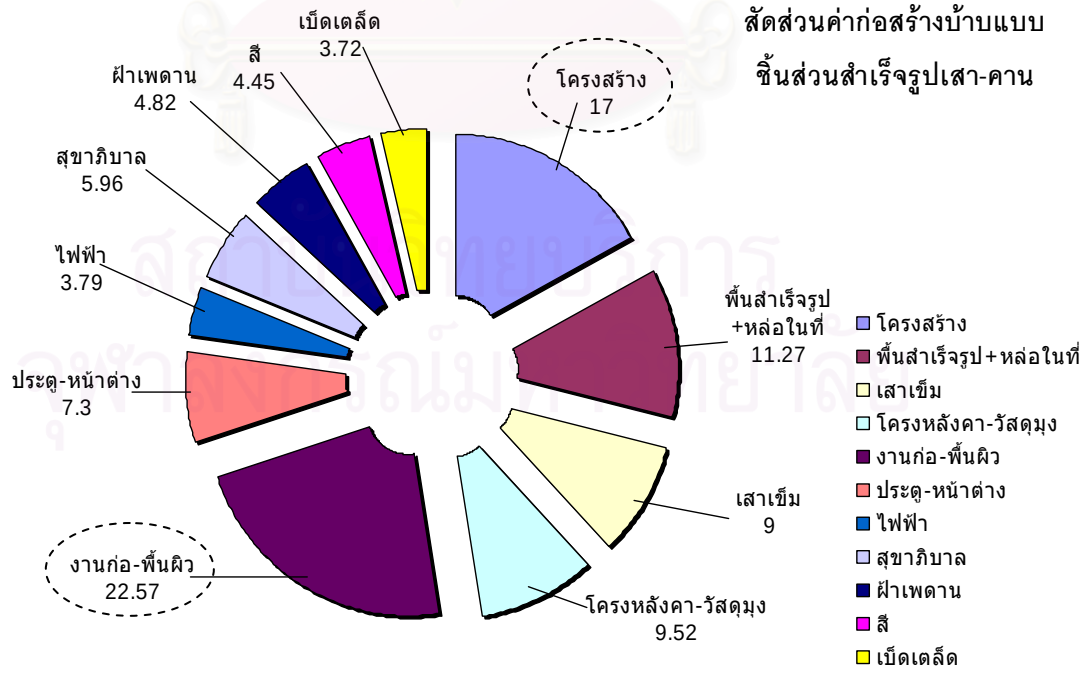
6.1.3 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างแบ่งตามหมวดงานต่าง ๆ

6.1.3.1 **สัดส่วนของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป** จากตารางที่ 5-3 ของบทที่ 5 หน้า 131. จะเห็นว่าสัดส่วนต่างๆมีดังต่อไปนี้ หมวดโครงสร้าง 21.75%, พื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่ 11.17%, งานเข็ม 8.79%, งานโครงหลังคาและวัสดุมุง 8.99%, งานก่อและงานพื้นผิว 20.92%, งานประตู-หน้าต่าง 6.90%, งานไฟฟ้า 3.58%, งานประปาและระบบสุขาภิบาล 5.63, งานฝ้าเพดาน 4.55%, งานสี 4.21%, งานเบ็ดเตล็ด 3.51% (ดูได้จากแผนภูมิที่ 6-2.)

จะเห็นได้ว่าหมวดงานโครงสร้าง และหมวดงานก่อและพื้นผิวมีค่าก่อสร้างสูงมากที่สุด 21.75% และ 20.92% ของต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดตามลำดับ



แผนภูมิที่ 6-2 . เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างตามหมวดงานต่างๆของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป



แผนภูมิที่ 6-3. เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าก่อสร้างตามหมวดงานต่างๆของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปรูปเสา-คาน

6.1.3.2 **สัดส่วนของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน** จากตารางที่ 5-1.บทที่ 5 หน้า 124. จะเห็นว่าสัดส่วนต่างๆมีดังต่อไปนี้ หมวดโครงสร้าง 17%, พื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่ 11.27%, งานเข็ม 9%, งานโครงหลังคาและวัสดุมุง 9.52%, งานก่อและงานพื้นผิว 22.57%, งานประตู-หน้าต่าง 7.30%, งานไฟฟ้า 3.79%, งานประปาและระบบสุขาภิบาล 5.96%, งานฝ้าเพดาน 4.82%, งานสี 4.45%, งานเบ็ดเตล็ด 3.72% (ดูได้จากแผนภูมิที่ 6-3.)

จะเห็นได้ว่าหมวดงานโครงสร้าง และหมวดงานก่อและพื้นผิวมีค่าก่อสร้างสูงมากที่สุด 17% และ 22.57% ของต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดตามลำดับ

นำสัดส่วนค่าก่อสร้างของบ้าน 2 หลังมาวิเคราะห์ดูจะเห็นได้ว่า มีสัดส่วนค่าก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ในหมวดงานโครงสร้างน้อยกว่าบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป 4.75% ในขณะที่หมวดงานก่อและพื้นผิวมีสัดส่วนค่าก่อสร้างมากกว่าบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป 1.65% ส่วนในหมวดงานอื่นๆสัดส่วนใกล้เคียงกัน

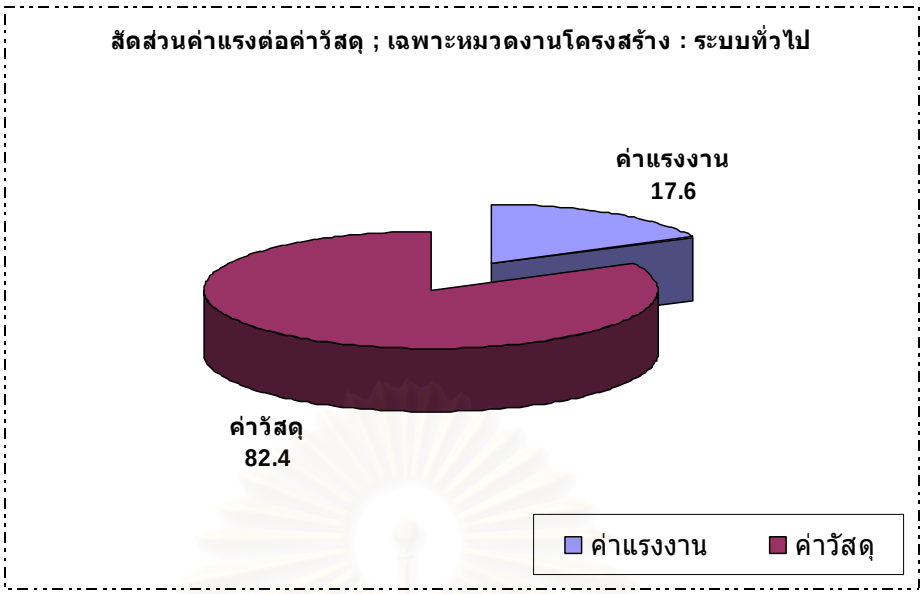
จะเห็นได้ว่าถ้านำระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้แทนการหล่อเสา-คานในที่ จะทำให้สัดส่วนที่มากที่สุดที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างคือ หมวดโครงสร้างนั้นลดลง ทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลงได้ ซึ่งถ้านำระบบดังกล่าวไปสร้างในลักษณะของงานที่มีปริมาณมาก สัดส่วนราคาหมวดก่อสร้างน่าที่จะมีราคาลดลงได้มากกว่านี้อีกมาก รวมถึงในหมวดของงานก่อและพื้นผิวนั้น ถ้าสามารถสร้างในปริมาณมากและช่างมีความชำนาญมากขึ้น ก็จะทำให้สร้างงานได้เร็วขึ้น และทำให้ราคาค่างานก่อและงานพื้นผิวลดลงด้วยเช่นกัน

6.1.4 **เปรียบเทียบสัดส่วนค่าแรงต่อค่าวัสดุ** เพื่อคำนวณและเปรียบเทียบหาระยะเวลาการก่อสร้างบ้านด้วยระบบทั้งสอง โดยแยกวิเคราะห์เป็นระบบการก่อสร้างดังนี้

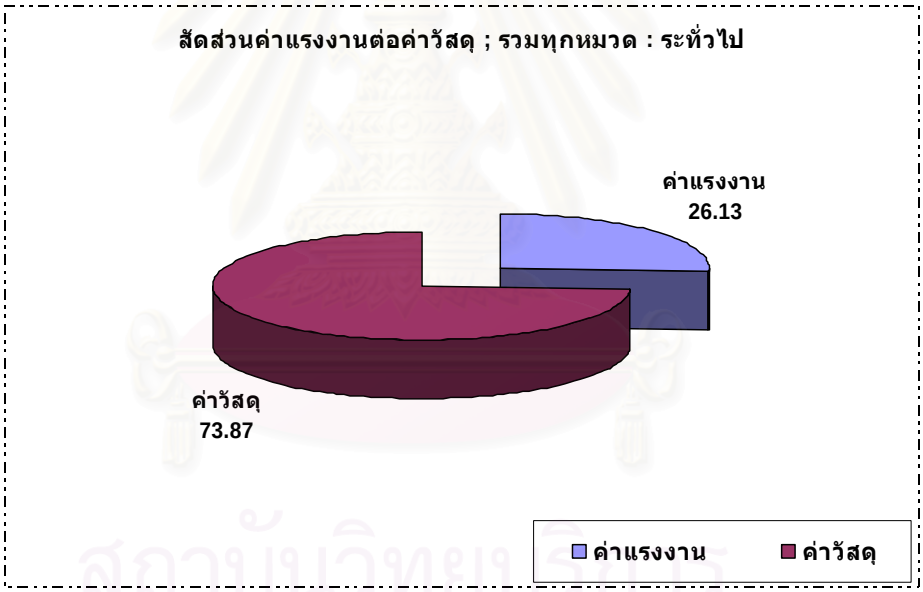
6.1.4.1 **สัดส่วนของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป** จากตารางที่ 5-3 . ซึ่งแสดงต้นทุนค่าก่อสร้างแยกเป็นค่าแรงและค่าวัสดุตามหมวดงานและนำมาวิเคราะห์เป็นแผนภูมิที่ 6-4 และ 6-5 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป โดยแบ่งออกเป็น

- สัดส่วนของค่าแรงงานและวัสดุ ; <u>เฉพาะหมวดโครงสร้าง</u> จะมีสัดส่วนดังนี้ ค่าแรงงาน 17.60% เป็นเงิน 42,738 บาท ค่าวัสดุ 82.40% เป็นเงิน 200,024 บาท(ดูจากแผนภูมิที่ 6-4)

- สัดส่วนของค่าแรงงานและวัสดุ ; <u>รวมทุกหมวด</u> จะมีสัดส่วนดังนี้ ค่าแรงงาน 26.13% เป็นเงิน 245,309 บาท ค่าวัสดุ 73.87% เป็นเงิน 693,397 บาท(ดูจากแผนภูมิที่ 6-5)



แผนภูมิที่ .6-4 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; เฉพาะหมวดโครงสร้างของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป



แผนภูมิที่ 6-5 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; รวมทุกหมวดของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป

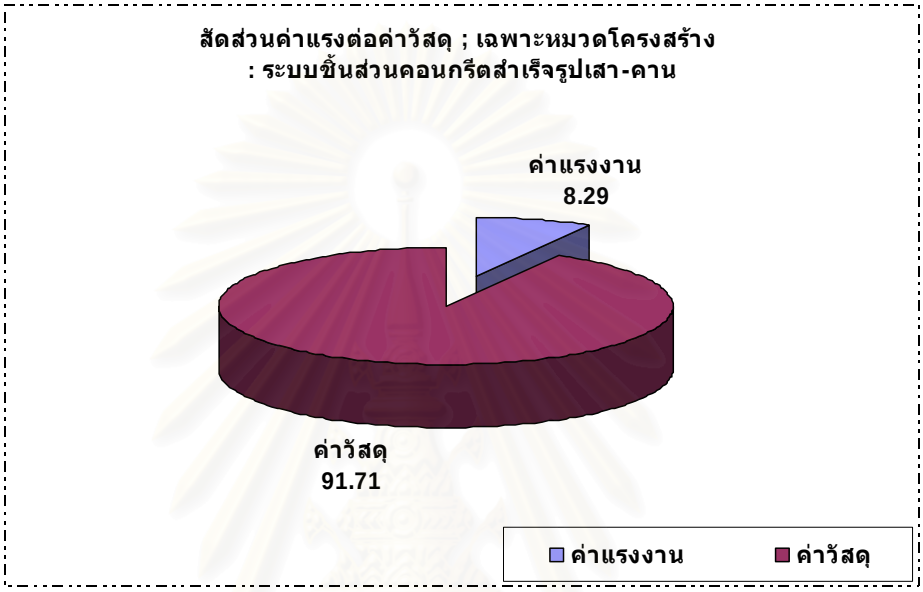
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.4.2 สัดส่วนของบ้านที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

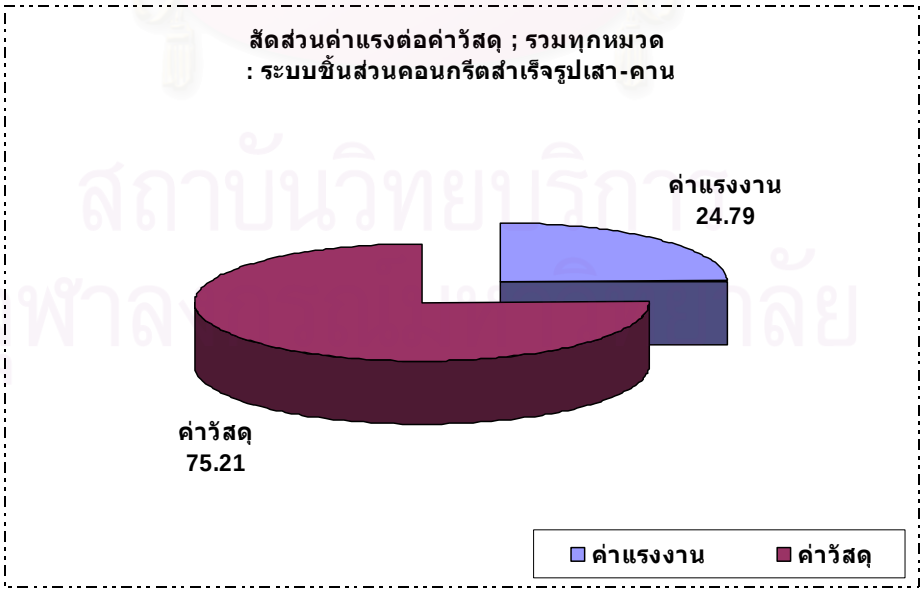
จากตารางที่ 5-2 ซึ่งแสดงต้นทุนค่าก่อสร้างแยกเป็นค่าแรงและค่าวัสดุตามหมวดงานและนำมาวิเคราะห์เป็นแผนภูมิที่ 6-6 และ 6-7 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป (ในการนำราคามาเทียบสักส่วนทางผู้วิจัยจะไม่นำราคาที่ไม่ได้จำแนกราคาค่าแรงงานชัดเจนมาคำนวณ เพื่อป้องกันการผิดพลาดของผลที่ได้) โดยแบ่งออกเป็น

- สัดส่วนของค่าแรงงานและวัสดุ ; <u>เฉพาะหมวดโครงสร้าง</u> จะมีสัดส่วนดังนี้ ค่าแรงงาน 8.29% เป็นเงิน 14,640 บาท ค่าวัสดุ 91.71% เป็นเงิน 161,910 บาท (ดูได้จากแผนภูมิ 6-6)

- สัดส่วนของค่าแรงงานและวัสดุ ; <u>รวมทุกหมวด</u> จะมีสัดส่วนดังนี้ ค่าแรงงาน 24.79% เป็นเงิน 217,371 บาท ค่าวัสดุ 75.21% เป็นเงิน 659,553 บาท(ดูได้จากแผนภูมิ 6-7)



แผนภูมิที่ 6-6 . แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; เฉพาะหมวดโครงสร้าง ของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน



แผนภูมิที่ 6-7 แสดงสัดส่วนค่าวัสดุต่อค่าแรงงาน ; รวมทุกหมวด ของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

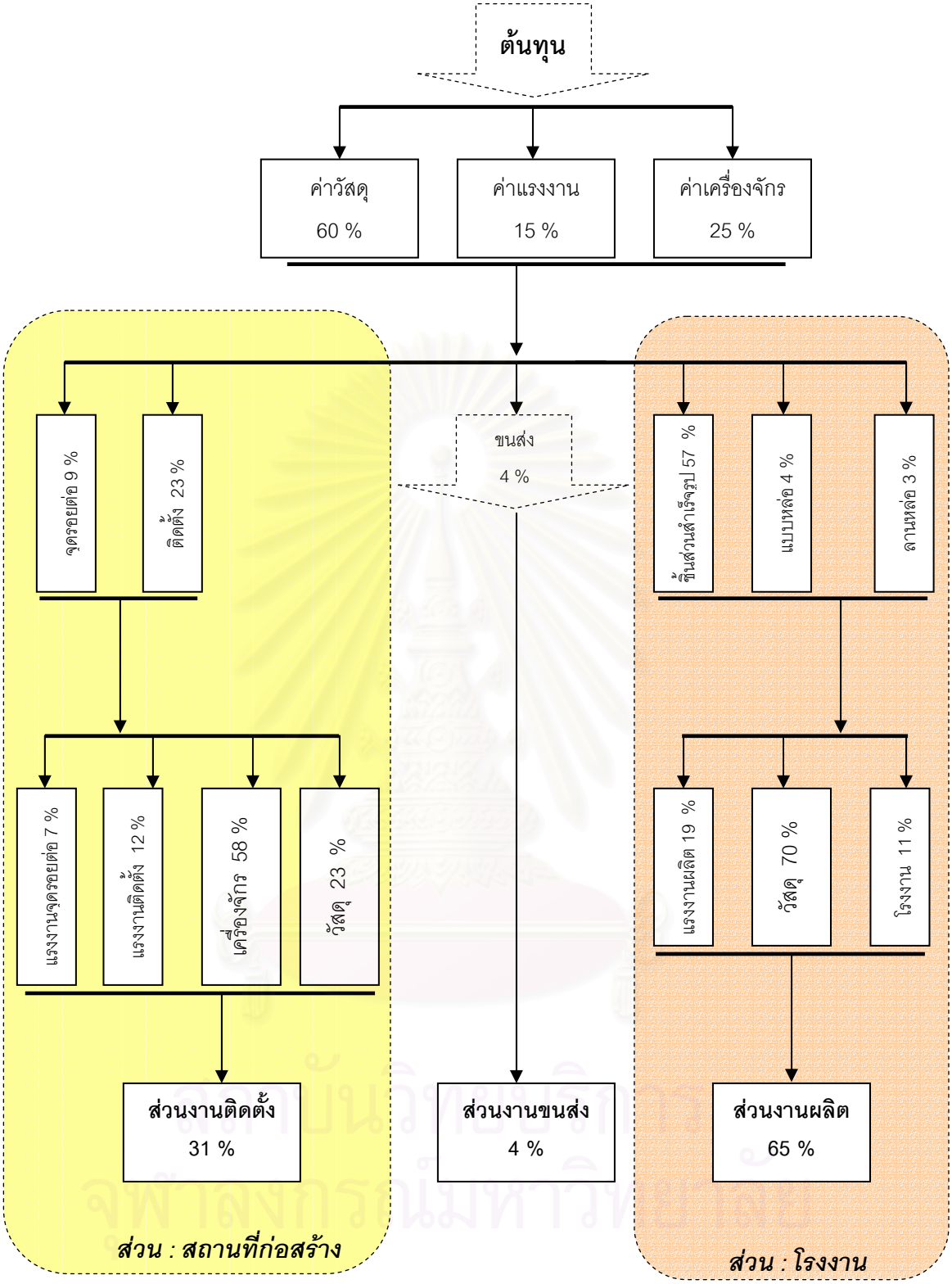
นำสัดส่วนของค่าวัสดุต่อค่าแรงงานของบ้านทั้ง 2 ระบบมาวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าค่าแรงงานก่อสร้างในบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานลดลง 9.31%(เฉพาะหมวดโครงสร้าง) และลดลง 1.34%(รวมทุกหมวด) ในขณะที่ค่าวัสดุเพิ่มขึ้น 9.31%(เฉพาะหมวดโครงสร้าง) และเพิ่มขึ้น 1.34%(รวมทุกหมวด) เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนค่าแรงงานต่อค่าวัสดุของบ้านแบบที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน จะต้องน้อยกว่าระยะเวลาการก่อสร้างบ้านแบบทั่วไป สาเหตุอีกประการที่ทำให้ค่าแรงงานของการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานลดลงคือ การใช้จำนวนแรงงานที่น้อยกว่าดังนี้

ตารางที่ .6-2 แสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในขณะทำการก่อสร้างในส่วนหมวดงานโครงสร้าง

ประเภทแรงงาน	ระบบทั่วไป (คน)	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (คน)	ราคาค่าจ้างแรงงาน (บาท / วัน)
1. ช่างเชื่อม	-	1	200
2. ทั่วไป	10	2	130 / 180
3.ประกอบชิ้นส่วน	-	2	180
4. บังคับเครื่องจักร, ขับรถ	1	1	130
5.ช่างคุมงาน(หัวหน้า)	1	1	280 / 300
6. ช่างฝีมือ	4	-	185
รวม	**16**	**7**	

ที่มา : ข้อมูลจากการสอบถาม และเก็บข้อมูลขณะก่อสร้าง(ราคาค่าแรงงานของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น ได้สอบถามจากคุณปรีชา สงวนแก้ว : หัวหน้าแผนกควบคุมงานก่อสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัด)

ข้อสังเกตจากแผนภูมิที่ 6-4 กับแผนภูมิที่ 6-6 ตรงที่ค่าวัสดุของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานมราคาที่สูงกว่าค่าวัสดุของระบบทั่วไปนั้น เนื่องจาก ราคาแฝงต่างๆที่เกิดขึ้นจากระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป ซึ่งทางผู้วิจัยได้สอบถามรายละเอียดจากผู้ประกอบการของบริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด สามารถจำแนกรายละเอียดโดยประมาณเป็นร้อยละในแผนภูมิที่ 6-8 ดังนี้



แผนภูมิที่ 6-8 แสดงสัดส่วนของต้นทุนของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน : ในกรณีที่ผลิตชิ้นส่วนที่โรงงานแล้วนำไปประกอบที่หน้างาน

ที่มา : บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด

ตารางที่ 6 -3. แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานกับระบบก่อสร้างแบบทั่วไป

	รายการ	จำนวน (วัน)	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์
1	งานติดตั้งโครงสร้างชีคอน / งานหล่อเสา-คานในที่	12					
		25					
2	วางแผ่นพื้น หล่อพื้นในที่	10					
		9					
3	อิฐมวลเบา / ***ก่ออิฐมอญ***	15					
		20					
4	ติดตั้งโครงหลังคา มุงหลังคา	14					
		19					
5	ไฟฟ้า	6					
		11					
6	สุขาภิบาล	9					
		9					
7	ฉาบปูนด้านใน-นอก	14					
		17					
8	ฝ้าเพดานด้านใน-นอก	6					
		5					
9	ปูกระเบื้องพื้นทั่วไปและห้องน้ำ	29					
		34					
10	ประตู-หน้าต่าง	7					
		6					
11	งานสี	14					
		16					
12	เบ็ดเตล็ด	10					
		17					
รวม		ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน				122 วัน (15 สัปดาห์)	
		ระบบทั่วไป				***143 วัน (19 สัปดาห์)***	

ที่มา : การเก็บข้อมูลการก่อสร้างจริงของผู้วิจัย โดยการจดบันทึกและสอบถามจากหัวหน้าผู้ควบคุมงานก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบ

6.1.5 **เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง** โดยใช้สัดส่วนค่าแรงงานของบ้านทั้งสองระบบมาเปรียบเทียบ ซึ่งการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างมีปัจจัยที่จะต้องศึกษาเป็นอย่างมาก เช่นจำนวนคนงานจะต้องเท่ากัน เวลาในการทำงานต้องเท่ากัน คนงานต้องมีทักษะเหมือนกัน การบริหารจัดการโครงการและขั้นตอนการก่อสร้าง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างนั้นมีข้อจำกัดมาก ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนวณระยะเวลาการก่อสร้างโดย ใช้สัดส่วนค่าแรงงานของบ้านทั้ง 2 ระบบมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งในการประมาณราคาตั้งแต่ต้นผู้วิจัยได้แบ่งค่าวัสดุและค่าแรงงานอย่างชัดเจน ซึ่งคนงานที่ก่อสร้างจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุดทั้ง 2 ระบบคือ

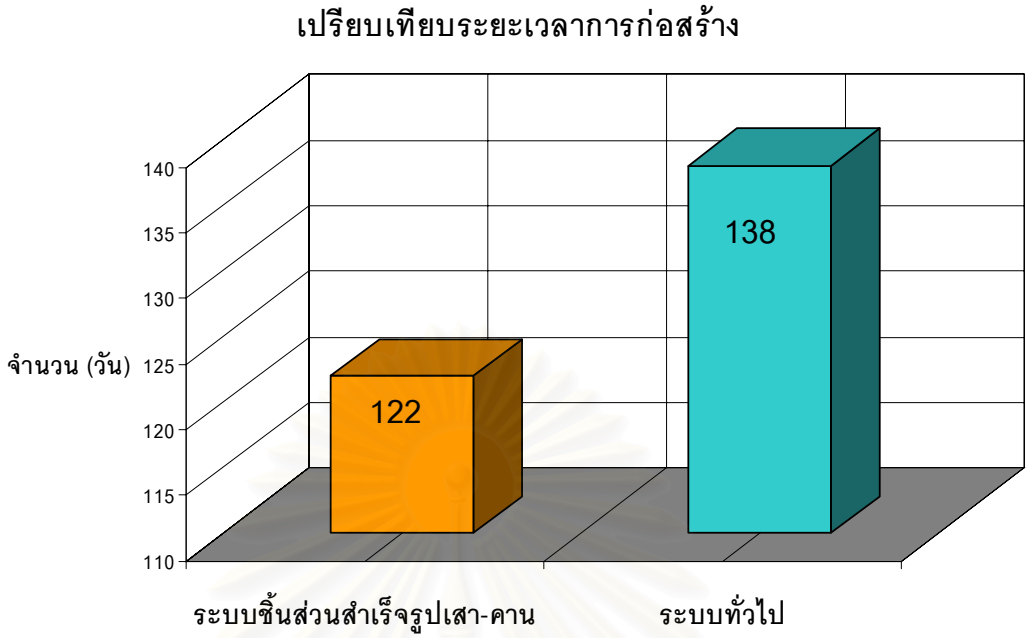
- บ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป จะเป็นคนงานชุดเดียวกันทั้งหมด ทั้งส่วนโครงสร้าง และส่วนประกอบโครงสร้าง

- บ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น จะแบ่งเป็น 2ชุดคือชุดโครงสร้างหลักและชุดส่วนประกอบโครงสร้าง ซึ่งจะเป็นคนงานคนละชุด แต่แรงงานในส่วนประกอบโครงสร้างนั้นจะเป็นชุดคนงานชุดเดียวกับบ้านที่สร้างด้วยระบบทั่วไป

ด้วยเหตุที่ว่า อัตราค่าจ้างแรงงานของทั้งสองส่วนนั้นมีอัตราที่ใกล้เคียงกันในส่วนของแบบทางสถาปัตยกรรม ในการก่อสร้างใช้คนงานชุดเดียวกัน แตกต่างกันเพียงแค่หมวดโครงสร้าง และหมวดงานก่อและพื้นผิว

ฉะนั้นระยะเวลาการก่อสร้างจริงของบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานใช้เวลาเท่ากับ 122 วัน นำมาเปรียบกับระยะเวลาการก่อสร้างบ้านระบบทั่วไป โดยใช้สัดส่วนของค่าแรงงานมาเปรียบเทียบ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนว่า ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานใช้ค่าแรงงานในการก่อสร้าง 217,371 บาท ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 122 วัน เฉลี่ยเป็นค่าแรงงานวันละ 1,782 บาท/วัน แต่ค่าแรงงานการก่อสร้างระบบทั่วไปซึ่งมีค่าแรงงานทั้งหมดเท่ากับ 245,309 บาท ดังนั้นถ้าเปรียบเทียบจะได้ระยะเวลาที่คนงานจำนวนเท่ากัน เท่ากับ 138 วัน ซึ่งมากกว่าระยะเวลาการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 16 วัน หรือลดระยะเวลาการก่อสร้างลงจากการก่อสร้างระบบทั่วไปร้อยละ 11.59

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ .6-9 เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างโดยใช้สัดส่วนค่าแรงงานวิเคราะห์

6.2 วิเคราะห์ผลด้านปัญหาการก่อสร้าง

จากผลการศึกษานำมาวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ในเรื่องปัญหาการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนี้มีปัญหาอยู่ 3 ประเด็นใหญ่คือ ปัญหาเนื่องจากเทคนิคของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน, ปัญหาเนื่องจากความไม่เข้าใจกรรมวิธีการก่อสร้าง, การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับระบบอื่น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลในรูปของตารางดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาเนื่องจากการออกแบบชิ้นส่วน	1. ขนาดของเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากเสาเหล็กเสริมที่ฐานรากมีการเผื่อมากเกินไป ทำให้ต้องมีการมาปรับระดับเชื่อมยึดตำแหน่งใหม่ ซึ่งถ้าไม่แก้ไขระดับของบ้าน และส่วนอื่นๆจะผิดอย่างต่อเนื่อง	1. คำนวณระยะผิดพลาด 2. คำนวณระยะโดยไม่คำนึงถึงระบบประสานทางพิกัด 3. ขนาดเสาเหล็กเสริมมาตรฐานจากตอม่อมีขนาดตายตัวมากไป ขนาดที่ให้เลือกใช้ของแบบหล่อยังมีไม่เพียงพอ	1. เรียนรู้เรื่องระบบประสานทางพิกัดโดยคำนึงถึงขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้น 2. ในการคำนวณระยะควรพิจารณาถึงระยะความคลาดเคลื่อนให้พอเหมาะ ไม่ควรคิดเผื่อมากเกินไป 3. ในการออกแบบจากระบบหล่อในที่เปลี่ยนเป็นระบบเสา-คานสำเร็จรูป ควรที่จะออกแบบชิ้นส่วนด้วยความรอบคอบและละเอียด คำนึงถึงหลักการเขียนแบบเพื่อให้ช่างแบบทำแบบหล่อให้ตรงตามที่กำหนด เพื่อช่างส่วนงานก่อสร้างจะได้ไม่มีความคลาดเคลื่อน
	2. ตำแหน่งในการยกชิ้นส่วน ไม่สัมพันธ์กับกรรมวิธีการก่อสร้างที่หน้างาน	1. การกำหนดตำแหน่งของเหล็กเสริมส่วนที่ใช้ยกติดตั้ง ไม่ได้ช่วยให้การยกชิ้นส่วนง่ายขึ้นและสะดวก 2. คนงานที่หน้างานอาจจะไม่เข้าใจกรรมวิธีที่ใช้ส่วนที่ช่วยในการยกชิ้นส่วนที่ถูกต้อง	1. พิจารณาตำแหน่งเหล็กที่ช่วยในการยกในขั้นตอนการติดตั้ง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการก่อสร้าง 2. การอบรมคนงานที่จะใช้กรรมวิธีการก่อสร้างให้ถูกต้อง

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
	3. ไม่มีตำแหน่งให้เหล็กตะขอปรับระดับยึด ในขั้นตอนการติดตั้ง เพื่อรอการเชื่อมรอยต่อด้วยปูน	1. ความสะดวกของคนงานที่สร้างด้วยความเคยชิน แต่อาจจะไม่ถูกหลักในขั้นตอนการก่อสร้างที่โรงงานกำหนดไว้ 2. อาจจะไม่มีการออกแบบรอยต่อเผื่อไว้ตั้งแต่แรก	1. พิจารณารอยต่อส่วนยึดตะขอปรับระดับให้มีความแข็งแรงมากขึ้น
	4. ระบบในการทำคานยื่น ในการติดตั้งคานยื่น ช่วงที่รอการเชื่อมรอยต่อด้วยปูนนั้น จะใช้ค้ำยันเสริมคานยื่นนั้นไว้ ซึ่งเป็นเพียงแค่ค้ำยันไม้ธรรมดา ไม่มีความแข็งแรง อาจจะเกิดอันตรายได้	1. ค้ำยันดังกล่าวทางซีคอน ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้ในส่วนนี้ โดยใช้ค้ำยันไม้ทั่วไปแทน 2. อาจจะมีค้ำยันที่มีใช้งานจริง แต่ด้วยความสะดวกของคนงาน จึงไม่ได้นำมาใช้	1. กำหนดชิ้นส่วนค้ำยันเพิ่ม เพื่อช่วยให้การก่อสร้างง่ายและปลอดภัย
	5. ไม้แบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อประกอบจุดรอยต่อในหน้างานก่อสร้าง ในบางรอยต่อยังต้องใช้ไม้แบบแบบเดิม คือไม้แบบที่ทำขึ้นเองจากไม้ ซึ่งจะทำให้แบบที่หล่อออกมาไม่ดีเท่าที่ควร	1. ทางผู้ออกแบบระบบไม่ได้ออกแบบไม้แบบมาเผื่อส่วนรอยต่อที่มีการหล่อคานในที่เสริม หรือรูปร่างต่างไปจากแบบรอยต่อมาตรฐาน	1. เพิ่มไม้แบบเหล็กให้มีการปรับระดับความกว้างยาวของแบบหล่อได้ เพื่อจะได้ใช้ไม้แบบเหล็กได้ในระยะยาว และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทำแบบหล่อ, ประกอบจุดรอยต่อ

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
	6. การเทคอนกรีต เดิมทางบริษัทซีคอนกำหนดให้เทคอนกรีตผ่านช่องท่อที่ฝังไว้บริเวณเสา แต่บริเวณหน้างานการเทคอนกรีตเป็นการเทโดยการเปิดช่องไม้แบบด้านบนแล้วเท ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเทคอนกรีตเชื่อมรอยต่อ	1. ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้เผื่อบริเวณส่วนดังกล่าวเพียงพอต่อการกรอกปูนด้วยวิธีปกติ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องฉีดปูนเข้าไปเท่านั้น 2. ในกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลนั้น ไม่ได้มีการนำเอาเครื่องฉีดปูนมาใช้ในการเชื่อมรอยต่อ เนื่องจากอุปกรณ์ไม่ได้นำมาด้วย เพราะเป็นการสร้างแค่ 2 หลังเท่านั้น	1. ออกแบบให้ชิ้นส่วนดังกล่าวมีการเติมคอนกรีตที่รอยต่อด้วย Sleeve Joint ฝังไว้ในเสา ซึ่งจะเป็นช่องที่ออกแบบเอาไว้เติมคอนกรีตโดยเฉพาะ 2. ผู้ผลิตและติดตั้งควรจัดเตรียมอุปกรณ์ในการก่อสร้างให้พร้อมมากกว่านี้เพื่อการทำงานที่สะดวกมากขึ้น 3. ควรมีการนำเสนอในการนำเอาเครื่องฉีดปูนขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้มาใช้
	7. การติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก กับชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปส่วนหลังคา ซึ่งในการติดตั้งหลังคาในกรณีศึกษานั้นใช้การสอดเหล็กเข้าไปในคานเพิ่มและใช้เศษเหล็กที่มีเชื่อมยึดเข้าไป แล้วค่อยติดตั้งโครงหลังคา ทำให้ความแข็งแรงไม่ได้มาตรฐาน	1. ทางผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้เผื่อบริเวณส่วนดังกล่าว ให้สามารถเชื่อมกับโครงหลังคาเหล็กได้ 2. ทางผู้รับเหมาก่อสร้างรายย่อยทำการก่อสร้างด้วยวิธีไม่ได้มาตรฐาน	1. ควรมีการออกแบบส่วนดังกล่าวให้มีรอยต่อระหว่างคานสำเร็จรูปกับโครงหลังคา 2. อาจจะมีการพิจารณาในการใช้คานเหล็กรูปพรรณมาแทนการใช้คานคอนกรีตสำเร็จรูปแทน ซึ่งจะทำให้น้ำหนักของตัวอาคารลดลง และทำให้การก่อสร้างง่ายขึ้น

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
2. การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ร่วมกับระบบอื่นๆ	1. การใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น ในกรณีศึกษาช่วงของเสาจะไม่พอดีกับช่วงของความกว้างแผ่นพื้น ซึ่งส่งผลให้การเทพื้นหล่อในที่ ต้องมีการทำไม้แบบขึ้นมาโดยเฉพาะจุด ทำให้เสียเวลา และเพิ่มขั้นตอนในการก่อสร้างมากขึ้น และตรงบริเวณรอยต่อของหัวเสาและคานนั้น บางครั้งอาจจะต้องมีการบากแผ่นพื้นออกเพื่อให้สอดเข้ากับเสาได้พอดี ทำให้ไม่เกิดความแข็งแรงในโครงสร้าง	1. ในการคำนวณระยะและออกแบบชิ้นส่วน ผู้ออกแบบชิ้นส่วนไม่ได้คำนึงถึงระบบประสานพิกัดที่จะนำมาใช้ระหว่างแผ่นพื้นสำเร็จรูปกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน 2. กรรมวิธีการก่อสร้างในขั้นตอนประกอบจุดรอยต่อของการหล่อแผ่นพื้นสำเร็จรูปเข้ากับชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ยังเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากขาดมาตรฐาน และยังคงคล้ายกับระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมอยู่	1. เรียนรู้เรื่องระบบประสานทางพิกัดโดยคำนึงถึงขนาดของช่วงเสาของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานกับความกว้างของแผ่นพื้นสำเร็จรูป 2. ควรที่จะเหมารวมการจ้างงานติดตั้งชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูปกับแผ่นพื้นสำเร็จรูปกับผู้ประกอบการผลิตที่มีคุณภาพเพียง 1 รายในการก่อสร้างแต่ละหลัง เพื่อให้ระบบที่กากก่อสร้างเป็นระบบเดียวกันหมดและมีมาตรฐานวิธีการเดียวกัน
	2. การไม่ได้วางงานระบบไว้ในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ต้องมีการดัดแปลงชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนเพื่อทำการติดตั้งงานระบบ	1. เนื่องจากการว่าจ้างในการก่อสร้างแบ่งเป็น 2 งวดงานของโครงการ คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้างหลัก : ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และการก่อสร้างแบบทั่วไป ทำให้การก่อสร้างไม่ต่อเนื่อง 2. ผู้ออกแบบระบบชิ้นส่วนไม่ได้วางแผนติดตั้งงานระบบไว้กับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนบางชิ้นส่วน	1. ต้องตรวจเช็คงานระบบตั้งแต่เริ่มต้น และทำการออกแบบงานระบบไว้ในชิ้นส่วนสำเร็จรูปตั้งแต่ต้น 2. ควรที่จะเหมารวมการจ้างงานติดตั้งชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูปกับงานระบบและงานก่อสร้างที่เหลือกับผู้ประกอบการผลิตที่มีคุณภาพเพียง 1 รายในการก่อสร้างแต่ละหลัง

ตารางที่ 6-4 ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
	3. โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วน เกินความจำเป็นเช่น มีเหล็กเส้นโผล่ออกมาจากคานในตำแหน่งที่ไม่ต้องมี เป็นต้น	1. ความไม่รอบคอบในการตรวจทานแบบก่อนส่งแบบหล่อชิ้นส่วนและก่อสร้าง	1. ต้องตรวจเช็คสภาพชิ้นส่วนให้ถูกต้องกับโครงสร้าง
3. กรรมวิธีการก่อสร้างของช่างแบบทั่วไป ที่ก่อสร้างโดยไม่เข้าใจถึงลักษณะของโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน	1. การหล่อคานในที่เพิ่มเติมที่ไม่ได้มาตรฐาน	1. ทางบริษัทรับทำชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะทำการเผื่อเหล็กออกมาจากชิ้นส่วนให้เพื่อผูกเหล็กหล่อคานในที่ แต่ผู้รับเหมาใช้เหล็กคุณภาพต่ำมาผูกเหล็กเพื่อหล่อ 2. คานหล่อในที่บางตัวอยู่ในบริเวณที่คนงานไม่สามารถทำงานได้สะดวก ทำให้การผูกเหล็กและหล่อคานเป็นไปได้ยาก	1. ทางบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนกับทางบริษัทผู้รับเหมารายย่อย ควรที่จะทำข้อตกลงเรื่องโครงสร้างให้ชัดเจนว่าใครทำส่วนใดและขั้นตอนการทำงานจะลำบากรึไม่ 2. ควรที่จะเหมารวมการจ้างงานติดตั้งชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูปกับงานหล่อคานในที่ที่เหลือ รวมถึงการเทพื้นในที่ กับผู้ประกอบการผลิตที่มีคุณภาพเพียง 1 รายในการก่อสร้างแต่ละหลัง
	2. การทำวงกบประตูหน้าต่างที่ไม่ได้มาตรฐาน	1. ในการทำหน้าต่างของโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน มีหลักการเหมือนกับการก่อสร้างแบบทั่วไป ซึ่งความไม่ได้มาตรฐานมักมาจากฝีมือของช่างและความรับผิดชอบของผู้คุมงาน	1. ทางบริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน น่าที่จะพิจารณาวิธีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทคานทับหลังและเสาเอ็นสำเร็จรูปที่สามารถติดตั้งได้ที่หน้างานทันที ไม่ต้องผูกเหล็กหล่อในที่เพิ่มอีก

ตารางที่ 6-4 . ปัญหาในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และแนวทางแก้ไข (ต่อ)

กลุ่มปัญหา	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
	3. การก่อผนังที่ไม่ได้มาตรฐาน	1. ระบบชิ้นส่วนเสา-คานสำเร็จรูป เป็นระบบที่ต้องเลือกวัสดุมาทำเป็นผนัง ในกรณีศึกษา โครงการเลือกการก่ออิฐมวลเบามาเป็นวัสดุผนัง ซึ่งทางผู้รับเหมารายย่อยไม่มีความรู้, ความชำนาญในการก่ออิฐมวลเบาดังกล่าว 2. เกิดจากการกำหนดระยะในการก่อสร้างไม่ใช้ระบบประสานทางพิกัดที่เกิดจากหน่วยวัดเดียวกัน คือ การคำนึงถึงช่วงความกว้างเสาที่ใช้ กับช่วงความกว้างของอิฐมวลเบาแต่ละก้อน	1. เรียนรู้เรื่องระบบประสานทางพิกัดโดยคำนึงถึงขนาดของช่วงเสาของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานกับความกว้างของอิฐมวลเบา 2. ให้ความรู้เกี่ยวกับการก่ออิฐมวลเบากับคนงานก่อสร้าง

6.3 การวิเคราะห์เทคโนโลยีการก่อสร้าง

แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วงดังต่อไปนี้

6.3.1 **การวิเคราะห์ด้านการออกแบบ** สิ่งสำคัญของการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานคือ การออกแบบการประกอบจุดรอยต่อ รอยต่อที่มีศักยภาพจะส่งผลให้กรรมวิธีการก่อสร้างรวดเร็วและสะดวกขึ้น, ความมั่นคงแข็งแรงทางด้านวิศวกรรม หรือแม้แต่ความสวยงามทางสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นในรอยต่อส่งเสริมให้ตัวอาคารสวยงามทั้งด้านสุนทรียศาสตร์และความเที่ยงตรงทางโครงสร้าง สิ่งสำคัญในการออกแบบรอยต่อคือ ผู้ออกแบบจะต้องเรียนรู้ในเรื่องระบบประสานทางพิกัด เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการออกแบบในรูปของตารางกริด ซึ่งถูกกำหนดด้วย

มิติของวัสดุที่นำมาก่อสร้าง มิติที่ถูกนำมาใช้จะต้องมีความสัมพันธ์ทั้งในแง่ของการออกแบบ และระบบการก่อสร้าง จึงจะทำให้การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้มาตรฐาน การวิเคราะห์การประกอบจุดรอยต่อกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานในกรณีศึกษาในบทนี้จะช่วยในการสรุป, เสนอแนะในเรื่องการประกอบจุดรอยต่อได้ในบทที่ 7 ต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

วิเคราะห์การประกอบจุดรอยต่อกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานในกรณีศึกษา (ดูรายละเอียดรอยต่อของระบบซีคอนได้ที่บทที่ 5 หน้า88.) ระบบการก่อสร้าง ซีคอน เป็นระบบสำหรับบ้านพักอาศัย และอาคารความสูงปานกลาง เป็นอาคารชนิดที่ออกแบบโดยเสา-คาน-พื้น เป็นการนำเอาเทคนิคพิเศษในการออกแบบ เพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงานมาใช้งาน เพื่อให้งานที่มีคุณภาพดี รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากระบบซีคอน เป็นระบบเสา คาน พื้น ที่มีอิสระในการออกแบบตามความต้องการของลูกค้าอย่างหลากหลาย อันเป็นลักษณะของลูกค้าที่ปลูกสร้างอาคารต่างๆทำเล ที่มักจะต่อเติมและแก้ไขเปลี่ยนแปลงในภายหลังทั้งก่อนและหลังทำการก่อสร้าง ซึ่งแตกต่างกับระบบผนังรับน้ำหนัก ที่ลูกค้าไม่สามารถดัดแปลงอะไรได้เลย แม้แต่การลงทุบผนังเพื่อขยายห้อง ซีคอน ได้นำระบบ เสา คาน พื้น มาพัฒนาเป็นวัสดุสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการต่อเชื่อม อันเป็นการประหยัดพลังงานที่หน้างาน

คุณภาพของการก่อสร้าง อันเนื่องมาจากการควบคุมคุณภาพที่โรงงานและเป็นการทำงานที่ทำซ้ำกันและต่อเนื่อง ย่อมมีคุณภาพที่ดีกว่าการทำงานหน้างานกลางแจ้งที่เปลี่ยนแบบไปเรื่อยๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งซีคอน ได้ใช้เครื่องมืออย่างง่ายที่ประกอบขึ้นเอง ซึ่งมีราคาไม่สูงคือ เครนขนาดเล็ก ใช้สำหรับบ้านขนาดเล็กและทางเข้าคับแคบ หากเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่มีความสูงเกิน 3 ชั้น ก็ใช้ Mobile Crane หรือ Tower Crane ตามความเหมาะสม

เหล็กฐานรากและเสาเหล็ก จะเป็นการผูกเหล็กสำเร็จรูปจากโรงงาน แล้วมาเทคอนกรีตที่หน้างานเฉพาะบริเวณที่เสาและคานมาต่อกัน ซึ่งต่างกับระบบซีคอนสมัยก่อนที่เป็นแบบโครงเหล็กสำเร็จรูปแล้วมาหล่อคอนกรีตทั้งเสา เหล็กเสาจะเป็นเสาเหล็กฉาก เพื่อเพิ่มความแข็งเกร็ง ในการติดตั้งไม่ให้โอนเอนหน้างาน อีกประการหนึ่ง เหล็กฉากมีพื้นที่สัมผัสในการเชื่อมมาก

โดยเสาเหล็กฉากนี้จะยึดโยงด้วยเหล็กเส้นกลมในลักษณะทแยงมุม ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเหล็กปลอกในเสา

บริเวณจุดเชื่อมระหว่างคานและเสาหรือผนัง และเสาจะมีพุกทำด้วยเหล็กแบน พุกนี้จะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวัง ให้ได้แนวระดับที่รองรับคานและผนังได้พอดี หากติดตั้ง

ตำแหน่งของพุกบิดไปเพียงเล็กน้อยจะทำให้คานหรือผนังเอียง การเชื่อมต่อของพุกต้องตรวจสอบให้เชื่อมตลอดแนวเพราะนอกจากจะเป็นจุดรองรับระหว่างการติดตั้งแล้ว ยังเป็นจุดรับน้ำหนักสำหรับแรงเฉือนของคานและผนังด้วย

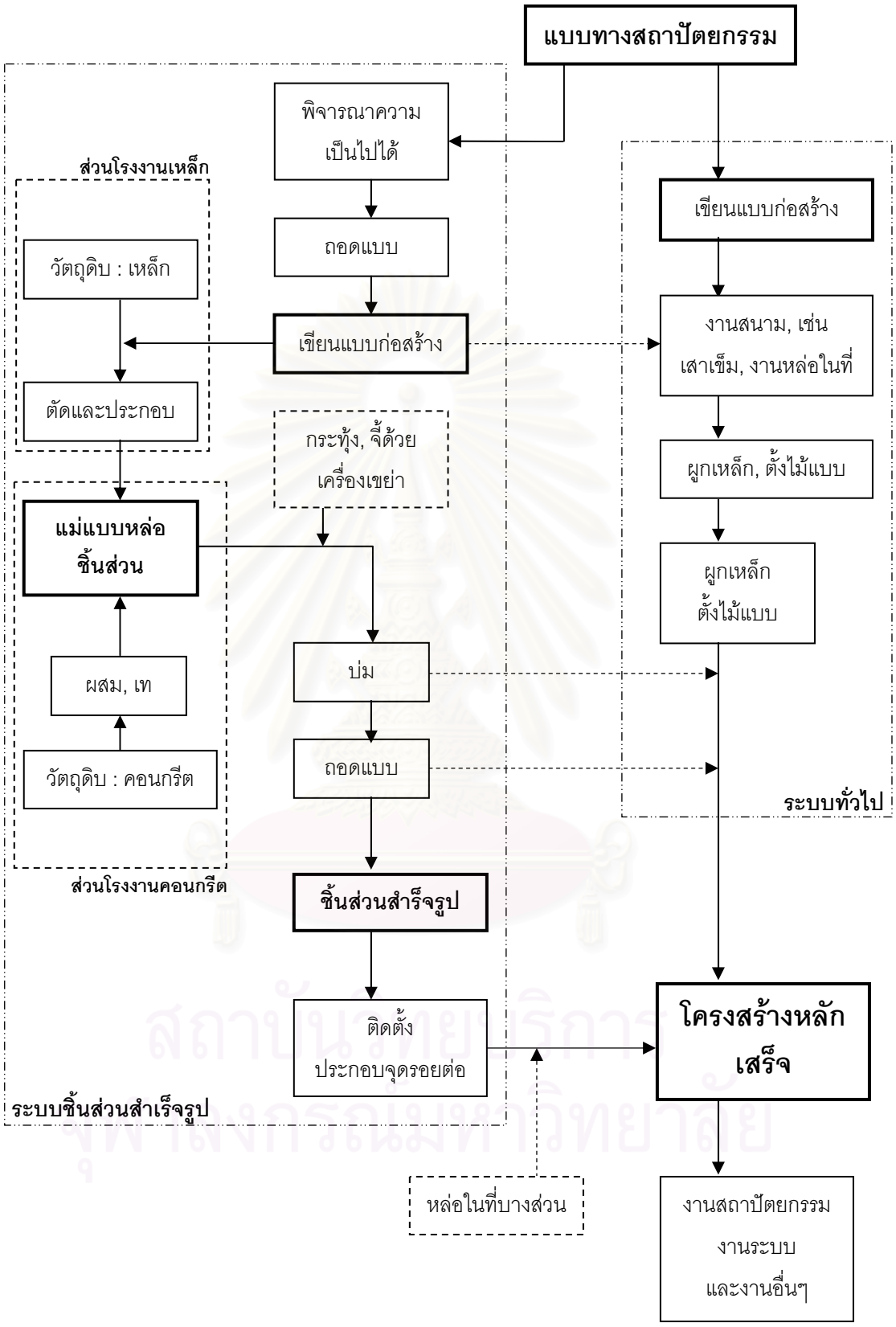
Precast Beam จะมีรอยเว้าที่หัวคาน เพื่อการเชื่อมต่อของคานกับคานในช่วงถัดไป หรือเชื่อมต่อกับเหล็กในเสา รอยเว้าดังกล่าวจะช่วยทำให้รอยต่อเพิ่มความแข็งแรง ป้องกันแรงเฉือนที่เกิดจากโครงสร้างได้ดี

Partition Wall ผนังกั้นห้องเป็นผนังแบบรับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก จะเป็นผนังกลวง เสริมเหล็กตามแนวนอน ผนังนี้จะยึดติดกับเสาตามแนวนอนเช่นเดียวกับคาน ผนังแผ่นล่างสุดจะมีบ่าสำหรับรับพื้นแทนคาน ผนังแผ่นบนสุดก็มีคานด้วยเพื่อรับโครงหลังคาด้วยเช่นกัน (ซึ่งในกรณีศึกษาทางซีคอนไม่ได้ใช้ระบบนี้)

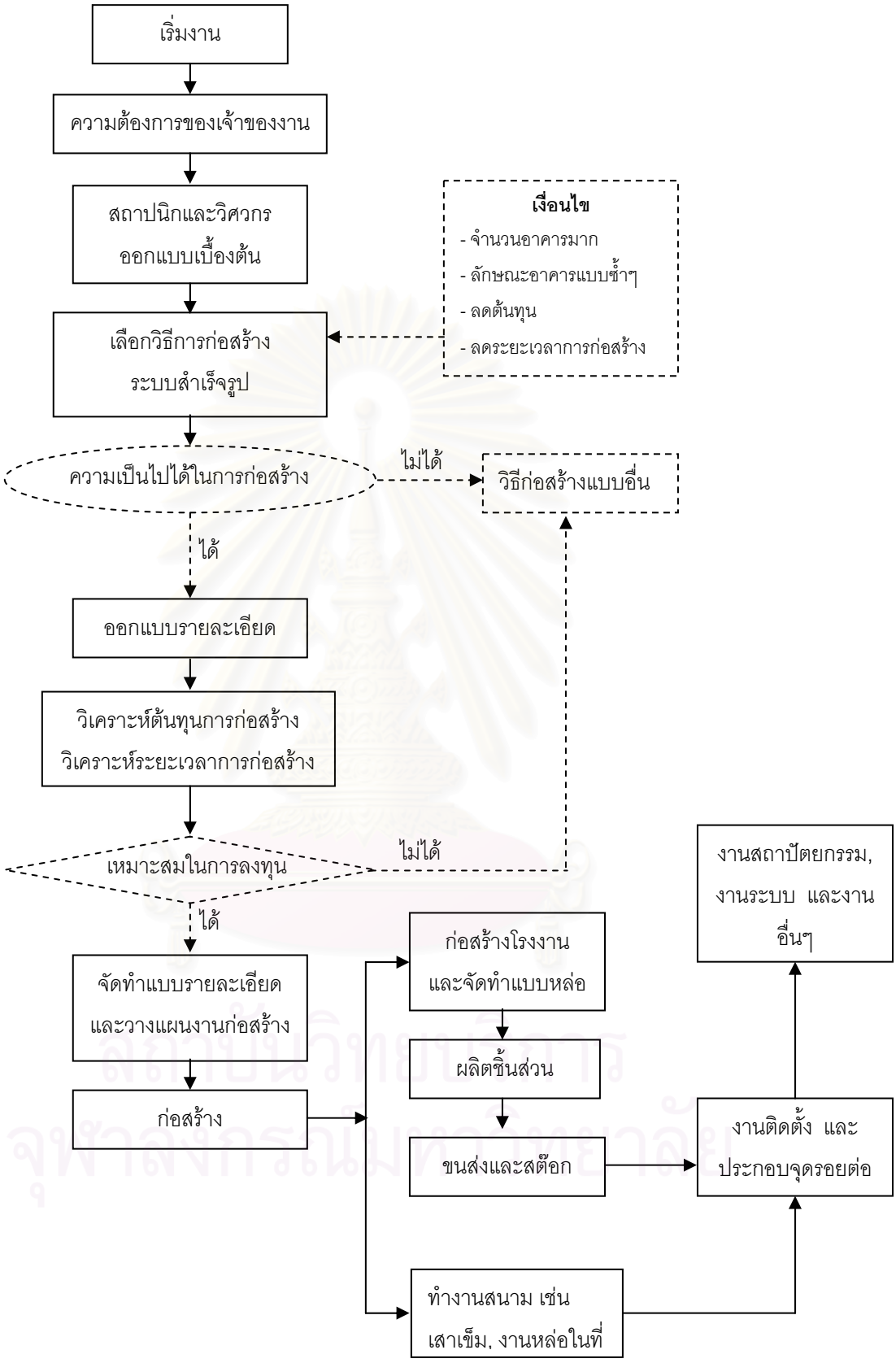
6.3.2 **การวิเคราะห์ด้านกรรมวิธีการก่อสร้าง** จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 ระบบมีความแตกต่างกันในเรื่องของโครงสร้าง ซึ่งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการก่อสร้างเชิงอุตสาหกรรม หรือกึ่งสำเร็จรูป สิ่งที่เห็นได้ชัดคือ ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานจะมีการใช้ไม้แบบในการประกอบจุดรอยต่อน้อยมาก เมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบทั่วไป และเป็นการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากโรงงาน ซึ่งทำให้ขั้นตอนที่เกิดความแตกต่างมากที่สุดคือช่วงแรกของการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็น การทำแบบทางสถาปัตยกรรม-วิศวกรรม, การขนส่ง, การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้าง, การติดตั้งชิ้นส่วน(การหล่อฐานราก, ผูกเหล็ก, ตีไม้แบบ, หล่อคาน-เสาในระบบทั่วไป)

ซึ่งในการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น มีความจำเป็นที่ต้องอาศัยช่างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะมาดำเนินการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน ราคาในการจ้างแรงงานก็ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก(ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 6 หน้า 141.) ทางผู้วิจัยได้ทำการแสดงถึงแผนภูมิเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้างทั้ง2ระบบดังแผนภูมิต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 6-9 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน เปรียบเทียบกับการก่อสร้างแบบทั่วไป



แผนภูมิที่ 6-10 แสดงรูปแบบการวางแผนงานการพิจารณาเลือกการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

บทที่ 7

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลจากกรณีศึกษา

การพิจารณาการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน ว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทนการก่อสร้างแบบหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้างของการก่อสร้างแบบทั่วไปหรือไม่ โดยจะคำนึงถึงการก่อสร้างในลักษณะของแบบที่มีการซ้ำกันของโครงสร้างมากๆ โดยผู้วิจัยใช้บ้านเดี่ยวขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 170 ตารางเมตรในหมู่บ้านคุณาลัยบางขุนเทียนที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานเป็นกรณีศึกษา โดยใช้วิธีการเฝ้าสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ สัมภาษณ์ เพื่อครอบคลุมทางด้านต้นทุน ปัญหาที่เกิดขึ้น และกรรมวิธีในการออกแบบและกรรมวิธีในการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานนี้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการสร้างบ้าน 2 ชั้น ในโครงการบ้านจัดสรร หรือสร้างบ้านที่มีหน่วยของโครงสร้างที่มีการซ้ำกันมากๆ เช่น บ้านเดี่ยวที่มีความสูงมากกว่า 1 ชั้น ในลักษณะของโครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น หากจะสรุปความเหมาะสม ในการนำระบบดังกล่าวมาใช้ทดแทนการก่อสร้างแบบหล่อเสา-คานในที่ก่อสร้างของการก่อสร้างแบบทั่วไป สามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

7.1.1. <u>ลดต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง</u> โดยที่ค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย 170 ตารางเมตร จะได้ราคาค่าก่อสร้างของบ้านที่ก่อสร้างบ้านระบบทั่วไป เท่ากับ 7,681 บาท/ตารางเมตร สำหรับต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน เท่ากับ 7,255 บาท/ตารางเมตร ซึ่งจะมีราคาที่ถูกกว่า และถ้าเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างรวมค่าดำเนินการ และภาษีมูลค่าเพิ่มจะมีราคาลดลง 72,287 บาท หรือร้อยละ 5.54 แต่ถ้าพิจารณาแยกออกเป็นหมวดงานถ้าเลือกซื้อเฉพาะชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานจากโรงงานมาใช้แทนการหล่อในที่เฉพาะเสา-คาน จะประหยัดราคาค่าโครงสร้าง 66,212 บาท หรือร้อยละ 14.22 ของราคาค่าก่อสร้างเฉพาะส่วนเสา-คาน โดยมีสาเหตุมาจากการลดราคาไม้แบบและค่าแรงงาน จากเดิมต้องใช้คนงานในการก่อสร้างแบบทั่วไป 16 คน ก็จะมีการใช้คนงานในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานในช่วงโครงสร้างหลักเพียง 7 คนเท่านั้น ถึงแม้ว่าในการก่อผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีราคาต้นทุนที่แพงกว่า เนื่องจากทางผู้รับเหมายังไม่มีความรู้และความชำนาญในการก่อ ทำให้ค่าแรงงานในส่วนนี้ยังคงสูงอยู่ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ราคาค่าก่อผนังคอนกรีตมวลเบากับ

การก่ออิฐมอญทั่วไปจะใกล้เคียงกันมาก(ดูรายละเอียดได้จาก http://www.price.moc.go.th) นอกจากนี้ความได้เปรียบทางด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง การหล่อเสา-คานในที่ต้องใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 138 วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสาคานใช้เวลาเพียง 122 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 16 วัน เทียบเป็นร้อยละ11.59 ของระยะเวลาการก่อสร้างทั้งหมด

7.1.2. ราคาจะลดลงถ้ามีการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานเป็นจำนวนมาก ในกรณีศึกษานั้น เป็นการเหมาจ้างทำโครงสร้างอาคารเพียง 1-2 หลังเท่านั้น ถ้านำระบบนี้ไปใช้กับอาคารที่มีลักษณะโครงการบ้านจัดสรร ชิ้นส่วนโครงสร้างซ้ำกันมากๆ จะทำให้ค่าสั่งซื้อและติดตั้งชิ้นส่วนราคาถูกลงกว่าการสั่งซื้อเพียง 1-2 หลังดังเช่นกรณีศึกษา(จากการสอบถามจากคุณชัยวัฒน์ ชูกุล : ผู้จัดการฝ่ายผลิตและบริการงานก่อสร้างบริษัท ซีคอน จำกัด)

7.1.3. การก่อสร้างมีมาตรฐานเดียวกัน สามารถควบคุมคุณภาพความเรียบร้อยของผิวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานได้ กระบวนการสร้างมีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการก่อสร้างได้ง่าย ทำให้โครงสร้างอาคารแต่ละหลังมีคุณภาพเดียวกัน

7.1.4. ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะก่อสร้างมีไม่มาก และยังสามารถทำการต่อเติมอาคารได้ในภายหลัง ซึ่งแตกต่างกับการใช้ระบบผนังรับน้ำหนักที่ไม่สามารถทุบรื้อทิ้งผนังรับน้ำหนักได้ สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในขณะก่อสร้างก็เกิดจากงานของบริษัทรับทำชิ้นส่วนโครงสร้างในบางครั้งมีงานเร่งมาก การส่งของอาจจะล่าช้าบ้าง และปัญหาในทางการก่อสร้างที่เกิดขึ้นก็สามารถทำความเข้าใจปรับปรุงและมีแนวทางแก้ไข

7.1.5. ลดมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง ในระบบการก่อสร้างแบบทั่วไปจะเกิดมลพิษต่างๆ เช่น ฝุ่นละอองจากเศษหิน ทรายหรือเศษปูน จากเสียงรถขนส่งวัสดุต่างๆ ซึ่งระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถลดได้มาก

7.1.6. ลดจำนวนแรงงาน จากกรณีศึกษานั้นจำนวนแรงงานในขั้นตอนของการก่อสร้างส่วนโครงสร้างเสา-คาน ใช้จำนวนคนที่น้อยลงไป 9 คน ซึ่งแรงงานในส่วนที่ลดลงไปดังกล่าวก็คือแรงงานส่วนที่ใช้ในการตีไม้แบบที่หน้างาน ผูกเหล็กและงานฉาบตกแต่งผิว แต่ในความจริงแล้วแรงงานส่วนนี้ไม่ได้ลดลง เปรียบเสมือนการโยกย้ายการผูกเหล็กและหล่อแบบไปไว้ในส่วนโรงงาน ซึ่งข้อดีคือ ทำให้แรงงานในหมวดงานดังกล่าวนั้นมีความชำนาญ และขั้นตอนในการทำงานในส่วนโรงงานนั้นมีความเป็นขั้นตอนและเรียบร้อยกว่าการทำที่หน้างาน ราคาค่าจ้างจำนวนแรงงานจึงลดลงเพราะเป็นการรวมแรงงานทุกสถานที่ก่อสร้างมาไว้ในโรงงานเพียงที่เดียว

7.1.7 แก้ปัญหาการหยุดชะงักของงานอันเนื่องจากดินฟ้าอากาศไม่อำนวย โดยที่งานส่วนใหญ่ผลิตในโรงงาน จึงอาจกำหนดตารางเวลาทำงานในช่วงติดตั้งภายนอกไม่ให้อยู่ในช่วงเวลาของฤดูมรสุมได้ง่าย

7.2 สรุปผลข้อจำกัดของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คาน

7.2.1 ข้อจำกัดทางด้านการลงทุน ต้องมีการลงทุนเริ่มต้นสูงในกรณีที่ผู้ประกอบการต้องการที่จะสร้างโรงงานขึ้นเอง ซึ่งธุรกิจก่อสร้างโดยทั่วไปการลงทุนเริ่มต้นน้อย เงินทุนใช้เฉพาะเงินทุนหมุนเวียนในระหว่างก่อสร้าง ธุรกิจการก่อสร้างระบบทั่วไปจึงเกิดขึ้นง่ายและเลิกได้ง่าย แต่ในระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต้องมีการลงทุนในการก่อสร้างโรงงาน และค่าเครื่องจักรเครื่องมือสูง และยังต้องใช้เงินทุนจำนวนหนึ่งเป็นเงินทุนหมุนเวียนในระหว่างก่อสร้าง การลงทุนในระบบนี้จึงมีความเสี่ยง หากผู้ลงทุนมองไม่เห็นตลาดที่แน่นอน การก่อสร้างระบบนี้ก็เกิดขึ้นยาก ยกเว้นผู้ประกอบการที่ดำเนินการอย่างค่อยเป็นค่อยไปหรือค่อยๆ พัฒนาเป็นบางส่วน แต่การก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น เป็นการลงทุนที่สูงระยะแรกแต่คงที่ในระยะยาว เมื่อผู้ประกอบการมีการผลิตของโรงงานที่ต่อเนื่อง ก็จะทำให้ได้ผลตอบแทนได้ในระยะยาว

7.2.2 ต้องการความรู้และประสบการณ์ การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานโดยขั้นตอนการดำเนินการทั่วไปไม่ยาก แต่ทุกๆขั้นตอนเช่น การออกแบบ การผลิตและการติดตั้ง ต้องการช่างที่มีประสบการณ์ เช่นในกรณีศึกษา การติดตั้งชิ้นส่วนชุดละ 7 คนนั้นจำเป็นต้องมีช่างผู้ชำนาญอยู่ 3 คนคือหัวหน้าควบคุมงาน ช่างเชื่อมและช่างที่บังคับเครน

7.2.3 ข้อจำกัดในด้านการออกแบบ การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานจะเกิดประโยชน์สูงสุด ต่อเมื่อเป็นการผลิตแบบอุตสาหกรรม ดังนั้นรูปแบบอาคาร ควรจะเป็นรูปแบบที่เรียบง่าย สถาปนิกและวิศวกรรมจึงต้องทำงานกันอย่างใกล้ชิด เพื่อให้รูปแบบเกิดรูปแบบทางโครงสร้างที่เรียบง่ายมีความสวยงามและเกิดประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด

7.2.4 ข้อจำกัดทางด้านตลาด ดูจะเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด งานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบเสา-คานนั้น ก็คือส่วนหนึ่งของงานผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งจะต้องมีผลผลิตออกมาให้ได้จำนวนมากต่อปีและชิ้นส่วนต้องมีการซ้ำๆกัน จึงจะสามารถลดราคาชิ้นส่วนสำเร็จรูปลงต่ำกว่านี้ได้และคุ้มกับการลงทุน เมื่อผลิตออกมาจำนวนมาก จำเป็นจะต้องมีตลาดสำหรับรองรับผลผลิตเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง ถ้ามีตลาดเพียงพอปัญหาเรื่องการลงทุนก็จะดูแก้ไขง่าย

7.3 ข้อเสนอแนะทางด้านการทำแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงซึ่งมีข้อแตกต่าง จากแบบก่อสร้างอาคารในระบบหล่อในที่คือ วัสดุอุปกรณ์ ที่มีความจำเป็นต้องฝังในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อใช้สำหรับยกในการขนส่ง และ

ประกอบติดตั้ง หรือเพื่อยึดอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ผนังเบา หลอดไฟฟ้า เป็นต้น โดยจะแบ่งพิจารณาออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆดังนี้

7.3.1 **พิจารณาชิ้นส่วน : เสาคอนกรีตสำเร็จรูป** รายละเอียดที่ต้องพิจารณาเพื่อระบุในแบบคือ

- ขอ สำหรับการยกเพื่อการขนส่งและติดตั้ง ระบุตำแหน่ง จำนวนและขนาดที่ใช้
- เหล็กเสริมคอนกรีตในชิ้นส่วน : เสาคอนกรีตสำเร็จรูป
- เหล็กเสริม หรือแผ่นเหล็ก สำหรับยึดผนัง
- กำหนดวัสดุและตำแหน่งที่จะใช้ยึดค้ำยันในขณะติดตั้งเสาเพื่อให้ได้ดิ่ง ซึ่งแล้วแต่วิธีการที่แตกต่างกันในการติดตั้งชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละระบบ
- กำหนดวัสดุและตำแหน่งที่จะใช้ยึดอุปกรณ์รองรับคานซอย ในกรณีที่ระดับท้องคานหลัก และคานซอยไม่เท่ากัน

หลักทั่วไปในการเลือกว่าผิวด้านใดของชิ้นส่วน : เสาคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะอยู่ด้านนอกของอาคารคือ ควรเป็นด้านซึ่งติดกับแบบหล่อ เนื่องจากตำแหน่งการเสริมวัสดุที่จะใช้ยึดยึดค้ำยันและอุปกรณ์ที่จะรองรับคานซอยจะกีดขวางการเท และตกแต่งผิวคอนกรีต

7.3.2 **พิจารณาชิ้นส่วน : คานคอนกรีตสำเร็จรูป** รายละเอียดที่ต้องพิจารณา เพื่อระบุในแบบคือ

- ขอ สำหรับการยกเพื่อการขนส่ง และติดตั้ง ระบุตำแหน่ง จำนวนและขนาดที่ใช้ (ได้จากการคำนวณเพื่อหาตำแหน่ง)
- ตรวจสอบเหล็กเสริมคอนกรีตในชิ้นส่วน : คานคอนกรีตสำเร็จรูป เหล็กปลอกคานและเหล็กเสริมเพื่อยึดให้เหล็กแกนคานอยู่ในตำแหน่งที่ออกแบบไว้
- เหล็กเสริมพิเศษหรือแผ่นเหล็ก ที่ฝังไว้สำหรับรอยต่อกับ พื้นและผนังเช่นบริเวณพื้นระเบียงและคาน จะต้องกำหนดตำแหน่ง และขนาดเหล็กเสริมสำหรับยึดกับพื้น ซึ่งต้องเตรียมเบ้าไว้สำหรับเทคอนกรีตยึด
- กำหนดวัสดุและตำแหน่งที่จะใช้ยึดแบบหล่อในส่วนที่ต้องเทคอนกรีตเสริม หลังการติดตั้งชิ้นส่วน : คานคอนกรีตสำเร็จรูปและเหล็กเสริมแกนคานบน

หลักทั่วๆไปในการเลือกว่าด้านใดของชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูป จะเป็นด้านซึ่งติดกับแบบหล่อคอนกรีต(MOLD SIDE) และด้านใดจะเป็นด้านบน(FINISH SIDE) มีข้อควรพิจารณาคล้ายๆกับชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูปคือ ผิวของชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูปที่อยู่ด้านนอก

ของอาคารควรเป็นด้านซึ่งติดกับแบบหล่อและด้านซึ่งเป็นด้านบนควรเป็นด้านซึ่งไม่มีอุปกรณ์ ฝังในชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูป เนื่องจากตำแหน่งการวางอุปกรณ์ ฝังในชิ้นส่วนอาจผิดพลาดได้ง่ายและที่สำคัญคือ จะกีดขวางการเท และตกแต่งผิวคอนกรีต

7.3.3 **พิจารณาชิ้นส่วน : พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป** รายละเอียดที่ต้องพิจารณาเพื่อระบุในแบบคือ

- ขอ สำหรับการยกเพื่อการขนส่ง และติดตั้ง ระบุตำแหน่ง จำนวน และขนาดที่ใช้ (ได้จากการคำนวณ) มักกำหนดตำแหน่งไว้ที่ระยะประมาณ $^1/_4$ - $^1/_5$ ของความยาวช่วงเสา
- เหล็กเสริมคอนกรีตในชิ้นส่วน : พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป หากเหล็กเสริมคอนกรีตมากกว่า 1 ชั้นต้องแยกแสดงแต่ละผิว
- ตรวจสอบเหล็กเสริมบริเวณจุดยึดระหว่างพื้นกับคาน
- ตรวจสอบตำแหน่งของอุปกรณ์ท่อระบายน้ำทิ้งหรือท่อระบายน้ำฝน
- ตรวจสอบแผ่นเหล็กหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยึดราวลูกกรงหรือผนังกันตก (ถ้ามีในแบบ)
- ในกรณีพื้นชั้นหลังคา ต้องคำนึงถึงรางระบายน้ำที่พื้น เพื่อป้องกันการรั่วซึม
- ตรวจสอบระดับสำหรับพื้นระเบียง ห้องน้ำ และทางเดิน ความลาดของผิวพื้นควรอยู่ระหว่าง $^1/_{100}$ - $^1/_{200}$

โดยทั่วๆ ไปมักเลือกผิวท้องพื้นชิ้นส่วน : พื้นสำเร็จรูป เป็นด้านซึ่งติดกับแบบหล่อคอนกรีต(MOLD SIDE) เพื่อให้ได้ผิวท้องพื้นที่มีคุณภาพดี สำหรับวางพาดบนคานและเป็นฝ้าเพดานในตัว (กรณีไม่มีงานฝ้าเพดาน)

7.4 การเสนอแนะทางด้านการออกแบบรอยต่อ

ก่อนที่จะออกแบบรอยต่อทีมงานที่ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปต้องตัดสินใจและกำหนดกฎเกณฑ์ ของการออกแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

7.4.1 รอยต่อที่จะออกแบบจะต้องมีการกำหนดว่าจะเป็นรอยต่อซึ่งรับแรงแบบใดเช่น รอยต่อที่รับแรงแบบคานแบบต่อเนื่อง หรือรอยต่อที่รับคานแบบไม่ต่อเนื่อง

7.4.2 รอยต่อนั้นๆจะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักทั้งทางดิ่งและทางแนวราบ ตามความเหมาะสมของประเภทอาคาร

7.4.3 รอยต่อนั้นๆจะต้องออกแบบให้มีการยืดหยุ่นหรือแน่นหนา เพื่อที่ได้รับแรงกระทำหรือการเคลื่อนไหวของโครงสร้างอันเนื่องมาจากความร้อนได้

อนึ่งผู้ออกแบบจะต้องนำเอาวิธีและขั้นตอนของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโครงสร้างต่าง ๆ เข้าด้วยกัน มาร่วมในการคำนวณออกแบบรอยต่อด้วย ขั้นตอนของการประกอบและการออกแบบเครื่องค้ำยันชั่วคราว ตลอดจนรายละเอียดของการยึด การยกชิ้นส่วน ฯลฯ จะต้องได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและทำพร้อม ๆ กันไปกับการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง รอยต่อระหว่างชิ้นส่วน การทำทุ่นจำลองด้วยไม้ตรงรอยต่อของชิ้นส่วน จะช่วยในการวางแผนการก่อสร้างได้มาก เพราะเป็นการยากที่จะมองเห็นปัญหาต่าง ๆ อย่าง 3 มิติ คือ ในแนวราบ แนวดิ่ง และแนวลึก จากแบบก่อสร้าง 2 มิติของเรา

7.5 ข้อเสนอแนะในด้านความรู้ทางพฤติกรรมโครงสร้างของผู้ออกแบบ

เนื่องจากอาคารสำเร็จรูป ประกอบด้วยส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบตั้งและระนาบนอนและแต่ละชิ้นส่วนก็มีการกำหนดขนาดตามที่ผู้ใช้จะปฏิบัติงานก่อสร้างได้โดยสะดวกรวดเร็ว ชิ้นส่วนต่างๆเมื่อประกอบกันเป็นอาคารสมบูรณ์แล้ว อาคารนั้นจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรง นอกจากจะมีความสามารถที่จะต้องรับน้ำหนักตายตัวและน้ำหนักจรภายในแล้ว จะต้องมีความสามารถในการต่อต้านแรงกระทำภายนอก(External Forces)เช่น แรงลม ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

การออกแบส่วนประกอบโครงสร้าง ผู้ออกแบบคือ สถาปนิกและวิศวกรจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบโครงสร้าง วัสดุที่จะใช้เป็นส่วนประกอบโครงสร้าง วิธีประสานรอยต่อต่างๆของโครงสร้าง และโดยเฉพาะพฤติกรรมของส่วนประกอบโครงสร้าง ในด้านการต่อต้านแรงกระทำภายนอกของอาคารที่มีการก่อสร้าง โดยระบบสำเร็จรูปเป็นอย่างดี

แรงกระทำภายนอก มีโอกาสทำความเสียหายให้แก่อาคารได้โดยง่ายมากกว่าแรงกระทำภายใน ซึ่งได้แก่ Dead Load และLive Load แรงกระทำภายนอกกระทำต่ออาคารในทิศทางที่กำหนดแน่นอนไม่ได้ ขนาดของแรงเท่าใดเราไม่สามารถทราบแน่ได้ เวลาที่แรงกระทำก็รู้ไม่ได้ ฉะนั้นในการออกแบบโครงสร้างและรอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้างทั้งในระนาบดิ่ง และระนาบนอนในลักษณะของ 3 มิติ จะต้องถูกนำมาพิจารณาโดยถี่ถ้วน

7.6 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

จากการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และได้แจกแจงไว้เป็นหัวข้อ รวมถึงเสนอแนะแนวทางแก้ไขให้แก่ผู้ที่สนใจใน

บทที่ 6 หน้า 145-150. เพื่อที่จะได้นำมาช่วยในการพิจารณาแก้ไขปัญหาลักษณะการก่อสร้างและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานในเบื้องต้น ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นกลุ่มปัญหาสำคัญ 3 กลุ่ม ดังนี้

ปัญหาที่เกิดจากการก่อสร้าง

1.) ปัญหาเนื่องจากการออกแบบชิ้นส่วน

- ขนาดของเหล็กเสริมที่ยื่นออกมาจากเสาเหล็กเสริมที่ฐานรากมีการเผื่อมากเกินไป ทำให้ต้องมีการมาปรับระดับเชื่อมยึดตำแหน่งใหม่ ซึ่งถ้าไม่แก้ไขระดับของบ้าน และส่วนอื่นๆจะผิดอย่างต่อเนื่อง

- ตำแหน่งในการยกชิ้นส่วน ไม่สัมพันธ์กับกรรมวิธีการก่อสร้างที่หน้างาน

- ไม่มีตำแหน่งให้เหล็กตะขอปรับระดับยึด ในขั้นตอนการติดตั้ง เพื่อรอการเชื่อมรอยต่อด้วยปูน

- ระบบในการทำคานยื่นในการติดตั้งคานยื่น ช่วงที่รอการเชื่อมรอยต่อด้วยปูนนั้นจะใช้ค้ำยันเสริมคานยื่นนั้นไว้ ซึ่งเป็นเพียงแค่ค้ำยันไม้ธรรมดา ไม่มีความแข็งแรง อาจจะเกิดอันตรายได้

- ไม้แบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อประกอบจุดรอยต่อในหน้างานก่อสร้าง ในบางรอยต่อยังต้องใช้ไม้แบบแบบเดิม คือไม้แบบที่ทำขึ้นเองจากไม้ ซึ่งจะทำให้แบบที่หล่อออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

- การเทคอนกรีต เดิมทางบริษัทซีคอนกำหนดให้เทคอนกรีตผ่านช่องท่อที่ฝังไว้บริเวณเสา แต่บริเวณหน้างาน การเทคอนกรีตเป็นการเทโดยการเปิดช่องไม้แบบด้านบนแล้วเท ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเทคอนกรีตเชื่อมรอยต่อ

- การติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก กับชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปส่วนหลังคา ซึ่งในการติดตั้งหลังคาในกรณีศึกษานั้นใช้การสอดเหล็กเข้าไปในคานเพิ่ม และใช้เศษเหล็กที่มี เชื่อมยึดเข้าไป แล้วค่อยติดตั้งโครงหลังคา ทำให้ความแข็งแรงไม่ได้มาตรฐาน

2.) ปัญหาเนื่องจากการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ร่วมกับระบบอื่นๆ

- การใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น ในกรณีศึกษาช่วงของเสาจะไม่พอดีกับช่วงของความกว้างแผ่นพื้น ซึ่งส่งผลให้การเทพื้นหล่อในที่ ต้องมีการทำไม้แบบขึ้นมาโดยเฉพาะจุด ทำให้เสียเวลา และเพิ่มขั้นตอนในการก่อสร้างมากขึ้น และตรงบริเวณรอยต่อของหัวเสาและคานนั้น บางครั้งอาจจะต้องมีการบากแผ่นพื้นออกเพื่อให้สอดเข้ากับเสาได้พอดี ทำให้ไม่เกิดความแข็งแรงในโครงสร้าง

- การไม่ได้วางงานระบบไว้ในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ต้องมีการดัดแปลงชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนเพื่อทำการติดตั้งงานระบบ

- โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชิ้นส่วน เกินความจำเป็นเช่น มีเหล็กเส้นโผล่ออกมาจากคานในตำแหน่งที่ไม่ต้องมี เป็นต้น

3.) ปัญหาเนื่องจากกรรมวิธีการก่อสร้างของช่างแบบทั่วไป ที่ก่อสร้างโดยไม่เข้าใจถึงลักษณะของโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน

- การหล่อคานในที่เพิ่มเติมที่ไม่ได้มาตรฐาน
- การทำวงกบประตูหน้าต่างที่ไม่ได้มาตรฐาน
- การก่อผนังที่ไม่ได้มาตรฐาน

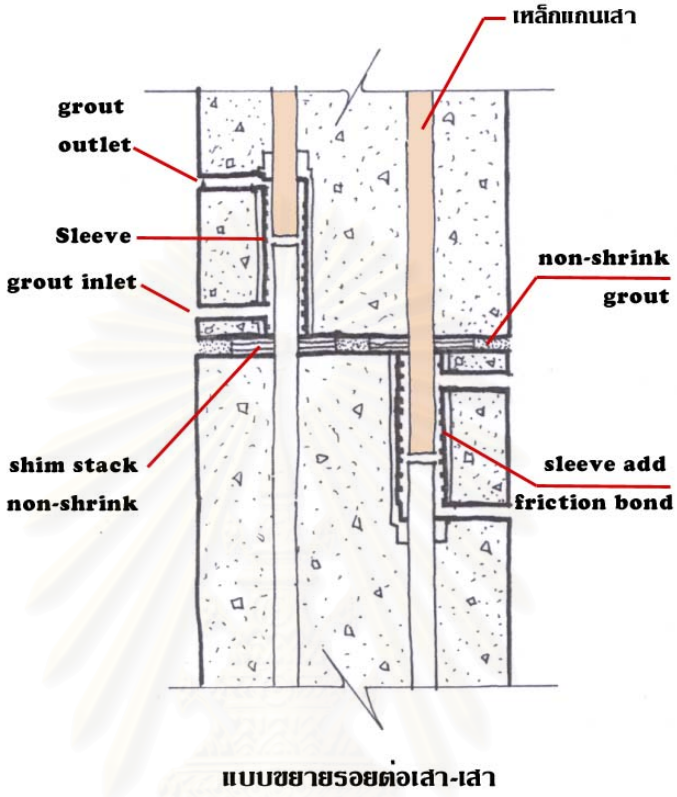
จากปัญหาที่สรุปมาข้างต้นที่ได้จากการเก็บข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานในกรณีศึกษา และจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปแบบทั่วไปของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ควรที่จะมีการพัฒนาในเรื่องเกี่ยวกับรูปแบบของชิ้นส่วนให้สอดคล้องกับการใช้สอย และสามารถแก้ปัญหาที่พบในการวิจัย โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวความคิดเบื้องต้น(เป็นรอยต่อเสนอแนะเพื่อแก้ปัญหาที่พบในการวิจัยเท่านั้น ผู้ที่จะนำไปใช้ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรม) โดยแยกระบบออกเป็นส่วนดังนี้

7.6.1 เสา ปัญหาที่เกิดขึ้นในที่ก่อสร้างคือการหล่อรอยต่อระหว่างเสา และชิ้นส่วนคานสำเร็จรูป ใช้การเทคอนกรีตเข้าทางด้านข้างของไม้แบบ ต่อมาทางซีคอนได้มีการพัฒนาให้มีการเทคอนกรีตผ่านรูที่เจาะช่องเตรียมไว้ในเสา แต่ก็ไม่สามารถทำงานได้สะดวกเท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากเครื่องฉีดน้ำปูนมีราคาแพงจึงไม่ได้นำมาใช้งานบ่อยนัก ผนวกกับจำนวนเครื่องอาจจะมีน้อย ทางผู้วิจัยจึงเสนอแนะดังนี้

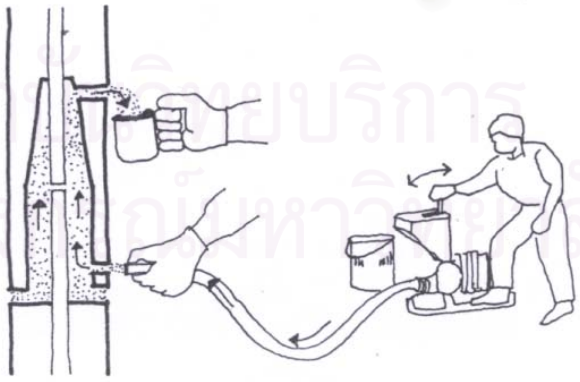
- **เปลี่ยนการประกอบจุดรอยต่อเสา** ให้มีการเทคอนกรีตที่ง่ายขึ้นโดยการใช้ Sleeve Joint โดยการฉีดน้ำยาปูนด้วยเครื่องฉีดพกพาได้

ข้อจำกัดของการใช้ Sleeve joint (จากการสอบถามจากคุณชูเกียรติ นิมมานิตย์ : วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ) ประการแรกคือ ขนาดของชิ้นส่วนมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะนำมาใช้ได้กับความกว้างของเสาบ้านพักอาศัย ซึ่งปกติจะใช้ความกว้างเสาอยู่ที่ 20-30 ซม. แต่ชิ้นส่วน Sleeve นั้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4-5 ซม.ฉะนั้นเสาที่จะใช้จะต้องมีความกว้างอย่างน้อย 25 ซม.(ถ้าจะวางชิ้นส่วน Sleeve ไว้ด้านเดียวกัน) แต่ถ้าวางชิ้นส่วน Sleeve ไว้คน

ละด้าน จะลดขนาดเสาลงมาได้ 20 ซม. แต่ก็จะทำให้ขั้นตอนการใส่ Sleeve เข้าไปในเสาต้องมีความละเอียดในการกำหนดตำแหน่งในการหล่อแบบ



รูปที่ 7-1 แสดงลักษณะของ Sleeve Joint และขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 7-2 แสดงลักษณะของ Sleeve Joint และขั้นตอนการทำงาน (ต่อ)

การฉีดน้ำปูนเข้าไปเริ่มจากการฉีดน้ำปูนจากรูด้านล่าง จนน้ำปูนล้นออกมาจากรูด้านบน แล้วใช้ภาชนะรองน้ำปูนที่ล้นออกมา เพื่อนำกลับไปใช้ เมื่อน้ำปูนเต็มในช่องSleeve รอยหยักที่อยู่ภายในจะช่วยให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างผิววัสดุ(Friction Bond) ทำให้เมื่อปูนแข็งตัวรอยต่อดังกล่าวจะมีความแข็งเกร็งสูง

- **เพิ่มจุดที่ช่วยในการยกติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา** เพื่อความสะดวกในการทำงาน และไม่ทำให้เสามีความเสียหายดังที่ผู้วิจัยศึกษาในกรณีศึกษา

ข้อดี : สามารถลดระยะเวลาในการประกอบจุดรอยต่อได้มากขึ้น โดยที่ไม่ต้องเสียเวลาในการเชื่อม, เทคอนกรีต, รวมถึงจะประหยัดในการทำไม้แบบซึ่งใช้เพียงการปิดรอยต่อเสาที่ห่างกันในระยะไม่เกิน 2-3 ซม. ในการขนส่งสามารถแยกเสาเป็น 2 ส่วนช่วยให้ทำการขนส่งง่าย

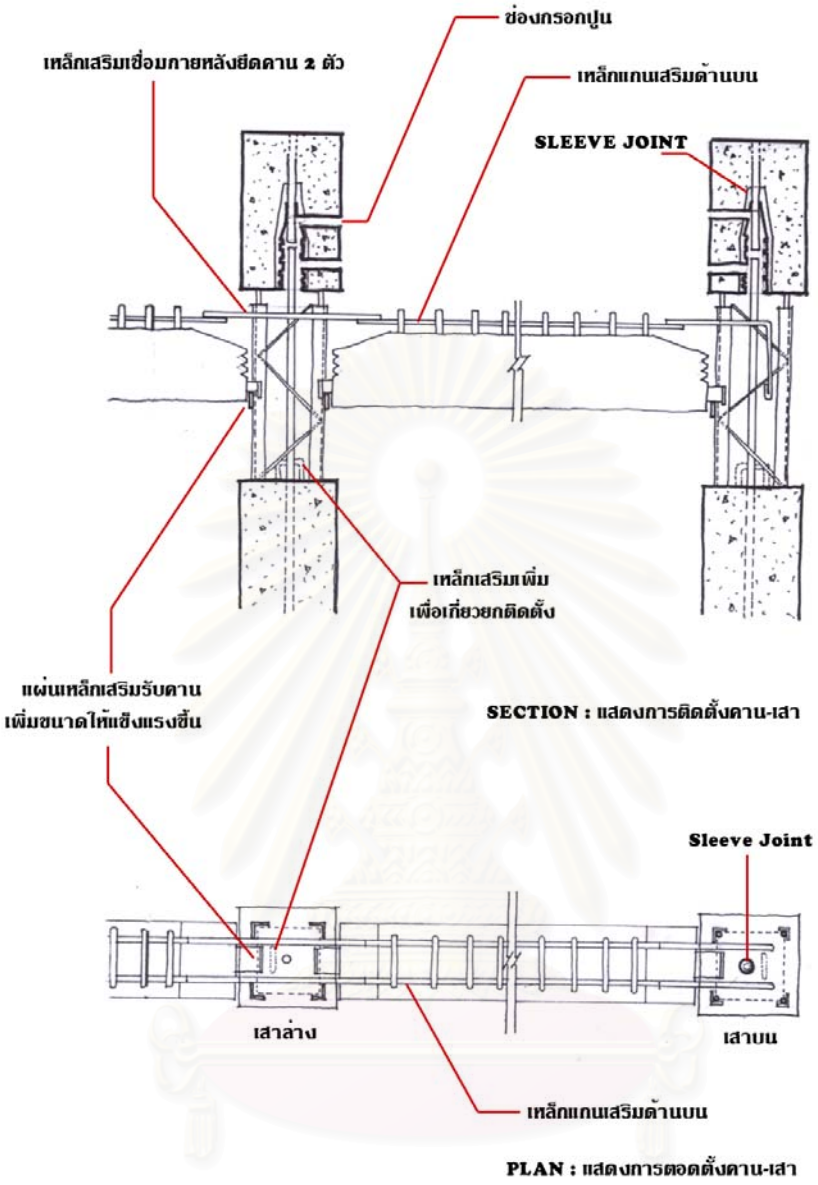
ข้อเสีย : การตั้งศูนย์ของเสาทำได้ค่อนข้างยาก

7.6.2 **คาน** จากการเก็บข้อมูลบ้านที่สร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานในกรณีศึกษาที่ใช้ระบบโครงสร้างของบริษัท ซีคอน จำกัดนั้น รอยต่อคานกับเสาที่ระบบดังกล่าวเลือกใช้นั้น เป็นการเชื่อมยึดด้วยเหล็กฉากกับแผ่นเหล็กรองคานที่ติดอยู่บริเวณข้างเสา ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการเชื่อมยึด, ประกอบจุดรอยต่อ แต่ก็สามารถปรับตั้งศูนย์ของเสาได้ไม่ยาก แต่ข้อเสียที่เห็นได้ชัดจากโครงการแฟลตดินแดงคือเมื่อรอยต่อที่เสา-คานเกิดจากการเทปูนประกอบจุดรอยต่อคนละครั้งกัน ทำให้ในบางครั้งรอยต่อเกิดการแตกร้าวได้จะต้องมาทำการซ่อมแซมกันภายหลัง

การประกอบจุดรอยต่อดังกล่าวเป็นการประกอบจุดรอยต่อแบบระบบสำเร็จรูปแบบไม่เต็มระบบ (Half Precast) คือ มีบางส่วนที่ต้องมีการหล่อในที่ประกอบด้วย เช่น ส่วนบนของพื้นและผนังสำเร็จรูปจะเป็นส่วนที่มีเหล็กโผล่ยื่นขึ้นมา เมื่อยกมาติดตั้งเสร็จ ก็จะมีการเทคอนกรีตทับหน้าส่วนดังกล่าว ทำให้มีความแข็งเกร็งเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยให้โครงสร้างแข็งแรงมากขึ้น

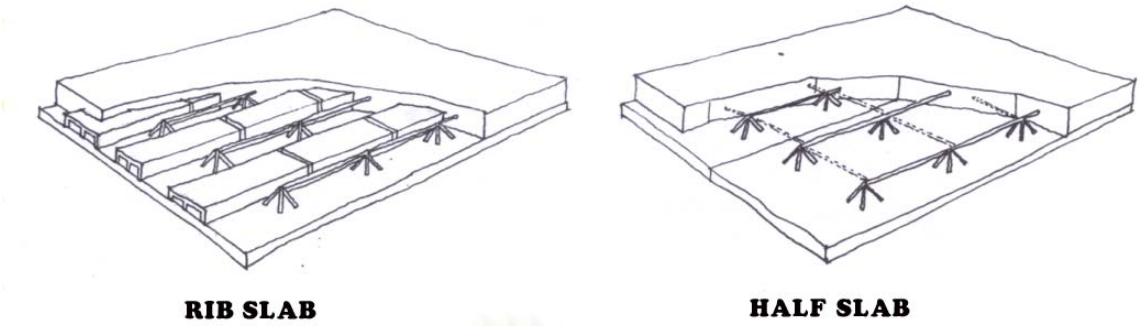
- **ข้อดี** : โครงสร้างมีความแข็งแรงมากขึ้นเมื่อมีช่วงความกว้างเสาที่มากขึ้น รวมถึงการเทปูนประกอบจุดรอยต่อสามารถทำได้ในครั้งเดียว คือ ประกอบจุดรอยต่อระหว่างเสา-คาน-พื้น ซึ่งจะทำให้เนื้อของปูนและรอยต่อประสานกันเป็นเนื้อเดียว ลดเวลาการทำงานในการต้องเทปูนหลายครั้ง โครงสร้างจึงมีความแข็งเกร็งสูงขึ้น

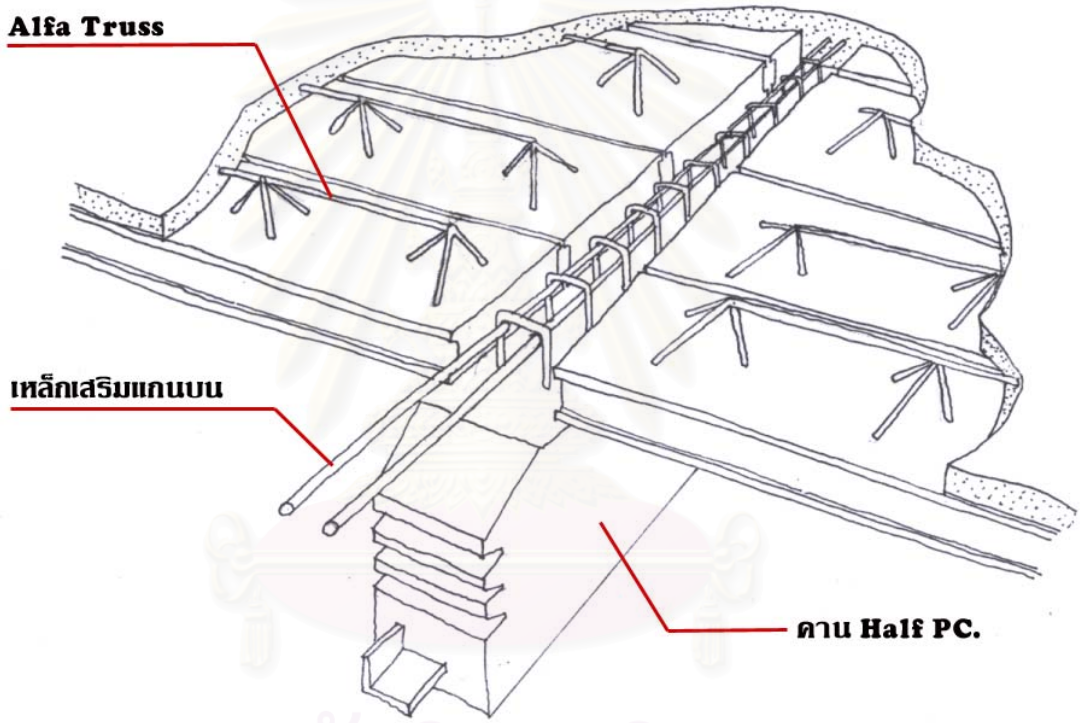
- **ข้อเสีย** : ต้องใช้เครื่องฉีดปูนที่มีขนาดใหญ่ จึงจะสะดวกในการประกอบจุดรอยต่อทั้งหมด และปัญหาที่เกิดจากไม้แบบที่หลากหลายยังไม่ได้ถูกแก้ด้วยวิธีการนี้



รูปที่ 7-3 แสดงลักษณะของชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปและการประกอบคานกับเสา

7.6.3 **พื้น** เพื่อลดปัญหาในการเสียเวลาปูเหล็กตะแกรงและความไม่เรียบร้อยในหน้างาน ของระบบพื้นสำเร็จรูป จึงควรนำพื้นที่สามารถหล่อในที่ได้เลย โดยไม่ต้องปูเหล็กตะแกรงอีก(Half Slab : แผ่นพื้นสำเร็จรูปขนากความหนา 50 มม., Rib Slab : แผ่นพื้นสำเร็จรูปขนาดความหนา 200, 250 มม. ใช้ในงานก่อสร้างพื้นหรือหลังคาชั้นดาดฟ้าที่ต้องการฉนวนกันความร้อนหรือความแข็งแรงเป็นพิเศษ) ซึ่งการใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปดังกล่าว จะช่วยลดขั้นตอนการก่อสร้างและระยะเวลาไปได้ส่วนหนึ่ง และควรพัฒนาแบบหล่อของพื้นชิ้นสุดท้ายที่อยู่บริเวณหัวเสาให้เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดพิเศษ และสามารถปรับขนาดความกว้างของพื้นในส่วนนี้ได้





รูปที่ 7-4 แสดงลักษณะของพื้นที่มีการหล่อในที่ได้ทันที

ข้อดี : พื้นที่ใช้จะสามารถประหยัดเวลาการปูเหล็กตะแกรง และทำให้โครงสร้างคาน-พื้นเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นการเทคอนกรีตครั้งเดียว สามารถเชื่อมรอยต่อได้หมด

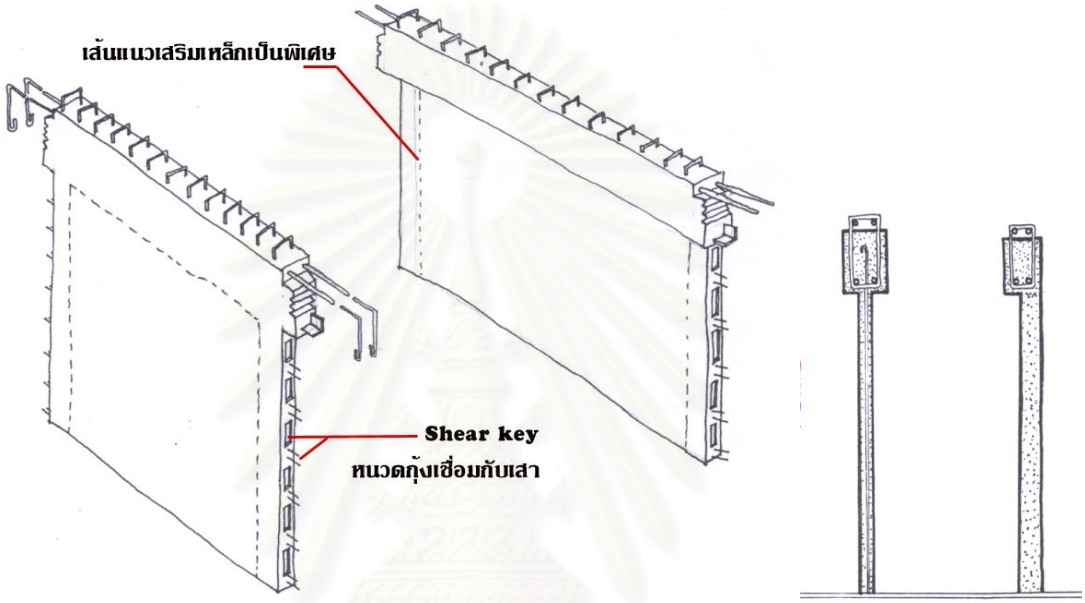
ข้อเสีย : ในส่วนของการผูกเหล็กที่โรงงานจะเพิ่มความยุ่งยากมากขึ้น

7.6.4 **ผนัง** ในการเก็บข้อมูลการก่อสร้าง ผนังจะเป็นส่วนที่ใช้เวลาในการก่อสร้างมาก ซึ่งในบางตำแหน่งนั้น สามารถใช้ลักษณะของผนังสำเร็จรูปทั้งหมดได้เช่น บริเวณผนังห้องน้ำ ผนัง

โรงรถ เป็นต้น ซึ่งผนังส่วนเหล่านี้มักจะไม่มีการต่อเติมในภายหลังก่อสร้างเสร็จ ทางผู้วิจัยจึงได้เสนอผนังสำเร็จแบบที่มีคานติดในตัวของผนังซึ่งผนังดังกล่าวไม่ใช่ผนังรับน้ำหนัก

ข้อดี : เพื่อลดขั้นตอนในการประกอบจุดรอยต่อไปในตัว และผนังก็บางลง(ไม่ใช่ผนังรับน้ำหนัก) น้ำหนักของผนังเองไม่มาก สามารถยกด้วยเครื่องจักรเบาได้

ข้อเสีย : ชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ ยากต่อการขนส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง



รูปที่ 7-5 แสดงลักษณะของผนัง และคานสำเร็จรูป

7.6.6 **การหล่อแบบผนังสำเร็จรูป** เมื่อมีการนำเอาระบบผนังสำเร็จรูปเข้ามาใช้ประกอบกับการสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน จึงควรมีการคำนึงถึงการหล่อแบบและการขนส่งวัสดุแผ่นใหญ่ การขนส่งชิ้นส่วนที่ผลิตเรียบร้อยแล้วนั้นมีความสำคัญมากตั้งแต่ การยกชิ้นส่วนที่หล่อสำเร็จในแนวนอนขึ้นตั้ง ซึ่งจะเป็นปัญหาในชิ้นส่วนขนาดใหญ่เช่น ผืนผนังบางแผ่น ที่ต้องคำนวณเหล็กเสริมเป็นพิเศษในส่วนที่มีความบาง หรือมีขนาดเล็กเช่น ตามมุมช่องเปิดต่างๆ ต้องมีการเสริมเหล็กทะแยงพิเศษป้องกันการหักที่อาจจะเกิดขึ้น เหล็กนี้นอกจากจะป้องกันการหักที่อาจเกิดขึ้นเมื่อยกชิ้นส่วนขึ้นแล้ว ยังช่วยป้องกันการแตกร้าวที่อาจเกิดขึ้นที่มุมช่องเปิดต่างๆเมื่อมีการใช้งาน

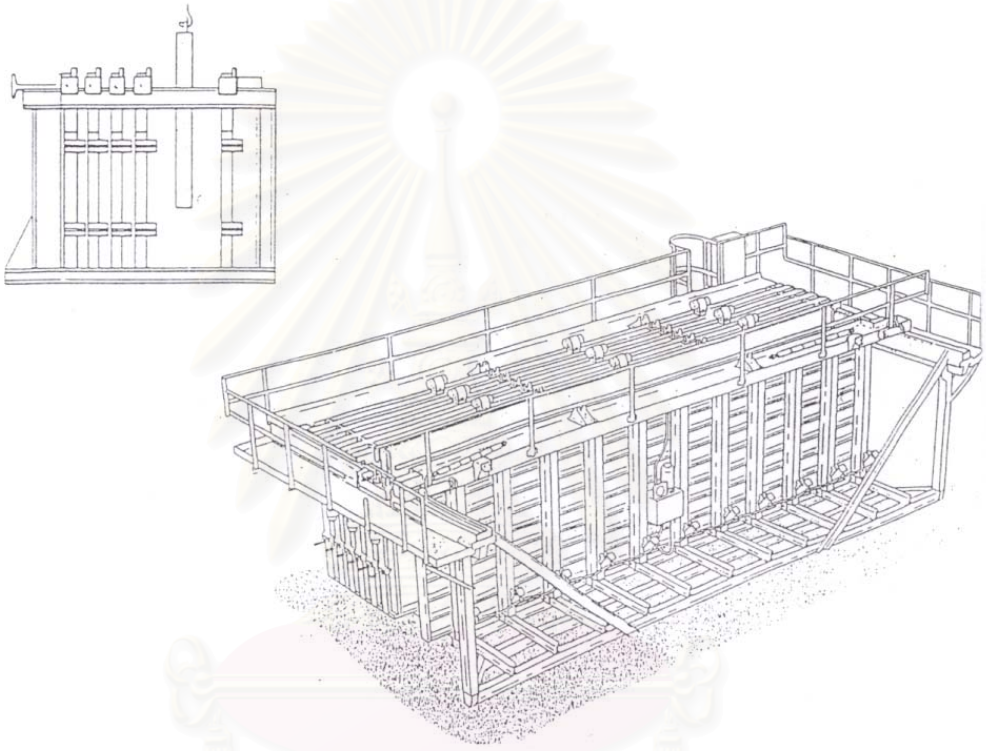
จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการหล่อแบบทางแนวนอน ทำให้เกิดการแก้ไขโดยเปลี่ยนการหล่อเป็นแบบ การหล่อแบบทางตั้งแทน(Vertical Battery Casting Machine)

ข้อดี : 7.6.6.1 การขนส่งที่ไม่ต้องกังวลเรื่องการแตกหักที่อาจเกิดขึ้น

7.6.6.2 ความเรียบของพื้นผิวทั้ง 2 ด้านที่เท่ากันตามผิวแม่แบบ ไม่เหมือนการหล่อผนังแบบปัจจุบันซึ่งมีด้านหนึ่งเรียบตามแบบ ส่วนอีกด้านหนึ่งต้องใช้ช่างฝีมือมาดำเนินการฉาบที่หน้างานเพิ่ม

7.6.6.3 สามารถลดพื้นที่ในโรงงานก่อสร้างได้

ข้อเสีย : ยังเป็นระบบที่ยังมีราคาสูงในการนำเข้ามาใช้ลงทุนในการก่อสร้าง



รูปที่ 7-6 แสดงลักษณะแบบหล่อทางแนวตั้ง

ที่มา : เอกสารรายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ ปี พ.ศ.2541

7.7 ข้อเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานแบบผสม

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเสา-คานนั้น พบทั้งข้อดีและข้อเสียในระบบดังกล่าว ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปด้วยกันแล้ว พบว่า ข้อเสียบางประการของการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนั้น อาจจะถูกแก้ไขด้วยการก่อสร้างในระบบผนังรับน้ำหนัก, หรือระบบก้อนบล็อกสำเร็จรูปเช่น

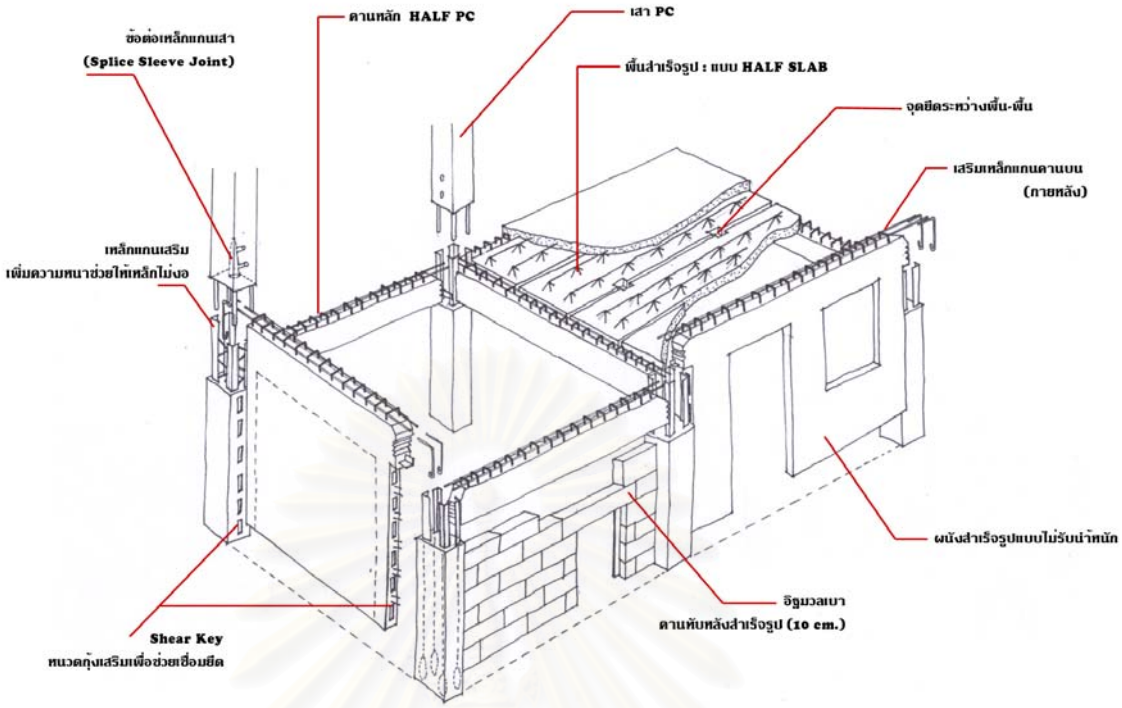
- ผนังบางส่วนที่มีการก่ออิฐในส่วนระบบเสา-คานแต่ไม่มีความจำเป็นต้องเผื่อการทุบ, รื้อในอนาคต หรือผนังบางด้านไม่จำเป็นต้องมีช่องเปิดมาก ด้วยข้อจำกัดที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความคิดว่าน่าที่จะใช้วัสดุผนังฝืนใหญ่แทนการก่ออิฐได้ ผลดีที่เกิดขึ้นคือ ลดขั้นตอนการก่อสร้างและระยะเวลาลงไป ในบางครั้งอาจจะประหยัดค่าก่อสร้างอีกด้วย

- ความยุ่งยากในการหล่อพื้นในที่ก่อสร้างของการก่อสร้างในระบบเสา-คานด้วยเหล็กตะแกรง อาจจะแก้ปัญหาด้วยการใช้แผ่นพื้นที่สามารถเทคอนกรีตที่ผิวได้เลย โดยที่ไม่ต้องผูกเหล็กตะแกรงเพิ่มอีก เช่นการใช้ระบบพื้นสำเร็จรูปแผ่นใหญ่ซึ่งส่วนด้านบนมีเหล็กโผล่ขึ้นมาเพื่อรอการเทปูนแทนการผูกเหล็ก(แต่อาจจะมีปัญหาด้านการขนส่ง) หรือการใช้แผ่นพื้นเป็นชิ้นส่วนเล็กเช่นเดียวกับปัจจุบัน แต่ส่วนด้านบนมีเหล็กโผล่ขึ้นมาเพื่อรอการเทปูนแทนการผูกเหล็ก ก็จะสามารถลดความยุ่งยากในการก่อสร้างได้

- การทำเสาเอ็น และคานทับหลังในการก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เสียเวลาในการก่อสร้างได้ ซึ่งปัจจุบันทางการก่อสร้างด้วยการก่ออิฐมวลเบาก็ได้มีการผลิตคานทับหลังสำเร็จรูปขึ้นเพื่อลดความยุ่งยากในการก่อสร้าง แต่การก่ออิฐมวลเบาดังกล่าวจะต้องใช้ความหนาก้อนที่ 10 ซม.ขึ้นไปจึงจะสามารถสร้างด้วยระบบคานทับหลังสำเร็จรูปได้ ซึ่งปัจจุบันคนส่วนใหญ่มักใช้อิฐมวลเบาขนาด 7.5 ซม.เท่านั้น (ดูได้จากภาคผนวก)

ในการเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานแบบผสมนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ระบบการเชื่อมรอยต่อแบบเปียกคือ การใช้การเชื่อมยึดและกร๊าวท์ปูนลงในส่วนช่องว่างของรอยต่อ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ในการประกอบจุดรอยต่อด้วยวิธีนี้นั้น จะสามารถคงค่าความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าการประกอบจุดรอยต่อด้วยวิธีแบบแห้ง อาจเนื่องมาจากความได้มาตรฐานของชิ้นส่วนที่ผลิตจากโรงงานยังไม่ได้มาตรฐานเท่าเทียมกับการก่อสร้างในต่างประเทศผนวกกับช่างแรงงานที่มีฝีมือยังคงมีน้อย ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในส่วนหน้างานก่อสร้างค่อนข้างมาก

หมายเหตุ รูปที่ 7-7 : การเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานแบบผสมในรูปแบบนี้ เป็นการพิจารณาผสมระหว่างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานและระบบผนังรับน้ำหนัก รวมถึงระบบก้อนบล็อกสำเร็จรูป กับข้อมูลที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ผนวกกับเอกสารรายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ ปี พ.ศ.2541 แบบที่เสนอแนะนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งในผลที่ได้จากการวิจัย ผู้ที่สนใจจำเป็นจะต้องนำไปวิเคราะห์ทางด้านระบบวิศวกรรมอีกครั้ง



รูปที่ 7-7 แสดงการเสนอแนะรูปแบบในการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน : แบบผสม

7.8 ข้อเสนอแนะสำหรับภาครัฐบาล

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่ามีความเหมาะสมในการนำระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน มาใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภทโครงการบ้านจัดสรร ดังนั้นควรที่จะส่งเสริมสนับสนุนหน่วยงานที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานนี้ คิดค้น, พัฒนาและทดสอบคุณสมบัติในด้านต่างๆที่ยังไม่มีการศึกษา ทำการวิจัยและเผยแพร่เทคโนโลยีการก่อสร้างเพื่อเป็นตัวกลางที่จะประสานระหว่างผู้ประกอบการกับผู้บริโภค

จากข้อจำกัดทางด้านการตลาด ข้อ 7.2.4 หน้า 157. ซึ่งรัฐบาลจำเป็นต้องมีการสนับสนุนผู้ประกอบการที่จะสร้างโรงงานเพื่อผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน เพื่อลดต้นทุนและสร้างความหลากหลายให้กับชิ้นส่วนที่จะเกิดขึ้นในแต่ละระบบของโรงงาน เช่น การให้การส่งเสริมในเรื่องการลงทุนสงเคราะห์ จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ให้ในราคาถูก ช่วยขยายตลาดให้ ซึ่งอาจกระทำได้หลายทาง การจัดสร้างอาคารสงเคราะห์ของรัฐบาลที่จัดขึ้นแต่ละปีก็เป็นทางช่วยวิธีหนึ่ง เพราะจะเป็นตลาดถาวรที่มีแน่นอนทุกปี และการขยายตลาดก็ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละระบบที่เลือกนำมาใช้ด้วยว่า จะสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของผู้ใช้ได้คล่องตัวเยงใด ถ้า

ปรับให้ใช้ได้กับอาคารได้หลายประเภทสามารถปรับได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ตลาดย่อมขยายวงกว้างออกไป

7.9 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

สำหรับผู้ประกอบการที่สนใจจะนำระบบการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานไปใช้ในโครงการบ้านจัดสรร ควรดำเนินการดังนี้

7.9.1 ผู้ประกอบการควรที่จะมีการศึกษาและทำความเข้าใจในระบบการก่อสร้างประเภทนี้ เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดเมื่อดำเนินการ

7.9.2 ต้องมีการเตรียมการ ก่อนนำระบบการก่อสร้างระบบนี้มาใช้ ต้องจัดให้มีการอบรมช่างฝีมือแรงงาน ให้มีความเข้าใจและเกิดความชำนาญมากขึ้น(สำหรับการที่ผู้ประกอบการจะทำการหล่อชิ้นส่วนเองในที่ก่อสร้าง) ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องเสียค่าดำเนินการดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ามีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานที่เพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะสัมพันธ์ทางด้านต้นทุน, คุณภาพและเวลา

7.9.3 ทางด้านการยอมรับจากผู้บริโภค ผู้วิจัยเห็นว่า จะต้องมีการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน และสามารถอธิบายให้ผู้ซื้อมีความเข้าใจที่ถูกต้อง นอกจากการใช้สื่อแล้ว ควรมีตัวอย่างแสดงกรรมวิธีการก่อสร้าง ณ สถานที่ก่อสร้าง เพื่อสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น

7.9.4 จากปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างในบ้านกรณีศึกษา มักที่จะเกิดจากการก่อสร้างแบบไม่ครบระบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของบริษัทนั้นๆ ในกรณีที่ผู้ประกอบการสั่งซื้อเฉพาะชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานจากโรงงานผลิต มาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบทั่วไปของผู้ประกอบการ แนวทางการแก้ไขนั้น ผู้ประกอบการควรจะนำระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คานของบริษัทนั้นๆมาทำการก่อสร้างทั้งระบบ ซึ่งทางผู้วิจัยคิดว่าอาจจะช่วยลดปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้นได้ไม่มากก็น้อย

7.10 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

7.10.1 จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ควรจะมีการศึกษาถึงการนำเอาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน มาทำการก่อสร้าง, หล่อชิ้นส่วน, ติดตั้ง ทั้งกระบวนการในที่ก่อสร้าง

7.10.2 ผู้วิจัยเห็นว่า ในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ประชาชนส่วนมากยังไม่มั่นใจในความแข็งแรง และราคาที่ประหยัดกว่าการหล่อในที่ก่อสร้าง จึงควรมีการศึกษาถึงทัศนคติเกี่ยวกับผู้อยู่อาศัยเกี่ยวกับระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คานดังกล่าว

7.10.3 ผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคงทนแข็งแรงของโครงสร้างเมื่อเวลาผ่านไป

7.10.4 ผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะมีการศึกษาถึงการนำเอาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน มาใช้กับการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่

7.10.5 ผู้วิจัยเห็นว่า น่าที่จะมีการศึกษาและพัฒนา การนำเอาระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปเสา-คาน มาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบอื่นเช่นระบบผนังรับน้ำหนัก และก้อนบล็อกสำเร็จรูป ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่า “ *การศึกษาถึงการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผสม* “

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คมสันต์ ลัทธิธรรมพงศ์, วีระพล งามวงษ์วาน, ศรธี กูลมงคลรัตน์., เปรียบเทียบระบบโครงสร้างอาคารพักอาศัยในด้านค่าก่อสร้างและราคา. วิทยานิพนธ์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542.

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21. อาษา. (เมษายน 2543): หน้า 81.

เฉลิมชัย ห่อนาค. การประสานพิกัดในอาคาร(Modular Co-ordination in Building). อาษา ฉบับที่4(2511),

รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technology, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ต่อตระกูล ยมนาถ. ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป. ในเอกสารประกอบการอบรม เรื่อง ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ, 2520. จัดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

ตรึงใจ บูรณสมภพ.การออกแบบอาคารเพื่อการก่อสร้างในระบบอุสาหกรรม. หน้าจั่ว. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับที่ 4. (2527): หน้า133-151.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์, ระบบการก่อสร้างอุสาหกรรมสำหรับที่พักอาศัยของผู้ที่มีรายได้ปานกลางในเขตกรุงเทพฯมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาเคหะการ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2542.

ทวี สีบุญเรือง และวิชยา วัฒนานุกิจ, เอกสารประกอบคำบรรยาย หลักสูตร “เทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้างรุ่นที่ 3 เจาะลึกระบบสำเร็จรูป” เรื่องเทคนิคออกแบบในระบบสำเร็จรูป. กรุงเทพมหานคร : การเคหะแห่งชาติ, 2540.

ธวัชชัย สุทธิประภา, เทคนิคการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมและระบบวัสดุสำเร็จรูป. ในการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2540. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540.

นาวิน นาคะศิริ. การศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2542.

นิธิ สถาปิตานนท์. เอกสารประกอบคำบรรยาย หลักสูตร “เทคโนโลยีการบริหารงานก่อสร้างรุ่นที่ 3 เจาะลึกระบบสำเร็จรูป” เรื่องเทคโนโลยีการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง. กรุงเทพมหานคร การเคหะแห่งชาติ, 2540.

ประทีป อิทธิเมฆินทร์. การศึกษาระบบก่อสร้างสำเร็จรูป สำหรับอาคารพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2520.

พันธุดา พุฒิไพโรจน์. แนวคิดในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมสำหรับอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีตสำเร็จรูป. ในการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2540. กรุงเทพมหานคร :วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540.

พิบูลย์ จินาวัฒน์. “รอยต่อระหว่างส่วนประกอบโครงสร้างคอนกรีต”, เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์ ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2521.

มั่น ศรีเรือนทอง. หลักเกณฑ์ข้อพิจารณาในการออกแบบและก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. บริษัท เจนเนอรัล เอนยิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน).

มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาเคหะการ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย,, 2540.

รายงานการวิจัยเรื่อง Mini-Project-Type Technical Cooperation for Development of Construction Technology for Low-Cost Housing ของการเคหะแห่งชาติ 2541.(ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คุณชูเกียรติ นิมมานิตย์, วิศวกรของการเคหะแห่งชาติ), (ไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่.)

ศ.ดร.เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างสถานที่ราชการ : รอยต่อของส่วนประกอบโครงสร้าง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. (2520.)

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. “Joint in Modular Coordination”, วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2526.

สิงหราช มีทิพย์. การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2542.

สุเชษฐ์ ชาวเรือ, การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัย : การออกแบบ และการศึกษาความเป็นไปได้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

สุทธิพล วิวัฒนทีปะ และวิ เจียรวิโรจน์. การใช้ระบบ PRECAST กับงานอาคาร. ในการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2540. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540.

โสภณ แสงไพโรจน์. เอกสารเผยแพร่ห้องสมุดการเคหะแห่งชาติ เรื่อง : การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : การเคหะแห่งชาติ, 2522.

อดุลย์ สารบัญ. กรณีตัวอย่างโครงการก่อสร้างหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์. ในการสัมนาและนิทรรศการทางวิชาการเรื่อง “การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป”. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2540.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Albert G.H. Dietz. Industrialized Building Systems for Housing. Cambrid Mass, 1971.

Burnham Kelly. The Prefabrication of Houses. The M.I.T. Press, Massact Setts.

Domingo L. Sizzon, Ir. Industrialized Building and Building Systems In Asia. United Nations Industrial Development Organization, Manila. 1988.

Elder, A.J. The A.J. Handbook of Building Enclosure. London : Architectural Press, 1977.

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

GmbH, Bauverlag, Wiesbaden, and Berlin. Manual of Precast Concrete Constuction Vol. 1, 2, 3. Germany : Rud. Becktold & Comp., 1968.

GmbH, Beton-Verlag. Precast Concrete Connection Details. Netherland. 1978.

Haas,A.M. Precast Concrete Design and Applications. Galliard : Applied Science Publishers, 1983.

Heino Engel, Structure Systems. New York : D.A.P.,Distributed Art Publishers 1997.

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

Mario Salvadori. Structure in Architecture. Prentice-Hall, Inc.

Morris, A.E.J. Precast Concrete in Architecture. London : George Godwin Limited., 1978.

Narong Rerkshanindana. Prefabrication in Housing construction. Maste of Engeering Thesis, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand. 1987.

R.M.E. Diamant, MSC. Industrialized Building 1,2,3. In collaboration With the Architect & Building News : London Life Book Ltd.

Rostron, Michael. Light Clodding of Buildings. London : Architectural Press, 1968.

Schmid, Thomas and Testa, Carlo. Systems Building. London : Pall Press, 1969.

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

Waddel,Joseph J.I. Precast Concrete ; handling and Erection. 3 rd ed. Michigan, 1984.

Wolfgang Schueller., The Design of Building Structure. New Jersey : Prentice hall, Upper Saddle River., 1996.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
1	**งานวัสดุผนัง**								
1.1	งานก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น	เมตร	200	120	24000	75	15000	39000	
1.2	งานก่ออิฐมอญเต็มแผ่น	เมตร	11	220	2420	120	1320	3740	
1.3	งานฉาบปูนภายนอก	เมตร	269	50	13450	60	16140	29590	
1.4	งานฉาบปูนภายใน	เมตร	426	50	21300	60	25560	46560	
1.5	งานปูนสกัดรอบอาคาร	เมตร	50	40	2000	45	2250	4250	
1.6	งานปูกระเบื้องผนังห้องน้ำ	เมตร	36	150	5400	120	4320	9720	
1.7	งานทำเคาเตอร์ห้องน้ำ	ห้อง	3		0		0	4500	
2	**งานทาสีภายนอก**	เมตร	316	30	9480	45	14220	23700	
3	**งานทาสีภายใน**	เมตร	394	20	7880	10	3940	23640	
4	**งานวัสดุผิวพื้น**								
4.1	งานปูกระเบื้องเคลือบ	เมตร	76	160	12160	100	7600	19760	
4.2	งานทรายล้าง	เมตร	18	420	7560		0	7560	
4.3	งานพื้นผิวขัดมัน-สำหรับปาร์เก้	เมตร	58	150	8700	60	3480	12180	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
4.4	งานผิวปูนปาร์เก้ ไม้เต็ง A	เมตร	51	450	22950	80	4080	27030	
4.5	งานบัวไม้เต็ง	เมตร	250	35	8750	15	3750	12500	
4.6	งานไม้บันได ปาร์เก้ไม้เต็ง A	เมตร	15	300	4500	80	1200	5700	
4.7	งานราวบันไดไม้เนื้อแข็ง	เมตร	5	550	2750	500	2500	5250	
4.8	งานไม้ราวกันตกห้องรับแขก	เมตร	350	170	59500	60	21000	805	
4.9	งานบัวปูนพื้น 2 ชั้น	เมตร	42	90	3780	60	2520	630	
4.1 0	งานบัวปูนพื้น ชั้นเดียว	เมตร	34	45	1530	50	1700	3230	
5	**งานฝ้าเพดาน**								
5.1	งานฝ้าเพดาน ยิปซัมฉาบเรียบ	เมตร	146	190	27740			27740	
5.2	งานฝ้าเพดานกระเบื้องแผ่นเรียบ 4 มม. โครงไม้	เมตร	49	350	17150	120	5880	23030	
6	**งานไฟฟ้า**							40000	
7	**งานประปา**							15000	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
8	**งานประตู - หน้าต่าง**								
8.1	ประตู ป1	ชุด	1	3500	3500	600	600	4100	
8.2	ประตู ป2	ชุด	1	2500	2500	500	500	3000	
8.3	ประตู ป3	ชุด	1	1050	1050	400	400	1450	
8.4	ประตู ป4	ชุด	4	1050	4200	400	1600	5800	
8.5	ประตู ป5		4	1050	4200	400	1600	5800	
8.6	หน้าต่าง น 1		2	2500	5000	200	400	3400	
8.7	หน้าต่าง น 2		7	2000	14000	200	1400	15400	
8.8	หน้าต่าง น 3		2	670	1340	200	400	1740	
8.9	หน้าต่าง น 4		4	550	2200	200	800	3000	
8.1 0	หน้าต่าง น 5		2	500	1000	200	400	1400	
8.1 1	หน้าต่าง น 6		1	850	850	200	200	1050	
8.1 2	หน้าต่าง น 7		1	90	90	200	200	400	
8.1 3	หน้าต่าง น 9		3	1590	4770	200	600	5370	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
8.1 4	หน้าต่าง น.10	ชุด	1	1500	1500	300	300	1800	
8.1 5	หน้าต่าง น.11	ชุด	2	900	1800	300	600	2400	
	อุปกรณ์ (สแตนเลส)								
8.16	ลูกบิด รมดำ (สแตนเลส)	ชุด	11	150	1650			1650	
8.17	บานพับ (สแตนเลส)	ชุด	142	26	3692			3692	
8.18	กลอน 4" (สแตนเลส)	ชุด	104	25	2600			2600	
8.19	มือจับ (สแตนเลส)	ชุด	52	25	1300			1300	
8.2 0	ขอรับขอสับ (สแตนเลส)	ชุด	52	45	2340			2340	
8.21	กลอนนกแก้ว (สแตนเลส)	ชุด	6	16	96			96	
8.22	วิทโก้ 3" (สแตนเลส)		6						
8.23	กระจก (สแตนเลส)		75						
8.24	กลอน 6" (สแตนเลส)	ชุด	2	30	60			60	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
9	**งานสุขภัณฑ์**								
9.1	อ่างอาบน้ำเหล็กปั๊ม สวีทโฮม 1.60 ม สีเทา	ชุด	1	4200	4200	800	800	5000	
9.2	สะดืออ่างอาบน้ำ สายโซ่ ดักกลิ่น	ชุด	1	400	400	60	60	460	
9.3	ก๊อกผสมอ่างอาบน้ำ - ฝักบัว	ชุด	1	2750	2750	60	60	2810	
9.4	อ่างล้างหน้า Cotto C 013 เคนซิงตัน 20 สีเทา	ชุด	1	720	720	150	150	870	
9.5	อ่างล้างหน้า Cotto C 013 เคนซิงตัน 20 สีงา	ชุด	1	660	660	150	150	810	
9.6	อ่างล้างหน้า Cotto C 012 รีเจ้นท์ สีเทา	ชุด	1	820	820	150	150	970	
9.7	สะดืออ่างล้างหน้า TS 300A	ชุด	3	480	1440	30	90	1530	
9.8	ท่อน้ำทิ้งอ่างบล้างหน้า TS 300 AX	ชุด	3	800	2400	30	90	2490	
9.9	ก๊อกเดียวอ่างล้างหน้า CT 160	ชุด	2	420	840	30	60	900	
9.1 0	โถส้วมนั่งราบ COTTO C179 แนนซี่เอส สีเทา	ชุด	2	3470	6940	200	400	7340	
9.11	โถส้วมนั่งราบ COTTO C122 อีลองเกตพลาซ่า	ชุด	1	5950	5950	200	200	6150	
9.12	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO สีเทา	ชุด	2	127	254	50	100	354	
9.13	ที่ใส่กระดาษชำระ COTTO สีงา	ชุด	1	118	118	50	50	168	
9.14	สายชำระ	ชุด	3	420	1260			1260	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
9.15	ราวแขวนผ้า NO 812	ชุด	3	140	420	30	90	510	
9.16	ที่ใส่สบู่ COTTO สีเทา	ชุด	2	135	270	50	100	370	
9.17	ที่ใส่สบู่ COTTO สีงา	ชุด	1	125	125	50	50	175	
9.18	ฝักบัวสายอ่อน+วาล์ว 312 B4	ชุด	3	350	1050	30	90	1140	
9.19	กระจกเงา	บาน	3					3000	
9.2	ถ้วยระบายน้ำทิ้ง	ชุด	3	85	255	100	300	555	
9.21	ฝาทองเหลือง	ฝา	2	90	180	50	100	280	
9.22	คิ้วพลาสติก ติดตามมุมเสา	เส้น	40	30	1200	10	400	1600	
9.23	สายน้ำดี	เส้น	6	75	450			450	
9.24	ก๊อกบอลวาวล์	อัน	2	85	170			170	
10	**งานสุขาภิบาล**								
10.1	ถังบำบัดน้ำเสีย	ชุด	1	5000	5000	3500	3500	8500	
10.2	บ่อพัก ท่อระบายน้ำปูน	L/S						3500	
10.3	บ่อเกรอะ บ่อซึม	ชุด	2					4000	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
11	**งานอื่น ๆ**								
11.1	เคลียพื้นบริเวณบ้าน รวมทั้งขี้ปูนในตัวอาคารก่อนทำงาน							2000	
11.2	จับเซื่อม-ขัดพื้น บันไดในบ้าน								
11.3	งานทำคานโรงรถ และเทคอนกรีตลานจอดรถ	ม.	28	300	8400	80	2240	10640	
11.4	งานถมทราบปรับพื้นโรงรถ							2000	
11.5	ติดตั้งประตูเหล็กรั้วหน้าบ้าน							7500	
11.6	ก่ออิฐกันดินเข้ารางประตู ฉาบปูน							1200	
11.7	ทาสีรั้วโดยรอบ							2500	
11.8	งานปูนล๊อกลานจอดรถ ซีแพค คดกฤช	ม.	28	215	6020	60	1680	7700	
11.9	งานวางกั้นหินซีแพค	เมตร	13	45	585	15	195	780	
11.1 0	ทำราวลูกกรงระเบียงส่วนที่ต่อเติม	เมตร	7	150	1050	200	1400	2450	
11.1 1	ซุ้มหน้าต่างด้านข้าง	ซุ้ม	1					1200	
11.1 2	ลูกกรงท่อปูน 4"	เมตร	4	150	600	150	600	1200	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
12	**งานโครงหลังคา**	ตรม.	190	253	48128	70	13300	61,428	
13	**งานมุงหลังคา**	ตรม.	190	120	22800	35	6650	29,450	
13.1	งานเชิงชาย	เมตร	40	90	3600	147	5900	9,500	
14	**รวมเป็นเงินค่าโครงสร้าง**							356,701	
14.1	งานเสา-คาน-ตอม่อ-ฐานรากหล่อในที่				165952		66148	232,100	
14.2	งานพื้นสำเร็จรูป+หล่อในที่				91960		32641	124,601	
15	**งานเสาเข็ม**							98,119	
	ค่าดำเนินการกำไร 10 %								
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %								

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบประมาณราคา : ของบ้านแบบคุณาลักษณ์ (ราคารวมทั้ง 2 ระบบ โดยไม่คิดราคาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเสา-คาน ที่ส่งซื้อจากบริษัท ซีคอน จำกัด)

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางขุนเทียน (ที่มา : คุณกิตติพัฒน์ สุขสมกิจ ; ผู้จัดการฝ่ายก่อสร้าง&เจ้าของโครงการ)

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวมเงินทั้งสิ้น	หมายเหตุ
				ต่อหน่วย	รวม	ต่อหน่วย	รวม		
12	ราคาอิฐมวลเบา(Q-CON.)	ก้อน	2300	17.1	39330			39,330	
12.1	ปูนก่อ	ถุง	28	220	6160			6,160	
12.2	ปูนฉาบ	ถุง	230	85	19550			19,550	
	ค่าโครงสร้างเหมาจ้างบริษัท ซีคอน จำกัด				161910		14640	176,550	
13	แผ่นพื้นสำเร็จรูป + พื้นหล่อในที่	ตรม.	170		91960		32641	124,601	

จากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้างช่วงวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2544 ถึง 24 เมษายน พ.ศ. 2545.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงราคาวัสดุต่อหน่วยของ 3 แหล่งข้อมูล : เฉพาะส่วนที่ใช้ในโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจาก 3 แหล่งข้อมูล ; ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	แหล่งข้อมูลที่ 1		แหล่งข้อมูลที่ 2		สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์	
		หน่วย	บาท	หน่วย	บาท	หน่วย	บาท
	หมวดที่ 1 งานเตรียมการก่อสร้าง						
1.1	ปรับพื้น , เตรียมพื้นที่	L.S.	20,000	L.S.	20,000	L.S.	20,000
1.2	บ้านพักคนงาน + เบ็ดเตล็ด	L.S.	20,000	L.S.	20,000	L.S.	20,000
	หมวดที่ 2 งานโครงสร้าง						
2.1	คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป	ลบ.ม.	1,725	ลบ.ม.	1,555	ลบ.ม.	2,270
2.2	ไม้แบบ	ตร.ม.	168	ตร.ม.	168	ตร.ม.	168
2.3	เหล็กเสริม						
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	2 .8	ม.	2 .7	กก.	12 .8
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	9 .5	ม.	9 .7	กก.	11 .7

ตรวจเช็คราคาจริงได้ที่ www.price.moc.go.th (เลือกหัวข้อ ราคาสินค้า)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 1** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	หมวดที่ 1 งานเตรียมการก่อสร้าง							
1.1	ปรับพื้น , เตรียมพื้นที่	L.S.			20,000			20,000
1.2	บ้านพักคนงาน + เบ็ดเตล็ด	L.S.			20,000			20,000
	รวมเงินหมวดที่ 1 40,000 บาท							
	หมวดที่ 2 งานโครงสร้าง							
2.1	คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป							
	- ฐานราก	ลบ.ม.	9	1,725	15,525	300	2,700	18,225
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ลบ.ม.	7	1,725	12,075	300	2,100	14,175
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ลบ.ม.	3	1,725	5,175	300	900	6,075
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ลบ.ม.	9	1,725	15,525	300	2,700	18,225
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ลบ.ม.	3	1,725	5,175	300	900	6,075
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ลบ.ม.	7	1,725	12,075	300	2,100	14,175
	รวมเงิน 2.1 76,950 บาท							
2.2	ไม้แบบ							
	- ฐานราก	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 1** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ตร.ม.	84	168	14,112	65	5,460	19,572
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ตร.ม.	108	168	18,144	65	7,020	25,164
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ตร.ม.	38	168	6,384	65	2,470	8,854
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ตร.ม.	78	168	13,104	65	5,070	18,174
	รวมเงิน 2.2 91,336 บาท							
2.3	เหล็กเสริม							
	- ฐานราก							
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	256	9.5	2,419	2.2	563	2,982
	- โครงสร้างเสา							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	435	2.8	1,218	0.6	261	1,479
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	464	9.5	4,385	2.2	1,021	5,406
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	473	2.8	1,324	0.6	284	1,608
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	420	9.5	3,990	2.2	924	4,914

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 1** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	602	2.8	1,686	0.6	361	2,047
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	535	9.5	5,083	2.2	1,177	6,260
	- โครงสร้างชั้นหลังคา							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	514	2.8	1,439	0.6	308	1,748
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	457	9.5	4,342	2.2	1,005	5,347
	รวมเงิน 2.3 31,790 บาท				-		-	-
	รวมงานทุกหมวด				177,291		42,785	220,076

คำนวณโดย : คุณพลวัต สมบัติพานิช (วิศวกรโครงการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 2** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	หมวดที่ 1 งานเตรียมการก่อสร้าง							
1.1	ปรับพื้น , เตรียมพื้นที่	L.S.			20,000			20,000
1.2	บ้านพักคนงาน + เบ็ดเตล็ด	L.S.			20,000			20,000
	รวมเงินหมวดที่ 1 40,000 บาท							
	หมวดที่ 2 งานโครงสร้าง							
2.1	คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป							
	- ฐานราก	ลบ.ม.	9	1,555	13,995	300	2,700	16,695
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ลบ.ม.	7	1,555	10,885	300	2,100	12,985
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ลบ.ม.	3	1,555	4,665	300	900	5,565
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ลบ.ม.	9	1,555	13,995	300	2,700	16,695
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ลบ.ม.	3	1,555	4,665	300	900	5,565
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ลบ.ม.	7	1,555	10,885	300	2,100	12,985
	รวมเงิน 2.1 70,490 บาท							
2.2	ไม้แบบ							
	- ฐานราก	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 2** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ตร.ม.	84	168	14,112	65	5,460	19,572
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ตร.ม.	108	168	18,144	65	7,020	25,164
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ตร.ม.	38	168	6,384	65	2,470	8,854
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ตร.ม.	78	168	13,104	65	5,070	18,174
	รวมเงิน 2.2 91,336 บาท							
2.3	เหล็กเสริม							
	- ฐานราก							
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	256	9.7	2,483	2.2	563	3,046
	- โครงสร้างเสา							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	435	2.7	1,175	0.6	261	1,436
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	464	9.7	4,501	2.2	1,021	5,522
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	473	2.7	1,277	0.6	284	1,561
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	420	9.7	4,074	2.2	924	4,998

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจากแหล่งข้อมูลบริษัทรับสร้างบ้าน **แหล่งที่ 2** ; 22 ตุลาคม 2544)

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	602	2.7	1,625	0.6	361	1,987
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	535	9.7	5,190	2.2	1,177	6,367
	- โครงสร้างชั้นหลังคา							-
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	ม.	514	2.7	1,388	0.6	308	1,696
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	ม.	457	9.7	4,433	2.2	1,005	5,438
	รวมเงิน 2.3 32,050 บาท				-		-	-
	รวมงานทุกหมวด				171,091		42,785	**213,876**

คำนวณโดย : คุณพลวัต สมบัติพานิช (วิศวกรโครงการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจาก**สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์** ; ตุลาคม 2544

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	หมวดที่ 1 งานเตรียมการก่อสร้าง							
1.1	ปรับพื้น , เตรียมพื้นที่	L.S.			20,000			20,000
1.2	บ้านพักคนงาน + เบ็ดเตล็ด	L.S.			20,000			20,000
	รวมเงินหมวดที่ 1 40,000 บาท							
	หมวดที่ 2 งานโครงสร้าง							
2.1	คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป							
	- ฐานราก	ลบ.ม.	9	2,270	20,430	300	2,700	23,130
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ลบ.ม.	7	2,270	15,890	300	2,100	17,990
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ลบ.ม.	3	2,270	6,810	300	900	7,710
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ลบ.ม.	9	2,270	20,430	300	2,700	23,130
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ลบ.ม.	3	2,270	6,810	300	900	7,710
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ลบ.ม.	7	2,270	15,890	300	2,100	17,990
	รวมเงิน 2.1 97,660 บาท							
2.2	ไม้แบบ							
	- ฐานราก	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจาก**สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์** ; ตุลาคม 2544

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1	ตร.ม.	84	168	14,112	65	5,460	19,572
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 1	ตร.ม.	42	168	7,056	65	2,730	9,786
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2	ตร.ม.	108	168	18,144	65	7,020	25,164
	- โครงสร้างเสาชั้นที่ 2	ตร.ม.	38	168	6,384	65	2,470	8,854
	- โครงสร้างชั้นหลังคา	ตร.ม.	78	168	13,104	65	5,070	18,174
	รวมเงิน 2.2 91,336 บาท							
2.3	เหล็กเสริม							
	- ฐานราก							
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	กก.	227	11.7	2,656	2.5	568	3,223
	- โครงสร้างเสา							
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	กก.	97	12.8	1,242	2.5	243	1,484
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	กก.	412	11.7	4,820	2.5	1,030	5,850
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 1							
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	กก.	105	12.8	1,344	2.5	263	1,607
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	กก.	373	11.7	4,364	2.5	933	5,297

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและค่าแรง บ้านพักอาศัย 2 ชั้นหมู่บ้านคุณาลัย(แบบบ้านคุณาลักษณ์) : เฉพาะส่วนโครงสร้างเสา-คาน-ฐานราก หล่อในที่

ประมาณราคาโดยบริษัทไดนามิค พลัส คอนสตรั๊กชั่น จำกัด (ที่มา : ราคากลางจาก**สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์** ; ตุลาคม 2544

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณงาน		ราคาวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งสิ้น
		หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม	ราคา/หน่วย	รวม	
	- โครงสร้างคานชั้นที่ 2							
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	กก.	134	12.8	1,715	2.5	335	2,050
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	กก.	475	11.7	5,558	2.5	1,188	6,745
	- โครงสร้างชั้นหลังคา							
	เหล็กเส้นกลมผิวเรียบSR.24 6 มม.	กก.	114	12.8	1,459	2.5	285	1,744
	เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย SD.30 12 มม.	กก.	406	11.7	4,750	2.5	1,015	5,765
	รวมเงิน 2.3 33,766 บาท				-		-	-
	รวมงานทุกหมวด				200,024		42,738	**242,762**

คำนวณโดย : คุณพลวัต สมบัติพานิช (วิศวกรโครงการ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างบ้านระบบทั่วไป กับบ้านที่สร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา-คาน ของ***บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด***

ลำดับที่	หมวดงาน	ระบบทั่วไป (บาท)	ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน (บาท)	ราคาเปลี่ยนแปลง (บาท) (+) เพิ่มขึ้น / (-) ลดลง	% ราคาเปลี่ยนแปลง (บาท) (+) เพิ่มขึ้น / (-) ลดลง
1	งานโครงสร้าง	465,482	404,780	- 60,702	- 13.04
2	งานโครงหลังคา&วัสดุมุง	100,378	100,378	-	-
3	งานก่อและงานพื้นผิว	233,475	237,905	+ 4,430	+ 1.86
4	งานประตู-หน้าต่าง	76,998	76,998	-	-
5	งานไฟฟ้า	40,000	40,000	-	-
6	งานประปาและระบบสุขาภิบาล	62,782	62,782	-	-
7	งานฝ้าเพดาน	50,770	50,770	-	-
8	งานสี	46,940	46,940	-	-
9	งานเบ็ดเตล็ด	39,170	39,170	-	-
รวม		1,115995	1,059,723	- 56,272	- 5.04
ค่าดำเนินการ กำไร 10 %		111,600	105,972	- 4,561	-
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %		78,120	74,181	- 3,192	-
รวมทั้งสิ้น		1,305,715	1,239,876	- 65,839	- 5.04

ที่มา : จากการสอบถามราคาโครงสร้างหลัก(เฉพาะชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน)จากบริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัดราคา ณ วันที่ 9 เมษายน 2546 ; สำหรับราคารายการอื่น ใช้รายการราคาเดียวกับราคาผู้รับเหมาของหมู่บ้านจากการบันทึกข้อมูลขณะก่อสร้าง (เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2545)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด

โทรศัพท์ 02-889-4404 ,โทรสาร 02-889-5168

ใบเสนอราคาคานคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป

โครงการ	บ้านพักอาศัย 2 ชั้น	แผ่นที่ 2/3	วันที่	9 เมษายน 2546
สถานที่ตั้ง			เลขที่	
ชื่อลูกค้า	คุณสุกฤต อนันตชัยยง		โทรศัพท์	01-9286202

ลำดับ	ชื่อคาน	รหัสสินค้า	ราคา	ค่าติดตั้ง	รวม	จำนวน	รวมเป็นเงิน	หมายเหตุ
			บาท	บาท	บาท	คาน	บาท	
		แปลนคานชั้นล่าง						
1		PB1550-05-094-500	2,790.00			2	5,580.00	
		PB1540-03-064-360	1,720.00			10	17,200.00	
		PB1540-03-064-300	1,480.00			2	2,960.00	
		PB1540-03-064-260	1,300.00			4	5,200.00	
		PB1540-03-064-200	1,080.00			2	2,160.00	
		PB1540-03-064-180	960.00			2	1,920.00	
				รวมจำนวนคาน		22	**35,020.00**	ยกเว้นคานซอย
		แปลนคานชั้นสอง						
2		PB1550-05-094-500	2,790.00			4	11,160.00	
		PB1540-03-064-360	1,720.00			10	17,200.00	
		PB1540-03-064-300	1,480.00			4	5,920.00	
		PB1540-03-064-260	1,300.00			4	5,200.00	
		PB1540-03-064-240	1,210.00			2	2,420.00	
		PB1540-03-064-200	1,080.00			3	3,240.00	
				รวมจำนวนคาน		27	**45,140.00**	

เงื่อนไขการชำระเงิน

- มัดจำ 15 % ของยอดสั่งซื้อ และกำหนดหักคืนในงวดงานสุดท้าย
- ชำระเงินเมื่อทำการส่งของและติดตั้งแล้วเสร็จเป็นขั้นๆ ไป
- ราคานี้รวมค่าขนส่งและภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

หมายเหตุ - สินค้าคิดราคาตามปริมาณที่สั่งซื้อจริง

ลงชื่อผู้มีอำนาจสั่งซื้อ ..... **ผู้เสนอราคา** .....

บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด

โทรศัพท์ 02-889-4404 ,โทรสาร 02-889-5168

ใบเสนอราคาคานคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป

โครงการ	บ้านพักอาศัย 2 ชั้น	แผ่นที่ 3/3	วันที่	9 เมษายน 2546
สถานที่ตั้ง			เลขที่	
ชื่อลูกค้า	คุณสุกฤต อนันตชัยยง		โทรศัพท์	01-9286202

ลำดับ	ชื่อคาน	รหัสสินค้า	ราคา	ค่าติดตั้ง	รวม	จำนวน	รวมเป็นเงิน	หมายเหตุ
			บาท	บาท	บาท	คาน	บาท	
		แปลนคานชั้นหลังคา						
3		PB1550-05-094-500	2,790.00			2	5,580.00	
		PB1540-03-064-360	1,720.00			10	17,200.00	
		PB1540-03-064-300	1,480.00			4	5,920.00	
		PB1540-03-064-260	1,300.00			3	3,900.00	
		PB1540-03-064-240	1,210.00			1	1,210.00	
		PB1540-03-064-200	1,080.00			4	4,320.00	
				รวมจำนวนคาน		24	28,700.00	
4		เสา						
		เสา 20x20x250	850.00			32	27,200.00	
				รวมจำนวนเสา		32	27,200.00	
		ค่าติดตั้งคานต่อชั้น ชั้นละ 10,000 บาท จำนวน 3 ชั้น รวม					30,000.00	
		ค่าติดตั้งเสาต่อชั้นๆ ละ 8,000 บาท จำนวน 2 ชั้น รวม					16,000.00	
		ราคาแผ่นพื้น ลวด 4 มม. 5 เส้น ตารางเมตรละ 170 บาท						

เงื่อนไขการชำระเงิน

- มัดจำ 15 % ของยอดสั่งซื้อ และกำหนดหักคืนในงวดงานสุดท้าย
- ชำระเงินเมื่อทำการส่งของและติดตั้งแล้วเสร็จเป็นชั้นๆ ไป
- ราคานี้รวมค่าขนส่งและภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

หมายเหตุ - สินค้าคิดราคาตามปริมาณที่สั่งซื้อจริง

ลงชื่อผู้มีอำนาจสั่งซื้อ

ผู้เสนอราคา

บริษัท นวศิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด

โทรศัพท์ 02-889-4404 ,โทรสาร 02-889-5168

ใบเสนอราคาคานคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป

โครงการ	บ้านพักอาศัย 2 ชั้น	แผ่นที่ 1/3	วันที่	9 เมษายน 2546
สถานที่ตั้ง			เลขที่	
ชื่อลูกค้า	คุณสุกฤต อนันตชัยยง		โทรศัพท์	01-9286202

ลำดับ	ชื่อคาน	รหัสสินค้า	ราคา	ค่าติดตั้ง	รวม	จำนวน	รวมเป็นเงิน	หมายเหตุ
			บาท	บาท	บาท	คาน	บาท	
1		คานชั้นล่าง				22	35,020.00	
2		คานชั้นสอง				27	45,140.00	
3		คานชั้นหลังคา				24	28,700.00	
4		เสา				32	27,200.00	
					รวม		136,060.00	
		ราคาค่าติดตั้งคานต่อชั้นๆ ละ 10,000 บาท จำนวน 3 ชั้น					30,000.00	
		ราคาค่าติดตั้งเสาต่อชั้นๆ ละ 8,000 บาท จำนวน 2 ชั้น					16,000.00	
					ราคารวมทั้งสิ้นเป็นเงิน		**182,060.00**	
		(หนึ่งแสนแปดหมื่นสองพันหกสิบบาทถ้วน)						

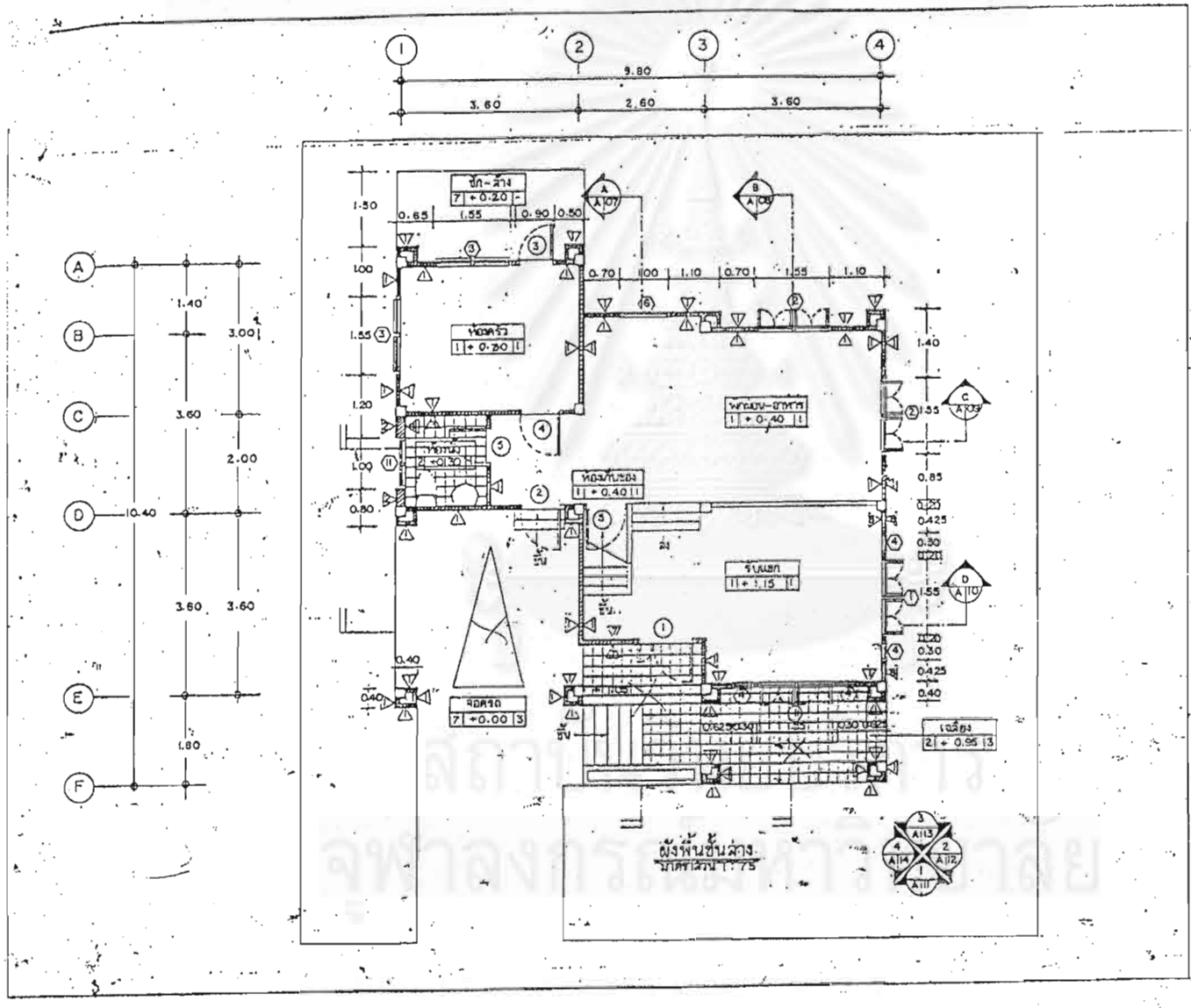
เงื่อนไขการชำระเงิน

- มัดจำ 15 % ของยอดสั่งซื้อ และกำหนดหักคืนในงวดงานสุดท้าย
- ชำระเงินเมื่อทำการส่งของและติดตั้งแล้วเสร็จเป็นชั้นๆ ไป
- ราคานี้รวมค่าขนส่งและภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

หมายเหตุ - สินค้าคิดราคาตามปริมาณที่สั่งซื้อจริง

ลงชื่อผู้มีอำนาจสั่งซื้อ

ผู้เสนอราคา



REMARK:

Pine architect Co.,Ltd.

457/19-27 Arsonarnarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9057-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

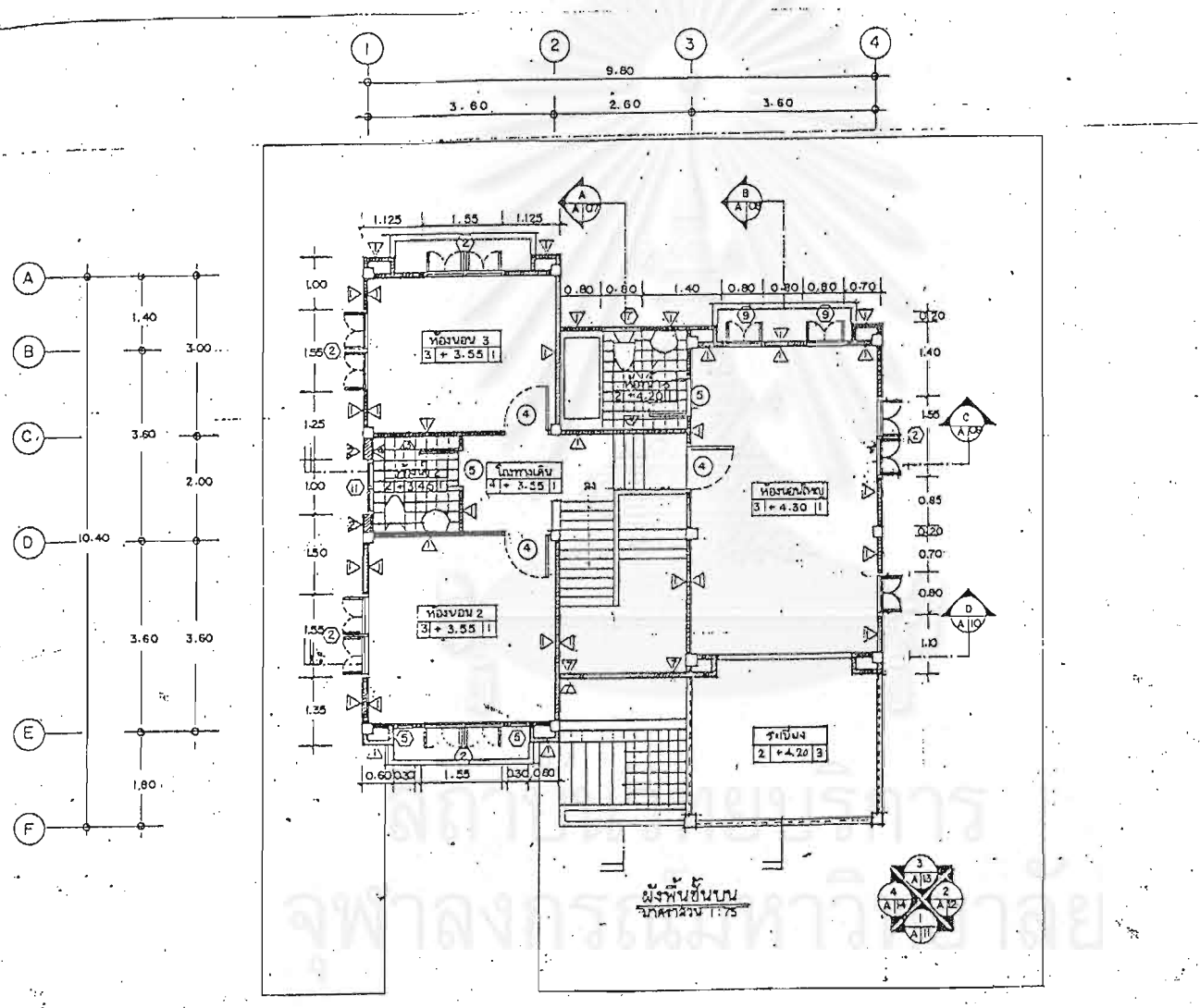
ENGINEER

นาย อำนาจ เทียนทัพ ภย.28700
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
ผังพื้นชั้นล่าง

SCALE	1 : 75
FILE No.	DRAWING NUMBER A 05

ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE



REMARK:

Fine architect Co.,Ltd.

457/19–20 Areenamarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433–9067–8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านแฝด 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

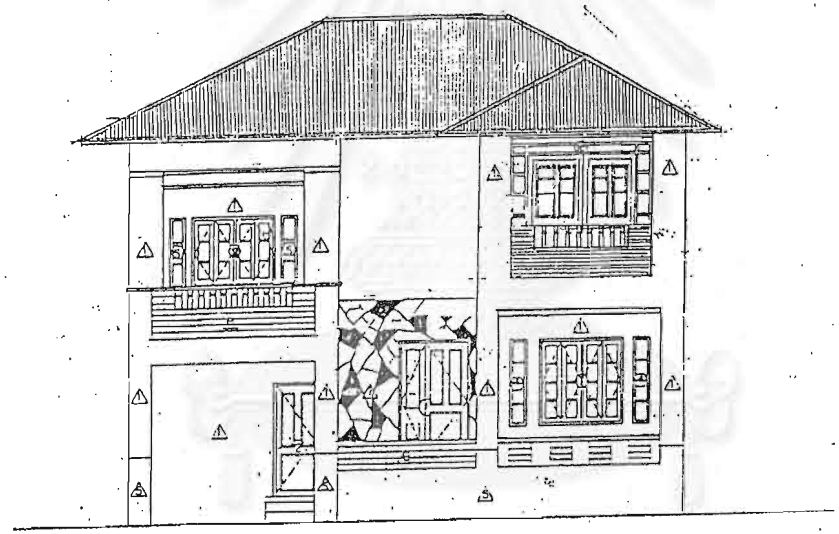
ENGINEER
นายอำนาจ เกียงพัด ภย.28700
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
ผังพื้นชั้นบน

SCALE	1:75
FILE No.	DRAWING NUMBER
	A 06

do not scale this drawing
IMPORTANT : ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:75

REMARK:

Fino architect Co.,Ltd.

457/19-20 Areenamarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9067-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว- 2 ชั้น.

OWNER

ARCHITECT

ENGINEER

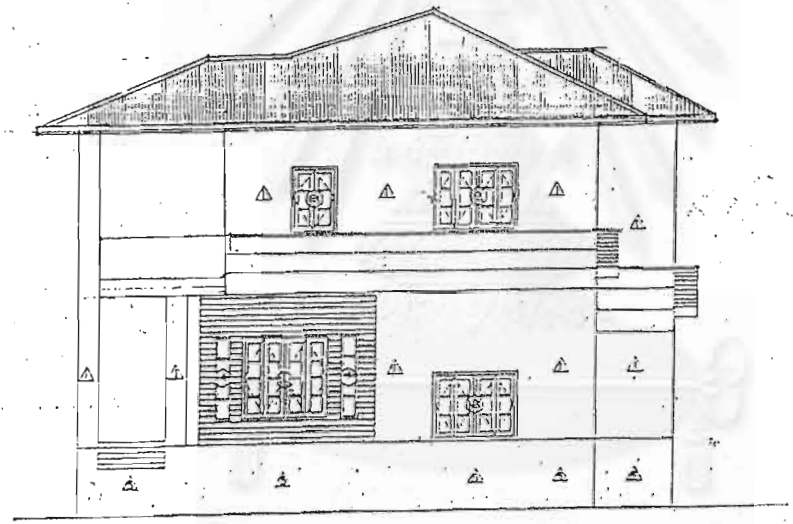
นายอำนาจ เทียนพัด ภย.28700
1/241 ม.7 ต.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปด้าน 1

SCALE	1:75
FILE No.	DRAWING NUMBER
	A 11

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1:75

REMARK:

Fine architect Co.,Ltd.
457/19-20 Arsanamarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9057-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านสองชั้น

OWNER

ARCHITECT

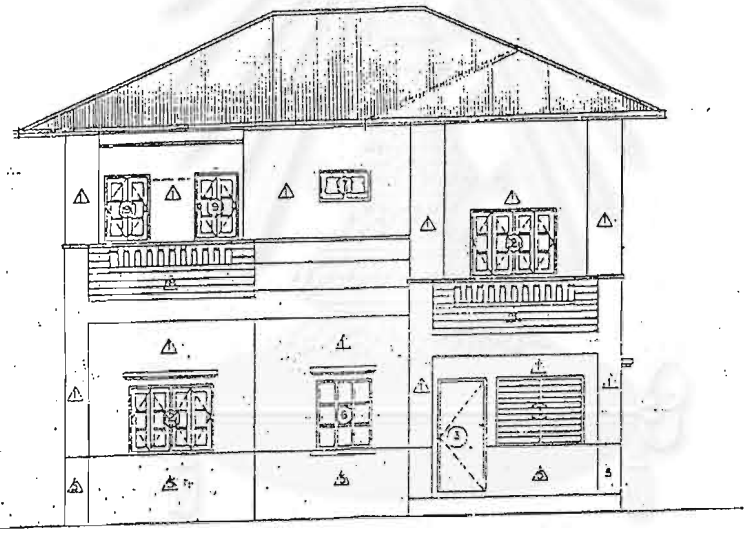
ENGINEER
ภายใต้ใบอนุญาตเลขที่ ภย.2800
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปด้าน 2

SCALE	1 : 75.	
FILE No.	DRAWING NUMBER	
	A	12

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปด้าน 3.
มาตราส่วน 1:75

REMARK:

Fino architect Co.,Ltd.
457/19-20 Arconamarin Rd.
bangkolonol bangkok 10700
Tel.433-9087-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

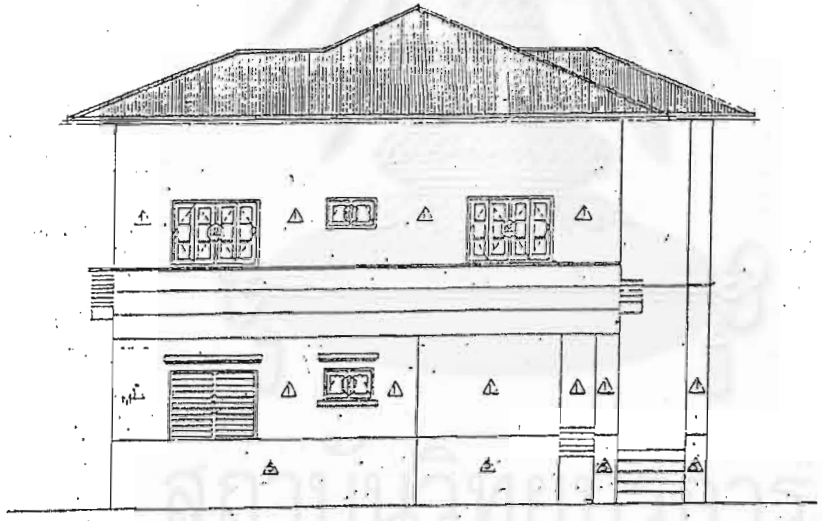
ENGINEER
นาย อำนาจ เทียนกมัล ภย.28700
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปด้าน 3.

SCALE	1:75	
FILE No.	DRAWING NUMBER	
	A	13

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1:75

REMARK:

Fine architect Co.,Ltd.
457/19-20 Arcanamarin Rd.
bangkakno' bangkok 10700
Tel.433-9067-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

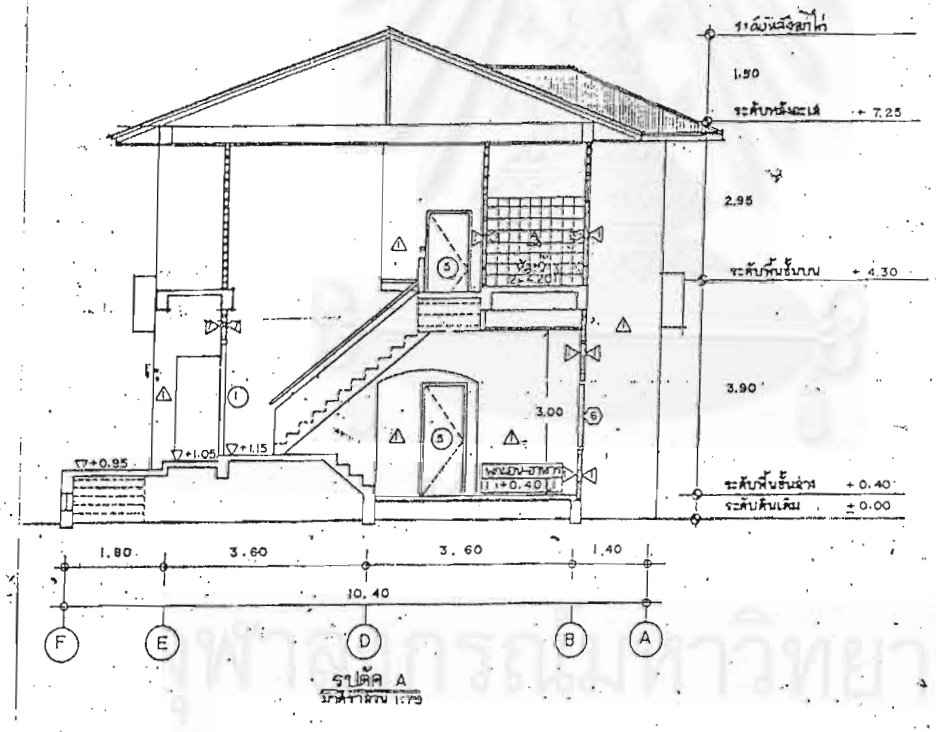
ENGINEER
นายอำนาจ เทียนพิศ กย.28700
1/241 ม.7 ต.แหลมฟ้าผ่า
อ.บางบุกรวม จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปด้าน 4

SCALE	1:75
FILE No.	DRAWING NUMBER
	A 14

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปตัด A
มาตราส่วน 1:75

REMARK:

Pine Architect Co.,Ltd.
457/19-20 Areenamarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9087-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

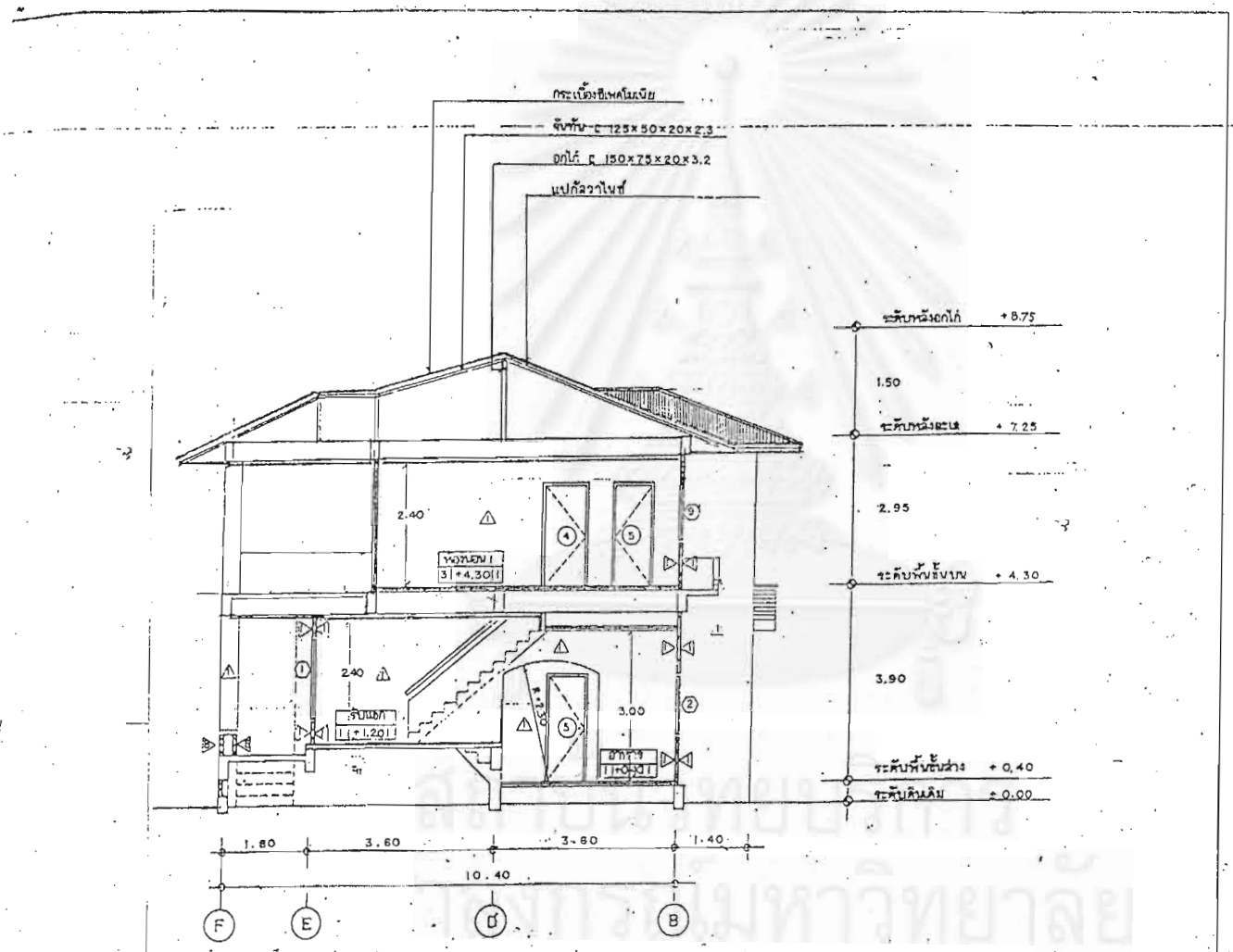
ENGINEER
นายอำนาจ เทียมพิศ กย.28700
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปตัด A

SCALE	1:75
FILE No.	DRAWING NUMBER A 07

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSIONS SHOULD BE VERIFIED ON THE SITE

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปตัด B
มาตราส่วน 1:75

REMARKS

Pine architect Co.,Ltd.
457/19-20 Areenamarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9067-8

DATE REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

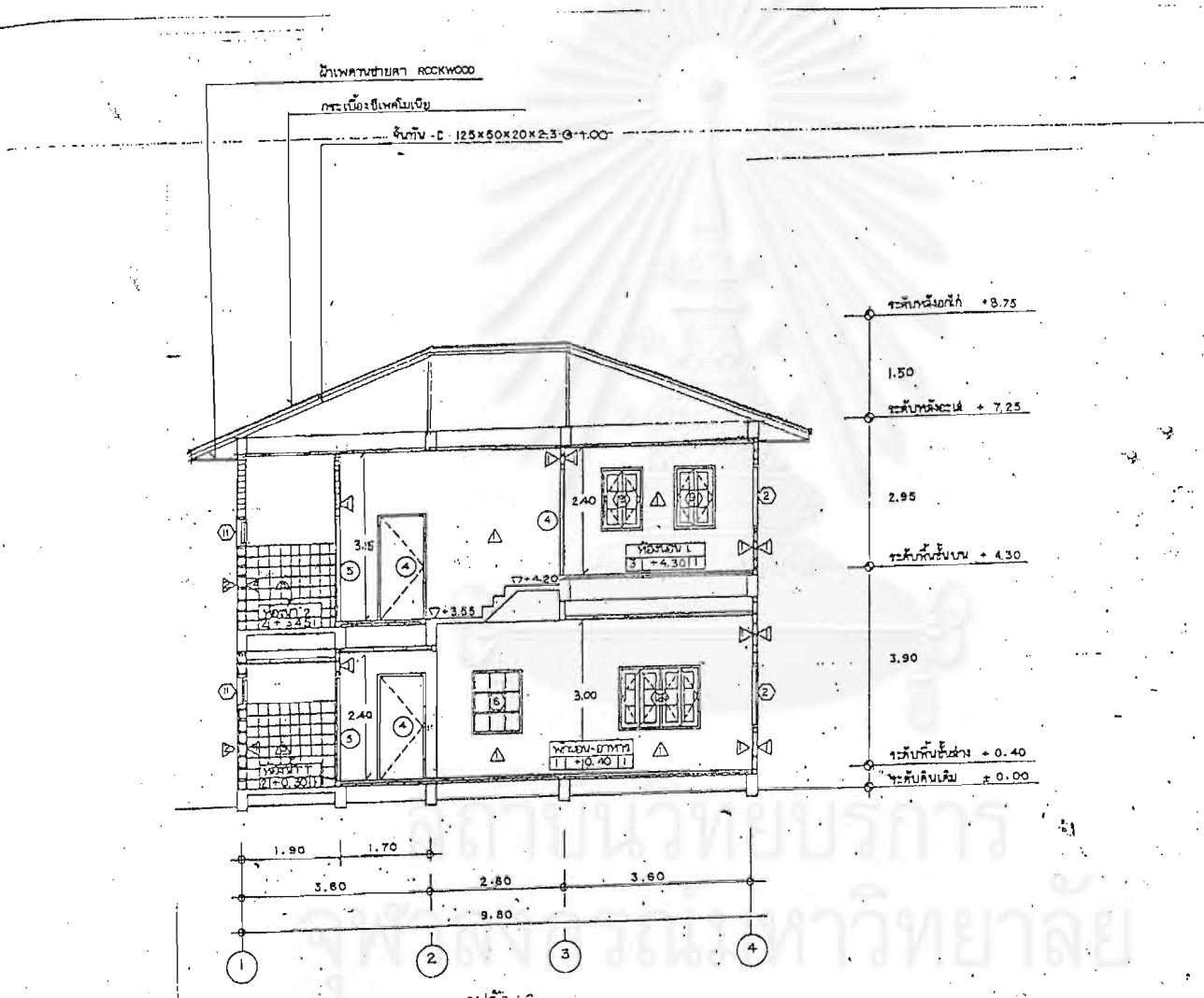
ENGINEER
นายธำรงค์ เทียงพิศ ภย.28700
1/241 ม.7 ถ.มหาสวัสดิ์
ต.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปตัด B

SCALE 1:75

FILE No. DRAWING NUMBER
A- 08

IMPORTANT: ALL DIMENSION ... SHOULD BE CHECKED ON THE SITE.



REMARK:

Pine architect Co.,Ltd.
457/19-20 Arconarnarth Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9057-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น.

OWNER

ARCHITECT

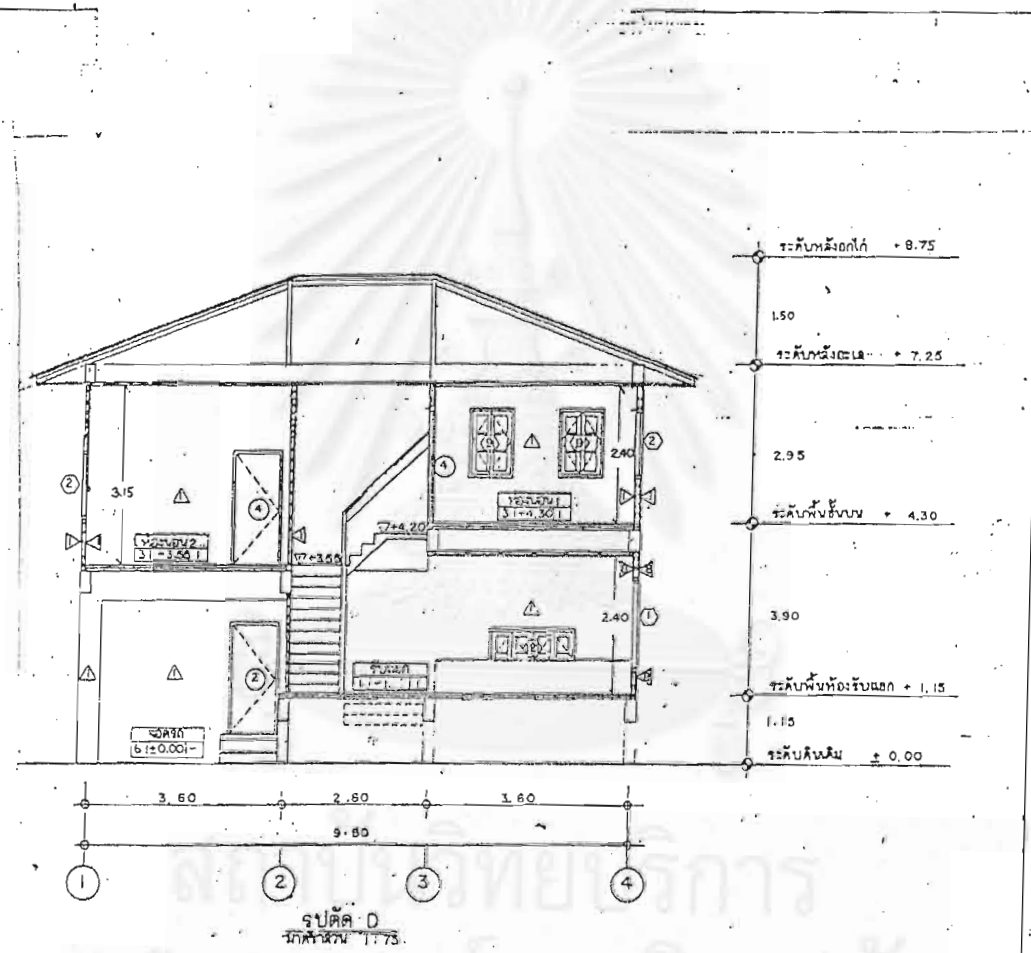
ENGINEER
นายอำนาจ เทียนพุ่ม ภย.29700
1/241 ม.7 ต.มหาสวัสดิ์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปตัด C

SCALE	1:75
FILE No.	DRAWING NUMBER: A 09

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปตัด D

มาตราส่วน 1 : 75

REMARK:

Fine architect Co.,Ltd.

457/19-20 Arsonemarin Rd.
bangkoknoi bangkok 10700
Tel.433-9067-8

DATE	REVISION

PROJECT
บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

OWNER

ARCHITECT

ENGINEER:
นายสำนวน เที่ยงพัด กม.28700
1/241 ม.7 ต.แจ้งสิงห์
อ.บางกรวย จ.นนทบุรี

SHOWN
รูปตัด D

SCALE	1 : 75

FILE No.	DRAWING NUMBER
	A 10

do not scale this drawing
IMPORTANT: ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อกำหนดสำหรับงาน PRECAST CONCRETE

(Exposed Concrete or Finished with Title of Finished With Granite)

1. ข้อกำหนดวัสดุใช้งานผลิตผนังสำเร็จรูป

1.1) คอนกรีต — คอนกรีตที่ใช้สำหรับผลิตผนังสำเร็จรูป จะต้องมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 300 ksc. ที่อายุ 28 วัน และจะต้องมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 150 ksc. ในช่วงถอดแบบเคลื่อนย้ายแผ่นผนัง

1.2) เหล็กเสริม — เหล็กเส้นกลม SR 24 (Fy = 2400 ksc.)
เหล็กข้ออ้อย SD 30 (Fy = 3000 ksc.)
เหล็กตะแกรง (WIREMEH) (Fy = 5500 ksc)

1.3) กระเบื้อง — ขนาด 45X95 mm. GRADE A มีร่องลึกที่ด้านหลังกระเบื้อง ค่า Tolerance ที่ยอมให้ ± 0.5 mm. ทั้งด้านกว้างและยาว กระเบื้องต้องไม่โกงหรือบิดตัว เฉดสีของกระเบื้องต้องเป็นสีเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ความหนา 7.30 mm.

1.4) แกรนิต — ความหนาของหินแกรนิตไม่น้อยกว่า 25 mm. ขนาดและเฉดสีเป็นไปตามรูปแบบทางสถาปัตย์ และต้องขออนุญาตจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.5) วัสดุอุดรอยต่อ — วัสดุอุดรอยต่อภายนอกอาคารเป็น POLYURETHANE
วัสดุอุดรอยต่อภายในอาคารเป็น ACRYLIC
โดยต้องขออนุมัติจากตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อน

2. ค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการผลิต

2.1) แบบหล่อคอนกรีต

2.1.1 ความเรียบร้อยของพื้นแบบหล่อ	± 3 mm.
2.1.2 ระดับของพื้นแบบหล่อ	± 3 mm.
2.1.3 ความยาว	± 3 mm.
2.1.4 ความกว้าง	± 3 mm.
2.1.5 เส้นทะแยงมุม	± 3 mm.
2.1.6 ความยาวเส้นทะแยงมุมที่ต่างกัน	± 3 mm.
2.1.7 ระดับของแบบข้าง	± 3 mm.
2.1.8 ตำแหน่งของชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	± 3 mm.
2.1.9 ความฉากของแผ่น	± 1 mm.

2.2) ผนังสำเร็จรูป

2.2.1 ความยาว	± 4 mm.
2.2.2 ความกว้าง	± 4 mm.
2.2.3 เส้นทะแยงมุม	± 4 mm.
2.2.4 ความหนา	± 3 mm., -2 mm.

2.2.5 ตำแหน่งชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	± 3 mm.
2.2.6 การบิด	± 3 mm.
2.2.7 การแอ่นตัว	L/1000 mm.
2.2.8 การผิดรูป	± 3 mm.
2.2.9 ความฉากของแผ่น (วัดที่ความหนา)	2 mm.
2.2.10 ความเรียบของฝ้า	3 mm.
2.2.11 ตำแหน่งช่องเปิด	± 3 mm.

3. ระบบการผลิตผนังสำเร็จรูป

3.1 PRECAST CONCRETE WITH TILE

3.1.1 ผนังสำเร็จรูปจะต้องถูกผลิตทั้งชิ้นมาจากโรงงาน

3.1.2 กระเบื้องจะต้องถูกยึดเกาะตัวด้วยคอนกรีตของแผ่นผนังสำเร็จรูปโดยตรง ห้าใช้วัสดุอื่นเป็นตัวยึดประสาน

3.1.3 แรงยึดเกาะระหว่างกระเบื้องและคอนกรีตต้องไม่น้อยกว่า 10 ตัน/ตารามเมตร (Direct Tension) ที่อายุคอนกรีต 28 วัน

3.1.4 การวางเหล็กเสริมลงในแบบหล่อ ซึ่งเรียงแผ่นกระเบื้องไว้แล้ว จะต้องกระทำโดยระมัดระวังมิให้กระเบื้องถูกกระทบกระเทือนจนขยับออกไปจากที่ อีกทั้งเหล็กเสริมจะต้องมีลูกปูนหนุนให้ได้ความหนาคอนกรีตหุ้มตามแบบ

3.1.5 การเทคอนกรีตลงในแบบหล่อ ซึ่งมีกระเบื้องและเหล็กเสริมจัดไว้แล้ว จะต้องระวังมิให้กระเบื้องหรือเหล็กเสริมเคลื่อนออกไปจากตำแหน่งที่ยึดไว้

3.1.6 แผ่นผนังสำเร็จรูป จะต้องมีความหนา และความแข็งแรงเพียงพอ ทำให้ไม่แอ่นตัวมากเกินไปจนแผนกระเบื้องหลุดล่อน หรือแตกร้าวขณะยกเคลื่อนย้ายแผ่นผนัง

3.1.7 ร่องระหว่างกระเบื้องแต่ละแผ่น จะต้องมีระยะห่างเท่า ๆ กัน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 0.5 mm. และมีเนื้อคอนกรีตอมกระเบื้องครึ่งหนึ่งของความหนาของกระเบื้อง

3.2 PRECAST CONCRETE WITH GRANITE

3.2.1 ผนังสำเร็จรูปจะต้องถูกผลิตสำเร็จทั้งชิ้นมาจากโรงงาน

3.2.2 ผิวด้านหลังของหินแกรนิตจะต้องถูกทาด้วย Epoxy เพื่อป้องกันการซึมของน้ำทะลุแผ่นดิน

3.2.3 การยึดเกาะระหว่างแผ่นหินแกรนิต กับคอนกรีตจะต้องใช้ Shear Connector ชนิด Stanless Steel – Spring Type ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 mm. ขดเป็นรูปสปริงยึดติดที่ด้านหลังแผ่นหิน ระยะห่างของ Shear Connector ไม่เกิน 0.60 เมตร ทุกด้าน

3.2.4 การหล่อคอนกรีตผนังสำเร็จรูป ให้หล่อคอนกรีตติดกับหินแกรนิตโดยตรง เพื่อให้การยึดเกาะเป็นไปโดยดี และไม่มีโพรง หรือช่องว่างระหว่างแผ่นหินแกรนิตกับคอนกรีต

3.2.5 แผ่นผนังสำเร็จรูปจะต้องมีความหนา และความแข็งแรงเพียงพอ ทำให้ไม่แอ่นตัวมากเกินไปจนแผ่นหินหลุดล่อน หรือแตกร้าวขณะยกเคลื่อนย้ายแผ่นผนัง

3.2.6 ร่องระหว่างแผ่นหินแกรนิตจะต้องมีระยะห่างเท่า ๆ กัน โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±0.5 mm. และต้องอุดด้วย Polyurethane ก่อนการเทคอนกรีตหล่อแผ่นผนัง

ERECTION ALIGNMENT

1. Precast concrete wall panel

a) Panel alignment (in plane and out of plane)	± 3 to ± 5 mm.
b) Vertical joint width (in plane of panel)	± 5 to ± 8 mm.
c) Horizontal joint width (panel level)	± 3 to ± 5 mm.

2. Fastener, anchors and inserts embedded in the concrete building structure

a) Horizontal level	± 10 to ± 20 mm.
b) Position (parallel to plane and out of plane of panel	± 10 to ± 20 mm.

TOLERANCE FOR CAST – IN – PLACE CONCRETE

Shall be as specified in the structural specification. In case of no structural specification were appliec, the following guide line may be followed (EIT Guide Specification)

a) Horizontal alignment	± 20 mm. In 10 m.
b) Eleyation	± 15 mm. In 10 m.
c) Deviation of edge of building	± 10 mm.
d) Section of Column, Beam, Slab of Wall	± 10 mm.- 5 mm.

POSITION TOLERANCE FOR CAST – IN –ITEMS (P C I)

Measurement form datum line lacation as shown on the approved erection drawings :

Welded plate	± 25 mm.
Inserts	± 13 mm.
Handing devices	± 76 mm.
Reniforcing steel and welded wire fabric	± 6 mm. Where position has structural Implications of affects concrete cover, Otherwise ±13 mm.
Tendons	± 2 mm.
Flashing reglets	± 6 mm.
Flashing reglets, at edge of panel	± 3 mm.
Reglets for glazing gaskets	± 2 mm.
Groove width for glazing gaskets	± 2 mm.
Electrical outlets, hose bibs, ect.	± 13 mm.
Openings and blockouts	± 6 mm.
Some types of window and equipment frames require Openning more accurately placed, and when this in the Ease, the minimum practical tolerance is	± 3 mm.
Haunches	± 6 mm.

ตารางแสดงเทคโนโลยีระบบก่อสร้างสำเร็จรูปคอนกรีตในปัจจุบัน

1.ประเภทหล่อก่อนจากโรงงานหรือลานผลิต (Precast System)	ลักษณะระบบ	ผู้ผลิต	หมายเหตุ
1.1 โครงเสา-คาน (Skeletal-Beam-Column Element)	-เสา-คาน หล่อสำเร็จจากโรงงานประกอบโครงด้วยเครื่องมือยกหน้างาน เช่น รถเครน, ล้อยาง,ทางเวอร์เครน -พื้นสำเร็จรูป-เทในที่ -ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนปกติ	รายเล็กหลายราย	
1.2 ผนังรับแรงสำเร็จรูป (Bearing Wall & Slab panels)	-โครงสร้างไม่มีเสา-คาน -แผ่นผนังรับแรงและพื้นหล่อสำเร็จจากโรงงาน -ผนังผิวเรียบไม่ต้องฉาบปูน ตัดทุบออกไม่ได้ -วงกบประตู หน้าต่าง, ท่อไฟฟ้า,ท่าประปาฝังในผนัง -ประกอบโครงสร้างด้วยเครื่องมือยกหน้างาน เช่น รถเครน ล้อยาง เครนตีนตะขาบ	บ.สยามซิสเต็มบิลท์ จก. บ.ดอร์คุตส์ (ไทย) จก. บ.เซียมอินเตอร์กรุ๊ป จก. บ.คอนกรีตถาวร จก. บ.พรีบิ๊ลท์ จก. บมจ.เยนเนอรัล เอ็นจิเนียริ่ง บ.เอชพี คอนสตรัคชั่น ซิสเต็ม จก.	เลิกกิจการ
1.3 โครงเสา-คาน-ผนัง (Skeletal Beam-Column,Slab and Wall Elements)	- ขึ้นคาน, พื้นและผนังซ้อนทางแนวนอน หล่อสำเร็จจากโรงงานนำมาประกอบยึดกับเสาเหล็ก ด้วยรถเฮี๊ยบ หรือรถเครน - ผนังผิวเรียบไม่ต้องฉาบปูน ตัดทุบออกได้ - วงกบประตู-หน้าต่าง ติดตั้งภายหลังที่หน้างานเก็บรอยต่อผนังกับปูนทรายหน้างาน - แผ่นพื้นสำเร็จรูปตัวที ติดตั้งแล้วเททับหน้างาน	บ.ซีคอน จก. บ.เทคคอน จก. บ.นาคิริวัสดุก่อสร้าง จำกัด บ.ไดอิจิ เฮ้าส์ จำกัด	
1.4 โครงผนัง-คาน ระบบ P-TECH (Framed-Pancle+Slab Elements)	- แผ่นผนัง-คาน หล่อสำเร็จจากโรงงาน นำมาประกอบติดตั้งด้วยรถเครนล้อยาง - เสาคอนกรีดเทริมเหล็กเทในที่ยึดแผ่นผนัง-คานเข้าด้วยกันภายหลัง - แผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดท้องเรียบในตลาดติดตั้งแล้วเททับหน้างาน - แผ่นผนังผิวเรียบไม่ต้องฉาบปูน ตัดทุบออกได้ ไม่มีรอยต่อผนัง - วงกบประตู-หน้าต่าง, ท่อไฟฟ้า,ท่อประปา ฝังมาในผนัง	บ.พรีแฟ็บเทคโนโลยี จก. บ.พรีคาสน์ สตรัคเจอร์ จก.	

1.5 โครงพื้น-คาน-ผนัง คอนกรีตเบา AAC (Autoclaved Acrated Concrete) - ใช้โฟมคอนกรีต (ACC) ซึ่งเป็นคอนกรีตหมวดเบา เป็นวัสดุและอาจเสริมหรือไม่เสริมเหล็ก ผิวคอนกรีตนิ่มขูดหรือเจาะช่องได้ด้วยมีด-เครื่องมือเล็กๆ	- ผนังเป็นบล็อคผิวพรุน ซึ่งมีขนาดมิติค่อนข้างแน่นอน แต่ต้องปาดหน้าเรียบด้วยปูน 2-3 มม. (Skimming Coat) - แผ่นพื้น-คานเป็นคอนกรีตเบาเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป - เสาเป็นเสาเหล็ก หรือ ค.ส.ล.หล่อกับที่ - เจาะติดวงกบประตู-หน้าต่างในที่ - เจาะผนังท่อไฟฟ้า-บล๊อคไฟฟ้า,ท่อประปาในที่	บ.คลอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จก. บ.ซุปเปอร์บล็อค จก.	
1.6 ผนังรับแรงคอนกรีตมวลเบา AAC	- ต้องปาดหน้าเรียบด้วยปูนยิปซั่ม 2-3 มม. (Skimming Coat) - แผ่นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กวางตั้งเป็นกำแพงรับแรง - แผ่นพื้น-คานคอนกรีตเบาเสริมเหล็ก หล่อสำเร็จรูป - ไม่มีเสา - เปิดช่องไว้ติดวงกบประตู – หน้าต่างในที่เจาะฝังท่อไฟฟ้า-บล๊อคไฟฟ้า-ท่อประปาในที่	บ.คลอลิตี้คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จก. บ.ซุปเปอร์บล็อค จก.	

2. แบบหล่อคอนกรีตสำเร็จรูปหน้างาน (Cast-Insitn Formwork System)	ลักษณะระบบ	ผู้ผลิต	หมายเหตุ
2.1 แบบหล่ออลูมิเนียม หรืออัลลอย (Aluminium-Piece,Alloy-Piece)	-โครงสร้างเป็นระบบ Bearing-Wall ไร้เสา-ไร้คาน ห้ามทุบรื้อหลังก่อสร้าง -ต้องปาดหน้าเรียบด้วยปูนยิปซั่ม 3-10 มม. - เทฐานราก-พื้นชั้นล่างหน้างาน -ประกอบชุดแบบสำเร็จรูป เสริมเหล็กด้วยตะแกรงในผนัง-พื้น เทคอนกรีตผนังชั้น 1 -และชั้น 2 เทผนังชั้น 2 และชั้นหลังคาพร้อมกัน -ฝังท่อประปา-ไฟฟ้าในพื้น-ผนัง -ติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างไว้ก่อนเทคอนกรีต	บ.ไมวาน (ประเทศไทย) จก. บ.เจซีเอ็ม คอนสตรัคชั่น จก.	
2.2 แบบเหล็ก (Steel-Tunnel Form,Steel Form)	- โครงสร้างเป็นระบบ Bearing-Wall ไร้เสา-ไร้คาน สามารถทุบรื้อหลังก่อสร้าง - ต้องปาดหน้าเรียบด้วยปูนยิปซั่ม 3-10 มม. - เทฐานราก-พื้นชั้นล่างหน้างาน	บ.สยามเอ็นจิเนียริ่ง จก. บ.บุยล์ไทย จก. บ.ออดินอร์ค จก.	

	- ประกอบชุดแบบสำเร็จรูปเสริมเหล็กด้วยตะแกรงในผนัง-พื้น เทคอนกรีตผนังชั้น 1 - และชั้น 2 เทผนังชั้น 2 และชั้นหลังคาพร้อมกัน		
2.3 แบบโฟมตาข่าย (PU-meah panel)	- โครงสร้างเป็นระบบ Bearing-Wall ไร้เสา-ไร้คาน สามารถทุบรื้อหลังก่อสร้าง - เทฐานราก-พื้นชั้นล่างหน้างาน - แผ่นโฟมตาข่ายผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานประกอบเป็นผนังและพื้นแล้วฉีนฟนปูนทรายทับหน้า 2 ข้าง - ต้องปาดฉาบเรียบหน้างาน - ฝังท่อประปา-ไฟฟ้าในพื้น-ผนัง - ติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างก่อนฉีดฟนปูนทราย	บ.สยามอินดัสเตรียล จก. บ.สามชัยตะแกรงเหล็ก จก.	

ที่มา : ดร.ประพัฒน์ ตันติประภา เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตรนักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ รุ่นที่ 3 พ.ศ. 2536 บางส่วนมีการเพิ่มเติมข้อมูลโดยการค้นคว้าจากผู้วิจัย

สถาบันวิทยบริการ
าลงกรณ์มหาวิทยาลัย

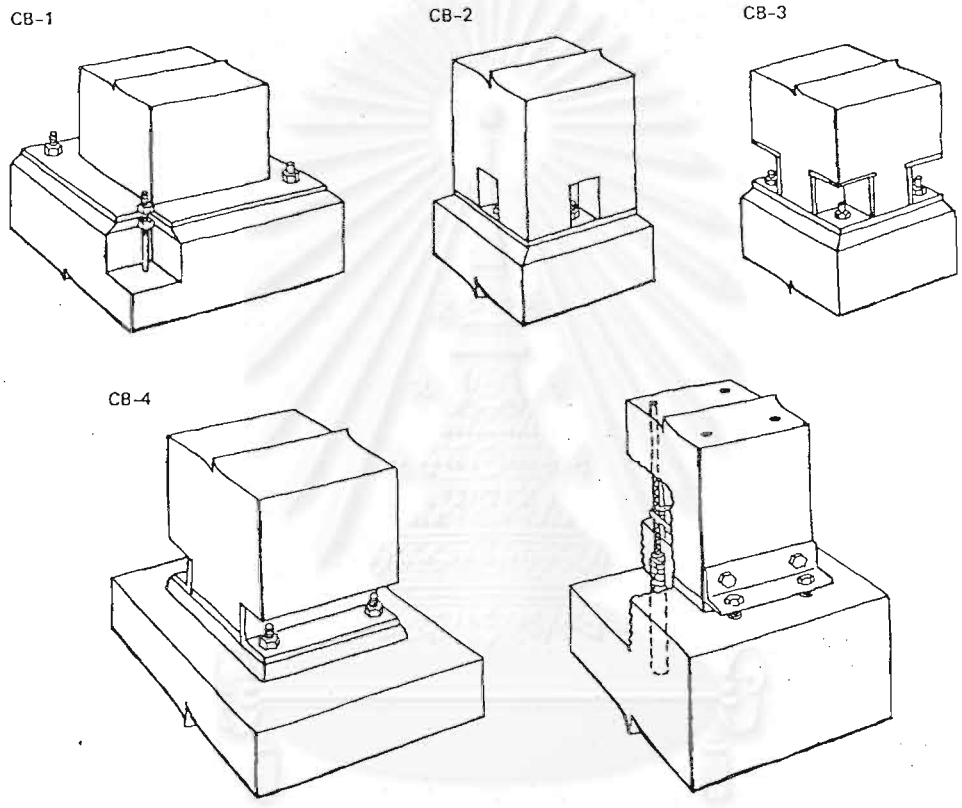
ใบบันทึกรายงานการทำงานและการใช้แรงงาน

โครงการหมู่บ้านคุณาลัย บางบุนเทียน

ที่	รายละเอียด	ปริมาณงาน	คนงาน				ระยะเวลา	หมายเหตุ
			หัวหน้า	ช่างฝีมือ	กรรมกร	รวม		
8/11/2548	งานที่ค้นมา :							
	- ติดตั้งเสาทั้งหมดเสร็จใช้เวลา 2 วัน คือ		1	1	4	6		ช่าง หมายถึง ช่างเชื่อม
	เริ่ม 5 ช่วงเช้า เสร็จวันที่ 7 ช่วงเช้า							: กรรมกร 4 คน
	งานวันนี้ :							ประกอบด้วย
	1. ยกตาน ชั้น 1 ติดตั้ง + ตานตลิ่น ในช่วง							- 2 คน เป็นช่างเชื่อมติดตั้ง
	เช้าต่อจากวันที่ 7 ช่วงบ่าย.	แต่ละตาน ชั้น 1 เสร็จ ประมาณ						- 2 คน เป็นต้องเทปูนเสริม.
	2. เริ่มติดตั้งอนตานชั้น 2 ช่วงบ่าย.		1	1	4	6.		
	(ยังไม่เสร็จตานชั้น 2) ——→	ตานชั้น 2 ได้ 10 อันใส่						
								(ตอนฝนตกหนัก)

หมายเหตุ : ระบุชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา -- ตาน.

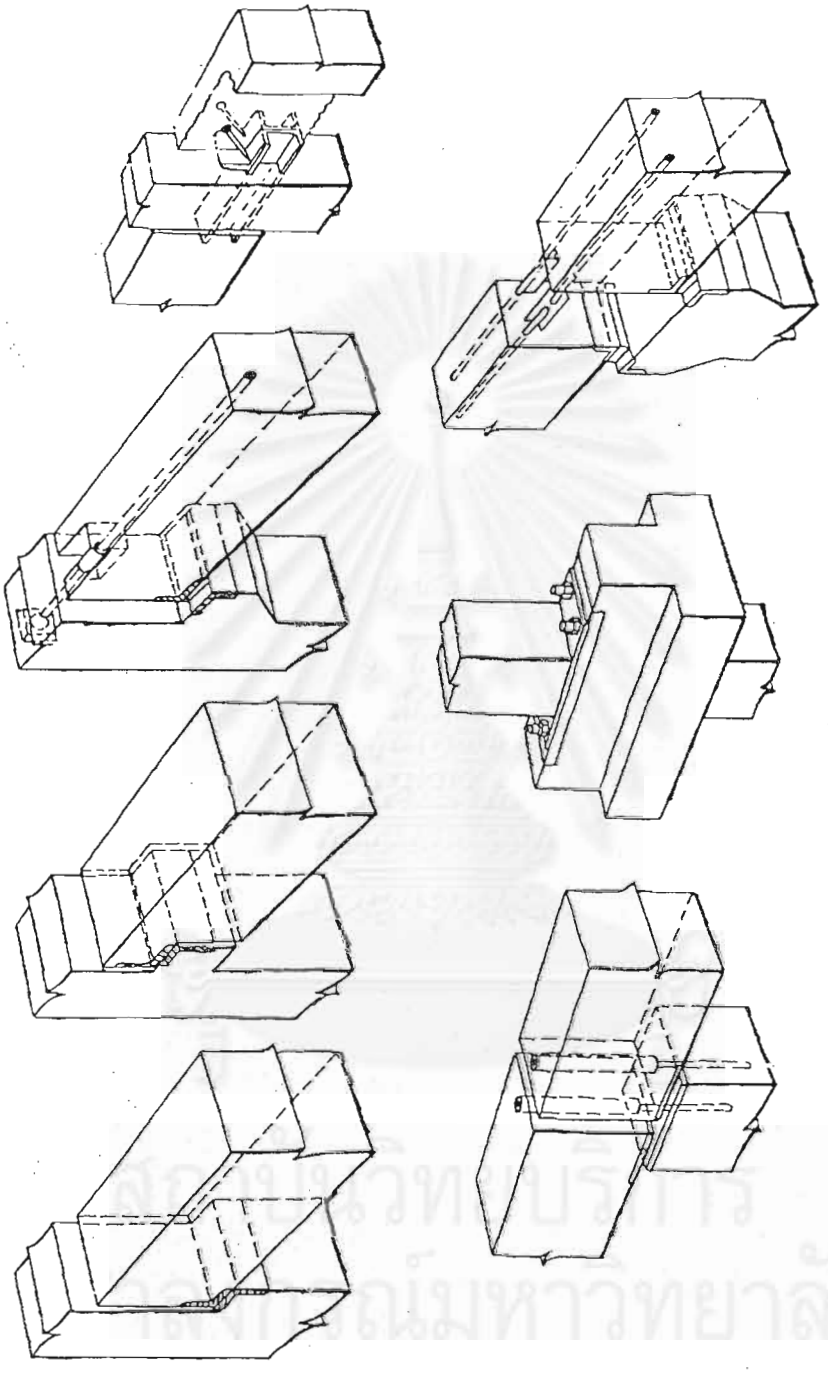
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



TYPICAL COLUMN FOUNDATION CONNECTIONS

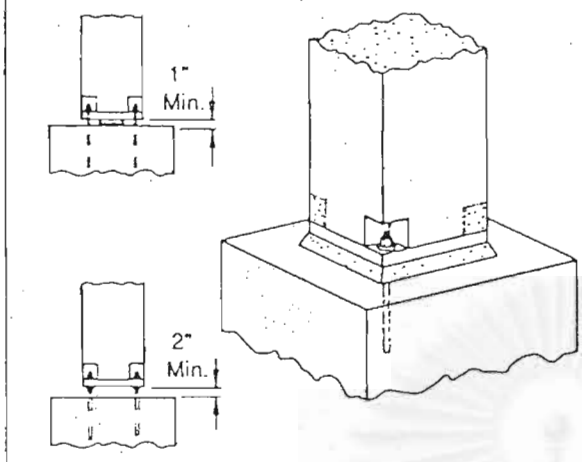
ที่มา : T.Y. Lin, Sidney D.Stotesbury., Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold Company (1998) : 482

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

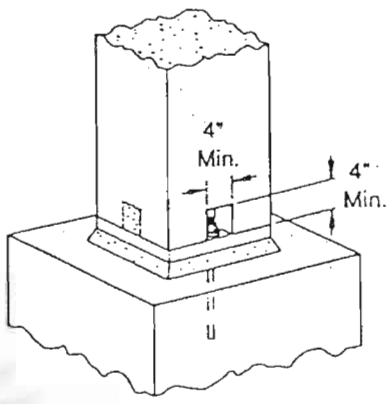


TYPICAL BEAM COLUMN CONNECTIONS

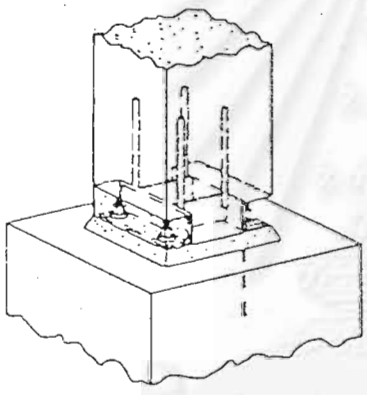
ที่มา : T.Y. Lin, Sidney D.Stotesbury., Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold Company (1998) : 481



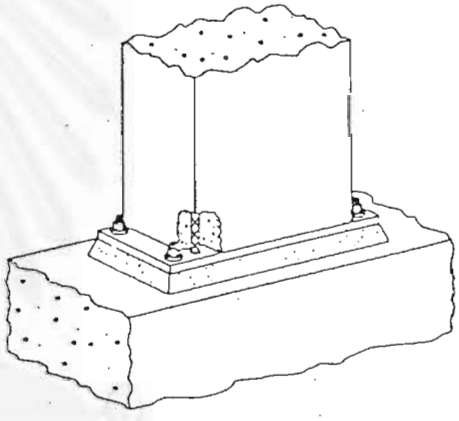
CF1



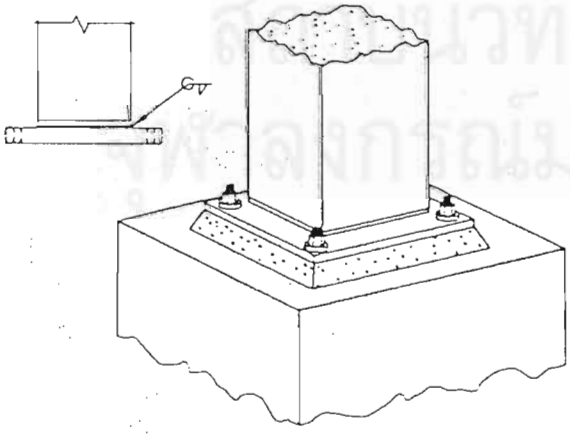
CF2



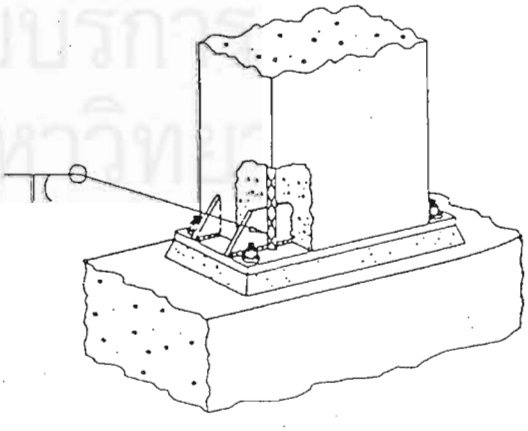
CF3



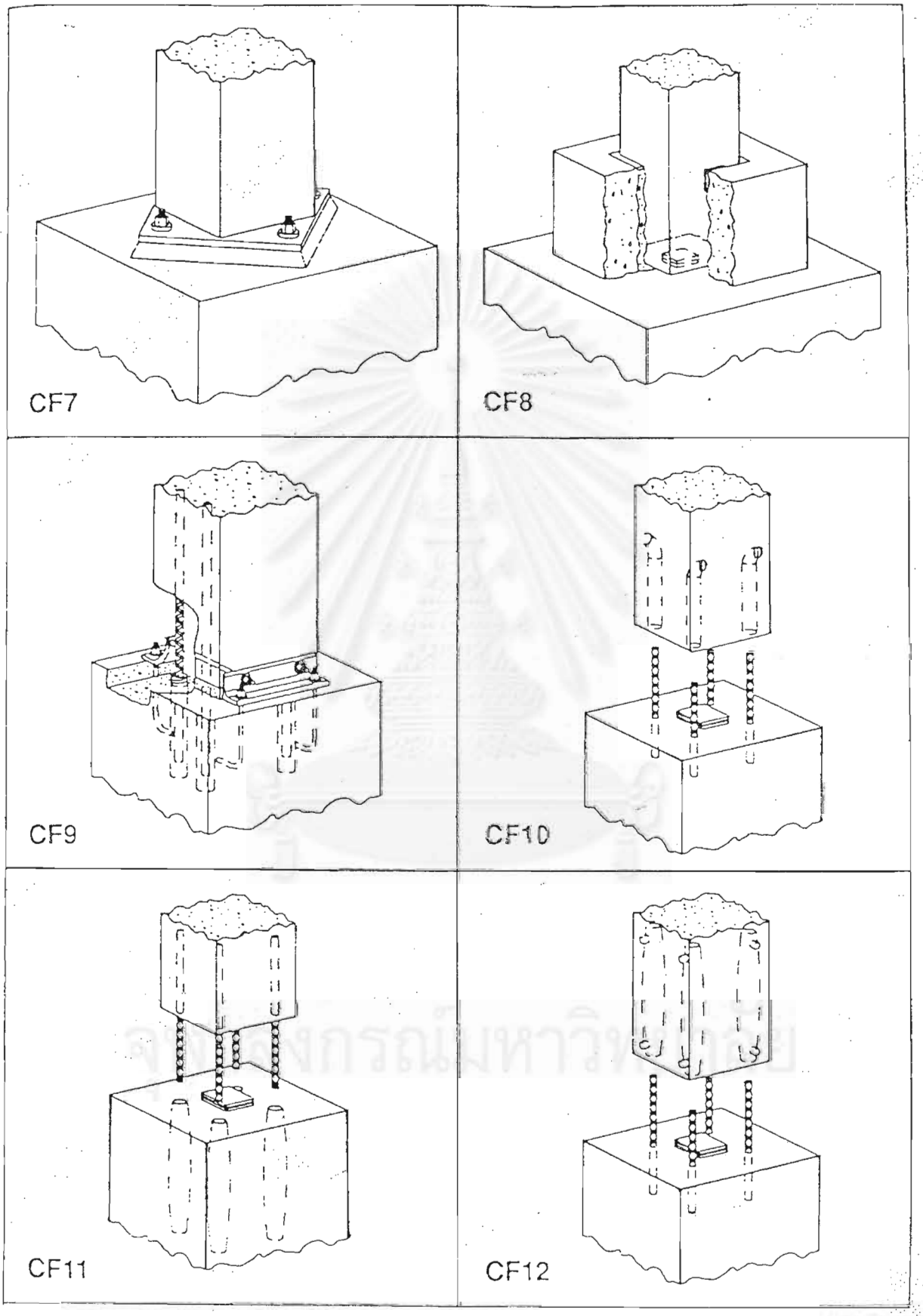
CF4

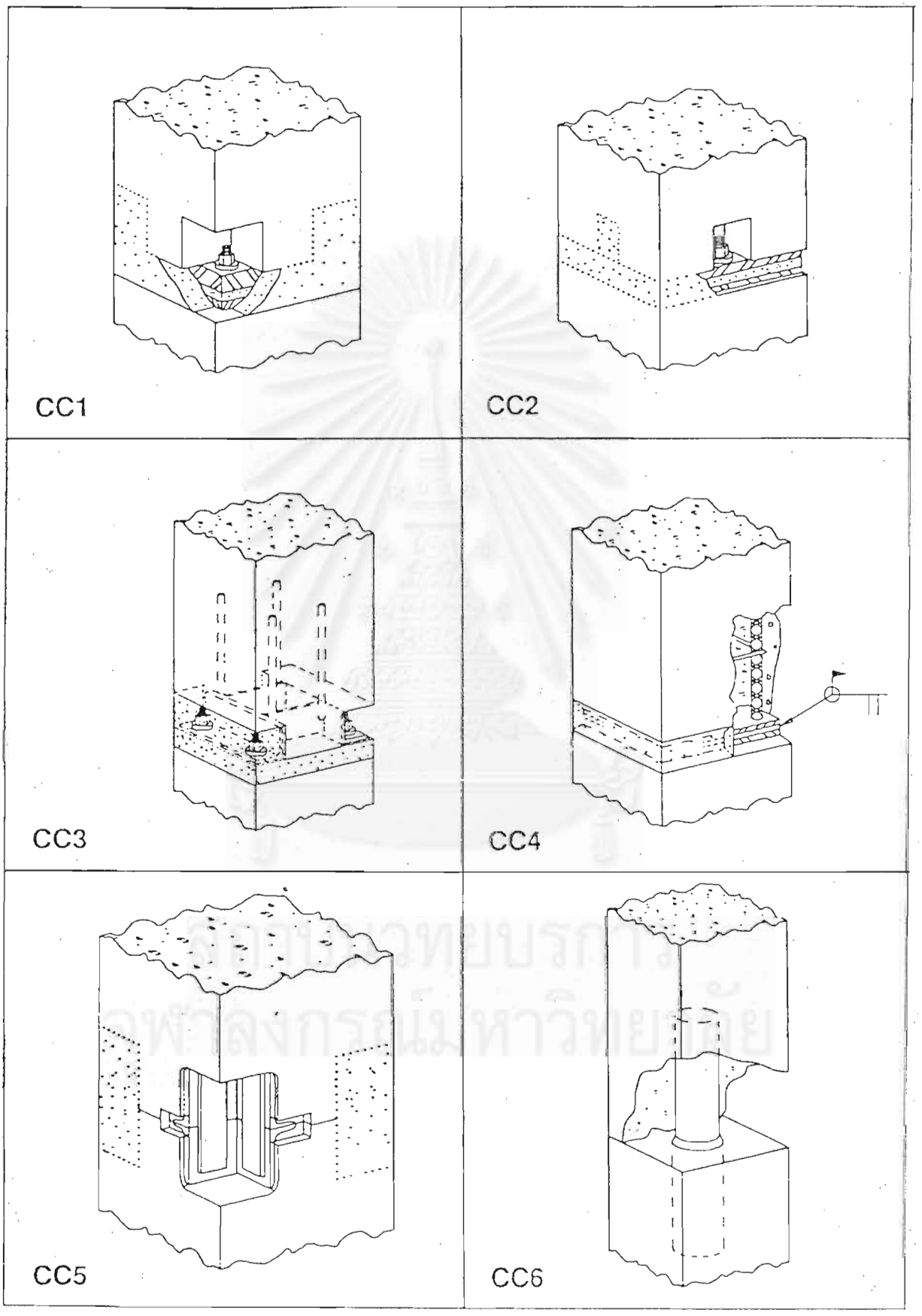


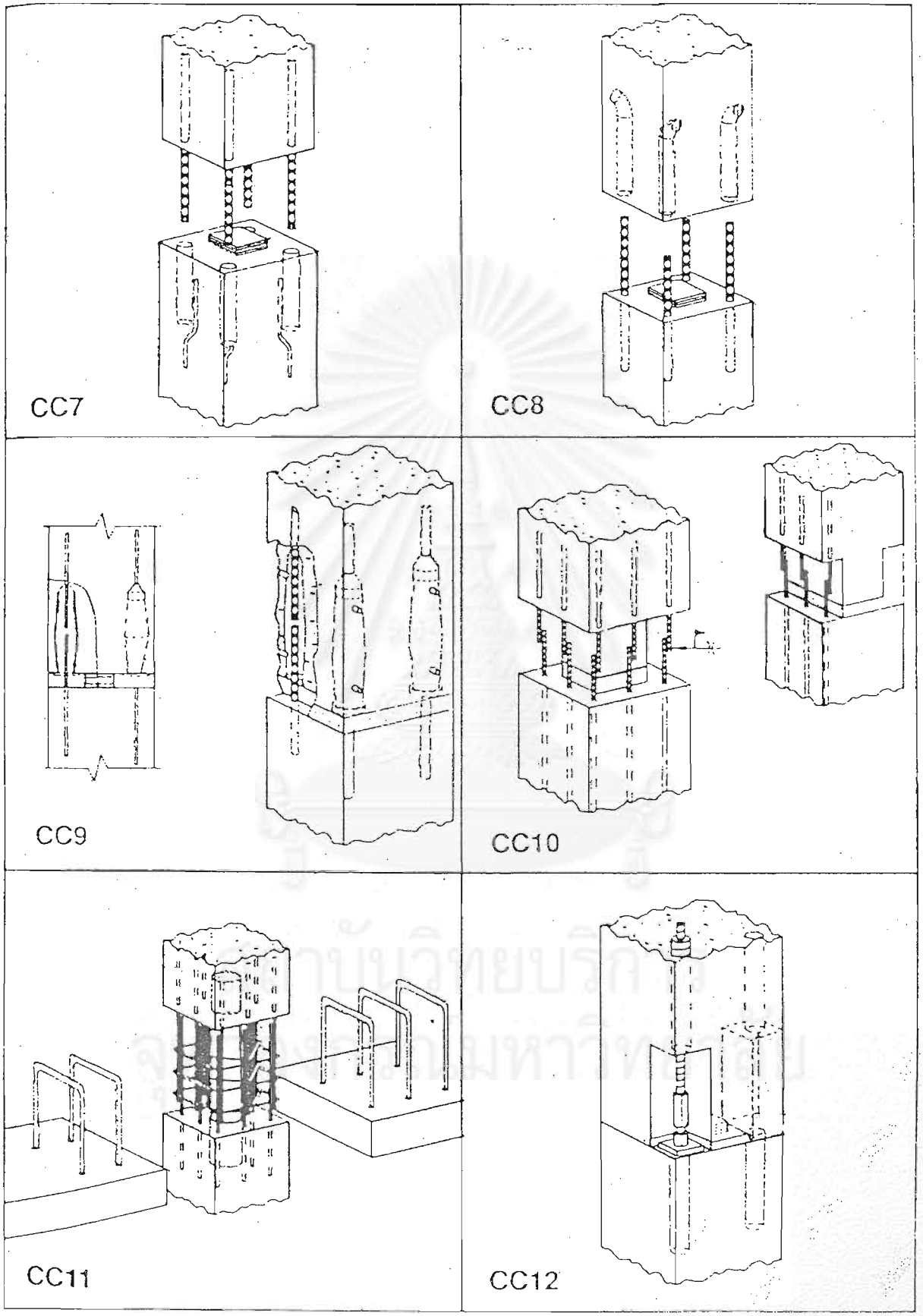
CF5

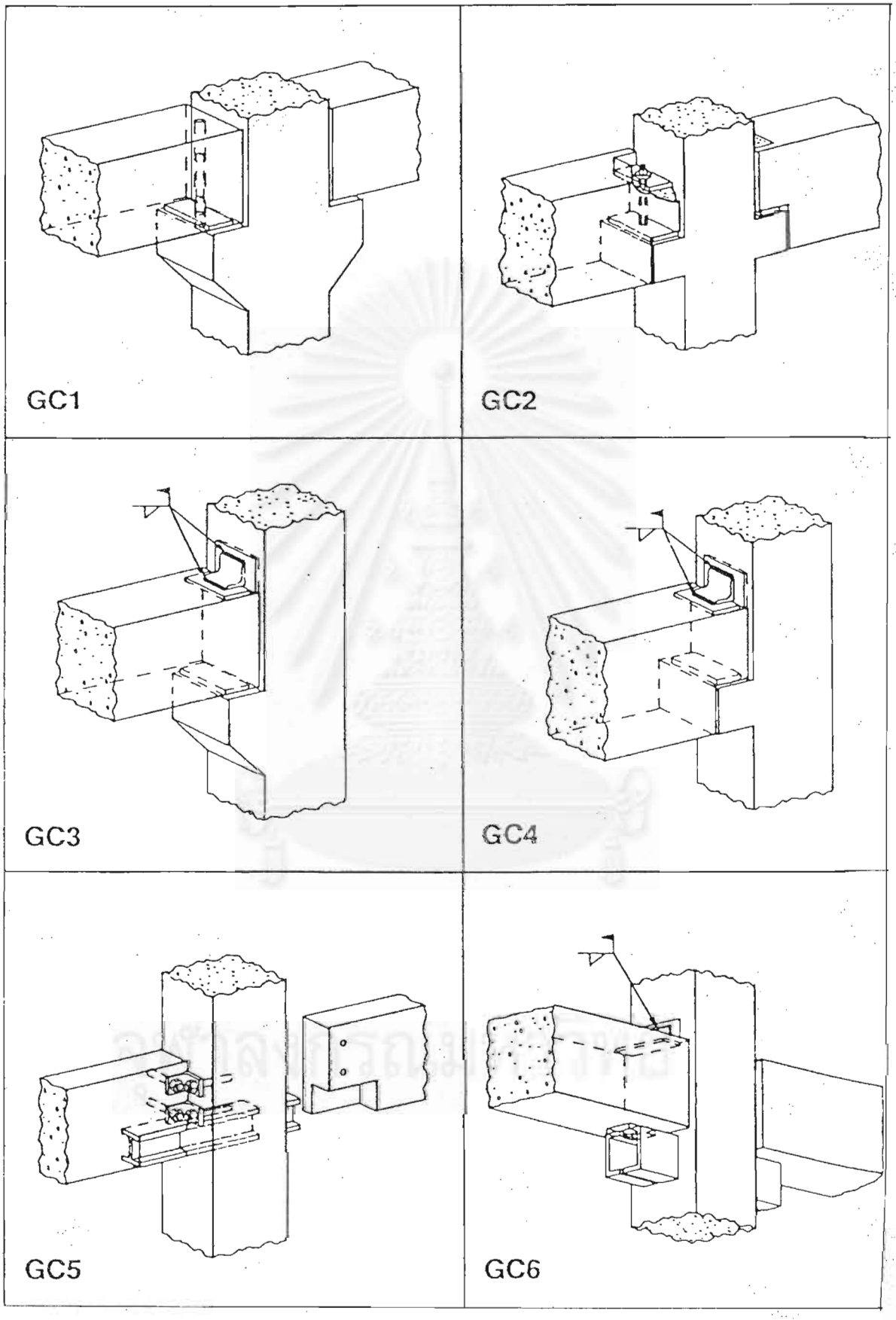


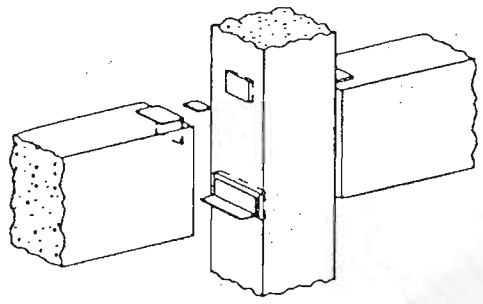
CF6


CF7
CF8
CF9
CF10
CF11
CF12

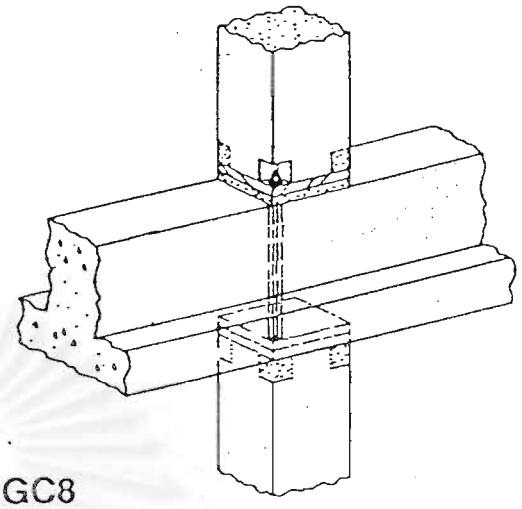

CC1
CC2
CC3
CC4
CC5
CC6


CC7
CC8
CC9
CC10
CC11
CC12

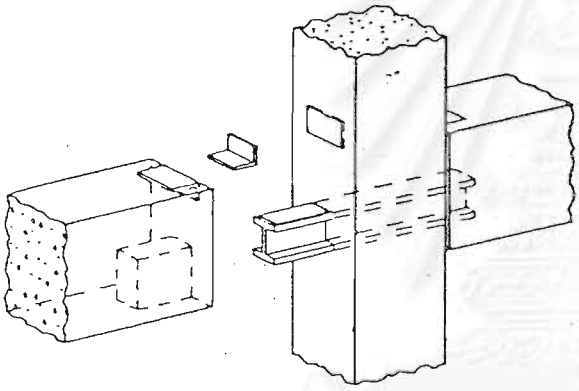

GC1
GC2
GC3
GC4
GC5
GC6



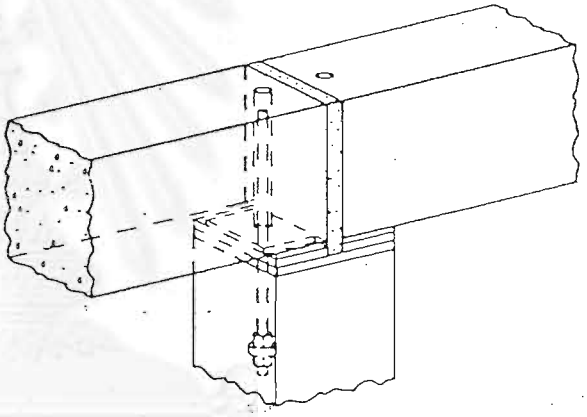
GC7



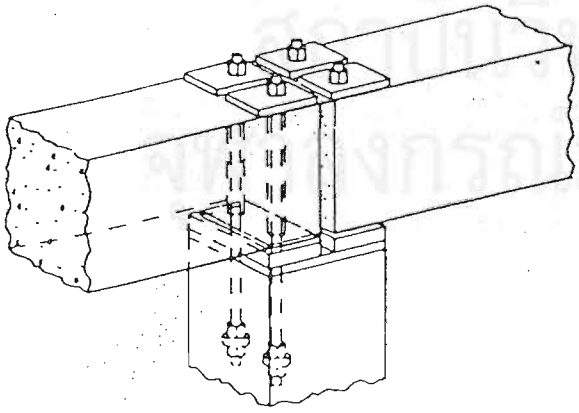
GC8



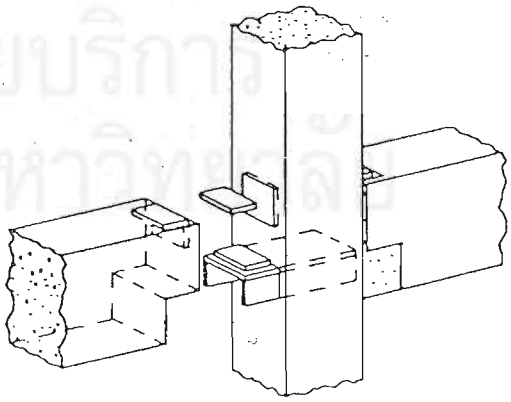
GC9



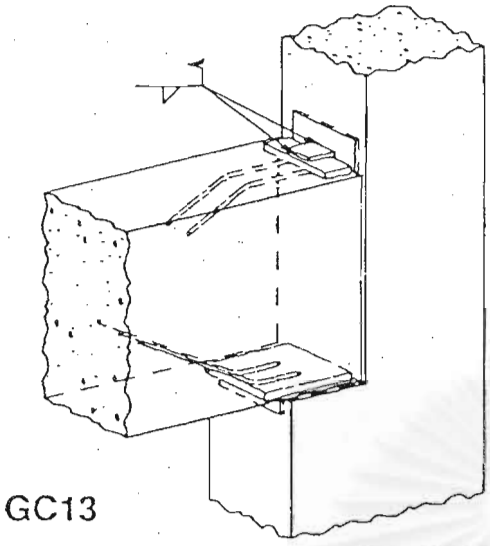
GC10



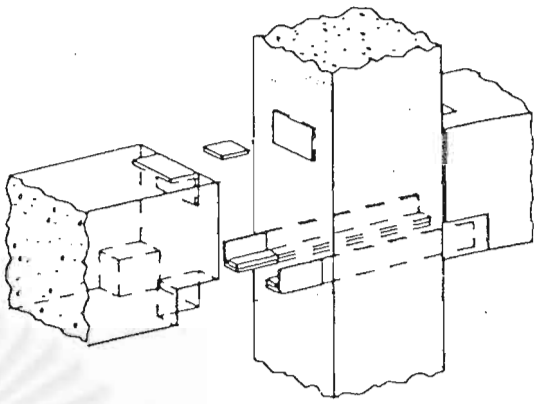
GC11



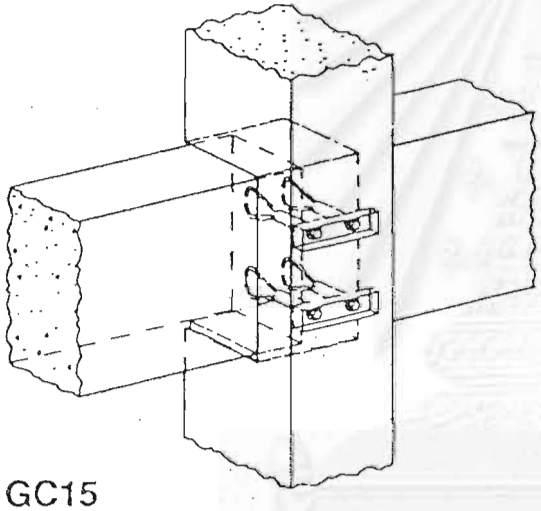
GC12



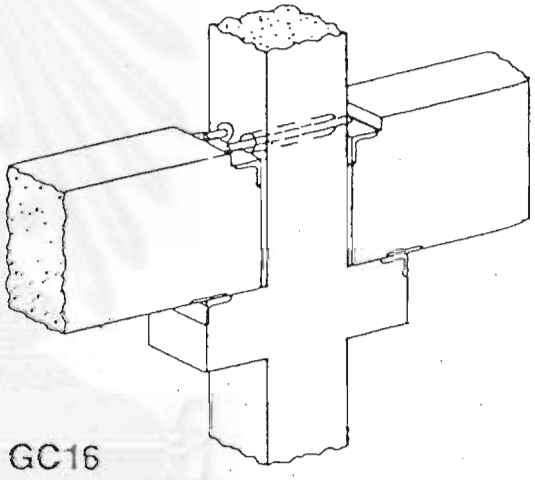
GC13



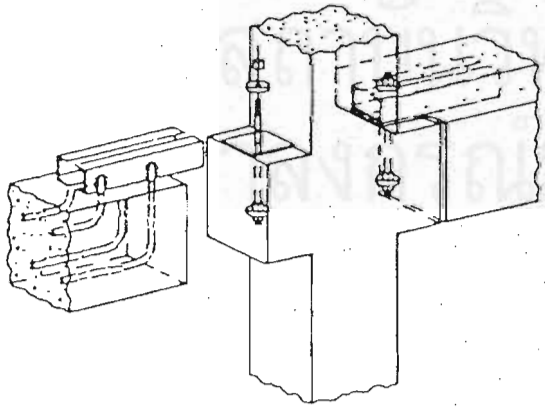
GC14



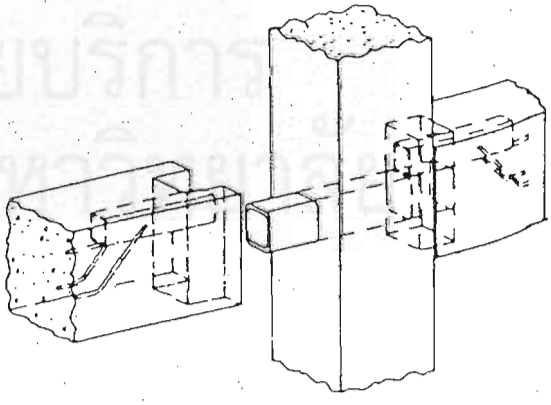
GC15



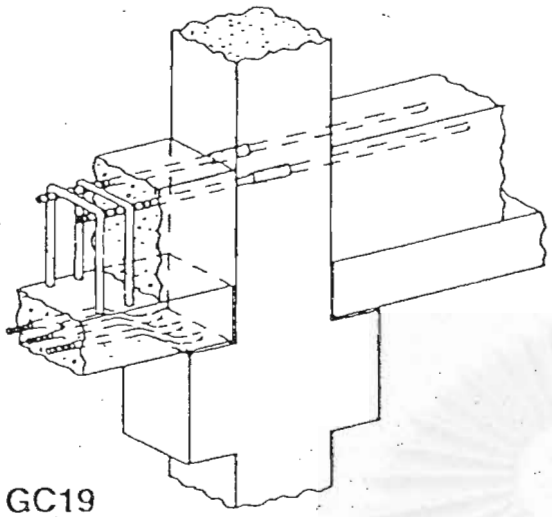
GC16



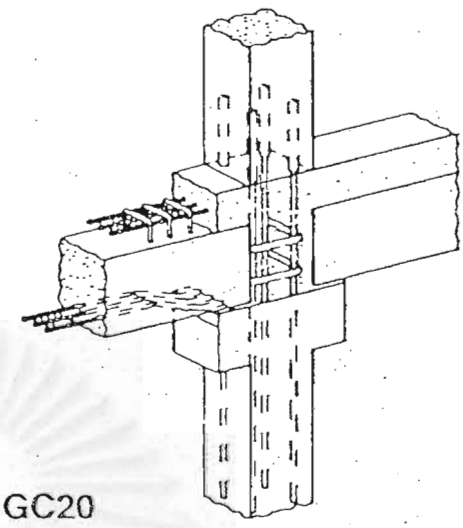
GC17



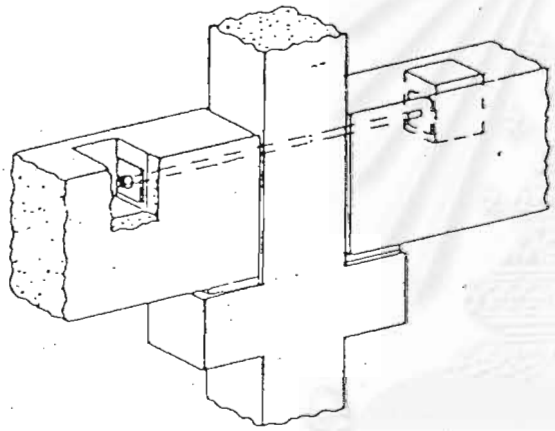
GC18



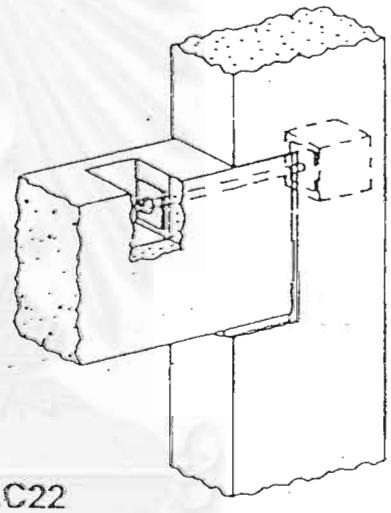
GC19



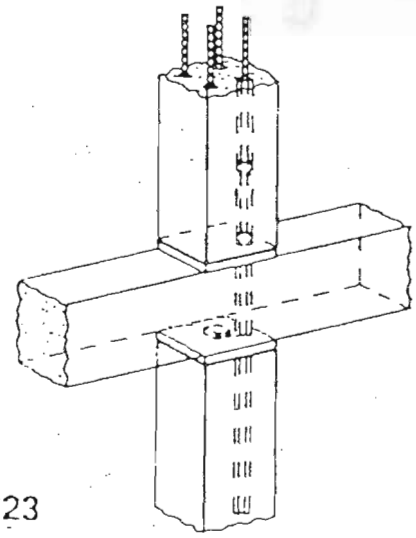
GC20



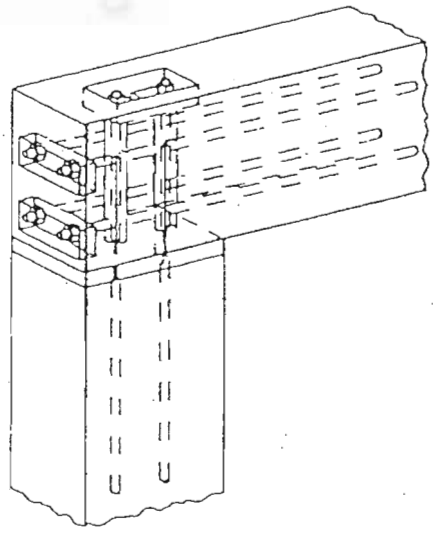
GC21



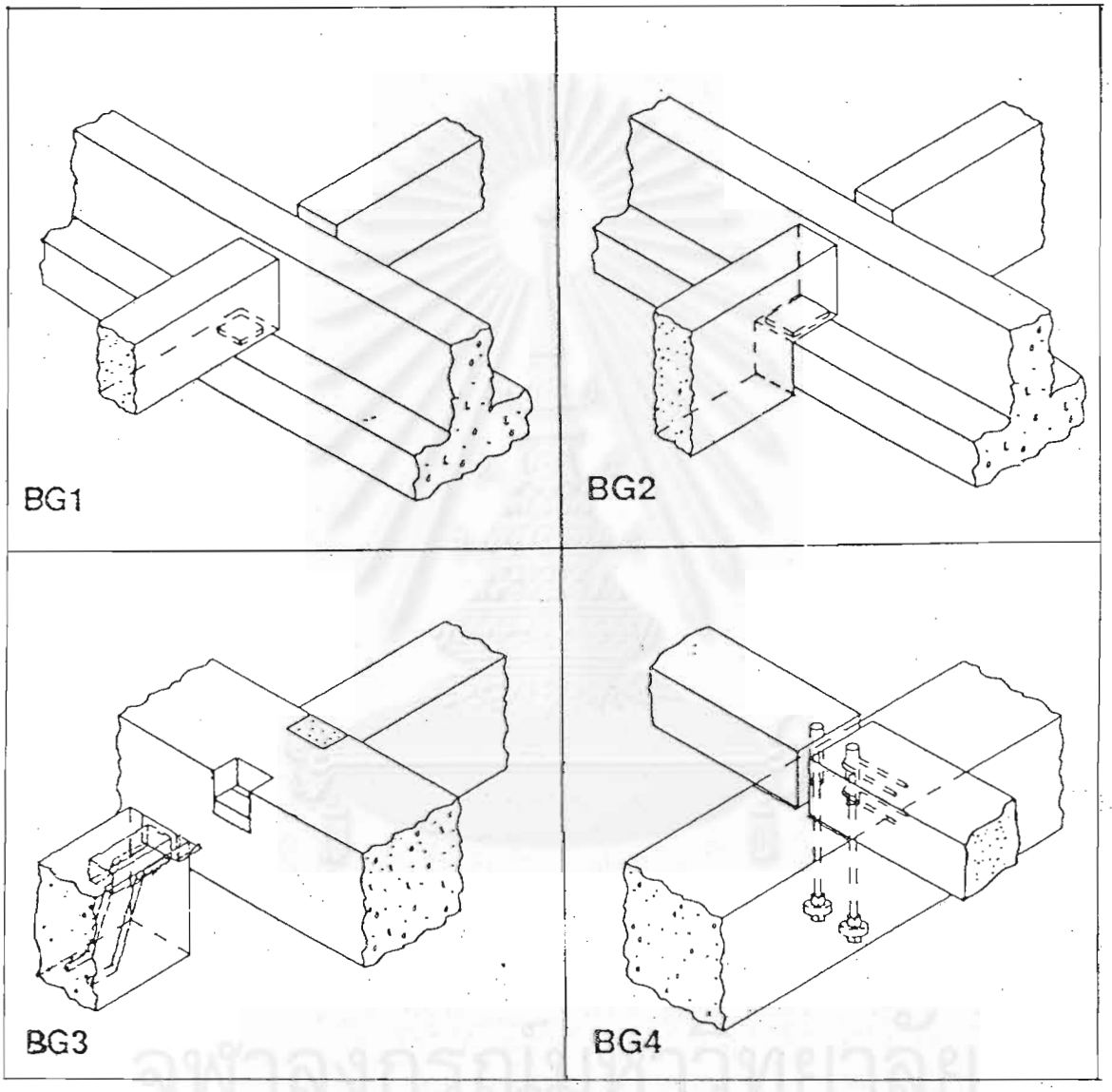
GC22

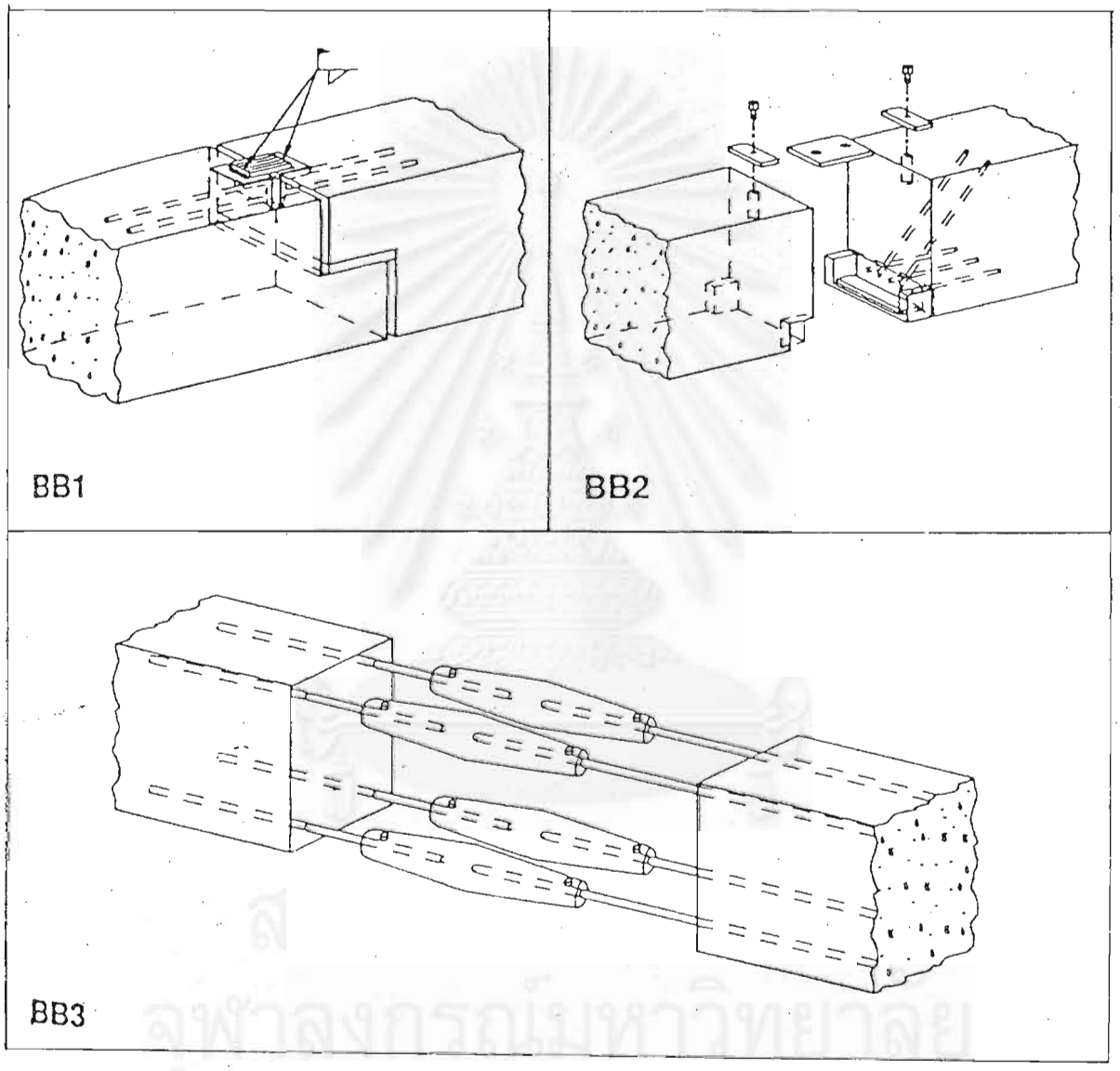


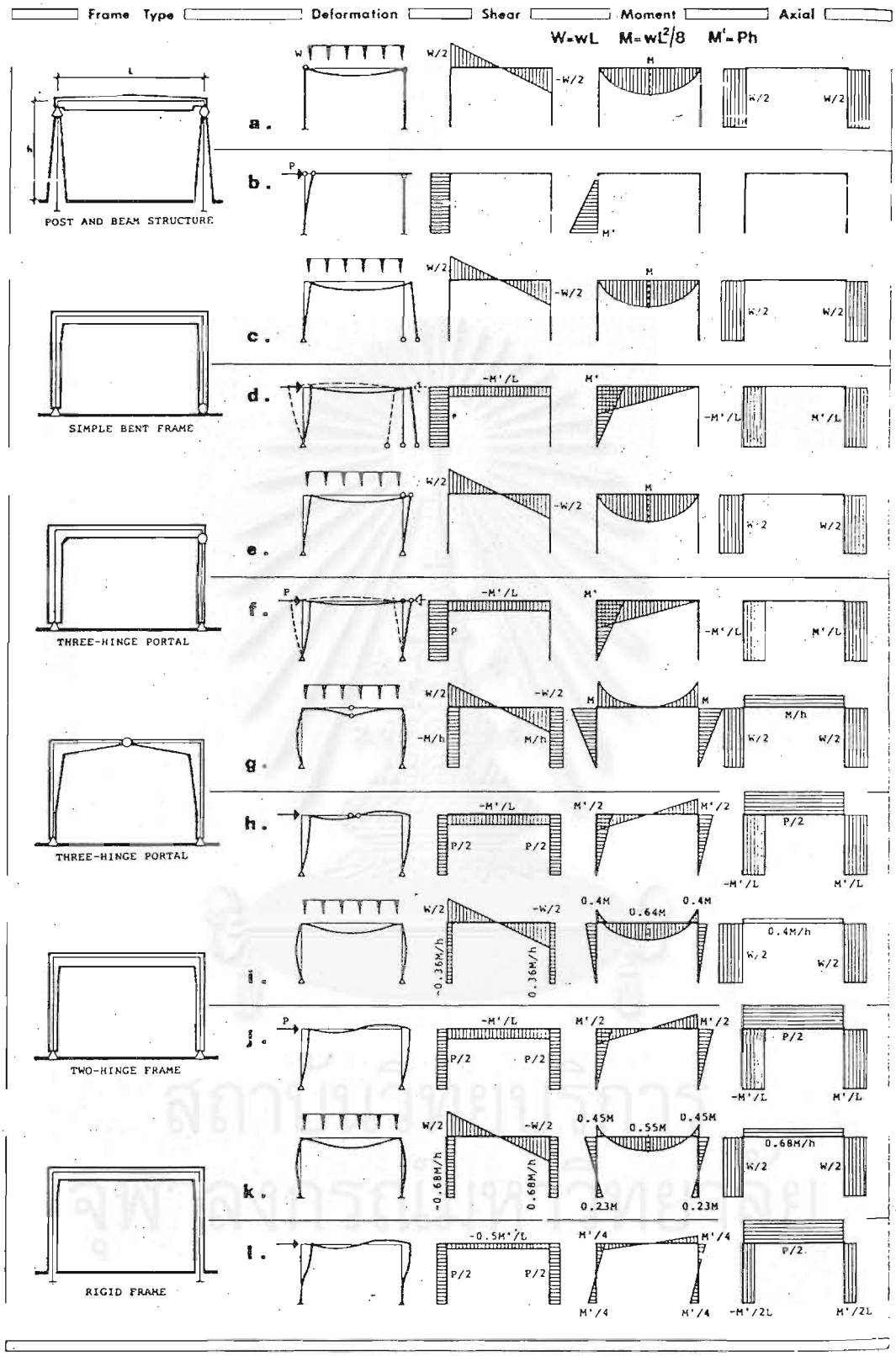
GC23



GC24

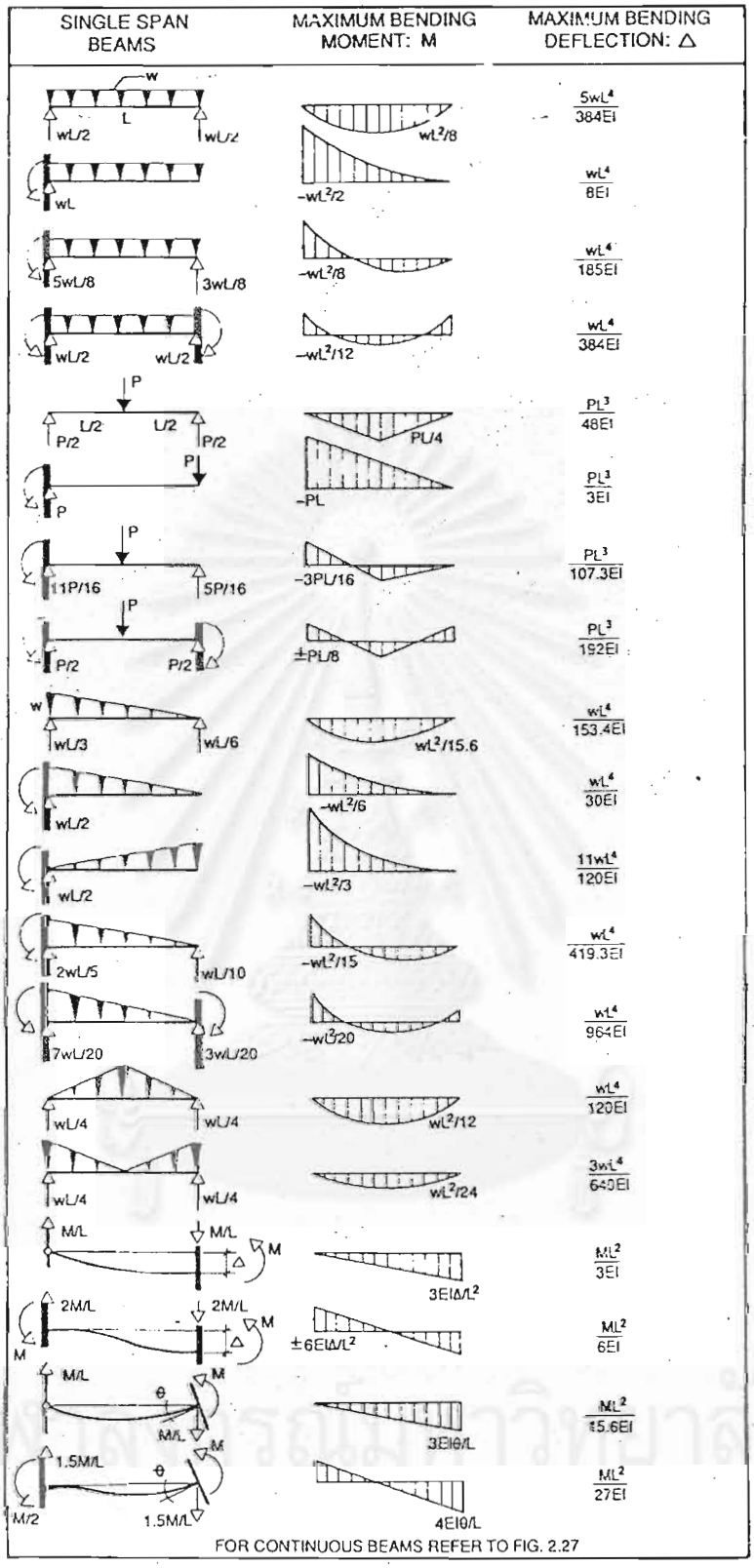

BG1
BG2
BG3
BG4


BB1
BB2
BB3



INTERNAL FORCE FLOW FOR BASIC PORTAL FRAME UNITS

ที่มา : Walfgang Schueller., The Design of Building Stuctures. New Jersey ; Prentice hall, Upper Saddle River (1996) : 408



MAXIMUM BENDING MOMENTS AND DEFLACTIONS FOR COMMON BEAMS

ที่มา : Walfgang Schueller., The Design of Building Stuctures. New Jersey ; Prentice hall, Upper Saddle River (1996) : 853

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นายสุกฤต อนันตชัยยง

ที่อยู่ : 355 ซ.สุทธิพร ถ.ประชาสงเคราะห์ ดินแดง กทม. 10400

เกิด : 31 กรกฎาคม 2519.

โทรศัพท์มือถือ : 0-1928-6202

โทรศัพท์ : 0-2248-3973, 0-2640-2507

โทรสาร : 0-2642-9713

E - mail : yoih8@yahoo.com

การศึกษา

พ.ศ. 2532 - 2537 : ระดับมัธยมศึกษา
โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2538 - 2542 : ระดับปริญญาบัณฑิต (สถ.บ.)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
(เกียรตินิยมอันดับ 2.)

: รับรางวัลวิจัยยอดเยี่ยม ประจำปีการศึกษา 2542.
(งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยรังสิต ครั้งที่ 6.)

พ.ศ. 2544 - 2545 : ระดับปริญญามหาบัณฑิต (สถ.ม.)
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมการก่อสร้าง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงาน

พ.ศ. 2540 : ฝึกงานบริษัทนนท์-ตรึงใจสถาปนิกและนักวางผัง จำกัด

พ.ศ. 2542 : ฝึกงาน บริษัท สถาปนิก 110 จำกัด

พ.ศ. 2542-2544 : เข้าทำงานบริษัท B.BOY.BELL. CONSTRUCTION CO.,LTD

: เข้าทำงานบริษัท T.CHIEWCHENGCHOL LTD.,PART

พ.ศ. 2544-2545 : เข้าทำงานบริษัท CHRISTENSEN CO.,LTD

พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน : ทำงานที่บริษัท นันทวัน จำกัด (THAI-OBAYASHI CO.,LTD)