การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

นางสาวอินทิรา บางภิภพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคหการ ภาควิชาเคหการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN EIGHT-STORY CONDOMINIUMS USING INSITU R.C.LOAD BEARING WALL FOR INTERNAL PARTITIONS WITH PLASTERED LIGHT WEIGHT BLOCK FACADE AND PRECAST R.C.PANEL CLADDING WITH INTERNAL PLASTERED BRICK WALL.

Miss Intira Bangpipop

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Housing
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
โดย	นางสาว อินทิรา บางภิภพ
สาขาวิชา	เคหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ สุปรีชา หิรัญโร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุณฑลทิพย พานิชภักดิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ สุปรีชา หิรัญโร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อินทิรา บางภิภพ : การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก.(A COMPARATIVE STUDY BETWEEN EIGHT-STORY CONDOMINIUMS USING INSITU R.C.LOAD BEARING WALL FOR INTERNAL PARTITIONS WITH PLASTERED LIGHT WEIGHT BLOCK FACADE AND PRECAST R.C.PANEL CLADDING WITH INTERNAL PLASTERED BRICK WALL.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.สุปรีชา หิรัญโร, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, 266 หน้า.

ปัจจุบันผู้ประกอบการนิยมสร้างอาคารชุดสูง 8 ชั้นแต่ต้องเผชิญกับปัญหาเรื่องต้นทุนการก่อสร้าง ภาวะการแข่งขันที่ปรับตัวสูง ผู้ประกอบการจึงนำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยจากต่างประเทศนำมาใช้ เช่น การใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป(Prefabrication) ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป(Precast R.C.Panel) และ ระบบผนังรับน้ำหนัก(Load Bearing Wall) โดยเชื่อว่าจะทำให้ประหยัดเวลา และ ได้ผลงานที่ได้มาตรฐาน ผู้วิจัยจึงศึกษาเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก

จากผลการศึกษา พบว่า ราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอก โครงการ 1 ระบบผนังก่ออิฐ ที่มีค่าก่อสร้าง 765.29 บาท/ ตร.ม. โครงการ 2 ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป มีค่าก่อสร้าง 1,360.00 บาท/ ตร.ม. งานผนังภายใน โครงการ 1 ระบบผนังรับน้ำหนัก มีค่าก่อสร้าง 1,748.74 บาท/ ตร.ม. โครงการ 2 ระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) มีค่าก่อสร้าง 629.17 บาท/ ตร.ม. และ ระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) มีค่า 892.24 บาท/ ตร.ม. ดังนั้นต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม. ของโครงการ 1 สูงกว่า โครงการ 2 ด้านระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการ 1 มีค่าเท่ากับ 275 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาก่อสร้างมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระยะเวลาก่อสร้างเพียง 238 วัน อีกทั้ง จำนวนบุคคลากรและแรงงานในการก่อสร้างโครงการ 1 ใช้รวม 121 คน มากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้รวม 110 - 113 คน ปัญหาที่พบในการก่อสร้างงานผนังรับน้ำหนักเช่นผิวผนังไม่เรียบเสมอกัน งานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นเรื่องตำแหน่ง Insert Plate ที่ มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ ทั้งระดับและแนว ซึ่งเกิดจากการขาดวิศวกรในการดูแลการติดตั้ง ส่งผลรุนแรงทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบโครงสร้าง งานผนังก่ออิฐ มักเป็นเรื่อง ใช้ระยะเวลามาก แตกร้าว และขาดแคลนช่าง

ดังนั้นโครงการ 2 มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 สำหรับการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นในด้าน ความยืดหยุ่นทางการตลาด ทักษะ และ ความแม่นยำในการก่อสร้าง ระยะเวลาก่อสร้างรวม และ ต้นทุน ผู้ประกอบการเลือกการก่อสร้างงานผนังระบบผสมผสานเพื่อให้ต้นทุนในการก่อสร้างไม่สูงมากนัก และยังสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้เหมาะสม

ภาควิชา เคหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา เคหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

507 42679 25 : MAJOR HOUSING

KEYWORD : CONSTRUCTION/ LOAD BEARING WALL/ PRECAST/ BRICK WALL

INTIRA BANGPIPOP : A COMPARATIVE STUDY BETWEEN EIGHT-STORY CONDOMINIUMS USING INSITU R.C.LOAD BEARING WALL FOR INTERNAL PARTITIONS WITH PLASTERED LIGHT WEIGHT BLOCK FACADE AND PRECAST R.C.PANEL CLADDING WITH INTERNAL PLASTERED BRICK WALL. THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPREECHA HIRUNRO, THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAWALIT NITAYA, Ph.D., 266 pp.

Most eight-story condominium developers are currently confronted with high construction costs within a normally highly competitive market. Precast R.C.panel and insitu load bearing wall are subsequently introduced into most projects in the belief that it will save more time and cost and raise the building quality to standard. This research is compares eight-story condominiums using insitu R.C.load bearing wall for internal partitions with plastered light weight block facade and precast R.C.panel cladding with internal plastered brick wall.

It has been found that the cost of the plastered light weight block facade in Project 1 is 765.29 baht/sqm. while the precast R.C.panel cladding in Project 2 is 1,360 baht/sqm. The internal insitu R.C.load bearing wall of Project 1 costs 1,748.74 baht/sqm. while the internal plastered brick wall of Project 2 costs 629.17 baht/sqm. to 892.24 baht/sqm. Hence, the expense of the inner wall and cladding of Project 1 is higher than that of Project 2,while the construction time of Project 1 at 275 days, is longer than the 238 days of Project 2. The number of construction workers in Project 1 and Project 2 total 121 and 113 respectively. The main problems encountered are that the bearing wall surface quality is rough and not smooth according to the specifications, and the displacement of the plate insertion location on the precast R.C.wall. These are due to the lack of inspection of the installation process by engineers and could cause further damage to the construction. For the plastered brick and light weight block walls, the problems are the delay in the erecting process, wall cracks and the shortage of skilled masons.

It is explicitly clear that Project 2 is more favorable than Project 1 due to the flexibility in the marketing scheme, laborers' construction skills, and craftsmanship. The construction time is also shorter and the expense cheaper.

Department : Housing Student's Signature : .....

Field of Study : Housing Principal Advisor's Signature : .....

Academic Year : 2008 Co-advisor's Signature : .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดจากผู้วิจัยมีความสนใจอยากจะค้นคว้าถึงกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนัก ข้อดี ข้อจำกัด และปัญหาในด้านขั้นตอน วิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา ในการก่อสร้าง ของระบบทั้งสอง โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์สุปรีชา หิรัญโร และ รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและแนวคิดที่เป็นประโยชน์อย่างมากมาย รวมทั้งการเอาใจใส่ติดตามงานอย่างใกล้ชิด

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุณฑลทิพย พานิชภักดิ์ ผู้เป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ไตรรัตน์ จารุทัศน์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง เพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือ และอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์บุศรา ศรีพานิชย์ และ อาจารย์สุพินดา ตั้งรุ่งเรืองอยู่ ที่เป็นผู้ให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณบิดา มารดา อาจารย์ ผู้ประสิทธิประสาทความรู้ทุกท่าน และเพื่อนๆเคหการ ที่ให้กำลังใจ และให้ความสนับสนุนตลอดมาตั้งแต่เริ่มทำวิทยานิพนธ์จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ **1**

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

ข้อจำกัดของการวิจัย 8

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

วิธีดำเนินการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **11**

ความเป็นมาของการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป 11

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม 13

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป 15

เกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป 16

หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม 17

การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 22

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป 23

ระบบของผนัง 25

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
การศึกษาข้อมูล 33
ขอบเขตงานวิจัย 34
เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย 39
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 40
การวิเคราะห์ข้อมูล 40
สรุปผลการวิจัย 41
บทที่ 4 รายละเอียดโครงการ 42
รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา 42
รายละเอียดการก่อสร้าง 54
ลักษณะการดำเนินการก่อสร้าง 55
บทที่ 5 กระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง 58
ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต 58
รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ 91
วิธีการก่อสร้าง 115
รายละเอียดการบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง 170
รายละเอียดผลการศึกษาต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง 176
ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอาคาร 190
บทที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 204
การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง 204
การวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง 204
บทที่ 7 สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ 242
สรุปผลการศึกษา 242
ข้อเสนอแนะ 254
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 257

รายการอ้างอิง 258
ภาคผนวก 261
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 266

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างอาคารชุดด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปแบบ PANELกับ COMPONENT (วัน).....	4
1.2	เปรียบเทียบ%ราคาก่อสร้างอาคารชุดด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL กับ แบบ COMPONENT (%มูลค่าราคาก่อสร้าง).....	5
2.1	เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
3.1	แสดงขอบเขตด้านเนื้อหา	34
3.2	แสดงระบบการก่อสร้างผนังภายนอกและผนังภายในสำหรับโครงการของกลุ่มบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์.....	35
4.1	รายละเอียดโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ.....	54
4.2	รายละเอียดประกอบการก่อสร้าง.....	54
5.1	ข้อมูลทางเทคนิคที่ใช้ในโครงการ 1	100
5.2	ข้อมูลคุณสมบัติของผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน โครงการ 2	103
5.3	จำนวนแผ่นของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการ 2	114
5.4	รายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก.....	167
5.5	รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก.....	168
5.6	รายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก.....	170
5.7	รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก.....	171
5.8	ต้นทุนของงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน อาคาร J.....	176
5.9	ต้นทุนของงานระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก อาคาร J	176
5.10	รายละเอียดราคาค่าก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก อาคาร J.....	177

ตารางที่ หน้า

5.11 ระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก อาคาร J 178

5.12 ต้นทุนของงานระบบผนังวัสดุก่อครึ่งแผ่น เป็นผนังภายใน อาคาร C2 182

5.13 ต้นทุนของงานระบบผนังวัสดุก่อเต็มแผ่น เป็นผนังภายใน อาคาร C2 183

5.14 ต้นทุนของงานระบบผนังระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกอาคารC2 .. 183

5.15 รายละเอียดราคาค่าก่อสร้างของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2 184

5.16 รายละเอียดผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกอาคาร C2 185

5.17 สรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง 193

6.1 รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการที่ 1 และ โครงการที่ 2 207

6.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร 212

6.3 จำนวนแรงงานในด้านปฏิบัติงานก่อสร้าง ของทั้ง 2 โครงการ 219

6.4 จำนวนบุคคลากรในด้านบริหารควบคุมงาน ของทั้ง 2 โครงการ 220

6.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างที่หน้างาน 221

6.6 การเปรียบเทียบต้นทุนราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก กับ โครงการ 2 ที่ใช้ะบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก 223

6.7 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยเฉพาะค่างานผนังที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน 224

6.8 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วย ที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายใน 226

6.9 การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง ระหว่างโครงการทั้ง 2 228

6.10 สรุปการเปรียบเทียบปริมาณงาน ต้นทุน ค่างานเมื่อเทียบกับมูลค่าทั้งหมด ระยะเวลาก่อสร้าง 233

ตารางที่ หน้า

6.11 สรุปการเปรียบเทียบ แรงงาน ระยะเวลา ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ1 ตร.ม. 234
6.12 การวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก 239
7.1 การสรุปผลวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก 251

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	จำนวนยูนิตของอาคารชุดที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ ปี 2538 - 2550	1
3.1	การก่อสร้างโครงการ 1	36
3.2	การก่อสร้างโครงการ 2	36
3.3	การก่อสร้างโครงการ 3	37
3.4	การก่อสร้างโครงการ 4	38
3.5	การก่อสร้างโครงการ 5	38
4.1	แผนที่ตั้งโครงการ 1	43
4.2	ผังโครงการ 1 ไม่ได้เข้ามาตราส่วน	44
4.3	ผังชั้นที่ 1 อาคาร J	44
4.4	ผังชั้นที่ 2 – 8 อาคาร J	45
4.5	รูปด้านข้างอาคาร J	45
4.6	รูปด้านข้าง 2 อาคาร J	46
4.7	รูปด้านหน้าอาคาร J	46
4.8	รูปด้านหลังอาคาร J	47
4.9	แผนที่ตั้งโครงการ 2	48
4.10	ผังโครงการ 2 ไม่ได้เข้ามาตราส่วน	49
4.11	ผังชั้นที่ 1 อาคาร C2	50
4.12	ผังชั้นที่ 2-8 อาคาร C2	50
4.13	รูปด้านหน้าอาคาร C2	51
4.14	รูปด้านหลังอาคาร C2	51
4.15	รูปด้านข้าง 1 อาคาร C2	52
4.16	รูปด้านข้าง 2 อาคาร C2	53
5.1	รูปแบบผนังรับน้ำหนัก W2 W3 W3A W4	59
5.2	พื้นชนิด Hollow Core Floor	60
5.3	พื้นชนิด Precast Slab	60
5.4	แบบการตั้งนั่งร้านด้านข้าง	61

ภาพที่ หน้า

5.5 แบบการตั้งนั่งร้านด้านหน้า 62
5.6 การตั้งนั่งร้าน 62
5.7 แบบหล่อผนังรับน้ำหนัก 63
5.8 พื้นสำเร็จรูปชนิด Precast Slab 64
5.9 คานสำเร็จรูป 64
5.10 บันไดสำเร็จรูป 64
5.11 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 65
5.12 โต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 65
5.13 ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป 66
5.14 ส่วนเก็บวัสดุ 66
5.15 โรงเชื่อมงานเหล็ก 67
5.16 แผนผังแสดงลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 68
5.17 การเตรียมงานหล่อพื้นสำเร็จรูป 69
5.18 พื้นสำเร็จรูปที่ต่างระดับ 69
5.19 พื้นสำเร็จรูปที่หล่อเสร็จและกำหนดชื่อชิ้นงาน 69
5.20 แบบหล่อคาน 70
5.21 การกั้นแบบ และหล่อคานสำเร็จรูป 70
5.22 แบบหล่อบันไดสำเร็จรูป 70
5.23 บันไดสำเร็จรูป 70
5.24 ทาวเวอร์เครนที่ใช้ขนส่ง 71
5.25 แบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป 72
5.26 พื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง 73
5.27 การติดตั้งราวกันตก 74
5.28 การกันประกายไฟขณะเชื่อม 74
5.29 บันไดสำเร็จรูป 75
5.30 ผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป 75
5.31 สำนักงานโรงงาน 76
5.32 ส่วนห้องเก็บอุปกรณ์บริเวณที่ 1 77
5.33 กองเก็บเหล็กเส้นที่ใช้ในการผลิต 77

ภาพที่ หน้า

5.34 กองเก็บเหล็กแบนที่ใช้ในการผลิต 77
5.35 ส่วนตัดเหล็ก 77
5.36 ส่วนดัดเหล็ก 77
5.37 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 1 78
5.38 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 2 78
5.39 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 3 78
5.40 ลานหล่อปรับระดับได้ 78
5.41 ลานหล่อปรับระดับได้โดยใช้เกลียวขัน 79
5.42 ส่วนตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 79
5.43 การวางชิ้นส่วนในแนวราบ 80
5.44 การวางชิ้นส่วนในแนวตั้ง 80
5.45 ลานเก็บด้านหลังโรงงาน 80
5.46 ลานเก็บด้านข้างโรงงาน 80
5.47 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 81
5.48 แบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป 81
5.49 การทำความสะอาดแบบ 82
5.50 การวาดแบบลงพื้นลานหล่อ 82
5.51 ตรวจเช็คระยะ 82
5.52 การยึดแบบข้างปรับระยะ Plate เหล็กและหูหิ้วตามตำแหน่งที่กำหนด 83
5.53 การลงตะแกรงเหล็กของแบบได้ 83
5.54 ขา PVC จัดระยะห่างจากตัวแบบหล่อ 83
5.55 Plate เหล็ก 83
5.56 ชิ้นงานรอเทคอนกรีต 83
5.57 การ Load คอนกรีตผสมเสร็จใส่ Bucket 84
5.58 การเทคอนกรีตโดยผู้บังคับเครนราง 84
5.59 การเขย่าคอนกรีตด้วยเครื่องจี้ 85
5.60 การแต่งผิวหน้าคอนกรีต 85
5.61 การใส่แบบเหล็กกันหูหิ้ว 85
5.62 หูหิ้วแผ่นลอดมากลางแบบ 85

ภาพที่ หน้า

5.63 การปรับแต่ง Plate เหล็ก 85
5.64 เครื่องมือปรับแต่ง Plate เหล็ก 85
5.65 การขูดน้ำปูนบริเวณผิวหน้า Plate เหล็กและรอแต่งผิวหน้าคอนกรีตอีก 3 ครั้ง .. 86
5.66 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อเสร็จ 86
5.67 การตกแต่งผิวโดยรอบ 87
5.68 เครนยกชิ้นส่วนเข้าลานเก็บชิ้นส่วน 87
5.69 ขา A – Frame ออกแบบพิเศษ 87
5.70 การยกชิ้นส่วนขึ้นรถพร้อมส่งไปหน่วยงาน 87
5.71 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแผ่นฉาก 88
5.72 รถบรรทุก 10 ล้อขนส่ง 8–9 แผ่นต่อเที่ยว 88
5.73 การแขวนชิ้นส่วนสำเร็จรูป 89
5.74 ผนังรับน้ำหนัก W2 92
5.75 ผนังรับน้ำหนัก W3 92
5.76 ผนังรับน้ำหนัก W3A 93
5.77 ผนังรับน้ำหนัก W4 94
5.78 ผนังรับน้ำหนัก W4A 94
5.79 ผนังรับน้ำหนัก W4B 95
5.80 ผนังรับน้ำหนัก W5 95
5.81 ผนังรับน้ำหนัก W8 96
5.82 ผนังรับน้ำหนัก W8A 96
5.83 ผนังรับน้ำหนัก W8B 97
5.84 ผนังรับน้ำหนัก W14 97
5.85 ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง 99
5.86 ภาพขยายของวัสดุก่อ (บล็อกมวลเบา) 99
5.87 ผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายนอก 102
5.88 งานฉาบผนังภายนอกโครงการ 1 102
5.89 การก่อเป็นการก่อแบบสลับ 103
5.90 ผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายในของโครงการ 2 104
5.91 เสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูป 104

ภาพที่		หน้า
5.92	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO D....	105
5.93	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO F	106
5.94	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO H....	106
5.95	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO K....	107
5.96	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO M ...	108
5.97	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO Q ...	108
5.98	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO R....	109
5.99	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO V....	109
5.100	แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO W...	110
5.101	การทำร่องหยดน้ำไว้เพื่อกันน้ำรั่วซึม	110
5.102	ภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบน-ล่าง และพื้น.....	111
5.103	ภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชั้น 8 ด้านบน และคานเหล็ก	111
5.104	ภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูประเบียงชั้น 1 - 7 และพื้น.....	112
5.105	ภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูประเบียงชั้น 8 และคานเหล็ก	112
5.106	ภาพตัด Jointระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียงแนวตั้งและแนวนอน .	113
5.107	การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 X 0.30 X 28.50 เมตร	116
5.108	แบบแปลนฐานราก F3.....	117
5.109	รูปตัดฐานราก F3.....	117
5.110	แบบแปลนฐานราก F4a.....	117
5.111	รูปตัดฐานราก F4a.....	117
5.112	การติดตั้งตะแกรงเหล็ก.....	118
5.113	การติดตั้งวัสดุในผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่	118
5.114	การตรวจเช็คระดับของวัสดุติดตั้งในผนัง	118
5.115	ทาวเวอร์เครนยกแบบมาติดตั้ง	119
5.116	การติดตั้งแบบเหล็กและค้ำยันด้วยพร็อพที่ติดมากับแบบเหล็ก	120
5.117	แบบหล่อที่พร้อมเทคอนกรีต.....	121
5.118	ผนังรับน้ำหนักที่เทคอนกรีตแล้ว และ วัสดุติดตั้งในผนัง	121
5.119	การเปิดแบบเหล็ก	122
5.120	ผนังรับน้ำหนัก หนา 15 ซม.	122

ภาพที่		หน้า
5.121	การเก็บแบบเหล็ก	122
5.122	คาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป.	123
5.123	บ่าผนังรับน้ำหนัก	123
5.124	การปิดแบบเทคอนกรีต	123
5.125	การค้ำยันใต้ท้องคาน	123
5.126	การติดตั้งพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปชนิด Precast Slab	125
5.127	ตะแกรงกันวัสดุและคน	125
5.128	การติดตั้งพื้น Hollow Core	127
5.129	การวางพื้นบนผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่	127
5.130	เหล็กเสริมพิเศษด้านบนรอยต่อ ระหว่างพื้น Hollow Core ที่วางบนผนังรับน้ำหนัก ชนิดหล่อในที่	128
5.131	เหล็กเสริมพิเศษสอดในช่องพื้นตรงรอยต่อระหว่างพื้น ที่วางบนผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่	128
5.132	การเข้าแบบใต้ท้องพื้นและเป็นค้ำยันแผ่นในตัวก่อนเทคอนกรีต	128
5.133	การวางปูนทรายปรับระดับ	129
5.134	การป้ายปูนก่อด้านข้าง	129
5.135	การใช้ค้อนยางและระดับน้ำช่วยจัดแนว	129
5.136	งานผนังวัสดุก่อภายนอกอาคาร	130
5.137	เสาเอ็นที่มุมกำแพง	131
5.138	ด้านที่ยึดด้วย Metal Strap และด้านที่ยึดด้วยปูนก่อ	131
5.139	การฉาบปูน และ ลงฟองน้ำ	132
5.140	งานฉาบปูนภายนอกอาคาร	133
5.141	งานระบบบริเวณทางเดิน	133
5.142	การติดตั้งงานระบบภายในอาคาร	133
5.143	งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม	134
5.144	การติดตั้งราวกันตก	134
5.145	งานสีภายนอกอาคาร	134
5.146	การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.35 X 0.35 เมตร	135
5.147	การตัดเสาเข็มและเข้าแบบเตรียมเท Lean Concrete	135

ภาพที่		หน้า
5.148	การเทคอนกรีตหยาบหุ้มหัวเสาเข็มที่ตัดแล้ว	136
5.149	แบบแปลนฐานราก และ ภาพตัดฐานราก F-2a	136
5.150	แบบแปลนฐานราก และ ภาพตัดฐานราก F-3	137
5.151	การเข้าแบบฐานราก	137
5.152	การลงเหล็กเสริม	137
5.153	รายละเอียด Table Form	138
5.154	แบบหล่อระบบ Table Form	138
5.155	การวาง Table Form	138
5.156	ตัวปรับด้านบน	138
5.157	ตัวปรับด้านล่าง	139
5.158	การวางเหล็กเสริมล่าง	139
5.159	ฟองน้ำแข็งที่ใช้ติด Insert Plate	139
5.160	แบบติดตั้ง Insert Plate	140
5.161	อุปกรณ์ติดตั้งที่ปลายทั้งสองข้างของลวด Strand	141
5.162	วัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้งระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง	142
5.163	ติดตั้ง Dead End Anchorage	142
5.164	การวางลวด Strand	142
5.165	การติดตั้งระบบระบายน้ำทิ้ง	143
5.166	การติดตั้งระบบไฟฟ้า	143
5.167	แบบการวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา	143
5.168	การวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา	144
5.169	Barchair	144
5.170	การเทคอนกรีต	145
5.171	ท่อส่งคอนกรีตของ Pump Concrete ต้องมีขารองรับไม่ให้กดลวด	145
5.172	อุปกรณ์ Twin Jack	146
5.173	Hydraulic Pump	146
5.174	การดึงลวด	146
5.175	แบบการค้ำยันท้องพื้น โดยลดจำนวนค้ำยันลง 50%	147
5.176	การถอดแบบหล่อ Table Form	148

ภาพที่		หน้า
5.177	ค้ำยันกลับ 50%ในชั้น ที่ดึงลวดแล้ว	148
5.178	การอัดน้ำปูน	149
5.179	ท่อรับน้ำปูน	150
5.180	ท่อรับน้ำปูนตัดทิ้งเมื่อ น้ำปูนแข็งตัว	150
5.181	Line เสาที่ฝ่ายเซอร์เวย์วาง	150
5.182	การผูกเหล็กเสา	150
5.183	การติดตั้งวัสดุ	151
5.184	เหล็กที่ฝังไว้ที่พื้นเป็นตัวยึด	151
5.185	การประกอบแบบเสา	151
5.186	การถอดแบบเสาโดยคลายน็อตยึด และ ใช้ทาวเวอร์เครนยกขึ้น	151
5.187	การติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก	152
5.188	การติดตั้งแผ่นเหล็กรีดลอน	152
5.189	ขอแขวนแผ่นชั่วคราว	153
5.190	การแขวนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	153
5.191	การกองผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปข้างอาคาร	153
5.192	แบบเส้น Off Set แนว Vertical & Horizontal Off Set	154
5.193	การเช็คแนว และ ระดับโครงสร้าง	154
5.194	เส้น Horizontal Off Set	155
5.195	หูหิ้วตำแหน่งด้านในแผ่น	155
5.196	หูหิ้วตำแหน่งบนแผ่น	155
5.197	สเกลใช้ร้อยสลิง	156
5.198	สลิงใช้หิ้วแผ่น	156
5.199	แบบการแขวนผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป	156
5.200	ปลายสลิงด้านหนึ่งเกี่ยวไว้กับรอกของทาวเวอร์เครน	157
5.201	ปลายสลิงอีกข้างยึดไว้กับ หัวรอกด้วยสเกล	157
5.202	ตาขอรอกที่ติดกับโซ่ไปคล้อง ไว้กับหูหิ้วด้านบน	157
5.203	การปรับแต่งตำแหน่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	158
5.204	การปรับแต่งแนวดิ่งผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปให้เสมอแผ่นล่าง	158
5.205	การงัดฟองน้ำแข็งที่ติดไว้บน Insert Plate ออก	158

ภาพที่		หน้า
5.206	ฟองน้ำแข็งที่ติดไว้บน Insert Plate	158
5.207	Plate ที่พื้นและผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	159
5.208	การนำ Plate ขนาด 75 X 125 X 9 มม.มาเชื่อมติดกันตามแนวนอน	159
5.209	การเชื่อมโดยรอบ	159
5.210	Plate ที่เชื่อมติดเรียบร้อย	159
5.211	การทาสีรองพื้นกันสนิม	159
5.212	Plateท้องพื้นชั้นบนและ ที่ผนัง	160
5.213	การเชื่อม Plate ด้านบน	160
5.214	การติดตั้ง Plate ด้านบนในแนวตั้ง	160
5.215	การตัดหูหิ้วด้านบนทิ้ง	160
5.216	ปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน (HI-SAK) ใช้ตกแต่งผิวผนังนอกอาคาร	161
5.217	เครื่องมือที่ใช้ตกแต่งผิว ผนังนอกอาคาร	161
5.218	การโรยตัวตกแต่งผิวผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปด้านนอกอาคารหลังจากการติดตั้ง	161
5.219	ทีมงานอุด Sealant	162
5.220	เครื่องมืออุด Sealant	162
5.221	Sealant ที่ใช้ในการอุดร่อง	162
5.222	โฟมเส้น Backing Rod	162
5.223	เทปกาวใช้ปิดข้างร่อง	162
5.224	น้ำยา Polyurethane Sealant ใช้ 2 ส่วนผสมกัน	162
5.225	ช่างโรยตัวพร้อมอุปกรณ์ในการอุดร่อง	163
5.226	การใส่ Backing Rod	163
5.227	การปัดทำความสะอาดข้างร่องทั้งสองข้าง	163
5.228	การติดเทปกาวและทาน้ำยา Polyurethane Sealant ในร่อง	163
5.229	ยิง Sealant ลงในร่อง	164
5.230	การใส่ Backing Rod อีกครั้ง	164
5.231	ยิง Sealant ลงให้เต็มร่อง	164
5.232	การปาด Sealant ให้เรียบเสมอขอบ	164
5.233	การดึงเทปกาวออกเสร็จขั้นตอนการอุด Sealant	164
5.234	ทีมเซอร์เวย์ให้แนวการก่อ	165

ภาพที่		หน้า
5.235	การตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	165
5.236	การก่ออิฐแบบสลับ	166
5.237	การทำทับหลังประตู	166
5.238	คานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส.	166
5.239	การติดตาข่ายกรงไก่	166
5.240	การติดร่อง PVC	166
5.241	การฉาบปูน	166
5.242	การติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	167
5.243	การเดินงานระบบภายในอาคาร	167
5.244	การทดสอบแรงดันท่อ	167
5.245	การติดตั้งระบบดับเพลิง	167
5.246	บานหน้าต่างประกอบเสร็จ	168
5.247	ประตูประกอบเสร็จ	168
5.248	งานติดตั้งประตู หน้าต่าง	168
5.249	การทดสอบการรั่วซึม	168
5.250	การทาน้ำยากันซึม	169
5.251	การทำฝ้าภายในห้อง	169
5.252	การติดสุขภัณฑ์	169
5.253	งานสีภายนอกอาคาร	169
5.254	การบริหารการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในและระบบผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายนอก	170
5.255	การบริหารการก่อสร้างของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก	173
5.256	ระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายนอก อาคาร J	179
5.257	งานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 6 พื้นชั้นที่ 6 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 3 งานผนังวัสดุก่อภายนอกอาคารชั้นล่าง	180
5.258	งานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 7 พื้นชั้นที่ 7 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 5 งานผนังวัสดุก่อภายนอกอาคารชั้น 4 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 4	180

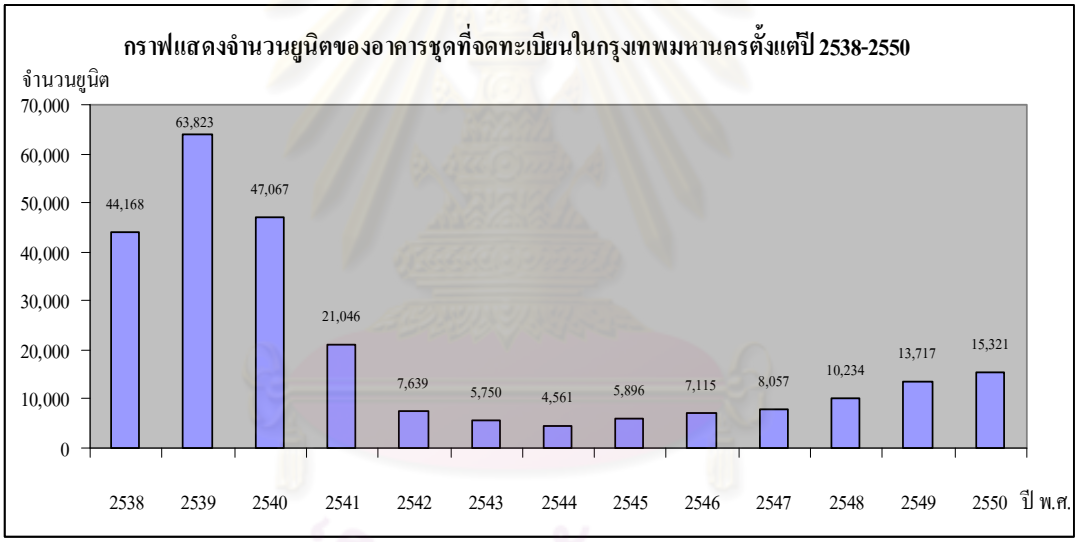
ภาพที่		หน้า
5.259	งานโครงสร้างผนังวัสดุก่อภายนอก งานโครงหลังคาเสร็จ งานระบบภายในอาคารชั้น 7 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 6	181
5.260	งานฉาบผนังวัสดุก่อภายนอกอาคารเสร็จ ติดตั้งประตู หน้าต่าง อลูมิเนียมชั้น 5 งานระบบภายในอาคารชั้น 8 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 7	181
5.261	งานทาสีภายนอกอาคาร และ งานก่อสร้างอาคาร J เสร็จสมบูรณ์	182
5.262	ระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อ เป็นผนังภายใน และระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2	186
5.263	งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 4 เริ่มตั้ง Table Form พื้นชั้นที่ 8 ผนังวัสดุก่อชั้น 5 ฉาบปูนผนังชั้น 4	187
5.264	งานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ชั้น 7 เทพื้นชั้นที่ 8 ผนังวัสดุก่อชั้น 6 ฉาบปูนผนังชั้น 5	187
5.265	งานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังวัสดุก่อชั้น 7 ฉาบปูนผนังชั้น 6 งานโครงหลังคา	188
5.266	งานผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังวัสดุก่อชั้น 7,8 ฉาบปูนผนังชั้น 6,7 งานโครงหลังคาเสร็จ กำลังติดตั้ง Metal sheet งานฝ้าเพดานชั้น 6 งานปูกระเบื้องชั้น 6	188
5.267	งานปูกระเบื้องชั้น 8 งานฝ้าเพดานชั้น 8 ติดตั้งชุดครัวชั้น 7 ทาสีภายในและภายนอก	189
5.268	งานติดตั้งชุดครัวชั้น 8 ปูพื้นลามิเนตชั้น 4	189
5.269	อาคาร C2 เสร็จสมบูรณ์	189
5.270	การยึด Insert Plate ให้แน่นหนา และ ยึดติดกับแบบท้องพื้น	191
5.271	การเทคอนกรีตพื้นผิดระดับ ทำให้ Insert Plate อยู่ต่ำลงจากระดับพื้นมาก ทำให้ต้องสกัดพื้น	191
5.272	ความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	192
5.273	การเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป น้อยกว่าข้อกำหนด และ การสั่งแก้ไข	193

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินการธุรกิจอสังหาริมทรัพย์แม้ได้รับความสนใจและสนับสนุนจากวงการต่างๆ โดยได้มีการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพให้มีประสิทธิภาพ และ คิดค้นเทคโนโลยีการก่อสร้างเพื่อลดระยะเวลาก่อสร้างอยู่ตลอดเวลา แต่ก็ยังไม่สามารถก้าวไปทันความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้น อาคารชุดจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการ และ ผู้บริโภค เนื่องจากแนวโน้มความต้องการที่อยู่อาศัยในเมืองสูงมาก



ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงจำนวนยูนิตของอาคารชุดที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ ปี 2538 -2550

ที่มา : สำนักส่งเสริมธุรกิจอสังหาริมทรัพย์

จะเห็นได้จากภาพที่ 1.1 ซึ่ง แสดงจำนวนหน่วยของอาคารชุดที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ ปี 2538 -2550 พบว่า มียอดสูงสุดในปีพ.ศ.2539 หลังจากเกิดวิกฤตเศรษฐกิจปีพ.ศ.2540 จำนวนอาคารชุดสร้างเสร็จจดทะเบียนได้ลดลงเรื่อยๆ และลดลงต่ำสุดเหลือเพียง 4,561 หน่วย ในปี 2544 เมื่อความต้องการลดลง ถึง 14 เท่า ทำให้การแข่งขันมีมากขึ้น ดังนั้นถ้าผู้ประกอบการใดสามารถสร้างได้ เร็ว และ มีคุณภาพ ก็จะขายได้ก่อน เกิดการรับรู้รายได้เร็ว เพิ่มรอบธุรกิจ แต่จากความต้องการสร้างให้เร็ว จึงทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพ

การที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมอาคารชุด เนื่องจากเหตุผลหลายประการ อาทิ ปัญหาการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันส่งผลโดยตรงทำให้ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนสูงขึ้นมากและอาคารชุดส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในทำเลที่มีการคมนาคมสะดวก อีกทั้งราคาอาคารชุดต่อหน่วยไม่สูงมากนัก

นอกจากนี้ ในช่วงเวลาปัจจุบัน (พ.ศ.2551) ผู้ประกอบธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ต้องเผชิญกับปัญหาเรื่องต้นทุนการก่อสร้างทั้งค่าแรงงานและค่าวัสดุก่อสร้างที่ปรับตัวสูงขึ้นตามราคาน้ำมัน ขณะเดียวกันก็ต้องเผชิญกับภาวะการแข่งขันในตลาดที่สูงขึ้น เนื่องจากมีผู้ประกอบการรายอื่นๆ เข้ามาผลิตอาคารชุด เพื่อตอบสนองอุปสงค์ของผู้บริโภคที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการแต่ละรายจึงหันมาปรับปรุงรูปแบบและพัฒนากระบวนการในการดำเนินการก่อสร้างอาคารชุดให้เหมาะสมภายใต้สภาวะการแข่งขัน ในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ปัจจุบัน สิ่งที่สำคัญจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการ คือ การบริหารต้นทุนในการก่อสร้าง ที่จะต้องควบคุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายใต้ระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยที่คุณภาพ มาตรฐาน ความสวยงาม และความมั่นคงแข็งแรงก็ต้องยังอยู่ในระดับที่จะสามารถแข่งขันในตลาดได้ กลยุทธ์หนึ่งที่ผู้ประกอบการนำมาใช้ คือ การใช้ระบบการก่อสร้างโดยใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเชื่อว่าจะเป็นวิธีการที่จะทำให้ประหยัดเวลาและได้ผลงานที่ได้มาตรฐานสำหรับประเทศไทยระบบการก่อสร้างโดยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป[1] ได้มีการใช้ในวงการก่อสร้างประมาณ 30 กว่าปีที่ผ่านมา แต่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมดสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในอาคารน้อยมาก (ประมาณน้อยกว่า 5% ของการก่อสร้าง) โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จ ได้แก่ บันได, Parapets, Eaves และ Facade Panels

งานก่อสร้างระบบดั้งเดิม (Conventional) ต้องก่อสร้าง เสา คาน พื้น ผนังในที่ก่อสร้างซึ่งใช้เวลามาก อีกทั้งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ส่งผลให้ไม่สามารถก่อสร้างได้ หากฝนตกหรือขาดแคลนแรงงาน ดังนั้นผู้ประกอบการ จึงต้องหาวิธีที่เหมาะสม ที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้โดยการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยจากต่างประเทศเข้ามาทดแทน หรือ ใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบดั้งเดิม ระบบการก่อสร้างจากต่างประเทศที่นิยมนำมาใช้ เช่น การก่อสร้างโดยใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม[2] ต้องเป็นกระบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย ใช้เครื่องจักรกลใน

---

[1] บัณฑิต จุลาสัย, แนวทางการซื้อบ้านพิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีก่อสร้าง [Online]. 2550. แหล่งที่มา : http://se-ed.net/winyou/index.html. [5 กรกฎาคม 2551]

[2] โสภณ แสงไพโรจน์. “ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม,” เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย 2520. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

กระบวนการผลิต เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต และ ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง สิ่งสำคัญที่ต้องศึกษา สำหรับระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป คือ[3] ด้านการตลาด เพื่อพิจารณาได้ว่าจะผลิตอาคารประเภทใด เพื่อใครและจะผลิตเป็นปริมาณเท่าใด ด้านเทคนิค เมื่อทราบความต้องการของตลาดแล้ว จึงมาพิจารณาระบบโครงสร้าง และวิธีการผลิตที่เหมาะสม สุดท้ายด้านการลงทุน เนื่องจากการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป การลงทุนขั้นต้นสูงและเป็นการลงทุนระยะยาว จำเป็นต้องวิเคราะห์การลงทุนด้วยว่าคุ้มกับการลงทุนหรือไม่

ดังนั้นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการ ด้วยเหตุผลหลายประการ อาทิ การใช้ระบบการก่อสร้างดังกล่าวกับการสร้างที่พักอาศัยที่มีหน่วยจำนวนมาก ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้าง รวมถึงใช้จำนวนแรงงานก่อสร้างน้อยลง ขณะที่คุณภาพของโครงสร้างอาคารมีความมั่นคงแข็งแรงและสามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว

ในระยะแรกระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่นำมาใช้มักเป็นระบบพื้น ค.ส.ล. (คอนกรีตเสริมเหล็ก) สำเร็จรูป ซึ่งลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงอย่างมาก เมื่อผลิตเป็นจำนวนมากราคาต่อหน่วยลดลงคุ้มค่ากว่าการก่อสร้างระบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามในระยะแรกยังคงมีปัญหาในเรื่องระยะเวลารวมของการก่อสร้างและการขาดแคลนแรงงานมีความชำนาญ เนื่องจากการก่อสร้างอาคารชุดมักมีงานผนังเป็นจำนวนมาก ทำให้ใช้ระยะเวลาการก่อสร้างมากเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] Chookiat Nimmannit, “PC Construction Method in Japan,” Seminar on Development of PC Construction Method, Alexander Hotel, Ramkhamhaeng Road, Bangkapi, Bangkok, 9-10 September 1998, p. 4.

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างอาคารชุดด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปแบบ PANEL กับ COMPONENT (วัน)

รายการ	PANEL (วัน)	%	COMPONENT (วัน)	%
งานเข็มเจาะ	30	6.38%	67	10.75%
งานโครงสร้างฐานรากและคานชั้น1	105	22.34%	90	14.45%
งานโครงสร้างและงานพื้นPOSTENSION	225	47.87%	385	61.80%
งานPRECAST+SEALANT(ผนังภายนอก)	242	51.49%	366	58.75%
งานก่อฉาบผนังภายใน	0	0.00%	295	47.35%
งานทาสี	60	12.77%	124	19.90%
งานระบบไฟฟ้า+สุขาภิบาล	210	44.68%	310	49.76%
งานสถาปัตย์	219	46.60%	365	58.59%
อื่นๆ	120	25.53%	51	8.19%
ระยะเวลาโครงการ	470		623	

ที่มา : ศุภชัย ไชยน,เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปภายนอกอาคาร

จากการศึกษาของศุภชัย ไชยน หัวข้อ เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปภายนอกอาคาร พบว่า

ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL รวมงานอุดรอยต่อระหว่างผนัง ใช้ระยะเวลาการก่อสร้างถึง 242 วัน จากระยะเวลาโครงการ 470 วัน คิดเป็น 51.49% ต่อระยะเวลาโครงการ

ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT รวมงานอุดรอยต่อระหว่างผนัง ใช้ระยะเวลาการก่อสร้างถึง 366 วัน จากระยะเวลาโครงการ 623 วัน คิดเป็น 58.75% ต่อระยะเวลาโครงการ

การก่อสร้างอาคารชุด พบว่างานก่อสร้างผนังเป็นงานที่ใช้เวลามาก หากลดระยะเวลาก่อสร้างผนังลง จะทำให้ระยะเวลาโครงการลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบ%ราคาก่อสร้างอาคารชุดด้วยผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL กับ แบบ COMPONENT (%มูลค่าราคาก่อสร้าง)

รายการ	PANEL	COMPONENT
1.เตรียมงานก่อสร้าง	**6%**	**9%**
2.งานโครงสร้าง	**28%**	**27%**
3.งานตกแต่งผิวพื้น	**4%**	**2%**
4.งาน PRECAST + SEALANT	**4%**	**3%**
5.งานผนังอื่นๆ + ฝ้าเพดาน	**12%**	**10%**
6.งานประตู-หน้าต่าง	**9%**	**10%**
7.งานทาสี	**3%**	**2%**
8.งานระบบและอื่น ๆ	**34%**	**37%**

ที่มา:ศุภชัย ไชยน,เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปภายนอกอาคาร

เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าก่อสร้างงานผนัง พบว่า

ค่าก่อสร้างงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ PANEL รวมงานอุดรอยต่อระหว่างผนัง คิดเป็น 4% ต่อ มูลค่าราคาก่อสร้างอาคาร

ค่าก่อสร้างงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบ COMPONENT รวมงานอุดรอยต่อระหว่างผนัง คิดเป็น 3% ต่อ มูลค่าราคาก่อสร้างอาคาร

จากระยะเวลาก่อสร้างงานผนังที่ใช้เวลามากกว่า 50%ของงานทั้งหมด และ มูลค่างานผนังที่ไม่สูง ผู้ประกอบการจึงมุ่งเน้นพัฒนางานผนังอย่างต่อเนื่อง เพราะหากการก่อสร้างใช้เวลามาก จะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น และ สูญเสียลูกค้าไปในที่สุด

ต่อมาจึงมีการพัฒนาโดยนำชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ซึ่งมีทั้งผนังภายในและภายนอกมาใช้ทดแทนระบบผนังก่ออิฐ นอกจากนี้ยังมีระบบก่อสร้างอื่นเช่น ระบบผนังรับน้ำหนัก ที่ผู้ประกอบการนิยมเลือกใช้ทดแทนระบบผนังก่ออิฐ ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาไปได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้การก่อสร้างเกิดชะงักงันและทำให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินงานแล้วเสร็จได้ตามแผนที่กำหนด

ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์หลายรายนิยมนำระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและระบบผนังรับน้ำหนักมาใช้ในการก่อสร้างอาคารชุด เพื่อแก้ปัญหาเรื่องระยะเวลาและแรงงาน นอกจากนี้ผู้ประกอบการนิยมก่อสร้างอาคารชุดเป็นอาคารขนาดใหญ่ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 ซึ่งกำหนดให้อาคารมีความสูงตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป แต่สูงไม่เกิน 23 เมตร หรือ อาคารสูงไม่เกิน 8 ชั้น จึงพบว่าผู้ประกอบการนิยมสร้างอาคารชุดสูง 8 ชั้นในพื้นที่ที่เหมาะในการอยู่อาศัยหนาแน่นน้อย หรือ ปานกลาง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก โดยที่สนใจในประเด็นของความแตกต่างของการนำระบบผนังที่ต่างกันมาใช้ก่อสร้างผนังภายในและผนังภายนอก โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบ ขั้นตอน วิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา และ ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง รวมทั้งข้อดี ข้อจำกัดของการก่อสร้างในแต่ละระบบ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการและผู้ที่สนใจ นำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกลงทุนในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนักมาใช้

2. เพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดและปัญหาในด้านขั้นตอน วิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา ในการก่อสร้าง จากการนำระบบทั้งสองมาใช้ในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น แบ่งเป็นก่อสร้างโดยระบบผนังรับน้ำหนักกับผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ทำการศึกษา

ผนังภายใน ศึกษาระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนังก่ออิฐ

ผนังภายนอก ศึกษาระบบผนังก่ออิฐและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

1.1 เปรียบเทียบการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างโดยระบบผนังรับน้ำหนัก กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก ของอาคารชุด 8 ชั้น

1.3 เปรียบเทียบห์ข้อดี ข้อจำกัด รวมถึงปัญหาในกระบวนการก่อสร้าง

2. ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา

2.1 ประชากร คือ โครงการอาคารชุด 8 ชั้น ของกลุ่มบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ที่มี หน่วยขาย และ มูลค่า ติด 1 ใน10 อันดับในปี 2550 อีกทั้งมีโครงการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ที่กำลังดำเนินการอยู่ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา พบว่ามี 5 โครงการ มีการก่อสร้างผนังภายใน และ ภายนอก ที่แตกต่างกันมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 โครงการ 1 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนัก ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.1.2 โครงการ 2 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.1.3 โครงการ 3 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.1.4 โครงการ 4 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.1.5 โครงการ 5 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายใน ระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบเบา (Light System) โดยใช้อลูมิเนียมและกระจก

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากประชากรที่เป็นบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ จำนวน 2 โครงการ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นโครงการอาคารชุด 8 ชั้นกำลังก่อสร้างในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา อีกทั้งผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ และ เป็นก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก ระบบผนังก่ออิฐ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ดังนี้

2.2.1 โครงการ 1 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนัก ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.2.2 โครงการ 2 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. จากการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสัมภาษณ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลในด้านต้นทุน ระยะเวลา และคุณภาพ นั้น ผลที่ได้จากการศึกษาไม่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกันระหว่างกันได้ เนื่องจากการศึกษาเรื่องราคาต้นทุนมีระบบพื้นฐานการคิดคำนวณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของข้อมูล เช่น ค่าเสื่อมราคา หรือ จุดคุ้มทุนในการผลิตชิ้นส่วน ของโรงงาน รวมทั้งราคาวัสดุและค่าแรงงานมีการปรับขึ้นลงในแต่ละช่วงระยะเวลา ทำให้การเปรียบเทียบผลการศึกษาทำได้ยาก และในการศึกษาเปรียบเทียบด้านระยะเวลาในการก่อสร้างมีปัจจัย ในด้านทำเลที่ตั้งโครงการ และรูปแบบของตัวอาคารที่มีขนาดและรูปลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ จึงไม่สามารถเปรียบผลการศึกษาได้อย่างชัดเจน ในการศึกษาด้านคุณภาพเป็นการศึกษาถึงวิธีการตรวจสอบคุณภาพ ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขปัญหาของแต่ละกรณีศึกษาเท่านั้น

2. เนื่องจากการเปิดเผยชื่อของผู้ให้ข้อมูลและรายชื่อบริษัท ที่ตั้งโครงการที่เป็นกรณีศึกษาอาจส่งผลกระทบต่อผลการดำเนินธุรกิจและผลประโยชน์ของบริษัท ผู้วิจัยจึงขอสงวนการเปิดเผยข้อมูลที่เป็นความลับของบริษัทและละเว้นการเปิดเผยแหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อรักษาผลประโยชน์ของแหล่งข้อมูลนั้น โดยจะใช้นามแทนชื่อโครงการที่เป็นกรณีศึกษา คือ “โครงการ 1” และ “โครงการ 2” แทนชื่อโครงการจริงและไม่เอ่ยนามจริงของผู้ให้สัมภาษณ์ นอกจากตำแหน่งหน้าที่ในการทำงานเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. อาคารชุด[4] หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกเป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์ส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์ส่วนกลาง

2. ผนัง[5] หมายถึง ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นด้านนอกหรือระหว่างหน่วยของอาคารให้เป็นหลังหรือเป็นหน่วยแยกจากกัน

3. ผนังภายนอก[6] (Exterior wall) หมายถึง ผนังที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันพื้นที่วัสดุสิ่งของ และผู้ที่อาศัยอยู่ภายในอาคารจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อากาศร้อน อากาศหนาว ลมพายุ ฝน แสงแดด และความชื้น ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อสภาพแวดล้อม

---

[4] พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)

[5] เรื่องเดียวกัน

[6] จรูญพันธ์ บรรจงภาค, “Wood Construction 240121ผนังไม้,” เอกสารประกอบการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

4. ผนังภายใน[7] (Interior wall) หมายถึง ผนังที่ทำหน้าที่หลักในการแบ่งกันพื้นที่ภายในอาคารให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยนั้นๆ ผนังภายในที่ดีควรจะออกแบบให้ใช้วัสดุที่สามารถดูดซับเสียงได้ดีพอสมควร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเสียงรบกวนระหว่างห้องที่อยู่ติดกัน

5. ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป[8] หมายถึง ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปผลิตเป็นชิ้นส่วนประกอบจากโรงงาน ใช้เป็นผนังภายนอกหรือผนังภายใน อาจใช้เป็นผนังโครงสร้างหรือใช้เป็นเปลือกหุ้มอยู่ภายนอกอาคาร (Cladding) ก็ได้

6. ผนังรับน้ำหนัก[9] (Load Bearing Wall) หมายถึง โครงสร้างผิวราบแข็งแกร่ง สามารถรับน้ำหนักได้ทั้งทางแนวดิ่งและน้ำหนักแนวราบ (แรงลมและแผ่นดินไหว) ตามความยาวผนัง การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆ กัน

7. ผนังก่ออิฐ[10] หมายถึง ผนังก่ออิฐฉาบปูน

8. ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Concrete)[11] หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนในสถานที่ใดๆ ก่อน (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง

9. ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication)[12] หมายถึง อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้เป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการ และ ผู้รับเหมาตัดสินใจเลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบผนังให้เหมาะสมกับโครงการ

---

[7] เรื่องเดียวกัน

[8] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "การก่อสร้างอาคาร 4," เอกสารคำสอน ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[9] ชวลิต นิตยะ, "Housing Construction Technology," เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[10] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "การก่อสร้างอาคาร 4," เอกสารคำสอนภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[11] David A Sheppard, William R Phillips, Plant-Cast Precast & Prestressed Concrete: A Design Guide (USA : Mcgraw-Hill Publishing Company,1989)

[12] Gmbh, Bauverlag, Wiesbaden and Berlin, Precast Concrete, 3rd ed. (USA: Michigan, 1968)

2. ใช้เป็นแนวทางให้กับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อที่พักอาศัย

3. ใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกลงทุนในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์สำหรับผู้ที่สนใจศึกษา

4. ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าและเป็นพื้นฐานสำหรับผู้ประกอบการ หรือ ผู้ที่สนใจเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้สอดคล้องกับความต้องการต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดย การเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ระหว่างระบบผนังรับน้ำหนัก กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับผนังภายนอก มีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการออกแบบการวิจัย โดยคัดเลือกโครงการที่จะทำการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโดยระบบผนังรับน้ำหนัก กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก โดยใช้วิธีการสังเกต การถ่ายภาพ การจดบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตชิ้นส่วนและการก่อสร้างจากการจดบันทึกในใบบันทึกรายการต่างๆ ตลอดจนรวบรวมภาพถ่ายและข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

2.2 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโดยระบบผนังรับน้ำหนัก กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเข้าฟังการสัมมนาวิชาการ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์ผล และประมวลผล เพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

4. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษา 9 เรื่อง ดังนี้

ความเป็นมาของการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมได้แนวคิดมาจากการผลิตของการจัดงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถทีหลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วยประกอบการผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้เร็วปริมาณการผลิตสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง

จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคาร มาถือแนวตามระบบอุตสาหกรรมก็เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่อีกด้วย กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตกได้เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้านำเอาการสร้างอาคารด้วยระบบนี้มาใช้ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งนี้เพราะประสบปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย เนื่องจากภัยพิบัติจากสงคราม รวมทั้งขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือประเภทต่างๆ มาก กลุ่มประเทศดังกล่าว เช่น เยอรมัน อังกฤษ ฝรั่งเศส ด้วยการสนับสนุนของรัฐบาล ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงวิธีก่อสร้างอาคารขึ้นใหม่ โดยยึดหลักการว่าจะต้องสามารสร้างให้ได้เร็ว และใช้แรงงานธรรมดาก็สร้างได้เพื่อจะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้นำความคิดการจัดงานผลิตแบบอุตสาหกรรมมาใช้มีการปรับปรุงวัสดุก่อสร้างใหม่ๆ รวมทั้งเครื่องจักร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและเทคนิคที่ใช้ในการประกอบและติดตั้ง จนกระทั่งในปัจจุบันนี้การสร้างอาคาร ระบบอุตสาหกรรมเป็นระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีสถาบันที่ทำการวิจัยถึงเทคนิคใหม่ให้กับการก่อสร้างของระบบนี้โดยเฉพาะทางด้านสหรัฐอเมริกาเองเพิ่งมาตื่นตัวสนใจกับวิธีก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หลังจากที่ผจญปัญหาเกี่ยวกับค่าแรงงานช่างฝีมือที่มีอัตราสูง และความกดดันต่างๆ จากบรรดาสหบาลช่างฝีมือประจวบกับรัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมให้ประชาชนมีบ้านอยู่อาศัยกันอย่างทั่วถึง ทุกระดับชั้นจึงได้ให้การสนับสนุนให้ทุนแก่บริษัทก่อสร้างต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้าหาวิธีก่อสร้างตามระบบอุตสาหกรรมที่ทางยุโรปประสบผลสำเร็จมาแล้ว เพื่อให้ได้อาคารที่มีราคาถูกลง จึงได้มีการคิดค้นเทคนิคการผลิตและการติดตั้งขึ้นมาทดลองใช้ต่างๆ กันหลายสิบแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็ยึดถือตามแนวของยุโรปมีบริษัทก่อสร้างที่สร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมโดยเฉพาะตามเทคนิคที่แต่ละบริษัทได้ออกแบบคิดค้นขึ้น

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

สำหรับประเทศไทยระบบการก่อสร้างโดยการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป[1] ได้มีการใช้ในวงการก่อสร้างประมาณ 30 กว่าปีที่ผ่านมา แต่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในตัวอาคารมีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณงานทั้งหมด สำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในอาคารน้อยมาก (ประมาณน้อยกว่า 5% ของการก่อสร้าง) โดยส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จ ได้แก่ บันได, Parapets, Eaves และ Facade Panels

การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป เริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศไทยมากขึ้น ตั้งแต่ครั้งที่ บริษัท ซีคอน จำกัด นำคานและพื้นสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ประวัติความเป็นมาเริ่มจากปี พ.ศ. 2504 บริษัท ซีคอน จำกัด ซึ่งเป็น บริษัทจัดสรร รับเหมาก่อสร้างที่มีชื่อเสียง มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลักดันระบบการก่อสร้างอาคารพักอาศัยของไทย ให้พัฒนาไปในแนวทางอุตสาหกรรม โดยเรียกว่า “ ระบบซีคอน” โดย ทำการก่อสร้าง อาคารกึ่งสำเร็จรูป เป็นอาคารพาณิชย์ บริเวณถนนพระราม 4 และถนนบรรทัดทอง ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2509 บริษัท ซีคอน โดยการร่วมมือ ของ รัฐบาล สหรัฐอเมริกา ทำการ จัดสร้างหมู่บ้านมิตรภาพ ซึ่งเป็น บ้านเดี่ยวระบบสำเร็จรูป ซึ่งเป็นหมู่บ้าน ที่ให้ประชาชน เช่าซื้อ ผ่อนส่ง ระยะยาวแห่งแรก โดย ระบบซีคอน มีลักษณะเด่น คือ ไม่ได้ทำสำเร็จจากโรงงาน แต่จะตั้งเป็น Built Up Steel ณ ที่ก่อสร้าง และติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จ เช่น คาน พื้น ผนัง เมื่อ ติดตั้งชิ้นส่วน สำเร็จรูปแล้วเสร็จ จึงเทคอนกรีตหุ้มเสา ในขณะเดียวกันคอนกรีตจะยึดส่วนของ คาน พื้น และ ผนัง เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ด้วย ระบบดังกล่าว บริษัท สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ 10% - 30% และ ร่นระยะเวลาการก่อสร้างได้ 40% เมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบเดิม

หลังจากได้รับความสำเร็จจากการสร้างหมู่บ้าน มิตรภาพแล้ว บริษัท ซีคอน ยังได้ทำการก่อสร้างแฟลตดินแดง ของการเคหะแห่งชาติ จากความสำเร็จในการนำระบบกึ่งสำเร็จรูปมาดำเนินการ มีผลทำให้ ระบบดังกล่าว เป็นที่รู้จัก และ เรียกกันว่า ระบบซีคอน โดยเป็นระบบกึ่งสำเร็จรูป ระบบเสา – คาน (Column and Beam) ต่อมาในช่วงประมาณ ปีพ.ศ.2535 มีบริษัท

---

[1] บัณฑิต จุลาสัย, แนวทางการซื้อบ้านพิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีก่อสร้าง [Online]. 2550. แหล่งที่มา : http://se-ed.net/winyou/index.html. [5 กรกฎาคม 2551]

ผู้ประกอบการเอกชน ที่ได้นำ ระบบกึ่งสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก มาพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัย ได้แก่ บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน), บริษัท ไรมอน แลนด์ จำกัด (มหาชน), บริษัท ควอลิตี้ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน), บริษัท บางกอก แลนด์ จำกัด (มหาชน), บริษัท กฤษดามหานคร จำกัด (มหาชน), บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน), บริษัทสยามธานี จำกัด, บริษัท เอเซียน พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด (มหาชน) และบริษัท พร็อพเพอร์ตี้ เพอร์เฟค จำกัด (มหาชน)

นอกจากนี้ ยังมี โครงการ หมู่บ้านนักกีฬา เอเชียนเกมส์ ครั้งที่ 13 ที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ใช้ระบบ ผนังรับน้ำหนักกับอาคารประเภทอาคารชุด จำนวนประมาณ 300 หน่วยเหตุผลที่ผู้ประกอบการนำ ระบบสำเร็จรูปมาใช้แทนระบบเดิม (เสา คาน ก่ออิฐฉาบปูน) คือ การคาดการณ์ว่าจะก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิม เหตุผลรองลงมาคือมีความมั่นใจว่าระบบสำเร็จรูปจะสามารถควบคุมคุณภาพบ้านได้ดีกว่าระบบเดิม และยังสามารถควบคุมงบประมาณค่าก่อสร้างได้แน่นอน จากปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้น พบว่ามีความสอดคล้องกับปัญหาในการก่อสร้างที่ผู้ประกอบการ ประสบอยู่คือ ปัญหาการก่อสร้างล่าช้าปัญหาการควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง รวมทั้งการขาดแคลนช่างฝีมือ ซึ่งการที่ผู้ประกอบการนำระบบสำเร็จรูปมาใช้นั้น ก็เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวทั้งสิ้น

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม (Industrialization Building System)[2]

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมเป็นการก่อสร้างที่ได้แนวคิดจากระบบอุตสาหกรรมอื่น การทำส่วนประกอบของอาคารเป็นชิ้นส่วนสำเร็จ แล้วนำมาประกอบกันเป็นตัวอาคารตามความต้องการที่หวัง และรวมไปถึงเทคนิคการก่อสร้างอาคารใดๆ ก็ตามที่ยึดหลัก ตามกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรม

ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม[3] อาจหมายถึง การดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยนำกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอบสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและก่อสร้าง

การจะพิจารณาว่าระบบการก่อสร้างเป็นระบบอุตสาหกรรมหรือไม่นั้น

สามารถพิจารณาจากเกณฑ์ 4 ประการดังนี้คือ

---

[2] ทัศนัย ธรรมศิริ และ ธีร เทพพรหม, "การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม," โครงงานวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[3] โสภณ แสงไพโรจน์, "ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม," เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

1.เป็นขบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย

2.ใช้เครื่องจักรกลในกระบวนการผลิต

3.เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต

4.ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนคือ[4]

1. พัฒนาการของระบบก่อสร้างแบบเก่า (Conventional Building Process) เช่น มีการผลิตชิ้นส่วนบางอันในอาคาร เช่น ประตูหน้าต่าง ในโรงงานอย่างมีมาตรฐาน ซึ่งเป็นแนวโน้มไปสู่ระบบอุตสาหกรรม

2. ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ซึ่งชิ้นส่วนส่วนใหญ่จะผลิตในโรงงาน แล้วมาประกอบที่หน่วยก่อสร้าง

3. ระบบบ้านเคลื่อนที่ (Mobile Home) ที่พักอาศัยกึ่งถาวร, ราคาถูกเป็นที่นิยมใช้ในอเมริกา

4. บ้านในระบบพิกัด (Modular Housing) ใช้ระบบที่ประสานกันระหว่างระยะที่ใช้ในการออกแบบตามความต้องการใช้สอย กับระยะในชิ้นส่วนก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม สามารถจัดแบ่งกลุ่มได้หลายประเภท ได้แก่

แบ่งตามชนิดของโครงสร้าง 4 แบบ[5]

1. ระบบเสาและคาน (Post and Beam, Frame) โดยทั่วไปประกอบด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของเสาและคานกับผนัง ทั้งที่รับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก ชิ้นส่วนต้องเบาพอที่จะยกติดตั้งได้โดยง่ายจากแรงงานคน

2. ระบบผนังและแผ่นพื้น (Panel and Slab) ผนังที่ทำจากคอนกรีตอัดแรง หรือ ส่วนประกอบอื่นที่หล่อกับแผ่นพื้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบที่ซับซ้อน ที่อาจจะเป็นได้ทั้งระบบผนังรับน้ำหนัก ระบบแกนกลางรับน้ำหนักก็ได้

3. ระบบกล่อง (Box or Cellular Systems) ส่วนประกอบของระบบนี้จะประกอบเป็นทั้งหน่วย เป็นกล่องที่ปิดโดยรอบและสามารถรับน้ำหนักได้ นับว่าเป็นระบบที่

---

[4] ชวลิต นิตยะ, "การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม," เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technology, ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[5] Tortrakul Yomnak, "Industrialization of Housing Construction for Thailand." 1973, p.44-47.

สามารถลดแรงงาน ลดเวลา ได้มากที่สุดของระบบทั้งหมด ถือว่าเป็นระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด

4. ระบบชิ้นส่วนประกอบ (Performance of Componentized) เป็นระบบที่รวม 3 ระบบ มารวมกันแล้วแต่ความเหมาะสมของประโยชน์ใช้สอย ฉะนั้น จึงมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยภายในได้ดี

แบ่งตามลักษณะของวัสดุก่อสร้าง 2 แบบ

1. ระบบหนัก (Heavy System) เป็นระบบที่มีน้ำหนักของชิ้นส่วนหนักตั้งแต่ 1,000 กก./ ลบ.ม. วัสดุพวกนี้ เช่น คอนกรีต อิฐ ฯลฯ

2. ระบบเบา (Light System) เป็นระบบที่มีน้ำหนักของชิ้นส่วนน้อยกว่า 1,000 กก./ ลบ.ม. วัสดุพวกนี้ เช่น ไม้ พลาสติก อลูมิเนียม โครงเหล็ก เป็นต้น

แบ่งตามรูปแบบของชิ้นส่วนที่ประกอบกัน 2 แบบ

1. ระบบเปิด (Open System) เป็นระบบที่ชิ้นส่วนต่างๆ สับเปลี่ยนประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ตามต้องการ มีความยืดหยุ่นในการออกแบบและประกอบติดตั้งมาก

2. ระบบปิด (Closed System) เป็นระบบที่ชิ้นส่วนต่างๆ ถูกออกแบบมาเพื่อประกอบติดตั้งตามรูปแบบที่กำหนดไว้ตายตัว

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และ ชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป (Prefabrication and Precast Concrete)

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคารในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกันเพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตจะทำที่โรงงานและจะทำการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน

Precast คือ การหล่อไว้สำเร็จรูปก่อน[6]

ในการตัดสินใจออกแบบ ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปให้เหมาะสมและให้ผลดีที่สุดสำหรับโครงการที่จะทำการก่อสร้างนั้น ต้องเกิดจากการทำงานอย่างใกล้ชิดระหว่างสถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรงานระบบต่างๆ ตลอดจนผู้มีประสบการณ์ในด้านการผลิต การติดตั้งในระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปก่อนการออกแบบในรายละเอียด ทีมงานดังกล่าวจะต้องร่วมกันกำหนด

---

[6] จันทรา ณ ลำพูน, ปทานุกรมศัพท์ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมและช่างก่อสร้าง (กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2539), หน้า 92.

Concept of Design คือการกำหนดรูปแบบ ระบบโครงสร้าง แนวทางการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง อย่างกว้างๆ ก่อน ซึ่งในการกำหนดแนวทางดังกล่าวได้ จะต้องศึกษา คือ[7]

1. ด้านการตลาด เพื่อพิจารณาได้ว่าจะผลิตอาคารประเภทใด เพื่อใครและจะผลิตเป็นปริมาณเท่าใด

2. ด้านเทคนิค เมื่อทราบความต้องการของตลาดแล้ว จึงมาพิจารณาระบบโครงสร้าง และวิธีการผลิตที่เหมาะสม

3. ด้านการลงทุน เนื่องจากการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป การลงทุนขั้นต้นสูงและเป็นการลงทุนระยะยาว จำเป็นต้องวิเคราะห์การลงทุนด้วยว่าคุ้มกับการลงทุนหรือไม่

เกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป[8]

การพิจารณาออกแบบโครงสร้างของการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีเกณฑ์โดยทั่วไปดังนี้

1. <u>ขบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอยต่อชิ้นส่วน</u> ต้องมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปควรมีแบบเรียบง่าย และรูปแบบต้องซ้ำกันให้มากที่สุด เพื่อสะดวกในการขนส่ง และลดจำนวนแบบที่ใช้ในการผลิตได้

1.2 หลีกเลี่ยงรายละเอียดที่ใช้เหล็กเสริมแน่นเกินไป เพราะจะทำให้เทคอนกรีตและการทำงานได้ยาก คอนกรีตที่ออกมาอาจไม่ได้คุณภาพ

1.3 หลีกเลี่ยงวิธีการเจาะทะลุแบบมากเกินไป เพราะจะทำให้การทำงานยากและทำให้ไม้แบบเกิดการชำรุดได้ง่าย

1.4 ใช้รายละเอียดที่มีชิ้นส่วนฝังในคอนกรีตให้น้อยที่สุด ชิ้นส่วนที่ฝังในคอนกรีตได้แก่ แผ่นยึด (Couples) ต่างๆ , น๊อต (Bolt) , แผ่นเหล็กฯลฯ ความยุ่งยากในการยึดชิ้นส่วนต่างๆ ให้เข้าที่ และไม่มีการขยับในขณะเทคอนกรีตนั้น จะทำได้ยากและเสียเวลา

การใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีมาตรฐานและหาได้ทั่วไป เพื่อเป็นการลดต้นทุนและลดวัสดุที่จะต้องเก็บเผื่อไว้

หลีกเลี่ยงการใช้ Connection ที่จะต้องใช้เครื่องมือหนักในการขนส่งและการติดตั้ง ทั้งนี้เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน

---

[7] Chookiat Nimmannit, “PC Construction Method in Japan,” Seminar on Development of PC Construction Method, Alexander Hotel, Ramkhamhaeng Road, Bangkapi, Bangkok, 9-10 September 1998, p. 4.

[8] “รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์ (เล่มที่ 1) สรุปผลการศึกษา โครงการศึกษาการดำเนินงานสร้างที่อยู่อาศัย โครงการบ้านเอื้ออาทร โดยระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร: อาคารแฟลต 5 ชั้น(F6-33B),”(2548), หน้า 2-16.

2. <u>การขนส่งและการติดตั้งชิ้นส่วน</u>

2.1 ชิ้นส่วนที่มีขนาด และรูปร่างที่สามารถขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้างโดยใช้ รถขนส่งวัสดุทั่วไปได้

2.2 หลีกเลี่ยงชิ้นส่วนที่มีแขนขายื่นออกมา ซึ่งจะทำให้การขนส่งติดขัดและการขนย้ายทำได้ยาก

2.3 ใช้รอยต่อที่ทำงานง่ายในสนาม เพื่อความรวดเร็วและป้องกันความผิดพลาด

2.4 ควรออกแบบให้การติดตั้งใช้เครน และเครื่องยกน้ำหนักให้น้อยที่สุด ชิ้นส่วนหนักควรออกแบบให้สามารถแขวนลอย เพื่อการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเข้าที่ได้รวดเร็วประหยัดเวลาการใช้เครน

2.5 ต้องมีระยะเผื่อความคลาดเคลื่อน ของตำแหน่งที่จะต่อกันเพื่อหลีกเลี่ยงการตัดเจาะหรือขยายรอยต่อใหม่

2.6 หลีกเลี่ยงการเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้น้อยที่สุด ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการวางแผนให้ของที่มาจากโรงงานนำขึ้นติดตั้งในทันทีโดยไม่ต้องนำไปเก็บในโกดังก็จะยิ่งดี

3 <u>การออกแบบทางด้านโครงสร้าง</u>

การออกแบบโครงสร้างอาคารที่ทำด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการอย่างอื่น นอกเหนือจากโครงสร้างธรรมดา เช่น เรื่องความมั่นคงของโครงสร้าง การป้องกันการเกิด Progressive Collapse และการออกแบบรอยต่อให้รับแรงต่างๆ ได้ดีเพียงพอ เนื่องจากอาคารที่ทำด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำขึ้นด้วยการนำเอาชิ้นส่วนที่เป็นชิ้นส่วนย่อยๆ มาต่อกันเป็นท่อนๆ ดังนั้นโครงสร้างสำเร็จรูปจึงเกิดจุดเชื่อมต่อค่อนข้างมาก จุดเชื่อมต่อเหล่านี้โดยปกติจะเป็นจุดอ่อนแอที่สุดของโครงสร้าง ซึ่งผิดกับโครงสร้างที่ทำขึ้นโดยการหล่อกับที่ เพราะจะมีความต่อเนื่องและความแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อสูง

หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม

มีข้อกำหนดในการออกแบบ[9] ดังนี้

1. <u>น้ำหนักบรรทุก</u> ควรพิจารณากำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับน้ำหนักชนิดต่างๆ เท่าใด และอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พ.ร.บ. ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ขั้นต่ำ โดยแบ่งเป็น

---

[9] จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, "การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพ ฯ," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536), หน้า 59-63.

1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆ ที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2. <u>แรงกระทำ</u> ควรพิจารณาและกำหนด การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆ และอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พ.ร.บ. ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ขั้นต่ำ โดยแบ่งเป็น

2.1 แรงกระทำอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

2.2 แรงกระทำอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่ จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

2.3 แรงกระทำจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforeseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

3. <u>ขั้นตอนการก่อสร้าง</u> สำหรับการออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้

3.1 พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) ในกรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ หรือกรณีมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งติดตั้งอยู่กับที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

3.2 รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) ในกรณีที่อาคารพักอาศัยมีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆ กัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

3.3 โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory)ในกรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง จะช่วยให้เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง และถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ รวมทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) สำหรับขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆ กัน

3.5 พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) สำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรคำนึงถึงพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีพอสมควร อีกทั้งต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำ ตรงเวลาตามลำดับขั้นตอนในการติดตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

4. <u>เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป</u>

4.1 เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) ในเวลา สถานการณ์ขณะก่อสร้างเครื่องจักรกลที่มีอยู่ จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อยๆ ลดน้อยลง เนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้าวหน้าขึ้นมากทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.2 น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

4.3 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) สำหรับการเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนในการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตโดยใช้เส้นทางสาธารณะ ตามกฎหมาย พรบ.จราจร จะถูกตรวจสอบจำกัดสูงของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 4 เมตรและความกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร

4.4 ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) และความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆ กันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

4.5 พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area required) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมากสำหรับการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คือ ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่เพียงพอที่จะ

ทำงานได้จริง (Access Area) ซึ่งไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

5. ระยะเวลา ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

5.1 รอบระยะเวลา (Cycle Time) ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร รอบระยะเวลาจะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และให้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

5.2 ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) รอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ และเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมดมีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

6. เสถียรภาพโครงสร้าง ในการเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและเสถียรภาพของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

6.1 ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ โครงสร้างจะต้องถูกทำให้มีเสถียรภาพเพียงพอไม่พังทลายหรือล้มลงโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

6.2 ในระยะยาว (Long-term Condition) โครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆ และสภาพดินฟ้าอากาศ พอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

6.3 การดัดแปลงภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ใช้ระบบก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมที่จะมีขีดจำกัดในการดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควร ที่จะไม่ทำให้โครงสร้างเสียหายพังทลายอย่างร้ายแรงจากการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนในการดัดแปลงอาคารไว้ล่วงหน้า หากต้องการในภายหลังจะสามารถทำได้ในกรณีใดบ้างและทำโดยวิธีการใด

6.4 กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึง กลไกการพังทลาย การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่

จะเกิดการพังทลายน้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนหากชิ้นส่วนสำเร็จรูปชิ้นใดชิ้นหนึ่งแตกหัก หายไป โดยกลไกการพังทลายต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน

6.5 การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างจะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง จะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร ถังแก๊สระเบิด เป็นต้น

7. <u>การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป</u> สำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปนับได้ว่ารอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

7.1 จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เกิดจากการเกร๊าท์จุดรอยต่อ จุดรอยต่อประเภทนี้จะไม่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ในทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกร๊าท์ แบบ Dry Packed

7.2 จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ แบบการเชื่อม (Welding) แบบการใช้ โบลท์ (Bolting) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยด้วย มอร์ตาร์ อีพอกซี่ วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

8. <u>การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน</u> คือการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มี 3 ประการดังนี้

8.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Manufacturing Tolerances) อาจเกิดจากคุณสมบัติทางกายภาพของแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Creep, Shrinkage และอุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Precast/Prestressed Concrete Institute)

8.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะ ระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerances) ซึ่งอาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Precast/Prestressed Concrete Institute)

8.3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI.(Precast/Prestressed Concrete Institute)

การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ[10]

1. Semi Prefabrication Construction การก่อสร้างวิธีนี้มีแนวคิดที่จะพยายามผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเฉพาะที่มีจำนวนซ้ำกันมากๆ หรือ ทำให้หน่วยงานก่อสร้างยาก โดยนำไปผลิตจากระบบโรงงานเพื่อลดต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างเป็นหลัก ชิ้นส่วนอาคารที่เป็นงานเล็กๆ น้อยๆ หรือ งานที่ทำได้ยากในโรงงาน หรือ มีรายละเอียดการติดตั้งซับซ้อนยุ่งยากจะทำการก่อสร้างภายในหน่วยงานก่อสร้าง จัดเป็นกลุ่มโครงสร้างได้ดังนี้

1.1 Conventional Frame Structures การก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่มีรูปแบบค่อนข้าง Conventional กล่าวคือ มีพื้น คาน เสา ก็อาจใช้วิธีหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเฉพาะส่วน

1.2 Load Bearing Wall Structures เป็นลักษณะโครงสร้างที่เอื้ออำนวยต่อการก่อสร้างระบบ Prefabrication มากที่สุด ด้วยเหตุที่ Load Bearing Wall เป็นทั้งกำแพงกั้นห้องและ โครงสร้างรับน้ำหนักของอาคาร การก่อสร้างอาคารชนิดนี้อาจมีวิธีได้ต่างๆ กันดังนี้

1.2.1 Cast – In – Place Bearing Wall วิธีนี้เป็นทางเลือกที่ง่ายที่สุด กล่าวคือ เป็นการเลือกเอาจุดเด่นของการผลิตผนังสำเร็จรูปในโรงงานที่สามารถทำให้ง่าย ราคาถูกมาผสมกับจุดเด่นของการเทคอนกรีตหล่อในที่ สามารถขจัดปัญหารายละเอียดรอยต่อ

1.2.2 Precast Double (Skin) Wall เป็นวิธีการก่อสร้างโดยผลิตผนัง Bearing Wall เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1.2.3 Light Weight Concrete สามารถผลิตเป็นก้อนบล็อค มีน้ำหนักเบามีความแข็งแรงเพียง 20% ของคอนกรีต ทำให้สามารถก่อสร้างอาคารได้สูงเพียง 3-4 ชั้น

1.3 Stud Frame Panel ผนังคอนกรีตที่บางมากๆ (อาจเป็นยิบซั่ม หรือ กระเบื้องกระดาษ) มีโครงสร้างเหล็กเป็นโครงสร้างแทน

---

[10] "รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์ (เล่มที่ 1) สรุปผลการศึกษา โครงการศึกษาการดำเนินงานสร้างที่อยู่อาศัย โครงการบ้านเอื้ออาทร โดยระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร: อาคารแฟลต 5 ชั้น (F6-33B),"(2548), หน้า 2-6-15.

2. Full Prefabrication Construction การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดจากโรงงาน และนำมาประกอบเป็นอาคารที่หน่วยงาน ก่อสร้างเป็น Dry Process การก่อสร้างจึงรวดเร็วไม่ต้องรออายุคอนกรีต

3. Tilt Up Construction หล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในสถานที่ก่อสร้าง เมื่อคอนกรีตได้อายุก็ยกขึ้นติดตั้งประกอบกันเป็นอาคาร

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปในแต่ละโครงการมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน แต่จะมีความแตกต่างกันในส่วนของรายละเอียด ตามแต่รูปแบบอาคาร[11]

สามารถสรุปลักษณะโดยทั่วไปของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป ดังนี้

1. ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแบบที่กำหนด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยส่วนงานสำคัญ 3 ส่วน คืองานจัดทำโรงงานหรือลานหล่อ การทำแบบหล่อ และงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ความแข็งแกร่งที่เกิดขึ้นในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ[12] ส่วนผสมคอนกรีต และ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการรับแรงของโครงสร้างที่สร้างขึ้นมา โดยจะส่งผลต่อกำลังของคอนกรีตที่จะเกิดขึ้นตามต้องการที่ได้ออกแบบไว้ การใช้คอนกรีตผสมเสร็จมีส่วนที่ดีในการที่จะสามารถควบคุมสัดส่วนมาตรฐานของส่วนผสมและน้ำในตัวคอนกรีตได้ตามต้องการ การบ่มคอนกรีตที่เหมาะสม ทำให้คอนกรีตรับแรงได้ตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้

Air Prevent เป็นระบบการป้องกันน้ำในงานคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งน้ำระเหยออกไป จะมีผลต่อการรับแรงของวัสดุคอนกรีต การป้องกันทำได้เช่น การใช้แผ่นพลาสติกคลุมรอบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ป้องกันน้ำระเหย แทนการรดด้วยน้ำ และการคลุมด้วยกระสอบป่านรดน้ำ

---

[11] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

[12] คเชนท์ สุริยาวงศ์, "ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักโดยผู้ประกอบการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550).

2. ขั้นตอนการขนส่ง เป็นการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้างด้วยรถบรรทุกธรรมดาหรือรถบรรทุกที่ออกแบบมาเฉพาะขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีการผลิตเรียบร้อยแล้วมีความสำคัญตั้งแต่การยกชิ้นส่วนที่มีการหล่อ หรือผลิตในแนวนอน ขึ้นตั้ง ซึ่งเป็นปัญหาในชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่น การหล่อชิ้นส่วนผนังที่ต้องมีการคำนวณในส่วนที่มีความบาง หรือมีขนาดเล็ก เช่น ตามมุมช่องเปิดต่างๆ ต้องมีการเสริมเหล็กทแยงพิเศษป้องกันการหักที่อาจเกิดขึ้น เหล็กนี้นอกจากจะป้องกันการหักที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการยกชิ้นส่วนขึ้น ยังช่วยป้องกันการแตกร้าวที่อาจเกิดขึ้นที่มุมช่องเปิดต่างๆ เมื่อมีการใช้งานไปแล้ว

3. ขั้นตอนการติดตั้ง เป็นขั้นตอนในการดำเนินการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วยงานสำคัญ 2 ส่วนคือ การยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะใช้เครื่องจักรกลหนักยกติดตั้ง ประเภทเครื่องจักรกลมีทั้งรถโมบายเครนและทาวเวอร์เครน ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและลักษณะอาคาร การประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะมีการใช้อุปกรณ์ค้ำยัน หรืออุปกรณ์แขวน เพื่อให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ที่ตำแหน่งในลักษณะของการใช้งานเอาไว้ชั่วคราว และทำการประกอบจุดรอยต่ออย่างถาวร ซึ่งมีทั้งแบบใช้การเชื่อม แบบใช้การเกราท์และแบบใช้เหล็กโดเวล ฯลฯ หลังจากนั้นก็จะเป็นการเก็บความเรียบร้อยของชิ้นงาน เช่น การแต่งผิวรอยของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เป็นต้น

Tolerance (Margin) เป็นระยะที่เผื่อสำหรับค่าผิดพลาด ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการหล่อชิ้นส่วนวัสดุ การติดตั้ง หรือการก่อสร้างต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นได้เสมอ เป็นระยะในระบบพิกัดที่กำหนดขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจุดนี้ อาจทำได้โดยการทำระยะให้สั้นกว่าระยะจริงตามแบบก่อสร้างประมาณ 2 ซม.เป็นต้น เป็นระยะที่จำเป็นมากโดยเฉพาะในการก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูปที่วัสดุต้องมีการต่อกันได้อย่างลงตัว ถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นชิ้นส่วนนั้นก็ไม่สามารถติดตั้งได้ หรือทำให้เสียเวลาในการแก้ไขเป็นเวลานาน จุดนี้เป็นสิ่งที่ทำให้การทำงานระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละโครงการมีความแตกต่างกัน เป็นการออกแบบระบบของจุดเชื่อมต่อ หรือ เป็น Joint Design

ระบบของผนัง[13]

1. ระบบดั้งเดิม (Conventional wall system)

1.1 ผนังวัสดุก่อ เช่น ผนังก่ออิฐโชว์แนว ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังคอนกรีตบล็อก กล๊าสบล็อก ฯลฯ ผนังประเภทนี้มีราคาถูก แต่ไม่เหมาะกับอาคารสูง เพราะสร้างได้ช้า และต้องการนั่งร้านในการทำงาน จึงควรใช้เฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

1.2 ผนังคอนกรีตหล่อในที่ มีความแข็งแรง และมีคุณสมบัติในการป้องกันเสียง ป้องกันไฟได้ดี แต่ราคาแพง จึงควรออกแบบให้ทำหน้าที่เป็นผนังโครงสร้าง หรือผนังกันไฟได้ในตัวด้วย ซึ่งในบางกรณีสามารถพัฒนาระบบแบบหล่อคอนกรีตให้ประหยัดได้

1.3 ผนังระบบโครงเคร่า (Stud wall, Dry wall) ปัจจุบันนิยมใช้โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี แทนโครงเคร่าไม้ และกรุด้วยแผ่นวัสดุสำเร็จรูป เช่น แผ่นยิบซั่มบอร์ด แผ่นซีเมนต์บอร์ด ฯลฯ นิยมใช้กับผนังภายในเพราะสามารถตัดแต่ง และประกอบได้ง่ายในสถานที่ก่อสร้าง และอาจพัฒนาเป็นผนังสำเร็จรูปที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม สามารถใช้เป็นทั้งผนังภายนอกและผนังภายในก็ได้

2. ระบบอุตสาหกรรม หรือระบบสำเร็จรูป มีหลายชนิดเช่น

2.1 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ผลิตเป็นชิ้นส่วนประกอบจากโรงงาน ใช้เป็นผนังภายนอกหรือผนังภายใน อาจใช้เป็นผนังโครงสร้างหรือใช้เป็นเปลือกหุ้มอยู่ภายนอกอาคาร

2.2 ผนังกระจกกับโครงอะลูมิเนียม นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับอาคารสูง ซึ่งต่อมาพัฒนาไปเป็นระบบ Glass curtain wall

2.3 ผนังโลหะสำเร็จรูป อาจเป็นแผ่นโลหะสำเร็จรูป นำไปประกอบติดตั้งบนโครงสร้าง หรือ โครงเคร่า ในสถานที่ก่อสร้าง หรืออาจผลิตจากโรงงานในลักษณะของ Wall component หรือ Metal cladding เช่น ผนังเหล็กกล้าไร้สนิม ผนังแผ่นเหล็กเคลือบสี หรือเคลือบสังกะสีและ แผ่นอะลูมิเนียม หรืออะลูมิเนียมเคลือบสี

2.4 ผนังสำเร็จรูปใช้ภายในอาคาร เช่น Knock – down partition, Movable partition

---

[13] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "ระบบผนัง," เอกสารคำสอน การก่อสร้างอาคาร 4, ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2548. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาวิน นาคะศิริ (2542)[14] ศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง ซึ่งในการศึกษาได้เลือกบ้านที่สร้างด้วยระบบสำเร็จรูปในโครงการเพลส แอนด์ พาร์ค โดยลักษณะรูปแบบของบ้านเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 180 ตารางเมตร จำนวน 1 หลัง มีความใกล้เคียงกับการก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิมเป็นอย่างมาก พบว่า ถ้าผู้ประกอบการสร้างโรงงานผลิตขึ้นเองจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเบื้องต้นเป็นค่าอุปกรณ์ เครื่องจักร ค่าเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ ค่าบริการ ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานในอัตราสูงในเบื้องต้น และจะต้องสร้างบ้านในปริมาณที่ 38 หน่วย (พื้นที่ใช้สอย 6,840 ตร.ม) ขึ้นไปจึงจะคุ้มกับการลงทุนและราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยที่ 5,310.33 บาทต่อตารางเมตร (กรณีไม่รวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม) และในกรณีคิดค่าภาษีมูลค่าเพิ่มจะต้องสร้างบ้านในปริมาณที่ 46 หน่วย (พื้นที่ใช้สอย 8,280 ตร.ม) ขึ้นไปจึงจะคุ้มกับการลงทุน และราคาก่อสร้างเฉลี่ยที่ 5,675.69 บาทต่อตารางเมตร ถ้าผู้ประกอบการเลือกซื้อสำเร็จจากผู้ผลิตหรือโดยการจ้างผู้รับเหมาก่อสร้างไปสร้างโรงงานผลิตสถานที่ก่อสร้าง ราคาจะเฉลี่ยที่ 6,897-8,700 บาทต่อตารางเมตร และถ้าผู้ประกอบการเลือกวิธีการก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ราคาต้นทุนจะเฉลี่ยที่ 6,965 บาทต่อตารางเมตร และในการสร้างบ้านโดยวิธีสร้างโรงงานผลิตขึ้นเองจะใช้เวลาก่อสร้างทั้งสิ้น 94 วัน/หลัง (ไม่รวมระยะเวลาในการสร้างโรงงานผลิตชั่วคราวอีก 1 เดือน)

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545)[15]ศึกษาเรื่อง กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษา โครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์ ด้วยระบบการก่อสร้างที่นำเอาชิ้นส่วนสำเร็จรูปคอนกรีตเสริมเหล็กมาร่วมใช้ในการก่อสร้างโครงการที่อยู่อาศัยที่มีจำนวนการก่อสร้าง 950 หลัง รูปแบบของอาคารโครงการมีลักษณะเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย95 ถึง 150 ตารางเมตร ในส่วนของโครงสร้างคานคอดิน (คานซอย) เสา คาน แผ่นพื้นห้องน้ำและแผ่นพื้นระเบียง เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในโรงงาน ที่ตั้งอยู่ในโครงการมาร่วมใช้ในการก่อสร้าง ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้มีการประดิษฐ์ให้มีแผ่นเหล็กยึดเกาะ ฝังไว้ในเนื้อคอนกรีตตามจุดรอยต่อ จากนั้นจึงเชื่อมรอยต่อโดยการเชื่อมทาบแผ่นเหล็กเข้าด้วยกันเพื่อให้การประกอบโครงสร้างบ้านมีความ

---

[14] นาวิน นาคะศิริ, "ศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2542).

[15] บุษบง เจริญพันธ์โยธิน, "กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษา โครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2545).

แข็งแรงตามแบบก่อสร้าง แผ่นเหล็กยึดเกาะนี้มีกระบวนการติดตั้งกับชิ้นส่วนของชิ้นงานโดยการประกอบแผ่นเหล็กลงในแบบหล่อเสาและคานตามตำแหน่งที่ต้องการก่อนเทคอนกรีตหล่อชิ้นงาน การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ผลิตในโรงงาน ที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณโครงการที่ก่อสร้าง (Factory on site) ใช้พื้นที่ในการสร้างโรงงานจำนวน 2 ไร่ มีต้นทุนการก่อสร้างงานโรงงาน จำนวน 2,285,259 บาท การขนย้ายชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตสำเร็จ เพื่อประกอบติดตั้งยังตัวอาคารที่ก่อสร้างใช้รถเครนน้ำหนัก 21 ตัน เป็นตัวยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการประกอบติดตั้ง จากแบบบ้านที่ศึกษา 1 วัน สามารถประกอบติดตั้งได้จำนวน 4 หลัง ในการวิจัยพบว่า การก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 95 ตารางเมตร ในอัตราส่วนการก่อสร้างจำนวน 10 หลังด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีการใช้แรงงานรวมทั้งหมด 22 คน แบ่งเป็นผู้จัดการโครงการ 1 คน ช่างคุมงาน 3 คน ฝ่ายการผลิตมีช่างไม้ 7 คนและช่างเหล็ก 3 คน ฝ่ายติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีช่างติดตั้ง 7 คนและช่างเชื่อมเหล็กผู้ชำนาญการที่มีใบรับรอง 1 คน รวมเวลาการดำเนินการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นจำนวน 22 วัน มีต้นทุนในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นจำนวน 153,063 บาทต่อหลัง หรือ 1,611 บาทต่อตารางเมตร

ธฤษวรรณ บัวมาศ (2548)[16] ศึกษาเรื่อง เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน และระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดาริมคลอง สมุทรสาคร เป็นอาคารประเภทบ้านเรือนแถว 2 ชั้น ภายในโครงการมีการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปทั้ง 2 ระบบในรูปแบบสถาปัตยกรรมเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ราคาค่าก่อสร้างที่สร้างด้วยระบบการก่อสร้างแบบเสาและคานสำเร็จรูป เท่ากับ 3,420,816.88 บาท และคิดเป็นราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 5,219.75 บาท ราคาค่าก่อสร้างที่สร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป เท่ากับ 3,602,139.18 บาท และคิดเป็นราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 5,496.43 บาท ระยะเวลาในการก่อสร้างของระบบเสาและคานสำเร็จรูป ทั้งหมด 105 วันต่อหลัง ระยะเวลาในการก่อสร้างของระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป ทั้งหมด 81 วันต่อหลัง ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง คือ แบบก่อสร้างมีความล่าช้า แผนงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ขาดแคลนฝีมือแรงงาน ช่างฝีมือไม่มีความชำนาญ การกองเก็บผิดวิธี การติดตั้งหน้างานขาดความแม่นยำ และการผลิตชิ้นงานต้องอาศัยความชำนาญสูง ส่วนปัจจัยที่มีผลให้ผู้ประกอบการเลือกใช้ระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูปแทนระบบเสาและคานสำเร็จรูป คือ การลดปัญหางาน

---

[16] ธฤษวรรณ บัวมาศ, "เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน และระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดา สมุทรสาคร," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

ก่อสร้างด้านการก่อฉาบ ที่ทางผู้ประกอบการเห็นว่ามีส่วนช่วยในการลดระยะเวลา และการขาดแคลนฝีมือแรงงานเป็นอย่างมาก จากการวิเคราะห์ผลสรุปได้ว่า ต้นทุนในการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป สูงกว่าการก่อสร้างระบบเสาและคานสำเร็จรูป 181,322.30 บาท หรือ เท่ากับ 274.73 บาท ต่อตร.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.39 แต่ระยะเวลาในการก่อสร้างเร็วกว่า 24 วัน คิดเป็นร้อยละ 22.85

รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)[17] ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ: กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี พบว่าต้นทุนการก่อสร้างบ้านชั้นเดียว พื้นที่ใช้สอย 82 ตร.ม. การก่อสร้างระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนเท่ากับ 7,431.87 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักที่ต้นทุนอยู่ที่ 7,587.39 บาทต่อตารางเมตร ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักจะมีราคาที่สูงกว่า จะได้ราคาต้นทุนที่สร้างแบบบ้านชั้นเดียว พื้นที่ใช้สอย 82 ตร.ม. 12,753.30 บาทหรือราคาสูงขึ้น 155.53 บาท/ตารางเมตร ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 32 วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน ใช้เวลา 92 วัน ใช้เวลาก่อสร้างบ้านชั้นเดี่ยว พื้นที่ใช้สอย 82 ตร.ม สร้างน้อยกว่า 60 วัน ความรวดเร็วในการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ใช้คนจำนวนคนหล่อแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 32 คน ใช้คนติดตั้งจำนวน 11 คนรวมทั้งหมด 43 คน ในขณะที่ระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนใช้คนจำนวนคนก่อสร้าง จำนวน 52 คน ซึ่งใช้คนงานมากกว่า

คเชนท์ สุริยาวงศ์ (2550)[18] ศึกษาเรื่อง ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ในกลุ่มผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่ 2 ราย โดยโครงการแรกเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 149 ตารางเมตร มีการตั้งโรงงานแบบถาวร ภายนอกสถานที่ก่อสร้าง โครงการที่สองเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 134 ตารางเมตร มีการตั้งโรงงานแบบชั่วคราวใกล้สถานที่ก่อสร้าง พบว่า กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้เครื่องจักรในการผลิต โครงการแรก ข้อดี คือสามารถผลิตชิ้นส่วนได้จำนวนมากและมีคุณภาพ ทำให้ลดต้นทุนการผลิต ข้อด้อย คือ ต้องใช้เงินลงทุนในการตั้งโรงงานสูงและมีความเสี่ยงสูงจากสภาวะตลาด ต้องใช้บุคลากรที่มี

---

[17] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

[18] คเชนท์ สุริยาวงศ์, "ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักโดยผู้ประกอบการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550).

ความชำนาญในการควบคุมเครื่องจักรเนื่องจากใช้เทคโนโลยีในการทำงานที่ซับซ้อนโครงการที่สอง ข้อดีคือ ใช้ต้นทุนต่ำกว่าในการตั้งโรงงาน สามารถลดค่าขนส่งจากระยะทางได้มากกว่า มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงสามารถปรับอัตราแรงงานให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตได้ง่าย ข้อด้อย คือ มีข้อจำกัดจากแรงงานคนในการทำงานและข้อผิดพลาดสูง เทคนิคและขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนมีความแตกต่างกัน ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตและประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโครงการแรก มีต้นทุนการผลิต 1,076.36 บาท/ตารางเมตร และโครงการที่สอง มีต้นทุนการผลิต 1,008.44 บาท/ตารางเมตร ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนของทั้งสองโครงการ คือ จำนวนชิ้นส่วนที่ผลิตได้และต้นทุนในการขนส่งเป็นตัวแปรสำคัญในการเพิ่มลดต้นทุนการผลิต ระยะเวลาในการก่อสร้างโครงการแรกใช้เวลา 51 วัน โครงการที่สองใช้เวลา 57 วัน สิ่งที่ส่งผลต่อระยะเวลาโครงการคือการวางแผนการทำงานและการใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ คุณภาพในการผลิตพบชิ้นส่วนที่มีความเสียหายน้อย ซึ่งสามารถปรับปรุงได้โดยการเพิ่มทักษะความรู้ต่อบุคลากรและเน้นการตรวจสอบคุณภาพ

ศุภชัย ไชยน (2549)[19] ศึกษาเรื่อง เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ซึ่งเลือกศึกษาอาคารสูง 27-29 ชั้น พื้นที่ใช้สอยประมาณ 40,000 - 42,000 ตารางเมตร พบว่าระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ Panel มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนการก่อสร้าง ระยะเวลา และราคาลงได้ และพบว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันที่โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel จะทำการเตรียมเส้น Offset Line เอาไว้สำหรับเช็คแนวระดับในการติดตั้งและกำหนดช่วงเวลาการใช้ทาวเวอร์เครนไม่ให้ตรงกับระยะเวลาการใช้งานส่วนอื่น ๆ ของทางโครงการ ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการติดตั้งลงได้ และระบบผนัง ค.ส.ล สำเร็จรูปมีขั้นตอนมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ ในเรื่องระยะเวลาการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุดเฉลี่ย 8 วัน/ชั้น เท่ากับ 29.19 ตร.ม/วัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 12 วัน/ชั้น เท่ากับ 20.45 ตร.ม. และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 14 วัน/

---

[19] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

ชิ้น เท่ากับ 17.54 ตร.ม./วัน ในเรื่องแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้แรงงานจำนวน 27 คน และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้แรงงานจำนวน 29 คน และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจะใช้จำนวนแรงงานมากกว่า ในเรื่องราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component มีราคาค่าก่อสร้างมากที่สุดเท่ากับ 1,635 บาท/ตร.ม. โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel มีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,380 บาท/ตร.ม. และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 693 บาท/ตร.ม. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างสามารถแยกออกได้เป็น กลุ่มปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต กลุ่มปัญหาที่เกิดจากการวางแผนงาน กลุ่มปัญหาทางด้านเทคนิคในการก่อสร้าง กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการก่อสร้างอื่นๆ โดยสรุปได้ว่าระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ชิ้นส่วนแบบ Panel มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง แต่ต้องขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการขนส่งติดตั้ง เหมาะกับโครงการที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้าง เช่น อาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์ต่างๆ ที่ต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อ	นาวิน นาคะศิริ (2542)	บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545)	ธฤษวรรณ บัวมาศ (2548)	รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)	คเชนท์ สุริยาวงศ์ (2550)	ศุภชัย ไชยน (2549)
ชื่องานวิจัย	ศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง	กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป : กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์	เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน และระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว :กรณีศึกษาหมู่บ้านกานดาริม คลอง สมุทรสาคร	ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ: กรณีศึกษาโครงการชื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี	ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก ในกลุ่มผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่	เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

หัวข้อ	นาวิน นาคะศิริ (2542)	บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545)	ธฤษวรรณ บัวมาศ (2548)	รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)	คเชนท์ สุริยาวงศ์ (2550)	ศุภชัย ไชยน (2549)
ประเภท	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	บ้านเรือนแถว 2 ชั้น	บ้านชั้นเดียว	บ้านเดี่ยว 2 ชั้น	อาคารสูง
ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ระบบผนังสำเร็จรูปรับน้ำหนัก	เสาคาน แผ่นพื้นห้องน้ำและแผ่นพื้นระเบียงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตในโรงงาน	เสาคาน และระบบผนังสำเร็จรูปรับน้ำหนัก	ผนังสำเร็จรูปรับน้ำหนัก	ผนังสำเร็จรูปรับน้ำหนัก	ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป
ผลการศึกษา	ชิ้นส่วนผลิตขึ้นในที่ก่อสร้าง 38 หน่วยขึ้นไปจึงจะคุ้มกับการลงทุน หรือ ที่ 46 หน่วยเมื่อรวมภาษีมูลค่าเพิ่มใช้เวลาก่อสร้างทั้งสิ้น 94 วัน/หลัง	การผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปใช้เวลา 22 วัน มีต้นทุนในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นจำนวน 153,063 บาท ต่อหลังหรือ 1,611 บ/ตร.ม.	ต้นทุนในการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป สูงกว่าการก่อสร้างระบบเสาและคานสำเร็จรูป 181,322.30 บาท หรือ เท่ากับ 274.73บ/ตร.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.39 แต่ระยะ เวลาในการก่อสร้างเร็วกว่า 24 วัน คิดเป็นร้อยละ 22.85	ค่าก่อสร้างระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนเท่ากับ 7,431.87บ / ตร.ม. ซึ่งต่ำกว่าระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักที่ต้นทุนอยู่ที่ 7,587.39 บ/ตร.ม. ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักใช้เวลาสร้างน้อยกว่าระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน 60 วัน และใช้แรงงานน้อยกว่า 9 คน	โครงการแรกชิ้นส่วนผลิตจากโรงงานแบบถาวรภายนอกสถานที่ก่อสร้างมีต้นทุนการผลิต 1,076.36บ / ตร.ม.และโครงการสองชิ้นส่วนผลิตจากโรงงานแบบชั่วคราวใกล้สถานที่ก่อสร้าง มีต้นทุนการผลิต 1,008.44บ / ตร.ม. โครงการแรกใช้เวลา 51 วัน โครงการที่สองใช้เวลา 57 วัน	โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุด ใช้แรงงานน้อยที่สุดเรื่องราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component มีราคาค่าก่อสร้างมากที่สุดเท่ากับ 1,635บ /ตร.ม. โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel มีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,380 บ/ตร.ม. และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 693 บ/ตร.ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมดข้างต้น การก่อสร้างโดยใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแทนระบบเดิม จะก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิม สามารถควบคุมคุณภาพงานได้ดีกว่า และยังสามารถควบคุม งบประมาณค่าก่อสร้างได้แน่นอน ซึ่งช่วยลดปัญหาการก่อสร้างที่ผู้ประกอบการ ประสบอยู่คือ ปัญหาการก่อสร้างล่าช้า ปัญหาการควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง รวมทั้งการขาดแคลนช่างฝีมือ ซึ่งการที่ผู้ประกอบการนำระบบสำเร็จรูปมาใช้นั้น ก็เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวทั้งสิ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ทำให้ทราบข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหา ในด้าน ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา ในการก่อสร้าง จากการนำระบบทั้งสองมาใช้ในการก่อสร้าง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. <u>ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ</u> จากการศึกษากระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก โดยการสังเกตการณ์ การเก็บภาพถ่าย จดบันทึกและสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผู้เกี่ยวข้องในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น หัวหน้าโรงงาน ผู้ดูแลส่วนธุรการ ณ โรงงานผลิตที่ ตั้งอยู่ภายนอกสถานที่ก่อสร้าง และ จะศึกษาและเก็บข้อมูลจากงานภาคสนามโดยรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ศึกษา ทำการศึกษาโดยการสังเกตการณ์, การเก็บภาพถ่าย, จดบันทึกและสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผู้เกี่ยวข้องในการก่อสร้าง เช่น ผู้จัดการโครงการ วิศวกร ผู้ดูแลส่วนธุรการ ณ สถานที่ก่อสร้าง

2. <u>ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ</u> โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโดยระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับผนังภายนอก จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ ตำรา รายงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเข้าฟังการสัมมนาวิชาการ เพื่อเป็นการอ้างอิงแนวความคิดในการดำเนินการวิจัยอย่างมีหลักการ ส่งผลให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

ขอบเขตงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาและเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตารางที่ 3.1 แสดงขอบเขตด้านเนื้อหา

ประเภทผนัง	ระบบผนังโครงการ 1	ระบบผนังโครงการ 2
ผนังภายใน	ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่	ระบบผนังก่ออิฐ
ผนังภายนอก	ระบบผนังก่ออิฐ	ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

1.1 การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป ทำการศึกษาโดยศึกษาถึงสภาพทั่วไปของโรงงานผลิต จำนวนบุคลากรในโรงงาน

1.1.1 เทคนิคและขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.1.2 คุณภาพในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.1.3 ระยะเวลา เครื่องมือ อุปกรณ์ การจัดเก็บ การขนส่ง มาตรฐานคุณภาพและ ปัญหาต่างๆ ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.1.4 ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.2 วิธีการก่อสร้างโดยระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก ของอาคารชุด 8 ชั้น โดยศึกษา

1.2.1 การจัดพื้นที่เก็บและการขนส่งภายในหน่วยงาน

1.2.2 ขั้นตอนและเทคนิควิธีการก่อสร้าง

1.2.3 ระยะเวลา เครื่องมือ จำนวนบุคลากรในการก่อสร้าง

1.2.4 คุณภาพในการก่อสร้าง

1.2.5 ต้นทุนในการก่อสร้าง

1.2.6 ปัญหาต่างๆ ในการก่อสร้าง

2. ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ โครงการอาคารชุด 8 ชั้น ของกลุ่มบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ที่มี หน่วยขาย และ มูลค่า

ติด 1 ใน10 อันดับในปี 2550 อีกทั้งมีโครงการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ที่กำลังดำเนินการอยู่ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา พบว่ามี 5 โครงการ มีการก่อสร้างผนังภายใน และ ภายนอก ที่แตกต่างกันมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 โครงการ 1 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้นก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.1.2 โครงการ 2 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.1.3 โครงการ 3 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.1.4 โครงการ 4 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.1.5 โครงการ 5 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบเบา โดยใช้อลูมิเนียมและกระจก

ตารางที่ 3.2 แสดงระบบการก่อสร้างผนังภายนอกและผนังภายในสำหรับโครงการของกลุ่มบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์

โครงการ	ผนังภายนอก	ผนังภายใน
โครงการ 1	ระบบผนังก่ออิฐ	ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่
โครงการ 2	ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	ระบบผนังก่ออิฐ
โครงการ 3	ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	ระบบผนังก่ออิฐ
โครงการ 4	ระบบผนังก่ออิฐ	ระบบผนังก่ออิฐ
โครงการ 5	ระบบเบา โดยใช้อลูมิเนียมและกระจก	ระบบผนังก่ออิฐ

โครงการอาคารชุด 8 ชั้น โครงการ 1 ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างรายละเอียดดังนี้

ที่ตั้งโครงการ : ถนนกัลปพฤกษ์ กรุงเทพมหานคร

ลักษณะโครงการ : อาคารชุด 8 ชั้น จำนวน 16 อาคาร

รายละเอียด : 1,520 ยูนิต 1 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 31 – 43 ตร.ม.
2 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 58 ตร.ม.

ภาพที่ 3.1 แสดงการก่อสร้างโครงการ 1

สรุปความคืบหน้าทั้งหมด ณ มิถุนายน 2551 : กำลังดำเนินการงานผนัง

ผนังภายนอก : ผนังก่ออิฐ

ผนังภายใน : ผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่

โครงการอาคารชุด 8 ชั้น โครงการ 2 ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างรายละเอียดดังนี้

ที่ตั้งโครงการ : ถนนรามอินทรา กรุงเทพมหานคร

ลักษณะโครงการ : อาคารชุด 8 ชั้น จำนวน 7 อาคาร

รายละเอียด : อาคารชุด 8 ชั้น 1,568 ยูนิต

อาคารชุด 8 ชั้น Standard พื้นที่ใช้สอย 25 – 25.5 ตารางเมตร ,

1 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 28 – 35 ตารางเมตร

ภาพที่ 3.2 แสดงการก่อสร้างโครงการ 2

สรุปผลความคืบหน้าทั้งหมด ณ มิถุนายน 2551 : 75%

ผนังภายนอก : ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ผนังภายใน : ผนังก่ออิฐ

โครงการอาคารชุด 8 ชั้น โครงการ 3 ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างรายละเอียดดังนี้

ที่ตั้งโครงการ : ถนนรัชดาภิเษก กรุงเทพมหานคร

ลักษณะโครงการ : อาคารชุด 8 ชั้น จำนวน 3 อาคาร

รายละเอียด : 390 ยูนิต Studio พื้นที่ใช้สอย 30 ตารางเมตร ,1 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 35 ตารางเมตร 2 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 65-66 ตารางเมตร

ภาพที่ 3.3 แสดงการก่อสร้างโครงการ 3

สรุปความคืบหน้าทั้งหมด ณ มิถุนายน 2551 : กำลังติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และงานพื้น

ผนังภายนอก : ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ผนังภายใน : ผนังก่ออิฐ

โครงการอาคารชุด 8 ชั้น โครงการ 4 ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างรายละเอียดดังนี้

ที่ตั้งโครงการ : ถนนพหลโยธิน กรุงเทพมหานคร

ลักษณะโครงการ : อาคารชุด 8 ชั้น จำนวน 1 อาคาร

รายละเอียด : 183 ยูนิต 1 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 30 – 48 ตารางเมตร 2 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 60 - 62 ตารางเมตร

ภาพที่ 3.4 แสดงการก่อสร้างโครงการ 4

สรุปความคืบหน้าทั้งหมด ณ มิถุนายน 2551 : 71% โดยงานผนังเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ผนังภายนอก : ผนังก่ออิฐ

ผนังภายใน : ผนังก่ออิฐ

โครงการอาคารชุด 8 ชั้น โครงการ 5 ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างรายละเอียดดังนี้

ที่ตั้งโครงการ : ถนนสุขุมวิท กรุงเทพมหานคร

ลักษณะโครงการ : อาคารชุด 8 ชั้น จำนวน 1 อาคาร

รายละเอียด : 105 ยูนิต 1 ห้องนอน พื้นที่ใช้สอย 39 – 46.5 ตารางเมตร

ภาพที่ 3.5 แสดงการก่อสร้างโครงการ 5

สรุปความคืบหน้าทั้งหมด ณ มิถุนายน 2551 : กำลังเตรียมงานเทพื้นชั้น 8 และติดตั้งผนัง

ผนังภายนอก : ระบบเบา โดยใช้อลูมิเนียมและกระจก

ผนังภายใน : ผนังก่ออิฐ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากประชากรที่เป็นบริษัทเอกชนที่มีชื่อเสียงด้านการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ จำนวน 2 กลุ่ม ดังนี้

2.2.1 โครงการ 1 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนังก่ออิฐ

2.2.2 โครงการ 2 โดยมีลักษณะเป็นอาคารชุด 8 ชั้น ก่อสร้างผนังภายในระบบผนังก่ออิฐ ก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ผู้วิจัยคัดเลือกโครงการทั้งสองดังกล่าว เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1. เป็นโครงการที่มีระบบการก่อสร้างผนังที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างได้อย่างชัดเจนในเรื่อง ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา และ ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง

2. เป็นโครงการที่ดำเนินการก่อสร้างอยู่ในช่วงระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังทำการศึกษา เพื่อผู้วิจัยจะได้ลงภาคสนามรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องจากหน่วยงานก่อสร้าง

3. เป็นโครงการที่ผู้ประกอบการให้ความร่วมมือ อนุญาตให้เข้าทำการศึกษา

4. ผู้วิจัยสามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลได้สะดวก

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

1. แบบสำรวจ การสำรวจโดยรอบงานก่อสร้าง การเก็บภาพถ่าย

2. แบบสังเกต การสังเกตงานก่อสร้าง การเก็บภาพถ่าย การจดบันทึกอย่างละเอียดลงในใบบันทึกของผู้วิจัย

3. แบบสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย การถาม-ตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ให้สัมภาษณ์ และผู้วิจัย ซึ่งจะนำมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่างๆ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการก่อนเข้าเก็บข้อมูล เริ่มต้นการทำงานโดยการ ขอหนังสือแนะนำตัวจากภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเข้าพบกับเจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้ประกอบการ ที่เกี่ยวข้องกับการหาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อขออนุญาตในการเข้าทำการวิจัยยังสถานที่ก่อสร้างของทั้งสองโครงการ

2. การดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารทั้งจากการรวบรวมข้อมูลจาก บทความ เอกสารวิชาการต่างๆ และสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย การถาม-ตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ให้สัมภาษณ์ และ ผู้วิจัย โดยข้อมูลที่จำเป็น เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโดยระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ ผนังก่ออิฐและผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เทคนิคการก่อสร้าง การผลิต และ ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระยะเวลา แรงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง และ ปัญหาต่างๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นทั้ง 2 โครงการแล้ว จะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและจำแนกเบื้องต้น เป็นการนำข้อมูลที่ได้เบื้องต้นจากการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น มาจัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ตามหัวข้อของเรื่องที่ทำการวิจัย และทำการตรวจสอบดูว่าข้อมูลใดที่ยังไม่สมบูรณ์ ต้องเก็บข้อมูลเหล่านั้นให้ครบสมบูรณ์

2. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ มาแยกวิเคราะห์ออกเป็นเรื่องๆ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยมีรายละเอียดและลำดับต่างๆ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ระหว่างโครงการอาคารชุด 8 ชั้นที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก เพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของการก่อสร้าง

2.2 วิเคราะห์ด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น การผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.3 วิเคราะห์ด้านแรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา ในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงงาน ต้นทุน ระยะเวลา ในการก่อสร้าง ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายใน และ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กับ ผนังก่ออิฐ สำหรับ ผนังภายนอก ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

2.4 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น การผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการศึกษา มาแยกออกเป็นประเด็นต่างๆ

สรุปผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการสรุปผลการวิจัย โดยสรุปออกเป็นข้อๆ หรือประเด็นตามหัวเรื่องของการวิเคราะห์ และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้การสรุปผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

รายละเอียดโครงการ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก โดยทั้ง 2 โครงการนั้นมีรายละเอียดของการออกแบบ และ การก่อสร้างที่แตกต่างกัน แต่ขนาดของโครงการมีความใกล้เคียงกัน โดยผู้ประกอบการตัดสินใจนำเอาระบบการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนัก มาใช้ มีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา

1. <u>รายละเอียดโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก</u>

1.1 รายละเอียดโครงการ 1

ชื่อโครงการ	ไม่เปิดเผย
เจ้าของโครงการ	ไม่เปิดเผย
ประเภทโครงการ	อาคารชุด 8 ชั้น
จำนวนหลังรวม	16 อาคาร (อาคารA,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P)
จำนวน	1,520 ยูนิต
พื้นที่โครงการ	23 – 2 – 70.33 ไร่
ระบบการก่อสร้าง	ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ด้วยระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก ในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น
ระยะเวลาดำเนินโครงการ	เดือนพฤศจิกายน 2549 ถึง เดือนธันวาคม 2551
ระยะเวลาที่ทำการศึกษา	เดือนมีนาคม 2551 ถึง เดือนสิงหาคม 2551
แบบอาคารที่เลือกศึกษา	แบบอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 แผนที่ตั้งโครงการ

ภาพที่ 4.1 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ 1

1.3 พื้นที่ใช้สอยอาคาร J

ชั้นที่ 1 – ชั้นที่ 8

เป็นอาคารพักอาศัย มีรายละเอียดดังนี้

ห้องพักขนาด 31 ตร.ม. จำนวน 32 ห้อง

ห้องพักขนาด 43 ตร.ม. จำนวน 31 ห้อง

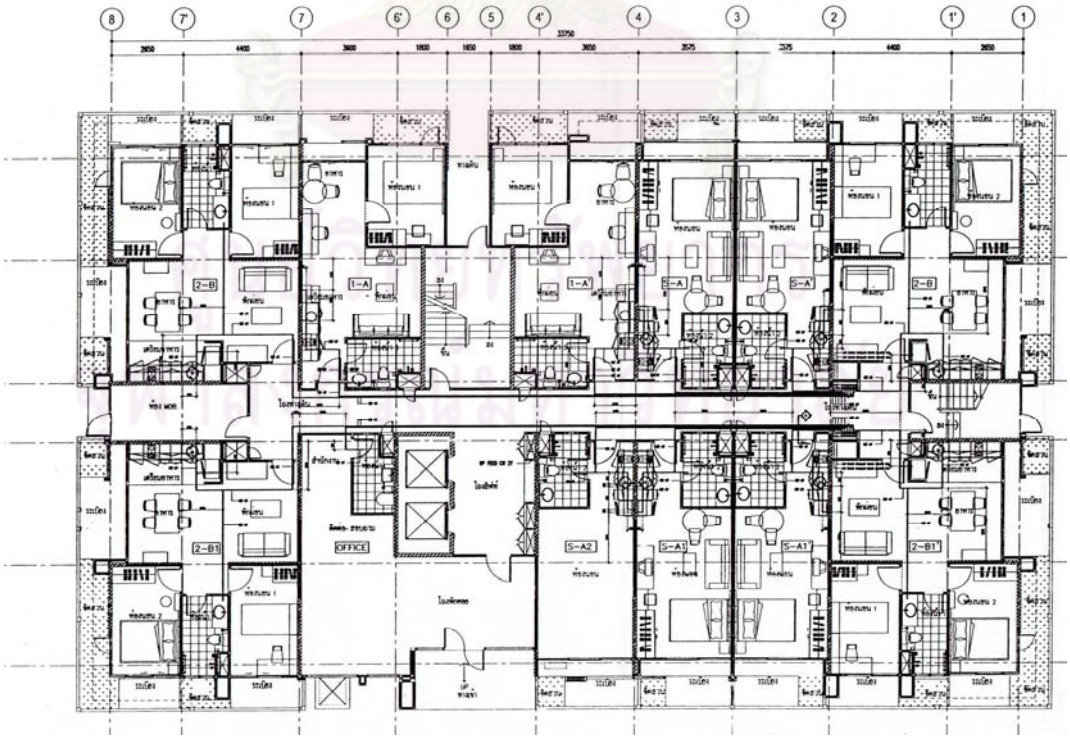
ห้องพักขนาด 58 ตร.ม. จำนวน 32 ห้อง

สรุป พื้นที่อาคารทั้งหมดเท่ากับ 5,768 ตร.ม. ต่อ อาคาร

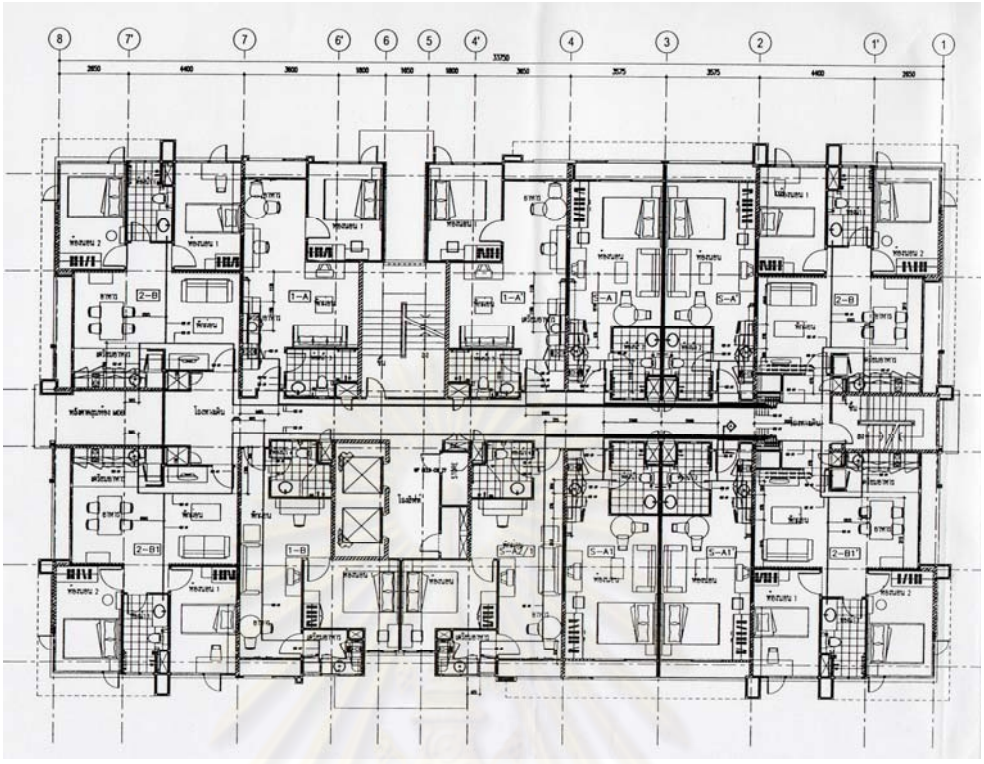
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.2 แสดงผังโครงการ 1 ไม่ได้เข้ามาตราส่วน

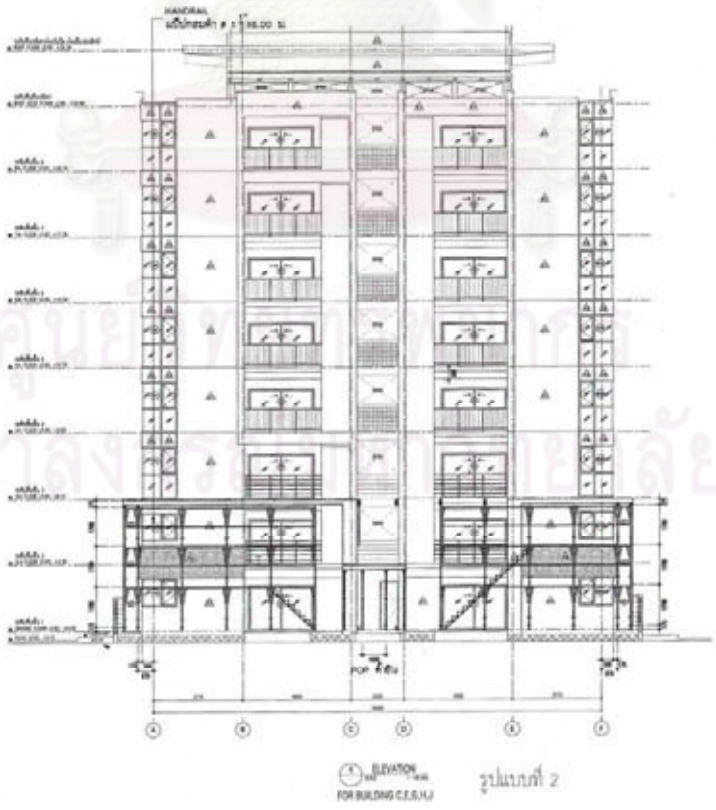
1.4 รูปแบบอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา



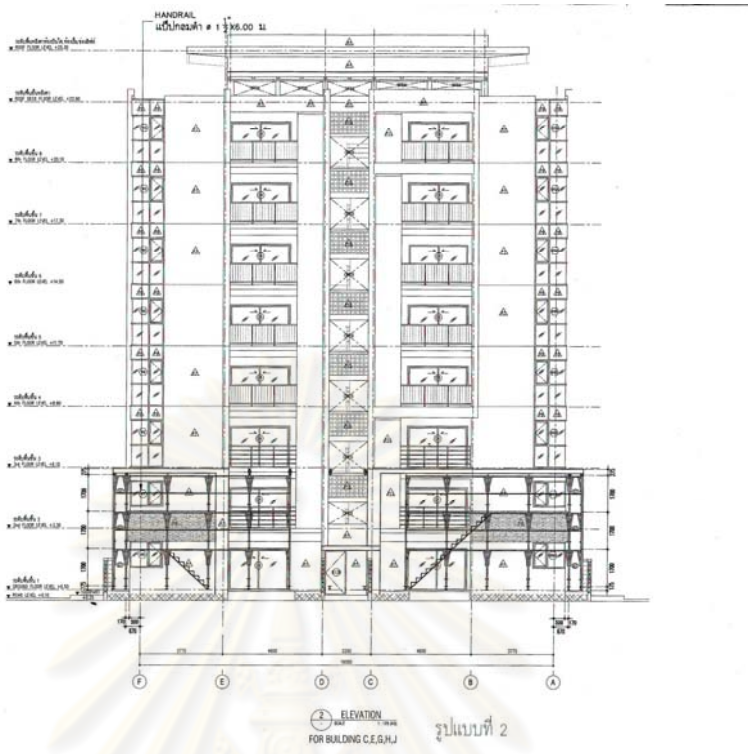
ภาพที่ 4.3 แสดงผังชั้นที่ 1 อาคาร J



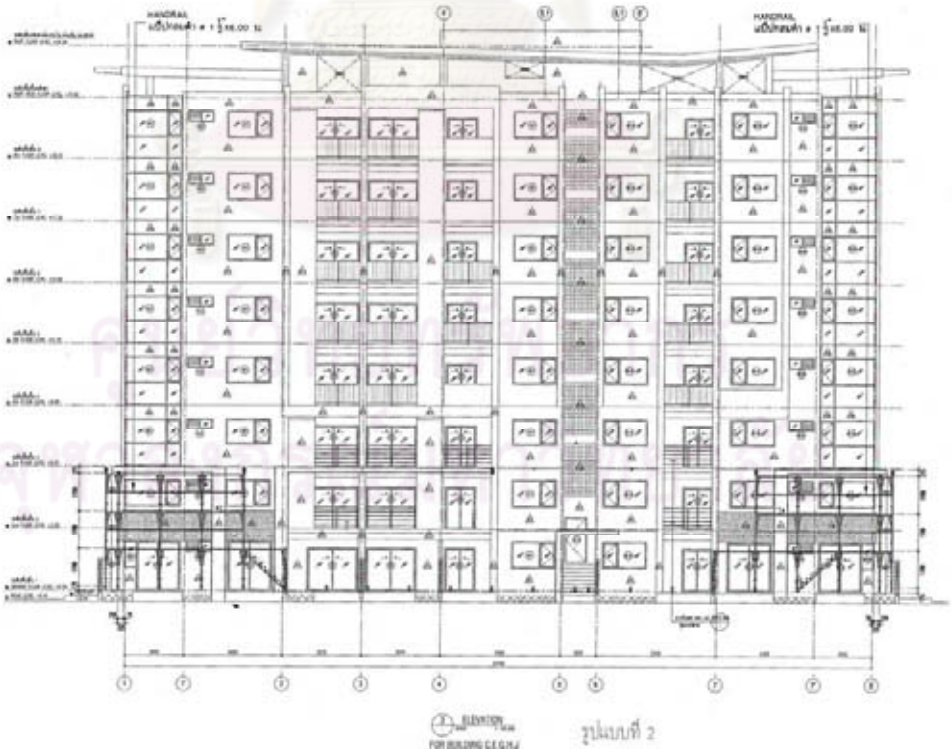
ภาพที่ 4.4 แสดงผังชั้นที่ 2 – 8 อาคาร J



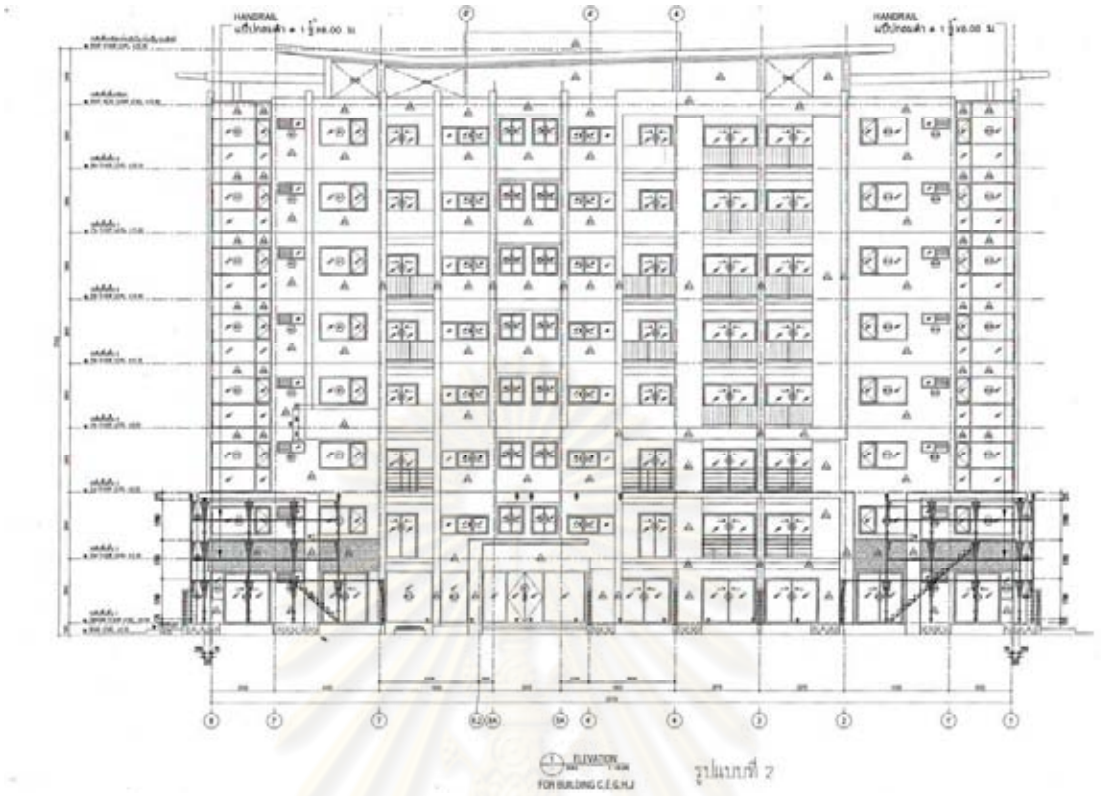
ภาพที่ 4.5 แสดงรูปด้านข้าง อาคาร J



ภาพที่ 4.6 แสดงรูปด้านข้าง 2 อาคาร J



ภาพที่ 4.7 แสดงรูปด้านหน้าอาคาร J



ภาพที่ 4.8 แสดงรูปด้านหลังอาคาร J

2. <u>รายละเอียดโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

2.1 รายละเอียดโครงการ 2

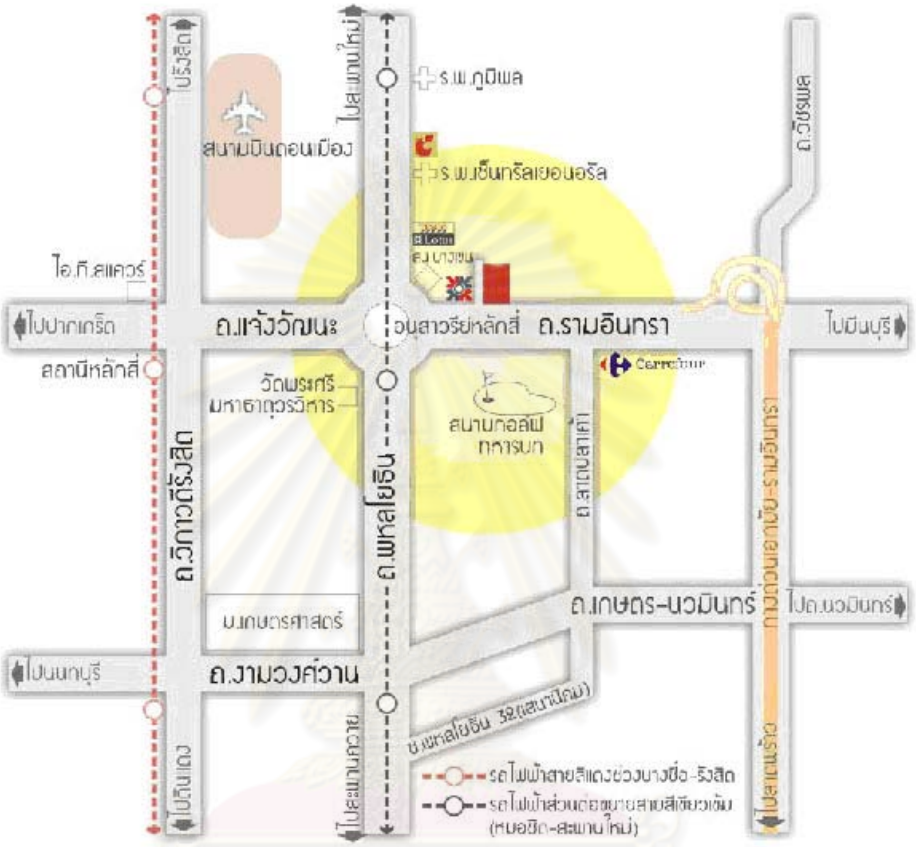
ชื่อโครงการ	ไม่เปิดเผย
เจ้าของโครงการ	ไม่เปิดเผย
ประเภทโครงการ	อาคารชุด 8 ชั้น
จำนวนหลังรวม	7 อาคาร (อาคารB,C1,C2,D1,D2,E1,E2)
จำนวน	1,568 ยูนิต
พื้นที่โครงการ	12 ไร่ 3 งาน
ระบบการก่อสร้าง	ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ด้วยระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น

ระยะเวลาดำเนินโครงการ เดือนสิงหาคม 2550 ถึง เดือนสิงหาคม 2551

ระยะเวลาที่ทำการศึกษา เดือนกุมภาพันธ์ 2551 ถึง เดือนสิงหาคม 2551

แบบอาคารที่เลือกเป็น แบบอาคารC2

2.2 แผนที่ตั้งโครงการ



ภาพที่ 4.9 แสดงแผนที่ตั้งโครงการ 2

2.3 พื้นที่ใช้สอย อาคาร C2

ชั้นที่ 1 – ชั้นที่ 8

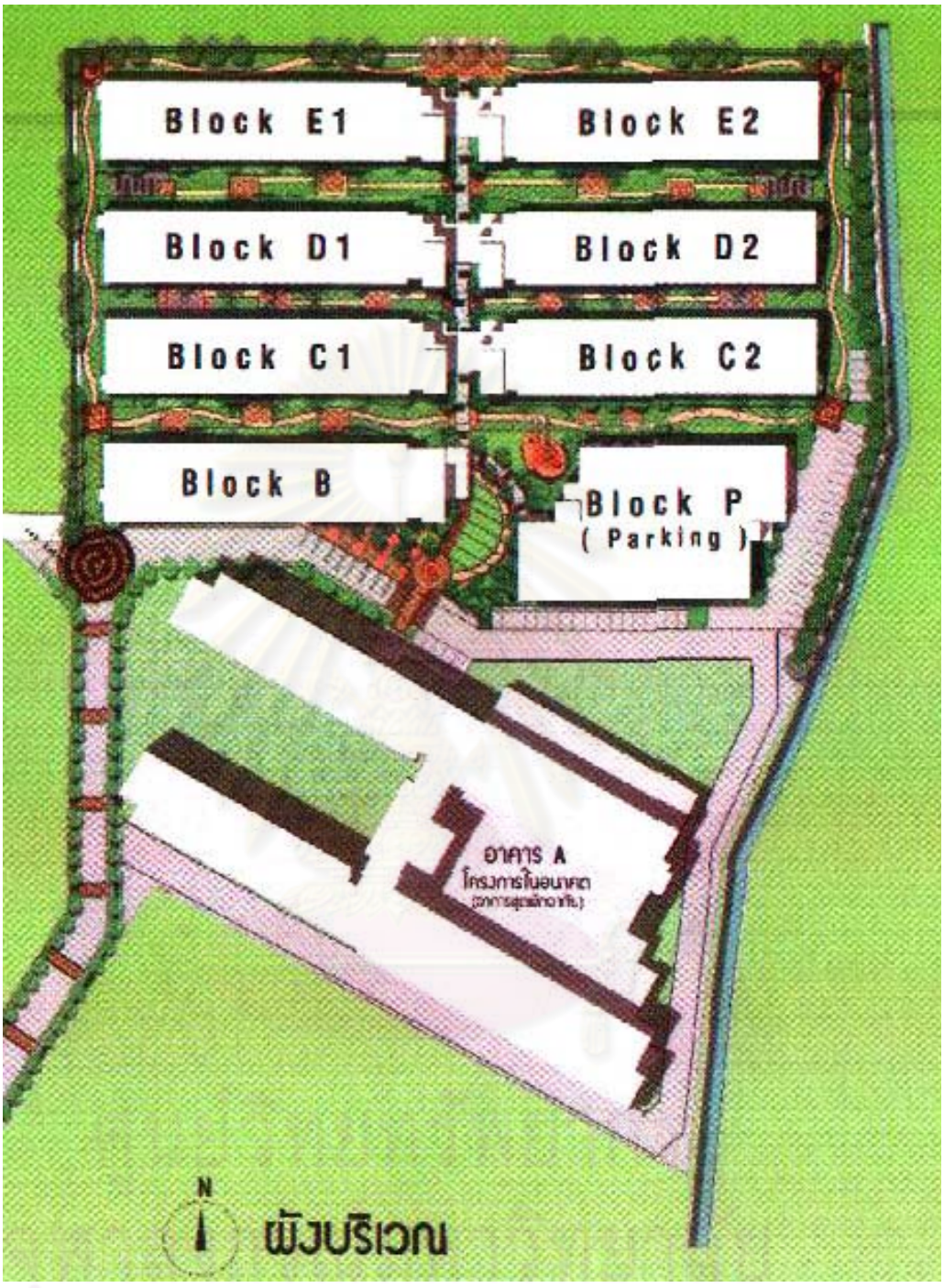
เป็นอาคารพักอาศัย มีรายละเอียดดังนี้

ห้องพักขนาด 25 ตร.ม. จำนวน 112 ห้อง

ห้องพักขนาด 28 ตร.ม. จำนวน 104 ห้อง

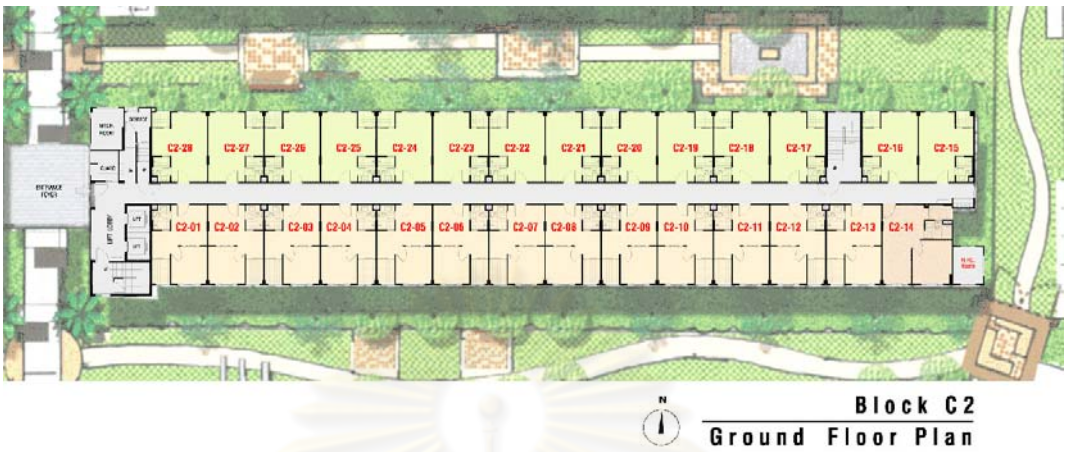
ห้องพักขนาด 35 ตร.ม. จำนวน 8 ห้อง

สรุป พื้นที่อาคารทั้งหมดเท่ากับ 7,572 ตร.ม. ต่อ อาคาร

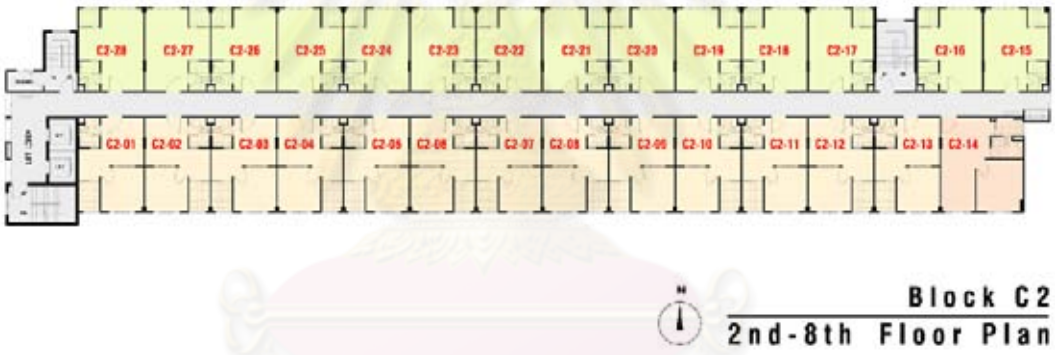


ภาพที่ 4.10 แสดงผังโครงการ 2 ไม่ได้เข้ามาตราส่วน

1.4 รูปแบบอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

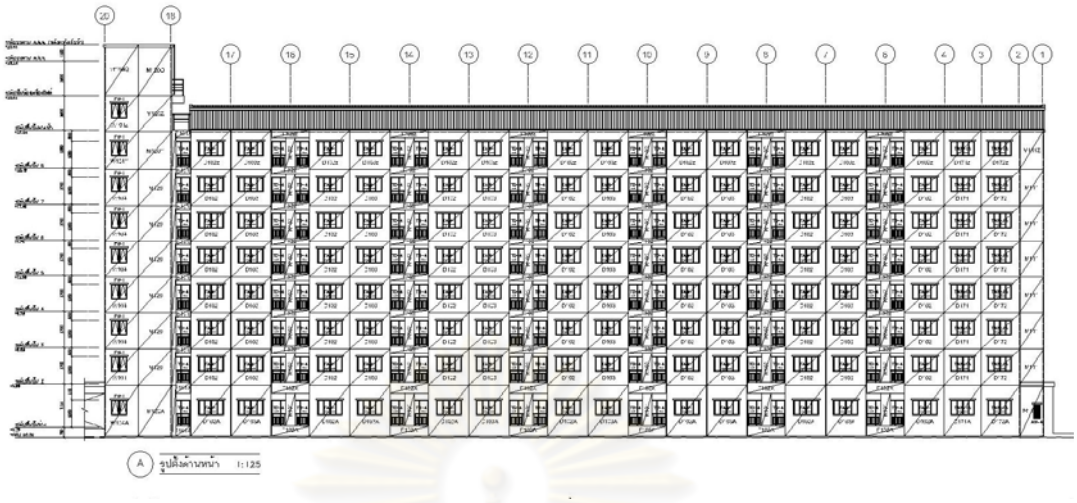


ภาพที่ 4.11 แสดงผังชั้นที่ 1 อาคาร C2



ภาพที่ 4.12 แสดงผังชั้นที่ 2-8 อาคาร C2

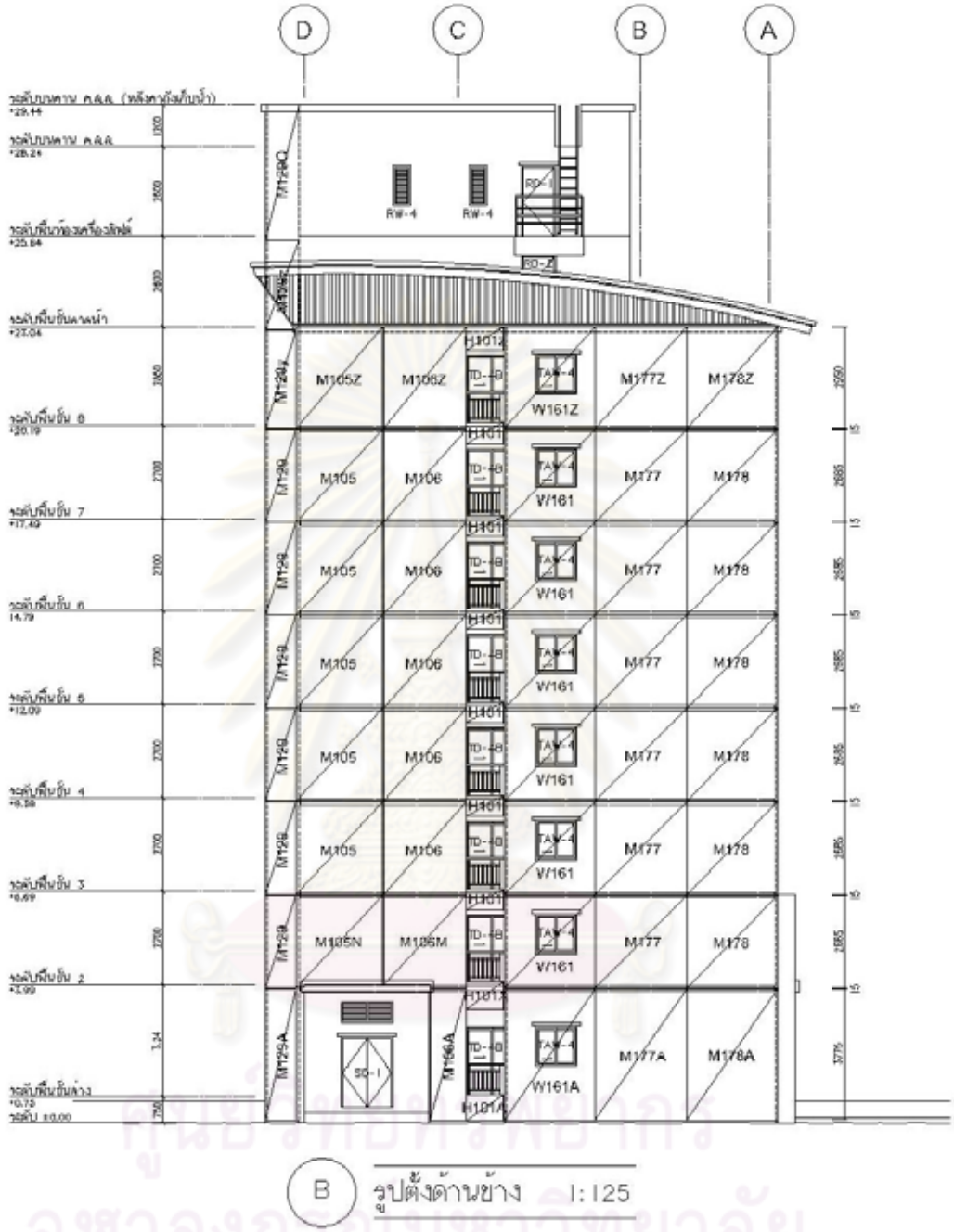
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



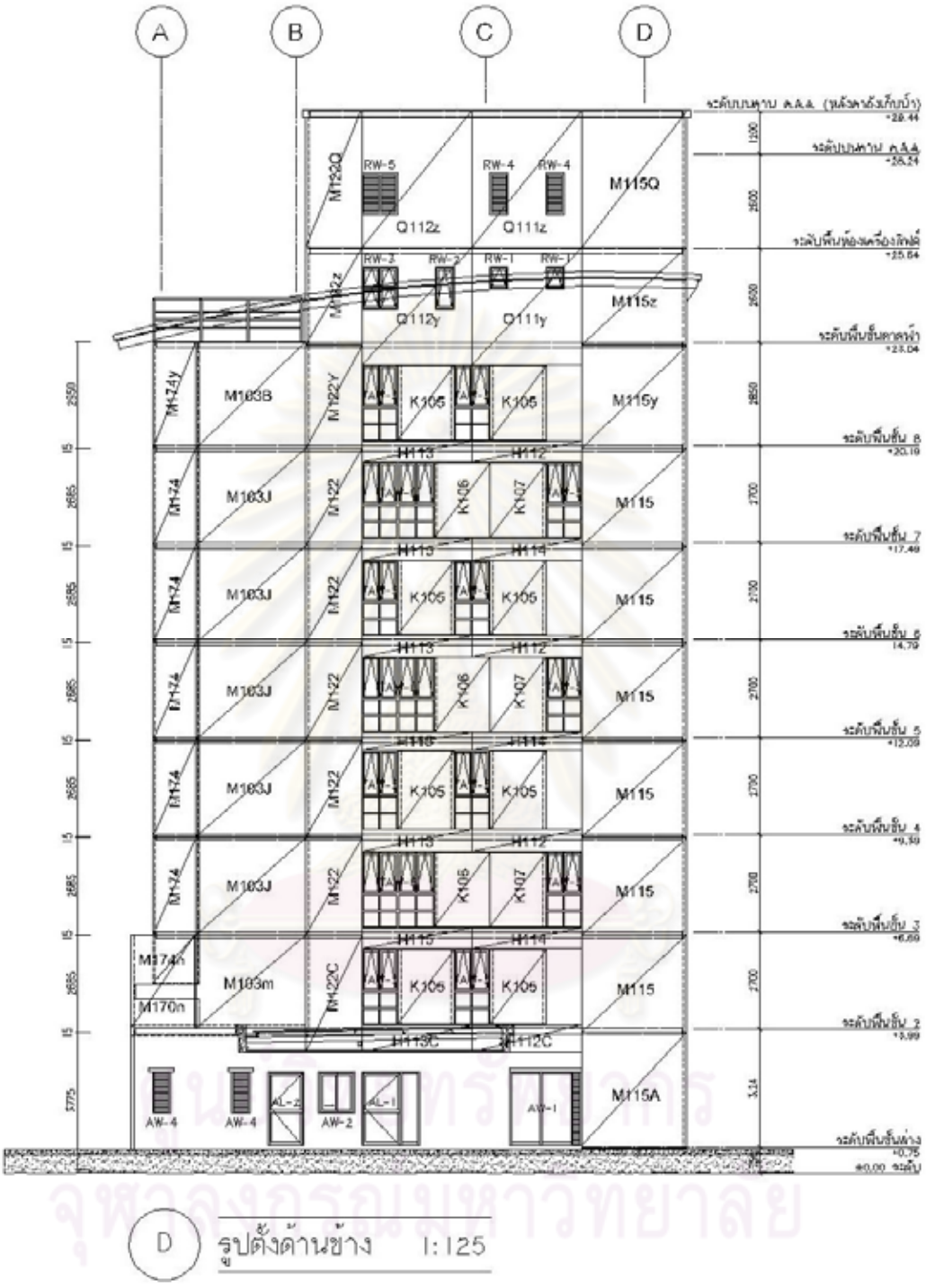
ภาพที่ 4.13 แสดงรูปด้านหน้าอาคาร C2

ภาพที่ 4.14 แสดงรูปด้านหลังอาคาร C2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.15 แสดงรูปด้านข้าง 1 อาคาร C2



ภาพที่ 4.16 แสดงรูปด้านข้าง 2 อาคาร C2

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 2 โครงการ

ลำดับที่	รายการ	โครงการ1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
1	ประเภทโครงการ	อาคารชุด	อาคารชุด
2	จำนวนชั้นรวม	8 ชั้น	8 ชั้น
3	จำนวนชั้นพักอาศัย	8 ชั้น	8 ชั้น
4	จำนวนยูนิต	1,520 ยูนิต	1,568 ยูนิต
5	เนื้อที่โครงการ	23 – 2 – 70.33 ไร่	12 – 3 – 0 ไร่
6	จำนวนอาคาร	16 อาคาร	7 อาคาร

ที่มา : การสำรวจโดยผู้วิจัย

รายละเอียดการก่อสร้าง

วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโดยทั่วไปใช้วัสดุพื้นฐานประเภทเดียวกันทั้ง 2 โครงการ แต่มีความแตกต่างกันในส่วนระบบการก่อสร้าง รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้าง

ลำดับที่	รายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
1	งานเสาเข็ม	เสาเข็ม I 0.3 * 0.3m	เสาเข็ม I 0.35 * 0.35 m เสาเข็ม I 0.40 * 0.40 m
2	โครงสร้างอาคาร	ผนังรับน้ำหนัก พื้นสำเร็จรูป	เสา ค.ส.ล. หล่อในที่ คาน ค.ส.ล. หล่อในที่(ชั้นที่1) พื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง (Post-tensioned Slab) ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว (Bonded System)

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดประกอบการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก
3	หลังคา	ค.ส.ล.	แผ่นเหล็กรีดลอน (Metal sheet)
4	งานผนังภายนอก	ผนังก่ออิฐ (ก่ออิฐมวลเบา)	ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป (Precast R.C.Panel)
5	งานผนังภายใน	ระบบผนังรับน้ำหนัก	ผนังก่ออิฐ (ก่ออิฐมอญ)
6	พื้นผิว	กระเบื้อง พื้นไม้ลามิเนต	พื้นไม้ลามิเนต
7	ประตู-หน้าต่าง	วงกบอลูมิเนียม กรอบบานอลูมิเนียม กระจกใส	วงกบอลูมิเนียม กรอบบานอลูมิเนียม กระจกใส
8	ฝ้าเพดาน	ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม.	ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม.
9	งานสี	ทาสีอาคารด้วยสีพลาสติก	ทาสีอาคารด้วยสีพลาสติก

ที่มา : การสำรวจโดยผู้วิจัย

ลักษณะการดำเนินการก่อสร้าง

1. <u>โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก</u>

ลักษณะเป็นโครงการอาคารชุด สูง 8 ชั้น 16 หลัง เพื่อใช้เป็นอาคารชุดพักอาศัย และการพาณิชย์ (บางอาคาร) โดยมีบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ที่เป็นเจ้าของโครงการและบริหารงานก่อสร้าง ทางบริษัทได้จัดหาบริษัทผู้ออกแบบ บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม , งานโครงสร้างและงานระบบประกอบอาคาร บริษัทผู้ควบคุมงานเอง ในเบื้องต้นได้คัดเลือกบริษัทที่มีความชำนาญในการก่อสร้างอาคารชุดโดยเฉพาะ จากการเสนอราคาและเสนอเงื่อนไขด้านเวลาในการก่อสร้าง จึงคัดเลือกบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้างและงานระบบประกอบอาคารเป็นบริษัทที่มาจากต่างประเทศที่มีความชำนาญในงานระบบผนังรับน้ำหนัก จากการจัดทำแผนการก่อสร้างอาคารทั้ง 16 หลัง มีรายละเอียดดังนี้

1.1 งานตอกเสาเข็ม

อาคาร A,B,C,D,E,F,G,H	เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2549 – กุมภาพันธ์ 2550
อาคาร I,J,K,L,M,N,O,P	เริ่มตั้งแต่เดือน เมษายน 2550 – กรกฎาคม 2550

1.2 งานก่อสร้าง

อาคาร A,B,C,D,E,F,G,H	เริ่มตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2549 – ธันวาคม 2550
อาคาร I,J,K,L,M,N,O,P	เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2550 – พฤษภาคม 2551

แผนการก่อสร้างแล้วเสร็จภายใน 19 เดือน (แต่บริษัทเจ้าของโครงการ คาดว่าโครงการจะแล้วเสร็จทั้งหมดภายในเดือนธันวาคม 2551)

2. <u>โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

ลักษณะ เป็นโครงการอาคารชุด สูง 8 ชั้น 7 หลัง เพื่อใช้เป็นอาคารชุดพักอาศัย การพาณิชย์ (บางอาคาร) โดยมีบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ที่เป็นเจ้าของโครงการ บริหารงานควบคุมงานเอง และจัดจ้างบริษัทผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้เนื่องจากบริษัท ส่วนใหญ่บริษัทได้ดำเนินงานประเภทอาคารชุดเท่านั้น โดยทางบริษัทได้จัดหาบริษัทผู้ออกแบบ บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม , งานโครงสร้าง และ งานระบบประกอบอาคาร เอง และได้ว่าจ้าง บริษัท ที่มีความชำนาญในด้านการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป อีกทั้งยังเป็นบริษัทที่มีความชำนาญในด้านการก่อสร้างระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว ซึ่งการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปควรว่าจ้างบริษัทที่มีความชำนาญทั้งด้านระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและระบบพื้นคอนกรีตท้องแบน เสริมเหล็กรับแรงดึง ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานทั้งสองส่วนต้องสัมพันธ์กัน จึงจะทำให้ใช้ระยะเวลาการก่อสร้างน้อยที่สุด

บริษัทผู้รับจ้างก่อสร้างงานอาคารด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป อยู่ที่จังหวัดนนทบุรี ซึ่งรับจ้างผลิตชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูปมากว่า 10 ปี จากการจัดทำแผนการก่อสร้างอาคารทั้ง 7 หลัง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 งานตอกเสาเข็ม

อาคาร B,C1,C2,D1,D2,E1,E2 เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2550 – กรกฎาคม 2550

2.2 งานก่อสร้างอาคาร

อาคาร B,C1,C2,D1,D2,E1,E2 เริ่มตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2550 – สิงหาคม 2551

แผนการก่อสร้างแล้วเสร็จ ภายใน 16 เดือน

การก่อสร้างบางส่วนได้ดำเนินการไปแล้วก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้าไปศึกษา เช่นงานตอกเสาเข็ม และ งานฐานราก เป็นต้น ดังนั้นงานในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูล และ รูปจากหน่วยงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาทุกขั้นตอนต่อจากงานฐานราก และได้รวบรวมเพื่อมาใช้ประกอบเป็นข้อมูลในงานวิจัย ให้ครบถ้วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

กระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง

งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก โดยผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าบริษัทผู้ประกอบการใช้กระบวนการก่อสร้างดังกล่าวเพื่อต้องการลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ลดปัญหาแรงงานซึ่งปัจจุบันเป็นปัญหาที่รุนแรงมาก และต้องการผลงานที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ ได้ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. กระบวนการก่อสร้าง
    - 1.1 ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต
    - 1.2 รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ
    - 1.3 วิธีการก่อสร้าง
    - 1.4 รายละเอียดการบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง
    - 1.5 รายละเอียดผลการศึกษาต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง
2. ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง

ซึ่งผลการศึกษาเป็นลำดับดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต

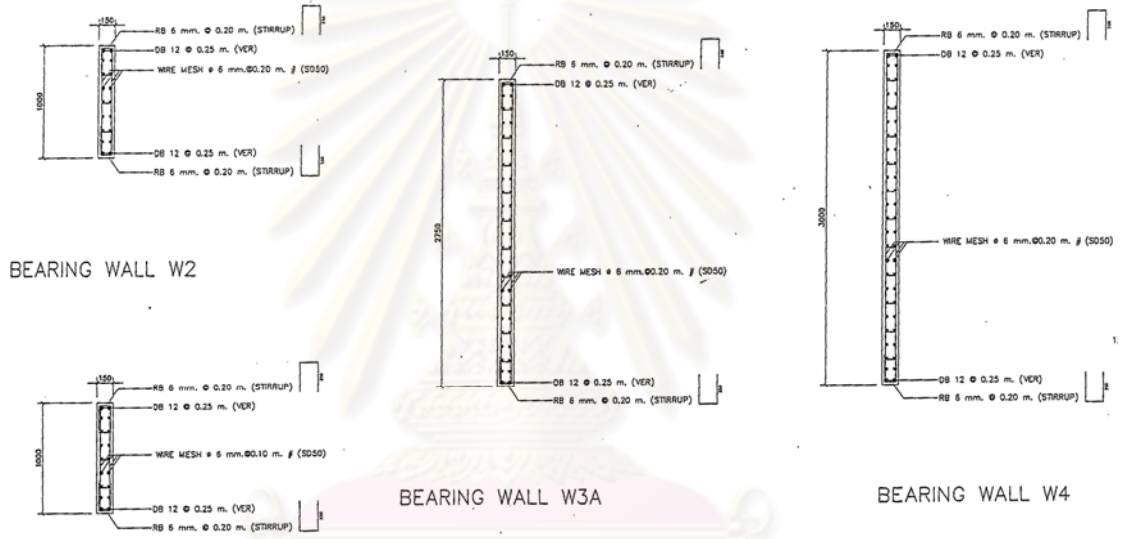
1. <u>โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก</u>

เป็นโครงการที่มีการใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ในการก่อสร้างอาคาร สามารถช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารลงได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านการทำงานหน้างาน ซึ่งยังคงขึ้นกับสภาพอากาศ จำนวนแรงงานฝีมือ ขั้นตอนงานต่างๆ มีดังนี้

1.1 การออกแบบ จะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งผู้ออกแบบได้กำหนดให้ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ส่วนงานพื้นเป็นพื้นสำเร็จรูปชนิด Hollow Core Floor และ พื้นหล่อในที่ แต่เมื่อเริ่มดำเนินการก่อสร้างพื้นสำเร็จรูป Hollow Core Floor ไม่สามารถจัดส่งให้ทันตาม

หมายกำหนดการได้ จึงเปลี่ยนแปลงแบบเป็นพื้นสำเร็จรูป Precast Slab บางส่วน ส่วนงานสถาปัตยกรรมภายนอกอาคารจะใช้ชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปบางส่วน ซึ่งชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปดังกล่าวจะออกแบบเพื่อการตกแต่งเท่านั้น ไม่ได้ใช้รับน้ำหนัก สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบก่อสร้าง มีดังนี้

1.1.1 พิจารณารูปแบบผนังรับน้ำหนัก และ ออกแบบแบบหล่อให้มีความคงทน และ บำรุงรักษาได้ง่าย ทั้งนี้แบบเหล็กต้องมีความหนาและเรียบเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดลอนคลื่นขณะเทคอนกรีต หากแบบเหล็กไม่หนาและเรียบพอเมื่อคอนกรีตแข็งตัวจะทำให้ผนังไม่เรียบและซ่อมยาก



ภาพที่ 5.1 รูปแบบผนังรับน้ำหนัก W2 W3 W3A W4

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

1.1.2 พิจารณารูปแบบพื้นสำเร็จรูปเพื่อใช้ทดแทนพื้นสำเร็จรูปชนิด Hollow Core Floor โดยใช้การหล่อพื้นสำเร็จรูปบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้างเพื่อสะดวกในการขนส่ง จัดหาพื้นที่ที่ใช้หล่อพื้นสำเร็จรูป และ สถานที่กองเก็บ

ภาพที่ 5.2 พื้นชนิด Hollow Core Floor

ภาพที่ 5.3 พื้นชนิด Precast Slab

1.1.3 พิจารณารูปแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป คำนึงถึงความเป็นไปได้ ในการทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วนว่าสามารถทำการผลิตและติดตั้งได้หรือไม่ กำหนดตำแหน่งจุดรอยต่อของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูป

1.1.4 พิจารณาการขนส่งและการติดตั้ง การออกแบบเมื่อเลือกขนาดชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงน้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปเช่นกัน โดยพิจารณาว่าเมื่อเลือกขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปแล้วจะสามารถทำการยกและขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกหรือไม่ หากมีปัญหาจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร ในโครงการ 1 ชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปทั้งหมดจะเป็นพื้นสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ต้องใช้ทาวเวอร์เครนที่ Site งานก่อสร้างรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 4.3 ตัน ยกและขนส่งโดยรถเทลเลอร์

1.1.5 พิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งทาวเวอร์เครน ซึ่งโครงการ 1 ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 9 ตัว โดยออกแบบตำแหน่งการติดตั้งทาวเวอร์เครนที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้งานก่อสร้างเป็นไปด้วยความรวดเร็ว รายละเอียดดังนี้

TC1 Potain : Free standing, with jib length 40 m.

TC2 Sheyang building machiner : Free standing, with jib length 35 m.

TC3 Comedil : Free standing, with jib length 42 m.

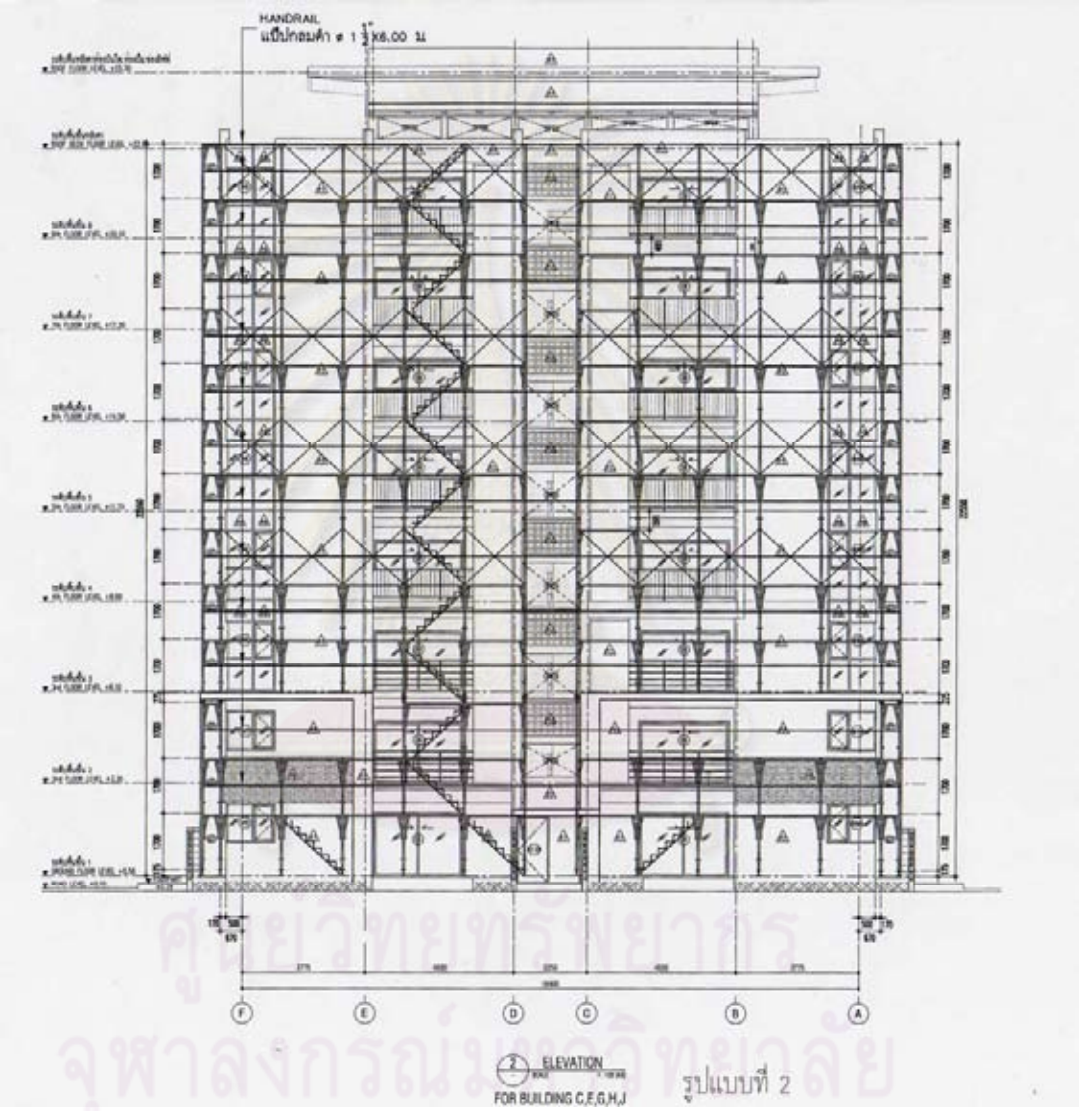
TC4 Jianuan : Free standing, with jib length 50 m.

TC5 Potain : (Telescopic Tower) with jib length 45 m.

TC6 Potain : (Telescopic Tower) with jib length 50 m.

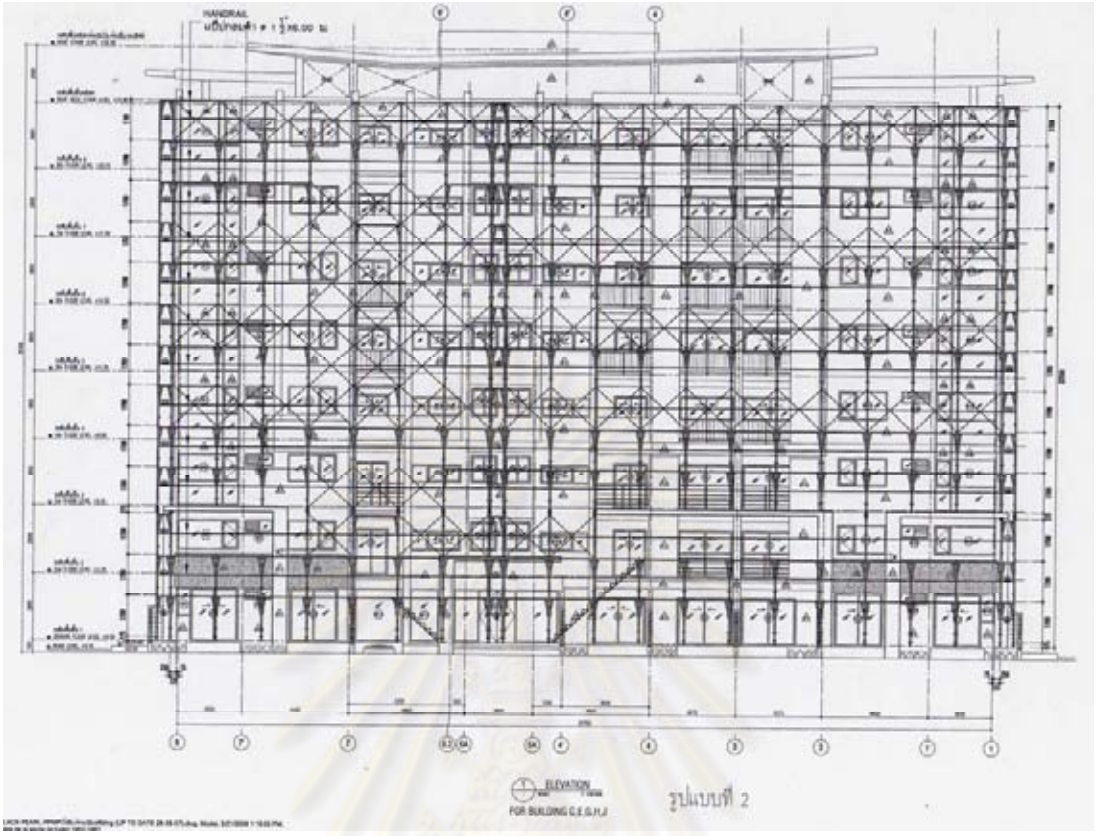
1.1.6 พิจารณาขนาด จำนวน และ ตำแหน่ง ในการติดตั้งนั่งร้าน โดยจะต้องให้วิศวกรเป็นผู้ออกแบบ และ ขออนุญาตกับทางราชการในการใช้แบบดังกล่าว เนื่องจาก

ผนังภายนอกอาคารเป็นผนังก่ออิฐ จึงต้องมีการก่อ และ ฉาบภายนอกอาคาร จึงมีความจำเป็นต้องตั้งนั่งร้านรอบอาคาร และ มีความสูงเกือบเท่าความสูงของอาคาร ดังนั้นการออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โดยต้องพิจารณาน้ำหนักของนั่งร้านที่ซ้อนทับกันขึ้นไป และแรงลมที่จะมาปะทะ เพื่อไม่ทำให้นั่งร้านล้มพังลงมาก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน



ภาพที่ 5.4 แบบการตั้งนั่งร้านด้านข้าง

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J



ภาพที่ 5.5 แบบการตั้งนั่งร้านด้านหน้า

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ภาพที่ 5.6 แสดงการตั้งนั่งร้าน

1.2 การทำแบบก่อสร้าง ส่วนใหญ่ขั้นตอนนี้สำหรับงานระบบผนังรับน้ำหนักมีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบก่อสร้างโดยทั่วไป ส่วนงานชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปหลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม และกำหนดรูปแบบมาแล้ว จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนและกำหนดการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ โดยต้องนำมาพิจารณา

ในเรื่องความสามารถในการทำงาน การประกอบติดตั้งชิ้นส่วน ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดรอยต่อ ตำแหน่งยกชิ้นส่วน เนื่องจากชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก อาจเกิดการแตกหักขณะทำการยกได้ จึงต้องคำนึงในเรื่องดังกล่าวอย่างมาก

การทำแบบก่อสร้างจะต้องทำแบบควบคู่ไปกับการวางแผนการทำงาน (Cycle Plan) และ กำหนดทีมงานในการทำงานแต่ละประเภท อีกทั้งจัดทำแผนเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย (Safety) โดยกำหนดกรรมวิธีในการทำงาน อุปกรณ์ที่ใช้งาน จัดเตรียมสถานที่หน่วยงานให้มีความปลอดภัย สุดท้ายสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การอบรมผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด

1.3 การเตรียมแบบหล่อผนังรับน้ำหนัก ต้องทำการออกแบบให้มีความคงทนและ บำรุงรักษาได้ง่าย แบบเหล็กมีความหนา 9 มม. แบบเหล็กต้องมีความหนาและเรียบเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดลอนคลื่นขณะเทคอนกรีต หากแบบเหล็กไม่หนาและเรียบพอเมื่อคอนกรีตแข็งตัวจะทำให้ผนังไม่เรียบและซ่อมยากและต้องมีการตรวจสอบแบบหล่อผนังรับน้ำหนักทุกครั้งก่อนการตั้งแบบหล่อคอนกรีต หากพบว่าชำรุด ต้องนำออกไปซ่อมให้มีสภาพที่ดีจึงจะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนใหญ่ความชำรุดมักจะพบว่าแผ่นเหล็กที่เป็นแบบเสียหาย ก็จะทำการเปลี่ยนแผ่นเหล็กดังกล่าว โดยไม่มีการกำหนดว่าจะต้องเปลี่ยนเมื่อใด แต่จะเปลี่ยนเมื่อตรวจพบความชำรุดเท่านั้น

ภาพที่ 5.7 แสดงแบบหล่อผนังรับน้ำหนัก

1.4 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปดังนี้

1.4.1 พื้นสำเร็จรูปชนิด Precast Slab มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของห้องที่จะนำพื้นดังกล่าวไปวาง

1.4.2 คานสำเร็จรูป (Precast Beam) ใช้เป็นงานตกแต่งภายนอกอาคาร

1.4.3 บันไดสำเร็จรูป (Precast Stair)

ภาพที่ 5.8 แสดงพื้นสำเร็จรูป Precast Slab

ภาพที่ 5.9 แสดงคานสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.10 แสดงบันไดสำเร็จรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่บริเวณลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป อยู่บริเวณศูนย์กลาง ตั้งอยู่รอบทาวเวอร์เครน แบ่งเป็น

1.1) ลานหล่อพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปชนิด Precast Slab เป็นแนวยาวขนานกันบริเวณติดกับทาวเวอร์เครน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาด และ น้ำหนักมากที่สุด จึงต้องกำหนดตำแหน่งลานหล่อให้อยู่ใกล้ทาวเวอร์เครนที่สุด ขนาดลานหล่อ ประมาณ 10 X 40 เมตร จำนวน 2 ลาน

1.2) ลานหล่อบันไดสำเร็จรูป พื้นที่ติดกับทาวเวอร์เครน และ อยู่ระหว่างลานหล่อพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป ขนาดลานหล่อประมาณ 10 X 10 เมตร จำนวน 2 ลาน

โดยบริเวณลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภท พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปชนิด Precast Slab และ บันไดสำเร็จรูป จะต้องอยู่ภายในรัศมีห่างจากจุดศูนย์กลางของทาวเวอร์เครนไม่เกิน 24.36 เมตร โดยทาวเวอร์เครนสามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 4,381 กิโลกรัม

1.3) ลานหล่อคานสำเร็จรูป พื้นที่ตั้งอยู่ด้านข้างลานหล่อพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไกลจากทาวเวอร์เครน ทั้งนี้เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่า ขนาดลานหล่อประมาณ 11 X 11 เมตร จำนวน 4 ลาน

โดยบริเวณลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภท คานสำเร็จรูป จะต้องอยู่ภายในรัศมีห่างจากจุดศูนย์กลางของทาวเวอร์เครนไม่เกิน 34.80 เมตร โดยทาวเวอร์เครนสามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 2,859 กิโลกรัม

ภาพที่ 5.11 แสดงลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.12 แสดงโต๊ะหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2) ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Stock) พื้นที่ตั้งอยู่ถัดจากลานหล่อพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab และ ลานหล่อคานสำเร็จรูป ขนาดพื้นที่ประมาณ 28 X 30 เมตร จำนวน 2 ลาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.13 แสดงส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3) ส่วนเก็บวัสดุ จะแยกเป็น ลานเก็บตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป (Wire Mesh Stock) และลานเหล็กเส้น (Rebar Yard) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณฝั่งตรงข้ามกับลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยมีถนนภายในขนาดกว้าง 8 เมตรคั่นอยู่ สะดวกสำหรับการส่งวัสดุเข้าหน่วยงานเพื่อนำมาใช้งานต่อไป โดยลานเก็บตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป มีขนาดพื้นที่ประมาณ 23 X 23 เมตร และ ลานเหล็กเส้น มีขนาดพื้นที่ประมาณ 27 X 30 เมตร ยังมีพื้นที่ด้านข้างถนนภายในบริเวณใกล้เคียงยังสามารถใช้เป็นลานเหล็กเส้นได้อีก ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีถนนผ่านบริเวณนั้นเพื่อให้รถขนส่งวัสดุขนวัสดุมากองบริเวณดังกล่าวได้

ภาพที่ 5.14 แสดงส่วนเก็บวัสดุ

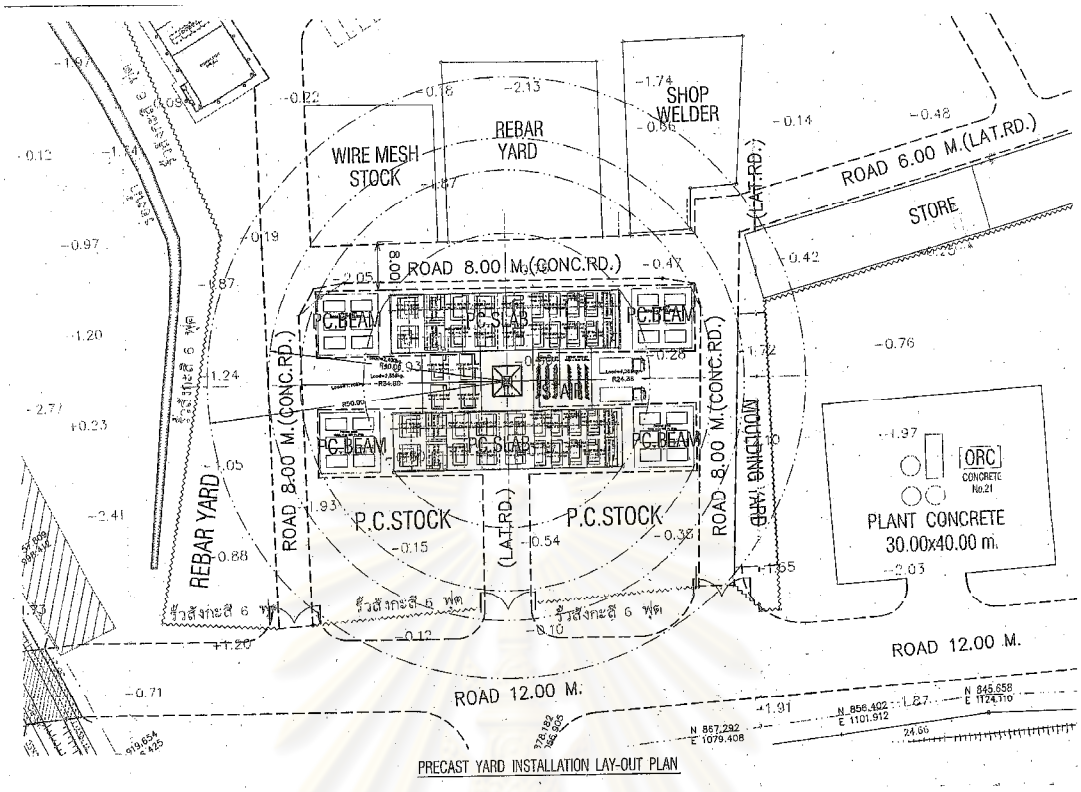
4) โรงเชื่อมงานเหล็ก (Shop Welder) ตั้งอยู่ติดกับลานเหล็กเส้น มีขนาดพื้นที่ประมาณ 20 X 33 เมตร

ภาพที่ 5.15 แสดงโรงเชื่อมงานเหล็ก

โดยบริเวณพื้นที่ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนเก็บวัสดุ และโรงเชื่อมงานเหล็กจะต้องอยู่ภายในรัศมีห่างจากจุดศูนย์กลางของทาวเวอร์เครนในช่วง 40 เมตร โดยทาวเวอร์เครนสามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 2,400 กิโลกรัม และตำแหน่งที่ไกลสุดของส่วนเก็บวัสดุจะต้องอยู่ภายในรัศมีห่างจากจุดศูนย์กลางของทาวเวอร์เครนไม่เกิน 50 เมตร โดยทาวเวอร์เครนสามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 1,700 กิโลกรัม

5) ส่วนสโตร์เก็บของตั้งอยู่ถัดจากโรงเชื่อมงานเหล็ก มีถนนภายในขนาด 6 และ 8 เมตร ผ่านอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.16 แสดงแผนผังแสดงลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(Precast yard Installation Lay-out Plan)

1.5 รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.5.1 พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab วิธีผลิตเริ่มจาก การเตรียมแบบหล่อซึ่งมีแบบข้าง และ แบบพื้น โดยจะทำความสะอาดและเช็ดแบบหล่อ ทาน้ำมันแบบหล่อ เพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก ชิ้นงานไม่แตกหรือติดแบบหล่อ ทำการสร้างแบบลงบนแบบพื้น และ กั้นแบบข้าง โดยตรวจเช็คให้ตรงตามแบบที่สร้างไว้ นำตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป หรือตะแกรงเหล็กเส้น ตามกำหนดที่ออกแบบไว้มาวาง และ หนุนด้วยขาเหล็กหรือขา PVC เป็นระยะเพื่อให้เหล็กอยู่ห่างจากตัวแบบหล่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้งก่อนจะทำการเทคอนกรีตลงในแบบบางครั้งจะต้องทำการเตรียมช่องเปิดหรือ ใช้เหล็กตะแกรงฉีกกั้นกันคอนกรีตไม่ไหลออกบริเวณนั้นเพื่อทำให้พื้นลดระดับ และใส่หูเหล็กตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้ สำหรับยกแผ่นพื้น ก่อนทำการเทคอนกรีต

ภาพที่ 5.17 การเตรียมงานหล่อพื้นสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.18 พื้นสำเร็จรูปที่ต่างระดับ

ขณะเทคอนกรีตใช้คอนกรีตขนาดรับกำลังอัดประลัย 350 KSC. Cube จะต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีตไฟฟ้าจุ่มในแนวดิ่ง ไม่ให้ลากไปตามแนวราบ เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีความแน่นไม่มีฟองอากาศ และ ต้องแต่งผิวหน้าชิ้นงานให้เรียบ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวต้องกำหนดชื่อชิ้นงานที่หล่อเสร็จแล้ว โดยกำหนดชื่อตามแบบและอาคารที่ใช้ จึงใช้ทาวเวอร์เครนยกขึ้นไปเก็บไว้ที่ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อรอการใช้งานต่อไป

ภาพที่ 5.19 แสดงพื้นสำเร็จรูปที่หล่อเสร็จและกำหนดชื่อชิ้นงาน

1.5.2 คานสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตคล้ายคลึงกับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป หากแต่เปลี่ยนเหล็กเสริม จากตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป เป็นเหล็กเส้นที่มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ตัดเหล็ก ผูกเหล็ก จากลานเหล็กเส้น

ภาพที่ 5.20 แบบหล่อคาน

ภาพที่ 5.21 การกั้นแบบ และหล่อคานสำเร็จรูป

1.5.3. บันไดสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตคล้ายคลึงกับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ คานสำเร็จรูป เหล็กเสริมเป็นเหล็กเส้นที่มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ตัดเหล็ก ผูกเหล็ก จากลานเหล็กเส้น โดยแบบหล่อจะวางตั้งขึ้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการแกะแบบหล่อ

ภาพที่ 5.22 แบบหล่อบันไดสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.23 บันไดสำเร็จรูป

ดังนั้นการทำงานที่คล้ายคลึงกันของชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด เริ่มด้วยงานแบบหล่อ และ การเทคอนกรีตจะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ของ ORC ซึ่งตั้งโรงงานผลิตอยู่ในหน่วยงานใกล้กับลานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยกำหนดให้ใช้ค่า Strength ของคอนกรีต ณ 28 วัน อยู่ที่ 350 KSC. Cube รถขนส่งคอนกรีตจะส่งคอนกรีตไปยังตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นจะนำไปเทใน Bucket และใช้ทาวเวอร์เครน(รับน้ำหนักได้สูงสุด 4.3 ตัน) ทำการยก Bucket ขึ้นเพื่อนำไปเทใน

แบบหล่อ และระหว่างที่เท จะต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีตไฟฟ้า เขย่าไปในส่วนแบบหล่อที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อไล่ฟองอากาศออกจนหมด จากนั้นใช้แรงงานคน ทำการปาดแต่งหน้าปูน ขัดตกแต่งผิวให้เรียบร้อย และต้องบ่มคอนกรีต (Curing) เพื่อควบคุมและป้องกันมิให้น้ำส่วนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาระเหยออกไป ส่งผลต่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ทำให้คอนกรีตมีคุณสมบัติทนทาน ไม่สึกกร่อน และ ช่วยลดการหดตัว การบ่มคอนกรีตจะทำโดยการบ่มเปียกด้วยน้ำ หลังจากคอนกรีตแข็งตัว เมื่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปรับแรงจากน้ำหนักน้ำหนักบรรทุกคงที่ และ แรงที่เกิดจากการยกได้ จึงจะสามารถยกคอนกรีตออกจากแบบได้

ภาพที่ 5.24 แสดงทาวเวอร์เครนที่ใช้ขนส่ง

เมื่อบ่มคอนกรีตจนได้อายุแล้ว ก็จะถอดแบบหล่อออกและทำการยกชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูปด้วยทาวเวอร์เครน เพื่อนำไปไว้ที่ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำการตรวจสอบคุณภาพ และทำการตกแต่งผิวอีกครั้งในกรณีที่ชิ้นงานมีการแตกหักเล็กน้อย จากนั้นรอการขนส่งโดยรถเทรลเลอร์ไปใช้ที่หน้างานต่อไป

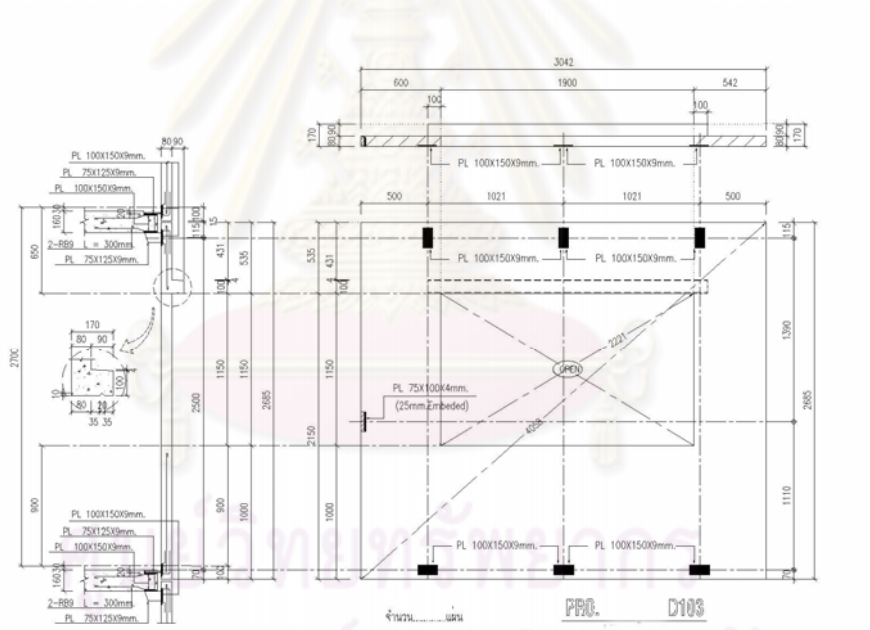
2. <u>โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

เป็นโครงการที่มีการใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนและระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารลงได้ การใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน มีการทำงานเช่นเดียวกับการก่อสร้างทั่วไป ส่วนการใช้ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกมีข้อจำกัดในด้านการขนส่งและการติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ขั้นตอนงานต่างๆ มีดังนี้

2.1 การออกแบบ บริษัทเจ้าของโครงการจะจ้างบริษัทในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยบริษัทเจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนดระบบกรรมวิธีในการก่อสร้างและจัดจ้าง

บริษัทผู้รับเหมา ซึ่งบริษัทผู้รับเหมาเป็นผู้จัดจ้างบริษัทรับออกแบบและก่อสร้างงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลังชนิดที่มีการยึดเหนี่ยวของลวดเกลียวแรงดึงสูง (Bonded Tendon) กับงานผลิตและติดตั้งระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป โดยงานทั้ง 2 ประเภทต้องเป็นบริษัทเดียวกัน เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการทำงาน โดยต้องนำเสนอแบบรายละเอียด (Shop drawing) พร้อมรายการคำนวณให้กับบริษัทเจ้าของโครงการเพื่ออนุมัติการก่อสร้างและพิจารณาถึงความเหมาะสมในการก่อสร้าง สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบก่อสร้าง มีดังนี้

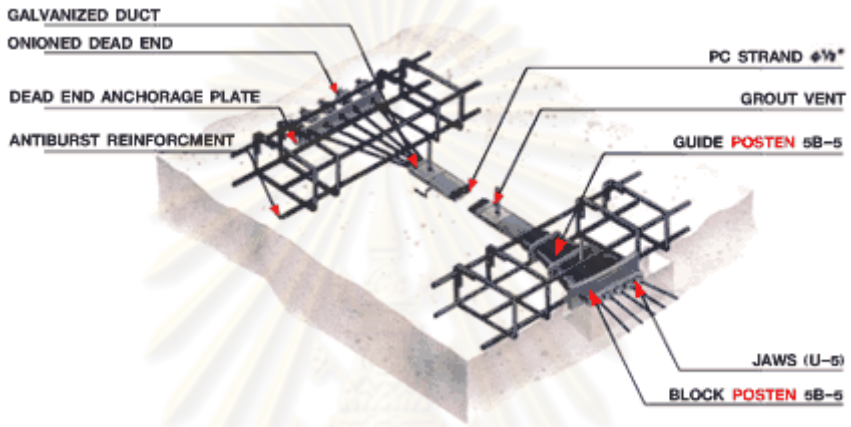
2.1.1 พิจารณารูปแบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยคำนึงถึง ขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปแต่ละชิ้นส่วนว่าสามารถทำการผลิตและติดตั้งได้หรือไม่ จำนวนแผ่น ออกแบบรอยต่อ (Joint) ให้มีความมั่นคงและกันน้ำรั่วซึม ซึ่งรอยต่อมักเป็นจุดอ่อนของงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จึงออกแบบโดยรอบชิ้นส่วนให้เป็น Shear key และออกแบบการอุดรอยต่อ (Sealant) โดยใช้วัสดุเคมี



ภาพที่ 5.25 แสดงแบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.1.2 พิจารณารูปแบบงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลังระบบมีแรงยึดเหนี่ยว ซึ่งประกอบด้วยลวดเหล็กแรงดึงสูง PC.Strand, สมอยึด Anchorage, วัสดุห่อหุ้มลวดชนิดท่อ Galvanized Steel และต้องทำการ Grouting Cement ในระบบนี้จะมีการยึดเกาะระหว่างลวด Strand กับคอนกรีตผ่าน Cement Grout ในระหว่างการใช้งาน ทำให้พฤติกรรมโครงสร้างของพื้นคอนกรีตคล้ายคลึงกับระบบเสริมเหล็กทั่วไป ระบบนี้มักนิยมใช้กับอาคารขนาด

ใหญ่ โดยออกแบบวัสดุที่ใช้ในระบบ เหล็กเสริมล่างเพื่อกันแตก (Shrinkage) และรับแรงขณะใช้งาน เหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา ออกแบบแนวการวางลวดเหล็กแรงดึงสูง (PC. Strand) และกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของระดับในแนวดิ่งได้ไม่เกิน ±4 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาไม่เกิน 20 ซม. และไม่เกิน ±6 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาเกินกว่า 20 ซม. โครงการใช้ความหนาของพื้น 16 ซม.ออกแบบตำแหน่งสมอยึด (Anchorage) ออกแบบ และ กำหนดตำแหน่งการวางแผ่นเหล็ก (Insert Plate) ฝังในพื้นเพื่อใช้ในการยึดผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป



ภาพที่ 5.26 แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว

2.1.3 พิจารณาการขนส่งและการติดตั้ง การออกแบบเมื่อเลือกขนาดชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงน้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปเช่นกัน โดยพิจารณาว่าเมื่อเลือกขนาด, น้ำหนักของชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปแล้วจะสามารถทำการยกและขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกหรือไม่ หากมีปัญหาจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร ในโครงการ 2 ชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปทั้งหมดจะเป็นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ต้องใช้ทาวเวอร์เครนที่หน่วยงานก่อสร้างยกและขนส่งโดยรถบรรทุก 10 ล้อ และ รถเทรลเลอร์ การเลือกออกแบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ มีข้อดี คือจะลดระยะเวลาในการติดตั้ง และ ลดรอยต่อผิวอาคารลงได้ ส่วนข้อเสีย คือ ขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก มีปัญหาในการขนส่ง และ เกิดการแตกร้าวเสียหายได้ง่าย

2.1.4 พิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งทาวเวอร์เครน ซึ่งโครงการ 2 ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 4 ตัว โดยออกแบบตำแหน่งการติดตั้งทาวเวอร์เครนที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้งานก่อสร้างเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

2.1.5 พิจารณาออกแบบระบบความปลอดภัย เนื่องจากการทำงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ซึ่งเป็นงานที่อยู่ขอบอาคารอาจเกิดอันตรายขณะ

ทำงาน เช่น คนทำงานพลัดตกลงมาข้างล่าง หรือ ขณะเชื่อมติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปประกายไฟที่เกิดขึ้นปลิวตกลงมาโดนวัสดุไวไฟจะทำให้ไฟไหม้ หรือ หากมีลมพัดแรงประกายไฟจะปลิวตกลงยังบ้านเรือนข้างเคียงสร้างความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบระบบความปลอดภัย โดยติดตั้งสิ่งป้องกัน(Protection) รอบอาคาร เพื่อป้องกันอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

ภาพที่ 5.27 แสดงการติดตั้งราวกันตก

ภาพที่ 5.28 แสดงการกันประกายไฟขณะเชื่อม

2.2 การทำแบบก่อสร้าง ขั้นตอนนี้คล้ายกับการทำแบบสำเร็จรูปทั่วไป หลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป กำหนดขนาดและการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ โดยต้องนำมาพิจารณาในเรื่องความสามารถในการทำงาน การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดรอยต่อ ตำแหน่งยกและแขวนชิ้นส่วน ขณะทำการติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก อาจเกิดการแตกหักขณะทำการยกได้ จึงต้องคำนึงในเรื่องดังกล่าวอย่างมาก

2.3 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปดังนี้

2.3.1 บันไดสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.29 แสดงบันไดสำเร็จรูป

2.3.2. ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของห้อง

ภาพที่ 5.30 แสดงผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ผลิตที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผลการศึกษารายละเอียดมีดังนี้

โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ 2 ที่ใช้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก จะมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานซึ่งตั้งอยู่ที่ อำเภอ ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี แล้วจึงนำมาประกอบในสถานที่ก่อสร้าง โดยโรงงานมีพื้นที่ประมาณ 3.5 ไร่ หน้ากว้างที่ดิน ประมาณ 42 เมตร ความลึกแต่ละช่วงเสาห่างประมาณ 6 เมตรตลอดความลึกที่ดิน ซึ่งผลิตมากว่า 10 ปี มีหลังคาคลุมยาวตลอด ไม่มีผนัง แบ่งส่วนทำงานออกเป็น 3 Line การผลิต แต่ละ Line จะมีเครนราง 3 ตัว

รวมทั้งหมดมี 9 ตัว (รับน้ำหนักได้ไม่เกิน 3.5 ตัน/ตัว) สามารถทำการผลิตชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปได้สูงสุด 700 - 800 ตร.ม.ต่อวัน โดยเฉลี่ย พื้นที่แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ส่วนสำนักงานโรงงาน ตั้งอยู่ทางด้านหน้าโรงงาน เป็นอาคาร 2 ชั้น โดยอยู่บริเวณชั้น 2 ส่วนชั้นล่างเป็นห้องเก็บอุปกรณ์ มีลักษณะเป็นห้องโล่ง

ภาพที่ 5.31 สำนักงานโรงงาน

2) ส่วนห้องเก็บอุปกรณ์และวัสดุ แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ

บริเวณที่ 1 จะอยู่บริเวณชั้นล่างใต้สำนักงานโรงงาน เป็นห้องที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูป

บริเวณที่ 2 จะใช้เป็นส่วนกองเก็บเหล็กที่ใช้ในการผลิตและใช้เป็นบริเวณสำหรับผูกเหล็ก และ ทำงานเหล็กด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.32 ส่วนห้องเก็บอุปกรณ์บริเวณที่ 1

ภาพที่ 5.33 กองเก็บเหล็กเส้นที่ใช้ในการผลิต

ภาพที่ 5.34 กองเก็บเหล็กแบนที่ใช้ในการผลิต

ภาพที่ 5.35 ส่วนตัดเหล็ก

ภาพที่ 5.36 ส่วนดัดเหล็ก

3) ส่วนลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นลักษณะยกพื้นขึ้นสูงจากระดับพื้นโรงงานประมาณ 1 เมตร โดยเป็นพื้นเรียบในแนวระนาบ มีลักษณะเป็นลานหล่อแบบคล้ายโต๊ะมีขนาด 2.4 X 6 เมตร ที่วางต่อเนื่องกันไปทั้งบริเวณ พื้นใช้เหล็กแผ่นหนา 9 มม. วางบนโครงเหล็ก ยึดติดกับลานหล่อปรับระดับได้โดยใช้เกลียวขัน หากต้องการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปชนิดใดก็จะเข้าแบบด้านข้างโดยใช้เหล็กพับขึ้นรูปหนา 4.5 มม. แบบด้านข้างมักชำรุดและต้องเปลี่ยนภายใน 2-3 เดือน ส่วนแบบพื้นมักชำรุดและต้องเปลี่ยนภายใน 1 ปี โครงใช้เหล็กแป๊บสี่เหลี่ยมขนาด 4” X 2” X 2 มม. และ 2”X 2” X 2 มม. โดยวางแบบด้านข้างตามแนวแบบที่วาดไว้บนพื้นลานหล่อ ทำการยึดให้แน่นกับพื้นโต๊ะ การหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะแบ่งแบบหล่อออกเป็น 3 Line การผลิต ตามแนวความลึกของโรงงาน โดยแต่ละ Line จะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่แตกต่างกันออกไป

ภาพที่ 5.37 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 1

ภาพที่ 5.38 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 2

ภาพที่ 5.39 ลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป Line 3

ภาพที่ 5.40 ลานหล่อปรับระดับได้

ภาพที่ 5.41 ลานหล่อปรับระดับได้โดยใช้เกลียวขัน

4) ส่วนตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะอยู่ส่วนท้ายของโรงงานใน Line 3 เป็นลานโล่ง โดยจะใช้เครนรางยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาวางบน A – Frame หากผิวมีฟองอากาศเล็กๆ ให้ช่างตกแต่งผิวโดยรอบ โดยใช้ปูน Hi – Zag และ ใช้โฟมหนาประมาณ 1 นิ้วเป็นตัวลูบขัดผิว เมื่อตกแต่งเสร็จก็ขนไปเก็บที่ลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อรอขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง

เมื่อถึงเวลา 15.00 – 17.00 น. ก็จะยกขึ้นรถ ระหว่างยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็มีการตกแต่งผิวบริเวณด้านล่างของชิ้นส่วนสำเร็จรูปอีกครั้งก่อนขนขึ้นรถบรรทุก

ภาพที่ 5.42 ส่วนตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5) ส่วนลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะอยู่ส่วนท้ายและด้านข้างของโรงงาน โดยการจัดเก็บชิ้นส่วนมีการวาง 2 แบบ คือ

5.1) การวางชิ้นส่วนในแนวราบ ใช้สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีความหนา 20 – 30 ซม.

5.2) การวางชิ้นส่วนในแนวตั้ง ใช้สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่บาง เช่น แผ่นหน้าต่าง หรือ แผ่นเรียบทั่วไป โดยวางบน A – Frame

ภาพที่ 5.43 แสดงการวางชิ้นส่วนในแนวราบ

ภาพที่ 5.44 แสดงการวางชิ้นส่วนในแนวตั้ง

ภาพที่ 5.45 ลานเก็บด้านหลังโรงงาน

ภาพที่ 5.46 ลานเก็บด้านข้างโรงงาน

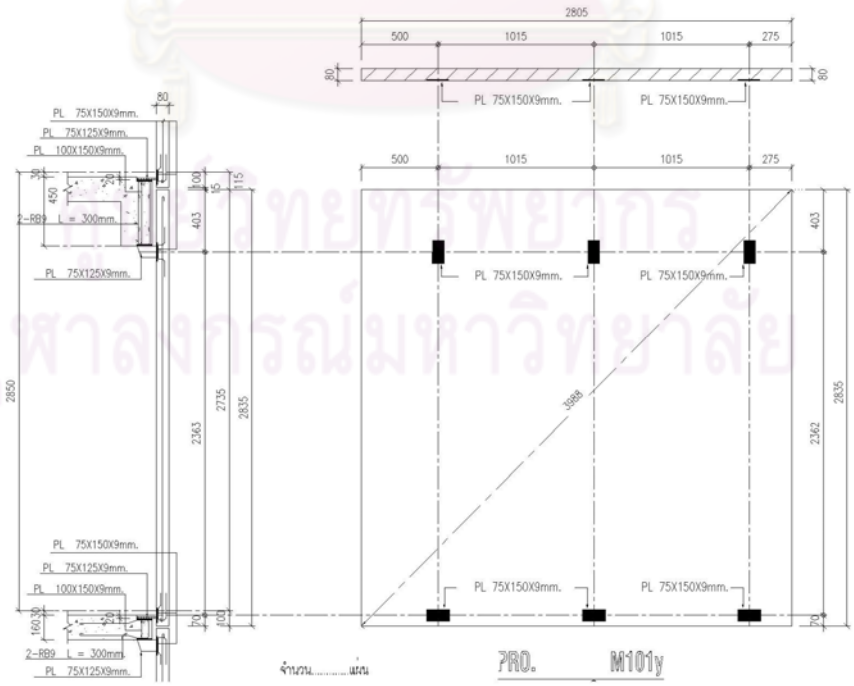
ทางโรงงานจะพยายามขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้างทุกวัน เนื่องจากที่กองเก็บวัสดุมีพื้นที่น้อย หากไม่ขนส่งออกไป จะทำให้การผลิตต้องหยุดชะงัก หน่วยงานก่อสร้างใดมีการระงับการรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามหมายกำหนดการติดต่อกันกว่า 3 วัน ทางโรงงานจะหยุดการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของหน่วยงานนั้นๆ ทันทีและจะเริ่มผลิตของหน่วยงานอื่นต่อไป ทั้งนี้เพื่อไม่ให้มีชิ้นส่วนสำเร็จรูปวางบริเวณลานเก็บมากไป

ภาพที่ 5.47 แสดงการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.4 รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีดังนี้

2.4.1 ขั้นตอนการผลิต วิธีผลิตเริ่มจาก การเตรียมแบบหล่อซึ่งมีแบบข้าง และ แบบพื้น โดยจะทำความสะอาดและเช็ดแบบหล่อ ทาน้ำมันแบบหล่อ เพื่อช่วยในการแกะแบบได้สะดวก ชิ้นงานไม่แตกหรือติดแบบหล่อ



ภาพที่ 5.48 แสดงแบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

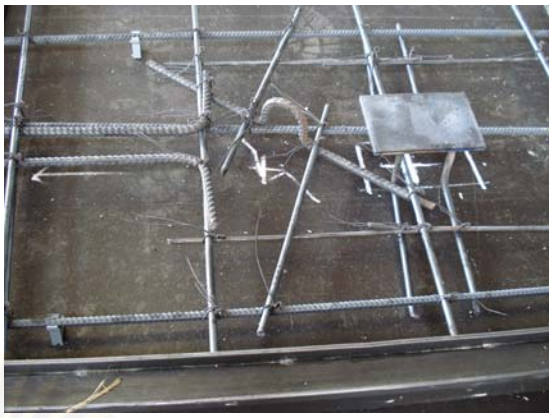
ภาพที่ 5.49 การทำความสะอาดแบบ

วาดแบบลงบนพื้นลานหล่อ ตรวจสอบฉากและเส้นทะแยงมุมเสมอ วางแบบข้างตามแนวที่วาดไว้บนพื้นลานหล่อ ทำการยึดให้แน่นกับพื้นโต๊ะ ทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งติดตั้ง Plate เหล็ก และ หูหิ้ว จากนั้นจะทำการลงตะแกรงเหล็กเสริมขนาด 9 มม.ที่ผูกมาจากโรงผูกเหล็กลงในแบบหล่อ ติดตั้ง Plate เหล็ก ขนาด 100 X 150 X 9 มม.หรือ 75 X 150 X 9 มม.ตามแบบกำหนด หูหิ้วเหล็กขนาด 12 มม.ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบเพื่อใช้เป็นตัวยึดเชื่อมและหิ้วแผ่นขณะติดตั้งชิ้นส่วน หนุนเหล็กเสริมด้วยขา PVC เป็นระยะเพื่อให้เหล็กอยู่ห่างจากตัวแบบหล่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด เมื่อวางเหล็กเสริมและ Plate เหล็ก เรียบร้อยต้องทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้ง ก่อนจะทำการเทคอนกรีต

ภาพที่ 5.50 การวาดแบบลงพื้นลานหล่อ

ภาพที่ 5.51 ตรวจเช็คระยะ

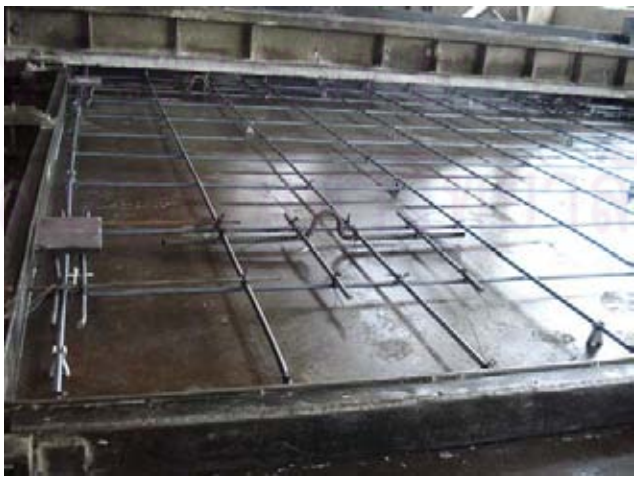
ภาพที่ 5.52 แสดงการยึดแบบข้างปรับระยะ Plate เหล็ก และ หูหิ้วตามตำแหน่งที่กำหนด



ภาพที่ 5.53 แสดงการลงตะแกรงเหล็กของแบบได้

ภาพที่ 5.54 ขา PVCจัดระยะห่างจากตัวแบบหล่อ

ภาพที่ 5.55 แสดง Plate เหล็ก



ภาพที่ 5.56 ชิ้นงานรอเทคอนกรีต

เวลาประมาณ 15.00 – 18.00 น. ของทุกวันจะทำการเทคอนกรีต โดยคอนกรีตผสมเสร็จของ C-PAC ซึ่งมีโรงงานผลิตอยู่ห่างจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปประมาณ 10 กิโลเมตร โดยกำหนดให้ใช้ค่า Strength ของคอนกรีต ณ 28 วันอยู่ที่ 280 KSC. Cube. Slump 8 - 9 ซม. โดยจะเทคอนกรีตประมาณวันละ 30 ลูกบาศก์เมตร รถขนส่งคอนกรีตจะส่งคอนกรีตไปยังด้านหน้าลานหล่อ โดยเทใน Bucket และใช้เครนราง (รับน้ำหนักได้สูงสุด 3.5 ตัน) ทำการยก Bucket เพื่อนำไปเทในแบบหล่อและระหว่างที่เท จะต้องใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า เขย่าไปในเนื้อคอนกรีตที่อยู่ในแบบหล่อ เพื่อไล่ฟองอากาศออกจนหมด ปาดแต่งผิวหน้าคอนกรีตเพื่อกำหนดความหนาตามต้องการใช้แบบเหล็กกันหูหิ้ว ปรับแต่งโดยรอบให้เรียบ ทั้งนี้ขณะเทคอนกรีตอาจทำให้ตำแหน่งPlate เหล็กคลาดเคลื่อนไป จึงต้องใช้เครื่องมือในการปรับแต่งตำแหน่งทุกครั้งและขูดน้ำปูนบริเวณผิวหน้า Plate เหล็กออก จากนั้น ทำการแต่งหน้าปูนอีกครั้งเพื่อตกแต่งผิวให้เรียบร้อย การแต่งหน้าปูนเพื่อความเรียบจะทำการขัดแต่งจำนวน 3 รอบ และต้องไม่มีการโรยปูนผงบริเวณผิวหน้าขณะทำการแต่งเด็ดขาด เพื่อป้องกันการแตกจากผิวปูนผง โดยงานแต่งหน้าปูนจะแล้วเสร็จเวลาประมาณ 24 น. ของทุกวัน

ภาพที่ 5.57 แสดงการ Load คอนกรีตผสมเสร็จใส่ Bucket

ภาพที่ 5.58 แสดงการเทคอนกรีตโดยผู้บังคับเครนราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.59 แสดงการเขย่าคอนกรีตด้วยเครื่องจี้

ภาพที่ 5.60 แสดงการแต่งผิวหน้าคอนกรีต

ภาพที่ 5.61 แสดงการใส่แบบเหล็กกันหูหิ้ว

ภาพที่ 5.62 หูหิ้วแผ่นลอดมากลางแบบ

ภาพที่ 5.63 แสดงการปรับแต่งPlate เหล็ก

ภาพที่ 5.64 แสดงเครื่องมือปรับแต่งPlate เหล็ก

ภาพที่ 5.65 การขูดน้ำปูนบริเวณผิวหน้า Plate เหล็ก และรอแต่งผิวหน้าคอนกรีตอีก 3 ครั้ง

ภาพที่ 5.66 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อเสร็จ

เวลาประมาณ 9.00 น. วันรุ่งขึ้น จะเริ่มถอดแบบข้าง (หลังจากการเทคอนกรีต อย่างน้อย 15-18 ชั่วโมงจึงจะสามารถยกคอนกรีตออกจากแบบได้โดย Strength ของคอนกรีตไม่น้อยกว่า 150 KSC. Cube. และ ใช้เครนรางยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปที่ลานตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยวางตั้งบน A - Frame หรือ แขวนไว้กับรอกเครนราง และทำการบ่มคอนกรีตเพื่อควบคุมน้ำที่ผสมในคอนกรีตไม่ให้ระเหยออกไป จะทำโดยการฉีดน้ำรดคอนกรีตหลังจากวางเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นช่างตกแต่งผิวคอนกรีตจะเริ่มตรวจสภาพสอบคุณภาพผิว หากมีฟองอากาศเล็กๆ ช่าง

จะตกแต่งผิวโดยรอบ โดยใช้ปูน Hi – Zag และ ใช้โฟมหนาประมาณ 1 นิ้วเป็นตัวลูบขัดผิว จากนั้นทำใส่รหัสในชิ้นงานเพื่อสะดวกต่อการขนย้ายไปติดตั้ง ย้ายไปเก็บยังลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งนี้ต้องระมัดระวังในการแตกหัก หรือ บิ่นของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้น A – Frame จึงถูกออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ให้มีรอยบิ่น หรือ ไถล และรอขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง หลังจากการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยจะต้องทำความสะอาดแบบหล่อเสมอ เพื่อทำให้แบบมีความเรียบอยู่เสมอ ชิ้นงานจะได้มีคุณภาพผิวที่ดีต่อไป

ภาพที่ 5.67 การตกแต่งผิวโดยรอบ

ภาพที่ 5.68 เครนยกชิ้นส่วนเข้าลานเก็บชิ้นส่วน

ภาพที่ 5.69 ขา A – Frameออกแบบพิเศษ

ภาพที่ 5.70 การยกชิ้นส่วนขึ้นรถพร้อมส่งไปหน่วยงาน

เมื่อถึงเวลา 15.00 – 17.00 น. ก็จะยกขึ้นรถ ระหว่างยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็มีการตกแต่งผิวบริเวณด้านล่างของชิ้นส่วนสำเร็จรูปอีกครั้งก่อนขนขึ้นรถบรรทุก การขนส่งจะใช้เครนรางที่มีอยู่ในโรงงานยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปยังรถบรรทุก หรือ รถเทรลเลอร์ที่ใช้ขนส่ง โดยจำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่จะขนส่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะแผ่น ดังนี้

1) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแผ่นตรงเรียบ รถบรรทุก 10 ล้อสามารถขนส่งได้ 8-9 แผ่นต่อคัน

2) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแผ่นฉาก รถบรรทุก 10 ล้อสามารถขนส่งได้ 3-4 แผ่นต่อคัน

3) ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแผ่นตรงเรียบ ฉาก รถเทรลเลอร์สามารถขนส่งได้ 80-100 ตรม.ต่อคัน

ภาพที่ 5.71 แสดงชิ้นส่วนสำเร็จรูปแผ่นฉาก

ภาพที่ 5.72 รถบรรทุก10ล้อขนส่ง 8–9 แผ่นต่อเที่ยว

ทางโรงงานสามารถขนส่งออกจากโรงงานได้ตามกำลังผลิต ทั้งนี้หากรถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 2 คันและ รถเทรลเลอร์จำนวน 1 คันของโรงงานไม่สามารถขนส่งได้ครบ ทางโรงงานจะจัดจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาขนส่งเพิ่มเติม และการขนส่งแผ่นขึ้นรถเวลา 15.00 – 17.00 น.และจะขนส่งออกจากโรงงานเฉพาะในตอนกลางคืนเท่านั้น คือเริ่มขนส่งเวลาประมาณ 03.00 น. ถึงหน่วยงานเวลา 05.00 น. ของทุกวันโดยประมาณ เมื่อถึงยังหน่วยงานก่อสร้างที่ถนนรามอินทราก่อสร้างจะใช้ทาวเวอร์เครนที่มีอยู่ในโครงการ ยกชิ้นงานจากรถบรรทุก 10 ล้อ หรือ รถเทรลเลอร์ขึ้นไปแขวนยังตำแหน่งที่ต้องการทำการติดตั้งทันที ทีมงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะยกแขวน 1 แผ่นใช้เวลาประมาณ 8-9 นาที โดยสามารถใช้งานทาวเวอร์เครนได้ตั้งแต่ 05.00 – 07.00 น. เท่านั้น ถ้าเลย 7.00 น.แล้วยังยกแผ่นแขวนไม่เสร็จจะต้องยกวางลงเก็บบริเวณลานสต็อกใกล้ตัวอาคารก่อน การยกวางลง 1 แผ่นใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที จากนั้นรถขนส่งจะกลับมายังโรงงานเพื่อรอสำหรับการขนส่งในเที่ยวต่อไป ส่วนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่วางบริเวณลานสต็อก จะถูกนำขึ้นไปแขวนได้ในเวลาที่ทาวเวอร์เครนว่างจากงานอื่นในระหว่างวัน โดยทีมติดตั้งจะประสานงานกับโฟร์แมนหน้างานเพื่อขอใช้ทาวเวอร์เครน

การแขวนชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทางวิศวกรประจำโครงการจะอนุญาตให้แขวนได้ไม่เกิน 20 ชั่วโมงเท่านั้น ทีมติดตั้งต้องทำการติดตั้งให้เสร็จ

ภาพที่ 5.73 การแขวนชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.4.2 ค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการผลิต

2.4.2.1 แบบหล่อคอนกรีต

1) ระดับของแบบพื้นหล่อ	+/- 3 มม.
2) ขนาดความกว้าง-ยาว	+/- 3 มม.
3) เส้นทะแยงมุม	+/- 3 มม.
4) ความยาวเส้นทะแยงมุมที่ต่างกัน	+/- 3 มม.
5) ระดับของแบบข้าง	+/- 3 มม.
6) ตำแหน่งของชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	+/- 3 มม.
7) ตามฉากของแผ่น	+/- 1 มม.

2.4.2.2 ผนังสำเร็จรูป

1) ความกว้าง-ยาว	+/- 4 มม.
2) เส้นทะแยงมุม	+/- 4 มม.
3) ความหนา	+/- 3 มม.
4) ตำแหน่งชิ้นส่วนยึดติดตั้ง	+/- 3 มม.
5) การบิดตัว	+/- 3 มม.
6) การแอ่นตัว	L/100 มม.
7) การผิดรูป	+/- 3 มม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8) ความฉากของแผ่น(วัดที่ความหนา) +/- 2 มม.

9) ความเรียบของแผ่น +/- 3 มม.

10) ตำแหน่งช่องเปิด +/- 3 มม.

ที่มา : จากข้อกำหนดสำหรับงาน Precast Concrete ของบริษัทที่เป็นผู้ผลิตผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปให้โครงการ2

2.4.3 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.4.3.1 พื้นที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาด 3.5 ไร่ ประกอบด้วย

1) ส่วนลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาด 1.5 ไร่

2) ส่วนลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาด 0.5 ไร่

2.4.3.2 ปริมาณคอนกรีตผสมเสร็จที่ใช้ในการผลิตต่อวัน 30 – 60 ลบ.ม.

2.4.3.3 ปริมาณชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตได้สูงสุดต่อวัน 700 – 800 ตรม.

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้โครงการ 2

2.4.4 จำนวนแรงงานในโรงงานผลิต

2.4.4.1 ส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวนแรงงานรวม 95–96 คน

1) ส่วนสำนักงาน จำนวน 9 คน

2) ทีมงานทำแบบหล่อ จำนวน 8 คน

3) ทีมงานผูกเหล็ก จำนวน 9–10 คน

4) ทีมงานคอนกรีต จำนวน 36 คน

5) ทีมเครน จำนวน 12 คน

6) ทีมงานตกแต่งผิวชิ้นส่วนสำเร็จรูป จำนวน 15 คน

7) ทีมงานซ่อมบำรุงเครื่องมือ เครื่องจักร จำนวน 6 คน

จำนวนแรงงานรวมทั้งสิ้น 95 – 96 คน

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ โครงการ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.5 จำนวนเครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.4.5.1. เครนรางขนาด 3.5 ตัน	จำนวน 9 ตัว
2.4.5.2. รถ 10 ล้อ	จำนวน 2 คัน
2.4.5.3. รถเทรลเลอร์	จำนวน 1 คัน
2.4.5.4. เครื่องจี้คอนกรีต	จำนวน 3 เครื่อง
2.4.5.5. ตู้เชื่อม	จำนวน 9 เครื่อง
2.4.5.6. มอร์เตอร์เจียร์	จำนวน 3 เครื่อง

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้โครงการ 2

รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ

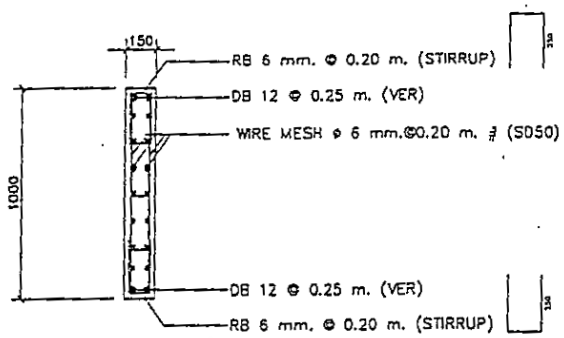
1. <u>รูปแบบงานผนังโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก</u>

1.1 ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน

เป็นระบบผนังที่มีวัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน คือ คอนกรีต ที่ถูกออกแบบให้รับแรงอัดที่เกิดจากน้ำหนักพื้นและหลังคา เสริมด้วยเหล็กเพื่อให้ผนังมีความสามารถในการรับแรงดึง ผนังรับน้ำหนักต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถถ่ายเทแรงลงสู่ฐานรากได้ ผนังภายในอาคารทำหน้าที่แบ่งพื้นที่ใช้สอยต่างๆ ภายในอาคาร ดังนั้นการจัดวางตำแหน่งผนังรับน้ำหนักซึ่งถือเป็นโครงสร้างของอาคารควรสอดคล้องกับการจัดวางพื้นที่ภายในและสามารถวางงานระบบไว้ภายในผนังรับน้ำหนักได้ด้วย

ผนังรับน้ำหนักที่ใช้ก่อสร้างอาคาร J ของโครงการ 1 คิดเป็นพื้นที่ 2,806 ตร.ม. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

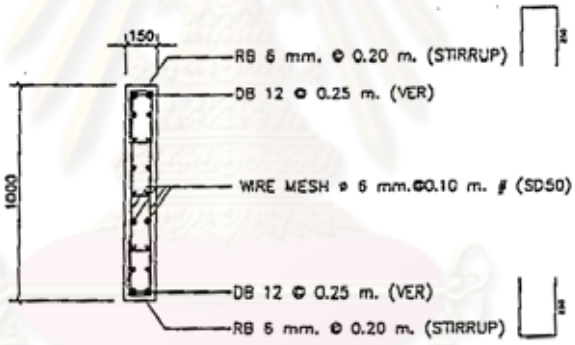
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



BEARING WALL W2

ภาพที่ 5.74 แสดงผนังรับน้ำหนัก W2

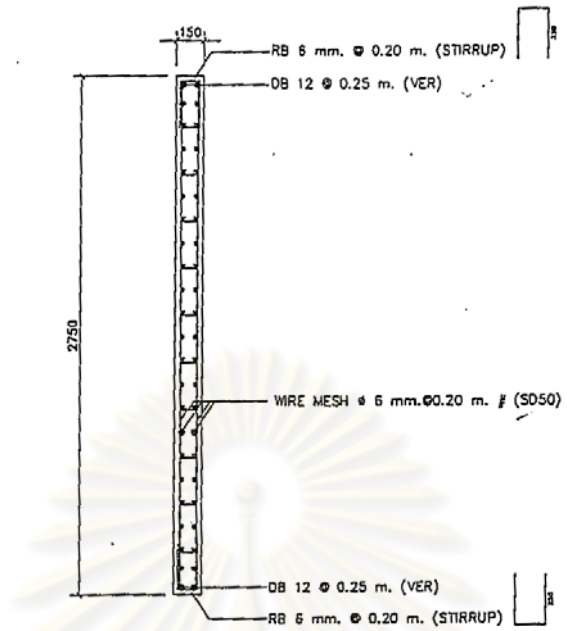
ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J



BEARING WALL W3

ภาพที่ 5.75 แสดงผนังรับน้ำหนัก W3

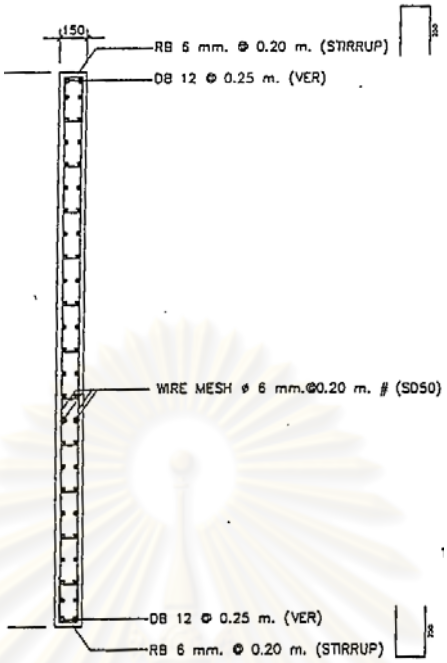
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



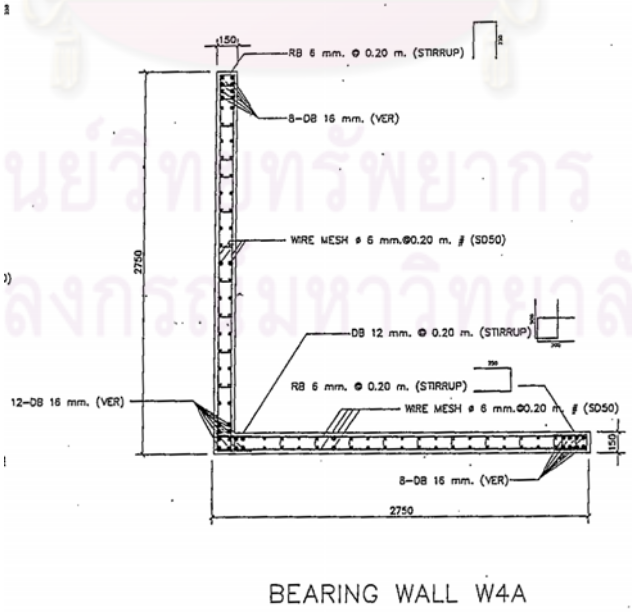
ภาพที่ 5.76 แสดงผนังรับน้ำหนัก W3A

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



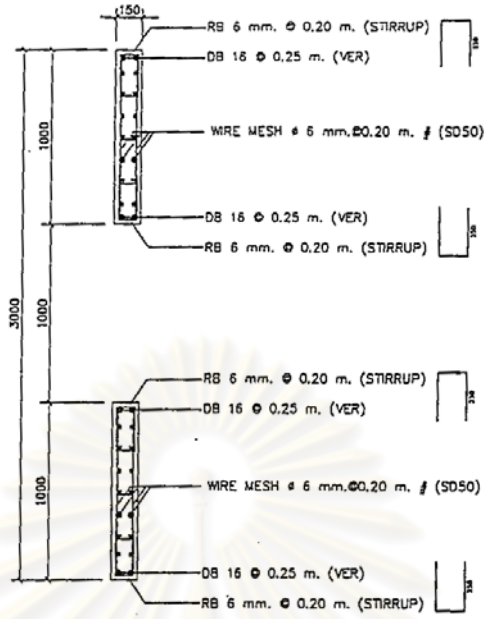
ภาพที่ 5.77 แสดงผนังรับน้ำหนัก W4



ภาพที่ 5.78 แสดงผนังรับน้ำหนัก W4A

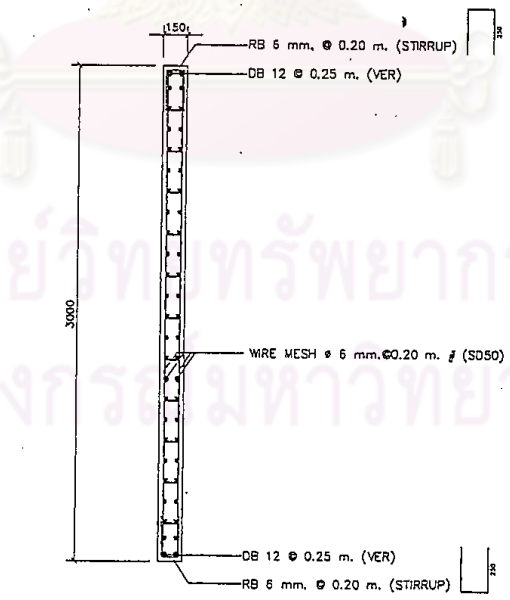
ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



BEARING WALL W4B

ภาพที่ 5.79 แสดงผนังรับน้ำหนัก W4B

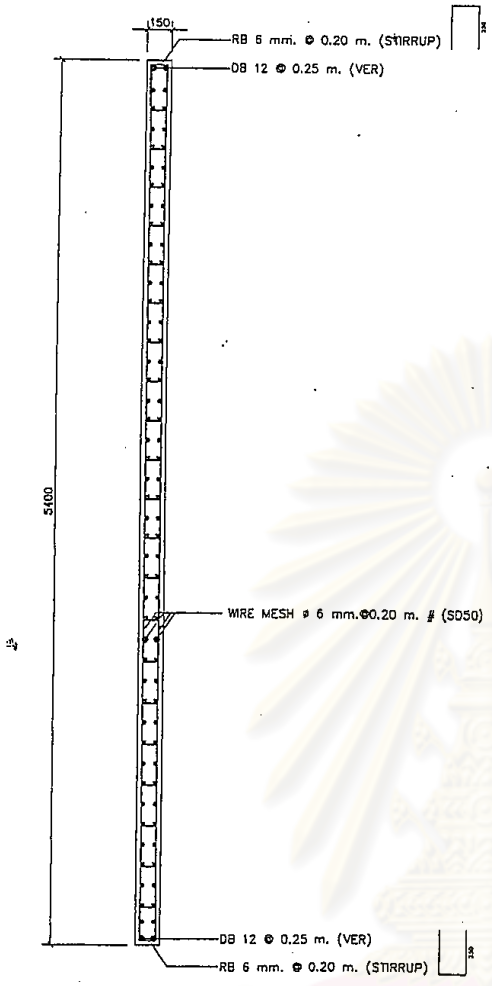


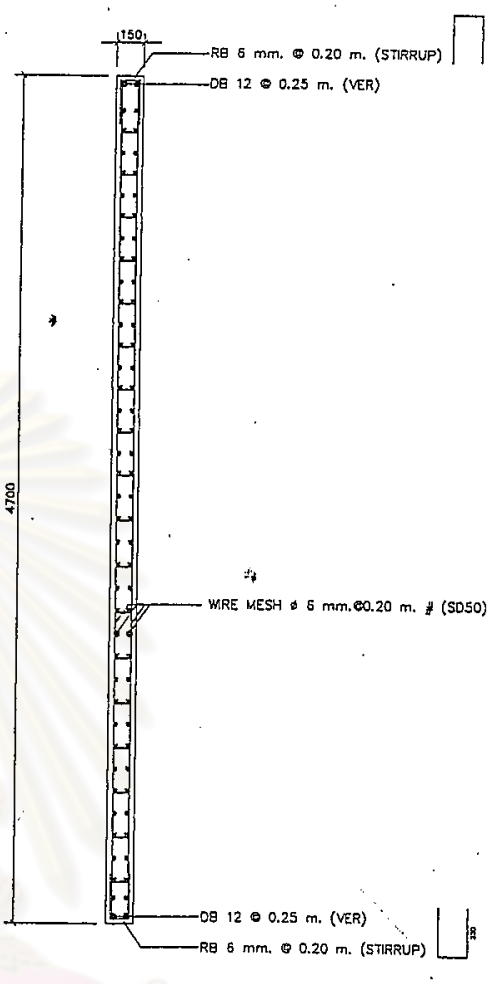
BEARING WALL W5

ภาพที่ 5.80 แสดงผนังรับน้ำหนัก W5

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



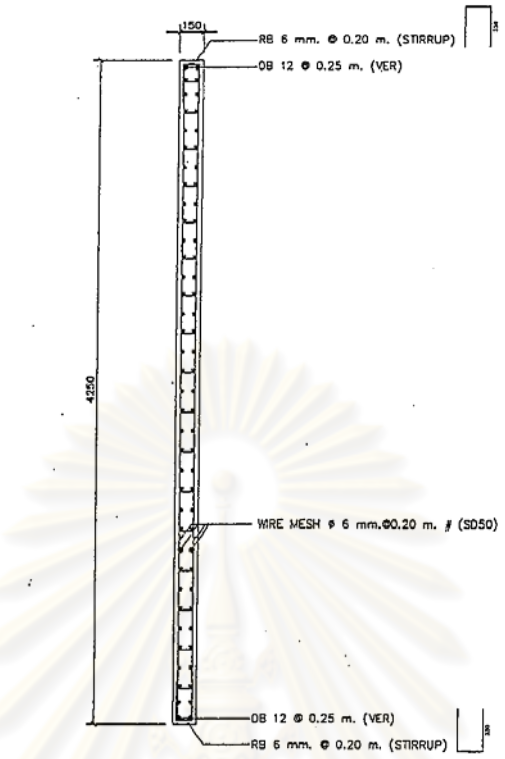


ภาพที่ 5.81 แสดงผนังรับน้ำหนัก W8

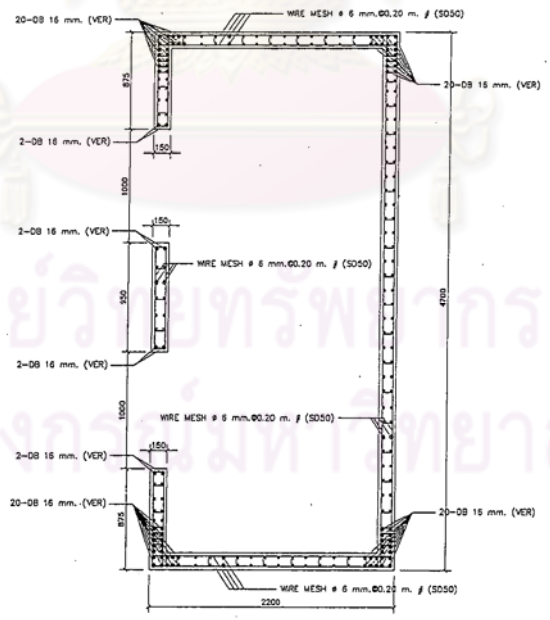
ภาพที่ 5.82 แสดงผนังรับน้ำหนัก W8A

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.83 แสดงผนังรับน้ำหนัก W8B.



ภาพที่ 5.84 แสดงผนังรับน้ำหนัก W14.

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

โครงสร้างของผนังก่ออิฐจะประกอบด้วยก้อนวัสดุซึ่งมีน้ำหนักเบาได้แก่ บล็อกมวลเบา นำมาก่อยึดเป็นผนังด้วยปูนซิเมนต์ ก่อขึ้นรูปเป็นผนังที่มีความทนทานต่อแรงอัด ทนไฟ หากพื้นที่มีขนาดใหญ่และบริเวณช่องเปิด เช่น หน้าต่าง ประตู จะต้องมีเสาเอ็น หรือ คานเอ็น และทำการฉาบด้วยปูนเฉพาะสำหรับใช้กับบล็อกมวลเบาเท่านั้น โครงการใช้บล็อกมวลเบา Q – con block ขนาด 20 X 60 X 7.5 ซม. และ Q – con block ขนาด 20 X 60 X 12.5 ซม. ความหนาของผนังเมื่อฉาบเสร็จหนาประมาณ 10 – 15 ซม.ตามลำดับ บล็อกมวลเบา หรือ อิฐมวลเบา มีมากมายหลายประเภท มองเพียงภายนอกแทบไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้ว บล็อกมวลเบาที่ใช้วัตถุดิบ และกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของบล็อกมวลเบาแตกต่างกันด้วย บล็อกมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2.1 ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง[1] (Non - Autoclaved System) ซึ่งจะแบ่งย่อยออกได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ใช้วัสดุเบากว่ามาทดแทน เช่น ขี้เลื่อย ขี้เถ้า ชานอ้อย หรือ เม็ดโฟม ทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักที่เบาขึ้น แต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้นเสื่อมสภาพได้เร็ว และหากเกิดไฟไหม้ สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัย

ประเภทที่ 2 ใช้สารเคมี (Circular Lightweight Concrete) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตฟู และทิ้งให้แข็งตัว คอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบแตกร้าวได้ง่าย ไม่ค่อยแข็งแรง

คอนกรีตที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงนี้ส่วนใหญ่เนื้อผลิตภัณฑ์มักจะมีสีเป็นสีปูนซีเมนต์ ต่างจากคอนกรีตที่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นผลึกสีขาว

1.2.2 ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Autoclaved System) ซึ่งแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 Lime Base ใช้ปูนขาว ซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดซึมน้ำมากกว่า

ประเภทที่ 2 Cement Base ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต เป็นระบบที่นอกจากจะช่วยให้คอนกรีต มีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแกร่ง

[1] ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตบล็อกมวลเบา หรือ อิฐมวลเบา

ทนทาน กว่าการผลิตในระบบอื่นมาก การผลิต เริ่มจากการเลือกใช้แต่วัตถุดิบธรรมชาติที่ได้คุณภาพ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ทราย ยิปซั่ม ปูนขาว น้ำ และอลูมินั่ม โดยจะนำวัตถุดิบทุกชนิดมาทดสอบคุณภาพก่อนเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพ จากนั้นจึงนำมาผสมกันในสัดส่วนที่พอเหมาะ ด้วยสูตรเฉพาะของ HEBEL Technology จากเยอรมัน ซึ่งจะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีต แล้วจึงนำไปบ่มให้ได้ที่ เพื่อเข้าสู่กระบวนการตัดด้วยเครื่องจักรอันทันสมัยเพื่อให้คอนกรีตมีขนาดที่แน่นอน แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการอบไอน้ำที่เรียกว่า “Autoclave” ภายใต้อุณหภูมิความดันสูง และภายในเวลาที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักรอบไอน้ำที่ได้มาตรฐานสูง ทำให้เกิดการตกผลึกจนได้ที่ มีคุณสมบัติพิเศษ น้ำหนักเบามาก แต่แข็งแกร่ง ได้มาตรฐานสากล

ภาพที่ 5.85 ระบบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง

ภาพที่ 5.86 แสดงภาพขยายของวัสดุก่อ(บล็อกมวลเบา)

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลทางเทคนิคที่ใช้ในโครงการ 1

คุณสมบัติเด่นทางกายภาพของบล็อกมวลเบาที่ใช้ในโครงการ 1				
คุณสมบัติ	หน่วย	บล็อกมวลเบาโครงการ 1		Lintel & Panel
		G2	G4	
1. ความหนาแน่นแห้ง	กก./ลบ.ม.	500	700	≥ 600
2. ความหนาแน่นใช้งาน	กก./ลบ.ม.	620	910	≥ 780
3. ค่ารับกำลังอัด	กก./ตร.ซม.	≥ 30	≥ 50	≥ 40
4. Modulus Of Rupture	กก./ตร.ซม.	4.4	8	-
5. Ultimate Tensile Strength	กก./ตร.ซม.	4.4	4.4	-
6. Modulus Of Elasticity, E	กก./ตร.ซม.	15,000	17,500	21,900

ค่าการต้านทานความร้อนของบล็อกมวลเบาที่ใช้ในโครงการ 1			
ผลิตภัณฑ์	ค่าการนำความร้อน	ค่าการต้านทานความร้อน	
บล็อกมวลเบา	0.13	10 ซม. 15 ซม.	0.77 1.15

อัตราการกันไฟของบล็อกมวลเบาที่ใช้ในโครงการ 1					
ผลิตภัณฑ์ ความหนา (ซม.)	อัตรากันไฟ (ซม.)				
	7.5	10	12.5	15	20
บล็อกมวลเบา - ผนังไม่รับน้ำหนัก	4	4	4	6	8

อัตราการกันเสียงของบล็อกมวลเบาที่ใช้ในโครงการ 1		
ขนาดสำเร็จ	การตกแต่งผิว	อัตรากันเสียง (เดซิเบล)
10 ซม.	ไม่ฉาบปูน ฉาบหนา 1 ซม. 2 ด้าน	38 43
15 ซม.	ไม่ฉาบปูน ฉาบหนา 1 ซม. 2 ด้าน	43 46
20 ซม.	ไม่ฉาบปูน ฉาบหนา 1 ซม. 2 ด้าน	48 50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลทางเทคนิคที่ใช้ในโครงการ 1 (ต่อ)

คุณสมบัติ/การใช้งาน ปูนก่อและฉาบ		ปูนก่อ		ปูนฉาบ	
Compressive Strength	(Kg/Sq.cm)	มากกว่า 100		35 - 50	
Bond Strength	(Kg/Sq.cm)	มากกว่า 1.50		มากกว่า 1.10	
Water Retention	(%)	มากกว่า 97%		มากกว่า 91%	
ความหนาของเนื้อปูน	(มม.)	2 - 3		5 - 10	
การใช้งาน		ไม่ต้องราดน้ำที่บล๊อคก่อนการก่อ		ราดน้ำที่ผิวให้ชุ่มตามปกติ	
สัดส่วนการผสม (โดยประมาณ)		1 ถุง ต่อน้ำ ~ 9 ลิตร		1 ถุง ต่อน้ำ ~ 12 ลิตร	
เครื่องมือผสมที่แนะนำ		หัวปั่นปูนต่อเข้ากับสว่านไฟฟ้า		โม่ หรือ เครื่องผสมปูนฉาบ	
ระยะเวลาในการผสม	(นาที)	2 - 3		5 - 7	
ปริมาณผสมต่อครั้ง		1/2 - 1 ถังปูน		1 โม่ (2 - 3 ถุง)	
ระยะเวลาที่ใช้งานได้นับจากผสม	(ชม.)	3		2	
เครื่องมือใช้งาน		เกรียงก่อ ตามขนาดบล๊อค		เกรียงไม้, สามเหลี่ยมทั่วไป	
พื้นที่ที่ใช้งานได้ต่อ 1 ถุง	(ตร.ม.)	33	25	5.60	2.80
	(50 กก./ถุง)	บล็อค 7.5 ซม.	บล็อค 10 ซม.	ฉาบหนา 0.5 ซม.	ฉาบหนา 1 ซม.

ที่มา : ข้อมูลทางเทคนิคจากบริษัทผู้ผลิต

เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างไปจากวัสดุทั่วไป จึงมีความจำเป็นที่ต้องเลือกใช้ปูนก่อ และปูนฉาบผสมเสร็จที่ผลิตตามมาตรฐาน เพื่อใช้งานกับคอนกรีตมวลเบาโดยเฉพาะ อีกทั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่แนะนำ ซึ่งจะช่วยให้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ผนังแข็งแรงสวยงาม ไม่แตกร้าว ประหยัดค่าวัสดุ และแรงงาน

ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ที่ใช้ก่อสร้างอาคาร J ของโครงการ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1) ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

งานก่อผนังด้วย Q–con block ขนาด 20X60 X 7.5 ซม. พื้นที่ 850 ตร.ม.

2) ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน

งานก่อผนังด้วย Q–con block ขนาด 20X60X7.5 ซม. พื้นที่ 3,469.50 ตร.ม.

งานก่อผนังด้วย Q–con block ขนาด20X60X12.5 ซม. คิดเป็นพื้นที่ 32 ตร.ม.

ภาพที่ 5.87 ผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก

ภาพที่ 5.88 งานฉาบผนังภายนอกโครงการ 1

2. <u>รูปแบบงานผนังโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

2.1 ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน

โครงสร้างของผนังก่ออิฐจะประกอบด้วยก้อนวัสดุ ได้แก่ อิฐมอญ ซึ่งเป็นวัสดุพื้นถิ่นหาได้ง่าย ผู้บริโภคให้การยอมรับมานานกว่า 100 ปี และมีความแข็งแกร่ง สามารถเจาะยึดวัสดุต่างๆ ได้ วัสดุก่อยึดเป็นผนังด้วยปูนก่อสำเร็จรูป ก่อขึ้นรูปเป็นผนังที่มีความทนทานต่อแรงอัด ทนไฟ หากพื้นที่มีขนาดใหญ่และบริเวณช่องเปิด เช่น หน้าต่าง ประตู จะต้องมีเสาเอ็น หรือ คานทับหลัง ทางโครงการพัฒนา เสาเอ็นให้เป็นเสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูป เพื่อความรวดเร็ว ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างาน การก่อเป็นการก่อแบบสลับ (Running Bond) การก่อแบบนี้นิยมก่อมากที่สุด เพราะก่อได้ง่ายโดยจะเอาด้านข้าง (Stretcher) ของอิฐออก และวางเรียงสลับกัน

อิฐมอญที่โครงการ 2 ใช้ในการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) อิฐมอญตัน (ทำด้วยมือ) ขนาด 6.5 x 14.5 x 2.5 ซม.

2) อิฐมอญรู (ทำด้วยเครื่อง) ขนาด 6.5 x 14.5 x 2.7 ซม.

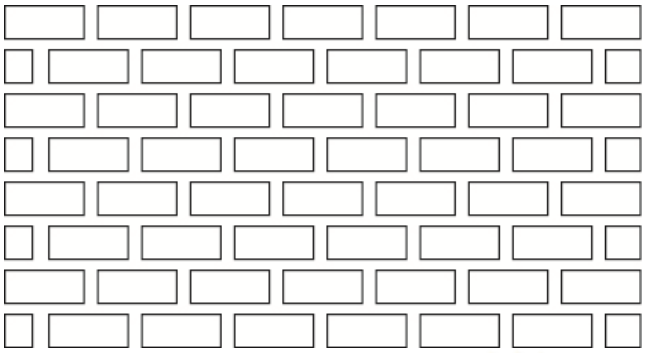
โดยมีปริมาณงานดังนี้

1) งานก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น คิดเป็นพื้นที่ 11,835 ตร.ม.

2) งานก่ออิฐมอญเต็มแผ่น คิดเป็นพื้นที่ 342 ตร.ม.

3) งานเสาเอ็น – คานทับหลัง คิดเป็นความยาว 10,858 ม.

เมื่อก่ออิฐเรียบร้อยแล้ว ทำการฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป โดยฉาบหนาประมาณ 1–2 ซม. ผนังก่ออิฐประเภทนี้ขนาดเมื่อฉาบเสร็จจะมีความหนาประมาณ 10 ซม.



ภาพที่ 5.89 การก่อเป็นการก่อแบบสลับ

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลคุณสมบัติของผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน โครงการ 2

คุณสมบัติ	หน่วย	อิฐมอญครึ่งแผ่น
น้ำหนักรวมปูนฉาบ 2 ด้าน	กก./ตร.ม.	180
จำนวนก้อนใช้งาน	ก้อน/ตร.ม.	130 - 145
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม, OTTV	วัตต์/ตร.ม.	58 - 70
อัตราการกันเสียง	เดซิเบล	38
อัตราการกันไฟที่ 1,100 องศาเซลเซียส	ชั่วโมง	1 - 2
ความเร็วในการก่อ	ตร.ม./วัน	5 - 10
เปอร์เซ็นต์สูญเสีย / แตกร้าว		10-30%
การเซาะร่องฝังงานระบบ		ทำได้ยาก
คุณภาพวัสดุ		ขึ้นกับแหล่งที่ผลิต
การติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง		เสาเอ็นสำเร็จรูป และ ทับหลัง

ที่มา : จากการสำรวจของผู้ศึกษา และ ข้อมูลทางเทคนิค

ภาพที่ 5.90 ผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในของโครงการ 2

ภาพที่ 5.91 เสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.2 ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก

ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของ โครงการ 2 ชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่ผลิตโดยโรงงาน ลักษณะชิ้นส่วนเป็นแบบ Panel โดยที่ชิ้นงานจะมีการฝัง Plate เหล็ก ขนาด 100 X 150 X 9 มม.หรือ 75 X 150 X 9 มม.ตามแบบกำหนด หูหิ้วเหล็กขนาด 12 มม.เพื่อใช้เป็นตัวยึดเชื่อมและหิ้วแผ่นขณะติดตั้งชิ้นส่วน โดยตำแหน่งฝังจะเป็นระยะตามที่ได้ออกแบบไว้ และ ตามจำนวนที่แบบได้กำหนด เตรียมสำหรับทำการเชื่อมยึดติดกับ Plate เหล็กที่ฝังเอาไว้กับพื้นโครงสร้างอาคาร ชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะมีการตั้งรหัสเพื่อความสะดวกในการนำไปติดตั้ง โดยมีชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 ทั้งหมด 636 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3,415.00 ตร.ม. จำนวน 122 Type สามารถแบ่งกลุ่มประเภทชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ออกได้เป็น 9 กลุ่มตามลักษณะรูปแบบและตำแหน่งการติดตั้งของชิ้นส่วน ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

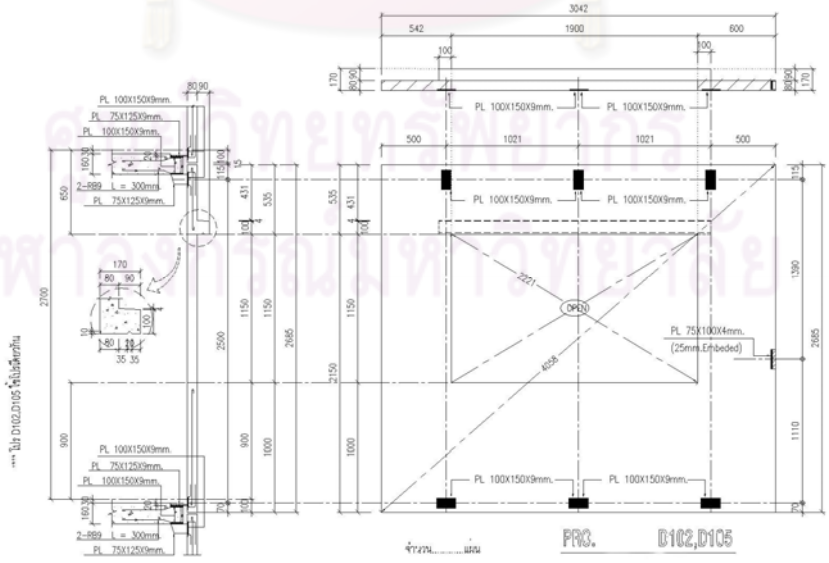
2.2.1 ผนังภายนอกทั่วไป พื้นที่ประมาณ 2,850 ตรม.

2.2.2 แผ่นระเบียงแนวนอน พื้นที่ประมาณ 365 ตรม.

2.2.3 แผ่นครีบแนวตั้ง พื้นที่ประมาณ 200 ตรม.

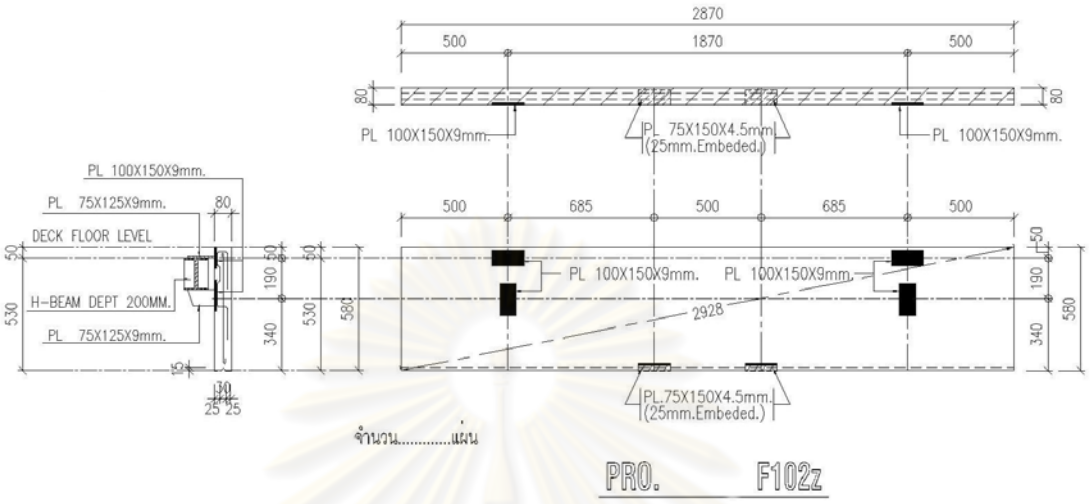
1) แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 ในโครงการ 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) กลุ่ม PRO D



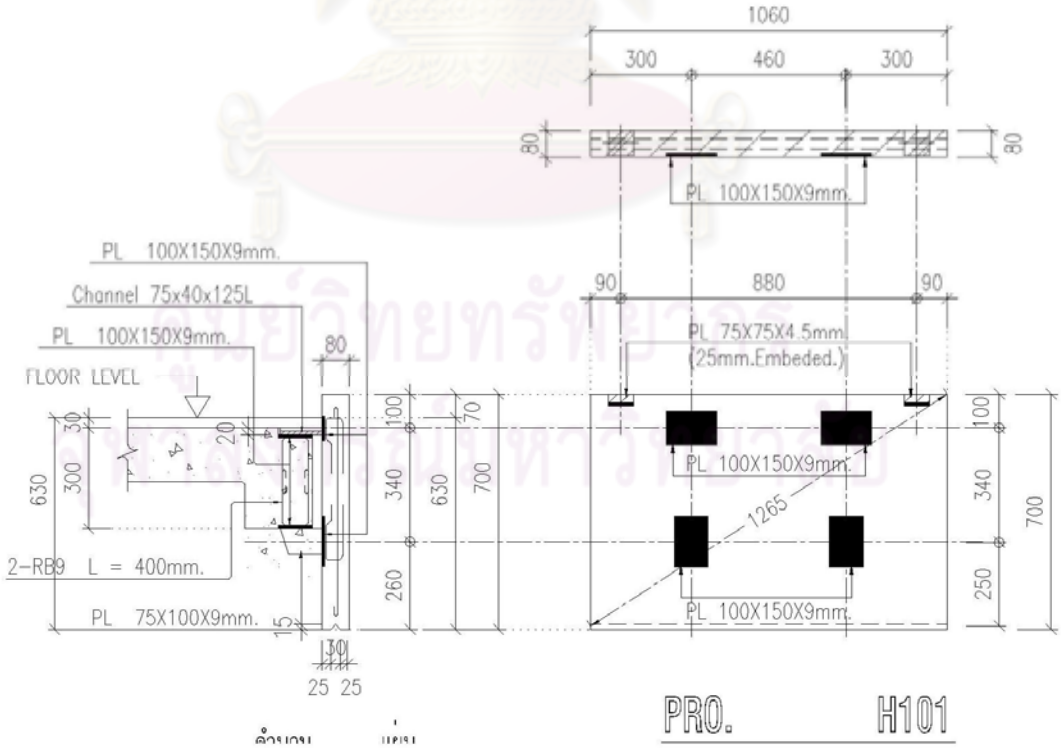
ภาพที่ 5.92 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO D

1.2) กลุ่ม PRO F



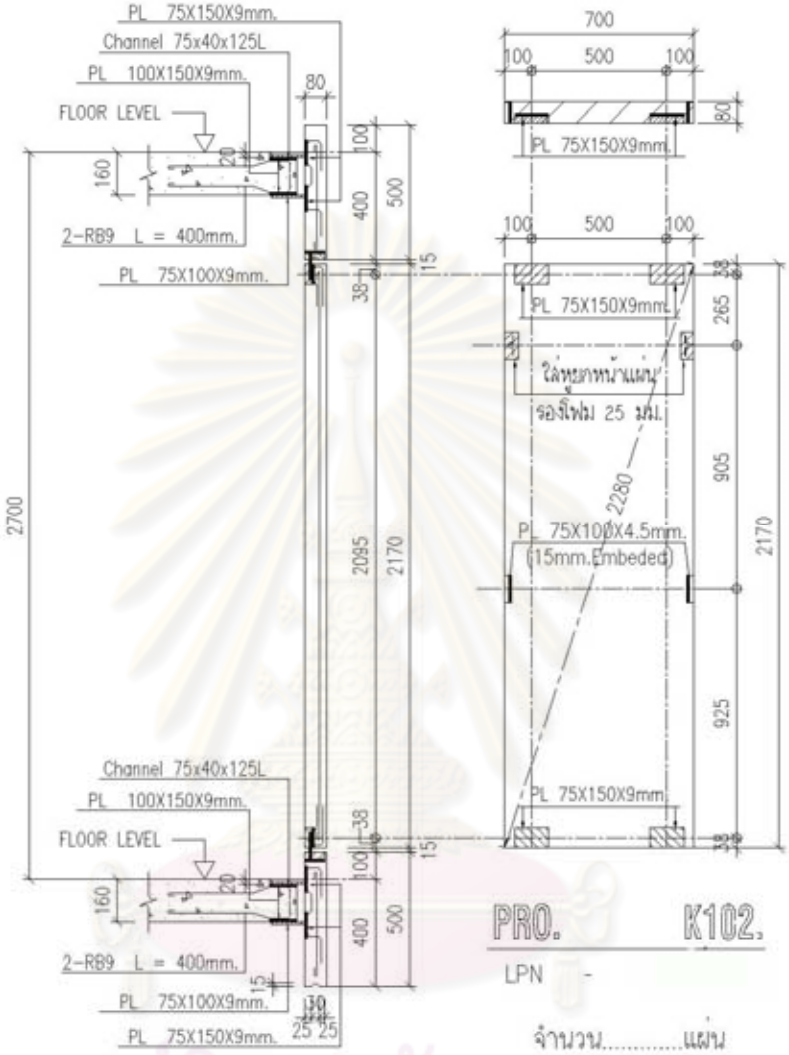
ภาพที่ 5.93 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO F

1.3) กลุ่ม PRO H



ภาพที่ 5.94 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO H

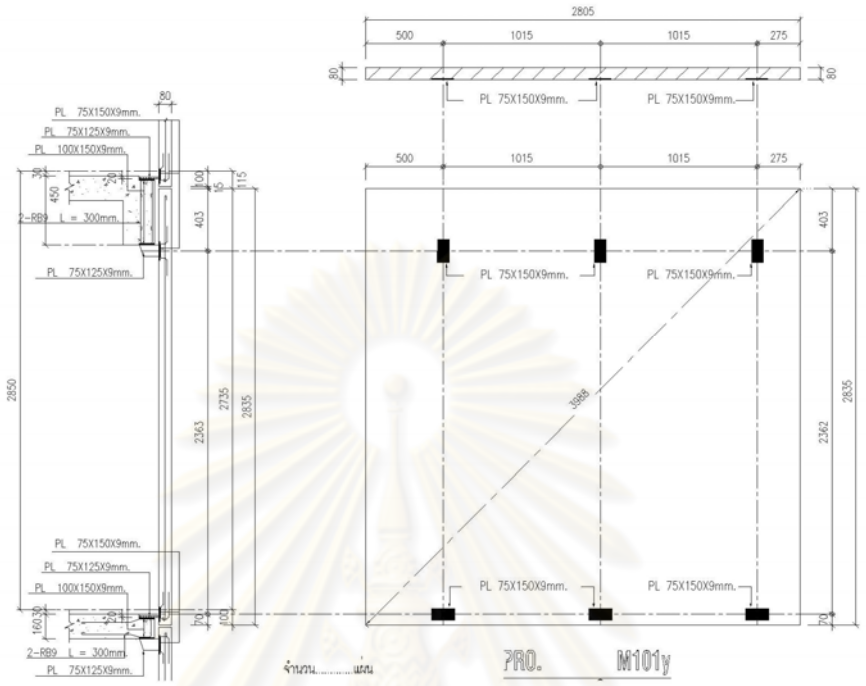
1.4) กลุ่ม PRO K



ภาพที่ 5.95 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO K

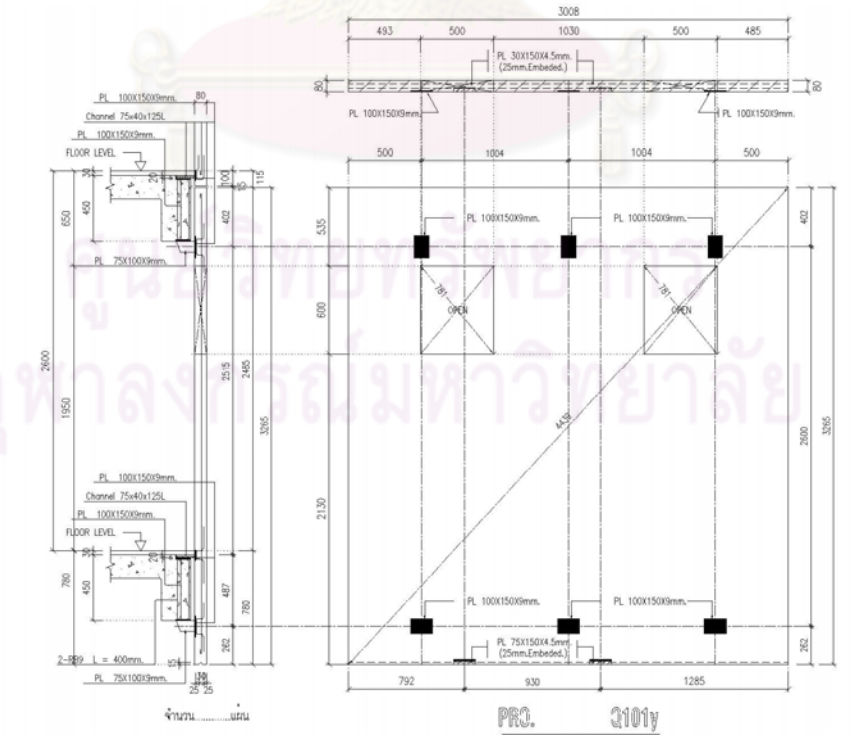
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5) กลุ่ม PRO M



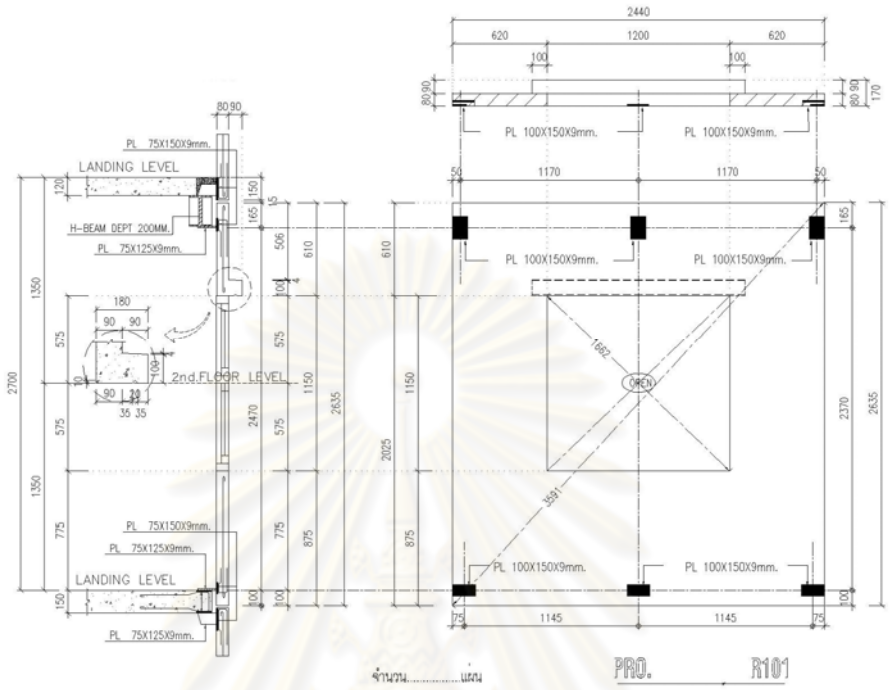
ภาพที่ 5.96 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO M

1.6) กลุ่ม PRO Q



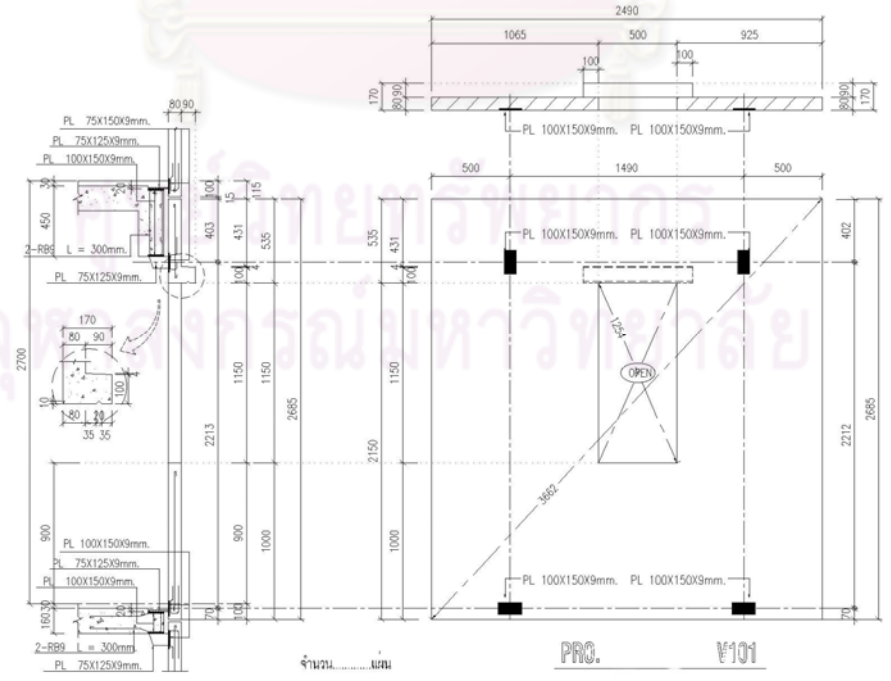
ภาพที่ 5.97 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO Q

1.7) กลุ่ม PRO R



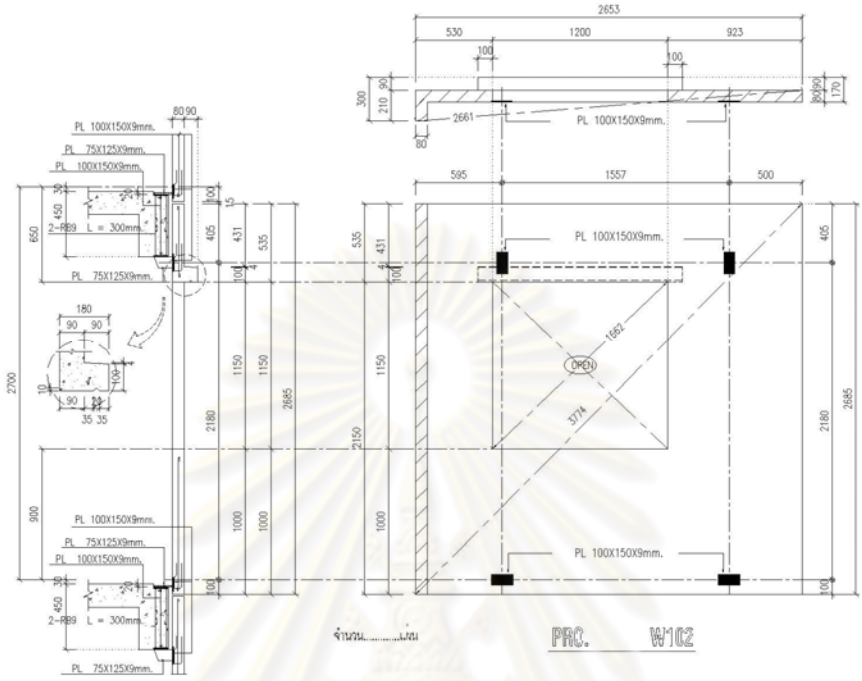
ภาพที่ 5.98 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO R

1.8. กลุ่ม PRO V



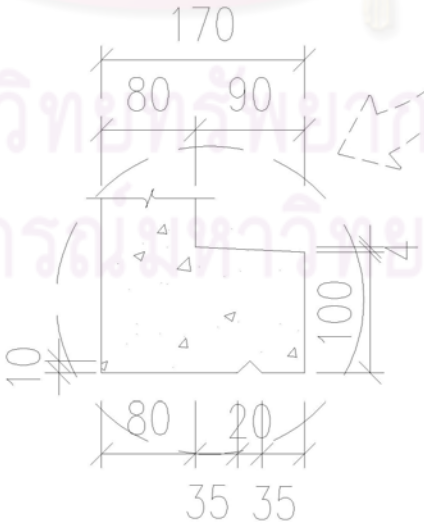
ภาพที่ 5.99 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO V

1.9. กลุ่ม PRO W



ภาพที่ 5.100 แบบชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 กลุ่ม PRO W

โดยบริเวณที่ทำเป็นบัวของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะทำร่องหยดน้ำไว้เพื่อกันน้ำรั่วซึมเข้าภายในอาคาร

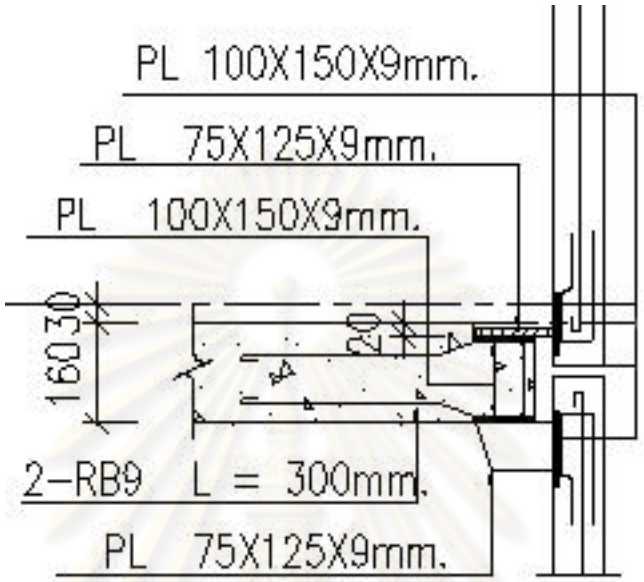


ภาพที่ 5.101 แสดงการทำร่องหยดน้ำไว้เพื่อกันน้ำรั่วซึม

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

2) ประเภทของรอยต่อผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

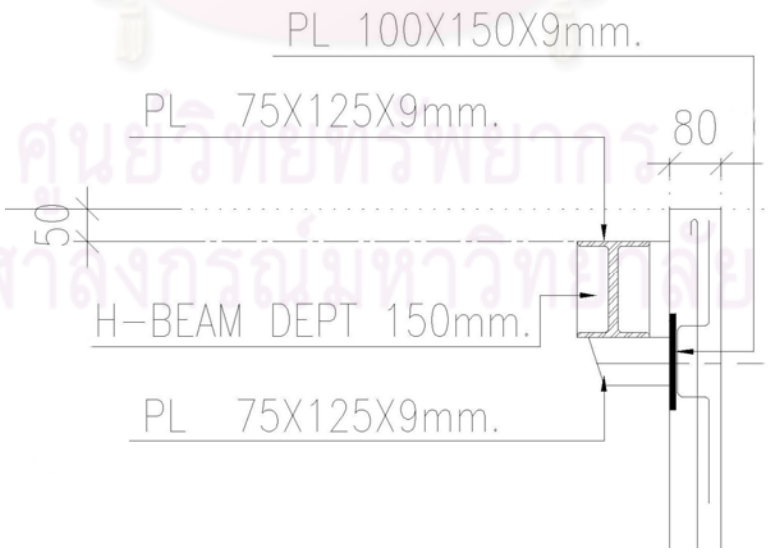
2.1) รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และพื้น ชั้น 1 - 7



ภาพที่ 5.102 แสดงภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบน-ล่าง และพื้น

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

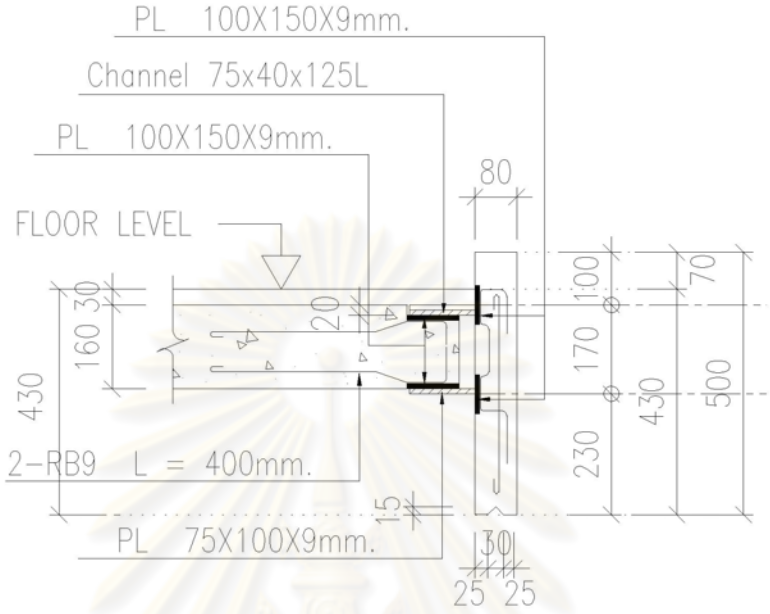
2.2) รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชั้น 8



ภาพที่ 5.103 แสดงภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปชั้น 8 ด้านบน และคานเหล็ก

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

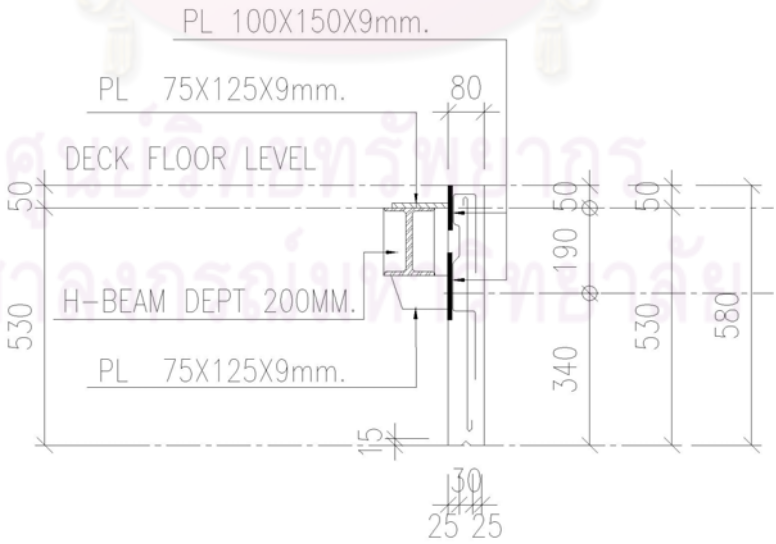
2.3) รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง ชั้น 1 – 7



ภาพที่ 5.104 แสดงภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูประเบียงชั้น 1 - 7 และพื้น

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

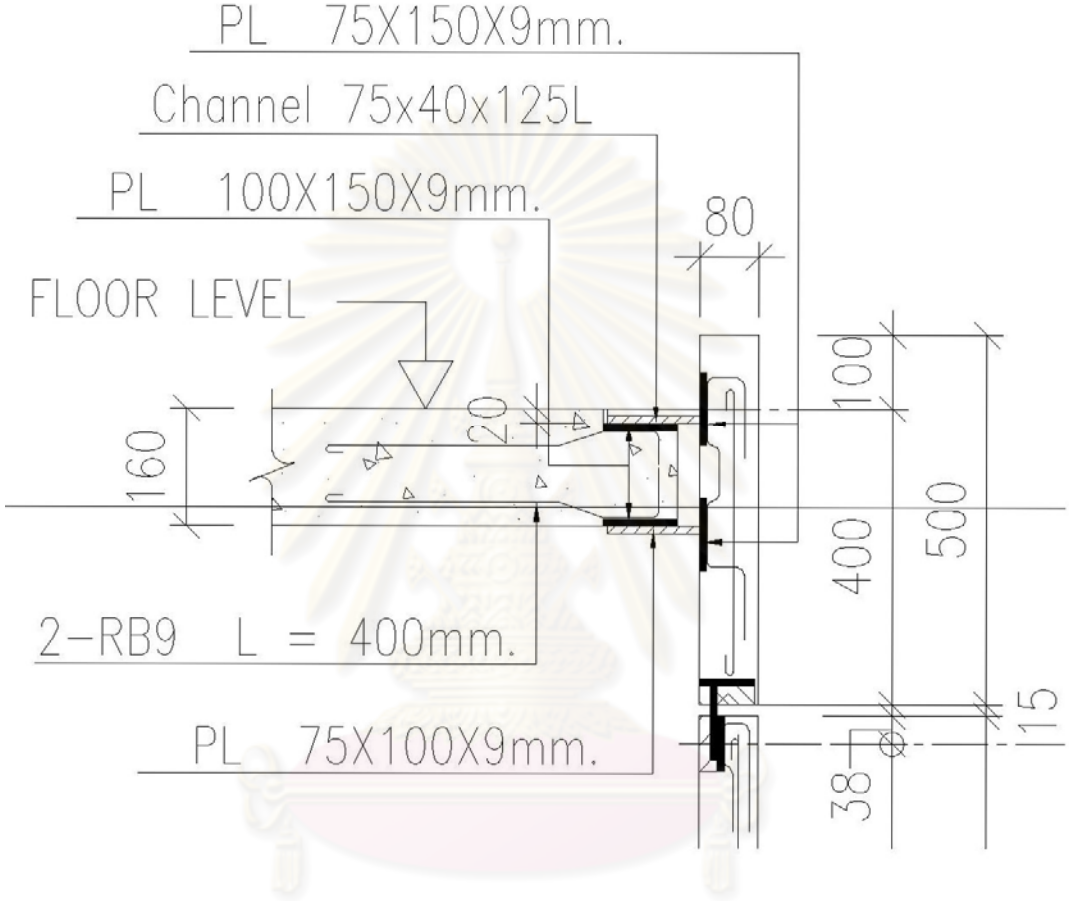
2.4) รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง ชั้น 8



ภาพที่ 5.105 แสดงภาพตัด Joint ระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูประเบียงชั้น 8 และคานเหล็ก

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

2.5) รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง แนวตั้ง และแนวนอน



ภาพที่ 5.106 แสดงภาพตัด Jointระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียงแนวตั้งและแนวนอน

ที่มา : จากแบบผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาคาร C2

3) ข้อมูลแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่ใช้ในโครงการ 2

3.1) รูปแบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	122	Type
3.2) จำนวนแผ่นของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	636	แผ่น
3.3) จำนวนพื้นที่ของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	3,415	ตร.ม.
3.4) ความหนาของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	8	ซม.
3.5) ความหนาของแผ่น Plate เหล็ก	9	ซม.
3.6) ขนาดเหล็กหนวดกุ้งติด Plate เหล็ก	RB 9	mm.

ตารางที่ 5.3 จำนวนแผ่นของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการ 2

ชื่อแผ่น	จำนวน	ชื่อแผ่น	จำนวน	ชื่อแผ่น	จำนวน	ชื่อแผ่น	จำนวน	ชื่อแผ่น	จำนวน
m121z	1	f101y	1	r102x	1	m127a	1	h102	2
m121	5	f101	12	r102a	1	w103z	1	k106	3
m121n	1	f101x	3	f103y	1	w103	6	h104	3
d127z	1	f101z	1	f103	18	w103a	1	h102c	1
d127	5	f101a	1	f103x	3	h101z	1	q102z	1
d127x	1	m110q	1	f103a	3	h101	6	q102y	1
d126z	1	m110z	1	f103z	2	m126z	1	h103	3
d126	5	m110y	1	m112z	1	m126	5	h105	3
d126x	1	m110	6	m112	5	m126n	1	k107	3
d103u	1	m110a	1	m112n	1	m125z	1	h103c	1
d103z	13	w102q	1	r101z	1	m125	5	m102q	1
d103	80	w102z	1	r101y	1	m125n	1	m102z	1
d103x	4	w102y	1	r101	4	m109q	1	m102y	1
d103a	10	w102	6	r101n	1	m109z	1	m102	5
f102z	11	w102a	1	r101p	1	m109y	1	m102c	1
f102	66	v101q	1	r101x	1	m109	6	m103b	1
f102x	11	v101z	1	r101b	1	m109a	1	m103j	5
k102	77	v101y	1	m113z	1	m101q	1	m103m	1
k101	7	v101	5	m113	5	m101z	1	m104y	1
f102a	7	v101n	1	m113n	1	m101y	1	m104	5
d102z	12	r102z	1	m128z	1	m101	6	m104n	1
d102	74	r102y	1	m128	6	m101a	1	m100n	1
d102x	4	r102	4	m128a	1	q101z	1		
d102a	9	r102n	1	m127z	1	q101y	1		
d102u	1	r102p	1	m127	6	k105	8	**รวม**	636

ที่มา : การรวบรวมจากแบบก่อสร้างโดยผู้วิจัย

วิธีการก่อสร้าง

1. <u>โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก</u>

1.1 งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร

งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร ต้องทำการเจาะสำรวจดิน และ ส่งผลสำรวจให้ผู้ออกแบบโครงสร้าง เพื่อกำหนด รายละเอียดงานเสาเข็ม เช่น กำหนดความลึกของเสาเข็ม (Pile – Tip) ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม เพื่อให้ได้แบบฐานราก (Foundation System) โดยฐานรากที่ทำในโครงการ 1 เป็นฐานรากลึกแบบมีเสาเข็มรองรับ ปรับพื้นที่ลอกวัชพืช งานถมดินและบดอัดดิน วางแนวถนนหลัก ถนนรอง และทำถนนที่จะใช้เป็นเส้นทางขนส่งวัสดุและเครื่องมือ เครื่องจักรหลังจากนั้นทำการวางผังอาคารโดยรอบและตรวจสอบระยะต่างๆ ตามแบบก่อสร้าง กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาอาคาร และ ศูนย์กลางเสาเข็มซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมาก เพื่อให้เสาเข็มแต่ละต้นมีระยะที่ถูกต้องตรงตามแบบ และ สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนด กำหนดค่าระดับ หรือ หมุดระดับ (Bench Mark หรือ B.M.) เพื่อใช้อ้างอิงระดับต่อไป ส่วนการจัดจ้างผู้รับเหมาจะเป็นแบบ Design and Built โดยผู้รับเหมาจะเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดตั้งแต่ออกแบบ และก่อสร้าง บริษัทเจ้าของโครงการจะจัดจ้างบริษัทผู้ควบคุมงานโดยบริษัทเจ้าของโครงการจะมีทีมงานในการประสานงานระหว่าง บริษัทผู้รับเหมาและ บริษัทผู้ควบคุมงาน ทีมงานจะมี 4 ส่วนดังนี้

- ทีมดูแลงานระบบต่างๆ
- ทีมงานด้านเทคนิค และ ช่าง
- ทีมงานวิศวกรประจำหน่วยงาน
- ทีมงานสถาปนิกโครงการ

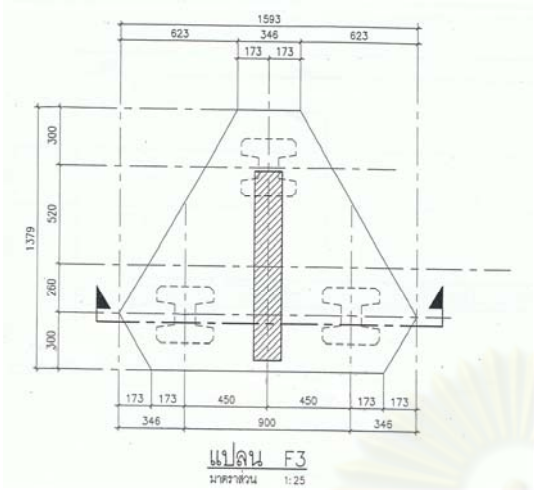
1.2 งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร

1.2.1 การตอกเสาเข็มจะดำเนินการโดยผู้รับเหมา เสาเข็มที่ใช้เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 X 0.30 X 28.50 เมตร รับน้ำหนักปลอดภัย 50 ตัน ต่อต้น โดยเสาเข็มเป็นเสาเข็มกลุ่ม ทำการตอกตามตำแหน่งที่กำหนด และ จำนวนตามแบบ หลังจากนั้นต้องทำการตัดหัวเสาเข็ม (Butt) เพื่อเตรียมทำฐานราก ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบ (Lean Concrete) หุ้มหัวเสาเข็ม

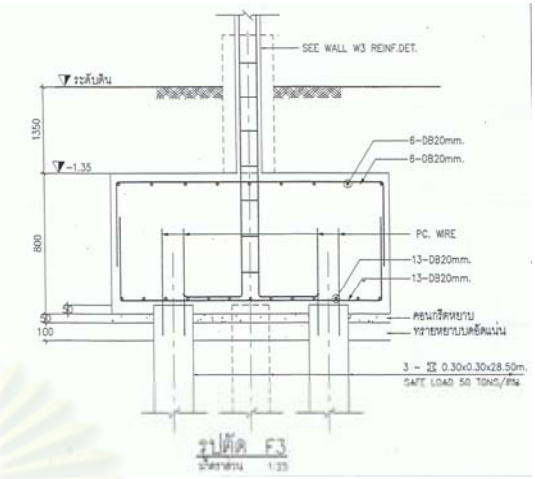
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.107 แสดงการตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
รูปตัวไอ ขนาด 0.30 X 0.30 X 28.50 เมตร

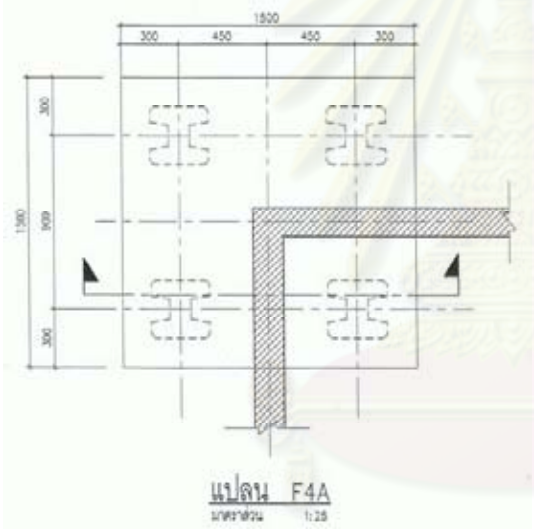
1.2.2 การทำฐานราก (Footing) หลังจากเทคอนกรีตหยาบหุ้มหัวเสาเข็มแล้ว จะทำ Line ในการกั้นแบบข้าง ตรวจเช็คขนาดฐานรากและตำแหน่งศูนย์กลางฐานรากว่าเป็นไปตามแบบหรือไม่ เมื่อได้ตำแหน่งตรงแล้วใช้น้ำสะอาดฉีดทำความสะอาดพื้นคอนกรีตหยาบและเริ่มกั้นแบบข้างโดยต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ ไม่เกิดการแอ่น หรือ โก่งตัวขณะเทคอนกรีต ทำการค้ำยันแบบข้างให้แน่นหนา นำเหล็กเส้นที่ดัดและผูกเป็นตะแกรงยกมาวางพร้อมหนุนลูกปูนที่มีความหนาประมาณ 5 ซม. เพื่อให้เหล็กมีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามมาตรฐาน ตรวจสอบศูนย์กลางฐานรากอีกครั้งและตรวจการจัดวางเหล็ก เมื่อถูกต้องจึงเทคอนกรีตขนาด Strength 350 KSC. Cube การเทคอนกรีตฐานรากต้องเทให้เต็มตามระดับที่กำหนด ไม่อนุญาตให้หยุดการเทคอนกรีตเมื่อไม่ถึงระดับที่ต้องการ ขณะเทคอนกรีตต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีต หรือเครื่องสั่นคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดี มีเนื้อแน่น ลดช่องว่าง (Void) ของอากาศให้มากที่สุด คอนกรีตไหลเข้าตามมุมแบบข้างจนเต็มไม่เกิดการแยกตัวหรือรูพรุนในเนื้อคอนกรีต เมื่อคอนกรีตฐานรากแข็งตัวต้องทำการบ่มคอนกรีตเพื่อควบคุมและป้องกันน้ำระเหยออกไป งานฐานรากต้องมีความละเอียดรอบคอบในการตรวจสอบศูนย์กลางอย่างมาก



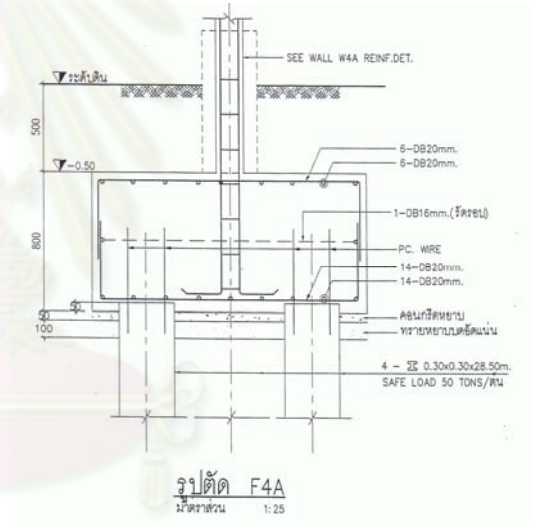
ภาพที่ 5.108 แสดงแบบแปลนฐานราก F3



ภาพที่ 5.109 แสดงรูปตัดฐานราก F3



ภาพที่ 5.110 แสดงแบบแปลนฐานราก F4a



ภาพที่ 5.111 แสดงรูปตัดฐานราก F4a

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร J

1.2.3 การทำผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังรับน้ำหนัก (Cast Insitu) ทำการวาง Line ผนังแต่ละแนวโดยใช้กล้องเล็งแนวธีโอโดไลท์ ทำการตั้งเหล็กตะแกรงไวร์เมซขนาด 6 มม.# ระยะห่าง ตั้งแต่ 10 – 20 ซม. ตามกำหนด วาง 2 ชั้น และต้องมีช่องว่างระหว่างชั้นเพียงพอที่ให้เครื่องจี้คอนกรีตเข้าทำงานได้อย่างสะดวก ความสูงของตะแกรงต้องสูงกว่าระดับพื้นชั้นถัดไปประมาณ 50 ซม. ติดตั้งงานระบบต่างๆ โดยยึดติดกับตะแกรงเหล็ก เช่นระบบไฟฟ้า ประปา ต้องมีการตรวจสอบระดับของวัสดุที่ติดตั้ง เมื่อหล่อผนังแล้วตำแหน่งต่างๆไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยการทุบหรือสกัดเพื่อย้ายตำแหน่ง ทั้งนี้เพราะผนังดังกล่าวเป็นงานโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนัก

ทำแบบบล็อกกันคอนกรีตเพื่อให้ด้านบนของผนังรับน้ำหนักเป็นบ่าเพื่อใช้ติดตั้งคาน ค.ส.ล. สำเร็จรูป รอบอาคาร

ภาพที่ 5.112 แสดงการติดตั้งตะแกรงเหล็ก

ภาพที่ 5.113 แสดงการติดตั้งวัสดุในผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่

ภาพที่ 5.114 แสดงการตรวจเช็คระดับของวัสดุติดตั้งในผนัง

เมื่อติดตั้งวัสดุต่างๆ เรียบร้อย จึงให้ทาวเวอร์เครนยกแบบหล่อผนังรับน้ำหนักที่ทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมากขึ้นมาเพื่อทำการติดตั้งโดยใช้เครื่องมือในการยึดและค้ำยัน

ภาพที่ 5.115 แสดงทาวเวอร์เครนยกแบบมาติดตั้ง

การติดตั้งแบบเหล็กจะต้องมีการประกอบ และ ยึดแบบ ซึ่งมีความสำคัญมาก เพื่อความแข็งแรงของแบบ และ ความปลอดภัยผู้ทำงาน จึงต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ตามลำดับอย่างเคร่งครัดดังนี้

1) การนำแบบเหล็กเข้าตำแหน่งโดยเครน จัดการตั้งแบบทีละแผ่น แบบเหล็กแผ่นนอกวางในตำแหน่งที่กำหนด ถอดล้อที่ติดมากับค้ำยันออก

2) ค้ำด้วยพร๊อพติดมากับแบบเหล็ก ปรับระดับด้วยน๊อตตีนแบบ (แบบเหล็กตัวนอก)

3) ปีนขึ้นทางแบบเหล็กตัวในเพื่อปลดขอเครน ออกจากแบบเหล็กทั้งนอก – ใน

4) ทำซ้ำจากข้อ 1 – 3 ไปจนตลอดความยาวแนวผนัง จะได้แบบผนังด้านหนึ่ง

5) ยึดแบบเหล็กที่ตั้งแต่ละชิ้นให้ติดกันด้วยเกลียวข้างแบบ ดังนั้นจะได้แบบเหล็กแผ่นนอกที่ยึดติดกันเป็นแผงเดียวเรียบร้อย

6) ปรับแนวแต่งดิ่งแบบเหล็กตัวนอก

7) ตรวจพร๊อพค้ำยัน น๊อตยึดแบบ ทุกตัวยึดแน่นแข็งแรง

8) ตรวจอุปกรณ์ที่ต้องใส่ก่อนปิดแบบ เช่นไทรอด-บ๊อกเอ้า-ท่อสายไฟ ตรวจเหล็กเสริมเมื่อพร้อมแล้ว

9) ปิดแบบตัวในที่ทาวเวอร์เครนยกมาวางให้ โดยใช้งัดด้วยเหล็กแซลง

10) ปิดยึดด้วยไทรอต ใช้พร๊อพค้ำยันแบบเหล็กตัวใน

11) ยึดแบบเหล็กด้วยไทรอดตัวล่าง

12) ตรวจพร๊อพค้ำยัน น๊อตตีนแบบอยู่ในตำแหน่งตึง

13) ปีนขึ้นแบบเหล็กตัวในเพื่อยึดไทรอดตัวบน

14) ตรวจสอบแนว–ดิ่งของแบบเหล็กในและนอกด้วยพร๊อพ และน๊อตใต้แบบทั้ง 2 อย่าง

ภาพที่ 5.116 แสดงการติดตั้งแบบเหล็กและค้ำยันด้วยพร็อพที่ติดมากับแบบเหล็ก

การแบ่งพื้นที่ในการทำงานของอาคาร แต่ละชั้นจะแบ่งออกเป็น 3-4 โซน ทำงานทีละโซน ตาม Cycle plan มีรายละเอียดดังนี้

วันที่ 1 ตั้งแบบโซน A ตรวจสอบวัสดุติดตั้ง แนว ดิ่งของแบบ และ เทคอนกรีตผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่โซน A

วันที่ 2 ถอดแบบโซน A ตั้งแบบโซน B ตรวจสอบวัสดุติดตั้ง แนว ดิ่งของแบบ และ เทคอนกรีตผนังรับน้ำหนักโซน B

วันที่ 3 ถอดแบบโซน B ตั้งแบบโซน C ตรวจสอบวัสดุติดตั้ง แนว ดิ่งของแบบ และ เทคอนกรีตผนังรับน้ำหนักโซน C

วันที่ 4 ถอดแบบโซน C ตั้งแบบโซน D ตรวจสอบวัสดุติดตั้ง แนว ดิ่งของแบบ และ เทคอนกรีตผนังรับน้ำหนักโซน D

การตั้งแบบหล่อผนังรับน้ำหนักควรมีความถูกต้อง ระยะไม่คลาดเคลื่อน เพราะการประกอบแบบคลาดเคลื่อนอาจทำให้โครงสร้างบิดเบี้ยวเสียรูปทรง ขาดความสวยงาม สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับแต่ง รวมถึงอาจเกิดแรงเยื้องศูนย์ ความคลาดเคลื่อนจากแนวดิ่งที่ยอมให้ของแบบหล่อ มีค่า ±6 มม. ทุกๆ ระยะ 3 เมตร และค่าสูงสุดตลอดความสูง 25 มม.

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบหล่อแล้ว ดำเนินการเทคอนกรีตขนาดStrength 350 KSC. Cube ลงในแบบเหล็ก พร้อมใช้เครื่องจี้คอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดี มีเนื้อ

แน่น ลดช่องว่างของอากาศให้มากที่สุด ต้องเทคอนกรีตจนถึงระดับที่กำหนด ไม่อนุญาตให้หยุดเทคอนกรีตก่อนถึงระดับ เมื่อเทคอนกรีตแล้ว ต้องตรวจสอบแนว, และดิ่งอีกครั้ง โดยปรับพร๊อพ – ค้ำยัน ช่างแต่งผิวบนผนังรับน้ำหนักต้องใช้เกียงปาด แต่งให้เรียบมากที่สุด เพื่อการวางแผ่นพื้นได้เรียบและแนบผิวผนังรับน้ำหนัก

ภาพที่ 5.117 แสดงแบบหล่อที่พร้อมเทคอนกรีต

ภาพที่ 5.118 แสดงผนังรับน้ำหนักที่เทคอนกรีตแล้ว และ วัสดุติดตั้งในผนัง

เมื่อเทคอนกรีตได้ 24 ช.ม. จะทำการเปิดแบบและย้ายที่แบบเหล็ก โดยมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1) ตรวจพร๊อพ, น๊อตตีนแบบอยู่ในตำแหน่งยึดยันไม่หลุดหลวม

2) คลายน๊อตไทรอดตัวล่าง

3) คลายน๊อตยึดข้างแบบที่ยึดแบบเหล็กแต่ละแผ่นออกพร้อมถอด สต๊อปเอนทุกด้าน

4) ตรวจพร๊อพ, และน๊อตตีนแบบอีกครั้งว่ายังอยู่ในตำแหน่งที่แน่น

5) ปีนขึ้นทางแบบเหล็กตัวในยืนบนเพลสฟอร์มเพื่อเกี่ยวขอเครน

6) จัดให้โซ่เครนอยู่ในตำแหน่งตึงพอดี

7) คลายไทรรอดตัวบนสุด

8) ปีนลงมาข้างล่าง

9) ให้สัญญาณเครนยกแบบเหล็กขึ้น

10) ก่อนดำเนินยกแบบเหล็กตัวถัดไปตรวจสอบพร๊อพ, น๊อต ตีนแบบอีกครั้ง อยู่ในตำแหน่งตึงไม่หลุดหลวม ทำซ้ำกันไปเรื่อยๆ จนครบทุกแบบ

ภาพที่ 5.119 แสดงการเปิดแบบเหล็ก

ภาพที่ 5.120 แสดงผนังรับน้ำหนัก หนา 15 ซม.

ภาพที่ 5.121 การเก็บแบบเหล็ก

เมื่อทาวเวอร์เครนยกแบบเหล็กลงมาจากอาคาร ต้องเก็บแบบเหล็กให้เรียบร้อยเพื่อรอการใช้งานต่อไป มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1) ตรวจสอบบริเวณใช้เก็บแบบเหล็ก ต้องไม่มีวัสดุกีดขวาง

2) นำแบบลงบริเวณที่เตรียมไว้

3) เมื่อแบบเหล็กลงถึงพื้น ปรับพร๊อพ, น๊อต ตีนแบบอีกครั้ง เพื่อความแน่นอน

4) ปีนขึ้นยืนบนเพลสฟร์อม ปลดขอเครน ปีนลงมาบนพื้น ให้สัญญาณเครน

1.2.4 การติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป เมื่อถอดแบบหล่อผนังรับน้ำหนักแล้ว บริเวณด้านนอกอาคารที่ทำการบล็อกไว้เพื่อเป็นบ่าสำหรับติดตั้ง คาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะมีเหล็กของผนังรับน้ำหนักโผล่ขึ้นมา ทาวเวอร์เครนยกคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป ขึ้นมาวางบนบ่า สอดเหล็กปลายคานผ่านเหล็กผนังรับน้ำหนักที่โผล่ขึ้นมา ทำการปิดแบบด้านนอก และ เทคอนกรีตปิด

บริเวณรอยต่อเพื่อเชื่อมให้คาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ผนังรับน้ำหนักติดกัน ทำการค้ำยันใต้ท้องคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป รอจนกว่ารอยต่อจะรับน้ำหนักได้ จึงถอดค้ำยันใต้ท้องคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูปออก

ภาพที่ 5.122 แสดงคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ภาพที่ 5.123 แสดงบ่าผนังรับน้ำหนัก

ภาพที่ 5.124 แสดงการปิดแบบเทคอนกรีต

ภาพที่ 5.125 แสดงการค้ำยันใต้ท้องคาน

1.2.5 การติดตั้งพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป ในโครงการมี 2 ชนิด คือ

1.2.5.1 พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab ต้องใช้ทาวเวอร์เครนในการยกติดตั้งเท่านั้น เพราะมีน้ำหนักมาก

1.2.5.2 Hollow Core Slab ใช้ Mobile Crane ในการติดตั้งได้ เพราะมีน้ำหนักเบา และ ขนาดเล็กกว่า

รายละเอียดในการติดตั้งงานพื้น แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) การติดตั้งพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab มีรายละเอียดดังนี้

1.1) คนงานทุกคนต้องใส่เข็มขัดนิรภัยทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย ต้องตั้งค้ำยันใต้ท้องพื้น ชั้นที่จะวาง ตามแบบที่กำหนดให้

1.2) ทำราวกันตกในที่ทำงานโดยรอบบริเวณที่จะวางแผ่น เพื่อความมั่นคงแข็งแรง และความปลอดภัยขณะทำการติดตั้ง ตั้งนั่งร้าน (Platform) ด้านตรงกันข้ามตำแหน่งติดตั้งพื้นเพื่อใช้สำหรับให้คนงานยืนรอติดตั้ง และ บริเวณดังกล่าวจะไม่อยู่ในบริเวณจะวางแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป โดยการติดตั้งนั่งร้านต้องติดตั้งเหล็ก สำหรับแขวนนั่งร้าน ที่กำแพงชั้นบนโดยขันน๊อตให้แน่น (ต้องใส่แหวนรองด้วย) ทำความสะอาดนั่งร้าน โดย เก็บเศษขยะ และ สิ่งกีดขวางออกให้หมด เกี่ยวขอ นั่งร้าน ด้วยโซ่ของเครน 4 เส้น ยกนั่งร้านขึ้นชั้นบน ใช้เชือก 2 เส้นมัดเพื่อที่จะควบคุมนั่งร้านให้ลงยังตำแหน่งที่จะติดตั้งได้ง่าย แขวนนั่งร้านไว้ที่เหล็กสำหรับแขวนนั่งร้านที่ติดตั้งไว้ตรงกำแพงชั้นบนล็อกกับตัวแขวนให้เรียบร้อย ปลดโซ่ของเครนจากนั่งร้านออก

1.3) เกี่ยวแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป ด้วยเหล็กเฟรมที่ยกโดยทาวเวอร์เครน โดยเกี่ยวที่ขอแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปทุกตัว

1.4) ใช้เชือก 2 เส้น ยาว 6 เมตร มัดด้านละเส้นและปล่อยเชือก ลงมา

1.5) เมื่อพร้อมยกแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปขึ้น ต้องให้คนติดตั้งออกจากแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป ไม่อนุญาตให้คนติดตั้งยืนไปบนแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปขณะยกแผ่นขึ้น

1.6) ทาวเวอร์เครนยกแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปขึ้นไปที่เตรียมไว้

1.7) เมื่อแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปถึงที่จะวาง ใช้เชือก 2 เส้นประคองลงให้ได้ที่

1.8) ดึงเชือกประคองไว้ประมาณ 20 ซม. เหนือตำแหน่งที่จะวาง

1.9) ใช้คนงาน 4 คน พร้อมกับชแลงขึ้นไปบนแผ่นพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูปและงัดให้เข้าที่

1.10) ค่อยๆ ปล่อย เชือก

1.11) ลดระดับ แผ่นพื้นจนได้ตำแหน่งที่ถูก

1.12) ปรับระดับให้ตรงกับแบบ

1.13) ใช้คน 1 คนลงไปตรวจสอบว่าแผ่นพื้นถึงค้ำยันใต้ท้องพื้น พอดี

1.14) ปลดขอเครนออกจากแผ่นพื้น และ บอกเครนขึ้นช้าๆ

ทำการจัดเหล็กเสริมรอบแผ่นพื้นสอดเข้าประสานกัน ติดตั้งเหล็กเสริมพิเศษตามแบบกำหนด เข้าแบบใต้ท้องพื้นและเทคอนกรีตเพื่อให้พื้นสำเร็จรูปเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้การถ่าย

น้ำหนักจากพื้นลงสู่ผนังได้สมบูรณ์ เพื่อความสะดวกในการทำงานระบบโดยไม่ต้องสกัดพื้นหลังจากการวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปแล้ว ทางโครงการ 1 ได้ออกแบบการบล็อกแผ่นพื้นให้เป็นช่องเพื่อทำงานระบบ และคำนึงถึงความปลอดภัยจึงติดตั้งตะแกรงกันวัสดุและคน ตกลงในช่องดังกล่าวโดยตะแกรงดังกล่าวจะติดตั้งขณะหล่อพื้น เมื่อต้องการทำงานระบบจึงค่อยตัดตะแกรงนั้นทิ้งและเมื่อเดินงานระบบเสร็จต้องก่อปิดทันทีเพื่อป้องกันอันตราย

ภาพที่ 5.126 แสดงการติดตั้งพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab

ภาพที่ 5.127 แสดงตะแกรงกันวัสดุและคน

2) การติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูป ชนิด Hollw Core

Hollow Core Slab เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดรูกลวง เสริมด้วยลวดอัดแรง ใช้เป็นโครงสร้างพื้นอาคารทั่วไปมีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโครงสร้างพื้นแบบอื่นๆ มีความแข็งแรงในตัวเองใช้รับน้ำหนักได้ทันที โดยไม่ต้องมีค้ำยันชั่วคราวใดๆ มีความหนาขนาดต่างๆ ตามความเหมาะสมในการใช้ ส่วนความยาวกำหนดได้ตามช่วงห่างของคาน โดยในโครงการ 1 ใช้ความหนา 10 ซม. วางตะแกรงเหล็กไวร์เมชขนาด 4 มม.ระยะห่าง 0.20 ม.# เทTopping หนา 5 ซม. มีคุณสมบัติเด่นในด้านการป้องกันเสียง อุณหภูมิ เนื่องจากมีรูกลวงช่องอากาศภายในจึงช่วยลดการผ่านของเสียงและอุณหภูมิได้ดี นอกจากนี้ด้านท้องพื้นมีผิวเรียบใช้เป็นฝ้าเพดานได้ สวยงาม Hollow Core Slab มีคุณสมบัติพิเศษช่วยในการป้องกันอัคคีภัย เพราะเนื้อคอนกรีตห่อหุ้มเหล็กมีความหนาพอเพียงสามารถทนความร้อนได้นานนับชั่วโมง หากเกิดอัคคีภัยรุนแรงขึ้น ณ จุดใดก็จะเกิดความเสียหายเฉพาะจุดไม่เสียหายไปถึงส่วนโครงสร้างพื้นข้างเคียง

Hollow Core Slab มีรูกลวงขนาดใหญ่สามารถใช้ประโยชน์ในการเดินสายไฟฟ้า ท่อน้ำหรือใช้เป็นรูระบายอากาศได้อย่างดีอีกด้วย นอกจากนี้ลักษณะโครงสร้างแผ่นพื้นมีผิวบนและผิวล่างบาง ช่วยให้การดัดแปลงเจาะสกัด เปิดช่องคอนกรีต ทำได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว

เนื่องจากการติดตั้งของแผ่นพื้น Hollow Core นั้นจะกระทำเป็นชั้นๆ ไปตามการก่อสร้างอาคาร เมื่อได้ถอดแบบหล่อผนังรับน้ำหนักเสร็จ ติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป ก็จะติดตั้งแผ่นพื้น Hollow Core โดยทั่วไปหากไม่มีอุปสรรคใดๆ งานติดตั้งแผ่นพื้นสามารถทำได้ ประมาณ 400 ตร.ม. ต่อวัน

2.1) การจัดเตรียมสถานที่สต็อกแผ่นพื้น Hollow Core

หลังจากได้วางแผนงานก่อสร้างแล้ว พื้นที่ก่อสร้างต้องมีบริเวณที่รถแผ่นและรถเครนเข้าได้สะดวก จัดเตรียมสถานที่สต็อกแผ่นพื้น Hollow Core ตามแนวอาคารด้านนั้นๆ พร้อมทั้งบดอัดถนนให้แข็งแรงพอที่จะให้รถบรรทุกแผ่นพื้นและรถเครนเข้าได้โดยใกล้เคียงกับแนวอาคาร เพื่อที่รถเครนจะสามารถหยิบยกแผ่น เพื่อความสะดวกต่อการติดตั้ง พื้นที่สต็อกแผ่นพื้น Hollow Core จะต้องไม่มีสิ่งของหรือวัสดุก่อสร้างใด กีดขวาง

2.2) การเตรียมแนวผนังรับน้ำหนักรองรับแผ่นพื้น Hollow Core

จะต้องมีแนว (Alignment) ที่ถูกต้อง ค่าความคลาดเคลื่อน ±2 ซม. ผิวบนผนังรับน้ำหนักจะต้องมีระดับ (Level) ที่ถูกต้องและราบเรียบอย่างสม่ำเสมอตลอดแนว ความราบเรียบนี้หมายถึงราบเรียบใกล้เคียงกับการฉาบปูนที่ได้มาตรฐาน ในขณะเทผนังรับน้ำหนัก ต้องให้ช่างใช้เกียงปาดผิวบนผนังรับน้ำหนักให้เรียบมากที่สุดเพื่อแผ่นพื้นย่อมรับน้ำหนักได้ดี

2.3) ขั้นตอนการวางพื้นสำเร็จรูป Hollow Core

2.3.1) เมื่อจะเข้าทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป ควรที่จะเช็คและตรวจสอบปรับระดับผิวบนผนังรับน้ำหนักที่จะวางแผ่นพื้นให้ได้ระดับและสะอาดเรียบร้อยเสียก่อน เพื่อจะวางแผ่นพื้นได้สะดวกรวดเร็วและเพื่อป้องกันการแตกร้าวของแผ่นพื้นด้วย

2.3.2) นำแผ่นพื้นสำเร็จรูปมาจัดวางเรียงชิดกัน โดยตลอดตามแบบที่ระบุไว้ และถ้ามีเชียร์คีย์ (Shear Key) ควรจะเชื่อมก่อน ต่อจากนั้นควรยาร่องรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นทันที

2.4) การยาร่อง (Grouting) คือ การอุดรอยต่อตามความยาวเรียงกันระหว่างแผ่นพื้น วัสดุที่ใช้ในการยาร่องคือ Mortar ซึ่งเป็นส่วนผสมของปูนซีเมนต์ น้ำและทรายในอัตราส่วน 1:1:4 โดยปริมาตร การยาร่องนี้ให้ประโยชน์มากเพื่อการกระจายน้ำหนักระหว่างแผ่นพื้นสำเร็จรูป โดยขั้นตอนการยาร่องควรดำเนินการดังนี้

2.3.1) ทำความสะอาดร่องและเก็บเศษวัสดุอื่นๆ ออกจากร่อง

2.3.2) ราดน้ำลงในร่อง เพื่อให้ร่องเปียกและสะอาด

2.3.3) กรอก Mortar ลงในร่องและใช้เกียงแทงให้เต็มร่องแล้วปาดปากร่องให้เรียบ ในขณะเดียวกัน ให้ช่างแต่งรอยต่อด้านใต้แผ่นพื้นด้วย ขณะที่ Mortar ยังเปียกอยู่จะสะดวก รวดเร็ว และสวยงามกว่าการทำหลังจาก Mortar แข็งตัวแล้ว

ในกรณีที่เป็นพื้นชั้นดาดฟ้าจะทำการยาร่องนำหน้า ก่อนการเทคอนกรีตทับหน้าไม่เกิน 30 นาที ทั้งนี้เพื่อให้ Mortar เป็นเนื้อเดียวกับคอนกรีตทับหน้า ซึ่งจะช่วยกันน้ำ ซึมผ่านร่องได้ดีขึ้น

2.3.4) เมื่อทำการจัดวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปและทำการยาแนวร่องระหว่างแผ่นพื้นด้วย Mortar แล้วเสร็จ ควรปัดกวาดเศษวัสดุที่อยู่บนพื้นออกให้หมด แล้วจึงจัดวางตะแกรงเหล็กไวร์เมชขนาด 4 มม.ระยะห่าง 0.20 ม.# หนุนตะแกรงให้สูงจากแผ่นพื้นประมาณ 2.5 ซม. ให้ทำความสะอาดแผ่นพื้นอีกครั้งโดยการฉีดน้ำ เพื่อล้างเศษวัสดุต่างๆ อีกครั้ง จากนั้นให้เทคอนกรีต Topping หนา 5 ซม. บริเวณรอบโดยเว้นห่างจากบริเวณตำแหน่งที่วางบนผนังรับน้ำหนักประมาณ 50 – 60 ซม. ตลอดแนวผนัง เทคอนกรีต Topping โดยปาดแต่งผิวหน้าหน้าให้เรียบ หลังจากเทคอนกรีตทับหน้าแล้ว จึงบ่มคอนกรีตต่อไปอย่างน้อย 24 ชม.

ส่วนบริเวณใกล้ตำแหน่งผนังรับน้ำหนักเว้นไว้ประมาณ 50-60 ซม. ให้สอดเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม. เข้าไปในช่องพื้น Hollow Core เพื่อเป็นเหล็กเสริมพิเศษในรอยต่อระหว่างพื้น Hollow Core ทำการเข้าแบบใต้ท้องพื้น และเทคอนกรีต พื้นและผนังรับน้ำหนักก็จะเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้การถ่ายน้ำหนักจากพื้นลงสู่ผนังได้สมบูรณ์

ภาพที่ 5.128 แสดงการติดตั้งพื้น Hollow Core

ภาพที่ 5.129 แสดงการวางพื้นบนผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่

ภาพที่ 5.130 เหล็กเสริมพิเศษด้านบนรอยต่อระหว่างพื้น Hollow Coreที่วางบนผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่

ภาพที่ 5.131 เหล็กเสริมพิเศษสอดในช่องพื้นตรงรอยต่อระหว่างพื้น ที่วางบนผนังรับน้ำหนักชนิดหล่อในที่

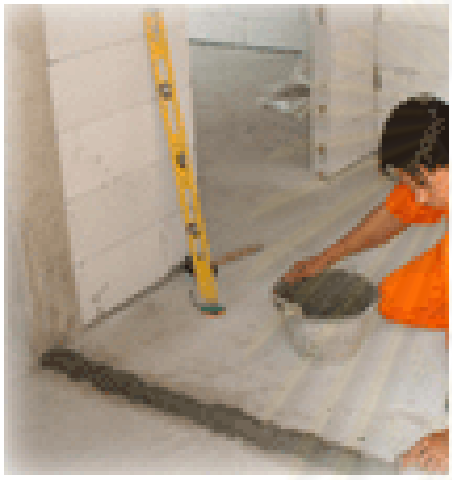
ภาพที่ 5.132 การเข้าแบบใต้ท้องพื้นและเป็นค้ำยันแผ่นในตัวก่อนเทคอนกรีต

3) งานผนังก่ออิฐภายนอกอาคาร หลังจากทำงานโครงสร้าง เสร็จ 2 ชั้น จะเริ่มทำงานผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร เนื่องจากต้องรอการถอดค้ำยันงานพื้นในส่วนที่เชื่อมต่อกับผนังรับน้ำหนัก การก่อจะทำการก่อบนคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป โครงการ 1 ใช้วัสดุก่อเป็นบล็อกมวลเบา Q – con ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1) ขั้นตอนการก่อสร้างผนังก่ออิฐ

3.1.1) ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการก่อผนังคอนกรีตมวลเบา โดยใช้บล็อกมวลเบา

Q – con block ขนาด 20 X 60 X 7.5 ซม. และได้วางแนวดิ่งฉากเรียบร้อยแล้ว เริ่มก่อโดยการใช้ปูนทรายทั่วไป ช่วยในการปรับระดับพื้นให้ได้ระดับเดียวกัน แล้วป้ายปูนก่อที่ใช้เฉพาะสำหรับก่อบล็อกมวลเบา ลงด้านล่างของบล็อคก้อนแรกก่อนวางก้อนบล๊อคลงบนแนวปูนทราย โดยไม่ต้องราดน้ำที่ Block แต่อย่างใด เพียงแต่ทำความสะอาดไม่ให้ฝุ่นติดอยู่ ใช้ค้อนยางและระดับน้ำช่วยจัดแนว แล้วป้ายปูนก่อบริเวณด้านข้างของก้อน ด้วยเกรียงก่อ ให้ความหนาของปูนก่อเพียง 2 - 3 มม. ก่อนวางก้อนที่ 2 ลงไปให้ชิดกับก้อนแรก



ภาพที่ 5.133 แสดงการวางปูนทรายปรับระดับ

ภาพที่ 5.134 แสดงการป้ายปูนก่อด้านข้าง

ภาพที่ 5.135 แสดงการใช้ค้อนยางและระดับน้ำช่วยจัดแนว

ภาพที่ 5.136 แสดงงานผนังก่ออิฐภายนอกอาคาร

3.1.2) จะต้องก่อด้วยวิธีสลับแนวระหว่างแถวชั้นบนถัดไป ให้แนวที่เหลื่อมกันมีระยะไม่น้อยกว่า 10 ซม. ก่อให้ได้แนวทั้งแนวตั้งและแนวนอน โดยการขึงแนวก่อนการก่อ ป้ายรอยต่อโดยรอบก้อนด้วยปูนก่อ หนา 2-3 มม. และจะต้องใส่ปูนก่อให้เต็มตลอดแนว ไม่มีโพรง โดยไม่ต้องตอกแผ่นเหล็กใดๆ เพื่อยึดก้อน Block อีก หากต้องมีการปรับแต่งบล็อค ให้ได้แนวระดับความต้องการ ควรทำให้แล้วเสร็จภายใน 5 นาที

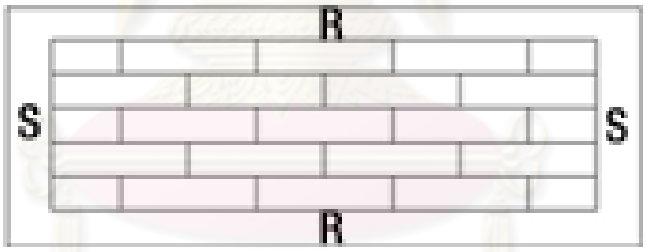
3.1.3) ปลายก้อนที่ก่อชนผนังรับน้ำหนัก หรือเสาเอ็นจะต้องยึดด้วยแผ่นเหล็ก Metal Strap ยาวประมาณ 20 ซม. โดยยึดด้วยตะปูคอนกรีต หรือพุกสกรูทุกระยะ 2ชั้น ของบล็อก

3.1.4) มุมกำแพงทุกมุม จะต้องมีเสาเอ็น หรือคานเอ็น ค.ส.ล. โดยใช้เหล็กเสริม 2 เส้น เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ม.ม. และมีเหล็กปลอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ทุกระยะ 20 ม. เหล็กเสาเอ็นจะต้องฝังลึกในพื้นโดยต่อเข้ากับเหล็กที่ฝังไว้ขณะเทพื้น และบริเวณรอบช่องเปิดจะต้องทำทับหลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.137 แสดงเสาเอ็นที่มุมกำแพง

3.1.5) การก่อผนังให้ก่อชนท้องคานหรือท้องพื้นทุกแห่ง โดยเว้นช่องไว้ประมาณ 1–2 ซม. แล้วอุดปูนทรายตลอดแนวและจะต้องยึดแผ่นเหล็ก Metal Strap ที่ท้องพื้นหรือท้องคานไว้ทุกระยะไม่เกิน 1.20 ม. ผนังที่ก่อสูงไม่ชนท้องคานหรือพื้นทุกแห่งจะต้องทำทับหลัง ค.ส.ล.ขนาดไม่เล็กกว่าเสาเอ็น



ภาพที่ 5.138 แสดงด้านที่ยึดด้วย Metal Strap และด้านที่ยึดด้วยปูนก่อ

- S หมายถึง ด้านที่ยึดด้วย Metal Strap
- R หมายถึง ด้านที่ยึดด้วยปูนก่อ

เมื่อก่ออิฐมวลเบาเรียบร้อยแล้ว ต้องทิ้งไว้ให้ปูนก่อแข็งตัว จึงสามารถฉาบปูนได้

3.2) ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิว และ ฉาบปูน มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1) การเตรียมพื้นผิว

3.2.1.1) ใช้แปรงตีน้ำหรือไม้กวาดปาดเศษผงที่ติดอยู่บนผนังออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.1.2) หากมีรอยแตกบิ่นของผนังให้อุดซ่อมก่อนด้วยปูนซ่อม โดยผสมเศษผงคอนกรีตมวลเบา จากการตัดเข้ากับปูนก่อ คนให้เข้ากันกับน้ำ แล้วนำไปป้ายอุดจุดที่ต้องซ่อมทิ้งไว้ให้แห้งก่อนฉาบ

3.2.1.3) ราดน้ำที่ผนังก่อนฉาบให้ชุ่ม ประมาณ 2 ครั้ง เช่นเดียวกับผนังก่อทั่วไป

3.2.1.4) รอให้ผิวผนังดูดซับน้ำจนแห้งเล็กน้อย จึงเริ่มลงมือฉาบ

3.2.2) การฉาบปูน

3.2.2.1) ทำการติดปุ่ม เพื่อกำหนดแนวฉาบทั้งแนวนอนและแนวตั้ง รวมทั้งติดเซี้ยมพีวีซีที่มุมผนัง และ ติดตั้งกรงไก่กว้าง 300 มม. ระหว่างผิววัสดุที่แตกต่างกัน

3.2.2.2) ความหนาปูนฉาบ 0.5 – 1.0 ซม. ให้ทำการฉาบเป็น 2 ชั้น ชั้นละประมาณ ครึ่งหนึ่งของความหนาทั้งหมด

3.2.2.3) เมื่อฉาบชั้นแรก แล้วทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้งหมาด บางส่วนจะเกิดรอยแตกเป็นปกติ จากการหดตัวของปูน ปูนที่ฉาบต้องผสมไม่เหลวจนเกินไป เพราะจะทำให้เกิดรอยย้อยตัวของปูน จะทำให้เสียเวลารอให้หมาดนาน และเป็นสาเหตุของการแตกร้าว

3.2.2.4) ฉาบปูนชั้นที่สองให้ได้ความหนาที่ต้องการ ปาดหน้าให้เรียบ แล้วทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้งหมาดมากๆ

3.2.2.5) ตีน้ำด้วยแปรงให้ทั่ว พอดีกับการปั่นหน้า กดเกรียงแรงๆ แล้วขัดผิวหน้าให้เรียบก่อนลงฟองน้ำ

3.2.2.6) การฉาบปูนโดยฉาบเป็นชั้นเดียวแล้วตีน้ำเลยนั้น ทำได้เฉพาะกรณีฉาบหนาไม่เกิน 1.5 ซม. เท่านั้น

3.2.2.7) การฉาบปูนหนากว่า 2 ซม. ต้องแบ่งฉาบเป็นชั้นๆ ละประมาณ 1 - 2 ซม. และติดลวดตาข่ายระหว่างชั้นปูน เพื่อป้องกันการแตกร้าวในกรณีหนากว่า 4 ซม.

ภาพที่ 5.139 แสดงการฉาบปูน และ ลงฟองน้ำ

ภาพที่ 5.140 แสดงงานฉาบปูนภายนอกอาคาร

3.3) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับงานก่ออิฐฉาบปูนของผนังก่ออิฐมีดังนี้

3.3.1) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง 5 มม. ใน 2,500 มม.

3.3.2) ค่าความคลาดเคลื่อนของแนวผนังที่ไม่ตรง 5 มม. ใน 3,000 มม.

3.3.3) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวราบ 3 มม. ใน 3,000 มม.

4) การติดตั้งงานระบบ

งานระบบภายในอาคารจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกที่ติดตั้งในผนังรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นงานภายในแต่ละห้อง ส่วนที่สองจะติดตั้งบริเวณส่วนกลาง โดยมีการทำงานระบบก่อนการก่อผนังภายใน กำหนดตำแหน่งต่างๆ ตามระยะที่กำหนดในแบบ

ภาพที่ 5.141 แสดงงานระบบบริเวณทางเดิน

ภาพที่ 5.142 แสดงการติดตั้งงานระบบภายในอาคาร

5) งานติดตั้งประตู และหน้าต่างอลูมิเนียม

งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป สีขาว การประกอบติดตั้งจะประกอบโดยทำการใส่เฟรมประตู-หน้าต่าง ให้ตรงกับตามตำแหน่งช่องเปิด ส่วนบานประตู และ หน้าต่างทำการประกอบสำเร็จมาล่วงหน้า

ภาพที่ 5.143 แสดงงานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม

6) งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม

การทำงานในด้านสถาปัตยกรรม เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้องพื้น และติดตั้งพื้นไม้ลามิเนต โดยขั้นตอนการเทพื้นปรับระดับ (Screeding) ต้องตรวจสอบระดับพื้นทั่วบริเวณ ทำความสะอาดพื้นผิวไม่ให้มีฝุ่น ขี้ปูน คราบน้ำมัน ติดปุ่มระดับที่พื้น (ระยะห่างของปุ่มไม่เกิน 1.50 ม.) รดน้ำบริเวณที่จะทำการเทปรับระดับให้ชุ่ม จากนั้นพรมน้ำยาประสานคอนกรีต ทำการเทปูนปรับระดับ บริเวณที่จะปูไม้ลามิเนตต้องทำการขัดมันผิวพื้น ค่าความต่างของระดับพื้นขัดมันที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 2 มม. เมื่อเทปรับระดับพื้นแล้วต้องบ่มด้วยน้ำ หลังจากนั้นจึงทำงานฝ้าเพดาน งานติดราวกันตกภายนอกอาคาร ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน

ภาพที่ 5.144 แสดงการติดตั้งราวกันตก

ภาพที่ 5.145 แสดงงานสีภายนอกอาคาร

2. <u>โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

2.1 งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร

งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร ต้องทำการเจาะสำรวจดิน และ ส่งผลสำรวจให้ผู้ออกแบบโครงสร้าง เพื่อกำหนดรายละเอียดงานเสาเข็ม เช่น การกำหนดความลึกของเสาเข็ม ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม เพื่อให้ได้แบบฐานราก โดยฐานรากที่ทำในโครงการ 2 เป็นฐานรากลึกแบบมีเสาเข็มรองรับปรับพื้นที่ลอกวัชพืช งานถมดินและบดอัดดิน วางแนวถนนหลัก ถนนรอง และ ทำถนนที่จะใช้เป็นเส้นทางขนส่งวัสดุและเครื่องมือ เครื่องจักร หลังจากนั้นทำการวางผังอาคารโดยรอบและตรวจสอบระยะต่างๆ ตามแบบก่อสร้าง กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาอาคาร และ ศูนย์กลางเสาเข็มซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมาก เพื่อให้เสาเข็มแต่ละต้นมีระยะที่ถูกต้องตรงตามแบบ และ สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนด กำหนดค่าระดับ หรือ หมุดระดับ เพื่อใช้อ้างอิงระดับต่อไป

2.2 งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร

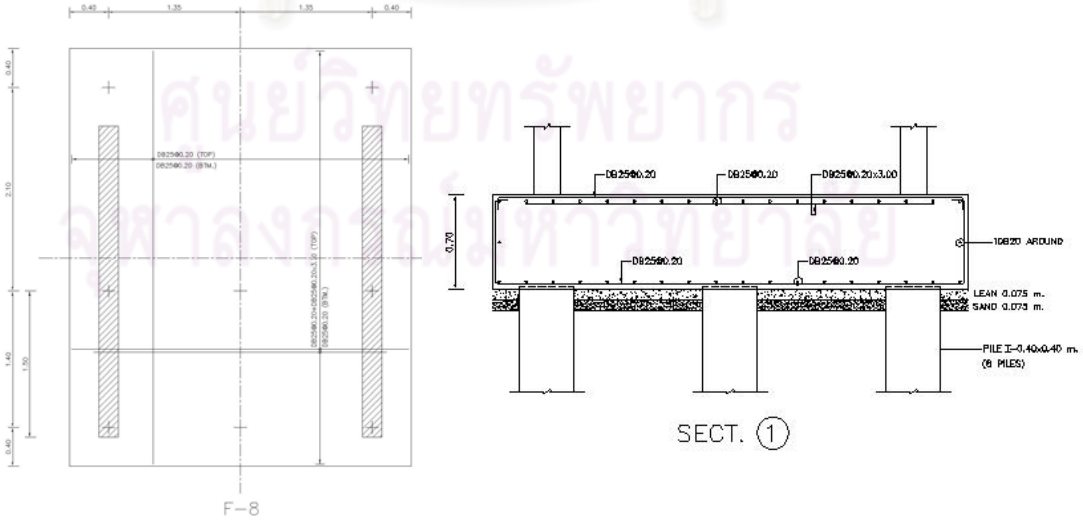
2.2.1 การตอกเสาเข็มจะดำเนินการโดยผู้รับเหมา เสาเข็มที่ใช้เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.35 X 0.35 เมตร และ 0.40 X 0.40 เมตร. โดยเสาเข็มเป็นเสาเข็มกลุ่ม ทำการตอกตามตำแหน่งที่กำหนดและจำนวนตามแบบ หลังจากนั้นต้องทำการตัดหัวเสาเข็ม เพื่อเตรียมทำฐานราก ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบหุ้มหัวเสาเข็ม

ภาพที่ 5.146 แสดงการตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.35 X 0.35 เมตร

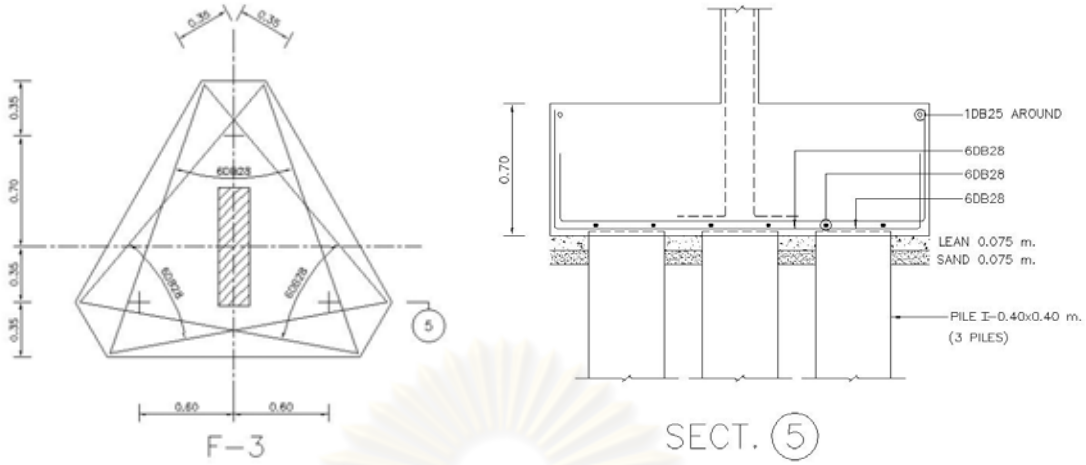
ภาพที่ 5.147 แสดงการตัดเสาเข็มและเข้าแบบเตรียมเท Lean Concrete

ภาพที่ 5.148 แสดงการเทคอนกรีตหยาบหุ้มหัวเสาเข็มที่ตัดแล้ว

2.2.2 การทำฐานราก หลังจากเทคอนกรีตหยาบหุ้มหัวเสาเข็มแล้ว จะทำ Line ในการกั้นแบบข้าง ตรวจเช็คขนาดฐานราก และ ตำแหน่งศูนย์กลางฐานราก ทำความสะอาดพื้นคอนกรีตหยาบและเริ่มกั้นแบบข้าง นำเหล็กเส้นที่ดัดและผูกเป็นตะแกรงยกมาวาง พร้อมหนุนลูกปูนที่มีความหนาประมาณ 5 ซม. เพื่อให้เหล็กมีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามมาตรฐาน ตรวจสอบศูนย์กลางฐานรากอีกครั้ง และตรวจการจัดวางเหล็ก เมื่อถูกต้องจึงเทคอนกรีตขนาด Strength 280 KSC. Cube การเทคอนกรีตฐานรากต้องเทให้เต็มตามระดับที่กำหนด ไม่อนุญาตให้หยุดการเทคอนกรีตเมื่อไม่ถึงระดับที่ต้องการ ขณะเทคอนกรีตต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีต หรือ เครื่องสั่นคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดี เมื่อคอนกรีตฐานรากแข็งตัวต้องทำการบ่มคอนกรีตเพื่อควบคุมและป้องกันน้ำระเหยออกไป งานฐานรากต้องมีความละเอียดรอบคอบในการตรวจสอบศูนย์กลางอย่างมาก



ภาพที่ 5.149 แสดงแบบแปลนฐานราก และ ภาพตัดฐานราก F-2a



ภาพที่ 5.150 แสดงแบบแปลนฐานราก และ ภาพตัดฐานราก F-3

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร C2

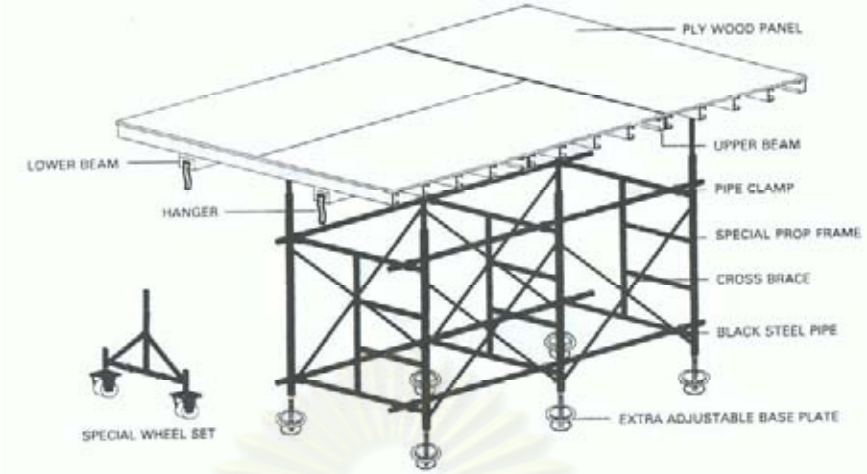
ภาพที่ 5.151 แสดงการเข้าแบบฐานราก

ภาพที่ 5.152 แสดงการลงเหล็กเสริม

2.2.3 การทำงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว แบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

2.2.3.1 การติดตั้งแบบหล่อพื้น

การติดตั้งแบบหล่อพื้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เนื่องจากเป็นตัวแปรหลักที่จะกำหนดระยะเวลาในการทำงานหล่อพื้นแต่ละชั้น การเลือกใช้ระบบแบบหล่อในแต่ละโครงการหรือจำนวนที่จะต้องใช้ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับลักษณะของโครงสร้างและระยะเวลาของการก่อสร้าง ในปัจจุบันแบบหล่อระบบ Table Form ได้เป็นที่นิยมมากขึ้น เนื่องจากสามารถติดตั้งได้รวดเร็ว มีความมั่นคงแข็งแรงและเสียหายระหว่างการใช้งานน้อยกว่าระบบอื่นๆ การปรับระดับ Table Form จะทำการปรับให้ได้ระดับใกล้เคียงที่กำหนดด้วยตัวปรับบน และทำการปรับละเอียดด้วยตัวปรับล่างอีกครั้ง



ภาพที่ 5.153 แสดงรายละเอียด Table Form

ภาพที่ 5.154 แสดงแบบหล่อระบบ Table Form

ภาพที่ 5.155 แสดงการวาง Table Form

ภาพที่ 5.156 แสดงตัวปรับด้านบน

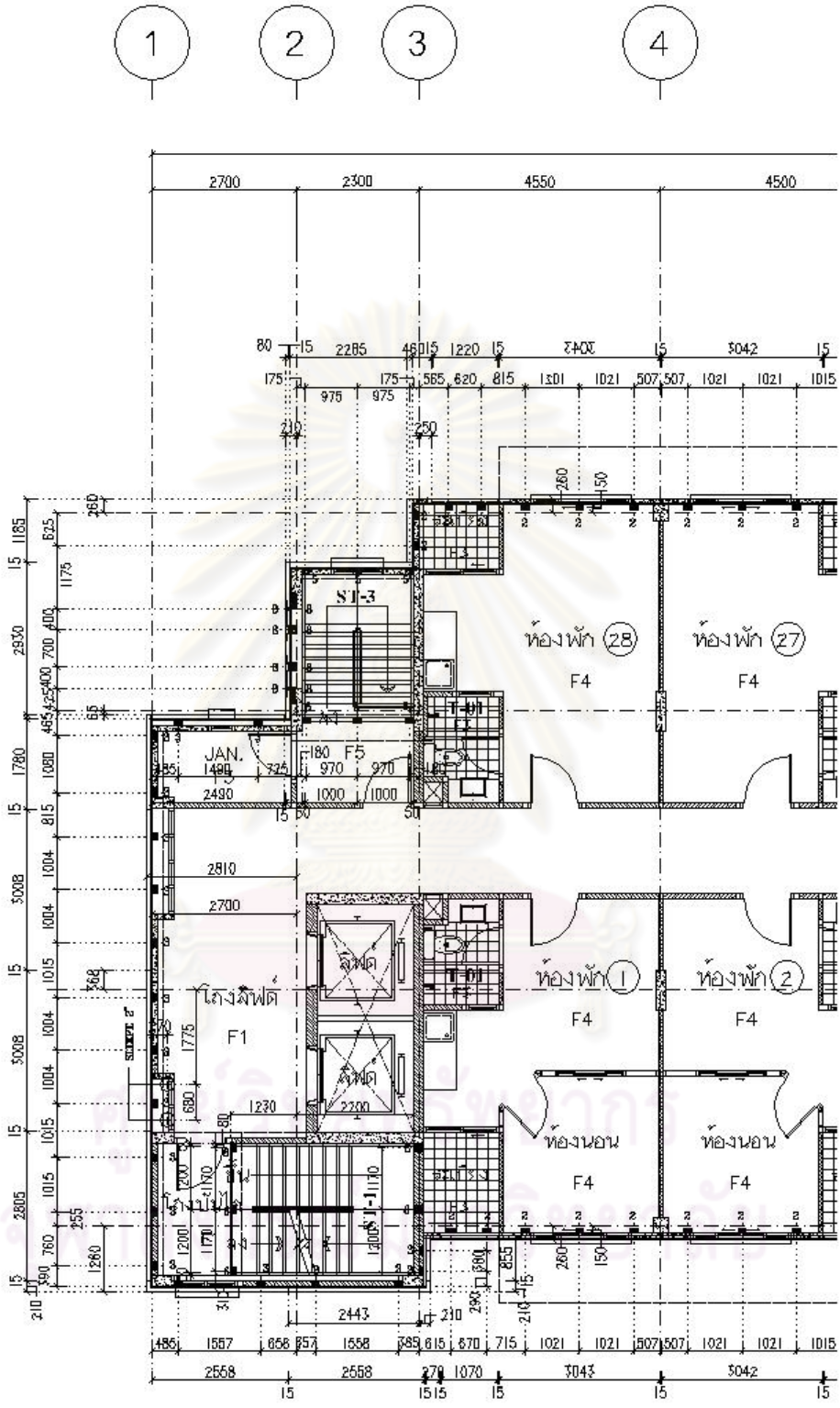
ภาพที่ 5.157 แสดงตัวปรับด้านล่าง

2.2.3.2 การวางเหล็กเสริมล่าง

เหล็กเสริมล่างนี้มีไว้เพื่อกันแตกและรับแรงขณะใช้งาน โดยจะวางเป็นตะแกรงเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม. ระยะห่างประมาณ 40 ซม.# (ในแบบระบุเหล็กข้ออ้อยขนาด 10 มม.) และจะวาง Insert Plate 2 ชั้น ขนาด 100 X 150 X 9 มม. ขาใช้เหล็กกลมขนาด 9 มม. 2 เส้น ยาว 40 ซม. Insert Plate ใช้สำหรับยึดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปด้านบนของInsert Plate ติดฟองน้ำอย่างแข็งความหนาประมาณ 1.5 ซม. การติดตั้งจะติดตามตำแหน่งที่ระบุในแบบผิวบนของฟองน้ำแข็งจะอยู่ในแนวระดับผิวคอนกรีตพื้น ด้านล่างของ Insert Plate จะแนบกับแบบหล่อพื้น ยึด Insert Plate ติดกับเหล็กเสริมให้แน่นหนาอีกครั้งเพื่อกัน Insert Plate เคลื่อนที่ขณะเทคอนกรีต ส่วนฟองน้ำแข็งที่ติดไว้จะขูดออกเมื่อเทคอนกรีตพื้นแข็งตัวแล้ว จะทำให้เป็นบล็อกเว้าลงไปใช้วาง Plate ติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะทำให้ Plate ติดตั้งไม่โผล่สูงขึ้นมากกว่าระดับพื้นคอนกรีต การติดตั้ง Insert Plate มีความสำคัญมากหากติดตั้งผิดตำแหน่งจะไม่สามารถติดผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปได้ เนื่องจากผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปหล่อสำเร็จมาจากโรงงานและPlate ที่ฝังในผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นไปตามแบบ

ภาพที่ 5.158 แสดงการวางเหล็กเสริมล่าง

ภาพที่ 5.159 แสดงฟองน้ำแข็งที่ใช้ติด Insert Plate

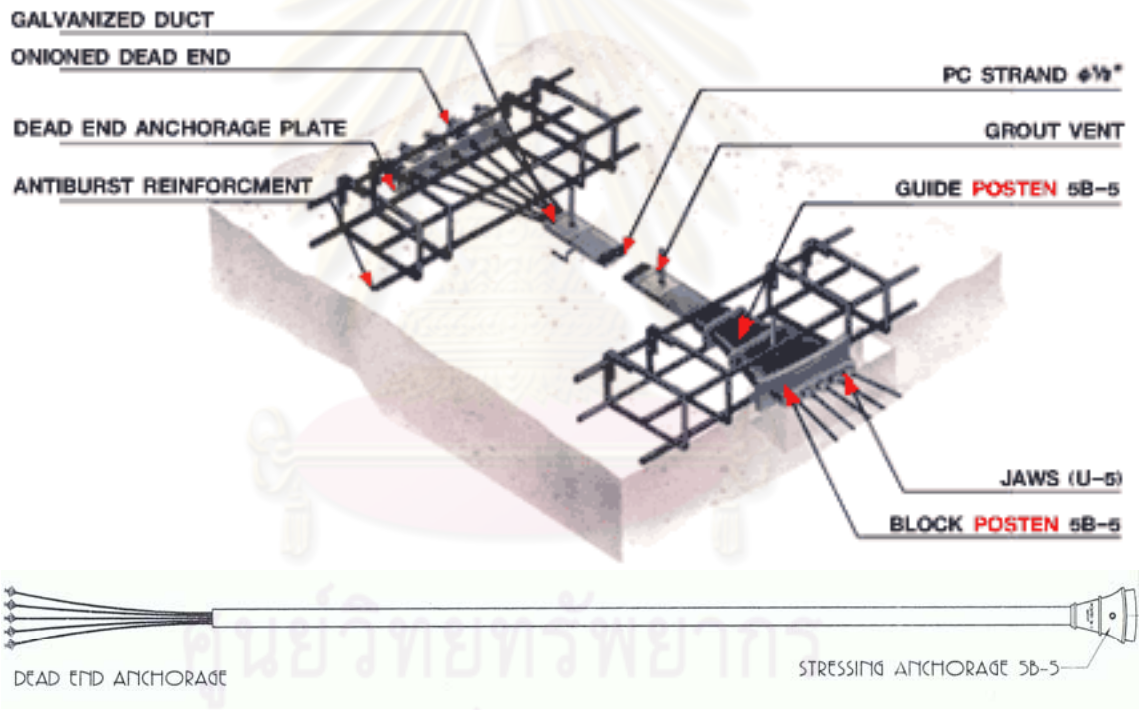


ภาพที่ 5.160 แสดงแบบติดตั้ง Insert Plate

ที่มา : จากแบบติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป อาคาร C2

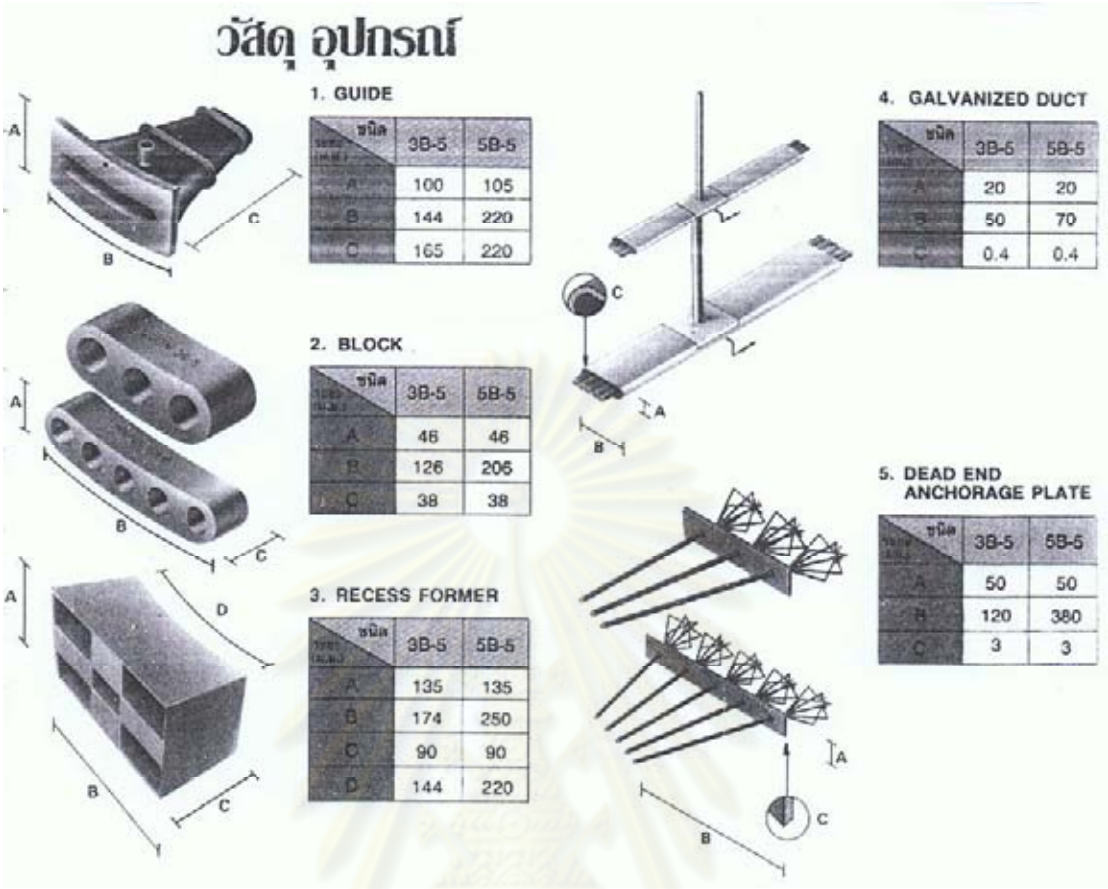
2.2.3.3 การวางลวด Strand และติดตั้งสมอยึด Anchorage

ลวดเหล็กแรงดึงสูง PC.Strand จะขนส่งมาที่หน่วยงานในลักษณะเป็นขดที่มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.50 เมตร การวางลวด Strand ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนระดับในแนวดิ่งได้ไม่เกิน ±4 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาไม่เกิน 20 ซม. และไม่ ±6 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาเกินกว่า 20 ซม. โดยโครงการ 2 พื้นมีความหนา 16 ซม. สมอยึด Anchorage จะวางตามตำแหน่งที่ระบุไว้ใน Shop Drawing โดยยึดติดอยู่กับแบบข้างและจะต้องไม่เคลื่อนไปในทางใดระหว่างการเทและเขย่าคอนกรีต ติดตั้งวัสดุต่างๆ ในพื้นให้เรียบร้อยพร้อมตรวจสอบตำแหน่ง และ อุดไม่ให้คอนกรีตสามารถไหลเข้าได้



ภาพที่ 5.161 แสดงอุปกรณ์ติดตั้งที่ปลายทั้งสองข้างของลวด Strand

ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต



ภาพที่ 5.162 วัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้งระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว

ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

ภาพที่ 5.163 ติดตั้ง Dead End Anchorage

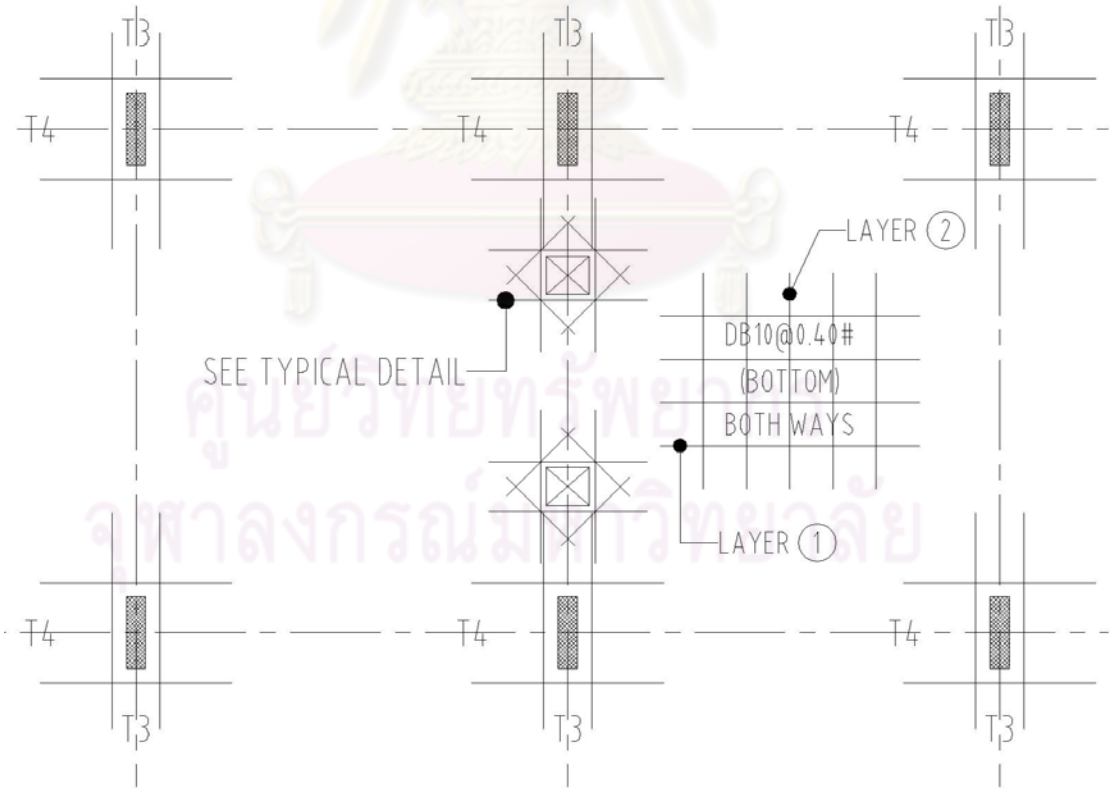
ภาพที่ 5.164 แสดงการวางลวด Strand

ภาพที่ 5.165 แสดงการติดตั้งระบบระบายน้ำทิ้ง

ภาพที่ 5.166 แสดงการติดตั้งระบบไฟฟ้า

2.2.3.4 การวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา

การวางเหล็กเสริมหัวเสานี้จะต้องวางหลังจากการวางลวด Strand เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น และจะต้องวางโดยมี Barchair เพื่อรองรับเหล็กเสริมไม่ให้กดทับบนลวด Strand โดยตรงเพราะจะทำให้ Profile ของลวด Strand ผิดไป



ภาพที่ 5.167 แสดงแบบการวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา

ที่มา : จากแบบก่อสร้างอาคาร C2

ภาพที่ 5.168 แสดงการวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา

ภาพที่ 5.169 แสดง Barchair

2.2.3.5 การเทคอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว มีค่า Strength 350 KSC. Cube.ขณะเทคอนกรีตต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตมีเนื้อแน่น ลดช่องว่างที่เกิดจากฟองอากาศ และก่อนจะทำการเทคอนกรีตต้องทำการตรวจสอบในจุดต่างๆ อาทิเช่น

1) ระดับ Profile ของลวด Strand บริเวณหัวเสา กึ่งกลางหัวเสาและบริเวณสมอยึด Anchorage

2) ท่อห่อหุ้มลวด Strand หากพบว่ามีการชำรุดเสียหายจะต้องดำเนินการซ่อมแซม เพื่อไม่ให้น้ำปูนหรือคอนกรีตเข้าไปเกาะติดกับลวด

3) บริเวณสมอยึด Anchorage จะต้องไม่มีช่องว่างให้น้ำปูนไหลเข้าไป

ในระหว่างการเทคอนกรีตจะต้องระมัดระวังคนงานและท่อส่งคอนกรีตของ Pump Concrete ไม่ให้กระทบกระเทือนระดับและแนวของลวด Strand เพราะอาจทำให้ Profile ผิดไปและในบริเวณสมอยึด Anchorage จะต้องใช้เครื่องจี้เขย่าคอนกรีตให้เต็ม มิฉะนั้นอาจจะเกิดโพรงทำให้คอนกรีตแตกระเบิดขณะดึงลวดได้

อย่างไรก็ตาม หากไม่สามารถทำการเทคอนกรีตพื้นได้ต่อเนื่องจนกระทั่งเสร็จ ก็สามารถที่จะตัดแบ่ง Joint การเทได้ โดยการตัด Joint ควรจะอยู่ในระหว่างช่วง L/3-L/5 และจะต้องตัด Joint ในแนวตรงและมีเหล็กเสริมบริเวณ Joint ตามรายละเอียดในข้อกำหนด

ภาพที่ 5.170 แสดงการเทคอนกรีต

ภาพที่ 5.171 แสดงท่อส่งคอนกรีตของ Pump Concrete ต้องมีขารองรับไม่ให้กดลวด

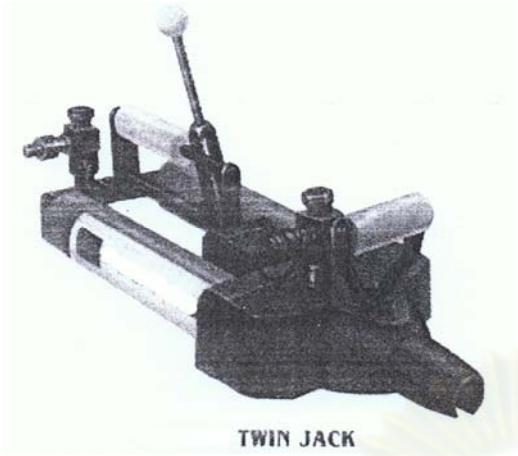
2.2.3.6 การบ่มคอนกรีต

เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวจะต้องทำการบ่มทันที มิฉะนั้นคอนกรีตจะแตกบริเวณผิวบน เนื่องจากการหดตัวเมื่อแห้งของคอนกรีตเอง และเนื่องจากพื้นคอนกรีตอัดแรงนี้มีปริมาณเหล็กเสริมธรรมดาน้อย ทำให้มีโอกาสเกิดรอยแตกก่อนทำการดึงลวดได้

2.2.3.7 การดึงลวด

การดึงลวดเพื่อถ่ายแรงให้คอนกรีตพื้น จะกระทำได้ต่อเมื่อคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดประลัยไม่น้อยกว่า 280 KSC. Cube. โดยโครงการ 2 หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 3 วัน จะทดสอบคอนกรีตว่ามีค่า Strength เพียงพอหรือไม่ ถ้าเพียงพอ จะทำการดึงลวดในเช้าวันที่ 4 และก่อนทำการดึงลวดจะต้องตรวจสอบบริเวณสมอยึด Anchorage ว่าเป็นโพรงหรือไม่ หากพบต้องทำการสกัดและซ่อมแซมเสียก่อน มิฉะนั้นอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่กำลังดึงลวดได้ โดยการซ่อมจะต้องทิ้งไว้ให้คอนกรีตที่ซ่อมมีกำลังรับแรงอัดประลัยไม่น้อยกว่า 280 KSC. Cube. เช่นกัน

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดึงลวดประกอบด้วย Jack และ Hydraulic Pump โดยต้องทำการ Calibrate ค่าแรงดึงของ Jack เทียบกับค่า Pressure Guage ของ Pump เสียก่อน การควบคุมแรงดึงจะดูจาก Pressure Guage เป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามจะมีการวัดค่าระยะยืดของลวด Strand ควบคู่ไปด้วยเพื่อเป็นการตรวจสอบย้ำอีกครั้ง โดยค่าของระยะยืดนี้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎีโดยมีค่าความแตกต่างกันไม่เกิน ±5%



ภาพที่ 5.172 แสดงอุปกรณ์ Twin Jack ภาพที่ 5.173 แสดง Hydraulic Pump

ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

การดึงลวดแต่ละโซนจะต้องมีการจัดลำดับการดึงก่อนหลังด้วย ในขั้นตอนสุดท้ายของการดึงลวด คือการอัด Jaws เพื่อให้ยึดจับกับลวดและทำการวัดระยะที่ลวดรูดกลับก่อนที่จะถูกยึดอย่างมั่นคง ระยะรูดกลับนี้เรียกว่า “ค่า Slip” ซึ่งในทางปฏิบัติมีค่าไม่มากกว่า 10 มม.

ภาพที่ 5.174 แสดงการดึงลวด

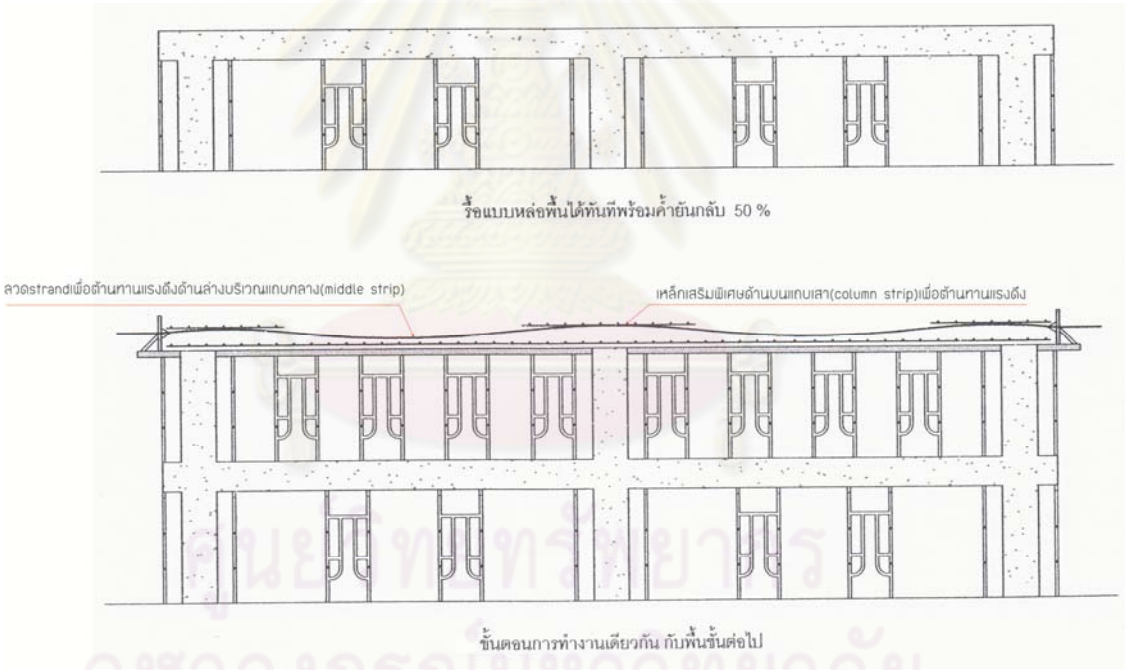
2.2.3.8 การตัดปลายลวด

การตัดปลายหางลวดจะกระทำก็ต่อเมื่อได้มีการตรวจสอบผลการดึงลวดแล้วว่ามีการดึงลวดได้ครบถ้วนและค่าระยะยืดอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ การตัดจะต้องตัดด้วยมอเตอร์ตัดซึ่งใช้แผ่นไฟเบอร์ ห้ามตัดโดยใช้ความร้อนเป็นอันขาด

2.2.3.9 การถอดแบบหล่อพื้นและการค้ำยันกลับ

การถอดแบบหล่อกระทำได้ต่อเมื่อการดึงลวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว และสามารถถอดได้หมด 100% เนื่องจากพื้นนี้จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ของตัวเองได้ และยังสามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรเพิ่มได้อีกประมาณ 60% ของ Designed Live Load แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำการเทพื้นชั้นบนต่อไปจะต้องมีการค้ำยันกลับ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุก Dead Load ของพื้นชั้นบนรวมกับน้ำหนักของแบบหล่อพื้นเองจะมากกว่าน้ำหนักบรรทุกที่พื้นสามารถรับได้ จึงต้องมีการค้ำยันเพื่อถ่ายน้ำหนักบรรทุกบางส่วนลงไปที่ชั้นล่าง การพิจารณาจำนวนที่จะค้ำยันกลับนี้จะต้องคิดคำนวณจากน้ำหนักบรรทุก Dead Load ของพื้นน้ำหนักเฉลี่ยของแบบหล่อพื้นและ Designed Working Live Load ของพื้น

ทางโครงการ 2 จึงทำการถอดแบบหล่อระบบ Table Form เพื่อนำไปใช้ในการหล่อพื้นชั้นถัดไป และค้ำยันกลับ 50% เพื่อถ่ายน้ำหนักบรรทุกบางส่วนลงไปที่ชั้นล่าง



ภาพที่ 5.175 แสดงแบบการค้ำยันท้องพื้น โดยลดจำนวนค้ำยันลง 50%

ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

ภาพที่ 5.176 แสดงการถอดแบบหล่อ Table Form

ภาพที่ 5.177 แสดงค้ำยันกลับ 50%ในชั้นที่ดึงลวดแล้ว

2.2.3.10 การอุดปิด End Recess

ให้ทำการอุดปิดเบ้าทันทีหลังจากตัดปลายหางลวดเสร็จแล้ว เพื่อเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของสมอยึด Anchorage เพราะบริเวณปลายลวดเป็นจุดที่สำคัญมากสำหรับระบบ Unbonded System

2.2.3.11 การอัดน้ำปูน ระบบ Bonded System

เพื่อให้น้ำปูนเข้าไปเต็มในช่องว่างระหว่างลวดกับท่อหุ้ม อันจะทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างลวดกับคอนกรีตไปด้วย นอกจากนี้น้ำปูนที่ห่อหุ้มลวดก็สามารถป้องกันการกัดกร่อนของลวดจากการเกิดสนิมได้ด้วย

1) ส่วนประกอบของน้ำปูน (Grouting Cement)

- ปูนซิเมนต์ ปอร์ตแลนด์ Type 1
- น้ำสะอาด : สัดส่วน 45% - 48% ของน้ำหนักซิเมนต์
- ปูนซิเมนต์ผสมเพิ่ม Vitacrete AG3 0.5–1.0% โดยน้ำหนัก

(ปูน Vitacrete AG3 0.5 กก. ต่อปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ 100 กก.)

เมื่อผสมแล้ว น้ำปูนจะมีคุณสมบัติโดยประมาณ ดังนี้

- ความหนืด (Fluidity) ทดสอบโดย Marsk Cone : 10 – 15 วินาที
- การลอยตัวของน้ำ (Bleeding) : 2 – 4%
- การขยายตัวของน้ำปูน : 3 – 5%
- การแข็งตัว (Final Setting Time) : 12 ชม.

2) การผสมน้ำปูน Grout

เริ่มจากเติมน้ำสะอาดลงในถังผสมซึ่งมีเพลาติดใบพัดขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับกวนผสมแล้วจึงเทซิเมนต์ลงไปประมาณครึ่งหนึ่งเพื่อผสมให้เข้ากันส่วนหนึ่งก่อน เมื่อเข้ากันพอสมควรแล้วจึงทำการเทส่วนที่เหลือแล้วผสมต่อจนกระทั่งเข้ากันดี ปกติจะใช้เวลาประมาณ 2 นาที

3) การทดสอบน้ำปูน Grout

- ทำการทดสอบความหนืดทุกโม่
- ทำการทดสอบอุณหภูมิของน้ำปูนทุกโม่ ไม่ให้เกิน 40°C

4) การอัดน้ำปูน Grout เข้าไปในท่อหุ้ม

ก่อนเริ่มดำเนินการจะต้องตรวจสอบการอุดปิด End Recess ว่ามีรอยรั่วหรือไม่ เช็คการอุดตันบริเวณสมอยึด Anchorage และโดยตลอดภายในท่อหุ้ม โดยวิธีการไล่ลมหรือไล่น้ำก็ได้ เมื่อตรวจสอบแล้วก็เริ่มทำการอัดน้ำปูนตามขั้นตอนดังนี้

1) ผสมน้ำปูนในถังผสมและปล่อยลงมายังถัง Grout โดยผ่านตะแกรงขนาด # 2 mm. เพื่อกรองเศษปูนส่วนที่เป็นเม็ดหรือเศษวัสดุแปลกปลอมอื่น

2) เดินเครื่อง Grout เพื่ออัดน้ำปูน Grout ให้ไหลผ่านตามเส้นท่อออกไปจุดปลาย ในขณะทำการ Grout ความดันควรจะอยู่ในช่วง 5 – 10 Bar

3) เมื่อน้ำปูน Grout ที่ไหลออก ณ จุดปลายมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่ไหลเข้าแล้ว จะหยุดเครื่อง Grout แล้วทำการอุดปิดจุดปลาย

4) เดินเครื่อง Grout ต่อเพื่อตรวจสอบการรั่วซึมโดยการรักษาระดับความดันไว้ที่ 5 Bar และสังเกตุว่าความดันลดลงหรือไม่ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจึงทำการอุดปิดจุดต้นทางท่อ

ภาพที่ 5.178 แสดงการอัดน้ำปูน

ภาพที่ 5.179 แสดงท่อรับน้ำปูน

ภาพที่ 5.180 แสดงท่อรับน้ำปูนตัดทิ้งเมื่อน้ำปูนแข็งตัว

2.2.4 การทำงานเสา ภายหลังจากการเทคอนกรีตและบ่มคอนกรีต 3 วัน เพื่อให้คอนกรีตสามารถรับแรงได้ ฝ่ายเซอร์เวย์จะทำการวางแนวและระดับเสาโดยใช้กล้องธีโอโดไลท์ ช่างจะผูกเหล็กเสา ติดตั้งวัสดุภายใน และประกอบแบบ ใช้พร็อพ ทำการค้ำยันแบบ โดยใช้เหล็กที่ฝังไว้ที่พื้นเป็นตัวยึด เพื่อจะได้ไม่ตอกค้ำยันกับพื้น ปรับแนวระดับและแนวดิ่งของเสา ผู้ควบคุมงานจะตรวจเช็คศูนย์กลาง แนวระดับ แนวดิ่ง เหล็กเสริมและการติดตั้งวัสดุหากถูกต้องตรงตามแบบก็จะอนุญาตให้เทคอนกรีตได้

ภาพที่ 5.181 แสดง Line เสาที่ฝ่ายเซอร์เวย์วาง

ภาพที่ 5.182 แสดงการผูกเหล็กเสา

ภาพที่ 5.183 แสดงการติดตั้งวัสดุ

ภาพที่ 5.184 แสดงเหล็กที่ฝังไว้ที่พื้นเป็นตัวยึด

ภาพที่ 5.185 แสดงการประกอบแบบเสา

ภาพที่ 5.186 แสดงการถอดแบบเสาโดยคลายน็อตยึด และ ใช้ทาวเวอร์เครนยกขึ้น

2.2.5 การทำหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน เมื่อทำเสาโครงสร้างชั้น 8 เรียบร้อย จะทำการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กและติดแผ่นเหล็กรีดลอน โดยต้องระมัดระวังบริเวณรอยต่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของน้ำได้

ภาพที่ 5.187 แสดงการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก

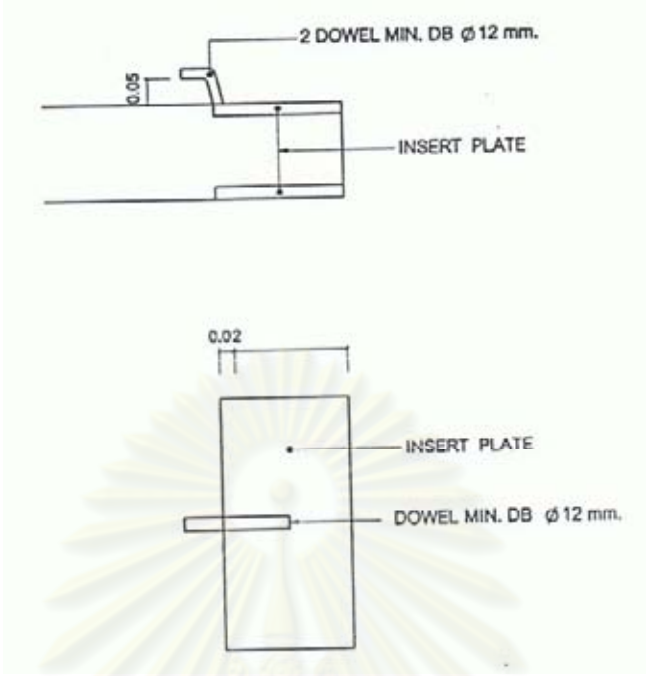
ภาพที่ 5.188 แสดงการติดตั้งแผ่นเหล็กรีดลอน

2.3 งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปจะติดตั้งเมื่อ งานโครงสร้างในชั้นที่จะทำการติดตั้ง เสร็จเรียบร้อยแล้ว และทำการถอดค้ำยันพื้นออก 100% แล้ว ขั้นตอนการติดตั้งจะเริ่มจากการที่ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปขนส่งมาถึงสถานที่ก่อสร้างในเวลา 5.00 น. ของทุกวัน ทาวเวอร์เครนจะทำการยกแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปลงจากรถเทลเลอร์หรือรถบรรทุก แล้วนำขึ้นแขวนที่ตัวอาคารทันที โดยยกขึ้นไปแขวนเอาไว้ยังตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง กำหนดระยะเวลาในการใช้ทาวเวอร์เครนคือ ใช้งานได้ตั้งแต่เวลา 05.00-07.00 น. เท่านั้น หลังจากนั้นหากขนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปขึ้นแขวนไม่ครบ จะต้องวางลงกองไว้ที่ลานสต็อกข้างอาคารเพื่อรอนำขึ้นแขวนเมื่อทาวเวอร์เครนว่างจากการทำงานอื่นในระหว่างวัน แต่ส่วนใหญ่จะยกแผ่นขึ้นไปแขวนยังชั้นของอาคารที่จะทำการติดตั้งให้ได้ครบตามจำนวนที่จัดส่งให้

ก่อนการยกแผ่นขึ้นไปแขวนทางช่างจะต้องทำการเช็คแนวและระดับโครงสร้างก่อน ถ้าหากพบว่า อาคารส่วนที่จะทำการติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีลักษณะเกินออกมาจากแบบก่อสร้าง อันจะทำให้แผ่นผนังไม่สามารถปรับให้อยู่ในตำแหน่งได้ ทางช่างติดตั้งต้องสกัดโครงสร้างออกก่อนทำการแขวน ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป การแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปจะอนุญาตให้แขวนได้ไม่เกิน 20 ชม. หลังจากเริ่มแขวน ช่างจะต้องเร่งติดตั้งให้ทัน

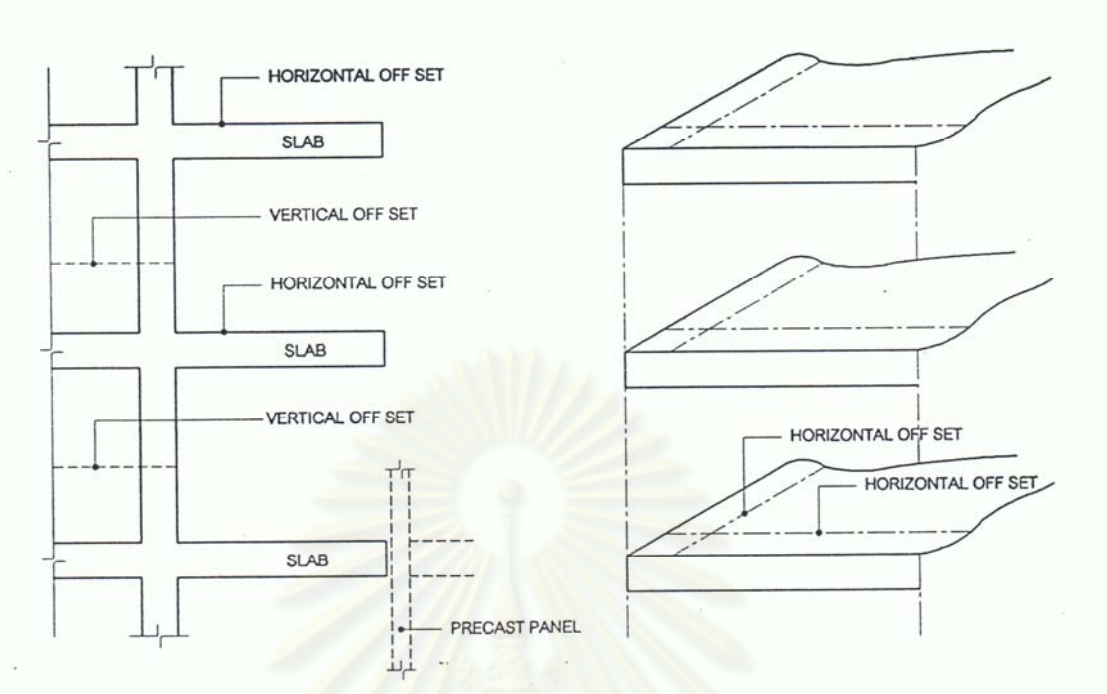
การแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะแขวนกับขอในชั้นที่สูงขึ้นไป 2 ชั้น เพื่อให้ชั้นล่างลงมาเป็นชั้นที่มีระยะในการใช้รอกปรับระดับ



ภาพที่ 5.189 แสดงขอแขวนแผ่นชั่วคราว
ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

ภาพที่ 5.190 แสดงการแขวนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

ภาพที่ 5.191 แสดงการกองผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปข้างอาคาร



ภาพที่ 5.192 แสดงแบบเส้น Off Set แนว Vertical & Horizontal Off Set

ภาพที่ 5.193 แสดงการเซ็คแนว และ ระดับโครงสร้าง

ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

ภาพที่ 5.194 แสดงเส้น Horizontal Off Set

หูหิ้วที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มี 2 ตำแหน่ง คือ

1) ตำแหน่งด้านในแผ่น ซึ่งมีหูหิ้ว 2 ตัว อยู่ด้านซ้ายและขวา ใช้สำหรับหิ้วผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปด้วยสเกลและสลิง ขณะทำการแขวนด้วยทาวเวอร์เครน

2) ตำแหน่งบนแผ่น ซึ่งมีหูหิ้ว 2 ตัว อยู่ด้านซ้ายและขวา ใช้สำหรับหิ้วผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ด้วยสเกลและสลิง ขณะทำการติดตั้งด้วยทาวเวอร์เครน

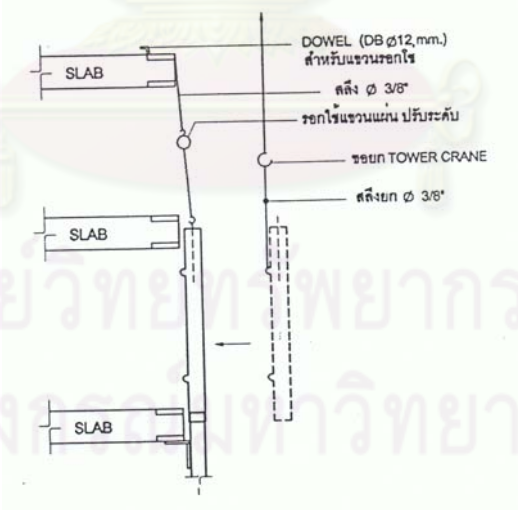
ภาพที่ 5.195 แสดงหูหิ้วตำแหน่งด้านในแผ่น

ภาพที่ 5.196 แสดงหูหิ้วตำแหน่งบนแผ่น

ภาพที่ 5.197 แสดงสเกลใช้ร้อยสลิง

ภาพที่ 5.198 แสดงสลิงใช้หิ้วแผ่น

การติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปในชั้น 1 – 7 หลังจากทาวเวอร์เครนแขวนแผ่นแล้วสามารถใช้ รอก 2 ตัวในการติดตั้งได้ แต่ถ้าเป็นการติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปในชั้น 8 (ชั้นสุดท้าย) ต้องใช้ทาวเวอร์เครนในการติดตั้งตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากการแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะแขวนกับขอในชั้นที่สูงขึ้นไป 2 ชั้น เพื่อให้ชั้นล่างลงมาเป็นชั้นที่มีระยะในการใช้รอกปรับระดับ เช่น ติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชั้นที่ 1 ต้องแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ขอบริเวณพื้นชั้น 3 ดังนั้นการติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป โดยใช้รอก ไม่ใช้ทาวเวอร์เครนสามารถติดได้ชั้นสูงสุด คือ ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชั้น 7 เพราะจะแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ขอบริเวณพื้นชั้นดาดฟ้า



ภาพที่ 5.199 แสดงแบบการแขวนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป
ที่มา : จากข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

เวลาประมาณ 8.00 – 17.00 น. ช่างติดตั้งทั้งหมด 1 ทีม ทีมละ 3 คน (หากต้องการเร่งรัดงานสามารถใช้ทีมติดตั้งได้ถึง 3 ทีม ทีมละ 3 คน) แต่ละทีมประกอบด้วย ช่างเชื่อม 1 คน ผู้ช่วยใน

การติดตั้ง 1 คน และ ผู้ช่วยในการประคองแผ่นและบอกเครน 1 คน จะทำการติดตั้งแผ่นได้วันละ 6 – 7 แผ่น ต่อ ทีม ค่าเฉลี่ยงานติดตั้งติดเสร็จภายใน 7 - 8 วัน ต่อชั้น (ติดตั้งเสร็จภายใน 60 วัน ต่อ อาคาร) เฉลี่ยพื้นที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีค่าเท่ากับ 426.88 ตร.ม.ต่อชั้น ดังนั้นงานติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สามารถทำได้ประมาณ 56.92 ตร.ม. ต่อ วัน ต่อ 1 ทีม

ช่างเชื่อม 1 คน ผู้ช่วยในการติดตั้ง 1 คน จะอยู่ในชั้นที่จะทำการติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ส่วนผู้ช่วยในการประคองแผ่นและบอกเครน 1 คน จะอยู่ที่ชั้นข้างบนเพื่อทำการปลดการแขวนและเริ่มติดตั้ง นำปลายสลิงด้านหนึ่งเกี่ยวไว้กับรอกของทาวเวอร์เครน ส่วนปลายอีกข้างยึดไว้กับหัวรอกด้วยสเกล นำตะขอของรอกที่ติดกับโซ่ไปคล้องไว้กับหูหิ้วด้านบนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ส่งสัญญานให้ทาวเวอร์เครน ยกผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปขึ้น และทำการปรับระดับด้วยรอกโซ่

ภาพที่ 5.200 แสดงปลายสลิงด้านหนึ่งเกี่ยวไว้กับรอกของทาวเวอร์เครน

ภาพที่ 5.201 แสดงปลายสลิงอีกข้างยึดไว้กับหัวรอกด้วยสเกล

ภาพที่ 5.202 แสดงตาขอรอกที่ติดกับโซ่ไปคล้องไว้กับหูหิ้วด้านบน

ช่างเชื่อม 1 คน ผู้ช่วยในการติดตั้ง 1 คน จะช่วยกันปรับแต่งตำแหน่งแผ่น โดยวัดระยะจากแนว Horizontal Off Set เมื่อได้ระยะตามกำหนดจะงัดฟองน้ำแข็งที่ติดไว้บน Insert Plate ออก ทำความสะอาดบริเวณ Insert Plate นำ Plate ที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งมีขนาด 75 X 125 X 9 มม.มาเชื่อมติดกันตามแนวนอน และ เชื่อมยึดที่ปลายอีกข้างติดกับ Plate ที่ฝังในผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เชื่อมเสร็จต้องทำการเคาะขี้เหล็กออกให้หมด และ ทาสีรองพื้นกันสนิม

ภาพที่ 5.203 แสดงการปรับแต่งตำแหน่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ภาพที่ 5.204 แสดงการปรับแต่งแนวดิ่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปให้เสมอแผ่นล่าง

ภาพที่ 5.205 แสดงการงัดฟองน้ำแข็งที่ติดไว้บน Insert Plate ออก

ภาพที่ 5.206 ฟองน้ำแข็งที่ติดไว้ บน Insert Plate

ภาพที่ 5.207 แสดง Plate ที่พื้นและผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

ภาพที่ 5.208 แสดงการนำPlateขนาด 75 X 125 X 9 มม.มาเชื่อมติดกันตามแนวนอน

ภาพที่ 5.209 แสดงการเชื่อมโดยรอบ

ภาพที่ 5.210 แสดง Plate ที่เชื่อมติดเรียบร้อย

ภาพที่ 5.211 แสดงการทาสีรองพื้นกันสนิม

เมื่อเชื่อม Plate ด้านล่างเสร็จทั้ง 2 ข้างเรียบร้อยแล้ว ทำการเช็คแนวดิ่งและติดตั้ง Plate ด้านบน โดยตั้ง Plate และเชื่อมด้านบนยึดกับ Plate ท้องพื้นชั้นบน ส่วนแนวตั้งเชื่อมติดกับ Plate ที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป หลังจากติดตั้งเสร็จ เจ้าหน้าที่จะตรวจสอบหากไม่มีข้อผิดพลาดใด จะอนุญาตให้ทำการตัดหูหิ้วที่ติดมากับชิ้นงานออก

ภาพที่ 5.212 แสดงPlateท้องพื้นชั้นบนและ ที่ผนัง

ภาพที่ 5.213 แสดงการเชื่อม Plateด้านบน

ภาพที่ 5.214 แสดงการติดตั้งPlateด้านบนในแนวตั้ง

ภาพที่ 5.215 แสดงการตัดหูหิ้วด้านบนทิ้ง

บริษัทผู้ออกแบบกำหนดให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นในการติดตั้งต่ำสุด 10 มม. ไม่เกิน 15 มม.และกำหนดค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการติดตั้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวนอน

1.1) ความคลาดเคลื่อนของแผ่นที่สั้นกว่า 2.0 ม. +/- 5 มม.

1.2) ความคลาดเคลื่อนของแผ่นที่ยาวกว่า 2.0 ม. +/- 8 มม.

2) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวระนาบแผ่น

2.1) ระนาบภายนอกไม่เกิน +/- 5 มม.

2.2) ระนาบภายในไม่เกิน +/- 5 มม.

3) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง +/- 5 มม.

หลังจากทำการเชื่อมเสร็จ ทาสีกันสนิมบริเวณรอยเชื่อมเรียบบร้อย จึงเกร๊าท์ซีเมนต์บริเวณช่องว่างระหว่างแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปกับโครงสร้างพื้นและทำการแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่เกิดความเสียหายระหว่างการติดตั้งและขนส่ง ด้วยปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน (Hi-Sak) ตำแหน่งที่อยู่ภายนอกอาคารจะตกแต่งผิวใช้การโรยตัว ของ Spiderman จากด้านบนลงมาทำตามหลังงานติดตั้งแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป งานอาคาร 8 ชั้น โครงการ 2 ใช้ช่างในการตกแต่งผิวผนังอาคารภายนอก 1 คน และ ภายในอาคาร 1 คน

ภาพที่ 5.216 แสดงปูนตกแต่งผิวคอนกรีตเรียบมัน ใช้ตกแต่งผิวผนังนอกอาคาร

ภาพที่ 5.217 แสดงเครื่องมือที่ใช้ตกแต่งผิวผนังนอกอาคาร

ภาพที่ 5.218 แสดงการโรยตัวตกแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ด้านนอกอาคารหลังจากการติดตั้ง

เมื่อตกแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปด้านนอกอาคารแล้ว จะแจ้งให้ทางทีมอุด Sealant ทำการอุดร่องรอยต่อระหว่างแผ่น โดยทีมช่าง 1 ทีม มี 3 – 4 คน ซึ่งเตรียมวัสดุที่ใช้อุดร่องให้พร้อม โดยใส่ลงในถังก่อนการโรยตัวลงไปอุดร่อง

ภาพที่ 5.219 แสดงทีมงานอุด Sealant

ภาพที่ 5.220 แสดงเครื่องมืออุด Sealant

ภาพที่ 5.221 แสดง Sealant ที่ใช้ในการอุดร่อง

ภาพที่ 5.222 แสดงโฟมเส้น Backing Rod

ภาพที่ 5.223 แสดงเทปกาวใช้ปิดข้างร่อง

ภาพที่ 5.224 แสดงน้ำยา Polyurethane Sealant ใช้ 2 ส่วนผสมกัน

เมื่อวัสดุพร้อมทีมช่างจะโรยตัวลงไปโดยใช้เชือก มีขั้นตอนดังนี้

1) ใส่โฟมเส้น Backing Rod ลงไปในร่อง และทำความสะอาดบริเวณข้างร่องทั้งสองข้าง

2) ติดเทปกาวที่ข้างร่องทั้งสองเพื่อไม่ให้วัสดุ Sealant และ น้ำยาไปเลอะผนัง

3) ทาน้ำยา Polyurethane Sealant ที่ได้รับการผสมจากส่วนผสม 2 ชนิด โดยทาน้ำยาในร่องให้ทั่ว

4) ยิง Sealant ยี่ห้อ Seal 21 ลงในร่อง

5) ใส่โฟมเส้น Backing Rod ทับลงไปในร่องอีกครั้ง

6) ยิง Sealant ยี่ห้อ Seal 21 ลงให้เต็มร่อง และปาด Sealant ให้เรียบเสมอขอบ

7) ดึงเทปกาวที่ติดข้างร่องทั้งสองออก

ภาพที่ 5.225 ช่างโรยตัวพร้อมอุปกรณ์ในการอุดร่อง

ภาพที่ 5.226 แสดงการใส่ Backing Rod

ภาพที่ 5.227 แสดงการปัดทำความสะอาดข้างร่องทั้งสองข้าง

ภาพที่ 5.228 แสดงการติดเทปกาวและทาน้ำยา Polyurethane Sealant ในร่อง

ภาพที่ 5.229 แสดงยิง Sealant ลงในร่อง

ภาพที่ 5.230 แสดงการใส่ Backing Rod อีกครั้ง

ภาพที่ 5.231 แสดงยิง Sealant ลงให้เต็มร่อง

ภาพที่ 5.232 การปาด Sealant ให้เรียบเสมอขอบ

ภาพที่ 5.233 แสดงการดึงเทปกาวออกเสร็จขั้นตอนการอุด Sealant

2.4 งานผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในอาคาร

งานผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในอาคาร จะทำการก่อฉาบโดยใช้อิฐมอญแดงขนาดขนาด 6.5 x 14.5 x 2.5 – 2.7 ซม. ทีมเซอร์เวย์จะให้แนวการก่อไว้ที่พื้น ช่างก่อจะขึงเอ็นเป็นระดับและก่อแบบสลับไปจนสูงได้ครึ่งของระยะพื้นถึงท้องพื้นชั้นต่อไป ต้องทำคานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส. ยาวตลอดแนว เมื่อคานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส. แข็งตัวจึงทำการก่อสลับต่อไปจนเกือบถึงฝ้าเพดาน โดยเว้นร่องไว้ประมาณ 1 นิ้ว เพื่ออุดด้วยปูนทราย ระหว่างการก่อต้องก่อให้ชนเสาเอ็นและเหยียดเอาเหล็กหนวดกุ้งที่ติดมากับเสาเอ็นสอดเข้าไว้ในปูนทรายขณะทำการก่อ ทำการก่อปิดฝังท่องานระบบไฟฟ้า ประปา ซ่อนเอาไว้ภายในผนัง จากนั้นจะทำการติดตั้งงานวงกบประตูภายในอาคาร โดยการติดตั้งวงกบให้ได้แนวดิ่งแนบและยึดกับเสาเอ็นสำเร็จรูป และทำทับหลังบนวงกบประตู จากนั้นจึงติดตั้งตาข่ายกรงไก่บริเวณรอบวงกบ และ ตลอดแนวทับหลังบริเวณผนังที่ตั้งฉากกันจะใส่วัสดุร่อง PVC เพื่อกันการแตกร้าวของผนัง

เมื่อก่ออิฐเรียบร้อยแล้ว ทำการฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป โดยฉาบหนาประมาณ 1 – 2 ซม. ผนังก่ออิฐประเภทนี้ขนาดเมื่อฉาบเสร็จจะมีความหนาประมาณ 10 ซม. ก่อนการฉาบต้องทำการติดปุ่มบอกระดับให้ทั่วผนัง

ภาพที่ 5.234 แสดงทีมเซอร์เวย์ให้แนวการก่อ

ภาพที่ 5.235 แสดงการตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป

ภาพที่ 5.236 แสดงการก่ออิฐแบบสลับ

ภาพที่ 5.237 แสดงการทำทับหลังประตู

ภาพที่ 5.238 แสดงคานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส.

ภาพที่ 5.239 แสดงการติดตาข่ายกรงไก่

ภาพที่ 5.240 แสดงการติดร่อง PVC

ภาพที่ 5.241 แสดงการฉาบปูน

2.5. การติดตั้งงานระบบ

เมื่องานโครงสร้างเสร็จ ทีมเซอร์เวย์จะกำหนดแนวโดยตีเส้นไว้ที่พื้นและฝ้า(ท้องพื้นชั้นบน) เพื่อเป็นแนวเดินท่อต่างๆ จากนั้นจะมีทีมติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปทุกมุมผนังตามแบบถัดมาจึงเป็นทีมงานไฟฟ้ามาติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และทีมงานประปามาทำการเดินท่อน้ำดีและมีการทดสอบแรงดันท่อโดยช่างประปาต้องทำการติดมาตรวัดความดันเพื่อทดสอบแรงดันที่ปลายท่อ ทิ้งไว้ 24 ชม. เพื่อทดสอบการรั่วซึมดังนี้

1) ท่อ PVC ทดสอบแรงดันที่ 80 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว

2) ท่อเหล็กอาบสังกะสีทดสอบแรงดันที่ 150 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว

ภาพที่5.242 แสดงการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป ภาพที่ 5.243 แสดงการเดินงานระบบภายในอาคาร

ภาพที่ 5.244 แสดงการทดสอบแรงดันท่อ ภาพที่ 5.245 แสดงการติดตั้งระบบดับเพลิง

การติดตั้งงานระบบภายในอาคารจะทำก่อนการก่อผนังภายใน โดยทำการตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบให้เรียบร้อย

2.6 งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม

งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป สีขาว กระจกใส ประกอบตัวบานสำเร็จมาจากโรงงานผลิต และมาติดตั้งกรอบวงกบประตู-หน้าต่าง โดยเฉพาะหน้าต่างต้องทำให้ตรงตามขนาดช่องหน้าต่างในหน่วยงานก่อสร้าง หากกรอบวงกบใส่ไม่พอดีกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป การแก้ไขต้องทำการปรับแต่งที่แผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเล็กน้อย

ภาพที่ 5.246 แสดงบานหน้าต่างประกอบเสร็จ

ภาพที่ 5.247 แสดงประตูประกอบเสร็จ

ภาพที่ 5.248 แสดงงานติดตั้งประตู หน้าต่าง

ภาพที่ 5.249 แสดงการทดสอบการรั่วซึม

2.7 งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม

การทำงานในด้านสถาปัตยกรรม เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้อง ติดสุขภัณฑ์และติดตั้งพื้นไม้ลามิเนต โดยขั้นตอนการเทพื้นปรับระดับต้องตรวจสอบระดับพื้นทั่วบริเวณ ทำความสะอาดพื้นผิวไม่ให้มีฝุ่น ขี้ปูน คราบน้ำมัน ติดปุ่มระดับที่พื้น รดน้ำบริเวณที่จะทำการเทปรับระดับให้ชุ่ม จากนั้นพรมน้ำยาประสานคอนกรีต ทำการเทปูน

ปรับระดับ บริเวณรอบระเบียงและรอบห้องน้ำต้องทาน้ำยากันซึมโดยรอบ ส่วนบริเวณที่จะปูไม้ลามิเนตต้องทำการขัดมันผิวพื้น ค่าความต่างของระดับพื้นขัดมันที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 2 มม. เมื่อเทปรับระดับพื้นแล้วต้องบ่มด้วยน้ำ หลังจากนั้นจึงทำงานฝ้าเพดาน งานติดราวกันตกภายนอกอาคาร ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน

ภาพที่ 5.250 แสดงการทาน้ำยากันซึม

ภาพที่ 5.251 แสดงการทำฝ้าภายในห้อง

ภาพที่ 5.252 แสดงการติดสุขภัณฑ์

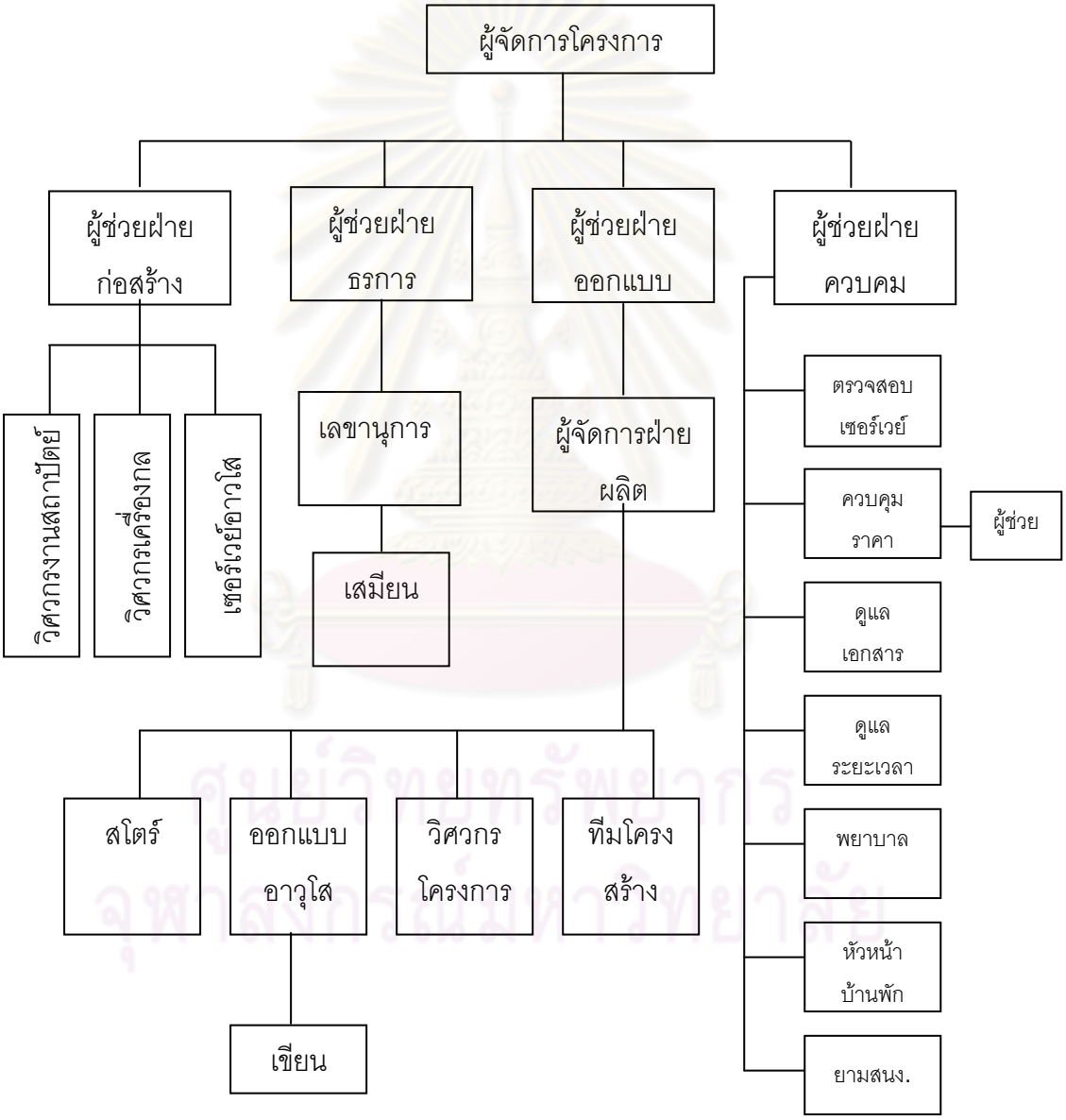
ภาพที่ 5.253 แสดงงานสีภายนอกอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดการบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

1. <u>โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก</u>

1.1 รายละเอียดแผนภูมิแสดงการบริหารการก่อสร้างของ โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก



ภาพที่ 5.254 แสดงการบริหารการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

1.2 จำนวนแรงงานโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก โดยแสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างแบบ Single Building เฉพาะอาคาร J พื้นที่ใช้สอย 5,768 ตารางเมตร

ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

ลำดับ	ประเภทแรงงาน	จำนวน
1.	ผู้จัดการโครงการ (ทั้งโครงการ)	1
2.	วิศวกรงานสถาปัตย์อาวุโส	1
3.	สถาปนิก	3
4.	สถาปนิกโครงการ	1
5.	ผู้ควบคุมงานระบบ	1
6.	ผู้ควบคุมงานด้านเทคนิค และ ช่าง	1
7.	เจ้าหน้าที่ที่ปรึกษาโครงการ	1
8.	วิศวกรไฟฟ้า และ เครื่องกล	1
9.	แผนกเลขา ธุรการ บุคคล บัญชี	2
10.	ทีมงานสำรวจ	3
11.	ทีมงานฝ่ายผลิต และ ออกแบบ	1
12.	ทีมงานควบคุมปริมาณและคุณภาพ	1
13.	ทีม A งาน Bearing Wall	8
14.	ทีม B งาน PC Slab & Beam และ Hollow Core	6
15.	ทีม C งาน Slab joint & Insitu Beam	6
16.	ทีม D งาน ติดตั้ง Rebar & Wire Mesh	6 + 4
17.	ทีมงานผนังก่ออิฐ	20
18.	ทีมงานระบบ และ อื่นๆ	54
	รวม	**121**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ เดือน เมษายน 2551 และ ข้อมูล Method Statement for Single building

1.3 เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

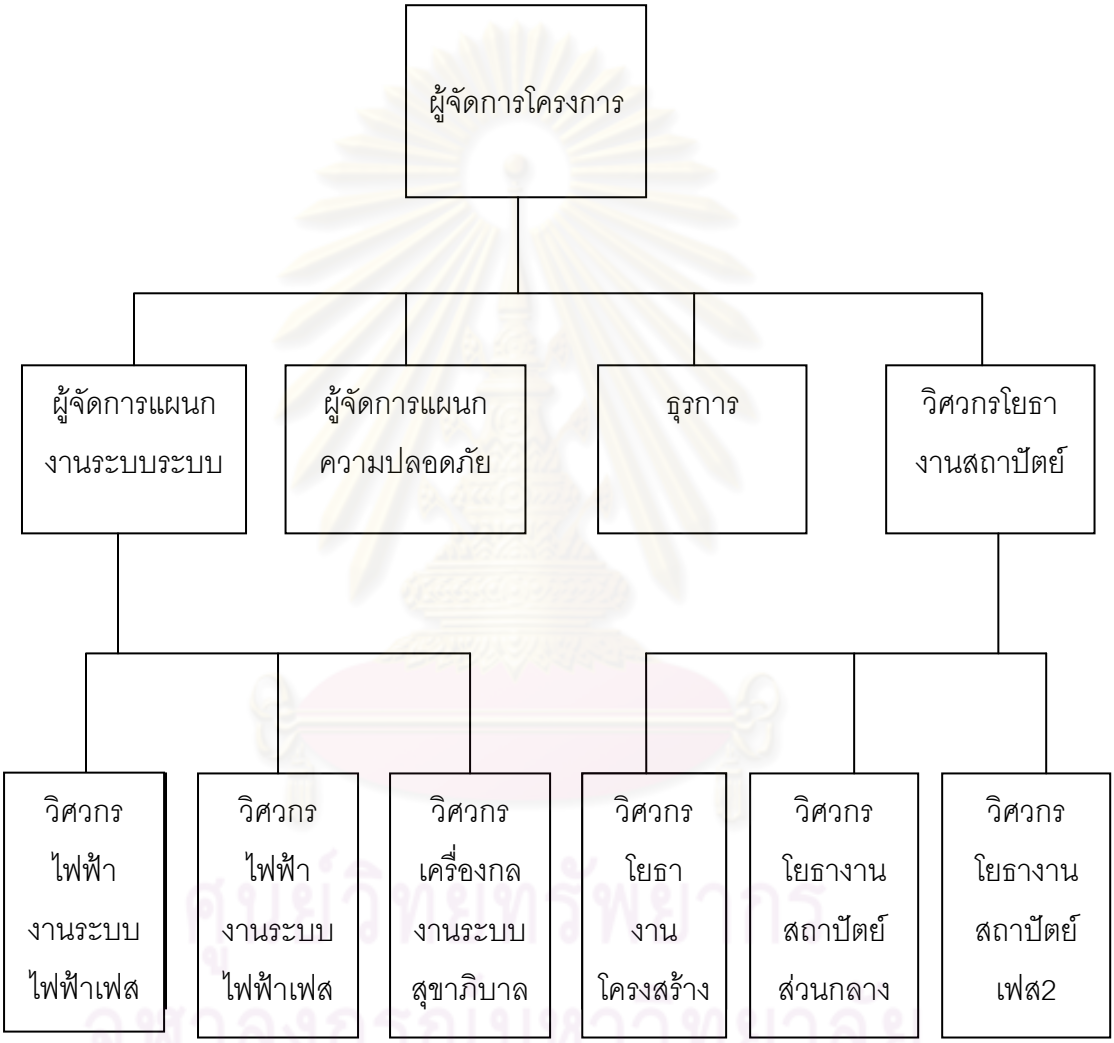
ลำดับ	เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ (เฉพาะอาคาร A)	จำนวน
1.	TC5 Potain : (Telescopic Tower) with jib length 45 m.	1
2.	Mobile crane 25T	1
3.	รถดัมพ์เปอร์	1
4.	เครื่องสูบน้ำ	2
5.	ตู้เชื่อม	2
6.	เครื่องตัดเหล็ก	1
7.	เครื่องดัดเหล็ก	1
8.	เครื่องจี้คอนกรีต	2
9.	รถกระบะ	1
10.	รถบรรทุก 6 ล้อใหญ่	1
11.	รถแบคโฮ PC200	1
12.	รถดัมพ์	1

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ เดือนเมษายน 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. <u>โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก</u>

2.1 รายละเอียดแผนภูมิแสดงการบริหารการก่อสร้างของ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก



ภาพที่ 5.255 แสดงการบริหารการก่อสร้างของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

2.2 จำนวนแรงงานโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก โดยแสดงจำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างเฉพาะอาคาร C2 พื้นที่ใช้สอย 7,572 ตารางเมตร

ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดจำนวนแรงงานโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

ลำดับ	ประเภทแรงงาน (เฉพาะอาคาร B)	จำนวน
1.	ผู้จัดการโครงการ	1
2.	วิศวกรงานระบบ	4
3.	วิศวกรโยธา	4
4.	ผู้จัดการแผนกความปลอดภัย	1
5.	ผู้ควบคุมงาน	2
6.	แผนกธุรการ	1
7.	ทีมงานสำรวจ	2
8.	ช่างไม้	13
9.	ช่างเหล็ก	7
10.	กรรมกรงานปูน	12
11.	ทีมงานปูนก่อฉาบผนัง	19
12.	ช่างปูกระเบื้อง	3
13.	ช่างไฟฟ้า	9
14.	ช่างประปา	8
15.	ช่างติด Precast	3
16.	ช่างแต่งผิวผนังอาคารภายใน ภายนอก	2
17.	ช่างอุดรอยต่อผนัง Sealant	3 - 4
18.	ช่างฝ้า - อลูมิเนียม	4
19.	ช่างสี	6
20.	งานพื้น Post-Tension	6 - 8
	รวม	**110 - 113**

ที่มา : จากข้อมูลตารางแสดงบุคลากรประจำหน่วยงาน เดือน มกราคม 2551

2.3 เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

ตารางที่ 5.7 แสดงรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

ลำดับ	เครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ (เฉพาะอาคาร B)	จำนวน
1.	Tower Crane	1
2.	รถยิงปั๊มคอนกรีต	1
3.	รถดัมพ์เปอร์	1
4.	เครื่องสูบน้ำ	2
5.	ตู้เชื่อม	4
6.	เครื่องตัดเหล็ก	2
7.	เครื่องดัดเหล็ก	2
8.	เครื่องจี้คอนกรีต	2
9.	ปั๊มลม	1
10.	รถกระบะ	2
11.	รถบรรทุก 6 ล้อใหญ่	2
12.	รถแบคโฮ	1
13.	รถดัมพ์	2

ที่มา : จากข้อมูลสรุปเครื่องจักรประจำเดือนมกราคม 2551 และการสำรวจโดยผู้ศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดผลการศึกษาต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง

1. โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

1.1 การก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก ผลการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดต้นทุนพบว่าราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในนั้นประกอบด้วย ค่าวัสดุค่าแรงในการก่อสร้างผนังรับน้ำหนักและค่างานตกแต่งผิว (Skim coat) และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.8 แสดงต้นทุนของงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน อาคาร J

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวม (บาท)
				ต่อหน่วย	ราคารวม	ต่อหน่วย	ราคารวม	
	งานBearing wall	2,806	ตร.ม.					
1	ค่าคอนกรีต	472	ลบ.ม.	2,310	1,090,320	295	139,240	1,229,560
2	ค่างานแบบหล่อ	5,613	ตร.ม.	155	870,015	105	589,365	1,459,380
3	ค่างานเหล็กเสริม	50,142	กก.	26.10	1,308,706.20	3.25	162,961.50	1,471,667.70
4	ค่างานตกแต่งผิวผนัง	4,664.73	ตร.ม.	75	349,854.75	85	396,502.05	746,356.80
	มูลค่างานรวม							4,906,964.50
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.							**1,748.74**

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 1

ตารางที่ 5.9 แสดงต้นทุนของงานระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวม (บาท)
				ต่อหน่วย	ราคารวม	ต่อหน่วย	ราคารวม	
	งานผนังก่ออิฐ	850	ตร.ม.					
1	ค่างานก่อ	850	ตร.ม.	193	164,050	80	68,000	232,050
2	ค่างานฉาบปูน	1,700	ตร.ม.	90	153,000	80	136,000	289,000
3	ค่างานเสาเอ็นทับหลัง	757	ม.	155	117,335	16	12,112	129,447
	มูลค่างานรวม							650,497
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.							**765.29**

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 1

ตารางที่ 5.10 แสดงรายละเอียดราคาค่าก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J

ลำดับ	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1	ค่าเตรียมงานก่อสร้าง	6,642,783.06	9.14%
2	งานเสาเข็มและฐานราก	2,089,993.13	2.87%
3	งานโครงสร้าง	10,177,136.70	14.00%
4	งานผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน	4,906,964.50	6.75%
5	งานตกแต่งผนัง ผนังอื่นๆ	6,535,831.31	8.99%
6	งานผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	650,497	0.89%
7	งานตกแต่งพื้น	4,114,972	5.66%
8	งานประตู-หน้าต่าง	4,817,497	6.63%
9	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	2,035,213	2.80%
10	งานฝ้า	1,571,415	2.16%
11	งานทาสี	1,091,164.50	1.50%
12	งานโครงหลังคา	431,085	0.59%
13	งานเบ็ดเตล็ด	613,175	0.85%
14	ระบบระบายน้ำ	357,848	0.49%
15	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	9,774,104	13.44%
16	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	4,532,924	6.23%
17	งานระบบระบายอากาศ	81,801.13	0.11%
18.	งานติดตั้งลิฟท์โดยสาร	2,207,492	3.04%
รวมเป็นเงิน		**62,631,896.32**	**86.14%**
ค่าดำเนินการ และ กำไร		**5,323,711.19**	
รวมเป็นเงิน		**67,955,607.51**	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		**4,756,892.53**	
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**72,712,500.04**	**100%**

ที่มา: จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 เมื่อวันที่ 28 กันยายน 2549

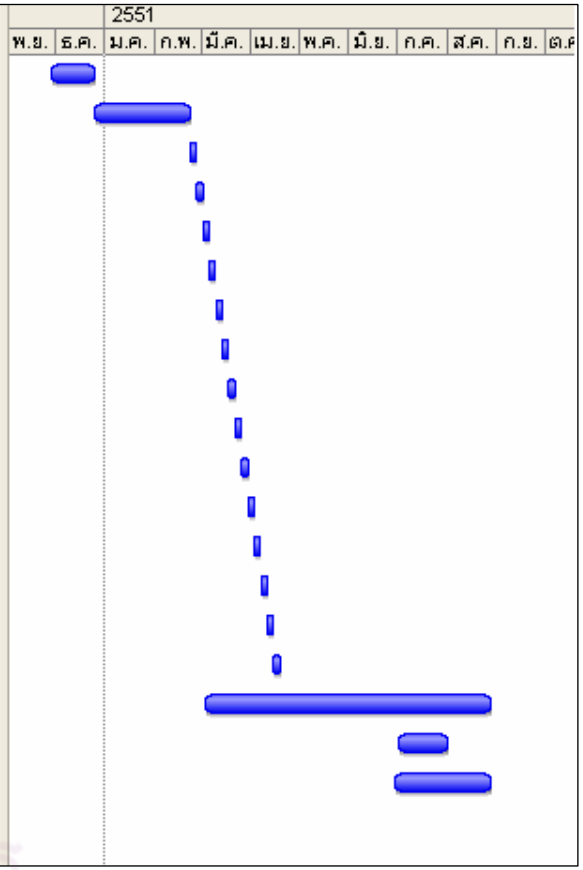
1.2 รายละเอียดผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J

ตารางที่ 5.11 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J

งาน	ระยะเวลาก่อสร้าง (วัน)	เริ่มงาน	สิ้นสุดงาน
งานตอกเสาเข็ม	27	27 พ.ย. 50	24 ธ.ค. 50
งานฐานราก พื้นชั้น1 ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 1	60	24 ธ.ค. 50	22 ก.พ. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 2	4	22 ก.พ. 51	26 ก.พ. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 2	4	26 ก.พ. 51	1 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 3	4	1 มี.ค. 51	5 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 3	4	5 มี.ค. 51	9 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 4	4	9 มี.ค. 51	13 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 4	4	13 มี.ค. 51	17 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 5	4	17 มี.ค. 51	21 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 5	4	21 มี.ค. 51	25 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 6	4	25 มี.ค. 51	29 มี.ค. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 6	4	29 มี.ค. 51	2 เม.ย. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 7	4	2 เม.ย. 51	6 เม.ย. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 7	4	6 เม.ย. 51	10 เม.ย. 51
งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่ 8	4	10 เม.ย. 51	14 เม.ย. 51
งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 8	4	14 เม.ย. 51	18 เม.ย. 51
งานสถาปัตย์ภายใน ผนังอื่นๆ ตกแต่งพื้น ห้องน้ำ หลังคาและงานระบบ	180	1 มี.ค. 51	28 ส.ค. 51
งานผนังภายนอก	30	1 ก.ค. 51	31 ก.ค. 51
งานติดตั้งประตู หน้าต่าง และ ทาสี อื่นๆ	60	29 มิ.ย. 51	28 ส.ค. 51
ระยะเวลาก่อสร้างอาคาร J	**วัน**		**275**

ที่มา : จากแผนงานก่อสร้างโครงการและการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง

	Task Name	Duration1	Start	Finish
1	งานตอกเสาเข็ม	27 days	อ 27/11/50	จ 24/12/50
2	งานฐานราก พื้นชั้น1 ผนังรับน้ำหนักชั้น1	60 days	จ 24/12/50	ศ 22/2/51
3	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่2	4 days	ศ 22/2/51	อ 26/2/51
4	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่2	4 days	อ 26/2/51	ส 1/3/51
5	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่3	4 days	ส 1/3/51	พ 5/3/51
6	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่3	4 days	พ 5/3/51	อ 9/3/51
7	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่4	4 days	อ 9/3/51	พ 13/3/51
8	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่4	4 days	พ 13/3/51	จ 17/3/51
9	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่5	4 days	จ 17/3/51	ศ 21/3/51
10	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่5	4 days	ศ 21/3/51	อ 25/3/51
11	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่6	4 days	อ 25/3/51	ส 29/3/51
12	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่6	4 days	ส 29/3/51	พ 2/4/51
13	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่7	4 days	พ 2/4/51	อ 6/4/51
14	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่7	4 days	อ 6/4/51	พ 10/4/51
15	งานโครงสร้าง พื้น ชั้นที่8	4 days	พ 10/4/51	จ 14/4/51
16	งานโครงสร้าง ผนังรับน้ำหนักชั้นที่8	4 days	จ 14/4/51	ศ 18/4/51
17	งานสถาปัตย์ภายใน ผนังอื่นๆ ตกแต่งพื้น ห้องน้ำ หลังคาและงานระบบ	180 days	จ 3/3/51	พ 28/8/51
18	งานผนังภายนอก	30 days	อ 1/7/51	พ 31/7/51
19	งานติดตั้งประตู หน้าต่าง และ ทาสี อื่นๆ	60 days	อ 29/6/51	พ 28/8/51



ภาพที่ 5.256 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความก้าวหน้างานของการก่อสร้างโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J จากการสำรวจโดยผู้วิจัย มีรายละเอียดดังนี้

9 เมษายน 2551 งานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 6 พื้นชั้นที่ 6 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 3 งานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารชั้นล่าง

ภาพที่ 5.257 แสดงงานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 6 พื้นชั้นที่ 6 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 3 งานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารชั้นล่าง

7 พฤษภาคม 2551 งานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 7 พื้นชั้นที่ 7 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 5 งานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารชั้น 4 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 4

ภาพที่ 5.258 แสดงงานผนังรับน้ำหนักชั้นที่ 7 พื้นชั้นที่ 7 งานระบบภายในอาคารชั้นที่ 5 งานผนังก่ออิฐภายนอกอาคารชั้น 4 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 4

19 มิถุนายน 2551 งานโครงสร้าง ผนังก่ออิฐภายนอก งานโครงหลังคาเสร็จ งานระบบภายในอาคารชั้น 7 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 6

ภาพที่ 5.259 แสดงงานโครงสร้าง ผนังก่ออิฐภายนอก งานโครงหลังคาเสร็จ งานระบบภายในอาคารชั้น 7 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 6

9 กรกฎาคม 2551 งานฉาบผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร เสร็จ ติดตั้งประตู หน้าต่าง อลูมิเนียมชั้น 5 งานระบบภายในอาคารชั้น 8 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 7

ภาพที่ 5.260 แสดงงานฉาบผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร เสร็จ ติดตั้งประตู หน้าต่าง อลูมิเนียมชั้น 5 งานระบบภายในอาคารชั้น 8 งานสถาปัตย์ภายในอาคารชั้น 7

30 สิงหาคม 2551 งานทาสีภายนอกอาคาร และ งานก่อสร้างอาคาร J เสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 5.261 งานทาสีภายนอกอาคาร และ งานก่อสร้างอาคาร J เสร็จสมบูรณ์

2. <u>โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u>

2.1 การก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ผลการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดต้นทุน พบว่า ราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกนั้น ประกอบด้วย ค่าผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ทั้งที่เป็นค่าวัสดุ ค่าแรงติดตั้ง ค่าแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปงานอุดรอยต่อ และระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในนั้น ประกอบด้วยงานก่ออิฐ ฉาบปูน ทำเสาเอ็น คานทับหลัง มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.12 แสดงต้นทุนของงานระบบผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น เป็นผนังภายใน อาคาร C2

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวม (บาท)
				ต่อหน่วย	ราคารวม	ต่อหน่วย	ราคารวม	
	งานผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น	11,835	ตร.ม.					
1	ค่าก่ออิฐครึ่งแผ่น	11,835	ตร.ม.	120	1,420,200	80	946,800	2,367,000
2	ค่าฉาบปูนเรียบ	23,670	ตร.ม.	90	2,130,300	80	1,893,600	4,023,900
3	ค่าเสาเอ็นคานทับหลัง	10,553	ม.	50	527,650	50	527,650	1,055,300
	มูลค่างานรวม							7,446,200
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.							**629.17**

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 2

ตารางที่ 5.13 แสดงต้นทุนของงานระบบผนังก่ออิฐเต็มแผ่น เป็นผนังภายใน อาคาร C2

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวม (บาท)
				ต่อหน่วย	ราคารวม	ต่อหน่วย	ราคารวม	
	งานผนังก่ออิฐเต็มแผ่น	342	ตร.ม.					
1	ค่าก่ออิฐเต็มแผ่น	342	ตร.ม.	220	75,240	130	44,460	119,700
2	ค่าฉาบปูนเรียบ	684	ตร.ม.	90	61,560	80	54,720	116,280
3	ค่าเสาเอ็นคานทับหลัง	305	ม.	50	15,250	50	15,250	30,500
	มูลค่างานรวม							266,480
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.							**779.18**

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 2

ตารางที่ 5.14 แสดงต้นทุนของงานระบบผนังระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกอาคาร C2

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวม (บาท)
				ต่อหน่วย	ราคารวม	ต่อหน่วย	ราคารวม	
	งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	3,415	ตร.ม.					
1	ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	3,415	ตร.ม.	1,100	3,756,500	100	341,500	4,098,000
2	แต่งผิวผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป	3,415	ตร.ม.	30	102,450	30	102,450	204,900
3	งาน Sealant	3,415	ตร.ม.	100	341,500			341,500
	มูลค่างานรวม							4,644,400
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.							**1,360.00**

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 แสดงรายละเอียดราคาค่าก่อสร้างของโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2

ลำดับ	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1	งานเสาเข็มและฐานราก	1,927,615.17	2.20%
2	งานโครงสร้าง สถาปัตย์	36,060,834.83	41.12%
3	งานเสาโครงสร้าง	3,203,351.30	3.65%
4	งานผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน	7,712,680.00	8.80%
5	งานผนังอื่นๆ ฝ้าเพดาน กระจกอลูมิเนียม	4,908,411.00	5.60%
6	งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	4,644,400.00	5.30%
7	งานพื้น Postension	2,180,500.00	2.49%
8	งานตกแต่งพื้นลามิเนต	1,697,857.28	1.93%
9	งานทาสี	2,133,847.50	2.43%
10	งานเบ็ดเตล็ด	2,046,600.23	2.32%
11	ระบบระบายน้ำ และ สาธารณูปโภค	514,516.65	0.59%
12	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	9,591,613.75	10.94%
13	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	5,426,237.50	6.19%
14	งานติดตั้งลิฟท์โดยสาร	1,640,000.00	1.87%
15	งานบริเวณรอบโครงการ	1,409,571.50	1.61%
16	งานตกแต่งพื้นที่ส่วนกลาง	551,771.64	0.63%
17	งานชุดครัว	2,043,459.25	2.33%
รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น		**87,693,267.59**	**100%**

ที่มา: จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 เมื่อ พฤษภาคม 2550

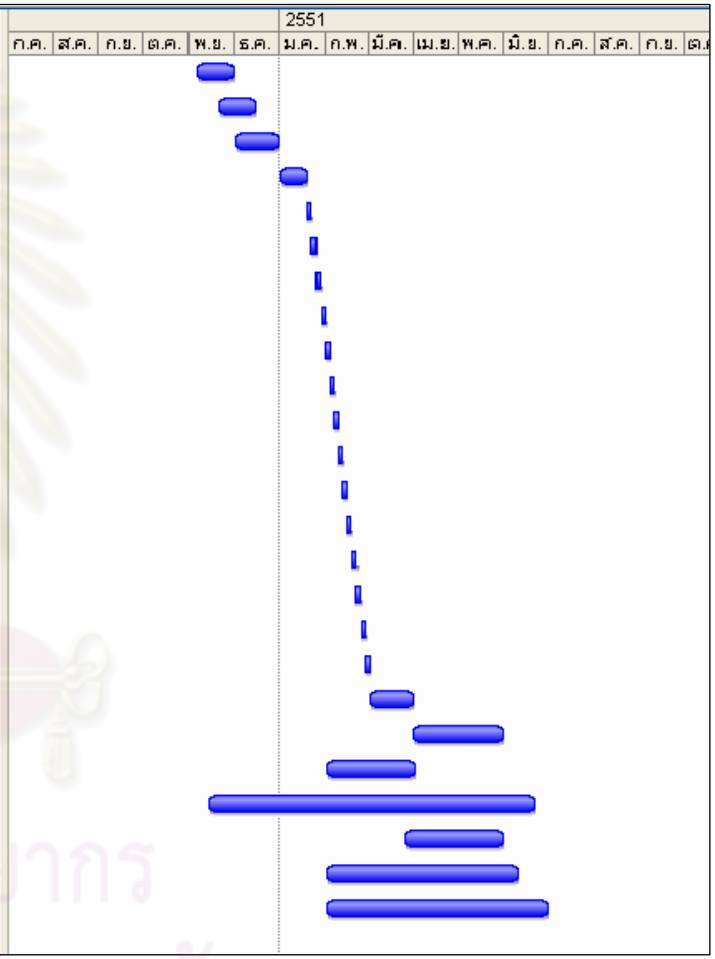
2.2 รายละเอียดผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2

ตารางที่ 5.16 แสดงรายละเอียดผลการศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2

งาน	ระยะเวลาก่อสร้าง(วัน)	เริ่มงาน	สิ้นสุดงาน
งานบ่อบำบัดน้ำดี และ น้ำเสีย	25	**5 พ.ย. 50**	30 พ.ย. 50
งานตอกเสาเข็ม ฐานราก	25	20 พ.ย. 50	15 ธ.ค. 50
วางท่อระบายน้ำ	30	1 ธ.ค. 50	31 ธ.ค. 50
งานพื้นโครงสร้าง และ เสา อาคาร ชั้น 1	18	1 ม.ค. 51	19 ม.ค. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 2	3	19 ม.ค. 51	22 ม.ค. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 2	3	22 ม.ค. 51	25 ม.ค. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 3	3	25 ม.ค. 51	28 ม.ค. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 3	3	28 ม.ค. 51	31 ม.ค. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 4	3	31 ม.ค. 51	3 ก.พ. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 4	3	3 ก.พ. 51	6 ก.พ. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 5	3	6 ก.พ. 51	9 ก.พ. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 5	3	9 ก.พ. 51	12 ก.พ. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 6	3	12 ก.พ. 51	15 ก.พ. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 6	3	15 ก.พ. 51	18 ก.พ. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 7	3	18 ก.พ. 51	21 ก.พ. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 7	3	21 ก.พ. 51	24 ก.พ. 51
งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 8	3	24 ก.พ. 51	27 ก.พ. 51
งานเสา อาคาร ชั้น 8	3	27 ก.พ. 51	1 มี.ค. 51
งานโครงหลังคา	30	1 มี.ค. 51	31 มี.ค. 51
งานมุงหลังคาเหล็กรีดลอน	60	31 มี.ค. 51	30 พ.ค. 51
งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ผนังภายนอก	60	1 ก.พ. 51	1 เม.ย. 51
งานระบบไฟฟ้า และ ประปา	220	13 พ.ย. 50	20 มิ.ย. 51
งานติดตั้งลิฟต์	67	25 มี.ค. 51	31 พ.ค. 51
งานสถาปัตย์ผนังก่ออิฐ และ งานสถาปัตย์	130	1 ก.พ. 51	10 มิ.ย. 51
งานทาสี งานเก็บ และงานอื่นๆ	150	1 ก.พ. 51	**30 มิ.ย. 51**
ระยะเวลาก่อสร้างอาคาร C2	**วัน**		**238**

ที่มา : จากแผนงานก่อสร้างโครงการและการบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง

	Task Name	Duration1	Start	Finish
1	งานบ่อบำบัดน้ำดี และ น้ำเสีย	25 days	จ 5/11/50	ศ 30/11/50
2	งานตอกเสาเข็ม ฐานราก	25 days	อ 20/11/50	ส 15/12/50
3	วางท่อระบายน้ำ	30 days	ส 1/12/50	จ 31/12/50
4	งานพื้นโครงสร้าง และ เสา อาคาร ชั้น 1	18 days	อ 1/1/51	ส 19/1/51
5	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 2	3 days	ส 19/1/51	อ 22/1/51
6	งานเสา อาคาร ชั้น 2	3 days	อ 22/1/51	ศ 25/1/51
7	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 3	3 days	ศ 25/1/51	จ 28/1/51
8	งานเสา อาคาร ชั้น 3	3 days	จ 28/1/51	พ 31/1/51
9	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 4	3 days	พ 31/1/51	อ 3/2/51
10	งานเสา อาคาร ชั้น 4	3 days	อ 3/2/51	พ 6/2/51
11	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 5	3 days	พ 6/2/51	ส 9/2/51
12	งานเสา อาคาร ชั้น 5	3 days	ส 9/2/51	อ 12/2/51
13	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 6	3 days	อ 12/2/51	ศ 15/2/51
14	งานเสา อาคาร ชั้น 6	3 days	ศ 15/2/51	จ 18/2/51
15	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 7	3 days	จ 18/2/51	พ 21/2/51
16	งานเสา อาคาร ชั้น 7	3 days	พ 21/2/51	อ 24/2/51
17	งานพื้นโครงสร้าง ชั้น 8	3 days	อ 24/2/51	พ 27/2/51
18	งานเสา อาคาร ชั้น 8	3 days	พ 27/2/51	ส 1/3/51
19	งานโครงหลังคา	30 days	ส 1/3/51	จ 31/3/51
20	งานมุงหลังคาเหล็กรีดลอน	60 days	จ 31/3/51	ศ 30/5/51
21	งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ผนังภายนอก	60 days	ศ 1/2/51	อ 1/4/51
22	งานระบบไฟฟ้า และ ประปา	220 days	อ 13/11/50	ศ 20/6/51
23	งานติดตั้งลิฟต์	67 days	อ 25/3/51	ส 31/5/51
24	งานสถาปัตย์ผนังวัสดุก่อ และ งานสถาปัตย์	130 days	ศ 1/2/51	อ 10/6/51
25	งานทาสี งานเก็บ และงานอื่นๆ	150 days	ศ 1/2/51	จ 30/6/51



ภาพที่ 5.262 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2

ความก้าวหน้างานของการก่อสร้างโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก อาคาร C2 จากการสำรวจโดยผู้วิจัย มีรายละเอียดดังนี้

4 กุมภาพันธ์ 2551 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 4 เริ่มตั้งTable Form พื้นชั้นที่ 8 ผนังก่ออิฐชั้น 5 ฉาบปูนผนังชั้น 4

ภาพที่ 5.263 แสดงงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 4 เริ่มตั้ง Table Form พื้นชั้นที่ 8 ผนังก่ออิฐชั้น 5 ฉาบปูนผนังชั้น 4

2 มีนาคม 2551 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 7 เทพื้นชั้นที่ 8 ผนังก่ออิฐชั้น 6 ฉาบปูนผนังชั้น 5

ภาพที่ 5.264 แสดงงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ชั้น 7 เทพื้นชั้นที่ 8 ผนังก่ออิฐชั้น 6 ฉาบปูนผนังชั้น 5

9 เมษายน 2551 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังก่ออิฐชั้น 7 ฉาบปูนผนังชั้น 6 งานโครงหลังคา

ภาพที่ 5.265 แสดงงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังก่ออิฐชั้น 7 ฉาบปูนผนังชั้น 6 งานโครงหลังคา

4 พฤษภาคม 2551 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังก่ออิฐชั้น 7,8 ฉาบปูนผนังชั้น 6,7 งานโครงหลังคาเสร็จ กำลังติดตั้ง Metal sheet งานฝ้าเพดานชั้น 6 งานปูกระเบื้องชั้น 6

ภาพที่ 5.266 แสดงงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ชั้น 8 ผนังก่ออิฐชั้น 7,8 ฉาบปูนผนังชั้น 6,7 งานโครงหลังคาเสร็จ กำลังติดตั้ง Metal sheet งานฝ้าเพดานชั้น 6 งานปูกระเบื้องชั้น 6

1 **มิถุนายน** 2551 งานปูกระเบื้องชั้น 8 งานฝ้าเพดานชั้น 8 ติดตั้งชุดครัวชั้น 7 ทาสีภายในและภายนอก

ภาพที่ 5.267 แสดงงานปูกระเบื้องชั้น 8 งานฝ้าเพดานชั้น 8 ติดตั้งชุดครัวชั้น 7 ทาสีภายในและภายนอก

6 **กรกฎาคม** 2551 งานติดตั้งชุดครัวชั้น 8 ปูพื้นลามิเนตชั้น 4

ภาพที่ 5.268 แสดงงานติดตั้งชุดครัวชั้น 8 ปูพื้นลามิเนตชั้น 4

5 **สิงหาคม** 2551 อาคาร C2 เสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 5.269 แสดงอาคาร C2 เสร็จสมบูรณ์

ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอาคาร

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ ผู้จัดการโครงการ วิศวกรประจำโครงการ ผู้จัดการโรงงานและผู้ปฏิบัติงานก่อสร้าง ในเรื่องปัญหาที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างอาคาร มีรายละเอียดดังนี้

1. ปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่ามีปัญหาต่างๆ ดังนี้

1.1 ผิวผนังรับน้ำหนักไม่เรียบเสมอกัน สาเหตุเนื่องจากผิวแบบหล่อไม่เรียบ ทีมงานมีหลายชุดหากชุดใดมีช่างในการตรวจซ่อมแซมแบบหล่อ ผิวผนังจะออกมาเรียบ ทางโครงการแก้ไขด้วยการทำ Skim coat ผิวผนังนั้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการเพิ่มงานและเพิ่มค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังทำให้เสียเวลามากขึ้น

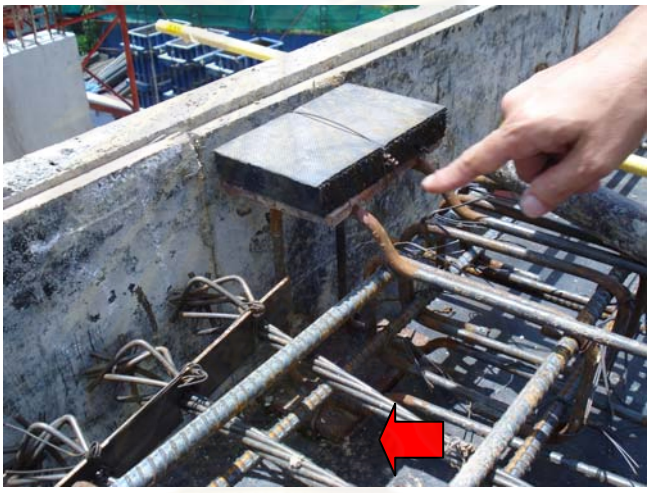
1.2 Alignment ของชิ้นงานผนังรับน้ำหนักไม่ดีพอ สาเหตุเนื่องจากข้อผิดพลาดในการตรวจสอบและการทำงาน ทำให้ต้องตกแต่งผิวผนัง ทางโครงการแก้ไขด้วยการพอกผิวผนังบางส่วนออกมาให้หนาขึ้น เพื่อให้ได้แนวเรียบเสมอกัน

1.3 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดในการทำงาน เนื่องจากการก่อสร้างอาคาร 16 หลัง ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 9 ตัว จึงต้องจัดเวลาในการใช้งานให้เต็มประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานก็ยังคงต้องรอเวลาการใช้ทาวเวอร์เครน จึงทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และ ข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการยกได้ของเครน ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 4.3 ตัน โดยตำแหน่งที่ยกได้คือใกล้ฐานเครนเท่านั้น ห่างไปความสามารถในการยกได้จะลดลง ดังนั้นหากต้องยกวัสดุที่มีน้ำหนักมากจึงทำไม่ได้ ทางโครงการจึงแก้ไขด้วยการเพิ่ม Mobile crane และการออกแบบพื้นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อลดน้ำหนักชิ้นงานและต้องเพิ่มคานเพื่อรับพื้น

1.4 การส่งวัสดุพื้นไม่ทันตามกำหนด เนื่องจากทางโครงการก่อสร้างพร้อมกันหลายอาคาร ทำให้ผู้ผลิตวัสดุพื้นส่งไม่ทันตามกำหนด ทางโครงการจึงแก้ไขโดยเปลี่ยน Hollow core floor เป็นพื้นสำเร็จรูป Precast Slab

2. <u>ปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นโครงการ 2</u> ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2 ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่ามีปัญหาต่างๆ ดังนี้

2.1 ตำแหน่ง Insert Plate ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร ใช้สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ สาเหตุจากการเทคอนกรีตพื้นโดยใช้ปั๊มพ์คอนกรีตซึ่งมีแรงดันสูง ทำให้ Insert Plate เคลื่อนตัวไป ทางโครงการแก้ปัญหาโดยยึด Insert Plate ให้แน่นหนาและยึดติดกับแบบท้องพื้น



ภาพที่ 5.270 แสดงการยึด Insert Plate ให้แน่นหนา และ ยึดติดกับแบบท้องพื้น

ภาพที่ 5.271 แสดงการเทคอนกรีตพื้นผิดระดับ ทำให้ Insert Plate อยู่ต่ำลงจากระดับพื้นมาก ทำให้ต้องสกัดพื้น

2.2 บริเวณขอบนอกของพื้นยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สาเหตุจากขณะเทคอนกรีตพื้น แรงดันของคอนกรีตดันแบบข้างพื้นให้โก่งออกไปมาก ทางโครงการแก้ไขโดยยึดแบบข้างพื้นให้แน่นหนา หากยังคงมีความโก่งจนยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปก็มีความจำเป็นต้องสกัดพื้นบริเวณนั้นออก แต่ต้องให้วิศวกรโครงการเป็นผู้อนุมัติ

2.3 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน โดยงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปสามารถใช้ทาวเวอร์เครนได้ช่วงเวลา 5.00 – 7.00 น. เท่านั้น ส่วนช่วงเวลาอื่นจะต้องทำงานให้ส่วนอื่นเช่นส่วนโครงสร้าง สถาปัตย์ เป็นต้น ทางโครงการจึงต้องจัดช่วงเวลาการใช้งานให้สอดคล้อง

2.4 ปัญหาด้านการขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ซึ่งมีน้อย เกิดจากอุปสรรคของการขนส่ง หากวันใดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปไม่เข้าที่หน่วยงาน ในวันนั้นๆ จะไม่สามารถทำงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปได้เลย นอกจากก่อนหน้ามีการติดตั้งไม่ครบตามกำหนด ก็ให้ทาวเวอร์เครนยกแผ่นที่กองสต็อกอยู่ข้างอาคารขึ้นไปแขวน และช่างก็จะทำการติดตั้งต่อไป

2.5 ปัญหาจากความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการขนส่ง และ ยกติดตั้ง ทำให้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กระทบระหว่างตัวแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเอง หรือ กระแทกตัวอาคารขณะติดตั้ง ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น หากเป็นความเสียหายเล็กน้อยก็จะทำการซ่อมแซม แต่ถ้าเป็นความเสียหายมากก็ต้องแจ้งทางโรงงานให้หล่อมาใหม่ ทั้งนี้ทางวิศวกรจะเป็นผู้ตรวจสอบ

ภาพที่ 5.272 แสดงความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

2.6 ความบกพร่องในการติดตั้ง ช่างที่ติดตั้งอาจเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป น้อยกว่าข้อกำหนด ทางโครงการแก้ไขโดยมีผู้ตรวจสอบงานติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้ว หากพบว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานก็แจ้งให้แก้ไข เพื่องานออกมาด้วยความสมบูรณ์

ภาพที่ 5.273 แสดงการเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป น้อยกว่าข้อกำหนด และ การสั่งแก้ไข

2.7 ขณะติดตั้งผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปด้วยการเชื่อม ประกายไฟและลูกไฟกระเด็นไปตกยังบ้านข้างเคียงทำให้เกิดความเสียหายได้ ทางโครงการแก้ไขโดยติดตั้งแผ่นผ้าใบกันวัสดุล่วงหล่นบริเวณที่ติดตั้ง

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
	การออกแบบ จะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งผู้ออกแบบได้กำหนดให้ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ส่วนงานพื้นเป็นพื้นสำเร็จรูป Hollow Core Floor และพื้นสำเร็จรูป Precast Slab ส่วนงานสถาปัตยกรรมภายนอกอาคารจะใช้ชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูปบางส่วน	**การออกแบบ** บริษัทเจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนดระบบกรรมวิธีในการก่อสร้างได้กำหนดให้ใช้ งานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ชนิดที่มีการยึดเหนี่ยวของลวดเกลียวแรงดึงสูงกับงานผลิตและติดตั้งระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป โดยงานทั้ง 2 ประเภทต้องเป็นบริษัทเดียวกัน เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการก่อสร้าง

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต	**การทำแบบก่อสร้าง** มีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบก่อสร้างโดยทั่วไป ส่วนงานชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนและกำหนดการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ การทำแบบก่อสร้างจะต้องทำแบบควบคู่ไปกับการวางแผนการทำงานและกำหนดทีมงานในการทำงานแต่ละประเภท **การเตรียมแบบหล่อผนังรับน้ำหนัก** ต้องทำการออกแบบให้มีความคงทน และ บำรุงรักษาได้ง่าย แบบเหล็กมีความหนา 9 มม. **การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริเวณหน่วยงาน ดังนี้ พื้นสำเร็จรูปชนิด Precast Slab คานสำเร็จรูป บันไดสำเร็จรูป **รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** เริ่มด้วยการเตรียมแบบหล่อ โดยจะทำความสะอาดและเช็ดแบบหล่อ ทาน้ำมันแบบหล่อ นำตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป ตะแกรงเหล็กเส้น หรือ เหล็กเสริม มาวาง และหนุนด้วยขาเหล็กหรือขาPVC ใส่วัสดุติดตั้งในชิ้นงาน และทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้ง การเทคอนกรีตจะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ซึ่งตั้งโรงงานผลิตอยู่ในหน่วยงานใกล้กับลานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยกำหนดให้ใช้ค่า Strength ของคอนกรีต ณ 28 วันอยู่ที่ 350 KSC. Cube ระหว่างที่เท จะต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีตไฟฟ้า เขย่าไปในส่วนแบบหล่อที่มีการเสริมเหล็ก ทำการปาดแต่งหน้าปูนขัดตกแต่งผิวให้เรียบร้อยและต้องบ่มคอนกรีต จนได้อายุแล้ว ก็จะถอดแบบหล่อออกและยกชิ้นส่วน ค.ส.ล. สำเร็จรูปด้วยทาวเวอร์เครนไปไว้ที่ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำการตรวจสอบคุณภาพและทำการตกแต่งผิวอีกครั้งในกรณีที่ชิ้นงานมีการแตกหักเล็กน้อย จากนั้นรอการขนส่งโดยรถเทรลเลอร์ไปใช้ที่หน้างานต่อไป	**การทำแบบก่อสร้าง** ขั้นตอนนี้คล้ายกับการทำแบบสำเร็จรูปทั่วไป หลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป กำหนดขนาดและการเสริมเหล็กในชิ้นงานตามข้อกำหนดการออกแบบ **การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากโรงงานผลิตภายนอกหน่วยงาน ดังนี้ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของห้องบันไดสำเร็จรูป **รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** เตรียมแบบหล่อ โดยจะทำความสะอาดและเช็ดทาน้ำมันแบบหล่อ วาดแบบลงบนพื้นลานหล่อ วางแบบข้าง ลงตะแกรงเหล็กเสริมขนาด 9 มม.ติดตั้ง Plateเหล็ก และ หูหิ้ว หนุนเหล็กเสริมด้วยขา PVC เทคอนกรีตผสมเสร็จโดยกำหนดให้ใช้ค่า Strength ของคอนกรีต ณ 28 วันอยู่ที่ 280 KSC. Cube. จะต้องใช้เครื่องจี้ไฟฟ้า เขย่าไปในเนื้อคอนกรีต ใช้แบบเหล็กกันหูหิ้ว ปรับแต่งโดยรอบให้เรียบขัดแต่งหน้าปูนจำนวน 3 รอบ ถอดแบบข้าง หลังจากการเทคอนกรีต อย่างน้อย 15-18 ชั่วโมงจึงจะสามารถยกคอนกรีตออกจากแบบได้นำไปวางตั้งบน A - Frame หรือแขวนไว้กับรอกเครนราง ทำการบ่มคอนกรีต ตกแต่งผิวคอนกรีต ใส่รหัสในชิ้นงาน ย้ายไปเก็บยังลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป ปริมาณชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตได้สูงสุด700–800 ตรม.ต่อ วัน

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต		**ค่าพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการผลิต** 1. แบบหล่อคอนกรีต +/- 1 – 3 มม. 2. ผนังสำเร็จรูป +/- 2 – 4 มม. **จำนวนแรงงานในโรงงานผลิต** รวม 95 – 96 คน **จำนวนเครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป** เครนรางขนาด 3.5ตัน 9 ตัว รถ 10 ล้อ 2 คัน รถเทรลเลอร์ 1 คัน เครื่องจี้คอนกรีต 3 เครื่อง ตู้เชื่อม 9 เครื่อง มอร์เตอร์เจียร์ 3 เครื่อง
รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ	**ผนังภายใน เป็น ระบบผนังรับน้ำหนัก** เป็นระบบผนังที่มีวัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน คือ คอนกรีต ที่ถูกออกแบบให้รับแรงอัดที่เกิดจากน้ำหนักพื้นและหลังคา เสริมด้วยเหล็กเพื่อให้ผนังมีความสามารถในการรับแรงดึง ผนังรับน้ำหนักต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถถ่ายเทแรง ลงสู่ฐานรากได้ ผนังภายในอาคารทำหน้าที่แบ่งพื้นที่ใช้สอยต่างๆ ภายในอาคาร ดังนั้นการจัดวางตำแหน่งผนังรับน้ำหนักซึ่งถือเป็นโครงสร้างของอาคารควร สอดคล้องกับการจัดวางพื้นที่ภายใน และสามารถวางงานระบบไว้ภายในผนังรับน้ำหนักได้ด้วย ความหนาของผนังรับน้ำหนัก 15 ซม. หากต้องตกแต่งผิว จะมีความหนา 20 ซม. ผนังรับน้ำหนัก คิดเป็นพื้นที่ 2,806.00 ตร.ม.	**ผนังภายใน เป็น ระบบผนังวัสดุ** โครงสร้างของผนังก่ออิฐประกอบด้วย อิฐมอญ วัสดุก่อยึดเป็นผนังด้วยปูนก่อสำเร็จรูป ก่อขึ้นรูปเป็นการก่อแบบสลับ หากพื้นที่มีขนาดใหญ่และบริเวณช่องเปิด เช่น หน้าต่าง ประตู จะต้องมีเสาเอ็น หรือ คานทับหลัง ทางโครงการพัฒนา เสาเอ็นให้เป็นเสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูป เพื่อความรวดเร็ว ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างาน เมื่อก่ออิฐเรียบร้อยแล้ว ทำการฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป โดยฉาบหนาประมาณ1–2ซม. ผนังก่ออิฐเมื่อฉาบเสร็จความหนาประมาณ 10 ซม. ผนังก่ออิฐ มีปริมาณงานดังนี้ - งานก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น คิดเป็นพื้นที่ 11,835 ตร.ม. - งานก่ออิฐมอญเต็มแผ่น คิดเป็นพื้นที่ 342 ตร.ม. - งานเสาเอ็น คานทับหลัง คิดเป็นความยาว 10,858 ม.

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ	**ผนังภายนอก เป็น ระบบผนังก่ออิฐ** โครงสร้างของผนังก่ออิฐจะประกอบด้วยก้อนวัสดุซึ่งมีน้ำหนักเบา ได้แก่ บล็อกมวลเบา ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง นำมาก่อยึดเป็นผนังด้วยปูนซิเมนต์ ก่อขึ้นรูปเป็นผนังที่มีความทนทานต่อแรงอัด ทนไฟ หากพื้นที่มีขนาดใหญ่และบริเวณช่องเปิด เช่น หน้าต่าง ประตู จะต้องมีเสาเอ็น หรือ คานเอ็น และทำการฉาบด้วยปูนเฉพาะสำหรับใช้กับบล็อกมวลเบาเท่านั้น ความหนาของผนังเมื่อฉาบเสร็จหนาประมาณ 10 – 15 ซม. ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ที่ใช้ก่อสร้างอาคาร J ของโครงการ ก่อผนังด้วย Q – con block ขนาด 20 X 60 X 7.5 ซม. คิดเป็นพื้นที่ 850 ตร.ม.	**ผนังภายนอก เป็น ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป** ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของ โครงการ 2 ชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่ผลิตโดยโรงงาน ลักษณะชิ้นส่วนเป็นแบบ Panel โดยที่ชิ้นงานจะมีการฝัง Plateเหล็ก หูหิ้วเหล็ก เพื่อใช้เป็นตัวยึดเชื่อมและหิ้วแผ่นขณะติดตั้งชิ้นส่วน เตรียมสำหรับทำการเชื่อมยึดติดกับ Plate เหล็กที่ฝังเอาไว้กับพื้นโครงสร้างอาคาร ชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป จะมีการตั้งรหัสเพื่อความสะดวกในการนำไปติดตั้ง โดยมีชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร C2 ทั้งหมด 636 ชิ้น คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3,415.00 ตร.ม. จำนวน 122 Type สามารถแบ่งกลุ่มประเภทชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ออกได้เป็น 9 กลุ่มตามลักษณะรูปแบบและตำแหน่งการติดตั้งของชิ้นส่วน ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ 1.ผนังภายนอกทั่วไป พื้นที่ประมาณ 2,850 ตรม. 2.แผ่นระเบียงแนวนอน พื้นที่ประมาณ 365 ตรม. 3.แผ่นครีบแนวตั้ง พื้นที่ประมาณ 200 ตรม.
วิธีการก่อสร้าง	**งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร** ต้องทำการเจาะสำรวจดิน เพื่อกำหนด รายละเอียดงานเสาเข็มเพื่อให้ได้แบบฐานราก ปรับพื้นที่ลอกวัชพืช งานถมดินและบดอัดดิน วางแนวถนน กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาอาคาร และ ศูนย์กลางเสาเข็ม กำหนดค่าระดับ หรือหมุดระดับ ส่วนการจัดจ้างผู้รับเหมาจะเป็นแบบ Design and Built โดยผู้รับเหมาจะเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดตั้งแต่ออกแบบ และ ก่อสร้าง	**งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร** ต้องทำการเจาะสำรวจดิน เพื่อกำหนดรายละเอียดงานเสาเข็มเพื่อให้ได้แบบฐานราก ปรับพื้นที่ลอกวัชพืช งานถมดินและบดอัดดิน วางแนวถนน กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาอาคารและศูนย์กลางเสาเข็ม กำหนดค่าระดับ หรือหมุดระดับ เพื่อใช้อ้างอิงระดับต่อไป

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
วิธีการก่อสร้าง	**งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร** 1)การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.30 X 0.30 X 28.50 เมตร ตัดหัวเสาเข็ม ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบ (Lean Concrete)หุ้มหัวเสาเข็ม 2)การทำฐานราก ทำ Line กั้นแบบข้าง ตรวจเช็คขนาดฐานราก และ ตำแหน่งศูนย์กลางฐานราก วางเหล็กเส้นพร้อมหนุนลูกปูนที่มีความหนาประมาณ 5 ซม. เทคอนกรีตขนาด Strength 350 KSC. Cube ต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีต หรือ เครื่องสั่นคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ ทำการบ่มคอนกรีต 3)การติดตั้งพื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป 2 ชนิดคือ พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab และ Hollow Core งานพื้นใช้เวลา 4 วันต่อชั้น ปริมาณพื้นที่ 5,768 ตร.ม. ต่อ อาคาร 4) การทำผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังรับน้ำหนักโดยขั้นตอนการทำงานจะทำตาม Cycle plan แบ่งโซนอาคารเป็น 3-4 โซน ทำการวาง Line ผนัง ตั้งเหล็กตะแกรงไวร์เมชขนาด 6 มม.# ระยะห่าง ตั้งแต่ 10 – 20 ซม. ตามกำหนด วาง 2 ชั้น ติดตั้งงานระบบต่างๆ ทำแบบบล็อกกันคอนกรีตเพื่อให้ด้านบนของผนังรับน้ำหนักเป็นบ่าเพื่อใช้ติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูปตั้งแบบหล่อ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้จากแนวดิ่งที่ยอมให้ของแบบหล่อ มีค่า ± 6 มม. ทุกๆ ระยะ 3 เมตร และค่าสูงสุดตลอดความสูง 25 มม. เทคอนกรีตขนาดStrength 350 KSC. Cube พร้อมใช้เครื่องจี้คอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ**ดี** แต่งผิวบนให้เรียบมากที่สุด เพื่อการวางแผ่นพื้นได้เรียบและแนบผิวผนังรับน้ำหนัก หลังเทคอนกรีตได้ 24 ช.ม. จะทำการการเปิดแบบ ปริมาณพื้นที่ 2,806.00 ตร.ม. ต่อ อาคาร งานผนังรับน้ำหนักใช้เวลาทำงาน 4 วันต่อชั้น และ 32 วันต่ออาคาร ใช้แรงงาน 12 คน ต่อ วัน	**งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร** 1)การตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอ ขนาด 0.35 X 0.35 เมตร และ 0.40 X 0.40 เมตร. ตัดหัวเสาเข็ม ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบ (Lean Concrete) หุ้มหัวเสาเข็ม 2)การทำฐานราก ทำ Line กั้นแบบข้าง ตรวจเช็คขนาดฐานราก และ ตำแหน่งศูนย์กลางฐานราก วางเหล็กเส้นพร้อมหนุนลูกปูนที่มีความหนาประมาณ 5 ซม. เทคอนกรีตขนาด Strength 280 KSC. Cube ต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีต หรือ เครื่องสั่นคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพทำการบ่มคอนกรีต 3)การทำงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลังระบบมีแรงยึดเหนี่ยว แบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ (1) การติดตั้งแบบหล่อพื้นระบบ Table Form (2) วางเหล็กเสริม โดยจะวางเป็นตะแกรงเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม. ระยะห่างประมาณ 40 ซม.# วาง Insert Plate 2 ชั้นด้านบนติดฟองน้ำหนา 1.5 ซม. (3) การวางลวด Strand และติดตั้งสมอยึด Anchorage ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนระดับในแนวดิ่งได้ไม่เกิน ±4 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาไม่เกิน 20 ซม. และไม่ ±6 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาเกินกว่า 20 ซม. โดยโครงการ 2 พื้นมีความหนา 16 ซม. ติดตั้งวัสดุต่างๆ ในพื้น ตรวจสอบตำแหน่ง และ อุดไม่ให้คอนกรีตสามารถไหลเข้าได้ (4) การวางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา (5) เทคอนกรีต มีค่า Strength 350 KSC. Cube. ขณะเทคอนกรีตต้องใช้เครื่องจี้คอนกรีต (6) การบ่มคอนกรีตทันที เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัว (7) การดึงลวด เมื่อคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดประลัยไม่น้อยกว่า 280 KSC. Cube. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดึงลวดประกอบด้วย Jack และ Hydraulic Pump (8) การตัดปลายลวด เมื่อตรวจสอบผลการดึงลวดทุกเส้นและค่าระยะยืดอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
วิธีการก่อสร้าง	5) การติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป บริเวณด้านนอกอาคารที่ทำการบล็อกไว้เพื่อเป็นบ่าสำหรับติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป เทคอนกรีตปิดบริเวณรอยต่อเพื่อเชื่อมให้คาน ค.ส.ล.สำเร็จรูปและผนังรับน้ำหนักติดกัน <u>งานผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร</u> หลังจากทำงานโครงสร้าง เสร็จ 2 ชั้น จะเริ่มทำงานผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร เนื่องจากต้องรอการถอดค้ำยันงานพื้นในส่วนที่เชื่อมต่อกับผนังรับน้ำหนัก การก่อจะทำการก่อบนคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้ ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการก่อผนังคอนกรีตมวลเบา วางแนวดิ่งฉากเรียบร้อยแล้ว เริ่มก่อโดยการใช้ปูนทรายทั่วไป ช่วยในการปรับระดับพื้นให้ได้ระดับเดียวกัน แล้วป้ายปูนก่อที่ใช้เฉพาะสำหรับก่อบล็อกมวลเบา ลงด้านล่างของบล็อคก้อนแรกก่อนวางก้อนบล๊อคลงบนแนวปูนทราย โดยไม่ต้องราดน้ำที่ Block แต่อย่าง ใช้ค้อนยางและระดับน้ำช่วยจัดแนว แล้วป้ายปูนก่อบริเวณด้านข้างของก้อนด้วยเกรียงก่อ ให้ความหนาของปูนก่อเพียง 2-3 มม. ก่อนวางก้อนที่ 2 ลงไปให้ชิดกับก้อนแรกจะต้องก่อด้วยวิธีสลับแนวระหว่างแถวชั้นบนถัดไป ให้แนวที่เหลื่อมกันมีระยะไม่น้อยกว่า 10 ซม. ป้ายรอยต่อโดยรอบก้อนด้วยปูนก่อ หนา 2-3 มม. และจะต้องใส่ปูนก่อให้เต็มตลอดแนว ไม่มีโพรงหาก ต้องมีการปรับแต่งบล็อค ให้ได้แนวระดับความต้องการ ควรทำให้แล้วเสร็จภายใน 5 นาที ปลายก้อนที่ก่อชนผนังรับน้ำหนัก หรือเสาเอ็นจะต้องยึดด้วยแผ่นเหล็ก	(9) การถอดแบบหล่อพื้นและการค้ำยันกลับ50% (10) การอุดปิด End Recess ทันทีหลังจากตัดปลายหางลวดแล้ว ป้องกันการกัดกร่อนของสมอยึด (11) การอัดน้ำปูน ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างลวดกับคอนกรีต และป้องกันสนิมลวดได้ด้วย ปริมาณพื้นที่ 7,572 ตร.ม. ต่ออาคาร งานพื้นใช้เวลาทำงาน 3 วันต่อชั้น 4) การทำงานเสา ภายหลังจากการเทคอนกรีตและบ่มคอนกรีตพื้น 3 วัน วางแนวและระดับ ผูกเหล็กเสาติดตั้งวัสดุภายในและประกอบแบบ ตรวจเช็คศูนย์กลาง แนวระดับ แนวดิ่ง ทำการเทคอนกรีตได้ งานเสาใช้เวลาทำงาน 3 วันต่อชั้น 5) การทำหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน เมื่อทำเสาโครงสร้างชั้น 8 เรียบร้อย จะทำการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กและติดแผ่นเหล็กรีดลอน <u>งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก</u> ทำหลังการถอดค้ำยันพื้นออก 100% แล้ว ขั้นตอนการติดตั้งจะเริ่มจากการที่ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปขนส่งมาถึง ทาวเวอร์เครนจะยกแผ่นแขวนที่ตัวอาคารทันที โดยแขวนกับขอในชั้นที่สูงขึ้นไป 2 ชั้น แขวนได้ไม่เกิน 20 ชม. ช่างติดตั้งทั้งหมด 1 ทีม ทีมละ 3 คน จะทำการติดตั้งแผ่นได้วันละ 6 – 7 แผ่นต่อทีม งานติดตั้งต้องติดให้เสร็จภายใน 6 – 7 วัน ต่อชั้น การติดตั้งทาวเวอร์เครน จะยกผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปขึ้น และช่างทำการปรับระดับด้วยรอกโซ่ และปรับแต่งตำแหน่งแผ่น โดยวัดระยะจากแนว Horizontal Off Set เมื่อได้ระยะตามกำหนดจะจัดฟองน้ำแข็งที่ติดไว้บน Insert Plate ออก ทำความสะอาดบริเวณ Insert Plate นำ Plate ที่เตรียมไว้ มาเชื่อมติดกันตามแนวนอนและเชื่อมยึดที่ปลายอีกข้างติดกับ Plate ที่ฝังในผนัง ค.ส.ล.เคาะขี้เหล็กออก ทาสีรองพื้นกันสนิม เมื่อเชื่อมPlate ด้านล่างเสร็จทั้ง 2 ข้างเรียบร้อยแล้ว ทำการเช็คแนวดิ่งและติดตั้ง Plate

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
วิธีการก่อสร้าง	Metal Strap ยาวประมาณ 20 ซม. โดยยึดด้วยตะปูคอนกรีต หรือพุกสกรูทุกระยะ 2ชั้น ของ บล็อก มุมกำแพงทุกมุม จะต้องมีเสาเอ็น หรือคานเอ็น ค.ส.ล. และบริเวณรอบช่องเปิดจะต้องทำทับหลัง เมื่อก่ออิฐมวลเบาเรียบร้อยแล้ว ต้องทิ้งไว้ให้ปูนก่อแข็งตัว จึงสามารถฉาบปูนได้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับงานก่ออิฐฉาบปูนของผนังก่ออิฐ มีดังนี้ 1) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง 5 มม. ใน 2,500 มม. 2) ค่าความคลาดเคลื่อนของแนวผนังที่ไม่ตรง 5 มม. ใน 3,000 มม. 3) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวราบ 3 มม. ใน 3,000 มม. ปริมาณพื้นที่ผนังก่ออิฐ 850 ตร.ม. ต่อ อาคาร ใช้เวลาก่อสร้าง 30 วัน ต่อ อาคาร ใช้แรงงาน 20 คน ต่อ วัน	ด้านบน หลังจากติดตั้งเสร็จต้องตรวจสอบหากไม่มีข้อผิดพลาดให้ทำการตัดหูหิ้วที่ติดมากับชิ้นงานออก เกร๊าท์ซีเมนต์ บริเวณช่องว่างระหว่างแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปกับโครงสร้างพื้นและทำการแต่งผิวผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป อุด Sealant ร่องรอยต่อระหว่างแผ่น บริษัทผู้ออกแบบกำหนดให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นใน การติดตั้งต่ำสุด 10 มม. ไม่เกิน 15 มม.และกำหนดค่าพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ในการติดตั้ง +/- 5 – 8 มม. ปริมาณพื้นที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 3,415 ตร.ม. ต่อ อาคาร ใช้เวลาก่อสร้าง 60 วัน ต่อ อาคาร ใช้แรงงาน 8 - 9 คน ต่อ วัน **<u>งานผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในอาคาร</u>** ก่อฉาบโดยใช้อิฐมอญแดง ช่างก่อจะขึงเอ็นเป็นระดับและก่อแบบสลับต้องทำเสาคานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส. ติดตั้งงานวงกบประตูภายในอาคาร ทำทับหลังบนวงกบประตู จากนั้นจึงติดตั้งตาข่ายกรงไก่บริเวณรอบวงกบและ ตลอดแนวทับหลัง บริเวณผนังที่ตั้งฉากกันจะใส่วัสดุร่อง PVC เพื่อกันการแตกร้าวของผนัง เมื่อก่ออิฐเรียบร้อยแล้ว ทำการฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป โดยฉาบหนาประมาณ 1–2 ซม. ผนังก่ออิฐประเภทนี้ขนาดเมื่อฉาบเสร็จจะมีความหนาประมาณ 10 ซม. ปริมาณงานผนังก่ออิฐมีดังนี้ ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น พื้นที่ 11,835 ตร.ม./อาคาร ก่ออิฐมอญเต็มแผ่น พื้นที่ 342 ตร.ม./อาคาร งานเสาเอ็นคานทับหลัง ยาว 10,858 ม./อาคาร ใช้เวลาก่อสร้าง 130 วัน ต่อ อาคาร ใช้ช่างปูน 19คน กรรมกร 12คน รวม 31คน ต่อวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
วิธีการก่อสร้าง	**<u>การติดตั้งงานระบบ</u>** งานระบบภายในอาคารจะแบ่งออกเป็น 2ส่วน คือ ส่วนแรกที่ติดตั้งในผนังรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นงานภายในแต่ละห้อง ส่วนที่สองจะติดตั้งบริเวณส่วนกลาง โดยมีการทำงานระบบก่อนการก่อผนังภายในกำหนดตำแหน่งต่างๆ ตามระยะที่กำหนดในแบบ **<u>งานติดตั้งประตู และหน้าต่างอลูมิเนียม</u>** จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป สีขาว การประกอบติดตั้งจะประกอบโดยทำการใส่เฟรมประตู-หน้าต่าง ให้ตรงกับตามตำแหน่งช่องเปิด ส่วนบานประตู และ หน้าต่างทำการประกอบสำเร็จมาล่วงหน้า **<u>งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม</u>** เป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้องพื้น และติดตั้งพื้นไม้ลามิเนต บริเวณที่จะปูไม้ลามิเนตต้องทำการขัดมันผิวพื้น ค่าความต่างของระดับพื้นขัดมันที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 2 มม. หลังจากนั้นจึงทำงานฝ้าเพดาน งานติดราวกันตกภายนอกอาคาร ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน	**<u>การติดตั้งงานระบบ</u>** เมื่องานโครงสร้างเสร็จ ทีมเซอร์เวย์จะกำหนดแนวโดยตีเส้นไว้ที่พื้นและฝ้า (ท้องพื้นชั้นบน) เพื่อเป็นแนวเดินท่อต่างๆ จากนั้นจะมีทีมติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปทุกมุมผนังตามแบบ ถัดมาจึงเป็นทีมงานไฟฟ้ามาติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และทีมงานประปามาทำการเดินท่อน้ำดี และมีการทดสอบแรงดันท่อ ทิ้งไว้ 24 ชม. เพื่อทดสอบการรั่วซึม **<u>งานติดตั้งประตู และหน้าต่างอลูมิเนียม</u>** จะเป็นประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป สีขาว กระจกใส ประกอบตัวบานสำเร็จมาจากโรงงานผลิต และมาติดตั้งกรอบวงกบประตู-หน้าต่าง หากกรอบวงกบใส่ไม่พอดีกับแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป การแก้ไขต้องทำการปรับแต่งที่แผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เล็กน้อย **<u>งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม</u>** เป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยเรียงลำดับ จากงานปรับระดับและปูกระเบื้อง ติดสุขภัณฑ์ และ ติดตั้งพื้นไม้ลามิเนต บริเวณที่จะปูไม้ลามิเนตต้องทำการขัดมันผิวพื้น ค่าความต่างของระดับพื้นขัดมันที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 2 มม. ทำงานฝ้าเพดาน งานติดราวกันตกภายนอกอาคาร ทาสีรองพื้นอาคารทั้งภายนอกและภายใน
การบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง	**<u>จำนวนบุคคลากรและแรงงานรวม 121 คน</u>** เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ มีรายละเอียดดังนี้ TC5 Potain:(Telescopic Tower) with jib length45m.1 ชุด Mobile crane 25T 1 คัน รถดัมพ์เปอร์ 1 คัน เครื่องสูบน้ำ 2 เครื่อง ตู้เชื่อม 2 เครื่อง เครื่องตัดเหล็ก 1 เครื่อง เครื่องดัดเหล็ก1 เครื่อง เครื่องจี้คอนกรีต 2 เครื่อง รถกระบะ1 คัน รถบรรทุก 6 ล้อใหญ่1 คัน รถแบคโฮ PC200 1 คัน รถดัมพ์1 คัน	**<u>จำนวนบุคคลากรและแรงงานรวม 110 - 113 คน</u>** เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ มีรายละเอียดดังนี้ Tower Crane 1 ชุด ปั๊มลม 1 เครื่อง รถยิงปั๊มคอนกรีต1 คัน รถดัมพ์เปอร์ 1 คัน เครื่องสูบน้ำ 2 เครื่อง ตู้เชื่อม 4 เครื่อง เครื่องตัดเหล็ก 2 เครื่อง เครื่องดัดเหล็ก 2 เครื่อง เครื่องจี้คอนกรีต 2 เครื่อง รถกระบะ 2 คัน รถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ 2 คัน รถแบคโฮ PC200 1 คัน รถดัมพ์ 2 คัน

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
ต้นทุนในการก่อสร้าง	**ผนังภายใน เป็น ผนังรับน้ำหนัก** ราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในนั้นประกอบด้วย ค่าวัสดุค่าแรงในการก่อสร้างผนังรับน้ำหนัก และค่างานตกแต่งผิว พื้นที่ผนังรับน้ำหนัก 2,806 ตร.ม. ต้นทุน ต่อ ตร.ม. 1,748.74 บาท งานผนังรับน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 6.75% ของราคาค่าก่อสร้าง ผนังภายนอก เป็น ผนังก่ออิฐ พื้นที่ผนังก่ออิฐ 850 ตร.ม. ต้นทุน ต่อ ตร.ม. 765.29 บาท งานผนังก่ออิฐคิดเป็นร้อยละ 0.89% ของราคาค่าก่อสร้าง	**ผนังภายใน เป็น ผนังก่ออิฐ** โดยเป็นผนังก่ออิฐ ครึ่งแผ่น และ เต็มแผ่น ดังนี้ พื้นที่ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น 11,835 ตร.ม. ต้นทุน ต่อ ตร.ม. 629.17 บาท พื้นที่ผนังก่ออิฐ เต็มแผ่น 342 ตร.ม. ต้นทุน ต่อ ตร.ม. 779.18 บาท งานผนังก่ออิฐ คิดเป็นร้อยละ 8.80% ของราคาค่าก่อสร้าง งานเสาโครงสร้างคิดเป็นร้อยละ 3.65% ของราคาค่าก่อสร้าง รวมค่างานผนังก่ออิฐและงานเสาคิดเป็นร้อยละ 12.45% ของราคาค่าก่อสร้าง ผนังภายนอก เป็น ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป พื้นที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป 3,415ตร.ม. ต้นทุน ต่อ ตร.ม. 1,360.00 บาท งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 5.30% ของราคาค่าก่อสร้าง
ระยะเวลาในการก่อสร้าง	ระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก อาคาร J รวม 275 วัน	ระยะเวลาการก่อสร้างอาคาร โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก อาคาร C2 รวม 238 วัน
ปัญหาในการก่อสร้าง และ แนวทางการแก้ไข	1. ผิวผนังรับน้ำหนักไม่เรียบเสมอกัน สาเหตุ เนื่องจากผิวแบบหล่อไม่เรียบ ทีมงานมีหลายชุดหากตรวจซ่อมแซมแบบหล่อ ผิวผนังจะออกมาเรียบ การแก้ไข ด้วยการทำ Skim coat ผิวผนัง แต่ก็เป็นการเพิ่มงาน และ เพิ่มค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังทำให้เสียเวลามากขึ้น	1. ตำแหน่ง Insert Plate ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร ใช้สำหรับเชื่อมยึดติด แผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ สาเหตุ จากการเทคอนกรีตพื้นโดยใช้ปั๊มพ์คอนกรีตซึ่งมีแรงดันสูง ทำให้ Insert Plate เคลื่อนตัวไป การแก้ไข โดยยึดInsert Plate ให้แน่นหนา และยึดติดกับแบบท้องพื้น

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
ปัญหาในการก่อสร้าง และ แนวทางการแก้ไข	2. Alignment ของชิ้นงานผนังรับน้ำหนักไม่ดีพอ สาเหตุ เนื่องจากข้อผิดพลาดในการตรวจสอบและการทำงาน ทำให้ต้องตกแต่งผิวผนัง การแก้ไข ด้วยการพอกผิวผนังบางส่วนออกมาให้หนาขึ้น เพื่อให้ได้แนวเรียบเสมอกัน	2. บริเวณขอบนอกของพื้นยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สาเหตุ จากขณะเทคอนกรีตพื้น แรงดันของคอนกรีตดันแบบข้างพื้นให้โก่งออกไปมาก การแก้ไข โดยยึดแบบข้างพื้นให้แน่นหนา หากยังคงมีความโก่งจนยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปก็มีความจำเป็นต้องสกัดพื้นบริเวณนั้นออก แต่ต้องให้วิศวกรโครงการเป็นผู้อนุมัติ
	3. เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดในการทำงาน สาเหตุ เนื่องจากการก่อสร้างอาคาร 16 หลัง ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 9 ตัว จึงต้องจัดเวลาในการใช้งานให้เต็มประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานก็ยังคงต้องรอเวลาการใช้ทาวเวอร์เครน จึงทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และ ข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการยกได้ของเครน ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 4.3 ตัน โดยตำแหน่งที่ยกได้คือใกล้ฐานเครนเท่านั้น ห่างไปความสามารถในการยกได้จะลดลง ดังนั้นหากต้องยกวัสดุที่มีน้ำหนักมากจึงทำไม่ได้ การแก้ไข ด้วยการเพิ่ม Mobile crane และการออกแบบพื้นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อลดน้ำหนักชิ้นงานและต้องเพิ่มคานเพื่อรับพื้น	3.เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน สาเหตุ งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปสามารถใช้ทาวเวอร์เครนได้ช่วงเวลา 5.00 – 7.00 น. เท่านั้น ส่วนช่วงเวลาอื่น จะต้องทำงานให้ส่วนอื่นเช่นส่วนโครงสร้างสถาปัตย์ เป็นต้น การแก้ไข จึงต้องจัดช่วงเวลาการใช้งานให้สอดคล้อง
	4. การส่งวัสดุพื้นไม่ทันตามกำหนด สาเหตุ เนื่องจากทางโครงการก่อสร้างพร้อมกันหลายอาคาร ทำให้ผู้ผลิตวัสดุพื้นส่งไม่ทันตามกำหนด การแก้ไข โดยเปลี่ยนHollow core floor เป็น พื้นสำเร็จรูป Precast Slab	4.ปัญหาด้านการขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป สาเหตุ เกิดจากอุปสรรคของการขนส่ง หากวันใดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปไม่เข้าที่หน่วยงาน ในวันนั้นๆ จะไม่สามารถทำงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปได้เลย การแก้ไข จัดรถบรรทุกสำรองบริษัทอื่น จากภายนอก หรือ เพื่อให้มีการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ทาวเวอร์เครนยกแผ่นที่กองสต็อกอยู่ข้างอาคารขึ้นไปแขวน และช่างก็จะทำการติดตั้งต่อไป

ตารางที่ 5.17 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
ปัญหาในการก่อสร้าง และ แนวทางการแก้ไข		5.ปัญหาจากความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป สาเหตุ เกิดจากระหว่างขั้นตอนการขนส่ง และ ยกติดตั้ง ทำให้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กระทบระหว่างตัวแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเอง หรือ กระแทกตัวอาคารขณะติดตั้ง ทำให้เกิดความเสียหายขึ้น การแก้ไข หากเป็นความเสียหายเล็กน้อยก็จะทำการซ่อมแซม แต่ถ้าเป็นความเสียหายมากก็ต้องแจ้งทางโรงงานให้หล่อมาใหม่ ทั้งนี้ทางวิศวกรจะเป็นผู้ตรวจสอบ 6.ความบกพร่องในการติดตั้ง สาเหตุ ช่างที่ติดตั้งอาจเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปน้อยกว่าข้อกำหนด การแก้ไข โดยมีผู้ตรวจสอบงานติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้ว หากพบว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานก็แจ้งให้แก้ไข เพื่องานออกมาด้วยความสมบูรณ์ 7.การเกิดอัคคีภัย สาเหตุ ขณะติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปด้วยการเชื่อม ประกายไฟ และ ลูกไฟ กระเด็นไปตกยังบ้านข้างคียงทำให้เกิดความเสียหายได้ การแก้ไข โดยติดตั้งแผ่นผ้าใบกันวัสดุลวงหล่นบริเวณที่ติดตั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากหน่วยงานทั้งสองและได้นำผลการศึกษามาวิเคราะห์ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก และทางด้าน ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิค แรงงาน ต้นทุนระยะเวลา ในการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้นำเอาข้อมูลต่างๆ ของการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนัก มาใช้ ของโครงการ 1 และ โครงการ 2 นำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบถึงข้อดี ข้อจำกัด ในรายละเอียดต่างๆ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้

การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง ซึ่ง แบ่งออกเป็น 5 ข้อ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบและการผลิต
2. การวิเคราะห์รูปแบบงานผนัง
3. การวิเคราะห์วิธีการก่อสร้าง
4. การวิเคราะห์แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง
5. การวิเคราะห์ต้นทุน และ ระยะเวลาในการก่อสร้าง

การวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง

<u>สรุปการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง</u>

1. <u>การวิเคราะห์การออกแบบ</u>

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกและโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก โดยทั้งสองมีความเหมือนกันในด้านการออกแบบเพื่อมุ่งเน้นการลดระยะเวลาก่อสร้าง เพิ่มคุณภาพงานแต่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่จากการสัมภาษณ์

วิศวกรโครงการ ทางโครงการทั้งสองเลือกที่จะใช้ระบบการก่อสร้างงานแบบผสมผสาน เพื่อไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างไม่เพิ่มสูงจนมากเกินกว่าที่ผู้บริโภคจะรับราคาสินค้าได้ ในด้านการเลือกออกแบบระบบก่อสร้าง มีความแตกต่างกัน เช่น

งานผนังภายใน โครงการ 1 เลือกใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก แต่โครงการ 2 เลือกใช้ระบบผนังก่ออิฐ

งานผนังภายนอก โครงการ 1 เลือกใช้ระบบผนังก่ออิฐ แต่โครงการ 2 เลือกใช้ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

งานพื้น โครงการ 1 เลือกใช้พื้นชนิด Hollow Core Floor และพื้นชนิด Precast Slab แต่โครงการ 2 เลือกใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลังชนิดที่มีการยึดเหนี่ยวของลวดเกลียวแรงดึงสูง

สรุปได้ว่า การออกแบบของทั้งสองโครงการ เป็นการออกแบบผสมผสาน เพื่อให้ลดระยะเวลาก่อสร้าง เพิ่มคุณภาพงานแต่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างไม่สูงมาก

2. <u>การวิเคราะห์การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป</u>

พบว่า โครงการทั้งสองมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่างชนิด และต่างขนาดกัน โดย โครงการ 1 ทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 3 ชนิด คือ พื้นสำเร็จรูป Precast Slab คานสำเร็จรูป บันไดสำเร็จรูป ส่วน โครงการ 2 ทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป 2 ชนิด คือ ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast R.C.Panel บันไดสำเร็จรูป

สรุปได้ว่า ขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ 1 ใหญ่กว่า โครงการ 2 มาก ดังนั้น ขนาดชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นตัวกำหนดวิธีการก่อสร้าง เครื่องมือที่ใช้ ส่งผลถึงระยะเวลาก่อสร้าง และ ต้นทุนก่อสร้าง

3. <u>สรุปการวิเคราะห์รายละเอียดและขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป</u>

พบว่า โครงการทั้งสองมีรายละเอียดและขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหมือนกันในด้านขั้นตอนการผลิต โดยเริ่มด้วยการเตรียมแบบ โดยจะทำความสะอาดและเช็ดแบบหล่อ ทาน้ำมันแบบหล่อ นำตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป ตะแกรงเหล็กเส้น หรือ เหล็กเสริม มาวาง และหนุนด้วยขาเหล็กหรือขา PVC ใส่วัสดุติดตั้งในชิ้นงาน และทำการตรวจสอบแบบหล่ออีกครั้ง การเทคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ใช้เครื่องจี้คอนกรีตไฟฟ้า เขย่าไปในส่วนแบบหล่อที่มีการเสริมเหล็ก ทำการปาดแต่งหน้าปูน ขัดตกแต่งผิวให้เรียบร้อยและต้องบ่มคอนกรีต จนได้อายุแล้ว ก็จะถอดแบบหล่อออกและยกชิ้นส่วน ค.ส.ล.สำเร็จรูป วางเก็บ

แต่ข้อแตกต่างของทั้งสองโครงการ คือ สถานที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ 28 วัน (Compressive Strength) ลักษณะการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อหล่อเสร็จแล้ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

โครงการ 1 ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งเป็นการผลิตเพื่อใช้ในโครงการ 1 เท่านั้น ใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ 28 วัน มีค่าเท่ากับ 350 KSC. Cube เมื่อหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะวางเรียงซ้อนทับกันในแนวดิ่ง

โครงการ 2 ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยโรงงานผลิตภายนอกบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งโรงงานดังกล่าวผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้กับหลายหน่วยงาน หลายบริษัท และ ใช้ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ 28 วัน มีค่าเท่ากับ 280 KSC. Cube เมื่อหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะวางเรียงในแนวตั้งพิงกับ A-Frame

สรุปได้ว่า การพิจารณาถึงความยืดหยุ่นทางการตลาด โครงการ 2 มีการปรับตัวต่อสภาพเศรษฐกิจที่ผันผวนได้ดีกว่า โครงการ 1 เพราะ หากเศรษฐกิจชะลอตัว ทำให้ยอดขายลดลง โครงการ 1 ต้องหยุดการผลิตชิ้นส่วนทันที ส่วนโครงการ 2 ยังสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตเพิ่ม ลดปริมาณ ตามความต้องการของตลาดได้โดยไม่จำเป็นต้องผลิตให้กับบริษัทใดบริษัทหนึ่ง

การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง ของโครงการ 1 มีความสะดวกในการขนส่งมากกว่า การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยโรงงานผลิตภายนอกบริเวณหน่วยงานก่อสร้างของโครงการ 2 แต่ไม่ส่งผลกระทบกับโครงการในด้านระยะเวลาก่อสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากโครงการ 2 แก้ปัญหาโดยจัดเพิ่มรถบรรทุกได้สะดวก เพียงพอ และ ทันกับการก่อสร้าง

ในด้านค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ 28 วัน ที่แตกต่างกัน ขึ้นกับประเภทชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยโครงการ 1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นพื้นสำเร็จรูปต้องรับน้ำหนักบรรทุกมากกว่า ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ 2 ซึ่งเป็นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่ไม่รับน้ำหนักกระทำจากภายนอก ดังนั้นค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ 28 วัน ของโครงการ 1 จึงสูงกว่าโครงการ 2 จากเหตุผลดังกล่าวนี้ก็ส่งผลกับลักษณะการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อหล่อเสร็จแล้วของโครงการ 1 จึงสามารถวางเรียงซ้อนทับกันในแนวดิ่งได้เพราะคอนกรีตสามารถรับแรงได้มากกว่า ส่วนของโครงการ 2 ต้องวางเรียงในแนวตั้งพิงกับ A-Frame เพื่อรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ของชิ้นส่วนชิ้นนั้นเองเท่านั้น

4. <u>การวิเคราะห์รูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการ</u>

พบว่า รูปแบบงานผนังของทั้งสองโครงการมีความแตกต่างกัน รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6.1 แสดงรูปแบบงานผนังที่ใช้ในโครงการที่ 1 และ โครงการที่ 2

ประเภทผนัง	ระบบผนังโครงการ 1	ระบบผนังโครงการ 2
ผนังภายใน	ระบบผนังรับน้ำหนัก	ระบบผนังก่ออิฐ
ผนังภายนอก	ระบบผนังก่ออิฐ	ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

งานผนังภายใน โครงการ 1 เป็นระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างอาคาร มีหน้าที่เป็นทั้งผนังภายใน และ เสาโครงสร้าง ส่วน โครงการ 2 เป็นระบบผนังก่ออิฐซึ่งทำหน้าที่เป็นเฉพาะผนังภายในเท่านั้น การรับน้ำหนักต้องก่อสร้างเสามาเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

สรุปได้ว่าโครงการ 1 เป็นระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งทำ 2 หน้าที่ จึงสามารถลดระยะเวลาและ ขั้นตอนในการก่อสร้างจาก 2 ขั้นตอน คือ งานผนังและงานเสา เหลือเพียงระยะเวลาการก่อสร้างผนังรับน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธฤษวรรณ บัวมาศ (2548)[1] ศึกษาเรื่อง เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน และระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว :กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดาริมคลอง สมุทรสาคร ที่ระบุว่าระบบผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป การลดปัญหางานก่อสร้างด้านการก่อฉาบ ลดระยะเวลา และการขาดแคลนฝีมือแรงงานเป็นอย่างมาก

งานผนังภายนอก โครงการ 1 เป็นระบบผนังก่ออิฐ ส่วน โครงการ 2 เป็นระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกัน คือ เป็นเฉพาะผนังภายนอกอาคาร ไม่รับน้ำหนัก แต่การทำงานต้องใช้เทคโนโลยีก่อสร้าง ที่ต่างกัน

สรุปได้ว่าโครงการ 2 เป็นระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปใช้เทคโนโลยีชั้นสูงกว่าโครงการ 1 ที่เป็นระบบผนังก่ออิฐ จึงต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการติดตั้งโดยเฉพาะเท่านั้น

5. <u>การวิเคราะห์วิธีการก่อสร้าง</u>

5.1 การวิเคราะห์งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร

พบว่า มีการเตรียมการที่เหมือนกันโดยต้องทำการเจาะสำรวจดิน เพื่อกำหนดรายละเอียดงานเสาเข็ม เพื่อให้ได้แบบฐานราก ปรับพื้นที่ลอกวัชพืช งานถมดินและบดอัดดิน วาง

[1] ธฤษวรรณ บัวมาศ, "เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสาคาน และระบบผนังรับน้ำหนัก ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดา สมุทรสาคร," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

แนวถนน กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางเสาอาคารและศูนย์กลางเสาเข็มกำหนดค่าระดับ หรือ หมุดระดับ

การจัดจ้างผู้รับเหมาของโครงการ 1 แตกต่างจาก โครงการ 2 โดยจะเป็นแบบ Design and Built โดยผู้รับเหมาจะเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดตั้งแต่ออกแบบและก่อสร้าง ส่วนโครงการ 2 จัดจ้างผู้รับเหมาที่เป็นรายเดียวกันทั้งงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลังชนิดที่มีการยึดเหนี่ยวของลวดเกลียวแรงดึงสูง

สรุปได้ว่า โครงการ 1 การจัดจ้างแบบ Design and Built ช่วยลดปัญหาการก่อสร้างในเรื่องแบบก่อสร้างและวิธีการก่อสร้างลงได้เพราะ ผู้รับเหมาเป็นผู้ออกแบบและเป็นผู้ก่อสร้างอาคารด้วย จึงมีความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างทั้งหมด ส่วนโครงการ 2 การจัดจ้างผู้รับเหมาที่เป็นรายเดียวกันทั้งงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและงานพื้น ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ช่วยลดปัญหาในการทำงานส่วนที่ต้องใช้แบบร่วมกัน เช่น ตำแหน่งการติดตั้ง Insert Plate ระดับความสูงระหว่างชั้น เป็นต้นจึงทำให้ลดข้อผิดพลาดที่สำคัญในการทำงานและลดการประสานงานระหว่างบริษัทผู้รับเหมา

5.2 การวิเคราะห์งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร

พบว่า การตอกเสาเข็ม และ การทำฐานรากมีลักษณะเหมือนการก่อสร้างทั่วไป แตกต่างกันที่งานพื้น และ ระบบการรับน้ำหนักอาคาร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

โครงการ 1 ติดตั้งพื้นสำเร็จรูป 2 ชนิด คือ พื้น ค.ส.ล.สำเร็จรูป Precast Slab และ Hollow Core ระบบการรับน้ำหนักอาคาร เป็นระบบผนังรับน้ำหนัก

โครงการ 2 เป็นพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว ระบบการรับน้ำหนักอาคาร เป็นระบบเสา พื้น

งานโครงสร้างพื้นของโครงการ 1 หากเป็นพื้นชนิด Hollow core floor จะมีความสะดวก รวดเร็ว ลดขั้นตอนงานลงได้มาก การวางแผ่นพื้นชนิด Hollow core floor ใช้เวลาเพียง 1 วัน ต่อ ชั้น การเปลี่ยนจากพื้นชนิด Hollow core floor เป็นพื้นสำเร็จรูป Precast slab ต้องมีขั้นตอนยุ่งยากมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการตั้งแบบหล่อ และ เทพื้นในที่บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นกับผนังรับน้ำหนัก ซึ่งมีขั้นตอนมากและเป็นงานหล่อในที่ หากสภาพอากาศไม่ดี ก็ไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้นการใช้พื้นชนิด Hollow core floor จึงมีความเหมาะสมมากกว่า ส่วนโครงการ 2 โครงสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว การทำงานต้องใช้เทคโนโลยีสูงกว่าโครงการ 1 แต่ระยะเวลาสั้นกว่าพื้นสำเร็จรูป Precast Slab อีกทั้งเป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง เมื่อเทคอนกรีตและแข็งตัวแล้ว สามารถทำการตั้งแบบเสาต่อไปได้เลย งานจึงเร็ว

สรุปได้ว่างานโครงสร้างประเภทพื้นชนิด Hollow core floor และพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว จึงมีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น มากกว่าระบบพื้นสำเร็จรูป Precast Slab ในด้านขั้นตอนการก่อสร้าง และ ระยะเวลาก่อสร้าง

5.3 การวิเคราะห์การก่อสร้างงานผนัง

5.3.1 งานผนังภายในอาคาร

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักและโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่า มีขั้นตอนการก่อสร้างที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานผนังรับน้ำหนักของโครงการ 1

ใช้เวลาก่อสร้าง 4 วัน/ชั้น	32 วัน ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่	2,806.00 ตร.ม. ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่ทำได้	87.69 ตร.ม. ต่อ วัน
ใช้แรงงาน	12 คน ต่อ วัน
ปริมาณงานที่ทำได้	7.31 ตร.ม. / คน / วัน

งานผนังก่ออิฐของโครงการ 2

ใช้เวลาก่อสร้าง 16 วัน/ชั้น	130 วัน ต่อ อาคาร
ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น ปริมาณงานพื้นที่	11,835 ตร.ม. ต่อ อาคาร
ก่ออิฐมอญเต็มแผ่น ปริมาณงานพื้นที่	342 ตร.ม. ต่อ อาคาร
เสาเอ็นคานทับหลัง ยาว	10,858 ม. ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่ทำได้	93.67 ตร.ม. ต่อ วัน
ใช้แรงงาน	31 คน ต่อ วัน
ปริมาณงานที่ทำได้	3.02 ตร.ม. / คน / วัน

ปริมาณงานที่ทำได้ ต่อคนต่อวัน ของระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน มีค่ามากกว่า ของระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน = 4.29 ตร.ม. / คน / วัน

หรือ มีค่ามากกว่า คิดเป็น (4.29 X 100 / 3.02) = 142.05%

สรุปได้ว่า ผนังภายใน โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน ปริมาณงานที่ทำได้ ต่อ คน ต่อ วัน มีค่าเท่ากับ 7.31 ตร.ม. / คน / วัน ซึ่งมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน ที่มีค่าเท่ากับ 3.02 ตร.ม. / คน / วัน โดยปริมาณงานที่ทำได้ ต่อ คน ต่อ วัน ของระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน โครงการ 1 มีค่ามากกว่า ของ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน โครงการ 2 เท่ากับ 4.29 ตร.ม. / คน / วัน หรือ มีค่ามากกว่า คิดเป็น 142.05%

การทำงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน โครงการ 1 ปริมาณงานที่ทำได้มีค่ามากกว่า ของ ระบบผนังก่ออิฐ จึงทำให้ระยะเวลาก่อสร้างผนังภายใน เร็วและลดขั้นตอนกว่าโครงการ2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)[2] ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ: กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี ที่ระบุว่าระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 32 วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน ใช้เวลา 92 วัน ใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่า 60 วัน

5.3.2 งานผนังภายนอกอาคาร

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ และ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่า มีขั้นตอนการก่อสร้างที่แตกต่างกัน โดยงานผนังก่ออิฐของโครงการ 1 ต้องมีการตั้งนั่งร้านสูงเท่าความสูงอาคาร เพื่อใช้ในการฉาบผิวอาคารภายนอก ต้องใช้ช่างที่มีฝีมือจำนวนมาก และ มีข้อผิดพลาดในการทำงานซึ่งเป็น Human errors สูงกว่า งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของโครงการ 2 ซึ่งเป็นการผลิตผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มาจากโรงงานและได้รับการตรวจสอบคุณภาพหลายขั้นตอน โครงการทั้งสองมีขั้นตอนการก่อสร้างที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานผนังก่ออิฐของโครงการ 1

ใช้เวลาก่อสร้าง	30	วัน ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่	850	ตร.ม. ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่ทำได้	28.33	ตร.ม. ต่อ วัน
ใช้แรงงาน	20	คน ต่อ วัน
ปริมาณงานที่ทำได้	1.417	ตร.ม. / คน / วัน

งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของโครงการ 2

ใช้เวลาก่อสร้างประมาณ	60	วัน ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่	3,415	ตร.ม. ต่อ อาคาร
ปริมาณงานพื้นที่ทำได้	56.92	ตร.ม. ต่อ วัน

[2] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

ใช้แรงงาน 8 - 9 คน ต่อ วัน

ปริมาณงานที่ทำได้ 6.32 – 7.11 ตร.ม. / คน / วัน

ปริมาณงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของโครงการ 2 ที่ทำได้ /คน/วัน มีค่ามากกว่าผนังก่ออิฐ ของโครงการ 1 ที่เป็นผนังภายนอกอาคาร = 4.903 – 5.693 ตร.ม. / คน / วัน

หรือ มีค่ามากกว่า คิดเป็น = 346.01% - 401.76%

สรุปได้ว่า ผนังภายนอก หากจะเปรียบเทียบด้านปริมาณ งานที่ทำได้ต่อวัน งานผนังก่ออิฐของโครงการ 1 ทำได้วันละ 28.33 ตร.ม. ต่อ วัน ทั้งที่ใช้ช่างมากกว่า (เฉลี่ยงาน 1.417 ตร.ม. / คน / วัน) ส่วน งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของโครงการ 2 ทำได้ 56.92 ตร.ม. ต่อ วัน (เฉลี่ยงาน 6.32 – 7.11 ตร.ม. / คน / วัน) ซึ่งปริมาณงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของโครงการ 2 ที่ทำได้ ต่อคน ต่อ วันมีค่ามากกว่า ผนังก่ออิฐ ของโครงการ 1 ที่เป็นผนังภายนอกอาคาร เท่ากับ 4.903 – 5.693 ตร.ม. / คน / วัน หรือ มีค่ามากกว่า คิดเป็น 346.01% - 401.76%

แต่จำนวนวันทำงานรวมของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ของโครงการ 2 มากกว่าผนังก่ออิฐ ที่เป็นผนังภายนอกอาคาร ของโครงการ 1 ทั้งนี้เพราะทั้ง 2 โครงการมีปริมาณงานผนังภายนอกอาคารมากกว่า และ เลือกใช้จำนวนแรงงานต่างกัน

ดังนั้นการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ด้วยระบบผนังก่ออิฐของโครงการ 1 และ ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ของโครงการ 2 เป็นผนังภายนอกอาคาร ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปมีความเหมาะสมกว่ามากทั้งในด้านขั้นตอนการทำงาน ระยะเวลาการก่อสร้าง และ จำนวนแรงงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภชัย ไชยน (2549)[3] ศึกษาเรื่อง เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ที่ระบุว่าโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุดเฉลี่ย 8 วัน/ชั้น เท่ากับ 29.19 ตร.ม/วัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 12 วัน/ชั้น เท่ากับ 20.45 ตร.ม. และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 14 วัน/ชิ้น เท่ากับ 17.54 ตร.ม./วัน ในเรื่องแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้แรงงานจำนวน 27 คน และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้แรงงานจำนวน 29 คน และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจะใช้จำนวนแรงงานมากกว่า

---

[3] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

6. <u>การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร</u>

พบว่า ผลการศึกษาการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป และระบบผนังรับน้ำหนัก มาใช้ วิเคราะห์เทคนิคการก่อสร้างอาคาร ได้ดังนี้

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร

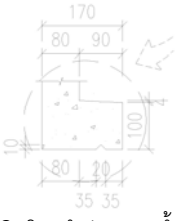
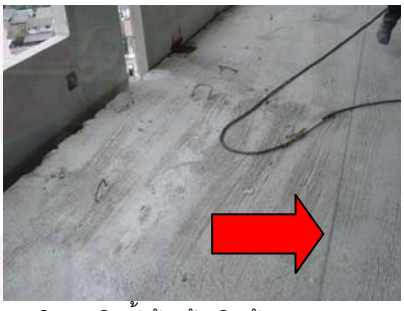
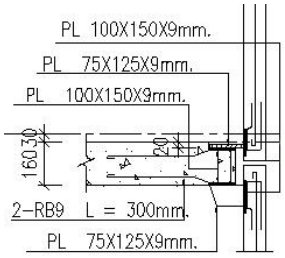
ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานผนังภายในอาคาร	 <u>งานผนังรับน้ำหนัก</u> ต้องใช้เทคนิคในการทำงาน **<u>ความแม่นยำสูงมาก</u>** ในการติดตั้งแบบเหล็กซึ่งมีความสำคัญมาก ต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ตามลำดับอย่างเคร่งครัด โดยเครนตั้งแบบทีละแผ่น แบบเหล็กแผ่นนอกวางในตำแหน่งที่กำหนด ถอดล้อที่ติดมากับค้ำยันออก ค้ำด้วยพร๊อพติดมากับแบบเหล็ก ปรับระดับด้วยน๊อตตีนแบบ (แบบเหล็กตัวนอก) ปีนขึ้นทางแบบเหล็กตัวในเพื่อปลดขอเครน ออกจากแบบเหล็กทั้งนอก – ใน ทำซ้ำ ไปจนตลอดความยาวแนวผนัง จะได้แบบผนังด้านหนึ่ง ยึดแบบเหล็กที่ตั้งแต่ละชิ้นให้ติดกันด้วยเกลียวข้างแบบ ทำให้แบบเหล็กติดกันเป็นแผงเดียวเรียบร้อย ปรับแนวแต่งดิ่งแบบเหล็กตัวนอก ตรวจพร๊อพค้ำยัน น๊อตยึดแบบ ทุกตัวให้ยึดแน่นแข็งแรง ตรวจอุปกรณ์ที่ต้องใส่ก่อนปิดแบบ เช่นไทรอด-บ๊อกเอ้า-ท่อสายไฟ ตรวจเหล็กเสริมเมื่อพร้อมแล้ว ปิดแบบตัวในยึดด้วยไทรอต ใช้พร๊อพค้ำยันแบบเหล็กตัวใน ยึดแบบเหล็กด้วยไทรอดตัวล่าง ตรวจพร๊อพค้ำยัน น๊อตตีนแบบอยู่ในตำแหน่งตึง ปีนขึ้นแบบเหล็กตัวในเพื่อยึดไทรอดตัวบน ตรวจสอบแนว–ดิ่งของแบบเหล็กในและนอกด้วยพร๊อพและน๊อตใต้แบบทั้ง 2 อย่าง	 <u>งานผนังก่ออิฐ</u> ทีมเซอร์เวย์จะให้แนวการก่อไว้ที่พื้น ช่างก่อจะขึงเอ็นเป็นระดับและก่อแบบสลับ ไปจนสูงได้ครึ่งของระยะพื้นถึงท้องพื้นชั้นต่อไป ต้องทำคานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส.ยาวตลอดแนว เมื่อคานเอ็นคอนกรีตค.ส.ส.แข็งตัวจึงทำการก่อสลับต่อไปจนเกือบถึงฝ้าเพดาน โดยเว้นร่องไว้ประมาณ 1 นิ้ว เพื่ออุดด้วยปูน ใช้เทคนิคการทำเสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูป เพื่อลดระยะเวลาการทำงาน ระหว่างการก่อต้องก่อให้ชนเสาเอ็น ค.ส.ล.สำเร็จรูปและเหยียดเอาเหล็กหนวดกุ้งที่ติดมากับเสาเอ็นสอดเข้าไว้ในปูนทรายขณะทำการก่อ ทำการก่อปิดฝังท่องานระบบไฟฟ้า ประปา ซ่อนเอาไว้ภายในผนัง จากนั้นจะทำการติดตั้งงานวงกบประตูภายในอาคาร โดยการติดตั้งวงกบให้ได้แนวดิ่งแนบและยึดกับเสาเอ็นสำเร็จรูป และทับหลังบนวงกบประตู

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

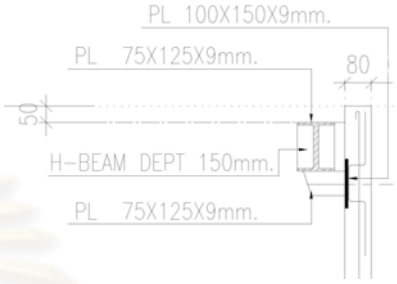
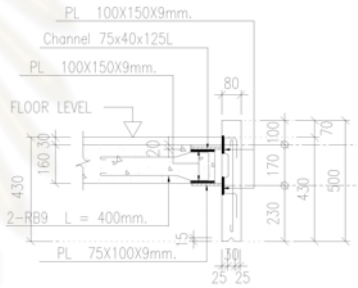
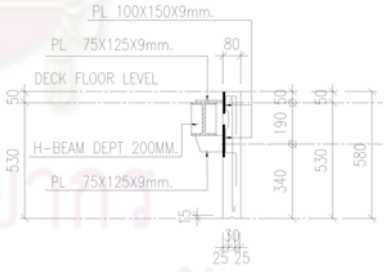
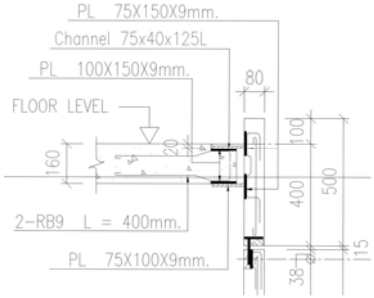
ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานผนังภายในอาคาร	 เทคนิคการทำค้ำยันท้องพื้นโดยใช้ค้ำยันประเภทท้าวแขนยึดกับผนังรับน้ำหนัก ระดับของพื้นจะถูกกำหนดให้คงที่ด้วยความสูงค้ำยัน ซึ่งถูกยึดไว้ที่ผนังรับน้ำหนัก	 ใช้เทคนิคติดตั้งตาข่ายกรงไก่บริเวณรอบวงกบและตลอดแนวทับหลังเพื่อลดการแตกร้าวของผิวผนัง บริเวณผนังที่ตั้งฉากกันใช้เทคนิคการใส่วัสดุร่อง PVC เพื่อกันการแตกร้าวของผนัง เมื่อก่ออิฐเรียบร้อยแล้วทำการฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป โดยฉาบหนาประมาณ 1 – 2 ซม. ผนังก่ออิฐประเภทนี้ขนาดเมื่อฉาบเสร็จจะมีความหนาประมาณ 10 ซม. ก่อนการฉาบต้องทำการติดปุ่มบอกระดับให้ทั่วผนัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานผนังภายนอกอาคาร	 ผนังก่ออิฐ เป็น ผนังภายนอก งานก่อบล็อกใช้เทคนิคการก่อสร้างพื้นฐานทั่วไปโดยก่อด้วยวิธีสลับแนวระหว่างแถวชั้นบนถัดไป ให้แนวที่เหลื่อมกันมีระยะไม่น้อยกว่า 10 ซม. ปลายก้อนที่ก่อชนผนังรับน้ำหนัก หรือเสาเอ็นจะต้องยึดด้วยแผ่นเหล็ก Metal Strap ยาวประมาณ 20 ซม. โดยยึดด้วยตะปูคอนกรีต หรือพุกสกรูทุกระยะ 2ชั้น ของบล็อก. การก่อผนังให้ก่อชนท้องคานหรือท้องพื้นทุกแห่ง โดยเว้นช่องไว้ประมาณ 1–2 ซม. แล้วอุดปูนทรายตลอดแนวและจะต้องยึดแผ่นเหล็ก Metal Strap ที่ท้องพื้นหรือท้องคานไว้ทุกระยะไม่เกิน 1.20 ม.	 ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็น ผนังภายนอกซึ่งใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัย 280 KSC. Cube หนา 8 ซม. ขนาดแผ่น กว้างประมาณ 3 ม. สูงประมาณ 2.7 ม.  มีเทคนิคในการผลิตโดยทำร่องหยดน้ำบริเวณบัวของผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เพื่อกันรั่วซึม  เทคนิคการติดตั้งต้องอ้างอิงเส้น Off Set แนว Vertical & Horizontal Off Set ที่ทีมเซอร์เวย์ตีเส้นไว้ให้ เพื่อให้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็น ผนังภายนอก ได้แนวตลอดอาคาร เทคนิคการเชื่อมยึดรอยต่อ มี 5 ชนิด ดังนี้ 1.รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและพื้นชั้น 1-7 

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานผนังภายนอกอาคาร	 งานฉาบปูน ใช้เทคนิคการก่อสร้างพื้นฐานทั่วไปโดยก่อนทำการฉาบปูนต้องตั้งนั่งร้านเพื่อฉาบภายนอกอาคาร การฉาบปูนต้องทำการติดปุ่มเพื่อกำหนดแนวฉาบทั้งแนวนอนและแนวตั้งรวมทั้งติดเซี้ยมพีวีซีที่มุมผนัง และ ติดตั้งกรงไก่กว้าง 300 มม. ระหว่างผิววัสดุที่แตกต่างกัน การฉาบปูนโดยฉาบเป็นชั้นเดียวแล้วตีน้ำเลยนั้น ทำได้เฉพาะกรณีฉาบหนาไม่เกิน 1.5 ซม. เท่านั้น การฉาบปูนหนากว่า 2 ซม. ต้องแบ่งฉาบเป็นชั้น ๆ ละประมาณ 1-2 ซม. และติดลวดตาข่ายระหว่างชั้นปูน เพื่อป้องกันการแตกร้าวในกรณีหนากว่า 4 ซม.	2.รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ชั้น 8  3.รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง ชั้น 1–7  4.รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง ชั้น 8  5.รอยต่อระหว่างผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปบริเวณระเบียง แนวตั้ง และ แนวนอน 

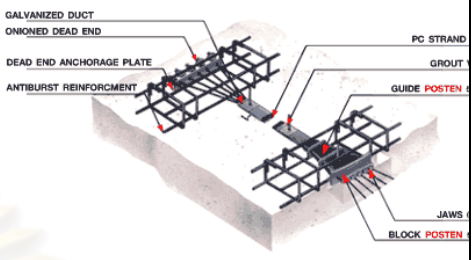
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก
งานผนังภายนอกอาคาร		เมื่อเชื่อมยึดรอยต่อแล้ว ทาสีรองพื้นที่ Plate และเกร๊าท์ปูนปิดรอยต่อ ช่างแต่งผิวผนังจะตกแต่งผิวผนังทั้งภายในและภายนอก เมื่อเสร็จจะให้ทีมช่างอุดรอยต่อ อุดรอยต่อผนังโดยใช้เทคนิคการอุดร่องด้วยการใส่โฟมเส้น Backing Rod ลงไปในร่อง ทาน้ำยา Polyurethane Sealant ที่ได้รับการผสมจากส่วนผสม 2 ชนิด โดยทาน้ำยาในร่องให้ทั่ว ยิง Sealant ยี่ห้อ Seal 21 ลงในร่อง ใส่โฟมเส้น Backing Rod ทับลงไปในร่องอีกครั้ง ยิง Sealant ยี่ห้อ Seal 21 ลงให้เต็มร่อง และปาด Sealant ให้เรียบเสมอขอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานพื้นอาคาร	 งานพื้นสำเร็จรูป Hollow core floor ที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตพื้น เมื่อวางพื้นสำเร็จรูป Hollow core floor บนผนังรับน้ำหนัก ระยะที่วางทาบประมาณ 3 ซม. แต่เพื่อเป็นการเพิ่มการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างชิ้นงานทั้ง 3 คือ พื้น 2 ด้าน และ ผนังรับน้ำหนักจึงใช้เทคนิคในการก่อสร้างโดยสอดเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม.เข้าไปในช่องพื้น Hollow Core และวางบนรอยต่อ สอดผ่านเหล็กผนังรับน้ำหนัก ส่วนงานพื้นสำเร็จรูป Precast Slab เป็นงานที่โครงการหล่อขึ้นเองบริเวณหน่วยงาน ดังนั้น สามารถใส่วัสดุลงในพื้นก่อนการหล่อได้ และยังมีเทคนิคในการทำพื้นต่างระดับได้ โดยใช้ตะแกรงเหล็กฉีกกั้นเพื่อไม่ให้คอนกรีตไหลผ่านจึงทำให้ด้านบนมีระดับคอนกรีตสูงกว่าด้านล่างที่มีตะแกรงเหล็กฉีกกั้นอยู่ พื้นจึงต่างระดับได้ โดยไม่ต้องกั้นแบบด้วยไม้แบบ คอนกรีตคอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัย 350 KSC. Cube ขนาดแผ่นขึ้นกับขนาดห้อง เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ และ น้ำหนักมาก ต้องใช้ทาวเวอร์เครนที่ยกน้ำหนักสูงสุด 4.3 ตัน	 พื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว ติดตั้งแบบหล่อพื้นโดยใช้ระบบ Table Form เหล็กเสริมล่างนี้มีไว้เพื่อกันแตก โดยจะวางเป็นตะแกรงเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม. ระยะห่างประมาณ 40 ซม.# และจะวาง Insert Plate 2 ชั้น ขนาด 100 X 150 X 9 มม. ใช้สำหรับยึดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป การกันคอนกรีตปิดทับ Insert Plate ใช้ เทคนิคการติดตั้งฟองน้ำแข็งลงบน Insert Plate

ตารางที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิคการก่อสร้างอาคาร (ต่อ)

ลำดับรายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
งานพื้นอาคาร		การวางลวด Strand และสมอยึด Anchorage ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนระดับในแนวดิ่งได้ไม่เกิน ±4 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาไม่เกิน 20 ซม. และไม่ ±6 มม. สำหรับพื้นที่มีความหนาเกินกว่า 20 ซม. โดยโครงการ 2 พื้นมีความหนา 16 ซม.และยึดวัสดุงานระบบกับแบบพื้น การวางเหล็กเสริมหัวเสานี้จะต้องวางหลังจากการวางลวด Strand เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น และเทคนิคการวาง Barchair เป็นเทคนิคที่ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง เนื่องจากมีความสะดวกไม่ต้องใช้ลูกปูนในการหนุนลวด Strand และเพื่อรองรับเหล็กเสริมไม่ให้กดทับบนลวด Strand โดยตรงเพราะจะทำให้ Profile ของลวด Strand ผิดไป เมื่อตรวจสอบแล้วจึงเทคอนกรีต หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 3 วัน จะทดสอบการรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตถ้าไม่น้อยกว่า240 KSC. จะทำการดึงลวดเพื่อถ่ายแรงให้คอนกรีตพื้น และตัดปลายลวด อุดปิด End Recess เพื่อเป็นการป้องกันการกัดกร่อนของสมอยึด Anchorage ทำการอัดน้ำปูน

สรุปได้ว่า ทั้งสองโครงการมีการใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน โดยโครงการ 1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่กว่า ติดตั้งยากกว่า ใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัยสูงกว่าของโครงการ 2 ซึ่งส่งผลให้ต้นทุน ระยะเวลา โครงการ 1 มากกว่า โครงการ 2 อีกทั้งงานผนัง โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก ต้องใช้ทักษะ และ ความแม่นยำในการก่อสร้างสูงมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป โครงการ 2 ที่มีการใช้เทคนิคช่วยในการก่อสร้างให้สะดวกขึ้น เช่นการใช้ Bar

chair จะส่งผลให้ใช้ระยะเวลาลดลง ดังนั้นเทคนิคที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 2 เหมาะสมกว่าโครงการ 1 ในด้าน ต้นทุน ระยะเวลา และ ทักษะแรงงานในการก่อสร้าง

7. <u>การวิเคราะห์ แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง</u>

7.1.การวิเคราะห์ บุคคลากร แรงงาน ที่ใช้ในการก่อสร้าง

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ใช้จำนวนบุคคลากรและแรงงานรวม 121 คน โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ใช้จำนวนบุคคลากรและแรงงานรวม 110 - 113 คน โดยบุคคลากร แรงงาน ของโครงการทั้งสองแยกเป็น 2 ประเภทเหมือนกัน คือ แรงงานในด้านปฏิบัติงานก่อสร้างและบุคคลากรในด้านบริหารควบคุมงาน

ตารางที่ 6.3 แสดงจำนวนแรงงานในด้านปฏิบัติงานก่อสร้าง ของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	ประเภทแรงงานในด้านปฏิบัติงานก่อสร้าง	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	หมายเหตุ
1	ทีมงานสำรวจ	3	2	
2	ทีมงานฝ่ายผลิต และ ออกแบบ	1	-	
3	ทีมงานควบคุมปริมาณและคุณภาพ	1	2	
4	ทีมงานผนังภายใน	8+4	31	
5	ทีมงานโครงสร้าง	18	26 - 28	ปกติ 26 คน สูงสุด 28 คน
6	ทีมงานผนังภายนอก	20	8 - 9	
7	ทีมงานระบบ และ อื่นๆ	54	30	
รวม		**109**	**99 - 102**	

ที่มา : โครงการ 1 จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ เดือน เมษายน 2551 และ ข้อมูล Method Statement for Single building โครงการ 2 จากข้อมูลตารางแสดงบุคลากรประจำหน่วยงาน เดือน มกราคม 2551

จากตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาปกติโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก มีการใช้แรงงานมากกว่าโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก เนื่องจาก การทำงาน ระบบผนังก่ออิฐ เป็น ผนังภายนอก ของโครงการ 1 ต้องใช้แรงงาน มากกว่า งานระบบผนัง

ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ของโครงการ 2 จำนวน 12 คน ส่วนงานระบบและอื่นๆ ของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกมีการใช้แรงงานมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก จำนวน 24 คน

แต่หากพิจารณาเฉพาะงานผนังภายใน จะเห็นได้ว่าโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน มีการใช้แรงงานน้อยกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในจำนวน 19 คน (หากคิดรวมงานเสาด้วย จะเป็นจำนวน 39 คน)

ตารางที่ 6.4 แสดงจำนวนบุคคลากรในด้านบริหารควบคุมงาน ของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	จำนวนบุคคลากรในด้านบริหาร ควบคุมงาน	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
1	ผู้จัดการโครงการ (ทั้งโครงการ)	1	1
2	วิศวกรงานสถาปัตย์อาวุโส	2	8
3	สถาปนิก	3	-
4	สถาปนิกโครงการ	1	-
5	ผู้ควบคุมงานระบบ	1	-
6	ผู้ควบคุมงานด้านเทคนิค และ ช่าง	1	-
7	เจ้าหน้าที่ที่ปรึกษาโครงการ	1	-
8	ผู้จัดการแผนกความปลอดภัย	-	1
9	แผนกเลขา ธุรการ บุคคล บัญชี	2	1
รวม		12	11

ที่มา : โครงการ 1 จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ เดือน เมษายน 2551 และ ข้อมูล Method Statement for Single building โครงการ 2 จากข้อมูลตารางแสดงบุคลากรประจำหน่วยงาน เดือน มกราคม 2551

จากตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่า จำนวนบุคคลากรในด้านบริหารควบคุมงาน ของทั้ง 2 โครงการ มีจำนวนใกล้เคียงกัน โดย แตกต่างกันที่จำนวน ธุรการ 1 คนเท่านั้น

สรุปได้ว่า การก่อสร้างด้วยระบบที่แตกต่างกันของทั้ง 2 โครงการ จะต่างกันเฉพาะในส่วนของจำนวนแรงงานในด้านปฏิบัติงานก่อสร้างเท่านั้น ส่วนจำนวนบุคคลากรในด้านบริหารควบคุมงาน ของทั้ง 2 โครงการ มีจำนวนใกล้เคียงกัน โดยโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก มีการใช้แรงงานมากกว่าโครงการ2

ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก โดยแยกเป็นประเภทงาน ดังนี้

1) ผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก ของโครงการ 1 ต้องใช้แรงงานมากกว่างานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกของโครงการ 2 จำนวน 12 คน

2) ผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ของโครงการ 1 ใช้แรงงานน้อยกว่างานผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ของโครงการ 2 จำนวน19 คน (หากคิดรวมงานเสาด้วยจะเป็นจำนวน39คน)

3) งานระบบและอื่นๆ ของโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกมีการใช้แรงงานมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก จำนวน 24 คน

7.2.การวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

ตารางที่ 6.5 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างที่หน้างาน

ลำดับ	เครื่องมือและอุปกรณ์	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก
1	Tower Crane	1	1
2	รถยิงปั๊มคอนกรีต	-	1
3	Mobile crane 25T	1	-
4	รถดัมพ์เปอร์	1	1
5	เครื่องสูบน้ำ	2	2
6	ตู้เชื่อม	2	4
7	เครื่องตัดเหล็ก	1	2
8	เครื่องดัดเหล็ก	1	2
9	เครื่องจี้คอนกรีต	2	2
10	ปั๊มลม	-	1
11	รถกระบะ	1	2
12	รถบรรทุก 6 ล้อใหญ่	1	2
13	รถแบคโฮ	1	1
14	รถดัมพ์	1	1

ที่มา : โครงการ 1 จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโครงการ เดือน เมษายน 2551โครงการ 2 จากข้อมูลสรุปเครื่องจักรประจำเดือนมกราคม 2551 และการสำรวจโดยผู้ศึกษา

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในและระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกและโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกมีการใช้เครื่องมือประเภทเดียวกัน จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ ของโครงการ 2 ใช้มากกว่า โครงการ 1 แต่โครงการ 1 ใช้ Mobile crane 25 T เพิ่มเข้ามาเพื่อทำงานในส่วนของงานพื้นสำเร็จรูป Hollow core floor ทำให้ลดงานของทาวเวอร์เครนลงได้ ทาวเวอร์เครนจะใช้งานในส่วนที่เป็นงานยกชิ้นส่วนที่หนัก และ สามารถเคลื่อนที่ไปได้ทั่วทุกจุดของอาคาร

โครงการ 2 ใช้ รถยิงปั๊มคอนกรีต เพิ่มขึ้นมาเพื่อใช้ในงานพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว เนื่องจากการเทพื้นจะต้องมีความต่อเนื่องตลอด รถยิงปั๊มคอนกรีตสามารถยิงคอนกรีตไปถึงยังตำแหน่งต่างๆของพื้นที่จะเทคอนกรีตได้ทั่วและมีความต่อเนื่องในการทำงาน

สรุปได้ว่า ประเภทของระบบงานก่อสร้างที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดการเลือกชนิด จำนวนของเครื่องมือและอุปกรณ์การใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภชัย ไชยน (2549)[4] ศึกษาเรื่องเงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ที่ระบุว่าซึ่งสรุปได้ว่า ลักษณะและน้ำหนักของชิ้นส่วน กระบวนการติดตั้ง และเวลา เป็นตัวกำหนดการเลือกเครื่องมือ และอุปกรณ์การใช้งาน

8. <u>การวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง</u>

8.1 การวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้าง

8.1.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกอาคาร

พบว่า จากตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ของโครงการ 1 จะมีค่าก่อสร้างเท่ากับ 765.29 บาท/ ตร.ม. ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ของโครงการ 2 จะมีค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,360.00 บาท/ ตร.ม.

---

[4] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

ลำดับ	รายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก		โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	
		ค่าวัสดุ (บาท/ หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/ หน่วย)	ค่าวัสดุ (บาท/ หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/ หน่วย)
1	ค่างานก่อ ตร.ม.	193	80		
2	ค่างานฉาบปูน ตร.ม.	90	80		
3	ค่างานเสาเอ็นทับหลัง ม.	155	16		
4	ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ตร.ม.			1,100	100
5	แต่งผิวผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ตร.ม.			30	30
6	งาน Sealant ตร.ม.			100	
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.	765.29		1,360.00	

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 และ โครงการ 2

สรุปได้ว่า โครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเป็น ผนังภายนอกอาคาร จะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกสูงกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ซึ่งหาค่าความแตกต่างได้ดังนี้

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐกับโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป = 1,360.00 - 765.29 = 594.71 บาท / ตร.ม.

ค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐกับโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป = 594.71 * 100 / 765.29 = 77.71 %

สรุปได้ว่า งานผนังภายนอกระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปที่มีค่าก่อสร้าง 1,360.00 บาท/ ตร.ม. ซึ่งจะมีราคาค่าก่อสร้างสูงกว่าระบบผนังก่ออิฐที่มีค่าก่อสร้าง 765.29 บาท/ ตร.ม. เป็นจำนวน 594.71 บาท / ตร.ม. ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปจะเพิ่มขึ้น 77.71% จากระบบผนังก่ออิฐ ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของศุภชัย ไชยน (2549)[5] ศึกษาเรื่อง เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ที่ระบุว่า ราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component มีราคาค่าก่อสร้างมากที่สุดเท่ากับ 1,635 บาท/ตร.ม. โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel มีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,380 บาท/ตร.ม. และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 693 บาท/ตร.ม.

8.1.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายในอาคาร

ตารางที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยเฉพาะค่างานผนังที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน

ลำดับ	รายการ		โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก		โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	
			ค่าวัสดุ (บาท/หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/หน่วย)	ค่าวัสดุ (บาท/หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/หน่วย)
1	ค่าคอนกรีต	ลบม.	2,310	295		
2	ค่างานแบบหล่อ	ตร.ม.	155	105		
3	ค่างานเหล็กเสริม	กก.	26.10	3.25		
4	ค่างานตกแต่งผิวผนัง	ตร.ม.	75	85		
5	ค่าก่ออิฐครึ่งแผ่น	ตร.ม.			120	80
6	ค่าฉาบปูนเรียบ	ตร.ม.			90	80
7	ค่าเสาเอ็นคานทับหลัง	ม.			50	50
ต้นทุนเฉพาะค่าผนัง ต่อ ตร.ม.			1,748.74		629.17	

ที่มา : จากข้อมูลราคาค่างานก่อสร้างอาคาร โครงการ 1 และ โครงการ 2

[5] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

พบว่า จากตารางที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายในอาคารเฉพาะค่างานผนัง ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักของโครงการ 1 จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายในเท่ากับ 1,748.74 บาท/ตร.ม. ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐเฉพาะค่างานผนัง ของโครงการ 2 จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายในเท่ากับ 629.17 บาท/ตร.ม. ซึ่งหาค่าความแตกต่างได้ดังนี้

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักกับโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) = 1,748.74 -629.17 บาท/ตร.ม.

= 1,119.57 บาท / ตร.ม.

ค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักกับโครงการที่ใช้ระบบวัสดุก่อ = 1,119.57 * 100 / 629.17

= 177.94 %

ซึ่งสรุปได้ว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในอาคาร จะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายในสูงกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน ค่างานระบบผนังรับน้ำหนักมีค่า 1,748.74 บาท/ ตร.ม. หากเป็นระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) มีค่า 629.17 บาท/ตร.ม. ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของ ราคาค่าก่อสร้างผนังภายใน ระบบผนังรับน้ำหนัก จะเพิ่มขึ้น 177.94 % จากระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)[6] ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ: กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี ที่พบว่าต้นทุนการก่อสร้าง ระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักจะมีราคาที่สูงกว่าระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน

แต่หากต้องการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของงานผนังภายในระหว่างผนังรับน้ำหนักกับผนังก่ออิฐ ต้องพิจารณาค่างานเสาเพิ่มเข้าไปรวมกับค่างานผนังก่ออิฐ ทั้งนี้เนื่องจากผนังรับน้ำหนัก มีหน้าที่เป็นทั้งผนัง และ เสา คาน มีรายละเอียดดังนี้

[6] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก

ค่างานเสาของโครงการ 2 มีค่าเท่ากับ 3,203,351.30 บาท
พื้นที่งานผนังภายในของโครงการ 2 มีค่าเท่ากับ 11,835 + 342 ตร.ม.
ค่างานเสาเฉลี่ยต่อพื้นที่งานผนังภายใน มีค่าเท่ากับ 3,203,351.30 บาท / 12,177 ตร.ม.
ค่างานเสาเฉลี่ยต่อพื้นที่งานผนังภายใน มีค่าเท่ากับ 263.07 บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วย ที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน ตามฟังก์ชั่นการใช้งาน คือ งานผนังรับน้ำหนัก มีหน้าที่เป็นทั้งผนัง และ เสา คาน

ลำดับ	รายการ		โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก		โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	
			ค่าวัสดุ (บาท/หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/หน่วย)	ค่าวัสดุ (บาท/หน่วย)	ค่าแรงงาน (บาท/หน่วย)
1	ค่าคอนกรีต	ลบม.	2,310	295		
2	ค่างานแบบหล่อ	ตร.ม.	155	105		
3	ค่างานเหล็กเสริม	กก.	26.10	3.25		
4	ค่างานตกแต่งผิวผนัง	ตร.ม.	75	85		
5	ค่าก่ออิฐครึ่งแผ่น	ตร.ม.			120	80
6	ค่าฉาบปูนเรียบ	ตร.ม.			90	80
7	ค่าเสาเอ็นคานทับหลัง	ม.			50	50
	ต้นทุนเฉพาะค่าผนัง ต่อ ตร.ม.		1,748.74		629.17	
8	ค่างานเสาเฉลี่ย ต่อ พื้นที่งานผนังภายใน				263.07	
	ต้นทุน ต่อ ตร.ม.		**1,748.74**		**892.24**	

พบว่า จากตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างงานผนังภายในอาคารจะเห็นได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักของโครงการ 1 จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายในเท่ากับ 1,748.74 บาท/ ตร.ม. ราคาค่าก่อสร้างด้วย ระบบผนังก่ออิฐและ

ค่างานเสา ของโครงการ 2 จะมีค่าก่อสร้างงานผนังภายในและค่างานเสาเท่ากับ 892.24 บาท/ตร.ม. ซึ่งหาค่าความแตกต่างได้ดังนี้

ค่าความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักกับโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) = 1,748.74 - 892.24 บาท / ตร.ม.

= 856.50 บาท / ตร.ม.

ค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักกับโครงการที่ใช้ระบบวัสดุก่อ (คิดค่างานผนังและเสา) = 856.50 X 100 / 892.24

= 95.99 %

ซึ่งสรุปได้ว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็น ผนังภายในอาคาร จะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายในสูงกว่า โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ(ผนังภายใน และค่างานเสา)

สรุปได้ว่า ค่างานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน มีค่า 1,748.74 บาท/ตร.ม. หากเป็นระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) มีค่า 892.24 บาท/ ตร.ม.

ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนักจะเพิ่มขึ้น 95.99 % จากระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)[7] ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ: กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี พบว่าระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักจะมีราคาที่สูงกว่าระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน

8.1.3 วิเคราะห์การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างตามประเภทงาน

พบว่า สัดส่วนค่าก่อสร้าง โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก กับ โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก แยกออกเป็นประเภทงาน ดังนี้

[7] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

ตารางที่ 6.9 แสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง ระหว่างโครงการทั้ง 2

ลำดับ	รายการ	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก		โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังวัสดุก่อเป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก	
		ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นร้อยละ	ราคาค่าก่อสร้าง	คิดเป็นร้อยละ
1	ค่าเตรียมงานก่อสร้าง	6,642,783.06	9.14%		
2	งานเสาเข็มและฐานราก	2,089,993.13	2.87%	1,927,615.17	2.20%
3	งานโครงสร้าง	10,177,136.70	14.00%	38,241,334.83*	43.61%
4	งานผนังภายใน	4,906,964.50	6.75%	10,916,031.30**	12.45%
5	งานตกแต่งผนัง ผนังอื่นๆ	6,535,831.31	8.99%	4,908,411.00	5.60%
6	งานผนังภายนอก	650,497	0.89%	4,644,400.00	5.30%
7	งานตกแต่งพื้น	4,114,972	5.66%	1,697,857.28	1.93%
8	งานทาสี	1,091,164.50	1.50%	2,133,847.50	2.43%
9	งานเบ็ดเตล็ด	613,175	0.85%	2,046,600.23	2.32%
10	ระบบระบายน้ำ	357,848	0.49%	514,516.65	0.59%
11	งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	9,774,104	13.44%	9,591,613.75	10.94%
12	งานระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย	4,532,924	6.23%	5,426,237.50	6.19%
13	งานระบบระบายอากาศ	81,801.13	0.11%		
14	งานติดตั้งลิฟท์โดยสาร	2,207,492	3.04%	1,640,000.00	1.87%
15	งานอื่นๆ	8,855,210.00	12.18%	4,004,802.39	4.57%
16	ค่าดำเนินการ และ กำไร	5,323,711.19			
17	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	4,756,892.53			
	รวมราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้น	72,712,500.04	100%	87,693,267.59	100%

* ค่างานโครงสร้าง และ พื้น Postension

** ค่างานผนังก่ออิฐ และ เสา

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน สัดส่วนค่าก่อสร้างเมื่อแยกตามประเภทงานต่างๆ งานผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในอาคาร โครงการ 1 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 6.75% ซึ่งน้อยกว่า งานผนังก่ออิฐและเสาเป็นผนังภายในอาคารโครงการ 2 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 12.45%

งานผนังภายนอก ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกอาคาร โครงการ 1 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 0.89% ซึ่งน้อยกว่า งานผนัง ค.ส.ล.

สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกอาคาร โครงการ 2 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 5.30%

8.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการก่อสร้าง

<u>งานผนังภายนอก</u>

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนังก่ออิฐ จำนวน 30 วัน จากระยะเวลาการก่อสร้างทั้งโครงการ 275 วัน

โครงการ 2 ที่ใช้ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จำนวน 60 วัน จากระยะเวลาการก่อสร้างทั้งโครงการ 238 วัน

จากข้อมูลข้างต้นระยะเวลาในการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกโครงการ 1 จะมีค่าน้อยกว่า ระยะเวลาในการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณงานผนังก่ออิฐมีน้อยกว่าปริมาณงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป โดยผนังก่ออิฐของโครงการ 1 มีพื้นที่ 850 ตร.ม. แต่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของโครงการ 2 มีพื้นที่ 3,415 ตร.ม. โดยการเปรียบเทียบดังกล่าว จำนวนแรงงานที่ใช้ และ ปริมาณงานของแต่ละโครงการไม่เท่ากัน

ดังนั้นเพื่อต้องการเปรียบเทียบโดยให้มีตัวแปรคงที่ คือ จำนวนแรงงานเท่ากันและปริมาณงานเท่ากัน จะได้ระยะเวลาในการทำงานระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกโครงการ 1 กับ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกของโครงการ 2 ดังนี้

โครงการ 1 ที่ใช้ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก

พื้นที่ผนังก่ออิฐ	จำนวน	850	ตร.ม.
ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนังก่ออิฐ	จำนวน	30	วัน
ใช้แรงงาน	จำนวน	20	คน

อัตราการทำงานระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	= 850 / (30 X 20)	ตร.ม./คน/วัน
	= 1.417	ตร.ม./คน/วัน

ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกต่อพื้นที่1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน

	= 1/1.417	วัน/ตร.ม./คน
	= 0.706	วัน/ตร.ม./คน
1 วัน คิดเป็น 8 ชั่วโมงทำงาน	= 5.65	ชม./ตร.ม./ คน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการ 2 ที่ใช้ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

พื้นที่ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	จำนวน	3,415	ตร.ม.
ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	จำนวน	60	วัน
ใช้แรงงาน ปกติ 8 คน (สูงสุด 9 คน)	จำนวน	8	คน

อัตราการทำงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

= 3,415 / (60 X 8) ตร.ม./คน/วัน

= 7.11 ตร.ม./คน/วัน

ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อช่าง 1 คน

= 1/7.11 วัน/ตร.ม./คน

= 0.141 วัน/ตร.ม./คน

1 วัน คิดเป็น 8 ชั่วโมงทำงาน = 1.13 ชม./ตร.ม./คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายนอก ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปรับน้ำหนัก กับ โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เมื่อเทียบกัน จะลดลง ดังนี้

= (5.65 – 1.13) X 100 / 5.65

= 80 %

สรุปได้ว่า งานผนังภายนอก ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกของโครงการ 2 ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. ต่อช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.13 ชม./ตร.ม./คนจะใช้ระยะเวลาก่อสร้างน้อยกว่าระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกของโครงการ 1 ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.65 ชม./ ตร.ม. / คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป จะใช้เวลาทำงานลดลง = 80 % ของระบบผนังก่ออิฐ

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภชัย ไชยน (2549)[8] ศึกษาเรื่อง เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษา

[8] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร: กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549).

โครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับ โครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ที่ระบุว่าระยะเวลาการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Panel ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุดเฉลี่ย 8 วัน/ชั้น เท่ากับ 29.19 ตร.ม/วัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 12 วัน/ชั้น เท่ากับ 20.45 ตร.ม. และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 14 วัน/ชิ้น เท่ากับ 17.54 ตร.ม./วัน

<u>งานผนังภายใน</u>

พบว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในจำนวน 4 วันต่อชั้น หรือ 32 วันต่ออาคาร จากระยะเวลาการก่อสร้างทั้งโครงการ 275 วัน

พื้นที่ผนังรับน้ำหนัก	จำนวน	2,806	ตร.ม.
ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนังรับน้ำหนัก	จำนวน	32	วัน
ใช้แรงงาน	จำนวน	12	คน
อัตราการทำงานระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน	= 2,806 / (32 X 12)		ตร.ม./คน/วัน
	= 7.31		ตร.ม./คน/วัน
ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในต่อพื้นที่1 ตร.ม.ต่อช่าง 1 คน			
	= 1/7.31		วัน/ตร.ม./คน
	= 0.137		วัน/ตร.ม./คน
1 วัน คิดเป็น 8 ชั่วโมงทำงาน	= 1.09		ชม./ตร.ม./คน

โครงการ 2 ที่ใช้ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ จำนวน 130 วัน จากระยะเวลาการก่อสร้างทั้งโครงการ 238 วัน

พื้นที่ผนังก่ออิฐ	จำนวน	12,177	ตร.ม.
ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระบบผนังก่ออิฐ	จำนวน	130	วัน
ใช้แรงงาน	จำนวน	31	คน
อัตราการทำงานระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน	= 12,177/(130 X 31)		ตร.ม./คน/วัน
	= 3.02		ตร.ม./คน/วัน
ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน			
	= 1/3.02		วัน/ตร.ม./คน
	= 0.331		วัน/ตร.ม./คน

1 วัน คิดเป็น 8 ชั่วโมงทำงาน = 2.65 ชม./ตร.ม./คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายใน ระหว่างโครงการที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนักกับ โครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เมื่อเทียบกัน จะลดลง ดังนี้

= (2.65 – 1.09) X 100 / 2.65

= 58.87 %

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน ของ โครงการ 1 ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.09 ชม./ ตร.ม. / คน จะใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่า ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.65 ชม./ ตร.ม. / คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายใน ระบบผนังรับน้ำหนักจะใช้เวลาทำงานลดลง = 58.87 % ของระบบผนังก่ออิฐ

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548)[9] ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี พบว่าระบบสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 32 วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบเสาและคานโดยใช้ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูน ใช้เวลา 92 วัน ใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่า 60 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[9] รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง, "เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูป กับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548).

ตารางที่ 6.10 แสดงสรุปการเปรียบเทียบปริมาณงาน ต้นทุน ค่างานเมื่อเทียบกับมูลค่าทั้งหมด ระยะเวลาก่อสร้าง

รายการ	หน่วย	ผนังภายใน		ผนังภายนอก	
		โครงการ1 ผนังรับน้ำหนัก	โครงการ2 ผนังก่ออิฐ อิฐมอญ	โครงการ1 ผนังก่ออิฐ บล็อกมวลเบา	โครงการ2 ผนังค.ส.ล. สำเร็จรูป
ปริมาณงาน ที่ทำได้	ตร.ม. ต่อ คน ต่อ วัน	7.31 มากกว่า 142.05% ของผนังก่ออิฐ	3.02	1.417	6.32 - 7.11 มากกว่า 346.01%- 401.76% ของผนังก่ออิฐ
ต้นทุน	บาท ต่อ ตร.ม.	1,748.74 เพิ่มขึ้น 177.94% จากผนังก่ออิฐ (เฉพาะค่าผนัง)	629.17* คิดเฉพาะค่า งานผนัง	765.29	1,360 เพิ่มขึ้น 77.71% จาก ผนังก่ออิฐ
ต้นทุน	บาท ต่อ ตร.ม.	1,748.74 เพิ่มขึ้น 95.99% จาก ผนังก่ออิฐ (ค่าผนัง+เสา)	892.24** คิดค่างาน ผนังและเสา		
ค่างาน : มูลค่างานทั้งหมด		6.75%	12.45**%	0.89%	5.30%
ระยะเวลา ก่อสร้าง	ชม. ต่อ ตร.ม. ต่อ คน	1.09 เวลาลดลง 58.87% ของ ผนังก่ออิฐ	2.65	5.65	1.13 เวลาลดลง 80% ของ ผนังก่ออิฐ

* คิดเฉพาะค่างานผนังก่ออิฐ ** คิดค่างานผนังก่ออิฐ และ เสา

ตารางที่ 6.11 แสดงสรุปการเปรียบเทียบ แรงงาน ระยะเวลา ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ1 ตร.ม.

รายละเอียด	โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก	โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก
แรงงานที่ใช้ในการก่อสร้าง (คน)	121 คน	110 - 113 คน
ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร (วัน)	รวม 275 วัน	รวม 238 วัน
ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม. (บ/ตร.ม.)	1,748.74+765.29 = 2,514.03	629.17+1,360.00 = 1,989.17 เมื่อคิดเฉพาะงานผนัง 892.24+1,360.00 = 2,252.24 เมื่อคิดงานผนัง + เสา

จากการวิเคราะห์ทั้ง 8 หัวข้อข้างต้น จึงสรุปการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้างโดยรวม **สรุปได้ว่าโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ในด้าน ความยืดหยุ่นทางการตลาด ทักษะ และ ความแม่นยำในการก่อสร้าง ระยะเวลาก่อสร้างรวมของโครงการ ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม. จำนวนแรงงานที่ใช้ก่อสร้าง แต่งานผนังภายใน โครงการ 1 มีความแข็งแรงกว่า โครงการ 2 อีกทั้งหากคิดเฉพาะงานผนังภายในโดยไม่รวมงานอื่น ๆ งานผนังภายใน โครงการ 1 ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า โครงการ 2**

9. <u>การวิเคราะห์ ปัญหาในการก่อสร้าง</u>

ผลการศึกษาด้านปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น ที่นำระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปและระบบผนังรับน้ำหนักมาใช้ ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน ดังนี้

9.1 งานผนังรับน้ำหนัก วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

9.1.1 ผิวผนังรับน้ำหนักไม่เรียบเสมอกัน

สาเหตุ เนื่องจากผิวแบบหล่อไม่เรียบ ทีมงานมีหลายชุดหากชุดใดมีช่างในการตรวจซ่อมแซมแบบหล่อ ผิวผนังจะออกมาเรียบ

การแก้ไข ทำ Skim coat ผิวผนังนั้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการเพิ่มงาน และเพิ่มค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังทำให้เสียเวลามากขึ้น

9.1.2 Alignment ของชิ้นงานผนังรับน้ำหนักไม่ดีพอ

สาเหตุ เนื่องจากข้อผิดพลาดในการตรวจสอบและการทำงาน ทำให้ต้องตกแต่งผิวผนัง

การแก้ไข การพอกผิวผนังบางส่วนออกมาให้หนาขึ้นเพื่อให้ได้แนวเรียบเสมอกัน

9.1.3 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดในการทำงาน

สาเหตุ เนื่องจากการก่อสร้างอาคาร 16 หลัง ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 9 ตัว การทำงานยังคงต้องรอเวลาการใช้ทาวเวอร์เครน จึงทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการยกได้ของเครน

การแก้ไข การเพิ่มMobile crane เพื่อลดปริมาณงานของทาวเวอร์เครน

9.2 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

9.2.1 ตำแหน่ง Insert Plate ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร ใช้สำหรับเชื่อมยึดติดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ

สาเหตุ เนื่องจากการเทคอนกรีตพื้นโดยใช้ปั๊มพ์คอนกรีตซึ่งมีแรงดันสูง ทำให้ Insert Plateเคลื่อนตัวไป

การแก้ไข ทำการยึด Insert Plate ให้แน่นหนาและยึดติดกับแบบท้องพื้น และ ต้องตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน เพื่อไม่ให้เกิดทุบ สกัดจนเกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง

9.2.2 การเทคอนกรีตพื้นผิดระดับ ทำให้ Insert Plate อยู่ต่ำลงจากระดับพื้นมาก ทำให้ต้องสกัดพื้น

สาเหตุ เนื่องจากการปาดผิวคอนกรีตพื้นไม่ได้ระดับ

การแก้ไข กำหนดตำแหน่งระดับให้ถี่มากขึ้น และ ต้องตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน เพื่อไม่ให้เกิดทุบ สกัดจนเกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง

9.2.3 บริเวณขอบนอกของพื้นยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

สาเหตุ เนื่องจากขณะเทคอนกรีตพื้น แรงดันของคอนกรีตดันแบบข้างพื้นให้โก่งออกไปมาก

การแก้ไข โดยยึดแบบข้างพื้นให้แน่นหนา และ ต้องตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน เพื่อไม่ให้เกิดทุบ สกัดจนเกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง

9.2.4 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน

สาเหตุ เนื่องจากการใช้ทาวเวอร์เครนต้องใช้ร่วมกับงานอื่นๆ งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปสามารถใช้ทาวเวอร์เครนได้เฉพาะช่วงเวลาเท่านั้น ส่วนช่วงเวลาอื่นจะต้องทำงานให้ส่วนอื่นเช่นส่วนโครงสร้าง สถาปัตย์ เป็นต้น

การแก้ไข ต้องจัดแผนการใช้เครื่องจักรและออกแบบช่วงเวลาการใช้งานให้สอดคล้องกับประเภทงาน

9.2.5 ปัญหาด้านการขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป

สาเหตุ เกิดจากอุปสรรคของการขนส่ง เช่น สภาพรถ การบรรทุกน้ำหนักเกินกำหนด

การแก้ไข จัดหารถบรรทุกสำรองและกำหนดจำนวนแผ่น ขนาด ในการบรรทุกเลย

9.2.6 ปัญหาจากความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป

สาเหตุ เกิดจากขั้นตอนการขนส่งและยกติดตั้ง ทำให้ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปกระทบระหว่างตัวแผ่นผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเองหรือกระแทกตัวอาคารขณะติดตั้ง

การแก้ไข หากเป็นความเสียหายเล็กน้อยก็จะทำการซ่อมแซมแต่ถ้าเป็นความเสียหายมากก็ต้องแจ้งทางโรงงานให้หล่อมาใหม่ ทั้งนี้ทางวิศวกรจะเป็นผู้ตรวจสอบ

9.2.7 ความบกพร่องในการติดตั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาเหตุ เกิดจากช่างที่ติดตั้งอาจเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป น้อยกว่าข้อกำหนด

การแก้ไข โดยมีวิศวกร ผู้ตรวจสอบงานติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้ว หากพบว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานก็แจ้งให้แก้ไข เพื่องานออกมาด้วยความสมบูรณ์

ดังนั้นปัญหาส่วนใหญ่ของงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เกิดจากการขาดวิศวกรในการดูแลการติดตั้ง ส่งผลรุนแรงถึงขั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบโครงสร้างซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง

9.3 งานผนังก่ออิฐ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

9.3.1 การทำงานใช้ระยะเวลามาก

สาเหตุ เป็นการก่อวัสดุที่มีขนาดเล็กในหน่วยงาน ต้องใช้ระยะเวลามาก

การแก้ไข เพิ่มจำนวนช่างให้มากพอ

9.3.2 ผิวผนังมีรอยแตกร้าว

สาเหตุ เกิดจากวัสดุที่ใช้และข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานของช่าง

การแก้ไข อบรมวิธีการทำงานและติดตั้งตาข่ายกรงไก่กันร้าวบริเวณรอบวงกบ หรือ เสา เอ็น คานทับหลัง

9.3.3 การขาดแคลนช่างที่มีฝีมือ

สาเหตุ ช่างส่วนมากมักเป็นเกษตรกร เข้ามาทำงานในช่วงรอทำเกษตรกรรม ถ้าถึงช่วงที่ต้องไปทำเกษตรกรรม ก็จะกลับไปยังท้องถิ่นของตน ทำให้ขาดแคลนช่าง

การแก้ไข เร่งการทำงาน เพิ่มระยะเวลาการทำงาน เช่น เพิ่มงานล่วงเวลา

10. <u>สรุปการวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด</u>

10.1 งานพื้น

<u>โครงการ 1</u>

พื้นชนิด Hollow core floor

ข้อดี มีความสะดวก รวดเร็ว ลดขั้นตอนงานลงได้มาก การวางแผ่นพื้นชนิด Hollow core floor ใช้เวลาเพียง 1วัน ต่อ ชั้น

ข้อจำกัด ไม่สามารถใส่วัสดุลงไปในพื้นได้เพราะหล่อมาจากโรงงานผลิตพื้น หากต้องการทำช่องเปิดเพื่อให้ท่อหรืองานระบบผ่านพื้น ต้องสกัดพื้น หรือถ้ามีท่องานระบบจำนวนมาก อาจต้องเว้นการวางพื้นบริเวณนั้นๆ และ ทำการหล่อพื้นในที่แทน

พื้นสำเร็จรูป Precast slab

ข้อดี ลดระยะเวลาก่อสร้างลง เมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

ข้อจำกัด ต้องมีขั้นตอนยุ่งยากมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการตั้งแบบหล่อ และ เทพื้นในที่บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นกับผนังรับน้ำหนัก ซึ่งมีขั้นตอนมากและเป็นงานหล่อในที่ หากสภาพอากาศไม่ดี ก็ไม่สามารถทำงานได้

โครงการ 2 โครงสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว

ข้อดี ใช้ระยะเวลาทำงานน้อย เป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง เมื่อเทคอนกรีตและแข็งตัวแล้ว สามารถทำการตั้งแบบเสาต่อไปได้เลย งานจึงเร็ว

ข้อจำกัด การทำงานต้องใช้เทคโนโลยีสูงกว่า และมีการให้ตัวสูง อาจทำให้ผนังก่ออิฐที่วางอยู่บนพื้นมีรอยแตกร้าวได้ แต่สามารถป้องกันได้ด้วยการใส่ตาข่ายกรงไก่ในบริเวณรอบวงกบ เสาเอ็น คานทับหลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10.2 งานผนัง

ตารางที่ 6.12 แสดงการวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก

ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายนอก	**ผนังภายนอก เป็น ผนังก่ออิฐ** **ข้อดี**	**ผนังภายนอก เป็น ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป** **ข้อดี**
	1.สถาปนิกผู้ออกแบบสามารถออกแบบผนังได้หลากหลายตามความพอใจที่ต้องการ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง 2.ไม่ต้องกังวลต่อปัญหาน้ำรั่วซึม 3.สามารถลดขนาดโครงสร้างให้เล็กลงได้เนื่องจากมีน้ำหนักเบามีความหนาแน่นแห้งเพียง 500 กก./ลบ.ม. จึงเบากว่าผนังก่ออิฐมอญ 2 - 3 เท่า และยังเบากว่าผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ทั่วไป 4 - 5 เท่า 4.ใช้เครื่องมือพื้นฐานของช่างไม้ช่างปูน เช่น เลื่อย ฉากฆ้อนยาง ไม่ต้องใช้เครื่องจักร ทำงานง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นงานตัดแต่ง เลื่อย ไส เจาะ และด้วยขนาดวัสดุก่อที่ใหญ่อย่าง พอเหมาะ จึงสะดวกในการขนเคลื่อนย้ายเพื่อการก่อสร้าง 5.ผนังก่ออิฐ ประเภทอิฐมวลเบา นั้นมีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในคอนกรีต จึงเป็นฉนวนกัน ความร้อนที่ดีเยี่ยม สามารถต้านทานความร้อนไม่ให้เข้ามาในอาคารได้ดีกว่าผนังก่ออิฐมอญ 4-8 เท่า และไม่เก็บความร้อนไว้ในตัวเอง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้กว่า 30 % 6.ต้นทุนต่ำกว่าผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป	1. งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร แต่ต้องใช้เทคนิคในการเสริมเหล็กในตำแหน่งใกล้หูยก และ ช่องเปิดเพื่อกันการแตกร้าว 2.ใช้รอยต่อหลายรูปแบบ เพื่อสามารถทำการประกอบติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง 3. สามารถตรวจสอบ และ ควบคุมคุณภาพของงานให้เป็นตามมาตรฐานได้ 4. งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบแห้ง ทำให้บริเวณหน้างานไม่สกปรก 5.ประหยัดทรัพยากร การสูญเสียของเศษวัสดุ มีน้อย 6.ใช้จำนวนแรงงานในการก่อสร้างน้อยกว่า 7.งานผิวผนังมีความสมบูรณ์ ไม่เกิดการแตกร้าวเนื่องจากทางโรงงานผลิตใช้เทคนิคในการเปิดผิวหน้าจำนวน 3 รอบ และ ไม่ใช้ปูนผงโรยขณะแต่งผิวหน้า 8.เป็นการทำงานที่ง่ายกว่า ถึงแม้เป็นงานริมขอบอาคารก็ไม่ต้องตั้งนั่งร้าน และ มีความปลอดภัยในการทำงานสูงกว่า 9.ชิ้นส่วนมีการออกแบบร่องหยดน้ำและบังกันน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.12 แสดงการวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก (ต่อ)

ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายนอก	**ข้อจำกัด** 1.ใช้เวลาในการทำงานมาก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารมากขึ้นตาม 2.ต้องใช้ช่างปูนจำนวนมาก ดังนั้นงานจึงมีหลายคุณภาพ ต้องใช้การตรวจสอบอย่างละเอียด มิฉะนั้นปูนฉาบผนังอาจหลุดร่อนได้ 3.ต้องมีงานฉาบภายนอกอาคาร จึงต้องตั้งนั่งร้านสูงเท่าความสูงอาคาร ซึ่งเป็นงานที่ยุ่งยากและอันตราย 4.งานผนังก่ออิฐ เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบเปียก ทำให้บริเวณหน้างานสกปรก ต้องใช้ทีมงานและเวลามากในการเคลียร์พื้น หลังจากทำงานผนังเสร็จ 5.สิ้นเปลืองทรัพยากรเนื่องจากการสูญเสียของเศษวัสดุมีมาก 6.งานผิวผนังอาจมีการแตกร้าวได้ง่าย และ ทำให้มีปัญหาต่อการทาสี 7.มีปัญหาในการเจาะยึดวัสดุภายหลังผนังเสร็จแล้ว	**ข้อจำกัด** 1.งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ จึงมีน้ำหนักมาก ทำให้ต้องใช้เครื่องจักรในการทำงาน 2.รอยต่อระหว่างชิ้นงาน หากมีการอุดร่องไม่ดี อาจเป็นจุดบกพร่องทำให้เกิดการรั่วซึมได้ 3.ต้องใช้แรงงานช่างที่มีความชำนาญในการทำงานเท่านั้น 4.ต้องใช้ที่กองเก็บผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มาก 5. เป็นงานที่ต้องการความแม่นยำสูงดังนั้นจึงมีความยืดหยุ่นในการทำงานน้อย 6. รอยต่อเป็นแบบเชื่อมต้องใช้ไฟฟ้าในการทำการเชื่อมติดตั้ง 7.ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะเก็บความร้อนไว้นาน ทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ 8.ขณะขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ จะทำให้แตกร้าวง่าย 9.ต้นทุนสูงกว่าผนังก่ออิฐ
ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายใน	**<u>ผนังภายใน เป็น ผนังรับน้ำหนัก</u>** **ข้อดี** 1.ลดขั้นตอนการทำงาน จากงานเสาโครงสร้าง และผนังก่ออิฐ เหลือขั้นตอนเดียว คือ ระบบผนังรับน้ำหนัก 2.ลดเวลาในการทำงาน ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร 3. แข็งแรง ทนทาน เนื่องจากเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก 4.ใช้แรงงานน้อยกว่างานผนังก่ออิฐ 5.ผิวผนังจะเรียบ ไม่ต้องตกแต่งเพิ่ม หากแบบหล่อเหล็กมีคุณภาพที่ดี	**<u>ผนังภายใน เป็น ผนังก่ออิฐ</u>** **ข้อดี** 1.สถาปนิกผู้ออกแบบสามารถออกแบบผนังได้หลากหลายตามความพอใจที่ต้องการ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง 2.สามารถลดขนาดโครงสร้างให้เล็กลงได้เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าผนังคอนกรีต หรือ ผนังรับน้ำหนัก 3.ใช้เครื่องมือพื้นฐานของช่างปูน ไม่ต้องใช้เครื่องจักรทำให้การทำงานง่ายขึ้น 4.ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง 5.ต้นทุนต่ำกว่าผนังรับน้ำหนัก

ตารางที่ 6.12 แสดงการวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก (ต่อ)

	ข้อจำกัด	ข้อจำกัด
ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายใน	1.มีข้อจำกัดในด้านการทำงานหน้างาน ซึ่งยังคงขึ้นกับสภาพอากาศ เพราะทำงานกลางแจ้ง 2.ต้องใช้แบบหล่อที่มีราคาแพง ต้นทุนจึงสูงกว่าผนังก่ออิฐ 3.การตั้งแบบหล่อผนัง ต้องมีความแม่นยำสูงมาก มีลำดับขั้นตอนการทำงานที่มากทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย ดังนั้นจึงต้องใช้ทักษะในการทำงานสูง 4.แบบเหล็กมีน้ำหนักมาก จึงต้องใช้เครื่องจักรในการทำงานเท่านั้น 5.หากแบบหล่อผนังขาดการซ่อมบำรุง ผิวไม่เรียบ เมื่อหล่อผนังมาผิวก็จะไม่เรียบ จึงต้องทำการตกแต่งผิวผนังด้วยการทำSkim coat ทำให้เสียเวลามากขึ้น และ ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	1.ใช้เวลาในการทำงานมาก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารมากขึ้นตาม 2.ต้องใช้ช่างปูนจำนวนมาก ดังนั้นงานจึงมีหลายคุณภาพ ต้องใช้การตรวจสอบอย่างละเอียดมิฉะนั้นปูนฉาบผนังอาจหลุดร่อนได้ 3.งานผนังก่ออิฐ เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบเปียก ทำให้บริเวณหน้างานสกปรก ต้องใช้ทีมงานและเวลามากในการเคลียร์พื้น หลังจากทำงานผนังเสร็จ 4.สิ้นเปลืองทรัพยากรเนื่องจากการสูญเสียของเศษวัสดุ มีมาก 5.วัสดุที่ใช้ก่อไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน มาจากหลายแหล่ง คุณภาพจึงแตกต่างกัน 6.งานผิวผนังอาจมีการแตกร้าวได้ง่าย และ ทำให้มีปัญหาต่อการทาสี

ดังนั้น จากการวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้าง ได้ภาพรวมสรุปเป็นข้อสรุปสุดท้ายได้ว่า **โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ในด้าน ความยืดหยุ่นทางการตลาด ทักษะ และ ความแม่นยำในการก่อสร้าง ระยะเวลาก่อสร้างรวมของโครงการ จำนวนแรงงานที่ใช้ก่อสร้าง ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม. แต่งานผนังภายใน โครงการ 1 มีความแข็งแรงกว่า โครงการ 2 อีกทั้งหากคิดเฉพาะงานผนังภายในโดยไม่รวมงานอื่น ๆ งานผนังภายใน โครงการ 1 ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า โครงการ 2 ผู้ประกอบการเลือกระบบการก่อสร้างโดยจะผสมผสานกันระหว่างระบบทั้งนี้เพื่อให้ต้นทุนในการก่อสร้างไม่สูงมากนัก หรือ ลดต้นทุนในการก่อสร้าง และยังสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้อย่างเหมาะสม**

บทที่ 7

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องของการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป และ ระบบผนังรับน้ำหนัก มาใช้ โดยสามารถสรุปออกเป็นเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์

1.ขั้นตอนการก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปและระบบผนังรับน้ำหนัก มาใช้ ผู้วิจัยได้เฝ้าสังเกต ถ่ายภาพ จดบันทึกอย่างละเอียดลงในใบบันทึกของผู้วิจัย การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย การถาม-ตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ให้สัมภาษณ์และผู้วิจัย ซึ่งจะนำมาประกอบการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัย จะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอน เทคนิคต่างๆ ในการก่อสร้าง แรงงาน ต้นทุน ระยะเวลาเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัดและปัญหาในการก่อสร้าง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการก่อสร้างโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก มีดังต่อไปนี้

1.1.1 การออกแบบ จะเป็นการนำแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารชุดที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งผู้ออกแบบเป็นผู้กำหนดระบบการก่อสร้างที่จะใช้

1.1.2 การทำแบบก่อสร้าง มีลักษณะที่คล้ายกับการทำแบบก่อสร้างโดยทั่วไป จะต้องทำแบบควบคู่ไปกับการวางแผนการทำงานและกำหนดทีมงานในการทำงานแต่ละประเภท

1.1.3 การเตรียมแบบหล่อผนังรับน้ำหนัก แบบเหล็กมีความหนา 9 มม. แบบเหล็กต้องมีความหนาและเรียบเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดลอนคลื่นขณะเทคอนกรีต ต้องมีการตรวจสอบแบบหล่อผนังรับน้ำหนักทุกครั้งก่อนการตั้งแบบหล่อคอนกรีต

1.1.4 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทพื้นสำเร็จรูป Precast Slab คานสำเร็จรูป และบันไดสำเร็จรูป ในพื้นที่บริเวณลานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป บริเวณหน่วยงานและนำไปเก็บที่ส่วนสต็อกชิ้นส่วนสำเร็จรูป พื้นที่ตั้งอยู่ถัดจากลานหล่อ

1.1.5 งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร ต้องทำการเจาะสำรวจดิน ออกแบบงานเสาเข็ม ฐานราก กำหนดค่าระดับ หรือ หมุดระดับ เพื่อใช้อ้างอิงระดับต่อไป ส่วนการจัดจ้างผู้รับเหมาจะเป็นแบบ Design and Built โดยผู้รับเหมาจะเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดตั้งแต่ออกแบบ และก่อสร้าง

1.1.6 งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร การตอกเสาเข็มหลังจากนั้นต้องทำการตัดหัวเสาเข็ม เพื่อเตรียมทำฐานราก ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบ หุ้มหัวเสาเข็มทำฐานราก งานฐานรากต้องมีความละเอียดรอบคอบในการตรวจสอบศูนย์กลางอย่างมาก ทำผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังรับน้ำหนักแบบหล่อในที่ ทำการวางLine ผนัง ติดตั้งเหล็กตะแกรงไวร์เมซขนาด 6 มม.# ระยะห่าง ตั้งแต่ 10 – 20 ซม. ตามกำหนด วาง 2 ชั้น ติดตั้งงานระบบต่างๆ ทำแบบบล็อกกันคอนกรีตเพื่อให้ด้านบนของผนังรับน้ำหนักเป็นบ่าเพื่อใช้ติดตั้งคาน ค.ส.ล.สำเร็จรูปรอบอาคาร ตั้งแบบเหล็กโดยใช้ทาวเวอร์เครนยกแบบหล่อผนังรับน้ำหนักขึ้นมาเพื่อทำการติดตั้ง การติดตั้งแบบเหล็กต้องทำตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด ดำเนินการเทคอนกรีต การแบ่งพื้นที่ในการทำงานของอาคาร แต่ละชั้นจะแบ่งออกเป็น 3-4 โซน ทำงานทีละโซนตาม Cycle plan

1.1.7 งานผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร หลังจากทำงานโครงสร้าง เสร็จ 2 ชั้น จะเริ่มทำงานผนังก่ออิฐ ภายนอกอาคาร โดยก่ออิฐมวลเบาและฉาบปูน โดยทำการติดปุ่มเพื่อกำหนดแนวฉาบทั้งแนวนอนและแนวตั้งรวมทั้งติดเชี้ยมพีวีซีที่มุมผนัง และ ติดตั้งกรงไก่กว้าง 300 มม. ระหว่างผิววัสดุที่แตกต่างกัน

1.1.8 การติดตั้งงานระบบ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกที่ติดตั้งในผนังรับน้ำหนักซึ่งเป็นงานภายในแต่ละห้อง ส่วนที่สองจะติดตั้งบริเวณส่วนกลาง โดยมีการทำงานระบบก่อนการก่อผนังภายใน กำหนดตำแหน่งต่างๆ ตามระยะที่กำหนดในแบบ

1.1.9 งานติดตั้งประตู และหน้าต่างอลูมิเนียม ตามตำแหน่งช่องเปิด ที่กำหนดตามแบบ

1.1.10 งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม การทำงานในด้านสถาปัตยกรรมเป็นขั้นตอนสุดท้าย

1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน และระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก

1.2.1 การออกแบบ บริษัทเจ้าของโครงการจะจ้างบริษัทในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยบริษัทเจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนดระบบกรรมวิธีในการก่อสร้างและจัดจ้างบริษัทผู้รับเหมา

1.2.2 การทำแบบก่อสร้าง ขั้นตอนนี้คล้ายกับการทำแบบสำเร็จรูปทั่วไป หลังจากการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม จะทำการออกแบบกำหนดขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตำแหน่งและความแข็งแรงของจุดรอยต่อ ตำแหน่งยกและแขวนชิ้นส่วน

1.2.3 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประเภท ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ผลิตที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ภายนอกโครงการ สามารถทำการผลิตชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปได้สูงสุด 700 - 800 ตร.ม.ต่อวัน โดยเฉลี่ย

1.2.4 รายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

1.2.4.1 การเตรียมแบบหล่อซึ่งมีแบบข้าง และ แบบพื้น ทำความสะอาดและเช็ดแบบหล่อ ทาน้ำมันแบบหล่อ

1.2.4.2 วาดแบบลงบนพื้นลานหล่อ วางแบบข้าง ทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งติดตั้ง Plate เหล็ก และ หูหิ้ว จากนั้นจะทำการลงตะแกรงเหล็กเสริมขนาด 9 มม. ติดตั้ง Plate เหล็ก ขนาด 100 X 150 X 9 มม.หรือ 75 X 150 X 9 มม.ตามแบบกำหนด หูหิ้วเหล็กขนาด 12 มม. หนุนเหล็กเสริมด้วยขา PVC เทคอนกรีต ทำการแต่งหน้าปูน การแต่งหน้าปูนเพื่อความเรียบจะทำการขัดแต่งจำนวน 3 รอบ และต้องไม่มีการโรยปูนผงบริเวณผิวหน้าขณะทำการแต่ง วันรุ่งขึ้น จะเริ่มถอดแบบข้าง ใช้เครนรางยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นไปที่ลานตกแต่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำใส่รหัสในชิ้นงาน ย้ายไปเก็บยังลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป และ ขนส่งไปยังหน่วยงาน เมื่อถึงยังหน่วยงานก่อสร้าง ยกชิ้นงานไปแขวนยังตำแหน่งที่ต้องการทำการติดตั้งทันที และทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.2.5 งานเตรียมการก่อนการก่อสร้างอาคาร เจาะสำรวจดิน ออกแบบงานเสาเข็ม ฐานราก กำหนดค่าระดับ หรือ หมุดระดับ เพื่อใช้อ้างอิงระดับต่อไป

1.2.6 งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร การตอกเสาเข็ม หลังจากนั้นต้องทำการตัดหัวเสาเข็ม เพื่อเตรียมทำฐานราก ทำการปรับทราย และ เทคอนกรีตหยาบ หุ้มหัวเสาเข็มทำฐานราก งานฐานรากต้องมีความละเอียดรอบคอบในการตรวจสอบศูนย์กลางอย่างมาก ติดตั้งแบบหล่อพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว โดยใช้แบบหล่อระบบ

Table Form วางเหล็กเสริมล่างเพื่อกันแตกเป็นตะแกรงเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม. ระยะห่างประมาณ 40 ซม.# (ในแบบระบุเหล็กข้ออ้อยขนาด 10 มม.) และจะวาง Insert Plate 2 ชั้น ลวด Strand และติดตั้งสมอยึด Anchorage ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ใน Shop Drawing ติดตั้งวัสดุต่างๆ ในพื้น วางเหล็กเสริมบนบริเวณหัวเสา ต้องวางหลังจากการวางลวด Strand เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น และจะต้องวางโดยมี Barchair ทำการเทคอนกรีตพื้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเสร็จ เมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวจะต้องทำการบ่มทันที การดึงลวดเพื่อถ่ายแรงให้คอนกรีตพื้น จะกระทำได้ต่อเมื่อคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดประลัยไม่น้อยกว่า 280 KSC. Cube. ประมาณหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 3 วัน การตัดปลายหางลวด ทำการถอดแบบหล่อระบบ Table Form เพื่อนำไปใช้ในการหล่อพื้นชั้นถัดไป และค้ำยันกลับ 50% อุดปิด End Recess หลังจากตัดปลายหางลวดเสร็จแล้ว อัดน้ำปูน ระบบ Bonded System ทำงานเสา โดยจะผูกเหล็กเสา ติดตั้งวัสดุภายใน และประกอบแบบ ปรับแนวระดับและแนวดิ่งของเสา เทคอนกรีต ติดตั้งหลังคาแผ่นเหล็กรีดลอน เมื่อทำเสาโครงสร้างชั้น 8 เรียบร้อย

1.2.7 งานติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ทาวเวอร์เครนจะทำการยกแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปขึ้นแขวนที่ตัวอาคารทันที ในตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งจะแขวนกับขอในชั้นที่สูงขึ้นไป 2 ชั้น เพื่อให้ชั้นล่างลงมาเป็นชั้นที่มีระยะในการใช้รอกปรับระดับการติดตั้งใช้รอก หรือ ทาวเวอร์เครนยก และต้องปรับแต่งตำแหน่งแผ่น โดยวัดระยะจากแนว Horizontal Off Set และเชื่อมตำแหน่งล่างให้ติดกันตามแนวนอน และ เชื่อมยึดที่ปลายอีกข้างติดกับ Plate ที่ฝังในผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เคาะขี้เหล็กออก ทาสีรองพื้นกันสนิม เมื่อเชื่อม Plate ด้านล่างเสร็จทั้ง 2 ข้างเรียบร้อยแล้ว ทำการเช็คแนวดิ่งและติดตั้ง Plate ด้านบน ตรวจสอบหากไม่มีข้อผิดพลาดใด จะอนุญาตให้ทำการตัดหูห้วที่ติดมากับชิ้นงานออก เกร๊าท์ซีเมนต์ และทำการแต่งผิวผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปที่เกิดความเสียหาย ตกแต่งผิวผนังอาคารภายนอก และ ภายใน อุด Sealant ร่องรอยต่อระหว่างแผ่น ด้วยโฟมเส้น Backing Rod น้ำยา Polyurethane Sealant ยี่ห้อ Seal 21

1.2.8 การติดตั้งงานระบบเดินท่อไฟฟ้า ประปา งานระบบ ทดสอบแรงดันท่อ การติดตั้งงานระบบภายในอาคารจะทำก่อนการก่อผนังภายใน โดยทำการตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบให้เรียบร้อย

1.2.9 งานผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในอาคารก่อฉาบโดยใช้อิฐมอญแดงขนาด ก่อแบบสลับ ทำเสาเอ็น คานเอ็นคอนกรีต ค.ส.ส.ยาวตลอดแนว ฉาบผิวด้วยปูนฉาบสำเร็จรูป ก่อนการฉาบต้องทำการติดปุ่มบอกระดับให้ทั่วผนัง

1.2.10 งานติดตั้งประตู-หน้าต่างอลูมิเนียม ประตู-หน้าต่างอลูมิเนียมสำเร็จรูป ประกอบตัวบานสำเร็จมาจากโรงงานผลิต และมาติดตั้งกรอบวงกบประตู-หน้าต่าง ที่หน่วยงาน

1.2.11 งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม การทำงานในด้านสถาปัตยกรรมเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2. <u>การบริหารงาน แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง</u>

2.1. จำนวนแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ใช้แรงงาน บุคคลากร จำนวน 121 คน ซึ่งมากกว่าโครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายในและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก ที่ใช้แรงงาน บุคคลากร จำนวน 110 - 113 คน

2.2.เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างทั้ง 2 โครงการ เครื่องมือส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายกันและต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น ทาวเวอร์เครน ในการก่อสร้างทั้งสิ้น โดยงานระบบผนังรับน้ำหนักต้องใช้ยกแบบเหล็กเนื่องจากมีน้ำหนักมากส่วนงานระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ต้องใช้ยกแผ่นขึ้นไปแขวน

3. <u>ผลการศึกษาต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง</u>

3.1 ต้นทุนในการก่อสร้าง แยกเป็น

<u>งานผนังภายใน</u>

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน ค่างานระบบผนังรับน้ำหนัก ประกอบด้วย ค่าวัสดุ ค่าแรงในการก่อสร้างผนังรับน้ำหนักและค่างานตกแต่งผิว มีค่า 1,748.74 บาท/ตร.ม. หากเป็นระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) มีค่า 629.17 บาท/ตร.ม. ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของ ราคาค่าก่อสร้างผนังภายใน ระบบผนังรับน้ำหนัก จะเพิ่มขึ้น 177.94 % จากระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง)

ค่างานระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน มีค่า 1,748.74 บาท/ ตร.ม. หากเป็นระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) มีค่า 892.24 บาท/ตร.ม.

ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายในระบบผนังรับน้ำหนักจะเพิ่มขึ้น 95.99 % จากระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา)

<u>งานผนังภายนอก</u>

สรุปได้ว่า งานผนังภายนอกระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่มีค่าก่อสร้าง 1,360.00 บาท/ตร.ม. ซึ่งจะมีราคาค่าก่อสร้างสูงกว่า ระบบผนังก่ออิฐ ที่มีค่าก่อสร้าง 765.29 บาท/ ตร.ม. เป็นจำนวน 594.71 บาท /ตร.ม. ซึ่งคิดค่าร้อยละความแตกต่างของราคาค่าก่อสร้างผนังภายนอกระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปจะเพิ่มขึ้น 77.71 %จากระบบผนังก่ออิฐ

<u>การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างตามประเภทงาน</u>

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน สัดส่วนค่าก่อสร้างเมื่อแยกตามประเภทงานต่างๆ งานผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายในอาคารโครงการ 1 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 6.75% ซึ่งน้อยกว่างานผนังก่ออิฐและเสาเป็นผนังภายในอาคาร โครงการ 2 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 12.45%

งานผนังภายนอก ผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกอาคาร โครงการ 1 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 0.89% ซึ่งน้อยกว่า งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกอาคาร โครงการ 2 สัดส่วนคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับค่างานทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 5.30%

3.2 ระยะเวลาในการก่อสร้าง แยกเป็น

<u>งานผนังภายใน</u>

สรุปได้ว่า งานผนังภายใน ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน ของ โครงการ 1 ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.09 ชม./ ตร.ม. / คน จะใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่า ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายใน ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.65 ชม./ ตร.ม. / คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายใน ระบบผนังรับน้ำหนัก จะใช้เวลาทำงานลดลง = 58.87 % ของระบบผนังก่ออิฐ

<u>งานผนังภายนอก</u>

สรุปได้ว่า งานผนังภายนอก ระยะเวลาการก่อสร้าง ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก ของโครงการ 2 ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม. ต่อช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.13 ชม./ ตร.ม. / คนจะใช้ระยะเวลาก่อสร้างน้อยกว่า ระยะเวลาการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอกของ โครงการ 1 ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม.ต่อ ช่าง 1 คน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.65 ชม./ ตร.ม. / คน

ค่าร้อยละความแตกต่างของเวลาในก่อสร้างผนังภายนอก ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป จะใช้เวลาทำงานลดลง = 80 % ของระบบผนังก่ออิฐ

สรุป ต้นทุน และ ระยะเวลาการก่อสร้าง ของ งานผนังภายใน และ ภายนอก ดังนี้

ค่างานก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายในมีค่าสูงกว่าระบบผนังก่ออิฐ 95.99% - 177.94 % แต่ ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง 58.87% ของระบบผนังก่ออิฐ

ค่างานระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอกอาคาร จะมีราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอกสูงกว่าระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกอาคาร 77.71 % แต่ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง 80% ของระบบผนังก่ออิฐ

จากภาพรวม หากเปรียบเทียบแรงงาน ระยะเวลา ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ1 ตร.ม.**โครงการ1ใช้แรงงาน121 คน โครงการ 2ใช้แรงงาน110 - 113 คน โครงการ 1 ใช้ระยะเวลาก่อสร้าง รวม 275 วัน โครงการ 2 ใช้ระยะเวลา รวม 238 วัน โครงการ 1 ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ1 ตร.ม. เท่ากับ 2,514.03 บาท /ตร.ม. โครงการ 2 เท่ากับ 1,989.17 บาท /ตร.ม. (คิดเฉพาะงานผนัง) และ 2,252.24 บาท /ตร.ม. เมื่อคิดงานผนัง + เสา**

สรุปได้ว่าจากภาพรวม โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอก มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ในด้านระยะเวลาก่อสร้างรวมของโครงการ จำนวนแรงงานที่ใช้ก่อสร้าง ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม.

4. <u>ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง</u>

4.1 งานผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

4.1.1 ผิวผนังรับน้ำหนักไม่เรียบเสมอกัน ผิวผนังจะหล่อออกมาไม่เรียบ

4.1.2 Alignment ของชิ้นงานผนังรับน้ำหนักไม่ดีพอ ข้อผิดพลาดในการตรวจสอบและการทำงาน ทำให้ต้องตกแต่งผิวผนัง

4.1.3 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดในการทำงาน การก่อสร้างอาคาร 16 หลัง ใช้ทาวเวอร์เครนทั้งสิ้น 9 ตัว การทำงานยังคงต้องรอเวลาการใช้ทาวเวอร์เครน จึงทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและเรื่องความสามารถในการยกได้ของเครน

4.2 งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

4.2.1 ตำแหน่ง Insert Plate ที่ฝังไว้ในพื้นอาคาร ใช้สำหรับเชื่อมยึดติดแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ

4.2.2 การเทคอนกรีตพื้นผิดระดับ ทำให้ Insert Plate อยู่ต่ำลงจากระดับพื้นมาก ทำให้ต้องสกัดพื้น

4.2.3 บริเวณขอบนอกของพื้นยื่นล้ำแนวติดตั้งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป แบบข้างพื้นให้โก่งออกไปมาก ทำให้ต้องสกัดพื้น

4.2.4 เครื่องจักรที่ใช้ เช่น ทาวเวอร์เครนมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน ทาวเวอร์เครนต้องใช้ร่วมกับงานอื่นๆ

4.2.5 ปัญหาด้านการขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป อุปสรรคของการขนส่ง เช่น สภาพรถ การบรรทุกน้ำหนักเกินกำหนด

4.2.6 ปัญหาจากความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ขณะขนส่ง และ ยกติดตั้ง ทำให้ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป กระทบระหว่างตัวแผ่นผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปเอง หรือ กระแทกตัวอาคารขณะติดตั้ง

4.2.7 ความบกพร่องในการติดตั้ง อาจเชื่อมยึดผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป น้อยกว่าข้อกำหนด

4.3 งานผนังก่ออิฐ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง มีดังนี้

4.3.1 การทำงานใช้ระยะเวลามาก เป็นการก่อวัสดุที่มีขนาดเล็ก ในหน่วยงาน ต้องใช้ระยะเวลามาก

4.3.2 ผิวผนังมีรอยแตกร้าว หรือ หลุดร่อนมักเกิดจากวัสดุที่ใช้และข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานของช่าง

4.3.3 การขาดแคลนช่างที่มีฝีมือ

5. <u>ข้อดี ข้อจำกัด</u>

5.1 งานพื้น

<u>โครงการ 1</u>

<u>พื้นชนิด Hollow core floor</u>

<u>ข้อดี</u> มีความสะดวก รวดเร็ว ลดขั้นตอนงานลงได้มาก การวางแผ่นพื้นชนิด Hollow core floor ใช้เวลาเพียง 1 วัน ต่อ ชั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อจำกัด ไม่สามารถใส่วัสดุลงไปในพื้นได้เพราะหล่อมาจากโรงงานผลิตพื้น หากต้องการทำช่องเปิดเพื่อให้ท่อหรืองานระบบผ่านพื้น ต้องสกัดพื้น หรือถ้ามีท่องานระบบจำนวนมากผ่าน อาจต้องเว้นการวางพื้นบริเวณนั้นๆ และ ทำการหล่อพื้นในที่แทน

พื้นชนิดพื้นสำเร็จรูป Precast slab

ข้อดี ลดระยะเวลาก่อสร้างลงเมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

ข้อจำกัด ต้องมีขั้นตอนยุ่งยากมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการตั้งแบบหล่อและเทพื้นในที่บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นกับผนังรับน้ำหนัก ซึ่งมีขั้นตอนมากและเป็นงานหล่อในที่ หากสภาพอากาศไม่ดี ก็ไม่สามารถทำงานได้

โครงการ 2 โครงสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว

ข้อดี ใช้ระยะเวลาทำงานน้อย เป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง เมื่อเทคอนกรีตและแข็งตัวแล้ว สามารถทำการตั้งแบบเสาต่อไปได้เลย งานจึงเร็ว

ข้อจำกัด การทำงานต้องใช้เทคโนโลยีสูงกว่า และมีการให้ตัวสูง อาจทำให้ผนังก่ออิฐที่วางอยู่บนพื้นมีรอยแตกร้าวได้ แต่สามารถป้องกันได้ด้วยการใส่ตาข่ายกรงไก่ในบริเวณรอบวงกบ เสาเอ็น คานทับหลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2. งานผนัง

ตารางที่ 7.1 แสดงการสรุปผลวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก

	ผนังภายนอก เป็น ผนังก่ออิฐ	ผนังภายนอก เป็น ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป
ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายนอก	**ข้อดี** 1.สถาปนิกผู้ออกแบบสามารถออกแบบผนังได้หลากหลายตามความพอใจที่ต้องการ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง 2.ไม่ต้องกังวลต่อปัญหาน้ำรั่วซึม 3.สามารถลดขนาดโครงสร้างให้เล็กลงได้เนื่องจากมีน้ำหนักเบามีความหนาแน่นแห้งเพียง 500 กก./ลบ.ม. จึงเบากว่าผนังก่ออิฐมอญ 2 - 3 เท่า และยังเบากว่าผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ทั่วไป 4 - 5 เท่า 4.ใช้เครื่องมือพื้นฐานของช่างไม้ช่างปูน เช่น เลื่อย ฉาก ฆ้อนยาง ไม่ต้องใช้เครื่องจักร ทำงานง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นงานตัดแต่ง เลื่อย ไส เจาะ และด้วยขนาดวัสดุก่อที่ใหญ่อย่าง พอเหมาะ จึงสะดวกในการขนเคลื่อนย้ายเพื่อการก่อสร้าง	**ข้อดี** 1. งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร แต่ต้องใช้เทคนิคในการเสริมเหล็กในตำแหน่งใกล้หูยก และ ช่องเปิดเพื่อกันการแตกร้าว 2.ใช้รอยต่อหลายรูปแบบ เพื่อสามารถทำการประกอบติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว และแข็งแรง 3. สามารถตรวจสอบ และ ควบคุมคุณภาพของงานให้เป็นตามมาตรฐานได้ 4. งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบแห้ง ทำให้บริเวณหน้างานไม่สกปรก 5.ประหยัดทรัพยากร การสูญเสียของเศษวัสดุ มีน้อย 6.ใช้จำนวนแรงงานในการก่อสร้างน้อยกว่า 7.งานผิวผนังมีความสมบูรณ์ ไม่เกิดการแตกร้าว เนื่องจากทางโรงงานผลิตใช้เทคนิคในการเปิดผิวหน้าจำนวน 3 รอบ และ ไม่ใช้ปูนผงโรยขณะแต่งผิวหน้า 8.เป็นการทำงานที่ง่ายกว่า ถึงแม้เป็นงานริมขอบอาคารก็ไม่ต้องตั้งนั่งร้าน และ มีความปลอดภัยในการทำงานสูงกว่า 9.ชิ้นส่วนมีการออกแบบร่องหยดน้ำและบังกันน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 แสดงการสรุปผลวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก (ต่อ)

ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายนอก	5.ผนังก่ออิฐ ประเภทอิฐมวลเบา นั้นมีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในคอนกรีต จึงเป็นฉนวนกัน ความร้อนที่ดีเยี่ยม สามารถต้านทานความร้อนไม่ให้เข้ามาในอาคารได้ดีกว่าผนังก่ออิฐมอญ 4-8 เท่า และไม่เก็บความร้อนไว้ในตัวเอง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้กว่า 30 % 6.ต้นทุนต่ำกว่าผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป **ข้อจำกัด** 1.ใช้เวลาในการทำงานมาก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารมากขึ้นตาม 2.ต้องใช้ช่างปูนจำนวนมาก ดังนั้นงานจึงมีหลายคุณภาพ ต้องใช้การตรวจสอบอย่างละเอียด มิฉะนั้นปูนฉาบผนังอาจหลุดร่อนได้ 3.ต้องมีงานฉาบภายนอกอาคาร จึงต้องตั้งนั่งร้านสูงเท่าความสูงอาคาร ซึ่งเป็นงานที่ยุ่งยากและอันตราย 4.งานผนังก่ออิฐ เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบเปียก ทำให้บริเวณหน้างานสกปรก ต้องใช้ทีมงานและเวลามากในการเคลียร์พื้น หลังจากทำงานผนังเสร็จ 5.สิ้นเปลืองทรัพยากรเนื่องจากการสูญเสียของเศษวัสดุมีมาก 6.งานผิวผนังอาจมีการแตกร้าวได้ง่าย และ ทำให้มีปัญหาต่อการทาสี 7.มีปัญหาในการเจาะยึดวัสดุภายหลังผนังเสร็จแล้ว	**ข้อจำกัด** 1.งานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ จึงมีน้ำหนักมาก ทำให้ต้องใช้เครื่องจักรในการทำงาน 2.รอยต่อระหว่างชิ้นงาน หากมีการอุดร่องไม่ดี อาจเป็นจุดบกพร่องทำให้เกิดการรั่วซึมได้ 3.ต้องใช้แรงงานช่างที่มีความชำนาญในการทำงานเท่านั้น 4.ต้องใช้ที่กองเก็บผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป มาก 5. เป็นงานที่ต้องการความแม่นยำสูง ดังนั้นจึงมีความยืดหยุ่นในการทำงานน้อย 6. รอยต่อเป็นแบบเชื่อมต้องใช้ไฟฟ้าในการทำการเชื่อมติดตั้ง 7.ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป จะเก็บความร้อนไว้นาน ทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ 8.ขณะขนส่งผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ที่เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ จะทำให้แตกร้าวง่าย 9.ต้นทุนสูงกว่าผนังก่ออิฐ
ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายใน	**<u>ผนังภายใน เป็น ผนังรับน้ำหนัก</u>** **ข้อดี** 1.ลดขั้นตอนการทำงาน จากงานเสาโครงสร้าง และ ผนังก่ออิฐ เหลือขั้นตอนเดียว คือ ระบบผนังรับน้ำหนัก 2.ลดเวลาในการทำงาน ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร 3. แข็งแรง ทนทาน เนื่องจากเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก 4.ใช้แรงงานน้อยกว่างานผนังก่ออิฐ และ ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือ แต่ต้องทำตามลำดับขั้นตอนการทำงานเท่านั้น 5.ผิวผนังจะเรียบ ไม่ต้องตกแต่งเพิ่ม หากแบบหล่อเหล็กมีคุณภาพที่ดี	**<u>ผนังภายใน เป็น ผนังก่ออิฐ</u>** **ข้อดี** 1.สถาปนิกผู้ออกแบบสามารถออกแบบผนังได้หลากหลายตามความพอใจที่ต้องการ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง 2.สามารถลดขนาดโครงสร้างให้เล็กลงได้เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าผนังคอนกรีต หรือ ผนังรับน้ำหนัก 3.ใช้เครื่องมือพื้นฐานของช่างปูน ไม่ต้องใช้เครื่องจักร ทำให้การทำงานง่ายขึ้น 4.ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง 5.ต้นทุนต่ำกว่าผนังรับน้ำหนัก

ตารางที่ 7.1 แสดงการสรุปผลวิเคราะห์ ข้อดี ข้อจำกัด ของงานผนังภายในและ ภายนอก (ต่อ)

ข้อดี ข้อจำกัดผนังภายใน	**ข้อจำกัด** 1.มีข้อจำกัดในด้านการทำงานหน้างาน ซึ่งยังคงขึ้นกับสภาพอากาศ เพราะทำงานกลางแจ้ง 2.ต้องใช้แบบหล่อที่มีราคาแพง ต้นทุนในด้านเครื่องมือจึงสูง 3.การตั้งแบบหล่อผนัง ต้องมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่มากทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย 4.แบบเหล็กมีน้ำหนักมาก จึงต้องใช้เครื่องจักรในการทำงานเท่านั้น 5.หากแบบหล่อผนังขาดการซ่อมบำรุง ผิวไม่เรียบ เมื่อหล่อผนังมาผิวก็จะไม่เรียบ จึงต้องทำการตกแต่งผิวผนังด้วยการทำSkim coat ทำให้เสียเวลามากขึ้น และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	**ข้อจำกัด** 1.ใช้เวลาในการทำงานมาก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคารมากขึ้นตาม 2.ต้องใช้ช่างปูนจำนวนมาก ดังนั้นงานจึงมีหลายคุณภาพ ต้องใช้การตรวจสอบอย่างละเอียด มิฉะนั้นปูนฉาบผนังอาจหลุดร่อนได้ 3.งานผนังก่ออิฐ เป็นเทคนิคการก่อสร้างแบบเปียก ทำให้บริเวณหน้างานสกปรก ต้องใช้ทีมงานและเวลามากในการเคลียร์พื้น หลังจากทำงานผนังเสร็จ 4.สิ้นเปลืองทรัพยากรเนื่องจากการสูญเสียของเศษวัสดุมีมาก 5.วัสดุที่ใช้ก่อไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน มาจากหลายแหล่ง คุณภาพจึงแตกต่างกัน 6.งานผิวผนังอาจมีการแตกร้าวได้ง่าย และ ทำให้มีปัญหาต่อการทาสี

6. <u>การนำระบบผนังรับน้ำหนัก และ ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปไปใช้ในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้น</u>

6.1. การใช้ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคารเหมาะกับอาคารชุด 8 ชั้น จะสามารถลดปัญหา อุปสรรคในการทำงานผนังภายนอกอาคาร และ ภายในลงได้

6.2. ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ใช้เวลาในการก่อสร้างอาคารน้อยกว่า ระบบผนังก่ออิฐ ดังนั้นในด้านธุรกิจ หากเวลาในการก่อสร้างลดลง จะสามารถเพิ่มรอบธุรกิจได้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการได้กำไรมากขึ้น

6.3. ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ใช้แรงงานน้อยกว่าระบบผนังก่ออิฐ ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ต้องอาศัยแรงงานที่มีทักษะความชำนาญ และมีประสบการณ์ในการทำงาน

6.4. ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ต้องมีการวางแผนการทำงานที่ดี และ จัดแผนการใช้เครื่องจักรหนัก

6.5. ระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เหมาะกับอาคารที่มีการก่อสร้างที่ซ้ำกันมากๆ ชิ้นส่วนมีรูปแบบและขนาดการผลิตที่เหมือนกัน จะลดต้นทุนลงได้มาก แต่ควรศึกษาทำความ

เข้าใจในรายละเอียดต่างๆ ของระบบให้ดีเสียก่อน เช่น เรื่องการออกแบบชิ้นส่วน การผลิต การขนส่ง การติดตั้ง การออกแบบรอยต่อ การเชื่อมยึด เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา และ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ กระบวนการก่อสร้าง ข้อดี ข้อจำกัด และ ปัญหาในการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอกของโครงการ 1 กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป เป็นผนังภายนอกของโครงการ 2 ได้ภาพรวมสรุปเป็นข้อสรุปสุดท้ายได้ว่า

ปัญหาส่วนใหญ่ของงานผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เกิดจากการขาดวิศวกรในการดูแลการติดตั้ง ส่งผลรุนแรงถึงขั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบโครงสร้างซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง

โครงการ 2 ที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน และ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 ที่ใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นผนังภายใน และ ระบบผนังก่ออิฐ เป็นผนังภายนอก ในด้าน ความยืดหยุ่นทางการตลาด ทักษะ และ ความแม่นยำในการก่อสร้าง ระยะเวลาก่อสร้างรวมของโครงการ จำนวนแรงงานที่ใช้ก่อสร้าง ต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตร.ม. อีกทั้งผู้ประกอบการเลือกระบบการก่อสร้างโดยจะผสมผสานกันระหว่างระบบ ทั้งนี้เพื่อให้ต้นทุนในการก่อสร้างไม่สูงมากนัก หรือ ลดต้นทุนในการก่อสร้าง และยังสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ประกอบการและผู้รับเหมา ที่ต้องการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบผนังให้เหมาะสมกับโครงการ หากพิจารณาการก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก มีรายละเอียดที่ควรพิจารณา ดังนี้

1.1 ต้นทุนการผลิตของงานระบบผนังรับน้ำหนัก สูงกว่าระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป และระบบผนังก่ออิฐ แต่ใช้ระยะเวลาในการทำงานน้อย ลดขั้นตอนการทำงานเสา หากต้องการลดต้นทุนลง ควรพัฒนาแบบหล่อให้มีความเรียบอยู่เสมอ เพื่อลดงานตกแต่งผิว จะช่วยประหยัดเวลา และ ต้นทุนลงไปได้

1.2 การติดตั้งวัสดุในผนัง ควรทำเป็นแบบสำเร็จทั้งชุดก่อน และ นำไปติดตั้ง เพื่อลดความผิดพลาดในขั้นตอนนี้ และงานจะมีความสวยงาม เป็นระเบียบ ซึ่งปัจจุบันเป็นการติดตั้งครั้งละชิ้น ชิ้นงานบางครั้งผิดตำแหน่ง หรือ ไม่ได้แนว

1.3 เนื่องจากงานระบบผนังรับน้ำหนักเป็นการหล่อคอนกรีตในที่ และหล่อตลอดแนวความยาวผนัง แบบหล่อแต่ละชิ้นมีน้ำหนักมาก ต้องใช้เครื่องจักรในการยกแบบมาติดตั้ง ดังนั้นการทำงานที่เป็นระบบมีความสำคัญมาก มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือ อาจทำให้งานล่าช้า จึงควรมีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อใช้ในการอบรมช่างฝีมือแรงงาน ให้มีความรู้ความเข้าใจก่อนการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

2. สำหรับผู้ประกอบการและผู้รับเหมา ที่ต้องการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบผนังให้เหมาะสมกับโครงการ หากพิจารณาการก่อสร้างด้วยระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูป มีรายละเอียดที่ควรพิจารณา ดังนี้

2.1 ควรใช้ระบบพิกัดในการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของระยะต่างๆ ซึ่งเป็นปัญหาในการติดตั้ง ทำให้ต้องแก้ปัญหาด้วยการทุบหรือสกัดจะทำให้ชิ้นงานมีความเสียหาย

2.2 การออกแบบอาคารไม่ควรมีความซับซ้อน เพราะจะก่อให้เกิดปัญหา ในการผลิตและการติดตั้งชิ้นส่วน

2.3 การติดตั้งชิ้นส่วนผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ควรมีวิศวกรในการดูแลขณะทำการติดตั้ง ทั้งนี้เนื่องจากช่างที่ทำการติดตั้ง ไม่มีความรู้ในด้านโครงสร้าง เมื่องานติดตั้งมีอุปสรรคติดตั้งไม่ได้ ก็จะทำการทุบสกัดงานโครงสร้างส่วนอื่น เช่น ทุบคาน หรือ พื้นระบบ Postension ทำให้ความแข็งแรงในโครงสร้างทั้งระบบสูญเสียไป

2.4 การออกแบบระบบการกันซึมน้ำบริเวณรอยต่อมีความสำคัญมาก และในทางปฏิบัติควรมีการตรวจสอบขณะทำการอุด Sealant ให้เป็นไปตามแบบ เพราะบางตำแหน่งของรอยต่อมีขนาดเล็กหรือแคบเกินไป ไม่สามารถใส่โฟมเส้น Backing Rod ลงไปได้ ที่ช่างอุด Sealant ก็จะทำการยิง Sealant ปิดหน้าไป แต่จุดนั้นอาจมีการรั่วซึมได้ โดยมองจากภายนอกจะไม่สามารถทราบได้ว่าระบบกันซึมนั้นสมบูรณ์หรือไม่

หากผู้ประกอบการ และ ผู้รับเหมาตัดสินใจเลือกใช้วิธีการก่อสร้างระบบผนัง โดยเน้นเฉพาะระยะเวลาในการก่อสร้างให้น้อยที่สุด เพียงอย่างเดียว ควร ใช้ระบบก่อสร้างดังนี้

1.งานพื้น ใช้ระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว (Bonded System)

2.งานผนังภายใน ใช้ ระบบผนังรับน้ำหนัก

3.งานผนังภายนอก ใช้ ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ที่ผลิตโดยโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยเฉพาะจากภายนอกหน่วยงาน

จากผลการศึกษา ทั้ง 3 ระบบข้างต้นเป็นระบบการก่อสร้างที่ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด โดยไม่ใช้การระบบผนังก่ออิฐทั้งผนังภายใน และ ภายนอก ทั้งนี้เพราะระบบผนังก่ออิฐใช้ระยะเวลาก่อสร้างมาก แต่ ทั้ง 3 ระบบข้างต้น มีข้อจำกัด คือ ราคาค่าก่อสร้างจะสูงมาก หากมีผู้สนใจใช้ระบบดังกล่าวมากขึ้น และ มีการศึกษาทางวิศวกรรมในเรื่องความเป็นไปได้ในการรวมระบบทั้ง 3 เข้าด้วยกัน เชื่อว่า สามารถลดต้นทุนการก่อสร้างลงได้

3. สำหรับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อที่พักอาศัย ผู้บริโภคควรคำนึงถึงความปลอดภัยในอาคารชุดที่สร้างขึ้น โดยต้องพิจารณาว่าอาคารดังกล่าวมีขั้นตอนการตรวจสอบการก่อสร้างโดยวิศวกรอย่างแท้จริงหรือไม่ อาจทำได้โดยหมั่นตรวจสอบตลอดระยะเวลาในการก่อสร้าง ไม่ใช่ตรวจสอบเฉพาะขั้นตอนส่งมอบอาคาร ทั้งนี้หากเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร ผู้บริโภคจะไม่สามารถรับรู้ได้เลย และ จะส่งผลให้เกิดอันตราย และ สูญเสียทรัพย์สินในภายหลัง

4. การตัดสินใจเลือกลงทุนในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์สำหรับผู้ที่สนใจ ต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ของผู้ลงทุนว่า เน้นในเรื่องใด เช่น เน้นในเรื่องระยะเวลาการก่อสร้างเท่านั้น ซึ่งอาจใช้ในช่วงที่ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์รุ่งเรือง มีอุปสงค์สูง ก็ควรใช้ระบบก่อสร้างที่ใช้ระยะเวลาก่อสร้างน้อยในทุกขั้นตอน แต่ ก็มีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนก็จะสูงในทุกขั้นตอนเช่นกัน

หากต้องการเน้นระยะเวลาก่อสร้างและต้นทุน ก็ควรใช้ระบบการก่อสร้างแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนไม่ให้สูงมาก และ ลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้อย่างเหมาะสม

5. จากข้อสรุป และ วิเคราะห์ผลการศึกษา สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าและเป็นพื้นฐานสำหรับผู้ประกอบการ หรือ ผู้ที่สนใจเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้สอดคล้องกับความต้องการต่อไป ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นข้อสรุป และ

วิเคราะห์ผลโดยอ้างอิง และ สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่เคยมีมา และเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น ทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าและเป็นพื้นฐานต่อไป

6. ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย ที่ภาครัฐควรมีส่วนในการดูแล และ ควบคุมการก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมักไม่มีการควบคุมดูแลในกระบวนการผลิตและติดตั้ง โดยช่างที่ก่อสร้างไม่มีความรู้ในทางโครงสร้าง ทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และส่งผลให้เกิดอันตรายโดยที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้เลย ดังนั้นภาครัฐจึงควรออกกฎหมายที่รัดกุมขึ้น ให้ทุกโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีวิศวกรอยู่ประจำหน้างานเพื่อตรวจสอบการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบมาตรฐาน อีกทั้งให้วิศวกรเป็นผู้ทำแบบรายละเอียดติดตั้งหน้างาน เพื่อใช้ในการตรวจสอบต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่า ระบบการก่อสร้างแต่ละชนิดมีทั้งข้อดี และ ข้อจำกัด จึงควรมีการศึกษา ดังนี้

1. การก่อสร้างอาคารชุดที่ใช้ระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบผนังรับน้ำหนักและระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดภายหลัง ระบบมีแรงยึดเหนี่ยว (Bonded System) เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารชุดเดียวกัน

2. การก่อสร้างอาคารชุดที่ใช้ระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อใช้ทั้งภายในอาคารและ ภายนอกอาคาร ไปพร้อมๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นอาคารชุดที่มีความสูงไม่เกิน 23 เมตร หรือ เกินกว่า 23 เมตรขึ้นไปก็ตาม เพราะว่าระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบนั้น จะทำให้ลดแรงงาน เวลา หากทำเป็นระบบอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย จะทำให้ราคาลดลงได้ ซึ่งเป็นการลดข้อจำกัดของงานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คเชนท์ สุริยาวงศ์. ระบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนักโดยผู้ประกอบการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย, 2550.

จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. เอกสารคำสอนการก่อสร้างอาคาร 4. ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549. (อัดสำเนา)

จรูญพันธ์ บรรจงภาค. เอกสารประกอบการเรียนการสอนเรื่อง Wood Construction 240121 ผนังไม้. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549. (อัดสำเนา)

จันทรา ณ ลำพูน. ปทานุกรมศัพท์ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมและช่างก่อสร้าง. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, 2539.

จิรวัฒน์ ดำริอนันต์. การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพ ฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอน Housing Construction Technology. ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550. (อัดสำเนา)

ทัศนัย ธรรมศิริ และ ธีร เทพพรหม. การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม. โครงงานวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550. (อัดสำเนา)

ที่ดินดอทคอม. ส.อาคารชุดไทยเร่งวิจัยผู้บริโภค คุมเกมคอนโด ฯ โอเวอร์ซัพพลาย[Online], แหล่งที่มา : http://www.teedinn.com/news_detail.asp?nid=633. [5 กรกฎาคม 2551]

ธฤษวรรณ บัวมาศ. เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างสำเร็จรูประบบเสา คานและระบบผนังรับน้ำหนักที่นำมาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนแถว : กรณีศึกษา หมู่บ้านกานดา สมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

นาวิน นาคะศิริ. ศึกษาและเปรียบเทียบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาผู้ประกอบการซื้อสำเร็จจากโรงงานผลิตกับผลิตในที่ก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้านพิจารณาในด้านรูปแบบและเทคโนโลยีก่อสร้าง [Online]. 2550. แหล่งที่มา : http://se-ed.net/winyou/index.html. [5 กรกฎาคม 2551]

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

พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543).

รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์ (เล่มที่ 1) สรุปผลการศึกษา โครงการศึกษาการดำเนินงานสร้างที่อยู่อาศัย โครงการบ้านเอื้ออาทร โดยระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร: อาคารแฟลต 5 ชั้น (F6-33B), 2548.

รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง. เปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบสำเร็จรูปกับระบบปกติ : กรณีศึกษาโครงการซื่อตรงรังสิต คลอง 3 จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

โสภณ แสงไพโรจน์. เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย, 2520. (อัดสำเนา)

ศุภชัย ไชยน. เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร : กรณีศึกษาลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการซิตี้ สมาร์ทคอนโด (ปทุมวัน). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา. ศัพท์วิทยาการวิศวกรรมโยธา. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2544.

ภาษาอังกฤษ

Chookiat Nimmannit. PC Construction Method in Japan. Seminar on Development of PC Construction Method, Alexander Hotel, Ramkhamhaeng Road, Bangkapi, Bangkok, 9-10 September, 1998.

David A Sheppard, William R Phillips. Plant-Cast Precast & Prestressed Concrete: A Design Guide. USA : Mcgraw-Hill Publishing Company, 1989.

Gmbh, Bauverlag, Wiesbaden and Berlin. Precast Concrete. 3rd ed. USA : Michigan, 1968.

Tortrakul Yomnak. Industrialization of Housing Construction for Thailand.
1973 : 44-47.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก คำศัพท์วิชาการ

อาคารชุด[1] หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกเป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์ส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์ส่วนกลาง

ผนัง[2] หมายถึง ส่วนก่อสร้างในด้านตั้งซึ่งกั้นด้านนอกหรือระหว่างหน่วยของอาคารให้เป็นหลังหรือเป็นหน่วยแยกจากกัน

ผนังภายนอก[3] (Exterior wall) หมายถึง ผนังที่ทำหน้าที่หลักในการป้องกันพื้นที่วัสดุสิ่งของ และผู้ที่อาศัยอยู่ภายในอาคารจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อากาศร้อน อากาศหนาว ลมพายุ ฝน แสงแดด และความชื้น ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อสภาพแวดล้อม

ผนังภายใน[4] (Interior wall) หมายถึง ผนังที่ทำหน้าที่หลักในการแบ่งกันพื้นที่ภายในอาคารให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยนั้นๆ ผนังภายในที่ดีควรจะออกแบบให้ใช้วัสดุที่สามารถดูดซับเสียงได้ดีพอสมควร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเสียงรบกวนระหว่างห้องที่อยู่ติดกัน

ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป[5] หมายถึง ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปผลิตเป็นชิ้นส่วนประกอบจากโรงงาน ใช้เป็นผนังภายนอกหรือผนังภายใน อาจใช้เป็นผนังโครงสร้างหรือใช้เป็นเปลือกหุ้มอยู่ภายนอกอาคาร (Cladding) ก็ได้

ผนังรับน้ำหนัก[6] (Load Bearing Wall) หมายถึง โครงสร้างผิวราบแข็งแกร่ง สามารถรับน้ำหนักได้ทั้งทางแนวดิ่งและน้ำหนักแนวราบ (แรงลมและแผ่นดินไหว) ตามความยาวผนัง การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆ กัน

ผนังก่ออิฐ[7] หมายถึง ผนังก่ออิฐฉาบปูน

---

[1] พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543)

[2] เรื่องเดียวกัน

[3] จรูญพันธ์ บรรจงภาค, "Wood Construction 240121ผนังไม้," เอกสารประกอบการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[4] เรื่องเดียวกัน

[5] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "การก่อสร้างอาคาร 4," เอกสารคำสอน_ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[6] ชวลิต นิตยะ, "Housing Construction Technology," เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[7] จรัญพัฒน์ ภูวนันท์จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, "การก่อสร้างอาคาร 4," เอกสารคำสอนภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2549. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Concrete)[8] หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนในสถานที่ใดๆ ก่อน (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง

ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication)[9] หมายถึง อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน

คำศัพท์วิทยาการวิศวกรรมโยธา[10]

Air void	โพรงอากาศ
Alignment	การวางแนว แนว
Anchorage	ที่ยึด แท่นยึด
Bar	เหล็กเส้น ท่อน เส้น (เหล็ก)
Beam	คาน
Bearing	การรับแรงแบกทาน
Bench mark	หมุดรังวัด
Bolt	สลักเกลียว
Brick	อิฐ
Cast-in-situ	หล่อในที่
Cement	ปูนซีเมนต์ วัสดุประสาน
Cladding	ฝานอก การหุ้มผิว
Clearance	ช่องว่าง
Collapse	พังทลาย
Column	เสา
Component	ส่วนประกอบ
Compressive strength	กำลังอัด
Concrete	คอนกรีต

[8] David A Sheppard, William R Phillips, Plant-Cast Precast & Prestressed Concrete: A Design Guide (USA : Mcgraw-Hill Publishing Company,1989)

[9] Gmbh, Bauverlag, Wiesbaden and Berlin, Precast Concrete, 3rd ed. (USA: Michigan, 1968)

[10] คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา. ศัพท์วิทยาการวิศวกรรมโยธา. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2544.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Concrete pump	เครื่องลำเลียงคอนกรีตด้วยแรงดัน
Condominium	อาคารชุด
Covering	ระยะหุ้ม
Crack	รอยแตก
Crane	ปั้นจั่น รถยก รถเครน
Curing	การบ่ม
Curtain-wall	ผนังรอบ ผนังกระจก
Dead load	น้ำหนักบรรทุกคงที่
Foundation	ฐานราก
Grout	เกราท์ น้ำปูนหรือวัสดุอื่นที่ใช้อัดฉีดเพื่ออุดรู หรือเพิ่มคุณสมบัติวัตถุ
Hollow core slab(floor)	แผ่นพื้นสำเร็จรูปชนิดกลวง
Hydraulic jack	แม่แรงไฮดรอลิค แม่แรงน้ำมัน
In-situ	ในที่
Lean concrete	คอนกรีตหยาบ
Live load	น้ำหนักบรรทุกจร
Load bearing wall	กำแพงรับน้ำหนัก
Mortar	มอร์ต้าร์ ปูนสอ
Panel wall	ผนัง แผง
Pile	เข็ม เสาเข็ม
Pile foundation	ฐานรากระบบเสาเข็ม
Plastering	ฉาบปูน
Precast concrete	คอนกรีตหล่อสำเร็จรูป
Prefabrication	การประกอบสำเร็จรูปก่อน
Screed	เครื่องปาดผิวหน้า(คอนกรีต)
Sealant	สารผนึกกันน้ำ
Shear key	สลักรับแรงเฉือน
Shrinkage	การหดตัว
Tolerance	ส่วนที่ยอมให้ได้
Vibrator	เครื่องสั่น เครื่องเขย่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Void	โพรง ช่องอากาศ
Wall	ผนัง กำแพง
Water cement ratio	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์
Wire mesh	ลวดเหล็กตะแกรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวอินทิรา บางภิภพ

ที่อยู่ 49/80 หมู่ที่ 19 แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร

การศึกษา - จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2530

- เข้าศึกษาต่อหลักสูตรเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2550

การทำงาน ปัจจุบัน ตำแหน่งผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ บริษัท เกรซ พารากอน จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย