การจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป
: กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ

นายกรณ์ภวิษย์ คูศุภรเจริญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONSTRUCTION MANAGEMENT OF EXTERIOR PRECAST CONCRETE WALL SYSTEM : A CASE STUDY OF LOW RISE RESIDENTIAL CONDOMINIUMS

Mr. Kornphavit Kusuporncharoen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป: กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ
โดย	นายกรณ์ภวิษย์ คูศุภรเจริญ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวร์ เจริญพงศ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรณ์ภวิษย์ คูศุภรเจริญ : การจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป: กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ (CONSTRUCTION MANAGEMENT OF EXTERIOR PRECAST CONCRETE WALL SYSTEM: A CASE STUDY OF LOW RISE RESIDENTIAL CONDOMINIUMS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. นท.ไตรวัฒน์ วิรยศิริร.น., 106 หน้า.

ปัจจุบันการขยายตัวทางธุรกิจอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ หรือ Low Rise เป็นอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น เพราะมีข้อจำกัดในการก่อสร้างน้อยกว่าอาคารขนาดใหญ่ และมีความรวดเร็วในการก่อสร้าง การลดต้นทุนในการก่อสร้างอาคาร จึงเป็นปัจจัยหลักของโครงการประเภทนี้ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิม กับการก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรมนั้น การก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรมมีความรวดเร็วในการทำงาน ลดปัญหาด้านแรงงาน และลดการสิ้นเปลืองวัสดุได้อย่างมาก โดยเฉพาะระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ที่นิยมใช้มากในโครงการอาคารชุดพักอาศัยเวลานี้

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับอาคารชุดพักอาศัยแบบ Low Rise โครงการประเภทเดียวกัน 2 โครงการ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนงานก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป และได้ทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 โครงการ เพื่อหาแนวทางการจัดการก่อสร้างให้มีความเหมาะสมในทางธุรกิจ โดยวิธีการศึกษาโครงการ การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ จากแหล่งข้อมูลที่เป็นเอกสาร หนังสือ บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำการศึกษาเก็บข้อมูลปฐมภูมิ จากการเก็บข้อมูล สำรวจสอบถาม และการสัมภาษณ์โครงการประเภทเดียวกัน 2 โครงการ โครงการแรกเป็นโครงการที่ใช้ระบบการก่อสร้างประเภทนี้เป็นหลัก และโครงการที่สอง เป็นโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบนี้ เพื่อให้เห็นปัญหา และรูปแบบที่เหมาะสม โดยการเก็บข้อมูลเป็น 3 กลุ่มคือ 1) ผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ 2) ผู้ออกแบบผนังสำเร็จรูปภายนอกอาคาร 3) ผู้รับเหมาก่อสร้างผนังสำเร็จรูปภายนอกอาคาร

จากการศึกษาเปรียบเทียบสรุปได้ว่า โครงการที่ 2 เป็นโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบนี้ โดยปัญหาของระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ส่วนใหญ่มากจากขั้นตอนในการจัดการงานก่อสร้าง เพราะยังขาดความเข้าใจในขั้นตอน ของระบบก่อสร้างประเภทนี้ ได้แก่ ปัญหาของการวางแผนขั้นตอนการออกแบบ คือการออกแบบผนังสำเร็จรูป ตามแบบขออนุญาตก่อสร้างเดิมที่ออกแบบไว้เป็นผนังก่ออิฐ แล้วจึงทำการเปลี่ยนมาใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป รวมถึงการออกแบบใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสมกับขนาดชิ้นส่วนผนัง ซึ่งพบว่าผลการออกแบบดังกล่าว มีจำนวนชิ้นส่วนของผนังสำเร็จรูปจำนวนมาก จึงทำให้เกิดรอยต่อของผนังมาก จึงใช้เวลาการติดตั้งนานกว่า 95% ของโครงการที่ 1 และปัญหาการวางแผนการติดตั้งไม่สอดคล้องกับเครื่องจักร ที่ทำให้ต้องเพิ่มเครื่องจักร และเวลาการติดตั้งจึงมากขึ้น

ข้อเสนอแนะของผู้ศึกษาวิจัย ได้นำผลการศึกษาจากการเปรียบเทียบทั้ง 2 โครงการมาทดลองปรับสภาพทางกายภาพในโครงการที่ 2 พบว่าจากการปรับสมดุลให้สอดคล้องตามแนวทางการจัดการด้านการออกแบบ และเครื่องจักร ทำให้โครงการที่ 2 ลดปริมาณชิ้นส่วน ได้ 19% สามารถลดเครื่องจักรที่เพิ่มได้ และเวลาการก่อสร้างลดลง 23% จากระยะเวลาก่อสร้างเดิม จึงเห็นได้ว่าการศึกษาการวางแผนการจัดการโครงการก่อนการก่อสร้างประเภทนี้ สามารถนำมาเป็นแนวทางการลดปัญหาดังกล่าวได้ เพื่อให้ทุกฝ่ายเข้าใจถึงลักษณะการทำงาน ขั้นตอนในการจัดการแผนงาน และเกณฑ์ในการพิจารณาการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ในการลดค่าใช้จ่าย และเวลาของปัญหาดังกล่าวนั้นได้อย่างเหมาะสม

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5773301025 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: CONSTRUCTION OF PRECAST WALL PANAL SYSTEMS / CONDOMINIUM LOW RISE BUILDING. / CONSTRUCTION INDUSTEY. / PRECAST CONCRETE SYSTEMS.

KORNPHAVIT KUSUPORNCHAROEN: CONSTRUCTION MANAGEMENT OF EXTERIOR PRECAST CONCRETE WALL SYSTEM: A CASE STUDY OF LOW RISE RESIDENTIAL CONDOMINIUMS. ADVISOR: ASSOC. PROF. CDR.TRAIWAT VIRYASIRI, RTN, 106 pp.

Nowadays, the residential flat business or Low Rise condominium, which is not higher than 8 floor building, is expanding because of the lesser restrictions than the high building and the lesser time consuming in construction. The main factor for constructing Low Rise condominium are cost and time reduction. When compare the construction cost of traditional construction with the construction industry system, the construction of the industrial system can add speed of work, reduces labor and minimizes material consumption greatly, especially the concrete wall system for the external part of the building which is the most popular in the construction system now.

The purposes of the studies of building construction with the concrete wall system for the external part of building for the Low Rise condominium in the 2 similar projects are for analyzing the problems of the process of using concrete wall for the external part of the building, compare the problems of both projects and finding the solutions for the problems by gathering the secondary information from the researches, books, and the primary information from interviewing 2 similar projects; first, the project which is using the concrete wall for external part of building for the main method, and the second project which just start using this method recently. For the best point of view of this method, I collect the information from 3 sources 1) The Construction Project Managers 2) The designer of concrete wall for the external part of the building 3) The constructors.

For the result from comparing both projects, the second project which just start using the concrete wall‘s main problem comes from the process of planning because the lack of understanding the process of construction of external wall. The problem of planning is the wall designing process following the signed floor plan. Firstly, the projects and design is for the traditional method but the project manager change to use the external concrete wall and the machine available. There are lots of numbers of the component of the wall makes many of the joints of wall leading to much time consuming more than the first project about 95% and the problem in the planning process do not along with the production and the capacity of the machine.

The writer compare both project and trial the condition in the second project and found that the adjustment of the planning to be more balances in designing and the capacity of the machine makes the second project reduce the material usage for 19% and reduce the usage of machine and time consuming for 23%. It can be seen that, the planning before the construction of Low Rise condominium can be the guidelines for reducing the problems and to educate all concerns about the procedure of constructing, planning stage and the basis of the decision made for the project about using the construction of the industrial system to reduce the cost and time consuming.

Department: Architecture
Field of Study: Architecture
Academic Year: 2016

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออันดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยชี้แนะแนวทาง คอยดูแลการทำวิจัยอย่างใกล้ชิด รวมทั้งให้คำปรึกษาและชี้แนวทางการแก้ไขปัญหาระหว่างการทำงานเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รวมถึงในการสำรวจและเก็บข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แอล.พี.เอ็น. ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) โครงการลุมพินี ทาวน์ชิป รังสิต-คลอง จัดสร้างโดยบริษัท ไตรกรุ๊ป รัชดา จำกัด คุณพิสุทธิ์ ขุมทอง. ผู้จัดการโครงการ ประจำโครงการก่อสร้างLPN บริษัท มีสไตล์ พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด คุณวัลลพ ออมสิน , คุณ รัตนศักดิ์ ศรีวิจารย์ ผู้จัดการโครงการ ฝ่ายงานก่อสร้างและควบคุม และ หน่วยงานต่างๆที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์เรื่องข้อมูลเป็นอย่างดีสุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ คอยสนับสนุนในทุกๆด้านเสมอมา รวมถึงครูอาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทความรู้ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ขอบคุณเพื่อนปริญญาโทๆทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆและคำปรึกษาที่ดีเสมอมา อันช่วยให้ผู้วิจัยสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.6 วิธีการวิจัย 5
1.7 วิธีดำเนินงานวิจัย 6
1.8 คำกำจัดความในงานวิจัย 6
บทที่ 2 8
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 ความเป็นมาและความหมายของการก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีตสำเร็จรูป 8
2.2 ขั้นตอนในการทำงานการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป 11
2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 18
2.4 การวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป 21
2.5 ประโยชน์ของการเลือกใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป 23
2.6 วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง 24
บทที่ 3 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

วิธีดำเนินงานวิจัย 29
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 29
3.2 การเลือกโครงการที่มาใช้ในงานวิจัย 30
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 32
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 32
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย 32
3.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 33
บทที่4 35
รายละเอียดโครงการ 35
4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา 36
4.1.1 รายละเอียดโครงการที่ 1 ทำการศึกษาโครงการที่ใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารประเภทนี้เป็นหลักมาตลอดและมีความเชี่ยวชาญสูง 36
4.1.2 รายละเอียดโครงการที่ 2 ทำการศึกษาโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารประเภทนี้ 47
บทที่5 61
ผลการศึกษาวิจัย 61
5.1 สรุปผลการศึกษาทฤษฎีในงานก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 62
5.2 ผลการศึกษาการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1 66
5.3 ผลการศึกษาตามการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการที่ 2 69
5.4 การเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 71
5.5 สรุปผลจากเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 6 86
สรุปผลและข้อเสนอแนะ 86
6.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลองปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุลได้ดังนี้ 88
6.2 สรุปผลการอภิปราย 90
6.3 ข้อเสนอแนะโครงการ 91
6.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 93
รายการอ้างอิง 94
ภาคผนวก 95
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนอาคารจำแนกตามรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัย 1

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของงานก่อสร้างตามแผนงานต่างๆที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 1 62

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆของงานก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 1 62

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของการก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษางานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ 1 63

ตารางที่ 5 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของงานก่อสร้างตามแผนงานต่างๆที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 2 64

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆของงานก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 2 64

ตารางที่ 7 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของการก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษางานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ 2 65

ตารางที่ 8 แสดงสรุปปัจจัยที่ได้จากผลการศึกษาโครงการที่ 1 68

ตารางที่ 9 แสดงสรุปปัจจัยที่ได้จากผลการศึกษาโครงการที่ 2 70

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบสรุปข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ 71

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบสรุปข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ(ต่อ) 72

ตารางที่ 12 แสดงผลสรเปการเปรียบเทียบข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ 73

ตารางที่ 13 แสดงการรวมชิ้นส่วนที่ติดกันและสามรถเชื่อมต่อกันได้ใน 1 ชั้นโดยเรียงตามตามรูปด้าน 76

ตารางที่ 14 แสดงการรวมชิ้นส่วนที่ติดกันและสามรถเชื่อมต่อกันได้ใน 1 ชั้นโดยเรียงตามตามรูปด้าน(ต่อ) 76

ตารางที่ 15 แสดงสรุปข้อมูลผนังสำเร็จรูปโดยปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุล 87

ตารางที่ 16 แสดงสรุปการพิจารณาความสัมพัธุ์ของการใช้ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปในช่วงการพิจารณาช่วงเริ่มครงการและเริ่มการออกแบบอาคาร 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ภาพแสดงตัวอย่างอาคารเหล็กคริสตัลพาเลซ ออกแบบโดย โจเซฟแพ็กตัน 1857 และได้ถูกไฟไหม้ 9
ภาพที่ 2 ภาพแสดงมาตรฐานรูปตัดที่ใช้ในระบบของวอลเตอร์ โกเปียร์ส 9
ภาพที่ 3 ภาพแสดงผังขั้นตอนการออกแบบ 12
ภาพที่ 4 ภาพแสดงผังขั้นตอนการหล่อชิ้นส่วน 14
ภาพที่ 5 ภาพแสดงผังขั้นตอนการจัดส่ง 15
ภาพที่ 6 แสดงแผนภูมิคอนโดมิเนียมที่เปิดขายในกรุงเทพมหานคร 30
ภาพที่ 7 แสดงประเภทอาคารเทียบกับช่วงราคาของสถานะทางธุรกิจประเภทนี้ 31
ภาพที่ 8 แสดงผังการวิธีดำเนินการวิจัย 34
ภาพที่ 9 แสดงผังการศึกษาข้อมูลโครงการ 35
ภาพที่ 10 แสดงผังการศึกษาขั้นตอนการจัดการโครงการในช่วงต่างๆ ของโครงการที่ 1 37
ภาพที่ 11 แสดงผังโครงการ และอาคารที่ทำการศึกษาโครงการที่ 1 37
ภาพที่ 12 แสดงบรรยากาศโครงการจริงโครงการที่ 1 38
ภาพที่ 13 แสดงการศึกษาผังการจัดการขั้นตอนออกแบบและก่อสร้างชิ้นส่วนผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 1 39
ภาพที่ 14 แสดงการศึกษาเส้นทางเข้าออกและพื้นที่โดยรอบโครงการที่ 1 40
ภาพที่ 15 แสดงการศึกษาขนาด และลักษณะรูปทรงอาคารโดยรอบโครงการที่ 1**Error! Bookmark not defined.**
ภาพที่ 16 แสดงการศึกษาตำแหน่งเครื่องจักร และระยะการทำงานของเครื่องจักรโดยรอบอาคารโครงการที่ 1 41
ภาพที่ 17 แสดงทาวน์เวอร์เครนที่ใช้ในโครงการระยะการทำงานโดยรอบอาคาร**โครงการที่ 1** 41
ภาพที่ 18 แสดงการศึกษาตารางแผนการติดตั้งผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 1 42
ภาพที่ 19 แสดงการศึกษาลักษณะชิ้นส่วนผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 1 43
ภาพที่ 20 แสดงการศึกษาผังชั้นล่างอาคาร 44
ภาพที่ 21 แสดงการศึกษาผังคานชั้นล่างสำหรับติดตั้งผนังสำเร็จรูป 44
ภาพที่ 22 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านหน้าอาคารฝั่งทิศใต้ 44
ภาพที่ 23 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านหลังอาคารฝั่งทิศเหนือ 45
ภาพที่ 24 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านข้างอาคารฝั่งตะวันออก 45

ภาพที่ 25 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านข้างอาคาฝั่งตะวันตก 45
ภาพที่ 26 แสดงการศึกษาขั้นตอนการติดผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 1 46
ภาพที่ 27 แสดงผังการศึกษาแผนผังขั้นตอนการจัดการโครงการในช่วงต่างๆของโครงการที่ 2 48
ภาพที่ 28 แสดงการศึกษาผังการจัดการขั้นตอนออกแบบ และก่อสร้างชิ้นส่วนผนังภายนอกสำเร็จรูป โครงการที่ 2 49
ภาพที่ 29 แสดงการศึกษาเส้นทางเข้าออกและพื้นที่โดยรอบโครงการที่ 2 50
ภาพที่ 30 แสดงการศึกษาขนาด และลักษณะรูปทรงอาคารโดยรอบโครงการที่ 2 50
ภาพที่ 31 แสดงการศึกษาตำแหน่งเครื่องจักร และระยะการทำงานของเครื่องจักรโดยรอบอาคารโครงการที่ 2 51
ภาพที่ 32 แสดงการศึกษาแผนการติดตั้งผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 2 52
ภาพที่ 33 แสดงการศึกษาลักษณะชิ้นส่วนผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 2 53
ภาพที่ 34 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 1 **โครงการที่ 2** 54
ภาพที่ 35 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 2 โครงการที่ 2 54
ภาพที่ 36 แสดงแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 4-6 **โครงการที่ 2** 55
ภาพที่ 37 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 8 โครงการที่ 2 55
ภาพที่ 38 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านหน้าอาคาร **โครงการที่ 2** 56
ภาพที่ 39 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านหลังอาคาร **โครงการที่ 2** 56
ภาพที่ 40 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านข้างอาคาร **โครงการที่ 2** 57
ภาพที่ 41 แสดงการศึกษาแบบแปลนผนังสำเร็จรูป **โครงการที่ 2** 57
ภาพที่ 42 แสดงการศึกษาแบบแปลนพื้นอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูป ชั้น 8 **โครงการที่ 2** 58
ภาพที่ 43 แสดงการศึกษาแบบรูปด้านหน้าอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูป **โครงการที่ 2** 58
ภาพที่ 44 แสดงแบบรูปด้านหลังอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูป**โครงการที่ 2** 59
ภาพที่ 45 แสดงแบบรูปด้านข้างอาคารทั้ง 2 ด้านสำหรับผนังสำเร็จรูป โครงการที่ 2 59
ภาพที่ 46 แสดงการศึกษาขั้นตอนการติดผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 2 60
ภาพที่ 47 แสดงผังแนวทางการศึกษาโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 ตามข้อมูลการศึกษา 61
ภาพที่ 48 แสดงผังแนวทางสรุปการศึกษาโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 61
ภาพที่ 49 แสดงการทดลองปรับประสิทธิภาพเครื่องจักร เพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้เหมือนกันใน โครงการที่ 2 จากขนาดแขน 45 เมตรเป็น 50 เมตร 74

ภาพที่ 50 แสดงการทดลองปรับความหนาของชิ้นส่วนเปรียบเทียบโดยการศึกษาชิ้นส่วน 75

ภาพที่ 51 แสดงการทดลองรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งรูปด้านหน้า 77

ภาพที่ 52 แสดงภาพรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ของชิ้นส่วน A และB 77

ภาพที่ 53 แสดงการทดลองรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งรูปด้านข้าง 78

ภาพที่ 54 แสดงภาพรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ของชิ้นส่วน C,D และB..... 78

ภาพที่ 55 แสดงสรุปปริมาณคอนกรีตใน 1 ชั้นของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตที่สามารถลดน้ำลงหนักได้..... 88

ภาพที่ 56 แสดงสรุปปริมาณชิ้นส่วนใน 1 ชั้นของชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปทั้งหมดที่สามารถลดลงได้ 89

ภาพที่ 57 แสดงสรุปปริมาณวันในการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตที่ลดลงได้..... 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลังจากที่พระราชบัญญัติ “อาคารชุด” ได้ก่อกำเนิดในปีพ.ศ. 2522 ประกอบกับราคาที่ดินในกรุงเทพฯได้ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นมาก ทำให้เกิดการพัฒนาอาคารอยู่อาศัยในแนวสูงจำนวนมาก โดยเฉพาะใน 30 ปีที่ผ่านมารูปแบบ “อาคารชุด” ในประเทศไทยได้มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่างๆมากมาย

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนอาคารจำแนกตามรูปแบบของอาคารชุดพักอาศัย

ปี	รูปแบบอาคาร	
	low rise	high rise
2548	24	19
2549	45	17
2550	42	20
2551	55	34
2552	29	35
2553 *	61	53
ยอดรวม 2548-2553	256	178

ที่มา : บริษัทเอเจนซี่ฟอร์เรียลเอสเตทแอฟแฟร์จำกัด*ข้อมูล ณ พ.ย. 2553

ถ้าลองมาพิจารณาจากข้อมูลของ “อาคารชุด” ที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จในช่วง 6 ปีย้อนหลังจากสถิติการจดการจดทะเบียน“อาคารชุด” ในกทม. ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2538-2553 จากสถิติการสำรวจรูปแบบ“อาคารชุด” ของ Agency for Real Estate Affairs ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2548 - 2553 พบว่ามีอาคาร Low Rise (จำนวนไม่เกิน 8 ชั้น) มี 256 อาคาร มีอาคารที่เกิน 8 ชั้นขึ้นไปเพียง 178 อาคาร ซึ่งเหตุผลหลักเป็นเพราะที่ดินที่ใช้ก่อสร้างอาคาร High Rise ต้องมีที่ดินติดถนน และมีความกว้างกว่า 10 เมตร จึงเป็นที่ดินที่มีราคาสูง ประกอบกับค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรของอาคารแบบ Low Rise จะต่ำกว่า ใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่าอาคารแบบ High Rise จึงเป็นเหตุผลที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่เลือกที่จะสร้างอาคารเพียง 8 ชั้น[1] สำหรับอาคารชุดแนวราบ หรือแบบ Low Rise (ไม่เกิน 8 ชั้น) ที่

[1] อาคารชุดที่อยู่อาศัย ในประเทศไทย,เข้าถึงเมื่อ10กรกฎาคม2558จาก www.ghbhomecenter.com/... hp?file=0931Mar11k0R36Xz.pdf

ผ่านมาจะเห็นได้ว่าในประเทศไทยได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมากอย่างชัดเจน รวมถึงเจ้าของโครงการเองที่ไม่ใช่ผู้ประกอบการขนาดใหญ่ก็สามารถพัฒนาตนเองเพื่อการแข่งขันกับผู้ประกอบการรายใหญ่ในธุรกิจประเภทนี้

ซึ่งรูปแบบการก่อสร้างของระบบสำเร็จรูปในปัจจุบันมีทั้งระบบก่อสร้างระบบสำเร็จรูป เต็มรูปแบบ และแบบผสม (จุติ ใคร่ครวญ 2551: 4) กล่าวไว้ว่า การก่อสร้างอาคารด้วยคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้าง โดยวิธีการใช้ระบบดังนี้

ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) คือการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication) คือการก่อสร้างอาคารที่ผลิตชิ้นส่วนอาคารออกเป็นส่วนๆ แล้วนำมาติดตั้งประกอบกัน ณ ที่ก่อสร้าง หรือผลิตจากโรงงานแล้วเสร็จสามารถเคลื่อนย้ายและนำไปใช้สอยได้ทันที ทั้งนี้วัสดุจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้

ระบบการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precasting in Reinforced Concrete) คือ การหล่อคอนกรีตที่มีการเสริมเหล็ก เพื่อให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ ตามรูปทรงของแม่แบบ (Mould Shape) ที่สร้างไว้ ซึ่งการเสริมเหล็กจะกระทำไปพร้อมกับการหล่อแบบคอนกรีต การหล่อแบบดังกล่าวอาจจะเป็นการหล่อจากโรงงาน หรือการหล่อในบริเวณหน่วยก่อสร้าง ซึ่งมีผู้ประกอบการเฉพาะรายเท่านั้น

ในส่วนผู้ประกอบการทั่วไป นิยมใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มาใช้งานก่อสร้างมากขึ้น เพราะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็ว เนื่องจากผลิตในระบบโรงงานนำไปประกอบติดตั้งทำได้สะดวก รวดเร็วและปลอดภัยกว่าการหล่อคอนกรีตในที่ ซึ่งชิ้นส่วนหล่อสำเร็จรูปที่นิยมนำใช้มากที่สุด คือผนังภายนอกอาคาร เป็นองค์ประกอบหลักของอาคารในการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีแนวโน้มว่าจะมีการพัฒนารูปแบบ ขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับระบบก่อสร้างเดิม หรือระบบ สำเร็จรูปชนิดอื่นๆ ให้สูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาการจัดการงานก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นส่วนหนึ่ง ในการหาแนวทางการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความสามารถของผู้ประกอบการในการแข่งขันในด้านธุรกิจที่ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ ในการแข่งขันด้านธุรกิจอาคารชุดแบบ Low Rise ราคาขายต่อตารางเมตร ที่มีความแตกต่างค่อนข้างมาก สำหรับผู้ประกอบการที่มีความชำนาญ ในการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากปัจจัยทางด้านต้นทุนและเวลาของงานก่อสร้างอาคาร เป็นส่วนหนึ่ง ใน

กำหนดราคาขาย รวมถึงปัจจัยอื่นๆเช่น ด้านทำเลที่ตั้งอาคาร,การออกแบบ,วัสดุ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สอดคล้องต่อการเลือกซื้อโครงการมากกว่า และ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิม และระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปพบว่าระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถประหยัดค่าวัสดุ และแรงงานได้จากปกติ[2] ทำให้ลดต้นทุนในการบริหารจัดการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแรงงานเช่น ที่พักอาศัยชั่วคราว การอำนวยความสะดวก และสาธาราณูประโภคสำหรับแรงงาน การควบคุมความปลอดภัย และปัญหาอาชญากรรมต่างๆ ตามมา ซึ่งการลดต้นทุนหลักเป็นเหตุผลในธุรกิจประเภทนี้ ผู้ประกอบการทั่วไปจึงนิยมใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป มาใช้งานก่อสร้างมากขึ้น เพราะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วเนื่องจากผลิตในระบบโรงงาน การนำไปประกอบติดตั้งทำได้สะดวกรวดเร็ว

ปัจจุบันการก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน[3]

1. ขั้นตอนข้อพิจารณาในการออกแบบระบบผนังรับน้ำหนัก คอนกรีตสำเร็จรูป
2. ขั้นตอนการก่อสร้างระบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป(ขั้นตอนผลิต)
3. ขั้นตอนการขนส่งและยกขนย้าย
4. ขั้นตอนการประกอบและติดตั้ง

จากขั้นตอนดังกล่าวการพิจารณาในการออกแบบให้เหมาะสมกับการก่อสร้าง และการผลิตชิ้นส่วน ควรจะมีรูปแบบเรียบง่ายและซ้ำกันให้มากที่สุด เพื่อจะผลิตได้สะดวกรวดเร็ว และลดจำนวนแบบหล่อที่ใช้ ระหว่างการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ดังนั้นการศึกษาการจัดการงานก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาโครงการอาคารชุดพักอาศัยแบบ Low Rise ตามขั้นตอน จะสามารถเป็นแนวทางการจัดการของผู้ประกอบการ รวมถึงผู้เกี่ยวข้องสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต ในการเพิ่มประสิทธิภาพงานก่อสร้างให้สะดวกรวดเร็ว และอาจพัฒนาไปสู่ส่วนงานก่อสร้างในระบบอื่นๆ ได้อีก

---

[2]รณกร ชมธัญกาญจน์, "กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา: บริษัท พฤกษา เรียล เอสเตท จำกัด(มหาชน)." (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย, 2555).,หน้า2

[3] {วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ม.อ.บ., กรกฎาคม-ธันวาคม 2551 #3}

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบและกระบวนการจัดการการก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการประเภทคอนโดมิเนียมแนวราบ หรือ Low Rise
2. ศึกษาแนวทางการจัดการงานก่อสร้างที่มีผลต่อขั้นตอนงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการประเภทคอนโดมิเนียมแนวราบ หรือ Low Rise
3. ศึกษาเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับอาคารชุดพักอาศัยแบบแนวราบ หรือ Low rise คืออาคารที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ของผู้ประกอบการที่เป็นบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่นิยมใช้ระบบก่อสร้างดังกล่าว กับผู้ประกอบการที่เริ่มใช้ระบบการก่อสร้างประเภทนี้เพื่อหาข้อค้นพบจากการศึกษา และเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาเฉพาะโครงการของผู้ประกอบการที่เป็นบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญและนิยมใช้ก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป กับผู้ประกอบการที่เริ่มใช้ระบบการก่อสร้างดังกล่าว โดยเป็นโครงการประเภทเดียวกัน 2 โครงการ โดยศึกษาโครงการแรกเป็นโครงการที่ใช้ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูปภายนอกอาคารประเภทนี้เป็นหลัก และศึกษาโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบนี้เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่าง และปัญหาเพื่อศึกษาแนวทางของรูปแบบที่เหมาะสม

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ในส่วนขอบเขตพื้นที่ โครงการนี้กระทำในลักษณะของกรณีศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างประเภทคอนโดมิเนียม Low Rise การศึกษาในกรุงเทพฯ และปริมณฑลที่มีความนิยมในการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูปซึ่งมีขนาดที่ใกล้เคียงกันเป็นบริษัทที่พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภท ECONOMY โดยมีราคาขายตั้งแต่ 40,000-70,000 บาทต่อตารางเมตร

ขอบเขตด้านประชากร กรณีศึกษาคอนโดมิเนียมแนวราบ หรือแบบ Low Rise สูงไม่เกิน 8 ชั้น โดยจะศึกษากลุ่มผู้เกี่ยวข้องโดยมี ผู้ประกอบการ,ผู้รับเหมาโครงการ,ผู้ออกแบบผนังสำเร็จรูป และผู้ติดตั้งผนังสำเร็จรูป ถึงขั้นตอนการจัดการงานก่อสร้างที่ใช้ผนังสำเร็จรูปรวมถึง ปัญหาผลกระทบในการทำงานแต่ละโครงการ ตั้งแต่ช่วงเริ่ม การจัดการโครงการ,การวางแผนโครงการ,การออกแบบ,วิธีการติดตั้ง,วัสดุเครื่องจักร และระยะเวลา ที่มีผลต่อการใช้การก่อสร้างอาคารด้วยระบบนี้

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีบทความเอกสารทางวิชาการ รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป หรือผนังสำเร็จรูป เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้น และความรู้เกี่ยวกับผนังสำเร็จรูปในการศึกษาเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานจริงของกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2 สัมภาษณ์การจัดการงานก่อสร้างผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปของกลุ่มตัวอย่าง และทำการรวบรวมข้อมูล การสัมภาษณ์ผู้ประกอบการหรือ ผู้รับเหมาด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ตามขั้นตอนช่วงเริ่มโครงการ ,ช่วงดำเนินก่อสร้างโครงการ และช่วงหลังก่อสร้างโครงการ

1.4.3 นำข้อมูลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เช่น ผู้ประกอบการหรือผู้รับเหมาของผู้ประกอบการมาศึกษาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีที่ค้นคว้าเพื่อหาแนวทางการจัดการงานก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมสำหรับบริษัทพัฒนาอสังหาฯทั่วไปที่มีความประสงค์ที่จะใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปให้เป็นแนวทางการจัการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบถึงการจัดการขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

1.5.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเป็นข้อเสนอแนะต่อไป ให้กับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็ จรูปประเภทเดียวกันได้

1.6 วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในลักษณะเปรียบเทียบข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างอาคาร ด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับอาคารชุดพักอาศัยแบบแนวราบ หรือ Low rise ของผู้ประกอบการที่เป็นบริษัทพัฒนาอสังหาฯ ที่ก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ประเภทนี้เป็นหลัก และโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบการก่อสร้างอาคารรูปแบบนี้ ตั้งแต่ในช่วงเริ่มโครงการ ในการจัดการโครงการ,การวางแผนโครงการ, การออกแบบ,วิธีการติดตั้ง,วัสดุเครื่องจักร และระยะเวลาก่อสร้าง โดยทำการศึกษาการก่อสร้างอาคารประเภทอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ หรือแบบ Low rise ที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น 2 โครงการ เพื่อให้ทราบถึงข้อแตกต่าง และข้อดี-ข้อเสีย ในด้านต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการ ของการเลือกใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคารอย่างมีคุณภาพ เพื่อช่วยพัฒนาการก่อสร้างอาคารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียด และวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1.7 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีบทความเอกสารทางวิชาการรวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุและก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือผนังสำเร็จรูป เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานจริงของกลุ่มตัวอย่าง

2. วิเคราะห์และสรุปจากการศึกษาเอกสาร เพื่อนำมาสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อนำไปทดลองเก็บข้อมูลตัวอย่างเพื่อหากระบวนการที่สัมพันธ์และต่างกันและทำการปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริง

3. ทำการรวบรวมข้อมูลสัมภาษณ์ผู้ประกอบการหรือผู้รับเหมาของผู้ประกอบการด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการจัดการงานก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

4. นำข้อมูลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เช่น ผู้ประกอบการหรือผู้รับเหมาของผู้ประกอบการมาศึกษาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีที่ค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางการจัดการการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ที่เหมาะสมสำหรับบริษัทพัฒนาอสังหาฯ ทั่วไปที่มีความประสงค์ที่จะใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ให้เป็นแนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

1.8 คำกำจัดความในงานวิจัย

การก่อสร้างระบบปกติ (Convention building Construction systems)

หมายถึงการก่อสร้าง การก่อสร้างธรรมดาที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีการก่อสร้างเฉพาะในการดำเนินการก่อสร้าง เครื่องจักร-อุปกรณ์การก่อสร้างเป็นระดับพื้นฐานของลักษณะงานก่อสร้างในแต่ละประเภทโครงการ ระยะเวลาการก่อสร้างขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องจักร-อุปกรณ์ และการวางแผนงานการก่อสร้าง ตลอดจนถึงขั้นตอนการกำหนด กรรมวิธีการก่อสร้าง

การก่อสร้างระบบเสา-คาน (Skeletal building Construction systems)

หมายถึง การก่อสร้างที่มีการจำแนกประเภทของชิ้นส่วน (Member) ออกเป็นส่วนต่างๆตามลักษณะของกระบวนการก่อสร้าง โดยที่แต่ละชิ้นส่วนทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักหรือความแข็งแรงของงานก่อสร้าง และชิ้นส่วนต่างๆ สามารถผลิตในระบบสำเร็จรูปหรือการหล่อในที่ก็ได้ และมีการก่อสร้างงานด้านสถาปัตยกรรมในขั้นตอนถัดไป

การก่อสร้างระบบผสม (Composite P.C Building Construction systems)

หมายถึง การก่อสร้างที่มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำจากคอนกรีต (Precast Concrete) มาใช้เป็นส่วนประกอบในการก่อสร้างบางส่วน และทำการก่อสร้างโดยการจัดทำในสถานที่ก่อสร้างเป็นหลัก

การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrialized building Construction systems)

หมายถึง กระบวนการผลิตชิ้นส่วน, ผลิตภัณฑ์ และวัสดุก่อสร้างหลักที่ใช้การก่อสร้าง (Permanent works) ในรูปแบบของอุตสาหกรรม มีการวางแผนการผลิต การจัดทำต้นแบบและการดำเนินการผลิตเป็นระบบมีลำดับขั้นตอนการทำงานและการตรวจสอบ และมีการผลิตในปริมาณที่มาก เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

การก่อสร้างระบบสำเร็จรูป (Prefabricated building Construction systems)

หมายถึง กระบวนการผลิตชิ้นส่วน, ผลิตภัณฑ์ และวัสดุก่อสร้างหลักที่ใช้ในการก่อสร้าง (Permanent works) ภายในโรงงาน หรือนอกสถานที่ทำการก่อสร้าง และทำการขนส่งชิ้นส่วนดังกล่าวไปยังสถานที่ก่อสร้างเพื่อทำการประกอบและติดตั้ง

พื้นคอนกรีตอัดแรง (Post tensioned Concrete slabs)

หมายถึง ระบบของการก่อสร้างพื้นคอนกรีตที่มีเส้นลวดรับแรงดึงสูง (High Strength wires) ที่มีคุณสมบัติรับแรงดึงได้มากกว่าการก่อสร้างพื้นระบบหล่อในที่เสริมอยู่ภายใน และทำการดึงเส้นลวดรับแรงดึงสูงนั้นในภายหลังจากการหล่อคอนกรีตเสร็จ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของพื้นการก่อสร้างลักษณะดังกล่าวทำให้สามารถลดขนาดความหนาของคอนกรีตในโครงสร้าง และไม่จำเป็นต้องมีคานในการถ่ายเทการรับน้ำหนัก โครงสร้างในระบบดังกล่าวจึงเป็นลักษณะ เสา-พื้น ระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงเหมาะสมกับงานก่อสร้างที่มีโครงสร้างช่วงกว้าง (Wide Span) และโครงการที่มีความต้องการลดขนาดโครงสร้างพื้น-คาน

ผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป (Exterior Precast Wall Panel systems)

หมายถึง ชิ้นส่วนทางสถาปัตยกรรม (Architectural member) ที่ทำหน้าที่เป็นผนังภายในอาคาร และมีกรรมวิธีการผลิตผนังดังกล่าวด้วยวิธีการหล่อในแบบ ทั้งลักษณะของการหล่อในสถานที่ก่อสร้าง หรือการหล่อ ภายในโรงงาน และทำการติดตั้งในตำแหน่งที่ระบุ

รูปแบบและกรรมวิธีการก่อสร้าง (Construction Method Statement)

หมายถึง เอกสารที่แสดงลำดับขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร-อธิบายวิธีการก่อสร้างให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถทำความเข้าใจได้ตรงกัน ประกอบด้วย รายละเอียดทางการก่อสร้าง,เทคนิค-กรรมวิธี,เครื่องจักร-อุปกรณ์,วัสดุ, วิธีการตรวจสอบ,รายละเอียดทางด้านความปลอดภัย และการบำรุงรักษา เนื้อหาของกรรมวิธีการก่อสร้างจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ขนาดของโครรงการก่อสร้าง หรือกิจกรรมที่จัดทำ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเป็นมาและความหมายของการก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีตสำเร็จรูป

ความเป็นมาของระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย[4]

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมของชาติตะวันตก ส่งผลให้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีใหม่ๆ มีการผลิตคิดค้นและพัฒนาระบบเครื่องกลต่างๆ ช่วยเพิ่มความรวดเร็วให้ระบบการผลิตการผลิตด้วยแรงงานฝีมือถูกทดแทนด้วยกระบวนการผลิตคราวละมากๆ ของระบบอุตสาหกรรม และเนื่องจากความต้องการที่พักอาศัยที่เพิ่มมากขึ้นของประชากรที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เป็นผลมาจากปัญหาผลกระทบจากภัยพิบัติหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 หรือแม้แต่อาคารต่างๆทำให้การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรมจึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นได้อย่างทันเวลา

ราวต้นปี ค.ศ. 1624 ชาวอังกฤษได้สร้างบ้านโดยใช้ผนังไม้สำเร็จรูปหลายชิ้นมาประกอบกันเป็นอาคารพักอาศัยชั่วคราวของชาวประมงที่ต้องการเคลื่อนย้ายบ่อยๆ บ้านแบบนี้ได้เคลื่อนย้ายและประกอบขึ้นใหม่หลายครั้งจนในปี ค.ศ.1729 ได้มีการประกอบบ้านจากชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งหมด 2 หลัง และได้ส่งไปในหลายพื้นที่

ค.ศ. 1857 คริสตัลพาเลซ เป็นอาคารสำเร็จรูปที่ถูกสร้างจากเหล็กหลายชิ้นประกอบกันเป็นอาคารโดยยึดด้วยโบลท์ (Bolt) จำนวนมาก มีกระจกเป็นส่วนประกอบ เป็นอาคารสำหรับแสดงสินค้ากว่า 80,000 ตารางฟุต ใช้เวลาในการประกอบติดตั้ง 6 เดือน ออกแบบโดย โจเซฟ แพ็กซ์ตัน (ภาพที่1)ประกอบเป็นอาคารครั้งแรกที่ไฮด์ปาร์ค กรุงลอนดอน ต่อมาถอดออกไปประกอบใหม่ที่ ซิดเดนแฮมด์ภายหลังถูกไฟไหม้หมดทั้งหลัง

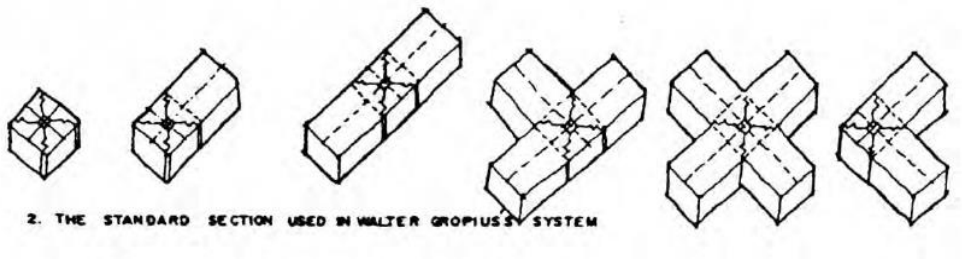
[4]รณกร ชมธัญกาญจน์, 2555 : หน้า 8, อ้างถึงไตรรัตน์ จารุทัศน์, "การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549,(เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,"(2555).หน้า 26.

ภาพที่ 1 ภาพแสดงตัวอย่างอาคารเหล็กคริสตัลพาเลซ ออกแบบโดย โจเซฟแพ็กตัน 1857 และได้ถูกไฟไหม้

(ที่มา: http://www.buildernews.in.th/page.php?a=10&n=141&cno=7559#)

ค.ศ. 1910 สถาปนิก วอเตอร์ โกลเปียร์ส ได้เขียนในโครงร่างข้อเสนอเรื่องการผลิต ที่อยู่อาศัยในระบบอุตสาหกรรม ว่าการผลิตชิ้นส่วนหลายแบบที่ได้ขนาดมาตรฐานเดียวกัน จากเครื่องจักรสามารถนำมาประกอบกันได้หลายรูปแบบและสามารถสับเปลี่ยนก็ได้และได้เสนอรูปตัดมาตรฐานไว้

ภาพที่ 2 ภาพแสดงมาตรฐานรูปตัดที่ใช้ในระบบของวอลเตอร์ โกเปียร์ส



(ที่มา: Konrad Wachsmann ,The turning point of Building,1961,p.141)

การก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป ได้มีการนำหลักของระบบการก่อสร้างที่เรียกว่า ระบบประสานทางพิกัด **(Modular System)** เข้ามาใช้ร่วมในการออกแบบเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นส่วนได้อย่างแม่นยำในการติดตั้งได้อย่างลงตัวโดยเฉพาะชิ้นส่วนประเภทผนังรับน้ำหนักที่จำเป็นจะต้องได้รับการออกแบบอย่างแม่นยำเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง และเกิดความปลอดภัยสูงสุดในการใช้สอย

ความหมายของ โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป[5]

โครงสร้างสำเร็จรูปสำเร็จรูป คือ ชิ้นส่วนต่างๆของอาคารเช่น พื้นและผนัง ที่ถูกผลิตจากโรงงานแล้วจึงขนชิ้นส่วนเหล่านั้นมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง โดยวัสดุที่นำมาผลิตนั้นมีหลายประเภท เช่น ไม้เหล็ก คอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรงเป็นต้น

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)[6] หมายถึง ผลผลิตของชิ้นส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคารซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกันเพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงานและการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่างในการพัฒนาระบบสำเร็จรูป คือ เหล็ก คอนกรีต และไม้ ถ้าหากจะดูระดับของระบบสำเร็จรูป (Degree of Prefabrication) แล้วให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นที่โรงงานเทียบกับคนก่อสร้างอื่นที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง และอาจกล่าวได้ว่า ชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความหมายเพียงขั้นตอนการผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน ในขณะที่ระบบก่อสร้างอุตสาหกรรมครอบคลุม กระบวนการก่อสร้างอาคารทั้งกระบวนการตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน การผลิต การจัดการ พื้นที่ก่อสร้าง การวางแผน และการจัดการทางการเงิน

การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ[7]

1. Semi Prefabrication Construction การก่อสร้างวิธีนี้มีแนวความคิดที่จะพยายามผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเฉพาะที่มีจำนวนซ้ำกันมากๆ หรือทำในหน่วยงานก่อสร้าง โดยนำไปผลิตจากระบบโรงงานเพื่อลดต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างเป็นหลัก ชิ้นส่วนอาคารที่เป็นงานเล็กๆน้อยๆหรือ งานที่ทำได้ยากในโรงงาน หรือมีรายละเอียดการติดตั้งซับซ้อนยุ่งยากจะทำการก่อสร้างภายในหน่วยงานก่อสร้าง จัดเป็นกลุ่มโครงสร้างได้ดังนี้

1.1 Conventional Frame Structures การก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่มีรูปแบบค่อนข้าง

Conventional กล่าวคือ มีพื้น คาน เสา ก็อาจใช้วิธีหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเฉพาะส่วน

1.2 Load Bearing Wall Structures เป็นลักษณะโครงสร้างที่เอื้ออำนวยต่อการก่อสร้างระบบ Prefabrication มากที่สุดด้วยเหตุที่ Load Bearing Wall เป็นกำแพงกั้นห้องและโครงสร้างรับน้ำหนักของอาคารก่อสร้างอาคารชนิดนี้

---

[5] คุณเทอดธรรม ยอดพฤติการณ์, การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป,(กรุงเทพฯ2555).

[6] รณกร ชมธัญกาญจน์, 2555 : หน้า 10, อ้างไตรรัตน์ จารุทัศน์, "การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549,(เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.", หน้า 28

[7] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร กรณีศึกษาโครงการสวนลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) " (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549). หน้า 13 .

2. Full Prefabrication Construction การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดจากโรงงานและนำมาประกอบเป็นอาคารที่หน่วยงานก่อสร้างเป็น Dry Process การก่อสร้างจึงรวดเร็วไม่ต้องรออายุคอนกรีต

3. Till Up Construction หล่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในสถานที่ก่อสร้าง เมื่อคอนกรีตได้อายุก็ยกขึ้นติดตั้งประกอบกันเป็นอาคาร

2.2 ขั้นตอนในการทำงานการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป[8]

การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป ประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้องจากหลายฝ่าย ตั้งแต่ฝ่ายเจ้าของโครงการ ฝ่ายผู้ออกแบบ ฝ่ายผู้ผลิต ตลอดจนถึงฝ่ายผู้รับเหมา ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายมีความจำเป็นที่ต้องเข้าใจถึง ลักษณะการทำงาน การจัดลำดับงาน และภาพรวมของการทำงานในระบบการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปลำดับขั้นตอนการทำงานได้ 4 ขั้นตอน ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปนั้น ในแต่ละโครงการ มีขั้นตอนหลักที่เหมือนกัน จะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในส่วนของรายละเอียด ตามแต่รูปแบบอาคาร ลักษณะโดยทั่วไปของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูปนั้น

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปตามแบบที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 คืองานจัดทำในโรงงาน หรือลานหล่อการทำแบบหล่อ และงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 4 การประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยงานสำคัญ 2 ส่วน

คือการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง และประกอบจุดรอยต่อ สำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะใช้เครื่องจักรกลหนักยกติดตั้ง ประเภทเครื่องจักรกลมีทั้งรถโมบายและเครนและทาวเวอร์เครนขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป และลักษณะอาคาร การประกอบจุดรอยต่อสำเร็จรูป จะมีการใช้อุปกรณ์ค้ำยัน หรือ อุปกรณ์แขวน เพื่อให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ที่ตำแหน่งในลักษณะของการใช้งานเอาไว้ชั่วคราว และทำการประกอบจุดรอยต่ออย่างถาวร ซึ่งมีทั้งแบบใช้การเชื่อม แบบใช้การเกราท์และแบบใช้เหล็กโดเวล ฯลฯ หลังจากนั้นก็จะเป็นการเก็บความเรียบร้อยของชิ้นงาน เช่นการแต่งผิวรอยต่อของชิ้นส่วน เป็นต้น

2.2.1 ขั้นตอนการออกแบบ

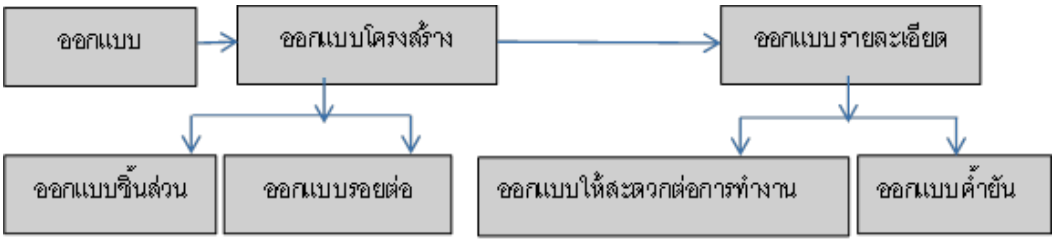
การออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปมีลักษณะการทำงานคล้ายกับการออกแบบโครงสร้างหล่อในที่ตามปกติโดยทั่วไป คือเริ่มจากทางเจ้าของโครงการให้สถาปนิกออกแบบให้อาคารมีรูปแบบการใช้

---

[8] คุณเทอดธรรม ยอดพฤติการณ์, การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป,.

งานตามที่ต้องการถูกต้องตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร จากนั้นจึงส่งต่อให้วิศวกรทำการออกแบบโครงสร้างเพื่อให้เกิดความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งาน เพียงแต่สถาปนิกและวิศวกรควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะของการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างสำเร็จรูปเพิ่มเติม เพื่อให้การออกแบบนั้นมีความชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติงาน

ภาพที่ 3 ภาพแสดงผังขั้นตอนการออกแบบ



1. การออกแบบสถาปัตยกรรม

การออกแบบสถาปัตยกรรมสำหรับโครงสร้างสำเร็จรูป นอกเหนือจากที่สถาปนิกต้องออกแบบทั่วไป คือ กำหนดขนาด ความสูง ระยะต่างๆให้เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงข้อมูลพื้นฐานในการก่อสร้างของโครงสร้างสำเร็จรูปประเภทต่างๆ ที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

2. การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปมีวิธีการคำนวณเหมือนกับการออกแบบโครงสร้างในที่ทุกประการ เริ่มตั้งแต่ทำการวิเคราะห์โครงสร้างโดยมีน้ำหนักและแรงการทำต่อโครงสร้างอาคารตามข้อกำหนดในการออกแบบต่างๆ เช่นพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร กฎกระทรวง จากนั้นจึงทำการออกแบบโครงสร้างโดยชิ้นส่วนของโครงสร้างออกแบบโดยอาศัยทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง ส่วนในรอยต่อของโครงสร้างมักใช้ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างเหล็กมาใช้ในการออกแบบ เพียงแต่วิศวกรผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างให้ถูกต้องตามพฤติกรรมการรับแรงจริงที่เกิดขึ้นเมื่อทำการก่อสร้างพฤติกรรมการรับแรงดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป และลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนซึ่งสามารถแยกเป็นประเภทได้

3.การออกแบบรายละเอียด

การออกแบบรายละเอียดของโครงสร้างสำเร็จรูป คือการออกแบบส่วนประกอบอื่นๆ นอกเหนือจากการออกแบบชิ้นส่วนและการออกแบบรอยต่อเพื่อให้องค์ประกอบของชิ้นส่วนโครงสร้างในการทำงานมีองค์ประกอบที่ครบถ้วนสามารถก่อสร้างได้สะดวก ไม่เกิดความเสียหายระหว่างก่อสร้าง และก่อให้เกิดความปลอดภัยระหว่างที่ชิ้นส่วนของโครงสร้างยังเชื่อมต่อกันยังไม่สมบูรณ์ตามแบบที่คำนวณไว้

3.1 หูยก (Lifting)

การออกแบบหูยกสำหรับโครงสร้างสำเร็จรูปต้องออกแบบหูยกให้มีความแข็งแรงเพียงพอในการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปโดยจุดที่วางตำแหน่งหูยก ต้องไม่ก่อให้เกิดแรงที่เกิดจากการยกต่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมากเกินกำลังของชิ้นส่วนนั้น และมีตำแหน่งที่ก่อให้เกิดสมดุลของน้ำหนักภายใน ชิ้นส่วน เพื่อไม่ให้เกิดการหมุนหรือการเอียงระหว่างการยกชิ้นนั้นส่วนขึ้นติดตั้งลักษณะของหูยกที่ใช้อยู่ทั่วไปมี 2 ประเภทใหญ่ คือ

- หูยกที่ใช้ปลายของลวดสลิงหรือเหล็กเส้นทั้งสองด้านฝังไว้ในคอนกรีต หรือเฉพาะส่วนกลางไว้เป็นห่วงสำหรับยก เรียกว่า ห่วงยก (Lifting Lop)
- หูยกที่ใช้ปลายด้านหนึ่งของสลักหรือแทงเหล็กฝังในคอนกรีตคงเหลือส่วนปลายอีกด้านหนึ่งไว้สำหรับยก(Lifting Bolt)
-

2.2.2 ขั้นตอนการผลิต

การผลิตเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งสำหรับการก่อสร้างโดยใช้ โครงสร้างสำเร็จรูป เนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปส่วนใหญ่ผลิตจากโรงงาน เป้าหมายของการผลิตคือ ควบคุมการผลิตให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาดถูกต้อง มีคุณภาพและความต้องการในการติดตั้ง องค์ประกอบของความสำเร็จในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป มาจากหลายส่วน เช่นในส่วนของแบบผลิตต้องมีความละเอียดถูกต้องและง่ายต่อการทำงานส่วนของระบบการตรวจสอบต้องสามารถตรวจสอบหาความบกพร่องและสาเหตุความบกพร่องของการผลิตและสุดท้ายในส่วนของผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานอีกทั้งยังต้องมีสำนึกในการรักษาคุณภาพของการผลิตอย่างสม่ำเสมอ

1. การตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบผลิต

เมื่อได้แบบผลิตมาจากผู้ออกแบบแล้วต้องตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสารมีการอนุมัติให้การใช้แบบผลิตจากทุกฝ่าย เช่น ฝ่ายเจ้าของโครงการ ฝ่ายผู้ออกแบบ และฝ่ายผู้ผลิต หลังจากนั้นจึงตรวจสอบรายละเอียดของแบบ โดยตรวจสอบความละเอียดชัดเจน ขนาดและหน่วยวัด หากมีข้อขัดแย้งต้องสอบถามจนหาข้อสรุปจึงสามารถนำแบบนั้นเข้าสู่สายการผลิต

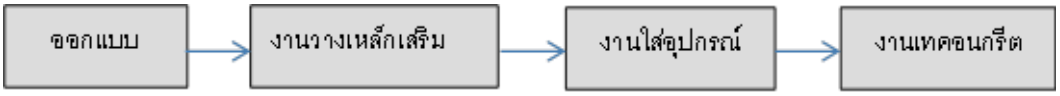
2. การจัดวัสดุที่มีคุณภาพตามที่กำหนด

การผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปต้องอาศัยวัสดุหลากหลายชนิดในปริมาณมากเข้ามาสนับสนุนการทำงานในเวลาเดียวกันจึงจำเป็นที่ฝ่ายผลิตต้องทำการถอดปริมาณวัสดุที่ใช้ในการผลิตอย่างครบถ้วนตามความต้องการภายในระยะเวลาที่รวดเร็วดังนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ในการถอดปริมาณวัสดุจึงควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และมีความละเอียดในการทำงาน

3. การหล่อชิ้นส่วน

การหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมีขั้นตอนการทำงานคล้ายกับการหล่อโครงสร้างในที่แตกต่างกันเพียงแต่การหล่อชิ้นส่วนในโรงงานจะปฏิบัติงานบนพื้นราบเป็นส่วนใหญ่และการทำงานมีความละเอียดที่สูงมีระยะผิดพลาดได้น้อยโดยมีขั้นตอนหลักในการหล่อชิ้นส่วนดังภาพ

ภาพที่ 4 ภาพแสดงผังขั้นตอนการหล่อชิ้นส่วน



4. งานประกอบแบบ

เนื่องจากงานหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปส่วนมากจะมีจำนวนรอบในการผลิตซ้ำสูงจึงต้องการแบบหล่อที่มีความแข็งแรงแบบที่ใช้ในงานโครงสร้างสำเร็จรูปส่วนใหญ่จึงเป็นแบบเหล็กลักษณะของการประกอบแบบอาจมีความแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปที่ต้องการหล่อ

5. งานตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นส่วนหลังจากถอดแบบ

เมื่อคอนกรีตมีการแข็งตัวจนมีความแข็งแรงพอเพียงในการถอดแบบโดยทั่วไปใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง(ต้องมีการทดสอบลูกปูนเพื่อยืนยันความแข็งแรงของคอนกรีต) ฝ่ายควบคุมคุณภาพจะเข้าไปตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นส่วนที่แกะออกจากแบบการตรวจสอบเป็นการตรวจสอบสภาพโดยทั่วไป คือ ขนาดมิติต่างๆถูกต้องไม่มีการบวมของคอนกรีตเนื่องจากการขยับตัวของแบบตำแหน่งของอุปกรณ์ต้องไม่มีการเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่วางไว้ผิวของคอนกรีตได้ระดับไม่มีรูพรุนฟองอากาศ และรอยร้าวเกินมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดเมื่อชิ้นส่วนใดที่ผลิตออกมามีความเรียบร้อยสมบูรณ์ชิ้นส่วนนั้นจะถูกกรองเก็บไว้เพื่อรอจัดส่ง แต่ละชิ้นส่วนมีความบกพร่องชิ้นส่วนนั้นจะถูกซ่อมแซมแก้ไขให้ถูกต้องตามมาตรฐานก่อนจัดส่ง

6. การกรองเก็บชิ้นส่วนเพื่อรอจัดส่ง

การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปนั้น อัตราการผลิตของชิ้นส่วนที่ถูกผลิตออกมาจากโรงงานมักมีอัตราที่คงที่ สม่ำเสมอแต่การติดตั้งที่หน้างานกับมีอัตราที่ไม่คงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนแรงงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละช่วงเวลาการกรองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยอาศัยการจัดการที่ดีจึงเป็นเครื่องมือในการปรับให้เกิดความสมดุลระหว่างอัตราการผลิตและอัตราการติดตั้งที่ไม่สอดคล้องกันเนื่องจากชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปแต่ละประเภทมีพฤติกรรมในการรับน้ำหนักไม่เหมือนกันการกรองเก็บชิ้นส่วนแต่ละประเภทย่อมแตกต่างกันตามลักษณะการรับแรงของชิ้นส่วนประเภทนั้นๆ

2.2.3 ขั้นตอนการจัดส่ง

ความสำเร็จของการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปนอกจากการผลิตและการติดตั้งที่ดีแล้วการจัดส่งก็เป็นกระบวนการที่สำคัญประการหนึ่งเช่นกัน เพราะการขนส่งเป็นตัวแปรหนึ่งในการก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปอันเป็นผลให้เกิดความล่าช้าของภาพรวมในการทำงานดังนั้นการจัดส่งจึงมีเป้าหมายหลักในการทำงานคือการจัดส่งต้องจัดส่งสินค้าให้ถูกต้องครบถ้วน จัดส่งตามลำดับแผนงานการติดตั้ง การจัดส่งตรงตามระยะเวลาที่กำหนดและเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูประหว่างการขนส่งให้น้อยที่สุด

ภาพที่ 5 ภาพแสดงผังขั้นตอนการจัดส่ง

1. การสำรวจเส้นทางที่ใช้ขนส่ง

การจัดส่งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปโดยทั่วไปควรมีระยะทางในการจัดส่งอยู่ในรัศมีไม่เกิน 250 กิโลเมตร จากโรงงานผลิตเนื่องจากการขนส่งมีระยะทางไกลทำให้ค่าก่อสร้างสูงขึ้นเกินจุดคุ้มทุนในการลงทุนทำงานก่อสร้างแต่ในบางครั้งก็มีความจำเป็นที่ต้องขนส่งเป็นระยะทางไกลตามความต้องการของลูกค้า การสำรวจเส้นทางการขนส่งเป็นสิ่งจำเป็นในขั้นตอนการจัดส่งโดยการสำรวจเส้นทางการขนส่งต้องสำรวจเส้นทางโดยตั้งแต่รถบรรทุกออกจากโรงงานผู้ผลิต จนถึงสถานที่ ในการก่อสร้าง มีการระบุปัญหา อุปสรรค สิ่งกีดขวาง และข้อกำหนดต่างๆ ในเส้นทางในการขนส่ง

1.1 พิกัดน้ำหนักตามกฎหมาย

การสำรวจเส้นทางการขนส่งต้องระบุพิกัดน้ำหนักของรถบรรทุกหรือน้ำหนักสูงสุดในการบรรทุกที่อนุญาตให้ทำการขนส่งที่ออกโดยหน่วยงานรัฐบาลหรือหน่วยงานท้องถิ่น ซึ่งเป็นผู้ดูแลถนนเส้นนั้น

1.2 ความกว้างและสภาพของเส้นทางขนส่ง

ความกว้างของถนนที่ใช้เป็นเส้นทางขนส่งต้องมีความกว้างเพียงพอต่อขนาดของรถที่ใช้ในการขนส่งมีสภาพพร้อมใช้งานไม่มีหลุมหรือบ่อลึกจนรถบรรทุกไม่สามารถวิ่งผ่าน การสำรวจความกว้างของเส้นทางนี้ต้องสำรวจความโค้งและรัศมีเลี้ยว ควบคู่กันไป เพราะในบางครั้งถึงแม้ถนนมีความกว้างเพียงพอ แต่วงเลี้ยวไม่พอ รถขนส่งก็ไม่อาจผ่านเข้าไปได้

2.2.4 ขั้นตอนการติดตั้ง

ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้างสำเร็จรูปคือขั้นตอนทั้งหมดที่กระทำในไซต์งานก่อสร้าง หลังจากที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูปถูกผลิตและจัดส่งมายังไซต์งาน เริ่มตั้งแต่การตรวจรับชิ้นงานการกรองเก็บชิ้นส่วน

เพื่อรอการติดตั้ง การจัดเตรียมเครื่องจักรสำหรับยกชิ้นส่วน การวางแผนงานติดตั้งการประกอบและติดตั้ง ตลอดไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจสอบคุณภาพการติดตั้ง

1. การตรวจรับชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

เมื่อรถขนส่งได้จัดส่งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมายังไซต์งานก่อสร้างผู้ควบคุมงานต้องทำการตรวจสอบสินค้าตามมาตรฐานที่ตกลงกันไว้ ด้านความถูกต้องและรวดเร็วเนื่องจากการตรวจรับสินค้าทำให้รถขนส่งต้องจอดกีดขวางการทำงานในไซต์งาน อีกทั้งเวลาในการจัดส่งของรถแต่ละเที่ยวจะถูกกำหนดตายตัวไว้ในแผนการจัดส่งหากการตรวจสอบสินค้าล่าช้าอาจทำให้การจัดส่งสินค้าในเที่ยวถัดไปต้องเลื่อนเวลาในการจัดส่งออกไปส่งผลให้แผนการติดตั้งต้องมีการปรับเลื่อนตามการจัดส่งที่ล่าช้าดังกล่าว วิธีการตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปให้รวดเร็วและถูกต้องมีข้อแนะนำดังนี้

1.1 ตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปให้ครบจำนวนตามใบจัดส่งในแต่ละเที่ยว หากมีจำนวนชิ้นส่วนไม่ครบตามที่ระบุในใบจัดส่งให้แจ้งกลับไปยังโรงงานผู้ผลิตทันที

1.2 ตรวจสอบหมายเลขของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปให้ตรงกับหมายเลขในแบบผลิตเพื่อไม่ให้เกิดการสลับกันของชิ้นส่วน หากหมายเลขที่ระบุไม่ตรงกับแบบผลิตหรือแบบติดตั้งให้ตรวจสอบจนพบหมายเลขที่ถูกต้อง และปิดหมายเลขใหม่ที่ถูกต้องแทนหมายเลขเดิม

1.3 ตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปให้ตรงกับแบบผลิต หากชิ้นส่วนมีขนาดไม่ตรงกับแบบผลิตให้แจ้งไปโรงานผู้ผลิตเพื่อทำการแก้ไข

1.4 ตรวจสอบรอยร้าวรอยแตกรอยบิ่น และข้อบกพร่องที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ก่อนยกชิ้นงานลงจากรถขนส่งและเมื่อยกชิ้นส่วนลงจากรถขนส่งแล้วรอยร้าวรอยแตกและรอยบิ่นที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการกองเก็บชิ้นส่วนในไซต์งานซึ่งอาจจะเป็นความรับผิดชอบของไซต์งาน ทางโรงงานผู้ผลิตจะคิดค่าใช้จ่ายในการแก้ไข

1.5 การตรวจสอบรายละเอียด เช่น ตำแหน่ง Plate ตำแหน่งจุดยึด ตำแหน่งท่อไฟฟ้าท่อประปา สามารถตรวจสอบภายหลัง ในระหว่างการกองเก็บเพื่อรอการติดตั้ง เนื่องจากการตรวจสอบรายละเอียดเหล่านี้ต้องใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบอย่างมาก อีกทั้งหากพบความผิดพลาดของรายละเอียดดังกล่าวก่อนการติดตั้งทางโรงงานผู้ผลิตต้องทำการแก้ไขเพราะเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากกระบวนการผลิต ไม่ใช่ความผิดพลาดที่เกิดจากการกองเก็บในภายหลัง

2. การกองเก็บชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปในไซต์งาน

ความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปส่วนใหญ่เกิดจากการจัดเรียงและการกองเก็บที่ไม่ถูกต้องในไซส์งานก่อสร้างระหว่างรอการติดตั้ง ความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ทางเจ้าของโครงการต้องเสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลาในการแก้ไขหรือการผลิตชิ้นส่วนใหม่เข้ามาทดแทน เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายดังกล่าวการกองเก็บจึงควรกระทำอย่างถูกวิธีตามข้อแนะนำในบทที่ 6 หากไซต์งานก่อสร้างมี

ข้อจำกัดไม่สามารถกองเก็บตามวิธีการที่ถูกต้องได้ อย่างน้อยควรกองชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปอย่างเป็นระเบียบบนพื้นรองรับที่มีความแข็งแรง และไม่ควรวางชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3. การยกชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

การยกชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปโดยทั่วไปจะยกตรงตำแหน่งของหูยกที่ติดตั้งมากับชิ้นส่วนเท่านั้น หากชิ้นส่วนใดไม่มีหูยกหรือหูยกชำรุด สามารถใช้สลิงหรือผ้าใบสำหรับยกรัดรอบเพื่อยกชิ้นส่วน อันตรายที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป มักเกิดขึ้นระหว่างการยกชิ้นส่วนเพื่อทำการติดตั้ง เช่น การหลุดหรือขาดของสลิงที่ใช้ยก การล้มของเครน ซึ่งอันตรายเหล่านี้หากเกิดขึ้นจะมีความร้ายแรงสูง มีความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าว ผู้ควบคุมงานควรมีข้อบังคับในการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

4. การวางแผนการติดตั้ง

การวางแผนการติดตั้ง มีส่วนสำคัญในการที่จะชี้วัดความสำเร็จของการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปเนื่องจากการวางแผนงานที่ดีจะลดความผิดพลาดและข้อขัดแย้งในการทำงานทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายปฏิบัติงานไปในทิศทางเดียวกัน การวางแผนงานที่ดีควรคำนึงถึงหัวข้อต่างๆ

5. การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป เป็นขั้นตอนที่ควบคุมคุณภาพ การทำงานได้ยากที่สุด โดยคุณภาพของการประกอบติดตั้งขึ้นอยู่กับคุณภาพของฝีมือแรงงานที่ทำการประกอบติดตั้ง และขึ้นอยู่กับความละเอียดของผู้ควบคุมงาน หากการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน จะส่งผลให้ความแข็งแรงของโครงสร้างลดลงถึงแม้ว่าชิ้นส่วนโครงสร้างที่ถูกผลิตออกมาจะมีคุณภาพดีเพียงใดก็ตาม หลักของการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปที่ต้องใส่ใจประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างให้ตั้งตรงได้ดิ่ง โดยการทิ้งดิ่งด้วยลูกดิ่งที่มีขนาดเหมาะกับความสูงของโครงสร้างและสภาพแวดล้อม ขณะที่ทำการตรวจสอบความดิ่งนั้น ไม่ควรใช้ระดับน้ำในการตรวจสอบความดิ่งเนื่องจากมีความละเอียดไม่เพียงพอในการทำงานประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างให้ได้ระยะในแนวดิ่ง โดยการตรวจสอบกับเส้นระดับที่วางไว้ โดยทั่วไปหากทำการติดตั้งผนังหรือเสาชั้นล่างได้ถูกต้องตามแบบการติดตั้ง ชิ้นส่วนคานหรือพื้นที่วางบนผนังหรือเสาดังกล่าวจะได้ระยะในแนวดิ่งโดยอัตโนมัติประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างให้ได้ระดับในแนวราบ โดยการตรวจสอบด้วยระดับน้ำที่มีความยาวเหมาะสมกับความกว้างของชิ้นส่วนโครงสร้าง ที่ทำการติดตั้งยึดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างให้สมบูรณ์ตามแบบการติดตั้งเพื่อให้เกิดการถ่ายแรงอย่างสมบูรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ห้ามไม่ให้ผู้เกี่ยวข้องในการประกอบติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ทำการประกอบติดตั้ง เนื่องจากหากเกิดความผิดพลาดระหว่างทำการติดตั้ง จะทำให้ลดความรุนแรงของความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินที่จะเกิดขึ้น[9]

---

[9]ศุภชัย ไชยน, 2555 : หน้า 15 อ้างถึง จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, "การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536).หน้า 59-63

2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป[10]

2.3.1 เกณฑ์การพิจารณาขั้นตอนในการออกแบบ

1. การพิจารณาน้ำหนักบรรทุก ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับน้ำหนักชนิดต่างๆ และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ. ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ โดยแบ่งเป็น

1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆ ที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2. การพิจารณาแรงกระทำ ต้องพิจารณาและกำหนด การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆ และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ. ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ เช่น แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

3. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Arial Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวน์เวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งติดตั้งอยู่กับที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

4. การพิจารณารูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีชิ้นส่วนจำนวนมากและรูปร่างซ้ำๆกัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

5. การพิจารณาโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

6. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆ กัน

---

[10]อินทิรา บางภิภพ, 2551 : หน้า 17 อ้างถึง จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, “การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ” (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536).หน้า 59-63

7. การพิจารณาพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำ และตรงเวลาตามลำดับขั้นตอนในการติดตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

8. การพิจารณาเครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง

9. การพิจารณาน้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต (Maximum eight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

10. การพิจารณาขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Easement) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่งและการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามทางหลวง ตามกฎหมาย พรบ. จราจร จะถูกตรวจสอบจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร

11. การพิจารณาขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบ ชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆกันไป มีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

12. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงอย่างมาก ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่เพียงพอที่จะทำงานได้จริง (Access Area) ไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

13. การพิจารณาระยะเวลา เป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

14. การพิจารณารอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบการติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และให้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

15. การพิจารณาระยะเวลาก่อสร้าง (Total Comstruction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ จะเป็นสิ่งควบคุม

ระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมดมีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

16. การพิจารณาจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำร็จรูป รอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ในทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกร๊าท์ แบบ Dry Packed

2. จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้ โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วย มออร์ตาร์ อีพอกซี่ วัสดุกันสนิม อย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

17. การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

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

2. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerances) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI. (Preacas / Prestressed Concrete Institute)

3. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่นมาตรฐานของ PCI. (Preacas / Prestressed Concrete Institute)

2.4 การวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารด้วยระบบสำเร็จรูป [11]

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินงานก่อสร้าง การวางแผนถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าวางแผนไม่ละเอียดรอบคอบ รัดกุมเพียงพอแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหานานับประการติดตามมาได้ จึงควรได้มีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไว้ให้พร้อมและมากที่สุดเพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจที่จะกำหนดแผนงานขึ้น ผู้ดำเนินการก่อสร้าง ก่อนที่จะวางแผนงาน ควรได้มีการปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดวันเริ่มงาน และวันที่งานนั้นจะทำเสร็จ
2. จัดทำรายการของงานและความแตกต่างของงานที่จะกระทำ
3. พิจารณาตัดสินใจถึงแนวทางที่จะใช้ดำเนินงานโดยทั่วไป
4. พิจารณาถึงการจัดหาอุปกรณ์,เครื่องมือ และเครื่องใช้ต่างๆ ที่จะใช้งานในนั้น
5. พิจารณาชนิด และจำนวนของคนงานที่จะใช้คือ ต้องกำหนดความต้องการของคนงานที่ใช้งานในกิจกรรมต่างๆ โดยจะให้ทำเป็นการชั่วคราว หรือถาวรกี่คน

2.4.1 การวางแผนในโครงการและอุปกรณ์

1. พิจารณาว่าส่วนงานของบริเวณงานก่อสร้างจะอำนวยความสะดวก ซึ่งต้องคำนึงถึงสถานที่ก่อสร้าง ชนิด และปริมาณของงานที่ทำในโครงการดังกล่าว อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ทำล้วนเป็นตัวกำหนดลักษณะของโครงการที่จะสร้างขึ้นในบริเวณดังกล่าว

2. กำหนดแผนผังต่างๆ ซึ่งต้องทำด้วยความรอบคอบอย่างยิ่ง จะต้องทบทวนกับรายละเอียดต่างๆ เพื่อจะได้ทำแผนผังที่เหมาะสมที่สุด

3 .กำหนดตารางเวลาสำหรับการใช้เครื่องจักรให้คุ้มกับเวลาเพื่อการประหยัด

2.4.2 การลำดับขั้นตอนของงาน

1. ป้องกันความผิดพลาด และเสียค่าใช้จ่ายต่าง ๆเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ต้องกำหนดวิธีปฏิบัติงานทุกขั้นตอนให้ชัดเจน

2. เพื่อขจัดความลังเลสงสัยของผู้ทำงาน วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปคือ จัดหัวหน้างานก่อสร้าง,สถาปนิก,วิศวกร และผู้คุมงานประจำ เพื่อชี้แนะการปฏิบัติงาน วิธีดำเนินการอย่างใกล้ชิดกับวิธีการทำงานต่างๆ ให้ถูกต้อง และเป็นไปตามระยะเวลา

3. กำหนดบุคลากรต่างๆ ไว้ล่วงหน้าอย่างมีประสิทธิภาพ เช่นใช้คนงาน, ช่างฝีมือ,ช่างเทคนิคเป็นจำนวนเท่าใด กับงานอะไรบ้าง กี่วันงานจึงจะแล้วเสร็จ และกำหนดวันเริ่มต้นและวันเสร็จ

---

[11] ศุภชัย ไชยน, 2555 : หน้า 19, อ้างถึงใน ต่อตระกูล ยมนาด, "แนวทางจัดการโครงการก่อสร้างแผนใหม่ (แปลและเรียบเรียง ภาควิชาการบริหารและเทคโนโลยีการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)," (2540).หน้า 6-56

4. การฝึกอบรมทดสอบ และปฏิบัติ พร้อมปรับปรุงแก้ไขการทำงานจะได้ประสิทธิภาพที่เหมาะสม หรือดีที่สุดในทุกงาน

2.4.3 การวางแผนคนงาน

1. เพื่อประมาณคนงานที่ใช้กับงานแต่ละประเภทนั้น ๆ

2. ทำตารางข้อมูลแสดงถึงระดับต่อไปนี้คือ งานที่ต่างกันเวลา และวันที่งานจะกระทำ, จำนวนคนงานช่างฝีมือที่จะใช้กับงานแต่ละขนิด สรุปเพื่อแสดงจำนวนคนงานระดับต่างๆ ที่ใช้กับงานแต่ละประเภท

3, พิจารณาแนวโน้มต่าง ๆ เช่น แนวโน้มด้านแรงงาน, ค่าจ้างลักษณะการก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ, เครื่องจักร และการขนส่ง

2.4.4 การวางแผนวัสดุ

1. พิจารณาแนวโน้มราคาวัสดุที่จะซื้อ, ปริมาณ, ค่าจ้าง หรือผู้ผลิต, การคมนาคมขนส่ง, จำนวนที่มีไว้ในที่เก็บของ, การตรวจสอบ, การประกันภัย และการติดตามผลมีวัสดุสำหรับดำเนินการ และสำรองที่พอเพียงสำหรับแผนงานทุกช่วงเวลา

2. ไม่ให้งานหยุดชะงัก ขณะปฏิบัติงานเนื่องจากไม่มีวัสดุสะสมเอาไว้

3. แสดงข้อมูลต่างๆ เช่น จำนวนรวมของวัสดุแต่ละชนิด,วันกำหนดส่งวัสดุแต่ละชนิด,จำนวนวัสดุที่จัดส่งในแต่ละวัน,แสดงจำนวนต่ำสุดสูงสุดของวัสดุที่เก็บไว้ในที่เก็บของ

4. แสดงราคารวม (ราคาของวัสดุ,ค่าประกัน และค่าขนส่ง)

2.4.5 การวางแผนค่าโสหุ้ย

1. ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลง เช่น สำนักงาน,ภาษี,ดอกเบี้ย,ค่าประกัน,ค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน,ค่าเช่าเครื่องมือ,ค่าปรับเป็นต้น

2.4.6 การวางแผนสัญญารับช่วงงาน

1. แสดงชนิดของงานที่จะทำ,ชื่อของผู้รับเหมาช่วง,วันที่เริ่มต้นและวันที่ทำงานเสร็จและความก้าวหน้าของงานในช่วงนั้น ๆ

2. ทราบข้อตกลงอื่น ๆ ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง,รายละเอียดของงานที่ทำ และความก้าวหน้าต่างๆ

2.4.7 การวางแผนเกี่ยวกับการจัดการก่อสร้าง

1. พิจารณาตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กล่าวมา

2. ความเป็นอิสระในการพิจารณาปัญหาต่างๆ งานฝ่ายดำเนินการก่อสร้างโดยแบ่งเป็น

2.1 การกำหนดมอบงานเบื้องต้นเป็นขั้นตอนก่อนจะเริ่มทำงาน

2.2 การวางแผนงานก่อสร้างเป็นขั้นตอนของงานภายในหน้าที่งานได เริ่มทำแล้ว(ระหว่างการทำงาน)

3. บันทึกความก้าวหน้าของงานทุกระยะในการเปลี่ยนแปลงการดำเนินงานก่อสร้าง

3.1 รายงานความแตกต่างกันระหว่างแบบงานกับงานที่ทำได้ อาจสืบหาสาเหตุถึงข้อแตกต่างนี้ได้ และเสนอแนะเพื่อปรับปรุงงาน

3.2 มีโอกาสวางแผนได้ถูกต้อง รู้แนวทางการทำงาน และตัดสินใจล่วงหน้าอธิบายสมเหตุสมผล สามารถกำกับงานให้ดำเนินได้บรรลุเป้าหมาย

2.5 ประโยชน์ของการเลือกใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป[12]

2.5.1ประโยชน์ในด้านการควบบคุณภาพในการก่อสร้าง

ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปสามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นได้ดีกว่าการก่อหรือหล่อโครงสร้างในที่ เนื่องจากการทำงานส่วนใหญ่เป็นการผลิตในโรงงานการเทคอนกรีตกระทำบนพื้นราบปฏิบัติงานง่ายมีลักษณะงานที่ปฏิบัติซ้ำๆเดิมๆทำให้ข้อผิดพลาดจากการอ่านแบบลดลงมีการตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนระหว่างการทำงานและเมื่อนำชิ้นส่วนการทำงานติดตั้งความละเอียดถูกต้องในการติดตั้ง จะถูกบังคับด้วยระยะและขนาดของชิ้นส่วน โดยอัตโนมัติ การผลิตและการติดตั้งที่ผิดพลาดจะส่งผลให้โครงสร้างมีลักษณะผิดปกติสังเกตง่ายและส่งผลให้การทำงานยุ่งยากจนต้องแก้ไขงานติดตั้งที่ผ่านมาให้ถูกต้องเสียก่อน

2.5.2 ประโยชน์ในด้านการลดจำนวนแรงงานในการปฏิบัติงาน

การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปใช้แรงงานในการติดตั้งน้อยกว่าหล่อโครงสร้างในที่ถึง 1 ใน 3 ทำให้ลดต้นทุนในการบริหารจัดการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแรงงานเช่น ที่พักอาศัยชั่วคราวความสะดวกและสาธาราณูประโภคสำหรับแรงงาน การควบคุมความปลอดภัยและปัญหาอาชญากรรมต่างๆ ส่วนแรงงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตโครงสร้างสำเร็จรูปนั้น จะถูกทดแทนด้วยเทคโนโลยีของเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ

2.5.3 ประโยชน์ในด้านการลดระยะเวลาในการก่อสร้าง

การก่อสร้างระบบโครงสร้างสำเร็จรูปใช้เวลาในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างในสถานที่ก่อสร้างน้อยกว่า 1 ใน 4 ของเวลาก่อสร้างของโครงสร้างหล่อในที่ การทำงานไม่ต้องรอเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ไม่ต้องมีการเข้าแบบและค้ำยัน สภาพภูมิอากาศระหว่างการทำงานเป็นอุปสรรค

[12] คุณเทอดธรรม ยอดพฤติการณ์, การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป,.

ต่อการทำงานน้อย และหากวางแผนงานมีความละเอียดคำนึง ถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงานได้ครบถ้วน จะยิ่งทำให้ระยะเวลาการก่อสร้างลดลงได้อีก

2.5.4 ประโยชน์ในด้านการลดต้นทุนในการก่อสร้าง

ถึงแม้ว่าราคาของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจะมีราคาที่สูงกว่าโครงสร้างหล่อในที่ เนื่องมาจากต้นทุนการขนส่งและการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการติดตั้ง แต่ด้วยจำนวนการผลิตที่ซ้ำกันมากๆ สามารถ วนแบบผลิตได้หลายรอบ ทำให้ค่าไม้แบบสำหรับคอนกรีตลดลง เศษวัสดุที่เหลือในการก่อสร้างลดลง และด้วยงานที่มีคุณภาพสูงขึ้น มีระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็วทำให้ต้นทุนด้านการเงินลดลง มีโอกาศในการขยายงานเพิ่มมากขึ้น สิ่งเหล่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วระบบโครงสร้างสำเร็จรูปมีความคุ้มค่ามากกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ และจะยิ่งมีความคุ้มค่ามากขึ้นหากแรงงานยังคงขาดแคลนและมีอัตราจ้างที่สูง ตามความเจริญเติบโตของประเทศในอนาตค

2.5.5 ประโยชน์ในด้านการรักษาสิ่งแวดล้อม

การวางแผนในการทำงานสำหรับการก่อสร้าง โดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป ทำให้ลดความสูญเสียของวัสดุในการผลิต เช่น น้ำ คอนกรีต ไม้แบบและเหล็กเสริม จึงเป็นการประหยัดและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การทำงานใช้แรงงานจำนวนน้อย ทำให้ลดการบริโภคทรัพยากรที่เกี่ยวกับแรงงาน ลดปริมาณขยะและของเสียที่เกิดขึ้น การวางแผนการขนส่งที่สามารถจัดส่งวัสดุเข้าสู่การผลิตและกระจายสู่สถานที่ก่อสร้างในปริมาณครั้งล่ะมากๆ ลดความซับซ้อนในการส่ง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงและพลังงานในการขนส่ง อีกทั้งการติดตั้งระบบโครงสร้างสำเร็จรูปที่เป็นระบบ และมีระเบียบก่อให้เกิดมลภาวะทางด้านฝุ่นละอองลดลงได้มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

[13]นายรณกร ชมธัญกาญจน์ (2555) กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว

การศึกษาพบว่าผนังที่มีช่องเปิดประเภทหน้าต่างนั้น มีระยะหน้าต่างที่มีความกว้างหรือความยาวตั้งแต่ 0.20 ม. ถึง 3.25 ม. โดยมีระยะใกล้เคียงกัน เช่น0.47 0.49 0.55 0.565 0.59 และ 0.60 ม. หรือ 1.00 1.03 1.025 1.034 1.045 1.05 และ 1.10 ม. ฯลฯ เช่นเดียวกับรูปร่างหน้าต่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ได้แก่ 0.47x1.395 และ 0.50 x 1.40 หรือ 1.10 x 1.825 ฯลฯ ด้วยเหตุนี้ทำให้

[13] รณกร ชมธัญกาญจน์, “กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา: บริษัท พฤกษา เรียล เอสเตท จำกัด(มหาชน)” .(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย ,2555),หน้า2

ต้องมีแบบหล่อจำนวนมาก และมักจะเกิดปัญหาในการเลือกแบบหล่อ ทั้งนอกจากต้องเสียค่าผลิตแบบหล่อแล้วยังต้องการพื้นที่เก็บแบบหล่อมากขึ้นด้วย จึงมีข้อเสนอแนะให้รวมขนาดหน้าต่างที่มีระยะความกว้างหรือความยาวใกล้เคียงกัน อย่างเช่น 0.47 0.49 0.50 0.55 เหลือเพียง 0.50ม. และรวมรูปร่างที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เช่น 0.47x1.395 และ 0.50x1.40 รวมเป็น 0.47x1.395 หรือ 0.50x1.140 แบบใดแบบหนึ่งเป็นต้น โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากจำนวนแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งาน

นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องจักรสามารถผลิตเหล็กตะแกรงเสริมในผนังได้แคบที่สุด 0.50 เมตร หากขนาดของผนังมีส่วนที่แคบน้อยกว่า จะต้องตัดเหล็กตะแกรงส่วนที่เกิดออกทิ้ง ส่งผลให้ต้องใช้แรงงานและเสียวัสดุในการผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อรวมระยะห่างระหว่างขอบผนังและเหล็กตะแกรงด้านละ 0.025ม. จึงมีข้อเสนอแนะให้การออกแบบช่องเปิดควรห่างจากผนังอย่างน้อยต้อง 0.55 ม.การดำเนินงานตามข้อเสนอแนะดังกล่าว จะช่วยให้ลดปัญหาในการทำงาน ลดต้นทุนนั้นตอนการผลิตและทำให้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

[14]นางสาวอินทิรา บางภิภพ (2551) “การเปรียบเทียบอาคารชุด8ชั้นที่นำระบบผนังรับน้ำหนักเป็นแผนภายใน ร่วมกับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับระบบผนัง ค.ส.ล สำเร็จรูป เป็น ผนังภายนอก

จากผลการศึกษา พบว่าราคาค่าก่อสร้างในส่วนงานผนังภายนอก โครงการ 1 ระบบผนังก่ออิฐ ที่มีค่าก่อสร้าง 765.29 บาท/ตรม. โครงการ 2 ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป มีค่าก่อสร้าง 1,360.00 บาท/ตรม. งานผนังภายในโครงการ1ระบบผนังรับน้ำหนัก มีค่าก่อสร้าง 1,748.74 บาท/ตรม. โครงการ 2 ระบบผนังก่ออิฐ (คิดเฉพาะค่างานผนัง) มีค่าก่อสร้าง 629.17 บาท/ตรม. และระบบผนังก่ออิฐ (คิดค่างานผนังและเสา) มีค่า 892.24 บาท/ตรม. ดังนั้นต้นทุนงานผนังภายในรวมกับภายนอกเมื่อคิดต่อ 1 ตรม. ของโครงการ 1 สูงกว่า โครงการ 2 ด้านระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการ 1 มีค่าเท่ากับ 275 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาก่อสร้างมากกว่า โครงการ 2 ที่ใช้ระยะเวลาก่อสร้างเพียง 238 วัน อีกทั้งจำนวนบุคคลากรและแรงงานในการก่อสร้างโครงการ 1 ใช้รวม 121 คน มากกว่าโครงการ 2 ที่ใช้รวม 110-113 คน ปัญหาที่พบในการก่อสร้างงานผนังรับน้ำหนักเช่นผิวผนังไม่เรียบเสมอกันงานผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป เป็นเรื่องตำแหน่ง Insert Plate ที่มีความคลาดเคลื่อนไปจากแบบ ทั้งระบบและแนว ซึ่งเกิดจากการขาดวิศวกรในการดูแลการติดตั้ง ส่งผลรุนแรงทำให้เกิด

[14] อินทิรา บางภิภพ, "การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้น ที่นำระบบเป็นผนังภายในร่วมกับระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก" (ปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551).หน้า2

ความเสียหายต่อระบบโครงสร้าง งานผนังก่ออิฐ มักเป็นเรื่อง ใช้ระยะเวลามาก แตกร้าว และขาด แคลนช่าง

ดังนั้น โครงการ 2 มีความเหมาะสมกว่า โครงการ 1 สำหรับการก่อสร้างอาคารชุด 8 ชั้นใน ด้านความยืดหยุ่นทางการตลาด ทักษะและความแม่นยำในการก่อสร้าง ระยะเวลาก่อสร้างรวม และ ต้นทุน ผู้ประกอบการเลือกการก่อสร้างงานผนังระบบผสมผสาน เพื่อให้ต้นทุนในการก่อสร้างไม่สูง มากนัก และยังสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้อย่างเหมาะสม ข้อเสนอแนะ จากผล การศึกษาทั้ง 3 ระบบการก่อสร้างที่ใช้เวลาน้อยที่สุด โดยไม่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ทั้งผนังภายในและ ผนังภายนอก แต่ทั้ง 3 ระบบข้างต้นมีความแตกต่าง คือราคาค่าก่อสร้าง หากมีความสนใจในระบบ ดังกล่าวมากขึ้น ควรมีการศึกษาทางวิศวกรรม ในเรื่องความเป็นไปได้ในการรวมทั้ง 3 ระบบเข้า ด้วยกัน เชื่อว่า สามารถต้นทุนการก่อสร้างลงได้

[15]นายอัครวัฒน์ ตรัยจิรพงศ์ (2554)"การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนัง ภายนอกอาคารสำเร็จรูป

การศึกษานี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคาร สำเร็จรูปโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารจากการก่ออิฐฉาบปูนเป็น ระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างจริงซึ่งเป็นผลมากจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง โครงการในกิจกรรมก่อสร้างที่จะทำให้งานล่าช้า(ดำเนินการก่อสร้างและสรุปผลการเปลี่ยนแปลง)

วิธีดำเนินการศึกษาได้ทำการศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างในโครงการ ก่อสร้างจริงในช่วงการวางแผนงานก่อสร้างและวิเคราะห์ความเสี่ยงโครงการโดยระบุความเสี่ยงที่จะ ทำให้โครงการก่อสร้างล่าช้าจากกิจกรรมก่อสร้างในหมวดงานหลัก 3 หมวด คืองานโครงสร้าง งาน ระบบ และงานสถาปัตยกรรม โดยวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงในการจัดทำกิจกรรมก่อสร้างทั้งการวิเคราะห์ ความเสี่ยง ทำการจัดลำดับความสำคัญความเสี่ยงและวางแผนตอบสนองความเสี่ยง บริหารความ เปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้าง ติดตามและประเมินผลแต่ละช่วงของการก่อสร้างจากภาพถ่ายและ ข้อมูลการก่อสร้าง

ผลของการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารจากการก่อ อิฐฉาบปูนเป็นระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป ในโครงการที่ทำการศึกษาสามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพของการก่อสร้างช่วยลดการทำงานชั่วคราว ในที่สูงและที่เสี่ยงภัย ลดปริมาณขยะจาก การก่อสร้าง ลดปัญหาการแก้ไขผลงานก่อสร้างเนื่องจากผนังภายนอกที่ไม่ได้มาตรฐาน ลดความเสี่ยง โครงการก่อสร้างล่าช้าและสามารถนำขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้าง ดังกล่าว มา รวบรวมเพิ่มเติมข้อเสนอแนะจัดทำคู่มือการเปลี่ยนแปลงการก่อสร้างจากระบบปกติ-ผนังภายนอก

---

[15] นายอัครวัฒน์ ตรัยจิรพงศ์, " การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป " (ปริญญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปกร, 2554).หน้า2

อาคารสำเร็จรูปสำหรับโครงการก่อสร้างโครงการอื่นๆเพื่อความเสี่ยงโครงการก่อสร้างล่าช้า และเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างได้ โดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ประยุกต์สำหรับงานออกแบบมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์วางแผนการก่อสร้างให้เกิดความแม่นยำและลดปัญหาข้อผิดพลาด และสามารถกำหนดการก่อสร้างบางส่วนในการใช้ระบบอุตสาหกรรม ทำการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานได้ก่อน สามารถควบคุมคุณภาพจากโรงงาน และการลดระยะเวลาก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างได้

[16]นายศุภชัย ไชยน (2549)"เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จภายนอกอาคาร

ผลการศึกษาพบว่า ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL ความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนการก่อสร้างระยะเวลา และราคาลงได้ และพบว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูปของโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันที่โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL จะทำการเตรียมเส้น OFFSET LINE เอาไว้สำหรับเช็คแนวระดับในการติดตั้ง และกำหนดช่วงเวลาการใช้ทาวเวอร์เครนไม่ให้ตรงกับระยะเวลาการใช้งานส่วนอื่นๆ ของทางโครงการ ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการติดตั้งลงได้ และระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปมีขั้นตอนมากกว่าการก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐในเรื่อง ในเรื่องระยะเวลาการก่อสร้างผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ใช้เวลาในการก่อสร้างเร็วที่สุดเฉลี่ย 8 วัน/ชั้น เท่ากับ 29.19 ตรม./วัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 12วัน/ชั้น เท่ากับ 20.45 ตรม./วัน และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาในการก่อสร้างเฉลี่ย 14 วัน/ชั้น เท่ากับ 17.54 ตรม./วัน ในเรื่องของแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างงานผนังภายนอกอาคาร โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL ใช้แรงงานจำนวน 27 คน และโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT ใช้แรงงานจำนวน 29 คน ซึ่งจะมีจำนวนแรงงานที่ใกล้เคียงกัน และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐจะใช้จำนวนแรงงานมากกว่า ในเรื่องราคาค่าก่อสร้างโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ COMPONENT มีราคาค่าก่อสร้างมากที่สุดเท่ากับ 1,635 บาท/ตรม. โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ PANEL มีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 1,380 บาท/ตรม. และโครงการที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้างเท่ากับ 693 บาท/ตรม. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง,กลุ่มปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการก่อสร้างอื่นๆ

ระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปชิ้นส่วนแบบ PANEL มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอาคารสูง แต่ต้องขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการขนส่งติดตั้ง เหมาะกับโครงการที่ต้องการความ

---

[16] ศุภชัย ไชยน, "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร กรณีศึกษาโครงการสวนลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการชิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน)", (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2549)หน้า 13).

รวดเร็วในการก่อสร้าง เช่นอาคารประเภทอสังหาริมทรัพย์ ต่างๆ ที่ต้องการผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการเลือกใช้ระบบในการก่อสร้าง ควรศึกษาทำความเข้าใจถึงระบบและเหตุผลในการเลือกใช้ ซึ่งทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างอาคารได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับอาคารชุดพักอาศัยแนวราบ หรือแบบ Low rise ที่มีความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ของผู้ประกอบการที่เป็นโครงการประเภทเดียวกัน 2 โครงการ โดยโครงการแรก เป็นโครงการที่ใช้ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ประเภทนี้เป็นหลัก และโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ เพื่อให้เห็นถึงข้อแตกต่างของโครงการ ในเรื่องของการจัดการวางแผนงานก่อสร้าง ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง โดยทำกาศึกษา การก่อสร้างอาคารประเภทอาคารชุดพักอาศัยแบบ Low rise ให้ทราบถึงปัญหา และรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ข้อดี-ข้อเสียในด้านต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเสนอแนะการจัดการ ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ในการก่อสร้างอาคารอย่างมีคุณภาพ และยังช่วยในพัฒนาการก่อสร้างอาคารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้นด้วย โดบมีรายละเอียด และวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อกำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์ ของงานวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดขอบเขตในเรื่องของการศึกษาในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

1. ศึกษาข้อมูลจากตำรา และสัมภาษณ์บุคคล ศึกษาการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูป ระบบผนังค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร โดยการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์เก็บภาพถ่ายจากงานภาคสนามโดยรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างลงพื้นที่ศึกษา และศึกษาจากตำรา บทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้ทรงคุณวุฒิที่เคยศึกษา,ออกแบบและควบคุมงานก่อสร้างด้วยระบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ผู้เกี่ยวข้อง เช่นเจ้าของโครงการ ผู้รับเหมาโครงการ ผู้ออกแบบ และติดตั้งระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อกำหนดโครงการที่จะทำการศึกษา และพิจารณาเลือกโครงการที่เหมาะสมสำหรับทำการศึกษา ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลได้พบโครงการอาคารประเภทอาคารพักอาศัยรวมหลาย

โครงการที่เลือกใช้ระบบดังกล่าวทั้งผู้ประกอบการที่นิยมใช้ระบบนี้และที่พึ่งเริ่มใช้ โดยที่กำลังก่อสร้างและเลือกใช้ระบบดังกล่าว

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ได้ศึกษาข้อมูลเอกสารทางวิชาการบทความวรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาสรุปข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงการดำเนินการวิจัย และที่สำคัญที่สุด คือนำมากล่าวอ้างในบทสรุปเพื่อให้ผลการดำเนินงานวิจัยมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2 การเลือกโครงการที่มาใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือก กรณีศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างประเภทคอนโดมิเนียม Low Rise ซึ่งการศึกษาข้อมูลและสถิติคอนโดมิเนียมพบว่าช่วงราคาขายตั้งแต่ 30,000 - 100,000 บาท ต่อตารางเมตรมีมากที่สุดถึง 60% ของคอนโดมิเนียมที่มีเปิดขายในกรุงเทพฯและปริมลฑลในปีพ.ศ.2558 และมีความนิยมในการก่อสร้างด้วยระบบผนังสำเร็จรูป ซึ่งปัจจุบันจากข้อมูลสถิติ

ภาพที่ 6 แสดงแผนภูมิคอนโดมิเนียบที่เปิดขายในกรุงเทพมหานคร

ที่มา: http://propholic.com/prop-talk

ภาพที่ 7 แสดงประเภทอาคารเทียบกับช่วงราคาของสถานะทางธุรกิจประเภทนี้

ULTIMATE	200,000	UNLIMITED
SUPER LUXURY	160,000	200,000
LUXURY	130,000	160,000
HIGH CLASS	100,000	130,000
UPPER CLASS	80,000	100,000
MAIN CLASS	60,000	80,000
ECONOMY	45,000	60,000
SUPER ECONOMY	30,000	45,000

ที่มา: http://thinkofliving.com/wp-content/uploads/2011/12/Screen-Shot-2554-12-18-

ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับตารางการแบ่งกลุ่มประเภทราคาขายสรุปได้ว่า ประเภท ECONOMY, MAIN CLASS และ UPPER CLASS จะอยู่ในช่วงราคาขายต่ำถึงราคาขายปานกลางของตลาดในปัจจุบันโดยมีราคาขายตั้งแต่ 30,000-100,000 บาท ต่อตารางเมตร ตามลำดับ การก่อสร้างอาคารในช่วงราคาดังกล่าวนั้นมีการผลิตอาคารขึ้นจำนวนมาก และมีการแข่งขันสูง จึงมีการหาแนวทางลดต้นทุนการผลิต ซึ่งโดยทั่วไปของอาคารประเภทนี้จึงมีการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับการก่อสร้างอาคาร ด้วยการใช้ระบบคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นหลัก จึงจำเป็นต้องลดขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน และการก่อสร้างอาคารให้น้อยที่สุดคือการออกแบบให้ชิ้นส่วนเหมือนกันให้มากสุด เป็นการลดจำนวนแบบหล่อให้น้อยลง ซึ่งจะอยู่ในช่วงราคาขายต่ำหรือประเภท ECONOMY เพราะอาคารส่วนใหญ่ รูปแบบห้องชุดจะเหมือนกันทั้งอาคารและรูปร่างหน้าตาอาคารด้วย ส่วนมากจะเหมือนกันในชั้นที่ 2 – ชั้นที่ 7 ทำให้การก่อสร้างอาคารสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้เลือกโครงการ 2 โครงการ โดยโครงการที่ 1 เป็นอาคารที่ใช้ระบบก่อสร้างผนังภายนอกอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นหลัก และมีความเชี่ยวชาญในระบบดังกล่าว กับโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระก่อสร้างประเภทนี้ ใช้เป็นกรณีศึกษาเหตุผลในการเลือกโครงการดังกล่าวเนื่องจากมีสาเหตุหลายประการดังต่อไปนี้

1. มีการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปเหมือนกัน โดยลักษณะทั้ง 2 โครงการเป็นอาคารประเภทเดียวกัน ความสูงและพื้นที่อาคารใกล้เคียงกัน แต่มีแบบและรายละเอียดในการก่อสร้างที่ต่างกัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบและศึกษาข้อมูลได้ชัดเจน

2. เป็นโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอาคาร ซึ่งตรงกับระยะเวลาในการทำวิจัยและสถานีที่ตั้งโครงการตั้งอยู่ไปไกลมากนัก ซึ่งผู้วิจัยสามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลได้สะดวก

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้วิธีเฝ้าสังเกตการณ์ สำรวจ สำภาษณ์ และบันทักข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้างโครงการแล้วนำมาวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

1. กล้องถ่ายรูป ที่ใช้บันทึกภาพขั้นตอน และรายละเอียดต่างๆ ของการก่อสร้าง นำมาบันทึกความก้าวหน้าของการก่อสร้างอาคาร เก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ของการก่อสร้างนี้ และสอบถามสัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงการ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ผล

2. แบบสัมภาษณ์รายละเอียดการก่อสร้าง เป็นเอกสารสัมภาษณ์ และบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และสังเกตบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง เพื่อเก็บรายละเอียดในการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ของการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการต่างๆ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดงนี้

1. ดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคาร ทั้งจากการรวบรวมข้อมูลจากบทความ เอกสารวิชาการต่างๆ และยังได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับโครงการที่ไปดูงานตามที่ต่างๆ เพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาใช้ประกอบการทำวิจัย เมื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นมาพอสมควรแล้วจึงได้เริ่มเข้าไปทำการสำรวจ และเก็บข้อมูลการก่อสร้างโครงการ (โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้นตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนเมษายน 2559)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย

หลังจากได้เก็บรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 โครงการแล้วจะได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

เป็นการนำข้อมูลดิบเบื้องต้นที่ได้จากการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอาคารมาวิเคราะห์จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ตามหัวข้อข้องเรื่องที่ทำการวิจัย และทำการตรวจสอบดูว่าข้อมูลใดที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วจึงไปเก็บข้อมูลเหล่านั้นให้ครบสมบูรณ์ทุกประเด็น

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่จัดแยกเป็นประเด็นต่างๆ ไว้แล้ว มาแยกวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดและลำดับต่างๆตาม ขั้นตอนการทำงานในการก่อสร้างอาคารโดยใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีต สำเร็จรูป ดังนี้

1. วิเคราะห์ขั้นตอนการวางแผน และการบริหารการจัดการงานก่อสร้างด้วยระบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูปภายนอกอาคารของโครงการที่ใช้ เพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของโครงการ

2. วิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการขนส่งและขั้นตอนการติดตั้ง และเกณฑ์ในการพิจารณาการออกแบบและก่อสร้างด้วยระบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูปภายนอกอาคารของโครงการที่ใช้ เพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของโครงการ

3. วิเคราะห์ข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆและการนำเอาผลที่ได้จากการศึกษารายละเอียดโครงการมาทำการทดสอบตามลักษณะข้อค้นพบในขณะดำเนินการ โดยจะสรุปเป็นตาราง และแนวทางการจัดการโครงการได้

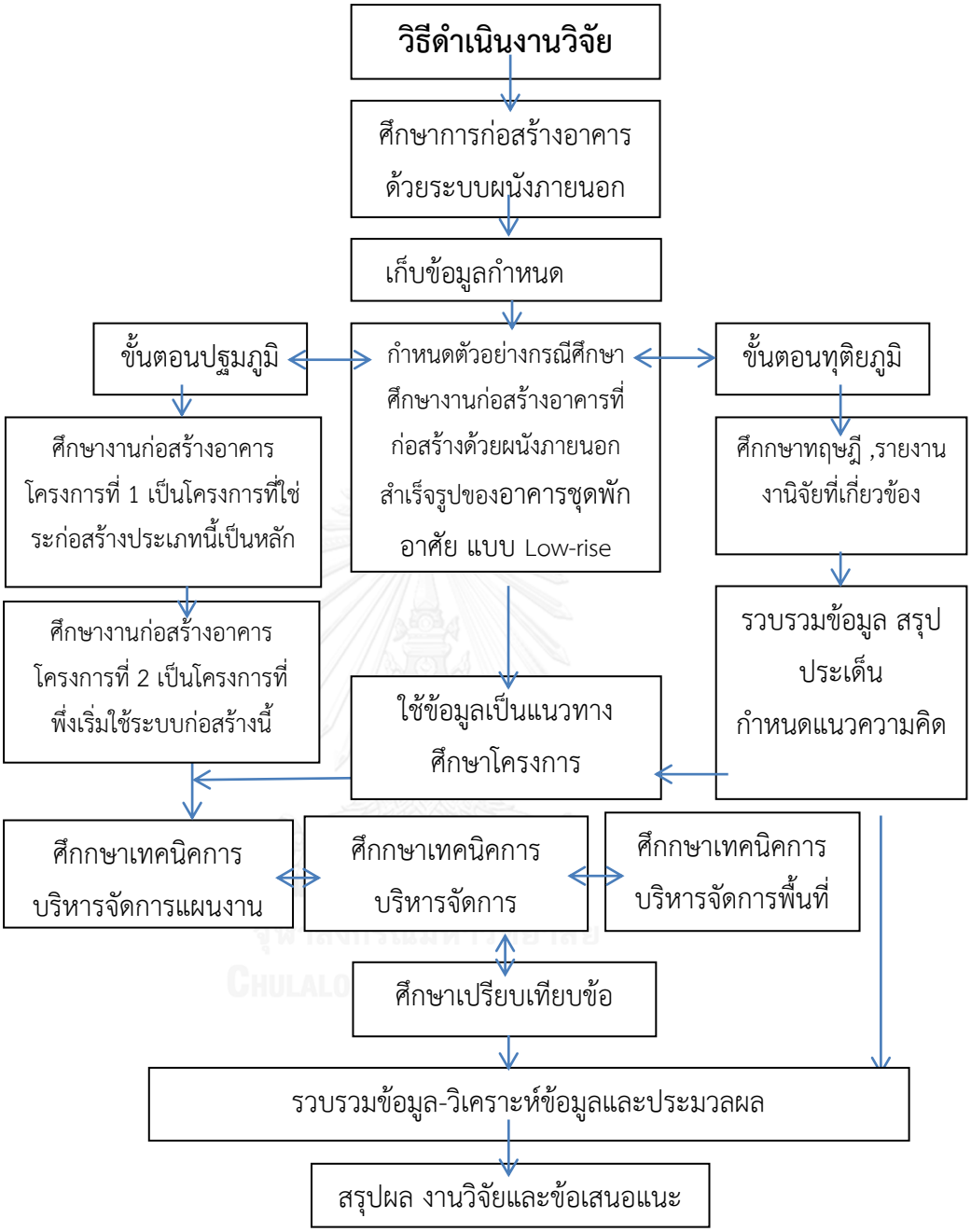
3.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะสรุปผลการวิจัยโดยใช้ผลการวิจัย เป็นประเด็นหลักในการสรุปผล และใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากทฤษฎี แนวความคิด วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างเพื่อให้น้ำหนักสรุปผลมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับความเป็นจริง

2. ข้อเสนอแนะจะเป็นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อจะเป็นแนวทางการจัดการอาคาร และสามารถพัฒนาระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 8 แสดงผังการวิธีดำเนินการวิจัย

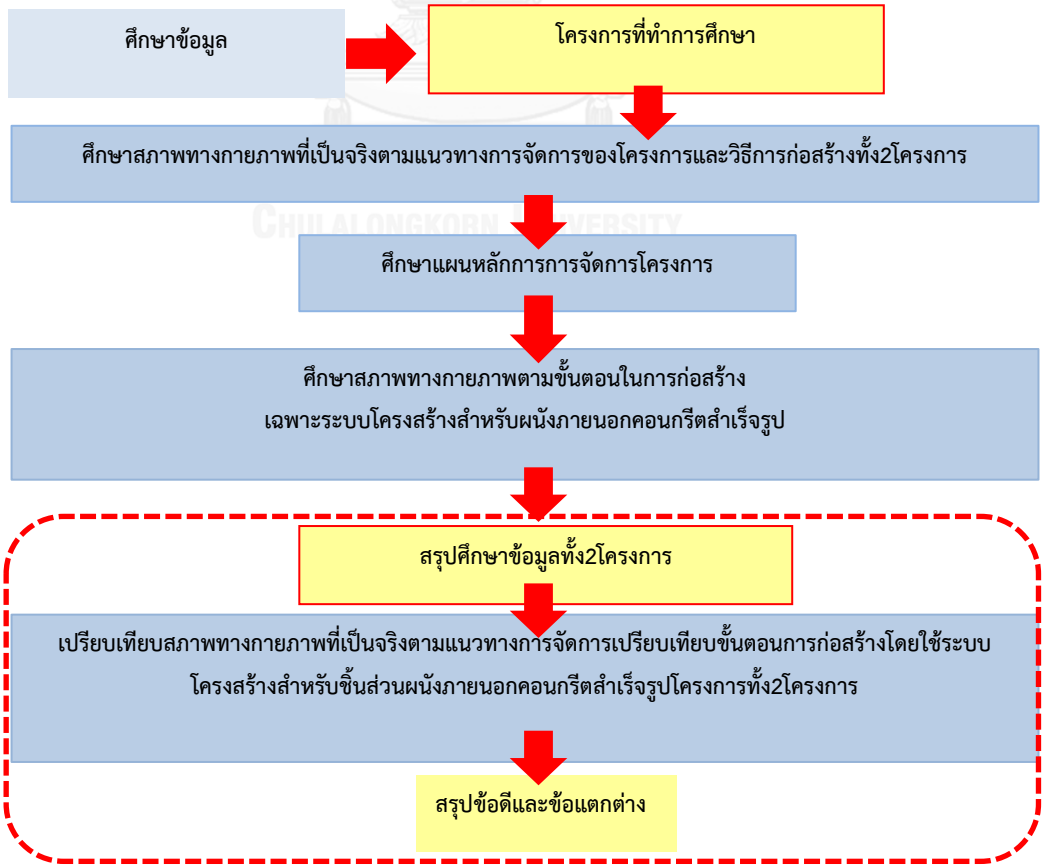


บทที่4

รายละเอียดโครงการ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกระทำในลักษณะเปรียบเทียบของกรณีศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างประเภทคอนโดมิเนียม Low Rise ในกรุงเทพฯและปริมลฑลที่มีการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งมีขนาดที่ใกล้เคียงกันเป็นโดยเป็นโครงการประเภทเดียวกัน 2 โครงการ โดยโครงการแรกเป็นโครงการที่ใช้การก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป ประเภทนี้เป็นหลักกับโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบการก่อสร้างประเภทนี้ และศึกษากลุ่มผู้เกี่ยวข้องโดยมี ผู้ประกอบการ,ผู้รับเหมาโครงการ,ผู้ออกแบบผนังสำเร็จรูป และผู้ติดตั้งผนังสำเร็จรูป ถึงขั้นตอนการจัดการงานก่อสร้างที่ใช้ผนังภายนอกสำเร็จรูป รวมถึงปัจจัยที่มีปัญหาผลกระทบในการทำงานแต่ละโครงการตั้งแต่ช่วงเริ่มการออกแบบ และวิธีการติดตั้ง การควบคุณภาพ ระยะเวลา การจัดการวัสดุเครื่องจักร การขนส่งที่มีผลต่อ การก่อสร้างอาคารด้วยระบบนี้

ภาพที่ 9 แสดงผังการศึกษาข้อมูลโครงการ

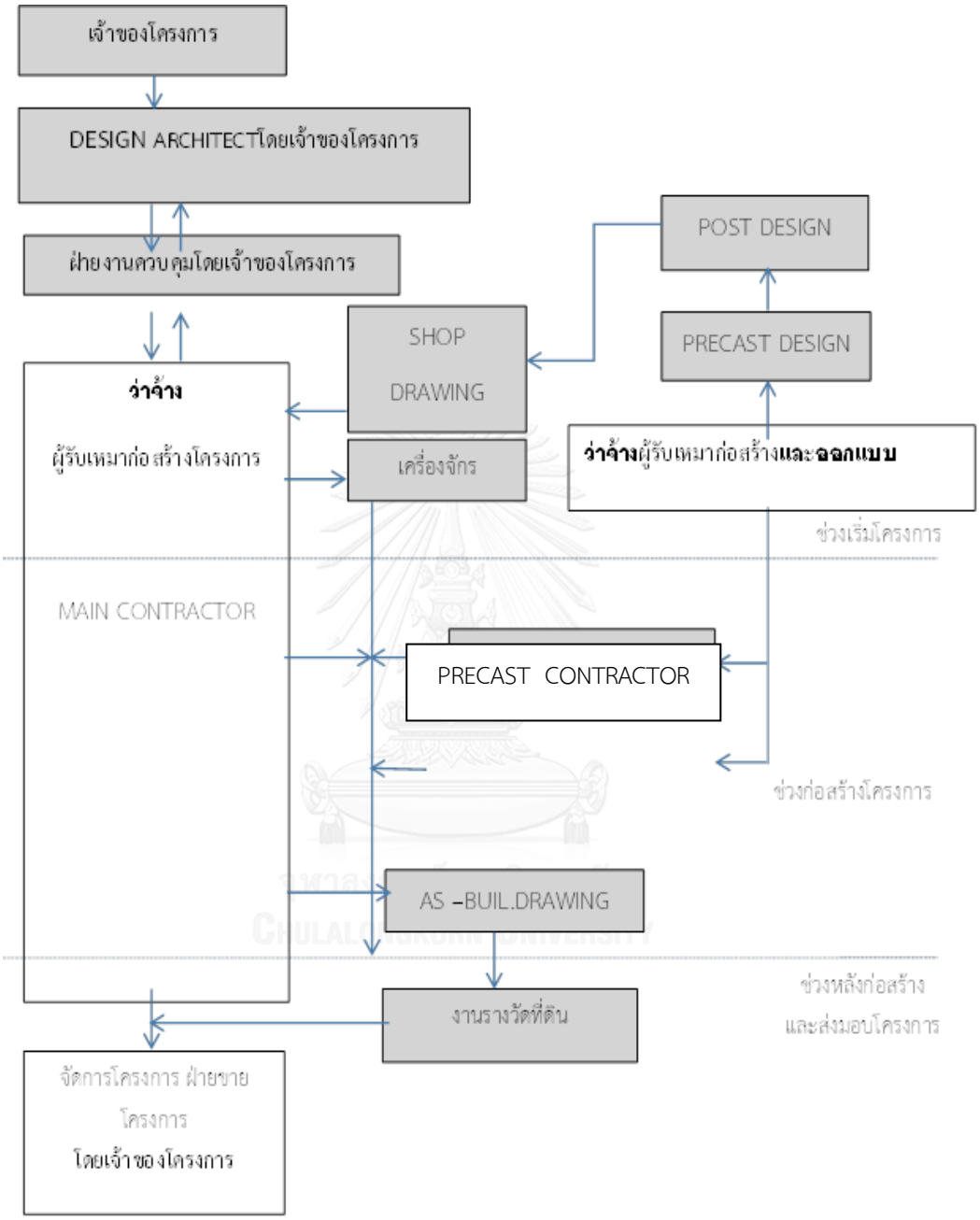


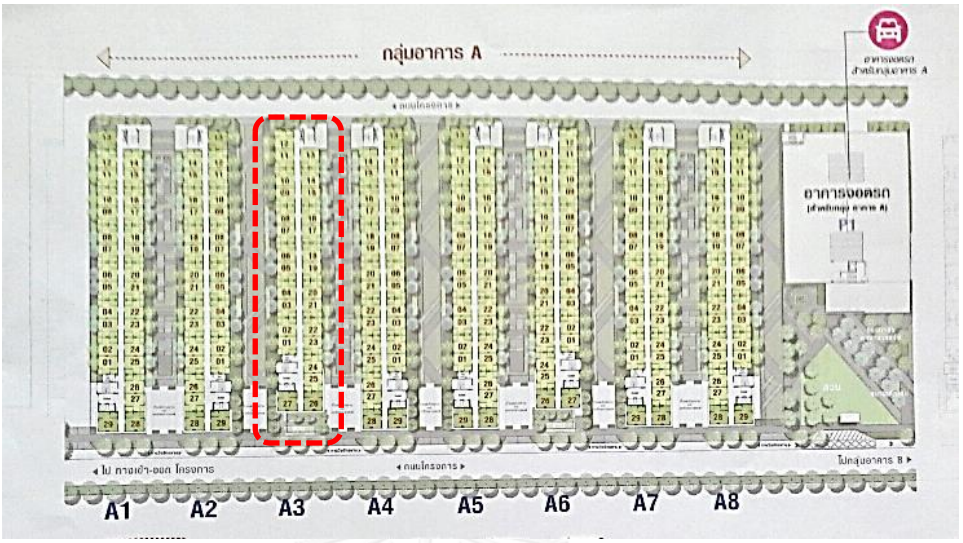
4.1 รายละเอียดโครงการที่ทำการศึกษา

4.1.1 รายละเอียดโครงการที่ **1** ทำการศึกษาโครงการที่ใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารประเภทนี้เป็นหลักมาตลอดและมีความเชี่ยวชาญสูง

ประเภทโครงการ	อาคารชุดพักอาศัย สูง 8ชั้น
เจ้าของโครงการ	บริษัท พัฒนาอสังหาริมทรัพย์
ผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ	มีผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ
ผู้ออกแบบโครงการ	เจ้าของโครงการเป็นผู้ออกแบบ
ผู้ออกแบบ Precast Wall	มีผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ
ผู้รับเหมาก่อสร้าง Precast Wall	มีผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ
รายละเอียดโครงการ	คอนโดมิเนียม 8 ชั้น 216 ห้อง/1อาคาร
พื้นที่ก่อสร้าง	พื้นที่ส่วนพักอาศัยพื้นที่รวมประมาณ 7600 ตรม.
ระยะเวลาดำเนินโครงการ	(เฉพาะอาคารศึกษา) 2557-.2559 (8เดือน/1อาคาร)
ระยะเวลาทำการศึกษา	เดือนมกราคม 2559 ถึงเมษายน 2559
ราคาขายต่อตารางเมตร	40,000บาท/ตรม./ขนาดพื้นที่ห้อง 21.5 ตรม.

ภาพที่ 10 แสดงผังการศึกษาขั้นตอนการจัดการโครงการในช่วงต่างๆ ของโครงการที่ 1

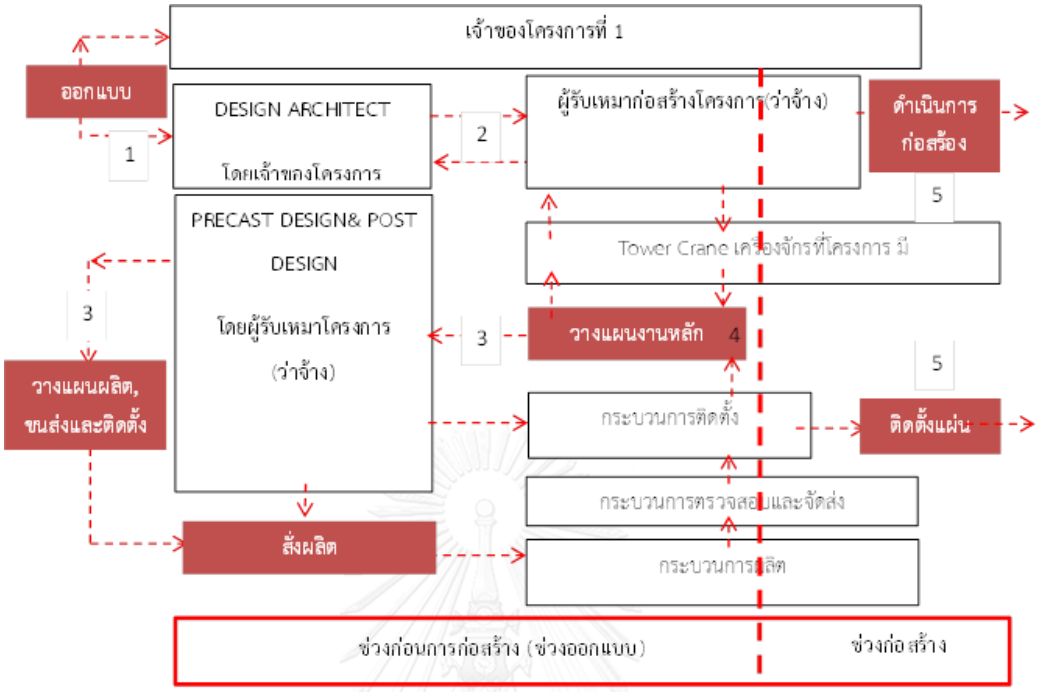




ภาพที่ 11 แสดงผังโครงการ และอาคารที่ทำการศึกษาโครงการที่ 1

ภาพที่ 12 แสดงบรรยากาศโครงการจริงโครงการที่ 1

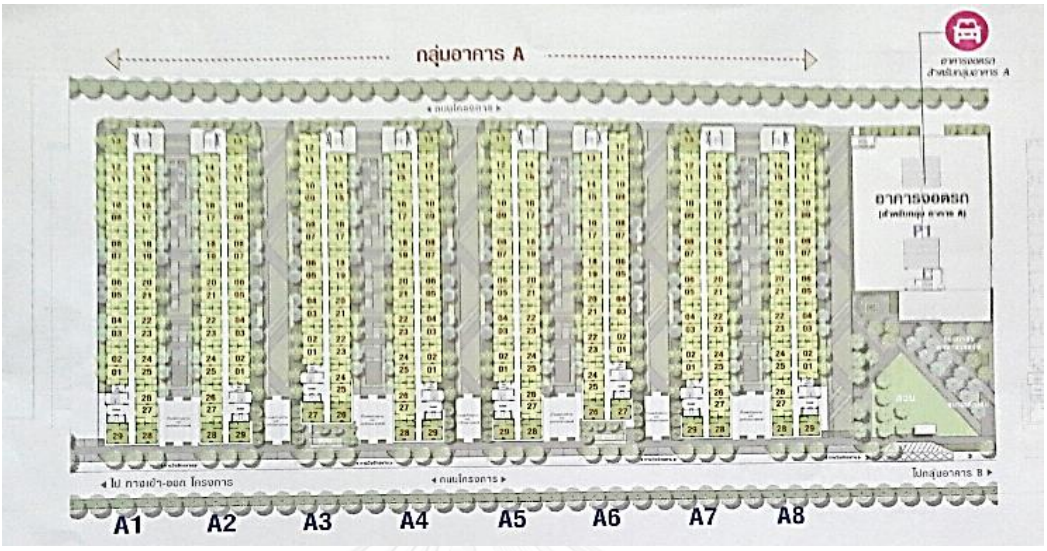
ภาพที่ 13 แสดงการศึกษาผังการจัดการขั้นตอนออกแบบและก่อสร้างชิ้นส่วนผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 1



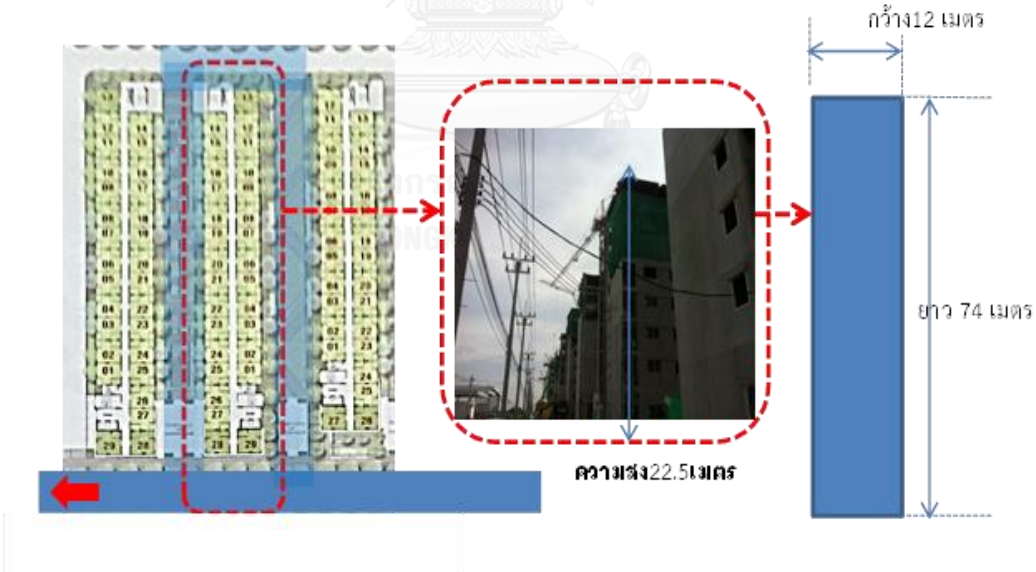
ลักษณะการจัดการการออกแบบ และการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

1. กระบวนการออกแบบ และขออนุญาติก่อสร้างโครงการ โดยบริษัท เจ้าของโครงการ
2. กระบวนการส่งแบบสถาปัตย์ให้บริษัทผู้รับเหมาทำการวางแผนต่างๆและเตรียมการก่อสร้าง
3. กระบวนการส่งแบบสถาปัตย์ให้ผู้ออกแบบ พื้นโพส และผนังสำเร็จรูป ออกแบบตามแบบสถาปัตย์ และแผนงานหลัก โดยบริษัทผู้รับเหมาออกแบบ พื้นโพส และผนังสำเร็จรูป
4. กระบวนการตรวจสอบทำการส่งแบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปให้ผู้ออกแบบหลัก และบริษัทผู้รับเหมาหลัก คำนึงถึงแบบสถาปัตยกรรมเดิมโดยวางแผนควบคู่ตามแผนงานหลัก และแผนงานเครื่องจักรที่ทาง บริษัทผู้รับเหมามี
5. กระบวนการติดตั้งผนังสามารถติดตั้งไปพร้อมกันกับกระบวนการก่อสร้างหลักได้โดยตามลำดับขั้นตอน

ภาพที่ 14 แสดงการศึกษาเส้นทางเข้าออกและพื้นที่โดยรอบโครงการที่ 1

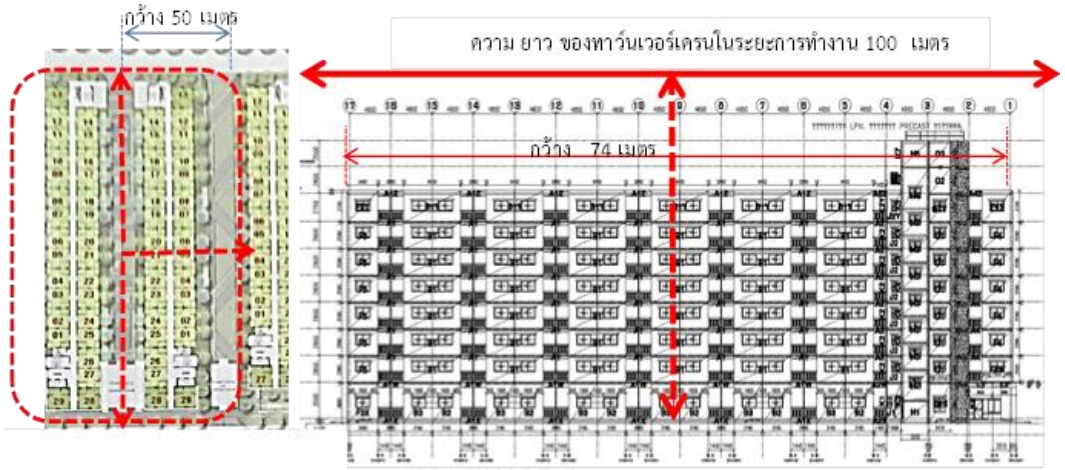


ภาพที่ 15 แสดงการศึกษาขนาด และลักษณะรูปทรงอาคารโดยรอบโครงการที่ 1



ลักษณะอาคารรูปทรงตัว (I) รูปแบบอาคารเรียบไม่มีส่วนเว้า และส่วนโค้งผิวผนังเรียบมีช่องเปิดเหมือนกันทุกชั้นทำให้การออกแบบ และการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปสะดวกรวดเร็ว

ภาพที่ 16 แสดงการศึกษาตำแหน่งเครื่องจักร และระยะการทำงานของเครื่องจักรโดยรอบอาคารโครงการที่ 1

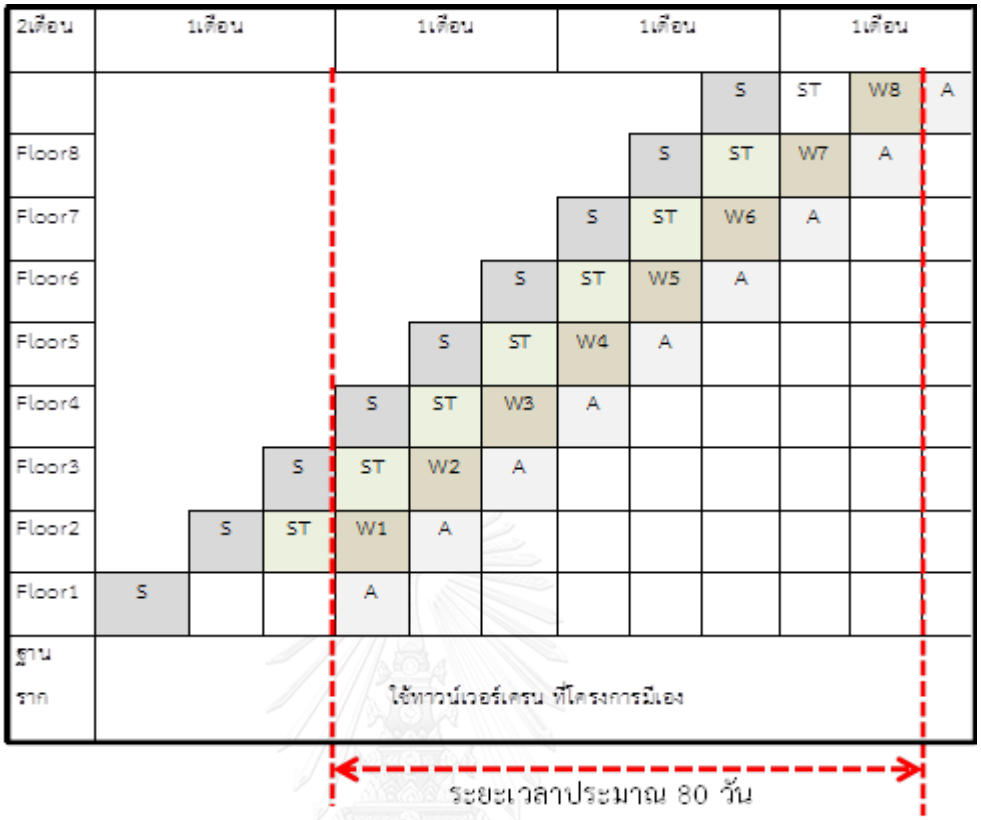


ลักษณะเครื่องจักรที่ใช้ในอาคาร

ลักษณะเครื่องจักรที่ใช้เป็น ทาวน์เวอร์เครนขนาด 50 ตัน ระยะการทำงานของแขน 100 เมตร สามารถรับหนักส่วนปลายแขน ได้ที่ 2,500 กิโลกรัม ถึง 3,000 กิโลกรัม และสามารถติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปได้รอบอาคาร

ภาพที่ 17 แสดงทาวน์เวอร์เครนที่ใช้ในโครงการระยะการทำงานโดยรอบอาคาร**โครงการที่** 1

ภาพที่ 18 แสดงการศึกษาตารางแผนการติดตั้งผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 1



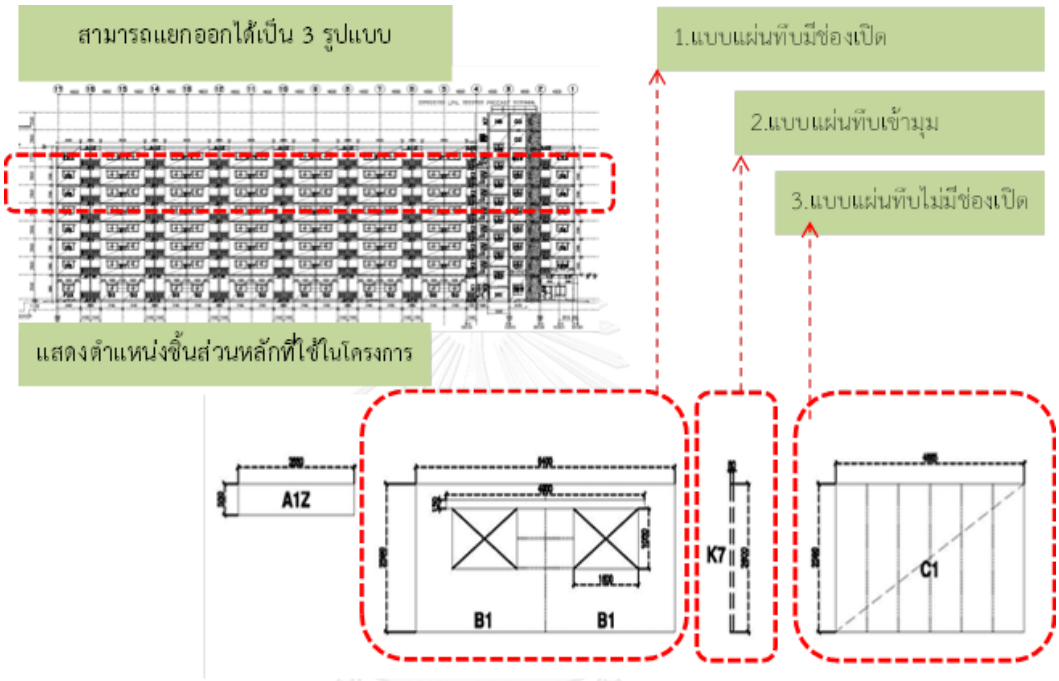
S	โครงสร้าง
W	งานผนังภายนอกรอบด้าน
A	ผนังภายใน
ST	งานบันไดสำเร็จรูป

ลักษณะรายละเอียดแผนงานการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปโครงการที่ 1

1. ให้ขึ้นโครงสร้างหลักก่อน 3 ชั้นแล้วเริ่มติดตั้งผนังรอบอาคารชั้นที่1ได้โดยใช้เวลาประมาณ1 สัปดาห์ หรือประมาณ 3 ชั้นต่อ 1 เดือน
2. แผนงานผนังต้องให้เวลาในการจัดทำแบบหล่อและหล่อชิ้นส่วนเพราะการจัดทำการหล่อชิ้นส่วนต้องหล่อก่อนติดตั้งล่วงหน้า 1 เดือนและพร้อมตรวจสอบจริงก่อนติดตั้ง
3. การติดตั้งแผ่นจากแผ่นล่างก่อนทั้งชั้นทำให้การตรวจสอบแผ่นและแบบหล่อครบทุกชิ้นส่วนให้ถูกต้องก่อนการติดตั้งชั้นต่อไป และสามารถกำหนดแนวแผ่นง่ายผิดพลาดน้อย
4. ระยะเวลาขึ้นแผ่นโดยใช้เครนยกขึ้นแขวน 10 นาทีต่อแผ่น ช่วงเวลารถส่งแผ่นเข้าหน้างาน 6:00น-7:00น ช่วงแขวนแผ่น 7:00น-9:00น. ใช้ทาวเวอร์เครนแขวนแผ่น จะได้ 10-12 แผ่นใน 1 วัน

5. ระยะเวลาใช้เวลาติดตั้งแผ่น 20-30 นาที ต่อ 1 แผ่นใน 1 วันจะได้ 10-12 แผ่น 3.5 วันต่อชั้นต่อ 1 ทีมช่างอีก 3.5 วันเก็บความเรียบร้อยต่อ 1 ทีมช่าง

ภาพที่ 19 แสดงการศึกษาลักษณะชิ้นส่วนผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 1



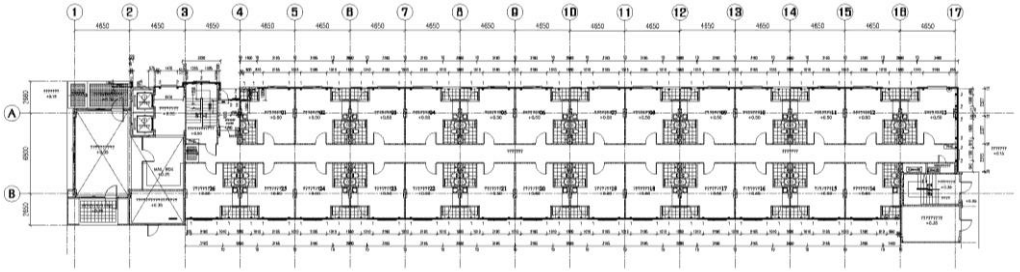
ลักษณะรายละเอียดชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปโครงการที่ 1

ชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปต่อชั้น ตั้งแต่ชั้น1-8 จำนวนแผ่นต่อชั้น 40-42 แผ่น โดยแบ่งประเภทแผ่น 3 ประเภท

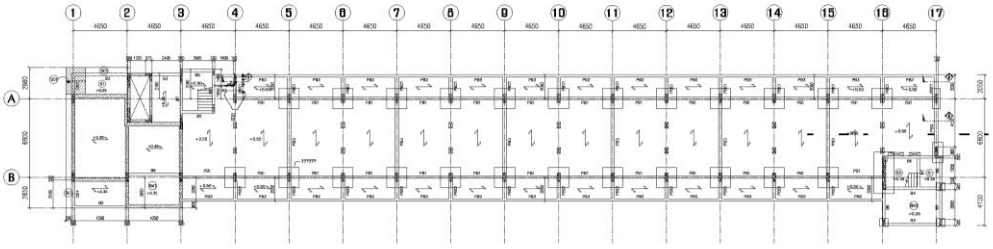
1. แบบแผ่นทึบมีช่องเปิด
2. แบบแผ่นทึบเข้ามุม
3. แบบแผ่นทึบไม่มีช่องเปิด

โดยกำหนดรหัสแผ่นจากแบบแยกได้ดังนี้ (A-K) โดยเรียงตามจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้มากไปหาน้อยตามลำดับตัวอักสร สามารถสรุปได้เป็น 11 แบบหล่อตามตัวอักษร ซึ่งใน1ประเภทมีหลายรูปแบบต่างกันที่ขนาดเท่านั้น

ภาพที่ 20 แสดงการศึกษาผังชั้นล่างอาคาร

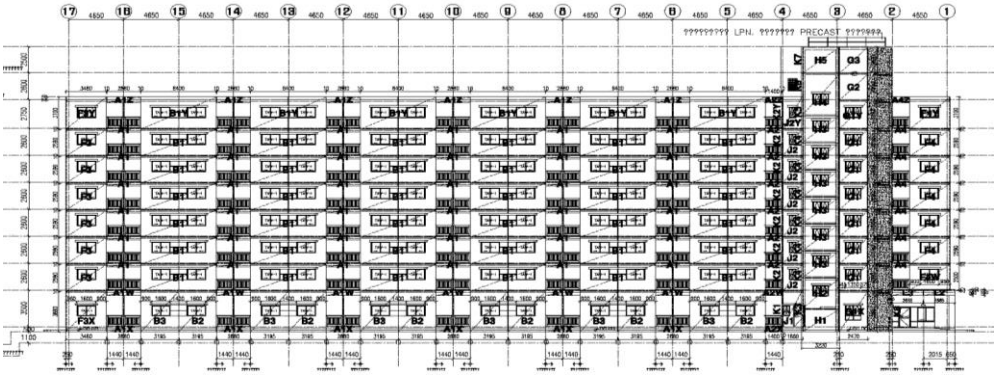


ภาพที่ 21 แสดงการศึกษาผังคานชั้นล่างสำหรับติดตั้งผนังสำเร็จรูป

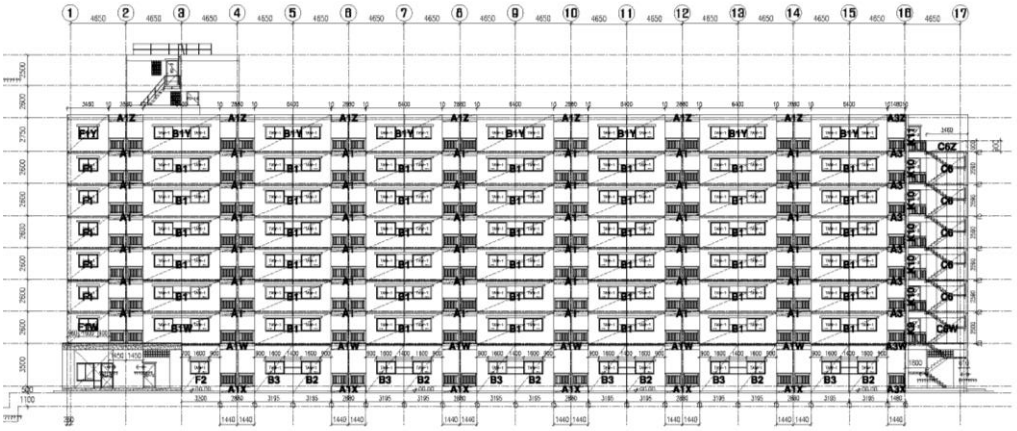


ภาพที่ 22 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านหน้าอาคารฝั่งทิศใต้

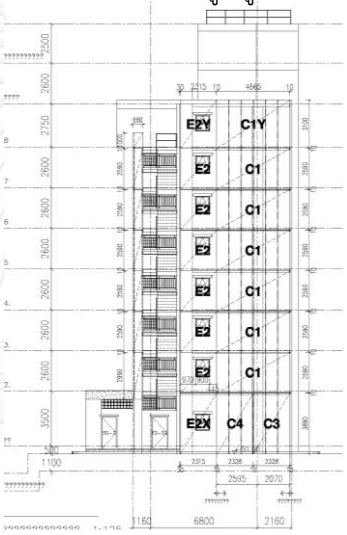
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



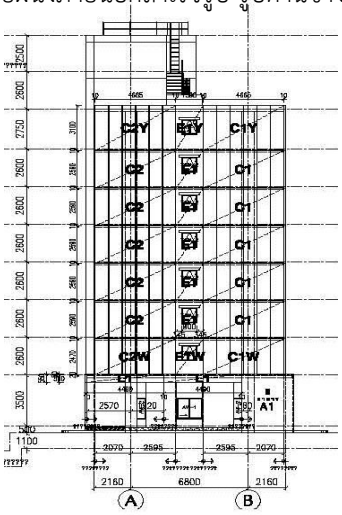
ภาพที่ 23 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านหลังอาคารฝั่งทิศเหนือ



ภาพที่ 24 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านข้างอาคารฝั่งตะวันออก



ภาพที่ 25 แสดงการศึกษาแบบผนังภายนอกสำเร็จรูป รูปด้านข้างอาคาฝั่งตะวันตก



ภาพที่ 26 แสดงการศึกษาขั้นตอนการติดผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 1

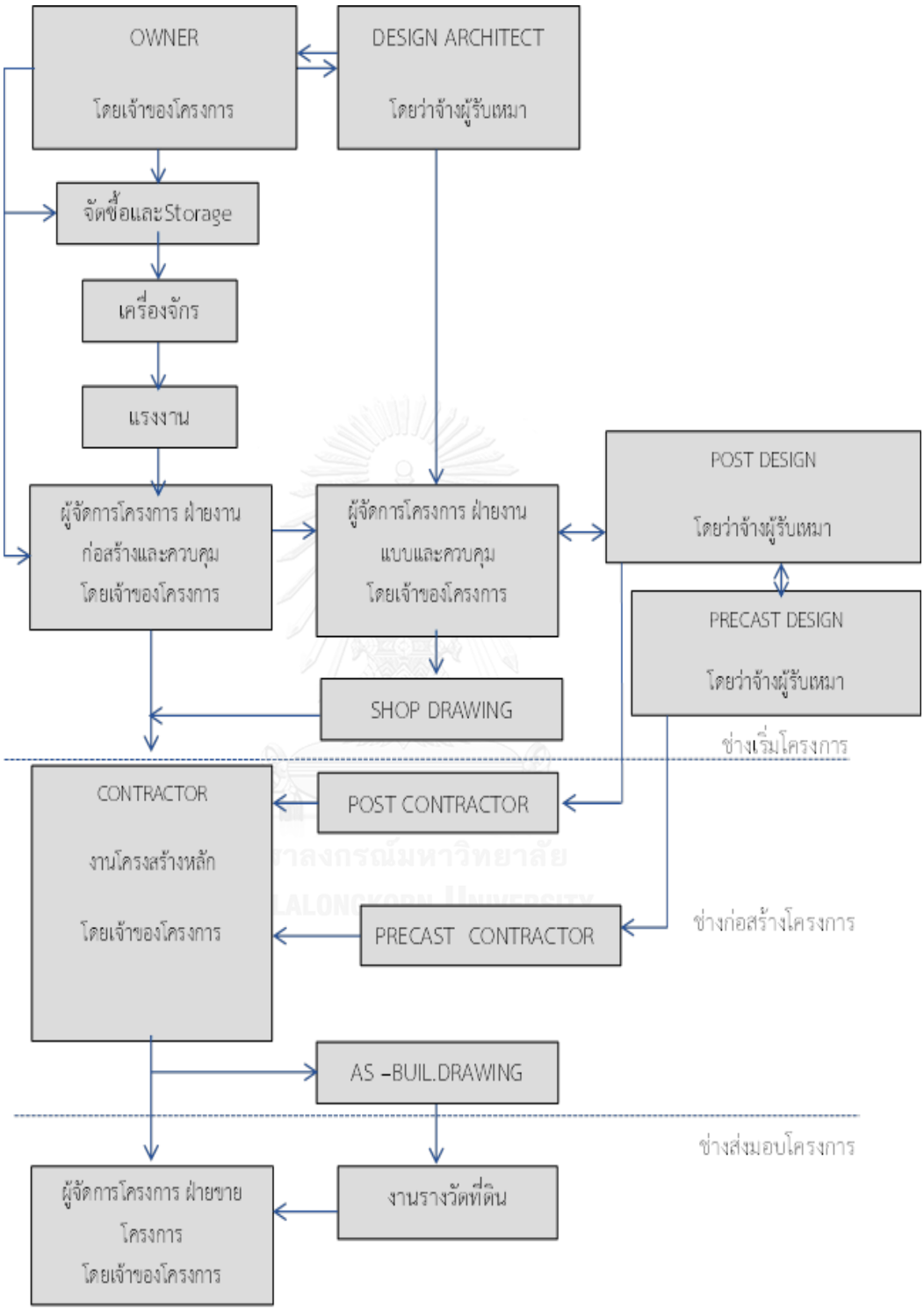
ขั้นตอนขนส่งและกองชิ้นส่วนก่อนทำการติดตั้ง โดยทำการวางแผ่นตามลำดับการติดตั้งและมีพื้นที่กองชิ้นส่วนในการรอการติดตั้ง	
ขั้นตอนการยกแขวนแผ่นด้วยเครนแล้วทำการเกี่ยวแผ่นด้วย รอกโซ่ด้านซ้ายและขวาโดยทำการปรับระดับด้วยรอกโซ่	
ขั้นตอนการหาระดับด้วยเลเซอร์ จากนั้นทำการหนุนให้ได้ระดับแล้วทำการเชื่อม	
ขั้นตอนการเชื่อมตามมาตราฐานและการออกแบบโดยทำการเชื่อมด้านล่างและด้านบนภายในชั้นของตำแหน่งแผ่นที่ติดตั้ง	
ขั้นตอนการเก็บรอยต่อภายในผนังทั้งด้านล่างด้านบนและด้านข้างที่ติดกับผนังด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัวหด	
ขั้นตอนการเก็บรอยต่อภายนอกด้วยกาว พียูกาวอคิลิคชนิดพิเศษที่ใช้กับผนังคอนกรีตภายนอกโดยเฉพาะ	

4.1.2 รายละเอียดโครงการที่ 2 ทำการศึกษาโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารประเภทนี้

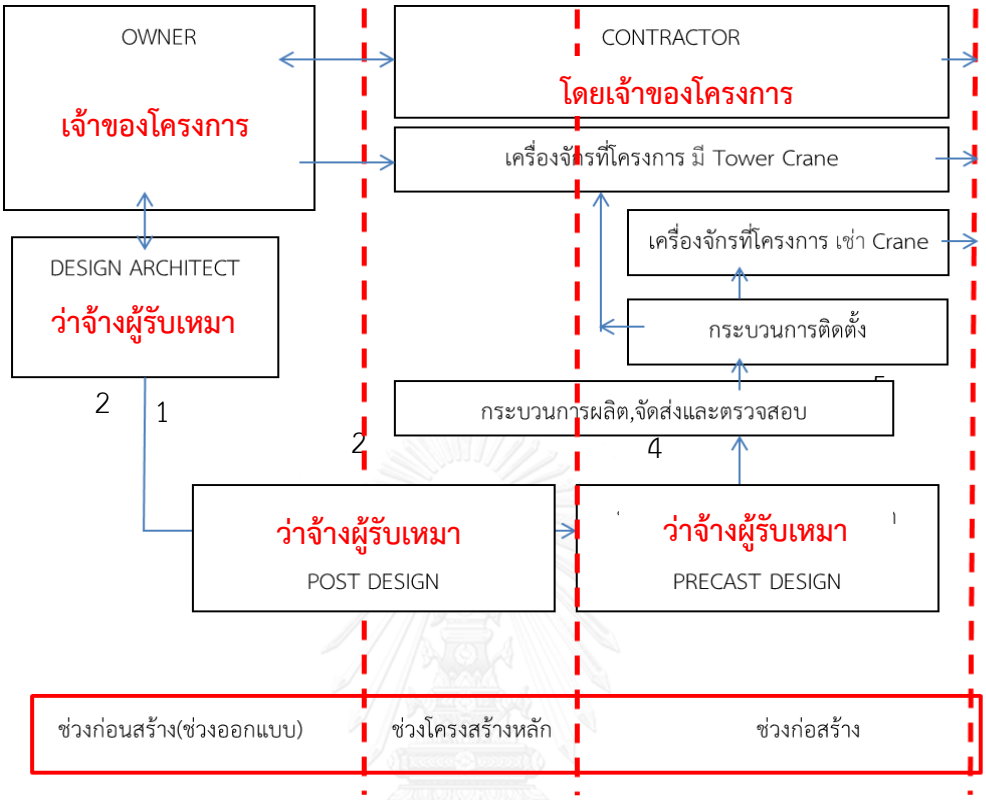
ประเภทโครงการ	อาคารชุดพักอาศัย สูง 8ชั้น
เจ้าของโครงการ	บริษัท พัฒนาอสังหาริมทรัพย์
ผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ	ผู้รับเหมาก่อสร้างโดยเจ้าของโครงการ
ผู้ออกแบบโครงการ	มีผู้รับเหมาออกแบบโครงการ
ผู้ออกแบบ Precast Wall	มีผู้รับเหมาออกแบบโครงการ
ผู้รับเหมาก่อสร้าง Precast Wall	มีผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการ
รายละเอียดโครงการ	อาคารเดี่ยว คอนโดมิเนียม 8 ชั้น 168 ห้อง/1 อาคาร
พื้นที่ก่อสร้าง :	พื้นที่ส่วนพักอาศัยพื้นที่รวมประมาณ 8500 ตรม.
ระยะเวลาดำเนินโครงการ	(เฉพาะอาคารศึกษา) 2557-.2559 (8เดือน/1 อาคาร)
ระยะเวลาทำการศึกษา	พฤศจิกายน 2558 ถึงเมษายน.2559 (8เดือน)
ราคาขายต่อตารางเมตร	57,000บาท/ตรม./ขนาดพื้นที่ห้อง 29 ตรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 27 แสดงผังการศึกษาแผนผังขั้นตอนการจัดการโครงการในช่วงต่างๆของโครงการที่ 2



ภาพที่ 28 แสดงการศึกษาผังการจัดการขั้นตอนออกแบบและก่อสร้างชิ้นส่วนผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 2

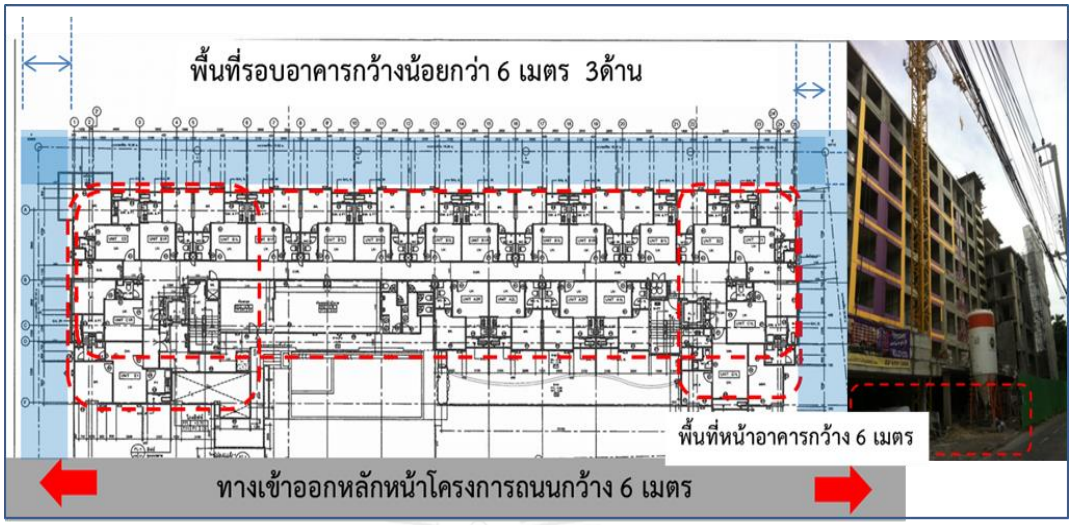


ลักษณะการจัดการการออกแบบ และการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

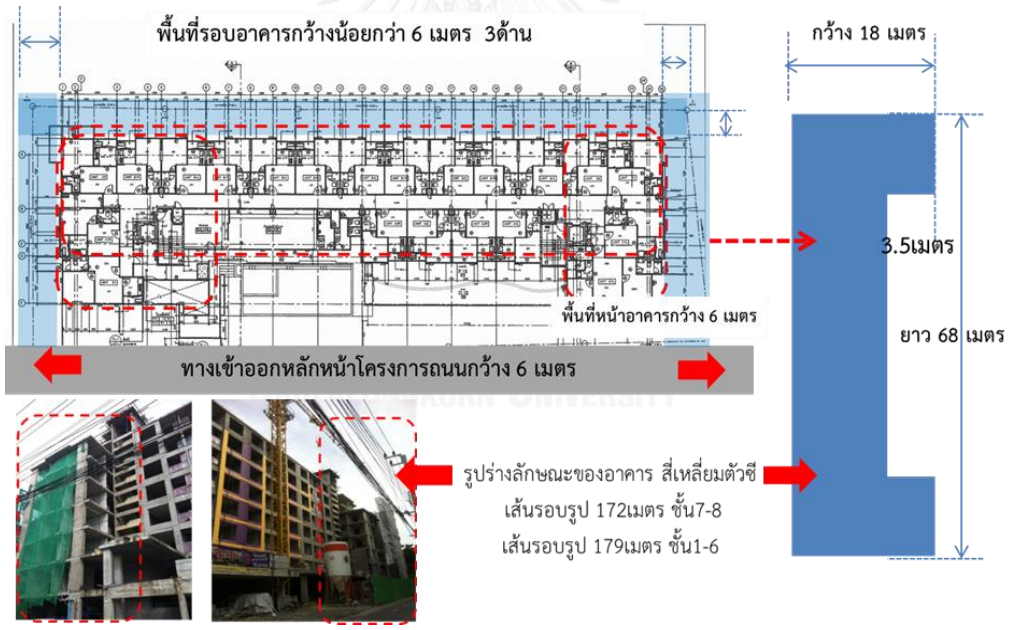
1. กระบวนการออกแบบ และขออนุญาติก่อสร้างโครงการ โดยว่าจ้างบริษัทผู้ออกแบบ
2. กระบวนการส่งแบบสถาปัตย์ให้บริษัทผู้รับเหมาทำการวางแผนต่างๆและเตรียมการก่อสร้าง

   กระบวนการส่งแบบสถาปัตย์ให้ผู้ออกแบบระบบ พื้นโพสเทนชั่น
3. กระบวนการส่งแบบสถาปัตย์ให้ผู้ ออกแบบผนังสำเร็จรูป ตามแบบสถาปัตย์และแผนงานโดยเจ้าของโครงการ ซึ่งเริ่มออกแบบช่วงเริ่มงานก่อสร้างโครงสร้าง
4. กระบวนการตรวจสอบทำการส่งแบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปให้ผู้ออกแบบหลัก และบริษัทผู้รับเหมาหลัก คำนึงถึงแบบสถาปัตยกรรมเดิมโดยวางแผนควบคู่ตามแผนงานหลัก และแผนงานเครื่องจักรที่ทาง บริษัทผู้รับเหมามี
5. กระบวนการติดตั้งผนังสามารถติดตั้งไปพร้อมกันกับกระบวนการก่อสร้างหลักได้บางส่วนโดยต้องเพิ่มเครื่องจักรช่วงหลังในการติดตั้งผนังตามลำดับขั้นตอน

ภาพที่ 29 แสดงการศึกษาเส้นทางเข้าออกและพื้นที่โดยรอบโครงการที่ 2



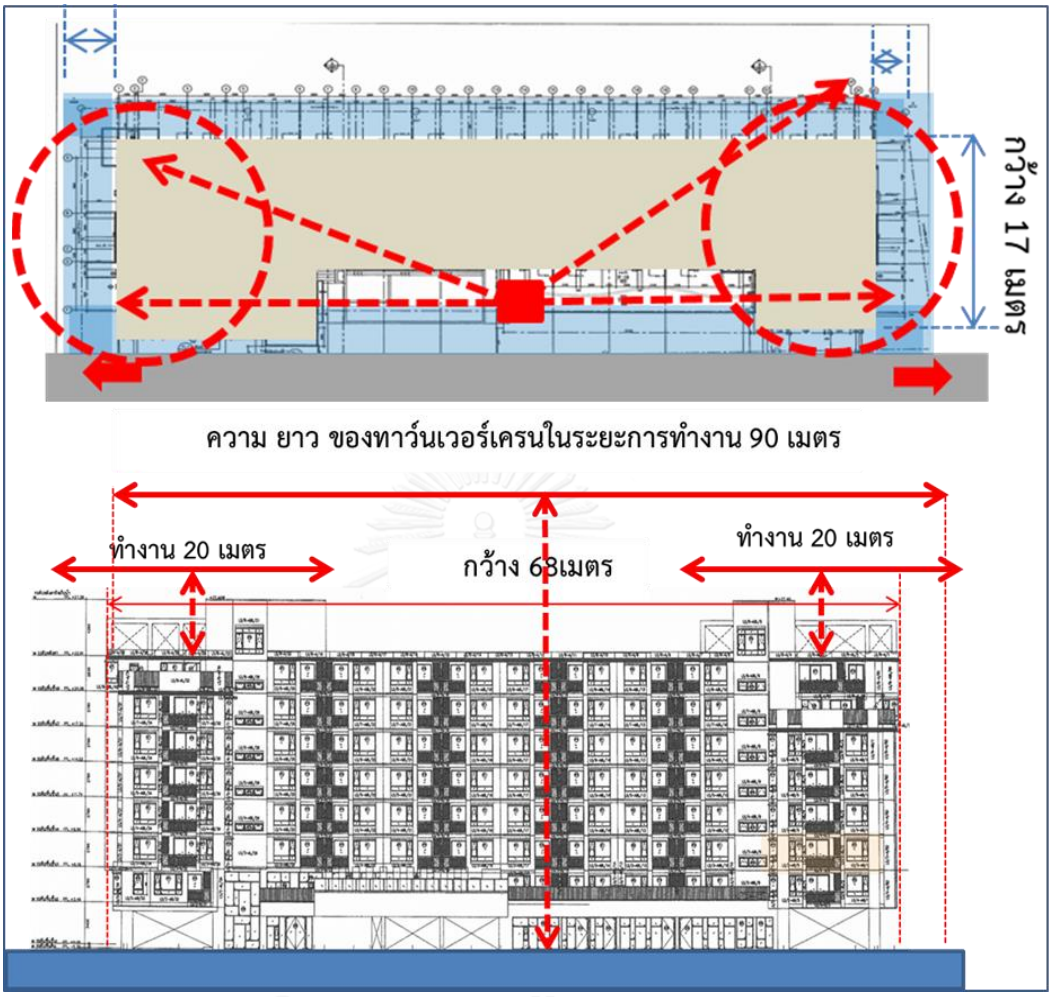
ภาพที่ 30 แสดงการศึกษาขนาด และลักษณะรูปทรงอาคารโดยรอบโครงการที่ 2



ลักษณะอาคาร

ลักษณะอาคารรูปทรงตัว c รูปแบบอาคารมีส่วนเว้า และส่วนยุบเข้าออก ผิวผนังเรียบมีช่องเปิดเหมือนกันชั้น 2-6 และชั้นที่ 7-8 ทำให้การออกแบบ และการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตเป็นไปตามแบบสถาปัตยกรรมหลัก

ภาพที่ 31 แสดงการศึกษาตำแหน่งเครื่องจักร และระยะการทำงานของเครื่องจักรโดยรอบอาคารโครงการที่ 2

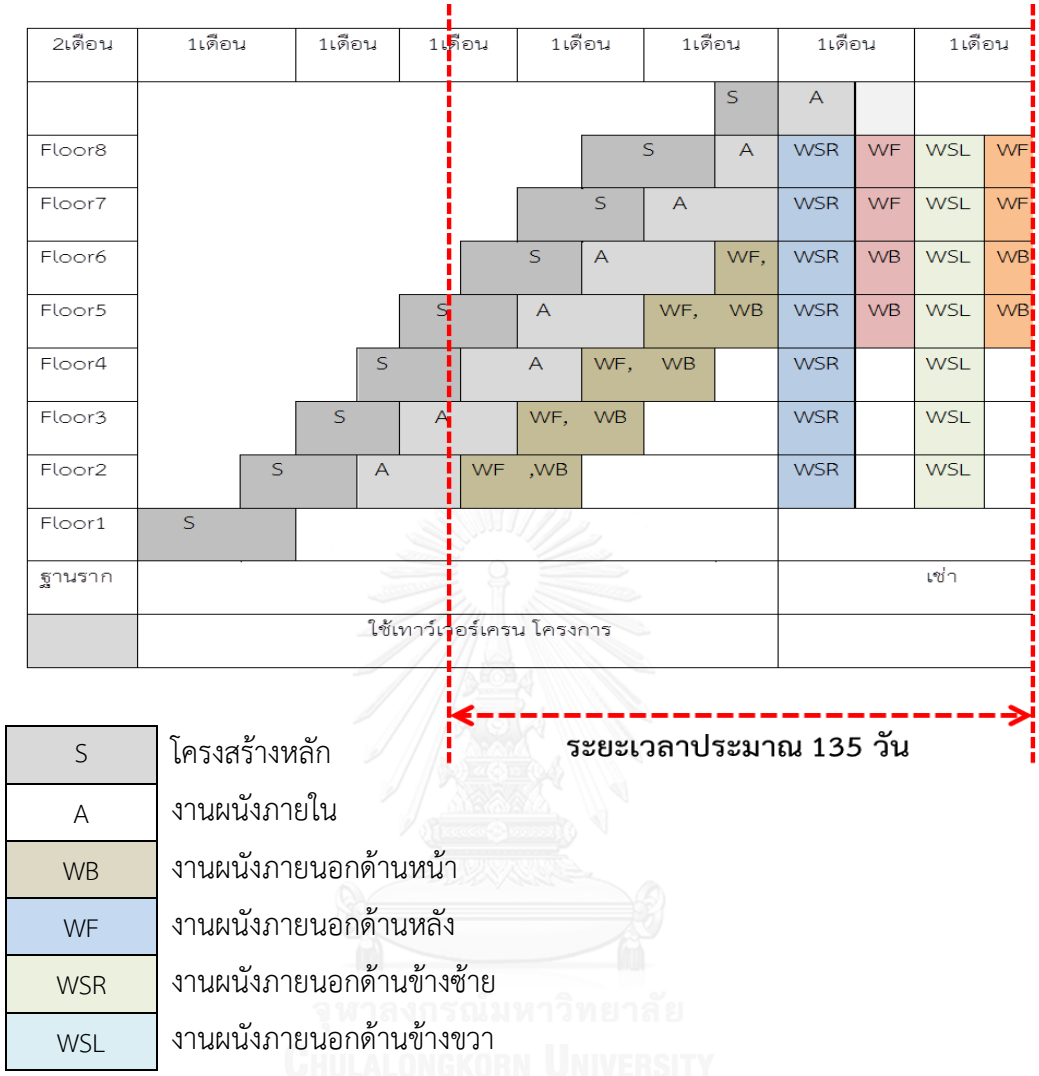


CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลักษณะเครื่องจักรที่ใช้ในอาคาร

ลักษณะเครื่องจักรที่ใช้เป็น ทาว์นเวอร์เครนขนาด 45 ตัน ระยะการทำงานของแขน 90 เมตร สามารถรับหนักส่วนปลายแขน ได้ที่ 2,000 กิโลกรัม ถึง 2,500 กิโลกรัม เนื่องจากรูปทรงมีรูปแบบและขนาดเป็นอุปสรรคในการยกแผ่นผนังภายนอกไม่ครอบคลุมทั้งอาคาร ต้องเพิ่มกำลังเครื่องจักรโดยเพิ่ม เดอริคเครน ขนาด 20 ตันระยะการทำงานของแขน 90 เมตรสามารถรับหนักส่วนปลายแขน ได้ที่ 1,000 กิโลกรัม ถึง 2,000 กิโลกรัม จึงสามารถติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปได้รอบอาคาร

ภาพที่ 32 แสดงการศึกษาแผนการติดตั้งผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 2



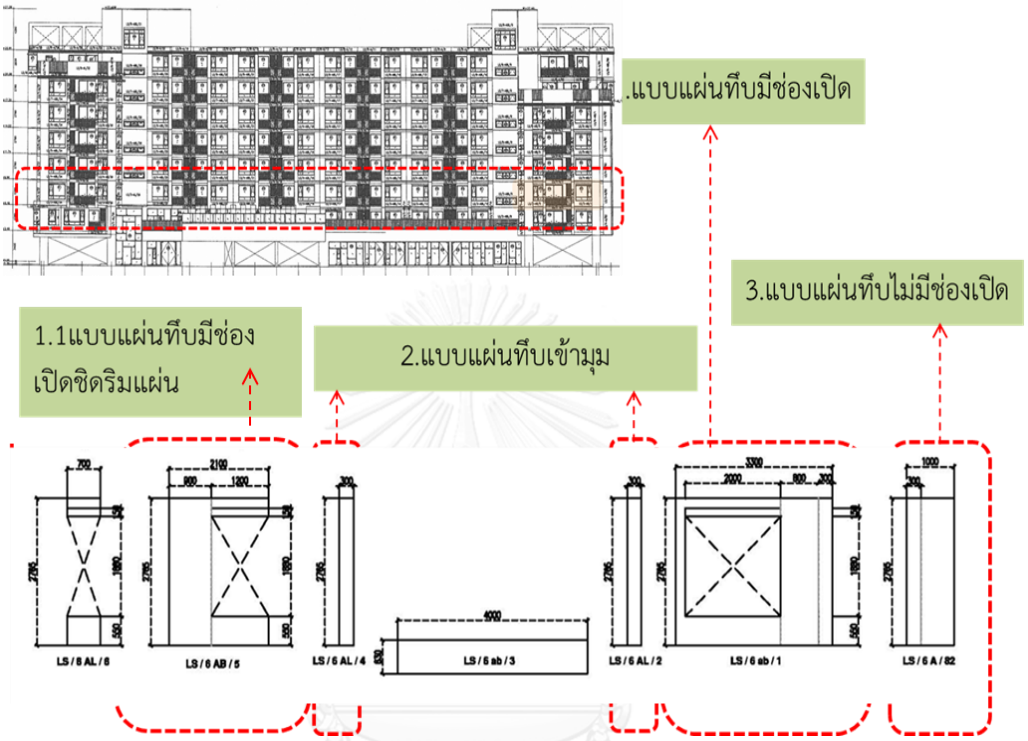
S	โครงสร้างหลัก
A	งานผนังภายใน
WB	งานผนังภายนอกด้านหน้า
WF	งานผนังภายนอกด้านหลัง
WSR	งานผนังภายนอกด้านข้างซ้าย
WSL	งานผนังภายนอกด้านข้างขวา

ลักษณะรายละเอียดแผนงานการติดตั้งชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปโครงการที่ 2

1. ให้ขึ้นโครงสร้างหลักก่อน 5 ชั้นแล้วเริ่มติดตั้งผนังอาคารชั้นที่1เฉพาะด้านหน้าและหลังโดยติดได้จนถึงชั้นที่ 6 ใช้เวลาประมาณ 75 วัน
2. แผนงานผนังต้องรองานโครงสร้างหลักแล้วเสร็จและดำเนินการติดตั้งเครนเพิ่มในการยกแผ่นผนังใน 1 ด้านแล้วเสร็จ จึงทำการย้าย เครื่องจักรดังกล่าวไปอีกด้านแล้วจึงทำการติดตั้งส่วนที่เหลือใช้เวลาประมาณ 60 วัน เวลาในการจัดทำแบบหล่อและหล่อชิ้นส่วนต้องหล่อก่อนติดตั้งล่วงหน้าหลายเดือน และทำให้ชิ้นส่วนติดตั้งไม่ต่อเนื่อง
3. ระยะเวลาขึ้นแผ่นโดยใช้เครนยกขึ้นแขวน 10 นาทีต่อแผ่น ช่วงเวลารถส่งแผ่นเข้าหน้างาน 6:00น-7:00น ช่วงแขวนแผ่น 7:00น-9:00น. ใช้ทาวเวอร์เครนแขวนแผ่น จะได้ 10-12 แผ่นใน 1 วัน

4. ระยะเวลาใช้เวลาติดตั้งแผ่น 20-30 นาที ต่อ 1 แผ่นใน 1 วันจะได้ 10-12 แผ่น 3.5 วันต่อชั้นต่อ 1 ทีมช่างอีก 3.5 วันเก็บความเรียบร้อยต่อ 1 ทีมช่าง

ภาพที่ 33 แสดงการศึกษาลักษณะชิ้นส่วนผนังภายนอกอาคารโครงการที่ 2



ลักษณะรายละเอียดชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปโครงการที่ 2

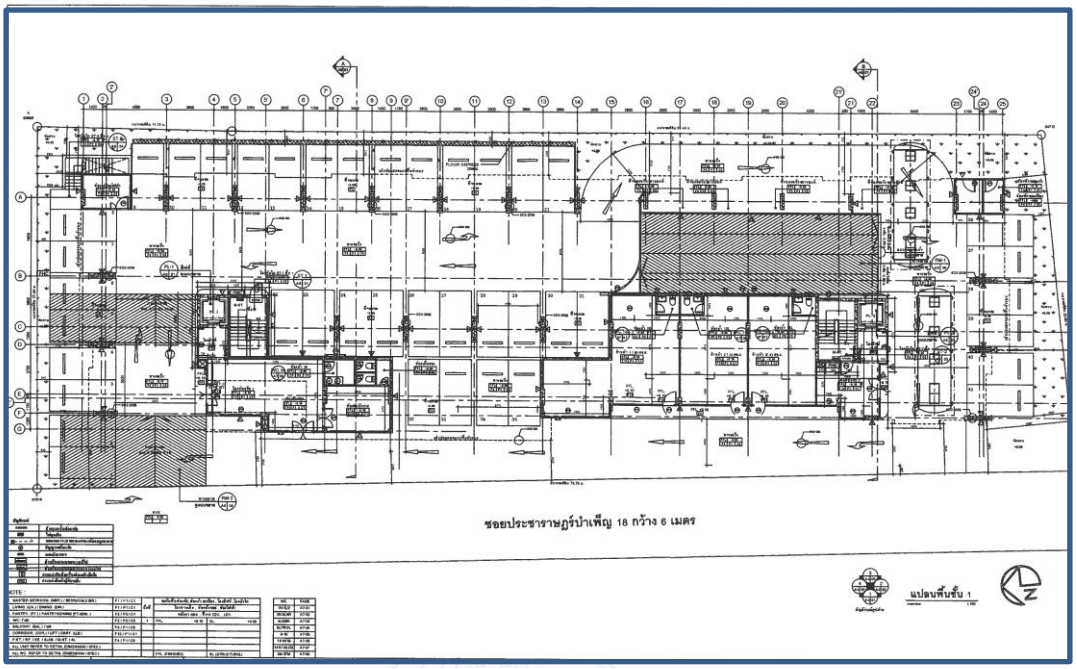
ชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปที่ใช้ในอาคารสามารถแบ่งออกเป็นลักษณะ 3 ลักษณะ และต่อชั้น ตั้งแต่ชั้น2-8 จำนวนแผ่นต่อชั้น 80-82 แผ่น โดยแบ่งประเภทแผ่น 3 ประเภท

1. แบบแผ่นทึบมีช่องเปิด
   1.1 แบบแผ่นทึบมีช่องเปิดชิดริมผนัง
2. แบบแผ่นทึบเข้ามุม
3. แบบแผ่นทึบไม่มีช่องเปิด

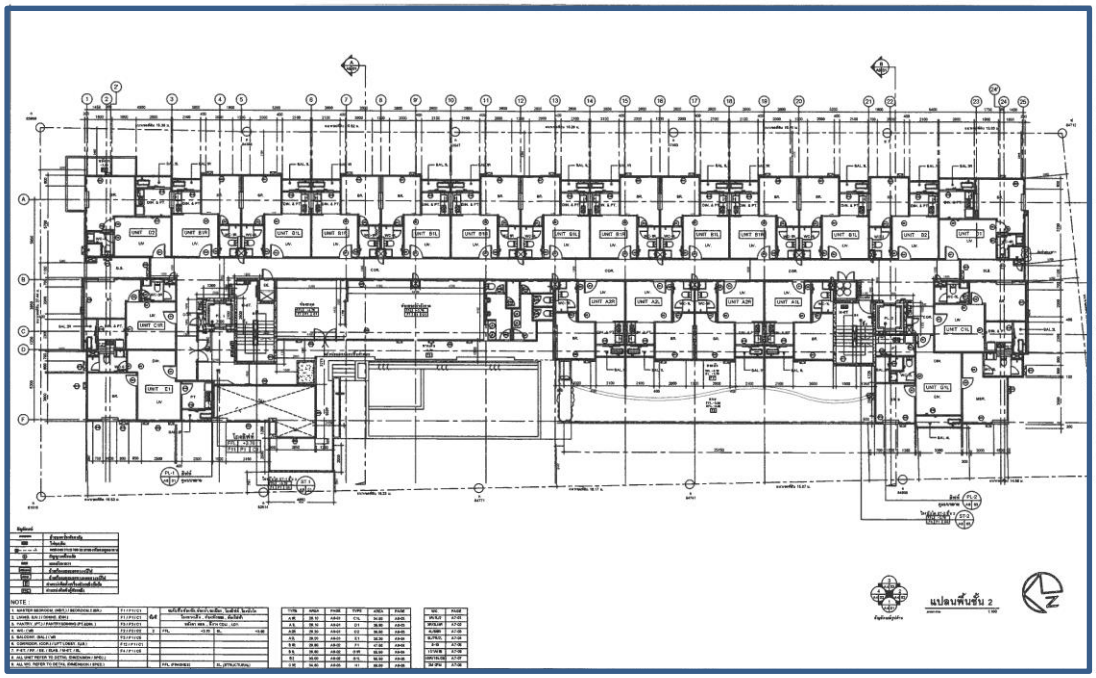
โดยกำหนดรหัสแผ่นจากแบบโดยประเภทแผ่นแบ่งเป็น (A)แผ่นทึบ(AB)แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่าง (ABL)แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่างเข้ามุม (AL)แผ่นทึบเข้ามุม

แยกรหัสได้ดังนี้ (LS/7- ABL/24) (LS) คือผนังสำเร็จรูป (7)คือชั้น (ABL) คือประเภทแผ่น (24) คือแผ่นที่ สามารถสรุปได้เป็น 20 แบบหล่อ ซึ่งใน1 แบบหล่อมีหลายขนาด

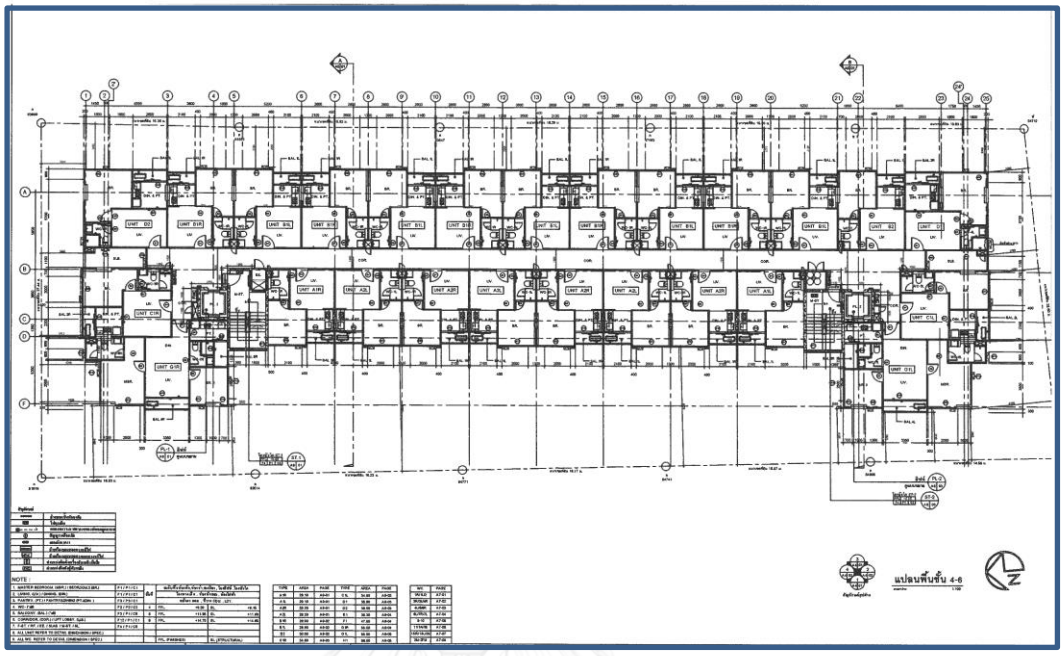
ภาพที่ 34 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 1 **โครงการที่** 2



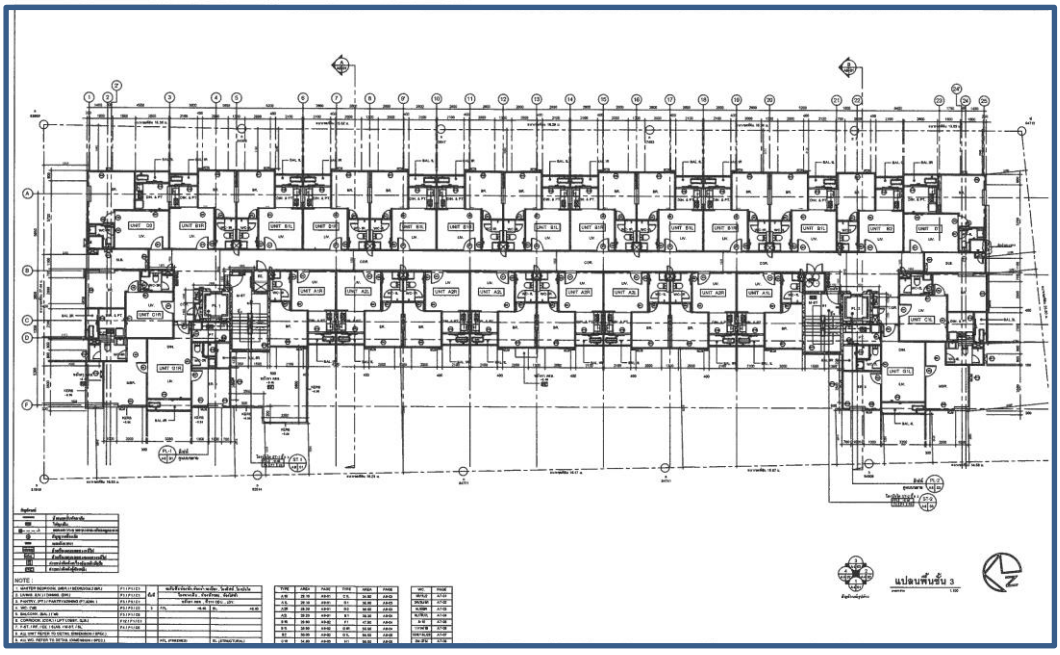
ภาพที่ 35 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 2 โครงการที่ 2



ภาพที่ 36 แสดงแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 4-6 **โครงการที่** 2

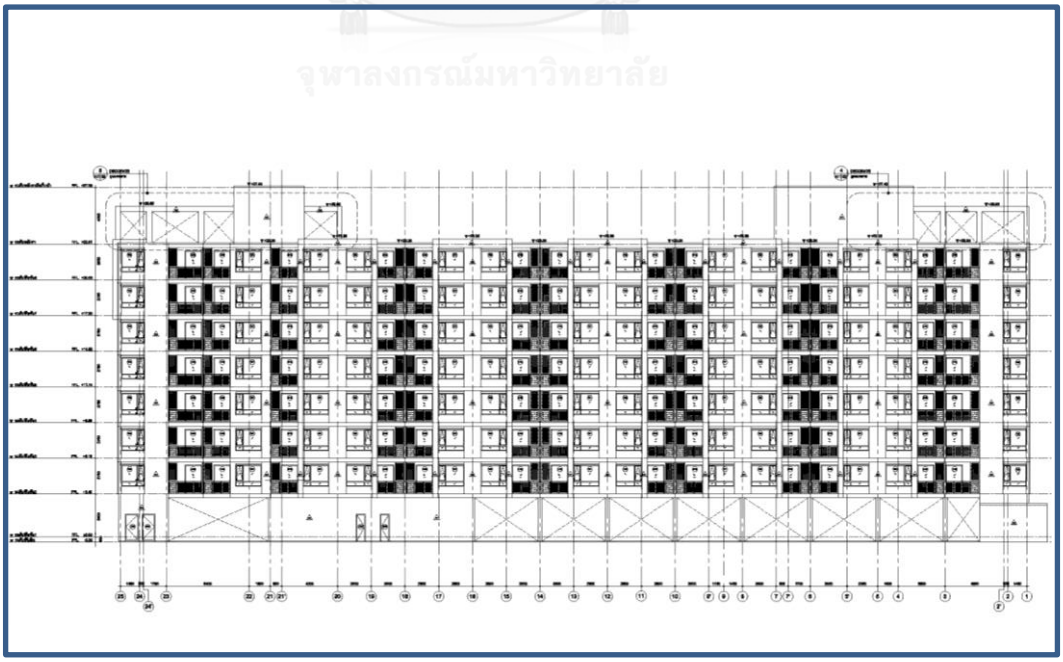


ภาพที่ 37 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตแปลนพื้นอาคารชั้น 8 โครงการที่ 2

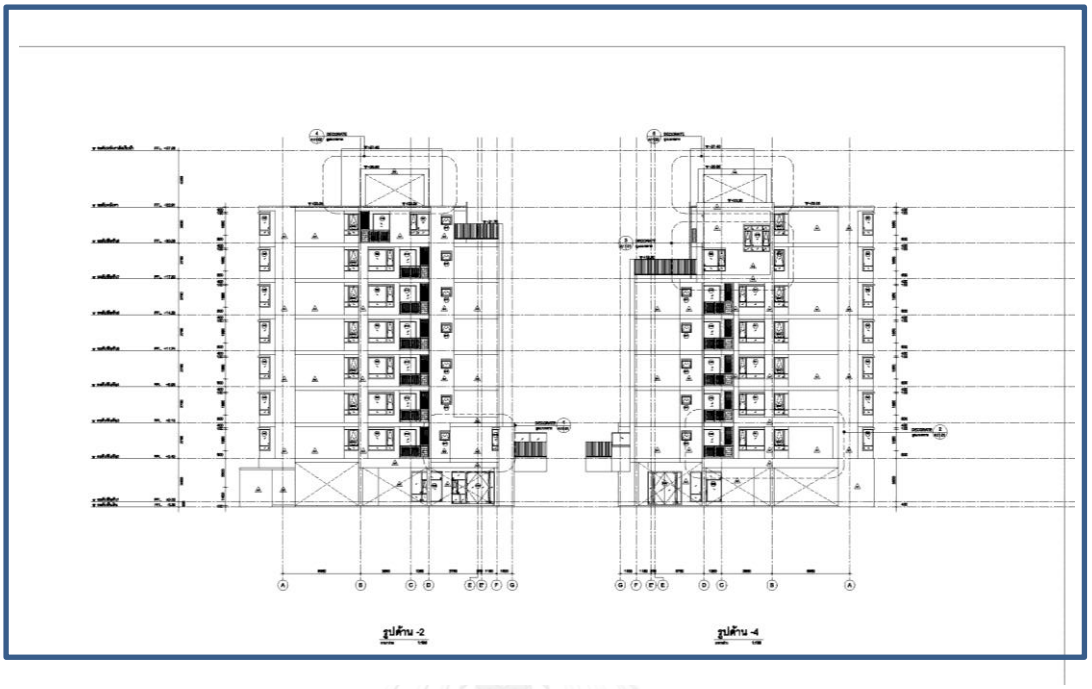


ภาพที่ 38 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านหน้าอาคาร โครงการที่ 2

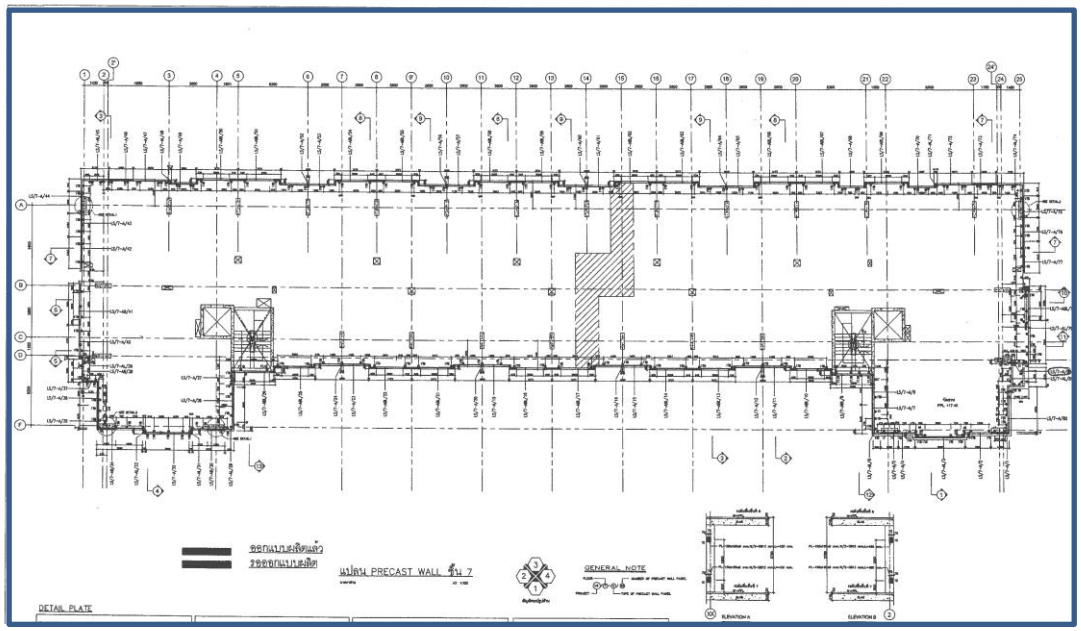
ภาพที่ 39 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านหลังอาคาร โครงการที่ 2



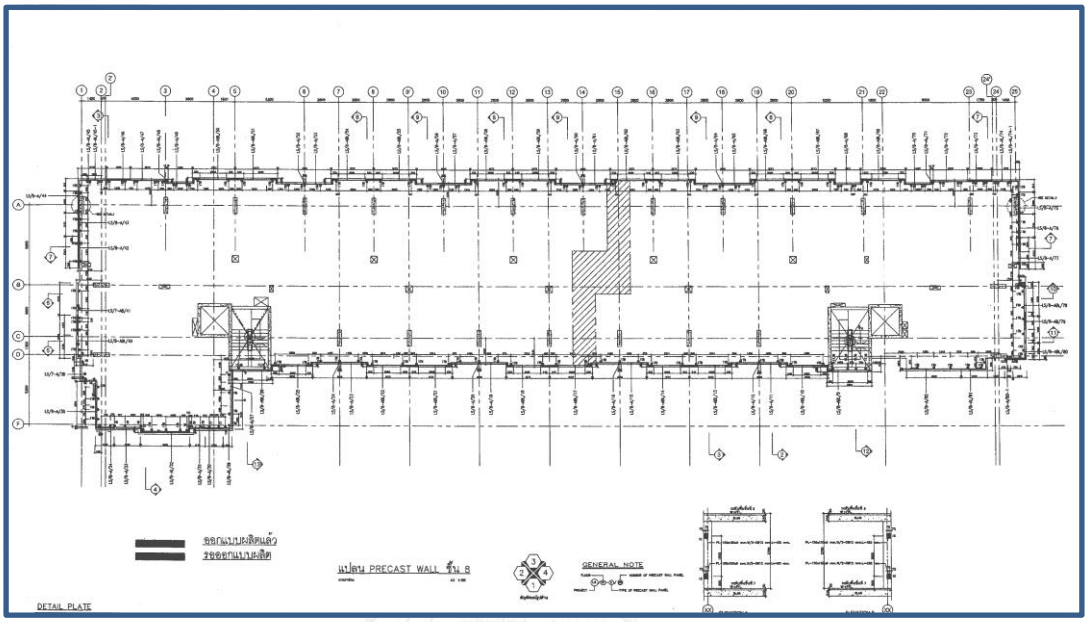
ภาพที่ 40 แสดงการศึกษาแบบขออนุญาตรูปด้านข้างอาคาร โครงการที่ 2



ภาพที่ 41 แสดงการศึกษาแบบแปลนผนังสำเร็จรูป โครงการที่ 2

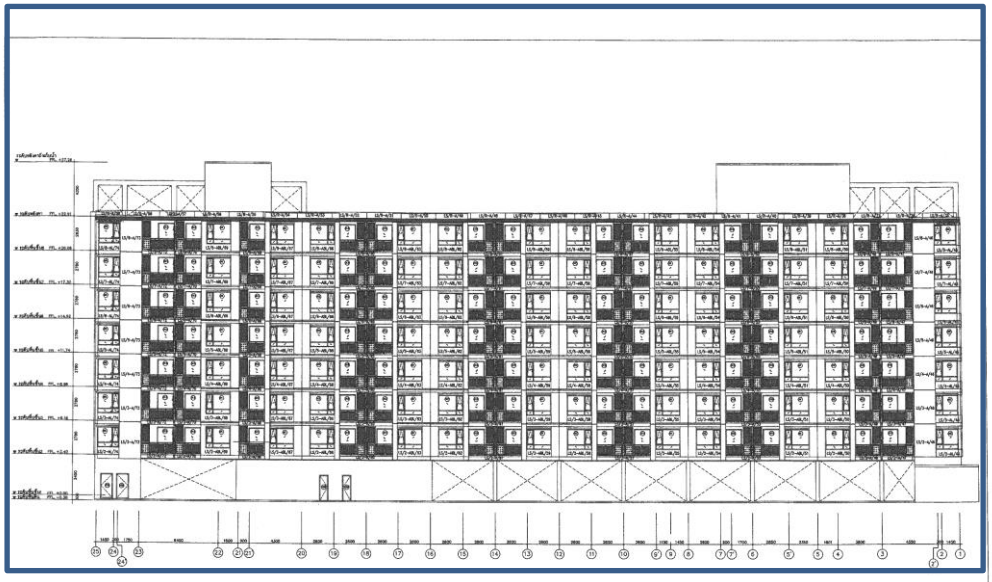


ภาพที่ 42 แสดงการศึกษาแบบแปลนพื้นอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูป ชั้น 8 โครงการที่ 2



ภาพที่ 43 แสดงการศึกษาแบบรูปด้านหน้าอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูป โครงการที่ 2

ภาพที่ 44 แสดงแบบรูปด้านหลังอาคารสำหรับผนังสำเร็จรูปโครงการที่ 2



ภาพที่ 45 แสดงแบบรูปด้านข้างอาคารทั้ง 2 ด้านสำหรับผนังสำเร็จรูป โครงการที่ 2

ภาพที่ 46 แสดงการศึกษาขั้นตอนการติดผนังภายนอกสำเร็จรูปโครงการที่ 2

ขั้นตอนขนส่งและกองชิ้นส่วนก่อนทำการติดตั้ง โดยทำการวางแผ่นพักคอยการติดตั้งตามลำดับการติดตั้งและการติดตั้งเลยโดยทำการเกี่ยวแผนกับหูยกเข้ากับเครนบนรถที่ขนสงมา	
ขั้นตอนการยกแขวนแผ่นด้วยเครนแล้วทำการเกี่ยว แผ่นด้วย รอกโซ่ด้านซ้ายและขวาโดยทำการปรับระดับด้วยรอกโซ่	
ขั้นตอนการหาระดับด้วยเลเซอร์และเส้นระดับจากนั้นทำการหนุนให้ได้ระดับแล้วทำการเชื่อม ภาพแสดงการดึงแผ่นให้ชิดผนังก่อนทำการเชื่อม	
ขั้นตอนการเชื่อมตามมาตราฐานและการออกแบบโดยทำการเชื่อมด้านล่างและด้านบนภายในชั้นของตำแหน่งแผ่นที่ติดตั้ง	
ขั้นตอนการเก็บรอยต่อภายในผนังทั้งด้านล่างด้านบนและด้านข้างที่ติดกับผนังด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัวหดรวมถึงรอยต่อผนังกลางห้องกลางผนัง	
ขั้นตอนการเก็บรอยต่อภายนอกด้วยกาว พียูกาวอคิลิคชนิดพิเศษที่ใช้กับผนังคอนกรีตภายนอกโดยเฉพาะ	

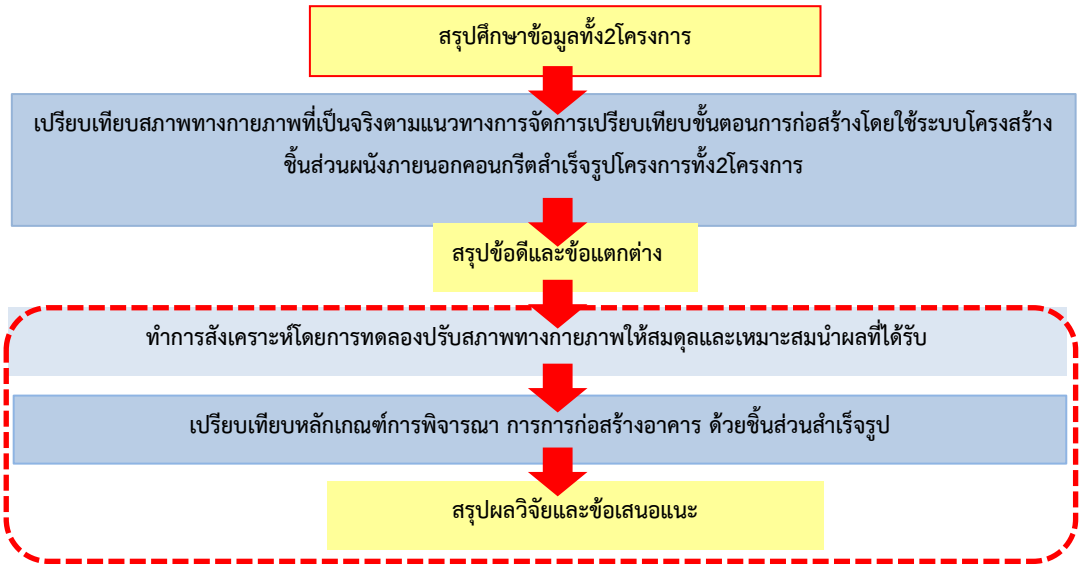
บทที่5

ผลการศึกษาวิจัย

การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้องจากหลายฝ่ายตั้งแต่ฝ่ายเจ้าของงาน ฝ่ายผู้ออกแบบ ฝ่ายผู้ผลิต ตลอดจนถึงฝ่ายผู้รับเหมาร่วมกันทำงานเพื่อที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการก่อสร้าง ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายมีความจำเป็นที่ต้องเข้าใจถึง ลักษณะการทำงาน การจัดลำดับงาน และภาพรวมของการทำงานในระบบการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างสำเร็จรูป ซึ่งสามารถสรุปลำดับขั้นตอนจากกระบวนการศึกษาการทำงานได้ดังนี้

ภาพที่ 47 แสดงผังแนวทางการศึกษาโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 ตามข้อมูลการศึกษา

ภาพที่ 48 แสดงผังแนวทางสรุปการศึกษาโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2



5.1 สรุปผลการศึกษาทฤษฎีในงานก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

โดยอ้างอิงจากบทที่ 2 โดยนำผลการศึกษาโครงการ มาเป็นแนวทางมาวิเคราะข้อมูลโครงการโดยการสอบทาน การจัดการของโครงการที่ทำการศึกษา 2 โครงการ เพื่อแสดงความเหมาะสมของโครงการที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของงานก่อสร้างตามแผนงานต่างๆที่ใช้ในการศึกษาโครงการที่ 1

การพิจารณาแผนงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบเสาตอม่อ	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบคานหัวเสาตอม่อ	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. แผนการจัดการการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป		●	
2. แผนการจัดการเครื่องจักรในกา ติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป	●	● ●	
3. แผนการออกแบบชิ้นส่วนชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป		●	●
4. แผนการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆของงานก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 1

การพิจารณาขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบเสาตอม่อ	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบคานหัวเสาตอม่อ	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. การพิจารณาขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป	●	●	
2. การพิจารณาขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป		●	
3. การพิจารณาขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป	●	●	
4. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป		●	

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของการก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษางานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ 1

สรุปหลักเกณฑ์ในการพิจารณาการใช้ชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบ	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบอาคาร	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. การพิจารณาน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร	⊘	●	
2. การพิจารณาแรงกระทำ	⊘	●	
3. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าและถนน	●	●	
4. การพิจารณารูปร่างลักษณะของอาคาร	⊘	●	
5. การพิจารณาโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป		●	
6. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	●	●	
7. การพิจารณาพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป		●	
8. การพิจารณาเครื่องจักรกลที่มีอยู่	●	●	
9. การพิจารณาน้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต		●	
10. การพิจารณาขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต		●	
11. การพิจารณาวิธีการประกอบติดตั้ง		●	
12. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ	●	●	
13.1 การพิจารณาระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนและการติดตั้ง		●	
13.2 การพิจารณาระยะเวลาก่อสร้างชิ้นส่วนและการติดตั้ง		●	
14. การพิจารณาจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำร็จรูป	⊘		●
15. การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน	⊘		●

แสดงถึง สามารถศึกษาพิจารณาได้

แสดงถึง ได้ศึกษาพิจารณา

แสดงถึง ไม่สามารถศึกษาพิจารณาได้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของงานก่อสร้างตามแผนงานต่างๆที่ใช้ในการศึกษาโครงการที่ 2

การพิจารณาแผนงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 2	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบอาคาร	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบหน้างานนอกอาคาร	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. แผนการจัดการการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
2. แผนการจัดการเครื่องจักรในการ ติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
3. แผนการออกแบบชิ้นส่วนชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
4. แผนการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆของงานก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษา โครงการที่ 2

การพิจารณาขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 2	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบอาคาร	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบหน้างานนอกอาคาร	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. การพิจารณาขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
2. การพิจารณาขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
3. การพิจารณาขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●
4. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป			●

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ตารางแสดงการพิจารณาความเหมาะสมในช่วงเวลาของการก่อสร้างตามขั้นตอนของระบบการก่อสร้างชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษางานก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการที่ 2

สรุปหลักเกณฑ์ในการพิจารณาการใช้ชิ้นส่วนผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 2	การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและการออกแบบ	การพิจารณาช่วงเริ่มการออกแบบอาคาร	การพิจารณาหลังการออกแบบอาคารและเริ่มก่อสร้าง
1. การพิจารณาน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร			●
2. การพิจารณาแรงกระทำ			●
3. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าและถนน			⊘
4. การพิจารณารูปร่างลักษณะของอาคาร			⊘
5. การพิจารณาโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป			●
6. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป			●
7. การพิจารณาพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป			⊘
8. การพิจารณาเครื่องจักรกลที่มีอยู่			⊘
9. การพิจารณาน้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต			●
10. การพิจารณาขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต			●
11. การพิจารณาขั้นตอนการประกอบติดตั้ง			●
12. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ			⊘
13.1 การพิจารณาระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนและการติดตั้ง			●
13.2 การพิจารณาระยะเวลาก่อสร้างชิ้นส่วนและการติดตั้ง			●
14. การพิจารณาจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำร็จรูป			●
15. การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน			⊘

แสดงถึง สามารถศึกษาพิจารณาได้

แสดงถึง ได้ศึกษาพิจารณา

แสดงถึง ไม่สามารถศึกษาพิจารณาได้

5.2 ผลการศึกษาการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1

1. ผลการศึกษาแผนการจัดการโครงการ

จากแผนการจัดการโครงการพบว่าโครงการที่ 1 มีการวางแผนออกแบบ และวางแผนกับผู้รับเหมาหลักของโครงการในส่วนของเครื่องจักร ในช่วงก่อนการก่อสร้างโดยมีการประสานงานระหว่างผู้ออกแบบ และผู้ออกแบบผนังภายนอกสำเร็จรูปก่อนการก่อสร้างเพื่อให้การก่อสร้างระบบนี้สมบรูณ์และลดปัญหาระหว่างการก่อสร้างให้น้อยที่สุด

2. ผลการศึกษาแผนการจัดการเครื่องจักรที่ใช้กับงานก่อสร้างผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

จากแผนการจัดการโครงการพบว่าเครื่องจักรมีผลต่องานก่อสร้างประเภทนี้ ในทุกๆขั้นตอนตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการโดยเริ่มจาก ขั้นตอนการออกแบบในการกำหนดขนาดและน้ำหนักที่เครื่องจักรสามารถยกได้จนถึงขั้นตอนการติดตั้ง ในโครงการนี้ใช้ทาวน์เวอร์เครนขนาดความ ของแขน 50 เมตร ในการยกแผ่น สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดที่ปลายบูม (แขนยกของเทาว์เวอร์เครน) 2.5 ตัน ติดตั้งอยู่ส่วนกลางอาคารเป็นของโครงการเอง จากแบบฝังอาคารพบว่าการติดตั้งด้วยทาวน์เวอร์เครนความสามารถในติดตั้งแผ่นผนังภายนอกได้รอบอาคาร

3. ผลการศึกษาการออกแบบชิ้นส่วนและปริมานชิ้นส่วน

การออกแบบมีการกำหนดความสูงระหว่างชั้นให้มีขนาดตามกฎหมายกำหนดที่ 2.6 เมตร โดยไม่ทำฝ้าเพดานการออกแบบให้งานระบบฝังอยู่ในพื้น และ ผนังลดขนาดผนังให้บางลงได้โดยการลดขนาดของกรอบกระจกหน้าต่างลงเหลือ 8 ซม.ทำให้กำหนดความหนาของขอบผนังลงเหลือ 8 ซม.เพื่อลดน้ำหนักผนังลงสามารถทำให้แผ่นผนังกว้างขึ้นจำนวนแผ่นก็ลดลงเกิดรอยต่อน้อยลง จากแบบแสดงผังพื้นอาคารและแบบแสดงรูปด้านแสดงให้เห็นถึงชิ้นส่วนผนังภายนอกที่เหมือนกันทั้งหมดทั้ง8ชั้น ใช้แบบหล่อผนังสำเร็จต่อชั้นโดยเฉลี่ย ตั้งแต่ชั้น 1-8 จำนวน 340 แผ่นแบ่งเป็น 40-42 แผ่นต่อชั้น โดยแบ่งประเภทแผ่น รหัสจากแบบโดยมีแบบหล่อจำนวน 11 แบบหล่อแยกประเภทของแผ่นแบ่งเป็น 3 แบบ 1.แบบแผ่นทึบ 2. แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่าง 3. แผ่นทึบเข้ามุม โดยมี กำหนดรหัสจาก A - K โดยเรียงลำดับตามจากปริมาณชิ้นส่วนมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด และสรุปได้ดังนี้

3.1 จากการลดขนาดความหนาผนังทำให้ชิ้นส่วน B1 เป็นชิ้นส่วนเจาะช่องหน้าต่างสามารถน้ำหนังผนังลงได้ทำให้ผนังมีความกว้างถึง 6.4 เมตรคลอบคลุมได้ 2 ห้องชุด และผนัง C1 ผนังทึบข้างอาคารมีความกว้างถึง 4.65 เมตรคลอบคลุมได้ทั้งห้องชุด จึงไม่เกิดรอยต่อที่ผนังอาคาร

3.2 จากการศึกษาชิ้นส่วนในชุดแบบหล่อที่มีช่องเปิดส่วนใหญ่จะมีช่องเปิดที่มีขนาดเท่ากัน จะต่างกันที่ระยะด้านข้าง ทำให้การแก้แบบหล่อง่ายต่อการแก้ไขแบบโดยแก้ไขขยับแบบข้างเท่านั้น

4. ผลการศึกษาแผนการติดตั้งชิ้นส่วน

จากแผนแสดงให้เห็นการติดตั้งจากชั้นล่างไปยังชั้นบนส่งผลให้ต้องทำการหล่อแบบทั้งหมดตามชิ้นส่วนรอบอาคารโดยขั้นตอนการผลิตนั้นจะทำการตรวจสอบด้วยการทำแบบ As Built. โครงสร้างและระยะพื้นรอบอาคารและความสูงของพื้นชั้นล่างถึงชั้นสองเพื่อทำการอนุมัติแบบหล่อและทำการหล่อผนังและเมื่อโครงสร้างถึงชั้นสาม ผนังก็พร้อมติดตั้งได้รอบอาคาร การติดตั้งครั้งนี้เป็นการตรวจสอบชิ้นส่วน

5.2.1 ผลการศึกษาตามขั้นตอนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป โครงการที่ 1

ช่วงการออกแบบ

ผลการศึกษาวิจัยโครงการนี้พบว่าการออกแบบโครงการได้ทำการออกแบบระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปไปพร้อมกันโดยการกำหนดชิ้นส่วนไว้ก่อนแล้วโดยทางผู้ออกแบบหลักแล้วจึงให้ผู้ออกแบบ ผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปออกแบบทางวิศวกรรมไปพร้อมกับพื้นโพสเทนชั่น โดยประสานงานทางผู้รับเหมาหลักในเรื่องเครื่องจักรเป็นหลัก โดยประสิทธิภาพเครื่องจักรจำเป็นอย่างยิ่งในขั้นตอนการเลือกชะระบบนี้

ช่วงการผลิตแผ่น

การผลิตแผ่นดำเนินการสั่งผลิตล่วงหน้าก่อน1เดือน เริ่มจากการอนุมัติแบบหล่อจากแบบ As Built. ตั้งแต่ช่วงโครงสร้างชั้นล่างโดยได้ทำการติดตั้งชั้นล่างเป็นตัวอย่างและสามารถอนุมัติแบบหล่อได้ทั้งหมดทำให้ชั้นต่อๆไปไม่เกิดข้อผิดพลาดจึงสามารถผลิตแผ่นรอก่อนติดตั้งได้จำนวนมาก

ช่วงการขนส่ง

ช่วงเวลารถส่งแผ่นเข้าหน้างาน 6:00น-9:00นโดยรถบรรทุก10 ล้อและรถบรรทุก18 ล้อตามลำดับทั้งชั้นแผ่นที่สั่งเกิน1เที่ยวรถ เนื่องจากมีพื้นที่กองวัสดุพร้อมที่จะรองรับการกองวัสดุสามารถทำการยกแผ่นจากพื้นที่กองโดยทาว์นเวอร์เครน และรถโมบายเครน

ช่วงการติดตั้ง

ช่วงแขวนแผ่น 7:00 น- 9:00 น ใช้ทาว์นเวอร์เครนยกแผ่นและใช้รอกปรับแขวนแผ่นรอไว้หรือเกี่ยวโซ่สริงตามชั้นเพื่อรอการติดตั้ง จะได้ 10-12 แผ่นต่อ 1 วัน และใช้เวลาติดตั้งแผ่น 20-30 นาที ต่อ1แผ่น 1วันจะได้ 10-12 แผ่นต่อ 1 ทีมช่างระยะเวลาขึ้นแผ่นโดยใช้เทาว์เวอร์เครนยกขึ้นแขวน 10 นาทีต่อแผ่นและสามารถแขวนแผ่นรอในช่วงเวลาที่ทาว์นเวอร์เครนว่างได้

ตารางที่ 8 แสดงสรุปปัจจัยที่ได้จากผลการศึกษาโครงการที่ 1

	รายการ
ขั้นตอนการออกแบบ	1. แบบสถาปัตยกรรมและแบบก่อสร้างผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปมีการออกแบบพร้อมกันก่อนการก่อสร้าง 2. การออกแบบคำนึงถึงเครื่องจักรโดยขนาดของทาวเวอร์เครนที่ใช้ยกแผ่นโดยกำหนดน้ำหนักยกระยะปลายบูม 2.5-3 ตัน โครงการมีการเลือกใช้ทาวเวอร์เครนขนาดความยาวแขน 50 เมตร ขนาดตัวอาคาร 74x12 เมตร สามารถยกแผ่นแขวนได้รอบทั้ง 4 ด้านอาคารใช้ประสิทธิภาพเครื่องจักรได้ดี 3. สามารถการกำหนดขนาดแผ่นและขนาดช่องเปิดให้เหมาสมกับน้ำหนักของแผ่นผนังแต่ละชิ้นได้ ลดปัญหารอยต่อชิ้นส่วนได้ เช่นผนังใน2ช่วงเสามีเพียง1ชิ้นเนื่องจากมีการลดขนาดความหนาแผ่น และ ขยายช่องเปิดเป็นต้น
ขั้นตอนการผลิต	1. การผลิตแผ่นสามารถผลิตได้ล่วงหน้าอนุมัติแบบหล่อรวดเร็วและทุกชิ้นของแบบหล่อ 2. ขนาดและรูปแบบชิ้นส่วนเหมือนกันจึงไม่สิ้นเปลืองแบบในการหล่อชิ้นงานจำนวนชิ้นงานจึงง่ายต่อการผลิต 3.การกำหนดรหัสผลิตชิ้นส่วนที่จำนวนที่ใช้มากและน้อย ใช้ก่อนและหลังเพื่อความสะดวกและต่อเนื่องในการผลิต
ขั้นตอนการขนส่ง	1. ขนาดของถนนเข้าโครงการใหญ่เนื่องจากเป็นโครงการขนาดใหญ่ พื้นที่กองวัสดุเพียงพอ 2. มีพื้นที่จอดรถส่งสินค้าและกองวัสดุหลายจุดสามารถสั่งวัสดุไว้ร่วงหน้าได้ 3. กฎหมายจราจร และช่วงเวลาสัญจรไม่มีผลกระทบ และ ขนาดรถที่บรรทุก10ล้อ แผ่นสูงสุดไม่เกิน15 แผ่น/เที่ยว 4. มีผลกระทบเฉพาะแผ่นที่มีขนาดยาว 6 เมตรขนส่งได้ 2-4 แผ่นมีน้ำหนักมากเวลาขนส่งแผ่นกะเทาะกันได้
ขั้นตอนการติดตั้ง	1.สามารถลดปริมาณตำแหน่งการวางแผ่นเพลสกับโครงสร้างลงได้มีรูปแบบการฝังแท่งเหล็กคล้องแผ่นก่อนยึดแผ่นโดยการฝังท่อแทนการเสียบเหล็กเสริมที่พื้นลดปริมาณและตำแหน่งเหล็กเสริมที่พื้นได้ 2.รูปแบบการติดตั้งส่วนใหญ่ติดแบบราบรอบอาคารเป็นชั้นการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ค่อนข้างสะดวกและมีผลดีต่อระดับอาคารจากชั้นล่างสู่ชั้นบนโดยสะดวก 3.ประกอบกับทาวน์เวอร์เครนมีระยกแผ่นที่บริเวณพื้นที่กองวัสดุและสามารถยกแขวนแผ่นในช่วงเวลาอื่นได้ 4.พื้นที่ห้องตรงกับพื้นที่ขายเนื่องจากต้องทำรางวัดจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 ผลการศึกษาตามการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการที่ 2

1. ผลการศึกษาการจัดการวางแผนโครงการ

โครงการเริ่มออกแบบและ ขออนุญาตก่อสร้าง แบบ 39 ทวิ แบบที่ออกแบบแรกเป็นแบบผนังภายในอาคารเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนโดยอาคารกำหนดให้มีการใช้ผนังหล่อสำเร็จรูปติดตั้งเพื่อลดค่าใช้จ่าย เวลา และแรงงานเป็นหลัก จึงทำการ ส่งให้ผู้ออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปพร้อมกับพื้นโพสเทนชั่น ทำการออกแบบ โดยบริษัทผู้ออกแบบคำนึงถึงแบบสถาปัตยกรรมเดิมและเครื่องจักรที่บริษัทผู้รับเหมามี ประกอบกับการออกแบบสถาปัตยกรรมซึ่งอาคารคำนึงถึงขนาดห้องและการใช้พื้นที่อาคารทำให้ลักษณะทาวน์เวอร์เครนไม่สามารถยกแผ่นผนังบริเวณริมอาคารได้ โครงการ จึงต้องมีการเช่าเดอริคเครนเพิ่มเป็นเครนปั้นจั่นสามขาติดตั้งที่ชั้นบนสุดปลายอาคารทั้ง 2 ฝั่งโยกย้ายในช่วงการใช้งานจริงเท่านั้น

2. ผลการศึกษาแผนการจัดการเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงการที่ 2

โครงการนี้ใช้เครนในการยกแผ่น2ชนิดเครนหลักใช้เทาว์เวอร์เครนขนาดความ ของแขน 45 เมตร สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดที่ปลายบูม(แขนยกของเทาว์เวอร์เครน) 2.5 ตันติดตั้งอยู่ส่วนกลางอาคารเป็นของโครงการเองและใช้เดรอริคเครนติดตั้งบนอาคารชั้นสูงสุดเพื่อทำการยกแผ่นทางด้านข้างอาคารทั้ง2ด้านโดยจะทำการติดตั้งที่ละข้างเมื่อด้านนั้นทำการติดตั้งแล้วเสร็จ สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดที่ปลายบูม(แขนยกของเดรอริคเครน) 1.8-2 ตันโดยการเช่าเพิ่มเติมทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

3. ผลการศึกษาการออกแบบชิ้นส่วนและปริมานชิ้นส่วน

จากแบบแสดงผังพื้นอาคารและแบบแสดงรูปด้านแสดงให้เห็นถึงชิ้นส่วนผนังภายนอกที่เหมือนกันทั้งหมดทั้งชั้นมีเฉพาะชั้นที่3-ชั้นที่7โดย ใช้แบบหล่อผนังสำเร็จต่อชั้นโดยเฉลี่ย ตั้งแต่ชั้น2-8 จำนวนแผ่นต่อชั้น 80-82 แผ่น โดยแบ่งประเภทแผ่น รหัสจากแบบโดยมีแบบหล่อจำนวน18 แบบหล่อแยกได้ดังนี้ โดยประเภทแผ่นแบ่งเป็น (A) แผ่นทึบ (AB) แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่าง(AL) แผ่นทึบเข้ามุม (ABL) แผ่นทึบ เจาะช่องหน้าต่างชิดริมขอบ

5.3.1 ผลการศึกษาตามขั้นตอนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป โครงการที่ 2

ช่วงการออกแบบ

ผลการศึกษาวิจัยโครงการนี้พบว่าการออกแบบโครงการได้ทำการออกแบบระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปไปพร้อมกันโดยการกำหนดชิ้นส่วนตามแบบสถาปัตยกรรมเดิม และออกแบบทางวิศวกรรมไปพร้อมกับพื้นโพสเทนชั่น โดยประสานงานทางผู้รับเหมาหลักในเรื่องเครื่องจักรเป็นหลัก โดยประสิทธิภาพเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ครอบคลุมต้องมีการออกแบบให้มีชิ้นส่วนเล็กลงเพื่อความเหมาะสมกับเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นในการทำงานของระบบนี้

ช่วงการผลิตแผ่น

การผลิตแผ่นจำเป็นต้องใช้ในการสั่งผลิตล่วงหน้าก่อน 1 เดือน โดยเริ่มจากการแผนการติดตั้งตามเครื่องจักร ที่ติดตั้งได้คือช่วงกลางอาคารด้านหน้า และด้านหลังตามแผนงานโครงสร้างพื้นแล้วเสร็จ จึงทำให้การปรับเปลี่ยนแบบหล่อในชิ้นส่วนต่อไปทำได้ไม่สะดวกต้องรอการผลิต และประกอบกับโครงการมีแบบหล่อจำนวนมากจากรูปทางสถาปัตยกรรมเดิมที่รูปร่างมีส่วนเว้า และช่องเปิดหลายขนาดทำให้มีชิ้นส่วนค่อนข้างมากใน 1 ชั้น

การขนส่ง

ช่วงเวลารถส่งแผ่นเข้าหน้างาน 6:00น-7:00นโดยรถบรรทุก10 ล้อ ตามลำดับแผ่นที่สั่งไม่เกิน10แผ่นต่อ1เที่ยวเนื่องจากพื้นที่กองวัสดุไม่พร้อมที่จะรองรับการกองวัสดุต้องทำการยกแผ่นจากรถบรรทุกโดยทาว์นเวอร์เครนเนื่องจากมีพื้นว่างเฉพาะหน้าโครงการ และเส้นทางจราจรบริเวณโดยรอบห้ามรถบรรทุกเกิน 10 ล้อสัญจร

การติดตั้ง

ช่วงแขวนแผ่น 7:00น-9:00นใช้ทาว์นเวอร์เครนยกแผ่นและใช้รอกปรับแขวนแผ่นรอไว้หรือเกี่ยวโซ่สริงตามชั้นเพื่อรอการติดตั้ง จะได้ 10-12แผ่นต่อ1วัน และใช้เวลาติดตั้งแผ่น 20-30นาที ต่อ1แผ่น 1วันจะได้ 10-12แผ่นต่อ1ทีมช่างระยะเวลาขึ้นแผ่นโดยใช้เทาว์เวอร์เครนยกขึ้นแขวน 10 นาทีต่อแผ่น ซึ่งเป็นประสิทธิ์ภาพทั้งไปในกรณีไม่พบอุปสรรค์ในการทำงาน

ตารางที่ 9 แสดงสรุปปัจจัยที่ได้จากผลการศึกษาโครงการที่ 2

	รายการโครงการที่ 2
ขั้นตอนการออกแบบ	1.แบบผนังสำเร็จรูปออกแบบตามแบบสถาปัตยกรรมที่ขออนุญาตจึงต้องมีระยะร่นเผื่อในการขยายขนาดของอาคารเนื่องจากแบบเดิมผนังอยู่ริมพื้นงานผนังสำเร็จรูปเกาะอยู่ด้านนอกทำให้มีระยะเพิ่มรอบอาคาร10-15ซม. 2. การออกแบบผนังในการกำหนดขนาดคำนึงขนาดของทาวน์เวอร์เครนที่ใช้ยกแผ่นน้ำหนักยกระยะปลายบูม2-2.5 ตันโดยโครงการใช้ทาวเวอร์เครนขนาดความยาวแขน45เมตรขนาดอาคาร 68x18 เมตรไม่สามารถยกแผ่นแขวนได้รอบทั้ง 4 ด้านจึงจำเป็นในการเพิ่มเครนที่ใช้ในการยกแผ่นริมอาคารทั้ง2ด้านเป็นเครนเดอริคเครนเป็นเครนสามขาที่ติดตั้งชั้นบนสุดอาคารใช้ยกแผ่นน้ำหนักยก1.5-1.8ตันแผ่นที่อยู่ส่วนปลายจึงมีขนาดเล็กอีก 3. ไม่สามารถการกำหนดขนาดแผ่นและขนาดช่องเปิดให้เหมาสมกับช่องผนังแต่ละช่องในผนัง1ช่วงเสาต้องมีถึง 2-4. ชิ้นในบางผนังเนื่องจากแผ่นมีน้ำเกินกำลังยกจึงทำให้แผ่นผนังมีจำนวนมาก
ขั้นตอนการผลิต	1. การผลิตแผ่นไม่สามารถผลิตได้ล่วงหน้าได้ทั้งหมดของแบบหล่อที่มี ต้องผลิตตามแบบหล่อและจำนวนตามรายการที่ใช้จริงเพราะที่ใช้เนื่องจากพื้นที่กองวัสดุไม่เพียงพอและแผ่นที่ติดตั้งมีเฉาะส่วน 2. ขนาดและจำนวนรูปแบบชิ้นมีจำนวนมากและเล็กทำให้สิ้นเปลืองแบบหล่อจำนวนมากถึง18 แบบ 3. การผลิตชิ้นส่วนรอล่วงหน้าเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นส่วนมารอและหาเกิดข้อผิดพลาดของขนาดแก้ไขได้ยาก

ขั้นตอนการขนส่ง	1. ขนาดของถนนเข้าโครงการความสูงของสายไฟบนถนนมีผลต่อรถขนและการยกแผ่น 2. มีพื้นที่จอดรถส่งสินค้าและกองวัสดุเพียงจุดเดียว ต้องทำการยกด้วยเทาวน์เวอร์เครนทุกครั้งไม่สามารถสั่งวัสดุไว้ร่วงหน้าได้ 3.คำนึงถึงกฎหมายจราจรเวลาสัญจรและขนาดรถที่ใช้รถบรรทุก10ล้อขนส่งแผ่นสูงสุดไม่เกิน10แผ่น/เที่ยว ประกอบกับพื้นกองวัสดุไม่พอซึ่งไม่สามารถแขวนแผ่นในช่วงเวลาอื่นได้
ขั้นตอนการติดตั้ง	1. ตำแหน่งช่วงการวางตำแหน่งเพลสยึดผนังมีมากจนเกินเพราะจำนวนแผ่นมีมากตำแหน่งเหล็หเสริมสำหรับคล้องแผ่นไม่สามารถติดได้ต้องทำการเจาะพื้นฝังเหล็กชั้วคราวทำสิ้นเปลืองเหล็กเสริม 2.รูปแบบการติดตั้งส่วนใหญ่ติดแบบล่างขึ้นบนการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ติดแผ่นค่อนข้างยุ่งยากกรณีพื้นที่ติดตั้งผิดพลาดต้องทำการแก้ไขชั้นนั้นก่อนติดชั้นต่อไปได้ 3.การติดตั้งซ้อนแผ่นจากด้านขึ้นด้านบนเป็นลักษณะแถวเรียงตั้งขึ้นทำให้อาจเกิดปัญหาระดับพื้นทั้งชั้นในแนวระนาบพื้นและการตรวจสอบจุดเชื่อมเป็นไปได้อยากและอาจมีผลในการรับน้ำหนักของแผ่นด้านบนได้ 4.พื้นที่ห้องริมอาคารไม่ตรงกับพื้นที่ขายเนื่องจากต้องทำรางวัดจริงเนื่องจากแบบถูกขยายและเพื่อระยะเชื่อมผนัง

5.4 การเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบสรุปข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ

	โครงการที่ 1 **โครงการลุมพินีทาวน์ชิป รังสิต-คลอง 1**	**โครงการที่ 2** **อาคารโครงการ L STLYE CONDO**
ประเภทโครงการ	อาคารชุดพักอาศัย 8 ชั้น	อาคารชุดพักอาศัย 8 ชั้น
จำนวนห้องพัก	216 ห้อง	168 ห้อง
ขนาดอาคาร	74x12 เมตร รอบอาคาร 172 เมตร	68x25 เมตร รอบอาคาร 179 เมตรชั้น2-6 68x18 เมตร รอบอาคาร 172 เมตรชั้น7-8
รูปทรงอาคาร	ลักษณะอาคารรูปทรงตัว I	ลักษณะอาคารรูปทรงตัว c
ความสูงระหว่างชั้น	2.75 เมตร	3.05 เมตร
พื้นที่ใช้สอยอาคาร	7,600 ตารางเมตร	8,960 ตารางเมตร
พื้นที่ห้องพัก	21. 5 ตารางเมตร-22 ตารางเมตร	29 ตารางเมตร,32 ตารางเมตร,48 ตารางเมตร
ราคาขายต่อพื้นที่	38,000-40,000 บาท ต่อ ตารางเมตร	58,000-70,000 บาท ต่อ ตารางเมตร

เครื่องจักรหลัก	ทาวน์เวอร์เครนหลักความยาวของเครน 60 เมตร Tip2.5T.MAX5T.การรับน้ำที่ปลายเครน 2.5-3ตัน	ทาวน์เวอร์เครนหลักความยาวของเครน 45 เมตร Tip2.5T.MAX5Tการรับน้ำที่ปลายเครน 2.5 ตัน
เครื่องจักรเพิ่ม		เครนเดอริคเครนการรับน้ำที่ปลายเครน 1.5-1.8 ตัน
ระยะเวลาก่อสร้าง	4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาของฐานราก)	6 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาของฐานราก)

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบสรุปข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ(ต่อ)

	โครงการลุมพินีทาวน์ชิป รังสิต-คลอง 1	อาคารโครงการ L STLYE CONDO
ประเภทของแผ่น	(1)แผ่นทึบ (2)แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่าง (3)แผ่นทึบเข้ามุม	1.แผ่นทึบ(A) 2.แผ่นทึบเข้ามุม(AL) 3.แผ่นทึบเจาะช่องหน้าต่าง (AB) 4.แผ่นทึบมีช่องหน้าต่างริมขอบผนัง(ABL)
จำนวนแบบหล่อรูปแบบแผ่น	9 แบบหล่อ 18 ขนาด	20 แบบหล่อ 48 ขนาด
จำนวนแผ่นต่อ1ชั้น	42-45 แผ่นต่อชั้น	80-85 แผ่นต่อชั้น
น้ำหนักต่อตรม.	1x1x0.08x2400กิโลกรัม 192 kg. ต่อตรารางเมตร	1x1x0.1x2400กิโลกรัม 240kg.ต่อตรารางเมตร
ความหนาของแผ่น	8 ซม.	10 ซม.
น้ำหนักต่อแผ่นมากที่สุด	2537 กิโลกรัม ต่อแผ่น	1903 กิโลกรัม ต่อแผ่น
ขนาดแผ่นที่ใหญ่ที่สุด	2.59 ม.X 6.4 ม. ต่อแผ่น	2.75ม.X 3.05 ม. ต่อแผ่น
ปริมาณแผ่นที่ติดตั้งได้	10-12แผ่น/1วัน/1ชุดช่าง	10-12แผ่น/1วัน/1ชุดช่าง
จำนวนแผ่นต่อวันติดตั้ง	320-330แผ่น/1อาคาร/80 วัน	640-650แผ่น/1อาคาร/135 วัน
ขนาดเครื่องจักร	ความยาวของเครน 50 เมตร Tip2.5T.MAX5T.	ความยาวของเครน 45 เมตรTip2.5T.MAX5T.
ประสิทธิภาพเครื่องจักรทาวน์เวอร์เครนหลัก	การรับน้ำที่ปลายเครน max 5 ตัน Safety set min. 2.5 ตัน	การรับน้ำที่ปลายเครน max 5 ตัน Safety set min. 2.5 ตัน
เครนเดอริคเครน		การรับน้ำที่ปลายเครน max 3 ตัน Safety set min. 1.5 ตัน
ขนาดพื้นที่ว่าง	ความยาวของเครน 50 เมตร Tip2.5T.MAX5T.	ความยาวของเครน 45 เมตรTip2.5T.MAX5T.
ขนาดทางเข้าอาคาร	ความกว้างถนนในโครงการมากกว่า10 เมตร	ความกว้างถนนหน้าโครงการ 6เมตร
ลักษณะอาคาร	อาคารเดี่ยวมีทางเดินตรงกลาง	อาคารเดี่ยวติดริมถนน.มีทางเดินตรงกลาง

ตารางที่ 12 แสดงผลสรุปการเปรียบเทียบข้อมูลทางกายภาพของทั้ง 2 โครงการ

	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2
ประสิทธิภาพเครื่องจักรทาวน์เวอร์เครนหลัก	การรับน้ำที่ปลายเครน max 5 ตัน Safety set min. 2.5 ตัน	การรับน้ำที่ปลายเครน max 5 ตัน Safety set min. 2.5 ตัน
ความหนาของแผ่น	8 ซม.	10 ซม.
เครื่องจักรและความหนาของแผ่น	ใช้ประสิทธิภาพเครื่องจักรได้เต็มที่	ใช้ประสิทธิภาพเครื่องจักรได้เต็มที่ ส่งผลโดยตรงกับขนาดของแผ่น
น้ำหนักต่อแผ่นมากที่สุด	2537 กิโลกรัม ต่อแผ่น	1903 กิโลกรัม ต่อแผ่น
ขนาดแผ่นที่ใหญ่ที่สุด	2.59 ม.X 6.4 ม. ต่อแผ่น	2.75ม.X 3.05 ม. ต่อแผ่น
จำนวนแบบหล่อรูปแบบแผ่น	9 แบบหล่อ 18 ขนาด	20 แบบหล่อ 48 ขนาด
จำนวนแผ่นต่อ1ชั้น	42-45 แผ่นต่อชั้น	80-85 แผ่นต่อชั้น
ระยะเวลาก่อสร้าง	4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาของฐานราก)	6 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาของฐานราก)

งบประมาณค่าก่อสร้างของการเลือกใช้ระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

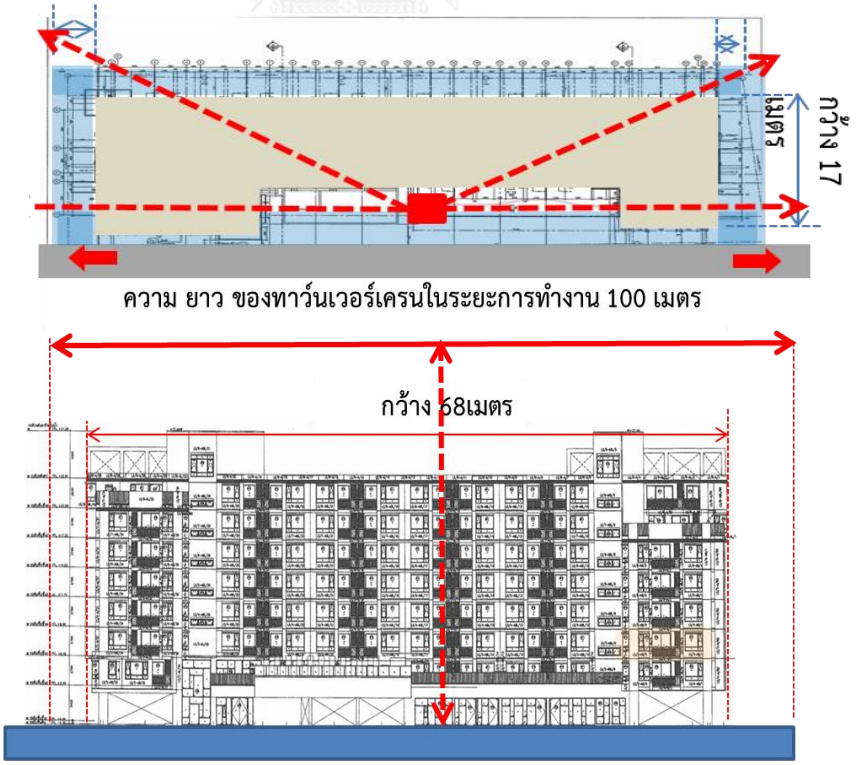
5.5 สรุปผลจากเปรียบเทียบการจัดการงานก่อสร้างระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2

ซึ่งพบว่าโครงการที่ทำการศึกษาทั้ง 2 โครงการ ในการศึกษาข้อมูลกายภาพทั่วไปและข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีที่นำมาวิเคราะห์ ทั้ง 2 โครงการ มีข้อค้นพบถึงปัจจัยที่เหมือนกันในขนาดอาคารและพื้นที่ผนังภายนอกอาคารที่ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันที่ ประสิทธิภาพเครื่องจักร,ปริมาณชิ้นส่วนและระยะเวลาการก่อสร้างด้วยระบบนี้ ทำให้โครงการที่ 2 มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการศึกษาและการเพิ่มประสิทธิภาพโครงการในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ ให้เหมาะสม โดยทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการเปรียบเทียบ มาปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุล ตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้ระบบก่อสร้างประเภทนี้ได้ดังนี้

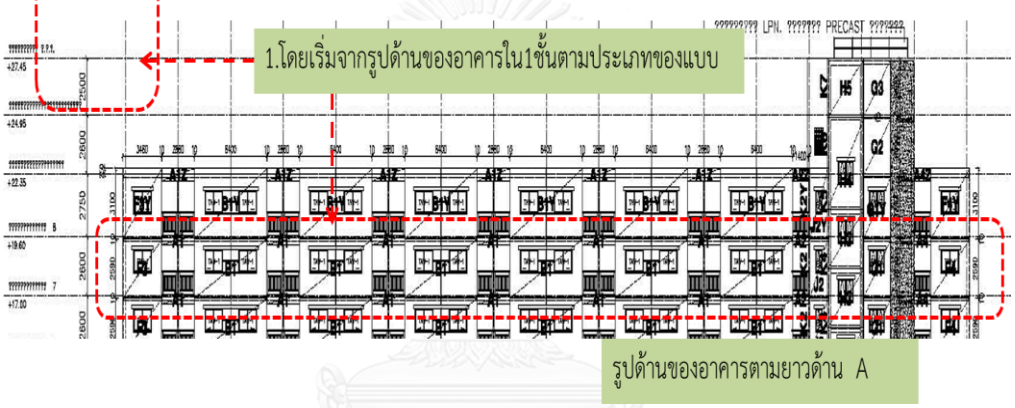
1. ทดลองปรับประสิทธิภาพเครื่องจักร เพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้เหมือนกัน
2. ทดลองปรับความหนาของชิ้นส่วน
3. ทดลองปรับขนาดชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพเครื่องจักร

ภาพที่ 49 แสดงการทดลองปรับประสิทธิภาพเครื่องจักร เพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้เหมือนกันใน โครงการที่ 2 จากขนาดแขน 45 เมตรเป็น 50 เมตร



ภาพที่ 50 แสดงการทดลองปรับความหนาของชิ้นส่วนเปรียบเทียบโดยการศึกษาชิ้นส่วน

ชิ้นส่วนด้าน A	ลำดับแผ่น	จำนวน	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1 ม.
	F1	1	ชิ้น	2.59	3.46	8.9614	1.05	1.6	1.68	7.2814	1398.0288	1747.536
	A1	7	ชิ้น	0.4	2.88	1.152	0	0	0	1.152	221.184	276.48
	B1	7	ชิ้น	2.59	6.4	16.576	1.05	3.2	3.36	13.216	2537.472	3171.84
	A3	1	ชิ้น	0.4	1.4	0.56	0	0	0	0.56	107.52	134.4



โดยทำการศึกษารูปแบบของผนัง,ขนาดและน้ำหนักใน1ชั้นตามแนวราบของกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนอาคาร โครงการที่ 2 โดยอ้างอิงจากตารางการเก็บรวบรวมข้อมูลของชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปในภาคผนวกและสามารถสรุปเฉพาะชิ้นส่วนที่สร้างรวมชิ้นส่วนของแผ่นผนังได้และเหมาะสมต่อประสิทธิภาพเครื่องจักรความเป็นจริงในการขนส่ง และประกอบติดตั้งได้จริงรวมถึง รูปแบบความสวยงามตามสถาปัตยกรรมเดิมของอาคาร

ตารางที่ 13 แสดงการรวมชิ้นส่วนที่ติดกันและสามารถเชื่อมต่อกันได้ใน 1 ชั้นโดยเรียงตามตามรูปด้าน

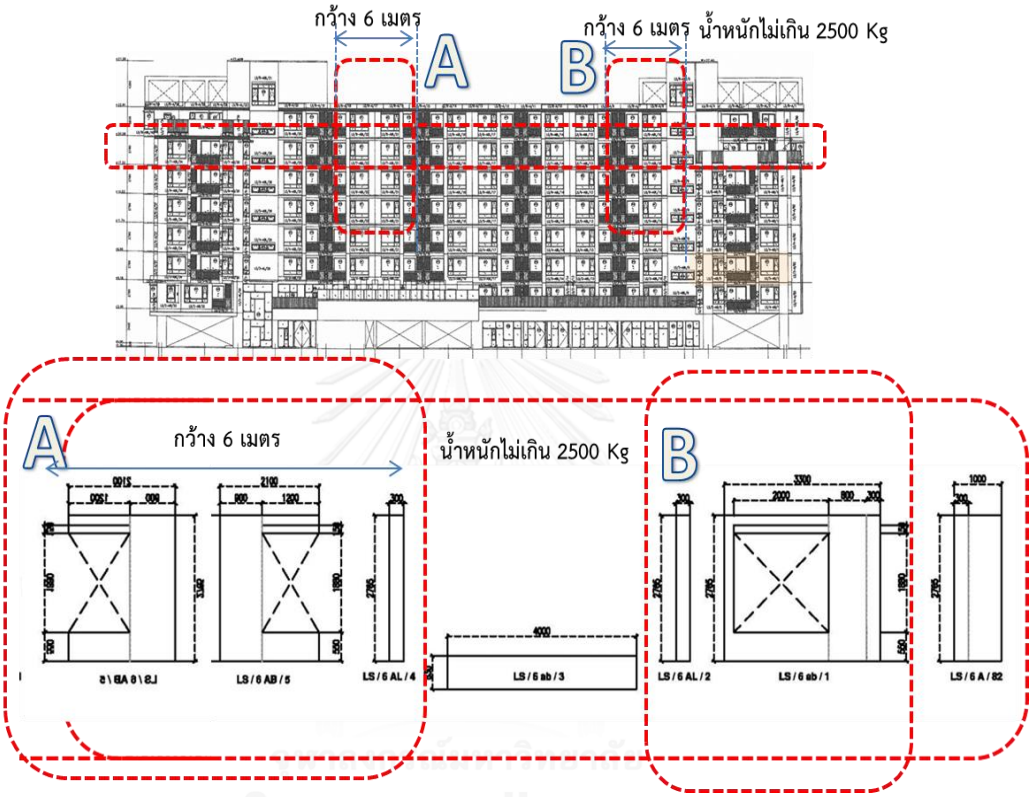
	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1 ม.
ชิ้นส่วนด้านA	A7,28	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A8,27	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A7+8,27+28	2	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
	ABL13,17,21	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL14,18,22	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL13+14,17+18,22+23	3	ชิ้น	2.765	6.4	17.696	1.88	4	7.52	10.176	1953.792	2442.24
2 แบบหล่อ	2ขนาด	5	ชิ้น									
ชิ้นส่วนด้านB	A35	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A36	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A37	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	A35+36+37	1	ชิ้น	2.765	3.9	10.7835				10.7835	2070.432	2588.04
	AB38	1	ชิ้น	2.765	2.6	7.189	0.65	0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
	AL39	1	ชิ้น	2.765	0.6	1.659	0	0	0	1.659	318.528	398.16
	ABL	1	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	0.65	0.65	0.4225	8.4255	1617.696	2022.12
	A43	1	ชิ้น	2.765	1.8	4.977	0	0	0	4.977	955.584	1194.48
	A44	1	ชิ้น	2.765	1.7	4.7005	0	0	0	4.7005	902.496	1128.12
	A43+44	1	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
1 แบบหล่อ	3 ขนาด	4	ชิ้น									

ตารางที่ 14 แสดงการรวมชิ้นส่วนที่ติดกันและสามารถเชื่อมต่อกันได้ใน 1 ชั้นโดยเรียงตามตามรูปด้าน(ต่อ)

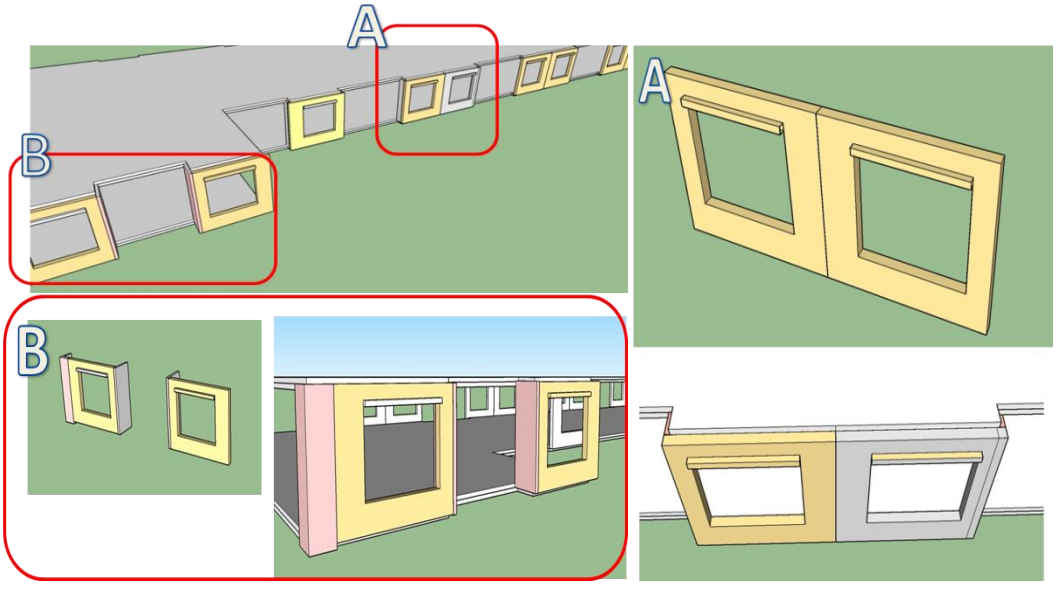
	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1ม.
ชิ้นส่วนด้านC	ABL50,54,58,62,66	5	ชิ้น	2.765	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	ABL51,55,59,63,67	5	ชิ้น	2.765	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	1 ขนาด	5	ชิ้น	2.765	6.1	16.8665	1.88	4	7.52	9.3465	1794.528	2243.16
1 แบบหล่อ	2 ขนาด	10	ชิ้น									
ชิ้นส่วนด้านD	A75	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A76	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
		1	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
	A80	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	AB81	1	ชิ้น	2.765	2.6	7.189	0.65	0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
		1	ชิ้น	2.765	3	8.295	0.65	0.65	0.4225	7.8725	1511.52	1889.4
	A83	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A84	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	2ขนาด	3	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
2แบบหล่อ	4 ขนาด	6	ชิ้น									
5แบบหล่อ	9 ขนาด	17	ชิ้น									
15แบบหล่อ	39 ขนาด	68	ชิ้น									

การทดลองปรับขนาดชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพเครื่องจักรจาก ตามขนาด และน้ำหนักผนังที่สรุปได้จากตารางชิ้นส่วน โดยคำนึงถึง 1. รูปแบบสถาปัตยกรรมเดิม 2. ขนาดของชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับการขนส่ง 3. ประสิทธิภาพเครื่องจักรที่ทำการยกได้

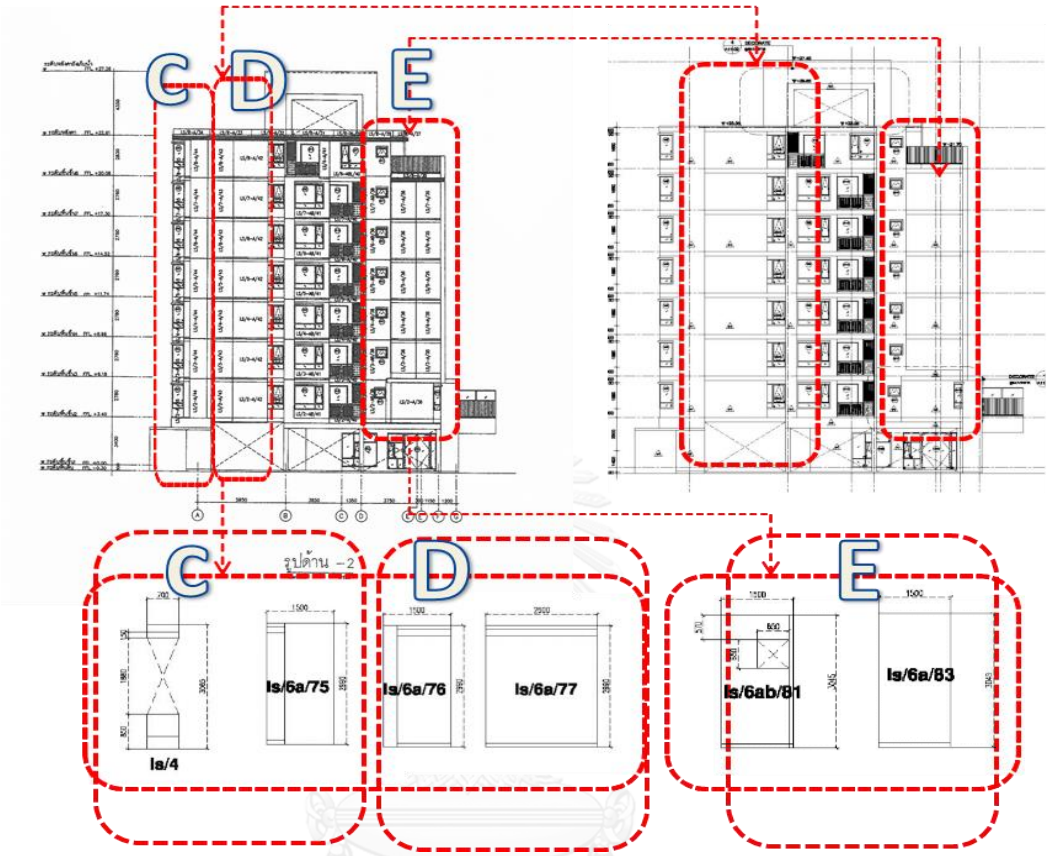
ภาพที่ 51 แสดงการทดลองรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งรูปด้านหน้า



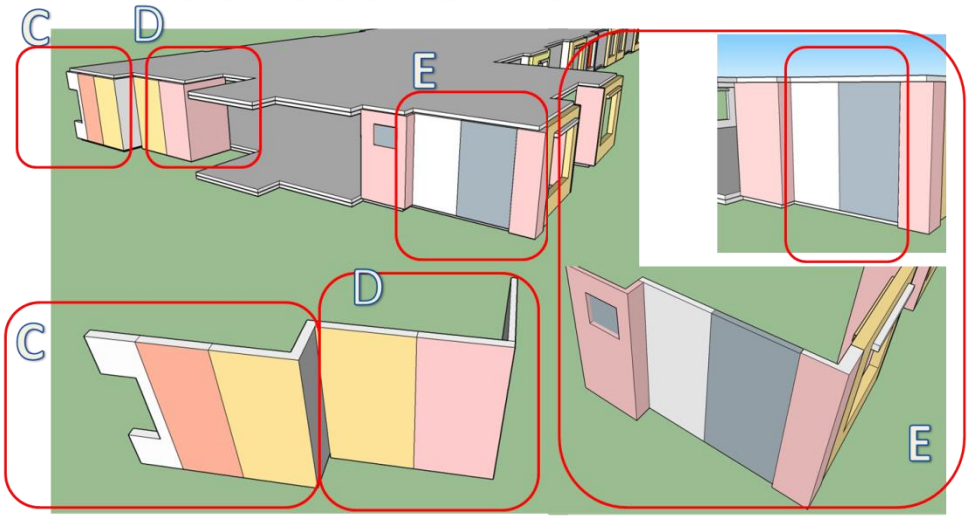
ภาพที่ 52 แสดงภาพรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ของชิ้นส่วน A และB



ภาพที่ 53 แสดงการทดลองรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งรูปด้านข้าง



ภาพที่ 54 แสดงภาพรูปแบบชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ของชิ้นส่วน C,D และB



บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาของการจัดการสำหรับโครงการที่พึ่งเริ่มใช้งานการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่สามารถแข่งขันกับอาคารที่มีความเชี่ยวชาญได้ โดยจากการเปรียบเทียบทั้ง 2 โครงการที่ทำการศึกษาพบ ความแตกต่างของการจัดการโครงการในการเลือกช้ระบบก่อสร้างประเภทนี้ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการโดยเฉพาะด้านการจัดการด้านการออกแบบชิ้นส่วนผนังภายนอกอาคารในช่วงก่อนก่อสร้างอาคารที่ผู้ประกอบการที่พึ่งเลือกใช้ระบบนี้ขาดความรู้ความเข้าใจในระบบนี้ ตั้งแต่ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับเหมาโครงทำให้เห็นถึงข้อแตกต่างของทั้ง 2 โครงการอย่างชัดเจน

จากปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องหาแนวทางการศึกษาและการเพิ่มประสิทธิภาพโครงการในการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ ให้เหมาะสมโดยทำการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการเปรียบเทียบ มาปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุล ตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้ระบบก่อสร้างประเภทนี้เป็นการทดลองเพื่อหาข้อสรุปข้อเสนอแนะดังนี้

1. การปรับประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยเพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้มีขนาดเท่ากันคือขนาดความยาวของเครน 50 เมตรTip2.5T.MAX5T
2. การปรับความหนาของชิ้นส่วนผนังอาคารให้มีความหนาที่ 8 ซม.เท่ากับอาคารที่ใช้เปรียบเทียบและขนาดความหนาที่ 10 ซม .ตามขนาดปรกติเพื่อให้เห็นข้อแตกต่างชัดเจน
3. การปรับขนาดชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยคำนึงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมเดิมของอาครและความเป็นไปได้ของการรับน้ำของเครื่องจักรและการขนส่ง ซึ่งน้ำหนักต้องอยู่ในช่วง 2,500กิโลกรัมถึง 3,000 กิโลกรัม และมีขนาดความกว้างไม่เกิน 6.00เมตรถึง 6.50 มตรและความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร

การปรับประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยเพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้เหมือนกัน

ตารางที่ 15 แสดงสรุปข้อมูลผนังสำเร็จรูปโดยปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุล

	โครงการที่ 2 ไม่มีการปรับสภาพทางกายภาพ	**โครงการที่ 2 มีการปรับสภาพทางกายภาพ**
ขนาดเครื่องจักร	ความยาวของเครน 50 เมตร Tip2.5T.MAX5T.	ความยาวของเครน 50 เมตร Tip2.5T.MAX5T.
เครนเดอริคเครน	การรับน้ำที่ปลายเครน max 3 ตัน Safety set min. 1.5 ตัน	ยกเลิก
จำนวนแบบหล่อรูปแบบแผ่น	20 แบบหล่อ 48 ขนาด	15 แบบหล่อ 39 ขนาด
จำนวนแผ่นต่อ1ชั้น	80-85 แผ่นต่อชั้น	66-68 แผ่นต่อชั้น
ความหนาของแผ่น	10 ซม.	10 ซม.
น้ำหนักต่อตรม.	69261.18	69261.18
น้ำหนักต่อแผ่นมากที่สุด	1903 กิโลกรัม ต่อแผ่น	2588 กิโลกรัม ต่อแผ่น
ขนาดแผ่นที่ใหญ่ที่สุด	2.75ม.X 3.05 ม. ต่อแผ่น	2.75ม.X6.4 ม. ต่อแผ่น
ปริมาณแผ่นที่ติดตั้งได้	10-12แผ่น/1วัน/1ชุดช่าง	10-12แผ่น/1วัน/1ชุดช่าง
จำนวนแผ่น	640-650แผ่น/1อาคาร	535-545แผ่น/1อาคาร
จำนวนวันติดตั้ง	135 วัน /1อาคาร	105 วัน /1อาคาร
ระยะเวลาก่อสร้าง	6เดือน	5เดือน
ขนาดรอบอาคาร	รอบอาคาร ชั้น1-2,7-8 ยาว172 เมตร ชั้น3-6 ยาว195 เมตรรวม1,468เมตร	รอบอาคาร ชั้น1-2,7-8 ยาว172 เมตร ชั้น3-6 ยาว195 เมตรรวม1,468เมตร
ความสูงระหว่างชั้น	2.95 เมตร	2.95มตร

การปรับความหนาของชิ้นส่วน

ความหนาของแผ่น	10 ซม.	8 ซม.
น้ำหนักต่อตรม.	69261.18 กก.ต่อ 1 ชั้น	55408.944 กก.ต่อ 1 ชั้น (21%)

6.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลองปรับสภาพทางกายภาพให้สมดุลได้ดังนี้

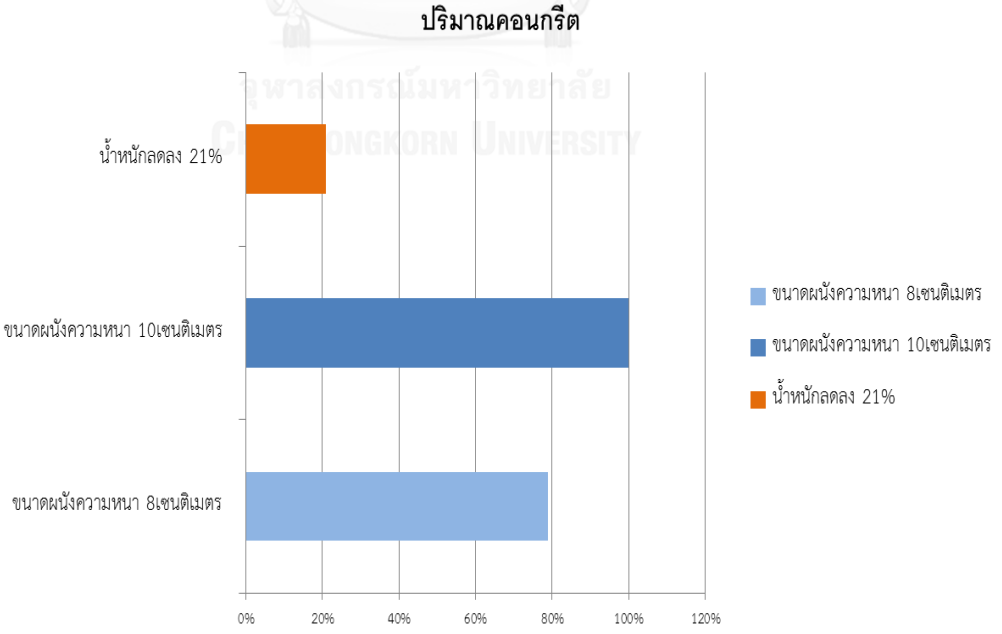
การปรับประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยเพิ่มขนาดทาวน์เวอร์เครนให้เหมือนกัน

1. พบว่าสามารถยกเลิกเครื่องจักรที่เพิ่มเติมโดยการเช่ามาเพื่อติดตั้งผนังภายนอกด้านข้างลงได้
2. พบว่าสามารถใช้ประสิทธิภาพเครื่องจักรได้เต็มประสิทธิภาพโดยสามารถเพิ่มขนาดผนังให้มีชิ้นที่ใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

การปรับความหนาของชิ้นส่วน

1. พบว่าสามารถลดปริมาณคอนกรีตลงได้จากน้ำหนัก 69261.18 กก.ต่อ 1 ชั้นลงเหลือ 55408.95 กก.ต่อ 1 ชั้น (21%)
2. พบว่าสามารถเพิ่มชิ้นส่วนเข้าด้วยกันได้โดยน้ำหนักไม่เกินความสามารถของเครื่องจักรที่ยก และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบชิ้นส่วนสามารถลดชิ้นส่วนลงได้ตามการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร ในขนาดความผนังที่ 10 ซม.เท่ากัน เพราะขนาดชิ้นส่วนนั้นไม่สามารถขยายเกินข้อกำหนดของขนาดชิ้นส่วนได้

ภาพที่ 55 แสดงสรุปปริมาณคอนกรีตใน 1 ชั้นของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตที่สามารถลดน้ำลงหนักได้



การปรับขนาดชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพเครื่องจักร

1. พบว่าสามารถปรับขนาดชิ้นส่วนลงได้โดยเชื่อมผนังที่ติดกันมีน้ำหนักไม่เกินข้อกำหนดมาตราฐานเครื่องจักรที่ยกได้,สะดวกต่อการติดตั้ง และต้องมีขนาดที่สามารถขนส่งได้

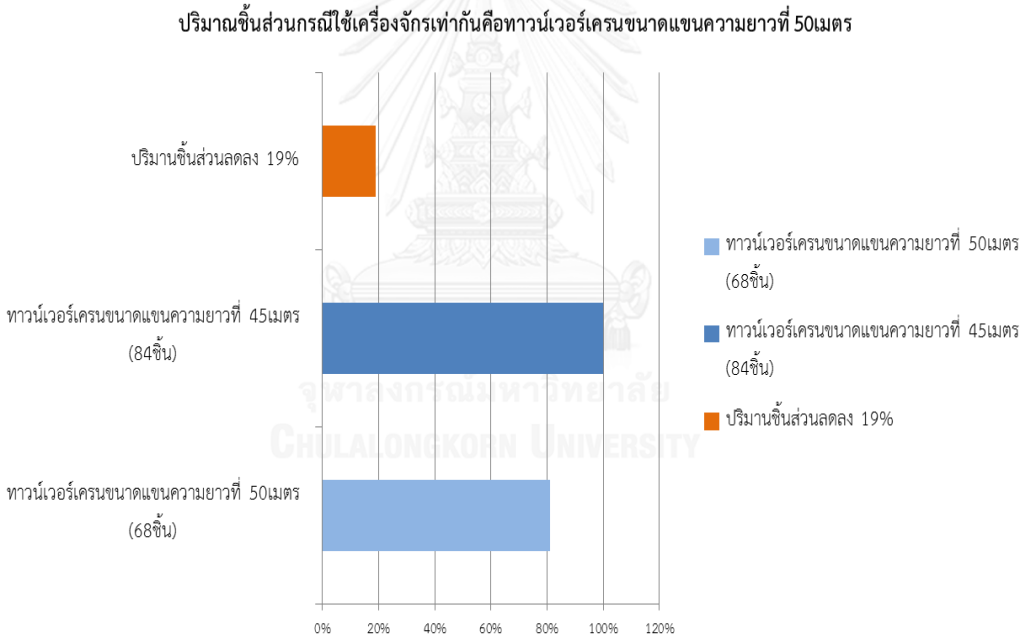
รูปด้าน A จาก 35 ชิ้นใน 1 ชั้นเหลือ 30 ชิ้นลดลง 5 ชิ้น 5 แบบหล่อ

รูปด้าน B จาก 10 ชิ้นใน 1 ชั้นเหลือ 6 ชิ้นลดลง 4 ชิ้น 2 แบบหล่อ

รูปด้าน C จาก 30 ชิ้นใน 1 ชั้นเหลือ 25 ชิ้นลดลง 5 ชิ้น 10 แบบหล่อ

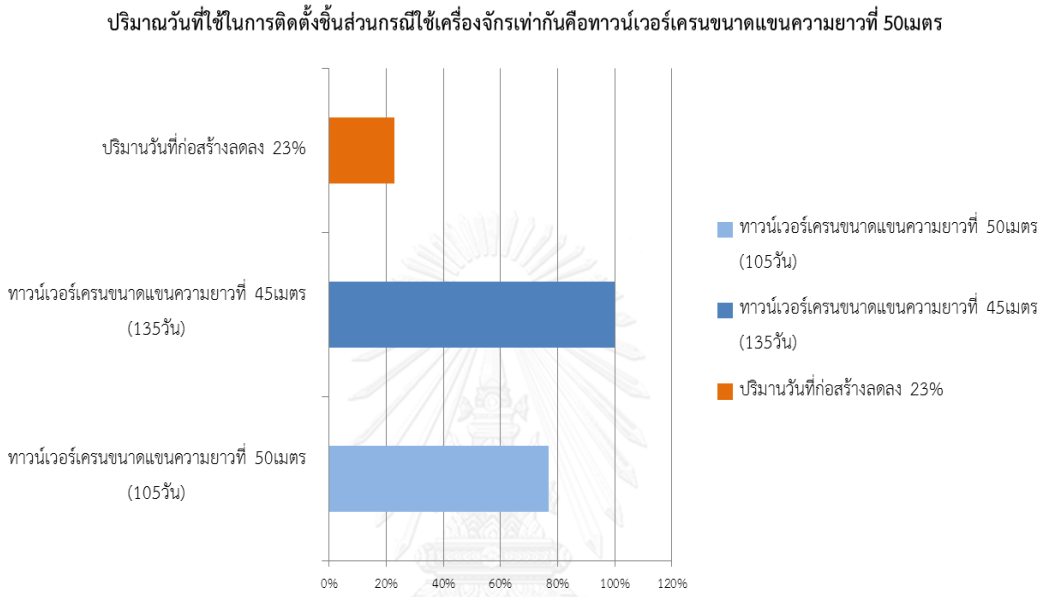
รูปด้าน D จาก 10 ชิ้นใน 1 ชั้นเหลือ 7 ชิ้นลดลง 3 ชิ้น 3 แบบหล่อ

ภาพที่ 56 แสดงสรุปปริมาณชิ้นส่วนใน 1 ชั้นของชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูปทั้งหมดที่สามารถลดลงได้



2.พบว่าจากการปรับขนาดชิ้นส่วนลงทำให้ปริมาณชิ้นส่วนลดลงทำให้ระยะเวลาการติดตั้งลดลงจากเดิมใช้เวลาที่ 135 วันในการติดตั้งผนังทั้งหมดคงเหลือ 105 วันลดลง 30 วัน

ภาพที่ 57 แสดงสรุปปริมาณวันในการติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตที่ลดลงได้



6.2 สรุปผลการอภิปราย

ผลจากการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่าอาคารที่เลือกใช้ผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการที่ศึกษานั้นพบว่ายังขาดการจัดการในส่วนของงานออกแบบซึ่งงานออกแบบสามารถส่งผลไปในทุกขั้นตอนของการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างประเภทนี้ ผู้ออกแบบ และงานออกแบบถือเป็นปัจจัยหลักในการลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพของงานได้ ข้อเสนอแนะของการศึกษา ผู้ศึกษามีความเห็นว่าจากแนวทางการแก้ปัญหาพบว่าการแนวทางการจัดการระบบงานก่อสร้างด้วยผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปจากโครงการศึกษาปัญหาดังกล่าวมาเป็นแนวทางการลดปัญหาเพื่อให้ ทุกฝ่ายเข้าใจถึงลักษณะการทำงาน การจัดลำดับงานและภาพรวมของการทำงานของระบบการก่อสร้างด้วยระบบผนังภายนอกคอนกรีตสำเร็จรูปในการลดค่าใช้จ่ายและเวลาของปัญหาดังกล่าวนั้นได้อย่างเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 ข้อเสนอแนะโครงการ

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เห็นว่าการคำนึงถึง หลักการของระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยเฉพาะ **การพิจารณาช่วงเริ่มโครงการและเริ่มการออกแบบอาคาร** โดยการศึกษาหลักเกณฑ์ในการพิจารณาการการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป มาเป็นแนวทางในการจัดการโครงการประเภทนี้ได้อย่างเหมาะสม และยังพบว่าจาก กรณีศึกษางานวิจัยนี้ยังมีเหตุผลหลักบางประการที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการพิจารณาที่กล่าวมาอีกด้วยตามข้อสรุปดังนี้

การจัดการการวางแผนโครงการ

ที่รัดกุมของการจัดการของเครื่องจักรและที่ตั้งโครงการให้มีความพร้อม ในการรองรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งรวมถึงการศึกษาเส้นทางและกฎระเบียบการจราจรบริเวณที่ตั้งและเส้นทางขนส่งเป็นงานสำคัญของขันตอนนี้เพื่อลดค่าเสียหายจากการขนส่งและการเพิ่มประสิทธิภาพของการติดตั้งได้

การจัดการการเครื่องจักรใช้ในการติดตั้งการคำนึงถึงความสำคัญของเครื่องจักร

การก่อสร้างด้วยผนังภายนอกสำเร็จรูป เครื่องจักรเป็นปัจจัยหลักในการยกประกอบติดตั้ง รวมถึงการเข้าใจประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการออกแบบแผ่นอีกด้วย เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ตามแผนที่วางไว้อย่างสมบูรณ์จะสามารถลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพของงานเพิ่มได้มากขึ้น

การจัดการการการออกแบบ

การออกแบบให้สอดคล้องกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่มีอยู่ จะทำให้เกิดปัญหาน้อย ต่างกับโครงการที่พึ่งเริ่มใช้มักขาดการวางแผนล่วงหน้าโดยเฉพาะการออกแบบ ควรที่จะออกแบบให้สอดคล้องกับเครื่องจักร รวมถึงการจัดหาเครื่องจักรล่วงหน้าของผู้ควบคุมงานหรือเจ้าของโครงการ เนื่องจากบุคคลเหล่านี้ยังเคยชินกับรูปแบบการทำงาน โครงสร้างในที่แบบเดิม ข้อผิดพลาดจึงเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นส่วนมากขึ้น โดยพื้นฐานการออกแบบลักษณะนี้ควรออกแบบให้ชิ้นส่วนเหมือนกันมากที่สุดและมีจำนวนแบบหล่อน้อยที่สุดจึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างได้

ตามข้อเสนอแนะดังกล่าวสามารถสรุปเป็นตารางการพิจารณาการศึกษาเบื้องต้นเพื่อให้เหมาะกับโครงการได้โดยการตรวจสอบความสัมพันธุ์เบื้องต้นได้ ควรคำนึงถึงแนวทางนี้ในช่วงเริ่มโครงการ และเริ่มการออกแบบโครงการ เพื่อลดข้อผิดพลาดในการออกแบบชิ้นส่วนผนังภายนอกสำเร็จรูปได้

ตารางที่ 16 แสดงสรุปการพิจารณาความสัมพันธุ์ของการใช้ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปในช่วงการพิจารณาช่วงเริ่มครงการและเริ่มการออกแบบอาคาร

การพิจารณาความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนผนัง คสล. สำเร็จรูป	การวางแผนการก่อสร้าง	การวางแผนเครื่องจักร	ขั้นตอนชิ้นส่วนผนัง คสล. สำเร็จรูป			
			แผนการออกแบบ	แผนการผลิต	แผนการขนส่ง	แผนการติดตั้ง
1.การพิจารณาน้ำหนักบรรทุก คงที่ น้ำหนักบรรทุกจร			●			
2. การพิจารณาแรงกระทำ		●	●			●
3. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าและถนน	●	●	●	●	●	●
4. การพิจารณารูปร่างลักษณะของอาคาร		●	●			●
5. การพิจารณาโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป						
6. การพิจารณาขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป	●	●	●	●	●	●
7. การพิจารณาพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	●	●	●	●	●	●
8. การพิจารณาเครื่องจักรกลที่มีอยู่	●	●	●	●	●	●
9. การพิจารณาน้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต		●	●	●	●	●
10. การพิจารณาขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต		●	●	●	●	●
11. การพิจารณาวิธีการการประกอบติดตั้ง		●	●	●		●
12. การพิจารณาพื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ		●	●	●	●	
13.1 การพิจารณาระยะเวลาการผลิตชิ้นส่วนและการติดตั้ง		●	●	●	●	●
13.2 การพิจารณาระยะเวลาก่อสร้างชิ้นส่วนและการติดตั้ง		●	●	●	●	●
14. การพิจารณาจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำร็จรูป		●	●	●		●
15. การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน			●			●

จากตารางควรคำนึงถึง แนวทางในการออกแบบเลือกใช้การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป ในช่วงเริ่มโครงการ และเริ่มการออกแบบโครงการ ร่วมกับแนวทางการจัดการดังกล่าวในการออกแบบชิ้นส่วนผนังสำเร็ปรูป เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นโดยเห็นได้จากการศึกษาทดลองโครงการที่พึ่งเริ่มใช้ระบบนี้ ที่ส่งผลถึงข้อแตกต่างจากชิ้นส่วน เครื่องจักร และเวลาการติดตั้งอย่างชัดเจน

6.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

แนวทางการจัดการงานก่อสร้างรูปแบบนี้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่ควรศึกษาเพิ่มหลายประการ เช่น

การการก่อสร้างอาคารชุดประเภทนี้ ที่ใช้ระบบก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเรื่องขนาดและความหนา ยังมีข้อแต่ต่างทางด้านวัสดุอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนผนังนี้ เช่น ขนาดหน้าต่างเป็นต้น และหลักเกณฑ์หรือมาตราฐานที่ใช้บังคับขนาดความหนาบางผลกระทบทางเสียง ความร้อนที่กระทบผิวผนังทั้งหมดอาจเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปได้ถึงขนาดและความหนาขอผนังต่อไป และที่ขาดไมได้ คือความสวยงามทางสถาปัตยกรรมที่สามารถพัฒนาควบคู่ไปกับเทคโนโลยีการก่อสร้างดังกล่าวได้ในอนาคตอีกด้วย เพราะการก่อสร้างด้วยระบบนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายจะทำให้ข้อจำกัดและราคาค่าก่อสร้างลดลงได้ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

คุณเทอดธรรม ยอดพฤติการณ์. การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป, . กรุงเทพฯ2555

จิรวัฒน์ ดำริอนันต์. "การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ต่อตระกูล ยมนาด. "แนวทางจัดการโครงการก่อสร้างแผนใหม่ (แปลและเรียบเรียง ภาควิชาการบริหารและเทคโนโลยีการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)." (2540).

ไตรรัตน์ จารุทัศน์. "การประชุมฝ่ายการก่อสร้างประจำปี 2549,(เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง." 2555.

นายอัครวัฒน์ ตรัยจิรพงศ์. " การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป ", ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปกร, 2554.

บางภิภพ, อินทิรา. "การเปรียบเทียบอาคารชุด 8 ชั้น ที่นำระบบเป็นผนังภายในร่วมกับระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายนอก กับ ระบบผนังก่ออิฐเป็นผนังภายใน ร่วมกับ ระบบผนังค.ส.ล.สำเร็จรูปเป็นผนังภายนอก." ปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

รณกร ชมธัญกาญจน์. "กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา: บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน).", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย, 2555.

วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ม.อ.บ. "การออกแบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป." ปีที่1ฉบับที่1. (กรกฎาคม-ธันวาคม 2551

ศุภชัย ไชยน. "เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูป ภายนอกอาคาร กรณีศึกษาโครงการสวนลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน) ", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

"อาคารชุดที่อยู่อาศัย ในประเทศไทย,เข้าถึงเมื่อ10กรกฎาคม2558." www.ghbhomecenter.com/...

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง แสดงการศึกษาประเภทและขนาดของชิ้นส่วนผนังภายนอก ใน 1 ชั้นโดยเรียงตามแนว

ตารางแสดงประเภทและขนาดของชิ้นส่วนผนังภายนอกใน 1ชั้นโดยเรียงตามแนวระนาบของการติดตั้ง															
			หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน		ที่ตั้งแผ่น		ขนาดช่องเปิด		ที่ตั้งช่องเปิด		ที่ตั้งช่องเปิด		น้ำหนักแผ่นที่	
	ลำดับแผ่น	จำนวน		ความสูง	ความกว้าง			ความสูง	ความกว้าง			ระดับ		ความหนา0.08ม.	ความหนา0.1ม.
ชนิดที่ A	F1	1	ชิ้น	2.59	3.46	8.9614		1.05	1.6	1.68		7.2814		1398.0288	1747.536
	A1	7	ชิ้น	0.4	2.88	1.152		0	0	0		1.152		221.184	276.48
	B1	7	ชิ้น	2.59	6.4	16.576		1.05	3.2	3.36		13.216		2537.472	3171.84
	A3	1	ชิ้น	0.4	1.4	0.56		0	0	0		0.56		107.52	134.4
ชนิดที่ B	K10	1	ชิ้น	2.59	0.66	1.7094		0	0	0		1.7094		328.2048	410.256
	C6	1	ชิ้น	2.59	4.1	10.619		0	0	0		10.619		2038.848	2548.56
	E2	1	ชิ้น	2.59	2.32	6.0088		1.05	0.9	0.945		5.0638		972.2496	1215.312
ชนิดที่ C	C1	2	ชิ้น	2.59	4.665	12.08235		0	0	0		12.08235		2319.8112	2899.764
	F3	1	ชิ้น	2.59	3.46	8.9614		1.05	1.6	1.68		7.2814		1398.0288	1747.536
	A1	6	ชิ้น	0.4	2.88	1.152		0	0	0		1.152		221.184	276.48
	B1	6	ชิ้น	2.59	6.4	16.576		1.05	3.2	3.36		13.216		2537.472	3171.84
	A2	1	ชิ้น	2.59	1.4	3.626		0	0	0		3.626		696.192	870.24
	K2	1	ชิ้น	2.59	1.08	2.7972		0	0	0		2.7972		537.0624	671.328
	J2	1	ชิ้น	2.59	1.78	4.6102		0	0	0		4.6102		885.1584	1106.448
	K4	1	ชิ้น	2.59	1.35	3.4965		0	0	0		3.4965		671.328	839.16
	H3	1	ชิ้น	2.59	3.22	8.3398		1.05	1.35	1.4175		6.9223		1329.0816	1661.352
	G1	1	ชิ้น	2.59	2.47	6.3973		1.05	1.35	1.4175		4.9798		956.1216	1195.152
	A4	1	ชิ้น	2.59	1.47	3.8073		0	0	0		3.8073		731.0016	913.752
	F4	1	ชิ้น	2.59	3.46	8.9614		1.05	1.6	1.68		7.2814		1398.0288	1747.536
ชนิดที่ D	C2	1	ชิ้น	2.59	4.665	12.08235		0		0		12.08235		2319.8112	2899.764
	E1	1	ชิ้น	2.59	1.59	4.1181		1.05	0.9	0.945		3.1731		609.2352	761.544
	C1	1	ชิ้น	2.59	4.665	12.08235		0		0		12.08235		2319.8112	2899.764
9 แบบ หล่อ	18ขนาด	45	ชิ้น			361.7672				53.445		138.19185		26532.8352	33166.044

ตาราง แสดงการศึกษาประเภทและขนาดของชิ้นส่วนผนังภายนอกใน 1ชั้นโดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งตามรูปด้านในโครงการที่ 2

	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือหักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ความหนา0.1 ม.
ชั้นที่1 ผนังภายนอก A	AB1,34	2	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775	1.88	2	3.76	5.9175	1136.16	1420.2
	AL2,31	2	ชิ้น	2.765	0.6	1.659	0	0	0	1.659	318.528	398.16
	A3,32	2	ชิ้น	0.63	4	2.52	0	0	0	2.52	483.84	604.8
	AL4,33	2	ชิ้น	2.765	0.6	1.659	0	0	0	1.659	318.528	398.16
	AB5,30	2	ชิ้น	2.765	2.1	5.8065	1.88	1.2	2.256	3.5505	681.696	852.12
	AL6,29	2	ชิ้น	1	1.6	1.6	1.88	0.7	1.316	0.284	54.528	68.16
	A7,28	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A8,27	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	AB9,26	2	ชิ้น	2.765	3.4	9.401	0.8	2.55	2.04	7.361	1413.312	1766.64
	ABL10,	1	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	A11,15,19,23	4	ชิ้น	0.4	5	2	0	0	0	2	384	480
	A12,16,20,24,	4	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	ABL13,17,21	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL14,18,22	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL25	1	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	14 แบบหล่อ	15ขนาด		34	ชิ้น		167.209			48.824	118.385	22729.92	28412.4

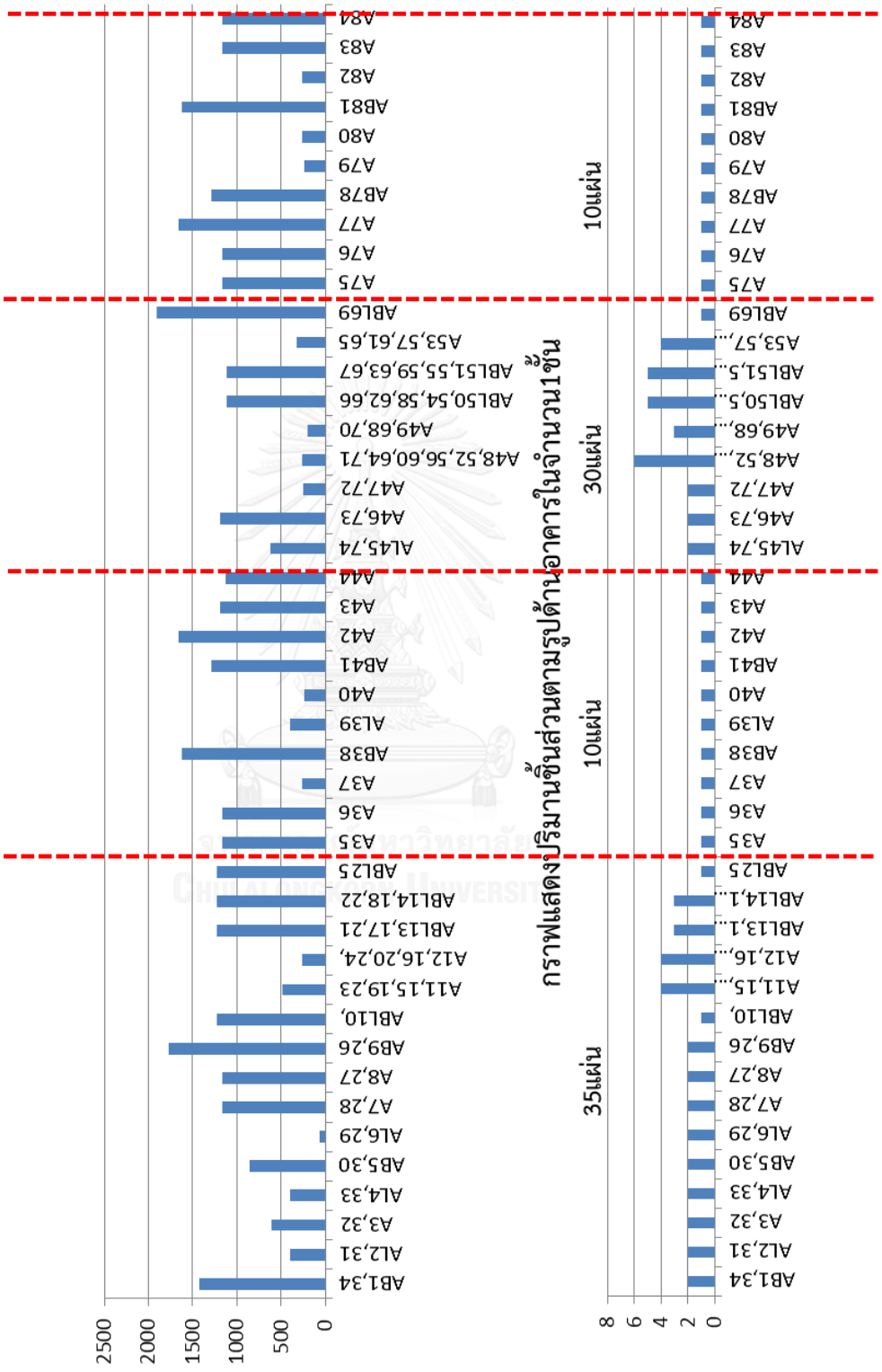
ตารางแสดงการศึกษาประเภทและขนาดของชิ้นส่วนผนังภายนอกใน 1ชั้นโดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งตามรูปด้าน(ต่อ)

	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน		ขนาดชิ้นส่วน	พื้นที่แผ่น		ขนาดช่องเปิด		ขนาดช่องเปิด	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ	น้ำหนักผนังที่	น้ำหนักผนังที่
				ความสูง		ความกว้าง	ตร.ม.		ความสูง		ความกว้าง		หักช่องเปิด	ความหนา0.08ม.	ความหนา0.1ม.
ชั้นที่1 ด้านB	A35	1	ชิ้น	2.765		1.75	4.83875		0		0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A36	1	ชิ้น	2.765		1.75	4.83875		0		0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A37	1	ชิ้น	2.765		0.4	1.106		0		0	0	1.106	212.352	265.44
	AB38	1	ชิ้น	2.765		2.6	7.189		0.65		0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
	AL39	1	ชิ้น	2.765		0.6	1.659		0		0	0	1.659	318.528	398.16
	A40	1	ชิ้น	0.4		2.5	1		0		0	0	1	192	240
	AB41	1	ชิ้น	2.765		3.3	9.1245		1.88		2	3.76	5.3645	1029.984	1287.48
	A42	1	ชิ้น	2.765		2.5	6.9125		0		0	0	6.9125	1327.2	1659
	A43	1	ชิ้น	2.765		1.8	4.977		0		0	0	4.977	955.584	1194.48
	A44	1	ชิ้น	2.765		1.7	4.7005		0		0	0	4.7005	902.496	1128.12
5 แบบหล่อ	9 ขนาด	10	ชิ้น				46.346					4.1825	42.1635	8095.392	10119.24
ชั้นที่1 ด้านC	AL45,74	2	ชิ้น	1	2.6	2.6	2.6	0	0	0	0	0	2.6	499.2	624
	A46,73	2	ชิ้น	2.765	1.8	1.8	4.977	0	0	0	0	0	4.977	955.584	1194.48
	A47,72	2	ชิ้น	0.4	2.6	2.6	1.04	0	0	0	0	0	1.04	199.68	249.6
	A48,52,56,60,64,71	6	ชิ้น	2.765	0.4	0.4	1.106	0	0	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	A49,68,70	3	ชิ้น	0.4	2.1	2.1	0.84	0	0	0	0	0	0.84	161.28	201.6
	ABL50,54,58,62,66	5	ชิ้น	2.765	3.05	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	ABL51,55,59,63,67	5	ชิ้น	2.765	3.05	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	A53,57,61,65	4	ชิ้น	0.4	3.35	3.35	1.34	0	0	0	0	0	1.34	257.28	321.6
	ABL69	1	ชิ้น	2.765	3.35	3.35	9.26275	1.88	0.7	1.316	0.7	1.316	7.94675	1525.776	1907.22
14 แบบหล่อ	15ขนาด	30	ชิ้น				125.34525					38.916	86.42925	16594.416	20743.02

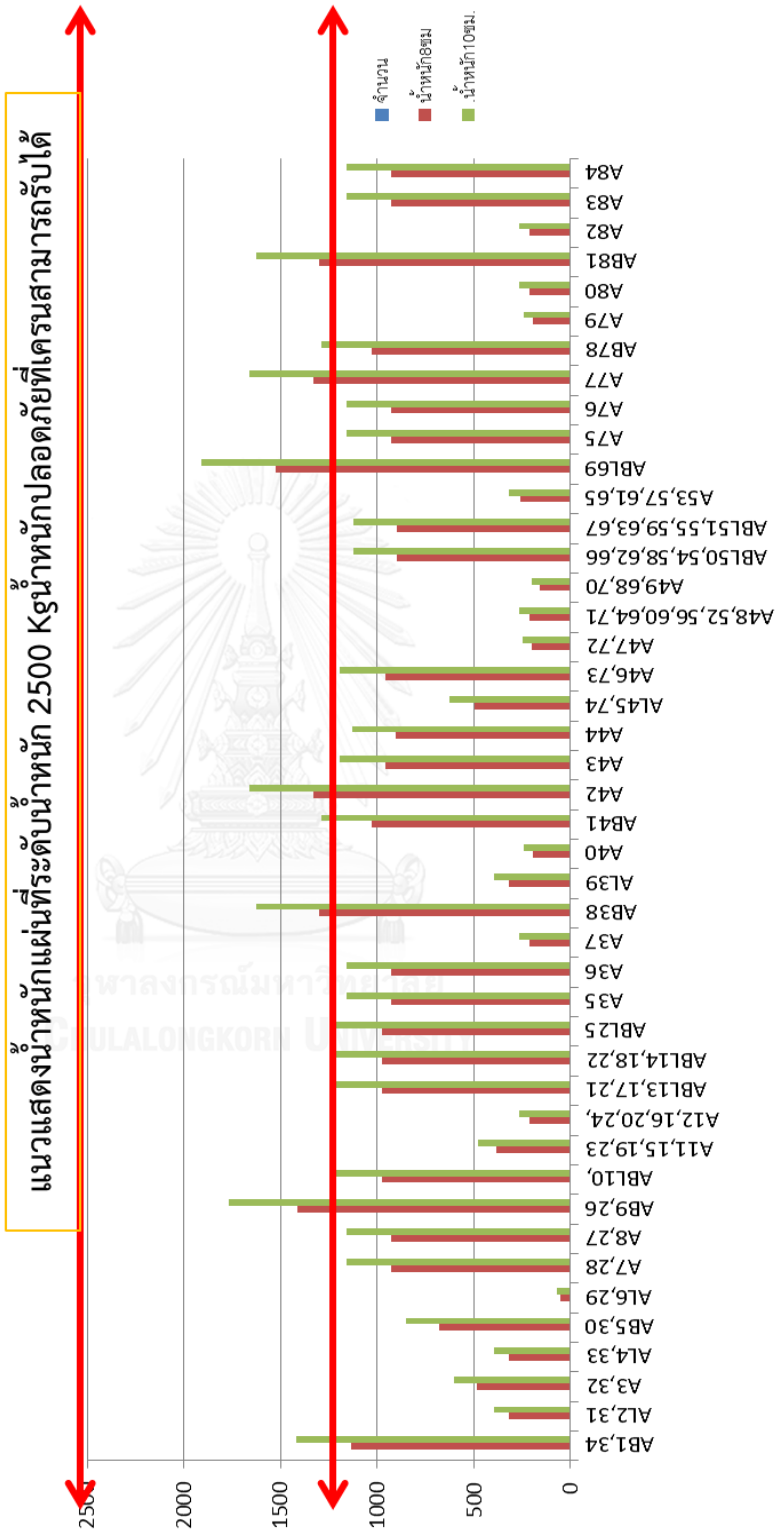
ตาราง แสดงการศึกษาประเภทและขนาดของชิ้นส่วนผนังภายนอกใน 1ชั้นโดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้งตามรูปด้าน(ต่อ)

	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1ม.
ด้านหลังอาคาร D	A75	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A76	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A77	1	ชิ้น	2.765	2.5	6.9125	0	0	0	6.9125	1327.2	1659
	AB78	1	ชิ้น	2.765	3.3	9.1245	1.88	2	3.76	5.3645	1029.984	1287.48
	A79	1	ชิ้น	0.4	2.5	1	0	0	0	1	192	240
	A80	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	AB81	1	ชิ้น	2.765	2.6	7.189	0.65	0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
	A82	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	A83	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A84	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
9แบบหล่อ	9 ขนาด	10	ชิ้น			45.793			4.1825	41.6105	7989.216	9986.52
20แบบหล่อ	20 ขนาด	84	ชิ้น			384.69325			96.105	288.58825	55408.944	69261.18

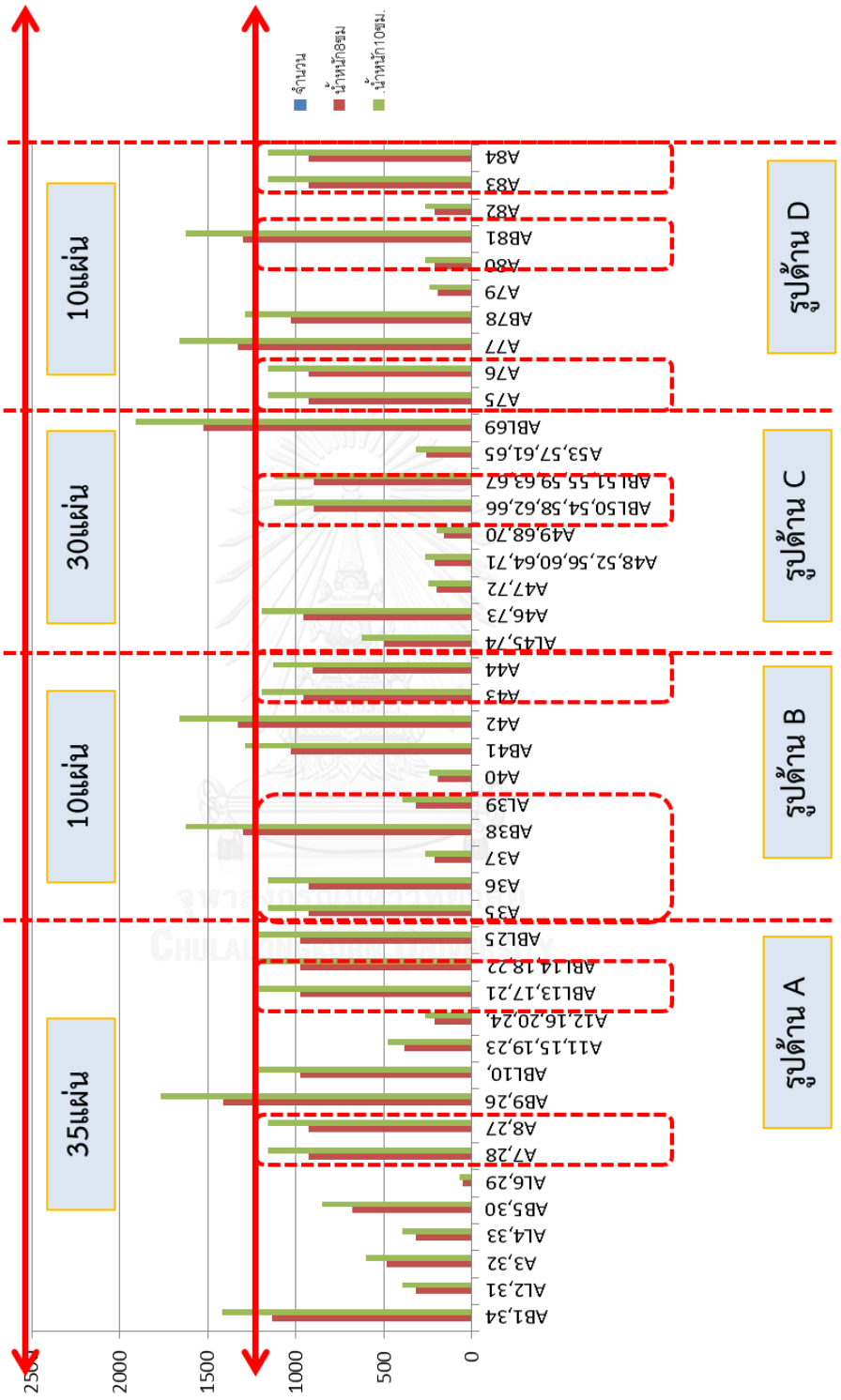
ภาพ แสดงสรุปชิ้นส่วนผนังภายนอกใน 1 ชั้นตามรูปด้านประเภทและขนาดของโดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง โครงการที่ 2



ภาพ แสดงสรุปน้ำหนักชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง ในโครงการที่ 2



ภาพ แสดงสรุปชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ตามตารางสรุปโดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง ใน โครงการที่ 2



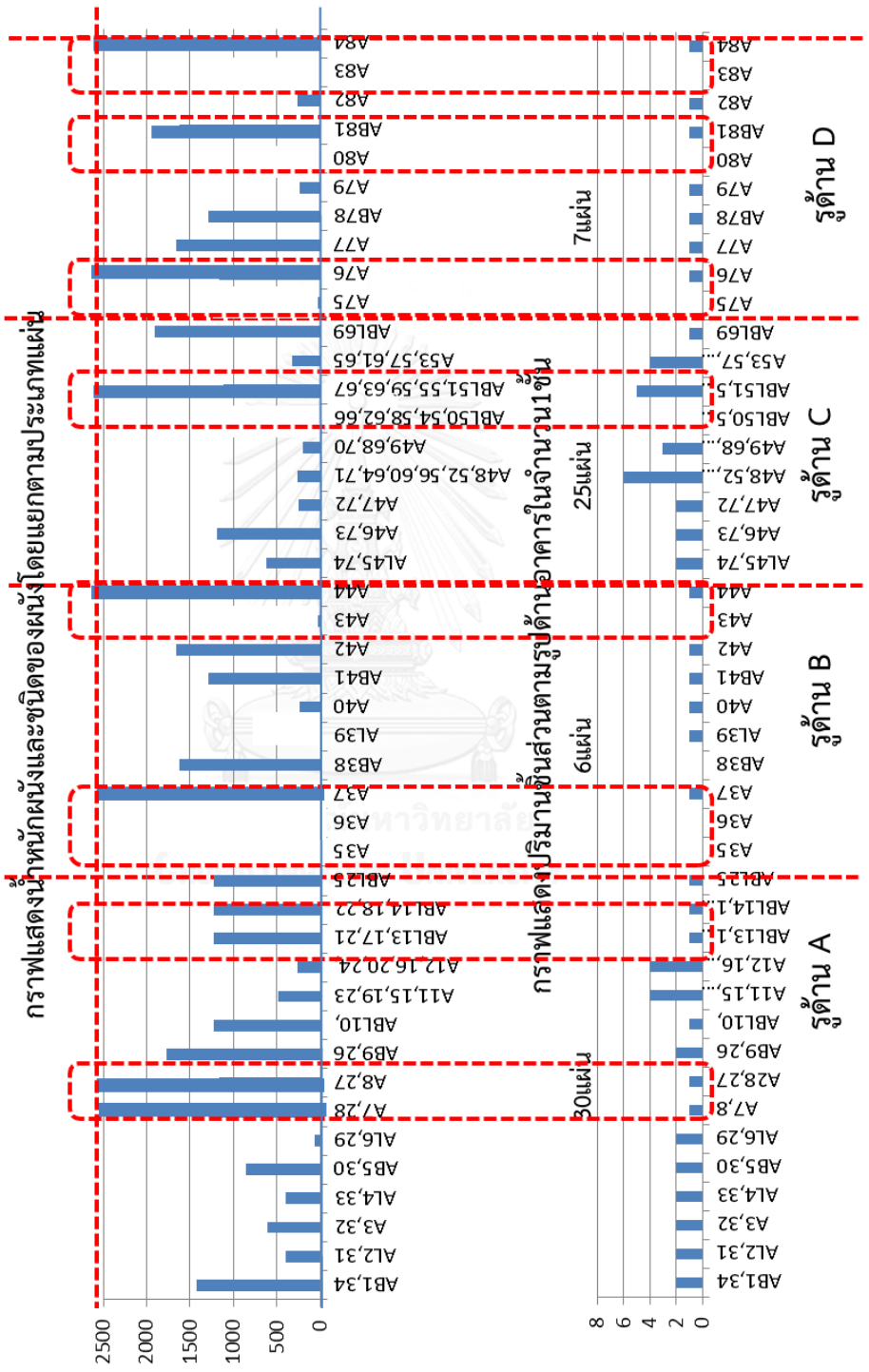
ตาราง แสดงสรุปการรวมชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง ใน โครงการที่ 2

	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1 ม.
ชุดที่ผลิตจากแบบ A	A7,28	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A8,27	2	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A7+8,27+28	2	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
	ABL13,17,21	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL14,18,22	3	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	1.88	2	3.76	5.088	976.896	1221.12
	ABL13+14,17+18,22+23	3	ชิ้น	2.765	6.4	17.696	1.88	4	7.52	10.176	1953.792	2442.24
2 แบบชุดผลิต	2ขนาด	5	ชิ้น									
ชุดที่ผลิตจากแบบ B	A35	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A36	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A37	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	A35+36+37	1	ชิ้น	2.765	3.9	10.7835				10.7835	2070.432	2588.04
	AB38	1	ชิ้น	2.765	2.6	7.189	0.65	0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
	AL39	1	ชิ้น	2.765	0.6	1.659	0	0	0	1.659	318.528	398.16
	ABL	1	ชิ้น	2.765	3.2	8.848	0.65	0.65	0.4225	8.4255	1617.696	2022.12
	A43	1	ชิ้น	2.765	1.8	4.977	0	0	0	4.977	955.584	1194.48
	A44	1	ชิ้น	2.765	1.7	4.7005	0	0	0	4.7005	902.496	1128.12
	A43+44	1	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
1 แบบชุดผลิต	3 ขนาด	4	ชิ้น									

ตาราง แสดงสรุปการรวมชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง ใน โครงการที่ 2 (ต่อ)

	ลำดับแผ่น	จำนวนที่ใช้	หน่วย	ขนาดชิ้นส่วน ความสูง	ขนาดชิ้นส่วน ความกว้าง	พื้นที่แผ่น ตรม.	ขนาดช่องเปิด ความสูง	ขนาดช่องเปิด ความกว้าง	พื้นที่ช่องเปิด	พื้นที่คงเหลือ หักช่องเปิด	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.08 ม.	น้ำหนักผนังที่ ความหนา0.1ม.
ระยะที่ 2 C	ABL50,54,58,62,66	5	ชิ้น	2.765	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	ABL51,55,59,63,67	5	ชิ้น	2.765	3.05	8.43325	1.88	2	3.76	4.67325	897.264	1121.58
	1 ขนาด	5	ชิ้น	2.765	6.1	16.8665	1.88	4	7.52	9.3465	1794.528	2243.16
1 แบบหล่อ	2 ขนาด	10	ชิ้น									
ระยะที่ 2 D	A75	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A76	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
		1	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
	A80	1	ชิ้น	2.765	0.4	1.106	0	0	0	1.106	212.352	265.44
	AB81	1	ชิ้น	2.765	2.6	7.189	0.65	0.65	0.4225	6.7665	1299.168	1623.96
		1	ชิ้น	2.765	3	8.295	0.65	0.65	0.4225	7.8725	1511.52	1889.4
	A83	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	A84	1	ชิ้น	2.765	1.75	4.83875	0	0	0	4.83875	929.04	1161.3
	2ขนาด	3	ชิ้น	2.765	3.5	9.6775				9.6775	1858.08	2322.6
2แบบหล่อ	4 ขนาด	6	ชิ้น									
5แบบหล่อ	9 ขนาด	17	ชิ้น									
15แบบหล่อ	39 ขนาด	68	ชิ้น									

ภาพ แสดงการรวมชิ้นส่วนผนังที่สามารถเพิ่มน้ำหนักได้ โดยเรียงตามแนวระนาบการติดตั้ง ในโครงการที่ 2



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นาย กรณ์ภวิษย์ คูศุภรเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ.2522

การศึกษา

เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การศึกษา 2557

ระดับอุดมศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต อุเทนถวาย การศึกษา 2540

ระดับมัธยมตอนปลายศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม โรงเรียนไทยวิจิตรศิลป อาชีวะ การศึกษา 2537

ระดับมัธยมตอนต้น โรงเรียนเทพศิรินทร์ การศึกษา 2534

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University