การปรับปรุงวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

น.ส.จุฬาลักษณ์ อมรเศรษฐพงศ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาที่อยู่อาศัยและอสังหาริมทรัพย์ ภาควิชาเคหการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVEMENT OF DESIGN METHODS FOR TOWNHOUSES CONSTRUCTED BY PREFABRICATED PARTS

Miss Julaluck Amornsetapong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Housing Development in Housing and Real Estate Development
Department of Housing
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
โดย	น.ส.จุฬาลักษณ์ อมรเศรษฐพงศ์
สาขาวิชา	การพัฒนาที่อยู่อาศัยและอสังหาริมทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษรา โพวาทอง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จาตุรนต์ วัฒนผาสุก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลักษณ์ อมรเศรษฐพงศ์ : การปรับปรุงวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. (IMPROVEMENT OF DESIGN METHODS FOR TOWNHOUSES CONSTRUCTED BY PREFABRICATED PARTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.บัณฑิต จุลาสัย

เพื่อให้แบบทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ในแต่ละโครงการมีลักษณะเฉพาะ ทำให้ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปปัจจุบัน ใช้ระยะเวลานานถึง 63 วัน ในขณะที่การก่อสร้างทาวน์เฮาส์พร้อมกัน 7 คูหา ใช้ระยะเวลาเพียง 50 วัน จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะลดเวลาและขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

โครงการทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ และที่จอดรถ 1 คัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจำนวน 29 ชิ้น 29 รูปแบบ

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เมื่อใช้ระบบประสานพิกัด ลดรูปแบบช่องเปิด และเพิ่มระยะริมช่องเปิด สามารถลดรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เหลือเพียง 20 ชิ้น 11 รูปแบบเท่านั้นแต่ทาวน์เฮาส์จะมีแบบเรียบๆเหมือนกันหมด แต่ละโครงการไม่มีลักษณะเฉพาะ นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดการใช้วิธียื่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนัง และเชื่อมระนาบแผ่นผนัง ที่นอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อของผนังแล้ว ยังช่วยให้แบบทาวน์เฮาส์มีความแตกต่างกัน

ผู้วิจัยจึงออกแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปจำนวน 87 ชิ้น 16 รูปแบบ มาใช้ทดลองออกแบบทาวน์เฮาส์ ได้ 4 แบบ ที่แตกต่างกัน จึงเสนอให้ฝ่ายสถาปนิกและฝ่ายโรงงาน ประชุมจัดทำแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน โดยให้สถาปนิกใช้วิธีดังกล่าว ออกแบบทาวน์เฮาส์เพิ่มเติม ให้ได้หลากหลายแบบ และเก็บเป็นคลังแบบ ส่วนฝ่ายโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เตรียมไว้ในคลัง เมื่อมีโครงการใหม่ ทางโครงการใช้วิธีเลือกแบบทาวน์เฮาส์ และเลือกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากคลัง ไปก่อสร้างได้ทันทีเป็นการลดเวลาและขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงได้

ทั้งนี้การพัฒนาคลังรูปแบบและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เสนอนี้ ยังสามารถพัฒนาเข้าสู่แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling-BIM) ได้ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	การพัฒนาที่อยู่อาศัยและอสังหาริมทรัพย์	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6073554025 : MAJOR HOUSING AND REAL ESTATE DEVELOPMENT
KEYWORD: prefabricated, designing townhouses, prefabricated concrete components

Julaluck Amornsetapong : IMPROVEMENT OF DESIGN METHODS FOR TOWNHOUSES CONSTRUCTED BY PREFABRICATED PARTS. Advisor: Prof. BUNDIT CHULASAI, Ph.D.

To make the townhouses of Pruksa Real Estate Public Company Limited in each project unique, the process of designing townhouses and prefabricated concrete components takes a duration of about 63 days, while the construction of 7 units at the same time takes only 50 days. Therefore, the objective of this study is to reduce the duration and steps in designing townhouses and prefabricated concrete components.

Pruksa Ville townhouse consists of 3 bedrooms, 2 bathrooms, and 1 car park and was selected to be the case study. Each townhouse unit consists of 29 prefabricated concrete panels with 29 types.

Previous research found that when using modular coordination systems to reduce the type of opening and adding wider opening edges of precast concrete wall panels, there were only 20 pieces with 11 types. Yet, it made each entire townhouse look identical. In addition, the method of extending the wall fin, changing the wall position and connecting the wall pane could resolve the problem of water leakage at the joints of the walls and made the townhouse style unique.

According to the research, the researcher proposed 87 prefabricated concrete panels with 16 types to design 4 different townhouses so that the architect and factory could set up standard prefabricated concrete components together. Then, the architect should design many unique townhouses and keep them in a gallery of drawings to be used prospectively. The factory could manufacture the standard designs and keep them in a warehouse. This means that when new projects are started, the construction department can choose a standard townhouse and prefabricated concrete components to be built immediately. Therefore, the developer can reduce the duration and steps of designing a townhouse and prefabricated concrete components.

Furthermore, the proposed method of the development of the gallery of prefabricated concrete components and types can still be developed into Building Information Modeling (BIM).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Housing and Real Estate Development	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง ด้วยความกรุณาจากศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาสัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง สำหรับความรู้ โอกาส และคำแนะนำต่างๆ ในระหว่างการทำวิจัยมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกๆ ท่าน อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษรา โพวาทอง, อาจารย์ ดร.พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ และผู้ช่วยศาสตรจารย์จาตุรนต์ วัฒนผาสุก ที่คอยให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) สำหรับความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ในการทำการวิจัยเสมอมา โดยเฉพาะคุณสุภัทร์ รัตนโสภณชัย ที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ

ขอขอบพระคุณครอบครัว สำหรับการสนับสนุน และกำลังใจอย่างดีเสมอมา นอกจากนั้นขอขอบคุณพี่ น้อง และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ

จุฬาลักษณ์ อมรเศรษฐพงศ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 แนวความคิดและความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป 5

2.2 กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 6

2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป 9

2.4 แนวความคิดการออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด 12

2.5 ความหมายของ Building Information Modeling (BIM) 14

บทที่ 3 ผลการศึกษา 24

3.1 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) 24

3.2 รายละเอียดทั่วไปของทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 31
3.4 ขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 33
3.5 รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 46
3.6 แนวทางการออกแบบบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 51
3.7 วิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่เหมาะสม 58
บทที่ 4 แนวทางในการปรับปรุงวิธีออกแบบทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 61
4.1 จัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์ 61
4.2 จัดทำคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 72
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 81
ภาคผนวก 88
บรรณานุกรม 100
ประวัติผู้เขียน 102

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยวด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป 17
ตารางที่ 2 การสรุปวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง 21
ตารางที่ 3 แผนงานขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 45
ตารางที่ 4 ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 47
ตารางที่ 5 ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป 48
ตารางที่ 6 แสดงสรุปวิธีการแก้ปัญหารอยต่อ 54
ตารางที่ 7 สรุปชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของทาวน์เฮาส์แต่ละรูปแบบ 71
ตารางที่ 8 การจัดหมวดหมู่ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปและใส่สัญลักษณ์ที่กำหนด 74
ตารางที่ 9 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 75
ตารางที่ 10 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ) 76
ตารางที่ 11 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ) 77
ตารางที่ 12 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ) 78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) 2
ภาพที่ 2 แผนภูมิวิธีดำเนินการวิจัย 4
ภาพที่ 3 การปรับขนาดความกว้างและรูปแบบของผนังที่มีขนาดใกล้เคียงกันให้เท่ากัน 16
ภาพที่ 4 การปรับรูปแบบคาน ให้มีรูปแบบที่ง่ายต่อการผลิตและใช้ชิ้นส่วนซ้ำกันได้มากขึ้น 16
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบภาพจำลองแผ่นผนังชนมุมกับการต่อผนังด้านข้าง 22
ภาพที่ 6 การนำเสนอแผ่นผนังต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน 23
ภาพที่ 7 การนำเสนอผนังชั้นบนถอยเข้าไปหรือผนังชั้นบนยื่นออกมา 23
ภาพที่ 8 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) 24
ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์บ้านพฤกษา(ซ้าย) และพฤกษาวิลล์(ขวา) 25
ภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์เดอะคอนเนค(ซ้าย) และพาทิโอ(ขวา) 25
ภาพที่ 11 ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 26
ภาพที่ 12 ผังพื้นของพฤกษาวิลล์ 26
ภาพที่ 13 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มาประกอบกันเป็นทาวน์เฮาส์ 1 คูหา 28
ภาพที่ 14 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ 28
ภาพที่ 15 พฤกษาวิลล์ เพชรเกษม-พุทธสาคร 29
ภาพที่ 16 พฤกษาวิลล์ โครงการรังสิต-คลองสอง 29
ภาพที่ 17 พฤกษาวิลล์ รังสิต-ซ.เวิร์คพอยท์ 30
ภาพที่ 18 พฤกษาวิลล์ รามคำแหง-เคหะร่มเกล้า (มิสทีน) 30
ภาพที่ 19 พฤกษาวิลล์ ลาดกระบัง-ประชาพัฒนา 30
ภาพที่ 20 ขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์ และชิ้นส่วนคอนกรีตฯในปัจจุบัน 32
ภาพที่ 21 งานตอกเสาเข็ม 33
ภาพที่ 22 งานพื้นชั้นล่าง 33

Chulalongkorn University

ภาพที่ 23 งานติดตั้งผนังชั้นล่าง 34
ภาพที่ 24 งานติดตั้งบันไดคอนกรีตสำเร็จรูป 34
ภาพที่ 25 งานติดตั้งพื้นชั้นบน 35
ภาพที่ 26 งานติดตั้งผนังชั้นบน 35
ภาพที่ 27 งานเดินท่อระบบสุขาภิบาล 36
ภาพที่ 28 งานเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ 36
ภาพที่ 29 งานติดตั้งโครงหลังคา 37
ภาพที่ 30 งานปิดเชิงชายและมุงหลังคา 37
ภาพที่ 31 งานเชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน 38
ภาพที่ 32 งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า 38
ภาพที่ 33 งานฝ้าเพดาน 39
ภาพที่ 34 งานตกแต่งเปลือกอาคาร 39
ภาพที่ 35 งานปูกระเบื้องพื้น 40
ภาพที่ 36 งานทาสี 40
ภาพที่ 37 งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง 41
ภาพที่ 38 งานติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ 41
ภาพที่ 39 งานติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน 42
ภาพที่ 40 งานปูพื้นลามิเนต 42
ภาพที่ 41 งานติดตั้งบัวเชิงผนัง 43
ภาพที่ 42 งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ 43
ภาพที่ 43 งานทำความสะอาด 44
ภาพที่ 44 รอยต่อระหว่างแผ่นผนัง 46
ภาพที่ 45 รอยต่อระหว่าง คาน พื้นและผนัง 46
ภาพที่ 46 การใช้เพลทเหล็กบริเวณรอยต่อระหว่างผนังภายใน 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 47 การใช้ปูนซีเมนต์ไม่หดตัวบริเวณรอยต่อผนังภายนอก..... 49
ภาพที่ 48 การประสานรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้ Backing rodและกาว PU 50
ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบภาพจำลองแผ่นผนังชนมุมกับการต่อผนังด้านข้าง..... 51
ภาพที่ 50 การใช้วิธียื่นครีบผนังในการแก้ปัญหารอยต่อของแผ่นผนังชนมุม..... 51
ภาพที่ 51 การใช้วิธีการเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นผนังชั้นบนและชั้นล่าง ในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้น..... 52
ภาพที่ 52 การใช้วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้งในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้น... 53
ภาพที่ 53 การใช้วิธีการเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางนอน ในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนัง ระหว่าง 2 คูหา..... 53
ภาพที่ 54 วิธียื่นครีบผนัง(ด้านหน้า) และตัวอย่างการยื่นครีบผนัง(ด้านหน้า)..... 55
ภาพที่ 55 วิธียื่นครีบผนัง(ด้านข้าง)และตัวอย่างการยื่นครีบผนัง(ด้านข้าง)..... 55
ภาพที่ 56 วิธีเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นบน) และตัวอย่างการเปลี่ยน..... 56
ภาพที่ 57 วิธีเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นล่าง) และตัวอย่างการเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นล่าง)..... 56
ภาพที่ 58 วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนัง(ทางตั้ง) และตัวอย่างการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางตั้ง)..... 57
ภาพที่ 59 วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางนอน) และตัวอย่างการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางนอน)... 57
ภาพที่ 60 หน่วยพิกัด 300 x 300 มม..... 58
ภาพที่ 61 ผังพื้นชั้นล่าง(ซ้าย) และผังพื้นชั้นบน(ขวา) ของแบบที่เสนอ..... 58
ภาพที่ 62 รูปด้านหน้า(ซ้าย) และรูปด้านหลัง(ขวา) ของแบบที่เสนอ..... 59
ภาพที่ 63 ตัวอย่างการเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร..... 59
ภาพที่ 64 การเปรียบเทียบรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบปัจจุบันและแบบที่เสนอ 60
ภาพที่ 65 แบบทาวน์เฮาส์ปัจจุบันและแบบมีการเสนอ..... 61
ภาพที่ 66 ทาวน์เฮาส์รูปแบบที่เหมือนกันหมด..... 62
ภาพที่ 67 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 1..... 63
ภาพที่ 68 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 2..... 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 69 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 3 64
ภาพที่ 70 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 4 64
ภาพที่ 71 แบบทาวน์เฮาส์ที่เสนอ ซึ่งมีรูปแบบหลากหลาย 65
ภาพที่ 72 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐานที่ผู้วิจัยนำเสนอ แบบที่ 1 - 4 66
ภาพที่ 73 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 1 67
ภาพที่ 74 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 2 68
ภาพที่ 75 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 3 69
ภาพที่ 76 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 4 70
ภาพที่ 77 การแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปตามรูปร่าง 72
ภาพที่ 78 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้เรียกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 73
ภาพที่ 79 ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ 79
ภาพที่ 80 ทาวน์เฮาส์บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) ในปัจจุบัน 80
ภาพที่ 81 ทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ เกิดจากรูปแบบด้านหน้าที่แตกต่างกัน 80
ภาพที่ 82 ตัวอย่างทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) 81
ภาพที่ 83 แผนภูมิขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตฯในปัจจุบัน 82
ภาพที่ 84 ผังพื้นของพฤกษาวิลล์ 83
ภาพที่ 85 การเปรียบเทียบรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบปัจจุบันและแบบที่เสนอ 83
ภาพที่ 86 ทาวน์เฮาส์รูปแบบที่เหมือนกันหมด 84
ภาพที่ 87 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้เรียกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 86
ภาพที่ 88 แผนภูมิขั้นตอนกระบวนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตที่นำเสนอ 86
ภาพที่ 89 แผนภูมิสรุปขั้นตอนกระบวนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตที่นำเสนอ..... 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นการก่อสร้างที่มีการผลิตขึ้นรูปชิ้นส่วนประกอบอาคารก่อน แล้วจึงนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบติดตั้งจนเป็นอาคาร[1]

การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีทั้งชิ้นส่วนที่เป็นคอนกรีตสำเร็จรูป และชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น ประตู หน้าต่าง โครงสร้างหลังคาสำเร็จรูป เป็นต้น ปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมากขึ้น เพราะช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานก่อสร้าง สามารถควบคุมคุณภาพ และลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ ทำให้สามารถบริหารต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ[2] ซึ่งบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นตัวอย่างของบริษัทที่ประกอบธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่มีการนำระบบก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ในการผลิตบ้านเดี่ยว บ้านแฝด คอนโดมิเนียม และทาวน์เฮาส์[3] รายได้ส่วนใหญ่มาจากการขายทาวน์เฮาส์ระดับราคาปานกลาง ปัจจุบันบริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) มียอดขายจำนวนโครงการประเภททาวน์เฮาส์สูงที่สุดในประเทศไทย[4]

จากการศึกษาพบว่ากระบวนการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การออกแบบ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง[5] โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ขั้นตอนการออกแบบ ถือเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการก่อสร้าง จะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง โดยเฉพาะการออกแบบให้สอดคล้องกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้สามารถนำไป

---

[1] สภาวิศวกร, การก่อสร้างโครงสร้างสำเร็จรูป (**Precast Concrete Structure)**[ออนไลน์],9 กันยายน 2562. แหล่งที่มา www.coe.or.th › Articles › PrecastConcreteStructure

[2] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, งานออกแบบโครงการก่อสร้างศึกคัก สวนกระแสลงทุนชะลอตัว[ออนไลน์],15 กันยายน 2562. แหล่งที่มา https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Construction-Design.aspx

[3] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน), ประวัติบริษัท[ออนไลน์],9 กันยายน 2562. แหล่งที่มา https://www.pruksa.com/about-us/pruksaprecast-aboutprecast

[4] ข้อมูลสถิติของศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ธนาคารอาคารสงเคราะห์ (REIC)ปี พ.ศ.2561

[5]เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย สถาพร โภคา วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์ และอิทธิพงศ์ พันธ์นิกุล. การออกแบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป: กรณีศึกษา. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี 1(กรกฎาคม - ธันวาคม) (2551): 62-76.

ก่อสร้างได้ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง เนื่องจากการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างไปจากการก่อสร้างแบบเดิมที่เป็นระบบก่ออิฐฉาบปูน

ขั้นตอนการผลิต คือการนำแบบที่ได้มาผลิตขึ้นรูป มีทั้งแบบที่ผลิตที่หน่วยงานก่อสร้างเพื่อความสะดวกไม่ต้องขนส่ง และแบบที่ผลิตที่โรงงานแล้วจึงขนส่งมาติดตั้งที่หน่วยงานก่อสร้าง

ขั้นตอนการขนส่ง ในกรณีที่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปผลิตจากโรงงาน ต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนเหล่านั้นไปยังสถานที่ก่อสร้าง ก่อนที่จะทำการขนส่งควรต้องมีการคำนึงถึงการจัดลำดับก่อนหลัง จำนวนของชิ้นส่วนต่างๆ ขนาดและรูปร่างที่สามารถขนส่งได้

ขั้นตอนการติดตั้ง จำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อทำให้ชิ้นส่วนนั้น สามารถประกอบเป็นอาคารได้ โดยจะมีการใช้เครื่องจักรที่เป็นรถโมบายเครนหรือทาวเวอร์เครน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อทำการยกชิ้นส่วนไปยังบริเวณที่มีการก่อสร้าง จากการศึกษากระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผ่านมา ในขั้นตอนการออกแบบนั้น มีเพียงการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำแบบทาวน์เฮาส์เท่านั้น แต่ยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการทำงานในขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์

ดังนั้น เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานในขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ให้สามารถปรับปรุง แก้ไข และเพิ่มประสิทธิภาพในงานออกแบบให้ดียิ่งขึ้น จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ภาพที่ 1 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1.2.2 เพื่อหาแนวทางการลดเวลาและขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาเฉพาะช่วงระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ก่อนที่จะส่งแบบไปผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่โรงงาน

1.3.2 ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง

กรณีศึกษาแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นทาวน์เฮาส์ขนาดหน้ากว้าง 5.70 เมตร 2 ชั้น 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ และที่จอดรถยนต์ 1 คัน

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 การรวบรวมข้อมูล

1.4.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

- สัมภาษณ์ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการพฤกษาวิลล์ ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ที่เป็นกรณีศึกษา
- สัมภาษณ์วิศวกรภาคสนาม เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์และปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
- สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
- การลงสำรวจพื้นที่โดยใช้วิธีการสังเกตและบันทึกภาพ โครงการพฤกษาวิลล์ที่กำลังก่อสร้าง

1.4.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

- รวบรวมข้อมูลที่ได้จากแนวคิดทฤษฎี งานวิจัย วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
- รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ รูปแบบ และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการพฤกษาวิลล์ ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) โดยการอ้างอิงจากวิทยานิพนธ์

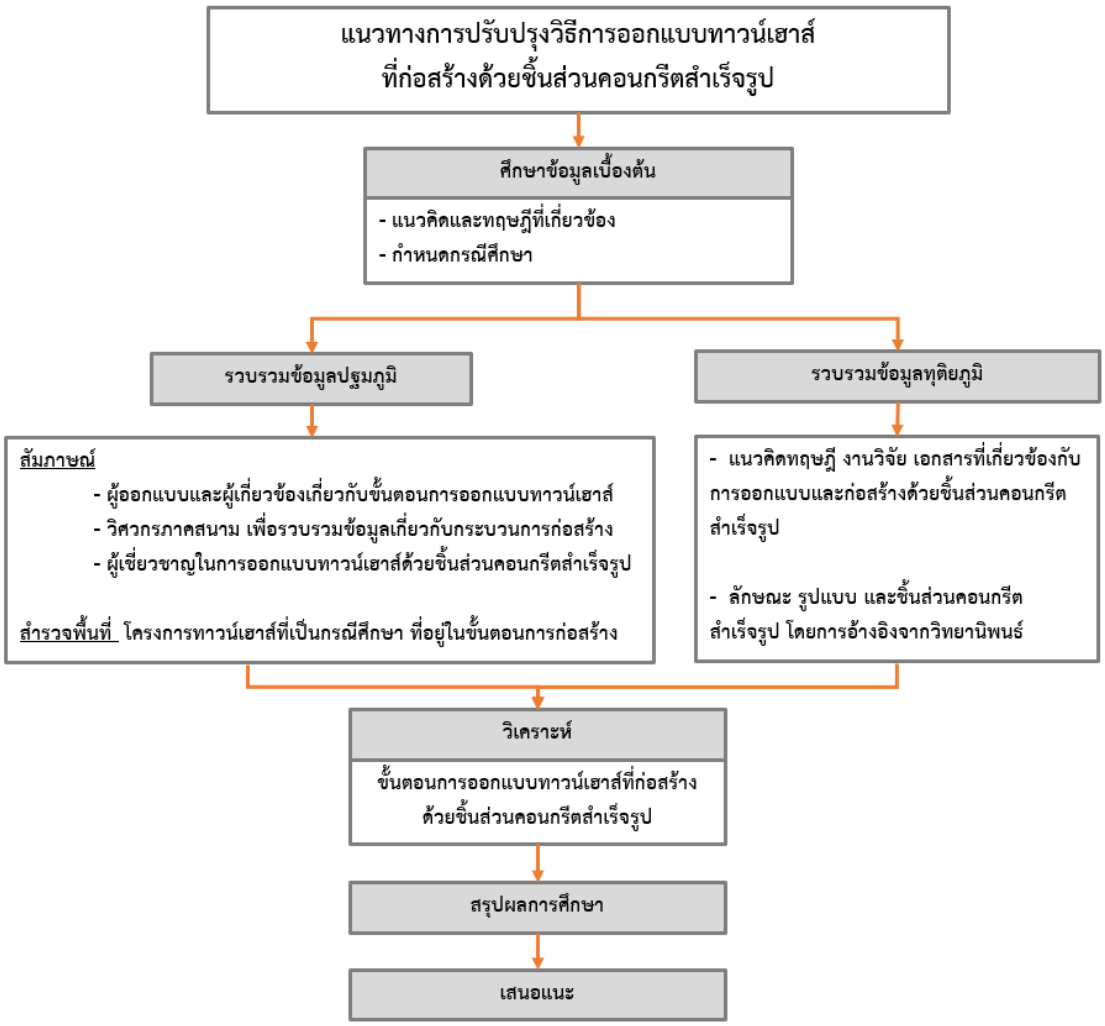
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมทั้งหมดมาวิเคราะห์ตาม

- ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

- กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งในด้านการออกแบบ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

1.4.3 การสรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ



ภาพที่ 2 แผนภูมิวิธีดำเนินการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสม

1.5.2 ผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ได้มีการศึกษาแนวคิด งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 แนวความคิดและความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป
2.2 กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
- การออกแบบ
- การผลิต
- การขนส่ง
- การติดตั้ง
2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป
2.4 แนวความคิดการออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด
2.5 ความหมายของ Building Information Modeling (BIM)
2.6 สรุปการศึกษางานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดและความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

การสร้างอาคารแบบระบบสำเร็จรูปได้แนวความคิดมาจากการผลิตของการจัดงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้น ก่อน แล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถทีหลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วยประกอบผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้เร็ว ปริมาณสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคารได้ถือแนวทางตามระบบอุตสาหกรรม เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่[6]

ระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูป(Prefabrication) ถือเป็นระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมรูปแบบหนึ่ง ที่มีการแยกชิ้นส่วนในการก่อสร้างออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยสามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ทั้งภายนอกไซต์ก่อสร้าง (offsite fabrication) หรือภายในไซต์ก่อสร้าง(onsite fabrication)ก็ได้ แล้วจึงนำชิ้นส่วนต่างๆที่ได้ผลิตขึ้นมานั้น มาประกอบติดตั้งจนเป็นอาคาร ซึ่งสามารถผลิตได้จากวัสดุ

[6] ทวี สีบุญเรือง , <u>ลู่ทางการพัฒนาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม</u> ,รายงานสรุปการสัมมนาเคหะแห่งชาติ ,มิถุนายน พ.ศ. 2540

ที่หลากหลาย เช่น คอนกรีต เหล็ก ไม้ เป็นต้น ส่วนระบบพรีคาส(Precast)นั้น ถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปเช่นเดียวกัน แต่จะผลิตขึ้นจากวัสดุที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น[7]

2.2 กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

เป้าหมายหลักในการนำระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปมาใช้ ก็คือต้องการควบคุมองค์ประกอบในงานก่อสร้าง ทั้ง 3 ประการดังนี้ [8]

- ความรวดเร็ว
- ราคาถูก
- คุณภาพดี

การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานที่ตั้งอยู่นอกพื้นที่ตั้งโครงการหรือภายในที่ตั้งโครงการก็ได้ มาใช้ในการก่อสร้างอาคาร เพื่อทำให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่เป็นการก่ออิฐฉาบปูน นอกจากนั้นแล้วยังทำให้สามารถควบคุมคุณภาพ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้ดี ทั้งนี้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบหนึ่งที่ผลิตจากคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น สามารถเป็นได้ทั้ง พื้น ผนัง คาน หรือส่วนตกแต่งก็ได้ โดยมีข้อจำกัดในการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังนี้

- ต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ
- มีต้นทุนแรกเริ่มที่ค่อนข้างสูง ในด้านของเครื่องจักร และเทคโนโลยีที่เข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังต้องเลือกสถานที่เหมาะสม ทั้งขนาดพื้นที่และที่ตั้งของพื้นที่
- เน้นการผลิตจำนวนมาก
- ต้องมีการขนส่ง และขั้นตอนวิธีการในการติดตั้ง
- ต้องอาศัยช่างที่มีฝีมือและมีความเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[7] ชนิกา รักษากุล, "การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การออกแบบบ้านเดี่ยว," สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2560).

[8] Shahzad, Prefab Content Versus Cost and Time Savings in Construction Projects: A Regression Analysis (Auckland, New Zealand: 2014), 7-15

กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน[9] ดังนี้

2.3.1 การออกแบบ

การออกแบบ ถือเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการก่อสร้างเนื่องจากการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น มีความแตกต่างไปจากก่อสร้างแบบเดิมที่เป็นระบบก่ออิฐฉาบปูน

ข้อกำหนดในการออกแบบอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบไปด้วย 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

2.3.1.1 น้ำหนักบรรทุก เป็นน้ำหนักที่หมายรวมถึงน้ำหนักของชิ้นส่วน น้ำหนักบรรทุกตายตัว น้ำหนักบรรทุกจร แรงลม แรงแผ่นดินไหว และแรงสั่นสะเทือน โดยจำเป็นต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องรับน้ำหนักชนิดต่าง ๆ เท่าใด และอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานต่าง ๆ ที่มีการกำหนดไว้อีกด้วย

2.3.1.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง ในกระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ จะได้กล่าวในภายหลัง

2.3.1.3 ระยะเวลาในการก่อสร้าง เป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง นอกจากนั้นแล้ว ข้อกำหนดนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับของเทคโนโลยีและวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างอีกด้วย เช่น การใช้คอนกรีตเร่งการก่อตัวในกรณีที่ต้องมีการถอดแบบหล่อภายในระยะเวลาอันสั้น เพื่อนำแบบหล่อนั้นกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

2.3.1.4 เสถียรภาพของโครงสร้าง เป็นข้อพิจารณาในส่วนของความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้าง ทั้งในระยะสั้น และระยะยาว ดังนี้

- ในระหว่างการก่อสร้าง โครงสร้างที่ออกแบบจะต้องมีเสถียรภาพเพียงพอ โดยอาจมีการใช้ค้ำยัน เพื่อช่วยในการค้ำไว้ชั่วคราวในขณะที่ทำการก่อสร้างอยู่
- ในระยะยาว โครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อสภาพดิน ฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่าง ๆ เพียงพอที่จะไม่เกิดการพังทลายลง ตลอดอายุของอาคาร

[9] มั่น ศรีเรือนทอง. (2538). การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. ว.ส.ท. ฉบับเทคโนโลยี 48(5) : 72-83.

- การดัดแปลงภายหลัง อาคารที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะมีขีดจำกัดในการดัดแปลงอาคารในระยะหลังจากการก่อสร้าง
- กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ การออกแบบที่ดีนั้น จะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายน้อยที่สุดหรือพังทลายเพียงบางส่วน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คน
- การพังทลายอย่างต่อเนื่อง การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้ จะต้องป้องกันไม่ให้อาคาร เกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

2.3.2 การผลิต

โดยปกติ การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 การเตรียมแบบหล่อในขั้นตอนนี้แบบหล่อจะถูกทำความสะอาดและเคลือบน้ำมัน แล้วกั้นแบบด้านข้าง เพื่อกำหนดขนาดและความหนาของชิ้นส่วน จากนั้นจะทำการติดตั้งเหล็กเสริมในผนัง แผ่นเหล็กจุดต่อจุดยก และงานระบบต่าง ๆ เช่น ท่อร้อยสายไฟ เป็นต้น

2.3.2.2 การเทคอนกรีต เมื่อตรวจสอบขนาด และความถูกต้องของตำแหน่งเหล็กเสริม และอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วจึงจะสามารถเทคอนกรีตได้ จากนั้นปรับแต่งผิวหน้าคอนกรีต แล้วจึงขัดผิวหน้าให้เรียบ หลังจากนั้นจะต้องมีการบ่มให้คอนกรีตแข็งตัวและมีกำลังคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ ก่อนที่จะทำการถอดแบบหล่อ

2.3.2.3 การถอดแบบ ภายหลังการเทคอนกรีต 6-18 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับกำลังคอนกรีต และลักษณะการถอดแบบ) จะสามารถถอดแบบหล่อได้ เพื่อเตรียมขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีข้อควรพิจารณา เช่น ชิ้นส่วนควรมีรูปแบบเรียบง่าย และซ้ำกันมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถผลิตได้สะดวก และลดจำนวนแบบหล่อที่ใช้ได้ การกำหนดจุดรองรับให้สามารถต้านทานแรงกระทำต่าง ๆ ในระหว่างการผลิตการขนส่ง และการติดตั้ง เป็นต้น

2.3.3 การขนส่ง

ในกรณีที่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นผลิตจากโรงงาน จึงทำให้ต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนเหล่านั้น ไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยจะขนส่งด้วยรถบรรทุก ก่อนที่จะทำการขนส่ง ควรต้องมีการจัดลำดับก่อนหลัง และจำนวนของชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความต้องการที่จะใช้งาน นอกจากนั้นชิ้นส่วนควรมีขนาดและรูปร่าง ที่สามารถขนส่งได้ เช่น ในกรณีที่ขนส่งผ่านถนนสาธารณะ ชิ้นส่วนที่มีขนาดกว้างเกิน 2.50 เมตร จะต้องขนส่งในลักษณะตั้งหรือเอียงเนื่องจากชิ้นส่วนนั้น มีขนาดกว้างเกินกว่าความกว้างของรถบรรทุก เป็นต้น

2.3.4 การติดตั้ง

การติดตั้ง ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ จำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อทำให้ชิ้นส่วนนั้น สามารถที่จะประกอบเป็นอาคารได้ โดยจะมีการใช้เครื่องจักรที่เป็นรถโมบายเครน หรือทาวเวอร์เครน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อทำการยกชิ้นส่วนไปยังบริเวณที่มีการก่อสร้างหลังจากมีการตรวจสอบงานติดตั้งชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการประสานรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร

รอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.3.4.1 รอยต่อแบบเปียก (Wet joint) เป็นลักษณะของรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ โดยจะไม่สามารถรับแรงได้ทันที่จะต้องรอจนกว่าวัสดุนั้น มีความแข็งแรงตามที่กำหนดไว้วัสดุที่ใช้ในการเกร๊าท์ เช่น ปูนซีเมนต์ไม่หดตัว (Non-Shrink Cement) เป็นต้น

2.3.4.2 รอยต่อแบบแห้ง (Dry joint) เป็นลักษณะของรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงกระทำต่าง ๆ ได้ทันที่เช่น การเชื่อมแบบโบลท์ (Bolting) เป็นต้น หลังจากการเชื่อมต่อรอยต่อแบบนี้ จะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ตาร์ อีพอกซี่อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบอาคารสำเร็จรูป[10]

การออกแบบอาคารสำเร็จรูปนั้นแบ่งพิจารณาออกเป็น 5 ส่วน

2.3.1 พิจารณารูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร หรือระบบโครงสร้างรูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบมีดังนี้

2.3.1.1 โครงสร้างเสารับโมเมนต์ (Column Fixed to the Foundation) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับฐานราก คานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะเป็นจุดหมุน (Hinge)

2.3.1.2 โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ (Frame with Moment Connections) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคานซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย

2.3.1.3 โครงสร้างผนังและคอร์รับแรง (Shear wall and Core) ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมีคอร์หรือแผ่นผนังเป็นตัวแกนหลักยึดโครงสร้างให้แข็งแรง เช่น ปล่องลิฟต์

[10] จาตุรนต์ วัฒนผาสุก,"ระบบก่อสร้างโดยวิธี Prefabrication."เสนอ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

ของอาคารโดยหลักการออกแบบก่อสร้าง ส่วนคอร์จะดำเนินการหล่อในที่และส่วน คาน เสา และพื้น หรือพื้นและผนังจะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.3.1.4 โครงสร้างผนังรับแรงรอบอาคาร (Load Bearing Facades and Facade Tube)

2.3.1.5 โครงสร้างผนังรับแรง (Bearing Wall Structure) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รบกวนแรงดึงในแนวนอน

2.3.1.6 ไดอะแฟรมพื้นและหลังคา (Floor and Roof Diaphragms) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบพื้นแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้น ฮอลโลว์คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถสร้างพื้นได้รวดเร็ว

2.3.1.7 โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structure) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง ความมั่นคงแข็งแรงของระบบจะอยู่ในรูปของระบบ Shear Wall ลักษณะของ Cell Structure ที่ทำการผลิตได้แก่ แบบ ระฆังคว่ำ (Bell Type) และแบบตัวยู (U Type) แบบตัวซี (C Type)

2.3.2 พิจารณาแรงในส่วนต่าง ๆ ของอาคารและชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่างการผลิตการขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบรอยต่อจะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นจากการผลิตมาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบหล่อรวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเอง ในขณะที่กำลังถอดหรือยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ ดังนั้นจึงควรรอให้คอนกรีตมีกำลังสูงตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้จึงยกได้สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

2.3.2.1 ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งไม่ได้อยู่ในแนวที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากแรงลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้งเสาดังกล่าว ต้องทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้นที่เกิดขึ้นเหมือนคาน

2.3.2.2 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะที่ขนส่งและติดตั้งอาจไม่มี

2.3.2.3 ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่เต็มระบบโครงสร้าง ดังนั้นในระหว่างการขนส่งและการติดตั้ง จะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

2.3.3 พิจารณาจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Joint) เป็นอีกสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เนื่องจากตำแหน่งดังกล่าวมีความสำคัญมากในทางวิศวกรรม รวมทั้งมีความเสี่ยงต่อการรั่วซึมของน้ำจากภายนอกเข้าสู่ในตัวอาคารอีกด้วย การแบ่งลักษณะของรอยต่อ (Joint) โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ

2.3.3.1 รอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อวัสดุที่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที รอยต่อแบบนี้ได้แก่ รอยต่อแบบการใช้โบลท์ (Bolting) รอยต่อแบบการใช้เชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้หลังจากทำงานเสร็จแล้วจะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ต้า อีพอกซี่วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิมอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.3.3.2 จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นรอยต่อที่เกิดจากการเกร๊าท์ (Grout) ด้วยวัสดุประเภทที่มีส่วนผสมของน้ำ เช่น คอนกรีต หรือปูนทราย (Mortar) รอยต่อแบบนี้จะไม่สามารถรับแรงต่าง ๆ ได้ทันที จะต้องรอจนกว่าวัสดุที่ใช้ในการเกร๊าท์จะมีความแข็งแรงตามข้อกำหนดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ รอยต่อแบบ โดเวลเกร๊าท์ คือมีการใช้เหล็กโดเวลเข้ามาช่วยเสริมในตำแหน่งที่ทำการเกร๊าท์

2.3.4 ขั้นตอนและสิ่งต้องพิจารณาสำหรับการออกแบบรอยต่อ (Joint) ระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการออกแบบรอยต่อโดยทั่วไปมีวิธีการและสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญหลายประการด้วยกันเพื่อให้รอยต่อนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะกับชิ้นส่วนประกอบอาคารและเหมาะกับลักษณะประเภทของอาคารนั้น ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.3.4.1 ต้องสามารถถ่ายน้ำหนักคงที่(Dead Load) และน้ำหนักจร (Live- Load) ได้อย่างปลอดภัยตามที่ออกแบบไว้ และมีองค์ประกอบความปลอดภัย (Factor of Safety) ที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3.4.2 สามารถรับหรือถ่ายน้ำหนักได้โดยไม่ต้องมีการเคลื่อนที่ (Displacement) หรือบิดตัว (Rotation) และบริเวณรอยต่อนั้นไม่ควรมีหน่วยแรงประจำ (High Local Stresses) สูงเกินไป

2.3.4.3 ถ้าบริเวณก่อสร้างอยู่ในบริเวณที่มีการทำเหมืองใต้ดิน ขุดน้ำบาดาลมาก ๆ หรือในสภาพดินตามลุ่มแม่น้ำ หรือพื้นที่บริเวณที่อาจเกิดแผ่นดินไหว รอยต่อนั้นจะต้องสามารถรับหน่วยแรง (Stresses) ต่าง ๆ ที่อาจเพิ่มขึ้นจากการทรุดตัวสัมพันธ์ (Differential Settlement) หรือการทรุดตัว (Settling) ได้

2.3.4.4 ต้องช่วยรับค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ที่อาจจะมีขึ้นในชิ้นส่วนประกอบของระบบที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต หรือติดตั้ง รอยต่อนั้น ๆ ควรสามารถรองรับค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่สัดส่วนของชิ้นส่วนประกอบนั้นไม่เกินไปจากค่าความ

คลาดเคลื่อนสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ (Maximum Manufacturer Tolerance) ในการติดตั้ง อีกทั้งควรที่จะสามารถดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลงได้ในบางส่วนของการติดตั้ง และไม่ควรต้องใช้ค้ำยันชั่วคราวมากนักในระหว่างการทำงานง่ายต่อการตรวจสอบและการปรับปรุงและแก้ไข

2.3.4.5 ต้องทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้น้ำฝน ลม และไอความร้อนนอกอาคารเข้ามายังตัวอาคารอีกทั้งอาจต้องช่วยในการลดความดังของเสียงอีกด้วย

2.3.4.6 ต้องดูเรียบร้อยและกลมกลืนเข้ากับชิ้นส่วนประกอบของระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.3.5 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

การพิจาณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริงเป็นการสมมุติหรือคาดเดาระยะที่อาจจะผิดไปจากระยะที่แบบกำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริงไม่ควรเกินค่าที่กำหนดตามมาตรฐาน PCI (Precast Prestressed Concrete Institute) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงอาจเกิดได้จากสาเหตุดังต่อไปนี้

2.3.5.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจาการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อเช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Framework) อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น การหดตัว (Shrinkage) การล้า (Creep) และอุณหภูมิ(Temperature)

2.3.5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting - Out Tolerances) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้

2.3.5.3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (มาตรฐาน PCI)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 แนวความคิดการออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด

การประสานพิกัด (Modular Coordination)[11] หมายถึง การประสานทางมิติ โดยใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน หรือหน่วยคูณพิกัด เพื่อให้ขนาดและสัดส่วนๆ ของอาคารนั้น เกิดความสอดคล้องซึ่งกันและกัน โดยขนาดของส่วนประกอบอาคาร จะต้องมีขนาดที่เกิดจากผลคูณของหน่วยคูณพิกัดเสมอ

การออกแบบโดยใช้ระบบประสานพิกัด[12] ไม่ได้มีข้อบังคับตายตัว อาจปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะอาคาร วัสดุก่อสร้าง และโครงสร้าง โดยมีข้อพิจารณาอยู่ 2 ประการ คือ

---

[11] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ, มาตรฐานและการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร (กรุงเทพฯ: 2516),

[12] วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, การออกแบบชิ้นส่วนสาเร็จรูปโดยคำนึงระบบประสานพิกัด [ออนไลน์],3 กุมภาพันธ์ 2561. แหล่งที่มาhttps://precast.rmutl.ac.th/การออกแบบชิ้นส่วนสาเร็-2/

2.4.1 การกำหนดมิติ โดยใช้ตารางตามพิกัดเป็นหลักในการออกแบบ เช่น ใช้ใน การวางผัง การกำหนดรูปด้าน เป็นต้น ทั้งนี้ ขนาดของช่องตารางที่เรียกว่า มิติพิกัด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

2.4.2 การกำหนดหน่วยพิกัด คือ หน่วยของขนาดที่ใช้เป็นตัวเพิ่มในการประสานทางมิติ

หน่วยพิกัดมูลฐาน (Basic Module) หมายถึง หน่วยพื้นฐานของการประสานทางมิติ ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้เกิดการประสานทางมิติของอาคารและชิ้นส่วนประกอบ โดยจะมีการกำหนดค่าของหน่วยพิกัดมูลฐานให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร ซึ่งลักษณะของหน่วยพิกัดมูลฐาน คือ “พ” หรือ“M”

หน่วยพิกัดคูณ (Multi Module) หมายถึง หน่วยพิกัดที่มีขนาดเป็นพหุคูณ ที่เลือกแล้วของหน่วยพิกัดมูลฐาน

ขนาดพิกัด (Modular size) หมายถึง ขนาดที่เป็นพหุคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน

ตารางพิกัด (Modular Grid) หมายถึง ตารางที่สร้างขึ้นตามระบบประสานทางพิกัด โดยค่าหน่วยพิกัดคูณของมิติทั้งสอง อาจมีความแตกต่างกันได้

ทั้งนี้ ยังต้องมีการออกแบบส่วนประกอบพิกัด (Design of Modular Components) เพื่อให้ส่วนประกอบต่างๆ ของอาคารนั้น มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยต้องเลือกส่วนประกอบที่ต้องใช้จำนวนมาก ซ้ำๆกัน มากำหนดมิติของส่วนประกอบพิกัด

2.4.3 หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด (Basic Principles of Modular Coordination) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้[13]

2.4.3.1 การกำหนดขนาด และระยะของส่วนประกอบของอาคารทุกๆ ส่วน จะต้องมี ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยเป็นระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดของพิกัดมูลฐาน ต้องมีขนาดที่เล็ก เพียงพอที่จะทำให้เกิดความ ยืดหยุ่นในการออกแบบได้

2.4.3.2 ศูนย์กำหนดรายการมาตรฐานแห่งประเทศไทย(ศกม.) กำหนดหน่วยวัดขนาด 100 มิลลิเมตร เป็นขนาดที่เล็กที่สุดของตารางพิกัด

2.4.3.3 ขนาด และระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องมีขนาดที่เท่ากับ ขนาด หรือระยะของส่วนประกอบ ทั้งนี้ ขนาดของส่วนประกอบที่มีการผลิตขึ้นโดยทั่วไป จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดมิติตามพิกัด เพราะมีการเผื่อระยะที่ยอมให้เกิดความ คลาดเคลื่อนได้ และระยะรอยเชื่อมต่อ

2.4.3.4 ระบบประสานทางพิกัด เป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบที่แบ่งย่อยลงไป

[13] เรืองศักดิ์ กันตะบุตร, การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด (กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2529),

2.5 ความหมายของ Building Information Modeling (BIM)[14]

เทคโนโลยี BIM (Building Information Modeling) หมายถึง ระบบการสร้างแบบจำลองเสมือนของอาคารที่แม่นยำและมีข้อมูลต่างๆขององค์ประกอบภายในอาคารแบบดิจิทัล แบบจำลองเหล่านี้รองรับการออกแบบในแต่ละขั้น ซึ่งช่วยทำให้วิเคราะห์และควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการที่ทำด้วยตนเอง เมื่อเสร็จสมบูรณ์ แบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์เหล่านี้จะประกอบด้วยรูปทรงเรขาคณิตที่แม่นยำและข้อมูลที่จำเป็นในการรองรับกิจกรรมการก่อสร้าง การแปรรูป และการจัดซื้อจัดหาเพื่อให้การก่อสร้างบรรลุผล

BIM สามารถจัดการข้อมูลออกแบบอาคารได้อย่างครบถ้วนและรวดเร็ว โดยที่ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในทุกขั้นตอนของการออกแบบ ซึ่งสามารถนำข้อมูลทั้งหมดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เช่น งานถอดแบบ งานประมาณราคาวัสดุ งานรื้อถอน เป็นต้น โดยใช้ตัวเลขเข้ามาควบคุมระหว่างส่วนต่างๆ ทำให้สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว การแก้ไขจุดหนึ่งก็จะมีผลไปสู่จุดอื่นโดยอัตโนมัติ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานอย่างมาก

Building Information Modeling หรือ BIM ได้ถูกนำมาใช้พัฒนาโปรแกรมงานทางด้านออกแบบ โดยวิธีการบันทึกข้อมูลทางด้านการออกแบบที่เกี่ยวข้องลงไปในองค์ประกอบต่างๆของอาคาร เช่น พื้น ผนัง หลังคา ประตู หน้าต่าง สุขภัณฑ์ เป็นต้น ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุนั้นๆ ทำให้ BIM สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆเข้าด้วยกันได้ ทำให้เกิดกระบวนการออกแบบ เกิดการวิเคราะห์ และเกิดการนำเสนองานออกแบบสถาปัตยกรรมบนคอมพิวเตอร์ สามารถทำงานในลักษณะ Real-time ส่งผลให้งานออกแบบมีลักษณะใกล้เคียงและสอดคล้องกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น ทำให้ผลงานออกแบบมีความแม่นยำสูง ลดการสูญเสียจากกระบวนการออกแบบทั้งในด้านของเวลาทำงานและทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการออกแบบ ส่งผลให้เวลาก่อสร้างจริงสามารถแก้ไขปัญหาและลดผลกระทบตั้งแต่กระบวนการออกแบบของแต่ละบุคคลได้

---

[14] สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, แนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (กรุงเทพฯ: 2558), 1-2

2.6 สรุปการศึกษางานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

วิกรม เหล่าวิสุทธิชัย[15] ศึกษาเปรียบเทียบการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับ บ้านเดี่ยวสองชั้นในที่ตั้งโครงการ โครงการแฟมิลี่ ซิตี้พานทอง ของบริษัท ไลฟ์ แอนด์ลีฟวิ่ง จำกัด กับในโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ 6 ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) พบว่า การผลิตชิ้นส่วนในที่ตั้งโครงการฯ เหมาะกับโครงการขนาดเล็ก ที่มีบ้านแบบ เดี่ยวประมาณ 100 หลัง ส่วนการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานฯ เหมาะกับโครงการขนาดใหญ่ หรือ หลายโครงการ ที่มีแบบบ้านหลายแบบ

การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโรงงาน พบว่า ขนาดของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปมีความหลากหลาย ทำให้มีการใช้แบบข้างเหล็กจำนวนมาก โดยแบบข้างเหล็กนั้น ต้องมีการสั่งผลิตจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง ส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสูงขึ้น

รณกร ชมธัญกาญจน์[16] ศึกษาเรื่องกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่า จากการศึกษาอาคารประเภทบ้านเดี่ยว บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) ใช้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก โดยรูปร่างผนังมีอยู่ 2 แบบ คือ ผนังที่มีช่องเปิด และผนังที่ไม่มีช่องเปิด

จากการศึกษาพบว่าผนังที่มีช่องเปิด ช่องเปิดมีระยะใกล้เคียงกัน และมีรูปร่างหน้าตาใกล้เคียงกัน ทำให้ต้องมีแบบหล่อจำนวนมาก และมักเกิดปัญหาในการเลือกแบบหล่อนอกจากจะต้องเสียค่าผลิตแบบแล้ว ยังต้องการพื้นที่เก็บมากขึ้นด้วย จึงมีข้อเสนอแนะให้ รวมขนาดของหน้าต่างที่มีระยะความกว้าง หรือความยาวใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ยังพบว่า เครื่องจักรสามารถผลิตตะแกรงเหล็กเสริมในผนังได้แคบที่สุด 0.50 เมตร หากผนังมีส่วนแคบกว่า 0.50 เมตร จะต้องใช้แรงงานตัดตะแกรงเหล็กเสริมออก ส่งผลให้เสียวัสดุในการผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อรวมระยะห่างระหว่างขอบผนังและเหล็กตะแกรงด้านละ 0.025 เมตร จึงมีข้อเสนอแนะให้การออกแบบช่องเปิดต้องห่างจากผนังอย่างน้อย 0.55 เมตร

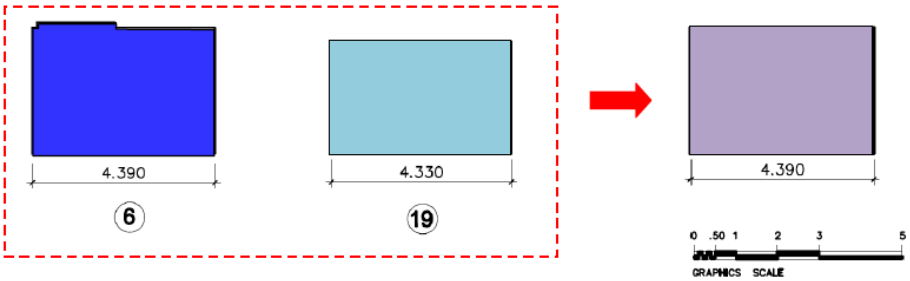
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

---

[15] วิกรม เหล่าวิสุทธิชัย, การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตชิ้นส่วนในที่ตั้งโครงการและในโรงงาน, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2559.

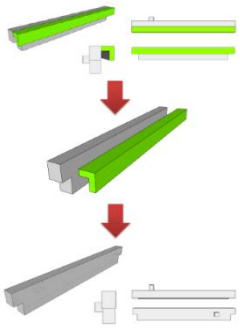
[16] รณกร ชมธัญกาญจน์ . กระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประเภทบ้านเดี่ยวของอาคารประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา: บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2555.

อุบล แย้มเกตุหอม[17] ศึกษาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์สองชั้นที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาทาวน์เฮาส์ เดอะคอนเนค ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) โดยการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ จะสร้างพร้อมกันครั้งละ 7 หน่วย โดยใช้ระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งในการก่อสร้างจะ ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนจำนวน 221 ชิ้น ในส่วนที่เป็นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น มีจำนวนมากถึง 165 ชิ้น และมีรูปแบบที่ต่างกันมากถึง 37 รูปแบบ ซึ่งความหลากหลายของรูปแบบก่อให้เกิดปัญหาการบริหารจัดการชิ้นส่วน จึงเสนอปรับขนาดความกว้างของผนังที่มีขนาดใกล้เคียงกันให้เท่ากัน ปรับระยะริมช่องเปิดที่ใกล้เคียงกันให้เท่ากัน เพื่อให้ใช้รูปแบบร่วมกัน



ภาพที่ 3 การปรับขนาดความกว้างและรูปแบบของผนังที่มีขนาดใกล้เคียงกันให้เท่ากัน

จิราวัฒน์ หุตราชภักดี[18] ศึกษาวิธีการและปัญหาของการก่อสร้างทาวน์เฮาส์สามชั้นที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาทาวน์เฮาส์ New Design ของบริษัท โพสแอนด์พรีคาส จำกัด พบว่า ชิ้นส่วนผนัง คาน พื้น และส่วนอื่นๆ รูปแบบที่แตกต่างกันถึง 72 รูปแบบ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการผลิต ขนส่งและติดตั้ง โดยเสนอให้ลดรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้มีการใช้ชิ้นส่วนซ้ำกันมากขึ้นและสามารถลดอุปสรรคในการผลิต และการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพที่ 4 การปรับรูปแบบคาน ให้มีรูปแบบที่ง่ายต่อการผลิตและใช้ชิ้นส่วนซ้ำกันได้มากขึ้น

[17] อุบล แย้มเกตุหอม, "การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป กรณีศึกษา: ทาวน์เฮาส์สองชั้น ของบริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)," สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2556).

[18] จิราวัฒน์ หุตราชภักดี. ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปทาวน์เฮาส์ 3 ชั้น กรณีศึกษา: บริษัท โพสแอนด์พรีศาส จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

พิเชษฐ์ นะสูงเนิน[19] ศึกษาการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบ้านเดี่ยว โดยพบว่า กระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยวด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) 1 หลัง มีทั้งหมด 24 งานหลัก ใช้ระยะเวลา 52-66 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ

ตารางที่ 1 กระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยวด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลำดับ	งาน	ระยะเวลา(วัน)
1	งานตอกเสาเข็ม	1
2	งานหล่อฐานตอม่อ	2
3	งานพื้นชั้นล่าง	5-8
4	งานผนังชั้นล่าง	
5	งานติดตั้งชิ้นส่วนคาน และพื้น ชั้นบน	
6	งานเผนังชั้นบน	
7	งานเดินท่อระบบสุขาภิบาล	3
8	งานเชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน	5
9	งานติดตั้งโครงหลังคา	2
10	งานปิดเชิงชายและมุงหลังคา	2
11	งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง	1
12	งานติดตั้งบันได	2
13	งานเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ	2
14	งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า	2
15	งานฝ้าเพดาน	3
16	งานตกแต่งเปลือกอาคาร	3
17	งานปูกระเบื้อง	3
18	งานทาสี	3
19	งานติดตั้ง อุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ	1-2
20	งานติดตั้ง อุปกรณ์และหน้าบานประตูภายใน	1-2
21	งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ	1-2
22	งานปูพื้นไม้ลามิเนต	1
23	งานรั้วรอบบ้าน	2
24	งานเทพื้นถนนคอนกรีตหน้าบ้าน	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[19] พิเชษฐ์ นะสูงเนิน. การก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป บ้านเดี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.

ชนิกา รักษากุล[20] ศึกษาการออกแบบบ้านเดี่ยวที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาบ้านภัสสร ของ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสม ในการออกแบบบ้านเดี่ยวที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการศึกษา พบปัญหาต่างๆ ดังนี้

- ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำร็จรูป จำนวน 35 ชิ้น มีรูปแบบแตกต่างกัน 32 รูปแบบ ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด มีการใช้ชิ้นส่วนซ้ำเพียง 3 รูปแบบ และขนาดของชิ้นส่วน มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย นอกจากจะทำให้เกิดความยุ่งยากในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแล้ว ยังส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้นอีกด้วย
- ปัญหาแตกหักของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีระยะริมช่องเปิดน้อย ชิ้นส่วนผนังที่มีระยะริมช่องเปิดน้อยกว่า 50 เซนติเมตร นอกจากจะมีความเสี่ยงในการแตกหักแล้ว ยังทำให้ต้องใช้แรงงานในการตัดเหล็กตะแกรงเสริมอีกด้วย ทำให้สูญเสียวัสดุ และเกิดความล่าช้าในการผลิต
- การรั่วซึมบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เนื่องจากชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดที่จำกัด จึงทำให้เกิดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหารั่วซึมได้

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสม ดังนี้

1) การใช้ระบบการประสานทางพิกัดในขั้นตอนของการออกแบบ

ใช้ระบบประสานพิกัดขนาด 300 มิลลิเมตร เพื่อลดรูปแบบของ ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป นอกจากนั้น ยังกำหนดความสูงของผนังชั้นล่างและชั้นบน ให้ มีความสูงที่เท่ากัน คือ 2.700 เมตร และกำหนดขนาดและรูปแบบช่องเปิดให้มีมาตรฐานเดียวกัน

2) การเพิ่มระยะริมช่องเปิดไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

เสนอให้มีการเพิ่มระยะริมช่องเปิดไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะสอดคล้องกับขนาดตารางหน่วยพิกัดของ 300 มิลลิเมตร

3) การยื่นแผ่นผนัง และการใช้วัสดุอื่น มาปิดทับรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

เสนอให้แก้ปัญหาการรั่วซึมของรอยต่อบริเวณผนังในระดับชั้นเดียวกัน โดยการ ยื่นครีบผนังในแนวตั้ง และการใช้วัสดุตกแต่งอื่น เช่น บัวประดับ เป็นต้น มาปิดทับรอยต่อส่วนรอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้นกัน เสนอแนะให้เปลี่ยนตำแหน่งของผนังชั้นบนและชั้นล่างเพื่อลดปัญหาการรั่วซึมระหว่าง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

---

[20] ชนิกา รักษากุล, การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การออกแบบบ้านเดี่ยว, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2560.

นฤนาท เกตุพันธ์[21] ศึกษาการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ของ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสม ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการศึกษา พบปัญหาต่างๆ ดังนี้

ขั้นตอนการออกแบบ

- ขนาดของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปมีความหลากหลาย
- ขนาดของช่องเปิดหลากหลายและบางช่องเปิดไม่สามารถใช้เครื่องจักรในการวางแบบช่องเปิดบนโต๊ะแบบ
- ชิ้นส่วนคอนกรีตบางชิ้น มีระยะริมช่องเปิดน้อย

ขั้นตอนการผลิต

- การปรับแบบข้างหลายครั้ง
- สูญเสียพื้นที่ในการกองเก็บแบบข้างและแบบช่องเปิดมาก
- การตัดตะแกรงเหล็กเสริมของชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีระยะริมช่องเปิดน้อย

ขั้นตอนการขนส่ง

- ชิ้นส่วนผนังที่มีระยะริมช่องเปิดน้อยมักได้รับความเสียหาย

ขั้นตอนการติดตั้ง

- ชิ้นส่วนผนังที่มีระยะริมช่องเปิดน้อยมักได้รับความเสียหาย
- บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นผนัง เกิดการรั่วซึม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสม ดังนี้

1) การกำหนดรูปแบบและขนาดของชิ้นส่วน โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

เมื่อพิจารณาถึงขนาดและรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่สอดคล้องกับกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่า มีหน่วยคูณพิกัด คือ 30 เซนติเมตร และใช้ระบบประสานทางพิกัด เพื่อให้ขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นระบบมากขึ้น

---

[21] นฤนาท เกตุพันธ์. แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

- การลดรูปแบบชิ้นส่วนผนัง

เพื่อให้ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป มีขนาดมาตรฐานที่สามารถใช้ร่วมกันได้มากที่สุด และสามารถใช้แบบข้างเหล็กในการผลิต ส่งผลให้ไม่จำเป็นต้องใช้แบบข้างไม้และโฟม

2) การลดรูปแบบช่องเปิด

เพื่อให้ไม่สูญเสียพื้นที่ในการกองเก็บแบบช่องเปิด และลดระยะเวลาในการค้นหาแบบช่องเปิด เดิม 9 รูปแบบ ปรับเปลี่ยนเหลือเพียง 3 รูปแบบ

3) การเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร

หากชิ้นส่วนมีระยะริมช่องเปิดมากกว่า 60 เซนติเมตร จะไม่ต้องใช้แรงงานตัดตะแกรงเหล็กเสริม เนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเหล็กตะแกรงนั้น สามารถตัดเหล็กได้แคบสุด 50 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังลดการแตกหักของชิ้นส่วนขณะขนส่งและติดตั้งได้อีกด้วย

4) การใช้วิธีปรับเปลี่ยนเฉพาะบริเวณส่วนหน้าของทาวน์เฮาส์

เพื่อให้เกิดความหลากหลายของรูปแบบทาวน์เฮาส์ เสนอให้ใช้การตกแต่งบริเวณด้านหน้าทาวน์เฮาส์ด้วยวัสดุตกแต่ง เช่น บัวคอนกรีตสำเร็จรูป ระแนงเหล็ก โดยยังคงจำนวนและรูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเท่าเดิมเหมือนกันทุกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 การสรุปวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

ชื่อ	ประเภท	สรุปและเสนอแนะ
วิกรม เหล่าสุทธิชัย	การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยเปรียบเทียบระหว่าง การผลิตชิ้นส่วนในที่ตั้งโครงการ และในโรงงาน	การผลิตชิ้นส่วนในโรงงานฯ เหมาะกับโครงการขนาดใหญ่ หรือบริษัทเดียวที่มีหลายโครงการ มีแบบบ้านหลายแบบ สามารถผลิตชิ้นส่วนได้เร็วกว่า และคุณภาพดีกว่าการผลิตชิ้นส่วนในที่ตั้งโครงการฯ
รณกร ชมธักาญจน์	การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป	แบบหล่อหน้าต่างของชิ้นส่วนมีความใกล้เคียงกันจำนวนมาก เสนอให้รวมขนาดของแบบหน้าต่างที่ใกล้เคียงกัน พิจารณาจากแบบหล่อที่มีความถี่ในการใช้งานสูง เพื่อให้เหลือรูปแบบของแบบหล่อที่น้อยลง
อุบล แย้มเกตุหอม	การก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป	เสนอให้มีการปรับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ให้มีขนาดเท่ากัน เพื่อลดอุปสรรคในการบริหารจัดการชิ้นส่วนสำเร็จรูป
จิราวัฒน์ หุตราชภักดี	ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปทาวน์เฮาส์ 3 ชั้น กรณีศึกษา : บริษัท โพสแอนด์พรีคาส จำกัด	การลดจำนวนรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถทำได้โดยการปรับขนาดผนัง ปรับขนาดหน้าตัดและรูปแบบคาน ปรับรูปแบบพื้นให้ใกล้เคียงกัน เพื่อให้มีการใช้ชิ้นส่วนซ้ำกันมากขึ้น และนำไปสู่ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบ
พิเชษฐ์ นะสูงเนิน	การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบ้านเดี่ยว	งานประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นล่าง ถ้าเพิ่มชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อรองรับแผ่นผนัง แทนการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปไว้บนเสาเข็มและฐานตอม่อช่วยแก้ปัญหาแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปชั้นล่างแตกร้าวได้
ชนิกา รักษากุล	การออกแบบบ้านเดียวที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ขั้นตอนการออกแบบ ควรใช้ระบบการประสานทางพิกัด เพิ่มระยะริมช่องเปิด การยื่นแผ่นผนังและการใช้วัสดุตกแต่งอื่นมาปิดทับรอยต่อเพื่อปกป้องการรั่วซึม ให้คงรูปแบบและจำนวนของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้วิธีปรับเปลี่ยน เฉพาะบริเวณส่วนหน้า
นฤนาท เกตุพันธ์	การออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ใช้ระบบประสานพิกัด เพื่อให้ขนาดชิ้นส่วนผนังและพื้นเป็นระบบมากขึ้น ลดรูปแบบ และขนาดช่องเปิด และเพิ่มระยะริมช่องเปิด ปรับเปลี่ยนเฉพาะส่วนหน้าของทาวน์เฮาส์ ส่วนภายในให้คงรูปแบบและจำนวนชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย ได้มีการทำวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งมีหลากหลายหัวข้อที่ได้นำเสนอ หนึ่งในนั้น ได้แก่

วิธีการออกแบบที่ช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ชิ้นส่วนจะแยกกันผลิตจากโรงงานและนำมาติดตั้งรวมกันที่โครงการ การต่อชิ้นส่วนเข้าด้วยกันจึงมีความสำคัญ นอกจากความแข็งแรงและสวยงามแล้ว ยังสัมพันธ์กับระยะเวลาและความยากง่ายในขั้นตอนการติดตั้งด้วย

เนื่องจากข้อจำกัดในทางการผลิตและการขนส่ง จึงทำให้เกิดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหารั่วซึมได้และยังเป็นส่วนที่มักพบข้อบกพร่องที่ต้องมีการแก้ไข เพื่อปิดรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อ

วิธีการออกแบบที่ช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีดังนี้

- ยื่นครีบผนัง[22]

เพื่อให้เกิดความสวยงามและแข็งแรง ทำให้การติดตั้งแผ่นผนังชนมุมค่องข้างยากและใช้เวลา จึงเสนอให้ใช้การต่อชนผนังด้านข้างแทน

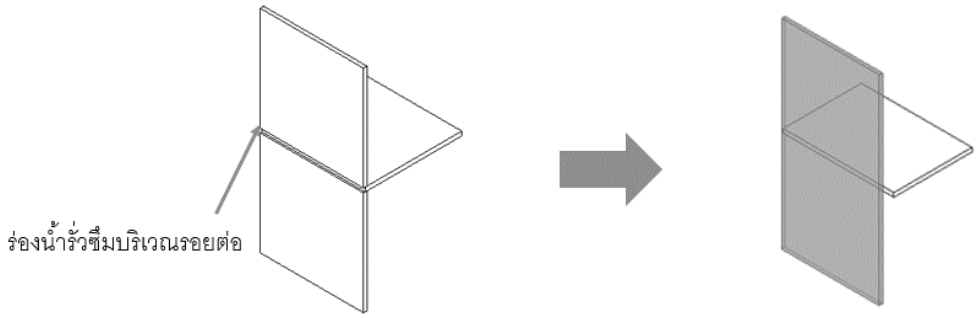
ภาพจำลองแผ่นผนังชนมุม ภาพจำลองการต่อผนังด้านข้าง

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบภาพจำลองแผ่นผนังชนมุมกับการต่อผนังด้านข้าง

[22] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย. การติดตั้งแผ่นผนังชนมุม. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2556

- เชื่อมระนาบแผ่นผนัง [23]

การทำงานของผนังชั้นบนและชั้นล่างประกอบแผ่นพื้นทำได้ยาก เพราะผนังต้องตั้งฉากและเรียบเสมอกับพื้นทั้งหมด มักพบปัญหารั่วซึมระหว่างแผ่นผนังและพื้น เสนอการทำผนังต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน เพราะทำงานง่าย ผนังจะถูกหล่อเป็นชิ้นเดียวจากโรงงาน แต่ขนส่งลำบาก

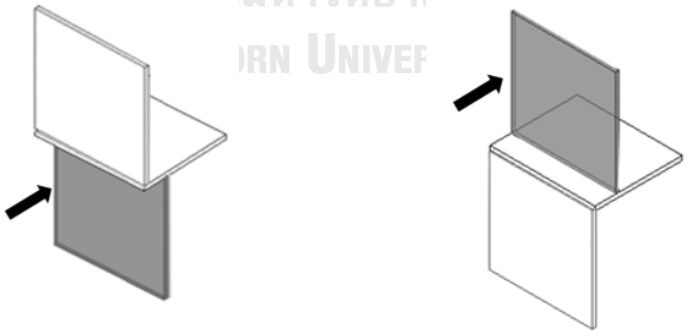


ภาพจำลองผนังชั้นบนและชั้นล่างประกอบแผ่นพื้น ภาพจำลองผนังต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน

ภาพที่ 6 การนำเสนอแผ่นผนังต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน

- การเปลี่ยนตำแหน่งผนัง

เสนอแนะให้ติดตั้งแผ่นผนังและพื้นไม่เรียบเสมอกัน ผนังชั้นบนถอยเข้าไปหรือผนังชั้นบนยื่นออกมา ทั้งนี้จะต้องมีการศึกษาระบบป้องกันน้ำและให้สัมพันธ์กับแบบที่ต้องการ



ภาพที่ 7 การนำเสนอผนังชั้นบนถอยเข้าไปหรือผนังชั้นบนยื่นออกมา

[23] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย. การติดตั้งแผ่นผนังระหว่างชั้น. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2556

บทที่ 3
ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ซึ่งเป็นทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นกรณีศึกษา โดยรวบรวมข้อมูล จากการสัมภาษณ์สถาปนิก วิศวกรภาคสนาม และผู้ที่เกี่ยวข้อง ลงพื้นที่สำรวจ รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่ผ่านมา โดยจะทำการศึกษารายละเอียดตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

3.2 รายละเอียดทั่วไปของทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

3.3 ขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

3.4 ขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

3.5 รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3.6 แนวทางการออกแบบบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3.7 วิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่เหมาะสม

3.1 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)[24] ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภท ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว และอาคารชุด บริษัทฯ เป็นผู้นำในด้านนวัตกรรมการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานพฤกษา พรีคาสท์ (Pruksa Precast Concrete Factory) ที่ทันสมัยในระดับโลก รวมถึงนำนวัตกรรมต่างๆ มาใช้ในการก่อสร้าง

ภาพที่ 8 ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)

[24] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน), ประวัติบริษัทเกี่ยวกับพฤกษา. [ออนไลน์], 15 กันยายน 2562. แหล่งที่มา https://www.pruksa.com/about-us/company-history.

โครงการทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษาฯ (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2561) ประกอบด้วย 114 โครงการ รวมทั้งที่ขายได้แล้ว และส่วนที่เหลือขาย ดังนี้

1.	บ้านพฤกษา	จำนวน	38	โครงการ
2.	พาทิโอ	จำนวน	10	โครงการ
3.	พฤกษาไลท์	จำนวน	1	โครงการ
4.	พฤกษาทาวน์	จำนวน	7	โครงการ
5.	วิลเลต	จำนวน	1	โครงการ
6.	พฤกษาวิลล์	จำนวน	41	โครงการ
7.	เดอะคอนเนค	จำนวน	14	โครงการ
8.	พฤกษาวิลเลต	จำนวน	1	โครงการ
9.	เดอะแพลนท์ ซิตี้	จำนวน	1	โครงการ

เห็นได้ว่า บริษัท พฤกษาฯ มีการพัฒนาแบรนด์สินค้า กลุ่มทาวน์เฮาส์ จำนวน 9 แบรนด์ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าทุกกลุ่ม

แต่ในปัจจุบัน บริษัท พฤกษาฯ ได้มีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการพัฒนาทาวน์เฮาส์ โดยเน้นสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็ง และมีศักยภาพ เพื่อการพัฒนาในระยะยาว จำนวน 4 แบรนด์ คือ

1. บ้านพฤกษา
2. พฤกษาวิลล์
3. เดอะคอนเนค
4. พาทิโอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

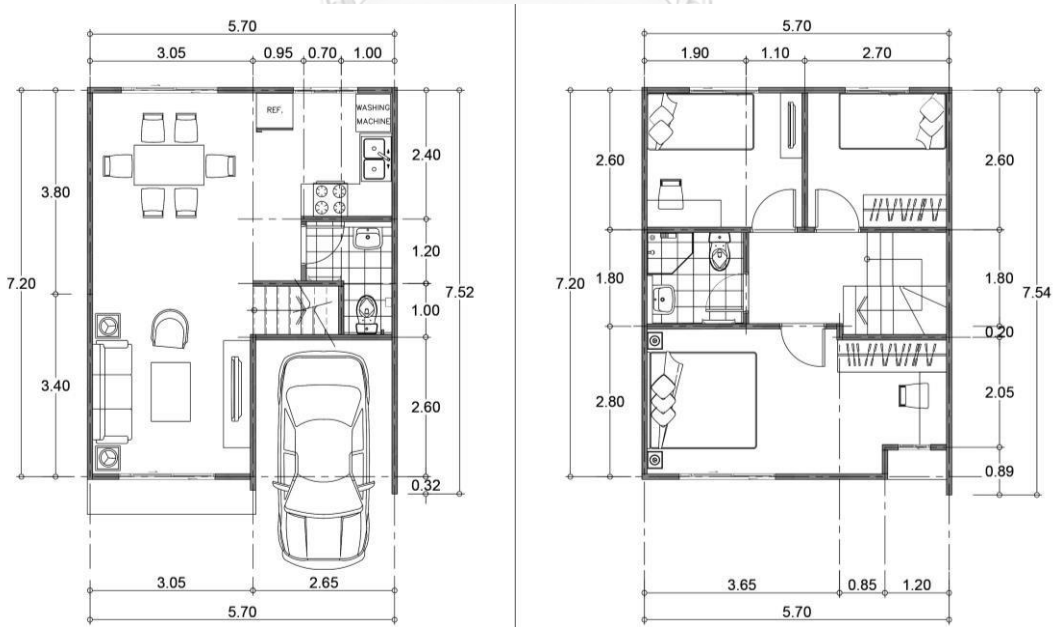
ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์บ้านพฤกษา(ซ้าย) และพฤกษาวิลล์(ขวา)

ภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์เดอะคอนเนค(ซ้าย) และพาทิโอ(ขวา)

3.2 รายละเอียดทั่วไปของทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

จากกรณีศึกษา ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ เป็นทาวน์เฮาส์ขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ และที่จอดรถยนต์ 1 คัน ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) (ดังภาพที่ 11 และ 12)

ภาพที่ 11 ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์



ภาพที่ 12 ผังพื้นของพฤกษาวิลล์

ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ มีขนาดพื้นที่ใช้สอย 112 ตารางเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยดังต่อไปนี้

1.) พื้นที่ใช้สอยชั้นล่าง

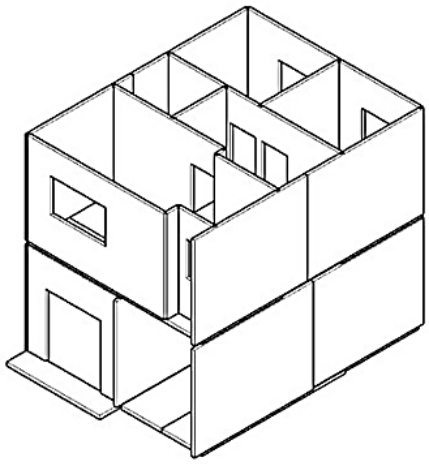
- เฉลียงทางเข้า
- พื้นที่ส่วนรับแขก
- พื้นที่ส่วนรับประทานอาหาร
- พื้นที่ส่วนครัว
- พื้นที่ซักล้าง
- โถงบันได
- ห้องน้ำ จำนวน 1 ห้อง
- ที่จอดรถยนต์ จำนวน 1 คัน

2) พื้นที่ใช้สอยชั้นบน

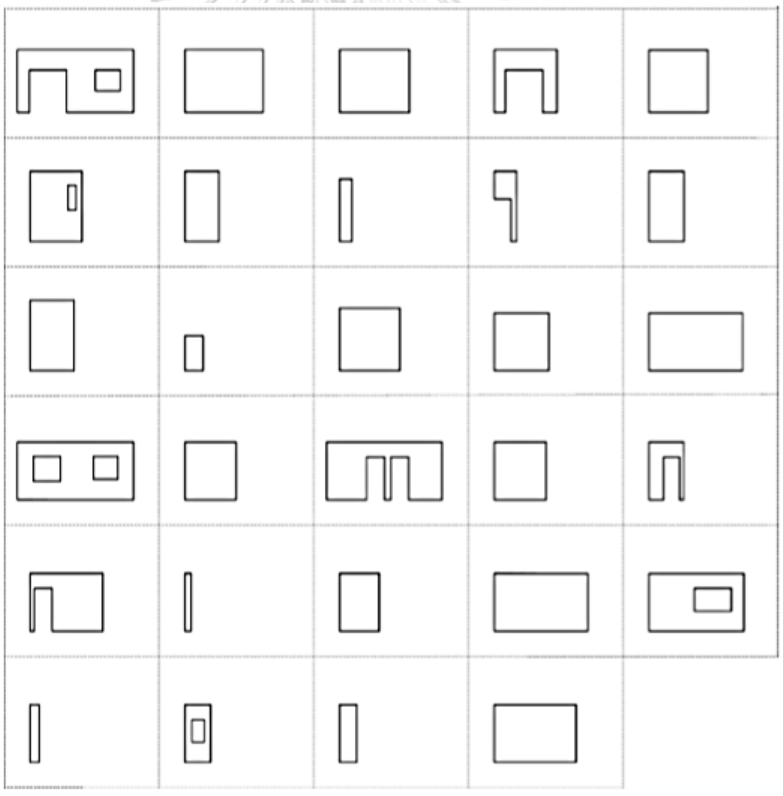
- ห้องนอน จำนวน 3 ห้อง
- ห้องน้ำ จำนวน 1 ห้อง
- พื้นที่ระเบียง (บริเวณห้องนอนใหญ่)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าทาวน์เฮาส์ พฤกษาวิลล์ 1 คูหา ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด จำนวน 29 ชิ้น 29 รูปแบบที่แตกต่างกัน[25] (ดังภาพที่ 13 และ 14)



ภาพที่ 13 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มาประกอบกันเป็นทาวน์เฮาส์ 1 คูหา



ภาพที่ 14 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

[25] นฤนาท เกตุพันธ์ (2561). แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นอกจากนี้แบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ยังมีรูปแบบอื่นๆที่หลากหลายสำหรับ แต่ละโครงการ[26] ตัวอย่าง (ดังภาพที่ 15-19)

ภาพที่ 15 พฤกษาวิลล์ เพชรเกษม-พุทธสาคร

ภาพที่ 16 พฤกษาวิลล์ โครงการรังสิต-คลองสอง

[26] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน), ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์[ออนไลน์],20 กันยายน 2562. แหล่งที่มา https://pruksaville.pruksa.com/

ภาพที่ 17 พฤกษาวิลล์ รังสิต-ซ.เวิร์คพอยท์

ภาพที่ 18 พฤกษาวิลล์ รามคำแหง-เคหะร่มเกล้า (มิสทีน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 19 พฤกษาวิลล์ ลาดกระบัง-ประชาพัฒนา

3.3 ขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

จากการสัมภาษณ์สถาปนิกที่ออกแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ของบริษัทพฤกษา เรียล เอสเตท จำกัด(มหาชน) พบว่า มีขั้นตอนและระยะเวลา ดังนี้

1) ขั้นตอนการออกแบบร่างขั้นต้น

เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ เช่น ความต้องการของผู้บริโภค คู่แข่งในตลาด เป็นต้น รวมไปถึงข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เช่น ขนาดโครงการ พื้นที่การใช้งาน เป็นต้น หลังจากนั้น สถาปนิกจะทำการออกแบบแนวความคิด (design concept) ได้แบบร่างขั้นต้น ที่มีรูปแบบที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค จากนั้นส่งแบบร่างให้ทางโรงงาน ใช้เวลา 14 วัน

2) ขั้นตอนการพัฒนาแบบการก่อสร้าง

สถาปนิกทำการพัฒนาจากแบบร่างให้เป็นแบบก่อสร้างที่มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น ชนิดวัสดุที่เลือกใช้ การใส่ระยะต่างๆที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น จัดทำแบบขยาย ส่วนทางโรงงานเมื่อได้รับแบบร่างแล้วจะทำการคำนวณ ออกแบบแบ่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถทำการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งได้ ใช้เวลา 1 วัน

3) ขั้นตอนการประชุมแบบร่วมกัน (Co-Design)

ฝ่ายสถาปนิกและผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบทั้งหมด จะเข้าร่วมการประชุมแบบร่วมกันกับฝ่ายโรงงาน เพื่อชี้แจงข้อผิดพลาด เช่น ให้แก้ไขขนาดแผ่นคอนกรีตที่โรงงาน ไม่สามารถผลิตได้ ตำแหน่งช่องเปิดที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สามารถทำการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งได้ ใช้เวลา 1 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ขั้นตอนการแก้ไขแบบ

ฝ่ายสถาปนิกและผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบทั้งหมด จะทำการแก้ไขแบบตามข้อบกพร่องที่ได้ทำการประชุมแบบร่วมกัน (Co-Design) เพื่อจัดทำเป็นแบบก่อสร้างที่สมบูรณ์ จากนั้นทำการส่งให้ทางโรงงานเพื่อให้ทางโรงงานจัดทำขั้นตอนสุดท้าย ใช้เวลา 13 วัน

5) ขั้นตอนการทำแบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

โรงงานจัดทำแบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ที่มีการใส่รายละเอียดต่างๆ เช่น ขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละชิ้น การใส่เหล็กภายในชิ้นส่วนคอนกรีต เป็นต้น เพื่อนำแบบที่ได้ไปผลิตในขั้นตอนถัดไป ใช้เวลา 21 วัน

จากการสัมภาษณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาสรุปเป็นแผนภูมิ ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (ดังภาพที่ 20)

ภาพที่ 20 ขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์ และชิ้นส่วนคอนกรีตฯในปัจจุบัน

เพื่อให้แบบทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ในแต่ละโครงการมีลักษณะเฉพาะและสวยงาม ทำให้ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปปัจจุบันประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และใช้ระยะเวลานานถึง 63 วัน

3.4 ขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ สังเกตการณ์การก่อสร้าง สัมภาษณ์วิศวกรภาคสนามที่เป็นผู้คุมงานก่อสร้าง ของทาวน์เฮาส์พฤษาวิลล์ และจากการรวบรวมข้อมูลเอกสารเกี่ยวกับขั้นตอนการก่อสร้างของบริษัท พบว่า โดยทั่วไปจะก่อสร้างพร้อมกัน ครั้งละ 7 คูหา โดยมีขั้นตอนและระยะเวลา ดังนี้

1) งานตอกเสาเข็ม

งานตอกเสาเข็มเป็นงานแรกของการ ก่อสร้างทาวน์เฮาส์ทุกหลัง โดยเริ่มจากทีมงานช่างสำรวจทำการวางผัง กำหนดจุดเพื่อเตรียมตอกเสาเข็ม เมื่อตอกเสาเข็มเรียบร้อยแล้ว จากนั้นขุดดินแล้วตัดหัวเสาเข็มให้ได้ระดับ (Pile cut off) คือระดับหัวเสาเข็ม ก่อนทำการเข้าแบบและเทฐานราก

ภาพที่ 21 งานตอกเสาเข็ม

2) งานพื้นชั้นล่าง

จะใช้แบบฐานรากสำเร็จรูป ขนาด 0.60x0.60 เมตร ทำการเทคอนกรีตลงไปในแบบ ติดตั้งคานคอนกรีตสำเร็จรูปบนฐานราก เดินท่องานระบบสุขาภิบาล จากนั้นติดตั้งแผ่นพื้นชั้นล่างบนคานคอนกรีตสำเร็จรูป

ภาพที่ 22 งานพื้นชั้นล่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) งานติดตั้งผนังชั้นล่าง

เมื่อทำการติดตั้งงานพื้นชั้นล่างเรียบร้อยแล้วจะทำการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นล่าง โดยติดตั้งค้ำยันเหล็กเพื่อป้องกันความเสียหายของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่อาจล้มคว่ำได้ จากนั้นเชื่อมผสานรอยต่อระหว่างแผ่นเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 23 งานติดตั้งผนังชั้นล่าง

4) งานติดตั้งบันไดคอนกรีตสำเร็จรูป

เมื่อพื้นชั้นล่างทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยและมีการประสานรอยต่อเป็นอย่างดีแล้ว จะใช้เครนยกบันไดสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานมาวางในตำแหน่งตามแบบที่กำหนด ซึ่งบันไดจะมีการแบ่งเป็นท่อนๆ แล้วมาประกอบติดตั้งหน้างาน

ภาพที่ 24 งานติดตั้งบันไดคอนกรีตสำเร็จรูป

5) งานติดตั้งพื้นชั้นบน

หลังจากทำการติดตั้งผนังชั้นล่างและบันไดคอนกรีตสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการติดตั้งส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูป แผ่นพื้นชั้นบน ซึ่งเป็นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปชนิดพิเศษ ที่ผลิตในโรงงานของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

ภาพที่ 25 งานติดตั้งพื้นชั้นบน

6) งานติดตั้งผนังชั้นบน

หลังจากทำการติดตั้งงานพื้นชั้นบน และบันไดสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว จะทำการติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นบน โดยการใช้เครนยกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นไปติดตั้งทีละแผ่น จากนั้นเท Non - Shrink บริเวณรอยต่อของแผ่นผนังคอนกรีตเพื่อผสานรอย

ภาพที่ 26 งานติดตั้งผนังชั้นบน

7) งานเดินท่อระบบสุขาภิบาล

เมื่อทำการติดตั้งผนังชั้นบนเรียบร้อยแล้ว จะทำการเดินท่อระบบสุขาภิบาลของห้องน้ำชั้นบน บริเวณใต้พื้นชั้นบนลงมายังท่อที่ฝังในผนังชั้นล่างตามแบบที่กำหนดไว้

ภาพที่ 27 งานเดินท่อระบบสุขาภิบาล

8) งานเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ

จะทำการเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถหลังจากที่งานประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมดเสร็จเรียบร้อย เพื่อเป็นการป้องกันผิวคอนกรีตที่จะเกิดความเสียหายจากการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีต

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 28 งานเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ

9) งานติดตั้งโครงหลังคา

ทำการติดตั้งโครงหลังคาสำเร็จรูปที่ทำมาจากวัสดุเหล็กชุบกัลวาไนซ์ โดยทำการติดตั้งบนผนังสำเร็จรูปชั้นบน ชิ้นส่วนต่างๆของงานโครงหลังคาที่นำมาติดตั้ง จะทำการออกแบบ และควบคุมการติดตั้งโดยผู้เชี่ยวชาญ

ภาพที่ 29 งานติดตั้งโครงหลังคา

10) งานปิดเชิงชายและมุงหลังคา

ทำการติดตั้งเชิงชาย และมุงหลังคาโดยใช้สกรูยึดเข้ากับโครงหลังคาสำเร็จรูป โดยเริ่มการปูจากปลายล่างสุดของหลังคาก่อนแล้วไล่แถวขึ้นมาเรื่อยๆจนถึงยอดหลังคา จากนั้นติดตั้งครอบสันหลังคา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 30 งานปิดเชิงชายและมุงหลังคา

11) งานเชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน

เก็บงานรอยต่อของผนัง พื้น และคานคอนกรีตสำเร็จรูป บริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อเป็นการเตรียมพื้นผิวของชิ้นงานสำหรับงานสี งานติดตั้งบัว และระแนงภายนอก

ภาพที่ 31 งานเชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน

12) งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า

การเดินท่อระบบไฟฟ้าภายใน และ ภายนอกอาคาร โดยจะแยกตามประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งจะต้องทำก่อนงานติดตั้งฝ้าเพดาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 32 งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า

13) งานฝ้าเพดาน

หลังจากเดินท่องานระบบไฟฟ้าเสร็จ จะทำการติดตั้งโครงฝ้าซีลาย ติดตั้งแผ่นยิปซั่มด้วยสว่านยิงสกรู จากนั้นฉาบรอยต่อและหัวสกรูให้ผิวฝ้าเรียบเสมอกัน

ภาพที่ 33 งานฝ้าเพดาน

14) งานตกแต่งเปลือกอาคาร

จะทำการติดตั้งส่วนตกแต่งเปลือกอาคารและวัสดุที่ตกแต่ง ได้แก่ ระแนงไม้เทียม คิ้วบัวปูนสำเร็จรูป ระแนงเหล็ก ตามแบบที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 34 งานตกแต่งเปลือกอาคาร

15) งานปูกระเบื้องพื้น

ทำการปูกระเบื้องห้องน้ำชั้นล่าง และชั้นบน จากนั้นปูกระเบื้องพื้นภายในชั้นล่าง และปูกระเบื้องพื้นเฉลียงภายนอกชั้นล่าง เมื่อปูเสร็จทำการยาแนวเพื่อความสวยงามเรียบร้อย

ภาพที่ 35 งานปูกระเบื้องพื้น

16) งานทาสี

ทาสีรองพื้นรอบผนังภายนอกและภายใน และบัวปูน เมื่อสีรองพื้นแห้งสนิท จะทำการทาสีจริงทับอีกรอบ โดยจะเริ่มจากการทาชั้นบนลงมาชั้นล่าง

ภาพที่ 36 งานทาสี

17) งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง

งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง จะทำการติดตั้งเฟรมวงกบ แล้วทำการติดตั้งบานประตู หน้าต่าง หลังจากนั้นจึงทำการยาแนวรอบวงกบประตู หน้าต่างเพื่อป้องกันการรั่วซึม

ภาพที่ 37 งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง

18) งานติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ

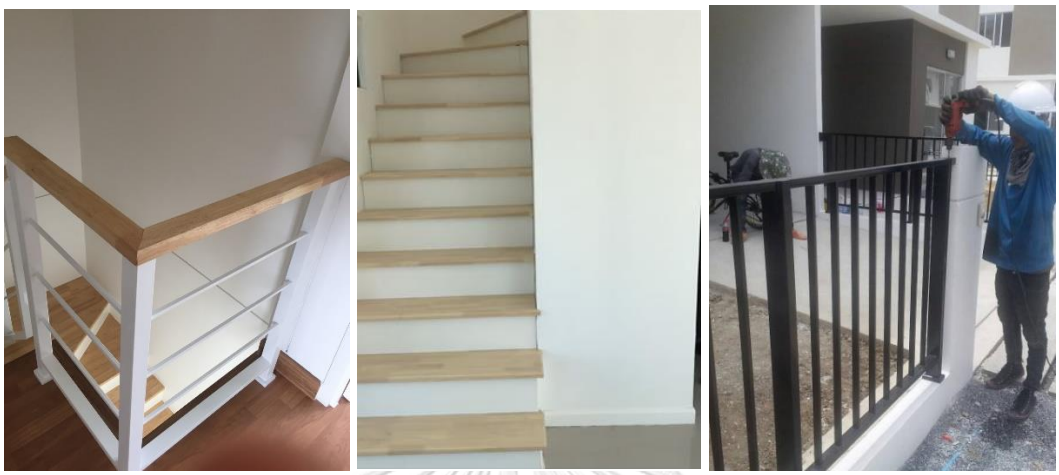
งานติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ เช่น ชักโครก อ่างล้างมือ ฝักบัว โดยจะติดตั้งช่วงท้ายของการก่อสร้าง เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 38 งานติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ

19) งานติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน

ติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน ตามมาตรฐานการติดตั้งและแบบที่กำหนด



ภาพที่ 39 งานติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน

20) งานปูพื้นลามิเนต

ก่อนที่จะทำการปูพื้นลามิเนต จะทำการเทคอนกรีตปรับระดับพื้นให้เรียบ จากนั้นทำการปูแผ่นโฟมรองแล้วค่อยปูพื้นไม้ลามิเนตโดยการเข้าลิ้นต่อแผ่น โดยเริ่มปูจากแนวบันไดทางขึ้น โถงบันได ต่อไปในพื้นที่ภายในห้อง โดยเว้นร่องระยะห่างจากผนัง 1 เซนติเมตร เพื่อการยืดหยุ่นตัวของลามิเนต

ภาพที่ 40 งานปูพื้นลามิเนต

21) งานติดตั้งบัวเชิงผนัง

ติดบัวเชิงผนังด้วยการติดกาวและตอกตะปู ให้รอบพื้นที่ แล้วโป๊วเก็บรอยตะปู จากนั้นยิงซิลิโคนบนล่างโดยรอบบัวไม้ แล้วทำความสะอาด

ภาพที่ 41 งานติดตั้งบัวเชิงผนัง

22) งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

จะทำการติดตั้งโคมไฟ หลอดไฟ สวิทซ์ ปลั๊ก และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งภายในและภายนอก ซึ่งจะเข้ามาติดตั้งหลังจากที่งานทาสี และงานฝ้าเพดานเสร็จเรียบร้อย

ภาพที่ 42 งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

23) งานทำความสะอาด

เก็บทำความสะอาดภายใน และภายนอกอาคารให้สะอาดเรียบร้อยเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการก่อสร้าง เพื่อทำการเตรียมส่งมอบให้ลูกค้า

ภาพที่ 43 งานทำความสะอาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการสำรวจ สังเกตการณ์ สัมภาษณ์วิศวกรภาคสนามและรวบรวมเอกสารขั้นตอนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ของบริษัทฯ สามารถสรุปขั้นตอนการก่อสร้างและระยะเวลา ได้ดังนี้

ตารางที่ 3 แผนงานขั้นตอนและระยะเวลาการก่อสร้างทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์[27]

ลำดับ	งาน	ระยะเวลา(วัน)
1	งานตอกเสาเข็ม	5
2	งานพื้นชั้นล่าง	5
3	งานติดตั้งผนังชั้นล่าง	5
4	งานติดตั้งบันไดคอนกรีตสำเร็จรูป	5
5	งานติดตั้งพื้นชั้นบน	
6	งานติดตั้งผนังชั้นบน	
7	งานเดินท่อระบบสุขาภิบาล	5
8	งานเทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ	
9	งานติดตั้งโครงหลังคา	5
10	งานปิดเชิงชายและมุงหลังคา	
11	งานเชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน	5
12	งานเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า	
13	งานฝ้าเพดาน	
14	งานตกแต่งเปลือกอาคาร	
15	งานปูกระเบื้องพื้น	5
16	งานทาสี	
17	งานติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง	5
18	งานติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ	
19	งานติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน	
20	งานปูพื้นลามิเนต	5
21	งานติดตั้งบัวเชิงผนัง	
22	งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ	
23	งานทำความสะอาด	

จากตาราง งานก่อสร้างทาวน์เฮาส์ทั้ง 7 คูหา มีทั้งหมด 23 ขั้นตอน มีแผนกำหนดการทำงาน ใช้ระยะรวมทั้งสิ้น 50 วัน

[27] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ,เอกสารบริษัทหัวข้อ REM Work Package Townhouse 2

3.5 รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

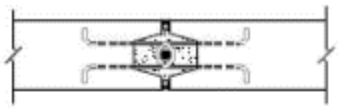
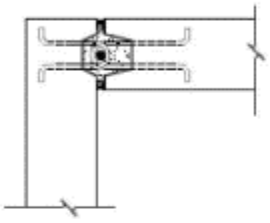
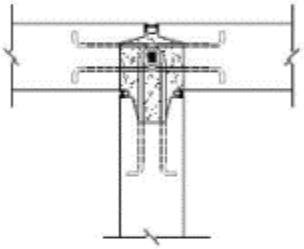
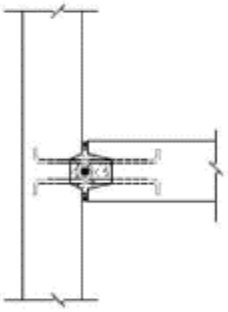
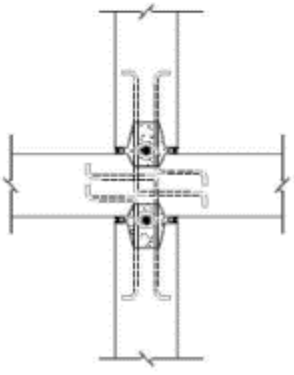
จากการสำรวจและสัมภาษณ์วิศวกรภาคสนามเนื่องจากชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดที่จำกัด จึงทำให้ต้องมีรอยต่อระหว่าง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างแผ่นผนัง(ดังภาพที่ 44) รอยต่อระหว่างคาน พื้น และผนัง(ดังภาพที่ 45) เป็นต้น อีกทั้งยังจำเป็นต้องใช้ แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ในการติดตั้งชิ้นส่วนเหล่านั้น จึงทำให้การควบคุมคุณภาพของรอยต่อ ระหว่างชิ้นส่วนเป็นไปค่อนข้างยาก ซึ่งถ้าหากไม่มีการตรวจสอบรอยต่อเหล่านี้ ให้ถูกต้องตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ อาจนำไปสู่ปัญหารั่วซึมได้[28]

ภาพที่ 44 รอยต่อระหว่างแผ่นผนัง

ภาพที่ 45 รอยต่อระหว่าง คาน พื้นและผนัง

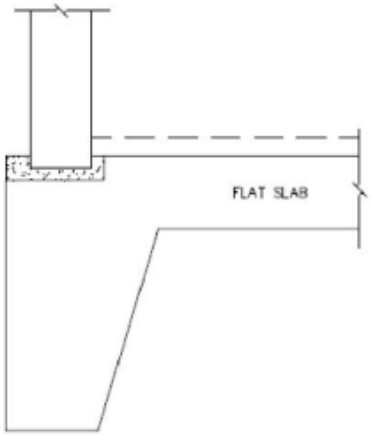
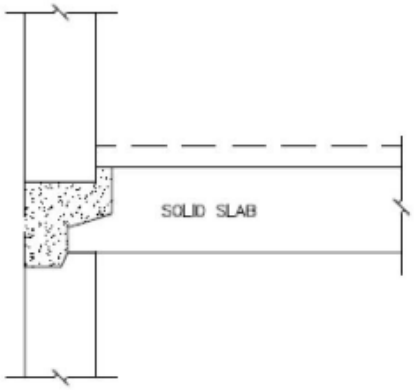
[28] จากการสัมภาษณ์ คุณณฐนน เนียมงาม ตำแหน่ง วิศวกรภาคสนาม โครงการพฤกษาวิลล์ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2562

ตารางที่ 4 ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	รูปภาพแสดงลักษณะของรอยต่อ
รอยต่อระหว่างผนัง - ผนังในระดับชั้นเดียวกัน	
	
	
	
	

ที่มา : บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)

ตารางที่ 5 ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ลักษณะรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	รูปภาพแสดงลักษณะของรอยต่อ
รอยต่อระหว่างผนังชั้น 1 - พื้นชั้น 1	
รอยต่อระหว่างพื้นชั้น 2 - ผนังชั้น 1 - ผนังชั้น 2	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่มา : บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) ได้ใช้การประสานรอยต่อระหว่าง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป อยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) รอยต่อแบบแห้ง

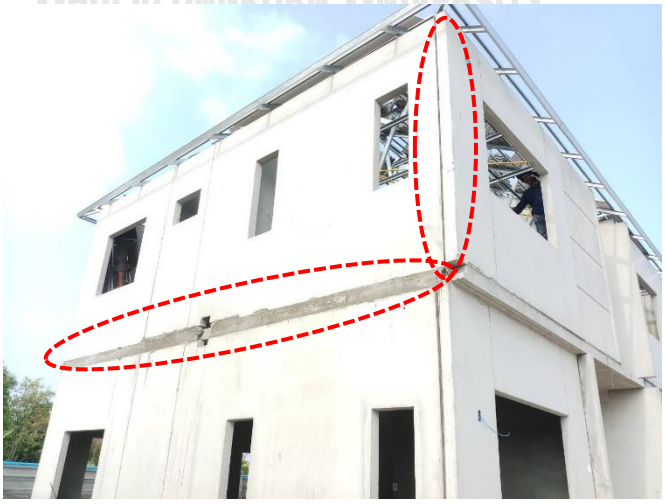
ใช้กับผนังภายใน รอยต่อระหว่างผนังกับคาน และรอยต่อระหว่างคานกับคาน ซึ่งจะใช้เพลทเหล็กในการประสานรอยต่อ

ภาพที่ 46 การใช้เพลทเหล็กบริเวณรอยต่อระหว่างผนังภายใน

2) รอยต่อแบบเปียก

ใช้กับผนังภายนอก และรอยต่อระหว่างแผ่นพื้น ซึ่งจะใช้ปูนซีเมนต์ไม่หดตัว (Non Shrink Cement) ในการประสานรอยต่อ ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ คือไม่หดตัว และสามารถรับแรงดันและแรงอัดได้สูง

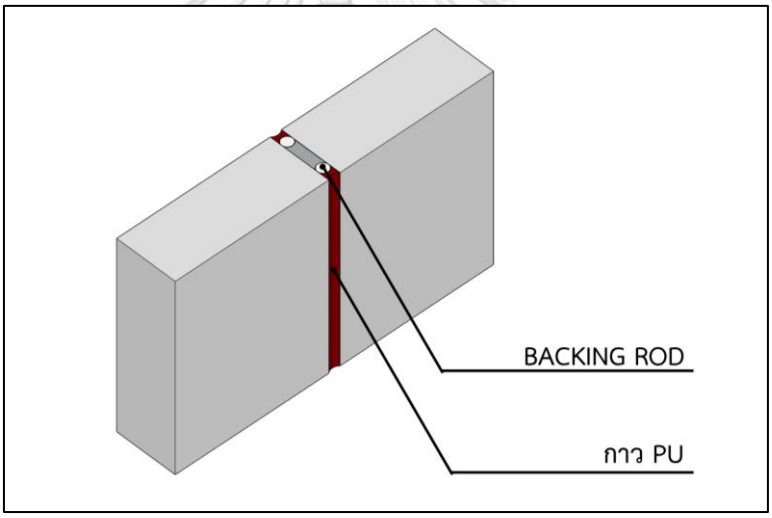
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 47 การใช้ปูนซีเมนต์ไม่หดตัวบริเวณรอยต่อผนังภายนอก

การประสานรอยต่อจะมีการใช้ Backing rod และเสริมอีกชั้นด้วยกาว Polyurethane ก่อนที่จะมีการปิดทับรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ด้วยวัสดุทาทับต่างๆ เช่น อะคริลิคอุดโป๊วชนิดยืดหยุ่น ปูนฉาบผิวบาง เป็นต้น โดยเมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิขึ้น วัสดุที่ใช้ทาทับรอยต่อเหล่านั้น จะเกิดการยืดหดตัวที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดรอยแตกร้าวบนพื้นผิวบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทำให้ต้องสูญเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านี้ก่อนการส่งมอบ โดยก่อนที่จะมีการปิดรอยต่อ จำเป็นต้องมีการการตรวจสอบงานอุดรอยต่อ ดังนี้

- มี Backing rod ตลอดแนว ทุกจุด ลึกประมาณ 1/2 ของความกว้าง
- ยาแนวรอยต่อด้วย PU ครบทุกแนว เต็มร่อง เรียบเสมอผิวคอนกรีต
- ความกว้างของรอยต่อแผ่น 10 มิลลิเมตร (ความผิดพลาดที่ยอมให้ -5, -10 มิลลิเมตร)
- ความลึกในการยิง PU 5-10 มิลลิเมตร
- มาตรฐานการปาดผิวหน้า PU ควรเว้า 2-5 มิลลิเมตร



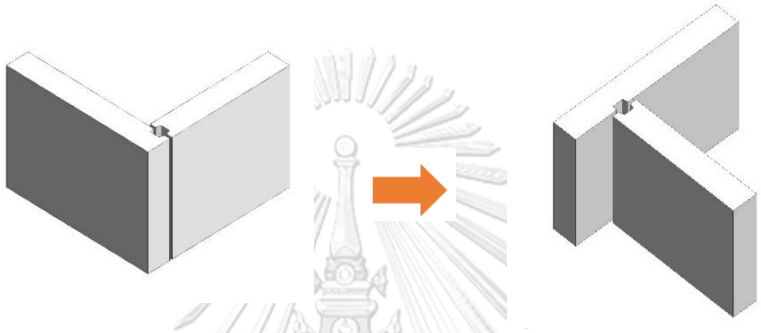
ภาพที่ 48 การประสานรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้ Backing rodและกาว PU

3.6 แนวทางการออกแบบบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แนวทางการออกแบบที่ช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีดังนี้

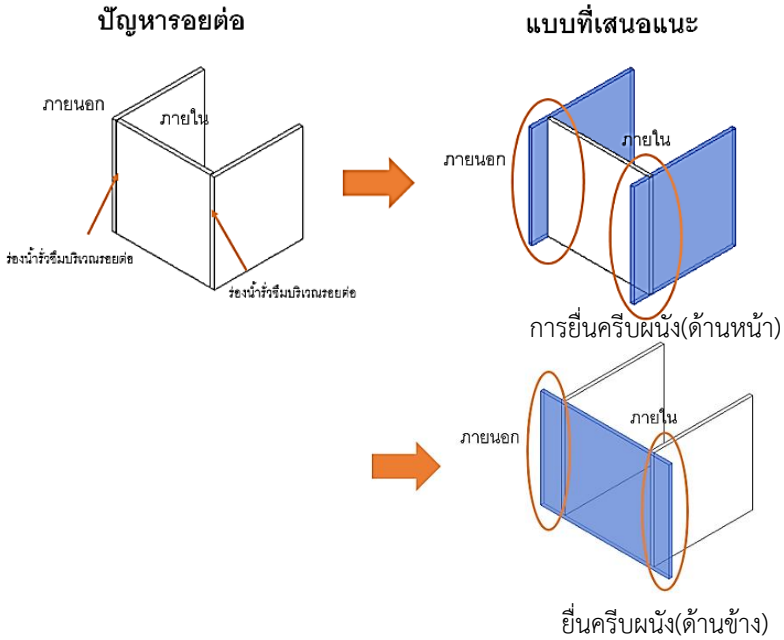
1) ยื่นครีบผนัง[29]

เพื่อให้เกิดความสวยงามและแข็งแรง ทำให้การติดตั้งแผ่นผนังชนมุมค่อนข้างยากและใช้เวลา จึงมีการเสนอให้ใช้การต่อชนผนังด้านข้างแทน



ภาพจำลองแผ่นผนังชนมุม ภาพจำลองการต่อผนังด้านข้าง

ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบภาพจำลองแผ่นผนังชนมุมกับการต่อผนังด้านข้าง

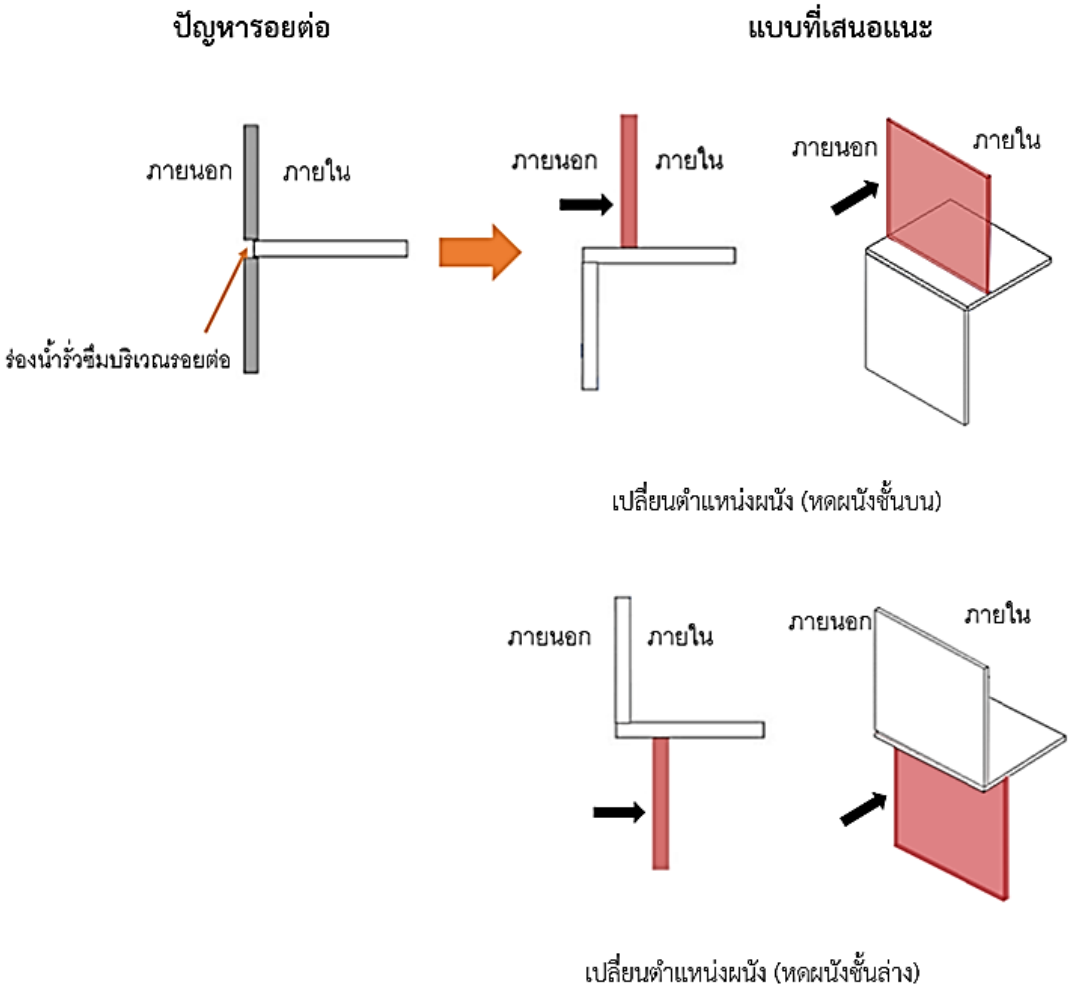


ภาพที่ 50 การใช้วิธียื่นครีบผนังในการแก้ปัญหารอยต่อของแผ่นผนังชนมุม

[29] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย (2556). การติดตั้งแผ่นผนังชนมุม. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

2) เปลี่ยนตำแหน่งผนัง[30]

การเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นผนังชั้นบนและชั้นล่าง ของรอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้น นอกจากจะ สามารถช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาการรั่วซึมระหว่างรอยต่อแล้ว ยังช่วยลดขั้นตอนในการแก้ไข ข้อบกพร่องบริเวณรอยต่อได้อีกด้วย

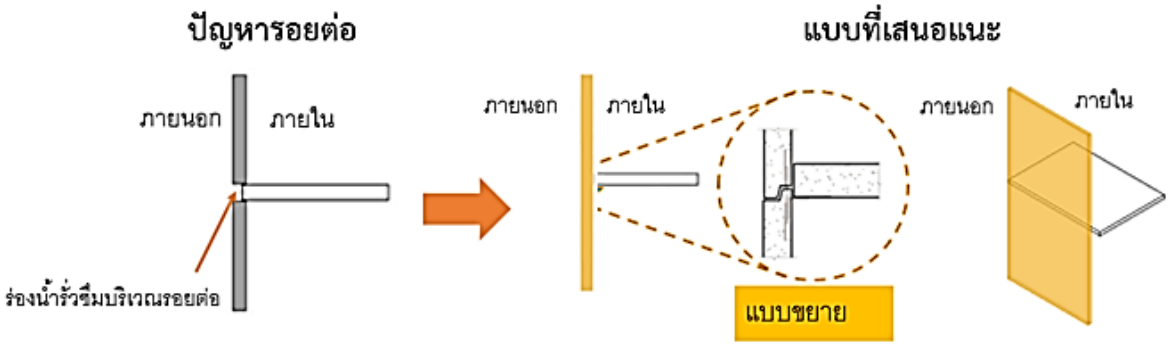


ภาพที่ 51 การใช้วิธีการเปลี่ยนตำแหน่งของแผ่นผนังชั้นบนและชั้นล่าง ในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้น

[30] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย (2556). การติดตั้งแผ่นผนังระหว่างชั้น. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3) เชื่อมระนาบแผ่นผนัง

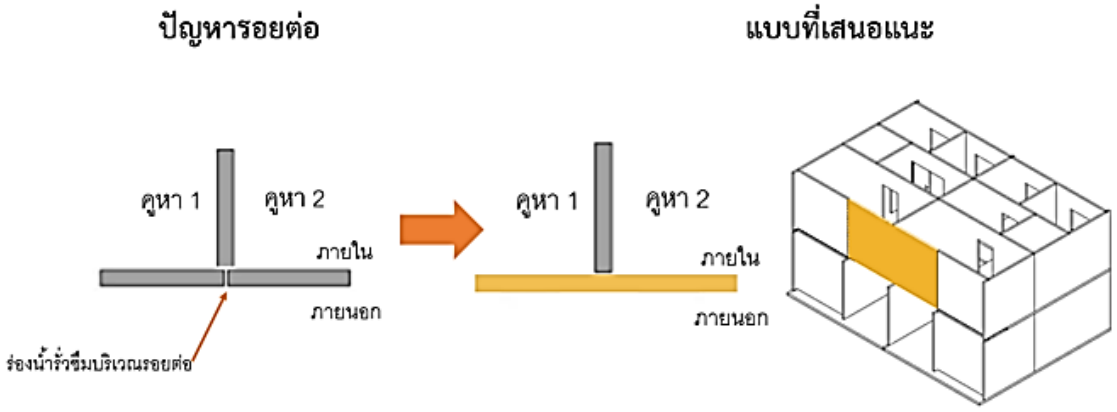
การเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้งให้เสมือนเป็นแผ่นเดียวกัน(ดังภาพ 52) สามารถเพิ่มความสวยงามในการออกแบบ และลดปัญหารอยต่อได้



ภาพที่ 52 การใช้วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้งในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนังต่างระดับชั้น

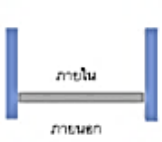
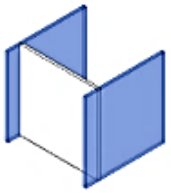
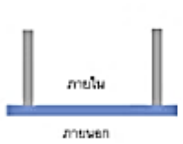
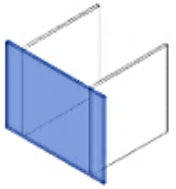
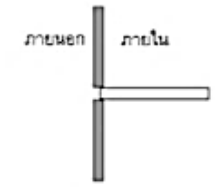
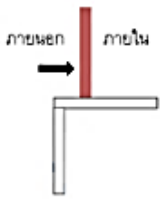
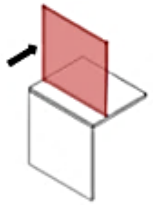
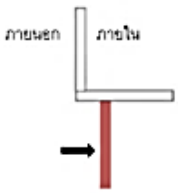
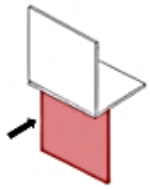
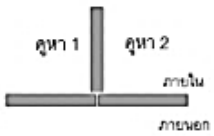
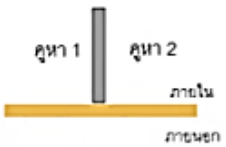
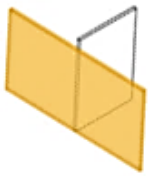
การเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางนอน ระหว่างทาวน์เฮาส์ 2 คูหาเข้าด้วยกัน ให้เป็นแผ่นเดียวกันสามารถเพิ่มความสวยงาม และลดปัญหารอยต่อได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 53 การใช้วิธีการเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางนอน ในการแก้ปัญหารอยต่อบริเวณผนัง ระหว่าง 2 คูหา

ตารางที่ 6 แสดงสรุปวิธีการแก้ปัญหารอยต่อ

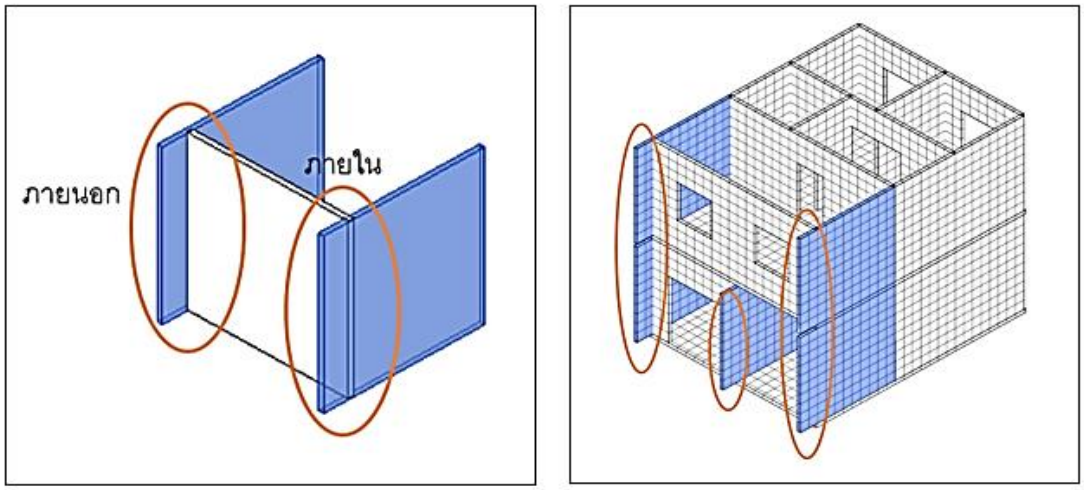
วิธีแก้ปัญหารอยต่อ	ปัญหา	แบบเสนอ	
1.ยื่นครีบผนัง			
			
2.เปลี่ยนตำแหน่งผนัง			
			
3.เชื่อมระนาบแผ่นผนัง			
			

การออกแบบโดยใช้วิธียื่นครีบผนัง การเปลี่ยนตำแหน่งผนัง และการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง นอกจากจะ สามารถช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาการรั่วซึมระหว่างรอยต่อแล้ว ยังช่วยลดขั้นตอนในการแก้ไข ข้อบกพร่องบริเวณรอยต่อได้อีกด้วย

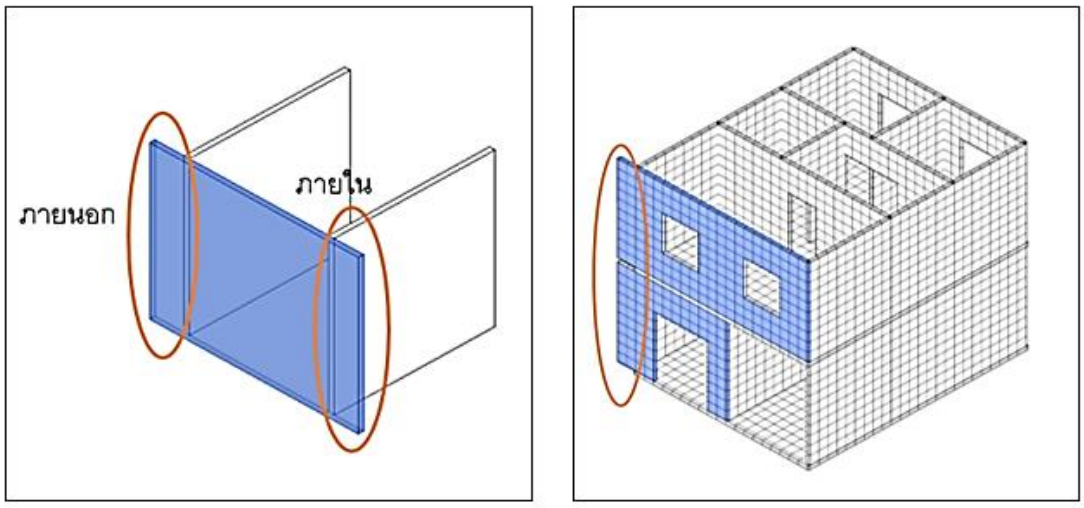
ผู้วิจัยจึงนำวิธีการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่แก้ปัญหาการรั่วซึมระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ ดังนี้

1) ตัวอย่างการใช้วิธียื่นครีบผนัง ในการออกแบบทาวน์เฮาส์

- ยื่นครีบผนังด้านหน้า
- ยื่นครีบผนังด้านข้าง



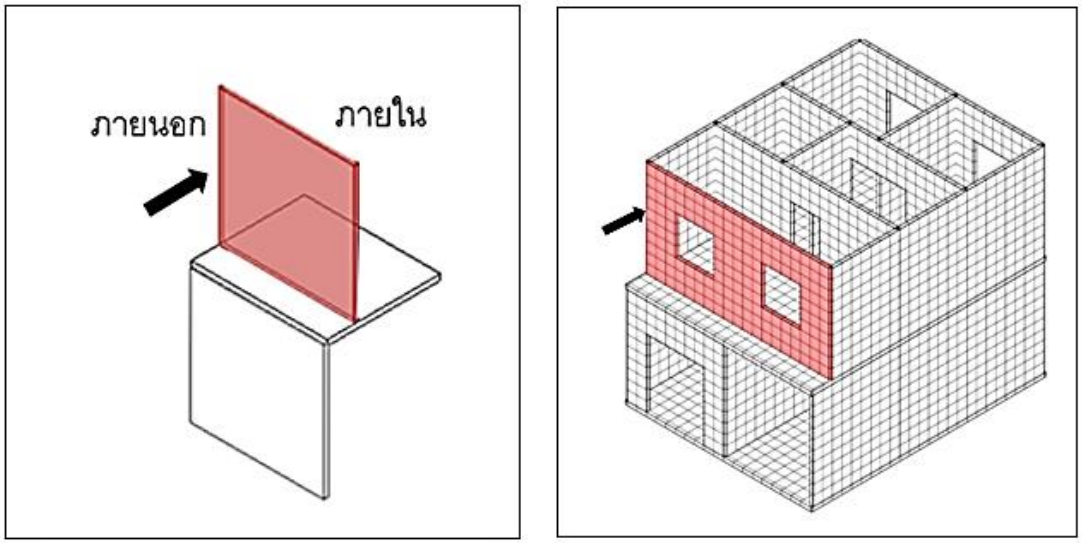
ภาพที่ 54 วิธียื่นครีบผนัง(ด้านหน้า) และตัวอย่างการยื่นครีบผนัง(ด้านหน้า)



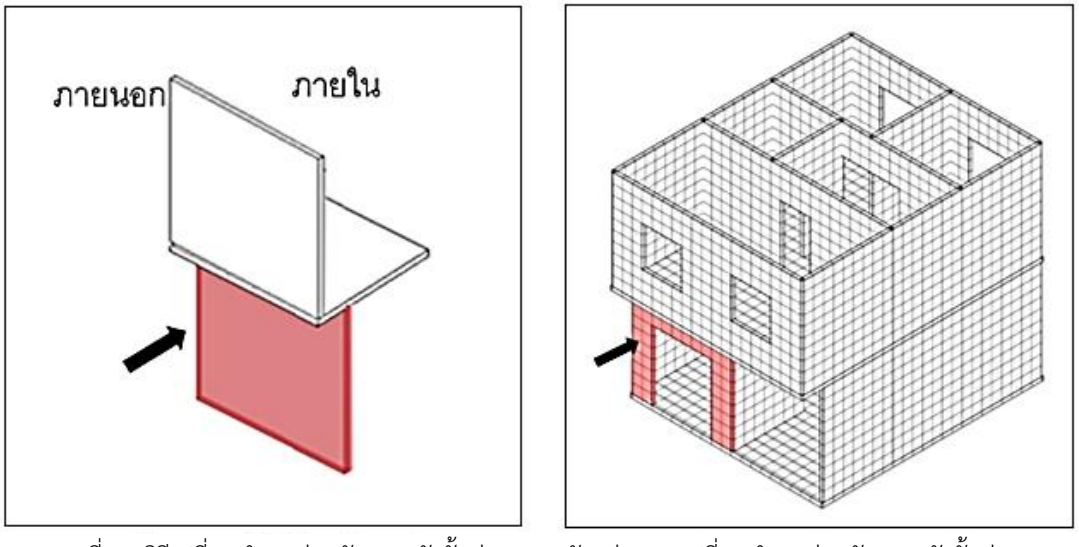
ภาพที่ 55 วิธียื่นครีบผนัง(ด้านข้าง)และตัวอย่างการยื่นครีบผนัง(ด้านข้าง)

2) ตัวอย่างการใช้วิธีการเปลี่ยนตำแหน่งผนัง ในการออกแบบทาวน์เฮาส์

- หดผนังชั้นบน
- หดผนังชั้นล่าง



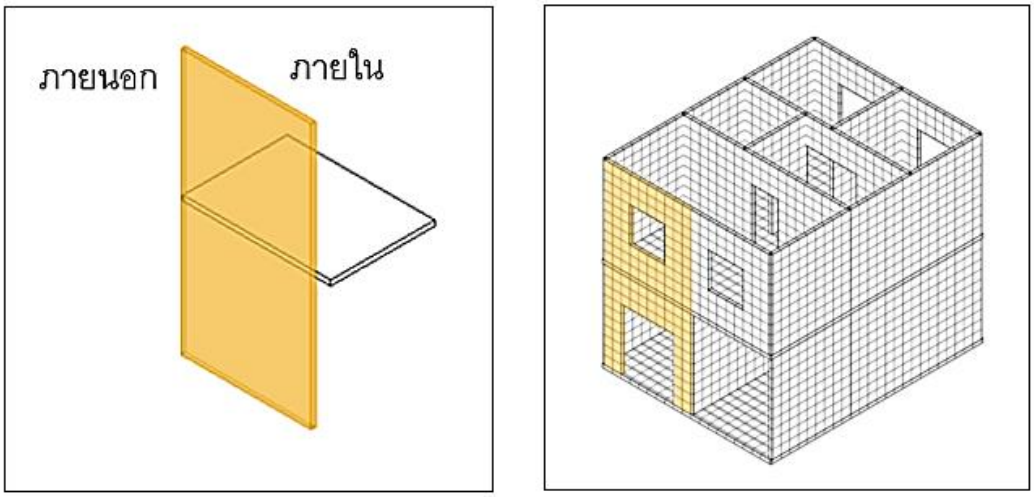
ภาพที่ 56 วิธีเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นบน) และตัวอย่างการเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นบน)



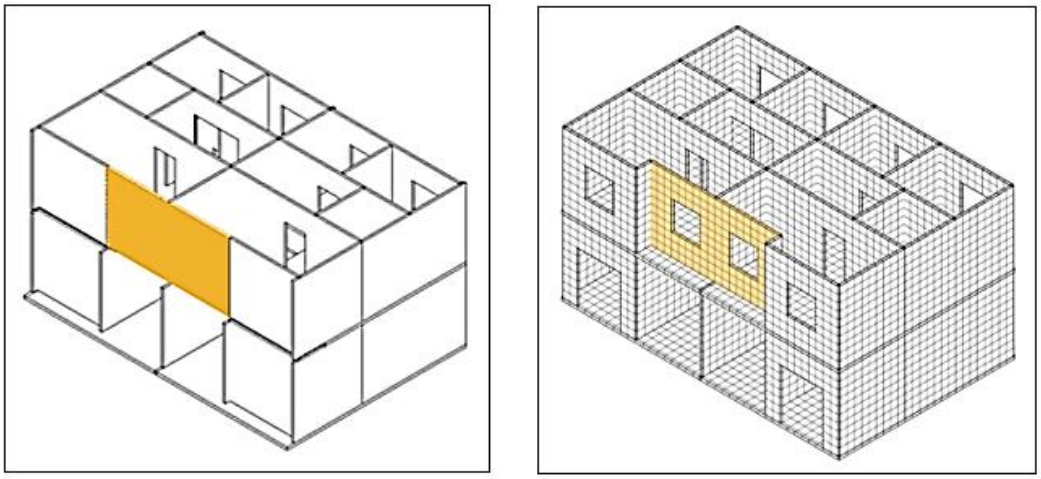
ภาพที่ 57 วิธีเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นล่าง) และตัวอย่างการเปลี่ยนตำแหน่งผนัง(หดผนังชั้นล่าง)

3) ตัวอย่างการใช้วิธีการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง ในการออกแบบทาวน์เฮาส์

- เชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้ง
- เชื่อมระนาบแผ่นผนังทางนอน



ภาพที่ 58 วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนัง(ทางตั้ง) และตัวอย่างการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางตั้ง)



ภาพที่ 59 วิธีเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางนอน) และตัวอย่างการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง (ทางนอน)

จากการใช้วิธียื่นครีบผนัง การเปลี่ยนตำแหน่งผนัง และการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ นอกจากจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาการรั่วซึมระหว่างรอยต่อแล้ว ยังช่วยทำให้ทาวน์เฮาส์มีรูปแบบที่สวยงาม มีลักษณะเฉพาะของแต่ละโครงการ

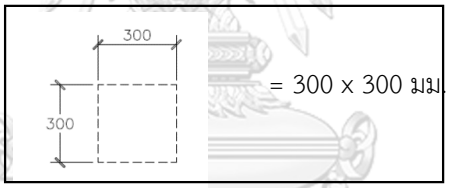
3.7 วิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่เหมาะสม

นอกจากการออกแบบโดยใช้วิธี ยื่นครีบผนัง การเปลี่ยนตำแหน่งผนัง และการเชื่อมระนาบแผ่นผนัง เพื่อแก้ปัญหาการรั่วซึมระหว่างรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และเพิ่มความหลากหลายของแบบทาวน์เฮาส์แล้ว ยังมีวิธีอื่น ที่มีการเสนอให้ใช้ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอีกด้วย

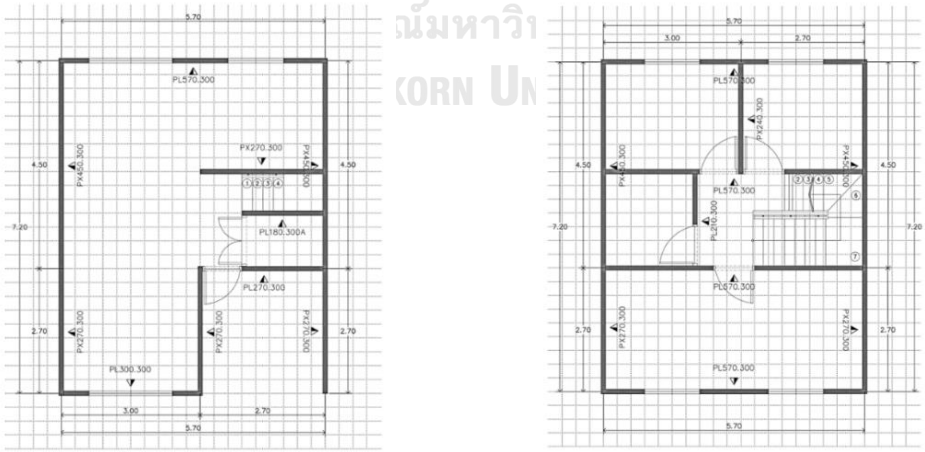
นฤนาท เกตุพันธ์[31] ศึกษาการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีศึกษาทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ ของ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เพื่อให้ได้แบบทาวน์เฮาส์ที่สอดคล้องกับกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีข้อเสนอในการออกแบบ ดังนี้

1) การกำหนดรูปแบบและขนาดของชิ้นส่วน โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

เมื่อพิจารณาถึงขนาดและรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่สอดคล้องกับกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่า มีหน่วยคูณพิกัด คือ 30 เซนติเมตร และใช้ระบบประสานทางพิกัด เพื่อให้ขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นระบบมากขึ้น และกำหนดให้ผนังชั้นบนและล่างสูง 3.00 เมตรเท่ากัน



ภาพที่ 60 หน่วยพิกัด 300 x 300 มม.



ภาพที่ 61 ผังพื้นชั้นล่าง(ซ้าย) และผังพื้นชั้นบน(ขวา) ของแบบที่เสนอ

---

[31] นฤนาท เกตุพันธ์. แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

ภาพที่ 62 รูปด้านหน้า(ซ้าย) และรูปด้านหลัง(ขวา) ของแบบที่เสนอ

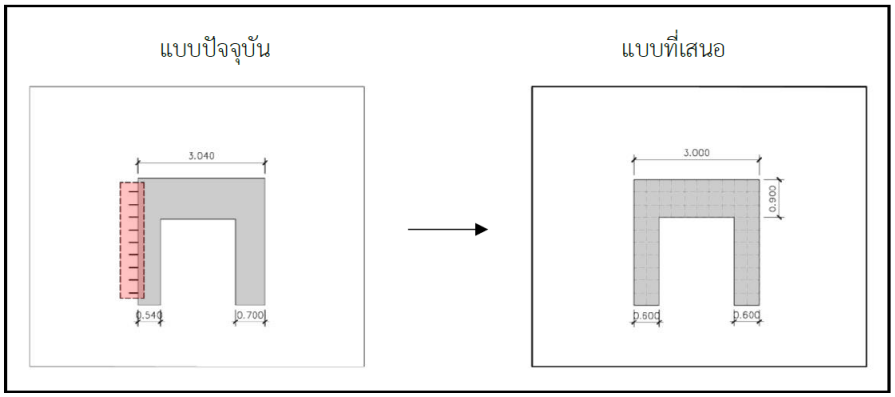
2) การลดรูปแบบช่องเปิด

เพื่อให้ไม่สูญเสียพื้นที่ในการกองเก็บแบบช่องเปิด และลดระยะเวลาในการค้นหาแบบช่องเปิดที่มีจำนวนมาก จึงมีการเสนอให้ กำหนดขนาดและรูปแบบช่องเปิดให้มีมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้รูปแบบของช่องเปิด มีจำนวนรูปแบบที่ไม่หลากหลายเกินไป

3) การเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร

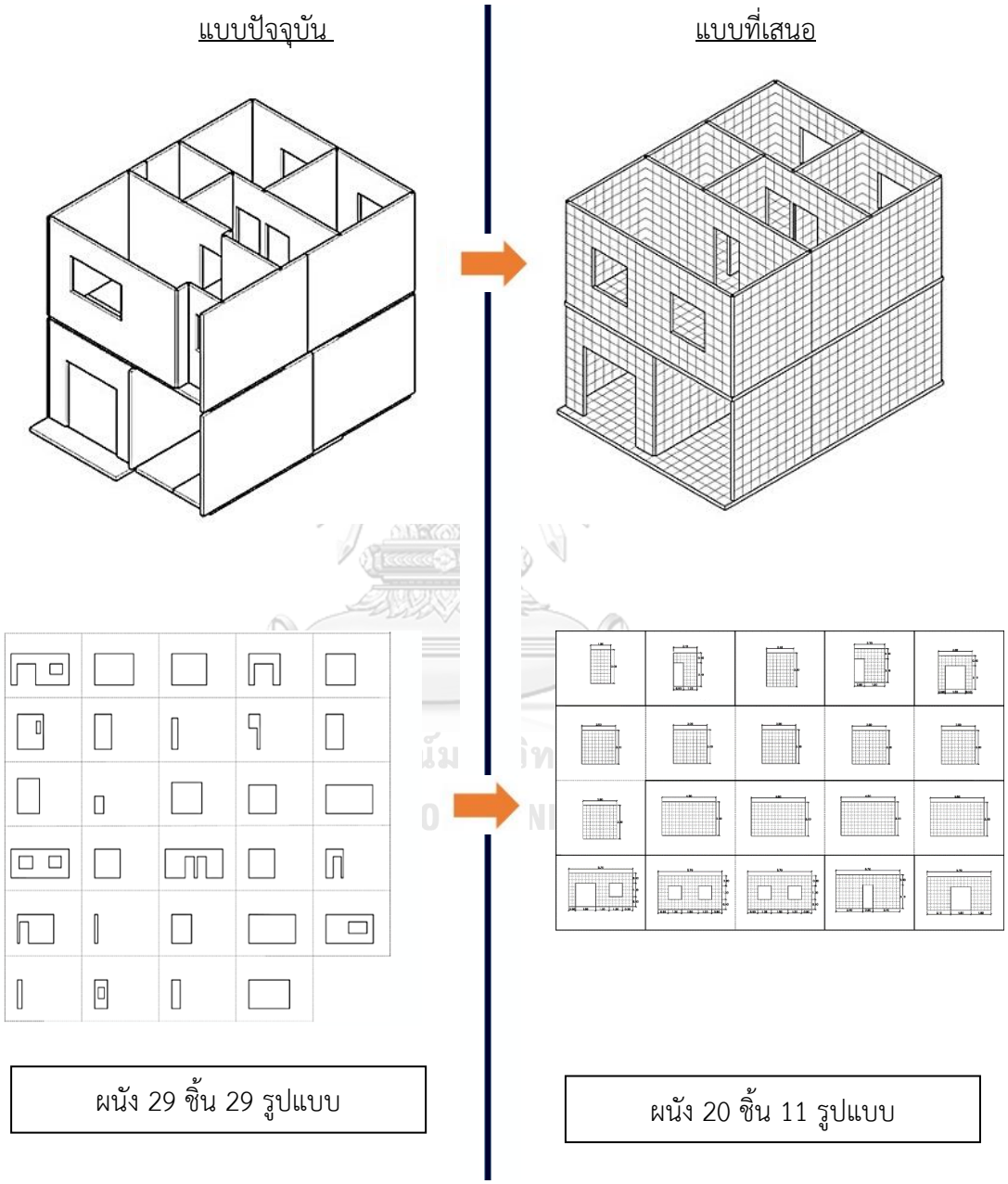
ชิ้นส่วนผนังที่มีระยะริมช่องเปิดน้อยกว่า 50 เซนติเมตร นอกจากจะมีความเสี่ยงใน การแตกหักแล้ว ยังทำให้ต้องใช้แรงงานในการตัดเหล็กตะแกรงเสริมอีกด้วย ซึ่งทำให้ สูญเสียวัสดุ และเกิดความล่าช้าในการผลิต และเพื่อให้ได้ระยะตามหน่วยคูณพิกัด 30 เซนติเมตร จึงปรับระยะริมช่องเปิดมากกว่า 60 เซนติเมตรทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 63 ตัวอย่างการเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร

เมื่อใช้ระบบประสานพิกัด ลดรูปแบบช่องเปิด และเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร ในการออกแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ จากเดิมทาวน์เฮาส์หนึ่งคูหา จะประกอบด้วยชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 29 ชิ้น 29 รูปแบบ ด้วยวิธีดังกล่าว จะเหลือเพียง 20 ชิ้น 11 รูปแบบเท่านั้น



ภาพที่ 64 การเปรียบเทียบรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบปัจจุบันและแบบที่เสนอ

บทที่ 4
แนวทางในการปรับปรุงวิธีออกแบบทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสม ประกอบกับการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม จึงเสนอแนวทางปรับปรุงวิธีการออกแบบ ดังต่อไปนี้

4.1 จัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์

4.1.1 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ

4.1.2 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ

4.2 จัดทำคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

4.2.1 การกำหนดเรียกชื่อชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

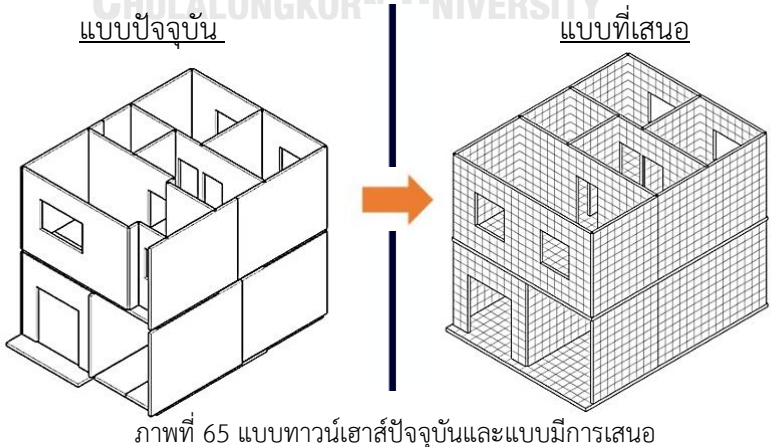
4.2.2 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

4.1 จัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์

4.1.1 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ

จากการศึกษาของนฤนาท เกตุพันธ์[32] มีการนำเสนอแบบทาวน์เฮาส์ที่เหมาะสม ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้ระบบประสานพิกัด ลดรูปแบบช่องเปิด และเพิ่มระยะริมช่องเปิด ให้มากกว่า 60 เซนติเมตร ทำให้จากเดิมทาวน์เฮาส์หนึ่งคูหาประกอบด้วยชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 29 ชิ้น 29 รูปแบบ ด้วยวิธีดังกล่าว จะเหลือเพียง 20 ชิ้น 11 รูปแบบเท่านั้น

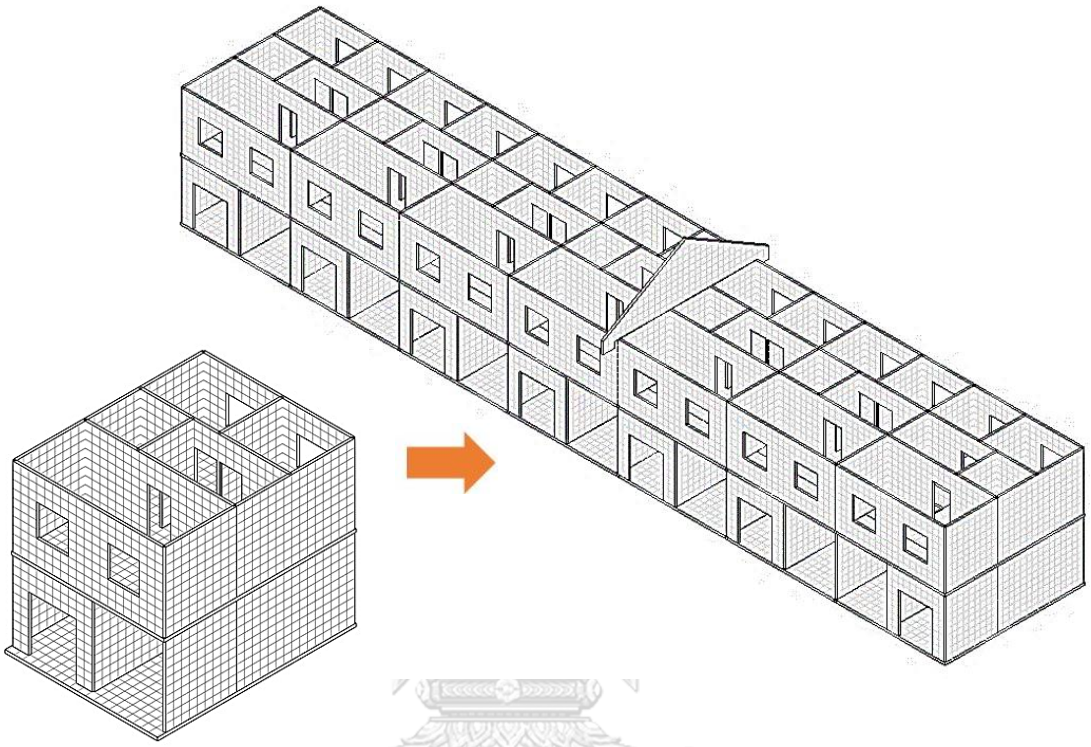
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 65 แบบทาวน์เฮาส์ปัจจุบันและแบบมีการเสนอ

[32] นฤนาท เกตุพันธ์. แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

แต่จะทำให้ทาวน์เฮาส์มีรูปแบบเหมือนกันหมด ซึ่งไม่ตรงกับแผนการขายที่ต้องการรูปแบบที่หลากหลายและมีความเฉพาะแต่ละโครงการ[33]



ภาพที่ 66 ทาวน์เฮาส์รูปแบบที่เหมือนกันหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

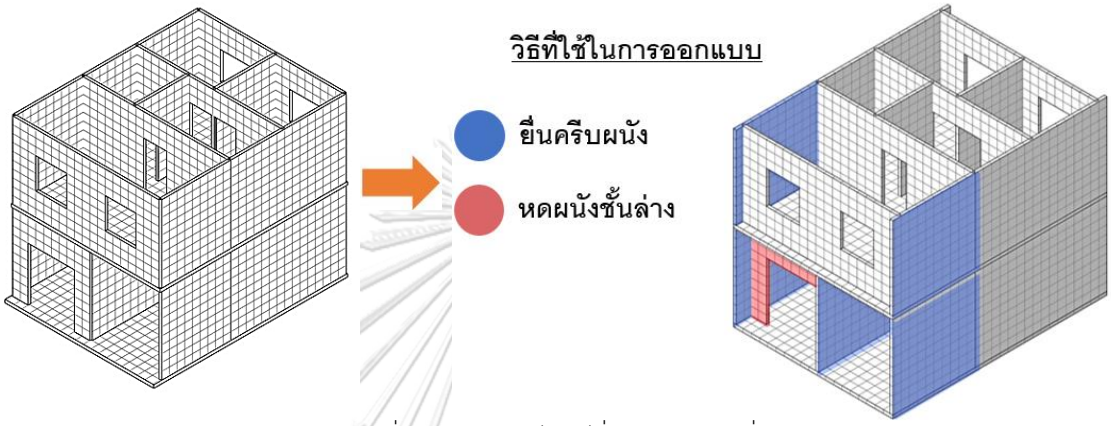
จากวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการออกแบบอาคารที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้วิธียื่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนัง เชื่อมระนาบแผ่นผนัง นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแล้ว ยังช่วยทำให้แบบอาคารมีความสวยงามและหลากหลายอีกด้วย ผู้วิจัยจึงจะนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบทาวน์เฮาส์

[33] จากการสัมภาษณ์ ศักดิ์ชัย ดาราการ ณ อยุธยา ตำแหน่ง สถาปนิก บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2562

[31] จากการสัมภาษณ์ คุณณฐนน เนียมงาม ตำแหน่ง วิศวกรภาคสนาม โครงการพฤกษาวิลล์ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2562

ในการศึกษาครั้งนี้จึงเสนอตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์จำนวน 4 แบบ ที่มีการออกแบบโดยใช้วิธียื่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนัง เชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้งและทางนอน ดังนี้

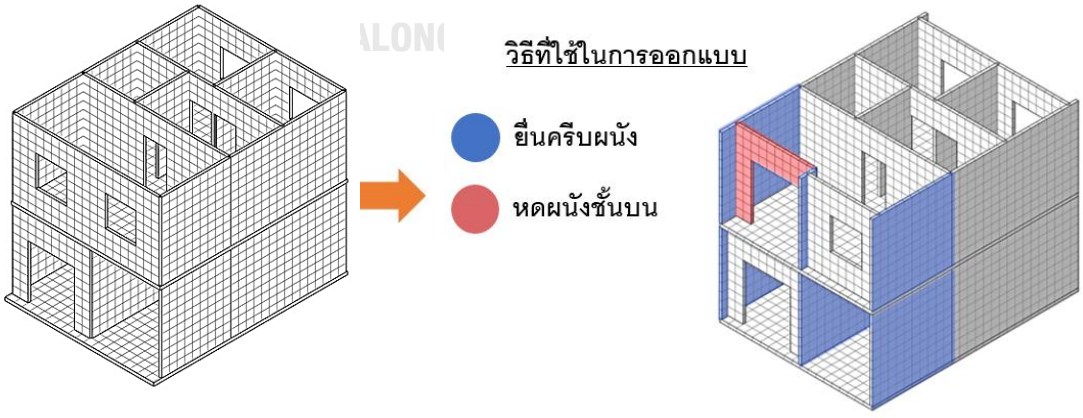
แบบที่ 1



ภาพที่ 67 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 1

แบบที่ 1 ใช้วิธี ยื่นครีบผนังและเปลี่ยนตำแหน่งผนังโดยการหดผนังชั้นล่าง

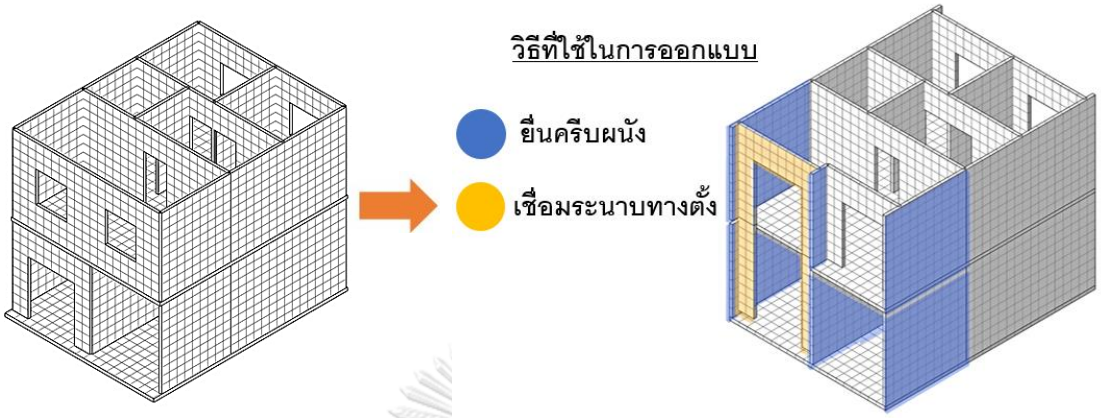
แบบที่ 2



ภาพที่ 68 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 2

แบบที่ 2 ใช้วิธี ยื่นครีบผนังและเปลี่ยนตำแหน่งผนังโดยการหดผนังชั้นบน

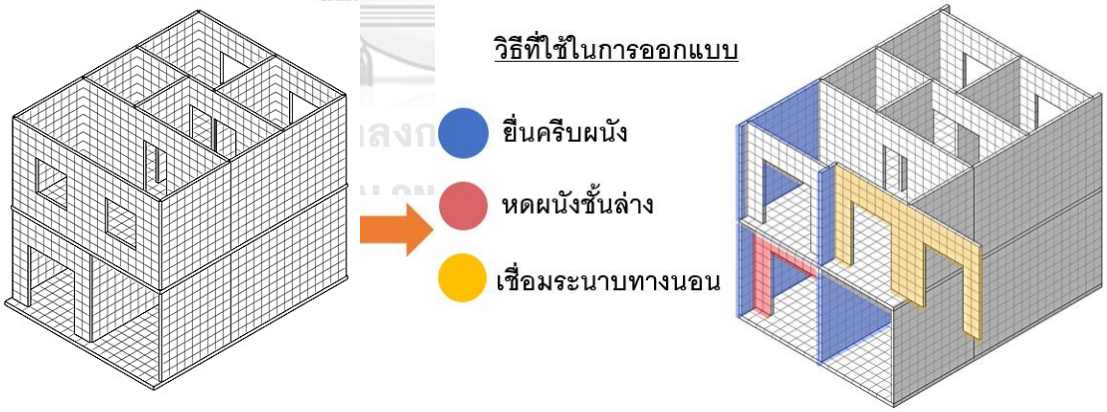
แบบที่ 3



ภาพที่ 69 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 3

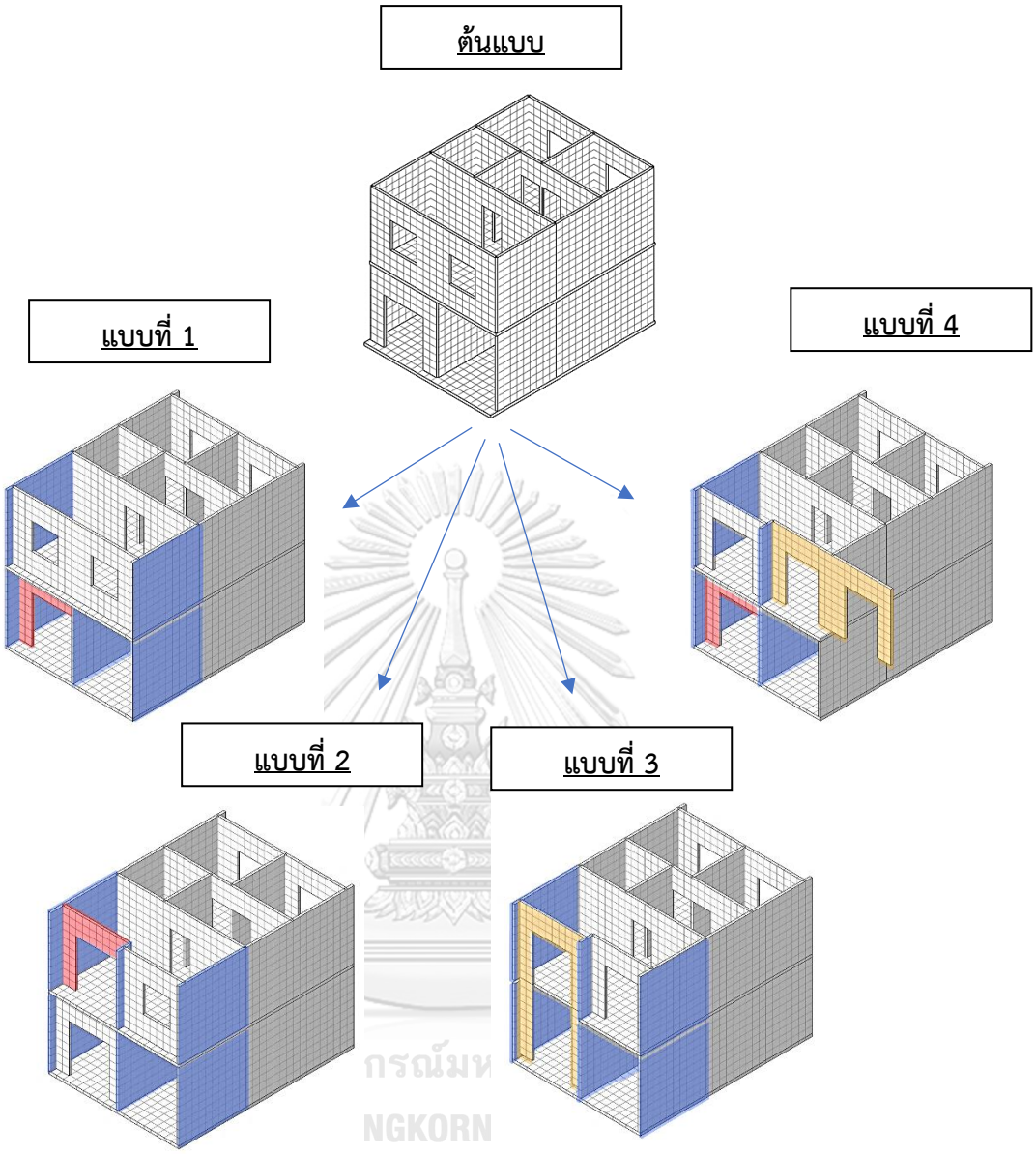
แบบที่ 3 ใช้วิธี ยึ่นครีบผนังและเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางตั้ง

แบบที่ 4



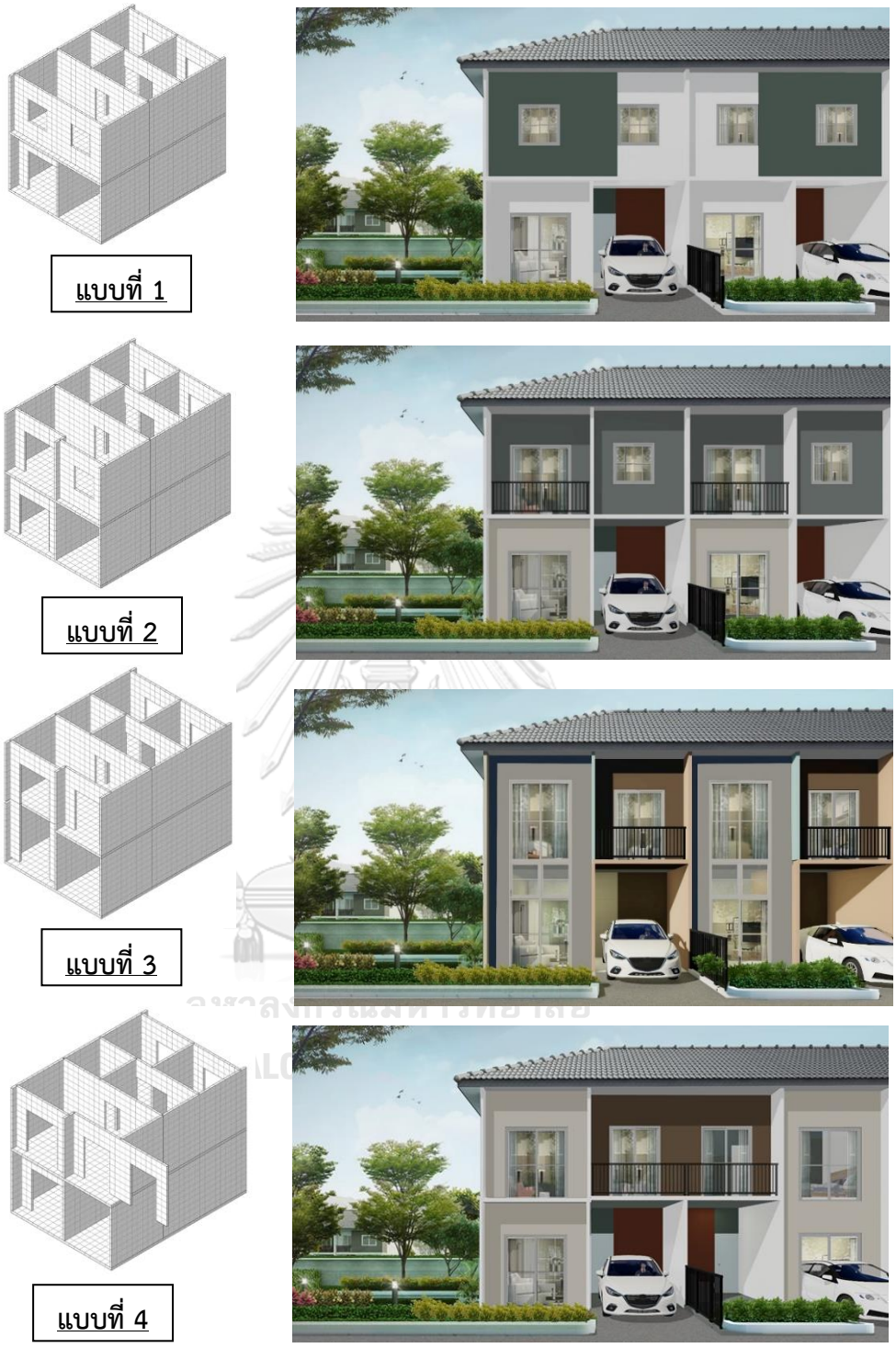
ภาพที่ 70 แบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ แบบที่ 4

แบบที่ 4 ใช้วิธี ยึ่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนังโดยการหดผนังชั้นล่างและเชื่อมระนาบแผ่นผนังทางนอน



ภาพที่ 71 แบบทาวน์เฮาส์ที่เสนอ ซึ่งมีรูปแบบหลากหลาย

จะเห็นได้ว่าเมื่อนำแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ต้นแบบที่มีผู้เสนอไว้แล้ว มาออกแบบโดยใช้วิธียื่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนัง เชื่อมระนาบแผ่นผนัง นอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแล้ว ยังทำให้สามารถออกแบบทาวน์เฮาส์ให้มีความสวยงามและหลากหลาย ตรงตามความต้องการของโครงการอีกด้วย



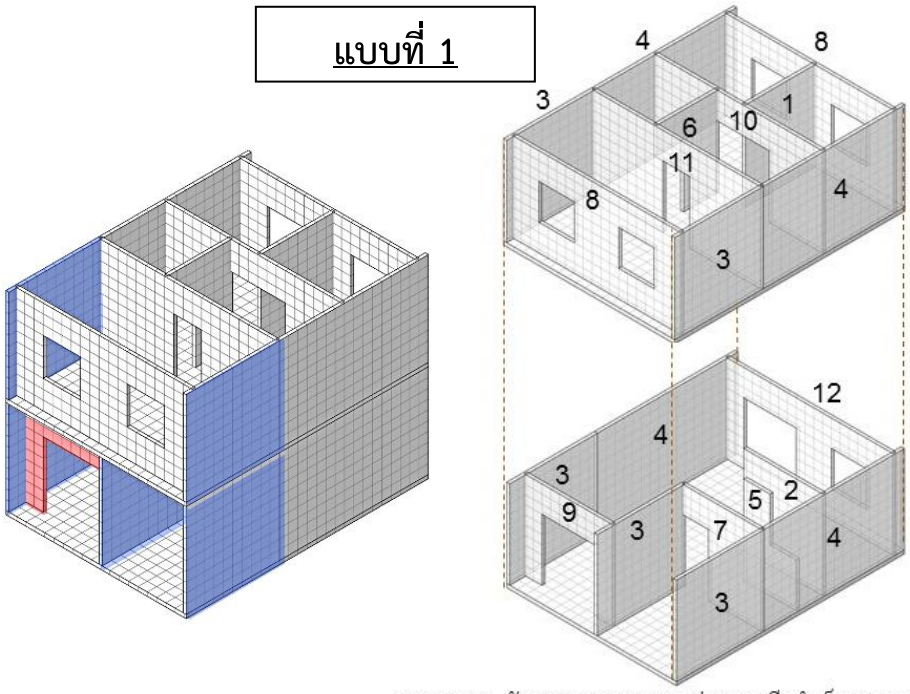
ภาพที่ 72 ตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐานที่ผู้วิจัยนำเสนอ แบบที่ 1 - 4

นอกจากแบบที่ผู้วิจัยได้ทำการเสนอจำนวน 4 แบบนี้แล้ว สถาปนิกยังสามารถใช้แนวทางการออกแบบที่ได้นำเสนอ ออกแบบทาวน์เฮาส์ให้มีความสวยงามหลากหลายได้เป็นจำนวนมาก และนำไปสู่การจัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน ที่ทางโครงการสามารถเลือกนำไปใช้ได้ทันที

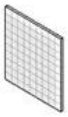
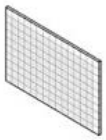
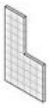
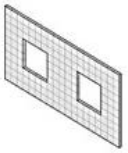
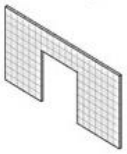
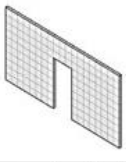
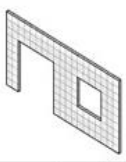
4.1.2 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเพิ่มเติม ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์รูปแบบแผ่นผนังคอนกรีตฯที่นำมาประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 1-4 ดังนี้

แบบที่ 1



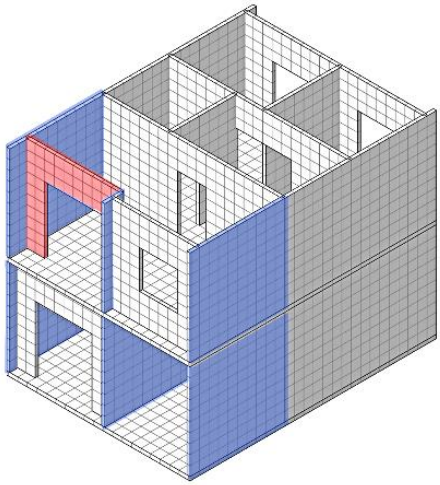
หมายเหตุ : ตัวเลข แสดงรูปแบบแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป แบบต่างๆ

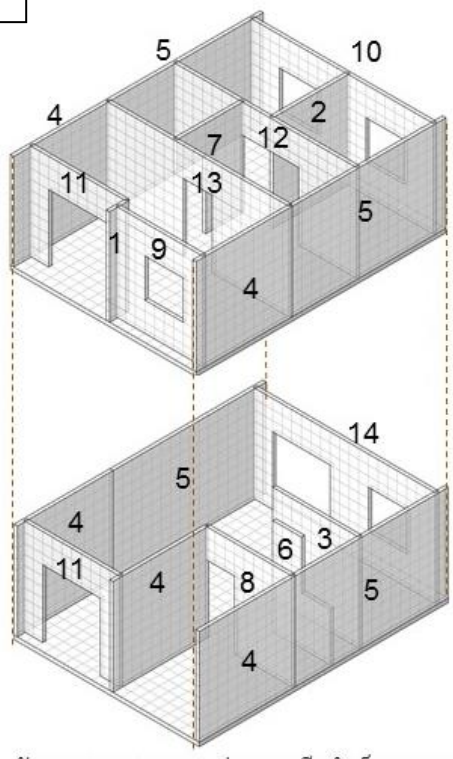
				
รูปแบบที่ 1 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 2 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 3 | 5 ชิ้น	รูปแบบที่ 4 | 4 ชิ้น	รูปแบบที่ 5 | 1 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 6 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 7 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 8 | 2 ชิ้น	รูปแบบที่ 9 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 10 | 1 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 11 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 12 | 1 ชิ้น			

ภาพที่ 73 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 1

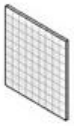
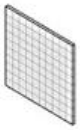
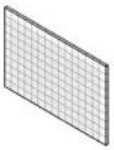
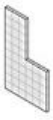
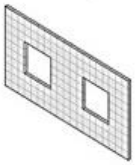
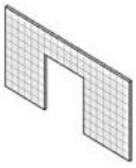
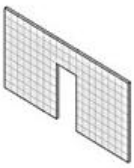
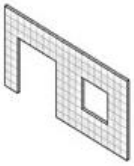
ทาวน์เฮาส์แบบที่ 1 ประกอบไปด้วยผนังคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 20 ชิ้น 12 รูปแบบ

แบบที่ 2





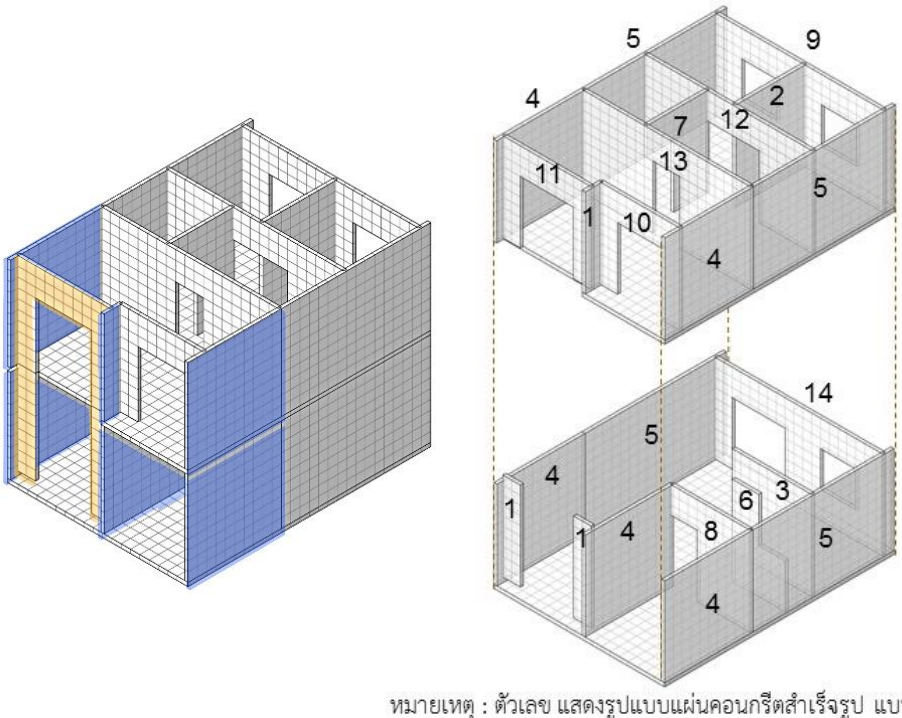
หมายเหตุ : ตัวเลข แสดงรูปแบบแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป แบบต่างๆ

				
รูปแบบที่ 1 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 2 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 3 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 4 | 5 ชิ้น	รูปแบบที่ 5 | 4 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 6 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 7 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 8 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 9 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 10 | 1 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 11 | 2 ชิ้น	รูปแบบที่ 12 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 13 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 14 | 1 ชิ้น	

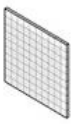
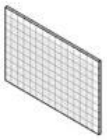
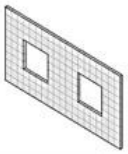
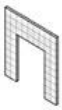
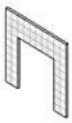
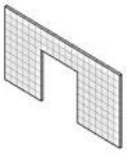
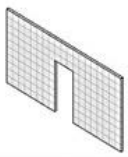
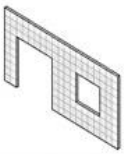
ภาพที่ 74 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 2

ทาวน์เฮาส์แบบที่ 2 ประกอบไปด้วยผนังคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 22 ชิ้น 14 รูปแบบ

แบบที่ 3



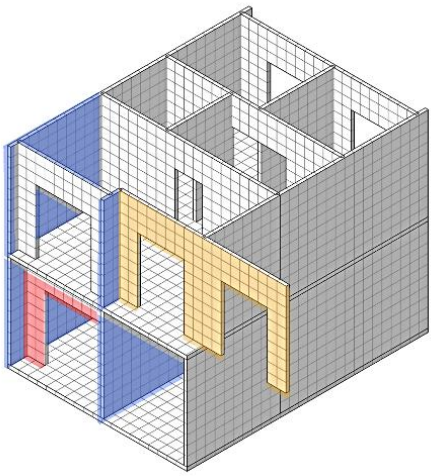
หมายเหตุ : ตัวเลข แสดงรูปแบบแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป แบบต่างๆ

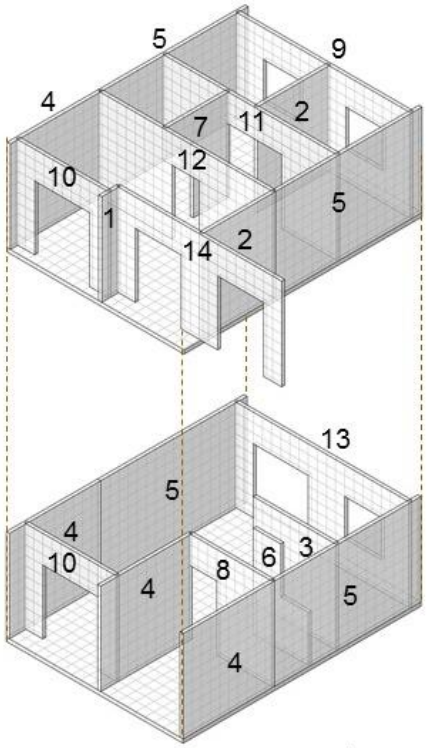
				
รูปแบบที่ 1 3 ชิ้น	รูปแบบที่ 2 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 3 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 4 5 ชิ้น	รูปแบบที่ 5 4 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 6 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 7 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 8 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 9 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 10 1 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 11 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 12 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 13 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 14 1 ชิ้น	

ภาพที่ 75 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 3

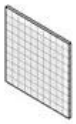
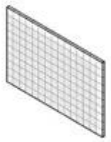
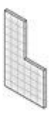
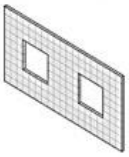
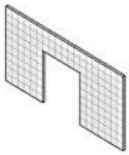
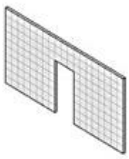
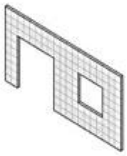
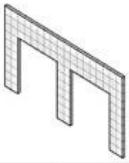
ทาวน์เฮาส์แบบที่ 3 ประกอบไปด้วยผนังคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 23 ชิ้น 14 รูปแบบ

แบบที่ 4





หมายเหตุ : ตัวเลข แสดงรูปแบบแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป แบบต่างๆ

				
รูปแบบที่ 1 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 2 | 2 ชิ้น	รูปแบบที่ 3 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 4 | 4 ชิ้น	รูปแบบที่ 5 | 4 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 6 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 7 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 8 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 9 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 10 | 2 ชิ้น
				
รูปแบบที่ 11 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 12 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 13 | 1 ชิ้น	รูปแบบที่ 14 | 1 ชิ้น	

ภาพที่ 76 ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 4

ทาวน์เฮาส์แบบที่ 4 ประกอบไปด้วยผนังคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 22 ชิ้น 14 รูปแบบ

ตารางที่ 7 สรุปชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของทาวน์เฮาส์แต่ละรูปแบบ

ลำดับ	รูปแบบ	ทาวน์เฮาส์			
		แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
1			1	3	1
2		1	1	1	2
3		1	1	1	1
4		5	5	5	4
5		4	4	4	4
6		1	1	1	1
7		1	1	1	1
8		1	1	1	1
9			1		
10		2	1	1	1
11				1	
12		1	2	1	2
13		1	1	1	1
14		1	1	1	1
15					1
16		1	1	1	1
จำนวนชิ้น		20	22	23	22
จำนวนรูปแบบแผ่น		12	14	14	14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

จะเห็นว่าทาวน์เฮาส์ทั้ง 4 รูปแบบ มีการใช้ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปซ้ำกัน จากรูปแบบชิ้นส่วนทั้งหมด 16 รูปแบบนั้น มีการใช้ซ้ำกันถึง 13 รูปแบบ โดยรูปแบบลำดับที่ 5 มีการใช้ซ้ำมากที่สุดจำนวน 16 ชิ้น

4.2 จัดทำคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

4.2.1 การใช้สัญลักษณ์เรียกชื่อชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

จากแบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ จะเห็นได้ว่าชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์แต่ละแบบ มีความหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำมาจัดกลุ่มให้เป็นระบบ ดังนี้

1) แบ่งกลุ่มชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปตามรูปร่างและกำหนดชื่อเรียก

	ลำดับ	รูปแบบ	ทาวน์เฮาส์			
			แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
กลุ่มที่ 1	1			1	3	1
	2		1	1	1	2
	3		1	1	1	1
	4		5	5	5	4
	5		4	4	4	4
กลุ่มที่ 2	6		1	1	1	1
	7		1	1	1	1
	8		1	1	1	1
กลุ่มที่ 3	9			1		
กลุ่มที่ 4	10		2	1	1	1
กลุ่มที่ 5	11				1	
	12		1	2	1	2
	13		1	1	1	1
	14		1	1	1	1
กลุ่มที่ 6	15					1
กลุ่มที่ 7	16		1	1	1	1
	จำนวนชิ้น		20	22	23	22
	จำนวนรูปแบบแผ่น		12	14	14	14

ภาพที่ 77 การแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปตามรูปร่าง

รณ์มหาวิทยาลัย
GKORN UNIVERSITY

กลุ่มที่ 1 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นแผ่นตัน ไม่มีช่องเปิด กำหนดให้ชื่อ PX

กลุ่มที่ 2 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นตัว L กำหนดให้ชื่อ PL

กลุ่มที่ 3 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีช่องเปิดเป็นรูตรงกลาง กำหนดให้ชื่อ PO

กลุ่มที่ 4 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีช่องเปิดเป็นรูตรงกลาง 2 รู กำหนดให้ชื่อ POO

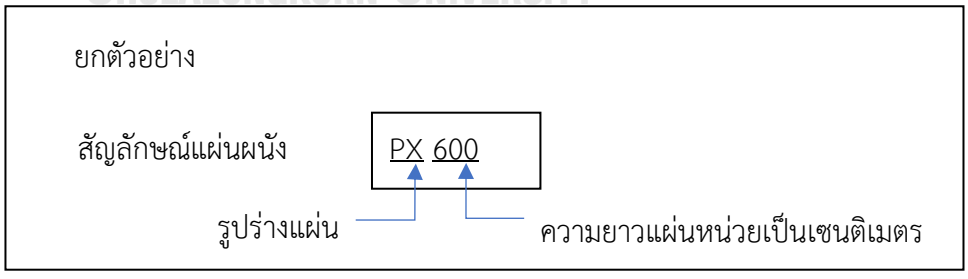
กลุ่มที่ 5 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นตัว U คว่ำ กำหนดให้ชื่อ PU

กลุ่มที่ 6 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นตัว U คว่ำ 2 ตัว กำหนดให้ชื่อ PUU

กลุ่มที่ 7 หมายถึง ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นตัว Uคว่ำและมีรู กำหนดให้ชื่อ PUO

2) จากการศึกษาแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ที่ผ่านมา พบว่า ความสูงแต่ละชั้นมีขนาดใกล้เคียงกันที่ 3.00 เมตร จึงกำหนดความสูงของผนังชั้นล่างและชั้นบน ให้ มีความสูงที่เท่ากัน คือ 3.00 เมตร ทั้งหมด
3) กำหนดความยาวแผ่นเป็นหน่วย เซนติเมตร

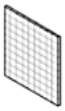
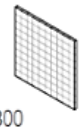
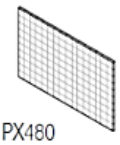
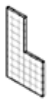
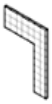
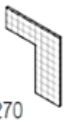
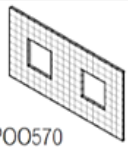
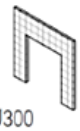
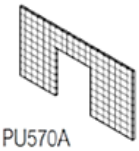
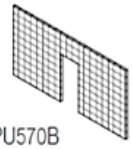
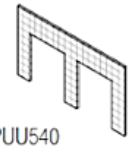
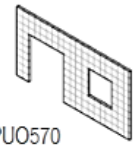
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 78 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้เรียกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

เมื่อจำแนกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่นำมาประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอไปแบบที่ 1- 4 มาจัดกลุ่มตามรูปแบบและใส่สัญลักษณ์ที่กำหนด จะได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การจัดหมวดหมู่ชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปและใส่สัญลักษณ์ที่กำหนด

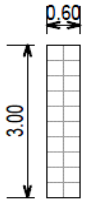
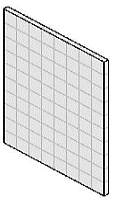
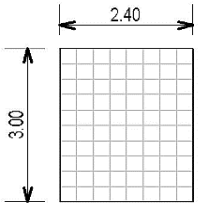
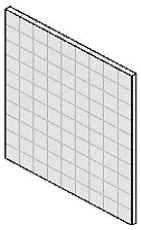
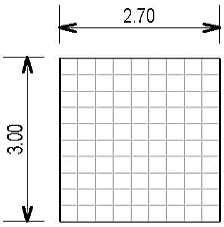
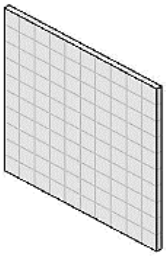
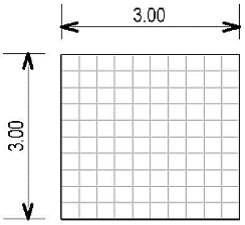
สัญลักษณ์	รูปแบบแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป				
PX	PX60	PX240	 PX270	 PX300	 PX480
PL	 PL180	 PL210	 PL270		
PO	PO270				
POO	 POO570				
PU	PU270	 PU300	 PU570A	 PU570B	
PUU	 PUU540				
PUO	 PUO570				

จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการจำแนก จัดกลุ่มแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ตามรูปแบบและกำหนดสัญลักษณ์เรียกแต่ละแผ่น จะทำให้การจัดเก็บข้อมูลชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปง่ายขึ้นและเป็นระบบ นำไปสู่การจัดทำคลังรูปแบบแผ่นชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

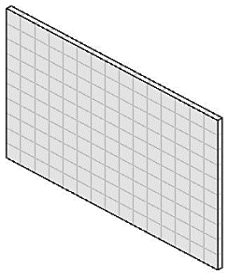
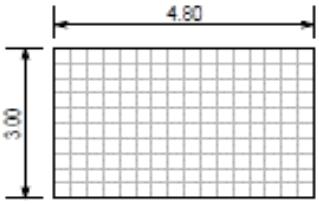
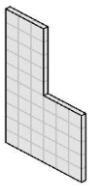
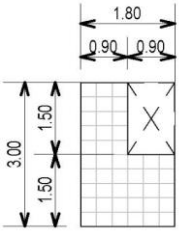
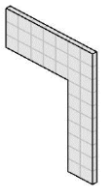
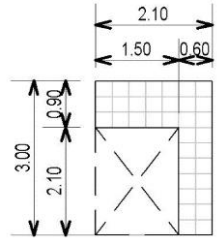
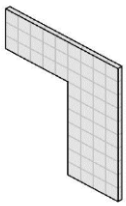
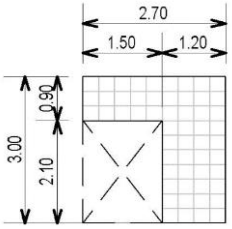
4.2.2 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

จากวิธีการเรียกชื่อแผ่นดังกล่าว เสนอให้จัดทำเป็นคลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีการระบุ รูปแบบแผ่น ระยะ และสัญลักษณ์ เพื่อความเป็นระบบ สามารถเลือกนำไปผลิตได้ง่าย นอกจากนี้ทางโรงงานยังสามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีการใช้ซ้ำๆ เตรียมไว้เป็นคลังชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปล่วงหน้าได้อีกด้วย

ตารางที่ 9 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

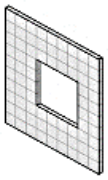
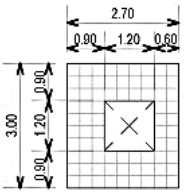
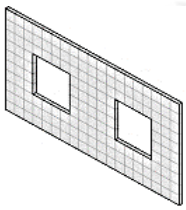
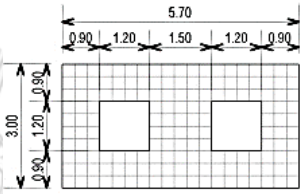
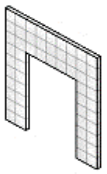
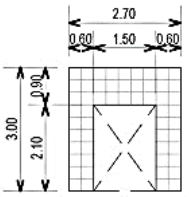
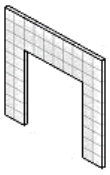
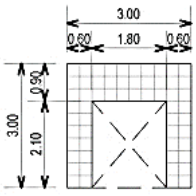
ลำดับรูปแบบ	รูปภาพประกอบ		ขนาด(ม.)		สัญลักษณ์
			กว้าง	สูง	
1			0.60	3.00	PX60
2			2.40	3.00	PX240
3			2.70	3.00	PX270
4			3.00	3.00	PX300

ตารางที่ 10 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ)

ลำดับรูปแบบ	รูปภาพประกอบ		ขนาด(ม.)		สัญลักษณ์
			กว้าง	สูง	
5			4.50	3.00	PX480
6			1.80	3.00	PL180
7			2.10	3.00	PL210
8			2.70	3.00	PL270

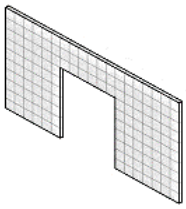
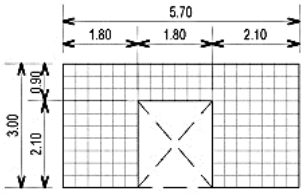
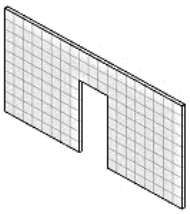
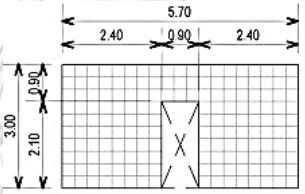
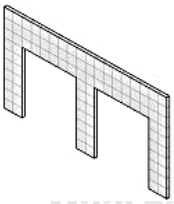
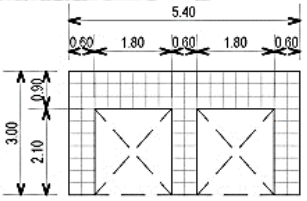
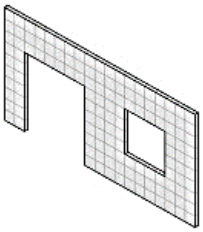
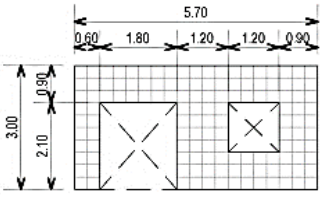
เลงกรณ์
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ)

ลำดับรูปแบบ	รูปภาพประกอบ		ขนาด(ม.)		สัญลักษณ์
			กว้าง	สูง	
9			2.70	3.00	PO270
10			5.70	3.00	POO570
11			2.70	3.00	PU270
12			3.00	3.00	PU300

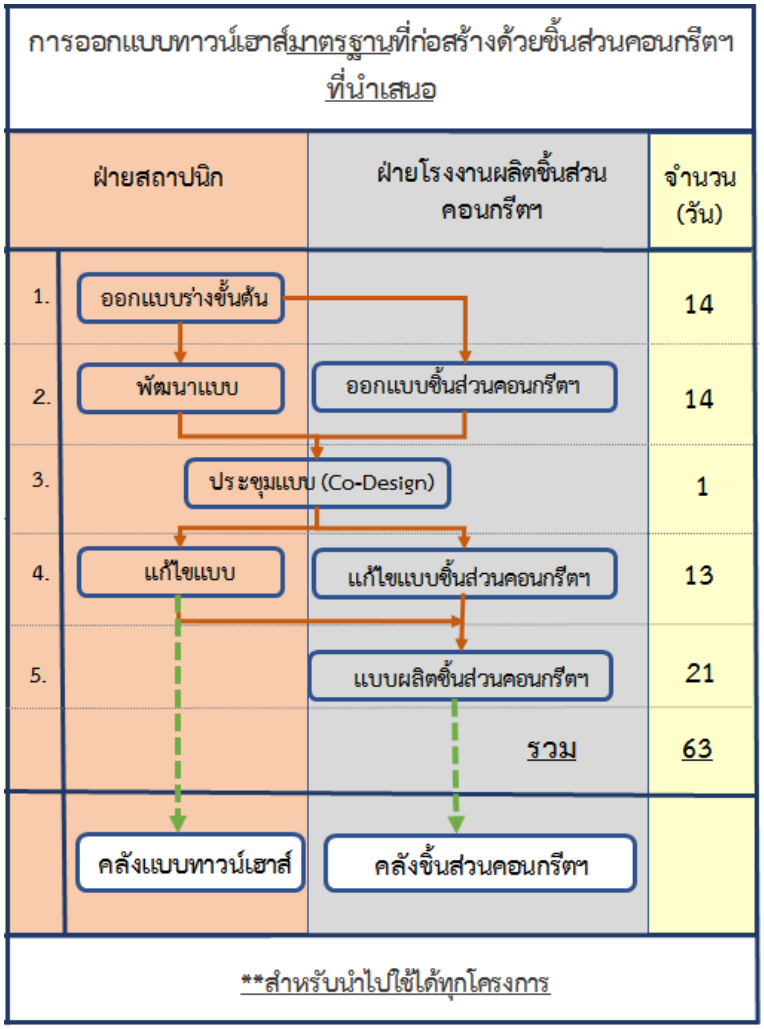
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 คลังรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป(ต่อ)

ลำดับรูปแบบ	รูปภาพประกอบ		ขนาด(ม.)		สัญลักษณ์
			กว้าง	สูง	
13			5.70	3.00	PU570A
14			5.70	3.00	PU570B
15			5.40	3.00	PUU540
16			5.70	3.00	PUO570

งกร
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เสนอให้ฝ่ายสถาปนิกและฝ่ายโรงงานร่วมกันจัดทำแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน ซึ่งเป็นการออกแบบตามขั้นตอนปกติเฉพาะครั้งแรก แต่หลังจากออกแบบเสร็จให้เก็บเป็นคลังแบบทาวน์เฮาส์สำหรับนำไปใช้ได้ในทุกโครงการ ส่วนฝ่ายโรงงานให้ผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเตรียมไว้ในคลัง เมื่อมีการก่อสร้างโครงการใหม่ ทางโครงการสามารถเลือกแบบทาวน์เฮาส์ และเลือกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากคลังไปก่อสร้างได้ทันที เท่ากับเป็นการลดเวลาและขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงได้



ภาพที่ 79 ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ

ทั้งนี้การจัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์และคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เสนอ ยังสามารถพัฒนาเข้าสู่ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling-BIM) ได้ต่อไป

ปัจจุบันโดยทั่วไปแบบทาวน์เฮาส์จะมีรูปแบบที่เหมือนกันทั้งแถว (ดังภาพที่ 80) แต่หากใช้วิธีที่เสนอให้มีคลังแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐานและคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป นอกจะทำให้สามารถเลือกไปก่อสร้างได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วแล้ว ยังสามารถทำให้แต่ละคูหามีรูปแบบที่แตกต่างกันได้อีกด้วย (ดังภาพที่ 81)

ภาพที่ 80 ทาวน์เฮาส์บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) ในปัจจุบัน

ภาพที่ 81 ทาวน์เฮาส์ที่นำเสนอ เกิดจากรูปแบบด้านหน้าที่แตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันมีความนิยมในการการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมากขึ้น เพราะสามารถช่วยแก้ไข ปัญหาขาดแคลนแรงงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว และควบคุมการผลิตได้อย่างมีคุณภาพ[34]

การก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การออกแบบ การผลิตชิ้นส่วน การขนส่งและการประกอบติดตั้ง

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทอสังหาริมทรัพย์ที่มีการนำระบบก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ในการผลิตคอนโดมิเนียม บ้านเดี่ยว บ้านแฝด และทาวน์เฮาส์[35]

จากการศึกษา พบว่า ทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษาฯ แต่ละโครงการต้องมีการออกแบบเฉพาะ[36]

ภาพที่ 82 ตัวอย่างทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

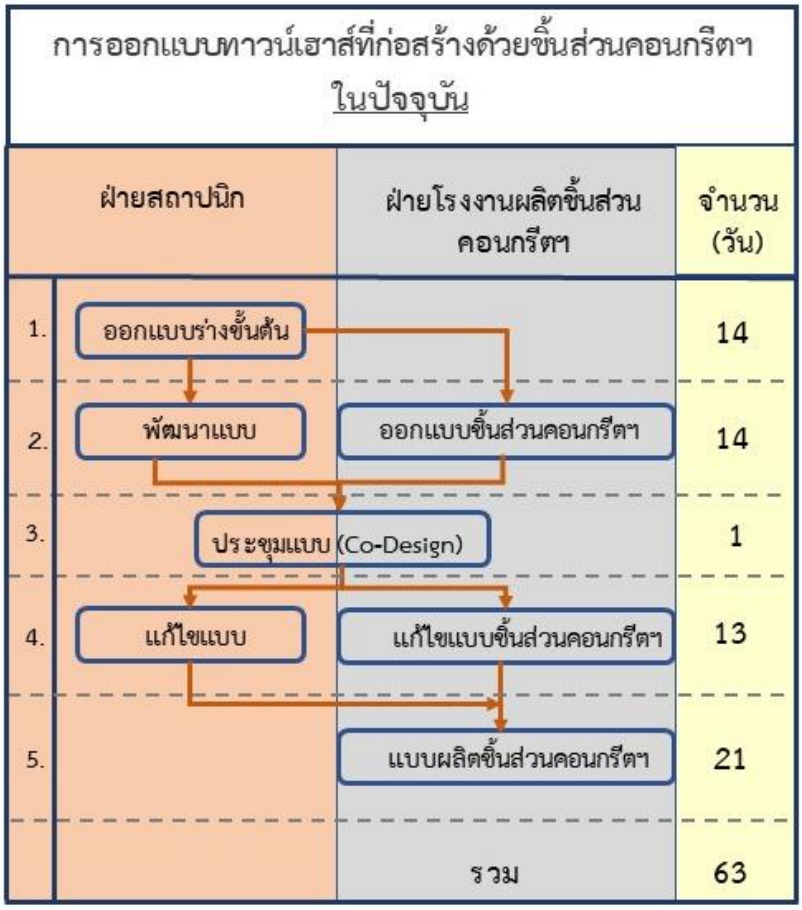
---

[34] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. งานออกแบบโครงการก่อสร้างศึกคัก สวนกระแสลงทุนชะลอตัว. [ออนไลน์], 15 กันยายน พ.ศ.2562. แหล่งที่มา: https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Construction-Design.aspx

[35] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน).ประวัติบริษัท. [ออนไลน์], 9 กันยายน พ.ศ.2562. แหล่งที่มา :https://www.pruksa.com/about-us/pruksaprecast-aboutprecast

[36] จากการสัมภาษณ์ ศักดิ์ชัย ดาราการ ณ อยุธยา ตำแหน่ง สถาปนิก บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2562

เพื่อให้แบบทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ในแต่ละโครงการมีลักษณะเฉพาะและสวยงาม ทำให้ขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปปัจจุบันประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และใช้ระยะเวลานานถึง 63 วัน[37] (ดังภาพที่ 83)



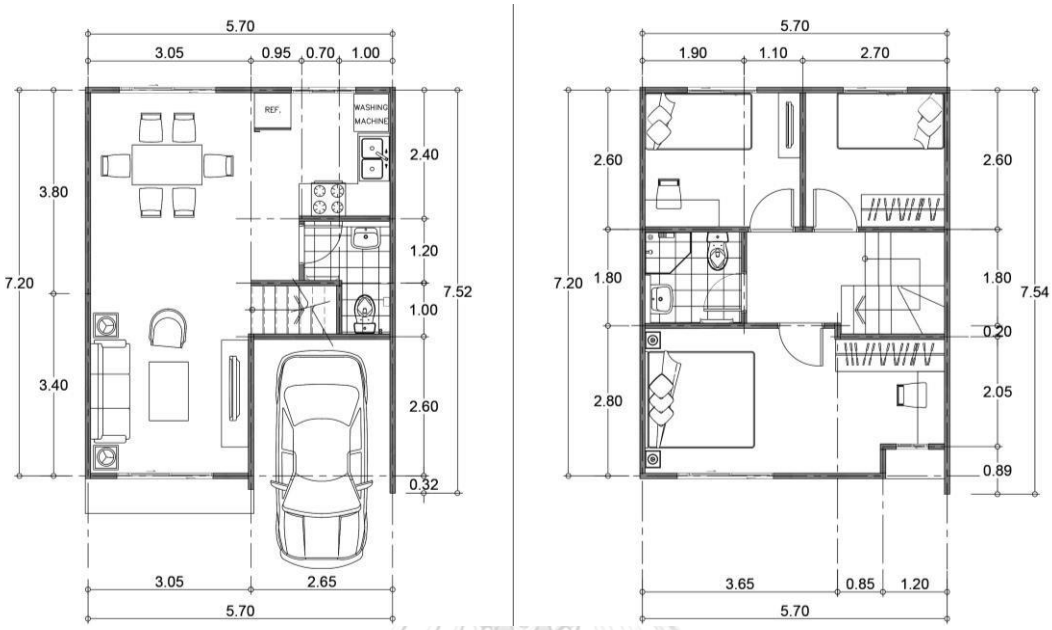
ภาพที่ 83 แผนภูมิขั้นตอนและระยะเวลาการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตฯในปัจจุบัน

ในขณะที่การก่อสร้างทาวน์เฮาส์พร้อมกัน 7 คูหา ใช้ระยะเวลาเพียง 50 วัน[38] จึงมีวัตถุประสงค์จะ หาแนวทางการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่สามารถลดขั้นตอนและเวลาในการออกแบบได้

[37] จากการสัมภาษณ์ ศักดิ์ชัย ดารากร ณ อยุธยา ตำแหน่ง สถาปนิก บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2562

[38] บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ,เอกสารบริษัท(ไม่เปิดเผย) หัวข้อ REM Work Package

ทั้งนี้ได้เลือกทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์เป็นกรณีศึกษา ประกอบด้วย 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ และที่จอดรถ 1 คัน



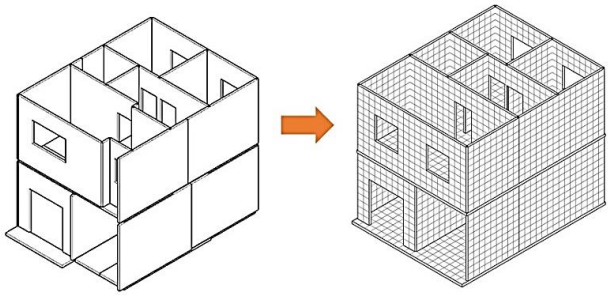
ภาพที่ 84 ผังพื้นของพฤกษาวิลล์

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าทาวน์เฮาส์ พฤกษาวิลล์ 1 คูหา ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด จำนวน 29 ชิ้น 29 รูปแบบแตกต่างกัน[39]

จากการศึกษาของ นฤนาท เกตุพันธ์ สามารถลดรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป 1 คูหา จากจำนวน 29 ชิ้น 29 รูปแบบ เหลือ 20 ชิ้น 11 รูปแบบ โดยการใช้ระบบประสานพิกัด ลดรูปแบบช่องเปิด เพิ่มระยะริมช่องเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

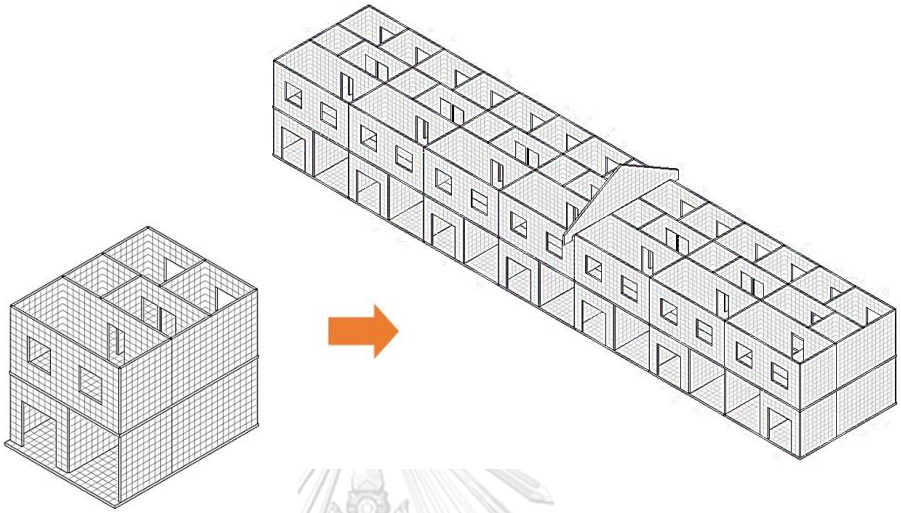
<u>แบบปัจจุบัน</u> <u>แบบที่เสนอ</u>



ภาพที่ 85 การเปรียบเทียบรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของแบบปัจจุบันและแบบที่เสนอ

[39] นฤนาท เกตุพันธ์ (2561). <u>แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป</u> วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แต่จะทำให้ทาวน์เฮาส์มีรูปแบบเหมือนกันหมด ซึ่งไม่ตรงกับแผนการขายที่ต้องการรูปแบบที่หลากหลายและมีความเฉพาะแต่ละโครงการ[40]



ภาพที่ 86 ทาวน์เฮาส์รูปแบบที่เหมือนกันหมด

จากการสำรวจและสัมภาษณ์วิศวกรภาคสนามทาวน์ของเฮาส์พฤษาวิลล์ พบว่า เนื่องจากชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดที่จำกัด จึงทำให้ต้องมีรอยต่อระหว่าง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นจำนวน อีกทั้งยังจำเป็นต้องใช้ แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ในการติดตั้งชิ้นส่วนเหล่านั้น จึงทำให้การควบคุมคุณภาพของรอยต่อ ระหว่างชิ้นส่วนเป็นไปค่อนข้างยาก ซึ่งถ้าหากไม่มีการตรวจสอบรอยต่อเหล่านี้ ให้ถูกต้องตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ อาจนำไปสู่ปัญหารั่วซึมได้[41]

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี ยื่นครีบผนัง[42] เปลี่ยนตำแหน่งผนัง เชื่อมระนาบแผ่นผนัง[43] มาใช้ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ ที่นอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมบริเวณรอยต่อของผนังแล้ว ยังช่วยทำให้แบบทาวน์เฮาส์มีความสวยงามและหลากหลายอีกด้วย

---

[40] จากการสัมภาษณ์ ศักดิ์ชัย ดาราการ ณ อยุธยา ตำแหน่ง สถาปนิก บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

[41] จากการสัมภาษณ์ คุณณฐนน เนียมงาม ตำแหน่ง วิศวกรภาคสนาม โครงการพฤกษาวิลล์ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2562

[42] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย (2556). การติดตั้งแผ่นผนังชนมุมและ. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[43] ศ.ดร. บัณฑิต จุลาสัย, อ.รณกร ชมธัญกาญจน์, อ.กิตติวุฒิ เฉลยถ้อย (2556). การติดตั้งแผ่นผนังระหว่างชั้น. รายงานสำหรับผู้บริหาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

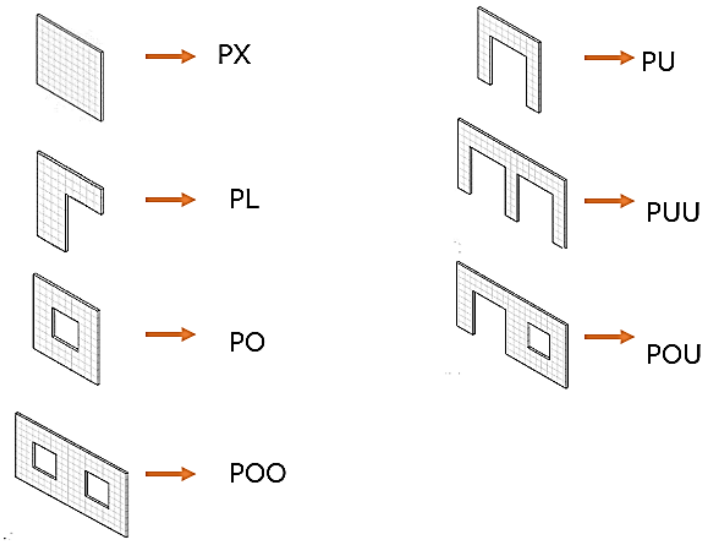
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยได้เสนอตัวอย่างแบบทาวน์เฮาส์จำนวน 4 แบบ ที่มีการออกแบบโดยใช้วิธี ยื่นครีบผนัง เปลี่ยนตำแหน่งผนัง เชื่อมระนาบแผ่นผนัง

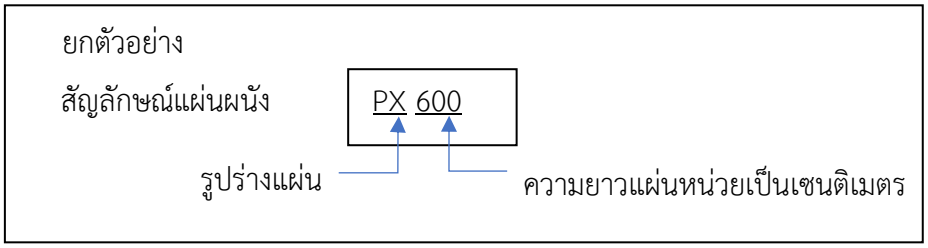
ซึ่งนอกจากแบบทาวน์เฮาส์ที่ผู้วิจัยได้ทำการเสนอจำนวน 4 แบบนี้แล้ว สถาปนิกยังสามารถใช้แนวทางการออกแบบที่ได้กล่าวไว้ นำไปออกแบบทาวน์เฮาส์ให้มีความสวยงามหลากหลายได้เป็นจำนวนมาก และนำไปสู่การจัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน ที่ทางโครงการสามารถเลือกนำไปใช้ได้ทันที

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเพิ่มเติม ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์รูปแบบแผ่นผนังคอนกรีตฯที่นำมาประกอบเป็นทาวน์เฮาส์ แบบที่ 1-4 พบว่าชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประกอบเป็นทาวน์เฮาส์แต่ละแบบ มีรูปแบบที่สามารถนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ และกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดทำเป็นระบบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดตัวอักษรภาษาอังกฤษใช้เรียกแผ่นตามรูปร่าง ดังนี้



2. จากการศึกษาแบบทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ที่ผ่านมา พบว่า ความสูงแต่ละชั้นมีขนาดใกล้เคียงกันที่ 3.00 เมตร จึงกำหนดความสูงของผนังชั้นล่างและชั้นบน ให้ มีความสูงที่เท่ากัน คือ 3.00 เมตร ทั้งหมด
3. กำหนดความยาวแผ่นเป็นหน่วย เซนติเมตร



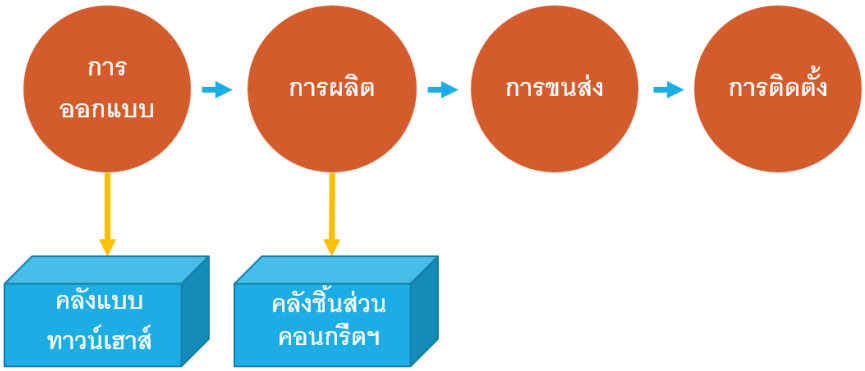
ภาพที่ 87 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้เรียกชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

เมื่อจัดกลุ่มแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป ตามรูปแบบและกำหนดสัญลักษณ์เรียกแต่ละแผ่น จะทำให้การจัดเก็บข้อมูลชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูปง่ายขึ้นและเป็นระบบ ซึ่งทางโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีการใช้ซ้ำๆ เตรียมไว้เป็นคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปล่วงหน้าได้อีกด้วย

ผู้วิจัยจึงเสนอให้ฝ่ายสถาปนิกและฝ่ายโรงงานร่วมกันจัดทำแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน ซึ่งเป็นการออกแบบตามขั้นตอนปกติเพียงครั้งแรกเท่านั้น แต่หลังจากออกแบบเสร็จแล้วให้เก็บเป็นคลังแบบทาวน์เฮาส์สำหรับนำไปใช้ได้ในทุกโครงการ ส่วนฝ่ายโรงงานให้ผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเตรียมไว้ในคลัง

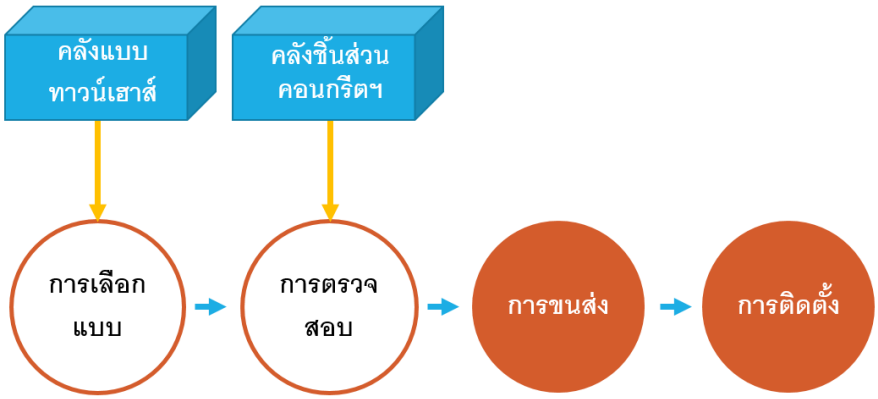
การออกแบบในปัจจุบัน เป็นการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับนำไปใช้ 1 โครงการเท่านั้น เมื่อมีการก่อสร้างโครงการใหม่จะต้องมีกระบวนการออกแบบซ้ำเดิมทุกครั้ง ใช้เวลาโครงการละ 63 วัน แต่วิธีการออกแบบที่นำเสนอจะมีขั้นตอนการออกแบบเหมือนเดิมแต่เพียงครั้งแรกเท่านั้น แต่หลังจากออกแบบตามขั้นตอนปกติ จะเก็บแบบทาวน์เฮาส์ไว้เป็นคลังแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน ส่วนฝ่ายโรงงานจะผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเตรียมไว้ในคลังชิ้นส่วนคอนกรีตฯล่วงหน้า (ดังภาพที่ 89)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 88 แผนภูมิขั้นตอนกระบวนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตที่นำเสนอ

เมื่อมีการก่อสร้างโครงการใหม่ ทางโครงการสามารถเลือกแบบทาวน์เฮาส์ และเลือกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากคลัง จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนนำไปติดตั้งหน้างาน เท่ากับเป็นการลดเวลาและขั้นตอนการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงได้ (ดังภาพที่ 90)



ภาพที่ 89 แผนภูมิสรุปขั้นตอนกระบวนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตที่นำเสนอ

ทั้งนี้การจัดทำคลังแบบทาวน์เฮาส์และคลังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เสนอ ยังสามารถพัฒนาเข้าสู่ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling-BIM) ได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษา วิจัยเพิ่มเติมในรายละเอียดการจัดทำแบบทาวน์เฮาส์มาตรฐาน และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เข้าสู่แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling-BIM) อย่างแท้จริงต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงตัวอย่างแนวทางในวิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยแบบที่เสนอได้คำนึงถึงการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้มีความสอดคล้องกับกระบวนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเท่านั้น และไม่ได้มีคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ใช้สอย ดังนั้น หากมีการศึกษาโครงการประเภทอื่นด้วย เช่น บ้านเดี่ยว บ้านแฝด อาคารชุดพักอาศัยรวม จะทำให้สามารถพัฒนาการออกแบบอาคารประเภทต่างๆ ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกการสัมภาษณ์	สำนักงานของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)
วันที่	20 ธันวาคม 2563
ผู้ให้สัมภาษณ์	คุณสุภัทร์ รัตนะโสภณชัย
ตำแหน่ง	SVP, Innovation Network Center

เนื้อหาการสัมภาษณ์

การออกแบบโดยสามารถลดรูปแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การออกแบบที่สามารถลดรูปแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะส่งผลดีในหลายๆด้าน ได้แก่ ราคาต้นทุนค่าก่อสร้าง เวลา และคุณภาพ ซึ่งปัจจุบันกำลังพัฒนาการออกแบบที่ใช้ชิ้นส่วนร่วมกันอยู่ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการทำงานในหลายๆด้าน ทางโรงงานจะสะดวกต่อการจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป ชิ้นส่วนเกิดความเสียหายลดลง แผ่นสมบูรณ์ไม่แตกหักลดการสูญเสีย และช่างที่ทำหน้าที่ติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถอ่านแบบติดตั้งได้ง่ายมากขึ้น เนื่องจากเบอร์ชิ้นงานจะมีไม่มาก ลดความสับสนระหว่างการติดตั้งชิ้นงาน

วิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์ในปัจจุบัน

การออกแบบทาวน์เฮาส์ในปัจจุบัน ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เมื่อมีการเปิดโครงการใหม่ ต้องมีการออกแบบใหม่เพื่อให้แบบมีความสวยงามตามยุคสมัย แต่เพื่อการทำงานที่สะดวก รวดเร็ว แบบทาวน์เฮาส์ 1 แบบอาจนำไปใช้ในหลายโครงการ เพื่อการลดต้นต้นทุนและระยะเวลาในการออกแบบ ซึ่งแบบที่ว่านี้ ส่วนใหญ่จะมีการใช้งานประมาณ 1 - 5 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการออกแบบทาวน์เฮาส์และชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่จัดเก็บเป็นคลัง

เป็นแนวคิดที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากยังไม่เคยมีการทำแบบนี้มาก่อน ส่วนใหญ่จะเป็นการออกแบบทาวน์เฮาส์ใหม่เสมอ แล้วส่งให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้ได้ตามแบบที่สถาปนิกออกแบบมากที่สุด

บันทึกการสัมภาษณ์ สำนักงานของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)
วันที่ 10 ธันวาคม 2563
ผู้ให้สัมภาษณ์ คุณศักดิ์ชัย ดาราการ ณ อยุธยา
ตำแหน่ง สถาปนิกหน่วยงานพฤกษาวิลล์

เนื้อหาการสัมภาษณ์

การออกแบบทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน) เป็นการออกแบบเพื่อคนส่วนใหญ่ ที่จำเป็นจะต้องออกแบบให้คนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ ไม่ใช่ออกแบบเฉพาะตามแนวความชอบของสถาปนิกแต่เพียงผู้เดียว แต่ต้องมีการคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ โดยเฉพาะต้นทุนการผลิตและกลุ่มลูกค้าที่จะสนใจซื้อ โดยทั่วไปการออกแบบทาวน์เฮาส์จะออกแบบด้านหน้าเหมือนกันหมด มีรูปแบบเดียวทั้งโครงการ และต้องมีการออกแบบใหม่ทุกครั้งที่มีการขึ้นโครงการใหม่เพื่อให้ได้ทาวน์เฮาส์ที่มีความสวยงามตามยุคสมัยและเกิดลักษณะเฉพาะ

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบทาวน์เฮาส์ในปัจจุบัน ได้แก่ AUTOCAD สำหรับการทำแบบก่อสร้างในลักษณะ 2 มิติ และ SKETCH UP สำหรับออกแบบร่างเบื้องต้นเพื่อให้เห็นรูปแบบทาวน์เฮาส์เป็น 3 มิติ

การออกแบบทาวน์เฮาส์ มีขั้นตอนและระยะเวลา ดังนี้

1) ขั้นตอนการออกแบบร่างขั้นต้น

เมื่อบริษัทได้ซื้อที่ดินและทำการศึกษาความเป็นไปได้เรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ เช่น ความต้องการของผู้บริโภค คู่แข่งในตลาด พื้นที่ของโครงการ ราคาต้นทุนและกำไรที่กำหนดไว้ เป็นต้น รวมไปถึงข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เช่น ขนาดโครงการ พื้นที่การใช้งาน เป็นต้น หลังจากนั้น จึงส่งต่อข้อมูลให้ทางสถาปนิกเพื่อให้ออกแบบทาวน์เฮาส์ ที่มีรูปแบบที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด โดยสถาปนิกต้องทำการแปลงข้อมูลให้เป็นแนวความคิดในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม จัดทำรูปแบบประมาณ 2- 3 ทางเลือก เพื่อให้ทางผู้บริหารและคณะ เลือกแบบที่ดีที่สุดไปลงโครงการ จากนั้นจัดสถาปนิกจะทำแบบร่าง และส่งให้ทางโรงงาน ใช้เวลา 14 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ขั้นตอนการพัฒนาแบบการก่อสร้าง

สถาปนิกทำการพัฒนาจากแบบร่างให้เป็นแบบก่อสร้างที่มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น ชนิดวัสดุที่เลือกใช้ การใส่ระยะต่างๆที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น จัดทำแบบขยาย ส่วนทางโรงงานเมื่อได้รับแบบร่างแล้วจะทำการคำนวณ ออกแบบแบ่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถทำการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งได้ ใช้เวลา 1 วัน

3) ขั้นตอนการประชุมแบบร่วมกัน (Co-Design)

ฝ่ายสถาปนิกและผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบทั้งหมด จะเข้าร่วมการประชุมแบบร่วมกันกับฝ่ายโรงงาน เพื่อชี้แจงข้อผิดพลาด เช่น ให้แก้ไขขนาดแผ่นคอนกรีตที่โรงงาน ไม่สามารถผลิตได้ ตำแหน่งช่องเปิดที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สามารถทำการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งได้ ใช้เวลา 1 วัน

4) ขั้นตอนการแก้ไขแบบ

ฝ่ายสถาปนิกและผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบทั้งหมด จะทำการแก้ไขแบบตามข้อบกพร่องที่ได้ทำการประชุมแบบร่วมกัน (Co-Design) เพื่อจัดทำเป็นแบบก่อสร้างที่สมบูรณ์ ใช้เวลา 13 วัน จากนั้นทำการส่งให้ทางโรงงานเพื่อให้ทางโรงงานจัดทำแบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต่อไป

5) ขั้นตอนการทำแบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

โรงงานจัดทำแบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ที่มีการใส่รายละเอียดต่างๆ เช่น ขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละชิ้น การใส่เหล็กภายในชิ้นส่วนคอนกรีต เป็นต้น เพื่อนำแบบที่ได้ไปผลิตในขั้นตอนถัดไป ใช้เวลา 21 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกการสัมภาษณ์ โครงการพฤกษาวิลล์ กรุงเทพกรีฑา วงแหวน
วันที่ 11 ธันวาคม 2563
ผู้ให้สัมภาษณ์ คุณณฐนน เนียมงาม
ตำแหน่ง วิศวกรภาคสนาม

เนื้อหาการสัมภาษณ์

การก่อสร้างทาวน์เฮาส์ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)

เป็นการก่อสร้างแบบสายพานเช่นเดียวกับการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของ บริษัท พฤกษา ฯ ซึ่งเป็นนวัตกรรมการก่อสร้าง ที่มีคุณภาพด้วยระบบอุตสาหกรรมหรือที่เรียนกันว่า “PRUKSA REAL ESTATE MANUFACTURING” (Pruksa REM.) ซึ่งเป็นแนวความคิดที่ประยุกต์มาจากแนวคิดการผลิตแบบอุตสาหกรรมเช่นเดียวกับขบวนการผลิตรถยนต์ ที่จัดแบ่งเป็นระบบและเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยใช้วิศวกรผู้ชำนาญการและทีมช่างผู้เชี่ยวชาญแต่ละชุดในงานนั้นๆ โดยเฉพาะ เริ่มจากทีมช่างผู้เชี่ยวชาญด้านงานฐานราก ได้แก่ การตอกเสาเข็ม การเทพื้นเริ่มทำงานที่ทาวน์เฮาส์หลังแรก หลังจากทำงานเสร็จในบ้านหลังแรก ก็ย้ายไปทำงานที่บ้านหลังถัดไป จากนั้นทีมช่างผู้เชี่ยวชาญด้านงานประปาเข้ามาทำงานต่อจนเสร็จ จึงจะย้ายไปทำงานในบ้านหลังถัดไป ต่อด้วยทีมช่างผู้เชี่ยวชาญด้านอื่นๆ จนการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการก่อสร้างทาวน์เฮาส์ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

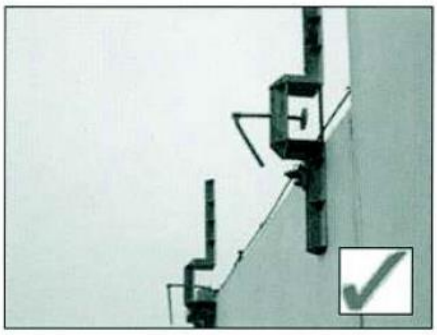
โดยทั่วไปการก่อสร้างทาวน์เฮาส์จะก่อสร้างพร้อมกัน ครั้งละ 7 คูหา สำหรับการก่อสร้างแบบ Fully Precast(แบบที่โครงสร้างเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด) มีขั้นตอนดังนี้ ตอกเสาเข็ม พื้นชั้นล่าง ติดตั้งผนังชั้นล่าง ติดตั้งบันไดคอนกรีตสำเร็จรูป ติดตั้งพื้นชั้นบน ติดตั้งผนังชั้นบน เดินท่อระบบสุขาภิบาล เทพื้นคอนกรีตโรงจอดรถ ติดตั้งโครงหลังคา ปิดเชิงชายและมุงหลังคา เชื่อมปิดผสานรอยต่อและเก็บงานปูน เดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ฝ้าเพดาน ตกแต่งเปลือกอาคาร ปูกระเบื้องพื้น ทาสี ติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง ติดตั้งอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ ติดตั้งราวกันตก วัสดุปิดผิวบันได รั้วหน้าบ้าน ปูพื้นลามิเนต ติดตั้งบัวเชิงผนัง ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และทำความสะอาดก่อนที่จะทำการส่งมอบให้ลูกค้า

รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

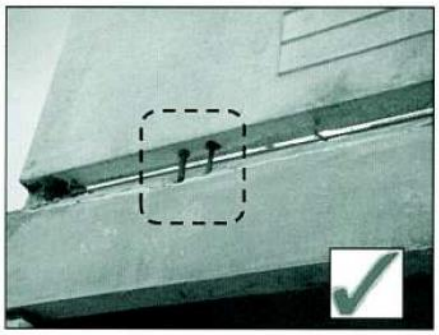
เนื่องจากชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีขนาดที่จำกัด จึงทำให้ต้องมีรอยต่อระหว่าง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างแผ่นผนัง รอยต่อระหว่างคาน รอยต่อระหว่างพื้น และผนัง เป็นต้น อีกทั้ง ยังจำเป็นต้องใช้ แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ในการติดตั้งชิ้นส่วนเหล่านั้น จึงทำให้การควบคุมคุณภาพของรอยต่อ ระหว่างชิ้นส่วนเป็นไปค่อนข้างยาก ซึ่งถ้าหากไม่มีการตรวจสอบรอยต่อเหล่านี้ ให้ถูกต้องตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ อาจนำไปสู่ปัญหารั่วซึมได้ ทำให้ต้องมีการตรวจสอบรอยต่องานติดตั้งแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป ทุกครั้งหลังจากติดตั้งแล้ว

รายการตรวจสอบรอยต่องานติดตั้งแผ่นPrecast

1) การตรวจสอบการติดตั้ง Support



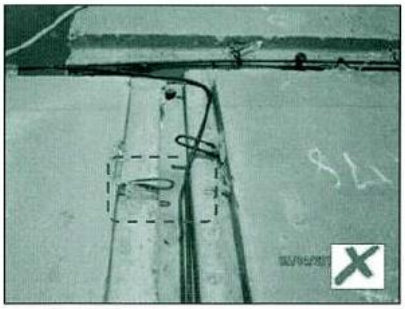
Note : ติดตั้งอุปกรณ์ Key Guide ตาม



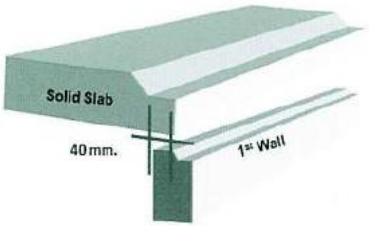
Note : Socket M20 หรือชิมเพลสครบทุกจุด

2) งานตรวจสอบเหล็กเสริมรอยต่อพื้น-ผนัง

Note : ร้อยเหล็ก RB9 เข้าห่วง Eye Bolt M9 ผ่านหั้งพื้นและร้อยอ้อม DB16 ที่ใช้เสียบ

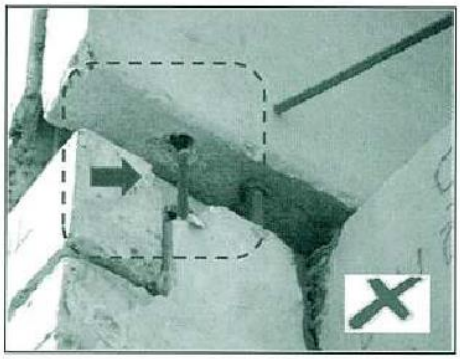


ร้อยเหล็ก Loop ไม่ครบ



Note : พื้นต้องวางบน Support ผนัง หรือ คาน อย่างน้อย 40 mm. ± 20 mm.

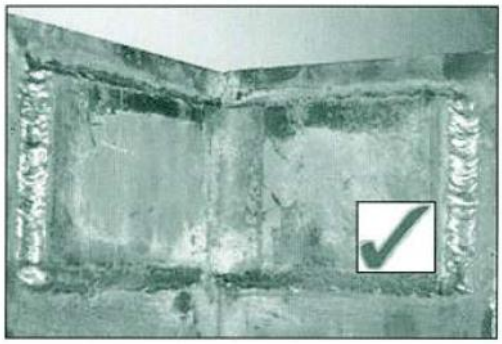
3) การตรวจสอบงานเหล็ก Dowel และ Flat Slab

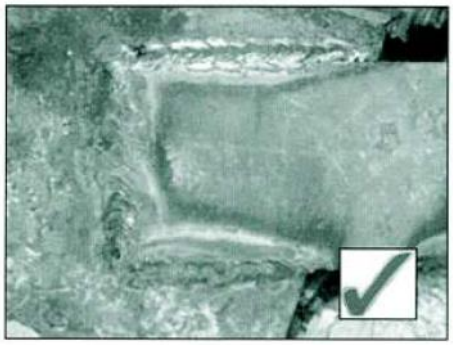


Note : จะต้องใช้ประแจครีมล็อคในการขัน Dowel Corrugate ชั้น 2 และขันเกลียวลึกไม่ต่ำ

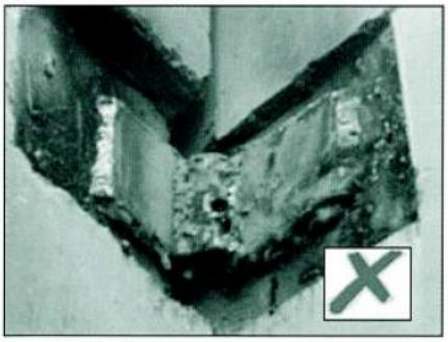
Note : เมื่อจะทำการติดตั้งควรตรวจสอบตำแหน่ง จำนวน เหล็ก Dowel ที่ฝังว่าถูกต้องหรือไม่ หากมีข้อผิดพลาด จะต้องรีบแจ้งทางวิศวกรโครงการ เพื่อหาทางแก้ไข ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

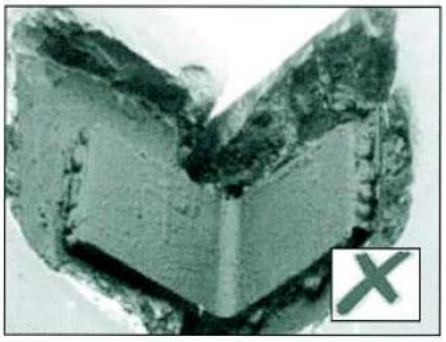
4) การตรวจสอบตำแหน่ง,จุดเชื่อมPlate





ภาพจากการทำงานจริง ; จะสังเกตุเห็นได้ว่ารอยเชื่อม เชื่อมเต็มตลอดแนวทั้ง 3 ด้าน และรอยเชื่อมเมื่อทำการแคะสแลก จะเห็นเป็นรอยเชื่อมคล้ายเกล็ดปลา ซึ่งรอยเชื่อมแบบนี้ ถือว่ามี คุณภาพ



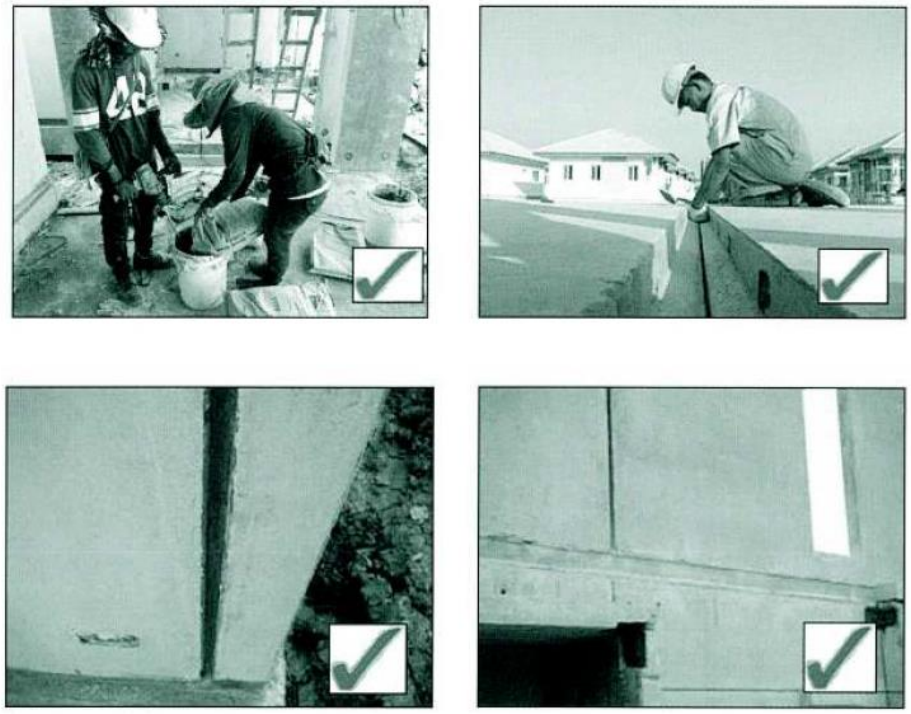


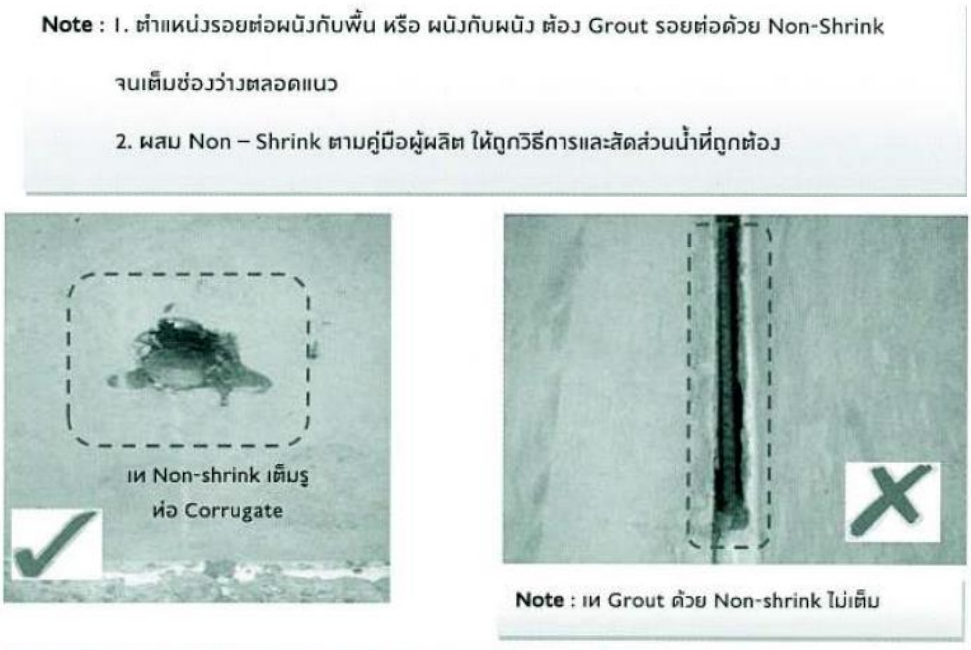
Note : ดัดแปลงเหล็กเพลท และรอยเชื่อมไม่ได้ คุณภาพ

Note : ไม่เคาะสแลก ,รอยเชื่อมไม่ได้คุณภาพ และเชื่อมไม่ครบ 3 ด้าน

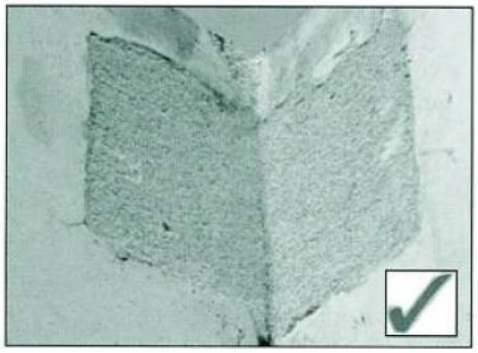
5) การตรวจสอบงาน Non Shrink Grout

Non Shrink Grout เป็นปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง ที่ได้รับการทดสอบว่า เมื่อใช้งานแล้วไม่หดตัว มีความทนทานสูง

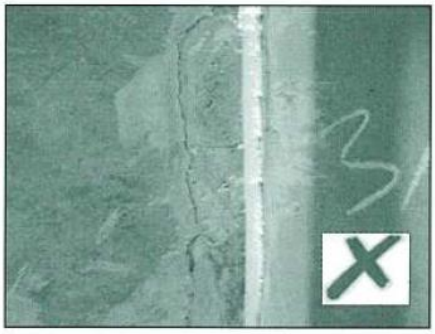




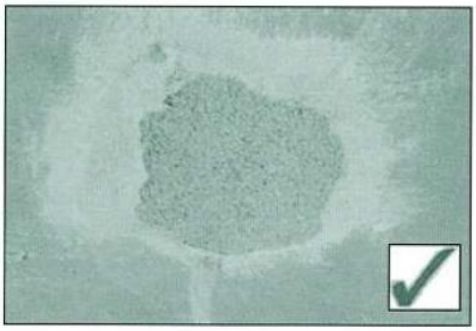
6) การตรวจสอบงานฉาบแต่งผิวโครงสร้าง



Note : งานฉาบปิดแผ่น Plate มีคุณภาพ



Note : เก็บงานบิ่นแตกมุมแผ่น ไม่ถูกวิธี และไม่เรียบร้อย



Note : ฉาบแต่งรอยเชื่อม Plate ,รูห่อ Corrugate, รอยบิ่น-แตก และรูเจาะ Bolt M12 ให้แล้วเสร็จ ก่อนส่งมอบงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกการสัมภาษณ์	ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป นวนคร ของ บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน)
วันที่	13 ธันวาคม 2563
ผู้ให้สัมภาษณ์	คุณทวีวุฒิ พิทักษ์กุล
ตำแหน่ง	วิศวกรประจำสายการผลิต และคณะ

เนื้อหาการสัมภาษณ์

การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป นวนคร ของบริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) มีเนื้อที่โดยประมาณ 130 ไร่ กำลังการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประมาณ 2 ล้านตารางเมตรต่อปี ซึ่งถือว่ามีกำลังการผลิตมากที่สุดในโลก

โรงงานที่นี่มีการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 2 กะ คือ กะเช้าและกะกลางคืน ถ้ากรณีการผลิตน้อยแต่ละกะจะลดเวลาการทำงานลง แต่ยังคงมีแบ่งการทำงานเป็น 2 กะเท่าเดิม

ชิ้นส่วนที่ผลิตได้จะต้องมีการระบุวันเดือนปีที่ผลิต สถานที่ผลิต และชื่อผู้ตรวจสอบชิ้นส่วนบนชิ้นส่วนทุกชิ้น ก่อนที่จะดำเนินการขนส่งไปยังที่ตั้งโครงการ

ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 13 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทำความสะอาดโต๊ะแบบ ซึ่งโต๊ะแบบ มีขนาด 13.50 x 3.50 เมตร
2) การเคลือบน้ำมันบนผิวของโต๊ะแบบ
3) การเขียนเส้นร่าง กำหนดตำแหน่งชิ้นส่วน ช่องเปิด และงานระบบ
4) การวางแบบข้าง
    - แบบข้างเหล็ก ซึ่งมีอายุการใช้งาน 200 ครั้ง โดยสั่งผลิตจากต่างประเทศ และมีราคาสูง
    - แบบข้างไม้ จะจัดทำขึ้นเองภายในโรงงาน ใช้ในกรณีที่มีขนาดของชิ้นส่วน ไม่ตรงกับขนาดของแบบข้างเหล็กที่มีอยู่เพียงเล็กน้อย
    - โฟม ในกรณีที่ชิ้นส่วนมีขนาดไม่ตรงกับแบบข้างเหล็ก และแบบข้างไม้ที่มีอยู่เดิม

- แบบช่องเปิด ประตู และหน้าต่าง(Block out) ถ้าหากแบบของช่องเปิดนั้น มีขนาดน้อยกว่า 50 x 50 เซนติเมตร จะทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องจักรในการวางแบบช่องเปิดบนโต๊ะแบบได้

5) การวางเหล็กเสริม โดยตะแกรงเหล็กเสริม ที่มีขนาด # 30x30 เซนติเมตร ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเหล็กสำหรับตะแกรงเหล็กเสริมนั้น สามารถตัดได้แคบที่สุด 50 เซนติเมตร
6) การติดตั้งอุปกรณ์ในผนัง ได้แก่ ท่อไฟ ท่อน้ำ สวิตช์ไฟ จุดเชื่อมต่อผนัง จุดยกผนัง ฯลฯ ใช้คนในการติดตั้ง
7) การเทคอนกรีต การจะทำให้ คอนกรีตเต็ม แน่น จะใช้การเขย่าไล่ฟองอากาศ
8) การปาดหน้าคอนกรีต
9) การขัดผิวคอนกรีต ทำการขัดคอนกรีตให้เรียบเสมอแบบข้าง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขัดหยาบ 2 ครั้งขัดละเอียด 1 ครั้งและลงฟอง โดยใช้ฟองน้ำ มาลูบให้ผิวเรียบเสมอกัน
10) การบ่มคอนกรีต เข้าตู้บ่ม ประมาณ 8-10 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ Strength ตามที่เราต้องการ ตู้บ่มมีลักษณะเป็นช่องๆเหมือนลิ้นชัก และเป็นระบบปิด
11) การถอดแม่แบบ หลังจากทำการบ่มคอนกรีตเสร็จแล้ว ก็จะ ถอดแบบข้างออก โดยใช้คนในการถอด งัดแม่เหล็กออก แบบข้างจะถูกเอาไปทำความ สะอาดเพื่อนำไปใช้งานต่อ ในเครื่อง Shuttering Cleaning
12) การยกชิ้นส่วน มีการยกโต๊ะเพื่อให้ยกชิ้นงานได้ง่ายขึ้น ชิ้นงานไม่เกิดแรงเวลายกจะได้ไม่เกิดรอยร้าว
13) การจัดเก็บชิ้นส่วน ชิ้นส่วนจะถูกลำเลียงใส่ในตระกร้า(Rack) มีเครื่องจักรกลที่ใช้เคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ส่งไปยังรถบรรทุกสิบล้อ เพื่อขนส่งและนำไปประกอบติดตั้งที่หน้างาน

บรรณานุกรม

Shahzad, W., Mbachu, J. and Domingo, . Prefab Content Versus Cost and Time Savings in Construction Projects: A Regression Analysis. Auckland, New Zealand, 2014.

เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย สถาพร โภคา วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์ และอิทธิพงศ์ พันธ์นิกุล. การออกแบบผนังรับน้ำหนักคอนกรีตสำเร็จรูป: กรณีศึกษา. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 1(กรกฎาคม - ธันวาคม) (2551): 62-76.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. การวางผังอาคารด้วยตารางพิกัด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2529.

จาตุรนต์ วัฒนผาสุก. ระบบก่อสร้างโดยวิธี Prefabrication. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

จิราวัฒน์ หุตราชภักดี. ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปทาวน์เฮาส์ 3 ชั้น กรณีศึกษา: บริษัท โพสแอนด์พรีศาส จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

ชนิกา รักษากุล. การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การออกแบบบ้านเดี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ธนพล สินธุยนต์. แนวทางการนำระบบเสา-คานสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับการก่อสร้างระบบเดิมในโครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

นฤนาท เกตุพันธ์. แบบทาวน์เฮาส์สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน). ทาวน์เฮาส์พฤกษาวิลล์ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://pruksaville.pruksa.com/

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน). ประวัติบริษัท [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.pruksa.com/about-us/pruksaprecast-aboutprecast

บัณฑิต จุลาสัย. แนวทางการซื้อบ้าน พิจารณาในด้านรูปแบบเทคโนโลยีการก่อสร้าง. การพัฒนาการบ้านจัดสรร ในปัจจุบัน.

พิเชษฐ์ นะสูงเนิน. การก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป : การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป บ้านเดี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.

มั่น ศรีเรือนทอง. การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. วารสาร ว.ส.ท. ฉบับเทคโนโลยี 48 (พฤษภาคม) (2538): 72-83.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิกรม เหล่าวิสุทธิชัย. การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตชิ้นส่วนในที่ตั้งโครงการและในโรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.

วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยคำนึงระบบประสานพิกัด [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://precast.rmutl.ac.th/การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จ/

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการก่อสร้างแห่งชาติ. มาตรฐานและการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่ง ประเทศไทย. กรุงเทพฯ, 2516.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. งานออกแบบโครงการก่อสร้างศึกษา สวนกระแสลงทุนชะลอตัว [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Construction-Design.aspx

สภาวิศวกร. การก่อสร้างโครงสร้างสำเร็จรูป (Precast Concrete Structure) [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.coe.or.th › Articles › PrecastConcreteStructure

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. แนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ, 2558.

อุบล แย้มเกตุหอม. การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป กรณีศึกษา: ทาวน์เฮาส์สองชั้น ของบริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด(มหาชน). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม ภาคสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จุฬาลักษณ์ อมรเศรษฐพงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	05-12-2534
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	เขตประเวศ แขวงประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University