รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น

Installation Precast Concrete House

นายอาณัฐชัย ศิริถาวร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น

Installation Precast Concrete House

นายอาณัฐชัย ศิริถาวร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น
นักศึกษา นายอาณัฐชัย ศิริถาวร
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมโยธา
อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร
ผู้นิเทศงาน ว่าที่ ร.ต.สุทธิพร วงษ์หาญ
สถานประกอบการ บริษัทโกลเด้นแลนด์ พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจได้ไปศึกษาต่อและนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต และเพื่อเป็นการพัฒนาวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ให้มีการตื่นตัวมากขึ้น เนื่องจากการนำผนังคอนกรีตรับแรงมาใช้ในงานก่อสร้างแทนการก่อสร้างแบบเดิมคือการก่ออิฐหรือหล่อเสาและคานในที่ ช่วยในการลดต้นทุนและลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้มาก โดยอาคารที่ใช้ทำการศึกษาคือบ้านจัดสรร 2 ชั้นที่อยู่ในโครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ ซึ่งจะทำการศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น ว่ามีขั้นตอนการติดตั้งตั้งแต่เริ่มต้นคืองานเสาเข็ม งานฐานราก งานคานคอดิน งานพื้นชั้น1 งานผนังชั้น งานคานและพื้นชั้น2 งานผนังชั้น2 งานโครงหลังคา และงานปูกระเบื้องหลังคาตามลำดับ รวมถึงบอกข้อดีของผนังคอนกรีตรับแรงว่ามีข้อดีคือช่วยประหยัดต้นทุนในการก่อสร้าง ใช้ระยะเวลาน้อยในการก่อสร้างจนเสร็จ และยังรักษาสิ่งแวดล้อมหลังจากก่อสร้างเสร็จแล้ว และข้อเสียของผนังคอนกรีตรับแรงคือเมื่อนำมาติดตั้งหรือประกอบเป็นโครงสร้างบ้านต้องมีการควบคุมมาตรฐานที่ดีภายใต้เงื่อนไข ข้อกำหนดหรือคำแนะนำของผู้ออกแบบ และจะต้องคำนึงถึงจุดต่อหรือรอยต่อผนัง (Joint) และยังอธิบายถึงรอยต่อระหว่างผนังที่ต้องยิง PU ซึ่งเป็นเคมีพันธ์ที่มีคุณสมบัติเหนียวและแข็งแรง เหมาะแก่การมายิงปิดตรงบริเวณรอยต่อผนัง เพื่อกันไม่ให้น้ำรั่วซึมเข้ามาในตัวบ้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำผนังคอนกรีตรับแรงมาใช้ก่อสร้างแทนการก่อสร้างแบบเดิมๆ จะสามารถลดต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้ก่อสร้างลงได้ และยังช่วยรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมที่หน้างานด้วย เนื่องจากการนำผนังคอนกรีตรับแรงมาใช้ก่อสร้าง ไม่ต้องทำการก่อสร้างที่หน้างาน เพราะผนังคอนกรีตรับแรงจะหล่อสำเร็จมาจากโรงงานผลิต ซึ่งในรายงานสหกิจเล่มนี้ก็จะอธิบายถึงการผลิตผนังคอนกรีตรับแรงไว้ด้วย

Cooperative Title: Installation Precast Concrete House

Student intern name: Mr.Anutchai Sirithaworn

Faculty: Engineering **Department:** Civil Engineering

Advisor name: Asst.Prof. Dr. Arthit Petchsasithon

Mentor name: Acting Sub Lt. Suttipron Wongharn

Company: Goldenland Property Development Pcl.

ABSTRACT

This Co-operative report is studying about Installation Precast Concrete House. The aim of this study is for people or student who is interesting that to apply for another works in the future and for developing industry business because Company that I go to study use Precast Concrete instead old construction method. The Precast Concrete can help reduce cost and time. The building case is in Golden Village Onnuch – Patthanakarn. Study case will be studying about Installation Precast Concrete House ex. Step to construction respective as 1st step is pile work ,next step is foundation work ,beam 1st floor work ,wall 1st floor work ,beam 2nd floor work ,wall 2nd floor work ,Roof frame work and Tile work. Include refer to advantages and disadvantages of Precast Concrete and still save environment. And explain about PU is Chemical Polymer. It have property sticky and strength suitable modify wall joints for do not let water leak pass inside home. Conclude Precast Concrete can help reduce cost and time and still save environment because Precast Concrete do not construct in site but manufacturing in factory then attributed in site which in This Co-operative report still explain about manufacturing Precast Concrete.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร ซึ่งเป็นอาจารย์นิเทศ และ ว่าที่ ร.ต.สุทธิพร วงษ์หาญ ผู้จัดการโครงการหมู่บ้านโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ ซึ่งเป็นผู้นิเทศงาน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในด้านการทำสหกิจศึกษา ตลอดจนแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา และตรวจแก้ปัญหาให้สำเร็จสมบูรณ์ จึงทำให้รายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำตลอดจนเป็นกำลังใจในการทำสหกิจศึกษาในเทอมนี้

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ และคอยสนับสนุนทุกสิ่งอย่างให้สามารถทำสหกิจศึกษาและรายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และผ่านไปได้ด้วยดี

อาณัฐชัย ศิริถาวร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูปภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 5

1.4.1 การศึกษาการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง 5

1.4.2 การตรวจสอบให้ได้มาตรฐานโดยวิศวกร 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวของ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ปัญหาที่พบ 20

3.2 สมมติฐาน 20

หน้า

3.3 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)..... 21

3.3.1 ข้อดี 21

3.3.2 ข้อเสีย 21

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) 23

3.4.1 งานเสาเข็ม 23

3.4.2 งานตรวจเสาเข็ม..... 24

3.4.3 งานฐานราก..... 24

3.4.4 งานคานคอดินและงานคานชั้น 1..... 25

3.4.5 งานพื้นชั้น 1..... 28

3.4.6 งานผนังชั้น 1..... 29

3.4.7 งานคานชั้น 2 และพื้นชั้น 2 31

3.4.8 งานผนังชั้น 2 33

3.4.9 งานโครงหลังคา..... 34

3.5 การยิง PU ตามรอยต่อผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) 35

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างแบบผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) 37

4.2 เปรียบเทียบการใช้ผนังคอนกรีตรับแรงในการก่อสร้างกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่..... 38

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 40

5.2 ประโยชน์ของโครงงาน..... 40

5.3 แนวทางในการพัฒนา..... 41

5.4 ข้อเสนอแนะ..... 41

หน้า

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก ก 43

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ตารางค่าความสมบูรณ์ของเสาเข็ม 24

4.1 ขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง 37

4.2 ตารางการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบบ Precast กับ แบบหล่อในที่ 38

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 การก่อสร้างบ้านด้วยไม้ 8

2.2 การก่อสร้างโดยใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก 8

2.3 การก่อสร้างบ้านด้วยผนังคอนกรีตรับแรง 9

2.4 ระบบโครงสร้างเสาและคาน..... 11

2.5 การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง..... 12

2.6 ทำความสะอาดและเคลือบน้ำมัน 13

2.7 การวางอุปกรณ์และของฝัง 14

2.8 วางเหล็กแบบกั้นข้าง..... 14

2.9 วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง..... 15

2.10 การเทคอนกรีต..... 15

2.11 การปาดหน้าคอนกรีต..... 16

2.12 การขัดผิวหน้าคอนกรีต 16

2.13 การบ่มคอนกรีต..... 17

2.14 การถอดแบบ..... 17

2.15 การยกชิ้นงาน..... 18

3.1 การตอกเสาเข็ม 23

3.2 การตรวจสอบเสาเข็ม 24

3.3 ผังการวางฐานราก..... 25

3.4 แบบฐานราก 25

รูปที่ หน้า

3.5 งานคานคอดิน..... 26

3.6 การขุดเปิดหน้าดิน..... 26

3.7 หาเส้นไลน์ของคาน..... 27

3.8 งานคาน คสล..... 27

3.9 งานเก็บรอยต่อ..... 28

3.10 งานเดินท่อประปาใต้พื้น 28

3.11 กลบดินและฉีดน้ำยากันปลวก 29

3.12 งานปิดพื้นชั้น 1 พร้อมปิดรอยต่อ 29

3.13 หาตำแหน่งไลน์ที่พื้น..... 30

3.14 ติดตั้งผนังชั้น 1..... 30

3.15 การเกร้าท์ด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์ 31

3.16 แบบการติดตั้งคานและพื้นชั้น 2 32

3.17 การติดตั้งบันได..... 32

3.18 การติดตั้งพื้นชั้น 2 และเข้าแบบใส่เหล็ก Tie Bar 32

3.19 การติดตั้งผนังชั้น 2..... 33

3.20 ตำแหน่งการเกร้าท์ท่อคลอลูเกตด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์ 33

3.21 การติดตั้งโครงหลังคา..... 34

3.22 งานติดตั้งเชิงชาย..... 34

3.23 งานติดตั้งกระเบื้องหลังคา..... 35

3.24 การยิง PU ภายนอก..... 36

4.1 ภาพตัวอย่างของบ้าน 2 ชั้นที่ติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงเสร็จแล้ว..... 39

รูปที่ **หน้า**

4.2 รูปแบบและลำดับการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น 39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันในแวดวงอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์มีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีบริษัทหลากหลายขนาดก่อตั้งขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ทำให้บริษัทต่างๆมีการแข่งขันแย่งงานกันสูงมาก ดังจะเห็นได้ว่าในการสร้างบ้านหรือสิ่งก่อสร้างโครงการๆหนึ่งนั้น ได้มีการประมูลเพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุดกับทุกๆฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และยังส่งผลให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องมีความเปลี่ยนแปลงไปและแข่งขันกันมากขึ้นตามไปด้วย ผู้คนจึงต้องปรับตัวและก้าวไปให้ทันตามยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป

ทำไมแวดวงอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์ถึงได้มีการเจริญเติบโตและพัฒนามากขึ้น จากที่ผู้จัดทำได้ไปทำสหกิจศึกษา ได้ดูข่าวจากทางโทรทัศน์ และศึกษาในด้านนี้ ทำให้รู้ว่าที่กลุ่มอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์เจริญเติบโตขึ้นนั้น เป็นเพราะจำนวนประชากรในประเทศที่มีมากขึ้นทุกๆวัน และเทคโนโลยีต่างๆที่พัฒนาขึ้นอย่างมากในเวลาอันสั้น จึงทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์เป็นที่ต้องการจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหรือคอนโดมิเนียม เพื่อรองรับกับจำนวนประชากรในปัจจุบัน

จากการที่ผู้จัดทำได้ไปทำสหกิจศึกษามา พบว่าในการสร้างบ้านหรืออาคารต่างๆนั้นใช้ระยะเวลานาน อาจเป็นเพราะหลายๆปัจจัยด้วยกัน ผู้จัดทำจึงได้ไปศึกษาเรื่องนี้และทำให้ทราบถึงปัญหาและการแก้ไขว่าต้องทำอย่างไร และนี่คือหนึ่งในวิธีแก้ไขปัญหาของการสร้างบ้านเรือนหรืออาคารที่ต้องใช้เวลานาน คือการใช้ผนังคอนกรีตรับแรงมาก่อสร้างแทนการก่ออิฐที่ซึ่งต้องใช้จำนวนแรงงานมากและระยะเวลาก่อสร้างนานมาก เพราะการใช้ผนังคอนกรีตรับแรงมาก่อสร้างแทน สามารถช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างไปได้เกินครึ่งจากระยะเวลาที่ใช้ก่อสร้างแบบก่ออิฐ

ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast concrete) ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการก่อสร้างระบบหนึ่ง ที่ปัจจุบันวงการก่อสร้างในบ้านเราเริ่มนิยมใช้ ทำไมเริ่มนิยมใช้ เนื่องจากระบบพรีคาสท์ในบ้านเรามีการใช้มานานมาก แต่มีการเลือกนำไปใช้สำหรับการก่อสร้างบางอย่าง เช่น การก่อสร้างสะพาน ทางยกระดับหรือพวกทางด่วนนั่นเอง ส่วนงานด้านอาคาร บ้าน ห้องแถว ตึกแถวนั้น ยังไม่นิยมใช้งานกันมากนักก็จะมีเห็นบางชิ้นงานนั่นก็คือชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป แต่หากนับรวมองค์อาคารทั้งหมดแล้วยังน้อยมาก

คำว่า พรีคาสท์ มาจาก precast นั้นคือ Pre+Cast คำว่า Pre นั่นคือ ก่อน ส่วนคำว่า Cast แปลว่า การหล่อหรือการเทในแบบนั้นเอง เมื่อสองคำมารวมกันสามารถแปลได้ว่าเป็นการหล่อหรือเทในแบบก่อนนำไปใช้งานหรือก่อนการประกอบ

คำว่า พรีแฟ็บ prefab คือ Prefabicate หรือ Prefabication คือการประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันก่อนนำไปติดตั้ง ส่วนมากก็มักนิยมใช้กับงานเหล็กที่ตัดเป็นชิ้นๆ แล้วนำมาต่อกันเป็นรูปร่างที่ต้องการเป็นส่วนๆ แล้วค่อยนำไปประกอบเป็นงานองค์รวม ซึ่งเรียกว่าการ installation หรือ erection แล้วแต่กรณี

สำหรับงานก่อสร้างที่เลือกใช้ ชิ้นส่วนโครงสร้างที่ทำการหล่อเป็นชิ้นงาน แล้วมาประกอบติดตั้งเป็นโครงสร้างในหน่วยงานก่อสร้างนั้นเรามักเรียกว่า พรีคาสท์ precast contrete หรือเรียกว่าชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนก็จะได้รับการออกแบบให้มีความมั่นคงแข็งแรงตามหลักวิศวกรรม แตกต่างกันไปตามโครงสร้างอาคารและการทำหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนขององค์อาคารนั้นๆ

ข้อดี หรือ จุดเด่นของระบบ Precast ที่ทำให้ผู้ประกอบการลงทุนสร้างโรงงานและอุปกรณ์สร้างชิ้นส่วน คือ ต้นทุนการก่อสร้างอาคารที่ลดลงหากเทียบจากระบบการก่อสร้างแบบปกติ เนื่องจากระยะเวลาในการก่อสร้างที่เร็วขึ้น ส่งผลให้ค่าแรงช่างถูกลง คุณภาพงานก่อสร้างเป็นไปตามมาตรฐานเนื่องจากผลิตในโรงงาน สามารถเปิดโครงการได้รวดเร็วทันความต้องการของตลาด และยังนำระบบวิธีการไปใช้กับโครงการอื่น ๆ ต่อได้อีกด้วย ข้อดีดังกล่าวเอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการเป็นส่วนใหญ่ในมุมกลับกัน เจ้าของบ้านหรือผู้บริโภคก็ได้รับประโยชน์เช่นกัน เนื่องจากชิ้นส่วนงานที่มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน เพราะผลิตในโรงงาน จึงไม่ต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ฝีมือความชำนาญของช่างหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่จะส่งผลต่อคุณภาพงานก่อสร้าง โดยเฉพาะมาตรฐานงานคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานที่เกี่ยวข้องกับปูนซีเมนต์ ได้พื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้น เพราะชิ้นส่วนของระบบ Precast จะผ่านการออกแบบมาให้เหมาะกับพื้นที่ของอาคารนั้น ๆ คำนึงถึงเหลี่ยมมุมของผนัง จึงไม่เสียพื้นที่ให้กับโครงสร้างเสา คาน ที่จะต้องมีหากก่อสร้างในวิธีปกติ และด้วยชิ้นส่วน Precast เป็นคอนกรีตโครงสร้างเสริมเหล็กที่ทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างอาคารและผนังอาคาร จึงทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าหากเทียบกับผนังระบบก่อ สามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้มากกว่าระบบการก่อสร้างทั่วไป ดังนั้นเมื่อโครงสร้างเป็นระบบ Precast จึงจำเป็นต้องกำหนดเรื่องโครงสร้างใต้ดินแต่แรก โดยวิศวกรโครงสร้าง เนื่องด้วยน้ำหนักต่อตารางเมตรของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับระบบผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป

เมื่อมีข้อดีก็มักมีข้อจำกัดของบ้านหรืออาคารที่ใช้ระบบการก่อสร้างแบบ Precast หากผู้บริโภคหรือเจ้าของบ้านจะทำการดัดแปลง ต่อเติม หรือปรับปรุงพื้นที่การใช้งาน สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ คือ คอนกรีตในส่วนที่ใช้เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่หล่อมาจากโรงงาน การถ่ายเทน้ำหนักโครงสร้างอาคาร และรูปแบบรอยต่อของการติดตั้งชิ้นส่วน โดยหลักสำคัญเจ้าของบ้านต้องทราบก่อนว่าโครงสร้างบ้านหรืออาคารเป็นระบบ Precast แบบผนังรับน้ำหนัก หรือ ระบบ Precast แบบเสา - คาน แล้วมาประกอบกับชิ้นส่วนผนังที่ไม่รับน้ำหนัก หรือระบบผนังก่อปกติ เพราะระบบที่ต่างกันจะมีข้อจำกัดในการดัดแปลง ต่อเติม หรือปรับปรุงพื้นที่การใช้งานแตกต่างกันด้วย

วิธีที่จะทราบได้ว่าโครงสร้างบ้านหรืออาคารที่อาศัยอยู่เป็นโครงสร้างระบบใด ง่ายที่สุดคือ สอบถามวิศวกรโครงการควบคู่ไปกับการดูแบบก่อสร้างหากมี และสามารถตรวจสอบได้โดยสำรวจหน้างาน ว่ามีแนวของเสาหรือคานที่รับน้ำหนักหรือไม่ หากมีเฉพาะผนังที่เป็นผนังคอนกรีตหล่อ ไม่ปรากฏเสาคานโครงสร้าง สมมติฐานเบื้องต้นได้ว่าเป็นโครงสร้างระบบ Precast แบบผนังรับน้ำหนัก แต่อย่างไรก็ตามให้ตรวจสอบร่วมกับวิศวกรอีกครั้ง

หากผนัง Precast เป็นผนังคอนกรีตที่ออกแบบเพื่อทดแทนผนังก่อ ไม่ได้มีส่วนในการรับแรงทางโครงสร้าง ก็สามารถรื้อ ทุบ สกัดได้ แต่ให้อยู่ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อไม่ให้ไปกระทบกระเทือนส่วนอื่น โดยเฉพาะกับเสา คาน ที่เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร แต่หากผนังเป็นโครงสร้าง Precast แบบรับแรง หากต้องการ รื้อ ทุบ เจาะ สกัด จะมีข้อจำกัดที่จะมีผลต่อโครงสร้าง ต้องได้รับคำแนะนำจากวิศวกรผู้ออกแบบของโครงการนั้น ๆ ว่าจุดใดที่สามารถทำได้ ร่วมกับเทคนิคการเจาะที่ต้องอาศัยเครื่องมือพิเศษสำหรับ X-Ray โครงสร้างของแผ่นผนัง เพื่อไม่ให้การดัดแปลงนั้นโดนตำแหน่งเหล็กเสริมที่สำคัญ

สิ่งที่ควรให้ความสำคัญอีกเรื่อง คือ เรื่องของรอยต่อชิ้นส่วนของระบบ Pre-Cast ที่ขึ้นอยู่แต่ละเทคนิคของผู้ประกอบการว่าจะให้มีรายละเอียดการเชื่อมต่ออย่างไร โดยทั่วไปจะให้ความสำคัญอยู่ 3 เรื่อง คือ เรื่องของความแข็งแรง เรื่องความเรียบร้อยสวยงาม และเรื่องของการบำรุงรักษา ลักษณะรอยต่อของแผ่น Precast ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณรอยต่อผนังกับผนังในแนวดิ่ง ผนังชิ้นบนกับผนังชิ้นล่างในแนวนอน และผนังกับพื้น ซึ่งรอยต่อดังกล่าวมักถูกออกแบบให้ป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และอากาศ

โดยอาศัยการออกแบบให้รอยต่อของชิ้นงานวางขบกันในลักษณะบังใบ แล้วยาแนวด้วยกาว PU (กาวโพลียูรีเทน) หรืออีกประเภทหนึ่ง คือ เว้นรอยต่อไว้เป็นโพรง แล้วเสริมเหล็กเส้น กรอกปูน Non-Shrink (ปูนที่มีคุณสมบัติยึดเกาะดี ไม่หดตัว) แล้วจึงยาแนวด้วยกาว PU สามารถใช้วัสดุตกแต่งมาปิดทับรอยต่อ เพื่อปกป้องให้รอยต่อนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น เช่น บัวประดับ เป็นต้น หรือติดวัสดุที่ช่วยเบรครอยต่อเพื่อป้องกันการแตกร้าวหรือเสื่อมสภาพในภายหลังด้วยคิ้ว บัว โลหะ หรือ PVC ที่

สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก หากต้องทำการซ่อมแซมรอยต่อ ก็สามารถทำได้โดยการลอกวัสดุที่ใช้ยาแนวเดิมออก แล้วทำการยาแนวใหม่

สำหรับการตัดสินใจเลือกซื้อโครงการบ้าน หรือคอนโดมิเนียม ที่ก่อสร้างด้วยระบบ Precast สิ่งที่เจ้าของบ้านควรพิจารณา คือ ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญในเรื่องระบบ Precast ของโครงการนั้น ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบการผลิตของโรงงาน การตรวจสอบคุณภาพ ความใส่ใจในรายละเอียดต่าง ๆ รวมถึงมีการวางแผนเผื่อในเรื่องของการต่อเติม ดัดแปลง หรือติดตั้งงานระบบ ของเจ้าของบ้านเองตั้งแต่เริ่ม เมื่อวัสดุและการติดตั้งมีคุณภาพ ประกอบกับการเลือกใช้ระบบที่ตรงกับความต้องการ และประโยชน์ใช้สอยทั้งในปัจจุบันและที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต การก่อสร้างแบบ Precast ก็จะเอื้อประโยชน์ให้เจ้าของบ้านได้มากเช่นกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่มาอ่านรายงานฉบับนี้ได้ไปศึกษาต่อและนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างบ้านเรือนหรือคอนโดมิเนียมในอนาคต

2. เพื่อเป็นการพัฒนาวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ให้มีการตื่นตัวมากขึ้น เนื่องจากการนำการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตรับแรงมาใช้ สามารถช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาการสร้างได้มาก

3. เพื่อให้คนที่สนใจได้รู้ข้อดีและข้อเสียของผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ที่ใช้ในการศึกษาคือโครงการ โกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ ซอยอ่อนนุช65 ถ. อ่อนนุช

2. ศึกษาวิธีการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงเพื่อนำไปประยุกต์ใช้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ได้ไปทำงานในโครงการ Golden Village อ่อนนุช-พัฒนาการ ซึ่งตั้งอยู่ในซอยอ่อนนุช 65 ถ.อ่อนนุช เป็นโครงการของบริษัทโกลเด้นแลนด์ พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด(มหาชน) มีหน้าที่เป็น Site Engineer โดยมีหน้าที่เดินดูและตรวจสอบว่าผู้รับเหมาหรือช่างที่ทำการสร้างบ้านนั้น ได้ทำอย่างมีประสิทธิภาพและเสร็จตรงตามระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ หากมีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาด ก็จะต้องรีบทำการแก้ไขให้ถูกต้อง โดยจะได้ศึกษาวิธีการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงจากผู้รับเหมาหรือช่างที่มาทำการก่อสร้าง โดยใช้เวลาในการทำสหกิจศึกษาเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 4 เดือน(1 เทอม) หรือเป็นระยะเวลาประมาณ 120 วัน โดยจะแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงและการตรวจสอบให้ได้มาตรฐานของบริษัทโดยวิศวกรประจำโครงการ

1.4.1 การศึกษาการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง

เป็นการศึกษาตั้งแต่ต้นว่าทำอย่างไร แรกเริ่มคือการวางผังและเขียนแบบของบ้าน และเริ่มสร้างฐานราก คานคอดิน พื้นชั้น1 ผนังชั้น1 คานชั้น2 ผนังชั้น2 โครงหลังคา และวัสดุมุงหลังคาตามลำดับ โดยจะจดบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนว่าใช้เวลาในการก่อสร้างกี่วัน

1.4.2 การตรวจสอบให้ได้มาตรฐานโดยวิศวกร

เป็นการตรวจสอบกระบวนการติดตั้งตั้งแต่งานเสาเข็ม งานฐานราก งานคานคอดิน งานพื้นชั้น1 งานผนังชั้น1 งานคานและพื้นชั้น2 งานผนังชั้น2 งานโครงหลังคา และงานปูกระเบื้อง ว่าเสาเข็มที่เจาะหรือตอกลงไปพังหรือไม่หรือมีจุดที่เสียหายหรือไม่ และแผ่นผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)ที่นำมาประกอบกันไม่เกิดข้อผิดพลาดหรืออาจจะผิดพลาด แต่ก็สามารถยอมรับได้ โดยจะตรวจสอบตัวผนังคอนกรีตรับแรง ว่าผิวเรียบ ไม่เบี้ยวหรือขรุขระจนจนเกินไป และจะตรวจสอบตามรอยต่อของผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)ว่าได้มีการยิง PU เพื่อกันไม่ให้น้ำจากภายนอกรั่วซึมเข้ามาในตัวบ้านได้ โดยจะตรวจสอบด้วยการทดสอบขังน้ำและฉีดน้ำจากภายนอก เป็นการสมมติว่าเรากำลังอาบน้ำหรือมีฝนตกอยู่เป็นเวลา 2 ชม. ถ้าหากมีน้ำซึมผ่านพื้นหรือผนังเข้ามาในตัวบ้าน จะต้องรีบแก้ไขโดยด่วน โดยการเปิดแผล ณ จุดที่รั่วซึม แล้วยิง PU อัดเข้าไปใหม่ ให้แน่หนาและเต็มร่องผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)กว่าเดิม เพื่อความปลอดภัยของตัวบ้านและผู้ที่มาอาศัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อช่วยพัฒนาในด้านอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์ เนื่องจากมีการแข่งขันกันทางตลาดและธุรกิจมากขึ้น จึงอาจจะนำความรู้จากโครงงานเล่มนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2. การศึกษาการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)ของบ้าน 2 ชั้น สามารถช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาในการสร้างบ้านหรือคอนโดมิเนียมได้

3. ได้ความรู้เรื่องการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น

4. ได้ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

ความหมายของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม(Industrialized Building System) หรือที่เรียกว่าระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Prefabrication System) คือการก่อสร้างที่นำเอาองค์อาคารบางส่วนหรือทั้งหมดเช่น พื้น ผนัง คาน เสา และบันได มาผลิตเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก(Precast Concrete) หรือชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง(Prestressed Concrete) จากโรงงานซึ่งอาจจะอยู่ในสถานที่ก่อสร้างหรือที่อื่นแล้วขนส่งมาติดตั้ง ประกอบเป็นอาคาร ณ สถานที่ก่อสร้าง โดยมีรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่แข็งแรงสามารถรับและส่งถ่ายน้ำหนักและแรงต่างๆตามข้อกำหนดของกฎหมายได้ ทำให้อาคารมีเสถียรภาพมั่นคงแข็งแรง ชิ้นส่วนจะต้องสามารถรับหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจากการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งได้

2.1.1.1 ประวัติและความเป็นทำของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างในระบบพรีคาสท์ (Precast constuction method) หรือระบบฟรีแฟ็บ (Prefabrication construction method) นั้นมีมานานหลายร้อยปีย้อนยุคไปตั้งแต่สมัยกรีก โรมัน อียิปต์ ที่ใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปกับอาคารขนาดใหญ่ โดยสกัดหินเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น เสา คาน หรือพื้น แล้วนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างที่เรา รู้จักกันดี (ตัวอย่างของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบดังกล่าวคือ ปิรามิดนั่นเอง) หากแบ่งการพัฒนาการหรือแบ่งยุคของการใช้ระบบพรีคาสท์นั้น สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ยุคแรก เป็นการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยหรือบ้านเรือนที่เน้นการพัฒนาอาคารให้มั่นคง โดยใช้ไม้ อิฐ หิน ดิน และวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น

รูปที่ 2.1 การก่อสร้างบ้านด้วยไม้

ยุคที่สอง เป็นยุคอุตสาหกรรม มีการพัฒนาระบบเครื่องกลที่ใช้พลังงานเข้ามาช่วยในการก่อสร้าง มีระบบโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และกลายเป็นจุดเริ่มต้นในการคิดค้นส่วนประกอบที่สำเร็จรูปขึ้น

รูปที่ 2.2 การก่อสร้างโดยใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก

ยุคที่สาม ซึ่งเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร โดยเฉพาะช่วงปลายของศตวรรษที่ 20 มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร มีการส่งถ่ายข้อมูลอย่างทั่วถึงทุกมุม โลกเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเทคนิคการก่อสร้างอย่างมากมาย การก่อสร้างมีการควบคุม มาตรฐาน ให้สูงขึ้น เมื่อมีการก่อสร้างที่ใช้รูปแบบเดียวกันมากขึ้น ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงถูกนำกลับมาใช้ และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนประกอบของอาคารที่มีขนาดใหญ่ได้ผลิตจากโรงงาน และมาประกอบที่สถานที่ก่อสร้างภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ต้นทุนค่าก่อสร้างอาคาร เพิ่มขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม แรงงานที่มีฝีมือขาดแคลน การควบคุมการก่อสร้างให้ได้มาตรฐาน ทำได้ยาก ดังนั้นในสภาวะการปัจจุบัน ที่มีปัญหาการขาดแรงงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ด้วยเหตุผลหลักคือ ลดค่าใช้จ่ายในการ ก่อสร้าง ความรวดเร็วในการก่อสร้าง และคุณภาพของงานที่ออกมามีมาตรฐาน

รูปที่ 2.3 การก่อสร้างบ้านด้วยผนังคอนกรีตรับแรง

2.1.1.2 เป้าหมายของการใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป

การที่จะนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้าง มีเป้าหมายหลัก คือ ต้องการ ควบคุมองค์ประกอบในงานก่อสร้าง 3 ประการให้ดี ดังนี้

1. คุณภาพดี (Quality)

2. รวดเร็ว (Schedule) งานก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจะใช้เวลาในการวางแผนและเตรียมการมากกว่างานก่อสร้าง ธรรมดา แต่เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างจริงในสนาม จะใช้เวลาน้อยกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดา

3. ราคาถูก (Economic) ราคาจะเป็นตัวแปรสำคัญที่จะตัดสินว่าควรเลือกใช้ระบบคอนกรีตสำเร็จรูปหรือแบบ ธรรมดา ซึ่งมีตัวแปรสำคัญที่จะกระทบต่อค่าใช้จ่ายโดยตรงคือ

- จำนวนที่จะสร้าง ถ้าสร้างมาก ราคาต่อหน่วยจะยิ่งลดลง

- เทคนิคที่นำมาใช้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น พื้นที่ทำงาน การขนส่งการ ติดตั้ง เทคนิคที่จะใช้ในแต่ละสถานที่ก็จะแตกต่างกันไป ซึ่งต้องพิจารณาถึงความ เหมาะสมเป็นกรณีไป

- การออกแบบรายละเอียด (Detail Design) ให้มีชิ้นส่วนชนิดเดียวกันให้มากที่สุด ตลอดจนออกแบบให้ผลิตง่าย ติดตั้งง่ายด้วย

2.1.1.3 รูปแบบการก่อสร้างโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง

การก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยโดย พิจารณาจากองค์อาคารที่ใช้รับน้ำหนักเป็น 2 แบบ คือ

1.ระบบโครงสร้างเสาและคาน (Column and Beam)

วัสดุที่ใช้ทำเสาและคาน อาจเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเป็นวัสดุอื่น เช่น เหล็กรูปพรรณ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 คาน (Beam) ท าหน้าที่รับแรงและถ่ายแรงออกทางด้านข้างตามความยาวของ คานไปที่จุดรองรับ คือ เสา (Column) ซึ่งทำหน้าที่รับแรงอัด (Compressive Force) ตามแนวแกนเสา เสาและคาน คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปมีลักษณะภายนอกและความสามารถในการรับแรง ใกล้เคียงกับงานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ จะต่างกันก็เพียงคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปจะมี ความสวยงามเรียบร้อยมากกว่า เพราะผลิตจากโรงงานที่สามารถควบคุมชิ้นงานได้ดี โดยทั่วไป ระบบสำเร็จรูปจะไม่ใช้คานคอนกรีตสำเร็จรูปร่วมกับเสาเหล็ก หรือเสาไม้ เนื่องจากการเชื่อมต่อ หรือยึดกันทำได้ยาก ดังนั้นคานคอนกรีตเสริมเหล็กมักใช้กับเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยตรง รอยต่อมักใช้วิธีหล่อคอนกรีตที่ปลาย ใช้ควบคู่กับอุปกรณ์ประกอบการท ารอยต่อที่ได้รับการ ออกแบบมาเป็นพิเศษ คานเหล็ก นิยมใช้ในอาคารขนาดใหญ่ หรืออาคารที่ต้องการลดระยะเวลา การก่อสร้าง หรือต้องการให้โครงสร้างโดยรวมมีน้ำหนักเบากว่าใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ก่อนไม่ นิยมใช้กับอาคารเพราะราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากต้องออกแบบจุดต่ออย่างพิถีพิถันให้มั่นคง แข็งแรง และต้องหุ้มฉนวนป้องกันอัคคีภัยชิ้นส่วนก่อสร้าง อาจเลือกทำจากเหล็กรูปพรรณชนิดรีด ร้อน (Hot-rolled Steel) หรือเหล็กรีดเย็น (Cold Work Steel) ตามความจำเป็น โดยคานเหล็กอาจใช้ ประกอบกับเสาเหล็ก หรือเสาคอนกรีต คานเหล็กอาจใช้รองรับตงไม้พื้นเหล็ก พื้นคอนกรีต หรือ ระบบพื้นไม้ก็ได้

รูปที่ 2.4 ระบบโครงสร้างเสาและคาน

2.ระบบโครงสร้างผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

บ้านหรืออาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) จะไม่มีเสา แต่จะใช้ผนังหล่อสำเร็จนั้นเป็นตัวรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นทั้งหมดแทนเสา ระบบนี้มีบริษัทรับสร้างบ้าน และโครงการหมู่บ้านจัดสรรหลายๆโครงการใช้อยู่ โดยผนังอาคารทั้งหมด(ทั้งภายในและภายนอก) จะถูกหล่อขึ้นจากโรงงานแล้วยกมาติดตั้งยังหน่วยงานก่อสร้าง ในระบบนี้ผนังของอาคารจะถูกออกแบบให้รับน้ำหนักของหลังคาและพื้นชั้นบนแล้วถ่ายลงไปยังฐานราก แทนที่คานและเสา การออกแบบผนังจะต้องมีรายละเอียดแบบทั้งหมดก่อนลงมือหล่อชิ้นส่วน เพราะจะต้องมีการเว้นช่องหน้าต่าง ประตู หรือช่องเปิดอื่นๆ รวมทั้งมีการผังท่อร้อยสายไฟและ กล่องสำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้าไว้ตั้งแต่ขั้นตอนหล่อชิ้นส่วน โดยผู้ออกแบบโครงสร้างระบบนี้ จะต้องออกแบบให้ผนังทุกชิ้นสามารถรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นได้โดยต้องนำข้อมูลเรื่องช่องเปิดใน

ผนังแต่ละส่วนมาประกอบการคำนวณด้วย แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ใช้ด้วยกัน เป็นแผ่นผนังที่หล่อสำเร็จ จากโรงงาน ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือผนังห้องน้ำ แผ่นผนังอาคารชั้นล่าง และแผ่นผนังชั้นบน ซึ่งลักษณะของผิวแผ่นผนังจะมีผิวเรียบ การก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก จะมีการวางคาน เฉพาะในส่วนของคานคอดินเท่านั้น ซึ่งคานคอดินจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ คานคอดินหลักซึ่ง เป็นคานที่ถ่ายน้ำหนักลงฐานรากโดยตรงและคานคอดินย่อยซึ่งเป็นคานที่ถ่ายน้ำหนักลงบนคานคอ ดินหลัก มั่น (2537) อธิบายว่า ระบบเสาและคานนิยมใช้กับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับ น้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอดเช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน และโรงเรียน เป็นต้น หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน คือ การ รับน้ำหนักจากพื้นส่งลงคาน จาก

คานส่งน้ำหนักลงเสา โครงสร้างและคานสำเร็จรูปมีข้อดีคือ ขนาด ของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาทำให้ขนย้ายได้ง่าย ข้อเสียคือ จำนวนรอยต่อของ ชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้นทำให้เสียเวลากับงานติดตั้ง ดังนั้นจะต้องมีการออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิดความต่อเนื่องและความแข็งเกร็งและรอยต่อนั้นจะต้องสามารถ ท างานได้ง่าย และรวดเร็วด้วย

รูปที่ 2.5 การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง

2.1.1.4 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

เมื่อพิจารณาจากการที่ระบบโครงสร้างผนังคอนกรีตรับแรง มีจำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนน้อยกว่าระบบเสาและคาน มีการเว้นช่องหน้าต่าง ประตู หรือช่องเปิดอื่นๆ รวมทั้งมีการฝังท่อร้อยสายไฟและกล่องสำหรับติดตั้งสวิตซ์ไฟฟ้าไว้ตั้งแต่ขั้นตอนหล่อชิ้นส่วน ทำให้ลดระยะเวลาสำหรับงานติดตั้ง ข้อดีอีกประการของบ้านหรืออาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบนี้คือ ไม่มีเสาทำให้บ้านหรืออาคารมีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้น ดูสวยงาม ดังนั้นระบบโครงสร้างผนังคอนกรีตรับแรงจึงได้รับความนิยมจากโครงการหมู่บ้านจัดสรรในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่แล้วในหลายๆโครงการจะมีวิธีการก่อสร้างบ้านอยู่ 2 แบบ คือ

1.วิธีการใช้ผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete) วิธีนี้จะมีการออกแบบและผลิตผนังรับน้ำหนักจากโรงงาน เพื่อที่จะส่งต่อไปกองเก็บติดตั้งที่บริเวณหน้างานและดำเนินการติดตั้งตามลำดับ

2. วิธีการหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อสำเร็จ (Cast in Place) หล่อในที่ก็คือ ไม่มีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนสำเร็จจากที่เคยกองเก็บหรือจากโรงงานมาสู่หน้างานเพื่อทำการประกอบหรือติดตั้ง แต่จะมีการ

ประกอบแบบ (Form work) เหล็กเสริมและเทคอนกรีตบริเวณที่ทำการก่อสร้างเพื่อให้งานที่ออกมาสมบูรณ์ ในปัจจุบันนิยมใช้แบบหล่อผนังคอนกรีตรับแรงที่สามารถสร้างแบบเต็มผนัง

2.1.2 การสร้างบ้านแบบหล่อประกอบโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

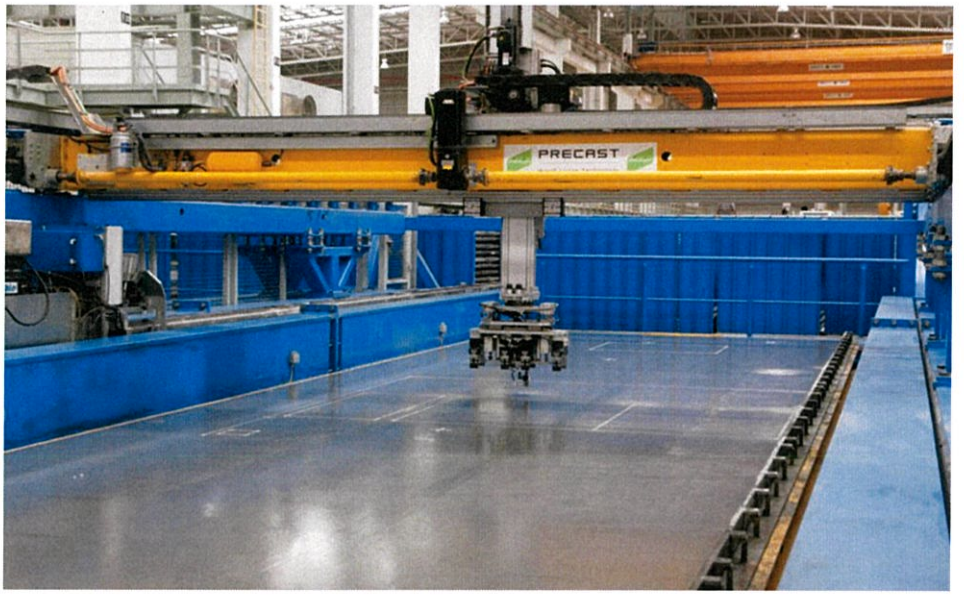
2.1.2.1 ขั้นตอนการหล่อผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

เทคโนโลยี Precast เป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ที่บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด มหาชน นำมาใช้เพื่อพัฒนารูปแบบการก่อสร้าง โดยเป็นการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่น พื้น ผนัง เสา รั้วบ้าน เป็นต้น ในสถานที่ก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนที่จะนำไปติดตั้ง ขั้นตอนการดำเนินงานสรุปได้ดังนี้

1.ทำความสะอาดและเคลือบน้ำมัน (Cleaning & Oiling Station) โต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ไปตาม Roller Block ผ่านไปยังเครื่องจักรทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทำแบบ

รูปที่ 2.6 ทำความสะอาดและเคลือบน้ำมัน

2.การวางตำแหน่งอุปกรณ์และของฝัง (Embedding) ทำการวางอุปกรณ์และวัสดุฝังตาม จุดที่กำหนด เช่น ท่อน้ำ ท่อประปา วงกบประตู วงกบหน้าต่าง เป็นต้น



รูปที่ 2.7 การวางอุปกรณ์และของฝัง

3.วางเหล็กแบบกั้นข้าง (Shuttering) ทำการวางเหล็กแบบกั้นข้างตามแนวที่กำหนด เพื่อให้คอนกรีตคงรูปร่างตามแบบ

รูปที่ 2.8 วางเหล็กแบบกั้นข้าง

4.วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง (Reinforcement) ทำการยกโครงเหล็กเสริมที่ผูกเรียบร้อยแล้วติดตั้งลงบนโต๊ะหล่อและตรวจสอบความถูกต้องก่อนเทคอนกรีต

รูปที่ 2.9 วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง

5.เทคอนกรีต (Concrete Placing) กระสวยบรรจุคอนกรีตจะรับคอนกรีตผสมเสร็จมาเทลงในเครื่องเทคอนกรีต (Concrete Spreader) เพื่อเทคอนกรีตลงบนโต๊ะหล่อตามรูปร่างของชิ้นงาน

รูปที่ 2.10 การเทคอนกรีต

6.ปาดหน้าคอนกรีต (Screeding Station) โต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ผ่านเครื่องปาดหน้าชิ้นงานเพื่อควบคุมระดับความหนาของชิ้นงานให้ได้มาตรฐาน

รูปที่ 2.11 การปาดหน้าคอนกรีต

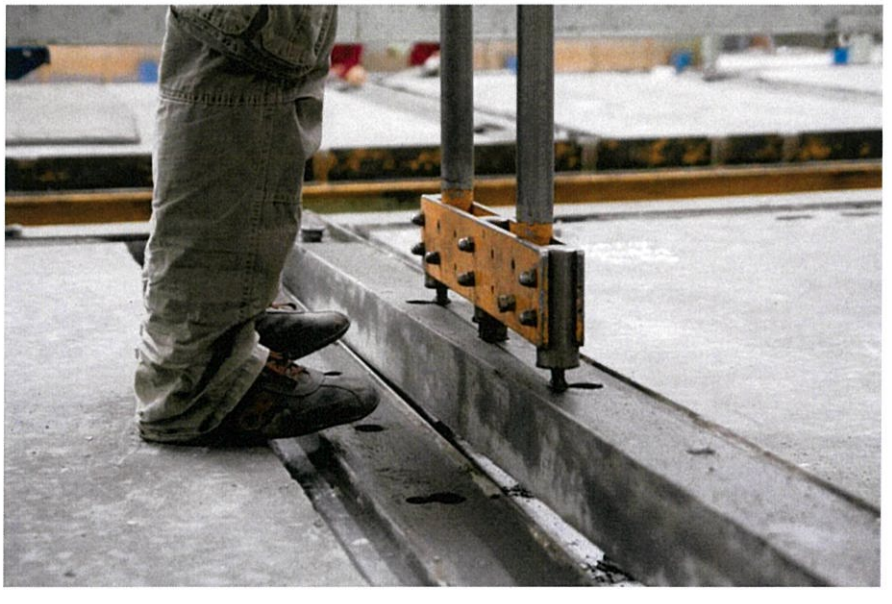
7.ขัดผิวหน้าคอนกรีตโดย Helicopter ขัดผิวผนังด้วยเครื่องขัดแบบ Helicopter จนผิวเรียบเสมอกันทั่วแผ่

รูปที่ 2.12 การขัดผิวหน้าคอนกรีต

8.บ่มคอนกรีต (Curing Station) เก็บโต๊ะหล่อพร้อมชิ้นงานไว้ เพื่อเร่งชิ้นงานไว้ในห้องบ่มคอนกรีตเพื่อเร่งชิ้นงานให้ได้กำลังของคอนกรีตเร็วขึ้น

รูปที่ 2.13 การบ่มคอนกรีต

9. ถอดแบบ (Shuttering Removing Station) ถอดเหล็กแบบข้างที่วางไว้ออก



รูปที่ 2.14 การถอดแบบ

10.ยกชิ้นงาน (Tilting) โต๊ะหล่อจะถูกยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้ง 85 องศา เพื่อยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อในแนวดิ่งและบรรจุลงในกล่องเก็บชิ้นงาน (Rack) เพื่อทำการจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างต่อไป

รูปที่ 2.15 การยกชิ้นงาน

2.1.2.2 คุณสมบัติของผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

บ้านที่ก่อสร้างด้วยผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete) มีข้อดีหลายประการ ดังนี้

-มั่นใจในคุณภาพการก่อสร้าง เพราะผลิตสำเร็จจากโรงงานที่ทันสมัยที่สุด ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับจากทั่ว โลก ทุกขั้นตอนผ่านการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จึงมั่นใจในคุณภาพที่ได้มาตรฐานเดียวกัน ทุกชิ้น

-แข็งแรง ทนทาน ผนังบ้านเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กทุกชิ้น จึงมีความคงทนแข็งแรงกว่าการก่อสร้างแบบผนังก่ออิฐทั่วไปหลายเท่า หมดปัญหาการแตกร้าวจากการฉาบ

-เรียบสวย เนี้ยบกว่า ทุกชิ้นผ่านระบบควบคุมคุณภาพที่สม่ำเสมอและขัดผิวจนเรียบจึงได้ระดับเท่ากัน สามารถทาสีหรือตกแต่งด้วยวอลล์เปเปอร์ได้ทันที ไม่มีปัญหาผนังเป็นคลื่นเหมือนการก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป

-ช่วยเพิ่มพื้นที่ใช้สอยมากกว่า ก่อสร้างโดยใช้ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่แข็งแรงเป็นตัวรับน้ำหนักของบ้านโดยไม่ต้องใช้เสาและคาน ทำให้บ้านมีพื้นที่ใช้สอยมากขึ้น และสามารถออกแบบและตกแต่งภายในได้สวยงามลงตัวกว่า

-เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การผลิตแผ่นชิ้นงานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปมาจากโรงงานมาติดตั้งที่โครงการก่อสร้าง ทำให้ลดปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งลดมลภาวะทางเสียง ฝุ่น และปัญหาการจราจรในสถานที่ก่อสร้าง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปรียบเทียบต้นทุนและเวลาระหว่างวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับวิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภท ทาวโฮมส์ด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษาโครงการหมู่บ้านเดอะคอนเนค 28 เพิ่มสิน กับ เดอะคอนเนค 25 ประชาอุทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนและเวลาระหว่างวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับวิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบผนังหล่อสำเร็จในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภททาวโฮมส์ด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก อาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารพักอาศัย 2 ชั้นแบบทาวโฮมส์ พื้นที่ใช้สอย 145 ตารางเมตร และ 200 ตารางเมตร ซึ่งจะทำการศึกษาเฉพาะงานโครงสร้างผนังเท่านั้น การดำเนินการศึกษาอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงหน้าแล้ง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและเวลาในการก่อสร้างทั้งสองระบบเก็บรวบรวมจากโครงการก่อสร้างในช่วงเวลาเดียวกันและก่อสร้างด้วยแรงงานที่มีทักษะใกล้เคียงกัน การศึกษาเปรียบเทียบไม่พิจารณาค่าใช้จ่ายในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปผลการศึกษาสรุปได้ว่าความแตกต่างของปริมาณวัสดุที่ประมาณจากแบบก่อสร้างกับปริมาณวัสดุที่ใช้จริงมีค่าใกล้เคียงกันมากสำหรับการก่อสร้างทั้งสองระบบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างทั้งสองระบบมีประสิทธิภาพสูงในด้านการจัดการวัสดุ วิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จที่มีต้นทุนค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรต่ำกว่าและมีระยะเวลาการก่อสร้างที่เร็วกว่าวิธีใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ราคาค่าก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบจะลดลงและความแตกต่างด้านระยะเวลาก่อสร้างระหว่างระบบทั้งสองน้อยลงตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใช้สอย หากพิจารณาต้นทุนค่าแบบเหล็กวิธีการหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จจะต้องลงทุนช่วงแรกค่อนข้างสูง แต่ด้วยราคาต้นทุนต่อตารางเมตรที่ถูกกว่าวิธีใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป วิธีการหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จจะมีต้นทุนที่ถูกกว่าเมื่อก่อสร้างบ้านในปริมาณมากกว่า 100 หลัง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast)ของบ้าน 2 ชั้นของหมู่บ้านจัดสรรที่โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งก่อสร้างอื่นๆในอนาคต

3.1 ปัญหาที่พบ

งานก่อสร้างแบบดั้งเดิมต้องทำการประกอบไม้แบบในที่เพื่อทำเสา คาน และพื้น แล้วเทและบ่มคอนกรีตลงในแบบ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทำทั้งหมดนั้นนานและใช้จำนวนแรงงานเป็นจำนวนมาก นอกจากใช้ระยะเวลาในการทำนานและใช้จำนวนแรงงานเป็นจำนวนมากแล้ว ยังก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากอาจมีขยะหลังจากการใช้สอยสิ่งต่างๆในหน้างาน ทำให้ต้องเสียค่าทำความสะอาดเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายอีก โดยถ้าคิดในแง่มุมธุรกิจแล้ว เป็นการใช้งบประมาณที่ไม่คุ้มหรืออาจจะเป็นการลงทุนที่หวังผลตอบแทนระยะยาวนานเกินกว่าที่คาดหมายไว้ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีลดต้นทุนหรือขจัดงบประมาณที่ไม่จำเป็นนี้ออกไป เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่รวดเร็วมากขึ้น

3.2 สมมติฐาน

1.การก่อสร้างแบบเดิมคือการประกอบไม้แบบในที่เพื่อทำเสา คาน และพื้น แล้วเทและบ่มคอนกรีตลงในแบบนั้นใช้ระยะเวลานานเกินไป และใช้จำนวนแรงงานมากเกินไป

2.การก่อสร้างแบบเดิมอาจก่อให้เกิดมลภาวะและขยะซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องเสียงบประมาณและค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะเหล่านั้น

เนื่องจากข้อเสียต่างๆดังที่กล่าวมาข้างต้น อาจทำให้กว่าจะได้ผลตอบแทนนั้นใช้ระยะเวลานานเกินไปและอาจไม่คุ้มกับงบประมาณหรือค่าใช้จ่ายที่เสียไป ดังนั้นจึงต้องมาศึกษาและหาวิธีแก้ไขในการลดปัญหาเหล่านั้น โดยการเปลี่ยนเป็นการสร้างโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast)แทนการก่อสร้างแบบเดิมๆ เพื่อลดปัญหาต่างๆดังที่กล่าวมา

3.3 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

3.3.1 ข้อดี

หากย้อนไปในอดีต การสร้างบ้านในส่วนของโครงสร้างผนัง จะเน้นสร้างโดยวิธีการ ก่อผนังอิฐ อิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา แต่ในยุคปัจจุบันได้มีเทคโนโลยี Precast ผนังบ้านเปลี่ยนมาเป็นคอนกรีตรับแรงสำเร็จรูป ซึ่งให้ความรวดเร็วในการก่อสร้าง ทันต่อความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี หากมองในขั้นตอนการสร้างบ้านยุคใหม่ ซึ่งผลิตบ้านได้เร็วมาก

ปัจจัยของคุณภาพนั้น ไม่ได้อยู่ที่เทคโนโลยีหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับการควบคุมคุณภาพของแต่ละโรงงานการผลิตรวมถึงประสบการณ์ของผู้ประกอบการ แต่หากถามว่าแบบไหนแข็งแรงกว่ากัน สามารถตอบได้ทันทีว่าผนังคอนกรีตรับแรงสำเร็จรูปให้ความแข็งแรง คงทนกว่า ผิวสวยเรียบกว่า โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำมาใช้กับโครงการบ้านขนาดใหญ่และบ้านจัดสรร ที่สร้างจำหน่ายในแบบเดียวกัน

ระบบผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) สามารถตอบโจทย์บ้านจัดสรรในยุคปัจจุบันได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยปัญหาการขาดแคลนช่างผู้ชำนาญการ อีกทั้งโครงการบ้านยุคปัจจุบัน แต่ละโครงการสร้างบ้านปริมาณมากหลายร้อยหลัง ซึ่งหากแม้ว่าจะมีช่างรองรับ แต่ก็ต้องอาจเสียเวลากับการรอคิวงานนานหลายปี ซึ่งไม่ทันกับความต้องการ อีกทั้งผนังคอนกรีตรับแรงสำเร็จรูปยังสามารถควบคุมขนาดต่างๆ ได้อย่างเป็นมาตรฐาน เช่น ช่องวงกบประตู หน้าต่าง แต่หากเป็นผนังอิฐซึ่งใช้แรงงานคนอาจมีปัญหาด้านความละเอียดอ่อน ที่พบบ่อยครั้งเรื่องขนาดช่องที่ไม่ได้ฉาก

ปัจจุบันโครงการบ้านส่วนใหญ่ หันมาใช้ผนังสำเร็จรูปกันมากขึ้น เนื่องด้วยการลดต้นทุน ความรวดเร็ว มาตรฐานที่สามารถควบคุมได้ และปัญหาฝีมือแรงงานขาดแคลน ไม่เพียงแค่เทคโนโลยีที่ช่วยให้การก่อสร้างเป็นไปในแนวโน้มที่ดีขึ้น แต่เมื่อต้นทุนลดน้อยลง ส่งผลให้ราคาบ้านถูกลงอีกด้วย

3.3.2 ข้อเสีย

บ้านที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) หรือชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปก็เช่นเดียวกันนั้น ด้วยที่ระบบพรีคาสท์เป็นระบบที่มีการออกแบบชิ้นส่วน ผลิต และควบคุมคุณภาพที่ดี การใช้วัสดุในขบวนการผลิตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ การนำมาติดตั้งหรือประกอบเป็นโครงสร้างบ้านก็มีการควบคุมมาตรฐานที่ดีภายใต้เงื่อนไข ข้อกำหนดหรือคำแนะนำของผู้ออกแบบระบบพรีคาสท์ เพื่อให้ได้โครงสร้างที่มีความแข็งแรงตามที่ออกแบบไว้ อย่างไรก็ตามในเรื่องของการเลือกใช้วัสดุในการทำชิ้นส่วนพรีคาสท์นั้น ก็ทำมาจากคอนกรีตเสริมเหล็กให้มีความแข็งแรงตามการรับกำลังของโครงสร้าง

แน่นอนครับเรื่องความแข็งแรงของชิ้นส่วนคงไม่ค่อยมีปัญหาอะไรมากนักกับการรับน้ำหนัก เนื่องจากคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีการรับน้ำหนักได้ดีมาก อีกทั้งคุณสมบัติของคอนกรีตเองมีความทึบน้ำสูง ความทึบน้ำก็หมายถึงน้ำหรือความชื้นไม่สามารถไหลซึมผ่านได้ง่าย (เราเห็นได้จากการที่เขื่อนหรือถังเก็บน้ำทั่วไป ทำด้วยคอนกรีต สามารถเก็บกักน้ำได้) คุณสมบัติอีกประการหนึ่งของคอนกรีตคือ สามารถต้านทานไฟหรือมีความทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสองชั่วโมงและไม่ติดไฟด้วย ซึ่งในการออกแบบได้กำหนดให้ผนังคอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร เป็นผนังกันไฟ สังเกตจากบันไดหนีไฟตามอาคารต่างๆ จะทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก จากคุณสมบัติที่มีความทึบสูง (มีความแน่นตัวมาก) ทำให้คอนกรีตสามารถเก็บเสียงได้ดีอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนโดยทั่วไปแล้ว ระบบพรีคาสท์มีความทึบน้ำมากกว่าหลายเท่าและเก็บความชื้นไม่มากนักทำให้ไม่ก่อให้เกิดเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุของสีหลุดร่อนตามมา

ต่อมาเมื่อนำชิ้นส่วนคอนกรีตมาต่อเชื่อมเข้ากันตามแบบที่กำหนด ในส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญของระบบพรีคาสท์ โดยทั่วไปในการออกแบบโครงสร้างระบบพรีคาสท์จะต้องคำนึงถึงคือ จุดต่อ (Joint) การออกแบบรอยต่อ (Connection Joint) ให้มีความแข็งแรงให้สามารถถ่ายแรงต่างๆ เช่น แรงดึง แรงเฉือน และแรงอัดได้ ต่อมารอยต่อดังกล่าวต้องมีความสวยงามสามารถป้องกันน้ำหรือความชื้น (จากน้ำฝน) เนื่องจากบ้านเราตั้งอยู่ในสภาวะร้อนชื้น มีสภาพที่ร้อนและมีฝนตก หากรอยต่อดังกล่าวไม่ได้คำนึงถึงก็จะทำให้เกิดการรั่วซึมของน้ำหรือความชื้นเกิดขึ้น ส่งผลกับผนัง พื้น ฝ้า หรืออื่นๆในบ้านหรืออาคารได้ ดังนั้นรอยต่อจึงเป็นจุดอ่อนของระบบพรีคาสท์อีกจุดหนึ่ง ที่จะต้องมีการพิจารณาและหมั่นตรวจสอบอยู่เสมอ ทำไมต้องมีการตรวจสอบอยู่เสมอ เนื่องจากรอยต่อพรีคาสท์หากออกแบบให้ใช้วัสดุอุดรอยต่อประเภทซิลิโคน (เหมือนขอบหน้าต่าง ประตู ที่ทำจากอลูมิเนียม) ก็มักจะมีการเสื่อมสภาพเนื่องจากอายุการใช้งานและความทนทานกับ UV จากแสงแดด และต้องมีการเปลี่ยนใหม่ (อายุการใช้งาน 5-10 ปี) ขึ้นอยู่กับคุณภาพและประเภทซิลิโคนที่ใช้ ส่วนต่อมาหากใช้การประสานรอยต่อด้วยมอร์ต้า (ปูนทรายผสมน้ำ) หรือ วัสดุประเภทนอนชิ้งเกราท์ (Non-shrink grout) หากใช้กรณีปูนทรายอุดรอยต่อจะมีปัญหาเรื่องการแตกร้าวตามรอยต่อไม่ส่งผลกับความแข็งแรงของโครงสร้าง เป็นเพียงสาเหตุจากการหดตัว (shrinkage) ของปูนทรายหรือมอต้าร์กับชิ้นส่วนพรีคาสท์ที่เป็นคอนกรีต เนื่องจากคอนกรีตมีการหดตัวน้อยกว่าปูนทรายหรือมอต้าร์มาก ส่วนกรณีที่ใช้นอนชิ้งเกราท์นั้นก็มีพบปัญหาน้อยกว่าการใช้ปูนทรายทั่วไป และเป็นที่นิยมใช้มากเนื่องจากนอนชิ้งเกราท์นั้นเป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุที่มีไม่มีการหดตัว อีกทั้งบางยี่ห้อก็มีการขยายเมื่อเทในรอยต่อทำให้ช่องว่างน้อยลง โอกาสที่จะมีการร้าวหรือการซึมผ่านของน้ำน้อยมาก ส่วนความแข็งแรงหรือกำลังของนอนชิ้งเกราท์นั้นก็มีกำลังไม่น้อยกว่าคอนกรีต

ประเด็นสุดท้ายของระบบพรีคาสท์ที่เป็นข้อเสียที่ถูกถามมากที่สุดคือ จะทุบ รื้อ ต่อเติม เพิ่มขนาดได้หรือไม่ ส่วนนี้ต้องมาพิจารณาว่าสามารถทำได้หรือไม่ เรื่องแรกที่จะเจาะ ทุบรื้อ ต้องพิจารณาถึงความแข็งแรงของโครงสร้างเป็นอันดับแรก เนื่องจากการออกแบบโครงสร้างของอาคารหรือบ้านนั้นมีความแตกต่างกัน เช่น โครงสร้างระบบเสาคาน ระบบผนังรับน้ำหนัก เป็นต้น ระบบผนังรับน้ำหนักนั้นการทุบรื้อ เจาะช่อง สกัด อะไรต่างๆเหล่านี้ มีผลต่อความแข็งแรงและการถ่ายแรงของโครงสร้างโดยตรง โดยทั่วไปเจ้าของโครงการหรือผู้ออกแบบจะแจ้งให้ผู้อยู่อาศัยหรือเจ้าของบ้านหรืออาคารรับทราบเงื่อนไขต่างๆเหล่านี้ทราบและต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัดด้วย นั่นคือข้อเสียของระบบพรีคาสท์

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

จากการทำสหกิจศึกษาที่โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ พบว่าขั้นตอนการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) มีขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ดังนี้

3.4.1 งานเสาเข็ม

- เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
- ขนาด I 22x22 ยาว 24 ม. (2ท่อนต่อ 12+12 ม.)
- Weight of hammer calculation=3.7T
- Blow count calculation = 45blows/f

รูปที่ 3.1 การตอกเสาเข็ม

3.4.2 งานตรวจสอบเสาเข็ม

- การทดสอบความสมบูรณ์โดย Seismic Test (Low Strain Pile Integrity Test)

รูปที่ 3.2 การตรวจสอบเสาเข็ม

Integrity Factor	ค่าความสมบูรณ์ของเสาเข็ม
β มากกว่า 90 %	มีสภาพสมบูรณ์
β อยู่ระหว่าง 80 - 90 %	บกพร่องเล็กน้อย
β อยู่ระหว่าง 60 – 79 %	บกพร่อง
β น้อยกว่า 60 %	เสียหายมาก

ตารางที่ 3.1 ตารางค่าความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

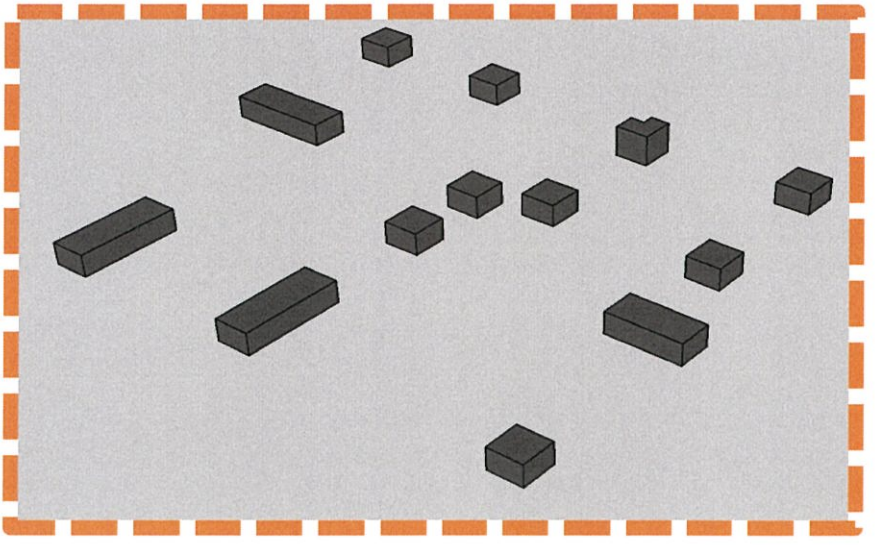
3.4.3 งานฐานราก

งานฐานรากมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

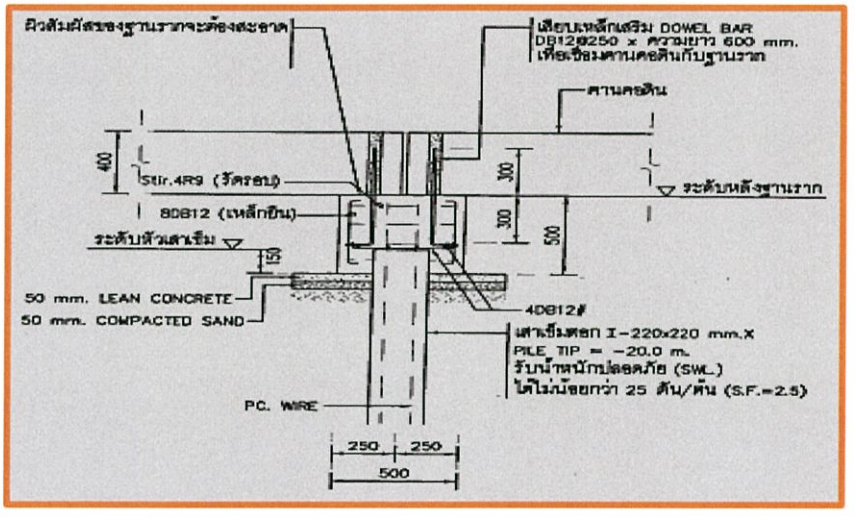
1.งานเปิดหน้าดินตัดเข็มเท Lean concrete

2. งานลงเหล็กพร้อมเข้าแบบ

3. งานเทคอนกรีต



รูปที่ 3.3 ผังการวางฐานราก



รูปที่ 3.4 แบบฐานราก

3.4.4 งานคานคอดินและงานคานชั้น 1

งานคานคอดินมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

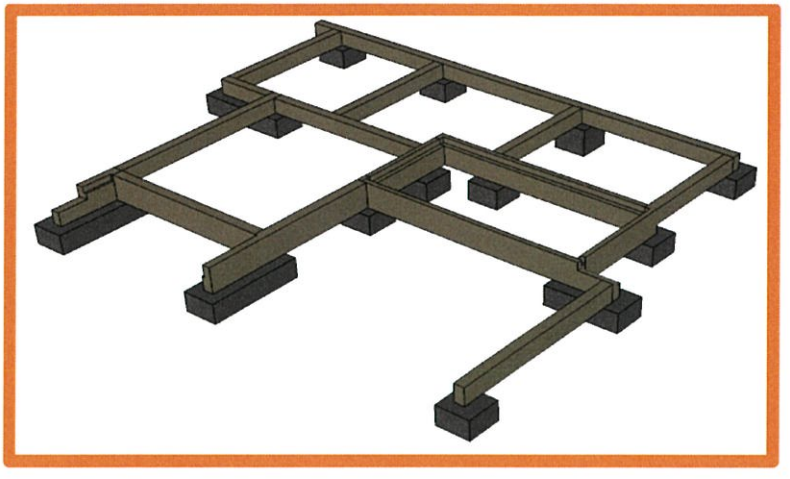
1.กำหนด Offset Line ไว้ที่ Footing

2.ตรวจสอบตำแหน่ง Dowel Bar

3.ติดตั้งคานโดยเริ่มจากคานหลักไปคานรองตามลำดับ

4.ตรวจเช็คระดับหลังคาน ดิ่ง ฉาก

5.เกร้าท์ด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์ในรูและตำแหน่งใต้คาน เพื่อให้งานระบบประปาและกำจัดปลวกเข้าดำเนินการ



รูปที่ 3.5 งานคานคอดิน

งานคานชั้น 1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.งานขุดเปิดหน้าดินเพื่อวางคาน

2. หาเส้นไลน์ของคาน

3. งานคาน คสล.

4.งานเก็บรอยต่อ

รูปที่ 3.6 การขุดเปิดหน้าดิน

รูปที่ 3.7 หาเส้นไลน์ของคาน

รูปที่ 3.8 งานคาน คสล.

รูปที่ 3.9 งานเก็บรอยต่อ

3.4.5 งานพื้นชั้น 1

งานพื้นชั้น 1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. งานเดินท่อประปาใต้พื้น

2.งานกลบดินในคาน เป็นระยะครึ่งหนึ่งของคาน

3.งานเดินท่อปลวกและอัดน้ำยา

4.งานปิดพื้นชั้น 1 พร้อมเก็บรอยต่อโดยใช้การเกร้าท์ด้วยนอนชิ้งค์

รูปที่ 3.10 งานเดินท่อประปาใต้พื้น

รูปที่ 3.11 กลบดินและฉีดน้ำยากันปลวก

รูปที่ 3.12 งานปิดพื้นชั้น 1 พร้อมปิดรอยต่อ

3.4.6 งานผนังชั้น 1

งานผนังชั้น 1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

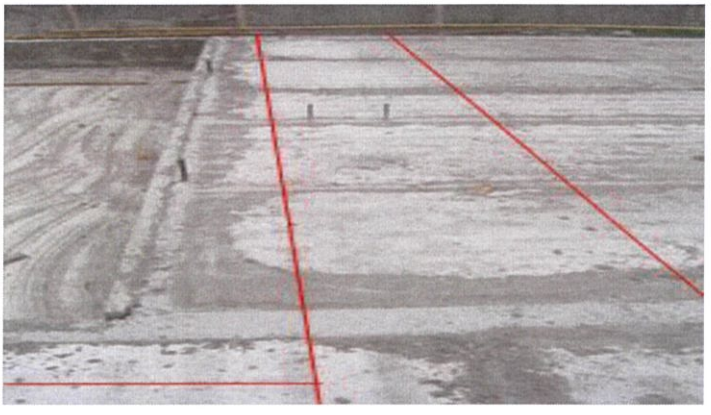
1.หาตำแหน่งไลน์ที่พื้น ผนัง กำหนดเส้นอ้างอิงความสูง

2.ตรวจสอบตำแหน่ง Dowel Bar ตำแหน่งท่อคลอลูเกต

3.กำหนดระดับด้วย Shim Plate และ Padding Motor

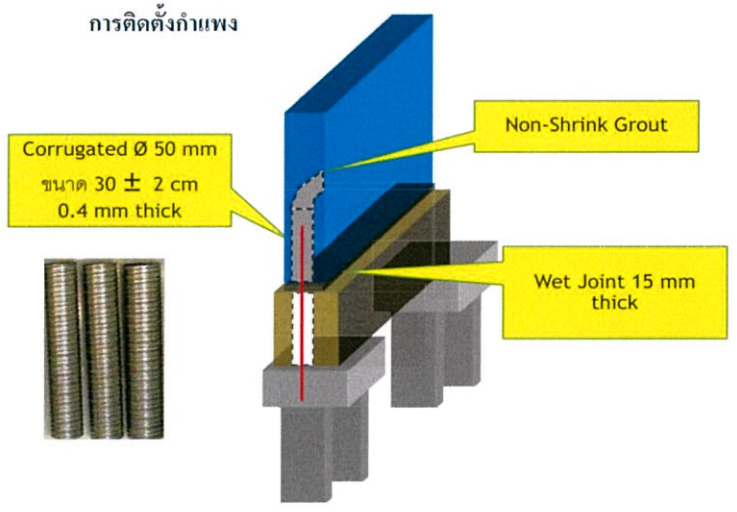
4.ทำการติดตั้งและยึดผนังด้วย Push Pull Prop ตรวจเช็คดิ่ง ฉาก และจัดระยะ Join โดยทำการติดตั้งจากผนังหลักไปผนังรอง

5.ใส่เหล็ก Tie Bar และเกร้าท์รอยต่อและตำแหน่งท่อคลอลูเกตด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์



รูปที่ 3.13 หาตำแหน่งไลน์ที่พื้น

รูปที่ 3.14 ติดตั้งผนังชั้น 1



รูปที่ 3.15 การเกร้าท์ด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์

3.4.7 งานคานชั้น 2 และพื้นชั้น 2

งานคานชั้น 2 และพื้นชั้น 2 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.ตรวจสอบรอยแตกร้าวและสภาพความสมบูรณ์ของแผ่นตลอดจน Join Connection ต่างๆ

2.ตรวจสอบขอบเขต ระยะ ค่าระดับหลังพื้นและคาน ตำแหน่งที่จะวางรูท่อ Sleeve ,Box ไฟ

3.ทำการติดตั้งตามแบบที่กำหนด โดยดูทิศทางการวางพร้อมทั้งจัดระยะ

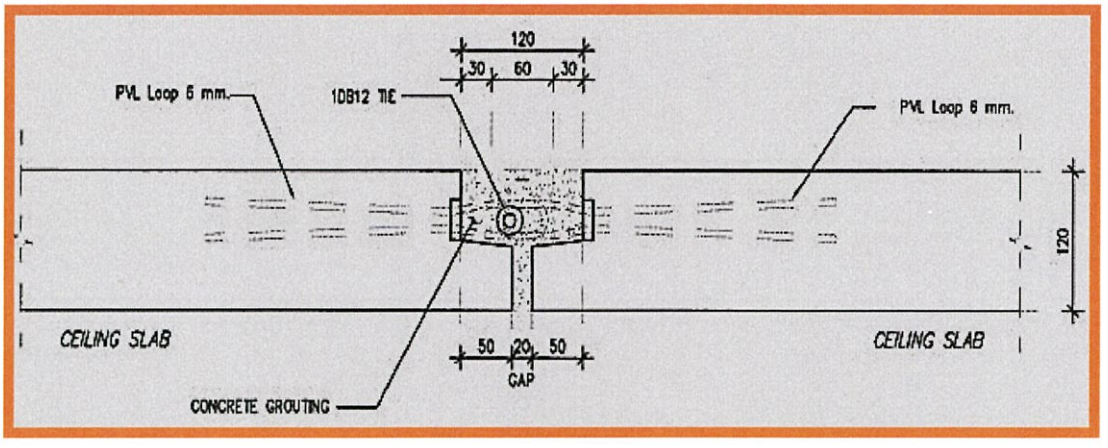
4.เข้าแบบใส่เหล็กเสริม Tie Bar ตามแบบที่กำหนด

5.เทคอนกรีต Grouting

6.ติดตั้งบันได

7.ติดตั้งพื้นชั้น 2

8.เทปูนเก็บรอยต่อพื้น



รูปที่ 3.16 แบบการติดตั้งคานและพื้นชั้น 2

รูปที่ 3.17 การติดตั้งบันได

รูปที่ 3.18 การติดตั้งพื้นชั้น 2 และเข้าแบบใส่เหล็ก Tie Bar

3.4.8 งานผนังชั้น 2

งานผนังชั้น 2 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.ให้ตำแหน่งไลน์ที่พื้น ผนัง กำหนดเส้นอ้างอิงความสูง

2.ตรวจสอบตำแหน่ง Dowel Bar ตำแหน่งท่อคลอลูเกต

3.กำหนดระดับด้วย Shim Plate และ Padding Motor

4.ทำการติดตั้งและยึดผนังด้วย Push Pull Prop ตรวจเช็คดิ่ง ฉาก และจัดระยะ Join โดยทำการติดตั้งจากผนังหลักไปผนังรอง

5.ใส่เหล็ก Tie Bar และเกร้าท์รอยต่อและตำแหน่งท่อคลอลูเกตด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์

รูปที่ 3.19 การติดตั้งผนังชั้น 2

รูปที่ 3.20 ตำแหน่งการเกร้าท์ท่อคลอลูเกตด้วยนอนชิ้งค์เกร้าท์

3.4.9 งานโครงหลังคา

งานโครงหลังคามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. งานเตรียมโครงหลังคา

2. งานติดตั้งโครงหลังคา

3.งานติดตั้งเชิงชาย

4.งานตรวจโครงหลังคาด้วยการตรวจสอบระดับและLINE

5. งานเตรียมกระเบื้องหลังคา

6. งานติดตั้งกระเบื้องหลังคา

รูปที่ 3.21 การติดตั้งโครงหลังคา

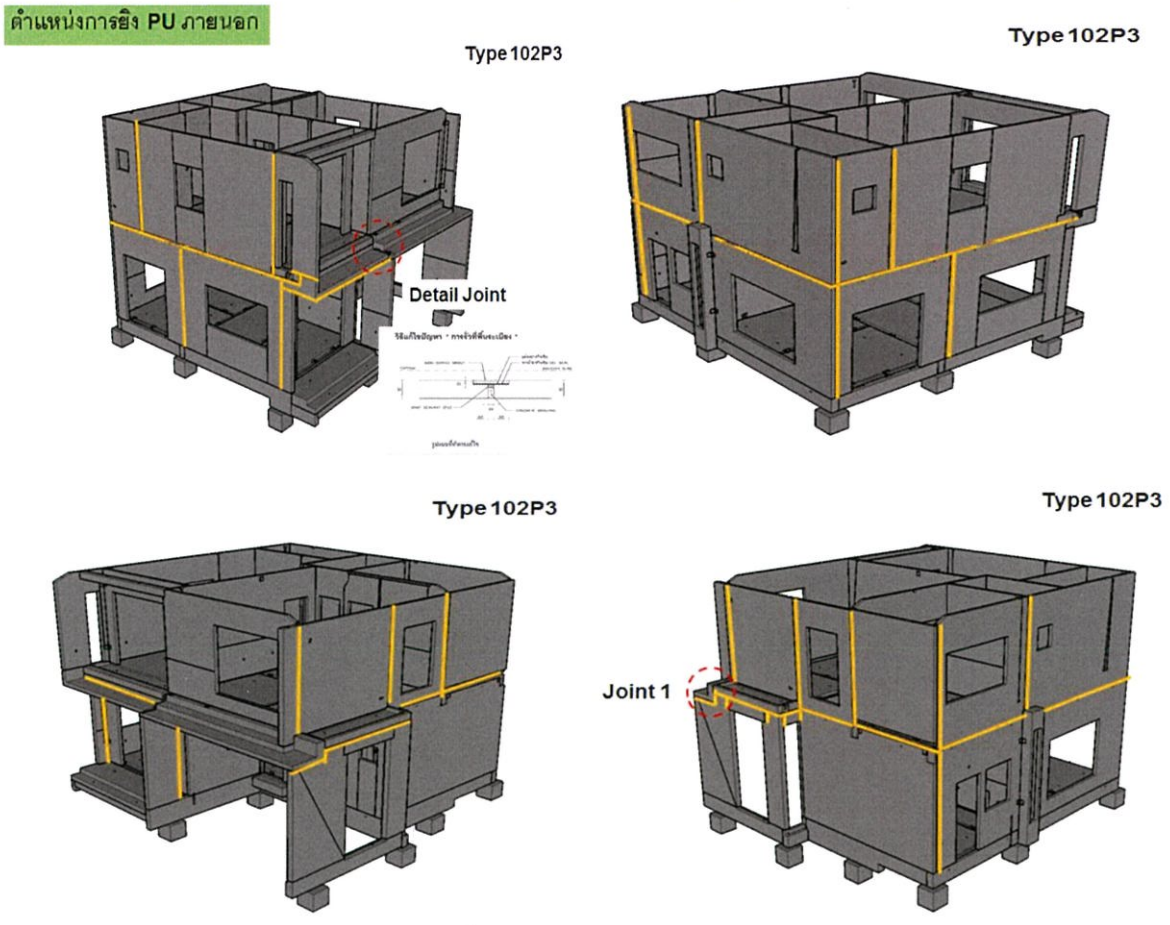
รูปที่ 3.22 งานติดตั้งเชิงชาย

รูปที่ 3.23 งานติดตั้งกระเบื้องหลังคา

3.5 การยิง PU ตามรอยต่อผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

PU หรือ โพลียูรีเทน (Polyurethane) คือ สารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยชีวเคมีระหว่างการเชื่อมต่อของยูรีเทนและพอลิเมอร์ของโพลียูรีเทน โดยมีการประกอบกันขึ้นมาจากมอนอเมอร์เป็นอย่างน้อย 2 ชนิด สำหรับวัสดุที่โพลียูรีเทนเป็นส่วนประกอบนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะโดดเด่นของคุณสมบัติ อันได้แก่ ความเหนียว ความแข็งและความหนาแน่น

การยิง PU ปิดรอยต่อผนังคอนกรีตรับแรงและช่วยปิดกั้นรอยน้ำรั่วซึมที่อาจเกิดขึ้น ต้องหาจุดต้นเหตุของรอยต่อผนังแล้วยิง PU ปิด เพื่อกันไม่ให้น้ำรั่วซึมเข้ามาในตัวบ้านหรือถ้าหากเกิดมีน้ำซึมเข้ามาในตัวบ้าน สามารถแก้ไขได้โดยการสกัดเปิดปากแผลจุดที่คาดว่าจะมีน้ำรั่วซึม แล้วยิงปิดด้วย PU เพื่อกันไม่ให้น้ำรั่วซึมผ่านเข้ามาในตัวบ้าน



รูปที่ 3.24 การยิง PU ภายนอก

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาอาคารพักอาศัย 2 ชั้น โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ ก่อสร้างด้วยระบบผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) ซึ่งผลิตมาจากโรงงาน แล้วนำมาประกอบเป็นบ้าน 2 ชั้น ข้อสมมติฐานในการศึกษา 1.การก่อสร้างแบบเดิมคือการประกอบไม้แบบในที่เพื่อทำเสา คาน และพื้น แล้วเทและบ่มคอนกรีตลงในแบบนั้นใช้ระยะเวลานานเกินไป และใช้จำนวนแรงงานมากเกินไป 2.การก่อสร้างแบบเดิมอาจก่อให้เกิดมลภาวะและขยะซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องเสียงบประมาณและค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะเหล่านั้น ได้นำผลที่ได้มานำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างแบบผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete)

จากการทำสหกิจศึกษาที่โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ พบว่าขั้นตอนการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) มีขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ดังนี้

ลำดับ	รายละเอียดงาน	ระยะเวลา (วัน)	ระยะเวลาสะสม (วัน)
1	ฐานราก	2	2
2	คานคอดิน	2	4
3	พื้นชั้น 1	3	7
4	ผนังชั้น 1	2	9
5	คาน + พื้นชั้น 2	2	11
6	ผนังชั้น 2	4	15

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้การติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง

เป็นข้อมูลที่เก็บได้จริงจากการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น โดยการใช้ผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete) ในการก่อสร้าง อาจมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 2-3 วัน เพราะอาจมีเหตุสุดวิสัยเช่น ฝนตกขณะก่อสร้าง ทำให้ต้องยกเลิกการก่อสร้าง ทำให้การก่อสร้างต้องใช้เวลานานมากขึ้น

4.2 เปรียบเทียบการใช้ผนังคอนกรีตรับแรงในการก่อสร้างกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่

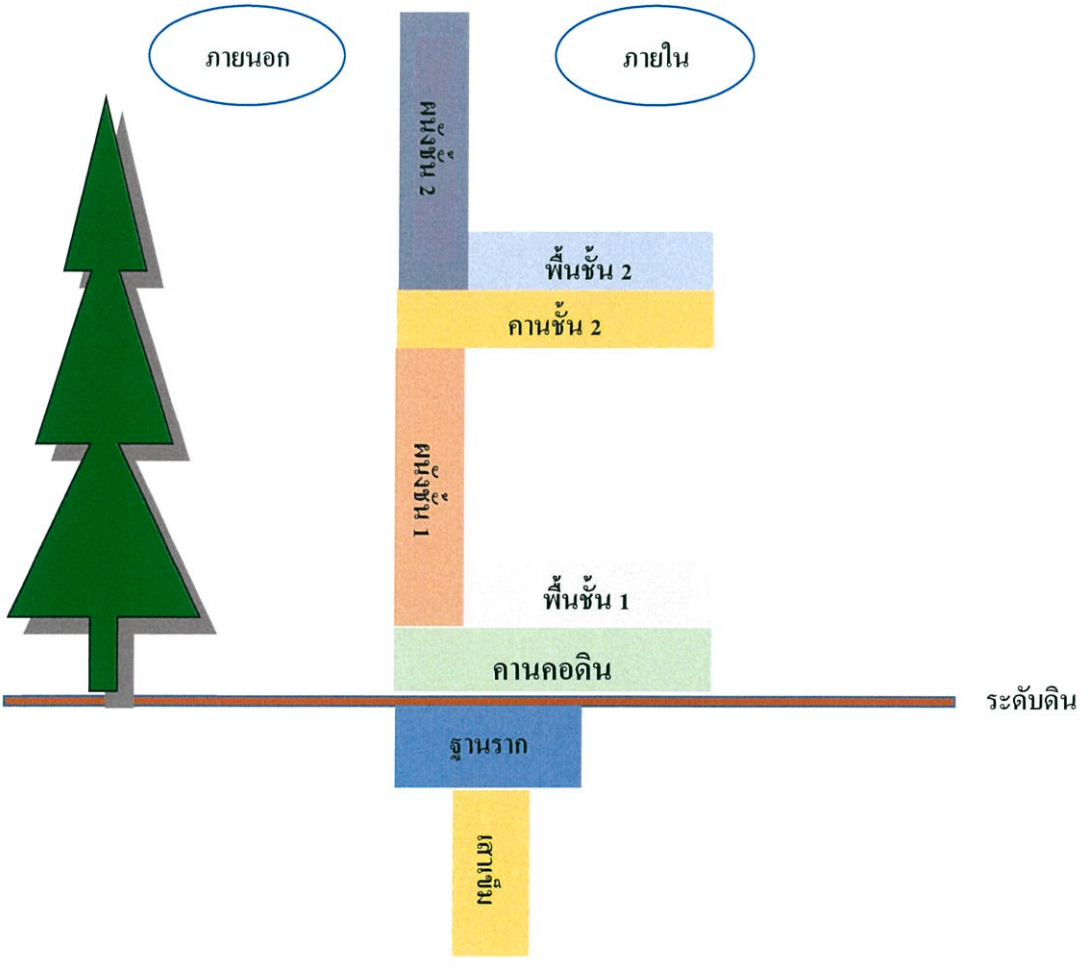
ลำดับ	รายการ	แบบ Precast	แบบหล่อในที่
1	ความคงทน	คงทนกว่า	น้อยกว่า
2	พื้นที่ใช้สอย	ง่ายกว่า	ค่อนข้างลำบาก
3	การแตกร้าว ,ผนังร่อน	ไม่แตกร้าว	อาจแตกร้าว
4	การทนไฟ	ทนไฟกว่า	ทนไฟน้อยกว่า
5	ความทึบเสียง	ทึบเสียงมากกว่า	ทึบเสียงน้อยกว่า
6	ความยืดหยุ่นในการต่อเติม	ไม่สามารถเจาะทะลุได้	ง่ายกว่า

ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบบ Precast กับ แบบหล่อในที่

ข้อมูลจากตารางที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete) กับ แบบหล่อในที่ซึ่งเป็นการก่อสร้างแบบเดิม จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างแบบการใช้ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) จะมีความคงทนมากกว่า พื้นที่ใช้สอยมากกว่า และไม่ต้องกลัวว่าผนังหรือพื้นจะแตกร้าว เนื่องจากตัวผนังมีความแข็งแรงมาก ยกเว้นกรณีเป็นรอยแตกร้าวที่เกิดจากรอยต่อของผนัง ซึ่งในส่วนนี้ผู้ที่อาศัยจะต้องยอมรับในเรื่องการแตกร้าวตรงรอยต่อแผ่น อาจเกิดมาจากการทรุดตัวของบ้านหรือการสั่นสะเทือนที่แรงมาก ทำให้ผนังมีการเคลื่อนตัว จึงทำให้บริเวณรอยต่อเกิดการแยกตัวขึ้นได้ ในส่วนนี้ไม่อาจจะสามารถแก้ไขได้แบบสมบูรณ์ เพราะการยิง PU ปิดรอยร้าวไม่สามารถคงสภาพได้ถาวร เนื่องจากตัว PU จะเสื่อสภาพลงไปตามกาลเวลาหรืออาจเป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่กล่าวไปข้างต้น การทนไฟที่มากกว่าการก่อสร้างแบบเดิม และมีความทึบเสียงมากกว่า แต่ไม่สามารถเจาะทะลุผนังได้หรือถ้าสามารถเจาะได้ จะต้องเจาะในส่วนที่ผู้ออกแบบผนังคอนกรีตรับแรง

ได้บอกไว้ เนื่องจากถ้าพื้นที่ที่เจาะทะลุไปมากเกินกว่าที่กำหนด หรือเจาะทะลุในส่วนที่สำคัญ อาจทำให้ตัวบ้านพังลงมาได้

รูปที่ 4.1 ภาพตัวอย่างของบ้าน 2 ชั้นที่ติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงเสร็จแล้ว



รูปที่ 4.2 รูปแบบและลำดับการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ไปสหศึกษาที่โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ เป็นระยะเวลา 4 เดือนหรือ 1 เทอม ได้ไปศึกษาเกี่ยวกับวิธีและขั้นตอนการก่อสร้างโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง(Precast Concrete) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1.งานเสาเข็มและฐานราก 2.งานคานคอดิน 3.งานพื้นชั้น1 4.งานผนังชั้น1 5.งานคานและพื้นชั้น2 6.งานผนังชั้น2 7.งานโครงหลังคาและปูกระเบื้องหลังคา โดยระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดคือ 15 วัน อาจคลาดเคลื่อน 2-3 วัน เนื่องจากอาจเกิดเหตุสุดวิสัยเกิดขึ้น จึงทำให้ต้องเลื่อนไปทำอีกวัน ในขณะติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรง จะมีการยิง PU ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติเหนียว แข็งและหนาแน่น ซึ่งเหมาะแก่การมาใช้แก้ปัญหาปิดรอยต่อระหว่างผนังคอนกรีตรับแรงเมื่อนำมาประกอบกัน เพื่อไม่ให้เห็นรอยต่อของผนังบ้าน

สรุปผลการวิจัยเรื่องการติดตั้งผนังคอนกรีตรับแรงของบ้าน 2 ชั้น จะเห็นได้ว่าการนำผนังคอนกรีตรับแรงมาใช้ก่อสร้าง สามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงได้มากและยังสามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มากเช่นกัน และยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่มีขยะหลงเหลือจากการก่อสร้างที่เกิดจากไม้แบบที่ไว้ใช้หล่อในที่หรือขยะอื่นๆได้อีกด้วย

5.2 ประโยชน์ของโครงงาน

1.เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างอื่นๆ

2.เพื่อช่วยพัฒนาวงการอุตสาหกรรมและอสังหาริมทรัพย์ ให้ตื่นตัวและมีความก้าวหน้ามากขึ้น

3.เพื่อให้คนที่สนใจได้มาศึกษาเกี่ยวกับการสร้างบ้านโดยใช้ผนังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

4.เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาในการก่อสร้างโดยใช้นผังคอนกรีตรับแรง (Precast Concrete)

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. สามารถเป็นข้อมูลอ้างอิงในการก่อสร้างอื่นๆได้

2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างอื่นๆได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

โครงงานเล่มนี้อาจจะไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่สามารถนำไปอ้างอิงในการก่อสร้างได้

เอกสารอ้างอิง

ธนากร ทิพย์เกตุ. (2551). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการนำระบบบ้านสำเร็จรูปมาใช้ในโครงการบ้านจัดสรร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บริษัท เฮ้าส์ แอนด์ โฮม พรีคาสท์ คอนกรีต จากัด. ข้อดีและข้อจำกัดของบ้านสำเร็จรูป. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.phuketprecast.com/2010/10/limits-benefit-of-finishedhouse.html.

Precast Concrete พรีคาสท์คอนกรีต. ข้อเสียของบ้านพรีคาสท์. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://oknation.nationtv.tv/blog/precast-precast/2010/07/22/entry-6

banidea.com. ผนังบ้านสำเร็จรูป. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.banidea.com/precast-concrete-wall/

นาย ตฤษนันท์ บุญมั่ง. (2557). การเปรียบเทียบต้นทุนและเวลาระหว่างวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับ วิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภท ทาวโฮมส์ด้วยระบบผนังรับน้ำหนักกรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านเดอะคอนเนค 28 เพิ่มสิน กับ เดอะคอนเนค 25 ประชาอุทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายณัฐพงษ์ เทียมสุวรรณ ,นายสกนธ์ ตันชนะประดิษฐ์ ,นายภาณุวุฒิ ปานสัน คู่มือการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูป. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา file:///C:/Users/Legion%20Y520/Desktop/precast_project_succes.pdf

ภาคผนวก ก

จากการไปทำสหกิจศึกษาที่โครงการโกลเด้นวิลเลจ อ่อนนุช-พัฒนาการ ได้มีข้อกำหนดและมาตรฐานดังนี้

ข้อกำหนดมาตรฐาน การตรวจสอบระบบผนังคอนกรีตรับแรงของบ้านสำเร็จรูป

No.	รายการที่ตรวจสอบ	ค่าที่ยอมรับได้
1	การโก่งของแผ่นผนังชั้น 1 และ ชั้น 2	
	- ความยาวผนัง 0-1.5 m. ค่าความเป็นคลื่นของผนัง	5 mm.
	- ความยาว 1.6-6.0 m. โก่งสูงสุดไม่เกิน	5 mm.
	- ความยาว > 6.0 m. ค่าการโก่งในแนวนอน	10 mm.
	- คลื่นส่วนเว้า-นูน จากการทาบไม้อลูมิเนียม แนวดิ่งทาบจากขอบบนถึง	3 mm.
	ขอบล่าง ของแผ่น (โดยวิธี OffSet)	
	- รอยริ้วผิวคลื่นค่าสูงสุดที่ยอมรับได้	4 รอย / m^2
2	การล้มดิ่ง ของการตั้งฉาก (ดิ่ง) ของแผ่น PC.	10 mm.
3	การต่อชนระหว่างแผ่น (ดูที่เหลี่ยมนอก) ภายในชั้นเดียวกัน	
	- มุมผนังชนไม่เสมอกัน คลาดเคลื่อนไม่เกิน	10 mm.
	- ครีบผนังยื่นชนไม่เสมอกัน คลาดเคลื่อนไม่เกิน	

4	การต่อชนระหว่างพื้น กับผนัง (ดูจากภายนอก)	
	การต่อชนระหว่างคาน กับผนัง (ดูจากภายนอก)	15 mm.
5	ความกว้าง รอยร้าวแผ่นสำเร็จรูป (ไม่ร้าวทะลุ)	0.2 mm.
		(ต่ำกว่า 0.2 mm. ไม่ต้องซ่อม)
6	จำนวนรอยร้าวต่อแผ่น (ไม่ร้าวทะลุ)	1.50 m./m^2
7	ตำแหน่งท่อประปา,ท่อน้ำทิ้ง	50 mm.
	ตำแหน่งท่อ Sleeve ประปา,ท่อ Sleeve น้ำทิ้ง ,Sleeve ท่อแอร์	
8	ตำแหน่งบล็อกไฟ	50 mm.
9	ขนาดความกว้าง,ยาวของห้อง	15 mm.
	(วัดด้านกว้าง,ยาว และวัดทแยงมุมของห้อง)	

ค่าความคลาดเคลื่อนช่องเปิด

No.	รายการ	ขนาด (mm.)	ระดับ	การเอียง (ระดับ , ดิ่ง)	หมายเหตุ
1	ช่องเปิดทั่วไป (ไม่มีประตู+หน้าต่าง)	± 10	0 - 20	⊙ 3 : 1000	
				⊙ สูงสุดไม่เกิน 10 mm.	
2	ช่องเปิดประตู + หน้าต่าง	± 10	0 - 10	⊙ 3 : 1000	
				⊙ สูงสุดไม่เกิน 10 mm.	
3	ประตูไม้	± 10	0 - 10	⊙ 3 : 1000	
				⊙ สูงสุดไม่เกิน 10 mm.	

ประวัติผู้เขียน

นาย อาณัฐชัย ศิริถาวร ชื่อเล่น ณัฐ เกิดวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2538 กรุ๊ปเลือด บี นับถือศาสนาพุทธ สัญชาติไทย ที่อยู่บ้านเลขที่ 270/58 ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 เบอร์โทรศัพท์ 094-4187775

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาล

พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา

พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

ปัจจุบัน กำลังศึกษาอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง