# การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา

นายณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ANALYSIS OF PRECAST CONCRETE ELEMENT MANAGEMENT PROCESS IN HOUSING PROJECTS USING CASE STUDIES

Mr. Nuttawut Tanompongseree

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา |
| โดย | นายณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมโยธา |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี : การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา (ANALYSIS OF PRECAST CONCRETE ELEMENT MANAGEMENT PROCESS IN HOUSING PROJECTS USING CASE STUDIES) อ.ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์, 123 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง พร้อมทั้งเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยทำการศึกษาในหน่วยงานผลิต 2 หน่วยงานและโครงการก่อสร้าง 2 โครงการ

การวิเคราะห์ปัญหาการทำงานของหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างได้นำหลักจากแนวคิดลีน (Lean Thinking) ซึ่งมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าในอุตสาหกรรมการผลิตมาประยุกต์ใช้ เพื่อระบุและจำแนกสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ประกอบกับการพิจารณาการไหลของวัสดุระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับ กลุ่มผู้จัดส่งวัสดุ หน่วยงานผลิต โครงการก่อสร้าง และลูกค้า

จากการศึกษาพบว่า สาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง ได้แก่ ปัญหาจากการตรวจสอบและควบคุมการทำงานในการจัดการวัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรของแต่ละหน่วยงาน และปัญหาจากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน ปัญหาที่สำคัญได้แก่ ความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยโครงการก่อสร้างที่มีผลต่อการทำงานในหน่วยงานผลิต ปัญหาจากผู้จัดส่งวัสดุไปยังหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง และข้อบกพร่องของแบบก่อสร้างจากฝ่ายออกแบบ

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการจัดการในหน่วยงานผลิต ควรจะมีการกำหนดปริมาณการผลิตที่สอดคล้องกับความต้องการจริงของโครงการก่อสร้างในแต่ละช่วงเวลา อันเป็นการลดการทำงานที่ไม่จำเป็นในหน่วยงานผลิตลง นอกจากนี้หน่วยงานจะต้องมีความพร้อมในการจัดเตรียมวัสดุการผลิต แรงงาน และเครื่องจักรในการทำงาน และขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีความถูกต้องตามประเภทชิ้นงานที่จะติดตั้ง

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการจัดการในโครงการก่อสร้าง ควรเริ่มตั้งแต่การก่อสร้างในที่ โดยโครงสร้างก่อนการติดตั้งจะต้องมีความถูกต้องตามแบบก่อสร้าง นอกจากนี้โครงการจะต้องมีความพร้อมในการจัดเตรียมวัสดุ แรงงาน และเครื่องจักรในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถทำงานติดตั้งได้ต่อเนื่อง

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2549.....

## 4670303321 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: HOUSING PROJECTS / LEAN THINKING / PRECAST CONCRETE

NUTTAWUT TANOMPONGSEREE: ANALYSIS OF PRECAST CONCRETE ELEMENT MANAGEMENT PROCESS IN HOUSING PROJECTS USING CASE STUDIES. THESIS ADVISOR: ASST. PROF VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D., 123 pp.

The main objective of this research is to study the process of precast concrete element management, including manufacturing, transporting, and installing precast concrete elements in housing projects. It also proposes the guidelines for improvement of the process by using two manufacturing units and two housing projects as case studies.

Major problems in the manufacturing units and the construction projects have been analyzed based on Lean Thinking philosophy, which originally focuses on reducing wastes in the manufacturing industry, to identify and classify their causes. The research examines material flows between the manufacturing units and the construction projects, in which material suppliers, manufactures, construction sites, and customers are involved.

The major cause of wastes in the manufacturing units and the construction projects is incompetent monitor and control in the material, labor, and machine management in both sectors. In addition, the wastes also stem from external factors, including uncertainty in the demand of precast concrete elements by the sites, problem of transporting materials to the manufacturing units and the sites, and poor design.

To improve of the manufacturing units, the quantity of the precast concrete element manufactured should be corresponding to actual demand at the sites in that period of time, leading to the decreasing of unnecessary works in the manufacturing units. Moreover, the manufacturing units must organize materials, workforces, and machines as well as the transport of precast concrete elements properly.

For the construction sites, the structure prior to installing precast concrete elements must be built in accordance with construction drawings. The projects must also well prepare materials, workforces, and machines for installing precast concrete elements so that the installation can be performed continuously.

Department.....Civil Engineering..... Student's signature.....

Field of study.....Civil Engineering..... Advisor's signature.....

Academic year ....2006.....

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำปรึกษา ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขต้นฉบับวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้บริหารและบุคลากรหน่วยงานในโครงการกรณีศึกษาทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลโครงการและความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์ จนงานวิจัยนี้สำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอกราบบูชาพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้กำลังใจและทุนทรัพย์กับผู้วิจัยโดยตลอด และขอกราบบูชาพระคุณครู บูรพาจารย์ทุกท่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญรูป.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....2

1.4 ปัจจัยในการพิจารณาเลือกโครงการกรณีศึกษา.....3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

บทที่ 2 ทฤษฎี แนวความคิด และผลงานวิจัยที่ผ่านมา.....5

2.1 ความหมายที่เกี่ยวข้อง.....5

2.2 การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนงานก่อสร้าง.....6

2.3 รูปแบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....8

2.3.1 รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....8

2.3.2 ระบบโครงสร้าง.....10

2.3.3 ลักษณะรอยต่อของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....14

2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....17

2.5 การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย.....19

2.6 แนวคิดลีน (Lean Thinking).....20

2.7 งานวิจัยที่ผ่านมา.....23

หน้า

บทที่ 3 การประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการ
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....27
3.1 การจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....27
3.2 การประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการ
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....29
3.2.1 การประเมินการทำงานของหน่วยงานผลิต.....29
3.2.2 การประเมินการทำงานของโครงการก่อสร้าง.....32
3.3 สรุป.....34

บทที่ 4 การศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....35
4.1 การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....35
4.1.1 กระบวนการทำงาน.....37
4.1.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการผลิต .....45
4.2 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....50
4.2.1 กระบวนการการทำงาน.....50
4.2.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการขนส่ง.....51
4.3 การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....54
4.3.1 กระบวนการทำงาน.....55
4.3.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการติดตั้ง.....61
4.4 การศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....63
4.5 ต้นทุนที่เกี่ยวกับการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....64
4.5.1 ต้นทุนงานผลิตและขนส่ง.....64
4.5.2 ต้นทุนงานติดตั้งและประกอบรอยต่อ.....69
4.6 การควบคุมคุณภาพการทำงาน.....70
4.7 สรุป.....73

หน้า

บทที่ 5 การวิเคราะห์แนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการ
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....75
5.1 การวิเคราะห์หน่วยงานผลิต.....75
5.2.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิต.....75
5.2.2 การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า
และเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา.....78
5.1.3 สรุปแนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิต.....91
5.2 การวิเคราะห์โครงการก่อสร้าง.....96
5.2.1 การวิเคราะห์กระบวนการติดตั้ง.....96
5.2.2 การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า
และเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา.....97
5.2.3 สรุปแนวทางการทำงานในโครงการก่อสร้าง.....105
5.3 สรุป.....112

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....114
6.1 สรุปผลการวิจัย.....114
6.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต.....117

รายการอ้างอิง.....118

ภาคผนวก.....121
บุคลากรผู้ให้สัมภาษณ์และข้อมูลในกรณีศึกษา.....122

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....123

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ข้อมูลทั่วไปหน่วยงานผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....37

4.2 จำนวนจุดบริการในกระบวนการผลิตของหน่วยงานโรงงานผลิต.....45

4.3 ข้อมูลด้านแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป…….....46

4.4 ข้อมูลด้านวัสดุในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป…….. ……....47

4.5 ข้อมูลด้านเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป…….....…..48

4.6 อัตราผลผลิตของทีมงานในหน่วยงานผลิต……..…….....…….....…49

4.7 ข้อมูลทั่วของโครงการก่อสร้างบ้านกรณีศึกษา…….. ….54

4.8 ปริมาณงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก……...……57

4.9 ปริมาณงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข…….....……..60

4.10 จำนวนแรงงานที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....…..……...61

4.11 วัสดุในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....……62

4.12 เวลาการก่อสร้างในที่และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก…….....…65

4.13 เวลาการก่อสร้างในที่และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข….....…...65

4.14 สัดส่วนต้นทุนการผลิตโดยประมาณของหน่วยงานผลิต ด้านแรงงานและวัสดุ……..……68

4.15 สัดส่วนต้นทุนในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยประมาณ ด้านแรงงาน
วัสดุประกอบรอยต่อ และเครื่องจักร……..…….....…69

4.16 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....71

4.17 วิธีการซ่อมแซมชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป…….……72

5.1 สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่า
ของหน่วยงานผลิตจากกรณีศึกษา.....88

5.2 สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าในขั้นตอนการติดตั้ง
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากกรณีศึกษา.....106

# สารบัญรูป


รูปที่ หน้า

2.1 เสาคอนกรีตสำเร็จรูป……8

2.2 คานคอนกรีตสำเร็จรูป……9

2.3 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป……9

2.4 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป……10

2.5 โครงสร้างระบบแผ่นรับน้ำหนัก……11

2.6 โครงสร้างระบบโครง……11

2.7 รูปแบบโครงสร้างแบบเสาและพื้น……12

2.8 ระบบการก่อสร้างแบบกล่อง……13

2.9 การติดตั้งของระบบการก่อสร้างแบบกล่อง……13

2.10 รอยต่อแบบเปียก……15

2.11 รอยต่อแบบแห้ง……15

2.12 รอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง……16

2.13 แผนภาพความสูญเปล่าในแนวคิดลีน……21

3.1 การไหลของความต้องการและวัสดุของหน่วยงานในการจัดการ
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป……28

3.2 การประเมินการทำงานของหน่วยงานผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการ
ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป……30

3.3 การประเมินการทำงานของโครงการก่อสร้างในขั้นตอนการติดตั้ง
เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป……32

4.1 กระบวนการทำงานของหน่วยงานลานผลิต……38

4.2 แบบหล่อที่เป็นลักษณะลานหล่อ……39

4.3 แบบหล่อที่เป็นลักษณะโต๊ะหล่อ……40

4.4 การยกแบบโต๊ะหล่อในขั้นตอนการถอดแบบ……41

4.5 กระบวนการทำงานของหน่วยงานโรงงานผลิต……42

4.6 การทำงานขั้นตอนการเทคอนกรีตของโรงงานผลิต……43

4.7 การกองเก็บของโรงงานผลิต……43

4.8 ขั้นตอนในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป……51

4.9 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานลานผลิต……53

รูปที่ หน้า

4.10 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานโรงงานผลิต……..…..……53
4.11 ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ ก…….....56
4.12 ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ ข…….…59
4.13 Precedence Diagram ของการสร้างบ้าน โครงการ ก……...……66
4.14 Precedence Diagram ของการสร้างบ้าน โครงการ ข…….…….…….67
5.1 การไหลวัสดุและความสัมพันธ์หน่วยงานในกระบวนผลิตของลานผลิตกรณีศึกษา.....….76
5.2 การไหลวัสดุและความสัมพันธ์หน่วยงานในกระบวนผลิตของโรงงานผลิตกรณีศึกษา.....77
5.3 แนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.….....……92
5.4 ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน โครงการ ก…….....…98
5.5 การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน
ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก.....…98
5.6 ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน โครงการ ข.....….....99
5.7 การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน
ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข.....….....99
5.8 แนวทางการทำงานในโครงการก่อสร้าง
ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....….108

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่อยู่อาศัยกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในหลายโครงการ สามารถลดระยะเวลาและต้นทุนค่าก่อสร้างของโครงการลงเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบหล่อในที่ ในสภาพของความต้องการที่อยู่อาศัยที่เพิ่มมากขึ้นในสังคมเมืองและการแข่งขันกันอย่างรุนแรงทางธุรกิจอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่อยู่อาศัย ประกอบกับนโยบายของภาครัฐที่ส่งเสริมการสร้างที่อยู่อาศัยให้กับประชาชน โดยในหลายโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของภาครัฐ ได้เลือกใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป (Prefabrication) ซึ่งมีกระบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรม (Mass Production) เพื่อให้โครงการบรรลุเป้าหมายตามกำหนดเวลา นอกจากโครงการของภาครัฐแล้วการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของภาคเอกชนอีกหลายโครงการทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลก็ได้ใช้เลือกการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเช่นกัน เพื่อประโยชน์ในด้านของเวลาและต้นทุนของโครงการ

จากปริมาณความต้องการใช้งานในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมที่อยู่อาศัยที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญในส่วนของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ประสบ คือ หน่วยงานผลิตในโครงการก่อสร้างที่ใช้งานอยู่เดิมที่มีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น ข้อจำกัดในเรื่องกำลังการผลิตหรือกระบวนการผลิต เป็นต้น อันส่งผลทำให้ไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของโครงการก่อสร้างทั้งในเรื่องของปริมาณและคุณภาพ หรือบางครั้งอาจเกิดปัญหาที่โครงการก่อสร้างเองที่ไม่สามารถติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ตามแผนที่วางไว้ ปัญหาเหล่านี้มีผลกระทบอย่างมากต่อองค์กรที่ใช้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการที่จะตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในด้านเวลาและคุณภาพ

สำหรับงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น โดยส่วนมากจะเป็นการศึกษาการในด้านรูปแบบของการก่อสร้างที่ใช้ ข้อดีและข้อจำกัด และจะเป็นในลักษณะการเปรียบเทียบกับการก่อสร้างกับแบบหล่อในที่ แต่การศึกษาด้านการปรับปรุงการจัดการขณะทำงาน เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในเมืองไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ทำอยู่ อันเป็นการนำไปสู่การศึกษาเพื่อปรับปรุงการทำงาน

กล่าวโดยสรุป ถึงแม้ว่าการนำระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่อาศัยจะมีประโยชน์ ทั้งในเรื่องของระยะเวลาก่อสร้างและต้นทุนของโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่ แต่จากความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นและการขาดการจัดการที่ดีพอ ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆขึ้นกับ โครงการก่อสร้างได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาถึงระบบการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุงการจัดการที่มีอยู่ดังกล่าว อันจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของประเทศไทย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการทำงานในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป พร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษากับโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่ใช้ระบบคอนกรีตสำเร็จรูปแบบผนังรับแรง (Load Bearing Wall) ที่กำลังดำเนินการอยู่ ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1) หน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทำการศึกษาในภาคสนามของกระบวนการผลิต และกระบวนการขนส่งของหน่วยงาน

2) โครงการก่อสร้าง ทำการศึกษาในภาคสนามของขั้นตอนการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ โดยศึกษาถึง กระบวนการก่อสร้างในที่ กระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และงานก่อสร้างส่วนที่เหลือจนเสร็จเป็นตัวอาคาร โดยใช้การศึกษาในการก่อสร้างบ้านเดี่ยวที่เป็นระบบผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) เป็นกรณีตัวอย่าง

**1.4 ปัจจัยในการพิจารณาเลือกโครงการกรณีศึกษา**

งานวิจัยนี้ได้ใช้โครงการกรณีศึกษาขององค์กรภาคเอกชนแห่งหนึ่ง โดยมีเหตุผลดังนี้

- ความหลากหลายของข้อมูลในช่วงเวลาที่ศึกษาโครงการก่อสร้าง เนื่องจาก

หน่วยงานผลิต มีรูปแบบการทำงานทั้งในระบบการทำงานที่เป็นแบบโรงงานชั่วคราวซึ่งมีการศึกษาทั่วไปในงานวิจัยที่ผ่านมา และมีหน่วยงานผลิตที่มีการพัฒนาระบบการผลิตที่ให้รองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมก่อสร้างซึ่งเป็นโรงงานแบบถาวรและมีเทคโนโลยีในการผลิตซึ่งมีความทันสมัย

โครงการก่อสร้าง มีลักษณะของการก่อสร้างในกรณีตัวอย่างที่แตกต่างกันในวิธีและขั้นตอนการก่อสร้างของแบบบ้านที่ใช้ในการศึกษา

- การให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลอย่างละเอียดของบุคลากรในหน่วยงาน ทั้งข้อมูลด้านเอกสาร การสัมภาษณ์ และการถ่ายภาพในหน่วยงาน
- การประชาสัมพันธ์ที่เด่นชัดขององค์กรถึงการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างต่อประชาชนภายนอก

ซึ่งจากปัจจัยที่ได้เสนอเป็นการพิสูจน์ในเบื้องต้นถึงคุณภาพที่มีมาตรฐานเพียงพอที่จะทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในครั้งนี้ได้

**1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย**

ขั้นตอนในวิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากเอกสาร ตำรา รายงาน รวมถึงงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งเกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2) การเก็บข้อมูลภาคสนามของการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จจากหน่วยงานก่อสร้างจริง ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง โดยในการเก็บข้อมูลภาคสนามนี้เพื่อให้ครอบคลุมในขั้นตอนการทำงานที่กล่าวมา จะได้ศึกษาใน 2 หน่วยงานหลัก คือ หน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1) ศึกษาจากการสังเกตการณ์ การจดบันทึก และการถ่ายรูป ของแต่ละขั้นตอนการทำงาน รวมถึงการจัดการด้านแรงงาน วัสดุ เครื่องมือเครื่องจักรของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน

2.2) ข้อมูลเชิงเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง เช่น แบบการผลิต แบบการก่อสร้าง การวางแผนการทำงาน ปริมาณงานที่ทำจริง การประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และลักษณะของปัญหา รวมถึงแนวทางแก้ไขปัญหาหน้างาน

3) วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดลีน (Lean Thinking) มาใช้ในการจำแนกและระบุสาเหตุปัญหาความสูญเปล่า (Waste) ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในปัจจุบัน และนำเสนอแนวทางแก้ไขในเบื้องต้นจากกรณีศึกษา

4) สรุปและเสนอแนวทางการทำงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นอยู่

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1) ทราบถึงกระบวนการทำงานในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งในการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัย

2) แนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งมุ่งเน้นการลดปัญหาความสูญเปล่า (Waste) ในหน่วยงาน อันนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2

# ทฤษฎี แนวความคิด และผลงานวิจัยที่ผ่านมา

เป้าหมายหลักของภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง คือ ต้องการให้ผลงานมีคุณภาพดีก่อสร้างได้รวดเร็วและมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างสู่ระบบอุตสาหกรรมโดยเป็นการผลิตของชนิดเดียวกันซ้ำ ๆ มาก ๆ ขึ้น ก็ยิ่งทำให้ต้นทุนต่อชิ้นหรือราคาต่อหน่วยลดลง ซึ่งการก่อสร้างอุตสาหกรรมเป็นการนำเอาวิธีการก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรมประสานเข้ากับวิธีการออกแบบการผลิต ปฏิบัติงานในสถานที่ก่อสร้าง การตลาด การเงิน และการบริหารของโครงการ โดยจะเห็นได้ว่าระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นการก่อสร้างประเภทหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาระบบการก่อสร้างที่เป็นระบบอุตสาหกรรม ซึ่งในการทำงานสามารถที่จะผลิตในได้จำนวนมากภายใต้การควบคุมคุณภาพที่อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังลดเวลาในการก่อสร้างลงได้ จึงทำให้มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างดังกล่าวในประเทศไทยอย่างต่อเนื่องในหลายโครงการ ทั้งในงานก่อสร้างของภาครัฐบาลและภาคเอกชน

ในบทนี้เป็นการนำเสนอ ความหมายที่เกี่ยวข้อง การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รูปแบบของการก่อสร้าง ข้อดีและข้อจำกัด การก่อสร้างในประเทศไทย แนวคิดลีน (Lean Thinking) และงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

## 2.1 ความหมายที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีดังนี้

“การก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม” (Industrialized Building) คือการเปลี่ยนแปลงอันใดอันหนึ่งในกรรมวิธีของการก่อสร้างอาคาร (Building Process) เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคม (ชวลิต นิตยะ, 2528 อ้างถึงใน บุษบง เจริญพันธ์โยธิน, 2545)

“พรีคาสต์คอนกรีต” (Precast Concrete) คือ การหล่อชิ้นชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใด ๆ เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง ก่อนแล้วนำไปประกอบกันเป็นโครงสร้าง (Sheppard และ William, 1989 อ้างถึงใน มามี โตบารมีกุล, 2540)

“ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป” (Prefabrication) คือ ระบบการก่อสร้างอาคารที่ชิ้นส่วนของอาคารถูกผลิตมาจากโรงงานเป็นส่วน ๆ เช่น ผนัง พื้น ฝ้าเพดาน และส่วนประกอบหลังคา เป็นต้น แล้วนำมาติดตั้งและประกอบกัน ณ สถานที่ก่อสร้าง (Burnham, 1951)

“ระบบการก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูป” (Semi Prefabrication) คือ ระบบการก่อสร้างที่มีโครงสร้างบางส่วนของการก่อสร้างหล่อกับที่ เช่น ฐานราก และมีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในบางส่วนของอาคาร เช่น แผ่นพื้น แผ่นผนัง เสา คาน บันได ทั้งนี้วัสดุที่ใช้อาจจะเป็นคอนกรีตหรือวัสดุอื่นก็ได้ (สมภพ มาจิสวาลา, 2541)

ดังนั้นความหมายของ “ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป” (Precast Concrete Element) ของงานวิจัยนี้จึงหมายถึง ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารที่หล่อจากคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งถูกผลิตเป็นรูปร่างเสร็จเรียบร้อยแล้วจากแหล่งผลิต ณ ที่แห่งหนึ่ง เช่น แผ่นพื้น แผ่นผนัง เสา คาน และบันได เป็นต้น แล้วส่งไปประกอบเข้าเป็นอาคาร ณ หน้างานอีกแห่งหนึ่งและใช้เครื่องจักรในการยกติดตั้ง โดยวิธีการก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งของระบบการก่อสร้างทั้งการก่อสร้างสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูปที่เลือกใช้วัสดุดังกล่าว

**2.2 การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนงานก่อสร้าง**

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จำแนกรายละเอียดของงานที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการจัดเตรียมแบบหล่อ การจัดวางเหล็กเสริมและอุปกรณ์อื่นๆ การผสมและเทคอนกรีต การตกแต่งและซ่อมแซมผิวหน้าคอนกรีต และงานบ่มคอนกรีต จากนั้นเป็นขั้นตอนในการจัดการขนส่ง การยกติดตั้ง การต่อประกอบ จัดการผิวรอยต่อของชิ้นงาน การตกแต่งและทำความสะอาดพื้นผิว (Prestressed Concrete Institute, 1973) จากรายละเอียดของงานจะเห็นได้ว่าในการก่อสร้างดังกล่าวจะต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่ในการทำงานที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1) โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) โดยโรงงานจะทำหน้าที่ในการดำเนินงานผลิต ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตและเครื่องมือเครื่องจักรได้มีการพัฒนาขึ้นมาก ทำให้โรงงานผลิตสามารถผลิตได้รวดเร็วและมีคุณภาพที่ดี ดังนั้นโรงงานควรมีการจัดพื้นที่ให้เพียงพอกับกำลังการผลิต และการกองเก็บก่อนการขนส่ง รวมถึงการเตรียมความพร้อมของแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรในโรงงาน

2) สถานที่ก่อสร้าง (Construction Site) โดยหน่วยงานก่อสร้างจะทำหน้าที่ในการติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งต้องมีการจัดเตรียมตั้งแต่เส้นทางเข้าโครงการ เส้นทางขนส่งภายใน และพื้นที่การกองเก็บที่หน้างานก่อนการยกติดตั้ง โดยอาจจำเป็นต้องมีการจัดลำดับของรถในการขนส่งให้สอดคล้องกับการติดตั้ง เพื่อลดปัญหาพื้นที่กองเก็บที่หน้างานที่ไม่เพียงพอและให้พอเหมาะกับแรงงาน รวมถึงเครื่องมือเครื่องจักรที่จะต้องใช้ในสถานที่ก่อสร้าง

ในการทำงานจะต้องมีการพิจารณาเส้นทางการเดินทางให้สามารถขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากสถานที่ผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้างที่สามารถเดินทางได้ ซึ่งต้องคำนึงถึงขนาดของตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องขนส่งรวมถึงการที่จะเลือกรถขนส่งให้สามารถทำงานได้ และการประสานงานทั้งสองส่วนของพื้นที่เพื่อให้การก่อสร้างสามารถดำเนินงานการได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะต้องมีการวางแผนงานในการทำงานในการก่อสร้างให้มีการใช้วัสดุ แรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องตามเวลาที่ต้องการ ดังนั้นการวางแผนงานถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ (พนม ภัยหน่าย, 2539) เพราะถ้าแผนงานวางไว้ไม่ละเอียดรอบคอบและรัดกุมเพียงพอแล้วจะก่อให้เกิดปัญหานานาประการตามมา การวางแผนงานจึงเป็นการขจัดปัญหาต่าง ๆ ไว้ตั้งแต่ต้น และถ้างานก่อสร้างสามารถดำเนินไปตามแผนที่วางแล้ว ก็ยิ่งจะเป็นคุณประโยชน์ต่อผู้ดำเนินงานมากขึ้นอีกด้วย จึงควรได้มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ไว้ให้พร้อมและมากที่สุด เพื่อประกอบการพิจารณาและตัดสินใจเพื่อกำหนดเป็นแผนงานขึ้น

สำหรับในการสร้างแผนกำหนดเวลางานก่อสร้างอาจทำได้หลายวิธี โดยกิจกรรมในโครงการก่อสร้างจะถูกนำมาเรียงกันตามความลำดับสัมพันธ์ก่อนหลัง (วิสูตร จิระดำเกิง, 2546) ดังนี้

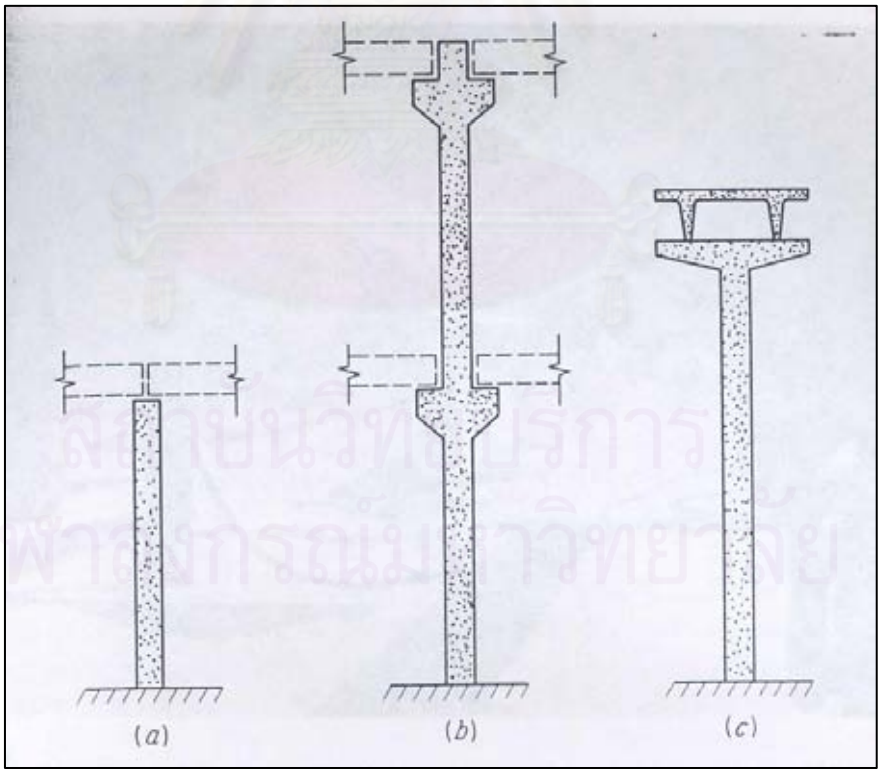
- แผนกำหนดเวลาแบบกิจกรรมบนลูกศร (Activity on Arrow) วิธีการเขียนแผนกำหนดเวลาชนิดนี้จะแทนกิจกรรมด้วยลูกศร โดยจะมีปมที่หัวและหางลูกศรเพื่อให้หมายเลขประจำปมซึ่งจะใช้เรียกกิจกรรมนั้น ทั้งนี้กิจกรรมใด ๆ จะเริ่มหลังจากกิจกรรมนำหน้าแล้วเสร็จ
- แผนกำหนดเวลาแบบกิจกรรมบนปม (Activity on Node) แผนกำหนดเวลาชนิดนี้อาจเรียกว่า แบบผังข่ายงานนำหน้า (Precedence Diagram Method) โดยกิจกรรมบนปมจะนิยมเขียนแทนด้วยกรอบสี่เหลี่ยมซึ่งแสดงค่าต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อกิจกรรม กำหนดเวลาเริ่มและเสร็จเร็วที่สุด กำหนดเวลาเริ่มและเสร็จช้าที่สุด เวลาลอยตัวและอื่น ๆ
- แผนกำหนดเวลา (Gantt Chart) หรืออาจเรียกว่า Bar Chart เป็นการเขียนแผนการทำงานในรูปของปฏิทินทำงาน ซึ่งมีความเข้าใจและคุ้นเคยมากกว่าสองแบบข้างต้นจึงเหมาะกับการสื่อสารกับโฟร์แมนหรือช่างฝีมือในการอ่าน
- แผนกำหนดเวลาแบบเส้นตรง (Linear Schedule Method) หลักการจะคล้ายกับการวางแผนโดย Line of Balance ในภาคอุตสาหกรรม แผนกำหนดเวลาลักษณะนี้จะใช้ได้กับงานที่มีลักษณะซ้ำกัน เช่น งานก่อสร้างอาคารสูง งานบ้านจัดสรร โดยการก่อสร้างจะมีชุดช่างหลาย ๆ ชุดทำงานในลักษณะตามกัน

## 2.3 รูปแบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

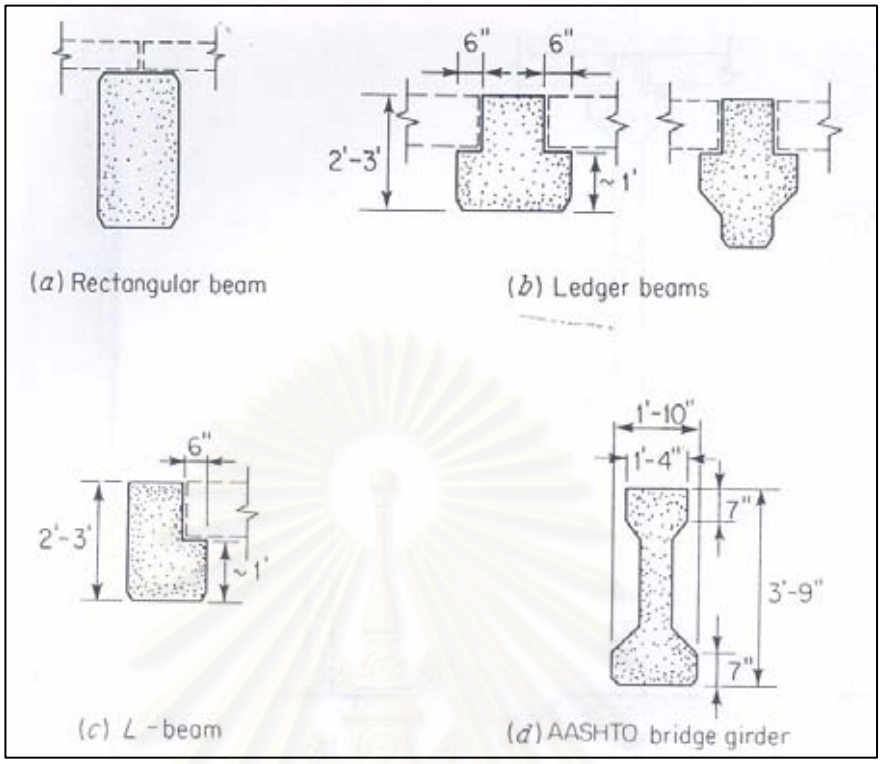
ประกอบด้วยรูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ระบบโครงสร้าง และลักษณะรอยต่อของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนี้

### 2.3.1 รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

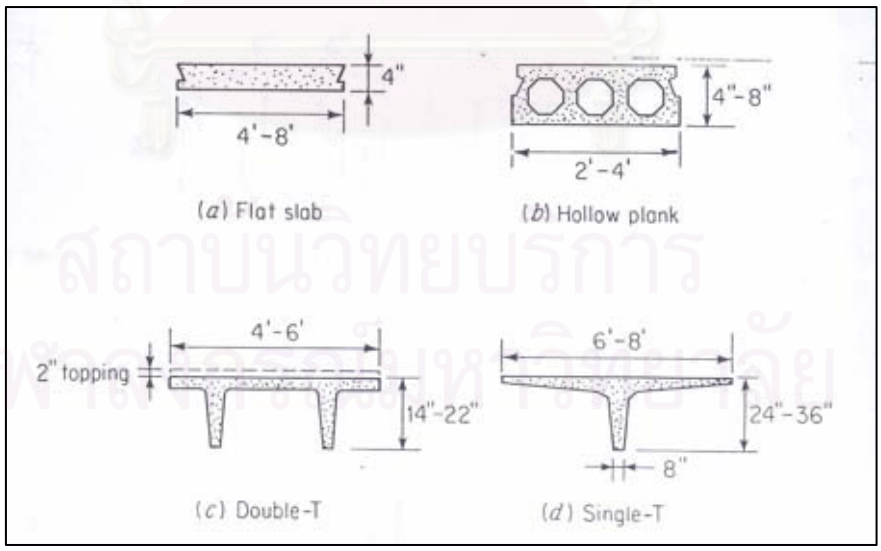
ในการนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในงานก่อสร้าง รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะเป็นไปตามในลักษณะของงานโครงสร้างทั่วไป ประกอบด้วย เสา (Precast Concrete Columns) คาน (Precast Concrete Beams and Girders) พื้นและหลังคา (Precast Concrete Floors and Roof Elements) อีกทั้งยังถูกนำมาใช้ในส่วนของงานสถาปัตยกรรม คือ งานผนัง (Precast Concrete Wall Panels) ของอาคาร สำหรับในงานผนังอาจเป็นได้ทั้งที่เป็นลักษณะของผนังกั้นทั่วไปและผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) ซึ่งขึ้นกับการออกแบบโครงสร้าง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.1 ถึงรูปที่ 2.4 นอกจากนี้ยังมีชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทบันไดที่นิยมใช้ในงานอาคารสูง (Jirawat Damrianant ,1993)



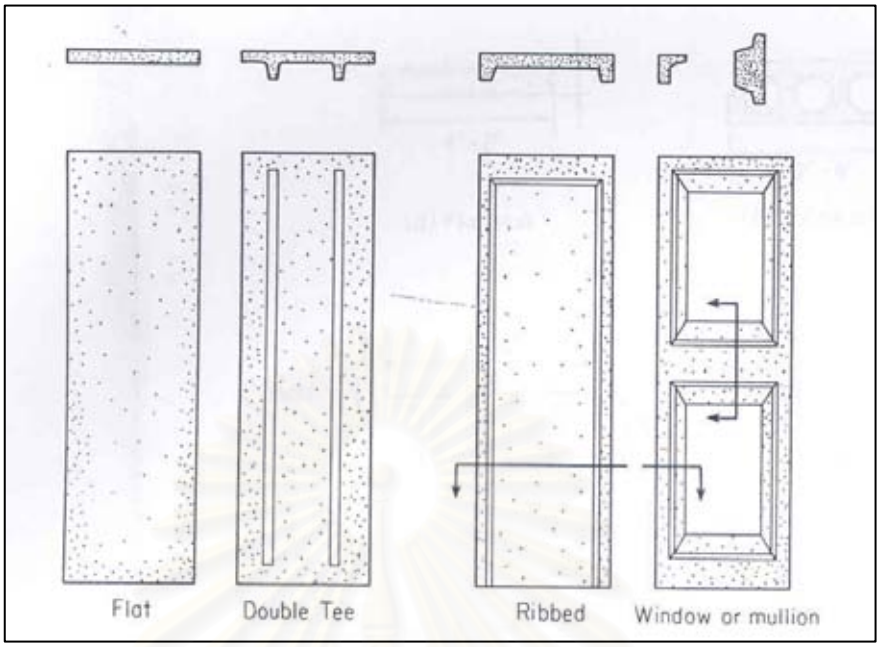

รูปที่ 2.1 เสาคอนกรีตสำเร็จรูป (Arthur และ George, 1991)




รูปที่ 2.2 คานคอนกรีตสำเร็จรูป (Arthur และ George, 1991)




รูปที่ 2.3 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Arthur และ George, 1991)



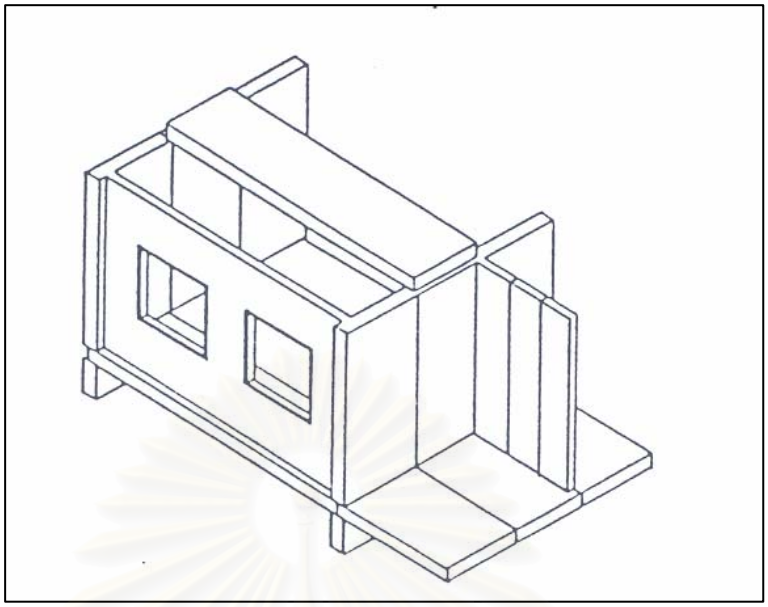

รูปที่ 2.4 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (Arthur และ George, 1991)

**2.3.2 ระบบโครงสร้าง**

สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถแบ่งตามระบบโครงสร้างได้เป็น 3 ระบบหลัก ๆ คือ ระบบแผ่นรับน้ำหนัก ระบบเสาและคาน และระบบกล่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบแผ่นรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System)

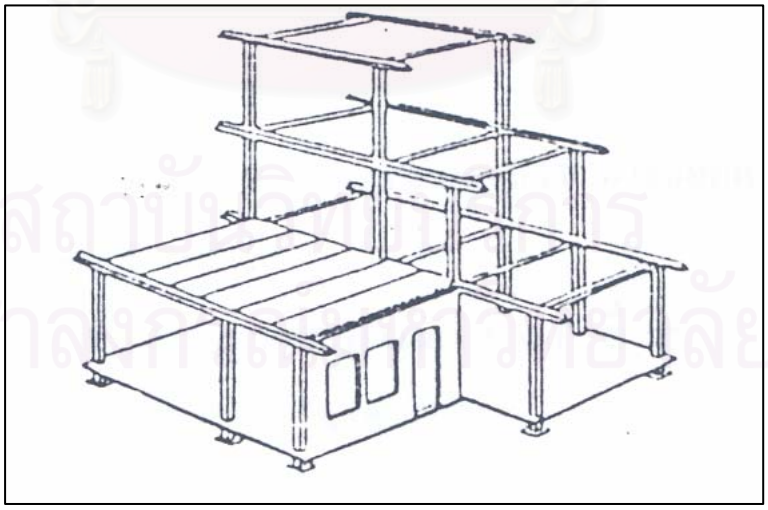
รูปแบบการก่อสร้างระบบนี้ ลักษณะโครงสร้างเป็นลักษณะที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้นส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่งานฐานรากของอาคารตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นโครงสร้างแผ่นพื้นและผนังรับแรง (Load Bearing Wall) เป็นหลักของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะขึ้นตามการออกแบบและความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและติดตั้ง ซึ่งผนังและพื้นระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายโดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้น หรือบางแห่งการผลิตผนังจะเป็นการหล่อในแนวตั้งที่เรียกว่า Battery Casing ซึ่งจะมีแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆ ตามความหนาที่ต้องการ เพื่อจะได้การเทคอนกรีตแผ่นครั้งละจำนวนมากๆ



รูปที่ 2.5 โครงสร้างระบบแผ่นรับน้ำหนัก (สมภพ มาจิสวาลา, 2541)

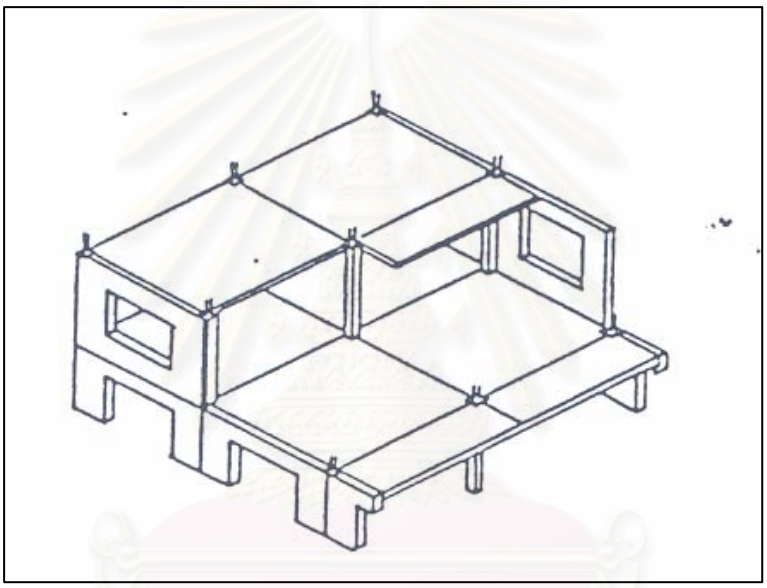
2) ระบบโครง (Frame Structure System)

การก่อสร้างระบบนี้เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากพื้นลงสู่ระบบคาน ส่งผ่านน้ำหนักลงเสาและลงสู่งานฐานรากตามลำดับ ซึ่งระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างของคานและเสาเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างระบบโครง (Satid Singsomboon, 1987)

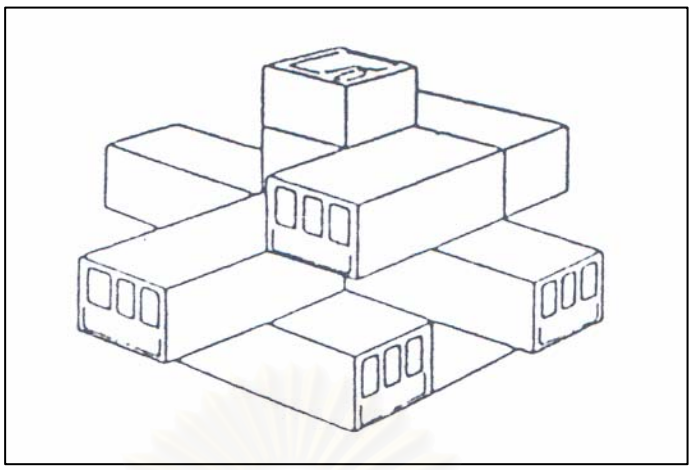
นอกเหนือจากรูปแบบการก่อสร้างที่กล่าวมาในระบบนี้ ยังพบรูปแบบการก่อสร้างที่เป็นระบบโครงแต่ลักษณะการถ่ายน้ำหนักจะเป็นการส่งผ่านจากพื้นลงสู่เสาและฐานรากโดยไม่ใช้คาน หรือเรียกว่า รูปแบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton) โดยระบบโครงสร้างชนิดนี้จะเป็นการวางแผ่นพื้นลงบนเสาโดยตรงซึ่งไม่ใช้คานเช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท พื้นไร้คาน (Flat Slab) เสาจะวางห่างกันไม่เกินขนาดของพื้นที่จะวางบนเสา ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายเสาได้ 4 จุด จะต้องมีความหนาและปริมาณเหล็กมากเป็นพิเศษ โดยพื้นจะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร ตัวอย่างรูปแบบของเสาและพื้นที่ใช้ได้แก่ โครงการ Wierzbon ในประเทศโปแลนด์ (สมภพ มาจิสวาลา, 2541) ดังแสดงในรูปที่ 2.7



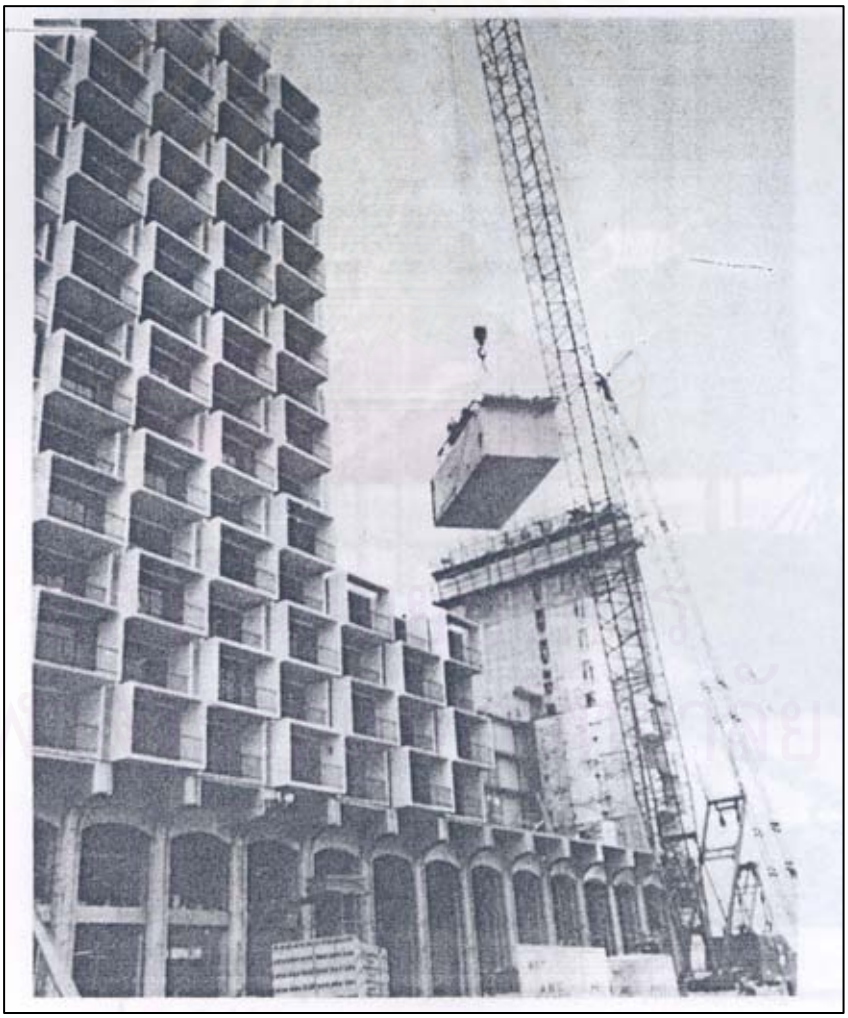
รูปที่ 2.7 รูปแบบโครงสร้างแบบเสาและพื้น (สมภพ มาจิสวาลา, 2541)

3) ระบบกล่อง (Modular System)

การก่อสร้างระบบนี้ เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นกล่อง 3 มิติ ในแต่ละกล่องจะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเอง ซึ่งบางงานในแต่ละกล่องอาจมีการทำงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมาเรียบร้อยแล้วจากโรงงานผู้ผลิต แล้วจึงนำมาวางเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ระบบการก่อสร้างแบบกล่อง (Satid Singsomboon, 1987)



รูปที่ 2.9 การติดตั้งของระบบการก่อสร้างแบบกล่อง (Arthur และ George, 1991)

ระบบกล่องในปัจจุบันจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 12 ถึง 16 ตัน และมีขนาดพื้นที่ห้องประมาณ 3.50 – 10.00 ตารางเมตร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ประเภทเดี่ยว ส่วนมากแบบนี้จะใช้กับอาคารบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน ห้องส้วม ห้องรับแขก ครัว รวมอยู่ในโครงรูปกล่อง 1 หรือ 2 หน่วยต่อกันทุกส่วนหรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยในสถานที่ก่อสร้างก็เป็นเพียงการเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับเมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ ก็ทำการติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาล ท่อน้ำประปา และระบบไฟฟ้า

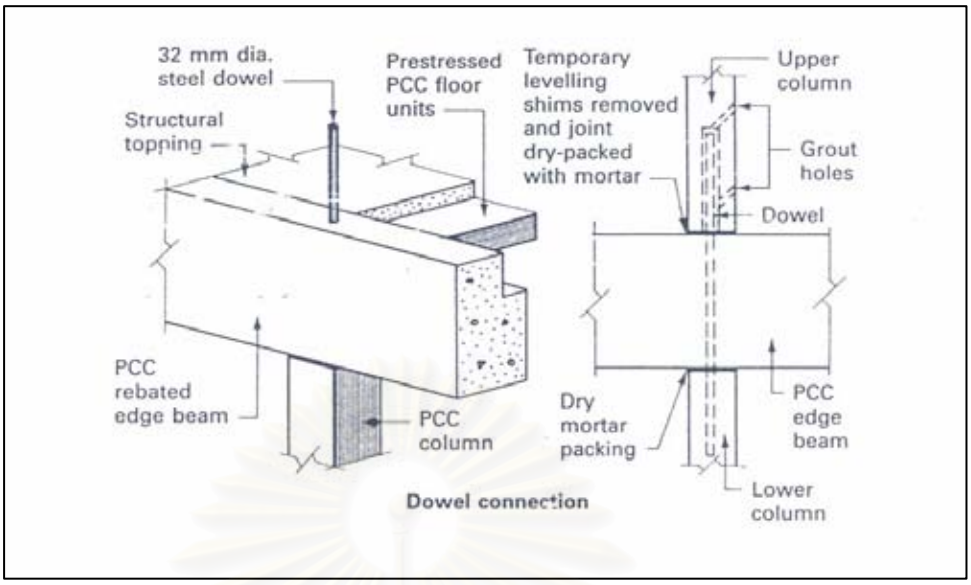
ข. ประเภทกลุ่ม ได้แก่การเอาโครงกล่องสำเร็จ 1 หน่วย มาประกอบต่อรวมกันเข้าหลายๆ หน่วย อาจเรียงซ้อนกันเป็นแถวนอน เป็นอาคารประเภทเรือนแถวหรือเรียงต่อรวมกันทางตั้งขึ้นไปหลายๆ ชั้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.9 วิธีซ้อนอาจจัดเรียงต่อกันแบบสลับเหมือนตารางหมากฮอส์ เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วยทำให้ได้หน่วยพิเศษเพิ่มขึ้น หรือจัดวางให้แต่ละหน่วยเรียงชิดติดกันทั้งทางดิ่งและทางนอน ตัวอย่างอาคารที่ใช้รูปแบบการก่อสร้างแบบนี้ คือ โรงแรมฮิลตันที่เมือง San Antonio ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งแบบห้องพักแขกเป็น 1 หน่วย ด้วยโครงสร้างกล่องที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ละกล่องสามารถรับน้ำหนักตั้งซ้อนกันได้

โดยจากที่ได้นำเสนอระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้ง 3 ระบบ จะเห็นได้ว่าระบบกล่องสามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้องใช้ในบริเวณที่ก่อสร้างลงได้มากกว่าระบบอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้น แต่ข้อเสียจะอยู่ที่แต่ละหน่วยนั้นจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ทำให้มีความยุ่งยากซับซ้อนในการผลิตและการขนส่ง รวมถึงอุปกรณ์การยกต้องมีขนาดใหญ่เป็นพิเศษกว่าระบบอื่น

**2.3.3 ลักษณะรอยต่อของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

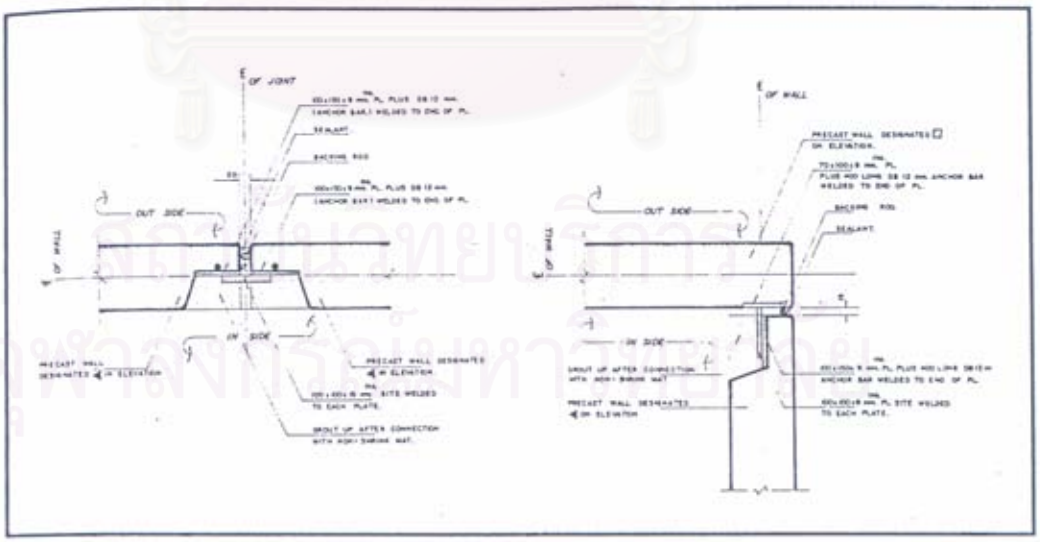
สำหรับในงานประกอบรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ถือเป็นส่วนสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ซึ่งรอยต่อสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทคือ

1) รอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะรอยต่อที่เกิดจากการเทเกราท์ (Grouting) ด้วยวัสดุเชื่อมระหว่างรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จ รอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามกำหนด รอยต่อแบบนี้ได้แก่ รอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกราท์และแบบเกราท์ระหว่างรอยต่อ (Dry Packed) แสดงตัวอย่างรอยต่อดังกล่าวได้ดังรูปที่ 2.10



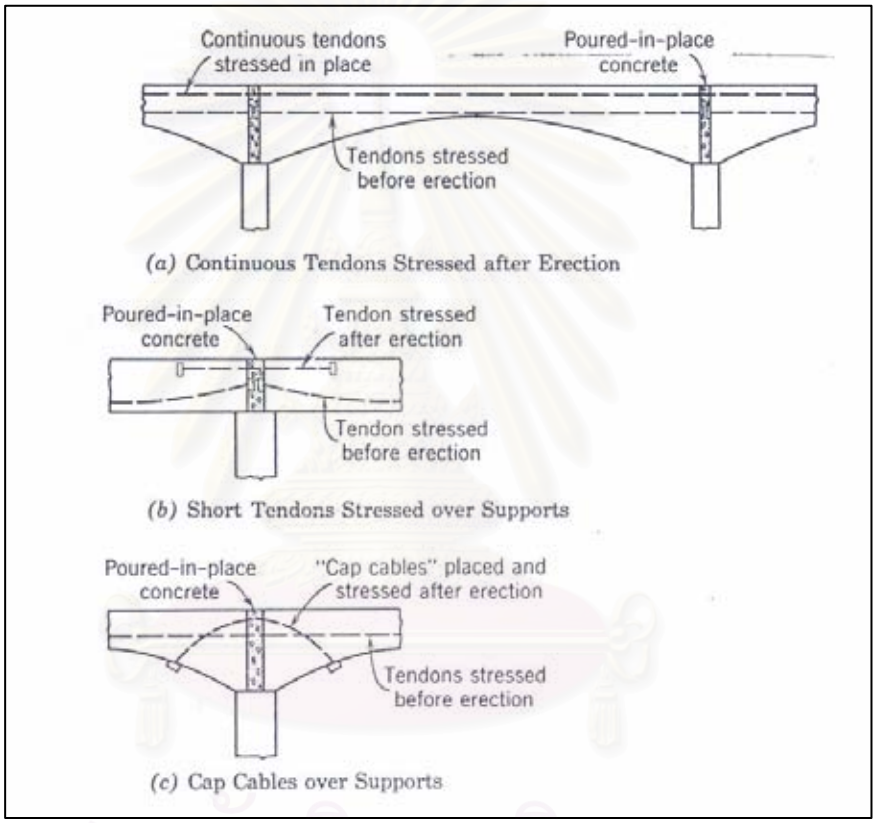

รูปที่ 2.10 รอยต่อแบบเปียก (Roy, 2005)

2) รอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของรอยต่อที่เกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จด้วยวัสดุที่สามารถรับแรงได้ทันที ซึ่งรอยต่อแบบนี้ได้แก่ การใช้สลักเกลียว (Bolting) และการเชื่อม (Welding) โดยหลังจากทำการประกอบรอยต่อเสร็จ จะทำการปิดรอยต่อด้วยวัสดุปิดหน้าเพื่อกันความชื้นและความเรียบร้อยของงาน เช่น ปูนทราย อีพอกซี่ วัสดุทากันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่งตามการออกแบบ แสดงตัวอย่างจุดรอยต่อดังกล่าวได้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 รอยต่อแบบแห้ง (มามี โตบารมีกุล, 2540 )

3) รอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง (Post - Tensioned) เป็นลักษณะรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้นหรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เหล็กเสริมอัดแรง (Prestressing Steel) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเหล็กเสริมไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปหรือหลังจากติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จ สำหรับเหล็กเสริมอัดแรงทั่วไปมี 3 ชนิด (นเรศ พันธราธร, 2541) คือ ลวดอัดแรง (Prestressing Wire) ลวดเกลียวอัดแรง (Prestressing Stand) และเหล็กเส้นอัดแรง (Prestressing Bar) ซึ่งโดยปกติลวดอัดแรงจะถูกร้อยผ่านท่อและอัดน้ำปูนเข้าในท่อหลังการอัดแรง แสดงตัวอย่างรอยต่อดังกล่าวได้ดังรูปที่ 2.12




รูปที่ 2.12 รอยต่อแบบอัดแรงภายหลัง (Lin และ Burns, 1981)

จากลักษณะของรอยต่อที่นำเสนอจะเห็นได้ว่าลักษณะรอยต่อแบบแห้งจะสามารถทำงานได้รวดเร็วในการทำงานหน้างานเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะรอยต่ออื่น ๆ เนื่องจากหลังจากประกอบรอยต่อแล้วเสร็จจะมีความสามารถในการรับแรงได้ทันที แต่จะต้องมีการทำงานในการป้องกันเรื่องความชื้นที่ดีเพื่อจะสามารถใช้งานตามคุณภาพที่ต้องการ โดยลักษณะรอยต่อแบบแห้งและแบบเปียกจะพบเห็นได้ในงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยทั่ว ๆ ไป ส่วนรอยต่อแบบอัดแรงภายหลังเหมาะที่จะใช้ในงานก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่ เช่น งานสะพาน งานถนนยกระดับ เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติการรับแรงที่สูงของเหล็กเสริมอัดแรงที่ใช้

**2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

จากการศึกษาที่ผ่านมาในด้านข้อดีของระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สรุปได้ดังนี้

1) การลดระยะเวลาของงานก่อสร้างและควบคุมระยะเวลาได้แน่นอน เนื่องจากในงานโครงสร้างจะใช้ชิ้นส่วนของงานโครงสร้างที่ถูกผลิตมาจากโรงงาน ทำให้สามารถดำเนินงานได้ในเวลาเดียวกันทั้งการเตรียมการที่สถานที่ก่อสร้างและการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ อีกทั้งจากลักษณะเวลาในการทำงานของระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างแบบหล่อในที่

2) ต้นทุนของการก่อสร้างที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ถ้ามีจำนวนอาคารที่ก่อสร้างในแบบเดียวกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งต้นทุนที่ต่ำกว่านั้นมาจากส่วนประกอบอื่นด้วย เช่น ระยะเวลาการก่อสร้างที่เร็วกว่าจะทำให้ลดต้นทุนดอกเบี้ยการกู้เงิน ลดค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) ลดการสูญเสียวัสดุ และการใช้แรงงานที่น้อยกว่า (มามี โตบารมีกุล, 2540)

3) สามารถควบคุมคุณภาพของงานได้ง่ายและเหมือนกันทั้งโครงการ เนื่องจากในการทำงานสามารถควบคุมคุณภาพของงานได้ตั้งแต่งานผลิตที่ถูกผลิตในโรงงาน ทำให้คุณภาพของงานก่อสร้างดีขึ้นจากกรรมวิธีการผลิตที่มีมาตรฐานเดียวกันทั้งโครงการ จึงเหมาะกับการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน เช่น โครงการบ้านจัดสรร อาคารชุดพักอาศัย เป็นต้น

4) ประโยชน์สำหรับงานก่อสร้างของการทำงานคอนกรีตในที่สูง โดยการที่ผลิตบนพื้นล่างจะสามารถทำงานได้ง่ายและควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า หลังจากนั้นจึงจะจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างเพื่อทำการติดตั้ง (Don, 1986)

5) การลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในบางส่วนของงานก่อสร้างในโครงการ เนื่องจากลักษณะของงานติดตั้งที่ใช้แรงงานไม่มากต่อชิ้นงาน เช่น การใช้ผนังคอนกรีตสำเร็จจะเห็นได้ว่าใช้แรงงานน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อผนังอิฐเพื่อจะได้พื้นที่และเวลาในการทำงานเท่ากัน เป็นต้น

6) การลดความสูญเสียวัสดุของงานก่อสร้าง เพราะวัสดุจะถูกจัดเตรียมและผลิตตั้งแต่ในโรงงานก่อนที่จะนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง

7) การลดปัญหาสภาพแวดล้อมในสถานที่ก่อสร้าง เช่น ฝุ่น และเศษวัสดุ เป็นต้น

8) การลดปัญหาในการก่อสร้างจากสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จจะถูกผลิตจากโรงงานที่ไม่ขึ้นกับสภาพอากาศ เช่น ปัญหาฝนตก เป็นต้น

ส่วนในด้านข้อจำกัดของระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สรุปได้ดังนี้

1) ต้นทุนเริ่มต้นที่สูง ในการจัดตรียมสถานที่ในการผลิต แบบหล่อ และเครื่องมือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการผลิต รวมถึงเครื่องจักรในการยกติดตั้ง ณ สถานที่ก่อสร้างด้วย

2) การควบคุมการทำงานในการผลิตที่ต้องมีการเข้มงวดต่อคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จที่ผลิตให้ได้ตามมาตรฐานตามแบบและมีความคลาดเคลื่อนเป็นที่ยอมรับได้ เนื่องจากหลังจากที่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปถูกผลิตเสร็จจะเป็นการยากที่จะมาดำเนินการแก้ไขภายหลัง เช่น ความคลาดเคลื่อนระยะฝังท่องานระบบ เป็นต้น

3) กรณีที่สถานที่ผลิตและสถานที่ก่อสร้างมีระยะทางไกลกันมาก การเดินทางขนส่งและมีการเดินทางในเขตชุมชน อาจเกิดปัญหาการจราจรที่ติดขัด น้ำหนักในการบรรทุกของรถขนส่ง ความเสียหายของชิ้นส่วนสำเร็จหลังการขนส่ง ซึ่งจะส่งผลต่อการดำเนินงานที่ต่อเนื่องของงานก่อสร้าง รวมถึงต้นทุนจากการเดินทางขนส่งเนื่องจากระยะทางที่ไกล

4) ต้องใช้แรงงานที่ต้องมีความชำนาญในการติดตั้ง ซึ่งจะต้องมีความชำนาญและความเข้าใจถึงวิธีการทำงานที่ถูกต้องเพื่อให้การติดตั้งมีความคลาดเคลื่อนและความเรียบร้อยของงานเป็นที่ยอมรับได้

5) รอยต่อที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งและประกอบรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จอาจไม่สวยงาม เช่น รอยต่อแบบแห้งที่ใช้สลักเกลียว เป็นต้น

6) ปัญหาการรั่วซึมของน้ำระหว่างรอยต่อหลังการก่อสร้าง อันเนื่องจากสาเหตุ เช่น คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในรอยต่อที่ไม่ดี และการทำงานที่ไม่ได้คุณภาพ เป็นต้น

7) การดัดแปลงอาคารที่ทำได้ยาก ในกรณีที่ใช้เป็นโครงสร้างระบบแผ่นรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System) ซึ่งผนังดังกล่าวจะเป็นส่วนหนึ่งที่รับแรงของงานโครงสร้างจึงทำให้การที่จะทุบเพื่อต่อเติมอาจทำไม่ได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ระบบการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาช่วยในงานนั้นจะมีประโยชน์อย่างมากในโครงการที่มีปริมาณการผลิตจำนวนมากหรือมีลักษณะซ้ำ ๆ กัน เช่น โครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น ด้วยข้อดีในเรื่องของการลดเวลาและต้นทุน รวมถึงการควบคุมคุณภาพของงานในโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบหล่อในที่ ส่วนข้อจำกัด เช่น เรื่องการลงทุนเริ่มแรกในการผลิต แรงงานจะต้องมีความชำนาญ และการดัดแปลงอาคารหลังการก่อสร้างทำได้ยาก เป็นต้น โดยแต่ละขั้นตอนในการทำงานตั้งแต่การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและกระบวนการจัดการที่ดีเพื่อให้ปริมาณและคุณภาพตามที่โครงการต้องการ

**2.5 การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย**

สำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเป็นการก่อสร้างที่เป็นระบบกึ่งสำเร็จรูป โดยระยะแรก ๆ ในงานก่อสร้างบ้าน ชิ้นส่วนสำเร็จประเภทพื้นสำเร็จรูปจะเป็นที่รู้จักก่อนชิ้นส่วนอื่น ๆ วิธีการอันดับแรกของพื้นสำเร็จรูปใช้หลักการรับแรงร่วมกันระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับส่วนที่เทหล่อในที่ และใช้การเทคอนกรีตทับหน้าเป็นตัวยึดวัสดุทั้งหมดให้พื้นทำงานเป็นหน่วยเดียวกัน ส่วนอาคารสูงกรุงเทพมหานครก็ได้มีการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้บ้างแต่ไม่มากส่วนใหญ่งานที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น บันได และแผงกั้น (Parapets) เป็นต้น

การก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้น ประมาณปี พ.ศ. 2505 โดย บริษัท ซีคอน จำกัด (SEACON) ได้ก่อสร้างอาคารพาณิชย์ ที่ได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเอง เรียกว่าระบบ SEACON โดยที่จะผลิตเสาและคานสำเร็จจากโรงงานเรียกว่า Built Up Steel Frame จากนั้นนำมาประกอบที่หน่วยงานก่อสร้างแล้วเทคอนกรีตหุ้ม พร้อมทั้งติดตั้งผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่หล่อจากโรงงานเช่นกัน หลังจากนั้น ปี พ.ศ. 2509 บริษัทดังกล่าวก็ได้ทำการก่อสร้างหมู่บ้านจัดสรร ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยวระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงการแรก

ตั้งแต่ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2531 จนถึงปัจจุบัน มีบริษัทผู้ประกอบการเอกชนและหน่วยงานราชการอีกหลายรายได้มีการนำการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเข้ามาพัฒนาโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น ซึ่งมีทั้งที่เป็นลักษณะโครงสร้างแบบระบบผนังรับน้ำหนักและระบบโครง โดยมีทั้งประเภทบ้านเดี่ยว ทาวน์เฮาส์ และอาคารชุดที่พักอาศัย บริษัทเอกชนดังกล่าว อาทิเช่น บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮาส์ จำกัด (มหาชน), บริษัท ไรมอน แลนด์ จำกัด (มหาชน), บริษัท ควอลิตี้ เฮาส์ จำกัด (มหาชน), บริษัท บางกอก แลนด์ (มหาชน), บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน), บริษัท กฤษดามหานคร จำกัด (มหาชน) เป็นต้น ส่วนในหน่วยงานราชการ อาทิเช่น ปี พ.ศ.2541 การกีฬาแห่งประเทศไทยในโครงการหมู่บ้านนักกีฬาเอเชียนเกมส์ และ พ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2550 การเคหะแห่งชาติในโครงการบ้านเอื้ออาทร เป็นต้น

จากการศึกษาการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทย จะเห็นได้ว่าระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของประเทศไทยได้มีการใช้มาอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่จะเป็นโครงการที่อยู่อาศัยของเอกชนที่ใช้ในโครงการซึ่งเป็นการก่อสร้างในปริมาณมาก ๆ และมีลักษณะซ้ำ ๆ กัน และสำหรับในหน่วยงานของทางราชการเองก็มีการนำวิธีการก่อสร้างระบบดังกล่าวเข้ามาใช้บ้างในบางหน่วยงานซึ่งจะเป็นงานที่อยู่อาศัยเช่นกัน

**2.6 แนวคิดลีน (Lean Thinking)**

แนวคิดลีน (Lean Thinking) หรือการผลิตแบบลีน (Lean Production) เป็นแนวคิดในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งคำนึงถึงประสิทธิภาพการไหลเวียนของข้อมูลและวัสดุ (Koskela, 1997) เช่น ลดกิจกรรมที่สูญเปล่า (Waste) และ ลดรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) เป็นต้น โดยองค์ประกอบของหลักการแนวคิดลีนสรุปได้ดังนี้

- การทำให้เกิดความสูญเปล่า (Waste) น้อยที่สุดหรือกำจัดส่วนเกินที่ไม่จำเป็นออกไปให้มากที่สุด
- การมุ่งเน้นคุณค่า โดยเข้าใจในคุณลักษณะและคุณค่าของสินค้าในมุมมองของลูกค้าเพื่อที่จะระบุกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในสิ่งที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม หรือกิจกรรมที่ไม่ได้สร้างมูลค่าในมุมมองของลูกค้า
- การมุ่งเน้นต่อการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยการทำงานตามความต้องการจริงของลูกค้าซึ่งในการผลิตจะผลิตเมื่อมีความต้องการจริง (Pull System) อันเป็นการลดความสูญเปล่าในการทำงานที่ไม่จำเป็น
- การมุ่งเน้นความสมบูรณ์แบบ (Perfection) โดยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เพื่อขจัดความสูญเปล่าอย่างเป็นระบบ

สำหรับความสูญเปล่า (Waste) ของแนวคิดดังกล่าวจะมาจากเวลาที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่ม (Non-Value Added Time) ซึ่งแสดงในรูปความสูญเปล่าที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการทำงานสามารถจำแนกได้ 8 ประเภท (โกศล ดีศีลธรรม, 2547) ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งมีรายละเอียดทั่วไปในงานผลิต ดังนี้

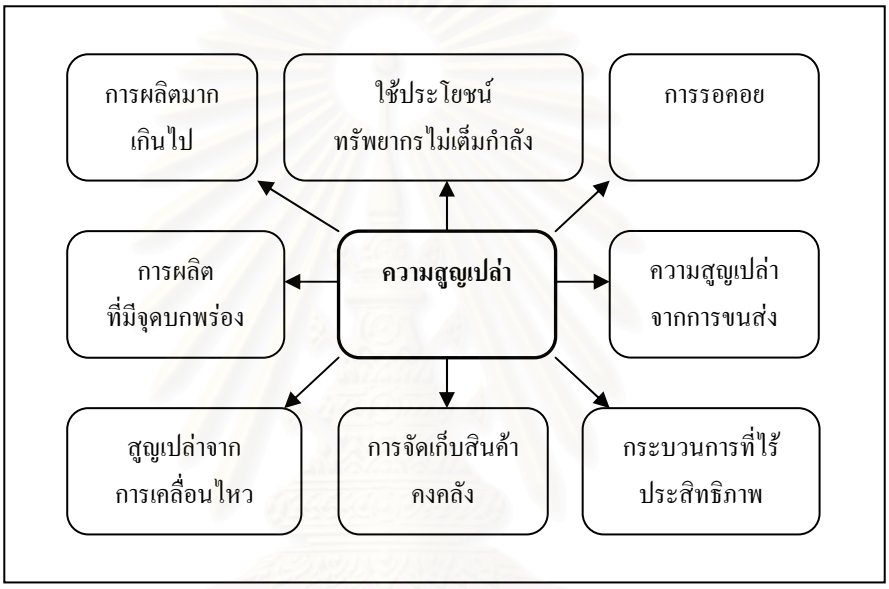
1) การผลิตมากเกินไป เนื่องจากต้องการใช้อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเต็มกำลังจึงมักดำเนินการผลิตเกินกว่าปริมาณความต้องการจริง ซึ่งในมุมมองของการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้า แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบดึง (Pull View) เป็นการผลิตซึ่งจะเกิดขึ้นจากคำสั่งซื้อของลูกค้า และแบบผลัก (Push View) เป็นการผลิตที่จะเกิดขึ้นจากการพยากรณ์ความต้องการจากลูกค้า (วิทยา สุหฤทดำรง, 2545) ดังนั้นการผลิตแบบดึงจึงเป็นหลักการที่สอดคล้องกับแนวคิดลีนดังกล่าว โดยการดำเนินการผลิตมากเกินไปย่อมก่อให้เกิดปัญหาความสูญเปล่าตามมา นั่นคือ

- ต้องใช้พื้นที่จัดเก็บมากขึ้นและส่งผลให้เกิดต้นทุนการจัดเก็บ เช่น ค่าเช่าโกดัง เป็นต้น
- เกิดการขนถ่ายวัสดุที่ซ้ำซ้อน โดยไม่จำเป็น
- ใช้ทรัพยากรบริหารจัดการมากขึ้น เช่น พนักงานควบคุมงานเอกสาร เป็นต้น

- เกิดการเสื่อมสภาพและล้าสมัยของสินค้าคงคลัง

2) การรอคอย เช่น การรอคอยวัสดุ การรอตั้งเครื่อง การรอชิ้นงานในกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อความสูญเปล่าดังนี้

- ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิตและส่งผลให้เกิดการส่งมอบที่ล่าช้า
- เกิดต้นทุนความสูญเปล่าจากการรอคอย เช่น ค่าแรงงาน และสูญเสียโอกาสในการผลิต เป็นต้น




รูปที่ 2.13 แผนภาพความสูญเปล่าในแนวคิดลีน

3) ความสูญเปล่าจากการขนส่ง โดยมีสาเหตุต่าง ๆ เช่น การวางผังที่ไม่ดี และขาดการจัดระเบียบในการเก็บชิ้นงาน เป็นต้น ก่อให้เกิดความสูญเปล่าต่าง ๆ เช่น

- เกิดความเสียหายระหว่างการขนถ่าย
- เกิดอุบัติเหตุจากการขนถ่าย

4) กระบวนการที่ไร้ประสิทธิภาพ เกิดจากการทำงานที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตัวสินค้าหรือบริการ เช่น การตรวจสอบที่มากเกินความจำเป็น การจัดลำดับงานไม่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งความสูญเปล่านี้จะแสดงในรูปของเวลาที่สูญเสียและแรงงานสำหรับการจัดเตรียมงาน

5) การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง ทำให้เกิดความสูญเปล่า เช่น เสียพื้นที่การจัดเก็บ ต้นทุนการจัดเก็บ ความเสื่อมสภาพและล้าสมัยของสต๊อก เป็นต้น

6) ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว โดยมีสาเหตุหลักจากการจัดลำดับงานไม่เหมาะสม และการเคลื่อนไหวจากการทำงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมาจากการขาดความชัดเจนในวิธีการทำงาน (Work Procedure)

7) การผลิตที่มีจุดบกพร่อง โดยมักเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น วิธีการผลิตที่ไม่ถูกต้อง ความผิดพลาดจากการออกแบบ วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพตามข้อกำหนด จึงส่งผลต่อการขาดความน่าเชื่อถือจากลูกค้า

8) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง ทำให้เกิดความสูญเปล่าในรูปของเวลาว่าง (Idle Time) และเกิดต้นทุนจมในทรัพยากรที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ รวมทั้งการใช้ศักยภาพของทรัพยากรบุคคลไม่เต็มที่

สำหรับในประเทศไทยได้มีงานเขียนที่ประยุกต์หลักการแนวคิดลีนกับงานก่อสร้าง ดังนี้

จิรวัฒน์ ดำหริอนันต์ และประสงค์ ธาราไชย (2546) ได้นำเสนอความหมายของแนวคิดลีนที่มีการมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ของกระบวนการผลิต ในมุมมองที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่ซึ่งกิจกรรมประกอบด้วยการทำงานของทรัพยากร อันได้แก่ คน วัตถุดิบ เครื่องมือ และเครื่องจักรในการทำงาน การนำหลักการจากแนวคิดลีนมาใช้ควรจะเน้นที่ภาพรวมในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนการก่อสร้างให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างต่อเนื่อง

พาสิทธ์ หล่อธีรพงศ์ (2542) ได้เสนอความหมายรวมของแนวคิดลีนในธุรกิจก่อสร้าง คือ การปรับปรุงเทคนิคการก่อสร้างและวิธีการบริหารโครงการ เพื่อให้ได้สิ่งปลูกสร้างที่ตรงกับความต้องการของลูกค้าและมีผลตอบแทนที่เหมาะสม และได้เสนอการประยุกต์แนวความคิดลีนในงานก่อสร้างควรเริ่มตั้งแต่ ขั้นตอนการออกแบบโครงการก่อสร้าง การจัดเตรียมทรัพยากร การวางแผนในงานก่อสร้าง และการทำงานในขั้นตอนการก่อสร้าง

จากงานเขียนที่นำเสนอจะเป็นลักษณะของการให้ความหมายแนวคิดลีนและแนวทางในการประยุกต์เข้ากับการทำงานในงานก่อสร้าง ส่วนงานวิจัยที่เป็นการประยุกต์นำมาใช้จริงในงานก่อสร้างของประเทศไทยนั้นยังไม่เด่นชัด โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดลีนในการประยุกต์กับงานก่อสร้างจะได้นำเสนอในหัวข้อต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**2.7 งานวิจัยที่ผ่านมา**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีดังนี้

ประทีป อิทธิเมฆินทร์ (2520) ได้ศึกษาระบบก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารพักอาศัย โดยได้ศึกษาหาแนวทางปรับปรุงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยอาศัยการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ต้นแบบของอาคารพักอาศัย ในการออกแบบได้เน้นถึงความสะดวกในการต่อเติมขยายอาคาร ตามการขยายตัวของครอบครัวเป็นระยะ ๆ ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป 27 ชนิด มีขนาดและรูปทรงต่างกันตามลักษณะและการประกอบติดตั้ง และประเภทการใช้สอย โดยชิ้นส่วนเสาเข็ม ฐานราก เสา คาน และผนังเป็น ค.ส.ล. บันไดโครงไม้ หลังคาโครงเหล็กประกอบเสร็จ ชิ้นส่วนทั้งหมดสามารถผลิตจากโรงงานในที่ก่อสร้าง ในการยกประกอบติดตั้งใช้กำลังคนและอุปกรณ์ทุ่นแรงขนาดเล็ก จุดต่อเสาและคานประกอบโดยการเชื่อมเหล็กเสริมที่เตรียมไว้ ผนังทั่วไปติดตั้งโดยการวางบนบ่าคานแล้วเทปูนทรายปรับระดับปิด ซึ่งมีประเภทอาคารพักอาศัยต้นแบบประกอบด้วย บ้านเดี่ยว บ้านแฝด และบ้านแถว

มามี โตบารมีกุล (2540) ได้ทำการศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยศึกษาในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่ง และการติดตั้งประกอบรอยต่อ ข้อดี–ข้อเสีย เปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่ โดยใช้การสำรวจและสัมภาษณ์งานก่อสร้างจำนวน 4 โครงการ พบว่าการเลือกใช้การก่อสร้างอาคารระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เหมาะกับโครงการที่มีอาคารเป็นจำนวนมากและมีรูปแบบไม่หลากหลาย โดยมีข้อดีคือ ลดต้นทุนงานโครงสร้างและลดระยะเวลางานก่อสร้าง ส่วนข้อเสียคือ การลงทุนสูงระยะแรกของการก่อสร้าง การดัดแปลงอาคารทำได้ยาก ต้องใช้บุคลากรและผู้รับเหมาที่มีฝีมือ รวมถึงการควบคุมงานอย่างรอบคอบ ส่วนปัญหาและอุปสรรค คือ การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ได้ตามขนาดที่กำหนด รอยต่อมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงตำแหน่ง และการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อหลังก่อสร้างเสร็จ

ณัฐนนท์ รัตนไชย (2543) ได้ทำการศึกษาระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ระบบโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักในงานอาคารพักอาศัยโดยทำศึกษาเทคนิค ข้อดี ข้อเสียและปัญหาอุปสรรคของการก่อสร้างระบบดังกล่าว ทำการเปรียบเทียบกับระบบก่อสร้างแบบหล่อในที่ ผลการศึกษาจากกรณีศึกษาอาคารจำนวน 6 อาคาร พบว่า ความแตกต่างของการลงทุนของอาคารเปรียบเทียบผลรวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของอาคารพักอาศัยที่ใช้ระบบโครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักมีค่ามากกว่าการก่อสร้างแบบในที่ เนื่องจากมีราคาค่าก่อสร้างเสาเข็มและงานโครงสร้างมากกว่า ซึ่งมาจากน้ำหนักอาคารที่มากกว่าและเป็นระบบที่ต้องมีการลงทุนในส่วนของโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบกับเครื่องมือเครื่องจักรเทคโนโลยีที่มากกว่า แต่ในด้านระยะเวลาในการก่อสร้างจะใช้น้อยกว่าทำให้สามารถโอนโครงการให้กับลูกค้าได้เร็วกว่า

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545) ได้ทำการศึกษากระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยใช้กรณีศึกษาตัวอย่างบ้านเดี่ยวที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการบ้านจัดสรร จำนวน 1 โครงการ ในด้านคุณภาพ ระยะเวลา และต้นทุน สรุปว่าระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมในการใช้ในโครงการบ้านจัดสรรหรือโครงการที่อยู่อาศัยที่ผลิตจำนวนมาก เนื่องด้วยมีข้อดีคือลดต้นทุนในโครงการ ลดจำนวนแรงงาน มีความรวดเร็วในงานก่อสร้าง ส่วนข้อด้อยประกอบด้วย การลงทุนครั้งแรกที่สูงเนื่องการก่อสร้างโรงงานผลิต การผลิตจำนวนที่น้อยจะทำให้ต้นทุนเฉลี่ยสูง และต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการควบคุมการทำงาน

สมภพ มาจิสวาลา (2541) ได้ทำการศึกษาการประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในกลุ่มผู้ประกอบการ 8 บริษัท โดยศึกษาในการตัดสินใจที่ใช้ระบบกึ่งสำเร็จรูปของผู้ประกอบการและการเลือกซื้อบ้านที่ใช้ระบบการก่อสร้างดังกล่าวของผู้อยู่อาศัย พบว่าในส่วนของผู้ประกอบการระบบการก่อสร้างดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการก่อสร้างและการก่อสร้างที่ล่าช้า ในขณะที่ประเด็นด้านราคาและคุณภาพยังไม่มีผลชัดเจน สำหรับในส่วนของผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่มีความมั่นใจในความมั่นคงแข็งแรงของการก่อสร้างระบบดังกล่าว และมีความคิดเห็นว่าระบบการก่อสร้างดังกล่าวมีปัญหาในเรื่องการต่อเติมบ้านที่ทำได้ยาก

Jirawat Damrianant (1993) ได้ทำการศึกษาการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร และเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ พบว่า ในงานอาคารสูงชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ ได้แก่ บันไดและผนังนอกอาคาร (Facade Panel) โดยมีประโยชน์คือ แบบหล่อสามารถนำมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง คุณภาพของผิวงานที่ดี และการจัดการบริหารแบบหล่อทำได้ง่าย ส่วนข้อด้อยคือ การขาดผู้ทำแบบหล่อที่มีความชำนาญ รอยต่อจากการประกอบที่ไม่สวยงาม และต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการติดตั้ง นอกจากนี้ยังพบว่าต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปยังน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่

Satid Singsomboon (1987) ได้ทำการศึกษาการจัดการในการก่อสร้างของตัวอย่างบ้านสองชั้นที่เป็นระบบโครง (Frame Structure System) โดยงานฐานรากเป็นการก่อสร้างในที่ สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ประกอบด้วยคาน เสา และพื้น พบว่า การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังกล่าวมีความเหมาะสมกับโครงการก่อสร้างบ้านที่มีปริมาณในการก่อสร้างที่มาก เนื่องด้วยประโยชน์ในการที่สามารถประหยัดในด้านวัสดุ แรงงาน และเวลาในการก่อสร้างของโครงการลง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์แนวคิดลีน (Lean Thinking) ในงานก่อสร้าง มีดังนี้

Alfredo, Adriano และ Jeanette (1997) ได้ทำการศึกษาสาเหตุความสูญเปล่าในด้านเวลา (Waste of time) ที่มีผลต่อแรงงานและเครื่องจักรของโครงการก่อสร้าง โดยการสำรวจและศึกษารายงานของโครงการ การศึกษาได้สรุปแบ่งกลุ่มของสาเหตุปัญหาสูญเปล่าในด้านเวลาที่พบจากการจัดการภายในโครงการแสดงเป็นแผนภูมิ Cause-Effect Diagram โดยแบ่งประเภทของสาเหตุหลักออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ Waiting Time, Idle Time, Traveling Time และ Transporting Time

Glenn, Nigel และ Todd (2002) ได้ทำการศึกษากระบวนการจัดการในผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จ ซึ่งได้นำหลักการของแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Production) ในงานก่อสร้างเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนก่อนการผลิต ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนหลังการผลิต และสามารถประสบความสำเร็จในการพัฒนาการจัดการของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยลดเวลาในการทำงานและเพิ่มผลิตผล ซึ่งหมายถึงการเพิ่มขึ้นของรายได้และผลกำไร โดยในการศึกษานั้นได้พิจารณาถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นและการไหลเวียนในแต่ละขั้นตอน คำนึงถึงคุณค่าและลดสิ่งที่สูญเปล่า (Maximize Value and Minimize Waste) นำเสนอเป็นแผนภูมิกระบวนการไหล (Process Flow Chart) ของกระบวนการผลิต เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการตามสถานะภาพที่เป็นอยู่ของโครงการคือ ไม่ได้มีการเพิ่มเครื่องจักร แต่เป็นการกำหนดขั้นตอนการทำงาน จำนวนวัน และแรงงานของกิจกรรมในโครงการที่ศึกษา

Low และ Choong (2001) ได้ศึกษาการจัดการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประหว่างหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาปัญหาการจัดการในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้ทันเวลาของความต้องการใช้งานจริงจากโครงการก่อสร้างตามแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Production) อันเป็นการขจัดปัญหาพื้นที่กองเก็บและการสัญจรในโครงการก่อสร้าง พบว่า สาเหตุที่จำเป็นต้องมีการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จในโครงการก่อสร้างก่อนการติดตั้ง เกิดจากทั้งปัญหาการขนส่งของหน่วยงานผลิต และปัญหาการจัดการการพื้นที่ แรงงาน รวมถึงเครื่องจักรของโครงการก่อสร้าง พร้อมกับนำเสนอแผนภูมิแสดงวันและปริมาณชิ้นงานขนส่งระหว่างหน่วยงานผลิตกับโครงการก่อสร้าง ทั้งที่เป็นแบบไม่มีการกองเก็บและแบบที่จำเป็นต้องมีการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จที่โครงการก่อสร้าง ตั้งแต่การผลิตที่หน่วยงานผลิตจนกระทั่งขนส่งมาติดตั้งที่โครงการก่อสร้าง

จากที่ทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จในประเทศไทยจะเป็นในลักษณะของการศึกษารูปแบบ วิธีการทำงาน ข้อดี และข้อจำกัดของการใช้ระบบคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้ในงานก่อสร้าง และเป็นการเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างแบบหล่อในที่ แต่ในเรื่องของการศึกษาถึงการพัฒนากระบวนการจัดการเมื่อมีความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นนั้นยังไม่ได้มีศึกษาอย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง โดยลักษณะงานดังกล่าวจะเห็นว่าการจัดการด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุของหน่วยงาน เป็นส่วนสำคัญในการที่จะกำหนดการปรับปรุงประสิทธิของการทำงาน ปัจจุบันแนวคิดในอุตสาหกรรมการผลิตได้มีการคิดค้นหลักการและวิธีการต่างๆ ในการช่วยที่จะผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต หนึ่งในหลักการเหล่านั้นได้แก่ แนวคิดลีน (Lean Thinking) หรือการผลิตแบบลีน (Lean Production) ซึ่งแนวคิดนี้ได้มีการนำเสนอในต่างประเทศและมีการนำแนวคิดมาประยุกต์กับงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปบ้างแล้ว แต่ยังไม่แพร่หลายสำหรับงานก่อสร้างในประเทศไทย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากสามารถนำแนวคิดจากอุตสาหกรรมการผลิตมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการทำงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ก็ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างอีกขั้นหนึ่งโดยมีการนำเทคนิคจากอุตสาหกรรมการผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และยังเป็นการเพิ่มแนวคิดรวมถึงวิธีการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย สำหรับงานวิจัยนี้จะได้ทำศึกษาในภาคสนามจากโครงการก่อสร้างจริง โดยจะทำให้ทราบลักษณะการทำงานในแต่ละกระบวนการ ทรัพยากรที่ใช้และผลผลิตที่ได้ออกมา เพื่อที่จะใช้ประโยชน์ในการพิจารณาแนวทางการทำงานในการปรับปรุงการจัดการในแต่ละขั้นตอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

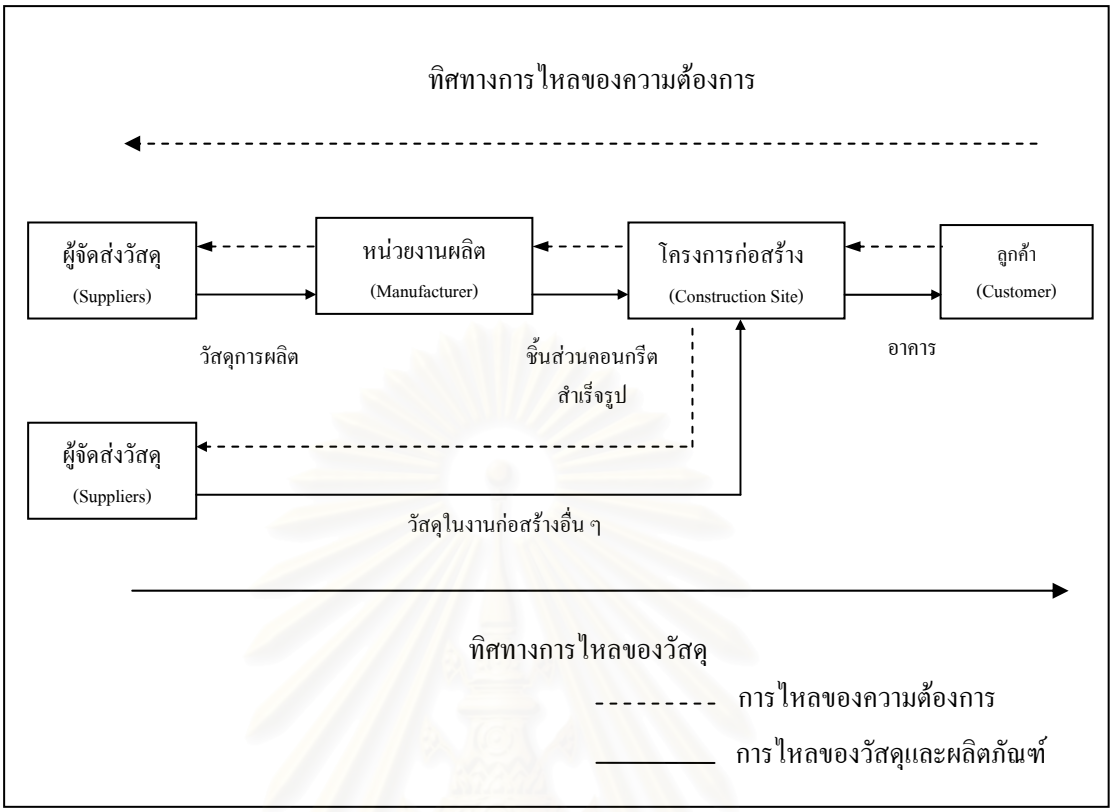
# บทที่ 3

# การประเมินการทำงานในการปรับปรุง กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

บทนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลักได้แก่ ส่วนแรก การจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานของการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากการพิจารณาการไหลของวัสดุ และส่วนที่สอง การประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการนำแนวคิดเชิงทฤษฎีในการจัดการของระบบอุตสาหกรรมการผลิต คือ แนวคิดลีน (Lean Thinking) ในการลดความสูญเปล่า (Waste) มาประยุกต์เข้ากับการทำงานของหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการประเมินการทำงานในหน่วยงาน อันจะเป็นการนำสู่การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการทำงานเพื่อที่จะปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่กำลังดำเนินงานอยู่ของหน่วยงาน

## 3.1 การจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เมื่อพิจารณาจากการไหลของวัสดุเป็นหลักมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายส่วน งานวิจัยนี้จะได้แบ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ส่วนหลักได้แก่ ผู้จัดส่งวัสดุ (Suppliers) หน่วยงานผลิต (Manufacturer) โครงการก่อสร้าง (Construction Site) และลูกค้า (Customer) ดังสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน ทิศทางการไหลของวัสดุและความต้องการในส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องในทั่ว ๆ ไปได้ดังรูปที่ 3.1 โดยสามาถอธิบายได้ดังนี้ เริ่มต้นที่ลูกค้าเป็นผู้แสดงความต้องการในการก่อสร้างหรือสั่งซื้อไปยังโครงการก่อสร้าง จากนั้นโครงการก่อสร้างจะเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างและติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปรวมถึงงานอื่นๆ ซึ่งตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้จะถูกจัดส่งมาจากหน่วยงานผลิต รวมถึงวัสดุอื่นจากผู้จัดส่งวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง สำหรับวัสดุในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานผลิตจะถูกส่งมาจากผู้จัดส่งวัสดุของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป




รูปที่ 3.1 การไหลของความต้องการและวัสดุของหน่วยงานใน
การจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ความหมายของส่วนประกอบดังกล่าว สามารถอธิบายเพื่อใช้ในการศึกษาการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของงานวิจัยดังนี้

1) ผู้จัดส่งวัสดุ (Suppliers) หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่จัดส่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป อันประกอบด้วย เหล็กเส้น คอนกรีต และวัสดุฝังต่างๆของงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้กับหน่วยงานผลิต จะเห็นได้ว่าตัวผู้จัดส่งวัสดุดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งที่เป็นผู้ที่สามารถผลิตวัตถุดิบเองหรือเป็นเพียงผู้ที่รวบรวมจากผู้ผลิตรายอื่นมาจัดส่งให้ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยในที่นี้จะรวมถึงกลุ่มผู้จัดส่งวัสดุอื่น ๆ ของงานก่อสร้างด้วยซึ่งถือเป็นกลุ่มผู้จัดส่งวัสดุทั้งสิ้น

2) หน่วยงานผลิต (Manufacturer) หมายถึง หน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและจัดส่งให้กับโครงการก่อสร้าง โดยจะรับวัสดุในการผลิตจากผู้จัดส่งวัสดุเพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3) โครงการก่อสร้าง (Construction Site) หมายถึง หน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการก่อสร้างโดยนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากหน่วยงานผลิตมาติดตั้งและประกอบรอยต่อ รวมถึงงานโครงสร้างอื่น ๆ และงานสถาปัตยกรรม จนเสร็จเป็นตัวอาคารเพื่อจัดส่งให้กับลูกค้าของโครงการก่อสร้าง

4) ลูกค้า (Customer) หมายถึง ผู้ที่โครงการก่อสร้างทำการก่อสร้างและจัดส่งตัวอาคารให้หลังจากทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งถือเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายของสายการไหลของวัสดุในการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยงานวิจัยนี้ในส่วนของลูกค้าที่แสดงในรูปที่ 3.1 ทิศทางการไหลของวัสดุไม่ได้มีการเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยงานแต่เป็นการแสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากโครงการก่อสร้างและแสดงจุดเริ่มต้นความต้องการของระบบ

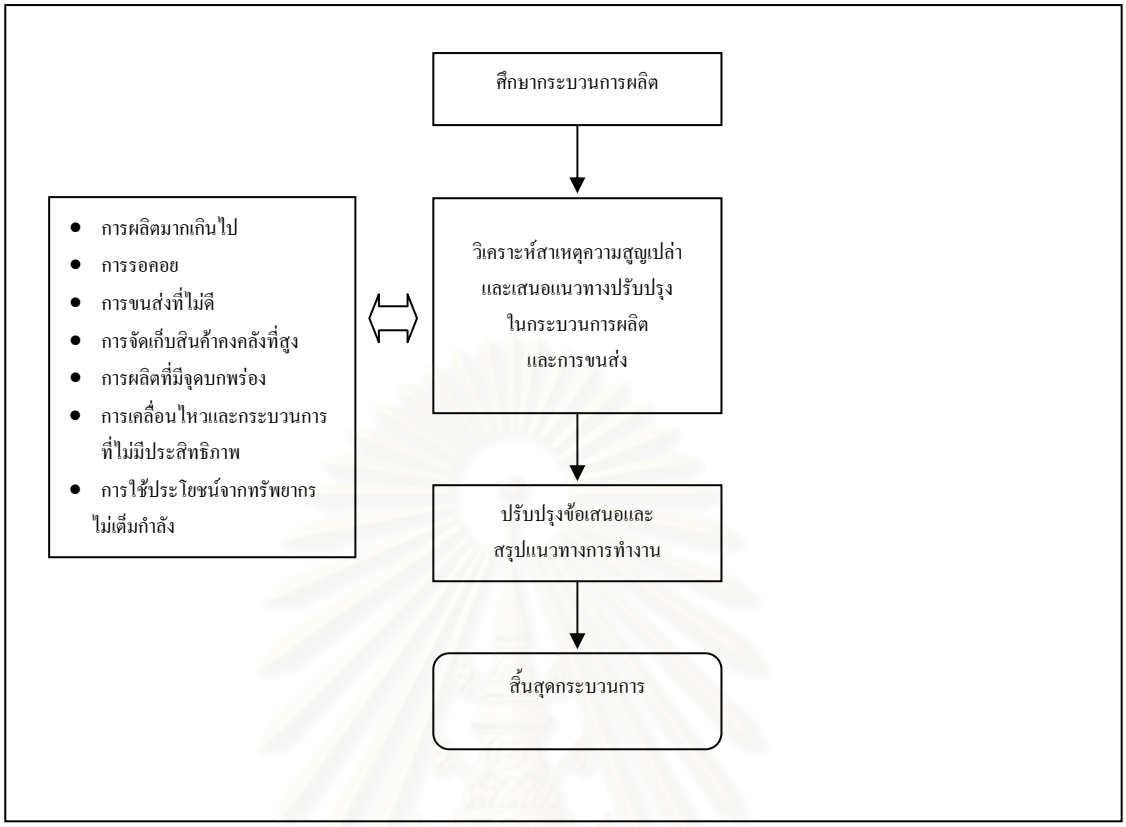
สำหรับกรอบการศึกษาในงานวิจัยนี้เพื่อสอดคล้องตามขอบเขตของการศึกษาในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนั้นจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 2 หน่วยงานหลัก ได้แก่ หน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง โดยจะได้นำเสนอในหัวข้อต่อไป

## 3.2 การประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของงานวิจัยนี้ จุดประสงค์โดยรวมเพื่อให้การทำงานสำเร็จตามเวลา ภายใต้ต้นทุนที่เตรียมไว้ และได้คุณภาพตามที่ต้องการ โดยจะได้ประยุกต์หลักการจากแนวคิดลีน (Lean Thinking) ในอุตสาหกรรมการผลิตเข้ามาใช้ในการประเมินปัญหาความสูญเปล่า (Waste) ของการทำงานที่ดำเนินการอยู่ของทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง เพื่อให้สามารถพิจารณาถึงปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุและนำเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการที่ดำเนินงานอยู่ของแต่ละหน่วยงาน ดังนี้

### 3.2.1 การประเมินการทำงานของหน่วยงานผลิต

การประเมินการทำงานของหน่วยงานผลิต เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการของหน่วยงานโดยการมุ่งขจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะดำเนินงานของหน่วยงานผลิตของงานวิจัยนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 รายละเอียดของแต่ละส่วนสามารถอธิบายตามลำดับขั้นตอนการประเมินการทำงาน ดังนี้




รูปที่ 3.2 การประเมินการทำงานของหน่วยงานผลิต
เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1) ศึกษากระบวนการผลิต เป็นการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตตั้งแต่การนำวัสดุในการผลิตเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพจนเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานผลิต รวมถึงขั้นตอนการขนส่งของหน่วยงาน และรายละเอียดการจัดสรรทรัพยากรของหน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วย แรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุการผลิต

2) วิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า (Waste) และเสนอแนวทางปรับปรุงในกระบวนการผลิต รวมถึงการขนส่ง เป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางปรับปรุงของกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุในหน่วยงานเป็นหลัก ซึ่งข้อมูลในการวิเคราะห์ได้จากการศึกษาการทำงานในขั้นตอนแรกและจากการสัมภาษณ์ทั้งแบบเป็นทางการ (Formal) และแบบไม่เป็นทางการ (Informal) ตามแต่สถานการณ์เพื่อการแสดงความคิดเห็น การให้คำอธิบายรายละเอียด การตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและผู้ถูกสัมภาษณ์ในหน่วยงานผลิตกรณีศึกษา

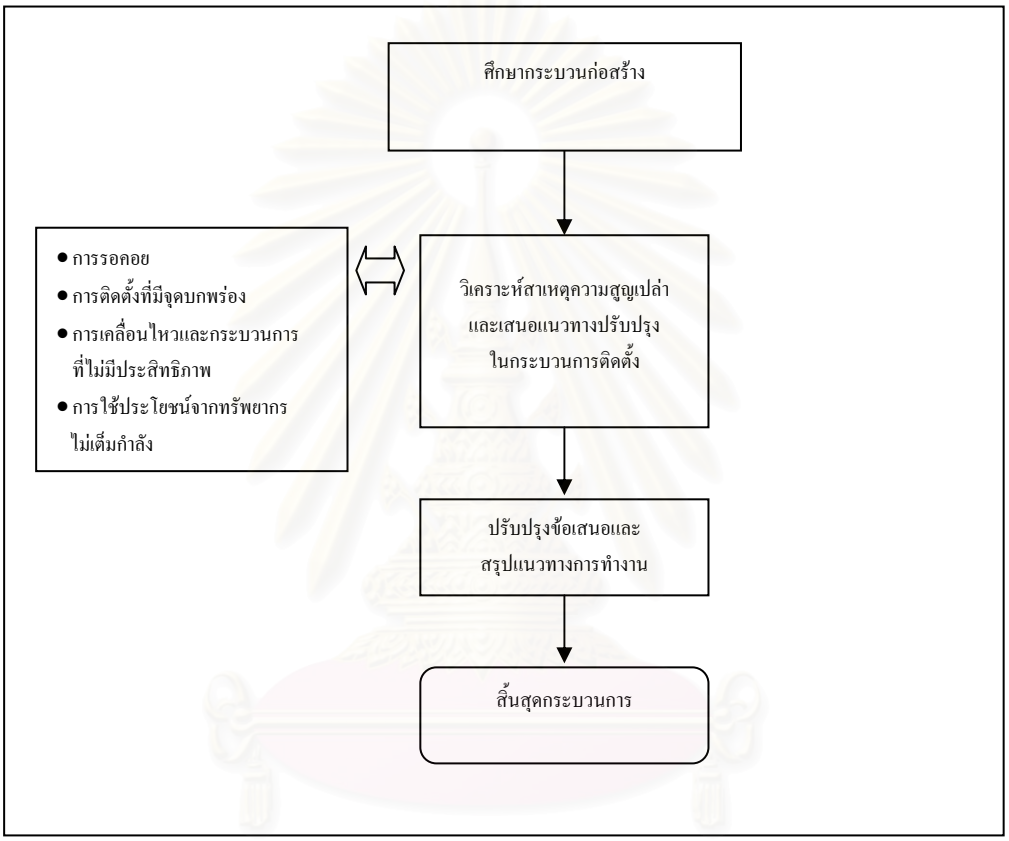
งานวิจัยนี้จะได้จัดแบ่งกลุ่มความสูญเปล่าจากที่นำเสนอในบทที่ 2 ตามแนวคิดลีน (Lean Thinking) ออกเป็น 7 ประเภทหลัก สาระสำคัญของความสูญเปล่าแต่ละประเภทที่ประยุกต์กับหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีรายละเอียดดังนี้

- การผลิตมากเกินไป เป็นการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในจำนวนที่มากเกินความต้องการใช้งานจริงของหน่วยงานผลิตให้กับโครงการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดการใช้แรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุ เป็นปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่ต้องการใช้จริง
- การรอคอย เป็นการรอคอยซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุของหน่วยงาน
- การขนส่งที่ไม่ดี เป็นความสูญเปล่าเนื่องจากขั้นตอนการขนส่งระหว่างหน่วยงานผลิตกับโครงการก่อสร้างที่ไม่ดีพอ ทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จที่ไม่ได้ตามคุณภาพและไม่เป็นไปตามเวลาของความต้องการจากโครงการก่อสร้าง
- การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง เป็นการจัดเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหลังจากผลิตแล้วเสร็จที่มาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการจริงจากโครงการก่อสร้าง โดยทำให้เกิดการใช้พื้นที่กองเก็บในหน่วยงานรวมถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องที่ไม่จำเป็น
- การผลิตที่มีจุดบกพร่อง เป็นการผลิตที่ได้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่หน่วยงานต้องการ ซึ่งนำไปสู่การเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเนื่องจากจะต้องดำเนินการแก้ไข
- การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นการจัดลำดับการทำงานที่ไม่เหมาะสมและการทำงานในกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าให้วัสดุและตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในกระบวนการผลิตของหน่วยงาน ทำให้เสียเวลาทำงานในกระบวนการผลิตของแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรโดยไม่จำเป็น เช่น การเดิน การค้นหา การจัดเรียงวัสดุของแรงงาน และการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร เป็นต้น
- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักรของหน่วยงานผลิตไม่เต็มกำลังการผลิต ซึ่งทำให้เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต

3) ปรับปรุงข้อเสนอและสรุปแนวทางการทำงาน เป็นการนำข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าจากกรณีศึกษามาสร้างข้อสรุปแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของขั้นตอนการผลิตและขนส่งในหน่วยงานผลิต รวมถึงยืนยันผลสรุปเพื่อความน่าเชื่อถือโดยการนำผลสรุปที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องกับผู้ให้ข้อมูลเป็นหลัก

**3.2.2 การประเมินการทำงานของโครงการก่อสร้าง**

การประเมินการทำงานของโครงการก่อสร้างในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการของโครงการก่อสร้างโดยการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขณะดำเนินงานของโครงการก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งรายละเอียดของแต่ละส่วนสามารถอธิบายตามลำดับของขั้นตอนการประเมินการทำงาน ดังนี้




รูปที่ 3.3 การประเมินการทำงานของโครงการก่อสร้างในขั้นตอนการติดตั้งเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1) ศึกษากระบวนการก่อสร้าง เป็นการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลลำดับการก่อสร้างและรายละเอียดของขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรของหน่วยงานซึ่งประกอบด้วยแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนดังกล่าว

2) การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า (Waste) และเสนอแนวทางปรับปรุงในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงาน เป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางปรับปรุงของกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากการไหล

ของวัสดุในหน่วยงานเป็นหลัก ซึ่งข้อมูลในการวิเคราะห์ได้จากการศึกษาการทำงานในขั้นตอนแรก และจากการสัมภาษณ์ทั้งแบบเป็นทางการ (Formal) และแบบไม่เป็นทางการ (Informal) ตามแต่สถานการณ์เพื่อการแสดงความคิดเห็น การให้คำอธิบายรายละเอียด การตอบปัญหาตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและผู้ถูกสัมภาษณ์ในโครงการก่อสร้าง

งานวิจัยได้จัดกลุ่มความสูญเปล่าที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้วิเคราะห์ในโครงการก่อสร้างเป็น 4 ประเภท สาระสำคัญของความสูญเปล่าแต่ละประเภทในงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีรายละเอียดดังนี้

- การรอคอย เป็นการรอคอยซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการติดตั้ง โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและวัสดุประกอบรอยต่อ

- การติดตั้งที่มีจุดบกพร่อง เป็นการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่โครงการก่อสร้างต้องการ ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาและต้นทุนในการแก้ไขงานก่อนที่จะทำงานส่วนที่เหลือต่อจนเสร็จ

- การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นการจัดลำดับการทำงานที่ไม่เหมาะสมและการทำงานในกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาในการทำงานโดยไม่จำเป็น เช่น การเดินของแรงงาน การหาวัสดุและการจัดเรียงชิ้นส่วนสำเร็จ เป็นต้น

- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร ของโครงการก่อสร้างไม่เต็มกำลังการทำงาน ซึ่งทำให้เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

สำหรับประเภทความสูญเปล่าที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์จากที่นำเสนอในบทที่ 2 ของขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างประกอบด้วย 3 ประเภท คือ การผลิตมากเกินไป การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง และการขนส่งที่ไม่ดี มีเหตุผลดังนี้

ความสูญเปล่าของการผลิตมากเกินไป เป็นการติดตั้งและประกอบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างที่มากเกินความต้องการจริงจากลูกค้าในมุมมองของการผลิต และความสูญเปล่าของการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง ซึ่งในโครงการก่อสร้างนี้หมายถึงตัวอาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ งานวิจัยนี้เห็นว่าการกำหนดปริมาณการก่อสร้างถูกกำหนดขึ้นในปริมาณที่แน่นอนจากโครงการ โดยเป็นเหตุผลจากการคาดการณ์ความต้องการของการวางแผนทางธุรกิจขององค์กรหรืออาจมาจากการสั่งซื้อจากลูกค้าโดยตรงกับโครงการ ความสูญเปล่าดังกล่าว การที่งานก่อสร้างไม่ได้ดำเนินงานตามการกำหนดปริมาณจากที่วางแผนเริ่มต้น อาจเกิดจากเหตุการณ์ที่เหนือความคาดหมายที่อาจเกิดขึ้นหลังการกำหนดปริมาณก่อสร้างของโครงการ เช่น การ

เปลี่ยนแปลงความต้องการจากลูกค้า และการปรับเปลี่ยนแผนการก่อสร้างของโครงการ เป็นต้น ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับขอบเขตการศึกษาจึงไม่นำความสูญเปล่านี้มาใช้พิจารณา ส่วนความสูญเปล่าจากการขนส่งที่ไม่ดี เนื่องจากลักษณะของการก่อสร้างเป็นการก่อสร้างบนพื้นที่แน่นอนซึ่งไม่มีการเคลื่อนย้ายจึงไม่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเหมือนกับหลักการของงานผลิต

3) ปรับปรุงข้อเสนอและสรุปแนวทางการทำงาน เป็นการนำข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าจากกรณีศึกษามาสร้างข้อสรุปแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของขั้นตอนการติดตั้งในโครงการก่อสร้าง รวมถึงยืนยันผลสรุปเพื่อความน่าเชื่อถือโดยการนำผลสรุปที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องกับผู้ให้ข้อมูลเป็นหลัก

## 3.3 สรุป

บทนี้ได้นำเสนอการประเมินการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยสรุปได้ดังนี้

1) นำเสนอความสัมพันธ์ของหน่วยงานและจัดกลุ่มของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วย ผู้จัดส่งวัสดุ (Suppliers) หน่วยงานผลิต (Manufacturer) โครงการก่อสร้าง (Construction Site) และลูกค้า (Customer) โดยงานวิจัยจะได้ทำการศึกษาในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2) การประเมินการทำงานในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง เป็นการเสนอขั้นตอนแนวทางการประเมินการทำงานในหน่วยงาน โดยได้นำหลักการจากแนวคิดลีน (Lean Thinking) ในการมุ่งที่จะขจัดความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุและเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษา อันเป็นการนำไปสู่การสรุปเพื่อเสนอแนวทางการทำงานในการปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้กับหน่วยงานและโครงการก่อสร้าง

# บทที่ 4

# การศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

บทนี้กล่าวถึง การศึกษากระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัย เพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานของการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยได้ทำการศึกษาในโครงการกรณีศึกษา ดังนี้ หน่วยงานผลิต จำนวน 2 หน่วยงาน และโครงการก่อสร้าง จำนวน 2 โครงการ

การศึกษาหน่วยงานผลิตของทั้งสองหน่วยงาน จะใช้กรณีศึกษาที่มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันเพื่อให้เห็นการทำงานในการผลิตและการขนส่งของหน่วยงาน ระหว่างระบบการผลิตแบบที่เป็นลานผลิตซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไปตามโครงการต่างๆ และระบบการผลิตที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยในอุตสาหกรรมการผลิตเข้ามาใช้ในพัฒนาการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีอยู่ในประเทศไทย

สำหรับการศึกษาในโครงการก่อสร้างจะได้นำเสนอรูปแบบตัวอย่างการก่อสร้างบ้านเดี่ยวที่มีรูปแบบโครงสร้างและรอยต่อของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นรูปแบบการทำงานของการก่อสร้างที่ใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

## 4.1 การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการศึกษาการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป หน่วยงานผลิตอาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1) หน่วยงานผลิตแบบชั่วคราว เป็นหน่วยงานที่จัดสร้างในพื้นที่หรือใกล้กับบริเวณของงานก่อสร้าง ซึ่งการทำงานจะเป็นการผลิตให้กับโครงการก่อสร้างนั้น ๆ ที่หน่วยงานตั้งอยู่ โดยลักษณะทั่วไปจะทำงานในที่กลางแจ้งไม่มีการสร้างอาคารอย่างถาวร อาจเป็นเพียงการจัดพื้นที่ในการผลิต การกองเก็บวัสดุ และการคมนาคมขนส่งในหน่วยงานให้เป็นสัดส่วน ข้อดีและข้อจำกัดของลักษณะหน่วยงาน ดังนี้

- ข้อดี เช่น ต้นทุนในการจัดสร้างหน่วยงานที่ไม่สูงมาก เนื่องจากที่ไม่มีการก่อสร้างหน่วยงานอย่างถาวรและเครื่องจักรที่อาจไม่จำเป็นที่ต้องใช้ขนาดที่ใหญ่มาก รวมถึงการที่ระยะระหว่างหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างที่ไม่มากจะทำให้ควบคุมเวลาและต้นทุนของการขนส่งได้ดี

- ข้อจำกัด เช่น การควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่อาจไม่ดีพอ เนื่องจากการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เปิดทำให้การควบคุมคุณภาพของงานทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น ในสภาวะที่ฝนตก เป็นต้น อีกทั้งไม่ความสามารถรองรับความต้องการจากการขยายโครงการก่อสร้างอื่นๆ เนื่องหน่วยงานเป็นเพียงการทำงานผลิตให้เฉพาะโครงการก่อสร้างที่ตั้งอยู่เท่านั้น

2) หน่วยงานผลิตแบบถาวร เป็นหน่วยงานผลิตที่จัดสร้างขึ้นในพื้นที่อย่างถาวรเพื่อการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต่อเนื่องและจัดส่งในหลายโครงการก่อสร้าง ซึ่งหน่วยงานในประเภทนี้อาจพบได้ 2 ลักษณะ คือ ประเภทแรก หน่วยงานที่มีลักษณะคล้ายแบบชั่วคราว แต่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ดีกว่า คือมีการจัดสร้างหน่วยงานเป็นอาคารอย่างถาวร เช่น ตัวหน่วยงานมีหลังคาคลุมที่มั่นคงแข็งแรง มีอาคารจัดเก็บวัสดุในการผลิต เป็นต้น และประเภทที่สอง หน่วยงานที่เป็นการก่อสร้างเพื่อรองรับการทำงานในระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม มีการนำระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในการควบคุมการผลิตให้มีความถูกต้องมากขึ้น ข้อดีและข้อจำกัดของลักษณะหน่วยงาน ดังนี้

- ข้อดี เช่น การควบคุมคุณภาพการผลิตที่ดีเมื่อเทียบกับหน่วยงานแบบชั่วคราว และมีความสามารถในการรองรับการขยายตัวของโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้น อันเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจให้กับองค์กร
- ข้อจำกัด เช่น เงินลงทุนเริ่มต้นของหน่วยงานที่สูงทั้งในเรื่องของการก่อสร้างหน่วยงาน เครื่องมือเครื่องจักรและแบบหล่อที่ใช้ในหน่วยงานเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานผลิตแบบชั่วคราว

โดยทั่วไปพื้นที่ในหน่วยงานผลิต อาจแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนสำนักงาน ส่วนเก็บวัสดุการผลิต ส่วนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และส่วนพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบกับมีเครื่องจักรในการผลิตและยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จ เช่น ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) เครนราง (Gantry Crane) หรือรถโมบายเครน (Mobile Crane) เป็นต้น

สำหรับในกระบวนการผลิตและลักษณะเครื่องมือเครื่องจักรในหน่วยงานจะแตกต่างกันตามการออกแบบกระบวนการทำงานของหน่วยงานผลิตแต่ละแห่ง ในการศึกษาการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะของหน่วยงานผลิตตามที่ได้อธิบายข้างต้น จำนวน 2 หน่วยงาน โดยข้อมูลทั่วไปของหน่วยงานผลิตที่ศึกษาสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปหน่วยงานผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

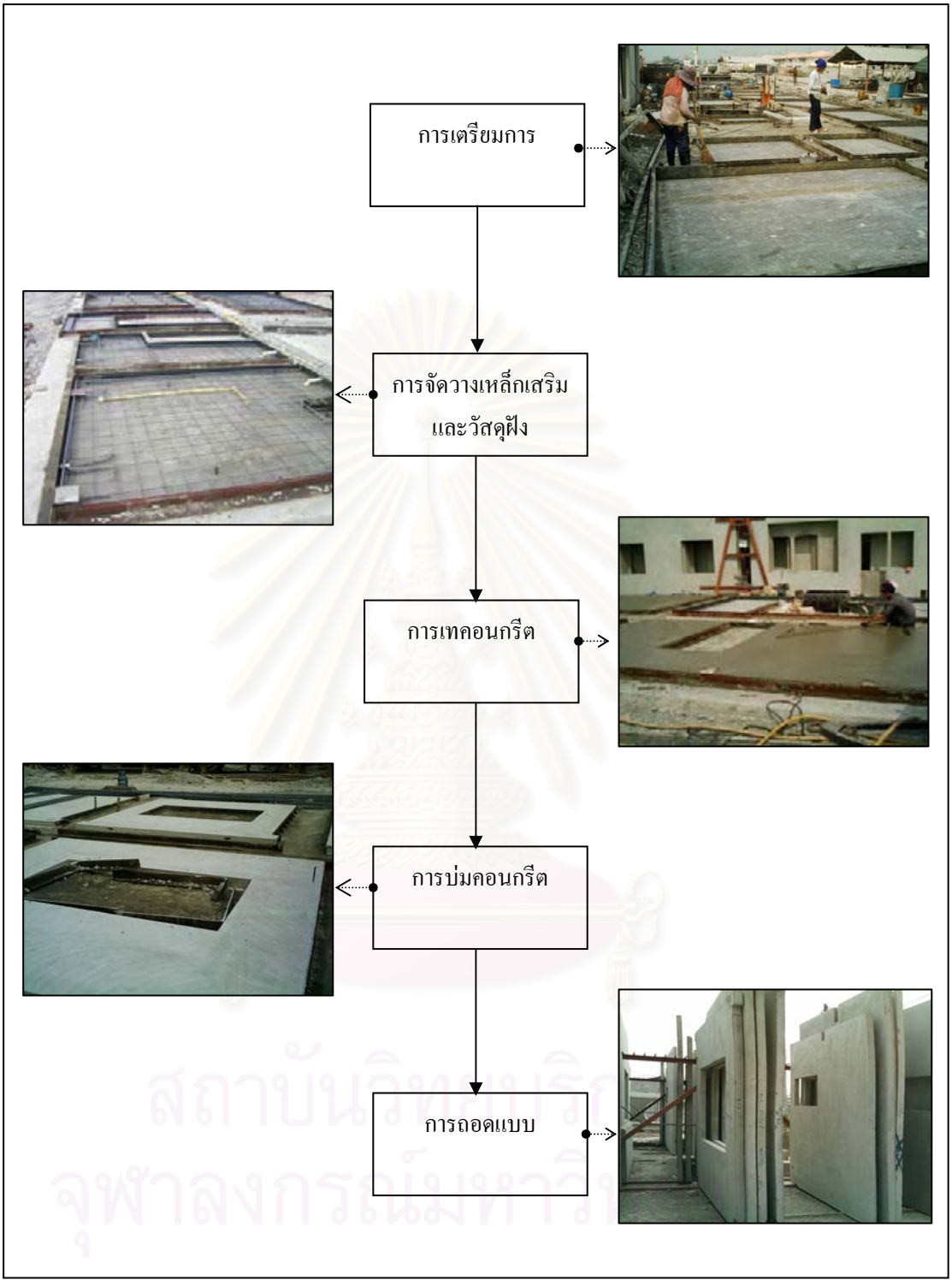
| หน่วยงาน | ลานผลิต<br>(Precast Yard) | โรงงานผลิต<br>(Precast Factory) |
|---|---|---|
| ลักษณะหน่วยงานผลิต | ลานผลิตกลางแจ้ง | อาคารโรงงาน |
| พื้นที่หน่วยงานการผลิต | 17,500 | 7,000<br>(ไม่รวมพื้นที่กองเก็บ) |
| พื้นที่แบบหล่อ (ตร.ม.) | 1,500 | 4,252.5 |
| ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิต | แผ่นผนัง, แผ่นพื้น, บันได | แผ่นผนัง |
| แบบอาคารที่ผลิตในหน่วยงาน | 3 แบบ<br>(Type A, B,และ C) | 8 แบบ<br>(Type A, B, C, D, E, F, H, และ Townhouse) |

**4.1.1 กระบวนการทำงาน** มีรายละเอียดของแต่ละหน่วยงานดังนี้

**ก. ลานผลิต (Precast Yard)** หน่วยงานผลิตนี้มีลักษณะที่เป็นการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปบนลานกลางแจ้ง การทำงานของหน่วยงานจะเป็นการทำงานผลิตที่พบเห็นได้ทั่ว ๆ ไปในโครงการก่อสร้างบ้านจัดสรรในประเทศไทย โดยลำดับการทำงานไม่ซับซ้อน คือ กระบวนการทำงานในขั้นตอนการผลิตดำเนินอยู่ ณ บริเวณแบบหล่อที่ทำงานผลิตตั้งแต่เริ่มเตรียมการจนกระทั่งผลิตเสร็จ สำหรับในการผลิตของหน่วยงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 กระบวนการ ประกอบด้วย การเตรียมการ การจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝัง การเทคอนกรีต การบ่มคอนกรีต และการยกถอดแบบ โดยสามารถดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

1) การเตรียมการ เป็นการจัดเตรียมในเรื่องของแบบและวัสดุในการผลิต ซึ่งประกอบด้วยการทำงานดังนี้ จัดเตรียมแบบหล่อ ทำความสะอาดแบบหล่อ ทาน้ำยาทาแบบ ประกอบแบบ ตัด-ดัดเหล็กเสริม และเตรียมวัสดุฝัง

2) การจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝัง เป็นการจัดวางวัสดุในการผลิตลงในแบบหล่อตามแบบที่ต้องการผลิต ซึ่งประกอบด้วยการทำงานดังนี้ วางและยึดเหล็กเสริม วางและยึดวัสดุฝัง เช่น วัสดุงานไฟฟ้า วัสดุงานรอยต่อประกอบ และจุดยก เป็นต้น




รูปที่ 4.1 กระบวนการทำงานของหน่วยงานลานผลิต

3) การเทคอนกรีต เป็นขั้นตอนของงานเทคอนกรีตลงในแบบ ซึ่งประกอบด้วยการทำงานดังนี้ เทคอนกรีต จี้เขย่าคอนกรีต และขัดหน้าผิวคอนกรีต

4) การบ่มคอนกรีต เป็นการบ่มคอนกรีตหลังจากเทเสร็จ เพื่อให้ได้กำลังของคอนกรีตที่ผลิตแข็งแรงพอก่อนที่จะทำการยกถอดแบบ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ผ้าใบคลุมเพื่อช่วยในการบ่ม สำหรับระยะเวลาในหน่วยงานจะใช้ประมาณ 12 ถึง 24 ชั่วโมง แล้วจึงจะทำการยกถอดแบบ

5) การถอดแบบ เป็นขั้นตอนการทำงานหลังจากที่คอนกรีตมีกำลังตามที่หน่วยงานต้องการ ซึ่งประกอบด้วยการทำงานดังนี้ ถอดแบบข้าง ยกชิ้นส่วนคอนกรีตออกจากแบบ และจัดวางที่กองเก็บเพื่อรอการขนส่ง

สำหรับลักษณะแบบหล่อ (Mold) ที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในหน่วยงานลานผลิตแห่งนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- แบบใช้พื้นลานหล่อ

แบบหล่อนี้จะเป็นลักษณะที่ใช้พื้นขัดมันคอนกรีตเสริมเหล็กหรืออาจเป็นแผ่นเหล็กเป็นแบบล่างและใช้แบบข้างเป็นแบบเหล็กยึดติดด้วยสลักเกลียวกับพื้นลานคอนกรีต โดยจัดขนาดตามแบบของชิ้นงานที่ต้องการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 แบบหล่อที่เป็นลักษณะลานหล่อ

ตัวอย่างข้อดีของแบบใช้พื้นลานหล่อ เช่น ใช้ต้นทุนในการจัดทำแบบหล่อไม่สูง ขั้นตอนในการเตรียมแบบและถอดชิ้นงานไม่ซับซ้อน รวมถึงสามารถปรับรูปร่างในการประกอบแบบข้างตามแบบผลิตไม่ยุ่งยากมาก เพียงเจาะรูสลักเกลียวและจัดขนาดของชิ้นงานให้เหมาะสมกับพื้นที่ทำงานที่มีอยู่ในหน่วยงาน

ส่วนข้อจำกัด เช่น เนื่องจากแบบหล่อลักษณะนี้เป็นการวางแนวราบทำให้การเสริมเหล็กของชิ้นงานต้องมีการเสริมความแข็งแรงในขั้นตอนของการยกชิ้นงานออกจากแบบหล่อ อีกทั้งโอกาสในการเกิดความเสียหายจากการยกมีมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่เป็นลักษณะโต๊ะหล่อ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

● แบบโต๊ะหล่อ

แบบหล่อนี้จะเป็นลักษณะของแบบที่เป็นโต๊ะเหล็กยกสูงขึ้นจากพื้น มีแบบเหล็กกันด้านข้างและยึดติดกับโต๊ะแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยแบบหล่อนี้สามารถยกเอียงเพื่อประโยชน์ในการถอดชิ้นงานออกจากแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 แบบหล่อที่เป็นลักษณะโต๊ะหล่อ

ตัวอย่างข้อดีแบบโต๊ะหล่อ เช่น การที่ตัวแบบหล่อเองสามารถยกเอียงได้ประมาณ 45 องศา ทำให้โอกาสเกิดความเสียหายจากการถอดแบบยังน้อยกว่าและทำให้การเสริมเหล็กของชิ้นงานนั้นน้อยกว่าในบริเวณจุดยก เมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่ทำบนลานผลิตในแนวราบ

ส่วนข้อจำกัด เช่น ต้นทุนในการจัดทำแบบเริ่มต้นนั้นสูงกว่าการใช้ลานหล่อเป็นแบบ ขั้นตอนการทำงานในเรื่องของการเตรียมแบบและถอดแบบซับซ้อนกว่าแบบที่เป็นลานหล่อ ในการเปลี่ยนแปลงแบบของการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะต้องมีการปรับแบบข้างที่ยุ่งยากกว่าแบบที่เป็นลานผลิต เพราะโต๊ะที่จัดทำมีขนาดที่ตายตัว

รูปที่ 4.4 การยกแบบโต๊ะหล่อในขั้นตอนการถอดแบบ

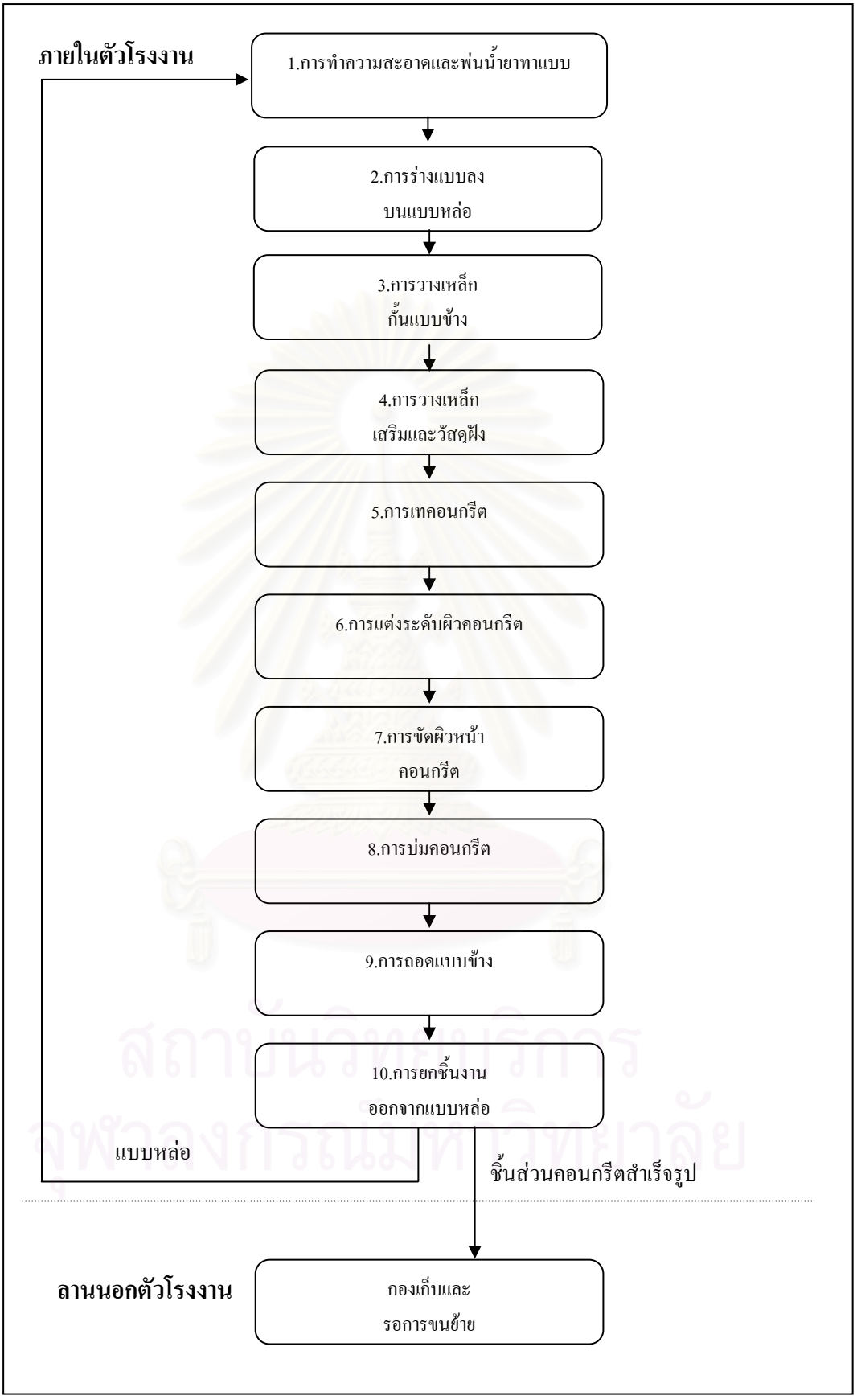
**ข. โรงงานผลิต (Precast Factory)** หน่วยงานผลิตแห่งนี้มีลักษณะเป็นอาคารโรงงานถาวร ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และมีการนำระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมการผลิต ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโรงงานนั้นจะแตกต่างกับที่เป็นลานผลิต คือจะเป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อ (Mold) ซึ่งเป็นแบบเหล็กไปตามเส้นทางการผลิตตามแต่ละสถานี (Station) ภายในโรงงาน จนกระทั่งผลิตออกมาเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จำนวน 10 สถานีภายในโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และตัวอย่างการทำงานในหน่วยงานรูปที่ 4.6 และรูปที่4.7 โดยมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

1) การทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบ (Cleaning & Oiling Station) เป็นขั้นตอนที่แบบหล่อจะเคลื่อนที่ไปยังเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบลงบนแบบหล่อ

2) การร่างแบบลงบนแบบหล่อ (Plottering Station) เป็นการทำงานของเครื่องร่างแบบ ซึ่งจะทำการฉีดสีตามขนาดชิ้นงานที่จะทำการผลิตลงบนแบบหล่อ ตลอดจนรูปร่างของส่วนประกอบอื่นๆ คือ ขนาดของประตู หน้าต่าง และช่องเปิด เป็นต้น

3) การวางเหล็กกั้นแบบ (Shuttering Station) เป็นการวางแบบกั้นข้าง เพื่อเป็นแนวกรอบของการเทคอนกรีตให้ได้ตามขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามที่ต้องการและออกแบบไว้

4) การวางเหล็กเสริม (Reinforcement Station) เป็นขั้นตอนการการวางเหล็กตะแกรงและวัสดุฝังลงบนแบบหล่อ โดยเหล็กเสริมที่นำมาวางในขั้นตอนนี้จะถูกตัดและผูกเตรียมตามขนาดไว้เรียบร้อยแล้วจากพื้นที่อีกบริเวณที่มีไว้สำหรับงานตัดและผูกเหล็กเสริม




รูปที่ 4.5 กระบวนการทำงานของหน่วยงานโรงงานผลิต

รูปที่ 4.6 การทำงานขั้นตอนการเทคอนกรีตของโรงงานผลิต

รูปที่ 4.7 การกองเก็บของโรงงานผลิต

5) การเทคอนกรีต (Concrete Placing Station) หลังจากที่วางเหล็กเสริม วัสดุฝังอื่นๆ และตรวจสอบความเรียบร้อยแล้ว ตัวแบบหล่อจะเคลื่อนที่มาบริเวณที่ทำการเทคอนกรีตลงในแบบ และจี้เขย่าคอนกรีต

6) การแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Screeding Station) เป็นการปาดหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องจักร เพื่อควบคุมความหนาของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ รวมทั้งเก็บงานคอนกรีตที่ไม่เรียบร้อย

7) การขัดหน้าชิ้นงาน (Smoothening Station) เป็นการขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องจักรให้เรียบตามที่ต้องการเพื่อความเรียบร้อยตามงานสถาปัตยกรรม

8) การบ่มคอนกรีต (Curing Station) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ขัดผิวหน้าเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำเข้าบ่มคอนกรีตด้วยระบบการพ่นน้ำในห้องบ่มก่อนการถอดแบบ

9) การถอดแบบข้าง (Shuttering Removing Station) แบบหล่อจะถูกส่งมายังจุดถอดแบบข้างออก ก่อนจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ

10) การยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกแบบหล่อ (Tilting Station) หลังจากถอดแบบข้างเรียบร้อยแล้ว แบบหล่อจะถูกยกขึ้นเป็นแนวตั้ง แล้วใช้ลวดสลิงมายึดกับจุดยก เพื่อการยกชิ้นงานออกจากแบบหล่อ แล้วนำไปกองเก็บรอการขนย้ายต่อไป

สำหรับรูปแบบกระบวนการผลิตตามสายการผลิตของหน่วยงานผลิตแห่งนี้ ได้มีการจัดเตรียมจำนวนจุดบริการ (Server) หรือจุดรองรับแบบในแต่ละสถานีให้เป็นไปตามข้อจำกัดของเวลาการทำงานที่ต่างกันตามแต่ละกิจกรรม เพื่อให้สายการผลิตไหลอย่างต่อเนื่องและขจัดปัญหาคอขวด (Bottleneck) ของสายการผลิต ดังสรุปในตารางที่ 4.2 โดยจากตารางจะเห็นได้ว่าในสถานีที่ใช้เวลาในการทำงานมากจำเป็นจะต้องมีการเตรียมจุดบริการให้เพียงพอเพื่อที่จะทำให้ระบบสายการผลิตให้ดำเนินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งถึงแม้ว่าเวลาในกิจกรรมใช้เวลามากแต่หากมีการจัดเตรียมจุดบริการให้เพียงพอก็จะให้กิจกรรมนั้นมีโอกาสเกิดปัญหาคอขวดได้น้อย ดังนั้นในกิจกรรมการบ่มคอนกรีตเป็นงานซึ่งใช้เวลาในกิจกรรมมากที่สุด (ประมาณ 12 – 24 ชั่วโมง) หน่วยงานได้มีการจัดเตรียมจำนวนจุดบริการในกิจกรรมนี้มากที่สุดเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 จำนวนจุดบริการในกระบวนการผลิตของหน่วยงานโรงงานผลิต

| สถานี | จำนวนจุดบริการ (จุด) ต่อ สถานี |
|---|---|
| 1. ทำความสะอาดแบบ | 1 |
| 2. ร่างแบบลงบนแบบหล่อ | 1 |
| 3. วางเหล็กกั้นแบบข้าง | 3 |
| 4. วางเหล็กเสริมและวัสดุฝัง | 6 |
| 5. เทคอนกรีต | 3 |
| 6. แต่งระดับผิวคอนกรีต | 3 |
| 7. ขัดผิวหน้าคอนกรีต | 8 |
| 8. บ่มคอนกรีต | 100 |
| 9. ถอดแบบข้าง | 2 |
| 10. ยกถอดแบบ | 3 |

ในการจัดพื้นที่ในหน่วยงาน จะมีการจัดส่วนที่เป็นการเตรียมเหล็กเสริมในการตัดและผูกขึ้นรูปให้ได้ตามขนาดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะผลิตก่อนล่วงหน้าในขั้นตอนการจัดวางเหล็กเสริม เพื่อให้ระบบการเคลื่อนที่ของแบบหล่อเป็นไปอย่างต่อเนื่อง สำหรับส่วนของการกองเก็บเพื่อรอการขนส่งหลังจากที่ทำการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกจากแบบหล่อ ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกจัดวางในชั้นเหล็ก (Rack) ที่จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์สำหรับการขนย้ายในการนำไปกองเก็บ โดยการจัดเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกแบ่งหมวดหมู่ตามการใช้งาน เช่น กลุ่มชิ้นส่วนของผนังชั้นหนึ่งของบ้าน เป็นต้น ซึ่งการขนย้ายขึ้นรถขนส่งในขั้นตอนงานขนส่งของหน่วยงานสามารถยกโครงเหล็กดังกล่าวขึ้นรถขนส่งได้ในครั้งเดียวโดยไม่ต้องยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทีละชิ้นในการขนส่งขึ้นรถ

**4.1.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการผลิต**

ประกอบด้วย การจัดการด้านแรงงาน วัสดุการผลิต และเครื่องมือเครื่องจักร ดังนี้

1) การจัดการด้านแรงงาน

ในด้านการจัดการแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานผลิตจะมีความแตกต่างกันตามขั้นตอนของการทำงานในหน่วยงาน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลด้านแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| หน่วยงาน | ลานผลิต | โรงงานผลิต |
|---|---|---|
| จำนวนแรงงาน (คน) | 135 | 2 กลุ่ม ๆ ละ 95 คน |
| รายละเอียดการทำงาน | การจัดกลุ่มแรงงานตามแบบหล่อ เป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน ต่อ พื้นที่แบบหล่อ ประมาณ 10 ตารางเมตร | จัดการทำงานแยกงตามกระบวนการทำงานในแต่ขั้นตอนของงานผลิตในโรงงาน (ทำงาน กลุ่มละ 10 ชม. ต่อวัน) |

การศึกษาด้านการจัดการแรงงานในการผลิตสามารถวิเคราะห์ในแต่ละหน่วยงาน มีรายละเอียดดังนี้

- ลานผลิต เป็นการทำงานของแรงงานในแต่ละชุดทำงานในแต่ละชิ้นงานตั้งแต่เตรียมการจนกระทั่งเทคอนกรีตแล้วเสร็จ ทำให้แรงงานมีความคล่องตัวในการทำงานของตัวเอง เพราะทำงานตั้งแต่เริ่มงานเตรียมวัสดุจนเทคอนกรีตแล้วเสร็จ รวมทั้งการควบคุมงานทำงานใช้ผู้คุมงานไม่มาก แต่ต้องมีการควบคุมคุณภาพงานที่ดีพอในการทำงานในแต่ละชุดแรงงาน เพื่อให้คุณภาพงานได้มาตรฐานเหมือนกัน เพราะคุณภาพของชิ้นงานขึ้นอยู่กับความชำนาญของแต่ละชุดทำงาน
- โรงงานผลิต เป็นการทำงานที่แบ่งแรงงานแยกตามกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนของหน่วยงาน ทำให้คุณภาพของงานแต่ละส่วนออกมามีคุณภาพที่ดีและสามารถควบคุมคุณภาพงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งหน่วยงาน ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะต้องมีการควบคุมคุณภาพงานที่ดีในการทำงาน เพื่อให้คุณภาพงานได้มาตรฐานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตของหน่วยงาน

2) การจัดการด้านวัสดุการผลิต

ในด้านคุณสมบัติของวัสดุในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วยวัสดุ 3 ส่วนหลัก คือ คอนกรีต เหล็กเสริม และวัสดุฝัง ซึ่งในแต่ละหน่วยงานผลิตอาจแตกต่างกันตามการออกแบบ แสดงได้ดังตารางที่ 4.4

โดยข้อมูลด้านการจัดการวัสดุการผลิตทั้งสองหน่วยงานมีการใช้วัสดุที่คล้ายกัน สามารถวิเคราะห์ในแต่ละประเภทของวัสดุในการผลิตได้ดังนี้

- คอนกรีต ทั้งสองหน่วยงานมีการใช้คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready-Mixed Concrete) และมีกำลังรับแรงอัดที่สูง ซึ่งทำให้สามารถช่วยในเรื่องของการย่นระยะเวลาในการยกถอดแบบได้เร็ว โดยจากการศึกษาพบว่ากำลังรับน้ำหนักที่เพียงพอที่หน่วยงานใช้ในการยกถอดแบบกำหนดอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 140 Ksc.
- เหล็กเสริม การใช้เหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานทั้งสองจะเป็นเหล็กตะแกรงและเหล็กเส้นรัดรอบ โดยการเลือกใช้เสริมแบบตะแกรงจะช่วยลดเวลาการทำงานในการผูกเหล็กและลดเศษวัสดุที่เหลือทิ้ง เนื่องจากเหล็กตะแกรงมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมจึงสามารถตัดและวางตามแบบของชิ้นงานได้สะดวก
- วัสดุฝังอื่น ๆ ทั้งสองหน่วยงานจะคล้ายกัน แต่ในหน่วยงานโรงงานผลิตได้มีการใส่วงกบประตู หน้าต่าง และจุดยึดค้ำยันชั่วคราวในส่วนขั้นตอนการผลิต เพื่อเป็นประโยชน์กับโครงการก่อสร้างทำให้ง่ายและลดเวลาทำงานในขั้นตอนติดตั้งประกอบรอยต่อ แต่จำเป็นต้องมีตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานลานผลิต เนื่องจากมีโอกาสเกิดความผิดพลาดในเรื่องของตำแหน่งได้

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลด้านวัสดุในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| หน่วยงาน | ลานผลิต | โรงงานผลิต |
|---|---|---|
| ข้อมูลด้านวัสดุการผลิต<br>ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป | (1) คอนกรีต<br>- กำลังอัด 350 Ksc. (ทรงกระบอก)<br>(2) เหล็กเสริม<br>- ตะแกรง 4 มม. ขนาด 0.20 X 0.20 ม. และ DB 12 รัดรอบ<br>(3) วัสดุฝัง<br>- ท่องานไฟฟ้า, จุดยก,<br>- แผ่นเหล็ก 6 มม. (งานรอยต่อผนัง)<br>- ท่อP.V.C (งานรอยต่อผนังกับพื้น) | (1), และ (2) เหมือนหน่วยงานลานผลิต<br>(3) วัสดุฝัง<br>- ท่องานไฟฟ้า, จุดยก,<br>- ห่วงเหล็ก 6 มม. (งานรอยต่อผนัง),<br>- ท่อ P.V.C (งานจุดต่อที่ฐานผนัง),<br>- วงกบประตู ,หน้าต่าง, จุดยึดค้ำยันชั่วคราว |

3) การจัดการด้านเครื่องมือเครื่องจักร

ในด้านการเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานผลิตจะมีความแตกต่างกันตามการออกแบบหน่วยงาน โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลด้านเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| หน่วยงาน | ลานผลิต | โรงงาน ผลิต |
|---|---|---|
| เครื่องมือเครื่องจักรในหน่วยงาน | (1) ทาวเวอร์เครน 3 ชุด,<br>รถโมบายเครน 1 คัน,<br>เครื่องจักรอื่นๆ เช่น เครื่องขัดหน้าคอนกรีต, เครื่องตัดเหล็ก เป็นต้น<br>(2) โครงเหล็ก (A-Frame) ในการจัดวางชิ้นส่วนสำเร็จในงานกองเก็บ<br>(3) รถพ่วงขนส่ง 5 คัน | (1) Overhead Crane, Gantry Crane, เครื่องจักรเฉพาะในแต่ละขั้นตอนผลิต เช่น ระบบล้อเลื่อน (Roller) ในการลำเลียงแบบหล่อเข้าในกระบวนการผลิต และระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการผลิต<br>(2) ชั้นเหล็ก (Rack) จัดวางชิ้นสำเร็จในงานกองเก็บและขนส่ง<br>(3) รถพ่วงขนส่ง 12 คัน |

การศึกษาการจัดการด้านเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตสามารถวิเคราะห์ในแต่ละหน่วยงาน มีรายละเอียดดังนี้

- ลานผลิต การใช้ ทาวเวอร์เครนในการทำงานมีความสะดวกในเรื่องการเข้าถึงพื้นที่เนื่องจากมีระยะการทำงานกว้าง และไม่กีดขวางเส้นทางในขณะปฏิบัติงาน ส่วนรถโมบายเครนในการทำงานมีความคล่องตัว เช่น งานขนถ่ายวัสดุในการผลิตลงบริเวณที่กองเก็บต่างๆ แต่ก็ต้องมีการใช้พื้นที่และเวลาในขั้นตอนการเตรียมการติดตั้งก่อนเริ่มทำงานในแต่ละครั้ง ซึ่งอาจกีดขวางการทำงานอื่นของหน่วยงาน เช่น กีดขวางเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น สำหรับโครงเหล็ก (A-Frame) จะใช้ในการจัดวางชิ้นส่วนสำเร็จเพื่องานกองเก็บของหน่วยงาน
- โรงงานผลิต การใช้เครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง ทั้ง Overhead Crane ภายในโรงงาน ระบบลำเลียง และเครื่องจักรอื่น ๆ ทำให้มีความถูกต้องแม่นยำในการผลิตที่สูง การขนย้ายวัสดุทำได้สะดวกรวดเร็วและในปริมาณที่มากทั้งภายในและนอกโรงงาน แต่ในบางครั้งหากมีการขัดข้องกับระบบคอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน เช่น เครื่องปาดหน้าคอนกรีต เป็นต้น จะทำให้เกิดความล่าช้าทั้งกระบวนการผลิตและส่งผลต่ออัตราการผลิตและคุณภาพที่ลดลง สำหรับโครงเหล็ก (Rack) ของหน่วยงานจะประโยชน์ในงานการกองเก็บและการขนย้ายชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไปยังโครงการก่อสร้าง

การศึกษาอัตราการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานทั้งสอง สามารถแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราผลผลิตของทีมงานในหน่วยงานผลิต

| หน่วยงาน | รายการ | หน่วย | อัตราการผลิต ต่อ วัน | ลบ.ม. ต่อ คน-ชม. | รายละเอียดทีมงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| ลานผลิต | ผลิตชิ้นส่วน คอนกรีตสำเร็จรูป | ลบ.ม. | 155 | 0.14 | <u>คนงาน</u><br>แรงงาน 135 คน<br>ทำงาน 8 ชม./วัน |
| โรงงานผลิต | ผลิตชิ้นส่วน คอนกรีตสำเร็จรูป | ลบ.ม. | 430 | 0.23 | <u>คนงาน</u><br>แรงงาน 190 คน<br>(2 กลุ่ม ๆ ละ 95 คน)<br>ทำงาน 20 ชม./ วัน<br>( กลุ่มละ 10 ชม.) |

<u>หมายเหตุ</u> อัตราการผลิตได้มาจากการสัมภาษณ์กำลังการผลิตสูงสุดตามการออกแบบของหน่วยงาน

จากการศึกษาอัตราการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบกับรูปแบบการผลิต แรงงาน และเครื่องจักรของหน่วยงาน สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต เป็นการทำงานกระบวนการผลิตอยู่ที่ตำแหน่งแบบหล่อที่ยึดติดกับที่บนลานหล่อ โดยขั้นตอนและรูปแบบการผลิตไม่ซับซ้อน ความสามารถการผลิตของหน่วยงานจึงขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่แบบหล่อที่จัดเตรียมและจำนวนแรงงานที่มีอยู่ในหน่วยงาน
- หน่วยงานโรงงานผลิต ขั้นตอนและรูปแบบการผลิตแยกตามกระบวนการในระบบโรงงาน ความสามารถการผลิตของหน่วยงานที่สูงเนื่องจากการออกแบบระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมและมีการเตรียมเครื่องจักรเฉพาะในการทำงาน ความสามารถในการผลิตจึงขึ้นอยู่กับการอัตราการส่งแบบหล่อเข้าในระบบการผลิต ประกอบกับการทำงานที่ต่อเนื่องของแต่ละขั้นตอนในการผลิตของทั้งเครื่องจักรและแรงงาน

**4.2 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

ขั้นตอนในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นการดำเนินงานที่เกิดขึ้นระหว่างหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกขนส่งจากสถานที่กองเก็บของหน่วยงานผลิตไปยังสถานที่กองเก็บของโครงการก่อสร้าง

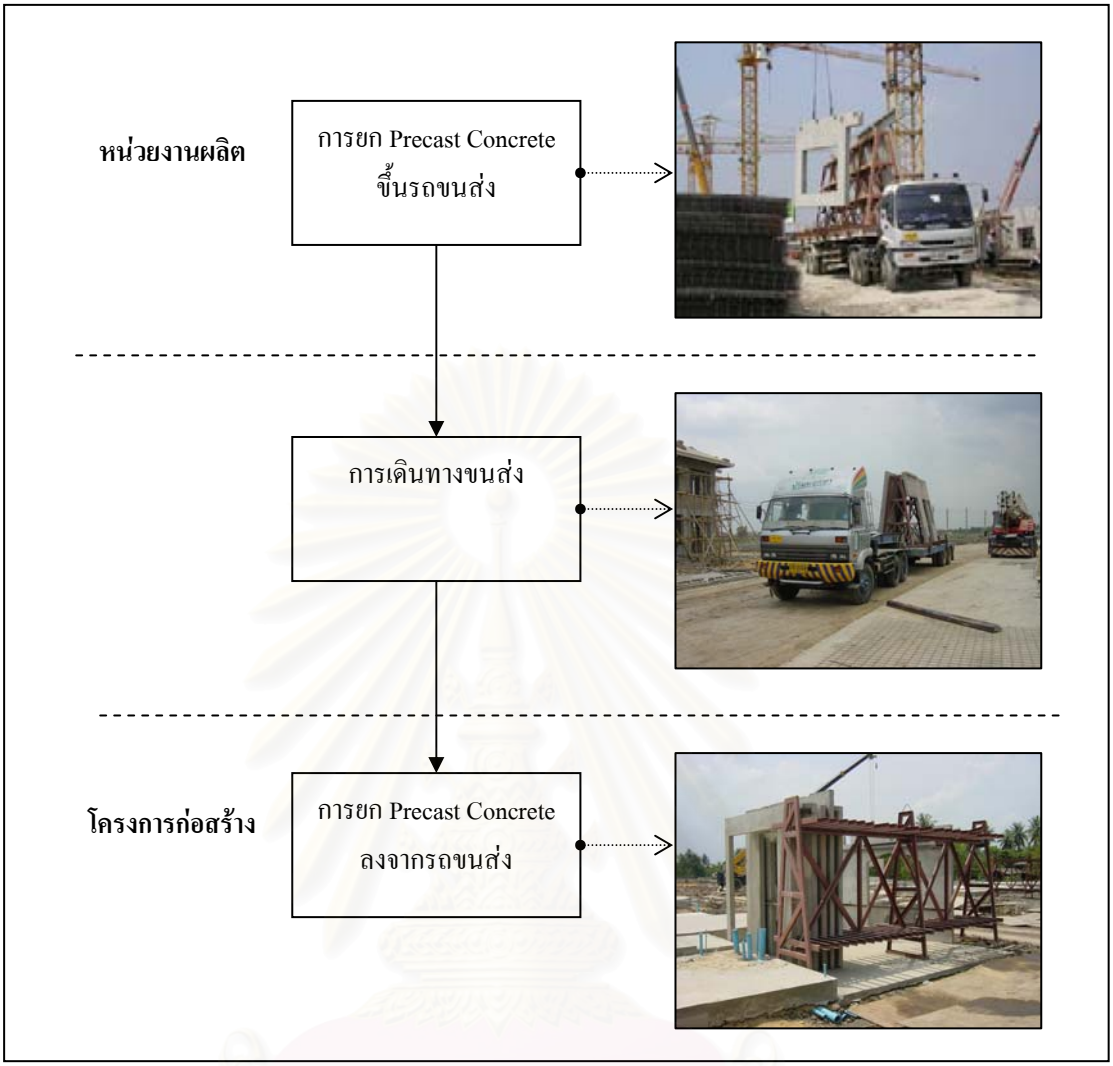
**4.2.1 กระบวนการทำงาน**

จากการศึกษากระบวนการทำงานในส่วนของขั้นตอนการขนส่งสามารถการวิเคราะห์ถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นงานนี้แบ่งได้เป็นเป็น 3 ส่วนได้แก่ การยกชิ้นส่วนขึ้นรถขนส่งในหน่วยงานผลิต การเดินทาง และการยกชิ้นส่วนลงจากรถในโครงการก่อสร้าง แสดงดังในรูปที่ 4.8 โดยรายละเอียดของการทำงานโดยรวมสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การยกชิ้นส่วนขึ้นรถขนส่ง เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานการผลิตซึ่งเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่ง โดยการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปบนรถขนส่งจะเป็นไปตามลักษณะพฤติกรรมการรับน้ำหนักของชิ้นคอนกรีตสำเร็จรูป คือ ในแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นผนังจะต้องเตรียมโครงเหล็กเพื่อวางในการจัดเรียงแผ่นในแนวตั้งบนยานพาหนะ แต่แผ่นพื้นจะจัดวางในลักษณะราบกับพื้นรถ

2) การเดินทาง เป็นการเดินทางระหว่างหน่วยงานจากหน่วยงานการผลิตไปยังโครงการก่อสร้าง ซึ่งหากทั้งสองหน่วยงานไม่ได้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ระยะทางจะมีส่วนอย่างมากต่อเวลารวมถึงต้นทุนในการทำงานที่ต้องสูงกว่ากรณีที่ทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างอยู่บริเวณเดียวกัน อีกทั้งหากการขนส่งนั้นต้องใช้เส้นทางของทางสาธารณะจะต้องคำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกรวมให้เป็นไปตามกฎหมายด้วย รวมถึงขนาดของชิ้นส่งคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องสามารถทำงานขนส่งได้ตามชนิดของรถขนส่งและเส้นทางในการเดินทาง

3) การยกชิ้นส่วนลงจากรถ เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อซึ่งเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงจากรถขนส่ง โดยในการทำงานหากสามารถวางใกล้บริเวณที่จะทำการติดตั้งจะทำให้สะดวกในขั้นตอนติดตั้งประกอบรอยต่อของโครงการก่อสร้าง อีกทั้งไม่ต้องเสียเวลาในการขนย้ายภายในโครงการ




รูปที่ 4.8 ขั้นตอนในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

**4.2.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการขนส่ง**

ประกอบด้วย การจัดการด้านแรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักร ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการขนส่ง ดังนี้

1) การจัดการด้านแรงงาน

ในการจัดการด้านแรงงานนั้น แรงงานจะมีหน้าที่หลักในการช่วยจับอุปกรณ์และชิ้นงานของการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่งในหน่วยงานผลิตและลงจากรถขนส่งในโครงการก่อสร้าง ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้แรงงานส่วนนี้จะใช้ประมาณ 2 - 3 คน ทั้งในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง

2) การจัดการเครื่องมือเครื่องจักร

โดยพิจารณาจากความแตกต่างของหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

- หน่วยงานผลิต มีรายละเอียดของแต่ละหน่วยงานในกรณีศึกษาดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต ในหน่วยงานเครื่องจักรที่ใช้ในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้แก่ ทาวเวอร์เครน 3 ชุด และรถโมบายเครน (ขนาด 25 ตัน) 1 คัน ซึ่งเครื่องจักรดังกล่าวจะเป็นการใช้ร่วมกับงานผลิตของหน่วยงาน การเลือกใช้เครื่องจักรในการยกของหน่วยงานนั้นขึ้นอยู่การจัดพื้นที่ในการกองเก็บโดยจะมีการแบ่งพื้นที่ในการทำงานเป็นสัดส่วนและทำการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ละชิ้นขึ้นรถขนส่งจนครบที่ต้องการ โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทผนังจะต้องมีการเตรียมโครงเหล็กในการจัดวางรองรับชิ้นส่วนผนังในแนวตั้ง ส่วนชิ้นส่วนที่เป็นพื้นจะวางราบกับพื้นรถ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการออกแบบในการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ซึ่งจะต้องมีการผูกรัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมดให้แน่นหนากับตัวรถขนส่งก่อนออกเดินทางไปยังโครงการก่อสร้างเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการขนส่ง

- หน่วยงานโรงงานผลิต เครื่องจักรที่ใช้ในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะเป็นเครนราง ขนาด 32 ตัน จำนวน 1 ชุด ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งโดยเฉพาะของหน่วยงาน ในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะเป็นการยกชั้นเหล็ก (Rack) ที่ได้ใส่ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไว้เรียบร้อยแล้วตั้งแต่ในขั้นตอนการถอดแบบและการกองเก็บ ทำให้สะดวกและรวดเร็วมากในการยกขึ้นรถขนส่ง อีกทั้งโอกาสการแตกชำรุดของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการยกและวางบนรถขนส่งมีน้อยลง เพราะไม่ต้องยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทีละชิ้น ดังแสดงดังรูปที่ 4.10

- โครงการก่อสร้าง สำหรับโครงการก่อสร้างทั้งสองโครงการที่ศึกษา (รายละเอียดของโครงการจะได้นำเสนอในขั้นตอนการติดตั้ง) เครื่องจักรในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงจากรถขนส่ง ณ โครงการก่อสร้างจะใช้เครื่องจักรคือ รถบายเครน เนื่องจากข้อดีของรถดังกล่าวที่มีความคล่องตัวในการเข้าถึงพื้นทำงานต่าง ๆ ภายในโครงการ ซึ่งในโครงการก่อสร้างจะต้องมีการจัดเตรียมโครงเหล็ก (A-Frame) สำหรับการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทผนังด้วย

รูปที่ 4.9 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานลานผลิต

รูปที่ 4.10 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานโรงงานผลิต

**4.3 การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นขั้นตอนการทำงานในโครงการก่อสร้าง ในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถแบ่งการทำงานหลัก ๆ ได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) งานก่อสร้างในที่ เป็นส่วนของงานสนามที่โครงการก่อสร้างต้องเตรียมการก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น การตอกเสาเข็ม งานฐานราก และการเตรียมรอยต่อโครงสร้างกับงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น

2) งานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นขั้นตอนหลังจากเตรียมการในส่วนของการก่อสร้างในที่เรียบร้อยแล้ว โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วยการทำงานหลัก 2 ส่วน ได้แก่ การยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปติดตั้งตามตำแหน่ง และการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบการก่อสร้าง

3) งานส่วนที่เหลือ เป็นการทำงานหลังจากขั้นตอนของการติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ งานระบบกันซึม งานโครงสร้างที่เหลือ ระบบไฟฟ้า ประปา งานสุขาภิบาล และงานสถาปัตยกรรม จนสำเร็จเป็นตัวอาคาร

สำหรับรายละเอียดกระบวนการทำงานในงานติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของแต่ละโครงการที่ทำการศึกษาจะแตกต่างกันตามลักษณะของการออกแบบของงานโครงสร้าง ข้อมูลทั่วไปของโครงการก่อสร้างบ้านกรณีศึกษา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลทั่วของโครงการก่อสร้างบ้านกรณีศึกษา

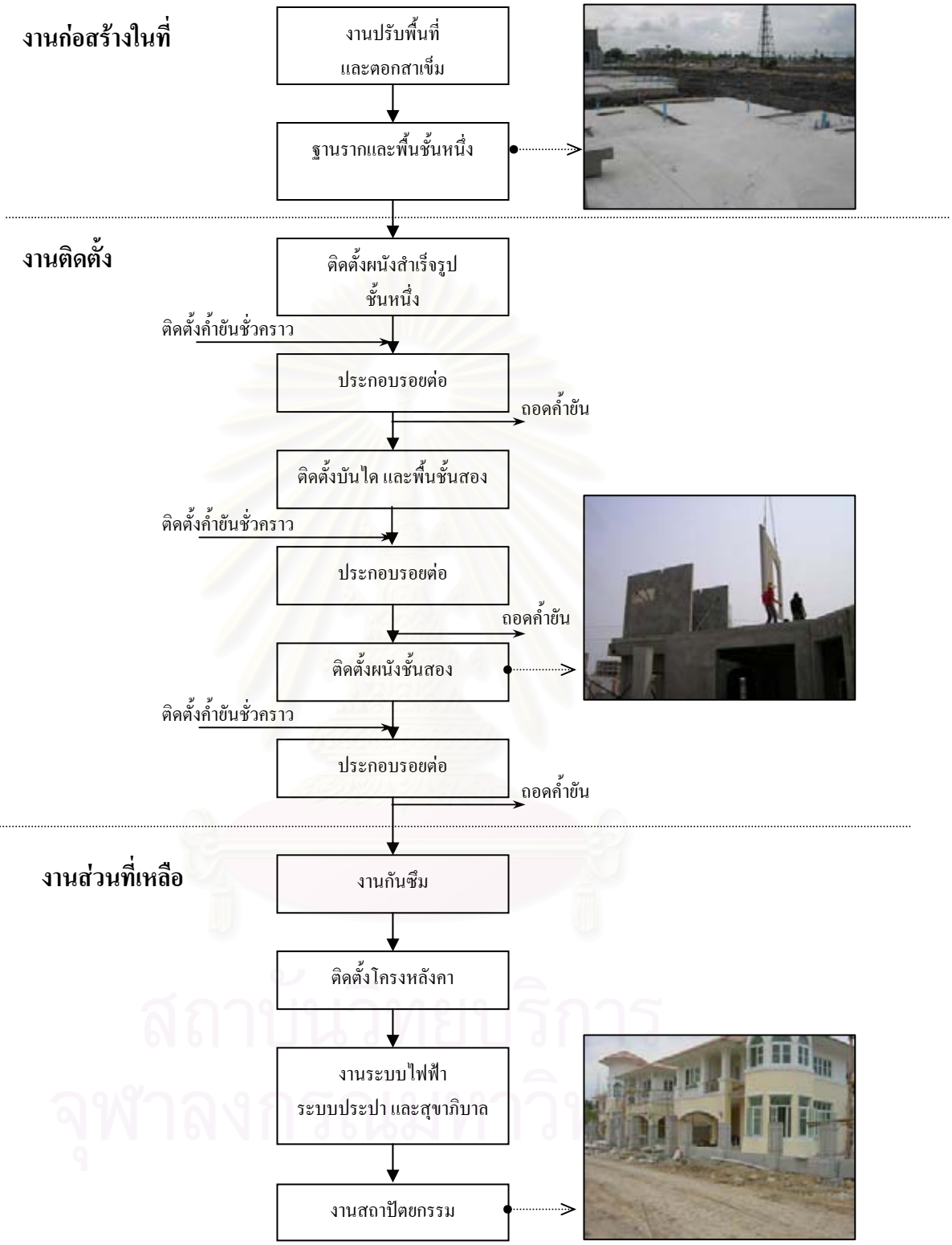
| โครงการก่อสร้าง | โครงการ ก | โครงการ ข |
|---|---|---|
| ลักษณะอาคาร | บ้านพักอาศัย 2 ชั้น | บ้านพักอาศัย 2 ชั้น |
| พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.) | 215 | 215 |
| งานฐานราก | - เสาเข็มขนาด I 0.22 x 0.22 x 16.00 ม.<br>- ฐานรากและพื้นชั้น 1 เป็นแบบพื้นไร้คาน (Flat Slab) | - เสาเข็มขนาด I 0.22 x 0.22 x 16.00 ม.<br>- ฐานรากเดี่ยวและฐานรากคู่ ใช้คานคอดินวางบนฐานราก |
| งานโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป | ผนังชั้น1 บันได พื้นชั้น2 และ ผนังชั้น2 | คานคอดิน พื้นชั้น1 ผนังชั้น1 พื้นชั้น2 และ ผนังชั้น2 |

**4.3.1 กระบวนการทำงาน** รายละเอียดของการก่อสร้าง การทำงานติดตั้งรวมถึงการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในแต่ละโครงการที่ศึกษามีดังนี้

**ก. โครงการ ก .** เป็นการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นที่ใช้ระบบผนังรับแรง สำหรับการก่อสร้างในที่ ประกอบด้วย งานปรับพื้นที่ ตอกเสาเข็ม งานฐานรากและพื้นชั้นหนึ่งซึ่งเป็นการเทคอนกรีตเสริมเหล็กในที่ก่อสร้างแบบพื้นไร้คาน (Flat Slab) โดยหลังจากทำงานการก่อสร้างในที่แล้วเสร็จทีมงานสำรวจก็จะเข้ามาทำการวางแนวและระดับสำหรับขั้นตอนของการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ในงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงาน ประกอบด้วยลำดับการทำงานในโครงสร้างอาคารดังนี้ งานผนังชั้นหนึ่ง งานบันได งานพื้นชั้นสอง และงานผนังชั้นสอง โดยหลังจากงานติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแล้วเสร็จจะเป็นงานส่วนที่เหลือได้แก่ งานกันซึมที่ใช้วัสดุ Polyurethane Sealant ในรอยต่อระหว่างผนัง และงานโครงสร้างหลังคา งานระบบไฟฟ้า ระบบประปา สุขาภิบาล และงานสถาปัตยกรรม จนกระทั่งงานเสร็จสมบูรณ์ ขั้นตอนการก่อสร้างโครงการ ก. แสดงได้ดังรูปที่ 4.11 โดยมีรายละเอียดการทำงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนี้

- งานติดตั้งผนังสำเร็จรูปชั้นหนึ่ง เป็นการติดตั้งตามลำดับตามแบบของผนังชั้นหนึ่ง โดยที่พื้นชั้นหนึ่งมีการเจาะเสียบเหล็กเดือย (Dowel Bar) สำหรับประกอบรอยต่อกับงานผนัง โดยจะมีการค้ำยันชั่วคราวและปรับตั้งแนวดิ่งรวมทั้งระดับของผนังสำเร็จรูปหลังจากที่ยกแผ่นผนังสำเร็จรูปมาติดตั้งตามแนวที่วางไว้ จากนั้นทำการประกอบรอยต่อระหว่างแผ่นผนังสำเร็จรูปและรอยต่อที่พื้นกับผนังจึงจะทำการถอดค้ำยันชั่วคราวออก ในขั้นตอนนี้จะมีงานวางคานสำเร็จรูปบางส่วนสำหรับรองรับพื้นชั้นสองและบันไดด้วย
- งานติดตั้งบันไดและพื้นชั้นสอง หลังจากติดตั้งและประกอบรอยต่อแผ่นผนังสำเร็จรูปชั้นหนึ่งเสร็จจนครบ จะเป็นการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของงานบันไดและพื้นชั้นสองตามแบบ และการประกอบรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นสำเร็จรูปตามตำแหน่งรอยต่อของพื้นที่เตรียมไว้
- งานติดตั้งผนังชั้นสอง เป็นการติดตั้งผนังชั้นสองตามแบบบนพื้นชั้นสองที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีการเจาะเสียบเหล็กเดือย (Dowel Bar) ที่งานพื้นชั้นสองสำหรับประกอบรอยต่อกับงานผนัง โดยวิธีการทำงานของการติดตั้งผนังและประกอบรอยต่อของผนังชั้นสองจะเหมือนกับงานติดตั้งผนังชั้นหนึ่งตามที่ได้อธิบายมาแล้วในงานผนังชั้นหนึ่ง




รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ ก.

โดยปริมาณงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการ ก. แสดงได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก.

| รายการ | ปริมาณงาน (ชิ้น) |
|---|---|
| ผนังชั้นหนึ่งและคานชั้นสอง | 22 และ 6 |
| บันไดและพื้นชั้นสอง | 13 |
| ผนังชั้นสอง | 27 |
| รวมจำนวนชิ้นงานติดตั้ง | 68 |

งานประกอบรอยต่อของโครงการแบ่งได้ 2 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

1) จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ประกอบด้วย

- รอยต่อผนังชั้นหนึ่งกับพื้นชั้นหนึ่ง เป็นแบบใช้เป็นเหล็กเดือย ขนาด 12 ม.ม. ซึ่งจะถูกเจาะยึดด้วยวัสดุประเภท Epoxy ที่พื้นชั้นหนึ่ง และจะถูกเสียบตรงตำแหน่งที่เตรียมไว้ในงานผนังสำเร็จรูป โดยที่ฐานผนังซึ่งมีการฝังท่อ P.V.C จากหน่วยงานผลิตในตำแหน่งจุดต่อ จากนั้นทำการอุดช่องด้วยปูนทราย (Mortar Grout)
- รอยต่อผนังชั้นสองกับพื้นชั้นสอง เป็นแบบใช้เป็นเหล็กเดือย ขนาด 12 ม.ม. ซึ่งจะถูกเจาะยึดด้วยวัสดุประเภท Epoxy ที่พื้นชั้นสอง และจะถูกเสียบตรงตำแหน่งที่เตรียมไว้ในงานผนังสำเร็จรูป โดยที่ฐานผนังซึ่งมีการฝังท่อ P.V.C จากหน่วยงานผลิตในตำแหน่งจุดต่อ จากนั้นทำการอุดช่องด้วยปูนทราย (Mortar Grout)

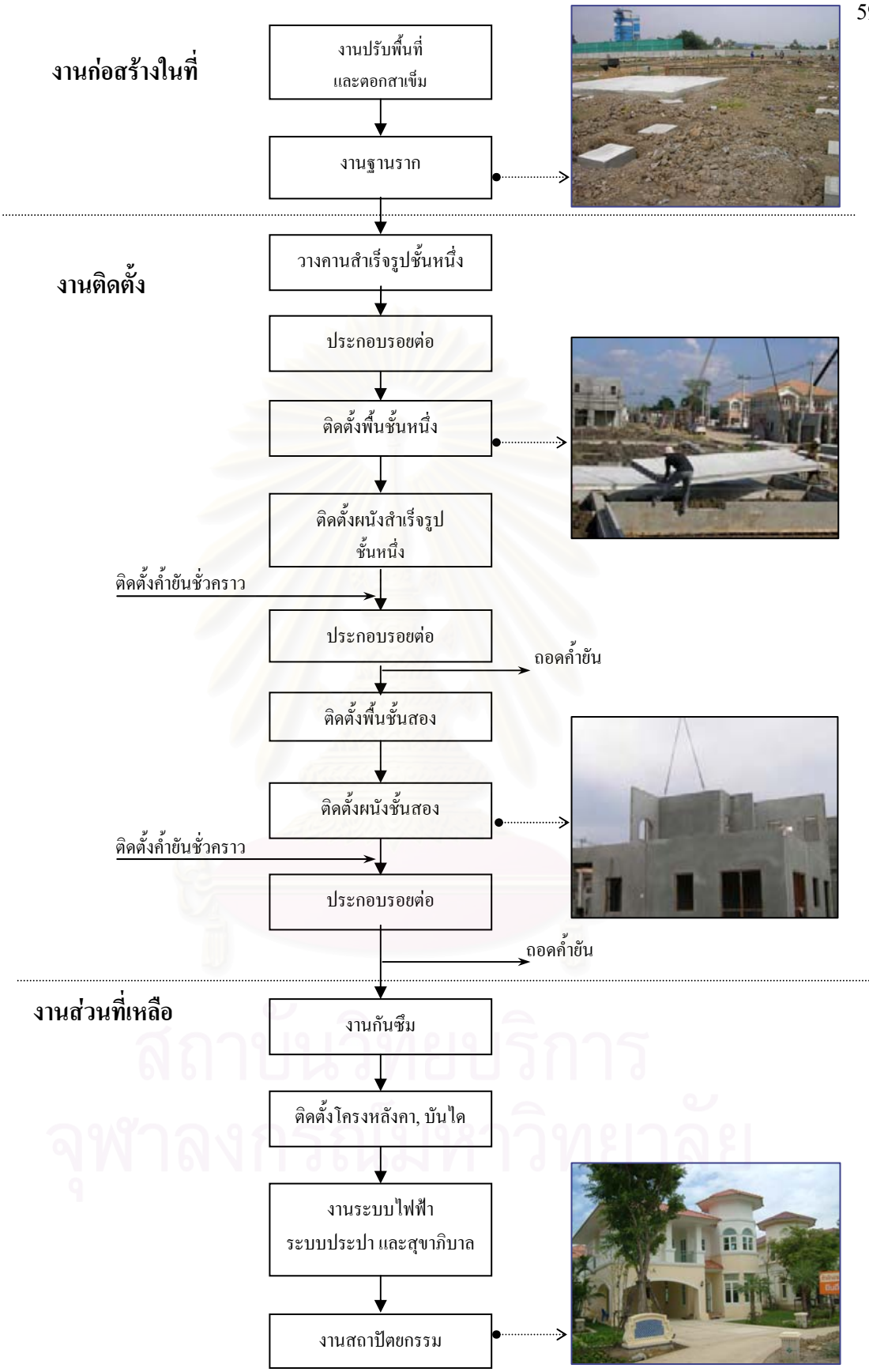
2) จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) ประกอบด้วย

- รอยต่อระหว่างผนังภายในชั้นหนึ่งและชั้นสอง รอยต่อจะใช้เป็นแผ่นเหล็ก ขนาด 6 ม.ม. มาเชื่อมต่อระหว่างผนัง โดยที่ผนังจะมีแผ่นเหล็กที่ฝังอยู่กับชิ้นของคอนกรีตสำเร็จรูปตั้งแต่ในงานผลิต จากนั้นก็จะทาวัสดุกันสนิมปิดทับแผ่นเหล็ก
- รอยต่อระหว่างพื้นในชั้นสอง รอยต่อใช้เป็นแผ่นเหล็ก ขนาด 6 ม.ม. มาเชื่อมต่อระหว่างแผ่นเหล็กที่ฝังอยู่กับชิ้นของคอนกรีตสำเร็จรูปในงานพื้น จากนั้นก็จะทาวัสดุกันสนิมปิดทับแผ่นเหล็ก
- รอยต่อบันได สำหรับงานบันไดคอนกรีตสำเร็จรูปแบ่งเป็นมีสองส่วน คือ พื้นชั้นล่างถึงชานพัก และชานพักถึงพื้นชั้นสอง ซึ่งบันไดทั้งสองส่วนจะมีแผ่นเหล็กที่หัวและท้ายของตัวชิ้นบันไดเพื่อทำการเชื่อมต่อกับคานชั้นสองและผนัง

**ข. โครงการ ข.** เป็นโครงการการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นที่ใช้ระบบผนังรับแรง สำหรับงานก่อสร้างในที่ ประกอบด้วย งานปรับพื้นที่ ตอกเสาเข็ม และงานฐานราก โดยในขั้นตอนของงานเทคอนกรีตฐานรากจะมีการฝังเหล็กเดือย (Dowel Bar) ขนาด 20 ม.ม. สำหรับการยึดกับคานคอดินที่เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป หลังจากทำงานการก่อสร้างในที่แล้วเสร็จทีมงานสำรวจก็จะเข้ามาทำการวางแนวและระดับในขั้นตอนของการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ในงานติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วยลำดับการทำงานในโครงสร้างอาคารดังนี้ งานคานคอดิน งานพื้นชั้นหนึ่ง งานผนังชั้นหนึ่ง งานพื้นชั้นสองและคานและงานผนังชั้นสอง โดยหลังจากงานติดตั้งประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแล้วเสร็จจะเป็นงานส่วนที่เหลือ ได้แก่ งานกันซึมที่ใช้วัสดุ Polyurethane Sealant ในรอยต่อระหว่างผนัง งานโครงสร้างหลังคา งานบันได (บันไดโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ) งานระบบไฟฟ้า ระบบประปาสุขาภิบาล และงานสถาปัตยกรรม ขั้นตอนการก่อสร้างบ้านของโครงการ ข. แสดงได้ดังรูปที่ 4.12 รายละเอียดการทำงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนี้

- งานติดตั้งคานสำเร็จรูปชั้นหนึ่ง เป็นการวางชิ้นส่วนคานคอนกรีตสำเร็จรูปลงบนฐานรากที่มีการเสียบเหล็กเดือยไว้แล้ว โดยที่หัวและท้ายคานแต่ละชิ้นจะมีการเผื่อระยะไว้สำหรับรอยต่อประกอบคานแต่ละตัว เมื่อวางชิ้นส่วนคานครบก็จะทำการเทคอนกรีตปิดรอยต่อคานกับฐานราก
- งานติดตั้งพื้นชั้นหนึ่ง ในงานติดตั้งพื้นชั้นหนึ่งส่วนจะใช้พื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงแบบกลวง (Hollow Core Slab) วางบนคานคอดิน โดยที่คานจะมีการทำลักษณะเป็นบ่าเพื่อรองรับงานงานติดตั้งพื้น
- งานติดตั้งผนังชั้นหนึ่ง เป็นการติดตั้งผนังชั้นหนึ่งตามลำดับตามแบบของผนังเป็นห้อง ๆ ของชั้นหนึ่งลงบนคานคอดิน ซึ่งที่คานจะมีการใส่น็อตปรับระดับในการปรับระดับผนังและใส่เหล็กเดือยในงานรอยต่อผนังกับคาน หลังจากที่ยกแผ่นผนังสำเร็จรูปมาติดตั้งตามแนวที่วางไว้ในแต่ละแผ่นจะมีการค้ำยันชั่วคราวและปรับตั้งแนวดิ่งของผนังสำเร็จรูปจนครบทั้งชั้น จากนั้นทำการประกอบรอยต่อที่คานกับฐานผนัง และรอยต่อระหว่างผนังเสร็จแล้วจึงจะทำการถอดค้ำยันออก และในขั้นตอนนี้จะมีงานวางคานสำเร็จรูปบางส่วนสำหรับรองรับงานพื้นชั้นสอง
- งานติดตั้งพื้นชั้นสอง เป็นการติดตั้งพื้นชั้นสองซึ่งจะวางบนผนังชั้นหนึ่งที่มีลักษณะเป็นบ่ารับ โดยใช้พื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงแบบกลวงเช่นเดียวกับงานพื้นชั้นหนึ่ง
- งานติดตั้งผนังชั้นสอง จะเป็นการติดตั้งผนังชั้นสองโดยวางที่ส่วนบนของผนังชั้นหนึ่ง ซึ่งลำดับขั้นตอนการทำงานจะเหมือนกับการติดตั้งผนังชั้นหนึ่งตามที่ได้อธิบายมาแล้ว




รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยปริมาณงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโครงการ ข. แสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข.

| รายการ | ปริมาณงาน (ชิ้น) |
|---|---|
| คานสำเร็จรูปชั้นหนึ่ง | 18 |
| พื้นชั้นหนึ่ง | 18 |
| ผนังชั้นหนึ่งและคานชั้นสอง | 21 และ 3 |
| พื้นชั้นสอง | 18 |
| ผนังชั้นสอง | 24 |
| รวมจำนวนชิ้นงานติดตั้ง | 102 |

งานประกอบรอยต่อของโครงการแบ่งได้เป็น 2 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

1) จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ประกอบด้วย

- รอยต่อฐานรากกับคานคอดิน เป็นการฝังเหล็กเดือย ขนาด 20 ม.ม. ที่ฐานราก สำหรับงานฝังยึดกับคานคอดินโดยตัวคานจะมีการเผื่อระยะและมีเหล็กเสริมสำหรับรอยต่อ เพื่อต่อกับคานตัวอื่นและเหล็กเดือยที่ฐานราก จากนั้นเทปิดรอยต่อด้วยคอนกรีตที่รอยต่อคานแต่ละชิ้น
- รอยต่อคานคอดินกับผนังชั้นหนึ่ง เป็นการใช้เป็นเหล็กเดือย ขนาด 12 มม. ซึ่งถูกใส่อยู่ที่คานและตรงกับตำแหน่งที่เตรียมไว้ในงานผนังสำเร็จรูป และมีการใช้น็อตปรับระดับใส่ที่คานในการปรับระดับของงานผนังชั้นหนึ่ง โดยที่ผนังซึ่งมีการฝังท่อ P.V.C จากหน่วยงานผลิตในตำแหน่งจุดต่อและทำการอุดรูด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัว
- รอยต่อผนังชั้นหนึ่งกับผนังชั้นสอง จะเป็นแบบใช้เป็นเหล็กเดือย ขนาด 12 มม. ซึ่งถูกใส่อยู่ที่ด้านบนของผนังชั้นหนึ่งก่อนการวางผนังชั้นสองและตรงกับตำแหน่งที่เตรียมไว้ในงานผนังชั้นสอง ประกอบกับมีการใช้น็อตปรับระดับใส่ลงบนผนังชั้นหนึ่งในการปรับระดับของงานผนังชั้นสอง โดยฐานผนังชั้นสองมีการฝังท่อ P.V.C จากหน่วยงานผลิตในตำแหน่งจุดต่อและทำการอุดรูด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัว
- รอยต่อผนังกับผนัง (ระหว่างผนังรอบนอกตัวบ้าน) เป็นการเกราท์ด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัวระหว่างรอยต่อของแผ่นผนัง โดยในรอยต่อผนังกับผนังจะมีการเสียบเหล็ก 12 มม. ผ่านระหว่างผนัง ซึ่งในด้านข้างผนังจะมีการเตรียมห่วงเหล็กฝังเตรียมไว้จากงานผลิต

2) จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) ได้แก่ รอยต่อผนังกับผนัง (ระหว่างผนังภายในตัวบ้าน) เป็นการใช้แผ่นเหล็กประกอบระหว่างรอยต่อผนัง และใช้สลักเกลียวขยายตัว (Expansion Bolt) ในการยึดติดผนัง

**4.3.2 การจัดการทรัพยากรขั้นตอนการติดตั้ง**

ประกอบด้วย การจัดการด้านแรงงาน วัสดุ และเครื่องมือเครื่องจักรขั้นตอนการติดตั้ง ดังนี้

1) การจัดการด้านแรงงาน

แรงงานที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของทั้งสองโครงการในการติดตั้งบ้านหนึ่งหลังมีจำนวนใกล้เคียงกัน โดยมีหน้าที่ต่างกันตามลักษณะของรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 จำนวนแรงงานที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| แรงงานขั้นตอนติดตั้ง และประกอบรอยต่อ | โครงการ ก. ( จำนวนคน ต่อ บ้านหนึ่งหลัง) | โครงการ ข. ( จำนวนคน ต่อ บ้านหนึ่งหลัง) |
|---|---|---|
| หัวหน้าชุด | 1 | 1 |
| ช่างเชื่อม | 2 | - |
| แรงงานติดตั้ง | 3 ถึง 4 | 3 ถึง 4 |
| แรงงานเกราท์รอยต่อ | 3 | 3 ถึง 4 |
| รวมแรงงานต่อชุด | 9 ถึง 10 | 7 ถึง 9 |

2) การจัดการด้านวัสดุ

วัสดุในงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการก่อสร้าง แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป วัสดุรอยต่อประกอบ และวัสดุอื่น โดยจะแตกต่างกันตามการออกแบบของแต่ละโครงการ สรุปได้ดังตารางที่ 4.11 จากการศึกษาโครงการก่อสร้างที่ศึกษาทั้งสองโครงการสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

- โครงการ ก. มีรูปแบบการทำงานของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไม่ซับซ้อน และวัสดุรอยต่อในงานผนังกับผนังที่เป็นแบบการเชื่อมแผ่นเหล็ก ทำให้สะดวกในการทำงาน ใช้เวลาในการทำงานในการประกอบรอยต่อที่สั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโครงการ ข. แต่ด้านคุณภาพของวัสดุประกอบรอยต่อจะมีคุณภาพด้อยกว่าในเรื่องความสามารถการกันซึมน้ำระหว่างรอยต่อผนัง
- โครงการ ข. ในเรื่องของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีรูปแบบการติดตั้งที่ซับซ้อนหลายส่วนประกอบของโครงสร้าง ลักษณะรอยต่อประกอบและวัสดุอุดรอยต่อระหว่างผนังที่เป็นแบบเปียกจะมีคุณภาพดีกว่าโครงการ ก. ทั้งในเรื่องของความสามารถในการรับน้ำหนักและการกันซึมของน้ำเนื่องจากเป็นการเกราท์ตลอดแนวรอยต่อ แต่ในการทำงานประกอบรอยต่อต้องมีความชำนาญในการทำงานรวมถึงต้องใช้เวลาการทำงานมากเมื่อเปรียบเทียบกับการประกอบรอยต่อของโครงการ ก.

ตารางที่ 4.11 วัสดุในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| รายการวัสดุ | โครงการ ก. | โครงการ ข. |
|---|---|---|
| ชิ้นส่วนสำเร็จรูป | ผนังชั้น 1 บันได พื้นชั้น 2 และ ผนังชั้น2 | คานคอดิน พื้นชั้น 1 ผนังชั้น 1 พื้นชั้น 2 และ ผนังชั้น 2 |
| วัสดุประกอบรอยต่อ | <u>จุดรอยต่อแบบเปียก</u><br>ผนังกับพื้น<br>- เสียบเหล็กเดือย 12 มม.<br>และอุดรอยต่อด้วยปูนทราย<br><u>จุดรอยต่อแบบแห้ง</u><br>ผนังกับผนังในชั้น<br>- เชื่อมแผ่นเหล็ก 6 มม.<br>งานบันได<br>- เชื่อมแผ่นเหล็ก 6 มม. | <u>จุดรอยต่อแบบเปียก</u><br>ฐานรากกับคาน<br>- เสียบเหล็กเดือย 20 มม.,<br>และอุดรอยต่อด้วยคอนกรีตผสมเสร็จ<br>คานกับผนัง<br>- เสียบเหล็กเดือย 12 มม.<br>และอุดรอยต่อด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัว<br>ผนังชั้น 1 กับ ผนังชั้น 2<br>- เสียบเหล็กเดือย 12 มม.<br>และอุดรอยต่อด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัว<br>ผนังกับผนังในชั้นรอบนอก<br>- เสียบเหล็ก ขนาด 12 มม. ตลอดรอยต่อ<br>และอุดรอยต่อด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัว<br><u>จุดรอยต่อแบบแห้ง</u><br>ผนังกับงผนังในชั้น (ภายในอาคาร)<br>- เหล็กประกอบระหว่างรอยต่อผนังและ<br>ใช้สลักเกลียวขยายตัวในการยึดติดผนัง |
| วัสดุอื่น ๆ | - แผ่นปรับระดับ (Shim Plate) วัสดุใน<br>การเชื่อม และวัสดุทากันสนิม | - น็อตปรับระดับแผ่นผนัง<br>และแผ่นปรับระดับ (Shim Plate) |

3) การจัดการด้านเครื่องมือเครื่องจักร

เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอนงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในโครงการก่อสร้างทั้งสองโครงการที่ศึกษาจะมีลักษณะคล้ายกัน โดยสรุปได้ดังนี้

- เครื่องจักรสำหรับยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คือ รถโมบายเครนพร้อมสายสลิงและอุปกรณ์เกี่ยว เพื่อใช้ในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยในโครงการก่อสร้างที่ศึกษาจะใช้รถโมบายเครน 1 คันต่อการติดตั้งบ้านหนึ่งหลัง
- เครื่องมืองานสำรวจ เพื่องานวางแนวและระดับของการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ กล่องแนว กล้องระดับ และไม้วัดระดับ

- อุปกรณ์ค้ำยัน ได้แก่ เหล็กค้ำยันและสลักเกลียวขยายตัว (Expansion Bolt) ใช้ในการค้ำยันและยึดชิ้นคอนกรีตสำเร็จรูปชั่วคราวก่อนการประกอบรอยต่อจริงตามแบบ
- ลูกดิ่งและระดับน้ำ เพื่อใช้ในทำงานจัดแนวดิ่งของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระหว่างการทำงานติดตั้ง
- โครงเหล็ก (A-Frame) สำหรับในงานจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทผนังที่โครงการก่อสร้างสำหรับการจัดเก็บของหน่วยงานในขั้นตอนการติดตั้ง

**4.4 การศึกษาระยะเวลาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป**

การศึกษาระยะเวลาในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในงานวิจัยนี้ เป็นระยะเวลาที่ที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการเตรียมการก่อนการก่อสร้าง โดยการเตรียมการก่อนการก่อสร้าง ประกอบด้วย การเลือกวิธีการก่อสร้าง การออกแบบ การวิเคราะห์ต้นทุน การวางแผนการทำงาน รวมถึงการจัดสร้างหน่วยงานผลิตและแบบหล่อ ดังนั้นระยะเวลาก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในที่นี้จะสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การขนส่ง และการก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นเวลาที่เกิดขึ้นในส่วนของหน่วยงานผลิตในขั้นตอนของการดำเนินการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงาน ตั้งแต่การเตรียมวัสดุการผลิตจนกระทั่งการยกถอดแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อกองเก็บ

2) การขนส่ง เป็นเวลาในขั้นตอนของการขนส่ง โดยเริ่มตั้งแต่การยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขนรถขนส่งที่หน่วยงานผลิต การเดินทาง และการยกลงที่โครงการก่อสร้างจนได้ตามจำนวนที่ต้องการ

3) การก่อสร้าง เป็นเวลาที่เกิดขึ้นที่โครงการก่อสร้างในการก่อสร้างอาคารนั้น ๆ ตั้งแต่ การก่อสร้างในที่ การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และงานอื่นที่เหลือจนเสร็จตามแบบ

รายละเอียดของเวลาการทำงานในการก่อสร้างในที่และงานติดตั้งประกอบรอยของงานโครงสร้างของแต่ละโครงการก่อสร้างจากการศึกษาการแผนงานการทำงานของหน่วยงาน สามารถแสดงสรุปได้ในตารางที่ 4.12 และ 4.13

กล่าวโดยสรุปการทำงานในกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับบ้านพักอาศัยในกรณีศึกษา เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการทำงานในการก่อสร้างบ้านต่อหลัง โดยใช้ Precedence Diagram เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมในแต่ละหน่วยงานในขั้นตอนการทำงานพร้อมทั้งเวลาการทำงานในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการก่อสร้าง การพิจารณาเวลาของขั้นตอนการทำงานจะพิจารณาในหลักการทำงานตามการวางแผนงานภายใต้การทำงานสภาพปกติขณะการปฏิบัติงานของโครงการก่อสร้างและหน่วยงานผลิต ซึ่งจากการสัมภาษณ์ในกรณีศึกษาครั้งนี้ตัวอย่างแบบบ้านที่ใช้ศึกษามีงานสถาปัตยกรรมแบบเดียวกัน งานวิจัยนี้จึงได้แสดงเวลาหลังจากขั้นตอนการติดตั้งของงานส่วนที่เหลือในการนำเสนอมีค่าเดียวกันในการวางแผนการทำงาน สามารถแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14 โดยอธิบายได้ว่าในกระบวนการก่อสร้างบ้านที่ใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นกิจกรรมในเส้นทางวิกฤต (Critical Path) จะอยู่ในโครงการก่อสร้าง และกิจกรรมที่เป็นกิจกรรมสนับสนุนจะอยู่ในหน่วยงานการผลิตซึ่งจะต้องทำการผลิตและจัดส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้เสร็จจึงจะสามารถทำกิจกรรมในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้าง โดยเวลารวมของงานก่อสร้างบ้านกรณีศึกษาของโครงการ ก. และโครงการ ข. คือ 79 วัน และ 77 วัน ตามลำดับ

## 4.5 ต้นทุนที่เกี่ยวกับการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

สำหรับการศึกษาต้นทุนที่เกี่ยวข้องในกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนี้ จะได้พิจารณาในหน่วยงานผลิตในขั้นตอนการผลิตและขนส่ง ส่วนโครงการก่อสร้างเป็นการพิจารณาในขั้นตอนการติดตั้ง เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของการทำงานจริงในหน่วยงานที่ได้ศึกษาในงานวิจัย โดยจะเป็นต้นทุนทางตรง (Direct Cost) ไม่รวมในส่วนของต้นทุนในการเตรียมการและบริหารจัดการ มีรายละเอียดดังนี้

**4.5.1 ต้นทุนงานผลิตและขนส่ง** เป็นการต้นทุนที่เกิดขึ้นในหน่วยงานผลิต จะประกอบด้วยต้นทุน 2 ส่วนหลัก คือ ต้นทุนการจัดสร้างหน่วยงานผลิตและต้นทุนที่แปรผันตามปริมาณงาน มีรายละเอียดดังนี้

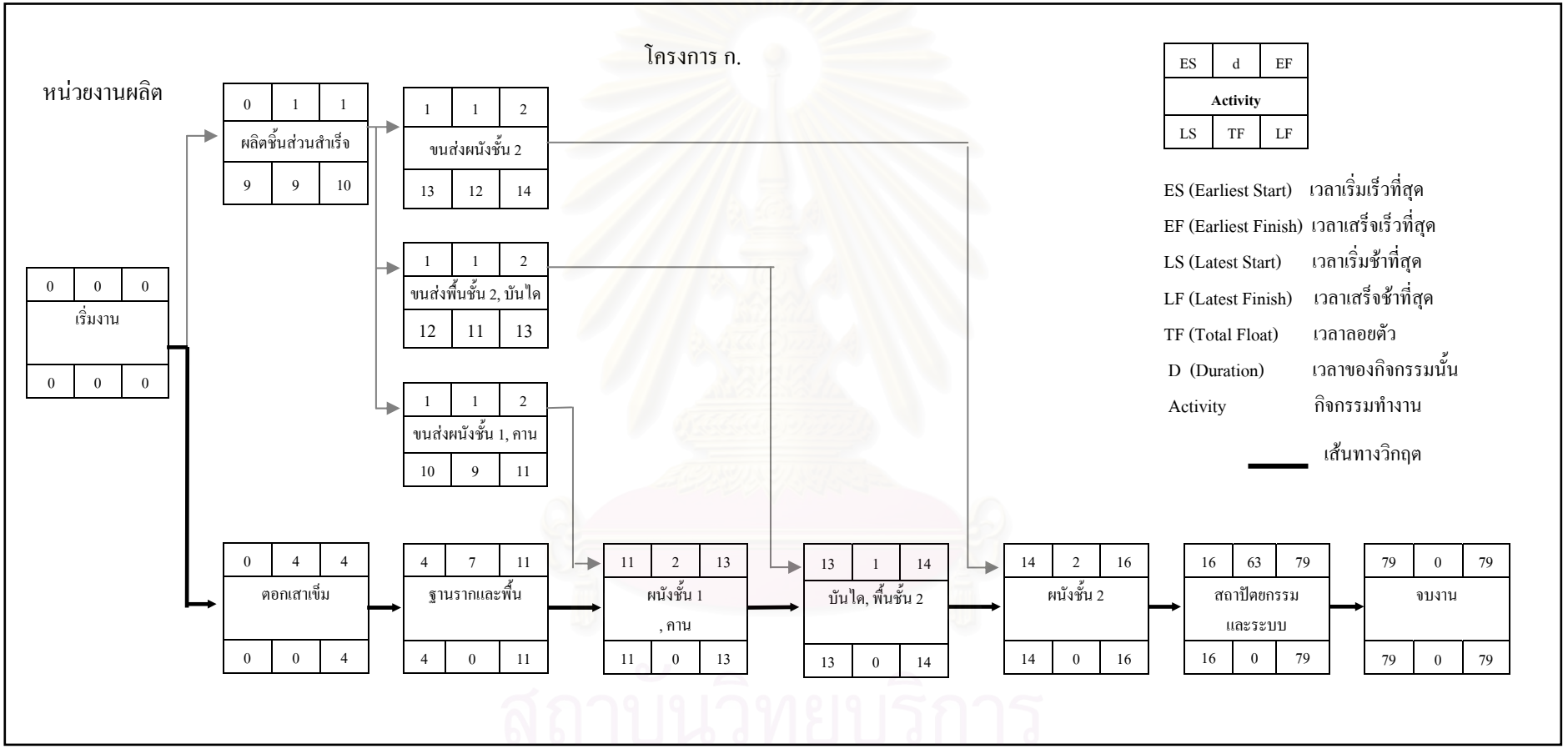
1) ต้นทุนการจัดสร้างหน่วยงานผลิต เป็นต้นทุนทั้งหมดในการจัดสร้างหน่วยงานผลิต ต้นทุนเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในหน่วยงาน รวมถึงต้นทุนการจัดสร้างแบบหล่อที่ใช้ในการผลิตที่ใช้ในหน่วยงาน

ตารางที่ 4.12 เวลาการก่อสร้างในที่และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก.

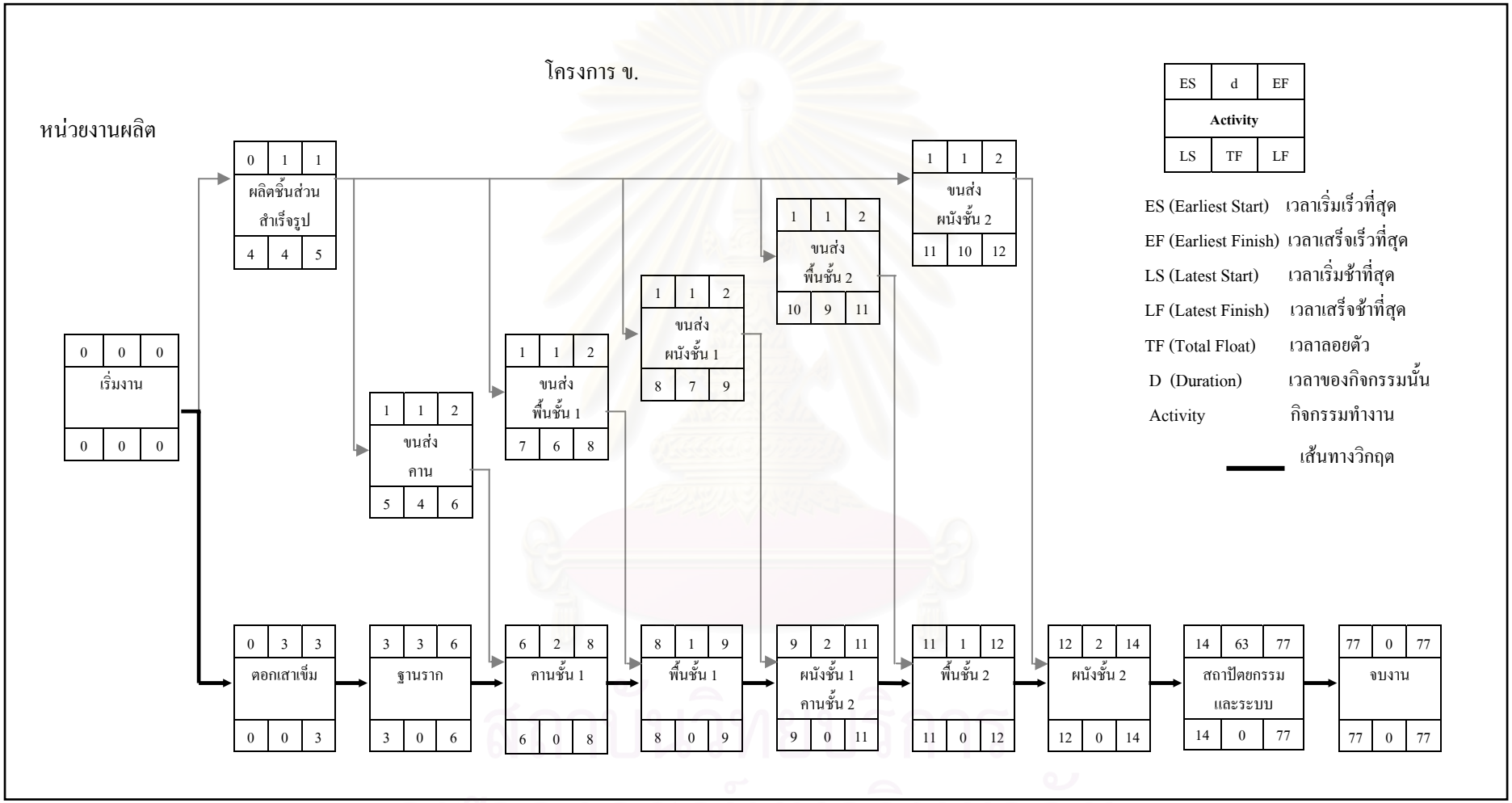
| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (วัน) | วันที่ 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | ปริมาณงาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | งานก่อสร้างในที่ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | งานเสาเข็ม (I 0.22x0.22x16.00 ม.) | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 34 ต้น |
| 2 | งานฐานรากและพื้น Flat Slab | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | งานติดตั้งและประกอบรอยต่อ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ผนังชั้นหนึ่ง และคานชั้นสอง | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22 ชิ้น และ 6 ชิ้น |
| 4 | บันไดและพื้นชั้นสอง | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 ชิ้น |
| 5 | ผนังชั้นสอง | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27 ชิ้น |

ตารางที่ 4.13 เวลาการก่อสร้างในที่และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข.

| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (วัน) | วันที่ 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | ปริมาณงาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | งานก่อสร้างในที่ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | งานเสาเข็ม (I 0.22x0.22x16.00 ม.) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27 ต้น |
| 2 | งานฐานราก | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | งานติดตั้งและประกอบรอยต่อ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | คานสำเร็จรูปชั้นหนึ่ง | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 ชิ้น |
| 4 | พื้นชั้นหนึ่ง (Hollow Core Slab) | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 ชิ้น |
| 5 | ผนังชั้นหนึ่ง และคานชั้นสอง | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 ชิ้น และ 3 ชิ้น |
| 6 | พื้นชั้นสอง (Hollow Core Slab) | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 ชิ้น |
| 7 | ผนังชั้นสอง | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24 ชิ้น |




รูปที่ 4.13 Precedence Diagram ของการสร้างบ้าน โครงการ ก.




รูปที่ 4.14 Precedence Diagram ของการสร้างบ้าน โครงการ ข.

2) ต้นทุนที่แปรผันตามปริมาณงาน เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในขณะที่ดำเนินการผลิตและการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ดังนี้

2.1) ต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบด้วยต้นทุนในด้านแรงงาน และด้านวัสดุที่ใช้ในหน่วยงานผลิต

2.2) ต้นทุนค่าขนส่ง เป็นต้นทุนในการขนส่งจากที่กองเก็บของหน่วยงานการผลิตไปยังโครงการก่อสร้างโดยจะประกอบด้วยค่าแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรในขั้นตอนการขนส่ง

โดยการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนงานผลิตและขนส่งของการจัดสร้างหน่วยงานและต้นทุนผันแปรตามปริมาณแต่ละหน่วยงานกรณีศึกษา ดังนี้

- ด้านต้นทุนการจัดสร้างหน่วยงาน โดยจากลักษณะของโรงงานผลิตที่เป็นลักษณะที่เป็นอาคารแบบถาวร มีการใช้ระบบเทคโนโลยีของเครื่องจักรในหน่วยงานที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต จึงทำให้ต้นทุนของการก่อสร้างหน่วยงานและเครื่องจักรมีมูลค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบลานผลิตที่ไม่มีอาคารแบบถาวร
- ด้านต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากตัวอย่างแบบบ้านที่ศึกษาของหน่วยงานทั้งสองมีต้นทุนในด้านแรงงานและวัสดุที่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สัดส่วนต้นทุนการผลิตโดยประมาณของหน่วยงานผลิต ด้านแรงงานและวัสดุ

| ลำดับ | รายการ | สัดส่วนต้นทุน (%) การผลิตของหน่วยงาน | |
|---|---|---|---|
| | | ลานผลิต | อาคารโรงงาน |
| 1 | ค่าแรงงาน | 9.9 | 25.4 |
| 2 | ค่าวัสดุ | 90.1 | 74.6 |
| | รวมทั้งสิ้น | 100.0 | 100.0 |

หมายเหตุ * ลานผลิต ใช้ตัวอย่างแบบบ้าน C และอาคารโรงงานผลิต ใช้ตัวอย่างแบบบ้าน C 02

จากตารางที่ 4.14 สัดส่วนต้นทุนงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของแต่ละหน่วยงานในด้านวัสดุและแรงงานแสดงได้ว่า

- หน่วยงานลานผลิต สัดส่วนต้นทุนผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปคิดเป็นด้านแรงงาน 9.9 % และด้านวัสดุ 90.1

- หน่วยงานโรงงานผลิต สัดส่วนต้นทุนผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปคิดเป็นด้านแรงงาน 25.4 % และด้านวัสดุ 74.6 %

โดยเมื่อศึกษาในรายละเอียดเปรียบเทียบต้นทุนงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประหว่างหน่วยงาน พบว่าในหน่วยงานโรงงานผลิตมีต้นทุนดังกล่าวที่ต่ำกว่าในหน่วยงานลานผลิต เนื่องจากต้นทุนค่าวัสดุซึ่งส่วนใหญ่มาจากคอนกรีต ซึ่งในหน่วยงานโรงงานผลิตมีการใช้คอนกรีตที่ผลิตในหน่วยงานตัวเองจึงทำให้ต้นทุนไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับในหน่วยงานลานผลิตที่เป็นการสั่งซื้อคอนกรีตจากผู้ผลิตนอกหน่วยงาน

- ด้านต้นทุนค่าขนส่ง จากตัวอย่างแบบบ้านที่ศึกษาของหน่วยงานจะมีค่าขนส่งขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง รวมถึงจำนวนกลุ่มการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จต่อแบบบ้าน กล่าวคือเมื่อระยะทางระหว่างหน่วยงานและจำนวนกลุ่มของการจัดส่งต่อแบบของบ้านหนึ่งหน่วยที่มากย่อมทำให้ค่าขนส่งต่อหลังสูง

**4.5.2 ต้นทุนงานติดตั้งและประกอบรอยต่อ** เป็นต้นทุนในงานติดตั้งในโครงการก่อสร้าง โดยเมื่อพิจารณาจากการประมาณการในงานที่เกี่ยวข้องในงานติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ด้านแรงงาน วัสดุประกอบรอยต่อ และเครื่องจักร (รถโมบายเครน) ของตัวอย่างบ้านในโครงการกรณีศึกษา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 สัดส่วนต้นทุนในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยประมาณ ด้านแรงงาน วัสดุประกอบรอยต่อ และเครื่องจักร

| ลำดับ | รายการ | สัดส่วนต้นทุน (%) การติดตั้ง | |
|---|---|---|---|
| | | โครงการ ก. | โครงการ ข. |
| 1 | ค่าแรงงาน | 37.8 | 30.1 |
| 2 | ค่าวัสดุประกอบรอยต่อ | 25.7 | 32.3 |
| 3 | ค่าเครื่องจักรติดตั้ง | 36.5 | 37.6 |
| | รวมทั้งสิ้น | 100.0 | 100.0 |

หมายเหตุ * โครงการ ก. ใช้ตัวอย่างแบบบ้าน C, และโครงการ ข. ใช้ตัวอย่างแบบบ้าน C 02

จากตารางที่ 4.15 วิเคราะห์ด้านต้นทุนการติดตั้งของแต่ละโครงการก่อสร้างได้ว่า

- โครงการ ก. ต้นทุนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปคิดเป็นสัดส่วนต้นทุนด้านแรงงาน 37.8 % ด้านวัสดุประกอบรอยต่อ 25.7 % และด้านเครื่องจักร 36.5% อธิบายได้ว่าสัดส่วนของต้นทุนด้านแรงงานและเครื่องจักรใกล้เคียงกัน ซึ่งต้นทุนเครื่องจักรจะขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการทำงาน ส่วนด้านวัสดุติดตั้งประกอบรอยต่อในหน่วยงานใช้เป็นแบบการเชื่อม (Welded Connection) ต่อแผ่นเหล็กระหว่างแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ทำให้ต้นทุนไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของค่าแรงงานและค่าเครื่องจักร

- โครงการ ข. ต้นทุนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปคิดเป็นสัดส่วนต้นทุนด้านแรงงาน 30.1 % ด้านวัสดุประกอบรอยต่อ 32.7 % และด้านเครื่องจักร 37.6 % อธิบายได้ว่าต้นทุนด้านวัสดุติดตั้งประกอบมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับด้านแรงงานและด้านเครื่องจักร ซึ่งต้นทุนเครื่องจักรจะขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการทำงาน โดยลักษณะของการประกอบรอยต่อจะเป็นแบบใช้การเกราท์ (Grouting Connection) ด้วยคอนกรีตชนิดไม่หดตัวตลอดแนวรอยต่อผนังทำให้สัดส่วนต้นทุนดังกล่าวมีค่าที่สูงเมื่อเทียบกับด้านแรงงาน

โดยเมื่อศึกษาในรายละเอียดเปรียบเทียบต้นทุนงานติดตั้งระหว่างโครงการ พบว่าโครงการ ก. มีต้นทุนดังกล่าวที่ต่ำกว่าโครงการ ข. เนื่องจากต้นทุนค่าวัสดุติดตั้งประกอบรอยต่อในหน่วยงานใช้เป็นแบบการเชื่อมต่อแผ่นเหล็กระหว่างแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ปริมาณวัสดุไม่มาก รวมถึงเวลาทำงานในขั้นตอนติดตั้ง (ในหัวข้อการศึกษาระยะเวลาที่ผ่านมา) ซึ่งส่งผลต่อเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโครงการ ข.

**4.6 การควบคุมคุณภาพการทำงาน**

1) การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ในการควบคุมคุณภาพของการทำงานในการผลิตของทั้งสองหน่วยงานผลิตมีรูปแบบการทำงานที่คล้ายกัน โดยสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

- การควบคุมคุณภาพวัสดุการผลิตก่อนการผลิต เป็นการตรวจสอบวัสดุในการผลิตเพื่อควบคุมคุณภาพให้ได้ตามข้อกำหนดในการออกแบบ จากการศึกษาการทำงานในหน่วยงานพบว่า ทั้งสองหน่วยงานมีการตรวจสอบก่อนที่จะมีการนำไปใช้งาน โดยวัสดุหลักที่มีการทดสอบก่อนการใช้งานได้แก่

- คอนกรีต จะเป็นการตรวจสอบค่าการยุบตัว (Slump Test) ก่อนการเทคอนกรีตและการกดทดสอบกำลังรับน้ำหนักจากตัวอย่างหลังการเทคอนกรีต

- เหล็กเสริม จะมีการสุ่มตัวอย่างจากผู้จัดส่งเพื่อนำไปทดสอบกำลังรับแรงตามประเภทของวัสดุ

- วัสดุฝังอื่นๆ จะเป็นลักษณะการตรวจสอบทางกายภาพภายนอกให้ได้ตามแบบและใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐานการผลิตจากผู้จัดส่ง และในระหว่างการผลิตจะมีผู้ควบคุมงานในการตรวจสอบการทำงานของแรงงานในแต่ละขั้นตอน

- การตรวจสอบคุณภาพหลังการผลิตเป็นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตออกมาจากหน่วยงาน หน่วยงานมีการกำหนดมาตรฐานของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตมีค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerances) ให้อยู่ภายในข้อกำหนดและใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบให้กับโครงการก่อสร้างด้วย โดยมาตรฐานอ้างอิงจาก Precast / Prestressed Concrete Institute (PCI) สรุปได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| รายการ | รายละเอียด | ความคลาดเคลื่อนที่ยอม (มม.)* |
|---|---|---|
| 1.แผ่นผนัง | ความกว้าง | ± 13 |
| | ความสูง | ± 6 |
| | ความหนา | ± 6 |
| 2.ช่องเปิดผนัง | ระยะศูนย์กลางช่องเปิดถึงขอบแผ่น | ± 25 |
| | ความกว้างและความสูง | ± 13 |
| 3.แผ่นพื้น | ความยาว | ± 13 |
| | ความกว้าง | ± 6 |
| | ความหนา | ± 6 |
| 4.คาน | ความยาว | ± 19 |
| | ความกว้าง | ± 6 |
| | ความสูง | ± 6 |
| 5.บันได | ความยาว (วัดแนวราบ) | ± 13 |
| | ความกว้าง | ± 10 |
| | ความหนา | ± 6 |

(* ที่มา : Precast / Prestressed Concrete Institute)

- การซ่อมแซมชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหลังการผลิต เป็นการกำหนดวิธีการซ่อมแซมตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหากเกิดปัญหาความเสียหายกับตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นหลังการผลิต โดยมีข้อกำหนดในการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังการผลิต สรุปได้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 วิธีการซ่อมแซมชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

| รายการ | ลักษณะความเสียหาย | การซ่อมแซม * |
|---|---|---|
| 1. ผิวชิ้นงาน (Surface Repair) | - ผิวหน้าเป็นฟองอากาศ<br>- ผิวหน้าไม่เรียบ เป็นรอย | ใช้วัสดุประเภท Cement Mortar ฉาบและแต่งผิวให้เรียบ |
| 2. รูพรุนคล้ายรังผึ้ง (Honeycomb) | ความเสียหายตั้งแต่ 20 –50 มม. | - ใช้วัสดุประเภท Non – Shrink Cement เทปิดบริเวณที่เสียหาย<br>- ใช้วัสดุประเภท Cement Repair Mortar ฉาบบริเวณที่เสียหาย |
| 3. แตก บิ่น บริเวณขอบหรือมุม | รอยแตกหรือบิ่นที่ขอบ | ใช้วัสดุประเภท Cement Repair Mortar ซ่อมแซม อุด ปะ บริเวณรอยแตก |
| 4. รอยแตกร้าว (Crack) | รอยแตกร้าวที่ชิ้นงาน | ใช้วัสดุประเภท Epoxy Resin อุดรอยร้าว |

(*วิธีการซ่อมแซมเป็นไปตามกรรมวิธีของผู้ผลิตวัสดุซ่อมแซมนั้น ๆ)

2) การขนส่ง

สำหรับการควบคุมคุณภาพในการขนส่งนั้นจะเป็นการควบคุมทั้งในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยงานผลิต ในการศึกษาพบว่าหน่วยงานผลิตซึ่งมีหน้าที่ในการจัดการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตไปยังโครงการก่อสร้าง การควบคุมคุณภาพในการขนส่งนั้นจะต้องมีการควบคุมให้การจัดส่งถูกต้องตามความต้องการทั้งปริมาณและคุณภาพ ซึ่งหน่วยงานมีการทำรายการแยกประเภทของงานให้เหมาะสมการการขนส่งแต่ละเที่ยวรถขนส่งและตรวจสอบให้ถูกต้อง เพราะในการขนส่งให้ได้ครบตามหน่วยบ้านเป็นหลังจะต้องใช้จำนวนรถขนส่งหลายเที่ยวจึงจะครบหนึ่งหน่วยของบ้าน รวมถึงต้องมีการผูกรัดตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับรถขนส่งให้แน่นหนา

สำหรับในโครงการก่อสร้าง ในการศึกษาพบว่าโครงการจะทำหน้าในการตรวจสอบรายการขนส่งที่ถูกส่งมายังหน่วยงาน เพื่อให้ถูกต้องตามแบบ จำนวนปริมาณ รวมถึงคุณภาพให้ได้ตามที่โครงการก่อสร้างต้องใช้งาน อีกทั้งต้องมีการควบคุมคุณภาพในการกองเก็บที่หน่วยงานให้ถูกต้องตามหลักการ ซึ่งในการกองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการก่อสร้างจะอยู่ ณ บริเวณที่จะทำการก่อสร้างเพื่อที่จะไม่ต้องขนย้ายหลายครั้งในโครงการอันเป็นการสูญเสียการใช้ทรัพยากรโดยไม่เกิดประโยชน์

3) การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ในการควบคุมคุณภาพในการติดตั้งในหน่วยงานทั้งสองโครงการเป็นการใช้มาตรฐานที่คล้ายกันโดยจะเป็นการควบคุมในงานสำรวจ (Survey) ตั้งแต่การเตรียมการวางแนวและระดับอ้างอิงให้งานติดตั้งและการตรวจสอบหลังการติดตั้ง ซึ่งกำหนดมีค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นส่วน

คอนกรีตสำเร็จรูปหลังจากติดตั้ง ให้มีค่าไม่เกิน 10 ม.ม. จากแนวอ้างอิงของงานสำรวจ และการควบคุมการทำงานให้ได้คุณภาพรอยต่อทั้งแบบเปียกและแบบแห้งตามแบบการก่อสร้างตามวัสดุที่ใช้ รวมถึงความสวยงามของรอยต่อเพื่อทำงานในขั้นตอนส่วนที่เหลือในงานสถาปัตยกรรมได้คุณภาพตามที่โครงการต้องการ

**4.7 สรุป**

การศึกษาที่ได้นำเสนอแสดงให้เห็นถึงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในขั้นตอนของการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รวมถึงการจัดการทรัพยากรในหน่วยงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การศึกษาขั้นตอนการผลิตพบว่า ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องและทันสมัยมากยิ่งขึ้นในการที่จะตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของโครงการก่อสร้าง โดยการจัดการด้านวัสดุในการผลิตนั้นคุณสมบัติและประเภทของวัสดุขึ้นอยู่กับการออกแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะผลิต ส่วนการจัดการในด้านแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรเป็นไปตามลักษณะของกระบวนการผลิตในหน่วยงาน กล่าวคือ

- การผลิตบนลานผลิต ซึ่งการจัดแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรจะทำงานผลิตในบริเวณที่แบบหล่อถูกจัดเตรียมอยู่กับที่ ตั้งแต่เตรียมงานจนเทคอนกรีตเสร็จ โดยมีข้อดี คือ เครื่องจักรในหน่วยงานไม่มีลักษณะที่เฉพาะจึงทำให้มีต้นทุนที่ไม่สูงมาก และการทำงานในบริเวณตำแหน่งเดียวทำให้ใช้ผู้คุมงานไม่มาก ส่วนข้อจำกัด คือ อัตราการผลิตที่ต่ำซึ่งขึ้นกับพื้นที่แบบหล่อที่มีในหน่วยงานจึงอาจไม่เหมาะในการขยายกำลังการผลิต และเครื่องมือเครื่องจักรและแรงงานอาจถูกใช้งานไม่เต็มที่ขึ้นกับการควบคุมงานในหน่วยงาน
- การผลิตแบบโรงงานอุตสาหกรรมที่แยกกระบวนการตามสายการผลิตในหน่วยงาน ซึ่งการจัดแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรถูกแยกทำงานตามประเภทของกระบวนการ โดยมีข้อดี คือ อัตราการผลิตที่สูงเมื่อเทียบกับการผลิตที่แบบการผลิตบนลานผลิต รวมถึงเวลาทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรและแรงงานที่สูง ส่วนข้อจำกัด คือ เงินลงทุนของการก่อสร้างหน่วยงานและเครื่องจักรที่สูง การเกิดปัญหากับเครื่องจักรในสายการผลิตจะส่งผลต่ออัตราการทำงานทั้งหน่วยงาน และต้องใช้บุคลากรมากในการควบคุมของแต่ละกระบวนการในสายการผลิต

2) การขนส่ง

เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นตั้งแต่หน่วยงานผลิตในยกชิ้นงานจากที่กองเก็บ การเดินทาง จนกระทั้งยกชิ้นงานลงจากรถขนส่งที่โครงการก่อสร้าง ด้านแรงงานที่ใช้จะเป็นการยกประคองในขั้นตอนการยกขึ้นและลงรถขนส่งซึ่งใช้จำนวนไม่มากทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง ด้านเครื่องจักรที่สำคัญได้แก่ รถพ่วง โดยการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตบนรถพ่วงที่ใช้ขนส่งจะเป็นไปตามลักษณะการออกแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น กล่าวคือ แผ่นพื้นจะวางแนวราบกับรถ ส่วนแผ่นผนังจะวางแนวตั้งกับรถซึ่งจะต้องมีโครงเหล็กในการรองรับ และเครื่องจักรในการยก โดยจากการศึกษาพบว่าในหน่วยงานผลิตเครื่องจักรในการยกจะแตกต่างกันตามการออกแบบหน่วยงานและการใช้งาน เช่น ทาวเวอร์เครน และรถโมบายเครน เป็นต้น ส่วนเครื่องจักรในการยกที่โครงการก่อสร้างของโครงการที่ศึกษาจะใช้รถโมบายเครน เนื่องด้วยประโยชน์ในเรื่องความคล่องตัวในการเข้าถึงพื้นที่การก่อสร้างในโครงการ รวมถึงใช้ในขั้นตอนของการติดตั้งด้วย

3) การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างที่ใช้ระบบดังกล่าว ซึ่งในงานก่อสร้างประกอบการทำงานคือ งานก่อสร้างในที่ งานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และงานอื่น ๆ ที่เหลือจนกระทั้งก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งในการศึกษากรณีตัวอย่างการสร้างบ้านพบว่าขั้นตอนการก่อสร้างและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จจะแตกต่างกันตามการออกแบบระบบโครงสร้างของแต่ละหน่วยงาน ด้านการจัดการแรงงานในการติดตั้งมีจำนวนแรงงานใกล้เคียงกันแบ่งได้เป็นแรงงานติดตั้งและแรงงานประกอบรอยต่อ ด้านวัสดุในขั้นตอนการติดตั้งประกอบด้วย ตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และวัสดุในการประกอบรอยต่อที่มีทั้งรอยต่อแบบเปียกและรอยต่อแบบแห้ง ในด้านเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอนติดตั้งและประกอบรอยต่อ เครื่องจักรสำคัญจะเป็นเครื่องจักรในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งในโครงการที่ศึกษาจะใช้รถโมบายเครน เนื่องจากความคล่องตัวในการเคลื่อนย้ายตำแหน่งทำงานในโครงการก่อสร้าง ส่วนอื่นเครื่องมืออื่นๆ เช่น เครื่องมืองานสำรวจ อุปกรณ์ค้ำยัน และโครงเหล็กในการวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทผนังที่หน้างาน เป็นต้น

โดยในทุกขั้นตอนของการทำงานจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญในการทำงาน รวมถึงความพร้อมของเครื่องมือเครื่องจักรและวัสดุที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามคุณภาพและเวลา ภายใต้ต้นทุนที่วางแผนของแต่ละโครงการ

# บทที่ 5

# การวิเคราะห์แนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุง กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

บทนี้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลจากกรณีศึกษาหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างโดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุของประเภทความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ตามแนวคิดลีน (Lean Thinking) เพื่อเสนอแนวทางการทำงานในปรับปรุงกระบวนการจัดการของหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง

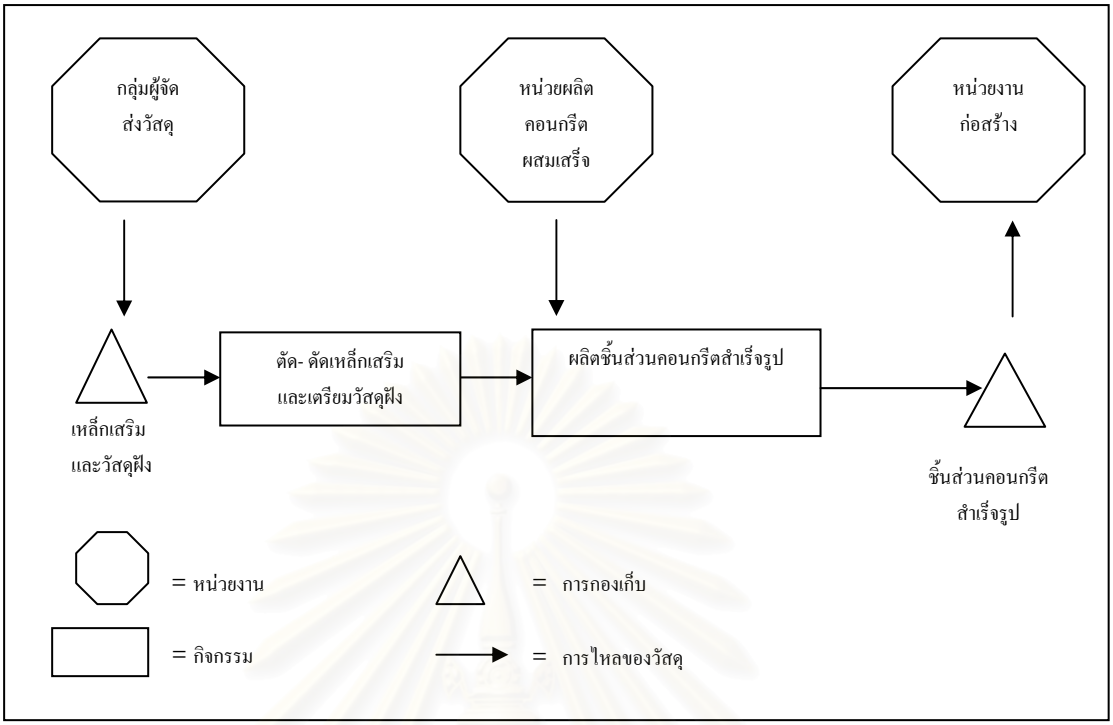
## 5.1 การวิเคราะห์หน่วยงานผลิต

การวิเคราะห์หน่วยงานประกอบด้วย การวิเคราะห์กระบวนการผลิต การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่าพร้อมทั้งข้อเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา และสรุปแนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิต

### 5.1.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิต

รายละเอียดของกระบวนการผลิตในหน่วยงานกรณีศึกษาได้นำเสนอในบทที่ 4 ในส่วนนี้จะได้สรุปขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการผลิตและขนส่งเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า ดังนี้

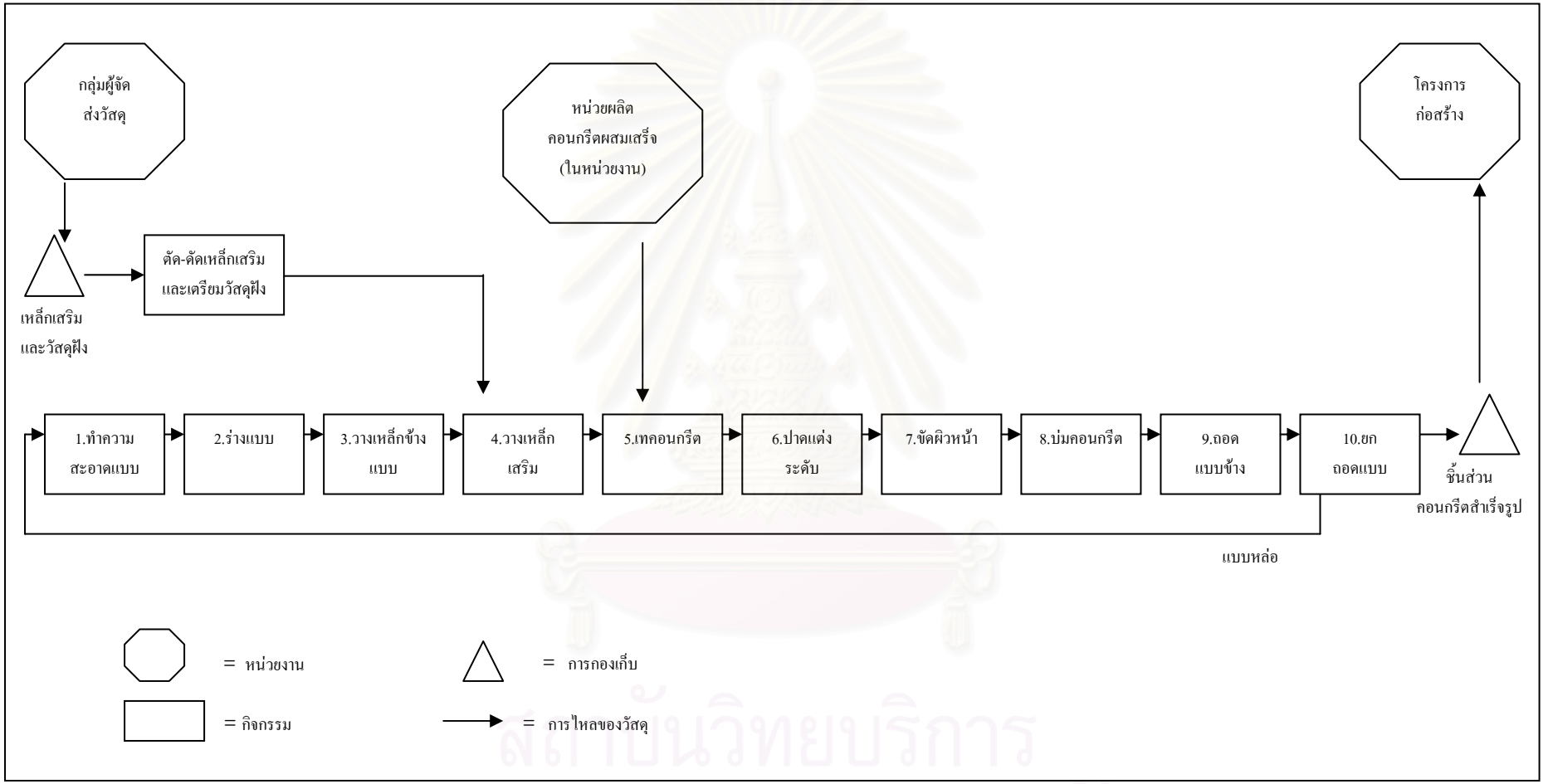
- **ลานผลิต (Precast Yard)** การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นการทำงานบนแบบหล่อที่ติดตั้งอยู่บนลานผลิต โดยกระบวนการทำงาน ได้แก่ การเตรียมการ การจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝัง การเทคอนกรีต การบ่มคอนกรีต และการยกถอดแบบ โดยจะมีการเตรียมเหล็กเสริมรวมถึงวัสดุฝังในการตัดและผูกตามขนาดของชิ้นงานก่อนการจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝัง ส่วนงานคอนกรีตที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะเป็นการสั่งซื้อจากหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จนอกหน่วยงานและขนส่งด้วยรถคอนกรีตผสมเสร็จ การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ของหน่วยงานในกระบวนผลิตสรุปดังรูปที่ 5.1




รูปที่ 5.1 การไหลวัสดุและความสัมพันธ์หน่วยงานในกระบวนผลิตของลานผลิตกรณีศึกษา

- **โรงงานผลิต (Precast Factory)** กระบวนการผลิตของหน่วยงานเป็นการทำงานโดยใช้แบบหล่อซึ่งเคลื่อนที่ไปตามขั้นตอนการผลิตของสถานี (Station) ต่างๆ ภายในตัวอาคารโรงงาน ตั้งแต่การทำความสะอาดแบบหล่อจนกระทั่งเสร็จสิ้นได้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยหน่วยงานได้มีการจัดเตรียมเหล็กเสริมและผูกตามขนาดของชิ้นงานไว้ล่วงหน้าก่อนขั้นตอนของการจัดวางเหล็กเสริม เพื่อให้ระบบการเคลื่อนที่ของแบบหล่อในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่องและลดเวลาในการเตรียมการของสถานีการจัดวางเหล็กเสริมลง สำหรับงานคอนกรีตจะใช้คอนกรีตที่ผลิตจากหน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จภายในหน่วยงานและใช้ระบบลำเลียงด้วยกระบะบรรจุคอนกรีตเข้าสู่สถานีการเทคอนกรีตในแต่ละครั้ง การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ของหน่วยงานในกระบวนผลิต สามารถดังรูปที่ 5.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 5.2 การไหลวัสดุและความสัมพันธ์หน่วยงานในกระบวนผลิตของโรงงานผลิตกรณีศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**5.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่าและเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา**

การวิเคราะห์สาเหตุของประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในหน่วยงานผลิต โดยอาศัยแนวคิดลีน (Lean Thinking) จำแนกเป็น 7 ประเภท ประกอบด้วย การผลิตมากเกินไป การรอคอย การขนส่ง ระดับสินค้าคงคลังที่สูง การผลิตที่มีจุดบกพร่อง การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง พร้อมทั้งข้อเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1) การผลิตมากเกินไป เป็นการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในจำนวนที่มากเกินความต้องการใช้งานจริงของหน่วยงานผลิตให้กับโครงการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดการใช้แรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุเป็นปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่ต้องการใช้จริง

การศึกษาพบว่ากรณีศึกษาทั้งสองหน่วยงานผลิต ในการกำหนดปริมาณการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกกำหนดจากความต้องการใช้งานก่อสร้างของแผนการทำงานรายเดือนจากโครงการก่อสร้าง เพื่อขจัดปัญหาที่จะต้องมีการผลิตเกินความต้องการจริงในแต่ละเดือน ซึ่งสอดคล้องหลักการแนวคิดลีนในมุมมองการผลิตแบบดึง (Pull View) ที่เป็นการผลิตตามความต้องการจริงจากโครงการก่อสร้าง ดังนั้นความสูญเปล่าในด้านการผลิตมากเกินไปจึงไม่เป็นปัญหาที่เกิดกับหน่วยงานทั้งสอง

2) การรอคอย เป็นการรอคอยซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุของหน่วยงาน

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุของปัญหาด้านการรอคอย มีดังนี้

- ขั้นตอนการจัดซื้อของส่วนกลางในวัสดุประเภทเหล็กเสริมและวัสดุฝัง โดยในหน่วยงานผลิตทั้งสองเป็นการจัดซื้อวัสดุจากส่วนกลางขององค์กร ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบปัญหาดังกล่าวกับหน่วยงานลานผลิตในการรอคอยวัสดุบางช่วงเวลาของงานแผ่นเหล็กประกอบรอยต่อที่จะฝังในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไม่ได้ตามเวลาที่หน่วยงานผลิตต้องการ
- การจัดส่งของผู้จัดส่งคอนกรีตผสมเสร็จในระหว่างกระบวนการผลิต โดยพบปัญหาในหน่วยงานลานผลิตที่เป็นการสั่งซื้อจากหน่วยงานนอกองค์กร ซึ่งในการสั่งแต่ละครั้งต้องมีการเตรียมแบบให้ได้ปริมาณที่จะเทในขั้นต่ำของการจัดส่งจากหน่วยงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ ทำให้บางครั้งแบบที่จัดเตรียมเสร็จต้องรอปริมาณคอนกรีตจากการเตรียมแบบที่จะผลิตอื่น ๆ ด้วย

- ขั้นตอนการจัดเตรียมวัสดุเหล็กเสริมและวัสดุฝังของแรงงาน โดยรายละเอียดแต่ละหน่วยงานดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต พบว่าถึงแม้ในหน่วยงานจะมีการจัดพื้นที่ในการจัดเตรียมวัสดุล่วงหน้าในบริเวณแบบหล่อ แต่การทำงานของแรงงานแต่ละกลุ่มไม่ให้ความสำคัญต่อการเตรียมการก่อนการจัดวางลงแบบ โดยแรงงานจะมาทำการตัดและดัดเหล็กเสริมก่อนการจัดวางในแต่ละครั้ง

- หน่วยงานโรงงานผลิต เป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อในสายการผลิตในหน่วยงานทำให้บางครั้งแรงงานจัดเตรียมวัสดุเหล็กเสริมในการตัดและดัด รวมถึงการจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝังที่ไม่ทันในการเคลื่อนที่ตามเวลาที่หน่วยงานกำหนด เนื่องจากมีวัสดุฝังหลายประเภทและต้องใช้เวลามากในการยึดกับแบบหล่อ เช่น จุดค้ำยันชั่วคราวในงานติดตั้ง วงกบประตู และหน้าต่าง เป็นต้น

- การแก้ไขงานในระหว่างขั้นตอนการเทคอนกรีต ซึ่งเป็นลักษณะปัญหาการเคลื่อนตำแหน่งของวัสดุฝังและแบบหล่อของการทำงานระหว่างการเทคอนกรีต เนื่องจากการเตรียมแบบหล่อ การจัดวางและยึดวัสดุฝังบนแบบหล่อของแรงงาน

- การทำงานของเครื่องจักร โดยรายละเอียดแตกต่างกันในแต่ละหน่วยงานดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต เนื่องจากในการใช้งานเครื่องจักรประเภทเครนจะต้องใช้ร่วมกับการทำงานขนส่งและยกวัสดุการผลิตลงจากรถจากผู้จัดส่งวัสดุ ซึ่งบางครั้งต้องมีการรอการทำงานของเครื่องจักรในระหว่างทำงาน

- หน่วยงานโรงงานผลิต เนื่องลักษณะการผลิตเป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อไปตามสายการผลิต จากการสำรวจพบว่า จะเกิดการรอการทำงานของเครื่องจักรในสถานีของกิจกรรมการขัดผิวหน้า เนื่องจากต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานในการรอคอนกรีตแข็งตัวก่อนการขัดผิวหน้าซึ่งจำนวนจุดบริการและเครื่องจักรที่มีอยู่ในสถานีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาการทำงานของกิจรรม

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการรอคอย มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุการผลิต ที่ต้องมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานในองค์กรของหน่วยงานผลิตกับส่วนกลางในการเร่งรัดจัดหาวัสดุการผลิตเข้าหน่วยงาน ประกอบกับการดำเนินงานจากฝ่ายจัดซื้อของสำนักงานใหญ่จะต้องมีการจัดการกับปริมาณความต้องการวัสดุในการผลิต เร่งจัดการในการจัดหา การต่อรองราคาและสั่งซื้อให้รวดเร็ว เพื่อที่จะขจัดปัญหาการรอ

คอยวัสดุอันเนื่องจากสาเหตุของขั้นตอนการจัดหาจนส่งผลให้การจัดส่งของผู้จัดส่งวัสดุไม่เป็นไปตามแผนงานความต้องการที่จะใช้งาน

- ในกรณีหน่วยงานลานผลิตที่เป็นการสั่งซื้อคอนกรีตจากนอกหน่วยงาน ผู้ควบคุมงานของหน่วยงานผลิตต้องมีการเตรียมการระหว่างหน่วยงานของขั้นตอนการเทคอนกรีต ในการตรวจสอบปริมาณการเทคอนกรีตและประสานงานในการสั่งการผลิตคอนกรีตก่อนล่วงหน้าประกอบกับการตรวจสอบช่วงเวลานำในการผลิตและจัดส่งคอนกรีตเข้าสู่กระบวนการเทของผู้จัดส่งคอนกรีต และการเร่งรัดการจัดส่ง เพื่อลดปัญหาเวลาการรอคอยในขั้นตอนดังกล่าว
- การจัดเตรียมเหล็กเสริม หน่วยงานควรมีการเอาใจใส่ในเรื่องการจัดเตรียมวัสดุเหล็กเสริมตามขนาดใช้งานที่ล่วงหน้าประมาณ 1 วัน ก่อนการนำเข้าสู่กระบวนการจัดวางในแบบ ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยการประสานงานจากฝ่ายแผนงานกับผู้ควบคุมงานในการจัดส่งแผนงานการที่จะทำงานจริงในวันต่อไปเพื่อให้มีการจัดลำดับการเตรียมวัสดุฝัง การตัดและดัดเหล็กเสริมล่วงหน้า
- การเพิ่มความเข้มงวดการควบคุมคุณภาพของการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาการแก้ไขงานในระหว่างทำงาน โดยต้องมีการอบรมผู้ปฏิบัติงานอย่างเป็นระยะทั้งในระดับแรงงานและผู้ควบคุมงาน เพื่อให้มีความเข้าใจในวิธีการทำงานในแต่ละกระบวนการ การใช้เครื่องมือเครื่องจักรและมาตรฐานของการทำงานในหน่วยงาน อีกทั้งความเข้มงวดของผู้ควบคุมงานในแต่กิจกรรมที่ต้องมีการควบคุมการทำงานให้มีความถูกต้องและเป็นไปตามเวลาในแต่ละขั้นตอนที่หน่วยงานต้องการ
- การวางแผนจัดเวลาการทำงานกับจำนวนของเครื่องจักรในหน่วยงาน เพื่อแก้ไขการรอคอยเครื่องจักรตามลักษณะปัญหาในแต่ละหน่วยงานดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต การจัดสรรเวลาในการทำงานให้กับเครื่องจักรตามการทำงานในหน่วยงานภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนเครื่องจักรกับงานที่ต้องทำแต่ละวันในหน่วยงาน เช่น จัดช่วงเวลาในการยกถอดแบบ และช่วงเวลาในการยกของลงจากรถขนส่ง เป็นต้น รวมถึงการควบคุมการทำงานจากผู้รับผิดชอบในการทำงานก็ต้องปฏิบัติตามการจัดแบ่งเวลาการทำงานที่ได้จัดสรรแล้วอย่างเคร่งครัด

- หน่วยงานโรงงานผลิต เนื่องลักษณะการผลิตเป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อไปตามสายการผลิต จากการศึกษาและสัมภาษณ์ในเรื่องของเวลาการทำงานจริงภายใต้การทำงานสภาพปกติของหน่วยงานในการผลิตนั้น พบว่าปัญหาในกิจกรรมงานขัดหน้าคอนกรีตที่ไม่สามารถทำอัตราผลผลิตของสถานีได้ตามที่หน่วยงานออกแบบ เนื่องด้วยข้อจำกัดในเรื่องของคุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องใช้เวลาในการแข็งตัวก่อนการขัดหน้ามันผิวหน้า ประกอบกับจำนวนเครื่องจักรในสถานีนี้มีจำนวนที่ไม่เพียงพอ หากต้องการจะดำเนินงานเต็มกำลังการผลิตของหน่วยงานออกแบบ

ไว้ แนวทางที่สามารถที่จะปรับปรุงสายการผลิตดังกล่าว อาจทำได้โดยการเพิ่มจุดรองรับแบบหล่อและจำนวนเครื่องจักรในสถานีดังกล่าว ซึ่งการเพิ่มจุดรองรับดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งในการทำให้กระบวนการมีการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องในการลดปัญหาการรอคอยเครื่องจักรในสถานี ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นอันแท้จริงของหน่วยงานที่จะใช้ เนื่องจากจะต้องมีต้นทุนจากการเพิ่มเครื่องมือเครื่องจักรของหน่วยงาน

3) การขนส่งที่ไม่ดี เป็นความสูญเปล่าเนื่องจากขั้นตอนการขนส่งระหว่างหน่วยงานผลิตกับโครงการก่อสร้างที่ไม่ดีพอ ทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จที่ไม่ได้ตามคุณภาพและไม่เป็นไปตามเวลาของความต้องการจากโครงการก่อสร้าง

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุของปัญหาด้านการขนส่งที่ไม่ดี มีดังนี้

- จำนวนรถขนส่งที่ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไปยังโครงการก่อสร้าง ในบางช่วงเวลาไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการก่อสร้าง
- ความผิดพลาดจากทำงานและการตรวจสอบในขั้นตอนการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่ง ทำให้ชิ้นงานที่จัดส่งไม่ถูกต้องตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง เช่น นำชิ้นส่วนของงานอาคารชั้นสองมาใส่ในกลุ่มของชิ้นงานอาคารชั้นหนึ่ง เป็นต้น โดยเกิดขึ้นในการดำเนินงานขั้นตอนการขนส่งของแต่ละหน่วยงาน ดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตทีละชิ้นขึ้นรถขนส่งด้วยรถโมบายเครนและทาวเวอร์เครนในแต่ละตำแหน่งของที่กองเก็บ ซึ่งแรงงานอาจยกชิ้นงานที่ผิดจากที่กองเก็บชิ้นงานที่จะจัดส่ง
- หน่วยงานโรงงานผลิต การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานประกอบด้วยเครื่องมือเครื่องจักรในการทำงานในขั้นตอนการขนส่งโดยเฉพาะ และมีอุปกรณ์ที่ใช้บรรจุกลุ่มชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อให้เครนราง (Gantry Crane) สามารถยกได้ในครั้งเดียวขึ้นรถขนส่ง ซึ่งความผิดพลาดจะเกิดจากแรงงานยกชิ้นงานในการใส่ลงชั้นเหล็กบรรจุในขั้นตอนการยกถอดแบบที่ผิดจากกลุ่มที่จะจัดส่ง รวมถึงการควบคุมงานในขั้นตอนดังกล่าว

- ความเสียหายในการเดินทางขนส่งระหว่างหน่วยงานที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระหว่างการเดินทาง เช่น การชำรุด การแตกหัก เป็นต้น โดยอาจเกิดจากการค้ำยันช่องเปิดบริเวณงานประตูของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการผูกรัดกับรถขนส่ง ที่ทำไม่ได้คุณภาพตามที่หน่วยงานต้องการจึงมีโอกาสเกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในระหว่างการเดินทาง

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการขนส่ง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- การจัดเตรียมการเช่ารถขนส่งจากที่อื่น ในบางช่วงเวลาที่มีความต้องการเกินความสามารถของจำนวนรถขนส่งในหน่วยงาน หรือในกรณีที่เกิดปัญหากับรถขนส่งของหน่วยงาน โดยวิธีการดังกล่าวต้องคำนึงถึงความจำเป็นและความคุมทุนในการดำเนินงานด้วย เพราะอาจเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าขนส่งที่หน่วยงานกำลังดำเนินงานอยู่เดิม
- การเพิ่มความระมัดระวังของผู้คุมงานในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของการถอดแบบจัดวางและที่ก่อนการจัดส่งจากหน่วยงานผลิต โดยผู้ควบคุมงานจะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของแรงงานอย่างใกล้ชิดยิ่งขึ้น รวมถึงการตรวจสอบเอกสารที่ประกอบในการผลิตอย่างรัดกุม และอาจใช้การติดแสดงสัญลักษณ์หมายเลขแต่ละชิ้นส่วนคอนกรีตหลังผลิตเสร็จที่เด่นชัดมากขึ้นในการแยกประเภท รวมถึงการใช้ความแตกต่างของสีตัวอักษรในการช่วยแยกประเภทของการใช้งานแทนการใช้หมายเลขของสัญลักษณ์เพียงสีเดียวทุกชิ้นงาน เพื่อลดโอกาสการเกิดความผิดพลาดจากการยกชิ้นงานในการขนส่ง
- การเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนผูกรัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับรถขนส่งที่ต้องแน่นหนา หน่วยงานอาจจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นงานและถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ปฏิบัติงานในส่วนนี้รวมถึงพนักงานขับรถ เพื่อช่วยในการตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออกเดินทางจากหน่วยงาน ความระมัดระวังในการเดินทางของผู้ขับรถและเข้มงวดในการตรวจสอบเส้นทางจากฝ่ายที่ดูแลการขนส่งของหน่วยงานผลิตให้กับผู้ขับรถขนส่ง หากมีเส้นทางการเดินในการจราจรที่แออัดอาจจำเป็นต้องทำในช่วงเวลากลางคืนเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรที่ติดขัดเนื่องจากขนาดของรถพ่วงและชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ อันมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายซึ่งส่งผลต่อเวลาในการขนส่งที่ล่าช้าและความเสียหายที่จะเกิดกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

4) การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง เป็นการจัดเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหลังจากผลิตแล้วเสร็จที่มาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการจริงจากโครงการก่อสร้าง โดยทำให้เกิดการใช้พื้นที่กองเก็บในหน่วยงานรวมถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องที่ไม่จำเป็น

การศึกษารายงานการทำงานของหน่วยงานเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงความสูญเปล่าในด้านสินค้าคงคลังของหน่วยงานมีรายละเอียดดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต การศึกษาข้อมูลช่วง เดือน ส.ค. ถึง ธ.ค. 2547 ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยของการผลิต และการขนส่ง ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยการผลิตมีค่าที่มากกว่าและใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยการขนส่ง แสดงได้ว่าการดำเนินงานในการผลิตของหน่วยงานสามารถทำงานได้เพียงพอความสามารถในการจัดส่งให้กับโครงการก่อสร้าง

- ค่าเฉลี่ยการผลิตต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 4 และค่าเฉลี่ยการขนส่งต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 4 แสดงได้ว่าระดับในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของหน่วยงานมีค่าที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับการขนส่งและการผลิต

- หน่วยงานโรงงานผลิต การศึกษาข้อมูลช่วงเดือน มิ.ย ถึง ส.ค 2548 พบว่าค่าเฉลี่ยของการผลิตมีค่ามากกว่าและใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของการขนส่ง แสดงให้เห็นว่าหน่วยงานมีความสามารถในการผลิตได้เพียงพอกับความสามารถในการจัดส่งของหน่วยงานให้กับโครงการก่อสร้าง แต่พบว่าหน่วยงานมีระดับการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง โดยรายละเอียดแบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลาที่ศึกษา ดังนี้

- ช่วงเดือนมิถุนายน: ค่าเฉลี่ยการผลิตต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 6 และค่าเฉลี่ยการขนส่งต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 7 โดยมีระดับของสินค้าคงคลังที่สูงมาจากเดือนที่ผ่านมา

- ช่วงเดือนกรกฎาคม: ค่าเฉลี่ยการผลิตต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 14 และค่าเฉลี่ยการขนส่งต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 15 โดยมีปัญหาการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูงขึ้นจากเดือนที่ผ่านมา

- ช่วงเดือนสิงหาคม: ค่าเฉลี่ยการผลิตต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 11 ค่าเฉลี่ยการขนส่งต่อระดับสินค้าคงคลัง คือ 1 / 10 โดยมีระดับการจัดเก็บสินค้าคงคลังลดลงจากเดือนที่ผ่านมา แต่ก็มีระดับที่สูงกว่าเดือนมิถุนายน

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุของปัญหาความสูญเปล่าด้านระดับสินค้าคงคลังที่สูง ดังนี้

- ความไม่แน่นอนในการสั่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อนำเข้าโครงการจากโครงการก่อสร้าง โดยกรณีศึกษาทั้งสองหน่วยงานพบว่า ถึงแม้การผลิตของหน่วยงานผลิตจะผลิตตามความต้องการจริงของโครงการก่อสร้างหลังจากที่ได้วางแผนงานที่ในแต่ละเดือนจากการศึกษาความสูญเปล่าในด้านการผลิตที่มากเกินไปที่ผ่านมา แต่การทำงานจริงในแต่ละสัปดาห์ระหว่างเดือนชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกผลิตไม่ได้ถูกขนส่งตามช่วงเวลาในแผนงานที่วางไว้ร่วมกัน อีกทั้งไม่ได้มีการปรับลดกำลังการผลิตตามช่วงเวลาของหน่วยงานผลิตจากความต้องการจริงของการทำงานระหว่างเดือน โดยจะเห็นได้จากรายงานการทำงานของทั้งสองหน่วยงานที่แสดง ซึ่ง

ระดับของการผลิตและการขนส่งมีค่าเฉลี่ยต่อช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งทำให้ปริมาณสิ้นค้าคงคลังมีปริมาณสูงขึ้นต่อเนื่องไม่สอดคล้องกับความต้องการในช่วงเวลาจริงขณะดำเนินงาน

จากสาเหตปัญหาความสูญเปล่าด้านระดับสินค้าคงคลังที่สูง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษา ดังนี้

- การเอาใจใส่ในการแก้ไขปัญหาจากผู้รับผิดชอบในการจัดแผนการผลิตหน่วยงานอย่างจริงจัง เมื่อเกิดปัญหาระดับสินค้าคงคลังที่สูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความต้องการของโครงการก่อสร้าง ทั้งการเร่งรัดในการขนส่งไปยังโครงการก่อสร้างและการปรับลดการผลิตลงเพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว และอาจเพิ่มการจัดประชุมร่วมกันระหว่างตัวแทนของโครงการก่อสร้างและหน่วยงานผลิต เพื่อปรับแผนงานการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการจริงตามช่วงเวลาของโครงการก่อสร้างขณะดำเนินงาน อันการที่จะขจัดปัญหาระดับสินค้าคงคลังที่สูงและไม่สอดคล้องกับความต้องการระหว่างการทำงานหลังจากการการกำหนดแผนงาน

5) การผลิตที่มีจุดบกพร่อง เป็นการผลิตที่ได้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่หน่วยงานต้องการ ซึ่งนำไปสู่การเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเนื่องจากจะต้องดำเนินการแก้ไข

การศึกษาข้อมูลหน่วยงานผลิตที่ใช้ประกอบการพิจารณาในการผลิตที่มีจุดบกพร่องในแต่ละหน่วยงานมีดังนี้

- หน่วยงานลานผลิต จากการศึกษาหน่วยงานผลิตไม่ได้มีการเก็บข้อมูลด้านการผลิตที่มีจุดบกพร่องอย่างชัดเจน ซึ่งในการสัมภาษณ์และศึกษาความเสียหายที่เกิดขึ้น สามารถจำแนกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปหลังจากการผลิตได้ 3 ลักษณะคือ

  - รอยร้าว เป็นลักษณะของรอยร้าวที่เกิดรอยที่แผ่นผนังซึ่งจะเกิดบริเวณมุมช่องเปิดของชิ้นส่วนสำเร็จหลังการยกถอดแบบ เช่น ขอบช่องเปิดของหน้าต่างและประตู เป็นต้น

  - รอยแตกบิ่น เป็นลักษณะการบิ่นแตกของชิ้นส่วนสำเร็จที่พบในขั้นตอนการถอดแบบซึ่งจะเกิดบริเวณขอบของชิ้นงานที่ติดกับแบบหล่อและที่ขอบของจุดยก ที่พบได้หลังจากขั้นตอนการยกเพื่อกองเก็บ

  - ผิวที่ขรุขระ เป็นลักษณะของผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่เป็นไปดังที่หน่วยงานต้องการ โดยเป็นรอยคลื่นที่ผิวหรือผิวขรุขระ ซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนการปาดหน้าหลังการเทคอนกรีต การทาน้ำยาทาแบบที่ทำได้ไม่ดี หรือจากกรณีฝนตกโดยที่แรงงานไม่สามารถคลุมผ้าใบบนผิวคอนกรีตได้ทันเนื่องจากเป็นการผลิตบนลานกลางแจ้ง

- หน่วยงานโรงงานผลิต ในช่วงทำการศึกษาข้อมูลช่วงเวลาเดือน มิถุนายน ถึง สิงหาคม พ.ศ.2548 จากฝ่ายควบคุมคุณภาพระบุว่ามีชิ้นงานที่ต้องมีการแก้ไขหลังจากถอดแบบคิด

เป็นปริมาณ 23.1 % ของที่ผลิตทั้งหมด โดยแยกเป็นรายการข้อบกพร่องตามลำดับจากจำนวนครั้งที่ตรวจพบจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ผิวหน้าที่มีรูพรุนและผิวไม่เรียบ ลักษณะแตกบิ่น รอยร้าว ตำแหน่งจุดฝังวัสดุไม่ถูกต้อง และขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไม่ถูกต้อง ตามลำดับ

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการผลิตที่มีข้อบกพร่องมีดังนี้

- การขาดการตรวจสอบที่เข้มงวดตั้งแต่ขั้นตอนการจัดวางเหล็กเสริมและวัสดุฝังจากผู้ควบคุมงานของหน่วยงาน รวมถึงในขั้นตอนการปาดแต่งผิวหน้าที่ต้องการความสวยงามของผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
- ลักษณะของแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตของทั้งสองโครงการ มีลักษณะที่มีการเตรียมช่องเปิดต่าง ๆ ของงานระบบและงานสถาปัตยกรรม เช่น ช่องประตู และช่องของงานท่อประปา เป็นต้น ซึ่งมุมช่องเปิดต่าง ๆ เหล่านี้จะมีโอกาสเกิดรอยแตกบริเวณมุมในขั้นตอนการยกถอดแบบและจัดวางในการกองเก็บ

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการผลิตที่มีข้อบกพร่อง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- การเพิ่มความเข้มงวดการตรวจสอบคุณภาพของการทำงานในการตรวจสอบความเรียบร้อยและถูกต้องจากผู้ควบคุมงานมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งการทำงานเป็นดังนี้

- ก่อนการเทคอนกรีต โดยต้องมีเน้นในการตรวจสอบของการจัดวางขนาดแบบการทาน้ำยาทาแบบ จำนวนและตำแหน่งการจัดวางวัสดุฝังต่าง รวมถึงการผูกรัดวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องแน่นหนาป้องกันการเคลื่อนที่เลื่อนหลุดขณะเทคอนกรีต

- ขณะเทคอนกรีต โดยการตรวจสอบถึงคุณภาพของคอนกรีตและการเทที่ต้องมีการจี้เขย่าให้เนื้อคอนกรีตให้แน่นเต็มแบบ ซึ่งอาจเพิ่มการกระทุ้งแบบด้วยแรงงานคนในบริเวณมุมที่คอนกรีตมีโอกาสเข้าไม่เต็มแบบ และการเอาใจใส่ในตรวจสอบแก้ไขหากมีการเคลื่อนที่ของวัสดุฝังต่าง ๆ ในระหว่างขั้นตอนการทำงาน เพราะหลังจากที่ทำงานในขั้นตอนนี้การที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นจะทำได้ยากหลังจากคอนกรีตแข็งตัวแล้ว

- การทำงานหลังการเทคอนกรีต การตรวจสอบความเรียบร้อยของการขัดผิวหน้าให้ได้ความเรียบที่ต้องการ การตรวจสอบกำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตที่ยอมรับได้ก่อนการถอดแบบ และการถอดแบบอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการบิ่นแตกที่ขอบชิ้นงานเนื่องจากการดึงแบบออก รวมถึงการจัดวางกองเก็บที่ต้องระมัดระวังป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

- การแก้ไขปัญหารอยร้าวที่เกิดขึ้นบริเวณมุมของช่องเปิดของแผ่นในขั้นตอนการยกถอดแบบ หน่วยงานอาจจำเป็นต้องมีการศึกษาปัญหาในการผลิตตามแบบที่เป็นอยู่และประชุมร่วมกับฝ่ายออกแบบ นำเสนอถึงปัญหาที่พบบ่อยจากลักษณะโครงสร้างของแบบที่ผลิตและไม่สามารถแก้ไขจากขั้นตอนของการผลิต เพื่อหาแก้ไขร่วมกันพร้อมทั้งจัดทำมาตรฐานแนวทางในการทำงานแก้ไขของหน่วยงานหากมีปัญหาเกิดขึ้นอีก เช่น อาจจำเป็นต้องเสริมเหล็กในบริเวณมุมช่องเปิดเพิ่มขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาการแตกร้าวในการยกถอดแบบ เป็นต้น

6) การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นการจัดลำดับการทำงานที่ไม่เหมาะสมและการทำงานในกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าให้วัสดุและตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในกระบวนการผลิตของหน่วยงาน ทำให้เสียเวลาทำงานในกระบวนการผลิตของแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรโดยไม่จำเป็น เช่น การเดิน การค้นหา การจัดเรียงวัสดุของแรงงาน และการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร เป็นต้น

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีดังนี้

- การจัดการพื้นที่ทำงานในหน่วยงาน โดยพบปัญหาในหน่วยงานลานผลิต ซึ่งถึงแม้จะมีพื้นที่จัดเตรียมวัสดุก่อนการจัดวางลงแบบหล่อ แต่เนื่องการไม่ใส่ใจในการดูแลพื้นที่ให้ทำงานได้ของแรงงานจึงพบว่ามีเศษวัสดุเหลือใช้มากจนทำให้ใช้พื้นที่ได้ไม่เต็มที่ในบริเวณที่จัดไว้สำหรับการเตรียมเหล็กเสริมและวัสดุฝัง ประกอบกับจำนวนจุดกองเก็บวัสดุเหล็กเสริมในหน่วยงานมีตำแหน่งเดียว ทำให้แรงงานต้องเดินขนย้ายวัสดุหลายครั้งมาที่บริเวณแบบหล่อในการทำงานผลิต

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษา ดังนี้

- ความเอาใจใส่ของผู้ควบคุมงานในการจัดการพื้นที่ของกรณีศึกษาหน่วยงานลานผลิตในการจัดเตรียมวัสดุให้สามารถทำงานได้ตลอด โดยจะต้องมีการจัดการเรื่องความสะอาด เศษวัสดุให้มีการใช้พื้นที่ทำงานได้ตามที่ต้องการ และการใช้เครื่องจักรในหน่วยงานในการช่วยยกขนวัสดุจากที่กองเก็บไปยังจุดบริเวณไกลกับแบบหล่อให้มากขึ้น และอาจเพิ่มจำนวนจุดกองเก็บวัสดุเพื่อลดระยะทางการทำงานของแรงงานในการขนย้าย

7) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักรของหน่วยงานผลิตไม่เต็มกำลังการผลิต ซึ่งทำให้เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง มีดังนี้

- การจัดแรงงานและเครื่องจักรในระหว่างทำงานกระบวนการผลิตในหน่วยงานลานผลิต อันเนื่องจากลักษณะของกระบวนการผลิตของแรงงานจะต้องทำงานกับเครื่องจักรในบริเวณตำแหน่งแบบผลิตซึ่งอยู่กับที่บนลานหล่อของหน่วยงาน ซึ่งพบว่าแรงงานบางส่วนหลังจากกิจกรรมเทคอนกรีตเสร็จจะว่างงาน เพราะเหลือเพียงแรงงานงานทำการขัดผิวหน้าที่ต้องทำงานต่อและหน่วยงานไม่ได้มีการจัดงานให้กับแรงงานที่ว่างงานดังกล่าว

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษา ดังนี้

- การจัดสรรเวลาทำงานของแรงงานและเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องในระหว่างวันทำงานตามลักษณะการทำงานของหน่วยงาน กล่าวคือ ในกรณีศึกษาหน่วยงานลานผลิต การทำงานช่วงระหว่างวันหน่วยงานจำเป็นต้องมีการจัดลำดับและกิจกรรมการทำงานให้กับแรงงานในการทำงานที่ต่อเนื่องอย่างชัดเจน โดยให้มีกิจกรรมในการจัดเตรียมวัสดุการผลิตสำหรับการทำงานวันต่อไปให้กับแรงงานที่ทำงานในส่วนรับผิดชอบการเทคอนกรีตแล้วเสร็จ เช่น การตัดและดัดเหล็กเสริม เป็นต้น รวมถึงการดูแลควบคุมการทำงานของแรงงานและเครื่องจักรจากผู้ควบคุมงานในการจัดการทำงานระหว่างวัน

สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการจากกรณีศึกษาหน่วยงานผลิตได้ดังตารางที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าของหน่วยงานผลิตจากกรณีศึกษา

| ประเภทความสูญเปล่า | สาเหตุ | ข้อเสนอแนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|
| 1) การผลิตมากเกินไป | หน่วยงานผลิตทั้งสองมีการกำหนดปริมาณการผลิตตามความต้องการจริงจากโครงการก่อสร้างก่อนการผลิต จึงไม่เป็นปัญหาความสูญเปล่ากับหน่วยงาน | - |
| 2) การรอคอย | - ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุเหล็กเสริมและวัสดุฝัง<br>- การจัดส่งคอนกรีตผสมเสร็จจากนอกหน่วยงาน<br>- การจัดเตรียมวัสดุของแรงงาน<br>- การแก้ไขงานระหว่างกระบวนการผลิต<br>- การทำงานของเครื่องในแต่ละหน่วยงานดังนี้<br>หน่วยงานลานผลิต: จากการจัดเวลาทำงานของเครื่องจักร<br>หน่วยงานโรงงาน: จากจำนวนจุดบริการในสถานี | - การประสานงานและเร่งรัดการทำงานในขั้นตอนการจัดซื้อ<br>- การตรวจสอบปริมาณคอนกรีตและประสานงานสั่งล่วงหน้า รวมถึงการเร่งรัดการจัดส่ง ในขั้นตอนการเทคอนกรีตของหน่วยงานผลิตกับหน่วยงานผลิตคอนกรีต<br>- การจัดแรงงานในเตรียมเหล็กเสริมและวัสดุฝังล่วงหน้า<br>- การเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมคุณภาพการทำงาน<br>- การจัดเวลาและจำนวนเครื่องจักร ดังนี้<br>หน่วยงานลานผลิต: การจัดสรรเวลาทำงานของเครื่องจักร<br>หน่วยงานโรงงาน: แนวทางการเพิ่มจำนวนจุดบริการในสถานีเนื่องจากข้อจำกัดของคอนกรีตและจำนวนเครื่องจักร |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าของหน่วยงานผลิตจากกรณีศึกษา

| ประเภทความสูญเปล่า | สาเหตุ | ข้อเสนอแนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|
| 3) การขนส่งที่ไม่ดี | - จำนวนรถขนส่งที่ไม่เพียงพอ<br>- ความผิดพลาดในการทำงานและการตรวจสอบ<br>- ความเสียหายระหว่างการเดินทางขนส่ง | - การจัดเช่ารถขนส่งจากที่อื่นเพิ่ม<br>- การเพิ่มความระมัดระวังของผู้คุมงานในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องก่อนการขนส่ง<br>- การเพิ่มความระมัดระวังในการค้ำยันช่องเปิดและการผูกรัดชิ้นงานที่แน่นหนากับรถขนส่ง รวมถึงความระมัดระวังในการเดินทางของผู้ขับรถและการตรวจสอบเส้นเดินทางของหน่วยงาน |
| 4) การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สูง | - ความไม่แน่นอนในการสั่งจากโครงการก่อสร้างหลังจากการวางแผนงาน รวมถึงการไม่ปรับลดกำลังการผลิตตามช่วงเวลาของหน่วยงานผลิต | - การเอาใจใส่ในการแก้ไขปัญหาของฝ่ายบริหารในการประสานงานขนส่งไปยังโครงการก่อสร้างตามแผนงานรวมถึงการปรับลดการผลิตตามความต้องการจริง และเพิ่มการประชุมร่วมกับตัวแทนของโครงการก่อสร้าง เพื่อประเมินปัญหาจากโครงการก่อสร้างในการปรับแผนงานการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการจริงตามช่วงเวลาระหว่างทำงาน |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าของหน่วยงานผลิตจากกรณีศึกษา

| ประเภทความสูญเปล่า | สาเหตุ | ข้อเสนอแนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|
| 5) การผลิตที่มีจุดบกพร่อง | - การขาดการตรวจสอบที่เข้มงวดในขั้นตอนการผลิต<br>- ลักษณะของการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป | - การเพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพของการทำงานและการเอาใจใส่ของแรงงาน ทั้งก่อนเทคอนกรีต ขณะเทคอนกรีต และหลังการเทคอนกรีต<br>- แนวทางปรับปรุงแบบร่วมกับฝ่ายออกแบบในจุดที่เกิดปัญหาขึ้นบ่อยครั้ง |
| 6) การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ | - การจัดการพื้นที่ทำงานในหน่วยงานลานผลิต เนื่องจากการไม่เอาใจใส่ในการจัดพื้นที่ให้มีความพร้อมกับการทำงาน ทำให้แรงงานต้องมีการขนย้ายวัสดุหลายครั้ง | - การใส่ใจในการจัดการพื้นที่ให้สามารถทำงานได้ในการจัดเตรียมวัสดุก่อนการผลิต การใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยขนย้ายวัสดุแทนแรงงานในปริมาณที่มากขึ้น และอาจใช้การเพิ่มจุดกองเก็บวัสดุในหน่วยงานผลิต |
| 7) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง | - การจัดแรงงานและเครื่องจักรในระหว่างทำงานกระบวนการผลิต | - การจัดสรรงานให้แรงงานและเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดระหว่างวันในการทำงาน ตามกระบวนการผลิตของหน่วยงาน |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**5.1.3 สรุปแนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิต**

การสรุปแนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของหน่วยงานผลิต จะได้ใช้การนำข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าของกรณีศึกษาจากหัวข้อ 5.1.2 มาสร้างข้อสรุปแนวทางการทำงานในการที่มุ่งที่จะขจัดสาเหตุการเกิดความสูญเปล่ากับหน่วยงานผลิต โดยแนวทางการทำงานในหน่วยงานสามารถเสนอดังรูปที่ 5.3 และมีรายละเอียดได้ดังนี้

1) การกำหนดปริมาณการผลิต

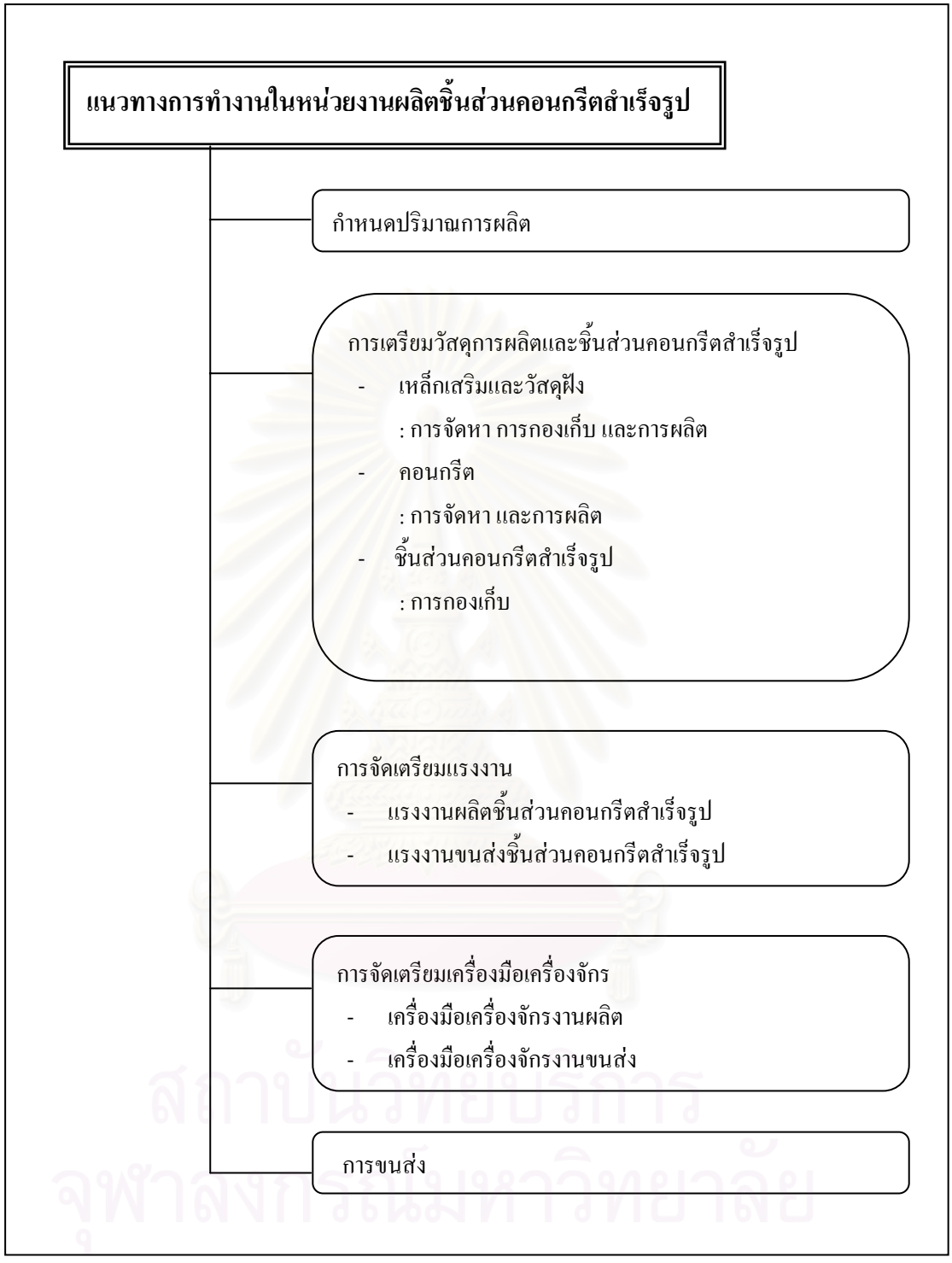
ในการกำหนดปริมาณการผลิตเพื่อเป็นการที่จะขจัดการทำงานในการผลิตของหน่วยงานที่เกินความจำเป็นจากความต้องการจริงของโครงการก่อสร้าง ดังนั้นหน่วยงานผลิตจะต้องมีการวางแผนปริมาณการผลิตให้การผลิตในแต่ละช่วงเวลาสอดคล้องกับปริมาณความต้องการจริงของโครงการก่อสร้าง อีกทั้งในระหว่างการดำเนินงานหน่วยงานผลิตต้องมีการตรวจสอบข้อมูลจากโครงการก่อสร้างอยู่เป็นระยะ เพื่อการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิตและการขนส่งในการที่จะจัดการระดับสินค้าคงคลังในหน่วยงานผลิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความต้องการของโครงการก่อสร้างหลังจากวางแผนการผลิต

2) การเตรียมวัสดุการผลิตและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ในการเตรียมวัสดุการผลิตและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดการผลิตของหน่วยงาน วัสดุต้องมีความพร้อมในด้านคุณภาพและปริมาณในการผลิต รวมถึงการกองเก็บตัวชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในขั้นตอนการขนส่ง ซึ่งจะต้องมีการประสานงานของข้อมูลความต้องการกับหน่วยงานอื่นด้วย โดยพิจารณาจากประเภทวัสดุการผลิตและการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

2.1) เหล็กเสริมและวัสดุฝัง

- การจัดหา ในส่วนนี้จะต้องมีการประสานงานในการจัดซื้อของหน่วยงานกับผู้จัดส่งที่เกี่ยวข้องและเร่งรัดในการแก้ไขปัญหาความล่าช้าที่อาจเกิดจากการจัดหาวัสดุของหน่วยงาน เช่น ปัญหาขั้นตอนการจัดซื้อจากส่วนกลาง เป็นต้น เพื่อให้ผู้จัดส่งวัสดุเหล็กเสริมและวัสดุฝังสามารถดำเนินงานในการจัดส่งได้ตามปริมาณในช่วงเวลาที่หน่วยงานผลิตต้องการ
- การกองเก็บ โดยจะต้องมีการมีการเก็บรักษาในสถานที่ที่มีการปลอดภัยจากสภาพอากาศที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุก่อนการใช้งาน เช่น การเกิดสนิมของเหล็กเสริมและความเสียหายจากการถูกความชื้นของวงกบไม้ เป็นต้น รวมถึงควรอยู่ใกล้กับตำแหน่งที่จะใช้งานเพื่อลดระยะทางในการขนย้ายที่ไม่จำเป็นซึ่งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับแรงงานและเครื่องจักร




รูปที่ 5.3 แนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

- การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในส่วนเหล็กเสริมและวัสดุฝังจะต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมของการใช้วัสดุตามขนาดที่ใช้งาน เพื่อให้การทำงานในกระบวนการผลิตดำเนินอย่างต่อเนื่องและลดเวลาในขั้นตอนการทำงานในหน่วยงานลง อาจทำได้โดย

- การจัดพื้นที่ทำงานในงานจัดเตรียมเหล็กเสริมและวัสดุฝังก่อนการจัดวาง เพื่อให้การทำงานของงานเตรียมวัสดุในการตัดและดัดเหล็กเสริมสามารถทำได้พร้อม ๆ กับงานจัดเตรียมแบบหล่อ

- การสั่งวัสดุจากผู้จัดส่งให้พร้อมตามขนาดที่จะใช้งานจริง เพื่อลดเวลาการทำงานการจัดเตรียมวัสดุในการตัดและดัดวัสดุของหน่วยงานลง เช่น ขนาดของแผ่นเหล็กในงานรอยต่อประกอบ และการใช้เหล็กตระแกรงสำเร็จเพื่อให้ง่ายต่อขั้นตอนเตรียมงานในการผลิต เป็นต้น

2.2) คอนกรีต

- การจัดหา โดยจะต้องมีการประสานงานและเร่งรัดการจัดส่งให้สามารถตอบสนองตามความต้องการของหน่วยงานผลิตตามเวลาและปริมาณที่หน่วยงานต้องการ ซึ่งหากหน่วยงานผลิตมีศักยภาพในการจัดหน่วยผลิตคอนกรีตสำเร็จรูปและระบบการลำเลียงคอนกรีตภายในหน่วยงานก็จะสามารถลดปัญหาความล่าช้าที่ต้องรอการจัดส่งจากนอกหน่วยงานลง

- การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยจะต้องมีการตรวจสอบการทำงานของหน่วยงาน ตั้งแต่ก่อนการเทคอนกรีต ขณะการเทคอนกรีต หลังการเทคอนกรีต ในการที่จะป้องกันปัญหาการผลิตที่มีจุดบกพร่องที่ไม่เป็นตามคุณภาพที่ต้องการของหน่วยงาน

2.3) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

- การกองเก็บ โดยจะต้องมีความพร้อมของการกองเก็บสำหรับการขนส่ง เพื่อลดการเคลื่อนที่จากทำงานของเครื่องจักรในขั้นตอนการยกขึ้นรถขนส่ง รวมถึงการเคลื่อนที่ของรถขนส่งในหน่วยงานผลิตลง ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

- การจัดตำแหน่งการกองเก็บให้เป็นกลุ่มตามงานโครงสร้างและลำดับของการยกขึ้นรถขนส่งในบริเวณใกล้กัน เพื่อให้สามารถใช้เครนเพียงหนึ่งชุดทำงานในบริเวณเดียวโดยไม่ต้องย้ายเครื่องจักรหลายครั้งทั้งรถขนส่งและเครน อันเป็นการลดการเคลื่อนที่ซึ่งไม่จำเป็นของเครื่องจักรลง โดยวิธีการนี้หน่วยงานจะต้องมีการจัดผังในหน่วยงานของกลุ่มแบบหล่อและพื้นที่กองเก็บให้สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

- การใช้โครงเหล็กสำหรับการบรรจุกลุ่มของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในขั้นตอนการถอดแบบของหน่วยงาน เพื่อให้เครนสามารถยกขึ้นรถขนส่งในครั้งเดียวลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน ซึ่งวิธีการนี้หน่วยงานจะต้องใช้ต้นทุนในการจัดเตรียมโครงเหล็กและเครนที่มีความสามารถในการทำงานดังกล่าว

3) การจัดเตรียมแรงงาน

ในการจัดเตรียมแรงงานเพื่อขจัดปัญหาความสูญเปล่าจากเวลาจากการทำงานของแรงงานในขั้นตอนการผลิตและขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป หน่วยงานต้องจัดเตรียมความพร้อมของแรงงานทั้งจำนวนและสามารถทำงานตามหน้าที่ของแรงงานในหน่วยงานดังนี้

3.1) แรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยแบ่งแรงงานตามหน้าที่ของกระบวนการผลิต ดังนี้

- แรงงานในการจัดเตรียมวัสดุ ซึ่งจะต้องทำงานหน้าที่ในการจัดเตรียมความพร้อมของงานเหล็กเสริมและวัสดุฝังให้ได้ตามขนาดในการใช้งาน เช่น การตัด-ดัดเหล็กเสริมคอนกรีต ตัดท่องานไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อให้สามารถทำงานในการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมของพื้นที่ทำงานด้วย
- แรงงานในการผลิต โดยแรงงานจะต้องมีความเข้าใจและมีความชำนาญในการทำงานตามรูปแบบกระบวนการผลิต แบ่งตามลักษณะของกระบวนการผลิตจากกรณีศึกษาได้ดังนี้

- การผลิตบนแบบหล่ออยู่กับที่ในหน่วยงาน เนื่องจากที่การผลิตจะทำในบริเวณแบบหล่อจนเสร็จ ซึ่งแรงงานจะทำการผลิตในแต่ละตำแหน่งของแบบหล่อในหน่วยงาน ดังนั้นแรงงานที่ประจำแบบหล่อในแต่ละชุดจะต้องมีความเข้าใจและมีความชำนาญในการทำงานตั้งแต่การจัดเตรียมแบบจนกระทั่งเทคอนกรีตแล้วเสร็จ

- การผลิตแบบหล่อเคลื่อนที่ตามสายการผลิต เนื่องจากรูปแบบของการผลิตที่แยกตามกระบวนการทำงาน ซึ่งแรงงานจะถูกแยกตามแต่ละกระบวนการผลิต ดังนั้นแรงงานแต่ละสถานีจะต้องมีความเข้าใจในการทำงานตามแต่ละสถานีที่แต่ละชุดแรงงานรับผิดชอบ เพื่อให้คุณภาพของชิ้นงานได้ตามที่ต้องการของแต่ละกระบวนการทำงานในสายการผลิตของหน่วยงาน

3.2) แรงงานขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยจะเป็นแรงงานที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งของหน่วยงานผลิต ซึ่งจะต้องมีความเข้าใจในการทำงานกับเครื่องจักร ลำดับในการยก การจัดเรียงและวิธีการผูกรัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่ง

4) การจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักร

ในการจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักรเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามกระบวนการผลิตและขนส่งของหน่วยงานได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องมือเครื่องจักรในหน่วยงานจะต้องมีปริมาณเพียงพอทำงานและคุณภาพที่มีความพร้อมในการทำงานตามรูปแบบของงานผลิต แบ่งตามกลุ่มของเครื่องจักรที่ใช้ ได้ดังนี้

4.1) เครื่องจักรงานผลิต ประกอบด้วย

- เครื่องจักรในการยกวัสดุ เช่น รถโมบายเครน และทาวเวอร์เครน เป็นต้น จะต้องมีการจัดแบ่งพื้นที่ทำงานของแต่ละเครื่องจักร เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรได้เต็มกำลัง และทั่วถึงพื้นที่ทำงานทั้งการย้ายวัสดุในหน่วยงานและการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป รวมถึงจะต้องไม่เกิดการกีดขวางกันระหว่างทำงานในแต่ละเครื่องจักร
- เครื่องมือเครื่องจักรอื่น ๆ เช่น เครื่องตัดเหล็ก อุปกรณ์จี้เขย่าคอนกรีต และโครงเหล็กในการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น ต้องมีการเตรียมให้เพียงพอกับการใช้งานในหน่วยงาน

นอกจากที่กล่าวมา ในการผลิตที่เป็นการเคลื่อนที่ของแบบหล่อไปตามสายการผลิตในหน่วยงาน รูปแบบของการผลิตดังกล่าวจะต้องมีความพร้อมของเครื่องจักรในระบบการลำเลียงตามการทำงานในแต่ละกระบวนการ รวมถึงจำนวนจุดบริการในแต่ละกระบวนการที่ต้องเพียงพอเพื่อให้การเคลื่อนที่ของแบบหล่อตามสายการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

4.2) เครื่องจักรงานขนส่ง ประกอบด้วย

- เครื่องจักรในการยก ซึ่งจะมีการเตรียมความพร้อมของเครนที่ใช้ในงานขนส่งของหน่วยงาน เช่น รถโมบายเครน ทาวเวอร์เครน และเครนราง เป็นต้น โดยหากเครนดังกล่าวใช้งานร่วมกับงานผลิต หน่วยงานจะต้องมีการจัดช่วงเวลาการทำงานเพื่อให้เครื่องจักรได้ทำงานได้เต็มที่ เช่น การจัดแบ่งช่วงเวลาทำงานในการยกถอดแบบและช่วงเวลาในการยกชิ้นส่วนคอนกรีตขึ้นรถขนส่ง เป็นต้น
- รถขนส่ง โดยการจัดเตรียมความพร้อมของจำนวนรถขนส่งให้พร้อมเพียงพอกับความต้องการที่จะทำงานได้ตามแผนงานตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง ซึ่งหากเกิดปัญหากับความพร้อมของจำนวนรถขนส่งก็จะส่งผลต่อความสามารถของการจัดส่งด้วยเช่นกัน โดยอาจต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมในการจัดหารถเสริมจากหน่วยงานนอกองค์กรในการแก้ไขปัญหา ซึ่งวิธีดังกล่าวต้องคำนึงถึงความจำเป็นและต้นทุนที่เกิดขึ้นด้วย

5) การขนส่ง

ในการขนส่งเพื่อขจัดข้อผิดพลาดของการทำงานของขั้นตอนการขนส่ง ในการตอบสนองทันเวลาและคุณภาพตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง หน่วยงานผลิตจะต้องมีความพร้อมของการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป การจัดเตรียมแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรสำหรับขั้นตอนการขนส่ง (ตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ผ่านมา) รวมถึงการควบคุมการทำงานในขั้นตอนดังกล่าว โดยมีข้อเสนอดังนี้

- การจัดกลุ่มชิ้นงานของการจัดส่ง ควรมีความพร้อมตั้งแต่การถอดแบบกองเก็บในแต่ละชุดของการขนส่งแต่ละครั้ง พร้อมทั้งการติดสัญลักษณ์ของแต่ละชิ้นส่วนหลังการผลิตในการจำแนกประเภทของการใช้งานที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย เพื่อความสะดวกในตรวจสอบ อันเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นของการขนส่ง เช่น การใช้สีหรือตัวอักษรที่แตกต่างกันในการจำแนกแบบของแต่ละอาคารที่ผลิตในหน่วยงาน เป็นต้น
- การตรวจสอบความถูกต้องก่อนการจัดส่ง ที่จะต้องมีความถูกต้องตามปริมาณและลำดับของงานติดตั้งตามที่โครงการก่อสร้างต้องการ รวมถึงการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในขณะเดินทาง เช่น การผูกรัดที่แน่นหนากับรถขนส่ง การค้ำยันบริเวณช่องประตู หน้าต่าง เป็นต้น
- การกำหนดเส้นทางระหว่างหน่วยงาน ที่จะต้องสามารถขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไปยังโครงการก่อสร้าง ซึ่งต้องคำนึงถึงขนาดเส้นทางและน้ำหนักบรรทุกที่ให้รถขนส่งสามารถเดินทางเข้าถึงพื้นที่ทำงานติดตั้งในโครงการก่อสร้าง โดยต้องมีการประสานงานกับโครงการก่อสร้างในเตรียมเส้นทางเข้าพื้นที่ก่อสร้างด้วย

## 5.2 การวิเคราะห์โครงการก่อสร้าง

การวิเคราะห์โครงการก่อสร้างประกอบด้วย การวิเคราะห์กระบวนการติดตั้ง การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่าพร้อมทั้งข้อเสนอแนวทางปรับปรุงของกรณีศึกษา และสรุปแนวทางทำงานในโครงการก่อสร้าง

### 5.2.1 การวิเคราะห์กระบวนการติดตั้ง

รายละเอียดของกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการกรณีศึกษาได้นำเสนอในบทที่ 4 โดยในส่วนนี้จะได้สรุปขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการติดตั้ง เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่า ดังนี้

- **โครงการ ก.** กระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีลำดับการทำงานสรุปได้ดังนี้
  - การติดตั้งผนังชั้น 1 และประกอบรอยต่อ
  - การติดตั้งพื้นชั้น 2 บันได และประกอบรอยต่อ
  - การติดตั้งผนังชั้น 2 และประกอบรอยต่อ

โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมดที่ใช้ในโครงการจะถูกจัดส่งมาจากหน่วยงานผลิตแห่งเดียวภายใต้การจัดการขององค์กรเดียวกันและอยู่ใกล้กับโครงการก่อสร้าง ประกอบด้วย ผนัง

คานชั้นสอง พื้น และบันได แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานในโครงการดังรูปที่ 5.4 และสรุปการไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังรูปที่ 5.5

- **โครงการ ข.** กระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมีลำดับการทำงานสรุปได้ดังนี้
  - การติดตั้งคานชั้น1 และประกอบรอยต่อคาน
  - การติดตั้งพื้นชั้น 1
  - การติดตั้งผนังชั้น 1 และประกอบรอยต่อ
  - การติดตั้งคานและพื้นชั้น 2
  - การติดตั้งผนังชั้น 2 และประกอบรอยต่อ

โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกใช้ในโครงการก่อสร้างจะถูกผลิตจากหน่วยงานผลิตจำนวนสามหน่วยงาน อันประกอบด้วยกลุ่มของ ผนัง คานคอดิน และพื้น แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานในโครงการดังรูปที่ 5.6 และสรุปการไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังรูปที่ 5.7

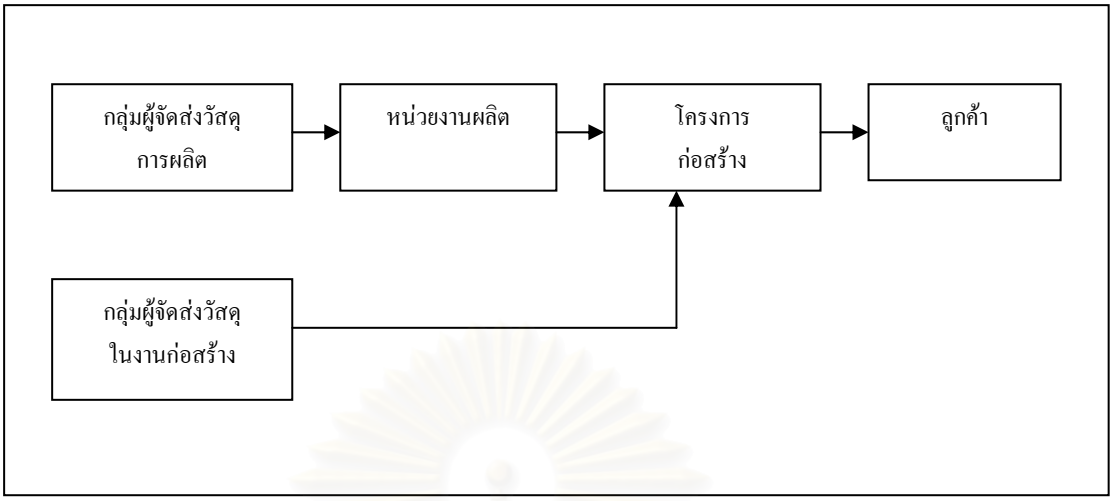
**5.2.2 การวิเคราะห์สาเหตุความสูญเปล่าและเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา**

การวิเคราะห์สาเหตุของประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการก่อสร้าง โดยอาศัยแนวคิดลีน (Lean Thinking) จำแนกเป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย การรอคอย การผลิตที่มีจุดบกพร่อง การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง พร้อมทั้งข้อเสนอแนวทางปรับปรุงจากกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

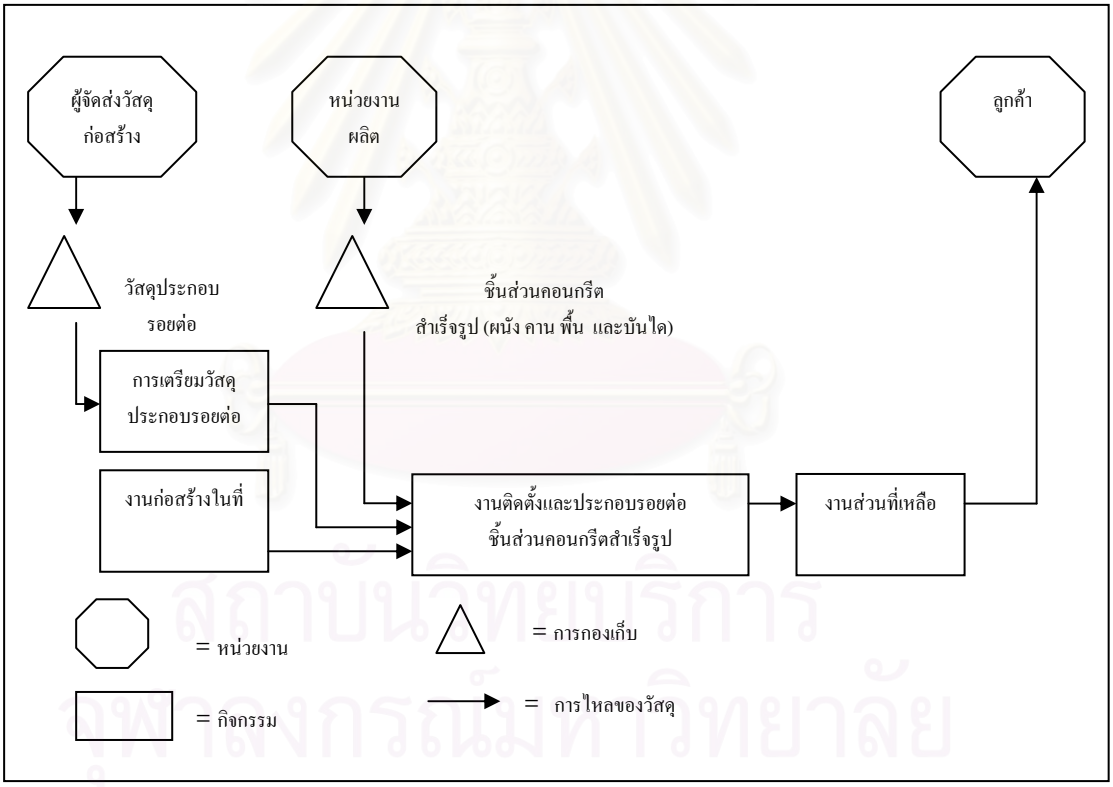
1) การรอคอย เป็นการรอคอยซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการติดตั้ง โดยพิจารณาจากการไหลของวัสดุของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและวัสดุประกอบรอยต่อ

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุของปัญหาความสูญเปล่าด้านการรอคอย มีดังนี้

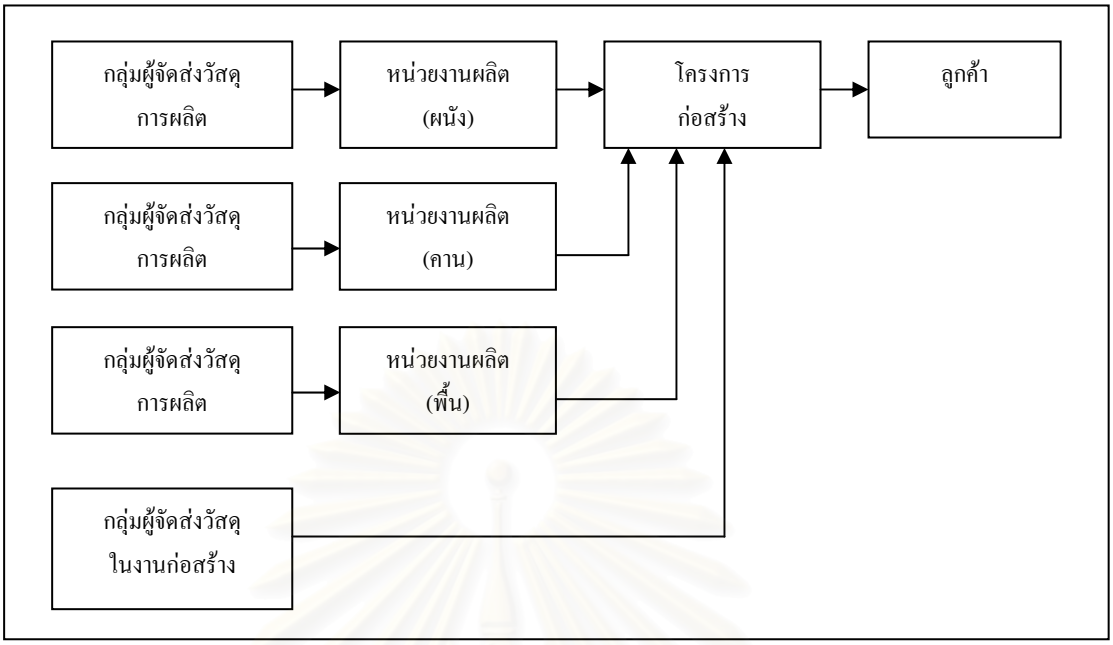
- ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุประกอบรอยต่อ โดยจากศึกษาทั้งสองโครงการก่อสร้าง มีสาเหตุของปัญหาดังกล่าวคล้ายกัน อันเนื่องจากเป็นการจัดซื้อวัสดุประกอบรอยต่อจากส่วนกลางซึ่งในบางครั้งเกิดปัญหาในความไม่สอดคล้องของการจัดส่งกับช่วงเวลาความต้องการจริงของโครงการก่อสร้าง



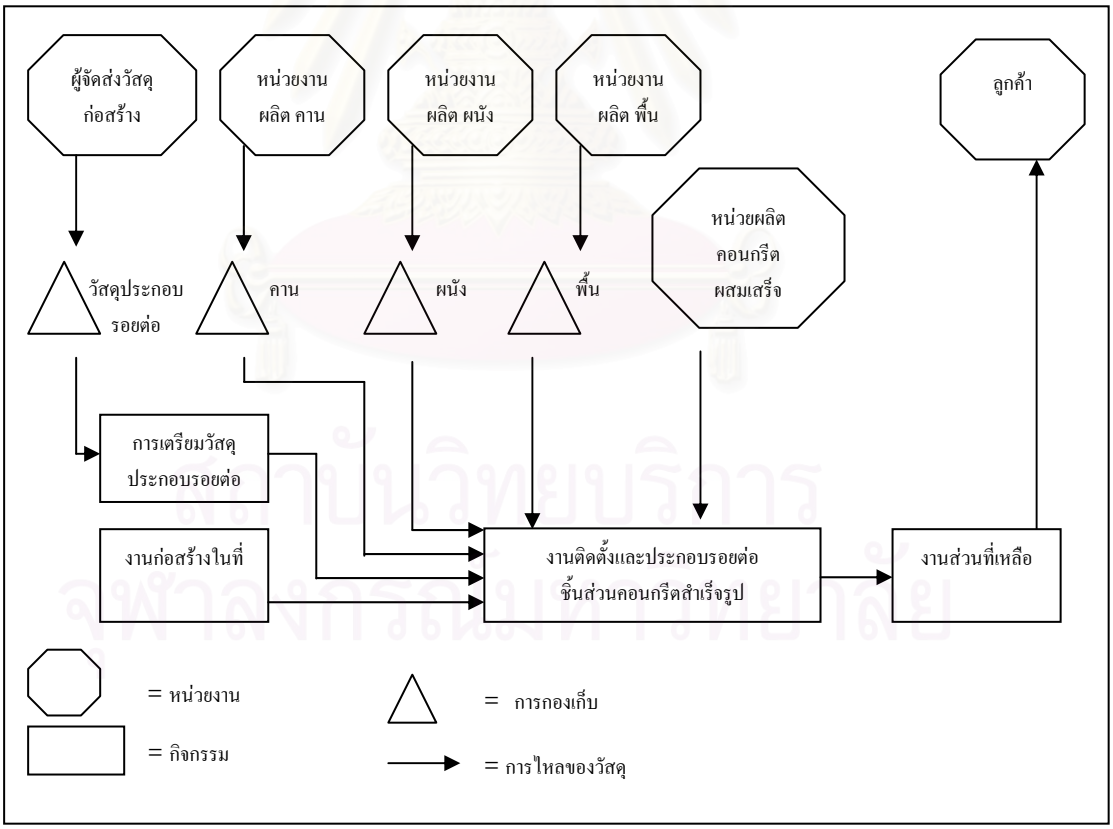

รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน โครงการ ก.




รูปที่ 5.5 การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน
ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ก.




รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ของหน่วยงาน โครงการ ข.




รูปที่ 5.7 การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน
ในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการ ข.

- การจัดส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากหน่วยงานผลิต เนื่องจากความสามารถในการผลิตและขนส่งของหน่วยงานผู้ผลิต โดยในโครงการ ข. พบว่าความสามารถในการผลิตจากผู้ผลิตงานแผ่นพื้นที่ไม่สามารถทำงานตามปริมาณความต้องการจากโครงการก่อสร้าง
- ตัวชิ้นส่วนที่ถูกจัดส่งมาไม่ตรงตามความต้องการ เช่น สลับชิ้นงานของชั้นหนึ่งกับชั้นสอง เป็นต้น ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบปัญหาทั้งสองโครงการทำให้ต้องมีการจัดส่งมาใหม่จากหน่วยงานผลิต
- การจัดส่งวัสดุรอยต่อขณะดำเนินงานประกอบรอยต่อ โดยพบปัญหาดังกล่าวในโครงการ ข. ซึ่งใช้วัสดุของการประกอบรอยต่อคานที่เป็นคอนกรีตผสมเสร็จจากนอกโครงการที่มีปริมาณต่อการใช้แต่ละครั้งที่น้อยในรอยต่ออาคาร จึงทำให้ต้องมีการรอให้มีปริมาณที่จะใช้จากอาคารหลายหลังของการประกอบรอยต่อ เพื่อให้ปริมาณที่จะใช้มากพอต่อการสั่งขั้นต่ำจากหน่วยงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จนอกหน่วยงานในแต่ละครั้ง
- การแก้ไขงานการก่อสร้างในที่ก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งทำให้ไม่สามารถเริ่มทำงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ต่อเนื่อง โดยพบในโครงการ ข. ที่เป็นการแก้ไขระดับและระยะฝังเหล็กเดือยที่ฝังในงานเทคอนกรีตฐานรากที่ไม่ได้ระยะทำให้ไม่สามารถวางชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปได้ จึงต้องมีการเจาะและเสียบตำแหน่งใหม่
- การจัดเตรียมวัสดุประกอบรอยต่อจากการทำงานของแรงงาน ตามลักษณะของรอยต่อของโครงการที่ใช้ดังนี้

- โครงการ ก. จะพบปัญหาในรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ที่มีบางช่วงเวลาที่ต้องรอคอยจากการขาดแรงงานของหน่วยงานในการตัดเหล็กเสริมและผสมปูนทรายของการประกอบรอยต่อแบบเปียกที่ฐานผนังกับพื้น ส่วนในการประกอบรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) ที่เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กประกอบระหว่างผนังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะเป็นการสั่งวัสดุให้มีการตัดตามขนาดที่จะใช้งานจากผู้จัดส่งเพื่อให้พร้อมในการทำงานได้ทันทีและใช้แรงงานในการทำงานไม่มากจึงไม่เกิดปัญหาดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับรอยต่อแบบเปียก

- โครงการ ข. วัสดุประกอบรอยต่อส่วนใหญ่เป็นแบบแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะจุดรอยต่อที่เกิดจากการเทเกราท์ (Grouting) ซึ่งอาจต้องมีการรอคอยจากแรงงานที่ไม่เพียงพอในการทำงานที่ต่อเนื่องในการจัดเตรียมวัสดุประกอบรอยต่องานผนังที่ต้องใช้แรงงานสำหรับการประกอบแบบข้างและการผสมคอนกรีตชนิดไม่หดตัวที่ใช้ในการประกอบรอยต่อ

- อุปกรณ์ในการค้ำยันชั่วคราวที่ไม่เพียงพอ ซึ่งพบว่าทั้งสองโครงการของกรณีศึกษา ในช่วงเวลาที่มีเร่งงานอาจเกิดปัญหาอุปกรณ์ในการค้ำยันชั่วคราวของงานติดตั้งผนังไม่เพียงพอกับการทำงานของชุดแรงงานในการติดตั้งอาคาร

- การปรับแก้รูปแบบของในการก่อสร้างระหว่างทำงาน จากการสัมภาษณ์พบว่าในโครงการ ข. มีปัญหาในช่วงแรกของการทำงานก่อสร้างที่เกิดจากแบบการก่อสร้าง โดยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกผลิตมายังโครงการไม่สามารถทำการติดตั้งได้จริงตามที่ออกแบบไว้ เนื่องจากปัญหาจากแบบก่อสร้างกับแบบที่ถูกผลิตที่ไม่ตรงกันในรายละเอียดของระยะและขนาดในการต่อประกอบรอยต่อระหว่างชิ้นงาน

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการรอคอย มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- การจัดซื้อวัสดุประกอบรอยต่อ ที่ต้องเพิ่มความเข้มงวดในการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งส่วนกลางและโครงการก่อสร้าง โดยผู้ที่รับผิดชอบในส่วนของโครงการก่อสร้างต้องเอาใจใส่ในการจัดทำแผนงานการใช้ที่สอดคล้องกับการทำงานจริงและการประสานงานติดตามการจัดซื้อหลังจากแจ้งความต้องการ อีกทั้งทางฝ่ายจัดซื้อของส่วนกลางก็ต้องมีความเอาใจใส่ในการเร่งจัดหาให้เป็นไปตามแผนงาน เพื่อให้ผู้จัดส่งวัสดุประกอบรอยต่อสามารถจัดส่งได้ตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง

- การตรวจสอบแผนงานความต้องการจากโครงการก่อสร้างในแต่ละช่วงเวลาเพื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการผลิตของหน่วยงานผลิตทั้งด้านกำลังการผลิตและความสามารถในการจัดส่งจากผู้ผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่รับผิดชอบ ดังตัวอย่างปัญหาที่เกิดในโครงการ ข. ซึ่งใช้หน่วยงานผลิตหลายหน่วยงาน และอาจจำเป็นต้องเตรียมแผนการในจัดหาผู้ผลิตเพิ่มหากเกิดปัญหากำลังการผลิตจากบางหน่วยงานผลิต เช่น งานแผ่นพื้นสำเร็จรูป เป็นต้น

- การเร่งประสานงานไปยังหน่วยงานผลิตในการจัดส่งใหม่ เมื่อเกิดปัญหาจากประเภทของชิ้นงานที่ไม่ตรงตามความต้องการของโครงการก่อสร้าง เพื่อให้การทำงานติดตั้งในโครงการสามารถทำงานต่อได้อย่างต่อเนื่อง

- การรอคอยคอนกรีตผสมเสร็จจากนอกองค์กรของงานประกอบรอยต่อคานคอดิน ในตัวอย่างปัญหาของโครงการ ข. ซึ่งโครงการก่อสร้างต้องรอปริมาณที่ใช้งานให้ได้กับการสั่งขั้นต่ำในแต่ละครั้ง อาจใช้วิธีการให้โครงการก่อสร้างจัดเตรียมเองในโครงการเพื่อใช้ในงานประกอบรอยต่อแต่ละครั้งในการขจัดปัญหาการรอคอยและให้การทำงานดำเนินอย่างต่อเนื่อง โดยในการทำงานดังกล่าวต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอัตราส่วนผสม ให้ได้ตามคุณภาพที่โครงการต้องการ

- การเพิ่มความเข้มงวดการตรวจสอบคุณภาพของผู้คุมงานและทีมงานสำรวจกับการทำงานของแต่ละชุดแรงงานให้มีมาตรฐานในขั้นตอนการก่อสร้างในที่ก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้มีความพร้อมของโครงสร้างสำหรับงานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ที่จะทำต่อสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ในการที่จะป้องกันปัญหาการรอคอยแก้ไขงานก่อนการติดตั้ง

- การจัดเตรียมวัสดุประกอบรอยต่อ ที่ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมของจำนวนแรงงานในแต่ละกลุ่มคนงานในขั้นตอนการติดตั้ง และการปรับกำลังคนหากมีปัญหาด้านจำนวนที่ไม่เพียงพอจากแผนงานที่วางไว้ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามแผนงานและสามารถดำเนินการในขั้นตอนการติดตั้งได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานรอยต่อที่เป็นแบบเปียกที่เป็นการใช้ Non-shrink Grout และ Mortar Grout ซึ่งต้องมีจำนวนแรงงานและเวลาที่มากกว่าลักษณะรอยต่อแบบแห้งในการเตรียมแบบสำหรับปิดข้างแบบ รวมถึงการผสมคอนกรีตในงานประกอบรอยต่อ
- การจัดเตรียมความพร้อมของจำนวนอุปกรณ์ค้ำยันชั่วคราวในงานติดตั้งให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องในแต่ละชุดแรงงานของการติดตั้งในช่วงที่เร่งงานของโครงการจากผู้คุมงานหรือผู้รับผิดชอบของหน่วยงาน และการเอาใจใส่ดูแลปัญหาจากการขาดเครื่องมือในการทำงานกับชุดแรงงานติดตั้ง
- ในด้านการรอคอยการแก้ไขแบบระหว่างทำงานในช่วงแรก อาจทำได้โดยการทดสอบประกอบชิ้นงานในหน่วยงานผลิตก่อนนำมาติดตั้งจริงที่โครงการก่อสร้าง และให้ตัวแทนจากผู้ออกแบบ หน่วยงานผลิต และโครงการก่อสร้าง ร่วมกันในการพิจารณาถึงปัญหาอาจเกิดในงานติดตั้งจริง พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขก่อนที่จะขนส่งไปยังโครงการก่อสร้าง โดยแนวทางดังกล่าวหน่วยงานผลิตต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่และโครงสร้างที่สามารถรองรับการทดสอบติดตั้ง

2) การติดตั้งที่มีจุดบกพร่อง เป็นการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่โครงการก่อสร้างต้องการ ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาและต้นทุนในการแก้ไขงานก่อนที่จะทำงานส่วนที่เหลือต่อจนเสร็จ

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการติดตั้งที่มีข้อบกพร่องในโครงการก่อสร้างมีดังนี้

- การทำงานของแรงงานและการควบคุมคุณภาพของงานประกอบรอยต่อที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่โครงการต้องการทำให้ต้องมีการแก้ไขหลังจากทำงานเสร็จ ซึ่งแตกต่างกันตามรูปแบบของงานประกอบรอยต่อ ดังนี้

- รอยต่อแบบแห้ง ในโครงการ ก. ที่เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กระหว่างรอยต่อผนัง ซึ่งบางครั้งการควบคุมคุณภาพของรอยเชื่อมและการใช้วัสดุทากันสนิมทำได้ไม่ดี จะเกิดปัญหาภายหลังในเรื่องคุณภาพจากรอยเชื่อมและการเกิดสนิมกับแผ่นเหล็กที่ใช้ประกอบรอยต่อ

- รอยต่อแบบเปียกในโครงการ ข. ที่เป็นการใช้ Non-shrink Grout ระหว่างรอยต่อผนัง หากแรงงานประกอบแบบไม่เรียบร้อยในการที่อุดรอยต่อระหว่างผนังก่อนการเท Non-shrink Grout จะเกิดปัญหาความเรียบร้อยสวยงามของรอยต่อที่ต้องมีการแก้ไขก่อนที่จะทำงานกันซึมและงานสถาปัตยกรรมที่เหลือ

- ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกจัดส่งมาถึงโครงการก่อสร้างไม่ได้คุณภาพตามที่ควรจะเป็น ซึ่งต้องมีการแก้ไขที่โครงการก่อสร้าง เช่น เกิดรอยบิ่นแตกจากงานขนส่ง และระยะของช่องหน้าต่างไม่ได้ขนาดตามที่ควรจะเป็นจากการผลิต เป็นต้น

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการติดตั้งที่มีจุดบกพร่อง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- การเพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพของผู้คุมงานของการทำงานในแต่ละชุดแรงงานในขั้นตอนการประกอบรอยต่อได้มาตรฐานตามแบบรอยต่อที่ต้องการ เช่น ความถูกต้องของการทำงานประกอบรอยต่อตามแบบก่อสร้าง วิธีทำงานของแรงงานที่ถูกต้องตามวัสดุที่ใช้ประกอบรอยต่อ และความสวยงามระหว่างชิ้นงานของการประกอบรอยต่อซึ่งเป็นจุดด้อยของงานโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น เพื่อป้องกันการแก้ไขภายหลังและให้งานสถาปัตยกรรมสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องต่อไป

- การเร่งประสานงานไปยังหน่วยงานผลิตในปัญหาที่เกิดขึ้นจากคุณภาพของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกจัดส่งจากหน่วยงานผลิตเพื่อเร่งรัดการจัดส่งใหม่ หรือใช้แนวทางแก้ไขซ่อมแซมที่โครงการก่อสร้างก่อนการยกติดตั้งหากโครงการก่อสร้างสามารถทำได้เอง เพื่อให้สามารถทำการติดตั้งได้ตามคุณภาพของโครงการก่อสร้าง

3) การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นการจัดลำดับการทำงานที่ไม่เหมาะสมและการทำงานในกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งทำให้เกิดการเสียเวลาในการทำงานโดยไม่จำเป็น เช่น การเดินของแรงงาน การหาวัสดุและการจัดเรียง เป็นต้น

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุของปัญหาด้านการเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพมีดังนี้

- การจัดพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในบริเวณที่ไม่สามารถทำงานในการติดตั้งได้ทันทีในตำแหน่งเดียวกับที่กองเก็บ ทำให้แรงงานและรถโมบายเครนต้องมีการเคลื่อนย้ายก่อนการติดตั้งจริง โดยเกิดได้จากทั้งการควบคุมงานในการจัดพื้นที่กองเก็บก่อนการติดตั้งที่ไม่ดีหรืออาจเกิดจากข้อจำกัดของพื้นที่กองเก็บในการยกลงในขณะนั้น

- การจัดลำดับการกองเก็บของงานผนังสำเร็จรูป โดยมีจัดวางซ้อนกันที่ไม่เรียงลำดับในงานติดตั้งจริง ทำให้แรงงานต้องมีการทำงานในการย้ายสลับแผ่นผนังที่ซ้อนกันตามลำดับก่อนการติดตั้งจริงในที่กองเก็บ

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- การจัดเตรียมพื้นที่กองเก็บ โดยการเอาใจใส่จากผู้ควบคุมงานในการจัดการพื้นที่กองเก็บที่ต้องพยายามจัดลงในบริเวณที่จะสามารถยกขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งได้ทันทีในตำแหน่งเดียวกับที่กองเก็บ และอาจใช้วิธีการที่ยกติดตั้งทันทีจากบนรถขนส่งที่บริเวณก่อสร้างในกรณีที่มีปัญหาไม่สามารถจัดพื้นที่การกองเก็บ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะต้องมีการเตรียมความพร้อมของแรงงานและเครื่องจักรในโครงการก่อสร้าง รวมถึงการประสานงานกับหน่วยงานผลิตในการจัดกลุ่มและลำดับของชิ้นส่วนคอนกรีตในการขนส่งให้สอดคล้องกับลำดับการติดตั้ง
- การกองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประเภทผนังที่มีลักษณะวางซ้อนกันควรได้รับความเอาใจใส่จากผู้ควบคุมงานมากขึ้นในการจัดลำดับในการกองเก็บ ซึ่งต้องมีการจัดกลุ่มและลำดับการวางซ้อนของแผ่นให้สอดคล้องกับงานติดตั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายสลับลำดับก่อนการติดตั้งซึ่งเป็นการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์

4) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร ของโครงการก่อสร้างไม่เต็มกำลังการทำงาน ซึ่งทำให้เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ที่ไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การสัมภาษณ์และสำรวจสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลังมีดังนี้

- การจัดเวลาการทำงานแรงงานและเครื่องจักรที่บางช่วงเวลาของวันทำงานไม่สอดคล้องกันในงานติดตั้ง เนื่องจากเครื่องจักรสำคัญในขั้นตอนการติดตั้ง คือ รถโมบายเครนที่จัดให้กับขั้นตอนการทำงานติดตั้งและประกอบรอยต่อ อาจถูกนำไปใช้ในงานยกขนส่งวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ ในโครงการ ทำให้แรงงานไม่มีเครื่องจักรในการยกติดตั้ง

จากสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าด้านการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง มีข้อเสนอแนวทางปรับปรุงการทำงานจากกรณีศึกษา ดังนี้

- การวางแผนการทำงานและการควบคุมดูแลการทำงานในระหว่างวันทำงานของแรงงานและเครื่องมือเครื่องจักรให้สามารถทำงานในขั้นตอนการติดตั้งได้อย่างต่อเนื่อง และในบางครั้งที่เกิดเวลาว่างของแรงงานติดตั้ง อันเนื่องจากการทำงานขนย้ายวัสดุอื่นของรถเครนใน

โครงการ ควรจัดแรงงานให้ทำงานพื้นที่อื่นเพื่อให้มีกิจกรรมทำต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ต้องรอเครื่องจักร เช่น การเตรียมแบบข้างในงานประกอบรอยต่อ และการตัดในเตรียมเหล็กเสริมงานรอยต่อ เป็นต้น

สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ประการจากกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ดังตารางที่ 5.2

**5.2.3 สรุปแนวทางการทำงานในโครงการก่อสร้าง**

การสรุปแนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการก่อสร้างในขั้นตอนการติดตั้งจะได้ใช้การนำข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าของกรณีศึกษาจากหัวข้อ 5.2.2 มาสร้างข้อสรุปแนวทางการทำงานในการที่มุ่งที่จะขจัดสาเหตุการเกิดความสูญเปล่าในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการก่อสร้าง โดยแนวทางการทำงานสามารถเสนอดังรูปที่ 5.8 และมีรายละเอียดได้ดังนี้

1) การเตรียมงานของการก่อสร้างในที่

สำหรับการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนของการก่อสร้างในที่เป็นส่วนหนึ่งของการก่อสร้างก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนั้นในการขจัดปัญหาในการที่จะต้องรอการแก้ไขก่อนการทำงานติดตั้ง งานก่อสร้างในที่จะต้องมีการก่อสร้างที่มีความถูกต้องได้มาตรฐานเพื่อให้มีความพร้อมของโครงสร้างสำหรับขั้นตอนติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในการที่จะสามารถเริ่มงานติดตั้งได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ความถูกต้องของระยะและระดับของงานฐานราก และการติดตั้งเหล็กเดือยสำหรับรอยต่อกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น ซึ่งจะต้องเกิดจากการทำงานที่ถูกต้องของแรงงาน ความพร้อมของวัสดุและเครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงการควบคุมงานของทีมงานในขั้นตอนดังกล่าว

2) การเตรียมวัสดุ

การเตรียมวัสดุเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดการติดตั้งของโครงการ วัสดุที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งต้องมีความพร้อมในการทำงาน ซึ่งในส่วนของการจัดเตรียมวัสดุจะต้องมีการประสานงานของข้อมูลความต้องการกับหน่วยงานอื่นด้วย พิจารณาการไหลของวัสดุในกระบวนการติดตั้งและประเภทของวัสดุ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.2 สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากกรณีศึกษา

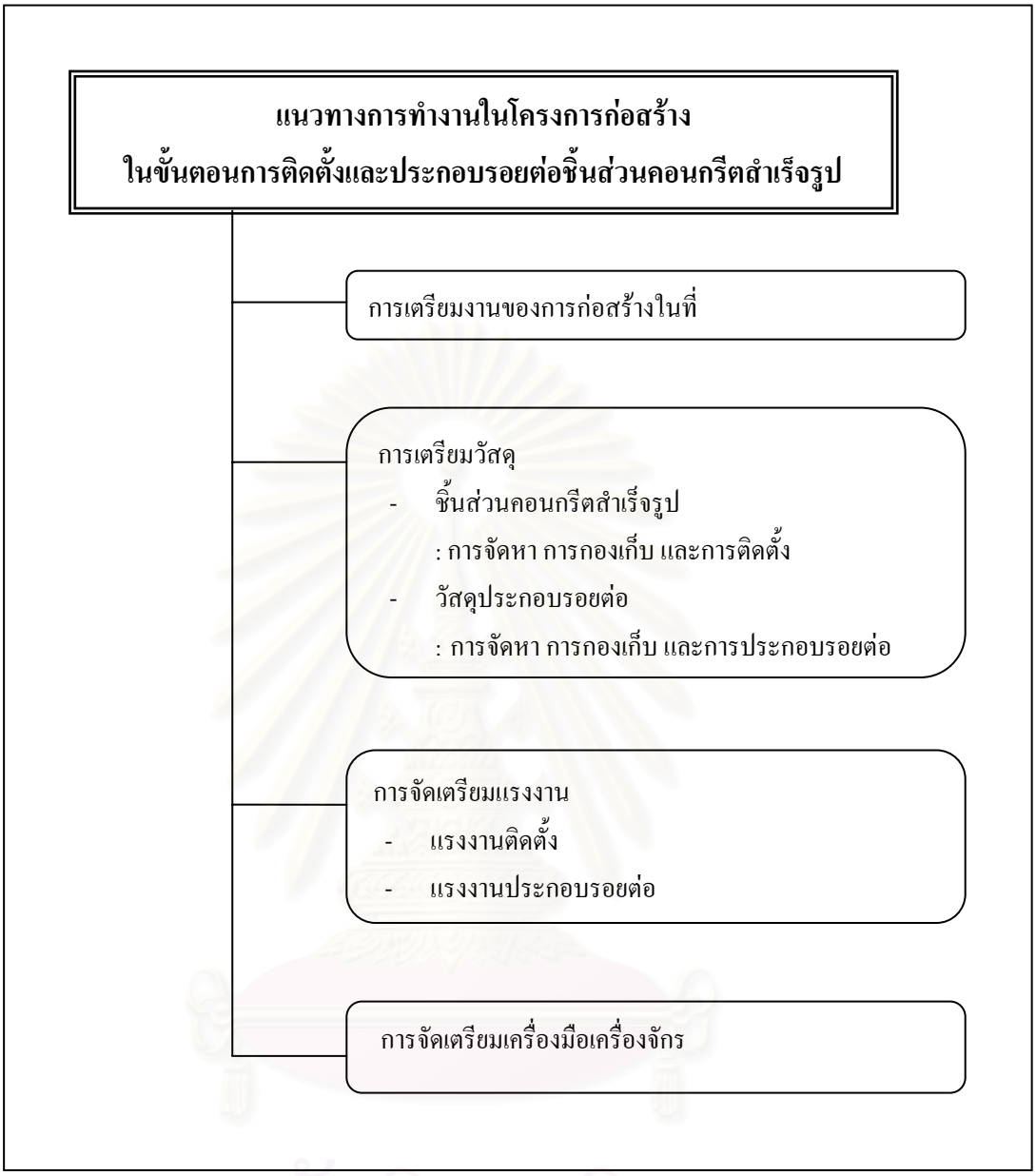
| ประเภทความสูญเปล่า | สาเหตุ | ข้อเสนอแนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|
| 1) การรอคอย | - ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุประกอบรอยต่อ<br>- การจัดส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เนื่องจากความสามารถในการผลิตและการขนส่งของหน่วยงานผลิต<br>- การจัดส่งชิ้นส่วนสำเร็จของหน่วยงานผลิตที่ผิดประเภทของการทำงาน<br>- ประเภทของวัสดุประกอบรอยต่อระหว่างทำงาน ในโครงการ ข. ที่เป็นการใช้การซื้อคอนกรีตผสมเสร็จจากนอกหน่วยงาน<br>- การแก้ไขงานการก่อสร้างในที่ก่อนการติดตั้ง<br>- การจัดเตรียมวัสดุประกอบรอยต่อ เนื่องจากจำนวนแรงงานในการประกอบรอยต่อ<br>- อุปกรณ์ค้ำยันชั่วคราวที่ไม่เพียงพอในงานติดตั้งผนัง<br>- การปรับแก้รูปแบบการก่อสร้างระหว่างทำงานจากการออกแบบ | - การเพิ่มความเข้มงวดในประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการเร่งรัดของผู้รับผิดชอบในขั้นตอนการจัดซื้อ<br>- การตรวจสอบและเปรียบเทียบแผนงานความต้องการกับความสามารถในการผลิตของหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่รับผิดชอบ และแนวทางการหาผู้ผลิตอื่นเพิ่ม<br>- การเร่งรัดการจัดส่งใหม่จากหน่วยงานผลิต เมื่อเกิดปัญหาการจัดส่งที่ผิด<br>-แนวทางการเลือกใช้วัสดุประกอบรอยต่อที่สามารถเตรียมการได้ง่ายในโครงการก่อสร้างของโครงการ ข.โดยการผสมคอนกรีตงานรอยต่อประกอบในโครงการก่อสร้าง<br>- การเพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพของการก่อสร้างในที่ก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากทีมงาน<br>- การเตรียมความพร้อมของจำนวนแรงงานในการติดตั้ง<br>- การเตรียมความพร้อมของจำนวนอุปกรณ์ค้ำยันชั่วคราวในโครงการ<br>- การทดสอบในการประกอบในหน่วยงานผลิต และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำมาก่อสร้างจริง |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) สรุปสาเหตุและข้อเสนอแนวทางปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากกรณีศึกษา

| ประเภทความสูญเปล่า | สาเหตุ | ข้อเสนอแนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|
| 2) การติดตั้งที่มีจุดบกพร่อง | - การทำงานของแรงงานในขั้นตอนประกอบรอยต่อที่ไม่ได้คุณภาพ<br>- ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกจัดส่งไม่ได้คุณภาพ | - การเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมการทำงานของแรงงานในการติดตั้งตามแบบก่อสร้างและวัสดุที่ใช้ประกอบรอยต่อ<br>- การเร่งรัดประสานงานการจัดส่งใหม่หรือแนวทางแก้ไขที่โครงการก่อสร้างก่อนการติดตั้ง |
| 3) การเคลื่อนไหวและกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ | - การจัดการพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เนื่องจากการควบคุมการทำงานและข้อจำกัดของพื้นที่กองเก็บ<br>- การจัดลำดับการกองเก็บของงานผนังสำเร็จรูปที่ไม่ถูกลำดับตามการติดตั้งทำให้ต้องมีการย้ายสลับก่อนการทำงาน | - การเอาใจใส่จากผู้ควบคุมงานในการจัดการพื้นที่กองเก็บที่หน้างาน และอาจใช้วิธีการที่ยกติดตั้งทันทีจากบนรถขนส่งที่บริเวณก่อสร้าง<br>- การเอาใจใส่ในการจัดลำดับวางกองเก็บแผ่นผนังสำเร็จรูป |
| 4) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกำลัง | - การจัดการช่วงเวลาทำงานในระหว่างวันทำงานของแรงงานและเครื่องจักรไม่สอดคล้องกันในงานติดตั้ง | - การเอาใจใส่ในควบคุมและจัดการทำงานของเครื่องจักรกับแรงงานระหว่างวันทำงาน และจัดการทำงานให้ชุดแรงงานในกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรทำงานติดตั้งเพื่อให้มีกิจกรรมทำงานที่ต่อเนื่อง |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 5.8 แนวทางการทำงานในโครงการก่อสร้าง
ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2.1) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วย

- การจัดหา เป็นการทำงานที่ต้องมีการประสานงานระหว่างโครงการก่อสร้างกับหน่วยงานผลิตในสั่งผลิตและขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเข้าโครงการ ซึ่งต้องพิจารณาถึงเวลาในการผลิตของหน่วยงานผลิตในการจัดการกับความต้องการดังกล่าว เพื่อให้หน่วยงานผลิตสามารถจัดส่งได้ตามปริมาณในลำดับช่วงเวลาที่โครงการก่อสร้างต้องการแต่ละประเภทของโครงสร้างในงาน

ติดตั้ง โดยเฉพาะหากเป็นการสั่งซื้อจากหน่วยงานผลิตหลายหน่วยงานที่อาจเกิดปัญหาลำดับในการจัดส่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หน่วยงานผลิตแห่งเดียว

- การกองเก็บ เพื่อให้การติดตั้งดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย

- การจัดเตรียมพื้นที่ ในการกองเก็บควรจะต้องอยู่บริเวณตำแหน่งที่พร้อมการทำงานของเครื่องจักรในการยกติดตั้งโดยไม่ต้องมีการย้ายตำแหน่งกองเก็บหลายครั้ง และหากมีปัญหาเรื่องสถานที่การกองเก็บอาจใช้วิธีการที่ยกติดตั้งทันทีจากบนรถขนส่งที่บริเวณก่อสร้าง เพื่อเป็นการทำงานในการลดข้อจำกัดของพื้นที่การกองในบริเวณหน่วยงานลง โดยวิธีการนี้จะต้องมีการประสานงานกับหน่วยงานผลิตในการจัดกลุ่มและลำดับของชิ้นส่วนคอนกรีตในการขนส่งให้สอดคล้องกับลำดับการติดตั้ง

- การจัดลำดับการกองเก็บ เป็นการจัดลำดับการกองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จให้สอดคล้องการลำดับก่อนหลังในการติดตั้งเพื่อให้สามารถดำเนินงานยกติดตั้งได้ทันทีโดยไม่ต้องย้ายสลับชิ้นงานในที่กองเก็บ

- การติดตั้ง ตัวชิ้นส่วนสำเร็จต้องมีความพร้อมสำหรับการติดตั้ง เพื่อให้การติดตั้งได้ตามคุณภาพของแบบในการก่อสร้างทั้งในระดับและระยะของงานจากค่าแนวอ้างอิงตามข้อกำหนดของหน่วยงาน อันเป็นการทำให้ขั้นตอนของการติดตั้งรวมถึงการประกอบรอยต่อสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีข้อเสนอดังนี้

- การเตรียมความพร้อมของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากหน่วยงานผลิต โดยหากมีการเตรียมจุดรองรับสำหรับงานค้ำยันชั่วคราว และการใส่วงกบประตู หน้าต่าง จากขั้นตอนการผลิตก็สามารถทำงานในโครงการก่อสร้างได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งยังลดปัญหาจากการทำงานของแรงงานที่อาจไม่ได้คุณภาพเพื่อให้เป็นมาตรฐานที่เหมือนกันทั้งโครงการ

- การเตรียมความพร้อมของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่โครงการก่อสร้าง โดยในบางชิ้นงานอาจจะต้องมีการเตรียมการเพิ่มก่อนติดตั้งที่โครงการก่อสร้าง เช่น ในงานรอยต่อผนังแบบเปียกที่ต้องมีการจัดห่วงเหล็กที่จะต้องใช้ในการประกอบรอยต่อระหว่างผนังให้ได้ตำแหน่งก่อนการจัดวาง เป็นต้น ดังนั้นโครงการจำเป็นต้องดำเนินการให้เรียบร้อยก่อนติดตั้งเพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาที่ต้องแก้ไขหลังการวางในตำแหน่งติดตั้งแล้ว

- การจัดลำดับในการติดตั้ง โดยเป็นการทำงานติดตั้งให้ถูกต้องตามลำดับก่อนหลังของการติดตั้งที่ควรจะเป็นและเป็นการลดการใช้ค้ำยันชั่วคราวในแต่ละชั้นที่ไม่จำเป็นลง เช่น การติดตั้งให้ครบตามลำดับในห้องเพื่อให้สามารถประกอบรอยต่อและถอดค้ำยันในห้องนั้น ๆ เป็นต้น

2.2) วัสดุประกอบรอยต่อ ประกอบด้วย

- การจัดหา เป็นขั้นตอนการทำงานที่ต้องมีการประสานงานระหว่างการทำงานของโครงการกับผู้จัดส่งวัสดุที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้จัดส่งแผ่นเหล็กรอยต่อประกอบ และผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ เป็นต้น เพื่อให้ผู้จัดส่งวัสดุประกอบรอยต่อสามารถดำเนินงานในการผลิตและจัดส่งได้ตามปริมาณในช่วงเวลาที่โครงการก่อสร้างต้องการของแต่ละประเภทโครงสร้างที่ประกอบรอยต่อ โดยเฉพาะหากเป็นวัสดุที่ต้องมีการสั่งในระหว่างขณะทำงาน เช่น คอนกรีตผสมเสร็จจากนอกโครงการ เป็นต้น ควรต้องมีการพิจารณาถึงปริมาณและเวลาที่หน่วยงานเหล่านั้นจะต้องใช้ก่อนการจัดส่งมายังโครงการ หรืออาจเลือกใช้เป็นการเตรียมการเองในโครงการเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการรอคอยการใช้งานวัสดุประกอบรอยต่อของโครงการ

- การกองเก็บ ทั้งในงานรอยต่อแบบเปียกและแบบแห้งจะต้องมีการมีการเก็บรักษาในสถานที่ที่มีการปลอดภัยจากสภาพอากาศที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุก่อนการใช้งาน ดังนี้

- รอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) โดยส่วนใหญ่จะเป็นโลหะซึ่งการถูกความชื้นจะทำให้วัสดุดังกล่าวเกิดสนิมอันจะส่งผลต่อคุณภาพวัสดุก่อนการในมาใช้งานประกอบรอยต่อ เช่น แผ่นเหล็ก สลักเกลียว และวัสดุทากันสนิม เป็นต้น

- รอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ซึ่งการถูกความชื้นทำให้วัสดุรอยต่อประเภทดังกล่าวเสื่อมสภาพก่อนการนำมาใช้งาน อันจะส่งผลต่อคุณภาพวัสดุก่อนการในมาใช้งานประกอบรอยต่อ เช่น Non-Shrink Cement และปูนซีเมนต์ผง เป็นต้น

- การประกอบรอยต่อ ขั้นตอนดังกล่าวจะต้องมีการทำงานเพื่อให้ได้คุณภาพตามลักษณะของรอยต่อและสามารถเก็บรายละเอียดในงานที่เหลือ รวมถึงความสวยงามของงานสถาปัตยกรรมให้เป็นไปตามโครงการก่อสร้างต้องการ ดังนี้

- รอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) ในการทำงานจะเวลาการเตรียมวัสดุและการประกอบที่ไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับรอยต่อแบบเปียก โดยหากมีการจัดเตรียมความพร้อมของวัสดุสำหรับการใช้งานมาจากผู้จัดส่งก็จะสามารถทำงานได้ทันที ซึ่งเป็นการลดการเตรียมงานของโครงการก่อสร้างลง เช่น การตัดแผ่นเหล็กประกอบรอยต่อให้มีขนาดพร้อมที่จะทำงานและการเจาะรูให้ได้ระยะสำหรับการใส่สลักเกลียวจากผู้จัดส่งวัสดุ เป็นต้น ประกอบกับต้องมีการทาวัสดุกันสนิมหรือวิธีการป้องกันความชื้นอื่น ๆ ปิดทับรอยต่อหลังการทำงานเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดกับรอยต่อประเภทนี้

- รอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ในการทำงานต้องมีการคำนึงถึงเวลาและการเตรียมความพร้อมก่อนการทำงานที่จะต้องใช้ในโครงการก่อสร้าง เช่น การประกอบแบบข้าง การผสม Non-Shrink Concrete และการใช้คอนกรีตผสมเสร็จจากนอกหน่วยงาน เป็นต้น เพื่อที่จะทำให้การทำงานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับต้องให้ได้คุณภาพและความสวยงามด้วย ซึ่งในขั้นตอนการประกอบรอยต่อ หากในกรณีที่ปริมาณวัสดุที่ใช้แต่ละครั้งไม่มาก การเลือกที่ใช้การผสมวัสดุภายในหน่วยงานจะสามารถลดเวลาที่เกิดจากการรอคอยจากการขนส่งจากนอกโครงการลงได้ เช่น ปัญหาจากการสั่งคอนกรีตผสมเสร็จจากนอกหน่วยงานในงานประกอบรอยต่อ เป็นต้น

3) การจัดเตรียมแรงงาน

การจัดเตรียมแรงงานเพื่อขจัดปัญหาความสูญเปล่าจากการทำงานของแรงงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป หน่วยงานต้องจัดเตรียมความพร้อมของแรงงานทั้งจำนวนและสามารถทำงานของแรงงาน เพื่อให้สามารถทำงานได้คุณภาพตามมาตรฐานและเวลาที่โครงการต้องการ โดยแบ่งแรงงานของงานติดตั้งตามหน้าที่ได้ดังนี้

3.1) แรงงานติดตั้ง

แรงงานในการติดตั้งจะต้องมีจำนวนเพียงพอกับลักษณะการทำงานติดตั้ง รวมถึงมีความเข้าใจวิธีการและลำดับของการติดตั้งของงานแต่ละประเภทที่ถูกต้องตามแบบโครงสร้าง เช่น ลำดับการติดตั้งผนังในแต่ละชั้นของอาคาร เป็นต้น โครงการต้องมีการอบรมวิธีการทำงานติดตั้งรวมถึงมีรายการประกอบแบบก่อสร้างในลำดับการติดตั้งสำหรับการทำงานที่ถูกต้องจากผู้ควบคุมงานในโครงการก่อสร้าง

3.2) แรงงานประกอบรอยต่อ

แรงงานในการประกอบรอยต่อจะต้องมีจำนวนเพียงพอกับลักษณะการทำงานประกอบรอยต่อ มีความเข้าใจวิธีการทำงานของการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกต้องตามลักษณะของประเภทรอยต่อ ซึ่งโครงการต้องมีการอบรมวิธีการทำงานรวมถึงรายละเอียดของแบบก่อสร้างที่ชัดเจนสำหรับการทำงานที่ถูกต้องตามวัสดุที่ใช้ประกอบรอยต่อจากผู้ควบคุมงานในโครงการก่อสร้าง

4) การจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักร

เพื่อให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องตามกระบวนการติดตั้ง ดังนั้นเครื่องมือเครื่องจักรต้องมีปริมาณเพียงพอทำงานและมีความพร้อมในการทำงานให้ได้ตามที่หน่วยงานต้องการ โดยแบ่งเครื่องมือเครื่องจักรสำคัญในขั้นตอนการประกอบรอยต่อ ดังนี้

- เครื่องจักรในการยก เป็นเครื่องจักรที่สำคัญของการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเนื่องจากขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งอาจเป็นรถโมบายเครนที่มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายตำแหน่งการใช้งานในโครงการ หรือการใช้ทาวเวอร์เครนที่มีความสามารถทำงานกับโครงสร้างที่เป็นลักษณะงานอาคารที่สูงและเหมาะสมกับการทำงานก่อสร้างในตำแหน่งเดิมอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาที่นาน
- เครื่องมือค้ำยันชั่วคราว เป็นส่วนสำคัญในการติดตั้งผนังคอนกรีตสำเร็จรูปและโครงสร้างอื่น ๆ เพื่อให้สามารถรับแรงได้ตามที่ต้องการก่อนการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้าง
- เครื่องมืออื่น ๆ เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นที่โครงการก่อสร้างต้องมีการจัดไว้ในงานติดตั้งและประกอบรอยต่อตามรูปแบบการก่อสร้างของโครงการ เช่น เครื่องมืองานสำรวจ สว่านไฟฟ้า เครื่องมืองานเชื่อมโลหะ โครงเหล็กในงานกองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

**5.3 สรุป**

ในการวิเคราะห์แนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งได้ใช้ประยุกต์แนวคิดลีน (Lean Thinking) ช่วยในการจำแนกประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงานของหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง สรุปได้ดังนี้

1) การศึกษาในหน่วยงานผลิต ในการวิเคราะความสูญเปล่าการทำงานพบว่า สาเหตุเกิดจากปัญหาการควบคุมการทำงานและการตรวจสอบการจัดการทรัพยากรในด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุ ในกระบวนการผลิตและขนส่ง รวมถึงปัญหาอาจเกิดจากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อจำกัดและความผิดพลาดของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานผลิต ประกอบด้วยโครงการก่อสร้าง และผู้จัดส่งวัสดุ อีกทั้งอาจมาจากปัญหาขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตด้วย ที่ทำให้หน่วยงานผลิตไม่สามารถทำงานได้ตามเวลาของแผนงานที่วางไว้และตามคุณภาพที่หน่วยงานผลิตต้องการ

โดยแนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการของหน่วยงานผลิตในการมุ่งขจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น หน่วยงานจะต้องมีการเข้มงวดและเอาใจใส่ต่อการทำงานอย่างจริงจังจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องของหน่วยงาน ในการจัดการแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุในการผลิตที่เกี่ยวข้องภายในหน่วยงาน รวมถึงการประสานงานข้อมูลสารสนเทศระหว่างหน่วยงานในขั้นตอนการทำงานกระบวนการผลิตและขนส่งเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้ได้

เสนอแนวทางการทำงานไว้ 5 ส่วนหลัก ประกอบด้วย การกำหนดปริมาณการผลิต การจัดเตรียมวัสดุและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การจัดเตรียมแรงงาน การจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักร และการขนส่ง

2) การศึกษาในโครงการก่อสร้าง ในการวิเคราะความสูญเปล่าในขั้นตอนการติดตั้งพบว่าสาเหตุเกิดจากปัญหาการควบคุมการทำงานและการตรวจสอบการจัดการทรัพยากรในด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและวัสดุประกอบรอยต่อ รวมถึงปัญหาจากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อจำกัดหรือข้อผิดพลาดจากการที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนติดตั้ง ประกอบด้วย ผู้จัดส่งวัสดุ และหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป อีกทั้งอาจมาจากปัญหาขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนของรายละเอียดการติดตั้ง ทำให้โครงการไม่สามารถที่จะดำเนินงานในขั้นตอนการติดตั้งได้ตามเวลาแผนงานและตามคุณภาพที่โครงการต้องการ

โดยแนวทางการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการของโครงการก่อสร้างในการมุ่งขจัดความสูญเปล่าของขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โครงการจะต้องมีการเข้มงวดและเอาใจใส่ต่อการทำงานอย่างจริงจังจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการจัดการแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุที่เกี่ยวข้องภายในโครงการก่อสร้าง รวมถึงการประสานงานข้อมูลสารสนเทศระหว่างหน่วยงานในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถดำเนินงานติดตั้งและประกอบรอยต่อได้อย่างต่อเนื่องตามรูปแบบการก่อสร้างของโครงการ งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการทำงานไว้ 4 ส่วนหลัก ประกอบด้วย การเตรียมงานของการก่อสร้างในที่ การจัดเตรียมวัสดุ การจัดเตรียมแรงงาน และการจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 6

# สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย โดยใช้กรณีศึกษา สรุปได้ดังนี้

1) การศึกษากระบวนการทำงานในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีต พบว่า

1.1) ขั้นตอนการผลิต ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะแตกต่างกันตามการออกแบบหน่วยงานผลิต อันได้แก่ ระบบการผลิตที่เป็นลักษณะของลานผลิต ซึ่งมีกระบวนการทำงานบนแบบหล่อที่ติดตั้งอยู่กับที่ในหน่วยงาน โดยเครื่องจักรสำคัญที่ใช้ในการยกชิ้นงานจะเป็นแบบทั่วไปที่ใช้งานก่อสร้าง เช่น รถโมบายเครน (Mobile Crane) และทาวเวอร์เครน (Tower Crane) เป็นต้น และระบบการผลิตที่เป็นการนำเทคโนโลยีของเครื่องจักรที่ทันสมัยเข้ามาช่วยการผลิต โดยจะเป็นระบบการเคลื่อนที่ของแบบหล่อไปตามสายการผลิตในหน่วยงานและมีเครื่องจักรที่มีลักษณะเฉพาะเข้ามาช่วยในการทำงาน แสดงให้เห็นว่าปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบการผลิตที่เป็นลักษณะการผลิตแบบอุตสาหรรมมากยิ่งขึ้นในการที่จะตอบสนองต่อความต้องการของโครงการก่อสร้าง

1.2) ขั้นตอนการขนส่ง เป็นขั้นตอนการทำงานขนส่งระหว่างหน่วยงานผลิตกับโครงการก่อสร้าง โดยเครื่องจักรที่สำคัญได้แก่ รถพ่วงที่ใช้ในการขนส่งระหว่างหน่วยงาน และเครนประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการยกชิ้นงานในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง เช่น รถโมบายเครน และเครนราง (Gantry Crane) เป็นต้น สำหรับการจัดการแรงงานที่ใช้ของหน่วยงานจะมีหน้าที่ในการจัดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นและลงรถขนส่ง

1.3) ขั้นตอนการติดตั้ง เป็นขั้นตอนการทำงานระหว่างการก่อสร้างซึ่งเป็นการทำงานหลังจากการก่อสร้างในที่ โดยในงานก่อสร้างในที่จะมีการเตรียมความพร้อมของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากนั้นจึงนำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปมาติดตั้งประกอบรอยต่อ และทำงานงานส่วนที่เหลือจนกระทั่งเสร็จเป็นตัวอาคาร ซึ่งระบบโครงสร้างของงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัย มีทั้งที่เป็นระบบโครง (Frame Structure System) และระบบแผ่นรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System) สำหรับ

การประกอบรอยต่อที่ใช้ในแต่ละหน่วยงานจะแตกต่างกันตามประเภทของรอยต่อซึ่งมีทั้งรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) ที่เป็นการเกราท์รอยต่อด้วยวัสดุประกอบรอยต่อ เช่น คอนกรีต ปูนทราย และคอนกรีตชนิดไม่หดตัว เป็นต้น และรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) ที่เป็นการประกอบรอยต่อด้วยการเชื่อมประกอบแผ่นเหล็กและการใช้สลักเกลียว ซึ่งจุดต่อประกอบจะมีการเตรียมรอยต่อในชิ้นส่วนสำเร็จรูปตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต เช่น การฝังแผ่นเหล็กสำหรับการเชื่อมประกอบ และการเตรียมร่องในการเทคอนกรีตรอยต่อ เป็นต้น

โดยในทุกขั้นตอนของการทำงานจำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญในการทำงาน รวมถึงความพร้อมของเครื่องมือเครื่องจักรและวัสดุที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามคุณภาพและเวลา ภายใต้ต้นทุนที่วางแผนของแต่ละโครงการ

2) การศึกษาปัญหาและเสนอแนวทางการทำงานในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง ได้ประยุกต์แนวคิดลีน (Lean Thinking) ซึ่งมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าในอุตสาหกรรมการผลิตมาใช้เพื่อระบุและจำแนกสาเหตุปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ประกอบกับการพิจารณาการไหลของวัสดุระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่า สาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นกับหน่วยงาน ประกอบด้วย ปัญหาจากการควบคุมและตรวจสอบการทำงานของทรัพยากรในหน่วยงาน และปัญหาเนื่องจากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้าง โดยงานวิจัยมีข้อเสนอการทำงานในหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างดังนี้

2.1) แนวทางการทำงานในการจัดการของหน่วยงานผลิต ควรจะต้องมีการกำหนดปริมาณการผลิตที่สอดคล้องกับความต้องการจริงของหน่วยงานก่อสร้างในแต่ละช่วงเวลา อันเป็นการลดระดับสินค้าคงคลังที่สูงซึ่งเป็นการลดการทำงานที่ไม่จำเป็นในหน่วยงานผลิตลง รวมถึงการจัดเตรียมวัสดุการผลิต แรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักรในหน่วยงานที่ต้องมีความพร้อมในการผลิต ประกอบกับการขนส่งที่มีความถูกต้องตามปริมาณและคุณภาพ เพื่อให้ขั้นตอนการผลิตและการขนส่งสามารถตอบสนองตามเวลาของความต้องการจากโครงการก่อสร้าง

2.2) แนวทางการทำงานในการจัดการของหน่วยงานก่อสร้าง ควรจะเริ่มตั้งแต่การก่อสร้างในที่ก่อนการติดตั้ง ซึ่งต้องมีความถูกต้องของโครงสร้างที่รองรับชิ้นส่วนสำเร็จ เพื่อให้มีความพร้อมก่อนการติดตั้ง รวมถึงการจัดเตรียมวัสดุ แรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักรในขั้นตอนการติดตั้งและการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อให้สามารถทำงานติดตั้งได้ต่อเนื่องตลอดกระบวนการทำงานก่อสร้าง

โดยแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยงานที่ได้เสนอในงานวิจัย การจะดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับความร่วมมืออย่างจริงจังจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องของทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างในการเอาใจใส่ต่อการควบคุมและตรวจสอบการทำงานอยู่ตลอด อาทิเช่น ผู้จัดการโครงการ วิศวกร โฟร์แมน และชุดทีมงานสำรวจ เป็นต้น ในการจัดการแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และวัสดุที่เกี่ยวข้องภายในของแต่ละหน่วยงาน รวมถึงการประสานงานข้อมูลสารเทศระหว่างหน่วยงานในขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องตามรูปแบบการก่อสร้างของแต่ละโครงการ

3) ข้อเสนอแนะอื่น

สำหรับการก่อสร้างแบบกึ่งสำเร็จรูปโดยใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของประเทศไทยปัจจุบันได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และจะเห็นได้ว่าการก่อสร้างระบบดังกล่าวยังคงต้องมีการพัฒนาต่อไปในอนาคตเพื่อให้เป็นระบบอุตสาหกรรมยิ่งขึ้น การที่จะตอบสนองต่อความต้องการที่อยู่อาศัยที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ประกอบกับภาวะค่าแรงคนงานที่สูงและการขาดแคลนช่างฝีมือ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงขั้นตอนการก่อสร้าง ดังนั้นนอกเหนือจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ผู้วิจัยมีข้อเสนอเพิ่มเติมในส่วนของขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้

3.1) ความหลากหลายของแบบก่อสร้างในโครงการ

โดยทั่วไปการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม แบบของตัวอาคารในโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน ซึ่งอาจขัดต่อความต้องการของตลาดที่ต้องการความหลากหลายของแบบอาคารในโครงการและลูกค้าที่มีความต้องการลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นในการออกแบบหากในโครงการก่อสร้างมีหลายแบบย่อมสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้หลากหลาย แต่ต้องพิจารณาถึงการผลิตควบคู่ด้วยโดยจะต้องไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตและข้อจำกัดของกำลังการผลิตของหน่วยงานผลิต ในการที่จะสามารถผลิตให้ได้ทันตามเวลาของโครงการก่อสร้าง เช่น การออกแบบให้มีลักษณะชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีขนาดเท่าๆ กันในแต่ละแบบก่อสร้าง เพื่อให้ง่ายต่อการเตรียมแบบหล่อในหน่วยงานผลิต เป็นต้น

3.2) ระบบโครงสร้าง

การศึกษาจะเห็นได้ว่าระบบโครงสร้างของงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยที่ดำเนินงานอยู่ อาจทำได้หลายระบบทั้งที่เป็นระบบโครงและระบบแผ่นรับน้ำหนัก ดังนั้นในการออกแบบระบบของโครงสร้าง ควรคำนึงถึงตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตให้สามารถทำงานได้ง่ายในหน่วยงานตั้งแต่การเตรียมแบบหล่อ กระบวนการผลิตของหน่วยงาน การขนส่งที่มีขนาด

ของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเหมาะกับรถขนส่งและระยะทางระหว่างหน่วยงาน อีกทั้งในโครงการก่อสร้างที่ต้องมีขั้นตอนการติดตั้งสามารถทำงานได้ง่ายและเหมาะสมกับเครื่องจักรในโครงการ รวมถึงลำดับการติดตั้งไม่ซับซ้อนเพื่อให้แรงงานสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

3.3) ลักษณะรอยต่อประกอบ

การประกอบรอยต่อเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนการติดตั้ง ซึ่งมีผลต่อทั้งเวลาการทำงานและคุณภาพของงานก่อสร้าง ดังนั้นรูปแบบของงานรอยต่อควรต้องมีการพิจารณาออกแบบให้สามารถทำงานได้ง่ายต่อการประกอบ และวัสดุที่ใช้ต้องมีความแข็งแรงโดยเร็วเพื่อไม่ต้องมีการค้ำยันชั่วคราวมากนัก รวมถึงการเลือกใช้วัสดุในงานประกอบรอยต่อให้สามารถทำงานได้สะดวกในการเตรียมการของแรงงาน สามารถเตรียมได้สะดวกภายในโครงการก่อสร้าง และต้องง่ายต่อการเก็บรายละเอียดความเรียบร้อยของรอยต่อเพื่อให้มีความสวยงามระหว่างรอยต่อของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยเฉพาะในกรณีที่รอยต่อนั้นไม่มีวัสดุอื่นปิดทับในงานสถาปัตยกรรม

**6.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต**

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น ถ้าได้มีการศึกษาและพัฒนามาตรวัดในรายละเอียดของประเภทความสูญเปล่า (Waste) จากการประยุกต์แนวคิดลีน (Lean Thinking) เช่น ต้นทุนของสินค้าคงคลังในหน่วยงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และเวลาในการเตรียมวัสดุรอยต่อแต่ละประเภทของการติดตั้ง เป็นต้น เพื่อชี้ให้เห็นถึงรายละเอียดของปัญหาความสูญเปล่า รวมถึงแนวทางแก้ไข และการศึกษาในรายละเอียดของการออกแบบทั้งลักษณะงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและงานก่อสร้าง เพื่อใช้พัฒนาในด้านการออกแบบในการผลิตชิ้นส่วนที่สามารถตอบสนองต่อการทำงานในโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมและใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติในการทำงาน เช่น การพัฒนาลักษณะรอยต่อในงานโครงสร้าง และการเตรียมวัสดุฝังในงานผลิตตามที่โครงการก่อสร้างต้องการ เป็นต้น รวมถึงการศึกษาและพัฒนาการรูปแบบของการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในงานอาคารอื่น ๆ นอกเหนือจากอาคารพักอาศัย เช่น อาคารโรงงาน และอาคารสูง เป็นต้น

# รายการอ้างอิง


ภาษาไทย

โกศล ดีศีลธรรม. เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547.

จิรวัฒน์ ดำหริอนันต์ และประสงค์ ธาราไชย. แนวคิด Lean Construction และการประยุกต์ใช้โดยวิธีการจำลองกระบวนการดำเนินงาน. ในรายงานการสัมนาเรื่องแนวคิด Lean Construction และการประยุกต์ใช้โดยวิธีการจำลองกระบวนการดำเนินงาน, หน้า 1-4. 30 ตุลาคม 2546 ณ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

ชวลิต นิตยะ. เอกสารประกอบการสอน: Housing Construction Technology. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2528, อ้างถึงใน บุษบง เจริญพันธ์โยธิน. กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จ : กรณีศึกษา โครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ณัฐนนท์ รัตนไชย. การศึกษาการก่อสร้างอาคารพักอาศัยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

นเรศ พันธราธร. การออกแบบคอนกรีตอัดแรง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : Library - Nine Publishing, 2541.

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน. กระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยระบบชิ้นส่วนสำเร็จ : กรณีศึกษาโครงการชลลดา รัตนาธิเบศร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ประทีป อิทธิเมฆินทร์. การศึกษาระบบก่อสร้างสำเร็จรูป สำหรับอาคารพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2520

พนม ภัยหน่าย. การบริหารงานก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2539.

พาสิทธ์ หล่อธีรพงศ์. Lean Construction [ระบบออนไลน์] 2542. แหล่งที่มา: http://www.thaiengineering.com [1 ธันวาม 2548]

มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วิทยา สุหฤทดำรง. การจัดการโซ่อุปทาน. กรุงเทพมหานคร: เพียรสันเอ็ดดูเคชั้นอินโดไชน่า, 2545

วิสูตร จิระดำเกิง. การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: วรรณกวี, 2546.

สมภพ มาจิสวาลา. การประเมินที่อยู่อาศัยกึ่งสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ภาษาอังกฤษ

Alfredo, S., Adriano, V., and Jeanette, C. Characterization of waste in building construction project. In Alacon, L. F (ed.), Lean Construction, pp.67-77. Rotterdam: Balkema, 1997.

Arthur, H. N., and George, W. Design of Concrete Structures, Eleventh Edition. Singapore: International Edition, 1991.

Burnham, K. The Prefabrication of Houses. U.S.A: The Technology Press of The Massachusetts Institute of Technology and John Willy & Sons, 1951.

Don, A. W. Construction Materials and Processes, Third Edition. U.S.A: McGRAW-HILL, 1986.

Glenn, B., Nigel, H., and Todd, Z. An Application of Lean Concepts and Techniques to Precast Concrete Fabrication [Online].2002. Available from: http://www.emerald-library.com/ft [2004, April 1]

Jirawat Damrianant. Application of Prefabrication System for High-Rise Building Construction in Bangkok : A Case Study. AIT thesis NO. ST-93-5. Bangkok: Asian Institute of Technology, 1993.

Koskela, L. Lean production in construction. In Alacon, L. F (ed.), Lean Construction, pp.1-9. Rotterdam: Balkema, 1997.

Lin, T. Y, and Burns, N. H. Design of Prestressed Concrete Structures, Third Edition. U.S.A: John Willy & Sons, 1981.

Low, S. P., and Choong, J. C. Just-in-Time management in precast concrete construction: a survey of the readiness of main contractors in Singapore [Online].2001. Available from: http://www.emerald-library.com/ft [2004, February 1]

Prestressed Concrete Insititute. Architectural Precest Concrete, First Edition. U.S.A, 1973.

Roy, C. Construction Technology, Fourth Edition. England : Pearson Education, 2005.

Satid Singsomboon. Modular Housing Construction and Technique in Thailand. AIT thesis NO. ST-87-28. Bangkok: Asian Institute of Technology, 1987.

Sheppard, D.A, and William, R.P. Plant-Cast Precast and Prestressed Concrete. New York: McGraw-Hill., 1989, อ้างถึงใน มามี โตบารมีกุล. การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูปในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 บุคลากรผู้ให้สัมภาษณ์และข้อมูลในโครงการกรณีศึกษา

| **หน่วยงาน** | **ตำแหน่ง** | **จำนวน (คน)** | **ประสบการณ์ด้านงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (ปี)** |
|---|---|---|---|
| หน่วยงานลานผลิต | วิศวกรประจำหน่วยงาน | 2 | 2 |
| | โฟร์แมน | 2 | 2 |
| หน่วยงานโรงงานผลิต | หัวหน้าส่วนงานผลิต | 1 | 4 |
| | วิศวกรประจำหน่วยงาน | 2 | 2 |
| | โฟร์แมน | 2 | 3 |
| โครงการก่อสร้าง ก. | วิศวกรโครงการ | 1 | 2 |
| | วิศวกรสนาม | 1 | 2 |
| | โฟร์แมน | 1 | 2 |
| โครงการก่อสร้าง ข. | วิศวกรโครงการ | 1 | 2 |
| | วิศวกรสนาม | 1 | 2 |
| | โฟร์แมน | 1 | 3 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี เกิดเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย