บทที่ 2

ทฤษฎี แนวความคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้อาศัยทฤษฎีแนวความคิดและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้ศึกษาถึงความหมายของการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการเข้าร่วมการอบรม ศึกษา ประชุม และสัมนาวิชาการกับผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญทางด้านระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำการเยี่ยมชม ศึกษาดูงานตามโครงการต่างๆที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้าง และทำการศึกษาดูงานจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย

การก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ใช่ของใหม่ หลักการก็คือการนำชิ้นส่วนที่จะใช้เป็นองค์ประกอบอาคาร หรือจะเรียกว่า"วัสดุ" ซึ่งผลิตเป็นรูปร่างเสร็จเรียบร้อยแล้วจากแหล่งผลิต ณ ที่แห่งหนึ่ง ส่งไปประกอบเข้าเป็นอาคาร ณ หน้างานอีกที่หนึ่ง การใช้อิฐมอญ คอนกรีตบล็อก หรือฝาประกนในงานก่อสร้างตามแบบวิธีการหัตกรรมแบบดั้งเดิมก็อยู่ในหลักการนี้ เพียงแต่เพื่อจะทุเลาหรือหลีกเลี่ยงปัญหาของการต้องพึ่งแรงงานเป็นหลัก การนำชิ้นส่วนองค์ประกอบที่มีขนาดใหญ่โดยอาศัยเครื่องทุ่นแรงมาช่วยจึงเบียดแทรกเข้ามาแทน[1]

ระบบการก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูป[2] (Prefabricated Structure) หมายถึง กระบวนการผลิตวัสดุ หรือชิ้นส่วนวัสดุในการก่อสร้าง ภายใต้กระบวนการ

- ผลิตได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production)
- มีมาตรฐาน (Standardization)
- ชิ้นส่วนมีความเที่ยงตรงแม่นยำ (Precision Component)

---

[1] ทวี สีบุญเรือง,"ลู่ทางการพัฒนาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม" เอกสารในการสัมนาเรื่อง : ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย เสนอที่งานจุฬาวิชาการครั้งที่13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 8 ธันวาคม 2545. หน้า 2/4(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[2] พิชัย โอภานุกิจ,"ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการแก้วิกฤติของประเทศ การก่อสร้างด้วยวัสดุสำเร็จรูป" เอกสารในการสัมนาเรื่อง : ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย เสนอที่งานจุฬาวิชาการครั้งที่13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 8 ธันวาคม 2545. หน้า 1(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

ระบบการก่อสร้างแบบนี้ วัสดุที่ผลิตออกมาจะมีขนาด และสัดส่วนที่ได้มาตรฐาน สามารถติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว ภายใต้การออกแบบและการคำนวณเบื้องต้นตามหลักทางวิศวกรรม

ระบบการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม[3] (Industrialization Building System) หมายถึง การดำเนินการก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม โดยนำกรรมวิธีและเทคโนโลยีที่ดีที่สุดมาประยุกต์ให้ตอบสนองกระบวนการก่อสร้าง ที่สอดคล้องกับความต้องการและการออกแบบในการผลิตและการก่อสร้าง (Royal Institue of British Architect, 1965: 7)

ทั้งนี้หากจะพิจารณาว่าระบบการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาจากเกณฑ์ 4 ประการดังนี้ คือ (Ian P. ,1972)

1. เป็นกระบวนการผลิตคราวละมากๆ โดยมีมาตรฐานของผลผลิตในขั้นตอนสุดท้าย
2. ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต
3. เข้มงวด เอาใจใส่กระบวนการผลิตตั้งแต่การจัดซื้อ การตลาด การออกแบบ จนถึงการผลิต
4. ใช้แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านสำหรับงานบางอย่าง

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) หมายถึง ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้างอาคารพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการออกแบบ การผลิตที่โรงงาน และการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน (Henrik, 1992)

วัสดุพื้นฐานหลัก 3 อย่าง ในการพัฒนาระบบสำเร็จรูป คือเหล็ก คอนกรีต และไม้ นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุอื่นเป็นวัสดุประกอบรอง เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส กระจก เป็นต้น ถ้าหากจะดูระดับของระบบสำเร็จรูป (Degree of Prefabrication) แล้ว ให้ดูจากสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นที่โรงงานเทียบกับคนงานก่อสร้างอื่นที่ต้องก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง (Tortrakul, 1973)

กล่าวโดยสรุปแล้ว ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีความหมายเพียงขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นจากโรงงาน ในขณะที่ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม ครอบคลุมกระบวนการก่อ

---

[3] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย" เอกสารในการสัมนาเรื่อง : ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย เสนอที่งานจุฬาวิชาการครั้งที่13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 8 ธันวาคม 2545. หน้า 58(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

สร้างอาคารทั้งกระบวนการ ตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน การผลิต การจัดการพื้นที่ก่อสร้าง การวางแผนงาน และการจัดการทางการเงิน(Tortrakul, 1973)

2.1 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป

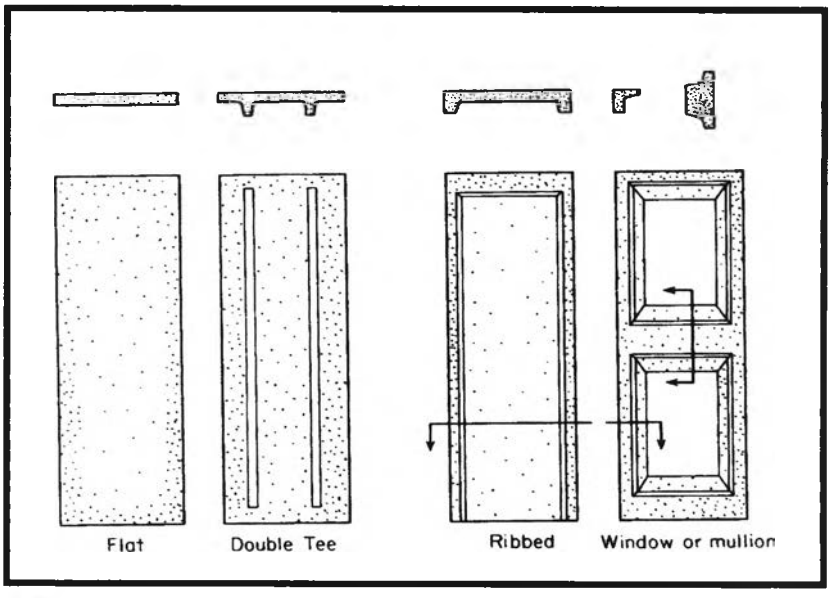
การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

พรีคาสต์คอนกรีต (Precast Concrete) คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆก่อน (เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง) แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง (Sheppard David. A and William R. Phillips, 1989)

พรีแฟบบริเคชั่น (Prefabrication) คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก (Mass producted Components) เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัย เครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ยก สำหรับปฏิบัติงาน (Gmbh , Bauverlag , Wiesbaden and Berlin , 1968)

ดังนั้นความหมายของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปโดยรวม คือวิธีการก่อสร้างโดยการผลิตส่วนประกอบ (Precast Elements) ของอาคารสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคาร โดยอาศัยอุปกรณ์ยกประกอบ[4]

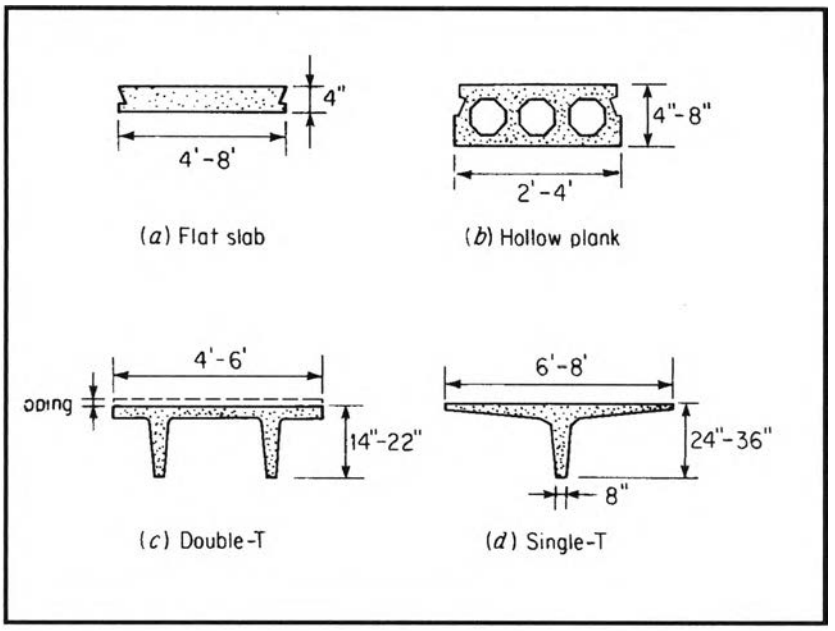
2.2 รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง



ภาพที่ 2 – 1 ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast concrete wall panels.)

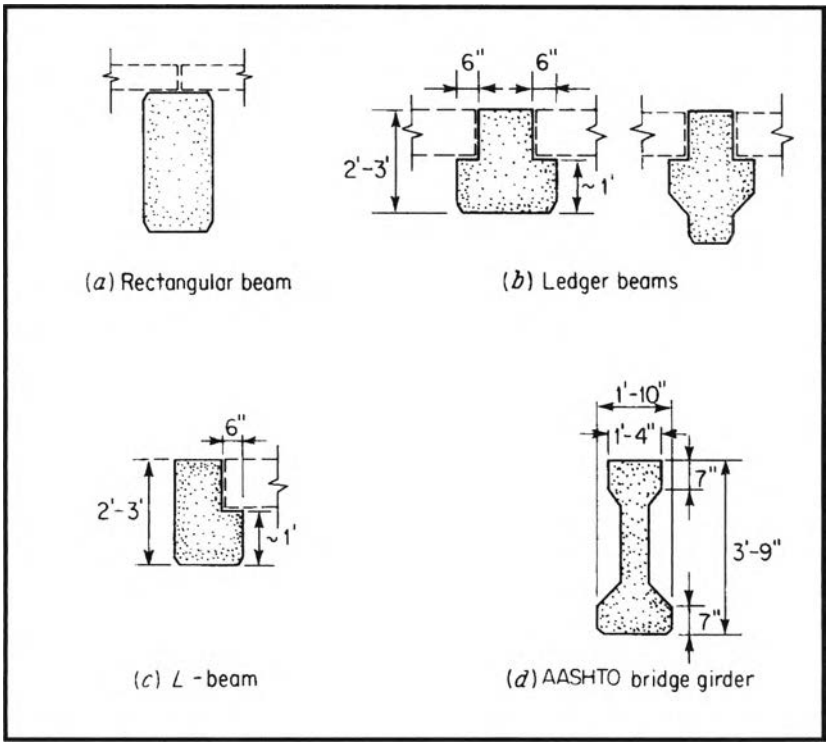
ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 728

[4] สิงหราช มีทิพย์, "การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า 7.



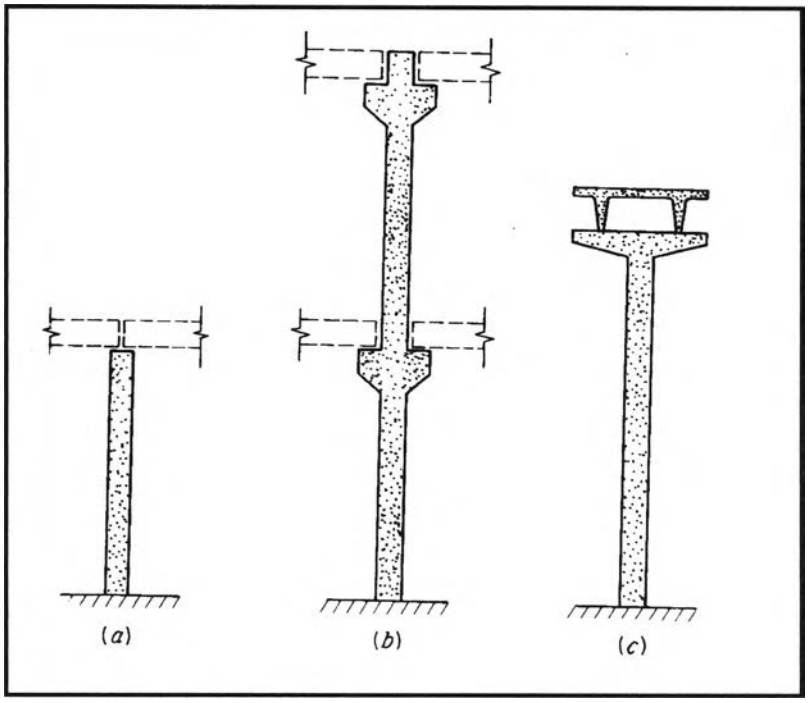
ภาพที่ 2 – 2 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast floor and roof elements.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 729



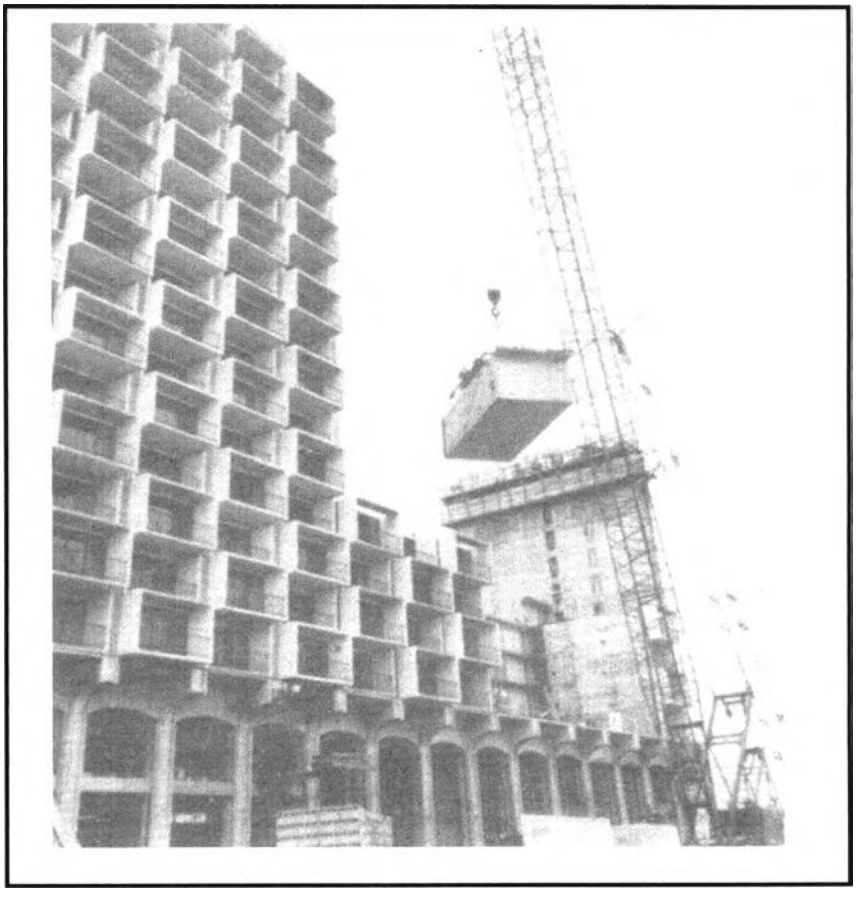
ภาพที่ 2 – 3 คานคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast beams and girders.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 730



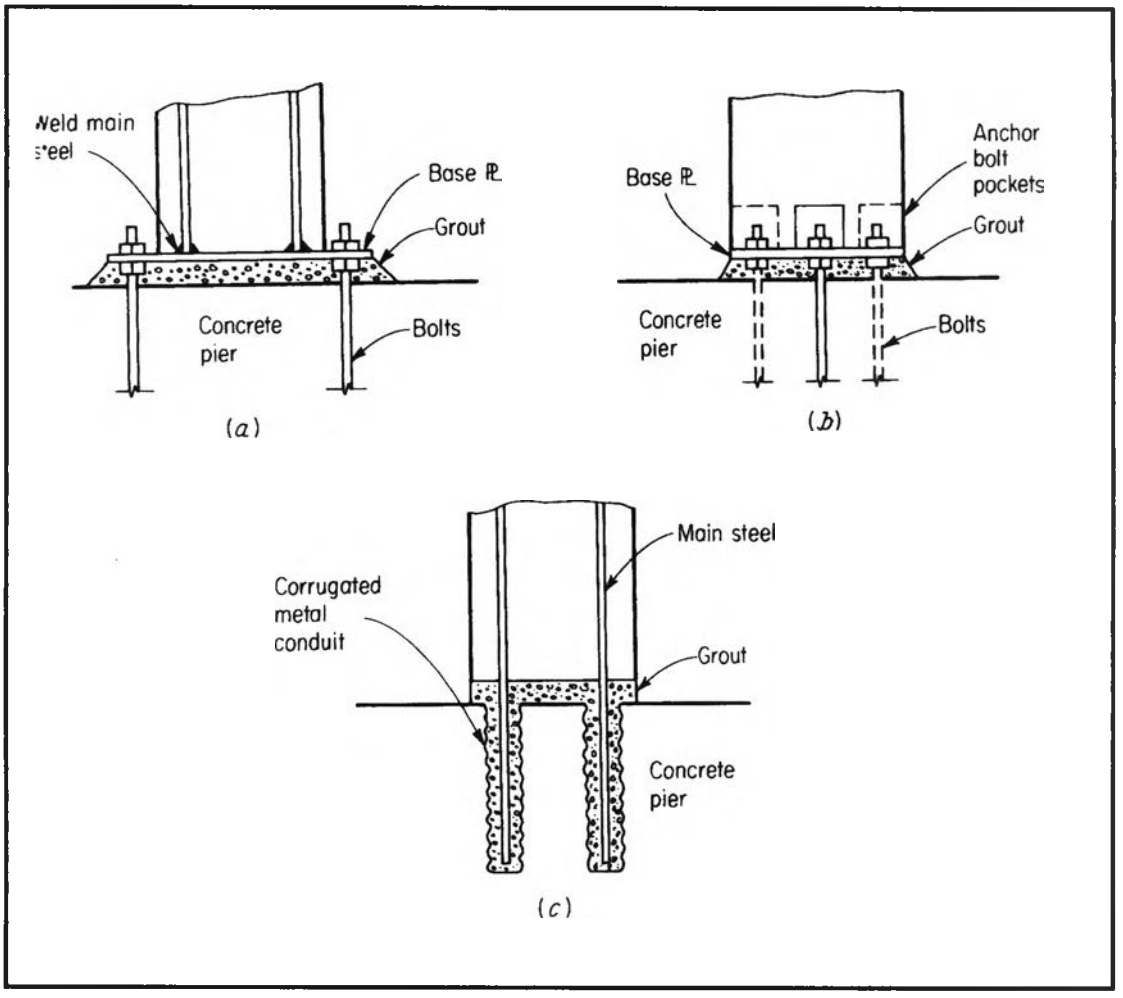
ภาพที่ 2 – 4 เสาคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast concrete column.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 731



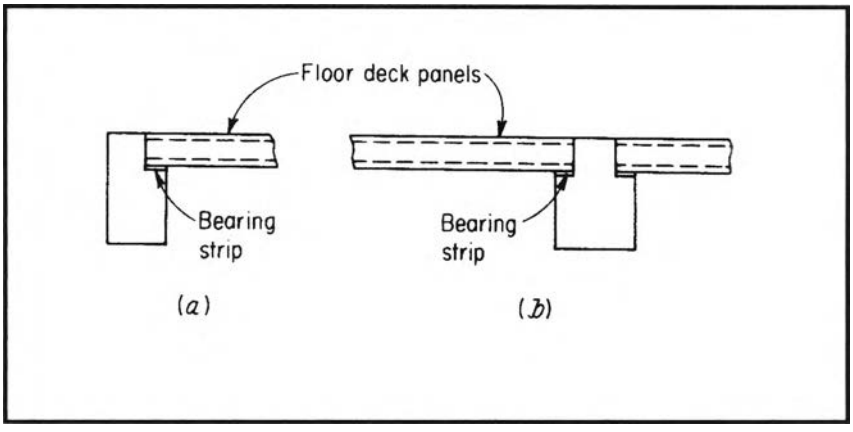
ภาพที่ 2 – 5 ห้องแบบกล่องคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast room-sized modules.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 736



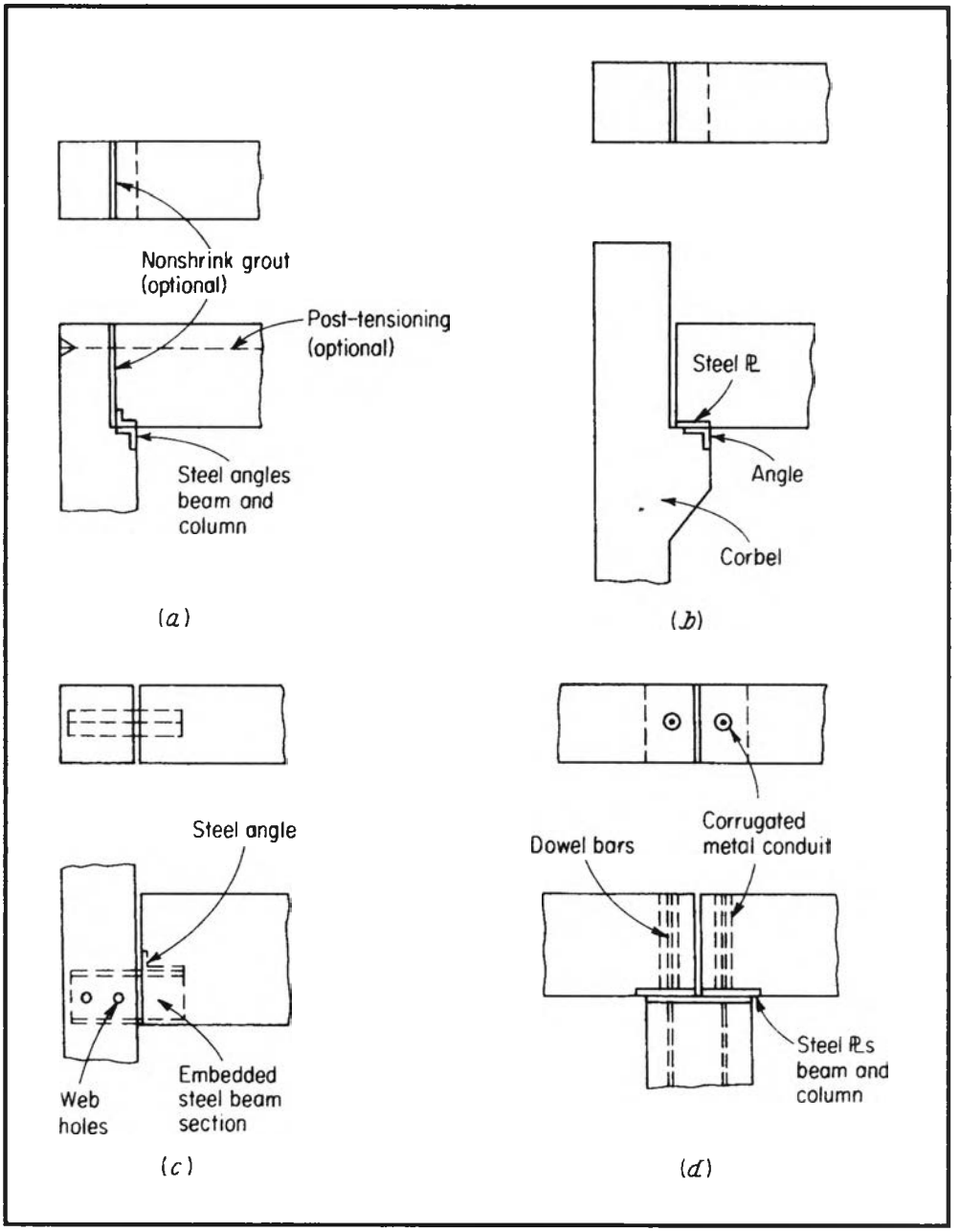
ภาพที่ 2 – 6 การเชื่อมต่อของฐานเสา (Column base connections.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 739



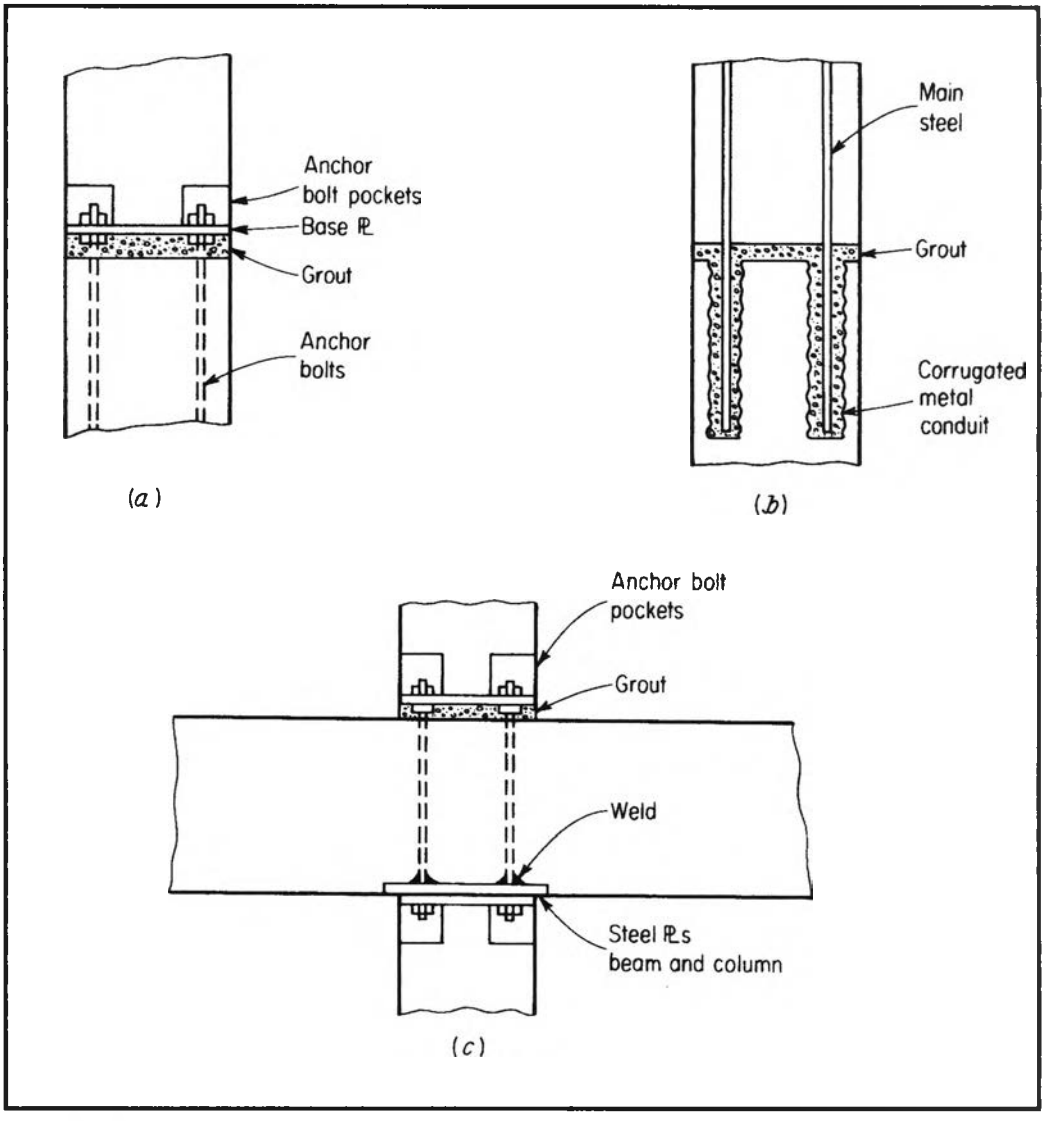
ภาพที่ 2 – 7 การเชื่อมต่อระหว่างแผ่นพื้นกับคาน (Slab-to-beam connections.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 742



ภาพที่ 2 – 8 การเชื่อมต่อระหว่างคานกับเสา (Beam-to-column connections.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 741



ภาพที่ 2 – 9 การเชื่อมต่อระหว่างเสากับเสา (Column-to-column connections.)

ที่มา : DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES หน้า 742

2.3 รูปแบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป

รูปแบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป จัดแบ่งตามลักษณะของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ มี 2 ประเภทคือ

1. โครงสร้างเฟรม (Frame Structure)
2. โครงสร้างพาเนล (Panel Structure)

จากรูปแบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 ประเภท สามารถแบ่งเป็นระบบโครงสร้างตามการใช้งานและการก่อสร้างเป็น 3 ระบบ

1.1 ระบบโครงเฟรม (Frame Structure Systems)

ระบบโครงเฟรม (Frame Structure Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคาน ส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในระบบจะเน้นโครงสร้างคานและเสาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.2 ระบบพาเนล (Panel Systems)

ระบบพาเนล (Panel Systems) เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้นส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นที่โครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับแรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของแผ่นพาเนล (Panel) จะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและการติดตั้ง โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของแผ่นพาเนล(Panel) เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

1.3 ระบบโมดูลาร์ (Modular System)

ระบบโมดูลาร์ (Modular System) เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นกล่อง 3 มิติ ในแต่ละโมดูลาร์จะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเอง บางโมดูลาร์อาจจะมีการทำงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมาเรียบร้อย แล้วนำมาติดตั้งเป็นระบบโครงสร้างรวมของอาคาร แต่ละโมดูลาร์อาจมีลักษณะ เช่น เป็นรูปตัว U, รูปตัว C, รูประฆัง, รูปกล่องสี่เหลี่ยม ข้อจำกัดในระบบนี้จะอยู่ที่การขนส่งและการติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนักของถนน และเครื่องจักรที่จะทำการยกติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก

2.4 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบและการเลือกรูปแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีข้อกำหนดในการออกแบบ[5] ดังนี้

2.4.1 น้ำหนักบรรทุก

ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับแรงกระทำชนิดต่างๆเท่าใด

---

[5] จิรวัฒน์ ดำริอนันต์, "การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536), หน้า 59-63.

2.4.1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่

2.4.1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2.4.1.3 แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งในรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ลมอาจจะทำให้เกิดการสั่น การแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้

2.4.1.4 แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) ปัจจุบันสถาปนิกและวิศวกรไทยส่วนมากยังไม่คำนึงถึงแรงจากแผ่นดินไหว แต่ในอนาคตอันใกล้จะมีกฎกระทรวงบังคับให้อาคารซึ่งก่อสร้างในจังหวัดซึ่งเคยมีประวัติได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ต้องออกแบบอาคารรับแรงจากแผ่นดินไหวด้วย ได้แก่จังหวัด กาญจนบุรี เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก น่าน แพร่ และลำปาง

2.4.1.5 แรงจากการสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเผื่อเหลือเพื่อรับแรงที่ไม่คาดคิดหรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง ตัวอย่างเช่น แก๊สระเบิด รถชนผนังอาคาร เครื่องบินชนอาคาร เป็นต้น

2.4.2 ขั้นตอนการก่อสร้าง

เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

2.4.2.1 พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area Available) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารมีถนนทางเข้าที่สะดวกกว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็จะสามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน (Mobile Crane หรือ Crawler Crane) ได้ แต่หากไม่มีที่ว่างเพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) ซึ่งจะยกชิ้นส่วนคอนกรีตที่หนักมากไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

2.4.2.2 รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารพักอาศัยที่มีกำแพงจำนวนมากและมีรูปร่างซ้ำๆกัน จะเหมาะสมกับการใช้โครงสร้างผนังรับแรงที่จะใช้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพราะสามารถผลิตซ้ำๆกันเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

2.4.2.3 โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Factory) กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้าง ก็จะให้ความสะดวกรวดเร็วในการก่อ

สร้าง ถ้าในสถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่เพียงพอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ดีขึ้นมาก ทำให้สามารถสร้างโรงงานเฉพาะกิจขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างได้ในเวลาอันรวดเร็ว

2.4.2.4 ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่ต่างๆกัน

2.4.2.5 พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรจะมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปพอสมควร และจะต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำและตรงเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

2.4.3 เครื่องจักรกลและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2.4.3.1 เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ในเวลาและสถานการณ์ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาเหล่านี้จะค่อยๆลดน้อยลง เนื่องจากการติดต่อคมนาคมสะดวกขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีเครื่องจักรกลก้างหน้าขึ้นมากทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.3.2 น้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักของคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล (ทั้งในโรงงานและในหน่วยงาน) ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

2.4.3.3 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของชิ้นส่วนคอนกรีต (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนหลวง จะถูกจำกัดความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร

2.4.3.4 ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนมีรูปร่างลักษณะต่างๆกันไป และยังมีผลกับความรวดเร็วในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย

2.4.3.5 พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงอย่างมากว่า ขณะประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง Access Area ไม่ได้หมายถึงเฉพาะที่ดินหรือถนนรอบอาคารเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

2.4.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญและมีผลกับต้นทุนของการก่อสร้าง และเมื่อต้องการเร่งงานก่อสร้างให้ทันเวลาก็ยิ่งจะมีผลต่อต้นทุนมากขึ้นด้วย

2.4.4.1 รอบระยะเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้งแต่ละส่วนของอาคาร จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มีความสามารถทำงานให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

2.4.4.2 ระยะเวลาก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการติดตั้งและการประกอบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รอบระยะเวลาทั้งสองส่วนสามารถที่จะดำเนินการไปพร้อมกันได้ จะเป็นสิ่งควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมด มีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.4.5 เสถียรภาพโครงสร้าง

การเลือกรูปแบบการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพและความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

2.4.5.1 ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Period) โครงสร้างที่ออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งและประกอบจุดรอยต่อ จะต้องทำให้โครงสร้างมีเสถียรภาพเพียงพอไม่ล้มลงหรือพังทลายโดยง่าย ทั้งนี้อาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วยค้ำไว้ชั่วคราวขณะก่อสร้าง

2.4.5.2 ในระยะยาว (Long-Term Condition) ในระยะยาวแล้วโครงสร้างจะต้องมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ความสั่นสะเทือนจากแรงต่างๆพอเพียงที่จะไม่พังทลายตลอดอายุของอาคารนั้น

2.4.5.3 การดัดแปลงภายหลัง (Later Modification) อาคารคอนกรีตที่ก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปย่อมที่จะมีขีดจำกัดทำให้การดัดแปลงอาคารในระยะหลัง (หลังจากการก่อสร้าง) ยุ่งยากหรือทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะจุดรอยต่อจะต้องมีกำลังสำรองไว้พอสมควร ที่จะไม่ทำให้โครงสร้างพังทลายเสียหายอย่างร้ายแรง หากมีการดัดแปลงโครงสร้างโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และหากเป็นไปได้ควรมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าหากต้องการดัดแปลงอาคารในภายหลังจะสามารถทำได้ในกรณีใดบ้างและทำอย่างไร

2.4.5.4 กลไกการพังทลายที่เป็นไปได้ (Possible Failure Mechanism) การออกแบบโครงสร้างควรคำนึงถึง กลไกการพังทลายจะเป็นอย่างไร หากชิ้นส่วนสำเร็จรูปชิ้นใดชิ้น

หนึ่งแตกหักหรือหายไป การออกแบบที่ดีจะต้องให้โครงสร้างมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพังทลายได้น้อยที่สุด หรือพังทลายแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้คน

2.4.5.5 การพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Failure) การออกแบบโครงสร้างชนิดนี้จะต้องป้องกันมิให้โครงสร้างเกิดการพังทลายอย่างต่อเนื่อง จะเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถังแก๊สระเบิด รถบรรทุกพุ่งชนชั้นล่างของอาคาร เป็นต้น

2.5 ขั้นตอนการออกแบบอาคารสำเร็จรูป

การออกแบบอาคารสำเร็จรูปนั้นแบ่งพิจารณาออกเป็น 4 ส่วน[6] คือ

1. พิจารณารูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร
2. พิจารณาการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
3. พิจารณาออกแบบจุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป
4. พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงาน

2.5.1 รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

ความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญมากในการออกแบบอาคารสำหรับการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ดังนั้นการออกแบบอาคารคอนกรีตสำเร็จรูปให้แข็งแรงปลอดภัย ลักษณะสำคัญขึ้นอยู่กับการออกแบบจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วน การทำจุดรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วนหลังจากการก่อสร้างเสร็จแล้ว มีคุณสมบัติแบบเดียวกับโครงสร้างที่ก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่ ให้มีอยู่ในการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป (จุดรอยต่อระบบสำเร็จรูปต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าจุดรอยต่อของระบบหล่อในที่) รูปแบบความมั่นคงแข็งแรงของอาคารที่นำมาใช้ในการออกแบบ มีดังนี้

2.5.1.1 โครงสร้างเสารับโมเมนต์ (Columns Fixed to the Foundation) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับเสาที่ยึดติดกับฐานราก คานที่ยึดติดกับเสาจะมีลักษณะเป็นจุดหมุน (hinge)

2.5.1.2 โครงสร้างเฟรมรับโมเมนต์ (Frames with Moment Connections) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของจุดต่อของเสาและคาน ซึ่งมีความสามารถรับโมเมนต์ด้วย ข้อเสีย มีความซับซ้อนในการผลิตและขนส่ง และการติดตั้งกระทำได้ยาก

---

[6] จาตุรนต์ วัฒนผาสุข, "รายงานการวิจัยเรื่องอาคารในประเทศ : ระบบการก่อสร้างโดยวิธี Prefabrication ในกทม," คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. หน้า 84-88.

2.5.1.3 โครงสร้างผนังและคอร์รับแรง (Shear Walls and Cores) ความมั่นคงแข็งแรงของระบบนี้จะมีคอร์หรือแผ่นผนังเป็นตัวที่ทำให้ระบบนี้มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งสามารถใช้กับอาคารสูงได้ระดับหนึ่ง จุดรอยต่อระหว่าง คาน-คาน เสา-เสา และ คาน-เสา การออกแบบจะเป็นจุดรอยต่อแบบหมุน (hinge)

หลักการออกแบบก่อสร้าง

- ส่วนคอร์จะดำเนินการหล่อในที่
- ส่วน คาน, เสา และพื้น หรือ พื้นและผนัง จะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.5.1.4 โครงสร้างผนังรับแรงรอบอาคาร (Load Bearing Facades and Façade Tube) ความมั่นคงแข็งแรงขึ้นอยู่กับการประสานกันเป็นกล่องของโครงสร้าง โดยให้แรงในแนวดิ่งเท่ากับหรือมากกว่าแรงในแนวนอน

2.5.1.5 โครงสร้างผนังรับแรง (Bearing Wall Structures) ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างขึ้นอยู่กับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยให้โครงสร้างรับน้ำหนักในแนวตั้งอย่างเดียว ไม่รับแรงดึงในแนวนอน

2.5.1.6 ไดอะแกรมพื้นและหลังคา (Floor and Roof Diagrams) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย โดยการใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบพื้นแพล็งค์ (Plank) ระบบพื้นฮอลโลว์ คอร์ (Hollow Core) การใช้โครงสร้างระบบนี้จะสามารถสร้างพื้นได้อย่างรวดเร็ว

2.5.1.7 โครงสร้างแบบเซลล์ (Cell Structures) เป็นการออกแบบโครงสร้างผนังและพื้นรวมกันเป็นห้องแล้วนำมาประกอบติดตั้ง โครงสร้างแบบเซลล์อาจจะทำงาน สถาปัตยกรรม ติดตั้งระบบไฟฟ้าและประปามาเรียบร้อยแล้ว ความมั่นคงแข็งแรงจะอยู่ในรูปของระบบ Sear Wall ลักษณะของ Cell Structures ที่ทำการผลิต ได้แก่ ระฆังแบบคว่ำ (Bell type) แบบตัวยู (U type) แบบตัวซี (C type)

2.5.2 การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ จะมีความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ออกแบบจะต้องมีการคำนวณและออกแบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต มาจากแรงยึดเหนี่ยวที่ผิวของชิ้นส่วนสำเร็จรูปและแบบหล่อในขณะถอดแบบ รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเองในขณะที่ยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากแบบหล่อ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อ เนื่องมาจากสาเหตุต่างๆดังนี้

- ในขณะขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวและตำแหน่งไม่ได้อยู่ในแนวที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างอาคาร เช่น เสาออกแบบเพื่อให้รับแรงในแนวดิ่งตามความยาวของเสา และแรงเฉือนที่เกิดจากลมเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ระหว่างการขนส่งและติดตั้ง เสาดังกล่าวจะทำหน้าที่รับน้ำหนักและความเค้น(Stress) ที่เกิดขึ้นเหมือนคาน
- ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต้องการค้ำยันจากชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น เมื่อประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างเสร็จแล้ว แต่ในขณะขนส่งและติดตั้งอาจจะไม่มี
- ในระหว่างการติดตั้ง และการประกอบจุดรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป อาจจะยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่เต็มระบบโครงสร้าง ดังนั้น ในระหว่างการขนส่งและการติดตั้ง จะต้องทำการค้ำยันให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

2.5.3 การออกแบบจุดรอยต่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปมีความสำคัญต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร จุดรอยต่อของชิ้นส่วนสำเร็จรูป แบ่งได้เป็น 3 ประเภท

2.5.3.1 จุดรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเกร๊าท์ จุดรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆได้ในทันที ต้องรอจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด จุดรอยต่อแบบนี้ ได้แก่ จุดรอยต่อแบบการใช้เหล็กโดเวล-เกร๊าท์, แบบ Dry Packed

2.5.3.2 จุดรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของวัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆได้ทันที จุดรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จุดรอยต่อแบบนี้ หลังจากทำงานเสร็จแล้ว จะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ตาร์ อีพอกซี่ วัสดุกันซึม วัสดุกันสนิม อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2.5.3.3 จุดรอยต่อแบบภายหลัง (Post – Tensioned) เป็นลักษณะของจุดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทนดอน (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทนดอนไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

2.5.4 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน

เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

2.5.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป(Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ เช่น แบบหล่อบวมหรือยุบ (Swelling and Drying of Formwork) อาจเกิดจากการประกอบแบบหล่อคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น Shrinkage Creep และอุณหภูมิ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

2.5.4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะร ะหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerances) อาจจะเป็นค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระยะที่กำหนดไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่นมาตรฐานของ PCI

2.5.4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances)ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

2.6 การวางแผนการบริหารการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป

เมื่อทราบถึงรูปแบบ หลักเกณฑ์ และขั้นตอนการออกแบบอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูปแล้ว การวางแผนงานการก่อสร้างก็เป็นสิ่งสำคัญ ที่จะช่วยให้การก่อสร้างประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ อาจกล่าวถึงการวางแผนงานได้ดังต่อไปนี้

[7]ก่อนที่จะดำเนินการก่อสร้างนั้น การวางแผนถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าแผนงานวางไว้ไม่ละเอียดรอบคอบและรัดกุมเพียงพอแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหานานาประการตามมาได้ การวางแผนงานจึงเป็นการขจัดปัญหาต่างๆไว้ตั้งแต่ต้น และถ้างานก่อสร้างสามารถดำเนินไปตามแผนที่วางไว้แล้ว ก็จะยิ่งเป็นคุณประโยชน์ต่อผู้ดำเนินงานมากขึ้นอีกด้วย จึงควรได้มีการรวบรวมข้อมูลต่างๆไว้ให้พร้อมและให้มากที่สุด เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาและตัดสินใจเพื่อที่จะกำหนดเป็นแผนงานขึ้น

[8]การวางแผนเป็นกระบวนการของการใช้ความคิดและการตัดสินใจ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ที่จะทำ แล้วหาขั้นตอนการปฏิบัติ และวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรทางการ

---

[7] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม สำหรับที่พักอาศัยของผู้มีรายได้ปานกลาง เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล." (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535),หน้า

[8] อัศวิน พิชญโยธิน,"การวางแผน" เอกสารประกอบการสอน วิชาบริหารงานก่อสร้าง. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

บริหาร อันประกอบด้วย คน เงิน วัสดุ และการจัดการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้หลายๆวิธี แล้วตัดสินใจเลือกขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด

ดังนั้นในการก่อสร้าง ซึ่งมีสภาพการทำงานที่ประกอบด้วยงานหลายอย่าง มีการใช้วัสดุ แรงงาน เครื่องจักร และทรัพยากรหลายประเภท เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการใช้ทรัพยากร จึงต้องมีการวางแผนงานการก่อสร้างที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะใช้วิธีการวางแผนแบบตารางเวลา (Barchart) วิธีหาแนววิกฤติ (Critical Path Method หรือ CPM) วิธีการตรวจสอบและประเมินผลงาน (Program Evaluation and Review Technique หรือ PERT) วิธีเส้นสมดุลยภาพ (Line of Balance) วิธีแผนผังลำดับก่อนหลังของงาน (Precedence Diagrams) เป็นต้น

2.7 การวางแผนงานรวม (Master Schedule)[9]

เป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่จะต้องจัดทำก่อนเริ่มงานที่ตามมาทั้งหมด เอกสารดังกล่าวถือเป็นข้อมูลที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับโครงการต้องรับทราบและยึดถือเป็นแผนงานหลัก การจัดทำ Master Schedule ต้องทราบข้อกำหนดและรายละเอียดของโครงการรวมทั้งนโยบายที่แน่ชัดจากเจ้าของโครงการ การแจกจ่ายเอกสารสำคัญนี้ต้องเป็นลายลักษณ์อักษรและที่ดีที่สุดต้องให้ทุกฝ่ายเซ็นรับทราบว่าได้ตรวจสอบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวเองแล้ว สามารถปฏิบัติได้

สิ่งที่ถือเป็นข้อมูลสำคัญใน Master Schedule

- ระบุงานที่จะต้องทำ (Activity) ให้ครอบคลุมแผนทั้งหมด
- กำหนดวันเริ่มและวันแล้วเสร็จในแต่ละ Activity
- งานที่เป็น Critical Path และมีผลกระทบกับงานอื่น
- ระบุผู้รับผิดชอบในแต่ละ Activity
- เวลาที่กำหนดต้องสอดคล้องกับความเป็นจริง

---

[9] ภิรมย์ แจ่มใส, "การวางแผนงานรวม" เอกสารประกอบการสอน วิชา ระบบการบริหารและควบคุมการก่อสร้าง. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2544. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

2.8 พัฒนาการของบริษัทที่ใช้ระบบสำเร็จรูปในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย[10]

ปี พ.ศ. 2505 บริษัท ซีคอน จำกัด (SEACON) ได้ก่อสร้างอาคารพาณิชย์ บริเวณเขตหาผลประโยชน์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งที่บริเวณถนนบรรทัดทองและบริเวณสยามสแควร์ โดยได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเอง เรียกว่าระบบ SEACON โดยมีลักษณะที่โรงงานจะผลิตเสาและคานสำเร็จจากโรงงานเรียกว่า Built Up Steel Frame นำมาประกอบที่หน่วยงานแล้วเทคอนกรีตหุ้ม พร้อมทั้งติดตั้งผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปที่หล่อสำเร็จจากโรงงานเช่นกัน ในปี พ.ศ. 2509 โดยความร่วมมือของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา บริษัทซีคอนจำกัด ได้จัดสร้างหมู่บ้านมิตรภาพขึ้นในบริเวณซอยอ่อนนุช ถนนสุขุมวิท 77 ซึ่งเป็นบ้านเดี่ยวระบบกึ่งสำเร็จรูปโครงการแรก

ในระยะเวลาต่อมาไม่นาน บริษัท สตาร์บล็อค จำกัด ได้พัฒนาเทคโนโลยีของประเทศนอร์เวย์ในการใช้ระบบโครงถัก (Truss) มาประกอบเป็นโครงหลังคาถัก (Roof Truss) และตงโครงถัก (Joist Truss) โดยใช้วัสดุเป็นไม้ยางอัดน้ำยากับแผงตะปูเหล็กชุบสังกะสี (Gang nails) ส่วนระบบโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน ผนังก่ออิฐ ยังคงเป็นระบบดั้งเดิม ทั้งนี้เพราะเหตุผลทางการตลาดที่ต้องการให้ลูกค้าสามารถปรับเปลี่ยนแบบบ้านได้ตามต้องการ

ในช่วงปี พ.ศ. 2531-2533 อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มสูงมาก GDP (ประมาณ 13.3% - 11.6%) ทำให้เกิดการก่อสร้างที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก กล่าวคือ ในปี 2533 เท่ากับ 102,000 หน่วย พ.ศ. 2534 เท่ากับ 129,000 หน่วย และต่อเนื่องจนถึงสูงสุดในปี พ.ศ. 2537 เท่ากับ 171,000 หน่วย ในช่วง 4-5ปีนี้ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมเริ่มมีบทบาทมากขึ้น ดังจะสังเกตได้จากบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ใช้ระบบสำเร็จรูปเกิดขึ้นมากมาย เช่น บริษัท สยามธานีพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด ได้พัฒนาระบบคอนกรีตอัดแรงของบริษัท ไท-เซพี จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ได้ทำการก่อสร้างอาคารชุด 6 ชั้น แต่ละชั้นมี 4 ยูนิต มีพื้นที่ประมาณ 60 ตารางเมตรต่อยูนิต ภายใต้ชื่อโครงการบ้านสวนธน ด้วยกลยุทธทางการตลาดและการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ทำให้ประชาชนทั่วไปเริ่มรู้จักและยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างมากขึ้น

---

[10] ไตรรัตน์ จารุทัศน์, "ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย"_ เอกสารในการสัมนาเรื่อง : ระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมกับการพัฒนาที่อยู่อาศัย เสนอที่งานจุฬาวิชาการครั้งที่13 ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 8 ธันวาคม 2545. หน้า 61-62(เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

บริษัท โนเบิล ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด ได้พัฒนาระบบ โนเบิลสตีลเทค ขึ้นโดยนำมาใช้กับโครงการบ้านเดี่ยวของบริษัทด้วยรูปแบบที่เน้นความทันสมัย วัสดุที่ใช้จะใช้วัสดุเบาในการประกอบ เช่นโครงเหล็กแผ่นอลูมิเนียม แผ่นยิปซัมบอร์ด เป็นต้น ทำให้ระบบนี้มีความยืดหยุ่นสูงในการปรับเปลี่ยนแบบ ลูกค้าสามารถร่วมกับสถาปนิกของบริษัทออกแบบบ้านของตนเองได้ โดยสามารถดัดแปลงเป็นแบบบ้านได้กว่า 900,000 แบบ

โครงการเมืองทองธานี ได้เปิดตัวโครงการที่อยู่อาศัยจำนวนมากในช่วงปี พ.ศ. 2533 โครงการ ประกอบไปด้วย อาคารชุดอุตสาหกรรม อาคารชุดพักอาศัย และบ้านเดี่ยว ซึ่งทั้งหมดได้ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระบบคอนกรีตอัดแรง หล่อเป็นชิ้นส่วนของ เสา คาน ผนัง พื้น มาประกอบเป็นอาคาร โดยร่วมทุนกับบริษัท BOUGES ของประเทศฝรั่งเศส

บริษัท ไรมอนแลนด์ จำกัด ได้พัฒนาระบบไพวานซึ่งเป็นระบบผนังรับน้ำหนักจากประเทศออสเตรเลีย โดยใช้แบบหล่ออลูมิเนียมประกอบกันแล้วเทคอนกรีตอัดแรงแผ่นผนังกับพื้นที่โครงการ แล้วยกประกอบเป็นผนังรับน้ำหนักของอาคาร (Tuilt up Precasted) รูปแบบการก่อสร้างมีทั้งบ้านเดี่ยว ทาวน์เฮ้าส์ อาคารชุด

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายบริษัทที่ได้พัฒนาระบบกึ่งสำเร็จรูปของตนเองขึ้นมา เพื่อรองรับงานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น เช่น บริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด(มหาชน), บริษัท ควอลิตี้เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน), บริษัทกฤษดามหานคร จำกัด (มหาชน), บริษัท พฤกษาเรียลเอสเตท จำกัด, บริษัท เอเชียน พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด, บริษัท แลนดี้โฮม จำกัด เป็นต้น

2.9 พัฒนาการของบริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยในประเทศไทยนั้น จะครอบคลุมตั้งแต่ เสา คาน พื้น ผนัง เป็นหลัก ส่วนของเสา คาน และพื้นมักใช้ คอนกรีตอัดแรงในการผลิต ส่วนผนังมีวัสดุทั้งที่เป็นชิ้นเล็กและชิ้นใหญ่ เช่นก้อนคอนกรีตบล็อคมวลเบาของQ-CON และ Supper Block ซึ่งนอกจากจะเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ช่วยลดเวลาในการก่อสร้างแล้ว ยังมีคุณสมบัติ ประหยัดพลังงาน เป็นฉนวนกันความร้อนจากภายนอกอีกด้วย บริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้ เช่น บริษัท พรีแฟ็บ เทคโนโลยี จำกัด บริษัท ซีแพค จำกัด, บริษัท S.P.A. จำกัด, บริษัท ซูศิลป จำกัด, บริษัท PRO BUILDER จำกัด เป็นต้น

2.10 รูปแบบของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทำการศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โครงการซลลดา รัตนาธิเบศร์ ที่ผู้วิจัยเลือกเป็นกรณีศึกษา เป็นโครงการที่มีการนำเอาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาร่วมใช้ในการก่อสร้างโครงการที่อยู่อาศัย ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในโครงการนี้ เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปประเภทเสา – คาน รับน้ำหนัก

[11]บริษัท คงทน จำกัด โดย คุณ เสถียร ติยานนท์ กรรมการผู้จัดการ ได้คิดค้นระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป ชื่อว่า "ระบบคงทน" โดยเริ่มพัฒนาโครงการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบนี้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ผลิตภัณฑ์วัสดุที่บริษัทคิดค้นและผลิตขึ้นมานั้น เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย ได้แก่ คานคอดิน, คานชั้นสอง, เสาชั้นล่าง, เสาชั้นสอง, พื้นห้องน้ำ, พื้นระเบียง ซึ่งมีการพัฒนาการผลิตชิ้นงานสำเร็จรูปออกมาให้มีการประกอบติดตั้งได้สะดวกขึ้น และสามารถช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างจากเดิมได้ถึง 50 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบดั้งเดิม (Conventional)

ระบบก่อสร้างแบบดั้งเดิม(Conventional)จะใช้เวลาในการตอกเสาเข็มเสร็จจากฐานรากถึงเสาชั้นสองประมาณ 72 วันต่อการสร้างบ้าน 10 หลัง ซึ่งถ้าใช้ระบบคงทน จะใช้เวลาสร้างเพียง 22 วันต่อการสร้างบ้าน 10 หลัง

จุดเด่นของระบบคงทนอยู่ที่การออกแบบรอยต่อ(JOINT) ให้มีความสามารถสูงในการรับแรงดึงและแรงเฉือน จุดรอยต่อระหว่างเสาและคานมีบ่ารองรับยึดติดกันของเพลทเหล็กแล้วทำการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ระยะห่างของจุดต่อประมาณ 3 มิลลิเมตร บางจุดสามารถรับแรงได้มากถึง 6 ตัน จากการทดสอบจากสถาบัน AIT

ลูกค้าโครงการแรกที่มีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบคงทนในการก่อสร้างโครงการที่พักอาศัย คือ กลุ่มบริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ โครงการที่นำระบบคงทนนี้ไปใช้ คือ โครงการชัยพฤกษ์ สุวินทวงศ์ ซึ่งได้ดำเนินการก่อสร้างเสร็จและปิดการขายไปแล้ว ส่วนโครงการที่กำลังก่อสร้างในขณะนี้ และนำระบบคงทนไปใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ โครงการ ซลลดา รัตนาธิเบศร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเป็นกรณีศึกษาสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

---

[11] เสถียร ติยานนท์,"อสังหาริมทรัพย์," ประชาชาติธุรกิจ (วันพฤหัสบดีที่ 5 - วันอาทิตย์ที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2545): 39,40.