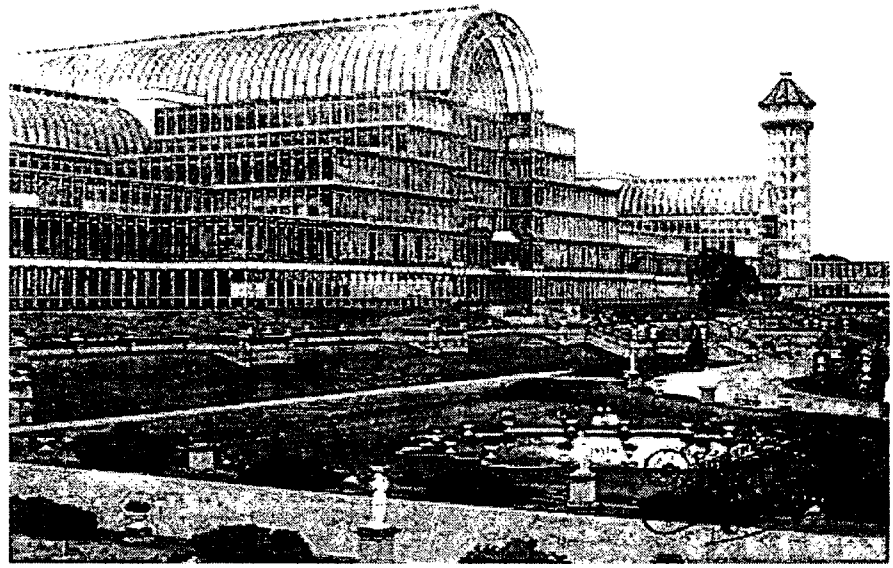
บทที่ 2
ทฤษฎี แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบัน ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค การดำเนินการวิจัยหาตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป อย่างไรก็ตามมีทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่สอดคล้องกับการค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งประกอบด้วย พัฒนาการระบบคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศตะวันตก พัฒนาการระบบคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทย ลักษณะของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แนวคิดการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่ได้กล่าวถึงนี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้าหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.1 พัฒนาการระบบคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศตะวันตก

การพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เริ่มขึ้นเมื่อมีการปฏิวัติอุตสาหกรรม (Waroonkun *et al*, 2008) การเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตจากเดิมที่เคยใช้แรงงาน คน สัตว์ และพลังงานธรรมชาติ หรือเครื่องมือง่ายๆ ในสังคมเกษตรกรรมมาเป็นการใช้เครื่องจักรกลผลิตสินค้าในระบบโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณมาก โดยเกิดขึ้นที่ประเทศอังกฤษก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 18 (ประมาณ ค.ศ.1760) และแพร่ขยายไปยังชาติตะวันตกอื่นๆ เป็นเหตุการณ์สำคัญที่มีผลกระทบต่อประชากรโลกอย่างมาก ทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง สังคมและวัฒนธรรม

ค.ศ.1851 มีการก่อสร้าง The Crystal Palace (Colquhoun, 2006, ภาพที่ 2.1) จากแนวคิดการก่อสร้างของเซอร์โจเซฟ แพคตัน (Sir Joseph Paxton) ได้ออกแบบ สำหรับเป็นอาคารนิทรรศการโลกที่กรุงลอนดอนนับเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่มีความโดดเด่นที่สุดในยุโรป โครงสร้างอาคารเป็นเหล็กหล่อ ประกอบขึ้นเป็นโครง แล้วจึงใช้เครนยกขึ้นติดตั้งในจุดที่กำหนด นับเป็นจุดเริ่มต้นของแนวคิดระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปภายหลัง



ภาพที่ 2.1 The Crystal Palace, London.

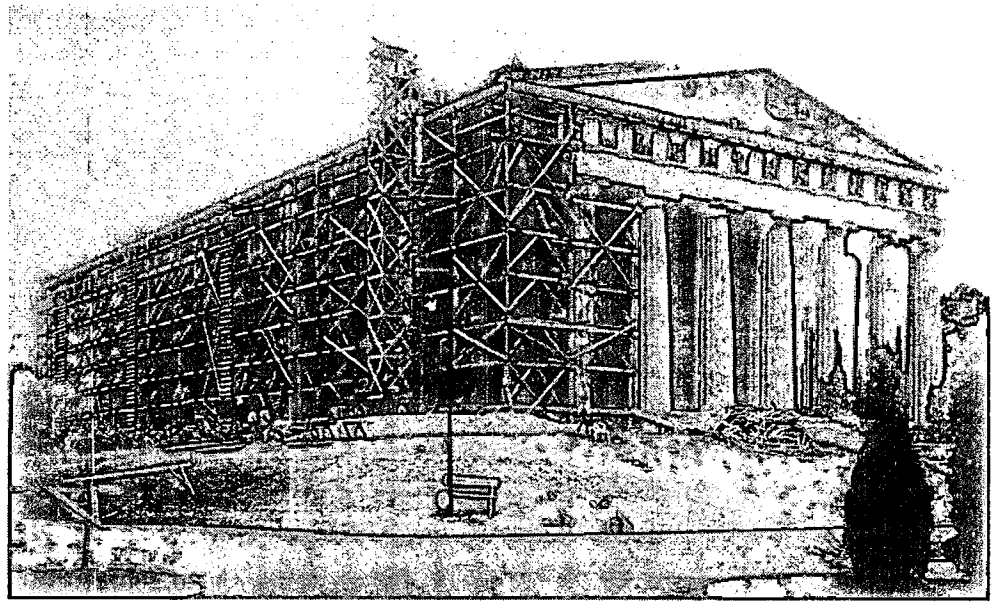
ที่มา: Colquhoun (2006)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการบริหารและการจัดการทางอุตสาหกรรม การปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้เกิดการบริหารงานในระบบโรงงานที่มีประสิทธิภาพประกอบกับการขยายตัวของสังคมเมือง เกิดเมืองใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการอพยพของผู้คนในชนบทเข้ามาทำงานในเมือง ทำให้เกิดปัญหาสังคมตามมา โดยเฉพาะปัญหาชุมชนแออัด และเกิดอาชีพใหม่ๆ อย่างหลากหลาย ในขณะที่ชนชั้นกลางหรือพ่อค้านายทุนเข้ามามีบทบาทในสังคมมากขึ้น และการเพิ่มของจำนวนประชากร โดยเฉพาะประเทศอังกฤษและเยอรมนีมีอัตราการเพิ่มของประชากรสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจจากเกษตรกรรมมาเป็นอุตสาหกรรม เกิดการขยายตัวของชุมชนเมือง และความเจริญก้าวหน้าด้านการแพทย์และสาธารณสุข

หลังจากสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ส่งผลให้บ้านเรือนประชาชนในเขตเมืองใหญ่ถูกทำลายไปเป็นอันมาก เกิดความต้องการที่พักอาศัยอย่างมาก ประกอบกับการประสบปัญหาเกี่ยวกับแรงงานที่ขาดแคลน และค่าแรงสูง จึงมีความสนใจวิธีการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการปริมาณที่พักอาศัยจำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว

ในสหรัฐอเมริกา การพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเริ่มจากการพัฒนาการใช้ระบบพื้นสำเร็จรูปใน ค.ศ.1911 ประกอบกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาส่งเสริมให้ประชาชนได้มีที่อยู่อาศัย จึงส่งผลให้ภาคเอกชนทำการวิจัยค้นคว้าหารูปแบบการก่อสร้างที่สามารถตอบสนองนโยบายได้และ

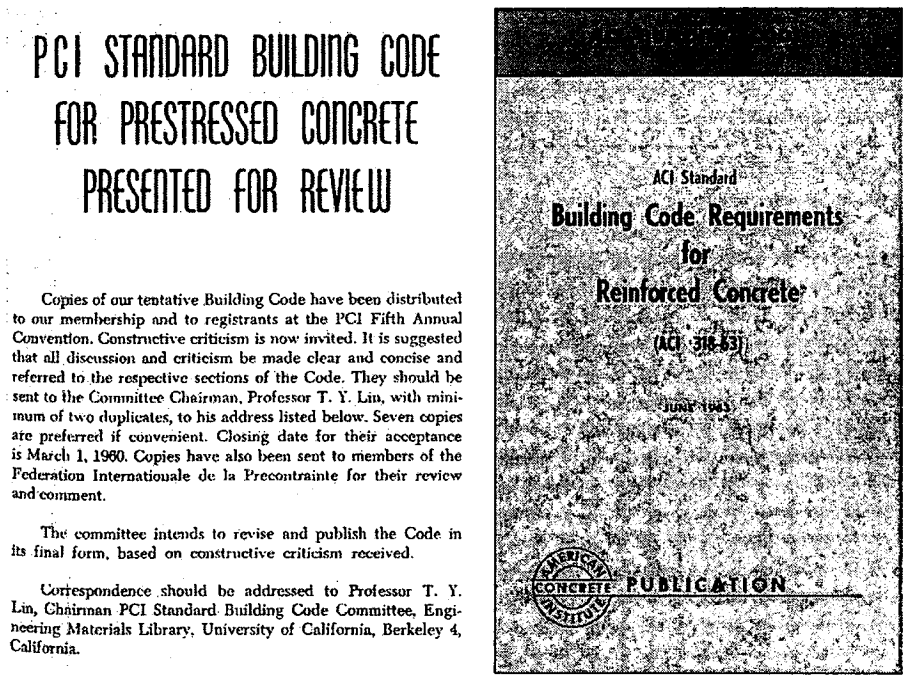
ใน ค.ศ.1920 ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ถูกนำมาใช้เป็นผนังและเสาอาคาร The Parthenon in Nashville, Tennessee (Creighton, 1990, ภาพที่ 2.2) ออกแบบโดย Louis Bourgeois สถาปนิกชาวแคนาดา อย่างไรก็ตามรูปแบบของพื้นสำเร็จรูปก็ถูกพัฒนา ขึ้นเป็นพื้นสำเร็จรูปหน้าตัดตัวยู (U–Channel Section) ค.ศ. 1946 พัฒนาขึ้นเป็นระบบพื้นครีบแผ่นบาง (Thin Shell Rib Slab) ค.ศ.1948 พัฒนาขึ้นเป็นระบบพื้นยกประกอบ (Lift Slab) ค.ศ.1951 พัฒนาขึ้นเป็นระบบแผ่นพื้นกลวง (Hollow Precast Concrete Slab) ค.ศ.1953 พัฒนาขึ้นเป็นระบบ Pretension Precast U–channel Section Roof Slab (จาตุรนต์ วัฒนผาสุก, 2530) ซึ่งเป็นพัฒนาการส่วนใหญ่ของการก่อสร้างสะพาน



ภาพที่ 2.2 The Parthenon in Nashville, TN

ที่มา : Creighton, (1990)

จนกระทั่ง ค.ศ.1959 ได้มีการวางมาตรฐาน PCI Standard Building Code for Prestressed Concrete 1959, ACI code 1963 เพื่อควบคุมมาตรฐานระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการก่อสร้างอาคาร (Thomas, 2003, ภาพที่ 2.3) และ ค.ศ.1961 มีการก่อสร้างอาคารสำนักงานตำรวจของรัฐฟิลาเดลเฟีย (Philadelphia Police Administration Building) (Brookes and Meijs, 2008, ภาพที่ 2.4) ซึ่งเป็นอาคารของทางราชการหลังแรก ที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรม และโครงสร้างรูปทรงกระบอก ประกอบด้วย แผ่นพื้น คาน และผนังรับน้ำหนัก



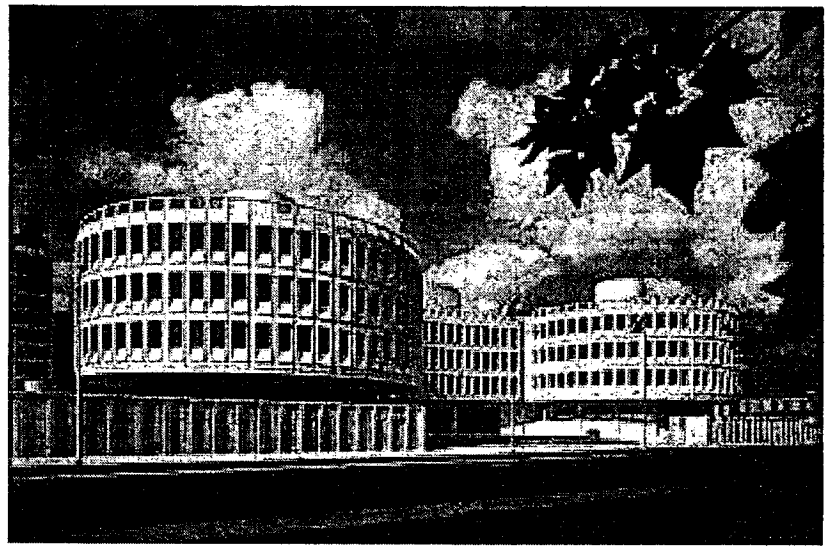
PCI STANDARD BUILDING CODE
FOR PRESTRESSED CONCRETE
PRESENTED FOR REVIEW

Copies of our tentative Building Code have been distributed to our membership and to registrants at the PCI Fifth Annual Convention. Constructive criticism is now invited. It is suggested that all discussion and criticism be made clear and concise and referred to the respective sections of the Code. They should be sent to the Committee Chairman, Professor T. Y. Lin, with minimum of two duplicates, to his address listed below. Seven copies are preferred if convenient. Closing date for their acceptance is March 1, 1960. Copies have also been sent to members of the Federation Internationale de la Precontrainte for their review and comment.

The committee intends to revise and publish the Code in its final form, based on constructive criticism received.

Correspondence should be addressed to Professor T. Y. Lin, Chairman PCI Standard Building Code Committee, Engineering Materials Library, University of California, Berkeley 4, California.

ภาพที่ 2.3 มาตรฐาน PCI Standard Building Code for Prestressed Concrete 1959, ACI Building code 1963; ที่มา : Thomas (2003)

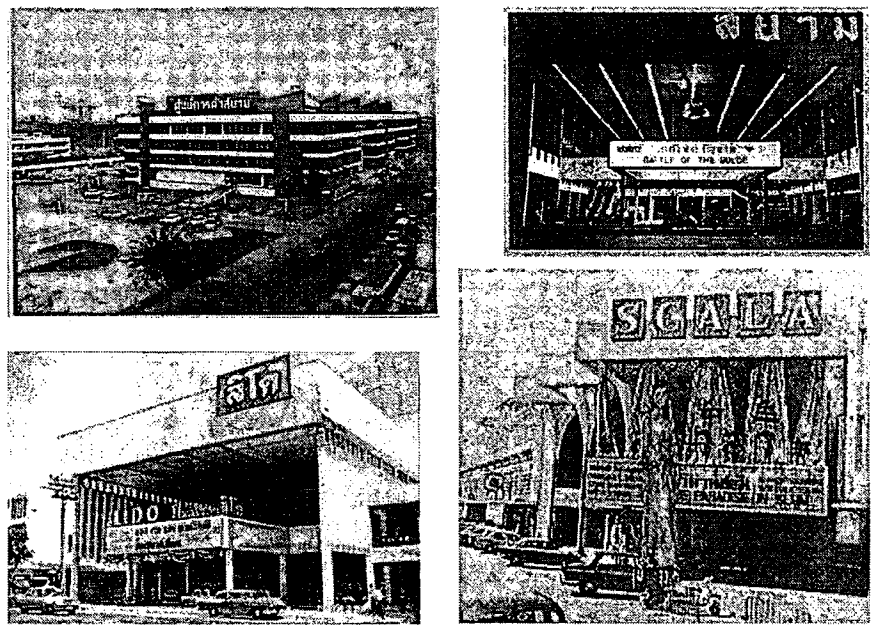


ภาพที่ 2.4 Philadelphia Police Administration Building

ที่มา : Brookes and Meijs (2008)

2.2 พัฒนาการระบบคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทย

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 พ.ศ.2504 – 2509 มีเป้าหมายเพื่อการยกมาตรฐานการครองชีพของประชาชนให้มีระดับสูงขึ้นกว่าเดิม และใช้ทรัพยากรของประเทศให้เป็นประโยชน์มากที่สุดเพื่อขยายการผลิตและเพิ่มพูนรายได้ประชาชาติให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจเป็นสำคัญและส่งเสริมการลงทุนในสิ่งก่อสร้างขั้นพื้นฐานเพื่อให้เกิดการลงทุนในภาคเอกชน พ.ศ.2504 บริษัท ซีคอน จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทรับเหมา ได้เริ่มนำเอาระบบก่อสร้างกึ่งสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้ ซึ่งส่งผลให้เกิดการวิจัยเริ่มต้นเพื่อหาแนวทางการเพิ่มผลผลิต และเริ่มนำไปสู่ระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมพบว่า พ.ศ.2509 บริษัท ซี–คอน จำกัด ได้ร่วมมือกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาก่อสร้างบ้านจัดสรร หมู่บ้านมิตรภาพ เป็นบ้านเดี่ยวระบบกึ่งสำเร็จรูป พ.ศ.2513 ก่อสร้างตึกแถวในตลาดมหานาค ศูนย์การค้าสยาม ก่อสร้างแล้วเสร็จจนสามารถเปิดให้บริการ พ.ศ.2516 โรงแรมสยามอินเตอร์คอนติเนนตอล โรงภาพยนตร์ 3 แห่ง ประกอบด้วย โรงภาพยนตร์สยาม ลิโด และสกาล่า (ภาพที่ 2.5) และได้เริ่มเข้าสู่ธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภทบ้านจัดสรรจนเริ่มได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายช่วง พ.ศ.2510 – 2516 (จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, 2543) ทั้งนี้เทคโนโลยีคอนกรีตได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งคอนกรีตอัดแรงและชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.5 แสดงอาคารในประเทศไทยที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
ที่มา: จรัญพัฒน์ ภูวนันท์ (2543)

หลังจากได้รับความสำเร็จจากการก่อสร้างหมู่บ้านมิตรภาพแล้ว บริษัท ซี-คอน จำกัดได้นำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ก่อสร้างแฟลตดินแดง ของการเคหะแห่งชาติ พ.ศ.2535 ได้เริ่มมีผู้ประกอบการรายอื่นนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ นอกจากนี้ พ.ศ.2541 มีการก่อสร้างหมู่บ้านนักกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ตั้งอยู่บนพื้นที่ 116 ไร่ ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต โดย บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวลล๊อปเมนต์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งประกอบไปด้วยอาคารห้องพักทั้งสิ้น 23 อาคาร สูง 8 ชั้น 12 ชั้น และ 14 ชั้น มีจำนวนห้องพักนักกีฬา 4,900 ยูนิต สามารถรองรับนักกีฬาทั้งหมด 9,800 คน ในการก่อสร้างมีข้อจำกัดทางด้านเวลา โดยมีระยะเวลาประมาณ 24 เดือน เท่านั้น การก่อสร้างโดยระบบธรรมดาคงเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยากที่จะสร้างให้เสร็จทันเวลา จึงจำเป็นต้องนำเอาเทคโนโลยีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสมัยใหม่มาใช้ โดยระบบการก่อสร้างอาคารจะยังคงใช้ระบบคอนกรีตหล่อในที่ผสมกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป กล่าวคือในส่วนของฐานรากและคานคอดินจะเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับส่วนอาคารทั้งหมดจะเป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งพื้นผนัง บันได ราวบันได ราวระเบียง โดยการประกอบยึด และเชื่อมชิ้นส่วนต่างๆ (สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย 2547)

ปัจจุบันนี้ บริษัทพฤกษาเรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นผู้นำธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปมาใช้ในโครงการต่างๆ ของบริษัททั้งหมด ประกอบด้วย โครงการพัฒนาหมู่บ้านจัดสรร โครงการพัฒนาคอนโดมิเนียม ทั้งนี้การนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้เพื่อรองรับความต้องการซื้อที่อยู่ของลูกค้าที่สูงขึ้น ตลอดจนพัฒนาประสิทธิภาพการก่อสร้างโครงการต่างๆ ของบริษัท ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

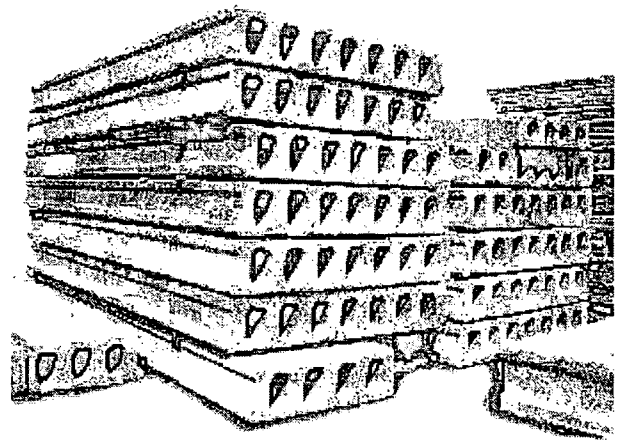
2.3 ลักษณะของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จาตุรนต์ วัฒนผาสุก (2530) กล่าวว่า ลักษณะชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. ระบบโครงหลายชิ้น (Composite Element System) หมายถึง การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปหลายประเภทมาประกอบร่วมกัน เช่น การใช้แผ่นพื้นคอนกรีตร่วมกับคานคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งมีหน้าที่คล้ายแบบหล่อคอนกรีตทับหน้า ซึ่งเรียกระบบนี้โดยทั่วไปว่า Prefabrication System และโดยส่วนใหญ่ใช้กับพื้นอาคาร เนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักคงที่ (Dead load) ระบบโครงหลายชิ้นมีใช้แพร่หลาย ได้แก่ ระบบคานตัวที ระบบคานคอนกรีตอัดแรง

2. ระบบโครงชิ้นเดียว (Single Element System) หมายถึง ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ถูกผลิตจากโรงงานผลิตในรูปแบบพื้น ผนังหน่วยเดียว ชิ้นเดียว และมีขนาดใหญ่ สามารถรับน้ำหนัก

คงที่ (Dead Load) ได้ เนื่องจากถูกออกแบบให้รับน้ำหนักได้ตามที่ต้องการจากโรงงานแล้ว ระบบโครงชิ้นเดียวมีใช้แพร่หลาย ได้แก่ Single Tee Section, U–Channel Section, Double Tee Section, Solid Plank Section, Hollow Core Section และระบบผนังสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างระบบโครงชิ้นเดียว

ที่มา : http://www.ccp.co.th

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ถูกพัฒนาขึ้นจนเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย ซึ่งปัจจุบันพบว่าระบบชิ้นส่วนในต่างประเทศได้ถูกพัฒนาเพื่อนำไปสร้างงานทั้งสะพาน ทางยกระดับ โรงเรียน มหาวิทยาลัย สนามกีฬา ทางรถไฟ ท่าอากาศยาน และตึกสูง

สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547) ได้แบ่งการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบ่งตามปริมาณการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และแบ่งตามระบบการประกอบและติดตั้งโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบ่งตามปริมาณการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะของโครงสร้าง ดังนี้

1.1 ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตกึ่งสำเร็จรูป (Semi Precasted Concrete Construction) เป็นระบบที่ผู้ใช้เลือกใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางส่วนของอาคาร ด้วยแนวคิดการผลิตชิ้นส่วนเฉพาะที่มีจำนวนซ้ำกันมากๆ หรือผลิตในหน่วยงานก่อสร้างได้ยากนั้น นำมาผลิตในระบบโรงงานเพื่อลดต้นทุน และเวลาก่อสร้างเป็นหลัก ดังนั้นรูปแบบของอาคารจะมีผลอย่างมากที่จะทำให้ต้องเลือกว่าชิ้นส่วนใดควรถูกผลิตเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.2 ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precasted Concrete Construction) เป็นระบบที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมดจากโรงงาน เพื่อลดงานที่ต้องการควบคุมคุณภาพในสถานที่

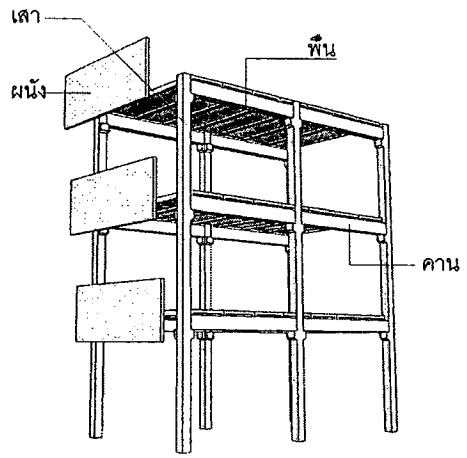
ก่อสร้างมาผลิตในโรงงานซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานได้ดีกว่าระบบชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป รวดเร็วกว่า ไม่ต้องรออายุคอนกรีตหน้างาน และนำมาประกอบในสถานที่ก่อสร้าง

2. แบ่งตามระบบการประกอบและติดตั้ง แบ่งได้เป็น 4 ระบบ ดังนี้

2.1 ระบบโครง (Skeleton Systems) หรือระบบเสาและคาน เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นระบบที่มีความคล่องตัวสูง ง่ายต่อการขนส่ง นำมาประกอบ ณ สถานที่ก่อสร้าง เช่น อาคารที่จอดรถ สะพาน สำนักงาน และโรงเรียน (สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย, 2547, ภาพที่ 2.7) หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคานนี้คือ การรับน้ำหนักจากพื้นถ่ายน้ำหนักลงสู่คาน และจากคานลงสู่เสา ซึ่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้แก่ พื้น ผนัง เสาและคาน ระบบโครงมักมีแนวคานสำเร็จรูปอยู่เพียงแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้าหาเสาทั้งสี่ด้านเหมือนระบบคอนกรีตหล่อในที่ เพราะจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการผลิต ลดปริมาณชิ้นส่วนและลดปริมาณจุดติดตั้งให้น้อยลงอันหมายถึงการลดความผิดพลาดที่เกิดจากการติดตั้งด้วย

ข้อดีของระบบโครง คือ ขนาดของชิ้นส่วนมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาทำให้ขนส่งได้ง่าย

ข้อเสียของระบบโครง คือ มีจำนวนรอยต่อมากกว่าระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่น และต้องมีการออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษเพื่อความต่อเนื่องและความแข็งแกร่ง นอกจากนี้ยังจะต้องสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็ว

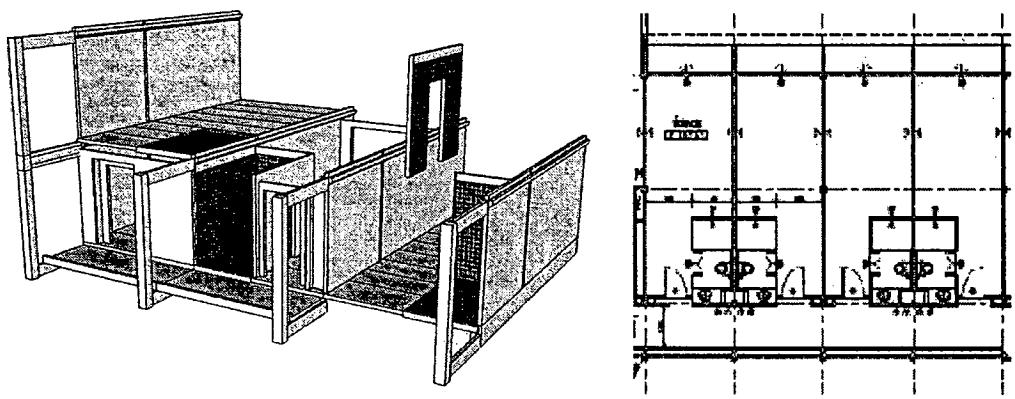


ภาพที่ 2.7 ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบโครง (Skeleton Systems)
ที่มา : ปรับปรุงจาก สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547)

2.2 ระบบแผ่น (Panel Systems) เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบเต็มรูปแบบ แผ่นสำเร็จรูปนี้ประกอบด้วย แผ่นพื้น แผ่นผนัง และเสาคอนกรีตสำเร็จรูป (สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย, 2547, ภาพที่ 2.8) สามารถติดตั้งรวดเร็ว แผ่นจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง แต่ระบบแผ่นโดยไม่ต้องมีคาน ตามหลักแล้วแผ่นพื้นต้องถูกวางลงบนจุดติดตั้ง 4 จุด ต้องมีความหนาที่เพียงพอ และปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตมากเป็นพิเศษ หรือเป็นระบบคอนกรีตอัดแรง โดยแผ่นผนังจะทำหน้าที่รับน้ำหนักแทนคาน ทั้งนี้ระบบแผ่นไม่ค่อยจะได้รับความนิยม เนื่องจากผู้บริโภคไม่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องเทคนิคการผลิต และการก่อสร้างที่ใช้ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักเหมือนในยุโรปและอเมริกา ระบบแผ่นสำเร็จรูปนี้นิยมใช้ในอาคารประเภท ที่พักอาศัย สำนักงาน โรงงาน โรงแรม และอาคารอื่นๆ ที่มีองค์ประกอบการออกแบบและใช้งานเป็นโมดูล

ข้อดีของระบบแผ่น คือ ลดระยะเวลาการก่อสร้าง เนื่องจากไม่ต้องก่อสร้างคาน

ข้อเสียของระบบแผ่น คือ รอยต่อต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ และผู้มีความรู้ในเรื่องเทคนิคการผลิต และการติดตั้งยังมีน้อย



ภาพที่ 2.8 แสดงลายเส้นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบแผ่น

ที่มา : ปรับปรุงจาก สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547)

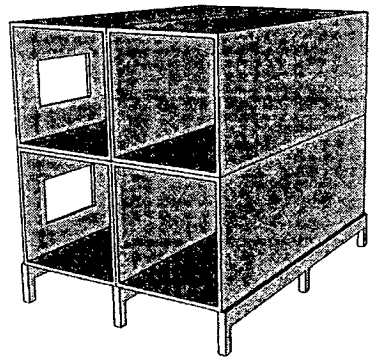
ภาพที่ 2.9 แสดงงานติดตั้งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบแผ่น
ที่มา : ปรับปรุงจาก สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547)

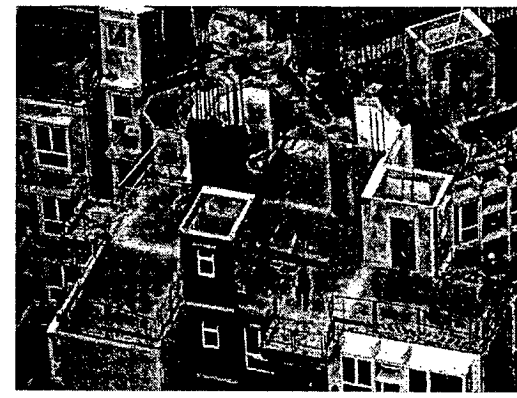
2.3 ระบบกล่อง (Box Systems) เป็นระบบที่พัฒนาจากประเทศรัสเซีย ชิ้นส่วนต่างๆ จะประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผลิต หลักการออกแบบจะใช้การออกแบบประสานพิกัดเป็นหลัก ในแต่ละชิ้นส่วนจะเป็นโครงสร้างที่มีเสถียรภาพในตัวเอง ขนาดเท่ากับ 1 ห้อง (สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย, 2547, ภาพที่ 2.10) ประกอบด้วยพื้น ผนังและหลังคา ทั้งนี้ขนาดจะต้องไม่ใหญ่เกินกว่าที่สามารถขนส่งได้ และไม่หนักเกินกว่าที่เครนขนาดใหญ่สามารถที่จะยกได้

ระบบกล่อง (Box system) ถือเป็นระบบอุตสาหกรรมขั้นสูงเพราะงานก่อสร้างทั้งหมดทำจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งพื้นผิว ท่อร้อยสายไฟ ระบบท่อสุขาภิบาลครบถ้วนจากโรงงานแล้วจึงมาประกอบติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีคอนกรีตมวลเบา (Lightweight Concrete) ซึ่งจะทำให้ขนาดของหน่วยสำเร็จรูปนี้ใหญ่ขึ้นได้ (สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย, 2547, ภาพที่ 2.11)

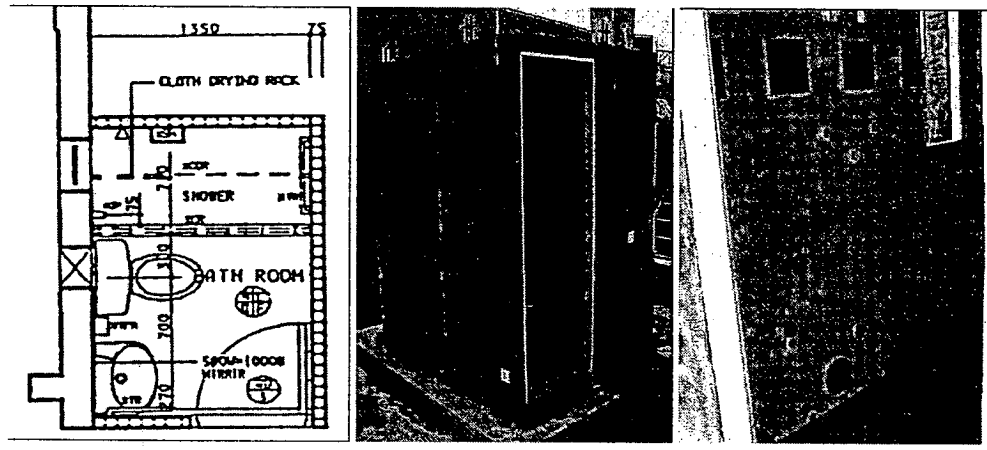
ข้อดีของระบบกล่อง คือเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และประหยัดเวลาการก่อสร้างมากกว่าระบบอื่นๆ

ข้อเสียของระบบกล่อง คือมีข้อจำกัดในการออกแบบมากกว่าระบบอื่น เช่นไม่สามารถเปิดช่องเปิดได้ จนบางครั้งต้องใช้ระบบเสาและคานประกอบด้วย





ภาพที่ 2.10 แสดงระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบกล่อง โครงการ ONE CENTRAL, MACAU 2006
ที่มา : ปรับปรุงจาก สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547)



ภาพที่ 2.11 แสดงห้องน้ำสำเร็จรูประบบกล่อง
ที่มา : ปรับปรุงจาก สามชัย รมทอง และ อานนท์ นันทฤชัย (2547)

2.4 ระบบผสม (Mixed System) เป็นการนำเอาข้อดีและข้อเสียของแต่ละระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มาประยุกต์ใช้ผสมกับการก่อสร้างระบบคอนกรีตหล่อในที่แบบดั้งเดิม ซึ่งผู้ออกแบบอาจออกแบบโครงสร้างหลักบางส่วนโดยใช้ระบบคอนกรีตหล่อในที่ แต่ส่วนที่เหลืออาจใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับความต้องการทางสถาปัตยกรรม

ปัจจุบัน พบว่าภาวะเศรษฐกิจที่ส่งผลกระทบต่อค่าแรงและวัสดุมีราคาเพิ่มสูงขึ้น การก่อสร้างต้องรีบเร่ง เพื่อให้เหมาะสมกับการลงทุน ดังนั้นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อทดแทนระบบคอนกรีตหล่อในที่

2.4 แนวคิดการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การยอมรับนวัตกรรม เป็นทฤษฎีที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการตัดสินใจของกลุ่มเป้าหมาย Roger (2003) ให้ความหมาย การยอมรับ ว่าเป็นกระบวนการทางจิตที่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังจากได้รับรู้ข้อมูลนวัตกรรม Wu (2004) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "A Readiness model for adopting Web service" ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาโมเดลการตัดสินใจยอมรับการให้บริการจากเว็ปไซต์ ซึ่งโมเดลได้ถูกแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนการพัฒนา ขั้นตอนการประดิษฐ และขั้นตอนการยอมรับ ซึ่งขั้นตอนการยอมรับได้ใช้ทฤษฎีการยอมรับของ Roger (2003) มาเป็นแนวคิดหลักในการพัฒนา Obra and Melendez (2006) ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "Organizational factors affecting internet technology adoption" งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาโมเดลการยอมรับเทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ต ซึ่งโมเดลนี้ได้ใช้หลักแนวคิดทฤษฎีการยอมรับของ Roger (2003) มาเป็นแนวคิดหลักในการแบ่งระดับการยอมรับ โดยโมเดลได้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย การเริ่มต้นสนใจ การนำไปใช้ การปรับตัวหรือเริ่มดัดแปลง การยอมรับการใช้ การใช้ประจำ การเพิ่มเติมส่วนจำเป็นในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม Roger (2003) ได้ถูกใช้เป็นต้นแบบของแนวคิดในการหาระดับการยอมรับ ซึ่งสามารถสรุประดับของการยอมรับได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 ขั้นเริ่มรับรู้ (Awareness) เป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการยอมรับ เมื่อบุคคลเริ่มรับรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมว่าได้เกิดขึ้นและมีอยู่จริง อาจรับรู้โดยบังเอิญ จากการอบรม สัมมนา นิตยสาร สื่อโฆษณา หรือจากการประชาสัมพันธ์โดยผู้ผลิตนวัตกรรม ซึ่งนับเป็นขั้นตอนแรกของการยอมรับและเป็นขั้นที่บุคคลเริ่มสัมผัส อันนำไปสู่การยอมรับหรือปฏิเสธ ทั้งนี้ กลุ่มผู้รับข่าวสารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมก่อสร้าง หรือผู้ก่อสร้าง หมายถึง ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ โดยเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่ เจ้าของโครงการ สถาปนิกและวิศวกร ซึ่งจะมีลักษณะการซื้อ และการใช้บริการเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและรายได้ส่วนใหญ่จะมาจากการขายในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์

ทั้งนี้การรับรู้นวัตกรรมแบ่งความรู้ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ความรู้ที่ทำให้เกิดการตื่นตัวกับนวัตกรรมนั้น ทำให้ทราบถึงหน้าที่ใช้สอยของนวัตกรรม ดังนั้น ในการนำเสนอข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเป็นที่ยอมรับของผู้ก่อสร้าง จำเป็นต้องนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ผู้ก่อสร้างได้ทราบถึงความสำคัญของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในด้านมาตรฐานและคุณภาพในการผลิตจากเครื่องจักรที่ทันสมัย มีความคงทนแข็งแรง การนำไปใช้ประโยชน์ การนำไปประยุกต์ใช้ และด้านผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยวิธีการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมต่อไป

2. ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการใช้นวัตกรรมนั้น เป็นข่าวสารที่จะช่วยให้ผู้รับรู้ใช้นวัตกรรมนั้นได้อย่างถูกต้อง เพื่อลดความซับซ้อนในการใช้งาน ดังนั้น ในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเป็นที่ยอมรับของผู้ก่อสร้างได้นั้น จำเป็นต้องนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ได้ทราบถึงหลักการทำงาน วิธีการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งในด้านการวางแผนและการออกแบบ เพื่อลดปัญหาในขั้นตอนการประกอบและติดตั้ง การรับประกันคุณภาพเพื่อประกันความพึงพอใจ การขนส่งที่สะดวกรวดเร็วและตรงเวลา โดยวิธีการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมต่อไป

2.4.2 ขั้นสนใจ (Interest) เมื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมก่อสร้าง หรือผู้ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว จะเริ่มให้ความสนใจ โดยแสดงออกด้วยการแสวงหาข้อมูล และข่าวสารเพิ่มขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณา พยายามค้นหารายละเอียด ติดต่อสอบถามเพิ่มเติมจากผู้ผลิต หรือผู้รู้ เพื่อเพิ่มความเข้าใจ (Understanding) (Obra and Melendez, 2006) ดังนั้นจึงต้องนำเสนอคุณลักษณะเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 4 ประการได้แก่

1. คุณประโยชน์เชิงเปรียบเทียบ หมายถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับระบบก่อสร้างแบบอื่น ได้แก่ 1) ประโยชน์หลัก (Core benefit) หมายถึงประโยชน์พื้นฐานที่ได้รับมีความสะดวกและปลอดภัยกว่าระบบก่อสร้างแบบหล่อในที่ 2) การขนส่งและบรรจุภัณฑ์ ที่ปลอดภัย รวดเร็ว ถูกต้อง สะดวก และรักษาสินค้าให้มีสภาพที่ดี ตลอดจนมีการพัฒนาการขนส่งและบรรจุภัณฑ์ให้มีความทันสมัย และ 3) มีตราสินค้า (Brand) ที่ผู้ก่อสร้างรู้จักดีและเป็นชื่อที่ติดปาก

2. ความเข้ากันได้ (Compatibility) หมายถึง ความสามารถในการเข้ามาทดแทนส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งระบบการก่อสร้างได้เป็นอย่างดีโดยไม่ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น หรือต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่เดิม

3. ไม่ยุ่งยาก ไม่สลับซับซ้อน หมายถึง เมื่อผู้ก่อสร้างได้ศึกษาถึงกรรมวิธีการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเห็นว่ามีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อนเกินความเข้าใจ ผู้ขายอาจจำเป็นต้องอธิบายถึงขั้นตอนต่างๆในกระบวนการผลิตและวิธีการใช้ที่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเพิ่มความเข้าใจด้วยการสัมมนา ฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์

4. สามารถทดลองได้ (Trialability) หมายถึง การเรียนรู้ ทดลองใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง จากการสาธิต บรรยายขั้นตอนกระบวนการก่อสร้าง เพื่อประกอบความเข้าใจและแสดงให้เห็นคุณสมบัติด้านต่างๆ ของระบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ทั้งนี้ ขั้นสนใจเป็นเพียงการจูงใจให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกมา และรูปแบบของทัศนคติต่อระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยเท่านั้น ยังไม่ได้เป็นตัวนำไปสู่การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับ ดังนั้น ในการนำเสนอข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะเป็นที่ยอมรับของผู้ก่อสร้างได้นั้น จำเป็นต้องนำเสนอข้อมูล ข่าวสารเพื่อเพิ่มความเข้าใจทั้งในด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การขนส่ง ตลอดจนการบริการที่เหมาะสมให้แก่ผู้ก่อสร้าง โดยเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ทราบ

2.4.3 ขั้นไตร่ตรองหรือขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่บุคคลคิด พิจารณาเปรียบเทียบกับสิ่งที่ใช้ หรือทำอยู่เดิม ว่านวัตกรรมสามารถนำมาทดแทน ปฏิบัติให้เกิดผล หรือแก้ไขปัญหาเดิมได้ โดยมีทีท่าคล้อยตาม ในขั้นนี้บุคคลที่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับนวัตกรรม จะมีบทบาทในการสาธิตการใช้ในสถานการณ์ของตนเอง

การที่ผู้ก่อสร้างจะสามารถไตร่ตรองเลือกใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ก่อสร้างจะพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ต่างๆ (วรชัย ศรฤทธิ์ชิงชัย, 2543; สันติ ชินานุวัฒติวงศ์, 2546) ดังนี้

1. ผู้ก่อสร้างจะใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็ต่อเมื่อมีความต้องการจำนวนมาก เช่น กรณี เมื่อผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์จะก่อสร้างโครงการหมู่บ้านจัดสรร หรืออาคารชุดพักอาศัยที่มีจำนวนมากและได้ทำการวิเคราะห์ทางการตลาดแล้ว เห็นว่าการลงทุนก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปจะทำให้คุ้มค่ากว่าระบบอื่นๆ

2. ลักษณะและผลประโยชน์ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ เช่น คุณภาพมาตรฐาน สะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเวลา ตลอดจนทราบแหล่งข้อมูล หรือลักษณะของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีให้บริการในปัจจุบัน ข้อมูลเหล่านี้มีผลต่อการไตร่ตรองการเลือกใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ต้องการเร่งรัดการก่อสร้าง เพื่อเปิดใช้โครงการให้รวดเร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่แล้ว ระบบสำเร็จรูปช่วยประหยัดเวลาก่อสร้างได้ดีกว่า

3. ภาวะเศรษฐกิจ มีอิทธิพลต่อความจำเป็นในการเลือกใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เมื่อภาวะเศรษฐกิจตกต่ำผู้ซื้อจะเลือกซื้อของที่มีมูลค่าถูกกว่า ดังนั้น เมื่อภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์จะค้นหาระบบการก่อสร้างที่สามารถช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างทุกประเภทลงได้ ซึ่งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนในการก่อสร้าง ตลอดจนสามารถหาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ง่ายและมีค่าจ้างที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ก่อสร้างพิจารณาเวลาที่เหมาะสมในการเลือกใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว ผลที่ตามมาไม่ว่าจะเป็น คุณภาพการก่อสร้าง ต้นทุนที่ต่ำลง ความสามารถในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ทั้งด้านวัสดุและแรงงาน ที่เกิดขึ้นกับระบบคอนกรีตหล่อในที่ได้ ก็มีส่วนช่วยส่งเสริมการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ได้รับการยอมรับจากผู้ก่อสร้างต่อไปได้

2.4.4 ขั้นทดลองนำไปปฏิบัติ (Trial) เป็นขั้นที่บุคคลได้ทดลองใช้นวัตกรรมในสถานการณ์ต่างๆ ที่บุคคลนั้นเห็นว่าสามารถเข้ากันได้กับสิ่งที่กำลังจะทำ หรือสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ได้คาดหวังไว้ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมาใช้หรือทดลองใช้นวัตกรรมนั้นๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ก่อสร้างตัดสินใจทดลองใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในสถานการณ์ต่างๆ เช่น ใช้เพื่อปรับปรุงโครงการเดิม หรือใช้สำหรับโครงการใหม่ นับเป็นการพิสูจน์ผลประโยชน์ที่ได้รับ (Proving Benefit) ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ผู้ผลิตระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าคุณลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการก่อสร้างอื่น ได้รับผลประโยชน์ที่ดีจากระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีข้อจำกัดในด้านการออกแบบน้อย สามารถประยุกต์ใช้กับโครงการที่ตนเป็นผู้รับผิดชอบ หรือใช้กับอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่มีอยู่ได้ ตลอดจนเทคนิคการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยาก ไม่สลับซับซ้อน เป็นต้น

2.4.5 ขั้นยอมรับ (Adoption) เป็นขั้นที่บุคคลรับนวัตกรรมไปใช้หรือปฏิบัติตาม หลังจากเป็นที่พอใจที่นวัตกรรมนั้นสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ได้คาดหวังไว้จริง แนวคิดการยอมรับของผู้ก่อสร้างต่อสถาปัตยกรรมโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงมีความหมายว่า เมื่อผู้ก่อสร้างโดยเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ได้แก่ เจ้าของโครงการ สถาปนิกและวิศวกร เริ่มรับรู้ข้อมูลข่าวสารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทราบถึงความสำคัญและผลประโยชน์ที่เหมาะสมของการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว จึงเริ่มให้ความสนใจ โดยการแสวงหาข้อมูล ข่าวสารเพิ่มขึ้นเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณา พยายามค้นหารายละเอียด ติดต่อสอบถามเพิ่มเติมจากผู้ผลิตหรือผู้รู้เพื่อเพิ่มความเข้าใจการนำเสนอคุณลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ไม่ยุ่งยาก ไม่สลับซับซ้อน สามารถทดแทนระบบการก่อสร้างเดิมที่ใช้อยู่ หากได้ทดลองแล้วจึงยอมรับเทคโนโลยีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป หลังจากเป็นที่พอใจที่ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นว่าสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ได้คาดหวังไว้จริงและหากผู้ก่อสร้างไตร่ตรองแล้วว่าจะใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อใช้สำหรับโครงการใหม่หรือใช้เพื่อปรับปรุงโครงการเดิม จึงนำไปใช้ในโครงการอื่นๆ ต่อไป

2.5 ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า Roger (1983) ได้พัฒนาไดแกรม หรือ โมเดลของปัจจัยในการหาค่าอัตราส่วนการยอมรับนวัตกรรมขึ้น ทั้งนี้ Woodside and Biemans (2005) ได้เสนอผลงานวิจัย เรื่อง "Framework for individual innovation adoption in an organization context" งานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้างโมเดลการยอมรับนวัตกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งโมเดลนี้ได้แยกปัจจัยทางกายภาพเป็น 3 กลุ่มปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อระดับการยอมรับนวัตกรรม ประกอบด้วย ปัจจัยด้านคุณลักษณะบุคคล ปัจจัยด้านคุณลักษณะนวัตกรรม ปัจจัยด้านองค์กร โดยปัจจัยด้านคุณลักษณะนวัตกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบย่อยคือ ความก้าวหน้าด้านนวัตกรรม ความสามารถประยุกต์ใช้ได้ ความสลับซับซ้อนของนวัตกรรม ความสามารถในการใช้งาน การบำรุงดูแลรักษา ความแม่นยำแน่นอนของนวัตกรรม ส่วนปัจจัยด้านองค์กร มีองค์ประกอบย่อยคือ การอบรม การสนับสนุนภายในองค์กร การก่อให้เกิดผลประโยชน์ Makame (2007) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "Adoption of improved stoves and deforestation in Zanzibar" งานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้างโมเดลของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับการยอมรับพัฒนาการของเตาถ่าน ซึ่งโมเดลนี้ได้แยกปัจจัยทางกายภาพเป็น 3 กลุ่มปัจจัยหลัก ที่ส่งผลกระทบต่อการยอมรับการใช้งานเตาถ่านของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ปัจจัยหลัก 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ปัจจัยแวดล้อม มีองค์ประกอบย่อยคือ ข้อมูลการศึกษา เศรษฐกิจ 2) ปัจจัยคุณลักษณะของเตาถ่าน มีองค์ประกอบย่อยคือ ความก้าวหน้าด้านนวัตกรรม ความสามารถประยุกต์ใช้ได้ ความสลับซับซ้อนนวัตกรรม การบำรุงดูแลรักษา ความสามารถใช้งานได้ 3) ปัจจัยด้านการสนับสนุนในเชิงบริหาร มีองค์ประกอบย่อยคือ นโยบาย (โครงการและโปรแกรม) Urgan (2004) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง "Factor affecting the adoption of manufacturing best practices" งานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้างโมเดลที่แยกปัจจัยทางกายภาพเป็น 3 กลุ่มปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจยอมรับขบวนการผลิตที่มีการควบคุมคุณภาพ ทั้งนี้ปัจจัยหลัก 3 กลุ่มประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านการปฏิบัติ มีองค์ประกอบย่อยคือ ข้อบังคับต่างๆ ความสลับซับซ้อนของเทคโนโลยี การประยุกต์ใช้ การได้รับผลประโยชน์ ต้นทุน 2) ปัจจัยด้านองค์กร มีองค์ประกอบย่อยคือ ความพึงพอใจกับการปฏิบัติ ต้นทุนภายในองค์กรสามารถแข่งขันได้ 3) ปัจจัยแวดล้อม มีองค์ประกอบย่อยคือ ได้รับการสนับสนุนจากภายนอก ความกดดันจากภายนอก อย่างไรก็ตามโมเดลที่พัฒนาโดยงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นนี้ (ภาคผนวก ค.) ยึดแนวโมเดลของ Roger (1983) เป็นแนวทางขั้นต้นในการพัฒนา

เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์จาก โมเดลทั้ง 3 โมเดล ผู้วิจัยสามารถสรุปแยกปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้ 4 กลุ่ม

ปัจจัย ประกอบด้วย คุณลักษณะของนวัตกรรม ช่องทางการสื่อสาร การจัดการด้านการสนับสนุน และปัจจัยแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 คุณลักษณะของนวัตกรรม

ตัวแปรที่แสดงให้เห็นถึงตัวนวัตกรรมหรือสิ่งที่จะได้รับจากการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะอย่างยิ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยพิจารณาในด้านต่างๆ Roger (1983) ได้ให้แนวคิดของ ปัจจัยที่บ่งชี้ถึงผลประโยชน์ที่ได้รับ เช่น การได้รับผลประโยชน์ในเชิงเศษฐศาสตร์ ทำให้ต้นทุนต่ำลง มีความสะดวกสบายขึ้น ลดเวลาและภาระงานลง ดังนั้นสรุปได้ว่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ได้แก่ ประหยัดด้านต้นทุนการก่อสร้าง ลดระยะเวลาการก่อสร้าง ลดการสูญเสียวัสดุก่อสร้าง ลดแรงงานด้านทักษะ เพิ่มความปลอดภัย ลดมลภาวะตลอดจนการปรับตัวของนวัตกรรม ความสลับซับซ้อนของนวัตกรรม

1. ด้านต้นทุนการก่อสร้าง

ต้นทุนการก่อสร้าง หมายถึงมูลค่าของเงินที่สูญเสียไปในการก่อสร้าง เป็นต้นทุนเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิต การเปรียบเทียบระหว่างระบบก่อสร้างหล่อในที่กับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยตัวอย่างการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ที่มีพื้นที่มากกว่า 125 ตารางเมตร การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถลดราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย ได้ร้อยละ 5.54 ของราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด และหากเปรียบเทียบเฉพาะหมวดงานโครงสร้างเสา–คาน สามารถลดราคาค่าก่อสร้างได้ร้อยละ 14.22 ของค่าก่อสร้างหมวดงานโครงสร้าง เนื่องจากมีการใช้ไม้แบบน้อยกว่าค่าติดตั้งของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Schultes, 1995; สุกฤต อนันตชัยยง, 2545) ทั้งนี้ นริศรา สุขสราญ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบโดยใช้กรณีศึกษาโครงการบ้านเอื้ออาทร ของการเคหะแห่งชาติ ในอาคารขนาด 5 ชั้น (ภาพที่ 2.12) พบว่าการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถลดต้นทุนค่าก่อสร้างสำหรับหมวดงานสถาปัตยกรรมเทียบกับระบบคอนกรีตหล่อในที่ และมีคุณภาพของงานก่อสร้างที่ดีกว่า และ ธนพล สินธุยนต์ (2545) ได้ศึกษาต้นทุนของที่อยู่อาศัย 2 ชั้น ที่สร้างด้วยระบบเสา–คานสำเร็จรูป เปรียบเทียบกับระบบคอนกรีตหล่อในที่ พบว่าระบบเสา–คานสำเร็จรูปร่วมกับระบบคอนกรีตหล่อในที่ มีผลทำให้ค่าก่อสร้างลดลงร้อยละ 4.90

ศุภวิศวร์ ปัญญาสกุลวงศ์ (2549) ศึกษาและเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับระบบเสา–คานคอนกรีตหล่อในที่ พบว่าระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหมาะกับการสร้างบ้านในแบบเดียวกันจำนวนมากๆ ตั้งแต่ 50 – 100 หลัง ขึ้นไป จึงจะคุ้มทุน เนื่องจากค่าไม้แบบต่อหน่วยจะลดลงตามจำนวนบ้านที่สร้าง ในทางตรงกันข้าม หากมีจำนวนการสร้างน้อย ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการเช่น ค่ารถเครน ค่าขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เมื่อคิดต่อหน่วยจะแพงกว่าการ

ก่อสร้างแบบระบบคอนกรีตหล่อในที่ อย่างไรก็ตามระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อผลิตในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ขายสู่สาธารณะชนเป็นจำนวนมากๆ ต้นทุนจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการหล่อในที่ เนื่องจากค่าแบบหล่อระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถจะนำของเดิมกลับมาใช้ใหม่ได้อีกตลอดเวลาทำให้ประหยัดต้นทุนลงไป

ภาพที่ 2.12 แสดงโครงการบ้านเอื้ออาทร ของการเคหะแห่งชาติ ขนาด 5 ชั้น

ที่มา : http://www.nha.co.th

2. ด้านระยะเวลาก่อสร้าง

การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปช่วยให้งานก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการเปิดใช้อาคารได้เร็วขึ้น ได้รับผลตอบแทนในการลงทุนเร็วขึ้น (Yeung, 2002) ทั้งนี้พบว่าการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น ระบบผนังรับน้ำหนักจะใช้ระยะเวลาการก่อสร้างน้อยกว่าระบบเสา–คานและระบบคอนกรีตหล่อในที่ จึงเป็นระบบที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างที่ถูกจำกัดด้านระยะเวลา หรือมีนโยบายเร่งรัดงานก่อสร้าง นริศรา สุขสราญ (2550) ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาดำเนินการก่อสร้างระบบผนังสำเร็จรูป ระบบโครงเสาและคาน และระบบคอนกรีตหล่อในที่ พบว่า ระบบผนังรับน้ำหนักก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบโครงเสาและคาน และระบบคอนกรีตหล่อในที่ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะเวลาก่อสร้างของแต่ละระบบ

ระบบ	ระยะเวลา		รวม
ผนังรับน้ำหนัก	ระยะเวลาการติดตั้งและแต่งผิวคอนกรีต		
	คานคอดิน (ต่อชั้น)	2 วัน	18 วัน
	ผนัง (ต่อชั้น)	2 วัน	
	พื้นและบันได (ต่อชั้น)	1 วัน	
	แต่งผิวคอนกรีต (ต่อหลัง)	20 วัน	20 วัน
	ระยะเวลารวม (รวมงานฐานราก, ถังเก็บน้ำ และโครงหลังคา)		83 วัน
เสาคาน	ระยะเวลาการติดตั้งและแต่งผิวคอนกรีต		
	คาน (ต่อชั้น)	2 วัน	26 วัน
	เสา (ต่อชั้น)	2 วัน	
	พื้นและบันได (ต่อชั้น)	1 วัน	
	ก่อฉาบและตกแต่งผิวคอนกรีต (ต่อชั้น)	15 วัน	75 วัน
	ระยะเวลารวม (รวมงานฐานราก, ถังเก็บน้ำ และโครงหลังคา)		120 วัน
หล่อในที่	ระยะเวลาการก่อสร้าง (งานโครงสร้างหลังคา)		
	คาน (ต่อชั้น)	15 วัน	196 วัน
	เสา (ต่อชั้น)	20 วัน	
	พื้นและบันได (ต่อชั้น)	7 วัน	
	ก่อฉาบและตกแต่งผิวคอนกรีต (ต่อชั้น)	15 วัน	20 วัน
	ระยะเวลารวม (รวมงานฐานราก, ถังเก็บน้ำ และโครงหลังคา)		226 วัน

ที่มา : นริศรา สุขสราญ (2550)

การลดระยะเวลาการก่อสร้างจึงหมายถึงการประหยัดงบประมาณที่จะหมดไปกับดอกเบี้ยอีกด้วย (Puri and Adlakha, 2003) และการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างพบว่าระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบคอนกรีตหล่อในที่ ร้อยละ 11.59 ของระยะเวลาก่อสร้างทั้งหมด (สุกฤต อนันตชัยยง, 2545) และอาจมากถึงร้อยละ 59.07 ของระยะเวลาก่อสร้าง

ทั้งหมด (Prilhofer, 2007) และผลการศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างผนังโครงการลุมพีนีเพลส (นราธิวาส–เจ้าพระยา) เป็นอาคารสูง 29 ชั้น และโครงการซิตี้สมาร์ทคอนโด (ปทุมวัน) เป็นอาคารสูง 27 ชั้น ในโครงการที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปแบบ Panel ใช้เวลาก่อสร้าง 29.19 ตารางเมตรต่อวัน โครงการที่ใช้ชิ้นส่วนแบบ Component ใช้เวลาก่อสร้าง 20.45 ตารางเมตรต่อวัน และโครงการที่ใช้ระบบผนังก่ออิฐ ใช้เวลาก่อสร้าง 17.54 ตารางเมตรต่อวัน (ศุภชัย ไชยน, 2549) อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบระหว่างการก่อสร้างระบบคอนกรีตหล่อในที่กับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มุ่งเน้นการศึกษาข้อมูลด้านต้นทุนการก่อสร้างควบคู่ไปกับการศึกษาข้อมูลด้านระยะเวลาก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่

3. ด้านการสูญเสีย

การสูญเสียวัสดุก่อสร้าง หมายถึง การสูญเสียงบประมาณค่าวัสดุก่อสร้างโดยไม่จำเป็น ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนรวมและเพิ่มผลกำไรของโครงการ จึงจำเป็นต้องควบคุมการสูญเสียวัสดุก่อสร้างให้น้อยลง ผลงานวิจัยของวุฒิพงษ์ ประวิตรวงศ์ (2544) ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการสูญเสียของวัสดุก่อสร้างระหว่างระบบคอนกรีตหล่อในที่กับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าการสูญเสียของวัสดุก่อสร้างถึงร้อยละ 3.71 ของมูลค่าโครงการทั้งหมดซึ่งมีสาเหตุหลัก 5 ประการได้แก่

1. ความสูญเสียอันเกิดจากการขาดการจัดการและการวางแผนที่ดี
2. ความสูญเสียอันเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของแบบก่อสร้าง
3. ความสูญเสียอันเกิดจากฝีมือของแรงงานคุณภาพต่ำ
4. ความสูญเสียอันเกิดจากการบริหารจัดการเกี่ยวกับวัสดุไม่ดีพอ
5. ความสูญเสียอันเกิดจากการตัดวัสดุทำให้เหลือเศษเป็นจำนวนมาก

นคร กกแก้ว (2545) แนะนำแนวทางในการควบคุมการสูญเสียของวัสดุก่อสร้างไว้ 5 ประการได้แก่

1. ขั้นตอนการออกแบบ ต้องให้ความสำคัญกับมาตรฐานและการระบุวัสดุที่มีคุณภาพ
2. เลือกใช้เทคโนโลยีและวิธีการก่อสร้างที่ถูกต้อง
3. การจัดเก็บวัสดุที่ถูกต้องและเป็นระเบียบหรือลดการจัดเก็บในสถานที่ก่อสร้างให้น้อยลง
4. ต้องมีการควบคุมงานในระหว่างการก่อสร้างให้ตรงตามแบบที่สถาปนิกและวิศวกรทุกระบบออกแบบไว้
5. แรงงานต้องมีทักษะในการทำงาน

ทั้งนี้การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถลดการสูญเสียและเพิ่มผลกำไรของโครงการได้ เนื่องจากสามารถควบคุมมาตรฐานการผลิตและคุณภาพของชิ้นงานก่อสร้าง ลดการจัดเก็บในสถานที่ก่อสร้าง ตลอดจนลดความสูญเสียอันเกิดจากฝีมือแรงงานคุณภาพต่ำ

4. ด้านทักษะแรงงาน

บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545) พบว่างานก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น เนื้อที่ใช้สอย 95 ตารางเมตร ต้องใช้แรงงานทั้งหมด 22 คน แบ่งเป็นผู้จัดการโครงการ 1 คน ช่างคุมงาน 3 คน ช่างไม้ 7 คน ช่างเหล็ก 3 คน ช่างเชื่อม 1 คน และช่างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป 7 คน ในส่วนช่างฝีมือต้องมีใบรับรองทักษะหรือระดับชำนาญการ ซึ่งช่างฝีมือแรงงานระดับชำนาญการในปัจจุบันมีปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงเป็นระบบก่อสร้างทางเลือกที่ใช้เพียงแรงงานฝีมือที่ทำหน้าที่ติดตั้งเท่านั้น (Christensen, 2001; Yeung, 2002) ทั้งนี้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะลดการใช้แรงงานในระดับแรงงาน แต่ยังต้องใช้แรงงานที่มีทักษะด้านการก่อสร้างเช่น การเชื่อมและการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป หรือเรียกว่า ช่างติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งการทำงานของช่างที่ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องมีทักษะที่สูงและได้รับการฝึกฝน (มานพ เด่นศุภกิจ, 2548; ภัทรินทร์ กินีสี, 2550) จากผลการวิจัย บุษบง เจริญพันธ์โยธิน (2545) ได้ให้ข้อเสนอว่าหน่วยงานของรัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรเปิดการอบรมหรือพัฒนาทักษะแรงงานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่จะเติบโตในอนาคตต่อไป (เกริก ศรีวัฒนะ, 2543)

5. ด้านความปลอดภัย

การเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งในงานก่อสร้างก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินอย่างประมาณค่ามิได้ ความสูญเสียจากการก่อสร้าง ในปัจจุบันได้ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกขณะจากการรวบรวมจำนวนการประสบอันตรายทั่วประเทศโดยจำแนกตามประเภทอุตสาหกรรมปี 2546 งานก่อสร้างมีผู้ประสบอันตรายทั้งสิ้น 15,728 คน ในจำนวนนี้มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวน 109 ราย และมีคนงานจำนวนมากที่ยังเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากงานก่อสร้าง การป้องกันอุบัติเหตุและการลดการเกิดอุบัติเหตุ จึงเป็นเรื่องที่ต้องมีการปฏิบัติอย่างจริงจัง (สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน, 2006) งานวิจัยเพื่อเก็บสถิติอุบัติเหตุในสถานที่ก่อสร้างทางยกระดับโดยใช้โครงสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ระยะเวลา 100,000 ชั่วโมงทำงาน ปรากฏว่าไม่พบอุบัติเหตุเกิดขึ้น เนื่องจากสามารถลดขั้นตอนการทำงานในที่สูง ลดการทำงานบนนั่งร้าน เนื่องจากอันตรายจากการใช้นั่งร้านมักจะพบเสมอในหน่วยงานก่อสร้าง เพราะมีการใช้งานตลอดเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด เมื่อเริ่มทำชั้นที่สองขึ้นไปต้องทำนั่งร้าน และค้ำยันจนกระทั่งโครงสร้างทั้งหมดเสร็จ จึงเริ่มการตกแต่งภายในและภายนอก การตกแต่งภายนอกต้องตั้งนั่งร้านจากชั้นล่างสุดจนกระทั่งถึงชั้นบนสุด อันตรายจึงมักเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในการใช้นั่งร้านทำงานในที่สูง เช่น การพังของนั่งร้าน คนงาน

ตกลงมาจากนั่งร้าน ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเป็นพิเศษ การก่อสร้างโดยใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การทำงานส่วนใหญ่ใช้เครื่องจักรกลเป็นหลักซึ่งสามารถจัดการด้านความปลอดภัยได้ง่ายกว่าการใช้แรงงานคน (Gibb, 1997; Ong, 2005)

6. ด้านการลดมลภาวะ

ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร เพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อมทั้งด้านคุณภาพอากาศจากการฟุ้งกระจายของฝุ่น ด้านเสียงและการสั่นสะเทือนจากยานพาหนะ อุปกรณ์เครื่องจักรกลต่างๆ ด้านการจราจรและการตกหล่นของเศษวัสดุ หิน ดิน ทราย ทำให้ถนนสกปรก ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถลดมลภาวะ ลดขยะที่เกิดจากการก่อสร้างได้ ซึ่งปัญหามลภาวะเหล่านี้ก่อความเดือดร้อนรำคาญและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ไม่ก่อให้เกิดน้ำเสีย ไม่ก่อให้เกิดสารเคมีตกค้าง ไม่มีเสียงดังในขณะก่อสร้าง สามารถช่วยลดฝุ่นละออง ตลอดจนลดขยะที่เกิดจากการก่อสร้างได้ (Geem, 2006; Tama, 2007)

7. การปรับตัวของนวัตกรรม

นวัตกรรมการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถที่จะปรับให้ใช้ร่วมกันกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิม ที่ใช้การเทเสาและคานหล่อในที่ได้ ซึ่งการปรับตัวที่เหมาะสมของนวัตกรรมจะต้องส่งผลให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานหรือผู้บริโภค ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการยอมรับนวัตกรรมจะมีผลประโยชน์ทั้งทางตรงและอ้อมในการพัฒนาการก่อสร้างอาคารที่ใช้นวัตกรรมด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Roger, 1983; Wu, 2004; Waroonkun, *et. al.*, 1998)

ประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายยังนิยมการก่อสร้างอาคารแบบดั้งเดิม เนื่องจากได้รับการถ่ายทอดความรู้กันมาจากรุ่นต่อรุ่น ซึ่งการก่อสร้างอาคารแบบดั้งเดิมจะต้องเทคอนกรีตกับที่ในแบบไม้หรือแบบเหล็กที่ขึ้นรูปเป็น เสา คาน หรือโครงสร้างชนิดอื่นๆ ส่วนกำแพงก็จะทำการก่ออิฐ ซึ่งการก่อสร้างแบบดั้งเดิมไม่ต้องใช้ เครื่องมือ หรือ ความรู้ในการก่อสร้างมากนัก อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้สามารถใช้ร่วมกันกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้ เช่น พื้นสำเร็จรูป บัวสำเร็จรูป เป็นต้น บางกรณีโครงการก่อสร้างอาคารบางหลังอาจใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด โดยเฉพาะโครงสร้างหลักของอาคารจะใช้ชิ้นสำเร็จรูปซึ่งประกอบด้วย เสา คาน พื้น และผนัง กรณีของผนังอาจจะเป็นคอนกรีตสำเร็จรูป หรือ ผนังชนิดก่ออิฐฉาบปูนก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการออกแบบ (Waroonkun, 1997; Glover, 1964)

การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องสามารถถูกออกแบบ และ ก่อสร้างให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานหรือเจ้าของงานได้ บางกรณีการออกแบบและก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอาจไม่สามารถทำได้ เช่น การหล่อผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งอาคารอาจส่งผลกระทบให้

น้ำหนักรวมของอาคารมากขึ้นและจะส่งผลให้ราคาค่าก่อสร้างสูงกว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ใช้การก่ออิฐและฉาบปูน ดังนั้นการก่อสร้างโดยใช้นวัตกรรมระบบชิ้นส่วนสำเร็จจะต้องคำนึงหลายๆ ตัวแปรร่วมกันเพื่อผลประโยชน์ที่จะได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Mohammed, et. al., 2004)

8. ความสลับซับซ้อนของนวัตกรรม

นวัตกรรมการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะต้องไม่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนต่อความเข้าใจและการใช้งาน ซึ่งปัญหาของความสลับซับซ้อนจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาการในการก่อสร้างโครงสร้างอาคาร (Lin and Berg, 2001; Simkoko, 1992) ดังนั้นนวัตกรรมควรจะง่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถมีเพียงความรู้ขั้นพื้นฐานก็จะสามารถใช้งานได้ Urgan (2004) กล่าวว่า ยิ่งมีความสลับซับซ้อนของนวัตกรรมมากๆ จะส่งผลให้เกิดการใช้งานหรือการยอมรับได้ยากขึ้น เนื่องจากจะต้องอาศัยความรู้ขั้นพื้นฐานหลายๆอย่างประกอบกัน อาทิ ความรู้พื้นฐานของตัวบุคคล ความรู้เฉพาะด้านเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการอบรมหรือการฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชนิด ดังนั้นความสลับซับซ้อนของนวัตกรรมจึงดูเสมือนว่าจะส่งผลลัพธ์ทางด้านลบในด้านการยอมรับนวัตกรรม และความรู้ที่จะต้องถ่ายทอดเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นๆ แต่ก็ไม่ได้หมายความรวมถึงนวัตกรรมทั้งหมด ขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัยที่เกี่ยวข้องและผู้ใช้งานหรือเจ้าของงานว่ามีความเข้าใจเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นอย่างไร (Beatty, et. al, 2001; Simonin, 1999)

2.5.2 ช่องทางสื่อสาร (Communication Channel)

ช่องทางการสื่อสาร เป็นเครื่องมือการตลาดที่ใช้กระจายข้อมูลข่าวสารที่ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่จะนำไปสู่ภาพลักษณ์ที่ดี ทั้งนี้ต้องเลือกสื่อที่เหมาะสม และสอดคล้องกับเป้าหมายของข้อมูลข่าวสารที่ต้องการสื่อออกไป และให้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ครบถ้วน สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายให้ได้มากที่สุด และเกิดประสิทธิภาพในการใช้งบประมาณมากที่สุด อย่างไรก็ตาม สินค้าระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นสินค้าประเภทอุตสาหกรรม (Industrial product) ซึ่งบุคคลและองค์กรซื้อไปเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าอื่น ช่องทางการสื่อสารสามารถแยกออกได้ดังนี้ 1) การตลาดโดยขายตรง 2) การส่งเสริมการขาย 3) การโฆษณา 4) การประชาสัมพันธ์ และ 5) การพูดแบบปากต่อปาก

1. การขายตรง

การขายตรงเป็นการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือบริการของบริษัท ซึ่งการขายตรงสามารถดำเนินการโดยพนักงานขายตรง ซึ่งการขายตรงโดยพนักงานจะเป็นการสื่อสารโดยตรง

แบบสองทาง พนักงานขายหรือทีมขายจะเข้าพบลูกค้าและมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน พนักงานขายอธิบายรายละเอียดของสินค้า ลูกค้าบอกความต้องการและความรู้สึกที่มีต่อสินค้าที่นำเสนอ วิธีนี้ทำให้พนักงานขายสามารถปรับวิธีการสื่อสาร เลือกสินค้าที่เหมาะสมกับความต้องการและช่วยแก้ปัญหาของลูกค้าได้ ซึ่งการสื่อสารด้วยวิธีอื่นๆไม่สามารถทำเช่นนี้ได้ ส่วนการแสดงข้อมูลของผลิตภัณฑ์ว่ามีคุณสมบัติอย่างไร เช่นขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป การรับแรงของชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถกระทำได้โดยใช้สื่อออนไลน์ (Internet) เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้ขั้นพื้นฐานในการออกแบบ เพราะผู้ออกแบบจะได้เลือกระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป (Kotler and Armstrong, 1996)

2. การส่งเสริมการขาย (Sales promotion)

การออกบูธในงานต่างๆ เพื่อแนะนำให้คนรู้จักเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมการขาย หรือกรณีการจัดกิจกรรมด้านการตลาดต่างๆ เช่นลดราคา เสนอบริการออกแบบฟรี และอื่นๆ จะเป็นการส่งเสริมการตลาดและสิ่งจูงใจที่มีค่าพิเศษสำหรับลูกค้า เพื่อส่งเสริมการกระตุ้นยอดขายสินค้าได้ (Belch and Belch, 2001) และเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ภายในเวลาที่จำกัด จูงใจให้ซื้อ ดังนั้นการส่งเสริมการตลาดระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยการส่งเสริมการขายนั้น จำเป็นต้องเข้าใจความต้องการของผู้ก่อสร้าง เพื่อจูงใจ และมุ่งกระตุ้นให้เกิดการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยกลยุทธ์ทางการขายที่เหมาะสมต่อไป

3. การโฆษณา (Advertising)

เป็นกิจกรรมการติดต่อสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการเสนอ และส่งเสริมความคิดเห็นเกี่ยวกับสินค้า บริการ หรือความคิด โดยมีผู้อุปถัมภ์ซึ่งต้องจ่ายค่าใช้จ่ายในการโฆษณา โดยใช้สื่อ (Media) ซึ่งไม่ใช้การขายโดยใช้พนักงาน (ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2546)

วาลี ขันธุวาร (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเสนอขายสินค้า บริการ หรือความคิด โดยการใช้สื่อโฆษณา เพื่อให้เข้าถึงลูกค้าจำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว พบว่า

1. ผู้บริโภคมีการเปิดรับข่าวสารการโฆษณาทางสื่อโทรทัศน์มากกว่าสื่อประเภทอื่น

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้า ของผู้บริโภคมากที่สุดคือ ความจำเป็นที่จะต้องใช้สินค้านั้นๆ

3. ความสนใจในการบริโภคสินค้าหลังจากได้รับข่าวสารการโฆษณาจากสื่อต่างๆ

การใช้สื่อโฆษณาในการส่งเสริมการตลาดระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของข้อมูล อาจเพื่อแจ้งข่าวเทคโนโลยีใหม่ในวงการก่อสร้างเกี่ยวกับระบบสำเร็จรูป

หรือเพื่อแนะนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งนำไปสู่การกำหนดแนวคิดในการโฆษณาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้น การโฆษณาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะส่งผลลัพธ์ต่อผู้บริโภค ทำให้เกิดการรับรู้ และเกิดความสนใจที่จะนำระบบสำเร็จรูปไปใช้งาน ทั้งนี้ผู้ผลิตควรให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและครบถ้วน ทั้งด้านมาตรฐาน คุณภาพการผลิต การขนส่ง ตลอดจนการติดตั้ง การโฆษณาจึงจะสามารถสร้างความสนใจ จนเป็นที่ยอมรับได้ (Calder and Malthouse, 2005)

4. การประชาสัมพันธ์ (Public relations)

เป็นกิจกรรมการติดต่อสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทัศนคติที่ดีต่อองค์กรและผลิตภัณฑ์ (Etzel, Walker and Stanton, 2001) เป็นการส่งเสริมการตลาดที่สามารถสร้างความเชื่อถือได้สูงกว่าการโฆษณาซึ่งเป็นการนำเสนอจากผู้ขาย หรือผู้ผลิต โดยอาศัยสื่อมวลชน เช่น หนังสือพิมพ์ วิทยุ และโทรทัศน์ เป็นผู้เสนอข่าว การประชาสัมพันธ์เป็นการเสนอข้อมูลในรูปข่าวสารแบบให้ข้อเท็จจริง ผู้รับข่าวสารจะรู้สึกเชื่อถือและวางใจในการใช้ข้อมูลข่าวสารที่เป็นลักษณะของการประชาสัมพันธ์มากกว่าโฆษณา (ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, 2546) การประชาสัมพันธ์มีบทบาทสำคัญในการช่วยนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดเพื่อให้เป็นที่รู้จัก และวางตำแหน่งสินค้าใหม่ในผลิตภัณฑ์ที่เจริญเติบ โตเต็มที่แล้ว

การประชาสัมพันธ์ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงเป็นการส่งเสริมการตลาดที่สามารถสร้างทัศนคติที่ดีต่อระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถสร้างการรู้จัก (Build Awareness) และสร้างความเชื่อถือ (Build Credibility) ให้ผู้ก่อสร้างเข้าใจถึงเทคนิคการก่อสร้างที่ได้มาตรฐาน มีคุณภาพสูง ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อน สามารถลดต้นทุนการก่อสร้าง ตลอดจนผลประโยชน์อื่นๆ ที่จะได้รับ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้

5. การพูดแบบปากต่อปาก (Worth–of–Mounth)

การยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่อาจจะมาจากการปฏิสัมพันธ์กันของสมาชิกในสังคมที่เกี่ยวข้องกัน การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะได้รับการเผยแพร่อย่างรวดเร็วโดยการพูดกันปากต่อปากเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้และการพูดกันอย่างกว้างขวางนี้จะช่วยให้ประสบความสำเร็จอย่างสูงในการขายหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น (Zaltman and Bonoma, 1977) ปกติโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะกล่าวกันอย่างกว้างขวางในหมู่วิศวกรโดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิศวกรโยธาและสถาปนิก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ในการเข้าใจ

2.5.3 การสนับสนุนด้านการจัดการ (Management Support)

การสนับสนุนเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบอย่างสูงต่อการยอมรับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โอกาสที่การก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะได้รับการยอมรับจะต้องได้รับการส่งเสริมสนับสนุนในหลายๆ ด้านที่เกี่ยวข้องเช่น โปรแกรมการอบรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการสนับสนุนด้านนโยบายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (Makame, 2007) รายละเอียดปรากฏดังนี้

1. การอบรม (Training)

การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำเป็นต้องอาศัยทีมงานที่มีความรู้ และความสามารถด้านเทคนิคการก่อสร้าง เริ่มตั้งแต่เจ้าของโครงการร่วมกับผู้บริหารโครงการวางนโยบายการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยคำนึงถึงการลงทุน การเงิน และการตลาด หลังจากนั้นผู้ออกแบบจะต้องออกแบบโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้สอดคล้องกับแบบสถาปัตยกรรม โดยการออกแบบต้องคำนึงถึงรูปแบบ ขั้นตอนการผลิต ความปลอดภัย ความประหยัด และเทคนิคการก่อสร้าง เมื่อระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วเสร็จ จะต้องทำการติดตั้งที่บริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งบุคลากรที่ทำการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปทุกคนควรจะได้รับการอบรมจากผู้ผลิตเกี่ยวกับทุกขั้นตอนในการติดตั้งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปแข็งแรงและสามารถรับแรงได้ตามที่ออกแบบ (Woodside and Biemans, 2005) การที่เจ้าของงาน ผู้บริหารบริษัทออกแบบหรือบริษัทก่อสร้าง ให้การสนับสนุนบุคลากรอย่างจริงจังในการอบรมเกี่ยวกับระบบสำเร็จรูปหรือส่งเสริมให้สัมผัสงานก่อสร้างจริงๆ จะเป็นตัวแปรที่สำคัญทำให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอย่างรวดเร็ว

2. การสนับสนุนด้านนโยบาย (Policies Support)

การได้รับการสนับสนุนด้านนโยบายจากรัฐบาลจะช่วยส่งเสริมการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้น หลายฝ่ายควรเห็นผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก (Makame, 2007)

2.5.4 ปัจจัยแวดล้อม (Environmental Factors)

ปัจจัยทางกายภาพและสภาวะแวดล้อมที่เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการยอมรับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีรายละเอียดดังนี้

1. มาตรฐานการผลิตและการควบคุมคุณภาพ (Standardization and Quality Control)

ต้นทุนการก่อสร้างเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้เกิดการแข่งขันในด้านต่างๆ ดังนั้นผู้ก่อสร้างหรือเจ้าของโครงการจึงต้องหาวิธีการก่อสร้างที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อให้สามารถควบคุมมาตฐานการผลิต และลดต้นทุนของค่าก่อสร้างลง (Schultes, 1995) ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป การตรวจสอบมาตรฐานตามข้อกำหนดลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์มีรูปแบบมาตรฐานการกำหนดขนาด การเก็บ การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตลอดจนการทดสอบชิ้นส่วน โดยยึดหลักมาตรฐานเป็นสำคัญ มาตรฐานสากลที่นิยมใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปคือ PCI standard และมาตรฐานจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับประเทศไทย การศึกษาวิจัยด้านมาตรฐานการผลิตส่วนใหญ่ เป็นการศึกษาทดสอบความสามารถทางวิศวกรรมโครงสร้าง เพื่อพัฒนามาตรฐานในกระบวนการและเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนตั้งแต่ในโรงงานที่มีการพัฒนาการผลิตอย่างต่อเนื่อง ผลิตโดยเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูง สามารถปรับเปลี่ยนรูปทรงของชิ้นส่วนได้ตามต้องการของผู้ออกแบบ (Sharma, 2004) จนถึงการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปในสถานที่ก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการ (Arditi, 2000; Polat, 2008) องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน ให้ความหมายของคำว่า "คุณภาพ" ว่าหมายถึง ลักษณะและคุณสมบัติทั้งหมดของสินค้า หรือบริการที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้

การควบคุมคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโรงงาน ส่วนที่เรียกว่า Casting Yard เป็นส่วนที่มีการควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดได้อย่างสม่ำเสมอ ถูกต้องตามแบบ ตลอดจนสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้ (สรกฤตย์ พันธุมนตรี, 2548) การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีคุณภาพไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของพื้นผิวชิ้นส่วน (ความประณีตและรูปทรง) และคุณภาพของคอนกรีตที่ได้รับการบ่มจนได้อายุ (Christensen, 2001) ซึ่งส่งผลถึงผลงานการก่อสร้างที่ดี เป็นผลประโยชน์ต่อโครงการ ที่เน้นคุณภาพโครงการของผู้ซื้อหรือเจ้าของโครงการนอกเหนือจากราคาค่าก่อสร้าง (ฝ่ายวิจัยธนาคารกรุงศรีอยุธยาจำกัด (มหาชน), 2545) ดังนั้น การผลิตหรือการบริการที่ทำให้ผลงานบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจไว้ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าโดยสามารถนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ และสามารถผลิตให้ได้งานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ส่งผลให้เป็นปัจจัยการยอมรับที่สำคัญอย่างยิ่ง

2. การประกันคุณภาพ (Quality guarantee)

คุณภาพ คือการทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ามากขึ้นจากมุมมองของลูกค้า มีความสม่ำเสมอในทุกๆ ด้านโดยเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของสินค้าและบริการ ข้อกำหนดและคุณสมบัติของคุณภาพบางเรื่อง เช่น ความเชื่อถือได้ และอายุการใช้งาน ตลอดจนความง่ายในการใช้งาน สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างสม่ำเสมอได้โดยมีต้นทุนที่ต่ำลง (Aguayo, 1990) อย่างไรก็ตาม ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากสถาบันมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) จะเป็นแนวทางการประกันคุณภาพเบื้องต้น (สาละวิน วังโสม, 2547) ในกรณีที่โรงงานที่ผลิตมีการนำระบบมาตรฐาน ISO 9000, ISO 9001, ISO 14001 และ ISO 18001 มาช่วยส่งเสริมและควบคุมกระบวนการผลิต จะส่งผลให้ระบบการผลิตมีคุณภาพดียิ่งขึ้น แม้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านการบริหารเพิ่มขึ้น เช่น การฝึกอบรม การทบทวนและการตรวจสอบเอกสาร แต่จะสามารถลดค่าใช้จ่ายอันเนื่องจากความผิดพลาดได้ และส่งผลให้ผู้ผลิต มีผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ได้รับการประกันคุณภาพมาตรฐานการผลิตจากสถาบันที่เชื่อถือได้ ทำให้ผู้ผลิตมีความเชื่อมั่นที่จะให้การประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนสำเร็จรูป และผู้ใช้มีความเชื่อมั่นและยอมรับที่จะนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปไปใช้ การประกันคุณภาพจึงนับเป็นกลยุทธ์ในการส่งเสริมการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อสร้างความพึงพอใจและการยอมรับให้กับลูกค้า (Gibb, 1997; วรชัย ศรฤทธิ์ชิงชัย, 2543)

3. ช่องทางเลือก (Optional)

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นผลจากการผลิตในระบบอุตสาหกรรมแบบต่อเนื่อง สามารถผลิตชิ้นส่วนได้เป็นปริมาณมากและมีลักษณะซ้ำๆ กัน (Roger, 2003) ซึ่งจะส่งผลประโยชน์โดยตรงต่อการช่วยประหยัดเวลาก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้าง ดังนั้นระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงเป็นทางเลือกของระบบโครงสร้างอีกอย่างหนึ่งของการก่อสร้างโครงสร้าง แต่การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้จำเป็นต้องมีวัตถุดิบมาป้อนโรงงานอุตสาหกรรมให้เพียงพอและตามกำหนดเวลา ทั้งนี้การที่จะให้เกิดประสิทธิภาพสูงในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนการผลิตอย่างละเอียดรอบคอบ ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ทั้งปริมาณ คุณภาพและตามระยะเวลาที่กำหนด จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์การแปรรูปให้พอดี จัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์การแปรรูปให้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องกันหรือสอดคล้องกันและจัดตั้งจุดควบคุมคุณภาพในสายการผลิตให้เหมาะสม เพื่อให้สามารถควบคุมและดำเนินการแก้ไขได้ทันท่วงทีในระหว่างดำเนินการผลิตและดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อนส่งออกจำหน่าย

2.6 แนวคิดของโมเดลการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้ตรงความต้องการของผู้ใช้หรือลูกค้า ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างโครงสร้างอาคาร สามารถสรุปเป็นตัวแปรและโมเดลการยอมรับได้ดังนี้

1. คุณลักษณะของนวัตกรรม

ตัวแปรที่แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่จะได้รับจากการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยพิจารณาในด้าน

1.1 ด้านต้นทุนการก่อสร้าง

1.2 ด้านระยะเวลาก่อสร้าง

1.3 ด้านการสูญเสียวัสดุก่อสร้าง

1.4 ด้านทักษะแรงงาน

1.5 ด้านความปลอดภัย

1.6 ด้านการลดมลภาวะ

1.7 การปรับตัวของนวัตกรรม

1.8 ความสลับซับซ้อนของนวัตกรรม

2. ช่องทางสื่อสาร

เครื่องมือการตลาดที่ใช้กระจายข้อมูลข่าวสารที่ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้นที่จะนำไปสู่การยอมรับที่ดี ประกอบด้วย

2.1 การขายตรง

2.2 การส่งเสริมการขาย

2.3 การโฆษณา

2.4 การประชาสัมพันธ์

2.5 การพูดแบบปากต่อปาก

3. การจัดการด้านสนับสนุน

การสนับสนุนเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบอย่างสูงต่อการยอมรับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วย

3.1 การอบรม

3.2 การสนับสนุนด้านนโยบาย

4. ปัจจัยแวดล้อม

ปัจจัยทางกายภาพและสภาวะแวดล้อมที่เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการยอมรับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วย

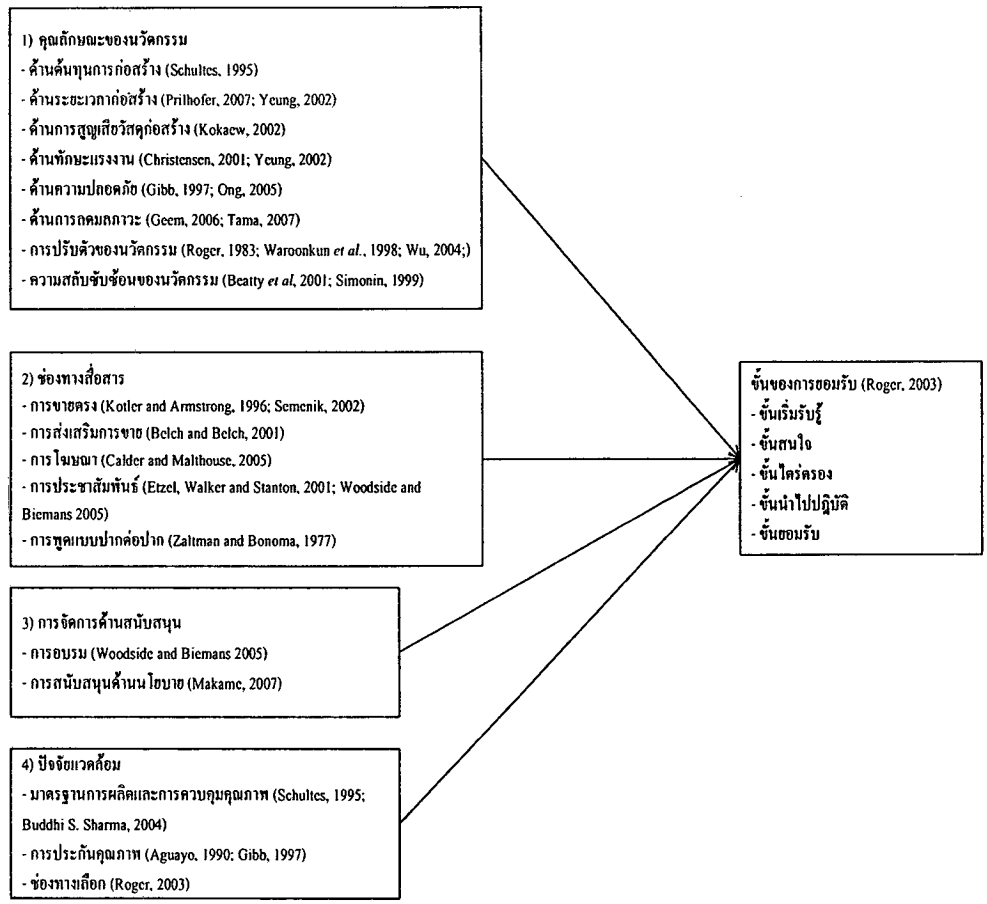
4.1 มาตรฐานการผลิตและการควบคุมคุณภาพ

4.2 การประกันคุณภาพ

4.3 ช่องทางเลือก

ผลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของผู้ก่อสร้างต่อการก่อสร้างโครงสร้างอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถพัฒนาให้เป็นโมเดลแนวคิด (Conceptual Model) ได้ดังนี้

ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อการยอมรับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.13 Conceptual Model ของปัจจัยทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อการยอมรับการใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป