บทที่ 3

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

1. บทนำและความหมาย
2. ระบบที่สำคัญ ๆ ของกรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม
   (MAJOR TYPES OF INDUSTRIALIZED BUILDING PROLESS)
3. ประโยชน์ของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

3.1 บทนำและความหมาย

[1]การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม ("INDUSTRIALISED BUILDING SYSTEM") มีความหมายถึง การนำโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้ว มาประกอบรวมกันเข้าเป็นตัวอาคาร หรือเทคนิคการสร้างใด ๆ ก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรมตามหลักการของระบบนี้ โครงอาคารส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น จะผลิตหรือสำเร็จรูปมาจากโรงงาน แล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง จึงเป็นระบบก่อสร้างที่ตรงกันข้ามกับวิธีการที่เคยปฏิบัติกัน ซึ่งแต่เดิมนั้นลำดับขั้นของงานสร้างอาคารจะต้องตั้งต้นจากการตั้งแบบผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีตเสา คาน และพื้น ต่อเนื่องกันไปจนถึงขั้นหลังคา ๆ และอาจจะกล่าวได้ว่างานส่วนใหญ่นั้นเป็นการสร้างที่สำเร็จอยู่ในที่ (ก่อสร้าง) ทั้งสิ้น

การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม ได้แนวคิดมาจากการผลิตการจัดงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถที่หลัง มีการนำเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ มาช่วยประกอบการผลิต จึงทำให้สามารถผลิตได้เร็ว ปริมาณการผลิตสูงเป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง

จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคาร มาถือแนวตามระบบอุตสาหกรรม ก็เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกันทั้งยังสร้างได้เร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่อีกด้วย

---

[1] เอกสารประกอบการอบรม ระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ ราชการ จัดโดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2520
"การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม นายโสภณ แสงไพโจน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก ได้เป็นผู้ริเริ่มค้นคว้านำเอาการสร้างอาคารด้วยระบบนี้มาใช้ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งนี้ เพราะประสบปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย เนื่องจากภัยพิบัติจากสงครามรวมทั้งขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือประเภทต่าง ๆ มาก และเพื่อดัดแปลงโรงงานผลิตอาวุธให้เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง เพื่อทดแทนด้านแรงงาน "CONSORTIA" ผลิตชิ้นส่วนโรงเรียนกลุ่มประเทศดังกล่าว เช่น ฝรั่งเศส อังกฤษ เยอรมัน ด้วยการสนับสนุนของรัฐบาล ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงวิธีการก่อสร้างอาคารขึ้นใหม่ โดยยึดหลักการว่าจะต้องสามารถสร้างให้ได้เร็ว และใช้แรงงานธรรมดาก็สร้างได้ เพื่อจะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้นำความคิดการจัดงานผลิตแบบอุตสาหกรรมมาใช้ มีการปรับปรุงวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ รวมทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและเทคนิคการประกอบและติดตั้งจนกระทั่งในปัจจุบันนี้ การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมเป็นระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีสถาบัน เพื่อทำการวิจัยเทคนิคใหม่ให้กับการก่อสร้างของระบบนี้โดยเฉพาะ

ทางด้านสหรัฐอเมริกาเองเพิ่งมาตื่นตัวสนใจกับวิธีก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หลังจากที่ผจญปัญหาเกี่ยวกับค่าแรงงานช่างฝีมือที่มีอัตราสูงมาก และความกดดันต่าง ๆ จากบรรดาสหบาลช่างฝีมือประจวบกับรัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมให้ประชาชนมีบ้านอยู่อาศัยกันอย่างทั่วถึง ทุกระดับชั้นจึงได้ให้การสนับสนุให้ทุนแก่บริษัทก่อสร้างต่างๆ ทำการวิจัยค้นคว้าหาวิธีก่อสร้างตามระบบอุตสาหกรรมที่ทางยุโรปประสพผลสำเร็จมาแล้ว เพื่อให้ได้อาคารที่มีราคาถูกลง จึงได้มีการคิดค้นเทคนิคการผลิตและการติดตั้งขึ้นมาทดลองใช้ต่าง ๆ กันหลายสิบแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็ยึดถือตามแนวของยุโรปมีบริษัทก่อสร้างที่รับสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมที่โดยเฉพาะตามเทคนิคที่แต่ละบริษัทได้ออกแบบคิดค้นขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงเทคนิคต่างๆ ของงานสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม เท่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในด้านรายละเอียด จึงเห็นว่ามีแตกต่างกันมากมายหลายระบบแต่ก็มีหลักการใหญ่เพียงอยู่ที่การจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้างว่าจะแยกกันใน ลักษณะใด รูปใด และจะนำมาประกอบยึดติดกันเป็นตัวอาคารด้วยวิธีใด ส่วนวัสดุก่อสร้างหลักส่วนใหญ่ก็ได้แก่ คอนกรีต โลหะ และไม้ เพียงแต่ปรับปรุงให้มีคุณสมบัติบางอย่างเพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ระบบที่สำคัญ ๆ ของกรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม
(Major Types of Industrialized Building Process)

กรรมวิธีในการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระบบใหญ่ คือ

1. "Model" System
2. System of "Closed" Components
3. System of "Open" Components

มีอาคารอยู่มากมายหลายหลังประกอบขึ้นโดยผสมประสานของระบบทั้ง 3 เหล่านี้ แต่ในที่นี้เราจะแยกระบบออกแต่ละอัน โดยยึดถือวิธีการที่ว่า อาคารใดใช้วิธีการแบบไหนเป็นส่วนใหญ่เราก็จะเรียกชื่อตามวิธีการนั้น

"Model" System

ลักษณะพิเศษของวิธีการนี้ โดยทั่ว ๆ ไปเป็นผลผลิตที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสร้างมาตรฐานให้แก่รูปร่างที่ออกแบบไว้ และใช้ความซ้ำซากของรูปร่างนั้นให้เป็นประโยชน์ มาตรฐานดังกล่าวจะช่วยแบ่งเบากรรมวิธีในการผลิตให้น้อยลงไป

Model อาจจะสร้างขึ้นจาก

1. Components

ไม่ว่าจะเป็น Panel Element หรือ "Spacial" Units (เช่น Sectional Boxes หรือ Modular Boxes)

2. Parts

เช่น ในกรณีของ "Precut" Timber Construction

3. Standardized Site Forming of Materials

เช่น Rationalized Shutter Concrete Work

Models สามารถจะนำมาใช้กับ Plan ที่มีข้อความซ้ำซากกันในตัวอาคาร เช่น ในกรณีของ Housing เป็นต้น

และมีการผลิตของระบบนี้ออกมาสู่ตลาดในรูปของชนิดแปลนสำเร็จรูป เช่น House Trailer (Mobile Home) เป็นต้น

Systems of "Closed" Components"

ในกรณีนี้ ลำดับขั้นตอนของการผลิตส่วนใหญ่มุ่งไปที่ Component และขอบเขตของรูปแบบที่ออกแบบมาสูงมาก หมายความว่า ต้องการผลผลิตของอาคารเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามก็ต้องมีกำหนด Dimensions และกฎวิธีการประกอบที่แน่นอน ซึ่งจะต้องมีผลสะท้อนเกี่ยวโยงไปถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Components ต่าง ๆ ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับอาคารที่ต้องการประโยชน์ใช้สอยโดยเฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือว่าส่วนตัวของ structure ที่ต้องยอมแก้ไขให้ใช้ระบบนี้ เพราะถูกกำหนดบังคับไว้สำหรับประโยชน์อย่างหนึ่งของตัวอาคาร

ความประหยัดในด้านเศรษฐกิจของระบบนี้อาจจะเป็นไปได้ ถ้ามีจำนวนการสร้างอาคารที่มากมายจริงๆ เช่น Housing เป็นหมื่น Units ขึ้นไปเป็นต้น

Systems of "Open" Components

ความหมายของ "Open" ในกรณีนี้หมายถึงการใช้ Components ซึ่งมีการผลิตออกจำหน่ายอยู่เรียบร้อยในท้องตลาด ("Open" Market) และมิได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงไว้สำหรับที่จะใช้กับระบบอันใดอันหนึ่งของอาคาร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องให้ Components อันนั้นใช้ได้กับระบบที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบธรรมดาปกติ ซึ่งในกรณีนี้ชิ้นส่วนที่ลันเหลือเฟือ (Redundancy) ก็อาจจะเกิดขึ้นเป็นธรรมดา เพราะว่า Components ถูกออกแบบมาสำหรับใช้กับอาคารทั่วไปให้ได้มากที่สุด

Systems อื่น ๆ

1. Systems of Versatile Site Forming
2. Systems of "Parts"

ทั้งสองระบบนี้คือ วิธีการก่อสร้างที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน แต่สามารถนำมาปรับปรุงเข้าระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมได้จะเป็นที่น่าสนใจ ทั้งสองระบบนี้อธิบายไว้ในเนื้อหาของระบบ "Models" แต่สามารถจะผลิตชิ้นส่วนซึ่งไม่จำกัดตัวเองอยู่ในขอบเขตของ Plan ที่บังคับไว้ออกมาได้

ส่วนเรื่องระบบของ "Parts" ได้ถูกนำมาใช้ในกรณีของการก่อสร้างราคาถูก ต้องการความรวดเร็วสูง มีความต่อเนื่องน้อย โดยสถาปนิกอิสระบางคน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ประโยชน์ของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

สำหรับประโยชน์และผลดีของการสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรมที่จะมีต่องานสร้างอาคาร อาจจะสรุปได้ ดังนี้ เช่น

1. จะทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลง ข้อนี้อาจพิจารณาได้ 2 ด้าน คือราคาลดลงได้โดยตรงจากค่าวัสดุค่าก่อสร้าง ที่เห็นได้คือค่าแบบหล่อคอนกรีต ความเสียหายสูญเปล่าของวัสดุมีน้อย และความลดลงได้โดยทางอ้อมจากการลดระยะเวลาการก่อสร้าง เพราะระบบนี้สร้างอาคารได้เสร็จเร็วกว่า จะเป็นผลต่อเนื่องทำให้ประหยัดค่าดอกเบี้ยของเงินที่นำมาลงทุนสร้างอาคารประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เสียไปในการดำเนินงานก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้ค่าต้นทุนการผลิตลดลง และทางด้านเจ้าของอาคารก็สามารถเข้าใช้อาคารได้เร็วขึ้นเป็นผลประหยัดต่อตัวเจ้าของอาคารเองด้วย

2. การสร้างเสร็จได้เร็ว ทำให้ได้ผลตอบแทนต่อค่าของเงินที่ใช้ลงทุนเร็ว จะเป็นผลให้เกิดความนิยมต่อการลงทุนในงานประเภทนี้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อวงการก่อสร้าง และเศรษฐกิจของชาติโดยส่วนรวม

3. คุณภาพของงานดีขึ้น เพราะสามารถควบคุมงานได้ใกล้ชิดโดยเฉพาะในกรรมวิธีของการผลิตคอนกรีต

4. แก้ปัญหาการหยุดชงักของงานอันเนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศไม่อำนวย งานส่วนใหญ่ผลิตในโรงงาน จึงอาจกำหนดตารางเวลาทำงานให้ช่วงติดตั้งภายนอกไม่อยู่ในช่วงเวลาของฤดูมรสุมได้ง่าย

5. สามารถจัดควบคุมระบบการทำงานได้เป็นสัดส่วน ทำให้ควบคุมการสร้างให้เป็นไปตามกำหนดเวลาได้แน่นอนดีกว่า

สำหรับบ้านเราเอง ก็มีการริเริ่มนำเอาระบบนี้มาใช้กันบ้างแล้วหลายแห่ง ถ้ากระทำกันอย่างจริงจัง ก็อาจเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาราคาค่าก่อสร้างอันสูงลิ่วให้ลดลงได้บ้าง และจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเทคนิคต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพของบ้านเมือง รวมทั้งจะต้องแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่หลายด้านที่เป็นอุปสรรคต่อการนำการสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมมาใช้ในบ้านเรา นอกจากปัญหาทางด้านเทคนิควิธีสร้างในตัวของแต่ละระบบนั่นเองแล้ว ก็ยังมีปัญหาอื่น ๆ ที่ควรต้องพิจารณาอีก เช่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาด้านการลงทุน ระบบนี้ค่าลงทุนเริ่มต้นสูงกว่าระบบการสร้างสำเร็จในที่ โดยเฉพาะค่าอุปกรณ์การก่อสร้าง และค่าอุปกรร์การผลิตต่าง ๆ เช่น โรงงาน จะต้องการเนื้อที่กว้างสำหรับเก็บชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำสำเร็จแล้ว ต้องการเคลื่อนมืออุปกรณ์ขนยก ฯลฯ ทำให้บริษัทก่อสร้างขยาดที่จะคิดริเริ่มนำวิธีการของระบบนี้มาใช้

ปัญหาด้านตลาดดูจะเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด งานผลิตระบบอุตสาหกรรมจะต้องมีผลผลิตออกมาให้ได้จำนวนมากต่อปี จึงจะสามารถลดราคาสินค้าลงได้ต่ำ และคุ้มกับการลงทุน เมื่อผลิตออกมาจำนวนมากก็จำเป็นต้องมีตลาดสำหรับรับผลผลิตเหล่านี้ได้อย่างต่อเนื่อง ถ้ามีตลาดพอเพียง ปัญหาเรื่องการลงทุนก็ดูจะแก้ไขง่ายอุปสรรคเหล่านี้ รัฐบาลจึงจำเป็นต้องเข้ามามีส่วนแก้ไขและอุปถัมภ์ดังเช่น หลาย ๆ ประเทศได้ทำสำเร็จมาแล้ว เช่น ในการส่งเสริมในเรื่องการลงทุนสงเคราะห์ จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ให้ในราคาถูก ช่วยขยายตลาดให้ ซึ่งอาจจะทำได้หลายทาง การจัดสร้างอาคารสงเคราะห์ของรัฐบาลที่จัดขึ้นแต่ละปีก็เป็นทางช่วยเหลือได้วิธีหนึ่ง เพราะจะเป็นตลาดถาวรที่มีแน่นอนทุกปี และการขยายตลาดก็ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละระบบที่เลือกนำมาใช้ด้วยว่าจะสามารถปรับให้เข้า กับความต้องการของผู้ใช้ได้คล่องตัวเพียงใด ถ้าปรับให้ใช้กับอาคารได้หลายประเภทสามารถปรับได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ตลาดก็ย่อมขยายวงกว้างออกไป

การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม จึงเป็นระบบการก่อสร้างที่น่าสนใจ น่าศึกษาระบบหนึ่งที่เกี่ยวพันทั้งในด้านเทคนิคการสร้าง การลงทุน และสังคม เป็นระบบที่อาจจะนำมาใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย การลดราคาค่าก่อสร้างให้ต่ำลง ที่จะให้ประชาชนทุกระดับมีที่อยู่อาศัย ที่น่าอยู่ถูกสุขลักษณะในราคาที่พอเหมาะกับรายได้ของคน พร้อมทั้งแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของสภาพสิ่งแวดล้อมและที่อยู่อาศัยได้อีกทางหนึ่งด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ประวัติความเป็นมาของระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรม

ชาว MESOPOTAMIA รู้จักการทำอิฐขึ้นใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ มาประมาณ 2,000 ปีแล้ว (ตามหลักฐานที่มีอยู่) ต่อมาได้รู้จักการใช้ไม้แผ่นเล็ก ๆ มาประกอบเป็นบ้านเรียกว่า PANELIZED HOUSE ที่ CAPE ANN มีร่องรอยว่าได้มีการขนย้ายถอดและประกอบเข้าใหม่หลายครั้งหลายหน ต่อมาอีกประมาณ 100 ปี พวกที่ตั้งถิ่นฐานในอเมริกาได้มีการทำบ้านชนิดหนึ่งประกอบกันเป็นชั้นสำหรับเป็นที่พักอาศัยซึ่งมักจะโยกย้ายไปสร้างในที่อื่น ๆ ได้

ค.ศ.1850 CRYSTAL PALACE เป็นอาคารสำเร็จรูปที่ใหญ่ที่สุด ทำด้วยเหล็กชิ้นเล็ก ๆ ประกอบเป็นอาคารโดยยึดด้วย BOLT มีกระจกเป็นส่วนประกอบบ้างสามารถสร้างเสร็จภายใน 4 เดือน สร้างครั้งแรกที่ HYDE PARK LONDON ในต่อมาถอดออกไปสร้างใหม่ที่ SYDENHAM ภายหลังถูกไฟไหม้หมดทั้งหลัง ผู้ออกแบบ คือ JOSEP PAXTON นับเป็นอาคารสำเร็จรูปที่มีมาก่อน อาคารทางสถาปัตยกรรมสมัยใหม่หลังแรกสร้างขึ้นที่เมือง BUFFALO ซึ่ง LUISE SULLIVAN เป็นผู้ออกแบบ

ในปี ค.ศ.1866 SKILLING แห่ง LONDON และ FLINT แห่ง NEW YORK ได้จดทะเบียนบ้านที่มีลักษณะเป็น CAMP แบบหนึ่ง ประกอบด้วยไม้ขนาดเดียวกับจำนวนหนึ่ง กับส่วนอื่น ๆ โดยโฆษณาว่าสามารถประกอบเป็นบ้านได้ภายใน 3 ชั่วโมง ซึ่งมีหลายแบบ เหมาะสำหรับทำเป็น CAMP ทหารซึ่งจำหน่ายได้เป็นจำนวนมาก

ค.ศ.1892 EREEST F. HODE SON ตั้งบริษัทผลิตไม้ชนิดหนึ่งเรียกว่า PANELLIZED DEVELLING OF LONDON กิจการของเขานับว่าเก่าแก่ที่สุด และเจริญมาจนถึงทุกวันนี้

ค.ศ.1907 ROSVEROR ATTERBURY ได้ทดลองใช้พื้นคอนกรีต และ TOMAS ADSION ได้ประยุกต์ใช้กับบ้านสำหรับลูกค้าที่ต้องการบ้านราคาถูกที่ใช้วัสดุคอนกรีต

ค.ศ.1920 ตอนต้นปีสถาปนิกจำนวนหนึ่งได้ดำเนินการทดลองในความเป็นไปได้ของคอนกรีตที่จะเอามาประกอบเป็นบ้านให้ได้ ซึ่งในการนี้ ERNEST FLAGG และ FRANK LLOYD WRIGHT ได้ทดลองหล่อกำแพงคอนกรีต และใช้คอนกรีตในการทำส่วนต่าง ๆ ก่อนแล้วนำไปติดตั้ง (PRE CAST) ในตอนกลางปี 1920 ได้มีการทดลองอย่างมากมายกับวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ โดยการใช้ในแบบทำให้อาคารเบาในสวีเดนแผงไม้สำเร็จรูปได้นำมาใช้โดยบริษัท STADENS COMPANY สำหรับบ้านราคาถูกในการพัฒนาชุมชนในสหรัฐอเมริกาบริษัท PORCELAIN STELE GTG ได้ทดลองในการที่จะนำเอาแผงเหล็กหล่อมาใช้กับตัวอาคาร และ RICHARD J. NECTRA ได้ทดลองกับการหล่อพื้นคอนกรีตขนาดเบาในโรงงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.ศ.1900-1920 ได้มีการผลิตบ้านไม้สำเร็จรูปอีกแบบหนึ่งเรียกว่า PRECUT HOUSE เป็นที่แพร่หลายและได้ผลิตกันหลายบริษัท ในระหว่างนี้มีผู้ทดลองใช้วิธีการหล่อเป็นบ้านคอนกรีต และได้สร้างเป็นอาคารสงเคราะห์ ผู้คิดคือ ARTHER BURY แต่ก้าวไปไม่ไกลเพราะชิ้นส่วนหนาและหนักมาก

ค.ศ.1930 ตอนต้นปี BUREAN OF STANDARD แห่ง WASHINGTON ได้ช่วยเหลือในการผลิตวัสดุก่อสร้างที่ได้มาตรฐาน และโรงงานใหญ่ ๆ ได้ผลิตสัดส่วนที่ได้ขนาดซึ่งทำให้การก่อสร้างประหยัดลงได้อย่างมาก เช่น STRAN & STEEL CORPORATION ได้ใช้ระบบการทำแผงให้เชื่อมกับเหล็กตัวโครงสร้าง (คือการก่อสร้างแบบ QURNSET ผู้ริเริ่ม คือ A.LAIVRENCE OCHER, ARVERT FREY และ ROBERT TAPRENR บริษัท POREIE MANUFACTURING COMPANY ได้ขายพื้นคอนกรีตขนาดเบาและ FOREST PRODUCT LABORATORY ได้พัฒนาปรับปรุงความเค้นผิวของไม้อัดที่ทำเป็นแผงอย่างเต็มที่ ซึ่งปัจจุบันใช้ในรูปของบ้านพัก และเทคนิคในการก่อสร้าง ค.ศ. 1935 จากผลงานการค้นคว้าของ ROBERT LOAUBISIO โดยทุนของ HOSELNG RESEARCY AMERICA MOTORHOME ได้ผลิตบ้านราคาถูกชนิดหนึ่งชนิดเดียว ซึ่งเป็นมาตรฐานของบ้านราคาถูกทั่ว ๆ ไปบ้านมีขนาด 24" x 28" มีการคิด MECHANICAL CORE และการเดินท่อด้วย

ค.ศ.1936 GENERAL HOUSE ผลิตบ้านราคาถูกเป็นโครงเหล็กกล้า ภายนอกเป็นกระเบื้องแผ่นเรียบ ภายในเป็นไม้งดงามน่าอยู่อาศัยดี และในปีเดียวกันนี้ได้ผลิตบ้านราคาถูกขนาด 24" x 32" มี 4 ห้อง เป็นแบบไม้อัดปิดโครงไม้ทั้งสองด้านนับเป็นบริษัทที่ทำเข้าหลักอุตสาหกรรม (MASS PRODUCTION) อย่างจริงจังและนับตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา วัสดุเกือบทุกชนิดและระบบการก่อสร้างแบบ PREFABRICATED เกือบทุกชนิดในปัจจุบัน ได้รับการค้นคว้าปรับปรุงและพัฒนามาโดยตลอด

เนื่องจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นเหตุให้บ้านเมืองพังทะลายเสียหายอย่างมาก ประชาชนที่ขาดที่พักอาศัยเป็นจำนวนมากในหลายประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามที่จะนำเอาเทคนิคการก่อสร้างแบบใหม่มาใช้ เพื่อจะได้ได้มาซึ่งผลผลิตทางด้านอาคาร ได้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิดนี้และได้กลายเป็นความจริง ทั้งได้รับการพัฒนาอย่างดียิ่งในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าบ้านแบบดั้งเดิม จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ได้ใช้ระบบเดิม แต่ระบบใหม่ก็ได้นำเอาหลักการเก่า ๆ มาใช้โดยการทำให้ง่ายต่อการออกแบบ และในการผลิตจากโรงงาน นอกจากนั้นการเพิ่มผลผลิตโดยการใช้วิธีการแบบหล่อกับท่อเป็นจุดมุ่งหมายของระบบ PREFABRICATION ต้องทำงานในโรงงานและผลิตออกมาในรูปของอุตสาหกรรม การทำที่ที่ก่อสร้างทั้งหมดใช้ได้ในกรณีบ้านพัก ส่วนตัวขนาดเล็ก (PREFABRICATED HOUSE) ด้วยเหตุนี้จึงต้องนำระบบนี้ซึ่งเป็นระบบผลิตออกจากโรงงานมาใช้ เพื่อสนองความต้องการด้านที่พักอาศัยของประชาชนเป็นจำนวนมากเหล่านั้นด้วย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปในแบบอุตสาหกรรมขึ้น (MASS PRODUCTION)

ความพยายามนี้เพื่อผลิตแบบ PREFABRICATION หรือแบบ INDUSTRAILISED MANUFACTURED HOUSE ได้ทำให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมาย การผลิตแบบดั้งเดิมก็ยังคงใช้แบบรักษาความสนใจทางด้านประวัติศาสตร์รวมทั้ง ACORN HOUSE, THE DYNASION HOUSE (FULLER), THE GENERAL PANEL HOUSE (CPORIU STUS, MACHMAUN) THE LOGIED HOUSE และ THE TVA TRILER ที่กล่าวถึงแต่มีส่วนน้อยแบบอื่น ๆในการนำมาใช้ได้เป็นบางส่วนเช่นแผงภายนอก ภายใน LAB หลังคาและพื้น การผลิตส่วนอื่น ๆ รวมทั้ง CURTAIN WALLS ทำเป็นแผงและ PARTITION ที่เคลื่อนย้ายได้

วัตถุต่าง ๆ และวิธีการผลิตแบบอุตสาหกรรมมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบโครงการสร้างจากแนวความคิดแบบเพ้อฝันสามารถจะเป็นไปได้ และจำนวนประเทศที่ได้ใช้วิธีการผลิตที่ดีเลิศพื้นฐานแห่งการใช้ระบบโครงสร้างแบบเบา รูปร่างเบา ซึ่งใช้วัตถุเบา แสดงถึงความก้าวหน้าตามที่ได้เปรียบเทียบกับบ้านแบบดั้งเดิม การรวมโครงสร้าง SPACE FRAMES และหลังคาที่แยกไม่ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้รับการพัฒนาในอาคารแบบนี้และอุตสาหกรรมแบบอื่น ๆ เป็นต้นว่า เครื่องบิน และการผลิตยวดยานได้มีผลต่อความคิดของสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง

โอกาสของ PREFABRICATION และการผลิตอาคารในรูปของอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับระดับของสังคม ระบบโครงสร้างหนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่เหมาะสมเพราะขาดการปรับตัวเข้ากับธรรมชาติหลายอย่างของประชาชนผู้ใช้ และวิธีการครองชีพของเขา นั่นคือ การปรับตัวของอาคารได้ถูกกำหนดให้สอดคล้องกันได้กับโครงการสร้างแบบ PREFABRICATION CAMED และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสม โดยเฉพาะระบบ BUILDING BLOCK ที่รีบด่วนไม่สามารถจะบรรลุถึงสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงการลดจำนวนของอาคารแบบต่าง ๆ ซึ่งมีผลการก่อสร้างที่ได้มาตรฐานความสัมพันธ์ของ MODULAR ซึ่งเป็นที่รู้จักกันมาช้านาน ขณะที่สิ่งซึ่งเป็นที่ต้องการก่อนสำหรับการผลิตที่มีเหตุผลและการวางแผนที่ดีได้รับการแนะนำให้ใช้ในหลายประเทศ และได้รับการพิสูจน์ถึงกฎที่จะขาดเสียมิได้ ในการออกแบบของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ในระบบนี้

ความสำเร็จในแต่ละประเทศได้รับความสำเร็จโดยการร่วมมือทางด้านอุตสาหกรรมหน่วยงานรัฐบาลและหน่วยงานการวางแผนการก่อสร้าง ในสหรัฐอเมริกาการผลิตผลจำนวนมาก (MASS PRODUCTION) ของบ้านพักสำหรับครอบครัวได้มีการดำเนินมาก ขณะที่ CURTAIN WALLING ได้รับการพัฒนาปรับปรุงสำหรับอาคารหลาย ๆ ชั้น ในจักรภพอังกฤษหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ระบบ PREFABRICATED CONSTRUCTION แบบเบาสำหรับอาคารเรียนได้ใช้อย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่ได้แก้ไขเฉพาะทางด้านเทคนิคยังได้ทำการแจกจ่ายแบบทางอ้อม สำหรับการศึกษาเพื่อให้โดยไม่คิดมูลค่าและให้สำหรับผู้พักอยู่ในระดับเดียวกันในฝรั่งเศส SCANDIKAUTA และสหภาพโซเวียต ตั้งแต่สงครามโลกจำนวนระบบ PREFABRICATED สำหรับโครงสร้างหนักขึ้นกับหน่วยของคอนกรีตได้รับการทำกับอาคารหลาย ๆ ชั้นและ FLATS ตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม สิ่งใดที่เป็นประโยชน์ใช้สอยและประหยัด

ในประเทศที่ได้รับการริเริ่มไม่จำเป็นต้องเหมาะสมสำหรับส่งออกไปขายที่อื่น โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงแก้ไขความสนใจทางด้านการพัฒนาการอื่น ๆ เพื่อให้ความสมบูรณ์ของ PREFABRICATION ได้เข้าแทนที่อีกครั้งในสหรัฐอเมริกา ในปี 1960 ตัวอย่างขนาดที่ได้ประมาณเท่าของของรถตู้ ตัวอย่างเช่น MOBILS HOUSE (บ้านเคลื่อนที่) ได้รับการผลิตในรูปของ PREFABRICATED STATIONARY HOUSE ในชั้นต้นเรามีบ้านสำเร็จโดยระบบ PREFABRICATED จากโรงงานขนวัตถุดิบเพื่อทำการประกอบในชั้นสุดท้าย

ด้วยการแนะนำระบบ PREFABRICATION และจุดมุ่งหมายทางด้านอุตสาหกรรมความต้องการของสถาปนิกนักวางแผน (PLANERS) และวิศวกรได้มีเพิ่มขึ้น ระบบเดิมของการออกแบบสถาปัตยกรรม ไม่มีความหมายอีกต่อไป ความต้องการใหม่ ๆ ได้เพิ่มขึ้นขึ้นระบบนี้ได้นำเอาวิทยาการทางด้านวิศวอุตสาหกรรมมาใช้ในทาง สถาปัตยกรรมได้กลายเป็นวิทยาศาสตร์ประยุคแขนงหนึ่ง

แปลจากหนังสือ ENCYCLOPEDIA OF MODERN ARCHITECTURE
หน้า 228-230 หัวข้อ PREFABRICATION

JO - (1)
Pl - (2)
Bc - (3)
Ka - (4)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE HISTORY OF PREFABRICATION

DATE	IDEA ORSYSTEM	LOCATION	INVENTED BY
100 YEARS AGO.	WOODEN FRAME HOUSE WAS DEVELOPED.		
19 TH.	BUILDINGS CONSTRUCTED FROM STANDARDIZED FACTORY-MAKE SECTION OF CAST IROM WAS FIRST RECOGNIED.		THE ENGLISH UTOPIAN.
1851	THE LONDON CRYSTAL PALACE, THE FIRST LARGE-SCALS BUILDING BY MASS PRODUCTION METHOD.	LONDON	
1902	A SYSTEM OF CONSTRUCTION USING HOLLOWCOREC,PRECAST CONCRETE UNITS.		GROSVENOR ATTERBURY.
1908	MASS-PRODUCED CONCRETE HOUSE ORGINALLY		THOMAS ALVAN EDISON.
1910	FREE STANDING HOUSE BUILT OF PRECAST CONCRETE UNITS DEVELOPED	FOREST HILLS. L.I.	GROSVENOR ATTERBURY, ARCHITECT.
1918	RIBBED PANELS IN A PRECAST CONCRETE SYSTEM.		SIMON LAKE, THE SUBMAR IN EDESIGNER.
1920	A CHICAGO SKYSCRAPPAR PROPOSED, AND LATTER IN ST.MARKS TOWER PROJECT, 1929.	CHICAGO	FRANK LIOYD WRIGHT.

DATE	IDEA ORSYSTEM	LOCATION	INVENTED BY
1921	RESEARCH IN PREFABRICATION SPONSORED.		ALBERT FARWELL BERNIS.
1923 1924	PIONEER EXPERIMENTAL WORK WITH THE USE OF PREFABRICATED WOOD PANELS, COMBINED IN CONSTRUCTION WITH CONCRETE.		THE BERNIS INDUSTRIES, INC.
1927	LOW-COST HOUSE CALLED THE DYMAXION HOUSE PROJECTED, AN HEXAGONAL-SHAPED STRUCTURE SUSPENDED IN NID-AIR ON A CENTRAL CORE OR MAST. COST ABOUT $3,000.		BUCKMINSTER FULLER.
1927	THE "DIATOM ONE-PLUS-TWO" HOUSE.		RICHARD J. NEUTRA.
1932	FIRST PREFABRICATED STEEL PANEL HOUSE.	HAZLETON, PA.	AMERICAN HOUSE.
1932	HIGH-RIS APERTMENT WITH THE INCORPORATION OF PLUMBILING FIXTURES IN A MECHANICAL CORE WAS WORKED OUT.	NEW YORK	DAMOND HOOD, NEW YORK ARCHITECT.
1935	STEEL PANEL HOUSE.	WHITE PLAIN NEW YORK.	HOUSES INC.

DATE	IDEA ORSYSTEM	LOCATION	INVENTED BY
1935	STRESSED SKIN PLYWOOD PANEL HOUSE.		THE U.S. FOREST PRODUCTS LAOORSTORY.
1936	FIRST WATERPROOF PLYWOOD HOUSE.	LOUISVILLE, KY.	FOSTER GUNNISON.
1936	"HOUSE OF THE MODERN "AGE" BUILT FOR EXHIBITION.	PARK AVE.& 39 TH.ST. N.Y.,N.Y.	WILLIAMS VAN ALEN.
1936	STEEL PANEL HOUSE	PURDUE UNIV.	INSULATED STEEL CONSTRUCTION CO.
1937	EXPERIMENTAL TWO-STORY TRAILER-HOUSE	MICHIGAN	CORWIN WILLSON FROM FLINT,MICH.
1939	IGLOO-SHAPE STRUCT URE PROPOSE	BERLIN	MARTIN WAGNER CITY ARCH.
1941	SECOND DYMAXION HOUSE IGLOO HOUSE IN THE SHAPE OF HALF AN EGG SHELL WAS INTRODUCED.		BUCKM INSTER FULLER.
1942	A MAST HOUSE PROJECT		EERO SAARI NEN.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป

1. บทนำ
2. ระบบโครงสร้างแบบต่าง ๆ
   - 2.1 ระบบแผนผนังรับน้ำหนัก
     (LOAD BEARING STRUCTURE OF PANEL SYSTEM)
   - 2.2 ระบบเสาและคาน
     (SKELETON FRAME OR COLUMN AND BEAM)
   - 2.3 ระบบเสาและแผ่นพื้น (BEAMLESS SKELETON)
   - 2.4 ระบบกล่อง (BOX SYSTEM)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งที่จะต้องคำนึงเป็นอย่างมากสำหรับอาคารที่ก่อสร้างโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนำมาประกอบกัน ก็คือปัญหาเรื่องความต่อเนื่องของชิ้นส่วนของอาคารที่รอยต่อต่าง ๆ ซึ่งถ้าหากจะออกแบบให้รอยต่อแข็งแรง เป็นเสมือนโครงร่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับโครงสร้างที่ทำการหล่อคอนกรีตกันที่ทั่วไปแล้ว จะต้องใช้วิธีต่อด้วยวิธีการพิเศษ เช่นการต่อเชื่อมเหล็กเข้าด้วยกัน หรือการใช้ลวดอัดแรงดึงยึดชิ้นส่วนเข้าหากันด้วยวิธี Post tension ซึ่งดูเหมือนว่าจะยิ่งทำให้การทำงานยุ่งยากยิ่งไปกว่าการหล่อโครงสร้างกับที่เสียอีก ดังนั้นในโครงสร้างอาคารสำเร็จรูปจึงพยายามหลีกเลี่ยงรอยต่อที่ต้องประสานให้ต่อเนื่องกันมากที่สุด ยกเว้นรอยต่อโครงสร้างสำคัญ ๆ ที่ต้องใช้รับแรงลม เป็นต้น

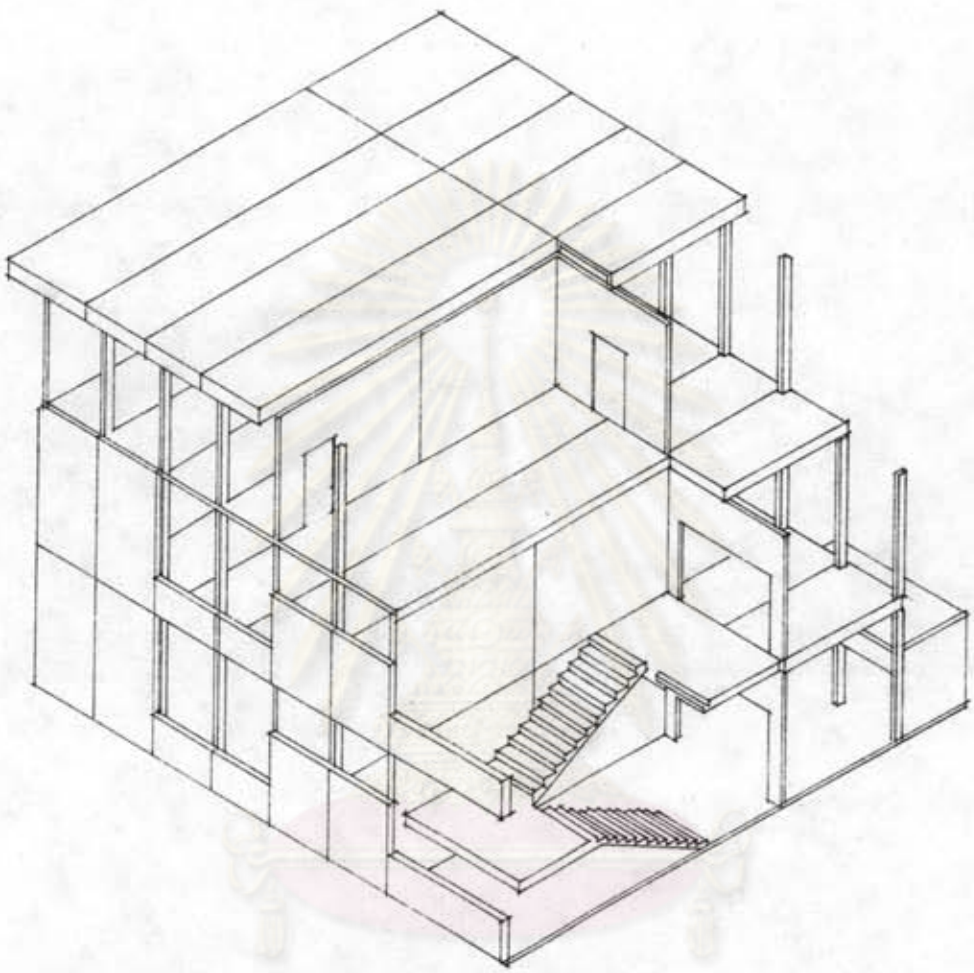
ในการออกแบบทางด้านโครงสร้างของอาคารที่ประกอบจากชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น จะต้องให้แข็งแรงเพียงพอกับสภาพการใช้งานเมื่อประกอบเข้าที่แล้ว ตลอดจนจะต้องไม่เสียหายในขณะขนส่งและติดตั้งด้วย

2. การคำนวณถึงระบบโครงสร้างซึ่งประกอบกันเป็นอาคารทั้งระบบเพื่อให้สามารถต้านทานแรงตามแนวราบ เช่น แรงลมได้

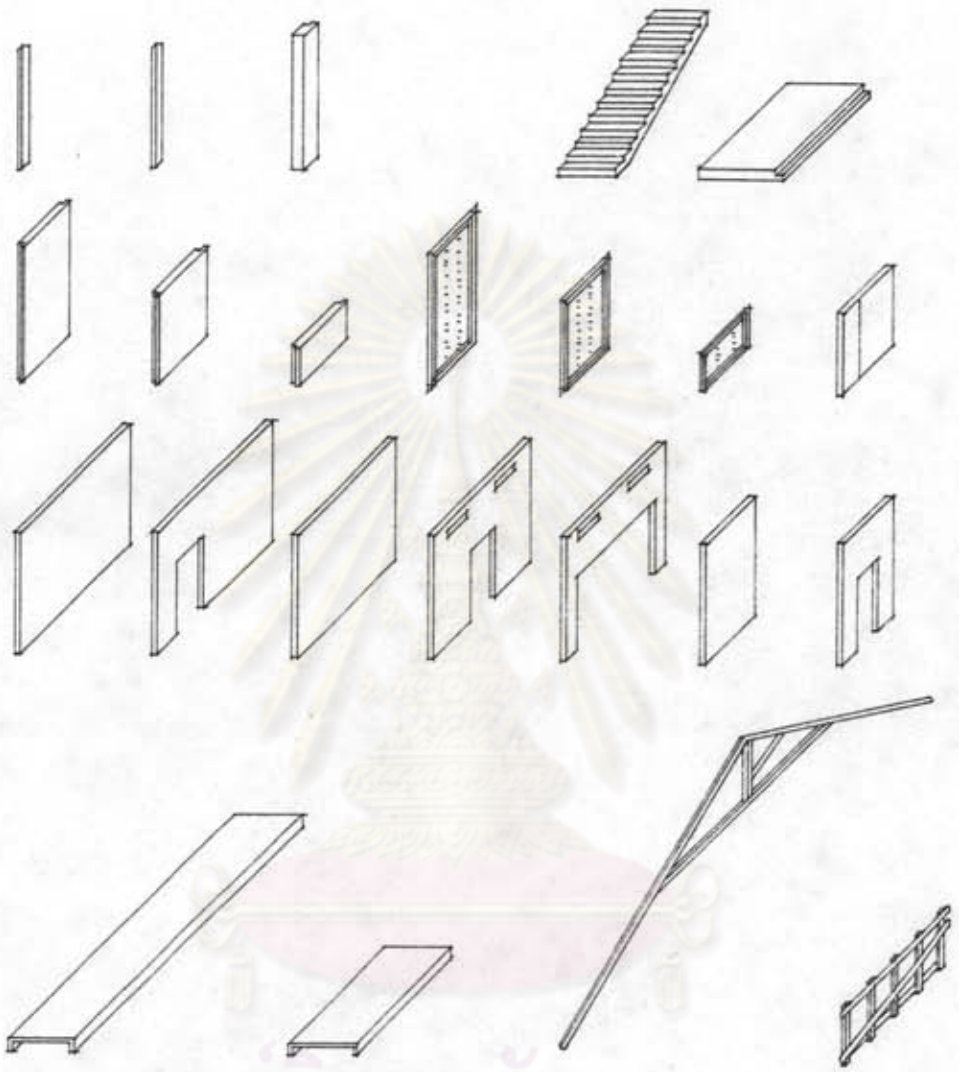
3. การคำนวณความแข็งแรงของรอยต่อต่าง ๆ ระหว่างชิ้นส่วนเพื่อสามารถให้ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นไปยังส่วนของอาคารที่จะรับน้ำหนักต่อไปได้ เช่น รอยต่อระหว่างพื้นกับกำแพงจะต้องแข็งแรงพอที่จะพื้นจะส่งน้ำหนักตัวมันเองและน้ำหนักจรบนพื้นผ่านไปลงบนกำแพงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 อาคารที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่มีขนาดมาตรฐานตามพิกัด

ตัวอย่างที่เห็นในรูปที่ 1 นี้ เป็นอาคารแบบหนึ่งที่สามารถสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ Funen ชิ้นส่วนเหล่านี้มีขนาดตามพิกัด และสามารถนำไปประกอบเป็นอาคารได้หลายแบบตั้งแต่อาคารชั้นเดียวไปจนถึงอาคารสูง 3 ชั้น และมีแบบต่าง ๆ กันได้กว่า 12 แบบ ชิ้นส่วนที่นำมาใช้ก็มีแบบมาตรฐานจำนวนไม่มากนัก ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งจะมีส่วนสำคัญ ๆ ประกอบด้วย เสา, ผนัง, พื้น และ หลังคา



รูปที่ 2 ชิ้นส่วนมาตรฐานซึ่งใช้ประกอบเป็นอาคารแบบต่าง ๆ ได้หลายชนิดตัวอย่างเช่นได้แสดงในรูปที่ 1

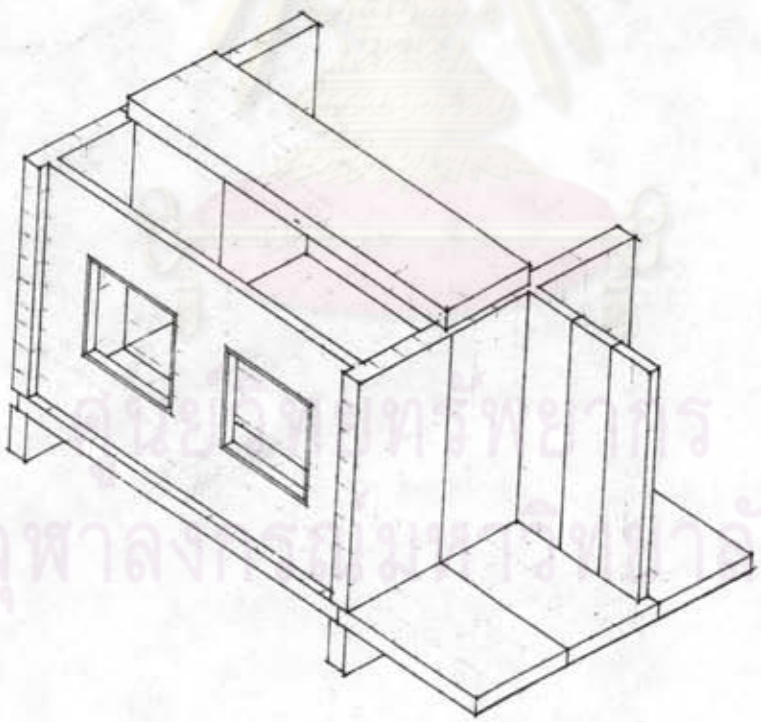
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระบบโครงสร้างแบบต่าง ๆ

ในปัจจุบันได้มีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์วิธีการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม หรือระบบสำเร็จรูปไว้ในประเทศต่าง ๆ มากกว่า 1,000 ระบบขึ้นไป ส่วนใหญ่ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศยุโรปทางตะวันออกและประเภทแถบสแกนดิเนเวีย ระบบเหล่านี้อาจแยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ คือ ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก, ระบบเสาและคาน, ระบบเสาและแผ่นพื้น, ระบบกล่อง

2.1 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure of Panel System)

ระบบนี้ไม่เป็นที่คุ้นเคยในประเทศไทยแต่ได้ใช้กันกว้างขวางในยุโรปในการการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้นจะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูป หลังจากนั้นก็จะนำแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางบนผนังเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป



รูปที่ 3 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งวัดขนาดของชิ้นส่วนตามหลักการประสานทางพิกัด

ผนังและพื้นในระบบนี้สามารถผลิตได้ง่ายๆ โดยการหล่อกับแบบที่วางนอนกับพื้นในวิธีการหล่อแบบนี้ สามารถจะปรับความหนาของแผ่นได้โดยสะดวกในแบบหล่อชุดเดียวกัน การผลิตผนังอีกแบบหนึ่งก็คือการหล่อแผ่นในทางแนวตั้งที่เรียกว่า Battery Caseing ในวิธีนี้แบบสำหรับหล่อจะวางตั้ง และมีแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่อง ๆ ตามความหนาของผนังที่ต้องการ การเทคอนกรีตครั้งหนึ่งจะได้แผ่นผนังครั้งละจำนวนมาก ๆ

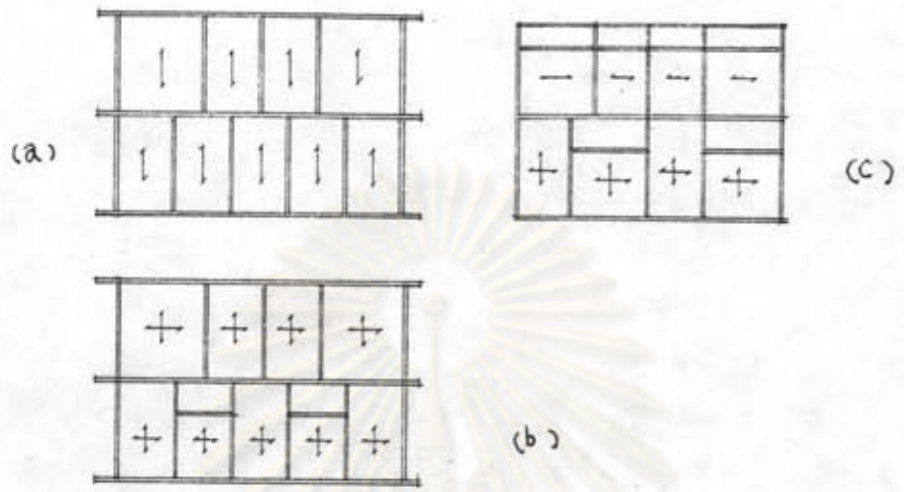
แผ่นพื้นเหล่านี้จะเสริมเหล็กตะแกรง 2 ชั้น, มีการฝังท่อเดินไฟฟ้า, ท่อน้ำ ไว้เสร็จก่อนที่จะเทคอนกรีต ผิวคอนกรีตจะออกมาเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนอีกครั้ง เมื่อเทคอนกรีตจะต้องทิ้งระยะบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ระยะเวลาที่ต้องรอก่อนที่จะสามารถถอนคอนกรีตออกจากแบบนี้ สามารถเร่งให้เร็วขึ้นได้ โดยวิธีการอบด้วยไอน้ำ ซึ่งหลังจาก 24 ชั่วโมงแล้ว ก็สามารถถอดออกจากแบบได้ สำหรับผนังที่จะต้องเจาะช่องประตูหน้าต่างก็เพียงกั้นแบบเป็นช่องเปิดไว้เท่านั้น ในแบบชุดเดิม

ในขั้นการผลิตชิ้นส่วนผนังและพื้นในระบบนี้นับเป็นระบบโครงสร้างที่สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ง่ายที่สุดมากกว่าระบบอื่น ๆ ทั้งหมด ขั้นตอนต่อไปหลังจากการผลิตก็คือการประกอบและติดตั้งแผ่นผนังเหล่านี้เข้าที่ ซึ่งนับรวมตั้งแต่การขนส่งชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก จากโรงงานไปถึงบริเวณการก่อสร้าง การยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ขึ้นไปติดตั้งให้ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง เหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ต่อมาที่มีปัญหามาก จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญ และมีความประณีตในการทำงาน

การรับแรงทางด้านโครงสร้างของระบบนี้ ก็คือการถ่ายเทแรงจากพื้นลงที่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้แผ่นผนังจะทำหน้าที่โครงสร้างอย่างสำคัญในอาคารเพื่อต้านทานแรงลมอย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคานอีกด้วย

ระบบการวางผนังรับน้ำหนักมี 3 วิธี คือระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางแนวเดียวกับความยาวของอาคารเรียกว่า loag-wall system, ระบบวางแผนผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคาร เรียกว่า Cross-wall system และระบบที่วางรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว เรียกว่า two-way span system (ดูรูปที่ 4)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 วิธีการจัดวางผนังเพื่อรับน้ำหนักของพื้น

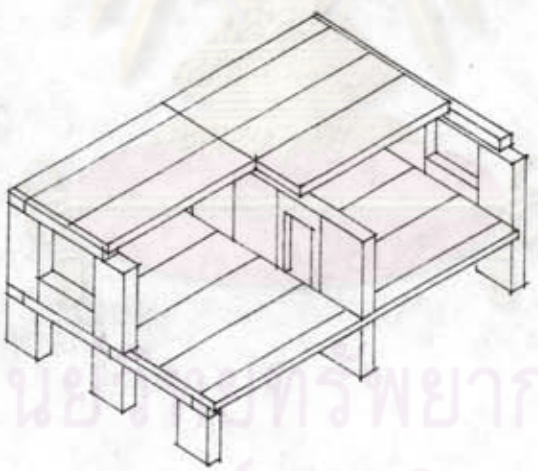
(a) long-wall system, (b) two-way system

(c) cross-wall

1. แนวกำแพงรับน้ำหนัก
2. ทิศทางที่พื้นวางพาดอยู่

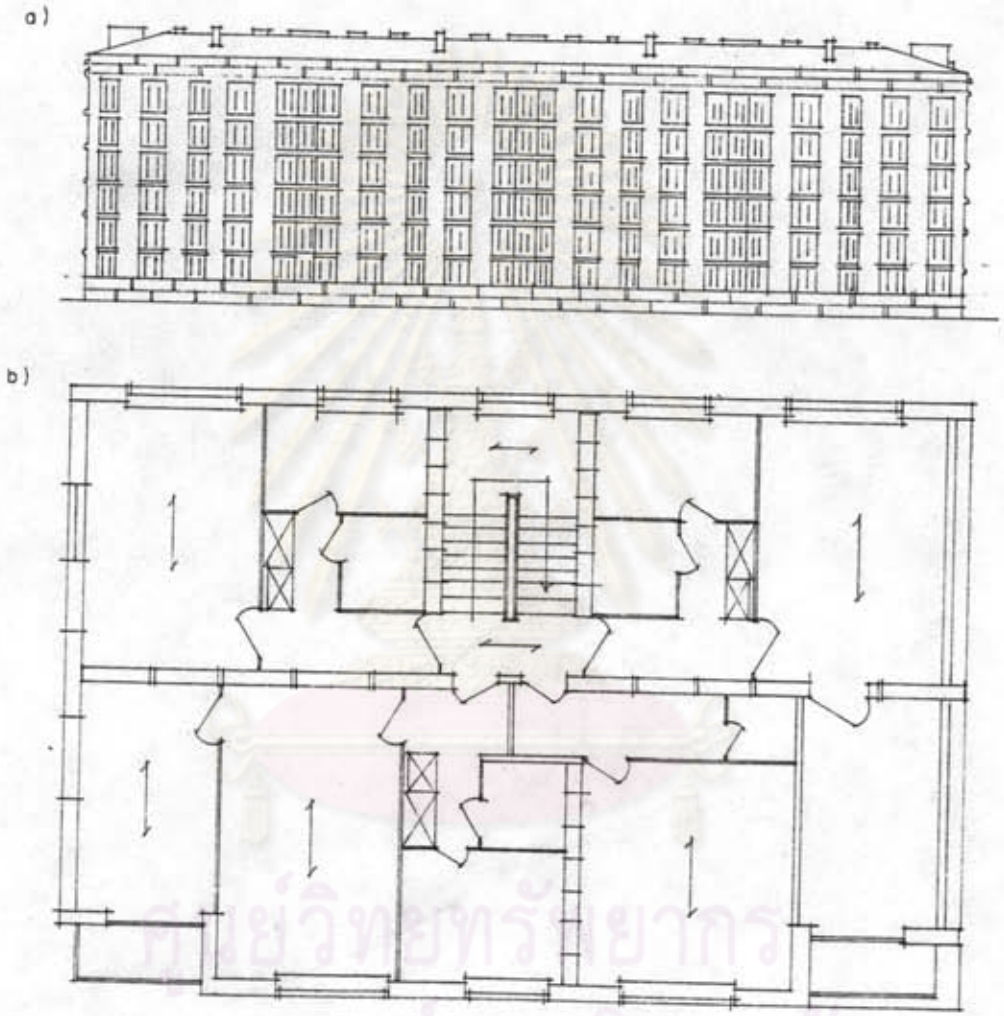
Long-wall system ระบบนี้สังเกตได้โดยดูทิศทางของแผ่นพื้นจะวางพาดน้ำหนักมาลงผนังส่วนที่เป็นผนังด้านหน้า และผนังด้านหลังของอาคาร (ดูรูปที่ 5 และ 6) ระบบนี้มีใช้อยู่บ้างในประเทศโปแลนด์ และประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก อาคารที่ใช้ระบบนี้ว่าจะต้องมีช่องเปิดที่จะเป็นหน้าต่างของห้องเล็กกว่าปกติ เนื่องจากผนังส่วนที่เป็นหน้าต่างที่จะต้องใช้เป็นผนังที่รับน้ำหนักของพื้นที่ต้องนำมาพาดวางลงไว้ด้วย จึงไม่เหมาะสมสำหรับอาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะที่พักอาศัยในประเทศเขตร้อน เช่น ประเทศไทยที่ต้องการช่องเปิดด้านหน้าและหลังของห้องเพื่อให้อากาศได้พัดถ่ายเทความร้อนระบบ

มีข้อดีอยู่ที่สามารถเปิดช่องโล่งได้ตลอดในแนวตามความยาวของอาคาร เพราะไม่จำเป็นต้องมีผนังในแนวขวางมากั้นแต่อย่างใด จึงสามารถนำไปใช้กับอาคารประเภทสำนักงาน หรือห้องเรียนได้ แต่ความกว้างของห้องอาจถูกจำกัดด้วยความยาวของแผ่นพื้นที่อาจไม่สามารถพาดยาวได้ถึงระยะห่างของผนังที่จะรับน้ำหนักได้ ยกเว้นต้องออกแบบแผ่นพื้นเป็นพิเศษสำหรับวางพาดได้ระยะห่างมาก ๆ การแก้ไขปัญหานี้ อาจทำได้โดยวางคานพาดลงกำแพงรับน้ำหนักแบบ long-wall แล้วให้แผ่นพื้นที่วางพาดลงคานแทนที่จะพาดลงผนังห้องโดยตรง ดังเช่นในรูปที่ 7a และ 7b ซึ่งจะทำให้ระบบยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบที่ผสมระหว่างระบบผนังรับน้ำหนักผสมเสาและคาน ชิ้นส่วนแทนที่จะมีส่วนสำคัญเพียงผนังกับพื้น ก็จำเป็นต้องมีชิ้นส่วนที่เป็นคานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอีก



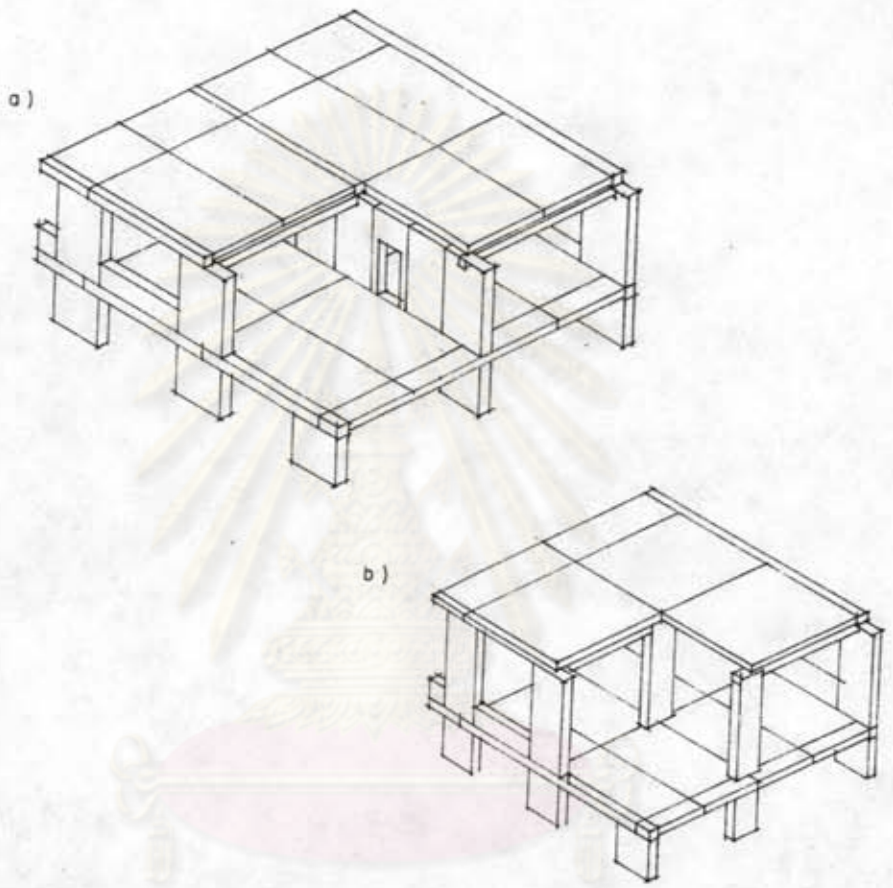
รูปที่ 5 แสดงระบบโครงสร้างแบบ Long Wall

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 ตัวอย่างอาคารที่อยู่อาศัยในกรุงวอร์ซอร์ ซึ่งวางโครงสร้างแบบ Long Wall

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



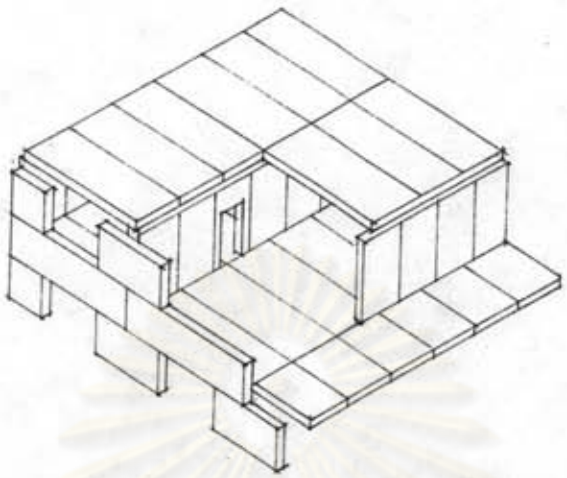
รูปที่ 7 การวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ long-wall ซึ่งใช้ผนังถ่ายน้ำหนัก จากพื้นมาสู่กำแพง
(a) ระบบของ Moscew (b) ระบบของ Czecho slovakian

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

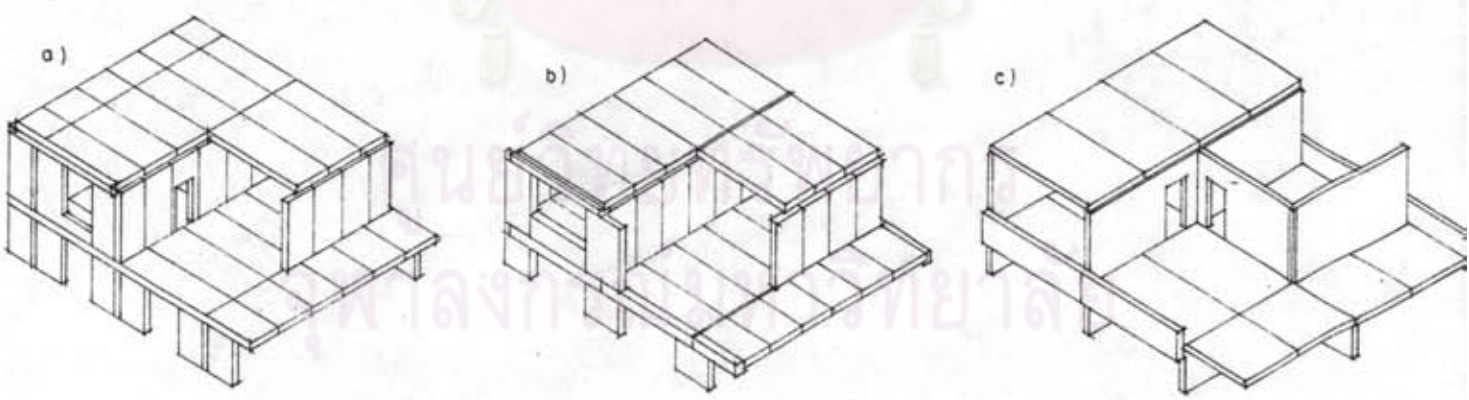
Cross-Wall System ระบบผนังรับน้ำหนักในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมวางแผนผนังรับน้ำหนักขวางกับความยาวของตัวอาคาร(รูปที่ 8) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทที่อยู่อาศัยซึ่งจำเป็นต้องมีผนังทางด้านขวาทิบตลอด เพื่อเป็นผนังกั้นระหว่างแต่ละหน่วยของที่พักอาศัยอยู่แล้ว ผนังทิบนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดีกว่าผนังที่มีช่องหน้าต่างเปิดอย่างเช่นผนังรับน้ำหนักในระบบ long-wall ระบบ cross-wall นั้น ผนังด้านหน้าจะไม่มีส่วนในการช่วยรับน้ำหนักจากพื้นเลย ดังนั้นจึงสามารถเปิดด้านด้านหน้าให้โล่งได้ตลอด หรือใช้เป็นหน้าต่างขนาดใหญ่ได้ตลอดด้านหน้าและด้านหลังของห้อง หรือหากต้องการผนังที่มีความหนาและน้ำหนักมากทางด้านหน้า ก็อาจใช้วิธีให้ผนังด้านหน้าวางซ้อนกันขึ้นไป เพื่อรับน้ำหนักผนังส่วนนี้ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8 หรืออาจใช้วิธีติดตั้งผนังด้านหน้าของห้องด้วยวิธีการอื่น ๆ ก็ได้อีกหลายวิธี ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 9-a, b และ c ในแบบ a ผนังด้านหน้าจะวางอยู่บนแผ่นพื้นโดยมีผนังด้านชั้นล่างลงไปเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก ในแบบ b จะใช้คานทับหลังวางบนผนังด้านตลอดช่องเปิด เพื่อใช้คานนี้เป็นตัวรับน้ำหนักผนังด้านหน้าแล้วส่งน้ำหนักผ่านลงชั้นล่าง ๆ ถัดไปตามลำดับ ในแบบ c ใช้วิธีประกอบด้านหน้าเข้ากับกำแพง cross-wall ที่ใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักอยู่แล้วโดยตรง Two-Way Span ระบบนี้ เป็นระยะที่ให้น้ำหนักของพื้นลงสู่ผนังทั้ง 2 แนว คือทั้ง ในแนว Cross Wall และ Long Wall นั่นคือผนังทั้ง 2 แนว จะถูกใช้เป็นผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ในกรณีนี้ พื้นจะออกแบบให้แบ่งน้ำหนักไปลงผนังทั้ง 4 ด้าน แทนที่จะเป็นเพียง 2 ด้าน เช่น ระบบ Cross หรือ Tong-Wall พื้นในระบบ Two-Way นี้ จะมีราคาถูกกว่าพื้นที่ใช้ในระบบทั้ง 2 ระบบเดิมที่กล่าวมาแล้ว และประหยัดที่สุดหากขาดของแผ่นพื้นจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ข้อดีอีกประการหนึ่งนอกจากจะได้ระบบพื้นที่ประหยัดแล้ว ก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอาคารที่เป็นโครงสร้างในทุก ๆ แนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบเป็นอย่างมาก เช่นไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันโดยตลอดได้ วิธีการแก้ไขปัญหาก็คือ จำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วย ในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง หรือโดยการใช้ผนังแบบที่เป็นกรอบกลวงดังในรูปที่ 12

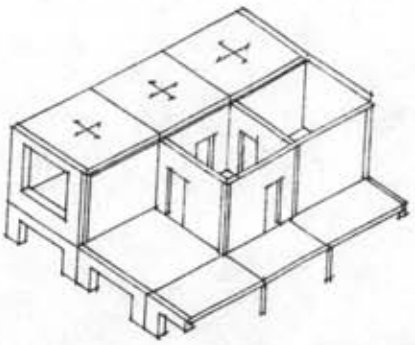
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



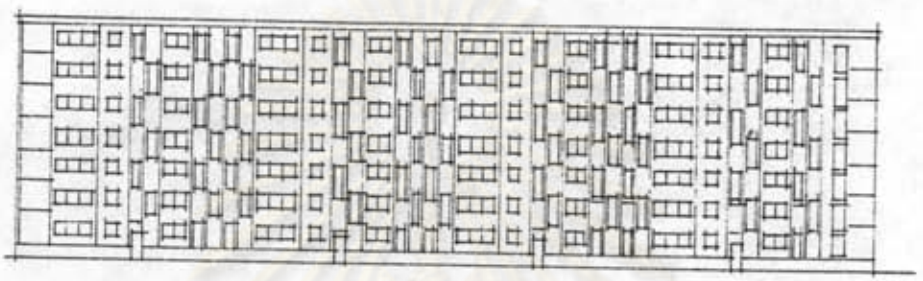
รูปที่ 8 ระบบ cross-wall และแสดงการวางผนังด้านหน้าให้ช้อนรับน้ำหนักกันเอง



รูปที่ 9 ในระบบ cross-wall สามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี
a) ผนังวางอยู่บนพื้น b) ผนังวางอยู่บนค่านเสริมพิเศษ
c) ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง

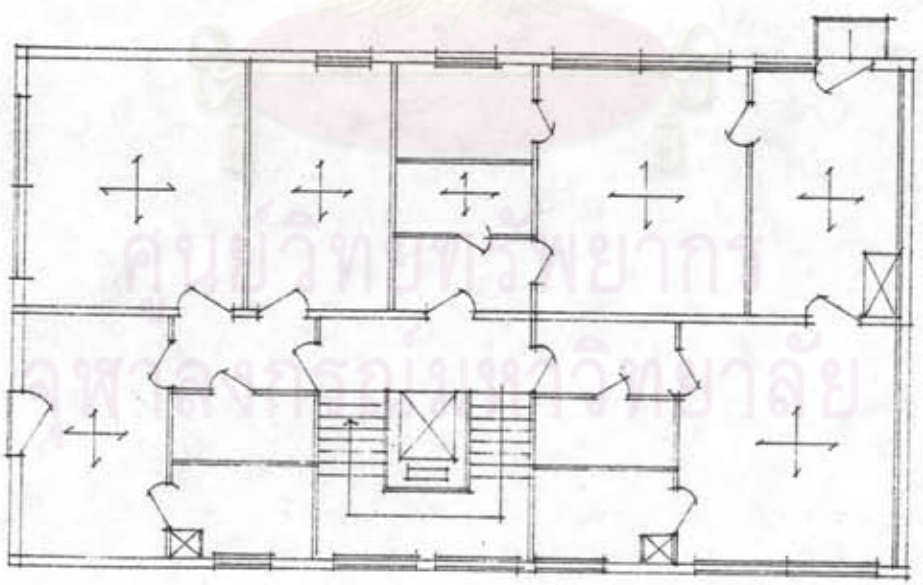


a)



รูปที่ 10 แสดงการวางผนังรับน้ำหนัก แบบ two-way span

b)

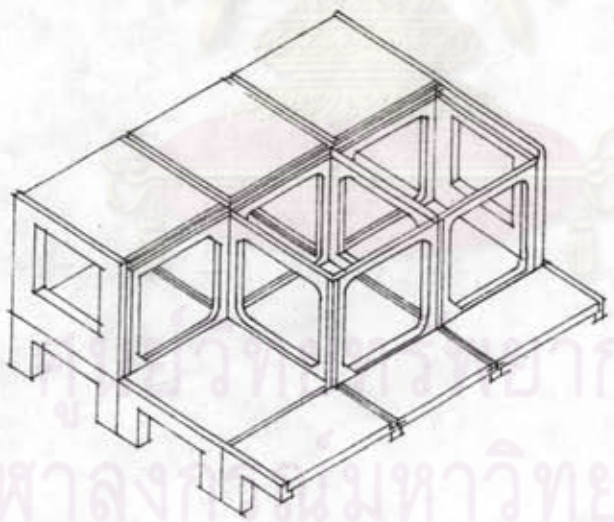


รูปที่ 11 ตัวอย่างอาคารที่พักอาศัยมาตรฐานของประเทศโปรแลนด์ ที่ใช้
โครงสร้างแบบ two-way span

2.2 ระบบเสาและคาน (Skeleton Frame or Column and Beam)

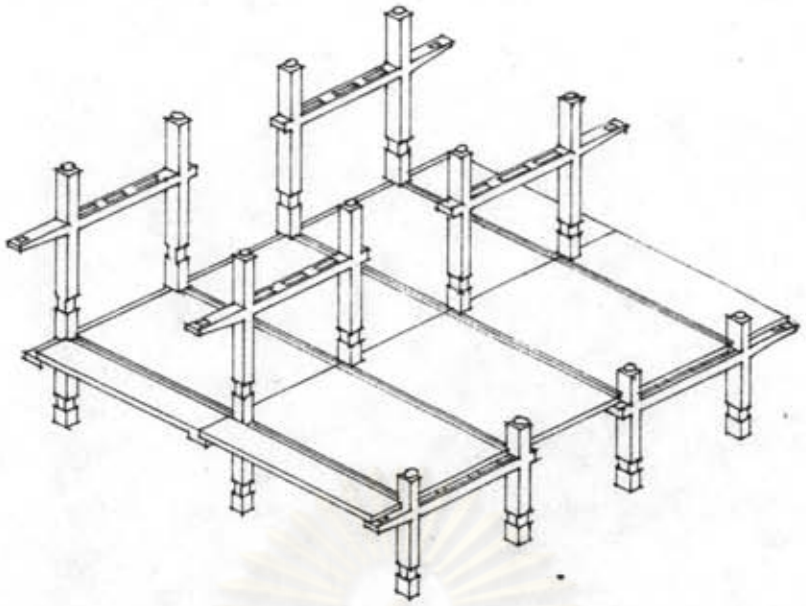
ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่รู้จักกันและใช้กันแพร่หลาย จนเกือบจะเป็นระบบแบบเดียวที่ใช้กันในประเทศไทย แม้กระทั่งในอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างแบบผนังรับน้ำหนักได้อย่างประหยัดกว่าระบบอื่น เช่น อาคารบ้านแถว ก็ยังคงใช้ระบบเสาและคานเป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาและคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน, โรงเรือน เป็นต้น

หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคานก็คือการรับน้ำหนักจาก พื้นที่ส่งคาน, จากคานส่งน้ำหนักลงเสาโครงสร้างเสาและคานแบบสำเร็จรูป นอกจากจะแตกต่างจากโครงสร้างแบบหล่อคอนกรีตกับที่ ในกรณีที่เสาและคานเป็นแบบหล่อสำเร็จรูป แล้วนำมาประกอบกันแล้ว ยังมีความแตกต่างจาก

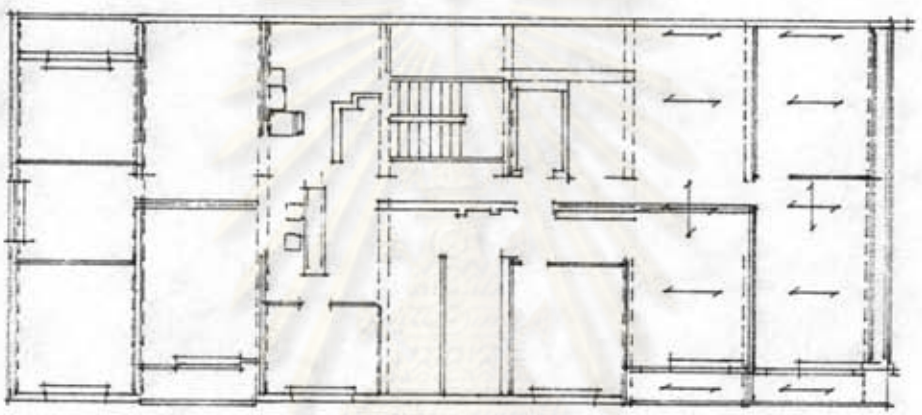


รูปที่ 12 ระบบกรอบกลวง (Ring-Frame)

a)



b)



รูปที่ 13 โครงสร้างแบบเสาและคานที่ใช้ในโครงการ Muranow ประเทศโปรแลนด์
(a) โครงสร้างที่ประกอบแล้ว (b) แบบแปลนของอาคาร

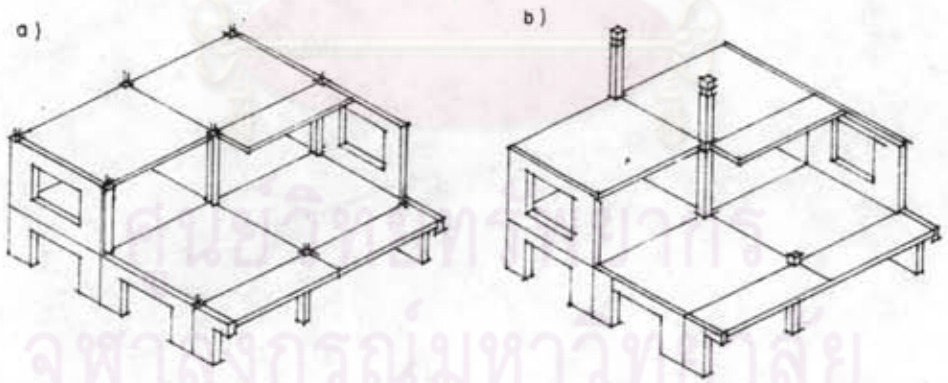
ระบบหล่อกับที่อีกประการหนึ่ง คือโครงสร้างเสา-คาน สำเร็จรูปมักจะมีแนวคานสำเร็จรูปอยู่เพียงในแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น ไม่มีคานวิ่งเข้ามาหาเสาทั้งสี่ด้าน เหมือนกับการหล่อกับที่ ทั้งนี้เพราะจะทำให้เกิดข้อยุ่งยากในการผลิตและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นอันมาก ดังนั้นในระบบสำเร็จรูปจะมีคานเฉพาะในแนวที่รับน้ำหนักจากพื้นเท่านั้น ส่วนในอีกแนวหนึ่งซึ่งไม่มีคานยึดนั้นจะถูกยึดโดยแผ่นพื้นหรือผนัง (ดูรูปที่ 13a)

วิธีการต่อชิ้นส่วนของเสาและคอนกรีตเข้าด้วยกันมีความยากจนกว่าระบบแผ่นพื้นรับน้ำหนักเป็นอันมาก วิธีการต่อรอบต่อระหว่างเสากับคาน หลายวิธีก็ได้มาจากการเลียนแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก จนมีผู้กล่าวว่าผู้ที่จะออกแบบโครงสร้างสำเร็จรูปแบบเสาและคานได้ดี ควรจะเป็นผู้ที่เข้าใจและศึกษารอบต่อของโครงสร้างไม้มาเป็นอย่างดีมาก่อน

2.3 ระบบเสาและแผ่นพื้น (Beamless Skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้ แผ่นพื้นที่จะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้างประเภท Flst Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นที่สำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษ กว่าแผนนั้นชนิดอื่น ๆ ทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน นั่นคือคาน โดยจะมีพื้นที่จะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคานเพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรที่จะมีการคำนวณด้านทางแรงลมเป็นพิเศษ หรือต้องการแผนให้มีผนังคอนกรีตเพื่อรับแรงลมรวมอยู่ในโครงสร้างด้วย

ตัวอย่างของโครงสร้างแบบเสาและแผ่นพื้น ที่นำใช้ได้แก่โครงการ Wierzbon ในโปแลนด์ (รูป 14 a) ส่วนในรัสเซีย ได้มีการนำระบบเสาและแผ่นพื้นประกอบกับระบบผนังรับน้ำหนักแบบ long-wall (รูป 14b) ซึ่งจะทำให้ได้อาคารที่มีช่องเปิดโล่ง โดยตลอดได้



รูปที่ 14 โครงสร้างแบบเสาและแผนพื้น

a) ใช้เสาเป็นส่วนรับน้ำหนักทั้งหมด

b) ใช้เสาและผนังช่วยกันรับน้ำหนัก

2.4 ระบบกล่อง (Box System

ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น และต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซียเอง ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะถูกประกอบหรือหล่อขึ้นเป็นกล่อง 3 มิติ ขนาดเท่ากับห้อง 1 ห้อง จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายใน, ติดอุปกรณ์ไฟฟ้า, ประปาต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน แล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้น ๆ ในบริเวณการก่อสร้างนับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงาน และเวลาที่ต้องใช้บริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดมากกว่าระบบใด ๆ ในปัจจุบัน

ระบบกล่องในปัจจุบันจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 12 ถึง 16 ตัน และมีขนาดพื้นที่ห้องประมาณ 3.50 - 10.00 เมตร และแบ่งเป็น 2 ระบบย่อยคือ

ก. ประเภทขนาดเบาหรือประเภทเดี่ยว ส่วนมากใช้กับอาคารบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน น้ำส้วม รับแขก ครัว รวมอยู่ในโครงรูปกล่อง 1 หรือ 2 หน่วยต่อกัน ทุกส่วนหรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปจากโรงงาน งานที่ที่ปลูกสร้าง ก็มีเพียงเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับ เมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ ติดตั้งต่อท่อส้วม ท่อน้ำใช้ ไฟฟ้า เท่านั้น ก็เข้าอยู่อาศัยได้ทันที วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลัก มักจะเป็นไม้เพื่อต้องการลดน้ำหนักให้เบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และที่เลือกใช้โครงเป็นเหล็ก หรือคอนกรีตก็มีทำกัน แต่เป็นส่วนน้อย

ข. ประเภทขนาดหนักหรือประเภทกลุ่ม ได้แก่ เอาโครงสำเร็จ 1 หน่วยดังกล่าวมาประกอบต่อร่วมกันเข้าหลาย ๆ หน่วยอาจเรียงกันเป็นแถวทางนอน เป็นอาคารประเภทเรือนแถว หรือเรียงต่อซ้อนกันทางตั้งขึ้นไปหลาย ๆ ชั้น วิธีซ้อนต่อกัน อาจจัดเรียงต่อแบบสลับช่องเหมือนตาหมากฮอส์ เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วย ทำให้ได้หน่วยเพิ่มพิเศษขึ้นจากการใช้ผนัง เพดานร่วมของหน่วยข้างเคียง เป็นการประหยัดวัสดุไปในตัว หรืออาจจัดวางให้แต่ละหน่วยเรียงชิดกันเลยทั้งทางดิ่งและทางนอน (ดูรูปที่ 3) ดังตัวอย่างอาคารหลังแรกที่ใช้แบบ BOX SYSTEM คือ โรงแรมฮิลตัน สร้างที่เมือง SAN ANTONIO, TEXAS ซึ่งได้ออกแบบกำหนดให้ห้องพักแขกเป็น 1 หน่วย ใช้โครงกล่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อให้แต่ละกล่องสามารถรับน้ำหนักการตั้งซ้อนกันได้

BOX SYSTEM ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพที่ผนัง ฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ หนักทำให้ขนส่งลำบากมาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษ และนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

3.6 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูปในประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบสำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูปในประเทศไทย

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้พัฒนาการก่อสร้างเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเอาคารพักอาศัย ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่าสถาปนิก, วิศวกร และเศรษฐกรนักบริหาร ต่างพยายามผลักดันแนวความคิดใหม่ ๆ ของระบบก่อสร้างให้บรรลุจุดสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยหลักจะอำนวยให้

ในปัจจุบันมีบริษัทเอกชนที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จเพื่อนำไปประกอบอาคาร ทั้งที่ผลิตเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง และทั้งผลิต และประกอบด้วยประมาณ 11 บริษัท ดังนี้คือ

1. บริษัท สตรามิตบอร์ด (และบริษัทสตราบล็อค)
2. บริษัท อุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูป
3. บริษัท เจนเนอร์รอล เอ็นจิเนียริ่ง
4. บริษัท ซีคอน

ทั้ง 4 บริษัทดังกล่าว ผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารทั้งหลัง พร้อมทั้งดำเนินการประกอบเอง

5. P.F.C. (The Frefabricated Concrete Co., Ltd.)
6. S.P.A. Co., Ltd.
7. C.PAC
8. C.M (Coistruction Material Industry Co., Ltd.)
9. S.B.P. (Stambrick Product Co., Ltd.)
10. S.B. (System Building Co., Ltd.)

จาก 5-11 ผลิตเฉพาะส่วนของโครงสร้างตามความต้องการของผู้สั่งซื้อ

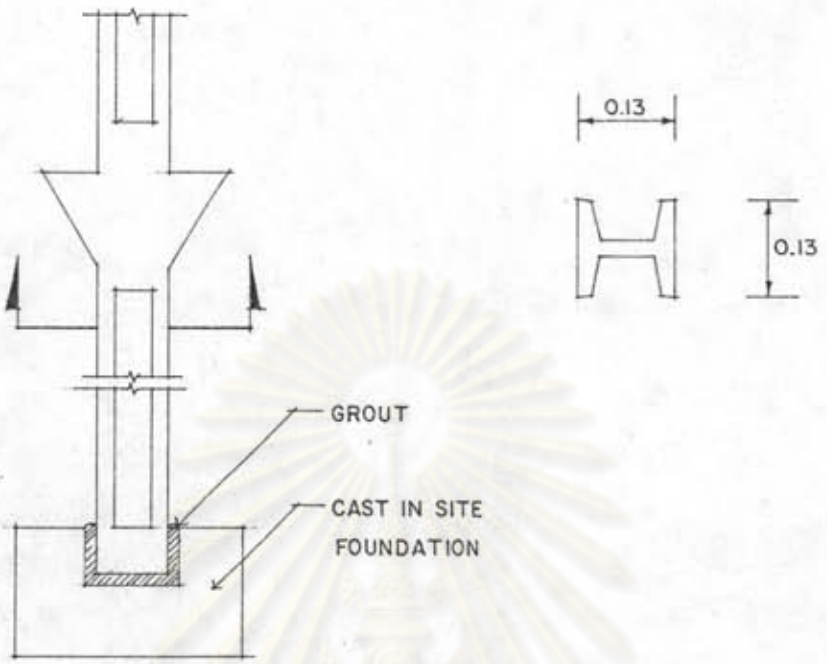
ก) <u>บริษัท ที่ผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างอาคาร พร้อมประกอบเป็นบ้าน</u>

1. บ้านสำเร็จรูปของบริษัทสตรามิตบอร์ด และบริษัท สตราบล็อค

บริษัท ได้ออกแบบ และผลิตบ้านทันหลายแก้ว โดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จของบริษัท S.P.A ซึ่งระบบดังกล่าวเป็นเพียงระบบหนึ่งใน 3 ระบบที่บริษัท S.P.A. คิดค้นขึ้นโครงสร้างสำเร็จเหล่านี้ออกแบบโดยยึดหลักที่ว่า ให้มีน้ำหนักเบา และสามารถใช้คนงานยกไปประกอบได้อย่างสะดวก

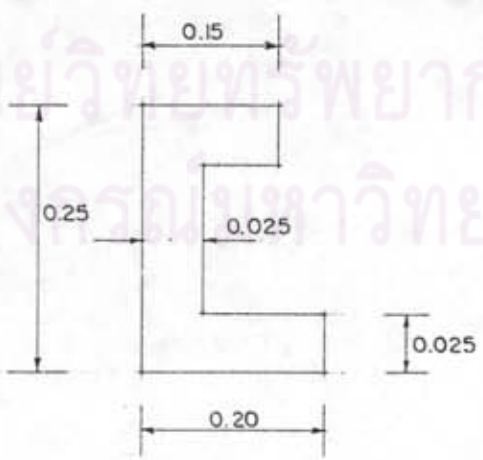
ลักษณะงานที่ทำเป็นบ้านสำเร็จรูป ประกอบด้วย เสา คาน ตง พื้น และผนัง เฉพาะเสา คาน และตงนั้นเป็นคอนกรีตอัดแรงส่วนแผ่นพื้นและผนังเป็น Precast ธรรมดา

- เสา เสาเป็นเสาคอนกรีต อัดแรงขนาด 13 x 13 C.M. หล่อเป็นชิ้นเดียว ตลอดทั้ง 2 ชั้น น้ำหนักเบาพอที่คนงานจะช่วยกันยกตั้งได้ หัวเสาบบานออกเพื่อเป็นฐานรองรับคาน



รูป 15 เสาและดอม่อสำเร็จรูป

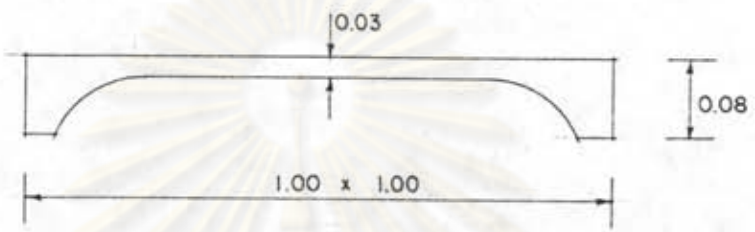
- คาน เป็นคานคอนกรีตอัดแรง มีขนาดหน้าตัดเล็กมากเป็นรูปตัว C ส่วนล่างของคานที่เป็นขาของรูปตัว C ใช้สำหรับวางคานซอยสำหรับระบบพื้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

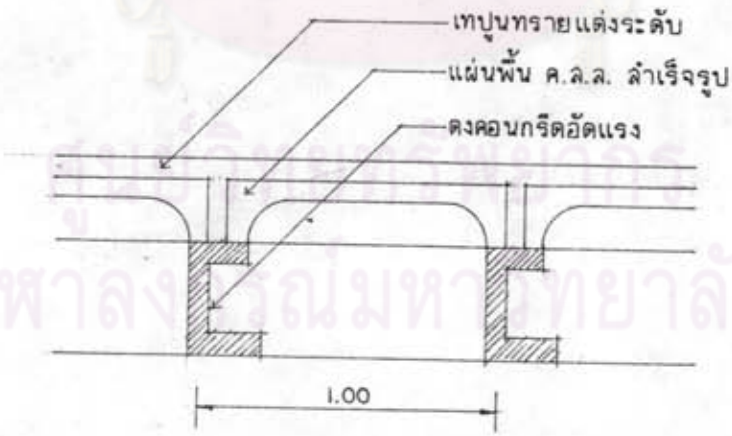
- พื้น ใช้ระบบพื้นของ S.P. A. คือระบบคานกับแผ่นคอนกรีต เซลล์ ซึ่งบางและหนักไม่เกิน 1.50 กก.หลังจากนั้นเททับด้วยคอนกรีตประมาณ 5 ซม. คอนกรีตเททับนี้ ได้ออกแบบเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของคานช่วย ช่วยทำหน้าที่รับน้ำหนักพื้นด้วย

ขนาดของแผ่นพื้น = 1.00 x 1.00 หยส 0.08 เป็น R.C.Slab หล่อสำเร็จจากโรงงาน ส่วนล่างเว้าดังรูป

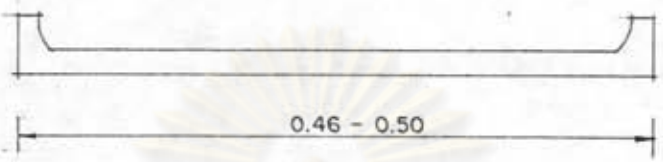


รูป 16 พื้นสำเร็จรูป

นำแผ่นพื้นสำเร็จรูปวางบนตรงคานคอนกรีตอัดแรงแล้วเทปูนทรายแต่งระดับโดยไม่ต้องเสริมเหล็ก



- ผนัง เป็น Precast concrete กว้างประมาณ 0.46 หนา ไม่ใช้รับน้ำหนัก คุณสมบัติด้านการเป็นฉนวนกันความร้อน และเสียงสู้คอนกรีตบล็อคไม่ได้ ผิวใช้ผิวคอนกรีตที่ถอดแบบ ทาสีได้ทันทีอย่างไรก็ตามความเรียบของผิวคอนกรีตยังสู้ปูนฉาบไม่ได้ เนื่องจากยังเห็นเป็นตามด ตามผิวอยู่ทั่วไป



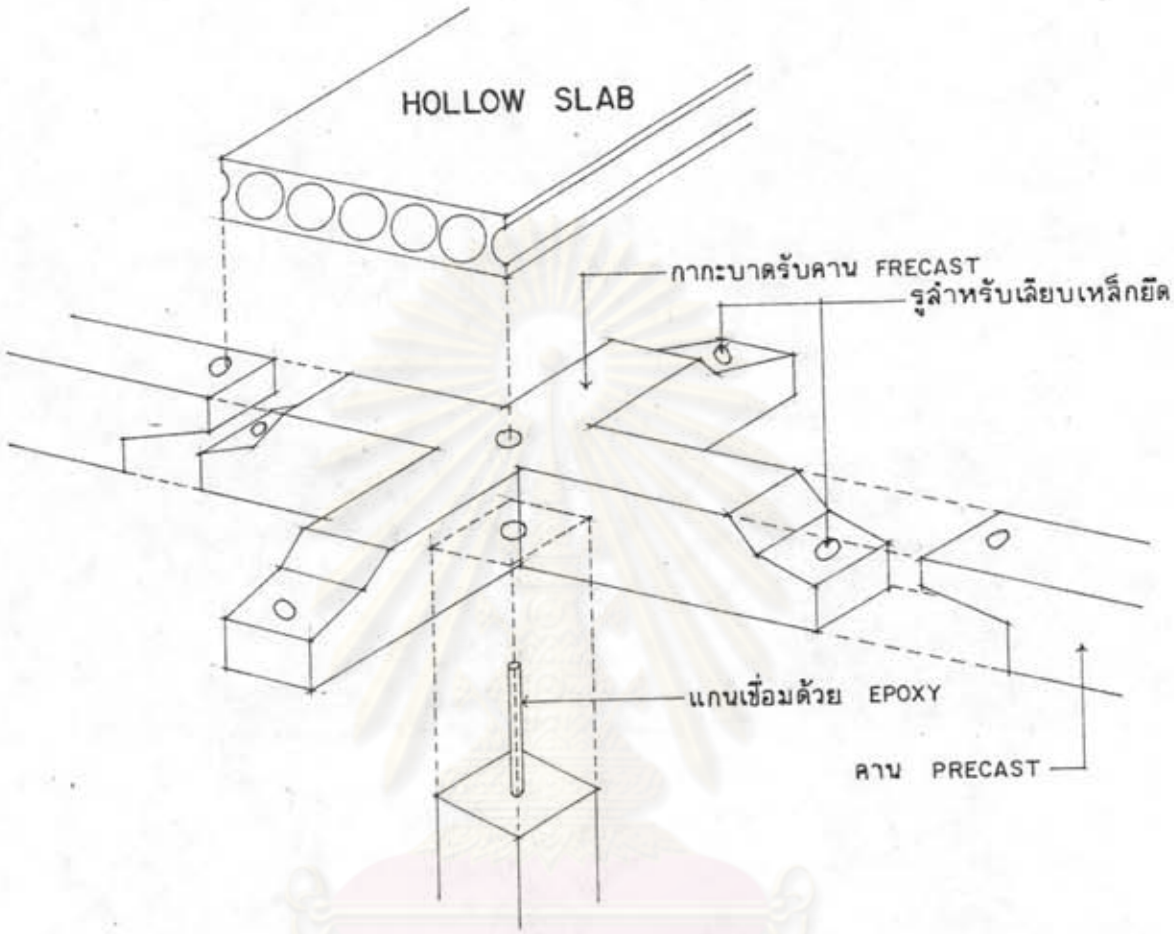
จะอย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับบริษัทสตรามิตบอร์ด ไม่ใช่ปัญหาเรื่องโครงสร้าง หรือราคาต้นทุนการผลิต แต่กลับเป็นปัญหาเรื่องความสวยงามของรูปทรง และชิ้นส่วน ผู้ซื้อส่วนมากไม่ชอบโครงสร้างสำเร็จที่ เช่น พื้น และผนังที่มีรูปเว้า ๆ แหว่ง ๆ บางรายถึงกับขอเปลี่ยนเป็นโครงสร้างแบบหล่อกับที่แทน เป็นตัวอย่างที่ควรคำนึงของสถาปนิก วิศวกรผู้ออกแบบบ้านแบบผลิตโดยวิธีอุตสาหกรรม โดยไม่คำนึงถึงด้านความงาม และความพอใจของผู้อยู่อาศัย

2. ระบบของบริษัทอุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูปจำกัด

ระบบนี้ ประกอบด้วย เสา คาน ผนัง และพื้น เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จแบบธรรมดา

เสาหล่อแยกกันแต่ละชิ้น เมื่อนำเสาหล่อสำเร็จวางบนตอหม้อที่เตรียมไว้แล้ว จึงวางคานซึ่งหล่อสำเร็จมาเป็นส่วน ๆ คือ ส่วนหัวเสา (ทำเป็นกากะบาด) และส่วนกลางคาน หลังจากนั้นก็วางพื้น ซึ่งทำเป็น Slab โปร่งกลางหนา 0.15 กว้าง 0.60-0.90 เรียงชิดติดกันบนหลังคานแล้วเททับด้วยปูนทราย

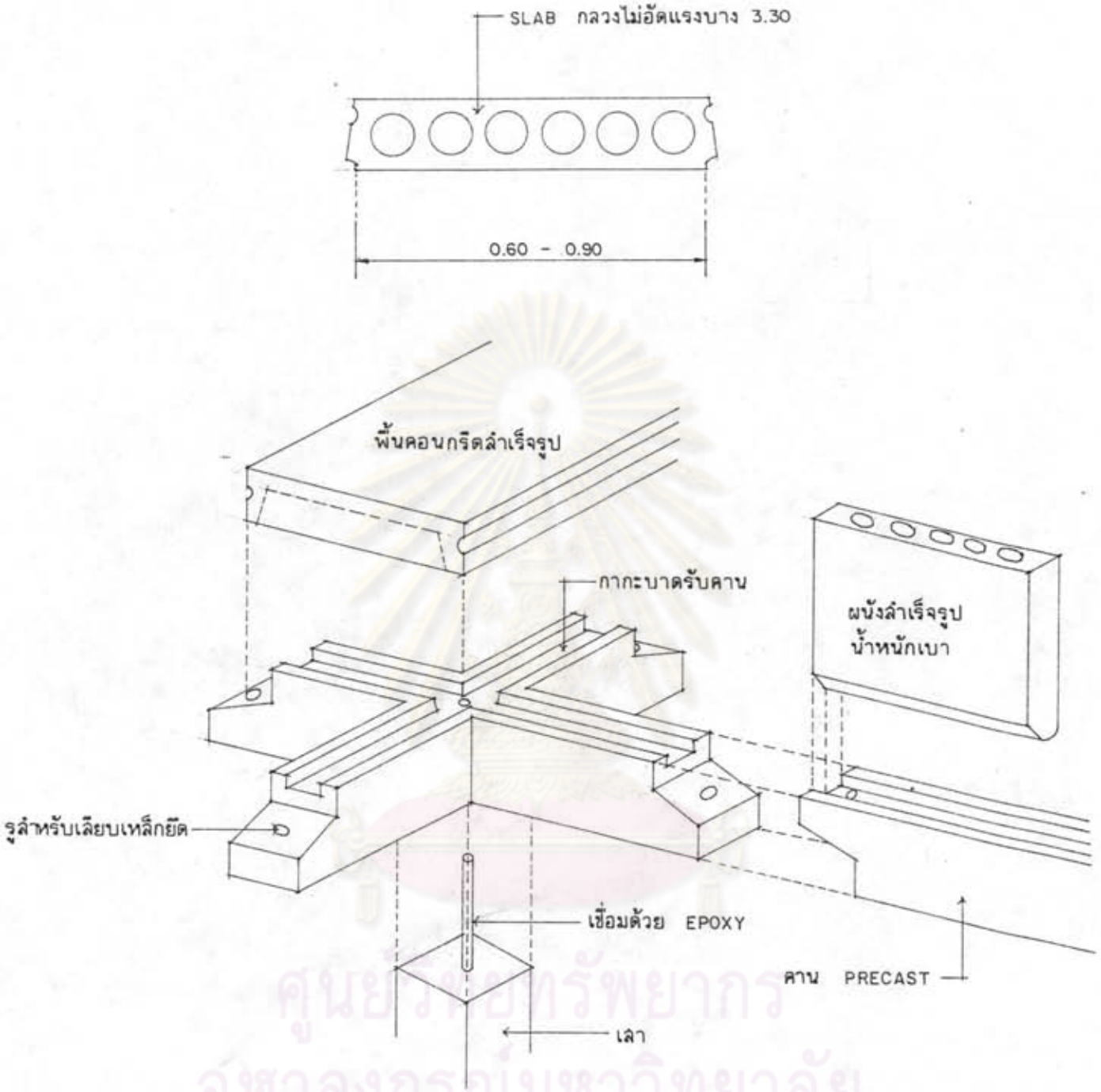
ผนังเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก กลวงหนา 0.078 หล่อสำเร็จติดประกอบติดมากับคาน ผนังเป็นผนังไม่รับน้ำหนัก



ชิ้นส่วนต่างๆ ของระบบนี้ มีขนาดใหญ่ และน้ำหนักแต่ละชิ้นมาก ไม่สามารถยกประกอบติดตั้งด้วยแรงคนได้ ต้องใช้ Crane และเครื่องกลผ่อนแรงเป็นปัจจัยหลักในการก่อสร้าง ฉะนั้น การก่อสร้างระบบนี้ จึงต้องมีการเตรียมการ และลงทุนพร้อมเพรียงจึงจะประสบผลเป็นที่น่าพอใจ

3. ระบบของบริษัท General Engineering

ระบบก่อสร้างระบบของ G.E. คล้ายคลึงกับระบบของอุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูป ซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยเสาคาน ผนัง และพื้นสำเร็จรูป วัสดุทั้งหมดเป็นคอนกรีต แต่ของ G.E. ทำคอนกรีตน้ำหนักเบามาใช้ในการผลิตผนังสำเร็จรูป โดยใส่สารเคมีที่ทำให้เกิดฟองอากาศ สามารถลดน้ำหนัก คอนกรีตลงได้ 20%-50% นอกจากนี้ ผนังยังใช้เป็น ผนังโปร่ง (Hollon Core) เพื่อลดน้ำหนักลงไปอีก ข้อเสียของคอนกรีตเบา คือ มักจะแตกร้าวในการขนส่ง ฉะนั้นจึงต้องมีการฉาบผิวอีกครั้ง



ระบบก่อสร้างของ G.E. โดยทั่วไปแล้วก็คือระบบธรรมดาใช้วิธีการง่าย ๆ ชิ้นส่วน เสา คาน ยังมีขนาดใหญ่ ต้องอาศัยเครื่องมือยกช่วย การพยายามใช้วัสดุใหม่ ๆ เช่น Aerated Lightweight Concrete เป็นสิ่งที่น่าสนใจแต่ก็ยังไม่ได้รับความสำเร็จมากนักในระยะนี้ เนื่องจาก น้ำยาที่ผสมในการผลิตจะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ราคาคอนกรีต จึงยังมีสูงอยู่ คุณสมบัติที่น่าสนใจของคอนกรีตเบาคือ มีน้ำหนักเพียง 300 Kg/M^3 ใช้เป็นฉนวนกั้นความร้อน

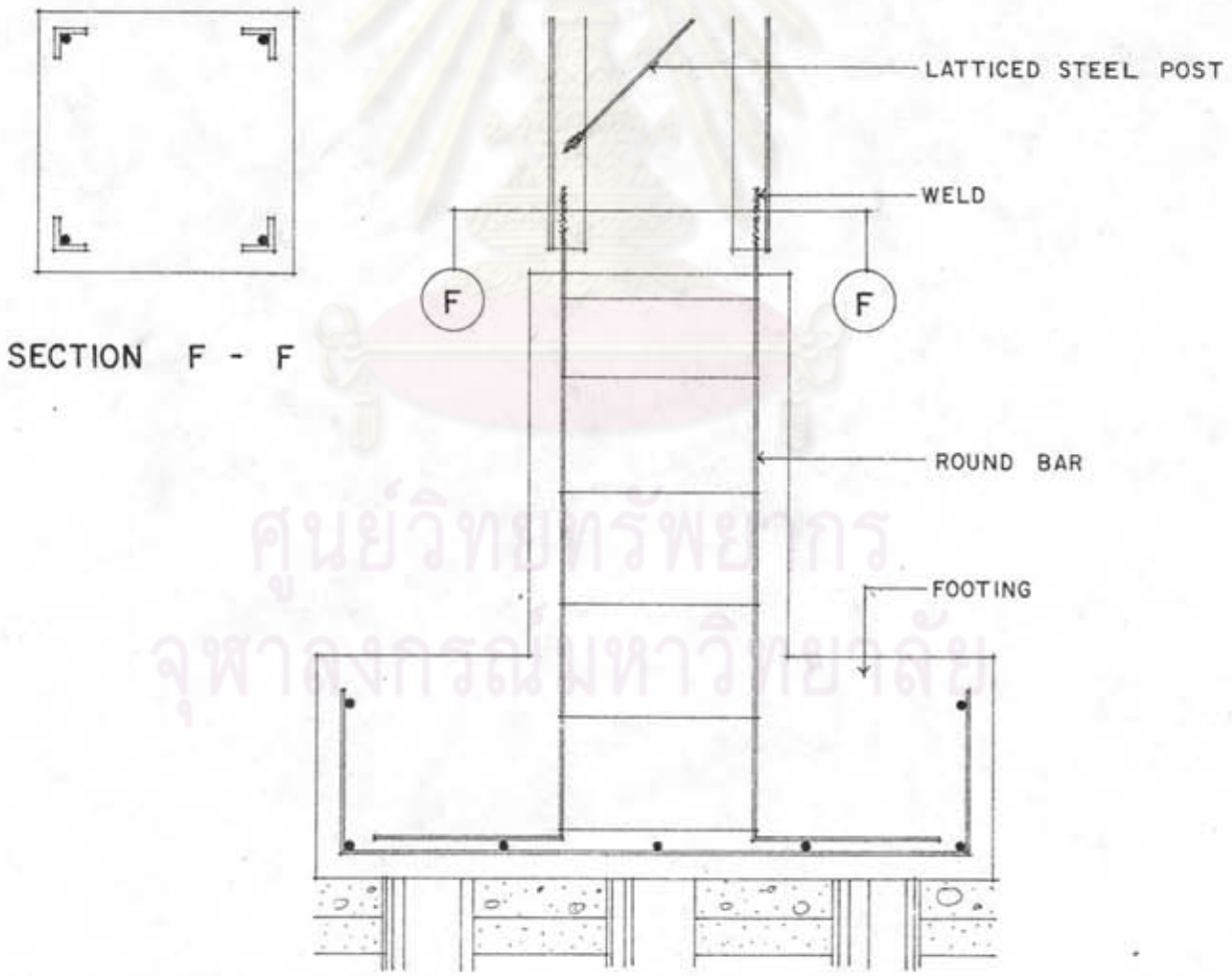
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ระบบของบริษัท Seacon

เป็นบริษัทจัดสรรโครงการบ้าน และที่ดินที่มีชื่อเสียง มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลักดันระบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยของไทยให้เจริญรุดหน้า และพัฒนาไปตามแนวทางอุตสาหกรรม

ระบบการก่อสร้างของ Seacon มีลักษณะพิเศษที่เป็นเอกเทศคือ เสาไม่ทำสำเร็จจากโรงงานแต่จะตั้งเป็น Built Up Steel Frame ณ ที่ก่อสร้าง เมื่อติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จ เช่น คาน พื้น ผนังเสร็จแล้ว จึงเทคอนกรีตหุ้มเสา ในขณะเดียวกันคอนกรีตยึดส่วนของคาน พื้น และผนังเข้าเป็นเนื้อเดียวกับเสา

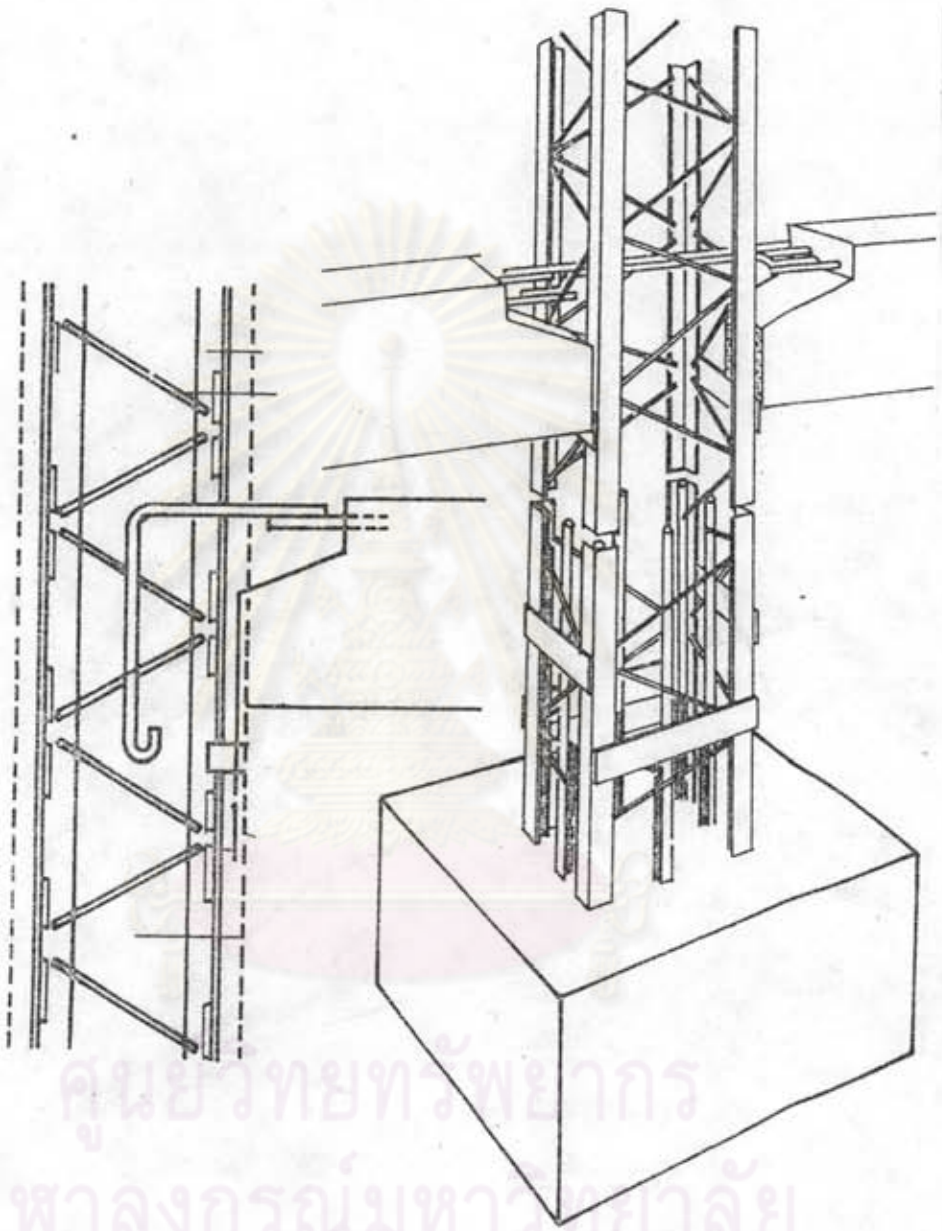
ด้วยระบบดังกล่าว บริษัทนี้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ 10%-30% และย่นเวลาการก่อสร้างลง 40% เมื่อเทียบกับการก่อสร้างระบบเดิม



SECTION F - F

ERECTION OF LATTICED STEEL POST

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อสรุปจากการศึกษาระบบก่อสร้างของบริษัททั้ง 4

จากรายละเอียด ระบบ วิธีการผลิตของแต่ละบริษัท พอสรุปเปรียบเทียบ ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของแต่ละระบบได้ดังนี้

ระบบผนัง

- บริษัท อุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูป ทำในลักษณะ Closed System คือ ผลิตหลายขนาด และหลายแบบตามลักษณะการใช้งานเป็นส่วน ๆ ไม่สามารถนำไปใช้กับงานในลักษณะอื่นได้

- สำหรับบริษัท สตรามิดบอร์ด General Engineering และ Seacon ทำในลักษณะ Opened System คือ ผลิตชิ้นส่วนเพียงไม่กี่ขนาด หรือน้อยที่สุด แต่สามารถนำไปประกอบกันให้เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งของบริษัท General Engineering ทำด้วยคอนกรีต น้ำหนักเบา ซึ่งช่วยประหยัดโครงสร้าง และง่ายต่อการยกประกอบด้วยแรงคน

ระบบเสา

- บริษัท สตรามิดรบอร์ด ทำเสาสำเร็จรูป เป็นคอนกรีตอัดแรงยาวเท่าความสูงของอาคารทั้งหมด

- บริษัท อุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูป และ General Engineering มีการผลิตคล้ายคลึงกัน และผลิตชิ้นส่วนเป็น คอนกรีตเสริมเหล็ก ธรรมดา ความยาวของเสาที่ผลิตเท่ากับความสูงอาคาร 1 ชั้น

- บริษัท Seacon ประกอบเหล็กเสริมสำเร็จรูปนำมาติดตั้ง และจึงหล่อคอนกรีตหุ้มโดยหุ้มผนังไปพร้อมกันด้วย

ระบบพื้น และคาน

- บริษัทสตรามิดบอร์ด วาง Slab คอนกรีตเสริมเหล็ก รูปกะบะบนตงคอนกรีตอัดแรงซึ่งพาดบนคานคอนกรีตอัดแรงอีกทอดหนึ่ง

- บริษัท อุตสาหกรรมบ้านสำเร็จรูป วางพื้น Slab โปร่งลงบนหลังคาน ซึ่งบางชิ้นส่วนหล่อติดเป็นชิ้นเดียวกับผนัง หรือ Slab ชายคา ซึ่ง เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

- บริษัท General Engineering ใช้ Slab พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก รูปกะบะพาดบนคาน คอนกรีตเสริมเหล็ก คานที่ใช้บางตัววางพาดผ่านหัวเสา 2 ช่วง และหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน

- บริษัท Seacon ใช้พื้นไม้ และตงไม้ ผนัง คอนกรีตเสริมเหล็ก ริมนอกจะมีบ่าที่ท้องลผนังเพื่อรับตง

ข. <u>บริษัทที่ผลิตเฉพาะชิ้นส่วนโครงสร้างอาคาร</u>

การพัฒนาการผลิตวัสดุ เพื่อการก่อสร้างในประเทศไทย เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ในอัตราสูงมาก สังเกตได้จากปี 2500-2510 ได้มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริมจาก รัฐบาลในด้านเงินทุนหมุนเวียน และภาษีอากร ประมาณ 34 โรงงาน และในจำนวน 34 โรงงานนี้ เป็นโรงงานผลิตวัสดุเพื่อการก่อสร้างกว่าครึ่งหนึ่ง

ผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับการผลิตวัสดุก่อสร้าง ส่วนมากจะหาได้จากภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานผลิตปูนซิเมนต์ เป็นโรงงานผลิตวัสดุเพื่อการก่อสร้างที่ใหญ่ และมีผลผลิตสูง ที่สุด ซึ่งในปัจจุบันมีการผลิตปูนซีเมนต์ชนิดต่างๆ อยู่ 3 บริษัท หากรวมผลผลิตของทั้ง 3 บริษัทแล้ว จะ ได้ปริมาณซีเมนต์ถึง 3 ล้านตันต่อปี

รายการวัสดุที่ผลิตได้ในประเทศ และส่วนที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศดังตาราง ต่อไปนี้

รายการวัสดุก่อสร้าง

วัสดุผลิตภายในประเทศ	วัสดุสั่งซื้อจากต่างประเทศ
- ซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ - ยิบซั่มบอร์ด และรูปอื่น ๆ - อิฐ หิน ดินเผา - เหล็กเสริม และท่อเหล็กเหนียว - ผลิตภัณฑ์ แอสเบสต๊อสซีเมนต์ - วัสดุคอนกรีตสำเร็จรูป - กระจกต่าง ๆ - กระเบื้องดินเผาและกระเบื้องเคลือบ - ไม้ชนิดต่าง ๆ - ไม้อัด - วัสดุชิ้นส่วนกั้นผนังแบ่งห้อง - เหล็กเหนียว - แอ๊สพัลท์ - เหล็กหล่อ	- ส่วนผสม แอสเบสต๊อส - ซีเมนต์ชนิดพิเศษ - เหล็กหน้าตัดรับแรง - โซดาไฟ - กาวยาง เลซิน - พลาสติก - เครื่องไฟฟ้าต่าง ๆ - เครื่องจักรกล

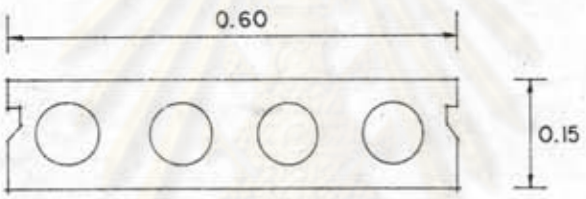
ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนสำเร็จ

นอกจากวัสดุก่อสร้างพื้นฐานข้างต้นแล้ว ยังมีโรงงานต่าง ๆ ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จเพื่อการประกอบในกิจการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป เช่น พื้น ประตู หน้าต่าง คาน และผนังสำเร็จรูป

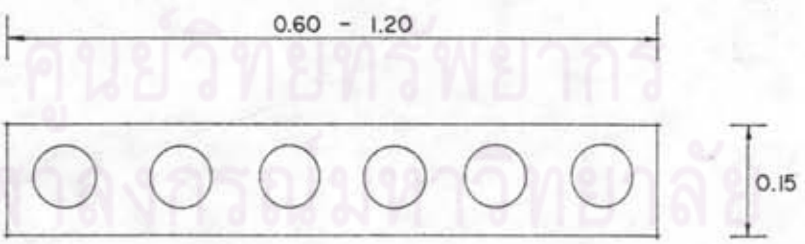
ได้กล่าวไว้แล้วในบทต้นๆ ว่ามีบริษัทผลิตชิ้นส่วน ประกอบอาคาร มากกว่า 11 บริษัท ในจำนวนนี้ 4 บริษัททำการผลิต และก่อสร้างเองด้วย ส่วนบริษัทอื่น ๆ ที่เหลือทำการผลิตอย่างเดียว ตามจำนวนการสั่งซื้อ ซึ่งส่วนใหญ่จะผลิตพื้นเป็นเกณฑ์ดังนี้

ระบบพื้น มีบริษัทต่างๆ ผลิตพื้นสำเร็จตามแนวทางวัสดุ และการพัฒนาของตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่จะมีราคาเฉลี่ยต่อตารางเมตรถูกกว่า การเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กกับที่

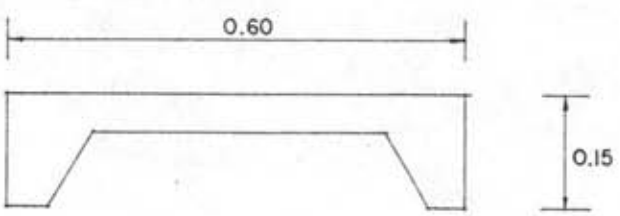
- บริษัท Prestressed concrete construction Co., Ltd. ผลิตพื้นคอนกรีตกลวงอัดแรง ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตรเท่ากับ 275 กก. สามารถผลิตช่วงความยาวได้ 3-10 ม.



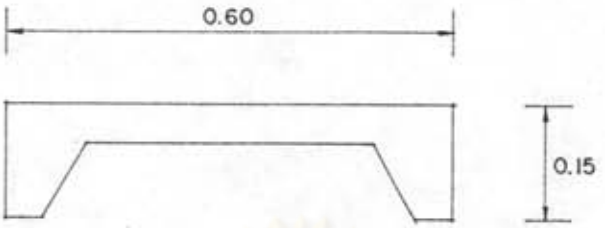
- บริษัท อุตสาหกรรมผลิตบ้านสำเร็จรูป (Prefabricated Housing Industry) ผลิตพื้นคอนกรีตกลวงไม่อัดแรง มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร เท่ากับ 262 กก. ทำช่วงความยาวจาก 2.70-6.00 เมตร



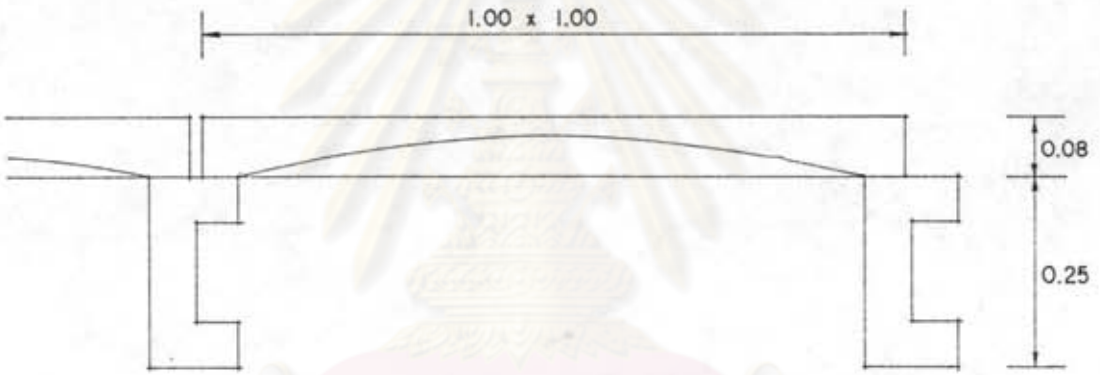
- บริษัทเซาท์อีสท์เอเชียก่อสร้าง (Seacon) ผลิตพื้นคอนกรีตสำเร็จเสริมเหล็กไม่อัดแรงเว้าตรงกลาง น้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตรเท่ากับ 232 กก. ผลิตช่วงตั้งแต่ 2.70-4.80 ม.



- บริษัท General Engineering Co., Ltd. เป็นบริษัทในเครือเดียวกับบริษัท Loxley ผลิตคอนกรีตเสริมเหล็กไม่อัดแรงสัดส่วน และแบบเหมือนของ Seacon ทุกประการ แต่น้ำหนักต่อตารางเมตร น้อยกว่า กล่าวคือ 228 กก. ต่อตารางเมตร

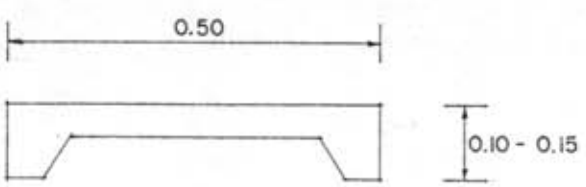


- บริษัท สตรามิดบอร์ด ผลิตพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กไม่อัดแรงเว้า เป็นรูปโครงตรงกลาง น้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตรประมาณ 185 กก. ผลิตตั้งแต่ 1.00-4.00 เมตร



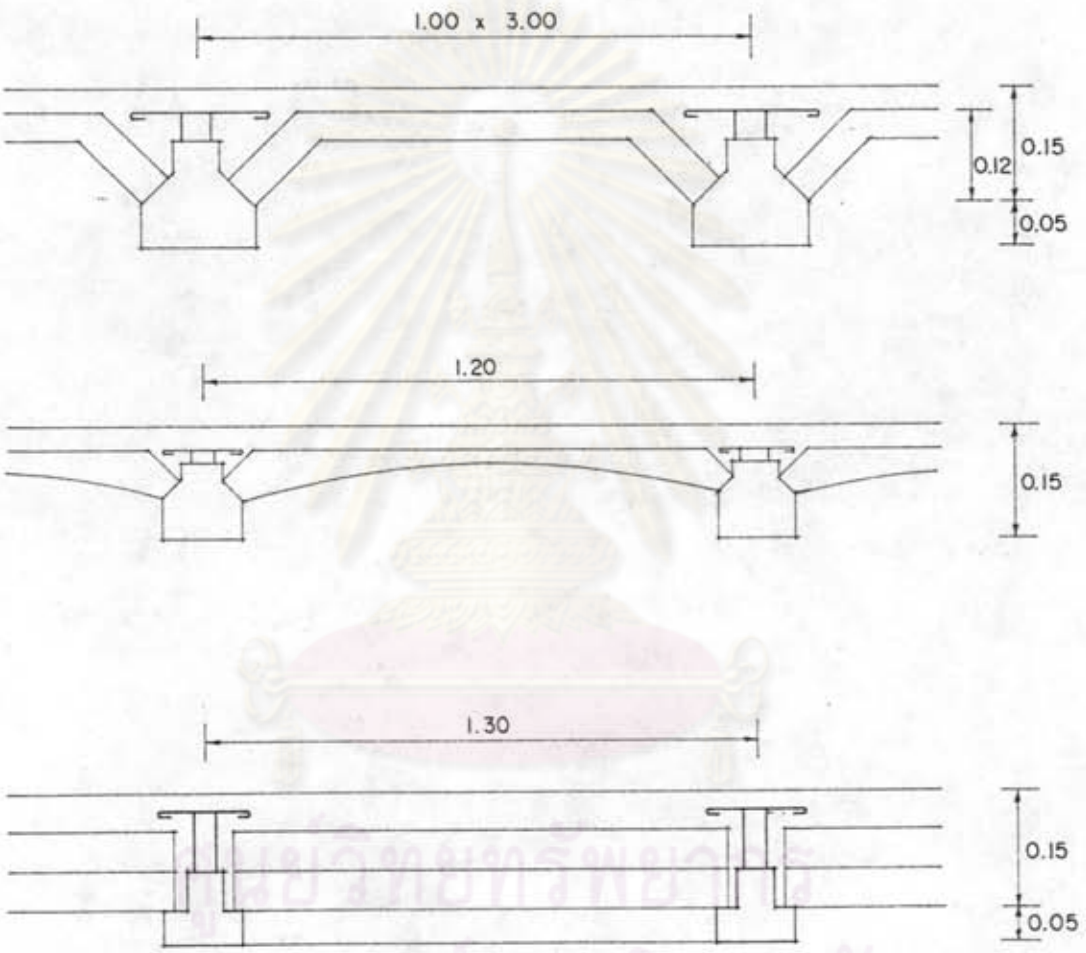
- บริษัท P.F.C. (The Prefadricated Concrete Co., Ltd.)

ผลิตพื้นคอนกรีตไม่อัดแรงเหมือนของ Seacon และ G.E. แต่มีขนาดบาง และเบากว่า กล่าวคือ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร เท่ากับ 196 กก.-221 กก. ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาที่ผลิตดังภาพ



- บริษัท S.P.A. ศักดา บุญรักษ์ และเพื่อน หรือบริษัท อรพินทร์

ผลิตพื้นคอนกรีตไม่อัดแรงเว้าตรงกลาง ออกจำหน่าย 3 แบบ ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร ระหว่าง 168-182 กก. ผลิตช่วงความยาวตั้งแต่ 3.00-6.00 เมตร



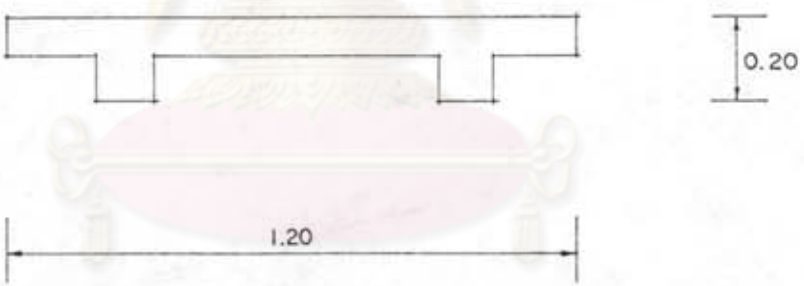
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- บริษัท CPAC เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนสำเร็จที่ใหญ่ที่สุดของบริษัทหนึ่ง ซึ่งอยู่ในเครือของโรงปูนซีเมนต์ไทย การผลิตส่วนใหญ่มุ่งไปในทางผลิตเข็มอัดแรง คานอัดแรง ตู้โทรศัพท์สาธารณะสำเร็จรูป นอกจากนั้น ยังได้ผลิต ฐานรากสำเร็จรูป พื้นสำเร็จรูป และท่อน้ำคอนกรีต

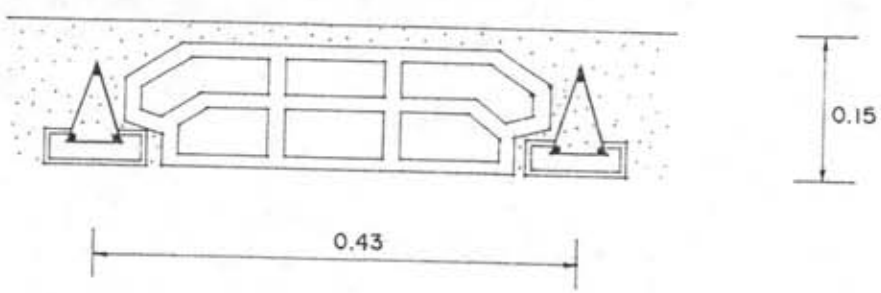
ช่างงาน และเครื่องกลในการผลิต ที่ทันสมัย เช่น แบบหล่อเหล็ก เครื่องดึงเหล็กอัดแรง เครื่องผสมปูนซีเมนต์ เครื่องขัดคอนกรีตด้วยไอน้ำ สามารถนำมาดัดแปลง เพื่อผลิตชิ้นส่วนสำหรับระบบการก่อสร้างอุตสาหกรรมในอนาคตได้เป็นอย่างดี

แต่อย่างไรก็ตามในขณะนี้ บริษัท CPAC ยังไม่ได้ผลิตจำหน่ายอย่างจริงจัง จะผลิตให้ตามลูกค้าสั่งพิเศษ และต้องการจำนวนมากเท่านั้น

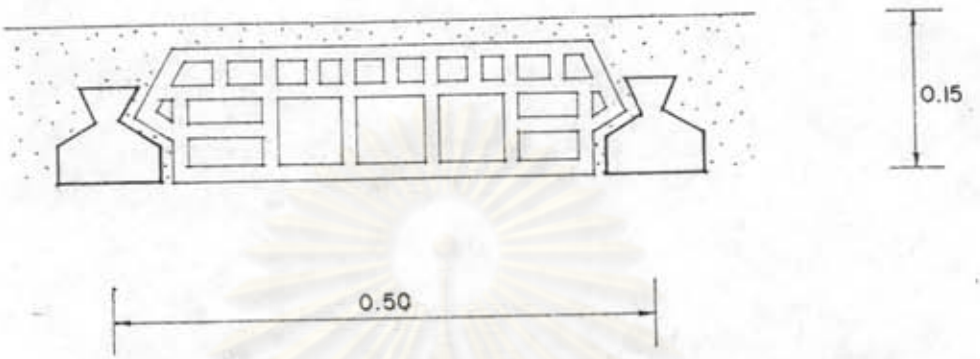
ในการผลิตพื้น บริษัท ได้ผลิตพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก อัดแรงชนิด Double-T น้ำหนักต่อตารางเมตรเท่ากับ 260 กก. ช่วงตั้งแต่ 3.00-3.50 อย่างไรก็ตามของบริษัทสามารถผลิตขนาดที่ต้องการได้ทุกขนาด



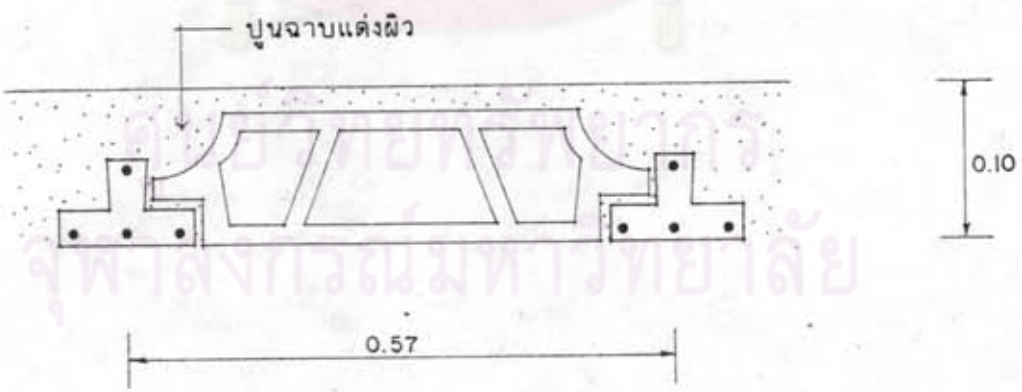
- บริษัท C.M. บล็อค ได้พยายามดัดแปลง อิฐเพื่อใช้เป็นโครงพื้นสำเร็จน้ำหนักเบา ประกอบด้วยคาน ไม้อัดแรงทำหน้าที่เหมือนตงไม้ วางหาดรับขนาดอิฐโปร่งที่ออกแบบผลิตไว้โดยเฉพาะ น้ำหนักต่อตารางเมตรเท่ากับ 220 กก. สามารถรับช่วง 3.00-6.00 เมตร



- บริษัท S.B.P. กรรมวิธีการผลิต และการเปิดตั้งเหมือน C.M. แต่ระบบของ S.B.P ใช้คานอัดแรง วางระยะห่าง 0.50 น้ำหนัก 227 กก. ต่อตารางเมตร รับช่วงได้ 3.00-4.50 เมตรเท่านั้น



- พื้นสำเร็จใช้ซีเมนต์บล็อคเสริม ของบริษัท S.B. ใช้คานคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงรูปตัว T วางห่างกัน 0.57 ปูแผ่นซีเมนต์บล็อคโปร่งที่ทำสำเร็จเสริมเป็นโครงรับผิดปูนเรียบข้างบนเหมือนระบบ S.B.P. และยาก สามารถผลิตรับช่วงได้ตั้งแต่ 3.00-6.00 เมตร น้ำหนักเฉลี่ย 255 กก.ต่อ ตารางเมตร ข้อได้เปรียบคือ ราคาต่อตารางเมตรถูกกว่าพื้นระบบเดียวกัน



- จากรายละเอียด และวิธีการผลิตการประกอบของระบบพื้นแต่ละบริษัทที่กล่าวไว้แล้ว พอสรุปได้ว่า แนวความคิดของการทำระบบพื้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

- กลุ่ม Heavy Component ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรง อื่น ๆ ในการผลิต และการยกชิ้นประกอบ

- กลุ่ม Light Component สามารถยกเคลื่อนย้ายด้วยกำลังคนเพียงไม่กี่คน

ในกลุ่มของ Heavy Component จะออกมาในลักษณะของ Hollon Slab, T. หรือ TT ทั้งอัดแรง และไม่อัดแรง

ในกลุ่มของ Light Component มีบริษัทต่าง ๆ พยายาม พัฒนาให้ใช้ได้กับวัสดุที่ตนเองผลิตได้มากราย โดยใช้คงคอนกรีตอัดแรงปูพาดด้วย Slab คอนกรีตเสริมเหล็ก หรืออิฐโปร่ง ในระบบที่ใช้อิฐโปร่งนั้นความไม่เรียบร้อยของเพดานมีมาก ซึ่งมักจะต้องฉาบ หรือกรุฝ้า เพดาน อีกชั้นหนึ่ง และต้องเสริมเหล็กในการเทคอนกรีตทับเมื่อแต่งผิวด้านบน

ส่วนที่น่าสังเกตสำหรับการใช้ชิ้นส่วนของพื้น คือ

- Hollon Slab และอิฐโปร่งสามารถกันเสียงรบกวน ระหว่างชั้นได้ดีกว่าระบบอื่น ๆ

- Light Component Floor ที่ทำกันส่วนมากไม่เกิน 5 เมตร จึงจะอยู่ในเกณฑ์ที่จะนำไปใช้ได้อย่างประหยัด

- ระบบพื้นของทุกบริษัทไม่มีเกณฑ์มาตรฐานร่วมกัน บางระบบไม่คำนึงถึง Design Moudule

การผลิตชิ้นส่วนประตู และหน้าต่าง โรงงานผลิตประตูหน้าต่างสำเร็จรูป มีอยู่มากทั้งเอกชน และของรัฐวิสาหกิจ แต่ที่มีระบบการจัดจำหน่าย และการผลิต มาตรฐานทั้งปริมาณ และคุณภาพได้แก่ บริษัท ไม้อัดไทย ซึ่งก่อตั้งมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2500

โครงสร้างประตูเป็นโครงโปร่งปิดด้วยแผ่นไม้อัดบางทั้ง 2 ด้าน จะมีความหนามาตรฐานประมาณ 3.5 ซ.ม. ราคาประตูขึ้นอยู่กับ

- ขนาดกว้างยาว
- ชนิดเนื้อไม้ และกรรมวิธี
- ชนิดภายนอก และภายใน

อย่างไรก็ตาม จนบัดนี้ยังไม่มีบริษัทอุตสาหกรรมใดๆ ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จสำหรับเป็นผนังเพื่อการจำหน่ายต่อตลาดทั่วไป นอกจากระบบผนังของแต่ละบริษัทที่ทำการก่อสร้างอาคารเองด้วย เช่น ผนังคอนกรีตสำเร็จสำหรับชั้นล่างของบริษัท Seacon หรือ บริษัท สตรามิตบอร์ด ใช้แผ่นสตรามิตและแผ่นประกอบสำเร็จในการก่อสร้างบ้านที่ทางบริษัทเป็นผู้ผลิตเอง

ในปัจจุบัน มีการค้นคว้าวัสดุก่อสร้างที่สามารถนำมาประกอบเป็นผนังน้ำหนักเบาได้มากมาย ซึ่งถ้าการผลิตผนังเบาต่าง ๆ สามารถจำกัดขนาด และสัดส่วนให้เป็นมาตรฐานที่ต่อเนื่องกันและเป็นที่ยอมรับทั้งผู้ออกแบบกับบริษัทอุตสาหกรรมผลิตวัตถุสำเร็จในการก่อสร้าง และจะสามารถผลิตแผ่นสำเร็จเพื่อใช้เป็นผนังได้ในราคาถูก และมีปริมาณมากเท่าที่ต้องการ

วัสดุสำหรับผลิตผนังน้ำหนักเบาต่าง ๆ ในประเทศไทย มีอยู่มากขาดแต่การคิดค้นประกอบกับเข้าเป็นชิ้นส่วนสำเร็จที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ไม่แตกหัก และราคาถูกเท่านั้น วัสดุที่สามารถนำมาประกอบเป็นผนังได้ดังนี้ คือ

- กระเบื้องกระดาษ
- ไม้อัด
- ชิปบอร์ด
- โฟมส์
- เซลโลกรีด
- พลาสติก
- พลาสเตอร์บอร์ด

ซึ่งวัสดุเหล่านี้ผลิตได้เองในประเทศไทยทั้งนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
การวิจัยและพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการก่อสร้าง (สวส.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นหน่วยงานหลักในภาครัฐบาลที่มีบทบาทหน้าที่ครอบคลุมการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้าง ซึ่งเน้นหนักในส่วนของอาคารพักอาศัยทั้งในด้านวัสดุก่อสร้าง ชิ้นส่วน วิธีการก่อสร้าง รวมทั้งการทดสอบ และการมาตรฐานด้านระบบประสานทางพิกัด

การดำเนินงานของ สวส. ในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมา ได้รับมอบหมายให้สนองตอบปัญหาที่เกิดขึ้น และนับวันจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ซึ่งได้แก่ ปัญหาด้านวัสดุก่อสร้างแรงงาน และการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่ขาดแคลน และมีราคาเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในเขตเมือง และชนบท

ในช่วงปี 2533-2535 การดำเนินงานศึกษาได้มุ่งเป้าหมายเพื่อพัฒนาการผลิตวัสดุก่อสร้างในลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูป/กึ่งสำเร็จรูปขนาดค่อนข้าง เล็ก-ปานกลาง ที่มีความประหยัด แข็งแรง ทนทาน ลดขั้นตอนการทำงาน เหมาะสมแก่การผลิต และการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในระบบกึ่งอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรม โดยดำเนินการในส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ของอาคาร ซึ่งระบบชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถนำไปใช้ก่อสร้างได้ทั้งในระบบตัวเอง และระบบเปิดโดยทั่วไป

ในรอบปี 2533-2534 การดำเนินงาน ศึกษาได้เน้นหนักการพัฒนาระบบผนัง และระบบโครงสร้างอาคารขนาดเล็ก โดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุหลักในการผลิตร่วมกับวัสดุท้องถิ่น และวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม (โดยเฉพาะขี้เถ้าจากลิกไนท์) การศึกษาในระดับห้องทดลอง ทั้งในด้านการผลิต การทดสอบ และการติดตั้งระบบชิ้นส่วนดังกล่าวได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ และกำลังดำเนินการพัฒนา-ปรับปรุงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน (สิงหาคม 2534) ผลงานดังกล่าวกำลังได้รับความสนใจจากหน่วยงานก่อสร้างทั้งในภาครัฐบาล และผู้ประกอบการในภาคเอกชนบางรายที่จะให้ความสนับสนุน-ร่วมมือ ในการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาไปสู่การผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม และนำไปใช้งานอย่างจริงจังตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ภายในช่วงปี 2535

สำหรับบทความในส่วนที่จะกล่าวถึงนี้ จะเป็นเนื้อหาโดยสังเขปของชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่าง ๆ ในการก่อสร้าง ที่อยู่ในระหว่างดำเนินการศึกษาภายใต้โครงการดังกล่าว ส่วนเนื้อหาสาระโดยละเอียดของแต่ละระบบจะได้นำมาเสนอให้ท่านผู้สนใจได้ทราบในโอกาสต่อไป

ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป วท.

ในขั้นต้นได้รับการออกแบบให้เป็นผนัง ระบบกึ่งสำเร็จรูปเฟอร์โรซิเมนต์รูปตัว "ยู" ขนาดแผ่นมาตรฐาน 0.64x1.60 ม. และ 0.32x1.60 ม. โดยมีผิวสำเร็จด้านในติดกระเบื้องเคลือบ รวมทั้งข้อต่อสำหรับอุปกรณ์ประปา-ระบายน้ำเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผนังด้านนอกสามารถใช้วัสดุประเภทบอร์หรืออื่น ๆ ตามความต้องการ ในการติดตั้งได้ออกแบบวิธีการ และเครื่องมือให้สามารถติดตั้งแผ่นผนัง เดินท่อประปา-สุขภัณฑ์ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และง่ายในการซ่อมบำรุงระบบท่อ มีน้ำหนักเบา และสามารถลดเวลาในการก่อสร้างห้องน้ำลงได้มากกว่า 50% ในขณะที่มีราคาประหยัด จึงเป็นระบบที่เหมาะสม สำหรับอาคารพักอาศัย และอาคารทั่วไปที่มีการก่อสร้างในแบบเดียวกันเป็นจำนวนมากเช่น คอนโดมิเนียม บ้านจัดสรร โรงแรม ฯลฯ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม วท. กำลังดำเนินการพัฒนาระบบผนังห้องน้ำดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อใช้ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ ทั้งนี้ได้ตั้งเป้าหมายให้สามารถก่อสร้างห้องน้ำได้โดยใช้แผ่นผนังเพียง 4 แผ่นต่อห้องน้ำ 1 ห้อง และได้ผนวกการติดตั้งวงกบประตูหน้าต่าง คอนกรีตเสริมเหล็กเข้าไปในแผ่นชิ้นงานด้วย ซึ่งจะทำให้สามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างให้น้อยลง และมีความประหยัดเพิ่มขึ้น

ผนังระบบบล็อครางลิ้น

เป็นระบบผนังที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบ และระบบการใช้วัสดุก่อคอนกรีตบล็อค (ขนาด 0.19 x 0.30 ม.) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ให้สามารถ ก่อได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัด ในการศึกษาได้พัฒนารูปแบบของบล็อคให้สามารถก่อเป็นผนังได้โดยไม่ต้องใช้ปูนก่อ (Motar) และได้พัฒนาชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ร่วมกันในลักษณะของเสา และคานขึ้น ทำให้สามารถลดการใช้ไม้แบบแรงงานฝีมือ ขั้นตอน และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างลงได้ ผนังระบบบล็อค และโครงสร้างขนาดเล็กดังกล่าวนี้เหมาะสม สำหรับการก่อสร้างอาคาร และโรงเรือนที่มีความสูงประมาณ 1-2 ชั้น

ผนังระบบบล็อคเดือย

เป็นผนังในระบบประสานทางพิกัดที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผิวสำเร็จรูปแบบต่าง ๆ ในลักษณะบล็อคผนัง 2 ชั้น มีขนาด 0.40 x 0.60 ม. ความหนา 0.10 ม. มีน้ำหนักประมาณ 22 กก./ก้อน ช่องว่างภายในสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน-เย็น โดยใช้วัสดุฉนวนประเภทโฟม ในการติดตั้งรอยต่อของชิ้นส่วนผนังตามแนวนอนไม่ต้องใช้ปูนก่อ รอยต่อตามแนวตั้งเป็นแบบ Wet Joint ทำหน้าที่คล้ายเสาเอ็นขนาดเล็ก ทำให้ผนังในระบบนี้มีความแข็งแรงสูง สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ นอกจากนี้ ยังได้พัฒนาชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันกับผนังในลักษณะของเสา และคาน ทำให้การก่อสร้างในระบบนี้สามารถทำได้อย่างสะดวก-รวดเร็ว และประหยัด

ผนังระบบแผ่นกลวงสำเร็จรูป

เป็นผนังที่พัฒนาขึ้นในระบบประสานทางพิกัดที่มีผิวสำเร็จเรียบร้อยตั้ง แต่ขั้นการผลิต ขนาดแผ่นมาตรฐาน (รวมรอยต่อ) มี 3 ขนาด ได้แก่ 0.60 x 0.80, 0.30x0.80 และ 0.30x0.80 ม. (แผ่นประกอบเป็นเสาอาคาร) ตามลำดับ ความหนามีทั้งขนาด 0.09 และ 0.07 ม. รูปแบบของช่องกลวง มี 2 ลักษณะ ได้แก่ รูปแบบกลม และหกเหลี่ยม ซึ่งสามารถใช้วัสดุประเภทโฟม บรรจุไว้ภายใน ทำให้ประสิทธิภาพการกันความร้อนของแผ่นผนังเพิ่มขึ้น น้ำหนักของแผ่นมาตรฐานประมาณ 25-50 กก.ต่อแผ่น รอยต่อตามแนวนอน และแนวตั้งใช้ปูนก่อร่วมกับพุกสำเร็จรูป สามารถใช้ได้ทั้งเป็นผนังรับน้ำหนัก และไม่รับน้ำหนัก ในการติดตั้งได้ออกแบบเครื่องช่วย และวิธีการทำให้สามารถก่อสร้างได้ รวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้แบบหล่อเสา คอนกรีตเสริมเหล็ก และไม่จำเป็นต้องทำผิวปูนฉาบ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ผนังในระบบนี้เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ทั้งในภาคชนบท และภาคเมือง

แบบหล่อคานสำเร็จรูป

ชิ้นส่วนดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้การหล่อคานคอนกรีตเสริมเหล็กในที่ สำหรับอาคารพักอาศัย และอาคารขนาดเล็กทั่วไป สามารถทำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และประหยัด อีกทั้งให้ความเป็นอิสระในการคำนวณออกแบบของวิศวกร และสถาปนิก ทั้งนี้ภายใต้ระบบประสานทางพิกัด

แผ่นแบบหล่อคานนี้ได้พัฒนาจากแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ 2 ชิ้นประกบกัน โดยเว้นช่องส่วนกลางไว้สำหรับเสริมเหล็ก และเทคอนกรีตตามปกติ ดังนั้น แผ่นแบบหล่อจึงถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนทั้งไม้แบบและปูนฉาบ ในการติดตั้งได้มีการพัฒนาเครื่องช่วยในระบบค้ำยัน และยึดแผ่นเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้การทำงานติดตั้งถูกต้อง สะดวก รวดเร็ว และสามารถถอดอุปกรณ์เหล่านี้ไปใช้ได้อีกในครั้งต่อ ๆ ไป

คานกึ่งสำเร็จรูป

เป็นการพัฒนาคาน คอนกรีตเสริมเหล็ก กึ่งสำเร็จรูป สำหรับอาคารพักอาศัยในลักษณะคานประกอบ (Composite Beam) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้น้ำหนักของชิ้นส่วนไม่มากเกินไป สะดวกในการติดตั้ง ลดการใช้ไม้แบบค้ำยันไม่จำเป็นต้องตกแต่งฉาบปูน สามารถรับน้ำหนักได้ส่วนหนึ่ง และทำการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไปได้ทันที นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นในการออกแบบ-ใช้งาน โดยสามารถปรับขนาดหน้าตัดของคาน และเหล็กเสริมเพื่อการรับกำลังได้ตามที่วิศวกรต้องการ

ระบบของคานประกอบดังกล่าว ประกอบด้วย แผ่นคาน คอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูป 2 แผ่น ความหนาแผ่นละ 4 ซม. ภายในแผ่นได้เตรียมเหล็กเสริมไว้เรียบร้อยตามความจำเป็น ช่องว่างระหว่างแผ่นคานทั้ง 2 แผ่น สามารถเสริมเหล็กเพิ่มเติมได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ ก่อนการเทคอนกรีตในที่ภายในช่องว่าง เพื่อให้แผ่นคานคอนกรีตเสริมเหล็ก และคอนกรีตที่เทในที่ทำหน้าที่รับกำลังร่วมกัน

วงกบประตู-หน้าต่างคอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูป

ในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าจะมีวงกบ และกรอบบานสำหรับประตู-หน้าต่างที่ผลิตจากวัสดุต่าง ๆ ให้สามารถเลือกใช้ได้หลายประเภท อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่ผู้ใช้ประสบอยู่ก็ยังมีอยู่หลายประการ นอกเหนือจากการขาดแคลนวัตถุดิบ การเสื่อมสภาพของวัสดุ และภาระในการบำรุงรักษาแล้ว ปัญหาด้านราคาก็นับว่ามีผลกระทบแก่ผู้ใช้ และผู้ก่อสร้างเป็นอย่างมาก

ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา วท.อยู่ในระหว่างการพัฒนาวงกบ และที่ผลิตจาก คอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว ในลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาตรฐาน เพื่อนำไปประกอบเป็นวงกบสำหรับประตู-หน้าต่าง การพัฒนาได้ครอบคลุมทั้งในด้านรูปแบบขนาด ซึ่งเป็นไปตามระบบประสานทางพิกัดการผลิต และการประกอบ-ติดตั้ง สำหรับการพัฒนากรอบบานในระบบเฟอร์โรซีเมนต์ ก็อยู่ในขอบข่ายการดำเนินการศึกษา-วิจัยในระยะต่อไป

ลูกนอนบันได คอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูป

ลูกนอนบันได คอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูปนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อมุ่งทดแทนการใช้ลูกนอนไม้ ซึ่งปกติจะเป็นไม้ชั้นดี ราคาสูง และกำลังขาดแคลนยิ่งขึ้นทุกขณะ นอกจากนี้ลูกนอนบันได คอนกรีตเสริมเหล็กดังกล่าว ยังสามารถแต่งผิวด้วยวัสดุปูพื้นได้เกือบทุกประเภท เช่น ไม้ พื้นลิ้นร่อง ปาร์เก้ กระเบื้องเซรามิค ฯลฯ จากโรงงาน ทำให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และประหยัด นอกเหนือจากความสะดวก และรวดเร็วในการติดตั้ง ซึ่งสามารถติดตั้งกับโครงสร้างแม่บันไดถาวรได้หลายประเภท

ในการศึกษาวิจัยได้มุ่งเน้นในด้านรูปแบบขนาด ความแข็งแรง รวมทั้งวิธีการประกอบ และติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง บันได ราวลูกกรง ฯลฯ เป็นที่คาดหว่ หากได้นำผลการพัฒนาไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมออกจำหน่ายก็จะสามารถลดขั้นตอน เวลา และค่าใช้จ่ายลงได้มาก

พื้นแผ่นกลวงสำเร็จรูป

เป็นรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาแผ่นกลวง แบบรูกลม และแบบหกเหลี่ยม นำมาใช้เป็นแผ่นปูพื้นบนคง คอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ คอร. หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูสำเร็จรูป ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป ขนาดของแผ่นพื้นเป็นไปตามระบบประสานทางพิกัด โดยมีขนาดรวมรอยต่อเท่ากับ 0.60 x 0.60 ม. ความหนา 0.07 และ 0.09 ม. เมื่อเสริมเหล็กตะแกรง และเทคอนกรีตทับหน้าหนาประมาณ 0.03 ม. แล้ว จะมีน้ำหนัก (รวมคง) ประมาณ 310-320 กก./ตร.ม. และสามารถรับน้ำหนักจรได้เทียบเท่ากับพื้นสำเร็จรูปในระบบพื้น ประกอบ (Composite Floor) โดยทั่วไป

แผนงานก่อสร้าง
บริษัท ซีคอน จำกัด
บริษัท สคาร์บล็อค จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนงานก่อสร้าง

ลำดับ	รายการของงาน	ระยะเวลา (วัน)						
		30	60	90	120	150	180	210
1.	ตอกเสาเข็ม หล่อฐานราก							
2.	ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป							
3.	เทคอนกรีตเสา							
4.	มุงหลังคา							
5.	เทพื้นชั้นบนและชั้นล่าง							
6.	ติดตั้งวงกบ ประตู-หน้าต่าง							
7.	ฝ้าชายคา							
8.	ก่ออิฐฉาบปูน							
9.	ไฟฟ้า ประปา							
10.	ฝ้าภายใน บันได							
11.	ปูกระเบื้อง ติดสุขภัณฑ์							
12.	งานสี							
13.	เก็บงาน							

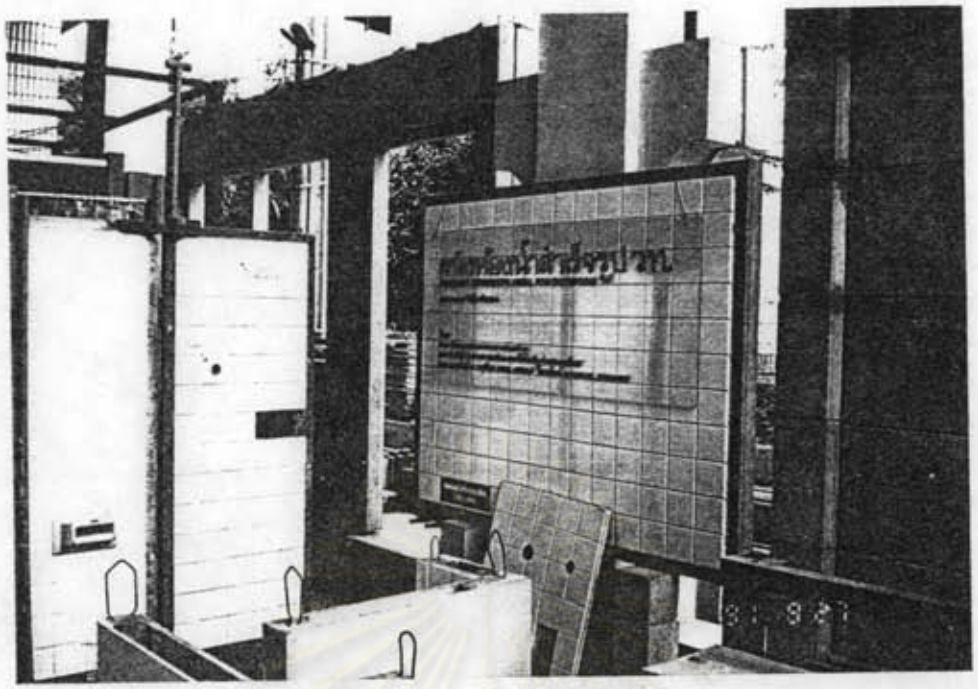
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

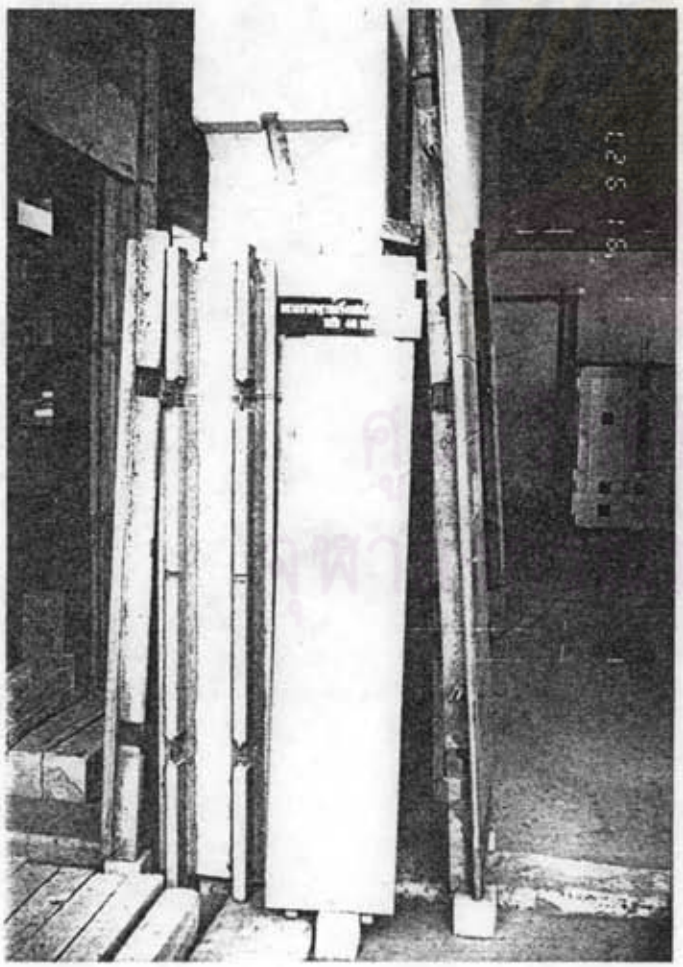
แผนงานก่อสร้าง

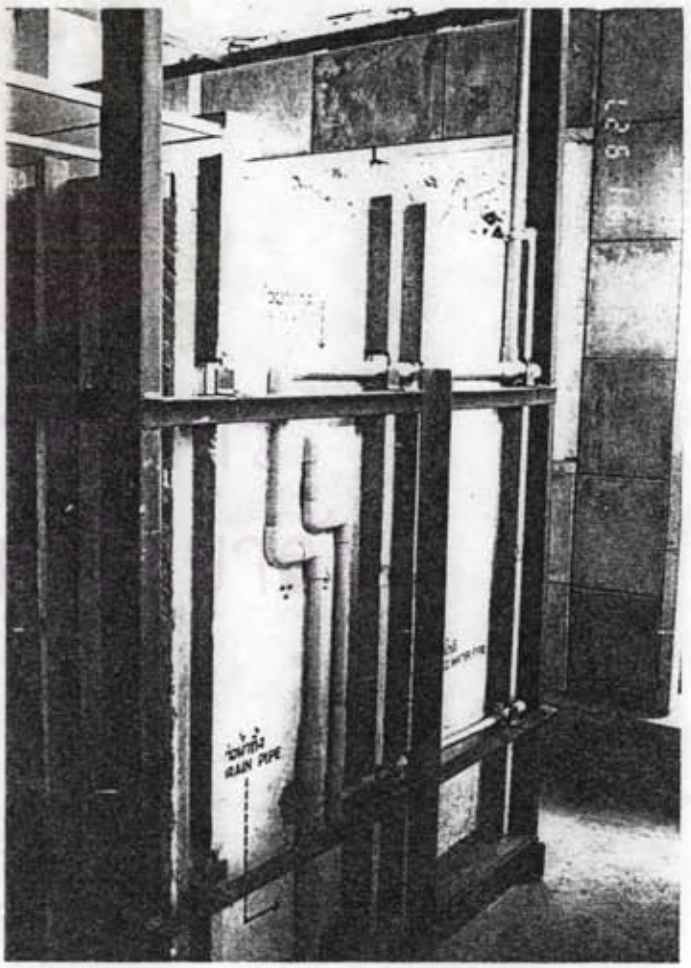
ลำดับ	รายการของงาน	ระยะเวลา (วัน)						
		30	60	90	120	150	180	210
1.	ตอกเสาเข็ม หล่อฐานราก							
2.	ติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป							
3.	เทคอนกรีตเสา							
4.	มุงหลังคา							
5.	เทพื้นชั้นบนและชั้นล่าง							
6.	ติดตั้งวงกบ ประตู-หน้าต่าง							
7.	ฝ้าชายคา							
8.	ก่ออิฐฉาบปูน							
9.	ไฟฟ้า ประปา							
10.	ฝ้าภายใน บันได							
11.	ปูกระเบื้อง ติดสุขภัณฑ์							
12.	งานสี							
13.	เก็บงาน							

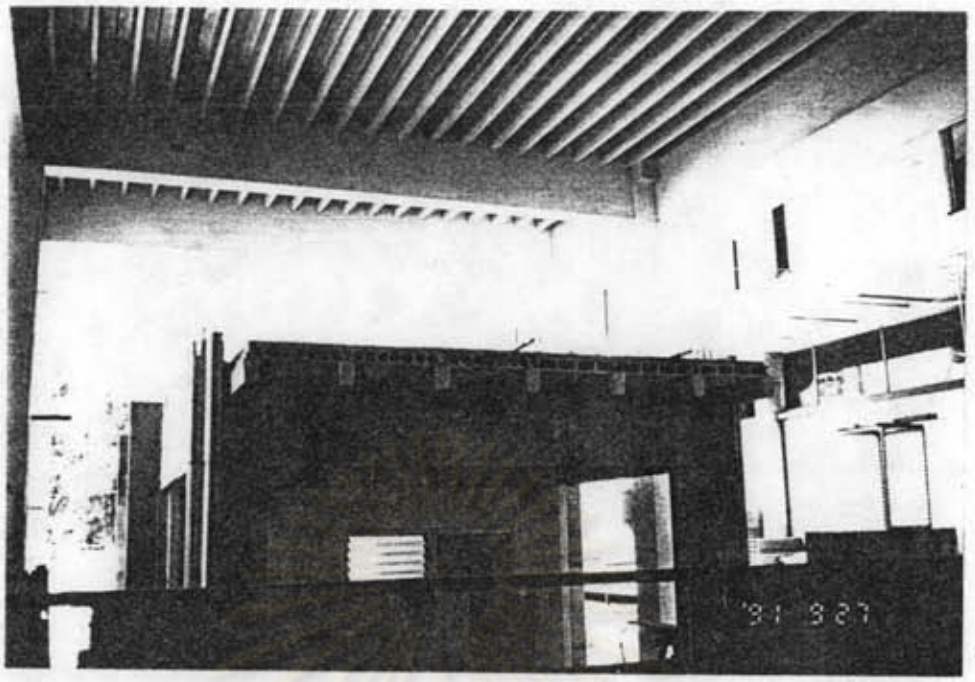
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 27 ระบบห้องน้ำสำเร็จรูป

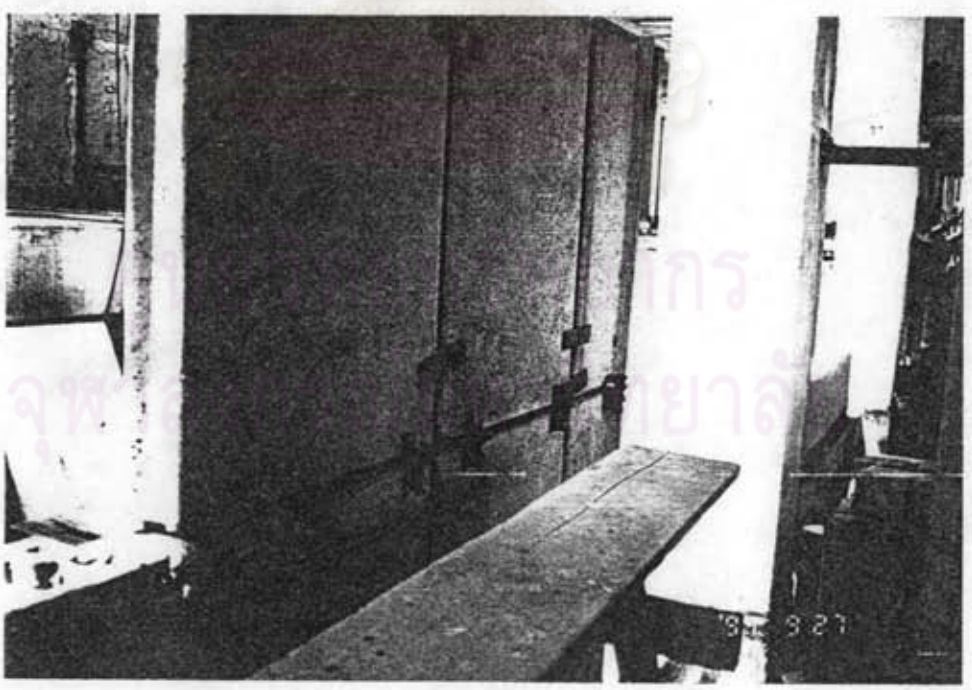




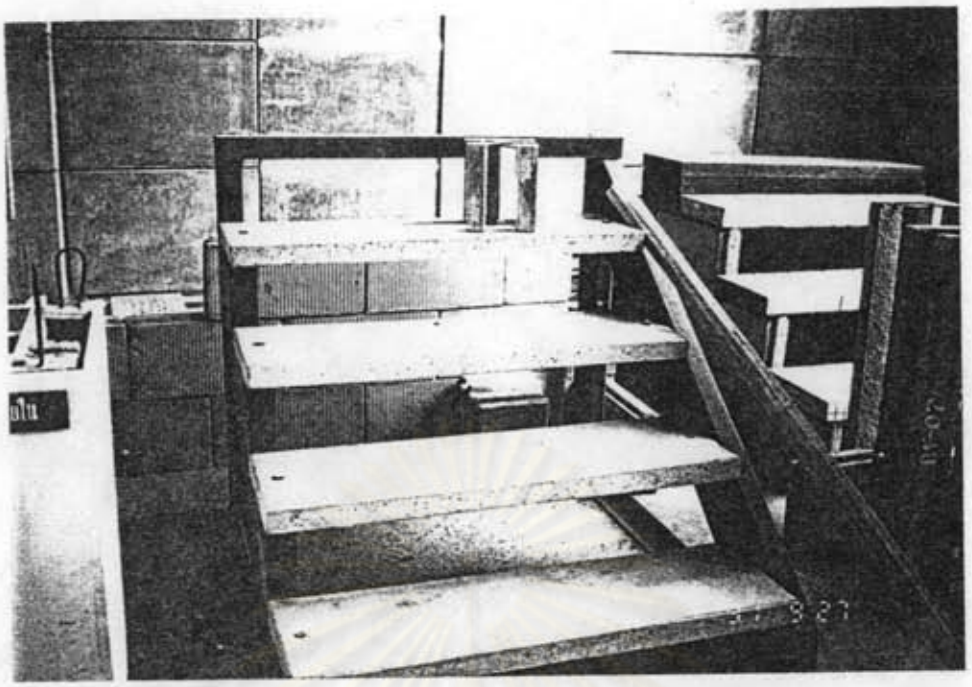




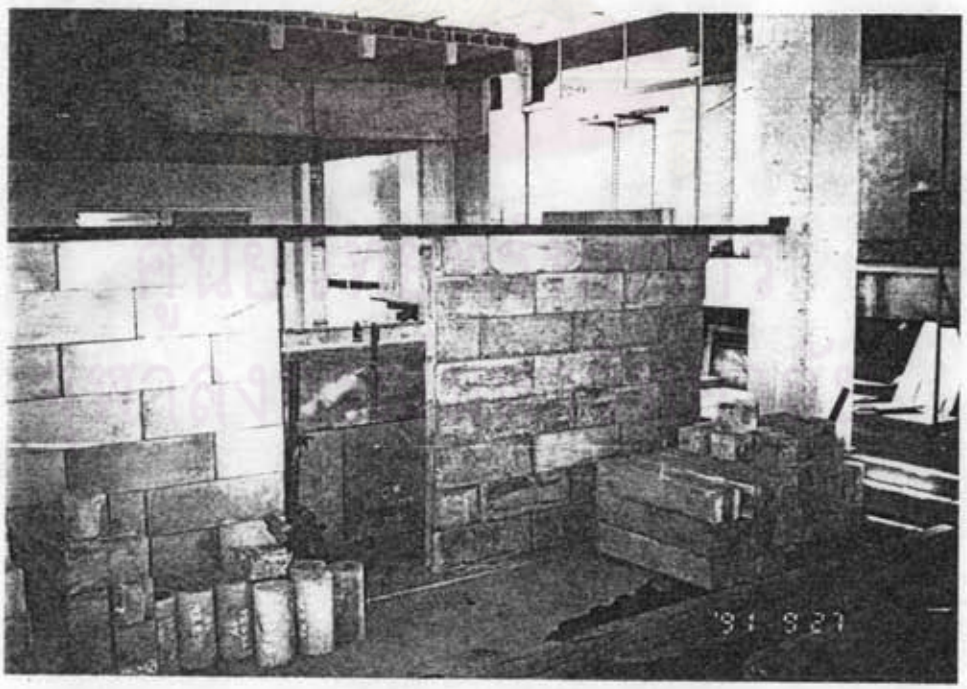
รูป 28 ระบบพื้น-คานสำเร็จรูป ทดสอบการติดตั้งกับผนัง-เสาสำเร็จรูป



รูป 29 ระบบผนัง บล็อคเดียว

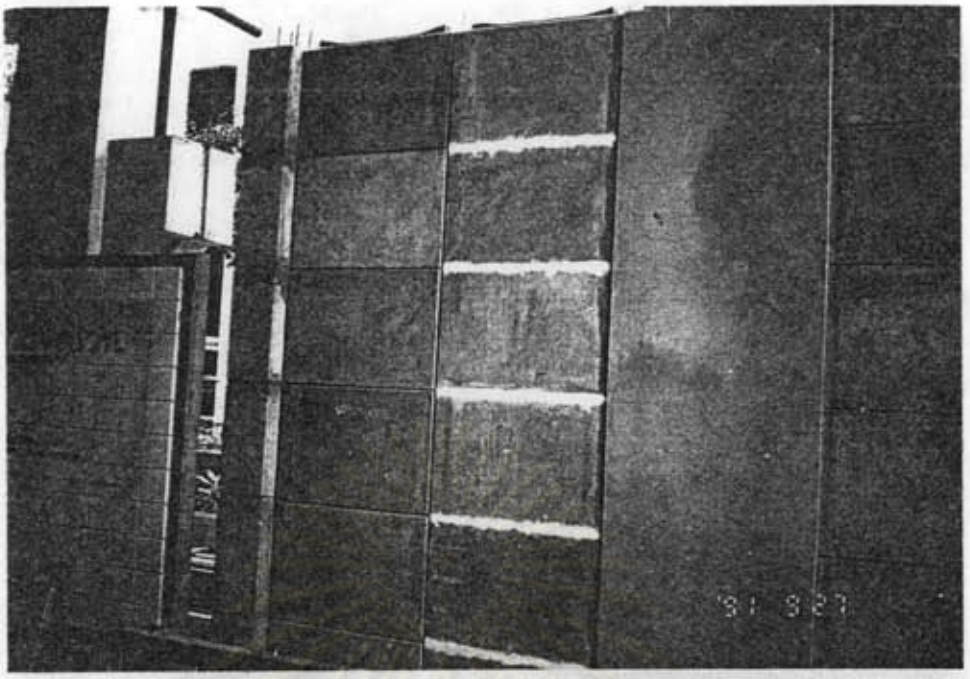


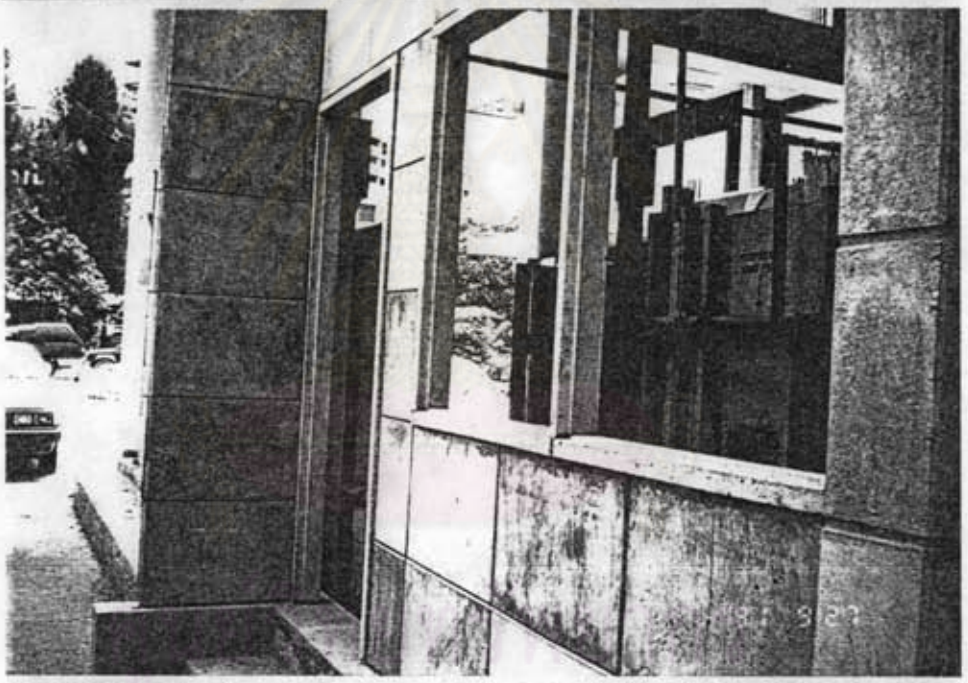
รูป 30 ลูกนอนบันได คส.ล. สำเร็จรูป

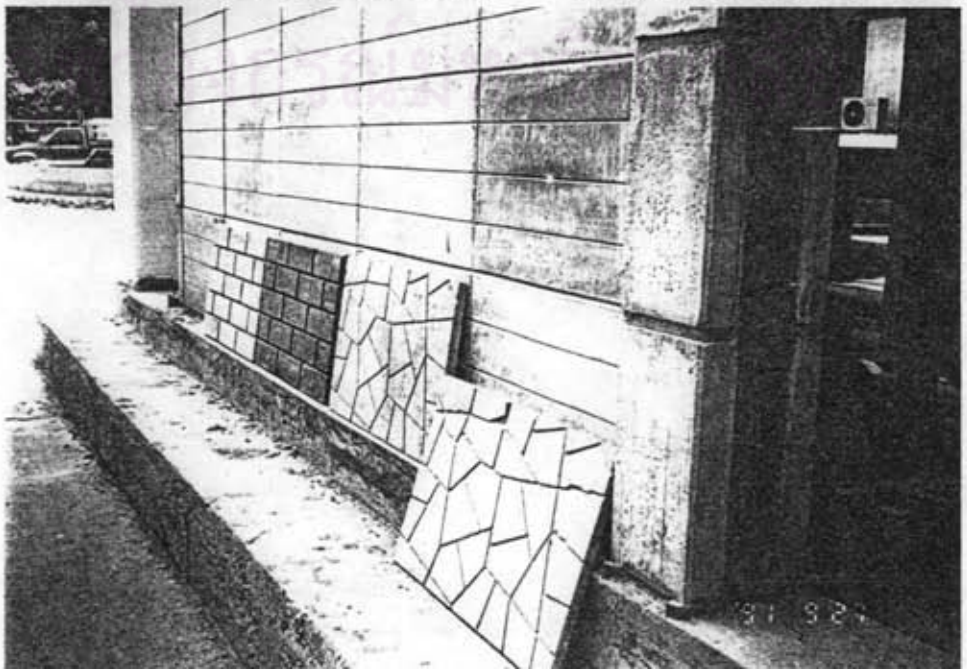


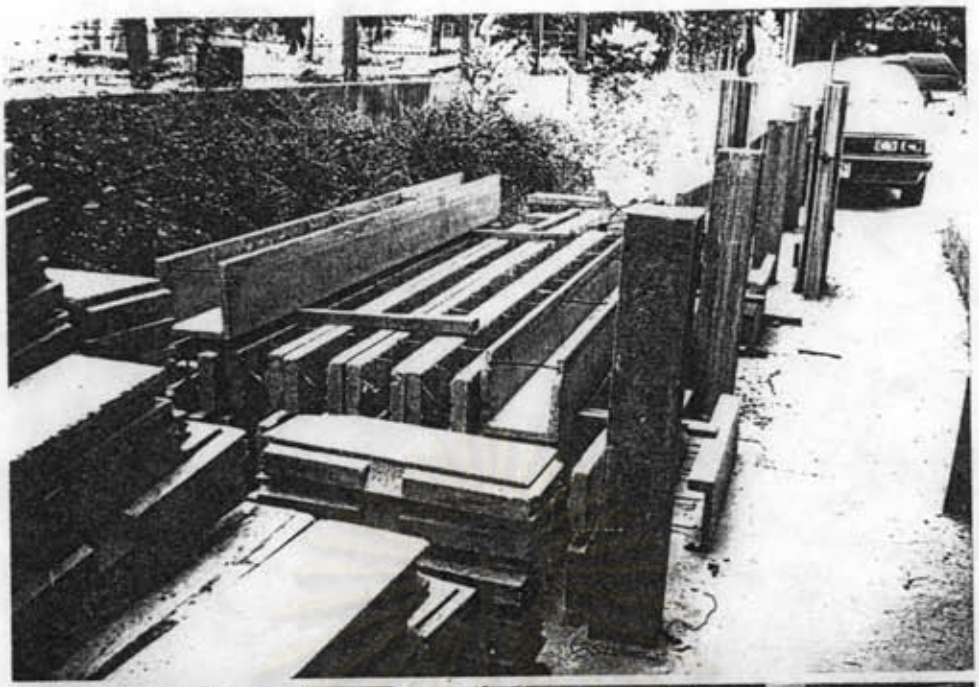
รูป 31 ผนังระบบบล็อคร่างลิ้น

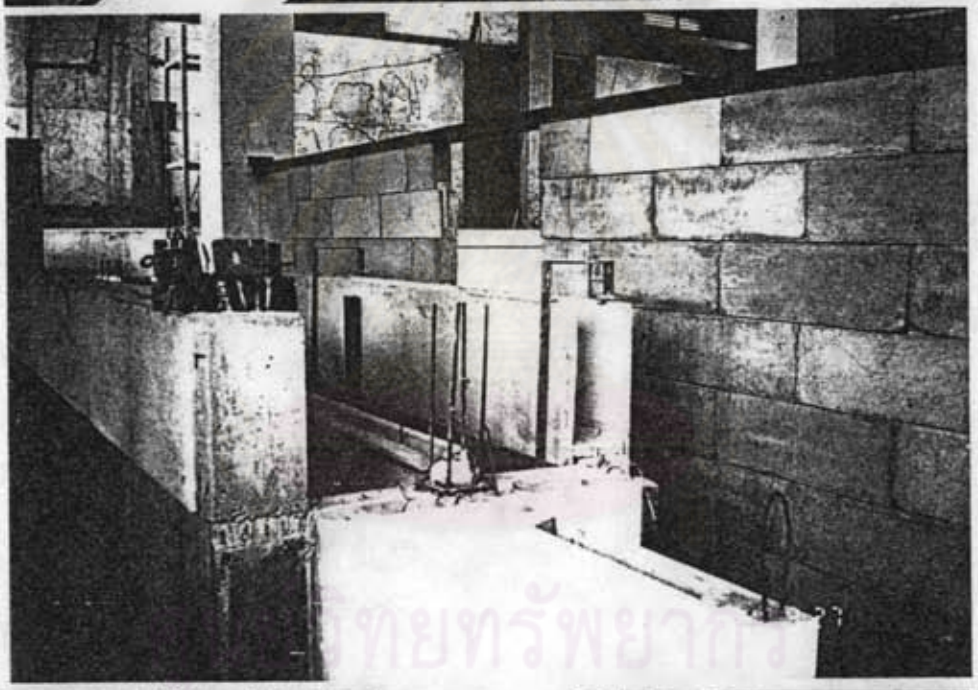
รูป 32. ผนังระบบแผ่นกลวงสำเร็จรูป แสดงการติดตั้งกับชิ้นส่วนวงกบ-ประตูสำเร็จรูป และลวดลายของผนัง

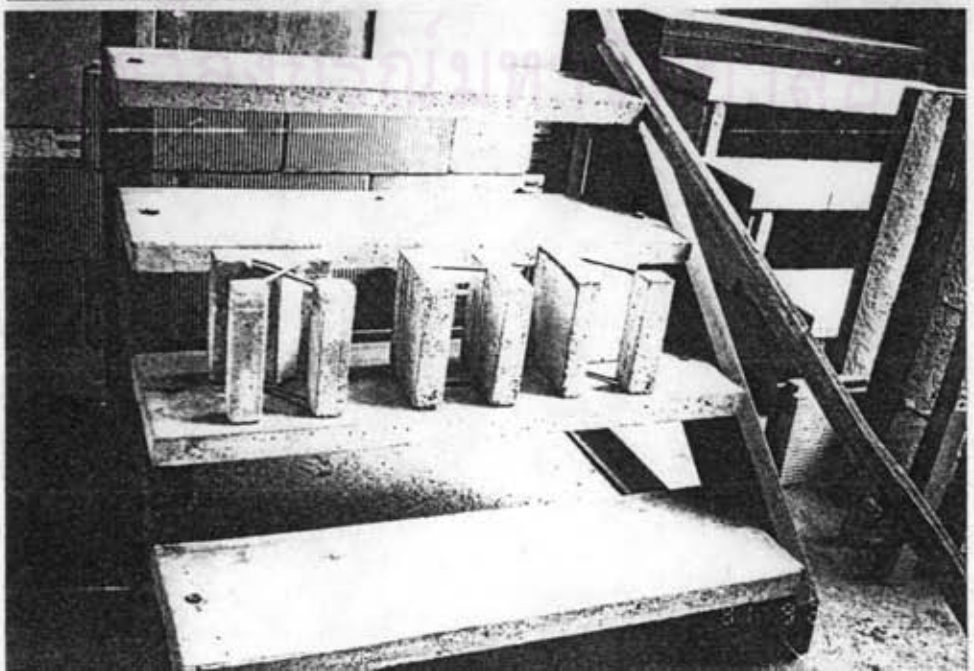












ระบบสำเร็จรูปที่มีในตลาด

A MOBILE CABIN ของบริษัท HAMMARS

B RE INSTALLATION BUILDING SYSTEM ของห้างหุ้นส่วนจำกัด มาดิกา

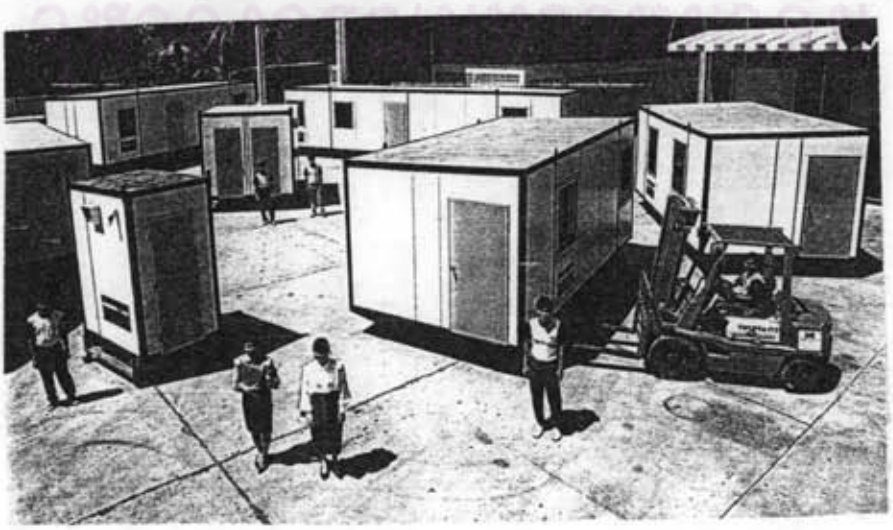
C ARMOUR WALL ของบริษัท ไทยผลิตภัณฑ์อิปซึ่ม จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MOBILE CABIN

A ระบบ HAMMARS - CABIN

1. ฐานราก	:	ไม่มี
2. พื้นชั้น 1	:	โครงเหล็ก, ปูฉนวนกันความร้อนจากพื้นและไม้อัดหนา 15 มม., ทาฟิล์นโค๊ตด้านล่างป้องกันชื้น และปูคูราฟลอร์, กระเบื้องยาง.
3. ผนัง-ฝ้าเพดาน (ฉนวนสำเร็จรูป)	:	เป็นแผ่นเหล็กกล้าเคลือบชุบสังกะสีเคลือบทับด้วยสีซิลิโคนโพลีเยสเตอร์กันชื้นผนึกติดกับแผ่นฉนวนโพลีสตายรีนด้วยกาวโพลียูรีเทนกันความร้อนได้ดี (กว้าง 1.22 ม.ต่อแผ่น, สูง 2.55 ม., หนา 0.5 ซม.)
4. หลังคา	:	ฉนวนสำเร็จรูป กันน้ำและคงทน
5. ประตู	:	วงกบ-กรอบเป็นอลูมิเนียม (ขนาด 0.80 x 2.00 ม.)
6. หน้าต่าง	:	วงกบเป็นอลูมิเนียมกระจกสีชาดำ (กว้าง 0.08 x 1.00 ม.)
7. ระบบไฟฟ้า	:	สายไฟร้อยในรางพีวีซี
8. ระบบประปา	:	มีหน่วยห้องน้ำแยก ระบบท่อเดินในผนัง
9. อุปกรณ์ประกอบ	:	พัดลมดูดอากาศ 08 นิ้ว 1 ชุด ช่องเครื่องปรับอากาศ (ไม่รวมเครื่องปรับอากาศ)
10. ราคา	:	18 ตรม. ราคา 149,000 บาท (8,278 บาท/ตรม.)
	:	27 ตรม. ราคา 197,000 บาท (7,296 บาท/ตรม.)
	:	ไม่รวมค่าขนส่งโดยรถเทลเลอร์และเครน (มีตั้งแต่ 14.4 ตรม.-36 ตรม.)
11. อื่น ๆ	:	มีหลายแบบ เช่น ต่อเชื่อมกัน, วางซ้อนกัน, ตู้คอนเทนเนอร์ การใช้สอยที่สามารถทำได้ : สำนักงาน, ห้องอาหาร, ห้องเรียน, ห้องพัก (ส่วนใหญ่เป็นสำนักชั่วคราว)
	:	เทคโนโลยีจากสวีเดน
	:	มีทั้งขายและให้เช่า



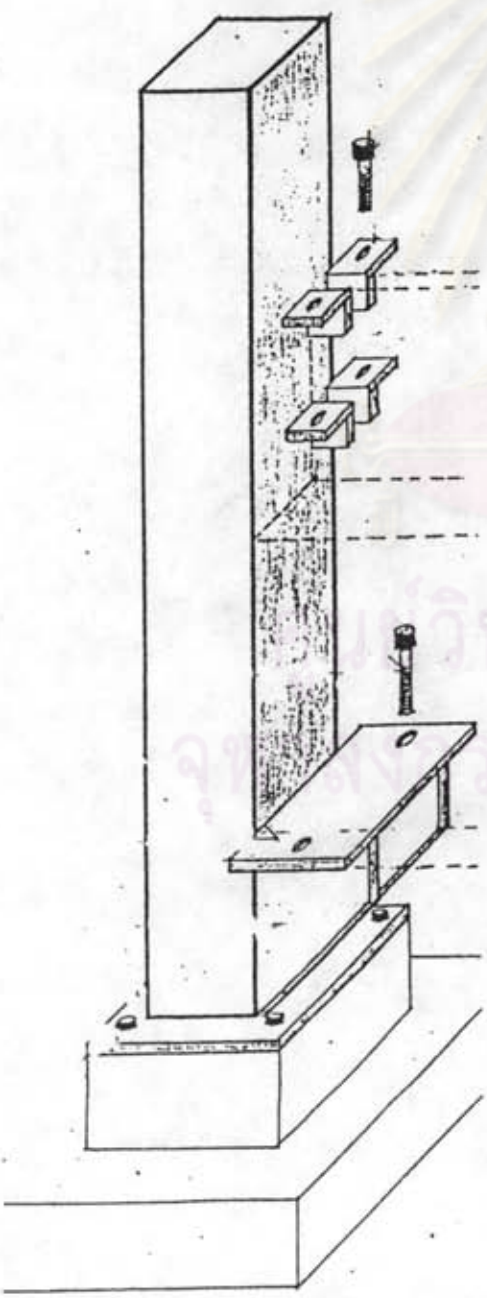
B RE-INSTALLATION SYSTEM

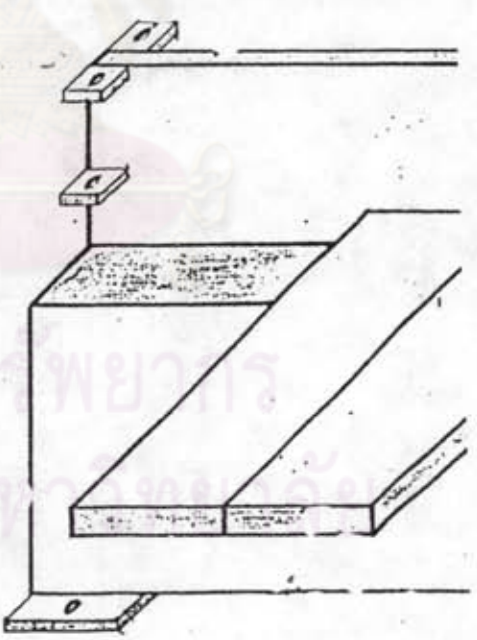
ห้างหุ้นส่วนจำกัด มาดิกา

1. ลักษณะของระบบ : เป็นระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปที่สามารถประกอบขึ้น และรื้อถอนออกเป็นชิ้น ๆ เพื่อนำไปประกอบใหม่ได้

2. องค์ประกอบ
: เสา เป็น เหล็กรูปพรรณ (⊠ 150 x 150 x 4.5)
: คาน เป็น คานคอนกรีตเสริมเหล็ก (R.C BEAM 150 X 400)
: พื้นคอนกรีตอัดแรง (P.C SLAB 50 x 200)
: ผนังคอนกรีตอัดแรง (R.C WALL 40 x 250)
: โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ

ยึดด้วยน็อต-(BOLT ϕ 16 ลักษณะการยึดเป็น FLEXIBLE JOINT)





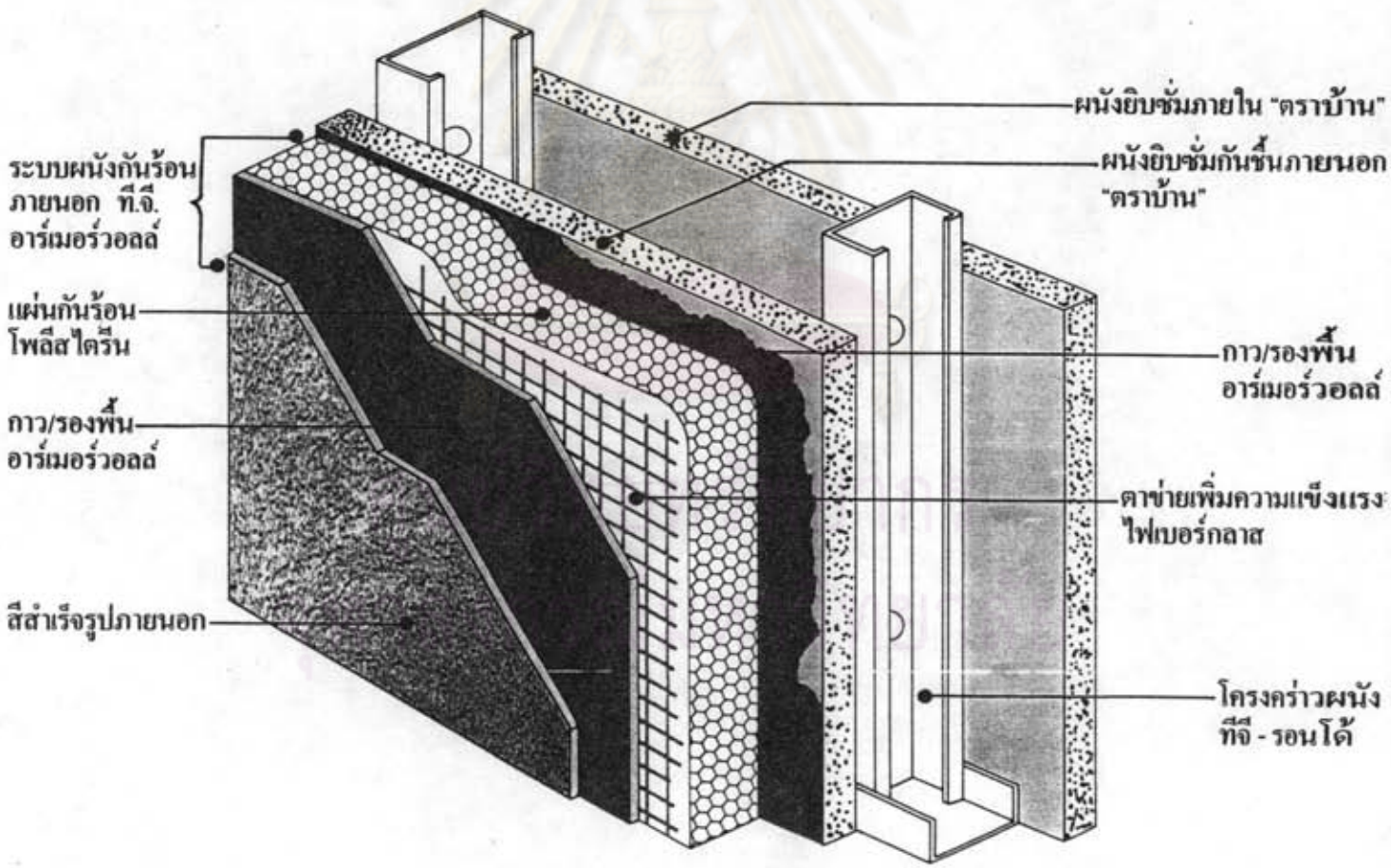
C ระบบผนังกันร้อน ARMOUR WALL

บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซั่ม จำกัด

1. ลักษณะของระบบ : เป็นผนังเบา โครงเป็น LIGHTWEIGHT GALVANIZED STEEL FRAME ทีจี-รอนโด้ ยึดกับแผ่นยิปซั่มบอร์ด ภายนอกใช้ชนิดกันชื้นได้ และกรุแผ่นกันร้อนโพลีสไตรีน, ตาข่ายไฟเบอร์กลาส, และรองพื้น-สีสำเร็จรูป

2. องค์ประกอบ (ดูรูป

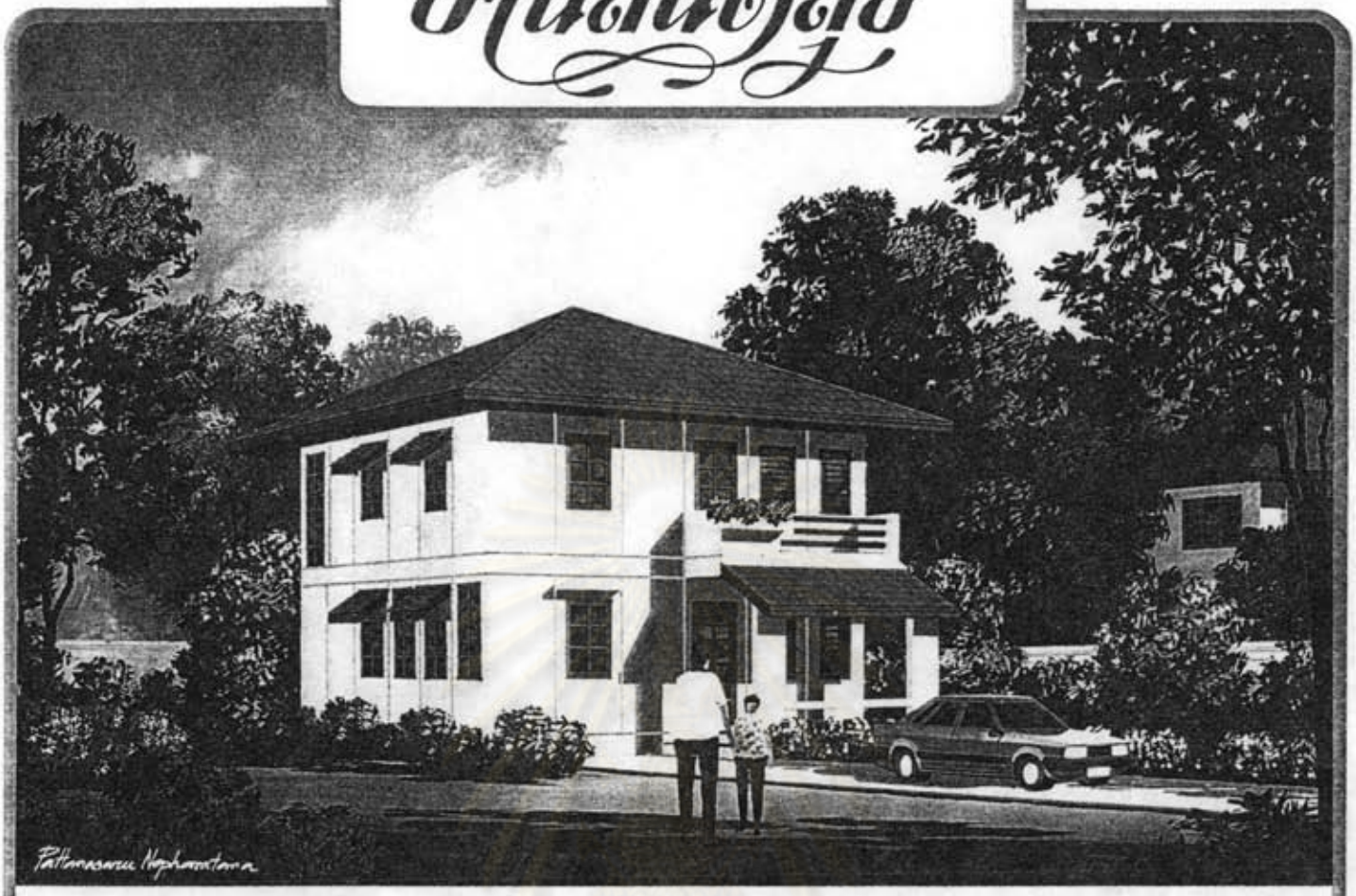
3. การใช้งาน : ใช้กับบ้านพักอาศัย, สำนักงาน ทั่วไป (มีเฉพาะผนัง, ส่วนฐานราก, เสาคาน ยังเป็นระบบเดิม



รายละเอียด	บริษัทไทยพรีแฟบ
1. ฐานราก	- เสาเข็ม 6 เหลี่ยมกลวง 4 เมตร
	- คานคอนกรีตเสริมเหล็กเทกับที่
2. พื้นชั้น 1	- พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเทกับที่
	- ปูกระเบื้องยาง 9 x 9 นิ้ว
3. พื้นชั้น 2	- แผ่นซีเมนต์บอร์ดหนา 20 มม. วางบนเหล็กโครงสร้างสำเร็จ, ปูกระเบื้องยาง 9 x 9 นิ้ว
4. ผนัง	- โครงเหล็กชุบสังกะสีกรุด้วยซีเมนต์บอร์ด (ความหนารวม 95 มม.)
5. ฝ้าเพดานภายใน	- โครงที-บาร์ เหล็กอบสีและแผ่นยิบซั่มบอร์ด 9 มม. 60 x 60 ซม.
ภายนอก	- โครงเหล็กชุบสังกะสีและแผ่นยิปซั่มกันชื้น
6. หลังคา	- โครงเหล็กชุบสังกะสีมุงด้วยกระเบื้องลอนคู่-โมเนีย
7. ประตู	- วงกบเป็นไม้เนื้อแข็ง
	- บานไม้อัดยาง ,พีวีซี.
8. หน้าต่าง	- วงกบเป็นเหล็กป้องกันสนิม
	- บานเกล็ดกระจกใส 5 มม.
	- บานไม้ลูกฟัก กระจกใส
9. ระบบไฟฟ้า	- เดินร้อยท่อในผนังและฝ้าเพดาน
10. ระบบประปา	- เดินฝังในผนัง,บ่อพักสำเร็จรูป 30 x 30 มม.
11. อื่น ๆ	- วัสดุปูผิวในห้องน้ำพื้นโมเสค 2.25 x 2.25 นิ้ว
12. ราคาบ้าน	169,000 - 650,000 บาท (8 แบบ)
	(28 ตรม. @ 6,036 บาท) - (130 ตรม. @ 5,000 บาท)
13. ระยะเวลาก่อสร้าง	29 วัน ทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

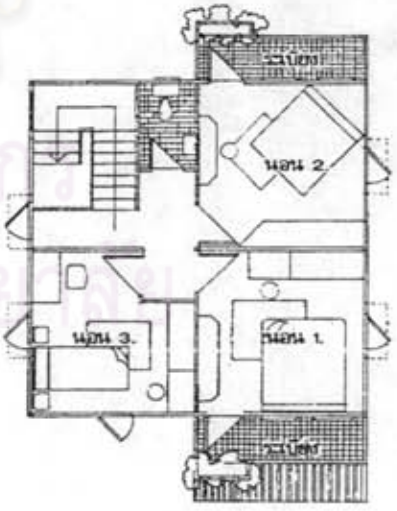
บ้านสันติสุข



บ้านสันติสุข ของไทยพรีแฟบ คือ พัฒนาการของเทคโนโลยีการก่อสร้างที่สะดวก รวดเร็ว คงทน ไม่เป็นเชื้อไฟ ไร้สนิมและการรบกวนของปลวกและแมลง

บ้านพักอาศัย 2 ชั้น
3 ห้องนอน, 2 ห้องน้ำ
พร้อมระเบียงหน้าบ้าน
ระเบียงหลังบ้าน และ
ลานซักล้าง
พื้นที่ใช้สอย 130 ตร.ม.

แปลนชั้นล่าง



แปลนชั้นบน

สร้างสรรค์ไทย เชิดชูสังคม

บริษัท ไทยพรีแฟบ อินดัสทรี จำกัด

100/2 ซอย 83 ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง บางกะปิ กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ (02) 538-1285, Fax: 539-2788

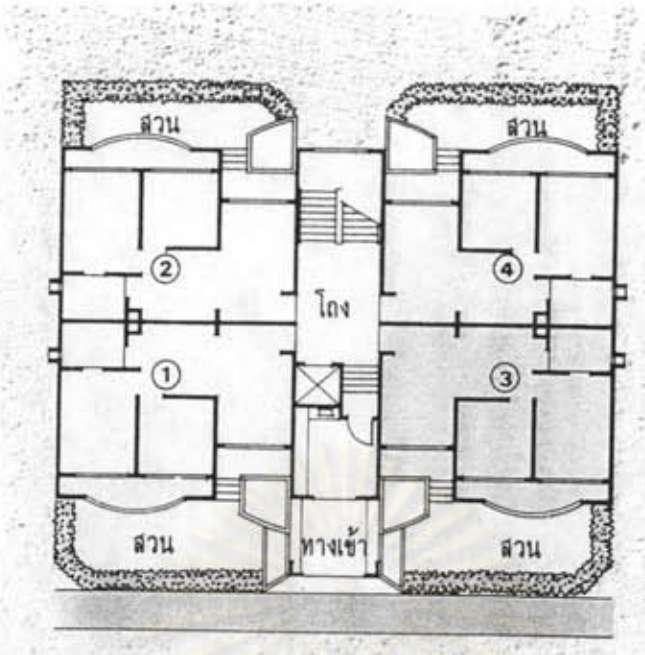
บ้านสวยอันใด บ้านไทยพรีแฟบ

โครงการบ้านสวนชน

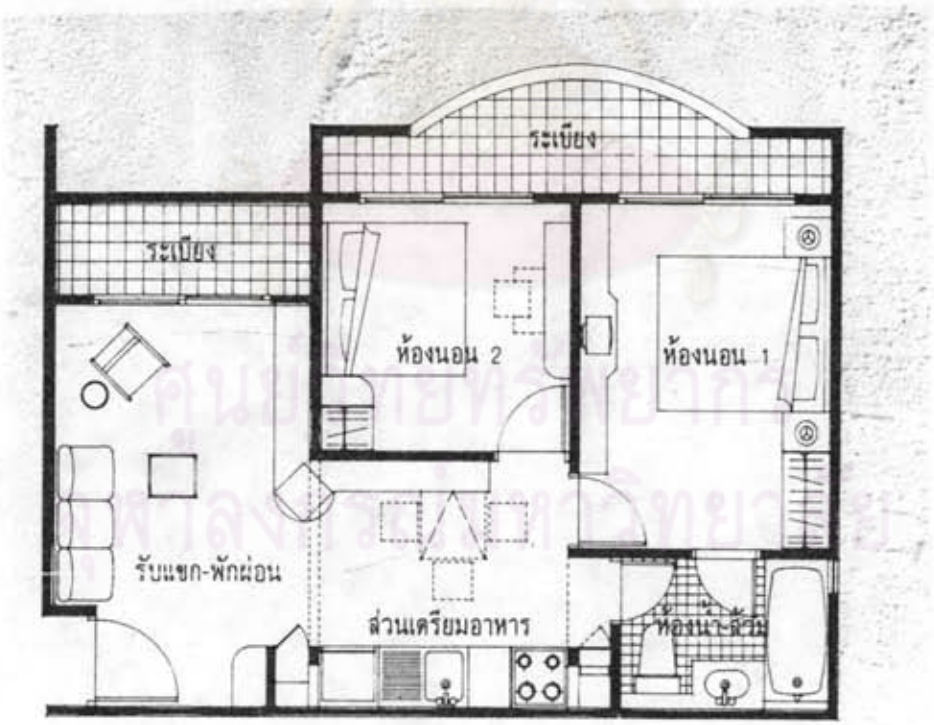
เจ้าของโครงการ	:	บริษัท สยามธานี พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด
ผู้ก่อสร้าง	:	บริษัท สยามซีสเต็ม บิลท์ จำกัด
ผู้ออกแบบ	:	บริษัท คอนซิลแตนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
เทคโนโลยีการก่อสร้าง	:	บริษัท ไทเซ-พี จำกัด (ญี่ปุ่น)
ระบบที่ใช้	:	PRECASTED CONCRETE
	:	BEARING WALL (PC PANNEL SYSTEM)
		ออกแบบโดยใช้หลังกำลังประลัย (ULTIMATE STRENGTH DESIGN)
		โดยใช้ COAD FACTOR 1.7 และ 2.0 ตามกฎของ ว.ส.ท.
	:	รอยต่อใช้ การเชื่อมเหล็กที่ฝังในคอนกรีต กับปูนทรายอย่างแน่น
		(เหล็กเชื่อมรับแรงเฉือนและแรงดึง,ปูนทรายรับแรงอัด)
		การใช้ปูนทรายจะไม่ให้อากาศเข้าไปทำสนิมกับเหล็กเชื่อม
ลักษณะอาคาร	:	อาคารชุดพักอาศัย 6 ชั้น (1 ชั้น มี 4 หน่วย, พื้นที่หน่วยละ 60 ตรม.)
หมายเหตุ	:	เทคโนโลยี[illegible] ระบบนี้สร้างได้สูง 20-30 ชั้น
		ต่อโดยข้อจำกัดของรถเครนที่ใช้อยู่สร้าง[illegible] 12 ชั้น
		และถ้าใช้ผนัง, ความหนา 12 ซม. สร้างได้ 8 ชั้น
		(รอยต่อระบบเชื่อม จะยอมรับนี้สามารถสร้างได้ 12 ชั้น)
	:	ระบบไฟฟ้า, ร้อยท่อฝังในผนัง
	:	ระบบประปา ใช้วิธีเจาะร่องแล้วเดินท่อ, ท่อน้ำทิ้งฝัง SLEEVE ทะลุ
		กำแพง-พื้น
	:	การประกอบติดตั้ง ทำพร้อมกันชุดละ 3 ตึก 8 เดือน
		(ตอกเข็ม 1 เดือน ,ฐานราก 1 เดือน , โครงสร้าง 1 เดือน,
		ตกแต่ง 5 เดือน)
	:	ชิ้นส่วนต่อ 1 ตึก 500 ชิ้น (50 แบบ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะอาคารบ้านสวนธน

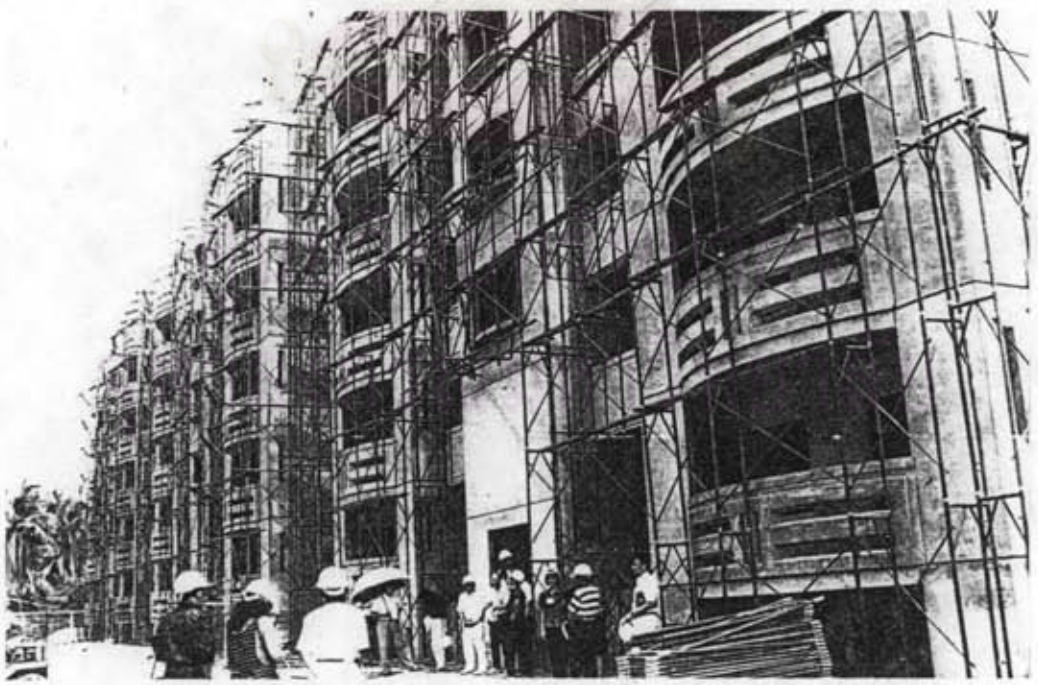


แปลนชั้น 1

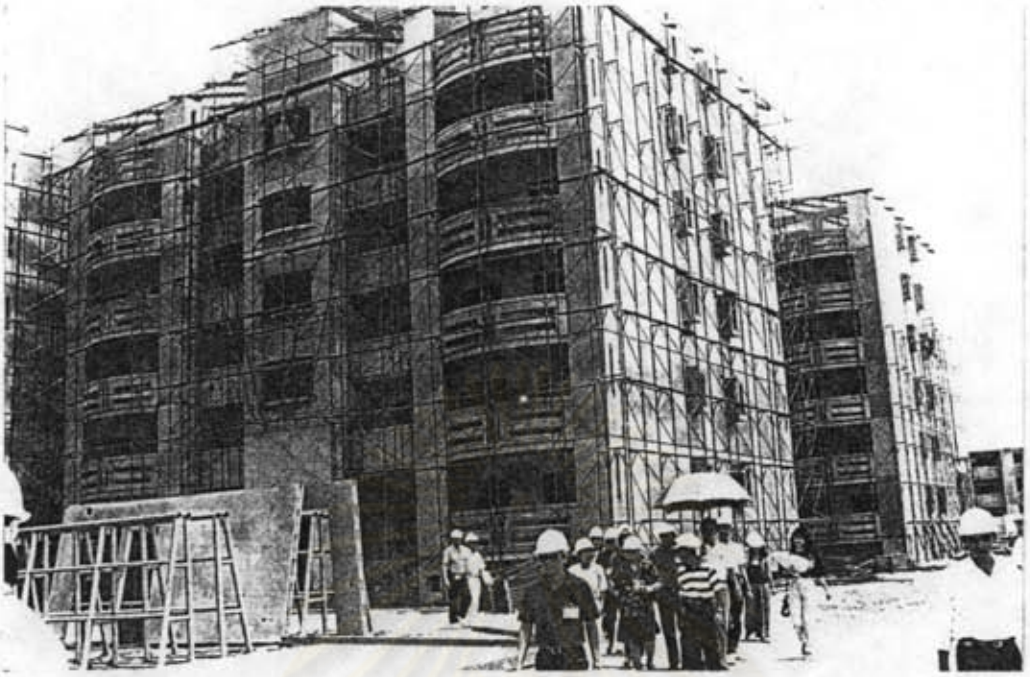


แบบขยายแปลน (60 ตรม.)

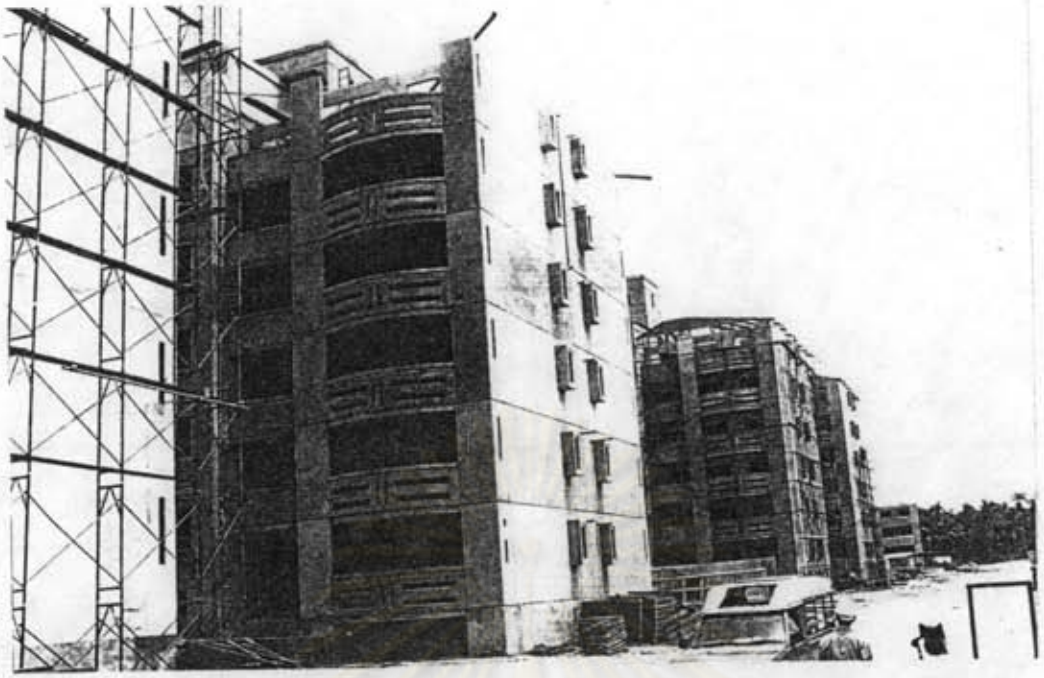
การประกอบชิ้นส่วนชั้นสุดท้ายคือการมุงหลังคา



นั่งร้านเพื่อทำการตกแต่งรอยต่อของผนังและทาสี



แสดงอาคารขณะประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างหลักเสร็จ แล้ว



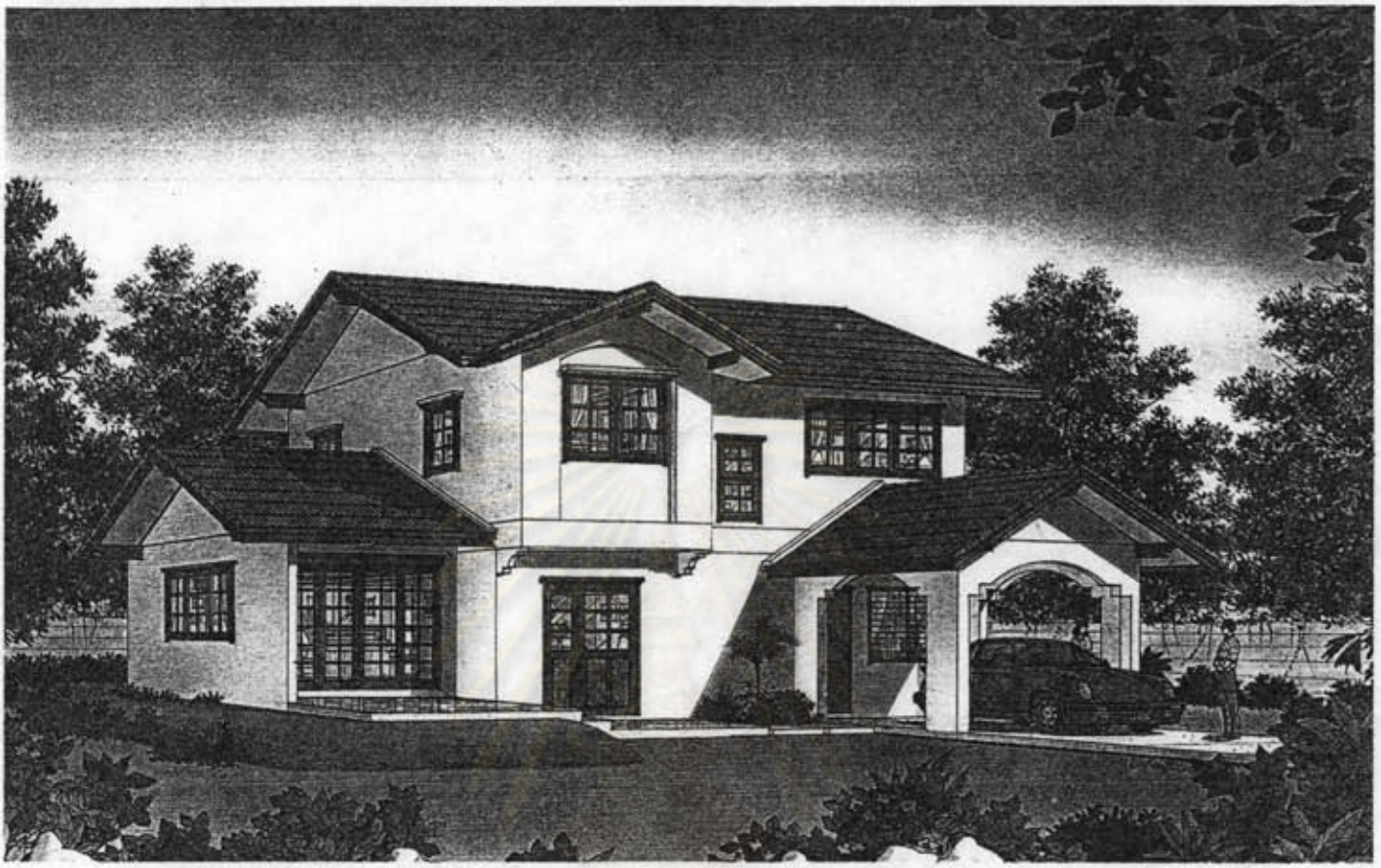
อาคารที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

รายละเอียด	บริษัทสตาร์บล็อค
1. ฐานราก	- เสาเข็ม I,T ยาว 6-12 เมตร - คานคอดิน, คานชั้น 2 หล่อกับที่
2. พื้นชั้น 1,2	- พื้นชั้น 1-เทกับที่ - พื้นชั้น 2-บล็อคพื้น CPAC,หรือพื้นไม้ขาวบนตงกัก(ไม้) (JOIST TRUSS)
3. เสา	- เสาเทหล่อกับที่ (ผูกเหล็กที่ที.)
4. ผนัง	- ผนังก่ออิฐมอญ-ซีเมนต์ บล็อคฉาบปูนเรียบทาสี - ผนังภายในเป็นแผ่นสตรามิตบอร์ด
5. ฝ้าเพดาน	- ฝ้าเพดานภายใน-แผ่นสตรามิตบอร์ด,ยิปซั่มบอร์ด(ฉาบเรียบ) โครงเคร่งฝ้าเป็นไม้ยางอัดน้ำยา - ฝ้าเพดานภายใน-กระเบื้องแผ่นเรียบ,ไม้ระแนง
6. หลังคา	- หลังคาโครงไม้ ROOF TRUSS มุงด้วยหลังเบื้องลอนคู่-ซีแพค
7. ประตู-หน้าต่าง	- ประตู-หน้าต่าง -วงกบไม้,บานไม้สัก,ไม้อัดสัก
8. ระบบไฟฟ้า	- ระบบไฟฟ้าเดินลอยยึดด้วยเข็มขัด
9. ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่น ๆ	- ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอื่น ๆ - บันไดสำเร็จรูป (ไม้) - เสาเอ็น-ทับหลังสำเร็จรูป - บ่อพัก คสล.สำเร็จรูป - วัสดุปูพื้นตามท้องตลาด * เดิมสตาร์บล็อค ใช้ระบบของ S.P.A. โดยยึดให้มีน้ำหนักเบา, คนสามารถยกได้ เสา 13 x 13 ซม. สำเร็จรูป , คาน 15 x 25 ซม. สำเร็จรูป พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ผนังเป็น PRECAST CONCRETE กว้าง 46 ซม แต่มีปัญหาเรื่องความสวยงาม ส่วนเว้า-โค้ง

บริษัท สตาร์บล็อค จำกัด

สำนักงานขาย : 1100/111 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กทม.10320 โทร.2490306,2490307,2497295,2491506 ฟิกซ์ : (662) 2497296
สำนักงานสาขาปิ่นเกล้า : 630/234 ในบริเวณศูนย์การค้าเพาซ์ปิ่นเกล้า กทม.10700 โทร.4246537-4341783
สำนักงานสาขา บุณฑริก : 2 A-31 ชั้น 2 บางกอกเทรดดิ้งเซ็นเตอร์ 444 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กทม.10400 โทร.2769100
สำนักงานสาขานครปฐม : 141/55 ถ.ราชวิถี ต.พระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 โทร.(034) 241821
สำนักงานสาขาเชียงใหม่ : 56/2 ศูนย์การค้าเชียงมั่นกาด ถ.ช้างคลาน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50000 โทร.(053) 235942-252696
สำนักงานสาขาราชบุรี : 5/44-45 หมู่ 3 ถ.สุขุมวิท ต.เจ็ดเสมียน อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร.(032) 296052 287565
สำนักงานสาขาโคราช : 107-109 ถ.จอมพล ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร. (044) 246744, 255271
สำนักงานสาขารามคำแหง : 2064 ถ.รามคำแหง ปากซอย 20 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กทม. 10240 โทร.3103086
สำนักงานสาขาลาดพร้าว : 1210/6 ถ.ลาดพร้าว แขวงลาดยาว เขตบางเขน กทม. 10900 โทร.563166
สำนักงานสาขาแจ้งวัฒนะ : 43-45 ถ.รัชวงศ์ ต.อัครวรรดิ อ.เมืองปทุมธานี กทม. 10400 โทร.2258551

STAR-3C

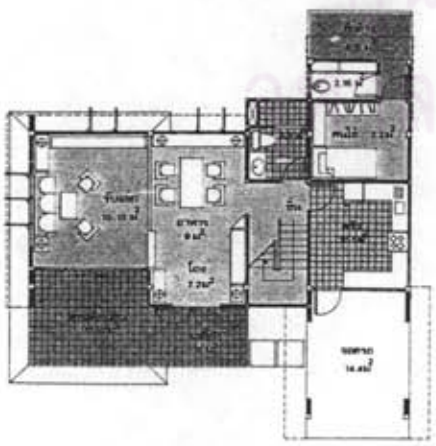


ด้านหน้า

ด้านข้าง

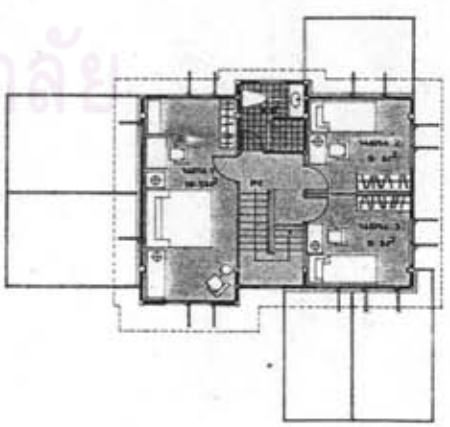
ด้านข้าง

ด้านหลัง



แปลนชั้นล่าง

บ้านสองชั้นรูปทรงทันสมัย สไตล์ยุโรป 3 ห้องนอน 3 ห้องน้ำ ห้องนอนใหญ่มีขนาดกว้างขวางเหมาะที่จะแบ่งเป็นส่วนทำงาน หรือมุมพักผ่อนที่เป็นส่วนตัว ชั้นล่างมีห้องรับแขกขนาดใหญ่ และส่วนรับประทานอาหารที่ต่างระดับกัน เปิดโล่งต่อเนื่องถึงลานพักผ่อนภายนอก ซึ่งเล่นระดับสอดคล้องกับภายใน ประดับด้วยเนินดินที่พร้อมจะตกแต่งเป็นสวนประดับที่สวยงาม ทำให้ดูเป็นบ้านที่โล่งสบาย พร้อมทั้งส่วนครัว, ห้องคนใช้, ลานซักล้าง และที่จอดรถซึ่งวางตำแหน่งอย่างเหมาะสม ทำให้เป็นบ้านที่สมบูรณ์ในบรรยากาศที่เป็นกันเอง



แปลนชั้นบน

แปลน 1 : 200

พื้นที่ใช้สอย 189.6 ม² รวมพื้นที่ส่วนบริการและทางเดิน

1,092,000 @ 6973 ต่อ ม²

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียด	บริษัทซีคอน
1. ฐานราก	- เสาเข็มตัว I ยาว 6 - 12 เมตร
	- คาน คสล. สำเร็จรูป
2. พื้นชั้น 1,2	- พื้น คสล.สำเร็จรูป
3. เสา	- เป็น BUILT UP STEEL FRAME แบบเสาเสริมเหล็กสำเร็จรูปแล้วมาเทคอนกรีตที่หน่วยงาน
4. ผนัง	- ผนังแผ่น คสล.
5. ฝ้าเพดาน	
6. หลังคา	
7. ประตู-หน้าต่าง	ตามท้องตลาดใช้วิธีการติดตั้งที่หน่วยงาน
8. ระบบไฟฟ้า	
9. ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	
	* เทคนิคการติดตั้งใช้การเชื่อมและเทคอนกรีตหุ้มใช้เครนขนาดเล็ก (ติดกับรถ 6 ล้อ) ช่วยยก
	* คนงานกรรมกร 3-4 คน, ช่าง 2-3 คน, ผู้ควบคุม 1 คน ในการก่อสร้างบ้าน 2 ชั้น 148 ตรม. ใช้เวลา 60 วัน
	* เป็น CLOSED SYSTEM การออกแบบชิ้นส่วนออกแบบเฉพาะแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บ้านซีคอน
แบบ Y 1

YOUNG EXECUTIVE

บ้าน 2 ชั้นขนาดกลาง รูปทรงกระทัดรัด ภายในสามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางทุกตารางนิ้ว มี 3 ห้องนอน 3 ห้องน้ำ พร้อมห้องรับแขก ห้องอาหาร ห้องพักสำหรับแขก ด้านหน้ามีเฉลียงพักผ่อน ด้านหลังมีลานซักล้าง ที่จอดรถอยู่ด้านข้างจัดเป็นสัดส่วน หลังคามุงกระเบื้องซีแพคโมเนีย ส่วนหลังคาครัวมุงกระเบื้องลอนคู่

พิเศษสุดสำหรับบ้านรุ่น *YOUNG EXECUTIVE* **แบบ Y1 แถมชุดครัวทันสมัย** พื้นครัวปูกระเบื้องคันทรา ฝาผนังครัวกรุกระเบื้องเคลือบทำให้ดูโล่งและโปร่งตา

เหมาะสำหรับที่ดินประมาณ 45 ตารางวาขึ้นไป หน้ากว้างประมาณ 14 เมตร ลึก 18 เมตร

ฟรี! ชุดครัวหรูจากดงชอง

SEACON
บริษัท ซีคอน จำกัด
107-115 ถนนสีพระยา 81 กรุงเทพฯ 10500 โทร. 235-1414, 234-4550
สาขาศรีนครินทร์ 919 ถนนศรีนครินทร์ กรุงเทพฯ 10260 โทร 398-8834-6