

Structural Sandwich Panels: อีกทางเลือกหนึ่งของระบบก่อสร้าง บ้านประหยัดพลังงาน

Structural Sandwich Panels :
An Alternative Construction System for Energy Housing

รองศาสตราจารย์จรูญพัฒน์ ภูวนันท์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

หลักการสำคัญและเป็นไปได้ประการหนึ่ง ที่ช่วยให้บ้านประหยัดพลังงานสามารถก่อสร้างได้ในราคาที่ถูกลงกว่าบ้านทั่วไป คือ การพัฒนาระบบผนังหรือเปลือกอาคาร (Building Envelope) ที่รวมเอาฉนวนกันความร้อน และโครงสร้างเข้าไว้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน

"Structural Sandwich Panels (SIPs)" เป็นวิธีการก่อสร้างบ้านระบบหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นจากหลักการดังกล่าวนี้ ซึ่งในต่างประเทศได้ทดลองและพิสูจน์ผลการใช้งานมานานไม่น้อยกว่า 60 ปีมาแล้ว ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันกว้างขวางแล้วว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ดีกว่าการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างไม้ขนาดเล็กหรือโครงสร้างเหล็กแผ่นชุบสังกะสีขึ้นรูป (Framing Construction) แต่เนื่องจากยังไม่นิยมใช้กันแพร่หลาย มีข้อจำกัดในเรื่องของช่างก่อสร้าง หรือผู้ก่อสร้าง และความคุ้นเคยของผู้ออกแบบ จึงมีผลให้ราคาค่าก่อสร้างบ้านยังคงแพงกว่าการก่อสร้างในระบบเดิม

การนำระบบการก่อสร้างดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย ควรให้ความสำคัญกับวัสดุที่ผลิตได้ในประเทศ และความสามารถทนทานต่อสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น รวมทั้งการกันปลวกหรือแมลงให้ได้ด้วย ซึ่งอาจพัฒนาให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของระบบการก่อสร้างบ้านประหยัดพลังงาน ที่มีราคาประหยัดได้ในอนาคต

Abstract

A possible major principle for reducing the construction cost of energy housing is to develop the exterior wall systems or building envelopes that combine thermal insulation and building structures all together as only one component.

"Structural Sandwich Panels (SIPs)" is one of the housing construction system developed from this principle. It has been tried out and proven effective in foreign countries for not less than 60 years. At present, the system is more recognized and it can save more energy in dwellings than using wood frame and steel frame construction (framing construction system). Since it is not yet widespread in use, there are limited skilled laborers and builders whilst designers are not familiar with the system, its construction costs are therefore still more expensive than the conventional one.

The applications of SIPs for Thailand need to give emphasis to materials produced in the country and durability of the whole system that can well withstand to the tropical climate and termites or wood insects as well. Thus it can be developed as an alternative construction system for economical energy housing in the near future.

บทนำ

หลังจากที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แล้ว หลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานในอาคารมากขึ้น มีการรณรงค์ และส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงานทั้งในอาคารเก่าและอาคารสร้างใหม่ แต่ประชาชนหรือเจ้าของอาคารส่วนใหญ่ก็ยังรู้สึกว่าเรื่องนโยบายของรัฐโดยเฉพาะในกลุ่มอาคารพักอาศัยหรืออาคารขนาดเล็ก เนื่องจากวิธีการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงานที่ทำได้ง่ายที่สุด คือ การติดตั้งฉนวนหรือใช้วัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้นในส่วนของผนังและหลังคา ซึ่งหมายถึงการเพิ่มค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนนั่นเอง ประกอบกับประเทศไทยยังมีวัสดุหรือระบบก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงานให้เลือกใช้ได้จำกัดมาก และมักมีราคาแพง ผู้ออกแบบ ช่างก่อสร้าง และคนส่วนใหญ่จึงยังคงก่อสร้างบ้านโดยใช้วัสดุและระบบการก่อสร้างแบบเดิม ทั้งที่อาจทราบดีว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีตกับผนังก่ออิฐฉาบปูนที่ใช้อยู่ทั่วไปนั้น ไม่สามารถประหยัดพลังงานได้มากนัก

ระบบการก่อสร้างบ้านเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับประเทศไทยซึ่งคนส่วนใหญ่ยังมิอาจได้นิยามนั้น จำเป็นต้องมีต้นทุนการก่อสร้างที่ประหยัด คือ มีราคาถูกกว่าหรือไม่แพงกว่าระบบที่ใช้กันทั่วไปมากนัก คนส่วนใหญ่ของประเทศจึงจะสามารถนำไปใช้ได้แพร่หลาย ผลจากที่เคยศึกษาระบบการก่อสร้างต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศมาแล้ว พบว่าเป็นไปได้ยากมากถ้าต้องการสร้างบ้านประหยัดพลังงาน ให้มีราคาถูกด้วยวิธีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพิ่มขึ้น เพิ่มความหนาผนังหรือใช้วัสดุเปลือกอาคาร (Building Envelopes) ที่มีคุณภาพการต้านทานความร้อนสูงขึ้นกว่าเดิม โดยที่ยังคงระบบโครงสร้างหรือระบบการก่อสร้างแบบเดิมเอาไว้ แนวคิดหรือหลักการหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด คือ ระบบการก่อสร้างที่รวมเอาผนัง ฉนวนกัน ความร้อน และโครงสร้างอาคาร เข้าเป็นองค์ประกอบ เดียวกัน หรือให้ทำหน้าที่ร่วมกัน หลักการนี้จะช่วยให้สามารถประหยัดวัสดุและโครงสร้างได้ ช่วยลดค่าแรงระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้างโดยรวมลงได้ ด้วย การแก้ปัญหาจึงควรมุ่งพัฒนาหรือปรับปรุงระบบก่อสร้างทั้งระบบ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลทั้งในด้านราคาค่าก่อสร้างและการประหยัดพลังงานของอาคารจึงจะเห็นผลได้ชัดเจน

ระบบก่อสร้างบ้านเพื่อการประหยัดพลังงานในต่างประเทศ

ในประเทศอุตสาหกรรมซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีอากาศหนาวได้ให้ความสำคัญกับวัสดุและระบบการก่อสร้างอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานกันอย่างจริงจัง ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาในหลายประเทศได้พัฒนาระบบก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐานการประหยัดพลังงานสูงขึ้นเรื่อยๆ ขณะเดียวกันก็ได้พยายามคิดค้นวัสดุ หรือระบบก่อสร้างใหม่ๆ ขึ้น เพื่อเตรียมการไว้สำหรับอนาคต ในแทบทุกประเทศจึงมีโครงการวิจัย และโครงการทดลองหลายโครงการที่สนับสนุนการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงาน เพื่อให้เกิดผลแพร่หลายอย่างจริงจัง ตัวอย่าง เช่น โครงการบ้านอาร์-2000 (R-2000) ในประเทศแคนาดา (Natural Resources Canada, 1980) มีผลโดยตรงให้อาคารพักอาศัยของแคนาดาในปัจจุบันซึ่งส่วนใหญ่สร้างด้วยโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก (Wood Frame Construction) มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นกว่าในอดีตมาก และได้รับการยอมรับ ถูกนำไปใช้กันแพร่หลายทั่วทั้งประเทศแล้ว เป็นต้น

โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก (Wood Frame Construction) เป็นระบบการก่อสร้างบ้านที่นิยมใช้ในทวีปอเมริกาเหนือมานานร่วมศตวรรษ ปัจจุบันได้พัฒนาแยกย่อยออกไปเป็นหลายระบบ เพราะมีรูปแบบการผลิตและรายละเอียดการก่อสร้างที่หลากหลายมากขึ้น สามารถนำไปใช้ก่อสร้างบ้านให้มีมาตรฐานการประหยัดพลังงานได้แตกต่างกันหลายระดับ เนื่องจากการปรับปรุงวัสดุและฉนวนกันความร้อน แผ่นผนังหุ้มโครงคร่าว (Siding) แผ่นวัสดุกันน้ำ วัสดุกันชื้น และการยาแนวรอยต่อต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพในการกันความร้อน ความชื้น และป้องกันการรั่วซึมของอากาศ ได้สมบูรณ์มากขึ้น

โครงสร้างเหล็กแผ่นชุบสังกะสีขึ้นรูป (Lightweight Steel Frame Construction) เป็นระบบการก่อสร้างแบบแพลตฟอร์ม (Platform Frame) หรือ ผนังรับน้ำหนัก (Loaded Bearing Wall) เช่นเดียวกับโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก เพียงแต่เปลี่ยนวัสดุโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักจากโครงคร่าวไม้ (Wood Stud) เป็นโครงคร่าวเหล็ก (Steel Stud) โดยใช้เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น (Cold-formed Steel Section) ที่ได้จากเหล็กแผ่นชุบสังกะสีหรือชุบสังกะสีผสมโลหะอื่น (Zincalume /

Galvalume) เกิดขึ้นมาจากการพัฒนาและการขยายตลาดของอุตสาหกรรมเหล็กแผ่นเคลือบในประเทศอุตสาหกรรม โดยสามารถผลิตโครงสร้างเหล็กที่มีน้ำหนักเบาและกันสนิมได้ดีขึ้น เพื่อให้ทดแทนไม้ในราคาที่ถูกลงจนกระทั่งสามารถแข่งขันกันได้ (ไม่มีราคาแพงขึ้นแต่มีคุณภาพลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่เหล็กมีราคาค่อนข้างคงที่ และมีผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพดีขึ้น) และสามารถนำเศษเหล็กหรือเหล็กที่ใช้แล้ว (เช่น ขากรถยนต์เก่า ฯลฯ) มาหลอมแปรรูปเป็นวัสดุโครงสร้างได้ (การผลิตใช้เศษเหล็กผสมประมาณร้อยละ 70) ประกอบกับโครงสร้างเหล็กมีความแข็งแรงและคงทนถาวรสูงกว่าไม้มาก อย่างไรก็ตามในช่วงแรกที่มีการพัฒนาบ้านโครงสร้างเหล็กขึ้นมาใช้นั้น ยังไม่เป็นที่ยอมรับมากนัก เนื่องจากเหล็กเป็นตัวนำความร้อนที่ดีทำให้ผนังโครงสร้างมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานต่ำกว่าโครงไม้ (ประสิทธิภาพลดลงประมาณร้อยละ 20-30) อีกทั้งหาช่างก่อสร้างและวัสดุในท้องตลาดได้ยากกว่าไม้ แต่หลังจากมีการวิจัยและพัฒนาทั้งในแง่ของวัสดุผนังระบบโครงสร้าง ผนวกันความร้อน หรือการก่อสร้างทั้งระบบ โดยการสนับสนุนจากองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนแล้ว บ้านโครงสร้างเหล็กของต่างประเทศในปัจจุบันสามารถ สร้างให้ประหยัดพลังงานได้ทัดเทียมหรือดีกว่าโครงสร้างไม้ที่ใช้กันทั่วไปได้ โดยมีราคาก่อสร้างที่ใกล้เคียงกันหรือสามารถแข่งขันกันได้ ประกอบกับมีข้อได้เปรียบในการใช้งานหลายประการ แนวโน้มสัดส่วนของการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กในประเทศอุตสาหกรรมจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่น ประเทศญี่ปุ่น และ ออสเตรเลีย แม้แต่ในสหรัฐอเมริกาซึ่งเคยมีสัดส่วนการตลาดน้อยมาก แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมากลับขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น ในแคลิฟอร์เนีย เท็กซัส และ ฮาวาย (ในฮาวายบ้านโครงสร้างเหล็กมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึงร้อยละ 30 ของบ้านสร้างใหม่)

นอกจากระบบก่อสร้างหลักทั้งสองระบบที่กล่าวถึงแล้วนั้น ทั้งในยุโรปและอเมริกาได้พยายามพัฒนาวัสดุและระบบก่อสร้างบ้านด้วยวัสดุก่อและคอนกรีตให้มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้สูงขึ้นเช่นกัน เช่น บล็อก มวลเบา (Lightweight Block) โฟมบล็อก (Foamed Block) และ ICF (Insulated Concrete Form) แต่เนื่องจากโดยพื้นฐานแล้วยังคงเป็นระบบการก่อสร้าง แบบเปียก (Wet Construction) และมีน้ำหนักมาก จึงมัก ใช้ในบางประเทศหรือท้องถิ่นที่มีประวัติศาสตร์หรือพื้นฐานการก่อสร้างผูกพันอยู่กับวัสดุก่อ

หรือคอนกรีตมาก ซึ่งอาจมีปัจจัยหรือข้อจำกัดอื่นๆ ประกอบด้วย ปัจจุบันในบางประเทศนิยมใช้เฉพาะกับงานฐานราก ผนังห้องใต้ดิน หรือบางส่วนของอาคาร เท่านั้น หนึ่ง วัสดุพลาสติก และ โฟมชนิดต่างๆ ได้พัฒนามานานและก้าวหน้ามากขึ้นเรื่อยๆ โฟมเป็นฉนวนราคาถูกจึงมีการผสมผสานหรือประยุกต์โฟมและพลาสติกชนิดอื่นเข้ากับระบบก่อสร้างพื้นฐานที่มีอยู่เดิม จึงเกิดเป็นระบบก่อสร้างใหม่ๆ ที่ช่วยให้ประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น เช่น ผนัง EIFS (Exterior Insulated Finish System) ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับโครงสร้างไม้ เหล็กหรือคอนกรีตก็ได้ และแผ่นผนังประกอบโฟมหรือ "Sandwich Panels" ซึ่งประกอบขึ้นจากโฟมและวัสดุแผ่นที่มีอุตสาหกรรมรองรับ เป็นต้น

ในขณะที่กระแสอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเข้มแข็งขึ้น และวัตถุดิบหายากขึ้นเรื่อยๆ จึงจำเป็นต้องใช้ไม้ก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด หลายฝ่ายได้พยายามลดสัดส่วนของไม้ในการก่อสร้างให้น้อยลง เทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยไม้ในปัจจุบันจึงมุ่งไปที่โครงสร้างไม้ประกอบ (Structural Composite Lumber) ไม้ประสาน (Laminated Wood Products) และแผ่นวัสดุที่ผลิตจาก ชิ้นไม้ขนาดเล็ก เส้นใยไม้ และเยื่อไม้ ฯลฯ ผลิตภัณฑ์ Structural Sandwich Panels จึงถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นเป็นระบบการก่อสร้างทางเลือก เพื่อใช้ทดแทนระบบการก่อสร้างบ้านด้วยไม้หรือเหล็กนั่นเอง หลังจากทีระบบนี้ได้ถูกทดลองนำมาใช้งานทั้งในยุโรป อเมริกาและภูมิภาคอื่นๆ มานานกว่า 60 ปี ได้พิสูจน์ผลแล้วว่าสามารถใช้งานได้ดี เป็นที่น่าพอใจ และประหยัดพลังงานได้สูงมาก จึงได้รับการรับรองให้ใช้ก่อสร้างได้ตามกฎหมาย หรือเทศบัญญัติ ในหลายประเทศ และปัจจุบันได้รับการยอมรับ หรือการสนับสนุนให้ใช้เป็นระบบก่อสร้างทางเลือก (Alternative System) จากองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างที่พักอาศัย เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในหลายประเทศ

Structural Sandwich Panels (SSP) หรือ Structural Insulated Panels (SIP) คืออะไร

"Sandwich Panels" เป็นแผ่นวัสดุองค์ประกอบที่ผลิตขึ้นโดยใช้วัสดุแผ่นชนิดเดียวกัน 2 แผ่นประกบเข้ากับวัสดุหรือแผ่นวัสดุชนิดอื่นที่แทรกอยู่ตรงกลาง เมื่อวัสดุทั้ง 3 ชั้นยึดติดกันแน่นแล้ว จะทำหน้าที่รับแรงเสมือนเป็นแผ่นวัสดุชิ้นเดียวกัน จึงมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น Sandwich Panels อาจประกอบขึ้นจากวัสดุแผ่นหลายๆ

ชนิด หรือมีหลายๆ ชั้นก็ได้ ในการก่อสร้างมักใช้ประโยชน์เป็นแผ่นผนัง แผ่นหลังคา และแผ่นพื้น แต่ถ้าผลิตให้มีความแข็งแรงเพียงพอ ก็สามารถรับแรงทางโครงสร้างได้ด้วย เช่น ถ้าใช้เป็นผนังรับน้ำหนัก ก็มักเรียกว่า “Structural Sandwich Panels” หรือ “SSP” ซึ่งถือได้ว่าเป็น “Structural Stress-Skin Panels” ชนิดหนึ่ง

เพื่อให้ผนังมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น ส่วนใหญ่ Sandwich Panels ที่ใช้ในการก่อสร้างมักใช้โฟมเป็นฉนวนแทรกอยู่ตรงกลาง (Core) จึงเรียกชื่อว่า “Insulated Sandwich Panels” และถ้าผลิตให้ใช้เป็นโครงสร้างได้ด้วย ก็มักเรียกว่า “Structural Insulated Sandwich Panels” หรือ เรียกให้สั้นลงว่า “Structural Insulated Panels” (ใช้ชื่อย่อว่า “SIP” หรือ “SIPs”) ซึ่งเป็น Structural Sandwich Panels ที่รู้จักกันดีในวงการ ก่อสร้าง โดยทั่วไป SIP กับ SSP จึงมักหมายถึงวัสดุและระบบก่อสร้างชนิดเดียวกัน ทั้งๆ ที่มีความหมายไม่ตรงกันทีเดียวนัก

SIP หรือ SSP ที่ผลิตในปัจจุบัน วัสดุแผ่นที่ใช้ประกบด้านนอกอาจเป็นแผ่น OSB (Oriented Strand Board) แผ่นไม้อัด แผ่นเย็บซั้มบอร์ด แผ่นแนวเฟอร์บอร์ด และแผ่นโลหะ (Metal Sheet) ฯลฯ ส่วนฉนวนที่อยู่ตรงกลางอาจเป็น Rigid Polyurethane / Extruded Polystyrene / Expanded Polystyrene และ Phenolic Foam หรือวัสดุอื่นๆ ขึ้นอยู่กับการใช้งานและการยอมรับหรือมาตรฐานการก่อสร้างของแต่ละประเทศ ส่วนการผลิตอาจผลิตเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปที่มีขนาดมาตรฐานจากโรงงานเพื่อขายในท้องตลาดทั่วไป หรืออาจผลิตเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปที่มีรูปแบบและขนาดพิเศษเฉพาะโครงการก็ได้ การนำไปใช้งานสามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนัก (Loaded Bearing Wall) สำหรับบ้านพักอาศัย หรืออาคารขนาดเล็ก (สูง 1-4 ชั้น) และ ใช้เป็นผนังเปลือกนอกของอาคาร (Cladding) สำหรับอาคารสาธารณะหรืออาคารสูงก็ได้ อาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบนี้มีข้อได้เปรียบกว่าระบบการก่อสร้างด้วยไม้ หรือเหล็ก (Wood or Steel Framing) ที่นิยมใช้กันทั่วไปในทวีปอเมริกาเหนือหลายประการ เช่น ประหยัดพลังงานได้ดีกว่า (โฟมที่ใช้มีค่า R-Value ต่อนี้สูงกว่าไฟเบอร์กลาส และเป็นระบบ ที่กันการรั่วซึมของอากาศได้ดีกว่ามาก) ผนังแข็งแรงกว่า ประกอบติดตั้งได้ง่ายและสร้างได้รวดเร็วกว่า

ประวัติความเป็นมาและพัฒนากาที่ที่น่าสนใจของ SIP

ในช่วงปี ค.ศ. 1930-1940 มีผลงานวิจัย Sandwich Panel System ของ Forestry Products Laboratory ในประเทศสหรัฐอเมริกา และมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ ก่อสร้างบ้านกันบ้างแล้ว เช่น ผนังบางส่วนของบ้าน Usonian ซึ่งออกแบบโดย Frank Lloyd Wright¹ ต่อมา ในปี ค.ศ. 1950 Alden B. Dow ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ Frank Lloyd Wright ได้พัฒนาระบบผนังดังกล่าวให้มีค่าการต้านความร้อนได้สูงขึ้น และทดลองผลิตโดยประกอบขึ้นจากแผ่นสไตรโฟมหนา 1 5/8 นิ้ว และแผ่นไม้อัดหนา 5/16 นิ้ว เขานำไปใช้เป็นผนังรับน้ำหนัก และแผ่นหลังคา บ้านรุ่นแรกๆ ของเขาส่งในมิดแลนด์ (Midland) รัฐมิชิแกน ซึ่งบางหลังยังคงใช้งานอยู่กระทั่งปัจจุบัน Alden B. Dow จึงได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ผลิต SIP เป็นคนแรก² ในปี ค.ศ. 1959 Koppers Company ได้เปลี่ยนโรงงานผลิตรถยนต์ในเมืองดีทรอยต์เพื่อผลิตผนัง SIP แทน โดยใช้วิธีการฉีดโฟม (Pre-expanded Styrofoam) เข้าไปในช่องว่างของแผ่นผนังไม้อัดซึ่งยึดติดกับโครงไม้ภายใน และใช้อินน็อบให้โฟมยึดเกาะกับแผ่นไม้อัด ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ซ้ำมาก แต่เนื่องจากวัสดุและระบบการก่อสร้างแบบนี้ได้รับการต่อต้านจากสหภาพช่างไม้ในมลรัฐทางเหนือเพราะเกรงกันว่าระบบก่อสร้างแบบนี้จะทำให้ช่างก่อสร้าง หรือช่างไม้ตกงานมากขึ้น ช่างไม้จึงแกล้งถ่วงเวลาการก่อสร้างให้นานขึ้น (บ้านปกติจะติดตั้งผนัง SIP เสร็จภายใน 2 วัน) เนื่องจากสถานการณ์ในขณะนั้นมีแรงงานมากและพลังงานยังมีราคาถูก ระบบผนังของคอปเปอร์ส จึงไม่สามารถอยู่ได้ ต้องเปลี่ยนธุรกิจไปผลิตชิ้นส่วนตู้เย็นแทน ในช่วงต้นระหว่างปี ค.ศ. 1960-1970 มีการผลิตผนัง SIP สำหรับโครงการ Alside Home Program ทำให้มีการพัฒนากระบวนการผลิตได้รวดเร็ว ขึ้น จากที่เคยใช้เวลาหลายชั่วโมงต่อแผ่นเหลือเพียง 20 นาทีต่อแผ่น แต่หลังจากทำธุรกิจมาหลายปี สร้างบ้านได้น้อยกว่า 100 หลัง มีตลาดรองรับไม่มากพอจึงต้องปิดกิจการ จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980-1990 จึงมีผู้ผลิตใหม่ๆ เกิดขึ้น และมีความต้องการของลูกค้าที่แน่นอนขึ้น วัสดุก่อสร้างใหม่ ชนิดนี้ได้ใช้เวลายาวนานในเชิงธุรกิจ เนื่องจากลูกค้าหรือผู้ก่อสร้างส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลความเข้าใจ และกลัวความยุ่งยากในการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมไปถึงกฎหมาย เทศบัญญัติ และการขออนุญาต ก่อสร้าง ปัจจุบันปัญหาดังกล่าวลดน้อยลงไปมาก หลังจากที่

PATH (Partnership for Advancing Technology in Housing) และ IRC (International Residential Code) ได้ให้ความสำคัญกับระบบการก่อสร้างเพื่อการประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

ปัจจุบันในทวีปอเมริกาเหนือ มีการผลิตแผ่นผนัง โฟม (Insulated Panel) ที่ใช้รับน้ำหนักสำหรับอาคาร พักอาศัย (สูง 1-4 ชั้น) อยู่ 2 ชนิด คือ แผ่นผนังประกบ โฟม (SIP) และ แผ่นผนังโฟมที่บรรจุในโครงคร่าวโดยไม่มีแผ่นวัสดุปิดหน้า (Unfaced Panel) SIP ที่ผลิตขายในท้องตลาดทั่วๆ ไปในทวีปอเมริกาเหนือประกอบขึ้นด้วยแผ่น OSB 2 ด้าน มีโฟมอยู่ตรงกลาง ทำหน้าที่เหมือนคานารูปตัวไอ คือ มีแผ่น OSB เป็นปีก (Flange) และมีโฟมเป็นลำตัว (Web) แม้ว่ามีความแข็งแรงและใช้งานได้ดี แต่ประมาณ 1/4 ของผู้ผลิตกำหนดให้มีคร่าวไม้เสริมภายในบริเวณรอยต่อของแผ่นด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความยุ่งยากในการขออนุญาตก่อสร้าง ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ผลิตประมาณ 100 กว่าราย ส่วนใหญ่สร้างบ้านได้ประมาณ 30 หลังต่อปี ต่อราย แต่ในแคนาดามีการผลิตแผ่นผนังโฟมชนิดมีโครงคร่าว (Unfaced panel) มากที่สุด และมีการส่งออกไปขายในหลายประเทศด้วย ปัจจุบันมีผู้ผลิตและการก่อสร้างระบบนี้ในหลายประเทศด้วยกัน เช่น เยอรมัน ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลี ฯลฯ ส่วนในประเทศไทยนั้น มีผู้นำเอาระบบ Semi-Insulated Panel ที่มีโฟมเป็นไส้กลาง (มี 2 บริษัทด้วยกัน คือ Poly-stylo Foam Polystyrene Foam) และมีลวดถักร้อยทะลุเชื่อมติดกับลวดตะแกรงซึ่งอยู่ด้านนอกของแผ่นโฟมทั้ง 2 ด้าน การนำไปใช้งานต้องพ่นทับ (Shotcrete) หรือฉาบทับด้วยปูนทรายในลักษณะเดียวกับ Ferro-cement มาตั้งแต่ 20 ปีที่แล้ว เช่น Insucrete เป็นต้น แต่ไม่ประสบความสำเร็จด้านการตลาด จึงใช้งานอยู่ในวงแคบๆ เช่น หมู่บ้านเลควิว ถนนพหลโยธิน กม. ที่ 20 เป็นต้น

ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของระบบการก่อสร้าง

เป็นการยากที่จะสรุปว่าระบบก่อสร้างชนิดหนึ่งดีกว่าอีกชนิดหนึ่งหรือไม่เพียงใด เนื่องจากแต่ละระบบมักมีข้อดีและข้อเสียในการใช้งานชดเชยกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ข้อจำกัดและความเหมาะสมในแต่ละโครงการ ซึ่งรวมไปถึงสถานที่ตั้ง ช่าง แรงงานและอุตสาหกรรมรองรับในแต่ละประเทศหรือท้องถิ่นนั้นๆ ด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาผลงานวิจัย รายงาน

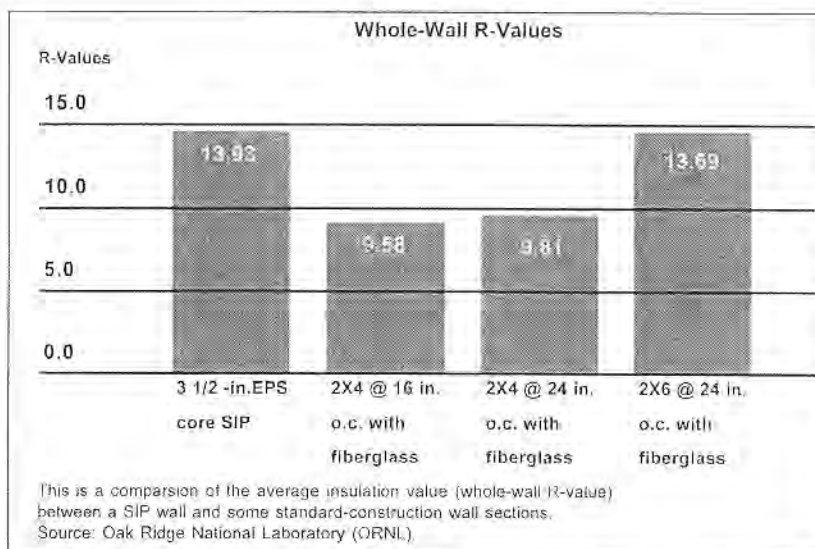
การประเมินผล และบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่วนใหญ่ของต่างประเทศมักเปรียบเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้ขนาดเล็กเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้ ข้อได้เปรียบของ SSP หรือ SIP ได้แก่

- 1) ประหยัดพลังงานได้ดีกว่าทั้งในแง่ของวัสดุ ระบบผนัง ระบบหลังคา และระบบการก่อสร้างบ้านโดยรวม (ทั้ง Passive design และ Active design)
- 2) ระบบผนังและหลังคาได้รวมเอาโครงสร้างและฉนวนกันความร้อนเข้าด้วยกันทำให้ลดขั้นตอนการก่อสร้าง และค่าติดตั้งได้
- 3) มีน้ำหนักเบามาก เป็นการก่อสร้างระบบแห้ง (Dry construction) ประหยัดฐานราก ก่อสร้างได้ง่ายกว่า และขนส่งหรือยกติดตั้งได้สะดวก จึงทำให้สร้างบ้านได้รวดเร็วและราคาประหยัดกว่า
- 4) สามารถผลิตชิ้นส่วนประกอบและออกแบบบ้านให้เป็นทั้งอุตสาหกรรมระบบปิดหรือระบบเปิด (Close / Open system) ก็ได้ และปรับหรือตัดแต่งชิ้นส่วนประกอบในสถานที่ก่อสร้างได้ง่าย
- 5) ประหยัดพลังงานที่ใช้ในการก่อสร้าง และลดเศษวัสดุเหลือทิ้งได้ดีกว่า เนื่องจากเป็นระบบการก่อสร้างแบบแห้งที่มีน้ำหนักเบา และเป็นการผลิตจากโรงงาน ในอนาคตสามารถใช้เทคโนโลยีการผลิตและการบริหารจัดการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมสิ่งแวดล้อม (Green Products) ได้ง่าย
- 6) มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ทั้งในแง่ของรายได้ของผู้อยู่อาศัย อายุการใช้งาน และมาตรฐานของค่าความต้านทานความร้อนที่ต้องการ (มีการนำไปใช้ในโครงการพักอาศัยของประเทศโลกที่สาม ทั้งที่มีอากาศหนาวจัดและร้อนจัดมานานแล้ว เช่น มองโกเลีย ประเทศในแอฟริกา และอเมริกาใต้ รวมทั้งในออสตราเลีย และสาธารณชนจีน)

ถ้าเปรียบเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีตที่นิยมใช้กันทั่วไปในประเทศไทยแล้ว จุดเด่นบางอย่างของ SIP จะยังชัดเจนมากขึ้น

ผลการสำรวจบ้านในสหรัฐอเมริกา พบว่า SIP สามารถประหยัดค่าทำความร้อนและความเย็นได้ดีกว่าบ้านไม้หรือเหล็กที่ใช้กันทั่วไป เนื่องจากกันการรั่วซึมของอากาศได้ดีกว่ามาก (มีรอยต่อน้อย) แผ่นผนังและหลังคามีค่าต้านทานความร้อนได้ดีกว่า เพราะโฟมที่ใช้มี ค่า R สูงกว่าฉนวนไฟเบอร์กลาส 25 %-100 % (Fiberglass batt R-3 ถึง R-3.85 / Expanded

polystyrene (EPS) R-4 / Extruded polystyrene R-5 และ Urethane หรือ Polyisocyanurate R-6 / นิ้ว เป็นต้น (ดูภาพที่ 1) อีกทั้งไม่มีโครงคร่าว หรือมีน้อยเท่าที่จำเป็นเท่านั้น จึงลดปัญหาการสูญเสียความร้อนผ่านทางโครงคร่าว (Thermal Bridge) ได้ด้วย และได้มีเอกสารยืนยันในหลายกรณีศึกษาว่าเมื่อมีภัยธรรมชาติเกิดขึ้น บ้านระบบนี้สามารถทนทานต่อ พายุทอร์เนโด หรือ เฮอริเคน ได้ดีกว่าบ้านข้างเคียงที่ก่อสร้างด้วย โครงสร้างไม้ โดยสรุปว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบ้านที่มี คุณภาพเหมือนกัน หรือ มีค่า R value เท่ากัน บ้าน SIP มีราคาถูกกว่า และสร้างได้เร็วกว่ามาก (Andrew, 1992)



ได้เคยมีการทดสอบการกันการรั่วซึมของอากาศ (Air change per hour at 50 Pa of pressure / ACH 50) ได้ผลว่าบ้านที่สร้างด้วยบล็อกมวลเบา (PAAC Block) มีค่าการรั่วซึม = 2.6 เมื่อเทียบกับ 7 ของบ้านไม้ (Wood Frame) และ จากการทดสอบระบบผนัง SIP ได้ค่าการรั่วซึม = 0.55 เมื่อเทียบกับ 4.88 ของบ้านไม้ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสำหรับบ้านใหม่ในรัฐวิสคอนซิน และ บ้าน SIP สามารถประหยัดค่าทำความร้อนได้ถึง \$175 ต่อเดือน (Spelter, 1996)

ในรัฐเคนตักกีได้มีการประเมินว่าบ้าน SIP สามารถประหยัดค่าพลังงานได้ 14%-20% ของบ้านไม้ ผลการทดสอบและศึกษาในสวีเดนและแคนาดาก็ยืนยันได้ว่าประหยัดค่าพลังงานได้มากกว่าจริง และมีผลสรุปในทางเศรษฐศาสตร์ว่าในอเมริกาเหนือถ้าต้องการคืนทุนในระยะสั้น ควรเลือกใช้โครงสร้างไม้ขนาดเล็กในการก่อสร้างบ้าน แต่ถ้าระยะคืนทุนมากกว่า 5 ปี ควรพิจารณาการก่อสร้างอื่นที่ไม่ใช่ไม้แทน

ได้มีผลการเปรียบเทียบราคาระบบผนังของบ้านที่มีค่า R-value ใกล้เคียงกัน ในสหรัฐอเมริกา พบว่า

- โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

(Wood Frame) \$ 471 / 100 Ft²

- โครงสร้างเหล็กแผ่นชุบสังกะสี

(Steel Frame) \$ 504 – 509 / 100 Ft²

- SIP (Sandwich Insulated Panel) \$513 / 100 Ft²

- คอนกรีต (Pour Conc.) \$597 – 615 / 100 Ft²

- บล็อกมวลเบา (PAAC Block) \$692 / 100 Ft²

ภาพที่ 1

ค่าการต้านทานความร้อนของแผ่นผนัง SIP หนา 3 1/2" เปรียบเทียบกับผนังโครงคร่าวไม้ที่ใส่นานโฟมเบอร์กลาสหนา 4" และ 6" ที่มา: Michael Morley. Structural Insulated Panels (SIPs), 2000.

บ้านไม้ (Wood Frame) ในปี ค.ศ. 1994 ยังมีราคาถูกที่สุด บ้านเดี่ยวซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 2,000 ตารางฟุต ระบบโครงเหล็ก และ SIP มีราคาต่ำกว่าก่อสร้างใกล้เคียงกับไม้มากที่สุด แต่ถ้าเทียบกับอายุการใช้งาน ค่าบำรุงรักษา ค่าประกัน และค่าไฟฟ้า หรือแนวโน้มราคาในอนาคตแล้ว ผลที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงได้ (Spelter, 1996)

อย่างไรก็ตามถ้านำมาใช้หรือประยุกต์ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยในประเทศไทยซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกัน เทคโนโลยี SSP หรือ SIP ยังขาดความพร้อม และยังมีข้อจำกัดซึ่งอาจถือเป็นข้อด้อย หรือข้อเสียเปรียบของระบบก่อสร้างนี้ได้เช่นกัน เช่น

- 1) เป็นระบบการก่อสร้างใหม่ คนส่วนใหญ่ยังขาด ความรู้ ความเข้าใจ ผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้าง ไม่คุ้นเคย ต้องใช้เวลาในการพิสูจน์ และทดลองใช้ เพื่อให้เกิดการยอมรับในสังคม
- 2) เป็นระบบการก่อสร้างแบบผนังรับน้ำหนัก (Loaded Bearing Wall) ถึงแม้จะประหยัดได้จริง

แต่มีข้อจำกัดในแง่ของการออกแบบ และการตลาด บางประการที่คนไทยไม่คุ้นเคย

- 3) SIP เป็นผลิตภัณฑ์และระบบก่อสร้างทางอุตสาหกรรม ผู้ออกแบบ ผู้ผลิต และ ช่างก่อสร้างแบบเดิมต้อง ปรับตัว เช่น การนำเอาระบบประสานทางฟักัดและมาตรฐานอุตสาหกรรม มาใช้ในการออกแบบอาคาร และการผลิต ซึ่งยังพัฒนาช้ามากในประเทศไทย
- 4) โฟมเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีมาก แต่มีนักอนุรักษ์ บางกลุ่มที่ต่อต้านวัสดุโฟม ซึ่งยังไม่ได้ข้อยุติเนื่องจากในประเทศอุตสาหกรรมมีการใช้โฟมเป็นฉนวนอย่างกว้างขวาง (ราคาถูกและประสิทธิภาพสูง) และมีบางกลุ่มอ้างว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอันตรายจากโฟม บางชนิด หรือ SIP ไม่ได้รุนแรงไปกว่าวัสดุก่อสร้าง หรือวัสดุตกแต่งหลายชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไป

นอกจากนั้นเรายังขาดปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ อีก เช่น มาตรฐานการก่อสร้างและกฎหมายหรือเทศบัญญัติเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย และถ้าเปรียบเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีตหรือผนังก่ออิฐ ฉาบปูนแล้ว วัสดุ SIP มีความคงทนถาวร น้อยกว่ามาก และต้องมีการะในการบำรุงรักษา มากกว่า จึงอาจนำ SIP มาทดลองใช้เฉพาะโครงการ หรือยังเป็นเพียงแค่ระบบก่อสร้างทางเลือกที่ยังต้องพัฒนาสำหรับอนาคตต่อไป

ปัญหาสุขภาพ มลพิษ และสิ่งแวดล้อม

หลายฝ่ายมีความกังวลต่อระบบก่อสร้างด้วยโฟมทุกชนิด โดยเห็นว่าจะสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดสาร CFC (Chlorofluorocarbon) ในกระบวนการผลิต และอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตหรือสุขภาพได้ถ้าเกิด เพลิงไหม้จากการศึกษาพบว่าโฟมโพลีสไตรีน (EPS) ซึ่งใช้ผลิต SIP เป็นส่วนใหญ่นั้นไม่ได้ใช้ผลิตภัณฑ์สาร CFC หรือ HCFC ในกระบวนการผลิตแต่อย่างใด ส่วนโฟมประเภทโพลียูรีเทน และโพลีไอโซไซยานูเรท (Urethane / Isocyanurate) สามารถกันความร้อนได้ดีกว่า แข็งแรงและกันน้ำได้มากกว่า แต่มีปัญหาการทำลาย โอโซนในชั้นบรรยากาศจริง เพราะเดิมใช้ CHC-based gas เป็น Blowing Agent ทำให้มีค่าระดับ OPD (Ozone-depleting potential) = 1.0 แต่หลังปี ค.ศ.1990 เป็นต้นมา ผู้ผลิตโฟมโพลียูรีเทน ได้พยายามเปลี่ยนเป็น ใช้ก๊าซ HCFC (Hydrochlorofluorocarbon) แทน ซึ่งมีค่าระดับ OPD = 0.5-1.0 และจะเลิกใช้ก๊าซ HCFC ในการผลิตตั้งแต่ปี 2003 เป็นต้นไป โดยจะใช้เพนเทน (Pentane) ในกระบวนการผลิตเหมือนกับ

การผลิตโฟม EPS แทน

ส่วนปัญหาเรื่องไฟไหม้นั้น ในสหรัฐอเมริกาได้มีการทดสอบโดยผู้ผลิตและหน่วยงานของรัฐที่เชื่อถือได้ และได้รับการยอมรับให้ใช้ก่อสร้างอาคารพักอาศัยได้ตามกฎหมาย หรือเทศบัญญัติได้ โดยบุด้วยยิบซัมบอร์ด หรือพ่นสารกันไฟที่ผิวผนังด้านในจากโรงงาน และมีผลทดสอบว่า โครงสร้าง SIP สามารถทนทานต่อไฟได้นานกว่า โครงสร้างไม้ (Wood Frame) เพราะเป็นผนังตัน การลุกลามของไฟเกิดขึ้นได้ยากกว่าผนังกลวงซึ่งมี ออกซิเจนและรูรั่วของไฟได้มากกว่า¹ ส่วนประเด็น สารพิษที่เกิดจากการไหม้ไฟนั้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยังไม่มีข้อบังคับตามกฎหมายเนื่องจากวิธีการทดสอบสภาพไฟไหม้จริงยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป แต่มีผลการทดสอบบางประเทศยืนยันว่า SIP เกือบทุกระบบไม่ได้ ก่อให้เกิดอันตรายจากสารพิษมากไปกว่าวัสดุก่อสร้างหรือ วัสดุตกแต่งที่ใช้ตามปกติทั่วไป การเลือกชนิดของโฟม สำหรับผลิต SIP จึงมีความสำคัญ เช่น โฟม EPS จะไหม้ไฟได้ง่าย แต่จะมีแก๊สพิษที่เป็นอันตรายเกิดขึ้น น้อยกว่าการเผาไหม้ของไม้ หรือการใช้โฟมโพลียูรีเทน² เป็นต้น (ดูภาพที่ 2)

สภาพภาพของวัสดุก่อสร้างประเภทนี้ในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยระบบก่อสร้าง SIP หรือ SSP ไม่เป็นที่คุ้นเคยของ ช่างก่อสร้าง หรือผู้ออกแบบทั่วไป จึงยังมีบทความและผลงานวิจัยในเรื่องนี้น้อยมาก³ แต่มี บริษัทผลิตวัสดุก่อสร้างหลายบริษัทได้ทดลองผลิตแผ่นผนัง ประกบโฟมชนิดไม่รับน้ำหนักจากผลิตภัณฑ์ของตนเพื่อการทดสอบหรือจำหน่ายในท้องตลาด แต่มักใช้เป็นผนัง ภายใน หรือใช้กับงานพิเศษเป็นส่วนน้อย (อุตสาหกรรม ตู้เย็นและห้องเย็น) และมีการนำเข้าผนัง Sandwich Panel บางชนิดมาใช้เป็นผนังเปลือกนอกของอาคารสูง ด้วย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นผนังประกบโฟมที่เคยผลิต และมีจำหน่ายในท้องตลาด (บางชนิดไม่ได้ผลิตแล้ว) ได้แก่

- Cool Rock ใช้เป็นผนังภายใน ผิวนอกทั้ง 2 ด้าน เป็นแผ่นยิบซัม แกนข้างในเป็นแผ่นโฟม
- Isowall ใช้เป็นผนังห้องเย็น ผิวด้านนอกเป็น แผ่นเหล็กเคลือบสีทั้ง 2 ด้าน แกนข้างในเป็นโฟม
- Isolated Panel และผนังแผ่นเหล็กเคลือบประกบ โฟมชนิดอื่น ใช้กับบ้านสำเร็จรูป (Modular House) ตู้คอนเทนเนอร์ หรือเป็นผนังเปลือกนอกอาคาร (Cladding / Sidings)

Combustion Toxicity						
Material	Toxicity factors due to:					Maximum sum of toxicity factors
	CO	CO ²	HCl	HCN	Others	
Polystyrene	19	2				20
Polyethylene	21	1				20
Polyester	24	2				30
Phenolic resin	5	1			22	30
Wood (white pine)	47	3				50
Cotton	59	2				60
PVC	12	1	343			360
Wool	14	1		375		390
ABS	10	1		367		280
Urethane (rigid)	14	1		273		290
Nylon-6	17	1		931		950
Polyacrylonitrile	7	1		1,201		1,200

Note: The National Research Council of Canada supplied this information to determine health risks associated with various combustible materials. The United States currently does not have a standard because there is no acceptable test protocol.

ภาพที่ 2

ระดับของก๊าซพิษที่เกิดจากการไหม้ไฟของโฟมเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่นๆ ที่มา: Michael Morley, Structural Insulated Panels (SIPs), 2000.

- แผ่นเซลโลกรีต (Cello-crete) ประคบโฟม
- Insucrete Wall (Semi-Insulated Panel)¹
- ฯลฯ

ผนังดังกล่าวสามารถกันความร้อนได้ดี แต่ไม่สามารถรับน้ำหนักทางโครงสร้างได้ (ยกเว้น Insucrete หรือผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกัน สามารถใช้สร้างบ้านที่สูง 2-3 ชั้นได้) ถ้าใช้โฟมที่มีความหนาแน่นสูงขึ้น หรือโฟมชนิดที่มีความแข็งแรงพอ ก็สามารถใช้เป็นโครงสร้างได้ อีกทั้งมีการผลิต SIP สำหรับใช้ก่อสร้างห้องเย็นอยู่แล้วในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาเทคโนโลยี วัสดุ และอุตสาหกรรมรองรับที่มีอยู่ในปัจจุบันแล้ว จึงมีความพร้อมที่จะพัฒนาระบบการก่อสร้างบ้านแบบนี้ขึ้นใช้ในประเทศไทยมากกว่าเมื่อ 20 ปีที่แล้ว (เริ่มมีผู้สนใจที่จะผลิตบ้านสำเร็จรูปด้วย SIP และมีบางรายได้นำเข้าแผ่นผนังจากต่างประเทศมาประกอบเป็น Modular House เพื่อจำหน่ายแล้ว) จากการศึกษาวัสดุชนิดนี้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 เคยทดลองออกแบบผนัง SSP จากวัสดุภายในประเทศและทำการทดสอบคุณสมบัติ วัสดุและราคาต่าก่อสร้างคร่าวๆ แล้ว ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งอาจพัฒนาให้สามารถ ผลิตเป็นอุตสาหกรรมและนำไป

ใช้ก่อสร้างได้จริงต่อไป ถ้ามีการศึกษาวิจัยในรายละเอียด การก่อสร้างและต้นทุนการผลิตทางอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง

ปัญหาการตลาด และการพัฒนาของแผ่นผนังประคบโฟมในประเทศไทยที่ผ่านมา มีลักษณะคล้ายคลึงกับวัสดุก่อสร้างใหม่ชนิดอื่นๆ คือผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายมักมุ่งขายวัสดุแต่เพียงอย่างเดียว ไม่ได้พัฒนาหรือขายระบบการก่อสร้างควบคู่กันไปด้วยทั้งระบบ เนื่องจากมีความซับซ้อนหรือความเสี่ยงในเชิงธุรกิจเพิ่มขึ้นและมักมีเงินทุนจำกัด ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงเริ่มจากเป็นตัวแทนจำหน่าย หรือ นำเข้าวัสดุและระบบก่อสร้างของต่างประเทศมาใช้โดยตรง มักขาดช่วงการวิจัยและการประยุกต์ หรือการพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับ ประเทศไทย อีกทั้งธุรกิจการก่อสร้างบ้านของไทยมักผันผวนตามภาวะเศรษฐกิจ หรือยังมีระยะเวลาไม่ยาวนานพอที่จะให้พัฒนาอย่างต่อเนื่องได้ การวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุและระบบก่อสร้าง ประหยัดพลังงานที่เหมาะสมให้เกิดผล ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัย ทิศทาง และนโยบายที่ชัดเจน จากภาครัฐ และการสนับสนุนจากภาคเอกชน ต่อเนื่อง ในระยะยาว

ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี และการผลิตทางอุตสาหกรรมสำหรับประเทศไทย

ความจริงแล้ว Structural sandwich panel หรือ Stress-Skin Structural Panel ไม่จำเป็นต้องใช้โฟมเป็นแกนกลางก็ได้ สามารถใช้วัสดุชนิดอื่นแทนได้ และอาจออกแบบให้เป็นแผ่นผนังกลวง โดยมีแผ่นวัสดุขวางยึดผนังทั้งสองด้านเป็นช่วงๆ (Rib) วัสดุที่แทรกอยู่ตรงกลางอาจเป็นแผ่นตรง เฌียง หรือ โค้งเป็นลอน ลูกฟูกก็ได้ (ตัวอย่างที่ชัดเจน คือ รูปตัดของกระดาด กลอง และรูปตัดของบานประตูไม้อัด) แผ่นวัสดุภายนอกอาจเป็นแผ่นไม้อัด ไฟเบอร์บอร์ด แผ่นพลาสติกผสมแผ่นโลหะ เคลือบ แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ กระฉก GRC หรือแผ่นวัสดุที่ได้จากผลิตผลทางเกษตรกรรมก็ได้ ผนังระบบนี้จึงอาจพัฒนาได้หลากหลายรูปแบบ

วัตถุดิบโฟมแต่เดิมต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ปัจจุบันอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (จากโรงกลั่นน้ำมัน และแยกก๊าซ) ในประเทศได้พัฒนามากขึ้น จึงสามารถผลิตเม็ดโฟมได้เอง ปัจจุบันมีการส่งออกเม็ดโฟมบางชนิดไปขายในต่างประเทศด้วย ราคาโฟมในประเทศจึงถูกลงกว่าในอดีต อีกทั้งแนวโน้มการพัฒนาของพลาสติกหรือโฟมเพื่อใช้กับงานก่อสร้างในอนาคตจะเพิ่มมากขึ้นด้วย นอกจากนั้นอาจมีการผลิตวัสดุอื่นขึ้นใช้ทดแทนโฟมในกระบวนการผลิตผนัง SIP ก็ได้ เช่น แผ่นวัสดุก่อสร้างที่ผลิตจากเศษกระดาดใช้แล้ว หรือจากผลิตผลเหลือทิ้งทางการเกษตร และ แผ่นฟางอัด เป็นต้น เนื่องจากประเทศไทยมีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศไม่มากนัก ประสิทธิภาพในการกันความร้อนของวัสดุก่อสร้างจึงไม่จำเป็นต้องมีค่าสูงมากอย่างเช่นในต่างประเทศ

อนึ่ง ปัญหาการก่อสร้างของไทยที่สำคัญ คือ การขาดแคลนช่างฝีมือทุกระดับ เพราะไม่มีสถาบันหรือองค์กรที่สามารถผลิตและพัฒนาช่างก่อสร้างอาชีพให้มีจำนวนมากพอกับการพัฒนาประเทศได้จริง มาตรฐานของงานก่อสร้างโดยรวมจึงไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้สิ้นเปลืองเวลา แรงงาน วัสดุ ทรัพยากร และเศรษฐกิจของชาติมาก บ้านประหยัดพลังงานจำเป็นต้องการมาตรฐานการก่อสร้างที่สูงกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ระบบอุตสาหกรรมจะมีบทบาทในการแก้ปัญหาดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาวัสดุและระบบการก่อสร้างบ้านสำหรับสังคมเมืองในอนาคตจึงยากที่จะปฏิเสธวัสดุและกระบวนการผลิตหรือการก่อสร้างทางอุตสาหกรรมได้

ทิศทางการวิจัยเพื่อการพัฒนาอาคารพักอาศัยให้สามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้น

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ถึงแม้ภาครัฐจะทุ่มเทและสนับสนุนงานวิจัยสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบ้านประหยัดพลังงานหลายโครงการด้วยกัน แต่ส่วนใหญ่มักเน้นในเรื่องหลักการหรือวิธีการออกแบบ และรูปแบบสถาปัตยกรรม ยังขาดงานวิจัยพื้นฐานที่สำคัญๆ และขาดการวิเคราะห์หรือพัฒนาวัสดุและระบบการก่อสร้างที่สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรม หรือนำไปใช้ในธุรกิจบ้านจัดสรรและสำหรับคนส่วนใหญ่ได้จริง ถ้าการก่อสร้างบ้านส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในประเทศใช้วัสดุและระบบการก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงานได้แล้ว ถึงแม้แบบบ้านนั้นจะมีสถาปนิกออกแบบ หรือใช้แนวความคิดในการออกแบบให้ประหยัดพลังงานหรือไม่ก็ตาม ผลการก่อสร้างก็จะช่วยประหยัดพลังงานและเศรษฐกิจของชาติได้ในระดับหนึ่งโดยอัตโนมัติ ในหลายประเทศจึงเน้นการพัฒนา อุตสาหกรรมวัสดุ อุปกรณ์ และระบบการก่อสร้างที่ประหยัดพลังงานให้เกิดขึ้นแพร่หลายมากกว่าที่จะเน้นรูปแบบหรือผลงานออกแบบสถาปัตยกรรมที่ได้จากการวิจัยเพราะการออกแบบของสถาปนิกเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะกรณี จึงยากที่คนทั่วไปจะนำไปประยุกต์ใช้กับความต้องการและข้อจำกัดของที่ดินได้ อีกทั้งที่อยู่อาศัยที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในแทบทุกประเทศ ไม่ได้เป็นผลงานออกแบบโดยตรงของสถาปนิก การพัฒนาบ้านประหยัดพลังงาน จึงควรมุ่งเน้นไปที่ การพัฒนาระบบการก่อสร้าง (วัสดุ โครงสร้าง และกรรมวิธีการก่อสร้าง) มาตรฐานการก่อสร้าง หรือมาตรฐานอาคาร (ช่างและอุตสาหกรรมรองรับ) และระบบอุปกรณ์อาคารที่ช่วยประหยัดพลังงานเป็นสำคัญด้วย

การวิจัยวัสดุ และระบบการก่อสร้าง หรือบ้านประหยัดพลังงานให้ได้ผลเพื่อนำไปใช้งานได้จริงนั้น ต้องมีผลงานวิจัยพื้นฐานรองรับมากพอในทุกๆ ด้านที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องใช้เวลาในการทำวิจัยหรือพัฒนาการวิจัยทางด้านนี้อย่างต่อเนื่อง ต้องใช้เงินลงทุนสูง และใช้ระยะเวลาสั้น จนกระทั่งมีปริมาณมากและคุณภาพดีพอจึงจะสามารถนำไปใช้ได้จริง การสนับสนุนทุนวิจัยแบบเร่งรัด หรือรีบร้อนเพื่อให้ได้ผลทันทีนั้น มักจบลงด้วยผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย หรือเป็นเพียงเพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์เท่านั้น

หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องจึงควรร่วมมือกับภาคเอกชนอย่างจริงจังเพื่อสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาในทิศทางเดียวกัน ช่วยส่งเสริมต่อยอดซึ่งกันและกันและยอมรับผลที่ได้ไป ทดลอง สาธิต หรือใช้กับโครงการจริง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาและเป็นประโยชน์กับประเทศชาติในระยะยาวได้จริง เช่นเดียวกับการพัฒนาระบบ SIP สำหรับใช้ในประเทศไทยคงต้องใช้เวลาและการสนับสนุนในการพัฒนาเช่นกันจึงจะสามารถพิสูจน์ความเหมาะสมของเทคโนโลยีและการยอมรับของสังคมไทยในอนาคตได้จริง

สรุป

Structural Sandwich Panels (SSP หรือ SIP) เป็นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมานานแล้ว แต่เพิ่งได้รับการยอมรับให้เป็นระบบก่อสร้างทางเลือกหนึ่งสำหรับบ้านในศตวรรษที่ 21 เมื่อไม่นานมานี้เอง เนื่องจากสังคมโลกได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น บทบาทของ SIP ในอุตสาหกรรมก่อสร้างบ้านจึงมีมากขึ้น เพราะช่วยให้ประหยัดวัตถุดิบหรือวัสดุก่อสร้างพื้นฐาน (ไม้ เหล็ก และคอนกรีต) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุแผ่นเพื่อรับแรงทางโครงสร้าง และ เพิ่มค่าการต้านทานความร้อนของแผ่นผนังหรือหลังคาได้ตามความต้องการ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ก่อสร้างในแทบทุกภูมิภาคได้

ถ้าเรานำเข้าวัสดุ SIP ที่ผลิตในต่างประเทศมาใช้ก่อสร้างอาคารพักอาศัย หรือผลิตขึ้นภายในประเทศแต่ใช้วัสดุชนิดเดียวกับที่ผลิตในต่างประเทศ วัสดุและระบบการก่อสร้างนี้จะมีข้อจำกัดในการใช้งานหลายประการ และอาจทำให้การยอมรับของตลาดเป็นไปได้ยาก เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายบังคับให้ระบบการก่อสร้างที่ประหยัดพลังงานกับอาคารพักอาศัยขนาดเล็ก ยังไม่มีอุตสาหกรรมผลิตแผ่น OSB หรือแผ่นไม้ประกอบอื่นที่คุณภาพดีกว่ารองรับ อาจมีปัญหการป้องกันน้ำและความชื้นที่รั่วซึมเข้าสู่อาคารหรือสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างและปัญหาที่เกิดจากปลวกหรือแมลงซึ่งมีความรุนแรงกว่าในต่างประเทศมาก ความเป็นไปได้ที่จะนำวัสดุและระบบก่อสร้างนี้มาใช้เป็นทางเลือกใหม่สำหรับประเทศไทยจึงค่อนข้างจำกัด แต่ถ้าเราไม่ยึดติดกับวัสดุหรือรูปแบบของต่างประเทศ แต่เป็นการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เหมาะสม เช่น อาจใช้แผ่นวัสดุที่ทนทานต่อน้ำและปลวก และใช้ช่องอากาศหรือวัสดุฉนวนอย่างอื่นแทนโฟมให้มากขึ้น โดยประยุกต์รูปแบบอาคาร และออกแบบรายละเอียดรอยต่อให้เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมากขึ้น

หรือใช้ผสมผสานกับระบบก่อสร้างอื่นบ้าง ฯลฯ อุปสรรคหรือปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้นอาจถูกจัดให้เหลือน้อยลงไปได้ และ ถ้าได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชนตามสมควรแล้ว ก็อาจช่วยให้มีวัสดุและระบบการก่อสร้างที่ประหยัดพลังงานเกิดขึ้นภายในประเทศได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ช่วยให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น ซึ่งผลสัมฤทธิ์ที่ได้น่าจะมีคุณค่าสูงกว่าการยอมรับผลงานวิจัยผลิตภัณฑ์ และระบบการก่อสร้างของต่างประเทศมาใช้โดยตรง

บรรณานุกรมคัดสรร

ภาคภาษาอังกฤษ

- Andrew, Steve. "Building with Structural Foam Panels," **Advanced Framing**. Journal of Light construction Book), 1992.
- Allen, Howard G. **Analysis and design of structural sandwich panels**. Oxford : Pergamon Press, 1969.
- Crowley, John, and others. "Reinventing Wood Frame Construction : Development of Innovative Roof Component System," **Forest Products Journal**, XLIII, No7,8 (Jul/Aug, 1993).
- Berge, Bjorn. **The Ecology of Building Materials**. Oxford : Architectural Press, 2000.
- CMHC. **Canadian Wood-Framing House Construction**. [n.p.] Canadian Mortgage and Housing Corporation, 1997.
- Cutler, Laurence S. **Handbook of housing systems for designers and developers**. New York : van Nostrand Reinhold Co., 1974.
- Drewer, Stephen. **Smart Building Facilities**, XII, No.13 (Dec, 1994).
- Emercor Ltd. **Emercor Building Systems**. Technical catalogue of Emercor Ltd. Calgary, 1997.
- Graff, Gordon. "Novel Materials Technology Cuts Cost of Vacuum panels," **Modern Plastics**, LXX, No. 7 (1999)
- Lewis, Steven (Editor). **European Directotry of Sustainable and Energy Efficient Building 1998 : Component Service Materials**. [n.p.] James & James Science Publishers, 1998.
- Morley, Michael. **Building with Structural Insulated Panels (SIPs)**. The Taunton Press, 2000.
- Remich, Norman. "50% more efficiency with CFC-free Insulation," **Appliance Manufacturer**, XLI, No.1 (1993)
- Spelter, Henry. "Emerging Nonwood Building Materials in Residetial Construction," **Forest Products Journal**, XLVI, No.7,8 (1996)
- Vale, Brenda. **Prefabs : a history of the UK. Temporary Housing Programme Brenda Vale**. London : E&FN Spon, 1995.

ภาคภาษาไทย

- จรัญพัฒน์ ภูวนันท์. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบการก่อสร้าง 2x4ของแคนาดามาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : อี.ที. พับลิชชิ่ง, 2542.
- "นวัตกรรมการก่อสร้างบ้านในศตวรรษที่ 21," วารสารอาษา, ฉ.6 (2543) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สำนักงานวิจัยพลังงาน. รายงานการวิจัยโครงการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน. เสนอสํานักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2541
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์. รายงานการวิจัยโครงการบ้านประหยัดพลังงาน. เสนอสํานักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2542.
- สํานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, รายงานการวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พลังงานที่บ้านไทยไฮเทค. เสนอสํานักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2542.
- สํานักงานพลังงานแห่งชาติ. รายงานการวิจัยโครงการวิจัยการออกแบบบ้านสาธิตประหยัดพลังงานในภูมิภาค. เสนอสํานักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ พ.ศ. 2543.