ผนังคอมโพสิตสำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย

COMPOSITE WALLS FOR INDUSTRIAL CONSTRUCTIONS IN THAILAND

ทนงศักดิ์ อิ่มใจ [1,*]

จิราวัฒน์ พุ่มเกษร [2]

นุกูล ชูทอง [3]

[1]อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

**e-mail : thanongsak_im@rmutto.ac.th, thanongsak.imjai@gmail.com*

[2]นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

e-mail : muang5794@gmail.com

[3] รองศาสตรจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

e-mail : nukulch1957@hotmail.com

บทคัดย่อ : บทความวิชาการนี้นำเสนอข้อมูลการศึกษาและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยระบบผนังแบบคอมโพสิต ที่มีต้นแบบพัฒนาจากยุโรป และนำมาประยุกต์ในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งระบบผนังประเภทนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และช่วยประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังสามารถทนไฟและป้องกันเสียงตามข้อกำหนดของการออกแบบอาคารอีกด้วย ระบบผนังแบบคอมโพสิตแซนวิชนี้สามารถแบ่งออกเป็นระบบคอมโพสิตประกอบด้วยวัสดุประกบบนล่างซึ่งอาจทำมาจากแผ่นไม้จริง หรือไม้สังเคราะห์ หรือวัสดุประเภทซีเมนต์บอร์ด และแกนกลางซึ่งเป็นวัสดุมวลเบาทำจากโฟม โพรียูรีเทน หรือ คอนกรีตมวลเบาผสมเม็ดโฟม ซึ่งประสิทธิภาพของผนังเช่น การป้องกันไฟ การประหยัดพลังงาน ความแข็งแรง เป็นข้อในการพิจารณาการนำไปใช้ที่สำคัญในการเลือกใช้ระบบผนังแซนวิชแต่ละประเภทสำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย

คำสำคัญ: ระบบผนังแบบคอมโพสิต,ผนังแซนวิช, ผนังอินฟิลวอลล์, ผนังมวลเบา, ผนังสำเร็จรูป, ผนังประหยัดพลังงาน

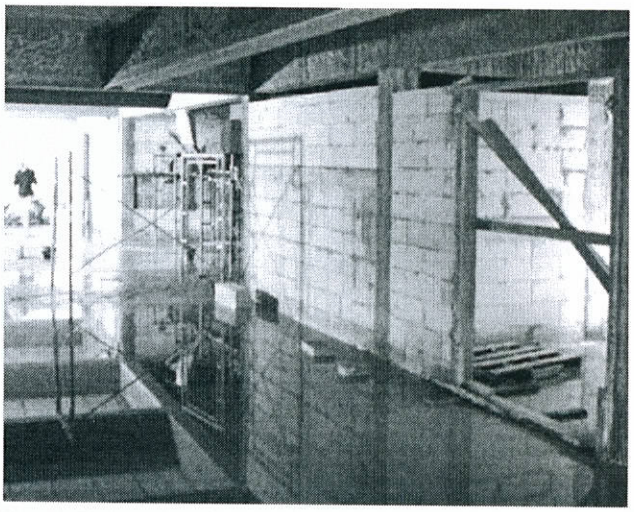
ABSTRACT : This academic article presents the literature on the use of sustainable composite walls that developed from Europe for construction industries in Thailand. Using this innovative composite sandwich walls can reduce the construction time, as this is a crucial for high buildings as well as energy saving (fire project and noise insulation). The sandwich wall can be divided into two main groups according to the core material used; 1) Sandwich Insulated Panel, SIP, consisted of wooden wall panels and lightweight foam/ honeycomb materials as a core and 2) Infill Wall, consisted of thin wall panels (cement or GRC boards) and lightweight concrete as a core. A performance of these walls including fire projection, energy saving, strength should be considered in the selection process for the construction industries in Thailand.

KEYWORDS : Composite wall, Sandwich wall, Infill wall, Light weight wall, Pre-cast wall, Sustainable wall

1. บทนำ

ปัจจุบันการลงทุนในด้านที่อยู่อาศัยและอาคารขนาดใหญ่ต่างๆ เริ่มเกิดขึ้นมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา กลุ่มอสังหาริมทรัพย์หลายแห่งมีการปรับฐานและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจในเมืองใหญ่ ๆ โดยเฉพาะแหล่งธุรกิจและแนวรถไฟฟ้า โดยมีการแข่งขันทางการตลาดกันค่อนข้างสูงประกอบกับพื้นที่ก่อสร้างมีอยู่อย่างจำกัดแต่ความต้องการด้านที่อยู่อาศัยของประชากรในเมืองเศรษฐกิจในสังคมปัจจุบันมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น ในการก่อสร้างอาคารสูงนั้น จะมีความแตกต่างกับการก่อสร้างอาคารในแนวราบ อยู่หลายประเด็น เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การวางแผนและการจัดการ ต้องคิดและทำอย่างเป็นระบบ และการทำงานที่มีข้อจำกัดในหลายเรื่อง ทั้งข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ในการทำงาน ข้อจำกัดในเรื่อง ของระบบการขนส่งวัสดุ และการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในระหว่างการก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มดำเนินการ เรื่องของเงินลงทุนและการจัดการในเรื่องของแรงงานตลอดจนระยะเวลาในการทำงาน ที่มีความซับซ้อนกว่างานก่อสร้างอาคารในแนวราบเป็นอย่างมาก

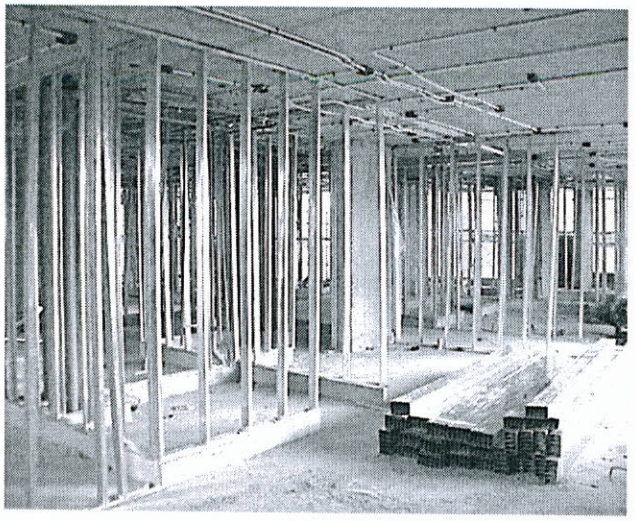
การทำผนังภายในในอาคารสูงสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว จากเดิมที่เคยทำผนังด้วยการก่ออิฐฉาบปูนหรือทำเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งต้องมีขั้นตอนและต้องรอระยะเวลานานกว่าผนังจะใช้การได้ดังแสดงในภาพที่ 1 นอกจากนี้การทำผนังภายในในอาคารในที่สูงยังเกิดอันตรายได้มากอีกด้วยผนังภายในในอาคารในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนารูปแบบตลอดเวลาเพื่อช่วยย่นระยะเวลาในการก่อสร้าง และมีทางเลือกในการออกแบบมากขึ้น ดังนั้นในการทำงานต้องแข่งกับเวลาและพึ่งพาการใช้แรงงานให้น้อย ผนังหล่อแซนวิชจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งหลักการทำงาน คือ ใช้พื้นฐานการออกแบบและติดตั้งคล้ายคลึงกับการสร้างผนังเบาทั่วไป โดยใช้วัสดุประกบบนล่างซึ่งอาจทำมาจากแผ่นไม้จริง หรือไม้สังเคราะห์ หรือวัสดุประเภทซีเมนต์บอร์ด และแกนกลางซึ่งเป็นวัสดุมวลเบาทำจากโฟม โพรียูรีเทน หรือ คอนกรีตมวลเบาผสมเม็ดโฟม [1,2,3] ซึ่งจะให้คุณสมบัติที่ดีในเรื่องของการเป็นฉนวนกันความร้อนและไม่ติดไฟ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอาคาร ซึ่งการออกแบบและสร้างผนังหล่ออินฟิลวอลล์นี้สามารถใช้แทนงานผนังก่ออิฐได้ เพราะมีน้ำหนักของผนังรวมที่เบากว่า และสร้างได้เร็วกว่า ไม่เสียเวลาฉาบปูน ได้งานที่เรียบร้อยกว่า สวยงาม และมั่นคงแข็งแรง (ภาพที่ 2)



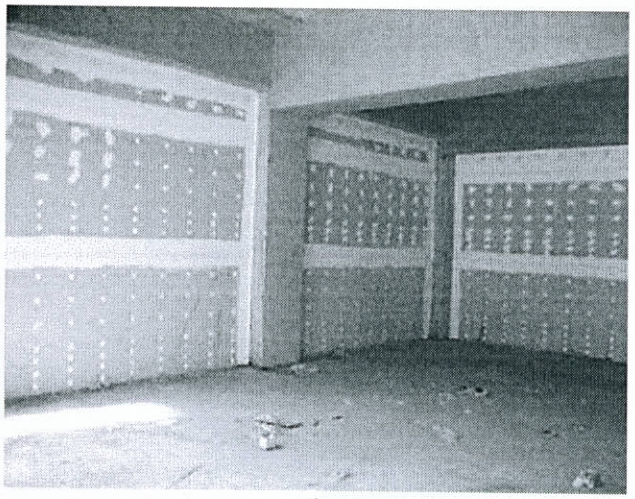
(ก) ระบบผนังอิฐมวลเบาแบบดั้งเดิม

(ข) สภาพวัสดุสิ้นเปลืองภายหลังการก่อสร้าง

ภาพที่ 1 วัสดุสิ้นเปลืองจากการติดตั้งระบบผนังแบบดั้งเดิม [4]



(ก) ระบบแกนภายในโครงสร้างผนังคอมโพสิต



(ข) สภาพภายหลังติดตั้ง

ภาพที่ 2 รูปแบบการก่อสร้างระบบผนังแบบคอมโพสิต[5]

บทความนี้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบผนังประหยัดพลังงาน แบบแซนวิชที่มีต้นแบบพัฒนาจากยุโรปนำมาประยุกต์ในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งระบบผนังประเภทนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และช่วยประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังสามารถทนไฟและป้องกันเสียงตามข้อกำหนดของการออกแบบอาคาร ระบบการก่อสร้างผนังภายในที่จะกล่าวในบทความนี้มี 2 ระบบคือ ระบบคอมโพสิตประกอบด้วยวัสดุประกบบนล่างซึ่งอาจทำมาจากแผ่นไม้จริง หรือไม้สังเคราะห์ หรือวัสดุประเภทซีเมนต์บอร์ด และแกนกลางซึ่งเป็นวัสดุมวลเบาทำจากโพม โพรียูรีเทน หรือ คอนกรีตมวลเบาผสมเม็ดโฟม สำหรับเป็นแนวทางเลือกระบบการก่อสร้างผนังภายในอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยตัดสินใจ ในการเลือกใช้ระบบผนังแซนวิชแต่ละประเภทสำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย

2. รูปแบบผนังมวลเบาในภาคอุตสาหกรรมและผนังแบบแซนวิชในประเทศไทย

2.1 ระบบผนังมวลเบาในประเทศไทย

อิฐมวลเบา มีมากมายหลายประเภท หากมองเพียงภายนอกอาจแทบไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้วอิฐมวลเบาที่ใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของอิฐมวลเบาแตกต่างกันด้วย อิฐมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท 1) ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Non - Autoclaved System) สามารถจำแนกแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (ก) ใช้วัสดุเบากว่ามาทดแทน เช่น ขี้เลื่อย ขี้เถ้า ชานอ้อย หรือเม็ดโฟม ทำให้อิฐมวลเบามีน้ำหนักที่เบาขึ้นแต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้นเสื่อมสภาพได้เร็ว และหากเกิดไฟไหม้สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัย และ (ข) ใช้สารเคมี (Circular Lightweight Concrete) เพื่อให้เนื้ออิฐมวลเบาฟูและทิ้งให้แข็งตัว อิฐมวลเบาประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่าทำให้ปูนฉาบแตกร้าวได้ง่าย ไม่ค่อยแข็งแรงอิฐมวลเบาที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงนี้ส่วนใหญ่เนื้อผลิตภัณฑ์มักจะมีสีเป็นสีปูนซีเมนต์ต่างจากอิฐมวลเบาที่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นผลึกสีขาว 2) ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Autoclaved System) แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบใช้ปูนขาว (Lime Base) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ และมีการดูดซึมน้ำมากกว่า และแบบใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต เป็นระบบที่นอกจากจะ

ช่วยให้อิฐมวลเบามีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้ออิฐมวลเบา ทำให้อิฐมวลเบามีความแข็งแกร่ง ทนทานกว่าการผลิตในระบบอื่นมากเนื่องจากมีคุณภาพมาตรฐานสากล เพราะเลือกใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ทราย ยิปซั่ม ปูนขาว น้ำ และอลูมินั่ม โดยจะนำวัตถุดิบทุกชนิดมาทดสอบคุณภาพก่อนเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพจากนั้นจึงนำมาผสมกันในสัดส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งจะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในเนื้ออิฐมวลเบา แล้วจึงนำไปบ่มให้ได้ที่เพื่อเข้าสู่กระบวนการตัดด้วยเครื่องจักรอันทันสมัยเพื่อให้อิฐมวลเบามีขนาดที่แน่นอนแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการอบไอน้ำที่เรียกว่า “Autoclave” ภายใต้อุณหภูมิความดันสูงและภายในเวลาที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักรอบไอน้ำที่ได้มาตรฐานสูงทำให้เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) จนได้ที่เป็นอิฐมวลเบาที่มีคุณสมบัติพิเศษน้ำหนักเบามากแต่แข็งแกร่ง และได้มาตรฐานสากล [6, 7, 8]

2.2 ระบบผนังแบบ Sandwich Insulated Panel

ระบบผนังแบบแซนวิช หรือ Sandwich Insulated Panel (SIP) เป็นระบบผนังเชิงประกอบ ซึ่งประกอบไปด้วยวัสดุประกบทั้งสองด้าน (Face panel) ที่มีความบางแต่มีความแข็งแรงสูง เช่นวัสดุไม้ ไม้สังเคราะห์ หรือซีเมนต์บอร์ด และวัสดุแกนกลาง (Core) เป็นวัสดุน้ำหนักเบา [1, 5] จากการศึกษาการพัฒนาออกแบบระบบผนังแบบ SIP ในต่างประเทศพบว่าวัสดุแกนกลางสามารถแย่งออกเป็น 4 ประเภท คือ แซนวิชโฟม (Cellular foam) แซนวิชรังผึ้ง (Honeycomb) แซนวิชลอเกจ (Corrugated) และแซนวิชไม้ (Balsa) เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นคือน้ำหนักเบาและมีสัมประสิทธิ์การยืดหดตัวต่ำ โดยระบบผนังแบบนี้จะถูกประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้วัสดุยึดเหนี่ยวเช่นกาวอีพ็อกซี่ ดังแสดงในภาพที่ 3-(ก) คุณสมบัติเด่นของระบบผนังนี้คือ มีโครงสร้างเบาเนื่องจากแกนกลางเป็นวัสดุที่มีหน่วยน้ำหนักเบา เช่น โฟม และแผ่นประกบด้านมีความแข็งแรงสูงทำให้ระบบผนังแบบนี้สามารถรับแรงแบบ Composite action กล่าวคือแผ่นประกบจะรับแรงอัดและแรงดึง ส่วนแกนกลางจะรับแรงเฉือน

จากการที่ระบบผนังแบบ SIP ถูกพัฒนามาจากประเทศแถวยุโรปซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น การใช้ระบบผนังแบบ SIP ซึ่งมีคุณสมบัติกันอุณหภูมิจากภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะการก่อสร้างในประเทศแถวยุโรป เช่นประเทศอังกฤษ จะทำการติดตั้งอิฐก่อผนังด้านนอกและใช้ผนังแซนวิชด้านในอาคาร โดยวัสดุกันซึมจะใส่ระหว่างผนังอิฐก่อด้านนอกและผนังแซนวิช ดังแสดงในภาพที่ 3-(ข) [1]

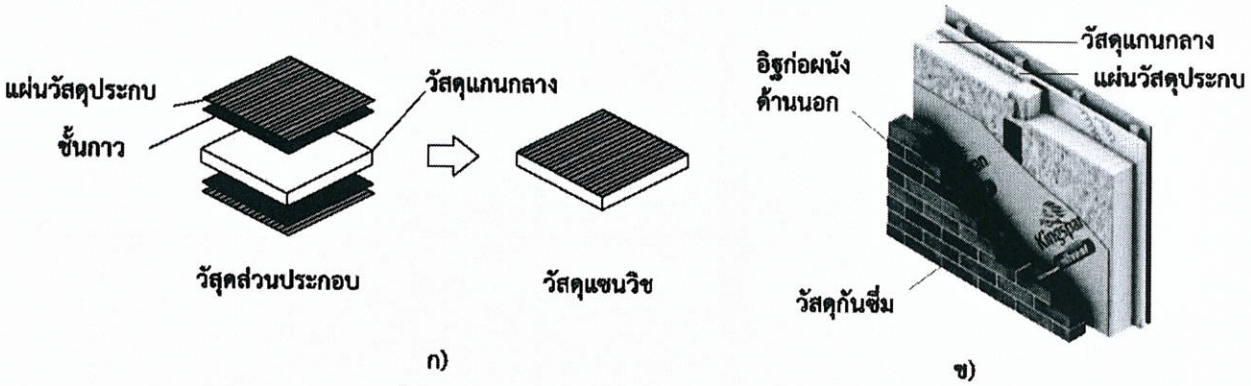
สำหรับในประเทศไทย ระบบผนังแบบแซนวิช SIP นี้เหมาะสำหรับงานผนังภายใน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องก่อผนังอิฐก่อ และสามารถทำการติดตั้งได้รวดเร็ว และลดวัสดุสิ้นเปลืองจากการติดตั้งได้มาก และสำหรับผนังด้านนอกจากการก่อสร้างในต่างประเทศ การใช้ระบบผนัง SIP ภายในร่วมกับผนังอิฐก่อด้านนอกอาจไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30-34 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเลือกผนังประหยัดพลังงานอันเนื่องจากเครื่องปรับอากาศภายในตัวอาคาร จึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงในการเลือกใช้ระบบผนังในประเทศไทย

2.3 ระบบผนังแบบ Infill Wall

ระบบผนังแบบ Infill Wall พัฒนามาจากระบบผนังมวลเบาโดยมีพื้นฐานการออกแบบและติดตั้งคล้ายคลึงกับการสร้างผนังเบาทั่วไป แต่สามารถหล่อผนังต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวได้โดยใช้แผ่นประกบทั้งสองด้าน เช่น ซีเมนต์บอร์ด วัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยแก้ว หรือ แผ่นเหล็กที่ปรับปรุงคุณภาพไม่เป็นสนิม เป็นวัสดุปิดผิวติดตั้งบนโครงเหล็กสำเร็จรูป และยึดด้วยสกรูแบบผนังเบา เพียงแต่เติมคอนกรีตมวลเบาลงไปในช่องว่างของ

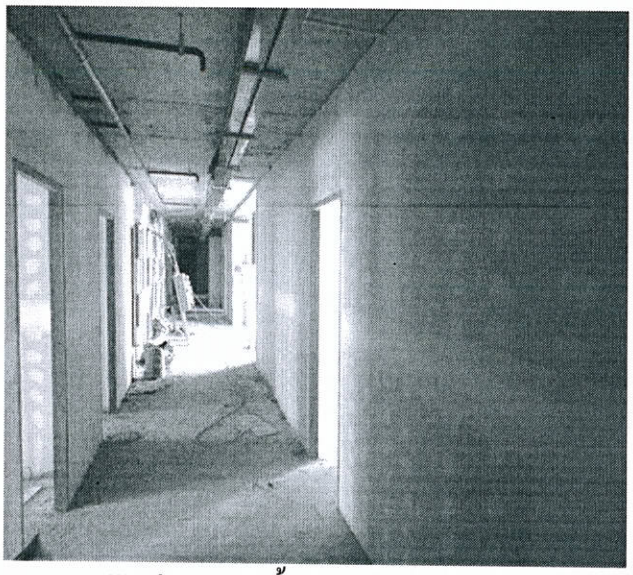
ผนัง จึงเรียกผนังแบบนี้ว่า อินฟิลวอลล์ [1] เพื่อเพิ่มความแน่นทึบให้กับผนังเบาซึ่งจะให้คุณสมบัติเฉพาะที่ดีในเรื่องของการเป็นฉนวนกันความร้อนและไม่ติดไฟ มีความปลอดภัย ต่อผู้ใช้งานอาคาร ซึ่งการออกแบบและสร้างผนังอินฟิลวอลล์นี้ สามารถใช้แทนงานผนังก่อมวลเบาได้ เพราะมีน้ำหนักของผนังรวมที่เบากว่า เนื่องจากการก่อสร้างปราศจากคอนกรีตประสาน และมีระยะเวลาก่อสร้างได้เร็วกว่า ไม่เสียเวลาฉาบปูนเมื่อเปรียบเทียบกับผนังบล๊อกมวลเบาทั่วไป

สำหรับระบบผนังแบบอินฟิลวอลล์ในภาคอุตสาหกรรมสำหรับในประเทศไทย มีแนวโน้มการใช้งานในอาคารสูง ประเภทที่พักอาศัย เช่น อาคารชุดคอนโดมิเนี่ยม เนื่องจากการก่อสร้างที่รวดเร็ว ผนังอาคารมีน้ำหนักเบา และวัสดุสิ้นเปลืองน้อย เมื่อเทียบกับระบบผนังแบบดั้งเดิม ระบบผนังแบบแบบอินฟิลวอลล์นี้เหมาะสำหรับงานผนังภายในและภายนอกอาคาร เนื่องจากความสามารถทางด้านทึบน้ำ ป้องกันเสียง ทนไฟได้ดี และสามารถทำการติดตั้งได้รวดเร็ว มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย เนื่องจากสามารถประหยัดพลังงานอันเนื่องจากเครื่องปรับอากาศภายในตัวอาคาร ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามราคาวัสดุและค่าแรงในการติดตั้งยังมีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบผนังแบบดั้งเดิมที่ใช้ในการก่อสร้างที่พักอาศัยในประเทศไทย เนื่องจากมีราคาถูกกว่าและสามารถใช้ฝีมือแรงงานทั่วไปได้ จะเห็นได้ว่าระบบผนังแบบอินฟิลวอลล์นี้มีความเหมาะสมสำหรับอาคารสูง ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4 มากกว่าใช้สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป เนื่องจากราคาวัสดุแพงกว่าวัสดุผนังแบบดั้งเดิม [4, 5 ,9]



ภาพที่ 3 รูปแบบทั่วไปของระบบผนังแบบ SIP [5]

ภาพที่ 4 ระบบผนังแบบ Infill Wall (ก) วัสดุที่ใช้ในระบบผนัง (ข) ตัวอย่างการติดตั้งหน้างาน และ (ค) ระบบผนัง Infill Wall แบบสำเร็จรูป [5]



(ก) ตัวอย่างการติดตั้งระบบผนัง Infill Wall

(ข) โครงการ BTS Residence กรุงเทพฯ, 2557

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการใช้ระบบแบบ Infill Wall สำหรับอาคารสูงในประเทศไทย [10]

3. ประสิทธิภาพของระบบผนังอาคารสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระบบผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วยระบบผนังก่อ ฉาบ แบบดั้งเดิม (ผนังอิฐมอญฉาบปูน ผนังอิฐมวลเบา) ระบบผนังหล่อสำเร็จ และระบบผนังคอมโพสิต (ผนังแซนวิชและผนังอินฟิลวอลล์) [4, 5] จากข้อมูลในตาราง จะเห็นได้ว่าปริมาณงานต่อวันจากระบบผนังคอมโพสิตจะมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับระบบผนังก่อ ฉาบ แบบดั้งเดิม และมีวัสดุสิ้นเปลืองน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลด้านราคาค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร พบว่าระบบผนังคอนกรีต หล่อสำเร็จจะมีมูลค่าสูงที่สุด (1,400 บาทต่อตารางเมตร) และระบบผนังคอมโพสิต (700 – 800 บาทต่อตารางเมตร) และผนังอิฐมอญฉาบปูนจะมีค่าการก่อสร้างต่ำที่สุด (450 บาทต่อตารางเมตร) ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบผนังแบบคอมโพสิตเหมาะสมกับการก่อสร้างภาคอุตสาหกรรม เช่น ห้องชุด อาคารสูง โรงงาน ที่ต้องควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างให้น้อยที่สุด มากกว่าที่พักอาศัยครัวเรือนในต่างจังหวัด [10]

เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพของระบบผนังอาคารสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย ควรคำนึงถึงด้านประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน เช่น การป้องกันเสียง การกันความร้อน การดูดซึมน้ำ โดยเฉพาะผนังภายนอกและผนังที่ต้องสัมผัสโดนน้ำ นอกจากนั้นคุณสมบัติความเหนียวของวัสดุผนังซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว ควรมีการพิจารณาเมื่อมีการก่อสร้างอาคารในเขตพื้นที่เสี่ยงต่อแผ่นดินไหว ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านประสิทธิภาพการใช้งานพบว่าระบบผนังแบบ Infill Wall มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบผนังแบบดั้งเดิมและแบบ SIP นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติรับแรงแผ่นดินไหวได้ดีที่สุด [3] อย่างไรก็ตามระบบผนังแบบ Infill Wall ใช้ในวงการก่อสร้างในวงจำกัดและยังไม่มีมาตรฐานการออกแบบในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพของระบบผนังประเภทนี้ในสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม นอกจากนั้นประสิทธิภาพการรับแรงต่อเนื่อง หรือแรงกระทำแบบวัฏจักร เช่น แรงลม ซึ่งอาจมีผลทำให้โครงสร้างผนังเกิดการคืบ (Creep effect) อันเป็นผลทำให้เกิดการเสียรูปของโครงสร้างผนังได้ [5]

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลระบบผนังในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย [4,5]

ข้อมูลระบบผนังต่างๆ ในประเทศไทย	ผนังอิฐมอญฉาบปูน	ผนังอิฐมวลเบา	ผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จ	ผนังแซนวิช	ผนังอินฟิลลวอลล์
การใช้อุปกรณ์ค้ำยันขณะติดตั้ง	ใช้เสาคานหล่อคอนกรีต	ใช้เสาคานสำเร็จรูป	ใช้แบบค้ำยัน	ต้องใช้ ค้ำยัน	ไม่ต้องใช้ ค้ำยัน
ปริมาณงานต่อวัน (ตร.ม.)	8	12 - 15	10 - 15	15 - 22	22 - 25
ราคา (บาท ต่อ ตร.ม.)	450	550	1,400	800	700
รอยต่อผนัง	ใช้ปูนฉาบ	ใช้ปูนฉาบ	ต้องเว้นร่อง	เว้นร่อง	เรียบเนียบ
น้ำหนัก (กก./ตร.ม.)	180	80 - 120	200 - 240	100 - 150	80 - 100
ข้อจำกัด	อาศัยคุณภาพจากฝีมือแรงงาน	ต้องอาศัยวัสดุเฉพาะ	การติดตั้งเป็นผนังภายในยุ่งยาก	ต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะ	ใช้ปั๊มคอนกรีตทำการติดตั้งที่หน้างาน
วัสดุสูญเสีย	10-20%	5 - 10%	0%	5 - 10%	5 - 10%
ระบบการติดตั้ง	ระบบเปียก	ระบบเปียก	ระบบแห้ง	ระบบแห้ง	ระบบกึ่งแห้ง

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบผนังแบบดั้งเดิมและแบบแซนวิช [4,5]

คุณสมบัติ	ผนังก่อฉาบปูนแบบดั้งเดิม			ระบบผนังแซนวิช	
	อิฐมอญ	อิฐมวลเบา	บล๊อกคอนกรีต	SIP	Infill Wall
น้ำหนักผนัง (กก./ตร.ม.)	180	80 - 120	180	100 - 150	80 - 100
การแขวนน้ำหนัก (กก./จุด)	30	20 - 30	10	10	20 - 40
การใช้งานที่เปียกชื้น (ผลการทดสอบอ้างอิงจาก [5])	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ต้องใช้ระบบผนังก่อรอบนอก	ผ่าน
ความทนทานต่อการกระแทก	ทนทาน	ทนทาน	เปราะ	ปานกลาง	ทนทาน
ความทนต่อแผ่นดินไหว	น้อย	น้อย	น้อย	น้อย	สูงสุด 6 ริกเตอร์
ค่าการทดสอบไฟ (ซม.)	1	4	1	1	3
ค่าการกันเสียง (STC)	38	43	35	35-50	35-50
ค่าการนำความร้อน (W/m.K)	0.123	0.083	n/a	0.10 – 0.35	0.093
ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	40	30	18	n/a	12.8

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้เสนอข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบผนังประหยัดพลังงาน แบบแซนวิชที่มีต้นแบบพัฒนาจากยุโรปนำมาประยุกต์ในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งระบบผนังประเภทนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และช่วยประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังสามารถทนไฟและป้องกันเสียงตามข้อกำหนดของการออกแบบอาคารอีกด้วย ระบบผนังแบบแซนวิชนี้สามารถแบ่งออกเป็นระบบคอมโพสิตประกอบด้วยวัสดุประกบบนล่างซึ่งอาจทำมาจากแผ่นไม้จริง หรือไม้สังเคราะห์ หรือวัสดุประเภทซีเมนต์บอร์ด และแกนกลางซึ่งเป็นวัสดุมวลเบาทำจากโฟม โพรียูรีเทน หรือ คอนกรีตมวลเบาผสมเม็ดโฟม ซึ่งประสิทธิภาพของผนังเช่น การป้องกันไฟ การประหยัดพลังงาน ความแข็งแรง เป็นข้อในการพิจารณาการนำไปใช้ที่สำคัญในการเลือกใช้ระบบผนังแซนวิชแต่ละประเภทสำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้ระบบผนังในการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ควรพิจารณาในด้านความมั่นคงแข็งแรงแล้วยังควรคำนึงถึงด้านประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน เช่นการป้องกันเสียง การกันความร้อน การดูดซึมน้ำโดยเฉพาะผนังภายนอกและผนังที่ต้องสัมผัสโดนน้ำ นอกจากนั้นคุณสมบัติความเหนียวของวัสดุผนังซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว ควรมีการพิจารณาเมื่อมีการก่อสร้างอาคารในเขตพื้นที่เสี่ยงต่อแผ่นดินไหว ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านประสิทธิภาพการใช้งานพบว่าระบบผนังแบบ Infill Wall มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบผนังแบบดั้งเดิมและแบบ SIP นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติรับแรงแผ่นดินไหวได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามระบบผนังแบบ Infill Wall ใช้ในวงการก่อสร้างในวงจำกัดและยังไม่มีมาตรฐานการออกแบบในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพของระบบผนังประเภทนี้ในสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยควรมีการศึกษาเพิ่มเติม นอกจากนั้นประสิทธิภาพการรับแรงต่อเนื่อง หรือแรงกระทำแบบวัฏจักร เช่น แรงลม ซึ่งอาจมีผลทำให้โครงสร้างผนังเกิดการคืบ (Creep effect) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคืบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2558 ทางคณะวิจัยขอขอบคุณ Department of Civil and Structural Engineering, Sheffield University, UK ในการอนุเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติของระบบผนัง Infilled Wall เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางไฟไนท์อิลิเมนต์ร่วมกับผู้วิจัยระหว่าง พฤษภาคม 2558 – มกราคม 2559 ภายได้ทุนสนับสนุนโดย British Council Newton Fund: Research Travel Grant ปี 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] Kearsley, E. P., and Mostert, H. F., Opportunities for expanding the use of foamed concrete in the construction industry. In: Dhir, R. K., Newlands, M. D., McCarthy, A., Editors; Use of foamed concrete in construction, Thomas, London, 2005, p. 29-36.

[2] Jones, M. R., and McCarthy, A., Behaviour and assessment of foamed concrete for construction applications. In: Dhir, R. K., Newlands, M. D., McCarthy, A., Editors; Use of foamed concrete in construction, Thomas, London, 2005, p. 61-88.

[3] Dransfield, J. M., Foamed concrete: Introduction to the product and its properties. One day awareness seminar on 'Foamed concrete: properties,

applications and potential' held at University of Dundee, Scotland, 2000, p. 1-11.

[4] เถลิงศักดิ์ อุดมศิลป์, 2558. การพัฒนาระบบผนังหล่ออินฟิลวอลล์เพื่อทดแทนระบบผนังก่ออิฐมวลเบา ในงานผนังอาคาร, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย.

[5] ทนงศักดิ์ อิ่มใจ, 2559. การพัฒนาระบบผนังหล่ออินฟิลวอลล์สำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คณะวิศวกรรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย.

[6] กิตติภูมิ รอดสิน, 2553. การศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขการแตกร้าวของผนังอิฐมวลเบา. สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[7] พัชรพล พานประทีป, 2548. การศึกษารอยแตกร้าวของปูนฉาบที่ผสมไฟเบอร์ในผนังก่ออิฐมอญกับอิฐมวลเบา, วิทยานิพนธ์คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[8] สุริยงค์ ประชาเขียว, 2551. การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเศรษฐศาสตร์ในกระบวนการผลิตมวลเบาที่มีส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์และประยุกต์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

[9] จิราวัฒน์ พุ่มเกษร, 2559. การศึกษาประสิทธิภาพของผนัง UWall สำหรับภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย, วิทยานิพนธ์, สาขาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

[10] ไพบูลย์ ถนอมกิจชัย, 2550. การศึกษาเปรียบเทียบแนวทางในการคัดเลือกระบบผนังภายในสำหรับอาคารสูงโดยใช้วิธี AHP, คณะวิศวกรรมศาสาตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี