แบบจำลองผนังถอดประกอบได้
A model for knock down wall system

ไกรฤทธิ์ หงษาครประเสริฐ ชนัญชิดา พาณิชย์วิบูลย์ และ ผศ.ดร.วัฒนชัย สมิทธากร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

โครงงานผนังติดตั้งด้วยตนเอง เป็นโครงงานที่ศึกษาถึงวิธีการทางวิศวกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างแบบจำลองของผนังชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติคือติดตั้งได้โดยไม่เจาะกำแพง ติดตั้งโดยไม่ใช้เครื่องมือช่างที่ซับซ้อน และผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตั้งได้ด้วยตนเอง โดยขอบเขตของโครงงานนี้จะอยู่ในระดับออกแบบทางทฤษฎีและคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเท่านั้น และแบบจำลองผนังที่เป็นผลลัพธ์ของโครงงานนี้ยังไม่ได้ผ่านการทดสอบทางวิศวกรรม ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: การกั้นห้อง, ผนังไม่เจาะกำแพง, กั้นห้องด้วยตนเอง, ผนังสำเร็จรูป

Abstract

Self-installation wall project is a project that studies various engineering methods to create a model of a new type of wall which can be installed without drilling a wall, Installed without using complicated tools, and general users can install it by themselves. The scope of this project is only at the level of theoretical design and basic engineering calculations. And the model of this project has not yet been tested in engineering. Therefore, the model cannot be used in manufacturing.

Keywords: room partition, The wall does not penetrate the wall, Partition the room manually, Prefabricated wall

1. คำนำ

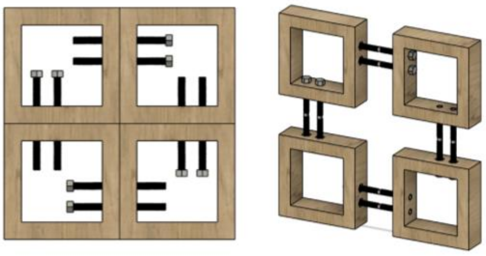
ผนังติดตั้งด้วยตนเอง เป็นหนึ่งในโครงงานที่ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมโยธา ในเรื่องของ Modulus of Elasticity, Bending strength, Shear strength และในเรื่องของการประมาณราคาวัสดุ โดยมีจุดประสงค์เพื่อออกแบบผนังกั้นห้องแบบใหม่ ที่จะสามารถติดตั้งและรื้อถอนได้ด้วยตนเอง รวมถึงไม่จำเป็นต้องเจาะอาคารเพื่อทำการติดตั้ง

จากการศึกษาทำให้ได้แบบผนังที่ใช้ Friction เป็นแรงหลักในการต้านแรงพื้นฐานที่เข้ามาในแนว Out of plane อันเป็นสาเหตุหลักของ Failure ในผนังชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

2. แบบจำลองผนังติดตั้งด้วยตนเอง

2.1 คำอธิบายแบบจำลองเบื้องต้น

ผนังที่ได้ทำการออกแบบจะมีลักษณะเป็นชิ้นส่วนหลาย ๆ ชิ้น โดยจะขอเรียกชิ้นส่วนย่อยนี้ว่า Panel



ภาพที่ 1 Panel ในรูปแบบที่ทำการออกแบบ

Panel ในภาพที่ 1 มีขนาด กว้างxยาวxหนา 50x50x7.5 เซนติเมตร ดังภาพที่แสดงทางซ้าย และเมื่อขยายออกจะมีขนาด 62.5x62.5x7.5 เซนติเมตร ดังภาพที่แสดงทางขวา Panel แต่ละชุดจะถูกนำไปประกอบเป็นส่วนหนึ่งของผนังขนาดต่าง ๆ ซึ่งจำนวน Panel จะขึ้นอยู่กับขนาดผนังที่ต้องการสร้าง

2.2 การประกอบ Panel

2.2.1 วัสดุที่ใช้

1) ไม้แปรรูปขนาด 1.5” x 3”ยาว 212.5 มิลลิเมตร (16 ชิ้น)

2) Stud Bolt M16 ยาว/เว้นเกลียว 228/12 มิลลิเมตร (8 ชิ้น)

3) Hexagon Cap size M16 เกลียวขวา + ซ้าย (8 + 8 ชิ้น)

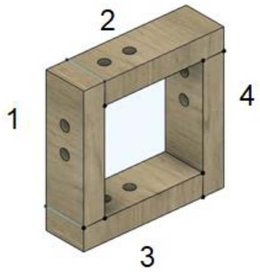
4) Hexagon Nut size M16 เกลียวขวา + ซ้าย (8 + 8 ชิ้น)

ภาพที่ 2 Double Headed Bolt(Stud Bolt)

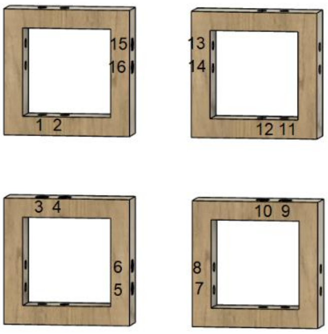
ภาพที่ 3 Hexagon Cap

2.2.2 การประกอบโครงไม้

โครงไม้จะประกอบขึ้นจากไม้แปรรูปที่เป็นวัสดุในข้อ 2.2.1 โดยเริ่มจากเจาะรูไม้แต่ละชิ้น ในบางด้านจะมีการคว้านรูเป็น 6 เหลี่ยมเพื่อฝัง Hexagon Nut ลงไป จากนั้นจะนำไม้แปรรูปที่เจาะรูตามแบบมาประกอบเข้ากันเป็นโครงไม้ดังภาพที่ 4 (ตามแบบแล้วจะต้องใส่ Hexagon Nut ลงไปในไม้ชิ้นที่ 3 และ 4 บริเวณด้านนอก)



ภาพที่ 4 โครงไม้สำหรับประกอบ Panel



ภาพที่ 5 หมายเลขตำแหน่ง Nut ที่ฝังลงไปในไม้

ตำแหน่งการใส่ Hexagon Nut จะเป็นดังภาพที่ 5 โดยเริ่มจากการนำ Nut ฝังลงไปในเนื้อไม้ช่องที่คว้านรูไว้ในแต่ละโครงโดยจะแบ่ง Nut เป็นเกลียวขวาและเกลียวซ้าย กำหนดประเภทเกลียวที่ต้องใส่ในแต่ละช่องดังนี้

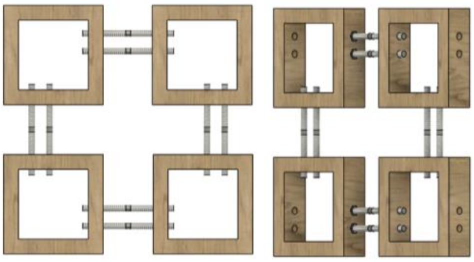
Left Hand Thread Nut : 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14

Right Hand Thread Nut : 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16

2.2.3 การประกอบ Panel

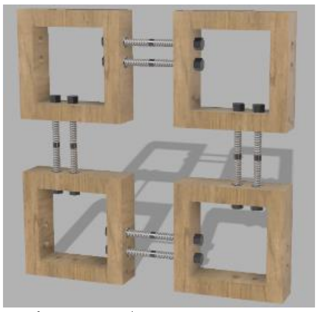
นำโครงไม้แต่ละโครงเชื่อมต่อกันด้วย Double Headed Bolt โดยให้ Thread เป็นเกลียวเดียวกับ Nut ที่จะไขเข้าไป (Thread ซ้าย ไขเข้า Nut ซ้าย Thread ขวา ไขเข้า Nut ขวา)

การประกอบควรประกอบทีละคู่ เช่น คู่ซ้าย (บนซ้าย-ล่างซ้าย) คู่ขวา (บนขวา-ล่างขวา) จากนั้นจึงนำทั้ง 2 คู่มาประกบกันแล้วเชื่อมตรงกลางด้วย Double Headed Bolt จำนวน 4 ชิ้น โดยให้ Thread เป็นเกลียวเดียวกับ Nut ที่จะไขเข้าไปดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 Double Headed Bolt installed

จากนั้นจึงนำ Hexagon Cap ปิดปลายทั้งหมดของ Bolt ดังภาพที่ 7 เพื่อใช้เป็น Cap สำหรับปรับระดับได้และสะดวกมากขึ้น โดยอาจทำการหยอดกาวหรือเชื่อมติดระหว่าง Cap และ Bolt เพื่อความถาวรของ Panel เนื่องจากเมื่อรื้อผนังออกและนำไปประกอบ ณ ห้องใหม่ ไม่จำเป็นต้องประกอบ Panel ใหม่แล้ว



ภาพที่ 7 Panel ที่สวม Hexagon Cap แล้ว

2.3 การติดตั้งผนัง

จากขอบเขตด้านการศึกษา ได้ออกแบบให้ Panel ชนิดนี้รองรับการกั้นผนังที่มีมิติด้านกว้างและยาวตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 3 เมตร โดยหลังจากที่ประกอบ Panel ตามขั้นตอนในข้อ 2.2.3 เรียบร้อยแล้วให้นำ Panel แต่ละชิ้นมาประกอบขึ้นรูปเป็นกำแพงโดยกำแพงแต่ละแบบจะมีวิธีการขึ้นรูปที่คล้ายกันขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ โดยยกกรณีการประกอบมาดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 การกั้นผนังขนาด 2.10 x 2.00 เมตร

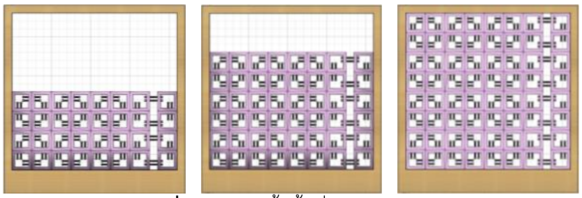
เนื่องจาก Panel ที่ออกแบบมีขนาด 0.50 เมตร จึงสมมติกรณีที่ห้องมีขนาดไม่พอดี โดยการติดตั้งจะเริ่มจากวาง Panel เรียงกันเป็นแนวกำแพงชั้นที่ 1 ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 Panel ที่เรียงเป็นแนวกำแพง

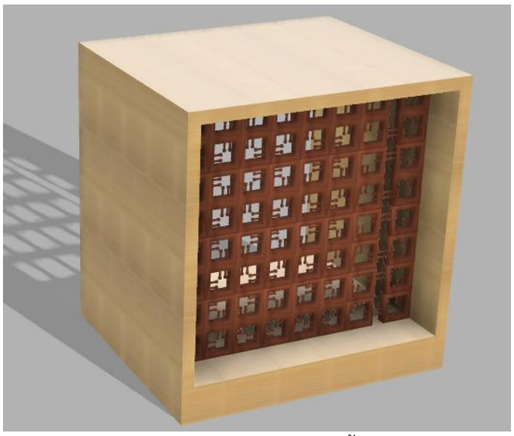
จากนั้นทำการขยายขนาดของ Member แผ่นสุดท้ายโดยการปรับขนาดของ Bolt ที่ออกแบบให้ขยายได้ดังภาพที่ 9 เพื่อให้เกิดแรงอัดที่แน่น

ภาพที่ 9 Panel ที่ทำการ expansion แล้ว

จากนั้นทำการติดตั้งชั้น 2 3 และ 4 ซ้ำกระบวนการข้างต้นอีกครั้ง จะได้ผลงานเป็นดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11



ภาพที่ 10 ทำการขึ้นชั้นที่เหลือของกำแพง

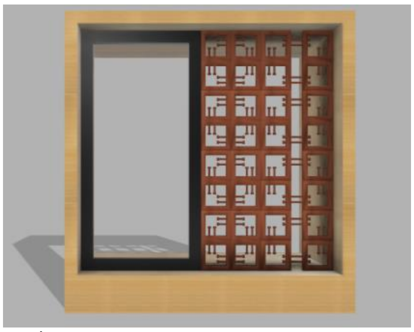


ภาพที่ 11 โครงผนังที่ได้หลังจากขึ้นรูปแล้ว

จากแบบในตัวอย่างที่ 1 เราสามารถใส่วงกบขนาด 1 x 2 เมตร โดยจะต้องทำการสั่งทำขึ้นและไม้ที่นำมาทำวงกบจะมีขนาด 4” x 4” ซึ่งผลิตขึ้นให้มีความหนาเป็นพิเศษและเป็นวงกบ 4 ด้านเพื่อรับแรงอัดจาก Panel จากนั้นจะติดตั้งประตูที่มีขนาด 80 x 180 เซนติเมตร โดยวงกบและประตูจะนำมาใส่แทน Panel ที่ไม่ได้ทำการขยาย ดังภาพที่ 12 ซึ่งจะได้ดังหัวข้อต่อ ๆ ไป และหากห้องมีขนาดที่แตกต่างออกไปจะต้องทำการคำนวณจำนวนชิ้นส่วนสำหรับห้องนั้น ๆ ซึ่งเป็นการ Made to Order

ตัวอย่างที่ 2

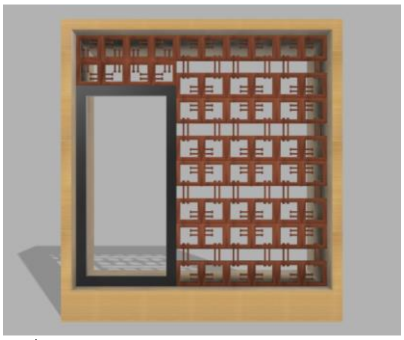
การกั้นผนังขนาด 2.10 x 2.00 เมตร และเว้นบานประตู ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 โครงผนังเสริมประตูขนาด 2.10 x 2.00 เมตร

ตัวอย่างที่ 3

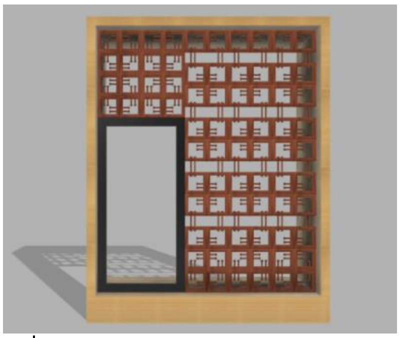
การกั้นผนังขนาด 2.50 x 2.50 เมตร และเว้นบานประตู ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 โครงผนังเสริมประตูขนาด 2.50 x 2.50 เมตร

ตัวอย่างที่ 4

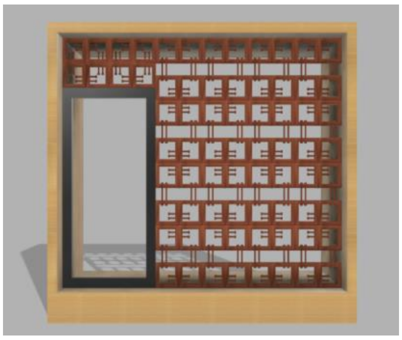
การกั้นผนังขนาด 2.50 x 3.00 เมตร และเว้นบานประตู ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 14 โครงผนังเสริมประตูขนาด 2.50 x 3.00 เมตร

ตัวอย่างที่ 5

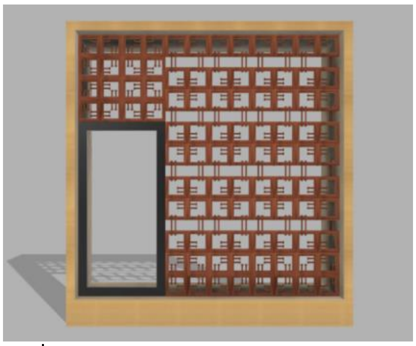
การกั้นผนังขนาด 3.00 x 2.50 เมตร และเว้นบานประตู ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 15 โครงผนังเสริมประตูขนาด 3.00 x 2.50 เมตร

ตัวอย่างที่ 6

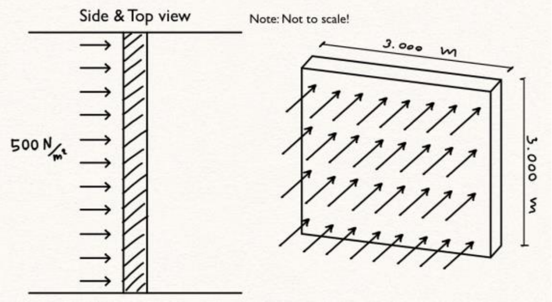
การกั้นผนังขนาด 3.00 x 3.00 เมตร และเว้นบานประตู ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 16 โครงผนังเสริมประตูขนาด 3.00 x 3.00 เมตร

2.4 Physical of Self-Installation Wall

2.4.1 Reaction and Axial strength



ภาพที่ 17 ภาพจำลอง โครงสร้างเมื่อรับ Distributed Load

เมื่อกำหนดให้มีการกระจายแรงขนาด 500 N/m^2 กระทำกับผนังขนาด 3 x 3 เมตร ซึ่งสมมติให้มี Reaction จากแนวผนังทั้ง 4 ซึ่งมาจากแรงเสียดทานระหว่างผนังและกำแพง[1]

Total Reaction = 500 x 9 = 4,500 N

Friction = μN

4,500 = 0.62(N)

N = 1,815

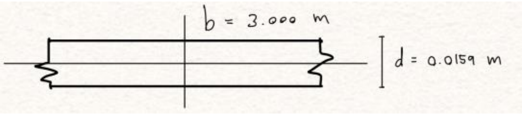
ดังนั้นจะได้ว่า Reaction = 1,815/3 = 605 N/m

2.4.2 Bending strength

ตารางที่ 1 ตารางแสดงคุณสมบัติของ Gypsum board ที่อุณหภูมิต่าง ๆ[2]

Temperatrue unexposed face of gypsum board (°C)	Mass per Volume (Kg/m³)	Modulus of Elasticity (GPa)		Bending Strength (MPa)		Coeff. of Thermal Expansion (mm/mm °C)	
		Along Panel	Across Panel	Along Panel	Across Panel	Along Panel	Across Panel
23	700	2.50	1.75	3.79	2.25	-	-
100	680	1.41	1.15	3.76	1.64	2.6 x 10-6	3.9 x 10-6
200	590	0.94	0.48	2.37	1.09	-5.1 x 10-6	-6.2 x 10-6
300	570	0.58	0.54	0.93	0.66	-3.2 x 10-6	-5.4 x 10-6
400	545	0.47	0.52	0.26	0.14	-1.6 x 10-6	-1.9 x 10-6

การคำนวณค่า Bending strength เป็นการคำนวณเพื่อให้ทราบว่าหากมี Load จากภายนอกมากระทำจริง ผนังชนิดนี้จะสามารถรับความเค้นเนื่องจากแรงดัดได้มากน้อยเพียงใด และเนื่องจากผนังชนิดนี้จะบุผิวด้วย Gypsum board ดังนั้น Member หลักที่มีหน้าที่รับ Bending stress คือ Gypsum board และหากเกิด Failure จะเกิดที่บริเวณผิวของ Gypsum board และเมื่อคำนวณ Maximum Bending Stress โดยสมมติให้แผ่น Gypsum board รับแรง Bending โดยตรง จะได้ผลลัพธ์ดังนี้



ภาพที่ 18 ภาพตัดขวางผนัง Gypsum board

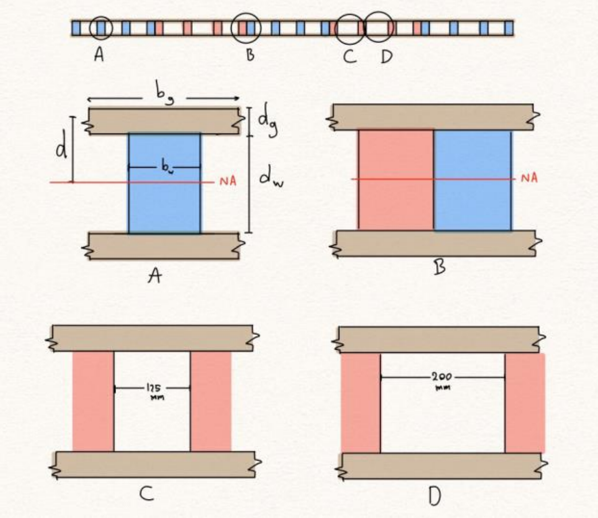
$$\sigma_{\max} = \frac{3wl^2}{4bd^2} = \frac{3\times 500\times 3.000^2}{4\times 1\times 0.0159^2} = 13.35MPa > 3.79MPa$$

เมื่อนำค่าที่คำนวณได้ไปเทียบกับสมการจะพบว่า Gypsum board ไม่สามารถรับแรงที่เกิดจาก Load 500 N/m^2 เพราะจะทำให้ Stress ที่เกิดขึ้นมีค่าเกินกว่าที่ Gypsum board จะรับได้จึงลองคำนวณในกรณีที่มี Panel ช่วยรับและทำการ Transform section ของ Gypsum board ให้กลายเป็นไม้จะมีกระบวนการและผลลัพธ์ดังนี้

STEP 1 คำนวณ Factor เพื่อนำไปแปลง Transform section ได้จาก

$$n = \frac{E_{wood}}{E_{Gypsum}} = \frac{6,900}{2,500} = 2.76$$

STEP 2 คำนวณ Moment of inertia ของหน้าตัดรวม



ภาพที่ 19 ภาพขยายหน้าตัด cross section ของ member ที่รับแรง

$$I = \sum I_{wood} + \sum I_{Gypsum}$$

$$\sum I_{wood} = \frac{4\times 5\times (0.0375)(0.075)^3}{12} = 3.52\times 10^{-4} m^4$$

$$\sum I_{Gypsum} = 2\times\left[\frac{1.087\times 0.0159^3}{12} + (1.087\times 0.0159)\left(\frac{0.0159+0.075}{2}\right)^2\right]$$

$$= 7.21\times 10^{-5} m^4$$

$$I = 3.52\times 10^{-4)} + 7.21\times 10^{-5} = 4.24\times 10^{-4} m^4$$

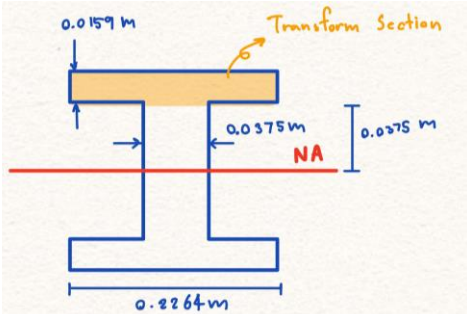
STEP 3 คำนวณ Maximum bending stress

$$(\sigma_{\max}) = \frac{Mc}{I} = \frac{\frac{wb^2}{8}}{4.24\times 10^{-4}}\times c = \frac{500\times 1.087^2\times 0.0909}{8\times 4.24\times 10^{-4}}$$

$$= 1.58\times 10^{-2} MPa$$

จากการคำนวณพบว่า Section นี้สามารถลด Maximum stress ลงไปได้ค่อนข้างมาก ทำให้ไม่เกิด Failure จากแรง Out of plane นี้

2.4.3 Shear strength



ภาพที่ 20 การคำนวณ Shear stress บนหน้าตัดของผนัง

เมื่อทำการตรวจสอบ Shear failure ที่จะเกิดขึ้นบนหน้าตัดไม้ โดยการคำนวณจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$V_{\max} = \frac{1125\times 0.625}{3} = 234.4\ N$$

$$I = \frac{(4.24\times 10^{-4})}{5} = 8.48\times 10^{-5} m^4$$

$$\tau_{\max} = \frac{VQ}{It} = \frac{234.4\times 1.90\times 10^{-4}}{8.48\times 10^{-5}\times 0.0375} = 14.01kPa$$

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของไม้สนต่าง ๆ[3]

Common species names	Static bending: Modulus of rupture (kPa)	Static bending: Modulus of elasticity^{c} (MPa)	Static bending: Work to maximum load (kJ/m^3)	Impact bending (mm)	Compression parallel to grain (kPa)	Compression perpendicular to grain (kPa)	Shear parallel to grain (kPa)
Pine							
Eastern white	34,000	6,800	36	430	16,800	1,500	4,700
	59,000	8,500	47	460	33,100	3,000	6,200
Jack	41,000	7,400	50	660	20,300	2,100	5,200
	68,000	9,300	57	690	39,000	4,000	8,100
Loblolly	50,000	9,700	57	760	24,200	2,700	5,900
	88,000	12,300	72	760	49,200	5,400	9,600
Lodgepole	38,000	7,400	39	510	18,000	1,700	4,700
	65,000	9,200	47	510	37,000	4,200	6,100
Longleaf	59,000	11,000	61	890	29,800	3,300	7,200
	100,000	13,700	81	860	58,400	6,600	10,400
Pitch	47,000	8,300	63	—	20,300	2,500	5,900
	74,000	9,900	63	—	41,000	5,600	9,400
Pond	51,000	8,800	52	—	25,200	3,000	6,500
	80,000	12,100	59	—	52,000	6,300	9,500
Ponderosa	35,000	6,900	36	530	16,900	1,900	4,800
	65,000	8,900	49	480	36,700	4,000	7,800
Red	40,000	8,800	42	660	18,800	1,800	4,800
	76,000	11,200	68	660	41,900	4,100	8,400
Sand	52,000	7,000	66	—	23,700	3,100	7,900
	80,000	9,700	66	—	47,700	5,800	—
Shortleaf	51,000	9,600	57	760	24,300	2,400	6,300
	90,000	12,100	76	840	50,100	5,700	9,600
Slash	60,000	10,500	66	—	26,300	3,700	6,600
	112,000	13,700	91	—	56,100	7,000	11,600
Spruce	41,000	6,900	—	—	19,600	1,900	6,200
	72,000	8,500	—	—	39,000	5,000	10,300
Sugar	34,000	7,100	37	430	17,000	1,400	5,000
	57,000	8,200	38	460	30,800	3,400	7,800
Virginia	50,000	8,400	75	860	23,600	2,700	6,100
	90,000	10,500	94	810	46,300	6,300	9,300
Western white	32,000	8,200	34	480	16,800	1,300	4,700
	67,000	10,100	61	580	34,700	3,200	7,200

เมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของไม้ โดยไม้ที่เลือกใช้เป็นไม้สน Spruce ที่สามารถรับ Shear ได้มากถึง 7,900 kPa ดังนั้นแรงที่ได้จากการคำนวณจึงไม่เกิด Failure บน Shear section นี้

2.4.5 เปรียบเทียบกับราคาผนังชนิดต่าง ๆ

1) ผนังเบา (โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสี บุสองด้าน)

- ผนังยิปซั่มบอร์ด หนา 9 มิลลิเมตร และคร่าวเหล็กชุบสังกะสี สองด้าน / ตร.ม. : 431 บาท
- ค่าแรงติดตั้ง / ตร.ม. : 130 บาท

*** รวม 561 บาท/ตร.ม.

2) อิฐมวลเบา

- จำนวนก้อน / ตร.ม. : 8.33 ก้อนราคาก้อนละ 18 บาท รวม 149.94 บาท
- ปูนก่อ/ ตร.ม. : 2 กิโลกรัม ราคา 7.20 บาท
- ปูนฉาบ/ ตร.ม. : 40 กิโลกรัม ราคา 80 บาท
- ค่าแรงก่อ / ตร.ม. : 90 บาท
- ค่าแรงฉาบ/ ตร.ม. : 120 บาท

*** รวม 447 บาท/ตร.ม.

3) อิฐมอญ

- จำนวนก้อน / ตร.ม. : 130 ก้อน ราคาก้อนละ 0.80 บาท รวม 104 บาท
- ปูนก่อ/ ตร.ม. : 20 กิโลกรัม ราคา 40 บาท
- ทรายก่อ / ตร.ม. : 0.12 คิว ราคา 40.80 บาท
- ปูนฉาบ/ ตร.ม. : 20 กิโลกรัม ราคา 40 บาท
- ทรายละเอียด/ ตร.ม. : 0.16 คิว ราคา 53 บาท
- ค่าแรงก่อ / ตร.ม. : 90 บาท
- ค่าแรงฉาบ/ ตร.ม. : 120 บาท

*** รวม 488 บาท/ตร.ม.

4) Self-Installation Wall

ต้นทุนวัสดุไม้รวม[4] = 232 บาท / Panel

ต้นทุนวัสดุโลหะรวม = 186.51 บาท / Panel

ต้นทุนวัสดุปิดผิวรวม = 64.46 บาท / Panel

รวมต้นทุนวัสดุ = 482.97 บาท / Panel

+ Production Cost 20% = 96.59 บาท

Total Cost = 579.56 บาท / Panel

จากการอ้างอิงการคำนวณดังกล่าว และ Panel สามารถขยายสุดได้ 0.625 x 0.625 เมตร หดสุดได้ 0.500 x 0.500 เมตร แต่ละ Panel จะมีต้นทุน 579.56 บาท เมื่อแปลงข้อมูลเป็นบาท/ตร.ม. จะได้ว่าถ้าขยายสูงสุดจะได้ราคา 1,484 บาท/ตร.ม. ถ้าหดต่ำสุดจะมีราคา 2,318 บาท/ตร.ม. ซึ่งจะเฉลี่ยได้ 1,901 บาท/ตร.ม. ซึ่งจะนำข้อมูลราคาของผนังแต่ละชนิดที่พบได้บ่อยในท้องตลาด จะเห็นได้ชัดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบราคาผนังแต่ละชนิดต่อตารางเมตร

ประเภทผนัง	ผนังเบา	ผนังอิฐมวลเบา	ผนังอิฐมอญ	Self-Installation Wall
ราคา/ตร.ม.	561	447	488	1,484 – 2,318

3. บทสรุป

อภิปรายและสรุปผลการออกแบบ

โครงงานนี้ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวกับวัสดุ รอยต่อ และการรับแรง เพื่อทำการออกแบบผนังชนิดใหม่ขึ้นมาในชื่อว่า Self-Installation Wall ซึ่งเป็นผนังที่ได้ออกแบบเพื่อมุ่งเน้นให้มีความสะดวกสบายในการติดตั้งด้วยตนเองให้มากที่สุด รวมถึงสามารถถอดและนำไปประกอบใหมโดยไม่ก่อให้เกิด waste

ผนังชนิดนี้ประกอบจาก Wood-Bolt Panel จำนวนมาก โดยแต่ละ Panel จะประกอบขึ้นจากไม้สนแปรรูปขนาด 1.5”x3” และ Expansion Bolt ที่ได้ออกแบบขึ้นมาใหม่สำหรับผนังชนิดนี้โดยเฉพาะ ในแต่ละ Panel สามารถปรับขนาดได้ตั้งแต่ 50 x 50 เซนติเมตร จนถึง 62.5 x 62.5 เซนติเมตร ปรับขนาดโดยการหมุน Expansion Bolt ด้วยประแจซึ่งคนทั่วไปสามารถใช้ได้ง่าย และในเบื้องต้นได้ออกแบบให้มีการบุผิวผนังด้วย Gypsum board ซึ่งจะเจาะรูก่อนนำไปติดตั้ง ดังนั้นการติดตั้งผนังชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องเจาะโครงสร้าง สามารถติดตั้งได้ด้วยตนเอง จึงตอบโจทย์การไม่เจาะผนัง/พื้น/เพดานอาคาร และตอบโจทย์สำหรับผู้ที่ไม่สะดวกให้ช่างเข้ามาติดตั้งภายในอาคาร

ผนังชนิดนี้รองรับการกั้นห้องขนาดตั้งแต่ 2 x 2 เมตร ไปจนถึง 3 x 3 เมตร ดังตัวอย่างในบทที่ 4 และจากรายการคำนวณ ผนังชนิดนี้สามารถรองรับแรงพื้นฐานขนาด 500 N/m^2 ที่กระทำตั้งฉากกับผิวผนัง และเมื่อพิจารณาราคาของผนังชนิดนี้โดยนำมาเปรียบเทียบกับผนังชนิดอื่นดังตารางที่ 3 จะพบว่าผนังชนิดนี้มีราคาค่อนข้างแพง ทำให้ผนังชนิดนี้ยังคงเป็นทางเลือกที่มีราคาสูงเกินไปกว่าการนำมาใช้ทั่วไป อีกทั้งเนื่องจากว่าไม่มีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานมารองรับ การออกแบบนี้จึงยังไม่พร้อมสำหรับนำไปใช้ผลิตจริง และจากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปผลได้ดังนี้

(1) ผนังที่ได้สามารถตอบโจทย์ด้านฟังก์ชันการใช้งาน 2 เรื่อง ได้แก่ 1.การนำมาติดตั้งได้ด้วยตนเอง และ 2.การนำมาใช้ซ้ำ ในส่วนของการประกอบเองมีเงื่อนไขว่าผู้ใช้จำเป็นต้องวัดขนาดห้องเองเพื่อสั่งทำแบบ Made to Order ดังนั้น Model นี้ยังไม่ตอบโจทย์ด้าน Free-Size Wall

(2) แม้ว่าผนังจะออกแบบและมีการคำนวณเรื่องการรับแรงแล้ว แต่ยังไม่ผ่านการทดสอบที่ได้มาตรฐาน จึงยังไม่ใช่ Model ที่สามารถนำไปผลิตได้จริงในเชิงพาณิชย์

(3) ชิ้นส่วนสำหรับทำผนังยังคงมีราคาแพงเกินไป แม้จะผลิตออกมาใช้ได้จริง แต่ก็ยังเป็นไปได้ยากที่จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการติดตั้งผนังในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบ

จากการออกแบบผนังชนิดนี้รวมถึงจากการทำแบบสอบถามผู้มีประสบการณ์ด้านการทำงานเกี่ยวกับงานสถาปัตยกรรมและงานโยธา ทำให้พบประเด็นที่จะนำมาสู่ปัญหาของผนัง ซึ่งทำให้ได้ข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบผนังต่อไปในอนาคตดังนี้

(1) ไม้ เป็นวัสดุที่ควบคุมคุณภาพยาก และไม้สนเป็นไม้เนื้ออ่อน อาจไม่เหมาะสำหรับการมีแรงคงค้างกระทำเป็นระยะเวลานาน ควรหาวัสดุชนิดอื่นมาทดแทน

(2) ราคาแพงเกินไป ตามที่ได้กล่าวในข้อสรุปทำให้ผนังชนิดนี้อาจไม่ได้รับความนิยมถึงแม้จะใช้งานได้ก็ตาม โดยส่วนมากราคาของผนังชนิดนี้มาจากส่วนที่เป็นโลหะ เพราะเป็นไซส์และโมเดลที่ต้องสั่งทำขึ้นโดยเฉพาะ

(3) การติดตั้งผนังจะใช้เวลานาน เนื่องจากมี Joint และชิ้นส่วนค่อนข้างเยอะ

(4) จากต้นแบบดังกล่าวยังคงมีความกังวลในเรื่องของการรับแรงกระแทกจากประตู เนื่องจากการเปิดปิดประตูจะทำให้ Expansion Bolt ที่ไขไว้แน่นเพื่อสร้างแรงอัดในแนว Axial เกิดการขยับและหลวมขึ้น ซึ่งส่งผลตามมาถึง Friction ระหว่างขอบผนังกับกำแพงและเพดาน อาจทำให้ผนังล้มลงมาได้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ความกรุณาจาก ผศ.ดร.วัฒนชัย สมิทธากร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์มาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา กลุ่มนิสิตได้รับคำปรึกษาที่ดีในทุกขั้นตอนตั้งแต่แนวทางการทำงานเบื้องต้น การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับคำแนะนำสำหรับแนวทางการดำเนินโครงงานภายใต้ภาวะวิกฤติ Covid-19 ที่ทั่วโลกกำลังเผชิญปัญหานี้ ที่เป็นสาเหตุให้การทำโครงงานเป็นไปอย่างยากลำบากเพราะไม่สามารถดำเนินงานตามแผนที่วางไว้เดิมได้

กลุ่มนิสิตผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอแสดงความขอบคุณความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วัฒนชัย สมิทธากร มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Engineering ToolBox, “Friction and Friction Coefficients”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html, 2004. (13 พฤษภาคม 2563).

[2] S.M. Cramer and others, “Mechanical Properties of Gypsum Board at Elevated Temperatures”, *Proceedings of the Fire and Materials 2003 Conference*, Hyatt Hotel Fisheman’s Wharf, San Francisco, California USA, 27-28 January 2003, pp. 41.

[3] David W. Green, Jerrold E. Winandy and David E. Kretschmann, “Mechanical Properties of Wood”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/ch04.pdf, (13 พฤษภาคม 2563).

[4] บริษัท สัก วู้ดเวิร์ค จำกัด, “ไม้โครงสนรัสเซีย”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.sakwoodworks.com/battens, (2 พฤษภาคม 2563).