บทความวิจัย

คุณสมบัติของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

ศวิษฐ์ พิริยะสุรวงศ์*
ภาควิชาการจัดการงานออกแบบและพัฒนาธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ทรงกลด จารุสมบัติ
ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 2446 5554 อีเมล: kenhabstudio@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.04.008
รับเมื่อ 20 ธันวาคม 2562 แก้ไขเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2563 ตอบรับเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 20 เมษายน 2563
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว และศึกษาพฤติกรรมการรับแรงประลัยของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว การวิจัยได้ออกแบบต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ แบบ Single Layer, Double Layer และ H Layer ตัดวัสดุต้นแบบขนาด หนา 30 มิลลิเมตร กว้าง 30 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร จากการศึกษาพบว่า ไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับสามารถคืนตัวและรับแรงต่อได้เมื่อเกิดการเสียรูปในครั้งแรก ในขณะที่พฤติกรรมของไม้ยางพาราประกับกาว เมื่อเกิดการวิบัติของไม้ยางพาราประกับกาว มีลักษณะเสียรูปทันทีเมื่อเกิดการวิบัติ และไม่สามารถรับแรงได้ต่อไป เมื่อเปรียบเทียบกับพฤติกรรมของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว ไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว รูปแบบ H Layer มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ 76.97 เมกะปาสกาล หรือเทียบเท่า 784.875569 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีพฤติกรรมการรับน้ำหนักที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้นานที่สุด มีอัตราการคืนตัว (Toughness) มากสุดที่ 0.1574 มิลลิเมตร ส่วนรูปแบบ Double Layer มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ 56.48 เมกะปาสกาล เมื่อมีค่าความเค้นคราก (Yield Strength) สูงสุดที่ 2.184 กิโลนิวตัน มีอัตราการคืนตัว (Toughness) มากสุดที่ 0.1396 มิลลิเมตร ขั้นตอนการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรมไม้แปรรูป รูปแบบ H Layer มีขั้นตอนมากกว่าไม้ไผ่และไม้ยางพารารูปแบบ Double Layer ในขั้นตอนการประกับกาว

คำสำคัญ: ไม้ยางพาราประกับกาว ไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว สมบัติเชิงกล

การอ้างอิงบทความ: ศวิษฐ์ พิริยะสุรวงศ์ ทรงกลด จารุสมบัติ และ เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร, “คุณสมบัติของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว,” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 4, หน้า 689–697, ต.ค.–ธ.ค. 2563.

Research Article

Mechanical Properties of Glued Bamboo Laminated with Para-timber

Svit Piriyasurawong*
Department of Design Management and Business Development, Faculty of Architecture and Design, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

Songklod Jarusombuti
Department of Forest Product, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Terdsak Tachakitkachorn
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 2446 5554, E–mail: kenhabstudio@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.04.008
Received 20 December 2019; Revised 17 February 2020; Accepted 19 February 2020; Published online: 20 April 2020
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The main objective of this research is to study the mechanical properties of glued bamboo laminated with para-timber and its resistance of ultimate strength. The researcher designed the specimens (model) of glued bamboo laminated with para-timber, divided into 3 types: 1) Single Layer, 2) Double Layer, and 3) H Layer, and cut the specimen materials with the dimension of 30 mm thick, 30 mm wide, and with the length of 600 mm. The study found that the glued bamboo laminated with para-timber could recover and continue to bear the impact load after the first deformation. However, on the investigation of its resistance of ultimate strength, it was found that the glued para-timber was immediately deformed after the failure and could not continue to bear the impact load. When comparing the glued bamboo laminated with the para-timber, it was found that the H Layer specimen of glued bamboo laminated with para-timber is able to resist the maximum Modulus of Rupture at 76.97 MPa, equivalent to 784.875569 kg/cm^2 with the longest-lasting bearing capacity behavior, and with the maximum toughness ratio at 0.1574 mm. The Double Layer model is able to resist the maximum Modulus of Rupture at 56.48 MPa when it has the maximum Yield Strength at 2.184 kN and the toughness ratio at 0.1396 mm. The industrial timber fabrication process of H Layer specimen requires more steps than that of the Double Layer specimen of glued bamboo laminated with para-timber on the step of glued laminating step.

Keywords: Glued Laminated Timber, Glued Bamboo Laminated with Para Timber, Physical and Mechanical Properties

Please cite this article as: S. Piriyasurawong, S. Jarusombuti, and T. Tachakitkachorn, "Mechanical properties of glued bamboo laminated with para-timber," *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 4, pp. 689–697, Oct.–Dec. 2020 (in Thai).

1. บทนำ

ไม้ประกับกาว และไม้อัดประสานจัดเป็นผลิตภัณฑ์ไม้ทางวิศวกรรม (Engineered Wood Product) เป็นกรรมวิธีการเรียงชิ้นไม้ และอัดประกบกาวที่ทำให้เกิดคุณสมบัติการรับแรงที่เพิ่มขึ้น ปัจจุบันไม้ประกับกาวถูกนำมาใช้เพื่อเป็นโครงสร้างอาคาร เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายและนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ [1] ในอดีตไม้เนื้อแข็งเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้าง เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ทนต่อการรับน้ำหนัก และทนต่อสภาพแวดล้อม ทำให้ไม้เนื้อแข็งมีราคาสูงด้วยลักษณะของพันธุ์ไม้เนื้อแข็ง ทำให้ต้องใช้เวลาปลูกนานกว่า 30 ปี ไม้เนื้ออ่อนที่ผ่านการแปรรูปและอาบน้ำยา มีคุณสมบัติทนต่อสภาพแวดล้อม จึงมีบทบาทเข้ามาใช้ในโครงสร้างอาคารแทนไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้ออ่อนที่นิยมมากที่สุดคือ ไม้ยางพารา [2] จุดเด่นของไม้ยางพาราในประเทศไทยคือ มีสีอ่อนกว่ามาเลเซีย และอินโดนีเซีย ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณของประเทศไทย นอกจากไม้เนื้อแข็งที่ขึ้นตามธรรมชาติ เช่น สัก เต็ง และรัง ยังมีพืชที่เรียกว่า “ไผ่” ขึ้นภายในป่าธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ภายในระยะเวลา 4–5 ปี ไม้ไผ่มีคุณสมบัติแข็งแรง เปลือกของไม้ไผ่ในส่วนของลำมีความแข็งแรงกว่าเมื่อเทียบกับเปลือกไม้ เนื่องจากการเรียงโครงสร้างของเส้นใยภายในไผ่มีความยาว ไม่มีการเรียงตัวของเส้นใยทางขวางทำให้มีความยืดหยุ่นกว่าไม้ทั่วไป [3] การใช้ไม้ประกับกาวเพื่องานก่อสร้างนอกจากมีส่วนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม โครงสร้างไม้ประกับกาวยังลดเวลาในการก่อสร้างได้ 20–30% [4] การอัดประสานไม้ไผ่ประกอบจากไม้ไผ่แผ่น (Bamboo-based Composite) หลายๆ ชิ้นและวางซ้อนกันหลายๆ ชั้นเป็นชั้นของไม้ ควรใช้สัดส่วนกาว UF +50% และกาว MF (MIX) +50% โดยใช้กาว 300 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร ต่อพื้นที่ 150 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร ซึ่งทำให้ความแข็งแรงเฉือนเฉลี่ย 13.0 เมกะปาสกาล [5]

การวิจัยได้ออกแบบต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวออกเป็น 3 แบบ ตัดวัสดุต้นแบบขนาด หนา 30 มม. กว้าง 30 มม. ยาว 600 มม. แต่ละต้นแบบจะใช้ความหนาไม้ไผ่ ชั้นละ 5 มม. การประกับกาวใช้กาวลาเท็กซ์ และกาวเรซอซินอล ฟอร์มัลดีไฮด์ ในอัตราส่วน 100:15 ขนาดของต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติกับไม้ยางพาราประกับกาว อ้างอิงขนาดต้นแบบชิ้นไม้ จากมาตรฐาน ASTM D 143 – 94 (Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber) กำหนดให้ชิ้นไม้ที่ทดสอบ มีขนาดหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาด 25×25 มม. และขนาดไม่เกิน 50x50 มม. [6] เครื่องทดสอบที่ใช้เป็นเครื่อง INSTRON รุ่น 4466 แสดงผลผ่านโปรแกรม INSTRON Series IX ทดสอบการดัดงอแบบ 3 จุด (3-Point loading) กำหนดความเร็วในการกดที่ 10 มม./นาที โดยการเพิ่มและขึ้นจนกว่าจะเกิดการแตกหัก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว และเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของไม้ยางพาราประกับกาวทั่วไป

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การผลิตไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวต้นแบบ ระยะที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว แบ่งผลการทดสอบออกเป็นคุณสมบัติของต้นแบบ และการวิเคราะห์พฤติกรรม โดยทดสอบภายในห้องปฏิบัติการทดสอบ ควบคุมความชื้น และอุณหภูมิใช้มาตรฐาน ASTM D 143 – 94 Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber ในการผลิตต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวต้นแบบที่ทำใช้ขนาด 30×30 มม. และยาว 600 มม.

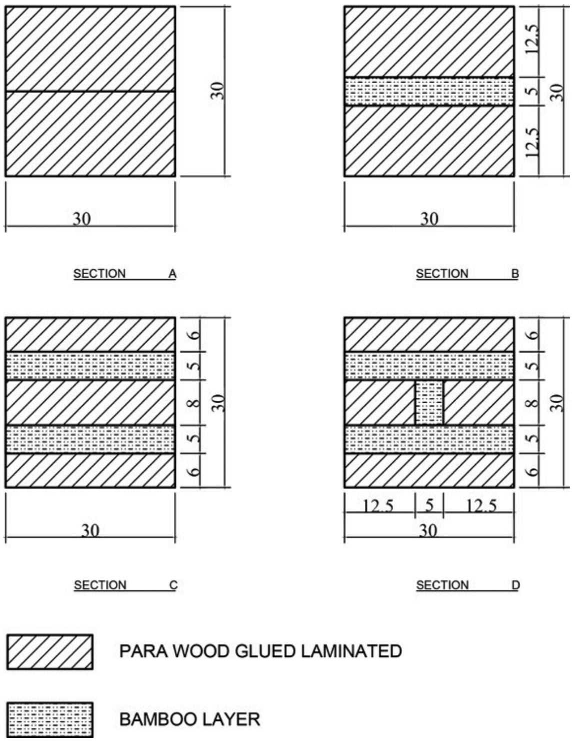
2.1 ระยะที่ 1 การผลิตไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวต้นแบบ

ลักษณะตัวอย่างของต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว แบ่งตามลักษณะของชั้น (Layer) ไม้ไผ่ที่ออกแบบทั้งหมด 3 ชนิด แตกต่างกันที่จำนวนชั้น และรูปแบบการเรียง เพื่อเปรียบเทียบกับไม้ยางพาราประกับกาวที่ไม่มีชั้นไม้ไผ่เกรด B เช่นเดียวกัน (รหัส A) ซึ่งถือเป็นตัวอย่างควบคุมตามตารางที่ 1

รูปที่ 1 ไม้ไผ่ที่ถูกตัดความบางให้ได้ขนาด 5 มม.

ตารางที่ 1 ลักษณะตัวอย่างของต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

กลุ่มไม้ต้นแบบ	ลักษณะตัวอย่าง	รายละเอียด
A	Para-wood	ไม้ยางพารา ไม่มีชั้นไม้ไผ่
B	Singer layer	ไม้ยางพารา มีชั้นไม้ไผ่ 1 ชั้น หนา 5 มม.
C	Double layer	ไม้ยางพารา มีชั้นไม้ไผ่ 2 ชั้น หนาชั้นละ 5 มม.
D	H layer	ไม้ยางพารา มีชั้นไม้ไผ่ 2 ชั้น หนาชั้นละ 5 มม. ในแนวขนาน และไม้ไผ่ 1 ชั้น หนา 5 มม. บริเวณส่วนกลางในแนวตั้ง



รูปที่ 2 ภาพตัด (Section) ต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว แบบ A, B, C, และ D

การผลิตไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวต้นแบบประกอบด้วย วัสดุสองชนิด ได้แก่ ไม้ยางพาราประสาน เกรด B และไผ่ตง อายุลำต้น 4–5 ปี ประกับกาวจากจังหวัดราชบุรี ประเทศไทย เลื่อยความบางให้ได้ขนาด 5 มม. แสดงดังรูปที่ 1 จากนั้น จึงนำไม้ยางพาราอัดประสานเกรด B ขนาด 1.5×1.5 นิ้ว ประกับกาวตามแบบภาพตัด แสดงดังรูปที่ 2 โดยทำให้มีขนาดเกินกว่าแบบฝั่งละ 1–2 เซนติเมตร เพื่อนำมาไสข้างภายหลังการประกับกาว

การประกับกาวใช้กาวลาเท็กซ์ตามมาตรฐาน DIN204/205 D4 อัตราส่วน 100 ต่อ 15 การวิจัยครั้งนี้ใช้กาวลาเท็กซ 170 กรัม ต่อกาวเรซอซินอล ฟอร์มัลดีไฮด์ (Resorcinol Formaldehyde) 30 กรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร แสดงดังรูปที่ 3

ประกับไม้โดยวิธีอัดเย็น (Cold Press) ใช้เวลา 15 ชั่วโมง ในการอัดด้วยแรง 150 บาร์ แสดงดังรูปที่ 4 แสดงประกับไม้โดยวิธีอัดเย็น เมื่อทำการประกับไม้เรียบร้อยแล้ว จะต้อง

รูปที่ 3 เครื่องชั่งน้ำหนักในการผสมกาวลาเท็กซ และกาวเรซอซินอล ฟอร์มัลดีไฮด์ ในอัตราส่วน 100:15

นำไม้ไปแต่งไสตามภาพตัดวัสดุต้นแบบขนาด หนา 30 มม. กว้าง 30 มม. ยาว 600 มม. ตามมาตรฐานการทำไม้ตัวอย่างทดสอบ ASTM 143 – 94 D ซึ่งกำหนดให้ทำไม้ตัวอย่าง

รูปที่ 4 ประกับไม้โดยวิธีอัดเย็น (Cold Press)

รูปที่ 5 ต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวภายในห้องทดสอบ

อย่างละ 3 ชิ้น รวมทั้งหมด 12 ชิ้น และสำรองตัวอย่างละ 2 ชุด แสดงดังรูปที่ 5

2.2 ระยะที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

การทดสอบประกอบด้วยการทดสอบค่าความเค้นคราก (Yield Strength) ค่าการต้านแรงดัด (MOR) ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น (MOE) ค่ามอดุลัสของยัง (Young's Modulus) และค่าความแข็ง (Stiffness) เครื่องทดสอบที่ใช้เป็นเครื่อง INSTRON รุ่น 4466 แสดงผลผ่านโปรแกรม INSTRON Series IX ทดสอบการดัดงอแบบ 3 จุด (3-Point Loading) วัดอุณหภูมิห้องผ่านเครื่องทดสอบ แสดงผลบนโปรแกรมอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นห้องอยู่ที่ 65% กำหนดการกดแบบ 3 จุด (3 Point Flexure Test Speed) ในระยะ 400 มม. จากขนาดต้นแบบ 600 มม. (ตั้งระยะแบริงบล็อกชิ้นไม้ที่ทดสอบฝั่งละ 100 มม.) และกดบริเวณกลางของชิ้นไม้ ตั้งค่าความเร็วในการกดเพิ่มขึ้น 10 มม./นาที

รูปที่ 6 การเตรียมเครื่องทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวภายในห้องทดสอบ

แสดงดังรูปที่ 6

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

จากการแสดงผลบนโปรแกรม INSTRON Series IX โดยแสดงผลในตารางที่ 2 และแสดงผลในรูปแบบกราฟ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการรับแรง และหาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

No.	Yield Strength (kN)	MOR Modulus of Rupture (MPa)	MOE Modulus of Elastic	Young's Modulus (Stiffness)
A-1	2.299	52.73	7,480	9,150
A-2	1.810	43.73	10,260	10,350
A-3	2.208	50.01	7,446	8,924
B-1	2.144	49.40	5,818	6,231
B-2	1.684	38.02	8,826	9,078
B-3	2.184	50.15	8,535	9,352
C-1	2.289	52.53	7,156	9,341
C-2	2.435	56.48	7,396	8,371
C-3	2.235	51.78	3,906	9,248
D-1	1.722	38.50	8,676	12,840
D-2	3.439	76.97	8,641	10,390
D-3	2.753	60.92	4,942	9,712

จากการแปรผลจากโปรแกรม INSTRON Series IX โดยเครื่องทดสอบ INSTRON รุ่น 4466 พบว่า ต้นแบบที่มีค่าความเค้นครากคือ ต้นแบบในกลุ่ม D รูปแบบ H Layer มีค่าการต้านแรงดัดสูงสุดที่ 76.97 เมกะปาสกาล ในส่วนของกลุ่มต้นแบบ B และ C ยังมีคุณสมบัติที่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่ม A ซึ่งเป็นไม้ยางพาราตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

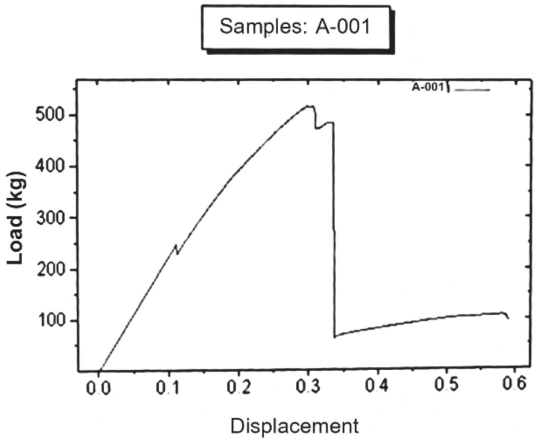
3.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

จากการพล็อตกราฟผ่านโปรแกรม INSTRON Series IX เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมจากการเพิ่มความเร็วในการกดอยู่ที่ 10 มม./นาที แสดงดังรูปที่ 7–10 โดยยกตัวอย่างไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวต้นแบบมาอย่างละ 1 ชิ้นทดสอบ

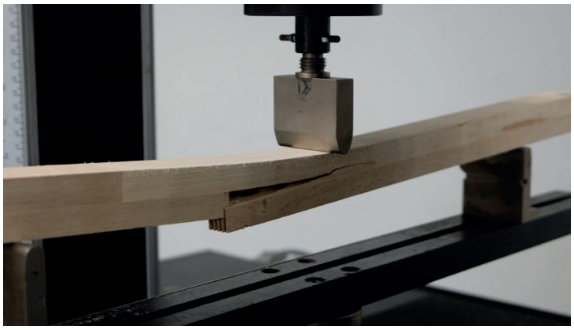
จากรูปที่ 7 ทดสอบไม้ยางพาราประกับกาว Para-wood รหัส A-1 ซึ่งเป็นไม้ยางพาราทั้งหมดไม่มีชั้นไม้ไผ่พบว่า มีค่าความเค้นครากสูงสุดที่ 2.299 กิโลนิวตัน ไม้จะไม่มีความสามารถที่จะรับน้ำหนักเพิ่มได้อีกเมื่อเสียรูป และแตกหักแบบบริเวณรอยแตกที่แรงดึง (Simple Tension) บริเวณจุดที่มีการเข้าไม้แบบ Finger Joint มีค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุดที่ 52.73 เมกะปาสกาล และมีอัตราการคืนตัว (Toughness) ที่น้อย โดยมีอัตราการคืนตัว เฉลี่ยอยู่ที่ 0.02 มม. แสดงดังรูปที่ 8

จากรูปที่ 9 กราฟแสดงผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวแบบ Single Layer รหัส B-1 พบว่า ไม้ที่เกิดการแตกหัก สามารถรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้มากกว่าการแตกหักในครั้งแรก มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ 50.15 เมกะปาสกาล มีอัตราการคืนตัวที่ 0.0744 มม. หรือเทียบเท่า 1 เท่าตัว ของระยะเวลาการทดสอบที่ช่วง 250–500 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

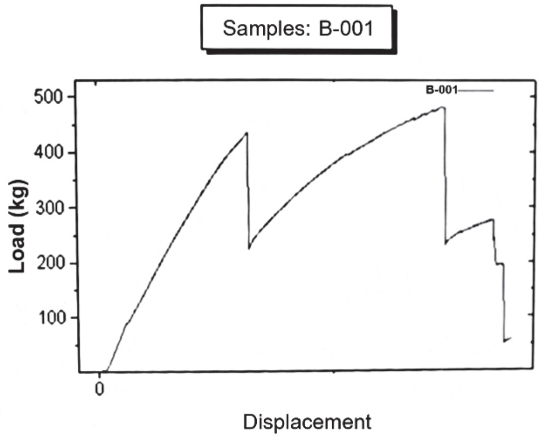
การวิเคราะห์ แบบ Single Layer รหัส B-1 จากรูปที่ 10 ในประเด็นรอยแตกที่แรงดึงพบว่า เกิดบริเวณรอยต่อไม้ (Finger Joint) เช่นเดียวกับต้นแบบในกลุ่ม C และ D เนื่องจากกาวในส่วนของรอยต่อไม้ เป็นกาวอัดประสานไม้จากไม้ยางพาราที่ทำการนำมาทดสอบ เป็นที่ผลิตจากโรงงานไม่ได้อยู่ในส่วนที่ผู้วิจัยนำมาประกับกาวในการผลิตต้นแบบ



รูปที่ 7 ผลการทดสอบไม้ยางพาราประกับกาว Para-wood รหัส A-1

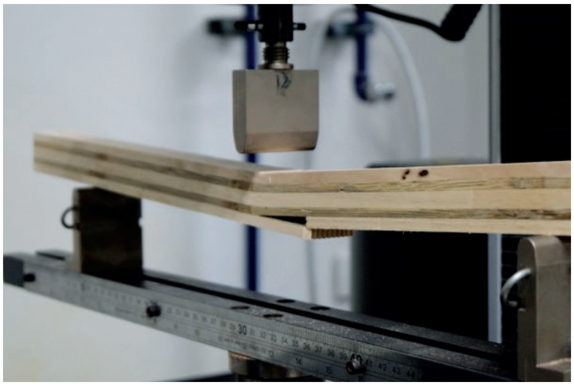


รูปที่ 8 การหักของไม้บริเวณรอยแตกแรงดึงของไม้ยางพาราประกับกาว Para-wood รหัส A-1

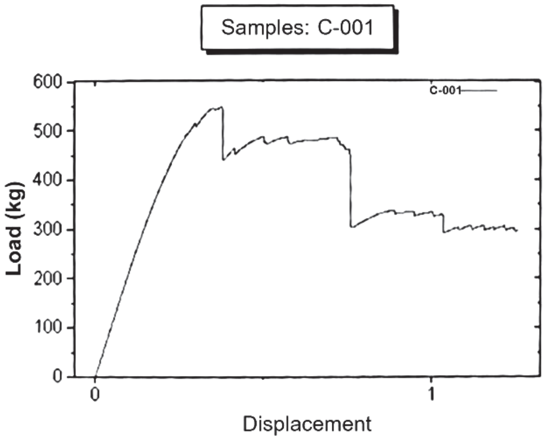


รูปที่ 9 ผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวแบบ Single Layer รหัส B-1

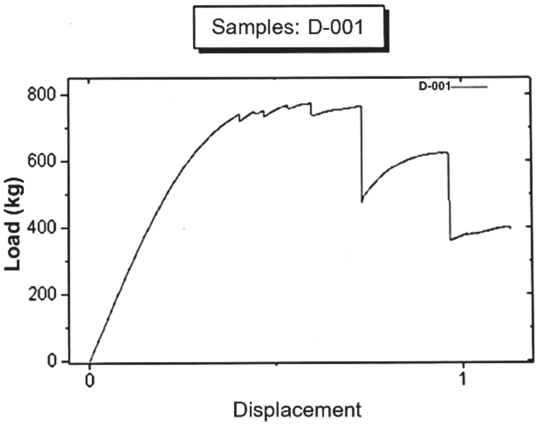
รูปที่ 10 การหักของไม้บริเวณรอยแตก ของแบบ Single Layer รหัส B-1



รูปที่ 12 การหักของไม้บริเวณรอยแตกของแบบ Double Layer รหัส C-1



รูปที่ 11 ผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวแบบ Double Layer รหัส C-1



รูปที่ 13 ผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว H Layer รหัส D-1

จากรูปที่ 11 แสดงผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวแบบ Double Layer รหัส C-1 พบว่า การรับน้ำหนักบรรทุก มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ 56.48 เมกะปาสกาล เมื่อมีค่าความเค้นครากสูงสุดที่ 2.184 กิโลนิวตัน มีอัตราการคืนตัว มากสุดที่ 0.1396 มม. หรือเทียบเท่า 1 ใน 2 ของระยะเวลาการทดสอบ ที่ช่วง 450–480 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การวิเคราะห์แบบ Double Layer รหัส C-1 จากรูปที่ 12 ในประเด็นรอยแตกที่แรงดึงพบว่า เกิดบริเวณรอยต่อไม้ เช่นเดียวกันกับต้นแบบในกลุ่ม B และ D แต่มีช่วงเวลาการรับน้ำหนักบรรทุกได้นานกว่าต้นแบบรหัส B-1 เนื่องจากมีชั้นของไม้ไผ่ที่มากกว่า

จากรูปที่ 13 แสดงผลการทดสอบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว H Layer รหัส D-1 แสดงให้เห็นว่าต้นแบบในกลุ่มรหัส D1 มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ 76.97 เมกะปาสกาล หรือเทียบเท่า 784.875569 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีพฤติกรรมการรับน้ำหนักที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้นานที่สุด มีอัตราการคืนตัว มากสุดที่ 0.1574 มม. หรือเทียบเท่า 1 ใน 4 ของระยะเวลาการทดสอบ ที่ช่วง 450–600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีอัตราการ

รูปที่ 14 การหักของไม้บริเวณรอยแตกของแบบ H Layer รหัส D-1

คืนตัวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบในกลุ่ม A, B และกลุ่ม C

จะข้อสังเกตพบว่า ชั้นของไม้ยางพารา หากมีความหนามากถึง 12.5 มม. จะมีโอกาสแตกหักได้ง่ายกว่าไม้ยางพาราที่มีความบาง 60 มม. และมีชั้นไม้ไผ่ที่รองรับจะช่วยทำให้สามารถรับแรงกดที่ใช้ในการทดสอบได้นานกว่าเท่าตัว แสดงดังรูปที่ 14

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการทดสอบคุณสมบัติและศึกษาพฤติกรรมของต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว ได้แบ่งข้อสรุปออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ 1) คุณสมบัติของไม้ยางพาราประกับกาว 2) พฤติกรรมของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวทั้ง 3 รูปแบบ 3) ข้อเสนอแนะในการพัฒนาไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

4.1 คุณสมบัติของไม้ยางพาราประกับกาว

จากการศึกษาพบว่า ไม้ยางพาราประกับกาวมีค่าความเค้นคราก ค่าการต้านแรงดัด ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น ค่ามอดุลัสของยัง และค่าความแข็ง ใกล้เคียงหรือเทียบเท่าไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว พฤติกรรมของไม้ยางพาราประกับกาวในตัวอย่างกลุ่ม A ไม้ยางพารา เมื่อเกิดการวิบัติของไม้ยางพาราประกับกาว มีลักษณะเสียรูปทันทีเมื่อเกิดการวิบัติ และไม่สามารถรับแรงได้ต่อไป มีการแตกหักแบบบริเวณรอยแตกที่แรงดึง

4.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว ทั้ง 3 รูปแบบ

เมื่อเทียบกับพฤติกรรมของไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวทั้ง 3 แบบ ทั้งรูปแบบ Singer Layer, Double Layer และ H Layer พบว่า ทั้ง 3 รูปแบบ ไม่เกิดการเสียรูปในทันที เมื่อเกิดการวิบัติในส่วนของไม้ยางพาราชั้นล่าง โดยไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาวยังสามารถรับแรงต่อได้ รูปแบบ H Layer ไม้ที่มีอัตราการคืนตัว ได้ดีที่สุดที่ 0.1574 มม. ส่วนรูปแบบ Double Layer จุดได้เปรียบกว่ารูปแบบ H Layer เรื่องอัตราการคืนตัว มากสุดที่ 0.1396 มม. แม้ว่าค่าอัตราการคืนตัว จะน้อยกว่ารูปแบบ H Layer แต่อัตราการคืนตัวสามารถรับแรงต่อเทียบเท่า 1 ใน 2 ของระยะเวลาการทดสอบ ที่ช่วงแรงกด 450–480 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จึงสรุปได้ว่าชั้นของไม้ไผ่มีผลต่อการรับน้ำหนักประลัย และช่วยเพิ่มอัตราการคืนตัว

4.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว

จากการผลิตต้นแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว พบว่า ไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว ในกลุ่ม D รูปแบบ H Layer มีขั้นตอนการผลิตที่มากกว่า มีการประกับกาวสองรอบในไม้ทิศทางตั้งและทิศทางนอน ทำให้ใช้เวลาในการผลิตนานกว่า 1 รอบการประกับกาว และมีการใช้ไม้ยางพาราที่ไม่คุ้มค่าเนื่องจากมีส่วนที่ต้องตัดออกมากกว่าเท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม C รูปแบบ Double Layer ที่มีขั้นตอนการผลิตน้อยกว่าใช้เวลาในการประกับกาวเพียงรอบเดียว และมีส่วนที่ต้องไสออกน้อยกว่า ส่งผลให้ใช้เวลาในขั้นตอนการผลิตเพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ต้องก่อสร้างในลักษณะสร้างจริง หรือการพัฒนาเป็นองค์ประกอบของอาคาร หากประเภทของการนำไปใช้เป็นองค์ประกอบของอาคาร ไม่ได้อยู่ในส่วนที่จำเป็นต้องรับแรงเทียบเท่ารูปแบบ H Layer ก็สามารถใช้รูปแบบ Double Layer เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และงบประมาณ

ในการผลิต

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวนผลิตภัณฑ์ ภาควิชาวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อการดำเนินการทดสอบภายในห้องทดสอบ รวมถึงเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยในการควบคุมเครื่องทดสอบ ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยสถาปัตยกรรมเพื่อชุมชนสร้างสรรค์ (Architecture for Creative Community Research Unit) สำหรับคำปรึกษาด้านการออกแบบไม้ไผ่และไม้ยางพาราประกับกาว และการสนับสนุนไม้ยางพารา และไม้ไผ่ เพื่อใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Jeleč, D. Varevac, and V. Rajčić, “Cross-laminated timber (CLT) – a state of the art report,” *GRAĐEVINAR*, vol.70, no.2, pp. 75–95, 2018.

[2] S. Piriyasurawong and T.Tachakitkachorn, “Development of glued laminated timber in Thailand,” *Journal of Environmental Design, Faculty of Architecture Chiang Mai University*, vol. 7, no.1, 2019 (in Thai).

[3] W. Chunwarin, *Culm structure and composition of three thai bamboos: Forest research bulletin number 47*. Bangkok: Kasetsart University, Faculty of Forestry, 1976 (in Thai).

[4] A. M. Harte, “Mass timber – the emergence of a modern construction material,” *Journal of Structural Integrity and Maintenance*, vol. 2, no. 3, pp. 121–132, 2017.

[5] JF. Correal and F. Ramirez, “Adhesive bond performance in glue line shear and bending for glued laminated guadua bamboo,” *Journal of Tropical Science*, vol. 22, no. 4, pp. 433–439, 2010.

[6] *Standard test methods for small clear specimens of timber*, ASTM D143-14, 2016.