

คุณสมบัติเชิงกลของเสาและคานไม้ประกอบจากไผ่ซางหม่น Mechanical Properties of Laminated Column and Laminated Beam from Sang Mon Bamboo

เกษราภรณ์ พานะดร¹, ชลดา อ่อนนุ้ม² และ ศุภชัย สินทาวร^{3*}

¹⁻²นิสิตปริญญาตรี, และ ³รองศาสตราจารย์,

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, จังหวัดนครนายก 26120

Ketsarapon Panadorn¹, Chonlada Onnum¹ and Suppachai Sinthaworn^{2*}

¹⁻² Student, and ³Associate Professor,

Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, Thailand, 26120

*Email: suppachai@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

เสาและคานไม้ประกอบจากไผ่ซางหม่น ถูกทดสอบคุณสมบัติเชิงกลการต้านทานแรงอัดตามแนวแกน และการต้านทานแรงดัด ลักษณะไม้ไผ่ประกอบใช้การเรียงไม้ไผ่แบบสลับและอัดกาว ตัวอย่างที่ใช้การต้านทานแรงตามแนวแกนของเสาไม้ไผ่ซางหม่นประกอบที่มีขนาดหน้าตัด 3 แบบ โดยใช้ความสูงต่อความกว้างเท่ากับ 2 มีขนาดดังนี้ 10 x 10 ซม. สูง 20 ซม., ขนาด 12.5 x 12.5 ซม. สูง 25 ซม. และขนาด 15 x 15 ซม. สูง 30 ซม. และสำหรับการทดสอบการต้านทานแรงดัดของคานไม้ไผ่ประกอบที่มีขนาดความกว้าง 5 ซม. ยาว 120 ซม. โดยทดสอบที่ 3 ความลึก ได้แก่ 15, 20 และ 25 ซม. จากการศึกษาเสาไม้ไผ่ซางหม่นประกอบพบว่าเมื่อเสาขนาดที่มีอัตราส่วนความสูงต่อความกว้างที่เท่ากัน เมื่อหน้าตัดที่เพิ่มขึ้น ค่าหน่วยแรงอัดตามแนวแกน ณ ชีดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น สำหรับ คานไม้ไผ่ซางหม่นประกอบความลึกน้อยรับกำลังได้มากกว่า ทั้งนี้พบว่าเสาไม้ไผ่ประกอบมีกำลังสูงกว่าไม้เนื้ออ่อน ขณะที่คานไม้ไผ่ประกอบมีกำลังต่ำกว่าไม้เนื้ออ่อน จากการวิจัยของคานและเสาประกอบจากไม้ไผ่ซางหม่น วิจัยเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวของกาว โดยมีค่าแรงเฉือนเฉลี่ยเท่ากับ 7.3 กก./ตร.ซม. โดยที่ไม่มีความเสียหายในส่วนชิ้นไม้เลย ดังนั้นการพัฒนา กำลังของคานและเสาประกอบนี้ จะต้องทำการศึกษาและพัฒนาการ หรือการยึดไม้แผ่นเล็กเข้าด้วยกัน จะทำให้ไม้ประกอบมีกำลังสูงขึ้นจนใช้งานได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ไม้ไผ่ซางหม่น, เสาประกอบ, คานประกอบ, กำลังในแนวแกน, กำลังดัด

Abstract

Laminated columns and beams made from Munro bamboo (*Dendrocalamus sericeus*) were tested for their axial compression resistance and flexural strength characteristics. The bamboo members were constructed using an alternating arrangement of bamboo strips and adhesive bonding. Axial compression resistance tests were conducted for laminated bamboo columns with three different cross-sectional sizes, having a height-to-width ratio of 2, as follows: 10 x 10 cm with a height of 20 cm, 12.5 x 12.5 cm with a height of 25 cm, and 15 x 15 cm with a height of 30 cm. Additionally, the flexural strength of laminated bamboo beams with a width of 5 cm and a length of 120 cm was tested at three different depths: 15 cm, 20 cm, and 25 cm. The study revealed that when bamboo columns with the same height-to-width ratio had an increased cross-sectional area, the axial compression

resistance also increased at the section. Furthermore, it was found that laminated bamboo columns had greater load-carrying capacity than solid softwood, while laminated bamboo beams had lower load-carrying capacity than solid softwood. This was attributed to shear failure caused by the adhesive bond strength, with an average shear strength of 7.3 kg/cm² and no damage observed in the wood pieces. Therefore, for the development of bamboo columns and beams, further studies and improvements in adhesives or methods of securing small wood pieces together should be considered to increase the load-carrying capacity, making them more viable for future applications.

Keywords: Shang Mon Bamboo, Laminated Column, Laminated Beam, Axial Force, Modulus of Rapture

Received: August 17, 2023; **Revised:** July 26, 2024; **Accepted:** September 23, 2024

1. บทนำ

ไม้สำหรับงานก่อสร้างบ้าน อาคารขนาดเล็ก ในปัจจุบันมีราคาสูงกว่าในอดีต อีกทั้งปริมาณป่าไม้ที่ใช้เพื่ออุตสาหกรรมแปรรูปเป็นไม้ก่อสร้างในประเทศไทยก็มียกจำกัด จึงเป็นปัญหาสำหรับอาคารที่เลือกรูปแบบการก่อสร้างด้วยระบบคาน-เสาไม้ หนึ่งในทางเลือกในการแก้ปัญหาขาดแคลนไม้ก่อสร้างนี้ คือ การเลือกใช้ไม้โตเร็ว รอบการตัดไม้นานมาก และสามารถตัดเพื่อการแปรรูปได้อย่างสะดวก เช่น ไม้ไผ่

การก่อสร้างด้วยไม้ไผ่ลำ ในปัจจุบันพบว่ายังไม่มีมาตรฐานหรือคู่มือที่ชัดเจน ทำให้การพัฒนาไม้ไผ่เพื่อใช้ในการก่อสร้างเป็นไปด้วยความลำบาก อย่างไรก็ตามในส่วนของการกำลังรับแรงของไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ มีการทดสอบและรวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับวิศวกรผู้ออกแบบโครงสร้างในบางรายงานการวิจัย (ธวัชชัย อุโนใจม และคณะ, 2560; Supreedee Rittironk.; 2019; สุรพงษ์ ดาราม, 2562)

สำหรับการศึกษาไม้ไผ่ประกอบ (glue laminated bamboo, glulam) ในประเทศไทยมีข้อมูลอยู่อย่างจำกัดเป็นอย่างยิ่ง โดยพบว่ามีการวิจัย การทดสอบในชิ้นตัวอย่างขนาดมาตรฐานไม้ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (ชุตินันท์ เสียงสุทธีวงศ์, 2556) และสำหรับไม้ไผ่ประกอบขนาดใหญ่เป็นคาน เสา มีการวิจัยในส่วนของไม้ไผ่ยักษ์ (ชลีพรณ์ ธรรมพรรัมย์, 2562) อย่างไรก็ตามไม้ไผ่ยักษ์มีปริมาณการปลูกน้อย หากใช้ในการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ไผ่อัดกาว ไผ่ข้างหม่นจะมีความได้เปรียบมากกว่าไม้ไผ่ยักษ์ในด้านปริมาณการผลิต ด้วย ไผ่ข้างหม่น (*dendrocalamus sericeus munro*) เป็นไม้เพื่อผลผลิตลำอยู่เดิมแล้ว เนื่องจากลักษณะของไผ่ข้างหม่นมี ลำต้นตรงเนื้อหนา เหมาะ สำหรับใช้ในการก่อสร้าง ปกติมีขนาดลำใหญ่ตรงสูงประมาณ 15-20 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 6-10 ซม. ปล้องยาว 30-40 ซม. ลำ มีสีเขียวหม่น ลำ อ่อนมีแป้งสีขาวที่ปล้อง ลำ แก่สีเขียว เข้ม เนื้อหนา ใบคล้ายไผ่ตง (รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์ และคณะ, 2544)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของ เสาและคานไม้ไผ่ประกอบ จากไม้ไผ่ข้างหม่น ที่มีขนาดหน้าตัดเท่ากับ เสาและคานไม้ในงานก่อสร้างทั่วไป เปรียบเทียบกับการทดสอบในขนาดมาตรฐานการทดสอบชิ้นไม้ในการรับแรงอัดและรับแรงดัดของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ. 1224-51 และ มยพ. 1222-51 ซึ่งมีขนาดหน้าตัด 5x5 ซม. จากงานวิจัยของชุตินันท์ เสียงสุทธีวงศ์ (2556) เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดที่ใหญ่ขึ้น ต่อกำลังรับแรงอัด และกำลังรับแรงดัด

2. วิธีการศึกษา

นำไม้ไผ่ข้างหม่นที่มีอายุประมาณ 3-5 ปี ไปผ่านกระบวนการถนอมไม้ด้วยการอัดน้ำยา จากนั้นตัด ใส ให้มีขนาด กว้าง 20 มม. ยาว 2500 มม. หนา 8 มม. ดังแสดงในภาพที่ 1 (ก) จากนั้นนำไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการถนอมไม้ไผ่แล้ว มาทำการทากาวเพื่อให้ชิ้นไม้ไผ่เป็นแผ่นกระดาน แล้วกดอัดประกอบเป็นแผ่นจกาวแห้ง โดยงานนี้ใช้กาวสูตรน้ำ (based on poly vinyl acetate) ปราดจากฟอร์มาลดีไฮด์ ในอัตราประมาณกาว 1 กก.ต่อ แผ่นขนาด 1.2 x 2.4 เมตร หนา 8 มม. ลักษณะสลับดังแสดงในภาพที่ 1 (ข)

จากนั้นนำแผ่นไม้ไผ่อัดการระหว่างแผ่นในมีความหนาขึ้น โดยการอัดซ้อนประกอบให้ได้ความหนาที่ต้องการ ดังแสดงการอัดในภาพที่ 1 (ค) และตัดให้เป็นขนาดหน้าตัดเสาและคานไม้ไผ่ประกอบที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 1 (ง) โดยในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย ขนาดของเสาไม้ประกอบ และ ขนาดของคานไม้ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยแสดงเป็นขนาดระบุ

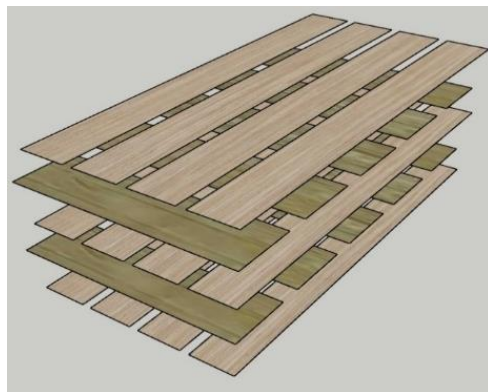
ตารางที่ 1 ชื่อตัวอย่าง ขนาด และจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ชื่อ	กว้าง (ซม.)	ลึก (ซม.)	ยาว (ซม.)	จำนวนตัวอย่าง	หมายเหตุ
CS	10.0	10.0	20.0	3	เสา $h/d=2$
CM	12.5	12.5	25.0	3	เสา $h/d=2$
CL	15.0	15.0	30.0	3	เสา $h/d=2$
BS	5.0	15.0	120.0	3	คาน
BM	5.0	20.0	120.0	3	คาน
BL	5.0	25.0	120.0	2	คาน

หมายเหตุ ชื่อตัวอย่างมีความหมายดังนี้ C เป็นสัญลักษณ์สำหรับการทดสอบกำลังตามแนวแกน B เป็นสัญลักษณ์สำหรับการทดสอบกำลังดัดและการเหิน S M L เป็นสัญลักษณ์แทนขนาด เล็ก กลาง ใหญ่ ตามลำดับ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 1 (ก) ขึ้นไม้ก่อนการอัดทว (ข) ลักษณะการสานเป็นแผ่นไม้ไผ่ประกอบ
(ค) ลักษณะการอัดทวด้วยเครื่องให้เป็นแผ่น (ง) ลักษณะการอัดยึดทวสำหรับชิ้นส่วนเล็ก

ที่มา: เกษราภรณ์ พานะธร และ ชลดา อ่อนนุ่ม (2564); ศุภชัย สันถาวร และคณะ (2566)

ทำการวัดขนาดและทดสอบไม้ที่ใส่เรียบร้อยแล้ว การวัดตัวของเสาไม้ประกอบ โดยการทดสอบแรงอัดตามแนวนอน และการวัดตัวของคานไม้ประกอบ โดยการทดสอบแรงดัด แสดงในภาพที่ 2 การวัดค่าการแอ่นตัวด้วยไดอัลเกจ (dial gauge) และ คำนวณความเค้นตามแนวนอนของเสา (normal stress) และคำนวณโมดูลัสการแตกร้าวของคาน (modulus of rupture) ตามสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และมีการวัดการโก่งตัวขณะที่ไม่เกินขีดจำกัดสัดส่วน (proportional limit) โดยคำนวณจากสมการที่ 3 เพื่อใช้ในการหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ประกอบคาน หลังทดสอบกำลังแล้วจะตัดชิ้นไม้เพื่อหาค่าความชื้นในไม้ประกอบด้วยวิธีอบไล่ความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

$$E = \frac{PL^3}{48\Delta I} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{3(P/2)}{2bd} \quad (4)$$

โดยที่ σ คือ ความเค้นตามแนวนอน
P คือ แรงตามแนวนอนที่ทดสอบ เสา หรือ คานในสภาวะสูงสุด
A คือ หน้าตัด 10x10, 12.5x12.5, 15x15 ซม. (4x4, 5x5, 6x6 นิ้ว ขนาดระบุ)
MOR คือ โมดูลัสการแตกร้าวของคาน
 τ คือ แรงเฉือนกระทำกลางหน้าตัดของคานสูงสุด
L คือ ระยะช่วง (span) ที่ใช้ในการทดสอบนี้ เท่ากับ 73 ซม.
b คือ หน้ากว้างของคานที่ทดสอบ ในการทดสอบนี้ คือ 5 ซม (2 นิ้ว ขนาดระบุ)
d คือ ความลึกของคาน ได้แก่ 15, 20, 25 ซม. (6, 8, 10 นิ้ว ขนาดระบุ)
 Δ คือ ระยะการโก่งตัวกลางคาน ที่ระดับของแรงไม่เกินพิกัดยืดหยุ่น
I คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดคาน $I = \frac{bd^3}{12}$



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 (ก) การทดสอบแรงตามแนวแกนเสา (ข) การทดสอบการดีดของคาน

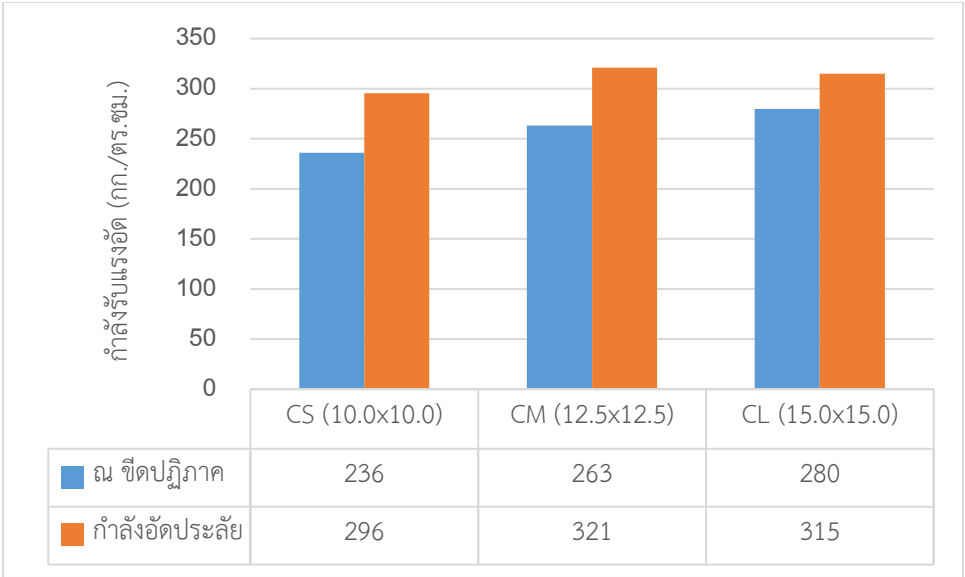
ที่มา: เกษราภรณ์ พานะธร และ ชลดา อ่อนนุ่ม (2564)

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลต้านทานการรับแรงตามแนวเสาของวัสดุไม้ไผ่ขางหม่นประกอบและ ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลต้านทานแรงดัดของวัสดุไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ โดยมีขนาดแรงกระทำสูงสุด ลักษณะการวิบัติ และผลการคำนวณความเค้น (stress) และค่าความขึ้นในไม้ไผ่ประกอบตามผลดังต่อไปนี้

3.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลต้านทานการรับแรงตามแนวเสาของวัสดุไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ

ค่าความขรุขระ (h/d) เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณกำลังรับแรงในการออกแบบเสา ในการทดสอบนี้ ใช้ค่า h/d เท่ากับ 2 เท่ากัน ของทุกตัวอย่าง จากการทดสอบการต้านทานการรับแรงตามแนวแกนของเสาของวัสดุไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ ทั้ง 3 ขนาด โดยมีขนาด 10×10 ซม. สูง 20 ซม. (CS) ขนาด 12.5×12.5 ซม. สูง 25 ซม. (CM) และขนาด 15×15 ซม. สูง 30 ซม. (CL) ขนาดละ 3 ตัวอย่าง โดยทุก ๆ ตัวอย่างมีค่ากำลังต้านทานแรงตามแนวแกน ณ ชีตปฏิภาค ของ CS, CM และ CL มีค่า 235, 263 และ 279 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ทำให้พบว่ายิ่งเสามีขนาดหน้าตัดเพิ่มขึ้น ขณะที่ความขรุขระเท่ากัน เสามีแนวโน้มสามารถรับแรงอัดได้มากขึ้น คาดว่าเกิดจากการกระจายแรงที่ดีกว่าหน้าตัดเล็ก ดังแสดงค่ากำลังรับแรงอัดในแนวแกนเสา ทั้ง ณ ชีตปฏิภาค และ กำลังอัดประลัย ในภาพที่ 3 โดยมีกำลังเพิ่มขึ้นจากหน้าตัด CM และ CL ร้อยละ 12 และ 19 ตามลำดับ ในส่วนของกำลัง ณ ชีตปฏิภาค และมีกำลังเพิ่มขึ้น ร้อยละ 9 และ 7 ณ กำลังอัดประลัย ตัวอย่างทั้งหมดมีการวิบัติในลักษณะแบบผ่า (splitting) ซึ่งเป็นการวิบัติที่วัสดุเชื่อมประสาน ทำให้ชิ้นส่วนเล็ก ๆ ซึ่งหลังจากแตกออกจากกลุ่มมีความขรุขระสูงกว่าการอยู่กับกลุ่มมาก เกิดการโก่งเดาะของชิ้นส่วนที่หลุดออก เป็นผลให้การรับน้ำหนักลดลง และการรับน้ำหนักขณะทดสอบสิ้นสุดลง ดังแสดงรูปการณวิบัติในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 กำลังรับแรงของเสา





ภาพที่ 4 ลักษณะการวิบัติของเสาตัวอย่าง CS(1/1-3), CM (2/1-3) และ CL (3/1-3)
ที่มา: เกษราภรณ์ พานะตร และ ชลดา อ่อนนุ่ม (2564)

ค่ากำลังอัดของไม้ไผ่ขางหม่นประกอบไปเปรียบเทียบกับไม้เนื้อแข็งทำให้พบว่าค่ากำลังต้านทานแรงตามแนวแกน ณ ชิดปฏิภาคของไม้ไผ่ขางหม่นประกอบยังมีค่าต่ำกว่าไม้เนื้อแข็ง แต่ไม้ไผ่ขางหม่นประกอบมีค่ากำลังต้านทานแรงตามแนวแกน ณ ชิดปฏิภาคมากกว่าไม้เนื้ออ่อน ดังตารางที่ 2 และมีค่าใกล้เคียงกับไม้ประกอบซึ่งทดสอบด้วยขนาด 5x5x20 ซม. ตามมาตรฐานไม้ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1222-51 (ชุดิมนนท์ เสียงสุทวิวงศ์, 2556)

ลักษณะการวิบัติของไม้ไผ่ขางหม่นประกอบทั้ง 9 ตัวอย่างเป็นการวิบัติแบบรูปลิ้ม (wedge split) และมีการแตกส่วนใหญ่ที่บริเวณรอยต่อกับกาวของไม้ไผ่กับไม้ไผ่ถ้ามีความคงทนมากกว่านี้อาจจะเพิ่มค่าคุณสมบัติเชิงกลให้ไม้ประกอบมีค่าสูงมากขึ้น

ตารางที่ 2 คุณสมบัติกำลังต้านทานแรงอัดสำหรับเสาไม้ไผ่ประกอบและไม้ชนิดต่าง ๆ

ชนิดไม้	ประเภท	ค่าหน่วยแรงอัดขนานเสี้ยน ณ ชิดปฏิภาค (กก./ตร.ซม.)
เต็ง	ไม้เนื้อแข็ง	460
แดง		380
ตะเคียนทอง		349
มะค่า		494
ประดู่		356
สะเดาเทียม	ไม้เนื้ออ่อน	183
พญาสัตบรรณ		83
ยูคาลิปตัส		144
ไม้ประกอบ	ไม้ประกอบ	237
ไม้ขางหม่นประกอบ CS, CM, CL	ไม้ประกอบ	260

ที่มา: ชุดิมนนท์ เสียงสุทวิวงศ์, 2556

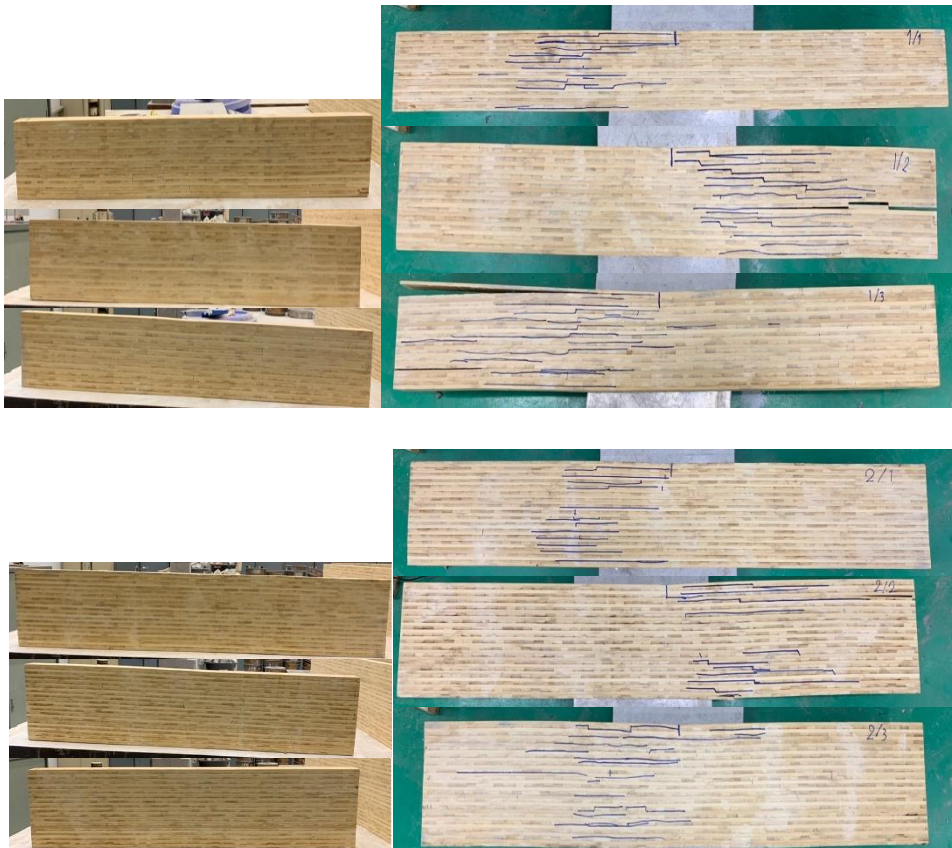
3.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล การต้านทานแรงดัดของวัสดุไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ

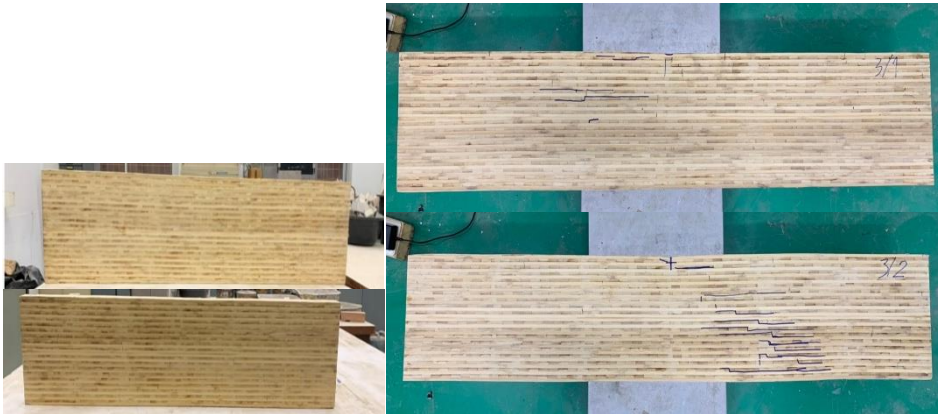
จากตารางที่ 3 ค่าแรงดัดของไม้เนื้อแข็งมีค่าต่างกับไม้ไผ่ประกอบเป็นอย่างมาก แม้แต่การเปรียบเทียบกับไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้ออ่อนยังมีค่าหน่วยแรง ณ ชิดปฏิภาคมากกว่าไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ 7-8 เท่า คานไม้ไผ่ประกอบนี้รับแรงได้ต่ำมาก เกิดการวิบัติแบบแรงเฉือน (horizontal shear) ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งเป็นการหลุดของกาวที่ใช้อย่างชัดเจนในทุกตัวอย่าง และทุกขนาดที่ทำการ

ทดสอบ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของแรงดัดของไม้ไผ่ประกอบจากงานก่อนหน้าจากโรงผลิตเดียวกันโดยใช้ตัวอย่างขนาด 5x5x76 ซม. (ชุดิมนชน์ เสียงสุทธีวงค์, 2556) จะพบว่าการทำชิ้นส่วนไม้ไผ่ประกอบที่ใหญ่ขึ้นจะต้องมีการปรับปรุงการยึดเหนี่ยวด้วยกาวมากขึ้น

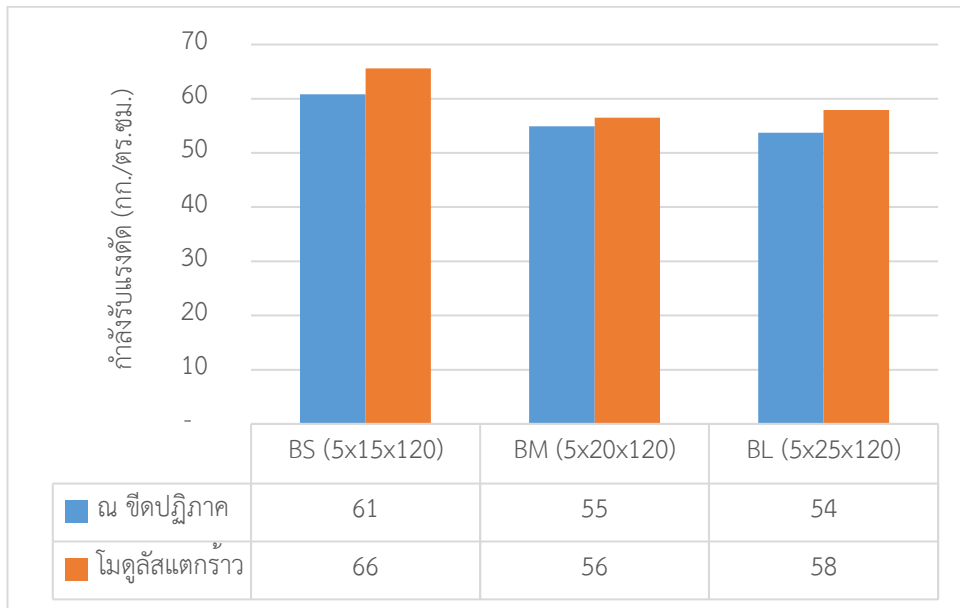
จากผลการทดสอบการต้านทานแรงดัดของไม้ไผ่ทั้งหมดประกอบทั้ง 3 ขนาด โดยมีความยาว 120 เท่ากันทั้งสามขนาด และมีหน้าตัด ได้แก่ ขนาด 5 x 15 (BS), 5 x 20 (BM) และ 5 x 25 (BL) ซม. ทำให้เห็นว่าขนาดหน้าตัดเล็กที่มีความลึก 15 ซม. (BS) ณ ชุดิมนชน์ ไม้ดูลึสแตกร้าว และไม้ดูลึสยิดหญ่น มากกว่าขนาดหน้าตัด ที่มีความลึกมากกว่าขนาดอื่น ๆ เล็กน้อยประมาณร้อยละ 2 ถึง 3 ทั้ง ณ ชุดิมนชน์ และ กำลังอัดประลัย (ไม้ดูลึสแตกร้าว) ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการที่คานมีลักษณะลึกขึ้นจะทำให้การกระจายความเครียด (strain) ไม่เป็นเส้นตรง ทำให้เกิดการวิบัติได้เร็วขึ้นเมื่อเทียบเป็นความเค้น (stress) ดังแสดงค่ากำลังในภาพที่ 6

จากการคำนวณแรงเฉือนด้วยสมการที่ 4 พบว่า แรงเฉือน (shear flow) ที่เกิดขึ้นสูงสุดจริงในคานทุก ๆ ตัวอย่าง มีค่าแรงเฉือนต่ำใกล้เคียงกัน ดังแสดงค่าแรงเฉือน ในภาพที่ 7 โดยมีค่าแรงเฉือนเฉลี่ยเท่ากับ 7.31 กก./ตร.ซม. ซึ่งเป็นแรงเฉือนที่บ่งชี้การยึดกันระหว่างกาวและชิ้นไม้ไผ่ที่ทำการทดสอบ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.46 กก./ตร.ซม. ขณะที่งานของชุดิมนชน์ เสียงสุทธีวงค์ (2556) คำนวณแรงเฉือนเฉลี่ยได้ระหว่าง 21-27 กก./ตร.ซม. ชี้ให้เห็นปัญหาในการอัดกาวสำหรับขนาดไม้ที่ใหญ่ขึ้น

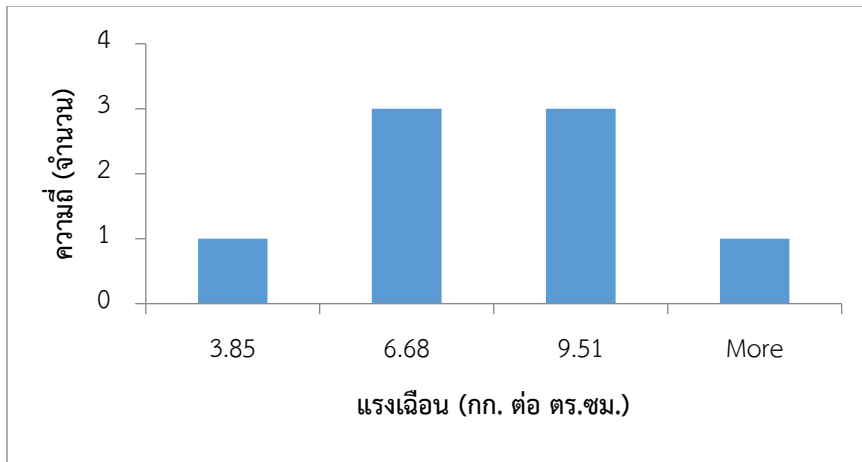




ภาพที่ 5 ลักษณะการวิบัติของคานตัวอย่าง BS(1/1-3), BM (2/1-3) และ BL (3/1-2)



ภาพที่ 6 กำลังรับแรงของคาน



ภาพที่ 7 แรงเฉือนที่คำนวณได้จากการวัดของคานตัวอย่าง

ลักษณะการวัดของไม้ไผ่ขางหม่นประกอบในทุกๆตัวอย่างเป็นการตรวจวัดที่บริเวณรอยต่อท่อนที่เชื่อมต่อกับไม้ไผ่ประกอบ จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาของไม้ไผ่ประกอบ โดยควรเปลี่ยนเป็นท่อนชนิดอื่นที่มีกำลังมากกว่านี้อาจจะทำให้ไม้ไผ่ประกอบมีคุณสมบัติเชิงกลที่สูงขึ้นได้ (คุณสมบัติเชิงกลแสดงเปรียบเทียบกับไม้อื่นในตารางที่ 3) ทั้งนี้การวัดของไม้ไผ่ประกอบเป็นลักษณะรอยแตกเนื่องจากแรงดึง (simple tension) เป็นความสามารถในการต้านทานแรงอัดของไม้ไผ่ประกอบมีค่ามากกว่ากำลังต้านทานแรงดึง

3.4 ผลการทดสอบความชื้นไม้ไผ่ขางหม่นประกอบ

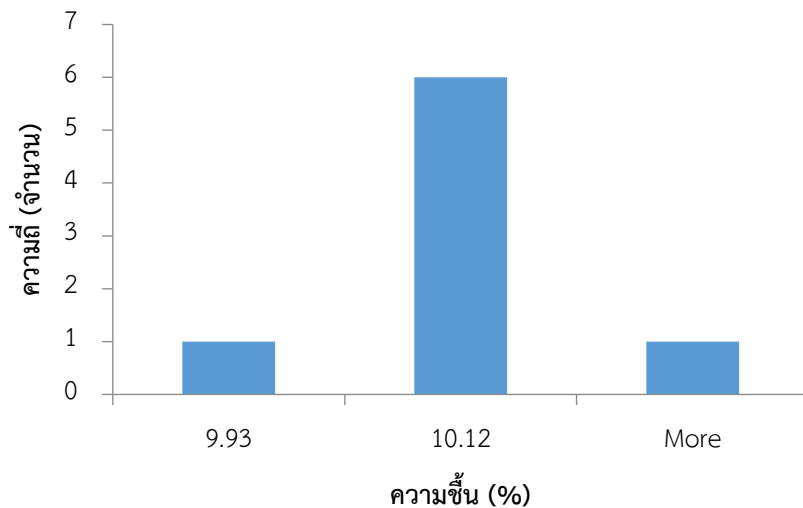
จากผลการทดสอบความชื้นของไม้ไผ่ขางหม่นประกอบทั้งหมดพบว่ามีความชื้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 ซึ่งมาจากการนำไม้ขึ้นน้ำหนัก และชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลังจากอบแห้ง ค่าความชื้นคำนวณจาก น้ำหนักที่ลดลงจากการอบแห้ง (น้ำหนักน้ำ) หารด้วยน้ำหนักชิ้นไม้แห้งสนิทจากการอบ ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับเล็กน้อย คือ เท่ากับ 0.06 ซึ่งเป็นค่าความชื้นปกติของวัสดุประเภทไม้ก่อสร้าง ร้อยละ 10 ถึง 16 หรืออาจสูงต่ำกว่านี้บ้าง ตามความเปลี่ยนแปลงความชื้นในอากาศของฤดูกาลต่างๆ ทั้งนี้ตัวอย่างไม้ไผ่ประกอบอัดท่อน มีความชื้นปกติเมื่อเทียบกับไม้จริง และพบความชื้นอยู่ในช่วงปกติ ตาม มยผ. 1104-64: มาตรฐานงานไม้ ซึ่งกำหนดปริมาณความชื้นร้อยละ 10 ถึง 14 สำหรับไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร

ตารางที่ 3 คุณสมบัติกำลังต้านทานแรงดัดของไม้ไผ่ประกอบและไม้ชนิดต่าง ๆ

ชนิดไม้	ประเภท	ค่าหน่วยแรง ณ ชิด ปฏิภาค (กก./ตร.ชม.)	โมดูลัสแตกร้าว (กก./ตร.ชม.)
เต็ง	ไม้เนื้อแข็ง	696	692
แดง		593	774
ตะเคียนทอง		748	990
มะค่า		573	718
ประดู่		621	806
แคมปัส		606	835
สะเดาเทียม	ไม้เนื้ออ่อน	327	458
ตีนเป็ด		191	327
ตะกู		-	594

ชนิดไม้	ประเภท	ค่าหน่วยแรง ณ ชิด ปฏิกิริยา (กก./ตร.ซม.)	โมดูลัสแตกร้าว (กก./ตร.ซม.)
กะทอน		485	-
ยางพารา		466	893
ไม้ประกอบ	ไม้ประกอบ	354	546
ไม้ขางหม่นประกอบ BS, BM, BL	ไม้ประกอบ	56	60

ที่มา: ชูติมณฑน์ เสียงสุทธีวงศ์, 2556



ภาพที่ 8 ความชื้นในชิ้นตัวอย่างไม้ประกอบ

ไม้เนื้อแข็งหรือไม้เนื้ออ่อนปรากฏตามรายละเอียดใน หนังสือกรมป่าไม้ที่ กส 0702/6679 (กรมป่าไม้, 2548) ดังแสดงใน ตารางที่ 4 หากเปรียบเทียบกับการทดสอบในครั้งนี้พบว่า ไม้ประกอบยังคงมีคุณสมบัติการรับแรงดัด ได้ต่ำกว่า 600 กก./ตร.ซม. ซึ่ง ยังจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน และเมื่อเปรียบเทียบกับ มยผ. 1104-64 ซึ่งกำหนด ไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความต้านแรงดัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,000 กก./ตร.ซม. ความต้านแรงอัดขนานเส้นสูงที่สุดไม่น้อย 520 กก./ตร.ซม. พบว่า ไม้ประกอบหม่น จากงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถใช้เป็นไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ตัวเนื้อไม้ไม่มีความต้านทานแรงดึงที่สูงมาก (ธวัชชัย อุโนใจม และคณะ, 2560; สุรพงษ์ ดาราม, 2562) มีแนวโน้มสามารถพัฒนาเป็นไม้ประกอบเพื่อทดแทนไม้เนื้อแข็งได้หากสามารถพัฒนาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชิ้นไม้ได้

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของประเภทของไม้ตามกรมป่าไม้ (2548)

ประเภทไม้	ความแข็งแรงในการตัด (กก./ซม ²)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
ไม้เนื้อแข็ง	สูงกว่า 1,000	สูงกว่า 6
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600-1,000	2-6
ไม้เนื้ออ่อน	ต่ำกว่า 600	ต่ำกว่า 2

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดสอบนี้พบว่าเสาไม้ไผ่ประกอบมีกำลังดีกว่าไม้เนื้ออ่อน ขณะที่คานไม้ไผ่ประกอบมีกำลังต่ำกว่าไม้เนื้ออ่อน จากการวัดตัวของคานและเสาประกอบจากไม้ไผ่ข้างหม่น วัดได้เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวของกาว โดยมีค่าแรงเฉือนเฉลี่ยเท่ากับ 7.3 กก./ตร.ซม. โดยที่ไม่มีความเสียหายในส่วนชิ้นไม้เลย ดังนั้นการพัฒนากำลังของคานและเสาประกอบนี้ จะต้องทำการศึกษาและพัฒนาหา หรือรูปแบบการยึดไม้แผ่นเล็กเข้าด้วยกัน จะทำให้ไม้ประกอบมีกำลังสูงขึ้นจนใช้งานได้ในอนาคต

และควรมีการทดสอบความทนทานของไม้ตามธรรมชาติ และสารปนเปื้อนสารเคมีจากกาว หรือจากการป้องกันรา การป้องกันจากปลวก เพื่อให้สามารถรู้คุณสมบัติต่าง ๆ ที่จะใช้ในงานบ้านพักอาศัยได้อย่างรอบด้าน และศึกษาต้นทุนระหว่างไม้ไผ่ประกอบ กับไม้เนื้ออ่อน หรือไม้ที่มีคุณสมบัติทางกลใกล้เคียงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณธนา ทิพย์เจริญ (บริษัท พิมธา จำกัด, Thailand bamboo) ที่ให้ความอนุเคราะห์ ผลิตคาน เสาไม้ไผ่ประกอบ เพื่อนำไปศึกษาในงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณทุนสำหรับศึกษาโครงการวิศวกรรมจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีการศึกษา 2563

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2548). *ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย*. โรงพิมพ์สุโขทัยมิเดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด
- เกษราภรณ์ พานะตร, ชลดา อ่อนนุ้ม. (2564). *การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของเสาและคานไม้ประกอบที่ทำจากไม้ไผ่ข้างหม่นเพื่อนำไปต่อยอดในอนาคต*. [โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ดีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลีพันธ์ ธรรมพรมรัมย์. (2562). *นวัตกรรมคานไม้ไผ่ยักษ์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎี ดีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชุติมนนท์ เสียงสุทวิวงศ์. (2556). *การศึกษาคุณสมบัติของไม้ไผ่ประกอบที่ทำจากพันธุ์ไผ่ไทยเพื่อใช้ออกแบบคานไม้สำหรับอาคารสาธารณะขนาดเล็ก*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร มหาบัณฑิตดีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธวัชชัย อุโนใจม, นฤมล มณีอินตา และ วรวัฒน์ ปญญาคำ. (2560). สมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ 5 ชนิด ที่ผ่านการอบแห้ง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 12(2), 8-14.
- รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, บุญฤทธิ์ภุญการ และ วลัยพร สถิตวิบูลย์. (2544). *ไม้ไผ่ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์.
- ศุภชัย สันถาวร, ธราธร อิมเอบ, เมธัช วงศ์พิเศษ และ ธนา ทิพย์เจริญ. (2566). *การวิเคราะห์กำลังเสาประกอบต้นจากไม้ไผ่ข้างหม่น*. ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 23 (น.286-295). สำนักวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น.
- สุรพงษ์ ดาราม. (2562). การวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยสำหรับไม้ไผ่ใช้ในงานก่อสร้าง. *วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง*, 1(3), 11-26.
- สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2551). *มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของไม้* (มยพ. 1224-51). กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง

- สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2551). *มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดในแนวขนานเสี้ยนของไม้* (มยผ. 1222-51). กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง
- สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2551). *มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของไม้* (มยผ. 1223-51). กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง
- สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2564). *มาตรฐานงานไม้* (มยผ. 1104-64). กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง
- Supreedee Rittironk (2019). Structural Capacity of Columns using Bamboo culms from species in Thailand. *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 14, 27-36.