

คุณสมบัติของไม้ไผ่บางชนิดเพื่อการก่อสร้าง

นายบุญส่ง สมเพาะ
นางสาวปิยะวดี บัวจงกล

นายวัลลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์
นางสาววรัญญา ราษฎร์เจริญ

บทคัดย่อ

โครงการฟื้นฟูด้านป่าไม้ในพื้นที่ประสบภัยสึนามิ PD 372/05 Rev.1(F) คัดเลือกไม้ไผ่ จำนวน 5 ชนิด คือ ไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro) จากท้องที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ไผ่ป่า (*Bambusa bambos* (L) Voss) ไผ่รวกใหญ่ (*Thyrsostachys oliveri* Gamble) ไผ่รวกเล็ก (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) และไผ่ล่ำมะลอก (*Dendrocalamus longispathus* Kurz) จากท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี มาทดสอบบกลสมบัติ และสกายสมบัติพบว่า ไผ่ป่ามีค่าการหดตัว และจุดหามาตสูงสุด ทางด้านความแข็งแรงพบว่า ไผ่ป่ามีค่าความแข็งแรงดัดสถิติสูงสุด รองลงมาคือ ไผ่รวกเล็ก ไผ่รวกใหญ่ ไผ่ล่ำมะลอก และไผ่หก ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่ากลสมบัติของไม้ทั้ง 5 ชนิด พบว่า ค่าความแข็งแรง มีค่าใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็ง จำพวกไม้วงศ์ยาง จากค่าความแข็งแรงดังกล่าวทำให้เห็นว่า ลำไผ่มีความเหมาะสมสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างแทนไม้จริงได้

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

Five species of bamboo were selected to test their physical and mechanical properties as the main species in the project. The species were Pai hok (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro) Pai pa (*Bambusa bambos* (L) Voss) Pai ruak yai (*Thyrsostachys oliveri* Gamble), Pai ruak lek (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) and Pai lam ma lok (*Dendrocalamus longispathus* Kurz) harvested from Maehongson and Kanjanaburee provinces. The highest shrinkage and fiber saturation point are found in *B. bambos*. Also the highest static bending value are found in *B. bambos* and followed by *T. siamensis*, *T. oliveri*, *D. longispathus* and *D. hamiltonii*, respectively.

Also the mechanical properties values of all five bamboo species are same level when compared to five bamboo species undertake the passing research and development project and some hardwoods such as Dipterocarps. They are suitable for housing components due to their culm form and the bending properties as compared to other building materials such as woods.

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2542 กรมป่าไม้ได้รับเงินสนับสนุนจากองค์การไม้เขตร้อนระหว่างประเทศ (International Tropical Timber Organization : ITTO) เพื่อจัดทำโครงการการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่จากแหล่งที่ยั่งยืนในประเทศไทย (Promotion of the Utilization of Bamboo from Sustainable Sources in Thailand : PD 56/99 Rev.1(I)) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อมุ่งเน้นส่งเสริมให้มีการปลูกและการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่อย่างยั่งยืน ส่งเสริมให้ราษฎรรู้จักใช้ประโยชน์ไม้ไผ่อย่างประหยัดมีคุณค่า และสามารถประกอบเป็นอาชีพหลักสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออาชีพเสริมแก่ครอบครัวได้ ภายใต้โครงการนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของไม้ไผ่ที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างบ้านเรือน และเฟอร์นิเจอร์จำนวน 5 ชนิด

ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 ITTO ได้ให้การสนับสนุนเงินแก่กรมป่าไม้เพื่อจัดทำโครงการฟื้นฟูต้นป่าไม้ในพื้นที่ประสบภัยสึนามิ (Contribution to Forest Rehabilitation in Thailand's Areas Affected by the Tsunami Disaster : PD 372/05 Rev.1(F)) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ความช่วยเหลือในระยะยาวในการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้บริเวณชายฝั่ง และวิถีชีวิตของชุมชนหลังจากเกิดสึนามิ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ดำเนินการเพื่อให้เกิดการพัฒนาโดยชุมชนเป็นฐานในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งโดยการฟื้นฟูป่าไม้เพื่อความมั่นคงของประเทศ และส่งเสริมการใช้ไม้ไผ่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยสึนามิ ในระยะกลางและระยะยาวในการใช้เป็นวัสดุในการสร้างบ้าน และได้กำหนดให้มีกิจกรรมการศึกษาคุณสมบัติของไม้ไผ่ จำนวน 5 ชนิด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาคัดเลือกชนิดไม้ไผ่ เพื่อการใช้ประโยชน์ให้ถูกต้องและเหมาะสม

โครงการ PD 56/99 Rev.1(I) และโครงการ PD 372/05 Rev.1 (F) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของไม้ไผ่ที่สามารถปลูกได้ในท้องถิ่น และศักยภาพของการใช้ประโยชน์ในชุมชน รวม 10 ชนิด โดยศึกษาถึงสภาวะสมบัติ และกลสมบัติของไม้ไผ่ โดยทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบไม้จริง

ลักษณะสมบัติทางกายภาพ หรือสกายสมบัติของไม้ (physical properties) หมายถึง คุณลักษณะ (characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอกนอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว (shrinkage and swelling) ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

กลสมบัติไม้ (mechanical properties) หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัตถุใดๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถต่อต้านหรือรับแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่า ความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่าความเคี้ยว (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใด ๆ เรียกว่า ความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่า ความแข็ง (hardness) โดยการทดสอบไม้ไผ่จะทดสอบค่าแรงดัดสถิตย์ (bending-strength) เป็นหลัก ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นผลมาจากการรวมของแรง 3 แรง คือ แรงกด (compressive) แรงดึง (tensile) และแรงเฉือน (shear) ซึ่งเมื่อรวมกันจะเกิดการโค้ง หรือ งอได้ ค่าแรงดัดสถิตย์ของไม้ไผ่เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการนำไม้ไผ่มาใช้ในการก่อสร้าง (Limaye (1952), Sekhar et al. (1962) and Janssen (2000))

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของงานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้ กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ร่วมกับเครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนอุปกรณ์อื่นที่ใช้ ได้แก่ เวอร์เนีย คาลิเปอร์ ใช้วัดขนาดไม้ตัวอย่าง ตู้อบไม้ตั้งอุณหภูมิถึง $103 \pm 2^\circ$ ซ. และเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง

วัตถุดิบ

โครงการ PD 56/99 Rev.1(I) คัดเลือกตัวอย่างไม้ไผ่ จำนวน 5 ชนิด จาก
ท้องที่ 4 จังหวัด (Suchat, 2004) คือ

1. ไผ่เลี้ยง (*Bambusa* sp) (รูปที่ 1) จากท้องที่จังหวัดสกลนคร
2. ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana* Schultes) (รูปที่ 2) จากท้องที่จังหวัดนครราชสีมา
3. ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer) (รูปที่ 3) จากท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี
4. ไผ่ซาง (*Dendrocalamus strictus* Nees) (รูปที่ 4) และไผ่ไร่ (*Gigantochloa albacillata* Munro) (รูปที่ 5) จากท้องที่จังหวัดเชียงใหม่

โครงการ PD 372/05 Rev.1 (F) คัดเลือกตัวอย่างไม้ไผ่ จำนวน 5 ชนิด
จากท้องที่ 2 จังหวัด คือ

1. ไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro) (รูปที่ 6) จากท้องที่ตำบลแม่อุคค อําเภอยุวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ละติจูด 18°53' เหนือ และ ลองติจูด 98° 02' ตะวันออก ที่ระดับความสูงประมาณ 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล
2. ไผ่ป่า (*Bambusa bambos* (L) Voss) (รูปที่ 7) ไผ่ลํามะลอก (*Dendrocalamus longispathus* Kurz) (รูปที่ 8) ไผ่รวกใหญ่ (*Thyrsostachys oliveri* Gamble) (รูปที่ 9) และไผ่รวกเล็ก (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) (รูปที่ 10) จากศูนย์วนวัฒนวิจัยหิณลัฒ ตำบลหิณลัฒ อําเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ที่ละติจูด 14° 13' เหนือ และลองติจูด 99° 27' ตะวันออก ที่ระดับความสูงประมาณ 80 เมตรจากระดับน้ำทะเล



รูปที่ 1. ไผ่เลี้ยง (*Bambusa* sp)



รูปที่ 2. ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana* Schultes)



รูปที่ 3. ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer)



รูปที่ 4. ไผ่ซาง (*Dendrocalamus strictus* Nees)



รูปที่ 5. ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albacillata* Munro)



รูปที่ 6. ไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro)



รูปที่ 7. ไผ่ป่า (*Bambusa bambos* (L) Voss)



รูปที่ 8. ไผ่ลำมะลอก (*Dendrocalamus longispathus* Kurz)



รูปที่ 9. ไผ่รวกเล็ก (*Thyrsochachys siamensis* Gamble)



รูปที่ 10. ไผ่รวกใหญ่ (*Thyrsochachys Oliveri* Gamble)

วิธีการ

ทำการคัดเลือกลำไผ่ที่แข็งแรง และปราศจากตำหนิ มีอายุ 3 ปีขึ้นไป (รูปที่ 11-12) จำนวนขึ้นที่จะใช้ในการทดสอบประมาณ 10-15 ขึ้น หลังจากนั้น ทำการตัดพิน และพิน้ำยาป้องกันมอดและแมลง (รูปที่ 13).



รูปที่ 11. การคัดเลือกไม้ไผ่ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 12. การตัดไผ่



รูปที่ 13. การพ่นน้ำยาป้องกันแมลง

ทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบทั้งในสภาพสดและสภาพแห้ง (รูปที่ 14 – 15) สำหรับไผ่หูกและไผ่ป่า ทำการแบ่งลำไผ่เพื่อการเตรียมตัวอย่าง ทดสอบคุณสมบัติต่างๆ เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนโคน (bottom part : B) ส่วนกลาง (middle part : M) และส่วนปลาย (top part : T) โดยความยาวของแต่ละส่วน ขึ้นอยู่กับจำนวนปล้องในแต่ละลำ เมื่อทำการทดสอบจะนำค่าที่ได้ของแต่ละส่วน มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละลำ ส่วนไผ่ลามีะลอก ไผ่รวกใหญ่ และไผ่รวกเล็ก ทำการทดสอบเพียงส่วนเดียว เนื่องจากไผ่ทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว มีจำนวนปล้องในแต่ละลำน้อยเกินไปไม่สามารถแบ่งตัวอย่างการทดสอบออกเป็นหลายส่วนได้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบกายสมบัติและกลสมบัติของไม้ไผ่จะทดสอบตาม ISO 22157:2004.

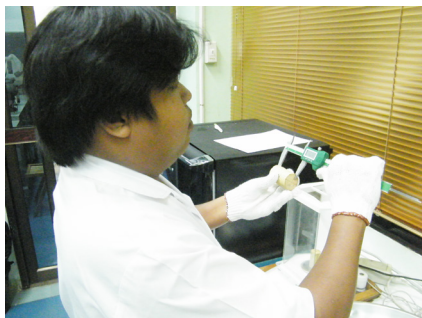


รูปที่ 14 และ 15. การตัดชิ้นตัวอย่างเพื่อการทดสอบสมบัติ

1. สกાયสมบัติ

สกાયสมบัติของไม้ หมายถึง คุณลักษณะ (characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

การทดสอบสกાયสมบัติของไม้ได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกชนิดไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะที่แตกต่างกันจะทำการทดสอบค่าการหดตัว (shrinkage) ปริมาณความชื้น (moisture content) ความแน่น (density) หรือน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร (mass per volume) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) และจุดหยาบ (fiber saturation point : FSP) (รูปที่ 16-19)



รูปที่ 16-19. การทดสอบสกายสมบัติ

1.1 การหัดตัว และปริมาณความชื้น

การหัดตัว และปริมาณความชื้น หาได้โดยการเตรียมตัวอย่างในส่วนของปล้องที่สมบูรณ์ปราศจากตำหนิ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (outer diameter) 4 จุด ความหนา (wall thickness) 4 จุด ความยาว (length) 2 จุด และทำการคำนวณหาปริมาตรในแต่ละชิ้น โดยทำการชั่งและวัดในสถานที่และเวลาเดียวกันเรื่อยๆ จนกว่าตัวอย่างจะแห้งลงตามสภาพอากาศภายนอก หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบไม้ที่อุณหภูมิ $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. จนอยู่ในสภาพแห้ง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่างๆ อีกครั้ง นำไปหาค่าการหัดตัวและปริมาณความชื้น

1.2 ความแน่น

เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณมวลสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร หาได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร มีหน่วยเป็น kg./m.^3 , gm./cm.^3 หรือ lb./in.^3 เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$D = \frac{M}{V}$$

เมื่อ M = น้ำหนักขณะทดสอบ

V = ปริมาตรขณะทดสอบ

1.3 ความถ่วงจำเพาะ

หาได้จากอัตราส่วนระหว่างความแน่นของชิ้นตัวอย่าง ต่อความแน่นของน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 4°C. (ไม่มีหน่วย) เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{ถ.พ.} = \frac{\text{มวลลบแห้ง/ปริมาตรขณะทดสอบ}}{\text{ความแน่นของน้ำ}}$$

เมื่อ ความแน่นของน้ำ = 1 g./cm.^3 , $1,000 \text{ kg./m.}^3$ หรือ 62.4 lb/ft^3

1.4 จุดหมาด

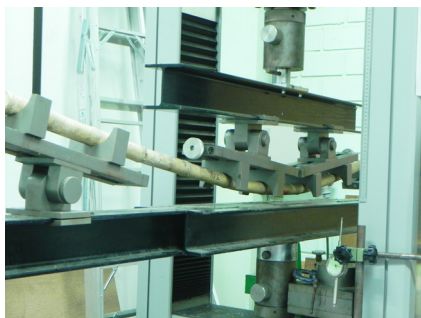
จุดหมาด คือ ปริมาณความชื้นที่แสดงถึงจุดที่เนื้อไม้เกิดการสูญเสียน้ำที่อยู่ระหว่างเซลล์ (free water) เหลือเพียงน้ำที่อยู่รอบผนังเซลล์ (bound water) ในขณะไม้แห้ง มักใช้ค่าจุดหมาดควบคู่กับค่ากลสมบัติของไม้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการทำให้ไม้แห้ง ซึ่งมีผลต่อการหดตัว และความแข็งแรงของไม้ ปกติไม้จะแห้งจนถึงจุดที่สมดุลกับปริมาณความชื้นของอากาศ (equilibrium moisture content) หรือปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ซึ่งมีความผันแปรไปตามสภาพอากาศ โดยปกติมีค่าประมาณ 30% ขึ้นอยู่กับชนิดไม้แต่ละชนิด

จุดหมาดหาได้จากการพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับการหดตัวด้านความหนา (ดัดแปลงจาก พงศ์และคณะ, 2517)

2. กลสมบัติ

กลสมบัติไม้ หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัสดุใดๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถในการต่อต้านหรือรับแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่า ความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่า ความดื้อ (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใดๆ เรียกว่า ความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่า ความแข็ง (hardness)

การทดสอบกลสมบัติของไม้ไฟเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกชนิดไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะที่ต่างกันจะทำการทดสอบค่าแรงดัดสถิต (static bending strength) ความเค้นที่ขีดจำกัดคืบรูป (stress at proportional limit) (รูปที่ 20-21) แรงเฉือน (shearing) (รูปที่ 22) แรงอัด (compression) และแรงดึง (tension)



รูปที่ 20-21. การทดสอบค่าแรงดัดสถิต และความเค้นที่ขีดจำกัดคืบรูป



รูปที่ 22. การทดสอบแรงเฉือน

2.1 การทดสอบแรงดัดสถิต (static bending strength)

การทดสอบแรงดัดสถิต ค่าต่างๆ ที่ได้จากการดัด คือ มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ในการหัก หรือแรงประลัยในการดัดของไม้แห้ง (ความชื้นประมาณ 12%) ความต้านทานของไม้ต่อแรงประลัยนี้เรียกว่า ความแข็งแรงของไม้ในการดัด ซึ่งเป็นความเค้นที่รับน้ำหนักสูงสุดในการทดสอบแรงดัด ค่านี้ใช้ในการเปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้ชนิดต่างๆ ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป (stress at proportional limit : r) เป็นค่าความเค้นที่เขตการได้สัดส่วน คือ เป็นความแข็งแรงของวัตถุที่สามารถรับน้ำหนักในระดับนี้ตลอดไป มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) หรือความแข็งตึง เป็นค่าที่บอกความสามารถของไม้ในการต้านทานการเสียรูป (การโก่ง, การแอ่นตัว) ต่อแรงที่กระทำ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการยืดหยุ่น และความเค้น หรือความแข็งตึงของไม้

แรงที่นับว่าสำคัญและพบว่าเกิดขึ้นเสมอในสิ่งก่อสร้าง คือ แรงบีบ ขนานเสี้ยน และแรงดัด รองลงมาคือ แรงเฉือน โดยเฉพาะแรงดัดซึ่งสามารถทำให้ไม้หักเสียรูปโดยสิ้นเชิงนั้น เป็นแรงที่มีปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่เป็นอันมาก ความแข็งแรงของไม้ในการดัดนี้ เป็นที่ยอมรับและใช้เป็นมาตรฐานของความแข็งแรงของไม้ในการแบ่งไม้ออกเป็นประเภทไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้ ได้ถือเอาค่าความแข็งแรงในการดัด ของไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Robx.) (ที่ความชื้นประมาณ 12%) เป็นเกณฑ์ โดยพิจารณาความทนทานตามธรรมชาติ ประกอบ (กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตผลป่าไม้, 2548) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเภทของไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้

ประเภทของไม้	ความแข็งแรงในการตัด		ความทนทาน ตามธรรมชาติ (ปี)
	(กก./ซม. ²)	MPa	
ไม้เนื้อแข็ง	สูงกว่า 1,000	> 98.07 MPa	สูงกว่า 6
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600 – 1,000	58.85–98.07	2 – 6
ไม้เนื้ออ่อน	ต่ำกว่า 600	<54.54	ต่ำกว่า 2

ที่มา: ดัดแปลงจากกลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้, 2548

2.2 การทดสอบแรงเฉือน (shearing)

เป็นค่าความต้านทานของไม้ ในการทำให้ชิ้นไม้ส่วนหนึ่ง เคลื่อนออกจากส่วนที่อยู่ติดกัน โดยการเตรียมตัวอย่างจะทำทั้งแบบข้อและแบบปล้อง ขึ้นตัวอย่างมีขนาดความยาวของตัวอย่างเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่ถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≤ 20 มม. ให้มีขนาดตัวอย่างยาวเป็น 2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ($l = 2D$) วัดขนาดตัวอย่างแล้วนำมาทดสอบกำลังไม้กับเครื่อง Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน จนได้ค่าแรงสูงสุด นำมาหาค่าแรงเฉือน

2.3 การทดสอบแรงอัด (compression)

ในกรณีการทดสอบไม้ไฟ เป็นการทดสอบแรงอัดขนานเส้นใย หรือ ค่าความเค้นที่เกิดจากการอัดทางปลายไม้ ทำการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบแรงเฉือนแต่ทดสอบเฉพาะส่วนที่เป็นปล้องเท่านั้น ทดสอบกับเครื่อง Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน จนได้ค่าแรงสูงสุด

2.4 การทดสอบแรงดึง (tension)

เป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดในการดึงชิ้นไม้ให้ขาดออกจากกัน ในกรณีของการทดสอบไม้ไฟเป็นการทดสอบแรงดึงขนานเส้นใย ทำการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ด้านที่รับแรงดึงติดกับข้อ ขนาดกว้าง 10–20 มม. ยาว 50–100 มม. นำมาทดสอบกับเครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AB RECORDER ขนาด 200 ตัน

จับปลายทั้งสองด้านของตัวอย่าง อ่านค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างขาดจากกัน นำมาหาค่าแรงดึง

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

สภาวะสมบัติ

เปรียบเทียบสภาวะสมบัติของไม้ไผ่ที่ทดสอบภายใต้โครงการ PD 56/99 Rev.1(I) จำนวน 5 ชนิดกับไม้ไผ่ที่ทำการทดสอบครั้งนี้ 5 ชนิด มีค่าการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

1) ลักษณะภายนอก

เปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของไผ่ทั้ง 10 ชนิด พบว่า ไผ่หก มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ ไผ่ตง ไผ่ป่า ไผ่สีสุก ไผ่เลี้ยง ไผ่ลํามะลอก ไผ่ซาง ไผ่รวกใหญ่ ไผ่รวกเล็ก และไผ่ไร่ ตามลำดับ

2) ความแน่นและความถ่วงจำเพาะ

ค่าความแน่นและความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของเนื้อไม้ไผ่มีค่าอยู่ระหว่าง 728–944 กก./ม.³ และ 0.65–0.81 ตามลำดับ โดยไผ่รวกใหญ่ มีค่าความแน่นและความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ไผ่ลํามะลอก

3) การหดตัว

ก. การหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (core diameter shrinkage)

เปรียบเทียบการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิด พบว่า ไผ่ป่ามีการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.81% รองลงมาคือ ไผ่สีสุก และไผ่ไร่ มีการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 4.83% ส่วนไผ่รวกใหญ่และไผ่รวกเล็กมีการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.12%

เมื่อเปรียบเทียบการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ไผ่ในส่วนต่าง ๆ พบว่า โดยส่วนใหญ่การหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนโคนสูงกว่าส่วนปลาย ยกเว้นไผ่เลี้ยงที่ส่วนปลายมีการหดตัวด้านเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่า

ข. การหดตัวด้านความหนา (thickness wall shrinkage)

เปรียบเทียบการหดตัวด้านความหนาเฉลี่ยของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิด พบว่า ไผ่ป่ามีการหดตัวด้านความหนาเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.38% รองลงมาคือ ไผ่ไร่ มีการหดตัวด้านความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 5.13% ส่วนไผ่รวกใหญ่มีการหดตัวด้านความหนาเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.37%

เมื่อเปรียบเทียบการหดตัวด้านความหนาของไม้ไผ่ในส่วนต่างๆ พบว่า โดยส่วนใหญ่การหดตัวด้านความหนาของส่วนโคนสูงกว่าส่วนปลาย ยกเว้น ไผ่เลี้ยงที่ส่วนปลายมีการหดตัวด้านความหนาสูงกว่า ส่วนไผ่ไร่มีการหดตัวด้านความหนาในส่วนโคนและปลายไม่แตกต่างกัน

ค. การหดตัวด้านความยาว (culm length shrinkage)

การหดตัวด้านความยาวเฉลี่ยของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า ไผ่ซางมีการหดตัวด้านความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.40% รองลงมาคือ ไผ่รวกเล็ก และไผ่รวกใหญ่มีการหดตัวด้านความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 0.24% และ 0.22% ตามลำดับ ส่วนไผ่ตงมีการหดตัวด้านความยาวเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.03%

เมื่อเปรียบเทียบการหดตัวด้านความยาวของไม้ไผ่ในส่วนต่างๆ พบว่า โดยส่วนใหญ่การหดตัวด้านความยาวของส่วนโคนสูงกว่าส่วนปลาย

4) จุดหด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบจุดหดของไม้ทั้ง 5 ชนิด พบว่า ไผ่รวกใหญ่มีจุดหดเฉลี่ยสูงสุดที่ 24% รองลงมาคือ ไผ่ป่า ไผ่ลุ่มะลอก ไผ่หูก และไผ่รวกเล็กมีจุดหดเฉลี่ยที่ 23% 19% 18.67% และ 16% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจุดหดของไม้ไผ่ที่ส่วนต่างๆ ของลำไม้พบว่า ส่วนโคนลำไม้มีจุดหดที่ต่ำกว่าส่วนปลายลำ

สกายสมบัติของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันไปตามชนิด และ ส่วนต่างๆ ของลำ ซึ่งพบว่า ค่าความแน่นและความถ่วงจำเพาะของไม้ไผ่ชนิดเดียวกันในแต่ละส่วนมีค่าไม่แตกต่างกัน ไม้ที่มีค่าความแน่นและความถ่วงจำเพาะสูง แสดงว่าไม้ชนิดนั้นมีความแข็งแรงของลำสูงเช่นกัน นอกจากนี้ จากการที่ไม้ไผ่

มีการหาค่าต่ำสุดแสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่ดังกล่าวมีความคงตัวทางด้านรูปทรงสูง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นจากสภาวะสดเป็นสภาวะผึ่งแห้ง

กลสมบัติ

ตารางแสดงกลสมบัติของไม้ไผ่ที่ทดสอบภายใต้โครงการ PD 56/99 Rev.1(I) และโครงการ PD 372/05 Rev.1(FI) มีค่าการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

1) มอดุลัสแตกร้าว

ที่สภาวะผึ่งแห้งพบว่า ไม้ไผ่มีค่ามอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 164.33 MPa รองลงมาคือ ไม้รวกเล็ก ไม้รวกใหญ่ ไม้ไร่ ไม้ลำมะลอก ไม้หก ไม้สีสุก ไม้ตง ไม้ซาง และไม้เลี้ยง มีค่ามอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ยเท่ากับ 131.00 120.00 117.33 117.00 105.60 92.00 83.67 83.00 และ 81.33 MPa ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่ามอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ยของไม้ทั้ง 10 ชนิดกับไม้เนื้อแข็ง ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ ซึ่งก็คือ ไม้ตะเคียนทอง ที่มีค่ามอดุลัสแตกร้าวเท่ากับ 115 MPa (กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตผลป่าไม้, 2548) พบว่า

ก. ไม้หก ไม้ป่า ไม้รวกใหญ่ ไม้รวกเล็ก และ ไม้ลำมะลอก และไม้ไร่ จัดอยู่ในประเภทของไม้เนื้อแข็ง คือ มีความแข็งแรงในการดัดของไม้แห้ง (ความชื้น ประมาณ 12%) สูงกว่า 98.07 MPa (ตารางที่ 1)

ข. ส่วนไม้ไผ่ชนิดอื่นคือ ไม้ตง ไม้สีสุก ไม้ซาง และไม้เลี้ยงจัดอยู่ในประเภทของไม้เนื้อแข็งปานกลาง คือ มีความแข็งแรงในการดัดของไม้แห้ง (ความชื้น ประมาณ 12%) อยู่ในช่วง 58.85 – 98.07 MPa (ตารางที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบค่ามอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ยของไม้ไผ่ที่สภาวะสดกับสภาวะผึ่งแห้ง ดังค่าที่แสดงในตารางที่ 4 พบว่า ไม้ไผ่ที่สภาวะสดมีค่ามอดุลัสแตกร้าวเฉลี่ยต่ำกว่าสภาวะผึ่งแห้ง

2) ความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูป

จากตารางที่ 5 พบว่า ไผ่ล่ำมะลอกมีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูปที่สภาวะผิ่แห้งสูงสุด เท่ากับ 84.10 MPa รองลงมาคือ ไผ่ป่า ไผ่รวกใหญ่ ไผ่รวกเล็ก และไผ่หก มีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูปที่สภาวะผิ่แห้ง เท่ากับ 81.53 81.30 75.90 และ 48.10 MPa ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูปของไม้ไผ่ในสภาวะสด กับสภาวะผิ่แห้งพบว่า ไม้ไผ่ที่สภาวะสดมีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูปต่ำกว่าไม้ไผ่ที่สภาวะผิ่แห้ง

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปริมาณความชื้นของไม้ไผ่มีผลต่อค่ามอดุลัสแตกร้าว หรือค่าความแข็งแรงของไม้ในการตัด และค่าความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูปของไม้ไผ่ โดยไม้ไผ่ที่มีความชื้นสูงมีความแข็งแรงของไม้ในการตัดต่ำกว่าไม้ไผ่ที่แห้ง (ความชื้นประมาณ 12%)

3) มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิด พบว่า ที่สภาวะผิ่แห้งไม้ไผ่ตงมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 59,533 MPa รองลงมาคือ ไผ่สีสุก ไผ่ป่า ไผ่ไร่ ไผ่เลี้ยง ไผ่รวกใหญ่ ไผ่ล่ำมะลอก ไผ่ซาง ไผ่รวกเล็ก และไผ่หก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 57,767 33,233 30,833 23,033 19,700 19,000 18,833 17,700 และ 14,110 MPa ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม ไม้ไผ่ไม่มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าไม้เนื้อแข็งมาก แต่มีความง่ายต่อการแตกหักสูงเมื่อมีแรงมากระทำ

4) แรงเฉือน

ก. แรงเฉือนบริเวณปล้อง (shearing of internodes)

ที่สภาวะผิ่แห้งไผ่ซางสามารถรับแรงเฉือนบริเวณปล้องเฉลี่ยได้สูงสุด เท่ากับ 13.13 MPa รองลงมาคือ ไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่ไร่ ไผ่ตง ไผ่ป่า ไผ่หก ไผ่ล่ำมะลอก ไผ่รวกเล็ก และไผ่รวกใหญ่ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ที่สภาวะสดไฟหกสามารถรับแรงเฉือนบริเวณปล้องเฉลี่ยได้สูงสุด เท่ากับ 7.52 MPa รองลงมาคือ ไผ่ป่า ไผ่รวกเล็ก ไผ่ล่ำมะลอก และไผ่รวกใหญ่ ตามลำดับ

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ไผ่ไฟที่สภาวะผึ่งแห้งสามารถรับแรงเฉือนบริเวณปล้องได้มากกว่าไผ่ไฟที่สภาวะสด

ข. แรงเฉือนบริเวณข้อ (shearing of nodes)

ที่สภาวะผึ่งแห้งพบว่า ไผ่ซางสามารถรับแรงเฉือนบริเวณข้อเฉลี่ยได้ สูงที่สุด เท่ากับ 12.80 MPa รองลงมาคือ ไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่ตง ไผ่ไร่ ไผ่ป่า ไผ่หก ไผ่รวกใหญ่ ไผ่ล่ำมะลอก และไผ่รวกเล็ก ตามลำดับ

ที่สภาวะสดพบว่า ไผ่หกสามารถรับแรงเฉือนเฉลี่ยบริเวณข้อได้สูงสุด เท่ากับ 7.21 MPa รองลงมาคือ ไผ่ป่า ไผ่รวกเล็ก ไผ่รวกใหญ่ และไผ่ล่ำมะลอก ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ความแตกต่างของค่าความสามารถในการรับแรงเฉือนบริเวณข้อและ ปล้องของไผ่ไฟทั้ง 10 ชนิด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีความแตกต่างกัน ในบางชนิดเมื่อไผ่ไฟมีสภาวะที่แตกต่างกัน เช่น ไผ่รวกเล็ก ในสภาวะสดแรงเฉือน บริเวณปล้องมีค่าต่ำกว่าบริเวณข้อ แต่เมื่อผึ่งแห้งพบว่าแรงเฉือนบริเวณปล้องมี ค่าสูงกว่าบริเวณข้อ เป็นต้น

5) แรงอัด

ที่สภาวะผึ่งแห้งพบว่า ไผ่ไผ่ตงสามารถรับแรงอัดเฉลี่ยได้สูงสุด คือ 68.67 MPa เมื่อเปรียบเทียบกับไผ่ไฟทั้ง 10 ชนิด รองลงมาคือ ไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่ล่ำมะลอก ไผ่รวกใหญ่ ไผ่ซาง ไผ่รวกเล็ก ไผ่ป่า ไผ่หก และไผ่ไร่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67.83 66.50 57.80 57.00 56.00 54.30 54.23 46.73 และ 45.33 MPa ตามลำดับ

จากตารางที่ 5 แสดงค่าความสามารถในการรับแรงอัดของไผ่ไฟ ที่สภาวะสด พบว่า ไผ่หกสามารถรับแรงอัดเฉลี่ยได้สูงสุดเท่ากับ 50.83 MPa รองลงมาคือ ไผ่ล่ำมะลอก ไผ่รวกใหญ่ ไผ่ป่า และไผ่รวกเล็ก ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของไม้ไผ่ที่สภาวะผึ่งแห้งและสภาวะสด พบว่า โดยส่วนใหญ่ไม้ไผ่ที่สภาวะผึ่งแห้งสามารถรับแรงอัดได้มากกว่า โดยไม้ไผ่ส่วนปลายสามารถรับแรงอัดได้มากกว่าส่วนโคน

6) แรงดึง

ที่สภาวะผึ่งแห้งไม้ไผ่มีค่าแรงดึงบริเวณข้อ (tension of nodes) เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 177.00 MPa รองลงมาคือ ไม้เลื้อย ไม้สีสุก ไม้ซาง ไม้ป่า ไม้ตง และไม้หกตามลำดับ

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าแรงดึงบริเวณปล้องมีค่าสูงกว่าค่าแรงดึงบริเวณข้อ เนื่องจาก ทิศทางการจัดเรียงตัวของเส้นใยไม้ไผ่บริเวณปล้องเป็นการจัดเรียงอย่างมีระเบียบมากกว่าบริเวณข้อ

ค่าความถ่วงจำเพาะ และโครงสร้างของไม้ไผ่ เช่น ความยาวของเส้นใย จำนวนของมัดท่อน้ำและอาหาร จะเป็นตัวที่มีผลต่อค่ากลสมบัติของไม้ไผ่บริเวณข้อของไม้ไผ่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งแรงของลำไผ่

ไม้ไผ่แต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งานที่เหมาะสมกับชนิดนั้นๆ บางชนิดก็เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง โดยพิจารณาได้จากความยาว ขนาด รูปร่าง และความหนาของไม้ไผ่ประกอบ ซึ่งจากผลการทดสอบสมบัติของไม้ไผ่ทั้งทางกายภาพและกลสมบัติสามารถสรุปข้อดีและข้อด้อยของไม้ไผ่แต่ละชนิดได้ดังแสดงในตารางที่ 6

สรุปผล

จากกายภาพและกลสมบัติของไม้ไผ่ทั้ง 10 ชนิด พบว่า ไม้ไผ่ดังกล่าวมีศักยภาพที่ดีที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการก่อสร้างบ้านไม้ไผ่ที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ ไม้ไผ่ยังมีความแข็งแรงเทียบเท่ากับไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้ตะเคียนทองอีกด้วย

ตารางที่ 2. สภาวะสมบัติของไม้ไผ่ 5 ชนิด ภายใต้โครงการ PD 56/99 Rev.1(I).

ชนิดไม้ไผ่	ส่วนของลำไม้	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (mm.)	ความหนา (mm.)	ปริมาณความชื้นของชิ้นตัวอย่าง (%)	ความถ่วงจำเพาะ	ความแน่น (kg/m ³)	การหดตัว (%)		
							เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความหนา	ความยาว
ไผ่ตง (<i>Dendrocalamus asper</i>)	ส่วนโคน	102.10	14.80	12.00	0.67	748.00	4.30	4.50	0.10
	ส่วนกลาง	97.50	10.80	11.00	0.69	773.00	5.40	6.50	0.00
	ส่วนปลาย	77.90	7.80	11.00	0.70	779.00	3.90	2.20	0.00
	ค่าเฉลี่ย	92.50	11.13	11.33	0.69	766.67	4.53	4.40	0.03
ไผ่สีสุก (<i>Bambusa blumeana</i>)	ส่วนโคน	91.40	9.20	11.00	0.71	784.00	5.80	5.10	0.20
	ส่วนกลาง	78.60	7.90	10.00	0.85	935.00	4.50	4.40	0.20
	ส่วนปลาย	55.40	6.70	11.00	0.75	837.00	4.20	3.80	0.00
	ค่าเฉลี่ย	75.13	7.93	10.67	0.77	852.00	4.83	4.43	0.13
ไผ่ซาง (<i>Dendrocalamus strictus</i>)	ส่วนโคน	48.30	11.70	12.00	0.72	806.00	5.20	7.40	0.90
	ส่วนกลาง	45.30	7.30	11.00	0.75	843.00	3.60	3.20	0.30
	ส่วนปลาย	39.60	6.20	10.00	0.75	833.00	4.70	3.80	0.00
	ค่าเฉลี่ย	44.40	8.40	11.00	0.74	827.33	4.50	4.80	0.40

ตารางที่ 2. (ต่อ)

ชนิดไม้	ส่วนของลำไม้	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (mm.)	ความหนา (mm.)	ปริมาณความชื้นของชิ้นตัวอย่าง (%)	ความถ่วงจำเพาะ	ความแน่น (kg/m ³)	การหดตัว (%)		
							เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความหนา	ความยาว
ไผ่ไร่ (<i>Gigantochloa albociliata</i>)	ส่วนโคน	29.30	12.40	11.00	0.62	697	6.30	5.60	0.10
	ส่วนกลาง	28.80	8.00	11.00	0.68	750	3.50	4.20	0.20
	ส่วนปลาย	26.10	6.20	12.00	0.66	737	4.70	5.60	0.30
	ค่าเฉลี่ย	28.07	8.87	11.33	0.65	728.00	4.83	5.13	0.20
ไผ่เลี้ยง (<i>Bambusa</i> sp.)	ส่วนโคน	59.60	12.30	12.00	0.75	848	4.10	2.90	0.10
	ส่วนกลาง	54.00	6.60	12.00	0.73	820	3.60	4.20	0.00
	ส่วนปลาย	43.80	5.40	11.00	0.67	744	5.00	3.30	0.10
	ค่าเฉลี่ย	52.47	8.10	11.67	0.72	804.00	4.23	3.47	0.07

ที่มา: Suchart (2004)

ตารางที่ 3. สกายนสมบัติของไม้ไผ่ 5 ชนิด ภายใต้โครงการ PD372/05 Rev.1 (F).

ชนิดไม้ไผ่	ส่วนของลำไผ่	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (mm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (mm.)	ความหนา (mm.)	จุดหมดหมาด (%)	ความถี่จำเพาะ	ความหนา (kg/m ³)	การหดตัว (%)		
								เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความหนา	ปริมาตร
ไผ่หก (<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>)	ส่วนโคน	155.00	121.00	16.80	17.00	0.56	608.00	2.82	4.19	0.35
	ส่วนกลาง	120.00	103.00	8.61	18.00	0.74	808.00	3.91	4.46	0.09
	ส่วนปลาย	95.60	81.80	6.92	21.00	0.88	961.00	2.81	4.06	0.12
	ค่าเฉลี่ย	123.53	101.93	10.78	18.67	0.72	792.33	3.18	4.24	0.19
ไผ่ป่า (<i>Bambusa bambos</i>)	ส่วนโคน	86.40	61.30	12.54	18.00	0.74	856.00	7.61	8.45	0.14
	ส่วนกลาง	81.70	67.20	7.25	29.00	0.72	799.00	7.03	7.66	0.15
	ส่วนปลาย	68.10	54.80	6.66	22.00	0.71	804.00	5.79	6.02	0.20
	ค่าเฉลี่ย	78.73	61.10	8.82	23.00	0.73	819.67	6.81	7.38	0.16
ไผ่รากใหญ่ (<i>Thyrsostachys oliveri</i>)	ทั้งลำ	42.40	19.90	11.24	24.00	0.81	944.00	2.12	2.37	0.22

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชนิดไม้	ส่วนของลำไม้	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (mm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางศูนย์กลางภายใน (mm.)	ความหนา (mm.)	จุดหมาก (%)	ความกว้างเฉพาะ (kg/m ³)	การหดตัว (%)				
							ความแข็งแรง	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ปริมาตรยาว		
ไผ่รวกเล็ก (Thyrsostachys siamensis)	ทั้งลำ	35.10	17.30	8.89	16.00	0.73	845.00	2.12	2.42	0.24	3.52
ไผ่ลั่นทมดอก (Dendroclamus longispathus)	ทั้งลำ	49.90	24.40	12.74	19.00	0.79	935.00	2.56	2.58	0.20	5.19

ตารางที่ 4. กลสมบัติของไม้ไผ่ 5 ชนิด ภายใต้โครงการ PD 56/99 Rev.1(I).

ชนิดไม้ไผ่	ส่วนของ ลำไม้	มอดุลัส แตกร้าว (MPa)	มอดุลัส ยืดหยุ่น (x100 MPa)	แรงฉีก (MPa)	แรงเฉือน (MPa)		แรงดึง (MPa)	
					ปล้อง	ข้อ	ปล้อง	ข้อ
ตะเคียนทอง (<i>Hopea odorata</i> Roxb)*	-	115.00	117.90	51.00	-	-	-	-
ไผ่ตง (<i>Dendrocalamus asper</i>)	ส่วนโคน	92.00	702.00	66.00	9.70	11.10	385.00	87.00
	ส่วนกลาง	59.00	564.00	70.00	10.00	8.40	348.00	101.00
	ส่วนปลาย	100.00	520.00	70.00	8.40	9.90	342.00	100.00
ไผ่สีสุก (<i>Bambusa blumeana</i>)	ค่าเฉลี่ย	83.67	595.33	68.67	9.37	9.80	358.33	96.00
	ส่วนโคน	93.00	634.00	66.50	11.10	11.40	421.00	103.00
	ส่วนกลาง	104.00	878.00	68.00	12.20	12.30	353.00	134.00
	ส่วนปลาย	79.00	221.00	65.00	13.50	12.70	389.00	123.00
	ค่าเฉลี่ย	92.00	577.67	66.50	12.27	12.13	387.67	120.00

* กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้, 2548

ตารางที่ 4. (ต่อ)

ชนิดไม้	ส่วนของ ลำไม้	มอดุลัส แตกร้าว (MPa)	มอดุลัส ยืดหยุ่น (x100 MPa)	แรงฉีก (MPa)		แรงเฉือน (MPa)		แรงดึง (MPa)	
				แรงฉีก (MPa)	ข้อ	ปล้อง	ข้อ	ปล้อง	ข้อ
ไม้ซาง (<i>Dendrocalamus strictus</i>)	ส่วนโคน	81.00	191.00	54.50	12.80	12.00	394.00	142.00	
	ส่วนกลาง	78.00	177.00	57.50	15.10	13.00	322.00	124.00	
	ส่วนปลาย	90.00	197.00	56.00	11.50	13.40	331.00	53.00	
	ค่าเฉลี่ย	83.00	188.33	56.00	13.13	12.80	349.00	106.33	
ไม้ไผ่ (<i>Gigantothoa albociliata</i>)	ส่วนโคน	130.00	280.00	42.00	10.10	9.40	358.00	164.00	
	ส่วนกลาง	114.00	264.00	53.00	9.80	10.30	447.00	168.00	
	ส่วนปลาย	108.00	381.00	41.00	8.90	9.20	438.00	199.00	
	ค่าเฉลี่ย	117.33	308.33	45.33	9.60	9.63	414.33	177.00	
ไม้เลื้อย (<i>Bambusa sp.</i>)	ส่วนโคน	71.00	224.00	62.50	11.50	11.40	271.00	127.00	
	ส่วนกลาง	79.00	210.00	68.50	13.10	12.70	-	-	
	ส่วนปลาย	94.00	257.00	72.50	13.60	13.60	-	-	
	ค่าเฉลี่ย	81.33	230.33	67.83	12.73	12.57	271.00	127.00	

ที่มา : Suchart (2004)

ตารางที่ 5. กลสมบัติของไม้ไผ่ 5 ชนิด ภายใต้โครงการ PD372/05 Rev.1 (F).

ชนิดไม้ไผ่	ส่วนของลำไผ่	มอดุลัสแตกกร้าว (MPa)		ความเค้นที่ขีดจำกัดการคืนรูป (MPa)		มอดุลัสยืดหยุ่น (x100 MPa)	
		สด	ผึ่งแห้ง	สด	ผึ่งแห้ง	สด	ผึ่งแห้ง
ตะเคียนทอง (<i>Hopea odorata</i> Roxb)*	-	-	115.0	-	-	-	117.90
ไผ่หก (<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>)	ส่วนโคน	85.30	104.00	38.40	53.40	58.50	86.30
	ส่วนกลาง	73.60	99.80	46.30	44.00	143.00	114.00
	ส่วนปลาย	85.30	113.00	53.90	46.90	146.00	223.00
	ค่าเฉลี่ย	81.40	105.60	46.20	48.10	115.83	141.10
ไผ่ป่า (<i>Bambusa bambos</i>)	ส่วนโคน	116.00	156.00	37.90	83.10	347.00	301.00
	ส่วนกลาง	131.00	162.00	47.60	69.70	353.00	326.00
	ส่วนปลาย	182.00	175.00	98.40	91.80	371.00	370.00
	ค่าเฉลี่ย	143.00	164.33	61.30	81.53	357.00	332.33
ไผ่รวกใหญ่ (<i>Thyrsostachys oliveri</i>)	ทั้งลำ	106.00	120.00	75.50	81.30	161.00	197.00
ไผ่รวกเล็ก (<i>Thyrsostachys siamensis</i>)	ทั้งลำ	130.00	131.00	69.00	75.90	206.00	177.00
ไผ่ลำมะลอก (<i>Dendrocalamus longispathus</i>)	ทั้งลำ	117.00	117.00	74.40	84.10	253.00	190.00

ที่มา: * กลุ่มงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้, 2548

ตารางที่ 5. (ต่อ)

ชนิดไม้	ส่วนของลำไม้	แรงอัด (MPa)		แรงเฉือน (MPa)				แรงดึง (MPa)	
		ปล้อง	ปล้องแห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง
ไผ่หก (<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>)	ส่วนโคน	42.0	31.1	6.2	6.0	4.7	4.9	58.0	96.3
	ส่วนกลาง	46.8	50.9	7.5	8.5	7.5	8.4	52.7	75.7
	ส่วนปลาย	63.7	58.2	8.9	8.9	9.4	8.2	65.4	76.2
	ค่าเฉลี่ย	50.83	46.73	7.52	7.80	7.21	7.16	58.70	82.73
ไผ่ป่า (<i>Bambusa bambos</i>)	ส่วนโคน	40.60	49.00	6.42	8.69	5.93	8.28	142.00	103.00
	ส่วนกลาง	51.70	56.30	6.37	9.85	6.31	8.79	117.00	103.00
	ส่วนปลาย	44.50	57.40	6.29	8.90	6.99	9.59	135.00	98.40
	ค่าเฉลี่ย	45.60	54.23	6.36	9.15	6.41	8.89	131.33	101.47
ไผ่รวกใหญ่ (<i>Thyrsochachys oliveri</i>)	ทั้งลำ	49.70	57.00	3.77	4.30	5.18	7.03	-	-
	ทั้งลำ	41.60	54.30	4.62	5.16	6.28	4.79	-	-
ไผ่ลำมะลอก (<i>Dendrocalamus longispatus</i>)	ทั้งลำ	50.30	57.80	4.09	7.16	4.72	6.94	-	-

ตารางที่ 6. ข้อดีและข้อด้อยของไม้ไผ่แต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ

ชนิดไม้	ข้อดี	ข้อด้อย
ไผ่หก (<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>)	● ลำมีขนาดใหญ่ ● ลำเปลาตรง ● มีค่ากลสมบัติสูง	● เนื้อไม้มีการหดตัวค่อนข้างสูง ● พบการกระจายพันธุ์เฉพาะบนพื้นที่สูงในป่าธรรมชาติ ● ไม่สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ทั่วไป
ไผ่ป่า (<i>Bambusa bambos</i> (L) Voss)	● ลำมีขนาดใหญ่ ● มีค่ากลสมบัติสูงมาก	● เนื้อไม้มีการหดตัวค่อนข้างสูง ● พบเฉพาะในป่าธรรมชาติ ● ไม่สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ทั่วไป ● มีกิ่งและหนามเป็นจำนวนมาก
ไผ่รวกใหญ่ (<i>Thyrsostachys oliveri</i> Gamble)	● มีค่ากลสมบัติสูง ● เนื้อไม้มีการหดตัวต่ำ ● สามารถปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ	● ลำมีขนาดเล็ก
ไผ่รวกเล็ก (<i>Thyrsostachys siamensis</i> Gamble)	● เหมือนกับไผ่รวกใหญ่	● ลำมีขนาดเล็ก
ไผ่ล่ำมะลอก (<i>Dendrocalamus longispatus</i> Kurz)	● มีค่ากลสมบัติสูง ● เนื้อไม้มีการหดตัวต่ำ	● ลำมีขนาดปานกลาง ● พบการกระจายพันธุ์ในพื้นที่ป่าธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 6. (ต่อ)

ชนิดไม้	ข้อดี	ข้อด้อย
ไผ่เลี้ยง (<i>Bambusa sp</i>)	● มีค่ากลสมบัตินสูง ● สามารถปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ	● ลำมีขนาดปานกลาง ● เนื้อไม้มีการหดตัวค่อนข้างสูง
ไผ่สีสุก (<i>Bambusa blumeana</i> Schultes)	● มีค่ากลสมบัตินสูง ● ลำมีขนาดใหญ่ ● สามารถปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ	● เนื้อไม้มีการหดตัวสูง ● มีกิ่งและหนามเป็นจำนวนมาก
ไผ่ตง (<i>Dendrocalamus asper</i> Backer)	● มีค่ากลสมบัตินสูง ● ลำมีขนาดใหญ่ ● สามารถปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ	● เนื้อไม้มีการหดตัวสูง ● เส้นไม้มีความหยวบ
ไผ่ซาง (<i>Dendrocalamus strictus</i> Nees)	● มีค่ากลสมบัตินสูงใกล้เคียงกับไผ่ตง	● ลำมีขนาดเล็ก ● เนื้อไม้มีการหดตัวสูง ● โดยส่วนมากพบมีการกระจายพันธุ์เฉพาะในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือ
ไผ่ไร่ (<i>Gigantochloa albacillata</i> Munro)	● สามารถรับแรงดึงและมีความยืดหยุ่นสูง ● สามารถปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ	● ลำมีขนาดเล็ก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณองค์การไม้เขตร้อนระหว่างประเทศที่ให้การสนับสนุนทุน และให้โอกาสกรมป่าไม้ในการดำเนินกิจกรรมตามโครงการ PD 372/05 Rev.1(F) ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการทดสอบไม้

ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน คณะเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยผลิตผลป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน คณะเจ้าหน้าที่ของสถานีวนวัฒนวิจัยหินลับ จังหวัดกาญจนบุรี และคณะเจ้าหน้าที่ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในการเก็บไม้ และจัดเตรียมชิ้นไม้เพื่อการทดสอบ

คณะผู้จัดทำ
พฤศจิกายน 2556

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่านไม้, 2548. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. สำนักวิจัย
การจัดการป่าไม้และผลผลิตป่านไม้, กรมป่าไม้. 111 หน้า.
- รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, และ วลัยพร สถิตวิบุรณ์, 2544. **ไม้ไผ่
ในประเทศไทย**. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้,
กรุงเทพฯ. 120 หน้า.
- วิรัช ชื่นวาริน. 2528. **ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบ และสมบัติทางฟิสิกส์
ของไม้ไผ่**. น. 157-198. ใน การสัมมนาเรื่องไม้ไผ่ คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สะอาด บุญเกิด. 2528. **ไม้ไผ่บางชนิดในประเทศไทย**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์., กรุงเทพฯ. 197 หน้า.
- Janssen, J.J.A. 2000. **An International Model Building Code for Bamboo**.
INBAR
- Limaye, V.D. 1952. **Strength of Bamboo**. Indian Forester, vol 78 No.1 (1952)
pp.558 – 575
- Sekhar A.C., B.S. Rawat and R.K. Bhatari, 1962. **Strength of Bamboos :
*Bambusa natans***, Indian Forester, vol. 88 No. 1. pp. 67-73
- Thaipetch, S. 2004. **Physical and Mechanical Properties of Five Bamboo
Species in Thailand**, In: Final Technical Report, Project: PD 56/99
Rev.1(I) Promotion of the Utilization of Bamboo from Sustainable
Sources in Thailand, Royal Forest Department and International Tropical
Timber Organization. pp. 41-45.
- Winandy, J. 1994. **Wood Properties**. In Arntzen, Charles J., ed. Encyclopedia
of Agriculture Science. Orlando, FL. Academic Press: 549-561 pp.
Vol. 4.