

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการศึกษาข้อมูลและการสังเกตลักษณะทางกายภาพของการเกิดปัญหาของการนำไม้ไผ่มาใช้ และการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง มีการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตเพื่อนำไปวิเคราะห์และพัฒนาปรับปรุงวัสดุให้มีมาตรฐาน และเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีการผลิต และนิยมใช้กันในปัจจุบันโดยทั่วไปหรือตามชนบท เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการนำวัสดุพื้นถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ โดยวัสดุที่ศึกษา ได้แก่ วัสดุไม้ไผ่สานอัด (bamboo mat plywood) และหลังคาลอนไม้ไผ่สาน (bamboo mat corrugated sheet)

3.1 การศึกษาเบื้องต้น

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นทำได้โดยการหาข้อมูลจากเอกสาร บทความ งานวิจัย และหนังสือต่าง ๆ เกี่ยวกับคุณสมบัติโดยทั่วไปของไม้ไผ่ ข้อดี และข้อเสีย เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาวัสดุ กรรมวิธีในการแปรรูปวัสดุไม้อัดและไม้ไผ่อัด และชนิดของการที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้ตรงกับประเภทของการนำไปใช้ และศึกษาวัสดุที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปตามท้องตลาดเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับนอกจากนี้ ยังได้ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไม้ไผ่สาน ที่นำมาผลิตไม้ไผ่สานอัด และหลังคาลอนไม้ไผ่สาน ได้แก่ ความหนาแน่น และปริมาณความชื้น

3.2 การกำหนดตัวแปร

1. ไม้ไผ่สานอัด (bamboo mat plywood) ประกอบด้วย

- 1) ตัวแปรต้น จำนวนชั้นของไม้ไผ่ที่อัด ได้แก่ ไม้ไผ่สานอัด 3 4 และ 5 ชั้น
- 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าปริมาณความชื้น (moisture content) ค่าความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง (modulus of rupture) ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ค่าความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม (remaining strength) และค่าความหนาแน่นของวัสดุ (density) การเปรียบเทียบตัวแปรตาม

นอกจากไม้ไผ่สานอัด 3 4 และ 5 ชั้น ข้างต้นที่ผลิตโดยใช้กาบฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์แล้ว ได้นำตัวอย่าง ไม้ไผ่สานอัด 3 ชั้น ผลิตโดยใช้กาบยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่จำหน่ายในท้องตลาดมาเปรียบเทียบกับ

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่

(1) ปริมาณความชื้นของไม้ไผ่สานในการผลิต ได้แก่ ปริมาณความชื้นของไม้ไผ่สานก่อนการอัดแผ่นไม้ไผ่สาน

(2) ชนิด และขนาดของไม้ไผ่สานในการผลิตวัสดุในงานวิจัย เป็นไผ่ป่าที่สานโดยชาวบ้าน จังหวัดราชบุรี ตัดไม้ไผ่สานที่ใช้ในการผลิตวัสดุในงานวิจัยให้มีขนาด 55 X 60 เซนติเมตร

(3) อุณหภูมิ เนื่องจากในการผลิตไม้ไผ่สานอัดต้องมีการกำหนดอุณหภูมิ ความร้อนในการอัดและการผลิตไม้ไผ่สานอัด กำหนดอุณหภูมิในการอัด 145 – 150 องศาเซลเซียส

(4) ระยะเวลา กำหนดในการอัดไม้ไผ่สานอัด 3 ชั้น ใช้เวลา 6 นาที ถ้าผลิตไม้ไผ่สานอัดเกิน 3 ชั้น ให้เพิ่มระยะเวลาในการอัดชั้นละนาที

(5) แรงดันในการอัดไม้ไผ่สานอัด ใช้แรงดันที่ 25 – 30 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร

2. หลังคาลอนไม้ไผ่สาน (bamboo mat corrugated sheet)

1) ตัวแปรต้น จำนวนชั้นของหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ แรงกดสูงสุด ความต้านแรงดัด ค่าการนำความร้อน (C) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ค่าความต้านทานความร้อน (R) น้ำหนักของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และความไม่รั่วซึม การเปรียบเทียบตัวแปรตามนั้น นอกจากหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น ข้างต้นที่ผลิตโดยใช้กาบฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์แล้ว ได้นำตัวอย่างวัสดุหลังคาที่นิยมใช้กันทั่วไปมาเปรียบเทียบกับ ดังตารางที่ 1.3

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่

(1) ปริมาณความชื้นของไม้ไผ่สานในการผลิต ได้แก่ ปริมาณความชื้นของไม้ไผ่สานก่อนการอัดหลังคาลอนไม้ไผ่สาน

(2) ชนิดและขนาดของไม้ไผ่สานในการผลิตวัสดุในงานวิจัย เป็นไผ่ป่าที่สานโดยชาวบ้าน จังหวัดราชบุรี โดยตัดไม้ไผ่สานที่ใช้ในการผลิตวัสดุให้มีขนาด 55 X 60 เซนติเมตร

(3) อุณหภูมิ เนื่องจากในการผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สานต้องมีการกำหนด อุณหภูมิความร้อนในการอัด ซึ่งการผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สาน กำหนดอุณหภูมิในการอัด 160 – 165 องศาเซลเซียส

(4) ระยะเวลา กำหนดในการอัดหลังคาไม้ไผ่สาน 15 นาที

(5) แรงดันในการอัดหลังคาไม้ไผ่สาน ใช้ความดันที่ 35 – 40 กิโลกรัม

ต่อตารางเซ็นต์เมตร

ตารางที่ 3.1

ชนิดของหลังคาทั่วไปที่นำมาเปรียบเทียบกับหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น

การทดสอบ	ชนิดของหลังคาทั่วไปที่นำมาเปรียบเทียบ	มาตรฐาน การทดสอบ
1. ความต้านแรงแตกหัก	กระเบื้องซีเมนต์ไยหินลอนลูกฟูกลอนเล็ก หลังคาสังกะสีลอนเล็ก	มอก.18 - 2529
2. ค่าการนำความร้อน (C)	กระเบื้องซีเมนต์ไยหินลอนคู่	Thermal Constant Analysis (TCA)
3. ค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อน (k)	กระเบื้องซีเมนต์ไยหินลอนคู่	Thermal Constant Analysis (TCA)
4. ค่าความต้านทานความ ร้อน (R)	กระเบื้องซีเมนต์ไยหินลอนคู่	Thermal Constant Analysis (TCA)
5. น้ำหนักของหลังคาต่อ พื้นที่ 1 ตารางเมตร	กระเบื้องซีเมนต์ไยหินลอนลูกฟูกลอนเล็ก หลังคาสังกะสีลอนเล็ก	—

ภาพที่ 3.1

กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนลูกฟูกลอนเล็กและหลังคาสังกะสีลอนเล็กที่นำมาเปรียบเทียบ



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

3.3 การเตรียมการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไม้ไผ่สานอัดและหลังคาลอนไม้ไผ่สาน

การผลิตไม้ไผ่สานอัดและหลังคาลอนไม้ไผ่สานสำหรับใช้ในงานวิจัย โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการงานวัสดุทดแทนไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และป้องกันรักษาเนื้อไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ ดังมีรายการดังนี้

1. ไม้ไผ่สาน เป็นไม้ไผ่สานที่เรียกตามลักษณะของการสานว่า ไม้ไผ่สานลายสอง เนื่องจากมีลักษณะการสานสลับกันไปมาระหว่างความกว้างของตอก 2 เส้น โดยขนาดความกว้างของตอกมีค่าเฉลี่ย 15.41 มิลลิเมตร และความหนาของตอกมีค่าเฉลี่ย 0.57 มิลลิเมตร ดังแผนก ข ตารางที่ ข -1 ความหนาของไม้ไผ่สานเฉลี่ย 1.43 มิลลิเมตร ดังแผนก ก ตารางที่ ก-1 ความหนาแน่นเฉลี่ย 558.22 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแผนก ก ตารางที่ ก-1 และมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 7.87 เปอร์เซ็นต์ ดังแผนก ค ตารางที่ ค-1 โดยไม้ไผ่สานมีลักษณะเป็นผืนคล้ายเสื่อมีขนาด 1.35 X 1.45 เมตร สามารถม้วนในระหว่างการเก็บหรือขนส่งได้ ซึ่งเป็นไม้ไผ่สานจากจังหวัดราชบุรี และเป็นไผ่ป่า

2. เครื่องอัดไฮดรอลิกส์ ขนาดแม่พิมพ์ 60 X 60 เซนติเมตร โดยสามารถปรับแรงดันและอุณหภูมิได้

3. ตู้อบสำหรับอบลดความชื้นของไม้ เพื่อได้ความชื้นที่เหมาะสม ก่อนเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ และสามารถปรับอุณหภูมิได้โดยมีขนาด 65 X 120 X 125 เซนติเมตร

4. แม่พิมพ์หลังคาลอน สำหรับอัดขึ้นรูปหลังคาลอนไม้ไผ่สาน โดยใช้แม่พิมพ์ในลักษณะเดียวกับหลังคากระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนลูกฟูกลอนเล็ก ซึ่งมีความสูงของลอน (h) 20 มิลลิเมตร ระยะระหว่างลอน (a) 75 มิลลิเมตร ความหนาของวัสดุ (d) 4 มิลลิเมตร โดยได้มีการออกแบบแม่พิมพ์หลังคาลอน ดังภาพที่ 3.7 และ 3.8 วัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์หลังคาลอนเป็นอลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป เพราะมีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก โดยมีคานเหล็กเสริมบางส่วน เพราะเหล็กมีความแข็งแรงกว่าอลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป

5. เลื่อยไฟฟ้าความเร็วสูง ยี่ห้อ Rob Land จากเบลเยียม รุ่น X – 310

6. กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ ผลิตจาก บริษัท ทีโอเอ-โดฟเคมี อินดัสตรีส์ จำกัด มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง เป็นกาวสำหรับงานภายนอก ทนแดด และทนฝน โดยกาวที่ใช้มีความเข้มข้น 45 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีอายุของกาวประมาณ 3 อาทิตย์

ภาพที่ 3.2

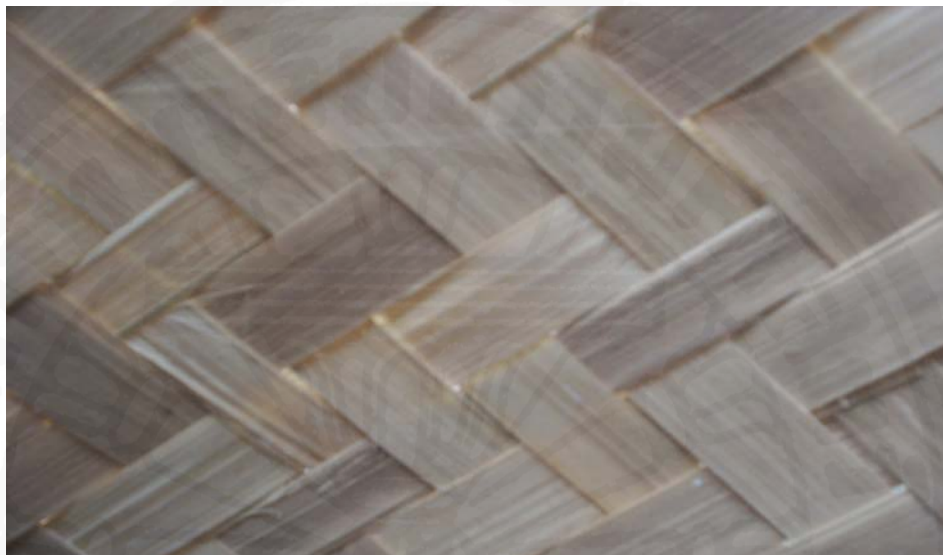
ไม้ไผ่สานก่อนการแปรรูปมาเป็นแผ่นในลักษณะม้วน



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 20 มิถุนายน 2549.

ภาพที่ 3.3

ลักษณะไม้ไผ่สานประเภทการสานที่เรียกว่าลายสอง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 18 สิงหาคม 2548.

ภาพที่ 3.4

เครื่องอัดไฮดรอลิกส์



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 12 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.5

ตู้สำหรับอบลดความชื้นของไม้ เพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสม



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 12 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.6

แม่พิมพ์หลังคาลอน



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 12 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.9
เลื่อยไฟฟ้าความเร็วสูง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 12 มีนาคม 2550.

3.3.2 การผลิตไม้ไผ่สานอัด

1. เตรียมไม้ไผ่สานตัดให้มีขนาด 55 X 60 เซนติเมตร ให้พอดีกับเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ โดยไม้ไผ่สานมีความชื้นประมาณ 6 – 9 เปอร์เซ็นต์ ดังแผนก ค ตารางที่ ค-1 และภาพที่ 3.10
2. เตรียมการพินอลฟอร์มัลดีไฮด์ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 2:1 ทำให้กาวโดยปกติความเข้มข้น 45 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 30 เปอร์เซ็นต์
3. นำไม้ไผ่สานที่ตัดได้ขนาดตามต้องการแล้ว แช่วลงในถังพลาสติกที่มีกาวอยู่ให้ท่วมไม้ไผ่สาน โดยมีปริมาณของกาวในการแช่หลังแช่กาว 47.54 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักไม้ไผ่สาน ดังแผนก ง ตารางที่ ง-1 และใช้เวลาในการแช่ 10 นาที ดังภาพที่ 3.11
4. จากนั้นนำไม้ไผ่สานที่แช่กาว ผึ่งในที่ที่อากาศถ่ายเท แต่ไม่ควรโดนแดดจัดมาก เพราะจะทำให้กาวแห้งเกินไป และทำให้ประสิทธิภาพของกาวลดลง โดยใช้ระยะเวลาในการผึ่งกาว 30 นาที ดังภาพที่ 3.12

5. นำไม้ไผ่ที่ผึ่งการแล้วเข้าตู้อบเพื่อลดความชื้นเหลือประมาณ 8 – 11 เปอร์เซ็นต์ ดังแผนก ค ตารางที่ ค-2 โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 77 – 85 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอบ 25 นาที ดังภาพที่ 3.13

6. นำไม้ไผ่สานที่อบได้ความชื้นตามต้องการแล้วเข้าสู่กระบวนการอัด โดยการวางไม้ไผ่สานเป็นชั้น ๆ ตามจำนวนชั้นที่ต้องการ และมีแผ่นอลูมิเนียมรองทั้งด้านล่างและด้านบนของวัสดุที่อัด ในการอัดไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบนั้น ใช้แรงดัน 25 – 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งใช้แรงดันสูงกว่าการผลิตไม้อัดทั่วไป เนื่องจากไม้ไผ่สานมีผิวที่ไม่เรียบ ความร้อนในการอัดที่อุณหภูมิ 145 – 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอัดปกติไม้ไผ่สานอัด 3 ชั้น ใช้เวลา 6 นาที ถ้าไม้ไผ่สานอัดเกิน 3 ชั้น ให้เพิ่มระยะเวลาในการอัดชั้นละนาที ดังภาพที่ 3.14

7. วางไม้ไผ่สานอัดที่ทำการอัดเสร็จเรียบร้อยแล้วในสภาวะอากาศอุณหภูมิห้องประมาณ 1 คืน เพื่อให้ไม้ไผ่สานอัดปรับสภาพ แล้วจึงตัดขอบให้เรียบร้อย ดังภาพที่ 3.15 และ 3.16

ภาพที่ 3.10

เตรียมไม้ไผ่สาน โดยตัดให้มีขนาด 55 X 60 เซนติเมตร



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 20 มิถุนายน 2549.

ภาพที่ 3.11

การนำไม้ไผ่สานแซ่ขาวที่อยู่ในถาดพลาสติก



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

ภาพที่ 3.12

การนำไม้ไผ่สานที่แซ่ขาว ผึ่งในที่ที่อากาศถ่ายเท



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

ภาพที่ 3.13

นำไม้ไผ่ที่ผึ่งกาวแล้วเข้าตู้อบเพื่อลดความชื้น



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

ภาพที่ 3.14

การอัดไม้ไผ่สาน



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

ภาพที่ 3.15

วางไม้ไผ่สานอัดที่ทำการอัดเสร็จเรียบร้อยแล้วในสภาวะอากาศอุณหภูมิห้อง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

ภาพที่ 3.16

ไม้ไผ่สานอัดเมื่อตัดแต่งขอบเรียบร้อยแล้ว



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 26 กุมภาพันธ์ 2550.

3.3.3 การผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น

กระบวนการผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น มีกระบวนการผลิตในการเตรียมขนาดไม้ไผ่ การเตรียมทวน การแช่ทวน และการผึ่งทวนที่เหมือนกับการผลิตไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบ แต่จะมีกระบวนการบางขั้นตอนที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1. การอบไม้ไผ่ โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 55 – 62 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาในการอบ 20 นาที จนไม้ไผ่สานมีความชื้นประมาณ 17-20 เปอร์เซ็นต์ ดังผนวก ค ตารางที่ ค-3 ความชื้นไม้ไผ่ที่ผ่านการอบสำหรับใช้ผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น มีความชื้นสูงกว่าไม้ไผ่สานที่ผลิตไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบนั้น เพราะถ้าความชื้นน้อยกว่าความชื้นที่กล่าวข้างต้น ไม้ไผ่จะแห้งและเกิดการฉีกขาดง่ายจากแรงกระด้างของแม่พิมพ์ของหลังคาในระหว่างการอัดไม้

2. กระบวนการอัดขึ้นรูปหลังคาลอน ใช้จำนวนไม้ไผ่สานซ้อนกัน 5 ชั้น โดยใช้แม่พิมพ์หลังคาลอนชนิดเดียวกับหลังคากระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนลูกฟูกลอนเล็ก แม่พิมพ์สำหรับอัดขึ้นรูปลอนมีขนาด 55 X 60 เซนติเมตร ใช้แรงอัด 35 – 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งใช้แรงอัดมากกว่าการผลิตไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบ เนื่องจากแผ่นมีความโค้ง และอุณหภูมิในการอัดอยู่ระหว่าง 160 – 165 องศาเซลเซียส เนื่องจากแม่พิมพ์ลอนหลังคาที่ใช้อัดมีความหนาแน่น ซึ่งความร้อนต้องเดินทางผ่านแม่พิมพ์ และมีความหนาแน่น จึงต้องใช้อุณหภูมิสูง และใช้ระยะเวลาในการอัด 15 นาที เพราะความร้อนเดินทางผ่านแม่พิมพ์นานเช่นกัน จึงต้องใช้เวลาในการอัดนานกว่าปกติ

ภาพที่ 3.17

กระบวนการอัดขึ้นรูปหลังคาลอน



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.18

เมื่ออัดเสร็จนำหลังคาไม้ไผ่สานออกจากเครื่อง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.19

หลังคาไม้ไผ่สานที่อัดเสร็จแล้ว วางในสภาวะอุณหภูมิห้องเพื่อปรับสภาพ



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

3. ตัดขอบและการผลิตบางแผ่นอาจมีการแตกที่ผิวบ้าง ต้องมีการขัดโดยใช้เครื่องขัดหัวกระดาษทรายขัดไม้ แล้วทากาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ที่เข้มข้นโดยไม่ต้องผสมน้ำเคลือบ ตรงบริเวณที่ผิวหลังคาลอนไม้ไผ่สานแตก

ภาพที่ 3.20

การขัดโดยใช้เครื่องขัดหัวกระดาษทรายขัดไม้



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.21

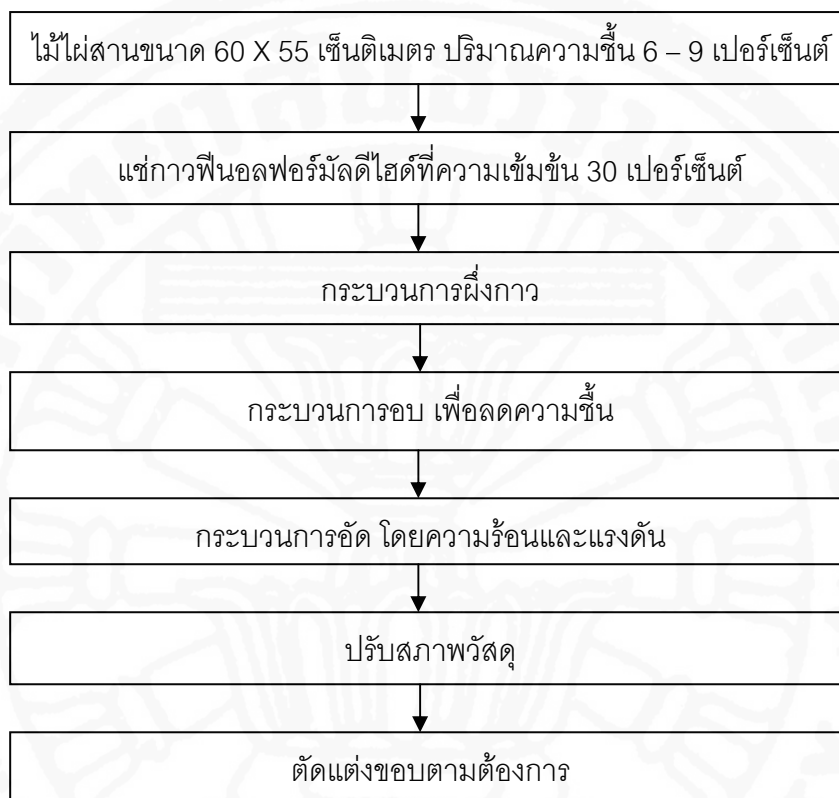
หลังคาไม้ไผ่สานที่ขัดและเคลือบการบริเวณส่วนที่ขัดเรียบร้อยแล้ว



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 8 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.22

ขั้นตอนการผลิตไม้ไผ่สานอัดและหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น



3.4 การทดสอบ

3.4.1 การเตรียมเครื่องมือทดสอบไม้ไผ่สานอัดและหลังคาลอนไม้ไผ่สานอัด

1. เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด ยี่ห้อ Testometric รุ่น M500-50 KN
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Ohaus ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. ตู้อบเล็ก ขนาด 43 X 61 X 80 เซนติเมตร ยี่ห้อ Precision Scientific สำหรับหาความชื้นของชิ้นทดสอบ
4. ตู้เย็น ยี่ห้อ Sanden Intercool รุ่น SCM – 270 SAD ขนาด 105 X 65 X 88 เซนติเมตร ที่ความเย็น -15 ถึง -23 องศาเซลเซียส สำหรับแช่เย็นวัสดุที่ทดสอบ
5. ไมโครมิเตอร์สำหรับวัดความหนาสามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

6. แคลิเปอร์แบบเลื่อนสำหรับวัดขนาดด้านกว้างและด้านยาว สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร

7. เทอร์โมมิเตอร์ ต้องเป็นเทอร์โมมิเตอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้เกินจุดเดือดสำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำในระหว่างการต้มน้ำจนเดือด

8. เต้าไฟฟ้าสำหรับต้มน้ำเดือด ยี่ห้อ KANDO รุ่น KOE - 1500 โดยใช้กำลังไฟฟ้า 1500 วัตต์

ภาพที่ 3.23

เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด ยี่ห้อ Testometric



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.24
เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Ohaus



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.25
ตู้อบเล็ก



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.26

ตู้เย็น ีห้อ Sanden Intercool รุ่น SCM – 270 SAD



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.27

ไมโครมิเตอร์



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.28
แคลิเปอร์แบบเลื่อน



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.29
เตาไฟฟ้าสำหรับต้มน้ำเดือด ยี่ห้อ KANDO รุ่น KOE – 1500



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

3.4.2 การทดสอบไม้ไผ่สานอัด

การทดสอบไม้ไผ่สานอัดแบบแผ่นเรียบนั้น ได้กำหนดลักษณะคุณสมบัติของไม้ไผ่สานอัดตามมาตรฐาน GB 13123 – 91 Bamboo-mat Plywood ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวได้กำหนดชนิดของไม้ไผ่สานอัด และประเภทของการนำไปใช้งาน เพื่อนำไปพิจารณาในการเลือกวิธีการทดสอบที่เหมาะสมกับวัสดุที่ทดสอบ โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน GB 13124 – 91 Method of Testing Bamboo-mat Plywood ซึ่งทั้งสองมาตรฐานข้างต้นเป็นมาตรฐานการกำหนดคุณสมบัติของไม้ไผ่สานอัด และวิธีการทดสอบของประเทศจีน

จากการพิจารณาวัสดุที่มาทดสอบ และคุณสมบัติของไม้ไผ่สานอัดตามมาตรฐาน GB 13123 – 91 Bamboo-mat Plywood แล้วสรุปได้ว่า เป็นไม้ไผ่สานอัดชนิดบาง คือ ไม้ไผ่สานอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 2 – 6 มิลลิเมตร (ไม้ไผ่สานอัดชนิดหนา คือ ไม้ไผ่สานอัดที่มีความหนาตั้งแต่ 7 มิลลิเมตร ขึ้นไป) ส่วนประเภทของการใช้งานแบบใช้งานภายนอกจัดเป็นไม้ไผ่สานอัดประเภท 1 ซึ่งต้องทนต่อสภาวะภูมิอากาศและน้ำเค็ม (ไม้ไผ่สานอัดประเภท 2 คือ ไม้ไผ่สานอัดที่ทนน้ำได้ปานกลางหรือน้อยมาก ซึ่งไม่ทนกับสภาวะอากาศที่รุนแรง จัดเป็นไม้ไผ่สานอัดสำหรับใช้ภายใน) โดยมีการทดสอบดังนี้

1. การเตรียมชิ้นตัวอย่างทดสอบ และตัดตัวอย่างแต่ละแผ่นเป็นชิ้นทดสอบ ดังนี้

- 1) ชิ้นทดสอบ 100 X 100 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น สำหรับหาความหนาแน่น และหาปริมาณความชื้น
- 2) ชิ้นทดสอบ 100 X 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น สำหรับหาค่าความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง (modulus of rupture)
- 3) ชิ้นทดสอบ 100 X 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น สำหรับหาค่าความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม (remaining strength)

ในการทดสอบมีการทดสอบแต่ละตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 แผ่น ๆ ละ 3 ชิ้น เพื่อนำผลการทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย ดังนั้น ตัวอย่างชิ้นทดสอบในแต่ละหนึ่งตัวอย่างจะมีจำนวนชิ้นทดสอบดังตารางที่ 3.2

2. การทดสอบหาปริมาณความชื้น โดยใช้มาตรฐาน GB 13124 – 91 Method of Testing Bamboo-mat Plywood ประเทศจีน โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 100 X 100 มิลลิเมตร ซึ่งน้ำหนักชิ้นทดสอบเป็นมวลชิ้นทดสอบก่อนอบ แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส

จนน้ำหนักคงที่ ระยะเวลาในการชั่งน้ำหนักห่างกัน 2 ชั่วโมง ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.01 กรัม ชั่งขึ้นทดสอบเป็นมวลขึ้นทดสอบหลังอบแห้ง แล้วแทนค่าเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้น ดังสมการที่ 3.1

$$H = \{ (m_H - m_o) / m_o \} \times 100 \quad \text{สมการที่ 3.1}$$

เมื่อ H คือ ค่าปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)

m_H คือ น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)

m_o คือ น้ำหนักหลังอบแห้ง (กรัม)

ตารางที่ 3.2

จำนวนขึ้นทดสอบในแต่ละตัวอย่าง

การทดสอบ	ขนาดของขึ้นทดสอบ (มม.)	จำนวนขึ้น ทดสอบ
ปริมาณความชื้น และความหนาแน่น	100 X 100	9
ความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง และ มอดุลัสยืดหยุ่น	100 X 150	9
ความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม	100 X 150	9

3. การหาค่าความหนาแน่นของไม้ไผ่สานอัดมาตรฐาน GB 13124 – 91 Method of Testing Bamboo-mat Plywood ไม่มีการกำหนดวิธีการหาความหนาแน่น จึงใช้วิธีการทดสอบมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ โดยตัดขึ้นทดสอบขนาด 100 X 100 มิลลิเมตร ของขึ้นทดสอบที่หาความชื้นก่อนการหาความชื้น โดยการวัดความกว้างและความยาวจากปลายขอบ 10 มิลลิเมตร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละด้าน ส่วนเครื่องมือที่ใช้วัดความกว้างและความยาว คือ แคลิเปอร์แบบเลื่อนสำหรับวัดขนาดสามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร ความหนาวัด 4 จุด บริเวณมุมของเส้นจากขอบ 10 มิลลิเมตร ที่ตัดกัน การวัดความหนาของขึ้นทดสอบใช้เครื่องมือไมโครมิเตอร์ที่สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร แล้วนำค่าที่ได้แทนค่าเพื่อหาความหนาแน่น ดังสมการที่ 3.2

$$D = (m/v) \times 10^6$$

สมการที่ 3.2

เมื่อ D คือ ค่าความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

m คือ น้ำหนัก (กรัม)

v คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 3.30

การนำชิ้นตัวอย่างเข้าตู้อบเพื่อหาปริมาณความชื้น



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

4. การหาความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้งและมอดุลัสยืดหยุ่น ทดสอบตามมาตรฐาน GB 13124 – 91 Method of Testing Bamboo-mat Plywood โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องมือ เครื่องกดซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่หักด เป็นรูปครึ่งวงกลมหรือวงกลม มีรัศมี 12.5 มิลลิเมตร และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ แท่งรองรับต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลมหรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมี 12.5 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3.31

2) ชิ้นทดสอบ ตัดชิ้นทดสอบขนาด 100 X 150 มิลลิเมตร ส่วนการวัดความหนาที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (h) โดยจุดที่วัดอยู่ห่างจากขอบ 10 มิลลิเมตร ของด้านยาวบริเวณแนวกึ่งกลางของด้านยาว ส่วนการวัดความกว้างของชิ้นทดสอบ คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (b)

3) วิธีทดสอบ วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับบนเครื่องทดสอบความต้านแรงดัด ยี่ห้อ Testometric ดังภาพที่ 3.32 ซึ่งมีระยะห่างกัน 80 มิลลิเมตร โดยเครื่องกดต้องอยู่กึ่งกลางของ ชิ้นทดสอบ จากนั้นจึงเริ่มกดขึ้นทดสอบ โดยการใช้ความเร็วในการกดไม่เกิน 5 กิโลนิวตันต่อนาที จนกว่าชิ้นทดสอบเกิดการแตกหัก แล้วบันทึกแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ และนำไปแทนค่า เพื่อหาความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง ดังสมการที่ 3.3 โดยการหาค่าซึ่งมีความละเอียดถึง 0.1 เมกะพาสคัล

$$\sigma = (3PL) / (2bh^2) \quad \text{สมการที่ 3.3}$$

เมื่อ σ คือ ความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง (เมกะพาสคัล)

P คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

h คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

มอดุลัสยืดหยุ่น โดยหาค่าได้จากสมการที่ 3.4

$$E_m = (L^3 / 4bh^3)(P/y) \quad \text{สมการที่ 3.4}$$

เมื่อ E_m คือ มอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล)

L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

h คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

P คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

P/y คือ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้น (นิวตันต่อมิลลิเมตร)

5. การหาความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม เป็นการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นทดสอบ หลังจากผ่านกระบวนการต้ม การแช่เย็น และการอบ เพราะถ้ามีการนำไปใช้จริง และเป็นวัสดุภายนอกจะต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศ โดยทดสอบตามมาตรฐาน GB 13124 – 91 Method of Testing Bamboo-mat Plywood ซึ่งการเตรียมชิ้นทดสอบ เครื่องมือที่ทดสอบ และวิธีการทดสอบ โดยการใช้เครื่องกดทดสอบ และการคำนวณหาค่าความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม

เหมือนกับการทดสอบความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้งทุกประการ ต่างกันตรงที่ก่อนเข้าเครื่องกดทดสอบ ต้องผ่านการนำขึ้นทดสอบไปต้มในน้ำเดือด 3 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.33 โดยระดับผิวน้ำอยู่สูงกว่าขึ้นทดสอบประมาณ 10 – 20 มิลลิเมตร จากนั้นนำขึ้นทดสอบออกจากน้ำเดือดเช็ดให้แห้งแล้วนำไปแช่เย็น โดยตู้เย็นต้องปรับอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่เย็น 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.34 นำขึ้นทดสอบออกจากตู้เย็นแล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.35 แล้วนำขึ้นทดสอบออกมาไว้ที่อุณหภูมิปกติภายนอก 30 นาที ดังภาพที่ 3.36 แล้วนำไปทดสอบเข้าเครื่องกดเหมือนกับการทดสอบความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง โดยการหาค่าซึ่งมีความละเอียดถึง 0.1 เมกะพาสคัล ดังสมการที่ 3.5

$$\sigma_b = (3PL) / (2bh^2)$$

สมการที่ 3.5

เมื่อ σ_b คือ ความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม (เมกะพาสคัล)

P คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

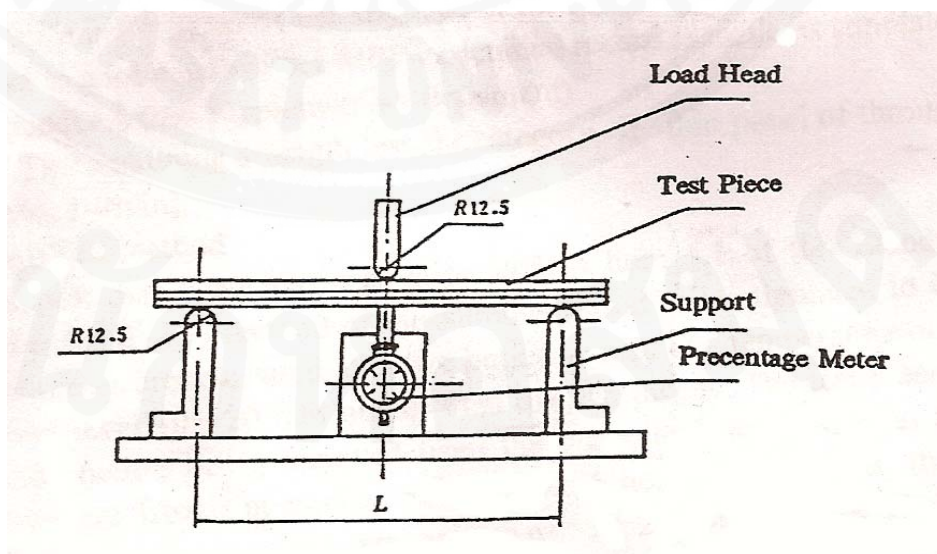
L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของขึ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

h คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของขึ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

ภาพที่ 3.31

เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น



ที่มา: State Standard of the People's Republic of China, 1991.

ภาพที่ 3.32
ความต้านแรงดัดโดยใช้เครื่อง Testometric



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 3 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.33
การต้มชิ้นทดสอบในน้ำเดือด 3 ชั่วโมง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 21 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.34

นำขึ้นทดสอบแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 21 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.35

นำขึ้นทดสอบเข้าตู้อบ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 21 มีนาคม 2550.

ภาพที่ 3.36

การปรับสภาพชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปทดสอบ



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 21 มีนาคม 2550.

3.4.3 การทดสอบหลังการคาลอนไม้ไผ่สาน

1. การทดสอบหาคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ เตรียมชิ้นตัวอย่าง ขนาด 40 X 40 มิลลิเมตร ผิวหน้าเรียบ ซึ่งในส่วนของหลังคาลอนไม้ไผ่สาน เนื่องจากวัสดุมีความโค้งไม่เรียบจึงผลิตเป็นแผ่นเรียบแทน โดยควบคุมการผลิตเหมือนกับการผลิตหลังคาลอนไม้ไผ่สานทุกประการ ต่างกันเพียงในการอัดไม้ได้ใช้แม่พิมพ์ลอนหลังคาเท่านั้น ในส่วนของหลังคาในท้องตลาดที่ใช้มาเปรียบเทียบ ใช้กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่ เนื่องจากพอมีสวนเรียบที่ตัดได้ขนาดตามต้องการ มาใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ

ตัวอย่างทดสอบเข้าเครื่อง Hot Disk Thermal Constant Analyser เทคนิคที่ใช้ในการทดสอบ คือ Thermal Constant Analysis (TCA) และ disk type ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Kapton Insulation (Sensor No. C5501) ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิห้องให้มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยเครื่องจะบันทึกค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) แล้วนำมาคำนวณหาค่าการนำความร้อน (C) และค่าความต้านทานความร้อน (R) ดังสมการที่ 3.6

$$R = 1/C = \Delta X/k$$

สมการที่ 3.6

เมื่อ R คือ ค่าต้านทานความร้อน (ตารางเมตรเคลวิน/ วัตต์)

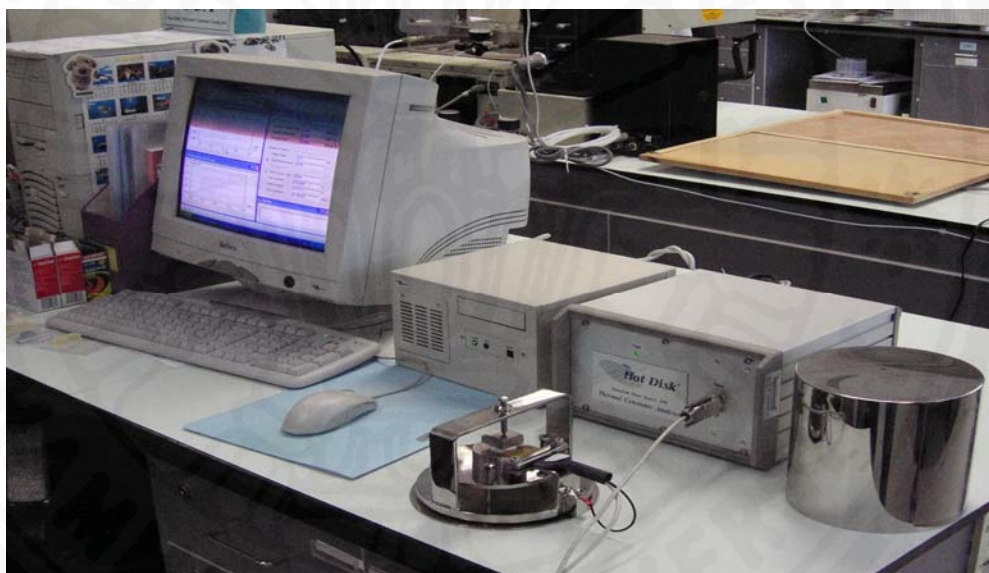
C คือ ค่าความนำความร้อน (วัตต์/ ตารางเมตรเคลวิน หรือ จูล กิโลกรัมเคลวิน)

ΔX คือ ความหนาของวัสดุ (เมตร)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (วัตต์/ ตารางเมตรเคลวิน)

ภาพที่ 3.37

เครื่อง Hot Disk Thermal Constant Analyser



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 10 พฤศจิกายน 2549.

2. การทดสอบความไม่รั่วซึม ตัดหลังคาขึ้นทดสอบให้ขอบเรียบจนได้ขนาด 44 X 45 เซนติเมตร ส่วนการทดสอบใช้หลักการทดสอบเดียวกับมาตรฐาน มอก. 18-2529 กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน: ลอนลูกฟูก โดยนำกรอบมาวางตรงขอบหลังคา 4 ด้าน แล้วยาตามแนวสัมผัสเพื่อมิให้น้ำรั่วได้ ใส่ น้ำในกรอบโดยรักษาระดับน้ำให้คงที่สูง 20 มิลลิเมตร จากยอดลอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูได้กระเบื้องว่ามีหยดน้ำหรือไม่ อาจมีรอยน้ำซึมปรากฏที่ผิวด้านล่างของหลังคาได้ แต่ต้องไม่ถึงกับเป็นหยดน้ำ

ภาพที่ 3.38
การทดสอบความไม่รั่วซึม



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 25 มีนาคม 2550.

3. การทดสอบแรงกดสูงสุด และความต้านแรงแตกหัก โดยการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 18-2529 กระเบื้องซีเมนต์ไยหินแผ่นลอน: ลอนลูกฟูก เริ่มจากวางหลังคาให้ขอบตั้งฉากกับที่รองรับ ซึ่งวางขนานกันและห่างกัน 1150 มิลลิเมตร จัดตำแหน่งคานกดให้อยู่กึ่งกลางและขนานกับที่รองรับ ดังภาพที่ 3.39 เพิ่มแรงกดในอัตราประมาณ 100 นิวตันต่อวินาที จนกระทั่งเกิดการแตกหัก แล้วบันทึกแรงกดที่ทำให้หลังคาแตกหักเป็นนิวตัน โดยสามารถหาความต้านแรงแตกหัก ดังสมการที่ 3.7

ความต้านแรงแตกหัก (นิวตันต่อตารางเมตร) = $F_{\max} / b$

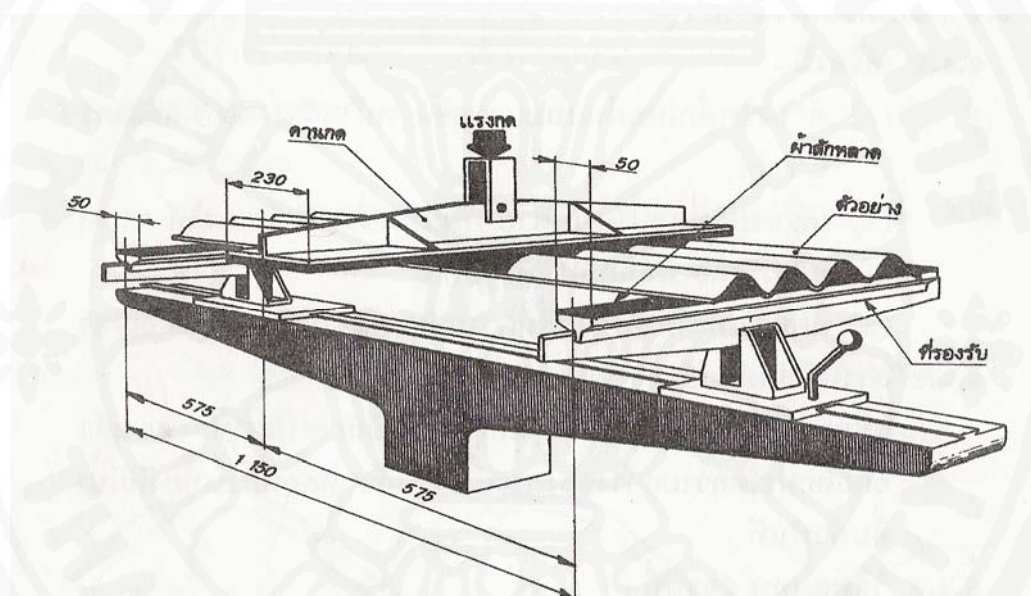
สมการที่ 3.7

เมื่อ $F_{\max}$ คือ แรงกดที่ทำให้หลังคาแตกหัก (นิวตัน)

b คือ ความกว้างของหลังคา (เมตร)

ภาพที่ 3.39

ตัวอย่างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงแตกหัก



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524.

เนื่องจาก ขนาดของหลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น มีขนาดจำกัด ซึ่งมีขนาด 44 X 45 เซนติเมตร ในการทดสอบได้กำหนดตำแหน่งระหว่างที่รองรับหลังคา ห่างกัน 33 เซนติเมตร โดยวัสดุที่รองรับหลังคาเป็นไม้เนื้อแข็งคล้ายแปรงรับหลังคา การทดสอบนี้ได้นำหลักการทดสอบมาตรฐาน มอก. 18-2529 มาประยุกต์ เพื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั่วไป เนื่องจากขนาดของหลังคา ลอนไม้ไผ่สาน 5 ชั้น มีขนาดจำกัด เล็กกว่าหลังคาทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาด ดังนั้น ในการทดสอบเปรียบเทียบกับหลังคาทั่วไป จึงต้องตัดขนาดหลังคาที่ใช้ในการเปรียบเทียบให้มีขนาดเท่ากัน โดยตัดให้มีขนาด 44 X 45 เซนติเมตร

ทดสอบโดยเครื่องทดสอบแรงกดยี่ห้อ Tinius Olsen ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื่องจากขนาดของหลังคาลอนไม้ไผ่มีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ใช้ทดสอบทั่วไป จึงได้นำวิธีการทดสอบมาประยุกต์ให้เข้ากับขนาดขึ้นทดสอบที่มีขนาดจำกัด โดยที่รองรับแรงกดมีด้านกว้าง 5 เซนติเมตร กำหนดระยะระหว่างที่รองรับเท่ากับ 33 เซนติเมตร และใช้แผ่นเหล็กกว้าง 23 เซนติเมตร ยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของหลังคา สำหรับถ่ายแรงกระจายแรงกด (uniform load) ลงสู่หลังคาตัวอย่าง เมื่ออ่านค่าแรงกดสูงสุด แล้วนำไปบวกกับน้ำหนักแผ่นเหล็กที่ถ่ายแรงสู่หลังคาด้วย จะได้แรงกดสูงสุดรวมทั้งหมด เนื่องจากในการทดสอบนี้ได้กำหนดระยะห่างระหว่างที่รองรับเป็น 33 เซนติเมตร ซึ่งมีระยะห่างน้อยกว่าระยะมาตรฐาน มอก. 18-2529 ที่กำหนดระยะห่างระหว่างที่รองรับที่ 115 เซนติเมตร อยู่เท่ากับ 3.48 เท่า และทำให้ค่าแรงดัดมากกว่าค่าที่คำนวณตามระยะมาตรฐาน มอก. 18-2529 อยู่เท่ากับ 1.74 เท่า ดังนั้น จึงสามารถคำนวณค่าความต้านแรงแตกหัก ดังสมการที่ 3.8

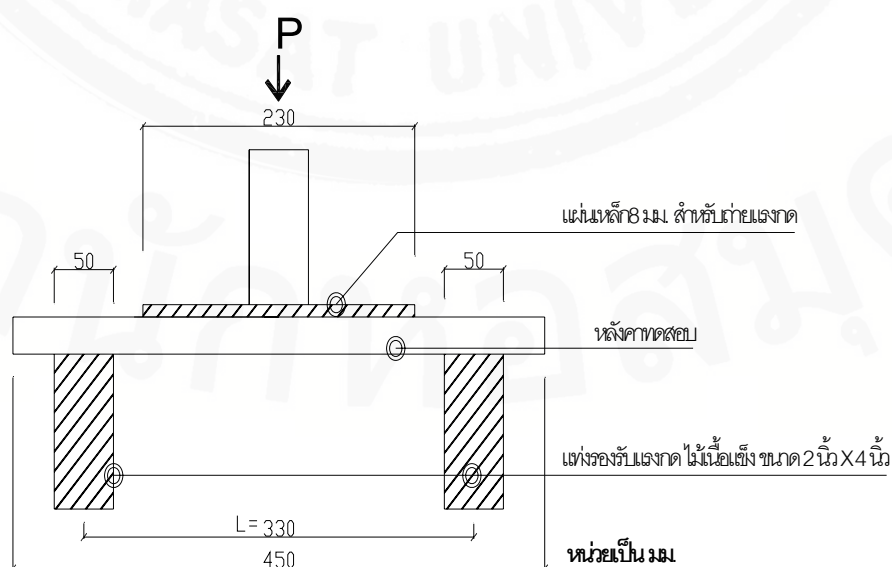
$$\text{ความต้านแรงแตกหัก (นิวตันต่อตารางเมตร)} = F_{\max} / 1.74 b \quad \text{สมการที่ 3.8}$$

เมื่อ $F_{\max}$ คือ แรงกดที่ทำให้หลังคาแตกหัก (นิวตัน)

b คือ ความกว้างของหลังคา (เมตร)

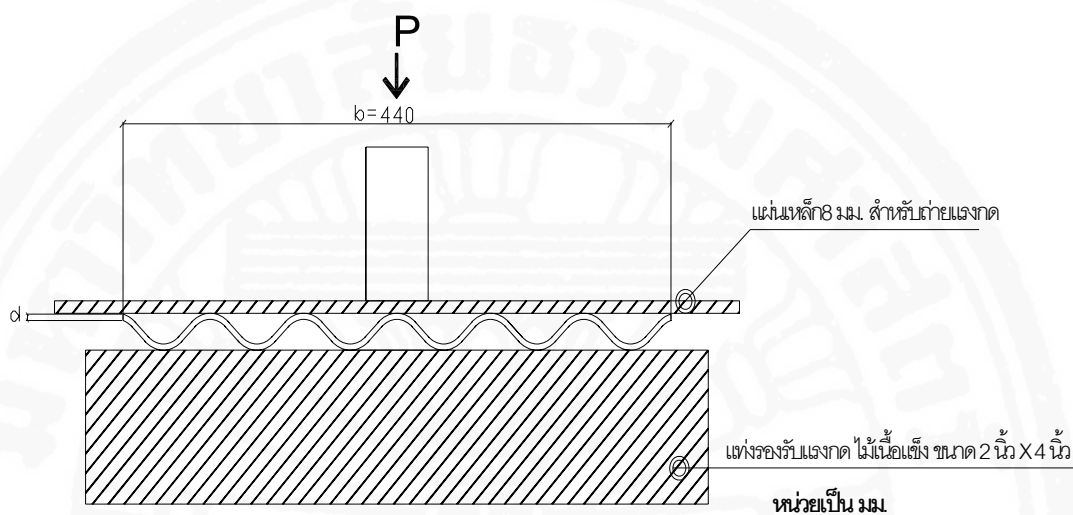
ภาพที่ 3.40

การทดสอบแรงกดสูงสุดหลังคา โดยมีไม้เนื้อแข็งรองรับหลังคาและแสดงความยาวหลังคา



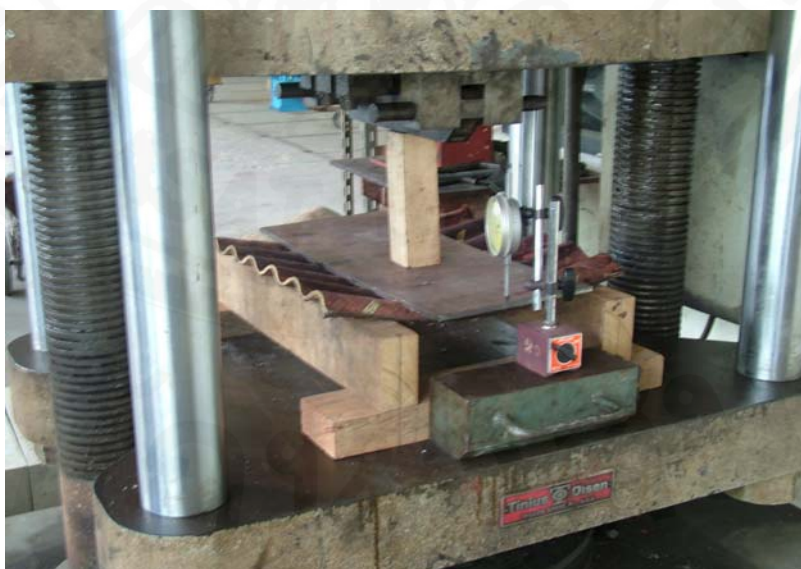
ภาพที่ 3.41

การวางหลังคาบนไม้เนื้อแข็งรองรับหลังคาและขนาดความกว้างหลังคา



ภาพที่ 3.42

การทดสอบแรงกดสูงสุด โดยเครื่องทดสอบแรงกด Tinius Olsen



หมายเหตุ: ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 21 มีนาคม 2550.

4. การหาน้ำหนักของหลังคาต่อพื้นที่ 1 หน่วยตารางเมตร โดยการชั่งน้ำหนักหลังคาขนาด 44 X 45 เซนติเมตร ที่มีความละเอียดในการชั่ง 0.1 กิโลกรัม แล้วนำมาเทียบกับหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

3.5 สถานที่ทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการและทดสอบ สายงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และป้องกันรักษาเนื้อไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ โดยทำการผลิตผนังไม้ไผ่สานอัดและหลังคาลอนไม้ไผ่สาน ทดสอบคุณสมบัติของผนังไม้ไผ่สานอัด ได้แก่ ความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม ปริมาณความชื้น และค่าความหนาแน่น

2. ห้องปฏิบัติการและทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของหลังคา เช่น การทดสอบแรงกดสูงสุด และความต้านแรงแตกหัก เป็นต้น

3. ห้องปฏิบัติการและทดสอบ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนของหลังคา

3.6 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในส่วนของการทดลองผนังไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบ โดยผลิตวัสดุสำหรับการใช้ในการทดสอบแต่ละตัวอย่าง 3 แผ่น แต่ละแผ่นตัดแบ่งได้อีก 3 ชิ้น ดังนั้น ในการทดสอบแต่ละประเภทในส่วนของการทดลองผนังไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบนั้น ใน 1 ตัวอย่าง จะมีจำนวนชิ้นทดสอบทั้งหมด 9 ชิ้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าที่ได้ของค่าทดสอบของประเภทตัวอย่างนั้น

การเก็บข้อมูลในส่วนการทดลองของหลังคาลอนไม้ไผ่สานนั้น ได้ทำการทดสอบตัวอย่างเดียว คือ หลังคาลอนไม้ไผ่สาน 5 ชิ้น โดยในการทดสอบแต่ละประเภทนั้น ได้ทำการผลิตหลังคาสำหรับทดสอบ 3 แผ่นของแต่ละการทดสอบ และวัสดุหลังคาตามท้องตลาดที่นำมาเปรียบเทียบกับแต่ละการทดสอบก็มีจำนวน 3 แผ่น ของแต่ละชนิดของหลังคาที่นำมาทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าที่ได้ของค่าทดสอบของวัสดุประเภทนั้น

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ในส่วนการทดสอบของผนังไม้ไผ่สานอัดแผ่นเรียบ นอกจากมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบแต่ละตัวอย่างแล้ว ต้องนำค่าที่ได้จากการทดสอบไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน GB 13123 – 91 Bamboo-mat Plywood ซึ่งเป็นไม้ไผ่สานอัดชนิดบาง คือ ไม้ไผ่สานอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 2 – 6 มิลลิเมตร (ไม้ไผ่สานอัดชนิดหนา คือ ไม้ไผ่สานอัดที่มีความหนาตั้งแต่ 7 มิลลิเมตร ขึ้นไป) ส่วนประเภทของการใช้งานแบบใช้งานภายนอกจัดเป็นไม้ไผ่สานอัดประเภท 1 ซึ่งต้องทนต่อสภาวะภูมิอากาศและน้ำเดือด เนื่องจากเป็นผนังไม้ไผ่อัดแผ่นเรียบที่ใช้การพินอลฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นกาสำหรับใช้ทำไม้อัดภายนอก และพิจารณาผนังไม้ไผ่อัดแผ่นเรียบแต่ละตัวอย่างผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

ค่าเกณฑ์มาตรฐานไม้ไผ่สานอัดชนิดบาง ประเภทการใช้งานไม้ไผ่สานอัด
ประเภท 1 ตามมาตรฐาน GB 13123 – 91 Bamboo-mat Plywood

การทดสอบ	ผนังไม้ไผ่อัดประเภท 1		
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3
ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	≤ 12	≤ 15	≤ 15
ความต้านแรงดัดที่สภาวะแห้ง (เมกะพาสคัล)	≥ 90	≥ 80	≥ 60
ความต้านแรงดัดที่สภาวะบ่ม (เมกะพาสคัล)	≥ 60	≥ 50	≥ 40
มอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล)	-	-	-

หมายเหตุ: 1 เมกะพาสคัล เท่ากับ 1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

ที่มา: State Standard of the People's Republic of China, 1991.

2. ในส่วนการทดลองของหลังคาลอนไม้ไผ่สาน การเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานได้ใช้เกณฑ์มาตรฐาน มอก. 18-2529 กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน: ลอนลูกฟูก ในส่วนของการทดสอบความไม่รั่วซึมว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ส่วนของการทดสอบประเภทอื่นจะเป็นการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั่วไปตามท้องตลาด