

การศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของฉนวนกันความร้อนจากขี้เลื่อย
A STUDY ON ENGINEERING PROPERTIES OF SAWDUST THERMAL INSULATOR

พัชร อ่อนพรม^{1*}, ปรียาภรณ์ รัตนติสร้อย², ศตวรรษ ทองชาติ³, ศิริวรรณ ประดิษฐ์ดวง⁴ และ เมลินี นิลทะวัก⁵
Patchara Onprom^{1*}, Preeyaporn Rattanatisoi², Satawat Tongchat³
Siriwan Praditdaung⁴ and Mesinee Nintavat⁵

^{1,2,3,4,5}สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000

^{1,2,3,4,5}Field of Civil Technology, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1
Nongkhai 43000

Received : 2021-04-29 Revised : 2021-06-29 Accepted : 2021-07-01

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ทำจากขี้เลื่อย โดยการนำขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งและขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่เป็นวัสดุเหลือใช้มาผสมกับกาวผงร็อควูด โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราแทนที่ขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งในอัตราส่วนผสม ร้อยละ 0, 25, 50, 75, และ 100 โดยปริมาตร ขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อนขนาด 20.0 x 20.0 x 2.0 เซนติเมตร ทำการถอดแบบที่อายุ 1 วัน ทดสอบกำลังรับแรงดัด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การพองตัว ปริมาณความชื้น ค่าการนำความร้อน การแพร่กระจายความร้อน และความร้อนเฉพาะ ที่อายุ 28 วัน ผลการทดสอบ พบว่า การแทนที่ขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพาราไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ากำลังรับแรงดัดและการพองตัว ในขณะที่ค่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับคุณสมบัติด้านอัตราการดูดซึมน้ำ ค่าการนำความร้อน การแพร่กระจายความร้อน และความร้อนเฉพาะ มีแนวโน้มลดลง นอกจากนี้ ค่าความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อน มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน มอก.876-2547 แผ่นไม้อัดชนิดราบ

คำสำคัญ : ฉนวนกันความร้อน, กำลังรับแรงดัด, ค่าการนำความร้อน

Abstract

This research presents the study of the engineering properties of the insulation sheet made from sawdust by using sawdust, hardwood and rubber wood sawdust, which is a waste material mixed with rock powder glue, measured by using rubber wood sawdust instead. Solid wood sawdust at a mixture ratio of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% by volume, for example, insulation sheets in the size of 20.0 x 20.0 x 2.0 cm. The specimens were removed from the mould after 1 day. Test for flexural strength, density, water absorption, swelling, moisture content, thermal conductivity, thermal diffusivity and specific heat at the age of 28 days. The results showed that replacement of hardwood sawdust by rubber wood sawdust did not affect the change in the flexural strength and swelling, while the moisture content tends to increase slightly. For insulation properties at water absorption, thermal conductivity, thermal diffusivity and specific heat also tends to decrease. In addition, the density of the

*พัชร อ่อนพรม

E-mail : Civilman2517@gmail.com

insulation sheet accords to the TIS Standards 876-2547 flat type plywood.

Keywords : insulation sheet, flexural strength, thermal conductivity

1. บทนำ

ปัจจุบันฉนวนกันความร้อนเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอาคาร เนื่องจากฉนวนกันความร้อนสามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ทำให้ช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้ลดค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากฉนวนกันความร้อนโดยทั่วไปผลิตจากใยแก้ว (Fiber glass) และใยหิน (Rockwool) [1] ซึ่งมีความเป็นพิษต่อร่างกาย โดยใยแก้วและใยหินเมื่อผ่านเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจเป็นระยะเวลาานจะทำให้ผู้รับเกิดอาการป่วยได้ ตัวอย่างโรคที่เกิดจากแร่ใยหิน ได้แก่ โรคนอติส เบสโตซิ (Asbestosis) หรือโรคปอดเรื้อรัง โรคเนื้องอก และโรคมะเร็งบริเวณอื่น ๆ ของร่างกาย

ปัจจุบันมีการตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีการนำเอาทรัพยากรที่เหลือใช้กลับมาแปรสภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประกอบกับประเทศไทยมีการผลิตสินค้าที่มีส่วนประกอบจากวัสดุดิบประเภทไม้จำนวนมาก ทำให้เกิดเศษซีลี้อยากเศษไม้ที่เกิดจากการผลิตเป็นจำนวนมาก และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษซีลี้อย่างกล่าว จึงมีการนำเอาเศษซีลี้อย่างชนิดต่าง ๆ นั้นมาแปรสภาพให้เกิดประโยชน์ ตามลักษณะการใช้งาน [2]

คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำซีลี้อย่างซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ซีลี้อย่างจากโรงเลื่อยไม้ภายในเขตพื้นที่จังหวัดหนองคาย ประกอบด้วย ซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็งและซีลี้อย่างจากไม้ยางพารา มาทำฉนวนกันความร้อน เพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยใช้กาเวนตัวประสานในการทำฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อย่าง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาศักยภาพคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ทำจากซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็ง และซีลี้อย่างยางพารา

3. ขอบเขตการวิจัย

- 3.1 ซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็ง (ไม้เนื้อแข็งหลายชนิดรวมกัน) จากบ้านห้วยน้ำเย็น หมู่ที่ 3 ต.เหล่าต่างคำ อ.โพนพิสัย จ.หนองคาย
- 3.2 ซีลี้อย่างยางพารา จาก บ้านคำแค ต.โพธิ์ชัย อ.เมือง จ.หนองคาย
- 3.3 ใช้ปริมาณซีลี้อย่างยางพาราแทนที่ซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็งในปริมาณร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยปริมาตร
- 3.4 ตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อย่าง ขนาด 20.0 x 20.0 x 2.0 เซนติเมตร
- 3.5 ทำการอัดขึ้นรูปแบบเย็น โดยใช้ระยะเวลาในการอัด 5 นาที และทำการถอดแบบที่อายุ 1 วัน
- 3.6 ทดสอบกำลังรับแรงดัด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การพองตัว ปริมาณความชื้น ค่าการนำความร้อน การแพร่กระจายความร้อน และ ความร้อนเฉพาะ ที่อายุ 28 วัน

4. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาศักยภาพคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ทำจากซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็งและซีลี้อย่างยางพารา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 4.1 วัสดุและอุปกรณ์
 - 1) เครื่องอัดไฮดรอลิก
 - 2) ซีลี้อย่างไม้เนื้อแข็งและไม้ยางพารา
 - 3) กาวรีอควิวด์สำหรับทำหน้าที่เป็นวัสดุประสาน
 - 4) เครื่องชั่งน้ำหนัก
 - 5) เครื่องทดสอบแรงดัด
 - 6) ตู้อบความร้อนมาตรฐาน

7) เครื่องมือวิเคราะห์ค่าการนำความร้อน
คงที่

4.2 อัตราส่วนผสม ดังแสดงในตารางที่ 1

ใช้ซีลี้อยไม้ยางพาราแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็ง
ในปริมาณร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดย
ปริมาตร ร่วมกับกาวผงร็อควูดซึ่งใช้เป็นวัสดุประสาน
และน้ำในปริมาณคงที่

สัญลักษณ์ใช้ในงานวิจัย

- WS (Hardwood Sawdust) หมายถึง
ซีลี้อยไม้เนื้อแข็ง

- RS (Rubber wood Sawdust) หมายถึง
ซีลี้อยไม้ยางพารา

- RW (Rock Wood glue) หมายถึง กาว
ร็อควูด

- WA (Water) หมายถึง น้ำ

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์

- 75 WS : 25 RS หมายถึง ฉนวนกันความ
ร้อนที่มีส่วนผสมของซีลี้อยไม้เนื้อแข็งร้อยละ 75 และ
ซีลี้อยไม้ยางพาราร้อยละ 25 โดยปริมาตร

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมแผ่นฉนวนกันความร้อน
จากซีลี้อย

Mixture	WS (g)	RS (g)	RW (g)	WA (g)
100 WS:0 RS	250	0	150	150
75 WS:25 RS	187.5	62.5	150	150
50 WS:50 RS	125	125	150	150
25 WS:75 RS	62.5	187.5	150	150
0 WS:100 RS	0	250	150	150

4.3 วิธีเตรียมตัวอย่างซีลี้อย

- 1) นำซีลี้อยไปผึ่งให้แห้ง
- 2) นำซีลี้อยมาใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้

4.4 วิธีเตรียมตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน

- 1) ทำความสะอาดแบบหล่อเครื่องอัดไฮดรอลิก
และทาน้ำมันแบบหล่อให้ทั่ว

2) ชั่งน้ำหนัก ซีลี้อย กาว และน้ำตามตาราง
อัตราส่วนผสม

3) นำซีลี้อยที่ชั่งแล้วเทลงบนภาตผสม

4) ผสมกาวและน้ำให้เข้ากัน

5) นำกาวที่ผสมแล้ว มาเทรอบ ๆ ซีลี้อยใน
ภาตผสม จากนั้นคลุกให้เข้ากันด้วยมือ เนื่องจาก
สามารถบีบตัววัสดุผสมให้ยึดเกาะกับซีลี้อยได้ดีกว่า
การใช้เครื่องมือผสม

6) นำซีลี้อยที่ผสมกาวเรียบร้อยแล้ว เข้าใน
แบบเครื่องอัดไฮดรอลิก โดยใช้เวลาคดคงค้าง 5 นาที

7) ทำการถอดแบบที่อายุ 1 วัน

โดยขั้นตอนการหล่อตัวอย่างฉนวนกันความ
ร้อนจากซีลี้อย ดังแสดงในรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 1



รูปที่ 1 ชั่งน้ำหนักซีลี้อยตามตารางอัตราส่วนผสม



รูปที่ 2 นำส่วนผสมกาว ผงซีลี้อย และน้ำ
ผสมกับซีลี้อย



รูปที่ 3 คลุกเคล้าอัตราส่วนผสม



รูปที่ 6 แผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด 20x 20x2 เซนติเมตร



รูปที่ 4 นำอัตราส่วนผสมเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิก



รูปที่ 5 นำฉนวนกันความร้อนออกจากเครื่องอัดไฮดรอลิก

4.5 การทดสอบ

1) ความหนาแน่น (Density) ทหาความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากน้ำหนักของตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน (กิโลกรัม)หารด้วยปริมาตรของตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน (m^3) หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$P = \frac{m}{v} \quad (1)$$

เมื่อ P หมายถึง ความหนาแน่นของตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

m หมายถึง น้ำหนักของตัวอย่างฉนวนกันความร้อน (กิโลกรัม)

v หมายถึง ปริมาตรของตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน (ลูกบาศก์เมตร)

2) การต้านแรงดัด (Flexural strength) นำแผ่นฉนวนขนาด 20 x 20 x 2 เซนติเมตร วางบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มของ 10 มม.) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มม. ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มม. ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบโดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30

วินาที แต่ไม่น้อยกว่า 90 วินาที (ความเร็วในการกดประมาณ 10 มม./นาที) ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$\text{ค่ากำลังตัด} \quad f_m = \frac{3 F_{max} - I_1}{2 b t \times 10} \quad (2)$$

เมื่อ f_m หมายถึง ความต้านแรงตัด (กิโลกรัมต่อ ตร.ซม.)

F_{max} หมายถึง แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

I_1 หมายถึง ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

b หมายถึง ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

t หมายถึง ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

3) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) ตัดชิ้นทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบค่าปริมาณความชื้น ซึ่งมีขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร และความยาว 50 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบที่ใช้ตรวจสอบโดยไม่ต้องปรับสภาพ โดยนำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมาชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม น้ำหนักที่ชั่งได้เป็นน้ำหนักก่อนแช่น้ำ จากนั้น นำชิ้นทดสอบที่ ชั่ง น้ำหนักแล้วแช่ลงในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งให้ชิ้นทดสอบได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนของชิ้นทดสอบอยู่ได้ ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มิลลิเมตร เวลาที่ใช้ในการแช่น้ำ 2 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 2 ชั่วโมงให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมด แล้วนำไปชั่งน้ำหนักทันที น้ำหนักที่ชั่งได้เป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 2 ชั่วโมง จากนั้น นำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำต่ออีก 22 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้วนำชิ้นมาชั่งน้ำหนักตามวิธีเดิม น้ำหนักที่ชั่งได้เป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง นำค่าน้ำหนักที่ชั่งได้มาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำ ที่ 2 และ 24 ชั่วโมง คำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\text{การดูดซึมน้ำ} \quad MA = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ MA หมายถึง ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)

W1 หมายถึง น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)

W2 หมายถึง น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)

4) การพองตัว (swelling) นำแผ่นฉนวนขนาด 50 x 50 x 20 มิลลิเมตร ทำการวัดความหนาของชิ้นตัวอย่างทดสอบก่อนและทำการบันทึกค่า จากนั้นนำตัวอย่างทดสอบแช่ในน้ำ (น้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส) โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ได้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มม. แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และ ต้องห่างจากผนัง และ กันภาชนะที่ใส่ ไม่น้อยกว่า 10 มม. เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 วันให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดแล้วปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 1 วัน โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ จากนั้นนำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ และคำนวณหาร้อยละการพองตัวได้จากสมการที่ (4)

$$\text{การพองตัว (ร้อยละ)} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ t_1 หมายถึง ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

t_2 หมายถึง ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

5) ปริมาณความชื้น (Moisture content) นำแผ่นฉนวนขนาด 50 x 50 x 20 มิลลิเมตร มาชั่งน้ำหนักก่อนอบและทำการบันทึกค่า จากนั้นอบชิ้นตัวอย่างทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส จนได้มวลคงที่ คือ มวลของชิ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งเวลา ห่างกัน 6 ชั่วโมง ต้องไม่แตกต่างกันเกินร้อยละ 0.1 ของมวลของชิ้นทดสอบ จากนั้นนำไปใส่ในตู้ดูดความชื้นปล่อยให้เย็น และชั่งชิ้นทดสอบเป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง โดยคำนวณหาปริมาณความชื้นได้จากสมการที่ (5)

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ m_1 หมายถึง มวลชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

m_2 หมายถึง มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กรัม)

6) ค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) การแพร่กระจายความร้อน (thermal diffusivity) และ ความร้อนเฉพาะ (specific heat) โดยค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) คือ ค่าที่แสดงความสามารถในการถ่ายเทความร้อน ด้วยการนำความร้อนของวัสดุ หรือที่เรียกกันว่า “ค่า K” มีหน่วยเป็น W/m.K หรือ Btu/h. ft. °F โดยค่า K ยิ่งสูงจะยิ่งนำความร้อนมาก เช่น วัสดุประเภท โลหะ มักมีค่า K สูงกว่าวัสดุประเภทพลาสติก เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน ควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่า K ต่ำ ทั้งนี้ ในวงการวัสดุก่อสร้าง มักพิจารณาค่า K ที่สัมพันธ์กับ “ค่าความต้านทานความร้อน” (ค่า R) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับความหนาของวัสดุหารด้วยค่า K ดังแสดงในสมการที่ (6)

$$K = \frac{Q L}{A \Delta T}$$

เมื่อ K หมายถึง สภาพนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตรเคลวิน)

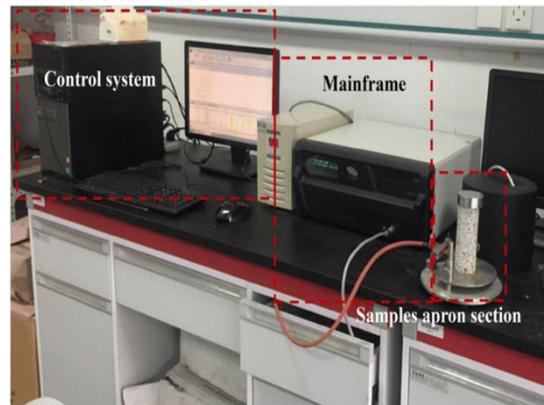
Q หมายถึง ความร้อนที่ไหลผ่านต่อพื้นที่ผิวตัวอย่าง (วัตต์)

A หมายถึง พื้นที่ที่ความร้อนไหลผ่าน (ตารางเมตร)

L หมายถึง ความหนาของชิ้นทดสอบ (เมตร)

ΔT หมายถึง อุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างผิววัสดุด้านอุณหภูมิสูงและด้านอุณหภูมิต่ำ (เคลวิน)

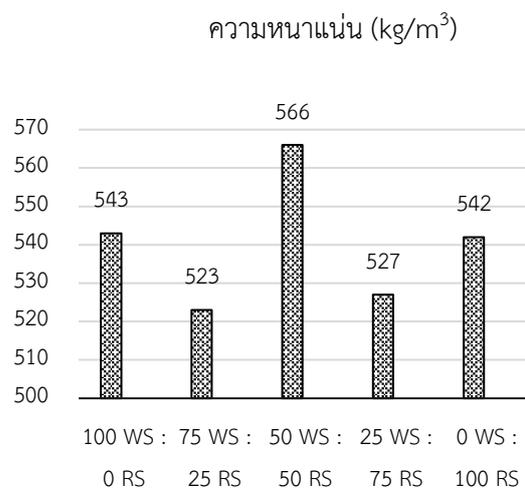
การทดสอบค่าการนำความร้อน การแพร่กระจายความร้อน และ ความร้อนเฉพาะในงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ส่งตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากซีลีออย ทดสอบ ณ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ซึ่งดำเนินการทดสอบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 เครื่องมือวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนคงที่

5. ผลการวิจัย

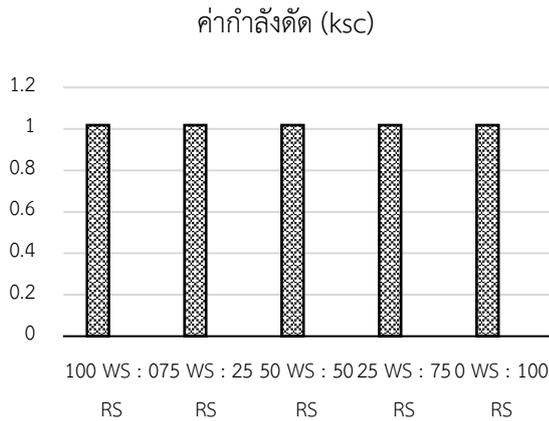
5.1 ผลการทดสอบความหนาแน่น ที่อายุ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 8 พบว่า การแทนที่ซีลีออยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลีออยไม้อย่างพาราส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากซีลีออยไม้เนื้อแข็งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากค่าความหนาแน่นของซีลีออยไม้เนื้อแข็งและซีลีออยไม้อย่างพารามีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อน จากการวิจัยในครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ มอก.876-2547 [3] ที่มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 400-900 kg/m³



รูปที่ 8 ความหนาแน่น ที่อายุ 28 วัน

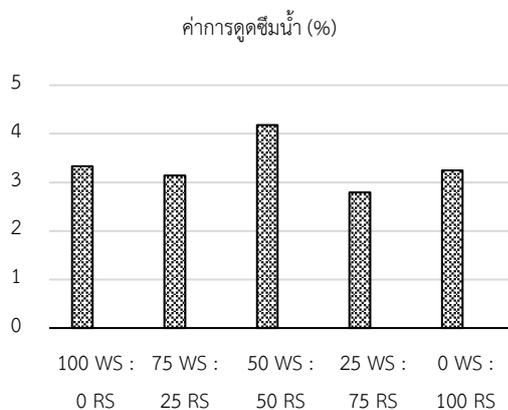
5.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงดัดของแผ่นฉนวนกันความร้อน ที่อายุ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 9

พบว่า การแทนที่ซีลี้อยู่เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยู่ไม่
อย่างพาราไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังตัด โดย
ฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อยู่ จากการวิจัยในครั้งนี้
แผ่นฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อยู่ทุกอัตราส่วนผสมมี
ค่ากำลังรับแรงตัดประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานสำหรับวัสดุ
ประเภทฉนวนกันความร้อน



รูปที่ 9 กำลังรับแรงตัด ที่อายุ 28 วัน

5.3 ผลการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำแผ่นฉนวนกัน
ความร้อน ที่อายุ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 10 พบว่า
การแทนที่ซีลี้อยู่เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยู่ไม่อย่างพารา
ส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นฉนวนกันความร้อนมี
แนวโน้มลดลง เมื่อ เปรียบเทียบกับฉนวนกันความ
ร้อนที่ไม่มีซีลี้อยู่ไม่อย่างพาราในอัตราส่วนผสม ซึ่งค่า
การดูดซึมน้ำที่ลดลงเป็นผลดีต่อการนำแผ่นฉนวนกัน
ความร้อน ไปใช้งานจริง



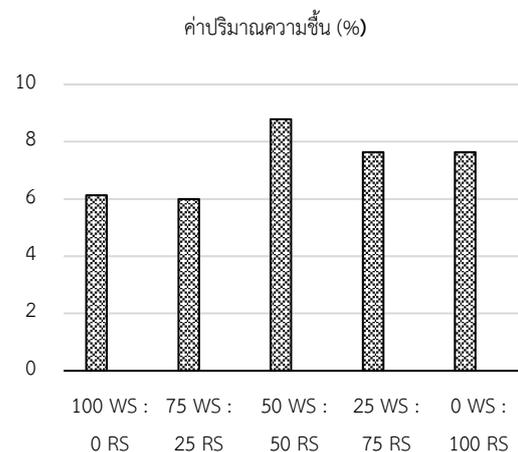
รูปที่ 10 การดูดซึมน้ำ ที่อายุ 28 วัน

5.4 ผลการทดสอบการพองตัว ที่อายุ 28 วัน
ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ทุกอัตราส่วนผสมของ
ฉนวนกันความร้อนในงานวิจัยครั้งนี้ไม่เกิดการพองตัว
ของแผ่นฉนวนกันความร้อน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าการพองตัว

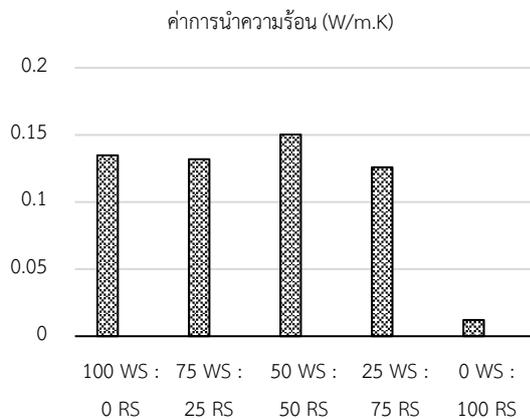
อัตราส่วนผสม	การพอง ตัว 2 ชม. (ร้อยละ)	การพอง ตัว 24 ชม. (ร้อยละ)	หมายเหตุ
100WS:0RS	0	0	ไม่มีการพองตัว
75WS:25RS	0	0	ไม่มีการพองตัว
50WS:50RS	0	0	ไม่มีการพองตัว
25WS:75RS	0	0	ไม่มีการพองตัว
0WS:100RS	0	0	ไม่มีการพองตัว

5.5 ผลการทดลองปริมาณความชื้นของแผ่น
ฉนวนกันความร้อน ที่อายุ 28 วัน บ่มน้ำ 24 ชม.
ดังแสดงในรูปที่ 11 พบว่า การแทนที่ซีลี้อยู่เนื้อ
แข็งด้วยซีลี้อยู่ไม่อย่างพารา ร้อยละ 25 โดยปริมาตร
ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของ
แผ่นฉนวนกันความร้อน ในขณะที่การแทนที่ร้อยละ
50-100 ส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
ประมาณร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนกัน
ความร้อนจากซีลี้อยู่เนื้อแข็งเพียงอย่างเดียว (ไม่มี
ซีลี้อยู่ไม่อย่างพาราในอัตราส่วนผสม)

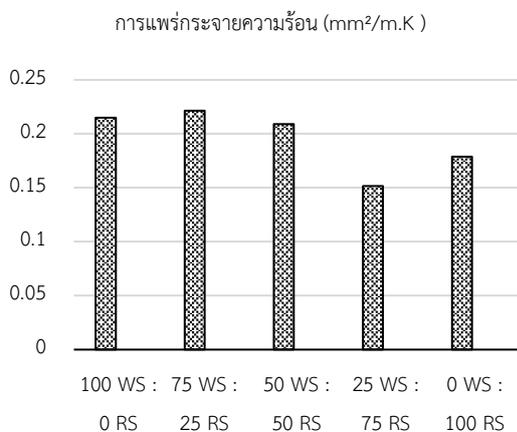


รูปที่ 11 ปริมาณความชื้น ที่อายุ 28 วัน

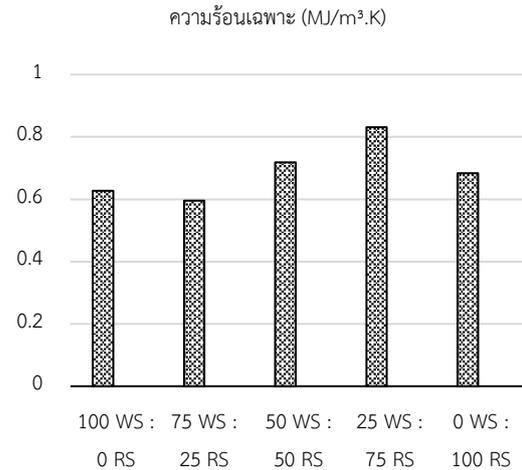
5.5 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน การกระจายความร้อน และความร้อนเฉพาะของแผ่นฉนวนกันความร้อน ที่อายุ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 12 ถึง รูปที่ 14 พบว่า การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราส่งผลให้ค่าการนำความร้อนและการแพร่กระจายความร้อนมีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 10 ในขณะที่ความร้อนเฉพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 15 เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อยไม้เนื้อแข็งเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 12 การนำความร้อน ที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 13 การแพร่กระจายความร้อน ที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 14 ความร้อนเฉพาะ ที่อายุ 28 วัน

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

6.1 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยค่าความหนาแน่นจากการวิจัยในครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 876-2547 ที่มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง $400-900 \text{ kg/m}^3$

6.2 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังตัดของฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อย

6.3 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราส่งผลให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำของแผ่นฉนวนกันความร้อนมีแนวโน้มลดลง

6.4 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราไม่มีผลกระทบต่อค่าการพองตัวของแผ่นฉนวนกันความร้อน ทั้งที่อายุ 2 และ 24 ชั่วโมง

6.5 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้ยางพาราส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อยไม้เนื้อแข็งเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการใช้งาน

6.6 การแทนที่ซีลี้อยไม้เนื้อแข็งด้วยซีลี้อยไม้
ยางพาราส่งผลให้ค่าการนำความร้อน และค่าการ
แพร่กระจายความร้อนมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่า
ความร้อนเฉพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อ
เปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากซีลี้อยไม้เนื้อ
แข็งเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- [1] SCG Building Materials, แผ่นฉนวนกัน
ความร้อน, 2560, [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ
วันที่ 27 มกราคม 2564]. จาก [https://
www.scgbuildingmaterials.com](https://www.scgbuildingmaterials.com).
- [2] บ้านและการจัดสวน, ซีลี้อย, 2563,
[ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม
2564]. จาก www.sanook.com.
- [3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, แผ่นไม้อัด
ชนิดราบ, 2547, [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่
20 มกราคม 2564]. จาก
<https://www.nqi.go.th>.