ผลของวัสดุประสานเรซิ่นผสมโฟมพอลิสไตรีนเพื่อขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของลำต้นทานตะวัน

Effect of a Binder from Resin Mixed Polystyrene Foam for Forming Fiberboard from Sunflower Bark

บุปผชาติ ต่อบุญสูง[1*] กฤษฎา ทุ่มวิเศษ[2] นนนที คิดเห็น[2] และ วันธนา ศิลปวิลาวัณย์[1]
Buppachat Toboonsung[1] Kritsada Thumwiset[2] Nonathee Kidhen[2] and Wanthana Silpawilawan[1]
[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[1]Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
[2]Department of Physics, Faculty of Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
วันที่ส่งบทความ : 1 มกราคม 2564 วันที่แก้ไขบทความ : 4 พฤษภาคม 2564 วันที่ตอบรับบทความ : 8 มิถุนายน 2564
Received: 1 January 2021, Revised: 4 May 2021, Accepted: 8 June 2021

บทคัดย่อ

แผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของลำต้นทานตะวันใช้วัสดุประสานจากเรซิ่นผสมกับโฟมพอลิสไตรีน ซึ่งใช้เปลือกของลำต้นทานตะวันสับย่อย 300 กรัม กดอัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก 147.10 เมกะปาสคาล (MPa) และทำให้แห้งในบรรยากาศเป็นเวลา 3 วัน วัสดุประสานปริมาณ 400 มิลลิลิตร ทำจากอัตราส่วนของเรซิ่นต่อโฟมพอลิสไตรีน คือ 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 โดยน้ำหนัก (%wt) พบว่าอัตราส่วนของเรซิ่นต่อโฟมพอลิสไตรีนใน 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt สามารถสร้างเป็นแผ่นใยไม้อัดได้ สมบัติทางกายภาพวิเคราะห์จากค่าความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์ของการดูดซึมน้ำ สมบัติเชิงกลใช้ค่าความต้านทานแรงดัด และสมบัติทางความร้อนใช้การทดสอบค่าการนำความร้อน พบว่าเมื่อเพิ่มโฟมพอลิสไตรีนทำให้แผ่นใยไม้อัดมีค่าความหนาแน่นลดลง เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงดัดลดลง และการนำความร้อนลดลง ค่าการนำความร้อนแสดงอยู่ในช่วง 0.1538 - 0.1176 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน (W/m.K) ดังนั้นแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของลำต้นทานตะวันที่เตรียมโดยใช้เรซิ่น 100 %wt เป็นตัวประสานแสดงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลได้สูงสุด ในทางกลับกันสมบัติด้านการเป็นฉนวนความร้อนต่ำกว่าแผ่นใยไม้อัดซึ่งมีส่วนผสมของโฟมพอลิสไตรีน อย่างไรก็ตามการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซึ่งผสมตัวประสานอัตราส่วน 90/10 %wt นั้นผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม JIS A 5905:2003 ประเภท Type 5 และแสดงสมบัติของฉนวนความร้อนได้ดีกว่าการใช้เรซิ่น 100 %wt เป็นตัวประสาน

คำสำคัญ : แผ่นใยไม้อัด เรซิ่น โฟม พอลิสไตรีน วัสดุประสาน เปลือกของลำต้นทานตะวัน

[*]ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: buppachat.t@nrru.ac.th

Abstract

Fiberboard from sunflower bark was prepared a binder from resin mixed polystyrene which used the chopping of sunflower bark for 300 g, compressed by a hydraulic pressure of 147.10 MPa and dried of 3 days in air atmosphere. The binder of 400 ml was made from the ratio of resin per polystyrene foam of 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, and 50/50 %wt. It was found that the ratio of resin and polystyrene foam with 100/0, 90/10, 80/20 and 70/30 %wt were formed as fiberboard. The physical property was analyzed the density and the percentage of water absorption. The mechanical property was used the bending strength. The thermal property was tested the thermal conductivity. It was found that the fiberboard was shown the density decreased, the percentage of water absorption increased, the bending strength reduced and the thermal conductivity decreased with increasing the polystyrene foam. The thermal conductivity was shown in the range of 0.1538 - 0.1176 W/m.K. Therefore, the fiberboard of sunflower bark which prepared from the resin of 100 %wt as a binder was shown a better than of the physical and mechanical properties. On the other hand, the thermal insulation property was found the lower than of the fiberboard which mixed polystyrene foam. However, the forming of fiberboard which mixed the binder of 90/10 %wt was passed the standard of JIS A 5905:2003 in Type 5 and shown the thermal insulation properties better than resin of 100 %wt as the binder.

Keywords: Fiberboard, Resin, Foam, Polystyrene, Binder, Sunflower bark

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะจากโฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene Foam: PS Foam) จัดเป็นปัญหาขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก และก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โฟมไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ หรือหาวิธีการดำเนินงานเพื่อจัดการกำจัดขยะที่เหมาะสม นอกเหนือจากนั้นขยะทางการเกษตรในปัจจุบันก็มีอยู่จำนวนมากเช่นเดียวกัน โดยในปัจจุบันผู้ประกอบการทางด้านการเกษตรนิยมปลูกพืช และไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก ซึ่งทานตะวันเป็นพืชชนิดหนึ่งที่นิยมปลูก โดยแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดลพบุรี เพชรบูรณ์ และสระบุรี แต่ในปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมา มีการปลูกทานตะวันเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชที่มีอายุสั้นระบบรากลึก มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าพืชอื่น ๆ ประโยชน์ของทานตะวันนอกจากใช้เป็นไม้ดอกไม้ประดับแล้ว ยังมีการนำเอาส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ เช่น การนำเมล็ดมาเป็นของขบเคี้ยว และสกัดเป็นน้ำมัน เปลือกของลำต้นใช้ทำเชื้อเพลิงได้ เมื่อไถกลบจะเป็นปุ๋ยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินได้ดี และการกำจัดสุดท้ายคือการเผาทำลายต้นทานตะวัน ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ดังนั้นการหาแนวทางเพื่อนำขยะพลาสติกและขยะทางการเกษตรมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์เป็นสิ่งที่สำคัญ

ซึ่งการนำมาขยะโฟมพอลิสไตรีนมาพัฒนาเป็นวัสดุประสาน และนำขยะทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นแผ่นใยไม้อัดเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาจากขยะดังกล่าวได้เป็นอย่างดี โดยแผ่นใยไม้อัดที่ทำจากขยะทางการเกษตรมีหลากหลาย เช่น แผ่นใยไม้อัดที่ทำจากเศษไม้ยูคาลิปตัส [1] ชานอ้อย [2] ซังข้าวโพด [3] แกลบ ฟางข้าว [4] ต้นปุด [5] ใบตะไคร้ [6] และแกนต้นกัญชง [7] เป็นต้น มีงานวิจัยที่ใช้กาวจากการละลายขวดยาคูลย์ในน้ำมันเบนซิน กาวจากการละลายพลาสติกใสในน้ำมันเบนซิน และการใช้เรซิ่น โดยพบว่าการใช้เรซิ่นเป็นตัวประสานสามารถทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทุกคุณสมบัติ [1] ส่วนของโฟมพอลิสไตรีนได้มีการนำมาผสมกับเส้นใยธรรมชาติ คือ เส้นใยมะพร้าว เส้นใยชานอ้อย เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า และใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติด โดยพบว่าเส้นใยมะพร้าวมีสมบัติเชิงกลดีที่สุด [8] ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการนำขยะพลาสติกเพื่อพัฒนาเป็นตัวประสานหรือผสมกับขยะทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นแผ่นใยไม้อัดได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับขยะทางการเกษตรอีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้นำวัสดุขยะจากการเกษตรคือเปลือกของลำต้นทานตะวันมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัด โดยนำมาผสมกับวัสดุประสานที่ได้จากการนำเรซิ่นผสมกับโฟมพอลิสไตรีน เพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เหมาะสมของเรซิ่นต่อโฟมพอลิสไตรีนสำหรับใช้ขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน และนำแผ่นใยไม้อัดที่สามารถขึ้นรูปได้ทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ สมบัติเชิงกล ตามมาตรฐาน Japanese Industrial Standard (JIS A 5905:2003) และทดสอบสมบัติเชิงความร้อน ซึ่งจะทำให้ได้แผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันเทียบเท่ากับไม้อัดตามมาตรฐาน สามารถเป็นฉนวนความร้อน และสร้างมูลค่าเพิ่มให้ขยะทางการเกษตรต่อไปได้ในอนาคต

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมวัสดุและการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัด

นำต้นทานตะวันที่สิ้นสุดระยะการเจริญเติบโต (ต้นที่ดอกแห้ง) ตัดให้เป็นท่อนยาวประมาณ 30 เซนติเมตร และแยกเปลือกของต้นทานตะวันและแกนกลางออก ทิ้งไว้ให้แห้งสนิทประมาณ 60 วัน นำเฉพาะส่วนของเปลือกไปผ่านกระบวนการสับย่อยและปั่น ต่อจากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 ก และ ข การขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน ใช้เศษย่อยของต้นทานตะวันปริมาณ 300 กรัม วัสดุประสานใช้ปริมาณ 400 มิลลิลิตร [9] ซึ่งทำจากการนำโฟมพอลิสไตรีนที่มีค่าความหนาแน่น 0.96 - 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน) มาปั่นย่อยให้มีขนาดประมาณ 2 x 10 ตารางมิลลิเมตร ดังรูปที่ 2 แล้วนำไปผสมในเรซิ่นหล่อใสมีค่าความหนาแน่น 1.10 – 1.20 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ต่อจากนั้นเติมตัวทำแข็งปริมาตร 6 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน แล้วค่อย ๆ เทลงในเศษย่อยของเปลือกต้นทานตะวันคลุกเคล้าตัวประสานให้ทั่วถึงเศษย่อยของเปลือกต้นทานตะวัน และเทลงแม่พิมพ์ขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร [9] (รูปที่ 3 ก) และนำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกด้วยแรงอัด 147.10 MPa (รูปที่ 3 ข) ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน [9]

(ก)

(ข)

รูปที่ 1. (ก) เปลือกต้นทานตะวันที่ผ่านเครื่องสับย่อย และ (ข) เศษย่อยเปลือกต้นทานตะวันที่ร่อนผ่านตะแกรง

รูปที่ 2. โฟมพอลิสไตรีนที่ได้จากการปั่นย่อย

ตารางที่ 1. อัตราส่วนวัสดุประสาน (เรซิ่น/โฟมพอลิสไตรีน)

สัญลักษณ์อัตราส่วน (เรซิ่น/โฟมพอลิสไตรีน)	อัตราส่วนวัสดุประสาน (%wt)	
	เรซิ่น	โฟมพอลิสไตรีน
100/0	100	0
90/10	90	10
80/20	80	20
70/30	70	30
60/40	60	40
50/50	50	50

(ก) (ข)

รูปที่ 3. (ก) การเตรียมอัดขึ้นรูป และ (ข) ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก

2.2 การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพของแผ่นใยไม้อัด

การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพของแผ่นใยไม้อัด พิจารณาวิธีการและขั้นตอนการทดสอบตามมาตรฐานของ Japanese Industrial Standard (JIS A 5905:2003) [4] ได้แก่

2.2.1 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของชิ้นงานทำโดยนำแผ่นใยไม้อัดขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร มาตัดให้มีขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร วัดความหนาของแผ่นใยไม้อัด [6]-[7] ต่อจากนั้นนำไปชั่ง และนำไปคำนวณตามสมการ (1) เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) m คือ มวล (กรัม) V คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1}$$

2.2.2 สมบัติการดูดซึมน้ำ

การทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำทำโดยตัดชิ้นงานให้มีขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร ชั่งน้ำหนักของชิ้นงาน นำชิ้นงานลงไปแช่ในน้ำที่ความลึก 2 เซนติเมตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำชิ้นงานวางบนกระดาษซับน้ำเป็นเวลา 30 วินาที นำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ [6]-[7] ดังสมการ (2) เมื่อ m_1 คือ น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม) และ m_2 คือ น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ} = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100\% \tag{2}$$

2.3 การทดสอบสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกลใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine: UTM) (ยี่ห้อ Tinius Olsen, Model TTR-080G, Serial No. 2441175, Capacity 600 kN) เพื่อทดสอบความต้านทานแรงดัด

โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 3 จุด (Three-Pointed Bending) [6]-[7] โดยตัดแผ่นใยไม้อัดให้มีขนาด 100 x 200 ตารางมิลลิเมตร คือ มีแรงกดที่จุดกึ่งกลาง 1 จุด วางชิ้นงานบนแท่นรองรับมีระยะห่าง 150 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4 ในการทดสอบชิ้นงานใช้โหลด 50 มิลลิเมตรต่อนาที ที่อัตราเฉลี่ยการเปลี่ยนรูปบนพื้นผิวของชิ้นทดสอบแข็งหรือใช้โหลดประมาณ 10 มิลลิเมตรต่อนาทีบนพื้นผิวของแผ่นทดสอบแผ่นใยไม้อัด ทำการวัดค่าแรงกดสูงสุด (P) และความต้านทานแรงดัดคำนวณจากสมการ (3) เมื่อ P คือ ค่าแรงกดสูงที่สุด (นิวตัน), L คือ ระยะคานที่ใช้รองรับการกดชิ้นงาน (มิลลิเมตร), b คือ ความกว้างของชิ้นงานทดสอบ (มิลลิเมตร) และ t คือ ความหนาของชิ้นงานทดสอบ (มิลลิเมตร)

$$\text{ความต้านทานแรงดัด} = \frac{3PL}{2bt^2} \tag{3}$$

รูปที่ 4. การทดสอบความต้านทานแรงดัดแบบ 3 จุดของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของลำต้นทานตะวัน

2.4 การทดสอบสมบัติการนำความร้อน

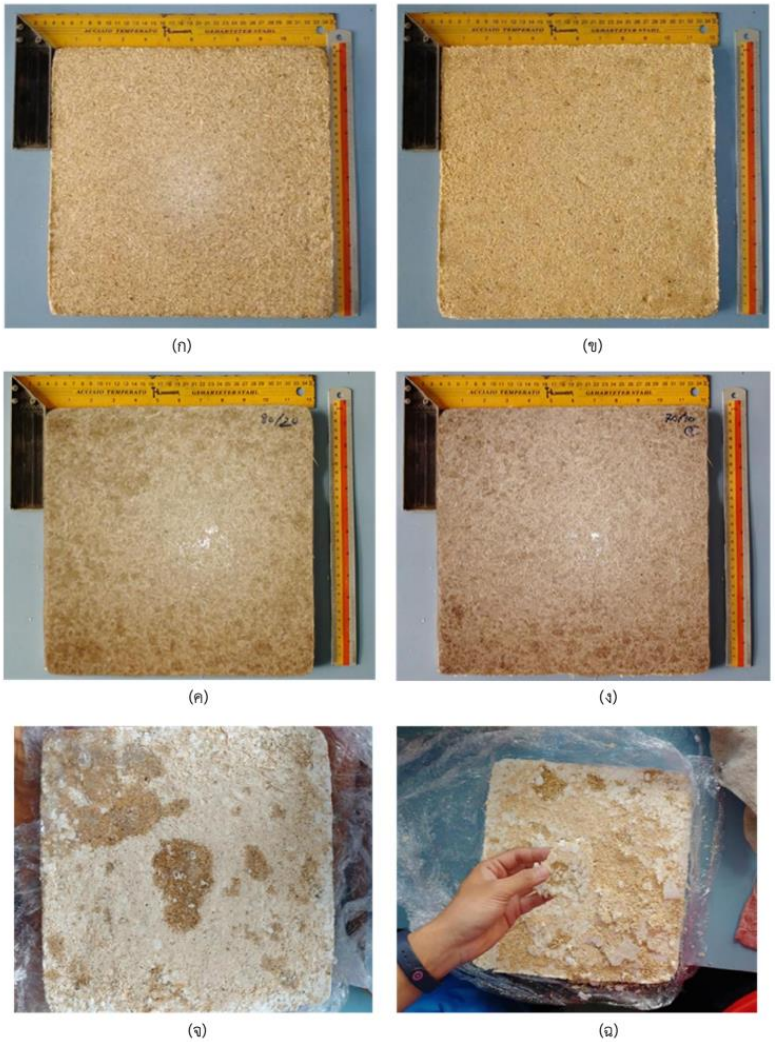
การทดสอบสมบัติการนำความร้อนของชิ้นงานใช้เครื่อง Heat Transfer Meter ISOMET 2114 [9]-[10] โดยกำหนดช่วงการวัดค่าความร้อนไว้ที่ 0.04 - 0.30 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และวัดทั้งหมด 5 ตำแหน่งบนชิ้นงานขนาด 30 x 30 ตารางเซนติเมตร (วัดที่บริเวณมุมทั้ง 4 และส่วนตรงกลางแผ่นอีก 1 จุด) แต่ละตำแหน่งวัดนาน 30 นาที แล้วนำมาหาค่าการนำความร้อนเฉลี่ยของแต่ละชิ้นงาน

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันโดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของวัสดุประสาน

การทดสอบการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันตามอัตราส่วนที่กำหนดดังตารางที่ 1 สามารถขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดที่เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของวัสดุประสานที่แตกต่างกันได้แสดงดังรูปที่ 5 ก - ฉ

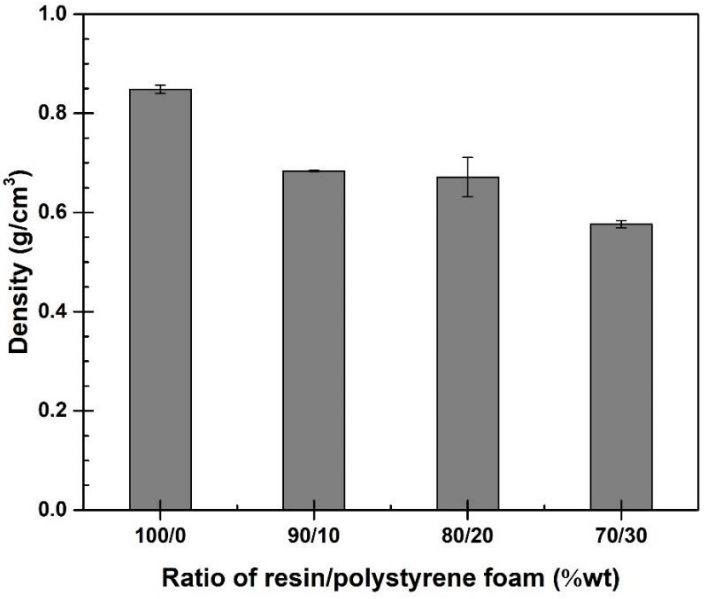
พบว่าแผ่นใยไม้อัดที่ใช้เรซิ่นผสมกับโฟมพอลิสไตรีนในอัตราส่วนที่ 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt สามารถอัดขึ้นรูปได้แสดงดังรูปที่ 5 ก - ง ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดผิวสัมผัสมีความเรียบเนียน การอัดตัวของเปลือกของลำต้นทานตะวันกับวัสดุประสานค่อนข้างแน่น มีความหนาที่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น แต่แผ่นใยไม้อัดในอัตราส่วนที่ 60/40 และ 50/50 %wt ไม่สามารถอัดขึ้นรูปได้แสดงดังรูปที่ 5 จ - ฉ ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดพบว่าการอัดตัวของเปลือกของลำต้นทานตะวันกับวัสดุประสานไม่เข้ากัน เกิดรอยแตกทั่วทั้งแผ่น ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณโฟมพอลิสไตรีนมากขึ้นจะส่งผลต่อการผสมวัสดุประสาน เนื่องจากอัตราส่วนดังกล่าวมีปริมาณของเรซิ่นกับโฟมพอลิสไตรีนไม่เหมาะสมกันจึงไม่สามารถขึ้นรูปแผ่นวัสดุจากเปลือกลำต้นทานตะวันเป็นแผ่นใยไม้อัดได้



รูปที่ 5. ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของวัสดุประสานที่แตกต่างกัน (ก) 100/0, (ข) 90/10, (ค) 80/20, (ง) 70/30, (จ) 60/40 และ (ฉ) 50/50 %wt

3.2 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่น

แผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันที่ขึ้นรูปได้จากการผสมเรซิ่นกับโฟมพอลิสไตรีนอัตราส่วน 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt ทดสอบความหนาแน่น ตามมาตรฐานของ Japanese Industrial Standard (JIS A 5905:2003) และคำนวณตามสมการ (1) พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันในอัตราส่วน 100/0 %wt มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคืออัตราส่วน 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt โดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 0.68, 0.67 และ 0.57 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งพบว่าความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่มีค่าลดลงตามอัตราส่วนของโฟมพอลิสไตรีนที่เพิ่มขึ้นของวัสดุประสาน



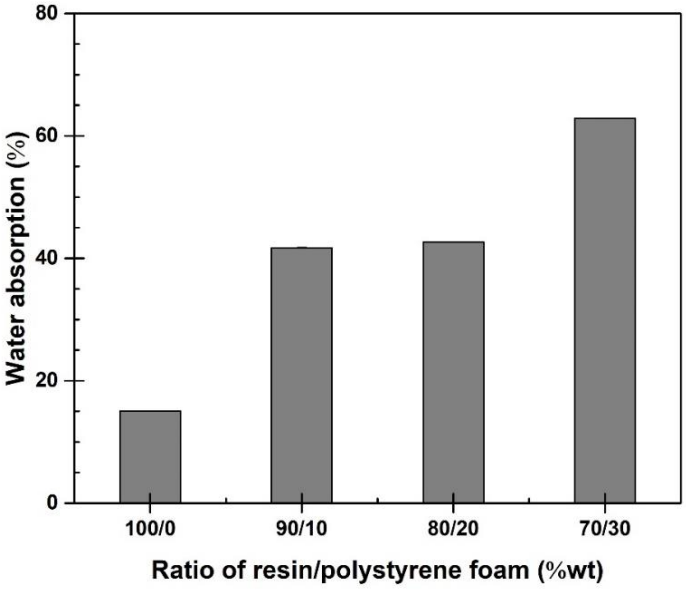
รูปที่ 6. ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน

3.3 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ

การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ พบว่าแผ่นใยไม้อัดในอัตราส่วน 100/0 %wt มีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 15.06 % รองลงมาคืออัตราส่วน 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเท่ากับ 41.74 %, 42.68 % และ 62.88 % ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7 พบว่าแผ่นใยไม้อัดมีค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณโฟมพอลิสไตรีน เนื่องจากปริมาณโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มมากขึ้นไม่สามารถหลอมละลายเข้ากับเรซิ่นให้เกิดเป็นวัสดุประสานที่เป็นเนื้อเดียวกันได้ดี จึงมีผลทำให้การเกาะติดกันของวัสดุน้อย เกิดมีรูพรุนมากขึ้น น้ำจึงสามารถเข้าไปในแผ่นใยไม้อัดได้มากขึ้น เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำจึงเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามพบว่าในอัตราส่วน 90/10 และ 80/20 %wt มีค่าความหนาแน่น และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำที่ใกล้เคียงกัน เป็นผลมาจากมวลและความหนาใกล้เคียงกันของแผ่นใยไม้อัด ไปส่งผลต่อการ

คำนวณค่าความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งพบว่าความหนาแน่นมากสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำน้อย



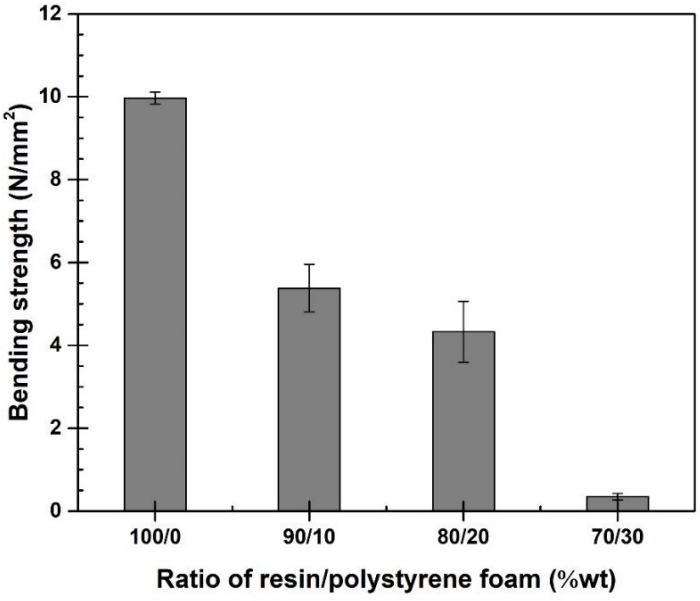
รูปที่ 7. ค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน

3.4 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกลที่ใช้อธิบายความแข็งแรงของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของลำต้นทานตะวันได้จากการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดด้วยการทดสอบแรงกดแล้วนำมาคำนวณตามสมการ (3) พบว่าค่าที่ได้จากการทดสอบแผ่นใยไม้อัดอัตราส่วน 100/0 %wt มีค่าความต้านทานแรงดัดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 9.98 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ แผ่นใยไม้อัดอัตราส่วน 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt โดยมีค่าความต้านทานแรงดัดเฉลี่ยเท่ากับ 5.38, 4.33 และ 0.35 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณโฟมพอลิสไตรีนทำให้ค่าความแข็งแรงของแผ่นใยไม้อัดมีค่าลดลง แสดงดังรูปที่ 8 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่ลดลง และการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่าแผ่นใยไม้อัดที่ขึ้นรูปได้โดยการผสมเรซิ่นกับโฟมพอลิสไตรีนเป็นตัวประสาน มี 2 อัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแผ่นใยไม้อัด Type 5 ตามมาตรฐานของ Japanese Industrial Standard (JIS A 5905:2003) ที่มีค่าแรงดัดงอคือ ≥ 5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร [11] นั่นคือ อัตราส่วน 100/0 %wt คือใช้เรซิ่นทั้งหมดเป็นตัวประสาน และอัตราส่วน 90/10 %wt คือใช้ปริมาณเรซิ่น 90 เปอร์เซ็นต์ผสมกับโฟมพอลิสไตรีน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ดังนั้นในงานวิจัยนี้การใช้อัตราส่วนเรซิ่นต่อโฟมพอลิสไตรีน 90/10 %wt เพื่อทำเป็นวัสดุประสานในการอัดขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวันจึงเป็นการผสมวัสดุประสานที่สามารถทำให้แผ่นใยไม้อัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานของแผ่นใยไม้อัด Type 5 ตามมาตรฐานของ Japanese Industrial Standard (JIS

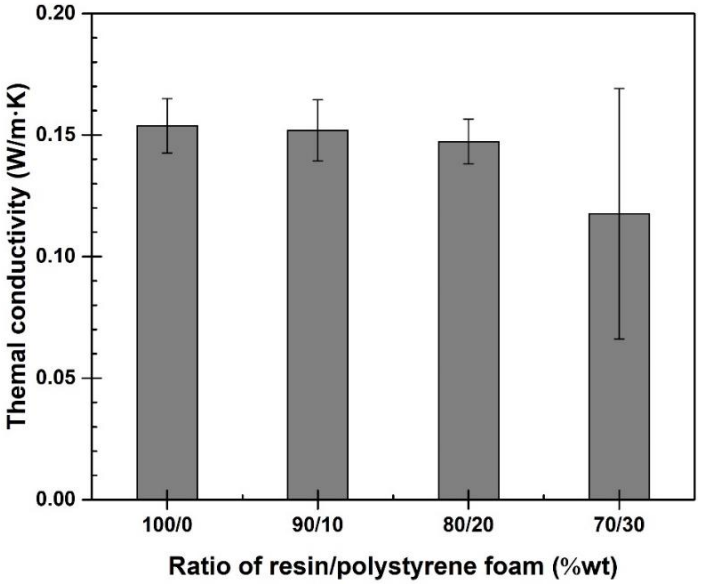
A 5905:2003) รวมไปถึงการผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านความหนาแน่น ซึ่งกำหนดค่าความหนาแน่นระดับปานกลางของแผ่นใยไม้อัด คือ ≥ 0.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำไม่ได้ระบุไว้ในมาตรฐาน [11]



รูปที่ 8. ค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน

3.5 ผลการทดสอบสมบัติการนำความร้อน

การทดสอบสมบัติการนำความร้อนของวัสดุได้จากการทดสอบการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดด้วยเครื่อง Heat Transfer Meter ISOMET2114 พบว่าแผ่นใยไม้อัดมีค่าการนำความร้อนลดลงตามอัตราส่วนของโฟมที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 9 โดยมีค่าการนำความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.1538, 0.1519, 0.1473 และ 0.1176 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ตามลำดับของอัตราส่วน 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt พบว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีค่าความหนาแน่นสูงส่งผลให้ค่าการนำความร้อนสูง แต่ความเป็นฉนวนความร้อนน้อย ดังนั้นแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนที่ดี [2],[4]-[5] นั่นคือการเพิ่มอัตราส่วนของโฟมพอลิสไตรีนในเรซิ่นเพื่อใช้เป็นตัวประสาน จะช่วยให้แผ่นใยไม้อัดจากเปลือกของต้นทานตะวันมีสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนที่ดีขึ้นตามปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 9. ค่าการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกต้นทานตะวัน

4. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาวัสดุประสานซึ่งประกอบไปด้วยเรซิ่นและโฟมพอลิสไตรีนอัตราส่วน 100/0, 90/10 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 %wt เพื่อนำไปใช้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัด โดยใช้เศษย่อยส่วนเปลือกของลำต้นทานตะวัน 300 กรัม แรงอัด 1500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และระยะเวลาในการอัด 3 วัน พบว่าแผ่นใยไม้อัดที่ใช้วัสดุประสานในอัตราส่วนที่ 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 %wt สามารถอัดขึ้นรูปได้ เมื่อนำไม้อัดที่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ไปศึกษาสมบัติเชิงกายภาพ คือความหนาแน่น และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ สมบัติเชิงกล และสมบัติเชิงความร้อน พบว่าในอัตราส่วน 100/0 %wt ซึ่งใช้เรซิ่นเป็นตัวประสานทั้งหมด แผ่นใยไม้อัดมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยมากสุดมีค่าเท่ากับ 0.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดเท่ากับ 15.06% สมบัติความแข็งแรงของแผ่นใยไม้อัดพิจารณาค่าความต้านทานแรงดัดมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 9.97 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับตัวประสานที่มีวัสดุเรซิ่นผสมกับโฟมพอลิสไตรีน พบว่ามีสมบัติเชิงกายภาพ และสมบัติเชิงกลรองลงมาจากการใช้เรซิ่นเป็นตัวประสานทุกอัตราส่วน โดยพบว่าค่าความหนาแน่นลดลง ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น และค่าความต้านทานแรงดัดลดลงตามปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าความต้านทานแรงดัดที่ดีที่สุดเท่ากับ 5.38 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งอัตราส่วนวัสดุประสานที่ทำให้แผ่นใยไม้อัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานไม้อัดประเภท Type 5 (JIS A 5905:2003) คืออัตราส่วน 90/10 %wt ส่วนสมบัติด้านความร้อนพบว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีโฟมพอลิสไตรีนผสมอยู่ในตัวประสานมีสมบัติเป็นฉนวนที่ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีส่วนผสมของโฟมพอลิสไตรีน โดยพบว่าค่าการนำความร้อนลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณโฟมพอลิสไตรีน ดังนั้นการมีโฟมพอลิสไตรีนผสมอยู่ในเรซิ่นเพื่อเป็นตัวประสานทำให้แผ่นใยไม้อัดมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนได้ดีกว่าการใช้เรซิ่นเป็นตัวประสานเพียงชนิดเดียว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ฝึกอบรบและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ต้นทานตะวัน และสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง UTM เพื่อทดสอบสมบัติเชิงกล

เอกสารอ้างอิง (References)

[1] นวรัตน์ เหลืองไตรรัตน์, จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง และทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557. การศึกษาแนวทางการแปรรูปวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมกระดาษ. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 5(1), 41-55. [Navarat Luangtrirat, Chaturong Louhapensang and Songwut Egwutvongsa. 2014. A study on the processing waste from the paper industry. *Art and Architecture Journal Naresuan University,* 5(1), 41-55. (in Thai)]

[2] นิตยา พัดเกาะ. 2558. การผลิตและศึกษาคุณสมบัติแผ่นฉนวนผนังเบาจากเส้นใยชานอ้อยเพื่อใช้ในงานสถาปัตยกรรม. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี,* 13(2), 11-20. [Nittaya Padkoh. 2015. The production and study property of Insulation wall light board from bagasse fiber for using in architecture work. *Journal of Engineering, RMUTT,* 13(2), 11-20. (in Thai)]

[3] อนุภา สกุลพาณิชย์. 2559. การพัฒนาฉนวนกันความร้อนสู่อาคารจากซังข้าวโพดและน้ำยางธรรมชาติ. *วารสารวิชาการ Veridian E – Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ,* 9(1), 1688-1702. [Anupa Sakulpanich. 2016. The development of building thermal insulation from corncob and natural rubber latex. *Veridian E – Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences, and Arts),* 9(1), 1688-1702. (in Thai)]

[4] ชาตรี หอมเขียว, สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์, วรพงศ์ บุญช่วยแทน, พศิกา แก้วผอม และธัญญมาศ ทองขาวเผือก. 2560. สมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานจากผงแกลบและผงฟางข้าว. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,* 13(3), 85-100. [Chatree Homkhiew, Surasit Rawangwong, Worapong Boonchouytan, Pasika Kaewpom, and Tanyamas Thongkaowphueak. 2017. Mechanical, physical and thermal properties of binderless fiberboard from rice husk flour and rice straw flour. *The Journal of Industrial Technology,* 13(3), 85-100. (in Thai)]

[5] อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์ และฉันทนา เล็กใจซื่อ. 2560. สมบัติเชิงความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากต้นปุด (Etlingera littoralis Gieseke). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า,* 35(1), 102-108. [Usavadee Tuntiwaranuruk and Chantana Lekjaisue. 2017. Thermal properties for thermal insulation from earth ginger (Etlingera littoralis Gieseke). *King Mongkut's Agricultural Journal,* 35(1), 102-108. (in Thai)]

[6] จารุณี เข็มพิลา, ชญานิศ นามไพร, และอลิษา แก้วใส. 2562. การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบตะไคร้และฟางข้าว. *วารสารวิชาการปทุมวัน,* 9(24), 1-15. [Jarunee Khempila, Chayanis Namprai and Alisa Kaewsai. 2019. Production of particleboard from lemongrass leaves and rice straws. *Pathumwan Academic Journal,* 9(24), 1-15. (in Thai)]

[7] วนารัตน์ กรอิสรานุกูล, นวลวรรณ ทวยเจริญ, และสุญาดา โสรธร. 2562. การพัฒนาแผ่นไม้ปาร์ติเกิลจากแกนกัญชงเพื่อเป็นผนังตกแต่งภายในอาคาร. *วารสารวิชาการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอาคาร,* 3(3), 78-96. [Wanarat Konisranukul, Nuanwan Tuaycharoen and Suyada Soratron. 2019. Development particleboard for interior wall panel building from hemp woody core. *Journal of Building Energy & Environment,* 3(3), 78-96. (in Thai)]

[8] มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์, อัญชลี แท่นนิล, อัญชิสา วงศ์สิลารัตน์ และโสภณา อภิชิตสกุลชัย. 2552. บทบาทของเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติของเส้นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใย. *วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วิทยาศาสตร์),* 41(2), 43-55. [Malinee Chaisupakitsin, Aunchalee Tannil, Aunchisa Wongsilarat and Sopana Apitchitsakulchai. 2009. Role of natural fibers on properties of fiberboards made from polystyrene foam and fibers, *Journal of The National Research Council of Thailand (Science),* 41(2), 43-55. (in Thai)]

[9] บุญญารัตน์ พิมพรม, ปีย์วรา แดงนา และปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์. 2560. การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากฟางข้าว. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย, ครั้งที่ 13, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. [Boonyarat Pimprom, Peewara Dengna and Panjai Saueprasearsit. 2017. Development of thermal insulation from rice straw. The Proceedings of 13th Mahasarakham University Research Conference, Mahasarakham University, Mahasarakham. (in Thai)]

[10] เอกพจน์ สมนาม, ธัญลักษณ์ ทนปรางค์, และบุปผชาติ ต่อบุญสูง. 2562. สมบัติเชิงกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติเชิงความร้อน ของแผ่นใยไม้อัดที่ทำจากฟางข้าวผสมขี้เลื่อย. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน, ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี. [Ekapot Somnam, Thanyalak Thonprang and Buppachat Toboonsung. 2019. Physical, mechanical and thermal properties of fiberboard prepared from rice straw mixing sawdust. The Proceedings of 7th Academic Science and Technology Conference, Rangsit University, Pathum Thani. (in Thai)]

[11] Japanese Industrial Standards Committee, Standards Board, Technical Committee on Architecture. 2003. Japanese Industrial Standard (JIS A 5905:2003). Japanese Standards Association, Japan.