SWU Engineering Journal (2017) 12(1), 11-19 วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2560

การศึกษาการทำแผ่นกระเบื้องหลังคาจากเส้นใยธรรมชาติ กรณีศึกษา : เส้นใยใบสับปะรด และ เส้นใยเปลือกข้าวโพด

Investigation of Tile Roofs Properties of Natural Fibers from Pineapple Leaf Fibers and Maize Husk Fiber

นิตยา พัดเกาะ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการผังเมือง คณะศิลปกรรมและออกแบบอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
E-mail: nittayapadkoh@gmail.com

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการทำแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาจากเส้นใยสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน (UF)13 %และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน(pMDI) 13 % ทำหน้าที่เป็นสารยึดติด โดยวิธีอัดร้อนผ่านแม่พิมพ์ชนิดลอนเล็ก ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส แรงดันในการอัด 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เวลาในการอัด 15 นาที ความหนาแน่นที่กำหนด 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีขนาด 400 X 400 มิลลิเมตรและความหนาแผ่น 5 มิลลิเมตร

ผลการศึกษาสมบัติการทำแผ่นกระเบื้องหลังคาจากเส้นใยธรรมชาติ พบว่าการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ ค่าความหนาแน่นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน(UF) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 914.77 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.43 % ค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.99 % ค่าการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 31.30 % ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.81 % ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 24 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.26 % การทดสอบสมบัติเชิงกลได้ค่าความต้านทานแรงดัดค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 231.42 MPa ค่าความต้านทานมอดูลัสยืดหยุ่นค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 68656.62 MPa ค่าความแข็งแรงการกระแทกค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.57 J การทดสอบสมบัติเชิงความร้อนได้ค่าการนำความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.012 w/m.K และค่าความต้านทานความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.34 m^2.k/w ส่วนผลของการทดสอบแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน (pMDI)การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพได้ค่าความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 924.71 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65 % ค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.30 % ค่าการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.66 % ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 1 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.16 % ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 24 ชั่วโมงค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.48 % การทดสอบสมบัติเชิงกลได้ค่าความต้านทานแรงดัดค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 274.99 MPa ค่าความต้านทานมอดูลัสยืดหยุ่นค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 59366.07 MPa ค่าความแข็งแรงการกระแทกค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.94 J และการทดสอบสมบัติเชิงความร้อนได้ค่าการนำความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.013 w/m.K และค่าความต้านทานความร้อนค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28 m^2.k/w

จากผลการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกลและเชิงความร้อน แสดงให้เห็นว่าวัสดุของเส้นใย รูปร่างลักษณะเส้นใยที่ยาวหรือสั้น ความเฉพาะตัวของเส้นใยหรือความเพรียวรวมถึงความสามารถในการยึดเหนี่ยวชิ้นเส้นใยที่มีขนาดยาวๆจะส่งผลให้ค่าความแข็งแรงที่มากกว่า ชิ้นเส้นใยที่หนาและสั้น ซึ่งไม่สามารถต้านทานแรงกด

ได้สูง ความหนาแน่นของแผ่น ชนิดของกาว มีผลต่อความแข็งแรงและค่าความร้อนของแผ่นหลังคา ซึ่งจากผลค่าเฉลี่ยที่ได้จากค่าความหนาแน่นที่ต่ำ จะมีช่องว่างมากกว่าทำให้ค่าการนำความร้อนต่ำกว่าแผ่นที่มีความหนาแน่นสูง

คำสำคัญ: เส้นใยใบสับปะรด,เส้นใยเปลือกข้าวโพด,เส้นใยธรรมชาติ,กระเบื้องหลังคา

ABSTRACT

The purpose of this research was to study tile roofing made from pineapple and maize fibers. Synthetic urea-formaldehyde resin (UF)13% and Diphenylmethane di-isocyanate (pMDI) 13% were used as adhesives. It was made by heating at 120 °C with a compression pressure of 150 kg/m^2, density of 900 kg/m^3 and thickness of 5 mm.

The density of the synthetic urea-formaldehyde resins (UF), moisture content, water absorption per hour, water absorption at 24 hours, expansion for the first hour and expansion at 24 hours averaged 914.77 kg /m^3, 5.43%, 21.99%, 31.30%, 7.81% and 9.26% respectively.The impedance modulus of rupture and elasticity were 231.42 MPa, and 68656.62 MPa respectively. Cushioning Strength was 1.57J with thermal conductivity values of 0.012 w/m.K. and thermal resistance of 0.34 m^2.k/w.

Physical testing of the diphenylmethane diisocyanate resin (pMDI) yielded these results: average density, average moisture content, water absorption per hour and water absorption at 24 hours were 924.71 kg/m^3, 3.65%, 12.30% and 24.66% respectively. For expansion for the first hour, the average thickness was 3.16% while the expansion at 24 hour had an average thickness of 8.48%, with mechanical properties, the impedance modulus of rupture and elasticity were 274.99 MPa and 59366.07 MPa respectively, with a Cushioning Strength of 1.94 J. Thermal conductivity and resistance were 0.013 w / m.K. and 0.28 m^2.k/w. respectively.

It was observed that physical, mechanical and thermal properties yielded higher values. The short fibers could not withstand high compression while the long fibers did. Sheet density affected its strength and thermal properties. With high density, sheets had high thermal property and enhanced heat transfer.

Keyword: pineapple fibers, maize husk fibers, natural fibers, roof tile

1. บทนำ

กระเบื้องมุงหลังคาในประเทศไทย ปัจจุบันมีหลายประเภทตามวัสดุที่ใช้ผลิตขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ประเภทของกระเบื้องมุงหลังคา ที่ตรงกับการใช้งานและราคาที่เหมาะสมได้ [1] วัสดุอีกประเภทที่สามารถนำมาผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายๆ รูปแบบได้แก่ วัสดุที่เป็นเส้นใยจากธรรมชาติ ซึ่งมีหลากหลายชนิดด้วยกัน เส้นใยจากธรรมชาตินี้เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ยังมีอยู่ในปริมาณที่มาก จึงทำให้เป็นอีกหนึ่งทางเลือก ในการนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรส่วนใหญ่มีองค์ประกอบหลักทางอินทรีย์เคมี 3 ชนิด คือ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin)ในอัตราส่วน 4:3:2 [2] โดยประมาณโดยอยู่รวมกันในผนังเซลล์พืช [3] เส้นใยใบสับปะรดคือส่วนของเซลลูโลสที่ได้มาจากใบของสับปะรด มี

คุณสมบัติยืดหยุ่นสูง มีความเหนียวแน่นในตัวสูงเป็นเส้นใยมัน ขาวสะอาดมีความเหนียวและนุ่มมาก ส่วนเส้นใยเปลือกข้าวโพด[4] มีเฮมิเซลลูโลสสูงถึง 22.64 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 36.25 เปอร์เซ็นต์ [5] การใช้เส้นใยจากธรรมชาติ สามารถนำมาผสมตลอดจนพัฒนาเป็นวัสดุ ที่มีสมบัติในการเป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกที่มีราคาถูก ซึ่งเป็นเส้นใยที่ได้มาจากธรรมชาติ ดังนั้นจึงทำให้ต้นทุนการผลิต การทำผลิตภัณฑ์ต่ำ รวมถึงช่วยลดปริมาณการเผาขยะ หลังการใช้งานซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศได้อีกด้วย

ผู้วิจัย จึงมีความสนใจการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ เส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพด นำมาผสมกับกาวสังเคราะห์และขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องหลังคาลอนเล็ก เป็นการใช้วัตถุดิบภายในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์มากขึ้น รวมถึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือใช้ทางธรรมชาติ และเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และช่วยส่งเสริมการช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติอีกหนึ่งทางเลือก งานวิจัยนี้ศึกษาการทำแผ่นกระเบื้องหลังคาลอนเล็ก จากเส้นใยธรรมชาติโดยใช้เส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพดและใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน (UF)13 %และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน(pMDI) 13 % เป็นสารยึดติด ซึ่งมีขนาดความหนาของแผ่น 5 มม.โดยทำการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกลและเชิงความร้อน ตามมาตรฐาน มอก.

2. วิธีการทดลอง

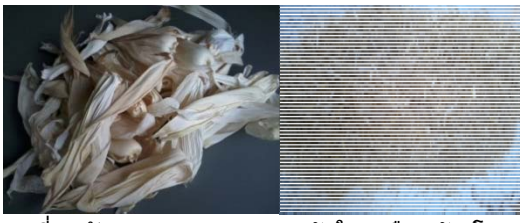
2.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคลือบผิวกันซึม(sizing agent) ช่วยลดการดูดซึมน้ำ งานวิจัยนี้ใช้พาราฟินอีมัลชั่น(paraffin emulsion) สารเร่งปฏิกิริยาใช้ผสมในเนื้อกาวทำหน้าที่เป็นสารเร่งแข็ง สารเร่งแข็งที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ สารแอมโมเนียมคลอไรด์(ammonium chloride)และประเภทของกาวที่ใช้ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์(urea fomaldehyde resin)และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต ชนิด polymeric diphenylmethane diisocyanate

2.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

อุปกรณ์ในการวิจัย ได้แก่ แม่พิมพ์ลอนกระเบื้องหลังคา ขนาด 400x400 มิลลิเมตร กรอบไม้ฟอร์มแผ่น ขนาด 400x400 มิลลิเมตร เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล สามารถวัดละเอียดได้ 3 ตำแหน่ง ไมโครมิเตอร์ สามารถวัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตรและเครื่องชั่งน้ำหนัก สามารถวัดได้ละเอียด 0.001 กรัม ส่วนเศษวัสดุใช้เส้นใยจากธรรมชาติ งานวิจัยในครั้งนี้วัตถุดิบที่ใช้เป็นใบสับปะรดและเปลือกข้าวโพด ได้จากอำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร

รูปที่1 ลักษณะทางกายภาพเส้นใยใบสับปะรด



รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพเส้นใยเปลือกข้าวโพด

ขั้นตอนการทดลอง

นำใบสับปะรดและเปลือกข้าวโพดมาบดย่อยให้มีขนาดเล็กโดยใช้เครื่องบดเส้นใยแล้วร่อนแยกขนาดเส้นใยใช้เครื่อง (Screening)ผ่านตะแกรง (เมช) 40 ให้มีขนาดของเส้นใยสับปะรด ความกว้างประมาณ 0.7 มิลลิเมตร เส้นใยเปลือกข้าวโพดความกว้างประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ความยาวเส้นใยใบสับปะรดโดยประมาณ 3.2 มิลลิเมตร ความยาวเส้นใยเปลือกข้าวโพดโดยประมาณ 4.7 มิลลิเมตร และความหนาเส้นใยใบสับปะรด 0.1 มิลลิเมตร ความหนาเส้นใยเปลือกข้าวโพดโดยประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และมีสัดส่วนความเพรียวเส้นใยใบสับปะรด 27.6 เท่า สัดส่วนความเพรียวเส้นใยเปลือกข้าวโพดโดยประมาณ 27.9 เท่า โดยความชื้นของเส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือก

ข้าวโพดก่อนผสมกาว 3-5 % ส่วนความชื้นหลังผสมกาว เส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพด 10-12 % และใส่สารแอมโมเนียมคลอไรด์(paraffin emulsion) 1 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบผิวกันซึม(sizing agent) 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วเตรียมฟอร์มแผ่นโดยวิธีอัดเย็น โรยเส้นใยที่ผ่านการผสมกาวและสารผสมอื่นๆลงในกล่องไม้ตามขนาด 400x400 มิลลิเมตร แล้วนำแผ่นที่ได้มาวางบนเครื่องอัดร้อน เป็นขบวนการวิธีอัดร้อน(hot pressing)โดยชุดเครื่องอัดไฮดรอลิค เพื่อทำลอนกระเบื้อง หลังจากอัดร้อนแล้ว นำแผ่นที่ได้ไปปรับสภาวะความชื้นที่อุณหภูมิของห้องประมาณ 24 ชั่วโมง

หลังจากปรับอุณหภูมิแผ่นแล้ว นำไปตัดขอบเพื่อให้ได้ขนาดมาตรฐาน และนำไปทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อน ตามมาตรฐาน

3. ผลการทดลอง

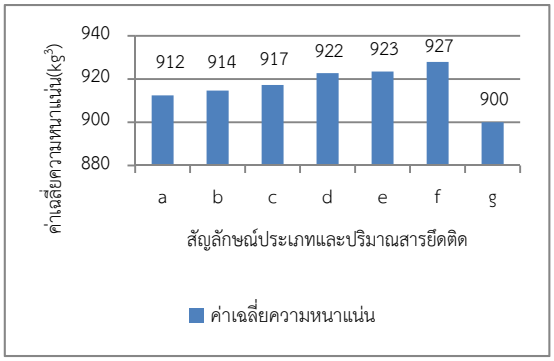
ผู้วิจัยได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นกระเบื้องหลังคา ตามกระบวนการ โดยมีขนาดความหนาแผ่น 5 มม. เวลาการอัดประมาณ 15 นาที อุณหภูมิที่ใช้ 150 องศาเซลเซียส และความดัน 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบอ้างอิง ตามมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (8 type) และ มอก. 876-2547 [6] และ ASTM C 177-2010 [10] และ ASTM C 256-2006a[9] และ มอก.535-2540 [7]

3.1 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ

สมบัติเชิงกายภาพ (physical properties) ของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ผลิตจากเส้นใยสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (UF)และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน (pMDI) ที่ปริมาณสารยึดติด 13% ความหนาของแผ่น 5 มิลลิเมตร โดยวิธีขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องหลังคา แล้วนำมาทดสอบค่าความหนาแน่น (density) ปริมาณความชื้น (moisture content) การดูดซึมน้ำที่ 1 และ 24 ชั่วโมง (water absorption) การพองตัวทางความหนาที่ 1 และ 24 ชั่วโมง (thickness swelling) อาศัยการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ หรือ JIS A 5908 – 2003 (8 type) [6]

ตารางที่1 รายละเอียดของการทดสอบกระเบื้องหลังคา

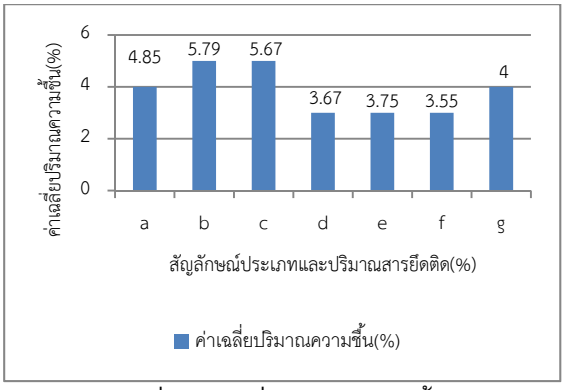
ประเภทและปริมาณของสารยึดติด (%)	ชนิดของวัสดุ	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (kg/m^3)	อัตราส่วนเส้นใย (%)	สัญลักษณ์
กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ UF.13	เส้นใยใบสับปะรด	912.45	100	a
กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ UF.13	เส้นใยใบสับปะรดผสมเส้นใยเปลือกข้าวโพด	914.64	50:50	b
กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ UF.13	เส้นใยเปลือกข้าวโพด	917.23	100	c
กาวไอโซไซยาเนต pMDI.13	เส้นใยใบสับปะรด	922.74	100	d
กาวไอโซไซยาเนต pMDI.13	เส้นใยใบสับปะรดผสมเส้นใยเปลือกข้าวโพด	923.44	50:50	e
กาวไอโซไซยาเนต pMDI.13	เส้นใยเปลือกข้าวโพด	927.95	100	f
มอก.876-2547, JIS A 5908:2003	มอก. แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ	400-900		g (ค่ามาตรฐาน)



รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น

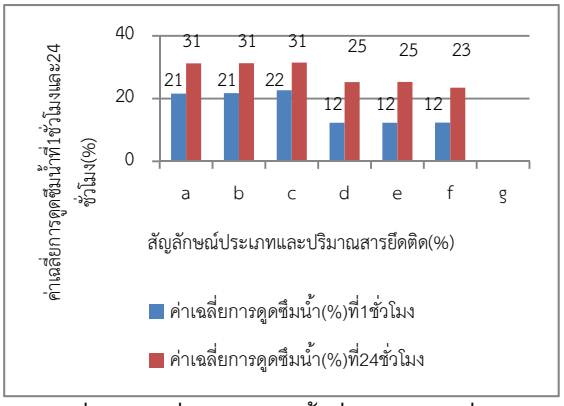
ค่าความหนาแน่นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่

ระหว่าง 914.77 kg/m^3 และค่าความหนาแน่นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนตเรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 924.71 kg/m^3 ส่วนค่าความหนาแน่น ตามมาตรฐาน มอก. 876-2547. ค่าเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 400 - 900 kg/m^3 (สัญลักษณ์ g) จากรูปที่ 3 ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสม ทุกชนิดสามารถผ่านเกณฑ์มาตราฐานที่กำหนด



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น

ค่าปริมาณความชื้นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.43 % และค่าปริมาณความชื้นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65% ส่วนค่ามาตรฐาน มอก. 876-2547 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 4 -13 % (สัญลักษณ์ g) จากรูปที่ 4 ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสมที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน (สัญลักษณ์ d,e,f) ไม่สามารถผ่านค่ามาตรฐานที่กำหนดได้

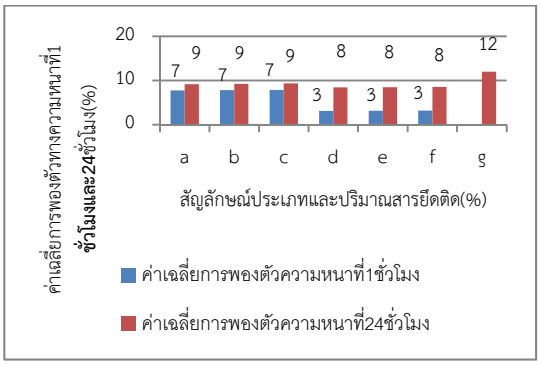


รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำที่ 1 และ 24 ชั่วโมง

ค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมง ของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.99 % และแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนตเรซิน ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.30 %

ค่าการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง ของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 31.30% และของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.66 %

จากรูปที่ 5 ค่าการดูดซึมน้ำ 1ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสม ที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนตเรซิน(สัญลักษณ์ d,e,f,) มีค่าการดูดซึมน้ำปริมาณที่น้อยกว่าประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสม ที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยการพองตัวทางความหนาที่1 และ 24 ชั่วโมง

ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 1 ชั่วโมงของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.81% และของแผ่นกระเบื้องหลังคา ที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนตเรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.16 %

ค่าการพองตัวทางความหนาที่ 24 ชั่วโมงของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.26 %และของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนตเรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.48 % ส่วนค่ามาตรฐาน

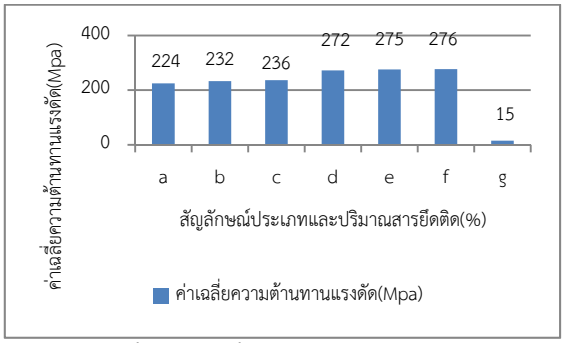
มอก. 876-2547 การพองตัวตามความหนา ไม่เกิน 12 % (สัญลักษณ์ g) จากรูปที่ 6 ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสมทุกชนิดสามารถผ่านมาตรฐานได้ โดยประเภทของกาวไอโซไซยาเนตเรซิน จะเกิดการพองตัวทางความหนาในปริมาณที่น้อย

ผลการศึกษาสมบัติเชิงกายภาพ (physical properties)จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า แผ่นกระเบื้องหลังคา ที่ใช้กาวไอโซไซยาเนตเรซิน จะมีสมบัติที่ดีกว่า กระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน ในเรื่องของความหนาแน่น ความพองตัวทางความหนาและการดูดซึมน้ำ แต่มีความแตกต่างกันไม่มากจากการเปรียบเทียบทั้งนี้เนื่องมาจากการประสานตัวของชิ้นเส้นใย ที่สม่ำเสมอและมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบคงรูปร่างจะมีการเกาะตัวของเส้นใยกับการเกาะตัวของโมเลกุลเป็นแบบตาข่ายจะไม่ยึดและหดตัวแต่จะเกิด covenlent bond ยึดระหว่างโมเลกุล และการเรียงตัวของเส้นใยที่ดี ส่วนของเส้นใยที่หยาบและละเอียด ประสานกันอย่างลงตัว ทำให้เกิดรูพรุนน้อย ทั้งยังมีการกระจายตัวของสารเคลือบผิวกันซึมที่ทั่วถึงขณะการอัดแผ่นกระเบื้องหลังคา และเนื่องจากการเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นจะส่งผลให้การจับหรือสัมผัสกันระหว่างชิ้นเส้นใย ที่มีสารยึดเกาะอยู่ใกล้ชิดแน่นขึ้นในระหว่างการอัดร้อน ทำให้เกิดการเชื่อมตัวกันได้ดีกว่า ส่วนความสามารถในการบีบอัดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของชนิดเส้นใย โดยทั่วไปเส้นใยที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า จะถูกบีบอัดได้มากกว่าชนิดเส้นใยที่มีความหนาแน่นสูงกว่าภายใต้แรงอัดที่ระดับเดียวกัน

รูปที่ 7 ชิ้นส่วนที่ตัดและนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพขนาด 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร

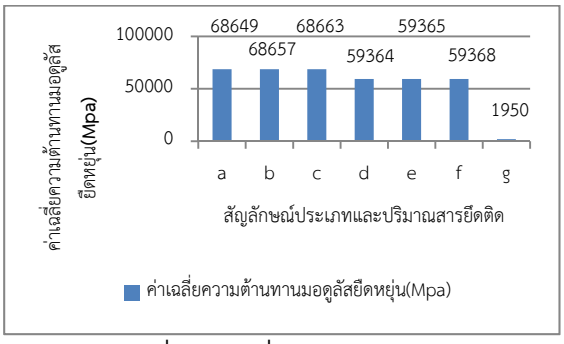
3.2 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกล (mechanical properties) ประกอบด้วย ค่าความต้านทานแรงดัดและมอดดุลัสยืดหยุ่น (modulus of rupture and elasticity) ค่าความแข็งแรงการกระแทก (impact strength) ทดสอบด้วยเครื่อง Universal testing machine อาศัยการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ หรือ JIS A 5908 – 2003(8 type) [6] และASTM C 177-2010[10] และASTM C 256-2006a [9] และ มอก.535-2540 [7]



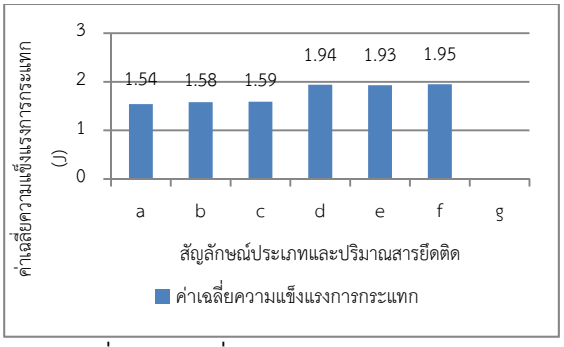
รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงดัด

ค่าความต้านทานแรงอัดของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 231.42 MPa และค่าความต้านทานแรงอัดของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 274.99 MPa ส่วนค่ามาตรฐาน มอก. 876-2547 ความต้านแรงดัด ไม่น้อยกว่า 15 MPa (สัญลักษณ์ g) จากรูปที่ 9 ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและส่วนผสมทุกชนิด สามารถผ่านเกณฑ์มาตราฐาน โดยชนิดและประเภทของแผ่นกระเบื้องกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าความต้านทานแรงดัดที่ดีกว่าของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยมอดุลัสยืดหยุ่น

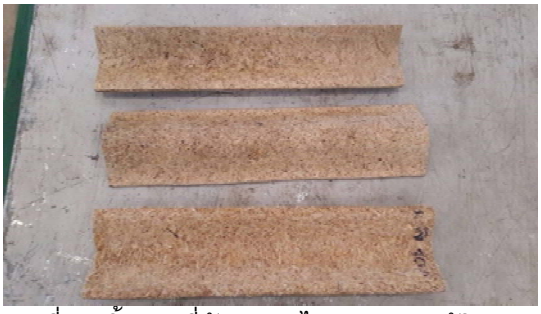
ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 68656.62 MPa และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 59366.07 MPa ส่วนค่ามาตรฐาน มอก. 876-2547 มอดุลัสยืดหยุ่น MPa ไม่น้อยกว่า 1950 (สัญลักษณ์ g) จากรูปที่ 10 ประเภทและปริมาณของสารยึดติด ชนิดของวัสดุและอัตราส่วนผสมทุกชนิดสามารถผ่านเกณฑ์มาตราฐานที่กำหนด



รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงการกระแทก

ค่าความแข็งแรงการกระแทกของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.57 J และค่าความแข็งแรงการกระแทกของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าอยู่ระหว่าง 1.94 J

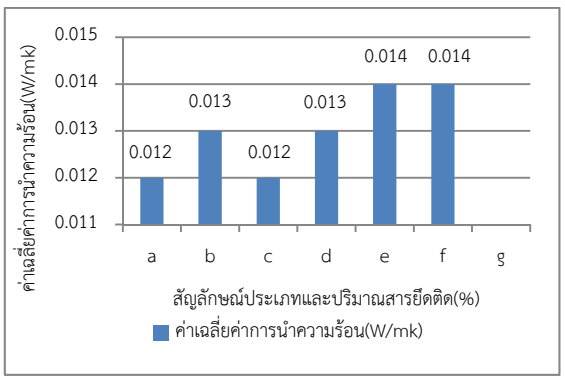
จากการศึกษาสมบัติเชิงกล แผ่นที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน จะมีสมบัติที่ดีกว่าแผ่นที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน โดยความหนาแน่นของแผ่นสูงขึ้น สามารถปรับปรุงสมบัติความแข็งแรงของแผ่นได้ดียิ่งขึ้น และลักษณะของชิ้นเส้นใยที่ยาว สั้น และ สัดส่วนความเพรียวของเส้นใย จะให้ความแข็งแรงต้านทานแรงดัดสูงขึ้น เนื่องจากชิ้นเส้นใยที่บางกว่าทำให้แผ่นมีช่องว่างน้อยลง จึงสามารถกระจายความเค้น ที่เกิดจากการดัดได้สม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่น อีกทั้งการที่ชิ้นเส้นใยมีขนาดยาวๆ ยังส่งผลให้ค่าการกดสูงขึ้น ส่วนชิ้นเส้นใยที่หนาและสั้น จะส่งผลตรงกันข้ามกับชิ้นเส้นใยข้างต้น



รูปที่ 11 ชิ้นส่วนที่ตัดและนำไปทดสอบสมบัติทางเชิงกล 12.5 มิลลิเมตร x 64.8 มิลลิเมตร

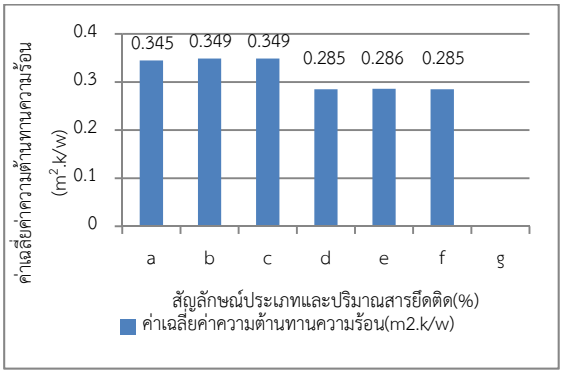
3.3 ผลการทดสอบสมบัติเชิงความร้อน

การทดสอบสมบัติเชิงความร้อน Thermal Analysisโดยใช้เครื่อง Thermogravimetric Analysis (TGA)เป็นกระบวนการวัดค่าการนำความร้อนและค่าความต้านทานความร้อน และชิ้นส่วนที่ตัดนำไปทดสอบขนาด 300 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร โดยได้ทำการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM C 177-2010[10]



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยการนำความร้อน

ค่าการนำความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าการนำความร้อนที่น้อยกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.012 w/m.K และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน 0.013 w/m.K ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างมากนัก



รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยความต้านทานความร้อน

ค่าความต้านทานความร้อน ของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.34 m^2.k/w และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28 m^2.k/w

จากการศึกษาสมบัติเชิงความร้อน วัสดุเส้นใยและส่วนผสม ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีค่าความร้อนที่สูงขึ้น การนำความร้อนและความต้านทานความร้อน การเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นจะส่งผลให้ชิ้นวัสดุที่ผสมกาวแล้วหรือสัมผัสระหว่างกันใกล้ชิดแน่นขึ้นในระหว่างการอัดแผ่นกระเบื้องหลังคาขั้นสุดท้าย หากเป็นแผ่นที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า จะมีช่องว่างมากกว่า ทำให้ค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าแผ่นที่มีความหนาแน่นสูงทำให้วัสดุประสานที่เกาะอยู่ขาดประสิทธิภาพในการยึดเกาะไปแต่จะตรงกันข้ามกับค่าความต้านทานความร้อนจะสูง แต่ถ้าการอัดแผ่นให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ชิ้นวัสดุใกล้ชิดจับกันดีทำให้ค่าการนำความร้อนสูงแต่ค่าความต้านทานความร้อนจะต่ำและ จะเกิดการถ่ายเทพลังงานจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ จะเกิดการถ่ายเทในอัตราที่ลดต่ำลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งบริเวณทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน จะเป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุ ตามแนวที่ความร้อนไหลผ่านกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ และค่าความต้านทานความร้อน จะมีความสัมพันธ์กับค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน

4. สรุปผลการทดลอง

รูปที่ 14 แผ่นกระเบื้องหลังคาจากเส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพด

การนำเส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพดมาผสม โดยใช้กาวสังเคราะห์กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน 13 %และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน13 % ในอัตราส่วนตามตารางที่1.1 รวมถึงสารเคมีและทำการขึ้นรูปเป็นกระเบื้องหลังคาลอนเล็ก ทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระเบื้องหลังคาลอนเล็ก ที่มีคุณสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อน ที่มีความแน่น แข็งกระชับ ลักษณะผิวภายนอกของแผ่นกระเบื้องมีความสม่ำเสมอดี วัสดุที่เป็นชิ้นเส้นใยและวัสดุภายในแผ่น สัมผัสกันอย่างแนบแน่น ซึ่งทำให้เห็นว่าวัสดุทางการเกษตรทั้งสองชนิดนี้มีความสามารถในการบีบอัดได้มาก และจากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าชนิดเส้นใยทั้ง 2 ชนิด โดยอัตราส่วนผสม ชนิดของวัสดุส่วนใหญ่ ได้ผ่านตามการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.876-2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ [6] โดยอัตราส่วนผสมที่ใช้ กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน 13 % จะมีคุณสมบัติโดดเด่นผ่านตามมาตรฐานหลายประเภท อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นหากนำผลิตภัณฑ์นี้ไปประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปต่อยอด ทางงาน

อุตสาหกรรมการก่อสร้างได้ จัดได้ว่าเป็นวัสดุอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ราคาต้นทุนต่ำลง จากการเลือกใช้เศษวัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่าย รวมถึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร ได้อีกหนึ่งทางเลือก

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)ให้ทุนสนับสนุนร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร คุณวรธรรม อุ่นจิตติชัย นักวิชาการ 8 ว.ซึ่งให้ความรู้รวมถึงแนะแนวทางและอำนวยความสะดวกต่อการทำวิจัย และคุณกิตติศักดิ์ บัวศรี ค.ศ.3 ครูชำนาญการพิเศษ ให้คำปรึกษาและให้ความรู้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์,อัญชิสา สันติจิตโต. “คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง”*วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*.ปีที่ 9 (ฉบับที่1) หน้า 113 -124,(2555).

[2] กิตติศักดิ์ บัวศรี,วรธรรม อุ่นจิตติชัย. “การพัฒนาแผ่นฉนวนความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร”รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติร่วมกับสำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา, (2550).

[3] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เทคโนโลยีและนวัตกรรมในอุตสาหกรรมสับปะรด. (2559,3.14). (ระบบออนไลน์).แหล่งที่มา: http://www.nfi.or.th/vc-pineapple/index.php/technology/tn02

[4] เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ.(2559,3.14). “ การใช้ประโยชน์จากเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขาวลำพูน” ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่:(ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: file:///C:/Users/Administrator/Downloads/08.2.6.5-2%20

[5] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์,กนกวรรณ มะสุวรรณ. “การศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ”วารสารวิจัยและพัฒนา. มจธ. ปีที่ 38 (ฉบับที่ 1) มกราคม-มีนาคม หน้า71-86,(2558)

[6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ”, มอก. 876-2547, กระทรวงอุตสาหกรรม: หน้า1-17, (2547)

[7] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.“มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา”, มอก. 535-2540, กระทรวงอุตสาหกรรม: หน้า1-23,(2540)

[8] Japanese Standards Association Particleboard 2003, JIS A 5908-2003 “Japanese Industrial Standard Tokyo. Hohbunsha Co.Ltd. 23 p.

[9] American Society for Testing and Materials, 1990, ASTM D 256 -06a “Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating Materials” , In 1990 Annual Book of ASTM Standards , Vol.08.01 ,Philadelphia, ASTM. pp. 57-73.

[10] American Society for Testing and Materials. 2010 ,ASTM C 177-10 “Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Quarded-Host-Plate Apparatus”. In Annual Book of ASTM Standards, MD,U.S.A., Vol. 04.06. pp. 21-32