การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

การศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุเสริมแรงด้วยเส้นใยสับปะรดผสมยางพาราธรรมชาติ
The study of mechanical property on composite material reinforced with pineapple fiber and natural rubber

เกียรติคุณ เตนากุล [1*],วิกานต์ เรือนสุข[2], อธิวัฒน์ บินฮาซัน[3],
ชานนท์ มูลวรรณ[4], และ ชัยพล ผ่องพลีศาล[5]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Kiattikhun Tanagul [1*]Wikarn Ruensook [2], Athiwat Binhasun [3] Charnont moolwan[4] and
Chaipol Pongpleesarn[5]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Kasem Bundit University
E-mail: Joekiat@hotmail.com.*

บทคัดย่อ

งานวิจัยการศึกษาสมบัติสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยสับปะรดผสมยางพาราธรรมชาติ การขึ้นรูปโดยนำเส้นใยสับปะรดมาผสมเข้ากับยางพาราธรรมชาติให้เป็นชิ้นงานตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ขนาด150x150x150 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร อัตราส่วนผสมของวัสดุเชิงประกอบใช้ปริมาณยางพาราต่อเส้นใยโดยมวลในอัตราส่วน 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 และ 80:20 ตามลำดับ การทดสอบหาค่าความแข็งแรงดึง (tensile strength) ใช้มาตรฐาน ASTM D412 และ ความแข็ง (hardness)ใช้มาตราฐาน ASTM D2240 ผลการทดสอบค่าความแข็งแรงดึงของยางพาราต่อเส้นใยสับปะรดในอัตราส่วน 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 และ 80:20 ได้ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ย 18.22MPa, 16.56MPa, 14.21 MPa, 11.89 MPa และ 8.99 MPa ตามลำดับ ค่าความแข็งเฉลี่ย 35.55IRHD, 40.98IRHD 22IRHD, 50.11IRHD และ 54.24IRHD ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณของเส้นใยสับปะรดทำให้ความแข็งแรงดึงของวัสดุเชิงประกอบลดลงแต่มีผลทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: วัสดุเชิงประกอบ ความแข็งแรงดึง ความแข็งของวัศดุ

Abstract

The research is on mechanical properties of reinforced composites with natural rubber and pineapple fibers. Pineapple fibers are mixed with natural rubber then cut into a triangular shape with a dimension of 150x150x150 mm and a thickness of 5 mm. The ratio of natural rubber per fiber by mass are 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 and 80:20 then tested for tensile strength using the standard of ASTM D412, hardness tested by using the standard of ASTM D2240. The results of tensile strength of rubber per pineapple fibers are 18.22MPa, 16.56MPa, 14.21 MPa, 11.89 MPa and 8.99 MPa respectively. Hardness result are 35.55IRHD, 40.98IRHD 22IRHD, 50.11IRHD and 54.24IRHD respectively. As the result, when increasing the amount of pineapple fiber the tensile strength of composite materials will reduce continuously. In other hands, the hardness of composite materials will increase continuously.

Keywords: Composite materials, Tensile strength, Hardness

1.บทนำ

ยางธรรมชาติหรือยางพาราจัดเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่มีบทบาทและความสำคัญมากตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องโดยที่ 90 เปอร์เซนต์ ของปริมาณยางที่ผลิตได้ ส่งออกในรูปยางดิบอีก10เปอร์เซนต์ ใช้ภายในประเทศเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยาง ปัจจุบันและสามารถขยายไปสู่การทำธุรกิจยางครบวงจรในอนาคตจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ควรให้ความสนใจนอกจากยางธรรมชาติแล้วสินค้าเกษตรที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยคือเส้นใยสัปะรดซึ่งในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากเส้นใยสัปะรดในประเทศไทยนอกเหนือจากการส่งออกในรูปผลิตผลทางการเกษตรมีน้อยมากในขณะเดียวกันต่างประเทศซึ่งมีความตื่นตัวและให้ความสนใจกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้นได้มีความพยายามในการนำเส้นใยสัปะรด มาใช้เป็นสารเสริมแรงด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นสารเสริมแรงมีข้อดีต่างๆ เช่น เส้นใยสัปะรด สามารถปลูกทดแทนได้ ราคาถูก หาได้ง่ายความหนาแน่นต่ำย่อยสลายได้ในระบบชีวภาพมีความแข็งแรงเฉพาะ(specific strength) ที่สูงและไม่อันตรายต่อเครื่องจักรและสุขภาพคนงาน เส้นใยสัปะรด ที่มีการศึกษาวิจัย เช่น เส้นใยจากปอคิวบา (kenaf) ปอกระเจา (jute) ปอแก้ว (rossells) ปอลินิน (flax) กัญชง (hemp) ป่านศรนารายณ์(sisal) ฝ้าย (cotton) ไม้ไผ่ (bamboo) หญ้าแฝก (vetiver grass) ต้นกล้วย (banana bast) ปาล์ม (palm)กาบมะพร้าว (coir) สับปะรด (Pineapple) เป็นต้น ซึ่งเส้นใยเหล่านี้บางชนิดสามารถหาได้ในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทยแล้วแต่ประเภทและพันธุ์ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทยคือการนำมาใช้เป็นสารเสริมแรงในวัสดุเชิงประกอบซึ่งเป็นการนำเอาสมบัติที่ดีของเส้นใยสัปะรด มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเส้นใยสับปะรด

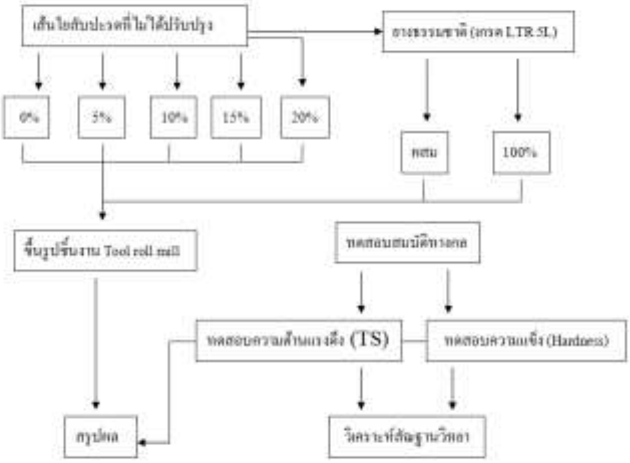
2. ทฤษฎี

ยางวัสดุเชิงประกอบที่เสริมแรงด้วยสารตัวเติมเซลลูโลส (lignocellulosic filler)ได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีน้ำหนักเฉพาะ (specific weight) ที่ต่ำ และมีราคาถูกข้อดีของสารตัวเติมเซลลูโลส

ได้แก่ ราคาถูก ไม่อันตรายต่อเครื่องจักร มีความแข็งแรงเฉพาะที่รับได้สามารถย่อยสลายได้ในระบบชีวภาพ และสามารถปลูกทดแทนได้ แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญในการเสริมแรงยางธรรมชาติด้วยสารตัวเติมเซลลูโลสคือความไม่เข้ากันของยางธรรมชาติและสารตัวเติมเซลลูโลส เนื่องจากสารตัวเติมเซลลูโลสมีความเป็นขั้วที่เด่นส่วนยางธรรมชาติมีความเป็นขั้วที่ต่ำส่งผลต่อความไม่เข้ากันของเมทริกซ์และสารตัวเติมเซลลูโลสทำให้การยึดติดที่อินเทอร์เฟสระหว่างสารตัวเติมเซลลูโลสและเมทริกซ์ต่ำซึ่งทำให้สมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบต่ำการปรับปรุงการยึดติดระหว่างเมทริกซ์และสารตัวเติมเซลลูโลสสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การดัดแปรพื้นผิวของสารตัวเติมเซลลูโลส การดัดแปรเมทริกซ์ และการใส่สารช่วยให้เข้ากันได้นอกจากนี้การใส่สารตัวเติมเซลลูโลสชนิดที่สองหรือมากกว่าสองชนิดจะสามารถช่วยปรับสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบได้เนื่องจากสารตัวเติมเซลลูโลสแต่ละชนิดมีสมบัติทางกลที่ต่างกันการทำอัลคาไลน์เซชันยังเป็นการกำจัดลินิน 5 (lignin) และสารพวกขี้ผึ้ง (wax) ออกจากพื้นผิวของเส้นใยด้วยทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดกลไกแบบการเชื่อมต่อกันทางกล (mechanical interlocking) ระหว่างเส้นใย และเมทริกซ์ส่งผลให้วัสดุเชิงประกอบมีค่าความทนทานต่อแรงกด (compressive strength) ดีขึ้น Rayและคณะ [1] ดัดแปรพื้นผิวของเส้นใยปอกระเจาด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 2 4 6 และ 8 ชั่วโมงโดยผลจากการวิเคราะห์ทางความร้อนพบว่า เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) มีเปอร์เซ็นต์การสลายตัวที่ลดลงเมื่อเวลาการทำอัลคาไลน์เซชันของเส้นใยเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าเฮมิเซลลูโลสสามารถถูกกำจัดได้ด้วยการทำอัลคาไลน์เซชัน Sydenstricker และคณะ [2] ทำการทดสอบสมบัติทางความร้อนของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชันพบว่า การทำอัลคาไลน์เซชันส่งผลให้ความหนาแน่นของเส้นใยสับปะรด และปริมาณของลิกนินลดลงจากผลการทดสอบทางความร้อนยังพบอีกว่าเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชันมีความสามารถในการทนต่อความร้อนดีกว่าเส้นใยสับปะรดที่ไม่ผ่านการทำอัลคาไลน์เซชัน Lopattananon และคณะ [3]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



2) เตรียมเส้นใย

ภาพที่1 การเตรียมเส้นใยสับปะรด

การดัดแปรผิวเส้นใยใช้ NaOH และตัดให้มีขนาดความยาว 0.25 มม

3) การขึ้นรูป

ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two-roll mill) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างยางพาราธรรมชาติต่อเส้นใยสับปะรด ดังภาพที่ 2

ยางธรรมชาติ (NR)	**ปริมาณ (ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของยางธรรมชาติ)**				
ยางธรรมชาติ (NR)	100	95	90	85	80
เส้นใยสับปะรด	0	5	10	15	20

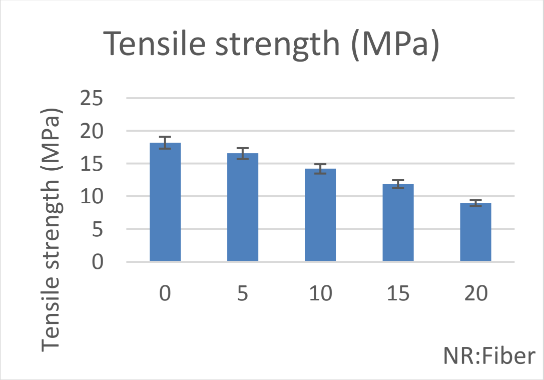
ภาพที่2 อัตราส่วนผสมระหว่างยางพาราธรรมชาติต่อเส้นใยสับปะรด

4) การทดสอบสมบัติเชิงกล

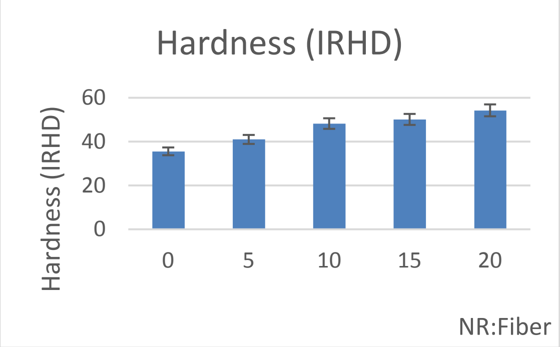
- การทดสอบความแข็งแรงดึงตามมาตราฐาน ASTM D412 โดยใช้เงื่อนไขในการทดสอบอัตราส่วนอย่างล่ะ 5 ชิ้น
- การทดสอบความแข็งตามมาตราฐาน ASTM D2240 โดยใช้เงื่อนไขในการทดสอบอัตราส่วนอย่างล่ะ 1 ชิ้น

4. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

อัตราส่วนปริมาณยางธรรมชาติต่อเส้นใยสับปะรด	**ปริมาณ (ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของยางธรรมชาติ)**	
	Tensile strength (MPa) ASTM D412	**Hardness** (IRHD) ASTM D2240
100:0	18.22±0.122	35.55±0.096
95:5	16.56±0.145	40.98±0.118
90:10	14.21±0.044	48.22±0.138
85:15	11.89±0.072	50.11±0.145
80:20	8.99±0.132	54.24±0.076



จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงดึงวัสดุเชิงประกอบลดลงเพราะเกิดการเกาะกลุ่มกันของเส้นใยทำให้การถ่ายเทความเค้น เกิดยากขึ้น และยังเป็นการรบกวนความสม่ำเสมอของเฟสเมทริกซ์ ค่าการยืดตัวก่อนขาด (elongation at break) มีค่าลดลง [4]



จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความแข็งวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้นเพราะเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของเส้นใยส่งผลให้คอมโพสิทแข็ง (stiff) ทำให้ความแข็งของคอมโพสิทมีค่าเพิ่มขึ้น [5]

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของของคณะทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นำโดย ดร.กษมา จารุกำจร และ ดร.นิธินาถ ศุภกาญจน์ ที่ใช้ยาพาราธรรมชาติผสมเส้นใยเส้นใยป่านศรนารายณ์จะได้ผลดังนี้

การทดสอบความแข็งแรงดึง (tensile strength) ที่ดีที่สุดจะอยู่ที่อัตราส่วนยาพาราธรรมชาติต่อเส้นใยเส้นใยป่านศรนารายณ์ 90:10 เช่นกันโดยค่าความแข็งแรงดึงมีค่าเท่ากับ 11.05±0.121MPa ซึ่งในอัตราส่วนที่เท่ากันการผสมเส้นใยสับปะรดจะได้ค่าที่ดีกว่าที่ 14.21Mpa

การทดสอบความแข็ง (hardness) เมื่อเทียบที่ยางพาราต่อเส้นใยป่านศรนารายณ์ ในอัตราส่วน 80 : 20 ต่อเส้นใย ค่าความแข็งเฉลี่ย เท่ากับ 49.14±0.776 IRHD ซึ่งในอัตราส่วนที่เท่ากันการผสมเส้นใยสับปะรดจะได้ค่าที่ดีกว่าเช่นกันที่ 54.24IRHD

5. สรุปผลการทดลอง

- ความแข็งแรง(tensile strength)ของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยสับปะรดผสมยางพารา เงื่อนไขที่ให้ความแข็งแรงสูงสุดคือ อัตราส่วนของยางพาราต่อเส้นใยสับปะรดเท่ากับ 95:5ให้ค่าความแข็งแรง16.65MPaการเพิ่มปริมาณเส้นใยสัปประรดทำให้ความแข็งแรงลดลง
- ความแข็ง(hardness)ของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยสับประรดผสมยางพารา เงื่อนไขที่ให้ความแข็งสูงสุดคือ อัตราส่วนของยางพาราต่อเส้นใยสับประรดเท่ากับ80:20 ให้ค่าความแข็ง 54.24IRHDการเพิ่มปริมาณเส้นใยสัปประรดทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้น [7]

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และสถาบันเทคเทคโนโลยีปทุมวัน สำหรับการสนับสนุนวัสดุและอุปกรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] .Ray, D., Sarkar, B. K., Basak, R. K., and Rana, A. K. (2002). Study of the thermal behaviour of alkali-treated jute fibers. J. Appl. Polym. Sci. 85. 2594-2599.

[2] Sydenstricker, H. D., Mochnaz, S., and Amico, S. C. (2003). Pull-out and other evaluations in sisal-reinforced polyester biocomposites. Polym. Test. 22. 375-380

[3] Lopattananon, N., Panawarangkul, K., Sahakaro, K., and Ellis, B. (2006). Performance of pineapple leaf fiber–natural rubber composites: The effect of fiber surface treatments. J. Appl. Polym. Sci. 102. 1974-1984.

[4] การเตรียมคอมโพสิทจากยางธรรมชาติ และเส้นใยป่านศรนารายณ์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี รหัส โครงงาน SUT7-710-52-24-46 ตารางที่ 2-2 ผลงานวิจัยที่ใกล้เคียง โดย ดร.กษมา จารุกำจร และ ดร.นิธินาถ ศุภกาญจน์, ตารางที่ (หน้า 46)

[5] การเตรียมคอมโพสิทจากยางธรรมชาติ และเส้นใยป่านศรนารายณ์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี รหัส โครงงาน SUT7-710-52-24-46 ตารางที่ 2-2 ผลงานวิจัยที่ใกล้เคียง โดย ดร.กษมา จารุกำจร และ ดร.นิธินาถ ศุภกาญจน์, ตารางที่ (หน้า 49,31)

[6] การเตรียมคอมโพสิทจากยางธรรมชาติ และเส้นใยป่านศรนารายณ์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี รหัส โครงงาน SUT7-710-52-24-46 ตารางที่ 2-2 ผลงานวิจัยที่ใกล้เคียง โดย ดร.กษมา จารุกำจร และ ดร.นิธินาถ ศุภกาญจน์, ตารางที่ 4.2 (หน้า 28)

[7] การเตรียมคอมโพสิทจากยางธรรมชาติ และเส้นใยป่านศรนารายณ์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี รหัส โครงงาน SUT7-710-52-24-46 ตารางที่ 2-2 ผลงานวิจัยที่ใกล้เคียง โดย ดร.กษมา จารุกำจร และ ดร.นิธินาถ ศุภกาญจน์, ตารางที่ 4.4 (หน้า 39)