การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคมครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 16 ธันวาคม 2561ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติ

Comparison of Mechanical Properties of natural Fiber Reinforced Composite Materials

อมรศักดิ์ รัตนพันธุ์[1*] ,อาทิตย์ จันคำ[1],ชัยวัฒน์ แพรสิน[1],
ชานนท์ มูลวรรณ[1],ประยูร สุรินทร์[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

E-mail: a_rattanaphan@hotmail.com.*
Amornsak Rattanaphan[1*] Arthit Chankham[1],Chaiwat Pairsin[1], Charnont moolwan[1] and Prayoon Surin[2]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,Kasem Bundit University
[2]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,Pathumwan Institute Technology

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งใช้เส้นใย 3 ชนิดได้แก่ เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ อัตราส่วนผสมโดยมวลของ ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หินละเอียด เท่ากับ 1:2:1 โดยใช้ปูนซีเมนต์ 3 ชนิด สัดส่วนของปูนซีเมนต์แต่ละประเภทจะลดลง 50 กรัม, 100 กรัม,และ 150 กรัม และถูกแทนด้วยเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ตามลำดับ โดยผสมลงในแบบหล่อรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15X15X15 เซนติเมตร ใช้เวลาบ่ม 7 วัน ผลการทดสอบความสามารถรับแรงอัดสูงสุดของปูนประเภทที่ 1 ผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 50 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 10.40 MPa. ผสมเส้นใยมะพร้าว 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 8.53 MPa. และผสมเส้นใยสับปะรด 50 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 7.93 MPa. ปูนประเภทที่ 2 ผสมเส้นใยมะพร้าว 150 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 14.67 MPa. ผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 150 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 9.00 MPa. และผสมเส้นใยสับปะรด 150 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 8.73 MPa. และปูนประเภทที่ 3 ผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 150 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 2.20 MPa. ผสมเส้นใยมะพร้าว 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 1.67 MPa. และผสมเส้นใยสับปะรด 50 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 0.93 MPa. การวิจัยพบว่าปูนทั้ง 3 ประเภท มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน มอก.409 2525 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของเส้นใยทำให้ความสามารถในการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของปูนซีเมนต์ลดน้อยลง

คำหลัก วัสดุเชิงประกอบ เส้นใยมะพร้าว, เส้นใยสับปะรด, เส้นใยป่านศรนารายณ์ และซีเมนต์ประเภท1,2,3

Abstract

The objective of this project is to compare the mechanical property of compound material with natural fiber which 3 fibers; Coconut fiber, Pine apple fiber and Sisal fiber. The ratio of cement per rough sand per fine stone is 1:2:1 by using 3 types of cement that the cement ratio will be reduced 50 grams, 100 grams and 150 grams. The reduced cement is replaced with Coconut fiber, Pine apple fiber and Sisal fiber respectively. And, all component is poured into cubic of 15X15X15 centimeter with 7 days aging time. The result of compressive strength tests is; the type1 cement with 50 grams of Sisal fiber, with 100 grams of Coconut fiber and with 50 grams of Pine apple fiber are able to resist the highest pressure at 10.40 MPa., 8.53 MPa. and 7.93 MPa. respectively. The type2 cement with 150 grams of Coconut fiber, with 150 grams of Sisal fiber and with 150 grams of Pine apple fiber are able to resist the highest pressure at 14.67 MPa., 9.00 MPa. and 8.73 MPa. respectively. And, the type3 cement with 150 grams of Sisal fiber, with 100 grams of Coconut fiber, and with 50 grams of Pine apple fiber are able to resist the highest pressure at 2.20 MPa., 1.67 MPa. and 0.93 MPa. respectively. Regarding to this research, the result of 3 cement types is lower than the standard of TISI 409 2525 because increasing of fiber causes reducing of molecular bonding of cement.

Key word Composite materials Coconut fiber, Pine apple fiber, Sisal fiber and Type cement1,2,3.

1. บทนำ

การศึกษาวัสดุเส้นใยธรรมชาติที่ผสมกับคอนกรีตได้พัฒนาเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วโดยการพัฒนาและวิจัยวัสดุผสมคอนกรีตในหลายๆ ประเภทโดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือเพื่อต้องการปรับปรุงพัฒนาสมบัติต่างๆของคอนกรีตให้ดีขึ้นเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภทคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วสามารถรับแรงอัดได้ดีมีความทนทานต่อการใช้งานรวมทั้งต้องการให้คอนกรีตมีราคาที่เหมาะสม

เนื่องจากสภาวะปัจจุบันนี้ ได้มีการนำวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ มาใช้ในการผสมคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีน้ำหนักเบามีความยืดหยุ่น ดูดซับเสียงรบกวน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถรับแรงอัดได้ตามที่กำหนดในการออกแบบ และลดต้นทุนในการผลิต ขจัดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบจึงนำวัสดุในท้องถิ่นมาสร้างนวัตกรรมเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยนำวัสดุเส้นใยธรรมชาติ 3 ชนิดมาผสมคอนกรีต[1]เพื่อพิจารณาสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของคอนกรีตคือความสามารถต้านแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยมะพร้าว คอนกรีตที่ผสมเส้นใยสับปะรดและคอนกรีตที่ผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์

รูปที่1. เส้นใยมะพร้าวเส้นใยสับปะรดและเส้นใยป่านศรนารายณ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เส้นใยมะพร้าว

งานวิจัยปีค.ศ. 2007 Asasutjaritและคณะ[14] ได้มีการพัฒนา นำเส้นใยมะพร้าวมาผสมซีเมนต์เพื่อเป็นแผ่นซีเมนต์ให้มีน้ำหนักเบาโดยใช้ซีเมนต์ต่อเส้นใยมะพร้าวต่อน้ำที่ 1:2:1, 1:1:1, 2:1:2 โดยน้ำหนักเส้นใยมะพร้าวมีความยาว 13 ซม. 6 ซม. และ 4 ซม. เส้นใยที่ใช้มี 3 ลักษณะคือเส้นใยปกติที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆเส้นใยที่ผ่าการล้างแล้วและเส้นใยที่ผ่านการล้างและการต้มหล่อขนาด 35X35X1 ซม.ทำการอัดโดยแรงอัด 560 กก./ซม.^{2} ในครั้งแรกทำการทดสอบที่ซีเมนต์ต่อเส้นใยมะพร้าวต่อน้ำ 1:2:1 พบว่าเส้นใยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆมาก่อนเมื่อเส้นใยมากขึ้นความหนาแน่นของแผ่นทดสอบน้อยลงค่าการดูดซึมมากขึ้นค่าความต้านแรงดัดและค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในเพิ่มขึ้นเส้นใยที่ผ่านการล้างและเส้นใยที่ผ่านการล้างแล้วต้มค่าความต้านแรงดัดมีค่าสูงขึ้นตามลำดับเนื่องจากเมื่อเส้นใยผ่านกระบวนการต้มแล้วจะทำให้ปริมาณโฮโลเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเพิ่มขึ้นที่ความยาวของเส้นใยสั้นๆจะมีค่าความต้านแรงดัดและแรงยึดเหนี่ยวภายในเพิ่มขึ้นยกเว้นเส้นใยที่ผ่านการล้างและต้มความยาวเส้นใยที่ 6 ซม.มีค่ามากกว่าและมากที่สุดการทดสอบการนำความร้อนเส้นใยที่สั้นจะนำความร้อนได้สูงฉะนั้นจึงใช้ความยาวเส้นใยที่6ซม. ผ่านกระบวนการล้างและต้มแล้วมาทดสอบหาอัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อเส้นใยต่อน้ำค่าความต้านแรงดัดค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแรงยึดเหนี่ยวภายในและค่าการนำความร้อนจะมากสุดที่อัตราส่วนผสม 2:1:2 แต่ค่าการดูดซึมน้ำความชื้นจะมากสุดที่อัตราส่วน 1:2:1

งานวิจัยปี ค.ศ. 2005 Ramakrishna และ Sundararajan[25] ศึกษาความทนทานของเส้นใยธรรมชาติและผลกระทบการกัดกร่อนเส้นใยที่มีต่อกำลังมอร์ต้าร์ใช้เส้นใย

4 ชนิดคือ เส้นใยมะพร้าว เส้นใยปอกระเจา เส้นใยป่านศรนารายณ์ เส้นใยพู่ระหง โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.65 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย 1:3 ปริมาณเส้นใย 1% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ เส้นใยยาว15-20 ซม.มีการใช้สาร superplasticizer เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานที่ง่ายขึ้น มีการนำเส้นใยมาทดสอบในหลายลักษณะคือ แช่ในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์มี pH13, แคลเซียมไฮออกไซด์มี pH14 และในน้ำปกติ pH7.5 และยังมีการนำเส้นใยมาจุ่มในสารดังกล่าวแบบจุ่มแล้วนำมาทำให้แห้งสลับกันทดสอบที่ 60 วัน พบว่าที่สภาพแวดล้อมที่เป็นแบบอัลคาไลด์เฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสส่วนใหญ่ลดลงกำลังรับแรงก็ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเทียบกับเส้นใยแบบแห้ง ซึ่งบางชนิดเส้นใยจะพังทันทีเมื่อรับแรงกระทำ และกำลังรับแรงอัดแรงดัดของมอร์ต้าร์เสริมเส้นใย พบว่ากำลังการรับแรงนั้นต่ำกว่ามอร์ต้าร์ที่เสริมเส้นใยแบบแห้งทั้งหมด

2.2 เส้นใยสับปะรด

การสกัดเส้นใยจากใบสับปะรด มีหลายวิธีที่ใช้ในการสกัดเส้นใยจากใบสับปะรด เช่น การคัดแยกด้วยมือ การแช่น้ำให้เปื่อยยุ่ย การใช้สารเคมี และการใช้เครื่องปอก เป็นต้น เพื่อสกัดเส้นใยจากใบสับปะรดและนำไปใช้เป็นสารเสริมแรงแก่พอลิเมอร์คอมโพสิต เนื่องจากมีสมบัติเชิงกลที่น่าสนใจหลายประการ เส้นใยสับปะรดมีค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile strength)อยู่ในช่วง 170–1,627 MPa.ค่ามอดุลัสแรงดึง (Tensile modulus) อยู่ในช่วง 6.26 to 82.5 GPa. และค่าระยะยืด ณ จุดขาดอยู่ในช่วง 0.8–3.37% ซึ่งเป็นผลจากปริมาณเซลลูโลสที่สูงและมุมในการบิดเกลียวที่ต่ำถึง 14° (Bismarck et al.,2005) อย่างไรก็ตามขณะเปียกค่าความแข็งแรง (Wet bundle strength) ลดลงถึง 50%

ตารางที่ 2.1 สมบัติเชิงกลของเส้นใยสับปะรด[2]

Mechanical and physical properties	Source				
	mohanty et al (2000)	Gerorge rt al.(1993)	Luo and Netravali (1995)	Arib et al. (2006)	Mohamed et al (2009)
Tensile strength (Mpa.)	413-1,627	170	445	126.6	293.08
Young's modulus (Gpa.)	34.5-82.5	6.26	13.21	4.405	18.934
Elongation at break (%)	1.6	0.8-1.6	3.37	2.2	1.41
Daimeter (μm)	20-80	5-30	-	-	105-300
Density ($g cm^{3}$)	-	1.44	1.36	1.07	-
Moisture content (%)	11.8	-	-	-	-
Microfibrillar angle (°)	14	12	-	-	-

เส้นใยสับปะรดจัดเป็นเส้นใยลิกโนเซลลูโลส มีโครงสร้างคล้ายริบบิ้นเชื่อมติดกันด้วยลิกนิน ซึ่งทำให้เส้นใยมีความแข็งแรง (George et al., 1998)[24] เส้นใยสับปะรดแต่ละเซลในเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 10 μm. ความยาวเฉลี่ย 4.5 mm.และ Aspect ratio เท่ากับ 450 ความหนาของผนังเซลมีค่าเท่ากับ 8.3 μm.สมบัติเชิงกลของเส้นใยสับปะรดจากอินเดียใต้แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของเส้นใยสับปะรด[2]

สมบัติ	
Density (g/cm^{3})	1.526
Softening Point (°C)	104
Tensile Strength (MPa)	170
Young's Modulus (MPa)	6260
Specific Modulus (MPa)	4070
Elongation at Break (%)	3
Moisture regain (%)	12

โครงสร้างทางเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยจากใบสับปะรด

จากผลการศึกษาของนักวิจัยหลายกลุ่มพบว่าเส้นใยสับปะรดมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือเซลลูโลส (ตารางที่ 2.3) แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากใบสับปะรดจากหลายที่มาซึ่งพอสรุปได้ว่ามีองค์ประกอบที่เป็นเซลลูโลสอยู่ในช่วง 67.12–82% เฮมิเซลลูโลส 9.45–18.80% ฮอโล

เซลลูโลส (Holocellulose) 80–87.56% ลิกนิน 4.4–15.4% เพคติน (Pectin) 1.2–3% ไขมันและแวกซ์ 3.2–4.2% และเถ้า 0.9–2.7% ปริมาณองค์ประกอบเหล่านี้แตกต่างกันไปตามแหล่งที่มา อายุ สภาวะอากาศ และวิธีการสกัด หน่วยที่เล็กที่สุดในโครงสร้างของเส้นใยสับปะรด คือ แอนไฮโดร-ดี–กลูโครสโคพีราโนส (Anhydro-D-glucosecopyranose) ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลสามหมู่ (Bledzki&Gassan 1999) ทำหน้าที่สร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล (Intramolecular andintermolecular hydrogen bonds) ของแอนไฮโดร–ดี-กลูโครสโคพีราโนสเอง หรือกับความชื้นในอากาศ เส้นใยสับปะรดจึงมีสมบัติชอบน้ำ และสมบัตินี้เองที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตที่เสริมแรงด้วยเส้นใยสับปะรด

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากใบสับปะรด[2]

Chemical composition(%)	Source Bhaduri et al.(1983)	Mohanty et al.(2000)	Abdul Khalil et al. (2006)	Saha et al. (1990)	Rowell and Han (2000)	Munirаah et.al. (2007)	Siregar et al.(2008)
Cellulose	69.5	70-82	73.4	68.5	80-81	/8.11	6/.12 69.34
Hemicellulose	-	-	-	18.80	16-19	9.45	
Holocellulose	-	-	80.5	-	-	87.56	82.3-85.5
Lignin	4.4	5-12.7	10.5	6.04	4.6-12	4.78	14.5-15.4
Pectin	1.2			1.10	2 3	-	-
Fat and wax	4.2			3.2		-	-
Ash	2./		2	0.9		-	1.21
Extractive	-	-	5.5	-	-	-	3.83-0.97

2.3 ป่านศรนารายณ์

งานวิจัยปี พ.ศ. 2548 ศราวิน ปัญจะผลินกุล[25] ได้ศึกษาวัสดุซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากพืชมีวัสดุหลักในการผสมได้แก่ปูนซีเมนต์หินปูนย่อยทรายน้ำ และเส้นใยโดยมีเส้นใยปอแก้ว เส้นใยป่านศรนารายณ์ จากอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดลพบุรี เส้นใยโพลีโพรพีลีนได้ทดสอบการแตกร้าว จากการหดตัวของคอนกรีตใช้อัตราน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.50 ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้เกิดรอยแตกร้าวได้มากที่สุด และที่ความยาวเส้นใยปอแก้วยาว 3 เซนติเมตร เส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ความยาว 7 เซนติเมตร สามารถควบคุมการแตกร้าวได้ดีที่สุด การเพิ่มปริมาณเส้นใยพืชหรือเส้นใยโพลีโพรพีลีนผสมลงในคอนกรีตที่ปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การแตกร้าวลดลงเส้นใยที่มีความยาวมากค่ากำลังอัดของคอนกรีตจะลดลง ส่วนกำลังรับแรงอัดวัสดุซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่เสริมเส้นใยป่านศรนารายณ์ ให้กำลังอัดมีค่ามากที่สุด วงการก่อสร้าง ใช้ทำที่ขัดหรือลูกบัฟ (buff) ขัดโลหะ เช่น ช้อนส้อมตลอดจนใช้ทอผ้ารองพรม พรม และงานหัตถกรรมต่างๆ ต้นป่านศรนารายณ์เมื่อยังเล็กจะมีลักษณะคล้ายต้นสับปะรด แต่เมื่อเจริญเติบโตจะมีขนาดใหญ่กว่าต้นสับปะรดมาก มีปลูกกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป

3. การดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1) ตัดเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด เส้นใยป่านศรนารายณ์ ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร

2) เตรียมแบบหล่อคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15X15X15 เซนติเมตร ทำความสะอาดและเคลือบผิวด้วยน้ำมันเครื่อง

3) เตรียมอัตราส่วนผสมโดยมวลของ ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หินละเอียด เท่ากับ 1:2:1 (ปูน 1,000 กรัม : ทราย 2,000 กรัม : หิน 1,000 กรัม) ใช้ปูนซีเมนต์ 3 ชนิด โดยสัดส่วนของปูนซีเมนต์แต่ละประเภทจะลดลง 50 กรัม, 100 กรัมและ 150 กรัม และถูกแทนด้วยเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ตามลำดับ ผสมแล้วเทลงในแบบหล่อปูนหนึ่งชนิดใช้ก้อนตัวอย่างทดสอบ 27 ก้อน

4) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการถอดแบบ นำก้อนคอนกรีตไปบ่มน้ำอีก 7 วัน

5) เมื่อก้อนคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน จึงนำมาทดสอบตามมาตรฐาน

4. ผลการทดสอบและการอภิปราย

ผลการเปรียบเทียบการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ทั้งสามประเภท

4.1 ผลการทดสอบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่1

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ใช้เส้นใยผสม 50 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.93 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.40 MPa.

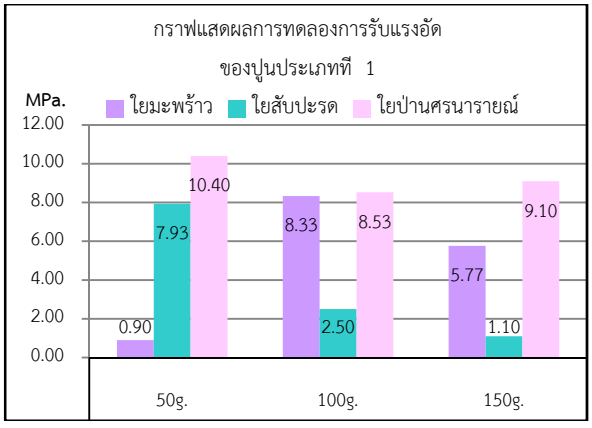
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ใช้เส้นใยผสม 100 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.33 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.53 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ใช้เส้นใยผสม 150 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.77 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.10 MPa.

กราฟที่1แสดงผลการทดลองการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1



<u>สรุป</u> เส้นใยป่านศรนารายณ์ ในอัตตราส่วนผสม 50 กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดดีที่สุดคือ 10.40 MPa.

4.2 ผลการทดสอบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่2

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 ใช้เส้นใยผสม 50 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.77 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.30 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 MPa.

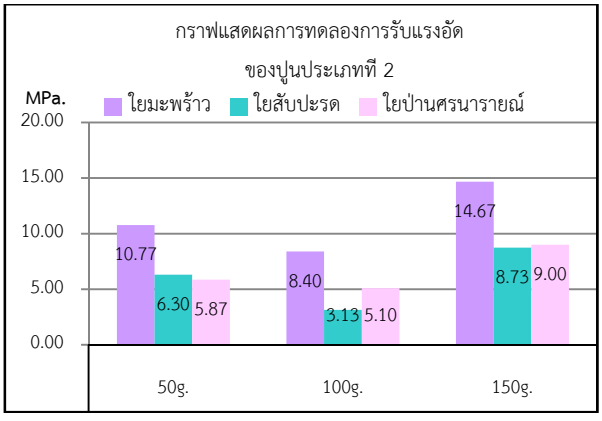
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 ใช้เส้นใยผสม 100 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 ใช้เส้นใยผสม 150 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.67 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.73 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 MPa.

กราฟที่ 2 แสดงผลการทดลองการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ประเภทที่ 2



<u>สรุป</u> เส้นใยมะพร้าวในอัตตราส่วนผสม 150 กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดดีที่สุดคือ 14.67 MPa.

4.3 ผลการทดสอบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ใช้เส้นใยผสม 50 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 MPa.

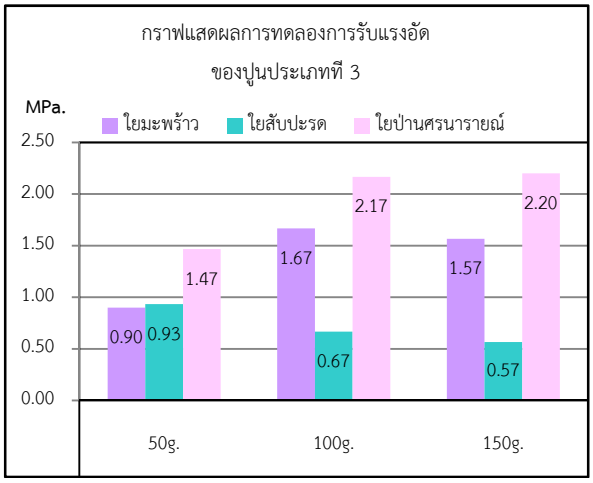
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ใช้เส้นใยผสม 100 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.17 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ใช้เส้นใยผสม 150 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- ใยมะพร้าวได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 MPa.
- ใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 MPa.
- ใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 MPa.

กราฟที่ 3 แสดงผลการทดลองการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3



สรุป เส้นใยป่านศรนารายณ์ในอัตตราส่วนผสม150 กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดดีที่สุดคือ 2.20 MPa.

4.4 ความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุด

ความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุดของปูนซีเมนต์ทั้ง 3ประเภท ที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 2 ผสมกับเส้นใยมะพร้าวในอัตตราส่วนผสม 150 กรัม ให้ค่าแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 14.67 MPa.

5. สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทั้ง 3 ประเภทพบว่าปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ให้ค่าแรงอัดต่ำที่สุด ขณะที่ปูนประเภทที่ 1 ผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 50 กรัม ให้ค่าแรงอัดสูงสุดเฉลี่ย 10.40 MPa. และปูนซีเมนต์ประเภทที่ 2 ผสมเส้นใยมะพร้าว 150 กรัม ให้ค่าแรงอัดสูงสุดเฉลี่ย 14.67 MPa. ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน มอก.409 2525 ปูนประเภทที่ 1 ไม่น้อยกว่า 19 MPa. ปูนประเภทที่ 2 ไม่น้อยกว่า 17 MPa. และปูนประเภทที่ 3 ไม่น้อยกว่า 24 MPa. และเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเส้นใยป่าศรนารายณ์มีค่าแรงอัด 3.32 MPa.[26]และเส้นใยมะพร้าวมีค่าแรงอัด 10.0 MPa.[14] ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมีสมบัติเหมาะสมกับปูนซีเมนต์แต่ละประเภทต่างกัน ขึ้นอยู่กับการยึดเหนี่ยวของมวลโมเลกุลปูนซีเมนต์แต่ละประเภท ทำให้คอนกรีตที่ผสมเส้นใยธรรมชาติมีความหนาแน่นน้อยกว่าคอนกรีตที่มีเฉพาะปูนซีเมนต์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

เอกสารอ้างอิง

[1] นิรุธ สุขสมเขตร การศึกษาคอนกรีตผสมใยมะพร้าว ปริญญานิพนธ์. (อุตสาหกรรมศึกษา) กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรม กรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] สุปราณี แก้วภิรมย์, ศิริเดช บุญแสง โครงการคอมโพสิตรักษ์สิ่งแวดล้อมจากพอเลคติกแอซิดและเส้นใยสับปะรด. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] เฉลียว โพธิพิรุฬห์. (ม.ป.ป.). งานปูน – ก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองธรรม.

[4] ดวงเพ็ญ ศรีบัวงาม และอนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล. (ม.ป.ป.). วัสดุอโลหะกรุงเทพฯ:ภาควิชาวิศวกรรมเคมีวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[5] ประณต กุลประสูตร. เทคนิคงานปูน – คอนกรีต (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2536

[6] วินิต ช่อวิเชียรคอนกรีตเทคโนโลยี (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ป. สัมพันธ์พานิชย์, 2539

[7] สุพัตรา จินาวัฒน์ และพิบูลย์ จินาวัฒน์Portland cement and concrete. ในเอกสารประกอบการอบรมผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ เล่ม 1 กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

[8] สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (ม.ป.ป.). วัสดุศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอกสารประกอบการศึกษาวิชาชั้น 461ภาควิชาช่างปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร.

[9] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (มอก.409–2525) กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.2525

[10] อุตสาหกรรม,กระทรวง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เล่ม1: ข้อกำหนดคุณภาพ(มอก.15 – 2532). กรุงเทพฯ: สำนักงาน, 2532

[11] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน (มอก.849 – 2532). กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.2532

[12] ศักดิ์สิทธิ์ศรีแสง, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, สุดใจ เหง้าสีไพร การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสมสำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทราย และเส้นใยมะพร้าวปริญญานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[13] อัญชิสา สันติจิตโต อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและความร้อนของ กระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบในเขตร้อนชื้น วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2554

[14] Asasutjarit, C., Charoenvai, S., Hirunlabh, J., Khedari, J. (2009). Material and Mechanical Properties of Pretreated Coir-based Green Composites. Composites Part B: Engineering, 40(7), 633-637.

[15] Benerjea, N. H. Technology of Portland cement and blended cement.Allahabad :Prasad Mudranalaya,1980

[16] Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2009). Natural Fibers : Coir, International Yearof Natural Fibers 2009. Retrieved December1,2011,from

[17] Mukherjee, P.S., Satyanarayana, K.G. Structure and Properties of SomeVegetableFibers-Part 2

Pineapple Fiber (Anannuscomusus). Journal of Materials,1986Science,21, 51-56

[18] George, J., Bhagawan, S.S., & Thomas, S. Effects of environment on the properties of low-density polyethylene composites reinforced with pineapple- leaf fiber. Composites Science and Technology,1998, 58, 1471-1485.

[19]George,J., Janardhan, R.,Anand, J.S.,Bhagawan, S. S.& Thomas, Sabu. Melt rheological behaviour of short pineapple fiber reinforced low density polyethylene composites.1996,Polymer, 37, 5421-5431

[20] Mwaikambo, L.Y. Review of the history, properties and application of plantfibers. Afr. J SciTechnol,2006,7:120–133.

[21] Bledski AK, Gassan J. Composites reinforced with cellulose-basedfibers. Prog Polym Sci,1999,24, 221-274.

[22] Bismarck, A., Mishra, S., &Lampke, T.In A. K. Mohanty, M. Misra, & L. T. Drzal (Eds.), Natural fibers, biopolymers &biocomposites (p.37). CRC Press, 2005

[23] Reeves, J. S. Decorticating Machine. United States patent,1949US2,490,157.

[22] Cary, J. E., Shafer, R. E., and Valerie, C. Fiber Decorticating Machine. United

[24]http://www.sciencedirect.com

[25] http://www.naturalfibres2009.org

[26] บุรฉัตร ฉัตรวีระ,พิชัย นิมิตยงสกุล,พนม สีหาบุตร คุณสมบัติทางกลศาสตร์มอร์ต้าผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ ปริญญานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ