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

อิทธิพลของส่วนผสมปูนซีเมนต์ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุเสริมแรง ด้วยเส้นใยธรรมชาติ

Effect comparison of cement types on mechanical properties of natural fiber reinforced materials.

นายวรวุฒิ ทองใส[1*] ,รพีพงศ์ ฤกษ์รัษณี[1], นพดล อ่องจุ้ย[1],
ชานนท์ มูลวรรณ[1],ประยูร สุรินทร์[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหก*าร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

E-mail: worrawooth_to@hotmail.co.th*
Worawut Thongsai[1*], Rapheephong Lurkratnee[1], Nopphadon Ongchui[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

โครงงานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชนิดของปูนซีเมนต์ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุเสริมแรง ด้วยเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ 3 ประเภทได้แก่ ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 และเส้นใย 3 ชนิดได้แก่ เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ อัตราส่วนผสมโดยมวลของปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หินละเอียด เท่ากับ 2:2:1 โดยใช้ สัดส่วนของปูนซีเมนต์แต่ละประเภทจะลดลง 100 กรัม, 200 กรัมและ 300 กรัมและถูกแทนด้วยเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ตามลำดับ โดยผสมลงในแบบหล่อรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15X15X15 เซนติเมตร ใช้เวลาบ่ม 28 วัน ผลการทดสอบความสามารถรับแรงอัดสูงสุดของปูนประเภทที่ 1 ปริมาณ 1,800 กรัมผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 200 กรัมรับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 7.30 MPa. ปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นมะพร้าว 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 8.97 MPa. และปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยสับปะรด 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 8.30 MPa. ปูนประเภทที่ 2 ปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 14.43 MPa. ปริมาณ 1,800 กรัมผสมเส้นใยมะพร้าว 200 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 18.53 MPa. และปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยสับปะรด 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 6.30 MPa. และปูนประเภทที่ 3 ปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยป่านศรนารายณ์ 100 กรัมรับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 3.87 MPa. ปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยมะพร้าว 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 5.57 MPa. และปริมาณ 1,900 กรัมผสมเส้นใยสับปะรด 100 กรัม รับแรงอัดได้สูงสุดเฉลี่ย 1.57 MPa. การวิจัยพบว่าปูนซีเมนต์ประเภทที่ 2 ผสมเส้นใยมะพร้าว มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน มอก.409 2525 แต่ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 และ 3 มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

คำหลัก วัสดุเชิงประกอบ เส้นใยมะพร้าว, สับปะรด,ป่านศรนารายณ์ ซีเมนต์ประเภท1,2,3

Abstracts

The objectives of this research project were to comparison of types of cement effect of mechanical with cements which 3 types; properties with cements as cement type 1, cement type 2 and cement type 3. and natural fiber which 3 fibers; Coconut fiber, Pine apple fiber and Sisal fiber. The Mass ingredients of cements: coarse sand: stone as 2:2:1 by using cements, proportion of each cements will decrease exact 100 grams, 200 grams and 300 grams and replace with the 3 fibers as respectively, mixing and casting in a cube shape with size 15*15*15 cm., curing time were 28 days.

The test results showed that the maximum compressive strength as the first type of cement which mixed with 200 grams of sisal fiber with 7.30 MPa. compression, 100 grams of coconut fiber with 8.97 MPa. compression and 100 grams of pineapple fiber with 8.30 MPa. compression. The second type of cement which mixed with sisal fiber 100 grams got maximum compressive strength at 14.43 MPa., with 200 grams of coconut fiber got 18.53 MPa. compression and 100 grams of pineapple fiber got 6.30 MPa. compression. And the third type of cement which mixed with 100 grams of sisal fiber got maximum compressive strength at 3.87 MPa., with coconut fiber 100 grams got 5.57 MPa. compression and with pineapple fiber got 1.57 MPa. compression.

The hypothesis test findings the second type of cement mixed with coconut fiber was over level from standard 40 2525 of Thai Industrial Standards Institute but cement type 1 and type 3 were below the standard due to the amount of fibers that make binding force between molecules decreased.

Keywords: Reinforcement Coconut fiber Pineapple Fibers Sisal fiber and Type cement 1,2,3

1. บทนำ

ปัจจุบันการทำงานก่อสร้างขนาดเล็กและขนาดใหญ่ทั่วไปนิยมใช้ปูนซีเมนต์เพื่อใช้ในงานก่อสร้างอยู่ 3 ชนิดด้วยกันได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่2 และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 และมีการวิจัยนำเอาวัสดุจากธรรมชาติเช่นเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยปานศรนารายณ์ มาผสมกับคอนกรีตโดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อต้องการปรับปรุงพัฒนาคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตให้ดีขึ้นเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท คอนกรีตที่แข็งตัวแล้วสามารถรับแรงอัดได้ดีมีความทนทานต่อการใช้งาน แต่จะทำอย่างไรจึงจะเลือกชนิดของปูนซีเมนต์ที่นำมาใช้ในการผสมกับเส้นใยธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมที่สุดและได้ค่ารับแรงอัดที่ได้มาตราฐาน

เนื่องจากสภาวะปัจจุบันนี้ ได้มีการนำวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ มาใช้ในการผสมคอนกรีต[1] เพื่อให้ได้

คอนกรีตที่มีน้ำหนักเบามีความยืดหยุ่น ดูดซับเสียงรบกวน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถรับแรงอัดได้ตามที่กำหนดในการออกแบบ และลดต้นทุนในการผลิต ขจัดปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบจึงนำวัสดุในท้องถิ่นมาสร้างนวัตกรรมเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยนำวัสดุเส้นใยสำคัญประการหนึ่งของคอนกรีตคือความสามารถต้านแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยมะพร้าว คอนกรีตที่ผสมเส้นใยสับปะรดและคอนกรีตที่ผสมเส้นใยปานศรนารายณ์

ประเภทที่ 1 ประเภทที่ 2 ประเภทที่ 3

รูปที่ 1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, 2 ,3

รูปที่ 1.2 เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1(ORDINARY PORTLAND CEMENT TYPE 1) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15 เล่ม 1-2555 ประเภทหนึ่ง มาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE 1 และ มอก. 409-2525 ปูนประเภทที่ 1 การรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 19 MPa.[9] ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง) เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างงานคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูง และงานคอนกรีตทั่วไป เช่น งานอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็กทุกชนิด สะพาน ถนน สนามบิน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงประเภทต่างๆ [27]

2.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 2

ปูนซีเมนต์ผสมตราทีพีไอ (สีเขียว) เป็นปูนซีเมนต์ที่ได้จากการผสมวัสดุเฉื่อย เช่น ทราย หรือหินปูน และอื่นๆ กับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ ที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ผสม มอก. 80-2550 และมาตรฐานมอก. 409-2525 ปูนประเภทที่ 2 การรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 17 MPa.[9] ปูนซีเมนต์ผสมตราทีพีไอ (สีเขียว) มีคุณสมบัติง่ายต่อการใช้งานและเหมาะในการใช้ผลิตโอ่ง ถนนทางเท้า งานวงบ่อ และงานคอนกรีตขนาดเล็กทั่วไปที่ไม่ต้องการกำลังอัดสูง ฯลฯ นอกจากนี้ ปูนซีเมนต์ผสมตราทีพีไอ (สีเขียว) ยังมีคุณสมบัติยืดหดตัวน้อยไม่ทำให้เกิดรอยแตกร้าวแก่ อาคาร จึงเหมาะสม ที่จะใช้ในงานก่อและฉาบได้ดี [27]

2.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ตราทีพีไอ (สีดำ) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ให้กำลังอัดเร็วในระยะเวลาสั้น (HIGH EARLY STRENGHT PORTLAND CEMENT) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15 เล่ม 1-2555 ประเภทสาม มาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE 3 และมาตรฐานมอก. 409-2525 ปูนประเภทที่ 3 การรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 24 MPa. [9]ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ตราทีพีไอ (สีดำ) เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานคอนกรีตที่ต้องการให้รับน้ำหนักและถอดแบบได้รวดเร็ว ใช้ทำผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงทุกประเภท เช่น เสาเข็ม แผ่นพื้น คาน เสาไฟฟ้า ฯลฯ [27]

2.4 เส้นใยมะพร้าว

งานวิจัยปีค.ศ. 2007 Asasutjarit และคณะ[14] ได้มีการพัฒนา นำเส้นใยมะพร้าวมาผสมซีเมนต์เพื่อเป็นแผ่นซีเมนต์ให้มีน้ำหนักเบาโดยใช้ซีเมนต์ต่อเส้นใยมะพร้าวต่อน้ำที่ 1:2:1, 1:1:1, 2:1:2 โดยน้ำหนักเส้นใยมะพร้าวมีความยาว 13 ซม. 6 ซม.และ 4 ซม. เส้นใยที่ใช้มี 3 ลักษณะคือเส้นใยปกติที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆเส้นใยที่ผ่าการล้างแล้วและเส้นใยที่ผ่านการล้างและการต้มหล่อขนาด 35 x 35 x 1 ซม. ทำการอัดโดยแรงอัด 560 กก./ซม2 ในครั้งแรกทำการทดสอบที่ซีเมนต์ต่อเส้นใยมะพร้าวต่อน้ำ 1:2:1 พบว่าเส้นใยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆมาก่อนเมื่อเส้นใยมากขึ้นความหนาแน่นของแผ่นทดสอบน้อยลงค่าการดูดซึมมากขึ้นค่าความต้านแรงดัดและค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในเพิ่มขึ้นเส้นใยที่ผ่านการล้างและเส้นใยที่ผ่านการล้างแล้วต้มค่าความต้านแรงดัดมีค่าสูงขึ้นตามลำดับเนื่องจากเมื่อเส้นใยผ่านกระบวนการต้มแล้วจะทำให้ปริมาณโฮโลเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเพิ่มขึ้นที่ความยาวของเส้นใยสั้นๆจะมีค่าความต้านแรงดัดและการแรงยึดเหนี่ยวภายในเพิ่มขึ้นยกเว้นเส้นใยที่ผ่านการล้างและต้มความยาวเส้นใยที่ 6 ซม.มีค่ามากกว่าและมากที่สุดการทดสอบการนำความร้อนเส้นใยที่สั้นจะนำความร้อนได้สูงฉะนั้นจึงใช้ความยาวเส้นใยที่ 6 ซม.และผ่านกระบวนการล้างและต้มแล้วมาทดสอบหาอัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อเส้นใยต่อน้ำค่าความต้านแรงดัดค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแรงยึดเหนี่ยวภายในและค่าการนำความร้อนจะมากสุดที่อัตราส่วนผสม 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 ยาว 15-20 ซม. มีการใช้สาร superplasticizer เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานที่ง่ายขึ้น มีการนำเส้นใยมาทดสอบในหลายลักษณะคือ แช่ในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์มี pH13, แคลเซียมไฮออกไซด์มี pH 14 และในน้ำปกติ pH7.5 และยังมีการนำเส้นใยมาจุ่มในสารดังกล่าวแบบจุ่มแล้วนำมาทำให้แห้งสลับกันทดสอบที่ 60 วัน พบว่าที่สภาพแวดล้อมที่เป็นแบบอัลคาไลด์เฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสส่วนใหญ่ลดลงกาลังรับแรงก็ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเทียบกับเส้นใยแบบแห้ง ซึ่งบางชนิดเส้นใยจะพังทันทีเมื่อรับแรงกระทำ และกำลังรับแรงอัดแรงดัดของมอร์ต้าร์เสริมเส้นใย พบว่ากาลังการรับแรงนั้นต่ำกว่ามอร์ต้าร์ที่เสริมเส้นใยแบบแห้งทั้งหมด

2.5 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 82.5GPa และค่าระยะยืด ณ จุดขาดอยู่ในช่วง 0.8–3.37% ซึ่งเป็นผลจากปริมาณเซลลูโลสที่สูงและมุมในการบิดเกลียวที่ต่ำถึง 14° (Bismarck et al.,2005) อย่างไรก็ตามขณะเปียกค่าความแข็งแรง (Wet bundle strength) ลดลงถึง 50%

เส้นใยสับปะรดจัดเป็นเส้นใยลิกโนเซลลูโลส มีโครงสร้างคล้ายริบบิ้นเชื่อมติดกันด้วยลิกนิน ซึ่งทำให้เส้นใยมีความแข็งแรง (George et al., 1998) [17] เส้นใยสับปะรดแต่ละเซลในเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 10 μm ความยาวเฉลี่ย 4.5 mm และ Aspect ratio เท่ากับ 450 ความหนาของผนังเซลมีค่าเท่ากับ 8.3 μm สมบัติเชิงกลของเส้นใยสับปะรดจากอินเดียใต้แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของเส้นใยสับปะรด [2]

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

ตารางที่ 2.2 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)	Muniraah et.al. (2007)	Siregar et al.(2008)
Cellulose	69.5	70-82	73.4	68.5	80-81	78.11	67.12-69.34
Hemicellulose	-	-	-	18.80	16-19	9.45	-
Hollocellulose	-	-	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	2.7	-	2	0.9	-	.	1.21
Extractive	-	-	5.5	-	-	.	3.83-0.97

โครงสร้างทางเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยจากใบสับปะรด

จากผลการศึกษาของนักวิจัยหลายกลุ่มพบว่าเส้นใยสับปะรดมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือเซลลูโลส (ตารางที่ 2.3) แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากใบสับปะรดจากหลายที่มาซึ่งพอสรุปได้ว่ามีองค์ประกอบที่เป็นเซลลูโลสอยู่ในช่วง 67.12–82% เฮมิเซลลูโลส 9.45–18.80% ฮอโลเซลลูโลส (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 หน่วยที่เล็กที่สุดในโครงสร้างของเส้นใยสับปะรดคือ แอนไฮโดร-ดี-กลูโครสโคพีราโนส (Anhydro-D-glucosecopyranose) ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลสามหมู่ (Bledzki & Gassan 1999) ทำหน้าที่สร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล (Intramolecular and intermolecular hydrogen bonds) ของแอนไฮโดร-ดี-กลูโครสโคพีราโนสเอง หรือกับความชื้นในอากาศ เส้นใยสับปะรดจึงมีสมบัติชอบน้ำ และสมบัตินี้เองที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตที่เสริมแรงด้วยเส้นใยสับปะรด

2.6 ป่านศรนารายณ์

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

3. การดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินโครงงานูกระ

1) ตัดเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด เส้นใยป่านศรนารายณ์ ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร

2) เตรียมแบบหล่อคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15X15X15 เซนติเมตร ทำความสะอาดและเคลือบผิวด้วยน้ำมันเครื่อง

3) เตรียมอัตราส่วนผสมโดยมวลของ ปูนซีเมนต์: ทรายหยาบ: หินละเอียด เท่ากับ 2:2:1 (ปูน 2,000 กรัม: ทราย 2,000 กรัม: หิน 1,000 กรัม) ใช้ปูนซีเมนต์ 3 ชนิด โดยสัดส่วนของปูนซีเมนต์แต่ละประเภทจะลดลง 100 กรัม, 200 กรัมและ 300 กรัม และถูกแทนด้วยเส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยป่านศรนารายณ์ตามลำดับ ผสมแล้วเทลงในแบบหล่อ ปูนหนึ่งชนิดใช้ก้อนตัวอย่างทดสอบ 27 ก้อน

4) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการถอดแบบ นำก้อนคอนกรีตไปบ่มน้ำอีก 28 วัน

5) คอนกรีตรูปลูกบาศก์ที่มีอายุครบ 28 วัน มาทำการทดสอบหากำลังอัด (Compressive Strength) โดยขั้นแรกนำคอนกรีตมาผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนัก วัดขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง แล้วนำคอนกรีตรูปลูกบาศก์ไปทดลองหาค่ากำลังอัดโดยใช้เครื่องมือทดสอบกำลังอัด

4. ผลการทดสอบและการอภิปลายผล

ผลการเปรียบเทียบการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ทั้งสามประเภท

4.1. ผลการทดสอบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปริมาณ 1,900 กรัม และใช้เส้นใย 100 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.97 MPa.
- เส้นใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 MPa.

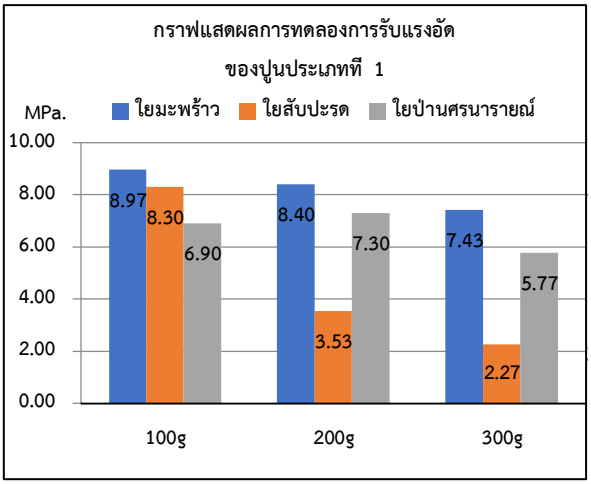
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปริมาณ 1,800 กรัม และใช้เส้นใยผสม 200 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 MPa.
- เส้นใยสับปะรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปริมาณ 1,700 กรัม และใช้เส้นใยผสม 300 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.43 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.77 MPa

การฟที่ 1 แสดงผลการทดลองการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ประเภทที่1



- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.60 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.30 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.43 MPa.

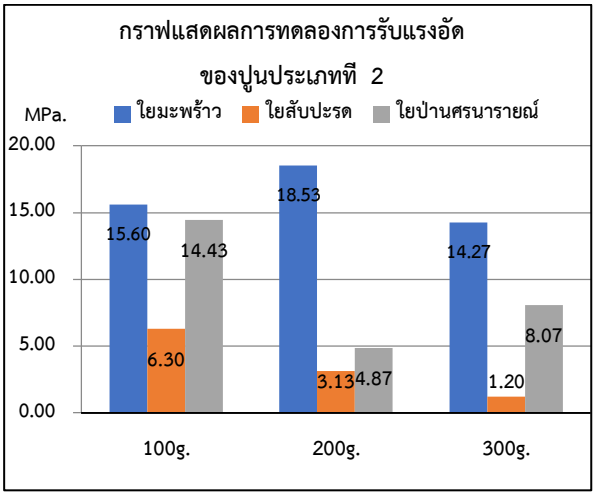
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 ปริมาณ 1,800 กรัม และใช้เส้นใยผสม 200 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.53 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 ปริมาณ **1,700** กรัม และใช้เส้นใยผสม 300 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.27 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.07 MPa.

การฟที่ **2** แสดงผลการทดลองการรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ประเภทที่**2**



<u>สรุป</u> อัตราส่วนผมปูนซีเมนต์ปริมาณ 1,800 กรัมกับเส้นใยมะพร้าว 20**0** กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุดคือ 18.53 MPa.

4.**3.** ผลการทดสอบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ปริมาณ 1,900 กรัม และใช้เส้นใย 100 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 MPa.

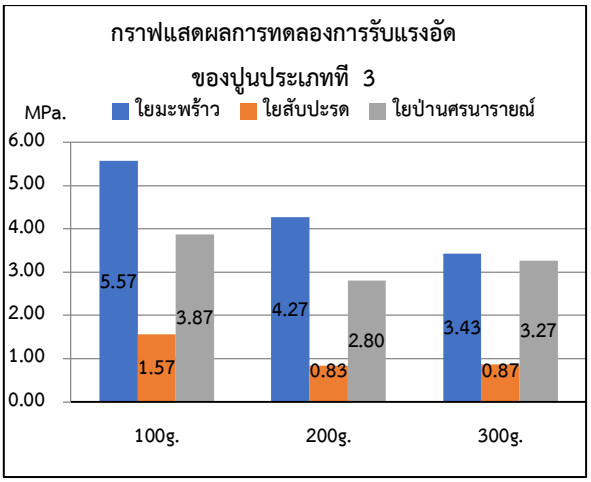
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ปริมาณ 1,800 กรัม และใช้เส้นใยผสม 200 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อ

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 MPa.

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ปริมาณ 1,700 กรัม และใช้เส้นใยผสม 300 กรัม ความแข็งแรงอัดเฉลี่ยเมื่อใช้

- เส้นใยมะพร้าว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43 MPa.
- เส้นใยสับปรดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 MPa.
- เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 MPa.

การฟที่ **3** แสดงผลการทดสอบเส้นใยมะพร้าวผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ **3**



สรุป อัตราส่วนผมปูนซีเมนต์ปริมาณ 1,900 กรัมกับเส้นใยมะพร้าว 100 กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุดคือ 5.57 MPa.

4.4. ความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุด

ความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุดของปูนซีเมนต์ทั้ง **3** ประเภท ที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 อัตราส่วนผมปูนซีเมนต์ปริมาณ 1,800 กรัมกับเส้นใยมะพร้าว 200 กรัม ให้ค่าความแข็งแรงอัดที่ดีที่สุดคือ 18.53 MPa**.**

5. สรุปผลการทดลอง

อิทธิพลของส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติทั้ง **3** ประเภท พบว่าปูนซีเมนต์ประเภทที่ 2 ในอัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ปริมาณ 1,800 กรัมผสมกับเส้นใยมะพร้าว 200 กรัม ให้ค่าแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 18.53 MPa. ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 และปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 มีค่าต่ำกว่ามาตราฐาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวะกรรมอุตสาหการ

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 ช่อวิเชียร คอนกรีตเทคโนโลยี (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : ป. สัมพันธ์พานิชย์,2539

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

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

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

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

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

[12] ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, สุดใจ เหง้าสีไพร การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าวปริญญานิพนธ์ สาขา

วิศวกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[13] อัญชิสา สันติจิตโต อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและความร้อนของ กระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบในเขตร้อนชื้น วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง 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 Year of Natural Fibers 2009. Retrieved December1,2011, from

[17] Mukherjee, P.S., Satyanarayana, K.G. Structure and Properties of Some Vegetable Fibers - Part 2 Pineapple Fiber (Anannuscomusus). Journal of Materials,1986 Science,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 plant fibers. 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,1949 US2, 490, 157.

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

[24] bgbfr5

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

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

[27] http://www.tpipolene.co.th/th/cement-th