ผลของเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์
The Effect of Natural Fiber on Physical and Mechanical Properties of Fiber Cement

นพรัตน์ ฤทธิ์กระจาย[1], สฤษณ์ พรมสายใจ[1], นิวดี คลังสีดา, เสาวลักษณ์ ยอดวิญญูวงศ์, สุรเชษฐ์ ตุ้มมี[1,*]
Noppharat Litkrajai[1], Sarit Promsaijai[1], Nivadee Klungsida[1],
Saowaluk Yotwinyuwong[1], Surachet Toommee[1,*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ ที่พัฒนาจากการใช้เส้นใยธรรมชาติที่เป็นเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ได้แก่ เส้นใยกล้วย เส้นใยอ้อย และเส้นใยผักตบชวา ในอัตราส่วนต่างๆ ร่วมกับซีเมนต์เพสต์ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งคณะผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับผลของเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล ของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้ โดยศึกษาและทดสอบสมบัติดังกล่าวตามมาตรฐาน ASTM ซึ่งผลจากการวิจัย พบว่า การใช้เส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยกล้วยในส่วนผสม ส่งผลให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างได้

คำสำคัญ: ไฟเบอร์ซีเมนต์ / สมบัติทางกายภาพ / สมบัติเชิงกล / เส้นใยธรรมชาติ

Abstract

The objective of this research is to develop fiber cement from natural fiber occurring resource for construction industry. Banana fiber, Sugar crane fiber and Eichhornia crassipres fiber was employed as raw materials. It was considered as a waste from agriculture at Kamphaeng Phet Province. The role of banana fiber can be enhanced physical properties, mechanical properties based on ASTM standard. Utilization of banana fiber can be reinforced into fiber cement for construction industry.

Keywords: Fiber Cement / Physical Properties / Mechanical Properties / Natural Fiber

---

[1] โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
[1] Industrial Art Program, Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet
*Corresponding Author's Email : s.toommee@gmail.com

บทนำ

ไฟเบอร์ซีเมนต์ (Fiber Cement) จัดเป็นวัสดุที่ใช้ในงานช่างและงานอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ไม่ใช่ผลิตผลที่ได้จากไม้ แต่เป็นการนำวัสดุชนิดอื่นมาผสมกับไม้และสารเคมีบางชนิด (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโตม, 2555) ได้แก่ ปูนซีเมนต์ สารพอลิเมอร์ และสารเติมแต่งเพิ่มเติมอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติที่เทียบเท่ากับไม้สำหรับใช้งานในด้านต่างๆ การนำไม้มาแปรรูปสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ นอกจากจะเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมแล้ว การนำไม้มาใช้งานยังส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตที่สูงและการดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ต้องได้รับการดูแลรักษาเป็นพิเศษ ซึ่งวัสดุในกลุ่มไม้จัดเป็นหนึ่งในทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญลำดับต้นๆ เพราะนอกจากจะให้ความชุ่มชื้น ช่วยรักษาผิวหน้าดิน เป็นแหล่งต้นน้ำ ช่วยเพิ่มสารอาหารและแร่ธาตุ และต้นไม้ยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ รวมถึงสามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคหรือบำรุงร่างกายให้มีความแข็งแรงได้อีกด้วย

นอกจากนี้ ต้นไม้สามารถนำมาใช้งานได้แทบทุกส่วน ทั้ง ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ ดอก ผล และราก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ทรัพยากรป่าไม้ทั้งในประเทศและต่างประเทศลดจำนวนลงอย่างเห็นได้ชัด หนึ่งในวิธีการแก้ไขปัญหาการลดจำนวนลงของทรัพยากรป่าไม้คือการพัฒนาวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติที่เสมือนหรือใกล้เคียงไม้มาใช้ทดแทน ซึ่งผลิตภัณฑ์ไม้เสมือนหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าไม้เทียม ในภาคอุตสาหกรรมหรือชื่อทางการค้าโดยทั่วไปมักเรียกว่าไฟเบอร์ซีเมนต์ ไฟเบอร์ซีเมนต์ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้นในงานอุตสาหกรรม (นฏา พชยนันท์, 2553) เช่น ใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์หรืองานโครงสร้าง (ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, 2553) ทำชุดโต๊ะเก้าอี้ ตู้ เตียง เนื่องด้วยไฟเบอร์ซีเมนต์มีสมบัติเด่นหลายๆ ด้าน เช่น ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อสัตว์และแมลงศัตรูไม้ และทนต่อทุกสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งมีค่าความแข็งแรงสูง และที่สำคัญไฟเบอร์ซีเมนต์ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ที่ผ่านมามีนักวิจัยจำนวนมากที่ทำการศึกษาและพัฒนาสมบัติของไฟเบอร์ซีเมนต์ เช่น การนำเส้นใยธรรมชาติประเภทต่างๆ (มณีรัตน์ ปัญญพงษ์, 2548) อาทิ เส้นใยที่ได้จากผลิตผลทางการเกษตร ได้แก่ เศษฟางข้าว เปลือกทุเรียน เส้นใยมะพร้าว เส้นใยจากปาล์มน้ำมัน (ประชุม คำพุฒ, 2550) และเศษเหลือทิ้งที่ได้จากการเกษตรชนิดอื่นๆ (ปราโมทย์ วีรานุกูล และคนอื่นๆ, 2554) รวมถึงเส้นใยสังเคราะห์ ได้แก่ เส้นใยพอลิโพรพิลีน เส้นใยไนลอน และยังรวมถึงการนำกากของเสียจากภาคอุตสาหกรรม มาเป็นส่วนผสมสำหรับทำเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อให้ได้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีลักษณะและสมบัติที่ใกล้เคียงกับไม้จริงที่มีอยู่ในธรรมชาติ (อาคม ปาสีโล, 2550) สำหรับขั้นตอนและวิธีในการผลิตไฟเบอร์ซีเมนต์ ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือการนำเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์มาผสมกับปูนซีเมนต์และอาจมีการเติมสารปรับแต่งสมบัติอื่นๆ เพิ่มเติม แล้วทำการขึ้นรูปด้วยวิธีการเฉพาะของแต่ละบริษัท ซึ่งวิธีการขึ้นรูปที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน คือ การหล่อแบบ เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด (เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และสุรเชษฐ์ ตุ้มมี, 2563)

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากเศษเหลือทิ้งทางการเษตรที่มีมากและหาได้ง่ายในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ได้แก่ เส้นใยจากต้นกล้วย เส้นใยจากต้นผักตบชวา และเส้นใยอ้อย มาเป็นวัตถุดิบสำหรับทำเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยใช้วิธีการหล่อแบบในการขึ้นรูปชิ้นงาน จากนั้นทำการศึกษาและทดสอบสมบัติด้านต่างๆ ของไฟเบอร์ซีเมนต์เพื่อให้ได้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมพื้นฐานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบวิธีในการขึ้นรูปและสมบัติของไฟเบอร์ซีเมนต์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร
2. เพื่อศึกษาและทดสอบสมบัติด้านต่างๆ ของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมจากเส้นใยธรรมชาติร่วมกับปูนซีเมนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา) และเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ เส้นใยกล้วย เส้นใยผักตบชวา และเส้นใยอ้อย น้ำสะอาด ทราย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 สารเพิ่มความหล่อลื่น และแม่แบบโลหะสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างทดสอบไฟเบอร์ซีเมนต์หรือซีเมนเพสต์ 2 ขนาด คือ แม่แบบสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงกดอัด ขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 5x5x5 เซนติเมตร และ

แม่แบบสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงดัด ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร และเครื่องทดสอบแรงกดอัดคอนกรีต (compression testing machine)

2. ขั้นตอนและวิธีในการดำเนินการวิจัย

การเตรียมเส้นใยธรรมชาติ ทำได้โดย นำกล้วย ผักตบชวา และอ้อย ที่ผ่านการคัดเลือกมาล้างทำความสะอาดแล้วตัดให้ได้ความยาว 5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้ได้เฉพาะส่วนที่เป็นเส้นใย จากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง สำหรับชิ้นตัวอย่างมาตรฐาน (STD) ประกอบด้วยปูนซีเมนต์และน้ำสะอาด และชิ้นตัวอย่างทดสอบที่มีการเติมเส้นใยกล้วย เส้นใยผักตบชวา และเส้นใยอ้อย ลงในส่วนผสมในปริมาณร้อยละ 1.00 2.50 5.00 และ 10.0 โดนน้ำหนัก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้เทลงในแม่แบบสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่าง เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง จึงทำการถอดชิ้นตัวอย่างออกจากแม่แบบแล้วศึกษาสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์ซีเมนต์ จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างที่ได้บ่มน้ำเป็นเวลา 28 วัน เพื่อทดสอบสมบัติเชิงกล

การทดสอบสมบัติของไฟเบอร์ซีเมนต์ สำหรับการทดสอบสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยกล้วย โดยสมบัติทางกายภาพที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ค่าความหนาแน่น (bulk density) ลักษณะทางกายภาพของพื้นผิว (surface) และค่าความพรุนตัว (apparent porosity) โดยสำหรับการทดสอบสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ในครั้งนี้ ทำการทดสอบ 2 แบบ คือ การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C109 (ASTM, 2006b) (ASTM C 109) โดยนำชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร ในแต่ละอัตราส่วนผสม จำนวน 3 ตัวอย่าง ทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดและหาค่าเฉลี่ย และการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ตามมารฐานการทดสอบ ASTM C78-84 (ASTM C 293) โดยชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร ในแต่ละอัตราส่วนผสม จำนวน 3 ตัวอย่าง ทำการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัดและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมในการเตรียมชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์

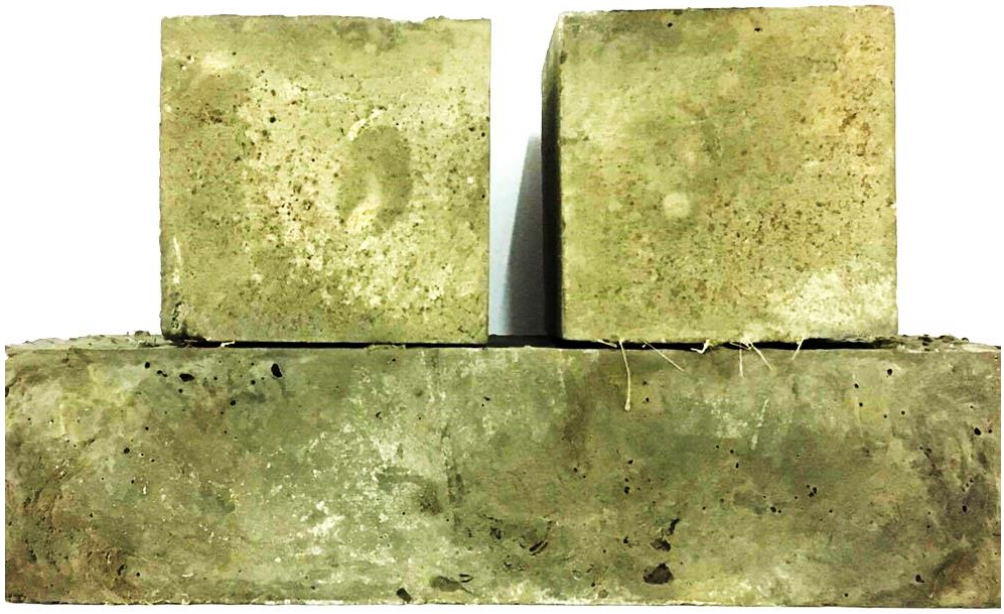
ชิ้นตัวอย่าง	อัตราส่วนของเส้นใย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	ทราย (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เส้นใย (กรัม)
STD	0.00	500	1000	250	0.00
BA1.0	1.00	500	1000	250	5.00
BA2.5	2.50	500	1000	250	12.00
BA5.0	5.00	500	1000	250	25.00
BA10.0	10.00	500	1000	250	50.00
EC1.0	1.00	500	1000	250	5.00
EC 2.5	2.50	500	1000	250	12.00
EC 5.0	5.00	500	1000	250	25.00

EC 10.0	10.00	500	1000	250	50.00
SC1.0	1.00	500	1000	250	5.00
SC 2.5	2.50	500	1000	250	12.00
SC 5.0	5.00	500	1000	250	25.00
SC 10.0	10.00	500	1000	250	50.00

* STD หมายถึง ซีเมนต์เพสต์มาตรฐาน
BAxx หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยกล้วย
ECxx หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยผักตบชวา
SCxx หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยอ้อย

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพภายนอกของไฟเบอร์ซีเมนต์ พบว่า ชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมโดยใช้ปริมาณของเส้นใยธรรมชาติในอัตราส่วนผสมต่างๆ มีลักษณะทางกายภาพภายนอกในลักษณะเดียวกัน คือ มีลักษณะเป็นก้อนไฟเบอร์ซีเมนต์สีเทาเข้ม มีลักษณะของพื้นผิวที่แตกต่างกันตามอัตราส่วนของเส้นใย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์, 2550) ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีน้ำหนักและค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกันตามอัตราส่วนผสมที่ใช้ โดยตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมที่สูงจะมีน้ำหนักและค่าความหนาแน่นที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมที่ต่ำกว่า ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Pusit L. & Aachisa S.,2015)

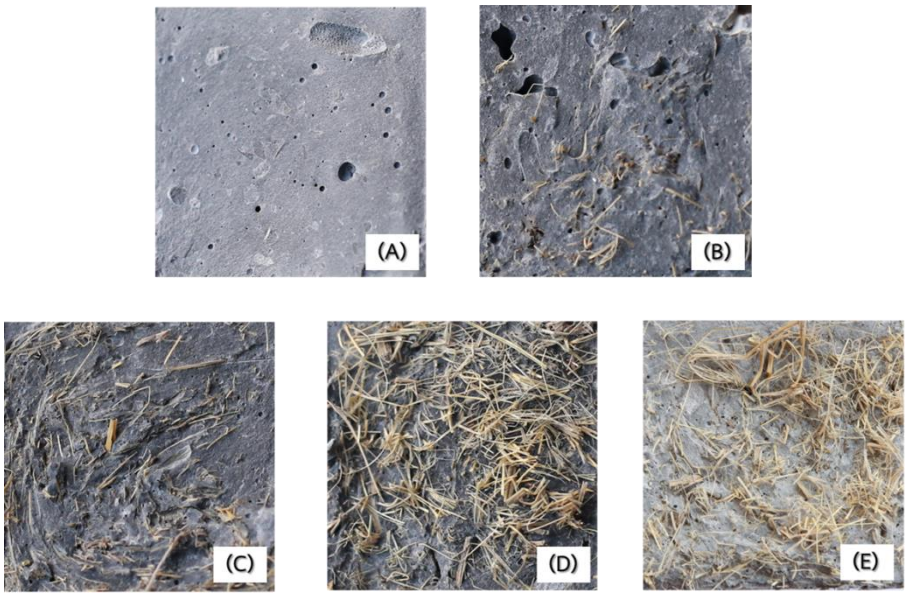


ภาพที่ 1 ตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบ ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร และขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

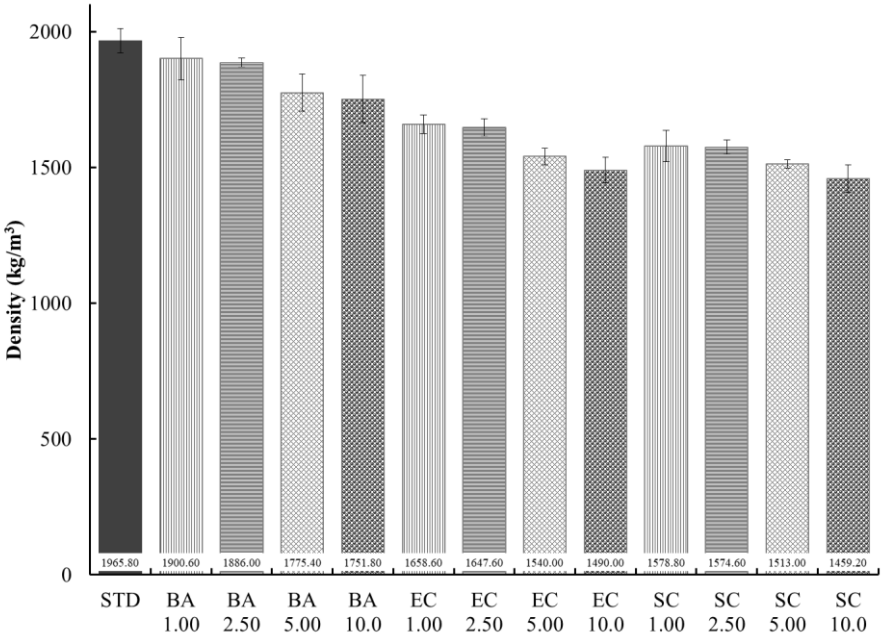
ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้จากการหล่อแบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร โดยทำการชั่งหลังจากถอดชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ออกจากแบบทันที พบว่า ค่าน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์มีค่าลดลงตามปริมาณของเส้นใยธรรมชาติที่มีมากขึ้นในส่วนผสม ซึ่งจะเห็นว่าชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ STD มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด สำหรับค่าน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีค่าที่ลดลงตามปริมาณของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมที่มากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นของปูนซีเมนต์ปอตแลนด์ที่ใช้มีค่ามากกว่าความหนาแน่นมากกว่าค่าความหนาแน่นของเส้นใยธรรมชาติ จึงส่งผลให้ชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่มีปริมาณและอัตราส่วนผสมของ

เส้นใยธรรมชาติในที่สูงกว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยและค่าความหนาแน่นที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่แสดงให้เห็นว่าการมีปริมาณของเส้นใยธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานที่ลดลง (Asasutjarit, C., et al, 2009. Cook, D. J., et al, 1978. Khedari, J., et al, 2001)

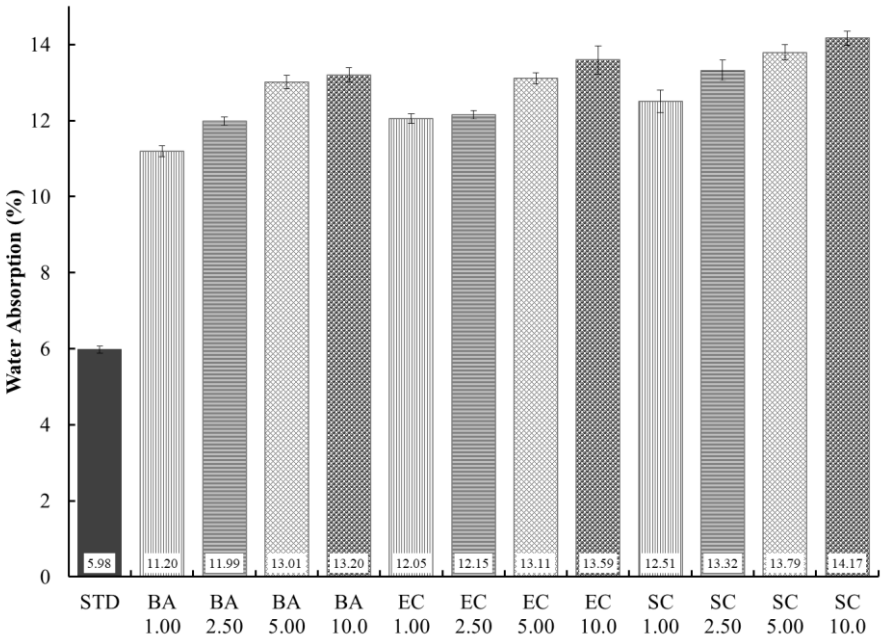
เนื่องจากในชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพลสที่มีปริมาณของเส้นใยธรรมชาติสูง เส้นใยจะกระจายและแทรกตัวอยู่ในเนื้อชิ้นงานได้มากกว่า จึงส่งผลโดยตรงต่อค่าความหนาแน่นและค่าร้อละของการดูดซึมน้ำของชิ้นตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Jerry M. Paris, et al, 2016) และผลการศึกษาที่ได้จากชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบ ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร พบว่า ผลที่ได้จากการศึกษามีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน คือ ค่าน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างจะลดลงตามปริมาณของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมที่เพิ่มมากขึ้น และส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานลดลงตามปริมาณของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน แต่ในทางตรงข้ามการที่มีปริมาณของเส้นใยที่มากจะทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์มีค่าการดูดซึมน้ำที่สูงขึ้น เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีรูพรุนเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 2 ตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมโดยใช้เส้นใยกล้วยภายหลังจากผ่านการทดสอบสมบัติเชิงกล (A) STD (B) BA1.0 (C) BA2.5 (D) BA5.0 และ (E) BA10.0



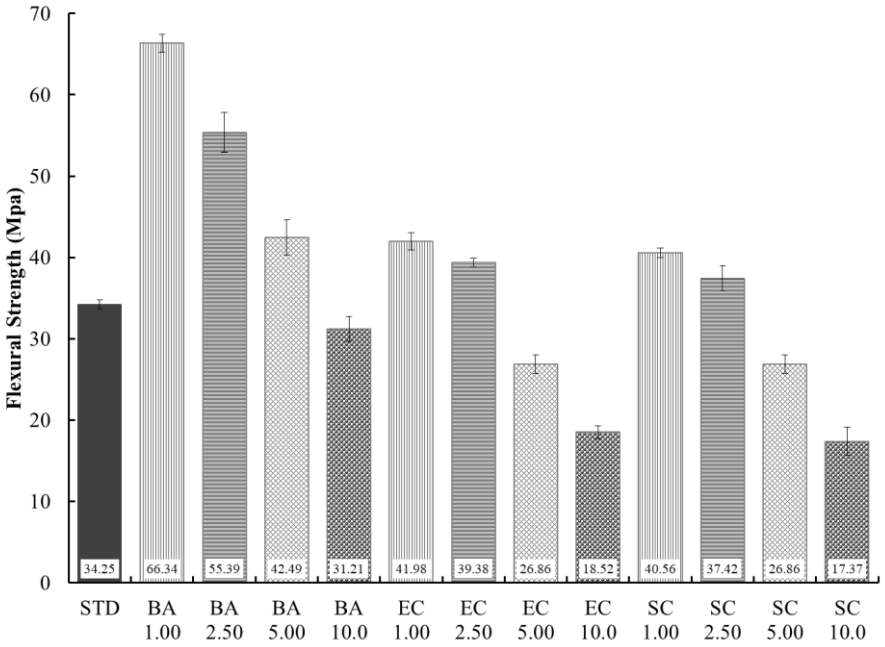
ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

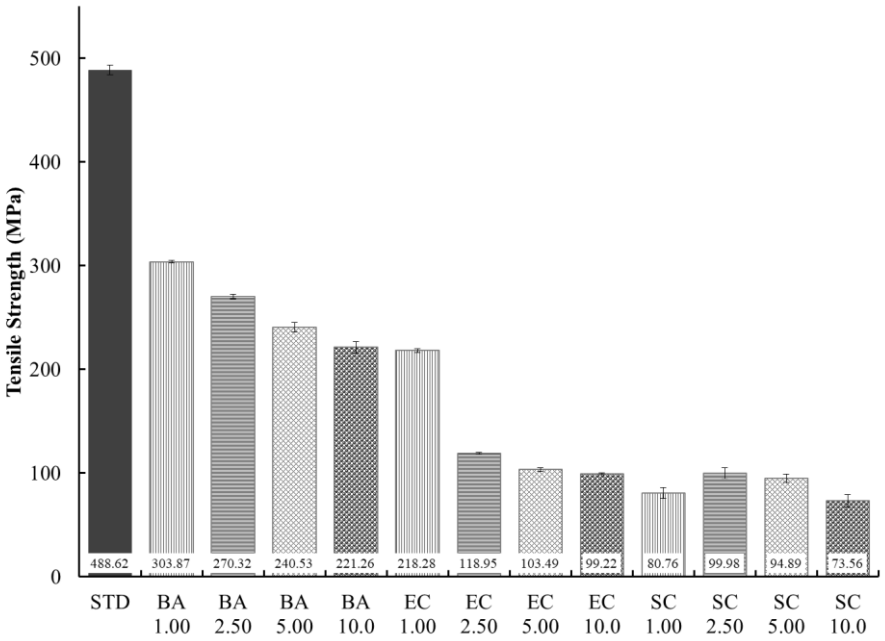
2. ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร ที่เตรียมโดยใช้เส้นใยธรรมชาติที่ได้จาก กล้วย ผักตบชวา และอ้อย โดยการค่ากำลังรับแรงดัดของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ตามมาตรฐาน ASTM C109 (ASTM, 2006b) ผลจากการทดสอบ พบว่า ค่ากำลังรับแรงดัดของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีปริมาณของเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมมากขึ้นดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำเส้นใยธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมสำหรับผลิตไฟเบอร์ซีเมนต์ (K,ภูษิต) โดยค่ากำลังรับแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 34.25 MPa

สำหรับไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยกล้วยในส่วนผสมร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่ากำลังรับแรงดัด เท่ากับ 66.34 55.39 42.49 และ 31.21 MPa ตามลำดับ ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยผักตบชวาในส่วนผสมร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่ากำลังรับแรงดัด เท่ากับ 41.98 39.38 26.86 และ 18.52 MPa ตามลำดับ และไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยอ้อยในส่วนผสมร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่ากำลังรับแรงดัด เท่ากับ 40.56 37.42 26.86 และ 17.37 MPa ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

และจากการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C78-84 ผลจากการทดสอบ พบว่า ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ใช้เส้นใยกล้วยและเส้นใยผักตบชวามีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อมีปริมาณเส้นใยมากขึ้น โดยค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 488.62 MPa สำหรับไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยกล้วยในส่วนผสมร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความต้านทานต่อแรงดึง เท่ากับ 303.87 270.32 240.53 และ 221.26 MPa ตามลำดับ และไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยผักตบชวาในส่วนผสมร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความต้านทานต่อแรงดึง เท่ากับ 218.28 118.95 103.49 และ 99.22 MPa ตามลำดับ และยังพบว่าการใช้เส้นใยอ้อยในปริมาณร้อยละ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 โดยน้ำหนัก ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มี เท่ากับ 80.76 99.98 94.89 และ 73.56 MPa ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์ ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

จะเห็นว่าไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสมในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีค่ากำลังรับแรงดัดที่สูงกว่าซีเมนต์เพลส จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยธรรมชาติ 3 ชนิด คือ เส้นใยกล้วย เส้นใยผักตบชวา และเส้นใยอ้อย พบว่าปริมาณการใช้เส้นใยกล้วยจะทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์มีสมบัติเชิงกลด้านความสามารถในการรับแรงดัดดีที่สุด โดยการใช้เส้นใยกล้วยที่ปริมาณ 1.0 2.5 5.0 และ 10.0 จะทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์มีค่าการรับแรงดัดเท่ากับ 66.34 55.39 และ 42.49 MPa ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าซีเมนต์เพลสที่ไม่มีเส้นใยธรรมชาติในส่วนผสม สำหรับไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมโดยใช้เส้นใยผักตบชวาและเส้นใยอ้อย จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณที่เหมาะสมคือควรมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.0 ถึง 2.5 โดยน้ำหนัก เนื่องจากการใช้เส้นใยธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสม เส้นใยธรรมชาติที่เติมเข้าไปจะสามารถกระจายและแทรกตัวในชิ้นงานได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลโดยเฉพาะความสามารถในการรับแรงดัด และเมื่อมีการใช้เส้นใยธรรมชาติในปริมาณที่มากเกินไป เส้นใยธรรมชาติจะส่งผลให้สมบัติเชิงกลทั้งความสามารถในการรับแรงดัด และค่าความต้านทานต่อแรงดึงลดลง เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีความแข็งแรงต่ำกว่าปูนซีเมนต์ ดังนั้นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีเส้นใยธรรมชาติแทรกตัวในโครงสร้างจึงมีค่าความต้านทานต่อแรงดึงลดลง

สรุปผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับผลของเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยการใช้เส้นใยธรรมชาติจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรในเขตพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วย เส้นใยกล้วย เส้นใยผักตบชวา และเส้นใยอ้อย ร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนธรรมดามาเป็นวัตถุดิบ การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์คือปูนซีเมนต์ เมื่อมีการเติมเส้นใยธรรมชาติซึ่งมีความแข็งแรงต่ำกว่าปูนซีเมนต์เข้าไปในส่วนผสม เส้นใยธรรมชาติจะเข้าไปแทนที่ปูนซีเมนต์ จึงส่งผลให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของไฟเบอร์ซีเมนต์ลดลง แต่เส้นใยธรรมชาติมีสมบัติด้านความเหนียวและความยืดหยุ่นสูงกว่าปูนซีเมนต์ จึงทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีปริมาณของเส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสมมีค่ากำลังรับแรงดัดที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์เพลสมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเส้นใยธรรมชาติ และจากการศึกษายังพบว่า ปริมาณการใช้และชนิดของเส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องการ โดยจากการศึกษาพบว่า ปริมาณของเส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่างร้อยละ 1.0 ถึง 2.5 โดยน้ำหนัก และการใช้เส้นใยกล้วยจะส่งผลดีต่อสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์มากกว่าการใช้เส้นใยจากผักตบชวาและเส้นใยจากอ้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบสมบัติของไฟเบอร์ซีเมนต์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโต. (2555). คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, 9(1), 113-124.

พิทักษ์ พนาวัน และคนอื่นๆ. (2554). ศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์กับเส้นใยธรรมชาติ. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554, (น. 831-838).

นฏา พชยนันท์. (2553). แนวทางการใช้ไม้เทียมที่ผลิตจากไฟเบอร์ซีเมนต์ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ภาควิชาเคหะการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม. (2553). *รายงานการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ไม้เฌอร่าในงานโครงสร้างบ้านเพื่อทดแทนไม้จริง*. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปราโมทย์ วีรานุกูล และคนอื่นๆ. (2554). การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร(เศษวัสดุธรรมชาติ).

ประชุม คำพุฒ. (2550). *มอร์ต้าร์มวลเบาผสมเส้นใยจากเปลือกทุเรียน*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มณีรัตน์ ปัญญพงษ์. (2548). *ทำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคาอีกแนวทางเพิ่มมูลค่าวัชพืชในท้องถิ่น.* เทคโนโลยีชาวบ้าน, 17(357), 20.

อาคม ปาสีโล. (2550). การศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวและแกลบ. 22-24 มกราคม 2550. กรุงเทพฯ : การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3.

เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และสุรเชษฐ์ ตุ้มมี. (2563). คุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 4, (น. 92-100).

ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์. (2550). *เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร.* กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Pusit L. & Aachisa S. (2015). Properties of natural fiber cement materials containing coconut coir and oil palm fibers for residential building applications. *Construction and Building Materials 94*, 664-669.

Jerry M. Paris, et al. (2016). A review of waste products utilized as supplements to Portland cement in concrete. *Journal of Cleaner Production*, 121, 1-18.

ASTM C 109 – Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

ASTM C 293 – Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading).

Asasutjarit, C., et al. (2009). Material and Mechanical Properties of Pretreated Coir-based Green Composite. *Composites Part B : Engineering*, 40(7), 633-637.

Cook, D. J., Pama, R. P., & Weerasingle, H. (1978). Coir fibre reinforced cement as a low cost

roofing material. *Building and Environment*, 13(3) 193-198.

Khedari, J., et al. (2001). New lightweight composite construction materials with low thermal conductivity. *Cement and Conrete Composites*, 23(1), 65-70.

Agopyan, V., et al. (2005). Developments on vegetable fibre-cement based materials in Sao Paulo, Brazil : An overview. *Cement and Concrete Composite*, 27(5) 527-536.