การออกแบบและพัฒนาไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติเพื่อประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์
Design and Development of Fiber Cement Containing Natural Cellulose Fiber for Furniture Application

ลำพล เอี่ยมอ่ำ*
Lampon Aiam-am
ทัพถิระ มีศรีสวัสดิ์*
Thapthira Meesrisawat
อำไพ แสงจันทร์ไทย**
Aumpai Saengjanthai
สุรเชษฐ์ ตุ้มมี**
Surachet Toommee

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีในการเตรียมวัสดุซีเมนต์เส้นใยหรือไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมด้วยเศษวัสดุธรรมชาติ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากซีเมนต์เพสต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ คือ เส้นใยกล้วย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรภายในประเทศ และหาได้ง่ายในจังหวัดกำแพงเพชร และมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาเกี่ยวกับผลของเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน ASTM ผลจากการวิจัย พบว่า การใช้เส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยกล้วยในส่วนผสมส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ได้

คำสำคัญ : ไฟเบอร์ซีเมนต์ / สมบัติทางกายภาพ / สมบัติเชิงกล / เส้นใยกล้วย

ABSTRACT

The objective of this research is to develop fiber cement from natural occurring resource for home furniture. Banana 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 plastic for furniture materials.

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

*นักศึกษาประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟเบอร์ซีเมนต์ จัดเป็นวัสดุที่ใช้ในงานช่างที่ไม่ใช่ผลิตผลที่ได้จากไม้ แต่นำวัสดุชนิดอื่นมาผสมกับไม้และสารเคมีบางชนิด (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโตม, 2555) ได้แก่ ปูนซีเมนต์ สารพอลิเมอร์และสารเติมแต่งเพิ่มเติมอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติที่เทียบเท่ากับไม้สำหรับใช้งานในด้านต่างๆ ในอดีตที่ผ่านมา ไม้ (wood) และวัสดุที่เกี่ยวเนื่องกับไม้เป็นที่นิยมและถูกเลือกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก เนื่องจากไม้มีสมบัติและประโยชน์ที่หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น ทำเป็นถ่านหรือฟืน สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง บางครั้งก็ใช้ในงานด้านศิลปะ ทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ ทำเป็นอาวุธ หรือแม้กระทั่งใช้เป็นเครื่องอุปโภคบริโภค เช่น ใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค รวมทั้งใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม และนอกจากนั้นไม้ยังคงเป็นส่วนประกอบสำคัญในงานด้านโครงสร้างหรือใช้สำหรับทำเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ประเภทต่างๆ จะเห็นได้ว่าในทุกยุคสมัยไม้จัดเป็นวัสดุที่นิยมและถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะกับงานด้านโครงสร้าง และทำเป็นเฟอร์นิเจอร์เพื่อประดับตกแต่งทั้งภายในและภายนอกอาคาร

แต่ปัจจุบันวัสดุประเภทไม้ซึ่งจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทสิ้นเปลือง คือ เมื่อนำมาใช้แล้วจะหมดสิ้นไป แม้ว่าจะสามารถปลูกทดแทนได้แต่ก็ต้องอาศัยระยะเวลาที่นาน และไม่สอดคล้องกับปริมาณความต้องการในการใช้ไม้ในปัจจุบัน จึงทำให้ทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ในเมืองไทยและของโลกลดจำนวนลงอย่างมาก ดังนั้น จึงนับได้ว่าวัสดุประเภทไม้และทรัพยากรป่าไม้มีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเราเป็นอย่างยิ่ง หากขาดไม้หรือป่าไม้หมดไปสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกก็ต้องได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่จำเป็นในงานก่อสร้างและใช้ทำเฟอร์นิเจอร์รวมถึงงานโครงสร้างด้านอื่นๆ ทำให้ป่าไม้ในเมืองไทยขาดแคลน ธุรกิจและงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานจากไม้จึงจำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้เกิดการเสียดุลทางการค้า และส่งผลให้งานที่ทำจากไม้มีราคาแพงเพราะต้นทุนในการผลิตมีราคาสูง แนวทางในการแก้ไขปัญหาแนวทางหนึ่งก็คือการใช้ไม้เทียมหรือที่รู้จักกันในทางการค้าว่า ไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งในปัจจุบันไฟเบอร์ซีเมนต์ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้น (นฏา พชยนันท์, 2553) เช่น ใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์หรืองานโครงสร้าง (ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, 2553) ทำชุดโต๊ะเก้าอี้ ตู้ เตียง เนื่องด้วยไฟเบอร์ซีเมนต์มีสมบัติเด่นหลายๆ ด้าน เช่น ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อสัตว์และแมลงศัตรูไม้ และทนต่อทุกสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งมีค่าความแข็งแรงสูง และที่สำคัญไฟเบอร์ซีเมนต์ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ที่ผ่านมามีการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมบัติด้านต่างๆ ของไฟเบอร์ซีเมนต์มาอย่างต่อเนื่อง (พิทักษ์ พนาวัน, 2554) เช่น การนำเส้นใยประเภทต่างๆ ทั้งเส้นใยธรรมชาติ (มณีรัตน์ ปัญญพงษ์, 2548) เช่น เส้นใยจากมะพร้าว เส้นใยจากปาล์มน้ำมัน เศษฟางข้าว เปลือกทุเรียน (ประชุม คำพุฒ, 2550) และเศษเหลือทิ้งที่ได้จากการเกษตรชนิดอื่นๆ (ปราโมทย์ วีรานุกูล และคนอื่นๆ, 2554) และเส้นใยสังเคราะห์ เช่น เส้นใยไนลอน เส้นใยพอลิโพรพิลีน และกากของเสียชนิดต่างๆ ที่ได้จากภาคอุตสาหกรรม มาเป็นส่วนผสมสำหรับทำเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์ เพื่อให้ได้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีลักษณะและสมบัติที่ใกล้เคียงกับไม้จริงที่มีอยู่ในธรรมชาติ (อาคม ปาสีโล, 2550) แต่มีสมบัติที่เด่นกว่าไม้จริง คือ มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าเพราะไม่การดูดซึมน้ำจึงไม่มีการ ผุกร่อนเหมือนไม้จริง หรือเป็นสนิมเหมือนเหล็ก และทนต่อสารเคมีและแมลงทุกชนิด เป็นฉนวนกันความร้อน และที่สำคัญไม่เป็นเชื้อเพลิงหรือติดไฟได้ง่าย และนอกจากนั้นสามารถเตรียมและสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือช่างทั่วไปได้เช่นเดียวกับไม้จริง

แนวคิดในการนำเส้นใยที่ได้จากต้นกล้วยซึ่งเป็นเศษวัสดุจากธรรมชาติที่มีมากในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบสำหรับทำเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยผสมเส้นใยจากต้นกล้วยกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ แล้วนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบ เพื่อศึกษาและทดสอบสมบัติด้านต่างๆ ของไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษา

และออกแบบวิธีการในการขึ้นรูปไฟเบอร์ซีเมนต์ และทดสอบสมบัติด้านต่างๆ ของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้จากเส้นใยกล้วย เพื่อให้ได้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีคุณภาพในการใช้งานที่สูงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา) และเส้นใยกล้วย น้ำสะอาด สารเพิ่มความหล่อลื่น และแม่แบบโลหะสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างทดสอบไฟเบอร์ซีเมนต์หรือซีเมนเพสต์ 2 ขนาด คือ แม่แบบสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงกดอัด ขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 5x5x5 เซนติเมตร และแม่แบบสำหรับหล่อชิ้นตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงดัด ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร และเครื่องทดสอบแรงกดอัดคอนกรีต (compression testing machine)

ขั้นตอนและวิธีในการดำเนินการวิจัย

การเตรียมเส้นใยกล้วย นำกาบกล้วยที่ผ่านการคัดเลือกมาล้างทำความสะอาดแล้วตัดให้ได้ความยาว 5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้ได้เฉพาะส่วนที่เป็นเส้นใย นำเส้นใยที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 1

การเตรียมชิ้นตัวอย่าง สำหรับชิ้นตัวอย่างมาตรฐาน (STD) ประกอบด้วยปูนซีเมนต์และน้ำสะอาด และชิ้นตัวอย่างทดสอบ B1 B2 และ B3 ที่มีการเติมเส้นใยกล้วยลงในส่วนผสมในปริมาณร้อยละ 6.25 12.50 และ 25.00 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

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของเส้นใยกล้วย

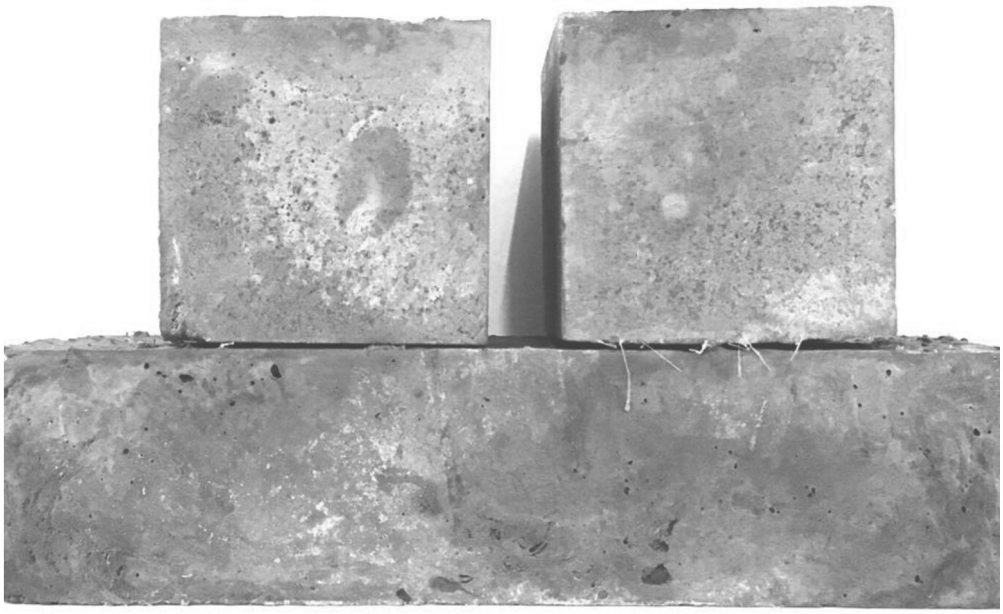
ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมในการเตรียมชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์

ชิ้นตัวอย่าง	อัตราส่วนของเส้นใย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เส้นใย (กรัม)
STD	0.00	1,000	600	0.00
B1	6.25	1,000	600	6.25
B2	12.50	1,000	600	12.50
B3	25.00	1,000	600	25.00

* STD หมายถึง ซีเมนต์เพสต์มาตรฐาน
B1 หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยกล้วยร้อยละ 6.25 โดยน้ำหนัก
B2 หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยกล้วยร้อยละ 12.50 โดยน้ำหนัก
B3 หมายถึง ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยกล้วยร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์ซีเมนต์ พบว่า ชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วนผสมต่างๆ มีลักษณะทางกายภาพภายนอกที่คล้ายคลึงกัน คือ มีลักษณะเป็นก้อนไฟเบอร์ซีเมนต์สีเทาเข้ม มีลักษณะของพื้นผิวที่แตกต่างกันตามอัตราส่วนของเส้นใย ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์, 2550) ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีน้ำหนักและค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกันตามอัตราส่วนผสมที่ใช้ โดยตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยในส่วนผสมที่สูงจะมีน้ำหนักและค่าความหนาแน่นที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยในส่วนผสมที่ต่ำกว่า ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Pusit L. & Aachisa S.,2015)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้จากการหล่อแบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร และขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

จากตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้จากการหล่อแบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตรโดยชั่งหลังจากถอดชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ออกจากแบบทันที พบว่า น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์จะมีค่าลดลงตามปริมาณของเส้นใยที่เพิ่มมากขึ้นในส่วนผสมของซีเมนต์เพสต์ ซึ่งจะเห็นว่าชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ STD มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุด ส่วนน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ B1 B2 และ B3 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีค่าที่ลดลงตามอัตราส่วนของเส้นใยในส่วนผสมที่มากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นของปูนซีเมนต์ปอตแลนด์ที่ใช้ในส่วนผสมมีค่ามากกว่าความหนาแน่นมากกว่าค่าความหนาแน่นของเส้นใย จึงทำให้ชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนผสมของเส้นใยในปริมาณที่สูงมีน้ำหนักเฉลี่ยและค่าความหนาแน่นที่ลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในการใช้เส้นใยชนิดอื่นๆ ในการเตรียมไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Asasutjarit, C., et al, 2009. Cook, D. J., et al, 1978. Khedari, J., et al, 2001)

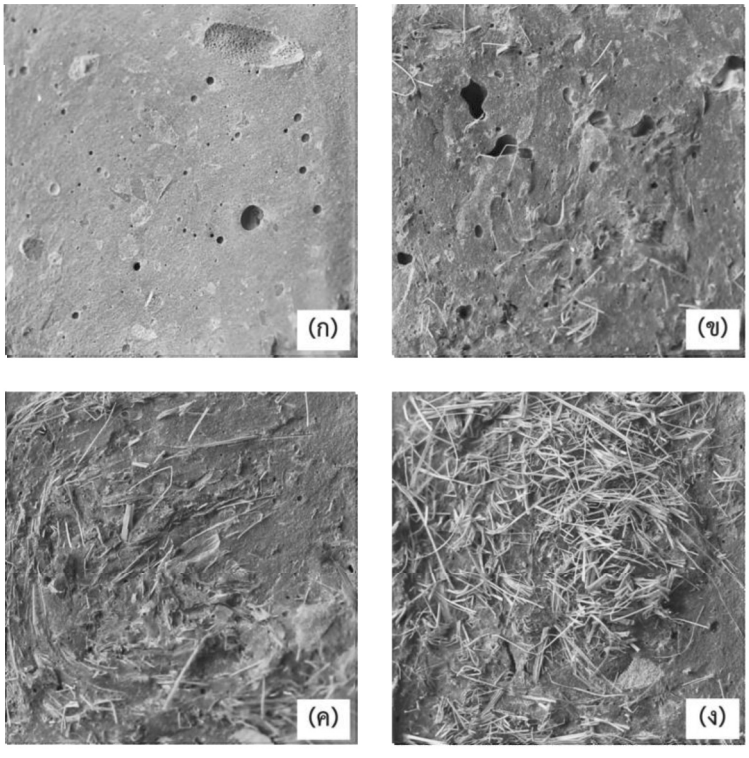
เนื่องจากในชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยสูงจะมีการกระจายและแทรกตัวของเส้นใยในเนื้อของซีเมนต์เพสต์ที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเส้นใยในอัตราส่วนที่ลดลง และจะส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่น รวมทั้งค่าความพรุนตัว ของชิ้นตัวอย่างลดลง ดังแสดงในภาพที่ 3 ถึง ภาพที่ 5 และในตารางที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Jerry M. Paris, et al, 2016) และผลการศึกษาที่ได้จากชิ้นตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร พบว่า ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกัน คือ น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างจะมีค่าลดลงตามอัตราส่วนของเส้นใยที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3 รวมทั้งค่าความหนาแน่นของชิ้นงานจะลดลงตามอัตราส่วนของเส้นใยที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร ในอัตราส่วนผสมต่างๆ

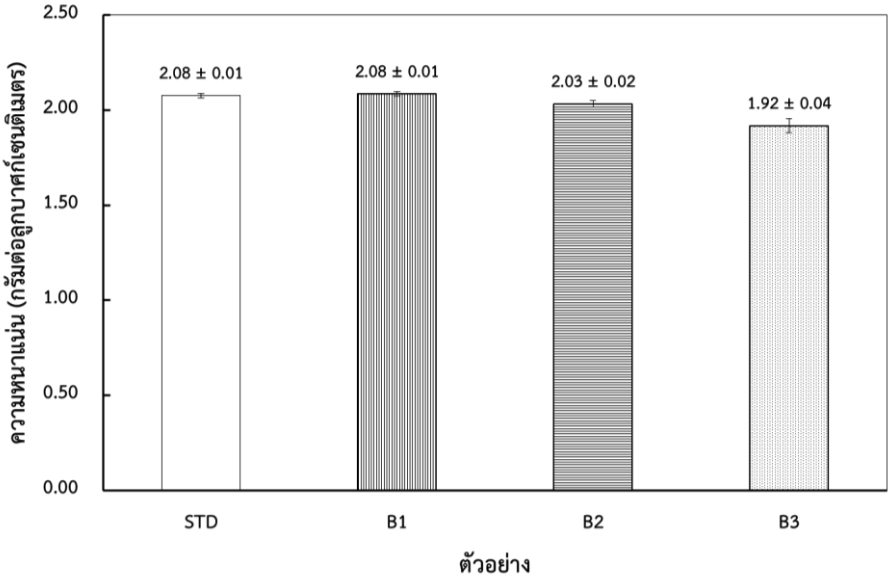
ชิ้นตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			Mean	SD
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		
STD	258.15	259.37	261.22	259.58	1.55
B1	262.33	259.79	259.70	260.61	1.49
B2	251.75	255.83	254.62	254.07	2.10
B3	244.90	237.86	236.30	239.69	4.58

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร ในอัตราส่วนผสมต่างๆ

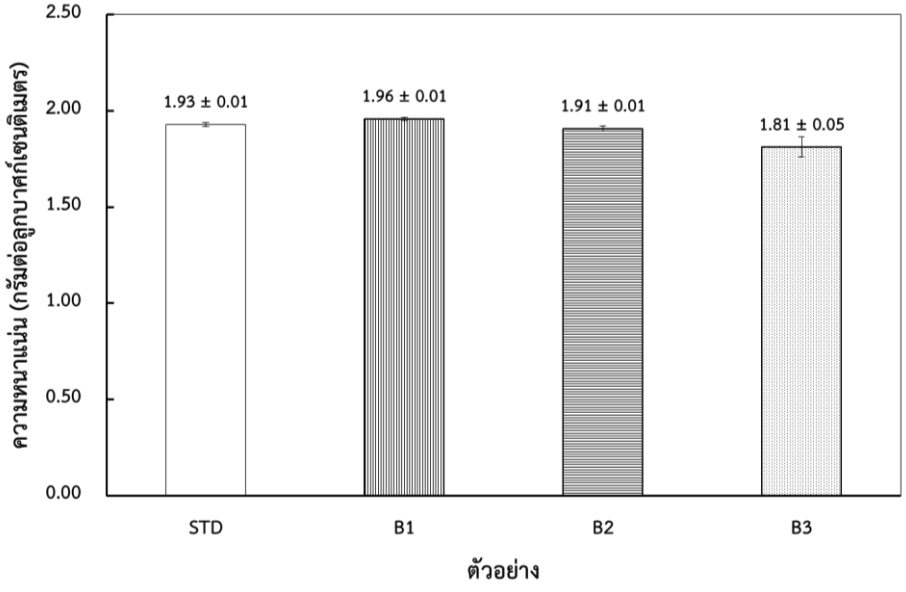
ชิ้นตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			Mean	SD
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		
STD	496.66	491.97	492.57	493.73	2.55
B1	499.64	500.59	503.67	501.30	2.11
B2	492.03	487.43	485.73	488.40	3.26
B3	464.26	476.44	449.70	463.47	13.39



ภาพที่ 3 ตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ภายหลังจากผ่านการทดสอบสมบัติเชิงกล (ก) STD (ข) B1 (ค) B2 และ (ง) B3



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

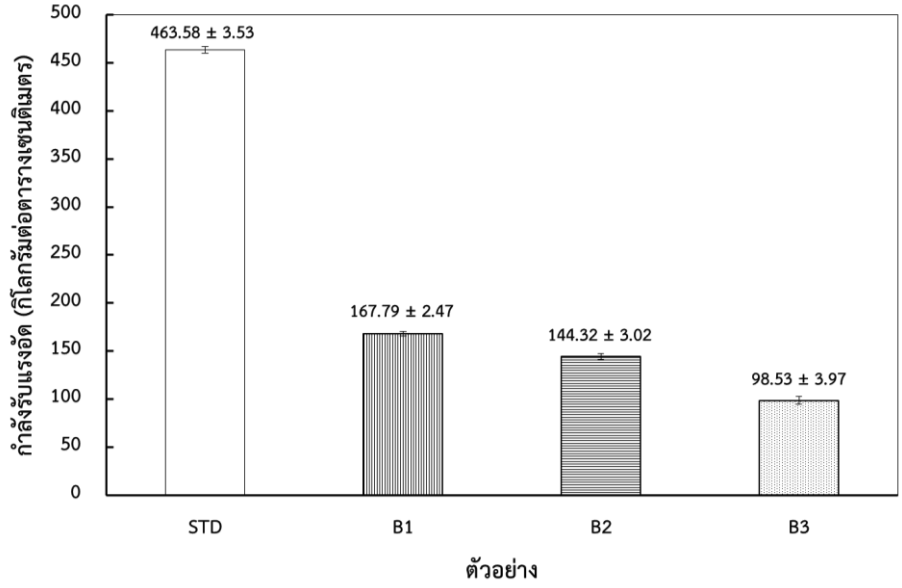


ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

ตารางที่ 4 แสดงค่าร้อยละความพรุนตัว (apparent porosity) ของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

ชิ้นตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			Mean	SD
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		
STD	0.39	0.45	0.38	0.41	0.03
B1	12.46	14.37	12.74	13.19	1.03
B2	19.60	18.95	19.72	19.42	0.41
B3	26.46	31.55	33.26	30.42	3.54

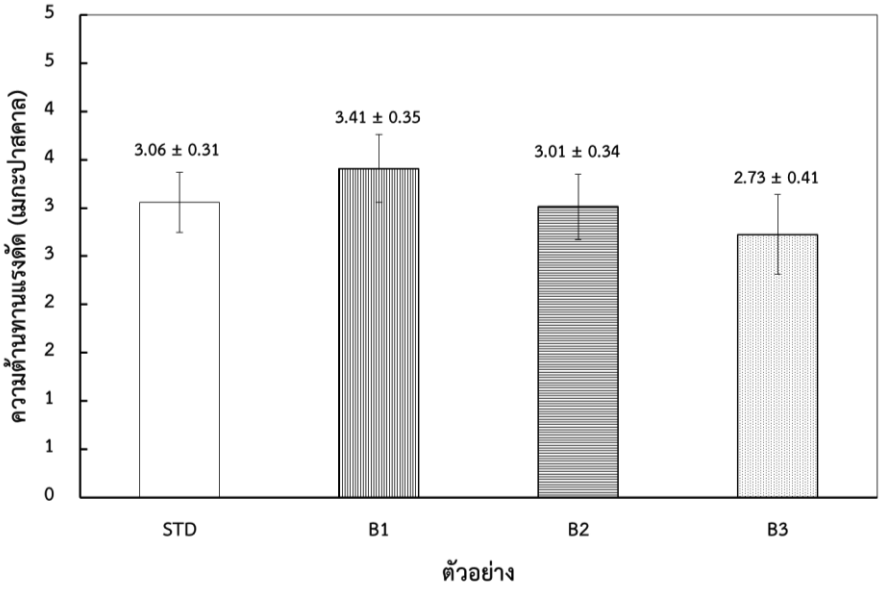
2. ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ ผลจากการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยกล้วยเปรียบเทียบกับไฟเบอร์ซีเมนต์มาตรฐาน ตามมาตรฐาน ASTM C109 (ASTM, 2006b) ผลจากการทดสอบ พบว่า ค่ากำลังรับแรงอัดของไฟเบอร์ซีเมนต์มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อมีอัตราส่วนของเส้นใยกล้วยในส่วนผสมที่เพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้เส้นใยธรรมชาติในการเตรียมไฟเบอร์ซีเมนต์ (K,ภูษิต) โดยร้อยละในการลดลงของค่ากำลังรับแรงอัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ในแต่ละอัตราส่วนผสมเมื่อเปรียบเทียบกับไฟเบอร์ซีเมนต์มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 63.81 68.87 และ 78.75 สำหรับชิ้นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนของเส้นใยในโครงสร้างร้อยละ 6.25 12.50 และ 25.00 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากภาพที่ 6 จะเห็นว่าการเติมเส้นใยกล้วยเข้าไปในส่วนผสมในช่วงร้อยละ 6 ถึง 25 โดยน้ำหนัก ไม่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

และจากการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยกล้วยเปรียบเทียบกับไฟเบอร์ซีเมนต์มาตรฐาน ตามมาตรฐาน ASTM C78-84 พบว่า เมื่อมีการผสมเส้นใยกล้วยเข้าไปในโครงสร้างของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการต้านทานต่อแรงดัดของของไฟเบอร์ซีเมนต์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาจากงานวิจัยอื่น (Agopyan, V., et al, 2005) ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีเส้นใยกล้วยในโครงสร้างร้อยละ 6.25 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความต้านทานต่อแรงดัดสูงสุด

คือ 3.41 เมกะปาสคาล ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับความต้านทานแรงดัดต่ำสุดตามที่มาตรฐาน ASTM C1186-02 (ASTM, 2006d) กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นตัวอย่างมาตรฐานที่ไม่มีเส้นใยกล้วยในโครงสร้าง ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีเส้นใยกล้วยในโครงสร้างร้อยละ 6.25 โดยน้ำหนัก มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงกว่าประมาณร้อยละ 10 แสดงให้เห็นว่าเติมเส้นใยกล้วยที่ร้อยละ 6.25 โดยน้ำหนัก จะช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลในด้านความต้านทานต่อแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ได้ดีขึ้น



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าความต้านทานแรงดัดของไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการออกแบบและพัฒนาไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติเพื่อประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ พบว่า ปูนซีเมนต์เป็นปัจจัยหลักที่จะเป็นสิ่งกำหนดสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของไฟเบอร์ซีเมนต์ เมื่อมีการเติมเส้นใยกล้วยเข้าไปในส่วนผสมปริมาณของปูนซีเมนต์ในโครงสร้างจึงลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติโดยรวมของไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้ ดังนั้นการเลือกใช้อัตราส่วนของเส้นใยกล้วยที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่เตรียมได้มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องการ โดยจากการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของเส้นใยกล้วยที่ช่วยให้ไฟเบอร์ซีเมนต์มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ คือ การใช้เส้นใยกล้วยที่อัตราส่วนในช่วงร้อยละ 6.25 โดยน้ำหนัก (สูตร B1) ซึ่งจะทำให้ไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้สามารถทนต่อแรงกดอัดได้มากกว่า 167 เมกะปาสคาล รวมทั้งมีน้ำหนักและความหนาแน่นตามที่มาตรฐานกำหนด และยังส่งผลต่อความสามารถในการต้านทานต่อแรงดัดเพิ่มขึ้น

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.

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.