การศึกษาแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง

Study of Fiber Cement Board Containing Coconut Coir for Using in Construction Works

มะรอพา มามะ[1] มูฮัมมัดซารีฟ สนิทวาที[2] กฤติยา อ่องวุฒิวัฒน์[3,*] อรรคเดช อับดุลมาติน[4] และเพ็ญพิชชา สนิทอินทร์[5]

[1]สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จ.นราธิวาส
[2,3,4]สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จ.นราธิวาส
[5]สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก พื้นที่อุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร
***Corresponding author; E-mail address: krittiya.ongw@pnu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้เส้นใยมะพร้าวเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ใช้เส้นใยมะพร้าวที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาผสมเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง ใช้เส้นใยมะพร้าวคละความยาว 5, 10 และ 15 มิลลิเมตร ที่ 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5% และ 20% ต่อน้ำหนักปูนซีเมนต์ กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 : ทราย : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 : 0.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลตามมาตรฐานมอก. 1427-2561 จากผลการทดสอบแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวพบว่า ที่สัดส่วนเส้นใยที่ 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5% และ 20% มีค่าการรับแรงดัดที่ 1.52, 4.17, 5.14, 5.04, 5.05, 4.07, 4.67, 2.03, และ 0.45 เมกะพาสคัลที่อายุ 28 วัน ตามลำดับ จากผลการทดสอบดังกล่าวเห็นได้ว่า ในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์สามารถใช้เส้นใยมะพร้าวที่คละความยาวที่ 5-15 มิลลิเมตร ได้สูงถึง 15% ซึ่งมีค่าการรับแรงดัดมากกว่า มาตรฐาน มอก.1427-2561 กำหนดไว้ คือ 4 เมกะพาสคัล

คำสำคัญ: ไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด, เส้นใยมะพร้าว, กำลังดัด, ความหนาแน่น

Abstract

The purpose of research is to study the proper mixture using coconut coir as an ingredient in fiber cement board production. Use coconut coir which is agricultural waste product for using in construction works. Using assorted coconut coir length at 5, 10 and 15 millimeters at 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%, 12.5%, 15%, 17.5% and 20% by weight of cement. Determine the ratio of Portland cement type 1: sand: water as 1: 1: 0.5 by weight, respectively. The physical and mechanical properties test based on TIS 1427-2561 standard on the fiber cement sheets: flat sheets. From the test results of fiber cement board mixed with coconut fibers, it was found that the fiber percentages at 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5% and 20% had flexural strength at 1.52, 4.17, 5.14, 5.04, 5.05, 4.07, 4.67, 2.03, and 0.45 Megapascal at 28 days, respectively. This result also demonstrated that the use of coconut coir with mingling length 5-10 millimeters at a higher rate of 15% could be produced the fiber cement board which met requirement of TIS 1427-2561 in terms of the flexural strength of 4 Megapascal.

Keywords: fiber cement board, coconut coir, bending strength, density

1. บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชผลทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีการปลูกมากเป็นอันดับ 1 ในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าในปี 2563 [1] สามารถให้ผลผลิตได้สูงถึง 248 ล้านผล รองลงมาคือจังหวัดชุมพรให้ผลผลิตได้ 87 ล้านผล และจังหวัดสุราษฎร์ธานีให้ผลผลิต 47 ล้านผล เมื่อรวมผลผลิตทั้งประเทศในระยะเวลา 1 ปี พบว่าประเทศไทยมีผลผลิตมะพร้าวจำนวน 591 ล้านผล ดังแสดงในตาราง ที่ 1 [1] ด้วยปริมาณผลมะพร้าวที่ให้ผลผลิตจำนวนมากทำให้เปลือกมะพร้าวมีปริมาณมากเช่นกัน ใยมะพร้าวจะถูกแกะออกมาจากด้านในของเปลือกมะพร้าว ซึ่งสามารถแกะออก มาได้ด้วยมือ หรือใช้เครื่องช่วยแกะ และเป็นเส้นใยที่มีการนำมาผสมใช้เป็นวัสดุก่อสร้างมากที่สุด เนื่องจากเป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ มีปริมาณมาก ราคาต่ำ และ สามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ ซึ่งส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสม [2] สามารถนำเส้นใยมาเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าว ซึ่งวัสดุผสมซีเมนต์ผสมเส้นใยมีคุณสมบัติช่วยในการเสริมแรง ช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาทิ้งเพื่อทำลาย

เส้นใยมะพร้าวแบ่งเป็น 2 ประเภท โดยเส้นใยจากลูกมะพร้าวสีน้ำตาล ซึ่งเป็นลูกมะพร้าวที่เติบโตเต็มที่ หากนำไปล้างผ่านน้ำประมาณ 10 ครั้ง

เส้นใยที่ได้จะมีสีขาวกว่า และผิวเส้นใยที่ละเอียดกว่าเส้นใยที่ได้จากลูกมะพร้าวสีเขียวที่ยังเจริญไม่เต็มที่ เส้นใยมะพร้าวทั่วไปมีความยาวประมาณ 350 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.12 - 0.25 มิลลิเมตร ความหนาแน่นเส้นใยเท่ากับ 1,250 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรง และรับแรงดึงได้ดีเนื่องจากมีลิกนินในองค์ประกอบเป็นปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยพืชชนิดอื่น นอกจากนี้เส้นใยมะพร้าวยังมีคุณสมบัติในการต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์และการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี [3-4]

กระบวนการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุประกอบ (Composite material) ที่ผลิตขึ้นมาจากวัสดุสองชนิดขึ้นไป ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันนำมาขึ้นรูปในกระบวนการผลิตหลากหลายวิธีการ โดยวัสดุทั้งสองชนิดจะยังคงมีคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล โดยทั่วไปนิยมใช้เส้นใยมาทำเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ จะมีกำลังรับแรงดึงและค่าโมดูลัสสูงเป็นวัสดุหลักในการรับแรง ตัวอย่างเส้นใยที่นำมาใช้ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว จึงทำให้วัสดุแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์มีคุณสมบัติเด่นหลายประการสามารถนำมาใช้กับงานได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของงานตกแต่งภายในอาคาร หรือที่พักอาศัย อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเคมีและทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลกับสมบัติของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์มีดังนี้ [4-5]

1. ประเภทของเส้นใย ได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์
2. วิธีการผสม ได้แก่ ประเภทของส่วนผสม ลำดับขั้นในการผสมวัสดุ วิธีการผสมเส้นใย ระยะเวลา และความเร็วที่ใช้ในการผสม
3. วิธีการเทขึ้นรูป ได้แก่ ระบบจี้ไขย่า ระบบการฉีดขึ้นรูป เทใสในแบบหล่อ
4. วิธีการขึ้นรูป ได้แก่ การใช้แรงดันอัดขึ้นรูป
5. วิธีการบ่ม ได้แก่ บ่มในน้ำ และบ่มในอากาศ

จากการสืบค้นงานวิจัยพบว่า มีงานวิจัยหลายงานมีการศึกษาเกี่ยวกับแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่นักวิจัยมีการออกแบบและมีการพัฒนาแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติมาทดแทนแผ่นซีเมนต์ที่มีอยู่เดิม เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และสุรเชษฐ์ ตุ้มมี [6] ได้ศึกษาคุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติโดยการนำเส้นใยกล้วย เส้นใยจาก และเส้นใยอ้อยมาเป็นส่วนผสมพบว่าเส้นใยทั้ง 3 สามารถนำไปขึ้นรูปแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่สัดส่วนร้อยละ 1-2.5 นอกจากนี้พบว่า ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโต [4] ได้ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ จากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารซึ่งมีผลต่อการประหยัดพลังงานในอาคารที่พักอาศัย นอกจากนี้ยังพบว่า ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ กนกวรรณ มะสุวรรณ [5] มีการศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ เมื่อมีการเพิ่มความหนาของแผ่นทดสอบมีผลทำให้แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์สามารถกั้นเสียงได้ดี ในขณะที่ปราโมทย์ วีรานุกูล และคณะ [7] ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความร้อนเป็นฉนวนป้องกันความร้อน พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมอยู่ที่ 1: 500 : 1 : 0.03 โดยน้ำหนัก

เมื่อพิจารณาความยาวเส้นใยที่เหมาะสมจากตาราง ที่ 2 [8] จะเห็นว่าเส้นใยมะพร้าวสีน้ำตาล (Brown coir fibers) มีความยาวที่ให้ค่า Weibull โมดูลัสมากที่สุดที่ 5-15 มม. ผู้วิจัยจึงเลือกช่วงความยาวดังกล่าวมาคละขนาดอย่างละเท่า ๆ กันในทุกสัดส่วนผสม

จากงานวิจัยดังกล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้มีการศึกษาการนำเส้นใยมะพร้าวอันเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตรมาเป็นส่วนผสมกับซีเมนต์ไฟเบอร์ผสมเส้นใยมะพร้าวเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง

ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตเป็นรายเดือน รวมทั้งประเทศ รายภาค และรายจังหวัด ปี 2563 [1]

จังหวัด	ม.ค. -มี	เม.ย.-	ก.ค.-ก.ย.	ต.ค.-ธ.ค	รวม
	(ล้านผล)				
ประจวบคีรีขันธ์	62	77	58	50	248
ชุมพร	22	26	21	17	87
สุราษฎร์ธานี	11	13	11	10	47
รวมผลผลิตทั้งประเทศ	158	175	129	127	591

ตารางที่ 2 Effect of gage length on Weibull modulus of natural fibers [8]

Gauge length	5	10	15	20	25	30	35
Jute fibers	2.7	4.3	3.0	-	3.9	-	4.6
White coir fibers	6.0	-	5.8	6.0	-	6.0	5.8
Brown coir fibers	8.0	-	9.3	-	5.5	-	3.7
Bamboo fibers	4.2	-	9.3	-	3.8	-	3.5

2. วิธีดำเนินการทดลอง

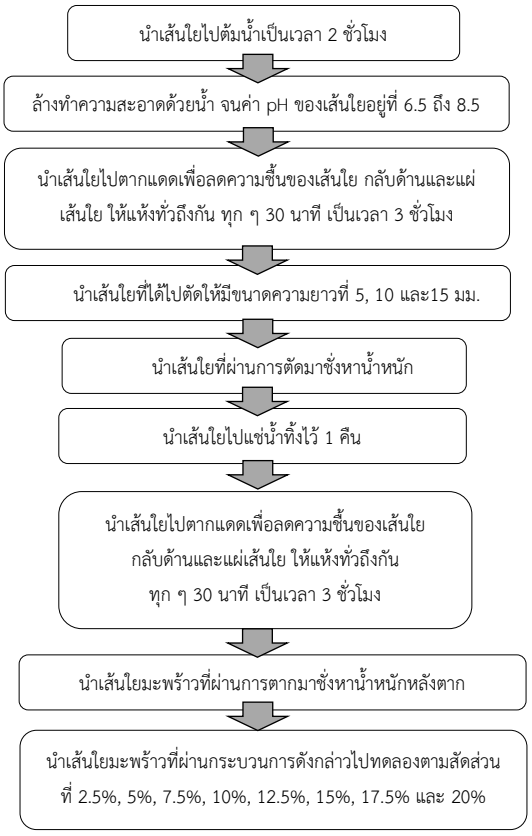
2.1 วัสดุที่ใช้ในการทำวิจัย

รูปที่ 1 คือวัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (C) เป็นตัวเชื่อมประสาน เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ ซึ่งน้ำที่ใช้คือน้ำประปา (W) และใช้มวลรวมละเอียดคือทรายธรรมชาติที่ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 (S)

สำหรับเส้นใยมะพร้าว (CC) เป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตร โดยผู้วิจัยซื้อจากแหล่ง จ.ชุมพร ซึ่งเส้นใยมะพร้าวดังกล่าวได้ผ่านกระบวนการการนำเปลือกมะพร้าวเข้าเครื่องแยกขุยออกจากเส้นใยแล้ว ดังรูปที่ 2 และมีกระบวนการเตรียมเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 3 สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) นำเส้นใยที่ได้มาต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 2) นำเส้นใยไปล้างน้ำทำความสะอาด 3) นำไปตากแดดเพื่อลดความชื้นจากเส้นใยเป็นเวลา 3 ชั่วโมง 4) นำเส้นใยที่ได้มาตัดตามขนาดที่ 5, 10 และ15 mm 5) นำเส้นใยที่ตัดตามขนาดต่าง ๆ มาแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง 6) นำมาตากแดด 3 ชั่วโมง [5] ลักษณะของเส้นใยที่ได้จะมีความยาว 5 mm, 10 mm และ 15 mm และมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ที่ร้อยละ 46%

รูปที่ 1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

รูปที่ 2 ความยาวของเส้นใยมะพร้าวที่ยังไม่ผ่านกระบวนการต้ม



รูปที่ 3 กระบวนการเตรียมเส้นใย

2.2 การเตรียมอัตราส่วนผสม

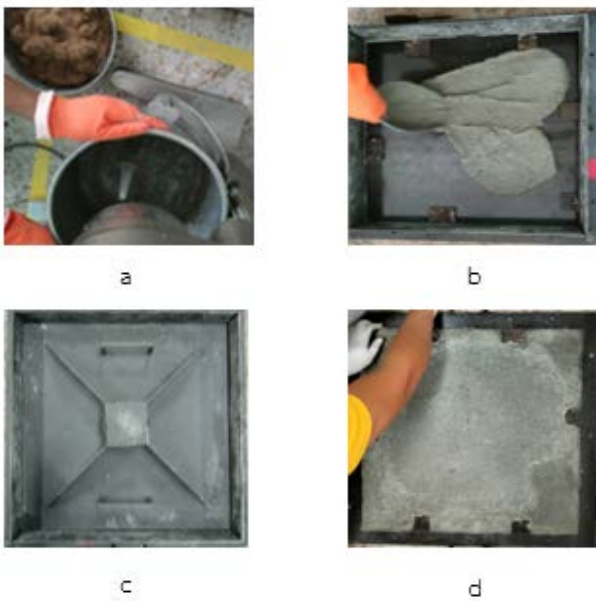
ตารางที่ 2 แสดงส่วนผสมและสัญลักษณ์สำหรับตัวอย่างไฟเบอร์ซีเมนต์ ขั้นตอนการผสมเริ่มจากการนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มาผสมกับทราย และน้ำ (C:S:W) เท่ากับ 1:1:0.5 โดยน้ำหนัก หรือในส่วนผสมที่ใช้จริงคือ เท่ากับ 4,000 g, 4,000 g และ 2,000 g ตามลำดับ นำเส้นใยมะพร้าวมาผสมในอัตราส่วน 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15 %, 17.5% และ 20% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ นำส่วนผสมที่ได้ไปขึ้นรูปในแบบ ดังรูปที่ 4 (a) ขั้นตอนการผสมเส้นใยในอัตราส่วนที่กำหนด (b) นำส่วนผสมที่ได้ใส่ในแบบ (C) นำฝาปิดปิดทับส่วนผสมในแบบ โดยน้ำหนักของฝาปิด (รูปที่ 4) เป็นแรงกดอัดสำหรับฝาปิดในน้ำหนัก 35 kg พื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 580 x 580 มม. เท่ากับ 0.01 kg/cm^2 (d) แกะแบบที่อายุการบ่มในแบบครบ 28 วัน จากนั้นนำแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ได้ มาตัดให้มีขนาด 250 x 250 มม. เพื่อนำมาทดสอบหาค่าแรงดัด

ตารางที่ 3 อัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว

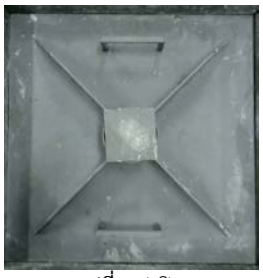
สัญลักษณ์	CC	D-CC*	SSD-CC**	C	S	W
	%	(g)				
C0	0%	0	0	4,000	4,000	2,000
C2.5	2.5%	100	156.5	4,000	4,000	2,000
C5	5%	200	352.6	4,000	4,000	2,000
C7.5	7.5%	300	465.2	4,000	4,000	2,000
C10	10%	400	474.1	4,000	4,000	2,000
C12.5	12.5%	500	732.2	4,000	4,000	2,000
C15	15%	600	903.2	4,000	4,000	2,000
C17.5	17.5%	700	1024.8	4,000	4,000	2,000
C20	20%	800	1173.3	4,000	4,000	2,000

*D-CC= เส้นใยมะพร้าวอบแห้ง

** SSD-CC= เส้นใยมะพร้าวอิ่มตัวผิวแห้ง



รูปที่ 4 การขึ้นรูปส่วนผสมในแบบ



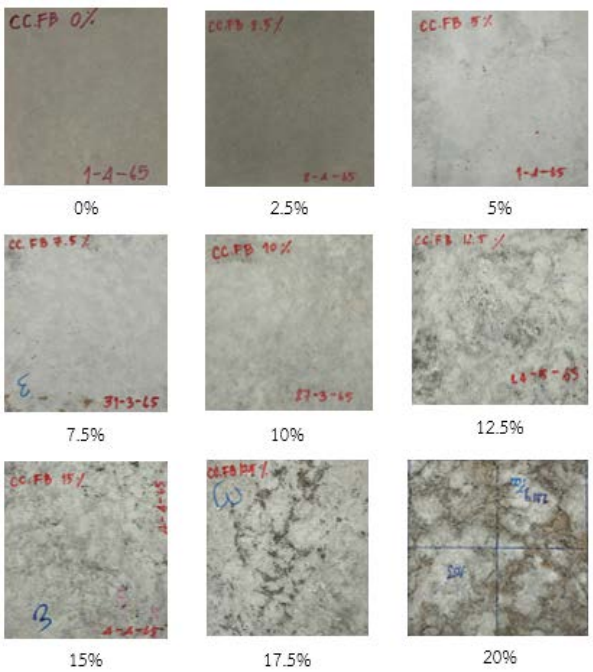
รูปที่ 5 ฝาปิด

2.3 วิธีการทดสอบ

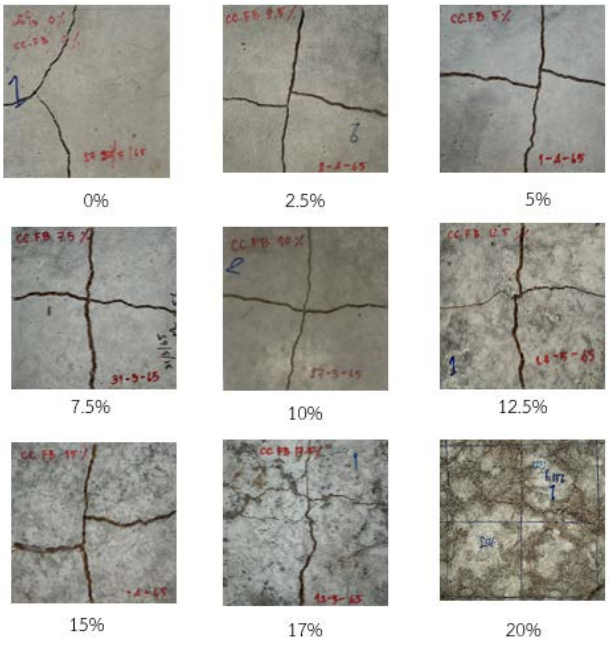
การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวตามค่ามาตรฐาน มอก. 1427-2561 [9] ทำการศึกษาแรงดัดของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว มีการทดสอบที่อายุการบ่ม 28 วัน นำแผ่นซีเมนต์ที่ได้มาตัดเป็นขนาด 250 mm x 250 mm นำแผ่นตัวอย่างจำนวน 9 สัดส่วนผสม สัดส่วนผสมละ 3 แผ่นตัวอย่าง มาทดสอบหาค่าแรงดัดเฉลี่ยของแต่ละสัดส่วนผสมเพื่อพิจารณาหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว ดังรูปที่ 6 ทดสอบกำลังดัดแบบ 3 จุด (Three-pointed bending) มีระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับเท่ากับ 210 มม.โดยทดสอบ 2 แนวที่มีลักษณะตั้งฉากกัน ดังแสดงในรูปที่ 7 ความสามารถในการรับแรงดัดคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$MOR = \frac{3Fl_s}{2be^2} \quad (1)$$

เมื่อ MOR คือ ความสามารถในการรับแรงดัด (เมกะพาสคัล), F คือ แรงกดแตกหัก (นิวตัน), l_s คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางแท่นรองรับ (มม.), b คือ ความกว้างชิ้นทดสอบ (มม.), e คือ ค่าเฉลี่ยความหนาชิ้นทดสอบตามแนวการแตกหัก (มม.) (ค่าเฉลี่ย 2 ตำแหน่ง)



รูปที่ 6 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ



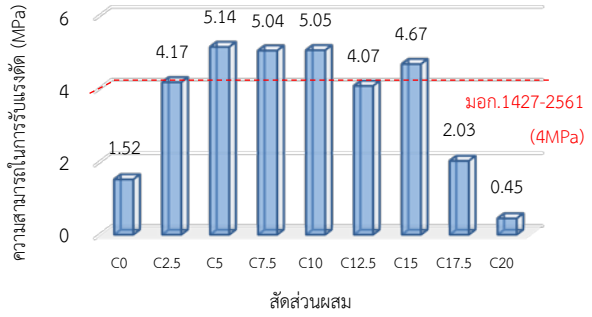
รูปที่ 7 ตัวอย่างหลังการทดสอบ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบการรับแรงดัดของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวในแต่ละสัดส่วนผสม

จากรูปที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบการรับแรงดัดแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวที่สัดส่วนผสม 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15 %, 17.5% และ 20% พบว่า แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ไม่ผสมเส้นใย C0 มีค่าแรงดัดเท่ากับ 1.52 MPa เมื่อใส่เส้นใยในแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ 2.5% มีค่าแรงดัดเท่ากับ 4.17 MPa และเมื่อเพิ่มเส้นใยมะพร้าวในส่วนผสมเป็น 5% มีค่าแรงดัดเพิ่มขึ้นเป็น 5.14 MPa ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ให้ค่ากำลังดัดสูงสุด อย่างไรก็ตาม เป็นที่สังเกตได้ว่า การใช้เส้นใยมะพร้าวในส่วนผสมในอัตรา 5, 7.5 และ 10% ให้ค่ากำลัง ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเพิ่มเส้นใยมะพร้าวเกิน 10% กำลังรับแรงดัดจะลดลง และเมื่อสังเกตรูปที่ 8 ยังพบอีกว่า การเพิ่มเส้นใยมะพร้าวไปจนเกิน 15% (แผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์ C17.5 และ C20) กำลังดัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มเส้นใยมะพร้าวในปริมาณพอเหมาะสามารถเพิ่มกำลังดัด เนื่องจากเส้นใยมะพร้าวสามารถรับแรงดึงได้ด้วยตัวเอง ในขณะเดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมะพร้าวที่มากเกินไปจะส่งผลให้ตัวเชื่อมประสานระหว่างเส้นใยลดลงทำให้เส้นใยมะพร้าวยึดติดไม่ดีด้วยเหตุนี้ทำให้กำลังรับแรงดัดลดลง

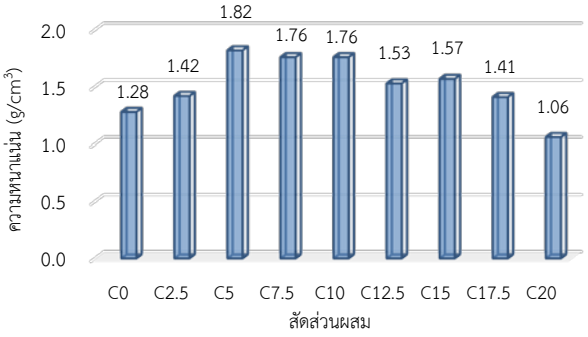
การทดสอบการรับแรงดัดแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวเปรียบเทียบกับมาตรฐานมอก.1427-2561 พบว่าที่สัดส่วน C2.5, C5, C7.5, C10, C12.5 และ C15 มีการพัฒนาการรับแรงดัดที่ 4.17, 5.14, 5.04, 5.05, 4.07 และ 4.67 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นสัดส่วนผสมที่สามารถรับแรงได้สูงกว่ามาตรฐานมอก. 1427-2561 (ที่ 4 MPa - ชนิดที่ 1 ประเภทที่ไม่ถูกแสงแดดและ/หรือน้ำโดยตรง)



รูปที่ 8 การรับแรงดัดที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ

3.2 ความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวในแต่ละส่วนผสม

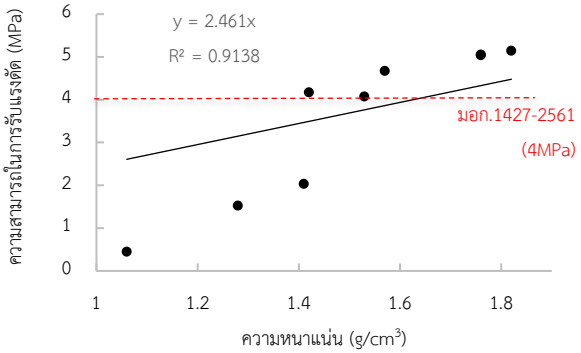
จากรูปที่ 9 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแผ่นทดสอบพบว่า การเพิ่มสัดส่วนผสมของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนผสมต่อความหนาแน่นพบว่า ที่สัดส่วน C5 มีค่าความหนาแน่นที่ 1.82 g/cm^3 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่สูงสุด รองลงมาที่สัดส่วน C7.5 และ C10 มีค่าความหนาแน่นที่ 1.76 g/cm^3 ที่สัดส่วนผสม C2.5, C15, C12.5, C17.5, และ C20 มีค่าความหนาแน่นที่ 1.42, 1.57, 1.53, 1.41, และ 1.06 g/cm^3 ตามลำดับ



รูปที่ 9 ความหนาแน่นที่สัดส่วนผสมต่าง ๆ

3.3 *ผลของความหนาแน่นต่อแรงดัดของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว*

จากรูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดและความหนาแน่นต่อแรงดัดแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวที่สัดส่วนผสม C0, C2.5, C5, C7.5, C10, C12.5, C15, C17.5 และ C20 มีความหนาแน่นเท่ากับ 1.28, 1.42, 1.82, 1.76, 1.76, 1.53, 1.57, 1.41 และ 1.06 g/cm^3 ซึ่งมีค่าแรงดัดเท่ากับ 1.52, 4.17, 5.14, 5.04, 5.05, 4.07, 4.67, 2.03 และ 0.45 MPa ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากำลังรับแรงดัดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว กล่าวคือเมื่อความหนาแน่นมากขึ้นกำลังรับแรงดัดของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Asasutjarit และคณะ [5] ซึ่งพบว่าความสามารถในการรับแรงดัดของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดกับความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าว

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์ผสมเส้นใยมะพร้าว พบว่าปริมาณเส้นใยมะพร้าวที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงดัดและค่าความหนาแน่นเริ่มลดลง นอกจากนี้พบว่า ที่สัดส่วน C0 มีค่าการรับแรงดัดที่ 1.52 MPa, C2.5 มีค่าการรับแรงดัดที่ 4.17 MPa, C5 มีค่าการรับแรงดัดที่ 5.14 MPa ซึ่งเป็นค่าสูงสุด ในขณะที่ C7.5 และ C10 พบว่า มีค่าการรับแรงดัดที่ 5.04 และ 5.05 MPa ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก และที่ C12.5 มีค่าการรับแรงดัดที่ 4.07, C15 มีค่าการรับแรงดัดที่ 4.67 MPa, C17.5 มีค่าการรับแรงดัดที่ 2.03 MPa และ C20 มีค่าการรับแรงดัดที่ 0.45 MPa

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนผสมต่อความหนาแน่นของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวมีการทดสอบสัดส่วนผสมละ 3 แผ่น จำนวน 9 สัดส่วนผสม จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย พบว่าที่สัดส่วน C5, C7.5, C10 และ C15 ค่าความหนาแน่นที่สูงตามลำดับ โดยที่สัดส่วน C5 มีค่าความหนาแน่นสูงสุดที่ 1.82 g/cm^3

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต่อความสามารถในการรับแรงดัดพบว่าการเพิ่มสัดส่วนเส้นใยมีผลทำให้แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยมะพร้าวรับแรงดัดได้ลดลงตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสัดส่วนผสมที่มีความสัมพันธ์ต่อแรงดัดคือ C5, C10, C7.5 และ C15 ซึ่งมีค่าการรับแรงดัดที่ 5.14, 5.05, 5.04, และ 4.67 MPa ตามลำดับ โดยที่ค่าการรับแรงดัดดังกล่าวเป็นค่าที่สูงกว่ามาตรฐาน มอก.1427-2561 (ที่ 4.0 MPa)

การศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการพิจารณาเพิ่มสารผสมเพิ่ม เช่น การใช้สารลดน้ำ หรือ สารอื่น ๆ สามารถศึกษาเพิ่มเติมในด้านการปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยด้วยวิธีอื่น ๆ รวมถึงปรับปรุงกรรมวิธีการขึ้นรูป เช่น การใช้เครื่องมือสั่นเขย่าแผ่น [5] หรือการใช้กระบวนการอัดขึ้นรูป [2] นอกจากนี้อาจศึกษาสมบัติอื่น ๆ เพิ่มเติมร่วมกับมาตรฐานอื่น เช่น มอก. 878-2537 [10] เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ที่สนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ม.ป.ป). มะพร้าวผลแก่ : ร้อยละ และปริมาณผลผลิตเป็นรายเดือน รวมทั้งประเทศ รายภาค และรายจังหวัด ปี 2563. https://www.oae.go.th/

[2] Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., Khedari, J., Charoenvai, S., Zeghmati, B., & Shin, U. C. (2007). Development of coconut coir-based lightweight cement board. *Construction and Building Materials*, 21(2), 277-288.

[3] FAO, 2009. International year of natural fibres. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. https://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/15-natural-fibres/en/

[4] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต (2555). คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ จากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, หน้า 113-124.

[5] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ กนกวรรณ มะสุวรรณ (2558). การศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.* .ปีที่ 38, ฉบับที่ 1, หน้า 71-86.

[6] เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และ สุรเชษฐ์ ตุ้มมี. (2563) คุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยทาง*ธรรมชาติ. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 4*, หน้า 92-100.

[7] ปราโมทย์ วีรานุกูล, กิตติพงษ์ สุวีโร และอิทธิ วีรานุกูล (2561). ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี*, ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, หน้า 129-138.

[8] Defoirdt N, Biswas S, De Vriese L, Ngoc Tran LQ, Van Acker J, Ahsan W, Gorbatikh L, Van Vuure A, Verpoest I (2010) Assessment of the tensile properties of coir, bamboo and jute fibre. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 41(5), pp.588–595.

[9] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2561). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แผ่นซีเมนต์เส้นใย:แผ่นเรียบ (มอก. 1427-2561)*, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[10] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2537). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (มอก.878-2537)*, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.