



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศผสมเส้นใยกล้วย น้ำวากับเส้นใยสังเคราะห์

The comparison of properties lightweight cellular concrete mixes banana fibers with synthetic fibers

ลัษมณ ประภามณฑล^{1*} ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์² อภัย ชาภิรมย์³

¹ หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

² หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

³ ศูนย์วิจัยนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

Lassamon Prapamontol^{1*} Chumnant Boonyaputthipong² Aphai Chapirom³

¹ Master of Architecture Program in Building Technology, Faculty of Architecture, Khon Kaen University Khon Kaen 40000

² Master of Architecture Program in Building Technology, Faculty of Architecture, Khon Kaen University Khon Kaen 40000

³ Sustainable innovation and Energy-Efficient Construction Materials Department of Civil Engineering Faculty of Engineering Suranaree University of Technology Nakhon Ratchasima 30000

* Corresponding author.

E-mail:lassamon_pr@kkumail.com; Telephone: 0 8962 45966

วันที่รับบทความ 6 พฤษภาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 21 กันยายน 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 27 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 11 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

กล้วยน้ำว้าเป็นพืชเศรษฐกิจตัวหนึ่งที่ปลูกได้ทุกภาคและให้ผลผลิตตลอดปี มีส่วนของลำต้นที่ให้เส้นใยคุณภาพดี แต่ไม่ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากลำต้นกล้วยน้ำว้า (Banana Fibers) เปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ (Synthetic Fibers) ผสมในคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (Lightweight Cellular Concrete) ความหนาแน่น 1,200 กก./ลบ.ม. กำหนดอัตราส่วนเส้นใย 0.5, 0.7 และ 1.0 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความยาวเส้นใย 19 มม. โดยทำตัวอย่างทดสอบขนาด 15X15X15 เซนติเมตร และ 30X30X5 เซนติเมตร ทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบ พบว่าความต้านทานแรงอัดที่ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า 0.5 (BF10-05) มีค่ากำลังอัด 30.86 กก./ตร.ซม. สูงกว่าคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเส้นใยสังเคราะห์ อัตราการดูดซึมน้ำ เมื่อผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า 0.5 (BF10-05) มีค่าร้อยละ 4.9 น้อยกว่าผสมเส้นใยสังเคราะห์ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า 0.5 (BF10-05) และเส้นใยสังเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกัน และการทดสอบการกักเก็บความร้อนด้วยกล่องทดลองพบว่าคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า 0.5 (BF10-05) มีค่าการกักเก็บความร้อนที่ต่ำกว่าผนังคอนกรีตมวลเบาและอิฐมวลเบา 1.86 ถึง 8 องศาเซลเซียส เมื่อนำคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า 0.5 (BF10-05) ส่องขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) กำลังขยาย 2000-5000 เท่า สังเกตเห็นการเรียงตัวของเส้นใยกล้วยน้ำว้ากระจายตัว สามารถแทรกเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตมวลเบาโดยไม่ทำลายผนังโพรงอากาศภายในของคอนกรีตมวลเบาได้ดีเทียบเท่าเส้นใยสังเคราะห์ ส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตมวลเบาผสมกล้วยน้ำว้ามีผลการทดสอบต่างๆที่ดีกว่าเส้นใยสังเคราะห์ และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2601-2556 ที่กำหนด

คำสำคัญ

เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยกล้วยน้ำว้า คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ

Abstract

Bananas are one of the most economically viable crops, being planted in every region and yielding annually. A section of the trunk contains high-quality fibers. but are not being used as effectively as they may be. The aim of this study was to compare the physical qualities of fibers derived from banana trunks (Banana Fibers) to those of synthetic fibers mixed with lightweight cellular concrete with a density of $1,200 \text{ kg/m}^3$. The fiber ratio used 0.5, 0.7, and 1.0 kg/m^3 , the fiber length 19 mm., and the test sample size $15 \times 15 \times 15 \text{ cm.}$ and $30 \times 30 \times 5 \text{ cm.}$ In a laboratory for testing, it was discovered that the compressive strength of concrete block combined with banana fibers 0.5 (BF10-05) was 30.86 kg/cm^2 higher than that of concrete block mixed with synthetic fibers. When mixed with banana fibers 0.5 (BF10-0.5), the water absorption rate was 4.9% lower than mixed with synthetic fibers. Similar result on thermal conductivity coefficients were observed for banana fibers 0.5 (BF10-05) and synthetic fibers. The heat retention test with an experimental box revealed that the lightweight cellular concrete with banana fibers 0.5 (BF10-05) had a lower heat retention value than the concrete block and common brick by 1.86 to 8 degrees Celsius. The scanning electron microscopy (SEM) at 2000- 5000x magnification was used to examined the distribution of banana fibers in lightweight cellular concrete. From the observation of the banana fibers's scattering and their arrangement. It shown that the banana fibers can be mixed well into the lightweight cellular concrete as effective as synthetic fibers without damaging the cavitation walls of the foam bubble structure. In result, the physical qualities of lightweight cellular concrete mixed with banana fibers perform better in numerous tests than synthetic fibers and also excess of the TIS.2601-2556 industry benchmark.

Keywords

natural fiber; banana fibers; lightweight concrete; light weight cellular concrete

1. คำนำ

วัสดุก่อสร้างสีเขียว (Green Construction Material) ในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ก่อสร้างหลากหลาย อาทิ ผนังคอนกรีตมวลเบา หลังคาเขียว เป็นต้น มีการพัฒนาออกแบบสัดส่วนผสมวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม พิจารณาผลกระทบต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ [1] โดยภาครัฐมีนโยบายสนับสนุนการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในโครงการก่อสร้างอาคารเขียว ซึ่งออกแบบอัตราสัดส่วนโดยวิธีแบบเดิม แต่เปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บางส่วนจากขยะ วัสดุรีไซเคิล และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อให้ได้คุณสมบัติ ราคาและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามที่ต้องการ [2] คอนกรีตสีเขียว (Green Mix Concrete) เป็นวัสดุก่อสร้างสีเขียวที่มีการนำวัตถุดิบใหม่เข้ามาเป็นส่วนผสมปูนซีเมนต์ การผสมเส้นใยธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับแรง ส่งเสริมคุณสมบัติความเป็นฉนวนกัน

ความร้อน ทดแทนการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ อาทิ เส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยแก้ว เป็นต้น [3]

คอนกรีตมวลเบา (Light Weight Concrete) ถือเป็นวัสดุก่อสร้างใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบัน เนื่องจากคอนกรีตมวลเบา มีคุณสมบัติเด่น คือ น้ำหนักเบา กันความร้อน กันเสียง ทนไฟ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มากกว่าคอนกรีตทั่วไปที่ใช้ในปัจจุบัน [4] ลักษณะของคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศในประเทศไทยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรก คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตทั่วไปที่มีขนาดเดียวกัน โดยมีฟองอากาศเล็กๆแทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แข็งด้วยการอบหรือเรียกว่า Autoclaved Aerated Concrete (AAC) [5] มีส่วนผสมหลักจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 สำหรับงานโครงสร้าง ทรายละเอียด ปูนขาว ยิบซั่ม น้ำ และผงอลูมิเนียมที่ใช้เป็นสารสร้างฟองอากาศ ประเภทสอง คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตที่มีขนาดเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กๆแทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ฟองอากาศเกิด

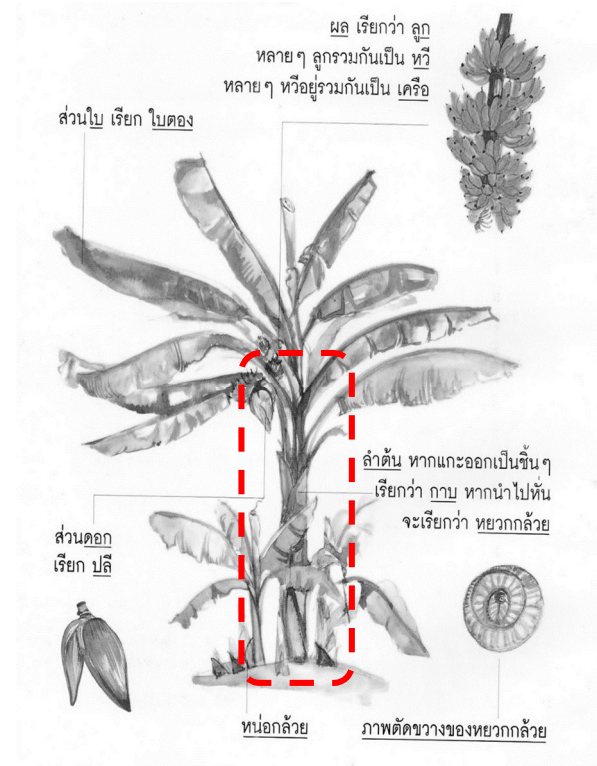
จากการใช้สารก่อฟอง [6] เรียกว่า คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (Lightweight Cellular Concrete, LCC) [7] มีส่วนผสมหลักจาก ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 3 ทรายละเอียด น้ำ และสารสร้างฟองอากาศ (Foaming Agent) ผสมเถ้าถ่านหิน (Fly Ash) [8]

งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เส้นใยป่านครนารายณ์สายพันธุ์ Agave ผสมในคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. เปรียบเทียบกับเส้นใยโพลิโพรพิลีน ใช้สัดส่วนเส้นใยในช่วงร้อยละ 0.5–1.5 (เศษส่วนปริมาตร) ความยาว 19 มม. พบว่าเส้นใยช่วยให้คอนกรีตมีประสิทธิภาพในการรับแรงอัดสูงขึ้น [9] งานวิจัยทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตโฟมที่มีความหนาแน่นในช่วง 1,000-1,900 กก./ลบ.ม.พบว่าผสมเส้นใยสังเคราะห์ในสัดส่วนร้อยละ 0.75 และ 1 (เศษส่วนปริมาตร) ช่วยเพิ่มกำลังแรงอัดให้กับคอนกรีตโฟม [10] งานวิจัยคอนกรีตโฟมที่มีความหนาแน่น 1,250 กก./ลบ.ม. ผสมเส้นใยเคนาฟสัดส่วนร้อยละ 0.45 (เศษส่วนปริมาตร) ทำให้กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตโฟมที่ไม่ผสมเส้นใย [11] จากการศึกษาพฤติกรรมทางกลของคอนกรีตโฟมที่มีความหนาแน่น 1400 กก./ลบ.ม.ผสมเส้นใยโพลิโพรพิลีน (PP) ที่สัดส่วนร้อยละ 0.25 (เศษส่วนปริมาตร) ทำให้กำลังแรงอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 52 และสัดส่วนร้อยละ 0.5 (เศษส่วนปริมาตร) ทำให้กำลังแรงอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 58 เป็นแนวโน้มที่เพิ่มกำลังได้มากขึ้นตามปริมาณเส้นใย [12] งานวิจัยคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผสมเส้นใยกล้วยแทนปูนซีเมนต์อัตราส่วนร้อยละระหว่างทราย:ปูนซีเมนต์:ปูนขาว:ผงอลูมิเนียม:เส้นใยกล้วย 50:27.5:9:9:2:2.5 มีสมบัติที่ต้านทานแรงอัดได้ดี เมื่อนำผลการทดสอบไปเทียบกับมาตรฐานมอก.1505-2541 พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงที่มอก.กำหนดไว้ [13]

กล้วยน้ำว้า จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาแยกเส้นใยได้ ยังจัดเป็นพืชเส้นใยคุณภาพ ที่มีความยืดหยุ่น ความแข็งแรง และความทนทานสูง กล้วยสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในทุกภูมิภาคของประเทศไทย กล้วยกล้วยใช้ในงานสิ่งทอ เสื้อผ้า และเครื่องนุ่งห่ม นอกจากนี้กล้วยยังใช้ทำเป็นเชือกผูกมัดสิ่งของ ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า เชือกกล้วยหรือเชือกมะนิลา ซึ่งมีคุณสมบัติเหนียวเป็นพิเศษเมื่อได้รับความชื้นและยังสามารถทนต่อน้ำทะเลได้ดี [14] แต่ในปัจจุบันการใช้เชือกกล้วยไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้า ทำให้

เกิดวัสดุอย่างอื่นขึ้นมาทดแทน ดังนั้นกากกล้วยจึงถูกทอดทิ้งไป กลายเป็นวัสดุเหลือใช้ หรือหากใช้ทำประโยชน์เกษตรกรรมก็นำไปเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดนำลำต้นกล้วยน้ำว้าดังรูปที่ 1 [15] มาสร้างมูลค่า โดยการคัดแยกและปรับปรุงคุณภาพเส้นใย เพื่อนำมาผสมในคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (LCC) ให้สามารถนำไปใช้ในงานเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

มาตรฐานที่ใช้ในการพิจารณาคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศในประเทศไทย อ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.2601-2556 การทดสอบส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการทดสอบทางกายภาพเป็นหลัก อาทิ การทดสอบความต้านทานแรงอัด การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่นแห้ง โดยได้จัดเป็นชั้นคุณภาพตามความหนาแน่นแห้ง และประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อน



รูปที่ 1 ลักษณะกากกล้วยที่นำมาเป็นเส้นใย [15]

ปัจจุบันพบว่าการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้กับวัสดุก่อสร้างมีสัดส่วนน้อยกว่าเส้นใยสังเคราะห์ งานวิจัยนำเส้นใยกล้วยมาใช้ผสมกับคอนกรีตมวลเบา(LCC) พบเห็นได้น้อยเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกล้วยน้ำว้ากับเส้นใยสังเคราะห์ผสมใน

คอนกรีตมวลเบา(LCC) โดยคาดหวังผลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุ ชนิด กรีนคอนกรีต ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดการเผาทำลายทิ้ง สร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

2. วิธีการทดสอบ

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

วัสดุที่ใช้สำหรับการจัดเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบมีดังต่อไปนี้

- 1) ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2597-2556 ที่ใช้สำหรับงานโครงสร้าง ค่าความถ่วงจำเพาะ 3.10
- 2) น้ำสะอาดที่ปราศจากการเจือปนสารอินทรีย์ ไม่เป็นน้ำกระด้าง
- 3) ทราเยลละเอียด ชนิดทรายแม่น้ำ ไม่มีการเจือปนสารอินทรีย์วัตถุ ค่าโมดูลัสความละเอียดประมาณ 2.6
- 4) สารสร้างฟองอากาศ (Foaming Agent) โดยใช้สารสร้างฟองอากาศจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สารสร้างฟองอากาศเป็นการคิดค้นวิจัยโดยสกัดมาจากพืช (Natural Foaming Agent) รุ่น SUT V.2.1 โดยใช้อัตราสารสร้างฟองอากาศเข้มข้นต่อน้ำสะอาด ในอัตรา 1 ต่อ 40
- 5) เส้นใยผสม (Fiber) ชนิดเส้นใยเดี่ยวแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เส้นใยธรรมชาติ โดยใช้เส้นใยกล้วยน้ำว้า (Banana Fiber, BF) ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยด่างชนิดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ดังรูปที่ 2 และเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้เส้นใยโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 เส้นใยกล้วยน้ำว้า



รูปที่ 3 เส้นใยเส้นใยโพลีโพรพิลีน

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบ

- 1) ชุดผสมคอนกรีตมวลเบา-คอนกรีตเซลล์ลู่วิ่ง รุ่น 2 in 1 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นเครื่องผสมและเครื่องสร้างฟองอากาศ อยู่ในเครื่องเดียวกัน โดยใช้อัตรารอบความเร็วในการหมุนของใบกวนผสม 42-50 รอบต่อนาที
- 2) แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร และ 30x30x5 เซนติเมตร
- 3) เครื่องทดสอบแรงอัดคอนกรีตแบบดิจิตอล
- 4) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)
- 5) กล้องทดสอบการกักเก็บความร้อนโดยใช้เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล National Instruments รุ่น NI cDAQ-9189Harz
- 6) อุปกรณ์การแยกเส้นใยแบบง่าย ฟันแยกมีช่องว่างโดยประมาณ 2-3 มม. ความยาวกว้างประมาณ 3-4 ซม. สำหรับใช้แยกสกัดเส้นใยกล้วยน้ำว้า ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 อุปกรณ์การแยกเส้นใยกล้วยน้ำว้า

7) เครื่องทดสอบแรงดึงเส้นใย Tensile Testing Machine (Instron Model 5561) ตามมาตรฐาน ASTM D 3822 : 2001 [16] จากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (THTI) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เครื่องทดสอบแรงดึงเส้นใย

2.3 เตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบ

ขั้นตอนการเตรียมสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา (LCC) และตัวอย่างการทดสอบมีดังนี้

1) การเตรียมเส้นใย ลอกกาบใบหรือลำต้นกล้วยน้ำว้า ทำการคัดแยกเส้นใยโดยใช้อุปกรณ์ตามรูปที่ 4 เพื่อให้ได้เส้นใยเดี่ยว

ซึ่งเส้นใยกล้วยน้ำว้าที่ได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 6 เมื่อทำการแยกเส้นใยได้แล้วนำไปปรับปรุงคุณภาพด้วยต่าง ใช้สารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) อัตราความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก แช่หมักระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเส้นใยกล้วยน้ำว้าไปตากแดดให้แห้งสนิท ในอุณหภูมิห้องปกติ

ทดสอบแรงดึงด้วยเครื่อง Tensile Testing Machine (Instron Model 5561) ได้ค่าแรงดึง 219.89, 248.09 และ 209.05 กรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 1) พบว่าเส้นใยที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ให้ค่าแรงดึงสูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง จึงได้นำเส้นใยกล้วยน้ำว้า BF10 ยาว 19 มม. ไปเป็นตัวอย่างสำหรับผสมในคอนกรีตมวลเบา(LCC) ต่อไป



รูปที่ 6 การแยกกาบกล้วยน้ำว้าเป็นเส้นใยเดี่ยว

ตารางที่ 1 สมบัติแรงดึงเส้นใยกล้วยน้ำว้า

เส้นใย	ความเข้มข้น NaOH (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	แรงดึง (กรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)
BF05	5	219.89
BF10	10	248.09
BF15	15	209.05

หมายเหตุ เครื่องทดสอบ :Tensile Testing Machine (Instron Model 5566) มาตรฐานASTM D 3822 : 2001,Test length 25 mm., Speed 60% Elongation.

เตรียมเส้นใยสังเคราะห์ ผู้วิจัยใช้เส้นใยพอลิโพรพิลีน (PP) สีขาว ความยาว 19 มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 25-45μm มาเป็นตัวอย่างทดสอบ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติกายภาพเส้นใยสังเคราะห์ PP (พอลิโพรพิลีน)

สมบัติกายภาพ	ค่าทดสอบ
ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Mpa)	≥3000
จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	160-170
แรงดึง (กรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)	560
ค่าการยืดตัวของรอยแตก (%)	≥15

หมายเหตุ ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต-จำหน่ายเส้นใยประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน(2020)

2) การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (Mix Design LCC) โดยผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า BF10 และเส้นใยสังเคราะห์ ชนิดพอลิโพรพิลีน (PP) กำหนดค่าความหนาแน่นเปียกของคอนกรีตมวลเบา (LCC) เท่ากับ 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราน้ำต่อซีเมนต์ 0.5 วิธีการคำนวณสัดส่วนผสมมาจากโปรแกรมออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาเซลล์ลูล่า SUT V4.1 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา (LCC) ต่อลูกบาศก์เมตร

Mixer	Fiber (kg.)	Cement (kg.)	Sand (kg.)	Water (kg.)	Foam (kg.)
BF10-05	0.5				
BF10-07	0.7				
BF10-10	1.0				
PP-05	0.5	397	617	165	20.60
PP-07	0.7				
PP-10	1.0				

สัดส่วนทดสอบ (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	เส้นใยสังเคราะห์ พอลิโพรพิลีน
0.5		
0.7		
1.0		

รูปที่ 7 ชั่งน้ำหนักเส้นใยกล้วยน้ำว้า (BF10) และเส้นใยสังเคราะห์ (PP)

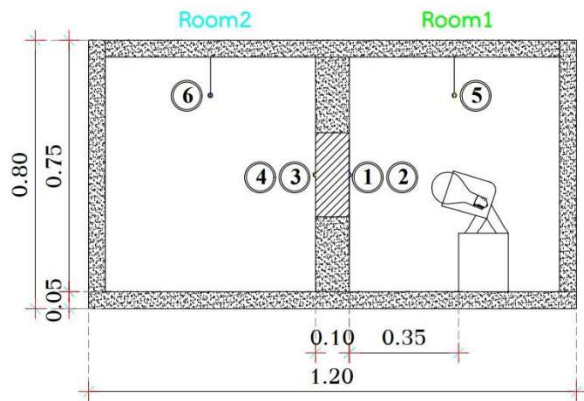
3) การผสมคอนกรีตมวลเบา (LCC) ดำเนินการซึ่งวัสดุต่างๆ ตามตารางที่ 3 และรูปที่ 7 แล้วทำการเทวัสดุต่างๆ ผสมเข้าไปในชุดผสมคอนกรีตมวลเบาคอนกรีตเซลล์ลูล่ารุ่น 2in1 ผสมให้เข้ากันแล้วฉีดสารสร้างฟองอากาศเข้าไปผสม กวนผสมประมาณ 2-3 นาที ทำการตรวจสอบความหนาแน่นเปียกก่อนที่จะเทเข้าแบบหล่อตัวอย่าง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การผสมวัสดุในเครื่องผสมคอนกรีตมวลเบา 2 in 1

4) การทดสอบกายภาพ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเส้นใยกล้วยน้ำว้า และเส้นใยสังเคราะห์ ในคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความต้านแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ ตามมอก.2601-2556 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ของแท่งตัวอย่างตามมาตรฐานที่ทดสอบ

5) การทดสอบการกักเก็บความร้อนของคอนกรีตมวลเบา (LCC) ที่ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้าและเส้นใยสังเคราะห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบ กำหนดขนาดกล่องทดลอง กว้าง 0.90 เมตร ยาว 1.20 เมตร สูง 0.80 เมตร กำหนดจุดวัดอุณหภูมิรวม 6 จุด กล่องทดลองเป็นกล่องปิดจำลอง 2 ห้องคือ Room 1 (ห้องปล่อยอุณหภูมิ) และ Room 2 (จุดวัดอุณหภูมิห้อง) ห้องละ 1 จุด จุดวัดที่ผิวตัวอย่างทดสอบ ด้านละ 2 จุด ใช้หลอดสปอร์ตไลท์ขนาด 150 W เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนเมื่ออุณหภูมิ Room 1 วัดได้ประมาณ 60 องศาเซลเซียส หยุดให้ความร้อน เก็บค่าอุณหภูมิในทุก 30 วินาทีจนกระทั่ง Room 1 และ Room 2 มีอุณหภูมิอยู่ในสภาวะอุณหภูมิห้องปกติ ดังรูปที่ 9 หมายเลข 1-4 คือตำแหน่งติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิที่ผนังตัวอย่าง และหมายเลข 5-6 คือตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายในห้อง Room 1-2 โดยทำการเลือก Mixer คอนกรีตมวลเบา (LCC) ที่มีสมบัติทางกายภาพดีที่สุดมาเปรียบเทียบกัน

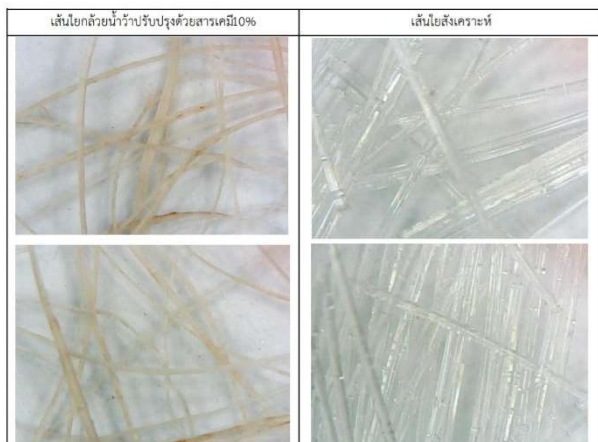


รูปที่ 9 ภาพตัดกล่องทดสอบการกักเก็บความร้อน

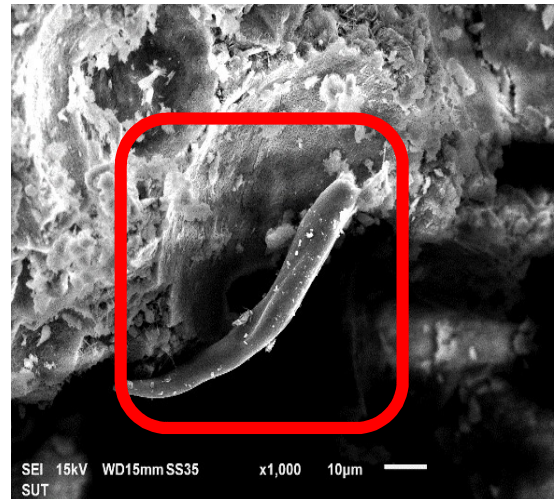
6) การทดสอบโครงสร้างจุลภาค (Microstructure) โดยนำชิ้นตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา (LCC) ที่ผสมใยกล้วยน้ำว้าและเส้นใยสังเคราะห์ นำไปถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เพื่อตรวจสอบการแทรกตัวของเส้นใยในโพรงคอนกรีตมวลเบา (LCC)

2.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล

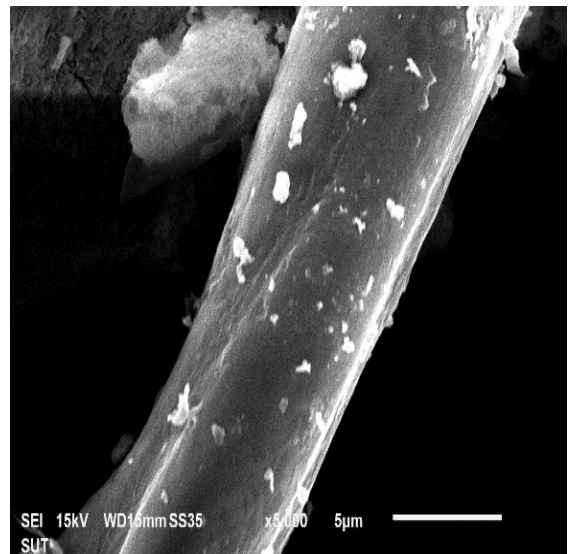
เมื่อนำเส้นใยตัวอย่างส่องขยายด้วยกล้องไมโครสโคป (Digital Microscope) กำลังขยาย 750 เท่า จะพบว่าขนาดเส้นใยกล้วยน้ำว้า และเส้นใยสังเคราะห์ มีขนาดใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 10 และได้ทำการส่องขยายคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) โดยนำเข้าตู้อบเพื่อให้ตัวอย่างไม่มีความชื้น แล้วนำมาฉาบเคลือบด้วยทองเพื่อให้นำไฟฟ้าได้ ดังรูปที่ 11 เป็นภาพเส้นใยสังเคราะห์ PP กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 10 ขยายภาพเส้นใยกล้วยและสังเคราะห์ 750 เท่า

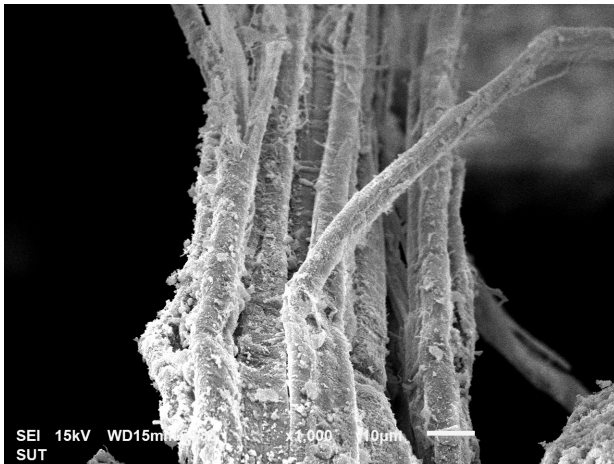


รูปที่ 11 ขยายภาพเส้นใยสังเคราะห์ 1000 เท่า

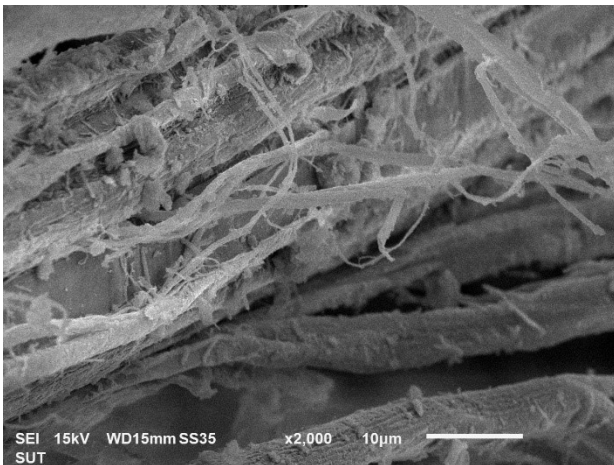


รูปที่ 12 ขยายภาพเส้นใยสังเคราะห์ 5000 เท่า

จากรูปที่ 12 รูปถ่ายเส้นใยสังเคราะห์กำลังขยาย 5000 เท่า เพื่อดูลักษณะของผิวเส้นใย ผิวการยึดเกาะเส้นใยกับคอนกรีต LCC พบว่าเส้นใยสังเคราะห์มีลักษณะผิวเรียบ เป็นแท่งเดี่ยว การแทรกตัวในคอนกรีตมวลเบา (LCC) เป็นแบบเส้นตรง และจากรูปที่ 13-14 เส้นใยกล้วยน้ำว้า มีลักษณะผิวไม่เรียบ มีความหยาบ เส้นใยเดี่ยวเมื่อส่องขยายพบว่าเป็นเส้นใยชนิดเซลลูโลสเล็กๆ เกาะกันเป็นกลุ่ม การแทรกตัวใน LCC แบบอิสระ



รูปที่ 13 ขยายภาพเส้นใยกล้วนน้ำว่า 1000 เท่า

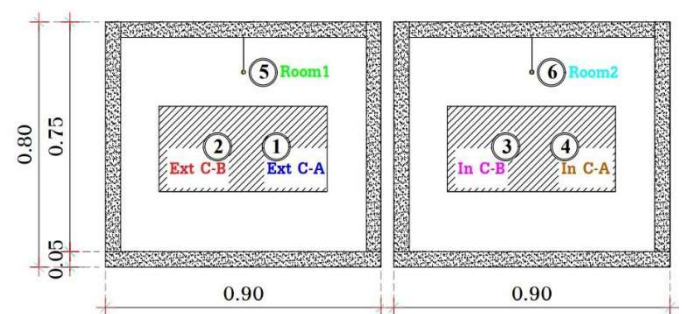


รูปที่ 14 ขยายภาพเส้นใยกล้วนน้ำว่า 2000 เท่า

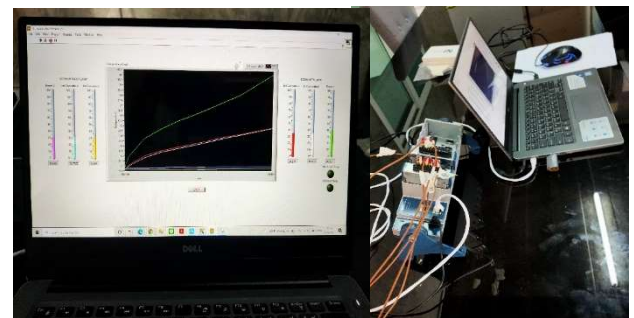
การทดสอบการกักเก็บความร้อน ทำกล่องทดสอบดังรูปที่ 15 เป็นการวัดอุณหภูมิภายในห้องและผิววัสดุตามตำแหน่งการแผ่ความร้อนจากห้องที่กำเนิดความร้อน Room1 ไปยังห้องที่ควบคุม Room2 โดยมีผนังต่าง ๆ กันระหว่างห้องทั้งสอง โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดอุณหภูมิแบบ Real time โดยการบันทึกผลแบบตัวเลข และบันทึกผลแบบกราฟ ดังรูปที่ 16-18 เพื่อนำค่าจากเครื่องวัดมารายงานผล



รูปที่ 15 กล่องทดสอบการกักเก็บความร้อน



รูปที่ 16 รูปตัดตามขวางกล่องทดลองแสดงตำแหน่งการติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิ

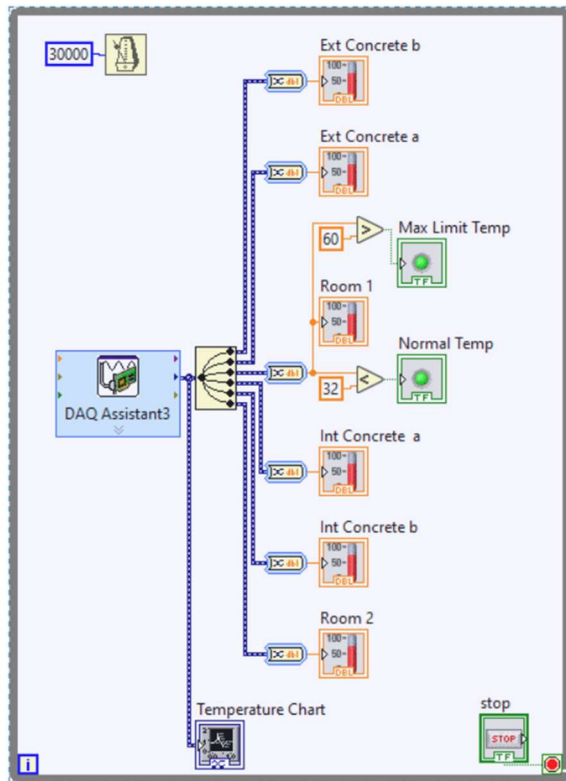


รูปที่ 17 การบันทึกผลอุณหภูมิแบบกราฟ

3. ผลการทดสอบ

การทดสอบทางกายภาพของตัวอย่างทดสอบ BF10-05, BF10-07, BF10-10, PP-05, PP-07 และ PP-10 อายุ 28 วัน

ผู้วิจัยอ้างอิงผลทดสอบเปรียบเทียบกับคอนกรีตมวลเบา (LCC) ที่ความหนาแน่นเดียวกันไม่ผสมเส้นใย ดังตารางที่ 4

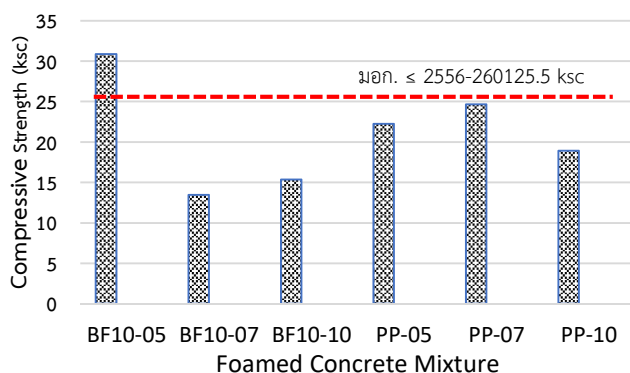


รูปที่ 18 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (°C=องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 4 สมบัติคอนกรีตมวลเบาชนิดเติมฟองอากาศความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ไม่ผสมเส้นใย)

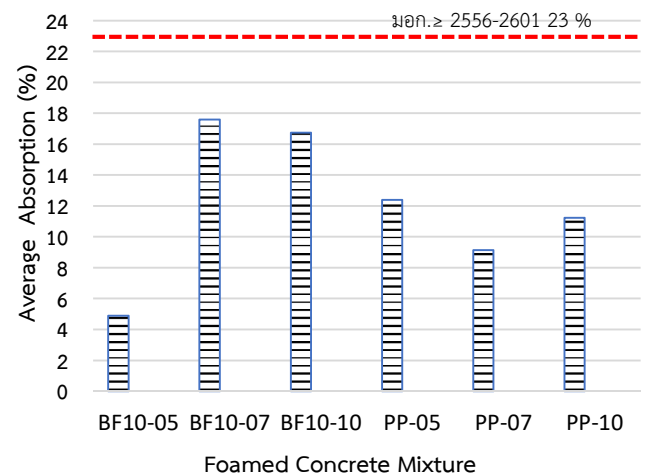
สมบัติทางกายภาพ	ค่าทดสอบ
กำลังแรงอัด(ksc)	30.11
ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ (%)	12.86
สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(W/(m.K))	0.54

หมายเหตุ ผลทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุก่อสร้าง ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2020)



รูปที่ 19 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัด

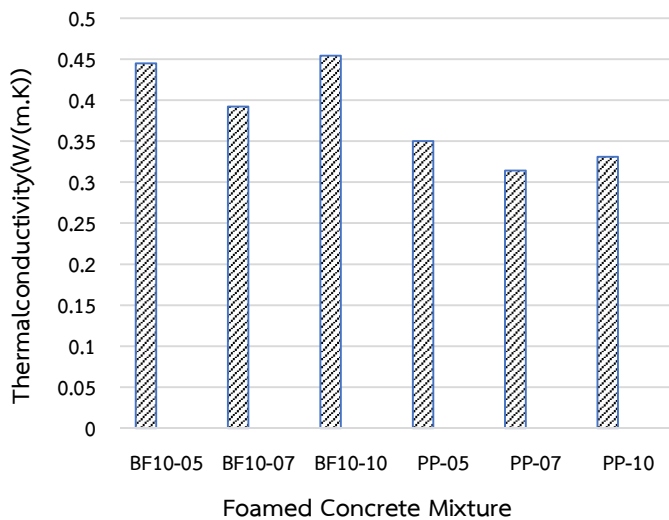
ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัด จากรูปที่ 19 BF10-05, BF10-07, BF10-10, PP-05, PP-07 และ PP-10 มีค่า 30.86, 13.46, 15.35, 22.25, 24.65 และ 18.91 ksc. ตามลำดับ BF10-05 มีค่ากำลังแรงอัดสูงสุดคือ 30.86 ksc สูงกว่าคอนกรีตมวลเบา(LCC) ซึ่งไม่ผสมเส้นใย 30.11 ksc เพียงเล็กน้อย และสูงกว่ามาตรฐานมอก.2601-2556 BF10-05 มีค่าสูงที่สุดในกลุ่มเส้นใยกล้วยน้ำ เนื่องจากเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งพลาสติก แข็ง เหนียว และคงรูปมากกว่าเส้นใยธรรมชาติ การกระจายตัวมีความสม่ำเสมอมากกว่า ทำให้ค่ากำลังแรงอัดอยู่ในช่วง 18.91-24.65 ksc แตกต่างจากเส้นใยกล้วยน้ำว่าลักษณะเป็นเส้นเล็กๆพันกันเป็นเกลียว มีผิวขรุขระมากกว่าทำให้เกิดการพันกันได้ง่าย การกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ผลทดสอบจึงมีช่วงระยะห่างมากกว่า คือ 13.46-30.86 ksc



รูปที่ 20 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ จากรูปที่ 20 พบว่า BF10-05, BF10-07, BF10-10, PP-05, PP-07 และ PP-10 มีค่า 4.90, 17.60, 16.74, 12.40, 9.13 และ 11.24%ตามลำดับ BF10-05 มีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่า BF10-10, BF10-07 และสัดส่วนผสมที่ผสมเส้นใยสังเคราะห์ PP-07 มีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่า PP-05, PP-10 ตามลำดับ BF10-05มีค่าต่ำที่สุดคือ 4.90% และต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบา(LCC)ไม่ผสมเส้นใยซึ่งมีค่า 12.86% อยู่มาก สอดคล้องกับการใช้งานที่มีการนำเส้นใยกล้วยมาทำเป็นเชือก เพราะมีความเหนียว ทนต่อน้ำทะเลได้ดี เมื่อนำมาผสมในคอนกรีตมวลเบา(LCC) จึงช่วยให้

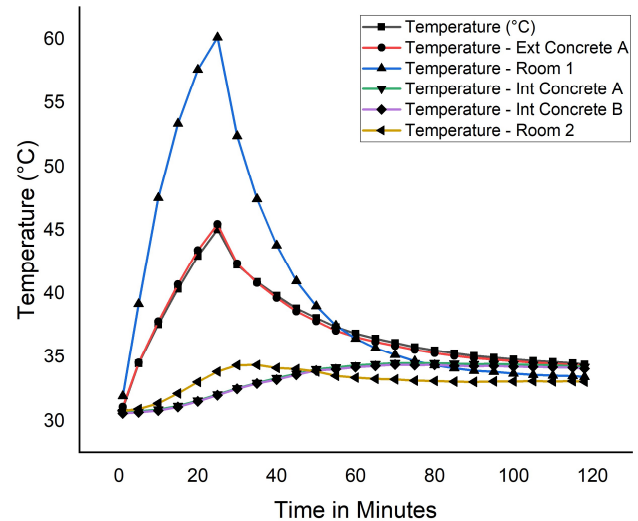
อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าไม่ผสมเส้นใย และเส้นใยกล้วยเป็นเส้นใยธรรมชาติ ลักษณะเป็นเส้นเล็กๆม้วนรวมกันเป็นเส้นเดี่ยว มีความอ่อนตัวมากกว่าเส้นใยสังเคราะห์ เมื่อผสมในคอนกรีตมวลเบา (LCC) ซึ่งเป็นของเหลว มีโอกาสที่เส้นใยจะพันกัน ทำให้กระจายตัวไม่สม่ำเสมอ BF10-07 และ BF10-10 ให้ค่าที่สูงกว่าคอนกรีตมวลเบา(LCC)ไม่ผสมเส้นใย เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ PP-05, PP-07 และ PP-10 มีค่าไม่แตกต่างกันมาก และเส้นใยพอลิโพรพิลีนเป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกมีสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ ผลทดสอบอยู่ในช่วง 9.13-12.40% ต่ำกว่าคอนกรีตมวลเบา(LCC)ไม่ผสมเส้นใย และทุกตัวอย่างทดสอบมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานมอก.2601-2556 กำหนด



รูปที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

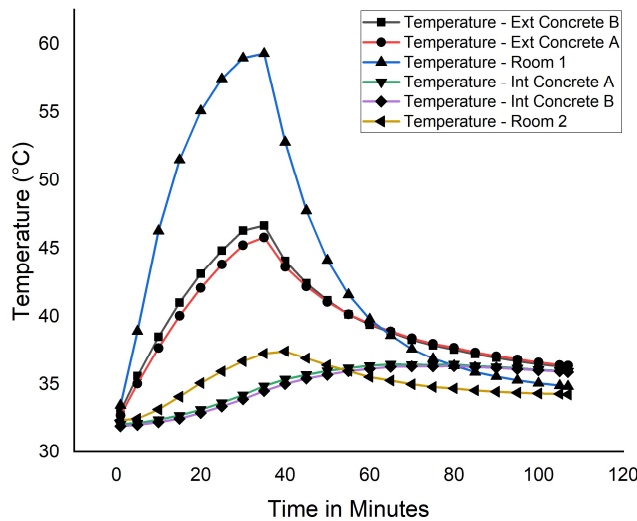
ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจากรูปที่ 21 พบว่า BF10-05, BF10-07, BF10-10, PP-05, PP-07 และ PP-10 มีค่า 0.4454, 0.3917, 0.4540, 0.3504, 0.3141 และ 0.3308 W/(m.K) ตามลำดับ สัดส่วนผสม BF10-05 มีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำ และให้ค่ากำลังแรงอัดดีที่สุดที่จุดนั้น มีค่าสัมประสิทธิ์ 0.4454 W/(m.K) ซึ่งไม่ได้ต่ำที่สุด เปรียบเทียบกับ PP-07 ให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำต่ำ และให้ค่ากำลังแรงอัดสูงรองลงมา มีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.3141 W/(m.K) เส้นใยสังเคราะห์ให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ดีกว่าเส้นใยกล้วยน้ำว่า เส้นใยพอลิโพรพิลีนนั้นจัดเป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกที่มีความปลอดภัยสูงเพราะมีจุดหลอมเหลวสูงอยู่ที่ 160-170 องศาเซลเซียส สมบัตินี้มีส่วนช่วยให้ค่าสัมประสิทธิ์

การนำความร้อนของคอนกรีตมวลเบา(LCC) ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยช่วยให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าที่ไม่ผสมเส้นใยดังตารางที่ 4



รูปที่ 22 ผลการกักเก็บความร้อนคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว่าBF10-05 (°C=องศาเซลเซียส)

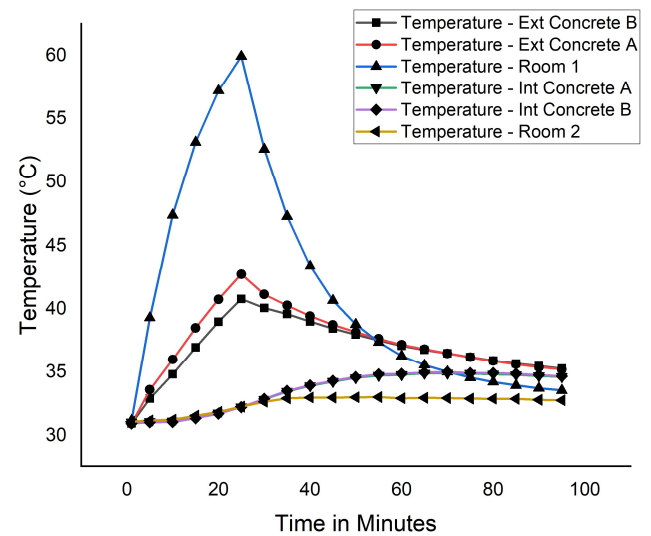
ผู้วิจัยได้นำเส้นใยกล้วยน้ำว่าสัดส่วนผสมBF10-05 และเส้นใยสังเคราะห์สัดส่วนผสมPP-07มาหล่อเป็นคอนกรีตบล็อกมวลเบาเปรียบเทียบกับ และยังได้ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบขยายผลในการพัฒนาคอนกรีตมวลเบา(LCC) ผสมเส้นใย กับผนังคอนกรีตบล็อกและผนังอิฐมวลเบา ซึ่งถือเป็นวัสดุที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในกล่องทดสอบ จากรูปที่ 22-25 พบว่า รูปที่ 22 คอนกรีตมวลเบา(LCC) ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว่าเมื่ออุณหภูมิ Room 1 มีค่าสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส พบว่า Room 2 มีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 33.83 องศาเซลเซียส ซึ่งความแตกต่างกัน 26.17 องศาเซลเซียส จุดบริเวณที่วัดหมายเลข 1 และ 2 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 45.25 องศาเซลเซียส หมายเลข 3 และ 4 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 32.02 องศาเซลเซียส ซึ่งความแตกต่างกัน 13.23 องศาเซลเซียส



รูปที่ 23 ผลการกักเก็บความร้อนคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยสังเคราะห์ PP-07 (°C=องศาเซลเซียส)

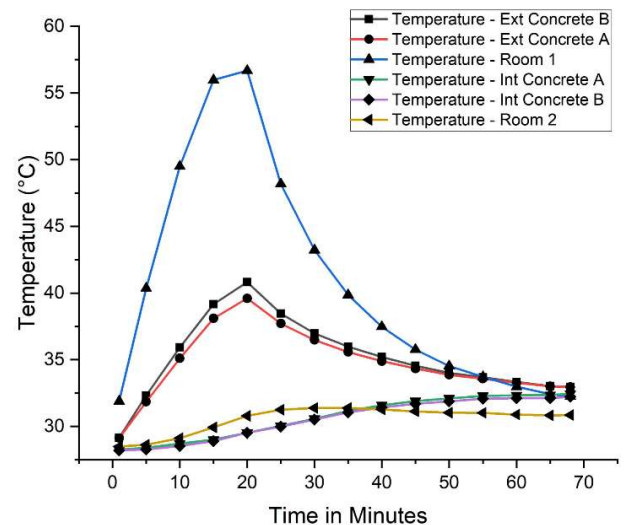
จากรูปที่ 23 คอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยสังเคราะห์ เมื่ออุณหภูมิ Room 1 มีค่าสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส พบว่า Room 2 มีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 37.23 องศาเซลเซียส ซึ่งความแตกต่างกัน 22.77 องศาเซลเซียส จุดบริเวณที่วัด หมายเลข 1 และ 2 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 46.94 องศาเซลเซียส หมายเลข 3 และ 4 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 34.62 องศาเซลเซียส ซึ่งความแตกต่างกัน 12.32 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบผลการกักเก็บความร้อนของสัดส่วนผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า BF10-05 กับสัดส่วนผสมเส้นใยสังเคราะห์ PP-07 พบว่า BF10-05 จะรับความร้อนอย่างรวดเร็วและคายความร้อนอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาสั้นกว่า PP-07 ซึ่งจะรับความร้อนอย่างรวดเร็วในช่วงแรกเมื่ออุณหภูมิร้อนมากขึ้นจะกักความร้อนไว้มากกว่าและจะค่อยๆ คายความร้อน ใช้เวลาคายความร้อนมากกว่าส่งผลให้อุณหภูมิของ PP-07 เมื่อกลับสู่อุณหภูมิห้องมีค่าสูงกว่า BF10-05 และใช้ระยะเวลามากกว่า ผัง BF10- จึงมีประสิทธิภาพในการคายความร้อนที่ดีกว่า การแผ่กระจายความร้อนในผัง BF10-05 แผ่กระจายได้สม่ำเสมอดีกว่า ผัง PP-07 เส้นกราฟได้แสดงผลอุณหภูมิที่ผังที่มีความแตกต่างกันมากกว่า ขณะที่ BF10-05 เส้นกราฟแสดงผลอุณหภูมิที่ค่อนข้างเท่ากันอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 24 ผลการกักเก็บความร้อนคอนกรีตบล็อก (°C=องศาเซลเซียส)

จากรูปที่ 24 คอนกรีตบล็อก อุณหภูมิ Room1 เฉลี่ยแล้วใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 40-45 องศาเซลเซียส ส่วน Room 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 32 องศาเซลเซียส



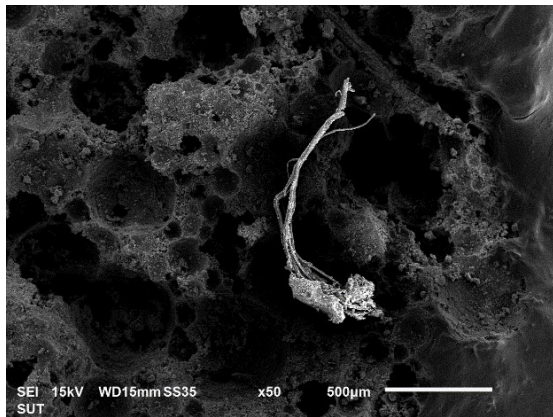
รูปที่ 25 ผลการกักเก็บความร้อนอิฐมอญ (°C=องศาเซลเซียส)

จากรูปที่ 25 อิฐมอญ อุณหภูมิ Room1 เฉลี่ยแล้วใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 41 องศาเซลเซียส ส่วน Room 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 32 องศาเซลเซียส

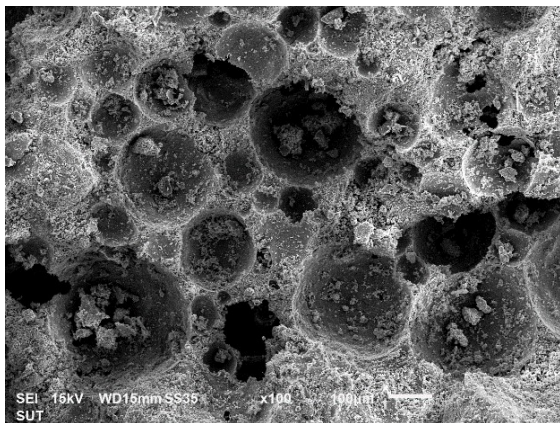
เปรียบเทียบผังคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใย กับผังที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไปในปัจจุบัน พบว่า ผังคอนกรีตบล็อกมีการคายความร้อนจากผังได้ใกล้เคียงกับ ผัง BF10-

05 แต่หลังจากหยุดให้อุณหภูมิ การถ่ายเทความร้อนจากห้อง Room 2 ทำได้ช้ากว่าผนัง BF10-05 และ PP-07 ซึ่งผนังจะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่า ส่วนผนังอิฐมวลยว อุณหภูมิห้อง Room 1 ถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่า BF10-05 และ PP-07 กราฟแสดงให้เห็นถึงผนังอิฐมวลยวก็เก็บความร้อนไว้สูงกว่า BF10-05 และ PP-07

ผลการทดสอบโครงสร้างจุลภาค (Microstructure) โดยนำชิ้นตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา (LCC) ที่ผสมใยกล้วย น้ำว่าสัดส่วนผสม BF10-05 และเส้นใยสังเคราะห์สัดส่วนผสม PP-07 นำไปส่องขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เพื่อดูลักษณะการกระจายตัวของเส้นใยที่กระทำต่อฟองอากาศ แสดงการกระจายตัวของเส้นใยกล้วย น้ำว่าสัดส่วนผสม BF10-05 ดังรูปที่ 26-27 พบว่าเส้นใยกล้วย น้ำว่าและเส้นใยสังเคราะห์ยังคงรูป แทรกได้อิสระในคอนกรีตมวลเบา (LCC) ฟองอากาศยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ดี

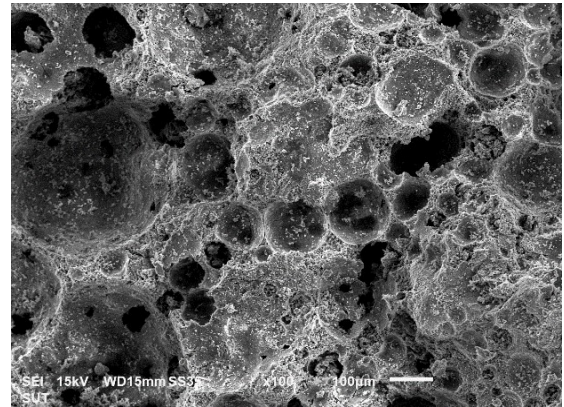


รูปที่ 26 ลักษณะการแทรกตัวของเส้นใยกล้วยน้ำว่าในคอนกรีตมวลเบา (LCC)

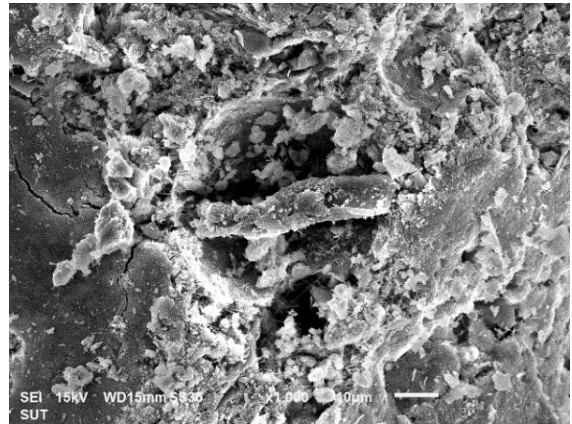


รูปที่ 27 ลักษณะฟองอากาศของคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว่า

จากรูปที่ 28-29 เป็นการแสดงการกระจายตัวของเส้นใยสังเคราะห์สัดส่วนผสม PP-07 ในคอนกรีตมวลเบา (LCC)



รูปที่ 28 ลักษณะการแทรกตัวของเส้นใยสังเคราะห์ในคอนกรีตมวลเบา (LCC)



รูปที่ 29 ลักษณะฟองอากาศของคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยสังเคราะห์

4. สรุป

เส้นใยกล้วยน้ำว่าเมื่อปรับปรุงคุณภาพด้วย NaOH ทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง และมีผิวไม่เรียบ มีความหยักช่วยในการยึดเกาะกับวัสดุ ทำให้แทรกตัวในคอนกรีตมวลเบา (LCC) แบบอิสระได้ดีขึ้น จากรูปที่ 27 พบว่าเส้นใยกล้วยน้ำว่าไม่ได้ทำลายฟองอากาศ สามารถนำเส้นใยกล้วยน้ำว่ามาพัฒนาใช้กับคอนกรีตมวลเบา (LCC) ได้ สัดส่วนผสม BF10-05 ให้ค่ากำลังแรงอัดที่ดีที่สุด และให้ค่าการดูดซึมน้ำที่ต่ำที่สุดในกลุ่มตัวอย่างทดสอบ แต่เมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นให้ค่าสมบัติแตกต่างออกไป เนื่องจากเส้นใยกล้วยน้ำว่าเป็นเส้นใยธรรมชาติ จะพบปัญหาเรื่องการกระจายตัวในคอนกรีตมวลเบา

ๆ(LCC) เมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นเส้นใยเกาะกลุ่มพันกันกับใบพัดเครื่องผสม การกระจายตัวได้ไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนเส้นใยสังเคราะห์ มีลักษณะผิวเรียบ เป็นแท่งเดี่ยว แข็งและยืดหยุ่นสามารถกระจายตัวในคอนกรีตมวลเบา(LCC) ได้ดีกว่า ส่งผลให้ค่าสมบัติตามสัดส่วนผสมไม่แตกต่างกันมาก และไม่พบปัญหาขณะผสมคอนกรีตมวลเบา เนื้อคอนกรีตไหลลื่นดี และจากรูปที่ 28-29 เส้นใยสังเคราะห์ โพลีโพรพิลีน สามารถแทรกตัวในคอนกรีตมวลเบา(LCC) ได้ดีเช่นเดียวกับเส้นใยกล้วยน้ำว้า ฟองอากาศยังคงอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์

คุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เส้นใยสังเคราะห์ผสมในคอนกรีตมวลเบา (LCC) ให้ค่าที่ต่ำกว่าเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมในคอนกรีตมวลเบา เนื่องจากขนาดเส้นใยสังเคราะห์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่กว่า เส้นใยเป็นแท่งเดี่ยว แข็งและยืดหยุ่น แทรกตัวแบบเส้นตรงได้ ทำให้การกระจายตัวทำได้ดีกว่าเส้นใยกล้วยน้ำว้า ประกอบกับเป็นวัสดุชนิดพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกมีจุดหลอมเหลวที่สูง มีสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ จึงมีส่วนช่วยให้สามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่า การกักเก็บความร้อน ผนังคอนกรีตมวลเบา(LCC) ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีการแผ่กระจายความร้อนได้ดีกว่าผนังคอนกรีตมวลเบา (LCC) ผสมเส้นใยสังเคราะห์ และการผสมเส้นใยไม่ว่าจะเป็นเส้นใยกล้วยน้ำว้าหรือเส้นใยสังเคราะห์ในคอนกรีตมวลเบาพบว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสมบัติในหลายด้านให้กับคอนกรีตมวลเบา (LCC) ได้ สัดส่วนผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า BF10-05 มีสมบัติเด่นหลายประการ อาทิ สมบัติด้านการรับแรง ส่งเสริมการเป็นฉนวนกันความร้อน มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกักเก็บความร้อนแล้วคายตัวได้รวดเร็ว เหมาะแก่การนำไปพัฒนาทำเป็นผนังอาคารเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน

5. ข้อเสนอแนะ

การคิดค้นเครื่องมือช่วยแยกชนิดกึ่งอัตโนมัติจะช่วยให้การแยกเส้นใยทำได้เร็วขึ้น และควรทำให้เส้นใยมีขนาดเท่ากันสม่ำเสมอ ช่วยให้ประหยัดต้นทุนการคัดแยกเส้นใย และได้เส้นใยคุณภาพดี การพัฒนาเส้นใยกล้วยน้ำว้า แนะนำการคิดค้นสารเคลือบเส้นใยกล้วยน้ำว้าให้เส้นใยมีผิวตึง ยืดหยุ่นคืนตัวได้ คาดว่าจะทำให้เส้นใยกระจายตัวในของเหลวได้ดีขึ้น และ

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาที่ความหนาแน่น 1,200 กก./ลบ.ม. การศึกษาในความหนาแน่นอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ จะเป็นการส่งเสริมและพัฒนาคอนกรีตมวลเบา(LCC) ผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อไป คุณสมบัติมีความโดดเด่นคือ ค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ต่ำ และค่าการกักเก็บความร้อนที่ดีส่งเสริมการเป็นฉนวนกันความร้อน พัฒนาเป็นผนังอาคารเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รวมถึงการอนุรักษ์พลังงาน เป็นวัสดุประเภท “คอนกรีตสีเขียว” ต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ต้องขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างฯ (SIE-CON) สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Spiegel R, Meadows D. *Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification*. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 1999.
- [2] ชมพูนุช วีรกิตติ, ปิยะวรรณ กลิ่นศรีสุข. TCDC Material Database. เข้าถึงได้จาก: <https://www.tcdcmaterial.com/th/article/materials-application/25274> [เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2565].
- [3] Cpacacademy. การใช้เส้นใยสังเคราะห์ในคอนกรีต เข้าถึงได้จาก <https://www.cpacacademy.com/index.php?tpid=0131>. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2563].
- [4] สาคร ชลสาคร. *ความสำคัญการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยพืช*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ; 2560.
- [5] Sari KAM, Sani ARM. In: Henri A (ed.). *Applications of foamed lightweight concrete. MATEC Web of Conferences: Engineering Technology International Conference 2016 (ETIC 2016)*. 2017;97.
- [6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. *ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ*. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1505-2541. 2541; 115: 105ง.
- [7] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. *มาตรฐานคอนกรีตมวลเบาแบบเดิม*

พองอากาศ. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2601-2556. 2556; 130: 123ง. 9.

- [8] American Concrete Institute. *Guide for Cellular Concrete Above 50 pcf & for Aggregate Concrete Above 50 pcf w/Compressive Strength Less Than 2500 psi*. ACI 523.3R-14. 2014; 1-21.
- [9] Castillo- Lara JF, Flores- Johnson EA, Valadez- , Gonzalez A, Herrera- Franco PJ, Carrillo JG, et al. Mechanical properties of natural fiber reinforced foamed concrete. *Materials*. 2020; 13: 3060.
- [10] Amran M, Alyousef R, Alabduljabbar H, Khudhair MHR, Hejazi F, Alaskar A, et al. Performance properties of structural fibred- foamed concrete. *Results England*. 2020; 5:100092.
- [11] Mahzabin S, Hock LJ, Kang LS, Jarghouyeh EN. Performance of mechanical behavior of kenaf fibre reinforced foamed composite. *AIP Conference Proceedings*. 2017; (1892)1.
- [12] Jones MR, McCarthy A. Preliminary views on the potential of foamed concrete as a structural material. *Magazine of Concrete Research*. 2005; (57): 21-31.
- [13] วรณัฐ ตีละมัน, กัลทิมา เขานชาญชัยกุล, กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์. *การพัฒนาและผลิตวัสดุรูปบล็อกมวลเบาโดยการผสมเส้นใยธรรมชาติ*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร; 2559.
- [14] Bhatnagar RK, Gupta G, Yadav S. A review on composition and properties of banana fibers. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2023; 6(5): 6.
- [15] กรรณก อักษรสม. ส่วนประกอบของกล้วย.เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/rucakklwyhxm/swn-prakxb-khxng-klwy-1> [เข้าถึงเมื่อ 10 มีนาคม 2563]
- [16] American Society For Testing And Materials. *Standard Test Method For Tensile Properties Of Single Textile Fibers*. ASTM D3822:2001. 2007; 1.