

การพัฒนาเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว

กิตติพันธ์ บุญโตสัตรกุล¹ กิตติพงษ์ สุวิโร^{2*} และปราโมทย์ วิจารณ์กุล³
kittiphan.b@rmutp.ac.th¹, kittipong.s@en.rmutt.ac.th², pramot.w@rmutp.ac.th³

^{1,3} สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

^{2*} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received	: 22-Mar-2018
Revised	: 4-Oct-2018
Accepted	: 26-Aug-2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว โดยออกแบบอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียด: เส้นใยมะพร้าว: น้ำยากันซึม: น้ำประปา จำนวน 6 อัตราส่วน เท่ากับ 1: 3: 0: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.05: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.15: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.2: 0.02: 0.5, และ 1: 3: 0.25: 0.02: 0.5 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปด้วยการหล่อและบ่มในอากาศ ทำการทดสอบคุณสมบัติที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่า การผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณที่เหมาะสมในเปลือกอาคาร จะสามารถลดความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และเพิ่มความต้านทานแรงดัดของเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวได้ ทั้งนี้ อัตราส่วนเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ อัตราส่วน 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5 โดยน้ำหนัก โดยมีความหนาแน่นต่ำเพียง 1,582 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.371 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 17.31 ความต้านทานแรงอัด 118 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดัด 29 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เปลือกอาคารที่พัฒนานี้สามารถนำไปหล่อหรือฉาบเป็นผนังอาคารได้ดี

คำสำคัญ: เปลือกอาคาร เส้นใยมะพร้าว สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความต้านทานแรงดัด

Development of Building Envelope Mixed with Coconut Fiber

Kittiphan Boontositrakul¹ Kittipong Suweero^{2*} and Pramot Weeranukul³
kittiphan.b@rmutp.ac.th¹, kittipong.s@en.rmutt.ac.th², pramot.w@rmutp.ac.th³

^{1,3} Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

^{2*} Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	: 22-Mar-2018
Revised	: 4-Oct-2018
Accepted	: 26-Aug-2019

Abstract

The objective of this research is developed the building envelope mixed with coconut fiber. The 6 ratios of Portland cement type 1 mixing of fine sand: coconut fiber: waterproofed liquid: tap water were designed which proportion to 1: 3: 0: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.05: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.15: 0.02: 0.5, 1: 3: 0.2: 0.02: 0.5, and 1: 3: 0.25: 0.02: 0.5 by weight. The samples were tested to find engineering properties at 28 days of curing in ambient. According to the results, the suitable amount of coconut fiber can reduce the density and thermal conductivity, and increase the bending strength of building envelope mixed with coconut fiber. The 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5 of ratio was the suitable ratio to use as the building envelope, and it had the properties as following: density 1,582 kg/m³, thermal conductivity coefficient 0.371 watt/m.Kelvin, water absorption 17.31 %, compressive strength 118 ksc, and bending strength 29 ksc. This developed building envelope can apply to cast and plaster as the walls in the building.

Keywords: building envelope, coconut fiber, thermal conductivity, bending strength

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เปลือกอาคาร (Building Envelope) เป็นส่วนประกอบภายนอกของอาคารที่ต้องสัมผัสและป้องกันผู้อยู่อาศัยจากสภาวะแวดล้อมจากหน้าที่ของเปลือกอาคารดังกล่าว ทำให้การพัฒนาเปลือกอาคารมีผลโดยตรงต่อการใช้งานหรือการอยู่อาศัย ทั้งนี้ เปลือกอาคารโดยทั่วไปขึ้นรูปมาจากมอร์ตาร์ (Mortar) หรือปูนซีเมนต์ผสมทราย น้ำ และน้ำยากันซึม เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่สูง รวมทั้งมีความต้านทานแรงดัดต่ำ [1] ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการใช้งานอาคาร โดยเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนหรือการป้องกันการส่งผ่านของอุณหภูมิเข้ามาภายในอาคาร เปลือกอาคารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ จะช่วยให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง และเมื่อพิจารณาวัสดุจำพวกเส้นใยมะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากเปลือกมะพร้าวในอุตสาหกรรมการแปรรูป พบว่า เส้นใยมะพร้าวเป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ มีลักษณะเป็นเส้นใยยาว น้ำหนักเบา ทนแดด ทนฝน นำความร้อนต่ำ สามารถต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ และทนการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี [1] เส้นใยชนิดนี้มีปริมาณมากตามความนิยมเพาะปลูกมะพร้าวทั่วประเทศ รวมมีพื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวม 1,947,963.59 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กิโลกรัมต่อไร่ [2-3] การนำเส้นใยมะพร้าวมาผสมในวัสดุเปลือกอาคาร จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสมบัติด้านน้ำหนัก ความแข็งแรง คงทน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเปลือกอาคารที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทรายละเอียด เส้นใยมะพร้าว ย่อยที่มีความยาวไม่เกิน 2.54 เซนติเมตร หรือ 1 นิ้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.12-0.25 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 และ 2 น้ำยากันซึมประเภทพลาสติกไซเซอร์ สีน้ำตาลปน น้ำประปา แบบหล่อ ขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร แบบหล่อขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร เครื่องผสมปูน แผ่นไม้อัดสำหรับหล่อเปลือกอาคาร หนา 4 มิลลิเมตร เหล็กเส้นกลม RB เกรด SR24 ขนาด 6 มิลลิเมตร ตะแกรงเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.56 มิลลิเมตร ระยะห่าง 0.5 นิ้ว ชุดคอมพิวเตอร์ประมวลผล และเครื่องทดสอบเบร็กประสมค์ (Universal Testing Machine, UTM)



รูปที่ 1 เส้นใยมะพร้าว



รูปที่ 2 ภาพขยายเส้นใยมะพร้าวที่สอดด้วย กล้อง SEM กำลังขยาย 1,000 เท่า

3. การออกแบบส่วนผสมของเปลือกอาคาร

ออกแบบส่วนผสมของเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว โดยการนำอัตราส่วนผสมของปูนฉาบทั่วไป มาปรับปรุงคุณสมบัติด้วยเส้นใยมะพร้าว จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

รหัสส่วนผสม	ปูนซีเมนต์	ทรายละเอียด	เส้นใยมะพร้าว	น้ำยากันซึม	น้ำประปา
C0	1	3	0	0.02	0.5
C5	1	3	0.05	0.02	0.5
C10	1	3	0.1	0.02	0.5
C15	1	3	0.15	0.02	0.5
C20	1	3	0.2	0.02	0.5
C25	1	3	0.25	0.02	0.5

4. การขึ้นรูปตัวอย่างเปลือกอาคาร

ขึ้นรูปตัวอย่างเปลือกอาคารสำหรับทดสอบคุณสมบัติ จำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ ตัวอย่างขนาด $10 \times 10 \times 10$ เซนติเมตร และตัวอย่างขนาด $30 \times 30 \times 5$ เซนติเมตร โดยมีขั้นตอนการขึ้นรูป เริ่มจากทวงส่วนผสมตามที่ออกแบบ ทำการผสมส่วนผสมให้เข้ากัน เทส่วนผสมลงในแบบหล่อ ถอดแบบหล่อ และบ่ม

ตัวอย่างเปลือกอาคารในอากาศ ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน

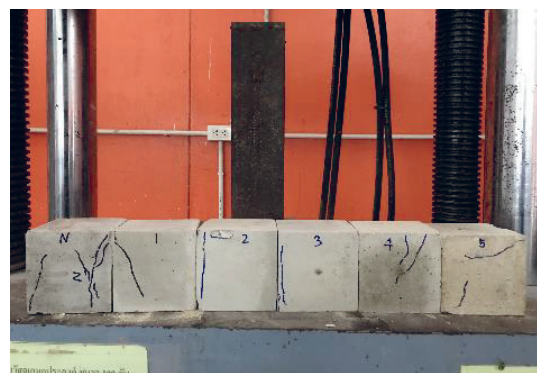
5. การทดสอบตัวอย่างเปลือกอาคาร

ทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างเปลือกอาคาร ซึ่งจำเป็นต่อการใช้งาน โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ จำนวน 5 ก้อนต่อการทดสอบ ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล เทียบเคียงกับวิธีการทดสอบของวัสดุเปลือกอาคารที่นิยมใช้ คือ คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก และคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่

5.1) ความหนาแน่น ที่อายุการบ่ม 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด $10 \times 10 \times 10$ เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [4]

5.2) การดูดซึมน้ำ ที่อายุการบ่ม 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด $10 \times 10 \times 10$ เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [4]

5.3) ความต้านทานแรงอัด ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด $10 \times 10 \times 10$ เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [4] ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคารที่วัดได้จากแรงอัดที่มีลักษณะเช่นเดียวกับคอนกรีตทั่วไป

5.4) ความต้านทานแรงดัด ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้แผ่นตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.378-2531 [5] ดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 การทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นตัวอย่างเปลือกอาคารด้วยเครื่อง UTM



รูปที่ 5 แผ่นตัวอย่างเปลือกอาคารที่วิบัติจากการทดสอบความต้านทานแรงดัด

5.5) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C177 [6] โดยใช้แผ่นตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร

5.6) การใช้งานจริง โดยการหล่อและฉาบเปลือกอาคารลงบนโครงสร้างเหล็กรูปครึ่งทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เมตร สูง 3.5 เมตร พื้นที่ใช้สอย 19.635 ตารางเมตร (รูปที่ 6) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

5.6.1) คัดเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดจากตัวอย่างทดสอบ จำนวน 1 อัตราส่วน

5.6.2) ติดตั้งเหล็กเส้นกลม ขนาด 6 มิลลิเมตร ในแนวตั้ง ทุกระยะ 10 เซนติเมตร

5.6.3) ติดตั้งแผ่นไม้อัด เป็นแบบหล่อ

5.6.4) ติดตั้งเหล็กตะแกรง เป็นเหล็กเสริมป้องกันการแตกร้าว ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 โครงสร้างอาคารสำเร็จรูปที่พร้อมสำหรับการหล่อและฉาบเปลือกอาคาร



รูปที่ 7 การติดตั้งแผ่นไม้อัด เหล็กเส้นกลม และเหล็กตะแกรง สำหรับหล่อแผ่นเปลือกอาคาร

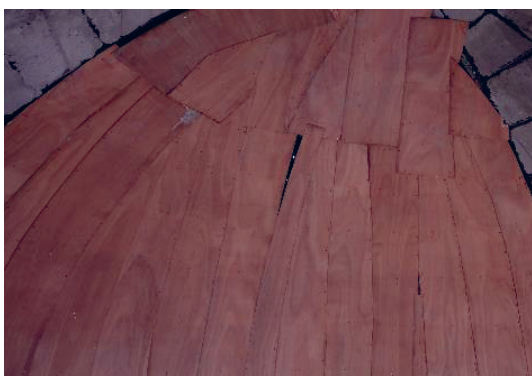
5.6.5) ตวงส่วนผสมตามที่คัดเลือก

5.6.6) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน

5.6.7) ฉาบส่วนผสมในแบบหล่อที่มีการติดตั้งตะแกรงเหล็กไว้ ดังรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 ฉาบส่วนผสมในแบบที่มีการติดตั้งตะแกรงเหล็ก



รูปที่ 9 เปลือกอาคารเบื้องต้นที่ผ่านการเทหล่อ

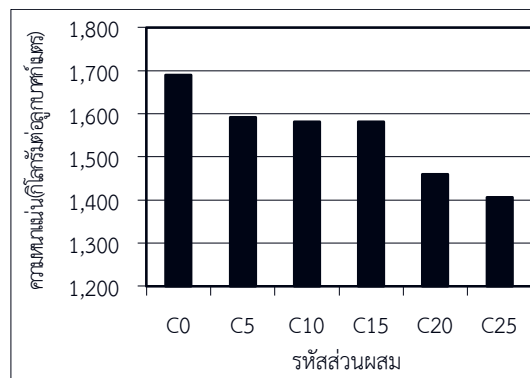
5.6.8) ฉาบเรียบและทาสีน้ำเปลือกอาคารให้มีความสวยงามเรียบร้อย

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการทดสอบตัวอย่างเปลือกอาคารตามคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการใช้งานเป็นเปลือกอาคาร สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

6.1 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความหนาแน่นของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

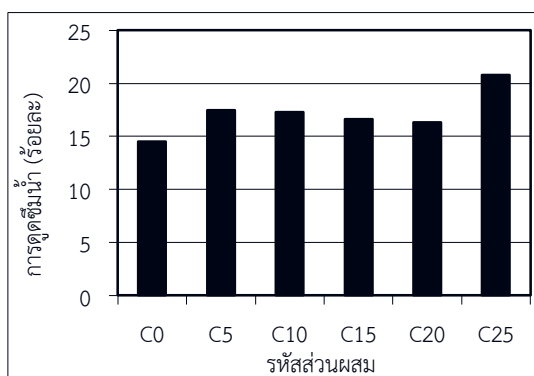
จากรูปที่ 10 พบว่า ความหนาแน่นของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวมีค่าลดลงเมื่อผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยตัวอย่างเปลือกอาคารที่ไม่ผสมเส้นใยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวอัตราส่วน C5, C10, C15, C20, และ C25 เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยมะพร้าวที่มีค่าเพียง 0.6 [7]

6.2 การดูดซึมน้ำ

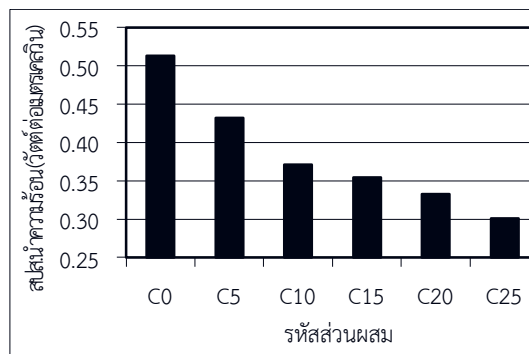
การดูดซึมน้ำของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 11 พบว่า ลักษณะเส้นใยมะพร้าวที่มีช่องว่างจากการเรียงตัว นอกจากจะมีผลต่อความหนาแน่นที่ลดลงแล้ว ยังมีผลต่อการดูดซึมน้ำของตัวอย่างเปลือกอาคารที่เพิ่มมากขึ้น [8] โดยตัวอย่างเปลือกอาคารที่ไม่ผสมเส้นใยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด และตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวมีการดูดซึมน้ำที่สูงขึ้นใกล้เคียงกัน

6.3 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน ในรูปที่ 12 พบว่า เส้นใยมะพร้าว เป็นวัสดุที่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี โดยสามารถช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่างเปลือกอาคารให้ลดลงได้ ซึ่งตัวอย่างเปลือกอาคารที่ผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณมากที่สุด (อัตราส่วน C25) เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมา คือ ตัวอย่างเปลือกอาคารที่ผสมเส้นใยมะพร้าว อัตราส่วน C20, C15, C10, C5 และเปลือกอาคารที่ไม่ผสมเส้นใยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด ตามลำดับ เป็นผลมาจากเส้นใยมะพร้าวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ [9]



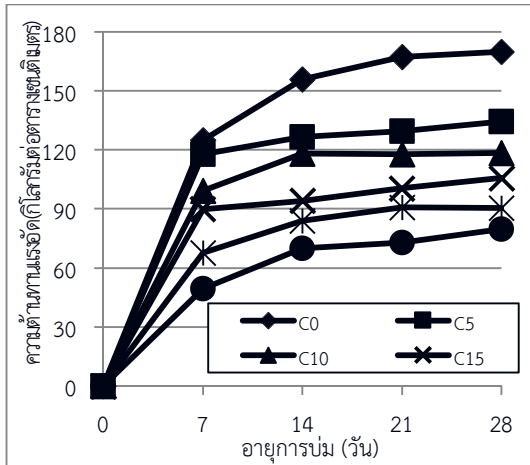
รูปที่ 11 การดูดซึมน้ำของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



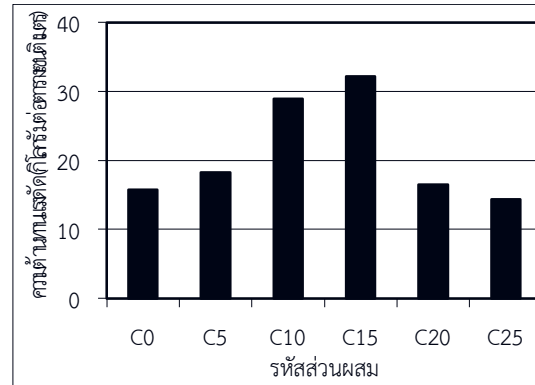
รูปที่ 12 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

6.4 ความต้านทานแรงอัด

สำหรับผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 13 พบว่า ความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารที่มีการผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณมาก จะมีค่าต่ำกว่าความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารที่มีการผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณน้อย หรือไม่มีการผสมเส้นใยมะพร้าวเลย เป็นผลมาจากเส้นใยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีผลต่อพื้นที่การรับแรงอัดที่ลดลง และทำให้ตัวอย่างเปลือกอาคารที่มีการผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณมากมีค่าความต้านทานแรงอัดต่ำดังกล่าว [8]



รูปที่ 13 ความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่มต่างๆ



รูปที่ 14 ความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

6.5 ความต้านทานแรงดัด

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 14 พบว่า การผสมเส้นใยมะพร้าวลงในแผ่นตัวอย่างเปลือกอาคาร มีผลช่วยให้ค่าความต้านทานแรงดัดเพิ่มมากขึ้นจากแผ่นตัวอย่างเปลือกอาคารที่ไม่มีการผสมเส้นใยมะพร้าว ทั้งนี้ เป็นผลมาจากเส้นใยมะพร้าวเป็นวัสดุเซลลูโลสที่สามารถรับแรงดึงให้แก่วัสดุเมื่อต้องรับแรงดัดได้ [10] อย่างไรก็ตาม หากผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไป หรือมากกว่าอัตราส่วน C15 จะทำให้ความต้านทานแรงดัดของตัวอย่างเปลือกอาคารลดลง โดยเป็นผลมาจากช่องว่างที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเปลือกอาคารเมื่อมีการผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณมากเกินไปนั้น ไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 15 [8, 11]



รูปที่ 15 ลักษณะเนื้อและช่องว่างของแผ่นตัวอย่างเปลือกอาคารที่วิบัติจากทดสอบความต้านทานแรงดัด

6.6 การใช้งานจริง

จากผลการทดสอบตัวอย่างเปลือกอาคารตามคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการใช้งานเป็นเปลือกอาคาร ได้แก่ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความต้านทานแรงอัด และความต้านทานแรงดัด ทำให้สามารถพิจารณาคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็นเปลือกอาคารในการทดสอบใช้งานจริง คือ อัตราส่วน C10 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยมะพร้าวมากพอสมควร มีความหนาแน่นที่ต่ำเพียง 1,582 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เบากว่าผนังคอนกรีต

ทั่วไปที่หนักถึง 2,400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร [8] มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.371 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ซึ่งมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าผนังทั่วไป ดูดซึมน้ำร้อยละ 17.31 โดยไม่เกินกว่าค่าที่คอนกรีตบล็อกก่อผนัง ตาม มอก.58-2533 กำหนดไว้คือไม่เกิน ร้อยละ 25 [4] นอกจากนี้ ยังเป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงอัดสูงถึง 118.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูงกว่าปูนฉาบทั่วไป ตาม มอก.1776-2542 [12] ที่กำหนดไว้คือ 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสูงกว่าคอนกรีตบล็อกก่อผนัง ตาม มอก.58-2533 คือ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร [4] และมีความต้านทานแรงดัด 28.88 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูงกว่าผนังปูนฉาบทั่วไปที่รับแรงดัดได้เพียง 15.79 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ด้วยเหตุนี้ จึงเลือกอัตราส่วน C10 สำหรับขึ้นรูปเป็นเปลือกอาคารในการขึ้นรูปต้นแบบต่อไป ส่วนผลการขึ้นรูปต้นแบบเปลือกอาคาร โดยนำโครงสร้างอาคารที่ขึ้นรูปแล้ว มาหล่อและฉาบเปลือกอาคาร พบว่า เปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว สามารถใช้งานเป็นผนังอาคารได้ดี ผนังมีความเรียบ ไม่แตกร้าว หล่อและฉาบได้ง่ายเช่นเดียวกับวัสดุจำพวกคอนกรีตทั่วไป ดังรูปที่ 16 ถึง 19

7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการ พบว่า เปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียด: เส้นใยมะพร้าว: น้ำยากันซึม: น้ำประปา เท่ากับ 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน C10) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้หล่อและฉาบเป็นเปลือกอาคารได้ดี โดยเปลือกอาคารที่ได้มีความหนาแน่นต่ำเพียง 1,582 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.371 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 17.31 ความต้านทานแรงอัด 118.47

กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดัด 28.88 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สามารถใช้งานเป็นผนังอาคารได้ดี ผนังมีความเรียบ ไม่แตกร้าว หล่อและฉาบได้ง่ายเช่นเดียวกับวัสดุจำพวกคอนกรีตทั่วไป สำหรับข้อเสนอแนะ ควรมีการนำส่วนผสมที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเชิงอุตสาหกรรม เพื่อลดต้นทุนค่างานเปลือกอาคาร และเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน



รูปที่ 16 อาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลมที่ฉาบ
เปื้อนดิน



รูปที่ 17 ด้านหน้าอาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลม
ก่อนทาสี



รูปที่ 18 การทำสีผนังอาคารสำเร็จรูปทรงกลม



รูปที่ 19 ด้านข้างอาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลม
หลังทาสี

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ
แผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Asasutjarit C, Hirunlabh J, Khedari J, Charoenvai S, Zeghamati B, Shin UC. Development of coconut coir-based lightweight cement board. Construction and Building Materials. 2007; 21(2): 277–288.
- [2] Office of the Higher Education Commission (OHEC). Development of light-weight materials from

coconut fiber, research and technology transfer project in coconut. Bangkok: Research Network: Lower Central, Office of the Higher Education Commission; 2004. (in Thai)

- [3] Weeranukul P, Suweero K. Development of cement boards from coconut shell ash for energy and environment conservation. KKU Engineering Journal. 2016; 43(S1): 173-175. (in Thai)
- [4] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.5 8 -1990: hollow non-load-bearing concrete masonry units. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1990. (in Thai)
- [5] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.378-1988: concrete floor tile. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1988. (in Thai)
- [6] American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for steady-state heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the guarded-hot-plate apparatus. Philadelphia: ASTM International; 2010.
- [7] Faherty KF, Williamson TG. Wood engineering and construction handbook. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.
- [8] Jindaprasert P, Jaturapitakkul C. Cement, pozzolan, and concrete. 7th ed. Bangkok: ACI Partners with

- Thailand Concrete Association;
2012. (in Thai)
- [9] Pakunworakij T, Puthipiroj P, Oonjittichai W, Tisavipat P. Thermal resistance efficiency of building insulation material from agricultural waste. Journal of Architectural/Planning Research and Studies. 2006; 3(4): 119-126. (in Thai)
- [10] Bledzki AK, Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibers. Progress in Polymer Science. 1999; 24: 221-274.
- [11] Padkhoa N. The production and study property of insulation wall light board from bagasse fiber for using in architecture work. Journal of Engineering, RMUTT. 2015; 13(2): 11-20. (in Thai)
- [12] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.1776-1999: dry mortar for plastering. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1999. (in Thai)