



วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชภัฏนครราชสีมา

Journal of Engineering, RMUTT

ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2562 www.engineer.rmutt.ac.th/journal Print : ISSN 1685-5280
Online : ISSN 2697-4339

การแยกเซลลูโลสและน้ำตาลรีดิวซ์จากสารละลายไฮโดรไลเซตของหญ้าเนเปียร์ด้วยกระบวนการเมมเบรน	1
Separation of Cellulose and Reducing Sugar from Napier Grass Hydrolyzate by Membrane Filtration	
• มินทิตา พิเชษฐพงศ์วิมุติ อธิระวัฒน์ เหมื่อนศรีชัย และจุไรวัลย์ รัตนพิสิฐ	
การปรับปรุงการกระจายสินค้าประเภทอะไหล่ยานยนต์จากประเทศผู้ผลิตไปยังตัวแทนจำหน่ายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	13
The Improvement of Automotive Spare Parts Distribution from Manufacturer Countries to Distributors in South East Asia	
• เว็ออาทกร ครูสง และกมลชนก สุทธิวานฤพุด	
การพัฒนาเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว	25
Development of Building Envelope Mixed with Coconut Fiber	
• กิตติพันธ์ บุญโตสิตร-กุล กิตติพงษ์ สุวิโร และปราโมทย์ วิชาบุฑู	
การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ผสมผสานด้วยการคิดเชิงออกแบบ ร่วมกับหลักการสอนแบบทริซเพื่อส่งเสริมทักษะแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของนิสิตนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต	37
Development of Blended Learning Model with Design Thinking and TRIZ Principles to Enhance Engineering Problem Solving Skills of Engineering Undergraduate Students	
• พิษรา วงศ์ตพา และเนาวนิตย์ สงคราม	
การพิจารณาค่าเฉลี่ยเป้าหมายสำหรับการผลิตปริมาณมากจากข้อกำหนด สำหรับการแจกแจงสามัญในวิศวกรรมโยธา	49
Determination of the Target Mean Values for Mass Production from the Specifications for Common Distributions in Civil Engineering	
• ก้อง กมลเสิศวรา และวินัย วยพรประเสริฐ	
การศึกษาระยะเทียบการรักษาระดับความชื้นของดิน และการป้องกันวัชพืชจากการใช้พิน้ำหนักที่มีด้วยเข็มปักเป็นวัสดุคลุมดิน กรณีศึกษาการเจริญเติบโตของแคนตาลูป	63
A Comparison Study on Soil Moisture and Protection of Weed using Needle Punch Nonwoven Mulch: A case Study for Planting of Cantaloupe	
• มินทาสันต์ ชวัญข้าว สมนึก สัจจัญญ และจักรกฤษณ์ เจริญใจ	
การศึกษาแนวทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องนวดกระสอบนำตาลทรายในขั้นตอนการลำเลียงกระสอบขึ้นรถบรรทุก	75
A Study of Design and Development Guidelines for Sugar Sack-Threshing Machine on Process of Sacks Transport into a Truck	
• ญานัญญิณี จันทร์วิเชียร และเชิดพงษ์ เขียวชาญวัฒนา	
การศึกษาอัตราเร็วรอบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนด้วยการควบคุมตำแหน่งของลิ้นควบคุมอัตราเร็วเดินเบา	87
Study of Gasoline Engine Speed by Controlling Position of Idle Speed Control Valve	
• เอกนรงค์ โจียงค์	
การออกแบบและสร้างเครื่องแยกน้ำและน้ำมันในกระบวนการผลิตแคหมูไร้มัน	99
Design and Construction of Water and Oil Removal Machine for Pork Snack Production	
• มานพ แยมแพง	
กำลังอัดและความต้านทานการแทรกซึมคลอไรด์ของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยและผงหินปูน และใช้เถ้าหินแทนที่บางส่วนของมวลรวมละเอียด	113
Compressive Strength and Chloride Penetration Resistance of Concrete with Fly Ash, Limestone Powder and Partial Replacement of Fine Aggregate by Bottom Ash	
• ศิระ อากนัท และภาวิชัย สำราญวานิช	
เครื่องเทอร์โมฟอร์มมิ่งสำหรับขึ้นรูปภาชนะบรรจุข้าวเหนียว	127
Thermoforming Machine for Produced of the Kaotan Packaging	
• กนต์ธีร์ สุขตงกจันทร์ นายดอน วิสา คำ และนเรศ อินดิวงศ์	
ผลของอุณหภูมิและการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษากระบวบสดตัดแต่ง	139
Effects of Temperature and Modified Atmosphere Packaging (MAP) on Storage Life of Fresh Cut Lotus Root	
• สุณีน ปานสาคร และจตุรงค์ สังภาพินธุ์	
สมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งที่เหมาะสมของพพลับ	151
Drying Kinetics Equations of Persimmons Fruits	
• ศิวะ อัจฉริยวิริยะ อารีย์ อัจฉริยวิริยะ และธนิต ฤกษ์จิตรชัย	
อิทธิพลของรูปร่างเครื่องมือตัดในงานกลึงเหล็กกล้าคาร์บอน S50C ปราศจากสารหล่อเย็นสำหรับการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	163
The Influence of Cutting Tool Geometry in a Dry Turning Operation of Carbon Steel (S50C) in Automotive Parts Production	
• ไพศลา ทองสงค์ ศิริชัย ต่อสกุล พันธุ์พงษ์ คงพันธุ์ และประจักษ์ อ่างบุญฤ	
อิทธิพลของอุณหภูมิระหว่างเกี่ยวเชื่อมต่อสมบัติของโลหะเชื่อมพอกแข็งบนพื้นผิวโค้งเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง JIS-S50C	173
Interpass Temperature Affecting Hard-faced Weld Metal Properties on JIS-S50C Medium Carbon Steel Curve Surface	
• สุรัตน์ ตริยวนพงค์ ปราโมทย์ พูนเกษม และกิตติพงษ์ กิมพงษ์	
อินเวอร์เตอร์หลายระดับแบบที่ 19 ระดับ 3 เฟส ที่มีความเพี้ยนฮาร์มอนิกที่	183
3-phase 19-level T-type Multilevel Inverter Based Low Total Harmonic Distortion	
• ไพโรจน์ ทองประศรี	

การพัฒนาเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว

กิตติพันธ์ บุญโตสิทธะกุล¹ กิตติพงษ์ สุวีโร^{2*} และปราโมทย์ วีรานุกุล³
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.

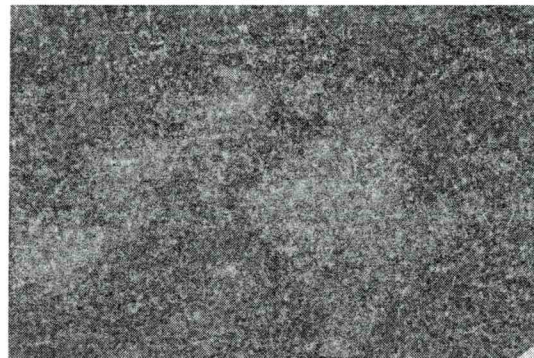
Keywords: building envelope, coconut fiber, thermal conductivity, bending strength

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

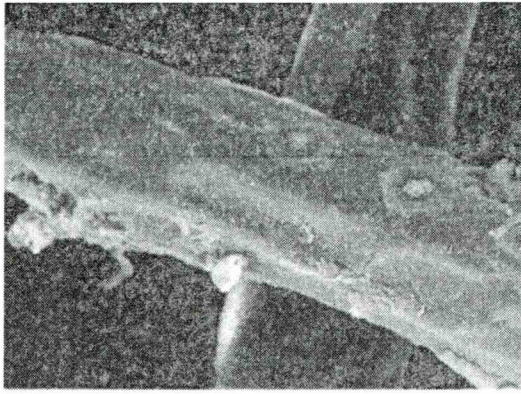
เปลือกอาคาร (Building Envelope) เป็นส่วนประกอบภายนอกของอาคารที่ต้องสัมผัสและป้องกันผู้อยู่อาศัยจากสภาวะแวดล้อมจากหน้าที่ของเปลือกอาคารดังกล่าว ทำให้การพัฒนาเปลือกอาคารมีผลโดยตรงต่อการใช้งานหรือการอยู่อาศัย ทั้งนี้ เปลือกอาคารโดยทั่วไปขึ้นรูปมาจากมอร์ตาร์ (Mortar) หรือปูนซีเมนต์ผสมทราย น้ำ และน้ำยากันซึม 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 สี น้ำทาผนัง น้ำประปา แบบหล่อ ขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร แบบหล่อขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร เครื่องผสมปูน แผ่นไม้ัดสำหรับหล่อเปลือกอาคาร หนา 4 มิลลิเมตร เหล็กเส้นกลม RB เกรด SR24 ขนาด 6 มิลลิเมตร ตะแกรงเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.56 มิลลิเมตร ระยะห่าง 0.5 นิ้ว ชุดคอมพิวเตอร์ประมวลผล และเครื่องทดสอบบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine, UTM)



รูปที่ 1 เส้นใยมะพร้าว



รูปที่ 2 ภาพขยายเส้นใยมะพร้าวที่ส่องด้วย กล้อง SEM กำลังขยาย 1,000 เท่า

3. การออกแบบส่วนผสมของเปลือกอาคาร

ออกแบบส่วนผสมของเปลือกอาคาร ผสมเส้นใยมะพร้าว โดยการนำอัตราส่วนผสม ของปูนฉาบทั่วไป มาปรับปรุงคุณสมบัติด้วยเส้น ใยมะพร้าว จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

รหัส ส่วนผสม	ปูน ซีเมนต์	ทราย ละเอียด	เส้นใย มะพร้าว	น้ำยา กั้นซึม	น้ำ ประปะปา
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

ขึ้นรูปตัวอย่างเปลือกอาคารสำหรับ ทดสอบคุณสมบัติ จำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ ตัวอย่างขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร และ ตัวอย่างขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร โดยมี ขั้นตอนการขึ้นรูป เริ่มจากตวงส่วนผสมตามที่ ออกแบบ ทำการผสมส่วนผสมให้เข้ากัน เท ส่วนผสมลงในแบบหล่อ ถอดแบบหล่อ และบ่ม

ตัวอย่างเปลือกอาคารในอากาศ ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน

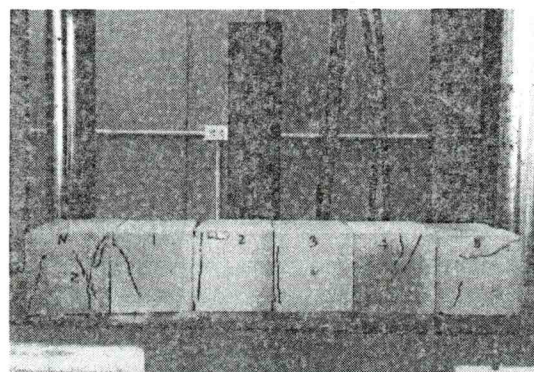
5. การทดสอบตัวอย่างเปลือกอาคาร

ทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างเปลือก อาคาร ซึ่งจำเป็นต่อการใช้งาน โดยใช้ตัวอย่าง ทดสอบ จำนวน 5 ก้อนต่อการทดสอบ ทำการ ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล เทียบเคียงกับวิธีการทดสอบของวัสดุเปลือก อาคารที่นิยมใช้ คือ คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับ น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่

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

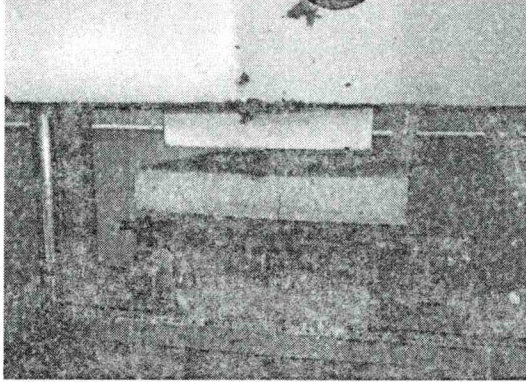
5.2) การดูดซึมน้ำ ที่อายุการบ่ม 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคาร ขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [4]

5.3) ความต้านทานแรงอัด ที่อายุการ บ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่าง เปลือกอาคาร ขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [4] ดังรูปที่ 3

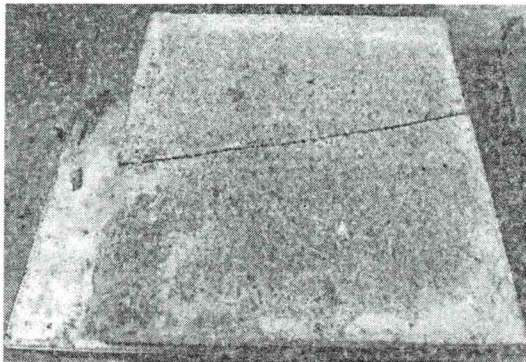


รูปที่ 3 ก้อนตัวอย่างเปลือกอาคารที่วิบัติจาก แรงอัดที่มีลักษณะเช่นเดียวกับคอนกรีตทั่วไป

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

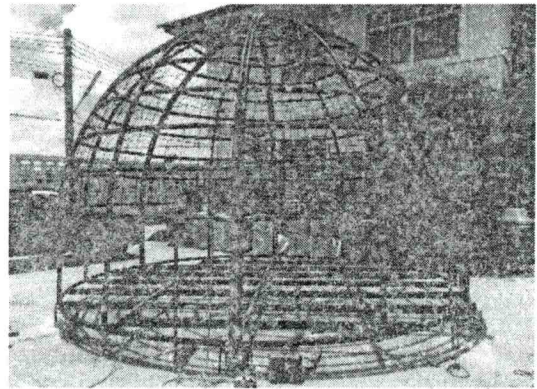
5.6) การใช้งานจริง โดยการหล่อและฉาบเปลือกอาคารลงบนโครงสร้างเหล็กรูปครึ่งทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เมตร สูง 3.5 เมตร พื้นที่ใช้สอย 19.635 ตารางเมตร (รูปที่ 6) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

5.6.1) คัดเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดจากตัวอย่างทดสอบ จำนวน 1 อัตราส่วน

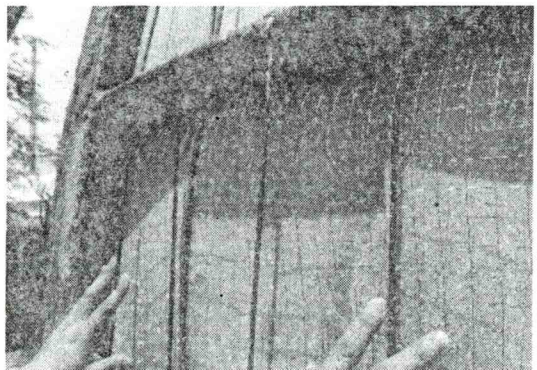
5.6.2) ติดตั้งเหล็กเส้นกลม ขนาด 6 มิลลิเมตร ในแนวตั้ง ทุกระยะ 10 เซนติเมตร

5.6.3) ติดตั้งแผ่นไม้อัด เป็นแบบหล่อ

5.6.4) ติดตั้งเหล็กตะแกรง เป็นเหล็กเสริมป้องกันการแตกร้าว ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 โครงสร้างอาคารสำเร็จรูปที่พร้อมสำหรับการหล่อและฉาบเปลือกอาคาร

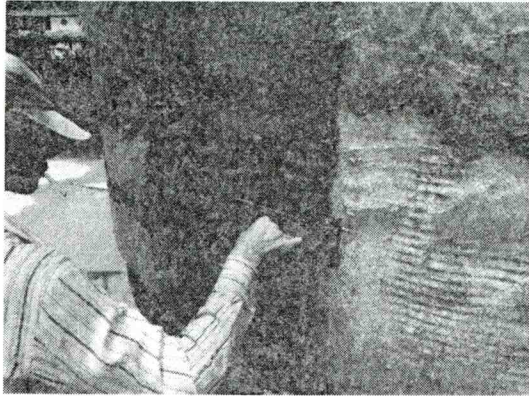


รูปที่ 7 การติดตั้งแผ่นไม้อัด เหล็กเส้นกลม และเหล็กตะแกรง สำหรับหล่อแผ่นเปลือกอาคาร

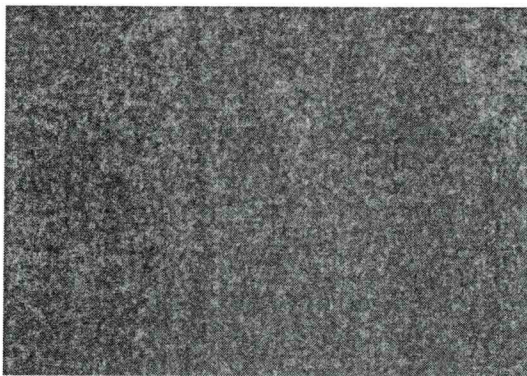
5.6.5) ตรวจสอบส่วนผสมตามที่คัดเลือก

5.6.6) ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน

5.6.7) ฉาบส่วนผสมในแบบหล่อ
ที่มีการติดตั้งตะแกรงเหล็กไว้ ดังรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 ฉาบส่วนผสมในแบบที่มีการติดตั้ง
ตะแกรงเหล็ก



รูปที่ 9 เลือกอาคารเบื้องต้นที่ผ่านการเทหล่อ

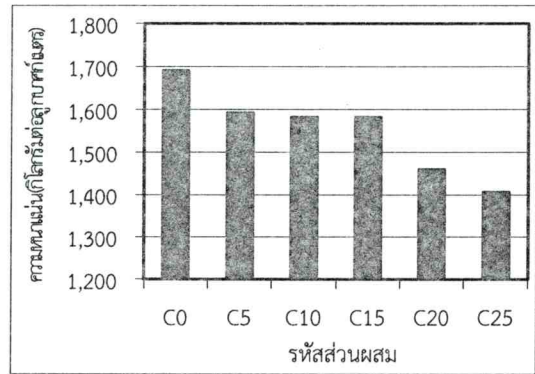
5.6.8) ฉาบเรียบและทาสีน้ำ
เลือกอาคารให้มีความสวยงามเรียบร้อย

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการทดสอบตัวอย่างเลือกอาคาร
ตามคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการใช้งานเป็นเลือกอ
อาคาร สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

6.1 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของ
ตัวอย่างเลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุ
การบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความหนาแน่นของตัวอย่างเลือกอ
อาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

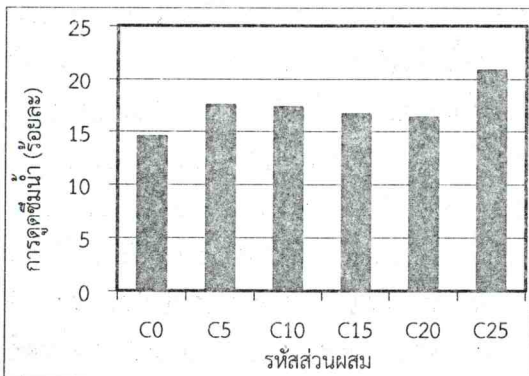
จากรูปที่ 10 พบว่า ความหนาแน่นของ
ตัวอย่างเลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวมีค่า
ลดต่ำลงเมื่อผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณที่เพิ่ม
มากขึ้น โดยตัวอย่างเลือกอาคารที่ไม่ผสมเส้น
ใยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) เป็นอัตราส่วนที่มี
ความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่าง
เลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวอัตราส่วน C5,
C10, C15, C20, และ C25 เป็นอัตราส่วนที่มี
ความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผล
มาจากค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยมะพร้าวที่
มีค่าเพียง 0.6 [7]

6.2 การดูดซึมน้ำ

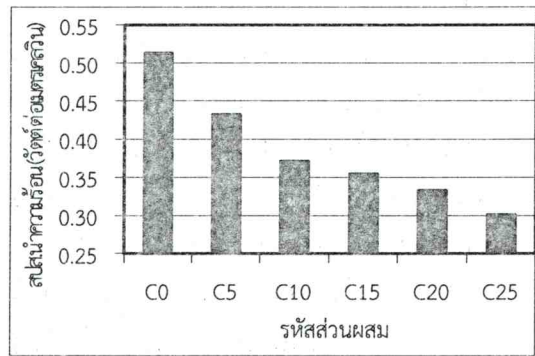
การดูดซึมน้ำของตัวอย่างเลือกอาคาร
ผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน
สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 11 พบว่า
ลักษณะเส้นใยมะพร้าวที่มีช่องว่างจากการเรียง
ตัว นอกจากจะมีผลต่อความหนาแน่นที่ลดลง
แล้ว ยังมีผลต่อการดูดซึมน้ำของตัวอย่างเลือกอ
อาคารที่เพิ่มมากขึ้น [8] โดยตัวอย่างเลือกอ
อาคารที่ไม่ผสมเส้นใยมะพร้าว (อัตราส่วน C0)
เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด และ
ตัวอย่างเลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าวมีการ
ดูดซึมน้ำที่สูงขึ้นใกล้เคียงกัน

6.3 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

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



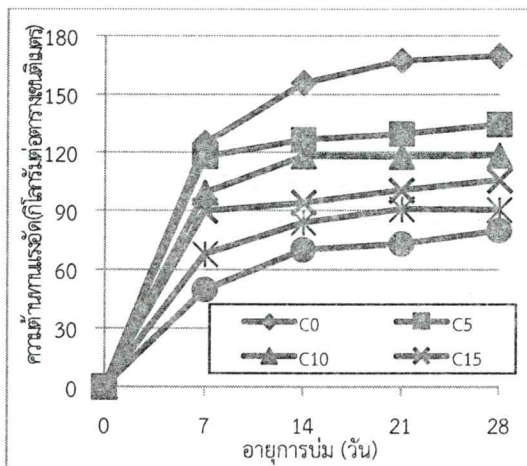
รูปที่ 11 การดูดซึมน้ำของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



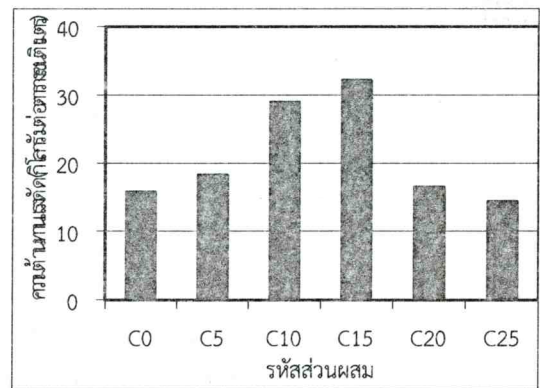
รูปที่ 12 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

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]



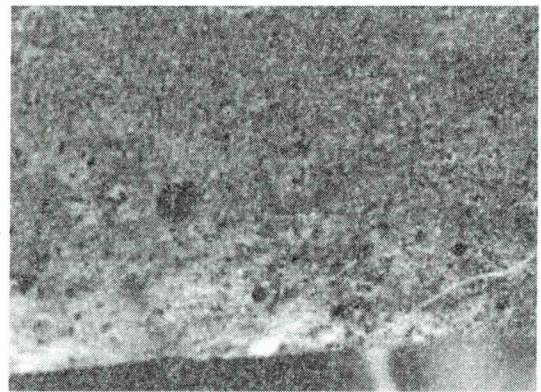
รูปที่ 13 ความต้านทานแรงอัดของตัวอย่างเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว ที่อายุการบ่มต่างๆ



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 โดยเป็นผลมาจากช่องว่างที่เกิดมากขึ้นภายในเนื้อเปลือกอาคารเมื่อมีการผสมเส้นใยมะพร้าวในปริมาณมากเกินไปนั้น ไม่สามารถรับแรงต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 15 [8, 11]



รูปที่ 15 ลักษณะเนื้อและช่องว่างของแผ่นตัวอย่างเปลือกอาคารที่วิบัติจากทดสอบความต้านทานแรงดัด

6.6 การใช้งานจริง

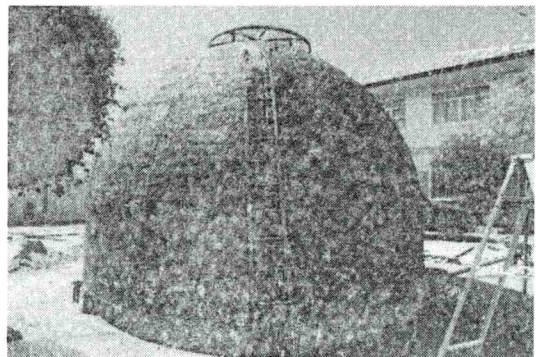
จากผลการทดสอบตัวอย่างเปลือกอาคารตามคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการใช้งานเป็นเปลือกอาคาร ได้แก่ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความต้านทานแรงอัด และความต้านทานแรงดัด ทำให้สามารถพิจารณาคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็นเปลือกอาคารในการทดสอบใช้งานจริง คือ อัตราส่วน C10 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยมะพร้าวมากพอสมควร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

ทั่วไปที่หนักถึง 2,400 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร [8] มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.371 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ซึ่งมีความเป็นฉนวน ป้องกันความร้อนที่ต่ำกว่าผนังทั่วไป ดูดซึมน้ำ ร้อยละ 17.31 โดยไม่เกินกว่าค่าที่คอนกรีต บล็อกก่อผนัง ตาม มอก.58-2533 กำหนดไว้ คือ ไม่เกิน ร้อยละ 25 [4] นอกจากนี้ ยังเป็น อัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงอัดสูงถึง 118.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูงกว่าปูนฉาบ ทั่วไป ตาม มอก.1776-2542 [12] ที่กำหนดไว้ คือ 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสูงกว่า คอนกรีตบล็อกก่อผนัง ตาม มอก.58-2533 คือ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร [4] และมีค่า ความต้านทานแรงดัด 28.88 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร สูงกว่าผนังปูนฉาบทั่วไปที่รับแรงดัด ได้เพียง 15.79 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ด้วยเหตุนี้ จึงเลือกอัตราส่วน C10 สำหรับขึ้นรูป เป็นเปลือกอาคารในการขึ้นรูปต้นแบบต่อไป ส่วนผลการขึ้นรูปต้นแบบเปลือกอาคาร โดยนำ โครงสร้างอาคารที่ขึ้นรูปแล้ว มาหล่อและฉาบ เปลือกอาคาร พบว่า เปลือกอาคารผสมเส้นใย มะพร้าว สามารถใช้งานเป็นผนังอาคารได้ดี ผนัง มีความเรียบ ไม่แตกร้าว หล่อและฉาบได้ง่าย เช่นเดียวกับวัสดุจำพวกคอนกรีตทั่วไป ดังรูปที่ 16 ถึง 19

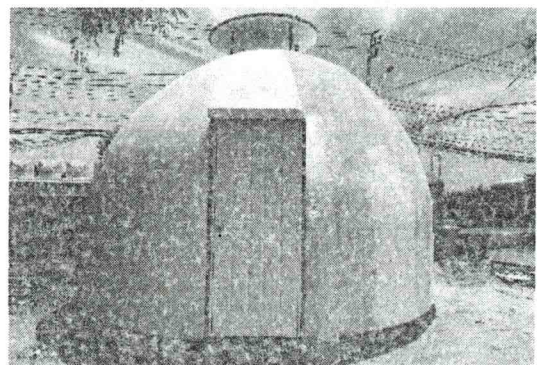
7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการ พบว่า เปลือก อาคารผสมเส้นใยมะพร้าวอัตราส่วนปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียด: เส้นใย มะพร้าว: น้ำยากันซึม: น้ำประปา เท่ากับ 1: 3: 0.1: 0.02: 0.5 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน C10) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้หล่อ และฉาบเป็นเปลือกอาคารได้ดี โดยเปลือก อาคารที่ได้มีความหนาแน่นต่ำเพียง 1,582 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สัมประสิทธิ์การนำ ความร้อน 0.371 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 17.31 ความต้านทานแรงอัด 118.47

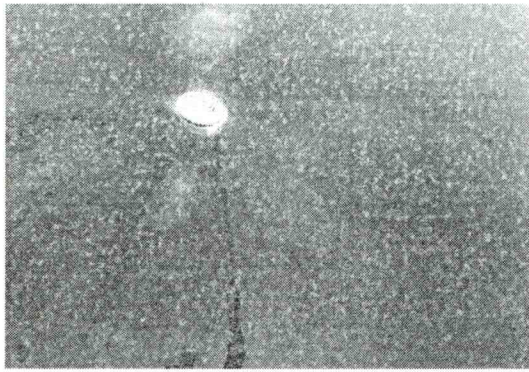
กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าความ ต้านทานแรงดัด 28.88 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร สามารถใช้งานเป็นผนังอาคารได้ดี ผนังมีความเรียบ ไม่แตกร้าว หล่อและฉาบได้ง่ายเช่นเดียวกับวัสดุจำพวกคอนกรีต ทั่วไป สำหรับข้อเสนอแนะ ควรมีการนำ ส่วนผสมที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการ ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปเชิงอุตสาหกรรม เพื่อลด ต้นทุนค่างานเปลือกอาคาร และเพิ่ม ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน



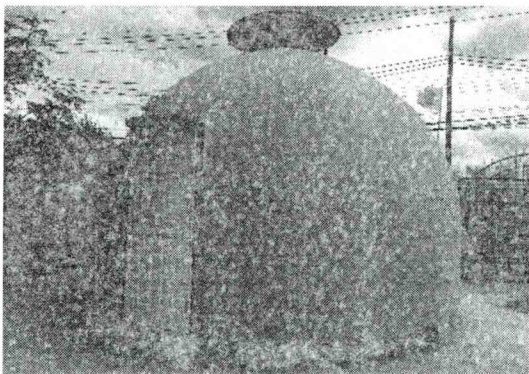
รูปที่ 16 อาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลมที่ฉาบ เป็องต้น



รูปที่ 17 ด้านหน้าอาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลม ก่อนทาสี



รูปที่ 18 การทำสีผนังอาคารสำเร็จรูปทรงกลม



รูปที่ 19 ด้านข้างอาคารสำเร็จรูปครึ่งทรงกลม
หลังทาสี

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Asasutjarit C, Hirunlabh J, Khedari J, Charoenvai S, Zeghmati 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)