ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน
Coconut Coir Ceiling Board Product with Thermal Insulation Property

ปราโมทย์ วีรานุกูล[1*] กิตติพงษ์ สุวีโร[2] และอิทธิ วีรานุกูล[3]
Pramot Weeranukul[1*] Kittipong Suweero[2] Itthi Weeranukul[3]
pramot.w@rmutp.ac.th[1*], kittipong.s@en.rmutt.ac.th[2], Itthi.w@rmutsb.ac.th[3]

[1*] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
[3] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Received: March 22, 2018
Revised: May 21, 2018
Accepted: August 20, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว โดยออกแบบอัตราส่วนยิปซัมปลาสเตอร์: ขุยมะพร้าว: โซเดียมซิลิเกต: น้ำประปา จำนวน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 1: 0: 1: 0.03, 1: 100: 1: 0.03, 1: 150: 1: 0.03, 1: 200: 1: 0.03, 1: 250: 1: 0.03 และ 1: 300: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานด้วยวิธีหล่อในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ทำการทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประกอบด้วย การทดสอบแรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน 1: 150: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวเหมาะสมที่สุด แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; แผ่นยิปซัม, ขุยมะพร้าว; ฉนวนป้องกันความร้อน; ชุมชนท้องถิ่น

Abstract

This research aims to develop the ceiling board mixed with coconut coir. The 5 ratios of gypsum plaster: coconut coir: sodium silicate: tap water are equal to 1: 0: 1: 0.03, 1: 100: 1: 0.03, 1: 150: 1: 0.03, 1: 200: 1: 0.03, 1: 250: 1: 0.03 และ 1: 300: 1: 0.03 by weight. The ceiling boards were produced by casting in normal temperature (30 – 35 degree of Celsius). The properties testing of ceiling board mixed with coconut coir followed the TIS 219-2009 standard (gypsum plasterboard) including: breaking load, nail pull resistance, deflection, water absorption, density, and thermal conductivity coefficient. From the results, 1: 150: 1: 0.03 is the most suitable ratio of ceiling board mixed with coconut coir. This developed ceiling boards can reduce the quantity of coconut coir waste and get the good thermal insulation ceiling board products.

Keywords: ceiling board; gypsum board; coconut coir; thermal insulation; local community

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มะพร้าว เป็นพืชนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก พื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิต 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กิโลกรัมต่อไร่ จากปริมาณผลผลิตของมะพร้าวข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากด้วย [1] ได้แก่ เส้นใยและขุยมะพร้าวที่ได้จากการแกะด้านในของเปลือกมะพร้าว วัสดุทั้ง 2 ชนิด เป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ เส้นใยมะพร้าว เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวๆ สามารถต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ ทนการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี [2] นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น เชือกและที่นอน เป็นต้น และขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท มีสมบัติเบา ทนแดด และทนฝน ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว ทำให้ขุยมะพร้าวเกือบทั้งหมดถูกทิ้งเป็นขยะหรือถูกเผา ก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม จากเหตุผลดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะนำขุยมะพร้าวมาผสมลงในแผ่น ฝ้าเพดานเพื่อพัฒนาคุณสมบัติด้านต่างๆ ได้แก่ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดาน โดยแผ่นฝ้าเพดาน (ceiling board) เป็นวัสดุตกแต่งอาคารสำหรับปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คาน โครงสร้าง และท่อน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย ปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน โดยมีการผสมเส้นใยสังเคราะห์ หรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบ และชนิดทีบาร์ [3] ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยกสิกรไทยได้ประเมินไว้ว่า กลุ่มผู้บริโภคและผู้รับเหมามีความต้องการวัสดุก่อสร้างที่มากขึ้นทุกปี ในปัจจุบันมีมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 997,500 – 1,015,900 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี [4] การผสมขุยมะพร้าวลงในแผ่นฝ้าเพดานนั้น นอกจากจะพัฒนาคุณสมบัติแล้ว ยังสามารถลดปริมาณการใช้ปูนยิปซัมและเส้นใยสังเคราะห์ที่มีต้นทุนสูงของแผ่นฝ้าเพดานลงได้ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ซึ่งวิสาหกิจชุมชนสามารถลงทุนได้ มีผลตอบแทนที่ดี และช่วยสร้างงาน สร้างรายได้สู่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว ซึ่งเป็นชุมชนฐานรากของประเทศ

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) น้ำประปา เครื่องผสมคอนกรีต ตะแกรงร่อนวัสดุ เครื่องชั่งน้ำหนัก แบบหล่อขนาด 60 x 60 x 0.9 เซนติเมตร แบบหล่อขนาด 30 x 30 x 0.9 เซนติเมตร ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine; UTM) เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 2

รูปที่ 1 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4

รูปที่ 2 เครื่องตัดเส้นใย

3. การออกแบบอัตราส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว จำนวน 6 อัตราส่วน โดยทำการเพิ่มขุยมะพร้าวมากขึ้น จากอัตราส่วนปูนยิปซัมปลาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าว เท่ากับ 1:0.100 ไปจนถึง 1:0.300 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนยิปซัมปาสเตอร์	ขุยมะพร้าว	น้ำประปา	สารเร่งการก่อตัว
C0	1	0	1	0.03
C100	1	0.100	1	0.03
C150	1	0.150	1	0.03
C200	1	0.200	1	0.03
C250	1	0.250	1	0.03
C300	1	0.300	1	0.03

4. การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

เริ่มจากย่อยและคัดขนาดขุยมะพร้าวให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร และความยาว 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร จากนั้นตวงปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต และน้ำประปา ตามอัตราส่วนที่ออกแบบ ทำการผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน แล้วจึงผสมปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว และน้ำประปาผสมสารเร่งการก่อตัว เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต เตรียมแบบหล่อให้สะอาด เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบและปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30–35 องศาเซลเซียส) ดังรูปที่ 3 จากนั้นบ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด ดังรูปที่ 4

รูปที่ 3 การเทส่วนผสมฝ้าเพดานลงในแบบหล่อ

รูปที่ 4 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่บ่มในอากาศ

5. การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชน น้ำประปาผสมสารเร่งการก่อตัวเข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] มาตรฐาน ASTM C 177 [6] และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู (รูปที่ 5) การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ ได้แก่ การดูดซึมน้ำ และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ จำนวน 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วน ต่อการทดสอบ (กรณีการทดสอบที่ต้องตัดชิ้นทดสอบให้ดำเนินการตัดบริเวณกึ่งกลาง ซ้ายบน ขวาบน ซ้ายล่าง และขวาล่างของแผ่นตัวอย่าง)

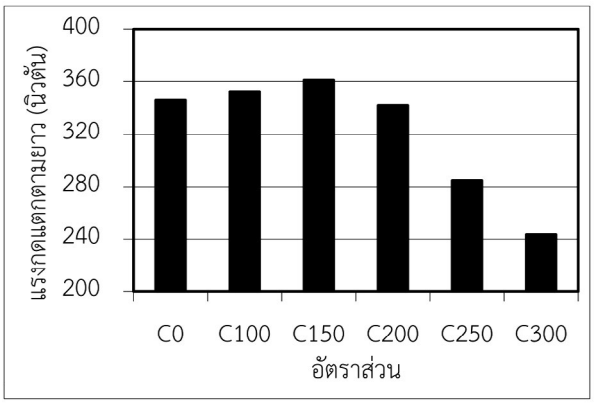
รูปที่ 5 การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว

6. ผลการทดสอบ

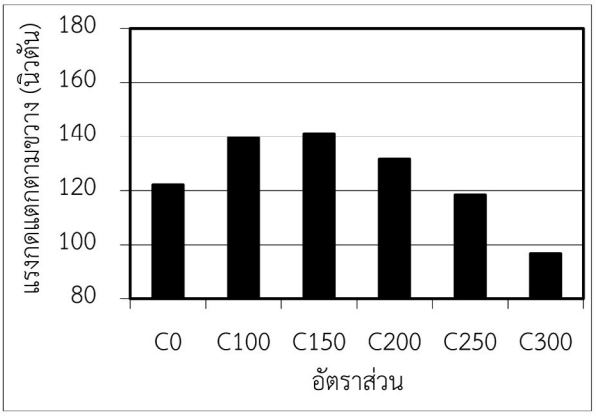
จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางกลของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่มีท้องถิ่นตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

6.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

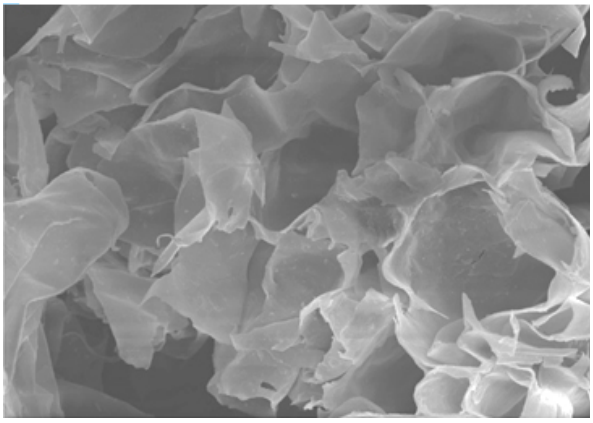


รูปที่ 7 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

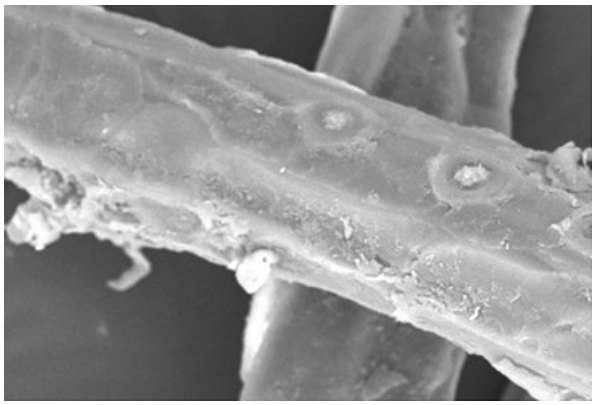
จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 6 และ 7 พบว่าปริมาณของขุยมะพร้าวที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมปลาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าว เท่ากับ 1:0.150 หรืออัตราส่วน C150 รองลงมาคือ อัตราส่วน C100 อัตราส่วน C200 อัตราส่วน C0 อัตราส่วน C250 และอัตราส่วน C300 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุดตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขุยมะพร้าวมีส่วนที่เป็นเส้นใยเซลลูโลสซึ่งมีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดี ดังภาพขยายขุยมะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยายต่างๆ ในรูปที่ 8 และ 9 ทำให้เมื่อผสมลงในยิปซัมปลาสเตอร์แล้วจะสามารถช่วยพัฒนาคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขุยมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้ปริมาณปูนยิปซัมปลาสเตอร์น้อยเกินกว่าจะเชื่อมประสานขุยมะพร้าวและส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นแผ่นฝ้าเพดานที่แข็งแรงได้ [7] เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5]

6.2 แรงต้านทานการดึงตะปู

มาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] กำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นฝ้าเพดาน ต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ซึ่งจะช่วยให้แผ่นยิปซัมสามารถใช้งานได้หลากหลายและคงทน จากรูปที่ 10 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน C0, C100 และ C150 ทั้ง 3 อัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐานที่กำหนด โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว จะสามารถรับแรงดึงตะปูได้มากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C150, C100, C200, C250 และ C300 เป็นอัตราส่วนที่รับแรงดึงตะปูได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูงและมีน้ำหนักเบา ทำให้เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวแล้ว จะทำให้เนื้อของแผ่นฝ้าเพดานมีความหนาแน่นลดน้อยลง และมีแรงต้านทานการดึงตะปูที่ต่ำลง [8]

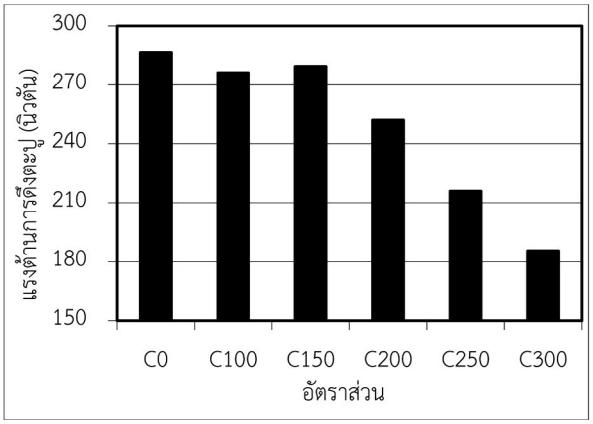


รูปที่ 8 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้อง SEM กำลังขยาย 500 เท่า

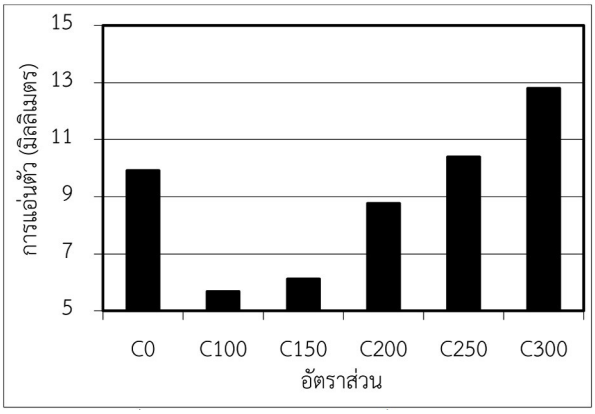


รูปที่ 9 ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้อง SEM กำลังขยาย 1,000 เท่า

เพดานที่มากเกินไป จะทำให้ความสามารถในการเชื่อมประสานของแผ่นฝ้าเพดานลดลง และมีการแอ่นตัวที่มากขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดสอบแรงกดแตกและแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว [7] ทั้งนี้ ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] กำหนดให้การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแอ่นตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเพียงแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C300 เท่านั้น ที่ไม่ผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด



รูปที่ 10 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



รูปที่ 11 การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

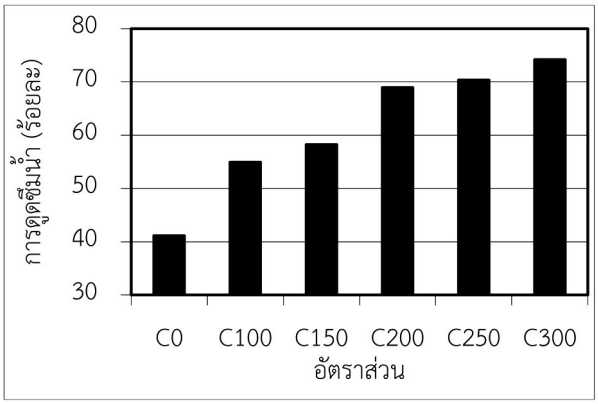
6.3 การแอ่นตัว

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานทั้งที่ผสมและไม่ผสมขุยมะพร้าว ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] ดังรูปที่ 11 พบว่าแผ่นฝ้าเพดานที่ผสมขุยมะพร้าวในปริมาณน้อยหรือไม่มากจนเกินไป จะมีการแอ่นตัวที่ต่ำกว่าแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว และแผ่นฝ้าเพดานที่ผสมขุยมะพร้าวมากกว่าอัตราส่วน C200 ขึ้นไป ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการรับแรงดึงของขุยมะพร้าวที่ดี อย่างไรก็ตาม การผสมขุยมะพร้าวลงในแผ่นฝ้า

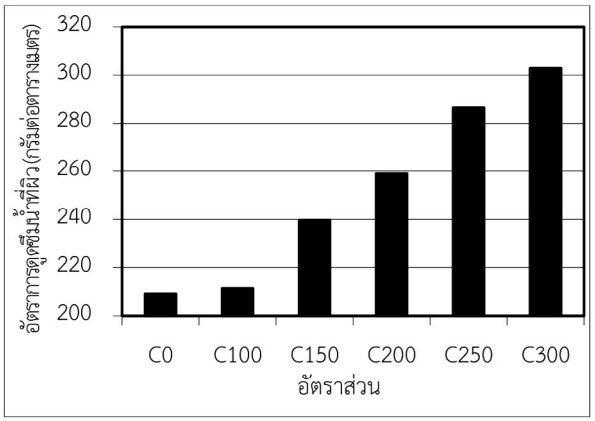
6.4 การดูดซึมน้ำ

จากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างในเนื้อค่อนข้างมาก (รูปที่ 8) เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานจึงทำให้มีผลต่อพฤติกรรมการดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่เพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 12 และ 13 โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าวเป็นอัตราส่วน ที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด รองลงมาคือแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C100, C150, C200, C250 และ C300 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึม

น้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม [5] พบว่า มาตรฐานดังกล่าวจะกำหนดให้แผ่นยิปซัม เฉพาะประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยต่อไปจะมีการปรับปรุงค่าการดูดซึมน้ำให้ต่ำลง และผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่พัฒนานี้ ยังคงสามารถผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมประเภทไม่ทนความชื้นตามมาตรฐานนี้ได้



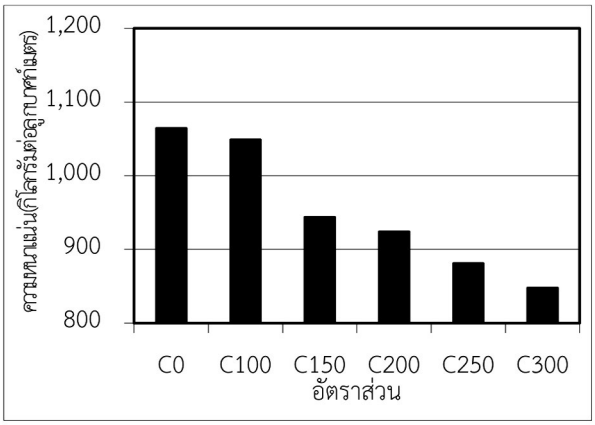
รูปที่ 12 การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



รูปที่ 13 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

6.5 ความหนาแน่น

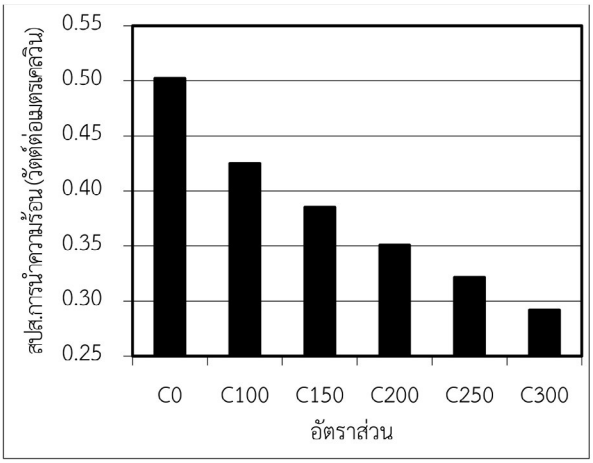
ผลกระทบของปริมาณขุยมะพร้าวที่มีต่อความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานในรูปที่ 14 พบว่า นอกจากลักษณะช่องว่างของขุยมะพร้าว (รูปที่ 8) จะมีผลต่อการดูดซึมน้ำแล้ว ยังมีผลต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมอีกด้วย โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) จะมีความหนาแน่นสูงที่สุด เท่ากับ 1,064.20 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C100 เท่ากับ 1,049.38 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, C150 เท่ากับ 943.21 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, C200 เท่ากับ 923.46 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, C250 เท่ากับ 881.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ C300 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด เท่ากับ 846.91 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุจำพวกเซลลูโลสของขุยมะพร้าวที่มีค่าเพียง 0.6 [9] ในขณะที่ยิปซัมปลาสเตอร์จะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่า



รูปที่ 14 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

6.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเป็นการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนจากหลังคาเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 15 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานที่มีปริมาณขุยมะพร้าวมากที่สุด คือ อัตราส่วน C300 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด เท่ากับ 0.292 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน รองลงมาคือ อัตราส่วน C250 เท่ากับ 0.321 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน อัตราส่วน C200 เท่ากับ 0.351 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน อัตราส่วน C150 เท่ากับ 0.385 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน อัตราส่วน C100 เท่ากับ 0.425 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน และอัตราส่วน C0 เท่ากับ 0.502 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างมากจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง [10]



รูปที่ 15 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ

คุณสมบัติ	C0	C100	C150	C200	C250	C300
แรงกดแตกตามยาว (N)	346.11	352.18	361.30	342.09	284.82	243.55
แรงกดแตกตามขวาง (N)	122.18	139.44	141.09	131.65	118.37	96.78
แรงต้านทานการดึงตะปู (N)	286.30	276.09	279.41	252.28	216.01	185.66
การแอ่นตัว (mm)	9.91	5.67	6.11	8.77	10.39	12.81
การดูดซึมน้ำ (%)	41.10	54.92	58.22	68.94	70.35	74.17
อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว (g/m^2)	209.32	211.54	239.71	259.05	286.41	302.81
ความหนาแน่น (kg/m^3)	1,064.20	1,049.38	943.21	923.46	881.02	846.91
สปส.การนำความร้อน (w/m.K)	0.502	0.425	0.385	0.351	0.321	0.292

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐาน 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวสามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว ประเภทไม่ทนความชื้น คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมปลาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อน้ำประปาต่อสารโซเดียมซิลิเกต เท่ากับ 1: 0.150: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน C150) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 356 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 141.09 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 279.41 นิวตัน การแอ่นตัว 6.11 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 943.21 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.385 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวให้มีสมบัติผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น และทนไฟ โดยการเพิ่มน้ำยางธรรมชาติและสารตัวเติมต่างๆ เข้าไป เพื่อให้ได้แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานได้

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the Higher Education Commission. Development of Light-weight Materials from Coconut Fiber, Project of Research and Technology Transfer of Coconut. Bangkok: Research Network in Lower Central of Thailand, Office of the Higher Education Commission; 2004. (in Thai)

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

[3] Khamput P., Rungthongbaisuree S., Deeboonno S., and Srisinhorm S. Development of Cement Roof Tile and Ceiling Board by Using Natural Rubber for Reducing the Indoor Temperature. Pathum Thani: Raja mangala University of Technology Thanyaburi; 2009. (in Thai)

[4] Kasikorn Research Center. Real Estate Trend. [Internet]. 2012 [cited 2012 Sep 4]. Available from : https://www.kasikorn research.com/th/k-econanalysis/pages/ ViewSummary.aspx?docid=31781 (in Thai)

[5] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai Industrial Standard No.219-2009: Gypsum Board. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 2009. (in Thai)

[6] American Society for Testing and Materials (ASTM). Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia: American Society for Testing and Materials; 2012.

[7] Jindaprasert P. and Jaturapitakkul C. Cement, Pozzolan, and Concrete. 7th ed. Bangkok: ACI Partners with Thailand Concrete Association; 2012. (in Thai)

[8] Bledzki, A.K. and Gassan, J.. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science. 1999; 24: 221-274.

[9] Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G.. Wood Engineering and Construction Handbook. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.

[10] Pakunworakij T., Puthipiroj P., Oonjitti-chai W. and Tisavipat P. Thermal resistance efficiency of building insulation material fromagricultural waste. Journal of Architectural/ Planning Research and Studies. 2006; 3(4): 119-126. (in Thai)