



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ
และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น
Coconut Coir Ceiling Board Product with Water Resistance and
Thermal Insulation Property for Local Communities

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล
ว่าที่ร้อยเอก ดร.กิตติพงษ์ สุวีโร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี 2560
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว โดยออกแบบอัตราส่วนยิปซัม ปลายเตอร์: 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 แรงต้านทานการดิ่งตะปู การแอมตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน 1: 150: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวเหมาะสมที่สุด แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; 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; coconut coir; thermal insulation; local community

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 แผ่นยิปซัม	4
2.2 ประเภทของแผ่นยิปซัม	4
2.3 วัตถุประสงค์ในการผลิตแผ่นยิปซัม	5
2.4 กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม	5
2.5 การติดตั้งใช้งานแผ่นยิปซัม	6
2.6 เส้นใยธรรมชาติ	6
2.7 มะพร้าว	7
2.8 ชูยมะพร้าว	7
2.9 สมมติฐาน	8
2.10 กรอบแนวความคิด	8
2.11 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	13
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	13
3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม	15
3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน	15
3.4 การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	21
4.1 แรกกดแตก	21
4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู	24
4.3 การแอ่นตัว	24
4.4 การดูดซึมน้ำ	25
4.5 ความหนาแน่น	27
4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	28
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	29
5.1 สรุปผล	29
5.2 ข้อเสนอแนะ	29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552	
ข บทความสำหรับเผยแพร่	
ค หนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์	



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ชুমะพร้าว	1
1.2	การใช้ประโยชน์แผ่นผ้าเพดานในอาคาร	2
2.1	กรอบแนวความคิดของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน	9
3.1	ปูนยิปซัมพลาสติก	13
3.2	ชুমะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร	13
3.3	สารละลายโซเดียมซิลิเกต	14
3.4	เครื่องตัดเส้นใย	14
3.5	เครื่องตัดเส้นใยที่มีการติดตั้งตะแกรง	15
3.6	ตะแกรงสำหรับเครื่องตัดเส้นใย	15
3.7	การทวงสารโซเดียมซิลิเกต	16
3.8	การผสมสารโซเดียมซิลิเกตเข้ากับน้ำประปา	16
3.9	การผสมชুমะพร้าวเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ	16
3.10	การเทส่วนผสมผ้าเพดานลงในแบบหล่อ	17
3.11	การปาดส่วนผสมผ้าเพดานในแบบหล่อให้เรียบ	17
3.12	ผ้าเพดานในแบบหล่อนก่อนการถอดแบบ	17
3.13	แผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าวที่บ่มในอากาศ	18
3.14	การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าว	18
3.15	การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าว	19
3.16	การทดสอบการแอนตัวของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าว	19
3.17	การแช่แผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าวลงในน้ำเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ	19
3.18	การอบแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าวในตู้อบเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ	20
3.19	การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าว	20
3.20	การชั่งน้ำหนักเพื่อทดสอบความหนาแน่นของแผ่นผ้าเพดานชুমะพร้าว	20
4.1	แรงกดแตกตามยาวของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	21
4.2	แรงกดแตกตามขวางของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	22
4.3	ภาพขยายชুমะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า	23
4.4	ภาพขยายชুমะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า	23
4.5	ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในชুমะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า	23
4.6	แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	24
4.7	การแอนตัวของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	25
4.8	การดูดซึมน้ำของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	26
4.9	อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	26
4.10	ความหนาแน่นของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	27
4.11	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน	28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)	7
3.1	อัตราส่วนผสมของแผ่นผ้าเปตานผสมขุยมะพร้าวโดยน้ำหนัก	15



บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

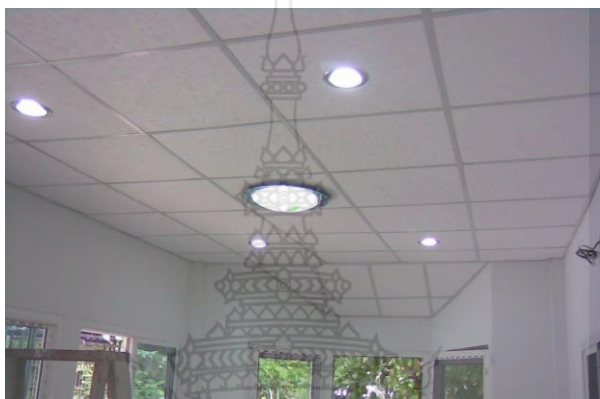
มะพร้าว เป็นพืชนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา พื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กก./ไร่ ปริมาณที่ใช้ภายในประเทศ ประมาณ 1,080 ล้านผล การส่งออกในรูปมะพร้าวแห้ง ปริมาณ 1,566 ตัน มูลค่า 277 ล้านบาท การนำเข้า ในรูปมะพร้าวแห้ง 51 ตัน มูลค่า 2.3 ล้านบาท สามารถใช้บริโภคทั้งอาหารคาวและหวาน จากการสำรวจพบว่า ประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าว ประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ทำให้ปีหนึ่งมีการใช้ผลมะพร้าวประมาณ 1,170 ล้านผล หรือประมาณ ร้อยละ 65 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ ร้อยละ 35 ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 630 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไป คิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 3,200 ล้านบาท จากการที่มะพร้าวมีผลผลิตมากมายดังกล่าวในข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากตามไปด้วย (สกอ., 2547) หนึ่งในนั้น คือ เส้นใยและขุยมะพร้าวที่ได้จากการแกะด้านในของเปลือกมะพร้าว วัสดุทั้ง 2 ชนิด เป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ เส้นใยมะพร้าว เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวๆ สามารถต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ ทนการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี (Asasutjarit et al., 2007) นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น เชือกและที่นอน เป็นต้น ขุยมะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท มีสมบัติเบา ทนแดด และทนฝน ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว ทำให้ขุยมะพร้าวเกือบทั้งหมด ถูกทิ้งเป็นขยะหรือถูกเผาก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม



รูปที่ 1.1 ขุยมะพร้าว

แผ่นฝ้าเพดาน (ceiling board) เป็นวัสดุตกแต่งอาคารเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คานโครงสร้าง และท่อน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย ปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน โดยมีการผสมเส้นใยสังเคราะห์ หรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบ และชนิดทีบาร์ (ประชุม และคณะ, 2552) ทั้งนี้ วัสดุดังกล่าวเป็นที่ต้องการของ

ตลาดมาก ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนท้องถิ่น เนื่องจากความต้องการความสวยงาม และความสะอาดของอาคาร มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นปีละ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยกสิกรไทย ประเมินไว้ว่า มูลค่าลงทุนด้านก่อสร้างในปัจจุบัน จะอยู่ที่ประมาณ 997,500 – 1,015,900 ล้านบาท ผนวกกับการขยายตัวของกิจกรรมการค้าชายแดน โดยเฉพาะกลุ่ม CLM (สปป.ลาว เมียนมาร์ และกัมพูชา)ที่กำลังพัฒนาเมือง และโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศ จะส่งผลให้ทั้งกลุ่มผู้บริโภคและผู้รับเหมามีความต้องการวัสดุก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้ สินค้าวัสดุก่อสร้างของไทย ก็ได้รับการยอมรับในกลุ่มประเทศเหล่านี้ ด้วยเหตุที่มีคุณภาพ หลากหลาย และบริการดี ด้วยเหตุจากทั้งสองปัจจัยข้างต้น จึงผลักดันให้ตลาดวัสดุก่อสร้างภายในประเทศเติบโตต่อเนื่อง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556)



รูปที่ 1.2 การใช้ประโยชน์แผ่นฝ้าเพดานในอาคาร

การนำขุยมะพร้าวที่มีน้ำหนักเบา ทนแดด ทนฝน และนำความร้อนต่ำ มาเป็นส่วนผสมในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสมบัติด้านน้ำหนัก แข็งแรง คงทน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดาน รวมทั้งสามารถลดปริมาณการใช้ปูนยิปซัมและเส้นใยสังเคราะห์ที่มีต้นทุนสูงของแผ่นฝ้าเพดานลงได้ สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เป็นการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดาน ขนาดมาตรฐาน 60 x 60 เซนติเมตร โดยให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ต้นทุนการผลิต และที่สำคัญต้องผลิตได้ในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กที่ผลิตได้ภายในประเทศ

ดังนั้น โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” จึงเป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการของตลาดมาก วิสาหกิจชุมชนสามารถลงทุนต่ำ และมีผลตอบแทนที่ดี ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว ซึ่งเป็นชุมชนฐานรากของประเทศอย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

1.2.2 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ใช้ปูนยิปซัมปลาสเตอร์ (Gypsum plaster) เป็นสารเชื่อมประสานในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.2 ใช้ขุยมะพร้าว เป็นมวลรวมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.3 ใช้สารโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) เป็นสารเร่งการก่อตัวในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.4 ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว จำนวนไม่น้อยกว่า 5 อัตราส่วน

1.3.5 ใช้เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร และ 60 x 60 เซนติเมตร หนา 9 มิลลิเมตร ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน สำหรับทำการทดสอบสมบัติต่างๆ และเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน (เหมาะสำหรับกระบวนการผลิตในรูปแบบวิสาหกิจชุมชน)

1.3.6 ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เรื่องแผ่นยิปซัม (มอก.219-2552) (สมอ., 2552) ในการทดสอบสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

1.4.2 ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่กลุ่มเป้าหมาย



บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” มีรายละเอียดของทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิด ดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นยิปซัม

แผ่นยิปซัม หรือฝ้าเพดานยิปซัม หมายถึง แผ่นซึ่งประกอบด้วยสารผสม มีปูนยิปซัม (gypsum plaster) เปน ส่วนใหญ่ ไซเปนไฮดรอกไซด์หรือซิลิกาหรือคาร์บอนหรือวัสดุอื่น ๆ และ/หรืออาจมีวัสดุเพิ่มคุณภาพเคลือบผิวด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน ไฮดรอกไซด์หรือปูน (cellular) และ อาจผสมด้วยเส้นใยหรือเพิ่มวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ กระจกสำหรับแผ่นยิปซัม (gypsum liner board) หมายถึง กระจกที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการประกอบแผ่นยิปซัม ผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน (post-consumer waste) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียหรือผานการใช้งาน วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต (post-industrial waste) หมายถึง วัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตหรือการแปรรูปภายในโรงงานจนถึงมือผู้บริโภค (จิระวัฒน์ และคณะ, 2551)

2.2 ประเภทของแผ่นยิปซัม

ประเภทของแผ่นยิปซัม แผ่นยิปซัมเป็นวัสดุแผ่นเรียบ ผลิตขึ้นด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัยเหมาะสำหรับใช้ทำฝ้าเพดาน และฝ้าผนังของอาคารทุกชนิด เพราะไม่เพียงแต่จะเป็นวัสดุแผ่นเรียบที่สวยงาม ง่ายต่อการตกแต่ง กันรอน กันเสียง กันไฟ ไม่ยืดหดตัว ติดตั้งตัดแปลงแก้ไขง่าย ประหยัด และไม่เปื้อนพิษ เมื่อเกิดไฟเผาด้วยอุณหภูมิสูงจะไม่เกิดพิษที่เป็นอันตรายต่อชีวิต

1) แผ่นยิปซัม แบ่งออกเป็นหลายประเภทที่สำคัญ คือ

1.1) แผ่นยิปซัมมาตรฐาน ใช้สำหรับงานฝ้าเพดานและฝ้าผนังทั่วไป เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานที่เน้นการตกแต่ง เรียบเนียน สวยงาม ทนสมัย สามารถทำเป็นฝ้าหลุม ผงดวงไฟ งานผนังภายในที่ต้องการความแข็งแรง น้ำหนักเบา ช่วยประหยัดงานโครงสร้างและฐานราก

1.2) แผ่นยิปซัมทนชื้น ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง เช่น ฝ้าเพดานห้องน้ำ ห้องครัว ชายคา และโรงรถ ผนังห้องน้ำบริเวณแห้ง โดยบุกระเบื้องทับผิวแผ่นยิปซัมทนชื้นร่วมกับระบบกันซึม

1.3) แผ่นยิปซัมป้องกันความร้อน ใช้ในบริเวณฝ้าเพดานสวนที่ติดหลังคา หองใต้ชั้นดาดฟ้า และกรุผนังด้านในเพื่อช่วยสะท้อนรังสีความร้อน และป้องกันหยดน้ำซึมจากการควบแน่นของไอน้ำในอากาศ (4) แผ่นยิปซัมทนไฟ ใช้สำหรับทำระบบป้องกันไฟ ตั้งแต่ 1/2 - 4 ชั่วโมง เช่น ผนังภายในอาคารสูง อาคารสำนักงาน โรงแรม ทางหนีไฟ ของลิฟต์ และใช้หุ้มโครงสร้างเหล็กและบริเวณที่ต้องการอัตราการทนไฟสูง นอกจากนี้แผ่นยิปซัมได้พัฒนาเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เหมาะตามลักษณะการใช้และความต้องการของลูกค้า เช่น แผ่นยิปซัมทนกระแทก แผ่นยิปซัมกันเสียง แผ่นยิปซัมดูดซับเสียง เป็นต้น

2) แผ่นยิปซัมแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1) ชนิดขอบเรียบ เหมาะสำหรับนำไปติดตั้งและใช้งานแบบเวรตรง และตัดเป็นแผ่นเล็ก เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานที่บาร์

2.2) ชนิดขอบลาด เหมาะสำหรับใช้งานที่มีการฉาบรอยต่อบริเวณขอบแผ่นยิปซัมให้เป็นพื้นเดียวกัน เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานฉาบเรียบ และผนังยิปซัมฉาบเรียบ

2.3 วัตถุดิบในการผลิตแผ่นยิปซัม

วัตถุดิบหลัก มากกว่า ร้อยละ 95 ที่ใช้ในการผลิตแผ่นยิปซัม คือ แรยิปซัม และกระดาษเหนียว โดยซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศ ส่วนประกอบอื่น เช่น สารปรุงแต่ง (additives) ซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศและต่างประเทศ

1) แรยิปซัม สูตรทางเคมี คือ Calcium sulfate dihydrate: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ซึ่งประกอบด้วย Calcium sulfate มีน้ำอยู่ด้วย 2 molecules มีค่าความหนาแน่น 2.32 มีค่าความแข็ง (hardness) = 2 (moths scale of hardness) เป็นแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (natural gypsum) เมื่อน้ำทะเลได้รับความร้อนเกิดการระเหยมีแรยิปซัมตกผลึก เป็นอันดับแรก แรยิปซัมพบอยู่ทั่วไปในหินชั้น บางครั้งพบเป็นชั้นหนามาก พบแรยิปซัมกระจุกกระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย และแหล่งที่พบเป็น ชั้นหนามาก มีการเปิดทำเหมืองแล้ว ได้แก่ จังหวัดพิจิตร จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบันได้มีการนำแรยิปซัมสังเคราะห์ (synthetic gypsum) เข้ามารวมใช้ในการผลิตแผ่นยิปซัมเพื่อเป็นการอนุรักษ์ปริมาณสำรองแรยิปซัมธรรมชาติ และเป็นการลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม

2) แรยิปซัมสังเคราะห์ (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) เป็นผลพลอยได้ (by product) จากโรงงานไฟฟ้า โดยการนำเอาก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulphur Trioxide : SO_3) ซึ่งเป็นก๊าซเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศจากโรงงานไฟฟ้ามารวม ทำปฏิกิริยากับหินปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate : CaCO_3) แล้วจะได ผลพลอยได้ เป็นแรยิปซัมสังเคราะห์ (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) ออกมา

3) กระดาษ : (Plasterboard Liner) ใช้กระดาษเหนียวพิเศษ ประกอบเป็นผิวหนาแผ่น ยิปซัม กระดาษยิปซัม เป็นกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นยิปซัม สำหรับงานก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Ivory Board และ Grey Board ใช้ประกอบรองรับแผ่นยิปซัม ดานหนาและดานหลังตามลำดับโดย Ivory Board จะมีความขาวของผิวหนา และความแข็งแรงที่ดีกว่า Grey Board เนื่องจากเป็นดานที่มองเห็นได้ กระดาษทำแผ่นยิปซัมที่มีคุณภาพจะต้องมีแรงทนทานต่อแรงดึงเป็นพิเศษและสามารถ นำไปประกอบเนื้อยิปซัมในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัมได้เป็นอย่างดี กระดาษยิปซัมใช้ recycle fiber มาเป็นวัตถุดิบทั้งหมด ผลิตด้วยกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง

4) สารผสม (Additives) ใช้ผสมลงไปในไส้กลาง (core) ของแผ่นยิปซัม เพื่อช่วยควบคุมกระบวนการผลิตให้มีการใช้วัตถุดิบให้ประหยัดและลดการใช้พลังงาน ได้แก่

- แป้ง (modified starch) ซื้อจากผู้ผลิตในประเทศ
- โฟม (foaming agent) ซื้อจากผู้ผลิตในประเทศ
- สารกระจายส่วนผสม (dispersing agent) ซื้อจากผู้ผลิตต่างประเทศ
- สารควบคุมส่วนผสม (setting time agent) ซื้อจากผู้ผลิตในประเทศ

2.4 กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม

1) Grinding process: นำแรยิปซัมที่เป็นก้อนใหญ่มาเข้าเครื่องบดแร่ (Gypsum crusher) ให้มีขนาดเล็กลงประมาณ 300 ไมครอน

2) Coalmining process: นำแร่ที่บดแล้วเข้ากระบวนการ Calcinations หรือการเผาแร่ละเอียดในเครื่องเผาแร่ เพื่อไล่ความชื้นที่อยู่ในแรยิปซัม และเผาไหม้แรยิปซัมเปลี่ยนคุณสมบัติกลายเป็น ผงปูนปลาสเตอร์ (stucco)

3) Mixing process: ผสมปูนปลาสเตอร์ (stucco) น้ำ และสารผสมต่างๆ เข้าด้วยกันตามสูตร และผสมด้วยเครื่องผสม (mixer)

4) Board forming process: เทส่วนผสมที่ไหลลงไประหว่างกระดาษบนและล่าง โดยมีการควบคุมความหนาของแผ่นแบบอัตโนมัติ แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมบน forming line และตัดแผ่นยิปซัมตามความยาวที่ต้องการ (cutter) และลำเลียงไปตามสายพาน Wet transfer เพื่อเข้าเตาอบ (dryer)

5) Drying process นำแผ่นยิปซัมไปเข้าเตาอบ ผ่านกระบวนการอบไล่น้ำส่วนเกินใน ส่วนผสม และเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวที่เหมาะสมระหว่างกระดาษและส่วนผสมของยิปซัม โดยผ่านการอบแผ่น 3 Zones จนแผ่นแห้งสนิท และมีความแข็งแรง จากนั้นจึงส่งต่อไปยังสายพาน Dry transfer

6) Packaging process นำแผ่นยิปซัมที่แห้งแลวมาเข้ากระบวนการประกบคู่และติดเทปตามขอบแผ่น เพื่อติดตราสินค้า ตรวจสอบคุณภาพ จัดเรียงเข้าตั้ง และรอจำหน่ายต่อไป (วรวัฒน์ และคณะ, 2552)

2.5 การติดตั้งใช้งานแผ่นยิปซัม

พื้นที่หลังการติดตั้งแผ่นยิปซัมนี้อยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) แบบมีรอยต่อเป็นตารางย่อยโดยมีขนาด 60 x 60 ซม. ซึ่งโดยทั่วไปเรียกแบบนี้ว่าผ้าที่บาร์ โดยใช้แผ่นยิปซัมชนิดขอบเรียบ (บริเวณขอบแผ่นจะเรียบต่อเนื่องโดยตลอดทั่วทั้งแผ่น)

2) แบบไม่มีรอยต่อจึงมองเห็นเป็นพื้นที่เรียบต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกผ้าฉาบเรียบ โดยใช้แผ่นยิปซัมชนิดขอบลาด (บริเวณขอบแผ่นจะเกิดรอยทางลาดลึกประมาณ 1 มม. กว้างประมาณ 50 มม. ยาวตลอดขอบ)

การติดตั้งควรคำนึงถึงประเภทของพื้นที่ใช้งาน โดยหากมีความชื้นสูง เช่นบริเวณห้องน้ำ ควรใช้แผ่นยิปซัมชนิดทนความชื้นซึ่งจะมีการผสมสารเคมีป้องกันความชื้นต่อสัมผัสยิปซัมไว้ทั่ว เพื่อป้องกันการโค้งอ่อนตัวของแผ่น และหากต้องการให้ทนไฟควรเลือกแผ่นยิปซัมประเภททนไฟซึ่งจะมีการเสริมเส้นใยแก้วไว้ภายในเนื้อยิปซัมด้วย (ประชุม และคณะ, 2552)

2.6 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุลแสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากปีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530)

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530)

ชนิดไม้	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
ข้าวนาปี	25,950,364	12,590,919	11,752,901	3,615,859	53,910,043
ข้าวนาปีง	361,559	854,327	3,136,422	211,682	4,583,990
ข้าวฟ่าง	39,438	533,752	532,114	-	1,105,304
มันสำปะหลัง	5,926,308	720,463	3,232,588	-	9,879,69
อ้อย	532,091	613,231	2,518,327	-	3,663,649
ปอแก้ว	960,787	-	44,668	-	1,005,455
ฝ้าย	41,164	227,689	143,414	-	412,26
ถั่วลิสง	201,877	425,186	102,063	33,493	762,619
ถั่วเหลือง	323,840	1,693,467	243,084	-	2,260,391
ถั่วเขียว	223,317	2,318,959	325,667	31,980	2,899,923
ปาล์มน้ำมัน	*	*	*	*	615,000
มะพร้าว	*	*	*	*	2,545,000
ละหุ่ง	*	*	*	*	263,400
สับปะรด	*	*	*	*	395,000

หมายเหตุ * = ไม่มีข้อมูล, ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว

2.7 มะพร้าว

มะพร้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น พบมากบริเวณริมชายฝั่งทะเล มะพร้าวเป็นพืชยืนต้น ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ผลประกอบด้วย เอพิคาร์ป (Epicarp) คือเปลือกนอก ถัดไปข้างในจะเป็นมีโซคาร์ป (Mesocarp) หรือใยมะพร้าว ถัดไปข้างในเป็นส่วนเอนโดคาร์ป (Endocarp) หรือกะลามะพร้าว ซึ่งจะมีรูสีคล้ำอยู่ 3 รู สำหรับงอก ถัดจากส่วนเอนโดคาร์ปเข้าไปจะเป็นส่วนเอนโดสเปิร์ม หรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่ เอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด ขณะที่มะพร้าวยังอ่อน ชั้นเอนโดสเปิร์ม (เนื้อมะพร้าว) ภายในผลมีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม ภายในมีน้ำมะพร้าว ซึ่งในระยะนี้เรามักสอยเอามะพร้าวลงมารับประทานน้ำและเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในผลมะพร้าวอ่อนจะมีน้ำอยู่ภายใน เรียกว่าน้ำมะพร้าว ใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม นอกจากนี้ น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรค และเป็นสารละลายไอโซโทนิค ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงสามารถนำน้ำมะพร้าวไปใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดในผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดลงผิดปกติได้น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำวุ้นมะพร้าวได้ โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว เนื้อในของมะพร้าวแก่ นำไปทำกะทิได้ โดยการชูดเนื้อในเป็นเศษเล็ก ๆ แล้วบีบเอาน้ำกะทิออกกาทที่เหลือจากการคั้นกะทิ ยังสามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้ ใยมะพร้าว นำไปใช้ยัดฟูก ทำเสื่อ หรือนำไปใช้ในการเกษตร

2.8 ขุยมะพร้าว

จากมะพร้าวหนึ่งผล คัดน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,600 กรัม เป็นกาบมะพร้าวประมาณ 830 กรัม เป็นกะลาประมาณ 120 กรัม นอกนั้นเป็นเนื้อและน้ำมะพร้าว เมื่อแยกเนื้อและน้ำมะพร้าวออกแล้ว

จะมีเศษเหลือทิ้งมากกว่าครึ่งซึ่งเป็นส่วนของกาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว กะลามะพร้าวสามารถนำไปเผาเพื่อทำเป็นเชื้อเพลิง หรือนำมาเป็นวัตถุดิบในงานหัตถกรรมต่างๆ ส่วนกาบมะพร้าวจะมีการนำมาแยกเอาเส้นใย เพื่อนำไปทำเชือก หรือใช้ในอุตสาหกรรมทำที่นอน การแยกเส้นใยจากกาบมะพร้าว จะมีขุยมะพร้าวเป็นเศษเหลือประมาณ ร้อยละ 60 ของกาบมะพร้าว (Asasutjarit et al., 2007) ขุยมะพร้าว คือ เปลือกมะพร้าวที่ป่นเอาใยออก หรือป่นให้ใยละเอียด เป็นขุยๆละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ ขุยมะพร้าวนี้เองก่อปัญหาให้กับโรงงานผลิตเส้นใยมะพร้าวมาก มีสมบัติเบา แต่ก็มีน้ำหนักหนาแน่น ทนแดด ทนฝน เมื่อแช่น้ำจะไม่มีการอ่อนนุ่ม ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว (FAO, 2011)

2.9 สมมติฐาน

- 1) ขุยมะพร้าว สามารถเป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้
- 2) ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน มีสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผนยิปซัม (มอก.219-2552) (สมอ., 2552)
- 3) ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องให้น้ำหนักค้ำไว้
- 4) ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถนำไปใช้งานได้จริงและพัฒนาส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นได้

2.10 กรอบแนวความคิด

กรอบแนวความคิดของการพัฒนาแผ่นผ้าเปดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน จึงเป็นการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานหรือแผ่นยิปซัมที่มีขุยมะพร้าว ซึ่งผ่านการย่อย การคัดขนาด และการปรับปรุงเส้นใยแล้ว มาผสมร่วมกับปูนยิปซัม และสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปขึ้นรูปกับกระดาษเหนียว และเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เน้นให้มีการศึกษา ทดลอง และปรับปรุงเพื่อหาอัตราส่วนและกระบวนการที่ทำให้แผ่นผ้าเปดาน มีคุณสมบัติตามต้องการ และสามารถผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผนยิปซัม (มอก.219-2552) กำหนด (สมอ., 2552)

ตัวแปรต้น (กรรมวิธีการผลิต)

1. ส่วนผสมของแผ่นผ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ได้แก่

- ปูนยิปซัม
- ขุยมะพร้าว
- น้ำประปา
- สารเร่งการก่อตัว

2. ขุยมะพร้าว ได้แก่

- วิธีการย่อย
- ขนาดขุยมะพร้าว
- การปรับปรุงพื้นผิวขุยมะพร้าว

3. กรรมวิธีการผลิตและขึ้นรูป ได้แก่

- วิธีการขึ้นรูปแผ่นผ้าเพดานด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปขนาดเล็ก (เหมาะกับวิสาหกิจชุมชน)
- วิธีการบ่มแผ่นผ้าเพดาน

**ตัวแปรตาม (สมบัติ)**

สมบัติของแผ่นผ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ได้แก่

1. แรงกดแตก
2. แรงต้านทานการดิ่งตะปู
3. การแอ่นตัว
4. การดูดซึมน้ำ
5. ความหนาแน่น
6. สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

รูปที่ 2.1 กรอบแนวความคิดของแผ่นผ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

2.11 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติและการปรับปรุงส่วนผสม สำหรับผลิตเป็นแผ่นผ้าเพดาน สามารถรวบรวมมาพอสังเขปได้ ดังนี้

2.11.1 จิระวัฒน์ เตแก้ว และคณะ (2551) ได้ศึกษาแผ่นผ้าเพดานที่ทำจากยิปซัม และยิปซัมพลาสติก โดยทำการผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแผ่นยิปซัม ในอัตราส่วนเนื้อยางธรรมชาติ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075 และ 0.100 ตามลำดับ หล่อแผ่นยิปซัมขนาด 40 x 30 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำมาทำการทดสอบสมบัติด้านการดูดซึมน้ำ กำลังอัด กำลังดึง โมดูลัสการแตกร้าว และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐาน มอก. ผลการทดสอบของแผ่นยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า ค่ากำลังอัดมากที่สุด เท่ากับ 15.87, 7.78, 7.06 และน้อยที่สุดที่ 5.87 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่ากำลังดึงมากที่สุด เท่ากับ 0.69, 0.56, 0.51 และน้อยที่สุดที่ 0.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.0075, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.025 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมากที่สุด เท่ากับ 3.02, 1.81, 1.52 และน้อยที่สุดที่ 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.050, 0.025 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดเท่ากับ 47.40, 38.08, 32.40, และน้อยที่สุดที่ 28.98 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.28, 1.19, 1.05 และน้อยที่สุดที่ 0.97

ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ผลการทดสอบของแผ่นยับซึมพลาสติกอร์ผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า ค่ากำลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 62.45, 39.31, 20.78 และน้อยที่สุดที่ 17.48 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่ากำลังดึงมากที่สุดเท่ากับ 3.62, 3.20, 2.40 และน้อยที่สุดที่ 2.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมกที่สุดเท่ากับ 4.62, 3.72, 2.78 และน้อยที่สุดที่ 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดเท่ากับ 32.58, 30.18, 24.29 และน้อยที่สุด 22.29 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.30, 1.28, 1.27 และน้อยที่สุดที่ 1.24 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อมากเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานมีความสามารถเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีปัญหาในด้านปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ผสมลงไป ในแผ่นยับซึม เนื่องจากการผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแผ่นฝ้าเพดานยับซึมในปริมาณมากไปจะก่อให้เกิดการหดตัวคายนํ้าอย่างรุนแรงทำให้แผ่นยับซึมไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้ได้ปริมาณที่คงที่ในการผลิตแผ่นยับซึมผสมน้ำยางธรรมชาติต่อไป

2.11.2 กมล กาญจนรุจี และคณะ (2552) ได้ทดลองนำโพลีเอทิลีนโพรพิลีน ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน มีน้ำหนักเบา และราคาถูก มาใช้ร่วมกับผนังยับซึมบอร์ดเพื่อลดการรบกวนของเสียง การทดลองสร้างเพนกลองเก็บเสียงจำนวน 2 กลอง ติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงในกลองเก็บเสียงกลองที่ 1 และติดตั้งไมโครโฟนมาตรฐานซึ่งมีความไวในการรับคลื่นเสียง ในกลองเก็บเสียง กลองที่ 2 ส่วนผนังยับซึมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 0.60 เมตร x 0.60 เมตร พรอมโครงคร่าวเหล็กอาบสังกะสีขนาด 3 นิ้ว อยู่ตรงกลางระหว่างกลองเก็บเสียงที่ 1 และ 2 ทำการส่งคลื่นเสียงแบบ pink noise จากแหล่งกำเนิดเสียง ให้ผ่านผนังยับซึมบอร์ดเข้าสู่เครื่องรับ ซึ่งเป็นไมโครโฟนมาตรฐานที่อยู่ในกลองเก็บเสียง กลองที่ 2 รับคลื่นเสียงที่ได และตัวแปรที่นำมาใช้ทดลองประกอบไปด้วย โฟมที่ความหนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว โฟมเม็ด และ ฉนวนใยแก้ว ผลปรากฏว่า โฟมที่ความหนา 1 นิ้วจะสามารถป้องกันเสียงได้ดีกว่าโฟมที่ความหนา 2 นิ้ว 3 นิ้ว โฟมเม็ดและฉนวนใยแก้ว และสัดส่วนของโฟมกับปริมาณอากาศในโครงคร่าวผนังจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง โดยสัดส่วนที่เหมาะสมคือ โฟม 1 ส่วน ต่อ อากาศ 2 ส่วน

2.11.3 มณเฑียร โอทองคำ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการใช้เศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยับซึม โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นด้าย ทดลองผสมกับปูนยับซึมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนัก ตามลำดับ นำมาหล่อในแบบขนาด 300 x 400 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร และใช้ปริมาณน้ำที่ร้อยละ 77 ของน้ำหนักปูนยับซึม จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนักแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวมก ผลการทดสอบพบว่าแผ่นยับซึมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายจะมีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวมกผ่านตามเกณฑ์ มอก.219-2524 คือ 169.38 นิวตัน และ 3.62 เมกาปาสกาล ส่วนแผ่นยับซึมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายนั้นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งค่าแรงกดประลัยและค่าโมดูลัสแตกร้าวมก แต่น้ำหนักจะมีค่าที่ลดลงเมื่อผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น จึงทดลองผสมสารยึดติด 2 ชนิด คือ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และพอลิไวนิลอะซิเตท (PVAc) ผลการทดลองที่เป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว คือ แผ่นยับซึมที่ใส่สารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยที่แผ่นยับซึมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายร้อยละ 10

และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ได้ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว ผ่านตามเกณฑ์คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกาปาสกาล และน้ำหนักที่ได้มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย เศษฝุ่นฝ้ายสามารถนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตเป็นแผ่นยิปซัมสำหรับ งานก่อสร้างในอนาคตต่อไป

2.11.4 ประชุม คำพุดม และคณะ (2552) ศึกษาการใช้น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางข้น) มาผสมใน กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม โดยกำหนดอัตราส่วนเนื้อยางต่อปูนซีเมนต์ (หรือผงยิปซัม) เท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075 และ 0.100 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนต่อน้ำต่อปูนซีเมนต์ (หรือผง ยิปซัม) เท่ากับ 0.50 (รวมปริมาณน้ำในน้ำยางธรรมชาติ) และผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ ทำการ หล่อมอร์ตาร์สำหรับทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มอก.535-2540 และ มอก.219-2524 พบว่า เมื่อ ผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลง แต่ความต้านทานแรงดึง และความต้านทานแรงดัด มี แนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าการผสมปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสม มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนา ผลิตภัณฑ์กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม ให้มีสมบัติการป้องกันการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวน ป้องกันความร้อนที่ดีต่อไป

2.11.5 วรวิวัฒน์ แก่นจำปา และคณะ (2552) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ผสมกับเถ้าแกลบ เพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร โดยกำหนดปริมาณผงยิปซัมคงที่ เท่ากับ 4,000 กรัม ปริมาณน้ำรวม ความชื้นในแกลบ เท่ากับ 3,500 กรัม และใส่เถ้าแกลบในปริมาณที่แตกต่างกันรวม 4 อัตราส่วน เท่ากับ 100, 200, 300 และ 400 กรัม และอัตราส่วนที่ไม่ผสมเถ้าแกลบอีก 1 อัตราส่วน รวมเป็น 5 อัตราส่วน ขึ้นรูปเป็นแผ่นฝ้าเพดานขนาด 550 x 550 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร แล้วทำการทดสอบค่าตามมาตรฐาน มอก. 219-2520 เรื่อง แผ่นยิปซัม โดยทำการตัดแผ่นฝ้าเพดานขนาด 300 x 400 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร มาทดสอบหาค่าของคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล คือ ความต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น หาค่า ความชื้นสัมพัทธ์และทำการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องวัดอุณหภูมิจำลอง ตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 24.00 น. ที่แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 4 อัตราส่วน เปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ ปริมาณเถ้าแกลบที่เหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงขนาดคละของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมได้ โดยแผ่น ฝ้า เพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่าของโมดูลัสแตกร้าวที่ 21 วัน ผ่านตามที่มาตราฐานที่ กำหนด กล่าวคือ ตามยาวไม่ต่ำกว่า 8.0 เมกาปาสกาล และตามขวางไม่ต่ำกว่า 3.0 เมกาปาสกาล โดย แผ่นยิปซัมใส่ปริมาณเถ้าแกลบเท่ากับ 200 กรัม มีค่าโมดูลัสแตกร้าวสูงสุด รองลงมา คือ 300, 400, และ 100 กรัม ตามลำดับ และมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1123.9669, 1199.338, 1283.2896, 1321.3223 และ 1359.9491 ที่อัตราส่วนผสมเถ้าแกลบเท่ากับ 400, 0, 200, 300 และ 400 กรัม ตามลำดับ ส่วนการ ทดสอบอุณหภูมิในห้องวัดอุณหภูมิจำลองของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนทั้ง 4 อัตราส่วน มาทำการเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ พบว่า อุณหภูมิภายในห้องวัด อุณหภูมิจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน

2.11.6 สมชาย อินทะตา และคณะ (2553) ได้ศึกษากำลังอัด และกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสม เถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนที่ยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์ โดยใช้ส่วนผสมปูนเม็ดบด และ FGD ยิปซัมจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะที่เผาแคลไซน์ ในอัตราส่วนร้อยละ 4.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำ เถ้าลอยไปแทนที่ปูนเม็ดบดที่ผสม FGD ยิปซัม ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน

จากการทดสอบกำลังอัดและกำลังดัดพบว่า คอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซต์ ให้กำลังสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และคอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซต์เมื่อแทนที่ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังลดลง ยกเว้นในการแทนที่ร้อยละ 20 ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังอัดสูงกว่าในช่วงอายุปลาย และมีกำลังอัดสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 105 ของคอนกรีตควบคุม นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ร้อยละกำลังรับแรงดัดต่อกำลังอัดของคอนกรีต ทุกการแทนที่ โดยมีค่าประมาณ ร้อยละ 7-5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สามารถใช้เถ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 20 แทนที่ในปูนซีเมนต์ที่ใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์

เมื่อทำการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการผสมเส้นใย การผสมพอลิเมอร์ และการปรับปรุงสารเชื่อมประสานของแผ่นยิปซัม พบว่า การเส้นใยธรรมชาติจากขุยมะพร้าวมีความเป็นไปได้ในการผสมลงในปูนยิปซัม ขึ้นรูปเป็นแผ่นฝ้าเพดาน แล้วทำให้แผ่นฝ้าเพดานมีสมบัติกายภาพและทางกลที่ดีขึ้น รวมทั้งสามารถทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ทั่วไปได้



บทที่ 3 วิธีการวิจัย

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ ดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ปูนยิปซัมพลาสติกอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ปูนยิปซัมพลาสติกอร์

3.1.2 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร

3.1.3 โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สารละลายโซเดียมซิลิเกต

3.1.4 น้ำประปา

3.1.5 เครื่องผสมคอนกรีต

3.1.6 ตะแกรงร่อนวัสดุ

3.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.8 แบบหล่อ ขนาด $60 \times 60 \times 0.9$ เซนติเมตร

3.1.9 แบบหล่อ ขนาด $30 \times 30 \times 0.9$ เซนติเมตร

3.1.10 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ

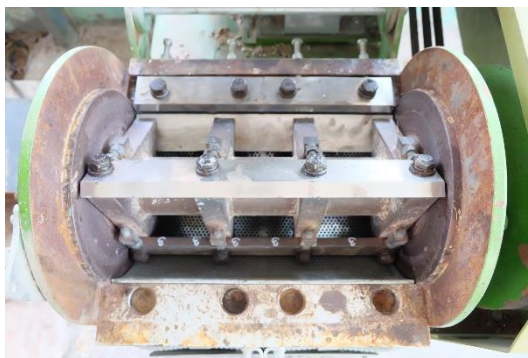
3.1.11 เครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine)

3.1.12 เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน

3.1.13 เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 3.4 ถึง 3.6



รูปที่ 3.4 เครื่องตัดเส้นใย



รูปที่ 3.5 เครื่องตัดเส้นใยที่มีการติดตั้งตะแกรง



รูปที่ 3.6 ตะแกรงสำหรับเครื่องตัดเส้นใย

3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

ทำการออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าว จำนวน 6 อัตราส่วน โดยทำการเพิ่มชুমะพร้าวมากขึ้น จากอัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกต่อชুমะพร้าว เท่ากับ 1:0.100 ไปจนถึง 1:0.300 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของแผ่นผ้าเพดานผสมชুমะพร้าวโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม พลาสติก	ชুমะพร้าว	น้ำประปา	สารเร่ง การก่อตัว
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

3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นผ้าเพดาน

3.3.1 ย่อยและคัดขนาดชুমะพร้าวให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร และความยาว 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร

3.3.2 ตวงปูนยิปซัมพลาสติกอร์ ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต และน้ำประปา ตามอัตราส่วนที่
ออกแบบ

3.3.3 ผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน ดังรูปที่ 3.7 และ 3.8



รูปที่ 3.7 การตวงสารโซเดียมซิลิเกต



รูปที่ 3.8 การผสมสารโซเดียมซิลิเกตเข้ากับน้ำประปา

3.3.4 ผสมปูนยิปซัมพลาสติกอร์ ขุยมะพร้าว และน้ำประปาผสมสารเร่งการก่อตัว เข้าด้วยกัน
อย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต



รูปที่ 3.9 การผสมขุยมะพร้าวเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ

3.3.5 เตรียมแบบหล่อให้สะอาด

3.3.6 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบและปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส)
ดังรูปที่ 3.10 ถึง 3.12



รูปที่ 3.10 การเทส่วนผสมผ้าเบตาในแบบหล่อ



รูปที่ 3.11 การปาดส่วนผสมผ้าเบตาในแบบหล่อให้เรียบ



รูปที่ 3.12 ผ้าเบตาในแบบหล่อนก่อนการถอดแบบ

3.3.7 บ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่บ่มในอากาศ

3.4 การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) มาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบประกอบด้วย

3.4.1 แรงกดแตก ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว

3.4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานชুমะพร้าว

3.4.3 การแอนตัว ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การทดสอบการแอนตัวของแผ่นฝ้าเพดานชুমะพร้าว

3.4.4 การดูดซึมน้ำ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.17 ถึง 3.19



รูปที่ 3.17 การแช่แผ่นฝ้าเพดานชুমะพร้าวลงในน้ำเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 3.18 การอบแผ่นผ้าเอดานขุยมะพร้าวในตู้อบเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 3.19 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นผ้าเอดานขุยมะพร้าว

3.4.5 ความหนาแน่น ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การชั่งน้ำหนักเพื่อทดสอบความหนาแน่นของแผ่นผ้าเอดานขุยมะพร้าว

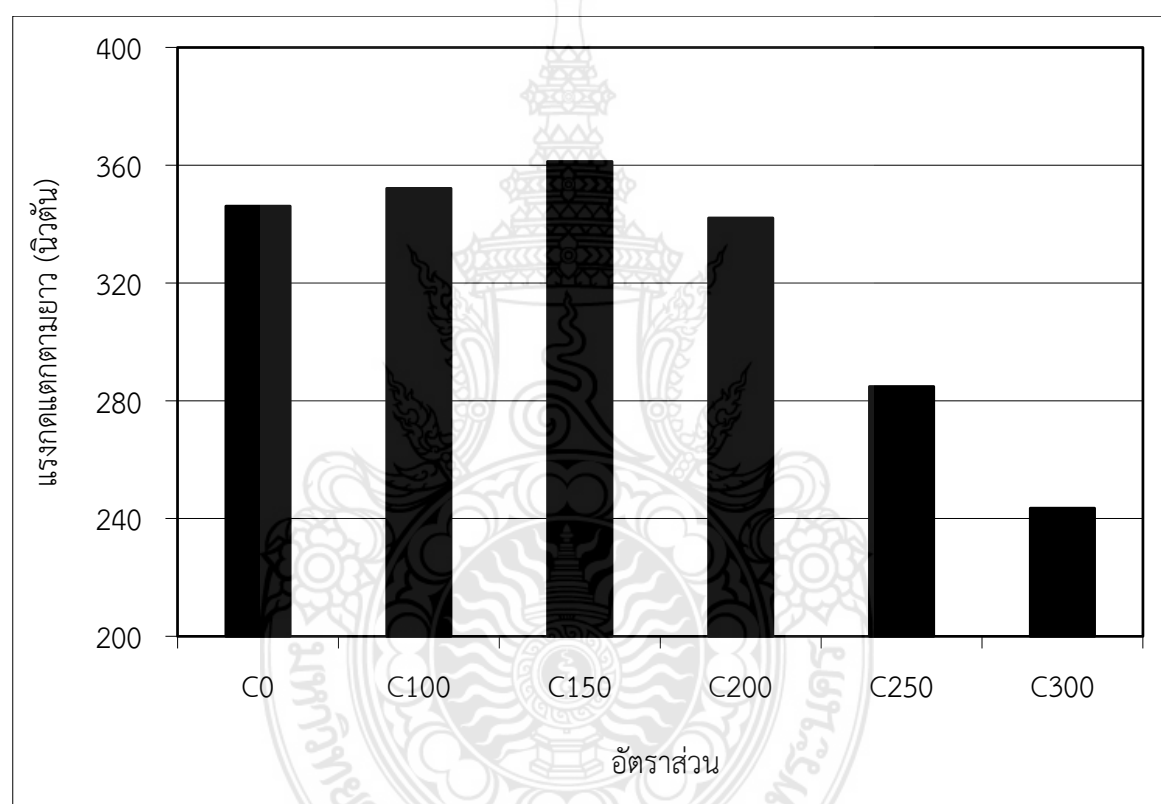
3.4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ที่อายุการบ่ม 28 วัน

บทที่ 4 ผลการวิจัย

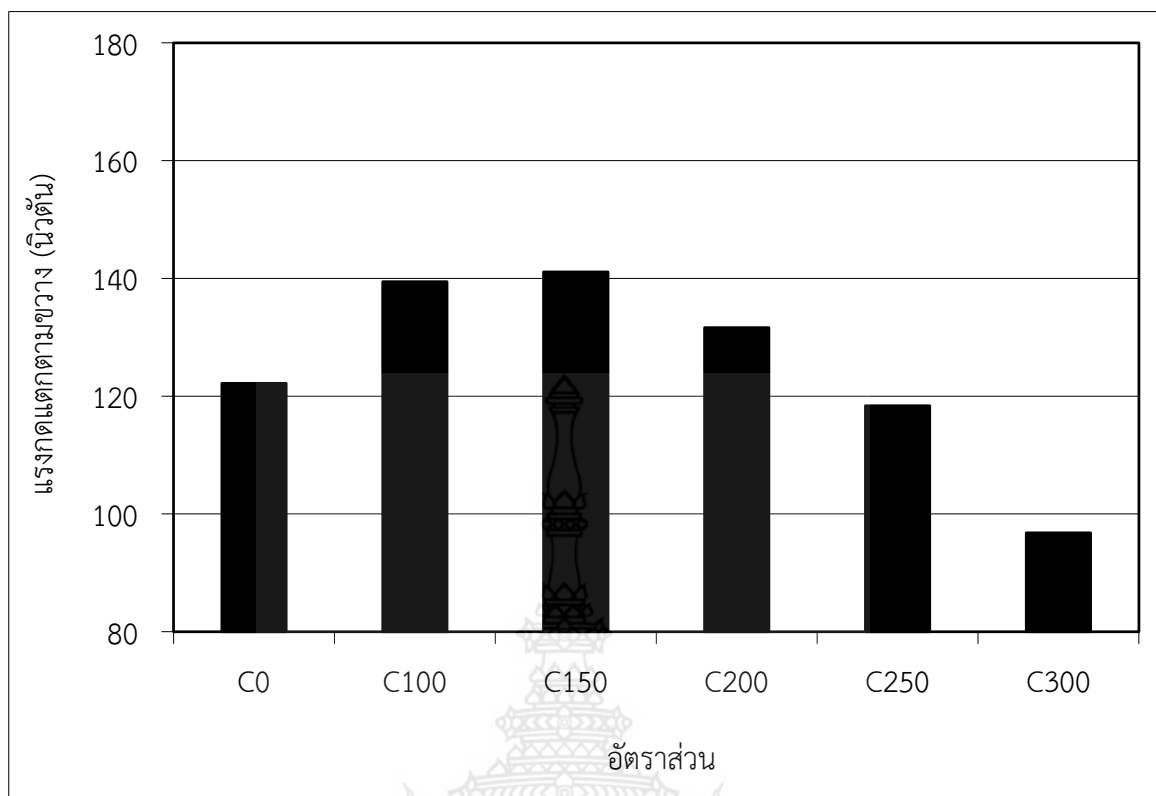
จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

4.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

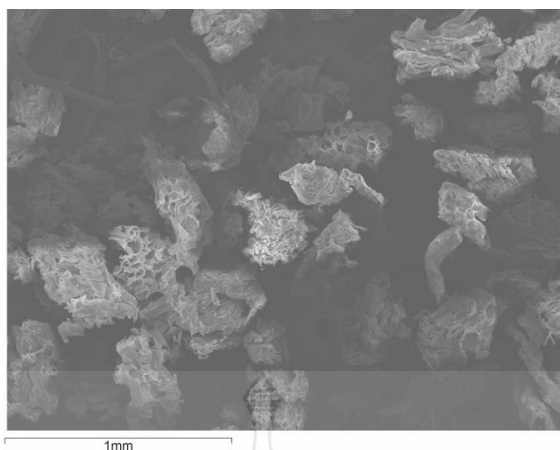


รูปที่ 4.1 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

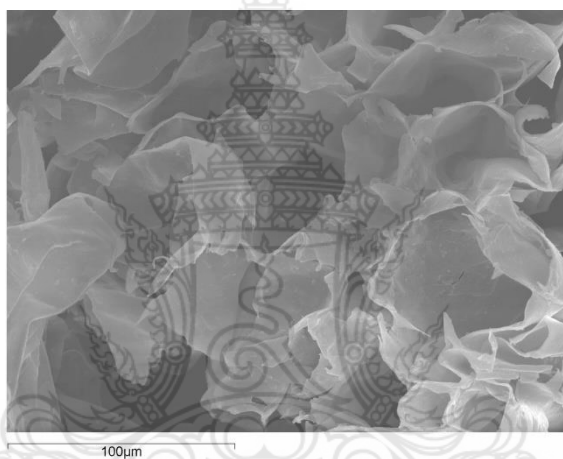


รูปที่ 4.2 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นผ้าเปดานผสมชুমะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

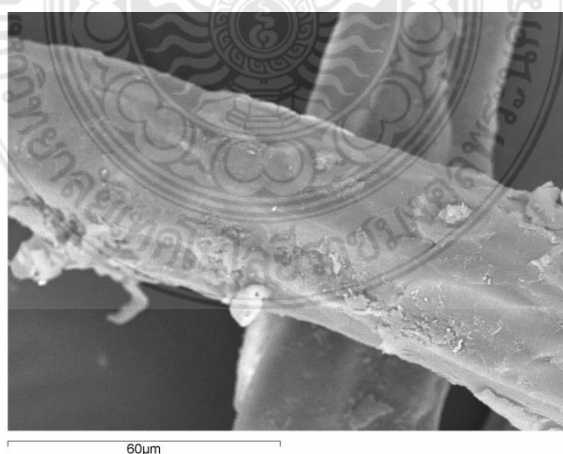
จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า ปริมาณของชুমะพร้าวที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นผ้าเปดานเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกต่อชুমะพร้าว เท่ากับ 1:0.150 หรืออัตราส่วน C150 รองลงมาคือ อัตราส่วน C100 อัตราส่วน C200 อัตราส่วน C0 อัตราส่วน C250 และอัตราส่วน C300 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากชুমะพร้าวเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่มีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดี ดังภาพขยายชুমะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยายต่างๆ ในรูปที่ 4.3 ถึง 4.5 ทำให้เมื่อผสมลงในยิปซัมพลาสติกแล้ว จะสามารถช่วยพัฒนาคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มชুমะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้ปริมาณปูนยิปซัมพลาสติกน้อยเกินไปจะเชื่อมประสานชুমะพร้าวและส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นแผ่นผ้าเปดานที่แข็งแรงได้ (ปริญญา และชัย, 2551) เมื่อเทียบผลการทดสอบดังกล่าวกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 356 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) และแรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 133 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) พบว่า แผ่นผ้าเปดานผสมชুমะพร้าว อัตราส่วน C150 เป็นอัตราส่วนเดียวที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้ โดยมีค่าแรงกดแตกตามยาว เท่ากับ 361.30 นิวตัน และแรงกดแตกตามขวาง เท่ากับ 141.09 นิวตัน



รูปที่ 4.3 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า



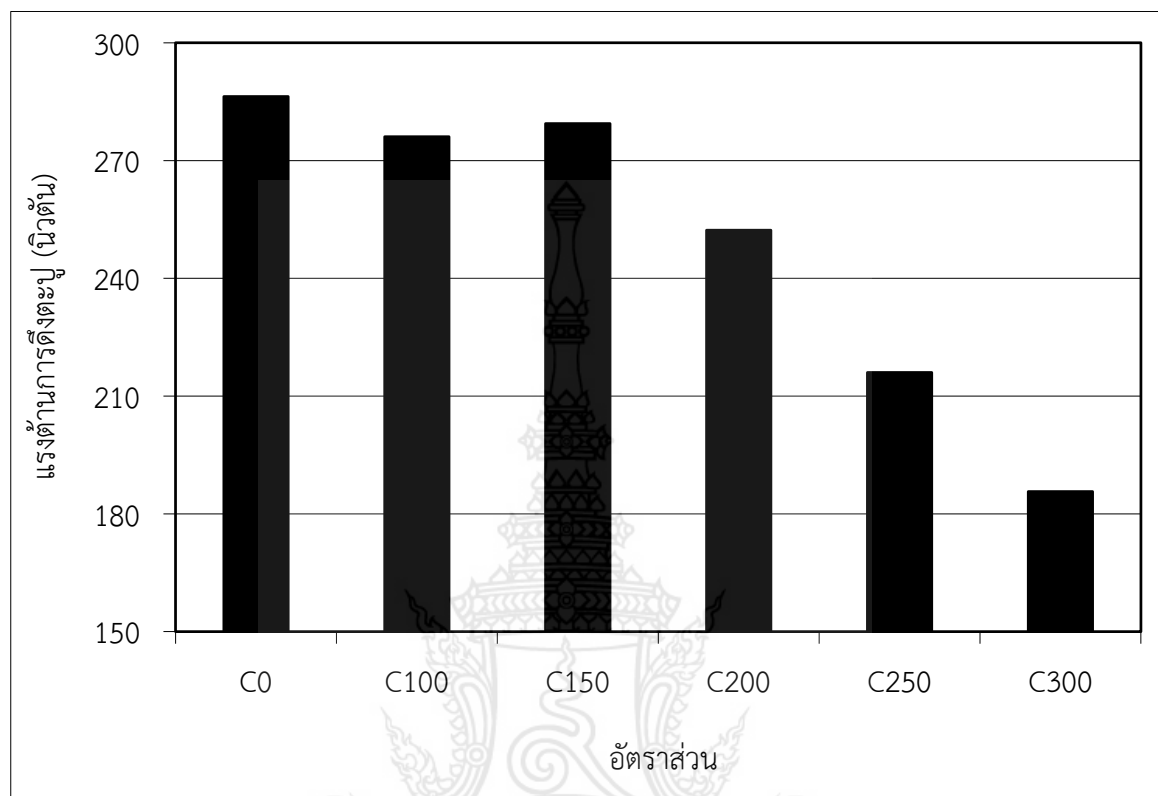
รูปที่ 4.4 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า



รูปที่ 4.5 ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 1,000 เท่า

4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู

ผลการทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.6

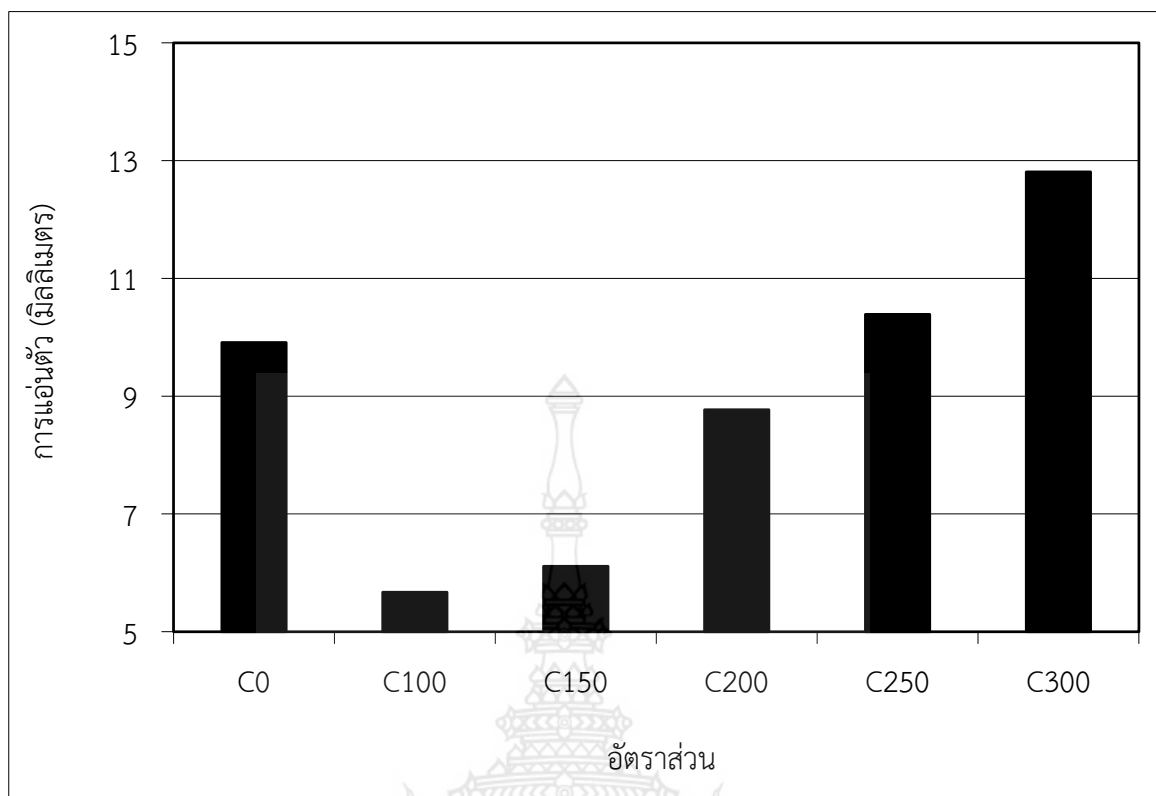


รูปที่ 4.6 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

มาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) กำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นฝ้าเพดาน ต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ซึ่งจะช่วยให้แผ่นยิปซัมสามารถใช้งานได้หลากหลายและคงทน จากรูปที่ 4.6 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 (Bledzki and Gassan, 1999)

4.3 การแอ่นตัว

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดาน ทั้งที่ผสมและไม่ผสมขุยมะพร้าว ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.7

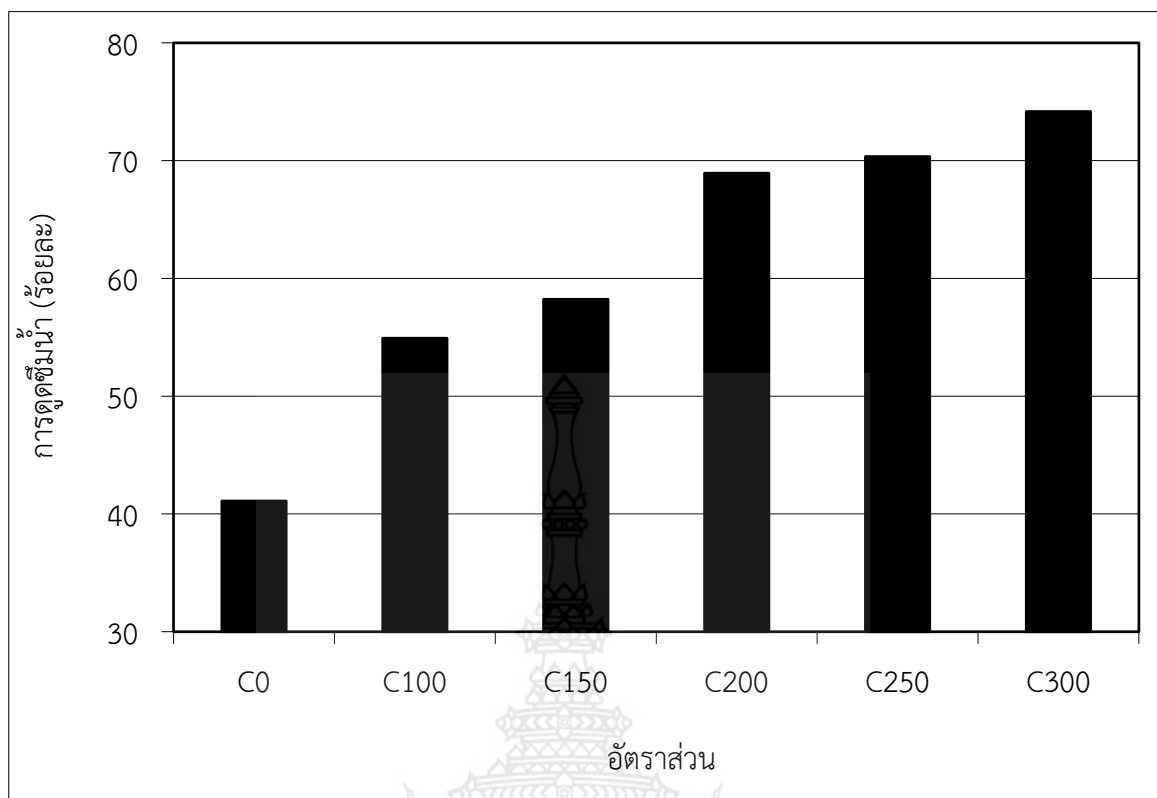


รูปที่ 4.7 การแอนตัวของแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

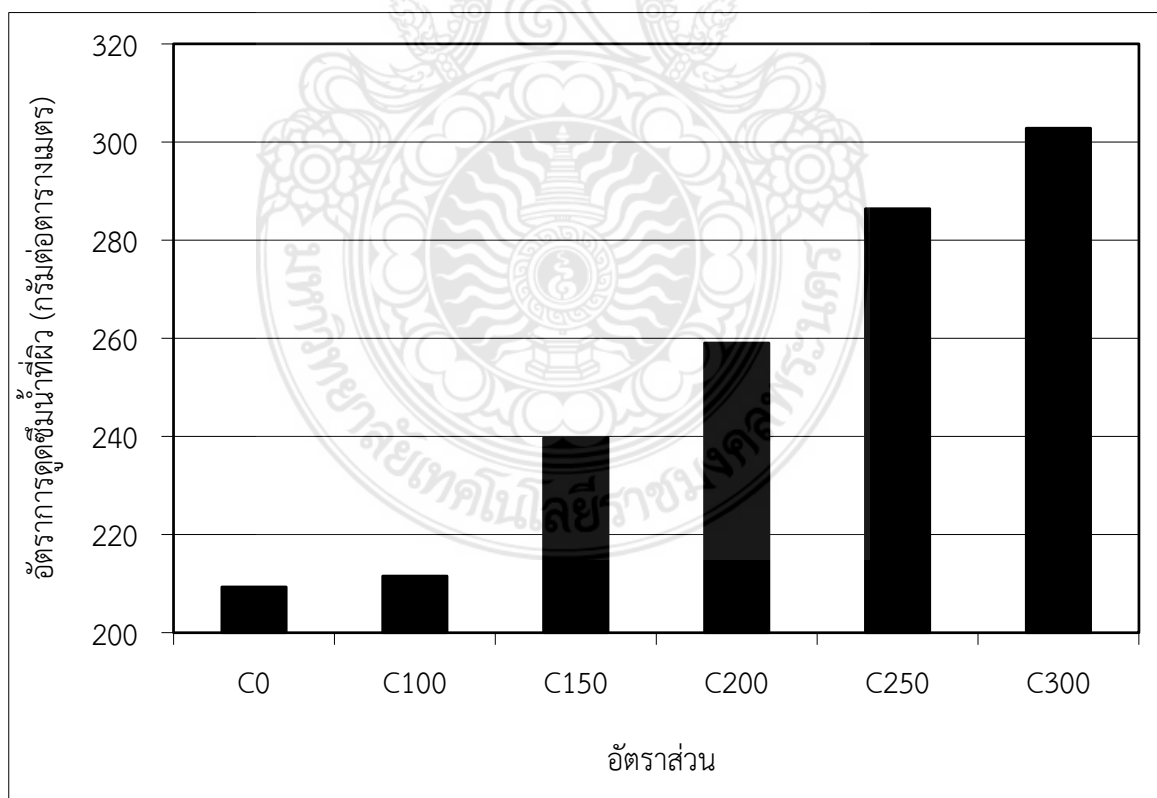
ผลการทดสอบการแอนตัวของแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าวในรูปที่ 4.7 พบว่า แผ่นผ้าเบตาที่ผสมขุยมะพร้าวในปริมาณน้อยหรือไม่มากจนเกินไป จะมีการแอนตัวที่ต่ำกว่าแผ่นผ้าเบตาที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว และแผ่นผ้าเบตาที่ผสมขุยมะพร้าวมากกว่าอัตราส่วน C200 ขึ้นไป ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการรับแรงดึงของขุยมะพร้าวที่ดี อย่างไรก็ตาม การผสมขุยมะพร้าวลงในแผ่นผ้าเบตาที่มากเกินไป จะทำให้ความสามารถในการเชื่อมประสานของแผ่นผ้าเบตาลดลง และมีการแอนตัวที่มากขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดสอบแรงกดแตกและแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าว (ปริญญา และชัย, 2551) ทั้งนี้ ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) กำหนดให้การแอนตัวของแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าว ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแอนตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีเพียงแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C300 เท่านั้น ที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานกำหนด

4.4 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นผ้าเบตาผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้ายเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

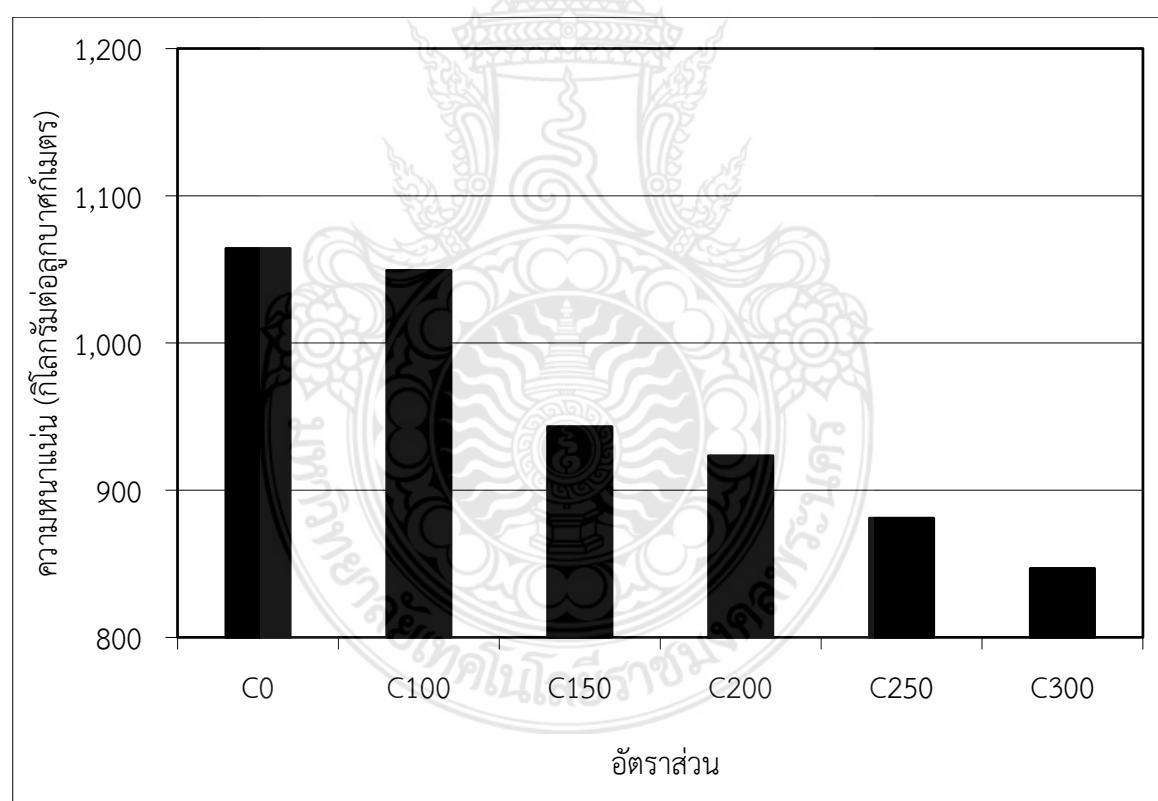


รูปที่ 4.9 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้ายเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างในเนื้อค่อนข้างมาก เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานจึงทำให้มีผลต่อพฤติกรรมการดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่เพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าวเป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C100, C150, C200, C250 และ C300 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) พบว่า มาตรฐานดังกล่าวจะกำหนดให้แผ่นยิปซัม เฉพาะประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยต่อไปจะมีการปรับปรุงค่าการดูดซึมน้ำให้ต่ำลง และผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่พัฒนานี้ ยังคงสามารถผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมประเภทไม่ทนความชื้นตามมาตรฐานนี้ได้

4.5 ความหนาแน่น

สำหรับผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วนสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.10



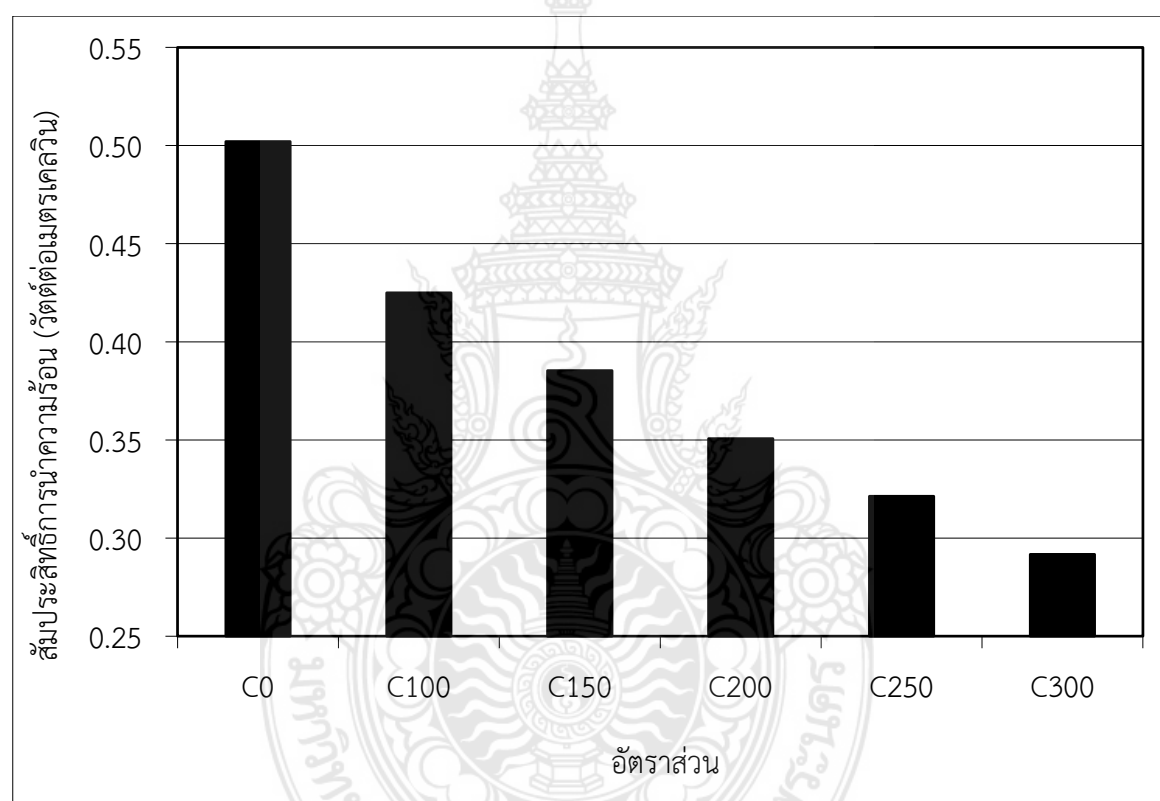
รูปที่ 4.10 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลกระทบของปริมาณขุยมะพร้าวที่มีต่อความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานในรูปที่ 4.10 พบว่า นอกจากลักษณะช่องว่างของขุยมะพร้าวจะมีผลต่อการดูดซึมน้ำแล้ว ยังมีผลต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมอีกด้วย โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) จะมีความหนาแน่นสูงที่สุดเท่ากับ 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 นอกจากนี้ ยังเป็นผลมาจากค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุจำพวกเซลลูโลสของขุยมะพร้าวที่มีค่าเพียง 0.6 (Faherty et al., 1995) ในขณะที่ยิปซัมพลาสติกอร์จะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่า

4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเป็นการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนจากหลังคาเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 4.11 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 ทั้งนี้ เป็นผลมาจากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างมาก จะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง (ธนัญชัย และคณะ, 2549)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” เป็นการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพดานชนิดใหม่จากเศษวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมการแปรรูปมะพร้าว ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

5.1 สรุปผล

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐาน 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวสามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว ประเภทไม่ทนความชื้น คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกต่อขุยมะพร้าวต่อน้ำประปาต่อสารโซเดียมซิลิเกต เท่ากับ 1: 0.150: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน C150) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 356 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 141.09 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 279.41 นิวตัน การอ่อนตัว 6.11 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 943.21 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.385 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวให้มีสมบัติผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น และทนไฟ โดยการเพิ่มน้ำยารวมชาติและสารตัวเติมต่างๆ เข้าไป เพื่อให้ได้แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี, 2553. **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดบุรีรัมย์**. กรมทรัพยากรธรณี. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 96 หน้า.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2539. **ไม้อัดซีเมนต์**. อุตสาหกรรมสาร ฉบับเดือน ต.ค. - พ.ย. 2539.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2544. **ไม้อัดซีเมนต์**. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ครองศักดิ์ ลุนห้ำ, สยาม ดวงจันทร์โชติ, และอัสนีย์ เวียงเงิน, 2553. **การทดสอบแรงอัดตามแนวแกนสำหรับตัวอย่างคอนกรีตที่เสริมด้วยเฟอร์โรซีเมนต์**. ปรินูญานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2552. **ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน**, กรุงเทพฯ, บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย อุตสาหกรรม จำกัด.
- دنۇپل تىننئوگاس, 2552. **วิทยาแร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- دنۇپل تىننئوگاس, 2553. **แร่และหิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธนัญชัย ปกรณ์วรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. **ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 4**.
- ธวัช จิรายุส, 2535. **การจับยึดพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัส. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ฉบับที่ 7 เดือน ม.ค.-เม.ย.2535. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. หน้า 85.
- บริษัท วิบูลย์พัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด, 2553. **แผ่นไม้อัดซีเมนต์**. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประชุม คำพุ่ม และกิตติพงษ์ สุวีโร, 2557. **การใช้เศษหินภูเขาไฟสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19.
- ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2557. **ตลาดผนังสำเร็จรูป**. ฉบับประจำวันที 5 พฤศจิกายน 2557.
- ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. **ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต**. พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.
- ผกามาศ ชูสิทธิ์ และภาณุเดช ชัดเงางาม, 2557. **การพัฒนาแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ยงยุทธ ชัยเขตร, ปิยนัฐ สุขรัฐ, สนธยา จวนเจริญ และวีระ เนตราทิพย์, 2551. **การใช้ประโยชน์จากผงหินบะซอลต์ในการทำเนื้อดินหล่อเซรามิกส์**, ในโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี 2551. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วินิต ช่อวิเชียร, 2527. **คอนกรีตเทคโนโลยี**, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 5.
- สมพิศ ตันตวรนาท, กิตติพงษ์ สุวีโร, ประชุม คำพุ่ม และอชเทพ ศิริไสดา, 2557. **การใช้เศษหินภูเขาไฟสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้น**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2525. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์ชนิดใช้งานทั่วไป มอก. 442-2525**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2530. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องไม้สักแปรรูป (มอก. 422-2530)**, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2537. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง มอก. 878-2537**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- Abdel-Hameed, S.A.M. and Bakr, I.M., 2007. Effect of alumina on ceramic properties of cordierite glass–ceramic from basalt rock. **Journal of the European Ceramic Society**. 27(2-3), 1893–1897.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2013. **Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus (ASTM C177)**. Philadelphia.
- El-Alfi, E.A., Othman, A.G. and Elwan, M.M., 1999. Physico-mechanical properties of basalt-clay bricks. **Industrial Ceramics**. 19(3), 145-150.
- El-Alfi, E.A., Radwan, A.M. and Ali, M.H., 2004. Physico-mechanical properties of basalt bricks. **International Ceramic Review**. 53(3), 178–181.
- Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. **Wood Engineering and Construction Handbook**. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Karamanov, A., Ergul, S., Akyildiz, M. and Pelino, M., 2007. Sinter-crystallization of a glass obtained from basaltic tuffs. **Journal of Non-Crystalline Solids**. 354(2-9), 290-295.
- Young, Hugh D., 1992. **Hyper Physics**. University Physics. Addison Wesley.





ภาคผนวก

ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552

ข บทความสำหรับเผยแพร่

ค หนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์

ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552



ข บทความสำหรับเผยแพร่



ค หนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์



ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ
และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น
Coconut Coir Ceiling Board Product with Water Resistance and
Thermal Insulation Property for Local Communities

ปราโมทย์ วีรานุกูล^{1*} และกิตติพงษ์ สุวีโร²

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

* E-mail: pramot.w@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว โดยออกแบบอัตราส่วนยิปซัม plaster: 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 ขึ้นรูปแผ่น ฝ้าเพดานด้วยวิธีหล่อในอุณหภูมิปกติ (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 แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยมะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความ เป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; 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; coconut coir; thermal insulation; local community

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มะพร้าว เป็นพืชนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา พื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถใช้บริโภคทั้งอาหารคาวและหวาน จากปริมาณผลผลิตของมะพร้าวข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากตามไปด้วย (สกอ., 2547) ได้แก่ เส้นใยและขุยมะพร้าวที่ได้จากการแกะด้านในของเปลือกมะพร้าว วัสดุทั้ง 2 ชนิด เป็นวัสดุธรรมชาติที่ไม่มีสารพิษ เส้นใยมะพร้าว เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวๆ สามารถต้านทานปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ ทนการกัดกร่อนจากน้ำเค็มได้ดี (Asasutjarit et al., 2007) นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น เชือกและที่นอน เป็นต้น และขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวที่มีลักษณะเป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท มีสมบัติเบา ทนแดด และทนฝน ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว ทำให้ขุยมะพร้าวเกือบทั้งหมด ถูกทิ้งเป็นขยะหรือถูกเผาก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

แผ่นฝ้าเพดาน (ceiling board) เป็นวัสดุตกแต่งอาคารเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คานโครงสร้าง และท่อน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย ปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน โดยมีการผสมเส้นใยสังเคราะห์ หรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบ และชนิดทึบ (ประชุม และคณะ, 2552) ทั้งนี้ วัสดุดังกล่าวเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนท้องถิ่น เนื่องจากความต้องการความสวยงาม และความสะอาดของอาคาร มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นปีละ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยกสิกรไทย ประเมินไว้ว่ามูลค่าลงทุนด้านก่อสร้างในปัจจุบัน จะอยู่ที่ประมาณ 997,500 – 1,015,900 ล้านบาท ผนวกกับการขยายตัวของกิจกรรมการค้าชายแดน โดยเฉพาะกลุ่ม CLM (สปป.ลาว เมียนมาร์ และกัมพูชา) ที่กำลังพัฒนาเมือง และโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศ จะส่งผลให้ทั้งกลุ่มผู้บริโภคและผู้รับเหมามีความต้องการวัสดุก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้ สินค้าวัสดุก่อสร้างของไทย ก็ได้รับการยอมรับในกลุ่มประเทศเหล่านี้ด้วยเหตุที่มีคุณภาพ หลากหลาย และบริการดี ด้วยเหตุจากทั้งสองปัจจัยข้างต้น จึงผลักดันให้ตลาดวัสดุก่อสร้างภายในประเทศเติบโตต่อเนื่อง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556)

การนำขุยมะพร้าวที่มีน้ำหนักเบา ทนแดด ทนฝน และนำความร้อนต่ำ มาเป็นส่วนผสมในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม จึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสมบัติด้านน้ำหนัก แข็งแรง คงทน และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดาน รวมทั้งสามารถลดปริมาณการใช้ปูนยิปซัมและเส้นใยสังเคราะห์ที่มีต้นทุนสูงของแผ่นฝ้าเพดานลงได้ สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เป็นการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดาน ขนาดมาตรฐาน 60 x 60 เซนติเมตร โดยให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ต้นทุนการผลิต และที่สำคัญต้องผลิตได้ภายในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กที่ผลิตได้ภายในประเทศ

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการของตลาดมาก วิสาหกิจชุมชนสามารถลงทุนต่ำ และมีผลตอบแทนที่ดี ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว ซึ่งเป็นชุมชนฐานรากของประเทศอย่างแท้จริง

2. วัสดุและอุปกรณ์

2.1 ปูนยิปซัมพลาสติกอร์

2.2 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร

2.3 โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)

2.4 น้ำประปา

2.5 เครื่องผสมคอนกรีต

2.6 ตะแกรงร่อนวัสดุ

2.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.8 แบบหล่อ ขนาด 60 x 60 x 0.9 เซนติเมตร

2.9 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 0.9 เซนติเมตร

2.10 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ

2.11 เครื่องทดสอบแรงดึง (Universal Testing Machine)

2.12 เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน

2.13 เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 3.4 ถึง 3.6



รูปที่ 2 เครื่องตัดเส้นใย

3. การออกแบบอัตราส่วนผสม

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

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม พลาสติก	ขุยมะพร้าว	น้ำประปา	สารเร่ง การก่อตัว
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

4.1 ย่อยและคัดขนาดขุยมะพร้าวให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร และความยาว 1 นิ้ว หรือ 2.54 เซนติเมตร

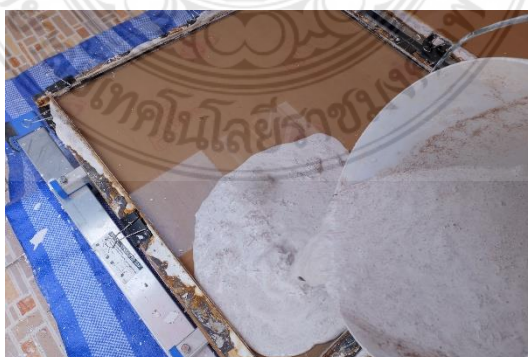
4.2 ตวงปูนยิปซัมพลาสติก ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต และน้ำประปา ตามอัตราส่วนที่ออกแบบ

4.3 ผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน

4.4 ผสมปูนยิปซัมพลาสติก ขุยมะพร้าว และน้ำประปาผสมสารเร่งการก่อตัว เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต

4.5 เตรียมแบบหล่อให้สะอาด

4.6 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบและปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเทส่วนผสมฝ้าเพดานลงในแบบหล่อ

4.7 บ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่บ่มในอากาศ

5. การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) มาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบ ประกอบด้วย แรงกดแตก แรงต้านทานการดิ่งตะปู (รูปที่ 5) การแอนตัว การดูดซึมน้ำ ได้แก่ การดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



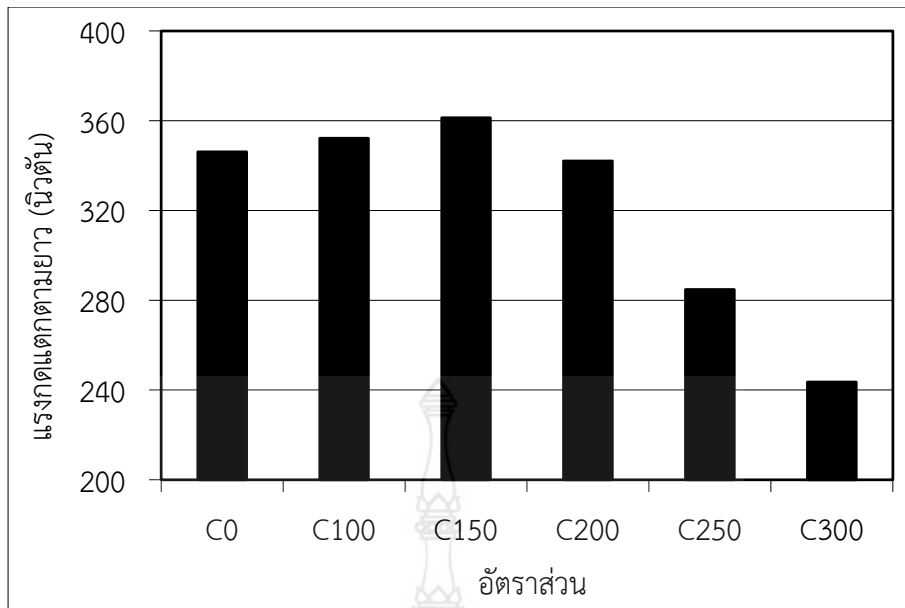
รูปที่ 5 การทดสอบแรงต้านทานการดิ่งตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว

6. ผลการทดสอบ

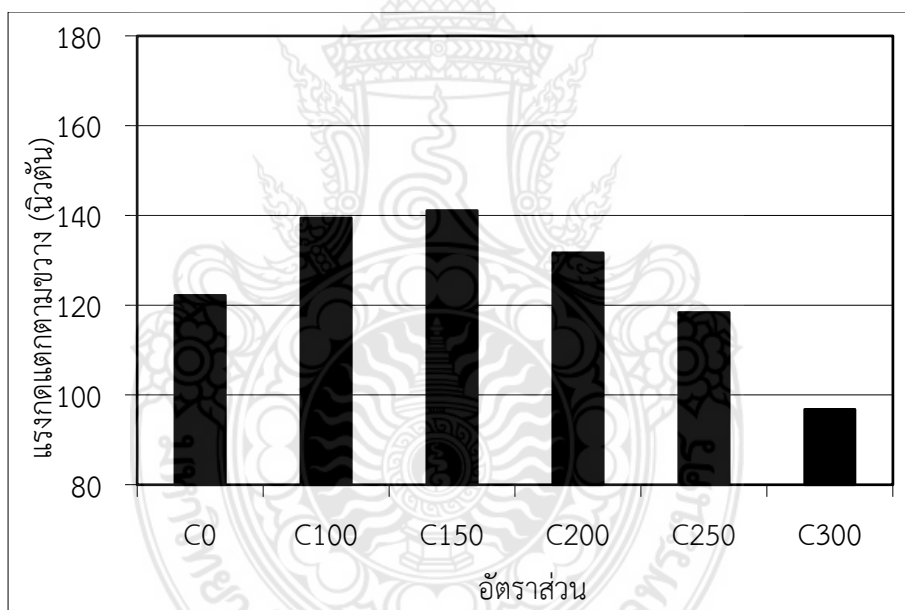
จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

6.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 6 และ 7



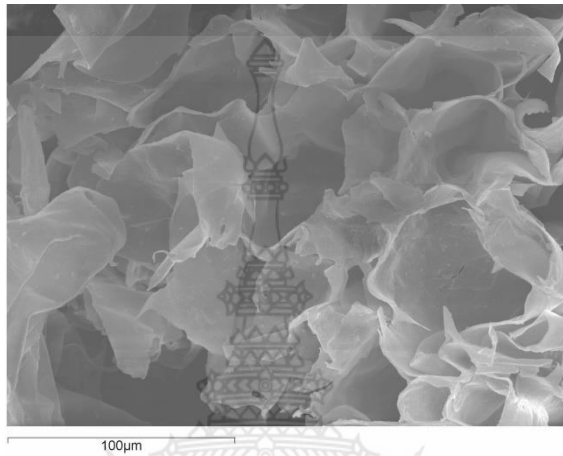
รูปที่ 6 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นผ้าเหนียวผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



รูปที่ 7 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นผ้าเหนียวผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 6 และ 7 พบว่า ปริมาณของขุยมะพร้าวที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นผ้าเหนียวเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกต่อขุยมะพร้าว เท่ากับ 1:0.150 หรืออัตราส่วน C150 รองลงมาคือ อัตราส่วน C100 อัตราส่วน C200 อัตราส่วน C0 อัตราส่วน C250 และอัตราส่วน C300 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขุยมะพร้าวเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่มีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดี ดังภาพขยายขุยมะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยายต่างๆ ในรูปที่ 8 และ 9 ทำให้เมื่อผสมลงในยิปซัมพลาสติกแล้ว จะสามารถช่วยพัฒนาคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขุยมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้ปริมาณปูนยิปซัมพลาสติกน้อยเกินไปที่จะเชื่อมประสาน

ขุยมะพร้าวและส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นแผ่นฝ้าเพดานที่แข็งแรงได้ (ปริญญา และชัย, 2551) เมื่อเทียบผลการทดสอบดังกล่าวกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 356 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) และแรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 133 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) พบว่า แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน C150 เป็นอัตราส่วนเดียวที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้ โดยมีค่าแรงกดแตกตามยาว เท่ากับ 361.30 นิวตัน และแรงกดแตกตามขวาง เท่ากับ 141.09 นิวตัน



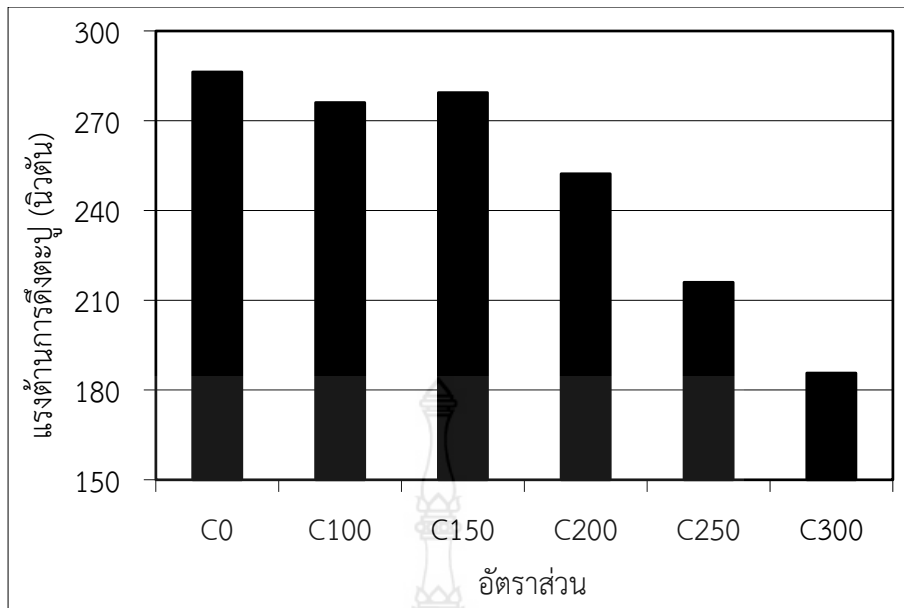
รูปที่ 8 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า



รูปที่ 9 ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 1,000 เท่า

6.2 แรงต้านทานการดิ่งตะปู

ผลการทดสอบแรงต้านทานการดิ่งตะปูของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 10

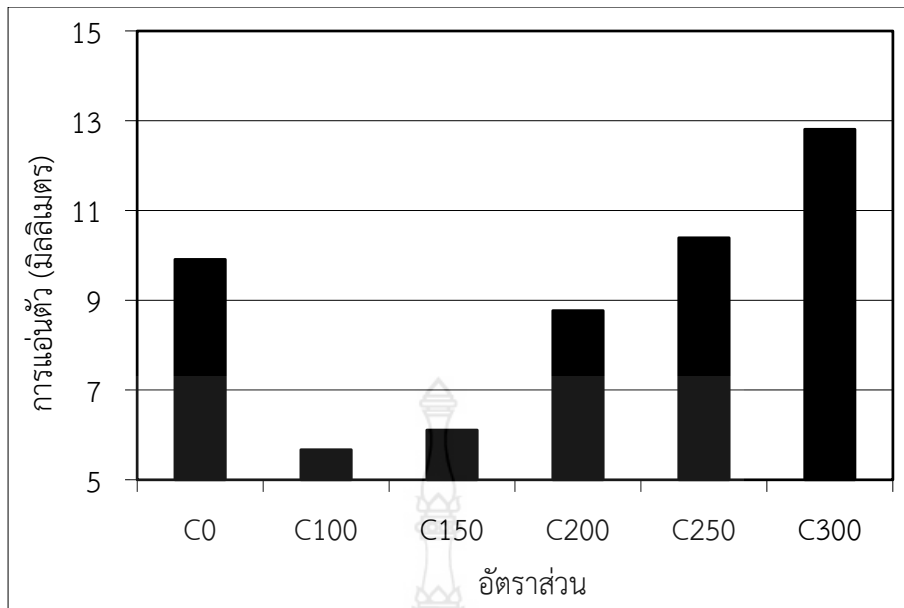


รูปที่ 10 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

มาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) กำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นผ้าเพดาน ต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ซึ่งจะช่วยให้แผ่นยิปซัมสามารถใช้งานได้หลากหลายและคงทน จากรูปที่ 10 พบว่า แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน C0, C100 และ C150 ทั้ง 3 อัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐานที่กำหนด โดยแผ่นผ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว จะสามารถรับแรงดึงตะปูได้มากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C150, C100, C200, C250 และ C300 เป็นอัตราส่วนที่รับแรงดึงตะปูได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูงและมีน้ำหนักเบา ทำให้เมื่อผสมลงในแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวแล้ว จะทำให้เนื้อของแผ่นผ้าเพดานมีความหนาแน่นลดน้อยลง และมีแรงต้านทานการดึงตะปูที่ต่ำลง (Bledzki and Gassan, 1999)

6.3 การแอนตัว

ผลการทดสอบการแอนตัวของแผ่นผ้าเพดาน ทั้งที่ผสมและไม่ผสมขุยมะพร้าว ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 11

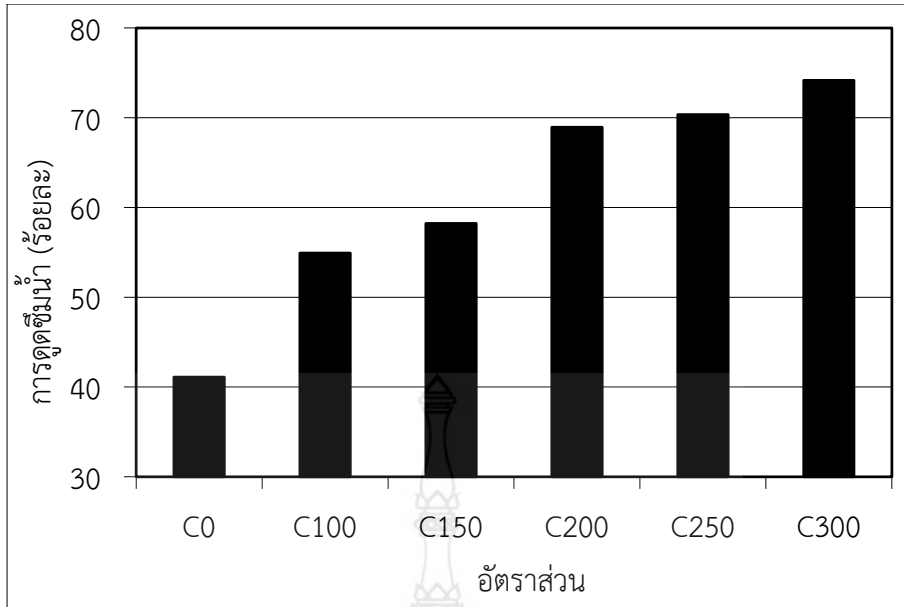


รูปที่ 11 การแฉ่งตัวของแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

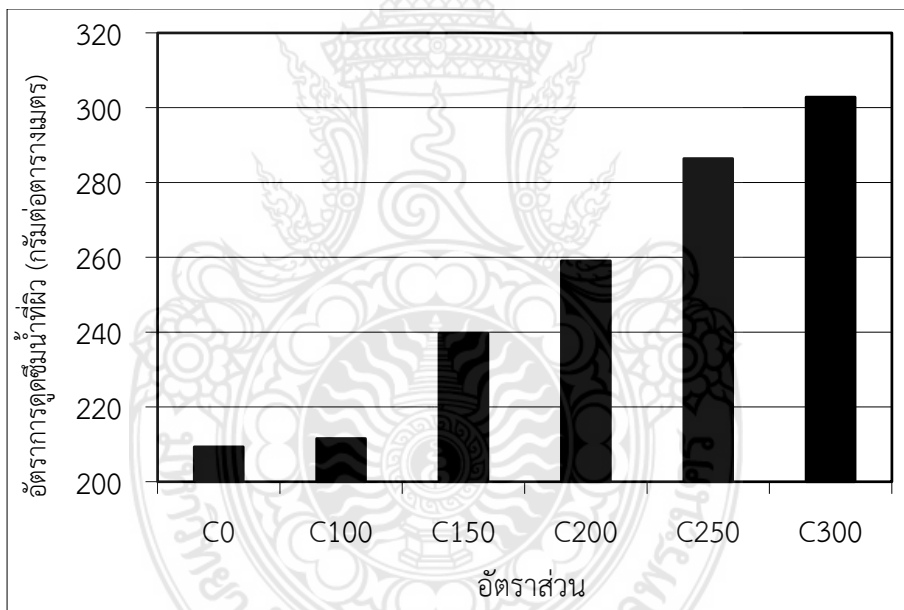
ผลการทดสอบการแฉ่งตัวของแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าวในรูปที่ 11 พบว่า แผ่นฝ้าพาดานที่ผสมขุยมะพร้าวในปริมาณน้อยหรือไม่มากจนเกินไป จะมีการแฉ่งตัวที่ต่ำกว่าแผ่นฝ้าพาดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว และแผ่นฝ้าพาดานที่ผสมขุยมะพร้าวมากกว่าอัตราส่วน C200 ขึ้นไป ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการรับแรงดึงของขุยมะพร้าวที่ดี อย่างไรก็ตาม การผสมขุยมะพร้าวลงในแผ่นฝ้าพาดานที่มากเกินไป จะทำให้ความสามารถในการเชื่อมประสานของแผ่นฝ้าพาดานลดลง และมีการแฉ่งตัวที่มากขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดสอบแรงกดแตกและแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าว (ปริญญา และชัย, 2551) ทั้งนี้ ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) กำหนดให้การแฉ่งตัวของแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าว ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแฉ่งตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีเพียงแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C300 เท่านั้น ที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานกำหนด

6.4 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าพาดานผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 12 และ 13



รูปที่ 12 การดูดซึมน้ำของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน



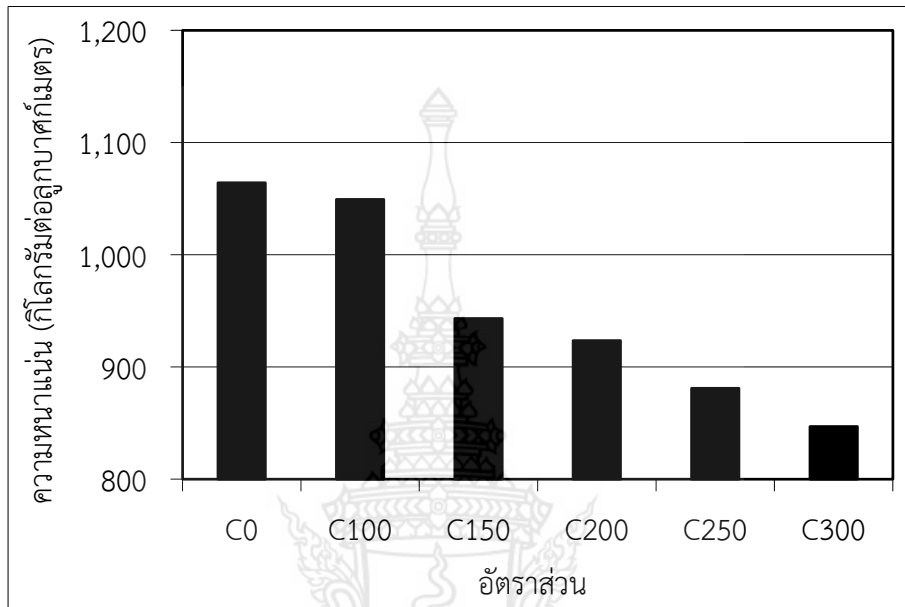
รูปที่ 13 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างในเนื้อค่อนข้างมาก เมื่อผสมลงในแผ่นผ้าเพดานจึงทำให้มีผลต่อพฤติกรรมการดูดซึมน้ำของแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่เพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 12 และ 13 โดยแผ่นผ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าวเป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน C100, C150, C200, C250 และ C300 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) พบว่า มาตรฐานดังกล่าวจะกำหนดให้แผ่นยิปซัม เฉพาะประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแผ่นผ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยต่อไปจะมีการปรับปรุงค่าการดูดซึมน้ำให้ต่ำลง และผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพดาน

ผสมขุยมะพร้าวที่พัฒนานี้ ยังคงสามารถผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมประเภทไม่ทนความชื้นตามมาตรฐานนี้ได้

6.5 ความหนาแน่น

สำหรับผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วนสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 14

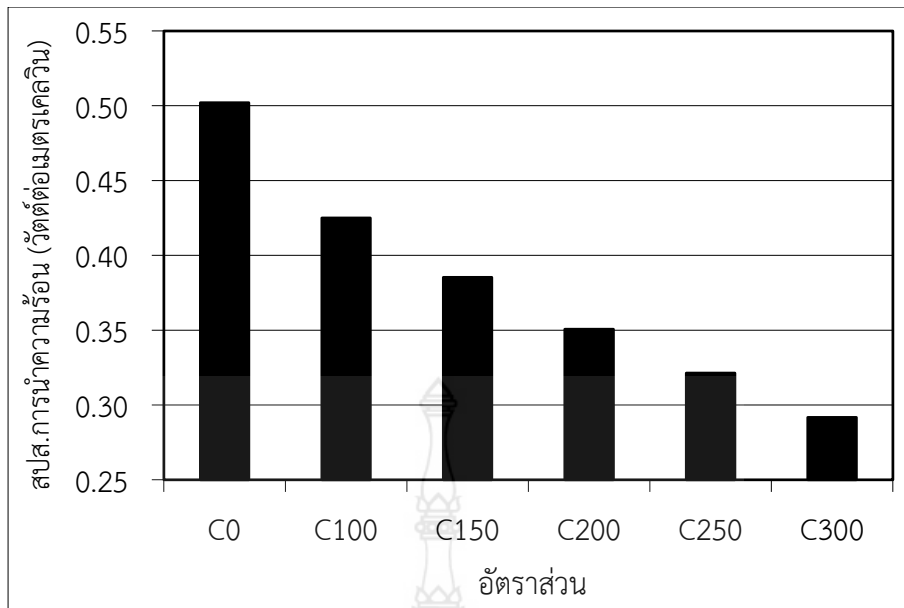


รูปที่ 14 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลกระทบของปริมาณขุยมะพร้าวที่มีต่อความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานในรูปที่ 14 พบว่า นอกจากลักษณะช่องว่างของขุยมะพร้าวจะมีผลต่อการดูดซึมน้ำแล้ว ยังมีผลต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมอีกด้วย โดยแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมขุยมะพร้าว (อัตราส่วน C0) จะมีความหนาแน่นสูงที่สุดเท่ากับ 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 นอกจากนี้ ยังเป็นผลมาจากค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุจำพวกเซลลูโลสของขุยมะพร้าวที่มีค่าเพียง 0.6 (Faherty et al., 1995) ในขณะที่ยิปซัมพลาสติกจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่า

6.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเป็นการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนจากหลังคาเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นผ้าเพาะานผสมขุยมะพร้าว ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 15 พบว่า แผ่นผ้าเพาะานที่มีปริมาณขุยมะพร้าวมากที่สุด คือ อัตราส่วน C300 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด เท่ากับ 0.292 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน รองลงมาคืออัตราส่วน 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 ทั้งนี้ เป็นผลมาจากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีช่องว่างมาก จะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง (ธนัญชัย และคณะ, 2549)

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเพาะานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐาน 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นผ้าเพาะานผสมขุยมะพร้าวสามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นผ้าเพาะานผสมขุยมะพร้าวที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว ประเภทไม่ทนความชื้น คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกต่อขุยมะพร้าวต่อน้ำประปาต่อสารโซเดียมซิลิเกต เท่ากับ 1: 0.150: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน C150) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 356 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 141.09 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 279.41 นิวตัน การแอนตัว 6.11 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 943.21 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.385 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นผ้าเพาะานผสมขุยมะพร้าวให้มีสมบัติผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น และทนไฟ โดยการเพิ่มน้ำยาธรรมชาติและสารตัวเติมต่างๆ เข้าไป เพื่อให้ได้แผ่นผ้าเพาะานผสมขุยมะพร้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานได้

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- ธนัญชัย ปุณณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 4.
- ประชุม คำพูน, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, สมพิศ ดีบุญโน และสุโรจน์ ศรีสินหอม, 2552. การพัฒนาระเบียงหลังคาซีเมนต์และฝ้าเพดานโดยใช้ยางธรรมชาติเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอชโซลาน และคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556. แนวโน้มอสังหาริมทรัพย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/pages/ViewSummary.aspx?docid=31781>
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.), 2547. โครงการพัฒนาวัสดุมวลเบาจากเส้นใยมะพร้าว. ชุดโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีมะพร้าว. เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซัม (มอก.219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- American Society for Testing and Materials (ASTM), 2012. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.
- Asatjarit, C., Hirunlabh, J., Khedari, J., Charoenvai, S., Zeghmati, B., & Shin, U. C., 2007. Development of coconut coir-based lightweight cement board. Construction and Building Materials. 21(2), 277–288.
- Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science 24, pp.221-274.
- Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. Wood Engineering and Construction Handbook. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.



บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด

ARIYASUTTHI INTERTRADE CO.,LTD.

261/255 หมู่ที่ 4 ถนน รังสิต - นครนายก ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทร 0 2159 0667

วันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2560

เรื่อง ขอขอบคุณ ผศ.ดร. ปราโมทย์ วีรานุกูล งานวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปตานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตามที่ บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด ได้นำเอาผลงานวิจัย ของ ผศ.ดร. ปราโมทย์ วีรานุกูล งานวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปตานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ไปใช้ในการเสริมความแข็งแรงและความเป็นฉนวนของแผ่นผ้าเปตาน และเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นผลให้ บริษัท สามารถลดค่าใช้จ่ายและมีรายได้เพิ่มขึ้น

ในการนี้ ทางบริษัทจึงขอขอบคุณมายัง ผศ.ดร. ปราโมทย์ วีรานุกูล งานวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปตานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความช่วยเหลือ มา ณ ที่นี้

ขอแสดงความนับถือ

นายรัชชัย อริยะสุทธิ
ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ