รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

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

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล
อาจารย์อิทธิ วีรานุกูล
ว่าที่ร้อยเอก ดร.กิตติพงษ์ สุวีโร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี 2561
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทำการออกแบบอัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปา จำนวน 6 อัตราส่วน เท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1 และ 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานด้วยวิธีหล่อในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประกอบด้วย การทดสอบแรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และการใช้งานจริง ผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุด แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; ขุยมะพร้าว; น้ำยางธรรมชาติ; ฉนวนป้องกันความร้อน; ชุมชนท้องถิ่น

Abstract

This research aims to develop the coconut coir ceiling board mixed with natural latex. The 6 ratios of gypsum plaster: coconut coir: sodium silicate: natural rubber: tap water are equal to 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1, and 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 by weight. The ceiling boards were produced by casting in normal temperature (30 – 35 degree of Celsius). The properties testing of coconut coir ceiling board mixed with natural latex followed the TIS 219-2009 standard (gypsum plasterboard) including: breaking load, nail pull resistance, deflection, water absorption, density, thermal conductivity coefficient, and real usage. From the results, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 ratio is the most suitable ratio of coconut coir ceiling board mixed with natural latex. 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; natural latex; thermal insulation; local community

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
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 วัตถุดิบในการผลิตแผ่นยิปซัม	5
2.4 กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม	5
2.5 การติดตั้งใช้งานแผ่นยิปซัม	6
2.6 เส้นใยธรรมชาติ	6
2.7 มะพร้าว	7
2.8 ขุยมะพร้าว	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	16
3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน	16
3.4 การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน	19
บทที่ 4 ผลการวิจัย	23
4.1 แรงกดแตก	23
4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู	25
4.3 การแอ่นตัว	25
4.4 การดูดซึมน้ำ	26
4.5 ความหนาแน่น	28
4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	29
4.7 การใช้งานจริง	29
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผล	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34
ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552	
ข บทความสำหรับเผยแพร่	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ขุยมะพร้าว	1
1.2	การใช้ประโยชน์แผ่นฝ้าเพดานในอาคาร	2
2.1	กรอบแนวความคิดของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน	9
3.1	ปูนยิปซัมปลาสเตอร์	13
3.2	ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร	13
3.3	สารละลายโซเดียมซิลิเกต	14
3.4	น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์	14
3.5	เครื่องตัดเส้นใย	15
3.6	เครื่องตัดเส้นใยที่มีการติดตั้งตะแกรง	15
3.7	ตะแกรงสำหรับเครื่องตัดเส้นใย	15
3.8	การตวงสารโซเดียมซิลิเกต	17
3.9	การผสมสารโซเดียมซิลิเกตเข้ากับน้ำประปา	17
3.10	การผสมขุยมะพร้าวเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ	17
3.11	การเทส่วนผสมแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแบบหล่อ	18
3.12	การปาดส่วนผสมแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในแบบหล่อให้เรียบ	18
3.13	แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในแบบหล่อก่อนการถอดแบบ	18
3.14	แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่บ่มในอากาศ	19
3.15	แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับทดสอบความต้านทานแรงดัด	19
3.16	การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ	19
3.17	การวิบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติจากแรงดัด	20
3.18	การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ	20
3.19	การทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ	20
3.20	การแช่แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติลงในน้ำเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ	21
3.21	การอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในตู้อบเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ	21
3.22	การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ	21
3.23	การวัดขนาดของฝ้าเพดาน	22
3.24	การชั่งน้ำหนักเพื่อทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ	22
4.1	แรงกดแตกตามยาวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่อายุการบ่ม 28 วัน	23
4.2	แรงกดแตกตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่อายุการบ่ม 28 วัน	24
4.3	แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่อายุการบ่ม 28 วัน	25
4.4	การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน	26
4.5	การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน	27
4.7	ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน	28
4.8	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน	29
4.9	การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03	30

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)	7
3.1	อัตราส่วนผสมของน้ำยางธรรมชาติข้น ชนิดพรีวัลคาไนซ์	14
3.2	อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวโดยน้ำหนักในที่ผ่านมา (ปีที่ 1 พ.ศ.2560)	16
3.3	อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติโดยน้ำหนัก (ปีที่ 2 พ.ศ.2561)	16

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 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)

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 และที่สำคัญต้องผลิตได้ภายในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กที่ผลิตได้ภายในประเทศ นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาต่อยอดความต้านทานการดูดซึมน้ำ ซึ่งเป็นสมบัติที่แผ่นฝ้าเพดานทั่วไปไม่สามารถต้านทานได้ ให้แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวมีสมบัติที่ดีขึ้น โดยการใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นสารผสมเพิ่ม เพื่อช่วยในการลดช่องว่าง และยึดแผ่นฝ้าเพดานไว้เมื่อสัมผัสกับน้ำ

ดังนั้น โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” จึงเป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการของตลาดมาก วิสาหกิจชุมชนสามารถลงทุนต่ำ และมีผลตอบแทนที่ดี ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว ซึ่งเป็นชุมชนฐานรากของประเทศอย่างแท้จริง โครงการนี้มีระยะเวลาดำเนินงาน รวม 2 ปี ปีที่ 1 (พ.ศ.2560) ทำการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสม และปีที่ 2 (พ.ศ.2561) ทำการต่อยอดแผ่นฝ้าเพดานให้ต้านทานการดูดซึมน้ำด้วยน้ำยางธรรมชาติ โดยปีนี้เป็นการดำเนินงานในปีที่ 2 (พ.ศ.2561)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

1.2.2 เพื่อพัฒนาสมบัติการต้านทานการดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว โดยใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นสารผสมเพิ่ม

1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ใช้ปูนยิปซัมปลาสเตอร์ (Gypsum plaster) เป็นสารเชื่อมประสานในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.2 ใช้ขุยมะพร้าว เป็นมวลรวมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.3 ใช้สารโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) เป็นสารเร่งการก่อตัวในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน (จากผลการวิจัยในปีที่ 1)

1.3.4 ใช้กระดาษเหนียว ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.5 ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ จำนวนไม่น้อยกว่า 5 อัตราส่วน

1.3.6 ใช้เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร และ 60 x 60 เซนติเมตร หนา 9 มิลลิเมตร ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน สำหรับทำการทดสอบสมบัติต่างๆ และเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน (เหมาะกับกระบวนการผลิตในรูปแบบวิสาหกิจชุมชน)

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

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

1.2.2 ทราบสมบัติการต้านทานการดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว โดยใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นสารผสมเพิ่ม

1.2.3 ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” มีรายละเอียดของทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิด ดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นยิปซัม

แผ่นยิปซัม หรือฝ้าเพดานยิปซัม หมายถึง แผ่นซึ่งประกอบด้วยสารผสม มีปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็น ส่วนใหญ่ ใช้เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบหรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน และ/หรืออาจมีวัสดุเพิ่มคุณภาพเคลือบผิวด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน ไส้กลางอาจตันหรือพรุน (cellular) และ อาจผสมด้วยเส้นใยหรือเพิ่มวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ กระดาษสำหรับแผ่นยิปซัม (gymsum liner board) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการประกอบแผ่นยิปซัม ผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน (post-consumer waste) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียหรือผ่านการใช้งาน วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต (post-industrial waste) หมายถึง วัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตหรือการแปรรูปภายในโรงงานก่อนถึงมือผู้บริโภค (จิระวัฒน์ และคณะ, 2551)

2.2 ประเภทของแผ่นยิปซัม

ประเภทของแผ่นยิปซัม แผ่นยิปซัมเป็นวัสดุแผ่นเรียบ ผลิตขึ้นด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัยเหมาะสำหรับใช้ทำฝ้าเพดาน และฝาผนังของอาคารทุกชนิด เพราะไม่เพียงแต่จะเป็นวัสดุแผ่นเรียบที่สวยงามง่ายต่อการตกแต่ง กันร้อน กันเสียง กันไฟ ไม่ยืดหดตัว ติดตั้งดัดแปลงแก้ไขง่าย ประหยัด และไม่เป็นพิษเมื่อเกิดไฟเผาด้วยอุณหภูมิสูงจะไม่เกิดพิษที่เป็นอันตรายต่อชีวิต

1) แผ่นยิปซัม แบ่งออกเป็นหลายประเภทที่สำคัญ คือ

1.1) แผ่นยิปซัมมาตรฐาน ใช้สำหรับงานฝ้าเพดานและฝาผนังทั่วไป เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานที่เน้นการตกแต่ง เรียบเนียน สวยงาม ทันสมัย สามารถทำเป็นฝ้าหลบมุม ฝังดวงไฟ งานผนังภายในที่ต้องการความแข็งแรง น้ำหนักเบา ช่วยประหยัดงานโครงสร้างและฐานราก

1.2) แผ่นยิปซัมทนชื้น ใช้ในบริเวณที่มีความชื้นสูง เช่น ฝ้าเพดานห้องน้ำ ห้องครัว ชายคา และโรงรถ ผนังห้องน้ำบริเวณแห้ง โดยบุกระเบื้องทับผิวแผ่นยิปซัมทนชื้นร่วมกับระบบกันซึม

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

2) แผ่นยิปซัมแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1) ชนิดขอบเรียบ เหมาะสำหรับนำไปติดตั้งและใช้งานแบบเว้นร่อง และตัดเป็นแผ่นเล็ก เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานทีบาร์

2.2) ชนิดขอบลาด เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการฉาบรอยต่อบริเวณขอบแผ่นยิปซัมให้เป็นผืนเดียวกัน เหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานฉาบเรียบ และผนังยิปซัมฉาบเรียบ

2.3 วัตถุดิบในการผลิตแผ่นยิปซัม

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

1) แร่ยิปซัม สูตรทางเคมี คือ Calcium sulfate dihydrate: $CaSO_4.2H_20$ ซึ่งประกอบด้วย Calcium sulfate มีน้ำอยู่ด้วย 2 molecules มีค่าความหนาแน่น 2.32 มีค่าความแข็ง (hardness) = 2 (moths scale of hardness) เป็นแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (natural gypsum) เมื่อน้ำทะเลได้รับความร้อนเกิดการระเหยมีแร่ยิปซัมตกผลึก เป็นอันดับแรก แร่ยิปซัมพบอยู่ทั่วไปในหินชั้น บางครั้งพบเป็นชั้นหนามาก พบแร่ยิปซัมกระจัดกระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย และแหล่งที่พบเป็น ชั้นหนามาก มีการเปิดทำเหมืองแล้ว ได้แก่ จังหวัดพิจิตร จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบันได้มีการนำแร่ยิปซัมสังเคราะห์ (synthetic gypsum) เข้ามาร่วมใช้ในการผลิตแผ่นยิปซัมเพื่อเป็นการอนุรักษ์ปริมาณสำรองแร่ยิปซัมธรรมชาติ และเป็นการลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม

2) แร่ยิปซัมสังเคราะห์ (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) เป็นผลพลอยได้ (by product) จากโรงงานไฟฟ้า โดยการนำเอาก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulphur Trioxide : SO3) ซึ่งเป็นก๊าซเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศจากโรงงานไฟฟ้ามาผสม ทำปฏิกิริยากับหินปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate : CaCO3) แล้วจะได้ ผลพลอยได้ เป็นแร่ยิปซัมสังเคราะห์ (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) ออกมา

3) กระดาษ : (Plasterboard Liner) ใช้กระดาษเหนียวพิเศษ ประกอบเป็นผิวหน้าแผ่น ยิปซัม กระดาษยิปซัม เป็นกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นยิปซัม สำหรับงานก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Ivory Board และ Grey Board ใช้ประกบรองรับแผ่นยิปซัม ด้านหน้าและด้านหลังตามลำดับโดย Ivory Board จะมีความขาวของผิวหน้า และความแข็งแรงที่ดีกว่า Grey Board เนื่องจากเป็นด้าน ที่มองเห็นได้ กระดาษทำแผ่นยิปซัมที่มีคุณภาพจะต้องมีแรงทนทานต่อแรงดึงเป็นพิเศษและสามารถ นำไปประกบเนื้อยิปซัมในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัมได้เป็นอย่างดี กระดาษยิปซัมใช้ recycle fiber มาเป็นวัตถุดิบทั้งหมด ผลิตด้วยกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง

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

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

2.4 กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม

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

2) Coalmining process: นำแร่ที่บดแล้วเข้ากระบวนการ Calcinations หรือการเผาแร่ละเอียดในเครื่องเผาแร่ เพื่อไล่ความชื้นที่อยู่ในแร่ยิปซัม และเผาให้แร่ยิปซัมเปลี่ยนคุณสมบัติกลายเป็น ผงปูนปลาสเตอร์ (stucco)

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

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

5) Drying process นำแผ่นยิปซัมไปเข้าเตาอบ ผ่านกระบวนการอบไล่น้ำส่วนเกินใน ส่วนผสมและเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวที่เหมาะสมระหว่างกระดาษและส่วนผสมของยิปซัม โดยผ่านการอบแผ่น 3 Zones จนแผ่นแห้งสนิทดี และมีความแข็งแรง จากนั้นจึงส่งต่อไปยังสายพาน Dry transfer

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

2.5 การติดตั้งใช้งานแผ่นยิปซัม

พื้นที่หลังการติดตั้งแผ่นยิปซัมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

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

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

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

2.6 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุลแสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า 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
ข้าวนาปัง	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 ใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม นอกจากนี้น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรค และเป็นสารละลายไอโซโทนิก ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงสามารถนำน้ำมะพร้าวไปใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดเวน ในผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดผิดปกติได้น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำวุ้นมะพร้าวได้ โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว เนื้อในของมะพร้าวแก่ นำไปทำกะทิได้ โดยการขูดเนื้อในเป็นเศษเล็ก ๆ แล้วบีบเอาน้ำกะทิ ออกกากที่เหลือจากการคั้นกะทิ ยังสามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้ ใยมะพร้าว นำไปใช้ยัดฟูก ทำเสื่อ หรือนำไปใช้ในการเกษตร

2.8 ขุยมะพร้าว

จากมะพร้าวหนึ่งผล คิดน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 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 คือเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือปั่นให้ใยละเอียด เป็นขุยๆละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ ขุยมะพร้าวนี่เองก่อปัญหาให้กับโรงงานผลิตเส้นใยมะพร้าวมาก มีสมบัติเบา แต่ก็มีความคงทนถาวร ทนแดด ทนฝน เมื่อแช่น้ำจะไม่มีการอ่อนมาก ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว (FAO, 2011)

2.9 สมมติฐาน

1) ขุยมะพร้าว สามารถเป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้

2) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน มีสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผ่นยิปซัม (มอก.219-2552) (สมอ., 2552)

3) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องให้น้ำหนักค้างไว้

4) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถนำไปใช้งานได้จริงและพัฒนาส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นได้

2.10 กรอบแนวความคิด

กรอบแนวความคิดของการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน จึงเป็นการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานหรือแผ่นยิปซัมที่มีขุยมะพร้าว ซึ่งผ่านการย่อย การคัดขนาด และการปรับปรุงเส้นใยแล้ว มาผสมร่วมกับปูนยิปซัม และสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปขึ้นรูปกับกระดาษเหนียว และเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เน้นให้มีการศึกษา ทดลอง และปรับปรุงเพื่อหาอัตราส่วนและกระบวนการที่ทำให้แผ่นฝ้าเพดาน มีคุณสมบัติตามต้องการ และสามารถผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซัม (มอก.219-2552) กำหนด (สมอ., 2552)

ตัวแปรต้น (กรรมวิธีการผลิต)

1. ส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ได้แก่
- ปูนยิปซัม
- ขุยมะพร้าว
- น้ำประปา
- สารเร่งการก่อตัว

2. ขุยมะพร้าว ได้แก่
- วิธีการย่อย
- ขนาดขุยมะพร้าว
- การปรับปรุงพื้นผิวขุยมะพร้าว

3. กรรมวิธีการผลิตและขึ้นรูป ได้แก่
- วิธีการขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปขนาดเล็ก (เหมาะกับวิสาหกิจชุมชน)
- วิธีการบ่มแผ่นฝ้าเพดาน

→

ตัวแปรตาม (สมบัติ)

สมบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ได้แก่

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

รูปที่ 2.1 กรอบแนวความคิดของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

2.11 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติและการปรับปรุงส่วนผสม สำหรับผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดาน สามารถรวบรวมมาพอสังเขปได้ ดังนี้

2.11.1 จิระวัฒน์ เต่แก้ว และคณะ (2551) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานที่ทำจากยิปซัม และยิปซัมปลาสเตอร์ 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 ค่ากำลังดึงมากที่สุดเท่ากับ 0.69, 0.56, 0.51 และน้อยที่สุดที่ 0.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.0075, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.025 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมากที่สุดเท่ากับ 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 ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ผลการทดสอบของแผ่นยิปซัมปลาสเตอร์ผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า ค่ากำลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 62.45, 39.31, 20.78 และน้อยที่สุดที่ 17.48 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่ากำลังดึงมากที่สุดเท่ากับ 3.62, 3.20, 2.40 และน้อยที่สุดที่ 2.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมากที่สุดเท่ากับ 4.62, 3.72, 2.78 และน้อยที่สุดที่ 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดเท่ากับ 32.58, 30.18, 24.29 และน้อยที่สุด 22.29 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.30, 1.28, 1.27 และน้อยที่สุดที่ 1.24 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075ตามลำดับ ดังนั้นจึงสารมารถสรุปได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานมีความสามารถเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีปัญหาในด้านปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ผสมลงไปในแผ่นยิปซัม เนื่องจากการผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมในปริมาณมากไปจะก่อให้เกิดการหดตัวคายน้ำอย่างรุนแรงทำให้แผ่นยิปซัมไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้ได้ปริมาณที่คงที่ในการผลิตแผ่นยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติต่อไป

2.11.2 กมล กาญจนรุจี และคณะ (2552) ได้ทดลองนำโฟมชนิดโพลีสไตรีน ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน มีน้ำหนักเบา และราคาถูก มาใช้ร่วมกับผนังยิปซัมบอร์ดเพื่อลดการรบกวนของเสียง การทดลองสร้างเป็นกล่องเก็บเสียงจำนวน 2 กล่อง ติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงในกล่องเก็บเสียงกล่องที่ 1 และติดตั้งไมโครโฟนมาตรฐานซึ่งมีความไวในการรับค่าคลื่นเสียง ในกล่องเก็บเสียง กล่องที่ 2 ส่วนผนังยิปซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 0.60 เมตร x 0.60 เมตร พร้อมโครงคร่าวเหล็กอาบสังกะสีขนาด 3 นิ้ว อยู่ตรงกลางระหว่างกล่องเก็บเสียงที่ 1 และ 2 ทำการส่งคลื่นเสียงแบบ pink noise จากแหล่งกำเนิดเสียง ให้ผ่านผนังยิบซัมบอร์ดเข้าสู่เครื่องรับ ซึ่งเป็นไมค์มาตรฐานที่อยู่ในกล่องเก็บเสียง กล่องที่ 2 รับค่าคลื่นเสียงที่ได้ 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 มณเธียร โอทองคำ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการใช้เศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นด้าย ทดลองผสมกับปูนยิปซัมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนัก ตามลำดับ นำมาหล่อในแบบขนาด 300 x 400 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร และใช้ปริมาณน้ำที่ร้อยละ 77 ของน้ำหนักปูนยิปซัม จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนักแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว ผลการทดสอบพบว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายจะมีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์ มอก.219-2524 คือ 169.38 นิวตัน และ 3.62 เมกาปาสกาล ส่วนแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายนั้นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งค่าแรงกดประลัยและค่าโมดูลัสแตกร้าว แต่น้ำหนักจะมีค่าที่ลดลงเมื่อผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น จึงทดลองผสมสารยึดติด 2 ชนิด คือ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และพอลิไวนิลอาซีเตท (PVAc) ผลการทดลองที่เป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว คือ แผ่นยิปซัมที่ใส่สารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยที่แผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายร้อยละ 10

และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ได้ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกาปาสกาล และน้ำหนักที่ได้มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย เศษฝุ่นฝ้ายสามารถนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตเป็นแผ่นยิปซัมสำหรับงานก่อสร้างในอนาคตต่อไป

2.11.4 ประชุม คำพุฒ และคณะ (2552) ศึกษาการใช้น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางข้น) มาผสมในกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม โดยกำหนดอัตราส่วนเนื้อยางต่อปูนซีเมนต์ (หรือผงยิปซัม) เท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075และ 0.100 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนต่อน้ำต่อปูนซีเมนต์ (หรือผงยิปซัม) เท่ากับ 0.50 (รวมปริมาณน้ำในน้ำยางธรรมชาติ) และผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ ทำการหล่อมอร์ต้าร์สำหรับทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มอก.535-2540 และ มอก.219-2524 พบว่า เมื่อผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลง แต่ความต้านทานแรงดึง และความต้านทานแรงดัด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าการผสมปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสม มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม ให้มีสมบัติการป้องกันการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีได้ต่อไป

2.11.5 วรวัฒน์ แก่นจำปา และคณะ (2552) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ผสมกับเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร โดยกำหนดปริมาณผงยิปซัมคงที่ เท่ากับ 4,000 กรัม ปริมาณน้ำรวมความชื้นในแกลบ 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 หาค่าความชื้นสัมพัทธ์และทำการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องวัดอุณหภูมิจำลอง ตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 24.00 น. ที่แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 4 อัตราส่วน เปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ ปริมาณเถ้าแกลบที่เหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงขนาดคละของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมได้ โดยแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่าของโมดูลัสแตกร้าวที่ 21 วัน ผ่านตามที่มาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ ตามยาวไม่ต่ำกว่า 8.0 เมกาปาสกาล และตามขวางไม่ต่ำกว่า 3.0 เมกาปาสกาล โดยแผ่นยิปซัมใส่ปริมาณเถ้าแกลบเท่ากับ 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 ส่วนการทดสอบอุณหภูมิในห้องวัดอุณหภูมิจำลองของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนทั้ง 4 อัตราส่วน มาทำการเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ พบว่า อุณหภูมิภายในห้องวัดอุณหภูมิจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน

2.11.6 สมชาย อินทะตา และคณะ (2553) ได้ศึกษากำลังอัด และกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนที่ยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์ โดยใช้ส่วนผสมปูนเม็ดบด และ FGD ยิปซัมจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะที่เผาแคลไซน์ ในอัตราส่วนร้อยละ 4.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำเถ้าลอยไปแทนที่ปูนเม็ดบดที่ผสม FGD ยิปซัม ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน

จากการทดสอบกำลังอัดและกำลังดัดพบว่า คอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซน์ ให้กำลังสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และคอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซน์เมื่อแทนที่ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังลดลง ยกเว้นในการแทนที่ร้อยละ 20 ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังอัดสูงกว่าในช่วงอายุปลาย และมีกำลังอัดสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 105 ของคอนกรีตควบคุม นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ร้อยละกำลังรับแรงดัดต่อกำลังอัดของคอนกรีต ทุกการแทนที่ โดยมีค่าประมาณร้อยละ 7-5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สามารถใช้เถ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 20 แทนที่ในปูนซีเมนต์ที่ใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์

เมื่อทำการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านเกี่ยวกับการผสมเส้นใย การผสมพอลิเมอร์ และการปรับปรุงสารเชื่อมประสานของแผ่นยิปซัม พบว่า การเส้นใยธรรมชาติจากขุยมะพร้าวมีความเป็นไปได้ในการผสมลงในปูนยิปซัม ขึ้นรูปเป็นแผ่นฝ้าเพดาน แล้วทำให้แผ่นฝ้าเพดานมีสมบัติกายภาพและทางกลที่ดีขึ้น รวมทั้งสามารถทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ทั่วไปได้

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

โครงการ "ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น" ในปีที่ 2 (พ.ศ.2561) นี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ ดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ปูนยิปซัมปลาสเตอร์

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 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์ ดังรูปที่ 3.4 และตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.4 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของน้ำยางธรรมชาติข้น ชนิดพรีวัลคาไนซ์

สารประกอบ	น้ำหนัก (กรัม)
60% น้ำยางข้น (Latex)	167.0
10% โปแตสเซียมไฮดรอไซด์ (Potassium hydroxide)	2.0
10% เทอริค 16 เอ 16 (Teric 16 A 16)	0.2
50% กำมะถัน (Sulfur)	1.6
50% แซดดีอีซี (ZEDC)	0.8
50% แซดเอ็มบีที (ZMBT)	0.8
50% วิงสเตย์แอล (Wingstay L)	2.0
50% ทิทาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)	2.0
50% ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)	2.0
น้ำ	170.5

3.1.6 กระดาษเหนียว

3.1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.8 แบบหล่อ ขนาด 60 x 60 x 0.9 เซนติเมตร
3.1.9 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 0.9 เซนติเมตร
3.1.10 ตะแกรงร่อนวัสดุ
3.1.11 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ
3.1.12 เครื่องผสมคอนกรีต
3.1.13 เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine)
3.1.14 เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน
3.1.15 เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 3.5 ถึง 3.7

รูปที่ 3.5 เครื่องตัดเส้นใย

รูปที่ 3.6 เครื่องตัดเส้นใยที่มีการติดตั้งตะแกรง

รูปที่ 3.7 ตะแกรงสำหรับเครื่องตัดเส้นใย

3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

จากผลการทดสอบของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวในปีที่ผ่านมา จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 3.2 ทำการพิจารณาเลือกอัตราส่วน C150 ซึ่งมีคุณสมบัติทางกลที่เหมาะสมที่สุด มาออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ สำหรับใช้ในการทดสอบ จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวโดยน้ำหนักในที่ผ่านมา (ปีที่ 1 พ.ศ.2560)

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม ปาสเตอร์	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

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติโดยน้ำหนัก (ปีที่ 2 พ.ศ.2561)

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม ปาสเตอร์	ขุยมะพร้าว	โซเดียมซิลิเกต	เนื้อยาง ธรรมชาติ	น้ำประปา
R0 หรือ C150	1	0.15	0.03	0.00	1
R0.01	1	0.15	0.03	0.01	1
R0.02	1	0.15	0.03	0.02	1
R0.03	1	0.15	0.03	0.03	1
R0.04	1	0.15	0.03	0.04	1
R0.05	1	0.15	0.03	0.05	1

<u>หมายเหตุ</u> การคิดปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ใส่เข้าไปในส่วนผสมให้คำนวณเพื่อหาปริมาณเนื้อยางธรรมชาติที่อยู่ภายในน้ำยางธรรมชาติ โดยมีปริมาณเนื้อยางธรรมชาติ ร้อยละ 60 ของปริมาณน้ำยางธรรมชาติ

3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

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

3.3.2 ตวงปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปาตามอัตราส่วนที่ออกแบบ (ตารางที่ 3.3)

3.3.3 ผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9

รูปที่ 3.8 การตวงสารโซเดียมซิลิเกต

รูปที่ 3.9 การผสมสารโซเดียมซิลิเกตเข้ากับน้ำประปา

3.3.4 ผสมปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปาที่ผสมสารเร่งการก่อตัวแล้ว เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต

รูปที่ 3.10 การผสมขุยมะพร้าวเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ

3.3.5 เตรียมแบบหล่อให้สะอาด

3.3.6 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบและปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ดังรูปที่ 3.11 ถึง 3.13

รูปที่ 3.11 การเทส่วนผสมแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแบบหล่อ

รูปที่ 3.12 การปาดส่วนผสมแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในแบบหล่อให้เรียบ

รูปที่ 3.13 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในแบบหล่อก่อนการถอดแบบ

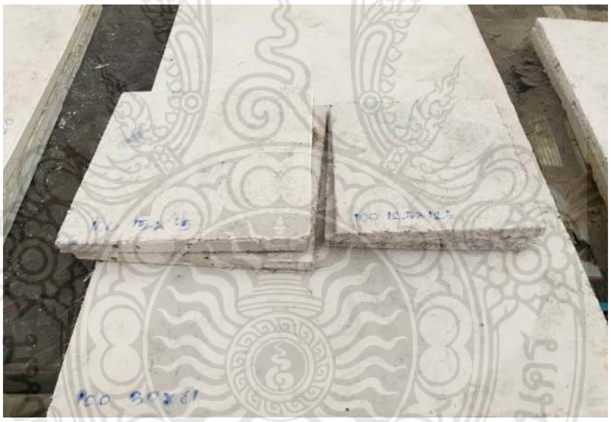
3.3.7 บ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในอากาศ ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่บ่มในอากาศ

3.4 การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) มาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบ ประกอบด้วย

3.4.1 แรงกดแตก ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.15 ถึง 3.17



รูปที่ 3.15 แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับทดสอบความต้านทานแรงดัด

รูปที่ 3.16 การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ

รูปที่ 3.17 การวิบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติจากแรงดัด

3.4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ

3.4.3 การแอ่นตัว ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 การทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ

3.4.4 การดูดซึมน้ำ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.20 ถึง 3.22

รูปที่ 3.20 การแช่แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติลงในน้ำเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ

รูปที่ 3.21 การอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในตู้อบเพื่อทดสอบการดูดซึมน้ำ

รูปที่ 3.22 การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ

3.4.5 ความหนาแน่น ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังรูปที่ 3.23 และ 3.24

รูปที่ 3.23 การวัดขนาดของฝ้าเพดาน

รูปที่ 3.24 การชั่งน้ำหนักเพื่อทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ

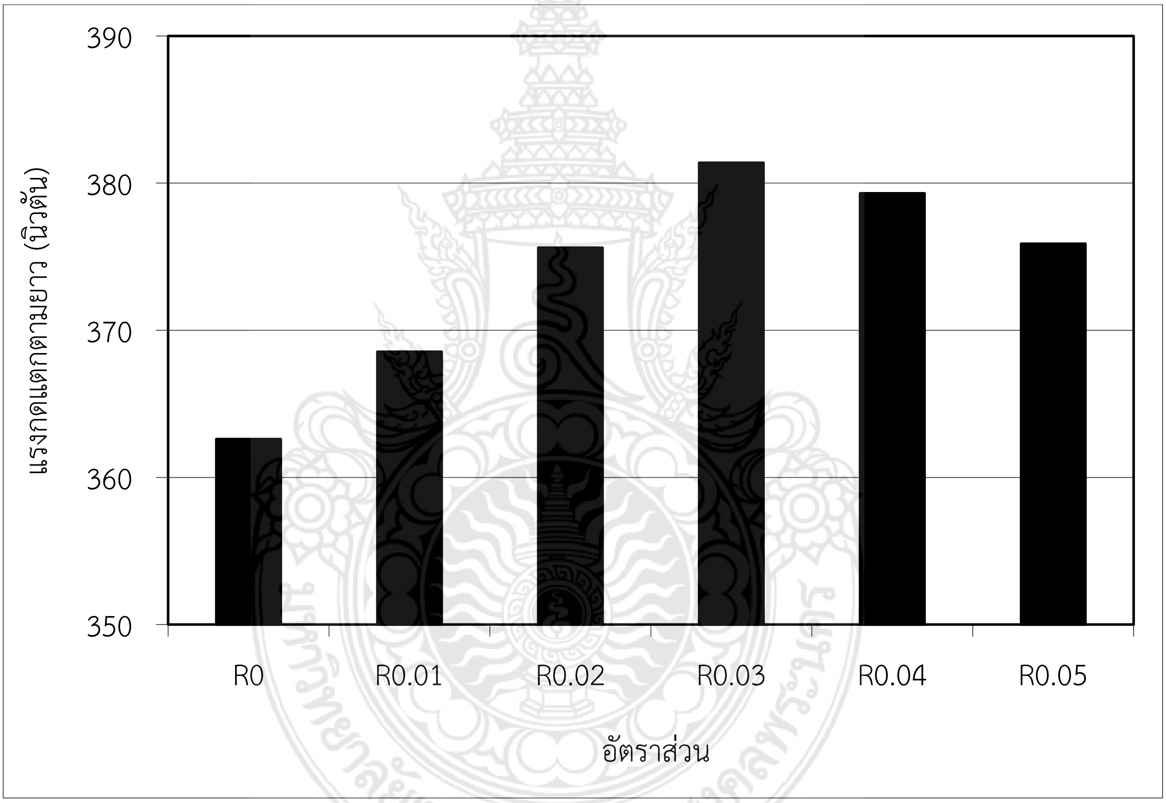
3.4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ที่อายุการบ่ม 28 วัน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

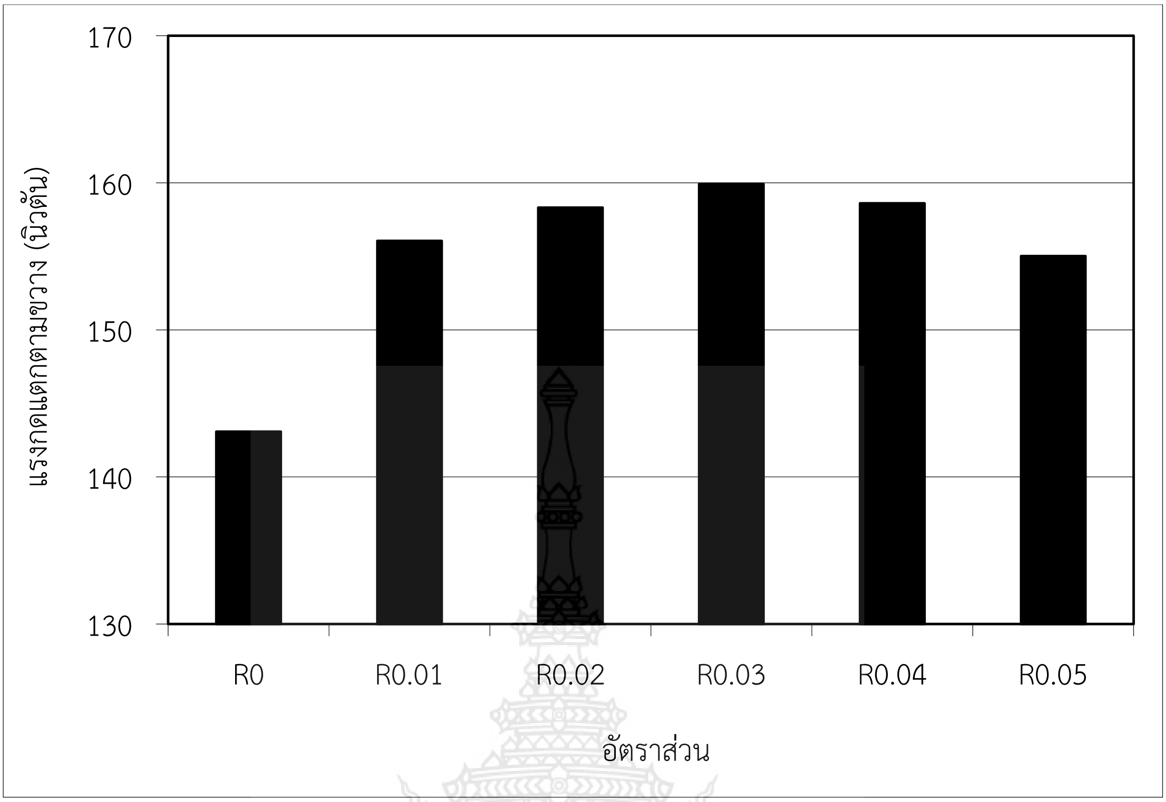
จากการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

4.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

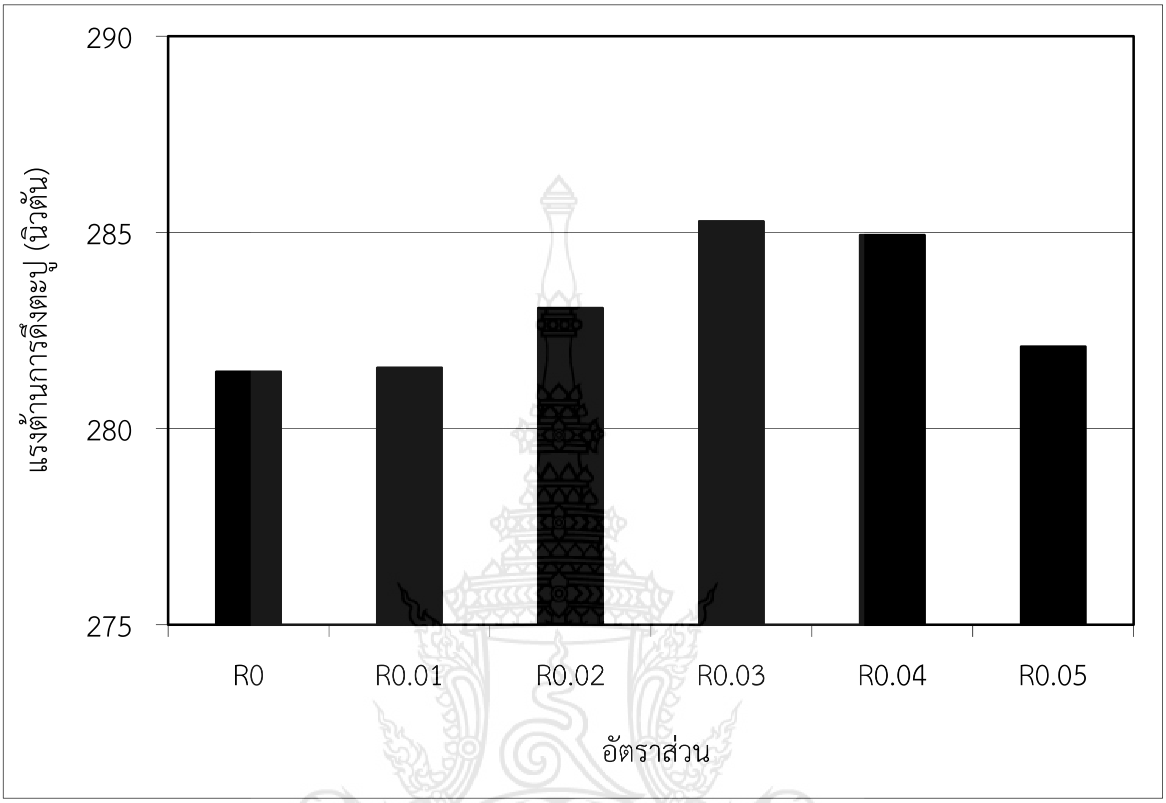


รูปที่ 4.2 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า ปริมาณของน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วน R0.03 รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 อัตราส่วน R0.02 อัตราส่วน R0.01 อัตราส่วน R0.05 และอัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่แทรกเข้าไปในช่องว่างของแผ่นฝ้าเพดาน เป็นวัสดุจำพวกพอลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถในการรับแรงดึงได้ ทำให้เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติจะแข็งตัวและช่วยเพิ่มความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ ทั้งนี้ หากใส่น้ำยางธรรมชาติในปริมาณมากเกินไป น้ำยางธรรมชาติจะไปลดปริมาณยิปซัมและขุยมะพร้าวที่เป็นวัสดุที่ยึดเหนี่ยวแผ่นฝ้าเพดานเป็นหลัก แทนการเข้าไปแทรกในช่องว่างเพื่อช่วยรับแรงดึง ทำให้แรงกดแตกลดลงดังกล่าว (ปริญญา และชัย, 2551) อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบผลการทดสอบดังกล่าวกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 356 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) และแรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 133 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติทุกอัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้

4.2 แรงต้านทานการดึงตะปู

ผลการทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.3

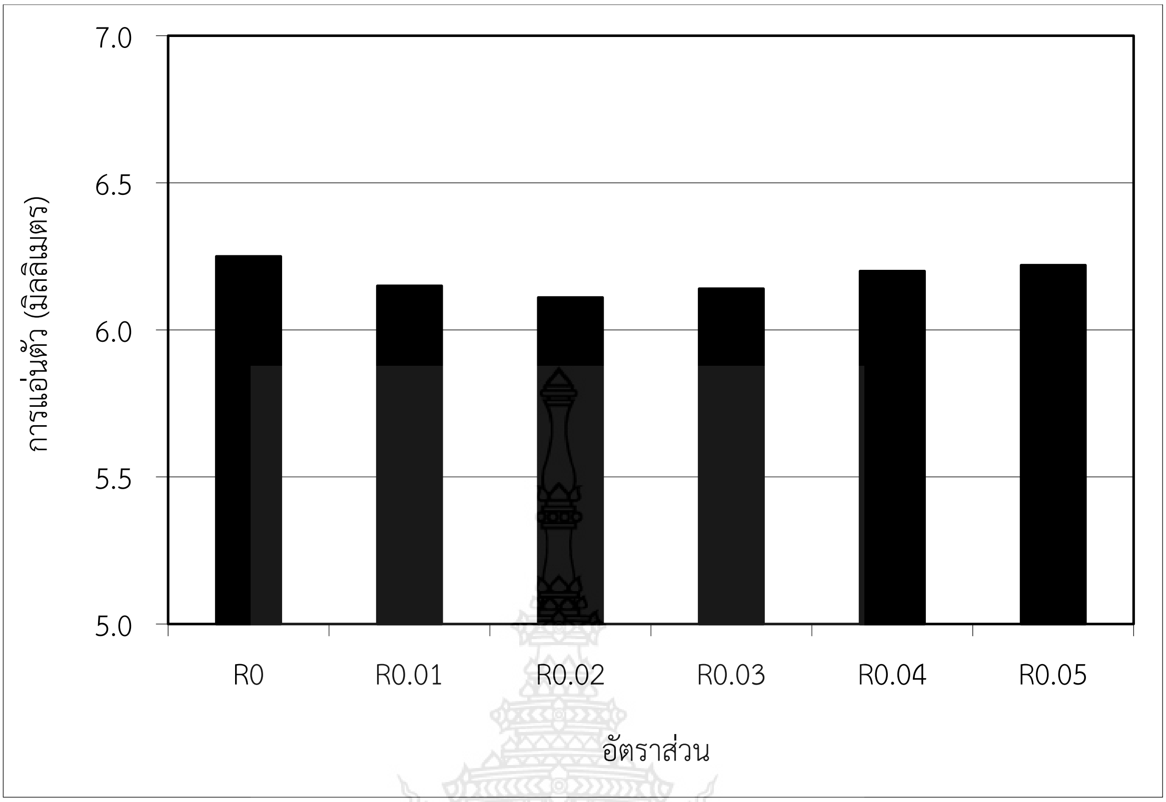


รูปที่ 4.3 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 4.3 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นฝ้าเพดานต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ได้ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการใช้งานแผ่นฝ้าเพดานหรือแผ่นยิปซัมได้อย่างหลากหลายและคงทน โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่สามารถรับแรงดึงตะปูได้มากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 R0.02 R0.01 R0.05 และแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติหรืออัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนที่รับแรงดึงตะปูได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่ผสมจะเข้าไปแทรกในช่องว่างของเนื้อแผ่นฝ้าเพดาน ทำให้เมื่อมีแรงต้านทานการดึงตะปูที่เพิ่มขึ้น (Bledzki and Gassan, 1999)

4.3 การแอ่นตัว

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว ทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.4

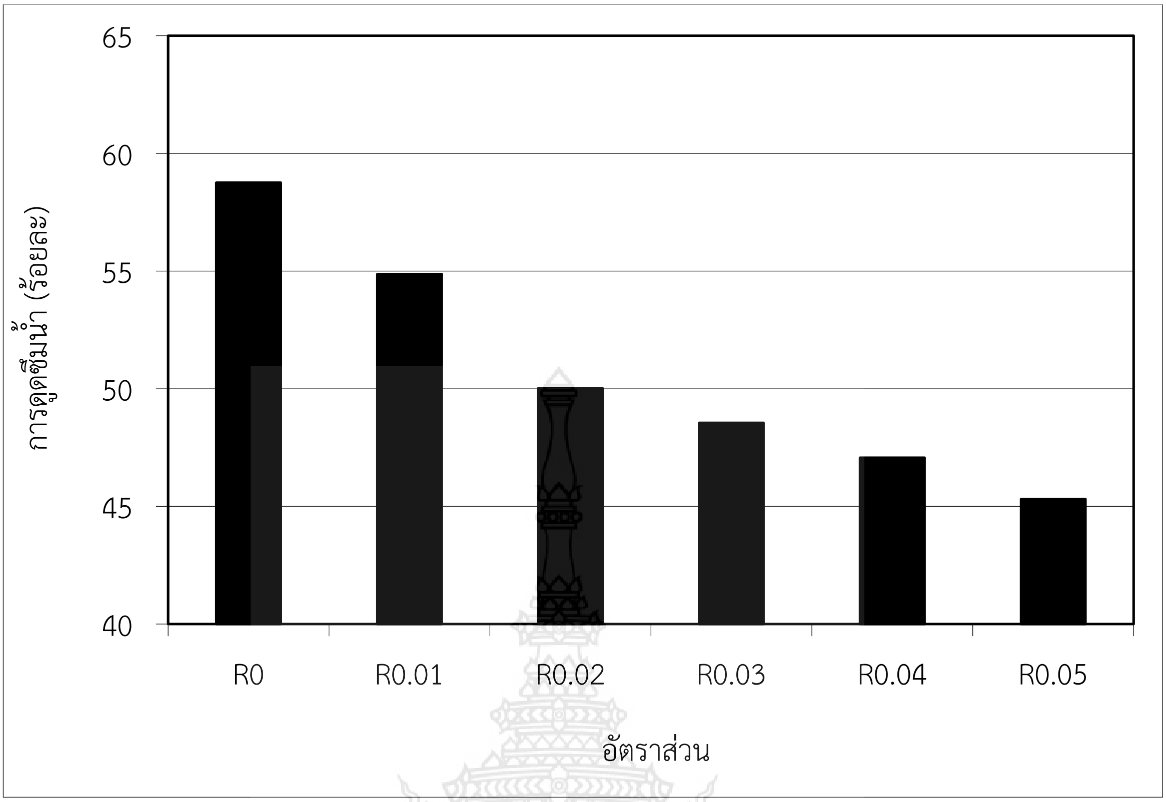


รูปที่ 4.4 การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

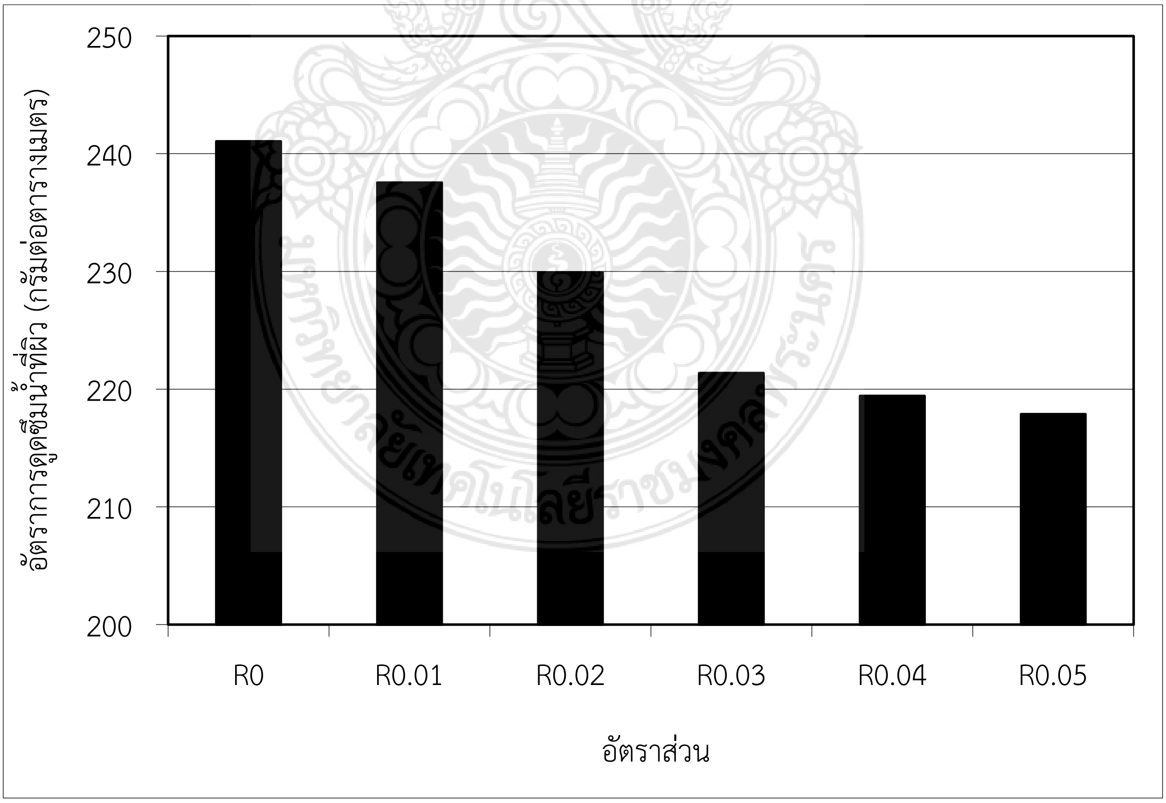
รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ พบว่า การผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสมลงในแผ่นฝ้าเพดาน จะช่วยให้ค่าการแอ่นตัวมีค่าลดต่ำกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากการแทรกตัวของน้ำยางธรรมชาติและความสามารถในการรับแรงดึง (ปริญญา และชัย, 2551) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าการแอ่นตัวทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ที่กำหนดให้การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดาน ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแอ่นตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวทุกอัตราส่วนสามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดได้

4.4 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

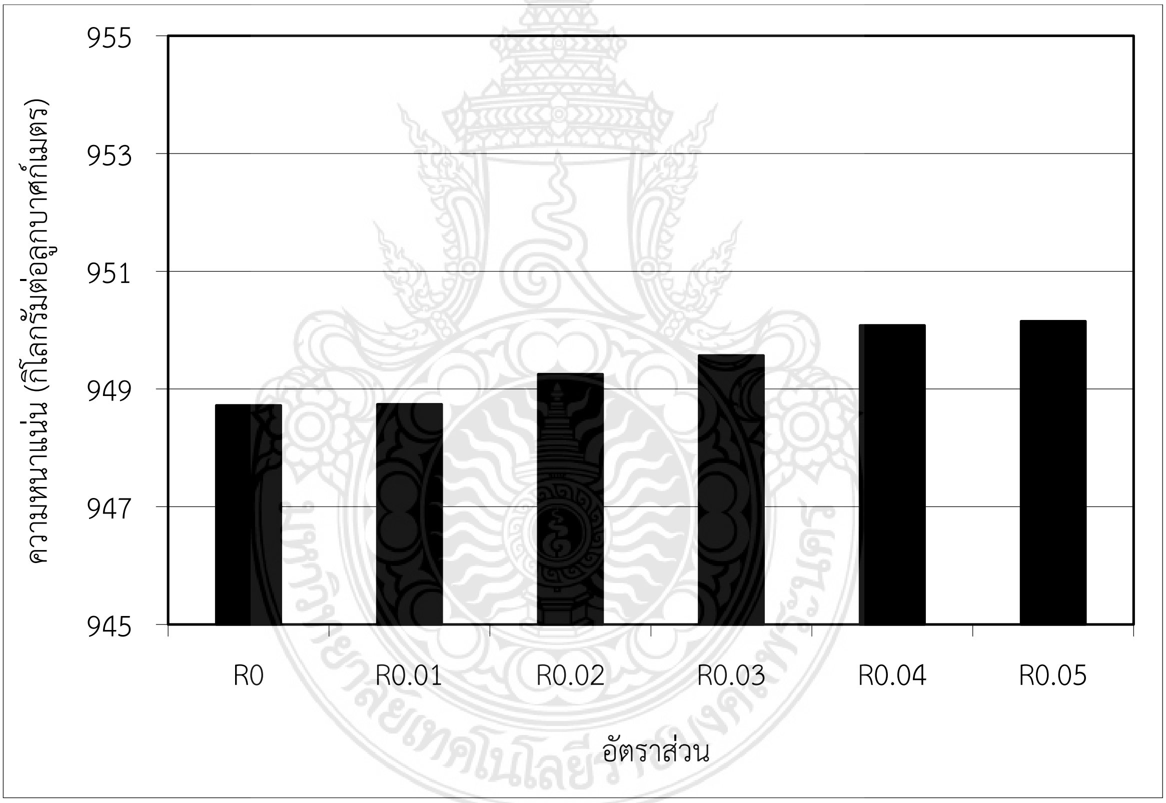


รูปที่ 4.6 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวในรูปที่ 4.5 และ 4.6 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุด และค่อยๆ ลดลงมาเมื่อมีการผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีความทึบน้ำ (Barlow, 1993) ในปริมาณที่มากขึ้น โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.05 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแม้ว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น จะมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำลดลงจากเดิม แต่ก็ยังคงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ทำให้แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาตินี้ สามารถผ่านมาตรฐานแผ่นยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

4.5 ความหนาแน่น

สำหรับผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.7

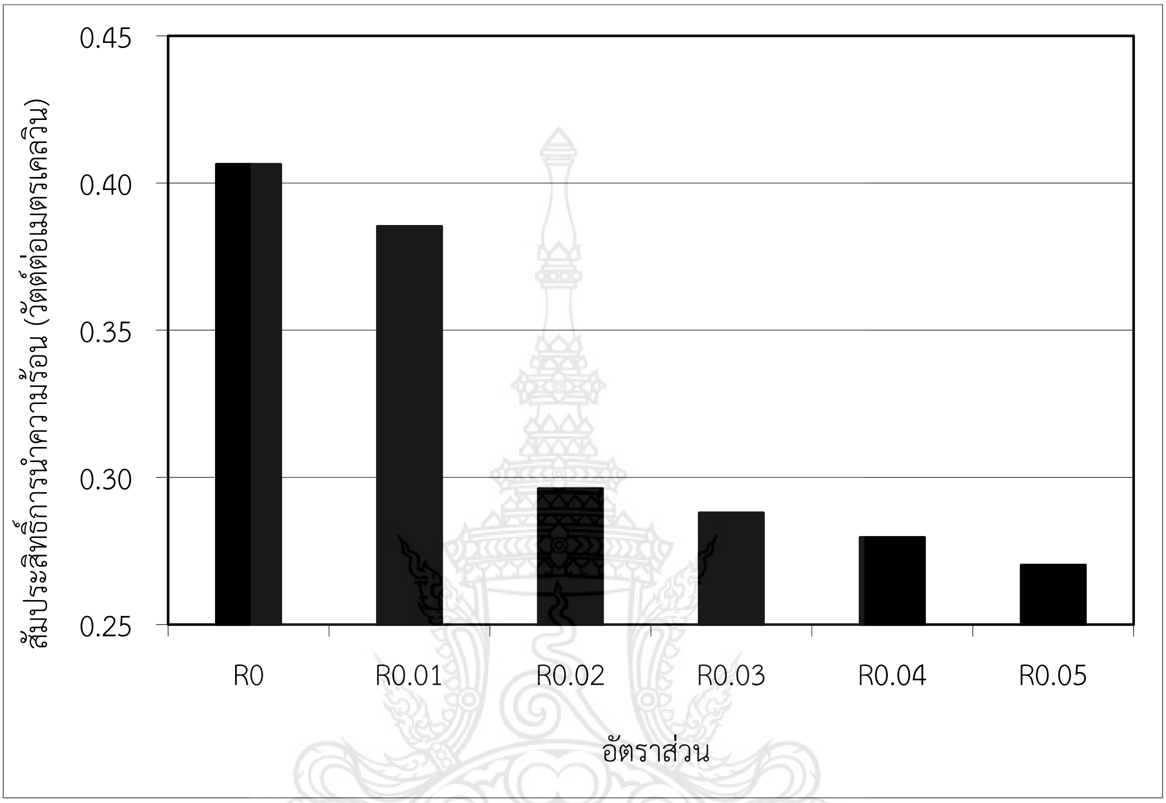


รูปที่ 4.7 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลกระทบของปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่มีต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในรูปที่ 4.7 พบว่า โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.01 R0.02 R0.03 R0.04 และ R0.05 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นของยางธรรมชาติที่มีค่าระหว่าง 920 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Barlow, Fred W., 1993; Faherty et al., 1995)

4.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเป็นการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนจากหลังคาเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 4.8 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีปริมาณน้ำยางธรรมชาติมากที่สุด หรืออัตราส่วน R0.05 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 R0.03 R0.02 R0.01 และแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของยางธรรมขาติที่ต่ำเพียง 0.15 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ทำให้ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง (Clemens, 2001)

4.7 การใช้งานจริง

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ทำให้สามารถเลือกแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปทดสอบใช้งานจริง เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติทางกลดีที่สุด และยังเป็นอัตราส่วนที่มีความทึบและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ โดยการนำแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 มาติดตั้งเป็นฝ้า

เพดาน โดยใช้โครงฝ้าแบบทีบาร์ (T-Bar) ขนาดกว้างและยาว 3x3 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 9 ตารางเมตร ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03

จากการทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 ในรูปที่ 4.9 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติดังกล่าวมีพื้นผิวที่เรียบสม่ำเสมอ แข็งแรง และตัดให้มีขนาดตามที่ต้องการได้ โดยสามารถติดตั้งบนโครงฝ้าทีบาร์ (T-Bar) ได้เช่นเดียวกับแผ่นฝ้าเพดานทั่วไป

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงการ “ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น” ในปีที่ 2 (พ.ศ.2561) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวด้วยน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

5.1 สรุปผล

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ สามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปาเท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน R0.03) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 381.39 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 159.93 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 285.28 นิวตัน การแอ่นตัว 6.14 มิลลิเมตร การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 48.55 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว 221.37 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่น 949.57 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.288 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ทั้งนี้ แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาสามารถผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติให้มีสมบัติผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น และทนไฟ โดยการเพิ่มวัสดุที่มีความทึบน้ำและสารตัวเติมต่างๆ เข้าไป

เอกสารอ้างอิง

กมล กาญจนรุจี, โสภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห์ อินทรชูโต, 2552. การใช้โฟมร่วมกับผนังยิปซัมบอร์ดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิระวัฒน์ เต่แก้ว, ณัฏฐวัฒน์ หวะสุวรรณ์, ประพัฒน์ ภูมิสถาน และสมชาย รัตนวงศ์, 2551. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ธนัญชัย ปคุณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 4.

บุญธรรม นิธิอุทัย, 2530. ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์และคุณสมบัติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประชุม คำพุฒ, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, สมพิศ ดีบุญโน และสุโรจน์ ศรีสินหอม, 2552. การพัฒนากระเบื้องหลังคาซีเมนต์และฝ้าเพดานโดยใช้ยางธรรมชาติเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.

พรพรรณ นิธิอุทัย, 2528. สารเคมีสำหรับยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

มณเฑียร โอทองคำ, สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ และปิติศานต์ กร้ำมาตร, 2552. การใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม, Environment and Natural Resources Journal, Vol.7, No.1, หน้า66-73.

วรวัฒน์ แก่นจำปา, วรวุฒิ เตชะพร้อมวุฒิ, สุทธิชัย วิโรจน์, พงษ์พันธ์ ชัยณรงค์รัตน์ และอนุชา จันทรา, 2552. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2523. วิทยาการขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับยางแห้ง. งานอุตสาหกรรมยาง ศูนย์วิจัยการยางหาดใหญ่.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556. แนวโน้มอสังหาริมทรัพย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/ pages/ViewSummary.aspx?docid=31781

สมชาย อินทะตา, แสงทอง อินธิแสง, เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์, 2553. กำลังอัดและกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 6, ณ โรงแรม แกรนด์ แปซิฟิค ซอฟเฟอริน รีสอร์ท แอนด์ สปา, เพชรบุรี, 20 - 22 ตุลาคม 2553, MAT-41.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, 2537. เทคโนโลยียาง, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.), 2547. โครงการพัฒนาวัสดุมวลเบาจากเส้นใยมะพร้าว, ชุดโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีมะพร้าว. เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซั่ม (มอก.219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2012. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.

Asasutjarit, 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.

Barlow, Fred W., 1993. Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques. 2nd Edition.

Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science 24, pp.221-274.

Clemens J. M. Lasance, 2001. Design, Materials, Compounds, Adhesives, and Substrates [Online]. Available on: https://www.electronics-cooling.com/2001/11/ the-thermal-conductivity-of-rubbers-elastomers/#.

Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. Wood Engineering and Construction Handbook. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Natural Fibers: Coir, International Year of Natural Fibers 2009. Retrieved December 1, 2011.

ภาคผนวก

ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552

ข บทความสำหรับเผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๒๗๕ (พ.ศ. ๒๕๒๐)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นยิปซัม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๑๙ – ๒๕๒๐ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๘ เมษายน ๒๕๒๐

พลอากาศโท เพิ่ม ลิมปิสวัสดิ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นยิปซัม

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ขนาด คุณลักษณะที่ต้องการ การทำเครื่องหมาย การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ

1.2 มาตรฐานนี้กำหนดเฉพาะแผ่นยิปซัม สำหรับใช้ก่อสร้างภายในอาคาร (บริเวณที่ไม่ถูกน้ำ) เช่น ฝาผนัง และฝ้าเพดาน เป็นต้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นยิปซัม หมายถึง แผ่นซึ่งประกอบด้วยสารผสม มีปูนยิปซัม (gypsum plaster) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง มาตรฐานเลขที่ มอก. 188–2519 เป็นส่วนใหญ่ ใช้เป็นไส้กลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบทั้งสองด้าน ไส้กลางนี้อาจจะตันหรือพรุน (cellular) และอาจจะผสมด้วยเส้นใยก็ได้

3. ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

3.1 ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของแผ่นยิปซัม ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

(ข้อ 3.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความยาว		
	600 ± 2.0	1 200 ± 2.0	2 400 ± 4.0
	ความกว้าง		
9 ± 0.5	600 ± 2.0	600 ± 2.0 1 200 ± 2.0	1 200 ± 2.0
12 ± 0.6	600 ± 2.0	600 ± 2.0 1 200 ± 2.0	1 200 ± 2.0

3.2 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้งสองด้านต้องไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นที่สั้น

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 7.2

ตารางที่ 2 แรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

(ข้อ 4.1)

ความหนา มิลลิเมตร	แรงกดประลัย นิวตัน		โมดูลัสแตกร้าว เมกาปาสกาล	
	ตามยาว	ตามขวาง	ตามยาว	ตามขวาง
9	353	132	8.0	3.0
12	549	196	7.0	2.5

5. การทำเครื่องหมาย

5.1 แผ่นยิปซัมทุกแผ่นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

(1) คำว่า "แผ่นยิปซัม"

(2) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว

(3) ขนาดกว้าง ยาว และความหนาระบุ เป็นมิลลิเมตร

(4) ข้อความหรือรหัสเกี่ยวกับ วัน เดือน ปี ที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

5.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อ

ได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 **รุ่น** หมายถึง แผ่นยิปซัม ที่มีขนาดเดียวกันและทำในวันเดียวกัน

6.2 นอกจากจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

6.2.1 การชักตัวอย่าง

(1) ให้ชักตัวอย่าง แผ่นยิปซัม โดยวิธีสุ่ม ตามแผนการชักตัวอย่างในตารางที่ 3

(2) สำหรับขนาด 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร ให้เพิ่มขนาดตัวอย่างเพื่อทดสอบเป็น 2 เท่า

ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 6.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น		จำนวนชิ้นทดสอบ		เลขจำนวนที่ยอมรับ		เลขจำนวนที่ไม่ยอมรับ	
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ไม่เกิน 500	8	8	16	16	0	1	2	2
501 ถึง 1 200	12	12	24	24	1	3	3	4
1 201 ถึง 3 000	20	20	40	40	2	4	4	5

6.3 เกณฑ์ตัดสิน

6.3.1 ถ้าชิ้นทดสอบกลุ่มที่ 1 ชิ้นใดชิ้นหนึ่งมีขนาดและ/หรือคุณลักษณะที่ต้องการต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเกินร้อยละ 10 ก็ไม่ให้ยอมรับผลิตภัณฑ์รุ่นนั้น แต่ถ้าแต่ละชิ้นมีขนาดและ/หรือคุณลักษณะที่ต้องการต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกินร้อยละ 10 การตัดสินให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

6.3.1.1 ถ้าชิ้นทดสอบกลุ่มที่ 1 บกพร่องเป็นจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับเลขจำนวนที่ยอมรับในสดมภ์ที่ 6 ก็ให้ยอมรับแผ่นยิปซัมรุ่นนั้นได้

6.3.1.2 ถ้าชิ้นทดสอบกลุ่มที่ 1 บกพร่องเป็นจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับในสดมภ์ที่ 8 ก็ไม่ให้ยอมรับแผ่นยิปซัมรุ่นนั้น

6.3.1.3 ถ้าชิ้นทดสอบกลุ่มที่ 1 บกพร่องเป็นจำนวนอยู่ระหว่างเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 3 สดมภ์ที่ 6 กับเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับในสดมภ์ที่ 8 ก็ให้ชักตัวอย่างแผ่นยิปซัมกลุ่มที่ 2 ตามสดมภ์ที่ 3 และตัดให้ได้ชิ้นทดสอบตามสดมภ์ที่ 5 แล้วนำมาทดสอบตามวิธีเดิม

6.3.1.4 ถ้าชิ้นทดสอบกลุ่มที่ 2 บกพร่อง เมื่อรวมกับกลุ่มที่ 1 จำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับเลขจำนวนที่ยอมรับในสดมภ์ที่ 7 ก็ให้ยอมรับแผ่นยิปซัมรุ่นนั้น แต่ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับเลขจำนวนที่ไม่ยอมรับในสดมภ์ที่ 9 ก็ไม่ให้ยอมรับแผ่นยิปซัมรุ่นนั้น

7. การทดสอบ

7.1 การวัดความหนา

7.1.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

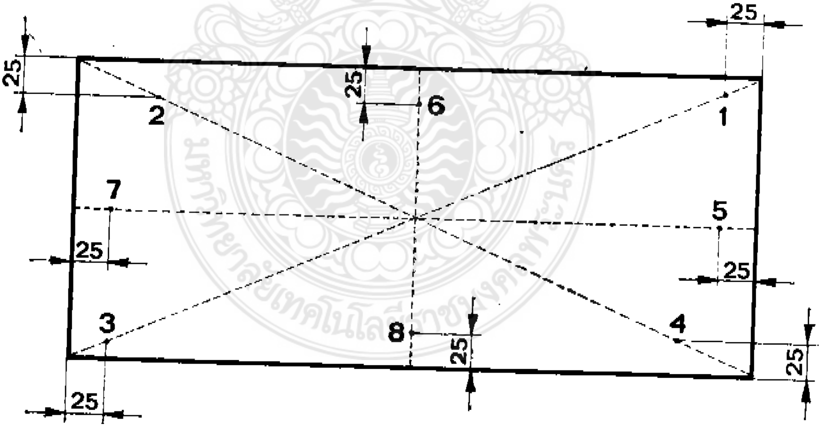
ให้นำแผ่นตัวอย่างที่ได้วัดความกว้าง ความยาวแล้ว มาตัดขนานกับแนวความยาวทั้งสองข้างของแผ่นห่างจากขอบ 75 มิลลิเมตร

7.1.2 เครื่องมือ

ใช้เครื่องมือวัดความหนาที่อ่านละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

7.1.3 วิธีวัด

7.1.3.1 ลากเส้นทแยงมุมและเส้นแบ่งครึ่งด้านตรงข้ามของชิ้นทดสอบตามข้อ 7.1.1. แล้วทำเครื่องหมายตำแหน่ง 1 ถึง 8 ไว้บนเส้นดังกล่าวโดยห่างจากขอบ 25 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 วัดความหนาที่ตำแหน่ง 1 ถึง 8 แล้วหาค่าเฉลี่ย



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 การวัดความหนา
(ข้อ 7.1.3.1)

7.2 แรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

7.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

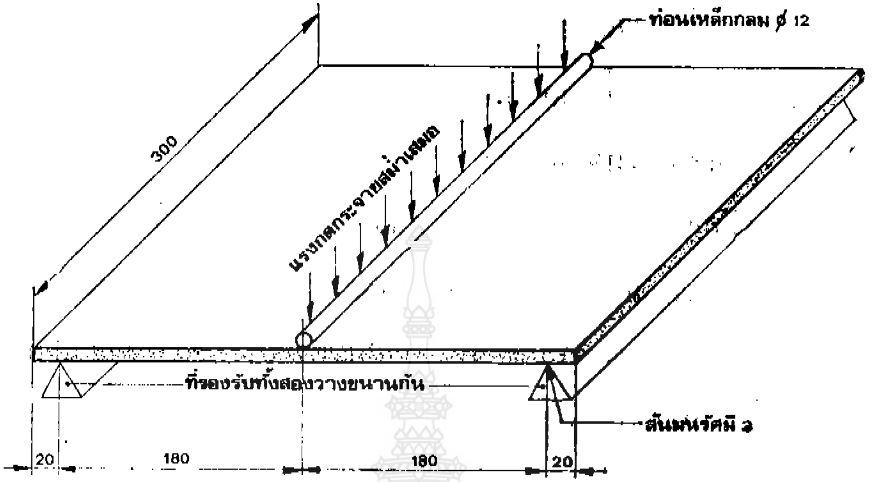
ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร โดยตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นต่อหนึ่งแผ่นตัวอย่าง สำหรับแผ่นตัวอย่างขนาด 600 มิลลิเมตร × 600 มิลลิเมตร ให้ตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น จากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น การตัดชิ้นทดสอบให้ตัดโดยมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่งขนานกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตรของอีกชิ้นหนึ่งตั้งฉากกับแนวยาว

7.2.2 วิธีทดสอบ

7.2.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนจุดรองรับตามรูปที่ 2

7.2.2.2 กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 360 มิลลิเมตร น้ำหนักกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอประมาณ 300 นิวตันต่อนาที (30 กิโลกรัมแรงต่อนาที)

7.2.2.3 บันทึกแรงกดประลัยที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบและน้ำหนักบรรทุกบนจุดรองรับ (ข้อ 7.2.2.1)

7.2.3 การคำนวณ

ให้คำนวณหาค่าโมดูลัสแตกร้าวตามสูตรดังนี้

$$M_R = \frac{3\,Wl}{2\,bd^2}$$

เมื่อ M_R คือ โมดูลัสแตกร้าว เป็นเมกาปาสกาล

W คือ แรงกดประลัย เป็นนิวตัน

l คือ ความยาวของระยะช่วง เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๐๙ (พ.ศ. ๒๕๒๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม

(แก้ไขครั้งที่ ๑)

โดยที่เห็นเป็นการสมควรแก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๑๙-๒๕๒๐

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศแก้ไขประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๗๕ (พ.ศ. ๒๕๒๐) ลงวันที่ ๑๘ เมษายน ๒๕๒๐ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๙๔ ตอนที่ ๗๓ วันที่ ๙ สิงหาคม พุทธศักราช ๒๕๒๐ ดังต่อไปนี้

๑. ให้แก้ไขหมายเลข มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๑๙-๒๕๒๐ เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๑๙-๒๕๒๒

๒. ให้ยกเลิกตารางที่ ๒ ในข้อ ๔.๑ และใช้ตารางต่อไปนี้แทน

ตารางที่ ๒ แรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว (ข้อ ๔.๑)

ความหนา มิลลิเมตร	แรงกดประลัย นิวตัน		โมดูลัสแตกร้าว เมกาปาสกาล	
	ตามยาว	ตามขวาง	ตามยาว	ตามขวาง
๘	๓๖๐	๑๓๕	๘.๐	๓.๐
๑๒	๕๑๒	๒๐๐	๖.๔	๒.๕

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๒๒ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๒๒

นาวาอากาศเอก วิมล วิริยะวิทย์

รัฐมนตรีช่วยว่าการ ฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๒๖ (พ.ศ. ๒๕๒๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยิปซัม (แก้ไขครั้งที่ ๒)

โดยที่เห็นเป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๑๙ – ๒๕๒๒

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศแก้ไขประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๗๕ (พ.ศ. ๒๕๒๐) ลงวันที่ ๑๘ เมษายน พ.ศ. ๒๕๒๐ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๙๔ ตอนที่ ๗๓ วันที่ ๙ สิงหาคม พุทธศักราช ๒๕๒๐ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๐๙ (พ.ศ. ๒๕๒๒) ลงวันที่ ๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๒๒ เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (แก้ไขครั้งที่ ๑) ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๙๖ ตอนที่ ๑๔๓ วันที่ ๑๗ สิงหาคม พุทธศักราช ๒๕๒๒ ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้ไขหมายเลข "มาตรฐานเลขที่ มอก. 219 – 2522" เป็น "มาตรฐานเลขที่ มอก. 219 – 2524"

2. ข้อ 1.1 ให้แก้ไขข้อความ "ขนาด" เป็น "ชนิด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน"

3. ให้ยกเลิกข้อ 3 เดิม และใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"3. ชนิด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 แผ่นยิปซัมแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

3.1.1 ชนิดขอบตรง

3.1.2 ชนิดขอบปลายสอบ

3.2 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 3.2)

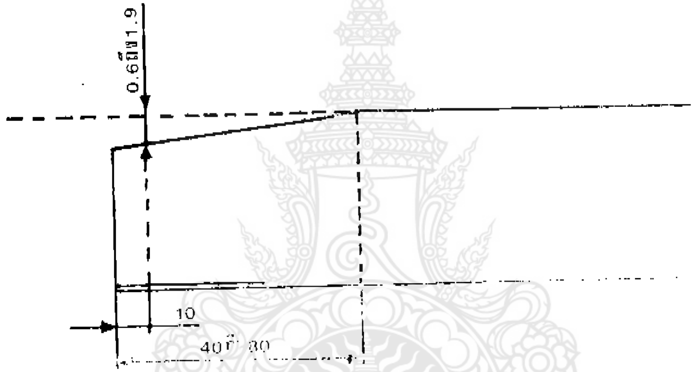
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความยาว		
	600±2.0	1 200±2.0	2 400±4.0
	ความกว้าง		
9±0.5	600±2.0	600±2.0 1 200±2.0	1 200±2.0
12±0.6	600±2.0	600±2.0 1 200±2.0	1 200±2.0

3.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้งสองด้านต้องไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นที่สั้น

3.4 ลักษณะของปลายสอบ

ให้มีความยาวของปลายสอบอยู่ในช่วง 40 มิลลิเมตร ถึง 80 มิลลิเมตร และมีความลึกของปลายสอบอยู่ในช่วง 0.6 มิลลิเมตร ถึง 1.9 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 ลักษณะของปลายสอบ

(ข้อ 3.4)"

4. ให้ยกเลิกข้อ 6.1 เดิม และใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

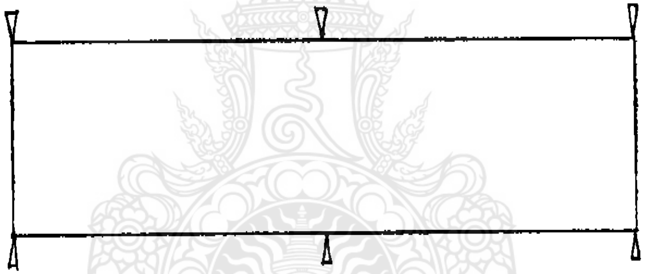
"6.1 รุ่น หมายถึง แผ่นยิปซัมชนิดเดียวกัน ที่มีขนาดเดียวกันและทำในวันเดียวกัน"

5. ให้ยกเลิกข้อ 7.1 เดิม และใช้ข้อความต่อไปนี้แทน

"7.1 การวัดขนาด

7.1.1 ความกว้าง

ให้วัด 3 ครั้งต่อตัวอย่าง 1 แผ่น ที่ตำแหน่งใกล้ ๆ ปลายแผ่นทั้งสองข้างข้างละ 1 ครั้ง และที่ตำแหน่งแนวกึ่งกลางแผ่นอีก 1 ครั้ง ดังรูปที่ 2 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง ±1 มิลลิเมตร ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ถือเป็นความกว้างของแผ่นตัวอย่าง



รูปที่ 2 การวัดความกว้าง
(ข้อ 7.1.1)

7.1.2 ความยาว

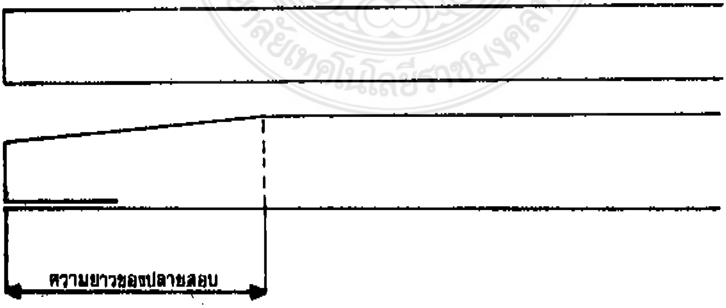
ให้วัด 3 ครั้งต่อตัวอย่าง 1 แผ่นที่ตำแหน่งในแนวใกล้ ๆ ขอบทั้งสองข้างข้างละ 1 ครั้ง และที่ตำแหน่งแนวกึ่งกลางด้านกว้างของแผ่นอีก 1 ครั้ง ดังรูปที่ 3 โดยการวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง ±1 มิลลิเมตร ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ถือเป็นความยาวของแผ่นตัวอย่าง

รูปที่ 3 การวัดความยาว
(ข้อ 7.1.2)

7.1.3 ลักษณะของปลายสอบ

(1) ความยาวของปลายสอบ

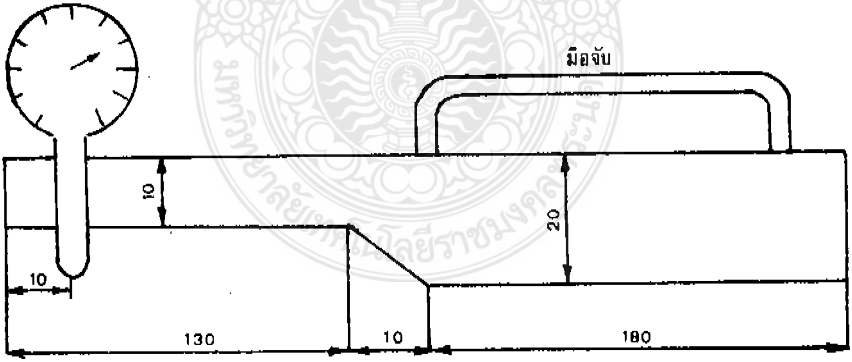
ให้วัดแต่ละขอบที่ตำแหน่งห่างจากปลายแผ่น 300 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ปลาย โดยใช้บรรทัดเหล็กวางทาบบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่าง วัดระยะระหว่างขอบถึงจุดที่บรรทัดเหล็กเริ่มสัมผัสกับผิวหน้าของแผ่นตัวอย่างให้ละเอียด ถึง ±2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การวัดความยาวของปลายสอบ
(ข้อ 7.1.3 (1))

(2) ความลึกของปลายสอบ

ใช้เครื่องมือพิเศษที่มีไมโครมิเตอร์ติดตั้งอยู่ซึ่งมีความละเอียดถึง ±0.01 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยวางเครื่องมือนี้ลงบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่าง ให้ขนานกับปลายแผ่นและให้ไมโครมิเตอร์อยู่ห่างจากขอบ 150 มิลลิเมตร ปรับหน้าปัดให้อ่านค่าศูนย์แล้วเคลื่อนเครื่องมือนี้จนปลายอยู่ตรงกับขอบของแผ่นตัวอย่าง อ่านค่าที่ได้จากไมโครมิเตอร์ ซึ่งอยู่ห่างจากขอบ 10 มิลลิเมตร



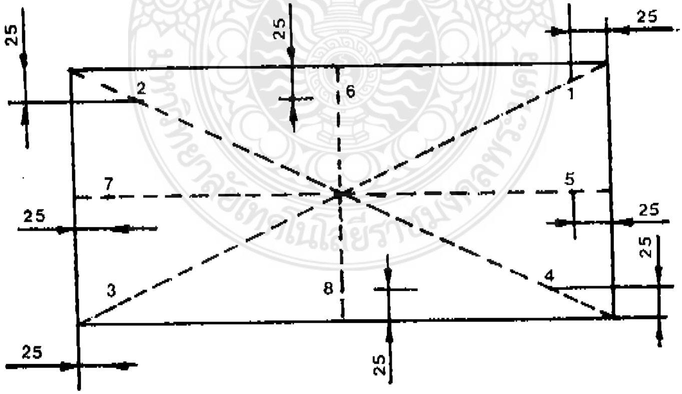
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การวัดความของปลายสอบ

(ข้อ 7.1.3 (2))

7.1.4 ความหนา

ให้นำแผ่นตัวอย่างที่ได้วัดความกว้าง ความยาว และลักษณะของปลายสอบแล้วมาตัดขนานกับแนวความยาวทั้งสองข้างของแผ่นห่างจากขอบ 80 มิลลิเมตร ถือเป็นแผ่นตัวอย่างที่จะนำมาวัดความหนา โดยใช้เครื่องมือที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร หาตำแหน่งที่จะวัดความหนาโดยการลากเส้นทแยงมุม และเส้นแบ่งครึ่งด้านตรงข้ามของแผ่นตัวอย่างที่เตรียมไว้ข้างต้น แล้วทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ 1 ถึง 8 ไว้บนเส้นดังกล่าว โดยห่างจากขอบ 25 มิลลิเมตร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 ให้วัดความหนาที่ตำแหน่งที่ 1 ถึง 8 แล้วหาค่าเฉลี่ย



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 6 การวัดความหนา

(ข้อ 7.1.4)"

6. ให้เพิ่มเติมข้อความต่อไปนี้ไว้ท้ายข้อ 7.2.1

"แล้วอบชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 40±2 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่"

7. ข้อ 7.2.2 ให้แก้ไขข้อความ "รูปที่ 2" เป็น "รูปที่ 7" ทุกแห่ง

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๒๔ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๘ กรกฎาคม ๒๕๒๔

จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา

รัฐมนตรีช่วยว่าการ ฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๑๓๐ (พ.ศ. ๒๕๕๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยิปซัม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยิปซัม มาตรฐานเลขที่ มอก. 219 - 2524

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๗๕ (พ.ศ. ๒๕๒๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม ลงวันที่ ๑๘ เมษายน พ.ศ. ๒๕๒๐ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๐๕ (พ.ศ. ๒๕๒๒) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยิปซัม (แก้ไขครั้งที่ ๑) ลงวันที่ ๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๒๒ และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๕๒๖ (พ.ศ. ๒๕๒๔) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่องแก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (แก้ไขครั้งที่ ๒) ลงวันที่ ๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๒๔ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม มาตรฐานเลขที่ มอก. 219 - 2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียด ต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๙๐ วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๒

ชาญชัย ชัยรุ่งเรือง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นยิปซัม

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมแผ่นยิปซัม สำหรับใช้ภายในอาคาร เช่น ฝาผนัง และ ฝ้าเพดาน และสำหรับใช้ภายนอกอาคารเฉพาะทำฝ้าเพดานบริเวณที่ไม่ถูกน้ำโดยตรง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นยิปซัม หมายถึง แผ่นซึ่งทำด้วยเครื่องจักร (machine made) ประกอบด้วยปูนยิปซัมเป็นส่วนใหญ่ ใช้เป็นแกนกลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบหรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้านและ/หรืออาจมีวัสดุเพิ่มคุณภาพเคลือบผิวด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน แกนกลางอาจตันหรือพรุน (cellular) และอาจผสมด้วยเส้นใยหรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นที่ปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

3. ประเภท ชนิด

3.1 แผ่นยิปซัม แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

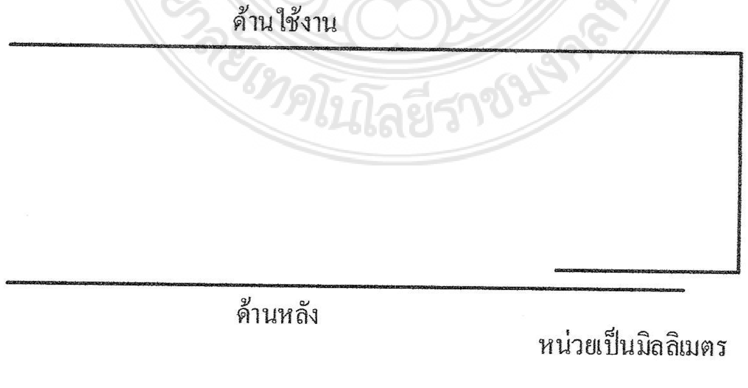
3.1.1 ประเภททั่วไป

3.1.2 ประเภททนความชื้น

3.1.3 ประเภททนไฟ

3.2 แผ่นยิปซัมแต่ละประเภท แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

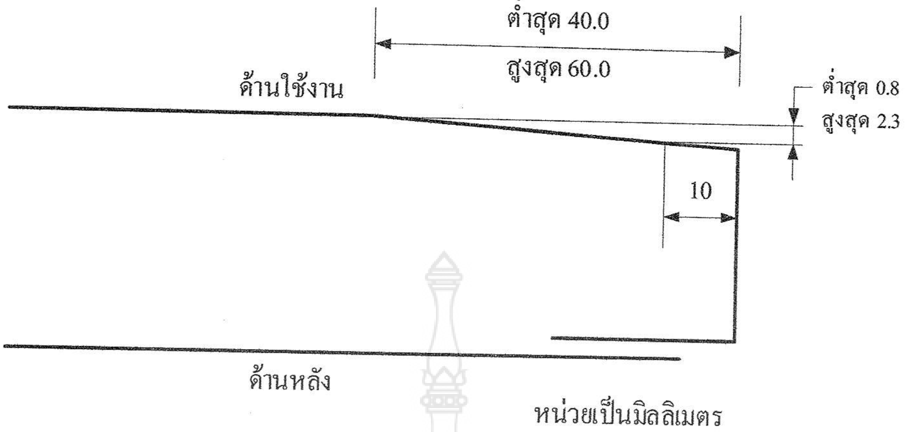
3.2.1 ชนิดขอบเรียบ (square edge) ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผ่นยิปซัมชนิดขอบเรียบ

(ข้อ 3.2.1)

3.2.2 ชนิดขอบลาด (recessed edge) ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผ่นยิปซัมชนิดขอบลาด
(ข้อ 3.2.2)

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้าง ความยาว ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ความกว้าง ความยาว และความหนาให้เป็นไปตามตารางที่ 1 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2 ข้อ 9.3 และข้อ 9.4

ตารางที่ 1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ความยาว และความหนา
(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาด		เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ความกว้าง	595 600 900 1 200 1 220 1 350	± 2
ความยาว	595 600 1 195 1 200	± 2
	1 800 2 100 2 400 2 440 2 700 2 740 3 000 3 050 3 300 3 350 3 600 3 660	± 4
ความหนา	6 7 8 9 10	± 0.4
	12 13 15 16 18 19 25	± 0.5

***หมายเหตุ :** เฉพาะประเภททนไฟ ความหนาของแผ่นไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร*

4.2 ความกว้างและความลึกของขอบลาด (เฉพาะชนิดขอบลาด)
ความกว้างและความลึกของขอบลาดให้เป็นไปตามรูปที่ 2 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1

4.3 ค่าความได้ฉาก

เมื่อวัดเส้นทแยงมุมทั้งสองแล้ว ค่าที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นทแยงมุมเส้นที่สั้นกว่า การทดสอบให้วัดด้วยเครื่องวัดที่ละเอียด 1 มิลลิเมตร

4.4 ความตรงของขอบ

ขอบของแผ่นยิปซัมต้องตรง เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 แล้ว แนวของขอบแผ่นยิปซัมจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรงได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตรของด้านที่วัด

5. วัสดุ

5.1 ปูนยิปซัมตาม มอก.188 ประเภท 1

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 แรงกดแตก (breaking load)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.6 แล้ว แรงกดแตกต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แรงกดแตก
(ข้อ 6.1)

ความหนาระบุ mm	แรงกดแตก N	
	ตามยาว	ตามขวาง
6	222	89
7	222	89
8	289	111
9	356	133
10	360	150
12	512	200
13	535	230
15	620	260
16	670	280
18	730	300
19	760	320
25	910	380

6.2 แรงต้านการดึงตะปู (nail pull resistance)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว แรงต้านการดึงตะปูต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แรงต้านการดึงตะปู

(ข้อ 6.2)

ความหนาระบุ mm	แรงต้านการดึงตะปู N
6	180
7	200
8	220
9	270
10	300
12	330
13	360
15	400
16	420
18	440
19	450
25	500

6.3 การแอ่นตัว (เฉพาะแผ่นยิปซัมความหนาตั้งแต่ 9 มิลลิเมตรขึ้นไป)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.8 แล้ว การแอ่นตัวต้องไม่เกินกว่า 10 มิลลิเมตร

6.4 การดูดซึมน้ำ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

6.4.1 เมื่อทดสอบตามข้อ 9.9 แล้ว อัตราการดูดซึมน้ำสัดส่วนโดยน้ำหนักต้องไม่เกินร้อยละ 5

6.4.2 เมื่อทดสอบตามข้อ 9.10 แล้ว อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวต้องไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร

6.5 การทนไฟ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนไฟ)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.11 แล้ว ภายในเวลา 20 นาที จำนวนชิ้นทดสอบทั้งหมด 5 ชิ้น ต้องไม่มีชิ้นทดสอบใดขาดออกจากกัน และภายในเวลา 30 นาที ชิ้นทดสอบ 4 ใน 5 ชิ้นต้องไม่ขาดออกจากกัน

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นยิปซัมทุกแผ่นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “แผ่นยิปซัม”

(2) ประเภทและชนิด

(3) ความกว้าง ความยาว และความหนาระบุเป็นมิลลิเมตร

(4) วัน เดือน ปี ที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง แผ่นยิปซัมประเภทและชนิดเดียวกัน ที่มีขนาดเดียวกันและทำในวันเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 8.2.1)

ขนาดรุ่น (แผ่น)	ขนาดตัวอย่าง (แผ่น)	เลขจำนวนที่ยอมรับ (แผ่น)
ไม่เกิน 1 800	3	0
มากกว่า 1 800	13	1

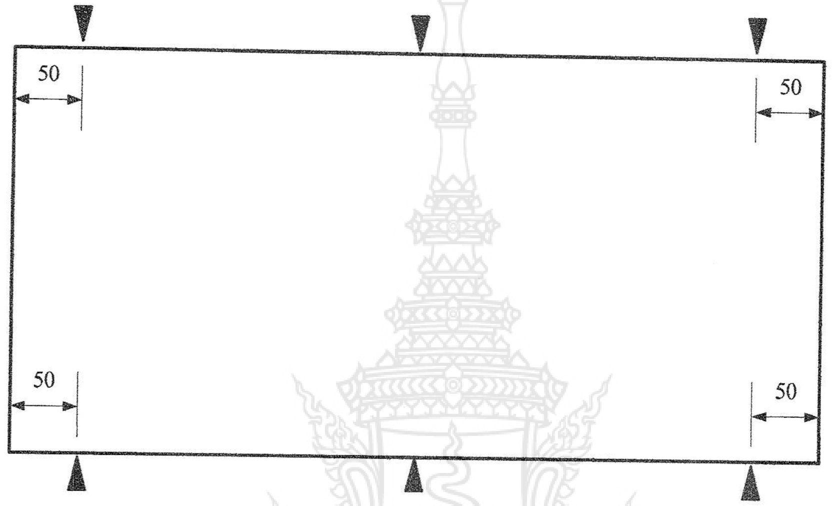
8.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5. และข้อ 6. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 4 จึงจะถือว่าแผ่นยิปซัมรุ่นนั้น เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การทดสอบ

9.1 ความกว้าง

วัดความกว้าง 3 ตำแหน่งต่อตัวอย่าง 1 แผ่น โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากปลายแผ่นเป็นระยะ 50 มิลลิเมตร ทั้งสองข้าง ข้างละ 1 ตำแหน่ง และที่แนวกึ่งกลางแผ่นอีก 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร แล้วคำนวณ หาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความกว้างของแผ่นตัวอย่าง

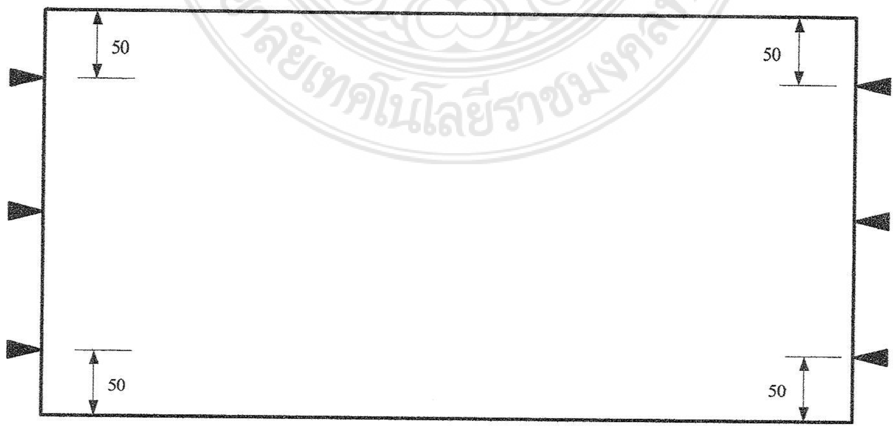


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 การวัดความกว้าง
(ข้อ 9.1)

9.2 ความยาว

วัดความยาว 3 ครั้งต่อตัวอย่าง 1 แผ่น โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะ 50 มิลลิเมตร ทั้งสองข้าง ข้างละ 1 ตำแหน่ง และที่แนวกึ่งกลางด้านกว้างของแผ่นอีก 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 4 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร แล้ว คำนวณหาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความยาวของแผ่นตัวอย่าง



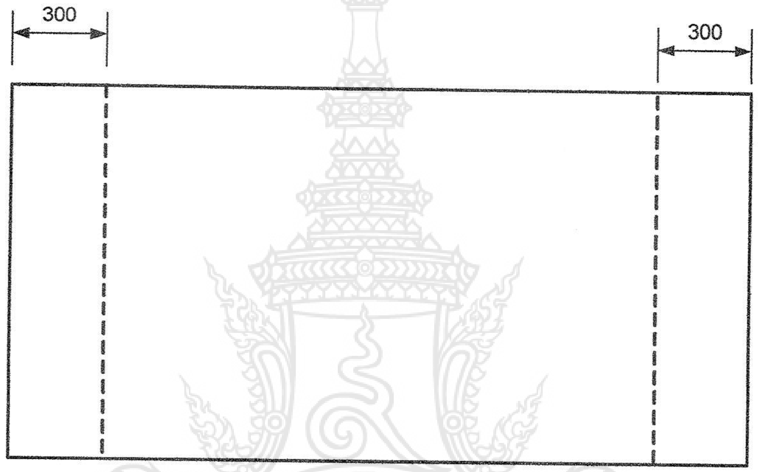
รูปที่ 4 การวัดความยาว
(ข้อ 9.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

9.3 ความหนา

นำแผ่นตัวอย่างที่วัดความกว้าง ความยาว และลักษณะของขอบลาดแล้วมาตัดในแนวขนาน กับความกว้างของแผ่นทั้งสองข้าง โดยตัดห่างจากปลายแผ่นทิ้งไปเป็นระยะ 300 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5 ถือเป็นแผ่นตัวอย่างที่จะนำมาวัดความหนาโดยใช้เครื่องวัดที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ในกรณีที่ความยาวน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร ไม่ต้องตัดปลายแผ่นทิ้ง

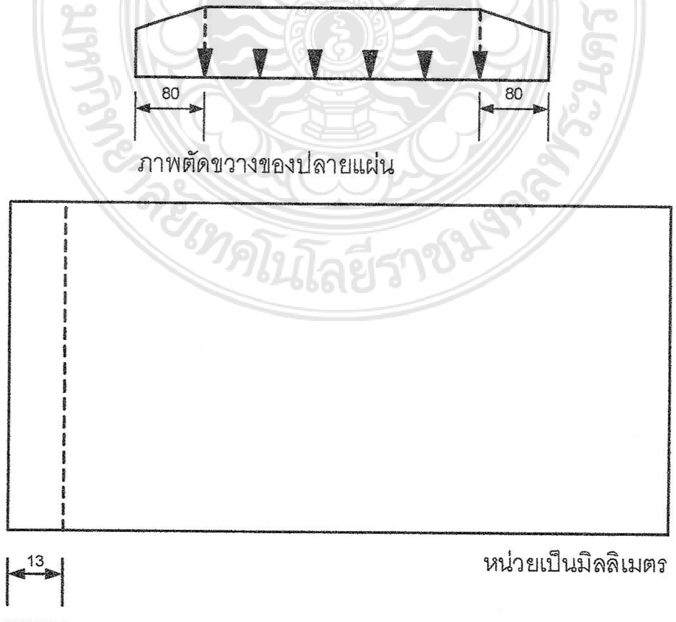
ให้วัดความหนาอย่างน้อย 6 จุดที่ปลายแผ่นแต่ละด้านตลอดหน้ากว้างของแผ่น โดยมีระยะห่างเท่า ๆ กัน ตำแหน่งที่วัดต้องห่างจากปลายแผ่นเข้าไป 13 มิลลิเมตร และห่างจากขอบแผ่นอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 8 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความหนาของแผ่นตัวอย่าง



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 แผ่นตัวอย่างสำหรับวัดความหนา

(ข้อ 9.3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

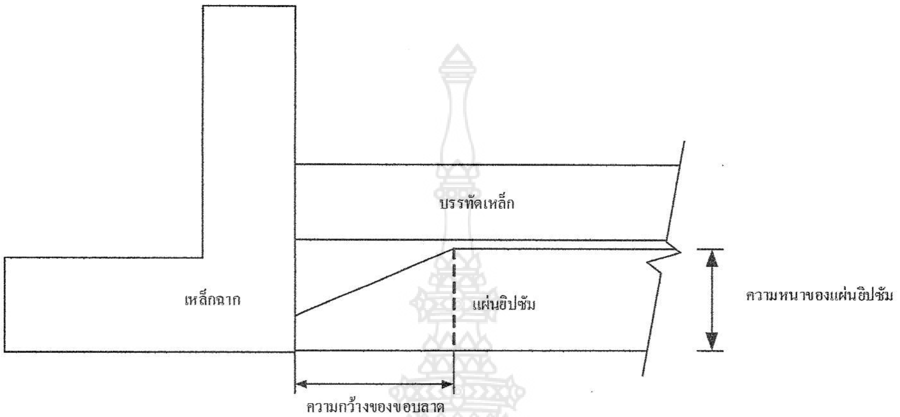
รูปที่ 6 การวัดความหนา

(ข้อ 9.3)

9.4 ขอบลาด

9.4.1 ความกว้างของขอบลาด ตามรูปที่ 7

ให้วัดแต่ละขอบที่ตำแหน่งห่างจากปลายแผ่น 300 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ปลาย โดยใช้บรรทัดเหล็กวางทาบบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่าง วัดระยะระหว่างขอบถึงจุดที่บรรทัดเหล็ก เริ่มสัมผัสกับผิวหน้าของแผ่นตัวอย่างให้ละเอียดถึง ± 2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3

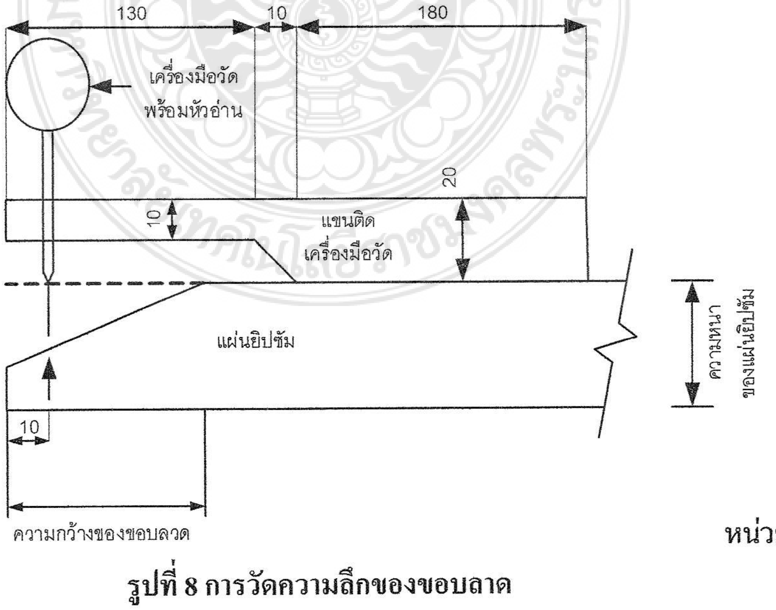


รูปที่ 7 การวัดความกว้างของขอบลาด

(ข้อ 9.4.1)

9.4.2 ความลึกของขอบลาด

ใช้เครื่องวัดที่มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร ตัวอย่างตามรูปที่ 8 โดยวางเครื่องวัดบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่างให้ขนานกับปลายแผ่น และให้หัวอ่านอยู่ห่างจากขอบ 150 มิลลิเมตร ปรับหน้าปัดให้อ่านค่าศูนย์ แล้วเคลื่อนเครื่องวัดนี้จนปลายอยู่ตรงกับขอบของแผ่นตัวอย่าง อ่านค่าที่ได้ซึ่งอยู่ห่างจากขอบ 10 มิลลิเมตร



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 8 การวัดความลึกของขอบลาด

(ข้อ 9.4.2)

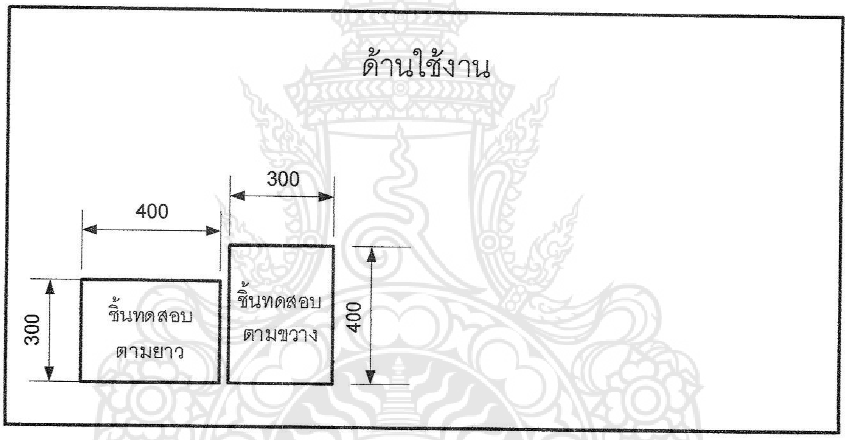
9.5 ความตรงของขอบ

ขึงเชือกที่มุมของแผ่นยิปซัมทั้ง 4 ด้าน แล้วใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดระยะห่างที่สุดระหว่างเชือกตั้งฉากกับขอบแผ่นยิปซัมตัวอย่างในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลค่าที่วัดได้ทุกค่า

9.6 แรงกดแตก

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้นต่อหนึ่งแผ่นตัวอย่าง กรณีแผ่นตัวอย่างที่มีความกว้างและความยาวไม่พอที่จะตัดเป็นชิ้นทดสอบได้ 2 ชิ้น ให้ตัดชิ้นทดสอบจากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น ชิ้นทดสอบที่ตัด ต้องมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่งขนานกับแนวยาวของเครื่องทำแผ่นยิปซัม เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามยาว ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตรของอีกชิ้นหนึ่งต้องตั้งฉากกับแนวยาว เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามขวาง (ตามรูปที่ 9) แล้วอบชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาที หลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 9 การเตรียมชิ้นทดสอบแรงกดแตก

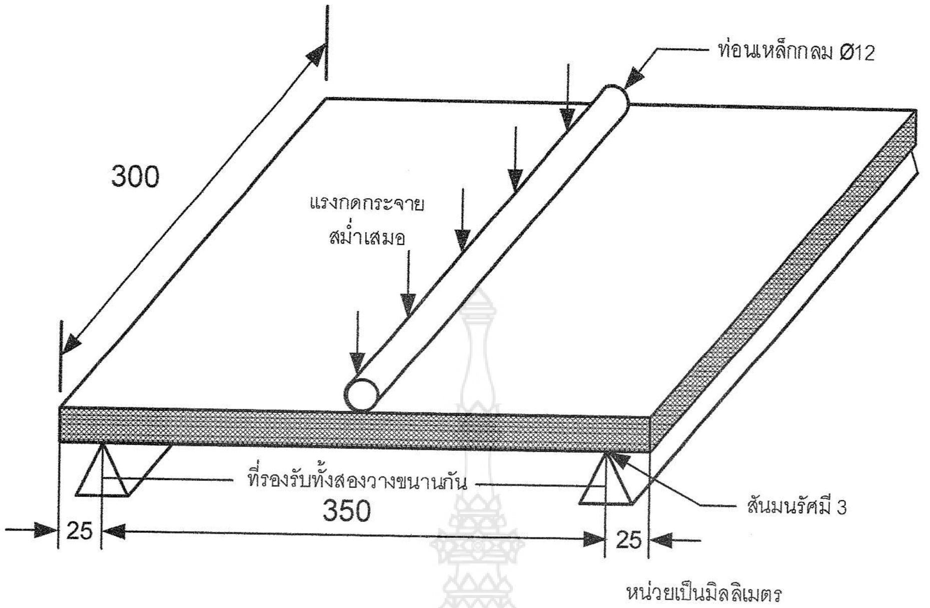
(ข้อ 9.6.1)

9.6.2 วิธีทดสอบ

9.6.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนจุดรองรับตามรูปที่ 10 โดยให้คว่ำด้านที่ใช้งานลง ในกรณีของชิ้นทดสอบตามยาว ส่วนชิ้นทดสอบตามขวางให้หงายด้านที่ใช้งานขึ้น

9.6.2.2 กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 350 มิลลิเมตร โดยหัวกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ 25 มิลลิเมตรต่อนาที หรือแรงกดมีอัตราสม่ำเสมอประมาณ 250 นิวตันต่อนาที

9.6.2.3 บันทึกแรงกดแตกที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก



รูปที่ 10 แสดงตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบและน้ำหนักบรรทุกบนจุดรองรับ
(ข้อ 9.6.2.1)

9.7 แรงต้านการดึงตะปู

9.7.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 150 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น ตลอดแนวด้านกว้างของแผ่น โดยตัดชิ้นแรกห่างจากขอบแผ่นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ใช้สว่านเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.70 มิลลิเมตร กับ 2.80 มิลลิเมตร ตรงกลางชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทะลุความหนาแผ่นและตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นทดสอบวางชิ้นทดสอบไว้ในตู้อบ ที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นภายใน 10 นาที หลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.7.2 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบแรงต้านการดึงตะปู ประกอบด้วยแท่นรองรับชิ้นทดสอบขนาดไม่น้อยกว่า 152 มิลลิเมตร $\times$152 มิลลิเมตร และหัวกดที่มีตะปูติดพร้อมแล้วใส่ในบุชชิ่งเพื่อให้แนวแกนของตะปูตั้งฉากกับชิ้นทดสอบ โดยตะปูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้าน (2.515 ± 0.076) มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางหัวตะปู (6.350 ± 0.127) มิลลิเมตร รายละเอียดตามรูปที่ 11

9.7.3 วิธีทดสอบ

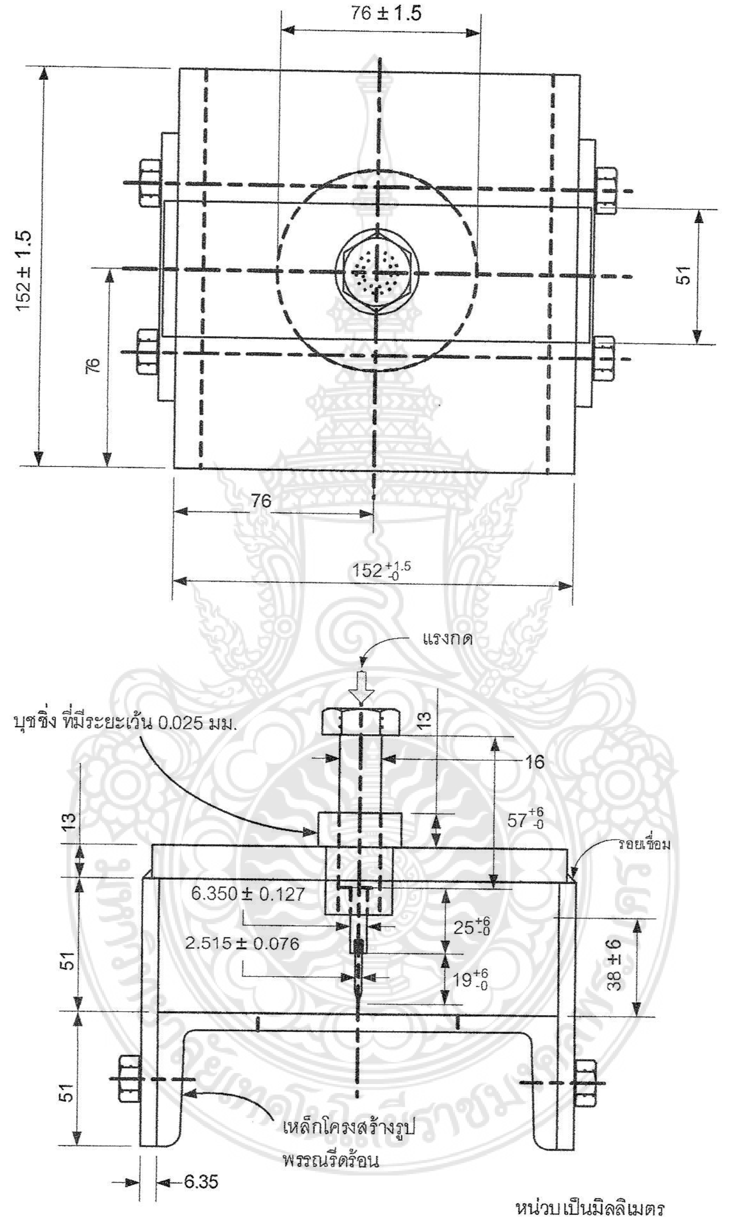
9.7.3.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับของเครื่องมือทดสอบตามข้อ 9.7.2 หงายด้านที่ใช้งานขึ้น ให้รูของชิ้นทดสอบอยู่ในตำแหน่งตรงกันกับปลายตะปู

9.7.3.2 สอดปลายตะปูลงไปในรูของชิ้นทดสอบ เพิ่มแรงกดจนหัวตะปูเจาะทะลุเข้าไปในผิวหน้าของแผ่นยิปซัม จนได้แรงกระทำสูงสุดเป็นค่าแรงต้านการดึงตะปู

9.7.4 การรายงานผล

9.7.4.1 รายงานค่าแรงต้านการดึงตะปูของทุกชิ้นทดสอบให้มีความละเอียด 1 นิวตัน แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

9.7.4.2 ถ้าค่าแรงต้านการดึงตะปูของชิ้นทดสอบใดต่างจากแรงต้านการดึงตะปูเฉลี่ย เกินร้อยละ 15 ให้ยกเลิกค่าแรงต้านการดึงตะปูของชิ้นทดสอบนั้น แล้วทำการทดสอบใหม่



รูปที่ 11 เครื่องมือทดสอบแรงต้านการดึงตะปู

(ข้อ 9.7.2)

9.8 การแอ่นตัว (เฉพาะแผ่นยิปซัมความหนาตั้งแต่ 9 มิลลิเมตร ขึ้นไป)

9.8.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 610 มิลลิเมตร หรือเท่าความยาวแผ่นโดยให้ด้านกว้าง 300 มิลลิเมตรขนานกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม ส่วนด้านยาว 610 มิลลิเมตรตั้งฉากกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม แล้ววางชิ้นทดสอบในแนวราบไว้ที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนเริ่มทดสอบ

9.8.2 วิธีทดสอบ

9.8.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับ 2 อัน รัศมี 3.0 มิลลิเมตรและวางขนานกันห่างกัน 584 มิลลิเมตร ซึ่งวางอยู่ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ (32 ± 2) องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (90 ± 3) การวางชิ้นทดสอบให้คว่ำด้านที่ใช้งานลง

บันทึกการแอ่นตัวเริ่มต้นสูงสุดของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

9.8.2.2 วางชิ้นทดสอบไว้ในตู้ควบคุมสภาวะตามข้อ 9.8.2.1 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นวัดและบันทึกค่าการแอ่นตัวสูงสุดของชิ้นทดสอบขณะที่วางอยู่บนแท่นรองรับ

9.8.2.3 คำนวณการแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นของชิ้นทดสอบ และรายงานเป็นค่าการแอ่นตัวของแผ่นตัวอย่าง

9.9 การดูดซึมน้ำ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

9.9.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบขนาด 300 มิลลิเมตร × 300 มิลลิเมตร จากแผ่นยิปซัมแต่ละแผ่น โดยตัดชิ้นทดสอบจากบริเวณกึ่งกลางระหว่างขอบแผ่นทั้งสองด้านและห่างจากปลายแผ่นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร อย่ากระทำการใด ๆ กับขอบของชิ้นทดสอบและอย่าทำให้ผิวกระดาษเกิดความเสียหาย

วางชิ้นทดสอบไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาทีหลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.9.2 การทดสอบ

ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ โดยการชั่งน้ำหนักแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม จากนั้นแช่ชิ้นทดสอบลงในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่ (20 ± 2) องศาเซลเซียส โดยให้ระดับน้ำท่วมเหนือผิวหน้าของชิ้นทดสอบ 25 มิลลิเมตร ถึง 35 มิลลิเมตร การวางชิ้นทดสอบให้วางในแนวนอนแต่อย่าให้ชิ้นทดสอบสัมผัสกับส่วนล่างของภาชนะ ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ± 2 นาที แล้วนำชิ้นทดสอบออกจากอ่างน้ำ เช็ดน้ำส่วนเกินออกจาก ผิวหน้าและขอบของชิ้นทดสอบ และชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบทันทีให้มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม คำนวณ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นเป็นร้อยละของน้ำหนักเริ่มต้น

9.9.3 การรายงานผล

ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยถือเป็นร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นยิปซัม

9.10 การดูดซึมน้ำที่ผิว (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

9.10.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

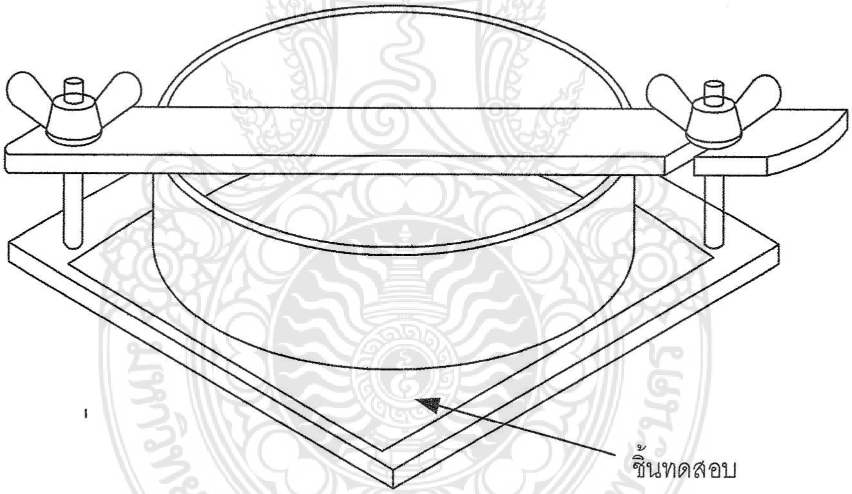
ตัดชิ้นทดสอบขนาด 125 มิลลิเมตร × 125 มิลลิเมตร จากแผ่นยิปซัมตัวอย่างแต่ละแผ่น วางชิ้นทดสอบไว้ที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาทีหลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.10.2 เครื่องมือทดสอบ

ทำด้วยวงแหวนโลหะ ไม่เป็นสนิม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (112.8 ± 0.2) มิลลิเมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร มีปะเก็นยางล้อมโดยรอบขอบล่าง

9.10.3 การทดสอบ

วางชิ้นทดสอบใต้วงแหวนโลหะ ให้ด้านที่ใช้งานหงายขึ้น ยึดวงแหวนโลหะกับแท่นให้มีความแน่นเพียงพอเพื่อไม่ให้น้ำรั่วออกมาในระหว่างการทดสอบ เทน้ำที่มีอุณหภูมิ (20 ± 2) องศาเซลเซียสลงในวงแหวนของเครื่องมือทดสอบให้ระดับน้ำอยู่สูงกว่าผิวหน้าของชิ้นทดสอบ 25 มิลลิเมตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ± 2 นาที ให้เทน้ำออกและนำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องมือทดสอบ ซับน้ำส่วนเกินออกจากชิ้นทดสอบทันทีโดยใช้กระดาษซับที่แห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบให้มีความละเอียด 0.01 กรัม



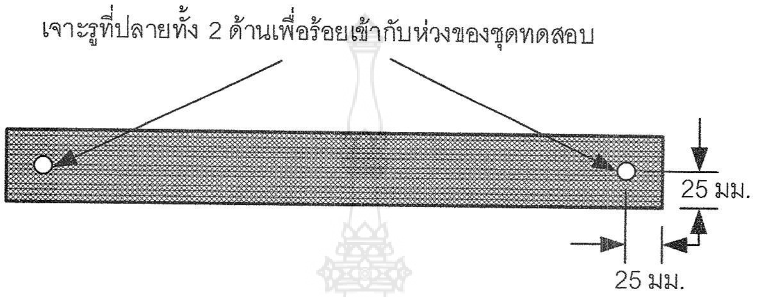
รูปที่ 12 เครื่องมือทดสอบการดูดซึมน้ำที่ผิว
(ข้อ 9.10.2)

9.10.4 การรายงานผล

คำนวณความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักเปียกของชิ้นทดสอบแล้วรายงานเป็นค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นยิปซัม หน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำหนักคูณด้วย 100

9.11.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบ 5 ชิ้นขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร × ยาว 300 มิลลิเมตร จากแผ่นตัวอย่างน้อย 3 แผ่น โดยตัดชิ้นทดสอบไม่เกิน 2 ชิ้นจากแผ่นตัวอย่างแต่ละแผ่น การตัดชิ้นทดสอบให้ตัดโดยให้ด้านยาว 300 มิลลิเมตรขนานกับขอบของแผ่นยิปซัม แล้วเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูไม่เกิน 7 มิลลิเมตร ที่ปลายทั้ง 2 ด้านของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น (ดังรูปที่ 15)



รูปที่ 15 รายละเอียดการเจาะรูชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.11.2)

9.11.3 การทดสอบ

แขวนชิ้นทดสอบให้อยู่กึ่งกลางระหว่างหัวเผาทั้ง 2 หัว ชิ้นทดสอบจะถูกแขวนในแนวตั้งให้เส้นกึ่งกลางของหัวเผาผ่านกลางชิ้นทดสอบและให้ผิวหน้าชิ้นทดสอบขนานกับหัวพ่นไฟ แขวนน้ำหนักบรรทุก (ดังตารางที่ 5) เข้ากับชิ้นทดสอบโดยผ่านรูที่เจาะไว้ด้านล่าง

จุดหัวเผาทั้ง 2 หัวและเริ่มจับเวลา ปรับความดันก๊าซเพื่อให้ได้อุณหภูมิ (970 ± 40) องศาเซลเซียส เมื่อวัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ยกเว้นในช่วง 3 นาทีแรกของการทดสอบ คอยระวังไม่ให้มีเศษขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ไปอุดตันที่เทอร์โมคัปเปิล

บันทึกเวลาที่ชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน โดยมีหน่วยเป็นนาที

ตารางที่ 5 น้ำหนักบรรทุกบนชิ้นทดสอบ (ทดสอบเฉพาะชนิดแผ่นทนไฟเท่านั้น)
(ข้อ 9.11.3)

ความหนา mm	น้ำหนักบรรทุก N
10	12
12	12
13	12
15	22
16	22
18	32
19	32
25	40

9.11.4 การรายงานผล

รายงานเวลาที่ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นขาดออกจากกัน หน่วยเป็นนาที

ข บทความสำหรับเผยแพร่

ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น

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

ปราโมทย์ วีรานุกูล [1*] อิทธิ วีรานุกูล [2] และกิตติพงษ์ สุวีโร [3]

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
[3] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[*] E-mail: pramot.w@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทำการออกแบบอัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปา จำนวน 6 อัตราส่วน เท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1 และ 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานด้วยวิธีหล่อในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประกอบด้วย การทดสอบแรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และการใช้งานจริง ผลการทดสอบ พบว่าอัตราส่วน 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุด แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

คำสำคัญ: แผ่นฝ้าเพดาน; ขุยมะพร้าว; น้ำยางธรรมชาติ; ฉนวนป้องกันความร้อน; ชุมชนท้องถิ่น

Abstract

This research aims to develop the coconut coir ceiling board mixed with natural latex. The 6 ratios of gypsum plaster: coconut coir: sodium silicate: natural rubber: tap water are equal to 1: 0.15: 0.03: 0.00: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.01: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.02: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1, 1: 0.15: 0.03: 0.04: 1, and 1: 0.15: 0.03: 0.05: 1 by weight. The ceiling boards were produced by casting in normal temperature (30 – 35 degree of Celsius). The properties testing of coconut coir ceiling board mixed with natural latex followed the TIS 219-2009 standard (gypsum plasterboard) including: breaking load, nail pull resistance, deflection, water absorption, density, thermal conductivity coefficient, and real usage. From the results, 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 ratio is the most suitable ratio of coconut coir ceiling board mixed with natural latex. 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; natural latex; 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 ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบ และชนิดทีบาร์ (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 นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาต่อยอดความต้านทานการดูดซึมน้ำ ซึ่งเป็นสมบัติที่แผ่นฝ้าเพดานทั่วไปไม่สามารถต้านทานได้ ให้แผ่นฝ้า

เพดานผสมขุยมะพร้าวมีสมบัติที่ดีขึ้น โดยการใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นสารผสมเพิ่ม เพื่อช่วยในการลดช่องว่าง และยึดแผ่นฝ้าเพดานไว้เมื่อสัมผัสกับน้ำ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งจะช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว และวิสาหกิจชุมชนสามารถผลิตเองได้ ช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับชุมชนฐานรากของประเทศ

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 ปูนยิปซัมปลาสเตอร์

2.1.2 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขุยมะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.72 มิลลิเมตร

2.1.3 โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)

2.1.4 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์ ดังรูปที่ 2 และตารางที่ 1

รูปที่ 2 น้ำยางธรรมชาติข้นร้อยละ 60 ชนิดพรีวัลคาไนซ์

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของน้ำยางธรรมชาติข้น ชนิดพรีวัลคาไนซ์

สารประกอบ	น้ำหนัก (กรัม)
60% น้ำยางข้น (Latex)	167.0
10% โปแตสเซียมไฮดรอไซด์ (Potassium hydroxide)	2.0
10% เทอริค 16 เอ 16 (Teric 16 A 16)	0.2
50% กำมะถัน (Sulfur)	1.6
50% แซดดีอีซี (ZEDC)	0.8
50% แซดเอ็มบีที (ZMBT)	0.8
50% วิงสเตย์แอล (Wingstay L)	2.0
50% ทิทาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)	2.0
50% ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)	2.0
น้ำ	170.5

2.1.5 น้ำประปา

2.1.6 กระดาษเหนียว

2.1.7 เครื่องผสมคอนกรีต

2.1.8 ตะแกรงร่อนวัสดุ

2.1.9 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.1.10 แบบหล่อ ขนาด 60 x 60 x 0.9 เซนติเมตร

2.1.11 แบบหล่อ ขนาด 30 x 30 x 0.9 เซนติเมตร

2.1.12 ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ

2.1.13 เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine)

2.1.14 เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน

2.1.15 เครื่องตัดเส้นใย พร้อมตะแกรงบด ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 เครื่องตัดเส้นใย

2.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ จำนวน 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนยิปซัม ปาสเตอร์	ขุยมะพร้าว	โซเดียมซิลิเกต	เนื้อยาง ธรรมชาติ	น้ำประปา
R0	1	0.15	0.03	0.00	1
R0.01	1	0.15	0.03	0.01	1
R0.02	1	0.15	0.03	0.02	1
R0.03	1	0.15	0.03	0.03	1
R0.04	1	0.15	0.03	0.04	1
R0.05	1	0.15	0.03	0.05	1

หมายเหตุ การคิดปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ใส่เข้าไปในส่วนผสมให้คำนวณเพื่อหาปริมาณเนื้อยางธรรมชาติที่อยู่ภายในน้ำยางธรรมชาติ โดยมีปริมาณเนื้อยางธรรมชาติ ร้อยละ 60 ของปริมาณ

2.3 การขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

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

2.3.2 ตวงปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว สารโซเดียมซิลิเกต น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปา ตามอัตราส่วนที่ออกแบบ

2.3.3 ผสมสารโซเดียมซิลิเกตและน้ำประปาให้เข้ากัน

2.3.4 ผสมปูนยิปซัมปลาสเตอร์ ขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติ และน้ำประปาที่ผสมสารเร่งการก่อตัวแล้ว เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต

2.3.5 เตรียมแบบหล่อให้สะอาด

2.3.6 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบที่มีการติดตั้งกระดาษเหนียวไว้ จากนั้นปาดให้ผิวเรียบในอุณหภูมิปกติ (30 – 35 องศาเซลเซียส) ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การเทส่วนผสมฝ้าเพดานลงในแบบหล่อ

2.3.7 บ่มแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด

2.4 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดาน

ทดสอบแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนต่อการทดสอบ ประกอบด้วย แรงกดแตก แรงต้านทานการดึงตะปู (รูปที่ 5) การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การนำความร้อน และการใช้งานจริง

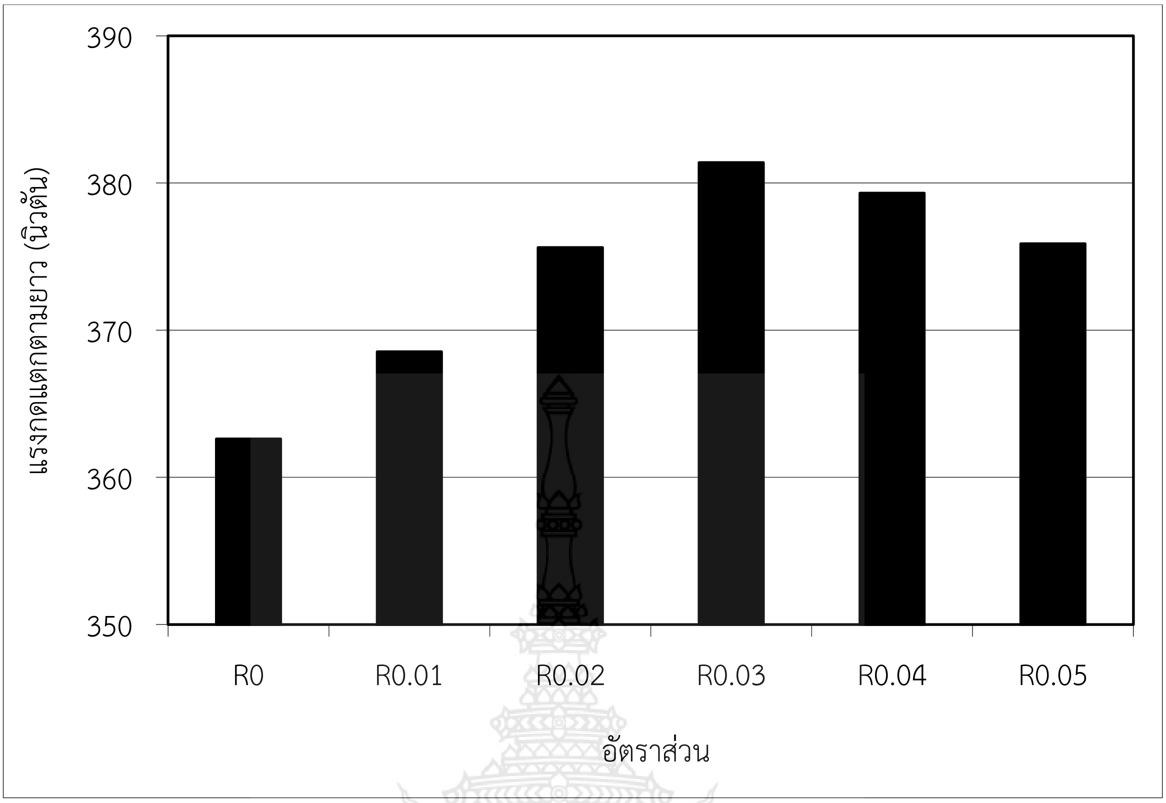
รูปที่ 5 การทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว

3. ผลการดำเนินงาน

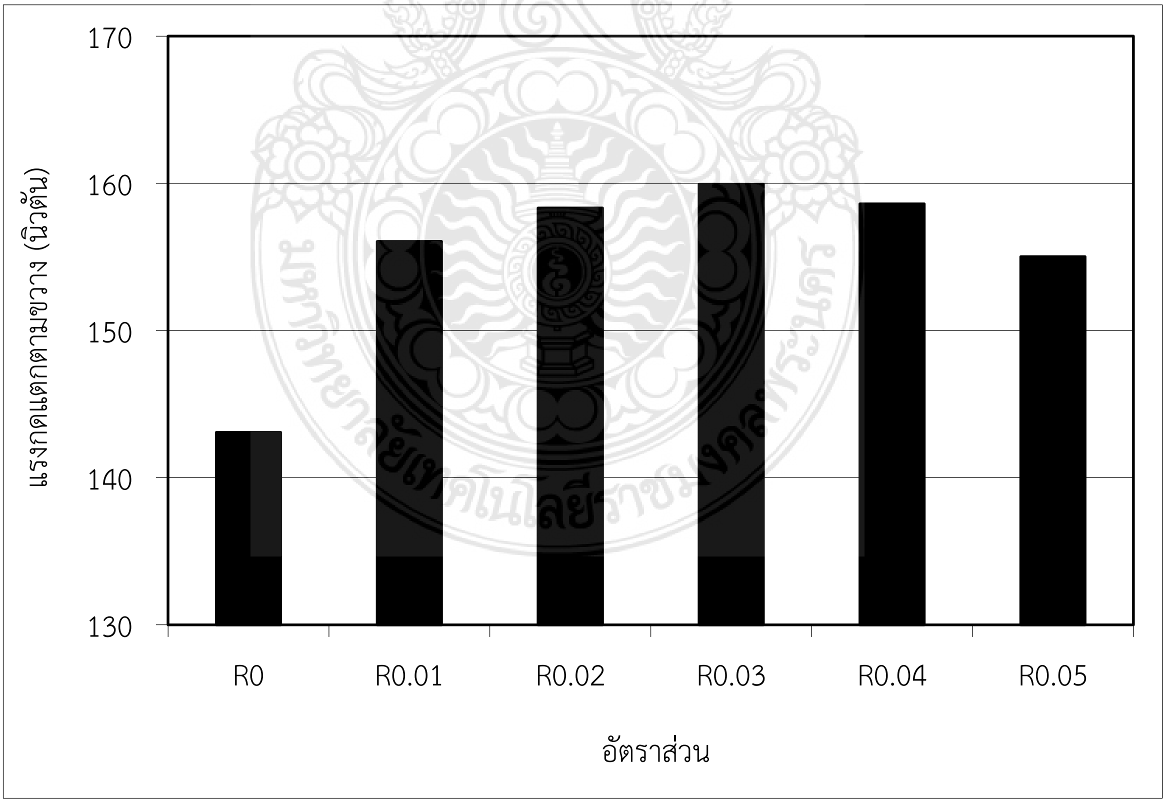
จากการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) และมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

3.1 แรงกดแตก

การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ในแนวตามยาวและตามขวางนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 แรงกดแตกตามยาวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

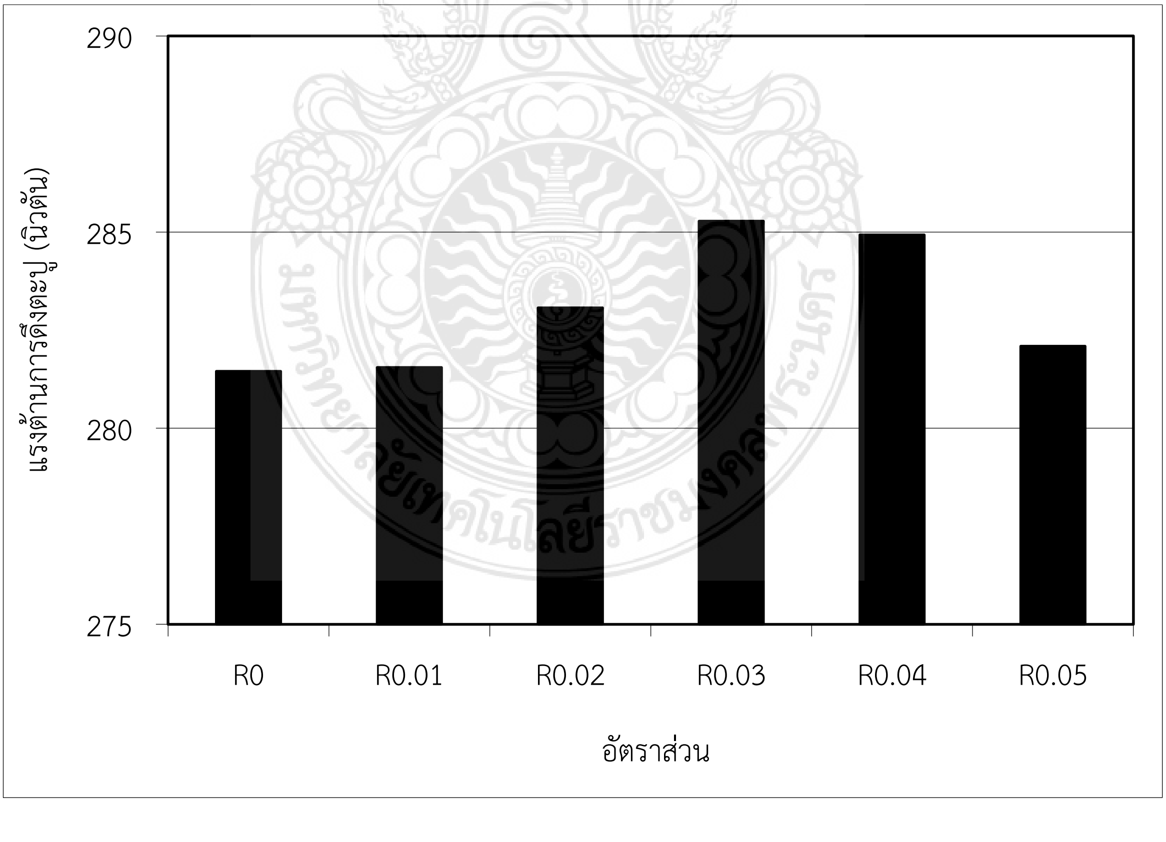


รูปที่ 7 แรงกดแตกตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางในรูปที่ 6 และ 7 พบว่า ปริมาณของน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตก คือ อัตราส่วน R0.03 รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 อัตราส่วน R0.02 อัตราส่วน R0.01 อัตราส่วน R0.05 และอัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่แทรกเข้าไปในช่องว่างของแผ่นฝ้าเพดาน เป็นวัสดุจำพวกพอลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถในการรับแรงดึงได้ ทำให้เมื่อผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว น้ำยางธรรมชาติจะแข็งตัวและช่วยเพิ่มความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวางได้ ทั้งนี้ หากใส่น้ำยางธรรมชาติในปริมาณมากเกินไป น้ำยางธรรมชาติจะไปลดปริมาณยิปซัมและขุยมะพร้าวที่เป็นวัสดุที่ยึดเหนี่ยวแผ่นฝ้าเพดานเป็นหลัก แทนการเข้าไปแทรกในช่องว่างเพื่อช่วยรับแรงดึง ทำให้แรงกดแตกลดลงดังกล่าว (ปริญญา และชัย, 2551) อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบผลการทดสอบดังกล่าวกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 356 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) และแรงกดตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 133 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติทุกอัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้

3.2 แรงต้านทานการดึงตะปู

ผลการทดสอบแรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 8

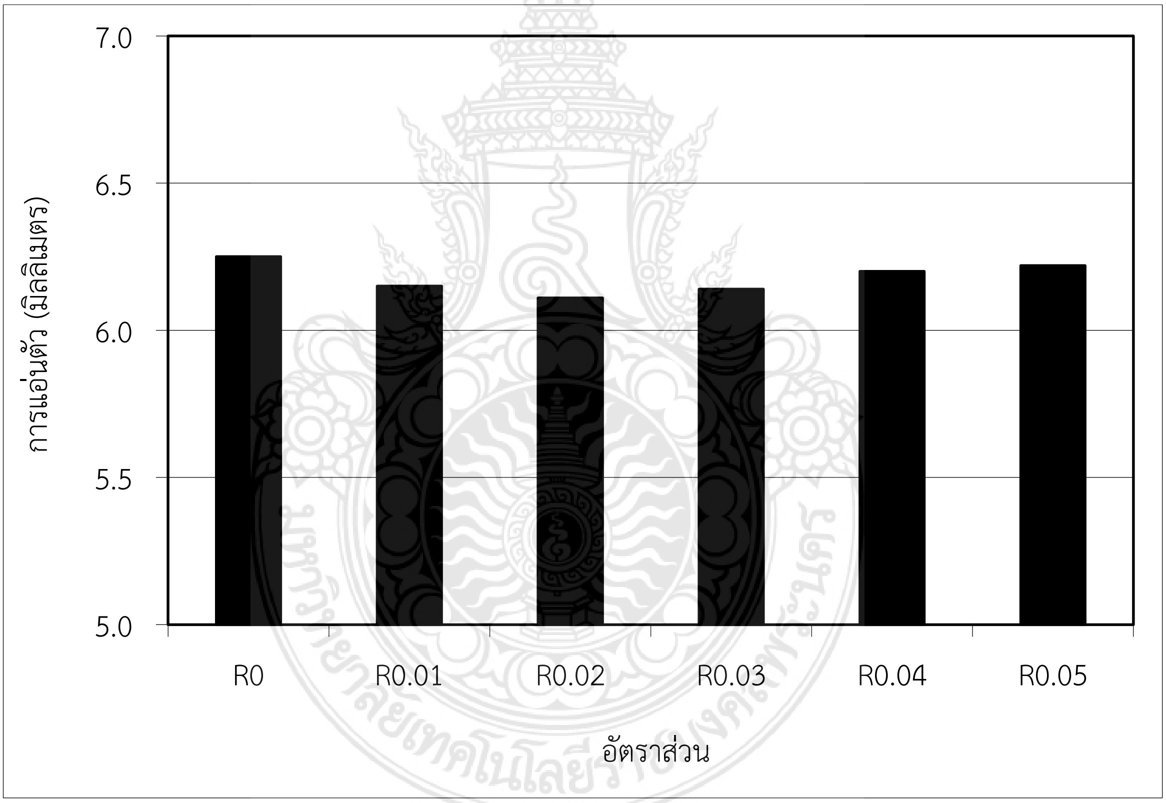


รูปที่ 8 แรงต้านทานการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 8 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัมหรือแผ่นฝ้าเพดาน ต้องรับแรงต้านทานการดึงตะปู ไม่ต่ำกว่า 270 นิวตัน (ความหนาแผ่นยิปซัม 9 มิลลิเมตร) ได้ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการใช้งานแผ่นฝ้าเพดานหรือแผ่นยิปซัมได้อย่างหลากหลายและคงทน โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่สามารถรับแรงดึงตะปูได้มากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 R0.02 R0.01 R0.05 และแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติหรืออัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนที่รับแรงดึงตะปูได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ เป็นผลมาจากน้ำยางธรรมชาติที่ผสมจะเข้าไปแทรกในช่องว่างของเนื้อแผ่นฝ้าเพดาน ทำให้เมื่อมีแรงต้านทานการดึงตะปูที่เพิ่มขึ้น (Bledzki and Gassan, 1999)

3.3 การแอ่นตัว

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าว ทั้งที่ผสมและไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติตามมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 9



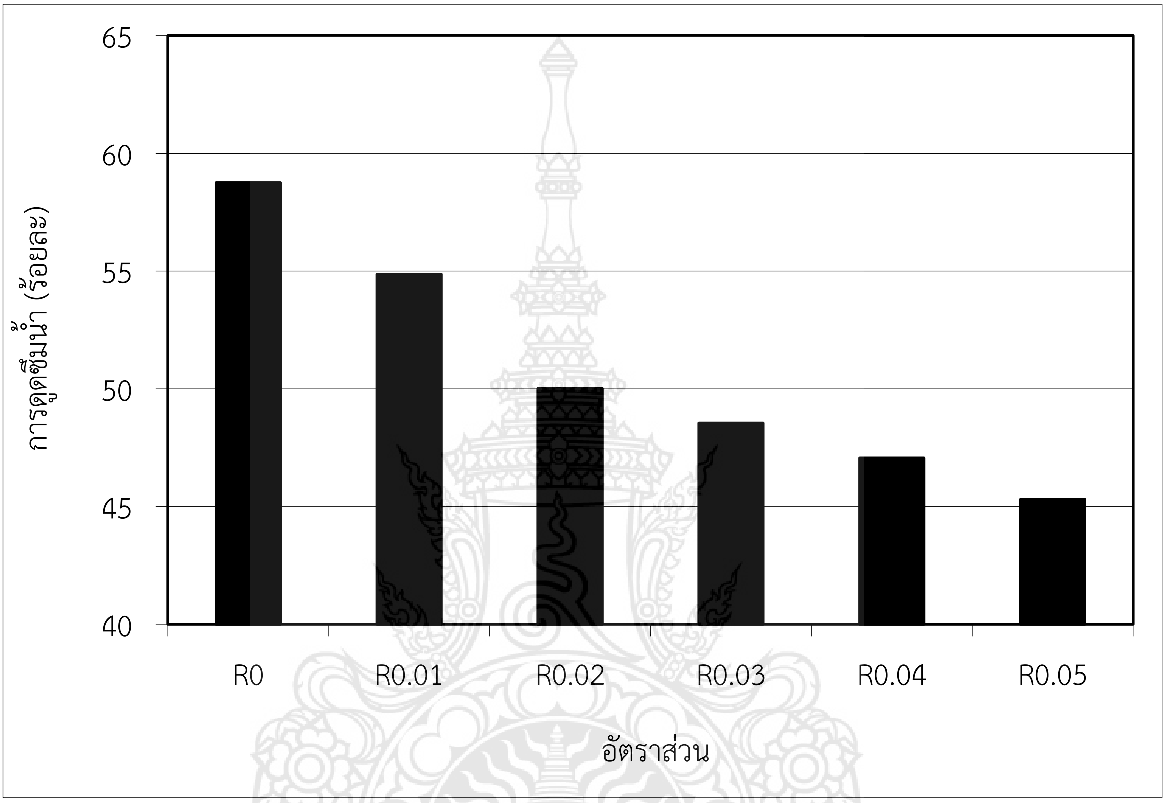
รูปที่ 9 การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

รูปที่ 9 แสดงผลการทดสอบการแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ พบว่าการผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสมลงในแผ่นฝ้าเพดาน จะช่วยให้ค่าการแอ่นตัวมีค่าลดต่ำกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากการแทรกตัวของน้ำยางธรรมชาติและความสามารถในการรับแรงดึง (ปริญญา และชัย, 2551) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าการแอ่นตัวทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) ที่กำหนดให้การแอ่นตัวของแผ่นฝ้าเพดาน

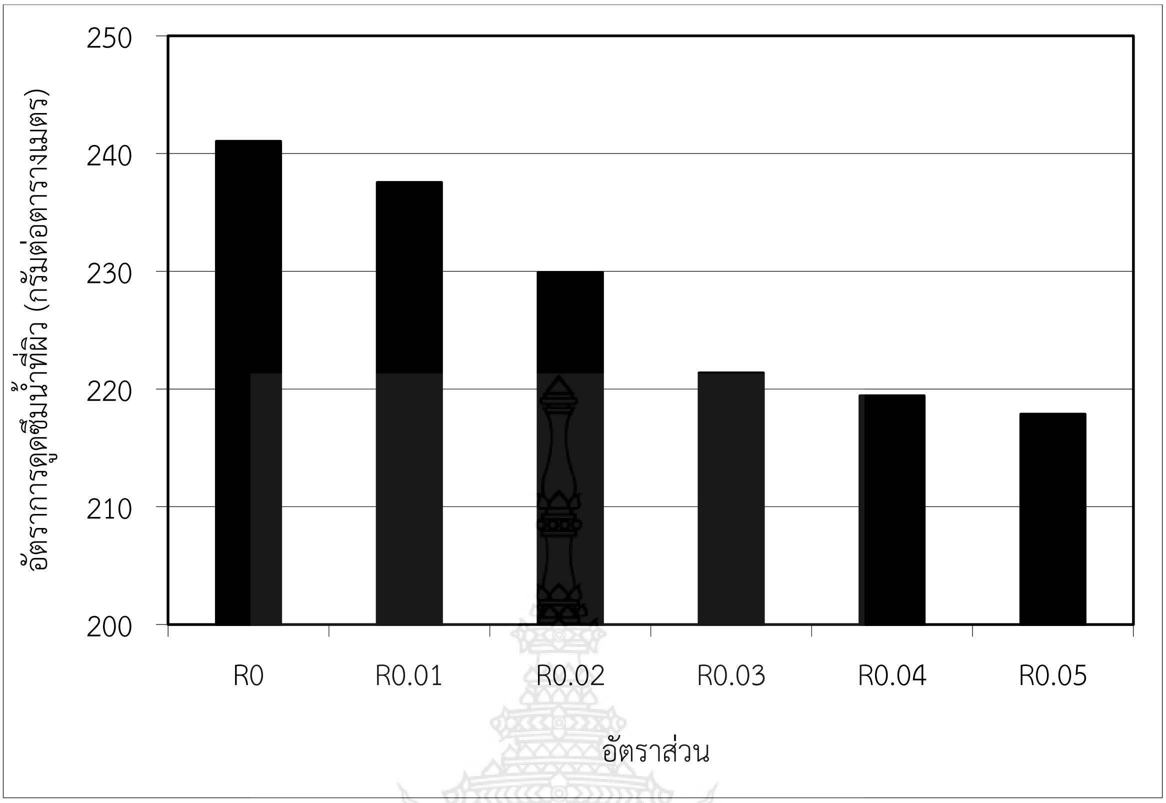
ความหนา 9 มิลลิเมตร ต้องมีการแอ่นตัวไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวทุกอัตราส่วนสามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดได้

3.4 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการบ่ม 28 วัน สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 10 และ 11



รูปที่ 10 การดูดซึมน้ำของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

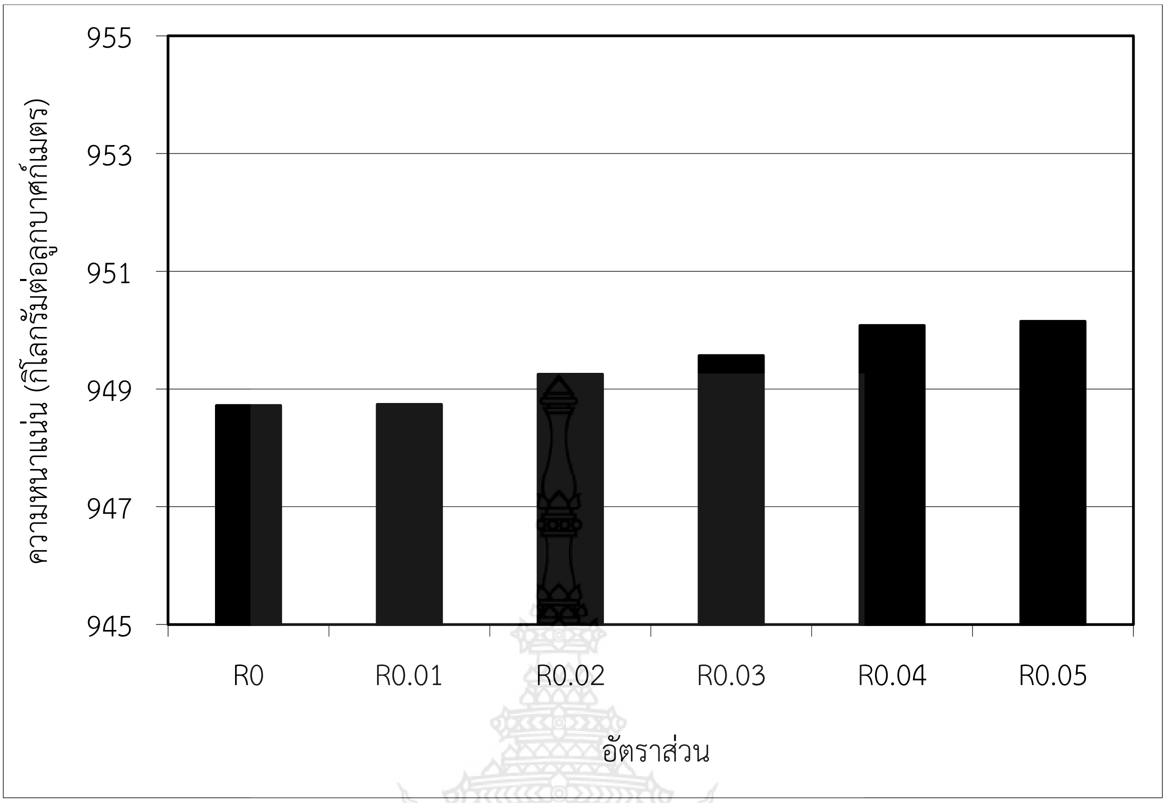


รูปที่ 11 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากผลทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวในรูปที่ 10 และ 11 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 มีการดูดซึมน้ำสูงที่สุด และค่อยๆ ลดลงมา เมื่อมีการผสมน้ำยางธรรมชาติที่มีความทึบน้ำ (Barlow, 1993) ในปริมาณที่มากขึ้น โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.05 เป็นอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผนยิปซัม (สมอ., 2552) ซึ่งกำหนดให้แผ่นยิปซัม ประเภททนความชื้น ต้องมีค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกินร้อยละ 5 และอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว ไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแม้ว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น จะมีค่าการดูดซึมน้ำและอัตราการดูดซึมน้ำลดลงจากเดิม แต่ก็ยังคงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ทำให้แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาตินี้ สามารถผ่านมาตรฐานแผนยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

3.5 ความหนาแน่น

สำหรับผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 12

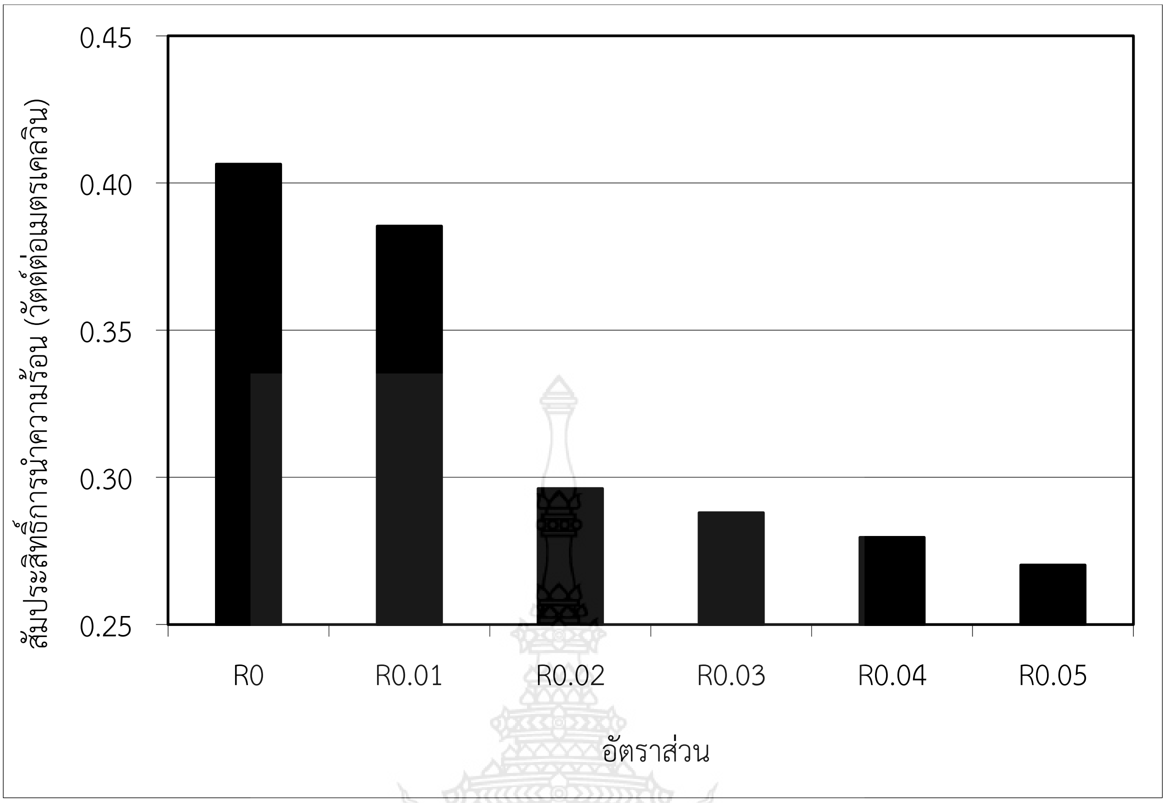


รูปที่ 12 ความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

ผลกระทบของปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่มีต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวในรูปที่ 12 พบว่า โดยแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติอัตราส่วน R0.01 R0.02 R0.03 R0.04 และ R0.05 จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าความหนาแน่นของยางธรรมชาติที่มีค่าระหว่าง 920 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Barlow, 1993; Faherty et al., 1995)

3.6 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนเป็นการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนจากหลังคาเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 13 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีปริมาณน้ำยางธรรมชาติมากที่สุด หรืออัตราส่วน R0.05 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน R0.04 R0.03 R0.02 R0.01 และแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ หรืออัตราส่วน R0 เป็นอัตราส่วนที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของยางธรรมชาติที่ต่ำเพียง 0.15 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ทำให้ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง (Clemens, 2001)

3.7 การใช้งานจริง

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ ทั้ง 6 อัตราส่วน ทำให้สามารถเลือกแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปทดสอบใช้งานจริง เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติทางกลดีที่สุด และยังเป็นอัตราส่วนที่มีความทึบและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นกว่าแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่ไม่ผสมน้ำยางธรรมชาติ โดยการนำแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 มาติดตั้งเป็นฝ้าเพดาน โดยใช้โครงฝ้าแบบทีบาร์ (T-Bar) ขนาดกว้างและยาว 3x3 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 9 ตารางเมตร ดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03

จากการทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ อัตราส่วน R0.03 ในรูปที่ 14 พบว่า แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติดังกล่าวมีพื้นผิวที่เรียบสม่ำเสมอ แข็งแรง และตัดให้มีขนาดตามที่ต้องการได้ โดยสามารถติดตั้งบนโครงฝ้าทีบาร์ (T-Bar) ได้เช่นเดียวกับแผ่นฝ้าเพดานทั่วไป

4. สรุปผลการดำเนินงาน

ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติ สามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานขุยมะพร้าวผสมน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว คือ อัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์ต่อขุยมะพร้าวต่อสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อเนื้อยางธรรมชาติต่อน้ำประปาเท่ากับ 1: 0.15: 0.03: 0.03: 1 โดยน้ำหนัก (อัตราส่วน R0.03) ซึ่งมีคุณสมบัติ ได้แก่ แรงกดแตกตามยาว 381.39 นิวตัน แรงกดแตกตามขวาง 159.93 นิวตัน แรงต้านการดึงตะปู 285.28 นิวตัน การแอ่นตัว 6.14 มิลลิเมตร การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 48.55 อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิว 221.37 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่น 949.57 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.288 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ทั้งนี้ แผ่นฝ้าเพดานที่พัฒนาสามารถผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประเภทไม่ทนความชื้น

5. เอกสารอ้างอิง

กมล กาญจนรุจี, โสภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห อินทรชูโต, 2552. การใชโฟมรวมกับผนังยิปซัมบอรดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปองกันเสียง, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิระวัฒน์ เต่แก้ว, ณัฏฐวัฒน์ หวะสุวรรณ์, ประพัฒน์ ภูมิสถาน และสมชาย รัตนวงศ์, 2551. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ธนัญชัย ปคุณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 4.

บุญธรรม นิธิอุทัย, 2530. ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์และคุณสมบัติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประชุม คำพุฒ, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, สมพิศ ดีบุญโน และสุโรจน์ ศรีสินหอม, 2552. การพัฒนากระเบื้องหลังคาซีเมนต์และฝ้าเพดานโดยใช้ยางธรรมชาติเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.

พรพรรณ นิธิอุทัย, 2528. สารเคมีสำหรับยาง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

มณเธียร โอทองคำ, สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ และปิติศานต์ กร้ำมาตร, 2552. การใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม, Environment and Natural Resources Journal, Vol.7, No.1, หน้า66-73.

วรวัฒน์ แก่นจำปา, วรวุฒิ เตชะพร้อมวุฒิ, สุทธิชัย วิโรจน์, พงษ์พันธ์ ชัยณรงค์รัตน์ และอนุชา จันทรา, 2552. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2523. วิทยาการขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับยางแห้ง. งานอุตสาหกรรมยาง ศูนย์วิจัยการยางหาดใหญ่.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556. แนวโน้มอสังหาริมทรัพย์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/ pages/ViewSummary.aspx?docid=31781

สมชาย อินทะตา, แสงทอง อินธิแสง, เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์, 2553. กำลังอัดและกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 6, ณ โรงแรม แกรนด์ แปซิฟิค ซอฟเฟอริน รีสอร์ท แอนด์ สปา, เพชรบุรี, 20 - 22 ตุลาคม 2553, MAT-41.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, 2537. เทคโนโลยียาง, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.), 2547. โครงการพัฒนาวัสดุมวลเบาจากเส้นใยมะพร้าว, ชุดโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีมะพร้าว. เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม (สมอ.), 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผนยิปซั่ม (มอก.219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2012. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.

Asasutjarit, 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.

Barlow, Fred W., 1993. Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques. 2nd Edition.

Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science 24, pp.221-274.

Clemens J. M. Lasance, 2001. Design, Materials, Compounds, Adhesives, and Substrates [Online]. Available on: https://www.electronics-cooling.com/2001/11/ the-thermal-conductivity-of-rubbers-elastomers/#.

Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. Wood Engineering and Construction Handbook. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Natural Fibers: Coir, International Year of Natural Fibers 2009. Retrieved December 1, 2011.