

การใช้ประโยชน์เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นมวลรวมในแผ่นซีเมนต์บอร์ด สำหรับผนังอาคารถอดประกอบ

ปราโมทย์ วิจารณ์กุล^{1*}, กิตติพงษ์ สุวีโร² และอิทธิ วิจารณ์กุล³
pramot.w@rmutp.ac.th^{1*}, kittipong.s@en.rmutt.ac.th², itthi.w@rmutsb.ac.th³

^{1*} สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Received: March 22, 2018
Revised: April 25, 2018
Accepted: July 4, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1: ทรายละเอียด: หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย: สารโซเดียมซิลิเกต: น้ำประปา จำนวน 5 อัตราส่วน เท่ากับ 1: 2: 0: 0.03: 0.5, 1: 2: 2: 0.03: 0.5, 1: 2: 4: 0.03: 0.55, 1: 2: 6: 0.03: 0.6 และ 1: 2: 8: 0.03: 0.65 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดด้วยเครื่องอัด และทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นซีเมนต์อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง จากผลการทดสอบที่อายุการป่ม 28 วัน พบว่า อัตราส่วน 1: 2: 4: 0.03: 0.55 เป็นอัตราส่วนแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่เหมาะสมที่สุด แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง เป็นฉนวนป้องกันความร้อน และทนความร้อนได้ดี

คำสำคัญ: แผ่นซีเมนต์บอร์ด เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ฉนวนป้องกันความร้อน อาคารถอดประกอบ

Utilization of Vesicular Basalt Fragment as Aggregate in Cement Board for Knockdown Building Wall

Pramot Weeranukul^{1*} Kittipong Suweero² and Itthi Weeranukul³
pramot.w@rmutp.ac.th^{1*}, kittipong.s@en.rmutt.ac.th², itthi.w@rmutsb.ac.th³

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

² Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

³ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Received: March 22, 2018
Revised: April 25, 2018
Accepted: July 4, 2018

Abstract

This research aims to develop the cement board from vesicular basalt fragment. The 5 ratios of Portland cement type1: fine sand: vesicular basalt fragment: sodium silicate: tap water are equal to 1: 2: 0: 0.03: 0.5, 1: 2: 2: 0.03: 0.5, 1: 2: 4: 0.03: 0.55, 1: 2: 6: 0.03: 0.6 and 1: 2: 8: 0.03: 0.65 by weight. The cement boards were produced by compression machine. The property tests of cement-bonded fiberboard followed the TIS. 878-1994 standard (cement bonded particle board: high density). From the results at 28 days of curing, 1: 2: 4: 0.03: 0.55 is the most suitable ratio of cement board from vesicular basalt fragment. This developed cement boards can apply the vesicular basalt fragment to use as the construction materials with light-weight, high strength, good thermal insulation, and moisture protection properties.

Keywords: cement board, vesicular basalt fragment, thermal insulation, knockdown building

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

หินบะซอลต์ (basalt) เป็นหินอัคนีผุเนื้อละเอียดมีสีเทาถึงดำ น้ำตาลแกมแดง ม่วงปนดำ เกิดจากหินหนืดขึ้นมาเย็นตัวบนพื้นโลกผ่านรอยแตกของเปลือกโลกหรือปล่องภูเขาไฟ มีองค์ประกอบหลักทางเคมี ได้แก่ ซิลิกา อะลูมินา เหล็ก แคลไซต์ แมกนีไซต์ โซดา โพแทสเซียม ไททานเนียม แมงกานีส และฟอสฟอรัส [1] ประเทศไทยมีแหล่งหินบะซอลต์ที่มีศักยภาพ (potential reserve) 42,252.8 ล้านตัน [2] พบได้ในจังหวัดกาญจนบุรี แพร่ ลำปาง ศรีสะเกษ จันทบุรี ตราด เชียงราย ลำปาง เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา ชลบุรี สระบุรี อุทัยธานี บุรีรัมย์ อุบลราชธานี และสุรินทร์ [3] ปัจจุบันมีการใช้หินบะซอลต์ขนาดใหญ่มาเป็นหินก่อสร้าง แต่การนำหินดังกล่าวมาใช้งานจะต้องคัดเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย (vesicular basalt) ออก เป็นเศษหินสีเทาถึงดำ ขนาดเม็ดหินค่อนข้างละเอียด และมีรูพรุนมาก พบมากบริเวณปากปล่องภูเขาไฟที่มีลักษณะการไหลของลาวาแบบลอนคลื่น (pahoehoe) เมื่อเปิดหน้าดินลึกลงไปเพื่อทำเหมืองหินจะพบชั้นของเศษหินบะซอลต์โพรงข่าย มีความหนา 0.5 – 5 เมตร [4] เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นเศษหินที่มีปริมาณมากมีมูลค่าต่ำและไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ จากลักษณะของเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ละเอียด และน้ำหนักเบา ทำให้เห็นว่าเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นมวลรวมของผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่นิยมใช้เป็นผนังของอาคารถอดประกอบ (knockdown wall) ที่มีมูลค่าตลาดมากกว่า 6,000 ล้านบาท [5] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ใช้เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นมวลรวมสำหรับใช้ก่อสร้างผนังของอาคารถอดประกอบ ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์

และสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการ ชุมชนท้องถิ่น และผู้บริโภค



รูปที่ 1 หินบะซอลต์โพรงข่าย

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ทราเยละเอียด จากทรายบก เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายจากจังหวัดบุรีรัมย์ น้ำประปา สารโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) เครื่องผสมคอนกรีต เครื่องอัดแผ่นซีเมนต์บอร์ด พร้อมแบบหล่อ ขนาด $30 \times 30 \times 1.5$ เซนติเมตร เครื่องย่อยหิน พร้อมตะแกรงสำหรับคัดขนาดเบอร์ 4 หรือ 4.76 มิลลิเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine; UTM) ยี่ห้อ Chun Yen รุ่น CY-6040A12 ชีตความสามารถประยุกต์แรงสูงสุด 100 ตัน ผลิตโดยประเทศไต้หวัน และเครื่องทดสอบสภาพนำความร้อนของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

3. การออกแบบส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย จำนวน 5 อัตราส่วน โดยอ้างอิงจากอัตราส่วนของคอนกรีตทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ต่อทรายต่อหิน ต่อ น้ำ เท่ากับ 1:2:4:0.5 โดยน้ำหนัก แล้วจึงปรับเปลี่ยนปริมาณหินบะซอลต์ เพื่อหาอัตราส่วน

ที่เหมาะสม ส่วนโซเดียมซิลิเกตใช้ในอัตราส่วน โซเดียมซิลิเกตต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.03 โดย น้ำหนัก [6] ดังตารางที่ 1

4. การขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด

เริ่มจากผสมสารโซเดียมซิลิเกตเพื่อ เร่งการก่อตัวของแผ่นซีเมนต์บอร์ดในปริมาณ ร้อยละ 3 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ให้เข้ากับ น้ำประปา จากนั้นผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ทรายละเอียด เศษหินบะซอลต์ เนื้อโพรงข่าย และน้ำประปาที่ผสมสารเร่งการ ก่อตัวแล้ว ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมคอนกรีต เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบหล่อที่ทำน้ำมัน หล่อลื่นแล้ว และขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ใช้ เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นมวลรวมด้วย เครื่องอัดแผ่นซีเมนต์บอร์ด หรือโตะสั้นเขย่า โดยใช้ความดัน 1015.26 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 70 บาร์ ดังรูปที่ 2 และบ่มแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ใช้ เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นมวลรวมด้วย กระสอบพรมน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด ได้แก่ 7, 14, 21 และ 28 วัน ก่อนนำไปทดสอบ



รูปที่ 2 การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแผ่นซีเมนต์บอร์ด

5. การทดสอบสมบัติของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทาง กลของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเศษหินบะซอลต์ เนื้อโพรงข่าย ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [7] ซึ่งมีความใกล้เคียงกันในลักษณะของการ ใช้งานมาทดสอบเทียบเคียง พร้อมทั้งนำผลิตภัณฑ์ แผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง ที่มี จำหน่ายในท้องตลาดอีก 2 ยี่ห้อ ซึ่งผ่านการ รับรองตามมาตรฐาน มอก.878-2537 และ มีส่วนประกอบหลักเป็นขึ้นไม้ มาทดสอบ เปรียบเทียบด้วย โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ จำนวน 5 ตัวอย่างต่อการทดสอบ ในทุกอัตราส่วน ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ความชื้น สภาพนำความร้อน การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสยืดหยุ่น และความ ต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

อัตรา ส่วน	ปูน ซีเมนต์	ทราย ละเอียด	หิน บะซอลต์	โซ เดียม ซิลิ เกต	น้ำ ประปา
B0	1	2	0	0.03	0.50
B2	1	2	2	0.03	0.50
B4	1	2	4	0.03	0.55
B6	1	2	6	0.03	0.60
B8	1	2	8	0.03	0.65



รูปที่ 3 การทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากที่ผิวหน้า

6. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [7] สามารถสรุปได้ ดังนี้

6.1 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไป

ผลการตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ทั้งที่ไม่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย และที่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายไม่เกินอัตราส่วน B4 สามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด คือ มีความหนาแน่น และความเรียบของแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่สม่ำเสมอ และบริเวณขอบมีความฉาก [7] ส่วนการผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่อัตราส่วน B6 และ B8 เนื้อของซีเมนต์บอร์ดจะมีความร่วน กล่าวคือ ปริมาณของหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายมีปริมาณมากเกินกว่าที่ปูนซีเมนต์จะเชื่อมประสานได้ทั้งหมด จึงทำให้แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ได้เกิดการบิ่นที่ขอบหรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทั้ง 2 ยี่ห้อ ก็มีลักษณะผ่านมาตรฐาน

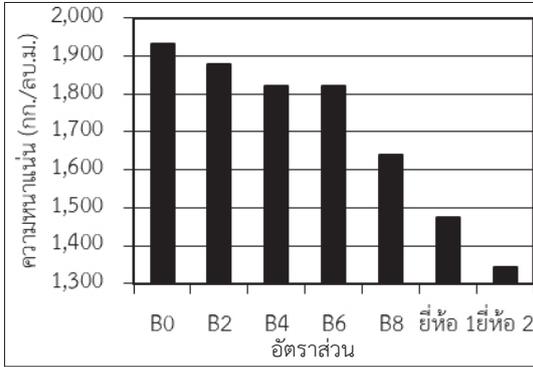
6.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น

ผลการหาความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ผสมและไม่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ทั้ง 5 อัตราส่วน ที่อายุการบ่ม 28 วัน และแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่จำหน่ายในท้องตลาดอีก 2 ยี่ห้อ ในรูปที่ 4 พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดทั้งหมดมีค่าความหนาแน่นเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด คือ มีค่าเกินกว่า 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [7] โดยปริมาณหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ผสมลงในแผ่นซีเมนต์บอร์ด มีผลทำให้ความหนาแน่น

ของแผ่นซีเมนต์บอร์ดลดลง ดังจะเห็นได้จากแผ่นซีเมนต์บอร์ดอัตราส่วน B0 มีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน B2, B4, B6 และ B8 มีความหนาแน่นต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ลดต่ำลงก็ยังคงสูงกว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นของวัสดุเชื่อมประสานอย่างปูนซีเมนต์ที่มีค่าสูง เท่ากับ 3,100 ถึง 3,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทราบ เท่ากับ 2,600 ถึง 2,700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย เท่ากับ 2,000 ถึง 2,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [8] แตกต่างจากแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์ทั่วไปที่มีส่วนผสมหลักเป็นขึ้นไม้ ซึ่งมีความหนาแน่นเพียง 600 ถึง 1,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [9]

6.3 ผลการทดสอบความชื้น

ผลการทดสอบความชื้นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่ม 28 วัน และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด ในรูปที่ 5 พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดทั้งหมด มีค่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด คือ มีค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 9 ถึง 15 [7] เนื่องจากแผ่นซีเมนต์บอร์ดดังกล่าว มีการอัดด้วยความดันในกระบวนการผลิต ทำให้ความชื้นบางส่วนถูกนำออกจากส่วนผสม และความชื้นที่เหลือจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ [10] ความชื้นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจึงมีค่าต่ำมาก



รูปที่ 4 ความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

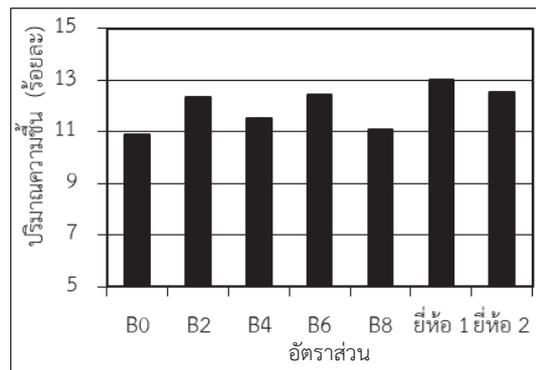
6.4 ผลการทดสอบสภาพนำความร้อน

การทดสอบสภาพนำความร้อนของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่อายุการบ่ม 28 วัน และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 [7] สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 6 พบว่า สภาพนำความร้อนหรือสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายอัตราส่วน B4, B6, B8 และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด มีค่าผ่านตามมาตรฐาน คือ มีสภาพนำความร้อน ไม่เกินกว่า 0.25 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน [7] ส่วนแผ่นซีเมนต์บอร์ดอัตราส่วน B0 และ B2 มีสภาพนำความร้อนเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หินบะซอลต์ เนื้อโพรงข่าย สามารถช่วยลดค่าสภาพนำความร้อนได้ โดยเป็นผลมาจากความพรุนที่มากของเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ผสม [11] ดังนั้น อาคารที่มีการติดตั้งแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายปริมาณมากเป็นผนังจะประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศดีกว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายปริมาณน้อย

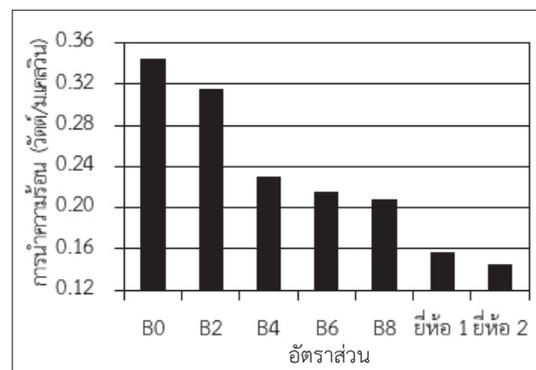
6.5 ผลการทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ

สำหรับผลการทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่ม 28 วัน และแผ่นซีเมนต์

บอร์ดในท้องตลาด สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 7 พบว่า การพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาดที่แตกต่างกัน โดยแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย เป็นวัสดุที่มีค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ต่ำมาก ในขณะที่แผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาดเป็นวัสดุที่มีค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำที่สูงมาก เป็นผลมาจากลักษณะของส่วนผสม คือ หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นวัสดุที่ไม่เกิดการพองตัว ต่างจากซีเมนต์ที่เกิดการพองตัวมากเมื่อแช่น้ำ อย่างไรก็ตาม แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย และแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากท้องตลาดที่นำมาทดสอบ สามารถผ่านมาตรฐานที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินร้อยละ 2 ได้ [7]



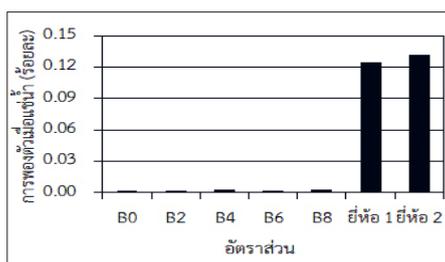
รูปที่ 5 ความชื้นของแผ่นซีเมนต์บอร์ด



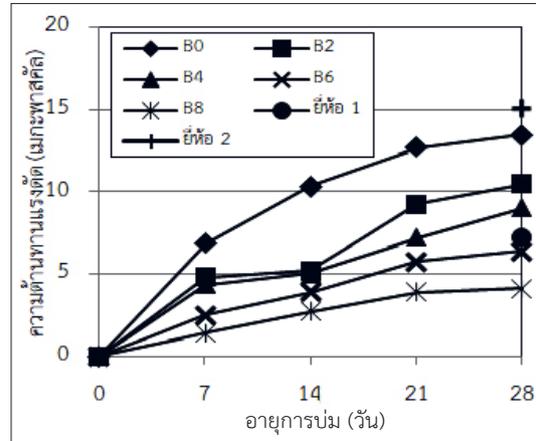
รูปที่ 6 สภาพการนำความร้อนของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

6.6 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัด

ความต้านทานแรงดัดของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังรูปที่ 8 โดยพบว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ไม่มีการผสมบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย (อัตราส่วน B0) มีความต้านทานแรงดัดสูงสุด รองลงมาคือแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย อัตราส่วน B2 อัตราส่วน B4 อัตราส่วน B6 และอัตราส่วน B8 มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุดตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ผสม มีส่วนทำให้ความต้านทานแรงดัดลดลง ทั้งนี้ เป็นผลมาจากความพรุนหรือช่องว่างของหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย [10] ทำให้มีความแข็งแรงลดลง เพราะจะทำให้มีพื้นที่รับแรงน้อย นอกจากนี้ การผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่มาก จะมีผลต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ช่วยยึดเกาะน้อยกว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่มีปริมาณหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายน้อย เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด ให้ความต้านทานแรงดัดต้องไม่น้อยกว่า 9 เมกะพาสคัล [7] พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย อัตราส่วน B0, B2 และ B4 สามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด ส่วนแผ่นซีเมนต์บอร์ดตามท้องตลาด มีเพียง 1 ยี่ห้อ เท่านั้น ที่ผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด



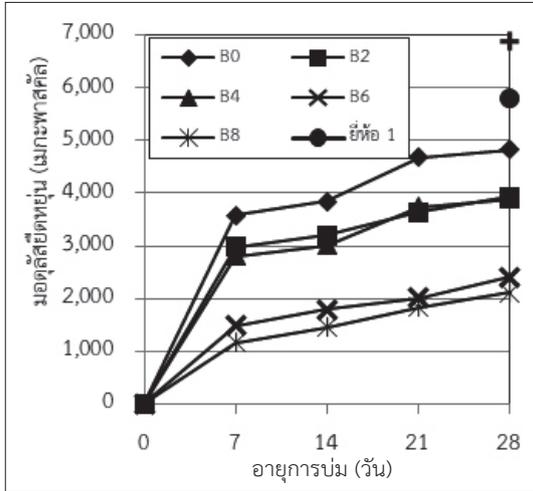
รูปที่ 7 การพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่ม 28 วัน



รูปที่ 8 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

6.7 ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น

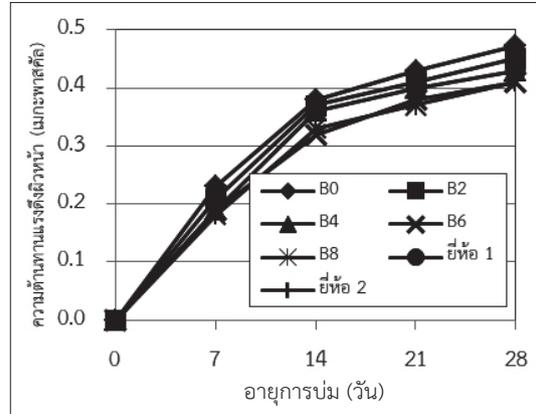
ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ที่อายุการบ่มต่างๆ และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาด ดังรูปที่ 9 พบว่า ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นเป็นสมบัติทางกลที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานแรงดัด โดยค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่มาก แสดงว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดมีความแข็งแรงและทนการโก่งตัวมากกว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นน้อย โดยหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย มีผลต่อความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นที่ลดลง ดังจะเห็นได้จากแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ไม่มีการผสมบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย (อัตราส่วน B0) มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด รองลงมาคือ แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายอัตราส่วน B2 อัตราส่วน B4 อัตราส่วน B6 และอัตราส่วน B8 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต้องไม่ต่ำกว่า 3,000 เมกะพาสคัล [7] พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย อัตราส่วน B0, B2 และ B4 สามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด ส่วนแผ่นซีเมนต์ซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง ในท้องตลาด ทั้ง 2 ยี่ห้อ ก็มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดเช่นกัน



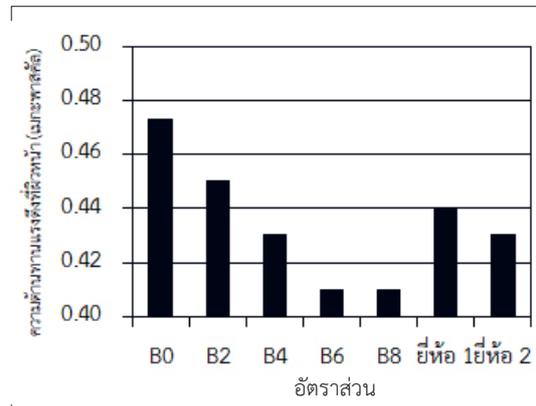
รูปที่ 9 มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

6.8 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

จากผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นซีเมนต์บอร์ดต่างๆ ในรูปที่ 10 และ 11 พบว่า ปริมาณหินบะซอลต์เนื้อโพรงชายที่มากมีแนวโน้มต่อค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของหินบะซอลต์ที่มีเนื้อโพรงชายมีช่องว่างมากทำให้มีพื้นที่รับแรงน้อย ส่งผลให้แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ผสมหินบะซอลต์เนื้อโพรงชายมาก สามารถรับแรงดึงที่ผิวหน้าได้น้อย โดยแผ่นซีเมนต์บอร์ดอัตราส่วน B0 มีความต้านทานแรงดึงผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน B2, B4, B6 และ B8 มีความต้านทานแรงดึงผิวหน้าต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ซึ่งกำหนดให้ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ต้องสูงกว่า 0.4 เมกะพาสคัล [7] พบว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงชาย และแผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาดที่นำมาทดสอบ สามารถผ่านตามาตรฐานกำหนด



รูปที่ 10 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นซีเมนต์บอร์ด



รูปที่ 11 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ใช้เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงชายเป็นมวลรวมสำหรับใช้ก่อสร้างผนังของอาคารถอดประกอบ สามารถสรุปได้ว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงชาย สามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการอัดและสั่นเขย่าให้ส่วนผสมเรียงและจับตัวกันเป็นแผ่นซีเมนต์บอร์ดได้ โดยไม่ต้องใช้วิธีการให้น้ำหนักค้ำไว้แบบแผ่นซีเมนต์บอร์ดทั่วไป ชุมชนและผู้ประกอบการจึงสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่าย และไม่ต้องลงทุนเครื่องจักรสำหรับการผลิตที่มีราคาสูงเกินไป ทั้งนี้ อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิต

แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย คือ อัตราส่วน B4 (อัตราส่วนปูนยิปซัมพลาสติกเรอร์ ต่อทรายต่อหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายต่อสาร โซเดียมซิลิเกตต่อน้ำ เท่ากับ 1:2:4:0.03:0.55 โดยน้ำหนัก) เนื่องจากมีสมบัติที่ใกล้เคียงกับ มาตรฐาน มอก.878-2537 มากที่สุด (มีเพียง ความหนาแน่นที่เกินกว่ามาตรฐาน) และเป็น อัตราส่วนที่ใช้เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย เป็นมวลรวมในแผ่นซีเมนต์บอร์ดมากที่สุด ทั้งนี้ หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายที่ผสมลงใน แผ่นซีเมนต์บอร์ด จะช่วยให้แผ่นซีเมนต์บอร์ด มีความหนาแน่น และสภาพนำความร้อนที่ ลดต่ำลง ซึ่งดีต่อการนำไปใช้งานเป็นผนังอาคาร เพราะจะช่วยให้อาคารไม่ร้อน แต่ด้วยความพรุน ที่มากของเศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย จึง ทำให้ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้น ส่วนสมบัติ ทางกล เศษหินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย จะมีผล ทำให้ความต้านทานแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่า ลดต่ำลง แม้ว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่ใช้เศษหิน บะซอลต์เนื้อโพรงข่ายเป็นมวลรวม เป็นวัสดุ ก่อสร้างที่ยังไม่มีมาตรฐานมาควบคุมโดยตรง แต่ด้วยคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ แผ่นซีเมนต์บอร์ด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำ ผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์บอร์ดจากเศษหินบะซอลต์ เนื้อโพรงข่ายที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้งานทดแทน แผ่นซีเมนต์บอร์ด โดยมีจุดเด่นอยู่ที่การคงทน ต่อการแช่น้ำที่เกิดการพองตัวน้อยมากเมื่อ เปรียบเทียบกับแผ่นซีเมนต์ทั่วไปในการ ศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นซีเมนต์บอร์ดจาก หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่ายให้มีสมบัติผ่านมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นซีเมนต์อัดขึ้นรูป: ชนิดความหนาแน่นสูง รวมทั้งมีสมบัติที่ดีกว่า แผ่นซีเมนต์บอร์ดในท้องตลาดทั่วไป โดยอาจ เพิ่มเส้นใยธรรมชาติมาช่วยรับแรงดึงและลด น้ำหนักให้กับแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากหินบะซอลต์

เนื้อโพรงข่าย ซึ่งน่าจะทำให้แผ่นซีเมนต์บอร์ดจาก หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย สามารถแข่งขันและ เป็นทางเลือกของผลิตภัณฑ์ผนังอาคารที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานได้

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ แผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2560 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Tonnayopas D. Minerals and rocks. 2nd ed. Songkla: Prince of Songkla University; 2010. (in Thai)
- [2] Chaiket Y, Sukrut P, Chuancharoen S, Netratip W. utilization of basalt powder in ceramic casting. Songkla: Prince of Songkla University; 2008. (in Thai)
- [3] Tonnayopas D. Mineralogy. 2nd ed. Songkla: Prince of Songkla University; 2009. (in Thai)
- [4] Department of Mineral Resources. Area classification for geology and mineral resources management, Buriram province. Bangkok: Department of Mineral Resources; 2010. (in Thai)
- [5] Weeranukul P, Choosit P, Boontositrakul K, Suweero K. Study of light-weight precast concrete wall panel product with aerated foam injection technique as core wall. Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University. 2018; 8(2): 13-24. (in Thai)

- [6] Chirayus T. Development of cement bonded particle board from eucalytus camaldulensis wood. Paper presented at: 1985 Annual Conference of Forest; 1985; Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [7] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.878-1989: cement bonded particle board: high density. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1989. (in Thai)
- [8] Young HD. Hyper physics. Addison Wesley: University Physics; 1992.
- [9] Faherty KF, Williamson TG. Wood engineering and construction handbook. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.
- [10] Jindaprasert P, Jaturapitakkul C. Cement, pozzolan, and concrete. 7th ed. Bangkok: ACI Partners with Thailand Concrete Association; 2012. (in Thai)
- [11] Pakunworakij T, Puthipiroj P, Oonjittichai W, Tisavipat P. Thermal resistance efficiency of building insulation material from agricultural waste. Journal of Architectural/ Planning Research and Studies. 2006; 3(4): 119-126. (in Thai)