

## การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกจากเศษหินบะซอลต์

### Community Technology for Development of Concrete Block Product from Basalt Fragments

สัจจะชาญ พัดมะลี<sup>1</sup>, ประชุม คำพุ่ม<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 10800

<sup>2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 12110

\* E-mail: prachoom.k@en.rmUTT.ac.th, choomy\_gtc@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกผสมเศษหินบะซอลต์เป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์ กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1: เศษหินบะซอลต์: น้ำ เท่ากับ 1 : 10 : 0.7, 1 : 10.5 : 0.7, 1 : 11 : 0.7, 1 : 11.5 : 0.7, และ 1 : 12 : 0.7 โดยน้ำหนัก ผสมและขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก ทำการทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ผลการทดสอบพบว่า คอนกรีตบล็อกผสมเศษหินบะซอลต์มีความหนาแน่น ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลงกว่าคอนกรีตบล็อกปกติ ส่วนการดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าคอนกรีตบล็อกปกติ ทั้งนี้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษานี้ คือ 1: 11: 0.7

**คำสำคัญ:** เทคโนโลยีชุมชน, คอนกรีตบล็อก, เศษหินบะซอลต์, ความหนาแน่น, ความต้านทานแรงอัด

#### Abstract

This research aims to test the properties of concrete block mixed with basalt fragment as aggregates in products. The mix ratios of Portland cement type1 : basalt fragment : water are 1 : 10 : 0.7, 1 : 10.5 : 0.7, 1 : 11 : 0.7, 1 : 11.5 : 0.7, and 1 : 12 : 0.7 by weight. The concrete block samples were mixed and casted in 7 x 19 x 39 centimeter by the concrete block molding machine. The concrete block sample testing follows the TIS 58-2533 standard on non-load bearing concrete blocks. From the results, the density, compressive strength, and thermal conductivity of concrete block mixed with basalt fragment are lower than the common concrete block. In addition, the water absorption and volumetric change are higher than the common concrete block. The optimal ratio in this work is 1: 11: 0.7.

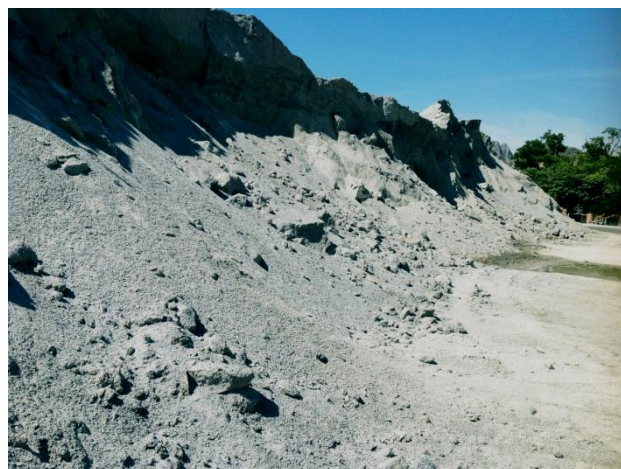
**Keywords:** Community Technology, Concrete Block, Basalt Fragments, Density, Compressive Strength

## 1. ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตหินเพื่อการก่อสร้างประเภทหินบะซอลต์ มีมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างซึ่งขาดแคลนหินก่อสร้างชนิดอื่น ประเทศไทยมีปริมาณแหล่งหินบะซอลต์สำรองพิสูจน์ (proven reserve) 152.8 ล้านตัน และมีแหล่งหินศักยภาพ (potential reserve) 42252.8 ล้านตัน [1] โดยหินบะซอลต์มีองค์ประกอบทางเคมีออกไซด์ที่สำคัญ ได้แก่ ซิลิกา อะลูมินา เหล็ก แคลไซต์ แมกนีไซต์ และที่สำคัญรองลงมาได้แก่ โซดา โพแทสเซียม ไททาเนียม แมงกานีส และฟอสฟอรัส หรือพิจารณาชนิดแร่ปริมาณชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส และไพรอกซีน ปกติแร่อ็อกไซด์ (augite) เป็นแร่สำคัญอันดับรอง บางครั้งยังปรากฏว่ามีแมกนีไทต์ โอลิวีน (olivine) และแร่รองชนิดอื่น ๆ ปนอยู่ด้วย [2] นิยมใช้เป็นส่วนผสมในงานก่อสร้าง กระบวนการโม่หรือย่อยหินบะซอลต์ทั่วไป (รูปที่ 1) ทำให้ได้มวลรวมขนาดต่าง ๆ สำหรับงานก่อสร้างโดยเฉพาะมวลรวมละเอียด ที่ปนกับหินฝุ่นส่วนบนที่เหลือ มีปริมาณคงเหลืออยู่จำนวนมากกองอยู่บริเวณเหมืองหินบะซอลต์ (รูปที่ 2) เนื่องจากมีปริมาณการใช้น้อย ที่เรียกว่า หินเกล็ดและหินฝุ่น (quarry dust) หินเกล็ดมีขนาดประมาณ 5-10 มม. ในขณะที่หินฝุ่นมีขนาดเล็กตั้งแต่ 5 มม. ลงมา มีสีเทาอ่อนขำดำ น้ำหนักเบากว่าฝุ่นหินปูน [3] และมีมูลค่าค่อนข้างต่ำ



รูปที่ 1 กระบวนการโม่หรือย่อยหินบะซอลต์



รูปที่ 2 กองเศษหินฝุ่นบะซอลต์ภายในเหมืองหิน จังหวัดบุรีรัมย์

เนื่องจากหินฝุ่นบะซอลต์นิยมนำไปใช้ในงานถนนหรือถนนที่ดินเท่านั้น ชุมชนในพื้นที่จึงต้องการนำหินฝุ่นบะซอลต์ที่เหลืออยู่จำนวนมากนี้ไปใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น ประกอบกับปัญหาต้นทุนของคอนกรีตบล็อกสำหรับก่อสร้างบ้านพักอาศัยในพื้นที่สูงกว่าที่อื่น เนื่องจากต้องเสียค่าขนส่งหินฝุ่นหินปูนจากพื้นที่อื่นมาใช้เป็นมวลรวมในการผลิตคอนกรีตบล็อกหรือเป็นการส่งคอนกรีตมาจากจังหวัดอื่นมาใช้งานทั้ง ๆ ที่หินฝุ่นบะซอลต์ในพื้นที่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เป็นมวลรวมในการผลิตคอนกรีตบล็อกเพียงแต่เมื่อชุมชนภายในพื้นที่ทดลองผลิตพบว่าการใช้หินฝุ่นบะซอลต์จะทำให้ก้อนคอนกรีตบล็อกมีการแตกร้าวไม่สามารถขึ้นรูปได้ เนื่องจากหินบะซอลต์เป็นหินภูเขาไฟชนิดหนึ่ง [4] จึงมีความต้องการน้ำสูงในขณะที่ทำการผสม ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกแห้งเร็วกว่าปกติ ซึ่งถ้าหากหาวิธีการทำให้คอนกรีตบล็อกแห้งช้าลงได้ก็จะช่วยให้ลดปัญหาเรื่องของการแตกร้าวลงไปได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำฝุ่นหินบะซอลต์มาใช้แทนฝุ่นหินปูนสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 58-2533 [5] เพื่อใช้ก่อสร้างอาคารภายในชุมชนและขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการใช้หินฝุ่นเหลือทิ้งจากเหมืองหินบะซอลต์ในจังหวัดบุรีรัมย์ เป็นมวลรวมสำหรับการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐาน มอก.58-2533

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัย การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกจากเศษหินบะซอลต์ ได้ทำการเลือกใช้ทฤษฎีของคอนกรีตสด คุณสมบัติของมวลรวม ปริมาณน้ำในส่วนผสม [6] ความรู้ในเรื่องของการผลิตคอนกรีตบล็อกและการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยงานวิจัยที่ค้นคว้าเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานจะเกี่ยวข้องกับคอนกรีตบล็อกที่ใช้วัสดุเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมมาเป็นมวลรวมในการกำหนดอัตราส่วนและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งเน้นการต่อยอดจากงานของคณะผู้วิจัยเองที่ดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตคอนกรีตบล็อกจากวัสดุเหลือทิ้งของเหมืองหินในจังหวัดต่าง ๆ ทั้งคอนกรีตบล็อกจากเศษหินแร่ยิปซัม [7] คอนกรีตบล็อกจากเศษหินแอนดีไซต์ [8] คอนกรีตบล็อกจากเศษดินขาว [9] คอนกรีตบล็อกจากเศษพลาสติกอีวีเอ [10] คอนกรีตบล็อกจากเถ้ากะลามะพร้าว [11] เหล่านี้เป็นต้น โดยผลจากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าคอนกรีตบล็อกที่ได้มีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก 58-2533 [5] เมื่อทำการออกแบบส่วนผสมที่เหมาะสมกับวัสดุเหลือทิ้งแต่ละชนิด และสามารถนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดให้กับภาครัฐและเอกชน เพื่อใช้ประโยชน์ในชุมชนและเชิงพาณิชย์ได้

#### 4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

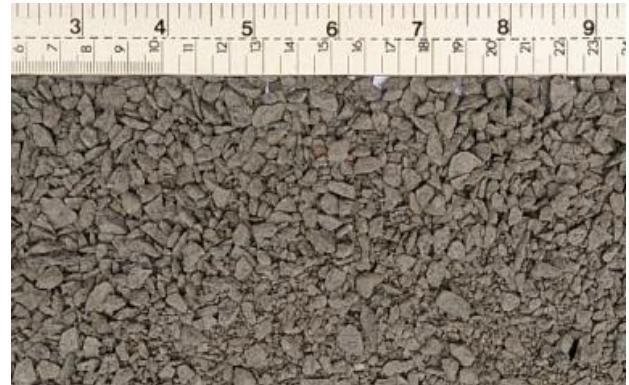
##### 4.1 วัสดุและอุปกรณ์

4.1.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, 2) หินฝุ่นหินปูนจากจังหวัดสระบุรี มีค่าโมดูลัสความละเอียด 3.186 และความถ่วงจำเพาะ 2.7 (รูปที่ 3ก), 3) หินฝุ่นบะซอลต์ มีค่าโมดูลัสความละเอียด 3.28 และความถ่วงจำเพาะ 2.5 (รูปที่ 3ข), และ 4) น้ำประปา

4.1.2 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องชั่งน้ำหนัก, 2) เครื่องผสมคอนกรีต, 3) เครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกขนาด 7 x 19 x 39 ลบ.ซม. (รูปที่ 4), 4) แท่นพลิกคอนกรีตบล็อก, 5) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM), 6) ชุดทดสอบโมดูลัสความละเอียดและความถ่วงจำเพาะ, 7) ตู้อบ, และ 8) ชุดทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

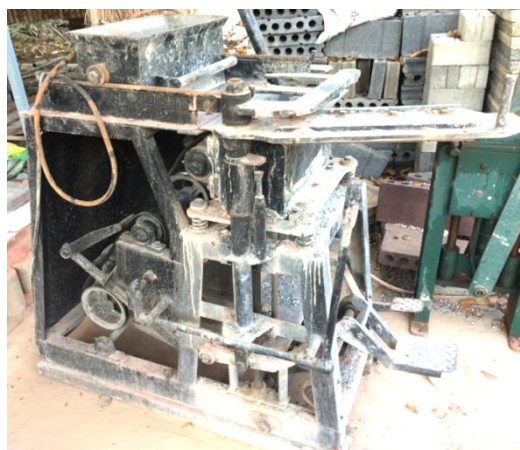


ก) หินฝุ่นหินปูน



ข) หินฝุ่นบะซอลต์

รูปที่ 3 ลักษณะของหินฝุ่นหินปูนเปรียบเทียบกับหินฝุ่นบะซอลต์



รูปที่ 4 เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบเท้าเหยียบ (เทคโนโลยีสำหรับชุมชน)

##### 4.2 การกำหนดอัตราส่วนผสม

การกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, หินฝุ่นหินปูน, หินฝุ่นบะซอลต์ และน้ำประปา แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก (โดยน้ำหนัก)**

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	หินฝุ่นหินปูน	หินฝุ่นบะซอลต์	น้ำประปา
บล็อกปกติ (1:11)	1	2	3	0.60
1:10	1	2	2.70	0.60
1:10.5	1	2	2.55	0.60
1:11	1	2	2.40	0.60
1:11.5	1	2	2.25	0.60
1:12	1	2	2.10	0.60

**4.3 การขึ้นรูปและทดสอบสมบัติต่าง ๆ**

เริ่มต้นด้วยการเตรียมวัสดุโดยให้ความชื้นกับหินฝุ่นบะซอลต์ให้อยู่ในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง เพื่อป้องกันการแตกร้าวของก้อนคอนกรีตบล็อกจากการดูดน้ำของหินฝุ่นบะซอลต์ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกแห้งเร็วมากเกินไป ทำการตวงส่วนผสมตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 นำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และหินฝุ่นใส่เครื่องผสมคอนกรีต จากนั้นเติมน้ำประปาและผสมส่วนผสมให้เข้ากันจนใช้มือกำส่วนผสมให้ติดกันได้ ทำการขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อกเทคโนโลยีสำหรับชุมชนแบบเท้าเหยียบ ดันคอนกรีตบล็อกขึ้นจากแบบ (รูปที่ 5ก) พลิกก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกด้วยแท่นสำหรับพลิกคอนกรีตบล็อก (รูปที่ 5ข) แล้วเคลื่อนย้ายก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกไปผึ่งให้แห้งในสภาพอากาศปกติ (รูปที่ 5ค) ทำการบ่มก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อครบระยะเวลาตามที่กำหนดนำก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล จำนวนอัตราส่วนละ 10 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ประกอบด้วย ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ ตาม มอก. 109-2517 [12] ที่อายุการบ่ม 28 วัน ความต้านทานแรงอัด (รูปที่ 6) ตาม มอก.58-2533 [5] ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตาม ASTM C177-10 [13] ที่อายุการบ่ม 28 วัน



ก) ดันบล็อกขึ้นจากเครื่อง



ข) พลิกคอนกรีตบล็อก



ค) การบ่มคอนกรีตบล็อก

**รูปที่ 5 การนำก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกออกจากเครื่องอัดไปบ่มในสภาพอากาศปกติ**



รูปที่ 6 การทดสอบความต้านทานแรงอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

## 5. ผลและวิจารณ์

5.1 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร การตรวจพินิจลักษณะทั่วไป และผลการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของหินฝุ่นบะซอลต์ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร

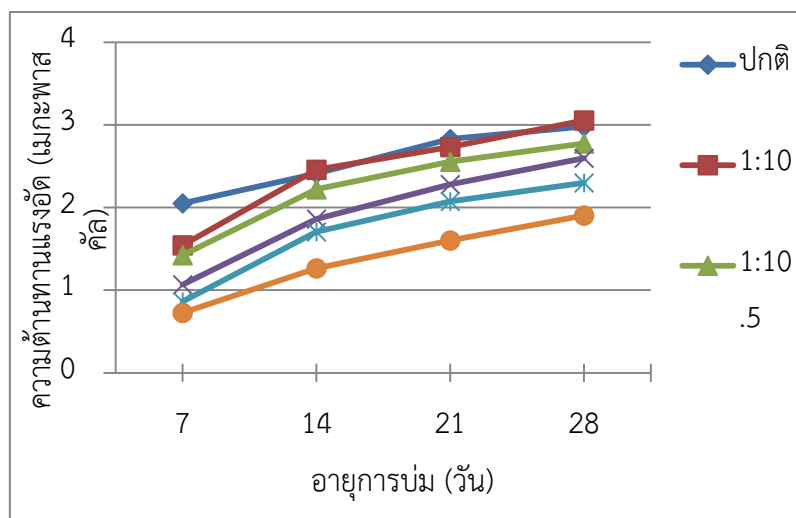
อัตราส่วน	ความหนา เรียบ ไม่ร้าว ได้ฉาก และขอบคม	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณ ความชื้น (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลง เชิงปริมาตร (ร้อยละ)
บล็อกปกติ (1:11)	ผ่าน	2,078	1.141	8.31	0.861
1:10	ผ่าน	2,051	1.138	9.12	0.846
1:10.5	ผ่าน	1,943	1.206	9.67	0.912
1:11	ผ่าน	1,908	1.223	10.04	0.955
1:11.5	ผ่าน	1,890	1.271	10.57	1.027
1:12	ขอบบิ่นได้ง่าย	1,861	1.309	10.81	1.059

จากการตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของคอนกรีตบล็อกผสมหินฝุ่นบะซอลต์ ที่มีส่วนผสมตามตารางที่ 1 พบว่า คอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วน 1:10:0.7, 1:10.5:0.7, 1:11:0.7, และ 1:11.5:0.7 มิติไม่คลาดเคลื่อน มีความหนา ความ เรียบ ได้ฉาก และมีขอบคม ไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ส่วนอัตราส่วน 1:12:0.7 มีขอบบิ่นได้ง่ายและมีรอยร้าวเล็กน้อย ที่ตรงกลางขอบด้านบน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนดังกล่าวมีความร่วนมากกว่าอัตราส่วนอื่นเพราะมีส่วนผสมของหิน ฝุ่นบะซอลต์จำนวนมาก จึงทำให้ปริมาณน้ำต่อน้อยลงมาก ส่งผลให้การเคลื่อนย้ายตัวอย่างคอนกรีตบล็อกต้องใช้ ความระมัดระวังมากเป็นพิเศษ จึงไม่เหมาะกับการนำไปผลิตใช้งาน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ พบว่าเมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ (คอนกรีตทั่วไป มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,400 กก./ลบ.ม. และคอนกรีตบล็อกทั่วไปมีค่าความหนาแน่น 1,700-2,100 กก./ลบ.ม.) ในขณะที่ปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากหินฝุ่นบะซอลต์มีค่าถ่วงจำเพาะต่ำกว่าหินฝุ่นหินปูนและปูนซีเมนต์ (ค่าความถ่วงจำเพาะของหินฝุ่นบะซอลต์มีค่า 2.5 ในขณะที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และหินฝุ่น มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 3.15 และ 2.7 ตามลำดับ) เมื่อนำหินฝุ่นบะซอลต์ไปแทนที่หินฝุ่นหินปูนทั้งหมดในอัตราส่วน 1:11 เท่ากัน จึงทำให้คอนกรีตบล็อกมีความหนาแน่นลดลง จาก 2,078 กก./ลบ.ม. เหลือเพียง 1,908 กก./ลบ.ม. และเมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นลดลงตามลำดับ ส่วนในด้านของการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรและปริมาณความชื้นที่มีแนวโน้มสูงขึ้นนั้น เนื่องจากเนื้อของหินฝุ่นบะซอลต์ซึ่งเป็นหินภูเขาไฟชนิดหนึ่งจึงมีความพรุนมากกว่าหินฝุ่นหินปูน ส่งผลทำให้คอนกรีตบล็อกผสมหินฝุ่นบะซอลต์ที่ได้จากการทดลอง มีความชื้นสูงมากขึ้นตามลำดับของการใส่ปริมาณหินฝุ่นบะซอลต์ที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งเมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นแต่ปริมาณน้ำยังคงเท่าเดิมนั้น ทำให้น้ำที่ทำปฏิกิริยาไฮเดรชันกับปูนซีเมนต์อาจไม่เพียงพอแสดงให้เห็นได้จากการแตกร้าวของคอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วน 1:12:0.7 อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นเป็นไปในลักษณะที่ไม่มากนักจึงถือได้ว่าไม่มีผลต่อการทำงาน เมื่อนำคอนกรีตบล็อกผสมหินฝุ่นบะซอลต์ไปใช้งานก่อน-ฉาบผนัง ส่วนปริมาณการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้คือต้องไม่มากกว่าร้อยละ 25 จึงไม่ส่งผลให้เกิดปัญหาการดูดน้ำของปูนฉาบแต่อย่างใด

### 5.2 ความต้านทานแรงอัด

การทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมหินฝุ่นบะซอลต์ที่อัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกปกติที่ผสมหินฝุ่นหินปูน ทำการทดสอบแรงอัดประลัยของก้อนคอนกรีตบล็อกแต่ละอัตราส่วน ตามจำนวนอายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วคำนวณเป็นค่าความต้านทานแรงอัด โดยใช้ค่าเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกอัตราส่วนละ 10 ก้อน ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 7

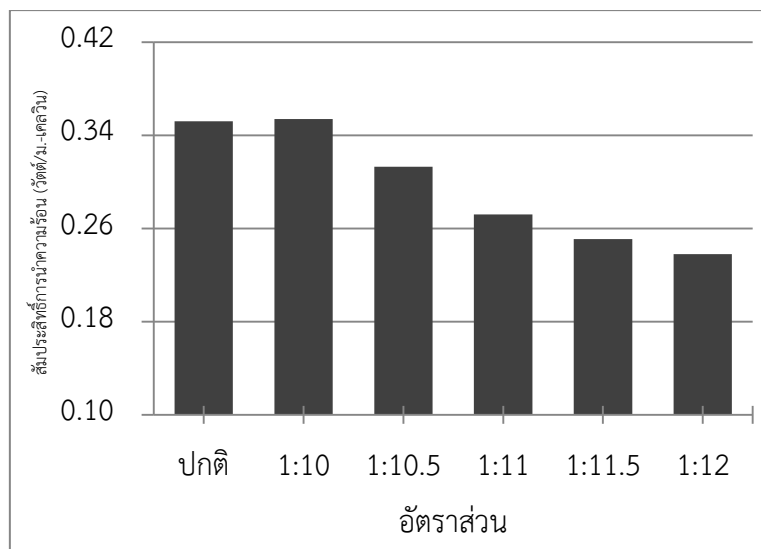


รูปที่ 7 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่อายุการบ่มต่าง ๆ

จากรูปที่ 7 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าค่าความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อกที่มากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต [6] เมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ทดแทนหินฝุ่นที่อัตราส่วน 1:11 ส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลงจาก 2.98 เมกะพาสคัล เหลือ 2.6 เมกะพาสคัล ซึ่งยังคงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดว่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 5 ก้อน ต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะพาสคัล และเมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นก็ทำให้ความต้านทานแรงอัดมีค่าน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากหินฝุ่นบะซอลต์มีความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นต่ำกว่าหินฝุ่นเมื่อเข้าไปแทนที่หินฝุ่นจึงมีผลทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตบล็อกลดลง อีกทั้งการผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณมากก็ทำให้ปริมาณน้ำตอก่อนในการทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์มีปริมาณน้อยลงตามไปด้วย จึงอาจมีน้ำไม่เพียงพอในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน โดยผลจากการทดลองพบว่ามีเพียงแค่ 3 อัตราส่วน ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 คือ อัตราส่วน 1:10:0.7, 1:10.5:0.7 และ 1:11:0.7 ตามลำดับ ที่สามารถนำไปใช้ผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้

### 5.3 สภาพการนำความร้อน

การทดสอบสภาพการนำความร้อนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกเพื่อต้องการทราบว่า การนำหินฝุ่นบะซอลต์มาเป็นส่วนผสมแทนที่หินฝุ่นหินปูนในการผลิตคอนกรีตบล็อกนั้น จะช่วยให้ผลผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกที่ได้มีความสามารถในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นหรือไม่เพียงใด โดยส่งตัวอย่างคอนกรีตขนาด 30 x 30 x 5 ลบ.ซม. ไปทำการทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐาน ASTM C177 [13] ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 8 พบว่าเมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตมีแนวโน้มต่ำลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปตามแนวทางของวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำ ซึ่งแสดงว่าหินฝุ่นบะซอลต์มีส่วนช่วยทำให้คอนกรีตบล็อกมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นได้ โดยที่อัตราส่วน 1:11:0.7 มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.272 วัตต์/เมตร-องศาเซลเซียส ดังนั้นหินฝุ่นบะซอลต์จึงใช้เป็นมวลรวมในการผลิตคอนกรีตบล็อกที่อนุรักษ์พลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้



รูปที่ 8 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 28 วัน



## 6. สรุปผล

การนำหินฝุ่นบะซอลต์มาใช้แทนที่หินฝุ่นหินปูนในการผลิตอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2533 ได้ทำการกำหนดส่วนผสม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อหินฝุ่นบะซอลต์ต่อน้ำประปา เท่ากับ 1:1:0.7, 1:10.5:0.7, 1:11:0.7, 1:11.5:0.7, และ 1:12:0.7 โดยน้ำหนัก ทำการผสมและขึ้นรูปอิฐบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 ลบ.ซม. ด้วยเครื่องอัดอิฐบล็อกแบบเท้าเหยียบ ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลตามมาตรฐาน มอก.58-2533 ผลการทดสอบพบว่า เมื่อผสมหินฝุ่นบะซอลต์ในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ ค่าความหนาแน่น ความต้านทานแรงอัด มีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และทำการทดสอบสภาพการนำความร้อนตามมาตรฐาน ASTM C177 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นที่ต่ำลง ที่ผลการทดสอบเป็นเช่นนี้เนื่องจากความถ่วงจำเพาะและความแข็งแรงของหินฝุ่นบะซอลต์ที่ต่ำกว่าหินฝุ่นหินปูน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับคอนกรีตบล็อกปกติที่ใช้หินฝุ่นหินปูนเป็นมวลรวมที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์:หินฝุ่นหินปูน เท่ากับ 1:9 พบว่าคอนกรีตบล็อกปกติมีความหนาแน่น ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมากกว่า โดยอัตราส่วน 1:11:0.7 เป็นอัตราส่วนเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปผลิตเพื่อชุมชนและเชิงพาณิชย์

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

## 8. บรรณานุกรม

- [1] ยงยุทธ ชัยเขตร, ปิยนัฐ สุขรัฐ, สนธยา จวนเจริญ, วีระ เนตราทิพย์, 2551. "การใช้ประโยชน์จากผงหินบะซอลต์ในการทำเนื้อดินหล่อเซรามิกส์", ในโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [2] ดนุพล ตันนโยภาส, 2553, แร่และหิน. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [3] El-Alfi, E.A., Radwan, A.M. and Ali, M.H., 2004, Physico-mechanical properties of basalt bricks. International Ceramic Review. 53(3). pp. 178–181.
- [4] ดนุพล ตันนโยภาส, 2553, แร่และหิน, พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [5] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2533, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก. 58-2533). สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [6] ปริญญา จินดาประเสริฐ, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย, 381 หน้า.
- [7] ประชุม คำพุด, กิตติพงษ์ สุวีโร, นิรมล ปั่นลาย, ธงเทพ ศิริโสตา, 2559. "การใช้เศษหินของเหมืองแร่ยับปัมสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก", ประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 5, ณ หอประชุมพญาจำเมือง มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา, 28-29 มกราคม 2559, หน้า 770-780.
- [8] ประชุม คำพุด, กิตติพงษ์ สุวีโร, ธวัชชัย อริยะสุทธิ, 2559. "การใช้เศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์สำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก", การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 21, ณ โรงแรม บีพี สมิหลาบีช, สงขลา, 28-30 มิถุนายน 2559, หน้า 750-754.
- [9] ประชุม คำพุด, 2555. "การใช้ดินขาวจากจังหวัดอุดรดิษฐ์เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก" การประชุมวิชาการศรีนครินทรวิโรฒวิชาการ ครั้งที่ 6, ณ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ, 29-30 พฤษภาคม 2555, SWU6-1134.
- [10] Raongjant, W., Jing, M. and Khamput, P., 2017. "Lightweight Concrete Blocks by Using Waste Plastic". 2nd International Conference on Advances in Computer Science, Engineering and Communications (ICACEC 2016), Hong Kong, January 16-17, pp. 21-27.
- [11] ธงเทพ ศิริโสตา, ประชุม คำพุด, 2559. "การใช้เถ้ากะลามะพร้าวเป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก" การประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประจำปี ครั้งที่ 28, ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน, กรุงเทพฯ, 10-11 พฤศจิกายน 2559, หน้า 121-129.

- [12] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2517ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อสร้างที่ทำด้วยคอนกรีต (มอก.109-2517). สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [13] American Society for Testing and Materials (ASTM), 2010, Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties (ASTM C177 – 10), Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.