



การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์
Community Technology for Development of Paving Block Product
from Basalt Fragments

ธนนท์ ศัลยวุฒิ
ประชุม คำพุด
สัจจะชาญ พริตมะลี
ธันยบุรณ์ ถาวรวรรณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏพระนคร

ชื่อเรื่อง การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์

ผู้วิจัย ธนันท์ ศัลยวุฒิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
 ประชุม คำพุด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี
 สัจจะชาญ พรีดมะลิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
 ธันยบุรณ์ ถาวรวรรณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรภ. อุตรดิตถ์

พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เศษหินของเหมืองแร่บะซอลต์สำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้น กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1: เศษหินบะซอลต์: น้ำประปา เท่ากับ 1 : 4 : 0.45, 1 : 4.5 : 0.45, 1 : 5 : 0.45, 1 : 5.5 : 0.45 และ 1 : 6 : 0.45 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปบล็อกปูพื้น ขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.378-2531 เรื่องกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น ผลการทดสอบพบว่าบล็อกปูพื้นที่มีปริมาณเศษหินบะซอลต์มากมีความต้านทานแรงดัดทางขวางต่ำกว่าบล็อกปูพื้นที่มีปริมาณเศษหินบะซอลต์น้อย ส่วนการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อบล็อกปูพื้นมีปริมาณเศษหินบะซอลต์มาก อย่างไรก็ตามตัวอย่างบล็อกปูพื้นอัตราส่วนที่มีเศษหินบะซอลต์น้อยกว่าอัตราส่วน 1 : 5.5 : 0.45 มีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ : เทคโนโลยีชุมชน, บล็อกปูพื้น, เศษหินบะซอลต์, ความต้านทานแรงดัด

Title	Community Technology for Development of Paving Block Product from Basalt Fragments	
Researcher	Thanan Sanyawuth	Faculty of Engineering, RMUTP
	Prachoom Khamput	Faculty of Engineering, RMUTT
	Sajjachan Pradmali	Faculty of Engineering, RMUTP
	Tanyaboon Tawonwan	Faculty of Science and Technology, URU
Year	2017	

Abstract

This research aims to study the using rock fragments of basalt mining to develop paving block product. The mixture ratios of Portland cement type1: basalt rock fragments: tap water are 1 : 4 : 0.45, 1 : 4.5 : 0.45, 1 : 5 : 0.45, 1 : 5.5 : 0.45, and 1 : 6 : 0.45 by weight. The paving block samples are cast in 30 x 30 x 5 centimeter in dimension. The paving block sample testing follows the TIS 378-2531 on concrete flooring tiles. From the experiment, bending strength of paving blocks with high quantity of basalt rock fragments is lower than paving blocks with low quantity of basalt rock fragments but the water absorption of paving blocks with high quantity of basalt rock fragments are higher. However, all of basalt rock fragments paving block samples with lower than 1 : 5.5 : 0.45 of ratio can pass the standard.

Key Words : Community Technology, Paving Block, Basalt Fragments, Bending Strength

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎี	3
2.2 สมมติฐาน	9
2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	9
2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	11
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	13
3.1 กำหนดอัตราส่วนผสม	13
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	13
3.3 การขึ้นรูปและทดสอบสมบัติต่าง ๆ	13
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16
4.1 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ	16
4.2 ความต้านทานแรงดัดตามขวาง	17
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	19
5.1 สรุปผล	19
5.2 ข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ	
การทดสอบคุณสมบัติผลิตภัณฑ์	
มาตรฐานผลิตภัณฑ์	
ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ผสมวัตถุดิบของคอนกรีตบล็อกรด้วยเครื่องโม่ผสมแบบกระทะ	14
2	เทส่วนผสมลงในแบบของเครื่องอัดบล็อกปูพื้นแบบสันเขย่า	14
3	ตัวอย่างบล็อกปูพื้นที่ได้จากการอัดด้วยเครื่องอัดแบบสันเขย่า	15
4	การทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวางของบล็อกปูพื้น	15
5	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงดัดตามขวางและอายุการบ่มของบล็อกปูพื้นที่อัตราส่วนต่าง ๆ	17

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลการผลิตหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในเขตจังหวัดบุรีรัมย์	6
2	ประธานบัตรเหมืองหินอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดบุรีรัมย์	7
3	อัตราส่วนผสมของบล็อกปูพื้น	13
4	ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ	16



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การปรับปรุงบริเวณรอบบ้านให้สวยงาม ให้สวยงาม และไม่ขึ้นฉะเมื่อฝนตก มีการใช้วัสดุหลายชนิดและ บล็อกปูพื้นก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกหนึ่งที่ไม่ยุ่งยากเวลาบำรุงรักษา ทั้งยังสามารถเพิ่มการรับน้ำหนักของพื้นเช่นใช้สำหรับถนนในการเดิน วิ่ง กระทั่งการเข้า-ออก ของ มีความต้องการและพัฒนาการมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะที่สามารถนำวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาออกแบบเป็นส่วนผสมได้

หินที่ใช้ในงานผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจะเป็นการนำหินก้อนเล็กจากที่บดย่อยมาประสานด้วยปูนซีเมนต์ได้เป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีต สมบัติของหินในผลิตภัณฑ์คอนกรีต คือ ความคงทนต่อ การขีดสี ความแกร่งสูง ทนแรงกดอัดได้มาก ทนสารเคมีสูง ปริมาณคละภายหลังการย่อยบดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ความชื้นน้ำต่ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีง่าย ผิวมีการจับเกาะกับซีเมนต์และแอสฟัลต์ดี ปริมาณอินทรีย์สารในเนื้อหินต่ำ หินที่นำมาใช้ในการก่อสร้างประกอบด้วยหินอัคนี [1] หินบะซอลต์ เป็นหินอัคนีที่พบได้มาก มีลักษณะสีเทาถึงสีดำ มีเนื้อละเอียดเนื่องจากเกิดจากการเย็นตัวของลาวาอย่างรวดเร็วบนพื้นผิวโลก อาจพบมีเนื้อสองขนาดที่มีผลึกขนาดโตกว่าอยู่ในพื้นเนื้อละเอียด หรือมีเนื้อเป็นโพรงช่วย หรือมีเนื้อเป็นตะกรันภูเขาไฟ (สกอเรีย) เนื้อหินบะซอลต์สดๆจะมีสีดำหรือสีเทา ปรกติหินบะซอลต์จะถูกนำไปใช้ก่อสร้างถนน พื้นรองหมอนและรางรถไฟ(Ballast) และแผ่นปูพื้น หรือผนัง เป็นวัตถุดิบในการผลิตใยหิน ดังนั้นโครงการวิจัย การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์ เป็นโครงการย่อย ซึ่งอยู่ภายใต้แผนงานวิจัย "การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากเศษหินบะซอลต์" ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักในการนำเศษหินบะซอลต์จากเหมืองหินแถบจังหวัดภาคอีสานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งในที่นี้ใช้เศษหินบะซอลต์จากเหมืองหินในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นมวลรวมน้ำหนักเบาในบล็อกปูพื้น โดยทางคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการนำเศษหินภูเขาไฟจากเหมืองหินมาใช้ประโยชน์กับวิสาหกิจชุมชนอย่างต่อเนื่อง จึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งว่าการนำเศษหินบะซอลต์ซึ่งเป็นหินภูเขาไฟชนิดหนึ่งมาใช้เป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกปูพื้น เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งจากเหมืองหินได้ โดยงานวิจัยที่ได้ดำเนินการและประสบความสำเร็จใช้งานได้จริง คือ การนำไปผสมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก [2] และบล็อกประสาน [3] ซึ่งผลการงานวิจัยพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ประเภทนี้สามารถใช้เทคโนโลยีระดับชุมชนในกระบวนการผลิตและมีสมบัติต่าง ๆ ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแต่ละประเภท เมื่อมีการใช้อัตราส่วนในการผลิตที่เหมาะสมก็ย่อมที่จะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายและยังทำให้น้ำหนักของบล็อกปูพื้นลดลง เป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน ในการที่จะไปพัฒนาต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ ส่งผลให้ลดการเหลื่อมล้ำของชุมชนได้อย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตบล็อกปูพื้นผสมเศษหินบะซอลต์
- 1.2.2. เพื่อทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตบล็อกปูพื้นผสมเศษหินบะซอลต์เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน
- 1.2.3. เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นผสมเศษหินบะซอลต์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1. ทำการวิจัยบล็อกปูพื้นจากหินบะซอลต์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 1.3.2. อัตราตัวอย่างบล็อกปูพื้นขนาด 30 x 30 x 5 ลบ.ซม. โดยเครื่องอัดบล็อก
- 1.3.3. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษหินบะซอลต์
- 1.3.5. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลของบล็อกปูพื้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ด้านวิชาการ
 - 1.1. สามารถเผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการภายในประเทศหรือต่างประเทศ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บทความ
 - 1.2. เข้าร่วมจัดนิทรรศการในงานที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2) ด้านนโยบาย
 - 2.1. ช่วยเป็นข้อมูลในการเสนอนโยบายการพัฒนาชุมชนขององค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่น ภายในพื้นที่แหล่งเหมืองหินบะซอลต์ได้
 - 2.2. ส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชุมชนในพื้นที่ได้ในอนาคต
- 3) ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์
 - 3.1. เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งเหมืองหินบะซอลต์
 - 3.2. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างจากแหล่งอื่น
 - 3.3. ส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน และเป็นแนวทางในการนำไปขยายผล สู่เชิงพาณิชย์
- 4) ด้านสังคมและชุมชน
 - 4.1. สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน ในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและ สร้าง ความสามัคคีร่วมมือร่วมใจกัน ในการผลิตสินค้าของชุมชน

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 หินภูเขาไฟ (Volcanic rock) หรือ หินอัคนีพุ (Extrusive rock) [4-9]

เกิดขึ้นเมื่อหินร้อนเหลวหรือแมกมาถูกดันและปะทุออกมานอกเปลือกโลก ซึ่งอาจจะออกมาตามรอยแตก หรือระเบิดออกมาเป็นภูเขาไฟกลายเป็นลาวา ลาวาจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว และแข็งตัวเป็นหินซึ่งมีผลึกขนาดเล็กถึงเล็กมาก ส่วนใหญ่จะมองไม่เห็นรูปของผลึกด้วยตาเปล่า ลาวาที่ถูกขบมาจากร่องลึกของเปลือกโลกจะประกอบด้วยแร่ที่มีธาตุเหล็กและแมกนีเซียมสูง เมื่อแข็งตัวก็จะได้หินภูเขาไฟสีดำ ลาวาที่ถูกขบออกมาจากเปลือกโลกในระดับความลึกไม่มากนัก จะกลายเป็นหินภูเขาไฟสีอ่อน การปะทุขึ้นมาของแมกมาเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ได้แก่

1) การปะทุแบบไม่รุนแรง

การปะทุแบบไม่รุนแรง เป็นการปะทุตามปล่องหรือรอยแตก รอยแยกของแผ่นเปลือกโลก ลาวาไหลหลากเอ่อล้นไป ตามลักษณะภูมิประเทศ ลาวาจะถ่ายโอนความร้อนให้กับบรรยากาศภายนอกอย่างรวดเร็ว ทำให้อะตอมของธาตุต่าง ๆ มีเวลาน้อยในการจับตัวเป็นผลึก หินลาวาหลากจึงประกอบด้วยแร่ที่มีผลึกขนาดเล็กหรือเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นและจำแนกผลึกได้ด้วยตาเปล่า เช่น หินไรโอไลต์ (Rhyolite), หินแอนดีไซต์ (Andesite), หินบะซอลต์ (Basalt)

หินไรโอไลต์ (Rhyolite) เป็นหินอัคนีพุซึ่งเกิดจากการเย็นตัวของลาวาที่มีความหนืดมาก มีปริมาณซิลิกาสูงกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อละเอียดซึ่งประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดเล็ก มีแร่องค์ประกอบเหมือนกับหินแกรนิต แต่ทว่าผลึกเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ ส่วนมากมีสีชมพูและสีเหลือง

หินแอนดีไซต์ (Andesite) เป็นหินอัคนีพุซึ่งเกิดจากการเย็นตัวของลาวาที่มีความหนืดปานกลาง มีปริมาณซิลิกาอยู่ในช่วง 52-66 เปอร์เซ็นต์ เกิดในลักษณะเดียวกับหินไรโอไลต์ แต่มีองค์ประกอบของแมกนีเซียมและเหล็กมากกว่า จึงมีสีเขียวเข้ม

หินบะซอลต์ (Basalt) เป็นหินอัคนีพุ เนื้อละเอียด เกิดจากการเย็นตัวของลาวาที่มีความหนืดน้อย มีปริมาณซิลิกาอยู่ในช่วง 45-52 เปอร์เซ็นต์ มีสีเข้มเนื่องจากประกอบด้วยแร่ไพร็อกซีนเป็นส่วนใหญ่ อาจมีแร่โอลิวีนปนมาด้วย เนื่องจากเกิดขึ้นจากแมกมาใต้เปลือกโลก หินบะซอลต์หลายแห่งในประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดของอัญมณี (พลอยชนิดต่างๆ) เนื่องจากแมกมาต้นผลึกแร่ซึ่งอยู่ลึกใต้เปลือกโลก ให้ผลขึ้นมาเหนือพื้นผิว

หินออบซิเดียน (Obsidian) เป็นหินอัคนีพุชนิดหนึ่งที่เกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วจนผลึกมีขนาดเล็กมากจนถึงไม่มีเลย หินออบซิเดียนเป็นหินอัคนีพุที่มีเนื้อแก้วสีดำ

2) การปะทุแบบรุนแรง

การปะทุแบบรุนแรง เป็นการปะทุแบบระเบิด เกิดตามปล่องภูเขาไฟ ขณะที่แมกมาเกิดปะทุพุ่งขึ้นมาด้วยแรง ระเบิดพร้อมกับฝุ่น ก๊าซ เถ้า ไอน้ำ และชิ้นวัตถุที่มีรูปร่างขนาดต่างๆ กันกระเด็นขึ้นไปบนอากาศ ชิ้นวัตถุเหล่านี้อาจเป็นเศษหินและแร่ เย็นตัวบนผิวโลกตกลงมาสะสมตัวทำให้เกิดแหล่งสะสมชิ้นภูเขาไฟ เมื่อแข็งตัวจะเป็นหินชิ้นภูเขาไฟหรือหินตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic rock) ได้แก่ หินทัฟฟ์ (tuff), หินแอกโกเมอเรต (agglomerate), หินพัมมิช (Pumice), หินสกอเรีย (Scoria), หินอบซีเดียน (Obsidian) เป็นต้น

หินทัฟฟ์ (Tuff) เป็นหินเถ้าภูเขาไฟ พบมากในบริเวณที่ราบภาคกลาง โดยพบเป็นบริเวณแคบทางด้านตะวันตกตั้งแต่ด้านตะวันตกของจังหวัดอุทัยธานี จนถึงด้านตะวันออกของจังหวัดนครสวรรค์, บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ และบริเวณฝั่งทะเลภาคตะวันออก

หินพัมมิช (Pumice) เป็นหินแก้วภูเขาไฟชนิดหนึ่งซึ่งมีฟองก๊าซเล็ก ๆ อยู่ในเนื้อมากมายจนโพรงคล้ายฟองน้ำ มีส่วนประกอบเหมือนหินไรโอไลต์ มีน้ำหนักเบา ชาวบ้านเรียกว่า หินส้ม ใช้ขัดถูภาชนะทำให้มีผิววาว

หินสกอเรีย (Scoria) เป็นหินแข็ง สาก เปราะ เบา และมีรูพรุน ไม่ทนต่อการสึกกร่อน ใช้ทำหินสำหรับขัด

จากการสำรวจของนักธรณีวิทยาจากกรมทรัพยากรธรณีของประเทศไทย พบหินภูเขาไฟอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ของภาคเหนือที่ราบภาคกลาง แนวเขาเพชรบูรณ์ ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และที่ราบสูงโคราชซึ่งหินภูเขาไฟเหล่านี้จะมีส่วนประกอบของแร่ธาตุต่าง ๆ ตั้งแต่แร่ธาตุที่มีสีเข้มดำ จนถึงแร่ธาตุที่มีสีจางหินภูเขาไฟที่พบมีช่วงอายุการเกิดต่างกันที่มีอายุแก่ที่สุดที่พบจะมีอายุอยู่ในยุคไซลูเรียนถึงช่วงกลางของยุคเพอร์เมียน (ประมาณ 435 ล้านปี จนถึง 280 ล้านปี) ซึ่งหินภูเขาไฟที่เกิดขึ้นในยุคนี้ ส่วนใหญ่มักจะถูกแปรสภาพกลายเป็นหินแปรไปมากแล้วต่อมาในช่วงเวลา ตั้งแต่ตอนบนของยุคเพอร์เมียนถึงตอนกลางของยุคไทรแอสซิก (ประมาณ 250 ล้านปี ถึง 200 ล้านปี) มีหินภูเขาไฟเกิดขึ้นมากในบริเวณต่าง ๆ ของไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือภาคกลางตอนบน และขอบที่ราบสูงตอนล่างและในช่วงปลายมหายุคซีโนโซอิก (ประมาณ 0.9-0.6 ล้านปี) นับเป็นช่วงสุดท้ายของการเกิดการระเบิดของภูเขาไฟในประเทศไทยซึ่งทำให้เกิดหินบะซอลต์เป็นส่วนใหญ่ โดยแหล่งหินภูเขาไฟที่พบมากในเมืองไทย คือ

1. วัดเมืองเก่าแสนตุ่ม บ้านเขาตาไม้ อำเภอลำปาง จังหวัดตราด
2. อ่าวตาลคู่อำเภอเมือง จังหวัดตราด
3. เขากระโดง ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
4. เขาพนมรุ้งตำบลตาเป็ก อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

5. ภูเขาพระอังคารอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์
6. เขาหินกลิ้ง อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
7. เขาพระพุทธราย อำเภอเมืองจังหวัดสระบุรี
8. เขาแก้ว อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์

2.1.2 หินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดบุรีรัมย์ [4-15]

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้มีแหล่งหินปูนอยู่เฉพาะทางด้านตะวันตกของจังหวัดนครราชสีมาทำให้ขาดแคลนหินปูนที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง จึงจำเป็นต้องใช้หินบะซอลต์ที่มีอยู่ในพื้นที่ทดแทน โดยทั่วไปหินบะซอลต์จะมีคุณสมบัติทางกลศาสตร์ดีกว่าหินปูน ทั้งด้านความคงทนและความแข็งแรง แต่ในทางกลับกันคุณสมบัติดังกล่าว กลับส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่ใช้ที่สั้นลงพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์พบว่ามีแหล่งหินภูเขาไฟที่เป็นหินบะซอลต์อยู่ 3 แหล่ง ได้แก่ แหล่งหินบะซอลต์ เขาระโดง แหล่งหินบะซอลต์เขาพระอังคาร และแหล่งหินบะซอลต์เขาพนมรุ้ง ปัจจุบันมีการเปิดทำเหมืองหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างเพียง 2 แหล่ง ดังนี้

- 1) แหล่งหินบะซอลต์เขาระโดง ครอบคลุมเนื้อที่รวม 68.7 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาขนาดเล็กและที่ราบเชิงเขา ความสูงของพื้นที่เฉลี่ย 180 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7017 ระวังจังหวัดบุรีรัมย์ (5638 IV) ลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ของแหล่งบะซอลต์ แบ่งได้ 5 ชั้นเรียงลำดับจากบนลงล่าง ประกอบด้วย ชั้นบนเป็นตะกอนดินทราย ยุคควอเทอร์นารี หนาประมาณ 5 เมตร ชั้นที่สองเป็นหินบะซอลต์เนื้อโพรงชาย เนื้อหินผุสีน้ำตาลแดงถึงเทาแดง หนาประมาณ 5 เมตร ชั้นที่สามเป็นหินบะซอลต์สีเทาดำ รุพุนน้อย รอยแตกน้อย หนาประมาณ 10 เมตร ชั้นที่สี่เป็นหินบะซอลต์สีเทาดำเนื้อแน่น รอยแตกน้อย หนาประมาณ 10 เมตร และชั้นล่างสุดเป็นดินสีแดงปนถ้ำภูเขาไฟ ความหนาแน่นโดยประมาณของหินบะซอลต์แหล่งนี้อยู่ระหว่าง 25-35 เมตร หินบะซอลต์บางบริเวณแสดงแนวแตกแบบแยกเป็นกาบมัน (exfoliation joints) และ/หรือ แสดงลักษณะการไหลของลาวาคลายคลื่นหรือเกลียวเชือก การหาอายุของหินบะซอลต์บริเวณเขาระโดงโดยวิธีโพแทสเซียม-อาร์กอน (K/Ar) ได้อายุ 0.92 ± 0.30 ล้านปี (Barr & Mac Donald, 1981) ปริมาณสำรองของหินบะซอลต์จากแหล่งนี้ คำนวณโดยใช้ความหนาเฉลี่ยของหินบะซอลต์ 25 เมตร ค่าความหนาแน่นของหินบะซอลต์ 2.5 เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตร ค่าสัมประสิทธิ์แปรผัน (K) ของหินบะซอลต์ร้อยละ 90 (0.9) หรือหักปริมาตรเนื้อหินที่ไม่ได้คุณภาพ รอยแตก เนื้อดินในเนื้อหินออกร้อยละ 10 จะได้ปริมาณทรัพยากรหินสำรองมีศักยภาพเป็นไปได้ของหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างเท่ากับ

3,864 ล้านเมตริกตัน ปัจจุบันมีปริมาณหินที่ใช้ไปแล้ว 30.26 ล้านเมตริกตันคงเหลือปริมาณสำรองของหินบะซอลต์ 3,834 ล้านเมตริกตัน

2) แหล่งหินบะซอลต์เขาพระอังคารอยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกของอำเภอนางรอง และด้านตะวันตกของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขารูปฝาชีคว่ำ ฐานกว้างและที่ลาดเชิงเขา ความสูงของพื้นที่ประมาณ 200-220 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ 103.3 ตารางกิโลเมตร อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราสวณ 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวางนางรอง (5538II) ลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ของแหล่งหินบะซอลต์เขาพระอังคาร แบ่งได้ 6 ชั้นจากบนลงล่างประกอบด้วย ชั้นบนสุดเป็นตะกอนดินทราย อายุควอเทอร์นารี ชั้นที่สองเป็นหินบะซอลต์เนื้อโพรงชาย เนื้อหินผุ สีน้ำตาลแดงถึงเทาแดง หนาประมาณ 6 เมตร ชั้นที่สามเป็นหินบะซอลต์สีเทาดำ รูพรุนน้อย รอยแตกน้อย หนาประมาณ 3 เมตร ชั้นที่สี่เป็นหินบะซอลต์สีเทาดำถึงดำ เนื้อดอก (porphyritic texture) แน่น รอยแตกน้อย หนาประมาณ 9 เมตร ชั้นที่ห้าพบดินปนทราย หนาประมาณ 6 เมตร และชั้นล่างสุดเป็นดินดานสีเทา ความหนารวมโดยประมาณของหินบะซอลต์แหล่งนี้ระหว่าง 18-21 เมตร หินมักแสดงการแตกคล้ายเสาเหลี่ยม (columnar joints) อย่างชัดเจน

ปริมาณสำรองของหินบะซอลต์เขาพระอังคาร คำนวณโดยใช้ความหนาเฉลี่ยของหินบะซอลต์ 20 เมตร ค่าความหนาแน่นของหินบะซอลต์ 2.5 เมตริกตันต่อลูกบาศก์เมตร ค่าสัมประสิทธิ์แปรผัน (K) ของหินบะซอลต์ร้อยละ 90 (0.9) จะได้ปริมาณทรัพยากรหินบะซอลต์สำรองมีศักยภาพเป็นไปได้จำนวน 4,558 ล้านเมตริกตัน ปัจจุบันถูกนำไปใช้ประโยชน์แล้ว 12.03 ล้านเมตริกตัน คงเหลือปริมาณสำรองของหินบะซอลต์ 4,546 ล้านเมตริกตัน สำหรับแหล่งหินบะซอลต์เขาพนมรุ้ง เนื่องจากไม่มีการเปิดทำเหมือง จึงทำให้ไม่มีข้อมูลธรณีวิทยาแหล่งหิน และความหนาเฉลี่ยของหินบะซอลต์ แต่หากทำการคำนวณเบื้องต้นโดยใช้ปัจจัยเช่นเดียวกับเขาพระอังคาร จะได้ปริมาณทรัพยากรหินสำรองมีศักยภาพเป็นไปได้ของ หินบะซอลต์ เท่ากับ 4,573 ล้านเมตริกตัน กล่าวโดยสรุป พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์มีปริมาณทรัพยากรแร่สำรองมีศักยภาพเป็นไปได้ของหินบะซอลต์จากทั้งสามแหล่งข้างต้นรวมกันประมาณ 12,996 ล้านเมตริกตัน และจากข้อมูลสถิติการผลิตหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2552 (ตารางที่ 1) ซึ่งผลิตในอัตราเฉลี่ยปีละ 3,314,422 เมตริกตัน จึงสามารถสรุปได้ว่าจังหวัดบุรีรัมย์จะมีหินบะซอลต์เพียงพอต่อความต้องการใช้ทั้งในเขตจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดใกล้เคียงได้อีกหลายสิบปี ปัจจุบันในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์มีประทานบัตรเหมืองแร่ชนิดหินอุตสาหกรรมชนิดหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างรวม 16 แปลง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลิตหินบะซอลต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ [11]

ลำดับ	ปี (พ.ศ.)	ปริมาณหิน (เมตริกตัน)	ค่าภาคหลวงแร่ (บาท)	หมายเหตุ
1	2547	3,223,591.8	12,894,367.20	
2	2548	3,766,461.4	15,065,845.57	
3	2549	3,399,258.4	13,597,033.60	
4	2550	3,006,669.6	12,026,678.24	
5	2551	2,981,055.8	13,302,800.84	
6	2552	3,509,501.0	18,951,305.30	

ที่มา: อุตสาหกรรมจังหวัดบุรีรัมย์ เดือนกุมภาพันธ์ 2553

ตารางที่ 2 ประทานบัตรเหมืองหินอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ [11]

ลำดับ	ประทานบัตรเลขที่	ชื่อผู้ถือประทานบัตร	ที่ตั้งประทานบัตร	ชนิดแร่
1	27271/15204	หจก. กริชมิชัย (บุรีรัมย์รัชดา รับช่วง)	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
2	27272/15205	หจก. กริชมิชัย (บุรีรัมย์รัชดา รับช่วง)	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
3	27275/15472	หจก. จิบบงลังการช่างบุรีรัมย์ (หินเพชร รับช่วง)	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
4	27259/15324	หจก. นางรองศิลาทิพย์ (นางรองศิลาทอง รับช่วง)	ต.ถาวร อ.เฉลิมพระเกียรติ	หินบะซอลต์
5	27262/15369	บริษัท นิสิตส์สวัสด์ จำกัด	ต.เสม็ด และ ต.อิสาน อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
6	27264/15242	บริษัท บุรีรัมย์ นวรัตน์ จำกัด	ต.อิสาน และ ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
7	27253/15240	บริษัท แบล็กซี จำกัด	ต.เจริญสุข อ.เฉลิมพระเกียรติ	หินบะซอลต์
8	27273/15241	บริษัท แบล็กซี จำกัด	ต.เจริญสุข อ.เฉลิมพระเกียรติ	หินบะซอลต์
9	แปลงใหม่	บริษัท แบล็กซี จำกัด	ต.เจริญสุข อ.เฉลิมพระเกียรติ	หินบะซอลต์
10	27270/15611	บริษัท ศิลาเพชร จำกัด (หินเพชร รับช่วง)	ต.อิสาน อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
11	27268/15239	บริษัท สหชัย ศิลาทอง จำกัด	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
12	27261/15163	บริษัท ศิลาชัย บุรีรัมย์ (1991) จำกัด	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
13	27265/15279	หจก. หินบุรีรัมย์	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
14	27256/15375	บริษัท หินเพชรจำกัด	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
15	27267/15243	บริษัท หินราช จำกัด	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์
16	แปลงใหม่	บริษัท หินราช จำกัด	ต.สวายจิก อ.เมืองบุรีรัมย์	หินบะซอลต์

2.1.3 บล็อกปูพื้น

บล็อกปูพื้นประกอบไปด้วยส่วนผสมที่สำคัญ คือ ปูนซีเมนต์ หินฝุ่น และน้ำ นำมาผสมขึ้นรูปในอัตราส่วนที่เหมาะสม ใช้หลักการกลไกการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโดยการนำส่วนผสมเข้าเครื่องอัดบล็อกปูพื้น หลังจากนั้นบล็อกปูพื้นจะแปรสภาพเป็นของแข็ง มีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้ตามอายุของคอนกรีตที่มากขึ้น ซึ่งในบล็อกปูพื้นนั้นมีมวลรวมเป็นส่วนผสมที่สำคัญเนื่องจากมวลรวมมีปริมาตร 70%-80% ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด เห็นได้ว่ามวลรวมมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของบล็อกปูพื้น โดยมวลรวมจะเป็นตัวแทรกประสานที่กระจายอยู่ทั่วบล็อกปูพื้น และมวลรวมต้องไม่มีสิ่งเจือปนที่มีผลเสียต่อกำลังและความคงตัวของบล็อกปูพื้น

มาตรฐานในการผลิตบล็อกปูพื้น สามารถทำการผลิตและทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.827-2531 เรื่องคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น [16] และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.378-2531 เรื่องกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น [17] โดยวิธีการทำบล็อกปูพื้นมีการดำเนินการ อย่างง่ายดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบกำหนดขนาดของแผ่นปูทางเดิน (ไม่ควรมีขนาดใหญ่มากเกินไปเพราะจะทำให้แผ่นปูที่ได้มีน้ำหนักมาก) ในที่นี้เลือกเศษไม้มาเลื่อยเป็น 4 ชั้นเพื่อเป็นขอบและความหนาของแผ่นปู โดยให้มีขนาดความยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตรและเตรียมแผ่นไม้บางทำเป็นพื้นรองปูน โดยตอกตะปูให้ไม้ทั้ง 5 ชั้นนี้เป็นแบบเริ่มต้นของพื้นทางเดิน หรือตัวแบบ

ขั้นตอนที่ 2 จากนั้นลงมือผสมปูนโดยใช้ปูนขาวสำเร็จรูปผสมกับทรายละเอียดอาจใช้ทรายหยาบก็ได้แล้วแต่ความชอบ เพราะหากใช้เนื้อทรายที่หยาบแผ่นปูพื้นจะมี TEXTURE ที่หยาบ ใช้อัตราส่วนปูนกับทรายเท่ากับ 1:1 แล้วผสมน้ำลงไปในขณะที่ผสมปูนอย่าให้ปูนเหลวจนเกินไปจะทำให้ต้องใช้ระยะเวลาานกว่าจะแห้ง และแผ่นปูพื้นอาจร่อนง่าย

ขั้นตอนที่ 3 หล่อพื้นปูนตามตัวแบบ - เมื่อผสมปูนเรียบร้อยแล้วเทหรือตักปูนที่ผสมลงในแบบ โดยในขณะที่ทำควรใช้ไม้กวานปูนไล่ฟองอากาศเพื่อให้แผ่นปูพื้นมีผิวหน้าที่ค่อนข้างเรียบไม่เป็นหลุมเป็นฟองอากาศมากจนเกินไป

ขั้นตอนที่ 4 สร้างลวดลาย - ควรออกแบบคร่าวๆไว้ในใจแล้วว่าลักษณะของแผ่นปูพื้นในส่วนสวยจะเป็นรูปแบบใดซึ่งหากเป็นแบบเรียบ-เก๋เล่นลวดลายของรูปทรงใบไม้แปลกๆอาจผสมสีในขั้นตอนการผสมปูนได้เลย โดยมีเทคนิคว่าควรใช้สีแม่สีผสมให้ได้สีที่ต้องการ เมื่อผสมในปูนเปียกควรให้สีมีความเข้มข้นกว่าที่ต้องการเพราะเมื่อปูนแห้งสีที่ได้จะจางลงไปอีกและเมื่อต้องการแต่งผิวหน้าของแผ่นปูพื้นควรรอเวลาที่ปูนเริ่มเกาะตัวแต่ยังไม่แห้งสนิท มีความเหนียวยืดหยุ่นซึ่งลวดลายบนแผ่นทางเดินในสวนมีหลายรูปแบบ

ขั้นตอนที่ 5 สร้างเส้นทางในสวน - จากนั้นปล่อยให้แผ่นปูทางเดินที่ตกแต่งเล่นลวดลายตามใจชอบเมื่อแห้งสนิทจึงค่อยๆเคาะเอาแบบที่สร้างขึ้นออกจากแผ่นไม้แล้วนำแผ่นปูพื้นทั้งหมดที่ได้สร้างขึ้นแต่งเติมตามมุมต่างๆไม่จำเป็นต้องใช้แบบเพียงแบบเดียว อาจทำแบบสวยสมบูรณ์เพียงหนึ่งแผ่นใช้ปูพื้นที่ประกอบกับแผ่นหินทรายที่มีอยู่เดิมหรือปูในส่วนทางเข้าสวนวางประดับใกล้กับมูนั่งเล่น หรือตามมุมที่ชื่นชอบสำหรับคนที่มีความระเอียดหรือห้องคอนกรีตหรือมุมเล็กๆในสำนักงานแผ่นปูพื้นก็เป็นส่วนหนึ่งที่เพิ่มรายละเอียดให้สวนเล็กๆน่าสนใจขึ้น

2.2 สมมุติฐาน

2.2.1 เศษหินบะซอลต์ สามารถนำมาใช้เป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นที่ทดแทน หินปูนหรือหินแกรนิตได้ เมื่อทำการออกแบบส่วนผสมให้เหมาะสมกับการอัดขึ้นรูป

2.2.2 ผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์ สามารถมีสมบัติทางกายภาพและ สมบัติทางกล ผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

2.2.3 ผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์ สามารถนำไป ใช้งานได้จริงและพัฒนาส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นได้

2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันในประเทศไทยยังประสบปัญหาในการขนส่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ อาทิเช่น คอนกรีต บล็อก บล็อกปูพื้น บล็อกประสาน จากแหล่งพื้นที่อื่น ๆ มาใช้ในพื้นชุมชนของตนเอง ทั้ง ๆ ที่หลายพื้นที่ก็เป็น แหล่งของเหมือนหิน เพียงแต่พื้นที่นั้น ไม่ใช่เป็นเหมือนหินปูน ซึ่งความเชื่อที่สั่งสมมาช้านาน เกี่ยวกับหินปูน มีสารที่ช่วยทำให้ยึดติดวัสดุมวลรวมอื่นได้ ทั้ง ๆ ที่การจะทำหินปูนให้มีคุณสมบัติในการเป็นตัวประสาน ได้นั้น ต้องผ่านการเผาและบดละเอียดก่อน ดังนั้น เศษหินที่เหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยหินจาก เหมือนหินทุกประเภท อาทิเช่น เหมือนดินขาว เหมือนโคลไธมต์ หรือเหมือนหินภูเขาไฟ ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น ก็มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผสมในผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ เทียบเคียงกับหินปูน เพียงแต่ ต้องมีการวิจัยพัฒนาถึงส่วนผสมที่พอเหมาะกับการขึ้นรูป และมีการทดสอบสมบัติในด้านต่าง ๆ ตาม มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดตามมาตรฐานดังกล่าว ก็จะสามารถนำมา ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เมื่อพิจารณาในอดีตพบว่าการบันทึกถึงการใส่เถ้าจากภูเขาไฟเป็นวัสดุสำคัญในการทำคอนกรีต โดยชาวกรีกและชาวโรมันโบราณ ใช้เถ้าภูเขาไฟที่บดละเอียดผสมกับปูนขาวและทรายทำเป็นมอร์ตาร์ที่มี ความแข็งแรงขึ้น และสามารถทนทานต่อการละลายของน้ำได้ดี ชาวกรีกใช้เถ้าภูเขาไฟจากเกาะซานทอริน (Santorin Island) ส่วนชาวโรมันใช้เถ้าภูเขาไฟจากบริเวณอ่าวเนเป็ลส์ (Bay of Naples) ในเถ้าภูเขาไฟ มีธาตุซิลิกาและอลูมินาที่พร้อมจะทำปฏิกิริยากับปูนขาว ปฏิกิริยานี้มีชื่อว่า “ปฏิกิริยาปอซโซลาน (pozzolanic reaction)” เนื่องจากเถ้าภูเขาไฟที่ดีที่สุดมาจากหมู่บ้านปอซ

ซูโอลิ (Pozzuoli) ใกล้กับ ภูเขาไฟวิซุเวียส (Vesuvius) ซึ่งเคยระเบิดพ่นลาวา (lava) และเถ้าถ่าน ออกมาอย่างมากมายในอดีต ดังนั้นคำว่า “ปอซโซลาน” จึงใช้ต่อกันมา และหมายถึงวัสดุที่ละเอียด คล้ายเถ้าภูเขาไฟเมื่อใช้ผสมกับปูนขาว และน้ำทำให้ได้สารซีเมนต์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยึดประสาน [18]

ซึ่งจากหลักฐานดังกล่าวย่อมเป็นการบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ว่า เศษหินบะซอลต์จากแหล่ง เหมือนแร่ภูเขาไฟ ก็ย่อมที่จะมีศักยภาพในการเป็นวัสดุที่ใช้สำหรับผสมกับปูนซีเมนต์ในงานวัสดุ ก่อสร้างเช่นเดียวกัน โดยในปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำหินบะซอลต์ มาใช้ในงานวัสดุก่อสร้างยังมีอยู่น้อยมาก คณะผู้วิจัย ได้มีโอกาสดำเนินวิจัยเกี่ยวกับอิฐบล็อกปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ จึงได้นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการดำเนินโครงการและ วิเคราะห์ผลการดำเนินงานให้เป็นไปใน แนวทางที่เกิดประสิทธิผลมากที่สุด ดังต่อไปนี้

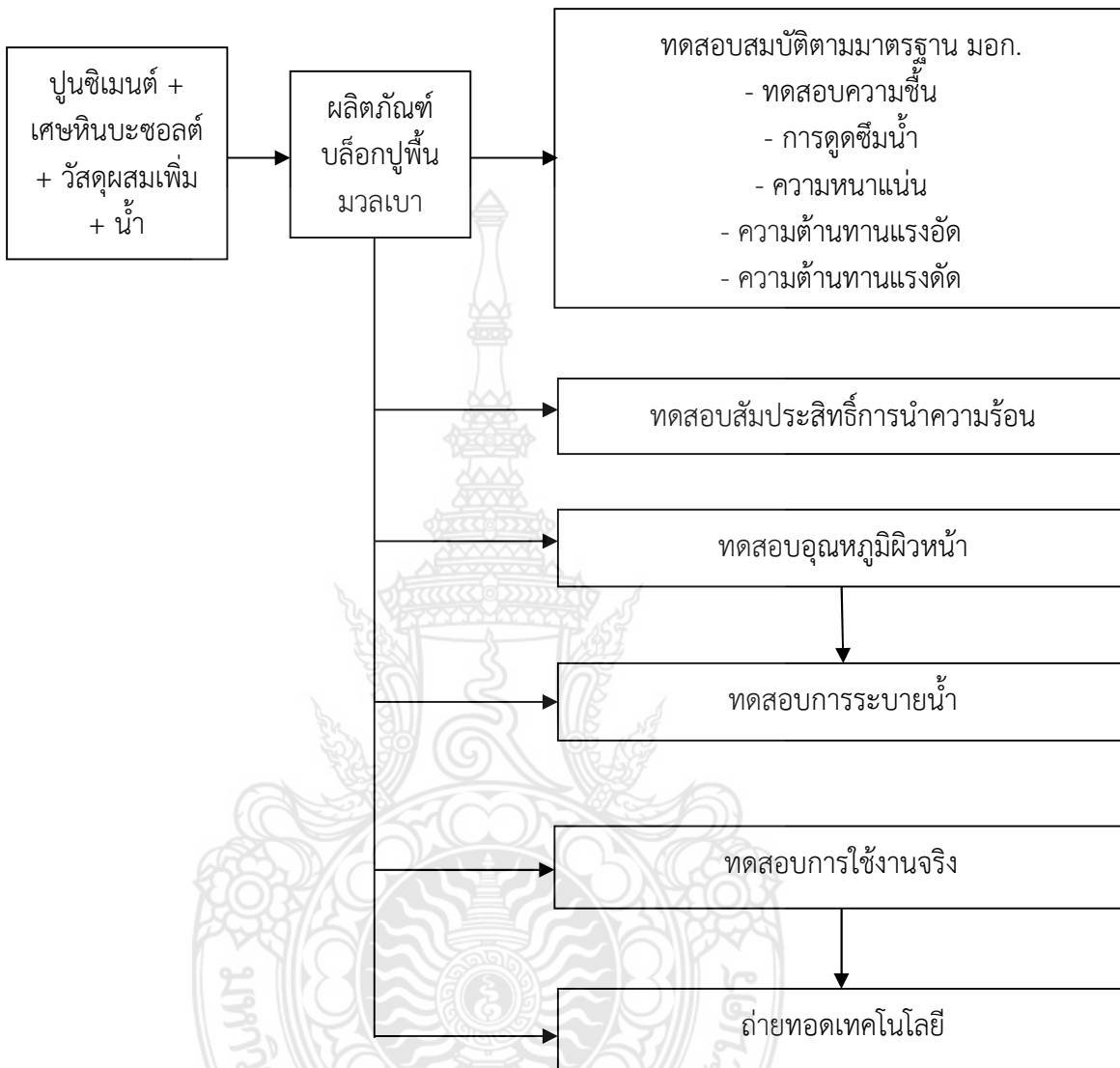
โครงการพัฒนาอิฐปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ [19] งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกใช้ เทคโนโลยีคอนกรีตพูนมาใช้เป็นเนื้อวัสดุของอิฐปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ เพื่อให้ความชื้น ใต้อิฐปูพื้นสามารถผ่านขึ้นมาระบายความร้อนที่ผิวหน้าและสามารถระบายน้ำที่ท่วมขังผิวหน้าวัสดุได้ ดี ส่วนผิวหน้ายังใช้เทคโนโลยีของหินล้าง โดยการเลือกใช้กรวดสีเหลืองทองจากงานวิจัยเดิมมาเป็น วัสดุผสม ซึ่งกรวดสีเหลืองทองได้ผ่านการทดสอบมาแล้วว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวหน้าได้ดีที่สุด ทำการศึกษาพัฒนาคุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตพูน (ขนาด30x30x5ลูกบาศก์เซนติเมตร) ให้มี สมบัติต่างๆ ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)และสามารถระบายน้ำได้ดี ซึ่ง งานวิจัยนี้ทำการเปรียบเทียบวัสดุมวลรวมหยาบ 2 ชนิดคือหินเกล็ดสีขาว-ดำและหินเหลือง-ขาวโดย หินที่ใช้จะมีขนาดคละช่วงแคบๆหรือมีขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อให้โครงสร้างของคอนกรีตเกิดความพูน ขนาดคละที่เลือกใช้คือหินเบอร์ 4 (คือ หินเกล็ดที่ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 3/8 นิ้วและค้ำบนตะแกรง เบอร์ 4), หินเบอร์ 8 (คือ หินเกล็ดที่ร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และค้ำบนตะแกรงเบอร์ 8) และ ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้อ้อยู่ระหว่าง ร้อยละ 15-20 ของน้ำหนักหินโดยทุกส่วนผสมจะมีค่าอัตราส่วนน้ำ ต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก เท่ากับ 0.4 และปริมาณมวลรวมละเอียดหรือทรายใช้ประมาณ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักหินเพื่อไม่ให้มีปริมาณซีเมนต์เพสต์ไปอุดช่องว่างทำให้ความพูนของเนื้อคอนกรีตลดลง ผสมส่วนผสมทั้งหมด แล้วเทขึ้นรูปเป็นแผ่นตัวอย่างอิฐปูพื้น ทำผิวหน้าหินล้าง ทั้งไว้ให้แห้งใน บรรยากาศ แล้วทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติอื่น ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ส่วนงานอื่นที่ใกล้เคียงกับโครงการวิจัยนี้ ยกตัวอย่าง 2 โครงการ ดังต่อไปนี้ คือ การศึกษา อัตราส่วนผสมและชนิดของหินที่เหมาะสมในการทำคอนกรีตระบายน้ำได้ เพื่อใช้ในการทำบล็อกปู ถนนเพื่อก่อสร้างลานจอดรถหรือทางเดินเท้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิม พระเกียรติ จังหวัดสกลนคร เพื่อลดการก่อสร้างพื้นที่ที่บ้น้ำ ทำให้น้ำผิวดินสามารถไหลซึมผ่านผิวลงสู่ชั้นดินได้ ช่วยลดปัญหาเรื่องการระบายน้ำ และปัญหาน้ำท่วมการไหลนองของน้ำฝนได้ โดยได้ทำ การวิจัยคุณสมบัติด้านกำลังอัดและความชื้นน้ำของส่วนผสมคอนกรีตที่ทำจากหินเกล็ดและหินกรวดที่มีขนาดอยู่ระหว่างตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ส่วนผสมคอนกรีตมีความเหมาะสมคือ ส่วนผสมที่ใช้หินกรวดที่มีขนาดคละและมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 20% โดย น้ำหนักหิน และจะมีค่าความชื้นน้ำของคอนกรีตเหมาะสมกับค่าความชื้นน้ำของดินในเขตพื้นที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร และมีกำลังอัดเฉลี่ย 242

กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร [20]และการศึกษาการใช้เถาตะกรันลีกไนต์เป็นมวลรวมในการทำบล็อกปูถนน โดยนำเถาตะกรันลีกไนต์มาเป็นวัสดุใช้ทดแทนหินฝุ่น ที่อัตราส่วนการแทนที่หินฝุ่นต่อเถาตะกรันลีกไนต์ เท่ากับ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 โดยน้ำหนัก ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีตตามมาตรฐาน มอก. 109-2517 คุณสมบัติที่ทดสอบประกอบด้วย คุณสมบัติทางเคมี หน่วงน้ำหนัก ค่าปริมาณความชื้น การทดสอบการดูดซึมน้ำ การทดสอบกำลังรับแรงอัดและความคงทนสภาวะเปียกสลับแห้งของบล็อกปูถนน จากการทดสอบพบว่า การแทนที่เถาตะกรันในบล็อกปูถนนที่ร้อยละ 10 และ 20 มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน มอก.57-2530 ในขณะที่อัตราการแทนที่ของเถาตะกรันลีกไนต์มากขึ้นค่าการดูดซึมน้ำและปริมาณความชื้นจะเพิ่มมากขึ้น[21]

2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจและรวบรวมมาจะเห็นได้ว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งเหมืองเศษหินบะซอลต์ ที่มีอยู่มากมายในพื้นที่ แต่ประชากรภายในพื้นที่จังหวัดนั้น ๆ ยังต้องซื้อผลิตภัณฑ์วัสดุ ก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เพื่อทำการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนจากจังหวัดอื่น ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นอย่างมาก และเมื่อพิจารณาจากเศษหินบะซอลต์ ที่เหลือทิ้งเป็นปริมาณมาก จากข้อมูลเหมืองหินแล้ว หากนำมาพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นเพื่อใช้ภายในพื้นที่ชุมชนได้นั้น นอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีมากมายในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์แล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุและช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน สามารถส่งเสริมให้เกิดวิสาหกิจชุมชนภายในพื้นที่และชุมชนในภูมิภาคอื่นที่มี ลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกันได้อีกด้วย



กรอบแนวความคิด

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบในห้องปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การดำเนินงานวิจัยการใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์ ได้ทำการกำหนดอัตราส่วนผสมทั้งหมด 5 อัตราส่วน ทำการขึ้นรูปบล็อกปูพื้นขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดแบบสั่นเขย่า ทดสอบตามมาตรฐาน มอก.378 – 2531 เรื่อง กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น [4] โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดอัตราส่วนผสม

ส่วนผสมของบล็อกปูพื้น ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ เศษหินบะซอลต์ และน้ำประปา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมของบล็อกปูพื้น (โดยน้ำหนัก)

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1	เศษหินบะซอลต์	น้ำประปา
1 : 4	1	4	0.45
1 : 4.5	1	4.5	0.45
1 : 5	1	5	0.45
1 : 5.5	1	5.5	0.45
1 : 6	1	6	0.45

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เศษหินบะซอลต์จากจังหวัดบุรีรัมย์ ไม่ร้อนผ่านตะกรง และน้ำประปา

3.2.2 อุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการขึ้นรูปบล็อกปูพื้นและทดสอบสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องอัดบล็อกปูพื้นกึ่งอัตโนมัติแบบสั่นเขย่า แบบหล่อบล็อกปูพื้นขนาด 30 x 30 x 5 เซนติเมตร เครื่องโม่ผสมคอนกรีตแบบกระแทะ ชุดอุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ เตาดอบ และเครื่องทดสอบบดแรงกด

3.3 การขึ้นรูปและทดสอบสมบัติต่าง ๆ

ทำการขึ้นรูปบล็อกปูพื้นจากงานวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีระดับชุมชน ที่สามารถใช้เครื่องมือราคาถูก ขึ้นรูปได้สะดวกรวดเร็ว ต้นทุนต่ำ โดยทำการเตรียมส่วนผสมตามกำหนดในตารางที่ 3 โดยนำปูนซีเมนต์ เศษหินบะซอลต์ ใส่รวมกันในเครื่องโม่ผสมคอนกรีตแบบกระแทะ (รูปที่ 1) เติมน้ำประปาตามที่กำหนด แล้วผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนสามารถใช้มือกำส่วนผสมติดกันได้ ขึ้นรูปบล็อกปูพื้นด้วยเครื่องอัดบล็อกปูพื้นกึ่งอัตโนมัติแบบสั่นเขย่า (รูปที่ 2-3) ได้ตัวอย่างบล็อกปูพื้นและบ่มในที่ร่มจนได้อายุที่ต้องการ นำตัวอย่างบล็อกปูพื้นไปทดสอบสมบัติ ตามมาตรฐาน มอก.378-2531 เรื่อง

กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำเฉลี่ย และความต้านทานแรงดัดตามขวาง (รูปที่ 4)



รูปที่ 1 ผสมวัตถุดิบของคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องผสมแบบกระทะ



รูปที่ 2 เทส่วนผสมลงในแบบของเครื่องอัดบล็อกปูพื้นแบบสั้นเขย่า



รูปที่ 3 ตัวอย่างบล็อกปูพื้นที่ได้จากการอัดด้วยเครื่องอัดแบบสั่นเขย่า



รูปที่ 4 การทดสอบความต้านทานแรงดัดตามขวางของบล็อกปูพื้น

บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานของโครงการ “การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์” สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบตัวอย่างบล็อกปูพื้น ตามมาตรฐาน มอก.378-2531 เรื่องกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำเฉลี่ย ดังตารางที่ 4

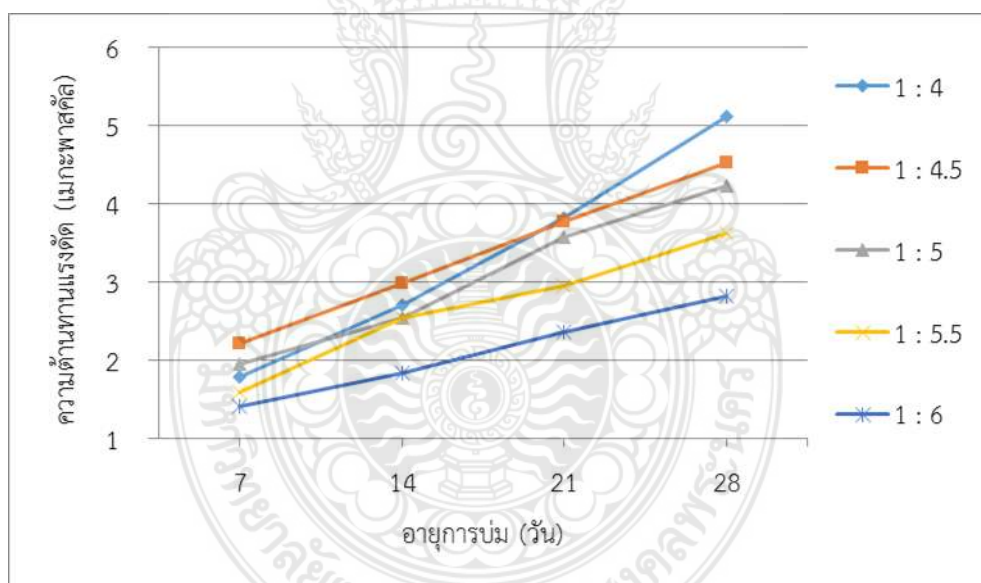
ตารางที่ 4 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ

อัตราส่วน	ลักษณะทั่วไป	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
1 : 4	ผิวหน้าเรียบ ความหนาเท่ากัน ได้ฉาก ไม่ร้าว ขอบเรียบคมและตรง	1955.11	8.305
1 : 4.5	ผิวหน้าเรียบ ความหนาเท่ากัน ได้ฉาก ไม่ร้าว ขอบเรียบคมและตรง	1949.78	8.397
1 : 5	ผิวหน้าเรียบ ความหนาเท่ากัน ได้ฉาก ไม่ร้าว ขอบเรียบคมและตรง	1947.78	9.488
1 : 5.5	ผิวหน้าเรียบ ความหนาเท่ากัน ได้ฉาก ไม่ร้าว ขอบเรียบคมและตรง	1942.67	10.349
1 : 6	ผิวหน้าเรียบ ความหนาเท่ากัน ได้ฉาก เริ่มมีรอยร้าว ขอบเรียบคมและตรง	1941.33	10.961

จากตารางที่ 4 พบว่าบล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์ทุกอัตราส่วน สามารถขึ้นรูปตามที่ต้องการได้ทั้งหมด แต่จากการตรวจพินิจลักษณะโดยทั่วไป พบว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินบะซอลต์มาก มีแนวโน้มการแตกร้าวของผิวหน้าบล็อกปูพื้นเพิ่มมากขึ้น ส่วนสมบัติด้านความหนาแน่นของบล็อกปูพื้นนั้นมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เศษหินบะซอลต์ที่นำมาผสมมีค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 4.77 ซึ่งเป็นมวลรวมที่มีความละเอียดน้อยกว่าหินฝุ่นหินปูนที่นิยมใช้ผลิตบล็อกปูพื้น ซึ่งมีค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ที่ประมาณ 5.4 – 5.6 และในส่วนของค่าความถ่วงจำเพาะของเศษหินบะซอลต์ พบว่าเศษหินบะซอลต์มีความถ่วงจำเพาะต่ำเพียง 2.50 ซึ่งต่ำกว่าหินฝุ่นที่มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.60 – 2.80 [4] ทำให้บล็อกปูพื้นที่มีส่วนผสมของเศษหินบะซอลต์มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เบากว่าบล็อกปูพื้นทั่วไป อีกทั้งผลจากขนาดคละ การยึดเกาะ และแทรกตัวของปูนซีเมนต์ รวมทั้งการเรียงตัวของส่วนผสม [18] โดยอัตราส่วนที่มีปริมาณมวลรวมหรือเศษหินบะซอลต์ค่อนข้างมาก จะมีผลทำให้การเรียงตัวของส่วนผสมไม่ค่อยดีนักเมื่อทำการขึ้นรูป และเนื่องจากส่วนผสมของบล็อกปูพื้นได้ใช้มวลรวมชนิดเดียวคือเศษหินบะซอลต์ในการผสมซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกัน ขนาดคละของมวล

รวมจึงจัดเป็นขนาดคละที่ไม่ดี ซึ่งจะเป็นผลดีในการช่วยเพิ่มช่องว่างภายในบล็อกปูพื้นให้มากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของบล็อกปูพื้นลดลงและการดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้นดังกล่าว ส่วนอัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินบะซอลต์น้อยก็จะมีปริมาณปูนซีเมนต์มาก ทำให้มีการแทรกตัวของปูนซีเมนต์ได้ดีขึ้น ปฏิกิริยาไฮเดรชันก็จะมีคุณสมบัติมากขึ้น จึงเป็นการลดช่องว่างภายในเนื้อบล็อกปูพื้นลงได้ [22] แต่คุณสมบัติด้านน้ำหนักที่เบาลงก็จะลดลงตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบสมบัติตามมาตรฐานตาม มอก.378-2531 กำหนดให้การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 10 และไม่ได้กำหนดค่าความหนาแน่นไว้ แสดงว่าอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อ เศษหินบะซอลต์ เท่ากับ 1 : 5.5 และ 1 : 6 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นผลจากการทดสอบลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ จึงมีอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้เชิงพาณิชย์ คือ 1 : 4, 1 : 4.5 และ 1 : 5 ตามลำดับ ซึ่งการที่จะพิจารณาว่าอัตราส่วนใดเหมาะสมกับการใช้งานในเชิงพาณิชย์นั้น ต้องพิจารณาร่วมกับในส่วนของสมบัติด้านความต้านทานแรงดัดตามขวาง (รูปที่ 5) ต่อไป

4.2 ความต้านทานแรงดัดตามขวาง



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงดัดตามขวางและอายุการบ่มของบล็อกปูพื้นที่อัตราส่วนต่าง ๆ

รูปที่ 5 พบว่าความต้านทานแรงดัดตามขวางของบล็อกปูพื้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการบ่มที่มากขึ้นซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการพัฒนาการรับกำลังของปฏิกิริยาไฮเดรชันระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำ [18] เมื่อผสมหินบะซอลต์เป็นมวลรวมในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ความต้านทานแรงดัดมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะคุณสมบัติของเศษหินบะซอลต์มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่ากว่าหินฝุ่นหินปูน [4]

และการที่ผสมเศษหินบะซอลต์ในปริมาณที่มากในขณะที่ปริมาณน้ำยังเท่าเดิมทำให้ปริมาณสัดส่วนของมอร์ต้าในส่วนผสมนั้น ๆ น้อยลงตามไปด้วย มอร์ต้าจึงไปเคลือบผิวของมวลรวมได้ไม่เต็มที่ การยึดเหนี่ยวของมอร์ต้ากับมวลรวมจึงน้อยลง ส่งผลให้บล็อกปูพื้นมีความแข็งแรงน้อยลงตามไปด้วย อีกทั้งลักษณะหินบะซอลต์ซึ่งเป็นหินภูเขาไฟชนิดหนึ่งซึ่งเนื้อหินจะมีความพรุนมากกว่าหินปูนทั่วไป ทำให้มีพื้นที่รับแรงต่ำ เมื่อผสมหินบะซอลต์ในปริมาณมาก จึงมีพื้นที่รับแรงดัดลดลง ความต้านทานแรงดัดตามขวางจึงมีค่าลดลง [23-24] จากการเปรียบเทียบความต้านทานแรงดัดตามขวางของบล็อกปูพื้นผสมเศษหินบะซอลต์กับมาตรฐาน มอก.378-2531 ที่กำหนดให้ความต้านทานแรงดัดตามขวางของบล็อกปูพื้นแต่ละก้อนต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะพาสคัล และค่าเฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่า 3 เมกะพาสคัล เห็นได้ว่าอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีค่าความต้านทานแรงดัดตามขวางที่อายุการบ่ม 28 วัน จากมากไปหาน้อย เป็นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อ เศษหินบะซอลต์ เท่ากับ 1 : 4, 1 : 4.5, 1 : 5 และ 1 : 5.5 ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วน 1 : 6 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้งานได้



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการวิจัยการใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกปูพื้นจากเศษหินบะซอลต์นั้น พบว่าเศษบะซอลต์สามารถนำมาเป็นมวลรวมทดแทนหินฝุ่นหินปูนสำหรับผลิตบล็อกปูพื้นได้ทั้งหมด และสามารถใช้เทคโนโลยีระดับชุมชน คือ เครื่องอัดแบบสั่นเขย่าโดยใช้เท้าเหยียบในการอัดขึ้นรูปได้ โดยการผสมเศษหินบะซอลต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถทำให้บล็อกปูพื้นมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.378-2531 เรื่อง กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น โดยการวิจัยครั้งนี้ กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อ เศษหินบะซอลต์ เท่ากับ 1 : 4, 1 : 4.5, 1 : 5, 1 : 5.5 และ 1 : 6 โดยน้ำหนัก ปริมาณน้ำเท่ากับ 0.45 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ผลการทดสอบสมบัติต่าง ๆ พบว่า เมื่อผสมเศษหินบะซอลต์ในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้การดูดซึมน้ำมีแนวโน้มมากขึ้น ส่วนความหนาแน่นและความต้านทานแรงดัดทางขวางมีแนวโน้มลดลง โดยอัตราส่วน 1 : 6 มีรอยร้าวที่ผิวหน้าและมีการดูดซึมน้ำมากกว่าร้อยละ 10 อีกทั้งมีความต้านทานแรงดัดทางขวางต่ำกว่า 3 เมกะพาสคัล จึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และอัตราส่วน 1 : 5.5 ก็มีการดูดซึมน้ำมากกว่าร้อยละ 10 จึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเช่นเดียวกัน ดังนั้น อัตราส่วนที่เหมาะสมและมีต้นทุนต่ำมากที่สุดเนื่องจากใช้ปริมาณเศษหินบะซอลต์ได้มากที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ คือ อัตราส่วนที่ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน เศษหินบะซอลต์ 5 ส่วน และปริมาณน้ำ 0.45 ส่วน โดยน้ำหนัก ซึ่งการศึกษาวิจัยต่อไปควรมีการหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการขึ้นรูปให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพราะอาจช่วยให้สามารถเพิ่มปริมาณเศษหินบะซอลต์ให้มากขึ้นได้จากความสามารถในการเทได้ที่ดีขึ้น และควรเพิ่มเติมการทำสีที่ผิวหน้าของบล็อกปูพื้น และพัฒนาเป็นรูปทรงอื่น ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานตกแต่งพื้นในสวนหรือพื้นที่ต่าง ๆ ได้หลากหลายและเพิ่มราคาจำหน่ายให้สูงขึ้นได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาใช้เศษหินบะซอลต์เป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกปูพื้น ต่อไปนั้น ควรสนับสนุนให้มีการนำองค์ความรู้ที่ได้ ไปพัฒนาต่อยอดในงานอื่นเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากเศษหินบะซอลต์ ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] ยงยุทธ ชัยเขตร, ปิยนัฐ สุขรัฐ, สนธยา จวนเจริญ, วีระ เนตราทิพย์, 2551, "การใช้ประโยชน์จากผงหินบะซอลต์ในการทำเนื้อดินหล่อเซรามิกส์," โครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [2] ประชุม คำพุด, และคณะ, 2557, "การใช้ประโยชน์จากเศษหินภูเขาไฟสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก," การประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประจำปี ครั้งที่ 26, ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน, กรุงเทพฯ, 135-142.
- [3] สมชาย เหลืองสด, ประชุม คำพุด และ สัจจะชาญ พรรัดมะลิ, 2560, "การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากเศษหินบะซอลต์," การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 16, ณ โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน, กรุงเทพฯ, 18R4-01, 7 หน้า.
- [4] ดนุพล ตันนโยภาส, 2553. **แร่และหิน**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .
- [5] ดนุพล ตันนโยภาส, 2552. **วิทยาแร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [6] ยงยุทธ ชัยเขตร, ปิยนัฐ สุขรัฐ, สนธยา จวนเจริญและวีระ เนตราทิพย์, 2551. **การใช้ประโยชน์จากผงหินบะซอลต์ในการทำเนื้อดินหล่อเซรามิกส์**, ในโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี 2551. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [7] _____, 2553. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดบุรีรัมย์ .กรมทรัพยากรธรณี. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.96 หน้า.
- [8] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2555. หินภูเขาไฟ ไปถึงได้จาก [ออนไลน์] เข้า. www.wikipedia.org/wiki/.15 สิงหาคม 2555. [4] El-Mahllawy, M.S. 2008. Characteristics of acid resisting bricks made from quarry residues and waste steel slag. **Construction and Building Materials**. 22(8), 1887-1896.
- [9] มยุรีपालวงศ์ 2550. **แร่ดินทราย**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาและส่งเสริมกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. หน้า 29.
- [10] ดร.ณิ สายสุทธิชัย และคณะ 2551. **การใช้หินบะซอลต์เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารเสริมสำหรับงานด้านเกษตรกรรม**. เอกสารประกอบการนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2551. กรมทรัพยากรธรณี 33 หน้า.
- [11] **ข้อมูลประทานบัตรเหมืองแร่ทั่วประเทศ** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.dpim.go.th/mne/mn.php> [19 เมษายน 2553].
- [12] **หินบะซอลต์** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.soil.civil.mut.ac.th/rock/stones/extrusive/basalt.html> [19 เมษายน 2553].
- [13] หินก่อสร้าง, [HTTP://WWW.NOVABIZZ.COM/CDC/MATERIALS/102-STONE.HTM](http://www.novabizz.com/cdc/materials/102-stone.htm)

- [14] หินบะซอลต์,
[HTTPS://TH.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/%E0%B8%AB%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%B0%E0%B8%8B%E0%B8%AD%E0%B8%A5%E0%B8%95%E0%B9%8C](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%B0%E0%B8%8B%E0%B8%AD%E0%B8%A5%E0%B8%95%E0%B9%8C),
[HTTP://WWW.BAANJOMYUT.COM/LIBRARY/KNOWLEDGE_OF_ENCYCLOPEDIAS/338.HTML](http://www.baanjommyut.com/library/knowledge_of_encyclopedias/338.html)
- [15] เส้าหินบะซอลต์ บ้านนาพูนพัฒนา อำเภอวังซัน จังหวัดแพร่
 ,[HTTP://WWW.RDI.KU.AC.TH/KASETFAIR49/TECHNOLOGY/T_39/T_39.HTM](http://www.rdi.ku.ac.th/kasetfair49/technology/t_39/t_39.htm)
- [16] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2531, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 827-2531 เรื่องคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น.กรุงเทพฯ, กระทรวงอุตสาหกรรม ,
- [17] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,2531, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 378-2531 เรื่อง กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น.กรุงเทพฯ, กระทรวงอุตสาหกรรมกรุง ,
- [18] ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. **ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และ คอนกรีต**. พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (ส.ค.ท.), หน้า 2.
- [19] ประชุม คำพุดม, 2552. **โครงการพัฒนาอิฐปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ**. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยภาครัฐร่วมเอกชนเชิงพาณิชย์ ประจำปี 2552, เครือข่ายการวิจัยเครือข่ายภาคกลางตอนบน, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- [20] ยุวดี หิรัญ, พีรพงษ์ ศิวินา และสุรชาติ ราโชติ, 2550, **การศึกษาส่วนผสมของคอนกรีตสำหรับผลิตบล็อกปูผิวทางระบายน้ำได้**, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 3, ณ โรงแรม ลองบีช การ์ดैन โฮเทล แอนด์ สปา, พัทยา, ชลบุรี, MAT-145-MAT-149.
- [21] ภาคภูมิ มงคลสังข์, 2550. **การศึกษาการใช้เถ้าตะกรันลิกไนต์เป็นมวลรวมในการทำบล็อกปูถนน**.การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 3, ณ โรงแรม ลองบีช การ์ดैन โฮเทล แอนด์ สปา, พัทยา, ชลบุรี, MAT-01-MAT-06.
- [22] วุฒินัย กกก้าแหง และนรา รัตนวงศ์, 2553, บล็อกประสานจากหน้าดินขาว, งานวิจัยวิศวกรรมโยธา ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).
- [23] 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.
- [24] Youssef, N.F., Osman, T.A. and El-Shimy, E., 2004, Utilization of granite–basalt fine quarry waste in a ceramic floor tile mixture, *Journal Silicate Industries*. 69 (1–2). 7–13.

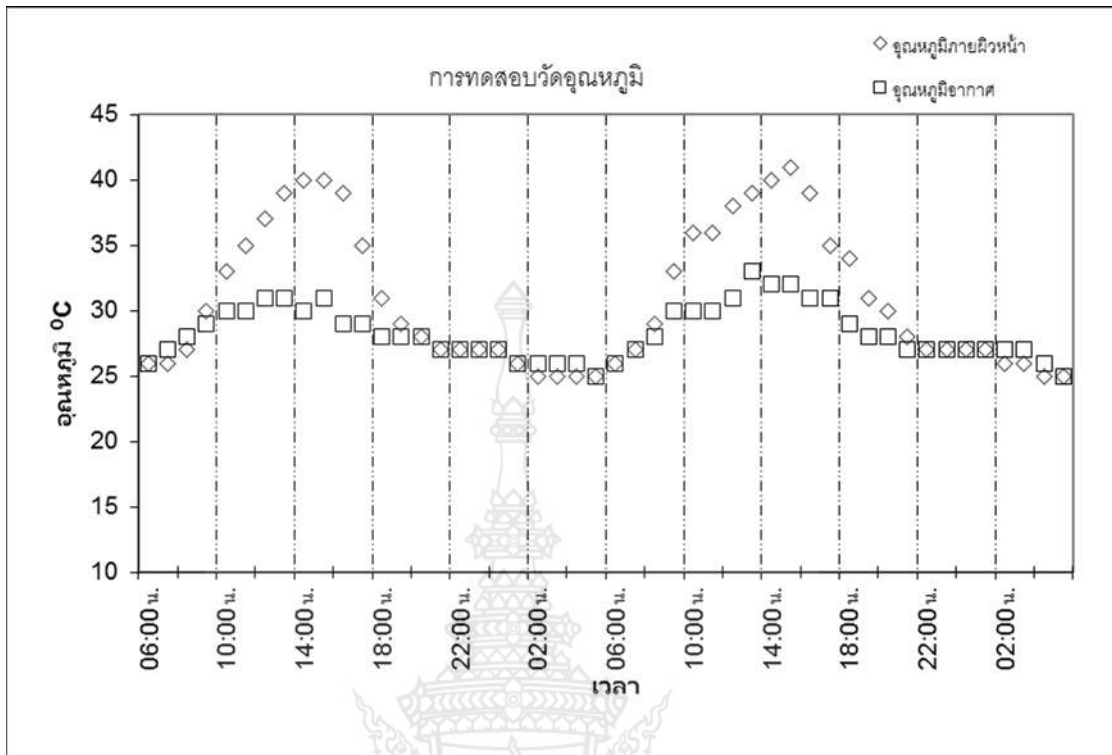
ภาคผนวก





ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ





ผลการทดสอบอุณหภูมิผลิตภัณฑ์



มาตรฐานผลิตภัณฑ์





มอก. 378-2531

UDC 691.327-431:666.972

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น

STANDARD FOR CONCRETE FLOORING TILES



กระทรวงอุตสาหกรรม

ISBN 974-8126-22-6

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น

มอก. 378 - 2531

พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 5 พ.ศ. 2543 จำนวน 500 เล่ม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 2023300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 18
วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2532

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 185
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น

ประธานกรรมการ นายสุทัศน์ พรานุภาหกุล	ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
กรรมการ นายสมหมาย น้อยสินธุ์	ผู้แทนกรุงเทพมหานคร
นายธีระพันธุ์ ทองประวีติ	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นายกิตติรัตน์ สร้อยศิริ	ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ
นายอารีย์ วงศ์บุญมี	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายบึง คุณะวัฒน์เสถียรย์	ผู้แทนการเคหะแห่งชาติ
นายเกษม ไชยรัตน์	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายธานี วัฒนสุข	ผู้แทนการรถไฟแห่งประเทศไทย
นายเอกชัย สุนทรพงศ์	ผู้แทนสมาคมสถาบันกสิกรรม ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายฉัตรศิริ ธรรมารมดี	ผู้แทนบริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด
นายธนู ธรรมภูต	
นายศีกดา วงศ์ชาลี	
นายกิตติศักดิ์ ใจจงกิจ	
นายวิชัย มุณีอัฐย์สุกุล	
นายวิชา รุจิเทศ	
นายบุญชู ปาโกฎิประกา	
นายมงคล เจียรนัยอากรม	
นายมนูญ วงศ์ทองศรี	

นายสุรัตน์ ชีระวัฒน์สกุล
นายสมชาย จงวนิชย์
นายประโยชน์ โชติภักดิ์
กรรมการและเลขานุการ
นายสุชน นิคมเขต

ผู้แทนบริษัท ผลิตภัณฑ์คอนกรีตไทย จำกัด
ผู้แทนบริษัท แมส เจน เนอวิด์ จำกัด
ผู้แทนห้างหุ้นส่วนจำกัด อุตสาหกรรมแก้วไทย ลำปาง
ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



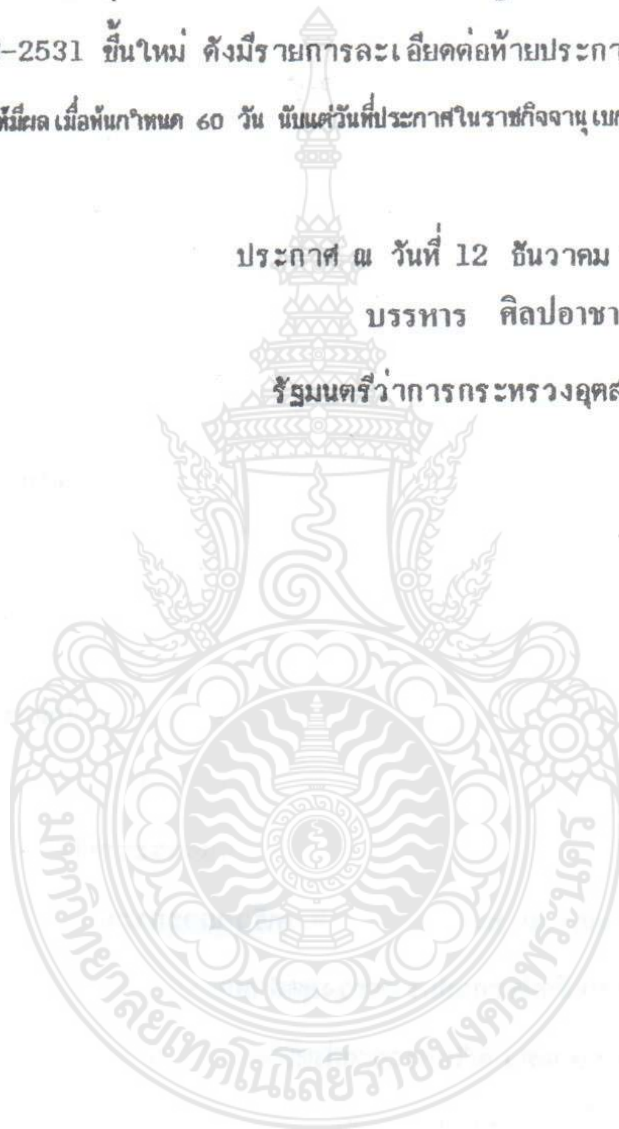
กรีฑุพื้่น ลุงวันทึ่ 29 มิถุนายน พ.ศ.2524 และออกประกาศกำหนด
มาตรฐานผลิควัฒ์อุตสาหกรรรม กระเป็องคองกรีฑุพื้่น มาตรฐานเลขทึ่
มอก.378-2531 ซึ่ใหม่ ดังมีรายการละเอียดค่อท่ายประกาศนี้

พื้่งนี้ ใทมีผล เมือท่นกำหนด 60 วัน นับแต่วันทึ่ประกาศในราชกัิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันทึ่ 12 ซึ่นวาคม พ.ศ.2531

บรรหาร ศิลปอาชา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ขนาดและ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบกระเบื้องคอนกรีตปูพื้นสำหรับปูพื้นในลักษณะทางเท้า
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงกระเบื้องคอนกรีตเสริมเหล็กปูพื้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "กระเบื้อง" หมายถึง กระเบื้องที่ทำด้วยคอนกรีตอัดเป็นแผ่น มีสีตามธรรมชาติ หรืออาจมีผงสี เจือปนอยู่ทั้งแผ่นหรือเฉพาะที่ชั้นผิวหน้าก็ได้

มอก.378-2531

4.1.4 สีซีเมนต์ (ถ้ามี)

ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีซีเมนต์
มาตรฐานเลขที่ มอก.469

4.1.5 น้ำ

น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาด

4.1.6 ส่วนผสมอื่น ๆ (ถ้ามี)

ต้องไม่มีผลเสียหายต่อการใช้งานของกระเบื้อง

4.2 การทำ

ใช้เครื่องอัดและ/หรือเขย่าส่วนประกอบต่าง ๆ ตามข้อ 4.1 ให้
เป็นแผ่น อัตราส่วนของน้ำหนักระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์ไม่เกิน
0.55 ถ้าชั้นผิวหน้าทำเป็นสี น้ำหนักของผงสีที่ผสมต้องไม่เกิน
ร้อยละ 10 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่ใช้ในส่วนผสมของชั้นผิวหน้านั้น
เมื่อนำกระเบื้องออกจากแม่พิมพ์แล้ว ให้นำไปบ่มด้วยกรรมวิธีที่
เหมาะสม

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

5.1.1 กระเบื้องที่ผิวหน้า เรียบความหนาต้องเท่ากัน โดยตลอด และ

กระเบื้องที่ผิวหน้าเป็นลอน ความหนาของลอนแต่ละลอนต้อง
เท่ากันโดยตลอด

5.1.2 กระเบื้องต้องไม่ร้าว มีความโค้งจาก ขอบเรียบคมและตรง
(ยกเว้นการลมนวม)

5.1.3 สีของชั้นผิวหน้าต้องสม่ำเสมอ และไม่ละลายน้ำ
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ความต้านแรงค้ำตามขวาง

ความต้านแรงค้ำตามขวางของกระเบื้องแต่ละแผ่นต้องไม่น้อยกว่า
2.5 เมกะพาสคัล และค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 3 เมกะพาสคัล
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.2

5.3 การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของกระเบื้องแต่ละแผ่นต้องไม่เกินร้อยละ 10
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.3

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่กระเบื้องทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย
แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
เป็น

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

- 6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระเบื้องที่มีขนาดและสีเดียวกัน ทำขึ้นโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป
- 7.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2
- 7.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.1 ต้องไม่เกิน

เลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่า
กระเบื้องรูนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป
(ข้อ 7.2.1)

ขนาดรู แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวน ที่ยอมรับ
ไม่เกิน 3 200	13	1
3 201 ถึง 10 000	20	2
10 001 ถึง 35 000	32	3
ตั้งแต่ 35 001 ขึ้นไป	50	5

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมิติ ความ
ต้านแรงตัดตามขวาง และการดูดซึมน้ำ

7.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์
ที่กำหนดในเรื่องลักษณะทั่วไปแล้ว สำหรับทดสอบมิติ
ความต้านแรงตัดตามขวาง และการดูดซึมน้ำ รายการ
ละ 3 แผ่น

มอก.378-2531

7.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. ข้อ 5.2 และข้อ 5.3 จึงจะถือว่ากระเบื้องรูนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกระเบื้อง ต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1.2 และข้อ 7.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากระเบื้องรูนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

8. การทดสอบ

กระเบื้องที่จะนำมาทดสอบ ต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน

8.1 มิติ

8.1.1 ความกว้างและความยาว

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดความกว้างและความยาวของกระเบื้องตัวอย่าง อย่างน้อยด้านละ 2 แห่ง แต่ละแห่งต้องขนานและห่างจากขอบไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร แล้วรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

8.1.2 ความหนา

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดความหนาของกระเบื้องตัวอย่าง 4 แห่ง แล้วรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

- (1) กระเบื้องที่ขึ้นผิวหน้าเป็นลอน เป็นลวดลาย หรืออื่น ๆ ให้วัดความหนาของส่วนที่บางที่สุด โดยรวมความหนาของชั้นผิวหน้า
- (2) กระเบื้องที่ขึ้นผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ ให้วัดความหนา โดยรวมความหนาของชั้นผิวหน้า

8.2 ความต้านแรงตัดตามขวาง

8.2.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบความต้านแรงตัด ดังตัวอย่างในรูปที่ 1

8.2.2 วิธีทดสอบ

8.2.2.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของกระเบื้อง ตัวอย่างตามข้อ 8.1.1 และข้อ 8.1.2 ตามลำดับ

8.2.2.2 แยกกระเบื้องตัวอย่างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 23 ± 6 องศาเซลเซียส โดยให้ผิวน้ำอยู่เหนือผิวบนของกระเบื้องตัวอย่างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และไม่เกิน 50 มิลลิเมตร เป็นเวลา $24 \pm 1/2$ ชั่วโมง นำกระเบื้องตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ใช้ผ้าซับผิวภายนอกให้แห้ง

8.2.2.3 วางกระเบื้องตัวอย่าง บนที่รองรับของเครื่องทดสอบ โดยให้ชั้นผิวหน้าอยู่ข้างบน และให้ค้ำกว้างขนานกับที่รองรับ (สำหรับกระเบื้องตัวอย่างที่ขึ้นผิวหน้าเป็นลอน

8.2.2.4 เพิ่มแรงกดบนกระเบื้องตัวอย่างด้วยอัตราที่เท่ากันและสม่ำเสมอ ไม่เกิน 1 960 นิวตันต่อความกว้าง 1 เมตร (วัดตามความยาวของที่รองรับ) ต่อหน้าที่ จนกระทั่งกระเบื้องตัวอย่างแตกหัก บันทึกค่าแรงกดที่ทำให้กระเบื้องตัวอย่างแตกหัก

8.2.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาค่าความต้านแรงตัดตามขวาง จากสูตร

$$f = \frac{3Pl}{2bt^2}$$

เมื่อ f คือ ความต้านแรงตัดตามขวาง เป็นเมกะพาสคัล

P คือ แรงกดที่ทำให้กระเบื้องตัวอย่างแตกหัก เป็นนิวตัน

l คือ ระยะห่างระหว่างที่รองรับ $= \frac{2L}{3}$ เป็นมิลลิเมตร

เมื่อ L คือ ความยาว ของกระเบื้องตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของกระเบื้องตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

t คือ ความหนาของกระเบื้องตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

มอก.378-2531

8.3 การทดสอบ

8.3.1 วิธีทดสอบ

8.3.1.1 แข่งกระเบื้องตัวอย่างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส โดยให้ผิวน้ำอยู่เหนือผิวบนของกระเบื้องตัวอย่างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรและไม่เกิน 50 มิลลิเมตร เป็นเวลา $24 \pm 1/2$ ชั่วโมง นำกระเบื้องตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ใช้ผ้าซับผิวภายนอกให้แห้ง แล้วนำไปชั่ง (M_2)

8.3.1.2 วางกระเบื้องตัวอย่างในตู้อบ โดยที่กระเบื้องตัวอย่างต้องห่างจากผิวที่ให้ความร้อน หรือกระเบื้องตัวอย่างแผ่นอื่นอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 65 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่ง (M_1)

8.3.2 วิธีคำนวณ

คำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำเป็นร้อยละ ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 1 จากสูตร

$$\text{การดูดซึมน้ำ ร้อยละ} = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

มอก. 378-2531

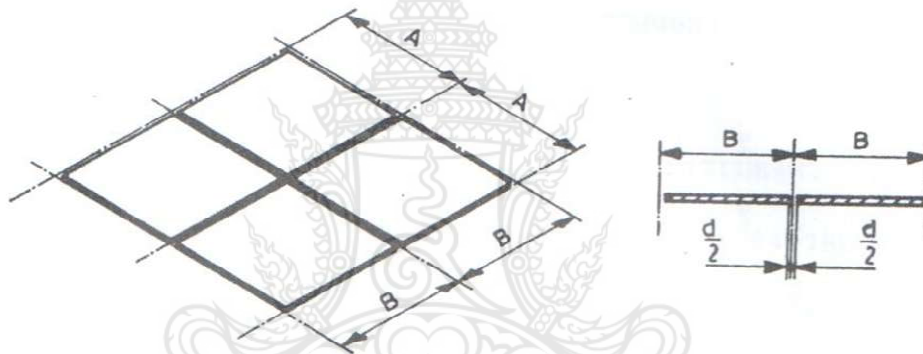
เมื่อ M₂ คือ มวลกระเบื้องตัวอย่างเมื่ออิมน้ำ เป็นกรัม

M₁ คือ มวลกระเบื้องตัวอย่างอบแห้ง เป็นกรัม



ภาคผนวก ก.
ขนาดที่แนะนำของกระเบื้อง
(ตารางที่ 1)

ก.1 ขนาดที่แนะนำของกระเบื้อง
ดังในรูปที่ ก.1



A	200	200	300	300	400	400	500
B	100	200	150	300	200	400	500
d	10						

เมื่อ A คือ ความยาวของกระเบื้องรวมความกว้างของรอยต่อ
B คือ ความกว้างของกระเบื้องรวมความกว้างของรอยต่อ
d คือ ความกว้างของรอยต่อ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร
รูปที่ ก.1 ขนาดที่แนะนำของกระเบื้อง
(ข้อ ก.1)

ประวัติคณะผู้วิจัย



ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายธนนท์ ศัลยวุฒิ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Thanan Sanyawuth
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
- หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์..0816595411 E-mail: tanant10@hotmail.com
- ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ
ตรี	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	สถาปัตยกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โท	สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต	นวัตกรรมการอาคาร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
คุณสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมและนวัตกรรมการอาคาร
ผลิตภัณฑ์องค์ประกอบอาคาร, การเขียนแบบก่อสร้าง
- ประสบการณ์ด้านงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย
-
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย
-
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)
-
 - 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัย ลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด
-

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายประชุม คำพุดม
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Prachoom Khamput
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
ผู้อำนวยการ หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญา แห่ง มทร.
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถ.
รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ที่ทำงาน 0 2549 3417 โทรศัพท์มือถือ 08 1665 4755
E-mail: prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ	ประเทศ
2540	ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี- พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2544	โท	วิศวกรรมศาสตร- มหาบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี- พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - 6.1 การทดสอบวัสดุและคุณสมบัติของวัสดุ
 - 6.2 คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต
 - 6.3 การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้างมูลค่าเพิ่ม
 - 6.4 การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
 - 6.5 สิ่งประดิษฐ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
 - 1) การพัฒนาวัสดุและสิ่งแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน
งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2552

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ปี งบประมาณ	ชื่อเรื่อง	สถานภาพ	หน่วยงาน
1	2552	การพัฒนาอิฐรูปพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (เชิงพาณิชย์)
2	2553	การศึกษาการป้องกันสารพิษจากบ่อฝังกลบขยะซีเมนต์ ลงน้ำใต้ดินโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (ภาคกลาง ตอนบน)
3	2554	โครงการผลิตอิฐบล็อกประสานจากกากดินขาว	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
4	2554	โครงการบ้านสำเร็จรูปทรงโดมสำหรับผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
5	2555	การใช้ยางธรรมชาติสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์พารา ซิงเกิ้ลรูป	หัวหน้าโครงการ	งปม.แผ่นดิน มทร.ธัญบุรี
6	2555	การพัฒนาบ้านสำเร็จรูปทรงโดมสำหรับผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)
7	2555	ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมวลเบาผสม หินฝุ่น	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Rungthongbaisuree, S., Khamput, P., and Ketratanaborvorn, T. : ***Causes of Damage of Electric Tower in Thailand***; Proc. of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation, Vol. 1, Bandung, Indonesia, July, 2000, pp. 16-1 ~ 16-9.
2. Rungthongbaisuree, S., and Khamput, P. : ***Methods for Maintenance of Transmission Towers***; Proc. of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4), Bangkok, Thailand, April, 2003, pp. A2-45 ~ A2-54.
3. Khamput, P. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Quarry Dust to Replace Sand***; Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), Khon Kaen, Thailand, January 25-26, 2006, pp. 108-110.
4. Boksuwan, A., and Khamput, P. : ***A Study of Mixing Natural Rubber in Concrete Block for Developing Strength and Thermal Insulation Properties***; The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System, Kyoto, Japan, August 30-September 1, 2006, pp. 212. (Poster Presentation)
5. Pradmali, S., and Khamput, P. : ***Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River Basin***; 3rd APHW Conference “Wise Water Resource Management towards Sustainable Growth and Poverty Reduction”, Bangkok, Thailand, October16-18, 2006, pp. 393. @

6. Khamput, P. : *Using Latex from Para-Rubber for Developing Strength and Thermal Insulation Properties of Concrete Block*; Asian Symposium on Materials and Processing 2006 (ASMP 2006), Bangkok, Thailand, November 9-10, 2006, pp. 23.
7. Malai, A., and Khamput, P. : *Development of Rubber Natural Concrete Block for Thermal Insulation and Energy Saving Purpose*; The 2nd Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)”, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2006, pp. 1009-1014.
8. Khamput, P. : *A Study of Using Natural Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete*; Asian Workshop on Polymer Processing 2006 (AWPP 2006), Bangkok, Thailand, December 6-8, 2006, pp. 257-260.
9. Khamput, P. and Wanthong, P. : *Using Para-Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete*; International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering: The Frontiers of Technology (ICFT-2007), Phuket, Thailand, May 10-12, 2007, pp. 23.
10. Khamput, P. : *A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene*; The 2nd International Conference on Advances in Petrochemicals and Polymers (ICAPP 2007), Bangkok, Thailand, June 25-28, 2007, pp. 329. (Poster Presentation)
11. Khamput, P., Ruayruay, E. and Wanthong, P. : *A Study of Properties of Composite Boards Made from Coir Fiber and Polyethylene*; Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technology (APRC 2007), Khon Kaen, Thailand, August 1-2, 2007, pp. 70.
12. Khamput, P., Wanthong, P. and Kumnuantip, Ch. : *A Study of Para-Rubber Plate as Load-Transfer Material in Compression Test of Concrete Specimens*; International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 448-451.
13. Khamput, P. : *Compressive Strength of Mortars Mixing with Fly Ash and Crushed Dust*; International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), The Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand, November 21-23, 2007, pp. 452-455.
14. Lawsuriyonta, M., Kumput, P., Rasilamlert, M. and Yamchaiya, P. : *A Study of Forming Materials from Coir Mixing with Natural Rubber*; Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (5th EMSES 2007), Asia Pattaya Hotel, Pattaya, Thailand, November 21-24, 2007, pp. 178-180. (Poster Presentation)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้
ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายสัจจะชาญ พรัดมะลิ
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sajjachan Pradmali
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กระทรวง
ศึกษาธิการ เลขที่ 1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพฯ 10800
e- mail: sajachan@gmail.com โทร 0813572224
5. ประวัติการศึกษา
วศ.บ .วิศวกรรมโยธา
วศ.ม .วิศวกรรมโยธา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ)แตกต่างจากวุฒิการศึกษา (ระบุสาขาวิชาการ
สิ่งประดิษฐ์ คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้าง มูลค่าเพิ่ม การ
บริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพ
ในการทำการศึกษาวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอ
การวิจัย
- 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :ชื่อแผนงานวิจัย

การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากเศษหินฟิมมิช, ปีงบประมาณ
2559 (รอดำเนินการ)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

- 1) การใช้ดินขาวผสม เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าวและแกลบเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนใน
ผนังคอนกรีตบล็อก)หัวหน้าโครงการ,(ปีงบประมาณ2552
- 2) การใช้ดินขาวผสม กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียนเพิ่มประสิทธิ
ภาพการป้องกันความร้อนและลดน้ำหนักในผนังคอนกรีตบล็อก)ผู้ร่วมวิจัย,(ปีงบประมาณ2554
- 3) การพัฒนาวัสดุอาคารจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อการประหยัดพลังงานและลดการถ่ายเท
ความร้อนเข้าสู่อาคาร)ผู้ร่วมวิจัย,(ปีงบประมาณ2554
- 4) การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบซีเมนต์ทดแทนไม้ในแผ่นใยอัด
ความหนาแน่นปานกลาง)ผู้ร่วมวิจัย,(ปีงบประมาณ2554
- 5) การใช้กากโดโลไมท์สำหรับเป็นบล็อกประสานที่ต้านทานแรงอัดสูง ปีงบประมาณ2558
- 6) การใช้ประโยชน์จากเถาปาล์มน้ำมันในงานคอนกรีตผสมหินฝุ่นแทนทรายสำหรับผลิตภัณฑ์วัสดุ
ก่อสร้าง, ปีงบประมาณ2559 (รอดำเนินการ)
- 7)การใช้เศษหน้าดินขาวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนภายในอาคารของอิฐก่อสร้างสามัญ
ปีงบประมาณ2558
- 8) รางระบายน้ำสำเร็จรูปหน้าตัดการไหลแบบประสม (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดิน
ประจำปี 2549

9) โค้งอัตราการไหล-ช่วงเวลา เขิงภูมิภาค สำหรับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2550

10) การศึกษาความเป็นไปได้ในการสัญจรทางน้ำและการท่องเที่ยวเชิงวิชาการของคลองรังสิต(ผู้ร่วมโครงการวิจัย)สกอ. (เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน) งบประมาณ ปี 2549

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน)อาจมากกว่า 1 เรื่อง(งานวิจัยที่เผยแพร่)วารสารรายงานการประชุมวิชาการ(งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)

- 1) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2548, Regional Flow-Duration Curve for The Upper Ping River Basins, วารสารชมรมอุทกวิทยาไทย, ฉบับที่ 9, หน้า 159-167.
- 2) ประชุม คำพุด สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2548, ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการเดินทางสัญจรของนักศึกษา :กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, เอกสารประกอบการประชุมการสัมมนางานวิจัยเพื่อการพัฒนาทางหลวง, กรุงเทพฯ 2-1 ,กันยายน, หน้า .178-169
- 3) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2548, Regional Flow Duration Curve for Wang River Basin, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท) ครั้งที่ 31, นครราชสีมา, 20-18 ตุลาคม, หน้า 560-564.
- 4) ประชุม คำพุด และ สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2548, การศึกษากำลั่งอัดของคอนกรีตที่ใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดแทนทรายและใส่สารผสมเพิ่มประเภทลดปริมาณน้ำและเร่งเวลาการก่อตัว, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ ,1สมาคมคอนกรีตไทย ,ระยอง 27-25 ,ตุลาคม ,หน้า CON 156-CON 160.
- 5) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2549, Regional Flow-Duration Curve for Ungauged Sites of Salawin River Basins, Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), ขอนแก่น, 26-25มกราคม, หน้า 91.
- 6) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2549, Synthesis of Streamflow by The Watershed Geometry of Wang River Basin, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 333.
- 7) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2549, Estimation of Streamflow by Comparison of Regional Flow-Duration Curves, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20 เมษายน, หน้า 334.
- 8) สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2549, A Study of Requirement of Organizations on Civil Engineer, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 24.
- 9) อรรถพล มาลัย, สัจจะชาญ พรัตน์มะลิ, 2549, A Study of Mechanic Properties of Mango Wood, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 252.
- 10) Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Flow-Duration Curve By Using Rainfall and Watershed Geometry, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok, Thailand, October. 16-18, 2006: 389.

11)Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River Basin, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok,Thailand, October. 16-18, 2006: 393.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุนและสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายธัญบุรณ์ ถาวรวรรณ
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Tanyaboon Tawonwan
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตรฟิสิกส์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
หลักสูตรฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ กระทรวง
ศึกษาธิการ เลขที่ 27 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ 53000
e- mail: Tawonwan@hotmail.com โทร 0814544060
5. ประวัติการศึกษา
วท.บ. ฟิสิกส์
วท.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
หลักการและวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม การถ่ายเทความร้อน พลศาสตร์ของ
ไหล และการออกแบบและทดลองการสร้างแบบจำลองโดยการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล
(Computational Fluid Dynamics, CFD)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการ
ทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย
-
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย
 - 7.2.1 การศึกษาการไหลของอากาศผ่านปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ภายในอาคารโดยเทคนิคการ
คำนวณทางพลศาสตร์ของไหล, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี พ.ศ. 2551
 - 7.2.2 ตรวจสอบวัดค่าปริมาณรังสีอาทิตย์ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิแวดล้อม ณ บริเวณ พื้นที่ลำราง
ทุ่งกะโล่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553
 - 7.2.3 ศึกษาและออกแบบการลดความชื้นของอากาศที่ผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้แผงถัก
ความชื้นและเซลล์สุริยะเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี
งบประมาณ พ.ศ. 2554
 - 7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย
 - 7.3.1 การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนและศักยภาพในการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุชีวมวลผสมกับกาก
ไขมันเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในท้องถิ่น, กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน
 - 7.4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1
เรื่อง)
(งานวิจัยที่เผยแพร่ วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)
 - 7.4.1 ธัญบุรณ์ ถาวรวรรณ, เก้ากันยา สุดประเสริฐ และณัฐ กาศยปนนทน, 2551, การศึกษา
การไหลของอากาศผ่านปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์โดยเทคนิคการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล การ

ประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย (ENETT) ครั้งที่ 4 วันที่ 14-16 พฤษภาคม 2551
โรงแรมโรสการ์เด้น ริเวอร์ไซด์ สวนสามพราน จังหวัดนครปฐม

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ: ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุนและสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัย
ลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.5.1 แบบจำลองเชิงตัวเลขของการระบายอากาศตามธรรมชาติโดยตัวจับลมด้วยเทคนิคพลศาสตร์
ของไหลเชิงการคำนวณ (The Numerical Modeling of Natural Air Ventilation by Wind Catcher
with Computational Fluid Dynamics Technique), คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2557 (กำลังดำเนินการ)

