



การพัฒนาวัสดุก่อสร้างจากเศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์ สำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนท้องถิ่น

Development of Construction Materials from Waste Rock of Mining Andesite for Technology Transfer to Local Communities

Prachoom Khamput* and Kittipong Suweero

ประชุม คำพุ่ม* และ กิตติพงษ์ สุวีโร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

E-mail : prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิต อัตราส่วนผสม สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความ
เป็นฉนวนป้องกันความร้อนของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่มีการใช้เศษหินแอนดีไซต์เป็นมวลรวม โดยวัสดุก่อสร้างที่นำมา
พัฒนา มีทั้งหมด 4 ผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย คอนกรีต คอนกรีตบล็อก บล็อกประสาน และบล็อกปูพื้น เมื่อเทียบกับวัสดุ
ก่อสร้างทั่วไป พบว่า วัสดุก่อสร้างที่ใช้เศษหินแอนดีไซต์มีกระบวนการผลิตและอัตราส่วนผสมที่เหมือนกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป
ส่วนสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุก่อสร้างที่ใช้เศษหินแอนดีไซต์ แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่น ความแข็งแรง
และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าต่ำกว่าวัสดุก่อสร้างทั่วไป ในขณะที่การดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม
วัสดุก่อสร้างที่ใช้เศษหินแอนดีไซต์ทั้งหมด สามารถผ่านมาตรฐานและใช้งานได้เช่นเดียวกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป จึงนำไป
ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนท้องถิ่นได้

คำสำคัญ : เศษหินแอนดีไซต์; วัสดุก่อสร้าง; ถ่ายทอดเทคโนโลยี; ชุมชนท้องถิ่น

Abstract

This research aims to develop the production, ratios, physical properties, mechanical properties, and thermal insulation of construction material products that are used andesite rock fragments as aggregates. The 4 research of construction materials include concrete, concrete block, interlocking block, and paving block which compare to general construction materials. The results found that andesite rocks fragments construction materials have production and ratios as same as general construction materials. The physical and mechanical properties of andesite rock fragments construction materials that density, strength, and thermal insulation are lower than the general construction materials. While the water absorption of andesite rock fragments construction materials are higher than general construction materials. However, all the andesite rock fragments construction materials can pass the standard and use as same as the general construction materials. The results are transferred and applied to local communities.

Keywords : andesite rock fragments; construction materials; technology transfer; local communities

บทนำ

หินแอนดีไซต์ เป็นหินอัคนีชนิดหินภูเขาไฟ (Volcanic Rock) ซึ่งเกิดจากการเย็นตัวของลาวา มีเนื้อละเอียด ผลึกของแร่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เพราะแร่ตกผลึกอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลึกแร่มีขนาดเล็ก มีสีม่วง เขียว เทาแก่ หรือดำ ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจวินิจฉัย มีองค์ประกอบทางเคมีในช่วงกลาง (Intermediate Igneous Rock) และมีส่วนประกอบที่เป็นซิลิกาอยู่ระหว่าง 55% ถึง 65% ส่วนที่เหลือเป็นแร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ และแร่ประกอบหินอื่น ๆ อีกเล็กน้อย และองค์ประกอบของแมกนีเซียมและเหล็กในเนื้อหิน ทำให้มีสีเขียวเข้ม หินแอนดีไซต์จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ความแกร่ง ความ

คงทนต่อการถูกบดอัด และคงทนต่อการผุพังโดยกระบวนการทางธรรมชาติสูง ใช้ประโยชน์เป็นหินก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ทำหินเกล็ด เป็นหลัก การทำเหมืองหินแอนดีไซต์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีกองวัสดุเศษหินแอนดีไซต์เป็นหินฝุ่นที่เหลือทิ้งจากกระบวนการไม่หินกองอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 1) หากสามารถนำเศษหินแอนดีไซต์จากเหมืองหินและชุมชนท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ มาพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ ได้แก่ คอนกรีต คอนกรีตบล็อก บล็อกประสาน และกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น โดยทำการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมกับแต่ละผลิตภัณฑ์ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในเชิงพาณิชย์ ก็สามารถช่วยลดต้นทุนค่าก่อสร้าง เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืนต่อไป



รูปที่ 1 กองเศษหินแอนดีไซต์บริเวณเหมืองหิน จังหวัดเพชรบูรณ์

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1, 2) เศษหินแร่แอนดีไซต์ จากจังหวัดเพชรบูรณ์, 3) ทรายก่อสร้าง, 4) หินฝุ่นหินปูน จากจังหวัดสระบุรี, 5) ดินลูกรัง จากจังหวัดราชบุรี, 6) น้ำประปา, 7) เครื่องผสมคอนกรีตแบบกระเทและแบบไม่ผสม, 8) แบบหล่อบล็อกปูพื้น ขนาด 30 x 30 x 5 ลบ.ซม., 9) แบบหล่อบล็อกประสาน ขนาด 10 x 10 x 20 ลบ.ซม., 10) แบบหล่อคอนกรีตบล็อกกลวง ขนาด 7 x 19 x 39 ลบ.ซม., 11) แบบหล่อคอนกรีตทรงกระบอก ขนาด $\phi 15$ ซม. X สูง 30 ซม., 12) ชุดอุปกรณ์ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มอก., และ 13) เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (UTM)

กำหนดอัตราส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างที่มีเศษหินยิปซัมเป็นส่วนประกอบ โดยใช้อัตราส่วนพื้นฐานจากวัสดุก่อสร้างทั่วไป ประกอบด้วย คอนกรีต, คอนกรีตบล็อก, บล็อกประสาน และบล็อกปูพื้น ดังตารางที่ 1 ทำการขึ้นรูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆ โดยใช้

มวลรวมหยาบชนิดต่าง ๆ (รูปที่ 2) ตามท้องตลาดเพื่อเปรียบเทียบ แล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุก่อสร้างตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของวัสดุก่อสร้างแต่ละประเภท ประกอบด้วย มอก.109-2517 เรื่อง วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต [1], มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก [2], มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน [3], มอก.378-2531 เรื่องกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น [4], ทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตทรงกระบอกตามมาตรฐาน ASTM C39 [5] และทดสอบสภาพการนำความร้อนตามมาตรฐาน ASTM C518 [6] เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

เมื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ โดยใช้ส่วนผสมตามตารางที่ 1 แล้วทำการบ่มตามกำหนดอายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูแนวโน้มการพัฒนากำลังของคอนกรีต ซึ่งผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง ทั้ง 4 ประเภท ประกอบด้วย คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป, คอนกรีตบล็อก, บล็อกประสาน และบล็อกปูพื้น ดังแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของวัสดุก่อสร้างที่มีเศษหินแอนดีไซต์เป็นส่วนประกอบ

ชนิดวัสดุก่อสร้าง	ปูนซีเมนต์ประเภท 1	มวลรวมละเอียด	มวลรวมหยาบ	น้ำประปา
คอนกรีตแอนดีไซต์	1	2 (ทรายหยาบ)	4 (เศษหินแอนดีไซต์)	0.55
คอนกรีตทั่วไป	1	2 (ทรายหยาบ)	4 (หินปูน 3/8")	0.55
คอนกรีตบล็อกแอนดีไซต์	1	-	8 (เศษหินแอนดีไซต์)	0.6
คอนกรีตบล็อกทั่วไป	1	-	8 (หินฝุ่นหินปูน)	0.6
บล็อกประสานแอนดีไซต์	1	-	8 (เศษหินแอนดีไซต์)	0.6
บล็อกประสานทั่วไป	1	-	7 (ดินลูกรัง)	0.6
บล็อกปูพื้นแอนดีไซต์	1	-	5 (เศษหินแอนดีไซต์)	0.65
บล็อกปูพื้นทั่วไป	1	5 (ทรายหยาบ)	-	0.65



ก) เศษหินแร่แอนดิไซต์ จากจังหวัดเพชรบูรณ์



ข) หินฝุ่นหินปูน จากจังหวัดสระบุรี



ค) ทรายก่อสร้าง จากร้านค้าวัสดุก่อสร้าง จังหวัดปทุมธานี



ง) ดินลูกรัง จากจังหวัดราชบุรี

รูปที่ 2 มวลรวมหยาบชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย



ก) แท่งตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก



ข) คอนกรีตบล็อก



ค) บล็อกประสาน



ง) บล็อกปูพื้น

รูปที่ 3 ผลผลิตวัสดุก่อสร้างที่ใช้เศษหินแอนดีไซต์เป็นมวลรวม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการทดสอบผลิตวัสดุก่อสร้างจากเศษหินแอนดีไซต์ เปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างชนิดเดียวกันที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด ได้ผลการทดสอบโดยสรุป ดังตารางที่ 2 พบว่า ผลผลิตวัสดุก่อสร้างจากเศษหินแอนดีไซต์ทั้งหมดมีสมบัติผ่านตามมาตรฐานกำหนด โดยเศษหินแอนดีไซต์ที่นำมาใช้มีขนาดโมดูลัสความละเอียด (F.M.) เท่ากับ 3.3 ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.5 ซึ่งใกล้เคียงกับหินฝุ่นหินปูน จึงเหมาะกับการนำมาผสมในวัสดุก่อสร้างแทนที่มวลรวมหยาบในการผลิต ทั้งนี้เศษหินแอนดีไซต์มีส่วนช่วยลดความหนาแน่นและน้ำหนักของวัสดุก่อสร้างได้ ทำให้ส่งผลต่อการใช้งานและการขนส่ง ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักที่ต่ำกว่าหินก่อสร้างทั่วไปของเศษหินแอนดีไซต์ [7] โดยส่งผลให้ความหนาแน่นมีค่าลดลงในทุกผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง ส่วนการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นบล็อกประสานมีค่าน้อยลง สำหรับความต้านทานแรงอัดนั้น ความถ่วงจำเพาะที่ต่ำกว่าหินฝุ่น

หินปูนของเศษหินแอนดีไซต์ มีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตและคอนกรีตบล็อกที่ลดลง ในขณะที่บล็อกประสานมีกำลังอัดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเศษหินแอนดีไซต์มีความแข็งแรงกว่าดินลูกรัง อีกทั้งความต้านทานแรงดัดหรือโมดูลัสการแตกหักที่เป็นสมบัติหลักของบล็อกปูพื้นที่ต้องทำการทดสอบก็มีค่าลดลง อย่างไรก็ตามผลผลิตวัสดุก่อสร้างทุกชนิดที่ทำการทดสอบยังคงผ่านมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแข็งแรงของหินแอนดีไซต์ที่จัดเป็นหินประเภทที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างเช่นเดียวกันกับหินปูน [8] ส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนหรือความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน แสดงให้เห็นว่า เศษหินแอนดีไซต์สามารถลดค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนได้ค่อนข้างดี [9] เมื่อเทียบกับคอนกรีต, คอนกรีตบล็อก, และบล็อกปูพื้น แต่จะเป็นฉนวนได้ไม่ดัดนักเมื่อเทียบกับบล็อกประสานที่มีดินลูกรังเป็นวัสดุผสมหลัก ด้านต้นทุนการผลิตสามารถสรุปได้ว่า ต้นทุนของวัสดุก่อสร้างจากเศษหินแอนดีไซต์ มีต้นทุนต่ำกว่าวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น ๆ ทุกชนิด

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมบัติต่างๆ ของวัสดุก่อสร้างจากเศษหินแอนดีไซต์เปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป

ผลิตภัณฑ์/ คุณสมบัติ	คอนกรีตก่อสร้าง		คอนกรีตบล็อก		บล็อกประสาน		บล็อกปูพื้น	
	เศษหิน แอนดีไซต์	หินก่อสร้าง 3/8"	เศษหิน แอนดีไซต์	หินปูน (หินปูน)	เศษหิน แอนดีไซต์	ดินลูกรัง	เศษหิน แอนดีไซต์	ทราย หยาบ
โมดูลัสความ ละเอียด	3.3	7.28	3.3	3.186	3.3	1.10	3.3	2.709
ความ ถ่วงจำเพาะ	2.5	2.77	2.5	2.7	2.5	2.67	2.5	2.61
ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	2,350	2,409	1,631	1,690	1,781	1,870	1,942	2,140
การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	8.19	7.66	8.57	8.11	9.6	11.97	7.48	5.92
ความต้านทาน แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	210 (ทรง กระบอก)	240 (ทรง กระบอก)	28.6	31.5	53.49	48.51	-	-
โมดูลัสการ แตกหัก (กก./ตร.ซม.)	-	-	6.1	6.9	13.4	10.2	30.7	42.6
สัมประสิทธิ์การ นำความร้อน (วัตต์/ม.-เคลวิน)	0.375	0.435	0.213	0.259	0.222	0.174	0.245	0.313
ต้นทุนรวม (บาท)	920 บาท/ ลบ.ม.	1,110 บาท /ลบ.ม.	3.25 บาท /ก้อน	3.64 บาท /ก้อน	3.50 บาท /ก้อน	4.20 บาท /ก้อน	5.75 บาท /ก้อน	7.68 บาท /ก้อน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากโครงการวิจัย ได้นำไปถ่ายทอดให้กับชุมชน ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยประชาชนได้นำไปใช้ก่อสร้างเป็นบ้านพักอาศัย และยังได้ทำการประชาสัมพันธ์ร่วมกับภาครัฐ เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น

สรุป

การพัฒนาวัสดุก่อสร้างจากเศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์ ได้ทำการพัฒนากระบวนการผลิต อัตราส่วนผสม ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่มีการใช้เศษหินแอนดีไซต์เป็นมวลรวม โดยวัสดุก่อสร้างที่นำมาพัฒนา มีทั้งหมด 4 ผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย คอนกรีต, คอนกรีตบล็อก, บล็อกประสาน และบล็อกปูพื้น เมื่อเทียบกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป พบว่า วัสดุก่อสร้างที่ใช้

เศษหินแอนดีไซต์มีกระบวนการผลิตและอัตราส่วนผสมที่เหมือนกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป มีสมบัติด้านความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงอัดและแรงดัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าต่ำกว่าวัสดุก่อสร้าง 3 ประเภท คือ คอนกรีต คอนกรีตบล็อก และบล็อกปูพื้น ส่วนบล็อกประสานจะเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ทั้งนี้เนื่องจากบล็อกประสานแตกต่างจากวัสดุก่อสร้างชนิดอื่นที่ใช้ดินลูกรังแทนการใช้หินปูนหินปูน แต่ถ้าหากเปลี่ยนมาใช้หินปูนหินปูนเป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกประสานแล้วนั้น คาดว่าสมบัติทั้งหมดก็จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับมาตรฐานแล้ว วัสดุก่อสร้างที่ใช้เศษหินแอนดีไซต์ทั้งหมดทุกชนิดที่ทำการวิจัยสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานและนำไปใช้งานได้เช่นเดียวกับวัสดุก่อสร้างปกติทั่วไป จึงนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนท้องถิ่นตลอดจนภาครัฐและภาคเอกชนที่สนใจได้

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และขอขอบคุณทางหุ้นส่วนจำกัดพัฒนาบ่อสร้าง ที่ให้การสนับสนุนเศษหินแร่แอนดิไซต์สำหรับใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai Industrial Standards Institute. 1974. Standard for sampling and testing concrete masonry unit (TIS.109-2517). Ministry of industry. (in Thai)
- [2] Thai Industrial Standards Institute. 1990. Standard for hollow non-load-bearing concrete masonry unit (TIS.58-2533). Ministry of industry. (in Thai)
- [3] Thai Industrial Standards Institute. 2004. Community product standards on interlocking bricks (TCPS.602-2547). Ministry of industry. (in Thai)
- [4] Thai Industrial Standards Institute. 1988. Standard for concrete flooring tiles (TIS.378-2531). Ministry of industry. (in Thai)
- [5] American Society for Testing and Materials. 2017. ASTM C39 / C39M-17 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM International. West Conshohocken, PA.
- [6] American Society for Testing and Materials. 2015. ASTM C518-15 Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus. ASTM International. West Conshohocken, PA.
- [7] El-Alfi, E.A., Radwan, A.M. and Ali, M.H. 2004. Physico-mechanical properties of basalt bricks. International Ceramic Review. 53(3): 178-181.
- [8] Danupol Tanoyopas. 2010. Mineral and stone. 2nd edition, Faculty of Engineering Songkhla University Nakarin. (in Thai)
- [9] Young, Hugh D. 1992. Hyper Physics. University Physics. Addison Wesley.