



การใช้เศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์สำหรับพัฒนา เป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน

Using Waste Rock of Mining Andesite for Development of Interlocking Block Product

Prachoom Khamput

ประชุม คำพุฒ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์สำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน ซึ่งเศษหินแอนดีไซต์เป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยหินเพื่อนำไปทำการก่อสร้างมาเป็นมวลรวมหยาบทดแทน หินฝุ่นจากเหมืองหินปูนทั้งหมด โดยกำหนดส่วนผสมให้มอร์ตาร์ส่วน ปูนซีเมนต์ ต่อ เศษหินแอนดีไซต์ ต่อ น้ำประปา เท่ากับ 1: 6: 0.16, 1: 7: 0.17, 1: 8: 0.18, 1: 9: 0.19, 1: 10: 0.20 และ 1: 11: 0.21 ตามลำดับ ทำการผสมและอัดขึ้นรูปบล็อก ประสานโดยใช้เครื่องอัดแบบมือโยก ได้เป็นตัวอย่างบล็อกประสาน ขนาด 10 x 20 x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปทดสอบ สมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มผช.602-2547 ทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนตามมาตรฐาน ASTM C177 ผลการ ทดสอบพบว่าเมื่อผสมเศษหินแอนดีไซต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักแห้งต่อก้อน และความต้านทานแรงอัดมีค่า ลดลง ในขณะที่อัตราการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าใกล้เคียงกัน ในทุกอัตราส่วนผสม สามารถสรุปได้ว่าเศษหินแอนดีไซต์ใช้เป็นมวลรวมในการผลิตบล็อกประสานได้ โดยมีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน ทุกอัตราส่วน และมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนเหมือนกับบล็อกประสานทั่วไป

คำสำคัญ : เศษหินของเหมืองแร่แอนดีไซต์; บล็อกประสาน; ความต้านทานแรงอัด; สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

Abstract

The objective of this research was to use waste rock of mining andesite for developing interlocking block product. Waste rock of mining andesite is waste from the grind rock process for construction which is coarse aggregates replaced stone dust from all limestone mine. The ratio of mixer was cement per andesite waste equal as 1: 6: 0.16, 1: 7: 0.17, 1: 8: 0.18, 1: 9: 0.19, 1: 10: 0.20 and 1: 11: 0.21, respectively. Mixed and casted interlocking block using compressors hand as interlocking block sample, a block size of 10 cm x 20 cm x 10 cm, testing according to various standards of TCPS.602-2547, testing thermal conductivity standard of ASTM C177. Result of test found that when mixing andesite increasing volume result to dry weight per pack and compressive strength are reduced. While ratio of water absorb is increase and thermal conductivity has approximate in all mixer ratio. Concluded that andesite waste is total mass for produce interlocking block has properties to standard of all ratios and has properties of insulation like interlocking block.

Keywords : waste rock of mining andesite; interlocking block; compressive strength; thermal conductivity

บทนำ

การก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และมีประเภทของวัสดุมากมายหลายชนิด โดยบล็อกประสาน (Interlocking block) เป็นหนึ่งในวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากถูกพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก ทำให้สะดวกในการก่อสร้าง เน้นการใช้วัสดุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราาย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสมอัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน ได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรง มีรูปลักษณะพิเศษสามารถใช้ก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป

หินแอนดีไซต์ (Andesite) เป็นหินอัคนี มีเนื้อละเอียด และมักเป็นดอก สีเทาอมเขียว เทา ดำปนเทา ม่วงปนเขียว แหล่งหินแอนดีไซต์ที่สำรวจพบในเขตประทานบัตร เกิดเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ และพบหินตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึงความลึกมากกว่า 40 เมตร หินมีการแผ่กระจายตัวเป็นบริเวณกว้างทั้งในแนวระนาบและแนวตั้ง บริเวณที่พบตามขอบที่ราบสูงโคราช เช่น จังหวัดนครราชสีมา สระบุรี เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครนายก แพร่ อุตรดิตถ์ ลำปาง ทางภาคตะวันออก จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดตราด เป็นต้น ซึ่งโครงการวิจัยนี้ศึกษาหินแอนดีไซต์ในเหมืองแร่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ปัจจุบันมี

อยู่แหล่งเดียว คือ โรงโม่หิน หจก.พุดพิงษ์ ก่อสร้าง โดยบริเวณโรงโม่หินมีเศษหินเหลือทิ้งจากกระบวนการทำเหมืองและบดย่อยแร่แอนดีไซต์ กองอยู่บริเวณโดยรอบพื้นที่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 1) การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะเป็นการนำไปถมที่ ซึ่งมีราคาถูกมาก ดังนั้นการนำเศษหินแอนดีไซต์มาใช้เป็นมวลรวมสำหรับผสมในผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน จึงเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าทรัพยากรในท้องถิ่น ช่วยสร้างรายได้ให้ชาวบ้านในจังหวัดเพชรบูรณ์และพื้นที่อื่น ๆ ที่มีแหล่งเหมืองแร่แอนดีไซต์อยู่อย่างต่อเนื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1, 2) เศษหินแอนดีไซต์ จังหวัดเพชรบูรณ์ (รูปที่ 2), 3) น้ำประปา, 4) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล, 5) เครื่องผสมคอนกรีต, 6) เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก (รูปที่ 3), 7) แบบหล่อบล็อกประสานขนาด 10 x 20 x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร, 8) ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ขนาดมวลรวม, 9) ชุดอุปกรณ์ทดสอบการดูดกลืนน้ำ, 10) ชุดทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนและ 11) เครื่องทดสอบแรงกด (UTM)

อัตราส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมเศษหินแอนดีไซต์ ทำการผสมโดยควบคุมปริมาณความชื้นโดยการใส่ประสาทสัมผัส ในการกำหนดปริมาณน้ำ ดังตารางที่ 1



รูปที่ 1 กองหินฝุ่นแอนด์ไซด์บริเวณโรงโม่หิน หจก.พฤษพิพัทธ์ ก่อสร้าง



รูปที่ 2 ลักษณะของเศษหินแอนด์ไซด์เมื่อมองด้วยตาเปล่า



รูปที่ 3 เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก

ตารางที่ 1 การกำหนดอัตราส่วนผสมของบล็อกประสานโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	เศษหินแอนดิไซด์	น้ำ
1: 6	1	6	0.16
1: 7	1	7	0.17
1: 8	1	8	0.18
1: 9	1	9	0.19
1: 10	1	10	0.20
1: 11	1	11	0.21

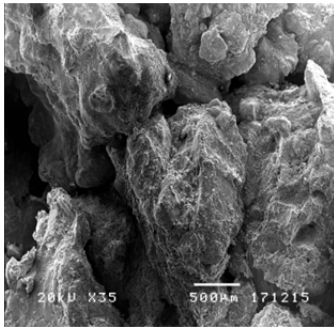
วิธีการดำเนินงานโดยเริ่มจากการทำการตวงส่วนผสมตามที่กำหนดจากนั้นผสมเศษหินแอนดิไซด์กับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อย ๆ เติมน้ำ ซึ่งสามารถสังเกตปริมาณน้ำที่พอเหมาะได้จากการใช้มือกำส่วนผสมว่าสามารถจับตัวกันเป็นก้อนได้ดี นำส่วนผสมดังกล่าวเข้าเครื่องอัดบล็อกประสานทันที ทำการอัดบล็อกประสานโดยใช้มือโยก ถอดแบบออก และบ่มบล็อกประสานตามอายุที่ต้องการแล้วนำไปทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602-2547) เรื่องอิฐบล็อกประสาน [1] ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป น้ำหนักเมื่ออบแห้ง การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงอัด (รูปที่ 4) และทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานตามมาตรฐาน ASTM C 177-10 [2]

ผลการทดลองและวิจารณ์

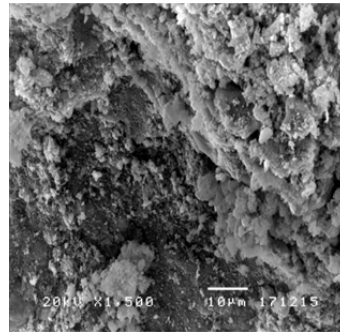
จากการนำตัวอย่างบล็อกประสานมาส่งขยายถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่อัตราส่วนต่าง ๆ ได้ผลการถ่ายภาพดังรูปที่ 5 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของบล็อกประสานตามมาตรฐาน มผช.602-2547 ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2 และรูปที่ 6 การทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานตามมาตรฐาน ASTM C 177-10 ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 7



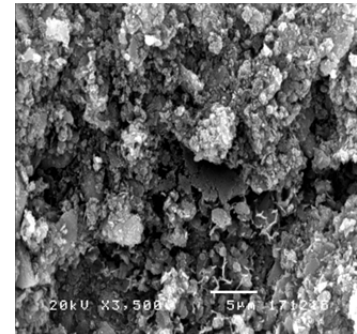
รูปที่ 4 การทดสอบความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสาน



ก. ภาพขยายขนาด 35 เท่า

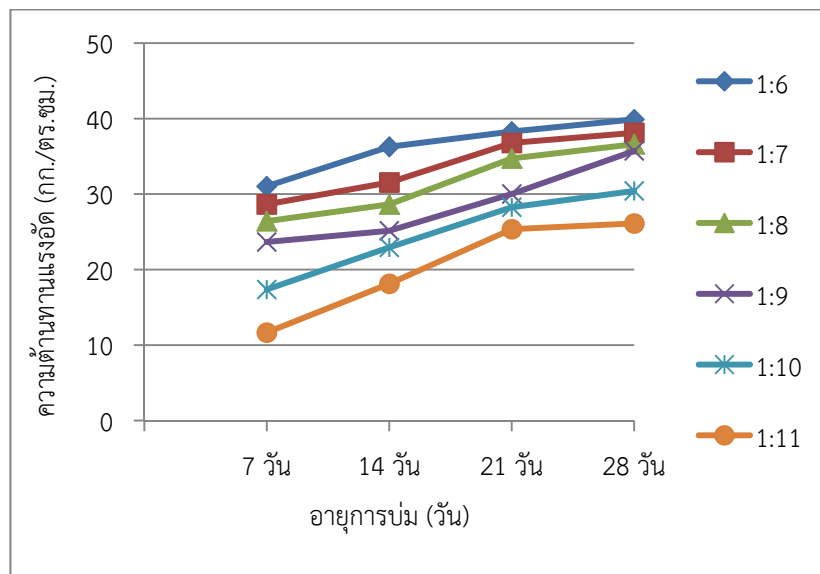


ข. ภาพขยายขนาด 1,500 เท่า

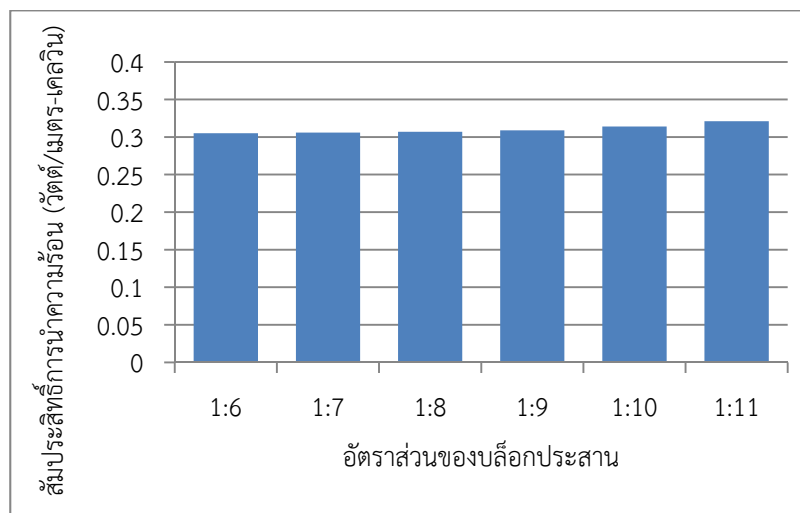


ค. ภาพขยายขนาด 3,500 เท่า

รูปที่ 5 ภาพขยายลักษณะเนื้อบล็อกรักรสานที่ขนาดกำลังขยายต่าง ๆ



รูปที่ 6 ความต้านทานแรงอัดของบล็อกรักรสาน



รูปที่ 7 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกรักรสาน

ผลการตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานผสมเศษหินแร่แอนดิไซด์ ที่มีส่วนผสมตามตารางที่ 1 พบว่าบล็อกประสานทุกอัตราส่วนมีขนาดหรือมิติเป็นไปตามต้องการโดยไม่มีการขยายหรือหดตัว แต่ในด้านลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานที่มีปริมาณเศษหินแร่แอนดิไซด์มากเท่ากับ อัตราส่วน 1:11 นั้น ขอบของบล็อกประสานมีการแตกบิ่นได้ง่าย เนื่องจากปูนซีเมนต์ทำหน้าที่ยึดเกาะมวลรวมมีปริมาณไม่เพียงพอ ทำให้เศษหินแร่แอนดิไซด์เกิดการหลุดและแตกบิ่นโดยเฉพาะบริเวณขอบที่มีพื้นที่การยึดเกาะน้อย และมีการไหลของส่วนผสมเข้าแบบได้ไม่ค่อยดี [3]

จากการส่องกล้องขยายถ่ายภาพเนื้อมวลบล็อกประสานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) จะเห็นได้ว่าเนื้อมวลบล็อกประสานมีลักษณะคล้ายกับการก่อตัวของเนื้อคอนกรีตบล็อกทั่วไป มีช่องว่างของโพรงอากาศที่สามารถดูดซึมน้ำได้ ดังตารางที่ 2

น้ำหนักเมื่ออบแห้งและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมเศษหินแร่แอนดิไซด์ในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเพิ่มปริมาณของเศษหินแร่แอนดิไซด์ ที่ส่งผลให้บล็อกประสานมีน้ำหนักต่อก้อนลดลง และน้ำที่ถูกดูดเข้าไปภายในบล็อก โดยอัตราส่วน 1:6 เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเศษหินแร่แอนดิไซด์ต่ำที่สุด มีน้ำหนักอบแห้งต่อก้อนมากที่สุด และมีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด รองลงมาคืออัตราส่วน 1:7, 1:8, 1:9, 1:10 และ 1:11 เป็นอัตราส่วนที่มีน้ำหนักอบแห้งต่อก้อนน้อยที่สุด และมีการดูดซึมน้ำสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากความพรุนของเศษหินแร่แอนดิไซด์ (ซึ่งเป็นหินภูเขาไฟชนิดหนึ่ง) ที่นำมาผสม [4-5] ซึ่งความพรุนที่มาก จะมีช่องว่างสำหรับอากาศและการดูดกลืนน้ำมาก อย่างไรก็ตามทุกอัตราส่วนยังคงมีการดูดกลืนน้ำที่ไม่เกินจากมาตรฐาน มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน [1] กำหนดไว้

จากรูปที่ 6 พบว่า ความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานมีแนวโน้มลดลงเมื่อผสมเศษหินแร่แอนดิไซด์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยบล็อกประสานที่มีปริมาณมวลรวมจากเศษหินแร่แอนดิไซด์น้อยที่สุดอย่างอัตราส่วน 1:6 นั้น มีค่าความต้านทานแรงอัดสูงที่สุด รองลงมาคืออัตราส่วน 1:7, 1:8, 1:9, 1:10 และ 1:11 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงอัดต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะเนื้อหินแร่แอนดิไซด์ที่นำมาผสมมีความพรุนสูงกว่าหินปูนทั่วไป ทำให้มีพื้นที่รับแรงค่อนข้างต่ำ เมื่อผสมหินแร่แอนดิไซด์ในปริมาณมาก พื้นที่รับแรงอัดจึงลดลง ส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดมีค่าลดลงตามไปด้วย [4-6] ทั้งนี้เมื่อเทียบความกับมาตรฐาน มผช.602-2547 เรื่อง อิฐบล็อกประสานที่กำหนดให้ความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักมีค่าไม่ต่ำกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน เห็นได้ว่าทุกอัตราส่วนสามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

จากรูปที่ 7 พบว่าเมื่อผสมเศษหินแร่แอนดิไซด์ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ได้ส่งผลต่อการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้น และทุกอัตราส่วนมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนใกล้เคียงกันที่ประมาณ 0.3 วัตต์/เมตร-เคลวิน ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อมวลบล็อกประสานที่มีการอัดแน่นในการตวงส่วนผสมก่อนเทลงแบบ โดยกำหนดให้แต่ละก้อนมีน้ำหนักเท่ากันทุกก้อน จึงส่งผลให้เนื้อมวลบล็อกประสานทุกอัตราส่วนมีความแน่นเท่ากัน ถึงแม้จะกำหนดอัตราส่วนแตกต่างกันก็ตาม อย่างไรก็ตามการที่บล็อกประสานที่ผสมเศษหินแร่แอนดิไซด์เป็นมวลรวมจะมีคุณสมบัติในด้านความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีต อิฐมอญ และคอนกรีตบล็อก ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 1.28, 1.15 และ 0.519 วัตต์/เมตร-เคลวิน ตามลำดับ [7]

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสาน

อัตราส่วน	น้ำหนักแห้ง (กก.)	อัตราการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
1: 6	3.35	7.95
1: 7	3.27	8.24
1: 8	3.20	8.57
1: 9	3.14	9.05
1: 10	3.09	9.45
1: 11	3.03	10.23

สรุป

ผลการวิจัยเรื่อง การใช้เศษหินของเหมืองแร่ แอนดิไซต์สำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน สามารถสรุปได้ว่า เศษหินแอนดิไซต์ จากเหมืองหินจังหวัด เพชรบูรณ์ สามารถนำมาขึ้นรูปและใช้งานเป็นบล็อก ประสานชนิดไม่รับน้ำหนักได้ดี โดยปริมาณน้ำหนักของ เศษหินแอนดิไซต์สามารถผสมเข้าไปได้ถึงอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ต่อเศษหินแอนดิไซต์ เท่ากับ 1:10 โดยที่มี คุณสมบัติผ่านตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ชุมชน (มผช.602-2547) เรื่อง อิฐบล็อกประสานชนิดไม่ รับน้ำหนักได้ และจากผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าปริมาณ เศษหินแอนดิไซต์ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักแห้งต่อก่อน ลดลง การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น ความต้านทานแรงอัดลดลง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ การผสมเศษหินแอนดิไซต์ในปริมาณมาก ยังสามารถลด ต้นทุนในการผลิตบล็อกประสานภายในชุมชนได้ และเป็น การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ภายใน ท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป ควรทำการ คัดขนาดของเศษหินแอนดิไซต์เพื่อให้มีขนาดละเอียดขึ้น และควรนำเศษหินแอนดิไซต์ไปพัฒนาเป็นมวลรวม ในผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างประเภทอื่น ๆ ให้เกิดความ หลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชภัฏจันทรเกษม และความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็น ของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai Industrial Standards Institute. 2004. Community product standards on interlocking bricks (TCPS.602-2547). Ministry of Industry. (in Thai)
- [2] 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.
- [3] Chindaprasit, P and Jaturapitakkul, C. 2012. Cement Pozzolan and concrete. 7th edition. Thailand Concrete Association. Bangkok. (in Thai)
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Suweero, K. and Khamput, P. 2018. Utilization of rhyolite fragment for light-weight cement-bonded fiberboard product. 4th EMSES 2018, Kyoto University. Japan. April 3-6. p.94.
- [7] Young, Hugh D. 1992. Hyper Physics. University Physics. Addison Wesley.