



การพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานมวลเบา จากเศษพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง

Development of Light-weight Interlocking Block Product from EVA Plastic Wastes

Prachoom Khamput

ประชุม คำพุฒ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีปทุมธานี 12110

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเศษพลาสติกอีวีเอที่เหลือทิ้งจากโรงงานรองเท้าฟองน้ำ มาเป็นมวลรวมทดแทนมวลรวมหยาบบางส่วนในการผลิตบล็อกประสาน โดยกำหนดส่วนผสมให้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ : หินฝุ่น : น้ำประปา เท่ากับ 1 : 6 : 1.5 โดยน้ำหนัก และกำหนดให้แทนที่หินฝุ่นด้วยเศษพลาสติกอีวีเอบดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ดังนี้ หินฝุ่น : เศษพลาสติกอีวีเอ เท่ากับ 5.960 : 0.040, 5.955 : 0.045, 5.950 : 0.050, 5.945 : 0.055 และ 5.940 : 0.060 ตามลำดับ ทำการผสมและอัดขึ้นรูปบล็อกประสานโดยใช้เครื่องอัดแบบมือโยก ได้เป็นตัวอย่างบล็อกประสาน ขนาด 12.5x25x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐาน มพข.602-2547 ทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนตามมาตรฐาน ASTM C177 ผลการทดสอบพบว่า น้ำหนักต่อก้อนการหดตัวแห้ง การดูดกลืนน้ำ ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงเมื่อผสมเศษพลาสติกอีวีเอในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยทุกอัตราส่วนมีคุณสมบัติทั้งหมดผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังนั้นสามารถนำเศษพลาสติกอีวีเอมาเป็นมวลรวมสำหรับผสมทดแทนหินฝุ่นบางส่วนในผลิตภัณฑ์บล็อกประสานได้ และยังมีข้อดีในด้านสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนที่ดีกว่าบล็อกประสานทั่วไป

คำสำคัญ : เศษพลาสติกอีวีเอ; บล็อกประสาน; ความต้านทานแรงอัด; สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

Abstract

This research has objective to taking EVA Plastic Wastes from slipper factory as total mass replaced coarse aggregates in produce interlocking block, ratio of cement : stone dust: water supply equal as 1 : 6: 1.5 by weight. Moreover, specify replaced stone dust as EVA plastic waste via sieve no. 4 as follows; stone dust: EVA plastic waste equal as 5.960 : 0.040, 5.955 : 0.045, 5.950 : 0.050, 5.945 : 0.055 and 5.940 : 0.060, respectively. Mixed and casted interlocking block using compressors hand as interlocking block sample, a block size of 12.5 cm x 25 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 weight per pack, water absorption, drying shrinkage, compressive strength and thermal conductivity has downward trend when mixed EVA plastic waste increasing amounts, respectively. All ratios, with all the criteria set so can taking EVA plastic waste is total mass for mixing replaced stone dust in interlocking block products. It also offers advantages in terms of heat insulation properties than general interlocking block.

Keywords : EVA plastic wastes; interlocking block; compressive strength; thermal conductivity

บทนำ

พลาสติกความหนาแน่นต่ำ เป็นวัสดุที่เหมาะสมในการนำรีไซเคิลเพื่อพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดต่างๆ เนื่องจากสามารถช่วยให้วัสดุก่อสร้างมีน้ำหนักเบาลง เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ดูดซับเสียง ยืดหยุ่น รับแรงกระแทกได้ดี และทนทานมากยิ่งขึ้นได้ [1] พลาสติกอีวีเอเป็นพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะโรงงานรองเท้าฟองน้ำ ซึ่งประเทศไทยมีการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์จากพลาสติกนี้ มากเป็นอันดับ 5 ของโลก จึงส่งผลต่อ

ปริมาณขยะเหลือทิ้งที่มากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากพลาสติกอีวีเอ ต้องทำการผลิตเป็นแผ่นก่อน จากนั้นขึ้นรูปด้วยการตัดแผ่นพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ จึงมีเศษพลาสติกที่เหลือทิ้งเป็นขอบของแผ่นอยู่มาก (รูปที่ 1) ปกติโรงงานอาจนำเศษพลาสติกดังกล่าวกลับไปเข้ากระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง แต่การนำเศษพลาสติกไปผสมใหม่ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้อยลง และผสมซ้ำได้เพียงไม่กี่ครั้ง ด้วยเหตุนี้เศษพลาสติกอีวีเอจึงเป็นขยะเหลือทิ้งที่ยากต่อการกำจัดอย่างมาก



รูปที่ 1 ขยะพลาสติกอีวีเอที่เหลือทิ้งจากการขึ้นรูปรองเท้าฟองน้ำ

บล็อกประสาน (Interlocking Block) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้รับความนิยมมากในชุมชน ถูกออกแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก ทำให้สะดวกในการก่อสร้าง เน้นการใช้วัสดุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราช หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ มาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสมอัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัด แล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งประมาณ 10 วัน ได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรง มีรูปลักษณะพิเศษ สามารถใช้ในการก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัด [2] ปัญหาของบล็อกประสานที่สำคัญ คือ มีน้ำหนักมาก แต่ความแข็งแรงที่ไม่มากนัก แม้ว่าการบวนการผลิตบล็อกประสานจะเป็นการอัดด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังสูง ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณภาพของมวลรวมและขนาดกะที่มีดินเป็นส่วนประกอบค่อนข้างมาก รวมทั้งปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่น้อย ทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคอยู่มาก การเชื่อมประสานของปูนซีเมนต์ที่ไม่ได้เติมเต็มช่องว่างระหว่างมวลดิน เป็นการเชื่อมประสานที่จุดสัมผัส และจะส่งถ่ายกำลังไปสู่อนุภาคของมวลดินแทน ถ้าดินหรือหินที่มีขนาดกะที่ดี และมีอนุภาคที่แข็งแรง ทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานสูงขึ้น คล้ายกับหลักการของดินซีเมนต์ (Soil Cement) ได้ หากสามารถพัฒนาให้น้ำหนักของบล็อกประสานน้อยลงได้ จะช่วยให้เกิดความสะดวกในการขนส่งมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ฝุ่นหินปูน จากเหมืองหิน จ.สระบุรี (รูปที่ 2) เศษพลาสติกอีวีเอ จากโรงงานรองเท้า จ.สมุทรปราการ มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (รูปที่ 3) น้ำประปาเครื่องชั่งน้ำหนักเครื่องผสมคอนกรีต, เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก(รูปที่ 4)แบบหล่อบล็อกประสาน ขนาด 12.5x25x10 ลูกบาศก์เซนติเมตรชุดอุปกรณ์ทดสอบการดูดกลืนน้ำชุดอุปกรณ์ทดสอบการหดตัวแห้งชุดทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนและเครื่องทดสอบเบรคประสงค์
2. ออกแบบอัตราส่วนผสมจากการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนบล็อกประสานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ให้มีปริมาณพลาสติกอีวีเอต่างๆ ดังตารางที่ 1
3. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน โดยทำการเทส่วนผสมทั้งหมดลงในเครื่องผสมคอนกรีต ทอยเติมน้ำ พร้อมกับผสมจนส่วนผสมเข้ากัน แล้วนำเข้าเครื่องอัดบล็อกประสาน โยกอัดและดันก้อนบล็อกประสานขึ้น แล้วทำการบ่มภายในสภาพอากาศปกติ



รูปที่ 2 ลักษณะโดยทั่วไปของฝุ่นหินปูน



รูปที่ 3 เศษพลาสติกอีวีเอนขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4



รูปที่ 4 เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก

ตารางที่ 1 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของบล็อกประสาน

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	ฟูนหิน	อีวีเอ	น้ำประปา
E0.00	1	6	-	1.5
E0.04	1	5.960	0.040	1.5
E0.045	1	5.955	0.045	1.5
E0.05	1	5.950	0.050	1.5
E0.055	1	5.945	0.055	1.5
E0.06	1	5.940	0.060	1.5

4. ทดสอบสมบัติต่างๆ ของตัวอย่างบล็อกประสานตามมาตรฐาน มพข.602-2547[3] ประกอบด้วย น้ำหนักต่อน้ำ การดูดกลืนน้ำ การหดตัวแห้ง ความต้านทานแรงอัด (รูปที่ 5) และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C 177-10 [4]

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของบล็อกประสานตามมาตรฐาน มพข.602-2547และทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสาน

ตามมาตรฐาน ASTM C 177-10 ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2 และรูปที่ 6 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

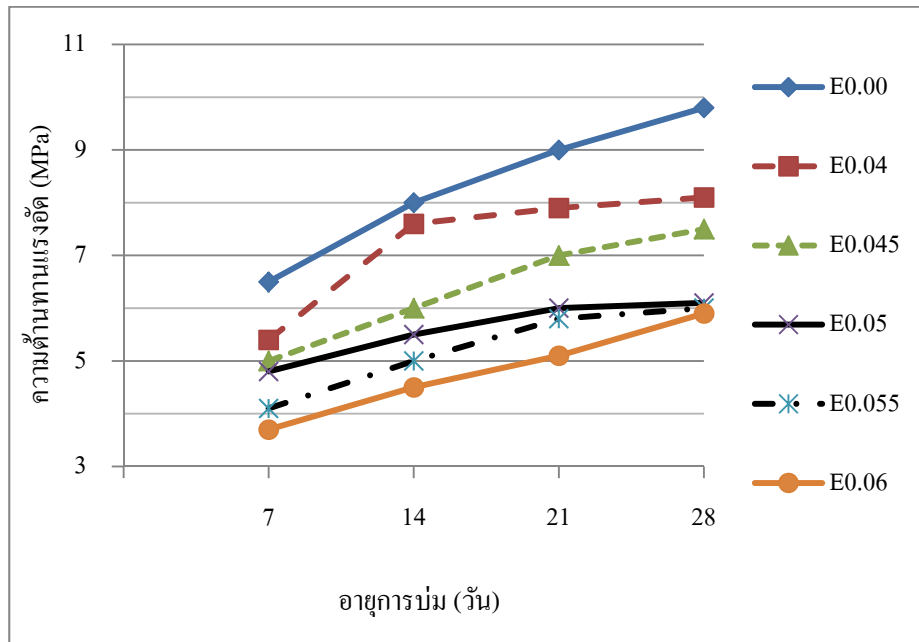
การตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของบล็อกประสานมวลเบาผสมเศษพลาสติกอีวีเอที่มีส่วนผสมตามตารางที่ 1 พบว่าบล็อกประสานทุกอัตราส่วนมีขนาดหรือมิติเป็นไปตามต้องการโดยมีการขยายตัวเพียงเล็กน้อยในอัตราส่วนที่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอในปริมาณที่สูง แต่ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน มพข.602-2547ที่กำหนดว่าต้องคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร



รูปที่ 5 การทดสอบความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสาน

ตารางที่ 2 สมบัติต่างๆ ของตัวอย่างบล็อกประสาน

อัตราส่วน	น้ำหนักต่อน้ำ (กก.)	การดูดกลืนน้ำ (กก./ลบ.ม.)	การหดตัวแห้ง (%)	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m.-K)
E0.00	6.17	175	0.069	0.233
E0.04	5.95	171	0.066	0.215
E0.045	5.74	169	0.066	0.207
E0.05	5.62	168	0.065	0.198
E0.055	5.61	164	0.063	0.196
E0.06	5.60	161	0.062	0.195



รูปที่ 6 ความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสาน

จากตารางที่ 2 บล็อกประสานที่มีปริมาณเศษพลาสติกอีวีเอมาก มีน้ำหนักเมื่ออบแห้งต่อก้อนเบา กว่าบล็อกประสานที่ไม่มีเศษพลาสติกอีวีเอทำให้บล็อก ประสานที่มีเศษพลาสติกอีวีเอมากที่สุดอย่างอัตราส่วน E0.06 มีน้ำหนักต่อก้อนน้อยที่สุด และมีน้ำหนักต่อก้อน เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนเศษพลาสติกอีวีเอที่ลดลง คือ อัตราส่วน E0.055, E0.05, E0.045, E0.04 และอัตราส่วน E0.00ซึ่งไม่มีเศษพลาสติกอีวีเอมีน้ำหนักต่อก้อน มากที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากค่าความถ่วงจำเพาะ ของเศษพลาสติกอีวีเอ (0.926-0.950) มีค่าต่ำกว่าฝุ่น หินปูน (2.70) มาก[5-6] ส่วนค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย 5 ก้อน มีแนวโน้มลดลงเมื่อบล็อกประสานที่มีปริมาณ เศษพลาสติกอีวีเอมาก คือ อัตราส่วน E0.06 มีการดูดกลืน น้ำต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน E0.055, E0.05, E0.045, E0.04 และอัตราส่วน E0.00 มีการดูดกลืนน้ำ สูงที่สุด ตามลำดับ มีสาเหตุมาจากลักษณะของเศษ พลาสติกที่มีความทึบน้ำ แตกต่างจากฝุ่นหินปูนที่มีรูพรุน

ในเนื้อมาก ทำให้การเพิ่มปริมาณเศษพลาสติกอีวีเอช่วย ลดการดูดกลืนน้ำได้ดี [7-8] และเมื่อเปรียบเทียบค่าการ ดูดกลืนน้ำตามมาตรฐาน มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อก ประสาน [3] โดยใช้เกณฑ์การดูดกลืนน้ำสูงสุดตาม น้ำหนักบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง พบว่าบล็อกประสาน ทั้งหมดมีค่าการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

บล็อกประสานที่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอมาก มีแนวโน้มของค่าการหดตัวแห้งที่ต่ำกว่าบล็อกประสานที่ ไม่ผสมหรือมีปริมาณของเศษพลาสติกอีวีเอน้อย เนื่องจากการหดตัวแห้งเป็นพฤติกรรมที่มีผลมาจากการสูญเสีย ความชื้น [9] การที่บล็อกประสานที่มีปริมาณเศษพลาสติก อีวีเอมาก จึงเป็นการลดพื้นที่การสูญเสียความชื้น เพราะ เศษพลาสติกอีวีเอเป็นวัสดุที่ขอมให้ความชื้นผ่านออกไป ได้ยาก ทำให้บล็อกประสานที่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอมากมี การหดตัวแห้งต่ำลงดังกล่าว ทั้งนี้ผลของการหดตัวแห้งที่ มากหรือน้อย ไม่ถูกนำมาพิจารณาคุณภาพของอิฐบล็อก ประสานตาม มผช.602-2547 [3]

ผลการทดสอบกำลังอัดหรือความต้านทานแรงอัดในรูปที่ 6 พบว่าบล็อกประสานที่ไม่มีเศษพลาสติกอีวีเออย่างในอัตราส่วน E0.00 นั้น เป็นบล็อกประสานที่มีค่ากำลังอัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน E0.04, E0.045, E0.05, E0.055 และอัตราส่วน E0.06 เป็นอัตราส่วนที่มีกำลังอัดต่ำที่สุด เนื่องจากเศษพลาสติกอีวีเอเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูงทำให้การรับแรงอัดทำได้ไม่ดี เมื่อถูกแทรกอยู่ในบล็อกประสานแล้ว พื้นที่รับแรงอัดจึงลดน้อยลง ค่ากำลังอัดของบล็อกประสานดังกล่าวจึงต่ำลง อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการทดสอบกำลังอัดของบล็อกประสานที่ได้กับมาตรฐาน มพข. 602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน [3] ที่กำหนดให้กำลังอัดของบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก มีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะพาสคัล ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าบล็อกประสานทั้งที่มีและไม่มีเศษพลาสติกอีวีเอเป็นส่วนผสมทุกอัตราส่วน สามารถผ่านตามมาตรฐานกำหนด

สำหรับผลทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสานที่ผสมและไม่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอในตารางที่ 2 นั้น พบว่าบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกอีวีเอ มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดต่ำลงเมื่อมีการผสมเศษพลาสติกอีวีเอ ในปริมาณที่มากขึ้น ทั้งนี้เศษพลาสติกอีวีเอมีผลทำให้ความร้อนผ่านเนื้อของบล็อกประสานได้ช้าลง เนื่องจากคุณสมบัติความเป็นฉนวนของเศษพลาสติก [10] ดังนั้น เศษพลาสติกอีวีเอจึงเป็นมวลรวมที่มีส่วนในการพัฒนาสมบัติด้านความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของบล็อกประสานให้ดียิ่งขึ้น โดยเมื่อเทียบกับคอนกรีต อิฐมอญ และคอนกรีตบล็อกทั่วไป ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 1.28, 1.15 และ 0.519 วัตต์/เมตร-เคลวินตามลำดับ [11]

สรุป

จากการทดสอบบล็อกประสานที่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอจากโรงงานรองเท้า จังหวัดสมุทรปราการ

สามารถสรุปอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ คือ อัตราส่วน E0.06 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนบล็อกประสานที่มีสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ผ่านตามที่มาตรฐาน มพข. 602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักกำหนด คือ การดูดกลืนน้ำสูงสุด ต้องไม่เกิน 208 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความต้านทานแรงอัด ต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล นอกจากนี้ บล็อกประสานที่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอยังมีน้ำหนักเบากว่าบล็อกประสานปกติทั่วไป และจุดเด่นที่สำคัญคือเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมเศษพลาสติกอีวีเอ (EVA0.00) มาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำมาก เท่ากับ 0.195 วัตต์ต่อเมตร-องศาเคลวิน ดังนั้นการนำเศษพลาสติกอีวีเอที่เหลือทิ้งจากโรงงานไปใช้เป็นมวลรวมทดแทนหินฝุ่นบางส่วน สามารถลดปริมาณเศษพลาสติกเหลือทิ้งจากโรงงานรองเท้าได้ดี และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยการพัฒนาบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกอีวีเอต่อไปนั้น ควรมีการเพิ่มเติมผงสีเข้าไปในส่วนผสม เพื่อช่วยให้บล็อกประสานมีสีสันตามต้องการและสามารถจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Prachoom, K. and Kittipong, S. 2012. Using plastic wastes from shoe factories as aggregates in light-weight concrete block products.

- Proceeding of 11th National Environmental Conference. Thailand Environment Institute, Bangkok. (in Thai)
- [2] Prachoom, K., Somkiat, R. and Kittipong, S. 2011. Interlocking block from kaolinite top soil. Proceeding of 4th Rajamangala University of Technology Conference, Chonburi. (in Thai)
- [3] Thai Industrial Standards Institute (TISI). 2004. Thai community product standard of interlocking block (TCPS 602-2004). Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry. (in Thai)
- [4] 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.
- [5] Danupon, T. 2009. Minerals. 2nd Ed. Faculty of Engineering, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [6] Danupon, T. 2010. Minerals and rocks. 2nd Ed. Faculty of Engineering, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [7] Aly, T. and Sanjayan, J.G. 2010. Effect of Pore-Size Distribution on Shrinkage of Concretes. Journal of Materials in Civil Engineering, Vol.22, pp.525-532.
- [8] McCrum, N.G., Buckley, C.P. and Bucknall, C.B. 1997. Principles of Polymer Engineering. Oxford University Press. 2nd Ed. pp.447.
- [9] Vinit, Ch. 1996. Concrete technology. 8th Ed. Por. Samphan printing services. Bangkok. (in Thai)
- [10] Khamput, P., Tantavoranart, S. and Suweero, K. 2014. Improving the Thermal Insulation Properties of the Concrete Block with EVA Plastic Scrap. KCU-IENC2014, Pullman KhonKaen Raja Orchid Hotel, KhonKaen. p.12.
- [11] Young, Hugh D. 1992. Hyper Physics. University Physics. Addison Wesley.