การศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีน

ทวีศักดิ์ รุ่งศักดิ์ทวีกุล[1] และประชุม คำพุฒ[2*]
thaweesak.run@rmutr.ac.th[1], prachoom_k@rmutt.ac.th[2*]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล
[2] หน่วยวิจัยวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: November 9, 2023 Revised: January 17, 2024 Accepted: February 1, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ที่อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ : ทราย : หินฝุ่น เท่ากับ 1 : 2 : 6 โดยน้ำหนัก ใช้น้ำในสัดส่วนร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรม และการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีต ค่าร้อยละการดูดซึมที่อายุ 7 วัน และค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของขยะพลาสติกพอลิสไตรีนร้อยละ 15 ให้คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมดีที่สุด มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย เท่ากับ 2,258.72 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.49 และค่ากำลังต้านทานแรงอัดเฉลี่ยที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 มีค่าเท่ากับ 50.10, 53.16 และ 53.73 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.58-2560 ชนิดไม่รับน้ำหนัก การทดสอบการถ่ายเทความร้อน 60 นาที โดยใช้ไฟสปอตไลท์ให้ความร้อน T1(ฝั่งปล่อยความร้อน) มีอุณหภูมิเริ่มต้น 35 ℃ เริ่มบันทึกค่า T2 (ฝั่งรับความร้อน) บันทึกค่าอุณภูมิต่างระหว่าง T1-T2 โดยอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 35-70 ℃ ผลการทดสอบค่าการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกที่ผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีนร้อยละ 15 มีค่าการนำความร้อน เท่ากับ 3.368 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ค่าการต้านทานความร้อน เท่ากับ 0.021 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อก เท่ากับ 48.116 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน การใช้ขยะพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายร้อยละ 15 ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนเป็นไปในทางที่ดีอีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการนำขยะพลาสติกมาใช้จัดการในการใช้ประโยชน์เป็นวัสดุก่อสร้างที่ต่อยอดได้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อก พอลิสไตรีน การถ่ายเทความร้อน

The Engineering Properties and Heat Transfer of Concrete Block Mixed with Polystyrene

Thaweesak Rungsakthaweekul[1] and Prachoom Khamput[2*]
thaweesak.run@rmutr.ac.th[1] and prachoom_k@rmutt.ac.th[2*]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Wangklaikangwon Campus
[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: November 9, 2023 Revised: January 17, 2024 Accepted: February 1, 2024

Abstract

Study of engineering properties and heat transfer of concrete blocks mixed with plastic waste. Polystyrene replaces sand in the ratios of 0, 5, 10, and 15 percent. The mixing ratio of cement: sand: rock dust is equal to 1: 2: 6 by weight. Water is used in the proportion of 10 percent of the total weight of the mixture. To study engineering properties and heat transfer of concrete Percent absorption value at 7 days and compressive strength of concrete blocks at 7, 14, and 28 days of incubation. Studies have shown that a ratio of 15 percent to polystyrene waste gives the best engineering properties. It has an average density value of 2,258.72 kg/m^3. The average water absorption value was equal to 6.49 percent and the average compressive strength at curing ages 7, 14, and 28 were equal to 50.10, 53.16, and 53.73 kg/cm^2, respectively, which values were by TIS 58-2017 standards, non-stick type. Bear weight 60-minute heat transfer test using a heat spotlight. T1 (heat emitting side) has an initial temperature of 35 °C. Start recording values. T2 (heat receiving side) records the temperature difference between T1-T2, with the temperature between 35-70 °C. The heat transfer test results of concrete blocks mixed with 15 percent polystyrene plastic waste had a thermal conductivity equal to 3.368 W/m·k. The thermal resistance value is 0.021 m^2·k/W. and the heat transfer coefficient of the concrete block is 48.116 W/m^2·k. Using polystyrene plastic waste instead of 15 percent sand results in good heat transfer values and is also a guideline for managing plastic waste to be used as construction materials. that can be developed commercially in the future

Keywords: Concrete block, Polystyrene, Heat transfer

1. บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เรารับรู้แต่ประโยชน์ของพลาสติก และไม่ตระหนักถึงผลกระทบของพลาสติกต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ระบบนิเวศธรรมชาติ และสภาพภูมิอากาศ พลาสติกกลายเป็นปัญหาจากการที่เราใช้พลาสติกอย่างฟุ่มเฟือย และจากการสืบค้นสถิติทั่วโลกมีแนวโน้มที่ปริมาณการใช้พลาสติกยังคงมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณขยะพลาสติกมีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้ในปัจจุบันการรณรงค์เพื่อลดปริมาณขยะพลาสติกนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น แต่การจัดการกับขยะพลาสติกยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ [1] รวมถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่มีแนวโน้มที่รุนแรงมากขึ้น จะเห็นได้จากภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือภาวะอุณหภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่ส่งผลให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2021)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนา การเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และการขยายตัวของประชากรเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดความต้องการในการก่อสร้างด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งคอนกรีตบล็อกเป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างที่ได้รับความนิยมและแพร่หลายในการสร้างบ้านพัก รวมไปถึงที่อยู่อาศัยต่างๆ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ใช้งานได้ง่าย มีความสะดวก รวดเร็ว และสวยงาม [2] นอกจากนั้นยังสามารถก่อสร้างได้ด้วยตัวเอง และทำให้สามารถลดต้นทุนในการก่อสร้างได้มากกว่าการก่อสร้าง ซึ่งคอนกรีตบล็อกมีส่วนผสมของทราย ในการใช้ทรายปริมาณเพิ่มมากขึ้นนั้น จะส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย

ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาการนำขยะพลาสติกประเภทพอลิสไตรีน ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น คือ มีความแข็งแรงมาก ไม่ยืดหยุ่น เปราะ ไม่ดูดความชื้น และที่สำคัญเป็นฉนวน จึงนำพลาสติกประเภทนี้มาทดแทนทราย เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการแทนที่ทราย เพื่อทดสอบคุณสมบัติการรับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อก เป็นการใช้ประโยชน์จากการนำขยะพลาสติกและลดภาวะสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์

ในวิจัยนี้จึงมีความสนใจการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีน เพื่อนำขยะพลาสติกมาทดแทนทราย รวมไปถึงการพัฒนาให้ได้บล็อกคอนกรีตสำเร็จรูปผสมขยะพลาสติกที่มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม [3]

2.1 เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตบล็อกมาตรฐานกับคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกมาตรฐานกับคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีน

2.3 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการแทนที่ทรายด้วยขยะพลาสติกพอลิสไตรีน

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

ในกระบวนการดำเนินงานวิจัยซึ่งเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีน วัสดุที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตรา ทีพีไอ ตามมาตรฐาน ASTM C 150 2) มวลรวมละเอียด ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 ค้างเบอร์ 100 3) หินฝุ่นผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 ค้างเบอร์ 100 และ 4) พลาสติกพอลิสไตรีนค้างตะแกรงเบอร์ 16 และ 30

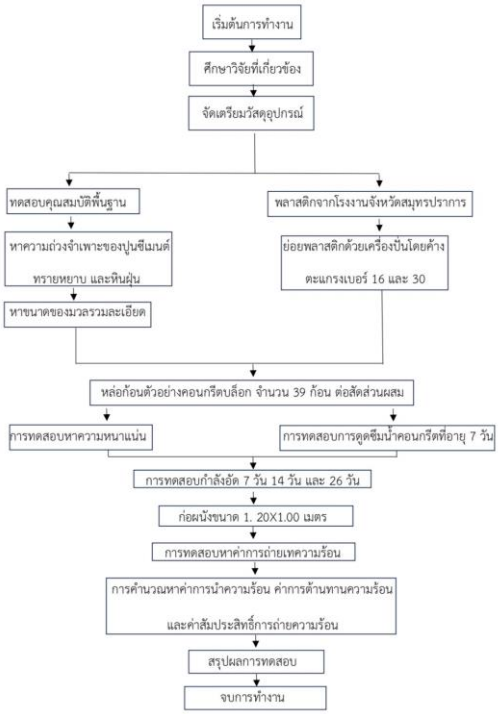
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

ประกอบด้วยอุปกรณ์ 1) เครื่องทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด ขนาด 2,000 กิโลนิวตัน รุ่น STS-C902V 2) เครื่องทดสอบการถ่ายเทความร้อน รุ่น CENTER 306 3) เครื่องเขย่าตะแกรงร่อนและชุดตะแกรงร่อน 4) เครื่องบดหิน รุ่น VE Wegter 5) เครื่องปั่นเอนกประสงค์ 6) ไฟส่องป้ายโฆษณา รุ่น Veto Flood Light (สปอร์ตไลท์ LED 400 วัตต์) 7)

เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกและ 8) ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส

3.3 กระบวนการดำเนินการวิจัย

กระบวนการดำเนินงานวิจัยด้วยการนำขยะพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนมาแทนที่มวลละเอียดเพื่อหาค่าคุณสมบัติของการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด และการถ่ายเทความร้อน โดยขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกขนาด 39 X 19 X 7 เซนติเมตร โดยมีผังกระบวนการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

1) การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตบล็อก

อัตราส่วนที่ใช้ในการผสมคอนกรีตใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ทราย : หินฝุ่น เท่ากับ 1 : 2 : 6 โดยมีพลาสติกพอลิสไตรีน เพื่อให้ได้ก้อนตัวอย่างที่ต้องทดสอบสำหรับคอนกรีตบล็อกขนาด 39 X 19 X 7 เซนติเมตร รายละเอียดของสัดส่วนผสม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกผสมด้วยพลาสติก

สูตร	สัดส่วนโดยปริมาตร	สัดส่วน (ร้อยละ)			
		ปูน	ทราย	หินฝุ่น	PS
$CBS_{1.0}$	1: 2: 6	1.00	2.00	6.00	0.00
$CBps_{0.05}$	1: 2: 6	1.00	1.95	6.00	0.05
$CBps_{0.10}$	1: 2: 6	1.00	1.90	6.00	0.10
$CBps_{0.15}$	1: 2: 6	1.00	1.85	6.00	0.15

2) การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติ

2.1) ขั้นตอนการเตรียมพลาสติกพอลิสไตรีน มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ 2 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมพลาสติกพอลิสไตรีน

2.2) ขั้นตอนการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ 3 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 3 การขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกคอนกรีต

3) การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

3.1) การหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์(Specific Gravity of Portland Cement) ตามมาตรฐาน ASTM C 188

3.2) การหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด ตามมาตรฐาน ASTM C 128

3.3) การทดสอบหาขนาดคละของมวลรวมละเอียด และพลาสติกพอลิสไตรีน ตามมาตรฐาน ASTM C 33 [4]

3.4) การทดสอบการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก (Water Absorption) ตามมาตรฐาน ASTM C 128 [5, 6]

3.5) การทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

3.6) การทดสอบค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อก (Compressive Strength Test) [7] มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ 4 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

3.7) การทดสอบหาค่าการถ่ายเทความร้อน มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ 5 ดังต่อไปนี้

รูปที่ 5 การทดสอบหาค่าการถ่ายเทความร้อน

5. ผลการทดลอง

จากการดำเนินงานตามกระบวนการศึกษาในการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการแทนที่ทรายด้วยขยะพลาสติกพอลิสไตรีน คอนกรีตบล็อกที่ใช้ในการทดสอบใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ : ทราย : หินฝุ่น เท่ากับ 1 : 2 : 6 และใช้น้ำในสัดส่วนร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งใช้พลาสติกแทนที่ทรายในสัดส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน สามารถสรุปผลการศึกษาในแต่ละคุณสมบัติ ได้ดังต่อไปนี้

1) การหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์(Specific Gravity of Portland Cement) ตามมาตรฐาน ASTM C 188 มีค่าเท่ากับ 3.13

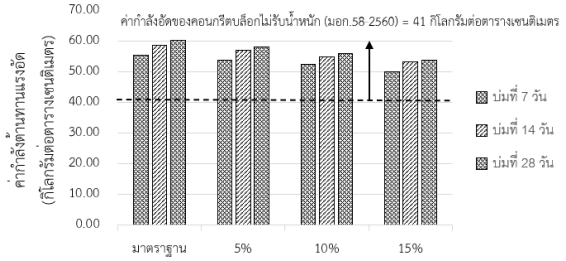
2) การหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดและพลาสติกพอลิสไตรีน ตามมาตรฐาน ASTM C 128 มีค่าเท่ากับ 2.65 และ 2.61 ตามลำดับ

3) การทดสอบหาขนาดคละของมวลรวมละเอียด และพลาสติกพอลิสไตรีน ตามมาตรฐาน ASTM C 33 โดยความละเอียดของมวลรวมสามารถดูได้จากค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus, F.M.) มวลรวมละเอียดที่เหมาะสมในการใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตอยู่ระหว่าง 2.30 - 3.20 ซึ่งค่าน้อยแสดงถึงความละเอียดกว่า จากการทดสอบวิเคราะห์หาขนาดคละของมวลรวม 2 ชนิด ได้แก่ ทราย และพลาสติกพอลิสไตรีน พบว่าค่า F.M. มีค่าเท่ากับ 2.75 และ 2.78 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงความละเอียดมากและค่า F.M. ของพลาสติก PS มีค่าใกล้เคียงกับ F.M. ของทราย

4) การทดสอบหาการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก โดยการใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย [8] ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นอบแห้งเฉลี่ยและการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่ระยะเวลา 7 วัน ในอัตราส่วนผสมที่ 0, 5, 10, และ 15 ตามลำดับ พบว่าค่าความหนาแน่นเฉลี่ยอบแห้งเท่ากับ 2,340.53, 2,326.34, 2,290.32 และ 2,258.72 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.79, 6.68, 6.57 และ 6.49 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 642-97

5) ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นอบแห้งเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่ระยะเวลา 7 วัน ในอัตราส่วนผสมที่ 0, 5, 10, และ 15 ตามลำดับ พบว่าค่าความหนาแน่นเฉลี่ยอบแห้งเท่ากับ 2340.53, 2326.34, 2290.32 และ 2258.72 กิโลกรัมต่อลูกบาศ์เมตร [9]

6) การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อก โดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ และมีอายุการบ่มที่ 7, 14 และ 28 วัน จะให้ค่ากำลังต้านทานแรงอัดที่อายุการบ่ม 7 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.44, 53.75, 52.46 และ 50.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 14 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.64, 56.97, 54.78 และ 53.16 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และที่อายุการบ่ม 28 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.18, 55.93, 55.93 และ 53.73 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ [10] ดังแสดงในรูปที่ 6

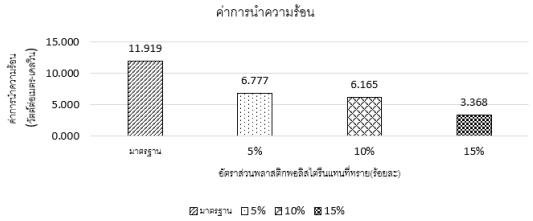


รูปที่ 6 เปรียบเทียบค่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกโดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย

7) การคำนวณหาค่าการนำความร้อน ค่าความต้านทานความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน การทดสอบการถ่ายเทความร้อน [6] โดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เป็นการทดสอบในช่วงระยะเวลาการบ่ม 28 วัน และระยะเวลาในการทดสอบการถ่ายเทความร้อน ตั้งแต่นาทีแรก ถึง 60 นาที โดยจะเก็บอุณภูมิอยู่ในช่วงระยะเวลา 5 นาที คือนาทีที่ 28 ถึง 32 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบเสร็จแล้วทำการให้ความร้อนโดยใช้ไฟสปอตไลท์ทิ้งไว้ให้ T1(ฝั่งปล่อยความร้อน) มีอุณหภูมิถึง 35°C แล้วเริ่มบันทึกค่า แล้ว T2 (ฝั่งรับความร้อน) บันทึกค่าอุณภูมิต่างระหว่าง T1-T2 และทำการคำนวณผลที่ได้ดังนี้

7.1) ค่าการนำความร้อน

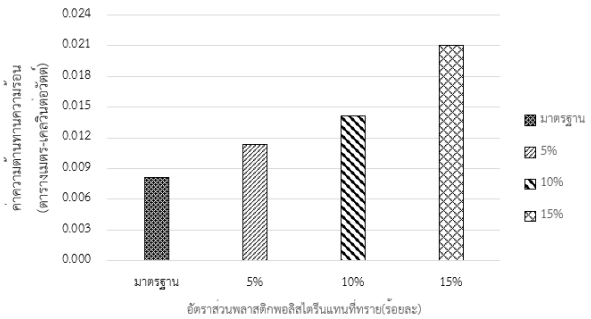
จากการทดสอบการถ่ายเทความร้อนโดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ โดยใช้ก้อนตัวอย่างที่อายุการบ่ม 28 วัน ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 11.919 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน เมื่อนำพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 5 จะมีค่าการนำความร้อน เท่ากับ 6.777 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน และอัตราส่วนร้อยละ 10 จะมีค่า เท่ากับ 6.165 วัตต์ต่อเมตร-เคลวินและอัตราส่วนร้อยละ 15 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 3.368 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน

7.2) ค่าการต้านทานความร้อน

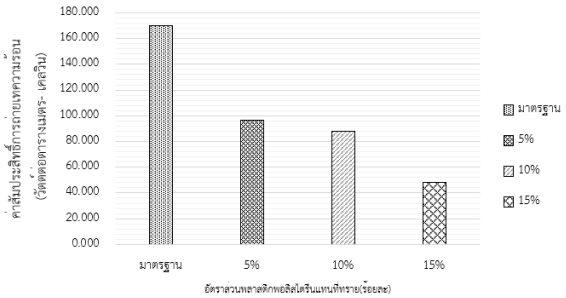
ค่าการต้านทานความร้อนของคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.008 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ เมื่อนำพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 5 จะมีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.011 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ และอัตราส่วนร้อยละ 10 จะมีค่า เท่ากับ ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ และอัตราส่วนร้อยละ 15 มีค่าที่มากที่สุดเท่ากับ 0.021 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ [11, 12] ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการทดสอบค่าการต้านทานความร้อน

7.3) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

จากการทดสอบการถ่ายเทความร้อนโดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยใช้ก้อนตัวอย่างที่อายุการบ่ม 28 วัน จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกมาตรฐานมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 170.266 วัตต์ต่อตารางเมตร- เคลวิน เมื่อนำพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 5 จะมีค่าการนำความร้อนที่ค่าเท่ากับ 96.818 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน และอัตราส่วนร้อยละ 10 จะมีค่า เท่ากับ 88.069 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน และอัตราส่วนร้อยละ 15 มีค่าที่น้อยที่สุด เท่ากับ 48.116 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน [13] ดังแสดงในรูปที่ 9



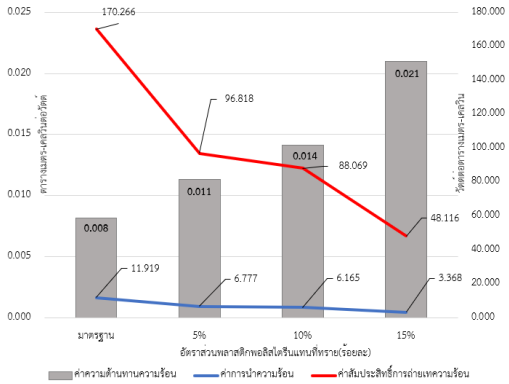
รูปที่ 9 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ผลการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ในเวลาการทดสอบในช่วงเวลา 5 นาที โดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ค่าการนำความร้อนมีค่าเท่ากับ 11.919, 96.777, 6.165 และ 3.368 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่มวลรวมละเอียดในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เมื่อเพิ่มการแทนที่ของขยะพลาสติกพอลิสไตรีนที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นอบแห้งและค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดมีค่าที่น้อยลง ซึ่งจะส่งผลให้ค่ากำลังต้านทานแรงอัดมีค่าที่น้อยลงตามกัน และเมื่อเพิ่มการแทนที่ของขยะพลาสติกพอลิสไตรีนที่เพิ่มมากขึ้น [14]

ซึ่งจะเห็นได้ว่าคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีนมีค่ามากที่สุด และคอนกรีตบล็อกที่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีนมีค่าน้อยลงตามลำดับ เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของพลาสติกเข้าไปในส่วนผสม ซึ่งค่าการนำความร้อนนั้นบ่งบอกถึงความสามารถในการยอมให้ความร้อนไหลผ่านตัวเอง ซึ่งค่ายิ่งน้อยก็จะยิ่งดี ค่าความต้านทานความร้อนของคอนกรีตบล็อก โดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 มีค่าเท่ากับ 0.008, 0.0011, 0.014 และ 0.021 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีนมีค่ามากที่สุด และคอนกรีตบล็อกที่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีนมีค่ามากขึ้นตามลำดับ เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของพลาสติกเข้าไปในส่วนผสม ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนยิ่งมากจะยิ่งดี และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อก โดยใช้พลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 มีค่าเท่ากับ 170.266, 96.818, 88.069 และ 48.116 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน ซึ่งจะเห็นได้ว่าคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีน มีค่ามากที่สุด และคอนกรีตบล็อกที่ผสมพลาสติกพอลิสไตรีนมีค่าน้อยลงตามลำดับ เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของพลาสติกเข้าไปในส่วนผสม ซึ่งค่าสัมสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่มีค่าน้อยจะยิ่งดี [15] ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อน ค่าต้านทานความร้อนและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

จะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนจะมีค่าดีมากยิ่งขึ้น จากการทดสอบครั้งนี้ การแทนที่มวลรวมละเอียดด้วยขยะพลาสติกพอลิสไตรีนในร้อยละ 15 จะมีค่าที่ดีที่สุด ซึ่งจะบอกถึงการทนทานต่อความร้อนได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน

7. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและการถ่ายเทความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมขยะพลาสติกพอลิสไตรีนแทนที่มวลรวมละเอียดในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) การนำทรายมาใช้ผสมในกระบวนการทดสอบควรจะใช้ขนาดคละที่เท่ากันกับขนาดคละของพลาสติกพอลิสไตรีน เพราะอาจจะทำให้ค่าการทดสอบมีความเป็นไปได้มากกว่า และสามารถนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ไปในทิศทางเดียวกันได้

2) การทดสอบการถ่ายเทความร้อน ควรให้ความระมัดระวังในการทดสอบ เช่น สถานที่ก่อผนังแรงลม เวลาในการทดสอบ รวมทั้งความร้อนของตัวให้ความร้อน เพราะอิทธิพลเหล่านี้จะส่งผลให้ค่าของการทดสอบเกิดความคลาดเคลื่อนได้

3) การทดสอบการถ่ายเทความร้อน แทนที่มวลรวมละเอียดด้วยขยะพลาสติกพอลิสไตรีนร้อยละ 15 ดีที่สุด แต่ค่ากำลังต้านทานแรงอัดจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน ซึ่งค่าที่ได้ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานต้านทานแรงอัด จึงสามารถเพิ่มอัตราส่วนในการแทนที่มวลรวมละเอียดได้

4) คอนกรีตบล็อกสามารถนำมาทำการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติเพิ่มเติมได้ เช่น การทดสอบการไหลผ่านของเสียง

8. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ รวมถึงนักศึกษาและอาจารย์ในสาขาวิศวกรรมโยธา ที่ช่วยเสียสละเวลาและองค์ความรู้ในการสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และอาจารย์ประชุม คำพุฒ ผู้ร่วมวิจัยที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Pollution Control Department. Academic publications Roadmap Plastic Waste Management. Ministry of Natural Resources and Environment. 2021. (in Thai)

[2] Paopongpaiboon K, Boonserm K, Chindaprasirt P, Horsakulthai V. The effect of organic solvent patios on mechanical properties and thermal conductivity of walkway block from waste foam residue. The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage. 2019;30(4):121-32. (in Thai)

[3] Thai Industrial Standard (TIS). TIS no. 58-2560 Hollow non-loadbearing concrete masonry units. Ministry of Industry (Thailand), 2017.

[4] Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. ASTM Standard. West Conshohocken, PA, [Internet]. 2019. Available from: www.astm.org: ASTM International. 2019.

[5] Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement. ASTM Standard. West Conshohocken, PA, [Internet]. 2019, Available from: www.astm.org: ASTM International, 2014.

[6] Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. ASTM Standard. West Conshohocken, PA, [Internet]. 2019, Available from: www.astm.org: ASTM International, 2013.

[7] Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars Using 2-in. [or 50-mm] Cube Specimens. ASTM Standard. West Conshohocken, PA, [Internet]. 2019. Available from: www.astm.org: ASTM International, 2020.

[8] Aljerf L. Effect of thermal-cured hydraulic cement admixtures on the mechanical properties of concrete. Intercom-International Ceramic Review, 2015;64(8):346-56.

[9] Madhu G, Bhunia H, Bajpai P. K, and Chaudhary V. Mechanical and morphological properties of high-density polyethylene and polylactide blends. Journal of Polymer Engineering, 2014;34(9):813-21.

[10] Wang R, Meyer C. Performance of cement mortar made with recycled high impact polystyrene. Cement and Concrete Composites. 2012;34(9):975–81.

[11] Suwansaard A, Kongpun T, Khemkhao M. Properties of mortar composites from plastic waste. Journal of Applied Science and Engineering. 2021;25(1):59-70.

[12] Suwansaard A, Kongpun T, Khemkhao M. Properties of mortars mixed with polystyrene and hemp fiber wastes. Applied Science and Engineering Progress, 2022;15(1):1-11.

[13] Solomon A, Hemalatha G. Experimental investigation of insulated concrete form (ICF) wall panels under quasi-static cyclic load. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 2018;8(2):84-8.

[14] Kaya A, KAR F. Properties of concrete containing waste expanded polystyrene and natural resin. Construction and Building Materials. 2016;15(105):572-8.

[15] Bahij S, Omary S, Feugeas F, Faqiri A. Fresh and hardened properties of concrete containing different forms of plastic waste–A review. Waste Management. 2020;113:157-75.