

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเซลล์ลูลาร์ผสมเศษพลาสติก Study on the Thermal Conductivity Properties of Cellular Lightweight Concrete Blocks Mixed with Plastic Waste

สามารถ ผาลิชัย¹, ปกรณ์ พัฒนานุจิ², ปิโยรส ทะเสนฮอด³ และภาณุพงศ์ จันฤไชย^{4*}

1,2,3,4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

*Corresponding author; E-mail address: panupong.jn@rmuti.ac.th , samartp.th@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการนำเศษพลาสติก PET มาใช้เป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกมวลเบา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ค่าการรับกำลังอัด 2) ค่าความหนาแน่น และ 3) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาเซลล์ลูลาร์ผสมเศษพลาสติก PET ผลศึกษาพบว่า กำลังอัดลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเศษพลาสติก โดยค่ากำลังอัดสูงสุดพบในอัตราส่วนผสม 0%(control) ขณะที่อัตราส่วนที่ 20%,40% และ 60% กำลังอัดลดลงตามลำดับ และค่าการรับกำลังอัดน้อยกว่าเกณฑ์ของ มอก.2601-2556 อันเป็นผลจากการลดการยึดเกาะของมวลรวม นอกจากนี้ ค่าความหนาแน่นยังลดลงตามสัดส่วนของเศษพลาสติก โดยตัวอย่างที่มีเศษพลาสติก 60% มีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด ซึ่งเป็นผลจากความหนาแน่นของพลาสติกที่ต่ำกว่ามวลรวมอื่น ส่งผลให้ตัวอย่างทดสอบมีน้ำหนักเบาขึ้น ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในงานก่อสร้างที่ต้องการลดน้ำหนักโครงสร้าง และ ค่าการนำความร้อนลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเศษพลาสติก โดยอัตราส่วนที่ 60% ให้ค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติกมีศักยภาพในการเป็นวัสดุกันความร้อนในส่วนผนังอาคาร จึงเหมาะที่จะนำมาเป็นวัสดุก่อผนังที่ไม่เน้นการรับกำลัง อีกทั้งเลือกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติพิเศษตามความต้องการของงานก่อสร้างที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : คอนกรีตบล็อกมวลเบา , เศษพลาสติก PET, ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

Abstract

This study investigates the incorporation of polyethylene terephthalate (PET) plastic waste into cellular lightweight concrete blocks, with the objectives to examine (1) compressive strength, (2) density, and (3) thermal conductivity of cellular lightweight concrete incorporating PET waste. The results revealed that compressive strength decreased with increasing amounts of PET waste. The highest compressive strength was observed in the control mix (0% PET), while the compressive strengths for mixtures containing 20%, 40%, and 60% PET waste showed a successive decrease. Moreover, the compressive strengths were lower than the minimum standard specified by TIS 2601-2013. This reduction was attributed to the weakened bonding among aggregates. Additionally, the density of the concrete blocks decreased as the proportion of PET waste increased, with the 60% PET mixture exhibiting the lowest density. This is due to the lower density of PET compared to conventional aggregates, resulting in lighter specimens, which

may be advantageous for construction projects requiring structural weight reduction. Furthermore, the thermal conductivity decreased as the PET waste content increased, with the 60% PET mixture providing the lowest thermal conductivity. These findings demonstrate the potential of PET waste-incorporated cellular lightweight concrete as an effective thermal insulation material for building walls. Therefore, this material is suitable for use in non-load-bearing wall applications and presents an alternative option for the development of construction materials with specialized properties tailored to diverse architectural requirements.

Keywords: Cellular lightweight concrete, PET plastic waste, Thermal conductivity coefficient

1. คำนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกได้กลายเป็นปัญหาล้างแวล้อมที่ส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ ประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการผลิตขยะพลาสติกจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขวดพลาสติก PET (Polyethylene Terephthalate) ซึ่งมักถูกใช้ในบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม การจัดการขยะพลาสติกที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำและมหาสมุทร ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศทางทะเลอย่างหนัก ทั้งนี้ ขยะพลาสติกสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานถึง 450 ปี ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์ทะเล เช่น การกลืนกินพลาสติกจนเสียชีวิต และการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ขยะพลาสติกยังส่งผลกระทบต่อปัญหาการอุดตันของแหล่งน้ำและระบบระบายน้ำ ทำให้เกิดน้ำท่วมในเมืองใหญ่หลายแห่ง ในประเทศไทย การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่กลายเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสนใจอย่างมาก ในหลายประเทศ เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะและช่วยลดการใช้วัสดุธรรมชาติ การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่กลายเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสนใจอย่างมากในหลายประเทศ เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะและช่วยลดการใช้วัสดุธรรมชาติได้ นักวิจัยและผู้ผลิตจึงพัฒนาแนวทางในการนำพลาสติกประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะขวดพลาสติก PET มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการนำเศษขวดพลาสติกประเภท PET มาผสมกับคอนกรีตบล็อกมวลเบาเซลล์ลูลาร์ CLC เพื่อศึกษาผลกระทบจากคุณสมบัติเชิงกล จากการทดสอบการหาค่าการรับกำลังอัด ความหนาแน่นและค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุก่อผนัง ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพสูง สามารถนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อช่วยลดขยะพลาสติก และช่วยให้การก่อสร้างมีความยั่งยืนมากขึ้น ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2601-2556 อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว [1]

วัตถุประสงค์งานวิจัย 1) ศึกษาการรับกำลังอัด 2) ศึกษาค่าความหนาแน่น และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาเซลลูโลสผสมเศษพลาสติก PET

2. ขั้นตอนการทดสอบคอนกรีตบล็อกมวลเบา

การศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเซลลูโลสผสมเศษพลาสติก PET ผสมแทนที่มวลรวมละเอียด ทำการศึกษาโดยการนำขวดพลาสติก PET มาบดละเอียดให้มีขนาดเท่ากับ 0 – 4.75 mm นำเศษพลาสติกแทนที่มวลรวมละเอียดในอัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตรของมวลรวมละเอียด [2] กำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.53 ปูนซีเมนต์ 350 kg/m³ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม (C/A) 1:2.5 และ 1:3.5 ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด ค่าความหนาแน่น และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบา CLC [3]

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเซลลูโลสผสมเศษขวดพลาสติก PET ต่อ 1 m³

สัญลักษณ์	W/C	วัสดุประสาน ปูนซีเมนต์ (kg/m ³)	C/A			
			1:2.5		1:3.5	
			ทราย (kg/m ³)	พลาสติก PET (kg/m ³)	ทราย (kg/m ³)	พลาสติก PET (kg/m ³)
Control	0.53	350	875	0	1,225	0
20P			700	37.25	980	52.14
40P			525	74.49	735	104.29
60P			642.48	111.74	490	156.43

สัญลักษณ์ของวัสดุบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติก

W/C : 20P (ตัวอย่างการแทนที่เศษพลาสติกร้อยละ 20)

เมื่อ W/C หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์

20 หมายถึง อัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายโดยปริมาตร

P หมายถึง เศษพลาสติก



(ก) การวัดขนาดตัวอย่างทดสอบ (ข) ตัวอย่างทดสอบขนาด 200 x 600 x 75 mm

รูปที่ 1 การวัดขนาดตัวอย่างขึ้นทดสอบ

3. การทดสอบคอนกรีตบล็อกมวลเบา CLC

3.1 การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัด ตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 [3] คือการทดสอบเพื่อตรวจสอบความสามารถของวัสดุบล็อกคอนกรีตมวลเบาชนิดที่ไม่ผ่านการอบไอน้ำ ในการรับแรงอัดโดยไม่เกิดการแตกร้าวหรือเสียหาย การทดสอบนี้จะวัดกำลังรับแรงอัดสูงสุดที่วัสดุสามารถทนได้ภายใต้การบีบอัด โดยแสดงผลออกมาเป็นหน่วยแรงอัดที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm²) [5]

การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมพลาสติก PET โดยการขึ้นรูปวัสดุตัวอย่างโดยการเข้าแบบขนาด 200 x 600 x 75 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 mm ก่อนการทดสอบกำลังรับแรงอัดให้ทำการปิดด้านบนและด้านล่าง ของก้อนตัวอย่างที่ตำแหน่งแนวตั้งด้านแนวยาว (Length-wise) โดยวิธี Bearing Plate ใช้แผ่นเหล็กประกบหัวท้าย ใช้ตัวอย่างทดสอบที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ใช้ตัวอย่าง

ทดสอบ 3 ตัวอย่างต่ออายุการบ่มทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) คำนวณหาค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัด การทดสอบกำลังรับแรงอัดอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ค่ากำลังรับแรงอัดคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

เมื่อ σ = กำลังรับแรงอัดสูงสุด kg/cm², ksc

P = แรงกด kg

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างทดสอบด้านที่รับแรงกด cm²



(ก) การทดสอบการรับกำลังอัด

(ข) ตัวอย่างหลังรับแรงจนถึงวิบัติ

รูปที่ 2 การนำตัวอย่างหาค่ารับกำลังอัด

3.2 การทดสอบหาความหนาแน่น

การทดสอบหาความหนาแน่นตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556[3] คือกระบวนการวัดหาปริมาณมวลของวัสดุที่อยู่ในปริมาตรที่กำหนด ซึ่งค่าความหนาแน่นจะแสดงถึงความกระชับแน่นของวัสดุโดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m³) ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความแข็งแรงและความสามารถในการรับน้ำหนัก

วิธีการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกผสมพลาสติก PET ที่อายุการบ่ม 7, 14 และ 28 วันโดยการนำตัวอย่างขนาดมาตรฐาน 200 x 600 x 75 mm ใช้ตัวอย่างทดสอบ 3 ตัวอย่าง นำเข้าตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 110 ± 5 °C จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดเพื่อหาปริมาตร ซึ่งหน่วยน้ำหนัก คืออัตราส่วนระหว่างมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีหน่วยเป็น kg/m³ การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 ซึ่งคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง เป็น kg/m³

M = มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็น kg

V = ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็น m³



(ก) นำตัวอย่างหาค่าความหนาแน่น

(ข) หลังอบตัวอย่างเสร็จ

รูปที่ 3 การนำตัวอย่างทดสอบหาค่าความหนาแน่น

3.3 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conductivity) ใช้สัญลักษณ์ k หรือ λ คือ คุณสมบัติภายในของวัสดุอย่างหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุการนำความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางปราศจากการเคลื่อนที่ การนำความร้อนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนชั้นอะตอมของอนุภาค ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ การนำความร้อนเกิดขึ้นผ่านการสั่นสะเทือนระหว่างโมเลกุล กล่าวคือ การนำความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านโดยตรงจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยการสัมผัสกัน วัสดุใดจะนำความร้อนได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ได้จากการทดสอบ [6] วิธีการทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบหาค่าการนำความร้อนของวัสดุคอนกรีตผสมเศษพลาสติก ทำได้โดยการหล่อหรือเจาะเอาจากก้อนตัวอย่างให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm ความยาว 75 mm ผิวหน้าสัมผัสเรียบทั้งสองด้าน มีอายุ 28 วัน ตัวอย่างการบ่มใช้ 3 ตัวอย่างต่ออายุการบ่ม จากนั้นนำไปเข้าเครื่องทดสอบคุณสมบัติการนำความร้อน โดยให้ความร้อน (Q) ด้วยการจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านขดลวดความร้อนบนผิวสัมผัสด้านหนึ่งที่มีอุณหภูมิมากกว่า 50 °C และด้านผิวสัมผัสอีกด้านที่อยู่ตรงกันข้ามจะถูกทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อน ทำการวัดค่าอุณหภูมิทั้งสองจุด โดยใช้เครื่องอ่านค่าความละเอียด 0.5 °C ซึ่งผลต่างของอุณหภูมิระหว่างจุดที่วัดคือ ΔT นำค่าที่ได้แทนลงในสมการที่ (2.3) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM E1225 (2009) [7]

$$k = \frac{(Q \times L)}{(A \times \Delta T)} \quad (3)$$

เมื่อ k = Thermal conductivity (W/m °C)

Q = ปริมาณความร้อนที่ไหลผ่านตัวอย่างทดสอบ (Watt หรือ W)

L = ความหนาของตัวอย่างทดสอบ (m)

A = พื้นที่หน้าตัดขวาง (m²)

ΔT = ผลต่างระหว่างจุดที่วัดอุณหภูมิ (°C)



(ก) การทดสอบหาค่าการนำความร้อน (ข) ค่าการนำความร้อนที่ได้จากการทดสอบ

รูปที่ 4 การนำตัวอย่างหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

4. ผลการทดสอบ

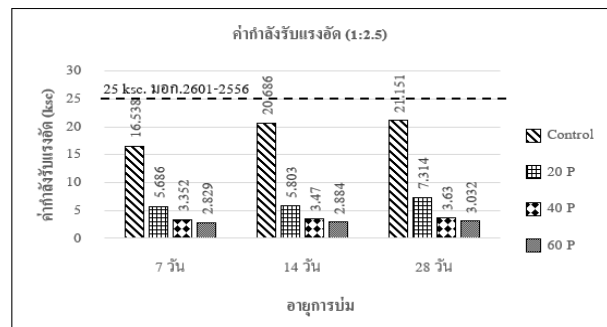
4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

วัสดุ	การทดสอบ หาขนาดมวลละ ของดิน (F.M.)	การทดสอบ การดูดซึมน้ำ (%)	การทดสอบ ความ ถ่วงจำเพาะ	การทดสอบ หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	ช่องว่าง (%)
ปูนซีเมนต์	-	-	3.05	-	-
ทราย	2.81	1.01	2.65	1690.67	36.20
เศษพลาสติก	4.67	0	1.33	359.83	72.94

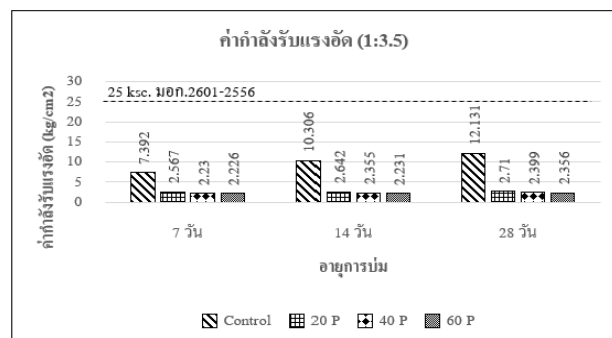
จากตารางที่ 1 แสดงสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย และเศษพลาสติก โดยพิจารณาค่าความละเอียดของมวลละเอียด (F.M.), การดูดซึมน้ำ (%), ความถ่วงจำเพาะ และหน่วยน้ำหนัก (kg/m³) รวมถึงช่องว่าง (%) ของวัสดุแต่ละชนิดผลการทดสอบพบว่าเศษพลาสติกมีค่าความละเอียดสูงกว่าทราย (F.M. = 4.67) แต่ไม่มีการดูดซึมน้ำ ต่างจากทรายที่ดูดซึมน้ำได้ 1.01% ขณะที่เศษพลาสติกมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าทราย ส่งผลให้มีหน่วยน้ำหนักต่ำกว่ามาก (359.83 kg/m³ เทียบกับ 1690.67 kg/m³) นอกจากนี้ เศษพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์ช่องว่างสูงถึง 72.94% ซึ่งบ่งชี้ว่าวัสดุนี้มีลักษณะเบาและมีช่องอากาศมาก ทำให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาเพื่อลดน้ำหนักวัสดุก่อสร้าง

4.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด



รูปที่ 5 ค่ากำลังรับแรงอัดในคอนกรีตบล็อกมวลเบาต่ออัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตร ที่ 7, 14 และ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:2.5

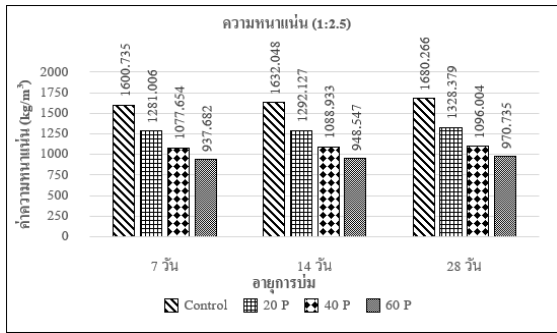
ผลการทดสอบพบว่า กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่มีเศษพลาสติกแทนที่ลดลงตามสัดส่วนการแทนที่ที่เพิ่มขึ้น และต่ำกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 2601-2556 (25 ksc) ในทุกกรณี ขณะที่อัตราส่วน 0% มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดในทุกช่วงอายุบ่ม



รูปที่ 6 ค่ากำลังรับแรงอัดในคอนกรีตบล็อกมวลเบาต่ออัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตร ที่ 7, 14 และ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:3.5

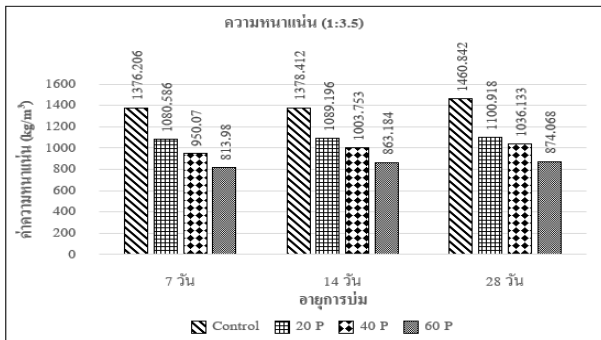
ผลการทดสอบพบว่า กำลังรับแรงอัดของทุกกลุ่มตัวอย่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 2601-2556 (25 ksc) โดยเฉพาะตัวอย่างที่มีเศษพลาสติกแทนที่ ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดลดลงตามสัดส่วนการแทนที่ที่เพิ่มขึ้น และต่ำสุดในกรณีที่ใช้เศษพลาสติก 60% การลดลงของกำลังรับแรงอัดอาจเกิดจากความหนาแน่นที่ลดลงและคุณสมบัติเชิงกลของเศษพลาสติก

4.3 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่น



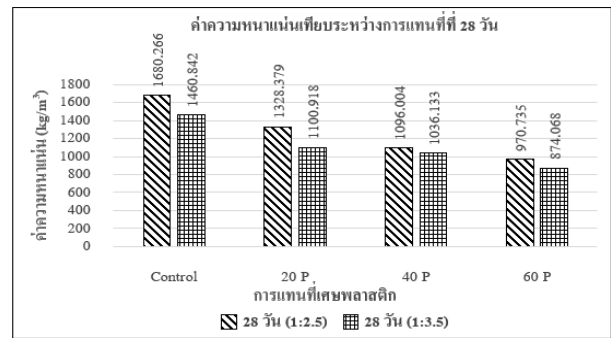
รูปที่ 7 ค่าความหนาแน่นในคอนกรีตบล็อกมวลเบาต่ออัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตร ที่ 7, 14 และ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:2.5

ผลการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมวลเบาแสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นลดลงเมื่อปริมาณพลาสติกเพิ่มขึ้นในทุกช่วงอายุการบ่ม โดยอัตราส่วน 0% (control) มีค่าความหนาแน่นสูงสุดที่ 1600.735, 1632.048 และ 1680.266 kg/m³ ที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนผสม 60% มีค่าความหนาแน่นต่ำสุดที่ 937.625, 948.547 และ 970.135 kg/m³ ที่อายุการบ่มเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มทั่วไปของวัสดุซีเมนต์ผสมที่มีความหนาแน่นลดลงเนื่องจากอัตราส่วนผสมที่สูงขึ้น ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกมวลเบามีความพรุนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 8 ค่าความหนาแน่นในคอนกรีตบล็อกมวลเบาต่ออัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตร ที่ 7, 14 และ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:3.5

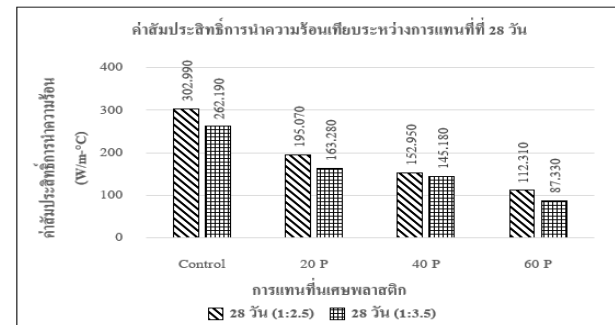
ผลการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติกแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นลดลงเมื่อปริมาณเศษพลาสติกเพิ่มขึ้นในทุกช่วงอายุการบ่ม โดยอัตราส่วน 0% (control) มีค่าความหนาแน่นสูงสุดที่ 1376.206, 1378.412 และ 1460.942 kg/m³ ที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนผสม 60% มีค่าความหนาแน่นต่ำสุดที่ 913.458, 938.634 และ 874.068 kg/m³ ที่อายุการบ่มเดียวกัน ซึ่งเป็นผลจากความหนาแน่นของพลาสติกที่ต่ำกว่าวัสดุประสาน ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกมวลเบามีความพรุนเพิ่มขึ้นและมีน้ำหนักลดลง



รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมวลเบาต่ออัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ทรายที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยปริมาตร ที่ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:2.5 และ 1:3.5

ผลการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติกที่อายุ 28 วัน แสดงให้เห็นว่าค่าความหนาแน่นลดลงตามปริมาณเศษพลาสติกที่เพิ่มขึ้นในทั้งสองอัตราส่วนผสม (1:2.5 และ 1:3.5) โดยอัตราส่วน 0% (control) มีค่าความหนาแน่นสูงสุดที่ 1680.266 และ 1460.842 kg/m³ ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วนผสม 60% มีค่าต่ำสุดที่ 970.135 และ 874.068 kg/m³ ซึ่งเป็นผลจากความหนาแน่นต่ำของเศษพลาสติก ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีน้ำหนักเบาลงและมีความพรุนเพิ่มขึ้น

4.4 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพการนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีการแทนที่พลาสติกในอัตราส่วนต่าง ๆ (20%, 40%, และ 60%) เทียบกับวัสดุควบคุม (Control) ที่อายุ 28 วัน

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่แทนที่ทรายด้วยเศษพลาสติกทั้ง 2 อัตราส่วนผสม ทำการทดสอบที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่าการนำความร้อนจะมีค่าที่แปรผันตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของเศษพลาสติกที่เข้าไปแทนที่ทรายในคอนกรีตบล็อกมวลเบา ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบจะอยู่ในช่วงที่มีค่าไม่เกิน 305 W/m °C ดังแสดงในรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีการผสมเศษพลาสติกเข้าป้อยละ 60 โดยปริมาตรที่อัตราส่วน 1 : 2.5 จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลงอยู่ที่ 112.310 W/m °C เมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่ได้มีการผสมเศษพลาสติกร้อยละ 62.93 และที่อัตราส่วน 1 : 3.5 จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลงอยู่ที่ 87.330 W/m °C เมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่ได้มีการผสมเศษพลาสติกอยู่ร้อยละ 66.69

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบของการใช้เศษพลาสติก PET ผสมในคอนกรีตบล็อกมวลเบา เพื่อประเมินคุณสมบัติทางวิศวกรรมและศักยภาพในการใช้งานจริง โดยเน้นที่ความแข็งแรงของวัสดุ ความหนาแน่น และค่าการนำความร้อน

5.1.2 การรับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติก

- ค่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผสมเศษพลาสติกลดลง เมื่อปริมาณเศษพลาสติกเพิ่มขึ้น

- อัตราส่วน 0 % (control) มีค่ากำลังอัดสูงสุด

- ที่อัตราการแทนที่ 20% อายุการบ่มที่ 28 วัน มีค่ากำลังอัดที่มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นค่าที่มีความสามารถรับกำลังอัดได้สูงกว่าอัตราส่วนอื่น ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดในงานวิจัยครั้งนี้

- ที่อัตรา 40% และ 60% ค่ากำลังอัดลดลงอย่างชัดเจน อาจเนื่องจากเศษพลาสติกลดการยึดเกาะของวัสดุภายใน

5.1.3 ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติก

- ความหนาแน่นของวัสดุ ลดลงตามสัดส่วนของเศษพลาสติกที่เพิ่มขึ้น

- ตัวอย่างที่มีเศษพลาสติก 60% มีความหนาแน่นต่ำที่สุด เนื่องจากพลาสติกมีความหนาแน่นต่ำกว่าส่วนผสมซีเมนต์และมวลรวม

- การลดลงของความหนาแน่นช่วยให้คอนกรีตบล็อกมวลเบามีน้ำหนักเบาขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในงานก่อสร้างที่ต้องการลดน้ำหนักโครงสร้าง

5.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติก

- ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบา ลดลงเมื่อมีการเติมเศษพลาสติกมากขึ้น

- ที่อัตราการแทนที่ 60% มีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด ซึ่งหมายความว่าปริมาณของเศษพลาสติก สามารถป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น

- คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผสมเศษพลาสติกจึงเหมาะสำหรับการใช้งานในโครงสร้างที่ต้องการวัสดุกันความร้อน

5.1.5 อัตราส่วนที่ดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้คือ อัตราส่วนเศษพลาสติกที่แทนที่ร้อยละ 20 โดยปริมาตร ที่ 28 วัน ที่อัตราส่วน 1:2.5 โดยมีค่าการรับกำลังอัดที่ 7.314 ksc ค่าความหนาแน่นอยู่ที่ 1328.379 kg/m³ และค่าการนำความร้อนอยู่ที่ 195.070 W/m °C

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. กำหนดสัดส่วนเศษพลาสติกที่เหมาะสม

- ควรควบคุมอัตราส่วนการแทนที่ไม่เกิน 20% และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติทางกลที่เหมาะสมและให้ค่ากำลังอัดที่ดีขึ้นให้ได้ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556

2. ศึกษาผลกระทบด้านความทนทาน

- ควรทดสอบการเปลี่ยนแปลงของวัสดุภายใต้สภาวะอากาศต่าง ๆ เช่น ความชื้นและอุณหภูมิสูง

3. การนำไปใช้งานก่อสร้างจริง

- ควรทดลองใช้คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่พัฒนาขึ้นในโครงการก่อสร้างขนาดเล็กเพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

4. พัฒนาเทคโนโลยีการผลิต

- ควรศึกษาเทคนิคการผสมและขึ้นรูปที่ช่วยเพิ่มการยึดเกาะของเศษพลาสติกกับซีเมนต์เพื่อลดการสูญเสียกำลังอัด

5. การพัฒนาและต่อยอด

- แนะนำการนำไปพัฒนาต่อยอดในส่วนของผนังเบาและเป็นวัสดุฉนวนกันความร้อน

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องทดสอบต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นันทชัย ชูศิลป์, จุฑามาศ ลักษณะกิจ และวิศิษฐ์ศักดิ์ ทับยัง (2561) การใช้ประโยชน์จากพลาสติกกรีซเคิลเป็นส่วนผสมในคอนกรีต วิจัยจากสำนักงานวิจัยแห่งชาติงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2561
- [2] Frigione, M. (2010). Recycling of PET Bottles As Fine Aggregate in Concrete. Waste Management, 30(6), 1101-1106.
- [3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (2556) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกมวลเบา แบบเติมฟองอากาศ มอก.2601- 2556 กระทรวงอุตสาหกรรม
- [4] ปิพิญา พันธู (2564) การศึกษาการผลิตอิฐมวลเบาจากการผสมขยะพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีนเทรฟทาเลต (PET). วารสารวิจัยและพัฒนา, 1(1), 123-130.
- [5] Kitsutaka, Y., & Uchida, Y. (2012). A Study on Lightweight Multifunctional Concrete Made Using Waste PET Bottles. Advanced Materials Research, 193-194, 964-969.
- [6] กรองทิพย์ เดิมเกาะ. (2560). การทดสอบสภาพการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนคอมโพสิต, 9-11, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, ปีที่ 60 ฉบับที่ 190.
- [7] ASTM DESIGNATION : E1225-13 Standard Test Method For Thermal Conductivity of Solids Using The Guarded Comparative. Book of Standards Volume : 04.06.