

สมบัติทางกายภาพของซีเมนต์มอร์ตาร์เมื่อใช้เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ เคลือบด้วยขยะพลาสติกแทนที่มวลรวมละเอียด Mechanical Properties of Cement Mortar using Plastic Waste- Coated Coarse Palm Oil Fuel Ash Replaced Fine Aggregate

อิมรอน หะยีโยเซ¹ อาซัน คอแต๊ะ¹ อับดุลฮาгим ยำปลี¹
วันซพร แมงสาโม่ง¹ ทศพร ประเสริฐศรี² และ ชุลกิฟลี เดมะ^{1*}

¹สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

รับบทความ 17 กันยายน 2567

แก้ไขบทความ 23 ธันวาคม 2567

ตอบรับบทความ 27 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของมอร์ตาร์ที่ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบที่ถูกเคลือบด้วยพลาสติกแทนที่ทราย ได้แก่ ค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ ค่าการดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ นอกจากนี้ทำการศึกษาผลของอัตราการดูดซึมน้ำของเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบที่ถูกเคลือบด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ และผลกระทบต่อกำลังอัดของมอร์ตาร์อีกด้วย โดยจะใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานในการหลอมมอร์ตาร์ขึ้นอยู่กับการไหลแฉะที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ $110 \pm 5\%$ จากเส้นผาคูญกลางเดิม การเคลือบเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบจะใช้อัตราส่วนพลาสติกต่อน้ำหนักเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ เท่ากับร้อยละ 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 แล้วนำตัวอย่างที่เคลือบไปทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ จากนั้นนำตัวอย่างเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบด้วยอัตราส่วนที่ได้ นั้นมาผสมเป็นมอร์ตาร์ทรงลูกบาศก์ขนาด $5 \times 5 \times 5$ ซม. นำตัวอย่างไปบ่มเพื่อให้ผลของปฏิกิริยาไฮเดรชันสมบูรณ์เป็นเวลา 7, 14, และ 28 วัน จึงนำตัวอย่างไปทดสอบกำลังอัด ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำพบว่าเมื่อเพิ่มร้อยละของพลาสติกต่อน้ำหนักของเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบทำให้ยังลดอัตราการดูดซึมน้ำได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลทดสอบของกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ร้อยละ 9 ของพลาสติกโดยน้ำหนักเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบจะสามารถรับกำลังอัดได้สูงสุดแม้จะมีค่าน้อยกว่ามอร์ตาร์ควบคุมและกำลังอัดที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ ค่ากำลังอัดที่เริ่มมีค่าที่ลดลงเนื่องจากอาจเป็นเพราะร้อยละพลาสติกมากเกินไปทำให้มอร์ตาร์เริ่มมีความยืดหยุ่นและส่งผลต่อกำลังอัดที่ลดลง

คำสำคัญ : เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ; พลาสติก; อัตราการดูดซึมน้ำ; กำลังอัด

สมบัติทางกายภาพของซีเมนต์มอร์ตาร์เมื่อใช้เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ
เคลือบด้วยขยะพลาสติกแทนที่มวลรวมละเอียด

Mechanical Properties of Cement Mortar using Plastic Waste-
Coated Coarse Palm Oil Fuel Ash Replaced Fine Aggregate

Imron Hayiyusoh¹ Hasun Kodae¹ Abdulhakim Yampli¹

Wannachaporn Mangsamong¹ Tosporn Prasertsri² and Zulkiflee Dema^{1*}

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University, Mueang, Narathiwat 96000

²Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Uthenthawai Campus, Pathumwan Bangkok 10330

Received 17 September 2024

Revised 23 December 2024

Accepted 27 December 2024

Abstract

This study examines the properties of mortars containing coarse palm oil fuel ash with a plastic coating instead of sand. The properties investigated include the compressive strength of the mortar and its water absorption capacity. In addition, the effects of the water absorption of coated coarse palm oil fuel ash with different ratios and the effects of water absorption on the compressive strength of the mortar were investigated. The water-to-binder ratio used in mortar casting is based on the increased table flow rate of $110 \pm 5\%$ of the original diameter. Coarse palm oil fuel ash coatings with a plastic weight ratio of 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10%. The coated samples were tested for water absorption. The coarse palm oil fuel ash was then mixed in various ratios to form 5x5x5 cm cubic mortar samples. The samples were cured for 7, 14 and 28 days to allow the hydration reaction to be completed before compressive strength testing. When testing the water absorption capacity, it was found that the higher the percentage of plastic in relation to the weight of the coarse palm oil fuel ash, the lower the water absorption. However, when compared with the results of the compressive strength test, it was found that the mortar achieved the highest compressive strength at a plastic content of 9 of the coarse palm oil fuel ash weight, although still less than the control mortar. At 10% plastic content of the coarse palm oil fuel ash weight, the compressive strength began to decrease, possibly due to the excessive plastic content.

Keywords: Coarse palm oil fuel ash; Plastic; Absorption rate; Compressive strength

* Corresponding author E-mail : Zulkiflee.d@pnu.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและทางด้านสังคมซึ่งนำมาสู่สิ่งปลูกสร้างสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วโดยมีการใช้หิน ทรายและคอนกรีตเป็นส่วนผสมหลัก ทำให้ความต้องการปริมาณวัสดุดังกล่าวเป็นที่ต้องการอย่างมาก การนำวัสดุเหลือใช้มาประยุกต์เพื่อทดแทนเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ปัญหาเรื่องขยะที่เป็นมลภาวะต่าง ๆ โดยเฉพาะพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ซึ่งทำให้เกิดการสะสมมากขึ้นเนื่องจากพลาสติกเป็นขยะที่ใช้เวลาย่อยทีนาน และกากปาล์มที่ได้ถูกเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกเผาก็นำเถ้าลอยมาใช้ในการผสมในคอนกรีตเพื่อการพัฒนา กำลังคอนกรีต ดังนั้นขยะพลาสติกและเถ้าปาล์มหยาบก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนำวัสดุเหลือใช้มาทดแทนทรายในส่วนผสมคอนกรีตได้

Mannan และ Ganapathy [1] ได้ศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตที่ใช้กะลาปาล์มน้ำมันเป็นมวลรวมหยาบ ได้แก่กำลังอัด กำลังดึงแบบดัด กำลังดึงแบบผ่าซีก และโมดูลัสยืดหยุ่น พบว่ามีสมบัติเพียงพอที่จะใช้เป็นคอนกรีตมวลรวมเบาสำหรับงานโครงสร้าง เสาพัก และประตอม [2] ชูเกียรติ และขวัญชีวา [3] อุดมวิทย์ และอรธพล [4] ได้ศึกษาการใช้หินฝุ่นแทนทรายในงานคอนกรีตผสมเถ้าลอย เพื่อพัฒนาสมบัติด้านกำลังอัดของมอร์ตาร์ พบการใส่เถ้าลอยและหินฝุ่นลงในมอร์ตาร์ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้การพัฒนาสมบัติด้านกำลังอัดทั้งในระยะยาวและระยะสั้น สรุชัย [5] ได้ศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ฝุ่นแกรนิตคัดขนาดเป็นส่วนผสม แทนทราย ส่วนผสมแทนทรายที่อัตราต่าง ๆ พบว่าคอนกรีตที่ใช้หินฝุ่นแกรนิตแทนทรายบางส่วนนั้นสามารถนำไปใช้งานในงานโครงสร้างบางประเภทได้ เช่น งานโครงสร้างและผิวถนน วรวิญญู และอิทธิพล [6] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติของคอนกรีต ซึ่งมีการแทนที่มวลรวมหยาบด้วยเม็ดยางเคลือบพลาสติกจากเม็ดยางเบอร์ 6 โดยเป็นเม็ดยางที่ได้จากการย่อยเศษยางรถยนต์เก่าเคลือบด้วยพลาสติก LDPE พบว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้ของเสียประเภทพลาสติกมาใช้เป็นส่วนผสมในคอนกรีตเบา เพื่อใช้ในงานวัสดุก่อสร้างได้ Mannan และ Ganapathy [1] ได้ศึกษาการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตจากกะลาปาล์มน้ำมัน โดยใช้มาตรฐาน ACI 211.1 ในการออกแบบนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตที่ใช้หินฝุ่นแกรนิต

แทนทรายบางส่วนนั้นสามารถนำไปใช้งานในงานโครงสร้างบางประเภทได้ เช่น งานโครงสร้างทั่วไป

งานวิจัยนี้ขอนำเสนอการใช้ประโยชน์จากขยะพลาสติกและเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบเพื่อใช้แทนทรายในส่วนผสมมอร์ตาร์ โดยการทดสอบการดูดซึมน้ำของเถ้าปาล์มที่ถูกเคลือบด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ กำลังอัดของมอร์ตาร์ ค่าการดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ และใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานในการหลอมมอร์ตาร์ขึ้นอยู่กับการไหลแผ่ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

2.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

1. ศึกษาข้อมูลวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บตัวอย่างวัสดุผสมมอร์ตาร์โดยใช้เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบที่ได้จากโรงงานปาล์มน้ำมันนิคมบาเจาะ อำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส และพลาสติกที่เหลือจากการใช้งานดังภาพที่ 1
3. เตรียมตัวอย่างเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบด้วยการบดละเอียด จากนั้นคั่วกับเศษพลาสติกบนกะทะด้วยไฟอ่อนๆ แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงดังภาพที่ 2
4. การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุผสมประกอบด้วยสัดส่วนของมวลคละขนาดละเอียดและความละเอียด ASTM C33 [7] และ ASTM C136 [8] ความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด C128 [9] อัตราส่วนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบเคลือบพลาสติก

สัญลักษณ์	เถ้าปาล์ม	พลาสติก
P3%	100	3
P4%		4
P5%		5
P6%		6
P7%		7
P8%		8
P9%		9
P10%		10

5. ผสมมอร์ตาร์เถ้าปาล์มหยาบเคลือบพลาสติกแทนทรายในอัตราส่วนร้อยละดังตารางที่ 2
6. หล่อตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 ซม.
7. ทดสอบการไหลแผ่ของมอร์ตาร์ การดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ และกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุการบ่มต่าง ๆ ตามมาตรฐาน C140[10]
8. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบ



ภาพที่ 1 เศษพลาสติกและเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบ

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของมอร์ตาร์

สัญลักษณ์	ปูนซีเมนต์	ทราย	เถ้า+เคลือบพลาสติก	น้ำ(w/c)
CT		2.75	-	0.65
P0%		-	2.75	0.95
P3%		-	2.75	0.87
P4%		-	2.75	0.82
P5%	1.00	-	2.75	0.79
P6%		-	2.75	0.76
P7%		-	2.75	0.75
P8%		-	2.75	0.72
P9%		-	2.75	0.74
P10%		-	2.75	0.73



ภาพที่ 2 เถ้าปาล์มน้ำมันหยาบที่ผ่านการเคลือบด้วยพลาสติก

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

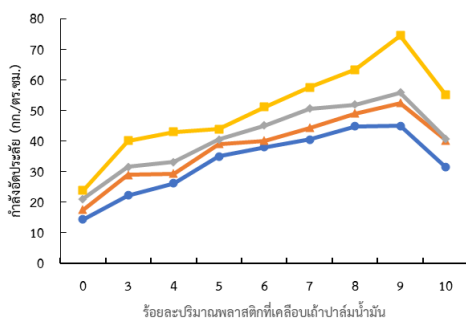
จากการนำเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม นิคม บาเจาะ จังหวัดนราธิวาส มาเคลือบด้วยพลาสติกเพื่อแทนที่ทรายในสัดส่วนต่าง ๆ โดยศึกษาสมบัติของวัสดุพบว่า ค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายและเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบเท่ากับ 2.03 และ 3.02 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเถ้าปาล์มน้ำมันหยาบมีอนุภาคหยาบ และมีความละเอียดน้อยกว่าทราย เมื่อพิจารณาความถ่วงจำเพาะร้อยละการดูดซึมน้ำที่การควบคุมการไหลแผ่อยู่ที่ร้อยละ 110 ± 5 จะมีค่าลดลงตามการเพิ่มปริมาณพลาสติกที่เคลือบผลการทดสอบการดูดซึมน้ำจะมีค่าลดลงตามปริมาณ

ตารางที่ 3 ความถ่วงจำเพาะของร้อยละการดูดซึมน้ำและปริมาณน้ำและร้อยละการไหลแผ่ของมอร์ตาร์

สัญลักษณ์	ความถ่วงจำเพาะปรากฏ	ร้อยละการดูดซึมน้ำ	ปริมาณน้ำ	ร้อยละการไหล
ทราย	2.60	0.37	0.65	107.40
P0%	1.92	3.31	0.95	112.70
P3%	1.83	2.11	0.87	106.62
P4%	1.90	1.91	0.82	111.40
P5%	1.87	1.86	0.79	108.00
P6%	1.86	1.33	0.76	110.82
P7%	1.70	1.06	0.75	108.00
P8%	1.91	0.94	0.73	106.40
P9%	1.87	0.86	0.72	109.70
P10%	1.88	0.76	0.72	107.20

ตารางที่ 4 การทดสอบการดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์

สัญลักษณ์	ร้อยละการดูดซึมน้ำ
P0%	24.23
P3%	23.07
P4%	21.31
P5%	20.76
P6%	16.71
P7%	16.30
P8%	15.23
P9%	14.65
P10%	14.47



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับร้อยละปริมาณพลาสติกที่เคลือบ

พลาสติกเคลือบที่สูงขึ้นดังตารางที่ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 จากภาพที่ 3 แสดงค่ากำลังอัดสูงสุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมของพลาสติกที่เคลือบพลาสติกในปริมาณร้อยละ 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8, และ 10 โดยน้ำหนัก พบว่ากำลังอัดสูงสุดที่อัตราส่วนผสมของพลาสติกที่เคลือบพลาสติกร้อยละ 9 นั้น เมื่อเพิ่มอัตราส่วนที่สูงขึ้นร้อยละ 10 กำลังอัดจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากมีส่วนผสมของพลาสติกที่สูงมากเกินไป

4. สรุป

ผลการทดสอบจากการนำเอาปาล์มน้ำมันหยาบเคลือบพลาสติกเพื่อแทนทรายในการผสมมอร์ตาร์ พบว่าเอาปาล์มน้ำมันหยาบดูดซึมน้ำมากกว่าทราย เนื่องจากมีรูพรุนที่มากกว่าจึงทำให้ดูดซึมน้ำได้ดีกว่า ค่าโมดูลัสความเค้นสูงที่สุดกว่า แสดงว่าเอาปาล์มน้ำมันหยาบมีอนุภาคที่หยาบกว่าและมีผิวสัมผัสน้อยกว่าทรายเมื่อเทียบกับน้ำหนัก

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้เอาปาล์มน้ำมันหยาบแทนที่ทรายมีค่าลดลงจากมอร์ตาร์ที่ใช้ทรายอย่างชัดเจน นอกจากนั้นการเคลือบพลาสติกในปริมาณที่เพิ่มขึ้นค่ากำลังอัดทุกช่วงอายุจะสูงขึ้นยกเว้นการเคลือบพลาสติกในปริมาณร้อยละ 10 กำลังอัดลดลง ดังนั้นใช้เอาปาล์มน้ำมันหยาบด้วยการเคลือบพลาสติกแทนที่ทรายไม่ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดมากนัก ทั้งนี้ยังไม่สามารถทดแทนกำลังอัดของมอร์ตาร์ใช้ทรายปกติได้ ดังนั้นผลของงานวิจัยสามารถใช้งานคอนกรีตบล็อกทั่วไปที่ไม่ต้องการกำลังอัดคอนกรีตที่สูง

กิตติกรรมประกาศ

นักศึกษาวิศวกรรมโยธาและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนครราชสีมา นครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. A. Mannan and C. Ganapathy, "Mix design for oil palm shell concrete," *Cement and Concrete Research*, vol. 31, no. 9, pp. 1323–1325, September 2001.
- [2] เผ่าพงศ์ นิจันทรพันธ์และประชุม คำพุ่ม, "การใช้หินฝุ่นแทนทรายในงาน คอนกรีตผสมเถ้าลอย," รายงานการวิจัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ, 2550.
- [3] ชูเกียรติ ชูสกุล และ ขวัญชีวา หยงสตาร์, "กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้หินฝุ่นแทนทราย," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, ปีที่ 10, ฉบับ 2, หน้า 334-332, พฤษภาคม - สิงหาคม 2561.
- [4] อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ และ อรรถพล มาลัย, "การพัฒนากำลังอัดมอร์ตาร์ผสมเถ้าถ่านหินและหินฝุ่น," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 26, ฉบับที่ 1, หน้า 13-18, มกราคม-เมษายน 2561.
- [5] สุรัชย์ โกเมนธรรมโสภณ, "การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ฝุ่นแกรนิตคัดขนาดส่วนผสมแทนทรายกรณีศึกษา," *วารสารมหาวิทยาลัยนครราชสีมา นครินทร์*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 49-60, มกราคม-เมษายน 2556.



- [6] วรัญ วงศ์ประชุม และอิทธิพล มีผล, “คุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตผสมเม็ดยางเคลือบด้วยพลาสติก,” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, ปีที่ 6, ฉบับที่ 1, หน้า 39-45, มกราคม-มิถุนายน 2561.
- [7] *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM C33/C33M-18, 2018.
- [8] *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*, ASTM C136-06, 2006.
- [9] *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*, ASTM C128-15, 2015.
- [10] *Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units*, ASTM C140/C140M-23, 2023.