The Study of Properties and Behavior of Fresh Mortar Mixed Wire rope sling, Ceramic breads, and Rubber in Concrete Surface

,* ,**

[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จ.กรุงเทพฯ
E-mail address: *suphakorn@mut.ac.th, ** rattachais25@gmail.com

บทความนี้นำเสนองานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรม คุณสมบัติของมอร์ตาร์ที่ผสมวัสดุพิเศษ ได้แก่ เศษลวดสลิง เม็ดเซรามิกส์ และยางรถยนต์ เพื่อนำมาปรับปรุงสมบัติของมอร์ตาร์ ได้แก่ ความต้องการน้ำ ความสามารถในการไหล การทดสอบหาความต้านทานแรงอัด โดยได้ทำการทดสอบมอร์ตาร์ควบคุมสูตร C1-S20 ที่ใช้ทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 เปรียบเทียบกับ มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ขนาดทรายต่างกัน มอร์ตาร์ที่ผสมเศษลวดสลิงขนาด 10 ถึง 30 มิลลิเมตร มอร์ตาร์ที่ผสมเม็ดเซรามิกส์ และมอร์ตาร์ผสมยางรถยนต์ที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20

ผลการศึกษาพบว่า มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 พบว่าเมื่อทรายมีขนาดเล็กลง ส่งผลให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น ความสามารถในการไหลเพิ่มขึ้น และความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้น มอร์ตาร์ที่ผสมเศษลวดสลิง เมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการน้ำลดลง ความสามารถในการไหลลดลง และความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้น มอร์ตาร์ที่ผสมเม็ดเซรามิกส์ เมื่อปริมาณเม็ดเซรามิกส์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการน้ำลดลง ความสามารถในการไหลเพิ่มขึ้น และความต้านทานแรงอัดลดลงและมอร์ตาร์ที่ผสมยางรถยนต์ เมื่อปริมาณยางรถยนต์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการน้ำลดลง ความสามารถในการไหลลดลง และความต้านทานแรงอัดลดลง

คำสำคัญ: มอร์ตาร์, ซีเมนต์ประเภทที่ 1, เศษลวดสลิง, เม็ดเซรามิกส์, เศษยางรถยนต์

Abstract

This article present Fresh mortar's properties mixed with special materials, such as Wire rope sling, Ceramic breads, and Rubber. Fresh mortar's properties improved. Including Water demand, Workability, and Testing for compressive strength. Use the mortar C1-S20 Portland cement with various size of sand, Mortar used type 1 Portland cement with various size of sand. Compared Mortar used type 1 Portland cement with various size of sand, Mortar mixed wire rope sling, Mortar mixed ceramic breads, Mortar mixed rubber.

The result showed that mortar used type 1 Portland cement when the sand is smaller, resulting increased water requirements, increased flowability, and increased compressive strength. Mortar mixed wire rope sling when the amount of wire rope sling, resulting in reduced water requirements, reduced flowability, and increased compressive strength. Mortar mixed ceramic breads when amount of ceramic breads increased, resulting in reduced water demand, increased flowability, and reduced compressive strength. Moreover, Mortar mixed rubber when amount of rubber increased, resulting in reduced water requirement, reduced flowability, and reduced compressive strength.

Keywords Mortar, Type 1 Portland cement, Wire rope sling, Ceramic breads, Rubber

1.

ในปัจจุบันถนนคอนกรีตเป็นที่นิยมและมีการใช้งานแพร่หลาย เนื่องจากถนนคอนกรีตก่อสร้างที่ง่ายและรับกำลังได้สูง แต่เมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานานถนนคอนกรีตก็จะเกิดการแตกร้าวที่บริเวณผิวหน้าของถนนคอนกรีตเนื่องจากการรับน้ำหนักบรรทุก[1] จึงต้องมีการซ่อมแซมด้วยวิธีการที่เหมาะสม

วิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ วิธีการเททับหน้า[2] แต่เมื่อมีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตในระยะแรกพบว่าคอนกรีตใหม่ที่นำมาซ่อมแซมจะมีโอกาสสูงที่จะหดตัวเนื่องจากการทำปฏิกิริยาของคอนกรีต ในขณะที่การหดตัวของคอนกรีตเดิมนั้นเกิดขึ้นเกือบจะสมบูรณ์แล้ว และการหดตัวของคอนกรีตใหม่จึงถูกยึดรั้งตรงบริเวณรอยต่อกับคอนกรีตเดิม ส่งผลให้เกิดหน่วยแรงดึงขึ้นในคอนกรีตใหม่ที่ซ่อมแซมและเกิดแรงเฉือนและหน่วยแรงตั้งฉากตรงบริเวณรอยต่อ เมื่อหน่วยแรงที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่ากำลังรับแรงดึงของคอนกรีตใหม่ที่ใช้ซ่อมแซมหรือกำลังมากกว่ากำลังยึดเหนี่ยวบริเวณรอยต่อ



เศษลวดสลิง ขนาดความยาว 10 ถึง 30 มิลลิเมตร



เม็ดเซรามิกส์

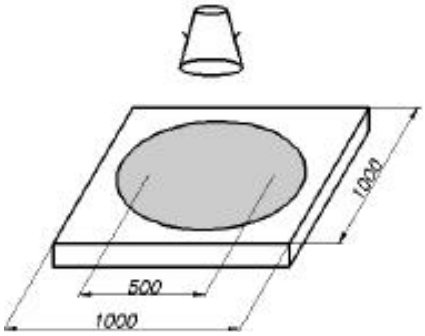


ยางรถยนต์บดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20

2.

2.1 การทดสอบระยะและเวลาการไหลแผ่

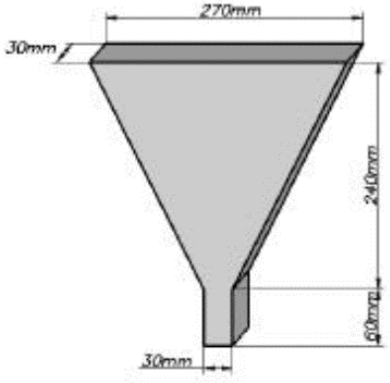
ก่อนการเทมอร์ตาร์ได้ทำการควบคุมระยะการไหลแผ่ให้อยู่ในระยะ 67.5 ถึง 72.5 เซนติเมตร โดยใช้ระยะการไหลแผ่ตามมาตรฐาน ASTM C 1611 [3] ขณะเดียวกันใช้ค่าทำการทดสอบเวลาในการไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 2.1 กำหนดอยู่ในช่วง 3 ถึง 7 วินาที โดยใช้ค่ามาตรฐานตาม EFNARC [4] ซึ่งถ้าค่าการไหลไม่เป็นไปตามที่ออกแบบ ทำการปรับปรุงโดยการเติมน้ำเพื่อให้ได้ค่าการไหลเป็นไปตามที่ออกแบบ



การทดสอบระยะการไหลแผ่และเวลาของการไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตร

2.2 การต้านทานการแยกตัวด้วยการไหลผ่านกล่องทรงวี

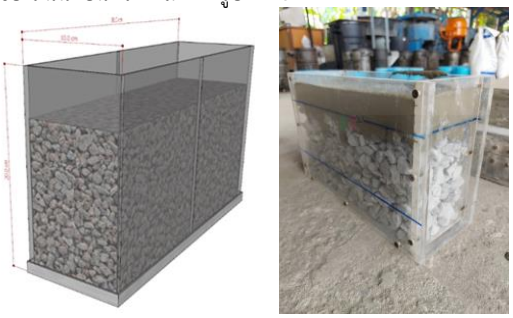
การไหลผ่านกล่องรูปทรงวีจะให้อยู่ในช่วงเวลา 6 - 12 วินาที โดยใช้ค่าเวลาตามมาตรฐาน EFNARC แสดงดังรูปที่ 2.2



กล่องรูปทรงวี

2.3 การทดสอบการไหลซึมผ่านหิน

เป็นการจำลองการทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการไหลซึมของซีเมนต์มอร์ตาร์ผ่านหินขนาด ¾ นิ้ว ซึ่งเป็นหิน ขนาดเท่ากันกับหินที่ใช้ในชั้นผิวทางของถนนคอนกรีต แสดงดังรูปที่ 2.3



กล่องรูปทรงยาวสำหรับใส่หิน

2.4 การทดสอบไหลซึมผ่านรอยแยก

เพื่อประเมินความสามารถในการไหลซึมของซีเมนต์มอร์ตาร์ผ่านรอยแยกขนาด 5 มิลลิเมตร ที่บริเวณผิวหน้า และแนบสนิทที่บริเวณด้านล่าง โดยมีความสูงจากผิวหน้าถึงบริเวณด้านล่าง 150 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นการจำลองรอยแยกที่เกิดขึ้นในพื้นผิวถนนคอนกรีต แสดงดังรูปที่ 2.4

กำหนดอัตราส่วนผสมพื้นฐาน

อัตราส่วนมอร์ตาร์ใน 1 ลูกบาศก์เมตร

กล่องรูปทรงยาวจำลองรอยแยก

2.5 การทดสอบความต้านทานแรงอัด

ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 109/c 109M-95 Standard Test Method for Compression Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or (50 mm) Cubic Specimens) [5] โดยทำการทดสอบที่ 6 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง 7 วัน 14 วัน และ28 วัน ใช้ตัวอย่างทดสอบรูปลูกบาศก์ขนาด 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 2.5

แสดงจำนวนชิ้นตัวอย่างทดสอบ

การทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้าร์

3.

การนำค่าอัตราส่วนในตารางที่ 3.1 ไปทำการคำนวณหาปริมาตรสัดส่วนใน 1 ลูกบาศก์เมตร แสดงในตารางที่ 3.2 โดยอัตราส่วนวัสดุผสม แปรผันตามความสามารถในการไหลแผ่ของมอร์ตาร์เท่ากับ 70 ± 2.5 เซนติเมตร ใช้น้ำยาผสมเพิ่มสารลดน้ำ 8.04 ลิตร และสารกักกระจายฟองอากาศ 3.90 ลิตร เท่ากันในทุกสูตร

3.1 การอ่านสัญลักษณ์

C1 คือ ซีเมนต์ประเภทที่ 1
S คือ ทราย ตัวเลขต่อท้าย คือ เบอร์ที่ร่อนผ่ายตะแกรง
WR คือ ลวดสลิง ตัวเลขต่อท้าย คือ เปอร์เซ็นต์ต่อซีเมนต์ของลวดสลิงผสมเพิ่ม
CB คือ เม็ดเซรามิกซ์ ตัวเลขต่อท้าย คือ เปอร์เซ็นต์เม็ดเซรามิกซ์แทนที่ทราย
CT คือ ยางรถยนต์ ตัวเลขต่อท้าย คือ เปอร์เซ็นต์ยางรถยนต์ผสมแทนที่ทราย

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ เช่น C1-S20_30 คือ ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ค้างตะแกรงเบอร์ 30, C1-S20-CT10 คือ ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ทรายผ่านตะแตรงเบอร์ 20 ผสมยางรถยนต์แทนที่ทราย ร้อยละ 10 โดยปริมาตร

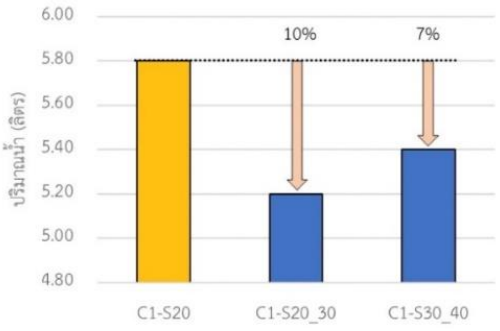
4.

จากการทดสอบทั้งหมด 5 วิธีการทดสอบ และนำมาเปรียบเทียบผลการทดสอบกับมอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ทรายร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 หรือมอร์ตาร์ควบค ้า การทดสอบแสดงดังน ้

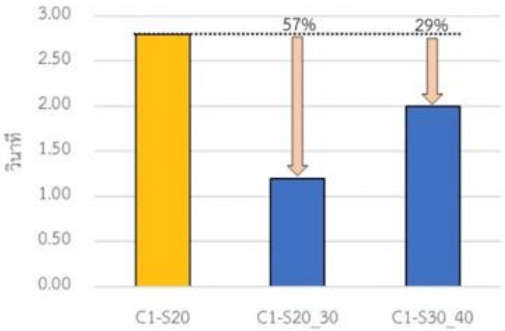
จากการทดสอบการไหลแผ่และเวลาการไหลพบว่า ความต้องการน้ำของซีเมนต์ประเภทที่ 1 โดยสูตร C1-S20 มีความต้องการน้ำมากที่สุด ผลการทดสอบสูตร C1-S20_30, C1-S30_40 มีความต้องการน้ำลดลงลดลงร้อยละ 10, 7 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.1

ระยะเวลาการไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตร ของซีเมนต์ประเภทที่ 1 จะเปรียบเทียบการใช้ขนาดของมวลรวมโดยสูตร C1-S20 มีระยะเวลาการไหลมากที่สุด ผลการทดสอบสูตร C1-S20_30, C1-S30_40 ลดลงร้อยละ 57, 29 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.2

จะสังเกตได้ว่าเมื่อขนาดของมวลรวมมีการเปรียบแปลงจะส่งผลต่อความต้องการน้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์และเวลาการไหลแผ่ การใช้มวลรวมที่มีขนาดคละกัน คือ มอร์ตาร์ควบคุมพบว่ามีความต้องการน้ำและใช้เวลาการไหลแผ่มากที่สุด และการใช้มวลรวมที่มีขนาดเดียวจะส่งผลให้ความต้องการน้ำและการไหลแผ่ลดน้อยลง



เปรียบเทียบความต้องการน้ำ ของมอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1



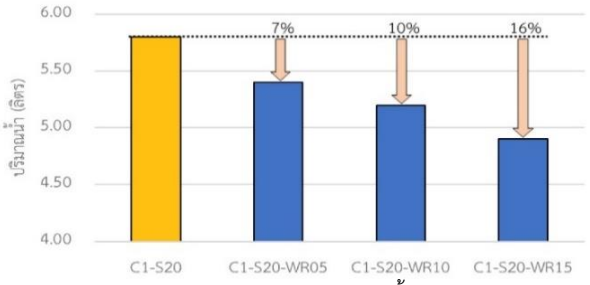
เปรียบเทียบเวลาการไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตร ของมอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1

4.4.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมกับลวดสลิง

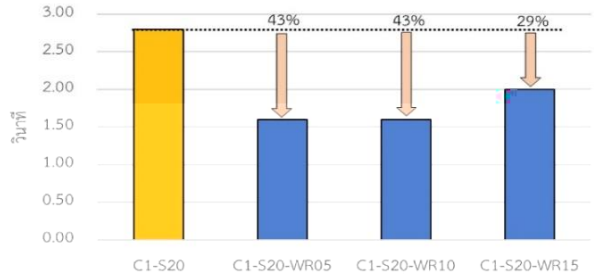
จากการทดสอบการไหลแผ่และเวลาการไหลพบว่า ความต้องการน้ำของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมลวดสลิง มีผลการทดสอบมอร์ตาร์สูตร C1-S20-WR05, C1-S20-WR10 และC1-S20-WR15 มีความต้องการน้ำลดลงลดลงร้อยละ 7, 10 และ16 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม แสดงดังรูปที่ 4.3

ระยะการไหลแผ่ที่ระยะ 50 เซนติเมตร ของมอร์ตาร์ที่ผสมลวดสลิง มีผลการทดสอบของสูตร C1-S20-WR05, C1-S20-WR10 และC1-S20-WR15 มีเวลาการไหลลดลงร้อยละ 43, 43 และ29 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.4

จากการที่นำลวดสลิงมากผสมเพิ่มพบว่า เมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มขึ้นจะลงผลให้ความต้องการน้ำลดลง ส่วนเวลาการไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตร เมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เวลาการไหลลดลงเมื่อเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม



เปรียบเทียบความต้องการน้ำ โดยผสมลวดสลิง



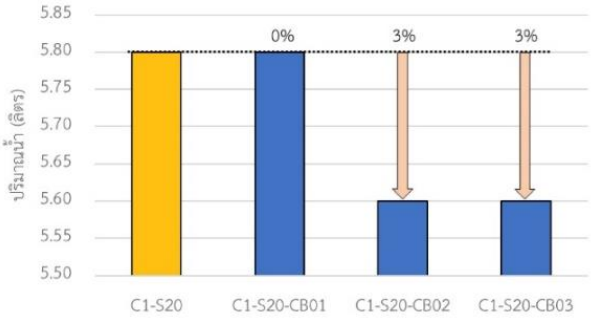
เปรียบเทียบระยะการไหลแผ่ที่ 50 เซนติเมตร โดยผสมลวดสลิง

4.1.3 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์

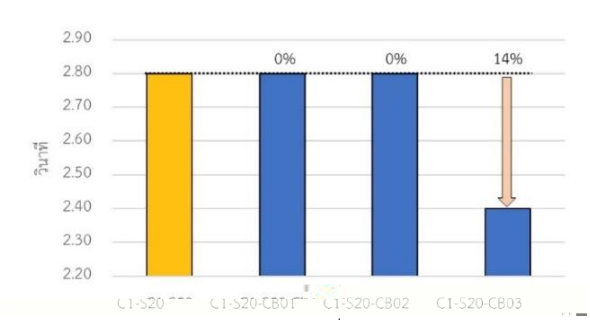
จากการทดสอบการไหลแผ่และเวลาการไหลพบว่า ความต้องการน้ำของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CB01, C1-S20-CB02 และC1-S20-CB03 มีความต้องการน้ำลดลงลดลงร้อยละ 0, 3 และ 3 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม แสดงดังรูปที่ 4.5

ระยะการไหลแผ่ที่ระยะ 50 เซนติเมตร ของมอร์ตาร์ที่ผสมเม็ดเซรามิกซ์ มีผลการทดสอบของสูตร C1-S20-CB01, C1-S20-CB02 และC1-S20-CB03 มีเวลาการไหลลดลงร้อยละ 0, 0 และ14 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.6

จากการทดสอบพบว่าเมื่อมีการใช้เม็ดเซรามิกซ์ผสมกับมอร์ตาร์มากขึ้นจะทำให้ความต้องการน้ำและเวลาการไหลแผ่ที่ระยะ 50 เซนติเมตรลดลง



เปรียบเทียบความต้องการน้ำ โดยผสมเม็ดเซรามิกซ์



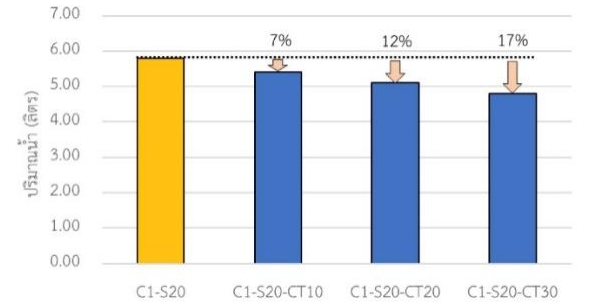
เปรียบเทียบระยะการไหลแผ่ที่ 50 เซนติเมตร โดยผสมเม็ดเซรามิกซ์

4.1.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์

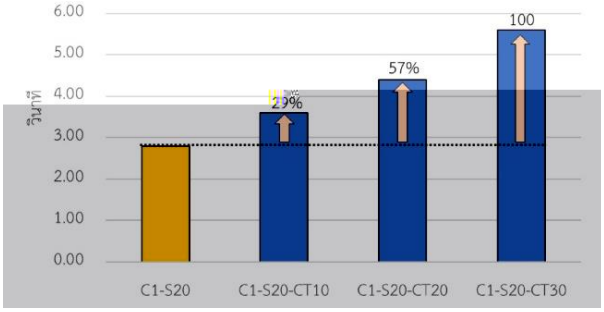
จากการทดสอบการไหลแผ่และเวลาการไหลพบว่า ความต้องการน้ำของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CT10, C1-S20-CT20 และC1-S20-CT30 มีความต้องการน้ำลดลงลดลงร้อยละ 7, 12 และ17 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.7

ระยะการไหลแผ่ที่ระยะ 50 เซนติเมตร ของมอร์ตาร์ที่ผสมยางรถยนต์มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CT10, C1-S20-CT20 และC1-S20-CT30 มีเวลาการไหลเพิ่มขึ้นร้อยละ 29, 57 และ100 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.8

จากผลการทดสอบการนำยางรถยนต์มาผสมเพิ่มกับมอร์ตาร์พบว่า เมื่อมีการใช้ยางรถยนต์มาผสมเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้มอร์ตาร์มีความต้องการน้ำลดลง แต่จะทำให้มอร์ตาร์มีความหนืดเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน จึงเป็นผลให้การไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตรของมอร์ตาร์ที่ผสมยางรถยนต์ ใช้เวลาการไหลเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของยางรถยนต์



เปรียบเทียบความต้องการน้ำ โดยผสมยางรถยนต์



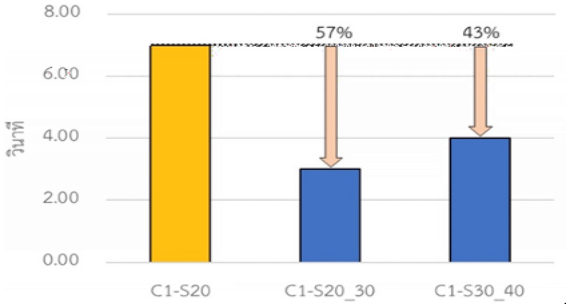
เปรียบเทียบระยะการไหลแผ่ที่ 50 เซนติเมตร โดยยางรถยนต์

4.2 การทดสอบไหลผ่านกล่องรูปทรงวี

4.2.1 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1

ระยะเวลาในการไหลผ่านกล่องทรงวีของซีเมนต์ประเภทที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบขนาดของมวลรวม โดยสูตร C1-S20 มีระยะเวลาการไหลมากที่สุด ผลการทดสอบสูตร C1-S20_30, C1-S30_40 เร็วขึ้นร้อยละ 57, 43 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.9

ขนาดของมวลรวมที่ต่างกันจะส่งผลให้เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีแตกต่างกันไปด้วย โดยมอร์ตาร์ควบควบที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดคละจะไหลได้ไม่ดีเท่าและใช้เวลานานกว่ามอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมเพียงขนาดเดียว

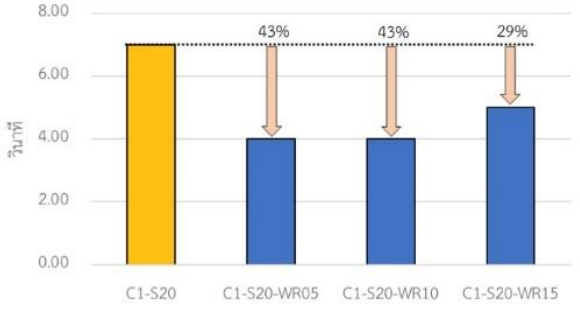


เปรียบเทียบการไหลผ่านกล่องทรงวี ซีเมนต์ประเภทที่ 1

4.2.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมกับลวดสลิง

เวลาในการไหลผ่านกล่องของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมลวดสลิง มีผลการทดสอบมอร์ตาร์สูตร C1-S20-WR05, C1-S20-WR10 และC1-S20-WR15 ใช้เวลาในการไหลลดลงร้อยละ 43, 43 และ 29 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.10

จากผลการทดสอบเมื่อปริมาณลวดสลิงที่ใช้ผสมมอร์ตาร์เพิ่มมากขึ้น จะทำให้การไหลผ่านกล่องทรงวีไหลได้ดีขึ้น ใช้เวลาในการไหลผ่านกล่องทรงวีน้อยลง

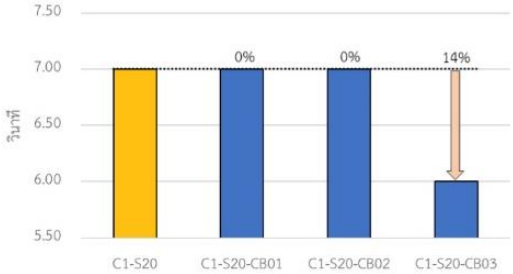


เปรียบเทียบการไหลผ่านกล่องทรงวี โดยลวดสลิง

4.2.3 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์

เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CB01, C1-S20-CB02 และC1-S20-CB03 ใช้เวลาในการไหลผ่านกล่องทรงวีลดลง 0%, 0% และ14% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.11

จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณของเม็ดเซรามิกซ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การไหลผ่านกล่องทรงวีใช้เวลาในการไหลได้เร็วขึ้น

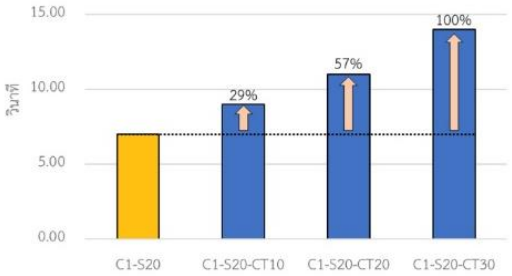


เปรียบเทียบการไหลผ่านกล่องทรงวี โดยเม็ดเซรามิกซ์

4.2.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์

เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CT10, C1-S20-CT20 และC1-S20-CT30 ใช้เวลาในการไหลผ่านกล่องทรงวีเพิ่มขึ้นร้อยละ 29, 57 และ 100 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.12

จากการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณยางรถยนต์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้มอร์ตาร์มีความหนืดเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีใช้เวลาการไหลเพิ่มมากขึ้น



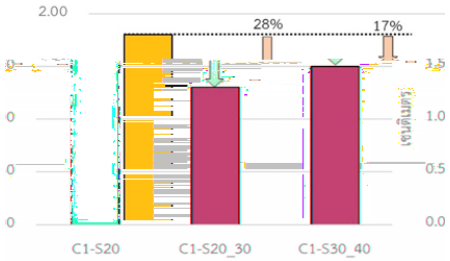
เปรียบเทียบการไหลผ่านกล่องทรงวี โดยยางรถยนต์

4.3 การไหลซึมผ่านหิน

4.3.1 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1

การไหลซึมผ่านหินของซีเมนต์ประเภทที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบขนาดมวลรวม โดยที่สูตร C1-S20 มีการไหลซึมมากที่สุด ผลการทดสอบสูตร C1-S20_30 และ C1-S30_40 ลดลงร้อยละ 28 และ 17 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.13

จากผลการทดสอบจะสังเกตว่า มอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดคละกัน คือ มอร์ตาร์ควบคุมไหลซึมผ่านหินได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมพียงขนาดเดียว

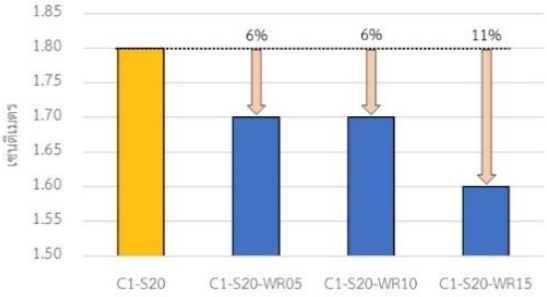


การไหลซึมผ่านหินของซีเมนต์ประเภทที่ 1

4.3.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมกับลวดสลิง

การไหลผ่านหินของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมลวดสลิง มีผลการทดสอบมอร์ตาร์สูตร C1-S20-WR05, C1-S20-WR10 และC1-S20-WR15 มีระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 6, 6 และ11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.14

จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลทำให้การซึมผ่านหินของตัวมอร์ตาร์ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของลวดสลิง

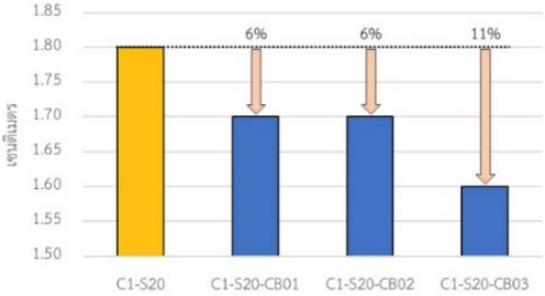


การไหลซึมผ่านหิน โดยลวดสลิง

4.3.3 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์

การไหลผ่านหินของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CB01, C1-S20-CB02 และC1-S20-CB03 มีระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 6, 6 และ 11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.15

จากการทดสอบพบว่ามอร์ตาร์ที่นำเม็ดเซรามิกซ์มาผสมเพิ่มเมื่อปริมาณเม็ดเซรามิกซ์เพิ่มขึ้นจะทำให้การไหลซึมผ่านหินลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเม็ดเซรามิกซ์

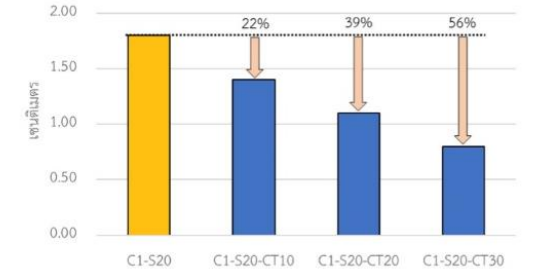


การไหลซึมผ่านหิน โดยเม็ดเซรามิกซ์

4.3.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์

การไหลผ่านหินของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CT10, C1-S20-CT20 และC1-S20-CT30 ระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 22, 39 และ56 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.16

จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณยางรถยนต์ที่ผสมกับมอร์ตาร์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การไหลซึมผ่านหินมีระยะการไหลซึมลดลง



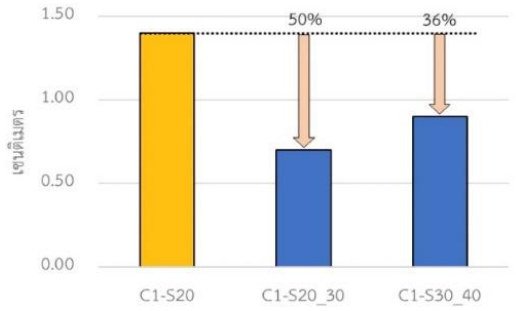
การไหลซึมผ่านหิน โดยยางรถยนต์

4.4 การไหลซึมผ่านรอยแยก

4.4.1 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1

การไหลซึมผ่านรอยแยกของซีเมนต์ประเภทที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบขนาดของมวลรวม โดยที่สูตร C1-S20 มีการไหลซึมผ่านรอยแยกมากที่สุด

C1-S20_30 และ C1-S30_40 ลดลงร้อยละ 50 และ 36 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.17

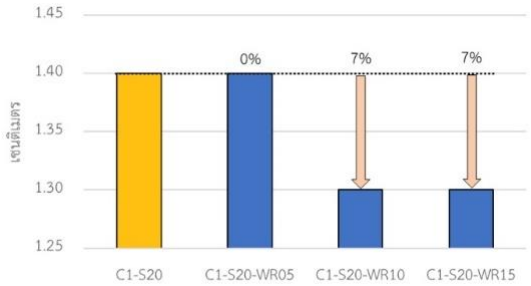


1 เปรียบเทียบการไหลซึมผ่านรอยแยก ซีเมนต์ประเภทที่ 1

4.4.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมกับลวดสลิง

การไหลผ่านรอยแยกของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมลวดสลิง มีผลการทดสอบมอร์ตาร์สูตร C1-S20-WR05, C1-S20-WR10 และC1-S20-WR15 มีระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 0, 7 และ7 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.18

จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลทำให้การซึมผ่านรอยแยกของตัวมอร์ตาร์ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของลวดสลิง

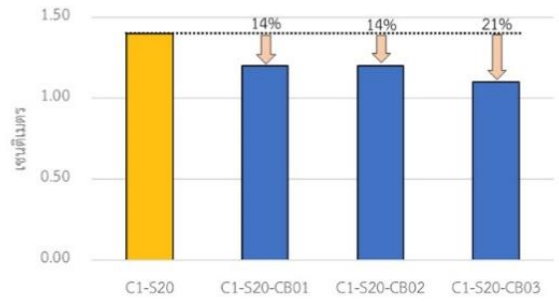


การไหลซึมผ่านรอยแยก โดยลวดสลิง

4.4.3 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์

การไหลผ่านรอยแยกของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CB01, C1-S20-CB02 และC1-S20-CB03 มีระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 14, 14 และ21 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.15

จากการทดสอบพบว่ามอร์ตาร์ที่นำเม็ดเซรามิกซ์มาผสมเพิ่มเมื่อปริมาณเม็ดเซรามิกซ์เพิ่มขึ้นจะทำให้การไหลซึมผ่านหินลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเม็ดเซรามิกซ์

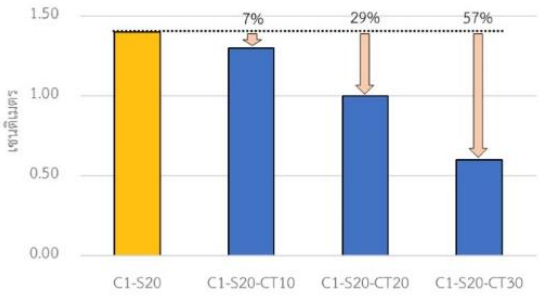


การไหลซึมผ่านรอยแยก โดยเม็ดเซรามิกซี

4.4.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์

การไหลผ่านรอยแยกของซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์ มีผลการทดสอบมอร์ตาร์ C1-S20-CT10, C1-S20-CT20 และC1-S20-CT30 ระยะการซึมผ่านลดลงร้อยละ 7, 29 และ57 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.20

จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณยางรถยนต์ที่ผสมกับมอร์ตาร์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การไหลซึมผ่านรอยแยกมีระยะการไหลซึมลดลง

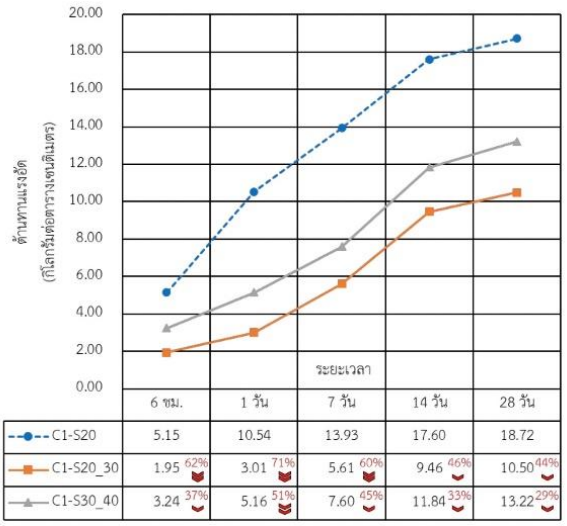


การไหลซึมผ่านรอยแยก โดยยางรถยนต์

4.5 การทดสอบความต้านทานแรงอัด

4.5.1 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1

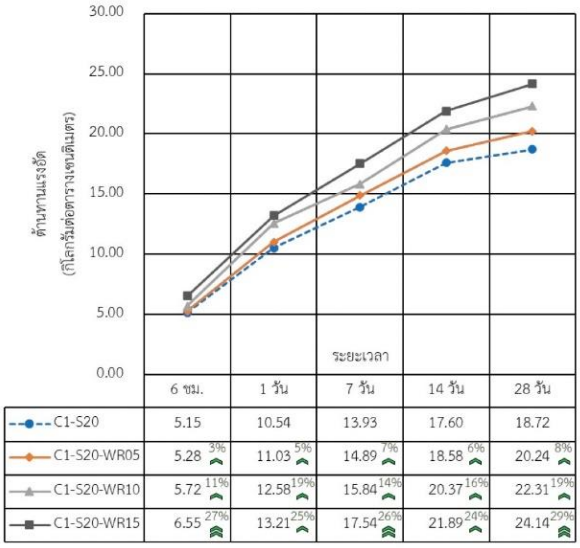
เป็นการเปรียบเทียบถึงความแตกต่างขนาดของมวลรวมทั้ง 3 สูตร พบว่าขนาดของมวลรวมมีผลต่อความต้านทานแรงอัด โดยขนาดมวลรวมของสูตร C1-S20 ที่ใช้ทรายแม่น้ำร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 ให้ค่าความต้านทานแรงอัดสูงที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.21



เปรียบเทียบความต้านทานแรงอัดของซีเมนต์ประเภทที่ 1

4.5.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมกับลวดสลิง

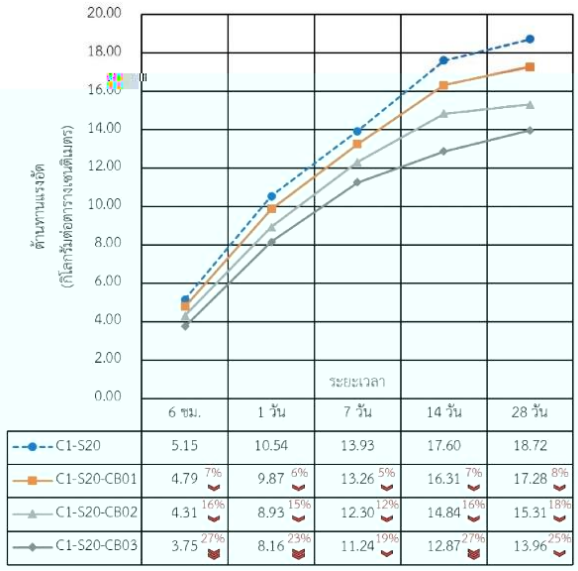
ผลการทดสอบต้านทานแรงดอัดของมอร์ตาร์ที่นำลวดสลิงมาผสม พบว่าเมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์เพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยมอร์ที่ผสมลวดสลิงสูตร C1-S20-WR15 มีความต้านทานแรงอัดมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.22



เปรียบเทียบความต้านทานแรงอัด โดยลวดสลิง

4.5.3 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมเม็ดเซรามิกซ์

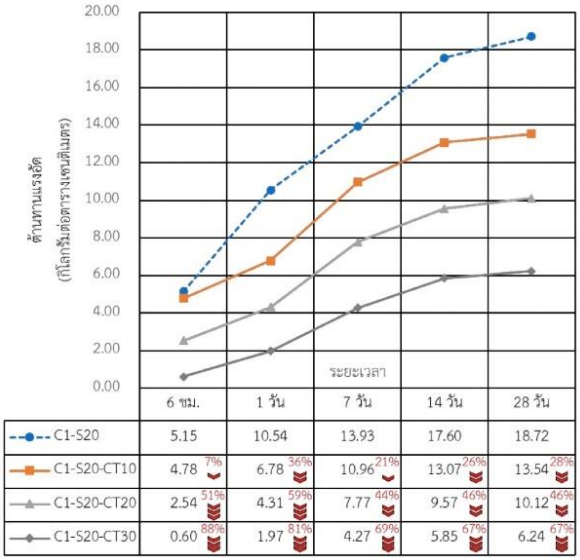
ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของมอร์ตารที่ผสมเม็ดเซาร์มิกซ์ พบว่าเมื่อปริมาณเม็ดเซรามิกซ์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบความมอร์ตาร์ควบคุม แสดงดังรูปที่ 4.23



เปรียบเทียบความต้านทานแรงอัด โดยเม้ดเซรามิกซ์

4.5.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ผสมยางรถยนต์

ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของมอร์ตารที่ผสมยางรถยนต์ พบว่าเมื่อปริมาณยางรถยนต์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบความมอร์ตาร์ควบคุม แสดงดังรูปที่ 4.24



เปรียบเทียบความต้านทานแรงอัด โดยยางรถยนต์

5.

5.1 ขนาดของมวลรวมส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพของมอร์ตาร์ โดยที่มอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดคละจะมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น ใช้เวลาในการไหลที่ระยะที่ 50 เซนติเมตรและเวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีมากที่สุด แต่จะมีความสามารถไหลซึมผ่านหินและรอยแยกที่ดีกว่ามอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมเพียงขนาดเดียว และมอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดคละกันจะมีความต้านทานแรงอัดมากกว่ามอร์ตาร์ที่ใช้มวลรวมเพียงขนาดเดียว

5.2 มอร์ตาร์ที่ใช้ลวดสลิงมาผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของมอร์ตาร์ สรุปได้ว่า เมื่อปริมาณลวดสลิงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีความต้องการน้ำลดลง การไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตรเร็วขึ้น เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีเร็วขึ้น แต่การไหลซึมผ่านหินและไหลซึมผ่านรอยแยกลดลง การต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมลวดสลิงพบว่าลวดสลิงส่งผลให้มอร์ตาร์มีความสามารถในการต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้น

5.3 มอร์ตาร์ที่ใช้เม็ดเซรามิกซ์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของมอร์ตาร์สรุปได้ว่า เมื่อปริมาณเม็ดเซรามิกซ์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีความต้องการน้ำลดลง การไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตรเร็วขึ้น เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีเร็วขึ้น แต่การไหลซึมผ่านหินและไหลซึมผ่านรอยแยกลดลง การต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมเม็ดเซรามิกซ์พบว่าเม็ดเซรามิกซ์ส่งผลให้มอร์ตาร์มีความสามารถในการต้านทานแรงอัดลดลง

5.4 มอร์ตาร์ที่ใช้ยางรถยนต์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของมอร์ตาร์ สรุปได้ว่าเมื่อปริมาณยางรถยนต์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีความต้องการน้ำลดลง การไหลที่ระยะ 50 เซนติเมตรช้าขึ้น เวลาการไหลผ่านกล่องทรงวีช้าลง และการไหลซึมผ่านหินและไหลซึมผ่านรอยแยกลดลง การต้านทานแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมยางรถยนต์พบว่ายางรถยนต์ทำให้มอร์ตาร์ตาร์มีความต้านทานแรงอัดลง

5.5 จากการที่นำวัสดุผสมพิเศษได้แก่ ลวดสลิง เม็ดเซรามิกซ์ และยางรถยนต์ พบว่าลวดสลิงจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติของมอร์ตาร์ได้ดีที่สุด และเพิ่มความสามารถในการต้านทานแรงอัดให้แก่มอร์ตาร์ให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น เม็ดเซรามิกซ์จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติของมอร์ตาร์ แต่จะไม่สามารถช่วยในการเพิ่มความต้านทานแรงอัดให้แก่มอร์ตาร์ได้ และยางรถยนต์ไม่สามารถช่วยในการเพิ่มคุณสมบัติให้แก่มอร์ตาร์และไม่สามารถช่วยในเรื่องความต้านทานแรงอัด

5.6 มอร์ตาร์ทุกสูตรการผสมในวิจัยนี้เมื่อนำมาใช้ซ่อมแซมพื้นผิวถนนพบว่า มอร์ตาร์สูตรที่ดีที่สุด คือ มอร์ตาร์ที่ผสมลวงสลิงที่ร้อยละ 15 มีความสามารถในการแทรกซึมผ่านหินและรอยแยกได้ดีและทำให้ชั้นผิวถนนคอนกรีตแข็งแรงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรการผสมอื่น

[1] สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบสำนักบริหารบำรุงทางกรมทางหลวง (2550). คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง.
[2] จุฑา มีพฤกษ์ (2554). การพัฒนาคอนกรีตสมรรถนะสูงมากเพื่อการซ่อมแซมพื้นผิวถนนคอนกรีตโดยวิธีเททับหน้า. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[3] ASTM (American Society for Testing and Materials), 2019, ASTM C 1611: Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete. ASTM INTERNATIONAL. www.astm.org.
[4] EFNARC (European Federation of National Associations Representing producers and applicators of specialist building products for Concrete), 2002. specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete. www.efnarc.org.
[5] ASTM (American Society for Testing and Materials), 2012. ASTM C109/C109M – Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars. ASTM INTERNATIONAL. www.astm.org.