

ผลกระทบของสารลดน้ำปริมาณมากที่มีผลต่อ การไหลแผ่ กำลังอัด ของมอร์ตาร์ ที่ใช้ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นและประเภทที่ 3

Effects of Superplasticizers on Flow and Strength of Mortars Using Low-Carbon High Early Strength and Type III Cements

ภาณุพงศ์ สุขหนองบึง^{1*} และ วินัย อวยพรประเสริฐ¹

Phanupong Suknongbung^{1} and Winai Ouypornprasert¹*

Received 24 March 2026, Revised 27 May 2026, Accepted 2 July 2026

ABSTRACT

This research aimed to investigate the effects of polycarboxylate ether (PCE)-based and sulfonated naphthalene formaldehyde (SNF)-based superplasticizers on the flow spread and compressive strength of mortar mixtures incorporating one brand of low-carbon high-early-strength cement and two brands of Type III Portland cement. Two brands of each type of superplasticizer were used at dosage ranges of 0–1.6% and 0–2.1% by weight of cement for PCE and SNF, respectively. Mortar mixtures were prepared in accordance with ASTM C109 using a water-to-cement ratio of 0.485, a cement-to-sand ratio of 1:2.75, and sand with a fineness modulus of 2.80. Compressive strength specimens consisted of 5×5×5 cm mortar cubes tested at the ages of 18 hours, 3 days, and 7 days. The experimental results showed that mortar mixtures containing PCE-based superplasticizers began to exhibit segregation at approximately 0.8%, with clear segregation observed at approximately 1.2%. In contrast, mortar mixtures containing SNF-based superplasticizers began to exhibit segregation at approximately 1.4%, with more pronounced segregation occurring at approximately 1.7%. Consequently, the flow spread increased until reaching its maximum value before decreasing when the superplasticizer dosage exceeded the optimum adsorption level, resulting in instability within the mortar system. At high superplasticizer dosages, the compressive strength tended to fluctuate and become unstable due to segregation and bleeding, which caused a non-uniform internal structure and increased porosity within the mortar. However, within the appropriate dosage range, the compressive strength tended to increase due to improved cement particle dispersion and the development of a denser internal structure. Furthermore, mortars containing low-carbon high-early-strength cement combined with PCE-based superplasticizers exhibited relatively high and consistent flow spread values. In addition, mortars containing low-carbon high-early-strength cement showed higher flow spread values than those containing Type III Portland cement when the same dosage of SNF-based superplasticizer was used.

Keywords: Mortar, Superplasticizer, Flow, Compressive Strength, Low carbon high early strength cement

^{1*} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

Department of Civil Engineering, College of Engineering, Rangsit University, Lak-Hok Muang Pathumthani 12000

* Corresponding author: Tel.08-6341-8672 E-mail address: iamaud2010@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสารลดน้ำอย่างมากระเภทโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์ (PCE) และแนฟทาไลน์ซัลโฟเนตฟอร์มาลดีไฮด์ (SNF) ต่อค่าการไหลแผ่และกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นจำนวน 1 ตรา และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 จำนวน 2 ตรา สารลดน้ำประเภท PCE และ SNF ที่ใช้มีจำนวน 2 ตราต่อประเภท โดยใช้ในช่วง 0–1.6% และ 0–2.1% ตามลำดับ โดยติดตามน้ำหนักปูนซีเมนต์ มอร์ตาร์ผสมตามมาตรฐาน ASTM C109 ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.485 อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1:2.75 และใช้ทรายที่มีค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus) เท่ากับ 2.80 ตัวอย่างทดสอบกำลังอัดมีขนาดลูกบาศก์ 5×5×5 ซม. โดยทดสอบที่อายุ 18 ชั่วโมง 3 วัน และ 7 วัน ผลการทดลองพบว่า มอร์ตาร์ที่ใช้สารลดน้ำประเภท PCE เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสมที่ประมาณ 0.8% และเกิดอย่างชัดเจนที่ประมาณ 1.2% ขณะที่สารลดน้ำประเภท SNF เริ่มเกิด segregation ที่ประมาณ 1.4% และเกิดอย่างชัดเจนที่ประมาณ 1.7% ส่งผลให้ค่าการไหลแผ่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด ก่อนลดลงเมื่อปริมาณสารลดน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวและทำให้ระบบมอร์ตาร์สูญเสียความคงตัว เมื่อใช้สารลดน้ำในปริมาณสูง กำลังอัดของมอร์ตาร์มีแนวโน้มผันผวนและไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการเกิด segregation และ bleeding ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความไม่สม่ำเสมอและมีปริมาณโพรงเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ในช่วงปริมาณสารลดน้ำที่เหมาะสม กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้นและการพัฒนาโครงสร้างภายในที่มีความหนาแน่นมากขึ้น นอกจากนี้ มอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นร่วมกับสารลดน้ำประเภทโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์มีแนวโน้มให้ค่าการไหลแผ่สูงและค่อนข้างสม่ำเสมอ รวมถึงมีค่าการไหลแผ่สูงกว่ามอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 เมื่อใช้สารลดน้ำประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนตในปริมาณที่เท่ากัน

คำสำคัญ: มอร์ตาร์ สารลดน้ำอย่างมากระเภทโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์ กำลังอัด ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น

คำนำ

ในปัจจุบัน กระแสการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยเฉพาะการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น การผลิตคอนกรีตสำเร็จรูปกำลังอัดสูงมักใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมาก ซึ่งเป็นสารผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C494 (ASTM International, 2018) เพื่อเพิ่มการไหลตัวของส่วนผสมโดยไม่เพิ่มปริมาณน้ำ สารลดน้ำที่นิยมใช้มีหลายประเภท เช่น ฐานเมลามีน (Melamine-based) ฐานแนฟทาไลน์ (Naphthalene-based) และฐานโพลีคาร์บอกซิเลต (Polycarboxylate-based) โดยสารลดน้ำฐานเมลามีนมีแนวโน้มลดการใช้งานลง เนื่องจากข้อกังวลด้านผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ขณะที่สารลดน้ำประเภทแนฟทาไลน์ที่ยังใช้กันอยู่ในปัจจุบัน อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและระบบทางเดินหายใจ

ของสิ่งมีชีวิต (U.S. Environmental Protection Agency, 1998) จึงมีแนวโน้มเปลี่ยนมาใช้สารลดน้ำฐานโพลีคาร์บอกซิเลต ซึ่งมีความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อมมากกว่า (European Federation of Concrete Admixtures Associations: EFCA, 2015) ทั้งนี้ การเพิ่มปริมาณสารลดน้ำฐานโพลีคาร์บอกซิเลตสามารถช่วยเพิ่มการไหลตัวและการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ได้ อย่างไรก็ตาม หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้ระบบมอร์ตาร์สูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ส่งผลให้โครงสร้างภายในไม่สม่ำเสมอและทำให้กำลังอัดลดลง (Antoni et al., 2017) นอกจากนี้ การเกิด segregation ของมอร์ตาร์ยังอาจส่งผลให้กำลังอัดและกำลังดึงลดลง (ณัฐวัตร และ วินัย, 2566)

ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำที่สามารถพัฒนากำลังอัดได้รวดเร็ว เพื่อใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ซึ่งมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการ

ผลิตสูงกว่า ดังนั้น การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของ สารลดน้ำฐานโพลีคาร์บอกซิเลตในมอร์ตาร์จึงเป็น ขั้นตอนสำคัญ เพื่อให้ได้มอร์ตาร์ที่มีสมบัติการไหลแผ่ และกำลังอัดที่เหมาะสม และสามารถประยุกต์ใช้ในการ พัฒนาคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อมในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองหาคุณสมบัติพื้นฐานของมวลรวม ละเอียด ทดสอบการไหลแผ่ และ ทดสอบกำลังอัด ที่ ห้องปฏิบัติการโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

1. ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำ กำลังสูงระยะต้น จำนวน 1 ตรา (A3) และประเภท 3 จำนวน 2 ตรา (B3,C3)

2. ทราจากภาคกลางตะวันตก

3. สารลดน้ำอย่างมาก ประเภท F ได้แก่ P (โพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์) จำนวน 2 ตรา และ N (แนฟทาไลน์ซัลโฟเนต) จำนวน 2 ตรา

การออกแบบส่วนผสมมอร์ตาร์ตามมาตรฐาน ASTM C109 ได้แก้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.485 และทรายที่มีค่าโมดูลัสความละเอียด เท่ากับ 2.80

ทดสอบหาการไหลแผ่ของมอร์ตาร์ ตาม มาตรฐาน ASTM C230 กาลาค่าการไหลแผ่ตั้งสมการ ที่

$$Flow (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

โดย Flow (%) = การไหลแผ่

A = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมอร์ตาร์สดหลัง ทำการทดสอบ และ

B = เส้นผ่าศูนย์กลางพื้นฐานแบบ

ทดสอบหาลำกำลังอัด ตามมาตรฐาน ASTM C109 โดยใช้ตัวอย่างรูปลูกบาศก์ ขนาด 5×5×5 ซม. และการทดสอบกำลังอัดในช่วงอายุการบ่มอายุ 18 ชม. 3 และ 7 วัน โดยในแต่ละอายุใช้ตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

วิธีการทดลอง

การผสมมอร์ตาร์ดำเนินการด้วยเครื่องผสม มอร์ตาร์ตามแนวทางของ ASTM C305 โดยเริ่มจาก เติมน้ำผสมร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากลงในโถผสม จากนั้นเติมปูนซีเมนต์และพักไว้เป็นเวลา 30 วินาที ก่อนผสมที่ความเร็ว 140 ± 5 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 วินาที แล้วหยุดเครื่อง 15 วินาที เพื่อชูดวัสดุที่ติด บริเวณผนังโถผสม ก่อนเติมทรายให้เสร็จภายใน 30 วินาที

หลังจากนั้น ผสมต่อที่ความเร็ว 285 ± 10 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 วินาที แล้วหยุดพัก 90 วินาที โดยในช่วง 15 วินาทีแรกทำการชูดมอร์ตาร์ที่ ติดบริเวณผนังโถ และใช้ฝ่าปิดปากโถเพื่อลดการ สูญเสีย น้ำ จากนั้นผสมต่อที่ความเร็ว 285 ± 10 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 60 วินาที ก่อนนำมอร์ตาร์สดไป ทดสอบค่าการไหลแผ่ทันที และหล่อลงแบบตัวอย่าง ลูกบาศก์ขนาด $5 \times 5 \times 5$ ซม. สำหรับทดสอบกำลัง อัด

ตัวอย่างมอร์ตาร์จะถูกถอดแบบหลังจากผ่านไป 18 ชั่วโมง และนำไปบ่มในน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิห้อง จนถึงอายุการทดสอบ ได้แก่ 18 ชั่วโมง, 3 วัน และ 7 วัน โดยการทดสอบกำลังอัดแต่ละอายุจะ ใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

เพื่อควบคุมความแปรปรวนของผลการ ทดลอง การทดลองของสารลดน้ำแต่ละชนิดถูก ดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในวันเดียวกัน ณ ห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยใช้ วัสดุจากแหล่งเดียวกัน ชุดอุปกรณ์เดียวกัน ลำดับ และระยะเวลาการผสมเดียวกัน รวมถึงผู้ทดสอบชุด เดียวกัน เพื่อลดผลกระทบจากความแตกต่างของ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ระยะเวลาการทดสอบ และความคลาดเคลื่อนจากกระบวนการผสม ใน งานวิจัยนี้ การเริ่มเกิดการแยกตัวของมอร์ตาร์ (segregation) พิจารณาจากการสังเกตลักษณะ การแยกตัวของน้ำอิสระ การสูญเสียความสม่ำเสมอ ของเนื้อมอร์ตาร์ การเกิดการคายน้ำ (bleeding) บริเวณรอบตัวอย่าง และการลดลงของความสามารถ ในการยึดเกาะของส่วนผสมระหว่างการทดสอบการ

ไหลแผ่ โดยการประเมินดังกล่าวใช้การสังเกตเชิงคุณภาพร่วมกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าการไหลแผ่

ผล

ผลการทดสอบการไหลแผ่ของมอร์ตาร์

ผลการทดสอบการไหลแผ่ ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.485 และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1 ต่อ 2.75 โมดูลัสความละเอียดของทราย เท่ากับ 2.80 และสารลดน้ำปริมาณมาก ชนิดโพ

ลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์ จำนวน 2 ตรา (P1, P2) ในช่วง 0–1.6% โดยมีช่วงแนะนำอยู่ในช่วง 0.3–1.5% และสารลดน้ำปริมาณมาก ชนิดแนฟทาซีนซัลโฟเนต (N1, N2) จำนวน 2 ตรา ในช่วง 0–2.1% โดยมีช่วงแนะนำอยู่ในช่วง 0.7–2.0% การเปรียบเทียบการไหลแผ่ของมอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ประเภทคาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น จำนวน 1 ตรา (A3) และประเภทที่ 3 จำนวน 2 ตรา (B3, C3) ดังแสดง Figure 1 and 2 ตามลำดับ

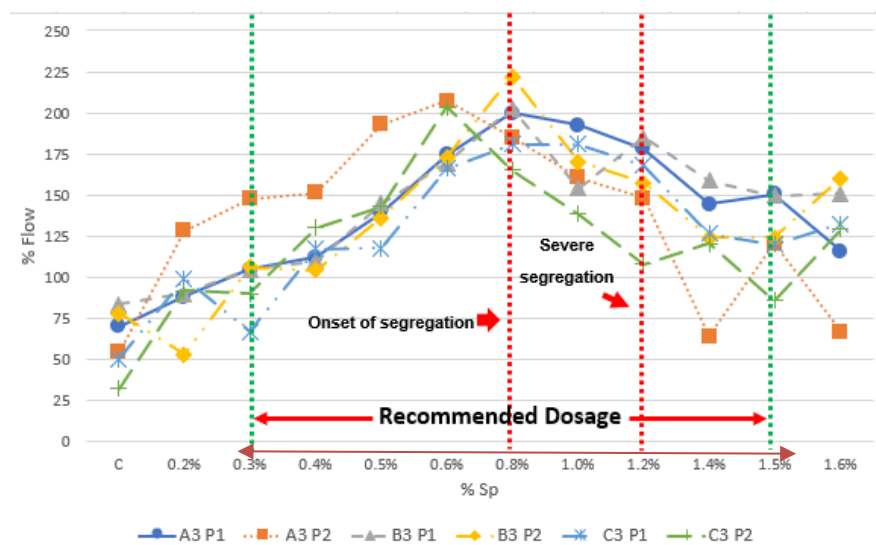


Figure 1 Flow spread of mortar mixtures using two brands of polycarboxylate ether -based superplasticizers and three cements: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

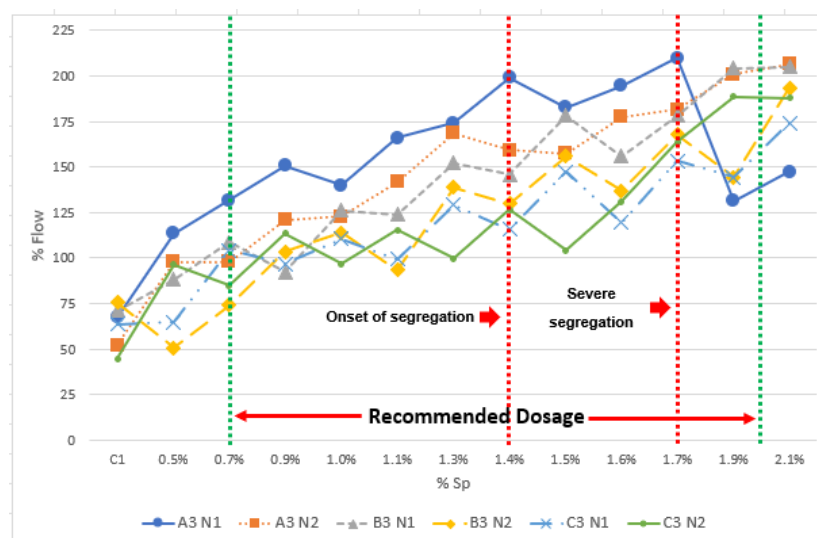


Figure 2 Flow spread of mortar mixtures using two brands of naphthalene -based superplasticizers and three cements: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

จาก Figure 1 และ 2 พบว่าค่าการไหลแผ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากเพิ่มขึ้น จนถึงปริมาณ 0.8% และ 1.7% ตามลำดับ ก่อนเริ่มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำมากขึ้น จากการสังเกตพบว่า มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสมที่ปริมาณมากกว่า 0.8% และ 1.4% ตามลำดับ และเกิด segregation อย่างชัดเจนที่

ปริมาณ 1.2% และ 1.7% ตามลำดับ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abadassi *et al.* (2023) ที่รายงานว่า สารลดน้ำประเภท PCE ช่วยเพิ่มการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ ส่งผลให้ bleeding เพิ่มขึ้น และเมื่อค่า yield stress ของซีเมนต์เฟสต่ำเกินไป จะไม่สามารถพยุงเม็ดทรายไว้ได้ ทำให้เกิด segregation ของมอร์ตาร์

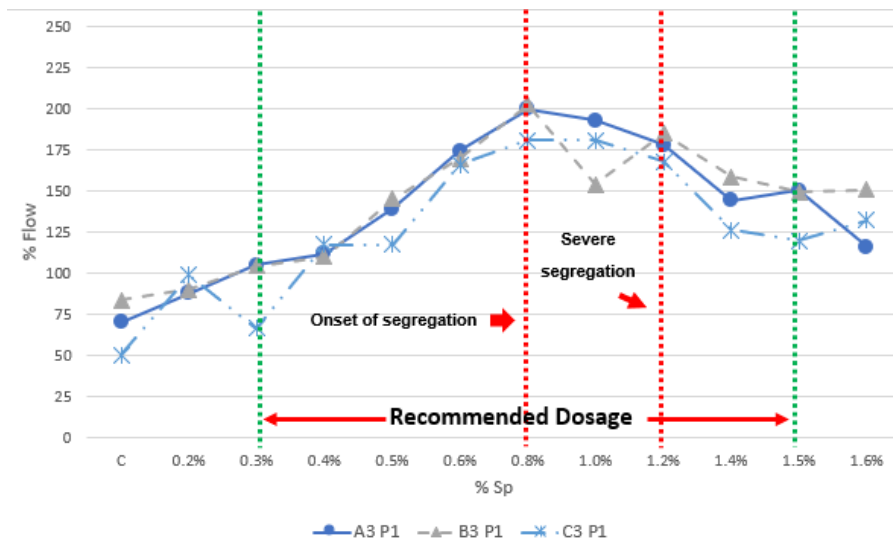


Figure 3 Flow spread of mortar mixtures using a polycarboxylate ether-based superplasticizer (P1) and three cements: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

จาก Figure 3 ในช่วง 0–0.3% มอร์ตาร์มีค่าการไหลแผ่ต่ำ เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมากยังไม่เพียงพอต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก พบว่าค่าการไหลแผ่เพิ่มขึ้น ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 0.8% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสม แต่ยังไม่ส่งผลต่อค่าการไหลแผ่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก

ตั้งแต่ 1.2% ขึ้นไป ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่าการไหลแผ่ลดลงและมอร์ตาร์สูญเสียความสามารถในการทำงาน

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำ กำลังสูงระยะต้นกับสารลดน้ำปริมาณมาก ชนิดโพลีคาร์บอซิเลตอีเทอร์ ตรา 1 ให้ค่าแนวโน้มการไหลแผ่ดีที่สุด

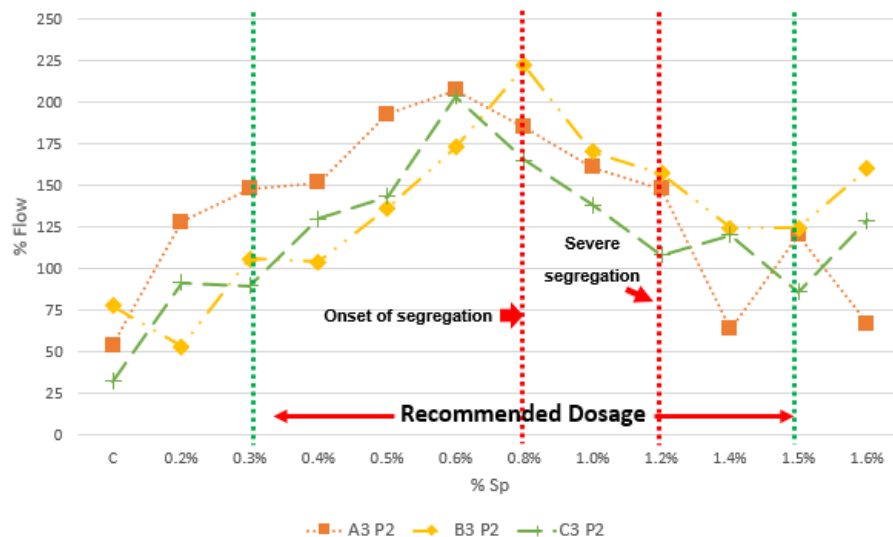


Figure 4 Flow spread of mortar mixtures using a polycarboxylate ether -based superplasticizer (P2) and three cements: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

จาก Figure 4 ในช่วง 0-0.3% สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 1 และ 2 มอร์ตาร์มีค่าการไหลแผ่ต่ำ เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมากยังไม่เพียงพอต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก พบว่าค่าการไหลแผ่เพิ่มขึ้น ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 0.8% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสม แต่ยังไม่ส่งผลต่อค่าการไหลแผ่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมากตั้งแต่ 1.2% ขึ้นไป ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่าการไหลแผ่

ลดลง เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวของ การดูดซับบนผิวอนุภาคซีเมนต์ และทำให้มอร์ตาร์สูญเสียความสามารถในการทำงาน

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์ ตรา 2 มีแนวโน้มให้ค่าการไหลแผ่สูงและค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งอาจสัมพันธ์กับความเข้ากันได้ระหว่างชนิดของปูนซีเมนต์และสารลดน้ำ ส่งผลให้อนุภาคซีเมนต์กระจายตัวได้ดีขึ้นและเพิ่มความสามารถในการไหลตัวของมอร์ตาร์

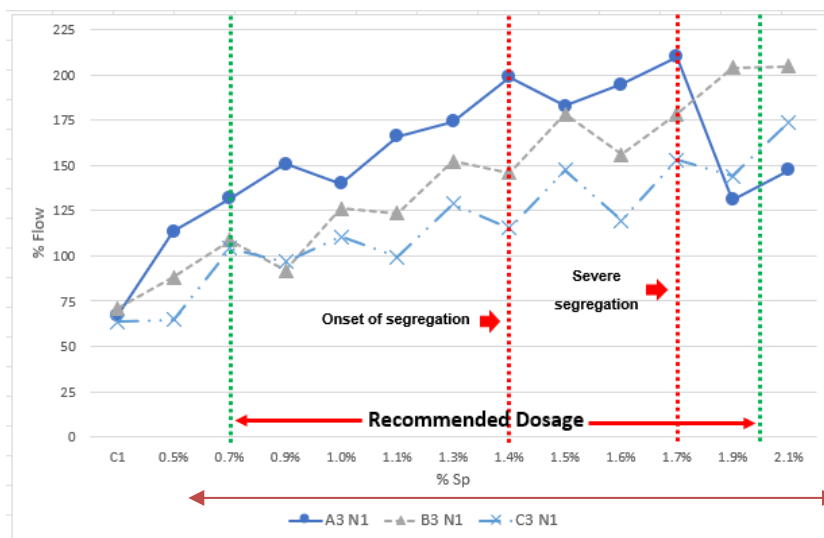


Figure 5 Flow spread of mortar mixtures using a naphthalene sulfonate -based superplasticizer (N1) and three cement types: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

จาก Figure 5 ในช่วง 0–0.7% สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา A และ B มอร์ตาร์มีค่าการไหลแผ่ต่ำ เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก ยังไม่เพียงพอต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก พบว่าค่าการไหลแผ่เพิ่มขึ้น ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 1.4% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสม แต่ยังไม่ส่งผลต่อค่าการไหลแผ่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมากตั้งแต่ 1.7% ขึ้นไป ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่าการไหลแผ่ลดลง เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวของ

การดูดซับบนผิวอนุภาคซีเมนต์ และทำให้มอร์ตาร์สูญเสียความสามารถในการทำงาน สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา A และ B ที่ให้ค่าการไหลแผ่สูง อาจเกิดจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้น ร่วมกับการมีน้ำอิสระในระบบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มอร์ตาร์มีความสามารถในการไหลตัวสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นกับสารลดน้ำปริมาณมาก ชนิดเนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 1 ให้ค่าการไหลแผ่สูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้นจากประสิทธิภาพของสารลดน้ำประเภทเนฟทาลีนซัลโฟเนต

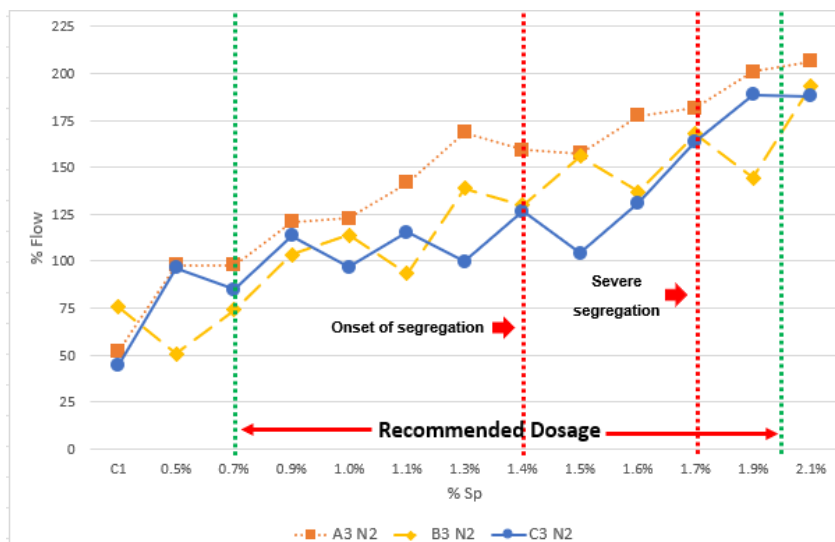


Figure 6 Flow spread of mortar mixtures using a naphthalene sulfonate –based superplasticizer (N2) and three cement types: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements

จาก Figure 6 พบว่า ในช่วง 0–0.7% มอร์ตาร์มีค่าการไหลแผ่ต่ำ เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมากยังไม่เพียงพอต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก พบว่าค่าการไหลแผ่เพิ่มขึ้นตามปริมาณสารลดน้ำที่เพิ่มขึ้นที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 1.4% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation และ bleeding ของส่วนผสม แต่ยังไม่ส่งผลต่อค่าการไหลแผ่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมากตั้งแต่ 1.7% ขึ้นไป ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด severe segregation แม้ว่าค่าการไหลแผ่ยังคงเพิ่มขึ้น

เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระในระบบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มอร์ตาร์สามารถไหลตัวได้มากขึ้น แต่โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์เริ่มมีความไม่สม่ำเสมอมากขึ้น

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดเนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 2 ให้ค่าการไหลแผ่สูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับกลไก electrostatic repulsion ของสารลดน้ำประเภทเนฟทาลีนซัลโฟเนต ที่ช่วยลดการรวมตัวของอนุภาคซีเมนต์และเพิ่มการกระจายตัวของส่วนผสม ส่งผลให้มอร์ตาร์มีความสามารถในการไหลตัวสูงขึ้น

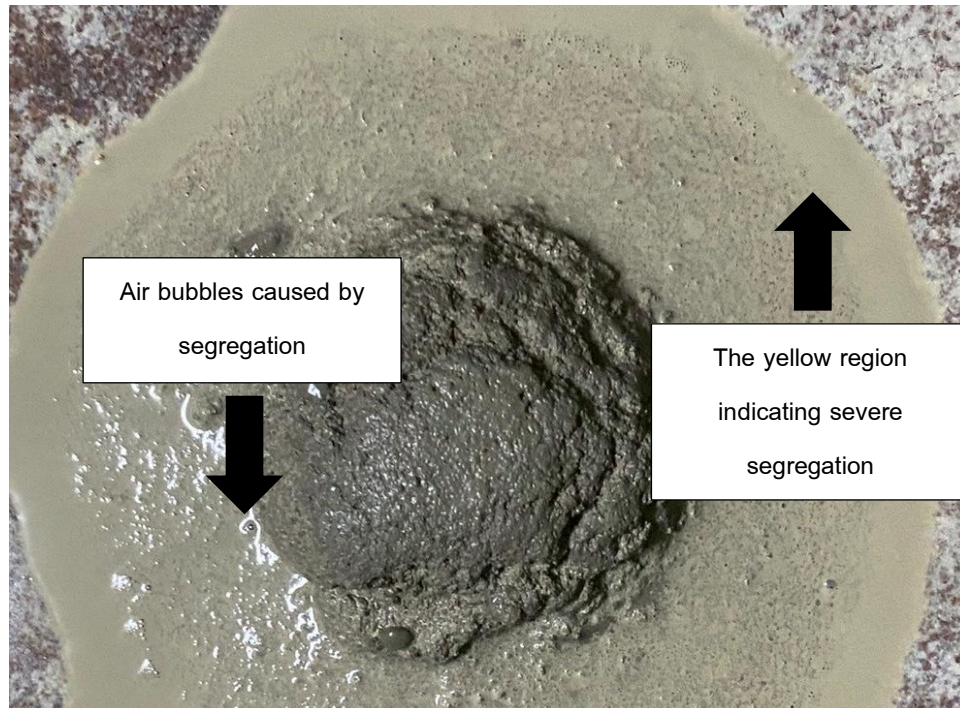


Figure 7 Segregation characteristics of mortar

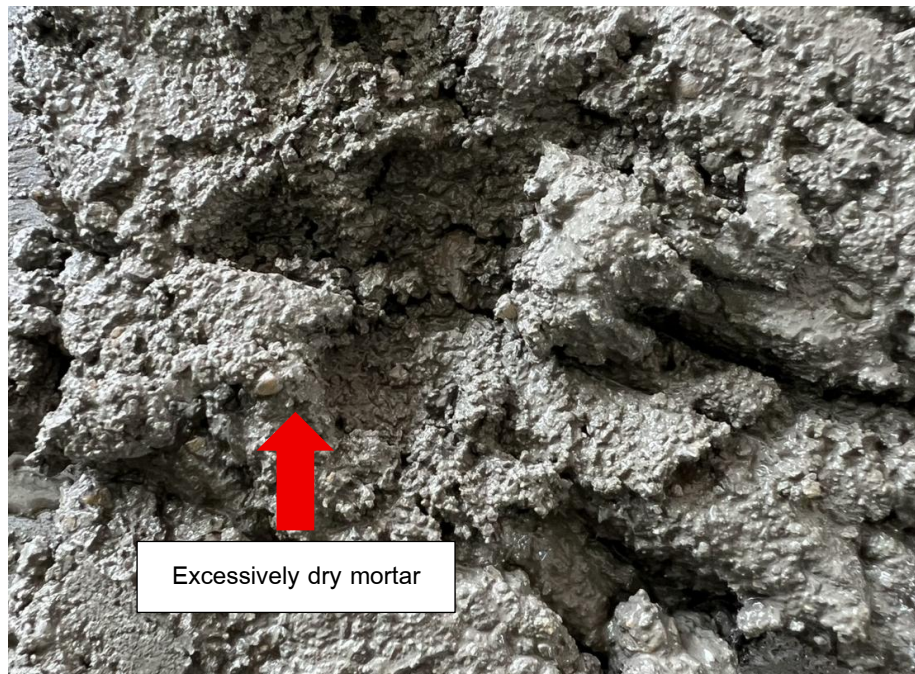


Figure 8 The mortar appeared dry due to an excessive superplasticizer dosage

จาก Figure 7 จะพบว่า เมื่อใช้สารลดน้ำในปริมาณที่สูงเกินจุดอิ่มตัว (overdosage) ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด segregation ของส่วนผสมร่วมกับการคายน้ำ (bleeding) อย่างชัดเจน

จาก Figure 8 แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการใช้สารลดน้ำในปริมาณที่มากเกินไปจนจุดอิ่มตัว (Overdosage) จะส่งผลให้สารลดน้ำและน้ำอิสระเกิด

การแยกตัว (Segregation) ออกจากเฟสดีปูนซีเมนต์อย่างรุนแรง ปรากฏการณ์นี้ทำให้เนื้อมอร์ตาร์ส่วนที่เหลือสูญเสียและสภาพความลื่นไหล ส่งผลให้มอร์ตาร์มีลักษณะแห้ง ขาดความยืดเกาะ และสูญเสียความสามารถในการเททำ (Loss of workability) จนไม่สามารถนำไปใช้งานหรือหล่อแบบได้

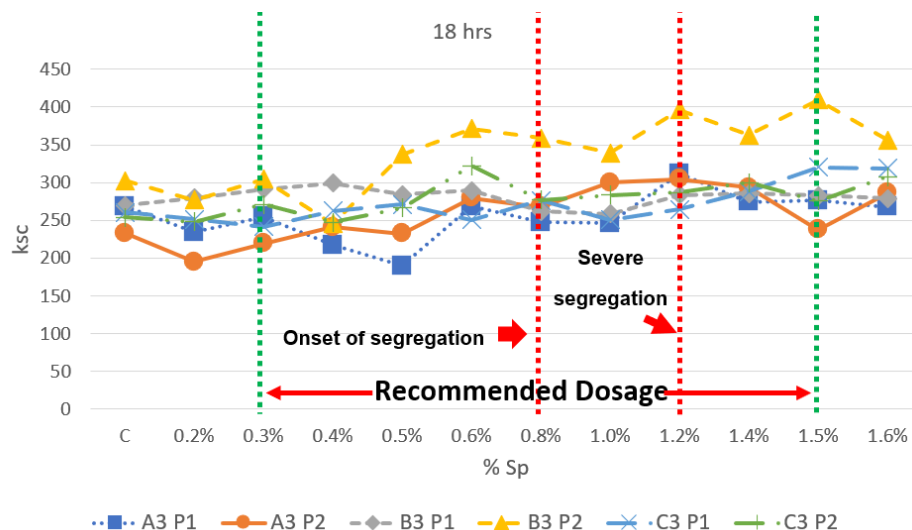


Figure 9 Comparison of the compressive strength of mortar at 18 hours using three cement types: one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements with two polycarboxylate ether –based superplasticizers

จาก Figure 9 ในช่วงปริมาณสารลดน้ำต่ำ มอร์ตาร์มีปริมาณน้ำอิสระในระบบค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้โครงสร้างภายในมีความหนาแน่นมากขึ้นและมีปริมาณโพรงลดลง ซึ่งอาจสนับสนุนการพัฒนากำลังอัดในช่วงปริมาณสารลดน้ำ แม้ว่าความสามารถในการทำงานของมอร์ตาร์จะลดลงก็ตาม สอดคล้องกับ Chen et al. (2013) ที่รายงานว่าปริมาณโพรงมีความสัมพันธ์กับกำลังอัดของมอร์ตาร์ โดยโครงสร้างที่มีความหนาแน่นสูงและมีโพรงน้อยจะให้ค่ากำลังอัด

ที่สูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากเกินไป กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.2% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้อัตราการเพิ่มกำลังอัดมีแนวโน้มไม่แน่นอน

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 1 ร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด

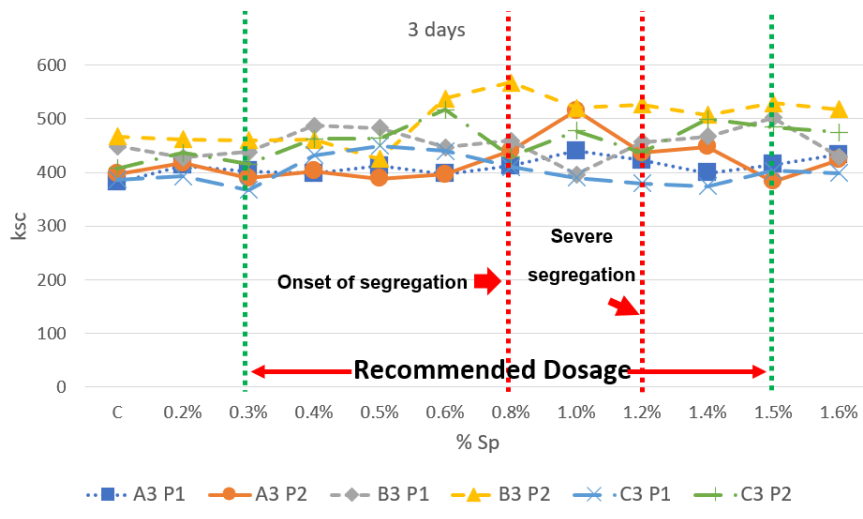


Figure 10 Comparison of the 3-day compressive strength of mortars using three cement types (one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements) with two polycarboxylate ether-based superplasticizers

จาก Figure 10 พบว่า กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 3 วันมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับอายุ 18 ชั่วโมง เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากในช่วงที่เหมาะสม พบว่ากำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดได้

อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.2% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มผันผวนและไม่แน่นอน

จากการวิเคราะห์พบว่า ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 1 ร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 ให้ค่ากำลังอัดสูงสุด

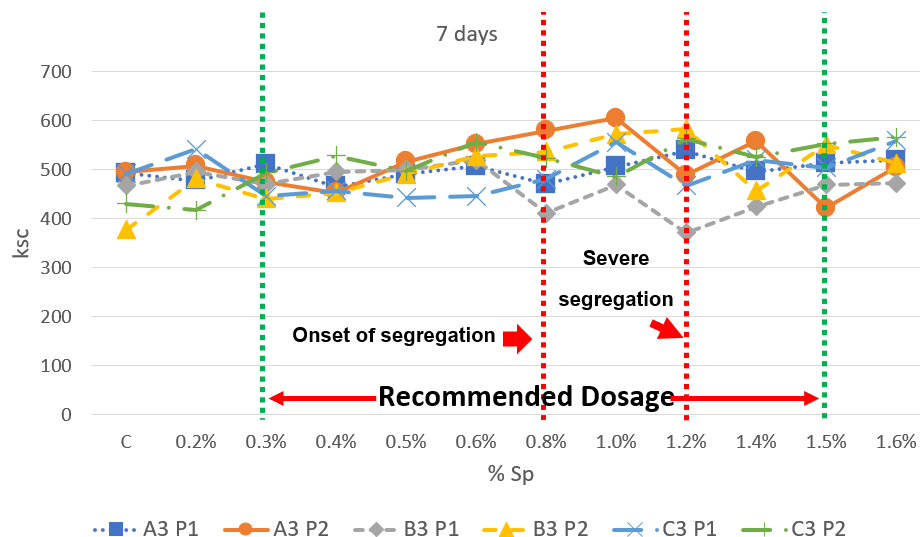


Figure 11 Comparison of the compressive strength of mortar at 7 days using three cement types one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements with two polycarboxylate ether-based superplasticizers

จาก Figure 11 พบว่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 7 วันมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุการบ่ม และมีแนวโน้มคล้ายกับกำลังอัดที่อายุ 3 วัน เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากในช่วงที่เหมาะสม กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.2%

ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มผันผวนและไม่แน่นอน

จากการวิเคราะห์พบว่า 7 ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น กับ สารลดน้ำปริมาณมาก ชนิดโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 ได้ค่ากำลังอัดสูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของโครงสร้างภายในและความเข้ากันได้ระหว่างปูนซีเมนต์และสารลดน้ำ

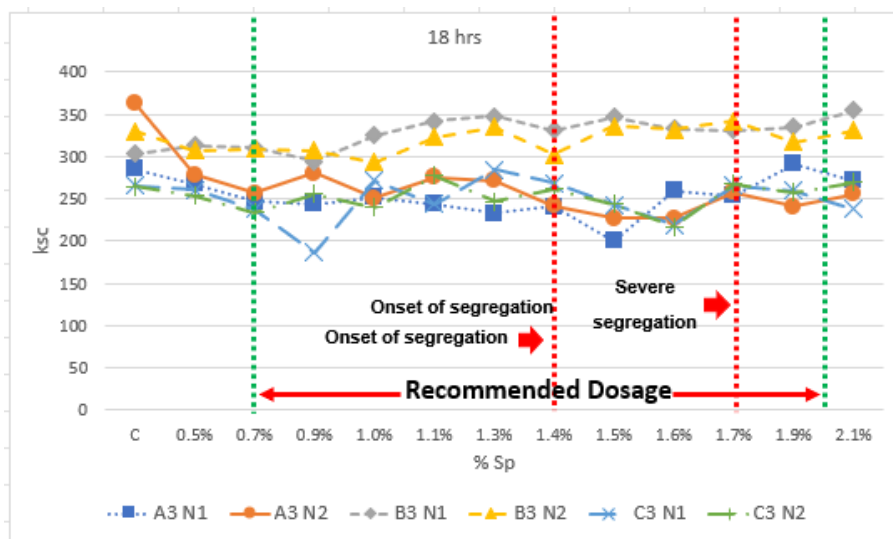


Figure 12 Comparison of the compressive strength of mortar at 18 hours using three cement types one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements with two naphthalene sulfonate-based superplasticizers

จาก Figure 12 ในช่วงปริมาณสารลดน้ำต่ำ มอร์ตาร์มีปริมาณน้ำอิสระในระบบค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้โครงสร้างภายในมีความหนาแน่นมากขึ้นและมีปริมาณโพรงลดลง ซึ่งอาจสนับสนุนการพัฒนากำลังอัดในช่วงอายุต้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมาก กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารลดน้ำประเภทแนฟทาลีนซัลโฟเนตช่วยเพิ่มการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ผ่านกลไก electrostatic repulsion อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.7% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding

และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความไม่สม่ำเสมอ และทำให้อัตราการเพิ่มกำลังอัดมีแนวโน้มไม่แน่นอน

จากการวิเคราะห์กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ 18 ชม. พบว่าปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 1 กับสารลดน้ำชนิดแนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 1 ให้ค่ากำลังอัดสูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของโครงสร้างภายในและความเข้ากันได้ระหว่างปูนซีเมนต์และสารลดน้ำ

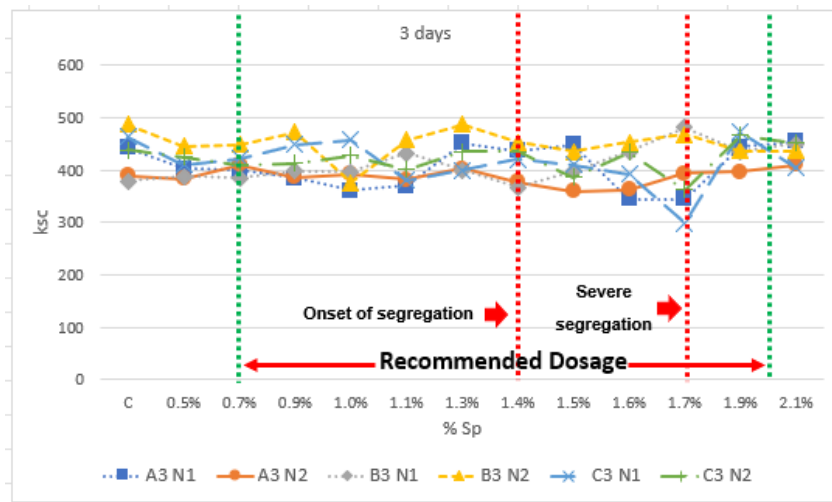


Figure 13 Comparison of the compressive strength of mortar at 3 days using three cement types one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements with two naphthalene sulfonate-based superplasticizers

จาก Figure 13 พบว่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 3 วันมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับอายุ 18 ชั่วโมง เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากในช่วงที่เหมาะสม กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้นจากกลไก electrostatic repulsion ของสารลดน้ำประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ส่งผลให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.7% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มผันผวนและไม่แน่นอน

จากการวิเคราะห์กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ 3 วัน พบว่าปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 1 กับสารลดน้ำชนิดแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต (naphthalene sulfonate-based) ตรา 2 ได้ค่ากำลังอัดสูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของโครงสร้างภายในและความเข้ากันได้ระหว่างปูนซีเมนต์และสารลดน้ำ

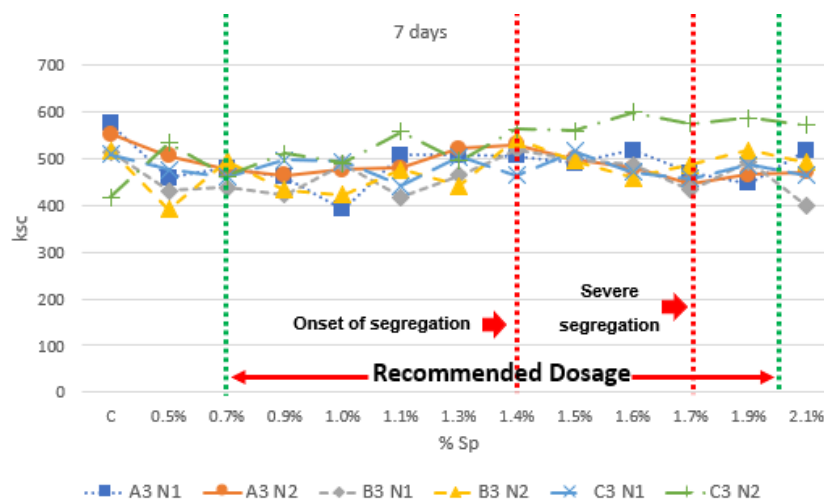


Figure 14 Comparison of the compressive strength of mortar at 7 days using three cement types one low-carbon high-early-strength cement and two Type III cements with two naphthalene sulfonate-based superplasticizers

จาก Figure 14 พบว่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 7 วันมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุการบ่ม และมีแนวโน้มคล้ายกับกำลังอัดที่อายุ 3 วัน เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากในช่วงที่เหมาะสม กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำถึง 1.7% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation ของส่วนผสม ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความไม่สม่ำเสมอ และทำให้ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มผันผวน แม้ว่าค่าการไหลแผ่ยังคงอยู่ในระดับสูงก็ตาม

จากการวิเคราะห์กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ 7 โดย ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 3 ตรา 2 กับสารลดน้ำชนิดแนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 2 ได้ค่ากำลังอัดสูงสุดซึ่งอาจสัมพันธ์กับความสม่ำเสมอของโครงสร้างภายในและความเข้ากันได้ระหว่างปูนซีเมนต์และสารลดน้ำ

วิจารณ์

บทความนี้ได้เสนอ ผลกระทบของสารลดน้ำปริมาณมากที่มีผลต่อการไหลแผ่ กำลังอัด และของมอร์ตาร์ ระหว่างปูนซีเมนต์ประเภทคาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น จำนวน 1 ตรา และประเภทที่ 3 จำนวน 2 ตรา โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.485 และอัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย เท่ากับ 1 ต่อ 2.75 โมดูลัสความละเอียดของทราย เท่ากับ 2.80 และปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากชนิดโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ในช่วง 0-1.6 % ปริมาณสารลดน้ำปริมาณมากชนิดแนฟทาลีนซัลโฟเนต ในช่วง 0-2.1%

ผลการทดสอบการไหลแผ่

การไหลแผ่ของมอร์ตาร์ที่ใช้สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 ร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ตรา 1 ให้ค่าการไหลแผ่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ทั้ง 2 ตรา และสารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ทั้ง 2

ตรา พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 ให้ค่าการไหลแผ่สูงกว่าตรา 1 ที่ปริมาณการใช้เท่ากัน

สำหรับสารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาลีนซัลโฟเนต พบว่า ปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดแนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 1 ให้ค่าการไหลแผ่สูงที่สุด โดยปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ตรา 1 ให้ค่าการไหลแผ่สูงกว่าเมื่อใช้ร่วมกับสารลดน้ำปริมาณมากชนิดแนฟทาลีนซัลโฟเนต ตรา 1

ผลการทดสอบการไหลแผ่ของมอร์ตาร์ที่ใช้สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์และแนฟทาลีนซัลโฟเนต พบว่า ในช่วงปริมาณ 0-0.3% และ 0-0.7% ตามลำดับ มอร์ตาร์มีค่าการไหลแผ่ต่ำ เนื่องจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมาวยังไม่เพียงพอต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาตั้งแต่ 0.3% และ 0.7% เป็นต้นไป พบว่าค่าการไหลแผ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารลดน้ำที่เพิ่มขึ้นที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมา 0.8% และ 1.4% ตามลำดับ มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation และ bleeding ของส่วนผสม แต่ยังไม่ส่งผลต่อค่าการไหลแผ่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมาตั้งแต่ 1.2% และ 1.7% เป็นต้นไป ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิดการแยกตัวอย่างชัดเจน แม้ว่าบางส่วนผสมยังคงมีค่าการไหลแผ่สูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระในระบบเพิ่มขึ้น แต่โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์เริ่มมีความไม่สม่ำเสมอมากขึ้น

ผลทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์

ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซีเลตอีเทอร์ ตรา 2 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงและค่อนข้างสม่ำเสมอในหลายช่วงปริมาณสารลดน้ำเมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้นและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีขึ้น ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นและมี

ปริมาณโพรงลดลง

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 18 ชั่วโมง 3 วัน และ 7 วัน พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์ ตรา 2 ให้ค่ากำลังอัดสูงกว่าตรา 1 เมื่อใช้ในปริมาณเท่ากัน ซึ่งอาจสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ที่ดีกว่า ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้นและมีปริมาณโพรงลดลง

สำหรับสารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากตรา 2 ร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ตรา 2 ให้ค่ากำลังอัดสูงที่สุด ซึ่งอาจสัมพันธ์กับความสามารถในการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ผ่านกลไก electrostatic repulsion ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นและสม่ำเสมอมากขึ้น

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 18 ชั่วโมง พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ตรา 1 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่าตรา 2 เมื่อใช้ในปริมาณเท่ากัน ซึ่งอาจสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์ในช่วงอายุต้น ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์มีความหนาแน่นมากขึ้น

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 3 วัน พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ตรา 1 เมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ตรา 1 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่าตรา 2 ขณะที่สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ตรา 2 เมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ตรา 2 มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่า ซึ่งอาจสัมพันธ์กับความเข้ากันได้ระหว่างชนิดของปูนซีเมนต์และสารลดน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์และการพัฒนาโครงสร้างภายในของมอร์ตาร์

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 7 วัน พบว่า สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ตรา 1 เมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์คาร์บอนต่ำกำลังสูงระยะต้น มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่าตรา 2 ขณะที่สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต ตรา 2 เมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ทั้ง

2 ตรา มีแนวโน้มให้ค่ากำลังอัดสูงกว่า ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของความเข้ากันได้ระหว่างสารลดน้ำและชนิดของปูนซีเมนต์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์และการพัฒนากำลังอัดแตกต่างกัน

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้สารลดน้ำปริมาณมากประเภทโพลีคาร์บอกซิเลตอีเทอร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของมอร์ตาร์ในทุกปริมาณความเข้มข้นของสารลดน้ำอย่างมาก ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 0.8% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสม แต่ยังคงมีความสามารถในการไหลตัวที่ดี ส่งผลให้กำลังอัดยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมากถึง 1.2% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation อย่างชัดเจน ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์ไม่สม่ำเสมอและทำให้กำลังอัดลดลง

กำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ใช้สารลดน้ำปริมาณมากประเภทแนฟทาไลน์ซัลโฟเนต พบว่า ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก 1.4% มอร์ตาร์เริ่มเกิด segregation ของส่วนผสม แต่ยังคงมีความสามารถในการไหลตัวที่ดี ส่งผลให้กำลังอัดยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำอย่างมากถึง 1.7% ระบบมอร์ตาร์เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิด bleeding และ segregation อย่างชัดเจน ส่งผลให้โครงสร้างภายในของมอร์ตาร์ไม่สม่ำเสมอและทำให้กำลังอัดลดลง

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการคอนกรีต และขอขอบคุณ นายธีรพงษ์ ลีสมกุล และ นายชนภัทร ฉัตรกุล ครูห้องปฏิบัติการ คอยให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ให้สามารถดำเนินการทดลองได้อย่างสะดวก ราบรื่น ให้เป็นไปตามแผนโดยสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวัตร ตันติกุลวิจิตร และ วินัย อวยพรประเสริฐ. (2566). ผลกระทบของสารลดน้ำอย่างมากที่มีผลต่อการไหลแผ่ กำลังอัด และกำลังดึงของมอร์ตาร์. ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- Abadassi, M., El Bitouri, Y., Azéma, N., & Garcia-Diaz, E. (2023). Effect of excessive bleeding on the properties of cement mortar. *Construction Materials*, 3(2), 164–179. <https://doi.org/10.3390/constrmater3020011>
- Antoni, Halim, J. G., Kusuma, O. C., & Hardjito, D. (2017). Optimizing polycarboxylate based superplasticizer dosage with different cement type. *Procedia Engineering*, 171, 752–759. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.442>
- ASTM International. (2018). *ASTM C305: Standard practice for mechanical mixing of hydraulic cement pastes and mortars of plastic consistency*. ASTM International.
- ASTM International. (2018). *Standard specification for chemical admixtures for concrete (ASTM C494/C494M)*.
- ASTM International. (2019). *Standard test method for flow table for use in tests of hydraulic cement (ASTM C230/C230M)*.
- ASTM International. (2021). *Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (Using 2-in. or [50 mm] cube specimens) (ASTM C109/C109M)*
- Chen, X., Wu, S., & Zhou, J. (2013). Influence of porosity on compressive and tensile strength of cement mortar. *Construction and Building Materials*, 40, 869–874. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.072>
- European Federation of Concrete Admixtures Associations (EFCA). (2015). *Concrete admixtures – Plasticisers and superplasticisers (EPD-EFC-20150091- IAG1-EN): Environmental product declaration as per ISO 14025 and EN 15804*
- U.S. Environmental Protection Agency. (1998). *Naphthalene (CASRN 91-20-3)*. Integrated Risk Information System (IRIS).