การใช้สารลดน้ำพิเศษหลายครั้งและพฤติกรรมการสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์

Multiple dosages of superplasticizer and workability loss of mortar

อัครวิชญ์ ฉรงค์กูล[1] ปิติศานต์ กร้ำมาตร[2] เฉลิมชัย วาณิชย์ล้ำเลิศ[3] สมนึก ตั้งเติมสิริกุล[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการใช้สารลดน้ำต่อพฤติกรรมการสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ ในการศึกษานี้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสานเพียงชนิดเดียว ใช้สารลดน้ำพิเศษประเภทแนพทาลีนเป็นสารเคมีผสมเพิ่ม และทรายธรรมชาติเป็นมวลรวมละเอียด ความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์พิจารณาจากความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์ซึ่งวัดจากพื้นที่การไหลแผ่ผ่านอุปกรณ์ mini slump cone และความหนืดของมอร์ต้าร์ซึ่งวัดจากความเร็วในการไหลผ่านอุปกรณ์ V-Funnel สำหรับสัดส่วนผสมของมอร์ต้าร์นั้นมีอัตราส่วนปริมาตรซีเมนต์เพสต์ต่อช่องว่างระหว่างมวลรวมในทุกสัดส่วนผสมคงที่เท่ากับ 1.6 และมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนผสม โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (w/c)ระหว่าง 0.27-0.41 และปริมาณสารลดน้ำพิเศษต่อวัสดุประสานระหว่างร้อยละ 0.5-2.5 โดยมีการใส่สารลดน้ำพิเศษ 2 รูปแบบคือ ใส่ครั้งเดียวตั้งแต่ต้น และใส่หลายครั้งที่เวลาต่างกันการสูญเสียความสามารถในการทำงานวัดจากความสามารถในการทำงานตั้งต้นและวัดต่อเนื่องทุก ครึ่งชั่วโมงไปจนกระทั่ง 2 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า กรณีใส่สารลดน้ำพิเศษครั้งเดียวเปรียบเทียบมอร์ต้าร์ที่มีพื้นที่การแผ่ตั้งต้นเท่ากัน มอร์ต้าร์ที่ใช้สารลดน้ำพิเศษมากกว่าจะมีความหนืดสูงกว่า และจะสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนรูปช้ากว่า กรณีที่ต้องการใช้งานมอร์ต้าร์เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น รูปแบบการแบ่งเติมสารลดน้ำพิเศษหลายครั้ง จะทำให้มอร์ต้าร์ที่มีความสามารถในการทำงานดีกว่ารูปแบบการเติมสารลดน้ำพิเศษเพียงครั้งเดียว

คำสำคัญ : มอร์ต้าร์, การให้ปริมาณน้ำยาครั้งเดียว, การให้ปริมาณน้ำยาหลายครั้ง, ความหนืด, การสูญเสียความสามารถในการ ทำงาน

Abstract

This research is aimed to study the effect of mode of superplasticizer introduction on workability loss behavior of fresh mortar. Ordinary Portland cement type 1 was used as the only binder in this study. Natural sand was used as the fine aggregate. Napthelene based superplasticizer (SP) was used as the chemical admixture. The workability of mortar is the combination between deformability and viscosity. Deformability of mortar was measured by area of mortar flow spread after the mini slump cone removal, while viscosity of mortar was measured by outlet flow time through the v-funnel. Mix proportion of mortar was designed by fixing the amount of paste and aggregate (volume of paste/void

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[3] ดร. นักวิจัยศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการก่อสร้างและบำรุงรักษา สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[4] ศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีโยธา และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการก่อสร้างและบำรุงรักษา สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

content equals to 1.6), varying water to binder ratio between 0.27-0.41, and varying superplasticizer dosage between 0.5%-2.5%. The mode of SP introduction was divided into 2 patterns; one single dosage at the beginning and multiple dosages at many elapsed times. The workability loss was considered from the initial workability of mortar at the time just after mixing and that of every 30 minutes until 2 hours after mixing. The test results were compared for the effect of SP admixing patterns on workability loss of mortar. In case of single dosage, it was found that for a certain flow spread, the mortar mixture with higher SP dosage had higher viscosity and slower workability loss. In case of long elapsed time, the mortar with multiple dosages provided better workability than the mortar with a single dosage.

Keywords : mortar, single dosage, multiple dosages, viscosity, workability loss.

1. บทนำ

ปัจจุบันงานก่อสร้างไม่ว่าขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ต่างนิยมที่จะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ(Ready-mixedconcrete) เนื่องจากมีความสะดวกและสามารถควบคุมคุณภาพของคอนกรีตได้ อย่างไรก็ตามการใช้คอนกรีตผสมเสร็จยังประสบกับปัญหาบางประการที่สำคัญคือการสูญเสียความสามารถในการทำงานของคอนกรีต ซึ่งเป็นปัญหาต่อการเทเข้าแบบและทำงานได้ยากเนื่องมาจากลักษณะการจราจรที่ติดขัดและลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน ทำให้คอนกรีตสดนั้นเกิดการสูญเสียน้ำประกอบกับอุณหภูมิที่สูงเป็นการเร่งปฏิกิริยาไฮเดรชัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพยายามหาวิธีการที่จะยืดระยะเวลาในการทำงานของคอนกรีตให้นานขึ้นจากงานวิจัย [1, 2, 3] พบว่า การเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มไปหลายครั้ง จะช่วยยืดเวลาของการสูญเสียความสามารถในการทำงานของคอนกรีตออกไปได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มทุก 30 นาที โดยพิจารณาถึงความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดของมอร์ต้าร์เป็นหลัก

2. รายละเอียดการทดสอบ

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐาน ASTM C150 หรือ มอก.15-2532

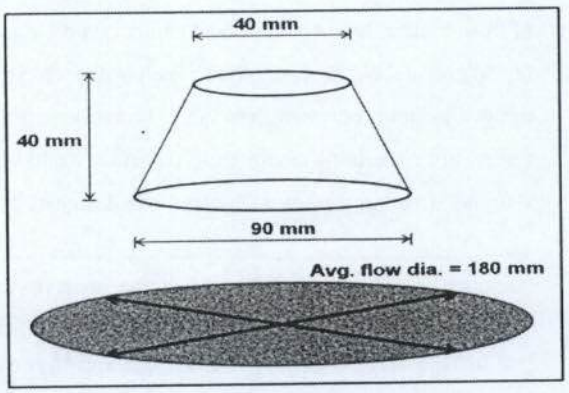
2.1.2ทรายธรรมชาติผ่านการทดสอบตามมาตรฐานASTM C 128 ASTM C 29 และ ASTM C 136

2.1.3 สารลดน้ำพิเศษ Type F ตามมาตรฐาน ASTM C 494 ประเภทแนพทาลีน

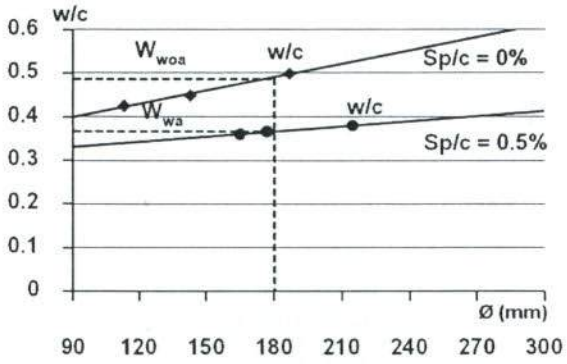
2.1.4 น้ำประปาสะอาด

2.2 ประสิทธิภาพของสารลดน้ำพิเศษ

งานวิจัยนี้ใช้สารลดน้ำพิเศษประเภทแนพทาลีนเป็นส่วนผสม และได้ทำการหาประสิทธิภาพการลดปริมาณน้ำของสารลดน้ำพิเศษ โดยใช้วิธีของ Meyer and Perenchio [4] โดยทดสอบกับซีเมนต์เพสต์ ซึ่งใช้แบบหล่อโลหะรูปกรวยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในด้านบน 40±3 มม. ด้านล่าง 90±3 มม. และความสูง 75±3 มม. แสดงในรูปที่ 1 เป็นเครื่องมือในการทดสอบ



รูปที่ 1 แบบหล่อโลหะรูปกรวย



รูปที่ 2 การหาประสิทธิภาพของสารลดน้ำพิเศษ

วิธีการทดสอบจะเทซีเมนต์เพสต์จนเต็มแบบหล่อโลหะรูปกรวยแล้วยกออกในแนวดิ่ง ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ของซีเมนต์เพสต์ โดยซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบที่ไม่มีสารลดน้ำพิเศษ และแบบที่ใช้สารลดน้ำพิเศษเป็นส่วนผสม ในที่นี้จะใช้ซีเมนต์เพสต์ที่ไม่มีการใส่สารลดน้ำพิเศษเป็นตัวควบคุม โดยจะทำการผสมโดยการเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำไปจนกว่าจะได้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ 180±5 มม สำหรับซีเมนต์เพสต์ที่มีส่วนผสมของสารลดน้ำพิเศษจะกำหนดปริมาณของสารลดน้ำพิเศษไว้คงที่ แล้วเพิ่มหรือลดปริมาณของน้ำจนกว่าจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ 180±5 มม ในรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำ กำหนดให้ปริมาณน้ำของซีเมนต์เพสต์กรณีที่ไม่มีการใส่สารลดน้ำพิเศษเป็น W_{woa} สำหรับปริมาณน้ำของซีเมนต์เพสต์ที่มีการใส่สารลดน้ำพิเศษเป็น W_{wa} และประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำกำหนดให้เป็น φ' เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\varphi' = 1 - \frac{W_{wa}}{W_{woa}} \times 100\% \qquad (1)$$

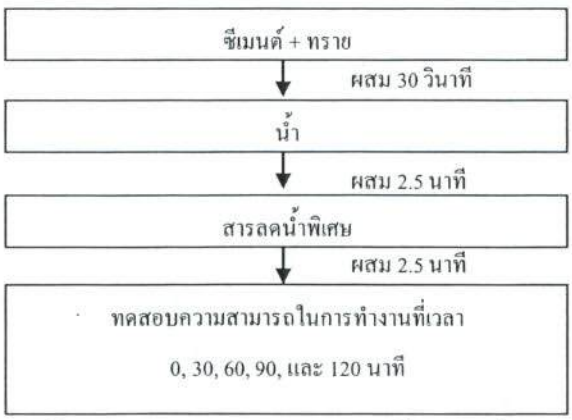
จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของการลดปริมาณน้ำของสารลดน้ำพิเศษที่ใช้ในการวิจัยนี้ เท่ากับร้อยละ 25 ร้อยละ 48 และร้อยละ 60 ที่ปริมาณของสารลดน้ำพิเศษเท่ากับร้อยละ 0.5 ร้อยละ 1 และร้อยละ 2 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ตามลำดับ

2.3 การออกแบบส่วนผสมมอร์ต้าร์

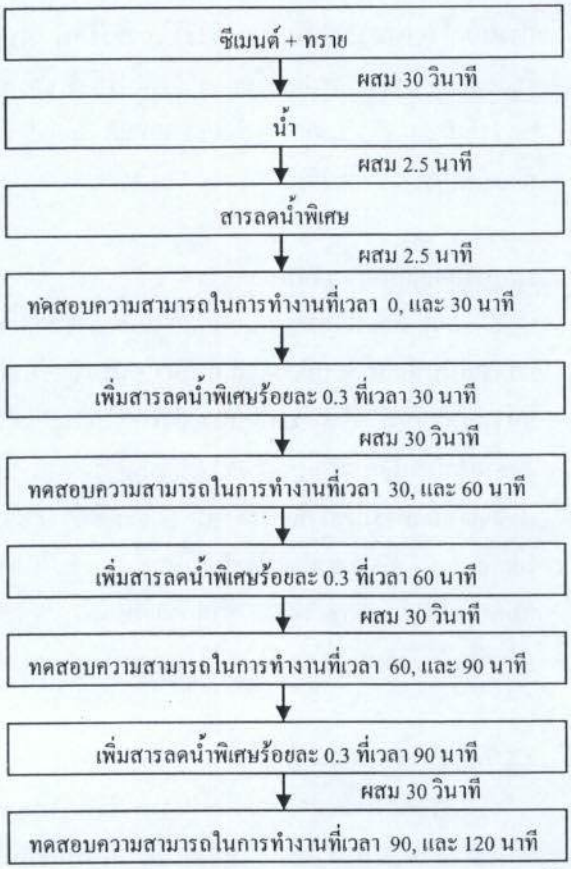
อัตราส่วนปริมาตรซีเมนต์เพสต์ต่อช่องว่างระหว่างมวลรวมในทุกสัดส่วนมีค่าคงที่เท่ากับ 1.6ปริมาณช่องว่างของมวลรวมที่ใช้ในการทดลองเท่ากับร้อยละ 36.37 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) มีค่าระหว่าง 0.27-0.41 ปริมาณของสารลดน้ำพิเศษตั้งต้น (sp/c) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.5 - 2.5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ สำหรับในกรณีที่มีการใส่สารลดน้ำพิเศษเพิ่มให้ใส่เพิ่มร้อยละ0.3 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ทุก 30 นาทีไปจนถึง 90 นาที

2.4 ขั้นตอนการผสมมอร์ต้าร์

ส่วนผสมของมอร์ต้าร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้กำหนดใช้ปริมาตรรวม 2 ลิตรโดยแบ่งขั้นตอนการผสมออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีที่ใส่สารลดน้ำพิเศษครั้งเดียว และวิธีที่ใส่สารลดน้ำพิเศษหลายครั้งที่เวลา 30, 60, และ 90 นาทีในปริมาณร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักซีเมนต์ดังรูปที่ 3 และ 4



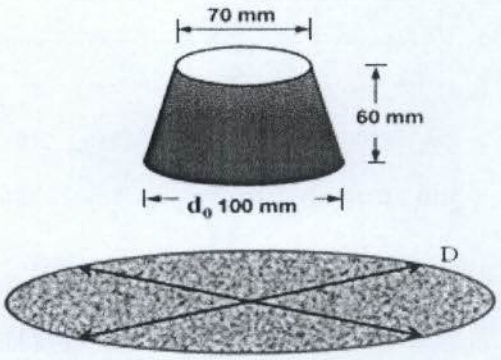
รูปที่ 3 วิธีการผสมมอร์ต้าร์ที่ใส่สารลดน้ำพิเศษครั้งเดียว



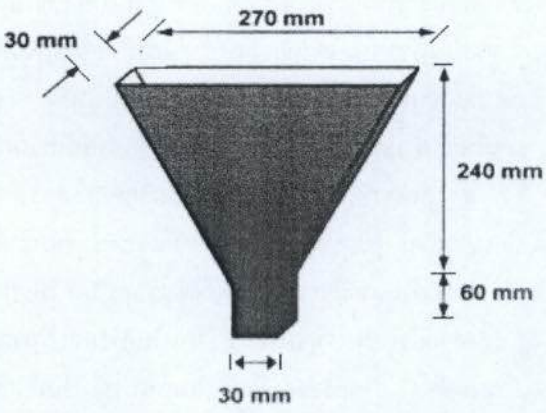
รูปที่ 4 วิธีการผสมมอร์ต้าร์ที่ใส่สารลดน้ำพิเศษหลายครั้ง

2.5 การทดสอบความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์

ความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ (work-ability) ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเปลี่ยนรูป (deform-ability) และความหนืด (viscocity) ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์สามารถวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ของมอร์ต้าร์ผ่านอุปกรณ์ mini slump cone โดยการนำเอามอร์ต้าร์ที่ผสมเสร็จแล้วมาเทใส่แบบหล่อโลหะรูปกรวยตัด แล้วยกขึ้นในแนวดิ่งปล่อยให้ มอร์ต้าร์ไหลอย่างอิสระ แล้ววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ของมอร์ต้าร์โดยมอร์ต้าร์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปมากจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่มากดังรูปที่ 5 สำหรับความหนืด (viscocity) วัดได้จากความเร็วในการไหลของมอร์ต้าร์ผ่านอุปกรณ์ทดสอบ V-Funnel โดยการนำมอร์ต้าร์เทใส่อุปกรณ์ทดสอบ และจับเวลาในขณะที่มอร์ต้าร์ไหลผ่านอุปกรณ์ทดสอบ V-Funnel มอร์ต้าร์ที่มีความหนืดมากจะใช้เวลาในการไหลนานดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 อุปกรณ์ทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนรูป Mini Slum Cone



รูปที่ 6 อุปกรณ์ทดสอบความหนืดของมอร์ต้าร์ V-Funnel (JSCE recommendation for self-compacting concrete,1999)

จากผลการทดสอบนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดตั้งต้นของมอร์ต้าร์โดยที่แกนนอนกำหนดให้เป็นพื้นที่การไหลแผ่สัมพัทธ์ (Γ_m) และ แกนตั้งกำหนดให้เป็นความเร็วในการไหลสัมพัทธ์ (R_m)

$$\Gamma_m = \left[\frac{D}{100}\right]^2 - 1 \quad . \qquad (2)$$

$$R_m = \frac{10}{Time(\text{sec})} \quad . \qquad (3)$$

Γ_m = พื้นที่การไหลแผ่สัมพัทธ์
R_m = ความเร็วการไหลสัมพัทธ์
D = เส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ของมอร์ต้าร์(มม.)
Time = ความเร็วในการไหลของมอร์ต้าร์ (วินาที)

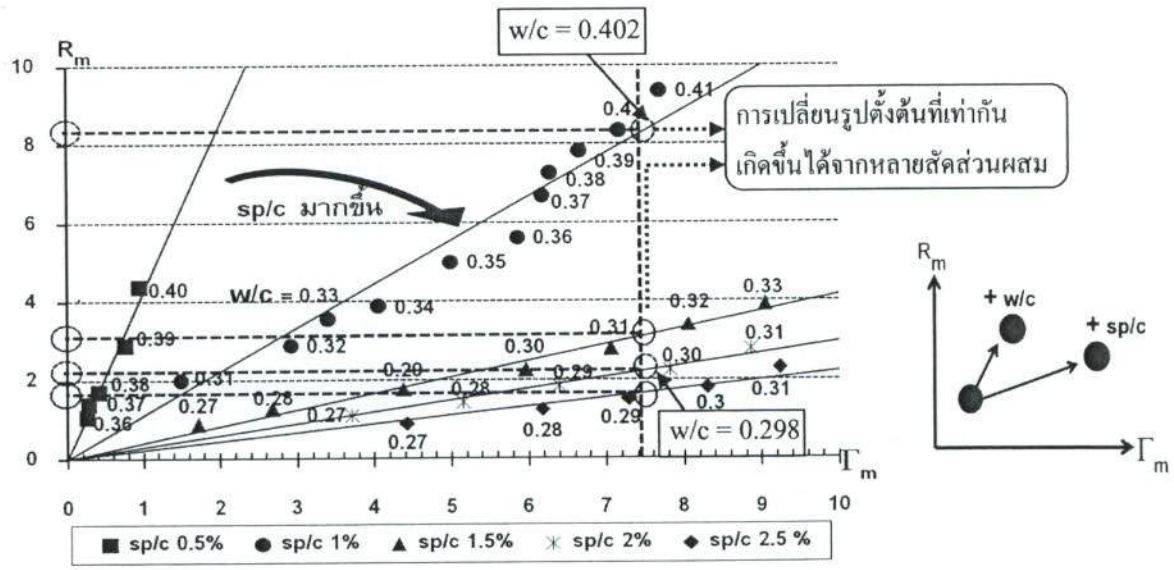
Γ_m มีค่า มากเมื่อมอร์ต้าร์มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปมาก Γ_m มีค่าน้อยเมื่อมอร์ต้าร์มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปน้อย ในส่วนของความหนืด R_m มีค่ามากเมื่อมอร์ต้าร์มีความหนืดน้อย R_m มีค่าน้อยเมื่อมอร์ต้าร์มีความหนืดมาก

การทดสอบจะแบ่งออกเป็นสองแบบ โดยแบบที่ 1 จะมีการใส่สารลดน้ำพิเศษตั้งต้นเพียงครั้งเดียวในกรณีนี้ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดตั้งต้นของมอร์ต้าร์ ดังรูปที่ 7 โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.27-0.41 ปริมาณสารลดน้ำพิเศษตั้งต้น (sp/c) มีค่าร้อยละ 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ จากความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดตั้งต้นของมอร์ต้าร์สามารถประมาณค่าความสามารถในการเปลี่ยนรูปตั้งต้น และความหนืดตั้งต้นที่มาจากสัดส่วนผสมต่างๆ ของมอร์ต้าร์ได้ สำหรับแบบที่ 2 เป็นการเพิ่มปริมาณสารลดน้ำพิเศษที่เวลา 30, 60 และ 90 นาที โดยเพิ่มปริมาณร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ เลือกใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และปริมาณสารลดน้ำพิเศษตั้งต้นจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดตั้งต้นของมอร์ต้าร์ รูปที่ 7 โดยเลือกอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.402 และ 0.298 ปริมาณสารลดน้ำพิเศษตั้งต้นมีค่า ร้อยละ 1 และร้อยละ 2 ตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์และอภิปราย

3.1 ปริมาณของน้ำที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานตั้งต้นของมอร์ต้าร์

จากรูปที่ 7 มอร์ต้าที่มีการเพิ่มปริมาณของน้ำจะส่งผลให้ความหนืดของมอร์ต้าร์ลดลงมาก(R_m เพิ่มขึ้นมาก) โดยที่ความสามารถในการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดตั้งต้นของมอร์ต้าร์

(Γ_m เพิ่มขึ้นเล็กน้อย) แต่มอร์ต้าร์ที่มีการเพิ่มปริมาณของสารลดน้ำพิเศษจะทำให้ความหนืดลดลงเล็กน้อย (R_m เพิ่มขึ้นเล็กน้อย) โดยความสามารถในการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้นมาก (Γ_m เพิ่มขึ้นมาก)

3.2 ปริมาณสารลดน้ำพิเศษต่อความสามารถในการทำงานตั้งต้นของมอร์ต้าร์

จากรูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดของมอร์ต้าร์จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงโดยที่ความชันของเส้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารลดน้ำพิเศษ ความชันของเส้นจะมากเมื่อ ปริมาณของสารลดน้ำพิเศษน้อยแต่เมื่อปริมาณของสารลดน้ำพิเศษมากความชันของเส้นจะลดน้อยลงตามลำดับ

การเพิ่มปริมาณของสารลดน้ำพิเศษจะทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนรูปเพิ่มมากขึ้น แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าไม่ว่าจะมีการเพิ่มหรือลดปริมาณของน้ำโดยที่ไม่มีการเปลี่ยนปริมาณของสารลดน้ำพิเศษความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดของมอร์ต้าร์ยังคงมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงโดยที่ไม่ส่งผลต่อความชันของเส้น

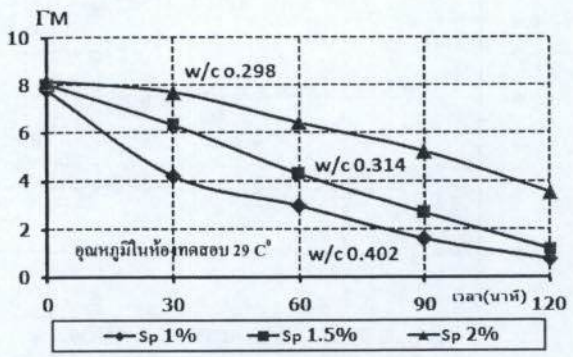
3.3 การสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์

จากรูปที่ 7 มอร์ต้าร์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปตั้งต้นที่เท่ากันสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสัดส่วนผสม โดยในแต่ละสัดส่วนผสมอาจมีความหนืดที่แตกต่างกัน ซึ่งความหนืดของมอร์ต้าร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ ดังนั้นการที่จะศึกษาถึงพฤติกรรมการสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ ไม่ควรคำนึงถึงแต่ความสามารถในการเปลี่ยนรูปตั้งต้นเพียงอย่างเดียว ต้องคำนึงถึงความหนืดด้วย จากรูปที่ 8 และ 9 มอร์ต้าร์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปตั้งต้นที่เท่ากันแต่มีความหนืดตั้งต้นต่างกันจะมี การสูญเสียความสามารถในการทำงานแตกต่างกัน โดยมอร์ต้าร์ที่มีปริมาณสารลดน้ำพิเศษน้อยแต่มีปริมาณของน้ำมากจะสูญเสียความสามารถในการทำงานเร็วกว่ามอร์ต้าร์ที่ใช้ปริมาณน้ำน้อยแต่มีสารลดน้ำพิเศษในปริมาณมาก

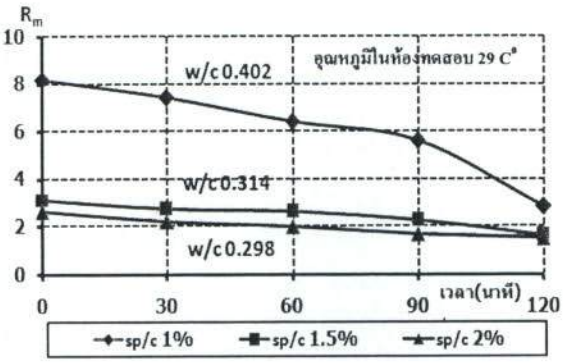
3.4 การสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ที่มีการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษ

พฤติกรรมการสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์ ที่มีการเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มในปริมาณร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ จากรูปที่ 10 และ 11 การเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มในครั้งแรกที่เวลาผ่านไป 30 นาทีจะทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่ถ้ามีการเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มต่อไปที่เวลา 60 และ 90 นาที ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์จะมีแนวโน้มที่ลดลง เช่นเดียวกันความหนืดของมอร์ต้าร์ จากรูปที่ 12 และ 13 การเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มในครั้งแรกที่เวลาผ่านไป 30 นาทีจะทำให้ความหนืดของมอร์ต้าร์ลดลง แต่ถ้ามีการเติมสารลดน้ำพิเศษเพิ่มต่อไปที่เวลา 60 และ 90 นาที จะทำให้ความหนืดของมอร์ต้าร์มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณสารลดน้ำพิเศษตั้งต้นต่างกันพฤติกรรมการสูญเสียความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์ยังคงไปในทิศทางเดียวกัน

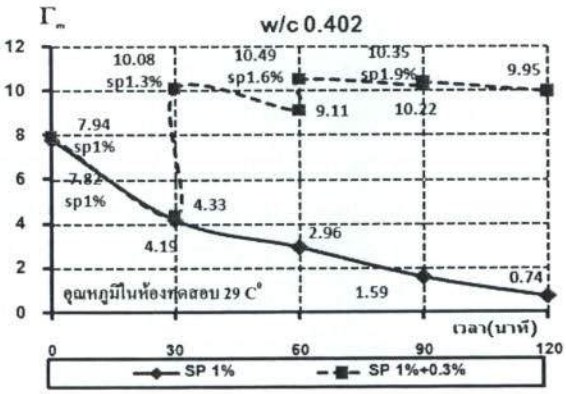
งานวิจัยในอดีตได้มีการทดสอบอัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์ [5] พบว่าการใส่สารลดน้ำพิเศษจำนวนมากครั้งเดียวในตอนต้นไม่สามารถช่วยให้อัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์ดีขึ้นแต่กับทำให้อัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์มีค่าลดลง (ความหนืดเพิ่มขึ้น) ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมความหนืดของมอร์ต้าร์ดังรูปที่ 12 และ 13 ที่มีการใส่สารลดน้ำพิเศษหลายครั้งที่เวลาผ่านไป 30, 60, และ 90 นาที



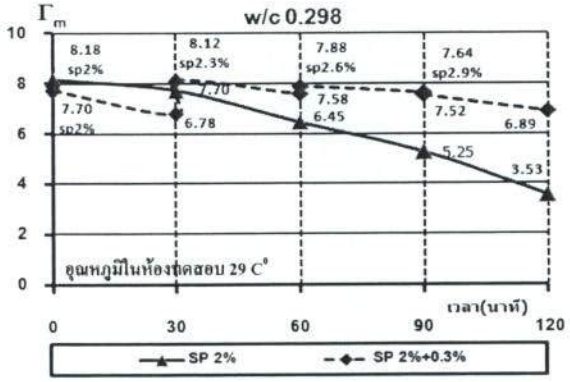
รูปที่ 8 การสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนรูป



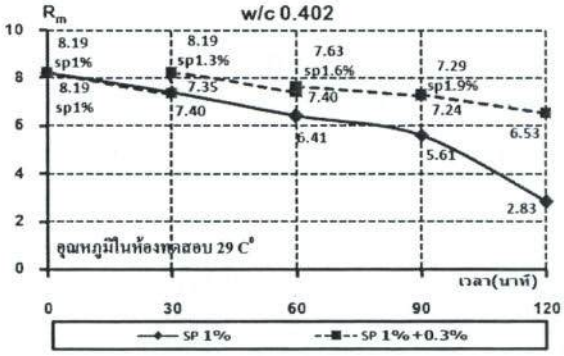
รูปที่ 9 ความหนืดของมอร์ต้าร์



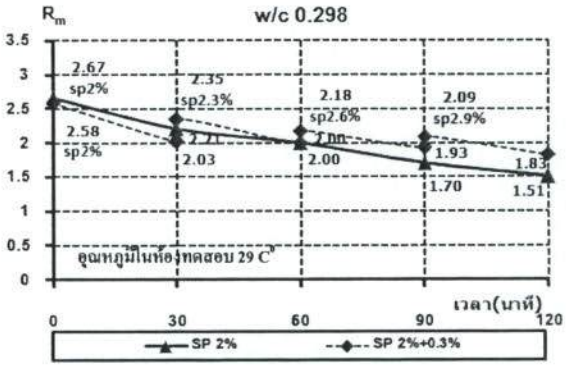
รูปที่ 10 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์ที่มีการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษโดยมีปริมาณตั้งต้นร้อยละ 1



รูปที่ 11 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์โดยการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษโดยมีปริมาณตั้งต้นร้อยละ 2



รูปที่ 12 ความหนืดของมอร์ต้าร์โดยการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษโดยมีปริมาณตั้งต้นร้อยละ 1



รูปที่ 13 ความหนืดของมอร์ต้าร์โดยการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษโดยมีปริมาณตั้งต้นร้อยละ 2

4. สรุปผล

1. การเพิ่มปริมาณของน้ำจะส่งผลให้ความหนืดของมอร์ต้าร์ลดลงมากโดยที่ความสามารถในการเปลี่ยนรูปจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับมอร์ต้าร์ที่มีการเพิ่มปริมาณของสารลดน้ำพิเศษจะทำให้ความหนืดลดลงเล็กน้อยแต่ความสามารถในการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้นมาก

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดของมอร์ต้าร์ที่มีปริมาณสารลดน้ำพิเศษร้อยละ 0.5 ร้อยละ 1 ร้อยละ 1.5 ร้อยละ 2 และร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงโดยที่ความชันของแต่ละเส้นขึ้นอยู่กับปริมาณของสารลดน้ำพิเศษ

3.เมื่อเพิ่มหรือลดปริมาณของน้ำโดยที่ไม่มีการเปลี่ยนปริมาณของสารลดน้ำพิเศษ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปและความหนืดของมอร์ต้าร์ยังคงมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงอยู่โดยที่ความชันของเส้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4.มอร์ต้าร์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปตั้งต้นที่เท่ากัน แต่มีความหนืดตั้งต้นต่างกันโดยมาจากสัดส่วนผสมที่ไม่เหมือนกันจะมีการสูญเสียความสามารถในการทำงานต่างกันด้วย

5.การเพิ่มสารลดน้ำพิเศษเพื่อรักษาความสามารถในการทำงานของมอร์ต้าร์จะได้ผลที่ดีในส่วนผสมที่ใส่สารลดน้ำพิเศษตั้งต้นไม่มาก แต่ถ้ามีการเพิ่มสารลดน้ำพิเศษตั้งต้นมากขึ้น จะทำให้ความหนืดของมอร์ต้าร์มีแนวโน้มสูงขึ้นส่งผลทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของมอร์ต้าร์น้อยลง

เอกสารอ้างอิง

[1] Hattori, Kenichi, Experiences with Mighty Super plasticizers in Japan, Proceedings of the 1st CANMET/ACI Conference on Superplasticizers in concrete, Ottawa, Canada, V.M. Maalhotra, Editor, ACI SP-62, pp. 37-66, 1979.

[2] Malhotra, V.M., Superplasticizers: Their Effect on Fresh and Hardened Concrete; Chapter 10, Progress in Concrete Technology, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, V.M. Malhotra, Editor, pp. 367-420, 1980.

[3] Vinit Chovichien, Effect of Remixing on the Compressive Strength of Concrete, Research Report, Department of Civil Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, 1982.

[4] Meyer, L.M., and Perenchio, W.F., Theory of concrete slump loss as related to the use of chemical admixtures, Concrete International, Vol. 1, No. 1, pp. 36-43, 1979.

[5] ปิยะ ประสพแสง, อำนวย พานิชกุลพงศ์ และ คมสัน มาลีสี, 2550. อิทธิพลของสารผสมเพิ่มที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่แบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 12, หน้า NCCE12-Volume 5 (MAT)-Page 99 – NCCF12- Volume 5 – Page 105.