บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบัน การพัฒนาคุณภาพของงานคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ กระบวนการผสมมักเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ถูกละเลย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วพบว่า กระบวนการผสมคอนกรีตและมอร์ตาร์เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง และมีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตอย่างมาก

กระบวนการผสมมักจะพิจารณาจากระยะเวลาและประสบการณ์ในการผสมเป็นหลัก โดยทั่วไป ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายประการทั้งจากวัตถุดิบ สัดส่วนผสม ตลอดจนชนิดและขนาดของเครื่องผสม ดังนั้นการพิจารณาจากระยะเวลาและประสบการณ์จึงไม่สมเหตุสมผล

จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Stitmannaithum [1] พบว่า คุณสมบัติของคอนกรีตและมอร์ตาร์จะได้รับอิทธิพลอย่างมากจากระดับความเข้มของการผสม (Mixing Intensity) ซึ่งวัดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ไปในขณะผสม และพบว่าจะมีค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสม (Optimum Mixing Intensity) ค่าหนึ่ง ซึ่งจะให้ค่าการยุบตัวสูงที่สุดในขณะที่กำลังอัด และปริมาณฟองอากาศ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับส่วนผสมนั้น ๆ จึงกล่าวได้ว่าระดับความเข้มของการผสม เป็นดัชนีที่เหมาะสมในการควบคุมการผสมคอนกรีต

สำหรับค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของคอนกรีตจะมีค่าต่ำกว่ามอร์ตาร์ เนื่องจากสัดส่วนปริมาตรของแข็งของซีเมนต์ต่ำกว่าและขนาดของมวลรวมหยาบใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ ซึ่งส่งผลให้ขณะผสมคอนกรีต การเคลื่อนที่ของมวลรวมหยาบมีส่วนช่วยในการกระจายอนุภาคของซีเมนต์ในคอนกรีต ทำนองเดียวกัน สำหรับกรณีมีสารลดน้ำอย่างมาก (High Range Water-Reducing Admixture) หรือเรียกว่า *Superplasticizer* ซึ่งเป็นสารผสมเพิ่มที่ปัจจุบันมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยที่ผลต่อค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมนั้น พบว่าสารลดน้ำอย่างมากมีผลทำให้พลังงานการผสมและค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามผลของสารลดน้ำอย่างมากยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจน

ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำระดับความเข้มของการผสมมาประยุกต์ใช้กับสารลดน้ำอย่างมากได้ และเพื่อตัดปัญหาการเคลื่อนที่ของมวลรวมหยาบ จึงไม่ศึกษาผลของมวลรวมหยาบซึ่งมีผลทำให้ค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมลดลงเช่นกัน งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาถึงผลของสารลดน้ำอย่างมากที่มีต่อระดับความเข้มของการผสม ตลอดจนถึงค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของซีเมนต์เพสต์และมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของสารลดน้ำอย่างมาก

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

งานวิจัยที่ผ่านมาเริ่มจากงานวิจัยเกี่ยวกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่มีสารลดน้ำอย่างมากก่อน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์มีหลายปัจจัยด้วยกัน คือ ทั้งจากชนิดซีเมนต์โดยตรงและผลจากการผสม ซึ่งสรุปได้ดังนี้

Berg [2] ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมการไหลของซีเมนต์เพสต์ และสรุปว่า พื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface) และปริมาณซีเมนต์ซึ่งสัมพันธ์กับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าหน่วยแรงคลาก (Yield Stress) และค่าความหนืด (Viscosity) ดังนี้ พื้นที่ผิวจำเพาะและปริมาณซีเมนต์ที่สูงขึ้นมีผลให้ทั้งค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดมีค่าสูง ดังแสดงในรูปที่ 1.1

ส่วนผลจากการผสมนั้น Lapasin, et al. [3,4] ได้ศึกษาถึงผลของระยะเวลาการผสมที่มีต่อพฤติกรรมการไหลของซีเมนต์เพสต์ ซึ่งสรุปได้ว่าระยะเวลาการผสมที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดของซีเมนต์เพสต์มีค่าลดลง ซึ่งเป็นคุณสมบัติแบบทิโซโธปิก (Thixotropic) กล่าวคือมีค่าความหนืดลดลงตามระดับความเข้มของการผสม สำหรับสาเหตุที่ค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดมีค่าลดลงนั้น Lapasin, et al. [3,4] สรุปว่า มีสาเหตุจากของโครงสร้างการจับตัวของซีเมนต์แตกตัวมากขึ้นตามระยะเวลาการผสม อย่างไรก็ตาม ค่าหน่วยแรงคลากจะลดลงตามระยะเวลาการผสมจนถึงถึงค่าค่าหนึ่ง จากนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.2 สำหรับค่าหน่วยแรงคลากที่ต่ำสุดนั้น Lapain, et al.[3,4] กล่าวว่าจะสัมพันธ์กับค่างานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของซีเมนต์เพสต์ที่ทำให้โครงสร้างอยู่ในสภาวะสมดุล และสาเหตุที่ค่าหน่วยแรงคลากมีค่าสูงขึ้นอีกหลังจากมีค่าต่ำสุดนั้น Lapasin, et al. [3,4] สรุปว่า เป็นเพราะผลของการก่อตัวของซีเมนต์เพสต์

สำหรับผลของเครื่องผสมนั้น Roy และ Asaga [5] , Banfill และ Saunders [6] ได้ศึกษาโดยเปลี่ยนชนิดของเครื่องผสมและขั้นตอนการผสม และสรุปว่า สำหรับการผสมที่ค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดมีค่าลดลงตามระดับความเข้มของการผสม โดยที่ค่าระดับความเข้มของการผสมสูงซึ่งมาจากการที่ใช้ความเร็วรอบของเครื่องผสมสูงและระยะเวลาการผสมที่นานจะส่งผลต่อการลดลงของทั้งค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดค่อนข้างมาก

สำหรับผลของระดับความเข้มของการผสมต่อคุณสมบัติของคอนกรีตนั้น Kakizaki ,et al. [7] ได้ศึกษาโดยพิจารณาระดับความเข้มของการผสมจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผสมและสรุปว่า ค่ายุบตัวของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงอย่างมากตามระดับความเข้มของการผสม โดยที่ระยะเวลาการผสมและความเร็วรอบของเครื่องผสมที่สูงขึ้นมีผลให้ค่ายุบตัวสูงขึ้น แต่มีผลไม่ชัดเจนต่อกำลังอัด

Stitmannaithum [1] ได้ศึกษาถึงผลของระดับความเข้มของการผสมต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ มอร์ตาร์ และคอนกรีต โดยที่ระดับความเข้มของการผสมถูกนิยามว่าเป็นพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ไปในขณะผสม และสรุปได้ว่า สำหรับซีเมนต์เพสต์นั้น ค่าการไหลของซีเมนต์เพสต์จะเปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มของการผสม โดยจะมีค่าระดับความเข้มของการผสมหนึ่งที่ให้ค่าการไหลสูงสุด ซึ่งจะถูกเรียกว่าค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสม สำหรับมอร์ตาร์และคอนกรีตนั้น Stitmannaithum [1] พบว่าค่ายุบตัวของทั้งมอร์ตาร์และคอนกรีตจะเปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มของการผสม และจะมีค่ายุบตัวสูงสุดที่ค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสม โดยที่ค่าระดับ

ความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของทั้งมอร์ตาร์และคอนกรีตจะสัมพันธ์กับสัดส่วนปริมาตรของแข็งของซีเมนต์ (Solid Volume Fraction of Cement) สำหรับค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของคอนกรีตจะมีค่าต่ำกว่ามอร์ตาร์ เนื่องจากสัดส่วนปริมาตรของแข็งของซีเมนต์ต่ำกว่าและขนาดของมวลรวมหยาบใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ ซึ่งส่งผลให้ขณะผสมคอนกรีต การเคลื่อนที่ของมวลรวมหยาบมีส่วนช่วยในการกระจายอนุภาคของซีเมนต์ในคอนกรีต

สำหรับงานวิจัยที่ผ่านมาของซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมากนั้น สรุปได้ดังนี้

การศึกษาผลของสารลดน้ำอย่างมากต่อซีเมนต์เพสต์นั้น เริ่มจากการศึกษาการทำงานของสารลดน้ำอย่างมาก ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้ Mayer [8] และ Dodson [9] ศึกษาถึงกลไกของสารลดน้ำอย่างมากที่มีสารเคมีพื้นฐานเป็นซัลโฟเนทเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์คอนเดนเสท (Sulfonated Melamine Formaldehyde Condensate) และซัลโฟเนทแนฟทาลีนฟอร์มัลดีไฮด์คอนเดนเสท (Sulfonated Naphthalene Formaldehyde Condensate) แล้วสรุปว่า สารลดน้ำอย่างมากทั้ง 2 ชนิดนี้ มีผลทำให้เกิดประจุลบบนผิวอนุภาคซีเมนต์ ส่งผลให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคขึ้น ซึ่งป้องกันการเกาะรวมตัวของอนุภาคซีเมนต์ และมีผลทำให้เกิดฟิล์มบางเคลือบผิวอนุภาค ซึ่งจะช่วยให้ความหล่อลื่นระหว่างอนุภาค

ในขณะที่ Yuasuf et al. [10] ศึกษาถึงสารลดน้ำอย่างมากที่มีสารเคมีพื้นฐานเป็นโซเดียมลิกโนซัลโฟเนท (Sodium Lignosulfonate) และสรุปว่า ผลของการใช้สารลดน้ำอย่างมากชนิดนี้ มีผลทำให้เกิดประจุลบบนผิวอนุภาคซีเมนต์เช่นกัน อย่างไรก็ตาม สารลดน้ำอย่างมากชนิดนี้จะหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชั่นค่อนข้างมาก

เมื่อสารลดน้ำอย่างมากสัมผัสกับอนุภาคซีเมนต์ สารลดน้ำอย่างมากจะดูดติด (Adsorption) บนผิวอนุภาคซีเมนต์อย่างรวดเร็ว Masood and Agarwal [11] ได้สรุปว่าการดูดติดจะเกิดขึ้นภายใน 1-2 นาทีแรกของการผสมโดยที่เวลามากกว่านี้ไม่มีผลต่อการดูดซึม [12] จึงกล่าวได้ว่าสารลดน้ำอย่างมากทำงานทันทีที่สัมผัสกับอนุภาคซีเมนต์

นอกจากชนิดของสารลดน้ำอย่างมาก ส่วนประกอบทางเคมีของซีเมนต์ก็มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของสารลดน้ำอย่างมากด้วย ปริมาณอัลคาไลน์และอะลูมิเนตซึ่งอยู่ในรูปของไตรแคลเซียมอะลูมิเนต (C_3A) จะมีผลต่อประสิทธิภาพของสารลดน้ำอย่างมาก Dodson [9] สรุปว่า ซีเมนต์ที่มีปริมาณอัลคาไลน์ต่ำจะส่งผลให้สารลดน้ำอย่างมากมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ผลจากการที่สารลดน้ำอย่างมากดูดติดและทำให้เกิดประจุลบบนผิวอนุภาคซีเมนต์นั้น นอกจากจะทำให้ซีเมนต์เพสต์มีความเหลวมากขึ้นแล้ว ยังส่งผลต่อระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นด้วย การทดลองของ Singh, et al.[13] และ Uchikawa และ Hanehara [14] สรุปว่า แม้ว่ากรณีที่ซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมากจะมีค่าความข้นเหลวเท่ากับค่าความข้นเหลวปกติของซีเมนต์เพสต์ที่ไม่มีสารลดน้ำอย่างมาก (อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ไม่เท่ากัน) ระยะเวลาการก่อตัวทั้งเริ่มต้นและสุดท้ายของซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมากสูงกว่าที่ไม่มีสารลดน้ำอย่างมาก

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า สารลดน้ำอย่างมากมีผลทำให้เกิดประจุลบขึ้นบนผิวอนุภาคซีเมนต์ ผลที่ตามมาคือค่าความหนืดและค่าหน่วยแรงคลาก (ค่าหน่วยแรงคลากสัมพันธ์โดยตรงกับค่ายุบตัวของคอนกรีต[15]) มีค่าลดลง Hattori [16] สรุปว่า เมื่อเติมปริมาณสารลดน้ำอย่างมากในปริมาณที่สูงขึ้น จะมีผลทำให้ค่าความหนืดลดลง แต่เมื่อเติม

ปริมาณสารลดน้ำอย่างมากถึงปริมาณอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างมากบนอนุภาคซีเมนต์แล้ว ค่าความหนืดจะมีค่าต่ำสุด และการเติมปริมาณสารลดน้ำอย่างมากที่สูงกว่านี้ก็ไม่ทำให้ค่าความหนืดลดลงอีก ดังแสดงในรูปที่ 1.3

นอกจากปัจจัยจากปริมาณสารลดน้ำอย่างมากที่ทำให้ค่าความหนืดมีค่าลดลงแล้ว ปัจจัยจากการผสมก็เป็นปัจจัยที่สำคัญด้วย Daimon และ Roy [17] สรุปว่า ระยะเวลาการผสมที่สูงขึ้นมีผลทำให้ทั้งค่าความหนืดและค่าหน่วยแรงคลากมีค่าลดลงเช่นเดียวกันกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่มีสารลดน้ำอย่างมาก ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Banfill [18] และ Nishibayashi [19]

สำหรับผลของความเร็วรอบของเครื่องผสมที่มีต่อค่าความหนืดนั้น Masood และ Agarwal [20] สรุปว่า ความเร็วรอบของเครื่องผสมที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความหนืดของซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมากมีค่าลดลง ซึ่งเป็นเพราะที่ความเร็วรอบของเครื่องผสมสูงขึ้น ทำให้อนุภาคซีเมนต์กระจายตัวดีขึ้น แต่เมื่อความเร็วรอบของเครื่องผสมสูงขึ้นถึงค่าค่าหนึ่ง พบว่าค่าความหนืดมีแนวโน้มไม่ลดลงอีกและมีแนวโน้มคงที่ที่ความเร็วรอบของเครื่องผสมสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.4 สำหรับสาเหตุที่ค่าความหนืดไม่ลดลงอีกนั้น เป็นเพราะอนุภาคซีเมนต์กระจายตัวดีสม่ำเสมอ [5]

สำหรับการศึกษาผลของระดับความเข้มของการผสมที่ได้จากการวัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในการผสมนั้น Stitmannaithum [1] ศึกษาและพบว่า ค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของมอร์ตาร์และคอนกรีตที่ไม่มีสารลดน้ำอย่างมากนั้นเป็นสัดส่วนกับปริมาตรของแข็งของซีเมนต์ สำหรับกรณีมีสารลดน้ำอย่างมากพบว่าสารลดน้ำอย่างมากมีผลต่อพลังงานการผสมและค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 1.5 โดยทั้งนี้ขึ้นกับสัดส่วนผสมและปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ผลของสารลดน้ำอย่างมากยังไม่สามารถอธิบายได้ในเชิงปริมาณ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ดังนี้

1.3.1 ศึกษาผลของสารลดน้ำอย่างมากต่อพลังงานการผสมของซีเมนต์เพสต์ และมอร์ตาร์

1.3.2 ศึกษาผลของสารลดน้ำอย่างมากต่อค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของซีเมนต์เพสต์ และมอร์ตาร์

1.3.2.1 ศึกษาผลของระดับความเข้มของการผสมต่อกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทำงานวิจัยนี้อยู่ภายใต้ขอบเขตดังนี้

1.4.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15-2532 หรือ ASTM C150

1.4.2 สารเคมีผสมเพิ่มที่ใช้เป็นสารลดน้ำอย่างมากตามมาตรฐาน มอก.733-2530 หรือ ASTM-C494 ชนิด F ที่มีสารเคมีพื้นฐานเป็นเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์คอนเดนเสท

1.4.3 ทรายที่ใช้เป็นทรายแม่น้ำ มีขนาดคละเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C778-92a

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.4 การหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางการไหลกระทำโดยโต๊ะการไหลที่มีขนาดตามมาตรฐาน ASTM C230-90

1.4.5 การหาระยะเวลาการไหลกระทำโดยกรวยการไหลที่มีขนาดตามมาตรฐาน ASTM C939-94a

1.5 การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงผลของสารลดน้ำอย่างมากที่มีต่อพลังงานการผสมและระดับความเข้มของการผสม โดยจะแบ่งเป็น กรณีซีเมนต์เพสต์ และกรณีมอร์ตาร์

1.5.1 ซีเมนต์เพสต์

เนื่องจากอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และปริมาณสารลดน้ำอย่างมากเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญในการทดลอง ดังนั้นจึงศึกษาดังนี้

1.5.1.1 ทำการทดลองหาพลังงานการผสมของซีเมนต์เพสต์ทั้งที่มีและไม่มีสารลดน้ำอย่างมาก ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และปริมาณสารลดน้ำอย่างมากต่าง ๆ

1.5.1.2 พัฒนาแบบจำลองทำนายพลังงานการผสมของซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

1.5.1.4 ทำการทดลองหาค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของซีเมนต์เพสต์ทั้งที่มีและไม่มีสารลดน้ำอย่างมาก ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำของซีเมนต์ สำหรับการทดลอง จะใช้วิธีการหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางการไหลซึ่งเป็นวิธีตามมาตรฐาน ASTM C230-90

1.5.1.5 เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ จึงทำการทดลองหาค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และปริมาณสารลดน้ำอย่างมากต่าง ๆ ซึ่งซีเมนต์เพสต์มีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำของซีเมนต์ สำหรับการทดลอง จะใช้วิธีการหาระยะเวลาการไหลซึ่งเป็นวิธีตามมาตรฐาน ASTM C939-94a

1.5.1.6 ศึกษาผลของระดับความเข้มของการผสมต่อค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น โดยการเปรียบเทียบระหว่างการผสมที่ค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสม และการผสมตามมาตรฐาน ASTM C305-94

1.5.1.7 เสนอแบบจำลองทำนายค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของซีเมนต์เพสต์ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

1.5.2 มอร์ตาร์

เนื่องจากสัดส่วนปริมาตรของแข็งของซีเมนต์ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และปริมาณสารลดน้ำอย่างมากเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญในการทดลอง ดังนั้นจึงศึกษาดังนี้

1.5.2.1 ทำการทดลองหาพลังงานการผสมมอร์ตาร์ตามมาตรฐาน ASTM C109-95 โดยมีสัดส่วนทรายต่อซีเมนต์เท่ากับ 2.75 และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ = 0.485

1.5.2.2 ทำกาทดลองหาพลังงานการผสมของมอร์ตาร์โดยเปลี่ยนสัดส่วนผสมมอร์ตาร์และปริมาณสารลดน้ำอย่างมาก สำหรับสัดส่วนการผสมของมอร์ตาร์ดังตารางที่ 1.2

1.5.2.3 พัฒนาแบบจำลองทำนายพลังงานการผสมของมอร์ตาร์ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

1.5.2.4 ทำการทดลองหาค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของมอร์ตาร์ ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก โดยการทดลองใช้วิธีการหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางการไหลซึ่งเป็นวิธีตามมาตรฐาน ASTM C230-90

1.5.2.5 พัฒนาแบบจำลองทำนายค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของมอร์ตาร์ ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถอธิบายผลของสารลดน้ำอย่างมากที่มีต่อพลังงานการผสมของซีเมนต์เพสต์และมอร์ตาร์

1.6.2 สามารถอธิบายผลของสารลดน้ำอย่างมากต่อค่าระดับความเข้มของการผสมที่เหมาะสมของ ซีเมนต์เพสต์ และมอร์ตาร์ เพื่อใช้เป็นดัชนีสำหรับควบคุมการผสม

ตารางที่ 1.1 แสดงสัดส่วนผสมของมอร์ตาร์[1]

Mix No.	หน่วยน้ำหนัก (กก./ม.^{3})			V_{sp}/V_{st}	w/c
	ทราย	ซีเมนต์	น้ำ		
M1	1350	742	260	0.31	0.35

โดยที่

V_{sp} คือ ปริมาตรของแข็งของวัสดุผง (ซีเมนต์)

V_{st} คือ ปริมาตรของแข็งทั้งหมด

w/c คือ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

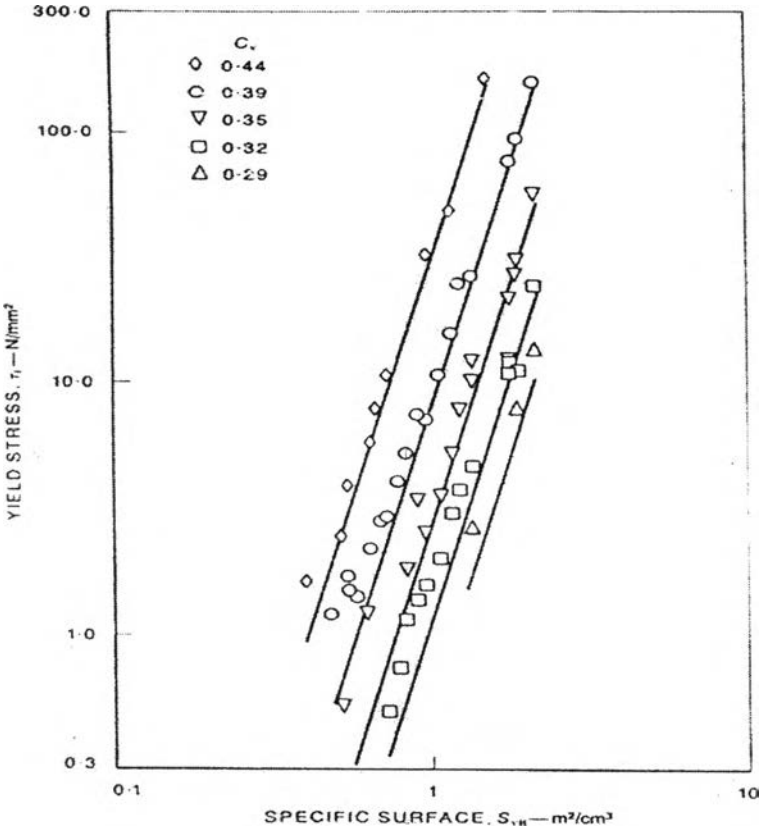
ตารางที่ 1.2 แสดงสัดส่วนการผสมของมอร์ตาร์ที่มีสารลดน้ำอย่างมาก

Mix No.	sand (g)	Cement (g)	Water (g)	w/c	V_{sp}/V_{st}	w/c_{eff}	$\%_{SP}$	Remark
M1	7440.1	2705.5	1312.2	0.485	0.23	0.28	Vary	Standard Mortar (Lean Mix)
M2	6980.4	2869.7	1434.9	0.50	0.26	0.32	Vary	Rich Mix
M3	6298.6	3464.2	1505.4	0.43	0.31	0.30	Vary	Rich Mix
M4	5199.6	4273.0	1666.5	0.39	0.41	0.30	Vary	Rich Mix

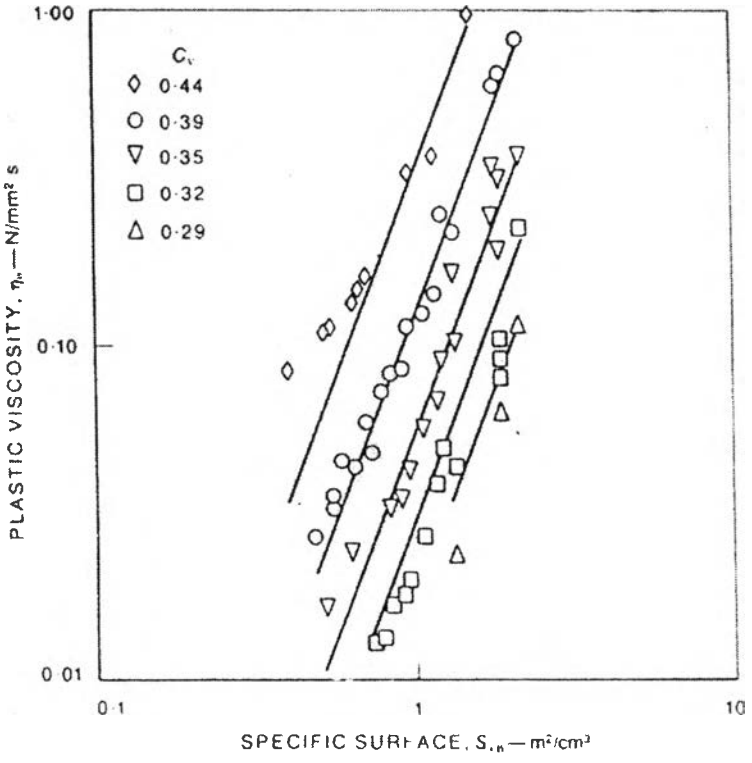
โดยที่

w/c_{eff} คือ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ประสิทธิผล (Effective water cement ratio)

$\%_{SP}$ คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารลดน้ำอย่างมากเทียบกับซีเมนต์

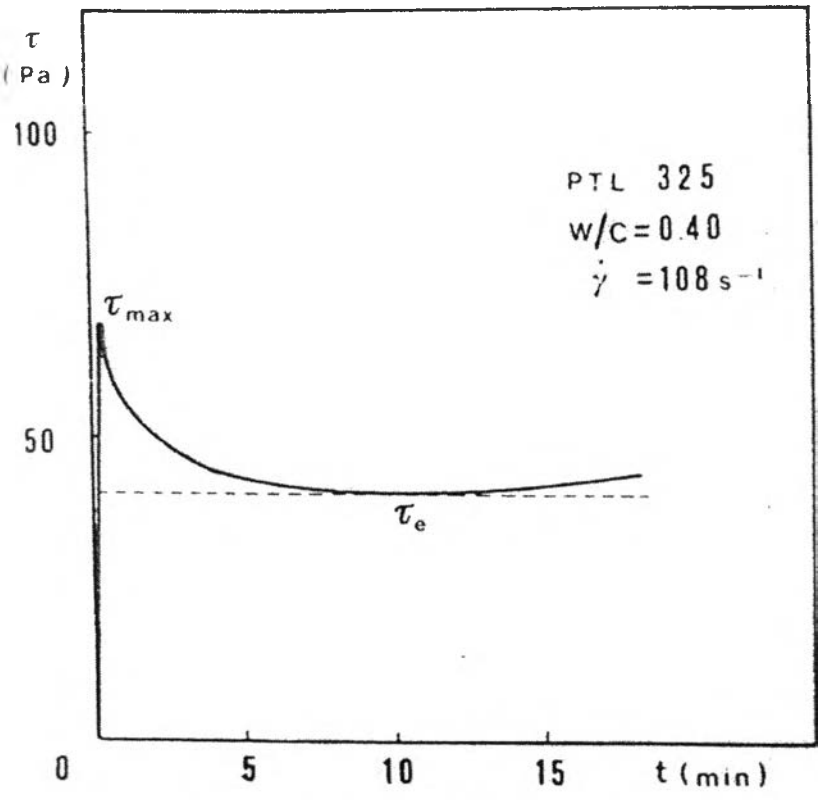


(ก.) ค่าหน่วยแรงคลากและพื้นที่ผิวจำเพาะ

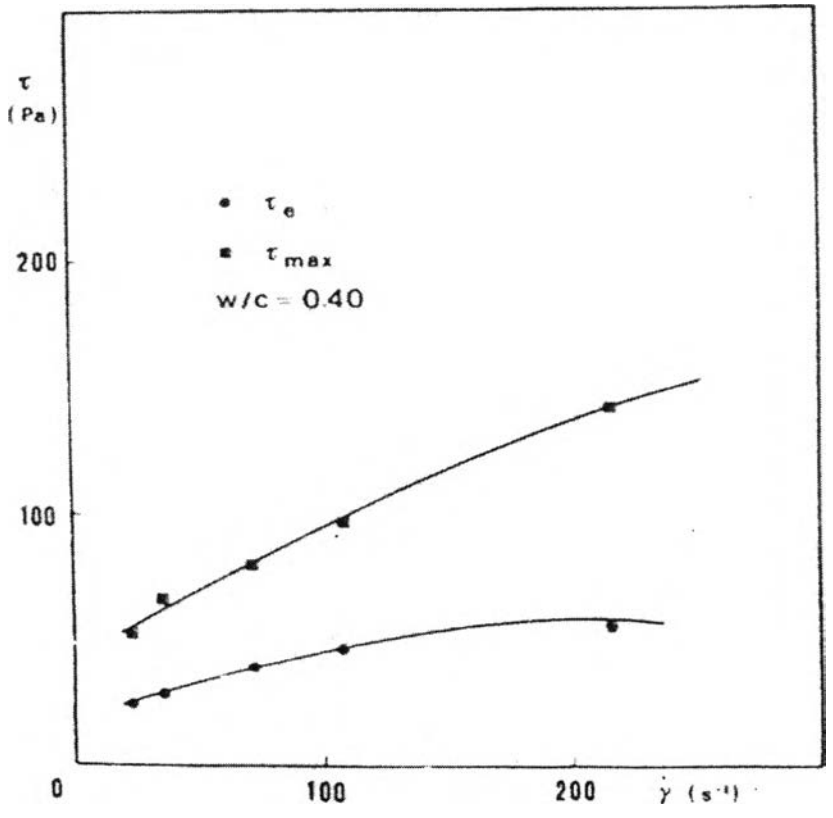


(ข.) ค่าความหนืดและพื้นที่ผิวจำเพาะ

รูปที่ 1.1 แสดงผลของค่าพื้นที่ผิวจำเพาะต่อค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดของซีเมนต์เพสต์[2]

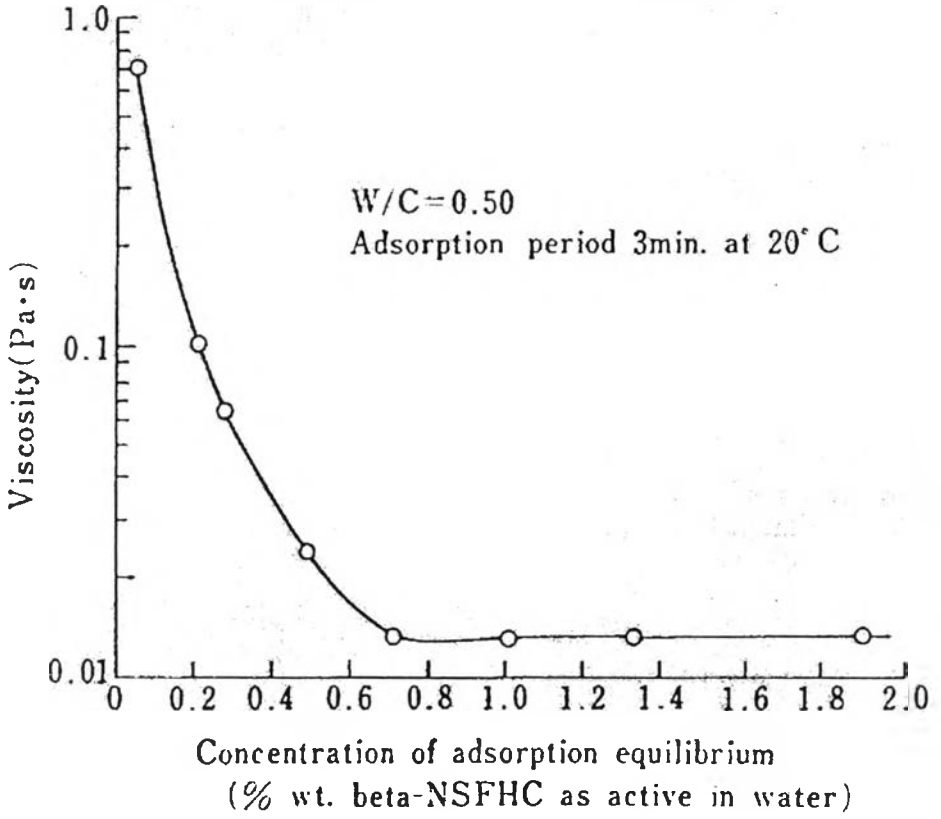


(ก.) แสดงค่าหน่วยแรงคลากและระยะเวลาการผสม

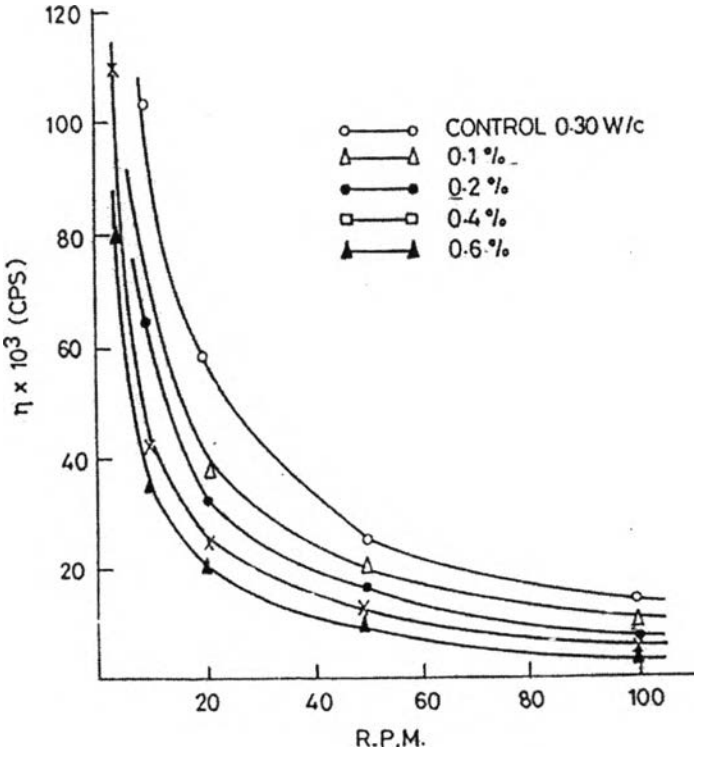


(ข.) แสดงค่าหน่วยแรงคลากและอัตราเฉือน (Shear rate)

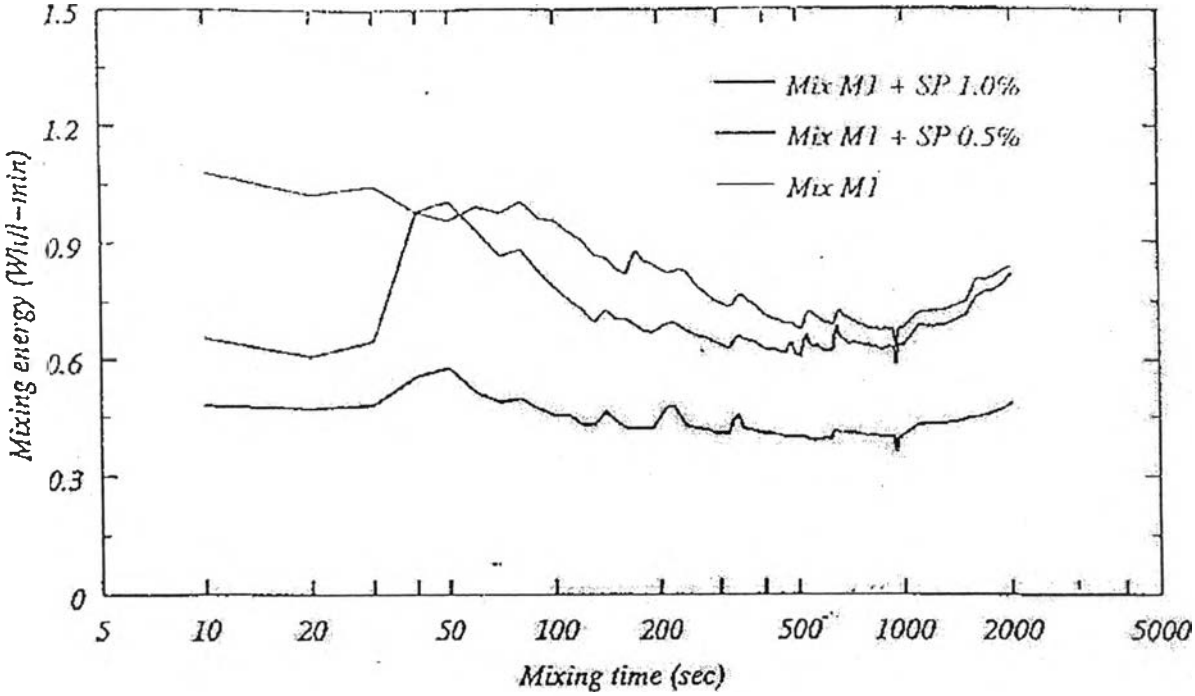
รูปที่ 1.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าหน่วยแรงคลากและค่าความหนืดตามระยะเวลาการผสม[4]



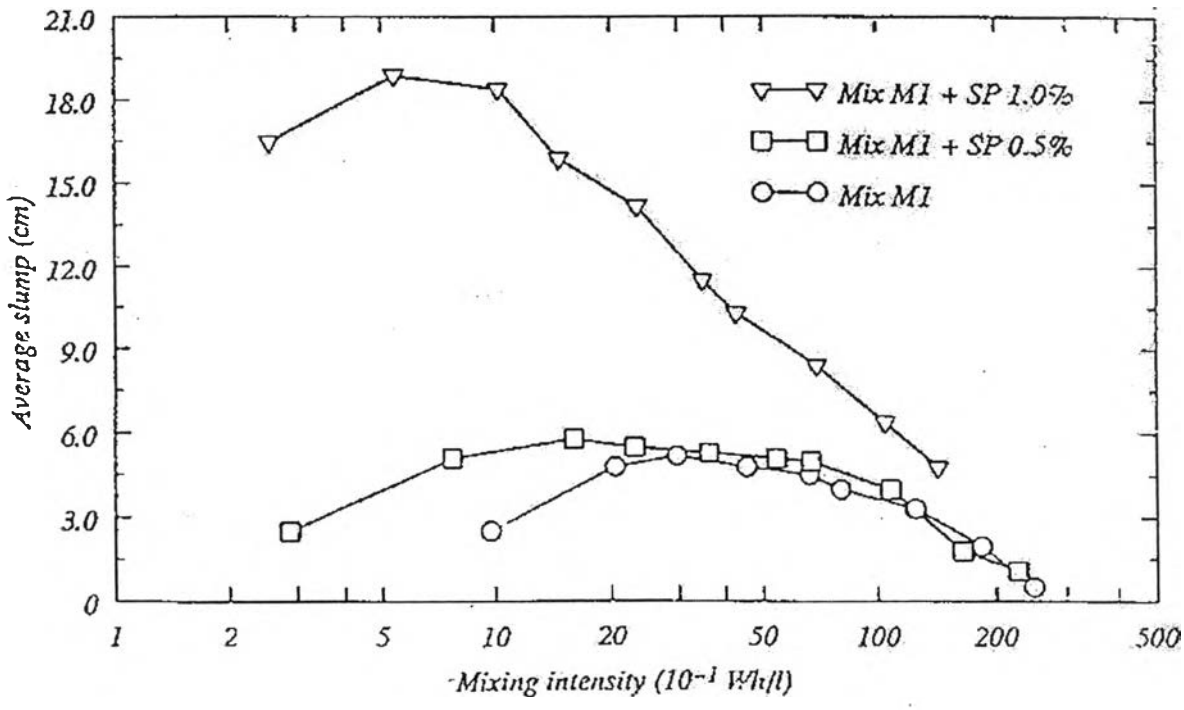
รูปที่ 1.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างมากต่าง ๆ [13]



รูปที่ 1.4 แสดงผลของความเร็วรอบของเครื่องผสมต่อค่าความหนืดของซีเมนต์เพสต์ [17]



(ก.) พลังงานการผสมและระยะเวลาการผสม



(ข.) ค่ายุบตัวและระดับความเข้มของการผสม

รูปที่ 1.5 แสดงผลของสารลดน้ำอย่างมากต่อคุณสมบัติของมอร์ตาร์ [1]