

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การทดสอบการไหลของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว

ในการทดสอบการไหลของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น การไหลจะไหลได้ลดลง แต่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติได้โดยการใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้นในส่วนผสม เพราะเถ้าลอยมีลักษณะผลึกเป็นทรงกลม จะไปขัดเม็ดปูนที่มีขนาดใหญ่กว่าให้ไหลได้ดียิ่งขึ้น และใส่สารผสมเพิ่มประเภท F เพิ่มขึ้นจะช่วยให้การไหลไหลได้ดีขึ้น

6.1.2 การทดสอบระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น และสุดท้ายของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว

ในการทดสอบระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายจะก่อตัวได้เร็วขึ้น แต่เมื่อใส่เถ้าลอยและสารผสมเพิ่มประเภท F เพิ่มขึ้น จะช่วยให้ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายก่อตัวได้นานขึ้น

6.1.3 การทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว

ในการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเอททริงไคต์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของแคลเซียมซัลโฟลูมิเนต จากการทดสอบน้ำหนักและปริมาตรของมอร์ตาร์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุวันมากขึ้นทำให้กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และเมื่อใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้น กำลังอัดมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานิก ทำให้พัฒนากำลังอัดในระยะยาว การวิจัยพบว่าปริมาณสารเพิ่มการขยายตัวที่เหมาะสมด้านกำลัง คือ ร้อยละ 15 ของซีเมนต์ และปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมด้านกำลังและความสามารถในการทำงานได้ คือ ร้อยละ 15 ของการทดแทนซีเมนต์

6.1.4 การทดสอบความเครียดของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว

ในการทดสอบความเครียดของมอร์ตาร์ชนิดเซกการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น ความเครียดมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากผลึกเอททริงไครต์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของแคลเซียมซัลโฟลูมิเนต และเมื่อใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้นค่าการขยายตัวมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อใส่สารผสมเพิ่มประเภท F มากขึ้น การวิจัยพบว่าปริมาณสารเพิ่มการขยายตัวที่เหมาะสมด้านความเครียด คือ ร้อยละ 15 ของซีเมนต์ และปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมด้านความเครียด คือ ร้อยละ 15 ของการทดแทนซีเมนต์

6.1.5 การทดสอบ XRD และ SEM

จากการทดสอบเมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น และอายุวันมากขึ้น ผลึกเอททริงไครต์ที่มีรูปร่างผลึกคล้ายเข็ม เรียวยาวจะเกิดในปริมาณมากขึ้น และไปเติมเต็มในช่องว่างทำให้เพสต์แน่นขึ้น กำลังอัดจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลึกเอททริงไครต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะผลัดกันอนุภาคต่างๆ ในเพสต์ให้เกิดการขยายตัวของอนุภาค ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของมอร์ตาร์ได้ และเมื่ออายุวันดำเนินไปถึง 28 วัน พบว่าผลึกเอททริงไครต์เริ่มมีขนาดคงที่ เนื่องจากแคลเซียมซัลโฟลูมิเนตได้ถูกทำลายไปหมดแล้วในปฏิกิริยาไฮเดรชัน เมื่อใส่เถ้าลอยมากกว่าร้อยละ 15 แทนที่ลงในปูนซีเมนต์ พบว่าเอททริงไครต์จะเกิดได้ลดลง เนื่องจากผลึกของเถ้าลอยที่มีขนาดใหญ่จะไปอุดบริเวณช่องว่างภายในเพสต์ ทำให้เอททริงไครต์เกิดได้ลดลง นอกจากนี้การใส่สารผสมเพิ่มประเภท F ในปริมาณที่มากขึ้น จะช่วยให้เอททริงไครต์เกิดได้มากขึ้น เนื่องจากเกิดฟองอากาศมากขึ้นในเพสต์ ทำให้เอททริงไครต์สามารถเกิดการขยายตัวได้ดีในบริเวณช่องว่างของเพสต์ ทำให้เกิดการขยายตัวของมอร์ตาร์ และกำลังอัดสูงขึ้น

6.1.6 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและพลังงานของซีเมนต์ชนิดเซกการหดตัว

หดตัว

จากการวิเคราะห์พบว่าเมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวลงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จริงเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ โดยการผลิตสารเพิ่มการขยายตัวจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ ทำให้ลดปริมาณเชื้อเพลิง ลดพลังงานความร้อน และต้องการพลังงานการบดอัดน้อยกว่า นอกจากนี้ยังต้องการหินปูนที่นำมาเป็นวัตถุดิบน้อยกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทำให้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยกว่าการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ ดังนั้นปูนซีเมนต์ที่ใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มเข้าไปในส่วนผสม จะช่วยให้กระบวนการผลิตที่มีการปล่อยความร้อนมาก พลังงานในการบดอัดมากของปูนซีเมนต์

พอร์ตแลนด์ปอร์ตแลนด์น้อยลงได้ ทำให้ต้นทุนในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มีการใส่สารเพิ่มการขยายตัวลดลง นอกจากนี้การใส่เถ้าลอยแทนที่ลงในปูนซีเมนต์ ช่วยลดการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตลดลง และยังช่วยลดต้นทุนการผลิตในเรื่องของราคาวัสดุได้ เนื่องจากเถ้าลอยเป็นวัสดุทดแทนไม่จำเป็นต้องเผา สามารถผสมลงในปูนซีเมนต์ได้เลย และเถ้าลอยเป็นวัสดุพลอยได้ที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าทำให้ช่วยลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการทิ้งท่าลอยเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้า

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. แคลเซียมซัลโฟลูมิเนต จะมีราคาต่ำลงเมื่อผลิตในปริมาณมาก
2. เพื่อให้เหมาะกับสภาพการใช้งานมากยิ่งขึ้น ควรทำการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสม เช่น เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมทรายกับปูนซีเมนต์ เพื่อให้คุณสมบัติความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้น และควรนำทรายที่มีอยู่ตามท้องตลาดมาทำการทดสอบหาค่าความละเอียดของทรายและทดลองผสมหาคู่ผสมที่ดีต่าง ๆ เพื่อทดแทนทรายมาตรฐาน
3. เมื่อไม่ต้องการค่ากำลังอัดในเวลาเร็ว ให้ทำการเปลี่ยนชนิดของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ผสมเป็นปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
4. อาจมีการเปลี่ยนชนิดของวัสดุปอซโซลาน เพื่อให้กำลังอัดสูงขึ้น