บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอย FBC ด้วยเทคนิค x-ray fluorescence พบองค์ประกอบหลักคือ SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 และ CaO และในการวิเคราะห์เถ้าลอย FBC ด้วยเทคนิค x-ray diffraction พบว่าเถ้าลอย FBC นี้สามารถผลิตเป็นจีโอโพลิเมอร์ได้ แต่ยังไม่เหมาะสม จึงทำการบดลดขนาดเถ้าลอยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยากับสารละลาย

จากการศึกษาผล x-ray diffraction พบผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาจีโอโพลิเมอร์ไรเซชัน เช่น ซีโอไลต์พวกอัลไบต์ และเนโทรไลต์ และโซเดียมซิลิเกตในตัวอย่างเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง SiO_2 และ Al_2O_3 ใน 15 M NaOH ซึ่งซีโอไลต์ที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลเสียทำให้ค่ากำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์ต่ำลง

จากการศึกษาค่ากำลังอัดพบว่า จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่บ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 25±3°C ที่อัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ = 2.5 ให้ค่ากำลังอัดสูงขึ้นตามอายุการบ่มที่อายุ 90 โดยให้ค่าสูงที่สุดประมาณ 30 เมกะปาสคาล ส่วนจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่บ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริก พบว่าจีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ = 1.5 ที่อายุ 180 วัน ให้ค่ากำลังอัดสูงที่สุดประมาณ 8.2 เมกะปาสคาล และจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่บ่มในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตที่อัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ 1 ให้ค่ากำลังอัดสูงขึ้นตามลำดับ โดยให้ค่ากำลังอัดสูงที่สุดที่อายุ 180 วัน ประมาณ 5.4 เมกกะปาสคาล แต่ที่ $Na_2SiO_3/NaOH$ = 1.5, 2, และ 2.5 เมื่ออายุ 180 วัน ค่ากำลังจะลดลงอย่างชัดเจนเนื่องจากเกิดการสูญเสียอิออนของอัลคาไลน์ในสารซัลเฟต

จากการศึกษาจีโอโพลีเมอร์เพสต์ด้วยเทคนิค scanning electron microscope พบว่า เถ้าลอย FBC ที่อัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ = 1 กับ $Na_2SiO_3/NaOH$ = 1.5 ยังมีการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ค่ากำลังอัดต่ำ ส่วนที่อัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ = 2 กับ $Na_2SiO_3/NaOH$ = 2.5 สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ดี ส่งผลให้ค่ากำลังอัดจีโอโพลิเมอร์ได้สูงกว่า

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุ (energy dispersive x-ray spectrometer) พบเจลในจีโอโพลิเมอร์เพสต์ ซึ่งเจลดังกล่าวเกิดจากการชะของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์บริเวณผิวเถ้าลอย โดยส่วนที่เป็นอสัณฐานจะพบบริเวณผิวเถ้าลอย ส่วนความเป็นผลึกจะพบที่บริเวณแกนกลางของเถ้า

การหาค่าดัชนีการเกิดปฏิกิริยา (degree of reaction) พบว่า การเพิ่มอัตราส่วน $Na_2SiO_3/NaOH$ ทำให้ค่าดัชนีมีการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้นตามอายุการบ่ม เพราะมีส่วนผสมของปริมาณ

โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซิลิเกตที่พอเหมาะ แล้วเกิดปฏิกิริยาเชื่อมประสานกัน ปริมาณของโซเดียมซิลิเกตที่มากขึ้นมีผลกับการเกิดปฏิกิริยาของจีโอโพลิเมอร์ด้วย

การทดสอบจีโอโพลิเมอร์เพสต์โดยเทคนิค infrared spectroscopy ที่เถ้าลอย FBC พบพีก –OH stretching และ –OH bending และยังพบพีกของ Al-O และ Si-O ตามลำดับในเถ้าลอย แต่การเกิด $Si-O_2$ ในสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตและอะลูมิโนซิลิเกต จะพบในจีโอโพลิเมอร์

การวิเคราะห์ทางความร้อนด้วยเทคนิค TGA - DTG พบว่าของเถ้าลอย FBC มีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากมีการระเหยของน้ำอยู่ที่ช่วงประมาณ 100°C แต่จีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีการทนความร้อนได้ดีกว่า เนื่องจากอาจมีสารประกอบอะลูมิโนซิลิเกตและแคลเซียมซิลิเกตในจีโอโพลิเมอร์สูญเสียของน้ำหนักเริ่มต้นที่ต่ำกว่าอยู่ที่ช่วงประมาณ 120-180°C ที่ช่วงประมาณ 540°C เป็นการสลายตัวของ $Ca(OH)_2$ ที่ช่วงประมาณประมาณ 680-760°C เป็นการสลายตัวของ $CaCO_3$

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาค่ากำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ควรเพิ่มช่วงระยะเวลาในการบ่มตัวอย่างทั้งที่บ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ร้อยละ 3 และบ่มในสารละแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) ร้อยละ 5 ให้ยาวนานขึ้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างหรือแนวโน้มของกำลังอัดอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับต่างๆเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ที่ดีที่สุด

3. ควรมีการศึกษาเถ้าลอยผสมกับปูนซีเมนต์ เพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพของคุณสมบัติต่าง ๆ ของจีโอโพลิเมอร์เพิ่มมากขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University