บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือศึกษาอิทธิพลของชนิดและความเข้มข้นของสารเติมแต่งที่มีต่อการหน่วงปฏิกิริยา ไฮเดรชันการเติบโตของผลึก และกลไกการเติบโตของผลึกเอฟจีดียิปซัม และสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ทำนายลักษณะและอัตราการเติบโตของผลึก เอฟจีดียิปซัมจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยศึกษาเพื่อหาปริมาณสารเติมแต่งที่เหมาะสมในการหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชันเพื่อให้มีระยะเวลาเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน และความแข็งแรงของเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ก่อตัวแล้วเทียบเท่าปลาสเตอร์ทางการค้า จากผลการทดลองและการวิจารณ์ผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การทดสอบเปรียบเทียบผลของชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์และอนินทรีย์ต่อสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสม

ตาราง 5.1 การเปรียบเทียบผลของชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์และอนินทรีย์ต่อสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสม

สมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสม	ชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดสารอินทรีย์	ชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดสารอนินทรีย์
ระยะเวลาการก่อตัว (ความสามารถในการหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชัน)	กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก โซเดียมลิกโนซัลโฟเนต	กรดฟอสฟอริก โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต

ตาราง 5.1 การเปรียบเทียบผลของชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์และอนินทรีย์ต่อสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสม (ต่อ)

สมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสม	ชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดสารอินทรีย์	ชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งชนิดสารอนินทรีย์
การเจริญเติบโตของผลึก (ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง)	กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก โซเดียมลิกโนซัลโฟเนต กรดลิกโนซัลโฟนิก	กรดฟอสฟอริก โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
ความหนาแน่น ค่าความทนต่อแรงอัด (ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง)	กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก	กรดฟอสฟอริก โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
ค่าการดูดซึมน้ำ (เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง)	กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก	กรดฟอสฟอริก โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
ค่าความทนต่อแรงอัด (เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง)	โซเดียมลิกโนซัลโฟเนต กรดลิกโนซัลโฟนิก	

1. ระยะเวลาการก่อตัว และการเจริญเติบโตของผลึก (ความสามารถในการหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชัน)

วัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์ได้แก่ กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก และโซเดียมลิกโนซัลโฟเนต ชนิดอนินทรีย์ได้แก่ กรดฟอสฟอริก และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต สามารถหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชัน ส่งผลให้ระยะเวลาการก่อตัวของวัสดุผสมเอฟจีดียิปซัมช้าลง ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของผลึก

2. การเจริญเติบโตของผลึก

วัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับสารเติมแต่งอินทรีย์และชนิดอนินทรีย์ทุกชนิด ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผลึกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาการก่อตัวของวัสดุผสมเอฟจีดี ยิปซัม

3. ความหนาแน่น และค่าความทนต่อแรงอัด

วัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์ได้แก่ กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดอะซิติก ชนิดอนินทรีย์ได้แก่ กรดฟอสฟอริกและโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นโดยรวมและค่าความทนต่อแรงอัดของวัสดุผสมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารชนิดใด ๆ

สำหรับวัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับกรดลิกโนซัลโฟนิก จะส่งผลให้ค่าความทนต่อแรงอัดของวัสดุผสมและค่าความหนาโดยรวมแน่นเพิ่มขึ้น แต่สำหรับโซเดียมลิกโนซัลโฟเนต จะส่งผลให้ค่าความทนต่อแรงอัดของวัสดุผสมเพิ่มขึ้นแต่ค่าความหนาแน่นโดยรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารชนิดใด ๆ

4. ค่าการดูดซึมน้ำ

วัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์ได้แก่ กรดซัคซินิก กรดซิตริก กรดมาลิก กรดอะซิติก และโซเดียมลิกโนซัลโฟเนต สารเติมแต่งชนิดอนินทรีย์ได้แก่ กรดฟอสฟอริกและโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต จะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุผสมเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารชนิดใด ๆ

สำหรับวัสดุผสมระหว่างเอฟจีดีปลาสเตอร์กับกรดลิกโนซัลโฟนิก จะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุผสมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ไม่ได้เติมสารชนิดใด ๆ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่น

5. สมการพยากรณ์ระยะเวลาการก่อตัวของเอฟจีดีปลาสเตอร์ในระบบที่มีสารเติมแต่งโดยใช้ปริมาณของสารเติมแต่งเป็นตัวพยากรณ์

5.1 สมการพยากรณ์ระยะเวลาการก่อตัวที่ใช้ปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์เป็นตัวพยากรณ์

สมการพยากรณ์ที่ใช้ปริมาณของกรดซัคซินิกเป็นตัวพยากรณ์เป็นสมการที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากที่สุด แสดงสมการดังต่อไปนี้

$$f(x) = 252.3x + 10$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.99 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน1.13 นาที

5.2 สมการพยากรณ์ระยะเวลาการก่อตัวที่ใช้ปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอนินทรีย์เป็นตัวพยากรณ์

สมการพยากรณ์ที่ใช้ปริมาณของโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นตัวพยากรณ์เป็นสมการที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากที่สุด แสดงสมการดังต่อไปนี้

$$f(x) = 61.7x + 10$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.98 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.96 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน3.64 นาที

6. สมการพยากรณ์ค่า Crystal Ratio ของผลึกเอฟจีดีปลาสเตอร์ในระบบที่มีสารเติมแต่ง โดยใช้ปริมาณของสารเติมแต่งเป็นตัวพยากรณ์

6.1 สมการพยากรณ์ค่า Crystal Ratio ของผลึกเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ใช้ปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์เป็นตัวพยากรณ์

สมการพยากรณ์ที่ใช้ปริมาณของกรดกรดอะซิติก เป็นตัวพยากรณ์เป็นสมการที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากที่สุด แสดงสมการดังต่อไปนี้

$$h(x) = -4.7x + 7.5$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.90 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.81 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.59

6.2 สมการพยากรณ์ค่า Crystal Ratio ของผลึกเอฟจีดีปลาสเตอร์ที่ใช้ปริมาณของสารเติมแต่งชนิดอนินทรีย์เป็นตัวพยากรณ์

สมการพยากรณ์ที่ใช้ปริมาณของโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นตัวพยากรณ์เป็นสมการที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากที่สุด แสดงสมการดังต่อไปนี้

$$h(x) = -2.9x + 7.5$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.76 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.49

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเอฟจีดียิปซัม ควรเลือกใช้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ภาพฉายของผลึกเอฟจีดียิปซัมครบทุกมิติ

2. ขนาดของผลึกเอฟจีดียิปซัมในมิติต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้ เป็นค่าที่วัดจากภาพซึ่งได้จากกล้องเอสอีเอ็ม ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากมุมเอียงของการฉายภาพ ในงานวิจัยต่อไปควรหาวิธีการลดความผิดพลาดในการวัดขนาดของผลึกจากกล้องเอสอีเอ็ม

3. การพยากรณ์ระยะเวลาในการก่อตัวของเอฟจีดีปลาสเตอร์ด้วยสมการของค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน

$$\alpha = 1 - \exp(-at^{m})$$

หรือ

$$t = \left(- \frac{\ln(1-\alpha)}{a} \right)^{\frac{1}{m}}$$

จะทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากกว่าสมการเส้นตรง แต่จะต้องทำการทดลองเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ α, a และ m ของสมการพยากรณ์