

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ณ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 จีโอพอลิเมอร์(Geopolymer)	3
2.1.1 โครงสร้างของจีโอพอลิเมอร์	4
2.1.2 กลไกการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของการเกิดจีโอพอลิเมอร์	5
2.1.3 การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน	7
2.2 วัสดุคิบที่ใช้ในการสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์	14
2.2.1 ตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำประปา	14
2.3 สารกระตุ้นปฏิกิริยา	26
2.3.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	26
2.4 ปัจจัยในการสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์	28
2.5 เทคนิคและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	31
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. วิธีดำเนินการวิจัย	39
3.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	39
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	39
3.3 การเตรียมวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	40
3.4 การสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์	42
3.5 วิธีการทดสอบ	44
4. ผลการทดลอง	46
4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้าง ความเป็นผลึกของสารตั้งต้นในการสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์	46
4.2 ผลของความเข้มข้นต่างต่อการพัฒนากำลังอัดกำลังอัดของจีโอพอลิเมอร์ สังเคราะห์จากตะกอนดินประปา	49
4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาบ่มต่อการพัฒนากำลังอัดของก้อนจีโอพอลิเมอร์	55
4.4 ผลการศึกษาโครงสร้างผลึกของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จากตะกอนดินประปา	61
4.5 ผลการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จาก ตะกอนดินประปา	63
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุปผลการทดลอง	67
5.2 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	75
ก. การคำนวณอัตราส่วนผสมและตัวกระตุ้นต่าง	75
ข. วิธีหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม	77
ค. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง	79
ง. ผลการทดลองค่ากำลังรับแรงอัด	82
ประวัติผู้วิจัย	86

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่าร้อยละขององค์ประกอบของวัสดุปอชโซลาน	9
2.2 อัตราส่วนผสมจีโอพอลิเมอร์แนะนำ	14
2.3 ลักษณะของสลักจี้จากโรงผลิตประปา	17
2.4 สรุปลักษณะของสลักจี้จากระบบต่างๆ	18
2.5 ธาตุในรูปออกไซด์ของตะกอนดินประปา	21
2.6 ชนิด ความเข้มข้น ชั้นคุณภาพ และลักษณะทางเคมีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	28
3.1 อัตราส่วนผสมระหว่างสารตั้งต้นและสารละลายต่าง	43
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนดินประปาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส	48

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 รูปแบบพื้นฐานของจีโอพอลิเมอร์	5
2.2 รูปแบบการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน	7
2.3 การเกิดสารจีโอพอลิเมอร์ (Geopolymerization)	8
2.4 กระบวนการผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำผิวดิน	19
2.5 ขั้นตอนการกำจัดตะกอนของโรงผลิตน้ำบางเขน	26
3.1 ตะกอนดินประปาแห้ง	41
3.2 การเตรียมตะกอนประปาเพื่อสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์	42
3.2 แผนผังการทดสอบ	44
4.1 โครงสร้างความเป็นผลึกของตะกอนดินประปาเผาที่อุณหภูมิ 800 °C นาน 1 ชั่วโมง	49
4.2 ผลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อกำลังอัดของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์ จากตะกอนดินประปา	51
4.3 ก้อนจีโอพอลิเมอร์ที่มีผลึกโซเดียมคาร์บอเนตเกาะบริเวณก้อนตัวอย่าง	55
4.4 ผลของระยะเวลาบ่มต่อกำลังอัดของจีโอพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส	56
4.5 รอยร้าวของจีโอพอลิเมอร์หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส	60
4.6 ค่ากำลังอัดของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์เปรียบเทียบที่อุณหภูมิและระยะเวลาบ่ม	61
4.7 ค่ากำลังอัดที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบระหว่างการบ่ม ที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส	62
4.8 รูปแบบโครงสร้างผลึกของจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์จากตะกอนดินประปา	63
4.9 ภาพถ่าย SEM แสดงลักษณะพื้นผิวของก้อนจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์ จากตะกอนดินประปาที่บ่มอุณหภูมิห้อง ระยะเวลาบ่มนาน 28 วัน	65
4.10 ภาพถ่าย SEM แสดงลักษณะพื้นผิวของก้อนจีโอพอลิเมอร์สังเคราะห์ จากตะกอนดินประปาที่บ่มอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาบ่มนาน 1 วัน	67