

บทที่ 3

เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุคิบ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

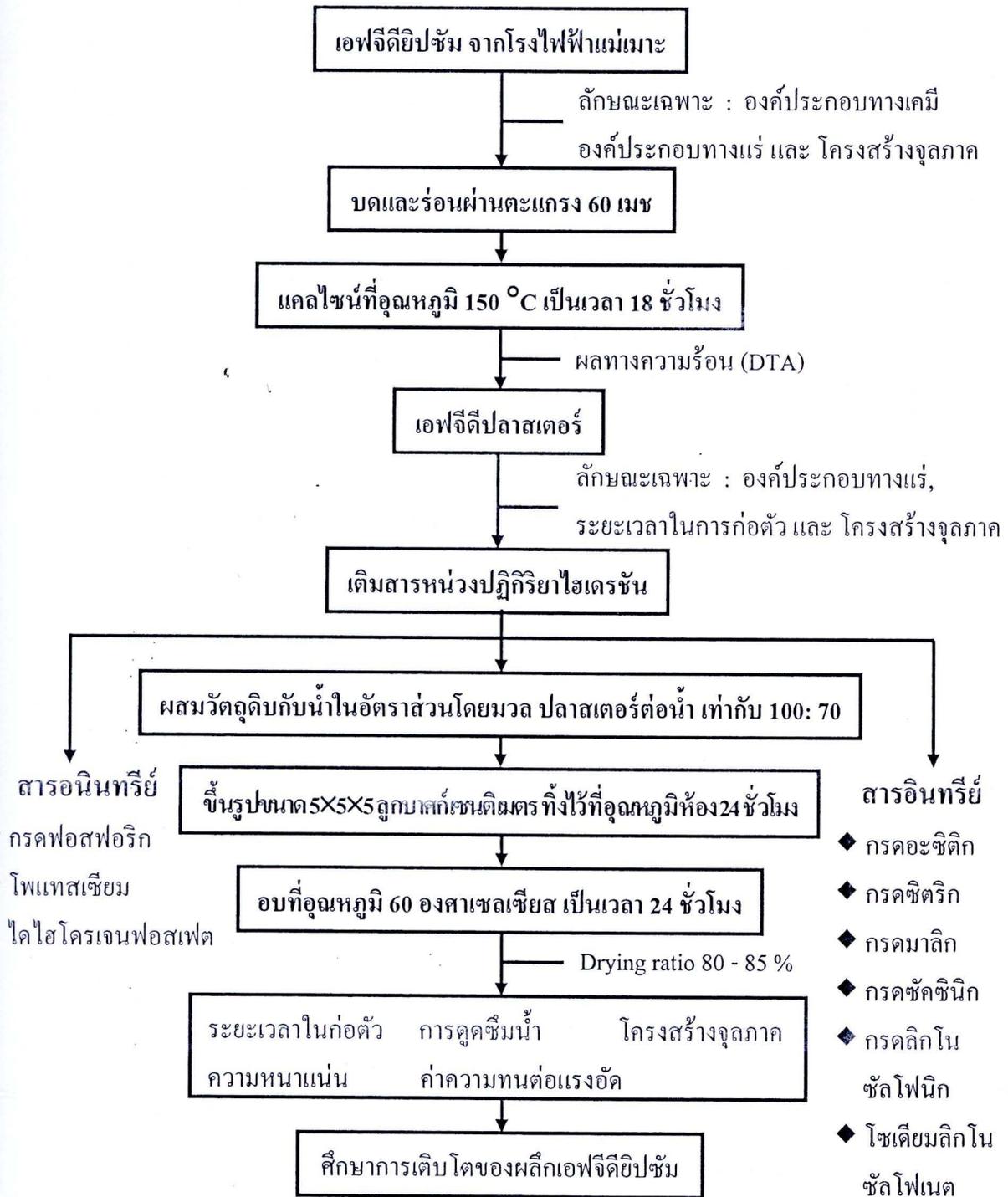
1. เครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัสดุ (Differential Thermal Analysis; DTA) ของบริษัท Perkin-Elmer
2. เครื่องเอกซเรย์คิฟแฟรคชัน (X-Ray Diffraction; XRD) รุ่น X'Pert Pro MPD ของบริษัท Philips
3. เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์ (X-Ray Fluorescence; XRF) รุ่น Magix Pro MUA/USEP T84005 ของบริษัท Philips
4. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) รุ่น JSM-5190 LV ของบริษัท JEOL
5. เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) รุ่น ID 1000 ของบริษัท Index
6. เครื่องทดสอบความทนต่อแรงอัด (Compressive Strength) รุ่น Toni Comp. III ของบริษัท Toni Technik
7. เครื่องทดสอบการกดตัว (Vicat) รุ่น H-3080 ของบริษัท Humbolat
8. ตู้อบเพื่อเผาแคลไซน์ มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 300 °C (Oven) รุ่น D-58 ของบริษัท Yamato
9. ตะแกรงร่อน (Sieve) 60 mesh
10. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบแทนที่น้ำ 4 ตำแหน่ง (Balance for Density Determination) รุ่น P/N 80850045 ของบริษัท Ohaus
11. แบบพิมพ์เพื่อการขึ้นรูป

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

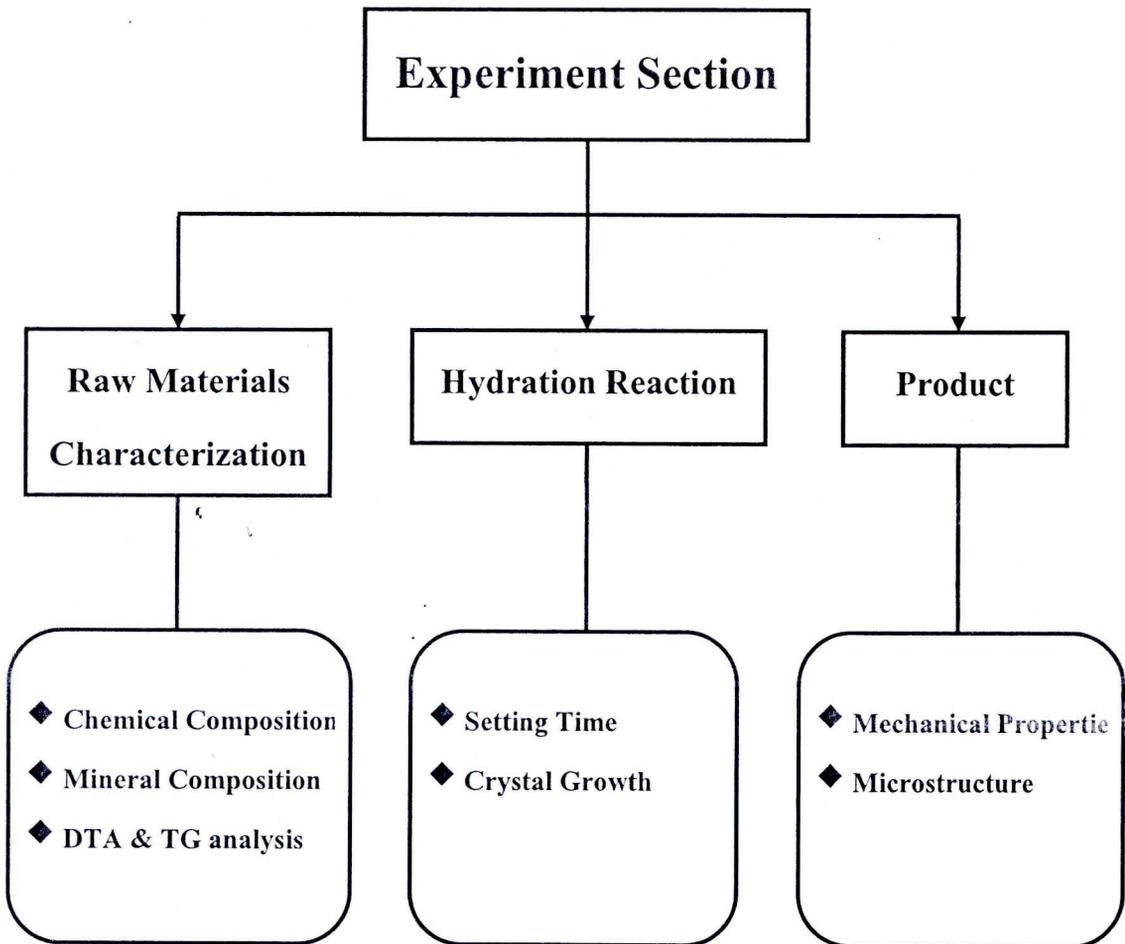
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. เอฟจีดีอีปซัม (FGD-Gypsum) โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
2. กรดซักซินิก ($C_4H_6O_4$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Rankem
3. กรดซिटริก ($C_6H_8O_7$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Merk
4. กรดมาลิก ($HO_2CCH_2CHOHCO_2H$; $C_4H_6O_5$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Sigma
5. กรดอะซิติค (CH_3COOH ; $C_2H_4O_2$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Merk
ความหนาแน่น 1.32 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
6. กรดลิกโนซัลโฟนิก ($C_{20}H_{26}O_{10}S_2$) เกรดการค้า บริษัท Sika
ความหนาแน่น 1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
7. โซเดียมลิกโนซัลโฟเนต ($C_{20}H_{24}Na_2O_{10}S_2$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Aldrich
8. กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Rankem
ความหนาแน่น 1.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
9. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Rankem

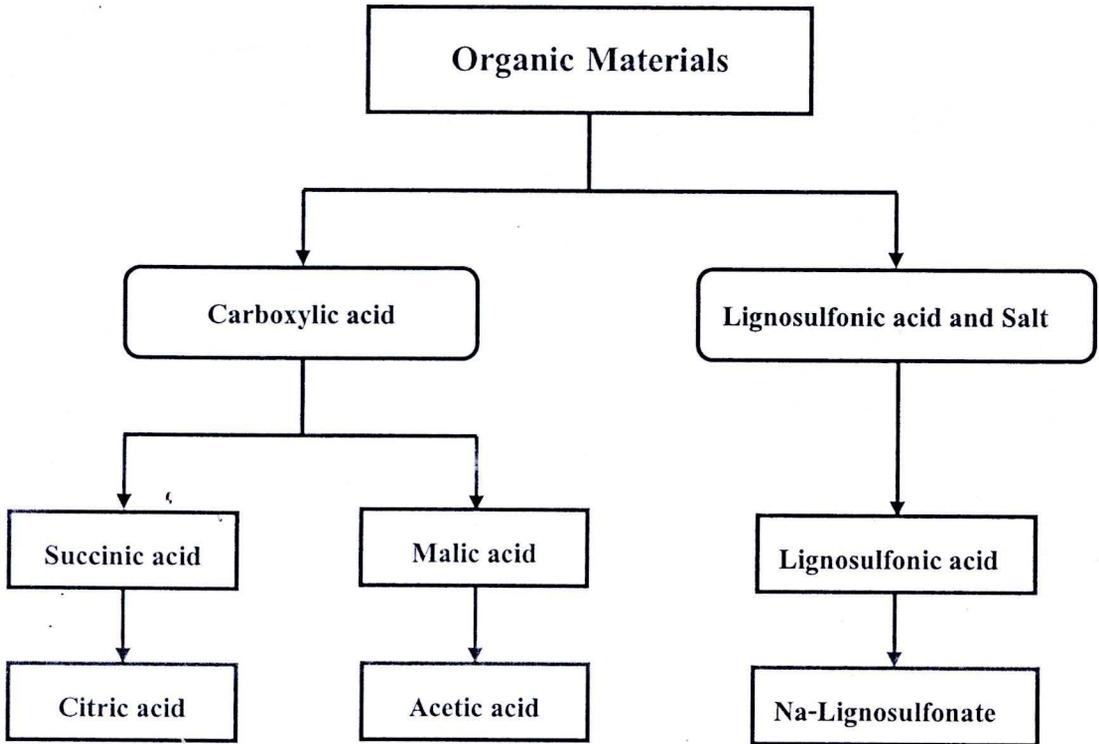
3.3 วิธีการทดลอง



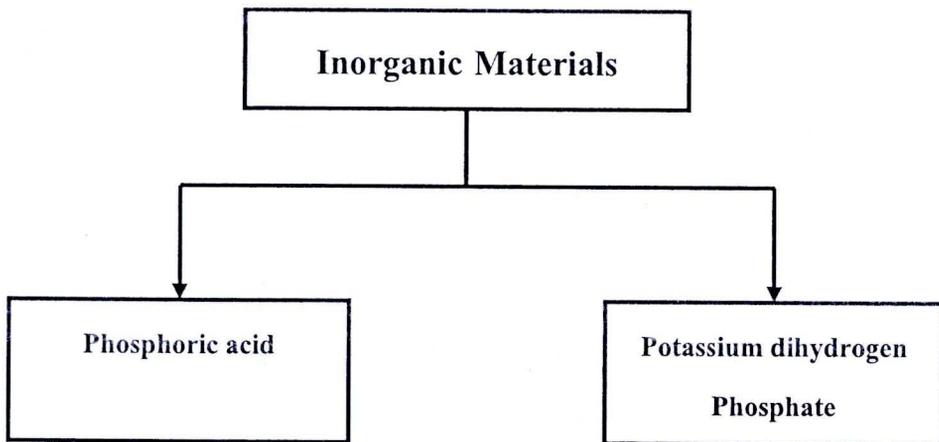
รูป 3.1 แผนการวิจัย



รูป 3.2 แผนภาพกระบวนการทดลองทั้งหมดในงานวิจัยนี้



รูป 3.3 วัตถุดิบสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์



รูป 3.4 วัตถุดิบสารเติมแต่งชนิดอนินทรีย์

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่เอพิจีตียิปซัม เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนพฤษภาคม 2552 เตรียมตัวอย่างโดยการเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 60

3.3.1.2 การเตรียมสารละลาย

กรดซัลฟิวริก กรดมาลิก กรดซัลฟิวริก เตรียมโดยชั่งน้ำหนักสารเคมี 0.01-0.07 กรัม ต่อน้ำหนัก FGD-Plaster 100 กรัม จากนั้นละลายสารเคมีลงในน้ำ 70 มิลลิลิตร (Consistency 70) แล้วจึงนำสารละลายที่ได้ผสมกับ เอพิจีตียิปซามจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.01-0.07 % โดยน้ำหนัก สำหรับกรดอะซิติก โซเดียมลิกโนซัลโฟเนต และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.1-0.7 % โดยน้ำหนัก กรดลิกโนซัลโฟนิกเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.6 - 0.9 % โดยน้ำหนัก และกรดฟอสฟอริกเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.1 - 0.4 % โดยน้ำหนัก

3.3.2 การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบ

วิเคราะห์หาลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ องค์ประกอบทางแร่ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน และวิเคราะห์ผลทางความร้อนของเอพิจีตียิปซัม ด้วยเครื่อง DTA และ TG

3.3.3 การศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งที่มีต่อสมบัติต่าง ๆ ของเอพิจีตียิปซาม

3.3.3.1 การศึกษาผลของสารตัวเติมที่มีต่อระยะเวลาการก่อตัว

ระยะเวลาการก่อตัว (Setting Time) คือระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและระยะสุดท้าย ตาม ASTM C472-99 [18] สารตัวเติมที่นำมาใช้แบ่งเป็น 2 ชนิด และความเข้มข้นที่เลือกใช้งานวิจัยนี้มีเป้าหมายให้ระยะเวลาการก่อตัวอยู่ในช่วง 30-80 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปวัสดุ

(1) สารเติมแต่งชนิดสารอินทรีย์ได้แก่ กรดซัลฟิวริก กรดมาลิก กรดซัลฟิวริก (0.01 0.03 0.05 และ 0.07% โดยน้ำหนัก) กรดอะซิติกและโซเดียมลิกโนซัลโฟเนต (0.1 0.3 0.5 และ 0.7% โดยน้ำหนัก) กรดลิกโนซัลโฟนิก (0.6 0.7 0.8 และ 0.9% โดยน้ำหนัก)

(2) สารเติมแต่งชนิดสารอนินทรีย์ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (0.1 0.2 0.3 และ 0.4% โดยน้ำหนัก) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (0.1 0.3 0.5 และ 0.7% โดยน้ำหนัก)

3.3.3.2 การศึกษาผลของปริมาณสารตัวเติมที่มีต่อสมบัติเชิงกล

ความหนาแน่น (Bulk Density) วิเคราะห์ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบแทนที่น้ำ
ค่าการดูดซึมน้ำ และทดสอบค่าความทนต่อแรงอัดตาม ASTM C472-99

3.3.3.3 การศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุผสม

วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุผสมจากสารเติมแต่งชนิดอินทรีย์และ
อนินทรีย์ด้วยกล้องเอสอีเอ็ม และศึกษาขนาดของขนาดของผลึกของเอพิจิตีปซัมจากโรงไฟฟ้า
แม่เมาะโดยใช้โปรแกรม SemAfore5SP1