

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Hammer mill
2. Roller mill
3. Ball mill
4. Separators filter GY-600-3S
5. Pycnometer
6. เครื่องตีไข่ (Soko CK-4343)
7. แบบพิมพ์อะคริลิกและไม้
8. เครื่องทดสอบแรงกดอัด DMT (Model no.DTMT556)
9. Thermal conductivity sensor
10. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
11. ตู้อบ
12. เตาเผาไฟฟ้า (Electric furnace) อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส
13. เครื่องตัด
14. เครื่องตัดผิว
15. กล้อง Dino Capture 2.0
16. Separators Filter (รุ่น GY-600-3S)
17. เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray fluorescence, XRF)
18. เครื่องวัดการกระจายตัวขนาดอนุภาค (Particle size distribution)

3.2 วัสดุและสารเคมี

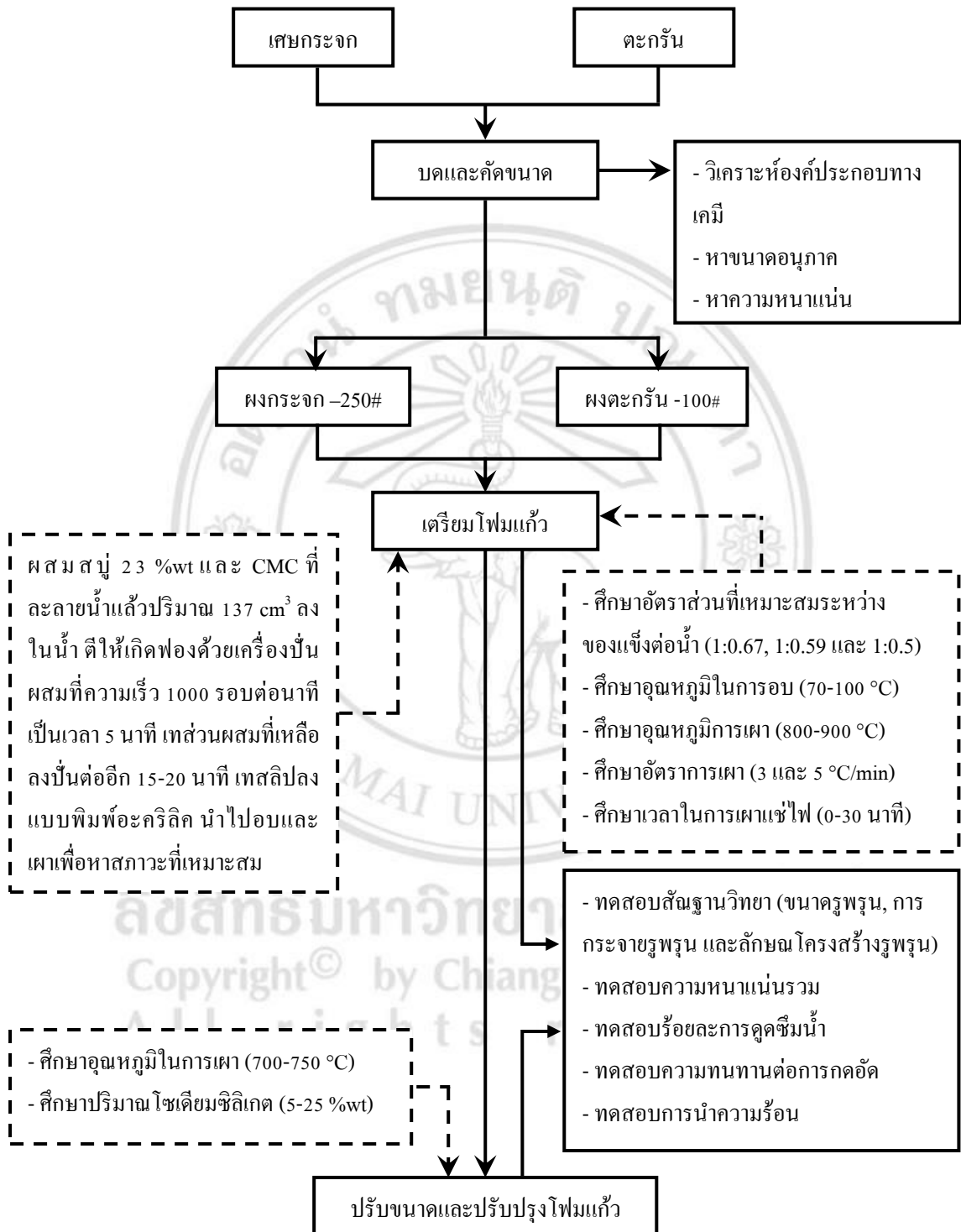
1. ผงกระจก (จากบริษัท ไทยเทคโนโลยีสถา จำกัด)
2. ตะกรันจากการหลอมเหล็ก (จากโรงหลอมเหล็กป่าแฝง)

3. สบู่
4. CMC (Carboxy methyl cellulose)
5. โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนการวิจัย



3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.1.1 วัตถุดิบ

- 1.ผงกระจก เตรียมโดยการนำเศษกระจกมาบดด้วยเครื่อง Roller mill แล้วจึงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250#
- 2.ผงตะกรัน เตรียมโดยการนำตะกรันมาบดขนาดด้วยเครื่อง Hammer mill หลังจากนั้นนำมาบดด้วยเครื่อง Hammer mill แล้วจึงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100#
- 3.สารก่อฟอง เตรียมโดยการนำสบู่มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องผสมอาหาร
- 4.สารละลาย CMC เตรียมโดยชั่ง CMC 100 กรัม ต่อน้ำ 2000 มิลลิลิตร นำมาผสมด้วยเครื่องผสมแป้งจน CMC ละลายหมด

3.3.1.2. การศึกษาลักษณะเฉพาะของผงกระจกและผงตะกรัน

1. การหาความหนาแน่นรวม (Bulk density)

- 1.1 หาความหนาแน่นรวม (Bulk density) โดยใช้ Pycnometer โดยอบขวด Pycnometer พร้อมฝาให้แห้งสนิท และชั่งน้ำหนักบันทึกน้ำหนักของขวด (กรัม)
- 1.2 เติมน้ำกลั่นลงในขวด ปิดฝา และชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนัก (กรัม)
- 1.3 เทน้ำกลั่นทิ้ง อบขวดให้แห้ง
- 1.4 ใส่ผงตัวอย่างที่พอประมาณลงในขวด ปิดฝา และชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนัก (กรัม)
- 1.5 เติมน้ำกลั่นลงในขวดที่มีผงตัวอย่าง ปิดฝา และชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนัก (กรัม)
- 1.6 คำนวณหาความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของน้ำ (กรัมต่อลบ.ซม.) และความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของผงตัวอย่าง (กรัมต่อลบ.ซม.)

2. การหาขนาดอนุภาค

หาขนาดอนุภาคของผงกระจกและผงตะกรันด้วยเครื่อง Particle size distribution เพื่อหาขนาดอนุภาคเฉลี่ย

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงกระจกและผงตะกรันด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence: XRF)

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่

วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของผงตะกรันด้วยเทคนิคการสะท้อนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction: XRD)

5. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อน

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของผงตะกรันด้วยเทคนิค DTA (Differential thermal analysis)

3.3.2 การเตรียมโม่แก้ว

3.3.2.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างผงกระจกและตะกรัน เพื่อนำมาใช้ในการเตรียมสลิป

1. ชั่งผงกระจก และผงตะกรันตามอัตราส่วนต่างๆ ตามตารางที่ 3.1 โดยมีน้ำหนักรวม 1,200 กรัม ผสมด้วยเครื่องผสมแป้งเป็นเวลา 15 นาที

ตารางที่ 3.1 ปริมาณผงกระจก และผงตะกรันที่ใช้ในการเตรียมสลิป เมื่อปริมาณผงตะกรันแตกต่างกัน

%ตะกรัน	น้ำหนัก (กรัม)	
	ผงกระจก	ผงตะกรัน
0	1,200	0
10	1,080	120
15	1,020	180
20	960	240

2. ชั่งและดวงส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียมสลิปตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียมสลิป

อัตราส่วนผง กระจกและผง ตะกรัน ต่อน้ำ	ปริมาตร (มิลลิลิตร)		น้ำหนัก (กรัม)	
	น้ำ	CMC	ผงกระจกและผง ตะกรัน	สบู่
1:0.67	663	137	1,200	30
1:0.59	569			
1:0.5	463			

3. ตวงน้ำ สารละลาย CMC และสบู่ ลงในโถผสม พร้อมเปิดเครื่องปั่นผสมที่ความเร็วประมาณ 1000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผงกระจก และผงตะกรันที่ผสมไว้เทลงในโถผสม แล้วปั่นผสมต่ออีก 15-20 นาที

4. เทสลิปลงในแบบพิมพ์อะคริลิกขนาด $8 \times 8 \times 4$ นิ้ว ที่รองด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์จนเต็ม พร้อมเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ

5. นำสลิปไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6. นำชิ้นงานที่แห้งออกจากเตาอบ ถอดแบบพิมพ์ แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการเผา 5 องศาต่อนาที

7. จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ สัมฐานวิทยา, ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ร้อยละการดูดซึมน้ำ, ความทนทานต่อการกดอัด และการนำความร้อน

7.1 การวิเคราะห์สัมฐานวิทยา

ตัดชิ้นงานที่เผาแล้วให้ได้ขนาดที่เหมาะสม จากนั้นนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง เพื่อหาขนาดของรูพรุน การกระจายตัวของรูพรุน และโครงสร้างของรูพรุน

7.2 การหาความหนาแน่นรวม (Bulk density)

ตัดชิ้นงานให้ได้ขนาดประมาณ $5 \times 5 \times 5$ เซนติเมตร วัดปริมาตรของชิ้นงาน จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของชิ้นงานหลังเผา จากสมการที่ 3.1

$$D = m/V$$

สมการที่ 3.1

D คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density) (g/cm³)

m คือ น้ำหนักชิ้นงาน (g)

V คือ ปริมาตรชิ้นงาน (cm³)

7.3 การหาร้อยละการดูดซึมน้ำ

เตรียมชิ้นงานให้มีขนาด 5 × 5 × 5 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกผล จากนั้นนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำเข้าไปแทนที่ในรูพรุนเปิด จากนั้นนำมาชั่งน้ำแล้วไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล พร้อมคำนวณหาร้อยละการดูดซึมน้ำจากสมการที่ 3.2

$$\text{ร้อยละการดูดซึมน้ำ} = ((M_2 - M_1) / M_1) \times 100 \quad \text{สมการที่ 3.2}$$

M₁ คือ น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (g)

M₂ คือ น้ำหนักหลังแช่น้ำ (g)

7.4 การหาความทนทานต่อการกดอัด

เตรียมชิ้นงานให้มีความหนาไม่เกิน 4 เซนติเมตร จากนั้นนำไปเข้าทดสอบกับเครื่องทดสอบการกดอัด

7.5 การหาค่าการนำความร้อน

เจาะชิ้นงานด้วยหัวสว่านเบอร์ 2 ให้มีความลึก 4 เซนติเมตร นำการระบายความร้อนหยอดลงในรูที่เจาะได้ แล้วนำไปวัดหาค่าการนำความร้อน

3.3.2.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบโฟมแก้ว

ทดลองอบที่อุณหภูมิ 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส สังเกตการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชิ้นงานก่อน และหลังอบ จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกดอัด, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน

3.3.2.3 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาโฟมแก้ว

เผาชิ้นงานที่อุณหภูมิ 800, 850 และ 900 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการเผาที่คงที่คือ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกดอัด, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน

3.3.2.4 ศึกษาอัตราการเผาที่เหมาะสมของโฟมแก้ว

เผาชิ้นงานด้วยอัตราการเผา 3 และ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที โดยใช้อุณหภูมิในการเผาที่เหมาะสมจากการศึกษาข้อ 3.3.2.3 โดยไม่มีการแช่ไฟ จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกดอัด, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน

3.3.2.5 ศึกษาเวลาในการแช่ไฟที่เหมาะสมในการเผาโฟมแก้ว

เผาชิ้นด้วยอุณหภูมิการและเผาอัตราการเผาที่ได้จากข้อ 3.3.2.3 และ 3.3.2.4 โดยใช้เวลาในการแช่ไฟ 0, 10, 20 และ 30 นาที จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกดอัด, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน

3.3.3 วิธีการทดลองในขั้นตอนการปรับปรุง และปรับขนาดของโฟมแก้ว

ทำการปรับขนาดของชิ้นงานให้ได้ขนาดตามวัตถุประสงค์ คือ $12 \times 12 \times 1$ นิ้ว แล้วทำการศึกษาหาอุณหภูมิการเผาซ้ำหลังจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงาน และศึกษาผลของปริมาณโซเดียมซิลิเกตที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาการแยกชั้นของผงตะกรันและผงกระจก

3.3.3.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาไหม้แก้วหลังปรับขนาด

นำชิ้นงานไปเผาที่อุณหภูมิ 700, 725 และ 750 องศาเซลเซียส ใช้อัตราการเผา 3 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกัดกร่อน, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน

3.3.3.2 ศึกษาหาปริมาณของโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ที่เหมาะสมในการเตรียมโฟมแก้ว

กำหนดปริมาณ Na_2SiO_3 ที่ใช้คือร้อยละ 5-25 โดยน้ำหนัก จากนั้นเผาด้วยอุณหภูมิที่ได้จากข้อ 3.3.3.1 แล้วจึงนำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), ความทนทานต่อการกัดกร่อน, ร้อยละการดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved