

บทที่ 3

แผนการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้ คือ

3.1.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งผลิตขึ้นโดยมีสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C150-95a

3.1.1.2 แก้วลอยลิกไนต์

แก้วลอยลิกไนต์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการเผาถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ลักษณะแก้วลอยลิกไนต์เป็นฝุ่นผงละเอียด ลักษณะอนุภาคเม็ดกลม สีน้ำตาลอ่อน

3.1.1.3 แก้วลอยเส้นใยปาล์ม

เป็นแก้วลอยที่ได้จากการเผาไหม้เส้นใยปาล์มเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำผลิตไอน้ำมาใช้ในระบบการสกัดน้ำมันปาล์ม และผลิตกระแสไฟฟ้า โดยนำมาจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม บริษัททักษิณปาล์ม (2521) จำกัด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.1.1.4 แก้วลอยเส้นใยปาล์มบด

แก้วลอยเส้นใยปาล์มบดที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ สามารถเตรียมได้โดยการนำแก้วลอยเส้นใยปาล์มมาทำการปรับปรุงคุณภาพโดยนำไปบดด้วยเครื่องบด ball mill ให้มีขนาดอนุภาคเล็กลงมีอนุภาคร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 100 ใช้สัญลักษณ์ OPM (oil palm mesh)

3.1.1.5 แก้วลอยเส้นใยปาล์มเผา

แก้วลอยเส้นใยปาล์มเผานั้นสามารถเตรียมโดยการนำแก้วลอยเส้นใยปาล์มมาทำการปรับปรุงคุณภาพโดยนำไปทำการเผาอีกครั้งที่อุณหภูมิ 750 ± 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้สัญลักษณ์ OPB (burnt oil palm ash)

3.1.1.6 ทราย

ทรายที่ใช้ผสมมอร์ต้าเป็นทรายแม่น้ำ มีลักษณะเป็นทรายหยาบ เม็ดอนุภาคมีเหลี่ยมมุม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C778-95

3.1.1.7 น้ำ

น้ำที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำประปา

3.1.1.8 ผงอลูมิเนียม

ผงอลูมิเนียมที่ใช้เป็นผงอลูมิเนียมมีความละเอียดมากโดยซื้อมาจากบริษัทแอคท์ (ประเทศไทย) จำกัด มีลักษณะเป็นผงมีความละเอียดผ่านเบอร์ 325 เมท

3.1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2.1 การเตรียมวัสดุ ทดสอบลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของวัสดุ

- ตะแกรงเบอร์ 3/8 นิ้ว เบอร์ 4 8 16 30 50 100 และ 200
- เตาอบ
- เครื่องวิเคราะห์สารประกอบของวัสดุ (X-Ray Fluorescence Spectrometry)

โดยเครื่อง Philip XRF Spectrometer Model 2400

- เครื่องวิเคราะห์สารประกอบที่อยู่ในรูป Crystalline Phase (X-Ray Diffraction Spectroscopy) โดยเครื่อง X-ray Diffractometer Bruker AXS Model D8 Discover Philip XRF Spectrometer Model 2400

3.1.2.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้ง

- เครื่องชั่งน้ำหนัก 1,500 กรัม อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
- แบบหล่อมอร์ต้า ขนาด 50×50×50 มิลลิเมตร
- ไม้กระทุ้ง (Tamper) ขนาดหน้าตัด 0.5×1 นิ้ว มีความยาวประมาณ 5-6 นิ้ว หน้าตัดเรียบ และตั้งฉากกับแกนจับ ทำด้วยวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ
- เครื่องฉาบปูนซีเมนต์
- เครื่องผสมปูนซีเมนต์
- เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Testing Machine)

3.2 การดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างถ้ำลอยเส้นใยปาล์ม

ถ้ำลอยเส้นใยปาล์มที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ได้รับจาก บริษัท ทักซิณปาล์ม (2521) จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม และมีการนำกากปาล์มมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ประมาณ 300-600 องศาเซลเซียส โดยถ้ำลอยเส้นใยปาล์มที่ใช้ในการศึกษานี้จะทำการเตรียมเป็น 3 ประเภท

ประเภทที่ 1 เตรียมโดย เริ่มจากการนำถ้ำลอยเส้นใยปาล์มที่ได้รับโดยตรงมาจากโรงงานมาแช่น้ำ เพื่อแยกเศษถ่าน และถ้ำตลอดจนสิ่งเจือปนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ออก จากนั้นจึงนำถ้ำลอยเส้นใยปาล์มที่ได้ไปอบจนแห้ง จากนั้นจึงนำถ้ำลอยเส้นใยปาล์มที่อบแห้งไปทำการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 16 ใช้สัญลักษณ์ OPA (oil palm ash)

ประเภทที่ 2 เตรียมโดย นำถ้ำลอยเส้นใยปาล์มประเภทที่ 1 มาทำการปรับปรุงคุณภาพ โดยนำไปบดให้มีขนาดอนุภาคเล็กลงมีอนุภาคร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 100 ใช้สัญลักษณ์ OPM (oil palm mesh)

ประเภทที่ 3 เตรียมโดย นำถ้ำลอยเส้นใยปาล์มประเภทที่ 2 มาทำการทำการเผาที่อุณหภูมิ 750±50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้สัญลักษณ์ OPB (burnt oil palm ash)

วิธีการดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ส่วนประกอบเชิงแร่

สมบัติทางกายภาพ

ความละเอียด

จะทำการวิเคราะห์การกระจายของอนุภาค และพื้นที่ผิวจำเพาะ การกระจายขนาดอนุภาค

ทดสอบโดยเครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (Malvern Particle Size Analyzer Model Mastersizer 2000) ซึ่งสามารถวัดขนาดได้ทั้งตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นผงแห้ง และที่เป็นของเหลว โดยในการวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างที่เป็นผงแห้ง และเครื่องนี้สามารถวัดขนาดอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.02 ถึง 2,000 ไมโครเมตร ทำการทดสอบเพื่อศึกษาว่าตัวอย่างที่นำมาทดสอบนี้มีการกระจายตัวอย่างใด และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย ($d_{50\%}$) เท่าไร

พื้นที่ผิวจำเพาะ

ทดสอบโดยเครื่องหาความซึมอากาศเบลน (Blaine Air Permeability Apparatus) ตามมาตรฐาน ASTM C204-96 ซึ่งหาค่าพื้นที่ผิวจำเพาะนี้มีหน่วยเป็นพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก

ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม หาโดยการแทนที่ในน้ำมันก๊าดตามมาตรฐาน ASTM C188-95

ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์มทดสอบโดยวิธีการวิเคราะห์ X-Ray Fluorescence (XRF) Spectrometry เพื่อดูส่วนประกอบทางเคมี

รูปแบบของสารประกอบในวัสดุ

เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์มจะถูกนำมาทดสอบโดยวิธีการวิเคราะห์ X-Ray Diffraction (XRD) Spectrometry เพื่อดูส่วนประกอบทางแร่ซึ่งจะแสดงผลในรูปอสัณฐาน (Amorphous phase) หรือรูปผลึก (Crystalline phase)

3.2.2 ชั้นตอนที่ 2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งของมอร์ต้าผสมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม

การผสมจะใช้เถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์มแทนที่ทรายในปริมาณร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนัก เพื่อหล่อลูกบาศก์มอร์ต้าขนาด 50×50×50 มิลลิเมตร โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อทรายเท่ากับ 1:2.75 ลูกบาศก์มอร์ต้าที่ได้จะนำไปทำการบ่มเป็นเวลา 3 7 14 และ 28 วัน จากนั้นจะนำไปทดสอบหาลังรับแรงอัด สำหรับสัดส่วนในการผสมเพื่อหล่อมอร์ต้าผสมเถ้าลอยลิกไนต์ และเถ้าลอยเส้นใยปาล์มสรุปในตารางที่ 3.1-3.4

สำหรับการหาความหนาแน่นแห้งนั้นจะทำการทดลอง โดยนำก้อนลูกบาศก์มอร์ต้าที่หล่อไปทำการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก วัดขนาด และหาความหนาแน่นแห้งต่อไปตาม มอก.1505-2541

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนในการผสมเพื่อหลอมอร์ตตามสมถั่วลอยลิกไนต์

ชนิดของตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้ถั่วลอยลิกไนต์ แทนที่ทราย	w/(c+fly ash)
1	1	2.75	0	0.485
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนในการผสมเพื่อหลอมอร์ตตามสมถั่วลอยเส้นใยปาล์ม

ชนิดของตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้ถั่วลอย เส้นใยปาล์มแทนที่ทราย	w/c
1	1	2.75	0	0.485
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

ตารางที่ 3.3 สัดส่วนในการผสมเพื่อหลอมอร์ตตามสมถั่วลอยเส้นใยปาล์มบด

ชนิดของตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้ถั่วลอย เส้นใยปาล์มแทนที่ทราย	w/c
1	1	2.75	0	0.485
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

ตารางที่ 3.4 สัดส่วนในการผสมเพื่อหล่อมอร์ตตามผสมแก้าลอยเส้นใยปาล์มเผา

ชนิดของตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้แก้าลอย เส้นใยปาล์มแทนที่ทราย	w/c
1	1	2.75	0	0.485
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

3.2.3 ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งของมอร์ตตามผสมแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์มแบบมีฟองอากาศ

จากขั้นตอนที่ 2 จะเลือกแก้าลอยเส้นใยปาล์มประเภทที่ให้กำลังรับแรงอัดที่ดีที่สุดมาทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป โดยทำการหล่อลูกบาศก์มอร์ตตามผสมแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์ม โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์ม 1:2.75 โดยน้ำหนัก มีการเติมผงอลูมิเนียมเพื่อทำให้เกิดฟองอากาศในอัตราร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ลูกบาศก์มอร์ตตามที่ได้จะนำไปบ่มเป็น 3 7 14 และ 28 วัน จากนั้นจะนำไปทดสอบหาลำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้ง สำหรับสัดส่วนในการผสมเพื่อหล่อมอร์ตตามแบบมีฟองอากาศผสมแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์มสรุปในตารางที่ 3.5 และ 3.6

ตารางที่ 3.5 ส่วนผสมมอร์ตตามผสมแก้าลอยลิกไนต์แบบมีฟองอากาศ

ชนิดของ ตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้แก้าลอย ลิกไนต์แทนที่ทราย	w/(c+fly ash)
1	1	2.75	0	0.8
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

ตารางที่ 3.6 ส่วนผสมมอร์ต้าผสมแก้าลอยเส้นใยปาล์มแบบมีฟองอากาศ

ชนิดของ ตัวอย่าง	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก			
	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ทราย	ร้อยละการใช้แก้าลอย เส้นใยปาล์มแทนที่ทราย	w/c
1	1	2.75	0	0.8
2	1	2.61	5	..
3	1	2.48	10	..
4	1	2.34	15	..
5	1	2.20	20	..

3.3 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยจะเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ของแก้าลอยเส้นใยปาล์ม และแก้าลอยลิกไนต์ เช่น สมบัติทางกายภาพส่วนประกอบทางเคมี ส่วนประกอบเชิงแร่ ตลอดจนกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งของมอร์ต้าผสมแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์ม และกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งของมอร์ต้าผสมแก้าลอยลิกไนต์ และแก้าลอยเส้นใยปาล์มแบบมีฟองอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย