

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

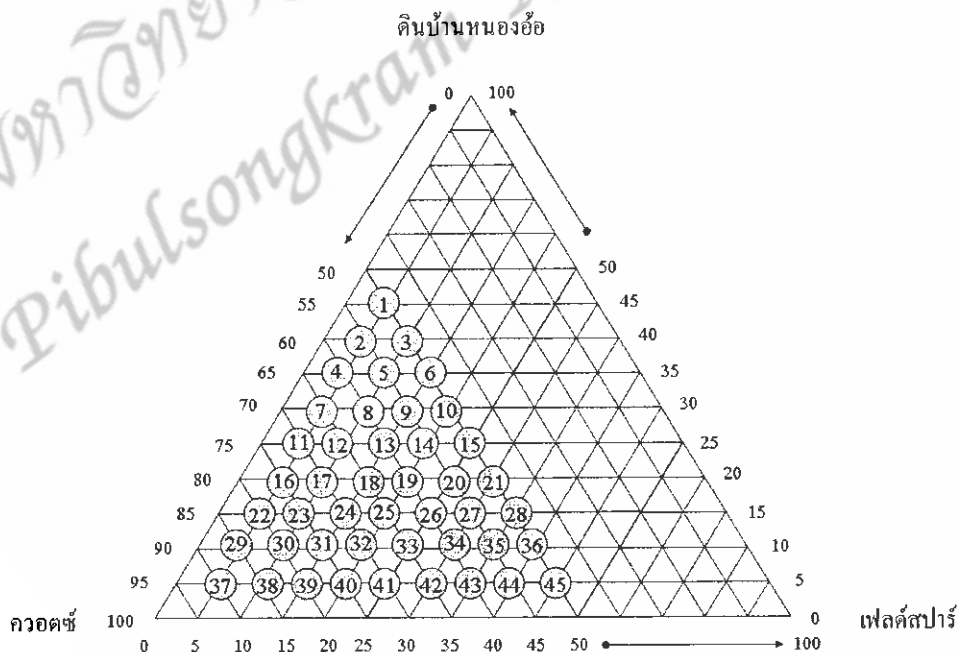
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ส่วนผสมของดินบ้านหนองอ้อ (ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป) ควอตซ์ (Quartz) และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) จะมีส่วนผสมทั้งหมด 91 สูตรเนื้อดินปั้น

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินบ้านหนองอ้อ ควอตซ์ และเฟลด์สปาร์ จะมีส่วนผสมทั้งหมด 45 สูตร ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) อย่างมีระบบจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งแสดงดังภาพ 4



ภาพที่ 4 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า เพื่อหาส่วนผสมของ ดินบ้านหนองอ้อ (ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป) ควอตซ์และเฟลด์สปาร์ที่ใช้ต่างกันเนื้อดินปั้น

จากภาพที่ 4 แสดงส่วนผสมของดินบ้านหนองอ้อ คิวชต์และเฟลด์สปาร์ ที่ใช้ต่างกัน
ในเนื้อดินปั้น โดยแต่ละสูตรเนื้อดินปั้นคิดเป็นร้อยละซึ่งสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงส่วนผสมของดินบ้านหนองอ้อ คิวชต์และเฟลด์สปาร์ ที่ใช้ต่างกันใน
เนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินบ้านหนองอ้อ	คิวชต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15

ตารางที่ 13 (ต่อ)

สูตรที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินบ้านหนองอ้อ	ควอชต์	เฟลด์สปาร์
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10
37	90	5	5
38	85	10	5
39	80	15	5
40	75	20	5
41	70	25	5
42	65	30	5
43	60	35	5
44	55	40	5
45	50	45	5

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 เครื่องชั่ง Digital (0.01 g)

2.1.2 เตาแก๊ส

2.1.3 เครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupture Machine : MOR)

2.1.4 หม้อต้มน้ำ

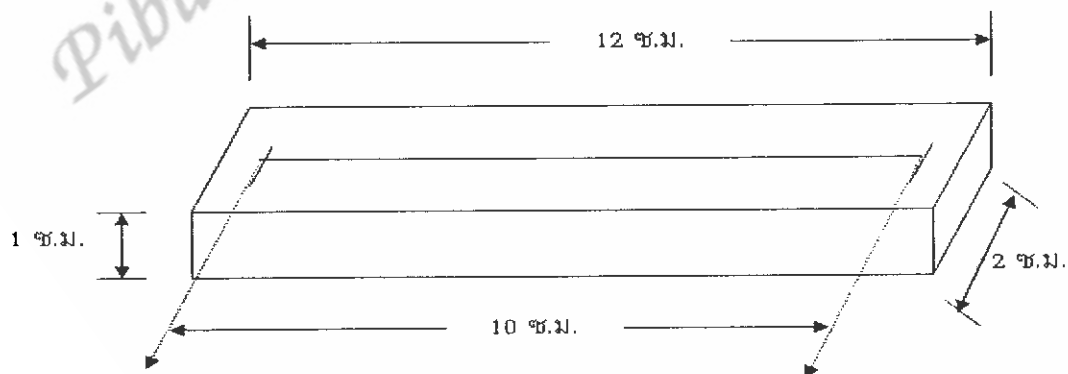
2.1.5 เครื่องบดผสมดิน

- 2.1.6 เครื่องกวนน้ำดิน
- 2.1.7 ตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมช
- 2.1.8 โตะนวดดิน
- 2.1.9 แบบพิมพ์ท่อนวัดอุณหภูมิตั้ง
- 2.1.10 แบบพิมพ์แท่งทดลอง
- 2.1.11 ท่อนวัดอุณหภูมิตั้ง (Pylometric Cone)
- 2.1.12 เวอร์เนีย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง โดยนำวัตถุดิบทุกชนิดมาอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส
- 3.2 นำส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ได้จากการสุม โดยตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 45 สูตรเนื้อดินปั้น มาชั่งโดยเครื่องชั่งระบบดิจิทัล สูตรเนื้อดินปั้นละ 500 กรัม
- 3.3 บดส่วนผสมของแต่ละสูตรโดยใช้โกร่งบด เป็นเวลา 20 นาที
- 3.4 นำเนื้อดินปั้นแต่ละสูตรเนื้อดินปั้น มาผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 120 เมช
- 3.5 นำน้ำดินที่ได้ไปเกรอะบนโตะเกรอะเพื่อดูदन้าออกจากดิน
- 3.6 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาขึ้นรูป
 - 3.6.1 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาทำแท่งทดลอง ขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร โดยพิมพ์กดสูตรเนื้อดินปั้นตัวอย่างละ 4 ชิ้นทดลองดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินปั้น

3.6.2 นำเนื้อดินปั้นที่เหลือในแต่ละสูตรมาขึ้นรูปหุ่นทนไฟ ให้มีขนาดเท่ากับหุ่นทนไฟมาตรฐานออร์ตัน (Orton) สูตรเนื้อดินปั้นละ 2 แท่ง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงแท่งทดลองรูปหุ่นทนไฟ ที่ใช้ในการทดสอบความทนไฟ

3.7 นำแท่งทดลองทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.8 นำแท่งทดลองมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผา

8.1 นำแท่งทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

8.2 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัว บันทึกค่า

8.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าความแข็งแรงโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง

(Modulus of Rupture : MOR) บันทึกค่า

3.9 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้งบรรยากาศแบบออกซิเดชันและบรรยากาศแบบรีดักชัน

3.10 นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผามาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพหลังเผา ซึ่งได้แก่ การหดตัวภายหลังการเผา ความแข็งแรงหลังเผา การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ และสีภายหลังการเผา

3.10.1 ตรวจสอบความทนไฟของเนื้อดินปั้นในแต่ละสูตร โดยสังเกตจากลักษณะการล้าของหุ่นวัดอุณหภูมิ

3.10.2 ตรวจสอบสีภายหลังการเผาโดยเครื่องมือเทียบสีมาตรฐาน THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON บันทึกค่า

3.10.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัวตามสูตร บันทึกค่า

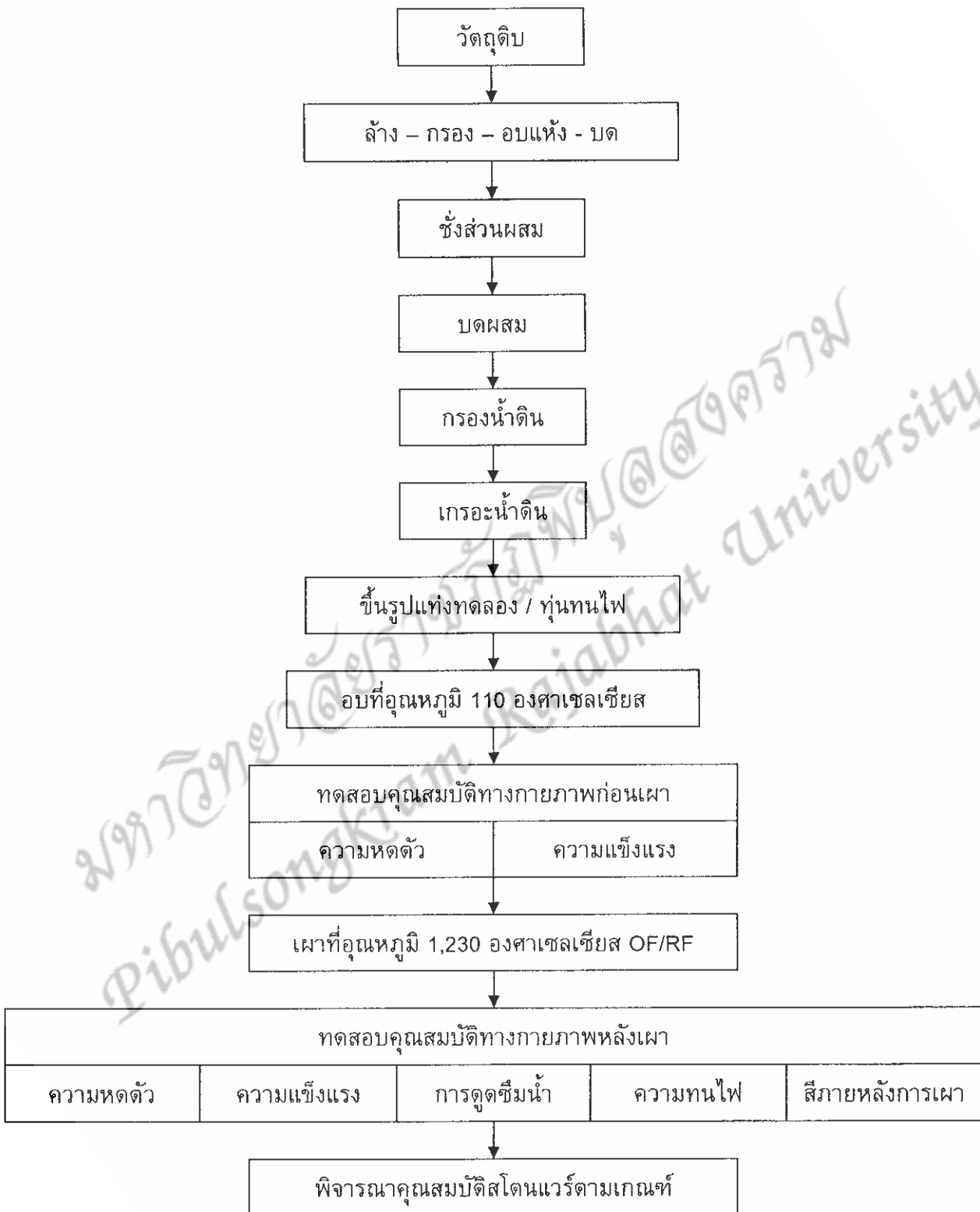
3.10.4 นำแท่งทดลองไปทดสอบค่าความแข็งแรงหลังเผาโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupture : MOR)

3.11 คัดเลือกเนื้อดินปั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของสโตนแวร์โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

3.11.1 พิจารณาเนื้อดินทนความร้อนสูงถึงอุณหภูมิสูง 1,230 - 1,300 องศาเซลเซียส หลังจากการเผาที่อุณหภูมิที่กำหนดโดยใช้หุ่นทนไฟที่ขึ้นรูปตามสูตรแล้วนำไปเทียบกับการล้มน้ ของหุ่นอุณหภูมิโดยสูตรส่วนผสมที่ทนความร้อนได้ต้องล้มน้ไม่เกินสองนาฬิกา ถ้าล้มน้เกินสองนาฬิกาแสดงว่าไม่สามารถทนความร้อนได้

3.11.2 พิจารณาการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นไม่เกิน 3 เปอร์เซนต์ โดยนำแท่งทดลอง ไปชั่งน้ำหนักก่อนต้มบันทึกข้อมูลแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 6 ชั่วโมงและหลังจากนั้นแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้แท่งทดลองดูดน้ำให้อิ่มตัว นำแท่งทดลองมาชั่งน้ำหนักหลังต้มแล้ว นำไปคำนวณหาการดูดซึมน้ำตามสูตรการคำนวณ บันทึกค่า

3.11.3 พิจารณาความแข็งแรงตั้งแต่ 9.1 – 682 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อนำแท่งทดลองไปเผาตามอุณหภูมิที่กำหนดแล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupture:MOR) บันทึกค่า



ภาพที่ 7 แสดงกระบวนการวิจัยเนื้อดินปั้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อไปนี้

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นก่อนเผา

4.1.1 การหดตัวเมื่อแห้ง วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร

(ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 54) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของการหดตัวเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

4.1.2 ความแข็งแรงก่อนเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร

(Andrews, 1957 : 44) ดังนี้

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชั้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชั้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชั้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชั้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นหลังเผา

4.2.1 สีภายหลังการเผา โดยการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏภายหลังจากการเผากับ

แผ่นเทียบสี THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON

4.2.2 การหดตัวภายหลังจากการเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร

(ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 55) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของการหดตัวภายหลังการเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินแห้ง} - \text{ความยาวของดินหลังเผา}}{\text{ความยาวของดินแห้ง}} \times 100$$

4.2.3 ความทนไฟ วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบกับ Cone มาตรฐาน ตามลักษณะการเอียงของแท่งทดลองรูปท่อนวดอุณหภูมิว่าเอียงล้มหรือไม่ภายหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสแล้วนั้นคือความทนไฟของเนื้อดินปั้น

4.2.4 ความแข็งแรงหลังเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, 1957 : 44) ดังนี้

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

4.2.5 การดูดซึมน้ำ วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Rhodes, 1974 : 311) ดังนี้

$$A = \frac{W - D}{D} \times 100$$

โดย A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักดินที่อิ่มตัว

D = น้ำหนักดินที่แห้ง

2.6 เกณฑ์การพิจารณาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

2.6.1 เนื้อดินทนความร้อนสูงถึงอุณหภูมิสูง 1,230 -1,300 องศาเซลเซียส

2.6.2 ค่าความแข็งแรงตั้งแต่ 35.25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ขึ้นไป

2.6.3 ค่าการดูดซึมน้ำไม่เกิน 3 เปอร์เซนต์ (โกลมล รัชวงศ์, 2538 : 45)