

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยในเชิงปริมาณที่ได้ศึกษาเชิงทดลองและเปรียบเทียบ โดยมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐดินดิบที่ผสมวัสดุทางการเกษตร ช่วยลดการหดตัว และการนำความร้อนของก้อนอิฐดินดิบ และเปรียบเทียบอัตราการดูดซึ่มความชื้นผ่านกำแพงอิฐดินดิบผสมแกลบและกากอ้อย เข้าสู่ภายในบ้านดิน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติในด้านกำลังรับน้ำหนัก การหดตัว และการนำความร้อนของก้อนอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของวัสดุทางการเกษตร คือ แกลบและกากอ้อย
- 2) ศึกษาถึงปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม ในการทำก้อนอิฐดินดิบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านกำลังรับน้ำหนัก การหดตัว และการนำความร้อนของก้อนอิฐดินดิบ
- 3) ศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของอากาศภายในของกำแพงอิฐดินดิบผสมแกลบและกากอ้อย เทียบกับวัสดุก่อสร้างทั่วไป ได้แก่ อิฐมวลเบาที่ไม่มีวัสดุฉนวนผิว
- 4) เพื่อเป็นแนวทางการการเลือกวัสดุผสม และสัดส่วนการทำก้อนอิฐดินดิบ เพื่อการก่อสร้างกำแพงบ้านดินให้แข็งแรง และช่วยลดอัตราการดูดซึ่มความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านดิน

#### 3.1 แผนการทดสอบ

##### 3.1.1 การทดสอบองค์ประกอบของดิน

1) การทดสอบแยกองค์ประกอบของดินเหนียว โดยการส่งตัวอย่างของดินเหนียวเพื่อตรวจสอบปริมาณอนุภาคต่าง ๆ ที่อยู่ภายในดินเหนียว เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกล องค์ประกอบที่ได้จากการตรวจสอบ ได้แก่ ร้อยละของอนุภาคดินเหนียว ททราย และทรายแป้ง

2) การทดสอบคุณสมบัติเชิงวิศวกรรม โดยการส่งตัวอย่างทดสอบหาค่า Atterberg's Limit ของมวลดิน ตามมาตรฐาน ASTM D 4318-84 โดยมีผลการตรวจสอบ ได้แก่ ค่าขีดจำกัดเหลว ขีดจำกัดพลาสติก และดัชนีพลาสติก เพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อบอกคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงสภาพของมวลดิน และคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัด

### 3.1.2 การเตรียมวัสดุ

#### 1) ดินเหนียว

- (1) นำดินเหนียวเข้าตู้อบความร้อนให้แห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (2) นำดินที่ผ่านการอบไปบดด้วยเครื่องบดหยาบ (crusher machine)
- (3) นำมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4

#### 2) ทราย

- (1) นำทรายมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 เพื่อทำการแยกหินกรวด และสิ่งแปลกปลอมออกจากเม็ดทราย

### 3.1.3 การทดสอบก้อนอิฐดินดิบในด้านต่าง ๆ

#### 1) การทดสอบกำลังอัด

- (1) กำหนดสัดส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบ โดยมีอัตราส่วนแทนที่ของแกลบ และกากอ้อย ร้อยละ 0 1 2 3 และ 6 โดยน้ำหนัก โดยมีสัดส่วนการผสม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

สัดส่วนผสมที่ใช้ในการทำก้อนอิฐดินดิบ

วัสดุทางการเกษตร	สัญลักษณ์	ดินเหนียว (%)	ทราย (%)	ปริมาณวัสดุทางการเกษตร (%)
แกลบ	No Fiber	90	10	0
	R1	89		1
	R2	88		2
	R3	87		3
	R6	84		6
กากอ้อย	B1	89	10	1
	B2	88		2
	B3	87		3
	B6	84		6

หมายเหตุ: จัดทำโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2552.

(2) ผสมส่วนผสมโดยเทใส่ในโมผสม ตามมาตรฐาน ASTM C109 การเทดินที่ผสมแล้วใส่บล็อกในการทำก้อนอิฐ จะแบ่งเท 3 ครั้ง แต่ละครั้งจะต้องเคาะหรือตาดำด้วยน้ำหนักตามมาตรฐาน 9 ครั้ง แล้วปาดด้านบนให้เรียบ โดยมีจำนวนตัวอย่างสัดส่วนละ 5 ก้อน เพื่อหาค่าเฉลี่ยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 102-2517 ของอิฐกลวงรับน้ำหนัก

(3) ทำการตากก้อนอิฐดินดิบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกและเข้าสู่อบความร้อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(4) นำตัวอย่างทดสอบมาชั่งน้ำหนักและวัดขนาด โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมและเซนติเมตร

(5) นำไปทดสอบแรงกดด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (Universal testing machine)

(6) ทำการทดสอบตามข้อ 2 ถึงข้อ 5 จนครบ 45 ตัวอย่าง

การคำนวณผลการทดสอบ มีสมการดังนี้

$$\text{กำลังรับแรงกดสูงสุด} = P_{\max} / A \quad \text{กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร}$$

$$P_{\max} = \text{กำลังอัดสูงสุดที่กระทำบนหน้าตัดอิฐดินดิบ, กิโลกรัม}$$

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดอิฐดินดิบ, ตารางเซนติเมตร}$$

## 2) การทดสอบการหดตัว

(1) วัดขนาดของแบบที่ใช้ในการขึ้นรูปก้อนอิฐดินดิบ กว้าง × ยาว × สูง คือ 10 × 10 × 10 เซนติเมตร จะได้ปริมาตรขณะที่มีความเหนียว ( $V_1$ )

(2) วัดปริมาตรหลังทำการตากแดดแล้วเป็นเวลา 14 วัน ซึ่งจะได้ค่าปริมาตรขณะที่แห้ง ( $V_2$ )

(3) นำมาหาค่าร้อยละการหดตัวเชิงปริมาตร

การคำนวณการหดตัว

$$\% \text{ การหดตัวเชิงปริมาตร} = (V_1 - V_2) / (V_1 \times 100)$$

$$V_1 = \text{ปริมาตรก้อนอิฐดินเหนียวดิบขณะที่มีความเหนียว, ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

$$V_2 = \text{ปริมาตรก้อนอิฐดินเหนียวดิบขณะที่แห้ง, ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

### 3) การทดสอบการส่งผ่านความร้อน

- (1) เตรียมตัวอย่างทดสอบขนาด  $20 \times 20 \times 5$  เซนติเมตร 1 ชิ้นต่อ 1 อัตราส่วนผสมของก้อนอิฐดินเหนียวดิบ
- (2) ตากแดดเป็นเวลา 14 วัน
- (3) นำเข้าเครื่อง Quick Thermal Conductivity นำตัววัดมาทาบบนผิวของก้อนอิฐดินเหนียวดิบ ทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที แล้วอ่านผล
- (4) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 จำนวน 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยการนำความร้อน

#### 3.1.4 การทดสอบปริมาณความชื้นในกล่องทดลอง

##### 1) การเตรียมกล่องทดลอง

- (1) เลือกอัตราส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบที่ให้ค่ากำลังอัดดีที่สุดของอิฐดินดิบผสมเกลบหรือกากอ้อย จากการทดสอบกำลังอัดทั้งที่มีเกลบและกากอ้อยเป็นวัสดุผสม
- (2) ทำการผสมและอัดลงในแบบพิมพ์ เพื่อทำก้อนอิฐดินดิบไว้ใช้ในการก่อสร้างกำแพง
- (3) ทำการตากแดดให้แห้งประมาณ 14 วัน
- (4) นำก้อนอิฐดินดิบที่ผสมเกลบ และกากอ้อย มาก่อกำแพงขนาด กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง คือ  $20 \times 60 \times 60$  เซนติเมตร
- (5) สร้างกำแพงจากอิฐมวลเบาขนาด กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง คือ  $7 \times 60 \times 60$  เซนติเมตร
- (6) ติดตั้งกำแพงแต่ละประเภท ทั้งหมด 3 ตัวอย่าง เข้ากับกล่องจำลองที่มีฉนวนโฟม Polystyrene เกรดเอ ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์/ตารางฟุต หนา 4 นิ้ว ฉาบด้วยวัสดุฉาบผิว (cement base coating) และทาสีกันความชื้นทั้ง 5 ด้าน โดยวางบนฐานคอนกรีต หรือวางสูงเพื่อหลีกเลี่ยงความชื้นจากดิน
- (7) วางภาชนะที่บรรจุสารดูดความชื้น คือ ซิลิกาเจล ไว้ภายในกล่องทดลองแต่ละกล่อง ทำการต่ออุปกรณ์ควบคุมการเปิดและปิดภาชนะจากภายนอกกล่องทดลอง

##### 2) การติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้น

- (1) ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์หัววัด EE 20-FT6A21 ภายในกล่องทดลองทั้ง 3 กล่อง ตำแหน่งติดกำแพงด้านในไม่ให้โดนผิววัสดุ และตำแหน่งด้านนอกกล่องทดลองบริเวณใกล้เคียง ทั้งหมด 4 เครื่อง

(2) ต่อหัววัด EE 20-FT6A21 เข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ยี่ห้อ Opus โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล 1 เครื่องต่อเครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ 1 เครื่อง รวมทั้งหมดจำนวน 4 เครื่อง

(3) ต่อ data logger เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ pc เพื่อทำการเก็บข้อมูล

(4) ทำการสร้างขอบเขตล้อมรอบกำแพงทั้ง 3 ตัวอย่าง เพื่อติดตั้งรางพ่นละอองน้ำ โดยพ่นละอองน้ำที่ระดับสูงกว่ากำแพง

(5) คลุมพลาสติกบนกำแพงทั้ง 3 ชนิดเพื่อป้องกันความชื้นจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดลอง

(6) ทำการเปิดภาชนะที่บรรจุสารดูดความชื้น จนภายในกล่องทดลองมีค่าความชื้นคงที่ที่น้อยที่สุด และทำการปิดฝาภาชนะนั้น

(7) ทำการเปิดเครื่องพ่นละอองน้ำ และทำการวัดความชื้นบริเวณขอบเขตที่สร้างขึ้น ให้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เกือบร้อยละ 100 หรือมีค่าคงที่ที่มากที่สุด

(8) นำพลาสติกที่คลุมกำแพงทั้ง 3 ชนิดออก และบันทึกผลค่าความชื้นภายในกล่องทดลองทั้ง 3 ตัวอย่าง จนมีค่าความชื้นภายในกล่องเพิ่มขึ้นและอยู่คงที่

(9) วิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบ และสรุปผล

### 3.2 ตัวแปรในการวิจัย

1) ตัวแปรต้น ได้แก่

(1) วัสดุเส้นใยทางการเกษตร ได้แก่ แกลบและกากอ้อย

(2) ปริมาณสัดส่วนวัสดุทางการเกษตร ได้แก่ ร้อยละ 0 1 2 3 และ 6 โดยน้ำหนัก

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

(1) กำลังรับน้ำหนัก การหดตัว และการนำความร้อนของก้อนอิฐดินดิบ

(2) ปริมาณความชื้นภายในบ้านดิน ที่มีผลมาจากการกระทำของน้ำฝน

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่

(1) ชนิดและแหล่งที่มาของดินเหนียวที่นำมาทำก้อนอิฐดินเหนียวดิบ

(2) ปริมาณทรายที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำก้อนอิฐดินดิบ มีปริมาณร้อยละ 10 ของดินเหนียวโดยน้ำหนัก

(3) หลักการขึ้นรูปก้อนอิฐดินดิบแบบไม่อัดแรง

(4) ขนาดของก้อนอิฐดินดิบที่นำมาทดสอบ และใช้ในการก่อกำแพงอิฐดินดิบ

- (5) ระยะเวลาในการอบให้แห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- (6) ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกใกล้เคียงร้อยละ 100 และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในแต่ละกล่องทดลองมีค่าเริ่มต้นเท่ากัน

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) เครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine)
- 2) ตู้อบความร้อน
- 3) โม่ผสมคอนกรีต
- 4) เครื่องบดดิน
- 5) เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 6) เครื่องทดสอบการนำความร้อน (Quick Thermal Conductivity)
- 7) ตะแกรงร่อนเบอร์ 4 และ 10
- 8) เครื่องมือวัด Vernier Caliper
- 9) บล็อกเหล็กขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร
- 10) เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์หัววัด EE 20-FT6A21
- 11) เครื่องบันทึกข้อมูล Data Logger ยี่ห้อ Opus
- 12) เครื่องคอมพิวเตอร์ pc
- 13) เครื่องฟั่นละอองน้ำ

### 3.4 สถานที่ทดลอง

- 1) ห้องปฏิบัติการและทดสอบภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- 2) ห้องปฏิบัติการและทดสอบภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 3) ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของวัสดุ ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)
- 4) ห้องปฏิบัติการและการทดสอบ ภาควิชาธรณีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)