

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

##### 1. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสึกหรอของผิวเชื่อมพอกแข็งเพื่อหาอายุการใช้งานด้วยลวดเชื่อมพอกแข็งชนิดต่าง ๆ ในการเชื่อมพอกผิวแข็งใบผสมดินในงานอุตสาหกรรมอิฐดินเผา ที่เกิดการสึกหรอหรือเกิดการชำรุดเสียหายระหว่างการใช้งาน โดยงานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองเชื่อมพอกผิวใบผสมดินและนำไปทดลองในสภาพการใช้งานจริงในบริษัทอำนวยการอิฐดินเผา จำกัด ตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ระยะเวลาในการทดลองใช้จำนวนผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ได้จัดการทดลองออกเป็น 5 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การสึกหรอระหว่างใบผสมดินที่ไม่ได้เชื่อมพอกผิวแข็งกับใบผสมดินที่มีการเชื่อมพอกผิวแข็ง ทำการทดลอง 6 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งผลิตอิฐดินเผาได้ 1,944,000 ก้อน

การทดลองที่ 2 การสึกหรอเพื่อหาหลายแนวเชื่อม ทำการทดลอง 3 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งผลิตอิฐดินเผาได้ 3,888,000 ก้อน

การทดลองที่ 3 การสึกหรอลวดเชื่อมพอกแข็งกลุ่มที่ 6 กับกลุ่มที่ 10 ทำการทดลอง 3 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งผลิตอิฐดินเผาได้ 3,888,000 ก้อน

การทดลองที่ 4 การสึกหรอระหว่างลวดเชื่อมพอกแข็งในกลุ่มที่ 10 ผลิตภัณฑ์ A กับผลิตภัณฑ์ B ทำการทดลอง 3 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งผลิตอิฐดินเผาได้ 3,888,000 ก้อน

การทดลองที่ 5 การสึกหรอระหว่างลวดเชื่อมพอกแข็งกลุ่มที่ 10 กับกลุ่มที่ 21 ทำการทดลอง 3 ครั้ง การทดลองแต่ละครั้งผลิตอิฐดินเผาได้ 3,888,000 ก้อน

##### 2. เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในการทดลองได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทอำนวยการอิฐดินเผา จำกัด คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประกอบด้วย

## 2.1 เครื่องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

สำหรับเครื่องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองเป็นเครื่องเชื่อมโลหะแบบเชื่อมด้วยมือ ยี่ห้อ Miller รุ่น Dialarc 250 AC/DC แรงดันไฟฟ้าขณะวงจรเปิด (Open Circuit Voltage) 75.80 โวลต์ อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 70–80 โวลต์ และแรงดันอาร์คขณะเชื่อม 24–26 โวลต์ ตามมาตรฐานในภาวะปกติจะต้องมีแรงดันอาร์ค (Arc Voltage) ระหว่าง 20–40 โวลต์ สามารถเชื่อมได้ทั้งกระแสสลับและกระแสตรง แบบต่อขั้วตรงหรือแบบต่อกลับขั้วสามารถเชื่อมได้สูงสุด 300 แอมป์ ภาพประกอบ 3.1



ภาพประกอบ 3.1 แสดงเครื่องเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า

## 2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้า

เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าความละเอียด 0.002 กิโลกรัม ใช้ในการชั่งน้ำหนักใบผสมดินเหนียวก่อนทำการเชื่อมพอกผิวแข็งและหลังการเชื่อมพอกผิวแข็ง ตลอดจนชั่งน้ำหนักใบผสมดินหลังจากการใช้งานแล้ว เพื่อหาน้ำหนักหรืออัตราการสึกหรอของเนื้อเชื่อมหลังจากการใช้งาน สำหรับเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ยี่ห้อ Yamato รุ่น DP-5301 สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 32 กิโลกรัม มีอยู่ที่ภาควิชาเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดังแสดงภาพประกอบ 3.2



ภาพประกอบ 3.2 แสดงเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง

### 2.3 เครื่องผสมดินเหนียว

เครื่องผสมดินเหนียวที่ใช้ในการทดลองเป็นเครื่องนำเข้ามาจากประเทศไต้หวันขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถที่จะถอดเพลลาและใบผสมดินออกได้เมื่อมีการสึกหรอหรือเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้นกับเพลลาหรือใบผสมดิน มีใช้อยู่ที่บริษัท อำนวยการกิจอิฐดินเผา จำกัด ตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ดังแสดงภาพประกอบ 3.3



ภาพประกอบ 3.3 แสดงเครื่องผสมดินเหนียวที่ใช้ในการทดลอง

### 3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท อำนวยการกิจอิฐดินเผา จำกัด เช่น ใบผสมดิน และลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง

### 3.1 ไบผสมดิน

จากการศึกษาไบผสมดินในงานอุตสาหกรรมอิฐดินเผา นั้นจะมีส่วนผสมทางเคมีโดยมี ส่วนผสมของคาร์บอน (Carbon) ระหว่าง 0.118–0.218% ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ผลที่ได้มาจากการนำไปวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีด้วยเครื่อง Optical Emission Spectrotest ที่ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากผลวิเคราะห์ส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ และนำไปเปรียบเทียบส่วนผสมพบว่าเป็นเหล็กกล้า (Mild Steel) เมื่อพิจารณาลักษณะของการนำไปใช้งานเป็นการนำไปใช้งานในลักษณะบดดิน สับดิน หรือใช้ในการตักดิน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา ตามทฤษฎีของการสึกหรอพบว่าลักษณะสภาพของการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับไบผสมดินเป็นลักษณะ การสึกหรอแบบขีดสีหรือแบบขูดขีด เนื่องจากการเกิดการสึกหรอเป็นไปในลักษณะผิวสัมผัสกับ ของแข็งจำพวกหินแร่ต่าง ๆ จึงทำให้เกิดการสึกหรอที่พื้นผิวของไบผสมดินในลักษณะขูดขีด และได้มีการสรุปทางด้านวิชาการทางด้านการสึกหรอที่พบมากที่สุดในการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลคือ การสึกหรอแบบขูดขีดสูงถึง 50% เมื่อเปรียบเทียบกับ การสึกหรอแบบอื่น ๆ จึง ทำให้การสึกหรอแบบขีดสีมีความน่าสนใจมากที่สุด (วินัย ทองบริบูรณ์ 2541 : 41)

การสึกหรอที่เกิดขึ้นกับไบผสมดินจะเกิดขึ้นบริเวณด้านบนของไบผสมดินดังแสดงใน ภาพประกอบ 3.4 การสึกหรอที่เกิดขึ้นบริเวณด้านข้างของไบผสมดินดังแสดงในภาพประกอบ 3.5 และการเกิดการสึกหรอบริเวณด้านหน้าของไบผสมดินดังภาพประกอบ 3.6



ภาพประกอบ 3.4 การสึกหรอที่เกิดขึ้นด้านบนของไบผสมดิน



ภาพประกอบ 3.5 การสึกหรอที่เกิดขึ้นด้านข้างของไบผสมดิน



ภาพประกอบ 3.6 การสึกหรอที่เกิดขึ้นด้านหน้าของไบผสม

### 3.2 ดินเหนียว

สำหรับดินเหนียวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นดินเหนียวที่บริษัทอำนวยการอิฐดินเผา จำกัด ชุมมาจากบริเวณตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐดินเผาจะต้องมีความชื้นประมาณ 8% และปริมาณของทรายผสมอยู่ที่ 52.30–54.46% ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ผลที่ได้มาจากการนำไปวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตรมิเตอร์ (X-ray fluorescence spectrometry) โดยศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### 3.3 ลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง

หลังจากศึกษาลักษณะการสึกหรอของไบผสมดินและสภาพการใช้งานเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจที่จะเลือกใช้ลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง จากงานวิจัยหลาย ๆ ฉบับพบว่าอัตรา

การสึกหรอของรอยเชื่อมพอกผิวแข็งชนิดโครเมียมสูงมีความต้านทานการสึกหรอได้ดีกว่ารอยเชื่อมพอกผิวแข็งชนิดโครเมียมต่ำ (วินัย ทองบริบริบูรณ์, 2541) และลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมของโครเมียมสูงจะมีอายุการใช้งานมากกว่าลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมของโครเมียมต่ำ (อาทิตย์ โรจน์วีระ, 2541) จากข้อมูลดังกล่าวและตามมาตรฐานลวดเชื่อมเยอรมัน (DIN 8555) ได้จำแนกลวดเชื่อมกลุ่มที่ 10 ที่มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 2-7% ส่วนโครเมียมไม่เกิน 40% ใช้สำหรับการเชื่อมซ่อมงานในเหมืองแร่และโรงงานเหล็ก เชื่อมพอกชิ้นส่วนเครื่องจักรก่อสร้าง เครื่องจักรกลเกษตรและฟันบดโลหะผง ส่วนในกลุ่มที่ 21 มีส่วนผสมของโครเมียมคาร์ไบด์และทังสเตนคาร์ไบด์ ใช้ในการเชื่อมเครื่องมือและชิ้นส่วนเครื่องจักรที่นำไปใช้กับงานขุดหิน ดอกเจาะและสกรูอัดสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวแล้วยังได้รับคำแนะนำจากผู้ผลิตและจากผู้ชำนาญงานด้านการเชื่อม จึงได้ตัดสินใจเลือกลวดเชื่อมกลุ่มที่ 10 และลวดเชื่อมกลุ่มที่ 21 สำหรับส่วนผสมทางด้านเคมีของลวดเชื่อมได้แสดงในภาคผนวก ค

#### 4. การติดตั้งไบผสมดิน

โดยติดตั้งในเครื่องผสมดินที่บริษัท อำนวยกิจอิฐดินเผา จำกัด ลักษณะการติดตั้งและตำแหน่งของการติดตั้งซึ่งดินเหนียวจะถูกลำเลียงด้วยสายพาน ดินจะตกลงระหว่างไบผสมดินตำแหน่งที่ 1 และจะถูกผสมเข้าด้วยกันในขณะเดียวกันดินเหนียวจะถูกลำเลียงมาที่ไบผสมดินตำแหน่งที่ 2 และ 3, 4 ตามลำดับ ระยะห่างระหว่างไบผสมในแต่ละตำแหน่งจะห่างเท่ากัน คือจะมีระยะห่าง 150 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่ 4 กับทางเข้าระบบบริดดิน มีระยะห่างกัน 100 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพประกอบ 3.7



ภาพประกอบ 3.7 ลักษณะการติดตั้งและตำแหน่งของไบผสมดินในเครื่องผสมดิน

## 5. การวางแผนการทดลอง

จัดปัจจัยการทดลองแบบแฟคทอเรียล ในแบบแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design) โดยศึกษาการสึกหรอของใบผสมดินที่เชื่อมพอกผิวแข็งที่ตำแหน่งต่าง ๆ

## 6. วิธีการทดลอง

- 6.1 ชั่งน้ำหนักใบผสมดินก่อนการเชื่อมพอกผิวแข็ง
- 6.2 ทำการเชื่อมพอกผิวแข็งลงบนใบผสมดินตามที่ได้กำหนดในแต่ละการทดลอง
- 6.3 ชั่งน้ำหนักใบผสมดินหลังจากเชื่อมพอกผิวแข็ง
- 6.4 ติดตั้งใบผสมดินลงในเครื่องผสมดิน
- 6.5 ถอดชิ้นงานชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

## 7. การบันทึกผลข้อมูล

- 7.1 น้ำหนักของใบผสมดินก่อนการเชื่อมพอกผิวแข็ง
- 7.2 น้ำหนักใบผสมดินหลังการเชื่อมพอกผิวแข็ง
- 7.3 น้ำหนักใบผสมดินหลังจากการใช้งาน

การคำนวณหาน้ำหนักที่สูญเสียหลังจากการใช้งานได้ดังนี้

$$= \text{น้ำหนักใบผสมดินหลังการเชื่อม} - \text{น้ำหนักใบผสมดินหลังการใช้งาน}$$

## 8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

น้ำหนักการสูญเสียหลังจากการใช้งานของใบผสมดินได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบการจัดปัจจัยในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และถ้ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Range Test) จะเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Duncan's multiple