

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. บทนำ

บทนี้เสนอวิธีดำเนินการวิจัย สำหรับแนวทางที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเหล็กหล่อ ซึ่งจะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย และเครื่องมือและวิธีการทดสอบสมบัติเชิงกล การหาค่าประกอบธาตุทางเคมี รวมทั้งการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อเทา

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา เช่น กระบวนการผลิตเหล็กหล่อเทาและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อ คุณภาพของชิ้นงาน เป็นต้น เพื่อศึกษาสภาพการผลิตในปัจจุบัน และข้อมูลราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ปริมาณการผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.2 สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture experiment) การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อ ผลกระทบของส่วนผสมวัตถุดิบที่มีต่อชิ้นงานเหล็กหล่อและสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อ เป็นต้น

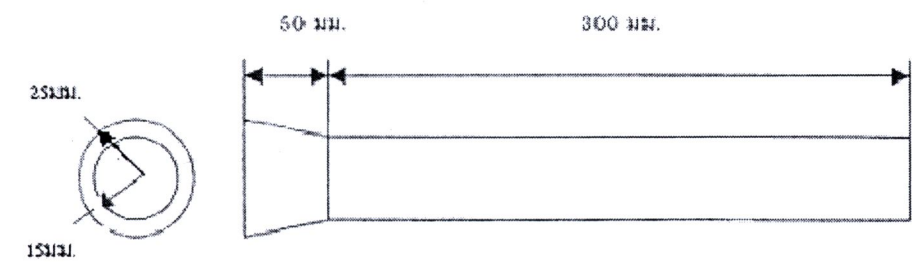
2.3 ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม ที่มีส่วนผสมประกอบด้วย เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน โดยใช้วิธีการออกแบบส่วนผสมแบบ D-optimal เพื่อหาอัตราส่วนผสมของ เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน โดยมีรูปแบบสมการของการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม ดังสมการที่ (25) เป็นสมการผลรวมของอัตราส่วนผสม เศษเหล็กหล่อ เศษเหล็กเหนียว ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน โดยแทนตัวแปร x_1 คือ เศษเหล็กหล่อ x_2 คือ เศษเหล็กเหนียว x_3 คือ ผงคาร์บอน และ x_4 คือ เฟอร์โรซิลิกอน คิดเป็นผลรวมเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 100 \quad (25)$$

2.4 ทำการผลิตชิ้นงานเหล็กหล่อเทาเพื่อทดสอบ ตามแผนการทดลองตามข้อ 2.3

2.4.1 ทำการหลอมอัตราส่วนผสมเหล็กหล่อเทาตามแผนการทดลองด้วยเตาหลอมไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Induction furnace) ปริมาณที่หลอมได้สูงสุด 100 กิโลกรัม ความถี่สูงสุด 3000 เฮิร์ต กำลังไฟฟ้าสูงสุด 175 กิโลวัตต์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.4.2 สร้างแบบหล่อทรายโดยใช้ทรายจากโรงงานกรณีศึกษาแบบเดียวกันทั้งกระบวนการ และใช้กระสวนด้วยแบบไม้ตามแบบมาตรฐานของ JIS G. 5501 ดังภาพที่ 3.1

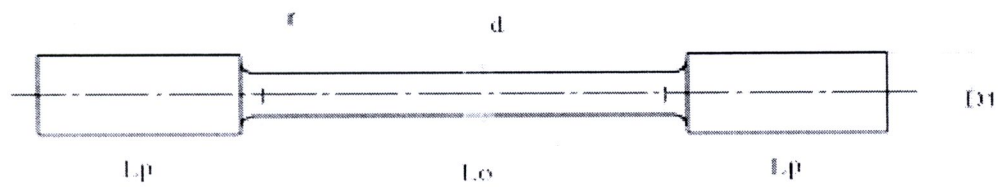


ภาพที่ 3.1 กระสวนด้วยแบบไม้ตามแบบมาตรฐานของ JIS G. 5501

2.4.3 นำชิ้นงานเหล็กหล่อที่ได้ ขัดผิวทำความสะอาด โดยใช้เครื่องขัดกระดาษทราย สายพานและนำไปกลึงให้ได้รูปร่างตามมาตรฐานกำหนดของขั้นตอนสมบัติเชิงกลต่างๆ

2.5 ทดสอบสมบัติเชิงกลและหาส่วนผสมของธาตุทางเคมี รวมทั้งตรวจดูโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหล่อ พร้อมบันทึกผลการทดลอง

2.5.1 ทดสอบแรงดึง โดยแท่งทดสอบแรงดึงนี้จะถูกนำไปกลึง (Machine) เป็นแท่งทดสอบแรงดึงโดยใช้ขนาดตามมาตรฐาน JIS 1994 No. Z2201 ที่มีลักษณะดังภาพที่ 3.2 และมีขนาดตามตารางที่ 3.1 แล้วนำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบแรงดึง (Universal Testing Machine) และทำการตรวจสอบค่าต่างๆตามข้อกำหนดรวมถึงค่าการยืดตัวของแท่งทดสอบ พร้อมบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 3.2 ชิ้นทดสอบแรงดึงแบบปลายเรียบ

ตารางที่ 3.1 ขนาดของชิ้นงานทดสอบแรงดึงของเหล็กหล่อเทาตามมาตรฐาน JIS 1994 No. Z2201

เส้นผ่านศูนย์กลาง (d)	ความยาวส่วน ขนานต่ำสุด (L ₀)	รัศมีบ่าต่ำสุด (R)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (D1)	ความยาวส่วนที่ใช้ จับต่ำสุด (L _p)
12.5	55	25 + 5	15.5	65

หน่วย: มิลลิเมตร

2.5.2 ทดสอบความแข็ง จะใช้เครื่องทดสอบความแข็ง โดยเลือกใช้หน่วยวัดแบบบริเนล หัวกดลูกบอลขนาด 10 มิลลิเมตร เป็นเวลา 10-15 วินาที การทดสอบแต่ละชิ้นงาน ตรวจวัด 3 จุด ที่บริเวณใจกลางชิ้นงานและหาค่าเฉลี่ย พร้อมบันทึกผลการทดลอง

2.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาอัตราส่วนผสม ของเศษเหล็กเหนียว เศษเหล็กหล่อ ผงคาร์บอน และเฟอร์โรซิลิกอน ที่ให้สมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด โดยวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง พร้อมทั้งหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีแพร่กระจายความคลาดเคลื่อน

2.7 วิเคราะห์ผลการทดลองเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตและราคาวัตถุดิบแต่ละชนิด โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่ให้ต้นทุนต่ำและมีสมบัติเชิงกลที่อยู่ในระดับยอมรับได้

2.8 ทำการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกล ระหว่างผลการวิเคราะห์ที่ได้ตามข้อ 2.7 กับชิ้นงานจริงจากโรงงานกรณีศึกษา พร้อมทั้งตรวจสอบส่วนผสมของธาตุทางเคมี และโครงสร้างจุลภาค

2.8.1 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค โดยเตรียมชิ้นงานให้ได้รูปทรงขนาดประมาณ 10 x 15 x 10 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) แล้วนำไปขัดกระดาษทรายตั้งแต่เบอร์ 220 320 400 600 จนถึง 1200 หลังจากทำการขัดด้วยกระดาษทรายเสร็จจึงจะนำมาขัดละเอียด (Polishing) ด้วยผ้าสักหลาดโดยขัดจนกระทั่งเป็นผิวมันวาว แล้วนำไปกัดด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 2% ก่อนนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วทำการบันทึกรูปร่างของโครงสร้างจุลภาคของชิ้นทดสอบ

2.8.2 การตรวจสอบองค์ประกอบธาตุทางเคมี โดยเตรียมชิ้นงานให้ได้ให้ได้รูปทรงขนาดประมาณ 10 x 15 x 10 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) แล้วขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบเสมอกัน และนำไปทดสอบโดยใช้เครื่อง Spectrometer พร้อมบันทึกผล

2.9 สรุปผลการศึกษาพร้อมเสนอแนะผู้ประกอบการในการเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

2.10 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

