บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบการทดลอง

2.1.1 การออกแบบการทดลองคืออะไร

การออกแบบการทดลองคือ การทดสอบหรืออนุกรมของการทดสอบ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนแปลงในส่วนของตัวแปรนำเข้า (Input Variable) ของกระบวนการหรือระบบ ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สนใจ (Output Response)

2.1.2 การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองได้มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทั้งในแง่ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนหนึ่งของงานด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งการออกแบบการทดลองเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการปรับปรุงและพัฒนางานด้านต่างๆ เช่น

- ปรับปรุงผลได้ (Yield) ของกระบวนการ
- ลดความผันแปร
- ลดเวลาในการพัฒนา
- ลดต้นทุนโดยรวม เป็นต้น

วิธีการออกแบบการทดลองมีบทบาทอย่างสูงในกิจกรรมการออกแบบด้านวิศวกรรม รวมถึงการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เช่น

- การประเมินและเปรียบเทียบคุณลักษณะของการออกแบบ
- การประเมินทางเลือกด้านวัสดุ
- การพิจารณาพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์
- รวมไปถึงการออกแบบพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ ที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 แนวคิดพื้นฐานการออกแบบการทดลอง

แนวคิดพื้นฐานในการออกแบบการทดลองประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 สิ่ง ได้แก่ การทำซ้ำ (Replication) การสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking)

การทำซ้ำ จะช่วยให้ผู้ทำการทดลองสามารถประเมินค่าความผิดพลาดของการทดลองได้ และช่วยให้ผู้ทำการทดลองสามารถประมาณค่าของผลกระทบได้ถูกต้องมากขึ้น

การสุ่ม จะทำให้ข้อมูลมีความเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ซึ่งสามารถทำการพิสูจน์ได้ โดยใช้กราฟเพื่อทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล

การบล็อก เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความแม่นยำของการทดลอง

2.1.4 แนวทางในการออกแบบการทดลอง

2.1.4.1 การระบุถึงปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบการทดลอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องระบุหัวข้อของปัญหาให้กระจ่างชัดและครอบคลุม

2.1.4.2 การเลือกปัจจัยและระดับของปัจจัย

ในขั้นตอนนี้ ความรู้ในกระบวนการของผู้ทดลองเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ซึ่งความรู้ดังกล่าวจะประกอบไปด้วย ประสบการณ์และความเข้าใจในทฤษฎีของกระบวนการของผู้ทำการทดลอง

2.1.4.3 การเลือกตัวแปรตอบสนอง

ผู้ทำการทดลองควรเลือกตัวแปรที่สามารถบอกถึงสารสนเทศของกระบวนการที่ศึกษาได้ดี

2.1.4.4 การเลือกรูปแบบการทดลอง

การเลือกรูปแบบของการทดลอง ควรพิจารณาถึงจำนวนตัวอย่างที่สามารถปฏิบัติได้ การเลือกจำนวนซ้ำที่เหมาะสม รวมถึงการพิจารณาถึงการบล็อกและวิธีการสุ่ม

2.1.4.5 การทำการทดลอง

ในการทำการทดลอง ผู้ทำการทดลองควรจะมั่นใจว่า ทุกสิ่งที่ทุกอย่างเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนนี้ จะทำลายความถูกต้องของผลการทดลอง

2.1.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการทางสถิติจะถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมากกว่าการตัดสินและวิเคราะห์โดยใช้สามัญสำนึก ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ปัจจุบันสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่มีอยู่มากมายในการวิเคราะห์ได้

2.1.4.7 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้ทำการทดลองควรจะทำการสรุปผลการทดลอง ซึ่งวิธีการนำเสนอด้วยกราฟ จะถูกใช้มากในขั้นตอนนี้ นอกจากนี้ควรจะมีการทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลองที่ได้ทำมา

2.1.5 รูปแบบของการออกแบบการทดลอง

รูปแบบในการออกแบบการทดลอง สามารถแบ่งได้กว้างๆดังต่อไปนี้

2.1.5.1 การออกแบบการทดลองเมื่อมีปัจจัยเดียว (Single Factor Experiment)

ในการออกแบบการทดลองนี้ จะเป็นการเปรียบเทียบผลของตัวแปรที่สนใจ เมื่อมีเพียงปัจจัยเดียวที่สนใจ และระดับของปัจจัยมีมากกว่า 2 ระดับ

เราสามารถอธิบายการทดลองนี้โดยใช้สมการทางสถิติเชิงเส้นตรงได้ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

2.1.5.2 การออกแบบการทดลองหลายปัจจัยแบบแฟคตอเรียล (Factorial Design Experiment)

ในการออกแบบการทดลองพบว่า หลายๆการทดลองจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยมากกว่า 2 ปัจจัย ซึ่งในการศึกษาดังกล่าว จะทำให้เราสามารถทราบถึงอิทธิพลหลัก (Main Effect) และรวมถึงอิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ (Interaction Effect) ซึ่งจะสามารถอธิบายถึงความแตกต่างของผลกระทบระหว่างระดับของปัจจัยหนึ่งไม่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งของอีกปัจจัย

ตัวแบบทางสถิติของการทดลองเมื่อมีปัจจัย 2 ปัจจัย สามารถแสดงได้ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

2.1.5.3 การออกแบบการทดลองหลายปัจจัยเมื่อแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ (2^k Factorial Design Experiment)

การออกแบบการทดลองนี้ เป็นการทดลองที่มีจำนวนของปัจจัย K ปัจจัย ซึ่งในแต่ละปัจจัยจะมี 2 ระดับ จึงเรียกการออกแบบการทดลองนี้ว่า 2^k แฟคตอเรียล โดยปกติแล้ว การออกแบบการทดลองแบบนี้ มักใช้ในขั้นตอนการทดลองเริ่มต้น เมื่อมีจำนวนของปัจจัยหลายๆปัจจัย ซึ่งการทดลองนี้ จะใช้จำนวนตัวอย่างที่น้อย เมื่อเทียบกับการทดลองแบบแฟคตอเรียล

2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 สมเจตน์ สังหพันธุ์ , 2533

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงเงื่อนไขการทำงานที่สภาวะการทำงานต่างๆ ของขบวน การแปรรูปโลหะด้วยวิธีอีดีเอ็ม ที่มีต่อลักษณะเฉพาะที่สำคัญของกรรมวิธีการผลิต คือ อัตราการกัดเนื้อโลหะ อัตราการสึกหรอของอีเล็คโตรด ความหยาบของผิวงาน ละะ ระยะดิสชาร์จ การทดลองนี้ทำโดยการแปรค่ากระแสดิสก์ชาร์จในช่วง 9.85 – 30.5 A และระยะพัลส์ 50 – 1000 ms โดยการใช้ทองแดงและอลูมิเนียมเป็นอีเลกโตรด กัดชิ้นงานซึ่งเป็นเหล็กกล้า AISI 4140

ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มกระแสดิสก์ชาร์จมีผลต่อการเพิ่มของทั้งอัตราการกัดเนื้อโลหะ อัตราการสึกหรอของอีเลกโตรด ความหยาบของผิวงานและระยะดิสชาร์จ

การเพิ่มระยะพัลส์มีผลต่อความหยาบของผิวงานและระยะดิสชาร์จ โดยอัตราการกัดเนื้อโลหะจะมีค่าสูงสุดเมื่อระยะพัลส์อยู่ในช่วง 200 – 500 ms และ อัตราการสึกหรอของ อีเลกโตรดเมื่อใช้ทองแดงเป็นอีเลกโตรดจะลดลง เมื่อระยะพัลส์มีค่าสูงขึ้น

ผลจากการทดลองได้นำมาสร้างแบบจำลองของกรรมวิธีอีดีเอ็ม ซึ่งมีรูปแบบเป็นสมการโพลิโนเมียลอันดับสอง การพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมโดยการกำหนดฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็นสองกรณีคือ การให้อัตราการกัดเนื้อโลหะสูงสุดและอัตราส่วนของการกัดเนื้อโลหะต่ออัตราการสึกหรอของอีเลคโตรดสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขขอบข่ายความ สามารถของเครื่องจักร และ ความหยาบของผิวงานที่กำหนด

2.2.2 สุชาติ ชีวสาธน์ , 2539

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัจจัยการควบคุมการผลิตที่สำคัญที่มีต่อคุณสมบัติ ของชิ้นงานอลูมิเนียมในกระบวนการผลิตแบบคาสติ้ง ไดแก่ ระยะการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงของการเคลื่อนที่ช้า ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่ช้า ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่เร็ว ความดันในการอัดชิ้นงานในช่วงการแข็งตัว เวลาในการปล่อยให้ชิ้นงานแข็งตัวในแม่พิมพ์ รวมถึงการปรับอัตราการหล่อเย็นของน้ำหล่อเย็นในแม่พิมพ์ โดยมุ่งเน้นผลทางด้านคุณภาพที่สอดคล้องในเรื่องของโครงสร้างทางจุลภาคและทางกล การศึกษานี้ได้ใช้อลูมิเนียมซิลิกอนอัลลอยด์เกรด ADC12 โดยใช้เครื่องฉีดขนาด 800 ตัน ช่วงระยะการเคลื่อนที่ของลูกสูบที่ทำการทดลองคือ 247 – 360 มิลลิเมตร

ความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ช่วงการเคลื่อนที่ช้าอยู่ระหว่าง 0.12 – 0.19 เมตร / วินาที ความเร็ว ช่วงการเคลื่อนที่ในช่วงการเคลื่อนที่เร็วอยู่ระหว่าง 2.4 – 3.9 เมตร / วินาที ความดันในการอัดชิ้นงานช่วงการแข็งตัวใช้ระหว่าง 320 – 1120 บาร์ และเวลาในการ ปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวในแม่พิมพ์อยู่ในช่วง 5 – 10 วินาที

ผลการวิจัยพบว่า ระยะการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่ช้า ความเร็วใน การเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่ช้า ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วง การเคลื่อนที่เร็ว ความดันในการอัดช่วงการแข็งตัว จะมีผลทางด้านกายภาพที่เกี่ยวข้องทาง ด้านคุณภาพ ทั้งในด้านคุณภาพผิวงานภายนอก และ โพรงอากาศภายใน

2.2.3 สุขชีพ โลพันธ์ศรี , 2539

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาถึงการใช้เม็ดมีดกลึงสำเร็จรูปที่เป็นวัสดุคาร์ไบด์เคลือบผิวและวัสดุเซรามิกส์ในการกลึงชิ้นงานที่เป็นวัสดุเหล็กหล่อสีเทา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาผลกระทบของอัตราป้อนและความเร็วตัดของมีดกลึงที่มีต่อความสึกหรอของใบมีดและความเรียบผิวของชิ้นงานสำหรับงานกลึงละเอียด 2. ศึกษาอายุการใช้งานที่กำหนดจากความสึกหรอของมีดกลึงและความเรียบผิวของชิ้นงาน เพื่อให้ได้จุดที่สภาวะเงื่อนไขการตัดที่ให้ผลการตอบแทนสูงสุด

ในการวิจัยได้ใช้วัสดุชิ้นงานเป็นเหล็กหล่อสีเทาชนิด FC25 ตามมาตรฐาน JIS G 5501 ที่สภาวะเงื่อนไขการตัดต่างๆ ได้แก่ ความเร็วตัดในช่วง 150 – 350 เมตรต่อนาที และอัตราป้อนใบมีดในช่วง 0.1 – 0.4 มิลลิเมตรต่อรอบ โดยระยะลึกของการตัดคงที่เท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความสึกหรอของมีดกลึง ความเรียบผิวของชิ้น งาน และอายุใช้งานของมีดกลึง เพื่อนำไปหาสภาวะการตัดที่ให้ผลกำไรมากที่สุด โดยคำนึงถึงต้นทุนในการตัดต่อชิ้นงานต่ำสุด และอัตราการผลิตสูงสุด

จากการทดลองพบว่า ความเร็วตัดและอัตราป้อนใบมีด จะมีผลต่ออายุการใช้งานของมีดกลึง กล่าวคือ เมื่อเพิ่มความเร็วตัดและอัตราป้อนเพิ่มขึ้น การสึกหรอก็จะเพิ่มขึ้น โดยอัตราป้อนใบมีดมีผลกระทบน้อยกว่าความเร็วตัด นอกจากนี้ อัตราป้อนใบมีดยังมีผลต่อความเรียบผิวของชิ้นงาน คือเมื่ออัตราป้อนใบมีดเพิ่มขึ้น จะมีผลให้ชิ้นงานมีความเรียบผิวที่มีแนวโน้มลดลง