บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองเพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงานโลหะแผ่นทองเหลืองที่เกิดจากปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยการสัมผัสเป็นจุด ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปจะใช้วัสดุโลหะตามมาตรฐานJIS เกรด SKD 11โดยทำการกลึงปอกและปาดหน้าให้มีขนาด ยาว 60 มิลลิเมตรโดยที่ปลายมีรูปร่างครึ่งวงกลม รัศมี 10 มิลลิเมตร สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ในการขึ้นรูปในกระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยการสัมผัสเป็นจุด บนวัสดุชิ้นงานแผ่นทองเหลือง โดยใช้จารบีเกรด 306 ที่ใช้ในการหล่อลื่นและระบายความร้อนในขณะทำการขึ้นรูปและมีปัจจัยในการทำงาน ได้แก่ปัจจัยของ มุมที่ใช้ในการขึ้นรูป, ความเร็วในการเดินขึ้นรูป, ความเร็วรอบในการหมุนของอุปกรณ์ เพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขึ้นรูป โดยจะทำการศึกษาถึงความเครียดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวชิ้นงานหลังการขึ้นรูป ความหนาที่เปลี่ยนไปตามผลกระทบของปัจจัยที่เกิดขึ้นและการศึกษาถึงโครงสร้างจุลภาคของแผ่นทองเหลืองหลังกระบวนการขึ้นรูป ทำให้สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้คือ

5.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน

1) มุมที่ใช้ในการขึ้นรูป

การทดลองปัจจัยมุมที่ใช้ในการขึ้นรูป โดยทำการขึ้นรูปที่มุม 30,40 และ50 องศา พบว่า ค่าความเครียดผิวหลักที่เกิดจากการขึ้นรูปด้วยมุมที่กำหนด แสดงให้เห็นได้ว่าจะมีค่าที่สูงขึ้นตามมุมที่ใช้ในการขึ้นรูปที่ลดลง โดยค่าของความเครียดหลักที่เกิดขึ้นจากการขึ้นรูป จะผกผันกับมุมที่ใช้ในการขึ้นรูป กล่าวคือมุมทีใช้ในการขึ้นรูปต่ำ ความเครียดหลักที่เกิดขึ้น บนพื้นผิวก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยโดยมุมที่ก่อให้เกิดความเครียดหลักที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานสูงสุดคือมุม 30 องศาเท่ากับ 118.49 % และความเครียดหลักที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานต่ำสุดที่มุม 50 องศาเท่ากับ 35.50 %

2) ความเร็วในการเดินขึ้นรูป

การทดลองปัจจัยความเร็วในการเดินขึ้นรูปโดยทำการขึ้นรูปด้วยความเร็วในการเดินขึ้นรูปที่ 100,200 และ 300 มิลลิเมตรต่อนาที และใช้ มุมในการขึ้นรูปและความเร็วในการหมุนที่เท่ากันนั้น พบว่าค่าของความเครียดหลักที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลหะที่เกิดจากปัจจัยดังกล่าว จากการ

ผลทดลองการขึ้นรูป ในแต่ละมุมและความเร็วในการหมุนของอุปกรณ์ที่แตกต่างกันนั้น พบว่าอัตราของความเครียดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวชิ้นงานหลังการขึ้นรูปสูงสุดจะเกิดขึ้นที่ความเร็วในการเดินขึ้นรูป 300 มิลลิเมตรต่อนาที จะมีค่าสูงสุด มากกว่าค่าอัตราของความเครียดที่ เกิดขึ้นจากปัจจัยความเร็วในการเดินขึ้นรูปที่ 100,200 มิลลิเมตรต่อนาที ใน ทุกๆมุมที่ทำการขึ้นรูป

3) ความเร็วรอบในการหมุนขึ้นรูป

การทดลองปัจจัยความเร็วรอบในการหมุนขึ้นรูป โดยทำการขึ้นรูปด้วยปัจจัยความเร็วรอบในการหมุนขึ้นรูป ที่ 200,400 และ 600 รอบต่อนาทีและใช้ความเร็วในการเดินขึ้นรูปและมุมที่ใช้ในการขึ้นรูปมีค่าเท่ากันนั้น พบว่าค่าของพบว่าค่าของความเครียดหลักที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลหะที่เกิดจากปัจจัยดังกล่าว จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันเป็นอย่างมาก

จากผลการทดลองทำให้สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยมุมที่เหมาะกับการขึ้นรูปโดยก่อให้อัตราของความเครียดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวชิ้นงานต่ำสุด คือการขึ้นรูปที่มุม 50 องศาและความเร็วในการเดินขึ้นรูปของอุปกรณ์ที่ความเร็ว ที่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตรต่อนาที

5.1.2 ปัจจัยความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการขึ้นรูป ที่มุม 30, 40 และ 50 องศา

จากผลการทดลองโดยทำการตัดชิ้นงานผ่าครึ่งในแนวแกน แล้วทำการวัดความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปในจุดต่างๆ พบว่า ตำแหน่งที่มียืดออกมากที่สุดในการขึ้นรูปนั้นได้แก่ตำแหน่งที่ 4 ซึ่งเป็นบริเวณใกล้ขอบมุมด้านล่าง และตำแหน่งที่ 5 ที่ขอบมุมด้านล่างโดยในการขึ้นรูปโดย

1) ที่มุม 30 องศาในตำแหน่งที่ 4 มีความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.21 มิลลิเมตรและในตำแหน่งที่ 5 ความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.32 มิลลิเมตร

2) ที่มุม 40 องศาในตำแหน่งที่ 4 มีความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.32 มิลลิเมตรและในตำแหน่งที่ 5 ความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.53 มิลลิเมตร

3) ที่มุม 50 องศาในตำแหน่งที่ 4 มีความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.42 มิลลิเมตรและในตำแหน่งที่ 5 ความหนาของชิ้นงานเท่ากับ 0.55 มิลลิเมตร

จะเห็นได้ว่า ความหนาที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับความหนาเดิม คือ 0.6 มิลลิเมตรนั้นอัตราการยืดตัว ที่การขึ้นรูปที่มุม 30 องศาซึ่งมีค่าความหนาของชิ้นงานต่ำสุด คือ 0.21 มิลลิเมตร จากการคำนวณอัตราการยืดตัวเฉลี่ยในจุดที่มีความหนาต่ำสุดจะมีค่าอัตราการยืดตัว เท่ากับ89.14 % ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมาก คือ จากปกติ 31.6 % ซึ่งบ่งบอกได้ว่า กระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยการสัมผัสเป็นจุดนั้น สามารถเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปแผ่นโลหะทองเหลืองได้อย่างดี

5.1.3 ปัจจัยขนาดเกรนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการขึ้นรูป ที่มุม 30, 40 และ 50 องศา

จากการทดลองโดยทำการตัดผ่าชิ้นงาน เพื่อทำการศึกษาโครงสร้างโดยทำการวัดขนาดของเกรนที่เปลี่ยนไป โดยผลการทดลองที่ได้จากการวัดขนาดเกรนภายในชิ้นงานในสภาพ

ก่อนการขึ้นรูป มีขนาดเท่ากับ 9.29 - 9.48 และจากการวัดขนาดเกรนหลังการขึ้นรูป ด้วยมุมและปัจจัยในการขึ้นรูปที่แตกต่างกัน พบว่าขนาดเกรนมีการยืดตัวไปจากเดิมไม่มากและมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก โดยทำการเปรียบเทียบกับขนาดเกรนก่อนขึ้นรูป

1) การขึ้นรูปที่มุม 30 องศา

ในการวัดขนาดเกรนที่เปลี่ยนแปลงไป ที่มุม 30 องศา จะมีขนาดเกรนเฉลี่ยในจุดที่ 1 เท่ากับ 10.56 จุดที่ 2 เท่ากับ 10.49 และจุดที่ 3 เท่ากับ 10.59

2) การขึ้นรูปที่มุม 40 องศา

ในการวัดขนาดเกรนที่เปลี่ยนแปลงไป ที่มุม 40 องศา จะมีขนาดเกรนเฉลี่ยจุดที่ 1 เท่ากับ 10.44 จุดที่ 2 เท่ากับ 10.58 และจุดที่ 3 เท่ากับ 10.27

3) การขึ้นรูปที่มุม 50 องศา

ในการวัดขนาดเกรนที่เปลี่ยนแปลงไป ที่มุม 50 องศา จะมีขนาดเกรนเฉลี่ยจุดที่ 1 เท่ากับ 10.61 จุดที่ 2 เท่ากับ 10.59 และจุดที่ 3 เท่ากับ 10.63

จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยมุมและปัจจัยในการขึ้นรูปที่แตกต่างกันทั้งหมด ในจุดที่ 1,2 และ3 เมื่อเทียบกับการวัดความหนาในจุดที่ 4 ซึ่งก็คือ จุดที่ 2 ที่ทำการทดลองนั้นจะมีการยืดตัวมากทำให้มีความบางมากที่สุด แต่ในการทดลองวัดขนาดเกรนนั้น ความละเอียดของเกรนในจุดนี้จะมีค่าใกล้เคียงกับ จุดที่ 1 และจุดที่ 3 มาก เนื่องจาก จุดที่ 2 มีการลากหรือรีดจากการขึ้นรูปเกิดการยืดตัวของเกรนมาก ชิ้นงานจุดนี้จึงบาง แต่จะมีความละเอียดไม่มาก เพราะเกรนจะอยู่ในรูปแนวยาว

จากผลการทดลองทำให้สามารถสรุปได้ว่า ในปัจจัยการขึ้นรูปทั้งหมด ค่าที่ได้จากการทดลองวัดขนาดของเกรน จะมีค่าโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันมาก ในทุกจุดที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยการสัมผัสเป็นจุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ในการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยการสัมผัสเป็นจุดด้วยเครื่องจักร CNC นั้น ควรเลือกใช้เครื่องจักรที่ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆมีความเที่ยงตรงในการทำงานสูงและมีการบำรุงรักษา ที่ดีเพราะอาจทำค่าต่างๆที่วัดได้ในการขึ้นรูปมีค่าไม่คงที่

2) ในการใช้แผ่นไมล่า (Myla tape or Strain tape) วัดค่าความเครียดผิวชิ้นงานในการวัดการเปลี่ยนแปลงของวงกริด จะได้ค่าที่ไม่ละเอียดมากเนื่องจากสเกลมีระยะห่างของความเครียด

ต่างกันเท่ากับ 5 % ความผิดพลาดจะมีค่อนข้างสูงเพราะวงกริดมีขนาดเล็ก ควรจะใช้แว่นขยายหรือกล้อง Microscope ในการวัด จะช่วยให้ความผิดพลาดน้อยลง

5.2.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ในการถ่ายภาพวงกริดเพื่อใช้ในการวัดขนาดกริดที่เปลี่ยนแปลงไปในการถ่ายภาพของทุกๆชิ้นงานจะต้องมี ระยะโฟกัสการถ่ายที่เท่ากัน เพื่อความเที่ยงตรงในการวัดขนาดของวงกริด

- การแก้ไข

ใช้กล้องถ่ายภาพที่มีการติดตั้งระยะโฟกัสในการถ่ายภาพ ซึ่งในการทดลองได้ใช้กล้องถ่ายภาพระยะใกล้ Dino capture ที่สามารถวางบนชิ้นงานเพื่อถ่ายภาพในระยะโฟกัสเดียวกันได้

2) ในการศึกษาขนาดของเกรน ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคมองไม่เห็นขอบเกรนอย่างชัดเจน ซึ่งจำเป็นต่อการวัดขนาดเกรนที่ต้องใช้ขอบเกรนในการวัดขนาดด้วยโปรแกรม

- การแก้ไข

ในการทดลองเพื่อวัดขนาดเกรนสามารถเพิ่มส่วนผสมของกรดที่ใช้ในการกัดผิวชิ้นงาน จะช่วยให้เห็นขอบเกรนชัดขึ้น แต่จะทำให้เกิดรูพรุนหรือรอยไหม้ ภาพที่ได้จะใช้ในการวัดขนาดเกรนเพียงอย่างเดียว ไม่เหมาะกับการดูโครงสร้างชิ้นงาน