



การศึกษาอิทธิพลของรัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่มีผลต่อการขึ้นรูปถ้วยอลูมิเนียม โดยกระบวนการหมุนรีดขึ้นรูป

Study on Influence of Roller press Radius on Forming an aluminum cup by Spinning Process

ณัฐศักดิ์ พรพุดศิริ^{1*} เณลิณ พลคล้ายนิล¹ กุลชาติ จุลเพ็ญ²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการออกแบบแม่พิมพ์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รหัสไปรษณีย์ 77110

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลำกระดังงา จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110

E-mail: natthasak_idt@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลรัศมีลูกกลิ้งหัวกดของกรรมวิธีหมุนรีดขึ้นรูป ที่มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานสำเร็จ โดยกำหนดค่ารัศมีของหัวกด 4 ระดับ คือ 2.5, 5, 8 และ 10 มิลลิเมตรตามลำดับ ในส่วนของแกนแม่พิมพ์ กำหนดให้ มีมุมเอียง 5°, 15° และ 30° เพื่อผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นทรงกรวยที่มีขนาดความโตของฐานกรวย 40 มิลลิเมตร วัสดุชิ้นงานเป็นอลูมิเนียม เกรด Al 1100 ความหนา 2 มิลลิเมตร ทำการหมุนรีดขึ้นรูปตามสมมุติฐานที่กำหนด และทำการวิเคราะห์ผลจากลักษณะของชิ้นงานสำเร็จซึ่ง พบว่ารัศมีหัวกดขนาดเล็ก มีผลทำให้มุมขึ้นงานมีความเที่ยงตรง มีการติดคันทัวของชิ้นงานน้อย ความหนาของผนังชิ้นงานลดลง ค่าความแข็งแรงดึงของผนังถ้วยสูงขึ้น และเมื่อใช้ลูกกลิ้งหัวกดที่มีค่ารัศมีมากขึ้นพบว่าจะมีผลทำให้มุมขึ้นงานมีความเที่ยงตรงน้อยลง มีการติดคันทัวของชิ้นงานมากขึ้น ความหนาของผนังชิ้นงานเปลี่ยนแปลงน้อยลง ค่าความแข็งแรงดึงของผนังถ้วยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนมุมเอียงของแกนแม่พิมพ์ มีผลต่อความสามารถในการหมุนรีดขึ้นรูปคือ หากกำหนดค่ามุมเอียงของแกนแม่พิมพ์น้อย สามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้เพียงเล็กน้อย แต่ความสามารถในการขึ้นรูปจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่ามุมเอียงของแกนแม่พิมพ์สูงขึ้น

คำหลัก สปินนิ่ง / ถ้วยอลูมิเนียม / กระบวนการขึ้นรูป

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตสูงมากโดยเฉพาะอุตสาหกรรมทางด้านการผลิตชิ้นส่วนจากโลหะแผ่น ไม่เว้นจะเป็นอุตสาหกรรมทางด้านการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมในด้านอื่นๆ ผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นมีแนวโน้มเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากโลหะแผ่น ซึ่งต้องผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น การ

ตัดแผ่นเปล่า การเจาะรู การลากขึ้นรูป เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของท้องตลาด กระบวนการผลิตเหล่านี้ล้วนต้องใช้แม่พิมพ์ในการผลิต ดังนั้นแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญ ถ้าแม่พิมพ์มีคุณภาพหรือมีความเที่ยงตรง ก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้วย อุตสาหกรรมการขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet metal forming) เป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ภาชนะเครื่องครัว และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น อุตสาหกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องใช้กรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะ (Metal Forming Process) ซึ่งมีอยู่หลายกรรมวิธีด้วยกัน สำหรับการขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีหมุนรีดขึ้นรูป (Spinning) หรือการหมุนรีดขึ้นรูปเป็นวิธีหนึ่งในการขึ้นรูปโลหะแผ่นบางรูปทรงสมมาตรรอบแกน (Axisymmetric) รูปทรงนี้มีก้นลึก (Deep shape) รูปแปลกๆ หรือมีขนาดใหญ่ เช่นภาชนะเครื่องครัว ก้นหลอดโทรทัศน์ โคมไฟ ชิ้นส่วนเครื่องบิน ฯลฯ ชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนน้อย ชิ้นส่วนเหล่านี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาป้อนขึ้นรูปที่ต้องใช้แม่พิมพ์หลายชุดหรือใช้แม่พิมพ์ที่มีขนาดใหญ่มากซึ่งมีราคาแพง จึงใช้การขึ้นรูปแผ่นโลหะด้วยวิธีหมุนรีดขึ้นรูป (Spinning) โดยการสร้างแท่งแม่พิมพ์ (Mandrel) และศูนย์ท้ายแท่น (Tail stock) ซึ่งทำมาจากวัสดุที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก อีกทั้งยังใช้แรงในการขึ้นรูปน้อย จึงใช้กับเครื่องจักรที่มีขนาดเล็กได้ แต่ในปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนใหม่ๆ ในแต่ละครั้งจะต้องมีการลองผิดลองถูก ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน เสียเวลาต่อการทำงานและเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตมากขึ้น ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ควรจะมีการทดลองหาตัวแปร (Variable) ที่มีความสัมพันธ์ที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการขึ้นรูปได้รวดเร็วและเพียงพอที่จะรู้ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปชิ้นงานตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบรูปทรงของชิ้นงานและรูปทรงของลูกกลิ้งหัวกด ซึ่งทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงรูปทรงของชิ้นงาน การเลือกวัสดุ และการเลือกเครื่องจักรได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องต่อไป

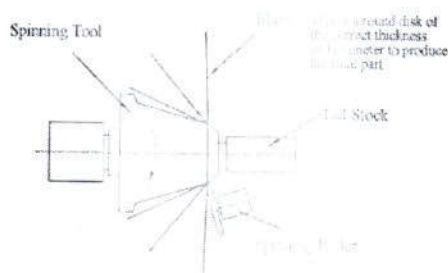


2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กลไกในการหมุนรีดขึ้นรูป (Spinning Mechanic)

การขึ้นรูปโลหะแผ่นบาง ด้วยการรีดขึ้นรูป เพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงสมมาตรรอบแกนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นโพรงในรูปทรงต่างๆ การขึ้นรูปจะเริ่มขึ้นโดยการนำแผ่นชิ้นงานกลม (Blank) มาติดกับแม่พิมพ์สปินนิ่ง ให้มีจุดศูนย์กลางตรงกันแล้วจึงนำศูนย์ท้ายแท่นมากดให้แนบติดกัน ซึ่งในกระบวนการหมุนรีดขึ้นรูป (Spinning) แผ่นชิ้นงานจะแนบสนิทกับแม่พิมพ์สปินนิ่ง (Mandrel) ขึ้นอยู่กับโลหะหมุนแม่พิมพ์สปินนิ่ง ทำให้แผ่นชิ้นงานและศูนย์ท้ายแท่นหมุนตามไปด้วย หลังจากนั้นก็ให้นำลูกกลิ้งมากดรีดขึ้นงานให้แนบไปกับแม่พิมพ์สปินนิ่ง แผ่นชิ้นงานจะค่อยๆ ถูกขึ้นรูปออกจากริมใต้ในบริเวณเล็กๆ ที่ลูกกลิ้งสัมผัสกับแผ่นชิ้นงานตามการเคลื่อนที่ของแผ่นชิ้นงานรอบแกนการหมุนของแม่พิมพ์สปินนิ่ง ส่วนประกอบของการสปินนิ่งประกอบด้วย 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 1

1. แม่พิมพ์สปินนิ่ง (Mandrel) เป็นตัวกำหนดรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการขึ้นรูป มีลักษณะแข็งแรงมาก



รูปที่ 1 การขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีการสปินนิ่ง

2. ลูกกลิ้ง (Roller) เป็นตัวรีดขึ้นงานแนบกับแม่พิมพ์ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปทรงต่างๆ ของลูกกลิ้ง

3. แผ่นชิ้นงาน (Blank) เป็นวัสดุที่เลือกนำมาขึ้นรูปให้เป็นรูปทรงตามต้องการตามขนาดของแผ่นชิ้นงานได้จากพื้นที่ว่างของเครื่องขึ้นรูป

4. ศูนย์ท้ายแท่น (Tail Stock) เป็นตัวกดแผ่นชิ้นงานให้หมุนตามไปกับแม่พิมพ์สปินนิ่งโดยที่ศูนย์ท้ายแท่นจะหมุนตามแผ่นชิ้นงานไปด้วย

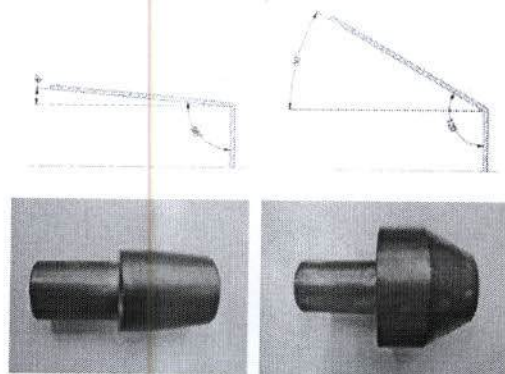
2.2 อัตราป้อน (Feed)

อัตราป้อน หมายถึง ระยะทางการเคลื่อนที่เดินป้อนลูกกลิ้งหัวกดไปตามความยาวของชิ้นงานในแต่ละรอบของการป้อน พิจารณาจากระยะทางในการเคลื่อนที่ต่อรอบ เช่น อัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตร ชุดหัวกดจะเคลื่อนที่ป้อนหมุนรีดขึ้นงานเป็นระยะทาง 0.2 มิลลิเมตร ตามความยาวของงานหมุนไป 1 รอบ ถ้าชิ้นงานหมุน 10 รอบ ระยะทางของหัวกดจะเคลื่อนที่ที่เป็นระยะทางเท่ากับ $10 \times 0.2 = 2$ มิลลิเมตร

3. วิธีการและอุปกรณ์การทดลอง

3.1 ชุดแม่พิมพ์หมุนรีดขึ้นรูป

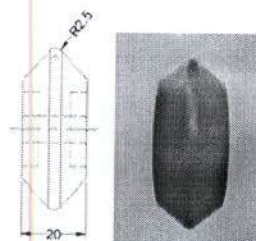
3.1.1 วัสดุแม่พิมพ์ เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11 มากถึงเพื่อสร้างชุดสปินนิ่งสำหรับหมุนรีดขึ้นรูปขึ้นงานโดยมี ขนาดของแกนแม่พิมพ์ สำหรับการขึ้นรูปขึ้นงาน จำนวน 3 ชุด คือกำหนดแกนแม่พิมพ์มีมุมเอียง 5 องศา, 15 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ และกำหนดความโตกันด้วย $\varnothing 40$ มิลลิเมตร ความสูงด้วย 85 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดแกนแม่พิมพ์สำหรับหมุนรีดขึ้นรูปขึ้นงาน

3.1.2 ชุดลูกกลิ้งหัวกด ทำจากวัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11 จำนวน 4 ตัว และชุบแข็งให้ได้ค่าความแข็ง 60 ± 2 HRC โดยลูกกลิ้งหัวกดแต่ละชุดมีขนาด ดังนี้

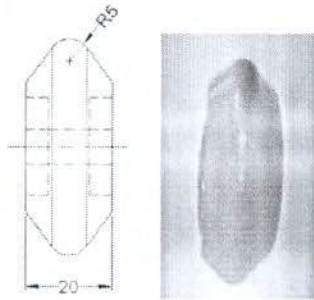
1. ลูกกลิ้งตัวที่ 1 รัศมี 2.5 มิลลิเมตร ขนาด $\varnothing 70 \times 20$ มิลลิเมตร





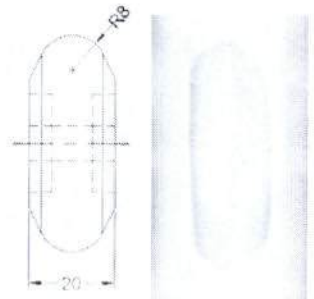
รูปที่ 4 แสดงรูปลูกกลิ้งหัวกดรัศมี 2.5 มิลลิเมตร

2. ลูกกลิ้งตัวที่ 2 รัศมี 5 มิลลิเมตร ขนาด $\varnothing 70 \times 20$ มิลลิเมตร



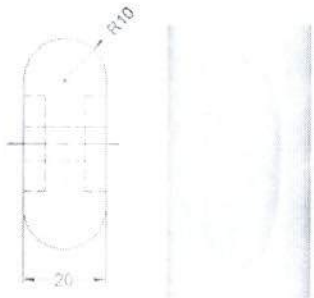
รูปที่ 5 แสดงรูปลูกกลิ้งหัวกดรัศมี 5 มิลลิเมตร

3. ลูกกลิ้งตัวที่ 3 รัศมี 8 มิลลิเมตร ขนาด $\varnothing 70 \times 20$ มิลลิเมตร



รูปที่ 6 แสดงรูปลูกกลิ้งหัวกดรัศมี 10 มิลลิเมตร

4. ลูกกลิ้งตัวที่ 4 รัศมี 10 มิลลิเมตร ขนาด $\varnothing 70 \times 20$ มิลลิเมตร



รูปที่ 7 แสดงรูปลูกกลิ้งหัวกดรัศมี 15 มิลลิเมตร

3.2 วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

ใช้วัสดุอลูมิเนียมเกรด Al1100 ในการทดลองครั้งนี้ โดยทำการหมุนรีดขึ้นรูปชิ้นงานด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที อัตราป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ โดยเตรียมชิ้นงานให้มีขนาด

$\varnothing 100$ มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ทำการทดลองหมุนรีดขึ้นรูปจำนวน 20 ชั้นต่อชุดลูกกลิ้งหัวกด รวมทั้งสิ้น 80 ชั้น

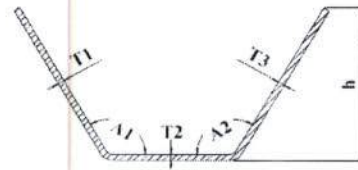
ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียม AL 1100

Temper	Tensile Strength. (Mpa)	Yield Strength. (Mpa)	Hardness (HB)
H0	90	34	23
H12	110	103	28
H14	124	117	32
H16	145	138	28
H18	165	152	44

3.3 การบันทึกผลการทดลอง

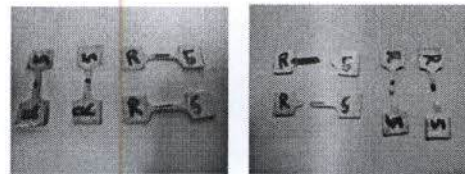
3.3.1 ทำการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีขึ้นรูปหนึ่ง โดยใช้แกนแม่พิมพ์ที่มีมุมเอียง 5° , 15° และ 30° ตามลำดับ และใช้ชุดลูกกลิ้งหัวกดจำนวน 4 ชุด ที่มีรัศมีหัวกด 2.5, 5, 8 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำขึ้นรูปชิ้นงานชุดละ 20 ชั้น

3.3.2 นำชิ้นงานมาตรวจสอบคุณภาพ จากค่าความหนาผนัง ค่าความสูงของชิ้นงาน ค่ามุมเอียงผนังชิ้นงาน และค่าความแข็งแรงดึงของผนังชิ้นงาน โดยนำชิ้นงานหลังการขึ้นรูปมาผ่าครึ่ง แล้วส่องด้วยกล้อง Optical Macro Scope วัดค่าความหนา ความสูง และมุมชิ้นงานตามตำแหน่งที่กำหนดไว้



รูปที่ 8 ตำแหน่งที่ทำการวัดเก็บผลของชิ้นงาน

3.3.3 นำชิ้นงานมาตัดเป็นชิ้นทดสอบเพื่อนำไปหาค่าความเค้นแรงดึงโดยใช้ความเร็วในการดึงเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อนาที



รูปที่ 9 แสดงการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบแรงดึง

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากการหมุนรีดขึ้นรูป

ทำการทดลองหมุนรีดขึ้นรูปขึ้นรูปเพื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพชิ้นงาน โดยทำการวัดขนาดต่างๆ ของชิ้นงานที่ได้ จากการใช้ลูกกลิ้งหัวกดที่มีรัศมีต่างกัน และใช้แกนแม่พิมพ์ที่มีค่าความเอียง



ต่างกัน โดยพิจารณา จากค่าความหนาแน่น ที่สัมพันธ์กับชั้นงาน ค่าความเค้นแรงดึงสูงสุด และขนาดความถี่ของการใช้งาน โดยตัวอย่างชั้นงานที่ได้จากการทดลอง แสดงดังรูปที่ 10



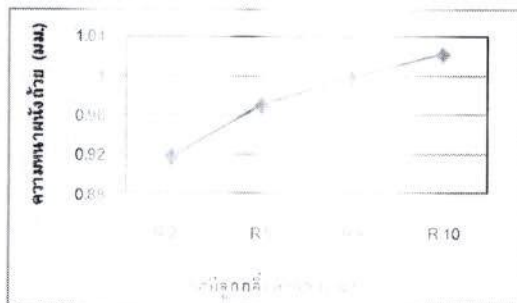
พันธุ์มูมเพียง 5 องศา พันธุ์มูมเพียง 30 องศา

รูปที่ 10 แสดงลักษณะของชั้นงาเมื่อ 1 ปี ก่อนการเจริญรีดชั้นรูป

4.2 ผลการทบทวน

4.2.1 อิทธิพลของจริยธรรมองค์กรที่มีต่อความหนาแน่นของงาน

1. ผลการทดสอบหัตถวิธีที่ 1 ผู้รู้ ๕ คนได้ผลลึกลับทั้งหมดทั้ง 4 ขนาด ทำการขึ้นรูปได้แม่นยำมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง 5 องศา ผลของค่าความหนาแน่น ซึ่งขึ้นตรงต่อตัวแปร
2. ผลการทดสอบหัตถวิธีที่ 2 ผู้รู้ ๕ คนได้ผลลึกลับทั้งหมดทั้ง 4 ขนาด ทำการขึ้นรูปได้แม่นยำมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง 5 องศา ผลของค่าความหนาแน่น ซึ่งขึ้นตรงต่อตัวแปร

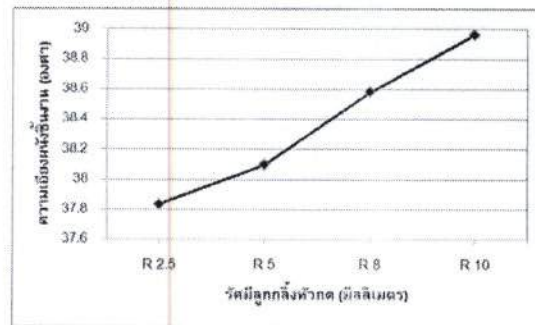


รูปที่ 11 กราฟของผลกำไรเทียบกับต้นทุนต่อหน่วยของพนักงานในการดำเนินการนี้ (ทั้งนี้ถ้า $x = 0$ ลงค่า

จากผลการทดลองพบว่ารัศมีหัวกุดหัวกุดที่มีผลต่อค่าความหนามันที่ 1.0×10^{-3} เซนติเมตร โดยรัศมีหัวกุดน้อยจะส่งผลต่อการลดลงของค่าสารหนามันที่ 1.0×10^{-3} เซนติเมตรอยู่ทุกสิ่งหัวกุดที่โตกว่า จากการที่รัศมีหัวกุดมีค่า 0.917 มิลลิเมตร อยู่ทุกสิ่งหัวกุดที่มีรัศมีหัวกุด 2.5 มิลลิเมตร ให้ค่าเฉลี่ยของค่าสารหนามันที่งานที่ 0.917 มิลลิเมตร ซึ่งค่าสารหนามันลดลงโดยเฉลี่ย 0.917 มิลลิเมตร คิดเป็น 54.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสารหนามันรัศมีหัวกุดที่ 0.917 มิลลิเมตรที่มีค่ารัศมีหัวกุด 10 มิลลิเมตร ให้ค่าสารหนามันลดลงโดยเฉลี่ย 1.0 มิลลิเมตร คิดเป็น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสารหนามันรัศมีหัวกุดที่ 10 มิลลิเมตรที่มีค่ารัศมีหัวกุด 10 มิลลิเมตร ให้ค่าสารหนามันลดลงโดยเฉลี่ย 48.95 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 อิทธิพลของรัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่มีต่อขนาดมุมขึ้นงาน

ผลการทดลองวัดค่ามุมชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปโดยใช้แท่งแม่พิมพ์ที่มีค่าความเอียง 30 องศา ผลการทดลองเมื่อนำค่ามาเฉลี่ยได้ผลดังรูปที่ 12

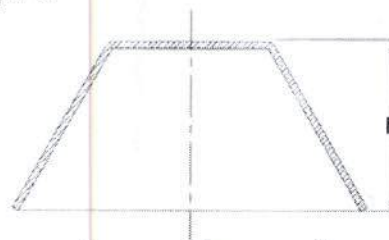


รูปที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมุมชิ้นงาน

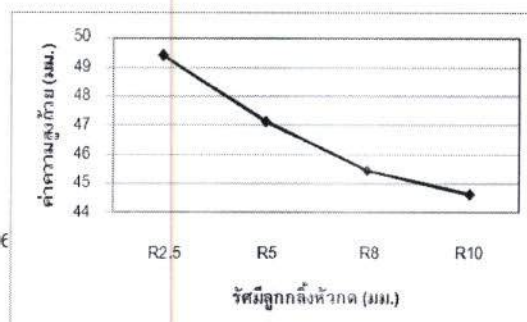
จากผลการทดลองพบว่ารัศมีของลูกกลิ้งหัวกดมีผลต่อค่าความเอียงของผนังชิ้นงานชัดเจน โดยพบว่าชิ้นงานที่ผ่านการหมุนรีดขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งหัวกดที่มีรัศมีน้อย ความคลาดเคลื่อนของผนังชิ้นงานเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากมีการติดคันทัวของชิ้นงานน้อยกว่า ส่วนชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งหัวกดที่มีรัศมีโตกว่าจะมีการติดคันทัวมาก จากรูปจะเห็นได้ว่าลูกกลิ้งรัศมีน้อยสุด คือลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 2.5 มิลลิเมตร ให้ค่าเฉลี่ยของมุมชิ้นงานที่ 37.836 องศา ซึ่งคิดเป็นความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 7.836 องศา คิดเป็น 6.53 เปอร์เซ็นต์ และลูกกลิ้งรัศมีมากที่สุด คือลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 10 มิลลิเมตร ให้ค่าเฉลี่ยของมุมชิ้นงานที่ 38.965 องศา ซึ่งคิดเป็นความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 8.965 องศา คิดเป็น 7.47 เปอร์เซ็นต์

4.2.3 อิทธิพลของรัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่มีต่อความสูงชิ้นงาน

ผลการทดลองวัดค่าความสูงชันงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์
หมุนรีดขึ้นรูป กรณีที่แผ่นแม่พิมพ์มีมุมเอียง 30 องศา ได้ค่าความสูง
เฉลี่ยดังรูปที่ 14



รูปที่ 13 แสดงการวัดค่าความสูงชิ้นงาน



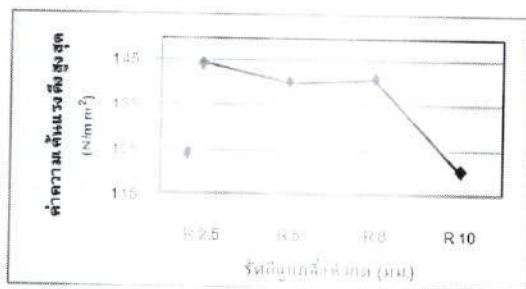


รูปที่ 14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความสูงชิ้นงาน

จากผลการทดลองพบว่า รัศมีของลูกกลิ้งหัวกดมีผลต่อค่าความสูงของชิ้นงานสำเร็จ คือชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยหัวกดที่มีรัศมีลูกกลิ้งหัวกดน้อยจะส่งผลให้ได้ค่าความสูงชิ้นงานมากกว่ารัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่โตกว่า จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 2.5 มิลลิเมตร ให้ค่าความสูงโดยเฉลี่ยของชิ้นงานมากที่สุดที่ 49.388 มิลลิเมตร และชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 10 มิลลิเมตรให้ค่าความสูงโดยเฉลี่ยของชิ้นงานน้อยที่สุดที่ 44.638 มิลลิเมตร

4.2.3 อิทธิพลของลูกกลิ้งหัวกดที่มีต่อความแข็งแรงของชิ้นงาน

ผลการทดลองวัดค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานบริเวณผนังด้านข้าง ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยหัวกด 4 ชิ้นรูปที่ 15 ขนาด แกนแม่พิมพ์มีมุมเอียง 30 องศา ได้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงของชิ้นงาน

จากผลการทดลองพบว่ารัศมีของลูกกลิ้งหัวกดมีผลต่อคุณภาพชิ้นงานด้านการดึง คือลูกกลิ้งหัวกดที่มีรัศมีน้อยจะส่งผลต่อค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดที่มากขึ้น ขณะที่รัศมีลูกกลิ้งหัวกดที่โตกว่า จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 2.5 มิลลิเมตร ให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานมากที่สุดที่ 144.8 N/mm² และชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยลูกกลิ้งที่มีรัศมีหัวกด 10 มิลลิเมตรให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานน้อยที่สุดที่ 125.42 N/mm²

5. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองวิจัยของวิทยานิพนธ์นี้ มีผลต่อการขึ้นรูปด้วยอะลูมิเนียม โป๊ย กระดาษ และพลาสติก ซึ่งสรุปได้ว่ารัศมีของลูกกลิ้งหัวกด มีผลต่อคุณภาพชิ้นงานที่ได้ขึ้นรูปของลักษณะ และความแข็งแรงของชิ้นงานได้ผลสรุป มีดังนี้จะได้เห็นว่า รัศมีของลูกกลิ้งหัวกดน้อยจะส่งผลให้ได้ค่าความสูงของชิ้นงานที่หน้าตัดสูง

ส่งผลให้มีการติดกันตัวของชิ้นงานมีน้อย ขึ้นรูปชิ้นงานได้ค่าความสูงมากกว่า และจะส่งผลให้ชิ้นงานมีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดีกว่า หากใช้รัศมีของลูกกลิ้งหัวกดโตขึ้น จะส่งผลให้มีการลดลงของพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า ได้ค่าความสูงชิ้นงานน้อย มีค่าความแข็งแรงดึงต่ำกว่า และ ลักษณะความเอียงของแกนแม่พิมพ์ พบว่าแกนแม่พิมพ์ที่มีมุมเอียงสูง สามารถหมุนรีดขึ้นรูปชิ้นงานได้ดีกว่าแกนแม่พิมพ์ที่มีมุมเอียงน้อย หรือหากกำหนดมุมเอียงแกนแม่พิมพ์ไว้น้อยเกินไปจะส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอไม่สามารถขึ้นรูปได้สำเร็จ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการออกแบบแม่พิมพ์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ นักศึกษาและคณะอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในทุกๆ ด้านจนงานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐศักดิ์ พรพูนศิริ, คมกริช ละวรรณวงษ์, 2552, เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล.
- [2] ชานูชัย ทรัพย์การ, และคณะ, 2537, การออกแบบแม่พิมพ์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- [3] มนัส เสถียรจินดา, 2539, วิศวกรรมการอบชุบ, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.
- [4] ชานู ถนัดงาน, 2543, เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ, กรุงเทพมหานครสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
- [5] Lange, K., 1985, Handbook of Metal Forming, New York, Mc Graw-Hill, pp. 24.8-24.13