บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร ต่อความหนาของผนังชิ้นงาน โดยใช้เหล็กแผ่น SPCC-SD หนา 1.0 มม. ระยะกดลึกของพันช์ที่ 52 มม. เพื่อศึกษาอิทธิพลของแผ่นตัดเปล่า (Blank Geometry) แรงกดของแผ่นตัดเปล่า (Blank Holder Force) และดรอว์บีด (Draw Bead) ด้วยเครื่องดทดสอบการกดขึ้นรูปแบบไฮดรอลิคขนาด 80 ตัน ด้วยแม่พิมพ์รูปทรงที่ไม่สมมาตร โดยการขึ้นทดสอบการรูปแต่ละครั้งจะใช้ตัวแปรที่มีขนาดต่างๆ กันทำการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยจะทำการบันทึกขนาดของแรงที่ใช้ในการขึ้นรูปแต่ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน แล้วนำชิ้นทดสอบมาผ่าออกเพื่อวัดขนาดความหนาของผนังในบริเวณที่เป็นจุดสนใจ หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 เปรียบเทียบชนิดของแผ่นตัดเปล่า (Blank Geometry) ได้แก่ แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยม, แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าบากมุม และแผ่นตัดเปล่าจากการคำนวณโดยการประมาณค่า ซึ่งขนาดของแผ่นตัดเปล่าทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อแรงที่ใช้ในการขึ้นรูป โดยใช้แรงกดชิ้นงานเท่ากับ 49.69 kN

1) แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่กดมาก มีความสามารถในการไหลตัวลดลง เมื่อกดขึ้นรูปที่แรงกดที่น้อยจะเกิดการอัดตัว ทำให้วัสดุห่อตัวมีรอยย่นตามปีกโดยรอบชิ้นงาน แรงกดเพื่อขึ้นรูปสูงขึ้นเท่ากับ 128.78 kN

2) แผ่นตัดเปล่าชนิดบากมุมทั้งสี่ด้าน ต่างจากแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่บากมุม สามารถลดลดรอยย่นและการห่อตัวตามปีกโดยรอบชิ้นงานได้ดีขึ้น แรงกดเพื่อขึ้นรูปสูงขึ้นที่สุดเท่ากับ 118.88 kN

3) แผ่นตัดเปล่าจากการคำนวณโดยการประมาณค่า การไหลตัวเข้าสู่ช่องดายของชิ้นงานมีความราบเรียบและสม่ำเสมอชิ้นงานที่ได้มีความสมบูรณ์ แรงกดเพื่อขึ้นรูปสูงขึ้นที่สุดเท่ากับ 115.44 kN และได้ค่าความหนาของผนังชิ้นงานจากขึ้นรูป เฉลี่ยมากสุดเมื่อเทียบกับสองชนิด ซึ่งแสดงถึงการไหลตัวของวัสดุ SPCC – SD ได้ดีที่สุดในการทดลอง ที่แรงกดชิ้นงานเท่ากับ 49.69 Kn

5.1.2 เปรียบเทียบชนิดแผ่นตัดเปล่ากับ แรงกดชิ้นงานทดสอบที่ 20%, 40%, 60% และ 80% ของแรงที่ใช้ขึ้นรูปลึกชิ้นงาน เมื่อแรงกดชิ้นงานมากจะทำให้แรงที่ใช้ในการขึ้นรูปสูงขึ้น

1) ที่ขนาดของแรงกดชิ้นงาน 20% แรงใช้ในการกดขึ้นรูปทั้งสามตัวแปร ชิ้นงานสำเร็จจะเกิดรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงาน ค่าที่ใช้แรงกดต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 107.27 kN ของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น

2) ที่ขนาดของแรงกดชิ้นงาน 40% ชิ้นงานสำเร็จจะเกิดรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงานน้อยลง แรงที่ใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 119.25 kN ของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น และได้ความสมบูรณ์ของชิ้นงานทดสอบดีที่สุด

3) ที่ขนาดแรงกดชิ้นงาน 60% ชิ้นงานสำเร็จไม่พบรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงานแรงใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 161.65 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น

4) ที่ขนาดแรงกดชิ้นงาน 80% ชิ้นงานสำเร็จไม่พบรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงาน แต่พบว่าการไหลตัวของวัสดุไม่สม่ำเสมอ แรงใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 178.23 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น ซึ่งแสดงว่าแรงกดชิ้นงานมากเกินไปทำให้เกิดผลเสียหายต่อชิ้นงานในการขึ้นรูป

5.1.3 เปรียบเทียบชนิดดรอว์บีด (Draw Bead) ที่มีความสูงจะทำให้ความสามารถของการไหลตัวได้ต่ำ จึงทำการเปรียบเทียบดรอว์บีดชนิดเดี่ยว (Single Draw Bead) ชนิดที่ไม่ใช้ดรอว์บีด, ดรอว์บีดชนิดวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.0 มม. สูงเท่ากับ 4.0 มม. แรงกดชิ้นงานทดสอบที่ 20%, 40%, 60% และ 80% ของแรงที่ใช้ขึ้นรูปลึก

1) ชนิดที่ไม่ใช้ดรอว์บีด จะใช้ค่าเดียวกันกับการเปรียบเทียบชนิดแผ่นตัดเปล่ากับ แรงกดชิ้นงาน (Blank Holder Force) แรงกดชิ้นงานทดสอบที่ 20%, 40%, 60% และ 80% ของแรงที่ใช้ขึ้นรูปลึกชิ้นงานในการตัดสินใจในเลือกใช้เปอร์เซ็นของแรงกดชิ้นงานที่เหมาะสม

2) ชนิดดรอว์บีดครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.0 มม. สูงเท่ากับ 4.0 มม. แรงกดชิ้นงานทดสอบที่ 20%, 40%, 60% และ 80% ของแรงที่ใช้ขึ้นรูปลึกชิ้นงาน ในการทดสอบตามชนิดของแผ่นเปล่าพบว่า

3) ที่ขนาดของแรงกดชิ้นงาน 20% แรงใช้ในการกดขึ้นรูปทั้งสามตัวแปร ค่าที่ใช้แรงกดต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 124.53 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น ชิ้นงานสำเร็จจะเกิดรอยย่นบริเวณรอบปีก

4) ที่ขนาดของแรงกดชิ้นงาน 40% ชิ้นงานสำเร็จจะเกิดรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงานน้อยลง แรงที่ใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 140.83 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น

5) ที่ขนาดแรงกดชิ้นงาน 60% ชิ้นงานสำเร็จไม่พบรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงานแรงใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 162.68 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่นของวัสดุในการทดลอง

6) ที่ขนาดแรงกดชิ้นงาน 80% ชิ้นงานสำเร็จไม่พบรอยย่นบริเวณรอบปีกชิ้นงาน แต่พบว่าการไหลตัวของวัสดุไม่สม่ำเสมอ แรงใช้ในการกดขึ้นรูปอยู่ที่ระดับ 176.71 kN ของแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาโดยเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสามแล้ว พบว่าค่าความหนาของผนังชิ้นงานของแผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ค่าความหนามากกว่าตัวแปรอื่น

สรุป : การทดลองการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร ต่อความหนาของผนังชิ้นงาน ในการทดลองใช้วัสดุเหล็กรีดเย็น SPCC-SD ขนาดความหนา 1 มม. ที่ระยะการขึ้นรูปลึกสูงสุด 52 มม. ของแผ่นตัดเปล่า Blank Geometry (แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า, แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าบากมุม และแผ่นตัดเปล่าโดยการประมาณค่า) โดยแรงกดชิ้นงานที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 40- 60% ของแรงกดชิ้นงานในการขึ้นรูปลึก จะทำให้ได้ชิ้นงานมีความสมบูรณ์มีความหนาของผนังชิ้นงานที่ใกล้เคียงกัน การไหลตัวของวัสดุสามารถไหลตัวได้ดีและพบจุดบกพร่องของชิ้นงานสำเร็จน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ควรมีการกำหนดความเร็วที่ใช้ในการขึ้นรูปลึกชิ้นงานให้มีค่าความละเอียดมากขึ้น

2) ควรทำการทดลองชนิดของดรอว์บีดที่มีค่าความสูงที่แตกต่างกันเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการใช้งาน

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปเปรียบเทียบวัสดุหลายชนิดเช่น SPCC, SPCD, SPCE และรวมถึงโลหะนอกกลุ่มเหล็ก

2) ศึกษาสมบัติการขึ้นรูปลึกกับชิ้นงานรูปทรงอื่นๆ และงานประเภทอื่นๆ

3) ศึกษาสมบัติการขึ้นรูปลึกกับตัวแปรชนิดอื่นๆ เช่น ความเร็วในการขึ้นรูป, อุณหภูมิที่ใช้ในขณะขึ้นรูป และทิศทางในการรีดของวัสดุที่นำมาใช้

4) ศึกษาสมบัติการขึ้นรูปลึก โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์กับโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์อื่นๆ