

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

แม่พิมพ์มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตทุกประเภทที่เกี่ยวข้องและเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้คนทั่วไปตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดวัน อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรือแม้แต่อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และอื่นๆ อุตสาหกรรมเหล่านี้ล้วนแต่ต้องพึ่งพาชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปทั้งสิ้น

ในปัจจุบันธุรกิจมีการแข่งขันทางการค้าสูงมาก ในประเทศไทยมีผู้ประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรมหลายสาขาได้มีการปรับปรุงคุณภาพการผลิตสินค้า และขยายตัวไปอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันในทางธุรกิจอุตสาหกรรมเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งด้านการตลาด รูปแบบของผลิตภัณฑ์ และเงินลงทุน ผู้ประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรมแต่ละแห่งต้องเร่งพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การวางแผนงาน ขบวนการผลิต การพัฒนาบุคลากร การจัดการทางตลาด เพื่อให้ลดต้นทุนการผลิต พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานสินค้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการขยายตลาดเพื่อการผลิต [1] วิศวกรได้มีการประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องบิน รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักร บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเกิดความเครียด (Strain) ในรูปแบบการได้รับความเค้นที่แตกต่างกันภายใต้ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความเครียดในขณะทำการขึ้นรูป เช่น สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน รัศมีของแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch radius) รัศมีของแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die radius) ช่องว่างระหว่างพื้นผิวกับดาบ (Clearance) และแรงกดของแผ่นกดงาน (Blank holding force : BHF) จะทำอย่างไรจึงจะสามารถสมดุลความเครียด (Balance strain) ที่เกิดขึ้นได้ เพื่อความสม่ำเสมอและความสมบูรณ์ของการขึ้นรูปต้องควบคุมการไหลตัวของวัสดุเข้าชิ้นงานโดยเลือกใช้ครีโอล์บีดที่เหมาะสม สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความเสียดทาน ตามรูปร่างของการขึ้นรูปตามผนังจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อขีดจำกัดในความเค้นดึง (Tensile stress) และก่อให้เกิดรอยย่นตามพื้นที่ของแรงกดของแผ่นกด (Blank holder) และเพื่อลดความบกพร่องมีรูปร่างลักษณะไม่ได้ตามที่ต้องการ [2] เช่นเกิดรอยย่นซึ่งมักจะเกิดในบริเวณพื้นที่ที่มีค่าความเครียดอัดตัวสูงๆ การฉีกขาดซึ่งมักเกิดขึ้นในบริเวณที่โลหะแผ่นมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างรุนแรง ทำให้เกิดรอยขีดขีดตามพื้นที่ของการเสียดสีบนผิวชิ้นงาน

การออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภคจึงต้องมีแม่แบบในงานทางด้านโลหะแผ่นเรียกว่า แม่พิมพ์ ก็จะมีชื่อเรียกตามลักษณะการทำงานและหนึ่งในแม่พิมพ์ของการขึ้นรูปโลหะแผ่น ด้วยปัญหาที่พบในการดึงขึ้นรูปลึก (Deep drawing) โลหะแผ่นให้

เป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน คือ การเกิดรอยย่น ซึ่งเกิดจากการไหลของแผ่นโลหะไม่สม่ำเสมอ และการเกิดการบิดงอ ซึ่งเกิดจากโลหะแผ่นไหลเข้าช่องเปิดคายช้าเกินไป จึงได้มีการนำเอาชิ้นส่วนที่เรียกว่าดรอปบีด (Draw bead) มาใช้เพื่อช่วยควบคุมการไหลของโลหะแผ่นที่ไหลเข้าสู่ดาย ทำให้ชิ้นงานที่ได้ มีความสมดุล ของความเครียดที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนรูอย่างถาวร สามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้อย่างสมบูรณ์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขึ้นรูปของชิ้นงานในรูปทรงอื่นๆต่อไป

จากเหตุผลที่วัสดุมีอัตราส่วนการลากขึ้นรูปที่มีขีดจำกัด สำหรับโครงการนี้เป็นการกล่าวถึงการออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์ขึ้นรูปลึกที่มีรูปทรงไม่สมมาตร (Non-symmetrical) กับการขึ้นรูปลึกชิ้นงานวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นเกรด (JIS: SPCC และ SPCC-SD) ความหนา 1 มม. ในขั้นตอนของการขึ้นรูปมีความแตกต่างที่ไม่แน่นอนของการขึ้นรูปทรงจึงเป็นไปได้ยากที่จะทำให้เกิดความสมดุลของความเครียดซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยที่นำมาศึกษา เช่น ชนิดของดรอปบีด เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

กิจกรรมที่ 1

1.2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในการขึ้นรูปลึกชิ้นงานแบบรูปทรงไม่สมมาตร

ก. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในการขึ้นรูปลึกชิ้นงานแบบรูปทรงไม่สมมาตร

ข. เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกตัวแปรต่างๆในการประยุกต์ของการขึ้นรูปลึกวัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด (JIS: SPCC) ได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมที่ 2

1.2.2 เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกตัวแปรต่างๆ ในการประยุกต์ของการขึ้นรูปลึกวัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด (JIS: SPCC-SD) ได้อย่างเหมาะสม

ก. เพื่อศึกษาอิทธิพลของแรงกดในกระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร ต่อความหนาผิวจากการขึ้นรูปของเหล็ก SPCC-SD

ข. ทำการศึกษาตัวแปรต่างๆในการประยุกต์ของการขึ้นรูปลึกวัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด (JIS: SPCC-SD) ได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมที่ 3

1.2.3 เพื่อศึกษาอิทธิพลของครอว์ปิดต่อคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จ วัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด

JIS: SPCC

ก. เพื่อศึกษาควบคุมการขึ้นรูปลึกชิ้นงานแบบรูปทรงไม่สมมาตรให้เกิดความสม่ำเสมอ ด้วยวิธีครอว์ปิด

ข. เพื่อนำเสนอแนวทางในการเลือกชนิดและขนาดความสูงของครอว์ปิด ด้วยการประยุกต์การขึ้นรูปลึกชิ้นงาน วัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด (JIS : SPCC) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

กิจกรรมที่ 1

1.3.1 วัสดุชิ้นงานแผ่นเหล็กรีดเย็น SPCC หนา 1.0 มม. ทำการลากขึ้นรูปลึกด้วยรูปทรงที่ไม่สมมาตร

1.3.2 ศึกษาอิทธิพลของรูปร่างของการตัดแผ่นเปล่า

ก. แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 140x200 มม.

ข. แบบสี่เหลี่ยมชนิดบากมุมทั้งสี่ด้านมุม 45 องศาขนาด 35 มม. จากมุม

ค. แบบทรงตามรูปร่างของการขึ้นรูปซึ่งได้จากการประมาณค่า

1.3.3 ศึกษาอิทธิพลของแรงที่แผ่นกดขึ้นงานโดยเปรียบเทียบจากเปอร์เซ็นต์ของแรงที่ขึ้นรูป ใช้เท่ากับ 10%, 30%, 50% และ 70% ของแรงที่ใช้เพื่อขึ้นรูปลึก

1.3.4 ศึกษาอิทธิพลของชนิดของครอว์ปิดชนิดเดียว

ก. ชนิดที่ไม่ใช้ครอว์ปิด

ข. ชนิดครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.0 มม.

ค. ชนิดรูปสามเหลี่ยมหรือตัววีที่ทำมุมรวม 60 องศา และสูง 4.0 มม.

1.3.5 ศึกษาอิทธิพลของชนิดของสารหล่อลื่น

ก. สารสังเคราะห์ กลุ่ม EP (Extreme pressure oil) เป็นน้ำมันผสมไขมันง่ายต่อการทำความสะอาด

ข. แผ่นพลาสติกโพลิเอทิลีน PE (Polyethylene) ที่มีความหนา 0.1 มม.

ค. น้ำมันมะพร้าว

ง. ไม่ใช้สารหล่อลื่น

กิจกรรมที่ 2

1.3.6 ชิ้นงานแผ่นเหล็กรีดเย็น SPCC-SD ขนาด 4 x 8 ฟุต ความหนา 1.0 มม. ตัดขนาดตามรูปร่างของแผ่นตัดเปล่า แล้วทำการลากขึ้นรูปลิกด้วยรูปทรงที่ไม่สมมาตร

1.3.7 ศึกษาอิทธิพลของรูปร่างของการตัดแผ่นเปล่า

ก. แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 140x200 มม.

ข. แบบสี่เหลี่ยมชนิดบากมุมทั้งสี่ด้านมุม 45 องศาตัดขนาดความยาว 35 มม.จากมุม

ค. แบบทรงตามรูปร่างของการขึ้นรูปซึ่งได้จากการประมาณค่า

1.3.8 ศึกษาอิทธิพลของแรงที่แผ่นกดชิ้นงานเทียบกับความหนาของผนังชิ้นงาน

ก. แรงกดชิ้นงาน (BlankHolding Force) ใช้เท่ากับ 20%, 40%, 60% และ 80% ของแรงที่ใช้เพื่อขึ้นรูปลิก (Drawing Force)

1.3.9 ศึกษาอิทธิพลของชนิดของดรอว์บีดชนิดเดียว

ก. ชนิดที่ไม่ใช้ดรอว์บีด

ข. ชนิดครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม.

กิจกรรมที่ 3

1.3.10 วัสดุชิ้นงานเหล็กแผ่นรีดเย็น SPCC หนา 1.0 มม. ทำการลากขึ้นรูปลิกด้วยรูปทรงที่ไม่สมมาตร

1.3.11 ศึกษาอิทธิพลของชนิดของดรอว์บีดชนิดเดียววัสดุที่ใช้ทำดรอว์บีด (JIS : SKD11)

ก. ชนิดสามเหลี่ยมเยื้องตามด้านที่ขึ้นรูป ที่ปลายมีรัศมี 1 มม. มีความสูง 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 มม.

ข. ชนิดครึ่งวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม. ที่มีระดับความสูงเช่นเดียวกัน

ค. ชนิดรูปสามเหลี่ยมหรือตัววีที่ปลายมีรัศมี 1 มม. ที่มีระดับความสูงเช่นเดียวกัน

1.3.12 แรงที่ใช้ในการขึ้นรูปได้จากการประมาณค่า

1.3.13 สารหล่อลื่นที่ใช้คือสารหล่อลื่นชนิดแข็งแผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) ที่มีความหนา 0.1 มม.

1.3.14 ใช้กับเครื่องเพรสไฮโดรลิก ขนาดแรงดันสูงสุด 80 ตัน

1.3.15 อัตราส่วนการลากขึ้นรูป (Plastic-ratio : β) ประมาณ 2

1.3.16 ความเร็วขณะขึ้นรูปที่อัตรา 1 เมตร/10 วินาที

1.3.17 ทำการขึ้นรูปในสภาวะอุณหภูมิปกติ

1.3.18 ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของความเครียดด้วยกริดชนิดวงกลม $\varnothing 2.5$ มม.

- 1.3.19 ตรวจสอบชิ้นงานหลังขึ้นรูปที่มีการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรด้วยการวัดความหนา
- 1.3.20 ด้วยแรงกดของเบลนจ์โฮลเดอร์ ที่ 1/3 ของแรงที่พ้นชั้ดลงบนแผ่นขึ้นงาน
- 1.3.21 แผ่นงาน (Blank) ได้จากการคำนวณโดยการประมาณค่าจากรูปทรงของการขึ้นรูปชิ้นงานไปตามความลึกขึ้นรูปที่ 52 มม. หรือค่า $\beta \approx 2$
- 1.3.22 จุดของการตัดครอว์บีคตามแนวเส้นตรงของพื้นที่ที่มีความสามารถไหลตัวได้สูง ทำให้การเปลี่ยนรูปต่ำกว่าจุด การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic) ของวัสดุ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กิจกรรมที่ 1

1.4.1 สามารถทราบหลักการคำนวณขนาดของแผ่นตัดเปล่า (Blank geometry) โดยการประมาณค่าที่เหมาะสมในงานลากขึ้นรูปลึกแบบนี้ และเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาในรูปทรงของชิ้นงานอื่นๆ ทั้งภาครัฐกับภาคธุรกิจต่อไป

1.4.2 เป็นองค์ความรู้เพื่อสามารถเลือกกำหนดขนาดของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรของวัสดุ เช่นแรงที่เหมาะสมในการกดขึ้นงานของแผ่นกด (Blank holder force) สามารถเลือกใช้สารหล่อลื่นตามสมบัติของสารหล่อลื่นได้อย่างเหมาะสมกับเหล็กเกรด SPCC เพื่อลดความเสียดทาน (Friction) สามารถเลือกใช้ชนิดของครอว์บีค (Draw bead) ได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับภาคอุตสาหกรรมต่างๆ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปทำการประยุกต์ใช้กับชิ้นงานรูปทรงอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.4 บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจเพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ จัดเตรียมข้อมูล วิธีการ และผลการทดลองเบื้องต้น ที่สามารถนำเสนอให้แก่ภาคธุรกิจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อทำการผลิตได้ทันที

กิจกรรมที่ 2

1.4.5 สามารถทราบหลักการคำนวณขนาดของแผ่นตัดเปล่า (Blank Geometry) โดยการประมาณค่าที่เหมาะสมในงานลากขึ้นรูปลึกแบบนี้

1.4.6 สามารถเลือกใช้แรงที่เหมาะสมในการกดชิ้นงานของแผ่นกด (Blank Holder Force)

1.4.7 สามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวในการขึ้นรูปกับเหล็กกริดเย็นเกรด SPCC-SD

1.4.8 สามารถเลือกใช้ชนิดของครอว์บีด (Draw Bead) ได้อย่างเหมาะสม

1.4.9 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปทำการประยุกต์ใช้กับชิ้นงานรูปทรงอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมที่ 3

1.4.10 สามารถทราบหลักการคำนวณขนาดของแผ่นดัดเปล่า (Blank geometry) โดยการประมาณค่าที่เหมาะสมในการลากขึ้นรูปลักษณะนี้ และเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาในรูปทรงของชิ้นงานอื่นๆ ทั้งภาครัฐกับภาคธุรกิจต่อไป

1.4.11 เป็นองค์ความรู้เพื่อสามารถเลือกกำหนดขนาดของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรของวัสดุ กับเหล็กกริดเย็นเกรด SPCC เพื่อลดความเสียดทาน (Friction) และสามารถเลือกใช้ชนิดของครอว์บีดได้อย่างเหมาะสม

1.4.12 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับภาคอุตสาหกรรมต่างๆสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปทำการประยุกต์ใช้กับชิ้นงานรูปทรงอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.13 บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจ เพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ จัดเตรียมข้อมูลวิธีการและ ผลการทดลองเบื้องต้น ที่สามารถนำเสนอให้ภาคธุรกิจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อทำการผลิตได้ทันที