

ภาคผนวก ข
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY

กำหนดการและบทความ



การประชุมสัมมนาวิชาการ
พลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5
The 5th Thailand Renewable Energy For Community Conference

TREC-5

18 - 20 ธันวาคม 2555



จัดโดย สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชน(แห่งประเทศไทย)
ณ สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

adiCET

การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5
18 - 20 ธันวาคม 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ME007

**การศึกษาอิทธิพลของแรงกดในกระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร
ต่อความหนาผิวจากการขึ้นรูปของเหล็ก SPCC-SD**
**A STUDY OF THE NON-SYMMETRICAL DEEP DRAWING PROCESS PARAMETERS
INFLUENCED A FORMABILITY OF SPCC-SD STEEL**

อาคม บุญนาค บุญส่ง จงกลณี ศิวกร อ่างทอง
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 E-mail: boonnak_26@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

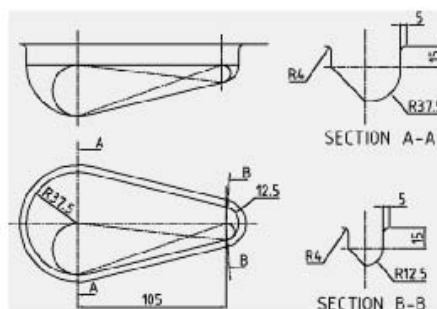
บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร ต่อความหนาผิวจากการขึ้นรูป ซึ่งได้ทำการทดลองจากชิ้นงานขึ้นรูปลึกที่เกิดความเค้น (Stress) ในรูป แบบการดัดงอ (Bending) การดึง (Stretching) การอัด (Compressing) ที่ยากต่อการควบคุมการไหลตัวของแผ่นโลหะ โดยวัสดุชิ้นงานเป็นเหล็กกล้ารีดเย็น JIS: SPCC – SD ที่มี ความหนา 1 มม. ตัดแผ่นเปล่าด้วยรูปทรงของชิ้นงานได้จากการคำนวณโดยประมาณค่า ซึ่งกำหนดอัตราการขึ้นรูป (Drawing Ratio: β) แรงกดชิ้นงาน 20, 40, 60 และ 80 เปอรเซ็น ของแรงการขึ้นรูปหรือเท่ากับ 20.23 kN, 42.41 kN, 63.69 kN และ 84.92 kN ทดสอบโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดแผ่นพลาสติกโพลีเอทธีลีน PE (Polyethylene) ชนิดแข็ง ผลการทดลองพบว่าขนาด ของแรงกดที่ใช้ในการขึ้นรูปจะมีผลต่อขนาดความเครียดที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานสำเร็จ และมีผลต่อการไหลตัวของแผ่นชิ้นงาน

คำสำคัญ: กระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานไม่สมมาตร / แรงกดชิ้นงาน / ความหนาผิวชิ้นงานจากการขึ้นรูป

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ธุรกิจเชิงอุตสาหกรรมมีการพัฒนาไปมากและมีการแข่งขันทางการค้าสูงผู้ประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรม หลายสาขาได้มีการปรับปรุงคุณภาพการผลิตสินค้าและขยายตัวไปอย่างรวดเร็วโดยอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาใน สายการผลิต ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนเครื่องปั้น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักร บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น ในการขึ้นรูปชิ้นงานจาก โลหะแผ่นในสภาวะอุณหภูมิปกติ ในการผลิตชิ้นงานขึ้นรูปลึกสามารถแบ่งตามรูปทรงของชิ้นงานได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ [3] คือ รูปทรงที่สมมาตร (Symmetrical shell) และรูปทรงไม่สมมาตร (Non-symmetrical shell) การขึ้นรูปชิ้นงานจากโลหะแผ่น สำหรับการผลิตมักมีรูปร่างที่ซับซ้อนในการเกิดความเครียดที่มีความรุนแรงแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ [4] เพื่อควบคุมการไหล ตัวจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดชิ้นงานที่สมบูรณ์ โดยสารหล่อลื่นถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการไหลตัวที่มีค่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่แตกต่างกัน

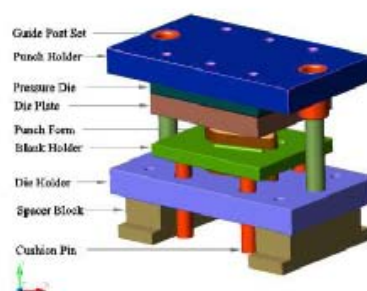
ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาอิทธิพลจากความหนาในกระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงที่ไม่ สมมาตร (Non-Symmetrical) แสดงในรูปที่ 1 ในขั้นตอนของการขึ้นรูปมีความแตกต่างที่ไม่แน่นอนของรูปทรงจึงเป็นไปได้ ยากที่จะทำให้เกิดความสมดุลของความเครียดของชิ้นงานสำเร็จในการขึ้นรูปชิ้นงานในรูปทรงไม่สมมาตรซึ่งประกอบด้วย การขึ้นรูปหลายรูปแบบทั้งการดัดงอการดึงการกดอัดชิ้นงานจะมีรัศมีของปลายทั้งสองด้านที่ไม่เท่ากันคือมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 37.5 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. จัดวางอยู่ในแนวเดียวกันมีระยะเท่ากับ 105 มม. และเงื่อนไขด้านข้างเป็นแนวยาวตลอด [3] ดังรูป ที่ 1 ในการขึ้นรูปของวัสดุเหล็กรีดเย็นเกรด SPCC-SD มีความหนา 1 มม.



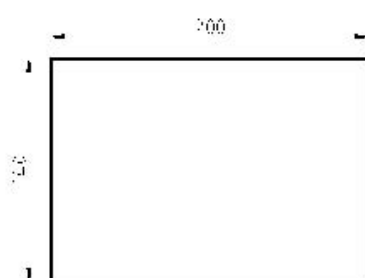
รูปที่ 1 ขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน [2]

2. วิธีทำการทดลอง

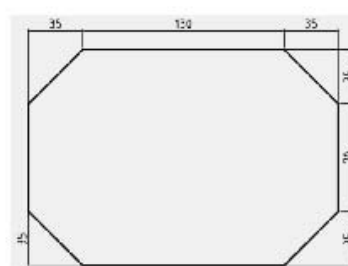
2.1 ชุดแม่พิมพ์ขึ้นรูปสิท ดังในรูปที่ 2 หลักการทำงานของแม่พิมพ์ แผ่นตายไฮดรอลิก (Die holder) ใช้จับยึดติดกับแท่นเลื่อนปัมขึ้นลง และยึดแผ่นรองตาย (Pressure die) และแผ่นตาย (Die) ตามลำดับ จะยึดกันเช่นชุดบน (Upper shank) มีชุดนำการปัม (Guide post) เป็นชุดนำเพื่อความเที่ยงตรงในการปัมขึ้นลง และชุดล่าง (Lower shank) จะประกอบด้วยพินซ์ (Punch) แผ่นกดยึด (Blank holder) มีหน้าที่ในการกดยึดชิ้นงานโดยส่งถ่ายแรงจากชุดขึ้นพื้น (Cushion pin) ซึ่งสามารถปรับแรงได้และแผ่นพินซ์ไฮดรอลิก (Punch holder) จะจับยึดกับแท่นเครื่องปัมที่แผ่นรองแม่พิมพ์ (Spacer block) [2]



รูปที่ 2 หลักการทำงานของแม่พิมพ์ [2]



รูปที่ 3 แผ่นตัดเปล่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า



รูปที่ 4 แผ่นตัดเปล่าบากมุมที่สี่ด้านมุม 45 องศา



รูปที่ 5 แม่พิมพ์บนเครื่องปัมไฮดรอลิก

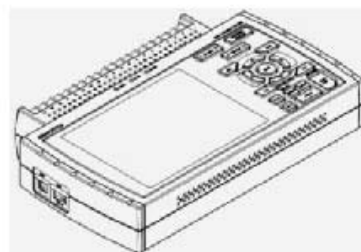
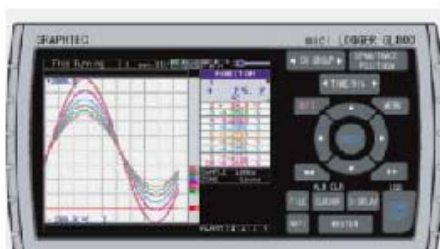
2.2 กำหนดปัจจัยทดสอบ ได้ทำการทดสอบที่ 4 ระดับดังนี้

1. แรงกดขึ้นตามในการขึ้นรูปที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ของแรงการขึ้นรูป หรือ 20.23 kN.
2. แรงกดขึ้นตามในการขึ้นรูปที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ของแรงการขึ้นรูป หรือ 41.94 kN.
3. แรงกดขึ้นตามในการขึ้นรูปที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ของแรงการขึ้นรูป หรือ 62.91 kN.
4. แรงกดขึ้นตามในการขึ้นรูปที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ของแรงการขึ้นรูป หรือ 83.87 kN.

โดยใช้สารหล่อลื่นชนิดแผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน (polyethylene : PE) ชนิดแข็ง

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

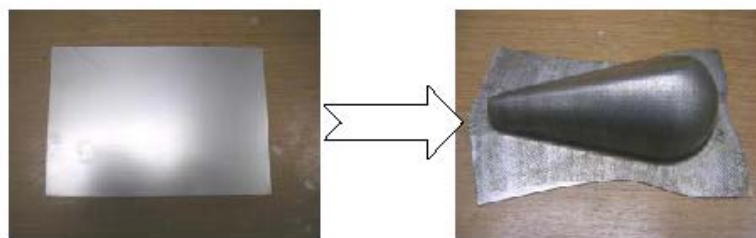
- 1.) ชิ้นงานแผ่นเหล็กก๊ัดเย็กแมกซ์ SPOC –SD ขนาด 200x140x1 มม. (ดังรูปที่3-4) 2.) ชุดแม่พิมพ์ขึ้นรูปลึก (รูปที่2)
- 3.) เครื่องปัมไฮดรอลิกขนาดแรงดันสูงสุด 80 ตัน(ดังรูปที่5) 4.) อุปกรณ์สร้างโครงตาข่ายด้วยไฟฟ้า Electro chemical marking
- 5.) อุปกรณ์ตรวจสอบวัดแรงและเก็บข้อมูล 6.) Data mini logger รุ่น GL900-UM-851 (รูปที่6) 7.) Micrometer digital Mitutoyo 0-25 mm. ความละเอียด 0.001 mm. 8.) เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer)



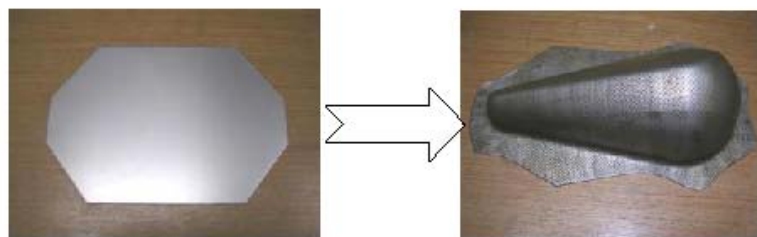
รูปที่ 6 อุปกรณ์ขยาย (Mini data logger) [5]

4. ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดหาวัสดุ SPC-SD
2. ตัดชิ้นงานทดสอบ
3. ตีกริดด้วยไฟฟ้า (Electro Chemical Marking)
4. ติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องปั๊ม ในรูปที่ 5
5. ทดสอบความแรงกดของเบสไฮดรอลิก (Blank Holder) ที่เหมาะสม
6. บันทึกข้อมูลขึ้นรูปลึก (Deep Drawing) ชิ้นงานในแรงที่ใช้เพื่อขึ้นรูปลึกชิ้นงาน ดังรูปที่ 7-8
7. ตัดผ่าชิ้นงานหลังการขึ้นรูปเพื่อวัดขนาดความหนาของแต่ละจุดกำหนดและบันทึกผล

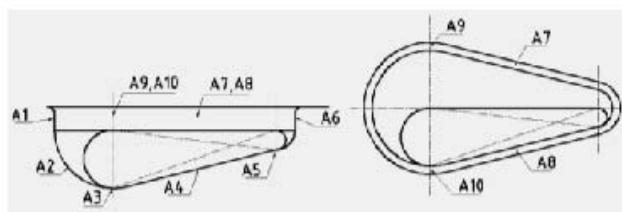


รูปที่ 7 แผ่นตัดเปลาสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลังขึ้นรูปลึก



รูปที่ 8 แผ่นตัดเปลาสามเหลี่ยมทั้งสี่ด้านมุม 45 องศา หลังขึ้นรูปลึก

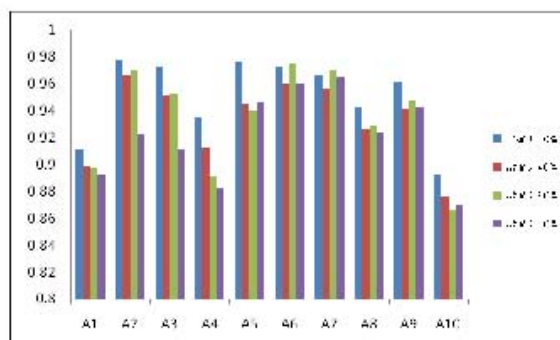
บริเวณจุดที่ตรวจสอบการวัดความหนาของผิวชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูป ตามแนวแกนหลักและแกนรองของกริด 10 จุดบนชิ้นงาน ดังรูปที่ 10 นำผลที่ได้จากการวัดค่าความหนาของแต่ละจุด โดยการตัดผ่าครึ่งตามแนวแกนหลักของชิ้นงาน ทดสอบแล้วทำการวัดความหนาของแต่ละจุดที่ตรวจสอบ แล้วจึงนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผล



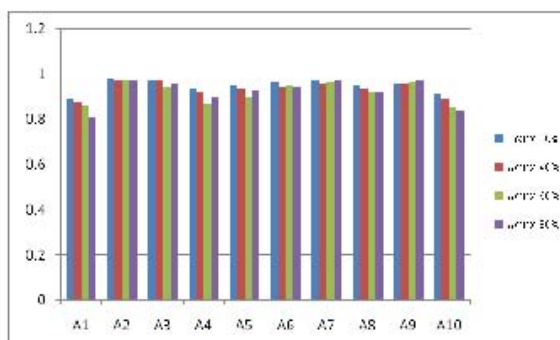
รูปที่ 9 บริเวณจุดที่ตรวจสอบ [3]

5. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

จากการทดลองปั๊มขึ้นรูปขึ้นฉานที่มีรูปทรงแบบไม่สมมาตร จะเห็นได้ว่าแรงที่ในการขึ้นรูปและอัตราความเร็วในการกดอัดนั้นจะมีผลต่อรูปทรงและการไหลตัวของแผ่นขึ้นฉาน โดยที่ขึ้นฉานจะรับความเค้นและการกดอัดบีบตัวอย่างรุนแรงโดยมีแนวโน้มเกิดการฉีกขาดสูง บริเวณที่ง่ายต่อการฉีกขาดจะเป็นจุดที่ A1 และ A10 จากการยึดตัวของวัสดุขึ้นฉานจะมีความหนาแสดง แต่ถ้าวัดอัตราความเร็วในการกดอัดให้ช้าลงจะพบได้ว่าจะเกิดรอยยับบริเวณนี้กว้างของขึ้นฉาน ดังรูปค่าความหนาขึ้นฉานและค่าแรงในการขึ้นรูป



รูปที่ 10 ค่าความหนาขึ้นฉานสี่เหลี่ยมผืนผ้า



รูปที่ 11 ค่าความหนาขึ้นฉานปากมูมทั้งสี่ด้านมุม 45 องศา

๕.1 วิเคราะห์และสรุปผล

การเลือกรูปทรงของแผ่นตัดเปล่าในการขึ้นรูปจะมีผลต่อความเค้นในขึ้นฉานและความหนาของขึ้นฉานหลังการขึ้นรูป แรงที่ใช้ในการขึ้นรูปสีกนั้นต้องสอดคล้องกับอัตราการปรับความเร็วของการขึ้นรูปสีก ดังเหตุผลการวิจัยพบว่า ในบริเวณจุด A1 และ A10 รูปที่ 10 ค่าความหนาขึ้นฉานสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มแรงในการขึ้นรูปความหนาของขึ้นฉานจะลดลง โดยความหนาที่ได้จะไม่มีความสม่ำเสมอทำให้เกิดจุดวิกฤติในขึ้นฉาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารอ้างอิง

- [1] เชษฐ อุทัยยัง วารณี เปรมมานนท์ พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์ ฤศล พร้อมมูล 2546. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของกระบวนการลากขึ้นรูปโดยใช้สารหล่อลื่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หน้า 35-38
- [2] บุญส่ง จงกลณี, ศิวกร อ่างทอง. 2551. การศึกษาอิทธิพลของสารหล่อลื่นในกระบวนการขึ้นรูปลึกชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตรต่อสมบัติการขึ้นรูปของเหล็ก SPCC.
- [3] Sivakorn Angthong. 1994. : A Critical Analysis of the Non-Symmetrical Deep Drawing Process : Submitted as partial fulfillment for the degree of master of Engineering in Advanced Manufacturing Technology. 46 : 64-71.
- [4] Donaldf.eary.,Edwarda.reed.,1974,1958 : Techniques of Pressworking Sheet Metal:Prentice-Hall,Inc., New Jersey.
- [5] คู่มือ GL800 User's Manuals NO.GL800-UM-152 และPressure Transducers รุ่น UTEK 461-288.