

การศึกษาอิทธิพลของรูปทรงของพื้นที่ต่อคุณภาพขอบตัดเฉือนชิ้นงานอลูมิเนียม

Investigation of the Punch Shapes on Sheared Edge Quality of Aluminium

ศิริชัย ต่อสกุล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

E-mail: storsakul@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์รูปร่างคมตัดของพื้นที่และความเร็วตัดที่มีผลต่อคุณภาพขอบชิ้นงาน โดยการใช้พื้นที่รูปร่างสามแบบเปรียบเทียบกับขอบคมตัด โดยเลือกศึกษากับวัสดุอะลูมิเนียมแผ่น Al-1100 ที่เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจากพื้นที่ทั้งสามแบบนี้ถูกนำมาเปรียบเทียบกันภายใต้สภาวะตัวแปรเดียวกัน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าขอบชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยคมตัดตรงมีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งค่าของรอยเฉือน สูงประมาณ 1.05 mm. และได้ค่ารอยแตกหัก (Fracture) และครีบ (Burr) น้อยที่สุดคือ 0.85 mm. และ 0.03 mm. ตามลำดับ ที่ความเร็วการตัดเฉือน 190 ครั้งต่อนาที ซึ่งได้คุณภาพผิวดีกว่าความเร็ว 120 ครั้งต่อนาที นอกจากนี้ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานแบบคมตัดตรงมีค่า $0.53 \mu\text{m}$ ขณะที่แบบคมตัดเฉียง และแบบคมตัดหัวบาก มีค่าความหยาบผิวเท่ากับ $0.59 \mu\text{m}$ และ $1.28 \mu\text{m}$ ตามลำดับ ผลลัพธ์ได้ช่วยให้วิศวกรมีความเข้าใจอิทธิพลของตัวแปรรูปทรงแม่พิมพ์ตัวผู้ และควบคุมคุณภาพผิวชิ้นงานในขั้นตอนการออกแบบกระบวนการตัดโลหะแผ่น

Abstract

This research analyzes the three punch shape method and the cutting speed facilitation. The characteristic features of Al A-1100 which are widely used in the manufacture of the automotive parts established the main base for consideration. The work-

pieces formed from the three punch shapes were compared under the same conditions and the results clearly showed that; (i) the sheared edge of the straight cutting edge punch produce the better quality, with the Shear Band set at 1.05 mm, the Fracture criteria at 0.85 mm. and the Burr maintaining 0.03 mm cutting speed facilitating a 190 stroke/minute. This methodology bettered the cutting speed of the previous 120 time/minute (ii) the surface roughness of the work piece straight cutting edge punch left a deviation of approx. $0.53 \mu\text{m}$, while the results of the skew cutting edge punch and notch cutting edge punch increased approximate to $0.59 \mu\text{m}$ and $1.28 \mu\text{m}$ respectively. This result is helpful for engineer to understand the influence of the punch shape factors and control the forming quality in the design stage of the blanking process.

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมทางการผลิตชิ้นส่วนจากโลหะแผ่น ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมทางการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมในด้านอื่นๆ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากโลหะแผ่น ซึ่งต้องผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น การตัด

แผ่นเปล่า การเจาะรู การลากขึ้นรูป เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของตลาดกระบวนการผลิตเหล่านี้ล้วนต้องใช้แม่พิมพ์ในการผลิต ดังนั้นแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญถ้าแม่พิมพ์มีคุณภาพหรือมีความเที่ยงตรงก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้วย

งานตัดขึ้นรูปโลหะแผ่น (Blanking) เป็นหนึ่งในกรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะที่นิยมใช้กันมากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งงานตัดโลหะแผ่นมีตัวแปรมากมายที่มีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปโลหะแผ่น เช่น สมบัติของวัสดุ แรงตัดหรือสารหล่อลื่น เป็นต้น ซึ่งตัวแปรที่สำคัญที่สุดคือแรงตัดที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณภาพชิ้นงานและเครื่องจักร ทั้งนี้แรงตัดโลหะแผ่นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรมากมาย เช่น ความยาวและรูปร่างแนวการตัดเฉือน ความหนาโลหะแผ่นที่จะตัด ความคมของคมตัด รูปร่างของคมตัด ช่องว่างระหว่างคมตัดและสารหล่อลื่น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณของแรงตัด [1], [2], [3].

ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาอิทธิพลจากรูปร่างของคมตัด เพราะขอบคมตัดแต่ละชนิดจะใช้แรงในการตัดที่ต่างกัน [4], [5], [6], [7] ซึ่งน่าจะมีอิทธิพลต่อคุณภาพผิวชิ้นงานด้วย โดยออกแบบขอบคมตัด 3 แบบคือ

1. แบบคมตัดตรง
2. แบบคมตัดเฉียง
3. แบบคมตัดหวับาท

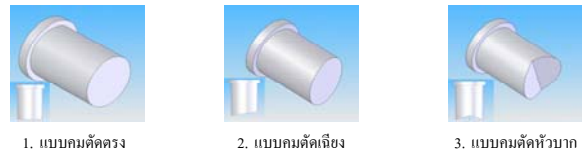
เพื่อใช้ในการตัดโลหะอะลูมิเนียม ความหนา 2 mm. เพื่อศึกษารูปร่างและความเร็วในการตัดโลหะแผ่นว่ามีผลกับคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากขอบคมตัดที่แตกต่างกันอย่างไร

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

2.1 ออกแบบรูปทรงของแม่พิมพ์ตัวผู้

เนื่องจากในชุดของแม่พิมพ์ตัดขึ้นงาน (Blanking) ของแม่พิมพ์มีส่วนประกอบหลายชิ้นด้วยกัน เช่น ดายเซต (Die set) แผ่นยึดแม่พิมพ์ตัวบน (Punch holder) แผ่นยึดแม่พิมพ์ (Die holder) สลัก (Pin) แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของรูปทรงขอบแม่พิมพ์ตัวผู้ (Punch) ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงจะขอกล่าวในส่วนขอแม่พิมพ์ตัวผู้

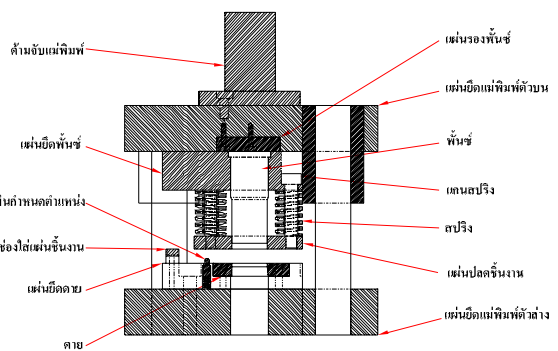
(Punch) ที่ได้ออกแบบขอบคมตัด 3 แบบคือ 1.แบบคมตัดตรง 2.แบบคมตัดเฉียง 3. แบบคมตัดหวับาท ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 1 ชุด Punch ทั้ง 3 แบบที่นำมาออกแบบและศึกษา คมตัดตรง (ซ้าย) คมตัดเฉียง (กลาง) และคมตัดหวับาท (ขวา)

2.2 ออกแบบชุดแม่พิมพ์ตัดโลหะแผ่น

สำหรับแม่พิมพ์ตัดที่ใช้ในการทดลองตัดขึ้นงาน อะลูมิเนียม AI-1100 เพื่อทำการศึกษารูปร่างหน้าตัดของแม่พิมพ์ตัวผู้ ดังนั้นในแม่พิมพ์ตัดนี้ จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 2 แบบแม่พิมพ์ตัดโลหะที่ได้ออกแบบไว้

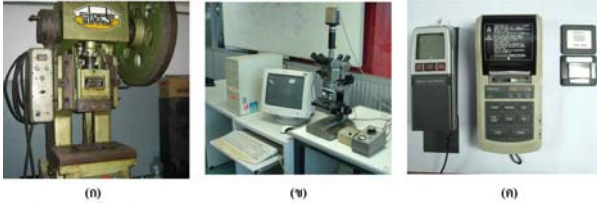
2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ประกอบด้วย

1. ชิ้นงานอะลูมิเนียมแผ่น ขนาด 40x500x2 mm.
2. ชุดแม่พิมพ์ตัดขนาด 160x200x160 mm.

3. เครื่อง Mechanical Press ขนาด 16 ตัน
4. กล้อง Electron Microscope กำลังขนาด 5X
5. เครื่องมือวัดค่าความหยาบผิว Mitutoyo SJ-201P

201P



รูปที่ 3 (ก) เครื่อง Mechanical Press (ข) กล้อง Microscope และ (ค) เครื่องมือวัดค่าความหยาบผิว Mitutoyo SJ-201P

2.4 ขั้นตอนการทดลอง

การทดสอบเริ่มจากแม่พิมพ์ตัวผู้ คมตัดตรง จากนั้นเปลี่ยนชุดแม่พิมพ์ตัวผู้ คมตัดเฉียง และ คมตัดหัวบาก โดยการทดลองได้ใช้ความเร็วตัด 120 ครั้ง/นาที และ ใช้ความเร็วตัด 190 ครั้ง/นาที ทำการทดลอง 15 ชิ้น/คมตัด/ความเร็วตัด ลักษณะการทดลองดังรูปที่ 4

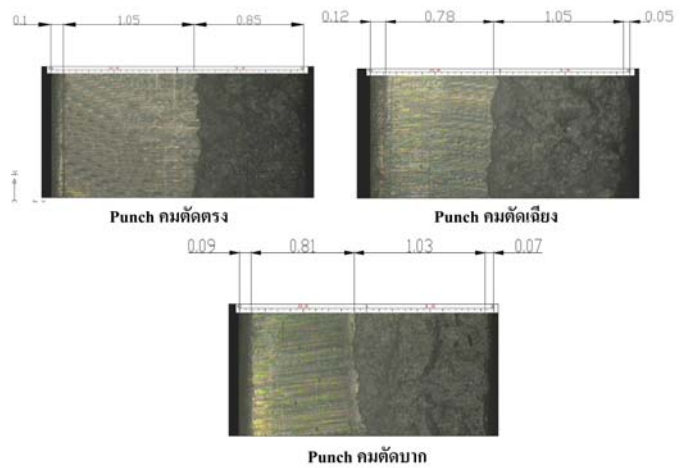


รูปที่ 4 การทดลองตัดอะลูมิเนียมแผ่นบนแม่พิมพ์ตัด

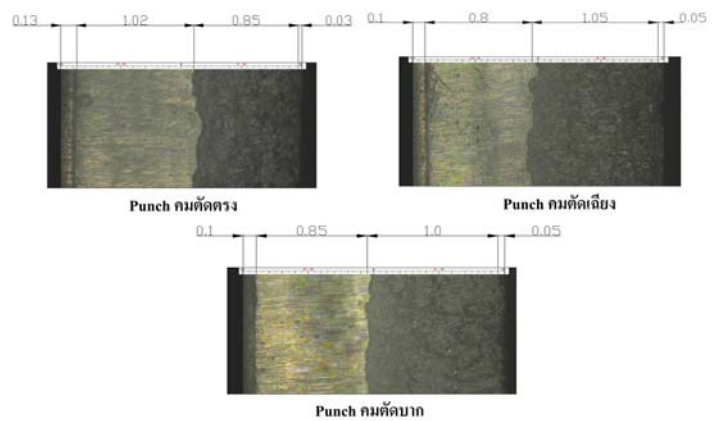
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ได้ลักษณะของผิวขอบชิ้นงาน และความหยาบผิวของชิ้นงาน

3.1 ลักษณะผิวขอบชิ้นงาน



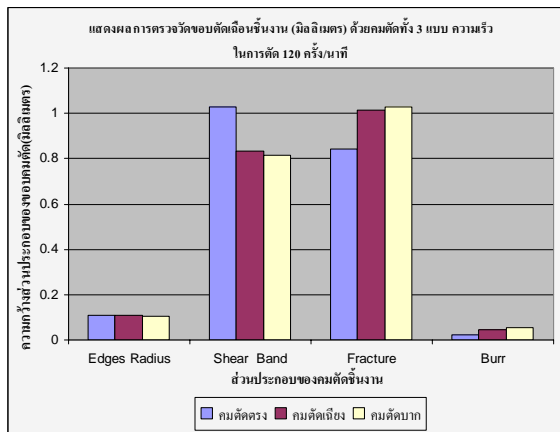
รูปที่ 5 ขอบชิ้นงานจาก Punch ทั้งสามแบบที่ความเร็ว 190 ครั้ง/นาที



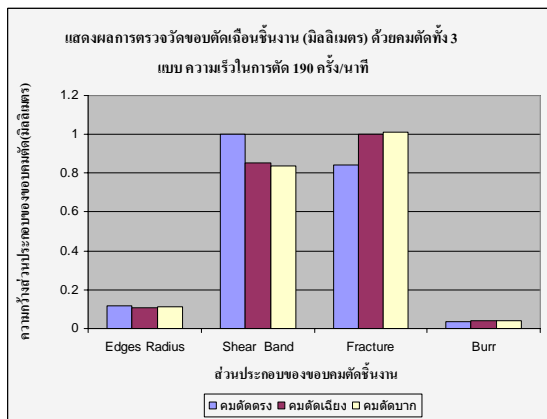
รูปที่ 6 ขอบชิ้นงานจาก Punch ทั้งสามแบบที่ความเร็ว 120 ครั้ง/นาที

ซึ่งจากการทดลองตัดชิ้นงานของแม่พิมพ์ตัวผู้ ทั้ง 3 แบบ ได้ผลการทดลองออกมาคือ แม่พิมพ์ตัวผู้ แบบคมตัดตรงที่ความเร็วตัด 190 ครั้ง/นาที ตัดชิ้นงานได้คุณภาพดีที่สุดคือ ได้ค่ารอยตัดเฉียง (Shear band) สูงที่สุดคือ 1.05 mm. และได้ ค่ารอยแตกหัก (Fracture) และ ครีบ (Burr) น้อยที่สุดคือ 0.85 mm. และ 0.03 mm. ตามลำดับ ที่แม่พิมพ์ตัวผู้ขอบคมตัดตรงสามารถตัดชิ้นงานได้คุณภาพดีที่สุดเพราะว่าการตัดชิ้นงานเกิดจากการตัดอย่างเต็มพื้นที่หน้าตัดของแม่พิมพ์ตัวผู้ด้วยความเร็วสูง ทำให้เกิดความสม่ำเสมอในการตัดชิ้นงานไม่เกิดการเลื่อมล้ำกันโดยจะตัดชิ้นงานพร้อมกันทุก

จุดซึ่งจะทำให้เกิดรอยตัดเฉือนไม่มีรอยแตกหัก และครีบน้อย แต่ในขณะที่เดียวกันแม่พิมพ์ตัวผู้แบบคมตัดเฉียง และคมตัดบาก ถูกออกแบบมาเพื่อลดแรงในการตัด โดยจะเกิดการตัดไม่พร้อมกัน ส่งผลให้เกิด ความไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดรอยตัดเฉือนที่น้อย มีรอยแตกหัก และครีบน้อย



รูปที่ 7 แสดงผลการตรวจวัดขอบตัดเฉือนชิ้นงาน (mm.) ด้วยคมตัดทั้ง 3 แบบ ความเร็วในการตัด 120 ครั้ง/นาที

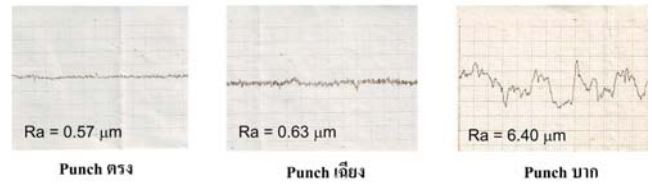


รูปที่ 8 แสดงผลการตรวจวัดขอบตัดเฉือนชิ้นงาน (mm.) ด้วยคมตัดทั้ง 3 แบบ ความเร็วในการตัด 190 ครั้ง/นาที

3.2 ค่าความหยาบผิวตัดเฉือนชิ้นงาน

การวัดค่าความหยาบผิวชิ้นงานถูกวัดด้วยเครื่อง Mitutoyo SJ-201P เพื่อศึกษารูปร่างของ Punch ว่ามีอิทธิพลต่อความหยาบผิวชิ้นงานมากน้อยเพียงใด ดังรูปที่ 9 และ

สามารถสรุปดังตารางที่ 1 โดยวัดความหยาบผิวเฉพาะบริเวณ Shear band เท่านั้น



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าความหยาบผิวของรูปทรง Punch ที่ความเร็วตัด 120 ครั้ง/นาที

ตารางที่ 1 ตารางผลลัพธ์ของค่าความหยาบผิว

ชั้นที่	ค่าความหยาบผิว Ra 120 ครั้ง/นาที			ค่าความหยาบผิว Ra 190 ครั้ง/นาที		
	Punch ตรง	Punch เฉียง	Punch บาก	Punch ตรง	Punch เฉียง	Punch บาก
1.	0.57	0.63	6.56	0.53	0.61	1.13
2.	0.56	0.62	6.43	0.52	0.58	0.87
3.	0.58	0.64	6.32	0.53	0.57	1.34
4.	0.56	0.63	5.87	0.53	0.57	1.53
5.	0.57	0.65	5.93	0.54	0.60	1.65
6.	0.57	0.63	6.98	0.55	0.58	1.22
7.	0.56	0.62	6.71	0.51	0.59	1.24
เฉลี่ย	0.57	0.63	6.40	0.53	0.59	1.28

4. อภิปรายผลการศึกษา

รูปทรงขอบแม่พิมพ์ตัวผู้ มีผลต่อคุณภาพขอบคมตัดของชิ้นงาน กล่าวคือ บริเวณขอบคมตัดของชิ้นงานจะประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ ขอบโค้งมน (Edges Radius) รอยตัดเฉือน (Shear band) ค่ารอยแตกหัก (Fracture) และ ครีบน้อย (Burr) ซึ่งทั้งสี่ส่วนความเร็วในการตัดมีอิทธิพลแม่พิมพ์ตัวผู้ทั้งสามแบบ โดยสังเกตพบว่าความเร็วตัดสูงที่ 190 ครั้ง/นาทีสามารถให้คุณภาพผิวที่ดีกว่าความเร็วตัด 120 ครั้ง/นาที เพราะความเร็วตัดส่งผลต่อแรงและพื้นที่ในการตัดเฉือน

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่ารูปทรงของแม่พิมพ์ตัวผู้ และความเร็วในการตัดมีอิทธิพลต่อคุณภาพผิวของขอบคมตัด ซึ่งในตำราและงานวิจัยยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างจริงจัง โดยระบุไว้เพียงความแตกต่างของแรงตัดของแต่ละรูปทรงของแม่พิมพ์ตัวผู้เท่านั้น การศึกษาทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมของขอบคมตัดที่มีผลต่อผิวการตัดเฉือนในงานตัดอะลูมิเนียม และสามารถเลือกใช้ลักษณะคมตัดได้อย่างเหมาะสมต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Schuler GmbH. (1998). *Metal Forming Handbook*.

Berlin: Springer.

[2] Altan, T., Oh, S.L. & Gegel, H.L. (1986). *Metal*

Forming: Fundamentals and Applications. Ohio: American Society for Metals.

[3] Lange, K. (1985). *Metal Forming Handbook*, New

York : McGraw-Hill.

[4] Husson, C., Correia, J.P.M., Daridon, L., & Ahzi, S.

(in press). Finite elements simulation of thin copper sheets blanking: Study of blanking parameters on sheared edge quality. *Journal of Materials Processing Technology*.

[5] Klingenberg, W., & Singh, U.P. (2002). Finite

element simulation of the punching/blanking process using in-process characterization of mild steel. *Journal of Materials Processing Technology*, 134, 296-302.

[6] Shuqin, X., Hoogen, M., Pyttel, T., & Hoffmann, H.

(2001). FEM simulation and experimental research on the AlMg4.5Mn0.4 sheet blanking. *Journal of Materials Processing Technology*, 122, 338-343.

[7] Tekiner, Z., Nalbant, M., & Gueruen, H. (2005). An experimental study for the effect of different clearances on burr, smooth-sheared and blanking force on aluminium sheet metal. *Materials & Design*, 27, 1134-1138.