ศูนย์หนังสือ เมืองไทย
นำความรู้สู่ชีวิตที่ดี

หน่วยที่ 6

หลักการขึ้นรูปโลหะ

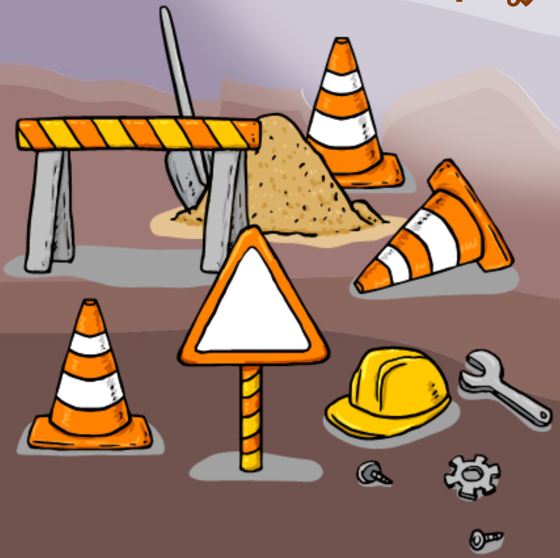
หัวข้อเรื่อง

6.1 เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

6.2 ทฤษฎีการตัด

6.3 ทฤษฎีการดัด

6.4 ทฤษฎีการลากขึ้นรูป



6.1 เทคโนโลยีการตัดโลหะแผ่น

เทคโนโลยีการตัดแผ่นโลหะ มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง สำหรับกระบวนการตัดมีให้เลือก อย่างหลากหลายสามารถใช้ตัดชิ้นงานให้เกิดความแม่นยำสูง การตัดชิ้นงานได้หนาขึ้นกว่าเดิม

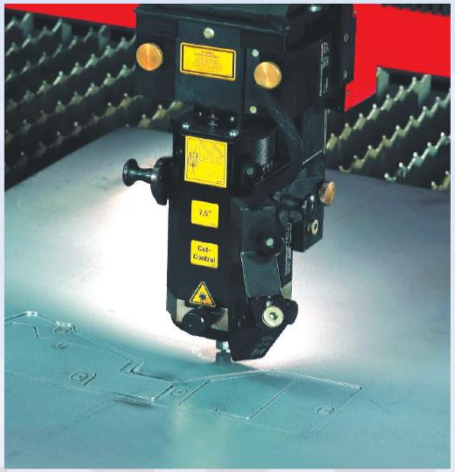
6.1.1 เครื่องตัดพลาสม่า (Plasma)

พลาสม่าคือสถานะที่ 4 ของสสาร (หลังจากของแข็ง ของเหลว แก๊ส) เกิดจากการกระตุ้นอิเล็กตรอนให้หลุดจากอะตอมของสสาร

ข้อดี คือ สามารถตัดงานโลหะได้หนามาก สามารถตัดสเตนเลสได้หนาถึง 3 นิ้ว (ขึ้นอยู่กับ กระแสไฟที่ใช้) สามารถตัดงานด้วยความเร็วสูงกว่าวิธีอื่น ๆ

จุดด้อย คือ ร่องตัดมีขนาดค่อนข้างใหญ่และเอียงด้วยข้อด้อยทำให้การตัดด้วยพลาสม่าไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง

6.1.2 เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser)



เลเซอร์ คือ การตัดโดยใช้พลังงานความร้อนเหมือนกับการตัดด้วย พลาสม่า แต่กระบวนการผลิตพลังงานที่นำมาใช้ในการตัดต่างกัน ทำให้เปลวที่ใช้ในการตัดเล็กและแคบกว่า

ข้อเสีย คือ มีขีดจำกัดเรื่องความหนา ลาสม่ามาก

6.1.3 เครื่องตัดแรงดันน้ำ (Water jet)

การตัดด้วยแรงดันน้ำนั้นได้ถูกนำมาใช้มาประมาณ 30-40 ปี มาแล้ว ซึ่งในอดีตไม่เป็นที่นิยม กันมากนักเนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องความคลาดเคลื่อนและเสถียรภาพของระบบ

ข้อดี คือ สามารถตัดวัสดุได้หลายประเภทตั้งแต่เหล็ก สเตนเลส อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง พลาสติก ไม้ ยาง หิน เซรามิค แก้ว

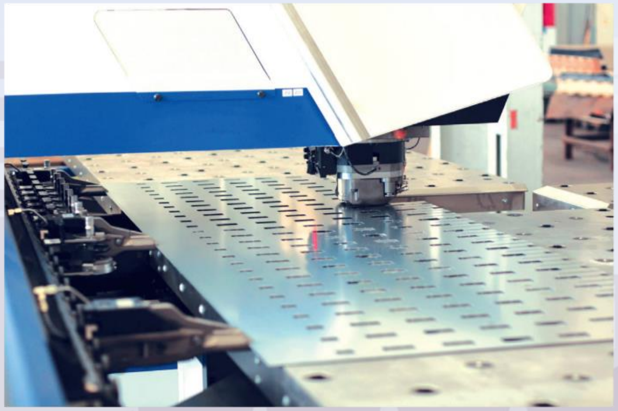
ข้อเสีย คือ ตัดงานได้ค่อนข้างช้า ร่องตัดมีขนาดใหญ่กว่าการตัดด้วยเลเซอร์ ดังนั้นการตัดด้วย water jet เป็นทางเลือกที่อยู่ระหว่างการตัดเลเซอร์และพลาสม่า

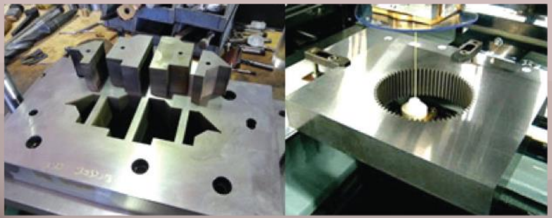
6.1.4 เครื่องเจาะระบบหัวตอก (Punching)

Punching คือ วิธีการที่ต่างจากการตัดทั้งสามวิธี โดยการตัดทั้งสามวิธีเป็นการผลิตชิ้นงานด้วยการเดินอย่างต่อเนื่องของหัวตัด ทำให้เกิดเป็นแนวตัดตามแบบ แต่ punching

ข้อดี คือ สามารถปั๊มเจาะได้ด้วยความเร็วสูง แม่นยำ กับแบบงานที่มีหัวแม่พิมพ์โลหะรองรับ

ข้อเสีย คือ การใช้หัวตอกเจาะทะลุแผ่นโลหะด้วยแรงกด ทำให้ไม่สามารถใช้กับงานหนา ๆ



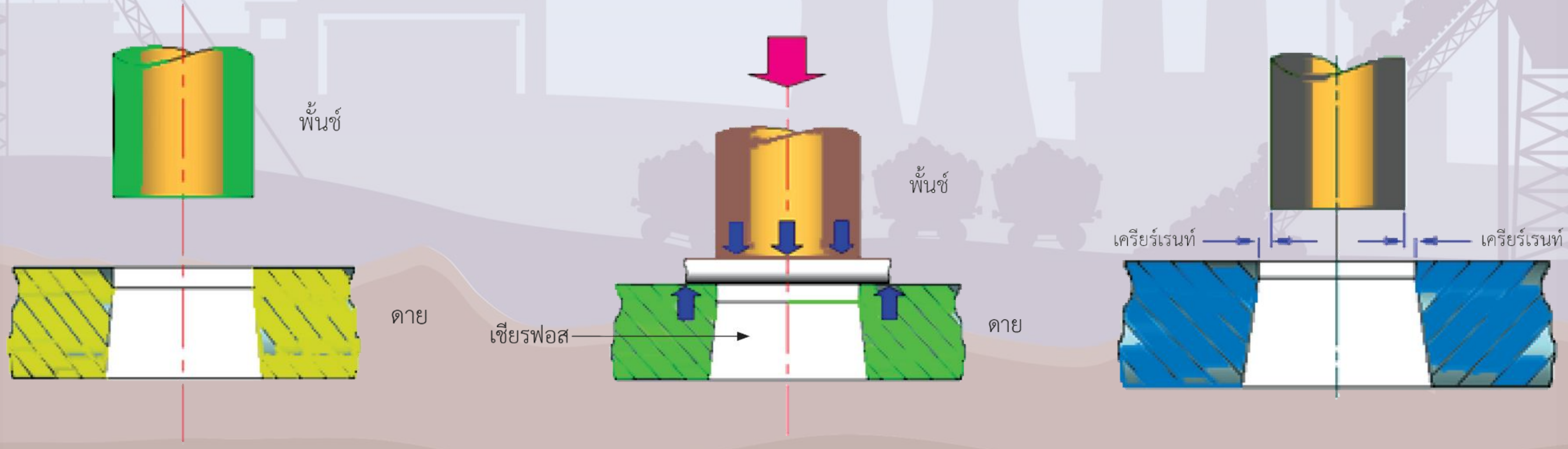


6.1.5 เครื่องวายคัทหรือเครื่องตัดด้วยลวด (Wire cut Machine)

เครื่อง Wire Cut คือ เครื่องมือที่ใช้ในการตัดชิ้นงาน หลักการทำงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้า เป็นตัวหลอมละลายชิ้นงาน ชิ้นงานที่ได้มีความละเอียดสูง

6.2 ทฤษฎีการตัด

กระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่น การตัดถือเป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานและมีความยุ่งยากน้อยที่สุด คมตัด ที่อยู่ในแม่พิมพ์ตัด นั้น ประกอบด้วยคมตัดสองส่วน คือ คมตัดตัวผู้ (พั้นช์) และ คมตัดตัวเมีย (ดาย) ในการ ตัดโลหะที่จะมีแรงกระทำโลหะที่ส่งให้ (พั้นช์) และ (ดาย) เป็นแรงเฉือน (เชียร ฟอส)



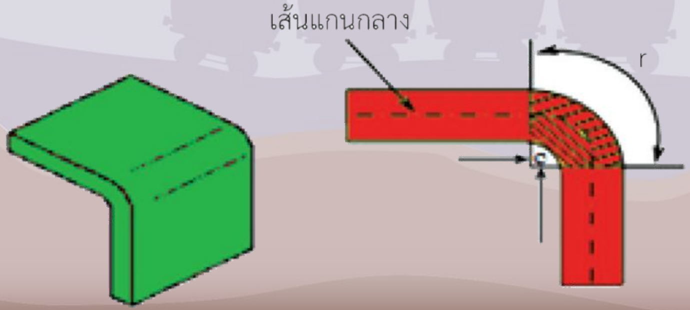
6.3 ทฤษฎีการดัด

ขบวนการในการขึ้นรูปโลหะทั้งหมดนั้น นับว่าขบวนการงอขึ้นรูป เบนดิ้ง (Bending) เป็นขบวนการที่ ง่ายที่สุดที่ใช้ทำงานร่วมกับเครื่องปั๊มโลหะ

6.3.1 ทฤษฎีการงอ (Bending Theory)

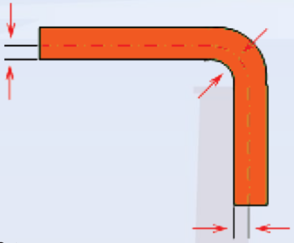
ในการขึ้นรูปโลหะโดยการงอขึ้นรูปนั้นเราต้องให้แรงแก่ชิ้นงาน ทั้งนี้ เพื่อให้ชิ้นงานนั้นเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร ซึ่งแรงที่ให้แก่ชิ้นงานนั้น

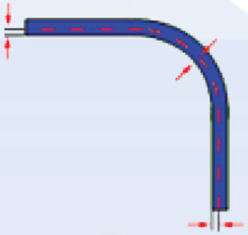
การงอ (เบนดิ้ง) นั้นมีลักษณะความแตกต่างของการเกิดความเค้นของโลหะเฉพาะที่เท่านั้น ความเค้นที่เกิดเฉพาะที่นี้จะเกิดขึ้นตรงรัศมีของการงอของชิ้นงานเท่านั้น

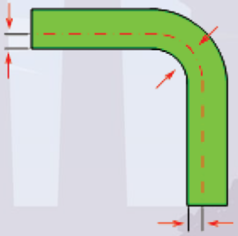


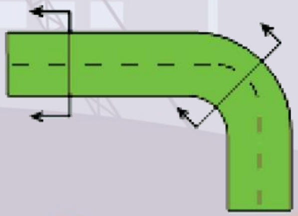
6.3.2 เส้นแกนกลาง (Neutral Axis)

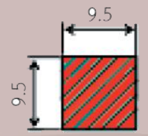
ทั้งนี้เพราะว่าที่ชิ้นงานนั้นได้เกิดความเค้นดึงขึ้นที่ด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งนั้นได้เกิดความ เค้นอัดขึ้น การกลับตรงข้ามของความเค้นทั้งสองนี้ จะต้องเกิดขึ้นตรงใกล้ ๆ

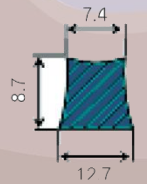










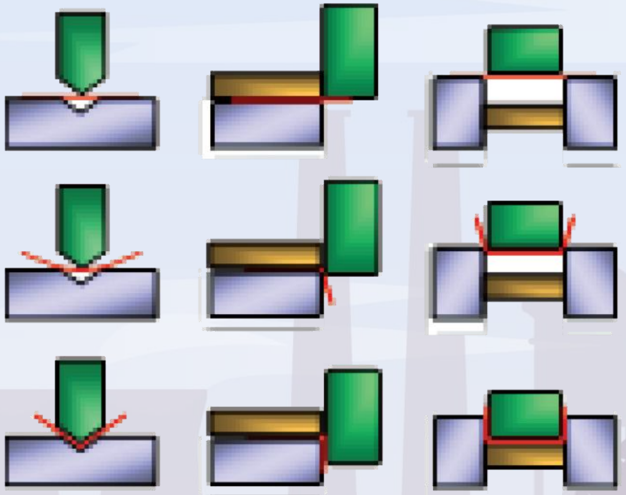


6.3.3 การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูป (Metal Flow)

การไหลตัวของโลหะในการขึ้นรูปเพราะว่าโลหะบริเวณที่เราดัดนั้น ได้มีความเค้นเกิดขึ้น ซึ่งมันจะทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะ ความเค้นดึงที่ทำให้เกิดการไหลตัวของโลหะ

6.3.4 การเคลื่อนไหวของโลหะระหว่างการขึ้นรูป (Metal Movement)

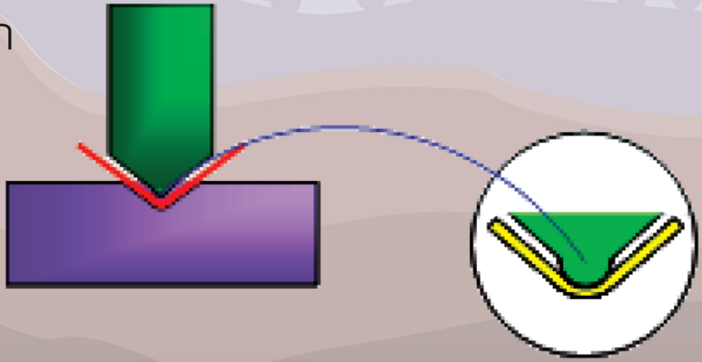
”



ระหว่างการทำการงอชิ้นงานนั้น พื้นที่ส่วนหนึ่งของแผ่นชิ้นงาน แบลงค์ (Blank) ได้ถูกยึดเอา ไว้ด้วยแผ่นโลหะที่เราเรียกว่า “**แผ่นโลหะกด**

6.3.5 การกดกระแทกชิ้นงานตรงบริเวณที่งอให้เป็นรอย

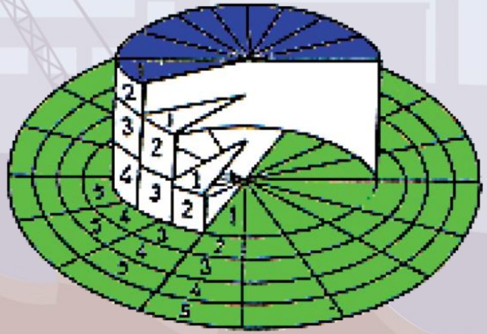
วิธีนี้เป็นการใช้พั้นซ์กดกระแทกโลหะอย่างแรงที่บริเวณรัศมีที่งอของชิ้นงาน ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้ โลหะจะได้รับความเค้นอย่างมาก



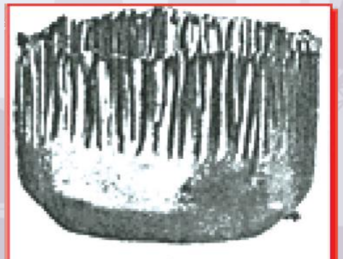
6.4 ทฤษฎีการลากขึ้นรูป

6.4.1 งานขึ้นรูป (Drawing)

จุดประสงค์ของงานขึ้นรูป คือ แปรสภาพโลหะจากแผ่นเรียบให้เป็นภาชนะรูปถ้วย (เชล-Shell) โดยที่ความหาของโลหะไม่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนสภาพนี้ทำได้โดยการกดโลหะแผ่นเรียบด้วย พั้นช์ (Punch) ให้เข้าไปในช่องว่างของดาย (Die)



A


B

6.4.2 เทคนิคการขึ้นรูป (Technique of Drawing)

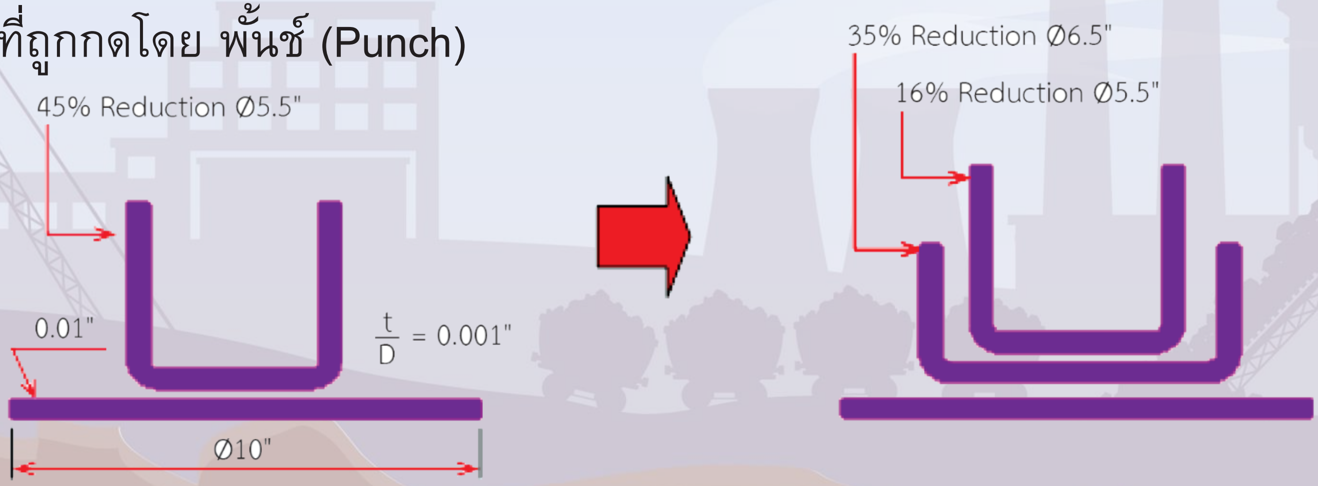
การขึ้นรูปโดยไม่ให้เกิดรอยย่น (วิงเคิ้ล-Wrinkle หรือ Puckering) หรือฉีกขาดนั้นจะต้องระ มัดระหว่างและควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ

6.4.3 พลาสติกแร้งก์ (Plastic Range)

แรงที่ใช้ในการทำให้โลหะเกิดการไหลตัวนั้นต้องมีค่ามากกว่าค่า เทนซายร์ เยล สเตร็ง (Tinsile Yield Strength) ของโลหะทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้โลหะเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร แต่ต้องไม่เกินค่า

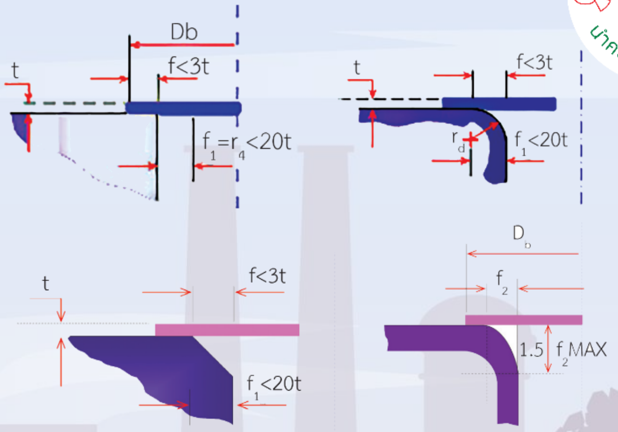
6.4.4 รีดักชั่น ลิมิท (Reduction Limits)

พื้นที่ของโลหะที่อยู่ภายใต้การกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) นั้น มีความสัมพันธ์ กับพื้นที่ส่วนที่ถูกกดโดย พั้นช์ (Punch)



6.4.5 Draw Radii

รัศมีดาย (Die) ไม่ควรต่ำกว่า 4 เท่าของความหนาโลหะและไม่ควรเกิน 15 เท่า ของความหนา โลหะ เนื่องจากถ้ารัศมีของ ดาย (Die) ยิ่งแหลมเท่าใด ก็จะทำให้ความต้านทานในการไหลของโลหะมีมากขึ้นเท่านั้น และมีโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ง่าย

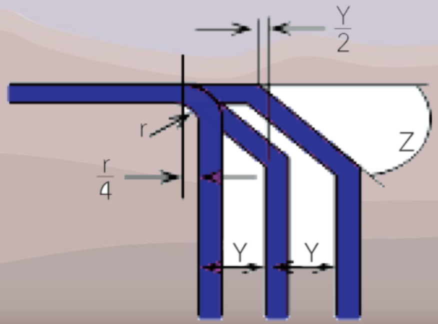


6.4.6 พั้นช์ โนส เรเดียน (Punch Nose Radius)

เพื่อป้องกันไม่ให้ความหนาตรงบริเวณก้น บอตตั้ม (Bottom) ของรูปถ้วยบางจนเกินไป รัศมีของจมูก พั้นช์ (Punch) ควรมีค่าระหว่าง 4-10 เท่าของความหนา ถ้ารัศมีของ พั้นช์ (Punch) น้อยเกินไป สำหรับการขึ้นรูปครั้งแรกแล้วจะทำให้ความหนาที่ผนังด้านข้างลดลง

ความหนา (t)	มุม Z
0.030 นิ้ว	300
0.030–0.060 นิ้ว	600
0.060 นิ้ว ขึ้นไป	450

และค่าของ r ควรมีค่าประมาณ 0.6Y



6.4.7 เคลียร์เรนท์ (Clearance) ระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die)

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงต้านทานที่ผิวของแม่พิมพ์ ดังนั้น ช่องห่างระหว่าง พั้นช์ (Punch) กับ ดาย (Die) จะต้องมากกว่าความหนาของโลหะ

6.4.8 แรงกดของ (Blank Holder)

ขนาดของแรงกดของ แบลงค์ โฮลเดอร์ (Blank Holder) ที่พอเพียงสำหรับป้องกันไม่ให้เกิด รอยย่นขึ้นได้นั้นหาได้จากการทดลอง เทรน แอนด์ เออเรอ (Trial and Error)

6.4.9 การหล่อลื่น (Lubrication)

การขึ้นรูปจะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้น ก็ขึ้นอยู่กับการหล่อลื่นด้วย หากเลือกใช้ประเภทของน้ำมันหล่อลื่นไม่ถูกต้องแล้ว การขึ้นรูปก็จะไม่สำเร็จผลได้

6.4.10 ความเร็วในการขึ้นรูป (Drawing Speed)

สำหรับการขึ้นรูปตื้น ๆ นั้น สามารถใช้ความเร็วในการขึ้นรูปได้สูงพอ ๆ กับการแบลงค์กิ้ง (Blanking) แต่สำหรับการขึ้นรูปลึก ๆ และชิ้นงานมีขนาดใหญ่ด้วยแล้ว ความเร็วที่ใช้ก็จะต่ำลงไปและจะมี ค่าต่ำมากสำหรับการขึ้นรูปที่มีเปอร์เซ็นต์ รีดักชั่น (Reduction) สูง

6.4.11 ข้อบกพร่องในระหว่างการขึ้นรูป

ในระหว่างการขึ้นรูป มักจะประสบปัญหาอยู่เป็นประจำและวิธีการแก้ไขของปัญหา แต่ละอย่างนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความชำนาญงานของวิศวกร ที่จะวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องเหล่านี้และทำการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นให้หมดไป

รอยย่นบนปีกถ้วยที่เกิดจากแรงจับยึดบนชิ้นงานน้อยเกินไป

รอยฉีกขาดบริเวณใต้รัศมีพั้นซ์เนื่องจากแรงจับยึดชิ้นงานมากเกินไป