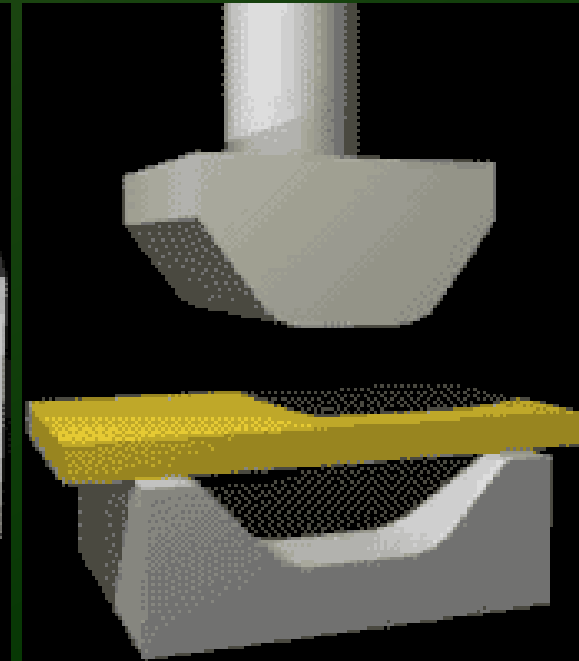
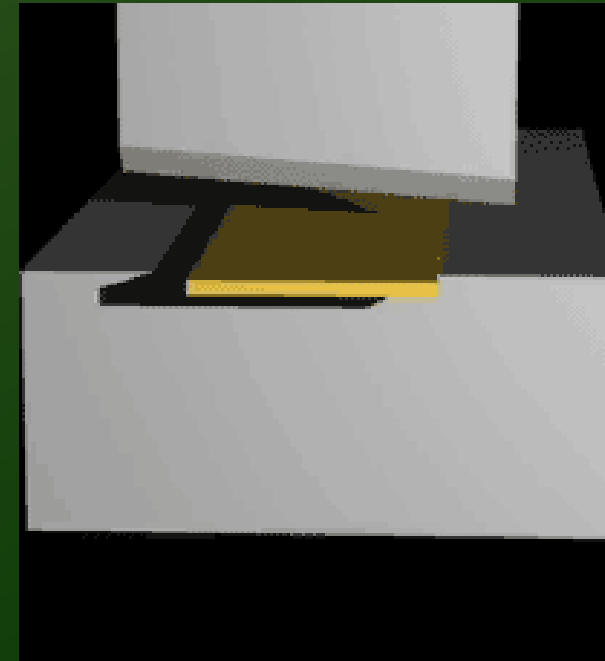
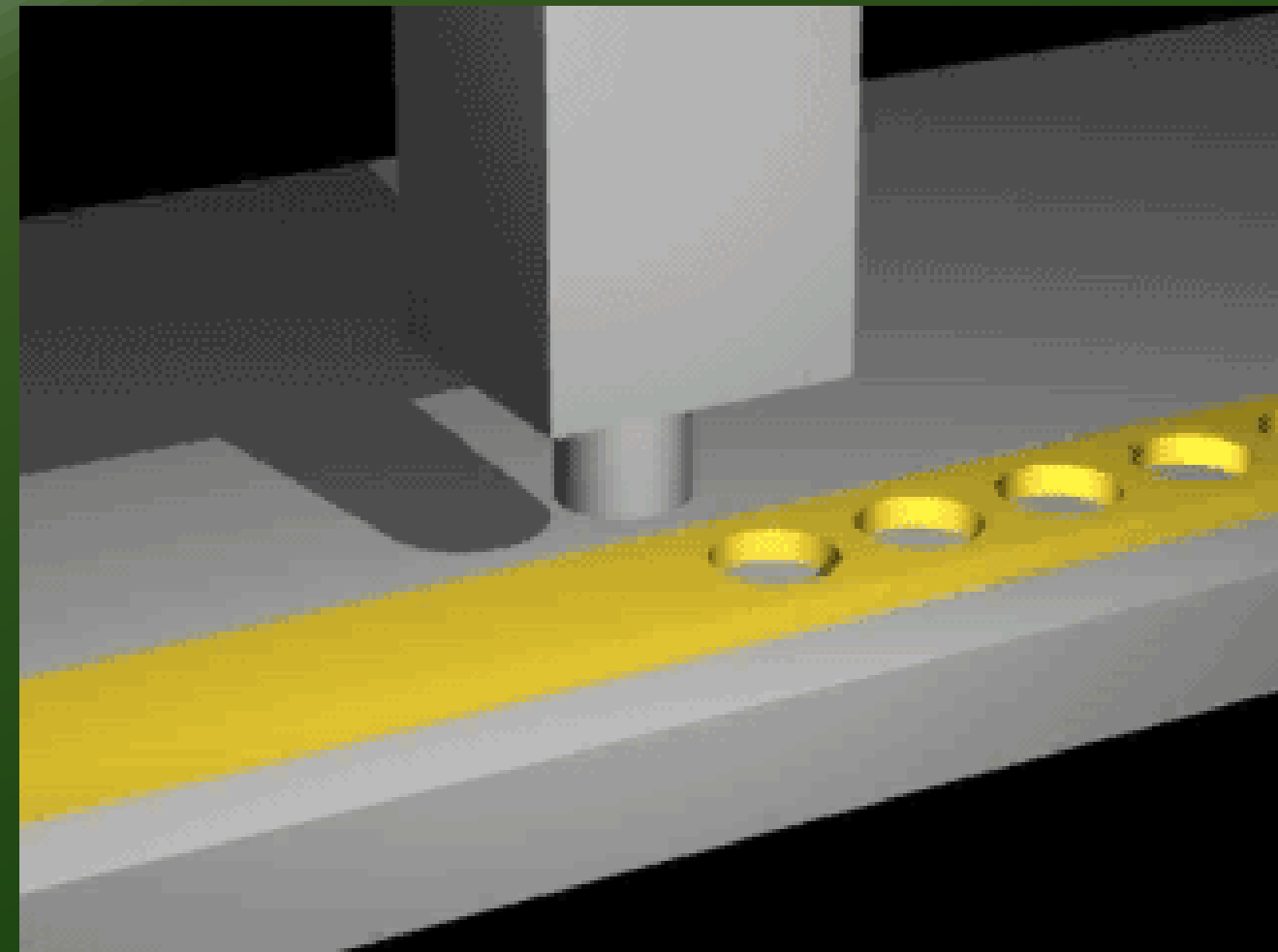
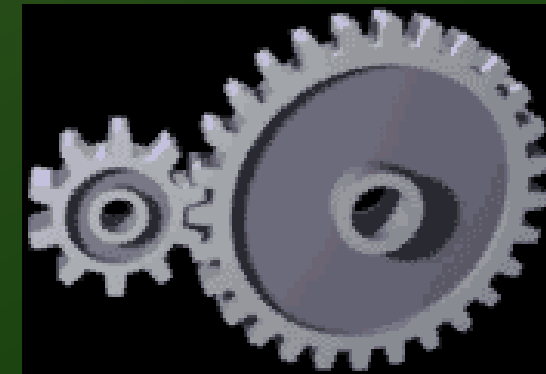


Stamping and Punching



รศ.ดร.ธรรม์ณชาติ วันแต่ง
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

กระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่นสามารถขึ้นรูปได้เกือบทุกรูปร่างโดยผ่านกระบวนการตัด ดัด งอ ดึง กดอัด หรือการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือชนิดต่างๆจนมีรูปร่างตามงานสำเร็จที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่นนี้อาจทำครั้งเดียวหรือทำซ้ำหลายครั้งจนได้รูปร่างที่ต้องการ แม่พิมพ์ปั๊มโลหะจึงถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเหล่านี้ กระบวนการขึ้นรูปโลหะแผ่นนั้นใช้หลักการใหญ่ๆ 2 หลักการ คือ การตัด และการขึ้นรูปโลหะ ซึ่งการตัดนั้นมีการแยกชนิดการตัดโดยใช้แรงเฉือนและการตัดโดยไม่ใช้แรงเฉือน ส่วนการขึ้นรูปโลหะจะมีหลากหลายรูปแบบมาก ซึ่งในตำราเล่มนี้จะเน้นที่กระบวนการปั๊มตัดโลหะแผ่นเป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามในการทำงานจริงนั้นชิ้นงานอาจผ่านกระบวนการตัดแล้วไปขึ้นรูปหรือขึ้นรูปแล้วไปผ่านกระบวนการตัด หรืออาจผ่านกระบวนการแบบเดิมซ้ำหลายๆครั้งก็ได้ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับรูปร่างของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ตัวอย่างอุตสาหกรรมที่ใช้แม่พิมพ์ปั๊มโลหะในการขึ้นรูปโลหะแผ่นในปริมาณมากๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนงานก่อสร้าง อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น

0.02 mm - (อาจหนากว่า 6.5 mm)



โลหะแผ่นมีความหนาตั้งแต่ 0.15 – 6.5 มม. (0.006 – 0.25 นิ้ว)

- มีความบางมากเรียกว่า ฟอยล์ (Foil)
- โลหะแผ่นบางเรียกว่า ชีท (Sheet) 0.15 – 6.5 มม.
- ส่วนที่มีความหนามากขึ้นไปเรียกว่า เพลท (Plate)

ด้วยความหนาที่แตกต่างกันนี้จึงทำให้เกิดการแบ่งระดับและเรียกเป็นขนาดเบอร์ขึ้น มีตั้งแต่เบอร์ 1 ถึง 38 แต่โลหะแผ่นที่นิยมใช้งานนั้นเริ่มตั้งแต่เบอร์ 3 ขึ้นไป โดยเบอร์ 3 มีความหนาประมาณ 6.5 มม. และเบอร์ 38 มีความหนาประมาณ 0.15 มม.

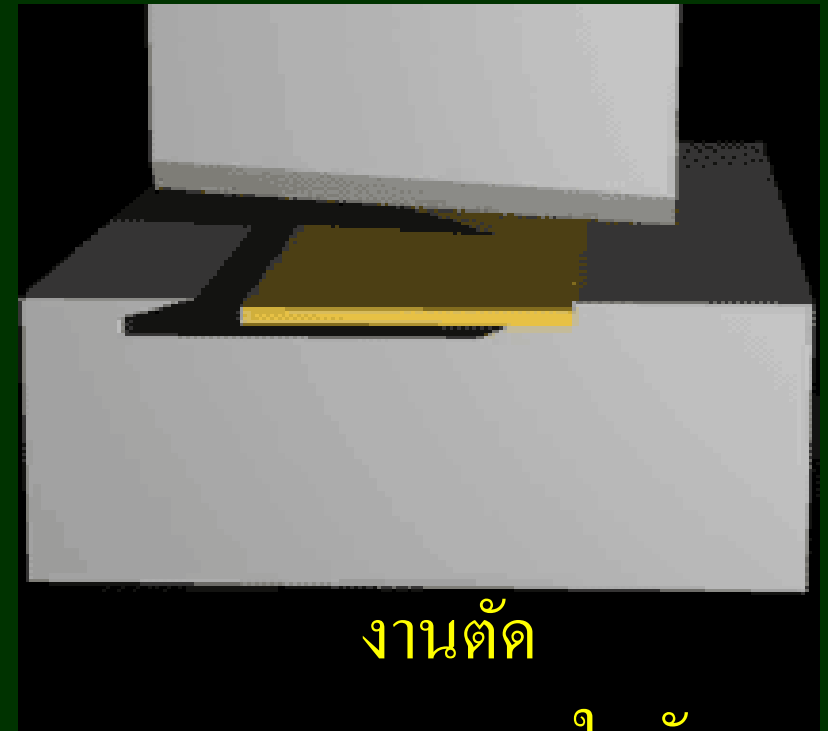
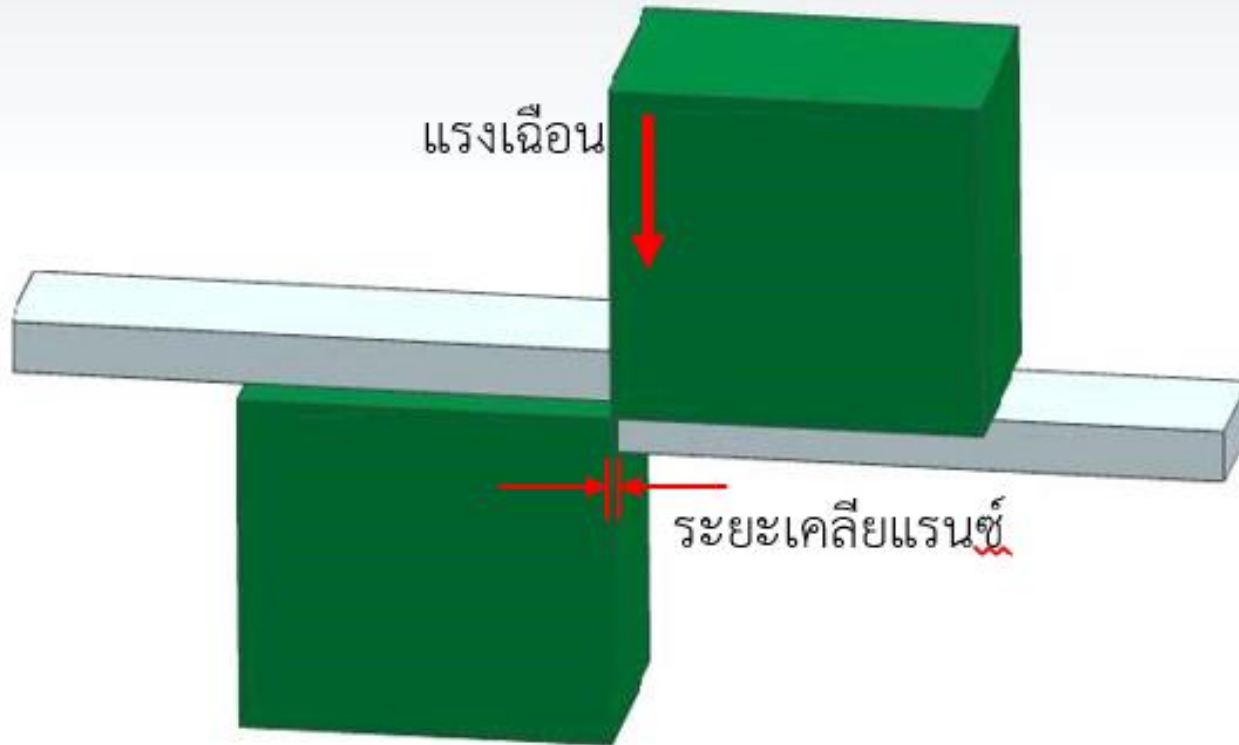
ตารางที่ ก.1 ความหนาโลหะแผ่น

ที่มา (Custompartnet, 2017)

เบอร์	ความหนา		ค่าความแข็งแรงสูงสุด	
	นิ้ว	มิลลิเมตร	lb/ft ²	kg/m ²
3	0.2391	6.073	9.754	47.624
4	0.2242	5.695	9.146	44.656
5	0.2092	5.314	8.534	41.668
6	0.1943	4.935	7.927	38.701
7	0.1793	4.554	7.315	35.713
8	0.1644	4.176	6.707	32.745
9	0.1495	3.797	6.099	29.777
10	0.1345	3.416	5.487	26.790
11	0.1196	3.038	4.879	23.822
12	0.1046	2.657	4.267	20.834
13	0.0897	2.278	3.659	17.866
14	0.0747	1.897	3.047	14.879
15	0.0673	1.709	2.746	13.405
16	0.0598	1.519	2.440	11.911
17	0.0538	1.367	2.195	10.716
18	0.0478	1.214	1.950	9.521
19	0.0418	1.062	1.705	8.326
20	0.0359	0.912	1.465	7.151
21	0.0329	0.836	1.342	6.553
22	0.0299	0.759	1.220	5.955
23	0.0269	0.683	1.097	5.358
24	0.0239	0.607	0.975	4.760
25	0.0209	0.531	0.853	4.163
26	0.0179	0.455	0.730	3.565
27	0.0164	0.417	0.669	3.267
28	0.0149	0.378	0.608	2.968
29	0.0135	0.343	0.551	2.689
30	0.0120	0.305	0.490	2.390
31	0.0105	0.267	0.428	2.091
32	0.0097	0.246	0.396	1.932
33	0.0090	0.229	0.367	1.793
34	0.0082	0.208	0.335	1.633
35	0.0075	0.191	0.306	1.494
36	0.0067	0.170	0.273	1.335
37	0.0064	0.163	0.261	1.275
38	0.0060	0.152	0.245	1.195

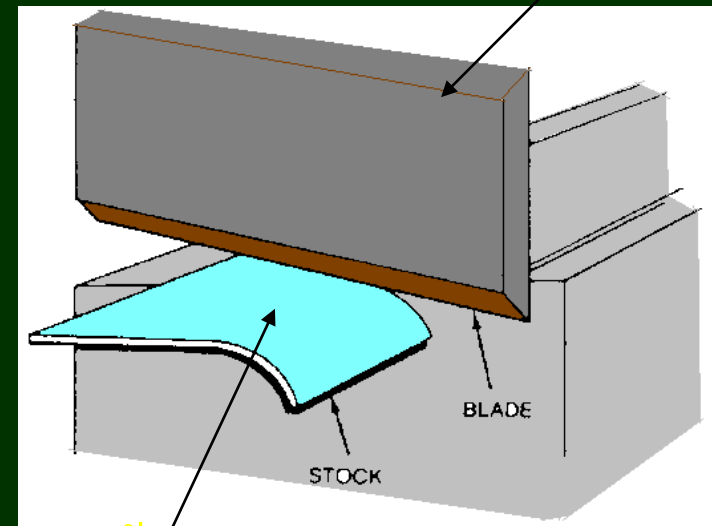
1. การตัดโลหะแผ่นด้วยแรงเฉือน

1.1 งานตัด (Shearing)



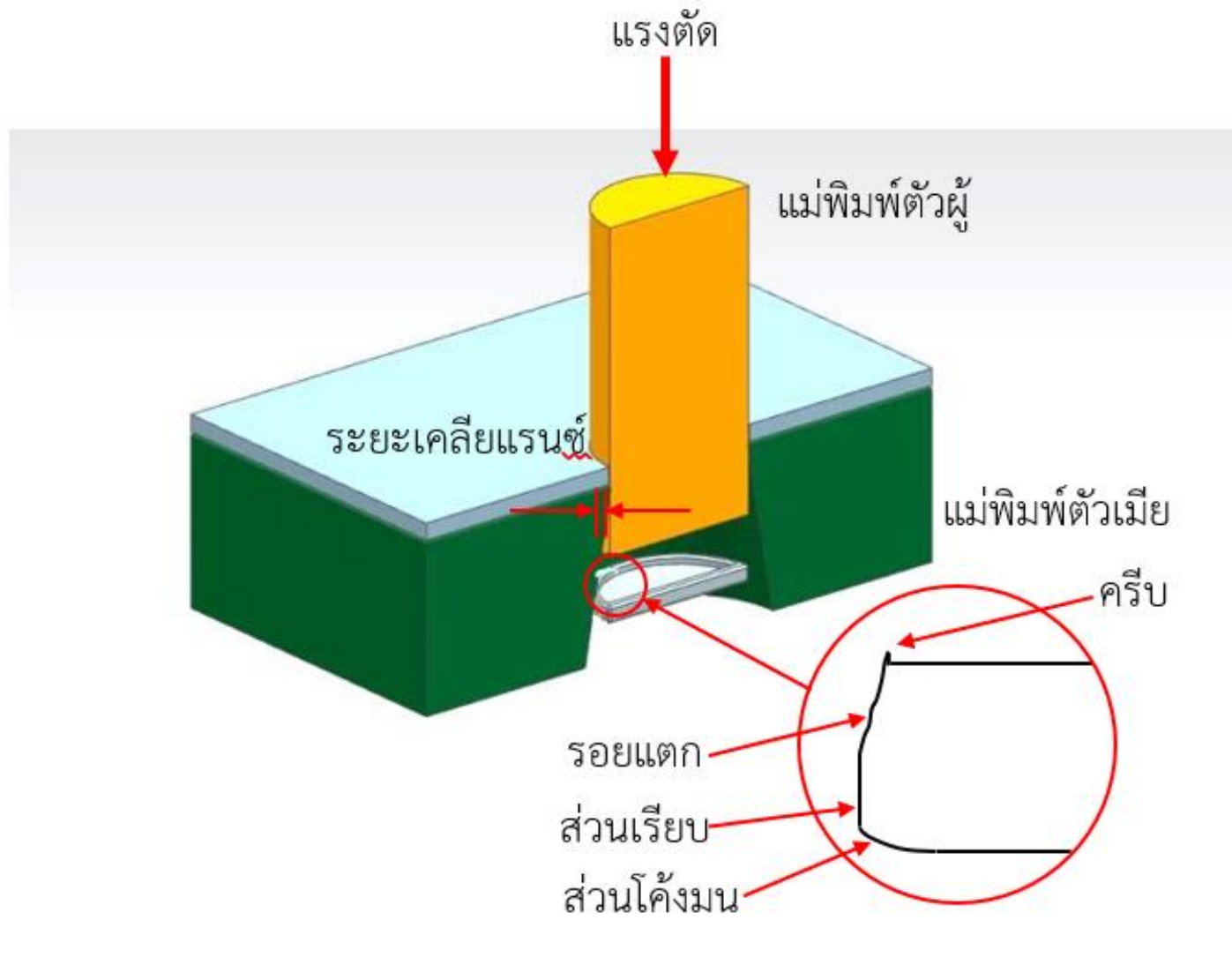
งานตัด

ใบตัด



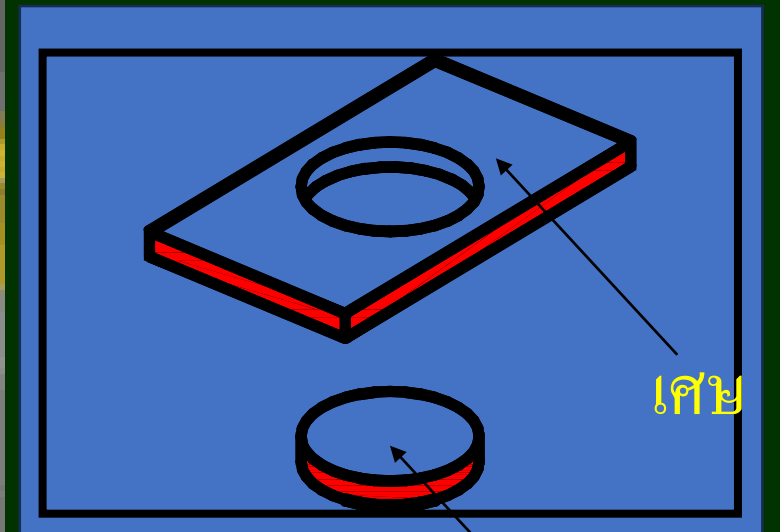
ชิ้นงาน

1.2 งานปั๊มตัดแผ่นเปล่า (Blanking)

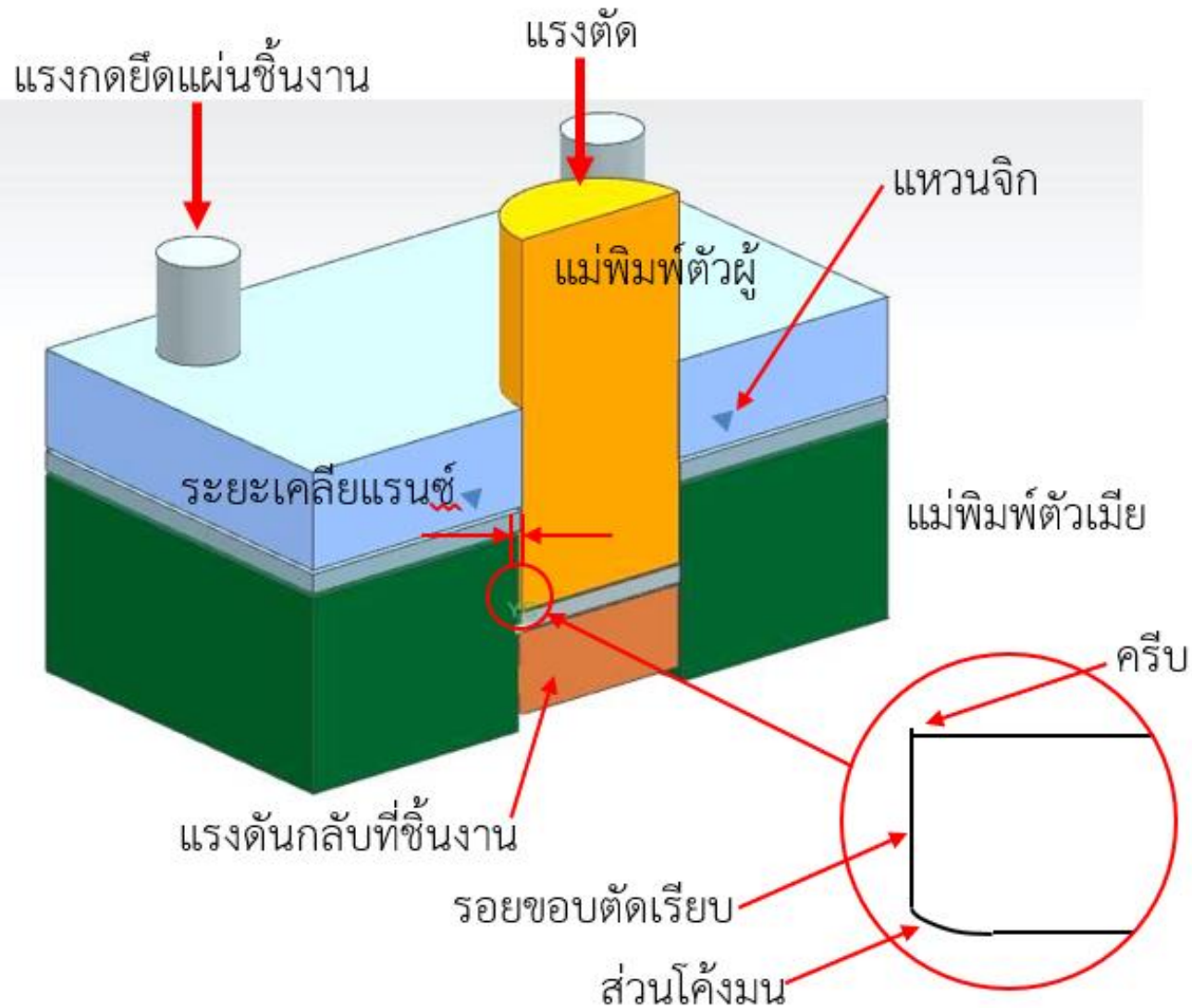


Blanking

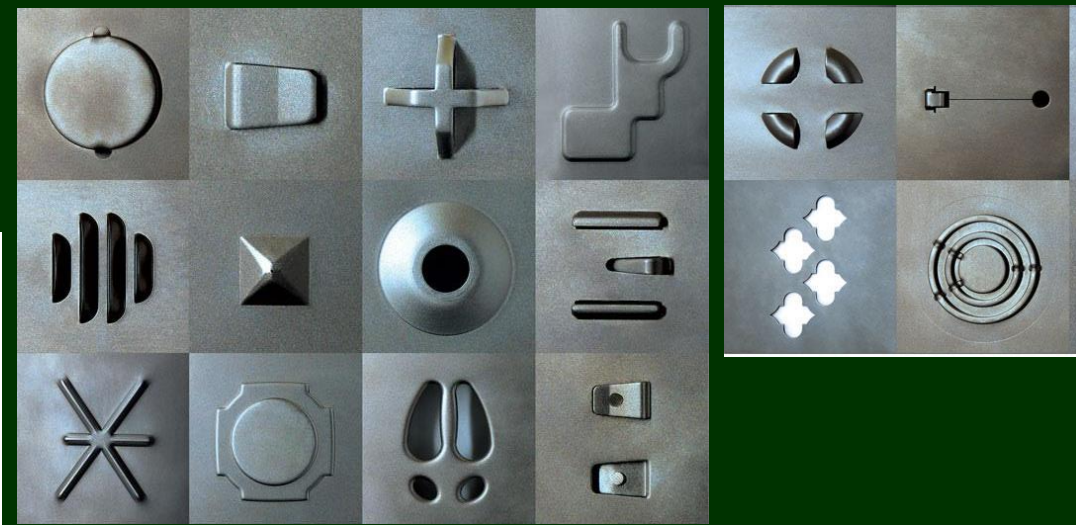
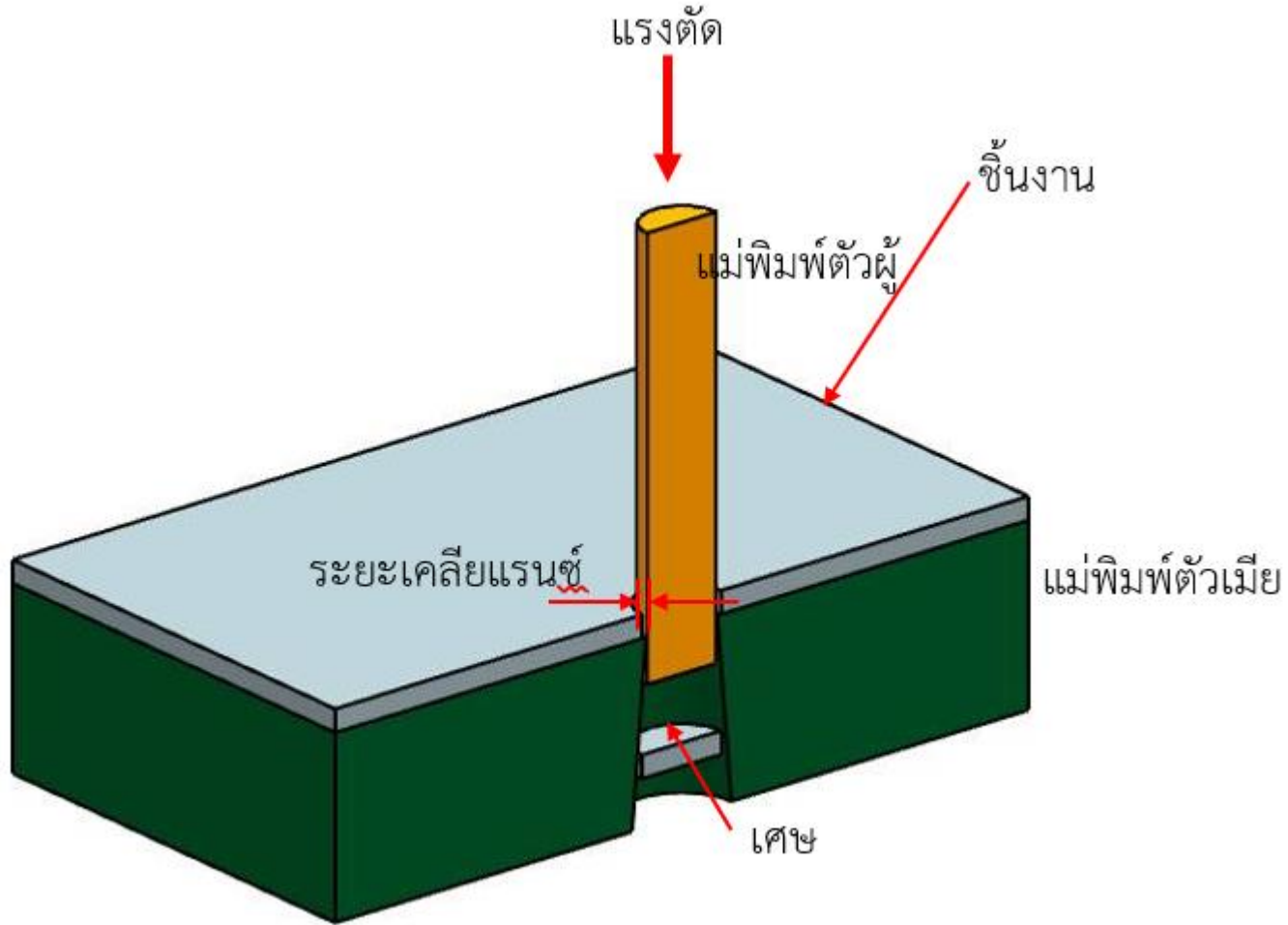
การตัดแผ่นเปล่า



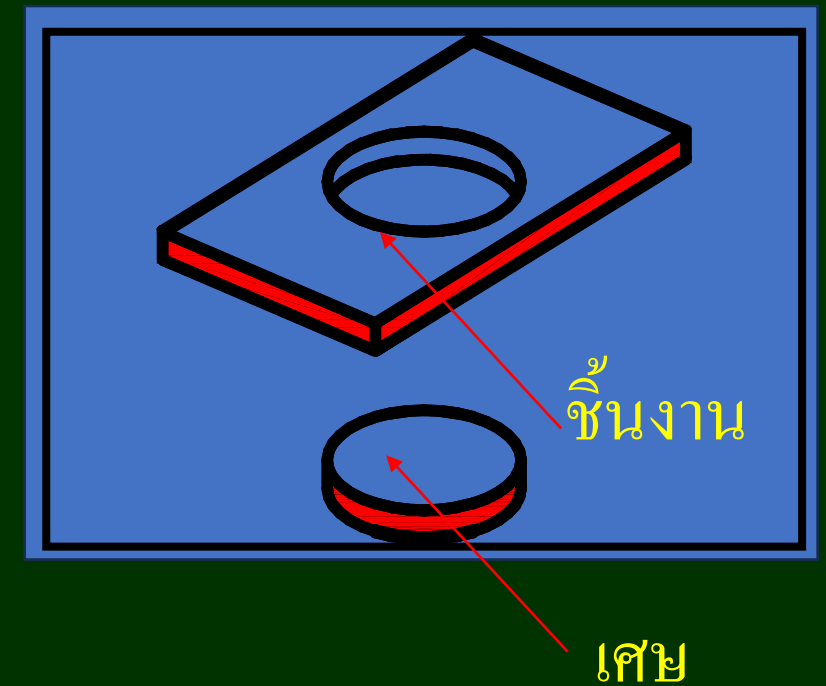
1.3 งานปั๊มตัดแผ่นเปล่าแบบละเอียด (Fine blanking)



1.4 งานตัดเจาะ (Punching or Piercing)

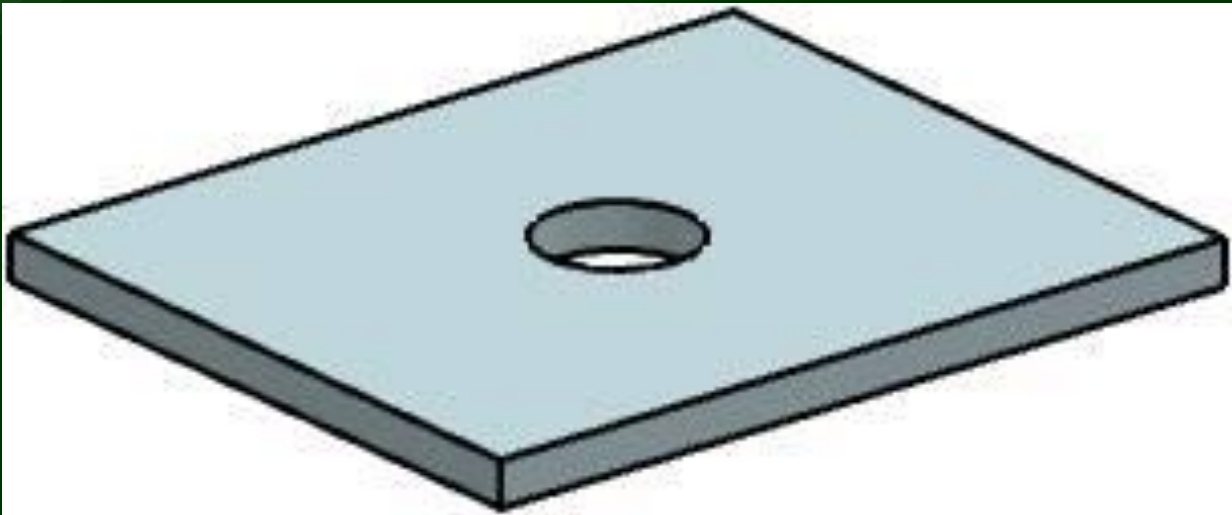


การตัดเจาะรู

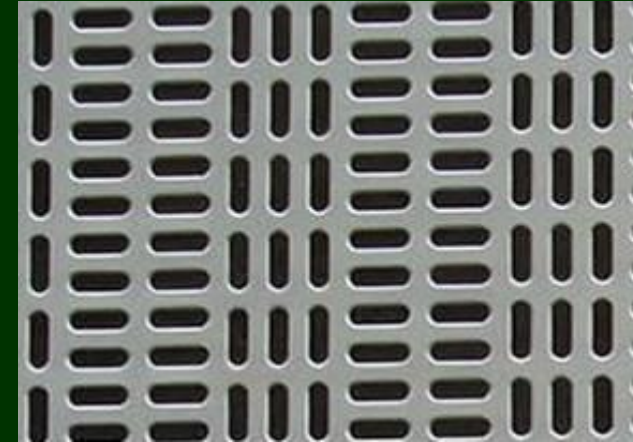
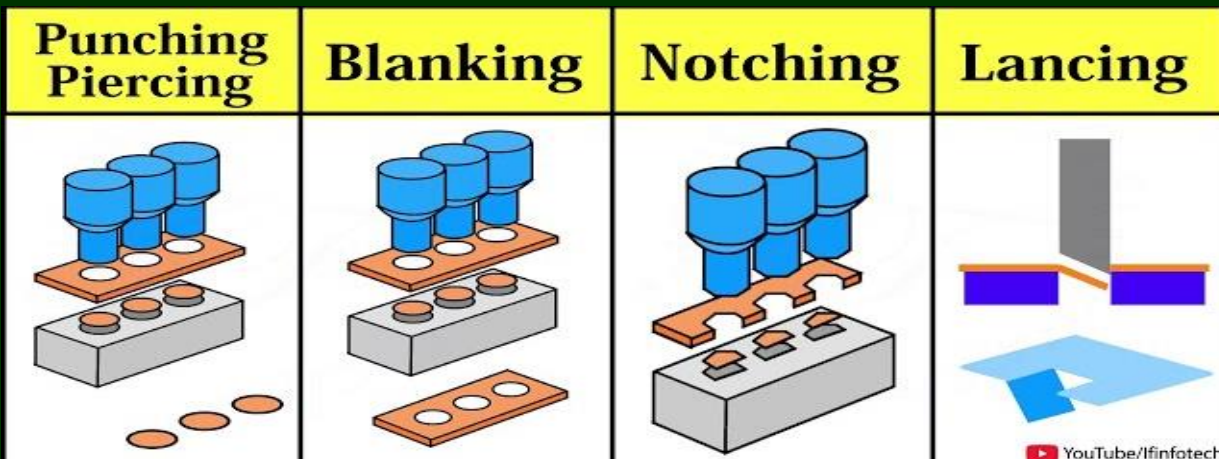
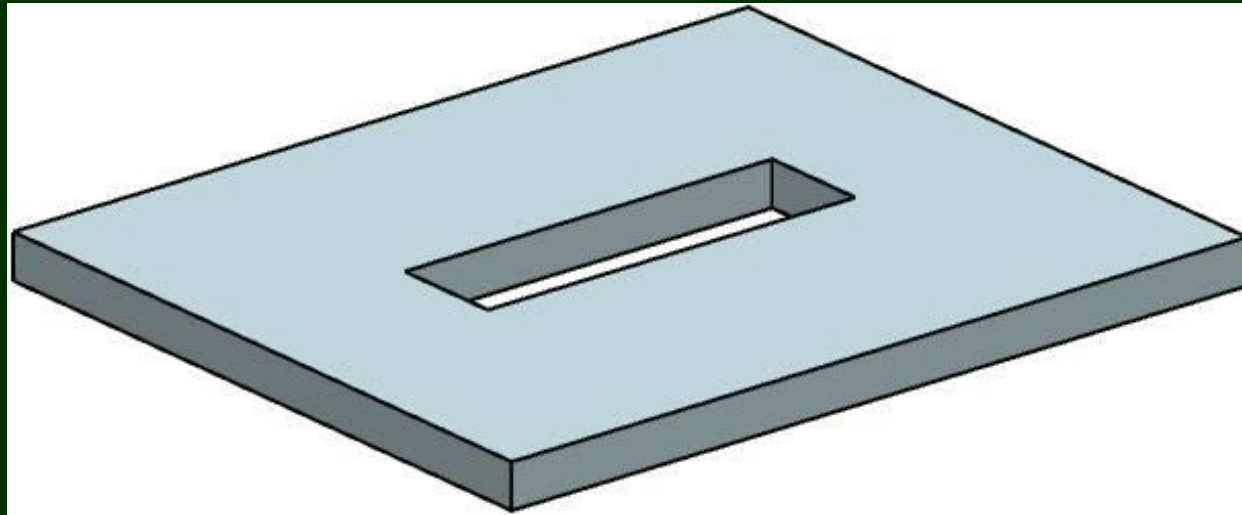


1.5 งานตัดเจาะแบบอื่นๆ

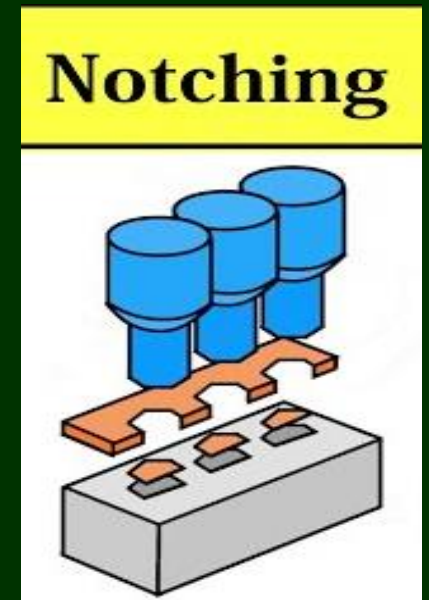
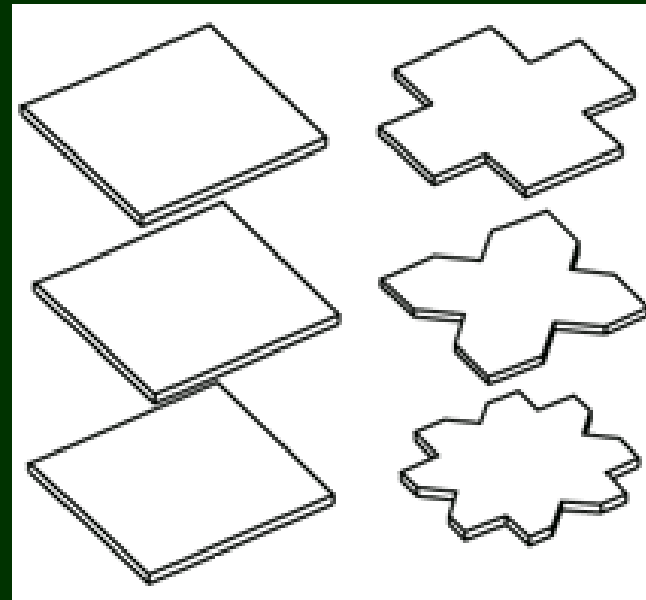
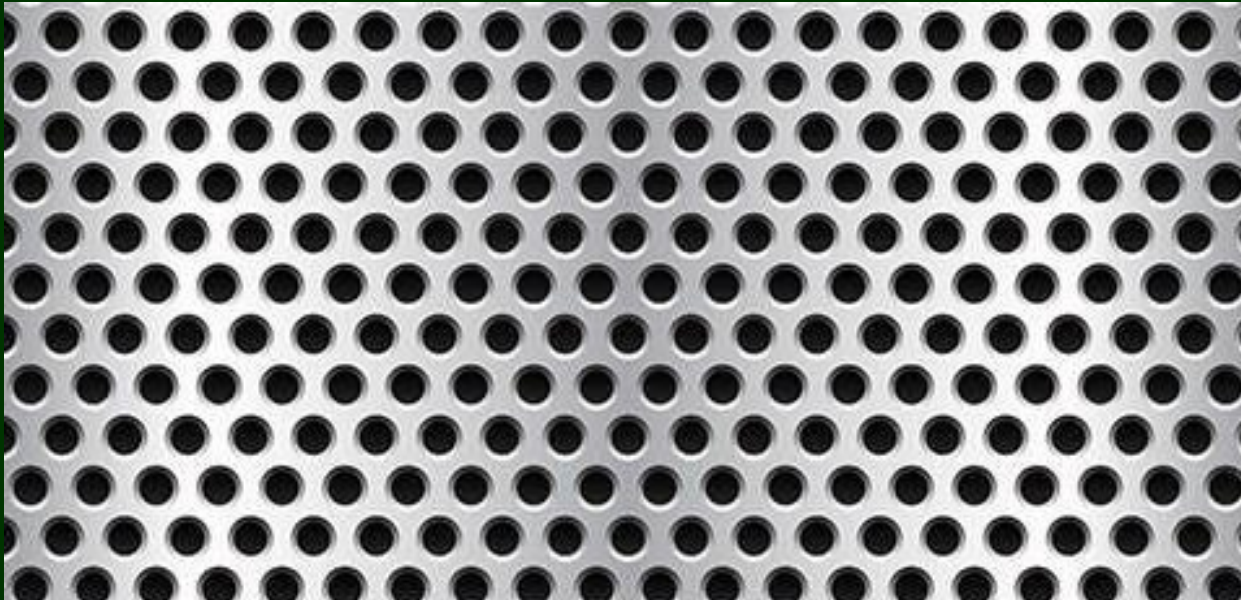
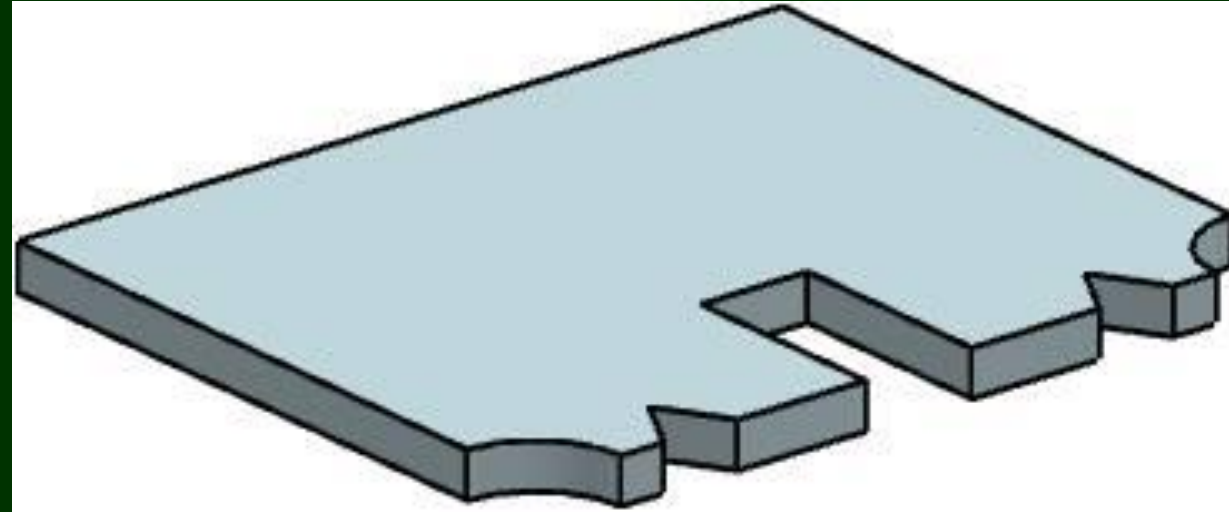
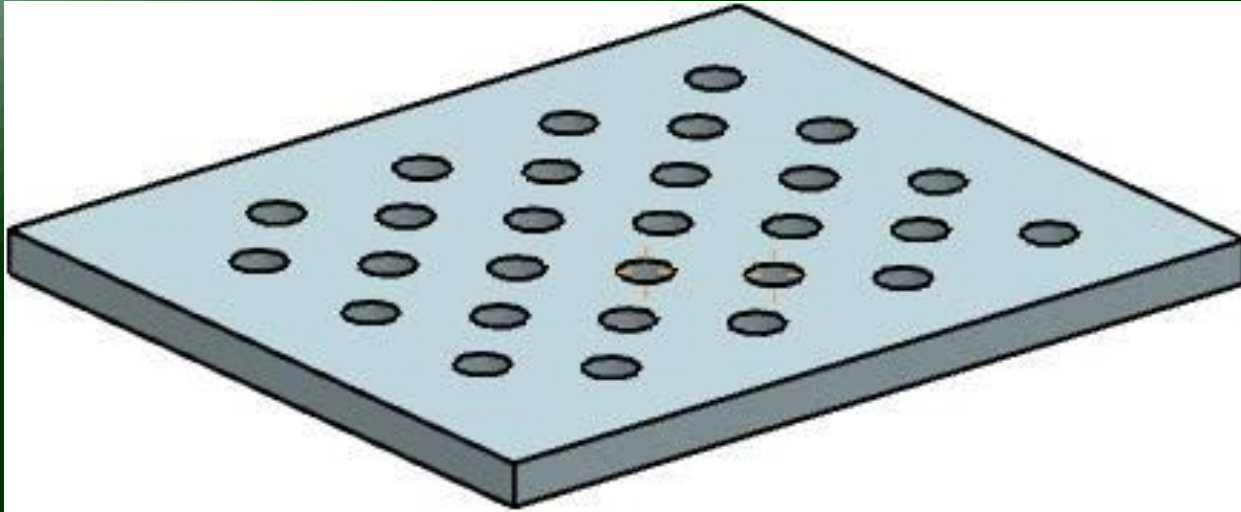
(ก) การตัดเจาะรู (Piercing)



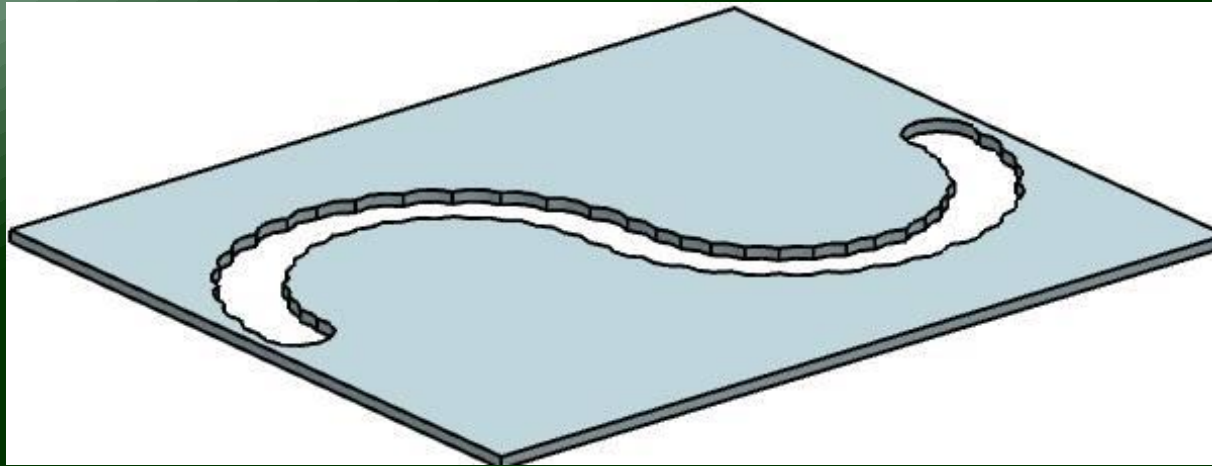
(ข) การตัดเจาะแบบเป็นร่อง (Slotting)



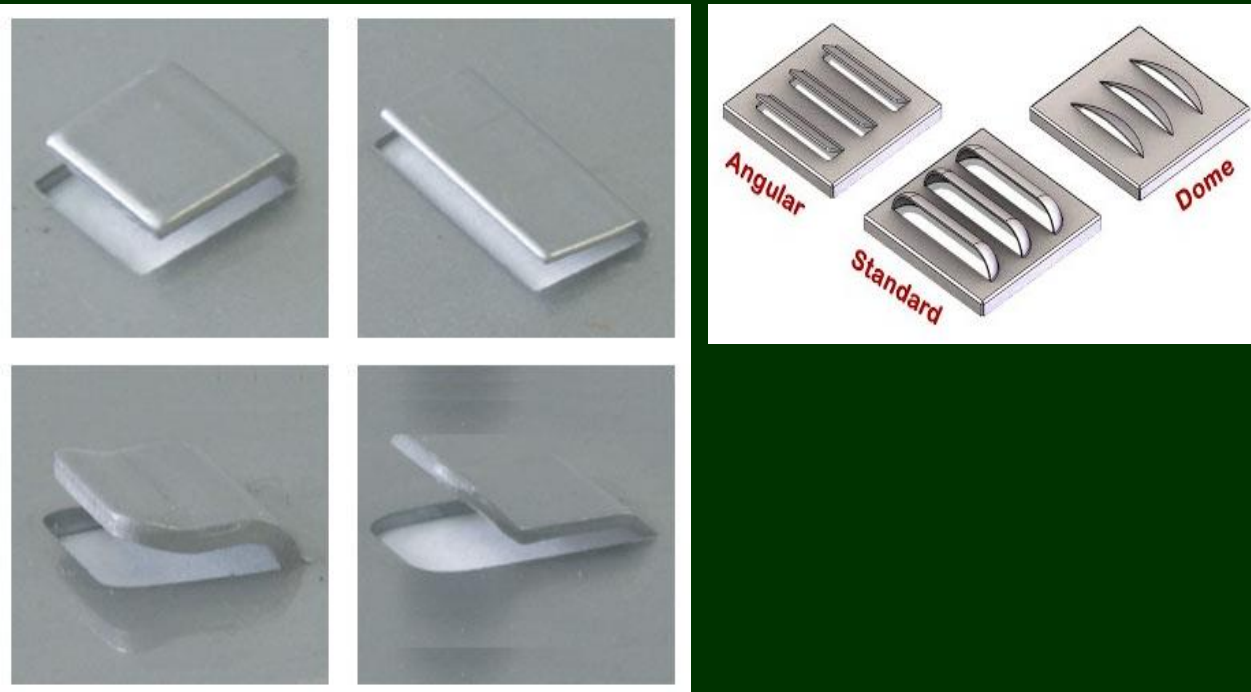
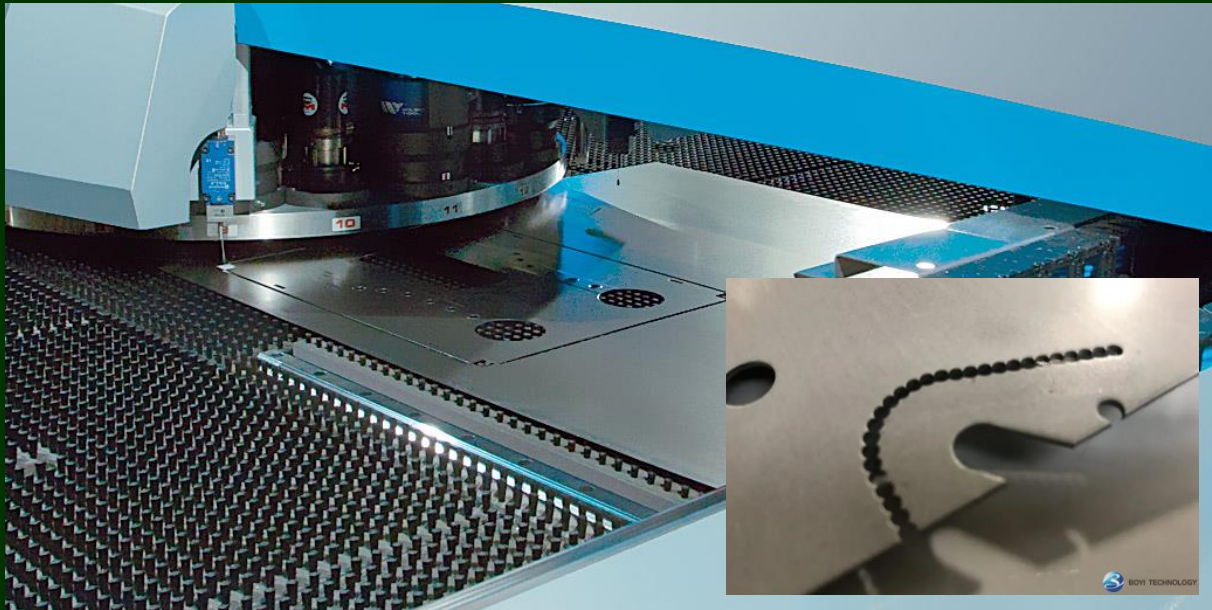
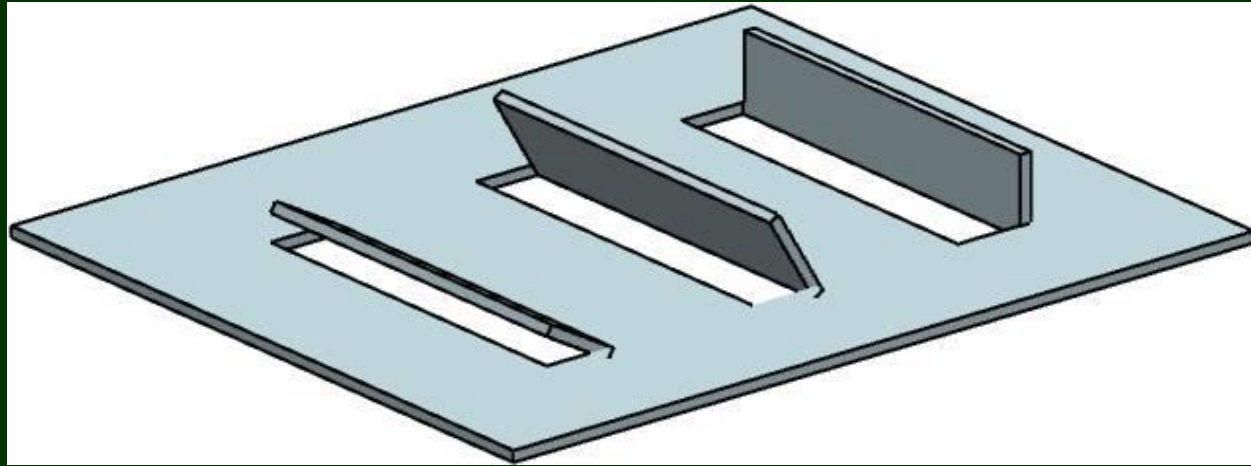
(ค) การตัดเจาะรูแบบต่อเนื่อง (Perforating) (ง) การตัดบาก (Notching)



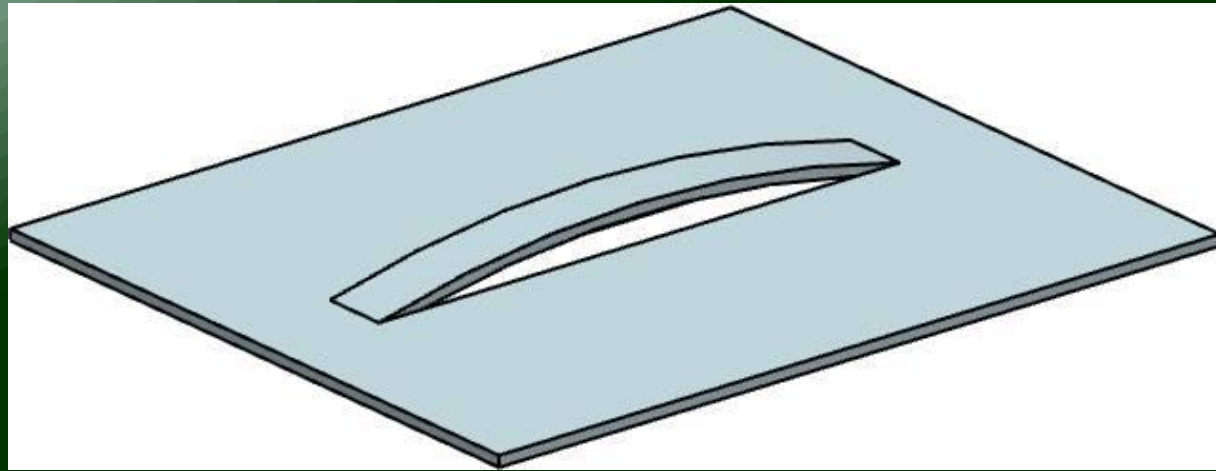
(จ) การตัดแบบเจาะรูเป็นแถว (Nibbling)



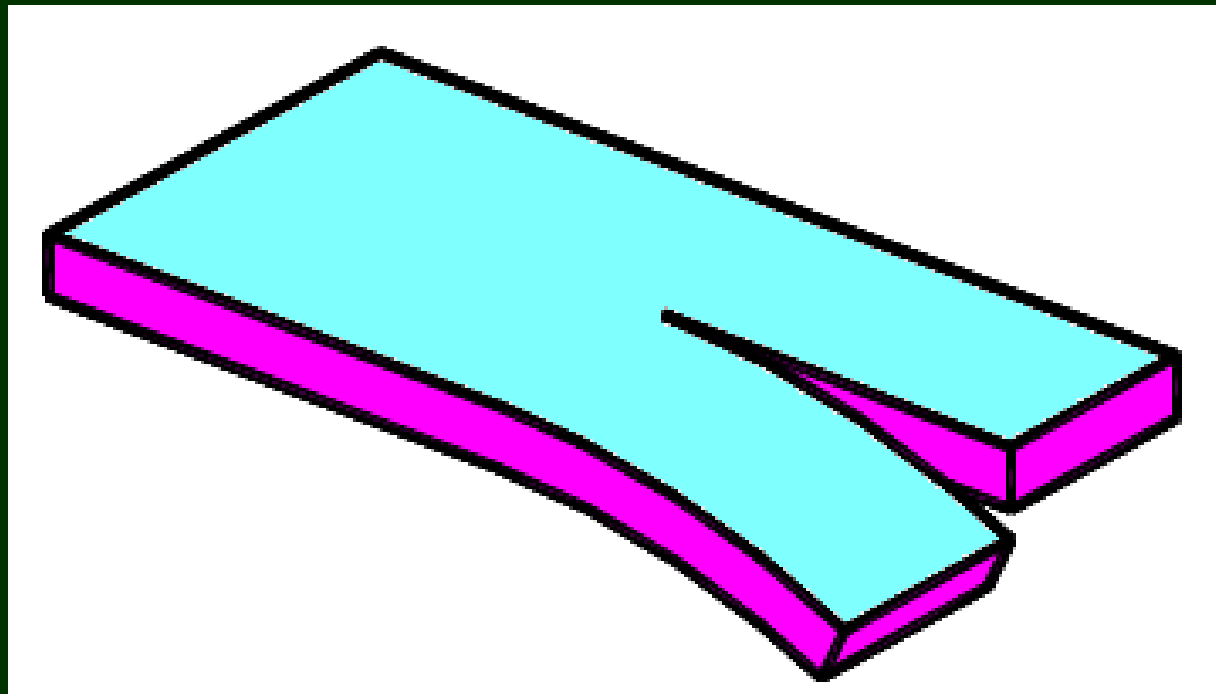
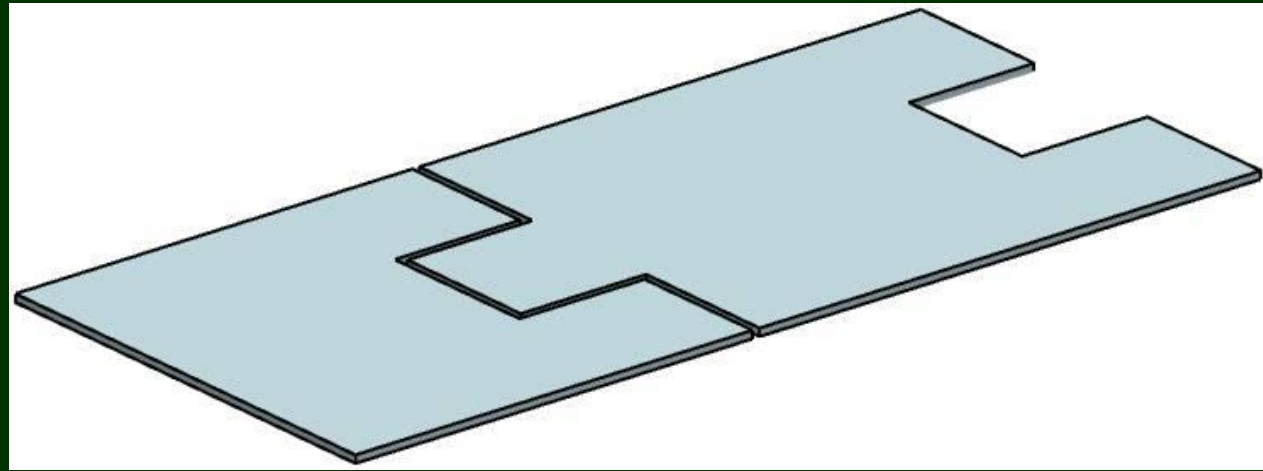
(ฉ) การกรีด (Lancing)



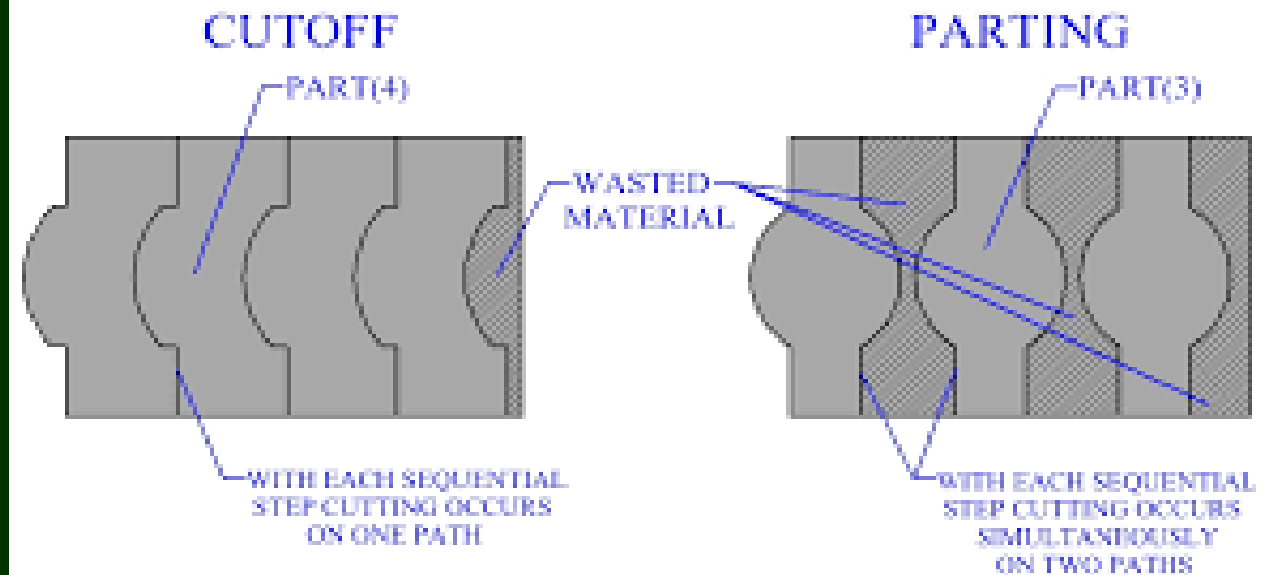
(ข) การตัดให้เกิดรอยแยก (Slitting)



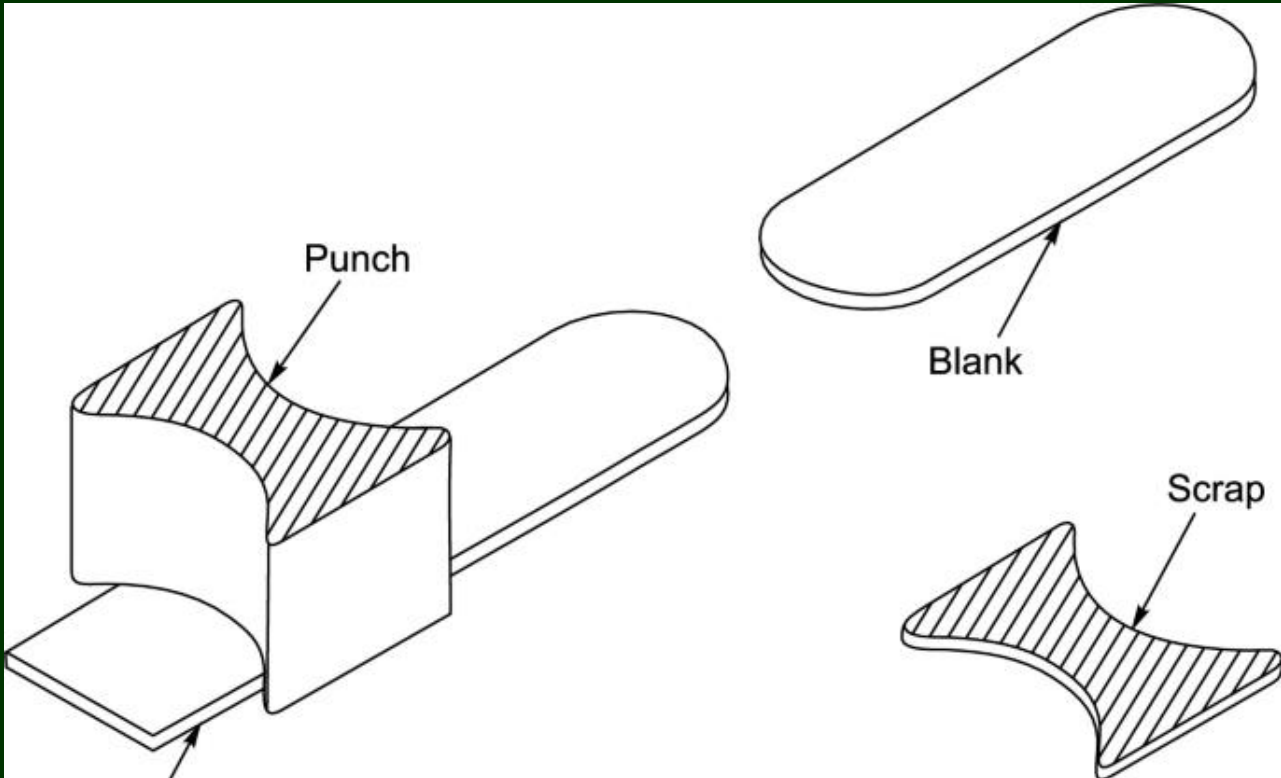
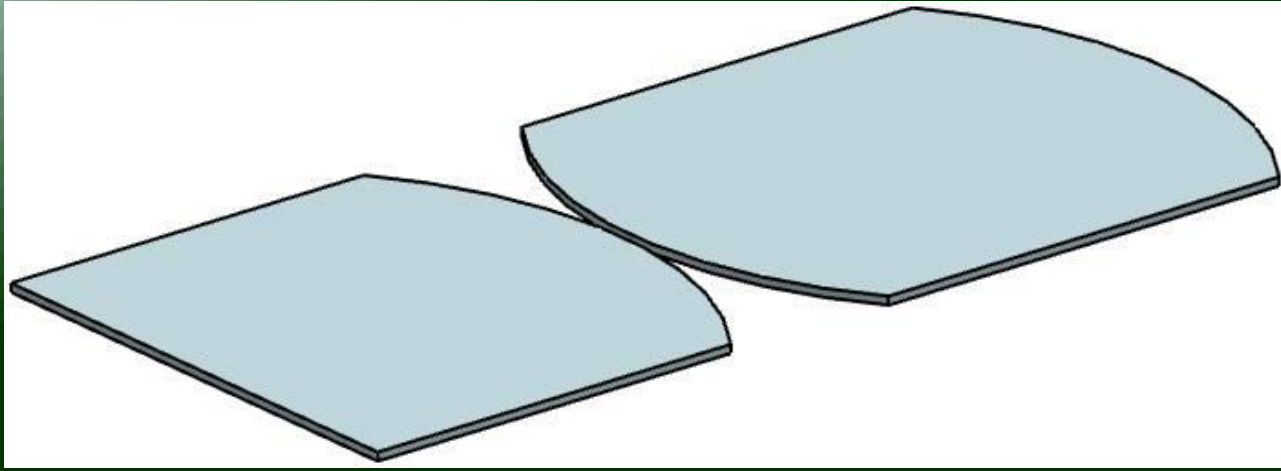
(ซ) การตัดแบ่งชิ้นงาน (Cutoff)



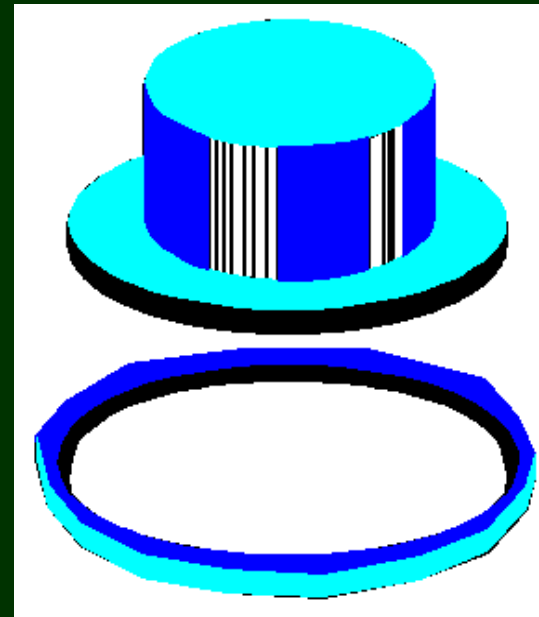
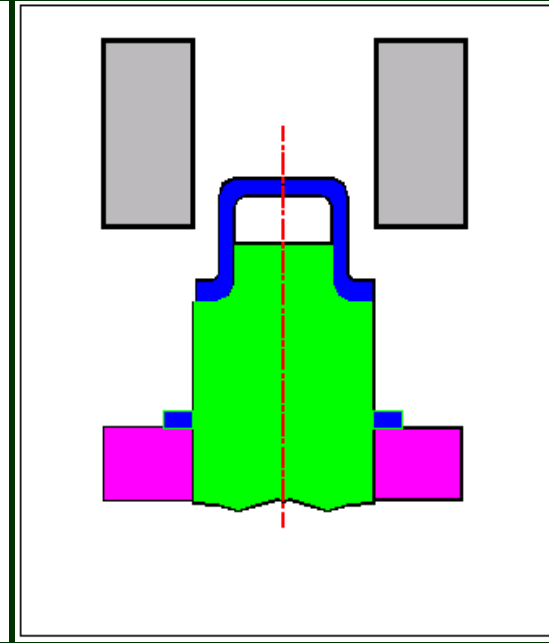
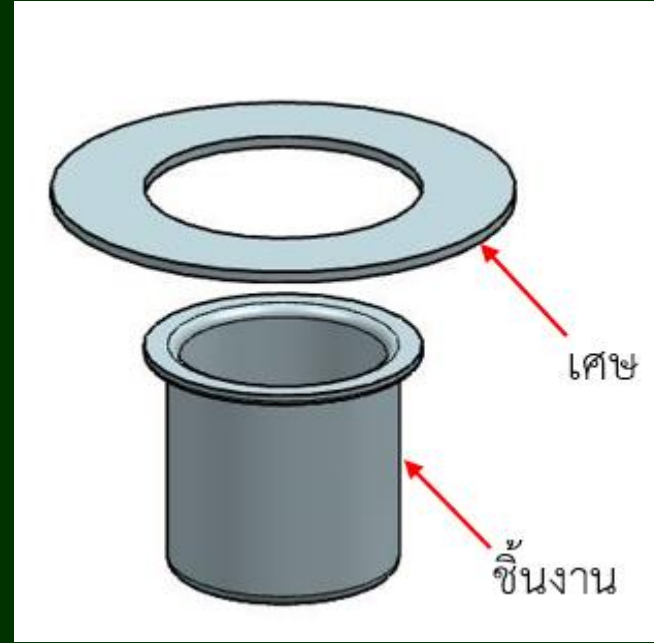
CUTOFF VS PARTING



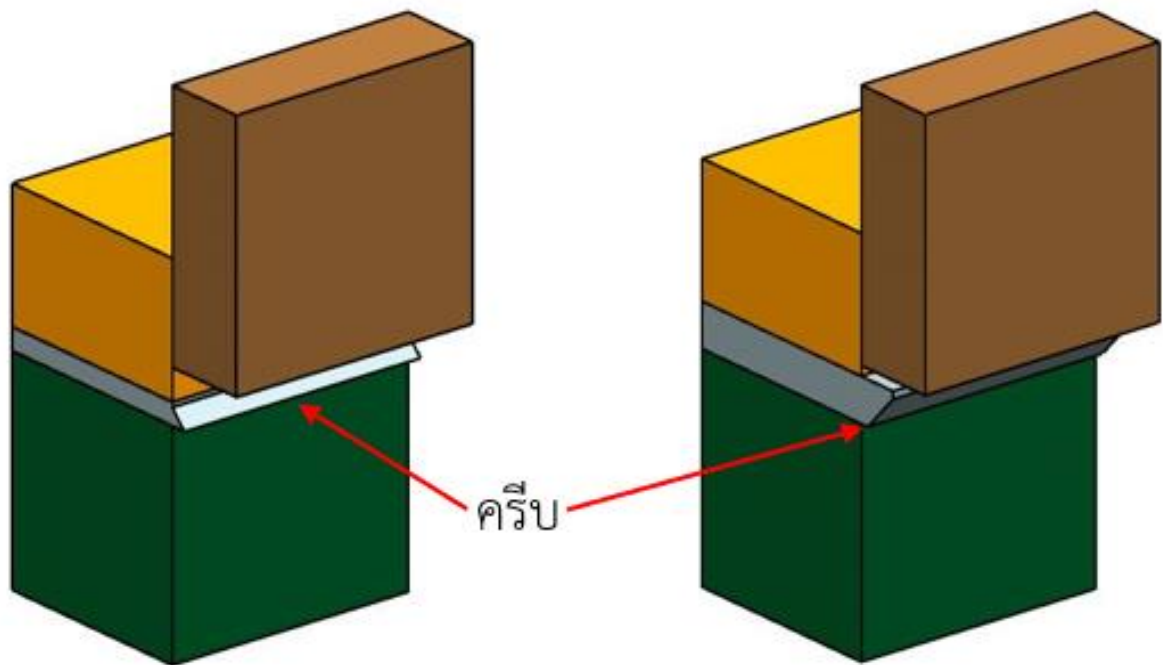
(ณ) การตัดแยกส่วน (Parting)



(ญ) การตัดขอบ (Trimming)



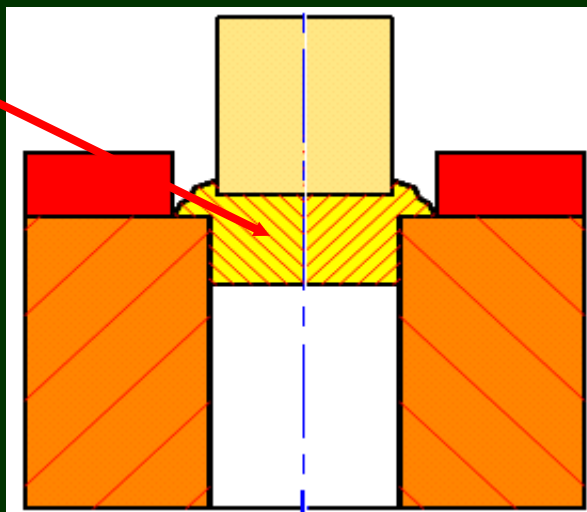
(ญ) การตัดครีป (Shaving)



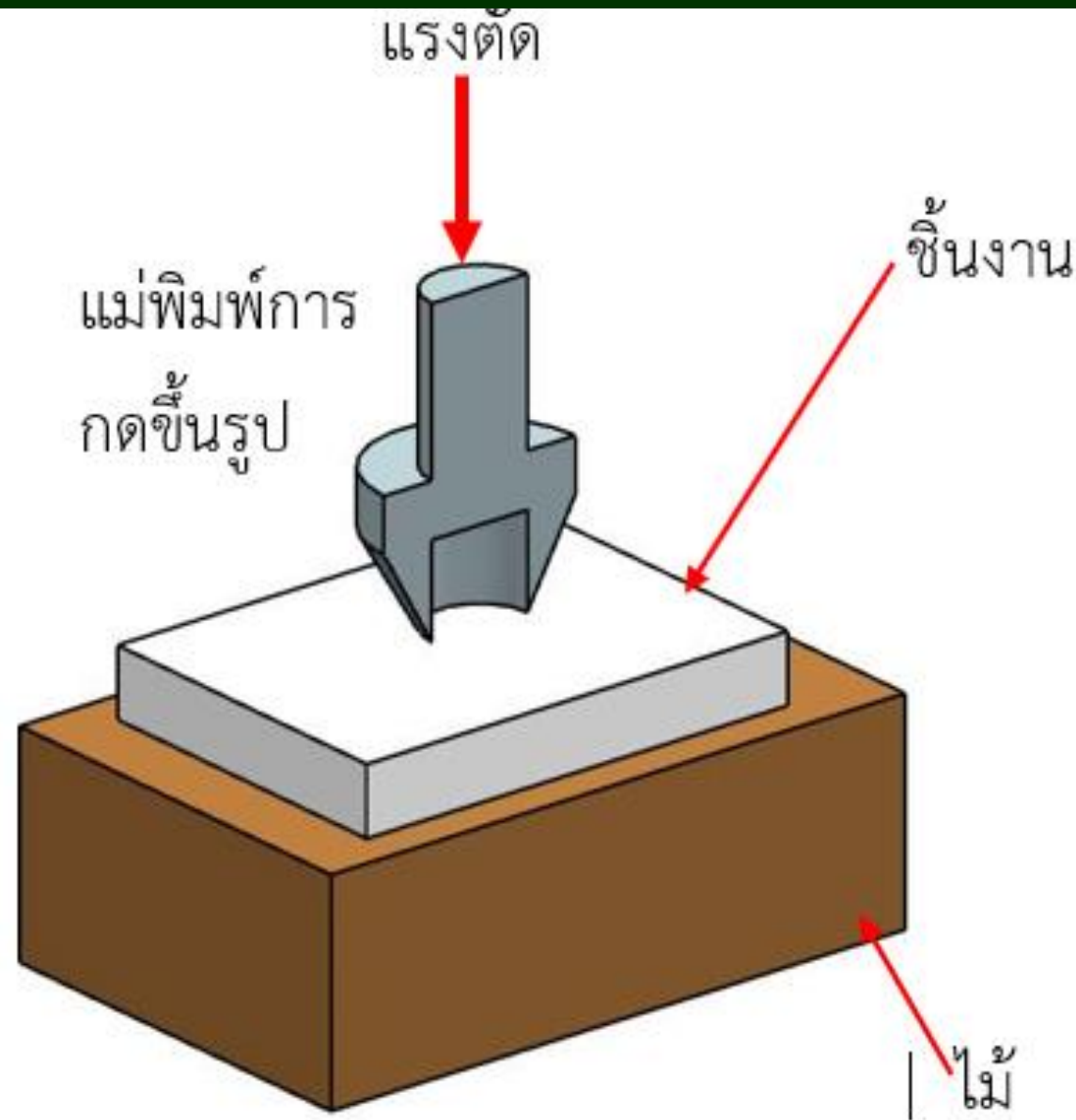
ชิ้นงาน



ความคลาดเคลื่อนที่ ± 0.025 ม.ม. มีการตัดทั้งแบบตรงและแบบมุม (Bevel Shearing)



(ฎ) การกดเจาะขึ้นรูป (Dinking)



2. การตัดโลหะแผ่นโดยไม่ใช้แรงเฉือน

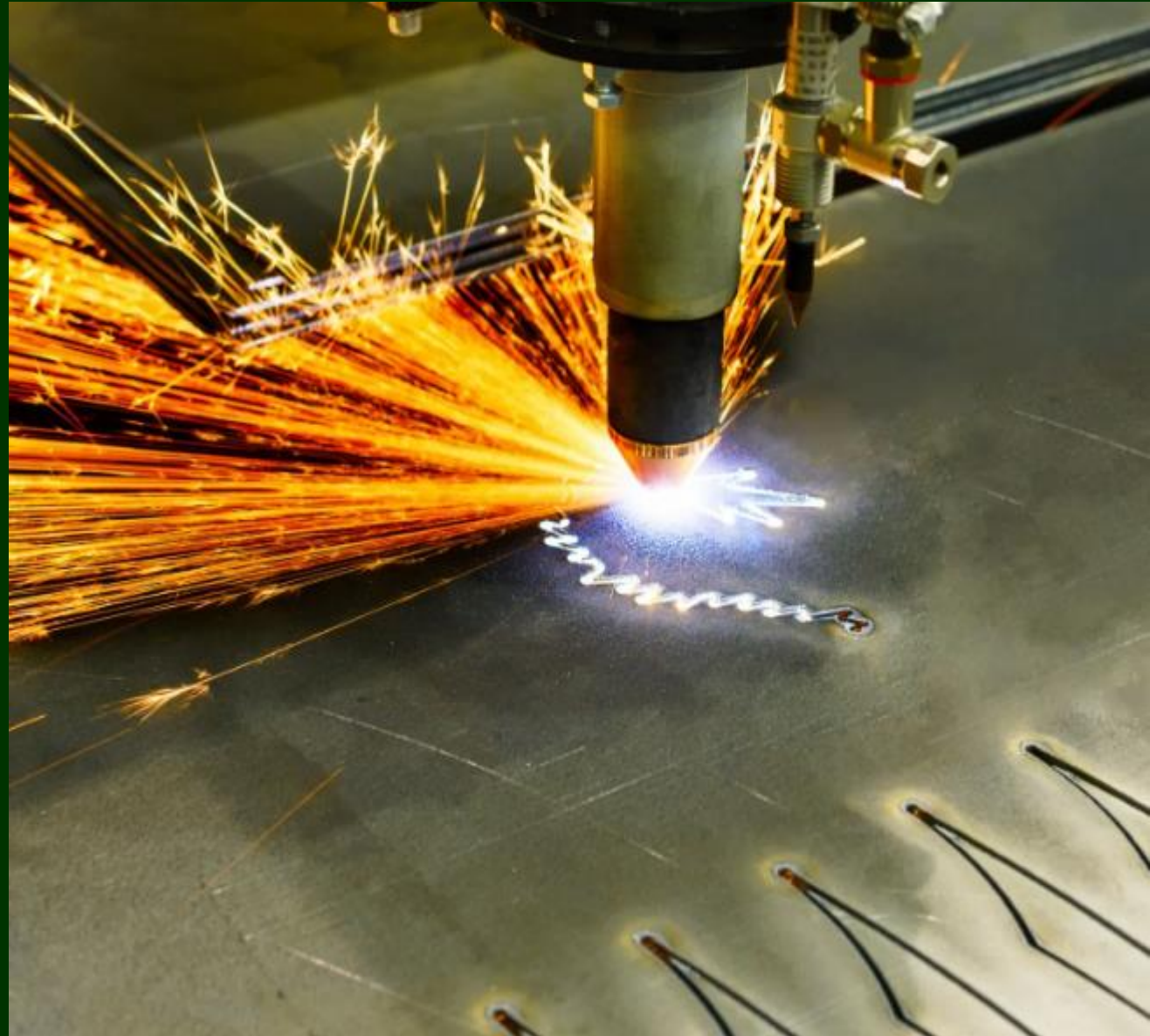
2.1 การใช้ลำแสงเลเซอร์ในการตัด (Laser beam cutting)



เลเซอร์ที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการตัดแผ่นโลหะเป็นเลเซอร์แบบคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์ (CO₂) ชนิดเดียวกับที่ใช้ในวงการศัลยกรรมเสริมความงาม มีความถี่ประมาณ 1,000-2,000 วัตต์ เส้นผ่านศูนย์กลางลำแสงประมาณ 0.2 มิลลิเมตร มีความยาวช่วงคลื่นประมาณ 10,600 นาโนเมตร (Nm) ทำงานส่งความร้อนผ่านหัวตัดซึ่งสามารถย้ายในระนาบแกน X-Y ได้ จึงทำให้สามารถตัดได้รูปร่างต่างๆมากมาย การตัดด้วยเลเซอร์สามารถตัดได้ทั้งแผ่นโลหะและอโลหะที่มีความหนาของแผ่นโลหะประมาณ 0.5 – 12 มิลลิเมตร

ในการตัดด้วยเลเซอร์มีค่าความหยابผิวรอยตัดประมาณ 5-10 ไมครอนเมตร ถ้าต้องการความเรียบผิวที่สูงจึงจำเป็นต้องมีการตกแต่งภายหลัง และเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นสูงระหว่างการตัดนี้จึงอาจเกิดการบิดขึ้นได้เล็กน้อย

2.2 การใช้พลาสมาในการตัด (Plasma cutting)



ชุดหัวtorchพลาสติก (Torch Head) ซึ่งมีหัวตัดและหัวแรงดันสูงหรือหัวทูป ชุดอิเล็กทรอนิกส์ ชุดแหวนรองหัวพลาสติกและชุดแรงดันแก๊ส ชุดระบบลมแรงดันสูงประมาณ 5-6 บาร์ การตัดด้วยพลาสติกใช้กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดประกายไฟ (Arc) ระหว่างอิเล็กทรอนิกส์กับชิ้นงาน หัวทูปทำจากทองแดงมีรูเล็กๆทำให้ พลาสติกมีแรงดันสูงเมื่อเกิดการติดไฟจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 27,000 องศาเซลเซียส พลาสติกมีสภาพเป็นไอออนพุ่งออกมาด้วยความเร็วสูงผ่านหัวตัดพุ่งตรงสัมผัสผิวโลหะจนเกิดการหลอมละลายขึ้นแล้วโลหะที่หลอมละลายจึงถูกเป่าด้วยลมแรงดันสูงจนหลุดออกเป็นแนวตามรอยตัด

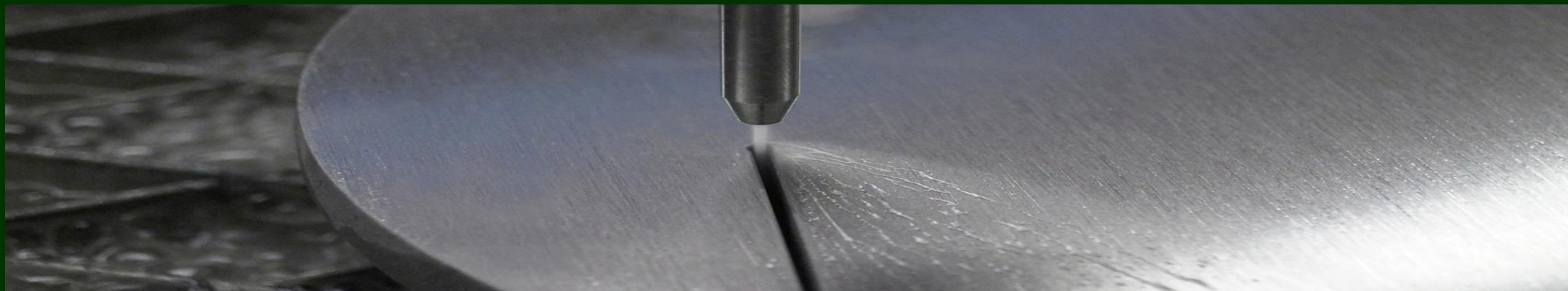
การตัดพลาสติกด้วยระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเชิงตัวเลขให้ความแม่นยำในการทำงานที่สูงขึ้น สามารถตัดรูปร่างที่ซับซ้อนได้ดีและมีอัตราการผลิตที่สูงขึ้นมาก แต่การตัดด้วยพลาสติกจะมีผิวตัดที่ไม่เรียบโดยเฉพาะในกรณีแผ่นที่มีความหนามากจะเกิดสะเก็ดและรอยจากความร้อนที่บริเวณผิวโลหะเกิดขึ้นทำให้ต้องทำการเก็บงานอีกครั้ง

2.3 การใช้แก๊สในการตัด (Oxy-fuel cutting)



อัตราส่วนที่เหมาะสมกับการตัดด้วยมือของอะเซทิลีนบวกออกซิเจนคือ 1:1 แก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนคือ 1:1 แก๊สมีเทนและออกซิเจนคือ 1.5:1 แก๊สโพรเพนและออกซิเจนคือ 4:1 เป็นต้น ส่วนค่าความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณรอยตัดจะขึ้นอยู่กับการนำแก๊สชนิดใดมาใช้ออกซิเจน เช่น แก๊สอะเซทิลีนบวกออกซิเจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 3,400 องศาเซลเซียส แก๊สมีเทนบวกออกซิเจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 2,700 องศาเซลเซียส แก๊สไฮโดรเจนบวกออกซิเจนและแก๊สโพรเพนออกซิเจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 2,900 องศาเซลเซียส เป็นต้น ด้านการควบคุมรูปร่างที่เกิดขึ้นจะใช้เวลาในการเดินของแนวหัวฉีดทำให้เกิดรูปร่างตามต้องการ สามารถตัดรูปร่างที่ซับซ้อนได้แต่จะต้องใช้เวลาในการเตรียมความร้อนให้ผิวก่อนตัดจริงก่อนเสมอ มีอัตราการผลิตที่สูง สามารถขนย้ายได้สะดวก การตัดด้วยแก๊สจะมีรอยตัดขนาดใหญ่กว่าแบบอื่นข้างต้น มีผิวตัดที่ไม่เรียบมีการเกิดสะเก็ดและรอยไหม้จากความร้อนจึงเหมาะกับงานที่ต้องนำไปเข้ากระบวนการเครื่องมือนอกอื่น ๆ อีกครั้งอีกทั้งยังมีการเกิดควันพิษขึ้นในกระบวนการด้วย

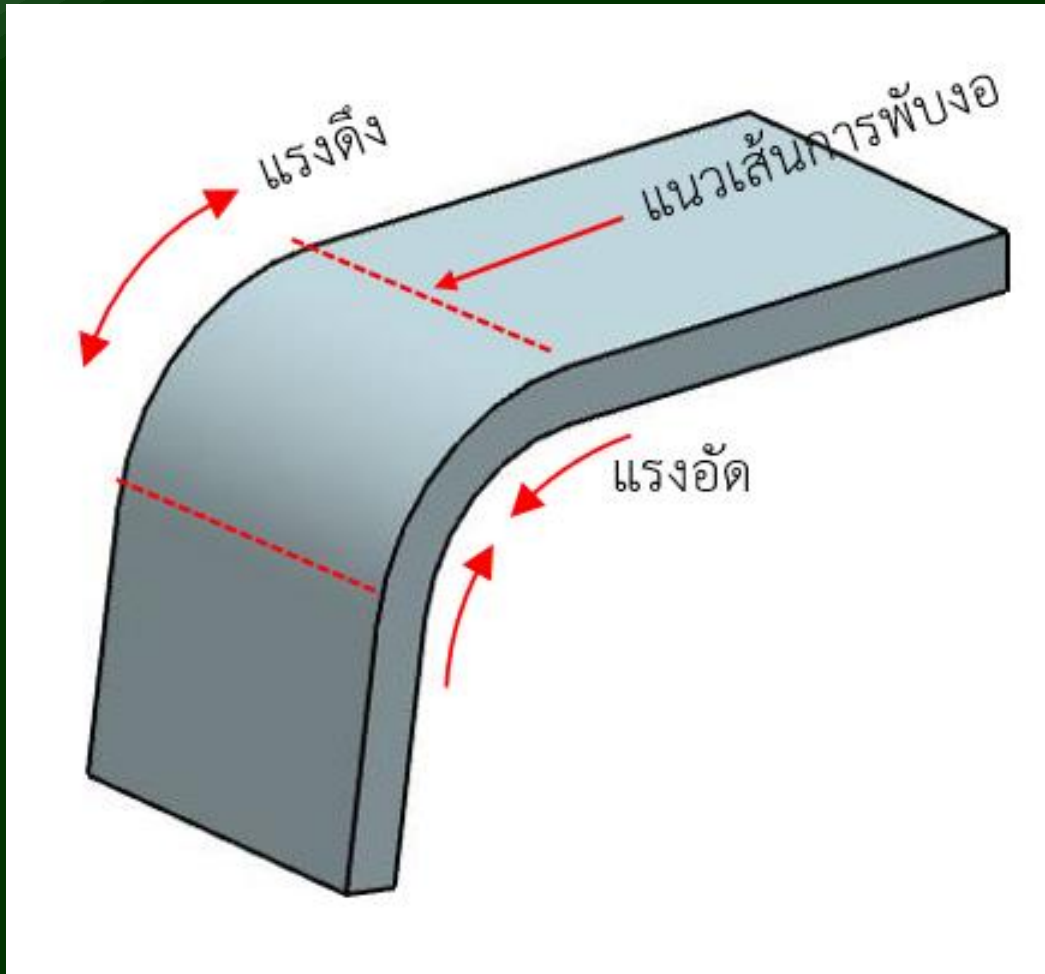
2.4 การใช้น้ำในการตัด (Water jet cutting)



ชุดหัวตัดแรงดันสูงที่มีรูขนาดเล็กพุ่งลงบนแผ่นโลหะด้วยความเร็วประมาณ 610 เมตร/วินาที หรือ 2,000 ฟุต/วินาที ในน้ำจะมีส่วนผสมของสารกัดกร่อนที่มีคม เช่น กากเพชร โกลเมน จะพุ่งด้วยแรงดันสูงพร้อมกับน้ำจึงทำให้เกิดการกัดกร่อนที่ผิวโลหะตามแนวเส้นของหัวตัด ดังภาพที่ 1.21 ในกระบวนการนี้จะใช้เวลาในการตัดมากกว่ากระบวนการอื่นและจะเกิดเสียงดังจากกระทบของแรงดันน้ำกับโลหะ การกำหนดรูปร่างจะใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเชิงตัวเลขควบคุมให้เป็นไปตามเส้นทางที่ต้องการตัด ด้านรอยตัดโลหะที่เกิดขึ้นจะมีความกว้างประมาณ 1.50 มม. หรือ 0.06 นิ้ว ลักษณะของขอบรอยตัดจะมีคุณภาพที่ดี เพราะไม่มีการเกิดครีบจากการตัด ข้อดีที่โดดเด่นของกระบวนการนี้คือไม่ใช้ความร้อนจึงไม่มีผลกระทบด้านการบิดตัวของโลหะแผ่นเกิดขึ้น

2. งานขึ้นรูปโลหะแผ่น

2.1 การพับ (Bending)

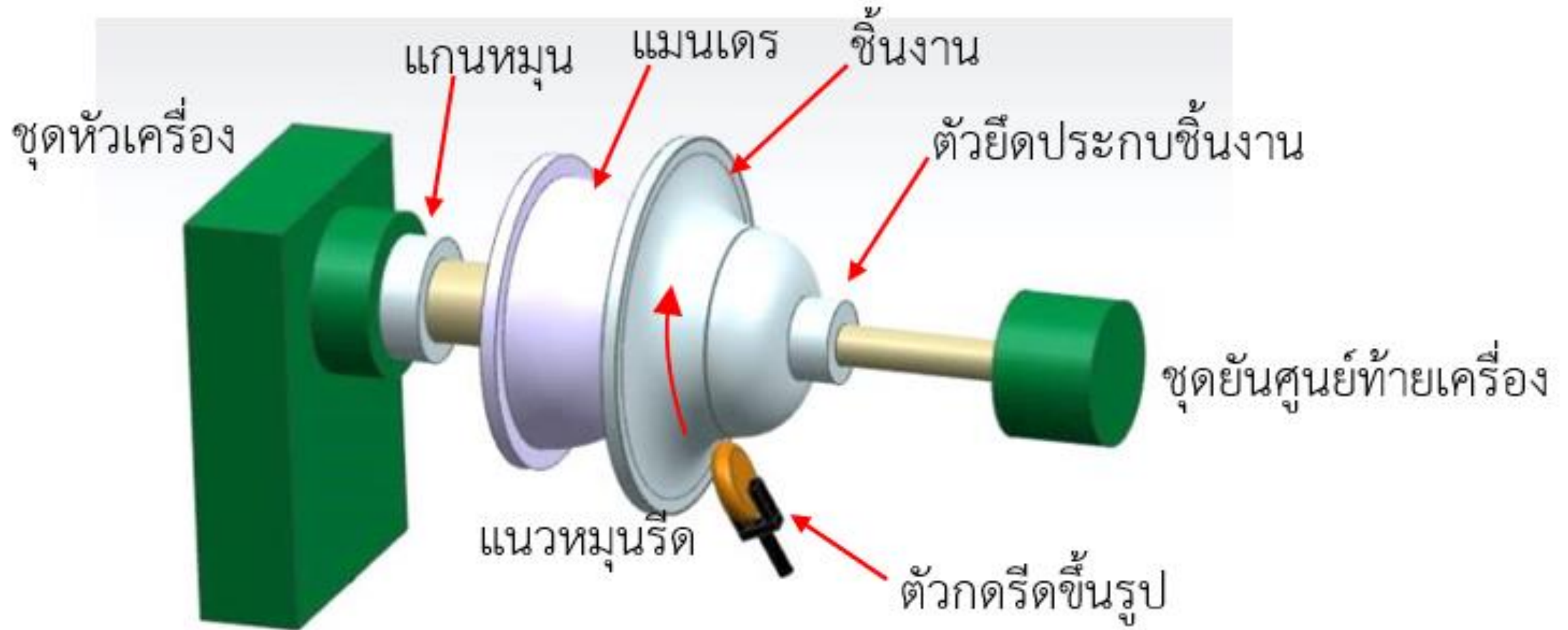


2.2 การรีดขึ้นรูป (Roll forming)

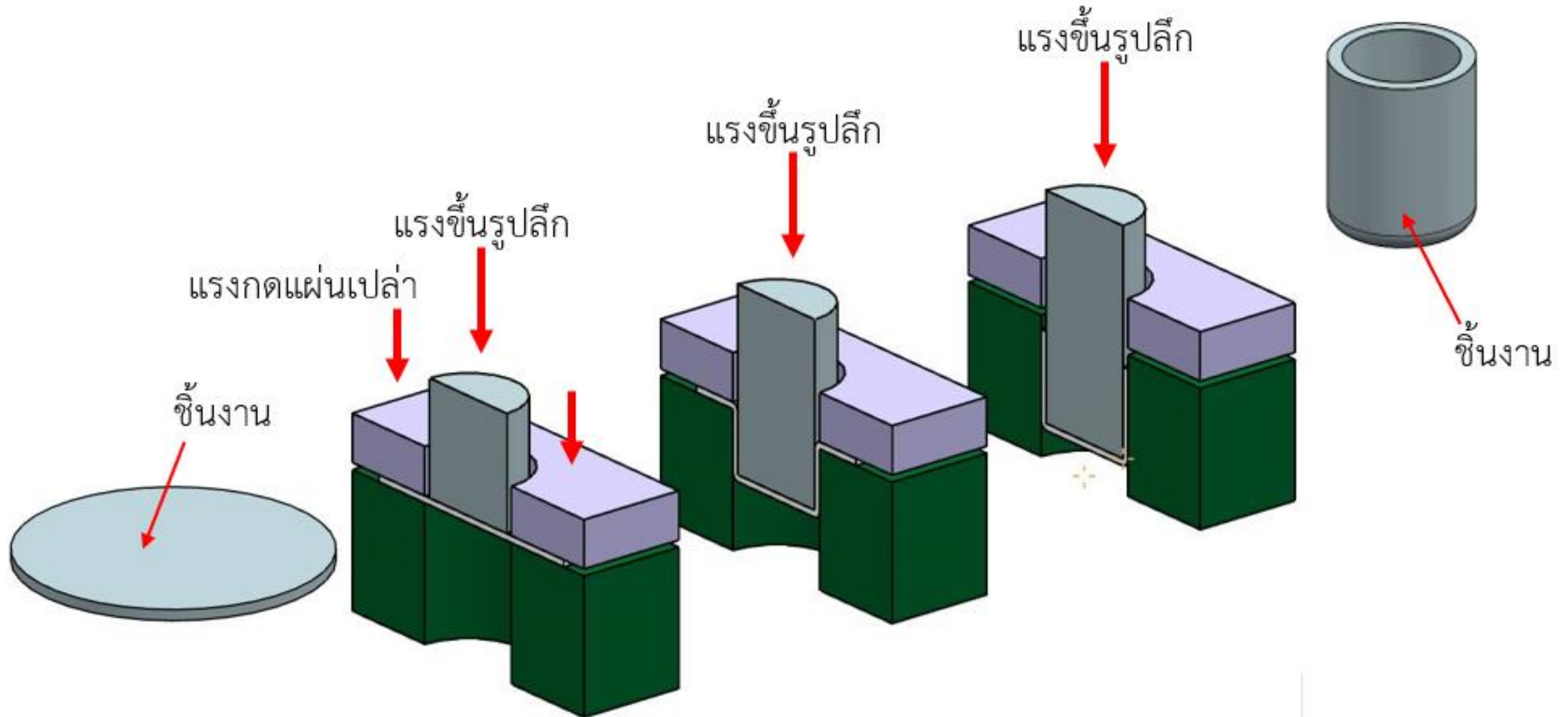


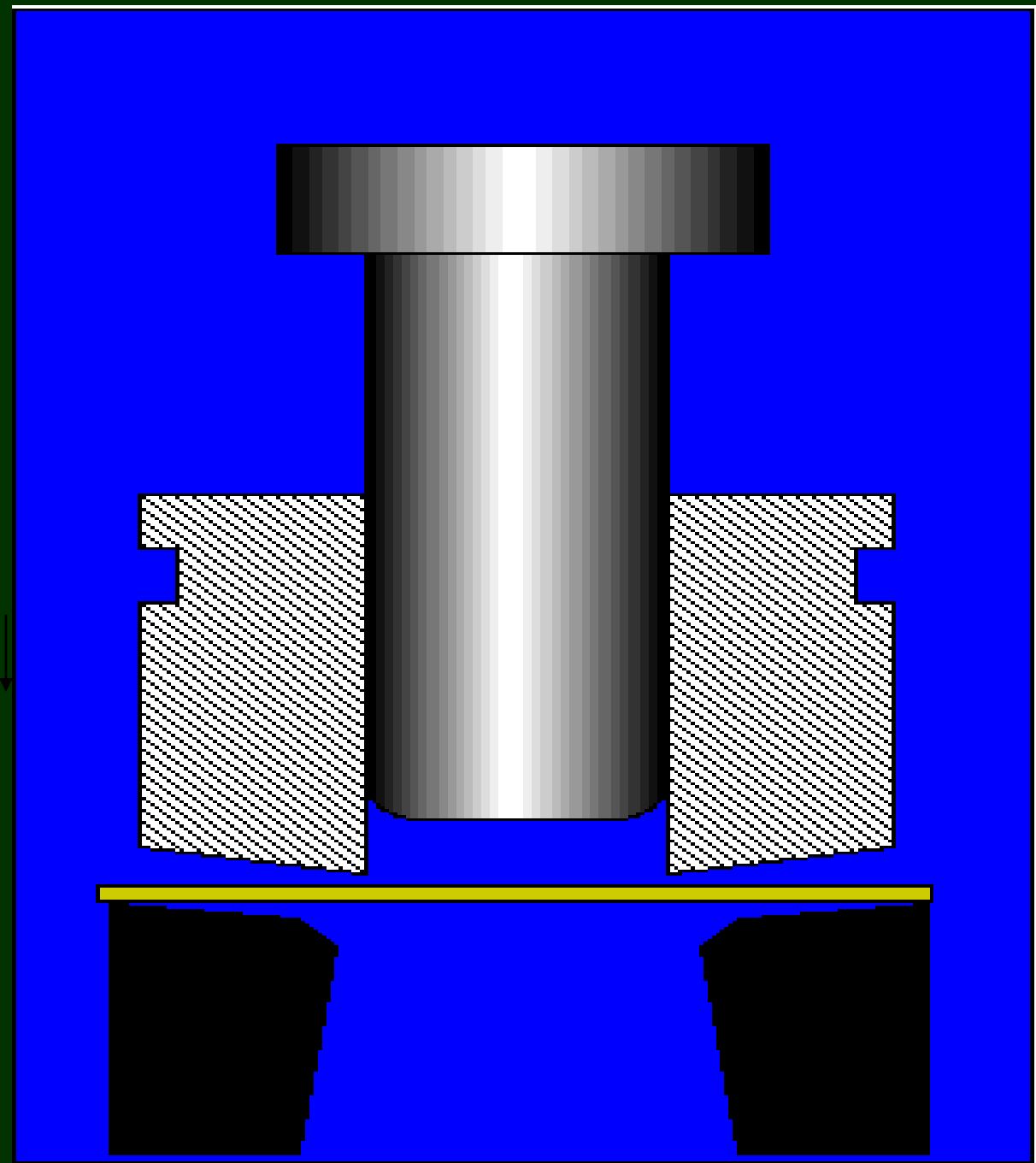
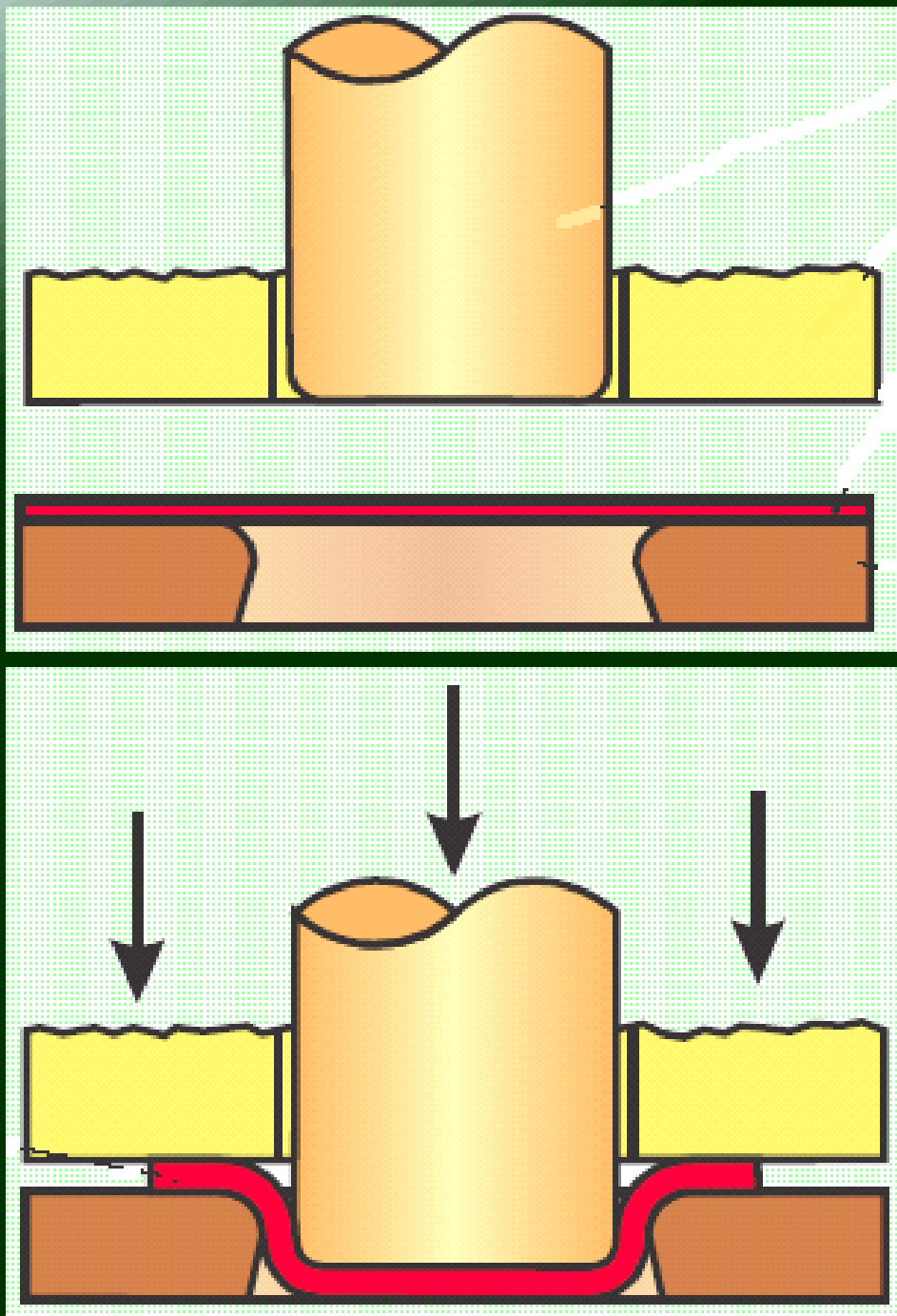
#152819436

2.3 การหมุนรีดขึ้นรูป (Spinning or spin forming)

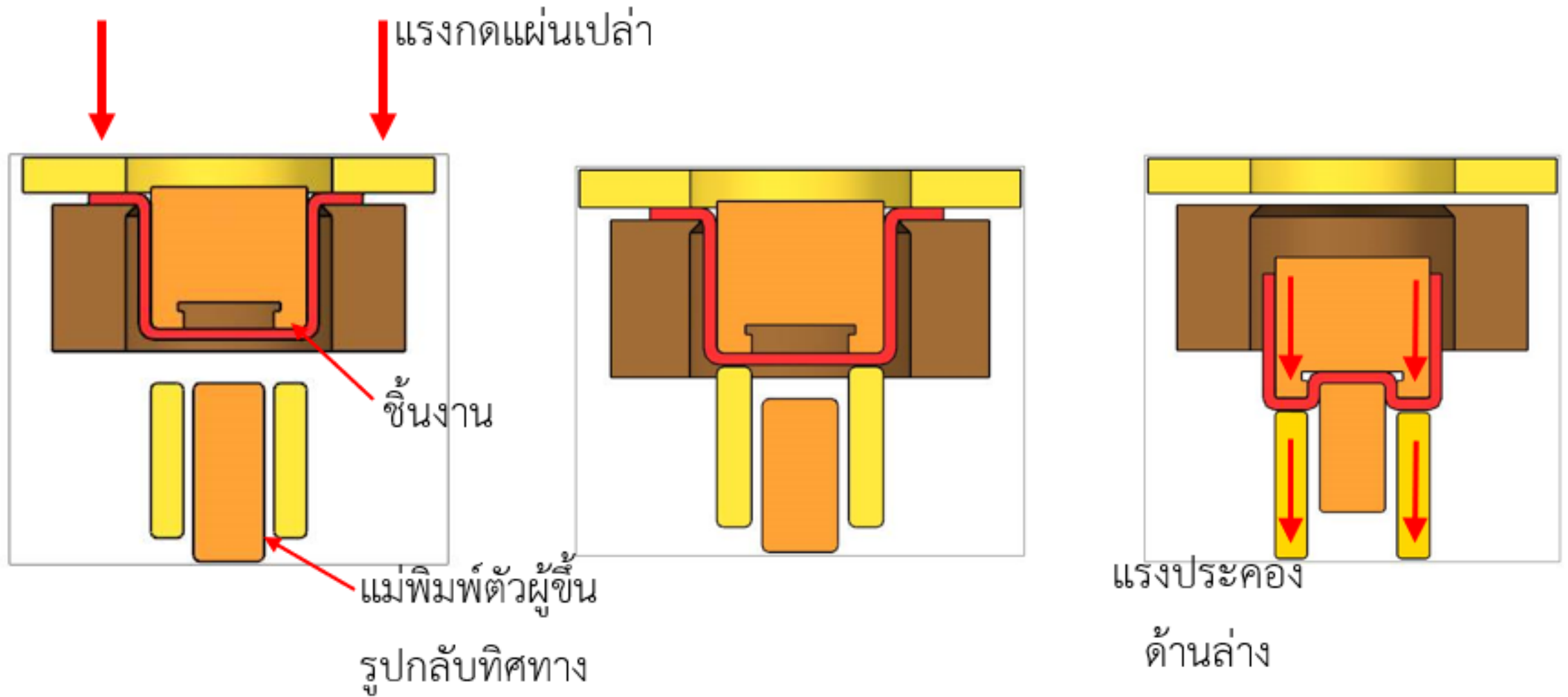


2.4 การขึ้นรูปลึก (Deep drawing)

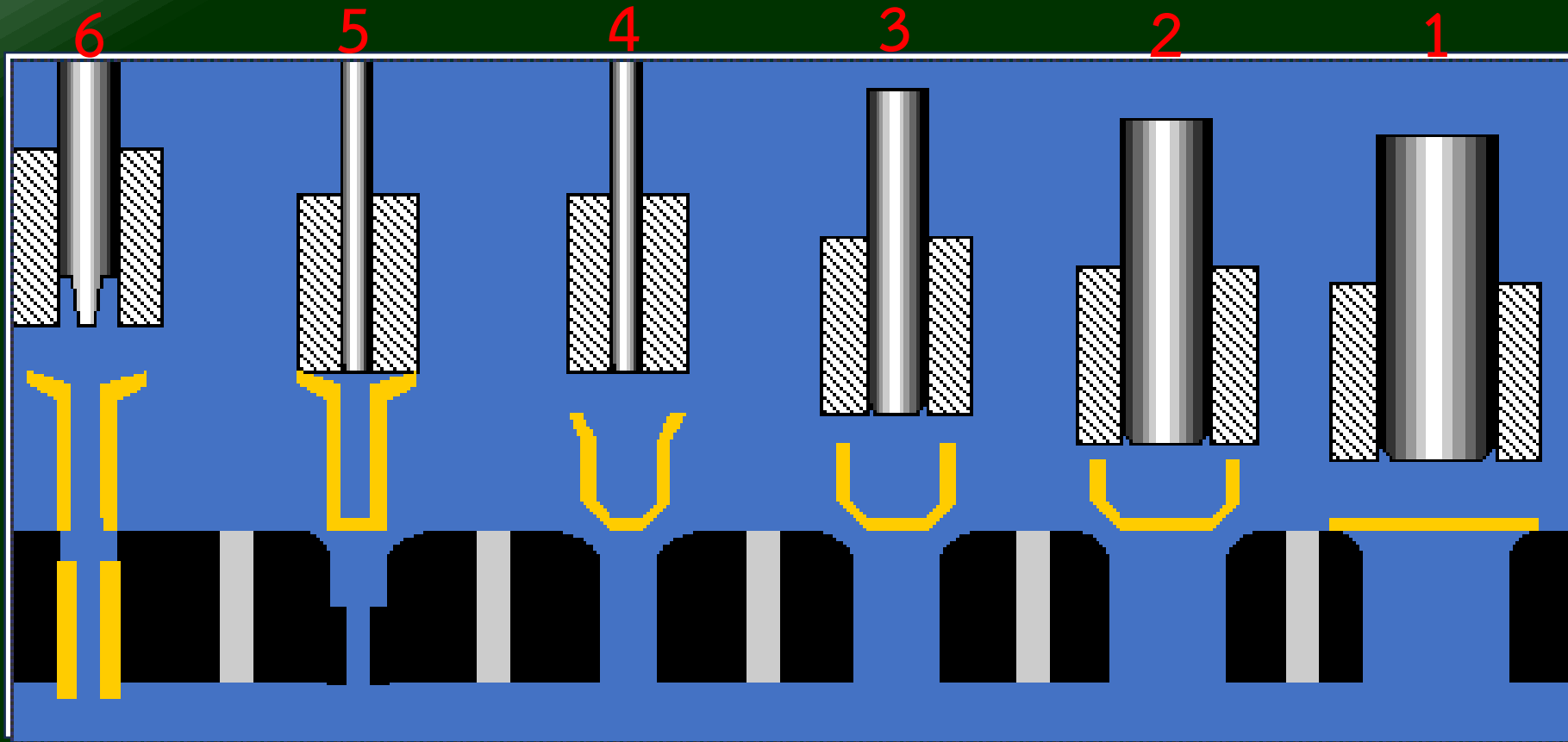




การขึ้นรูปกลับทิศทาง (Reverse drawing)



การลากขึ้นรูปซ้ำ (Redrawing)

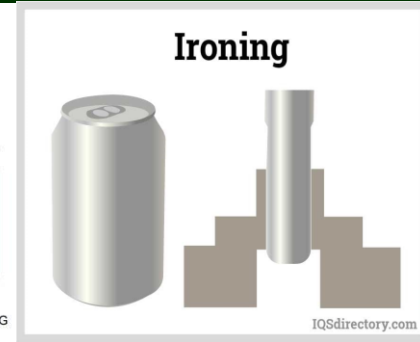
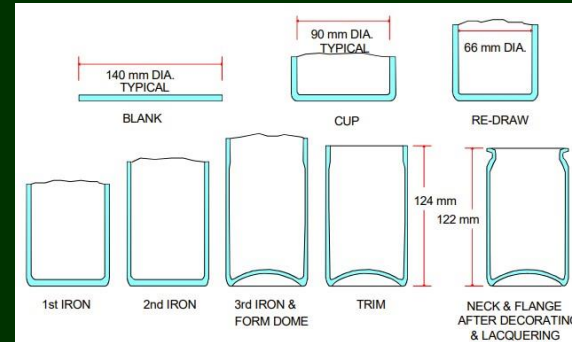
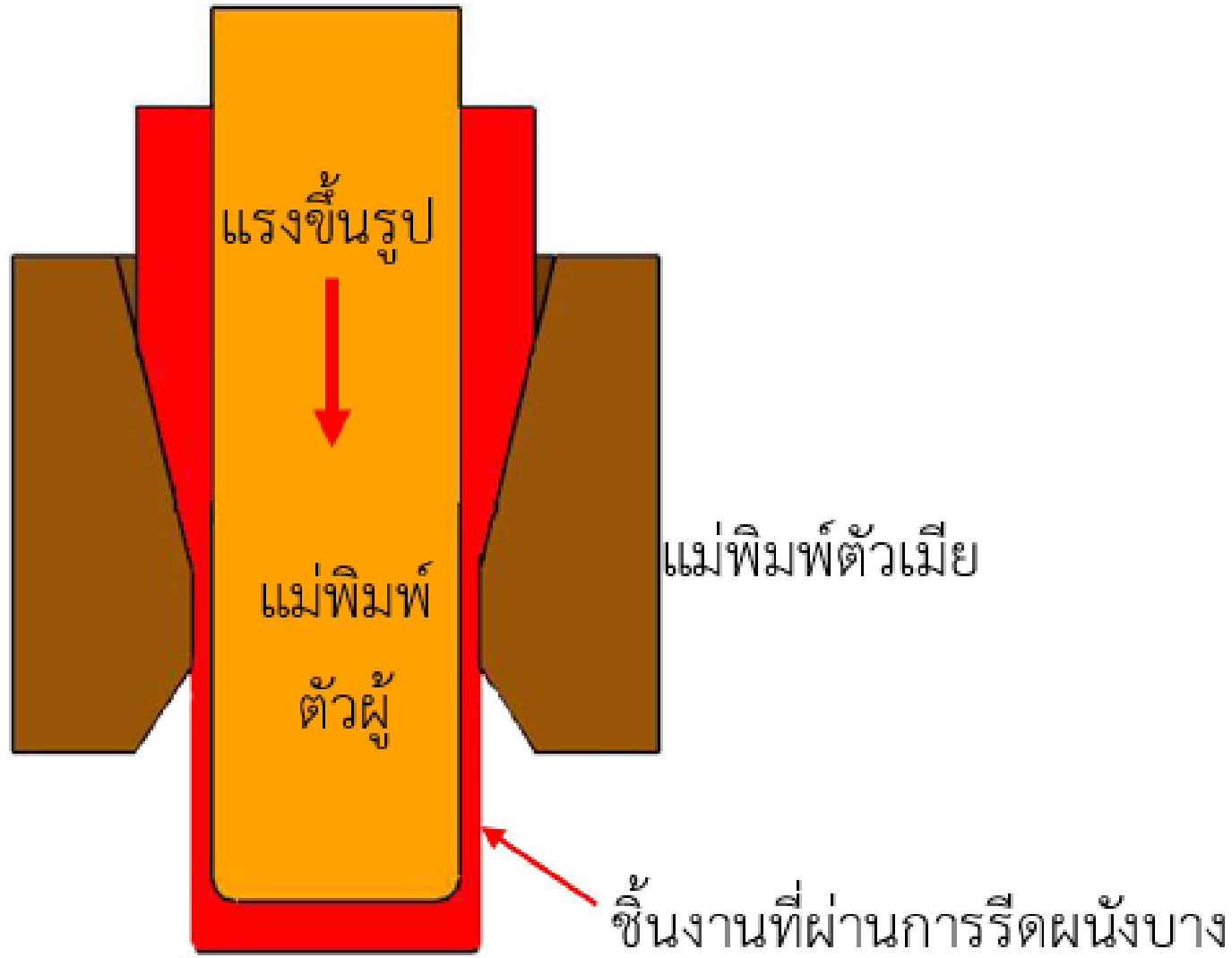


ขั้นตอน

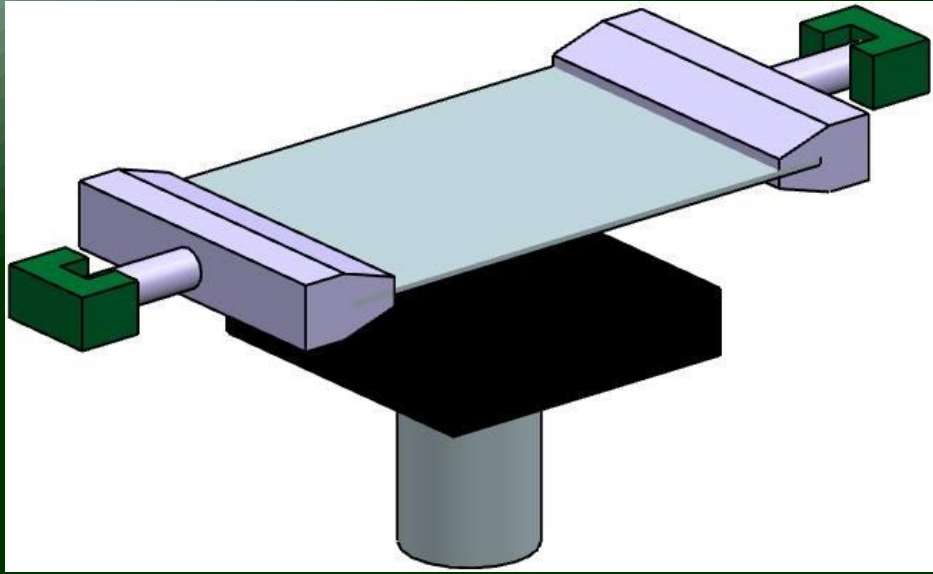


ตัวอย่างชิ้นงาน

การรีดผนังบาง (Ironing)



2.5 การยืดขึ้นรูป (Stretch Forming)

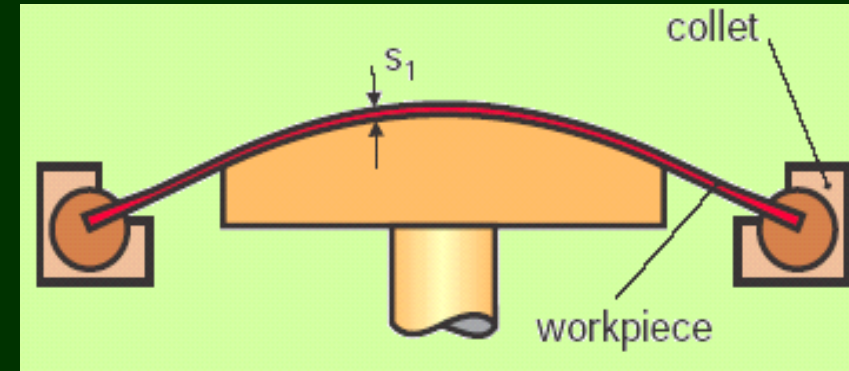
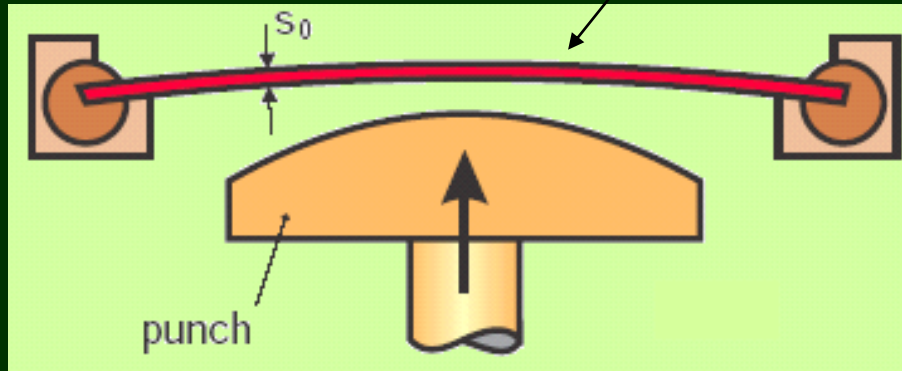


เป็นกระบวนการที่ใช้ทั้งแรงดึงและตัดจากแรม (Ram) ซึ่งเป็นชุดดันขึ้นรูปด้านล่างส่งแรงดันให้เกิดรูปร่างและขยายตัวตามรูปทรงของแม่พิมพ์ตัวเมีย โลหะแผ่นนี้จะถูกยืดปลายทั้งสองข้างด้วยหัวจับ (Gripping jaws) และที่หัวจับนี้จะมีแรงดึงประกอบ

ก่อน

Workpiece

หลัง



$$S_1 < S_0$$

- Custompartnet. *Sheet metal fabrication*. [Online], Available: <http://www.custompartnet.com>. (2024, 20 April)
- ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. *เทคโนโลยีแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2562.
- Vukota Boljanovic. *Sheet Metal Stamping Dies: Die Design and Die-Making Practice*. New York: Industrial Press. 2013.
- ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. *ความแข็งแรงของวัสดุ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2560.
- ชาญชัย ทรัพย์ากร, ประสิทธิ์ สวัสดิ์สรรพ และวิรุฬ ประเสริฐวรนนท์. *การออกแบบแม่พิมพ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 34). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. 2557.
- วารุณี เปรมานนท์ และพงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์. *งานขึ้นรูปโลหะเล่มที่ 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. 2553.
- สถาบันไทย-เยอรมัน, *โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ พ.ศ. 2550 ชุดสื่อการสอน วิชา การออกแบบแม่พิมพ์โลหะ*. 2550.
- Schuler. *Metal forming handbook*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1998.