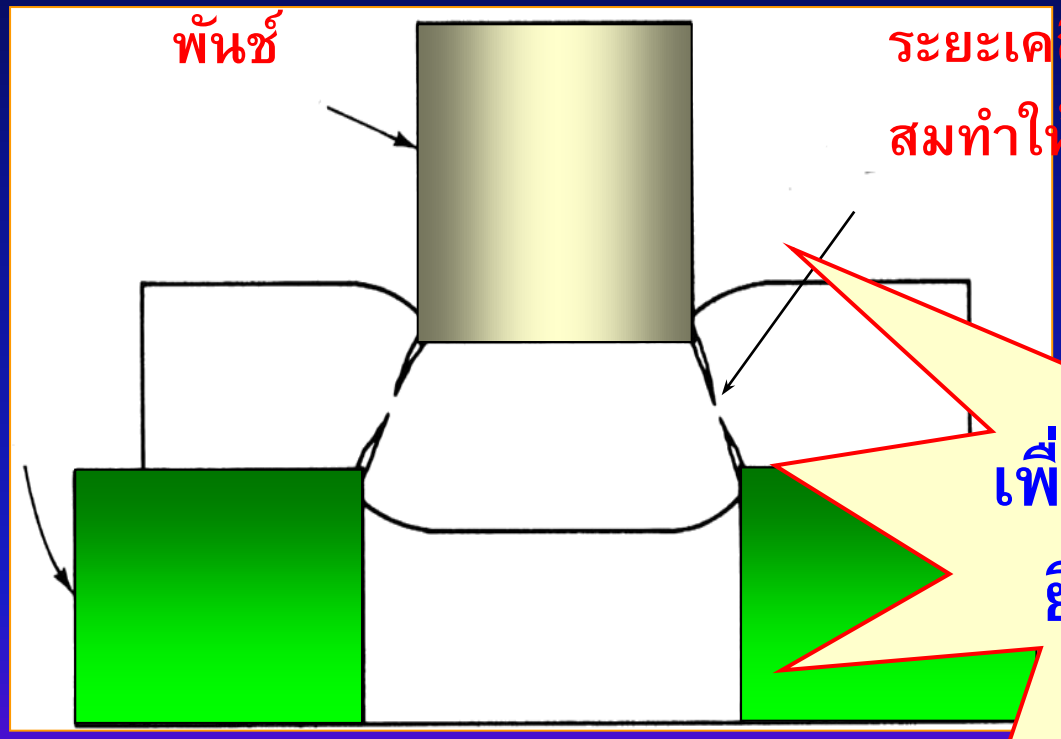
บทที่ 3. การคำนวณแรงที่ใช้ตัดโลหะแผ่น

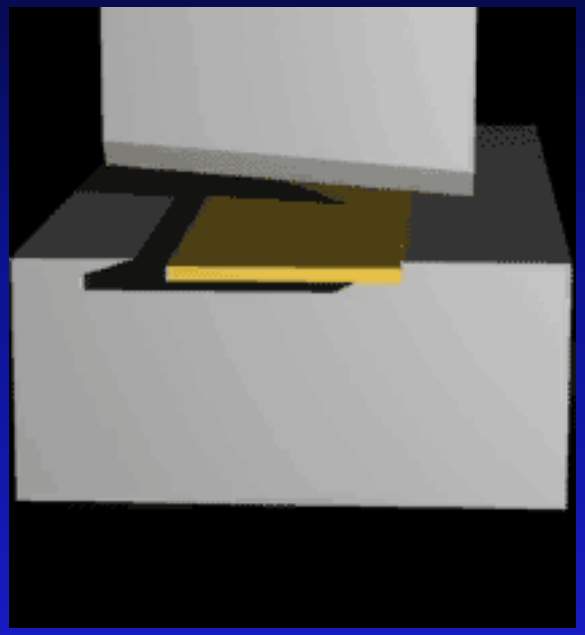


ระยะเคลียแรนซ์ที่เหมาะสมทำให้รอยแตกบรรจบกันพอดี

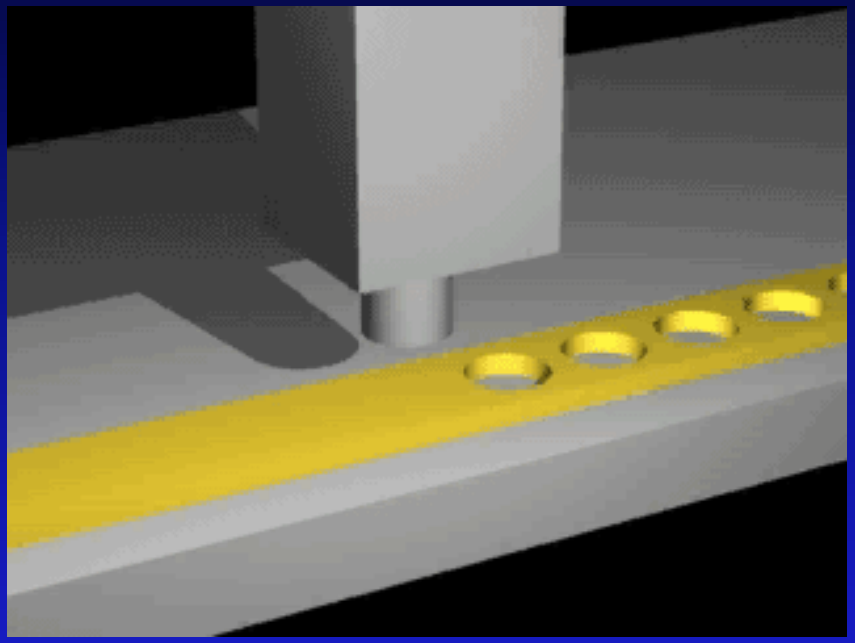
เพื่อลดแรงในการตัด
ยืดอายุเครื่องมือ

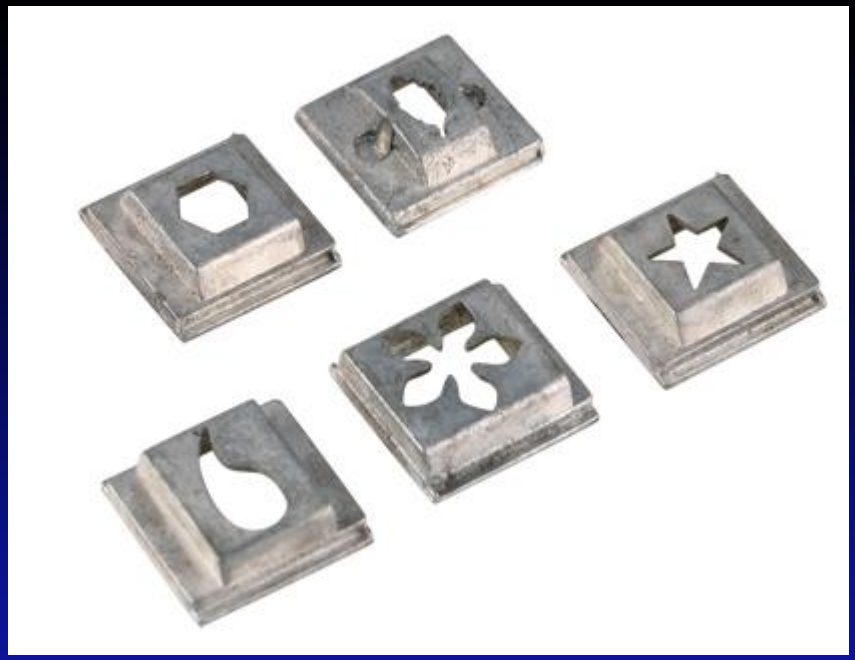
ผศ.ธรรม์ณชาติ วันแต่ง

Shearing



Stamping





NORTHEASTOOL & DIE CO., Inc.
16 Aldrich Ave. • P.O. Box 28
Norway, ME 04268 • USA

วัตถุประสงค์

- แรงในการตัด ผิวหน้าคมตัดแบนราบ
- แรงในการตัด ผิวหน้าคมตัดเอียง
- แรงปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดออก (Stripping Force)
- งานหรือพลังงานที่ใช้

การคำนวณ

1. เลือกขนาด/ตัน ที่เหมาะสมของเครื่องปั้ม
2. คำนวณหาขนาดของชิ้นส่วนที่จะใช้ทำแม่พิมพ์
3. งานหรือพลังงาน คำนวณหาขนาดของมอเตอร์เครื่องปั๊มโลหะ
4. แรงดันปลดแผ่นชิ้นงาน หาขนาดและการอัดตัวของสปริง หรือขนาดของยางยูริเทน

ความแข็งแรงเฉือนของโลหะ คือ

ความต้านทานการตัดของโลหะนั้นในแม่พิมพ์

จะมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว นิวตันต่อตาราง

เมตร หรือ ปาสคาล

ความแข็งแรงเฉือนจะเป็นสิ่งชี้ให้เห็นถึงว่า ความเค้น

ที่ถูกกระทำขึ้นบนโลหะนั้นเกิดการเฉือนขาดได้

การที่ลับผิวหน้าคมตัดของพันช์หรือดายให้เป็นมุม

1. ช่วยลดแรงในการตัด
2. การสร้างมุมเอียงที่ผิวหน้าคมตัดมีข้อดีทางกลก็คือ ถ้ามุมเอียงยิ่งมากแรงที่ใช้ยิ่งน้อยลง
3. แรงที่ใช้ตัดมีมากกว่าขนาดของเครื่องปั๊มโลหะ มุมจะทำให้ใช้ตัดโลหะได้ดีขึ้น

การตัดเฉือนคมนั้นอาจจะตัด

คมขึ้นหรือลง

เอียงเป็นมุมเดียว

เอียงสองมุมร่วมกัน

ตัดเป็นรูปโค้งเข้า

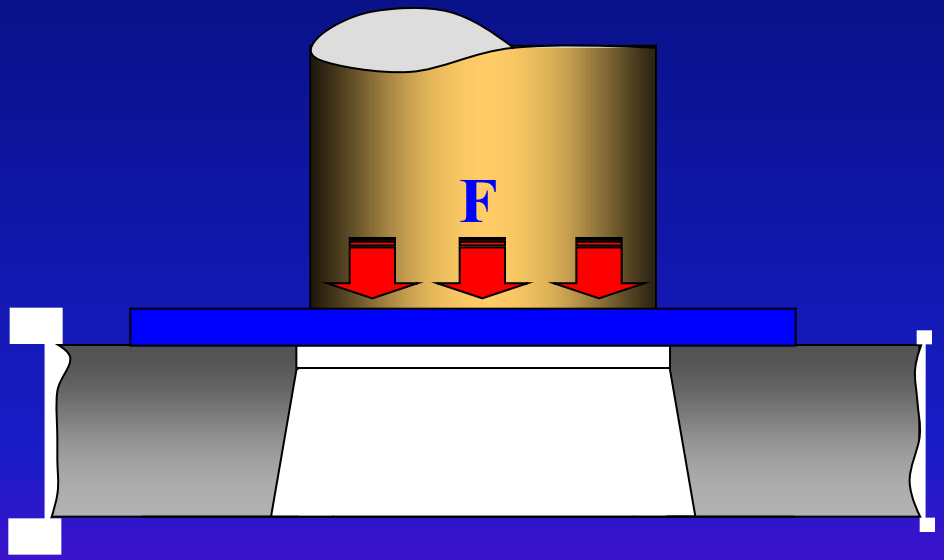
รูปโค้งออก

รูปร่างอย่างอื่น

แรงที่ใช้ตัดโดยใช้ผิวหน้าคมตัดแบนราบ

$$F = \frac{Lt\sigma_s}{2000}$$

ตัน



in

$$F = \frac{Lt\sigma_s}{2000}$$

F = แรงที่ใช้ตัด หน่วย ตัน

L = ความยาวเส้นรอบรูปการตัด หน่วย นิ้ว

t = ความหนาของโลหะแผ่น หน่วย นิ้ว

σ_s = ความแข็งแรงเฉือน หน่วยปอนด์ต่อตารางนิ้ว

metric

$$F = \frac{Lt\sigma_s}{2000}$$

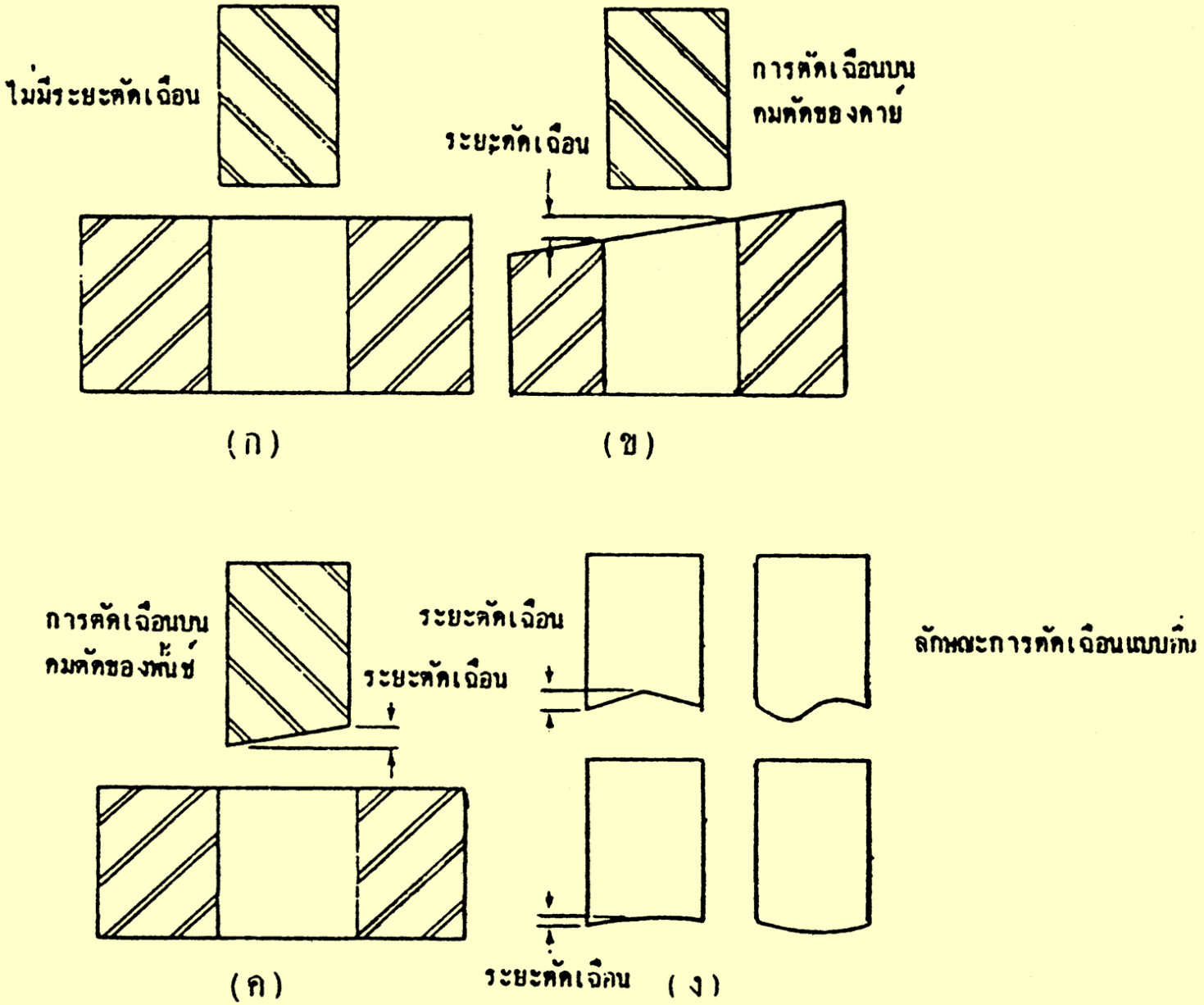
F = แรงที่ใช้ตัด หน่วย ตัน

L = ความยาวเส้นรอบรูปการตัด หน่วย เมตร

t = ความหนาของโลหะแผ่น หน่วย เมตร

σ_s = ความแข็งแรงเฉือน หน่วยนิวตันต่อตารางเมตร

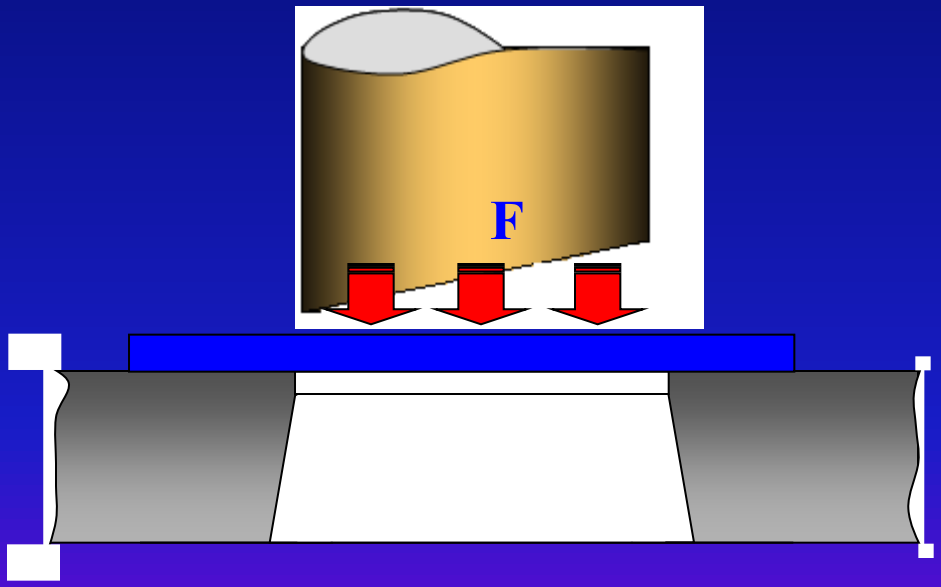
แรงที่ใช้ตัดโดยพันช์และดายมีผิวหน้าคมตัดแบบตัดเฉือน



แรงที่ใช้ตัดโดยพันช์และดายมีผิวหน้าคมตัดแบบตัดเฉือน

$$FS = KF$$

ตัน



สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Fs = KF \rightarrow K = \frac{tP}{s}$$

K คือ ค่าคงที่เป็นอัตราส่วนระหว่างระยะกินลึกกับระยะตัดเฉือนคมตัด

Fs คือ แรงที่ใช้ในการตัดเฉือนคมตัด หน่วย ตัน

S คือ ระยะตัดเฉือนคมตัดบนพันช์หรือดาย หน่วยนิ้ว

P คือ เปอร์เซ็นต์ระยะกินลึก

แรงปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดออก (Stripping force)

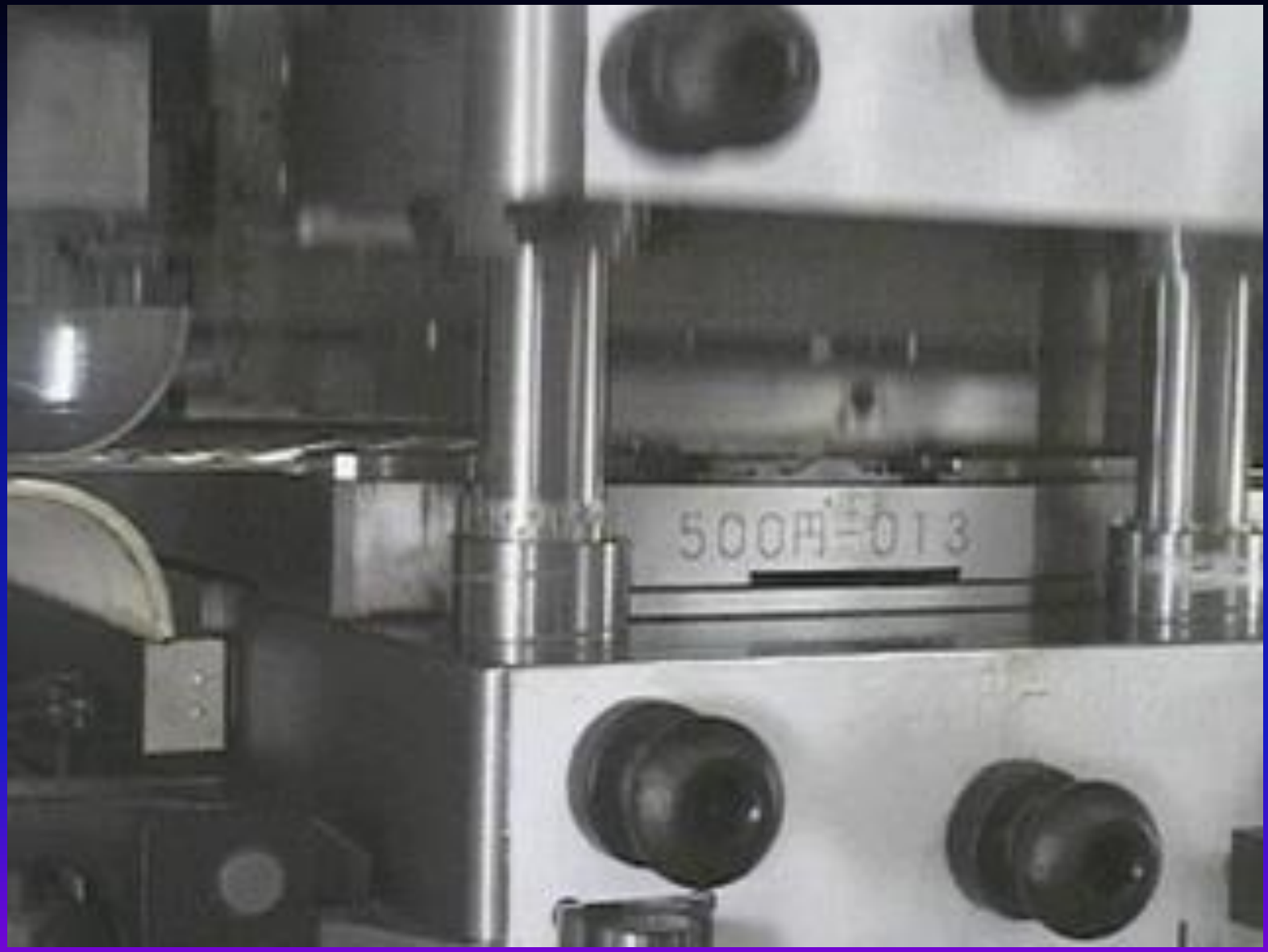
โลหะแผ่นเมื่อตัดรูออกไปแล้วรูจะติดพันช์ขึ้นไป

- การเด้งตัวกลับของเนื้อโลหะบางส่วนที่อยู่รอบ ๆรู ในภาวะยืดหยุ่นตัว

- โลหะแผ่นมีความแข็งและบาง ใช้แรงปลดแผ่นชิ้นงานน้อย

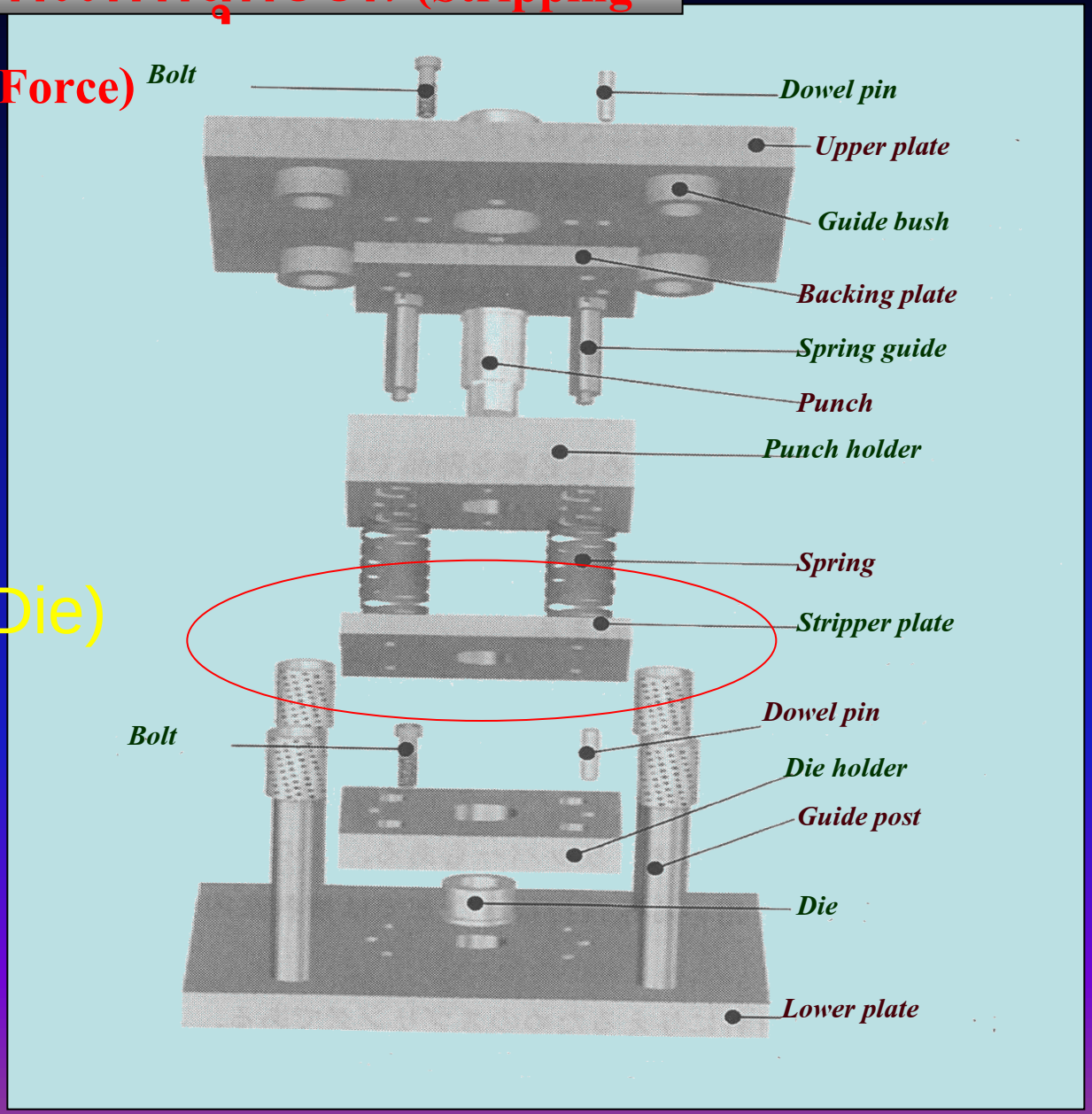
- โลหะที่ผ่านการอบคืนตัวและโลหะที่อ่อน ใช้แรงปลดออกมากกว่า มีแนวโน้มที่จะเกิดการเชื่อมแบบเย็นตัวได้ง่าย

- แรงปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดออกมามีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของแรงตัด


500円玉013

แรงปลดแผ่นชิ้นงานให้หลุดออก (Stripping Force)

(Punch and Die)



ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับแรงปลดแผ่นชิ้นงาน

1. โลหะอ่อนใช้แรงปลดแผ่นชิ้นงานมากกว่า

2. การใช้ขนาดช่องว่างแม่พิมพ์น้อย ต้องใช้แรงปลดชิ้นงานมากกว่า

3. การตัดที่เกิดขึ้นใกล้ ๆขอบของโลหะ ใช้แรงปลดชิ้นงานน้อย เพราะโลหะดีดตัวออกจากพันช์ได้ง่าย

4. การตัดที่มีความเร็วสูง จะเป็นตัวทำให้พันช์ร้อนได้ง่าย จะเกิดการเชื่อมแบบเย็นตัวมากขึ้น ต้องใช้แรงปลดมาก

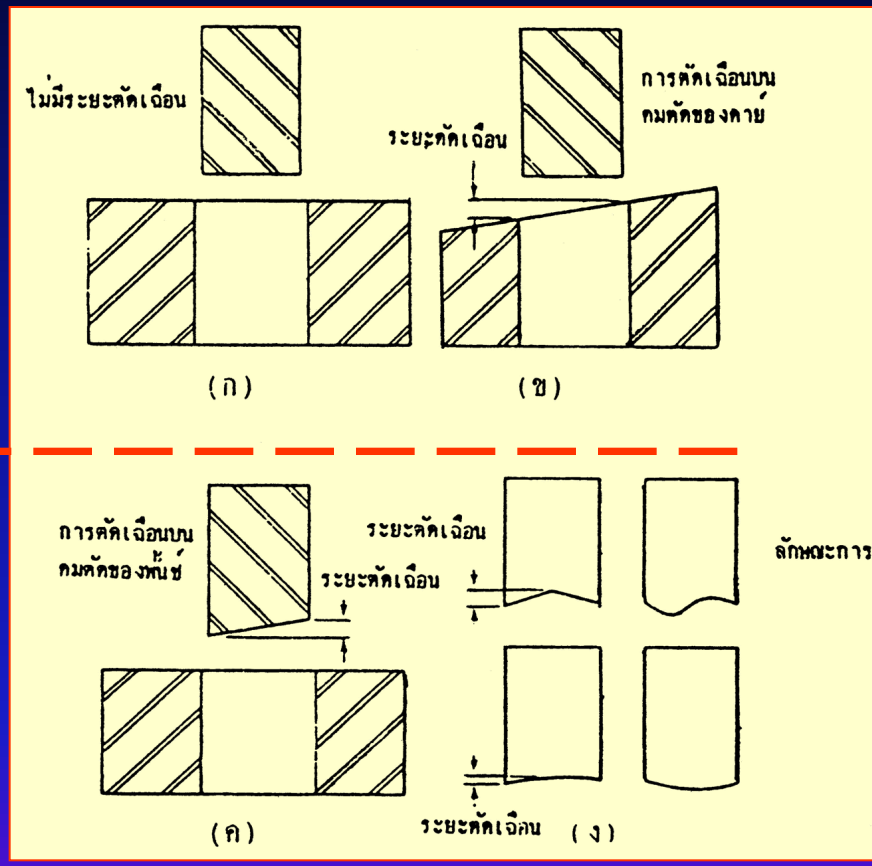
5. สารหล่อลื่นช่วยลดแรงปลดแผ่นชิ้นงานได้

6. การเจียรนัยพันช์และดายในแนวดิ่ง จะทำให้ใช้แรงปลดแผ่นชิ้นงานน้อยลง

การตัดเฉือนที่คมตัดของดาย

และการตัดขลิบริม

แผ่นเศษ (Scrap) จะบิดงอ



คมตัดเฉือนที่คมตัดของพันช์

แผ่นชิ้นงานที่หลุดออกมาจากการตัดจะบิดงอ

แรงปลดแผ่นชิ้นงานสามารถคำนวณได้จากสูตร

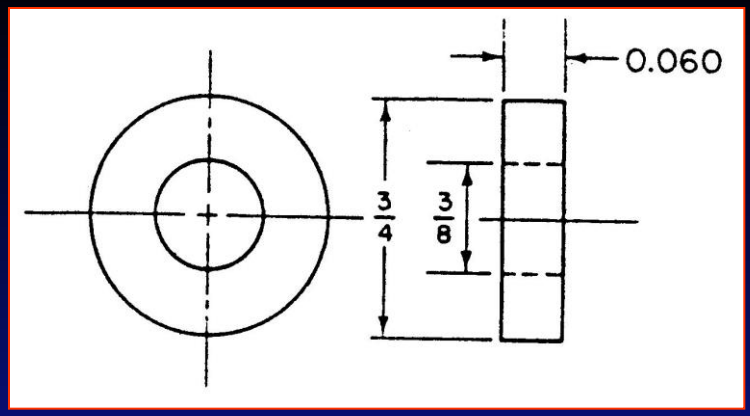
$$fs = 3500Lt$$

ในที่นี้ fs คือแรงปลดแผ่นชิ้นงาน หน่วยปอนด์

1 กก. = 2.2 ปอนด์

1 ปอนด์ = 0.454 กก.

ตัวอย่างที่ 5.1



ต้องการผลิตแหวนรองแป้นเกลียว

หนา 0.060 นิ้ว

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรู 3/8 นิ้ว

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 3/4 นิ้ว

วัสดุเหล็กกล้า SAE 1010 มีความแข็งแรงทางดึงสูงสุด 35,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว คำนวณหา

1) แรงที่ใช้ในการตัดแหวนรองแป้นเกลียวโดยตัดทั้งรูและแผ่นแหวน

2) แรงที่ต้องใช้ในการตัดแผ่นแหวนอย่างเดียว

3) วัสดุชนิดนี้มีเปอร์เซ็นต์ระยะกินลึก 60 เปอร์เซ็นต์และทำคมเฉือนเอียงที่พันช์ L = 0.050 นิ้ว หาแรงในการตัดแผ่นแหวนอย่างเดียว

4) แรงปลดแผ่นแหวนรองแป้นเกลียวให้หลุดออกจากพันช์ทั้งสองตัว

1. แรงที่พันช์ทั้งสองตัวตัดชิ้นงาน โดยไม่ทำคมตัดเฉือนบนแท่งพันช์

$$F = \frac{Lt\sigma_s}{2000} = \frac{\pi(D+d)t\sigma_s}{2000} = \frac{\pi(0.75+0.375)0.06(35000)}{2000} = 3.7$$

$= 3.7$ ตัน

2. แรงที่พันช์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4นิ้ว ตัดชิ้นงาน

$$F = \frac{\pi(d)t\sigma_s}{2000} = \frac{\pi(0.75)(0.06)(35000)}{2000} = 2.47$$

$= 2.47$ ตัน

3. แรงที่พันช์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4นิ้ว ตัดชิ้นงานและทำการเฉือนคมตัดที่ปลายพันช์เป็นระยะ 0.05 นิ้ว

$$Fs = KF$$

$$K = \frac{tP}{s} = \frac{(0.06)}{(0.05)} \times \frac{(60)}{(100)} \times 2.47$$

$$= 1.78 \text{ ตัน}$$

4. แรงในการปลดแผ่นชิ้นงานบนพันช์ทั้งสองตัว

$$fs = 3500\ Lt = 3500\pi(0.75 + 0.375)(0.06)$$

$$= 742 \text{ ปอนด์}$$

1 กก. = 2.2 ปอนด์

1 ปอนด์ = 0.454 กก.

$$= 336.868 \text{ kg.}$$

ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของแรงตัด 3.7 ตัน

เอกสารอ้างอิง

โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ พ.ศ. 2550, **ชุดสื่อการสอนวิชา การออกแบบแม่พิมพ์โลหะ**, สถาบันไทย-เยอรมัน

ชานนท์ สุขตาอยู่, รศ.ดร.พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์, รศ.ดร.วารุณี เปรมานนท์, **แม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น**, สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย, 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ, **Sheet Metal And DIE Design,** E-learning, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551

http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/TEN437/main.html