สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 ความปลอดภัยและข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ

ความปลอดภัย 1

ข้อควรระวังโดยทั่วไป 1

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร 2

บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

ชนิดโลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม 5

เครื่องมือร่างแบบ 10

เครื่องมือทั่วไปในงานโลหะแผ่น 11

บทที่ 3 การยึดต่องานโลหะแผ่น

ตะเข็บและการต่อชิ้นงาน 49

เครื่องมือพับขึ้นรูปชิ้นงาน 55

บทที่ 4 เครื่องจักรตัดเจาะโลหะ

เครื่องเจาะ 92

เครื่องเจาะไฟฟ้าแบบมือถือ 96

เครื่องเจียระไน 96

เครื่องตัดด้วยล้อหินเจียระไน 98

เครื่องตัดโลหะแผ่นแนวเส้นตรง 99

เครื่องตัด THROATLESS POWER SHEAR 109

เครื่องตัด SLITTING SHEAR หรือ LEVER SHEAR 112

เครื่องตัดแผ่นโลหะวงกลม 113

บทที่ 5 เครื่องจักรพับโลหะ

BAR FOLDER 129

BREAK 140

บทที่ 6 เครื่องจักรม้วนและตัดโลหะ

เครื่องม้วนโลหะแผ่น 154

เครื่องตัดโลหะ 161

บทที่ 7 เครื่องจักรขึ้นรูปขอบโลหะ

BEADING MACHINE 166

CRIMPING MACHINE 166

TURNING MACHINE 166

BURRING MACHINE 166

บทที่ 8 การเขียนแบบแผ่นคลี่งานโลหะแผ่น

ความหมายของการเขียนแบบแผ่นคลี่ 181

การเขียนแบบแผ่นคลี่ลงบนแผ่นงาน 181

- การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย
- การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน
- การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี
- การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นสามเหลี่ยมมุมฉาก

บรรณานุกรม 197

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

บทที่ 1

ความปลอดภัยและข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ

ความปลอดภัย (Safety) หมายถึง พฤติกรรมและสภาพการที่ปลอดจากอุบัติภัยต่าง ๆ อันอาจเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต หรือทรัพย์สินในขณะปฏิบัติงาน

เพื่อให้การปฏิบัติงานโลหะแผ่นได้อย่างปลอดภัย จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามกฎของโรงงาน หรือโรงฝึกงานอย่างเคร่งครัด และปฏิบัติจนเกิดเป็นนิสัยในการทำงานข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย อาจจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ

1. ข้อควรระวังโดยทั่วไป
2. ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร

ข้อควรระวังโดยทั่วไป

ข้อควรระวังโดยทั่วไปในการปฏิบัติงาน มีดังต่อไปนี้

1. ต้องมีสติรู้อยู่เสมอก่อนปฏิบัติงานคือ คิดก่อนทำ
2. อย่าใช้เครื่องจักรกลใด ๆ ก่อนได้รับอนุญาตหรือที่ยังไม่ได้เรียนรู้วิธีใช้มาก่อน
3. โปรดจำไว้เสมอว่าบริเวณโรงฝึกงาน ไม่ใช่ที่สำหรับเล่นหรือหยอกล้อกัน
4. โต๊ะปฏิบัติงานหรือพื้นโรงงานจะต้องสะอาด และจัดเก็บให้เป็นระเบียบอยู่ตลอดเวลา
5. วัสดุที่ใช้ในการฝึก หรืองานใด ๆ ก็ตาม จะต้องมีที่เก็บอย่างปลอดภัยและสะดวกต่อการนำมาใช้
6. การเคลื่อนย้ายวัสดุโลหะใด ๆ ควรสวมถุงมือเสมอ
7. การปฏิบัติงานในโรงฝึกงานทุกครั้ง จะต้องสวมชุดฝึกงานตามที่โรงฝึกงานกำหนด
8. จัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ในโรงฝึกงาน ให้เป็นสัดส่วน เป็นระเบียบ หยิบง่าย หายก็รู้
9. ปลั๊กไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดต้องมีสายดินต่อไว้เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไฟรั่วไฟดูด
10. จัดหาเครื่องดับเพลิงประจำไว้ในโรงฝึกงานเสมอ และติดตั้งไว้ในที่ ๆ สามารถหยิบใช้ได้โดยรวดเร็ว
11. ห้ามใช้สายลมที่มีความดันสูง เป่าฉีด เพื่อทำความสะอาดฝุ่นผง หรือเศษวัสดุโดยไม่จำเป็น หากจำเป็นต้องใช้จะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร มีดังต่อไปนี้

1. อย่าใช้ค้อนหรือตะไบ ที่มีด้ามหลวม หรือแตกชำรุด
2. อย่านำเครื่องมือที่มีคม/แหลม ใส่ลงในกระเป๋าเสื้อหรือกางเกง และระวังคมหรือปลายแหลมของเครื่องมือไปทำอันตรายแก่ผู้อื่น
3. ค้อนที่ใช้จะต้องมีขนาดและชนิดที่เหมาะกับงานเสมอ
4. อย่าใช้ไขควงแทนสกัดหรือสิ่ว
5. อย่าใช้ค้อนขณะที่มือ หรือด้ามค้อนเปรอะเปื้อนไปด้วยน้ำมัน ซึ่งจะทำให้ลื่นและเกิดอันตรายได้
6. อย่าจับชิ้นงานทันทีที่เครื่องเจียระไนเริ่มสตารท์ หรือหลังจากที่ปิดสวิตช์แล้ว
7. การใช้เครื่องม้วนต้องระวังมือ และเสื้อผ้าให้ห่างจากลูกกลิ้งเสมอ
8. อย่าใช้เครื่องเจียระไน โดยปราศจากอุปกรณ์ป้องกันอันตราย และแท่นพักงานจะต้องแน่นและห่างจากหน้าหิน ไม่เกิน 3 – 4 มม.
9. ก่อนใช้เครื่องมือ เครื่องจักรใด ๆ ต้องตรวจดูสภาพความพร้อมเสียก่อนว่าใช้งานได้หรือไม่
10. การเปลี่ยนสายพานของเครื่องใด ๆ จะต้องกระทำหลังจากเครื่องหยุดหมุนแล้ว และจะต้องไม่ลืมปิดสวิตช์ด้วย
11. การใช้เครื่องตัด (Squaring Shear) ให้ใช้เพียงคนเดียว หากต้องการคนช่วยให้ช่วยตามที่สั่งเท่านั้น และด้วยความระมัดระวัง
12. การเจาะชิ้นงานด้วยเครื่องเจาะ ให้จับงานให้แน่นด้วยปากกาจับงานในกรณีงานหนา และใช้คีมหรือคีมล็อคในกรณีงานบาง

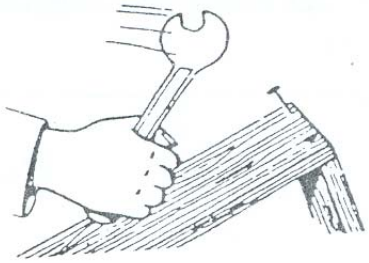
อันตรายที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ

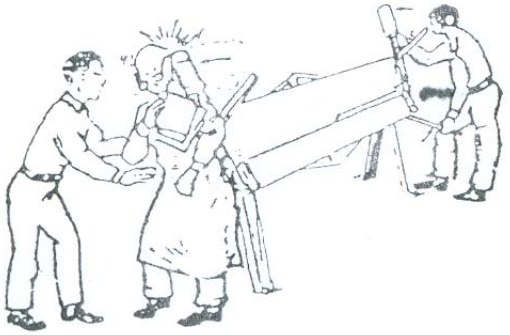
อันตรายนะลูก

เห็นไหมละ! เจาะโดยไม่มีปากกาจับยึดชิ้นงาน

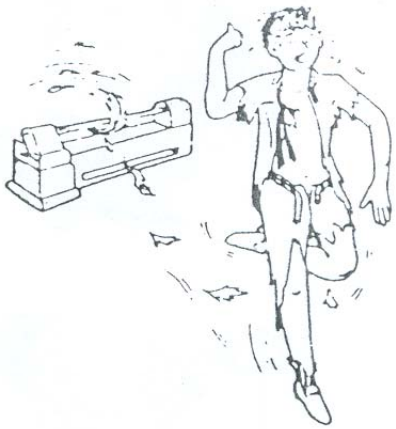
ระวังหน่อยซิ! ใช้หินเจียรถุงมือก็ไม่ใส่ แถมแท่นพักงานก็ไม่มี

อย่าทำเช่นนี้อีก





ดูสิ! เดินไม่ดู พับไม่ระวัง



เป็นไง! แต่งตัวรุ่มร่ามดีนัก

ทำงานกับเครื่องจักรกล
ถ้ายลไม่ดี มีสิทธิมือขาดได้

อย่าล้อเล่นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า
เพราะว่าจะไม่มีโอกาสแก้ตัวอีกเลย

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

2.1 ชนิดโลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

โลหะแผ่น (Sheet Metal) ในงานช่างอุตสาหกรรม หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Bare Metal or Uncoated Metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated Metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นนอกกลุ่มเหล็ก (Non Ferrous Metal) เช่น แผ่นทองแดง, แผ่นอะลูมิเนียม, แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นในกลุ่มเหล็ก (Ferrous Metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น

โดยวัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวโลหะคือ ป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

1. โลหะแผ่นเปลือย พิจารณาได้ดังนี้

1.1 แผ่นทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อน สามารถกระทำได้โดยใช้แลคเกอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้าซึ่งจะทำให้ผิวหน้าแลดูเป็นเงา มัน และสุกใส อยู่เสมอ

การรีดทองแดงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- รีดร้อน (Hot Rolled) เป็นแผ่นทองแดงรีดร้อนที่ได้จากการรีดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ผิวของทองแดงชนิดนี้ไม่เป็นมันสุกใส เหมาะกับงานที่ต้องการความยืดตัวมากในขณะขึ้นรูป

- รีดเย็น (Cold Rolled) เป็นแผ่นทองแดงรีดเย็น ซึ่งผลิตได้โดยการดึงและรีดออกมาในสภาพเย็น ผิวของทองแดงที่ได้จะเรียบและมีความแข็งแรง สามารถนำไปดัดโค้งงอขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นที่นิยมในงานโลหะแผ่น

1.2 แผ่นอะลูมิเนียม (Aluminium)

อะลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิคอน เหล็ก แมงกานีส ส่วนอะลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น นิเกิล แมกนีเซียม และโครเมียม ซึ่งอะลูมิเนียมประสมทุกชนิด จะต้องมีอะลูมิเนียมประสมอยู่ไม่น้อยกว่า 90 % เสมอ

อะลูมิเนียมประสม จะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H, T เป็นต้น

⟶ “O” หมายถึง อะลูมิเนียมอ่อน ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

⟶ “H” หมายถึง อะลูมิเนียมแข็ง บางชนิดดัดโค้งได้ บางชนิดก็ไม่สามารถดัดโค้งได้

⟶ “T” หมายถึง อะลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานเกี่ยวกับความร้อนอยู่เสมอ

1.3 แผ่นทองเหลือง (Brass)

ทองเหลืองเป็นโลหะประสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนประสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32 – 50 % โดยน้ำหนัก ทองเหลืองสามารถดัดโค้ง หรือขึ้นรูปได้ง่าย

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

1.4 สแตนเลส (Stainless)

สแตนเลสเป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนประสมประกอบด้วย เหล็ก, โครเมียม, นิเกิล และธาตุอื่นอีกเล็กน้อย สแตนเลสมีหลายชนิด สามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้

สแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงาม

2. โลหะแผ่นเคลือบ พิจารณาได้ดังนี้

2.1 เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ปกติสังกะสีที่ใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 – 10 ปี

2.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น แต่ในปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติอีกว่ามาใช้แทน เช่น สแตนเลส หรือพลาสติก ตะกั่วเป็นโลหะอ่อนมาก ยืดได้ง่าย ดังนั้นการขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยาก

2.3 ดีบุก (Tin)

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กรีดเย็นมาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะขุ่นมัวไม่สะท้อนแสง มีความคงทนต่อไอน้ำหรือความชื้นได้ดี ดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องมือ เครื่องใช้ประจำบ้าน

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Standard Size Sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน สำหรับขนาดมาตรฐานของอเมริกา พิจารณาได้ดังนี้

ขนาด 30 x 96 นิ้ว, 36 x 96 นิ้ว, 36 x 120 นิ้ว แต่ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 x 96 นิ้ว หรือ 3 x 8 ฟุต

สำหรับในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันเพียง 2 ขนาด คือ 36 x 96 นิ้ว และ 48 x 96 นิ้ว หรือขนาด 3 x 8 ฟุต และ 4 x 8 ฟุต ตามลำดับ

เกจวัดความหนาของโลหะแผ่น (Gauge)

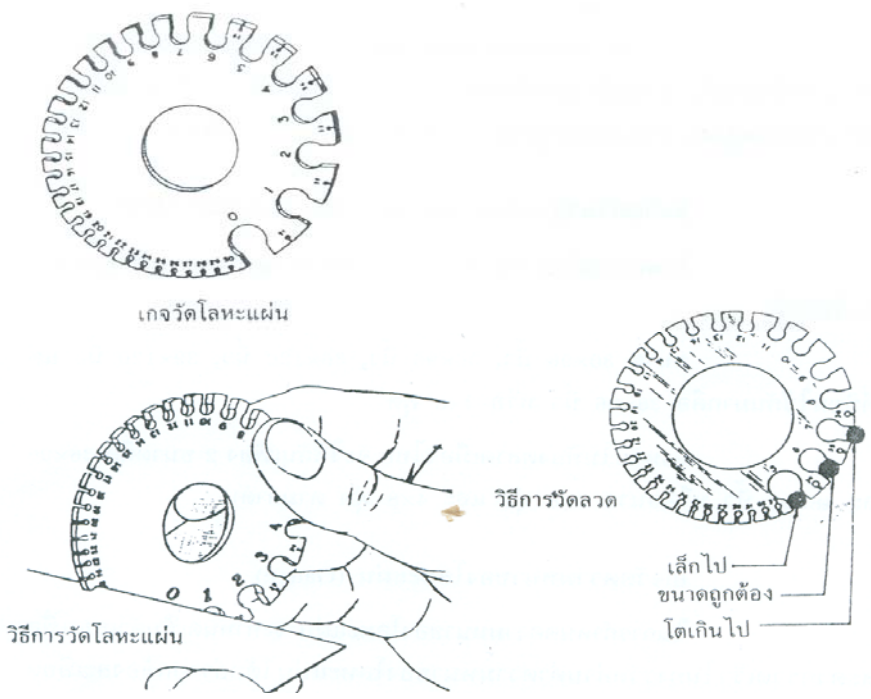
ในการกำหนดความหนาของโลหะแผ่น จะกำหนดเป็นตัวเลข เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการวัดอ่านค่าความหนาของโลหะแผ่น ได้อย่างถูกต้องละเอียด ตัวเลขต่าง ๆ บน Gauge จะบอกความหนาเป็นทศนิยม หรือเศษส่วนนิ้ว

Gauge ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาโลหะแผ่น มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. United State Standard Gauge ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่เป็นเหล็ก เช่น เหล็กดำ ฯลฯ

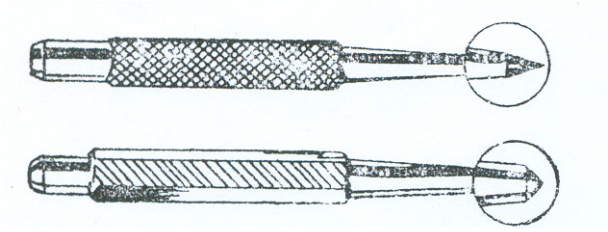
2. American Standard Wire Gauge ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่น นอกกลุ่มเหล็ก เช่น อะลูมิเนียม, สแตนเลส ฯลฯ

หมายเหตุ สำหรับโลหะแผ่นเคลือบนั้น จะต้องอ่านค่าตัวเลขของ Gauge ลดลงมา 1 Gauge เสมอ เช่น เมื่อวัดความหนาได้เท่ากับ Gauge เบอร์ 24 ความจริงจะหนาเท่ากับ Gauge เบอร์ 23



รูปที่ 5.1 เกจวัดโลหะแผ่น และการวัดโลหะแผ่น, ลวด ด้วยเกจ

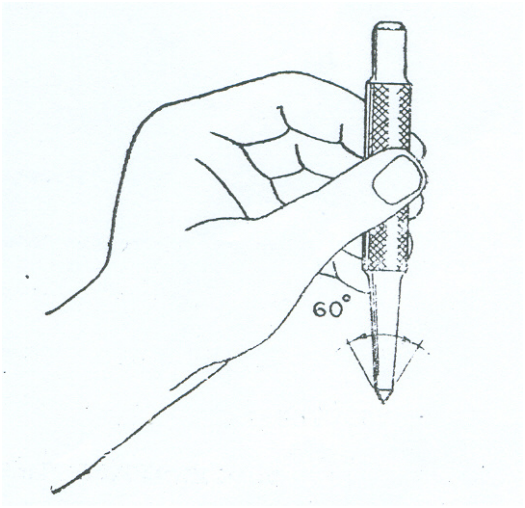
เหล็กนำศูนย์และเหล็กถ่ายแบบ (Center Punch And Prick Punch)



รูปแสดงเหล็กถ่ายแบบและเหล็กนำศูนย์

เหล็กนำศูนย์ (Center Punch) มีหน้าที่ใช้ตอกทำเครื่องหมายงานทั่ว ๆ ไปใช้ตอกจุดศูนย์ของรู ที่เจาะด้วยสว่านปลายแหลมของเหล็กนำศูนย์

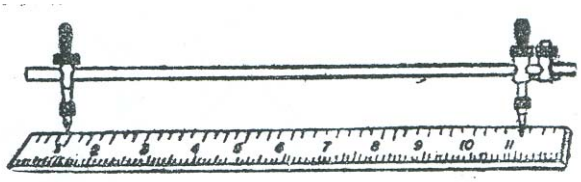
เหล็กถ่ายแบบ (Prick Punch) มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับเหล็กนำศูนย์ เป็นเหล็กแข็งเหนียว และยาวประมาณ 4 – 5 นิ้ว ปลายแหลมกว่าเหล็กนำศูนย์ คือทำมุมเพียง 30 องศา เหล็กถ่ายแบบนี้ใช้สำหรับงานตามเส้นที่ได้ Layout ไว้ หรือสามารถใช้สำหรับถ่ายแบบแผ่นคลี่ในงานโลหะแผ่น



รูปแสดงการจับเหล็กนำศูนย์และเหล็กถ่ายแบบ

วงเวียนบรรทัด (Trammels)

Trammels คือเครื่องมือสำหรับเขียนวงกลมที่มีรัศมีใหญ่กว่าวงเวียนธรรมดา มีขาแหลมคล้าย Divider ทั้งสองข้าง และเลื่อนเข้าออกได้ตามแกนของมัน เพื่อให้ได้ระยะตามความต้องการ เหมาะที่จะใช้ในงานโลหะแผ่นได้เป็นอย่างดี ดังในรูป



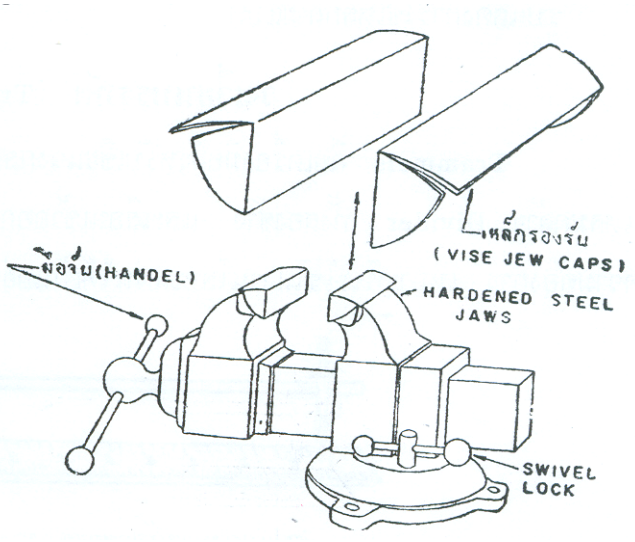
รูปแสดงการวัดระยะของวงเวียนบรรทัด

ปากกาเหล็กติดโต๊ะ (Bench Vises)

Bench vises ปากกาจับโต๊ะ ใช้สำหรับจับงานโดยให้งานอยู่ระหว่างปากกาจับทั้งสอง (Jaws) ซึ่งมีมือหมุน (Handle) สำหรับหมุนเกลียวเพื่อให้ปากกาเลื่อนเข้าไปจับงานให้แน่นเพื่อไว้สำหรับเลื่อน สกัด หรือฤตะไบแล้วแต่ความต้องการของงาน

ปากกาจับเหล็กไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เพราะถูกยึดแน่นอยู่บนโต๊ะทำงาน (Work Bench) ด้วย Swivel Lock ซึ่งยึดติดอยู่บนพื้นโต๊ะทำงานแน่น แต่อาจจะหมุนแกนให้เปลี่ยนทิศทางได้ปากจับของ

ปากกานั้น มักจะชุบแข็งและเซาะเป็นร่องเพื่อให้จับงานได้แน่นและไม่เป็นรอยแต่สามารถป้องกันไม่ให้ปากกาเป็นรอยได้โดยใช้โลหะอ่อนรองรับไว้ ซึ่งเราเรียกว่า Vises Jew Caps ซึ่งทำด้วยทองเหลือง ทองแดงดังในรูป



รูปแสดงส่วนต่าง ๆ ของปากกาเหล็ก

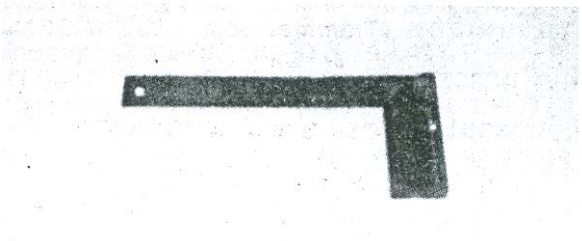
บรรทัดเหล็ก (Steel rule)

เป็นเครื่องมือวัดที่รู้จักกันโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะทำจากเหล็กไร้สนิม สามารถวัดได้ทั้งระบบอังกฤษ (นิ้ว) และระบบเมตริก (มิลลิเมตร) มีหลายขนาดตั้งแต่ 12 นิ้ว 24 นิ้ว และ 36 นิ้ว

รูปแสดงลักษณะของบรรทัดเหล็ก

ฉากเหล็ก (Squre)

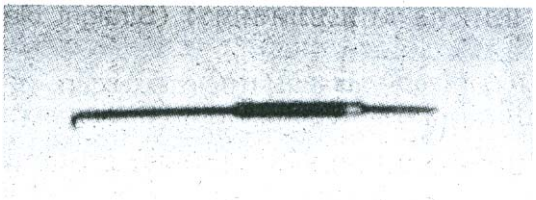
มีลักษณะเป็นรูปตัวแอล (L) แขนทั้งสองข้างทำมุม 90 องศา ใช้ตรวจวัดการตั้งฉากของงานโลหะแผ่น



รูปแสดงลักษณะของฉากเหล็ก

2.2 เครื่องมือร่างแบบ (Lay – Out) ส่วนมากแล้วเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะปลายแหลมเพื่อใช้ในการขีดเขียน เครื่องมือร่างแบบนี้ถ้าใช้งานเฉพาะตัวมันเองเพียงอย่างเดียวจะไม่เกิดประโยชน์สูงสุด จึงต้องใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่น เช่น ใช้งานร่วมกับไม้บรรทัด เป็นต้น

1. เหล็กขีด (Scriber) ทำหน้าที่ขีดเขียนลงบนแผ่นโลหะ เปรียบเสมือนดินสอ หรือปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบทั่วไป เหล็กขีดนี้จะต้องมีความแข็งกว่าโลหะที่จะร่างแบบ ซึ่งทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน บริเวณปลายแหลมจะผ่านการชุบแข็ง เพื่อให้ทนต่อการสึกหรอได้ดี

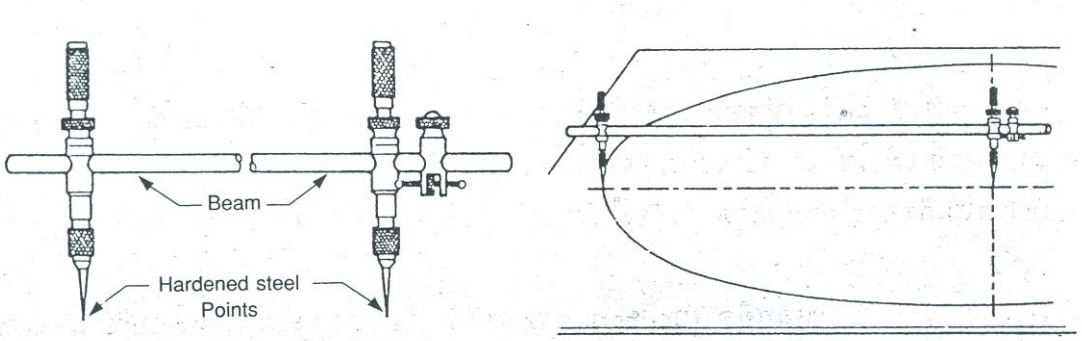


รูปแสดงลักษณะของเหล็กขีด

2. วงเวียน (Divider) เป็นเครื่องมือร่างแบบที่ใช้เป็นประจำในงานโลหะแผ่น ใช้สำหรับเขียนวงกลมหรือส่วนโค้ง หรือใช้ในการถ่ายขนาด

รูปแสดงลักษณะของวงเวียน

3. วงเวียนเลื่อน (Trammel point) ในงานโลหะแผ่น ชิ้นงานที่ทำอาจมีขนาดใหญ่ เครื่องมือที่ใช้ในการร่างแบบต้องมีขีดความสามารถในการสร้างเพียงพอ วงเวียนธรรมดาไม่สามารถใช้เขียนส่วนโค้งได้ ต้องใช้วงเวียนเลื่อน เพราะเป็นเครื่องมือที่เขียนวงกลม หรือส่วนโค้งใหญ่ ๆ ได้ ขาทั้งสองข้างของวงเวียนจะสอดอยู่กับคานไม้ หรือเหล็ก เพื่อปรับหารัศมีของวงกลม



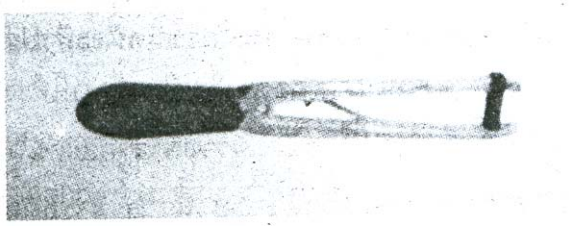
รูปแสดงลักษณะของวงเวียนเลื่อน

2.3 เครื่องมือทั่วไปในงานโลหะแผ่น

1. กรรไกร (Snips) กรรไกรที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปนั้น ใบมีดตัดของกรรไกร จะมีแบบพื้นฐานอยู่ 2 แบบ คือ แบบใบมีดตัดตรง (Straight blade) แบบใบมีดตัดผสม (Combination blade)

แบบใบมีดตัดตรงด้านของคมมีดตัด (Cutting edge) จะตรงไปยังสันใบมีดตัด (Top blade) ส่วนใบมีดตัดแบบผสมด้านคมมีดตัดจะเอียงเล็กน้อยแล้วเอียงลาดนูนเป็นส่วนโค้ง (Curved) ไปยังสันของใบมีดตัด

มุมของคมมีดตัดทั้งสองจะเอียง 85 องศา

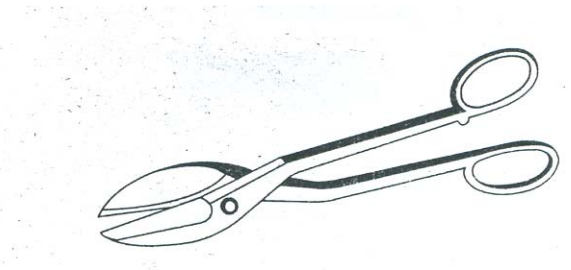


รูปแสดงลักษณะของกรรไกรใบตัดตรง

ความแตกต่างของใบมีดดังกล่าวทำให้การใช้งานของกรรไกรแตกต่างกัน ใบตัดของกรรไกรแบบผสมจะยอมให้โลหะขึ้นไปอยู่ด้านบนของใบมีดตัดตัวบน จึงใช้สำหรับตัดแผ่นโลหะเป็นรูปวงกลมหรือโค้งได้ ส่วนใบตัดของกรรไกรแบบตัดตรง จะไม่ยอมให้แผ่นโลหะที่ตัดแล้วขึ้นไปด้านบนของใบตัดตัดบน จึงใช้ได้เฉพาะการตัดที่เป็นเส้นตรงเท่านั้น

(1) กรรไกรตัดตรง (Straight snips) เป็นกรรไกรที่มีใบมีดตัดตรง และใช้สำหรับการตัดตรงได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ขนาดของกรรไกรนี้จะมีความยาวโดยตลอดลำตัว 7 – 15 ¾ นิ้ว และมีความยาวของใบมีดตัด 2 – 4 ½ นิ้ว กรรไกรนี้สามารถจะตัดแผ่นโลหะได้หนาถึงเบอร์ 18

(2) กรรไกรตัดผสม (Combination snips) เป็นกรรไกรที่สามารถใช้ตัดแผ่นโลหะได้ไม่จำกัดรูปร่าง อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ กรรไกรนี้จะมีขนาดความยาวเหมือนกับกรรไกรแบบตัดตรง สามารถตัดแผ่นโลหะได้ถึงเบอร์ 20 แต่ถ้าขนาดความหนามากกว่าเบอร์ 24 จะทำการตัดได้ยาก



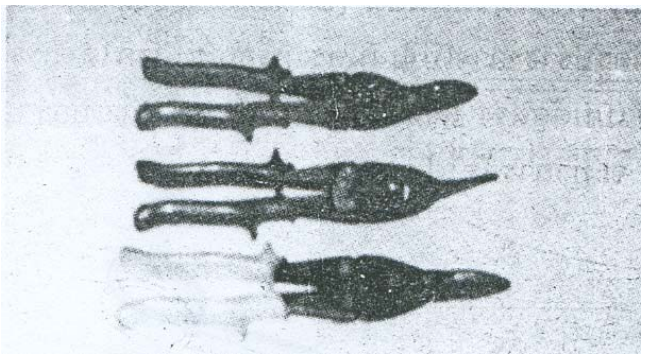
รูปแสดงลักษณะของกรรไกรตัดผสม

(3) กรรไกรบูลด๊อก (Bulldog snips) กรรไกรชนิดนี้จะมีใบมีดตัดทั้งที่เป็นแบบตัดตรงและแบบตัดผสม ลักษณะด้ามจะมีความยาวมากเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวของใบมีดตัด ซึ่งยาว 2 ½ นิ้ว และตลอดลำตัวจะยาว 14 – 17 นิ้ว ประโยชน์ของกรรไกรชนิดนี้สามารถใช้ตัดงานที่เป็นโลหะได้หนาถึงเบอร์ 16

(4) กรรไกร (Trojan) กรรไกรชนิดนี้จะมีรูปร่างเรียวงามใบมีดตัด สามารถจะลอดช่องของวัสดุ และตัดให้เป็นเส้นตรงหรือเป็นเส้นรูปโค้งต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ใบมีดตัดทำด้วยเหล็กหล่ออย่างดี มีอยู่ 2 ขนาดความยาว คือ คมใบมีดตัดยาว 2 ½ นิ้ว และใบมีดตัดยาว 3 นิ้ว ความยาวตลอดลำตัว 18 นิ้ว สามารถตัดแผ่นเหล็กได้หนาถึงเบอร์ 20

(5) กรรไกร (Aviation or airplane) การทำงานของกรรไกรนี้เป็นระบบสองจังหวะมีจุดหมุน 2 ที่ สามารถนำไปตัดแผ่นโลหะที่มีความหนามากได้เช่นเดียวกับกรรไกร Bulldog โดยออกแรงน้อยแต่สามารถตัดแผ่นโลหะได้หนาถึงเบอร์ 18 หรือบางครั้งอาจจะถึงเบอร์ 16

ความยาวของกรรไกรนี้โดยตลอดลำตัวจะยาวประมาณ 8 – 10 นิ้ว และใบตัดจะยาวประมาณ 1 ¾ นิ้ว ใบมีดตัดของกรรไกรจะมีลักษณะเช่นเดียวกับกรรไกรแบบตัดผสมอื่น ๆ แต่มีความสามารถพิเศษ คือ สามารถตัดโลหะที่มีความโค้งเล็ก ๆ ได้ดีกว่า และใช้ตัดเป็นมุมฉากภายใน 90 องศา ได้อีกด้วย



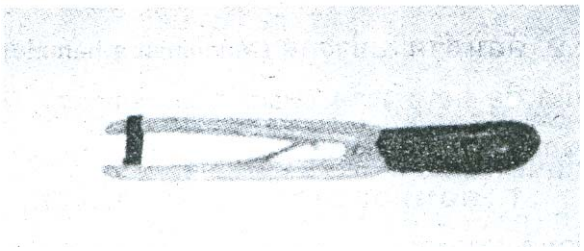
รูปแสดงลักษณะของกรรไกรเอวิเอชั่น

กรรไกรชนิดนี้จะมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดตัดซ้าย (Left hand) ตัดขวา (Right hand) และตัดตรง (Straight) ความแตกต่างของกรรไกรทั้ง 3 ชนิด คือ กรรไกรชนิดตัดขวาและชนิดตัดตรง ใบมีดตัดด้านบนจะอยู่ทางขวามือ เมื่อถึงกรรไกรอยู่ในมือขวา ส่วนกรรไกรชนิดตัดซ้ายจะมีใบมีดตัดอยู่ตรงกันข้าม

เพื่อให้ง่ายแก่การสังเกตดูว่ากรรไกรที่ใช้จะเป็นกรรไกรชนิดตัดซ้าย ตัดขวา หรือตัดตรง บริษัทผู้ผลิตจึงได้ทำความแตกต่างของด้ามไว้เป็นสีต่าง ๆ กัน กล่าวคือ กรรไกรตัด**ซ้าย** จะเป็น**สีเขียว** กรรไกรตัด**ตรง**จะเป็น**สีเหลือง** และกรรไกรตัดขวาจะเป็น**สีแดง** ตามลำดับ

(6) กรรไกรตัดโค้ง (Curve or circular snips) เป็นกรรไกรที่มีลักษณะรูปร่างของใบตัดโค้ง มีความสามารถตัดได้ทั้งซ้ายและขวาบนแผ่นโลหะที่มีความหนาถึงเบอร์ 22 หรือบางกว่า ขนาดของกรรไกรมีอยู่หลายขนาดให้เลือกใช้ตามความหนาของงานต่าง ๆ กัน

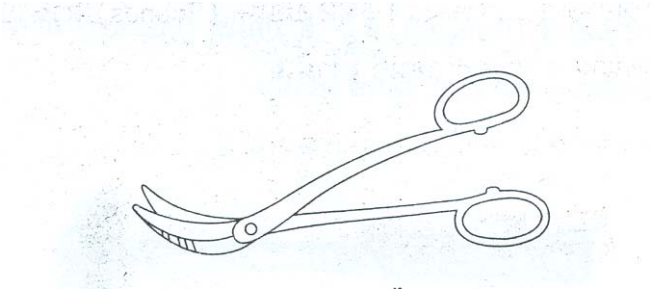
กรรไกรชนิดนี้เหมาะสำหรับการตัดปากมุมท่อให้ได้ตามต้องการ แต่ไม่ค่อยนิยมใช้ในงานโลหะแผ่นมากนัก เพราะใช้ได้จำกัดเฉพาะการตัดส่วนโค้งของวงกลมภายนอกและภายในเช่นเดียวกับกรรไกร Hack bills snips เท่านั้น



รูปแสดงลักษณะของกรรไกรตัดโค้ง

(7) กรรไกรแฮคบิล (Hack bills snips) เป็นกรรไกรที่มีรูปร่างบาง ใบมีดตัดจะมีขนาดเล็ก เพื่อให้เหมาะสำหรับการตัดโลหะเป็นรูปวงกลม หรือส่วนโค้งทั้งภายใน และภายนอกได้เท่านั้น

ขนาดความยาวตลอดลำตัวจะยาว 11 ½ นิ้ว ใบมีดตัดยาว 2 ½ นิ้ว และมีความสามารถตัดโลหะได้หนาถึงเบอร์ 18 กรรไกรชนิดนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้



รูปแสดงลักษณ์ของกรรไกรแบบแฮคบิล

2. ค้อน (Hammer) ค้อนในงานช่างทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภท คือ

2.1 ค้อนสำหรับช่างไม้ (Carpenter's hammer) ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกว่า "ค้อนหงอน" (Nail hammer หรือ Claw hammer)

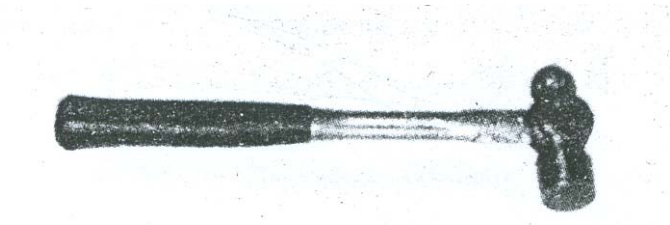
รูปแสดงลักษณะของค้อนช่างไม้

2.2 ค้อนสำหรับช่างกล (Machinist's hammer) ค้อนสำหรับช่างกลยังแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ ค้อนหัวแข็ง (Hard face hammer) และค้อนหัวอ่อน (Soft face hammer) ดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

1. ค้อนหัวแข็ง หัวของค้อนชนิดนี้ทำจากเหล็กชนิดพิเศษ (Forge tool steel) ส่วนด้ามของค้อนจะทำด้วยไม้ ซึ่งยาวพอเหมาะกับขนาดน้ำหนักของหัวค้อน ค้อนหัวแข็งนี้ยังแบ่งออกเป็นแบบต่าง ๆ ที่สำคัญได้อีก เช่น

- **ค้อนหัวกลม (Ball peen hammer)** เป็นค้อนที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป สำหรับงานช่างกลหรือช่างโลหะ หัวด้านหนึ่งจะมีลักษณะด้านหน้า (Face) เรียบ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะมีลักษณะกลม (Ball peen) ด้านหัวกลมนี้จะมีขนาดเล็กกว่าด้านหน้า หัวและด้านหน้าของค้อนชนิดนี้จะใช้สำหรับการเคาะหรือตีงานที่มีขนาดพื้นที่ไม่กว้างนัก หรืองานย้ำหัว River เป็นต้น

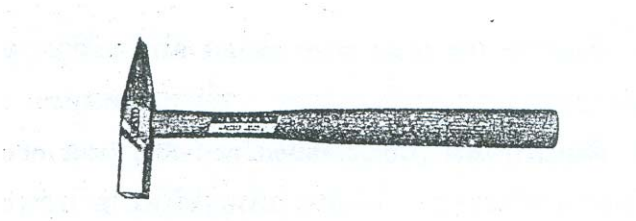
ขนาดน้ำหนักของค้อนหัวกลมมีอยู่หลายขนาด ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ 4, 6, 8, 12 ออนซ์ (Ounces), 1 ½, 2 ปอนด์ (Pounds) สำหรับการขึ้นรูปในงานโลหะแผ่นจะใช้เพียงขนาด 4 หรือ 6 ออนซ์ เท่านั้น



รูปแสดงลักษณะของค้อนหัวกลม

- ค้อนย้ำหัวหมุด (Riveting hammer) ลักษณะของหัวค้อนชนิดนี้หัวด้านหน้า (Face) จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผิวหน้านูนเล็กน้อย และมุมทั้งสี่ด้านจะถูกลบมุมออกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยขึ้น เมื่อเคาะหรือตีวัสดุแรงเกินไป

ส่วนหัวอีกด้านหนึ่งที่ใช้แต่งหัวหมุดย้ำ (ด้าน Peen) จะเรียกยาว (Taper) ทั้งสองข้าง และมีปลายโค้งมนเล็กน้อย ขนาดน้ำหนักมีให้เลือกตั้งแต่ 4 – 30 ออนซ์



รูปแสดงลักษณะของค้อนย้ำหัวหมุด

- ค้อนย้ำตะเข็บ (Setting hammer) ลักษณะของหัวค้อนย้ำตะเข็บนี้จะเป็นรูปสี่เหลี่ยม หัวด้านหน้า (Face) จะแบนเรียบไม่มีการลบหมุนเหมือนกับค้อนย้ำหมุด ตรงปลายด้านที่สำหรับใช้เคาะตะเข็บ (ด้าน Peen) ส่วนด้านหน้าจะเรียวเพียงด้านเดียว ปลายจะตัดเล็กน้อยใช้สำหรับการเคาะขอบงานที่ใช้เข้าขอบลวด หัวด้านหน้าใช้สำหรับเคาะตกแต่งตะเข็บให้แน่นและสวยงาม

รูปแสดงลักษณะของค้อนย้ำตะเข็บ

- ค้อนเคาะขึ้นรูป (Raising hammer) ลักษณะของหัวค้อนชนิดนี้จะมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ใช้สำหรับขึ้นรูปโลหะแผ่นกลมหรือใช้ทำเครื่องประดับ เป็นต้น

2. ค้อนหัวอ่อน บางทีจะเรียกว่า “Mallets” หัวของค้อนชนิดนี้จะทำมาจากวัสดุหลายชนิดที่มีความแข็งต่างกัน เช่น ไม้ ยาง พลาสติก หรือโลหะอ่อน เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายทำขึ้นใช้ได้ง่ายและมีราคาไม่แพงนัก

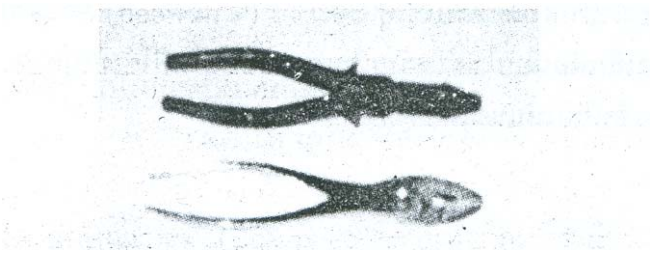
การใช้งานของค้อนหัวอ่อนนี้จะใช้สำหรับเคาะขึ้นรูปโลหะแผ่นที่มีความแข็งแรงและความหนาไม่มากนัก เช่น การเคาะตะเข็บ หรืองานที่มีความอ่อนมาก เช่น อะลูมิเนียม หรือทองแดง เป็นต้น

3. คีม (Pliers) สำหรับรูปร่างและขนาดของคีมที่ใช้เกี่ยวกับงานโลหะแผ่น จะมีอยู่หลายแบบ และหลายขนาด ซึ่งสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กันได้แก่

3.1 คีมปากแบน (Flat nose Pliers) ลักษณะปากของคีมชนิดนี้จะแบน และมีร่องฟันเล็ก เหมาะสำหรับการจับชิ้นงานและการขึ้นรูปโลหะแผ่น

3.2 คีมแบบผสม (Combination and Slip Joint pliers) คีมทั้ง 2 ชนิดนี้มีความสามารถปรับความกว้างของปากให้เล็กหรือใหญ่ให้เหมาะกับขนาดความโตของชิ้นงาน ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มากนักได้

คีมทั้งสองชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้งานโลหะแผ่นทั่ว ๆ ไป เพราะสามารถทำงานได้ดีกว่าคีมชนิดอื่น ๆ คือ ใช้จับ ดัดขึ้นรูป และตัดได้

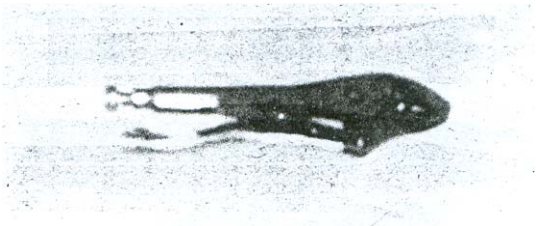


รูปแสดงลักษณะของคีมปากแบนและคีมปากผสม

3.3 คีมล็อก (Vise grip pliers) ปากของคีมชนิดนี้ไม่มีคมตัดเช่นเดียวกับคีมปากแบน แต่สามารถจะใช้จับชิ้นงานได้ดี โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของความหนาและรูปร่างของงาน

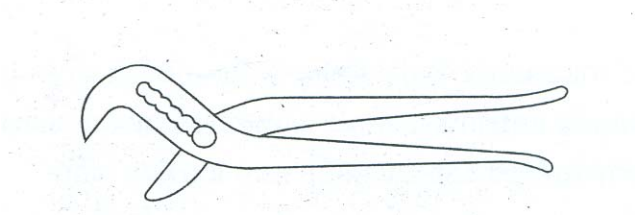
ฟันของคีมนี้จะมีทั้งหยาบ (ร่องลึก) อยู่ด้านในและฟันละเอียดจะอยู่ด้านนอก การปรับปากของคีมจะทำได้โดยการขันหรือคลายสกรู (Screw) ที่ปลายด้านจับด้านบน

คีมชนิดนี้ไม่สามารถใช้ตัดโลหะได้ แต่สามารถจะใช้จับโลหะได้แน่นกว่า พร้อมกันนั้นยังสามารถปล่อยมือได้โดยที่คีมไม่หลุดออกจากชิ้นงาน ทำให้ไม่ต้องจับคีมอยู่ตลอดเวลาในขณะจับโลหะเช่นเดียวกับคีมชนิดอื่น ๆ



รูปแสดงลักษณะของคีมล็อก

3.4 คีมจับท่อ (Water pump pliers) คีมชนิดนี้ออกแบบสำหรับการจับรัดท่อหรือโลหะรูปทรงกระบอกโดยเฉพาะ มีขนาดหลายขนาดเพื่อใช้กับความโตที่ต่างกัน การปรับปากของคีมชนิดนี้ ทำได้โดยการเลื่อนตำแหน่งของจุดหมุนที่คีม เช่นเดียวกับคีมแบบผสม



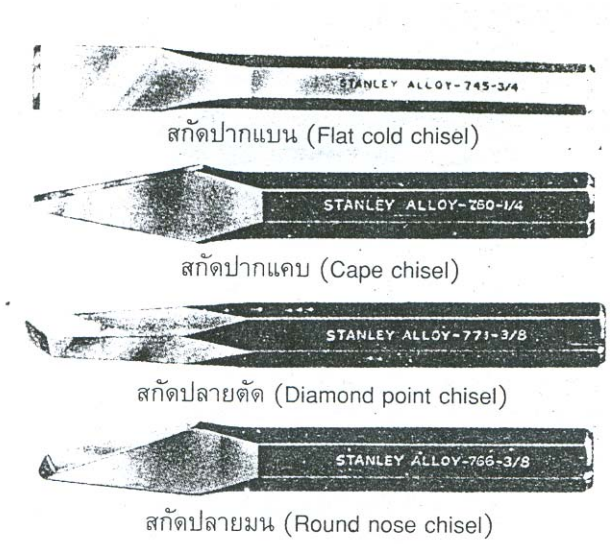
รูปแสดงลักษณะของคีมจับท่อ

4. สกัด (Chisel) สกัดเป็นเครื่องมือตัดประเภทหนึ่งที่ทำจากเหล็กกล้าอย่างดี มีความแข็งแรงและเหนียวมากพอที่จะตัดโลหะอื่นให้ขาดออกจากกันได้ ด้ามหรือลำตัวของสกัดส่วนมากจะทำเป็นรูป 6 เหลี่ยม และมีความยาวโดยตลอดลำดับประมาณ 4 - 8 นิ้ว

ชนิดคมตัดของสกัดที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปมีอยู่ประมาณ 4 ชนิด ซึ่งได้แก่

1. สกัดปากแบน (Flat)
2. สกัดปลายแหลม (Cape)
3. สกัดปลายมน (Round nose)
4. สกัดปลายตัด (Diamond point)

นอกจากนี้ยังมีสกัดชนิดอื่น ๆ อีก เช่น สกัดปลายบาน และสกัดปลายร่อง เป็นต้น ซึ่งไม่นิยมใช้ทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่น



รูปแสดงลักษณะของสกัดแบบต่าง ๆ

สกัดปากแบนและสกัดปากแหลมจะเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด คมตัดของสกัดทั้งสองจะเหมือนกัน แต่ปากของสกัดปลายแหลมจะมีขนาดเล็กและแคบกว่าปากของสกัดปากแบน เหมาะสำหรับตัดเซาะร่องขนาดเล็ก แคบ และมีความลึก

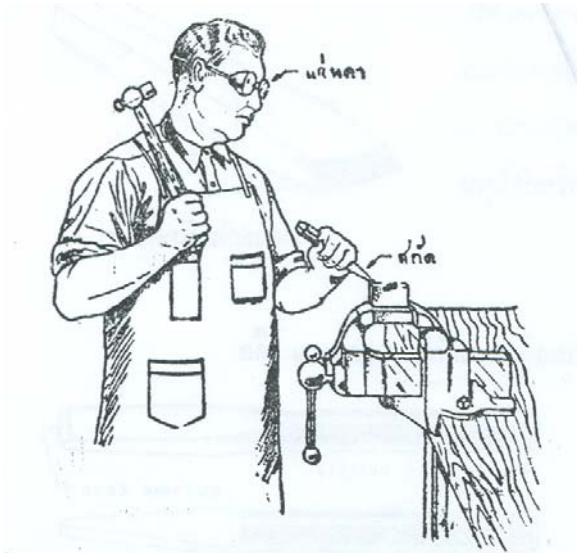
สำหรับปากของสกัดปากแบนจะกว้าง เหมาะสำหรับการสกัดโลหะออกจากผิวหน้าของโลหะ แผ่นสกัดปลายมนจะเหมาะสำหรับใช้เซาะร่องครึ่งวงกลม ส่วนสกัดปลายตัดจะเหมาะสำหรับการสกัดเซาะเป็นรูปตัววี (V)

มุมที่ปลายปากของสกัด จะขึ้นอยู่กับขนาดความแข็งของวัสดุที่นำมาสกัด ถ้าโลหะที่นำมาสกัดมีความแข็งมาก มุมของสกัดก็จะโตมาก มุมของสกัดปากแบนจะอยู่ระหว่าง 20 - 90 องศา

การตัดโลหะด้วยสกัด

การตัดโลหะเป็นกระบวนการที่ทำให้โลหะหลุดหรือแยกออกจากกัน การทำให้เนื้อโลหะหลุดออกจากกันนั้น ขึ้นอยู่กับงาน งานบางชนิดต้องการให้เนื้อโลหะหลุดออกจากกันอย่างมีประสิทธิภาพเที่ยงตรง บางชนิดก็ไม่ต้องการความเที่ยงตรง บางชนิดต้องการเพียงให้โลหะหลุดออกจากกันเท่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการตัดโลหะออกด้วยวิธีการหลาย ๆ อย่าง แล้วแต่ความเหมาะสมของงานนั้น ๆ ในที่นี้เราจะตัดโลหะด้วยเครื่องมือที่ใช้มือ HAND TOOLS ดังนี้คือ

การตัดด้วยสกัด สกัดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับในการตัดแผ่นเหล็ก เหล็กเส้น บางทีสกัดถูกนำไปใช้ในงานก่อสร้าง เช่น สกัดคอนกรีต หิน ปูนต่าง ๆ สกัดแต่ละแบบใช้งานแต่ละอย่างไม่เหมือนกัน



รูปแสดงการจับสกัดและท่าแสดงการสกัดที่ถูกต้อง

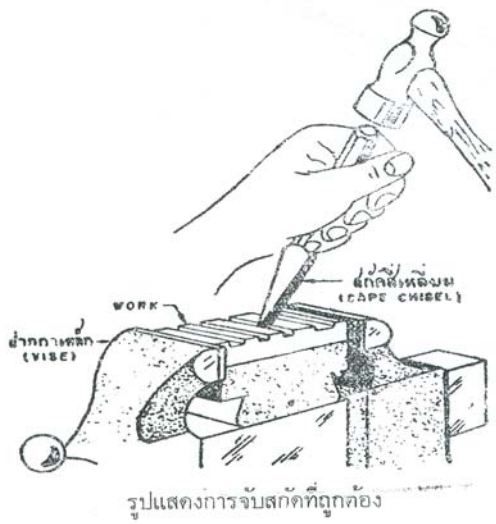
อุปกรณ์ที่สำคัญในการใช้สกัดมีดังนี้

1. แว่นตา ใช้สำหรับใส่เพื่อป้องกันเศษโลหะกระเด็นเข้าตาในขณะทำการสกัด
2. ปากกาจับเหล็ก สำหรับจับงานหรือแผ่นเหล็ก ที่จะสกัดเพื่อไม่ให้เลื่อนออกจากที่
3. ค้อนเหล็กสำหรับตอกสกัด
4. สกัด เป็นตัวตัดงานควรเลือกสกัดให้เหมาะสมและถูกกับลักษณะงาน

วิธีการตัด

จับสกัดด้วยมือซ้ายคว่ำมือกำสกัดให้แน่น หันด้ามสกัดเข้าหาตัวผู้ปฏิบัติ นำสกัดจดเข้ากับงาน มือขวาถือค้อนไว้ใกล้ ๆ กับหัวสกัด เพื่อเตรียมยกค้อนตีสกัดได้สะดวกและแม่นยำดังในรูปหน้า 29

แต่ถ้าเป็นการเจาะรูคอนกรีต ซีเมนต์ อิฐ และ หิน การจับสกัดให้ใช้นิ้วก้อยอยู่ทางด้านคมสกัด และเรียงนิ้วขึ้นมาตามลำดับ ใช้นิ้วหัวแม่มือบังคับอีกด้านหนึ่งดังในรูป



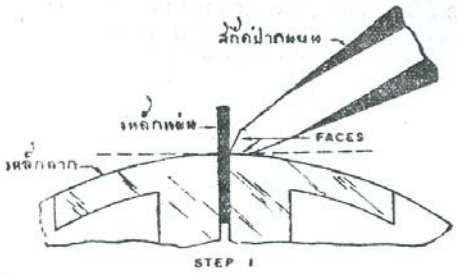
รูปแสดงการจับสกัดที่ถูกต้อง

การยืนสกัดให้หันด้านข้างทางซ้ายเข้าหางานพอประมาณ ยกค้อนขึ้นด้วยมือขวาสูงระดับใบหู งอข้อศอกทำการตอกไปยังหัวสกัดดังในรูป หน้า 28

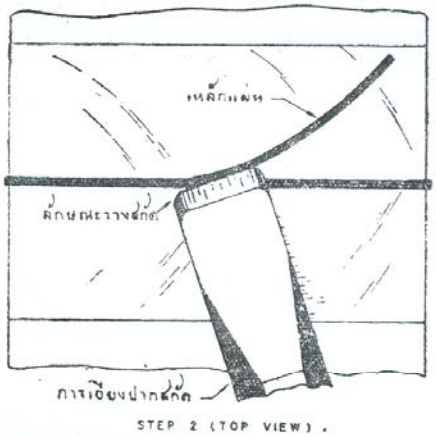
1. นำโลหะแผ่นจับด้วยปากกาจับเหล็ก หันแผ่นเหล็กที่ต้องการตัดออกให้อยู่ตอนบนของปากกา กะดูให้เส้นที่ได้ไว้อยู่เหนือปากของปากกาจับเหล็กเพียงเล็กน้อย แล้วทำการล็อคหรือขันสกรูของปากกาให้แน่น

2. ใช้สกัดปากแบนจดเข้ากับรอยกะขีดไว้ แล้วทำการตอกสกัดให้กินเนื้อเหล็กไปทีละน้อย ๆ เมื่อเห็นว่าเนื้อเหล็กขาดออก ควรเอียงหน้าสกัดให้ทาบรอยกะขีดไว้ให้มาก เมื่อต้องการให้สกัดกินเนื้อเหล็กให้มากขึ้น และตอกไปจนกว่าจะได้งานที่ต้องการ

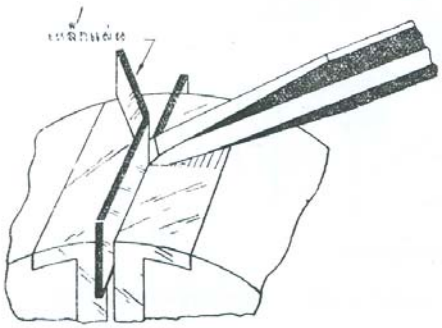
3. หลังจากสกัดงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรใช้ตะไบแต่งรอยที่ถูกตัดให้เรียบ ต้องขยับงานที่ถูกตัดขึ้นมาให้สูงกว่าระดับสกัดในระยะแรก แล้วทำการตะไบให้หน้าเรียบ



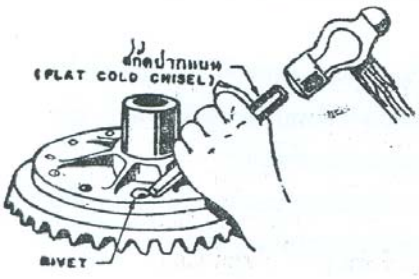
รูปแสดงการสกัดขั้นที่ 1



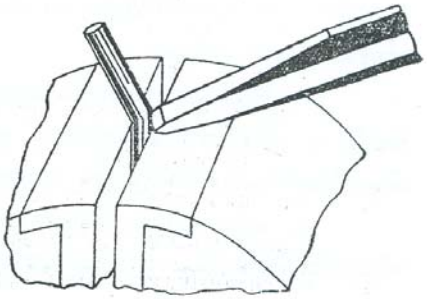
รูปแสดงการสกัดขั้นที่ 2

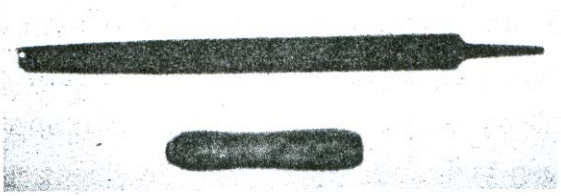

รูปแสดงการสกัดขั้นที่ 3

รูปแสดงขั้นตอนการตัดเหล็กแผ่นด้วยสกัด



รูปแสดงการตัดหัวน็อตด้วยสกัด


รูปแสดงการตัดเหล็กกลมด้วยสกัด



รูปแสดงลักษณะส่วนประกอบของตะไบ

ความยาวของตะไบ จะวัดจากส่วนปลายสุด (Tip or point) ถึงมุมของโคนโดยไม่รวมถึงกั่น ดังแสดงในรูป ความยาวของตะไบนี้จะอยู่ระหว่าง 3 - 18 นิ้ว ในช่วงความยาวระหว่าง 3 - 8 นิ้ว ความยาวของตะไบจะเพิ่มทีละ 1 นิ้ว และช่วง 8 - 18 นิ้ว ความยาวจะเพิ่มขึ้นช่วงละ 2 นิ้ว เช่น 8, 10, 12, ... จนถึง 18 นิ้ว เป็นต้น

รูปร่างของตะไบ ที่ใช้โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะทำขึ้นให้มีภาพหน้าตัดเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น แบน กลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สามเหลี่ยม และครึ่งวงกลม เป็นต้น

ตะไบแบน เป็นตะไบที่นิยมใช้มากที่สุดสำหรับงานโลหะ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบขอบเรียว (Taper style) ขอบของตะไบชนิดนี้จะมีคมตัดสำหรับการตะไบงานที่หยาบมาก ๆ

2. แบบขอบเรียบ (Blunt style) ขอบขอบตะไบนี้จะไม่มีคมตัดสำหรับการตะไบ โดยปกติจะเป็นตะไบแบบขนานและมีคมตัดละเอียด

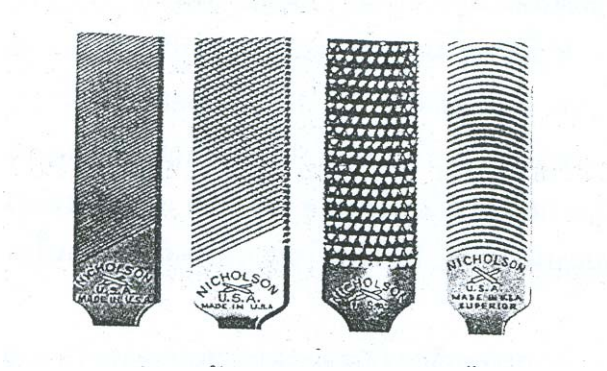
รูปแสดงลักษณะของตะไบแบน

คมตัดของตะไบ (Cut of files) คมตัดหรือฟันของตะไบจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. แบบคมตัดทางเดียว (Single cut) ได้แก่ คมตัดที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงขนานกันไปในทิศทางเดียวกันหรือเป็นแถวเดียวกัน คมตัดแถวเดียวกันนี้จะทำมุมประมาณ 60 – 85 องศา กันขอบขอบตะไบ (บางชนิดมุมนี้จะวัดกับเส้นแกนกลางของตะไบ)

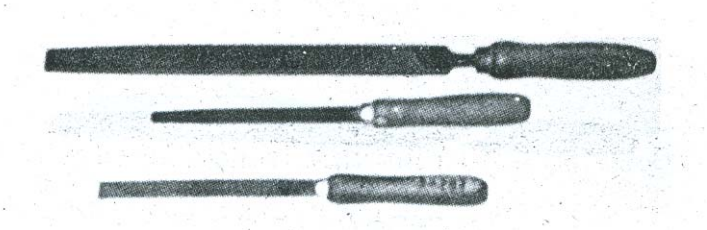
2. แบบคมตัด 2 ทาง (Double cut) ได้แก่ ตะไบที่มีคมตัดสองแถวตัดกัน คมตัดแถวแรกจะทำมุมประมาณ 40 – 45 องศา กับขอบด้านซ้ายของตะไบ คมตัดแถวนี้จะตื้น เรียกว่า “Over cut” ส่วนคมตัดแถวที่ 2 จะทำมุมกับขอบด้านขวาของตะไบ ประมาณ 70 – 80 องศา คมตัดแถวนี้จะลึกกว่าแถวแรก เรียกว่า “Up cut”

เนื่องจากตะไบทั้ง 2 ชนิด มีคมตัดที่ต่างกัน คมตัดทางเดียว เป็นคมตัดที่ละเอียดมาก หรือตกแต่งผิวงานขั้นสุดท้าย ส่วนคมตัด 2 ทาง จะเป็นคมตัดที่หยาบ จึงเหมาะสำหรับการตะไบผิวงานที่หยาบ ๆ หรือขรุขระมาก และสามารถตะไบได้อย่างรวดเร็ว



รูปแสดงลักษณะของคมตัดของตะไบ

ความหยาบหรือละเอียดของคมตะไบ (Coarseness or fineness of file) ความหยาบหรือละเอียดของคมตะไบจะแบ่งได้เป็น 3 เกรด ดังแสดงในรูปคือ



รูปแสดงลักษณะของความหยาบและความละเอียดของตะไบ

1. คมตัดหยาบ (Bastard cut) คมตัดนี้จะมีความห่างของคมตัดมาก จึงเหมาะสำหรับการตะไบเนื้อโลหะออกทีละมาก ๆ เพราะแต่ละ Stoke จะตัดเนื้อโลหะได้ลึก ผิวงานที่ตะไบแล้วจะไม่เรียบ

2. คมตัดหยาบปานกลาง (Second cut) คมตัดจะมีความห่างของฟันตะไบปานกลาง เหมาะกับการตะไบผิวงานที่ต้องการเอาเนื้อโลหะออกครั้งละไม่มากนัก และไม่ต้องการผิวหน้าของงานที่ตะไบเรียบมากนัก

3. คมตัดละเอียด (Smooth cut) คมตัดจะมีความถี่มากที่สุด เหมาะสำหรับการตกแต่งผิวงานขั้นสุดท้ายและสามารถตะไบผิวงานได้เรียบมาก

6. ไขควง (Screw driver) ไขควงเป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้โดยทั่วไป ใช้สำหรับขันหรือคลายสกรูได้ตามต้องการ ไขควงประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้าม (Handle) จะทำด้วยไม้ พลาสติก หรือโลหะ แล้วแต่ความเหมาะสมของการใช้งาน เพื่อไว้จับ ขัน หรือคลายสกรู

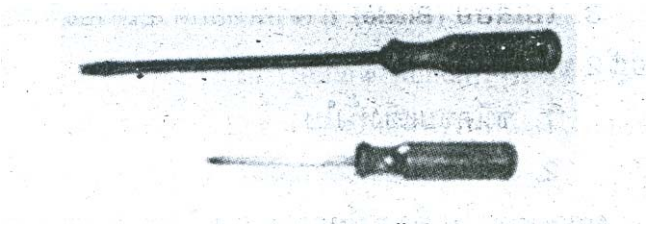
2. ก้าน (Shank) จะเป็นแท่งโลหะที่ติดเป็นแท่งเดียวกัน ส่วนก้านของไขควงจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

(1) ชนิดก้านกลมเหมาะสำหรับงานชนิดทั่ว ๆ ไป

(2) ชนิดก้านสี่เหลี่ยมเหมาะสำหรับการใช้งานหนัก ๆ เช่น การใช้ค้อนตอกด้ามหรือใช้ประแจจับก้านขัน

3. ส่วนปลายใบ (Blade) จะมีลักษณะต่างกัน 2 แบบ คือ ปลายแบน (Flat) ใช้กับสกรูที่เป็นร่องขนาน และปลาย 4 แฉกใช้กับสกรูที่มีร่อง 4 แฉก

ปลายและก้านของไขควงทำด้วยเหล็กอย่างดีมีความแข็งแรง และเหนียวเป็นพิเศษเพื่อให้ทนต่อการสึกหรอ อันเกิดจากแรงบิดหรือแรงกระแทก ไขควงมาตรฐานจะมีความยาวตั้งแต่ 2.5 - 12 นิ้ว ความยาวนี้จะวัดจากปลายของใบถึงโคนของด้าม



รูปแสดงลักษณะของไขควง

7. เลื่อยมือ (Hack saw) เลื่อยมือประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน ดังนี้

1. โครงเลื่อย (Frame) เป็นโครงยึดใบเลื่อยมีอยู่ 2 ชนิด คือ

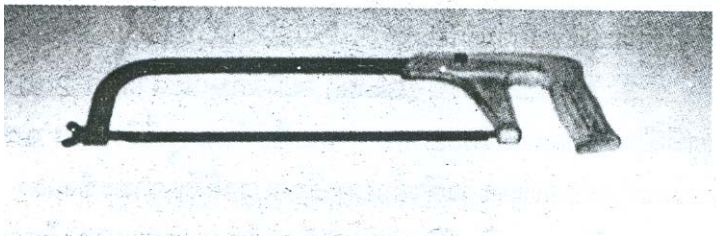
1.1 โครงเลื่อยชนิดที่ปรับได้ (Adjustable frame) โครงเลื่อยชนิดนี้เป็นเหล็กสองชั้นสอดประกอบกัน สามารถจะปรับตำแหน่งให้เหมาะสมกับขนาดของความยาวใบเลื่อยมือทุกประเภท

1.2 โครงเลื่อยชนิดที่ปรับไม่ได้ (Solid frame) โครงเลื่อยชนิดนี้เป็นแท่งเหล็กตันชิ้นเดียวกันตลอด และใช้ได้กับขนาดความยาวของใบเลื่อยได้ขนาดเดียวเท่านั้น

2. ด้ามเลื่อย (Handle) ด้ามเลื่อยจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ

2.1 แบบด้ามปืน (Pistol Grip handle) ด้ามเลื่อยชนิดนี้นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถทำงานได้อย่างถนัดมือ ด้ามของเลื่อยจะทำด้วยโลหะ การปรับความตึงของใบเลื่อยจะปรับได้โดยการขันน็อตหางปลาที่ปลายด้านล่างของโครงเท่านั้น

2.2 แบบด้ามตรง (Straight handle) ด้ามเลื่อยชนิดนี้โดยมากจะใช้กับโครงชนิดที่ปรับไม่ได้ ด้ามเลื่อยอาจทำด้วยไม้หรือโลหะก็ได้ ถ้าเป็นด้ามไม้จะปรับความตึงโดยการขันน็อตหางปลาที่ปลายโครงด้านล่าง แต่ถ้าเป็นด้ามที่ทำด้วยโลหะ การปรับความตึงของใบเลื่อยจะนิยมปรับโดยการหมุนด้ามของเลื่อยแทน



รูปแสดงโครงเลื่อย

3. ใบเลื่อย (Blade) ทำจากเหล็กด้วยเครื่องพิเศษ ซึ่งมีความแข็งและเหนียว ใบเลื่อยมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. ชนิดชุบแข็งทั้งใบ
2. ชนิดชุบแข็งเฉพาะฟัน

ขนาดของใบเลื่อย มีหลายขนาด มีความยาวแตกต่างกันตั้งแต่ 8 - 16 นิ้ว การวัดขนาดความยาวจะวัดระหว่างจุดศูนย์กลางของรูหนึ่งถึงจุดศูนย์กลางของอีกรูหนึ่งบนใบเลื่อย ความหนาของใบเลื่อยจะหนาประมาณ 1/16 นิ้ว มีความกว้างประมาณ 7/16 - ½ นิ้ว และมีจำนวนฟันต่อนิ้ว อยู่ระหว่าง 14 - 32 ฟันต่อนิ้ว

ชุดฟันตัดของใบเลื่อยมือ จะมีอยู่ 3 ชนิด คือ

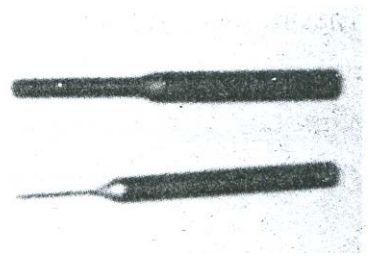
1. ชุดฟันสลับ (Alternate set) ลักษณะของฟันเลื่อยแบบนี้ ปลายของฟันตัดจะสลับกันไป ชุดหนึ่งอาจจะมี 2 หรือ 4 ฟันก็ได้

2. ชุดฟันสลับ 3 ฟัน (Raker set) ลักษณะของฟันเลื่อยแบบนี้ ปลายของฟันตัดจะสลับกันไป ชุดหนึ่งจะมี 3 ฟัน ฟันที่หนึ่งจะมีลักษณะตรง ฟันที่สองจะสลับไปทางหนึ่ง ส่วนฟันที่สามจะสลับกับฟันที่สอง

3. ชุดฟันตัดแบบคลื่น (Wave set or undulate) ลักษณะของฟันตัดแบบนี้จะถูกดัดให้สลับเรียงเป็นลูกคลื่นตลอดทั้งใบ

8. แท่งเหล็กตอกรู (Punch) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตอกเจาะรูบนแผ่นโลหะที่มีความอ่อนและบาง เช่น แผ่นอะลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง สังกะสี ตลอดจนแผ่นหนัง ยางที่จะทำเป็นปะเก็น เป็นต้น Punch มีอยู่ 2 ชนิดคือ

8.1 แท่งเหล็กตัน (Solid punch) รูปร่างจะคล้ายกับเหล็กนำศูนย์ และเหล็กถ่ายแบบ ซึ่งตัดปลายออก ขนาดของความโตคมตัด (Cutting edge) สำหรับเจาะรูจะอยู่ระหว่าง 3/32 – ½ นิ้ว สามารถใช้ตอกบนแผ่นโลหะแผ่นที่มีความหนาเบอร์ 24 และบางกว่า



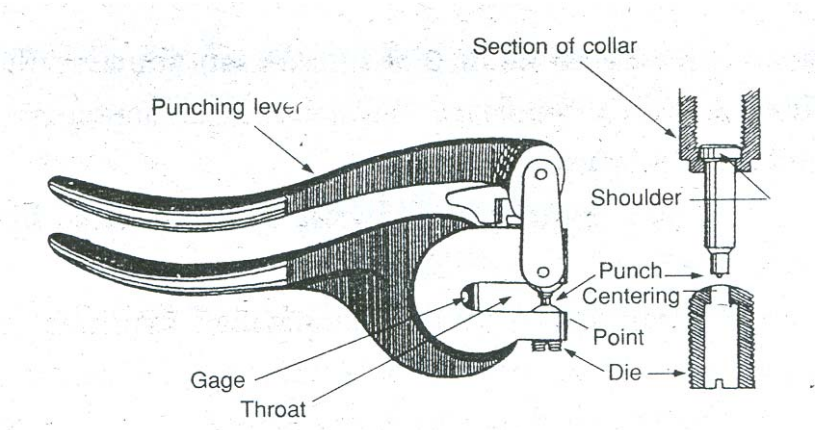
รูปแสดง Solid punch

8.2 ชนิดแท่งกลวง (Hollow punch) คมตัดจะมีลักษณะคล้ายกับปากท่ออยู่ด้านหนึ่ง ส่วนก้านหรือด้าม (Shank) จะอยู่อีกด้านหนึ่งมีไว้สำหรับตอก

การใช้งาน Hollow punch สามารถเจาะรูที่มีขนาดโตกว่า Solid punch กล่าวคือจะมีความโตระหว่าง ¼ - 3 นิ้ว

คมตัดของ Solid punch จะกดแผ่นวัสดุจนขาดจมลงในวัสดุที่รองรับ ส่วนคมตัดของ Hollow punch จะกดตัดแผ่นวัสดุจนขาด เศษของวัสดุที่ขาดจะอยู่ภายในรู และสามารถนำเอาออกจากรูที่อยู่ทางด้านซ้ายของ Hollow ได้

9. เครื่องเจาะรูด้วยมือ (Hand punch) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเจาะแผ่นโลหะให้เป็นรูกลม บนแผ่นโลหะมีความหนาไม่เกินเบอร์ 14 และสามารถเจาะรูได้หลายขนาด โดยการเปลี่ยนคู่ขนาด Punch และ Die



แสดงรูปเครื่องเจาะรูด้วยมือ

ขนาดรูเจาะของ Hand punch มีอยู่หลายขนาดดังนี้ 3/32, 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, ¼, 17/64 และ 9/32 นิ้ว ความลึกจากศูนย์กลางรูเจาะถึงขอบแผ่นงาน สามารถจะตั้งระยะได้ โดยการใช้ Gage ซึ่งมีความลึกมากถึง 1 ½ นิ้ว

10. เหล็กย้ำตะเข็บ (Hand groover) เหล็กย้ำตะเข็บทำด้วยเหล็กเครื่องมือ (Tool steel) ใช้สำหรับย้ำตะเข็บเกี่ยว (Groover seam) ให้แน่น ปลายข้างหนึ่งของเหล็กย้ำตะเข็บมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีร่องขนาดต่างกันตามความยาวเพื่อใช้สำหรับย้ำตะเข็บที่มีขนาดกว้างต่าง ๆ กัน ส่วนด้ามจะมีขนาดเล็กและกลม

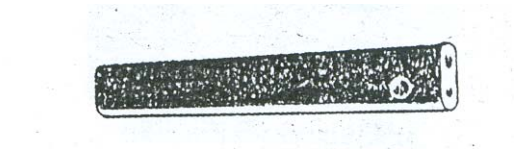
แสดงรูปเหล็กย้ำตะเข็บ (Hand groover)

การใช้เหล็กย้ำตะเข็บ (Hand groover) จะต้องเลือกขนาดร่องให้กว้างกว่าขนาดของตะเข็บที่จะย้ำจริง 1/16 นิ้วเสมอ เช่นถ้าต้องการย้ำตะเข็บขนาด ¼ นิ้ว จะต้องเลือกขนาดของ Hand groove ให้มีร่องกว้าง 5/16 นิ้ว เป็นต้น

11. ชุดเหล็กย้ำหัวหมุด (Rivet set)

เหล็กย้ำหัวหมุดเป็นแท่งเหล็กที่มีปลายด้านหนึ่งใช้สำหรับตอก ปลายอีกด้านหนึ่งเรียบและเจาะรูลึกตามความยาวของแท่งเหล็ก เพื่อใช้กดแผ่นโลหะให้แนบแน่นติดกันทุกแผ่น และบริเวณปลายด้านเดียวกันนี้จะทำเป็นรอยบุ๋มครึ่งวงกลมไว้สำหรับย้ำขึ้นรูปปลายหมุดให้เป็นวงกลม

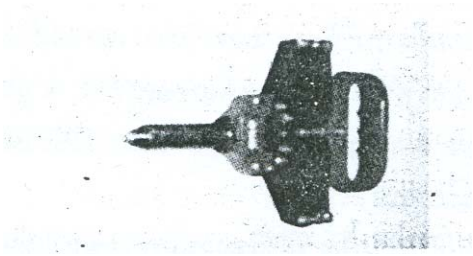
เหล็กย้ำหมุดชุดหนึ่ง ๆ จะมีอยู่หลายขนาด ซึ่งใช้กับตัวหมุดย้ำที่มีขนาดต่าง ๆ กัน



รูปแสดงลักษณะของเหล็กย้ำหมุด

12. คีมย้ำหมุด (Hand rivet pliers)

คีมย้ำหมุด เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับย้ำ Pop rivet ได้อย่างเดียวเท่านั้น ลักษณะของ Pop rivet ทำด้วยโลหะที่ไม่อ่อนมากนัก เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง เป็นต้น ตรงกลางหัวหมุดจะมีแกนโลหะที่มีความเหนียว เช่น เหล็ก ซึ่งมีขนาดความโตและความยาวพอเหมาะกับขนาดของหัวหมุด

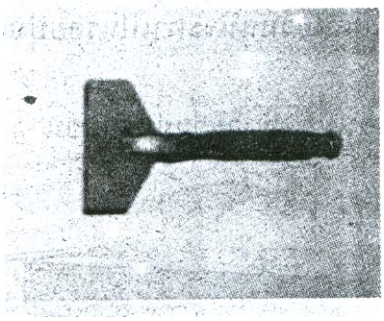


รูปแสดงลักษณะของคีมย้ำหมุด

การใช้คีมย้ำ Pop rivet นี้ สามารถจะย้ำแผ่นงานให้ติดกันแน่นได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องตกแต่งหัวหมุดเลย แต่ไม่จำเป็นต้องให้ปลายของหมุดย้ำยื่นทะลุออกไปอีกด้านหนึ่ง ซึ่งสามารถย้ำแผ่นโลหะให้ติดกับวัสดุอื่น ๆ ที่มีความหนามากกว่าได้

13. คีมพับตะเข็บ (Handy seamer)

คีมชนิดนี้บางครั้งจะเรียกว่า “Toungs” หรือ “Hand seamer” มีรูปร่างคล้ายกับคีมทั่วไป ลักษณะของปากจะแตกต่างจากคีมอื่น ๆ คือ ปากจะแบน กว้าง 1 ½ นิ้ว และลึก 1 นิ้ว บางชนิดจะมีสกรูที่ปรับได้ ซึ่งเรียกว่า “Adjusting screw” หรือ “Adjusting gage” สำหรับปรับระยะของการพับของแผ่นโลหะ บางชนิดจะไม่มีสกรูชนิดนี้ ซึ่งทั่ว ๆ ไปจะเรียกว่า “Hand folder”



รูปลักษณะของคีมพับตะเข็บ

ระยะของการพับแผ่นโลหะให้ได้ผลดีจะเริ่มตั้งแต่ 5/16 - 7/8 นิ้ว สำหรับความยาวมากกว่า 3 ½ นิ้วขึ้นไป

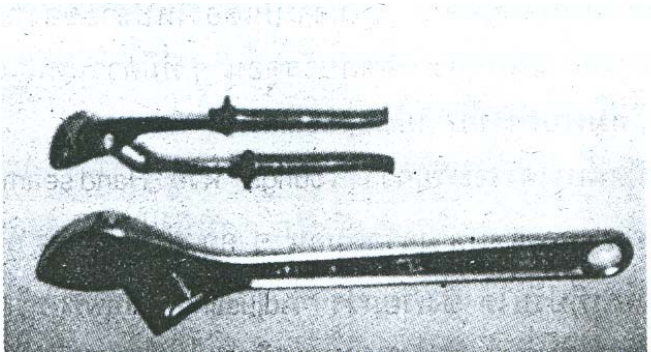
เครื่องมือชนิดนี้จะมีผลประโยชน์สำหรับการพับแผ่นโลหะด้วยมือ เมื่อแผ่นโลหะนั้นไม่สามารถพับได้ด้วยเครื่องจักร หรือเสียเวลาในการพับมาก เหมาะสำหรับพับตะเข็บข้อต่อของท่อส่งลม (Duct) เป็นอย่างมาก

14. ประแจ (Wrenches) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับขัน หรือคลายหัวของน็อตและสกรู ประแจส่วนมากจะออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของหัวน็อต และสกรูที่มีหัวเป็นรูปสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม และหัวที่เป็นร่องเหลี่ยมแบบต่าง ๆ รูปร่างและขนาดของความยาวของประแจจะขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของปากและการใช้งาน

ประเภทของประแจ

1. ประแจปรับปากได้ ที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีเพียง 2 - 3 ชนิด ได้แก่

1. Monkey wrench ใช้สำหรับขันหรือคลายน็อตและสกรู
2. Adustable wrench
3. Pipe wrench



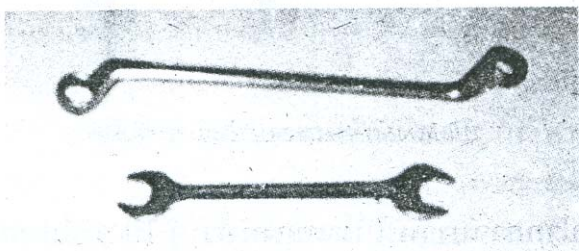
รูปแสดงลักษณะของประแจปรับปากได้

2. ประเภทปรับปากไม่ได้ ปากของประแจประเภทนี้จะถูกออกแบบให้มีขนาดความกว้างได้มาตรฐาน ไม่สามารถปรับปากให้กว้างขึ้นหรือแคบลงได้ ประแจอันหนึ่งจะมีขนาดความกว้างของปากและหัวต่างกัน ปากข้างหนึ่ง ๆ จะเหมาะกับขนาดของหัวน็อตและสกรูขนาดเดียวเท่านั้น และสามารถใช้กับหัวของน็อตและสกรูที่มีทั้งหัวสี่เหลี่ยมและหัวหกเหลี่ยมได้ ประแจประเภทนี้ได้แก่

1. Open end wrench เป็นประแจชนิดหัวเปิด ที่มีทั้งชนิดที่ใช้งานได้เพียงด้านเดียวและใช้งานได้ทั้งสองด้าน

2. Box end wrench เป็นประแจที่มีหัวเจาะเป็นรู 12 เหลี่ยมทั้งสองข้าง หรือที่เรียกกันว่าประแจแหวนนั่นเอง

3. Combination wrench เป็นประแจที่มีปากเหมือนกับ Open end wrench ข้างหนึ่งและปลายอีกด้านหนึ่งจะเหมือนกับแบบ box end wrench



รูปแสดงลักษณะของประแจปรับปากไม่ได้

3. ประเภทปากพิเศษ ประแจประเภทนี้ โดยมากจะออกแบบให้เหมาะสมกับหัวของ Bolt nut และ Screw ที่มีลักษณะพิเศษต่าง ๆ กันออกไป สำหรับประแจที่เกี่ยวข้องกับงานโลหะได้แก่

1. Socket wrench โดยปกติประแจชนิดนี้จะทำเป็นแท่งโลหะเพียงอันเดียว และมีร่องอยู่ภายในหัวข้างหนึ่ง เป็นร่องสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม ซึ่งเหมาะกับหัวของ Nut สี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม ตามลำดับ ด้ามของประแจชนิดนี้จะมีอยู่ 2 แบบ ซึ่งได้แก่ด้ามที่เป็นแบบ Offset และด้ามตัวที (T)

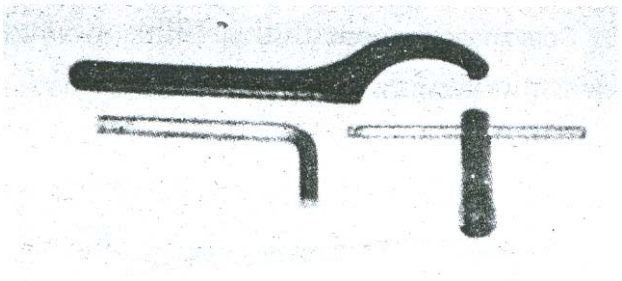
2. Spanner wrench เป็นประแจที่ออกแบบให้เหมาะกับ Nut ที่มีลักษณะพิเศษ เช่น

- Hook spanner wrench จะใช้ขันหรือคลาย Nut ที่มีลักษณะกลม และผิวด้านนอกตัดเป็นร่องเหลี่ยม

- Pin spanner wrench จะใช้ขันหรือคลาย Nut ที่มีลักษณะกลม และผิวด้านนอกเจาะรูกลม

- Face pin spanner wrench จะใช้สำหรับการขัน Nut ที่มีลักษณะกลมและผิวหน้าเจาะรูกลม 2 รู

- Allen wrench จะมีลักษณะเป็นแท่งเหล็กหกเหลี่ยม งอกเป็นมุมฉากคล้ายตัว “L” ประแจชนิดนี้เหมาะสำหรับการขันหรือคลายตัวของ Set screw และ Cap screw ที่มีหัวเป็นร่องหกเหลี่ยม ประแจชนิดนี้จะมีความโตระหว่าง 1/8 - ¾ นิ้ว

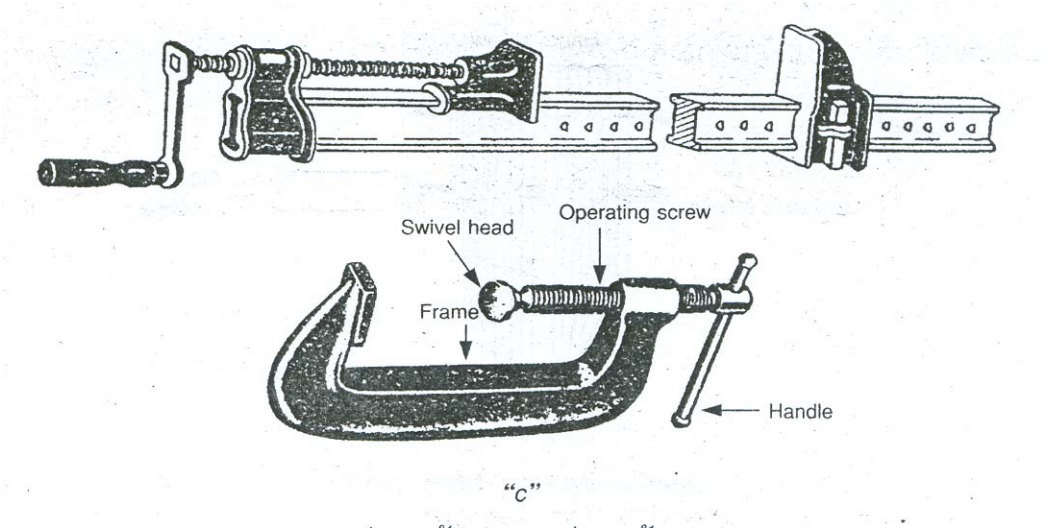


รูปแสดงลักษณะของประแจปากพิเศษ

15. ปากกาจับงาน ในงานช่างทั่ว ๆ ไป จะมีปากกาอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดหนึ่งสามารถจะยกให้เคลื่อนที่ไปมาได้สะดวก ซึ่งเรียกว่า “Clamp” และอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า Vise โดยมากจะยึดติดกับโต๊ะเคลื่อนที่โยกย้ายไปมาได้ลำบาก

15.1 Clamp เป็นเครื่องมือที่ช่วยจับหรือยึดชิ้นงานในตำแหน่งต่าง ๆ กันให้แน่น ในงานช่างโลหะนิยมใช้ Clamp เพียง 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ Bar clamp, C-clamp และ Parallel clamp

Bar clamp เป็นปากกาที่มีช่วงความกว้างของปากกว้างมาก ปากด้านหนึ่ง (ที่ไม่เคลื่อนที่ขณะหมุนเกลียวมือหมุน) จะเคลื่อนที่อยู่บนแกนลำตัวของ Clamp ที่มีระยะต่าง ๆ ให้ปากนี้ยึดบังคับอยู่กับที่ ปากอีกด้านหนึ่งจะติดกับเกลียวมือหมุน ซึ่งไม่ยาวนัก เพื่อปรับให้มีขนาดของปากกว้างขึ้นหรือแคบลง

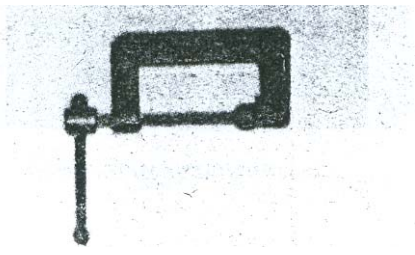


รูปแสดงลักษณะของปากกาจับงาน

ขนาดความกว้างของปากสามารถปรับให้กว้างได้ถึง 6 ฟุต และ Clamp นี้จะใช้สำหรับบีบหรืออัดงานที่มีขนาดความกว้างมาก

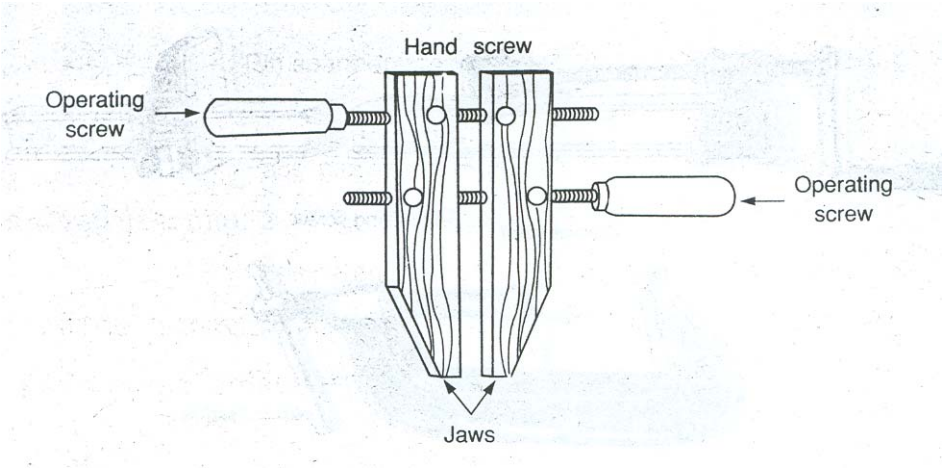
Carriage clamp โดยทั่วไปจะเรียกว่า "C-clamp" จะประกอบด้วยโครงเหล็กหล่อรูปตัวซี (C) และเกลียวมือหมุนที่เหมือนกับเกลียวของสกรู ส่วนปลายเกลียวจะติด Swivel head เพื่อป้องกันการเลื่อนตำแหน่งในขณะขับเกลียวมือหมุน และเป็นการป้องกันการขีดข่วนบนผิวงานด้วย

ขนาดความกว้างของปากจะมีอยู่หลายขนาด และสามารถจับงานที่มีความกว้างได้ถึง 18 นิ้ว การใช้งานจะเหมาะกับงานทั่ว ๆ ไป



รูปแสดงลักษณะของ C – clamp

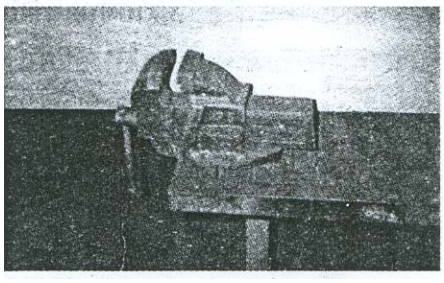
Parallel clamp จะประกอบด้วยปากของปากกาที่ทำด้วยไม้ หรือโลหะ 2 อัน และสกรูอีก 2 ตัว ตัวใกล้ปากจะทำหน้าที่ดึงปากของ Clamp ให้แคบลง ส่วนสกรูตัวนอกจะทำหน้าที่ดันปากของปากกาให้แนบสนิทกับชิ้นงาน



รูปแสดงลักษณะของ Parallel clamp

ปากกาตั้งโต๊ะ (Bench vise) ปากกาชนิดนี้ลำตัวจะทำด้วยเหล็กหล่อ เพื่อใช้รับแรงอัดได้ดี ส่วนปากจะทำด้วยเหล็กแข็งและเหนียว เพื่อที่จะใช้จับชิ้นงานให้มั่นคงและแข็งแรง ด้ามมือหมุน (Handle) จะใช้สำหรับหมุน

การใช้งานจะต้องใส่ชิ้นงานให้อยู่ในระหว่างปาก (Jaws) ของปากกา มีปากกาหลายชนิดที่ปากหนึ่งอยู่ติดกับพื้นไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่วนอีกปากหนึ่งจะเป็นตัวเคลื่อนที่เข้าชิ้นงานตามแกนของเกลียวมือหมุน



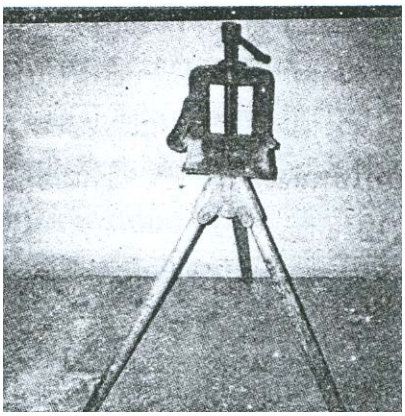
รูปแสดงลักษณะของปากกาตั้งโต๊ะ

โดยทั่วไปปากกาขนาดเล็ก ๆ ไม่สามารถจะหมุนหรือปรับปากกาให้เหมาะสมกับตำแหน่งของชิ้นงานขนาดใหญ่ได้ แต่ปากขนาดใหญ่เกือบทุกชนิดสามารถหมุนปรับตำแหน่งของปากให้เหมาะสมกับลักษณะของตำแหน่งงานได้ โดยการคลาย Swivel lock ออก ปากกาก็จะหมุนได้รอบตัว

โดยที่ปากของปากกาชนิดนี้จะแข็งมาก ก่อนที่จะจับชิ้นงานที่ทำจากวัสดุอ่อนจำเป็นต้องใส่ Soft removable jaws เข้าที่ปากของปากกา เพื่อให้ชิ้นงานที่ทำจากโลหะอ่อนไม่บุบเป็นรอยหรือเปลี่ยนรูปทรงไป

Soft removable jaws โดยมากจะทำจากวัสดุอ่อน เช่น ทองเหลือง อะลูมิเนียม สังกะสี หรือหนังสัตว์ เป็นต้น

ปากกาจับท่อ (Pipe vise) ปากกาชนิดนี้ปากจะเป็นร่องตัว V ทั้งปากด้านบนและปากด้านล่างประกอบกัน ในบริเวณปากจะมีฟันเป็นซี่ใหญ่และคม เพื่อใช้จับโลหะทรงกระบอกได้สะดวก ไม่ให้หมุนไปมาในขณะทำการตัดหรือทำเกลียวปากท่อ



รูปแสดงลักษณะของปากกาจับท่อ

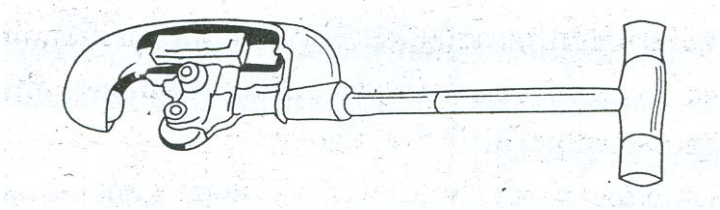
16. เครื่องมือตัดท่อ (Pipe and tubing cutter)

เครื่องมือตัดท่อนี้สามารถใช้ตัดท่อได้ทั้งชนิดที่มีผนังบางที่เรียกว่า “Tubing” และชนิดที่มีผนังหนาที่เรียกว่า “Pipe” ที่ทำมาจากเหล็ก ทองเหลือง ทองแดง และอะลูมิเนียม

ลักษณะของเครื่องตัดท่อนี้ประกอบด้วยล้อตัด (Cutter wheel) ที่ทำจากเหล็กกล้าผสมชนิดพิเศษ ลูกกลิ้งที่ทนแรงอัด (Pressure roller) 2 ลูก ด้าม (Handle) และโครง (Housing)

Pipe จะเป็นท่อที่มีผนังหนา เช่น ท่อเหล็กดำ ท่อน้ำประปา และท่อส่งกำลังดัน เป็นต้น จะบอกขนาดเป็นขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน แต่ถ้าความโตเกินกว่า 2 นิ้ว จะบอกขนาดเป็นความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก

Tubing จะเป็นท่อที่มีผนังบาง เป็นเหล็กจำพวก Light gage เป็นต้น การบอกขนาดจะบอกเป็นขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเสมอ



รูปเครื่องมือตัดท่อ

17. สว่าน (Drill) สว่านเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเจาะวัสดุต่าง ๆ ให้เป็นรูกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน สว่านที่ใช้ในงานช่างทั่วไปจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ สว่านแท่นและสว่านมือ

17.1 สว่านมือ สว่านมือที่ใช้อยู่ทั่ว ๆ ไป ยังแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. สว่านมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า (Protable electric power drill)
2. สว่านมือที่ใช้มือหมุน (Hand and breast drill)

สว่านมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า สว่านมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นสว่านที่นิยมใช้มากสำหรับงานทั่ว ๆ ไป และงานโลหะแผ่น เพราะสามารถจะนำไปเจาะในที่ต่าง ๆ กันได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วเช่นเดียวกับการเจาะรูบนสว่านแท่น สำหรับขนาดของรูเจาะจะต้องไม่โตเกินกว่า 1 นิ้ว

สว่านมือไฟฟ้านี้ยังแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1. ชนิดที่ใช้กับงานขนาดเบา (Light duty electric) ใช้สำหรับการเจาะรูที่มีขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะระหว่าง 1/16 - 3/8 นิ้ว การใช้สว่านนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แรงกดมากนัก เพราะดอกสว่านที่ใช้มีขนาดเล็กและความเร็วของสว่านมีมาก ถ้ากดสว่านแรงเกินไป นอกจากจะทำให้แกนของสว่านโค้งแล้ว อาจจะทำให้ดอกสว่านหักได้อีกด้วย ลักษณะด้ามของสว่านโดยทั่วไปจะเป็นแบบด้ามปืน (Pistol handle)

2. ชนิดที่ใช้กับงานขนาดหนัก (Heavy duty electric) ใช้สำหรับการเจาะรูที่มีขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะระหว่าง ¼ - 1 นิ้ว ความเร็วรอบของดอกสว่านชนิดนี้จะถูกทดสอบให้มีความเร็วลดน้อยลงเพื่อให้ใช้กับดอกสว่านที่มีขนาดโตได้ ลักษณะด้ามของดอกสว่านจะพิเศษไปจากสว่านชนิดที่ใช้กับงานขนาดเบา กล่าวคือ จะมีแท่งของโลหะ (Projection bar) สำหรับต่อด้านของตัวสว่าน สำหรับช่วยให้สามารถกดสว่านได้ถนัดมากขึ้น

รูปแสดงสว่านมือไฟฟ้า

17.2 ดอกสว่าน (Drill) ดอกสว่านทำจากเหล็ก 2 ชนิด คือ Carbon Steel และ High speed steel สำหรับ Carbon steel ความแข็ง การใช้ความเร็วรอบ และอายุการใช้งานน้อยกว่า High speed steel ดังนั้นในการทำงานเจาะโลหะที่มีความแข็งมาก จึงควรใช้ดอกสว่านชนิด High speed steel

ขนาดของดอกสว่านจะบอกได้ 2 แบบ คือ

1. แบบตัวเลข ซึ่งจะมีทั้งแบบทศนิยม และแบบเศษส่วน
2. แบบตัวอักษร

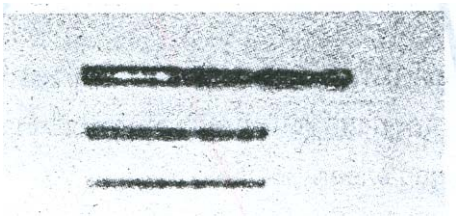
ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้งาน

1. ความเร็วรอบควรจะเหมาะสมกับความแข็งของวัสดุ ถ้าวัสดุแข็งมากควรใช้ความเร็วน้อยกว่าโลหะที่มีความอ่อน

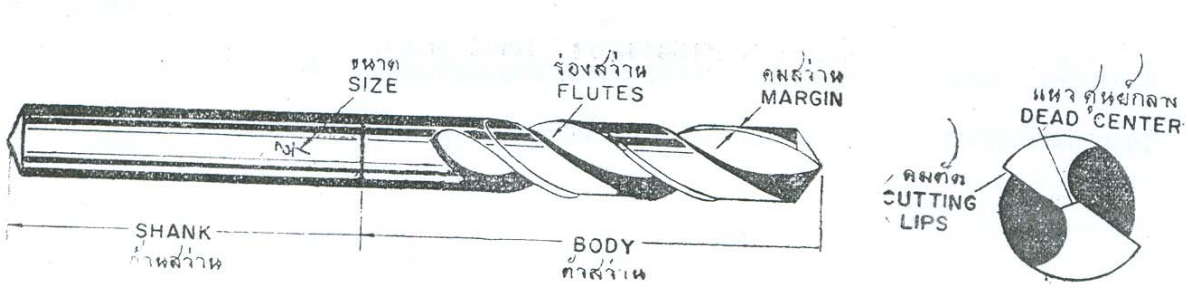
2. ควรจะต้องมีการหล่อเย็นด้วยน้ำมันหล่อเย็น (Coolant oil) น้ำมันหรือน้ำตามความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาเจาะ

3. ควรทำเครื่องหมายก่อนการเจาะ และไม่ควรใช้มือจับแผ่นงานในขณะที่เจาะ

4. ถ้าต้องการรูเจาะโต ควรเจาะด้วยดอกสว่านที่มีขนาดเล็กนำก่อน แล้วจึงใช้สว่านที่มีขนาดตามต้องการเจาะในขั้นสุดท้าย



รูปแสดงดอกสว่าน



รูปแสดงส่วนต่าง ๆ ของดอกสว่าน

1. ก้านดอกสว่าน (Drills Shank) เป็นส่วนที่สอดเข้าไปในปากจำปา (Jawa) ยึดให้แน่นเพื่อเตรียมเจาะวัตถุ ที่ก้านจะแสดงขนาด (Size) ของดอกสว่านไว้ เพื่อสะดวกในการใช้ให้ถูกต้องตามขนาดที่กำหนดไว้

2. ตัวสว่าน (Bodg) ประกอบไปด้วยร่องสว่าน (Flutes) มีหน้าที่เป็นตัวคลายขี้สว่านออกมาตามร่อง

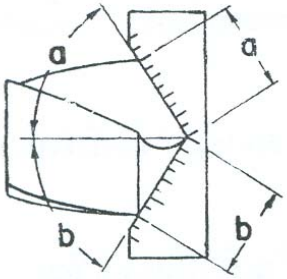
3. คมสว่าน (Margin) มีหน้าที่ในการเคลื่อนหรือกินเข้าไปในเนื้อวัตถุ เพื่อให้เป็นรูตามขนาดที่ต้องการ ดังแสดงไว้ในรูป

วิธีลับดอกสว่าน (Drill Sharpening)

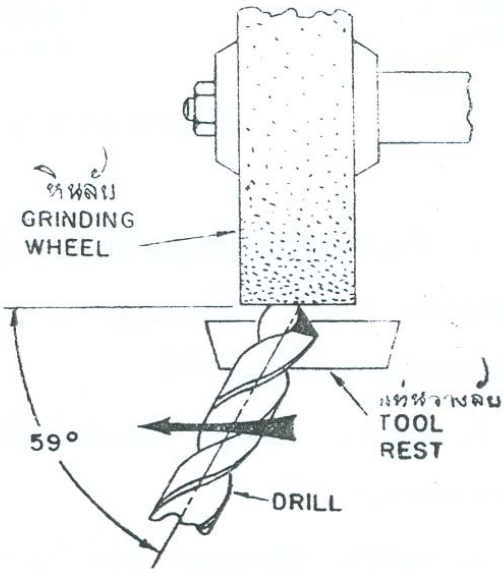
การลับสว่านถือเป็นความสำคัญ ถ้าเราลับสว่านไม่ถูกต้องเมื่อนำไปใช้อาจทำให้เกิดผลเสียได้ เช่น อาจทำให้สว่านบิ่นหรือหัก รูที่เจาะไม่กลม ไม่ได้ขนาดตามความต้องการ แต่ถ้าเราไม่ลับสว่านก็เกิดผลเสียแก่งาน ทำให้การทำงานล่าช้าไป ฉะนั้นการลับสว่านถือเป็นเรื่องสำคัญและควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. มุมปากของสว่าน (Angle of Clearance) คือมุมของปากสว่านควรให้มีมุมประมาณ 8° - 12° ถ้าหากมุมของปากสว่านมากกว่า 12° สว่านอาจจะบางหรือหักได้ง่าย ถ้าน้อยกว่าสว่านก็จะกินเข้าไปในเนื้อโลหะได้น้อย หรือช้ากว่าปกติ

2. ความยาวของปากสว่าน (Length of Lip Angle) คือความยาวของปากสว่านเมื่อวัดจากจุดศูนย์กลาง (Lead Center) ลาดลงมาต้องให้มีระยะเท่ากัน และให้มีมุมทั้งสองข้างเท่ากัน ฉะนั้น การลับสว่านควรจะให้หน้าของสว่านแนบกับหินไฟ (Grinding Wheel) โดยทำมุมเอียงประมาณ 59° ในขณะที่วางอยู่บนเหล็กรองรับ (Tool Rest) ดังแสดงไว้ในรูป

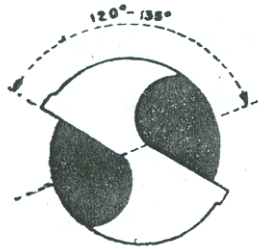


รูปแสดงมุมและระยะพื้นของดอกสว่าน



รูปแสดงการลับดอกสว่าน

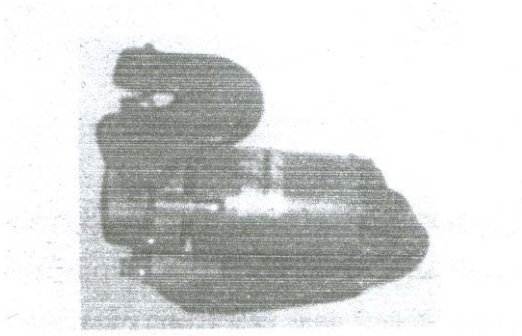
3. ตำแหน่งศูนย์กลางของปลายสว่าน (Dean Center) ควรจะมีมุม (Lead Center) อยู่ในระหว่าง 120° - 135° ดังในรูปเมื่อวัดความยาวของริมตัด (Cutting Lip) ควรมีความยาวเท่ากัน ดังในรูป



การลับสว่าน ควรมีเครื่องมือในการตรวจมุมของสว่าน เครื่องมือนั้น เราเรียกว่า Drill Crinding Gage การวัดก็ไม่จำเป็นต้องให้ละเอียดมากนัก เพียงแต่ให้มีค่าใกล้เคียงก็พอ

รูปแสดงศูนย์กลางของปากสว่าน

18. El ectric shear เป็นเครื่องตัดไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่ช่วยในการตัดโลหะแผ่นได้อย่างสะดวกสบายรวดเร็ว และสามารถตัดได้ทุก ๆ รูปร่างไม่ว่าจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้งซ้ายหรือขวาก็ตาม รัศมีของการตัดโค้งข้างซ้ายได้เล็กที่สุด ½ นิ้ว และโค้งรัศมี 1 นิ้ว สำหรับการตัดโค้งข้างขวา ความหนาของโลหะแผ่นที่ Electric shear จะทำการตัดได้ดีจะต้องมีความหนาไม่เกินเบอร์ 16 Mild steel



รูปแสดง Electric shear

2. เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่น (Machine tools)

เครื่องจักรที่ใช้ในงานโลหะแผ่นโดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก และเคลื่อนย้ายลำบาก บางชนิดต้องใช้กำลังคนมากหรือพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องจักรเหล่านั้นทำงาน เครื่องจักรที่สำคัญ ๆ มีดังนี้

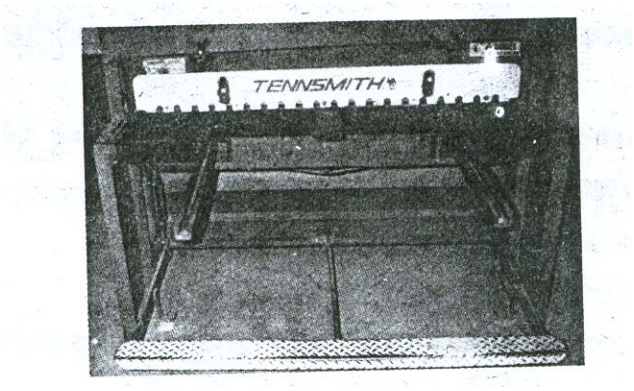
1. เครื่องตัด
2. เครื่องเจาะ
3. เครื่องพับ
4. เครื่องม้วนขึ้นรูป
5. เครื่องตัดโลหะ
6. เครื่องเข้าตะเข็บ Pittsburgh
7. เครื่องขึ้นรูป Rotary machine

เครื่องจักรดังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ บางชนิดยังแบ่งออกได้เป็นอีกหลายแบบ และหลายขนาด

1. เครื่องตัดแผ่นโลหะ เครื่องตัดแผ่นโลหะที่จะกล่าวนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

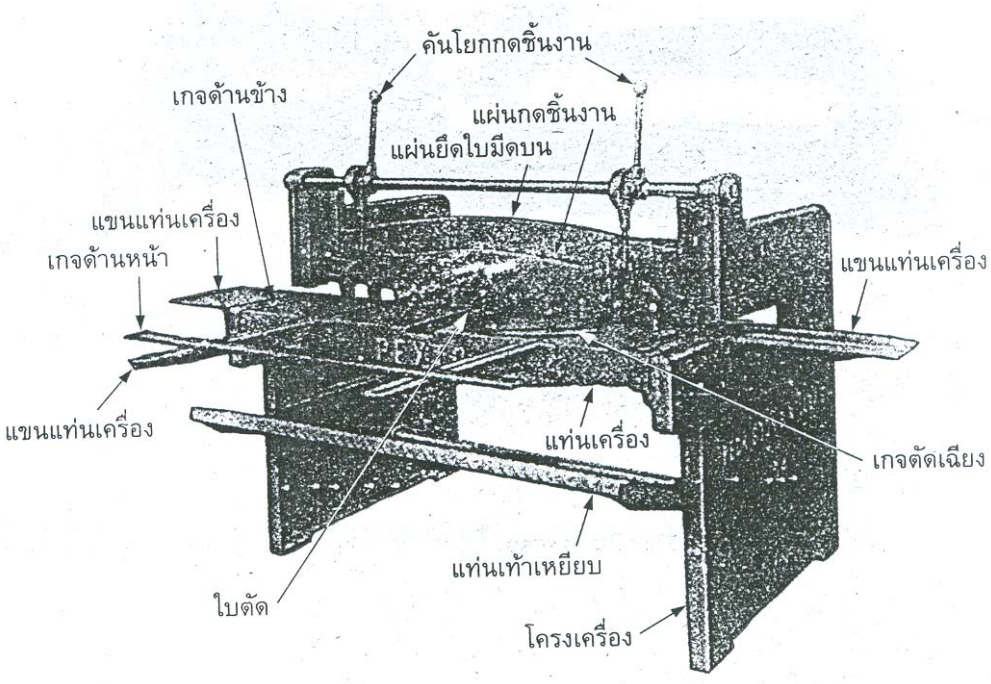
1.1 เครื่องตัดเส้นตรง (Squaring shear) เครื่อง Squaring shear นี้ยังแบ่งออกได้อีกเป็น 2 ชนิด และทั้งสองชนิดนี้ก็เป็นที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไป คือ Foot squaring shear และ Foot gap shear

1. Foot squaring shear จะสามารถตัดแผ่นโลหะที่มีความยาวได้ไม่เกินความยาวของใบมีดตัด โครงของเครื่องจะปิดสนิท



รูปแสดง Foot squaring shear

2. Foot gap shear โครงของเครื่อง (Housing) จะมีช่องว่างสำหรับการตัดโลหะที่มีความยาวเกินกว่าใบมีดตัด

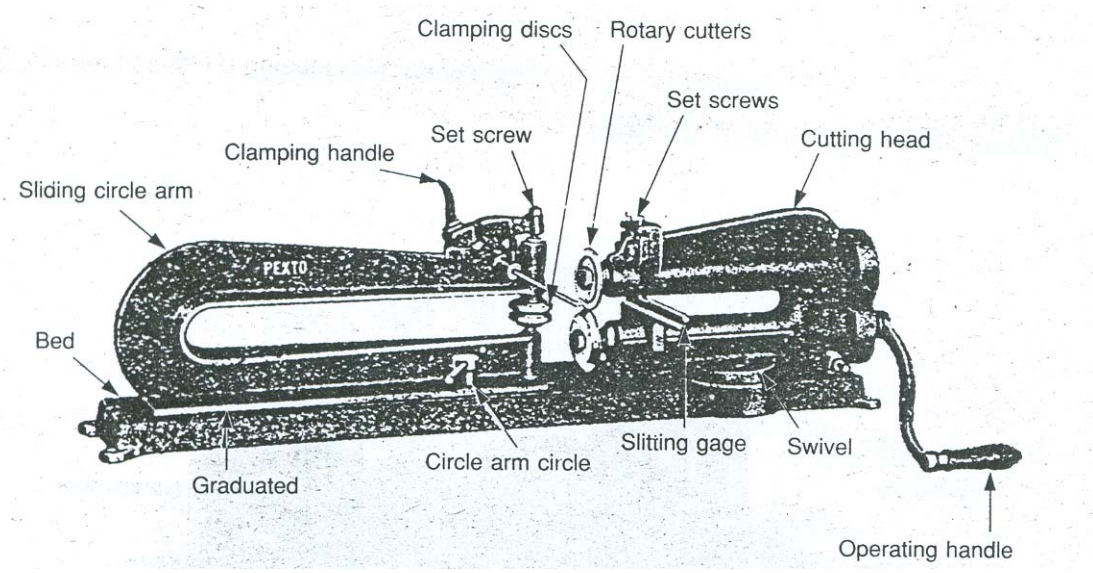


รูปแสดง Foot gap shear

การทำงาน สามารถตัดโลหะแผ่น Mild steel ได้หนาถึงเบอร์ 18 และตัดได้ยาว 36 นิ้ว

1.2 เครื่องตัดแผ่นวงกลม (Rotary circular shear) ใช้สำหรับการตัดแผ่นโลหะบางให้เป็นรูปวงกลม หรือวงแหวนได้อย่างเที่ยงตรงและรวดเร็ว เครื่อง Rotary circular shear มีอยู่ 2 แบบ คือ

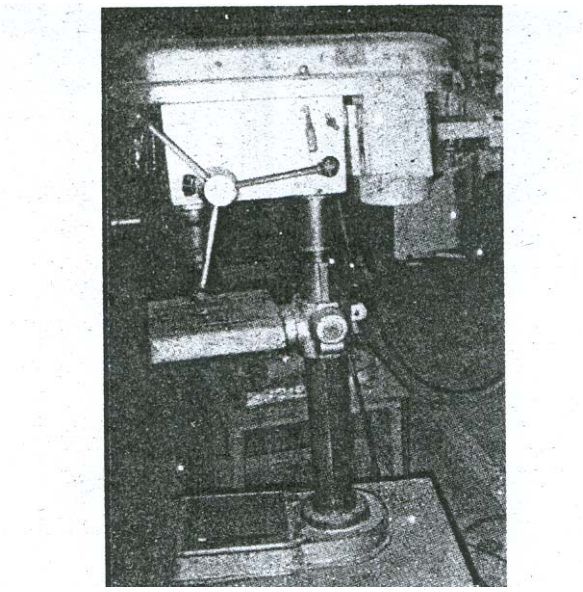
1. เครื่องตัดโลหะแผ่นวงกลม (Circle shear)
2. เครื่องตัดโลหะแผ่นวงกลมและวงแหวน (Ring and circular shear)



รูปแสดง Circle shear

2. เครื่องเจาะ

2.1 สว่านตั้งพื้น (Drill press) ใช้สำหรับเจาะรูกลมสำหรับงานโลหะทั่ว ๆ ไป

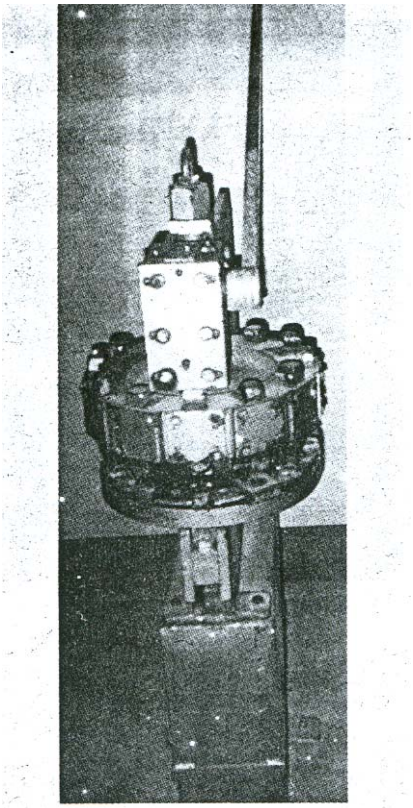


รูปแสดงสว่านตั้งพื้น

ความเร็วของดอกสว่าน ควรจะใช้อย่างเหมาะสมกับขนาดความแข็ง และความโตของดอกสว่าน โลหะแข็งมากควรใช้ความเร็วน้อย ส่วนโลหะอ่อนควรใช้ความเร็วมาก

2.2 Rotary or turret punch เป็นเครื่องเจาะรูที่มีขนาด Diameter ของรูเจาะในเครื่องเดียวกันหลายขนาด ใช้สำหรับเจาะรูบนแผ่นโลหะได้ง่าย รวดเร็ว และเที่ยงตรง Punch นี้มีหลายขนาด (Size) ความสามารถ (Capacity)

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 1/8 ถึง 2 นิ้ว รูขนาดเล็กสุด 1/8 นิ้ว สามารถเจาะรูบนโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 11 และรูขนาดใหญ่สุด 2 นิ้ว สามารถเจาะรูได้หนาถึงเบอร์ 14 Mild steel



รูปแสดง Rotary or turret punch

ขนาดของ Punch และ Die จะมีขนาด 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, ¼, 9/32, 5/16, 3/8, 7/16, ½, 5/8, ¾, 7/8, 1, 1 1/8, 1 ¼, 1 ½ และ 2 นิ้ว

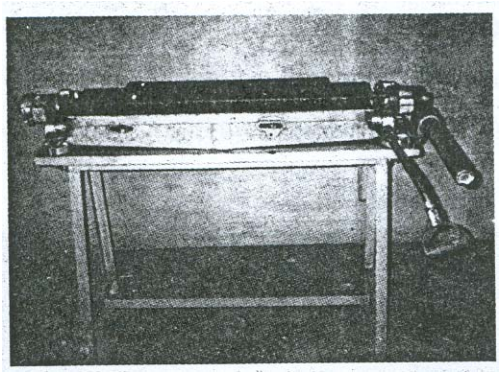
3. เครื่องพับ เครื่องพับเป็นเครื่องจักรที่ช่วยการทำงานโลหะแผ่นเกี่ยวกับพับขึ้นรูปโลหะแผ่นบางให้เป็นมุมต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เรียบร้อย และสวยงามดี

เครื่องพับที่ใช้พับขึ้นรูปโลหะแผ่น แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

ชนิดแรกจะจำกัดระยะความกว้างของขอบที่พับ เรียกว่า “Folder” อีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากเช่นเดียวกัน แต่มิได้จำกัดขอบเขตระยะของการพับแต่อย่างใด เรียกว่า “Brake”

3.1 Folder ยังแบ่งออกเป็นแบบต่าง ๆ ได้อีก เช่น Bar folder, Sheer iron folder และ Pipe folder เป็นต้น

การพับขอบโลหะแผ่นทั่วไปนิยมใช้ Bar folder พับขึ้นรูปเพราะสะดวกรวดเร็ว และเที่ยงตรงกว่าการใช้ Brake สามารถพับโลหะที่มีความหนาได้ถึงเบอร์ 22 และ ความยาวสามารถพับได้ถึง 60 นิ้ว โดยทั่วไปจะพับได้ความยาว 21, 30 และ 35 นิ้ว ซึ่งนิยมใช้พับแผ่นโลหะมากที่สุด



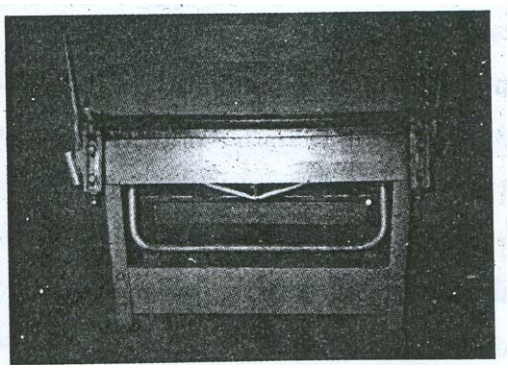
รูปแสดง Bar folder

ข้อควรระวัง

อย่าใช้พับโลหะแผ่นที่มีความหนาเกินพิกัดความสามารถของเครื่อง และไม่ควรใช้พับลวด เหล็กเส้นกลม เหล็กเส้นหนา เพราะจะทำให้ Folding bar เสียหายได้

3.2 Brake เป็นเครื่องมือที่มีความแตกต่างไปจาก Folder คือสามารถพับขอบโลหะแผ่นได้ไม่จำกัดความกว้างของขอบว่าจะเป็นเท่าใด โดยทั่วไป Brake จะสามารถพับโลหะได้มีความยาวมากกว่า Folder และยังสามารถพับโลหะได้หนาถึงเบอร์ 18 อีกด้วย

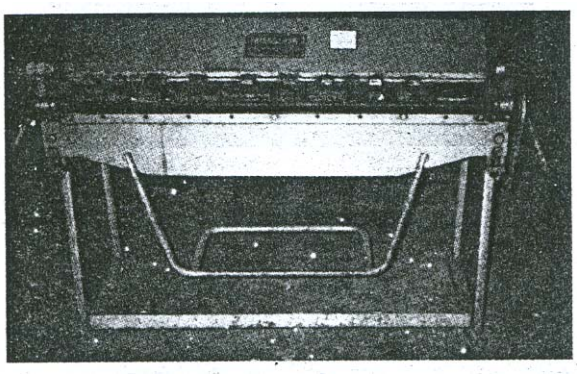
1. Standard hand brake ใช้สำหรับพับขอบของโลหะ หรือขึ้นรูปโลหะได้ตามความยาวได้ดี เช่น รางน้ำ, ท่อ, Duct พับเข้าตะเข็บหรือพับเข้าขอบลวด เป็นต้น



รูปแสดง Standard hand brake

2. Box and pan brake ใช้สำหรับดัด หรือพับขึ้นรูปโลหะแผ่นได้คล้ายกับการทำงานของ Standard hand brake และส่วนประกอบก็ยังคล้ายกันอีกด้วย สิ่งที่แตกต่างกันมากที่สุดคือ Top nose bar หรือใบพับของ Standard hand brake จะเป็นเหล็กแท่งยาวโดยตลอดความยาวของช่วงพับ ในขณะที่ใบพับของ Box and pan brake จะทำความยาวเป็นช่อง ๆ เรียกว่า

“Fingers” ซึ่งแต่ละ Finger จะมีขนาดความยาวต่าง ๆ กัน คือ ขนาด 3, 4, 5 และ 6 นิ้ว เรียงกันจนเต็มความยาวของช่องพับ



รูปแสดง Box and pan brake

4. เครื่องม้วนโลหะ เครื่องม้วนเป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการดัดโลหะแผ่นเหล็กกลมหรือท่อเป็นส่วนโค้ง ในรัศมีต่าง ๆ กัน หรือม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอกหรืออาจจะม้วนขึ้นรูปเป็นท่อเรียว (Taper) ก็ได้

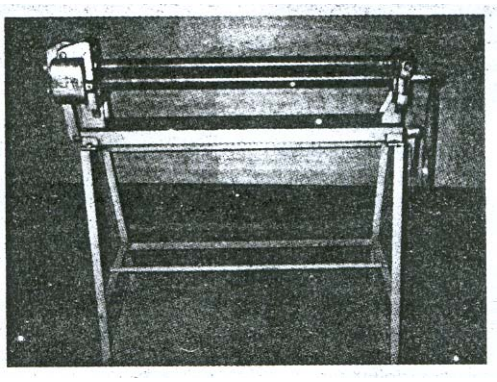
เครื่องม้วนโลหะที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิด คือ

4.1 Roll Forming machine เครื่องม้วนโลหะชนิดนี้คือ Roller จะอยู่ในที่รองรับ (Housing) ที่แข็งแรงในตำแหน่งนั้นเสมอ ไม่สามารถจะเอา Roller ออกได้ในขณะปฏิบัติงาน ปกติเครื่องม้วนชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่มาก

4.2 Slip roll forming machine เครื่องม้วนโลหะชนิดนี้สามารถที่จะยก Roller ตัวบนออกจาก Housing ได้ เครื่องม้วนชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการทำงานโลหะแผ่น เพราะสามารถทำงานได้สะดวกในขณะกำลังม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก และนำออกจาก Roller ได้ โดยการยก Upper front roll ซึ่งทำให้งานไม่เสียรูปทรง

เครื่องม้วนทั้งสองชนิดนี้ สามารถยึดติดขอบโต๊ะงาน (Bench model) หรือตั้งกับพื้น (Floor model) ก็ได้ บางชนิดสามารถม้วนท่อเหล็กเส้นกลมหรือรูปร่างอื่น ๆ ได้ บางชนิดมีร่องสำหรับการม้วนขึ้นรูปข้างที่มีขอบตั้งฉาก (Flange) ได้เพิ่มขึ้นอีก

การทำงานรูปทรงกระบอกสามารถจะกระทำได้ง่าย แต่ถ้าทำงานขึ้นรูปทรงเรียว (Taper) จะต้องใช้ความพยายามหรือความสามารถพิเศษมากกว่าการม้วนแบบธรรมดา

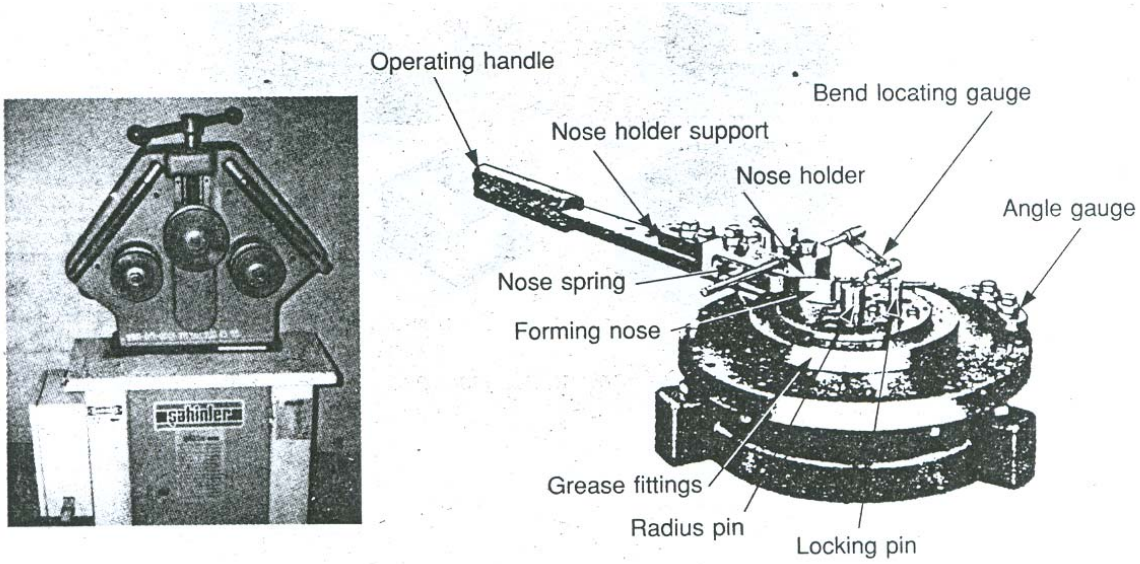


รูปแสดง Slip roll forming machine

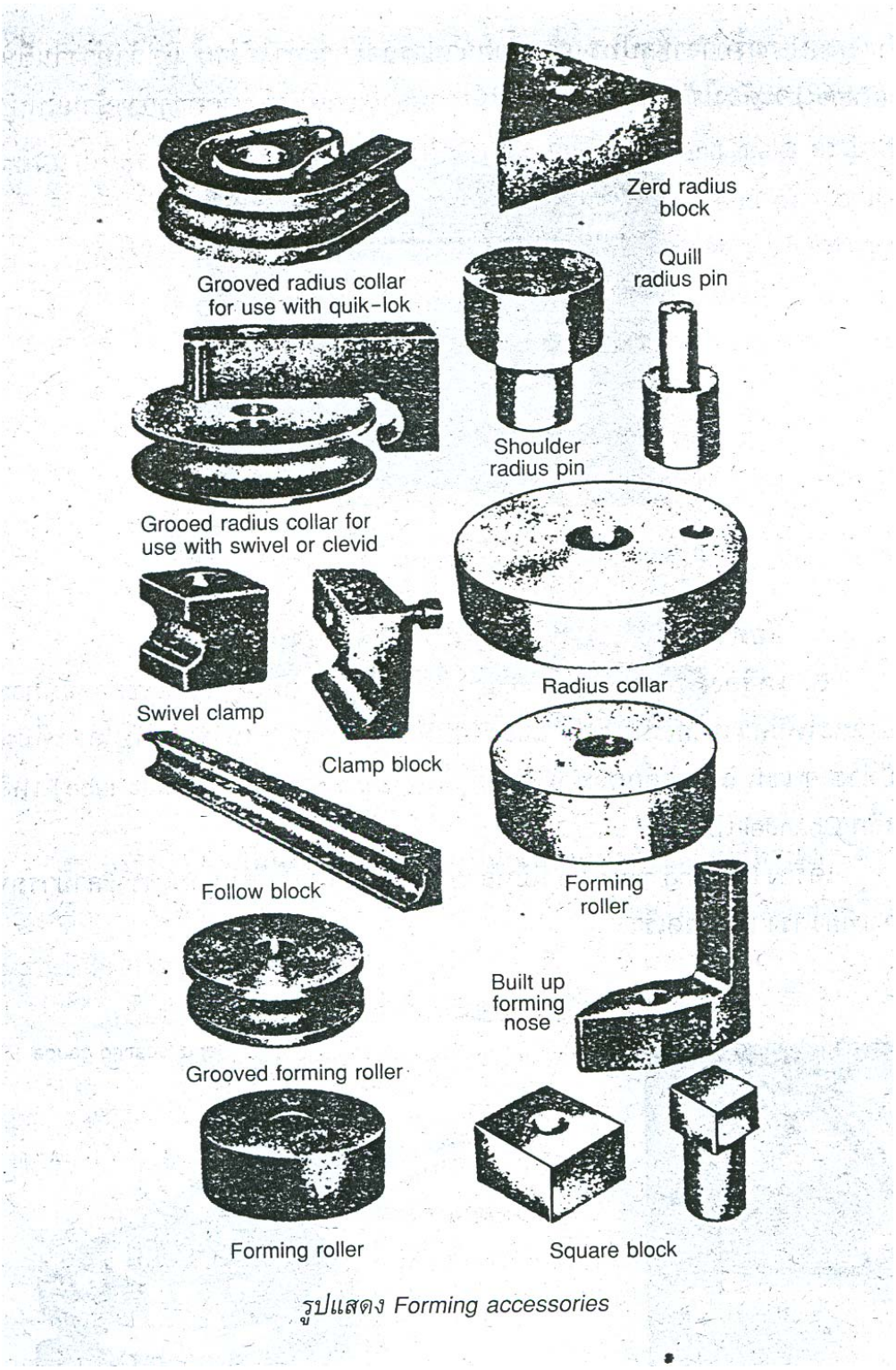
ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้ม้วนโลหะที่หนาและแข็งเกินไป

5. เครื่องตัดโลหะ (Bending machine) เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการขึ้นรูป (ดัด) โลหะให้มีความโค้งเป็นรัศมี และได้มุมตามต้องการ สามารถใช้กับโลหะที่มีหน้าตัดเป็นรูปต่าง ๆ เช่น แท่งเหล็กกลม แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม ท่อกลม (pipe และ tube) เหล็กฉาก และเหล็ก Channel เป็นต้น

เครื่อง Bending machine นี้มีหลายขนาดและนิยมใช้กันมากเพราะสามารถทำงานได้อย่างเที่ยงตรง และรวดเร็ว



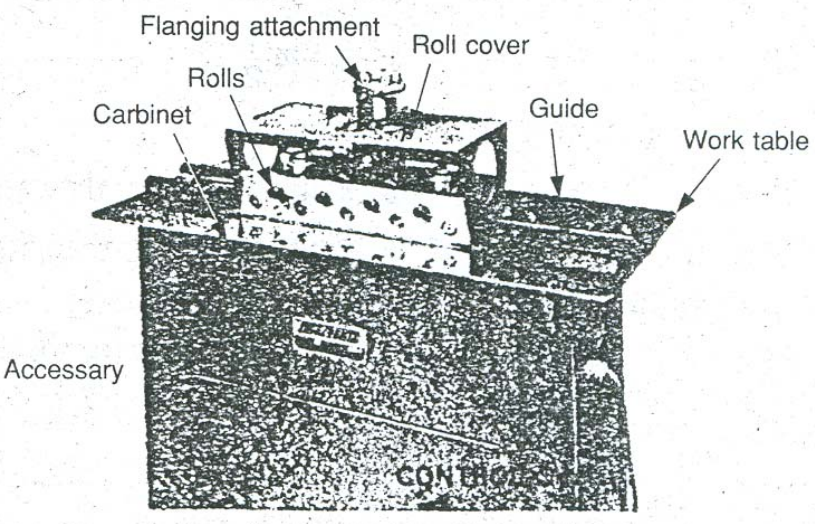
รูปแสดง Bending machine



รูปแสดง Forming accessories

6. เครื่องทำตะเข็บ PITTSBURGH (Lockformer) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทำตะเข็บ Pittsburgh ของท่อ Duct สี่เหลี่ยมให้เร็วขึ้นนอกเหนือไปจากการใช้ Standard hand brake กล่าวคือ ในเวลาการทำงานที่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น ผลงานที่ทำได้จากเครื่อง Standard hand brake จำนวน 8 เครื่อง ต้องใช้คนทำงานถึง 16 คน จึงจะเท่ากับผลงานที่ทำได้จากเครื่อง Lockformer 1 เครื่อง ซึ่งใช้คนคุมงานเพียงคนเดียวเท่านั้น

เครื่อง Lockformer มีหลายขนาดและสามารถออกแบบให้ทำงานได้หลายอย่าง เช่น การทำ Double seam, Snap lock seam, Drive cleats หรือ S-Cleats ได้ดีเช่นเดียวกับการทำตะเข็บ Pittsburgh เครื่องบางแบบสามารถที่จะทำตะเข็บ Pittsburgh ออกมาทางหนึ่งและ Drive หรือ S-Cleats ออกมาอีกทางหนึ่ง



รูปแสดง Lockformer

บทที่ 3

การยึดต่องานโลหะแผ่น

3.1 ตะเข็บและการต่อชิ้นงาน

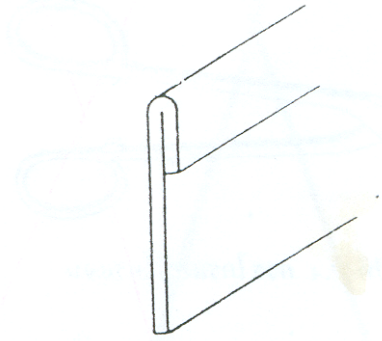
3.1.1 ลักษณะตะเข็บและขอบงาน (Seam Hems and Edges)

ตะเข็บและขอบงานที่ใช้ในงานโลหะแผ่นมีหลายแบบหลายชนิดแตกต่างกันใช้ตามลักษณะการใช้งาน และหน้าที่ใช้สอย แบ่งได้ดังนี้

1. ขอบงาน (Edges)

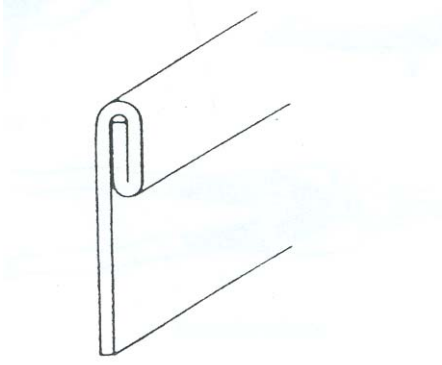
ลักษณะขอบงานที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 ลักษณะ คือ

1.1 ขอบงานพับชั้นเดียว (Single Edge) เป็นขอบงานที่ใช้กันโดยทั่วไป และทำง่ายที่สุด ช่วยในการเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ชิ้นงานและให้ความเรียบร้อยสวยงาม



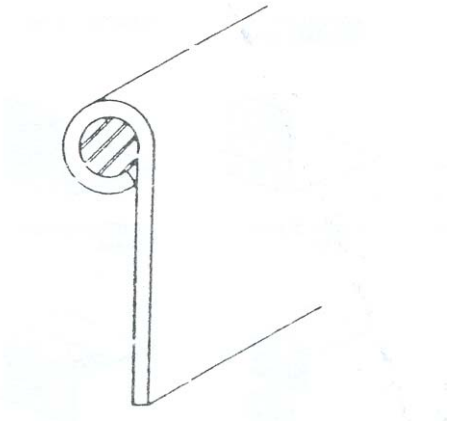
รูปที่ 7.6 ขอบงานพับชั้นเดียว

1.2 ขอบงานพับสองชั้น (Double Edge) เป็นขอบงานที่ทำเหมือนกันกับขอบงานพับชั้นเดียว แต่แบบนี้พับสองครั้งเพื่อเพิ่มขอบให้แข็งแรงยิ่งขึ้น



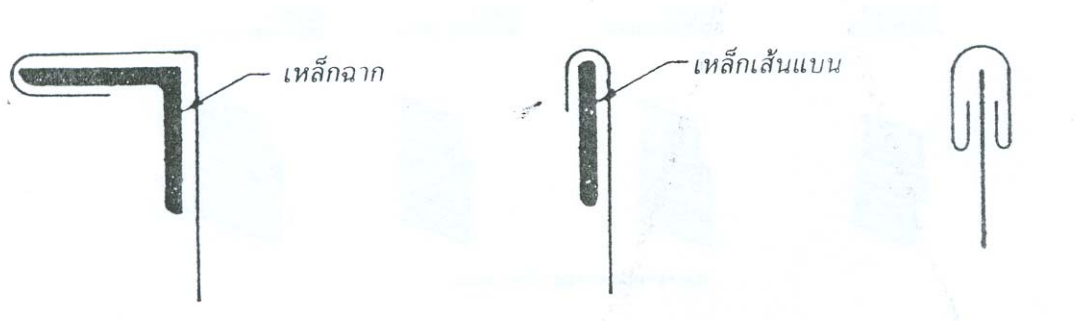
รูปที่ 7.7 ขอบงานพับสองชั้น

1.3 ขอบลวด (Wire Edge) ในกรณีที่ต้องการขอบงานที่แข็งแรงกว่าทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ขอบลวดจะถูกนำมาใช้โดยการหุ้มลวดด้วยโลหะแผ่น



รูปที่ 7.8 ขอบลวด

1.4 ขอบงานอื่น ๆ ที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่น พิจารณาได้ดังรูป

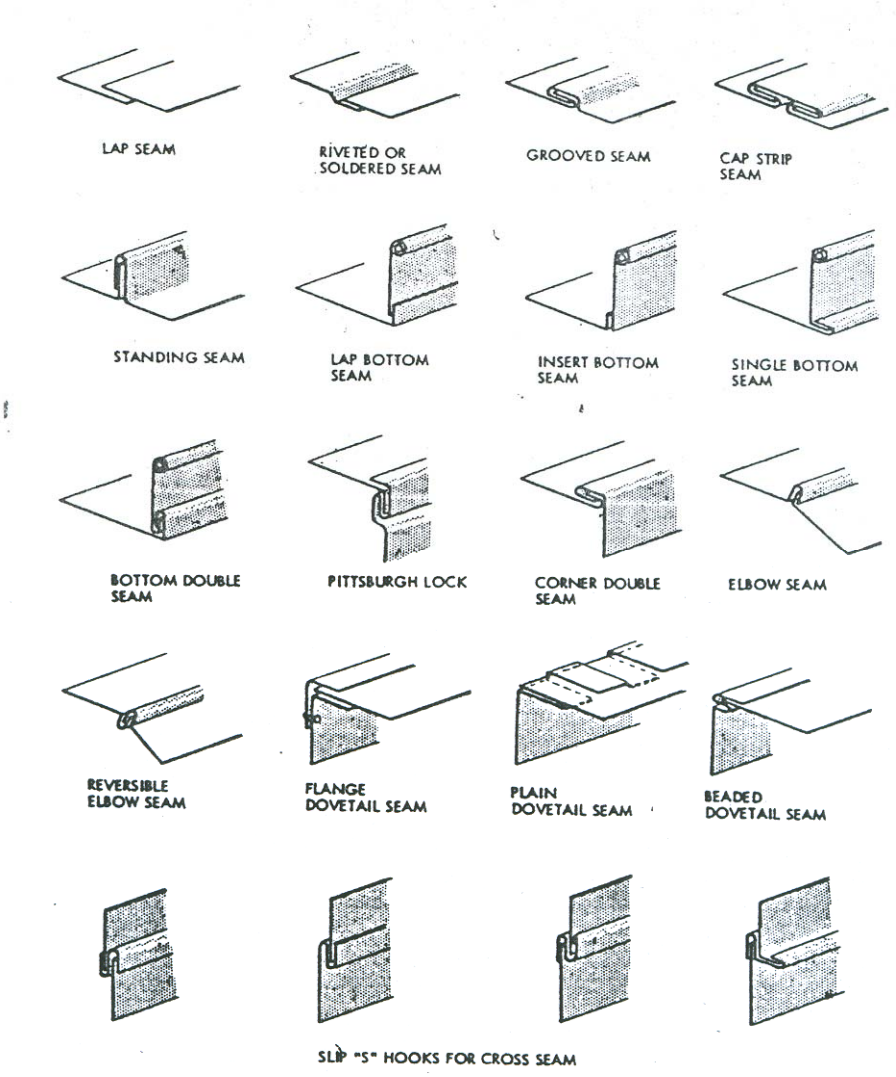


ขอบเหล็กฉาก ขอบเหล็กแบน ครอบขอบ

รูปที่ 7.9 ขอบงานอื่น ๆ ที่ใช้ในงานโลหะแผ่น

2. ตะเข็บ (Seams)

ตะเข็บเป็นส่วนสำคัญของงานโลหะแผ่น ทำหน้าที่ต่อส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานโลหะแผ่นเข้าด้วยกัน มีหลายแบบหลายชนิด ตามลักษณะความแตกต่างและความจำเป็นของงาน ดังรูป



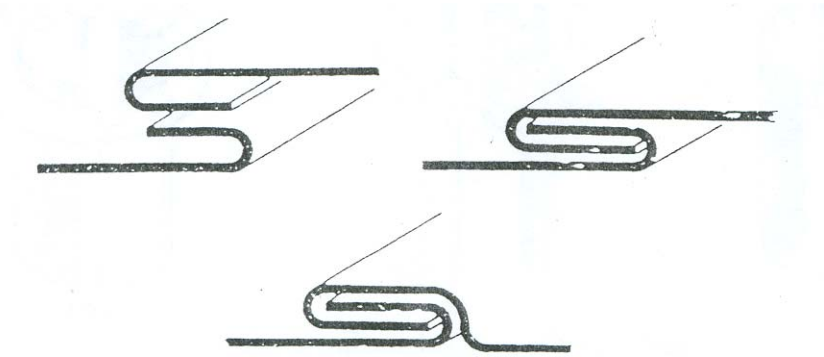
รูปที่ 7.10 แสดงตะเข็บชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไป

ตะเข็บที่จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจเป็นพิเศษสำหรับขั้นพื้นฐาน คือ

1. ตะเข็บเกย (Lap Seam) เป็นตะเข็บที่ต้องใช้ในการบัดกรี, ย้ำหมุดหรือการเชื่อมจุด

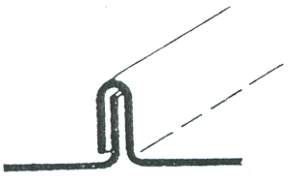
รูปที่ 7.11 ตะเข็บเกย

2. ตะเข็บเกี่ยว (Grovve Seam) เป็นตะเข็บที่ใช้กันมากในการต่อโลหะแผ่นเข้าด้วยกัน เพราะทำได้ง่ายและแข็งแรง



รูปที่ 7.12 ตะเข็บเกี่ยว

3. ตะเข็บตั้ง (Standing Seam) มักใช้กับการต่อทางหน้าตัดของท่อขนาดใหญ่ เพราะให้ความแข็งแรงดี ทำง่าย ประกอบง่าย

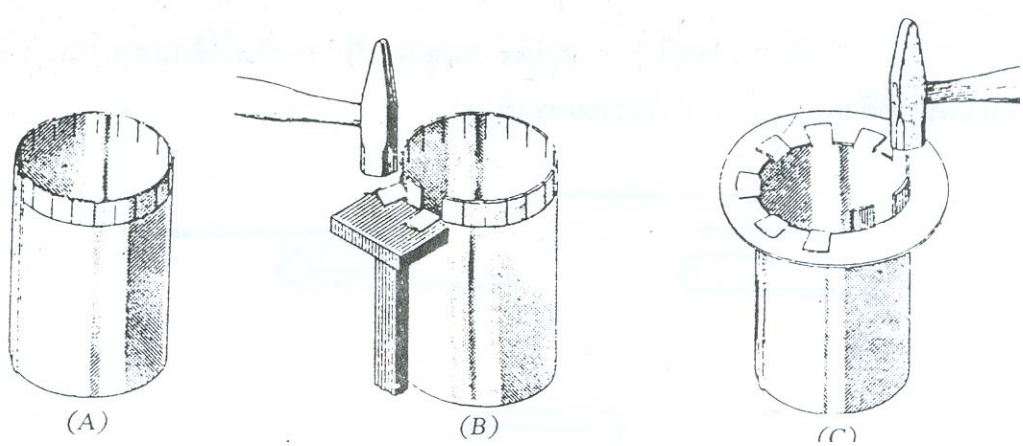


รูปที่ 7.13 ตะเข็บตั้ง

4. ตะเข็บพับสองชั้น (Double Seam) เหมาะสำหรับการต่อมุมทางยาว หรือต่อก้นแทงค์ หรือก้นกระป๋อง

รูปที่ 7.14 ตะเข็บสองชั้น

5. ตะเข็บหางเหยี่ยว (Dovetail Seam) เป็นวิธีการต่อโลหะแผ่นอย่างง่ายระหว่างกระบอกหรือท่อกลมกับหน้าแปลนเข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมากขึ้น

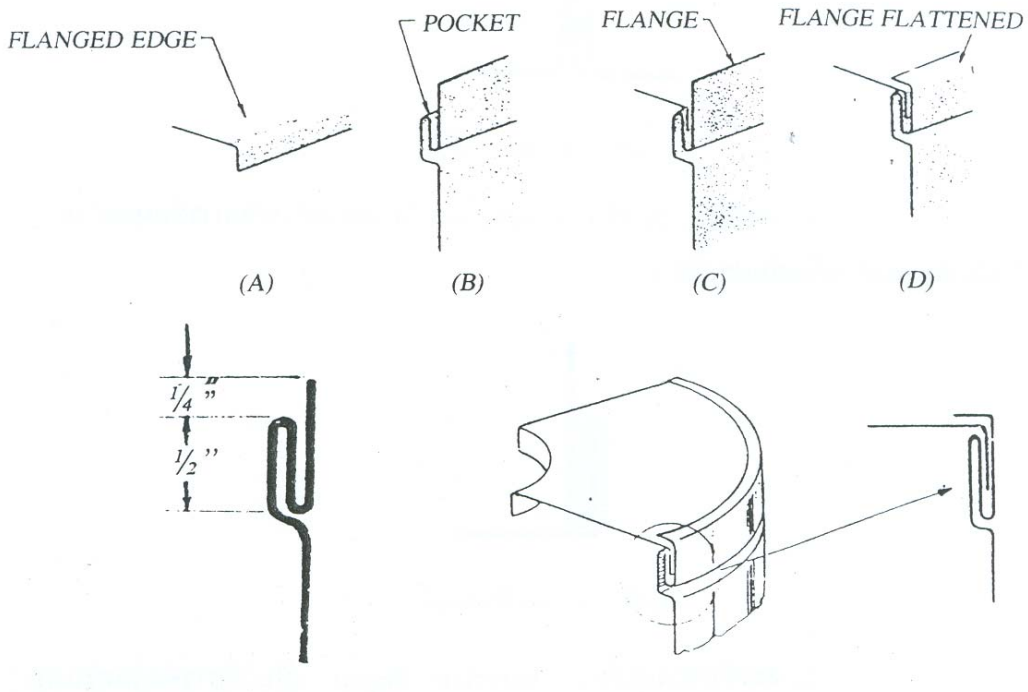


รูปที่ 7.15 ขั้นตอนการเข้าตะเข็บหางเหยี่ยว

6. ตะเข็บพิทสเบอร์ก (Pittsburgh Lock) เป็นตะเข็บที่ใช้กันมากที่สุดกับงานท่อทำความเย็น เป็นตะเข็บต่อมุมตามยาวลักษณะต่าง ๆ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

6.1 ส่วนที่เรียกว่า Flanged Edge

6.2 ส่วนที่เรียกว่า Pocket Lock

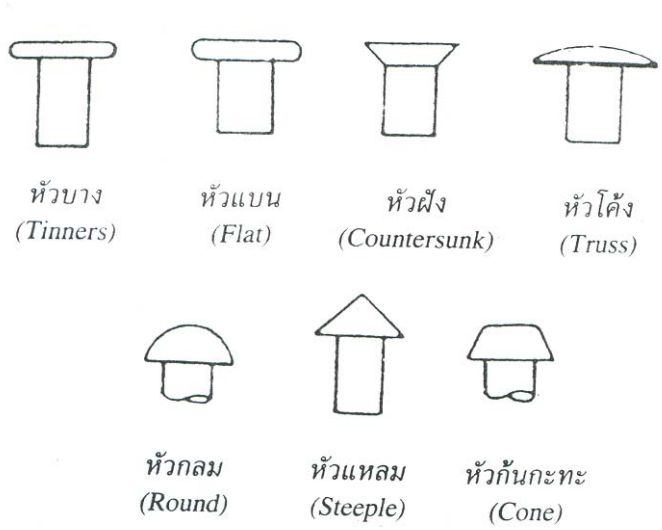


รูปที่ 7.16 ส่วนต่าง ๆ ของตะเข็บพิทสเบอร์ก และการเข้าตะเข็บ

3.1.2 การย้ำหมุด (Reveting)

การย้ำหมุด เป็นกรรมวิธีการต่อตะเข็บงานโลหะแผ่นอีกแบบหนึ่ง ซึ่งให้ความแข็งแรงสูงไม่มีการหด หรือขยายตัวบนแผ่นงานเหมือนกับการต่อบางชนิดที่ใช้ความร้อนหมุดย้ำที่ใช้ทั่วไปในงานโลหะแผ่น มักทำจากวัสดุโลหะพวกเหล็ก, อะลูมิเนียม, ทองแดง, ทองเหลือง ฯลฯ

ลักษณะของหมุดย้ำมีทั้งหัวบาง, หัวแบน, หัวกลม, หัวฝัง, หัวโค้ง, หัวแหลม และหัวก้นกะทะ ดังรูป



รูปที่ 7.17 ลักษณะต่าง ๆ ของหมุดที่ใช้กับงานโลหะแผ่น

3.1.3 การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรีคือ การต่อโลหะชิ้นงานให้ยึดติดกันด้วยโลหะบัดกรีที่มีจุดหลอมละลายต่ำเป็นตัวประสาน โดยที่โลหะชิ้นงานจะไม่เกิดการหลอมละลาย

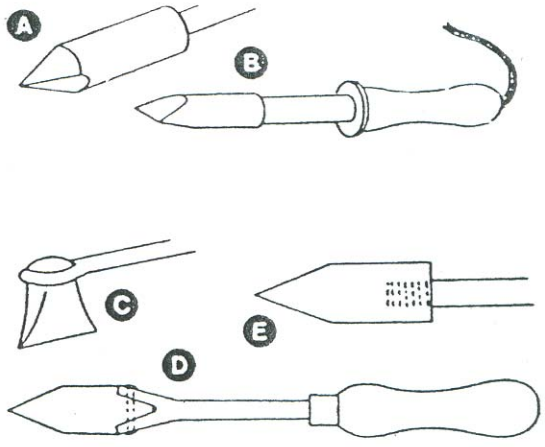
การบัดกรีมีองค์ประกอบสำคัญ 3 อย่างคือ

1. โลหะบัดกรี (Solder)
   - ชนิดที่นิยมใช้ทั่วไปจะมีส่วนผสมของดีบุก : ตะกั่ว โดยน้ำหนักในสัดส่วน 50 : 50 มีจุดหลอมละลายประมาณ 215°C
   - ชนิดที่มีส่วนผสม 40 : 60 สีค่อนข้างคล้ำ บัดกรียาก มีจุดหลอมละลาย 235°C
   - ชนิดที่มีส่วนผสม 60 : 40 มีจุดหลอมละลาย 190°C บัดกรีง่าย
2. น้ำประสาน (Flux) ใช้สำหรับทำความสะอาดผิวงาน และป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนขณะบัดกรี แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ประเภทกัดกร่อน เช่น สังกะสีคลอไรด์ (Zine Chloride)

2.2 ประเภทไม่กัดกร่อน เช่น ไขสัตว์, ยางสน, น้ำประสาน ประเภทนี้นิยมใช้ในการบัดกรีอุปกรณ์ไฟฟ้า

3. แหล่งความร้อน (Heat Source) ความร้อนที่หัวแร้งได้รับเพื่อใช้ในการบัดกรี อาจได้มาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากเตาไฟ ซึ่งอาจจะเป็นเตาถ่าน หรือเตาแก๊ส หรือบางทีอาจจะได้ไฟฟ้า โดยทำเป็นหัวแร้งไฟฟ้า



รูปที่ 7.18 แบบต่าง ๆ ของหัวแร้งที่ใช้ในการบัดกรี

3.2 เครื่องมือพับขึ้นรูปชิ้นงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการพับขึ้นรูปชิ้นงาน ในระดับพื้นฐานนี้ จะกล่าวถึงเครื่องมือที่จำเป็น ซึ่งได้แก่ ค้อน และแท่นขึ้นรูป

1. ค้อน (Hammer)

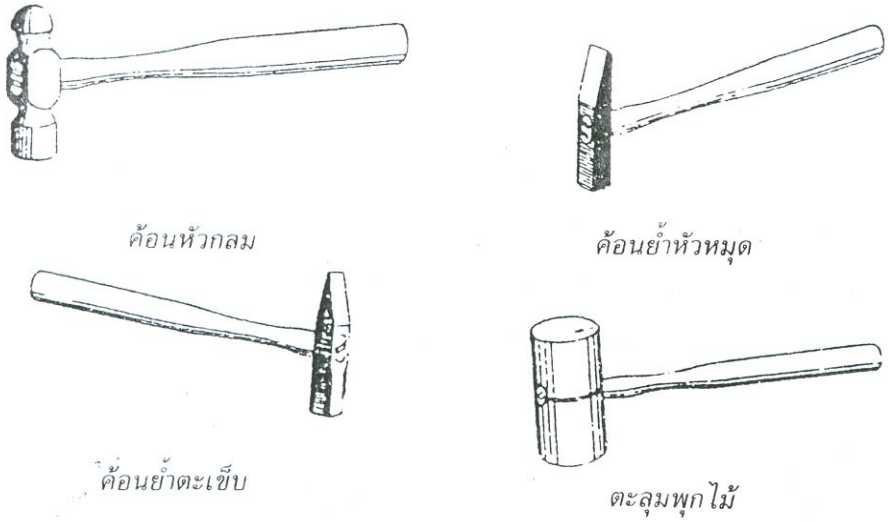
ค้อนเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์มากในงานช่าง ใช้ทุบ ตี เคาะ ตามจุดประสงค์ต่าง ๆ เช่น ตียืด, ตีพับ, เคาะตัด, เคาะขึ้นรูป ย้ำหมุด ฯลฯ ค้อนที่ใช้ในงานโลหะแผ่น มีดังนี้

1.1 ค้อนหัวกลม (Ball Peen Hammer) ใช้สำหรับเคาะตะเข็บและตอกเหล็กถ่ายแบบ หรือเหล็กนำศูนย์บนชิ้นงาน

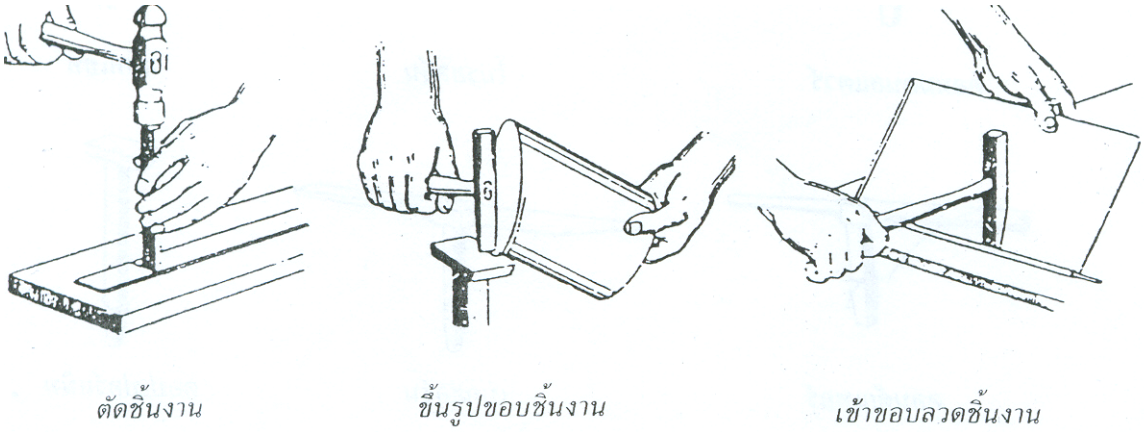
1.2 ค้อนย้ำหัวหมุด (Rireting Hammer) ใช้ในการย้ำหมุดอะลูมิเนียม, งานเคาะทั่วไป, ตีขยายโลหะในการเข้าตะเข็บก้นกระป๋อง

1.3 ค้อนย้ำตะเข็บ (Setting Hammer) ใช้ในการเข้าตะเข็บขอบลวด, เข้าตะเข็บก้นกระป๋อง

1.4 ค้อนตะลุมพุก (Mallet) ทำจากไม้, พลาสติก, ยาง ใช้ในการเคาะ, พับเรียบ เป็นต้น



รูปที่ 7.19 ลักษณะค้อนชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 7.20 ลักษณะแท่นขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

2. แท่นขึ้นรูป (Stakes)

แท่นขึ้นรูป มีรูปร่างต่าง ๆ หลายแบบ เพื่อความสะดวกในการทำงาน ที่นิยมใช้ มีดังนี้

2.1 คอมมอนสแควร์ (Common Square) ใช้พับขอบสั้น ๆ, เข้าตะเข็บกับงานกล่องเหลี่ยม, รอยย้ำหมุด

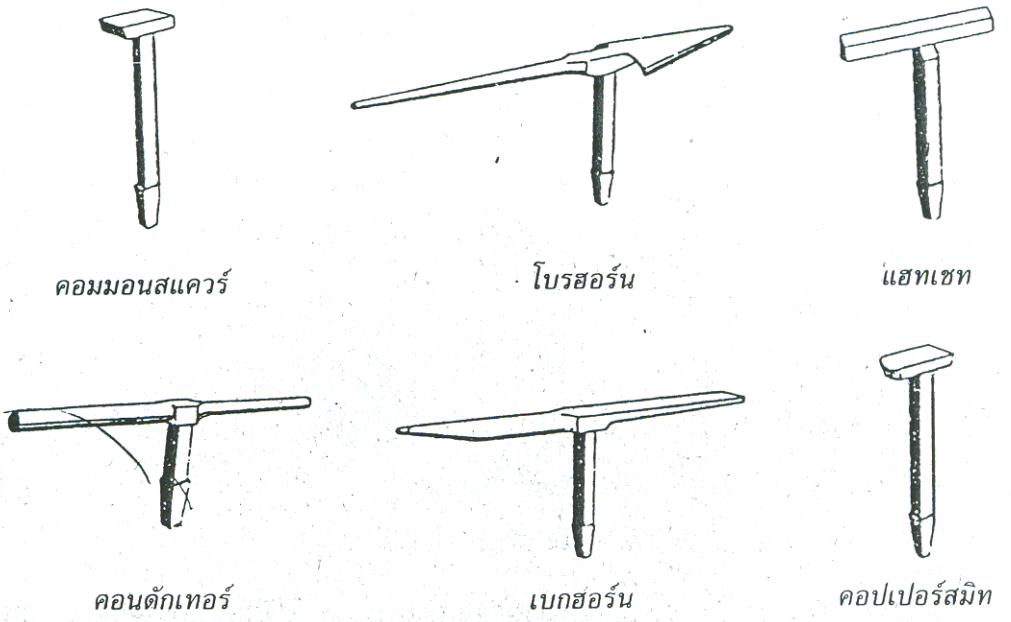
2.2 คอปเปอร์สมิท (Copper Smith) ใช้เหมือนกับแบบ Common Square แต่ใช้เคาะขึ้นขอบงานกลมได้ด้วย

2.3 แฮทเชท (Hatchet) ใช้เคาะขึ้นสัน, เข้าตะเข็บสองชั้นงานเหลี่ยม

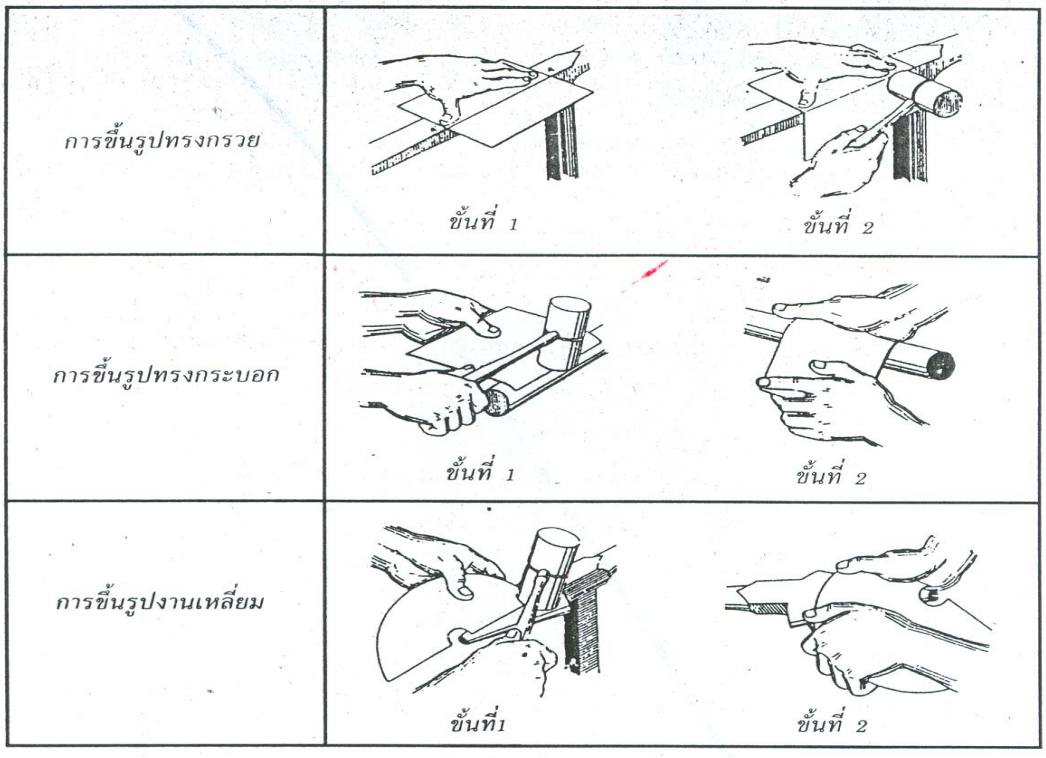
2.4 คอนดัทเทอร์ (Conductor) ใช้รีดขึ้นรูปงานกลม, ย้ำตะเข็บงานทรงกระบอก

2.5 เบกฮอร์น (Beakhorn) ใช้รีดขึ้นรูปงานกลม, ม้วนลวดเป็นเกลียว, เคาะกล่องเหลี่ยม รองย้ำ, ตะเข็บ, ย้ำหมุดงานกลม, งานเหลี่ยม

2.6 โบรฮอร์น (Blowhorn) ใช้รีดขึ้นรูปกรวยเรียว และกรวยที่มีความชันมาก ๆ, ใช้รองย้ำตะเข็บ, รองย้ำหมุดงานกรวย, เข้าตะเข็บเกลียวกรวยเรียว



รูปที่ 7.21 ลักษณะแท่นขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

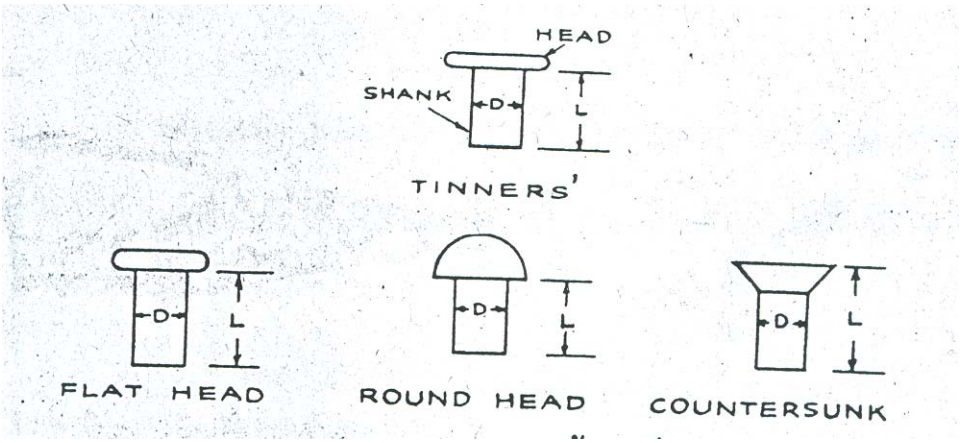


รูปที่ 7.22 การใช้งานของแท่นขึ้นรูปลักษณะต่าง ๆ

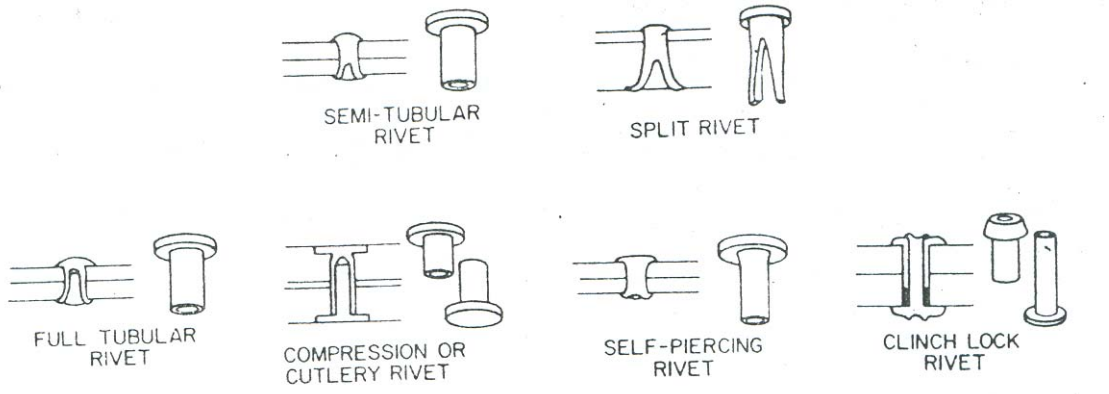
หมุดย้ำ (Rivets)

หมุดย้ำเป็นตัวยึดโลหะชนิดหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับโบลต์ ต่างกันที่ลำตัวไม่มีเกลียว ทำด้วยโลหะแตกต่างกัน ได้แก่ เหล็กกล้า, อลูมิเนียม, ทองแดงและทองเหลือง

ลักษณะหัวของหมุดย้ำมีอยู่หลายแบบ ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กัน ลักษณะที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ หัวกลม (Round) หัวแบน (Flat) หัวกรวย (Cone) ฯลฯ ส่วนลำตัวของหมุดย้ำนั้นมีทั้งแบบต้น (Solid) และแบบท่อ (Tubular) หรือแบบพิเศษอื่น ๆ



รูปที่ 8.29 ลักษณะหัวหมุดย้ำแบบต่าง ๆ



รูปที่ 8.30 หมุดย้ำแบบท่อและแบบแยก

ขนาดของหมุดย้ำ (Rivet Size) วัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางหัวหมุดย้ำ และความยาวลำตัวของหมุดย้ำ ขนาดความยาวหมุดย้ำจะไม่รวมส่วนหัวหมุดย้ำ นอกจากออกแบบเพื่อทำการฝังหัว (Counter Sunk) หมุดย้ำด้วย จึงจะรวมความยาวของส่วนหัวด้วย โดยทั่ว ๆ ไปแล้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำจะมีขนาด 1/8 นิ้ว ถึง 3/8 นิ้ว (3.2 มม. – 9.5 มม.) ความยาวของหมุดย้ำจะมีขนาด ¼ นิ้ว ถึง 3 นิ้ว (6.35 มม. – 76.20 มม.)

ชนิดที่ใช้สำหรับการย้ำหมุดด้วยมือนั้นจะนิยมใช้หมุดย้ำแบบตัน (Solid) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่นิยมได้แก่ 1/8 นิ้ว (3.2 มม.), 5/32 นิ้ว (4 มม.) และ 3/16 นิ้ว (4.8 มม.) ซึ่งเป็นแบบหัวกลม หรือหัวแบน

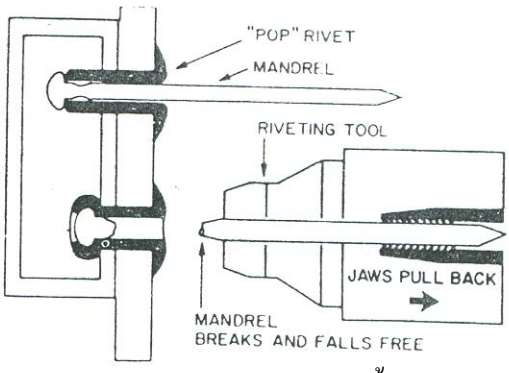
TINNER'S RIVETS เป็นหมุดย้ำแบบตัน (Solid) ที่เหมาะสำหรับ ใช้กับงานโลหะแผ่น หมุดย้ำชนิดนี้ทำด้วยเหล็กอ่อน (Soft Steel) มีทั้งแบบชุบเคลือบดีบุก และแบบไม่ชุบเคลือบผิว การซื้อขายหมุดย้ำ เช่นขนาดของหมุดย้ำ 8 ออนซ์ (OZ) (ตารางที่ 1) หมายถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำ เท่ากับ 0.089 นิ้ว ความยาวลำตัวเท่ากับ 5/32 นิ้ว จำนวน 1,000 ตัว จะมีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ 8 ออนซ์, หรือขนาดหมุดย้ำ 5 ปอนด์ (ตารางที่ 1) หมายถึง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหมุดย้ำเท่ากับ 0.186 นิ้ว ความยาวลำตัวเท่ากับ 3/8 นิ้ว จำนวน 1,000 ตัว จะมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 5 ปอนด์ เป็นต้น

หมุดย้ำเย็นและหมุดย้ำร้อน (Hot and Cold Rivets) เหล็กเหนียวและเหล็กกล้ามีการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนประมาณ 1/8 นิ้ว/ฟุต ถึง 3/16 นิ้ว/ฟุต (3.2 มม. – 4.8 มม./ฟุต) ดังนั้นถ้าทำให้หมุดย้ำร้อนและทำการย้ำหมุดขณะร้อน เมื่อหมุดย้ำเย็นตัวก็จะหดตัวกลับ ทำให้สามารถยึดแผ่นโลหะได้แน่นกว่าทำการย้ำหมุดขณะเย็น ส่วนมากแล้วการย้ำร้อนจะใช้หมุดย้ำขนาดใหญ่ เช่น งานโครงสร้างเหล็ก, สำหรับยึดคานต่าง ๆ เช่น โครงสร้างสะพานพระรามหก เป็นต้น ส่วนหมุดย้ำเย็นจะใช้สำหรับหมุดย้ำขนาดเล็ก

หมุดย้ำแบบท่อและชนิดพิเศษ (Tubular and Special Rivets) หมุดย้ำแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวาง สำหรับงานมาตรฐานต่าง ๆ และงานพิเศษ

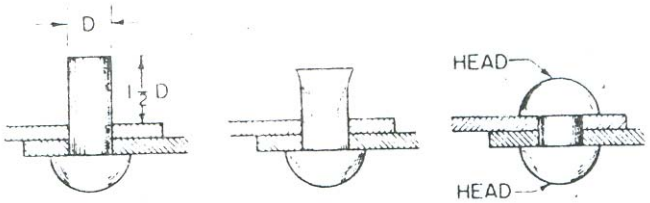
BLIND RIVETS หมุดย้ำแบบนี้นิยมใช้กันมากสำหรับงานโลหะแผ่นเพราะสามารถทำการย้ำหมุดได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องมือย้ำหมุดแบบดึง ปลายด้านหนึ่งของหมุดย้ำแบบ **"POP"** จะมีแกน (Stem or Mandrel) สำหรับจับเข้ากับปาก (Jaw) เครื่องมือย้ำหมุด ขณะทำการย้ำหมุด

รูป 8.31 เครื่องมือสำหรับย้ำหมุดแบบ Blind Rivets



รูป 8.32 ลักษณะการย้ำหมุดด้วยเครื่องมือย้ำ

การเลือกหมุดย้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำควรเล็กกว่าขนาดของรูเจาะ 0.003 นิ้ว ถึง 1/64 (0.08 มม. – 0.4 มม.) และควรมีขนาดของความยาวเพียงพอเผื่อสำหรับการขึ้นรูปหัว (Head) เพื่อยึดโลหะซึ่งขนาดความยาวที่ต้องเผื่อไว้ประมาณ 1 ½ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำ ไม่รวมความยาวส่วนที่อยู่ในรูเจาะของแผ่นโลหะ



รูปที่ 8.33 ขนาดความยาวหมุดย้ำสำหรับขึ้นรูปหัวหมุด

ตารางที่ 1 TINNERS RIVETS

Size	Diameter Inches	Length Inches	Size	Diameter Inches	Length Inches
8 oz.	.089	5/32	5 lb.	.186	3/8
10 oz.	.095	11/64			
12 oz.	.105	3/16	6 lb.	.203	25/64
14 oz.	.109	3/16	7 lb.	.220	13/32
1 lb.	.112	13/64			
1¼ lb.	.120	7/32	8 lb.	.224	7/16
1½ lb.	.130	15/64	9 lb.	.238	29/64
1¾ lb.	.134	1/4			
2 lb.	.144	17/64	10 lb.	.238	15/32
2½ lb.	.148	9/32	12 lb.	.259	1/2
3 lb.	.160	5/16	14 lb.	.284	33/64
3½ lb.	.165	21/64			
4 lb.	.176	11/32	16 lb.	.300	17/32

ระยะระหว่างหมุดย้ำ (Rivet Spacing) โดยทั่ว ๆ ไปแล้วระยะห่างระหว่างหมุดย้ำแต่ละตัวที่จะทำให้รอยต่อมีประสิทธิภาพนั้น ระยะใกล้ที่สุดต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางหมุดย้ำ และระยะที่ไกลที่สุดต้องไม่เกิน 24 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางหมุดย้ำ เช่น หมุดย้ำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว

ระยะใกล้ที่สุดระหว่างหมุดย้ำ = 1/8” 3” = 3/8 นิ้ว

ระยะไกลที่สุดระหว่างหมุดย้ำ = 1/8” 24” = 3 นิ้ว

ชุดย้ำหมุด (Rivet Set) ทำด้วยเหล็กเครื่องมือชุบแข็ง มีความยาวประมาณ 4 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว ปลายด้านใหญ่จะมีรูรูปถ้วย จำนวน 2 รู รูหนึ่งจะตื้น ส่วนอีกรูจะลึกกว่า ใช้สำหรับขึ้นรูปหัวหมุดย้ำที่มีลักษณะหัวกลมเกลี้ยง ส่วนรูที่ลึกกว่าใช้สำหรับดึงให้โลหะแผ่น และหัวหมุดย้ำเข้าหากัน ชุดหมุดย้ำสามารถใช้ทำงานย้ำหมุดโดยตรงสำหรับโลหะแผ่นบาง โดยไม่ต้องเจาะรูก่อน เพราะสามารถเจาะรูไปด้วยในขณะทำงาน และเศษโลหะจะคลายออกได้ทางรูที่ออกแบบไว้ (Burr Outlet) ชุดย้ำหมุดออกแบบไว้หลายขนาด ซึ่งเรียงตามนัมเบอร์ ตั้งแต่เบอร์ 00, 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7 และ 8 โดยนัมเบอร์ 8 จะเป็นขนาดที่เล็กสุด นัมเบอร์ 00 จะเป็นขนาดโตสุด

ตารางที่ 2

No.	Size Hole In.	For Rivets Lbs.
00	$\frac{5}{16}$	14,16
0	$\frac{2}{32}$	10,12
1	$\frac{15}{64}$	7.8
2	.2130	6
3	.1910	4,5
4	.1660	$3,3\frac{1}{2}$
5	.1495	$2,2\frac{1}{2}$
6	.1405	$1\frac{1}{2}$,$1\frac{3}{4}$
7	.1285	$1,1\frac{1}{4}$
8	.1100	10,12 oz.

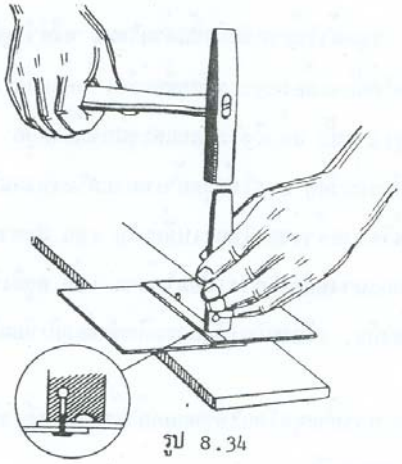
No. (New)	Size Hole in.	For Rivets Lbs.
680	$\frac{5}{16}$	14
681	$\frac{9}{32}$	10,12
682	$\frac{1}{4}$	8
683	$\frac{7}{32}$	6
684	$\frac{3}{16}$	4,5
685	$\frac{11}{64}$	$2\frac{1}{2}$,3
686	$\frac{5}{32}$	$1\frac{3}{4}$,2
687	$\frac{9}{64}$	$1\frac{1}{2}$
688	$\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
689	$\frac{7}{64}$	10,12 oz.

การใช้หมุดย้ำ หมุดย้ำใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนโลหะ หรือวัสดุอื่นเข้าด้วยกันอย่างถาวร การที่จะใช้หมุดย้ำยึดได้นั้นจะต้องเจาะรูวัสดุที่จะยึดเข้าด้วยกันเสียก่อน แล้วจึงนำส่วนปลายหมุดย้ำสอดเข้าไปในรูเจาะนั้น แล้วจึงใช้ค้อนและอุปกรณ์ย้ำหมุด ตอกให้ส่วนปลายของหมุดย้ำนั้นโตขึ้นและยึดติดกับแผ่นวัสดุ การใช้หมุดย้ำเหมาะสำหรับงานที่หลีกเลี่ยงการเชื่อม เพราะการเชื่อมอาจทำให้โครงสร้างของโลหะเปลี่ยนไป เช่น สะพาน, โครงเหล็กสำหรับสิ่งปลูกสร้าง นอกจากนั้นโลหะบางชนิดทำการเชื่อมได้ยาก เช่น อลูมิเนียม จึงนิยมใช้หมุดย้ำแทน ได้แก่ งานสร้างเครื่องบิน, เรือขนาดเล็กและผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมอื่น ๆ

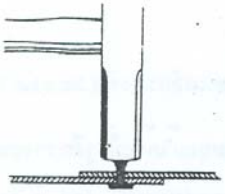
การใช้ชุดหมุดย้ำ การย้ำหมุดโดยใช้ชุดหมุดย้ำต้องใช้เครื่องมือช่วยงาน ได้แก่ค้อนย้ำหมุด, ค้อนหัวอ่อน, แท่งเหล็ก

วิธีย้ำหมุด

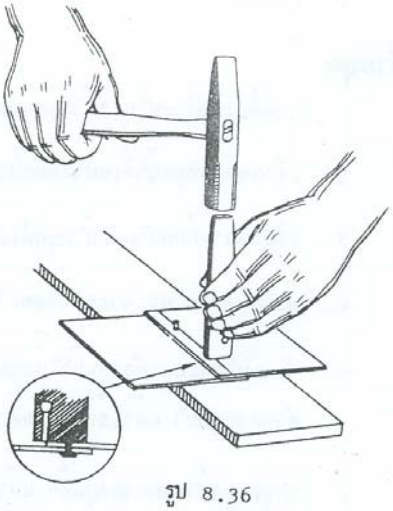
1. วางชิ้นงานที่จะทำการย้ำหมุดบนแผ่นพื้นเรียบที่เหมาะสม
2. เลือกขนาดหมุดย้ำที่เหมาะสมกับชุดหมุดย้ำ
3. เลือกขนาดค้อนสำหรับย้ำหมุดที่เหมาะสม
4. สอดหมุดย้ำผ่านรูเจาะของโลหะโดยให้หัวหมุดย้ำอยู่บนเหล็กรองรับ (Stake)
5. จัดแผ่นโลหะหัวหมุดย้ำให้แนบสนิทกันแล้วจึงใช้ชุดหมุดย้ำด้านที่มีรูลึกวางบนหัวของหมุดย้ำ แล้วใช้ค้อนตอกด้านปลายอีกด้านหนึ่งของชุดหมุดย้ำ (รูปที่ 8.34)
6. นำชุดหมุดย้ำออกจากหมุดย้ำ แล้วใช้ค้อนตีปรับหัวหมุดย้ำ แต่ไม่ควรตีจนหัวแบนเกินไป (รูปที่ 8.35)
7. นำชุดหมุดย้ำด้านที่มีรูตื้น (รูปถ้วย) วางบนหัวของหมุดย้ำแล้วใช้ค้อนตอกด้านปลายอีกด้านหนึ่งของชุดหมุดย้ำ (รูปที่ 8.36)



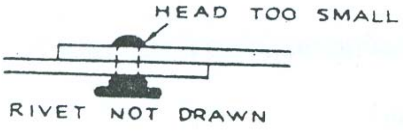
รูป 8.34

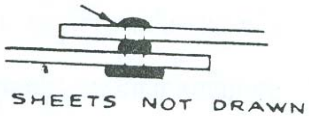


รูป 8.35



รูป 8.36





รูปที่ 8.37 ลักษณะของหมุดย้ำที่ไม่เหมาะสม

รูปที่ 8.38 ลักษณะหัวหมุดย้ำที่เหมาะสม

การบัดกรีและการบัดกรีแข็ง (Soldering and Brazing)

การบัดกรี (Soldering) คือ ขบวนการยึดหรือต่อโลหะเข้าด้วยกัน โดยการใช้โลหะบัดกรี (Solder) ที่จะมีจุดหลมละลายต่ำกว่าโลหะที่จะต่อเข้าด้วยกัน โลหะบัดกรีจะถูกให้ความร้อนจนกระทั่งหลอมละลาย และไหลผ่านระหว่างรอยต่อของโลหะที่จะต่อ เข้าด้วยกัน ผิวหน้าของโลหะที่จะต่อเข้าด้วยกันนั้นจะต้องสะอาด เพื่อว่าเมื่อโลหะบัดกรีแข็งตัวแล้วจะได้ยึดเกาะกับผิวของรอยต่อได้ดี

การบัดกรีจะแบ่งออกได้จากจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีได้ 2 ชนิด คือ

1. การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering)
2. การบัดกรีแข็ง (Hard Soldering)

ถ้าจุดหลอมละลายของโลหะบัดกรีต่ำกว่า 800°ฟ (427°ซ) ขบวนการต่อโลหะนี้เรียกว่า "**การบัดกรีอ่อน**" ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้เรียกว่า "**การบัดกรีแข็ง**"

การบัดกรีอ่อนและการบัดกรีแข็งจะต่างจากการเชื่อมโลหะ (Welding) ตรงที่การเชื่อมโลหะนั้น โลหะที่ทำการต่อจะต้องหลอมละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและโลหะที่จะนำมาเชื่อมต่อโลหะนั้น ๆ โดยปกติจะต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกันกับโลหะที่จะต่อเข้าด้วยกัน

โลหะบัดกรี (Solders) แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. โลหะบัดกรีอ่อน (Soft Solders)
2. โลหะบัดกรีแข็ง (Hard – Solders)

1. โลหะบัดกรีอ่อน (Soft Solders) นิยมใช้กันมากในการบัดกรี ด้วยหัวแร้งทองแดง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับงานโลหะแผ่น คุณสมบัติของโลหะบัดกรีอ่อนนี้ จะมีความแข็งแรงต่ำ และมีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงสามารถไหลตัวได้ดี ฉะนั้นโลหะบัดกรีอ่อนจึงเป็นโลหะผสม เช่น

โลหะผสมระหว่างตะกั่ว ซึ่งมีจุดหลอมเหลวประมาณ 621°ฟ กับดีบุกซึ่งมีจุดหลอมเหลวประมาณ 456°ฟ เมื่อผสมกันด้วยสัดส่วน 1 ต่อ 1 โลหะบัดกรีอ่อนจะมีอุณหภูมิหลอมเหลวประมาณ 415°ฟ เมื่อสัดส่วนของตะกั่วและดีบุกเปลี่ยนไป จุดหลอมเหลวก็จะเปลี่ยนไป เช่น ถ้ามีดีบุก 60 เปอร์เซ็นต์ และตะกั่ว 40 เปอร์เซ็นต์ จุดหลอมเหลวจะประมาณ 370°ฟ ซึ่งเหมาะสำหรับการบัดกรีโลหะแผ่นบาง ๆ โลหะบัดกรีอ่อนมักนิยมทำขึ้นเป็นแท่งรูปร่าง และขนาดต่างกัน ตั้งแต่น้ำหนัก ¼ ปอนด์ จนถึง 1 ½ ปอนด์ โลหะบัดกรีในรูปของเส้นลวด จะมีส่วนผสมของดีบุก 60 เปอร์เซ็นต์ และตะกั่ว 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่นิยมใช้กันมาก ขนาดของเส้นลวดที่ใช้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1/8 นิ้ว การบัดกรีที่ดีนั้นนอกจากการเลือกโลหะบัดกรีที่ดีแล้ว ผิวงานที่จะทำการบัดกรีต้องสะอาดด้วย โดยการใช้ ฟลักซ์ (Flux) และหัวแร้ง (Soldering Copper) ที่เหมาะสมด้วย

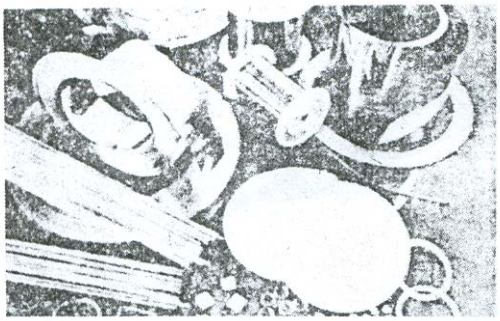
ดีบุกบริสุทธิ์ (Pure Tin) ใช้สำหรับบัดกรีอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในครัว เพราะถ้าใช้โลหะผสมตะกั่วแล้วอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

2. โลหะบัดกรีแข็ง (Hard – Solders) ที่นิยมใช้กันมากที่สุดเป็นโลหะผสมของเงิน (Silver – Alloy) ซึ่งโลหะนี้จะมีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิประมาณ 1100°ฟ – 1300°ฟ (593°ซ – 704°ซ) ลักษณะและรูปแบบของโลหะบัดกรีชนิดนี้จะมีหลายแบบต่าง ๆ กัน เช่น เป็นแผ่น, เป็นเส้นตรง, เป็นม้วน ฯลฯ

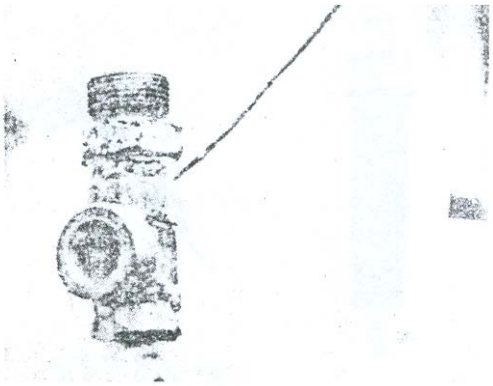
การบัดกรีแข็ง (Hard Soldering) โดยมากแล้วจะใช้ในงานศิลปกรรมเป็นส่วนใหญ่ เช่น การต่อชิ้นส่วนเครื่องประดับที่ทำด้วยทองแดง, เงินและทอง เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้เชื่อมต่อเหล็กผสมหรือเหล็กคาร์บอนเข้าด้วยกันได้อีกด้วย เช่น การต่อใบเลื่อยที่หักแล้วเข้าด้วยกัน เป็นต้น

การบัดกรีแข็งนั้น ชิ้นส่วนที่จะทำการต่อเข้าด้วยกันจะต้องทำความสะอาดเป็นอย่างดี และต้องประกอบเข้าด้วยกันพอดีหรือชิดกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ชิดกันมากกว่าการบัดกรีอ่อน) เพราะว่าโลหะบัดกรีจะไม่สามารถป้อนเติมลงไปตามช่องว่างของรอยต่อได้อย่างสมบูรณ์

ฟลักซ์ ที่ใช้ได้แก่ โบแร็กชนิดแป้ง (Sodium Borate) การให้ความร้อนในการบัดกรีโดยทั่วไปจะใช้เปลวไฟจากหัวเชื่อมแก๊สนั้นเองทำการเป่าจนกระทั่งโลหะบัดกรีหลอมละลายและทำการยึดรอยต่อของงาน



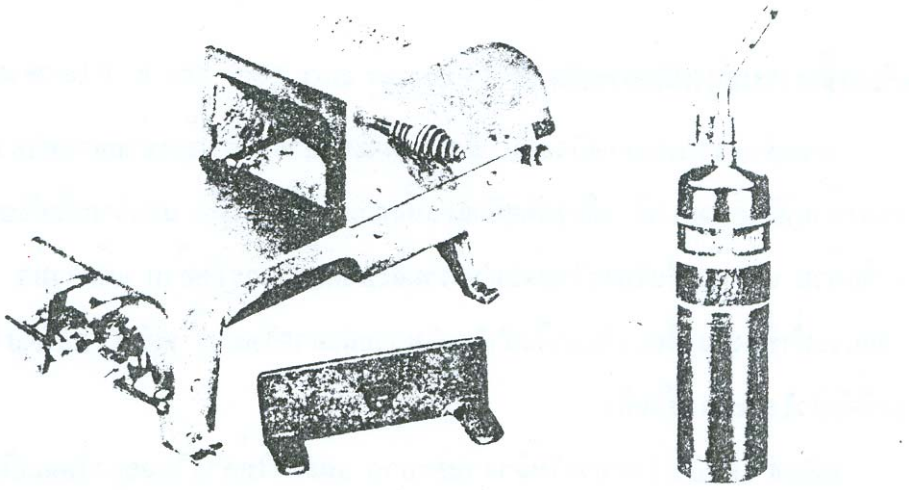
รูปที่ 8.39 โลหะบัดกรีแข็งรูปร่างและแบบต่าง ๆ



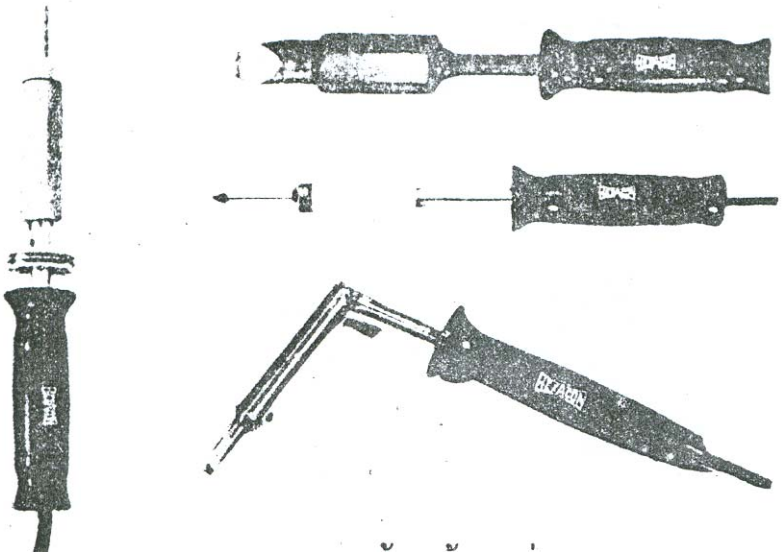
รูปที่ 8.40 การบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊ส

อุปกรณ์การให้ความร้อนสำหรับการบัดกรีอ่อน (For Soft Soldering)

อุปกรณ์ที่นิยมใช้กันมากสำหรับการให้ความร้อนแก่หัวแร้ง (Soldering Copper) ได้แก่ เตาแก๊ส (Gas Furnaces), หัวเผา (Portable Bottled – Gas Torch) และหัวแร้งไฟฟ้า (Electric Soldering Copper)



รูปที่ 8.41 เตาแก๊สแบบตั้งโต๊ะและหัวให้ความร้อนด้วยแก๊สโพรเพน



รูปที่ 8.42 หัวแร้งไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

หัวแร้งบัดกรี (Soldering Coppers) ปกติจะทำด้วยแท่งทองแดง ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปแปดเหลี่ยม ปลายด้านหนึ่งจะยึดติดกับด้ามซึ่งส่วนมากทำจากไม้ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะต้องสะอาดอยู่เสมอ เพราะเป็นปลายด้านที่ใช้สำหรับการบัดกรี ดังนั้นจึงฉาบผิวไว้ด้วยโลหะบัดกรี (Solder) ซึ่งเรียกว่า “TINNING” หัวแร้งบัดกรีที่ผ่านการฉาบด้วยดีบุกที่เหมาะสมนั้นจะช่วยให้โลหะบัดกรีเกาะที่ปลายของหัวแร้งซึ่งทำให้การบัดกรีทำได้ง่ายขึ้น

การเตรียมชิ้นงานสำหรับการบัดกรี (Preparing The Work Pieces)

การทำความสะอาดผิวงาน ผิวงานที่จะทำการบัดกรีต้องผ่านการทำความสะอาดทั้งทางด้านฟิสิกค์และเคมี เพื่อขจัดสนิมและสิ่งสกปรกที่มองเห็น นอกจากนั้นยังขจัดไขมันต่าง ๆ อีกด้วย ปกติถ้าเป็นโลหะใหม่จะทำความสะอาดด้วยการขัดด้วยแส้หางม้า หรือผ้าทราย จนกระทั่งชิ้นงานเป็นเงาแล้วจึงนำไปทำความสะอาดโดยใช้ ฟลักซ์ (Flux) เพื่อขจัดออกไซด์ที่จับผิวโลหะอีกครั้งหนึ่ง

ฟลักซ์ (Flux) จะช่วยให้ผิวงานสะอาด และทำให้การไหลของโลหะบัดกรีดีขึ้น การใช้ฟลักซ์ในการบัดกรีปกติจะทาลงบนผิวงานที่จะทำการบัดกรีนั้น แล้วทำการบัดกรีได้เลย

ชนิดของฟลักซ์มีทั้งเป็นของเหลว (Liquid) ของแข็ง (Solid) และเป็นแป้ง (Paste Forms) ซึ่งแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะทำการผลิตขึ้น

ตารางเลือกฟลักซ์สำหรับการบัดกรีอ่อน

Fluxes for Soft Soldering

Metal To Be Soldered	Flux	Chemical Name of Flux
Brass Copper	Cut acid Rosin Sal ammoniac[1]	Zinc chloride Colophony Ammonium chloride
Zinc Galvanized iron (zinc coated)	Cut acid Cut acid	Zinc chloride Zinc chloride
Iron Steel	Cut acid Sal ammoniac	Zinc chloride Ammonium chloride
Tin Tin plate	Rosin Cut acid	Colophony Zinc chloride
Pewter	Rosin Tallow	Colophony
Nickel Silver	Cut acid	Zinc chloride
Aluminum	Special fluxes by different manufacturers	

[1]**Sal ammoniac** is **ammonium chloride**. It is a white solid substance that looks like rock salt or rock candy; it is used as a soldering flux. Sal ammoniac changes directly from a solid to a gas upon heating.

SOLDERING – SALT เป็นสารที่เมื่อเติมลงไปในน้ำแล้วทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดอย่างอ่อน ๆ เหมาะสำหรับบริษัทผู้ผลิตฟลักซ์ที่จะนำมาใช้สำหรับการเตรียมฟลักซ์ชนิดของเหลว เพราะทำให้ฟลักซ์ไม่กัดผิวงานมากเกินไปจนเกิดรอย

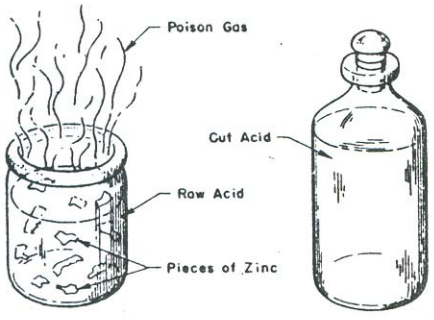
ROSIN เป็นฟลักซ์ที่มีคุณภาพดี สำหรับใช้บัดกรีรอยต่องานทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นส่วนใหญ่ เพราะว่าเป็นสารที่เหนียว, แข็งและทนทานต่อการสึกกร่อน ทำมาจากน้ำมันสนผสม กับสารละลายทำให้อยู่ในรูปของแป้ง (paste)

ฟลักซ์ชนิดพิเศษ (Special Fluxes) ใช้สำหรับการบัดกรีอลูมิเนียม สเตนเลส ฯลฯ ได้แก่ **TALLOW** เป็นฟลักซ์ที่ได้มาจากเทียนไข หรือส่วนผสมของ กรีเซอรีน (Glycerin) 28.35 กรัม กับกรดไฮโดรคลอริค จำนวน 5 หยด ซึ่งเหมาะสำหรับโลหะบัดกรีชนิดดีบุกผสมตะกั่ว Zinc – Chloride, Sal Amoniac และกรดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นฟลักซ์ชนิดกัดกร่อนในการทำความสะอาดชิ้นงาน เมื่อทำการบัดกรีแล้วต้องนำรอยบัดกรีล้างด้วยน้ำเย็นที่มีการไหลของน้ำต่อเนื่อง เพื่อมิให้ผิวงานดำ และสกปรก

ZINC-CHLORIDE เป็นฟลักซ์ที่ใช้สำหรับการบัดกรีโลหะต่าง ๆ ได้แก่เหล็กอาบสังกะสี, สังกะสี, ทองเหลือง, ทองแดงและตะกั่ว คุณสมบัติของฟลักซ์ชนิดนี้จะไม่มีสีและไม่มีกลิ่น แต่มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนเช่นเดียวกับกรด ฉะนั้นการใช้งานจะต้องระมัดระวังมิให้โดนผิวหนัง หรือหายใจควันของมันเข้าไปเพราะจะเป็นอันตราย

การเตรียม ZINC – CHLORIDE

โดยการนำกรดไฮโดรคลอริค (กรดเกลือ) เทลงไปในภาชนะ (ที่ไม่ทำปฏิกริยากับกรด) โดยเปิดฝาเอาไว้เพื่อให้แก๊สที่เกิดขึ้นระบายออกได้สะดวก วางภาชนะบรรจุไว้ในที่ ๆ มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวก ใส่เศษแผ่นสังกะสีลงไปในภาชนะ สังกะสีจะทำปฏิกริยากับกรด เกิดการเดือดขึ้นอย่างช้า ๆ โดยกระทำอย่างต่อเนื่องจนปฏิกริยาทางเคมีสิ้นสุดลง จึงนำส่วนผสมไปเทลงสู่ภาชนะบรรจุ (นิยมใช้ขวดแก้ว) โดยผ่านตะแกรงทองแดงเพื่อคัดสิ่งสกปรกออก



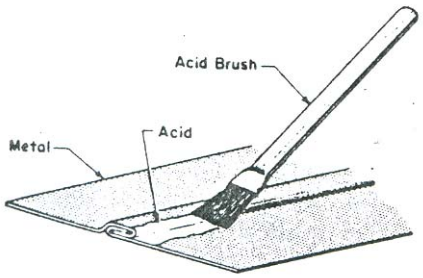
รูปที่ 8.43 การเตรียม Zinc – Chloride

การใช้ฟลักซ์สำหรับการบัดกรี

การใช้ฟลักซ์เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะต้องระมัดระวังในการใช้เป็นอย่างยิ่ง ฟลักซ์ชนิดที่เป็นของเหลวนั้น ควรใช้แปรงจุ่มและทาลงบนรอยต่อ ส่วนฟลักซ์ชนิดเป็นแป้ง เช่น Rosin ใช้โปรยลงบนรอยต่อก็ได้

การทำความสะอาดหัวแร้งบัดกรี

ก่อนที่จะทำการบัดกรีต้องตรวจสอบดูปลายหัวแร้งบัดกรีว่าสะอาดหรือไม่ ถ้าไม่สะอาดควรนำปลายเผาให้ร้อนแดงแล้วรีบไปจุ่มลงในของเหลวที่มีส่วนประกอบของ Sal Ammoniac ½ ออนซ์ ผสมกับน้ำสะอาด ¼ ส่วน



รูปที่ 8.44 การใช้แปรงทาฟลักซ์ลงบนผิวงาน

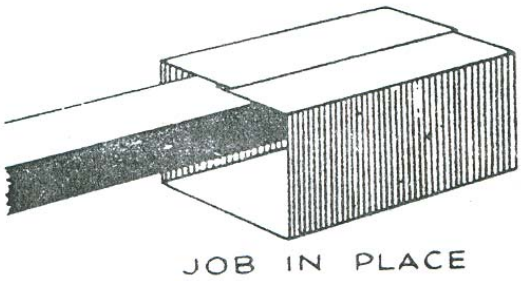
รูปที่ 8.45 การทำความสะอาดหัวแร้งด้วยสารละลาย Sal Ammoniac

การบัดกรีรอยต่อตะเข็บเกย

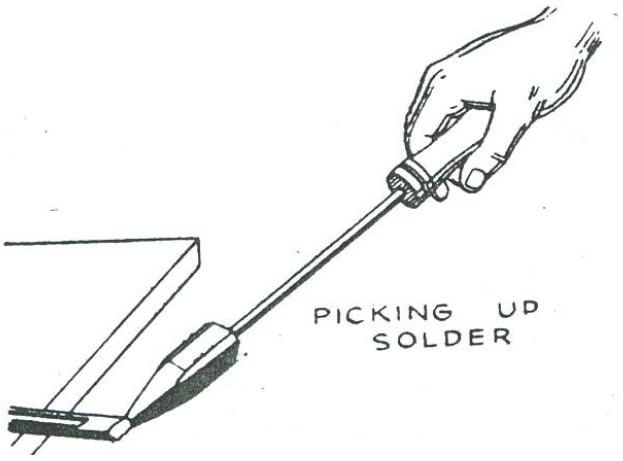
ขั้นตอนการทำงาน

1. เลือกหัวแร้งบัดกรีให้มีขนาดเหมาะสม
2. เลือกฟลักซ์ให้เหมาะสมกับโลหะที่จะทำการบัดกรี
3. เตรียมอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่หัวแร้งบัดกรี
4. นำหัวแร้งบัดกรีเข้าเผาเพื่อให้ความร้อน
5. วางชิ้นงานที่จะทำการบัดกรีให้อยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม (รูปที่ 8.46)
6. ใช้แปรงจุ่มฟลักซ์แล้วทาลงบนรอยต่อตะเข็บ
7. นำหัวแร้งออกจากเตาเผา แล้วจุ่มส่วนปลายลงในสายละลายเพื่อทำความสะอาด
8. นำหัวแร้งบัดกรีสัมผัสกับโลหะบัดกรี เพื่อให้ความร้อน (รูปที่ 8.47)

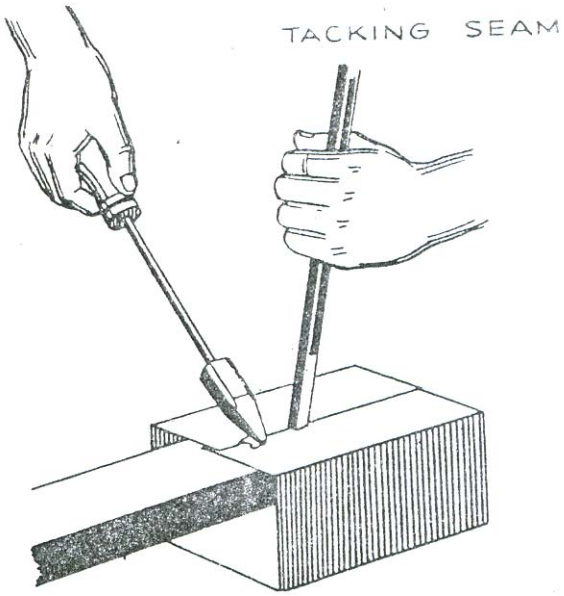
9. ทำการบัดกรีรอยต่อตะเข็บเป็นจุด ๆ ที่ (Tacking) เพื่อป้องกันการบิดโก่งของรอยต่อ (รูปที่ 8.48)
10. เริ่มทำการบัดกรีจากปลายตะเข็บด้านหนึ่ง โดยให้ผิวหน้าด้านเรียบของหัวแร้งบัดกรีสัมผัสกับผิวหน้าตะเข็บ
11. เมื่อโลหะบัดกรีหลอมละลายค่อย ๆ ลากหัวแร้งบัดกรีช้า ๆ จนตลอดความยาวของรอยตะเข็บ



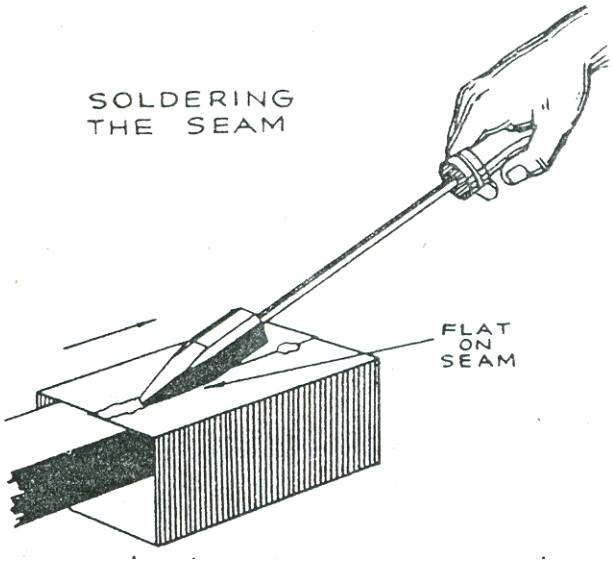
รูปที่ 8.46 วางตำแหน่งงานให้เหมาะสม



รูปที่ 8.47 ให้ความร้อนแก่โลหะบัดกรี



รูปที่ 8.48 บัดกรีรอยต่อเป็นจุด ๆ ไป



รูปที่ 8.49 ลากหัวแร้งตามแนวตะเข็บ

การบัดกรีรอยต่อตะเข็บร่องและตะเข็บย้ำหมุด

การบัดกรีรอยต่อแบบนี้ไม่จำเป็นต้องทำการ Tacking รอยต่อตะเข็บสามารถทำการบัดกรีเหมือนกับขั้นตอนที่ 10, 11 ของการบัดกรีรอยต่อตะเข็บ Lap Seam แต่ต้องเลือก Flux ให้เหมาะสมกับชนิดของโลหะด้วย

หมายเหตุ การบัดกรีรอยต่อย้ำหมุดจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับภาชนะบรรจุของเหลว

การเชื่อมโลหะ (Welding)

เป็นขบวนการในการเชื่อมต่อโลหะเข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนทำการ หลอมละลายเนื้อโลหะที่ต้องการเชื่อมต่อกัน การเชื่อมแบ่งออกได้หลายวิธี ได้แก่

OXYACETYLENE WELDING หรือเรียกว่าการเชื่อมแก๊ส เป็นการเชื่อมต่อโลหะโดยการให้ความร้อนจากแก๊สออกซิเจน และแก๊สอะเซทิลีน

SHIELDED METAL ARC WELDING หรือเรียกว่า การเชื่อมไฟฟ้าเป็นการเชื่อมต่อโลหะโดยใช้ธูปเชื่อม ทำการป้อนเติม การหลอมละลายของธูปเชื่อม และโลหะเกิดจากการอาร์คของกระแสไฟฟ้า

RESISTANCE WELDING หรือเรียกว่า การเชื่อมด้วยความต้านทาน หลักในการเชื่อมแบบนี้อาศัยความต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพื้นที่ หรือรอยต่อของงานที่เป็นจุดเล็ก ๆ ก็จะเกิดความร้อนขึ้นที่จุดรอยต่อนั้น แล้วใช้แรงกดเอาไว้ จนกระทั่งโลหะหลอมยึดติดกัน การเชื่อมแบบนี้ได้แก่ Spot Welding เป็นต้น

THERMIT WELDING เป็นขบวนการเชื่อมโลหะโดยการใช้ความร้อน ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ทำการหลอมละลายโลหะ

INDUCTION WELDING เป็นขบวนการเชื่อมโลหะโดยได้รับความร้อนจากแหล่งกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำความถี่สูง

INERT GAS เป็นการเชื่อมโดยป้องกันมิให้เกิดการ Oxidation กับแนวเชื่อมโดยการใช้แก๊สเฉื่อย เช่น อาร์กอน หรือฮีเลียม ปกคลุมแนวเชื่อม

ADHESIVE BONDING

เป็นการยึดต่อชิ้นส่วนโลหะด้วยการใช้กาว ซึ่งผู้ผลิตได้ผลิตออกมาในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. กาวเทอร์โมพลาสติค (Thermo Plastic – Adhesive) กาวประเภทนี้จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนและเมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัว วงจรนี้สามารถทำได้ซ้ำแล้วซ้ำอีก กาวชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้ซ่อมชิ้นส่วนที่ต้องการถอดเปลี่ยนใหม่ กาวชนิดนี้เป็นที่นิยมมากเพราะว่าสามารถใช้ได้ง่ายและเวลาในการแข็งตัวของกาวเร็วมาก แต่ไม่เหมาะสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องรับแรงปริมาณมาก ๆ หรือช่วงเวลายาว ๆ กาวชนิดนี้ได้จากเทอร์โมพลาสติค เช่น อาคิริค (Acry Lic) ไวนีล (Vinyl) ไนลอน (Nylon) และเซลลูโลส (Cellulosic)

2. กาวเทอร์โมเซ็ทติ้ง (Thermosetting Adhesives) กาวประเภทนี้จะแข็งตัวเมื่อได้รับความร้อนและความดัน เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่สามารถทำให้อ่อนตัวได้อีก จึงเป็นกาวชนิดถาวร ทำให้รอยต่อมีความแข็งแรงสูงแต่มีราคาแพง และวิธีการใช้งานยากกว่ากาวชนิดแรก กาวชนิดนี้ได้จากเทอร์โมเซ็ทติ้งพลาสติค เช่น ฟีโนลิค (Phenolic)

คุณสมบัติในการยืดหยุ่นหรืออ่อนตัวของกาวประเภทนี้มีน้อยมากเมื่อแข็งตัว ฉะนั้นจึงเพิ่มซิลิโคนหรือยางเข้าไปด้วย จะทำให้คุณสมบัติในการยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น

3. กาวผสม (Combination Adhesives) เป็นกาวที่ปรับปรุงคุณสมบัติของกาวประเภทที่ 1 และ 2 ให้ดีขึ้นโดยการผสมเข้าด้วยกัน เช่น ปรับปรุงฟีโนลิคด้วยการผสมกับอีพอกซี, ไวนีล, ยางหรือปรับปรุงอีพอกซีด้วยการผสมกับฟีโนลิค, ไนลอน, โลพีเอไมด์ หรือยางโพลีซัลไฟด์ ความแข็งแรงของรอยต่อด้วยกาวชนิดนี้สามารถรับแรงเฉือน (Shear Strength) ได้สูงสุดประมาณ 2,000 – 4,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

การเตรียมผิวงาน (Surface Preparation)

พื้นที่ผิวงานที่จะทำการยึดต่อด้วยกาวนั้นจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก เช่น ไขมัน คราบน้ำมัน ฯลฯ และโดยเฉพาะผิวของโลหะจะต้องเรียบ ดังนั้นวิธีการเตรียมผิวงานจะสามารถแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ

1. การทำความสะอาดด้วยสารละลาย การทำความสะอาดด้วยสารละลาย (Solvent) นั้นสามารถขจัดไขมันและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สารละลายที่ใช้ เช่น อะซีโตน (Acetone) คาร์บอนด์เทตตะคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) Toluene หรือ Xylene เมื่อใช้สารละลายล้างผิวโลหะแล้วต้องใช้ผ้าสะอาดเช็ดให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง

หมายเหตุ การใช้สารละลายทำความสะอาดจะต้องกระทำในที่ ๆ มีการระบายอากาศได้ดี เพราะสารละลายเหล่านั้นเป็นอันตรายต่อร่างกาย ถ้าหายใจเข้าไปเป็นปริมาณมาก ๆ

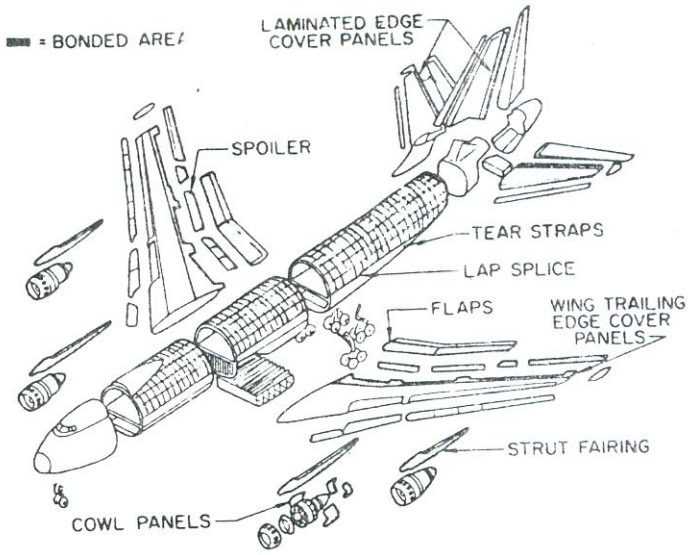
2. การทำความสะอาดด้วยวิธีทำให้กลายเป็นไอ (Vapor Degreasing) ขบวนการนี้จะนำชิ้นงานใส่ลงไปในถังปิดซึ่งบรรจุสารละลาย Trichloroethylene และ Perchloroethylene เอาไว้

3. การทำความสะอาดด้วยเครื่องมือกลและเคมี การทำความสะอาดผิวงาน วิธีนี้เหมาะสำหรับผิวงานที่เป็นสนิม หรือผิวโลหะที่ขรุขระ เป็นรอยขีดข่วน การทำความสะอาด กระทำโดยการขัดด้วยกระดาษทราย, หินเจียระไนหรืออาจจุ่มลงในกรดเจือจาง แล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วรีบเช็ดให้แห้ง

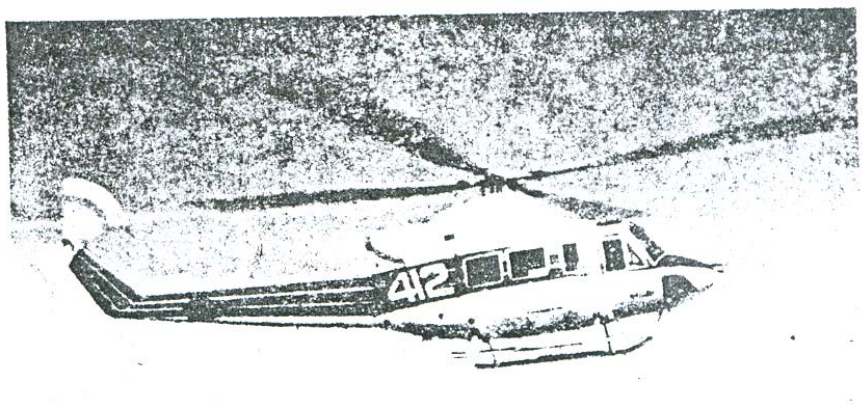
วิธีการใช้งาน (Application Methods)

กาวได้ถูกผลิตออกมาในรูปแบบต่าง ๆ กันได้แก่ ของเหลว (Liquid) ผง (Powder) แผ่นฟิล์ม (Sheet Film) เป็นต้น วิธีการใช้นั้นทำได้ทั้งพ่น, ทา หรือใช้ลูกกลิ้งสำหรับของเหลว สำหรับแบบผงนั้นการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องให้ความร้อนแก่ชิ้นส่วนที่จะต่อกันเสียก่อนโดยให้มีอุณหภูมิเหนือจุดหลอมละลายของผงกาว แล้วทำให้ผงกาวติดกับรอยต่อของงานด้วยวิธีการจุ่ม, หรือพ่นก็ได้ความหนาของชั้นกาว ที่ติดรอยต่ออย่างมีประสิทธิภาพนั้น ปกติจะหนาประมาณ 0.003" – 0.006" (0.08 – 0.15 มม.)

กาวชนิดเทอร์โมพลาสติคจะแข็งตัว (Set) โดยการให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิหลอมละลาย แล้วปล่อยให้เย็นตัว ส่วนกาวชนิดเทอร์โมเซ็ทติ้งจะแข็งตัว (Set) ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี เช่น กาวอีพอกซี โดยทั่วไปจะผลิตขึ้น 2 หลอด เวลาจะใช้งานก็ผสมกันเสียก่อน เพื่อให้เกิด



รูปที่ 8.50 การประกอบโครงสร้างของเครื่องบินโดยสารโบอิ้ง 747 ด้วยกาว



รูปที่ 8.51 การประกอบใบพัดของเฮลิคอปเตอร์ด้วยกาวแทน การใช้หมุดย้ำ ทำให้อายุการใช้งานมากกว่าเดิม 8 เท่า

ปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้แข็งตัวได้ ณ อุณหภูมิห้อง แต่กาวเทอร์โมเซ็ทติ้งชนิดอื่นจะต้องให้ความร้อนระหว่าง 250° – 350°ฟ (121° – 177° ซ) เช่น กาวฟีโนลิคขณะใช้งานจะต้องให้อุณหภูมิประมาณ 325° – 350°ฟ (163° – 177°ซ)

การต่อตะเข็บ (Seaming)

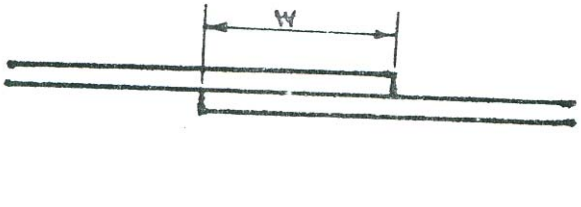
เป็นการประกอบหรือยึดขอบงานโลหะแผ่นเข้าด้วยกัน โดยการเข้าตะเข็บ ตะเข็บแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะของการใช้งานได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ตะเข็บเกย (Lap Seam) เหมาะสำหรับการเข้าตะเข็บโลหะแผ่นบาง ซึ่งมีความหนาไม่เกิน เบอร์ 26 การต่อตะเข็บเกยนั้นใช้สำหรับรอยต่อที่ไม่ต้องรับแรงมาก ๆ ตลอดแนวยาวของตะเข็บจะทำการบัดกรีเอาไว้ การเผื่อความกว้างของตะเข็บจะเท่ากับความกว้างของส่วนที่เกยกัน (W)

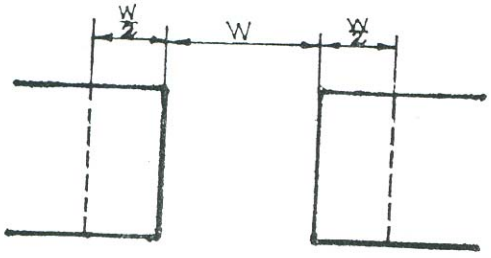
<u>สูตรการเผื่อตะเข็บ</u> A = W

A = ระยะเผื่อรวมของการพับขอบตะเข็บ

W = ความกว้างของตะเข็บที่จะทำการพับ



รูปที่ 8.52



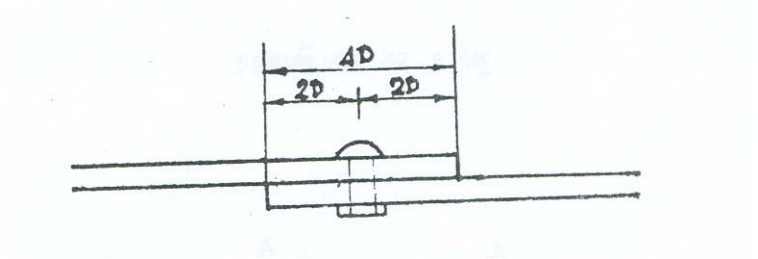
รูปที่ 8.53 การถ่ายแบบตะเข็บเกย

2. ตะเข็บย้ำหมุด (Rivet Lap Seam) เหมาะสำหรับการเข้าตะเข็บโลหะแผ่นได้ทุกเบอร์ ใช้สำหรับรอยต่อที่ต้องการความแข็งแรง โดยจะทำการย้ำหมุด (Riveting) พร้อมทั้งทำการบัดกรีกันรั่วตลอดแนวรอยต่อสำหรับภาชนะที่ใช้สำหรับบรรจุของเหลว

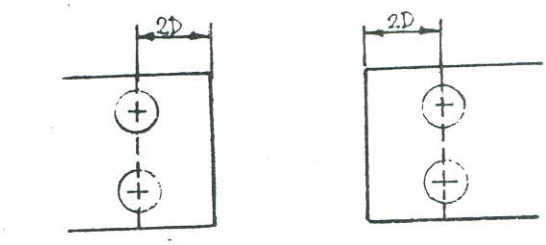
สูตรการเผื่อตะเข็บ A = 4D

A = ระยะเผื่อรวมของการพับขอบตะเข็บ

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำ



รูปที่ 8.54 ตะเข็บย้ำหมุด

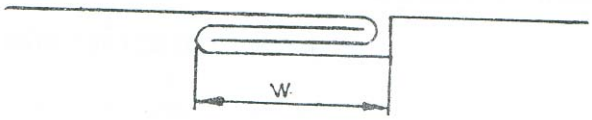


รูปที่ 8.55 การถ่ายแบบตะเข็บย้ำหมุด

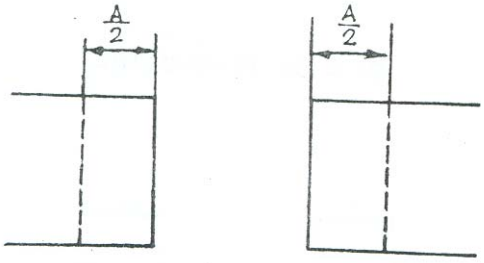
3. ตะเข็บร่อง (Groove Seam) บางครั้งเรียกว่า Acme Lock เหมาะสำหรับการเข้าตะเข็บโลหะแผ่นหนาไม่เกินเบอร์ 24 ใช้กันมากสำหรับงานท่อส่งลม ตะเข็บนี้จะมีความแข็งแรงมากและจะแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกเมื่อทำการบัดกรีรอยต่ออีกครั้งหนึ่ง การทำตะเข็บนี้นอกจากใช้มือทำแล้วอาจใช้เครื่อง Grooving Machine ทำก็ได้

สูตรการเผื่อตะเข็บ

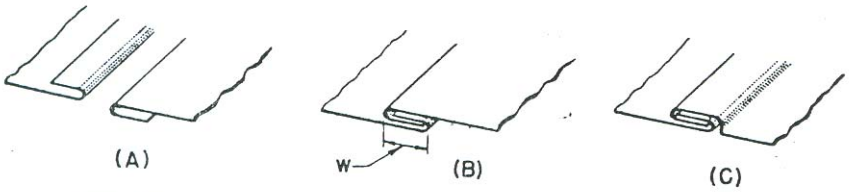
สำหรับดลหะเบอร์ 24 หรือบางกว่า	A	=	3 W
สำหรับโลหะหนากว่าเบอร์ 24	A	=	3 W + 4 T



รูปที่ 8.56 ตะเข็บร่อง



รูปที่ 8.57 การถ่ายแบบตะเข็บร่อง



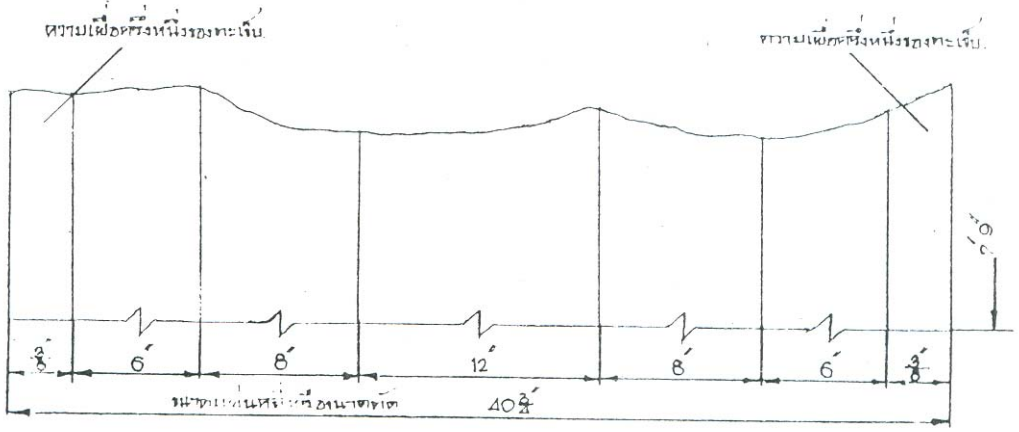
Grooved seam formed by two "locks" shown at (A), hooked together (B), and locked together (C).

รูปที่ 8.58 การเข้าตะเข็บร่อง

ตัวอย่าง การถ่ายแบบท่อขนาด 8” / 12” /7’ 9” โดยใช้ตะเข็บร่อง ¼ นิ้ว

สูตร ระยะเผื่อรวม A = 3 W = 3 x ¼ = ¾ นิ้ว

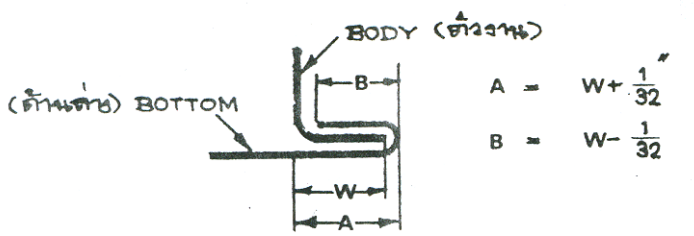
ระยะเผื่อแต่ละด้าน A/2 = ¾ x ½ = 3/8 นิ้ว



รูปที่ 8.59 การถ่ายแบบท่อ 8” x 12” x 7’ 9”
โดยต่อด้วยตะเข็บร่อง

4. ตะเข็บชั้นเดียว (Single Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับโลหะแผ่นที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 24 ใช้สำหรับรอยต่อที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก และงานที่ไม่ใช้เป็นภาชนะบรรจุของเหลว การทำตะเข็บทำได้ทั้งด้วยมือสำหรับขนาดเล็ก และทำด้วยเครื่องสำหรับขนาดใหญ่

รูปที่ 8.60 ตะเข็บชั้นเดียว



รูปที่ 8.61 ความเผื่อในงานถ่ายแบบชั้นเดียว

สูตร ความเผื่อบนแผ่นงาน (Body) = 2 W

A = W + 1/32”

B = W - 1/32”

ตัวอย่าง จงหาสัดส่วนต่าง ๆ ของงานด้านล่าง กำหนดความเผื่อบนแผ่นงาน (Body) เท่ากับ 1/8 นิ้ว

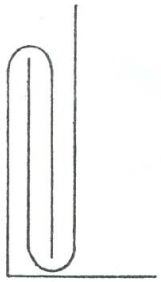
A = W + 1/32

A = 1/8 + 1/32 = 5/32 นิ้ว

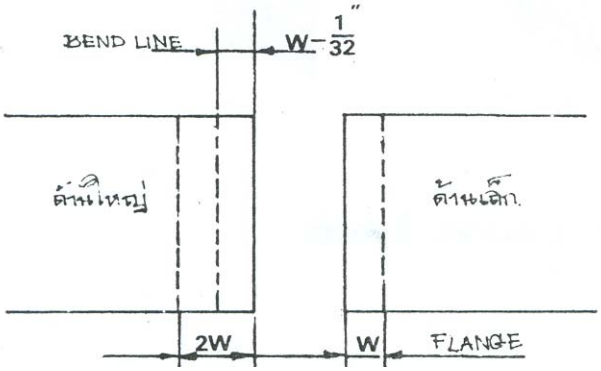
B = W - 1/32

= 1/8 - 1/32 = 3/32 นิ้ว

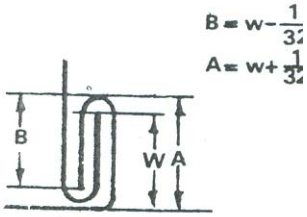
5. ตะเข็บสองชั้น (Double Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับโลหะแผ่นที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 24 ใช้สำหรับการประกอบข้อต่อและท่อส่งลม และภาชนะที่บรรจุของเหลว เช่น กรวย, ถัง, แท้งค์, ท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า และท่อสี่เหลี่ยมจัตุรัส การทำตะเข็บทำได้ด้วยมือและด้วยเครื่องจักร



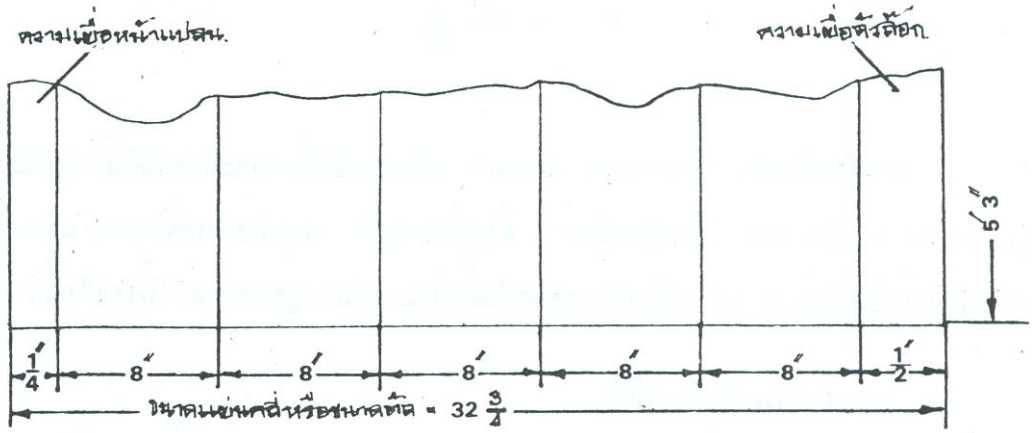
รูปที่ 8.62 ตะเข็บสองชั้น



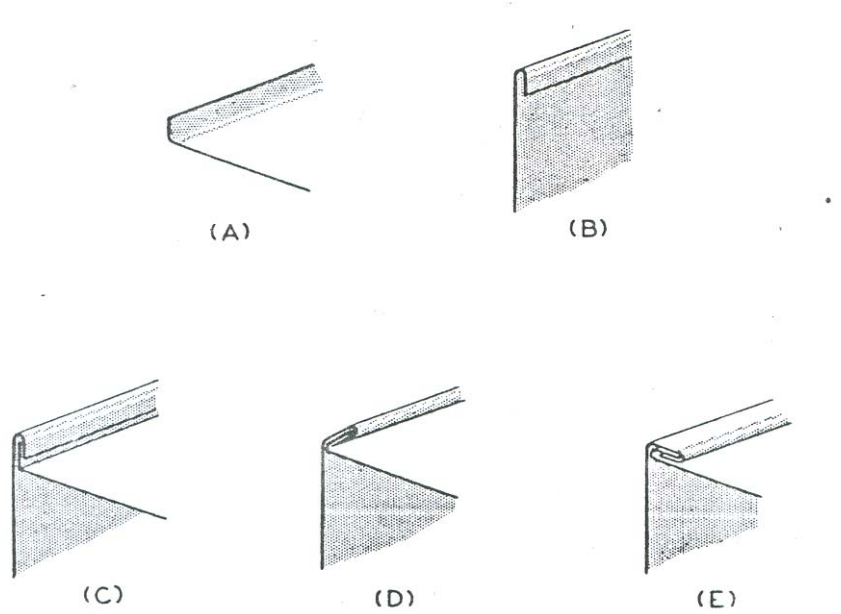
รูปที่ 8.63 การถ่ายแบบตะเข็บสองชั้น



รูปที่ 8.64 ลักษณะความเผื่อตะเข็บสองชั้น



รูปที่ 8.65 การถ่ายแบบท่อส่งลมขนาด 8" x 8" x 5' 3" โดยใช้ตะเข็บสองชั้น ¼ นิ้ว



รูปที่ 8.67 การเข้าตะเข็บสองชั้น

สูตร ความเผื่อรวมขอบตะเข็บ = 3 W ของความกว้างตะเข็บ

A = W + 1/32

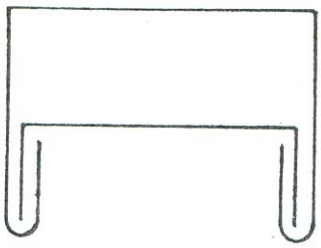
B = W - 1/32

6. ตะเข็บก้นถัง (Bottom Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับใช้งานกับถังที่มีรูปร่างต่าง ๆ เช่น กลม, สี่เหลี่ยมผืนผ้า, สี่เหลี่ยมจัตุรัส ตะเข็บชนิดนี้มีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักได้มาก และเมื่อทำการบัดกรีแล้วสามารถบรรจุของเหลวได้โดยไม่รั่ว

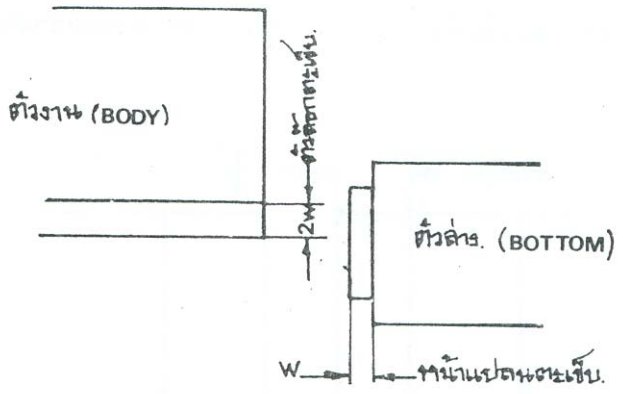
สูตรความเผื่อตะเข็บ

ความเผื่อรวมของตะเข็บ = 3 W ของความกว้างตะเข็บ

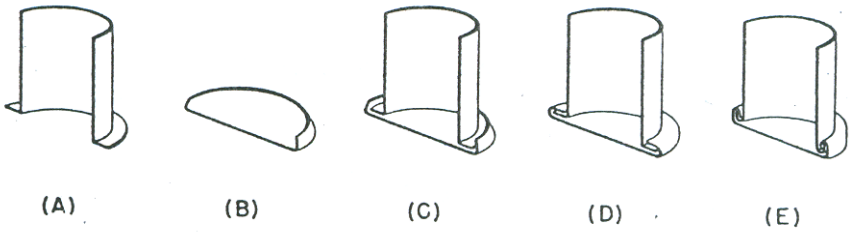
A = 3 W



รูปที่ 8.67 ตะเข็บก้นถัง

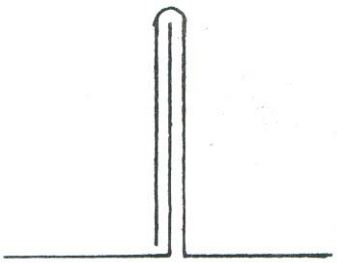


รูปที่ 8.68 การถ่ายแบบตะเข็บก้นถัง

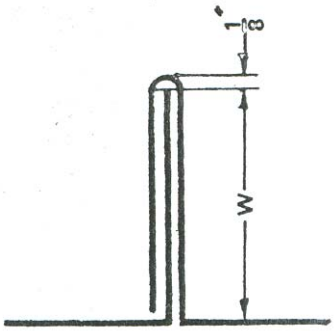


รูปที่ 8.69 การเข้าตะเข็บก้นถัง

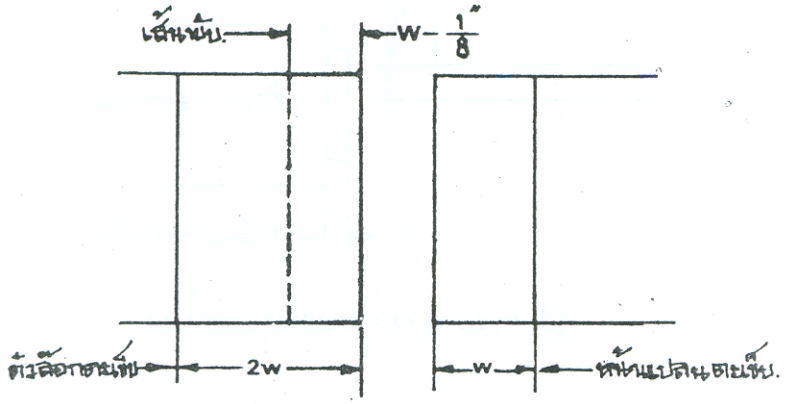
7. ตะเข็บตั้ง (Standing Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับโลหะแผ่น ที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 24 ใช้สำหรับต่อโลหะแผ่นผิวราบขนาดใหญ่ จะให้ความแข็งแรงได้ดียิ่งขึ้น ถ้าทำการย้ำหมุดหรือทำการบัดกรีรอยตะเข็บ โดยปกติความกว้างของตะเข็บจะไม่น้อยกว่า ¾ นิ้ว



รูปที่ 8.70 ตะเข็บตั้ง



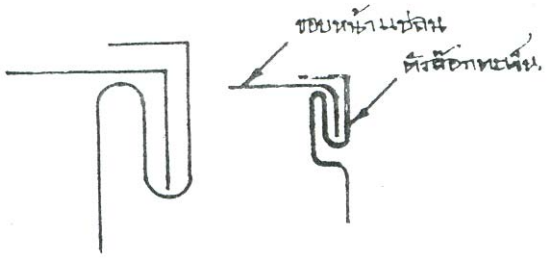
รูปที่ 8.71 ความกว้างตะเข็บ



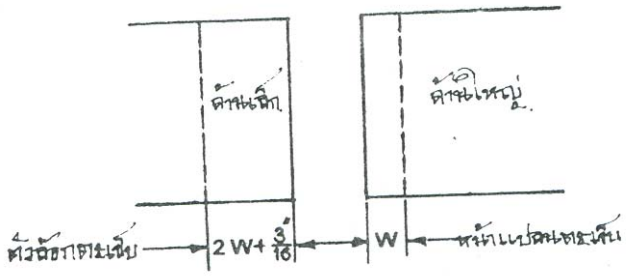
รูปที่ 8.72 การถ่ายแบบสำหรับตะเข็บตั้ง

สูตร ความเผื่อรวมของตะเข็บ = 3 W
ความเผื่อตัวล็อค = 2 W
ความเผื่อบนหน้าแปลน = W

8. ตะเข็บพิทสเบอร์ก (Pittsburgh – Lock Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับโลหะแผ่นที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 20 เป็นตะเข็บที่นิยมใช้กันมากที่สุดสำหรับระบบท่อระบายอากาศ การทำตะเข็บชนิดนี้ก็ไม่ยุ่งยากใช้เครื่องมือน้อยและสามารถทำการต่อได้อย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับงานสนาม

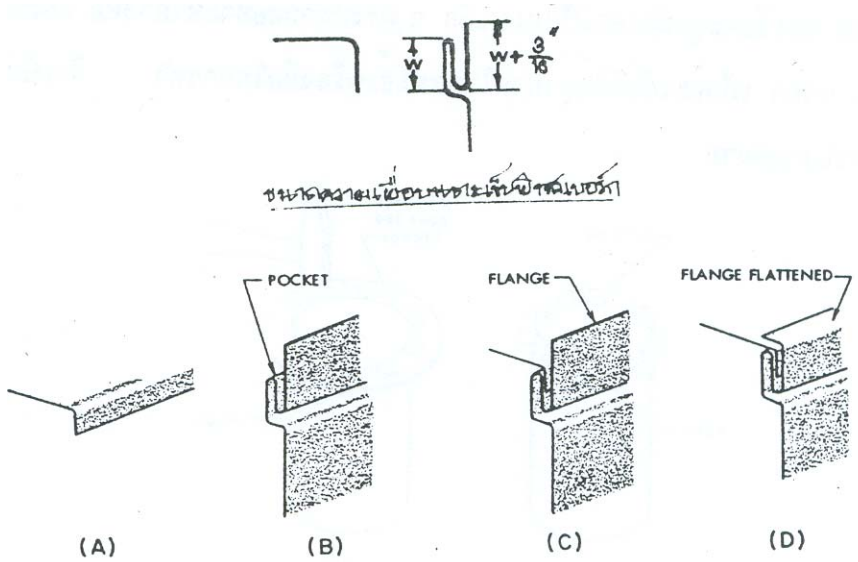


รูปที่ 8.73 ตะเข็บพิทสเบอร์ก

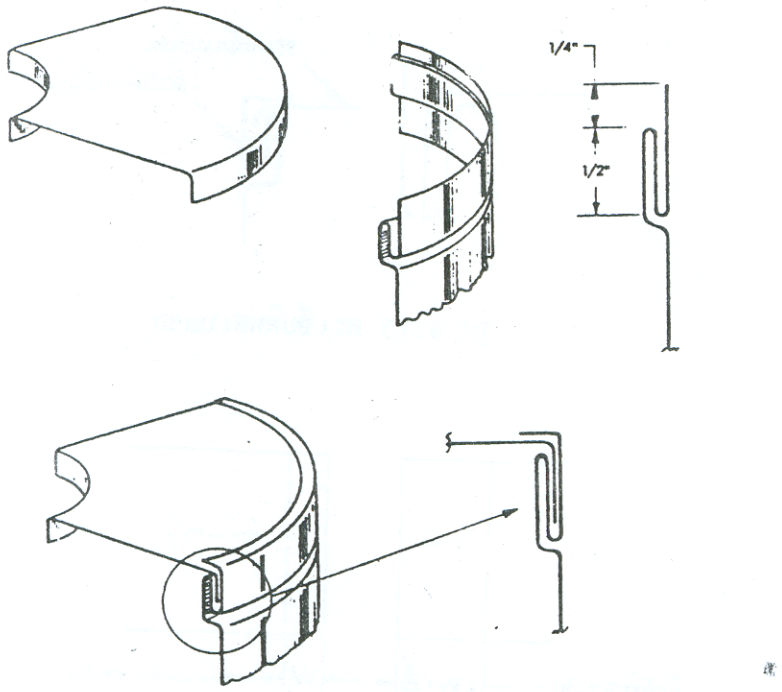


รูปที่ 8.74 การถ่ายแบบตะเข็บ
พิทสเบอร์ก

สูตร ความเผื่อรวมของตะเข็บ = 3 W + 3/16”

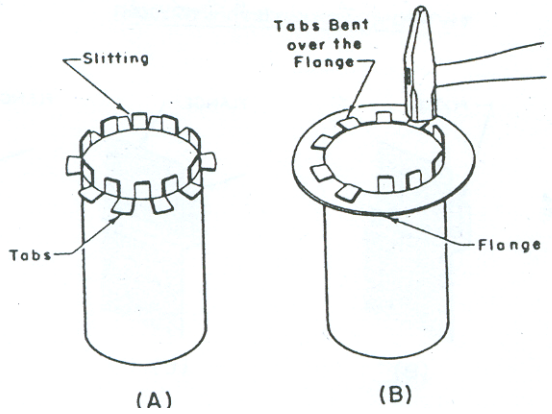


รูปที่ 8.75 การเข้าตะเข็บพิทสเบอร์ก

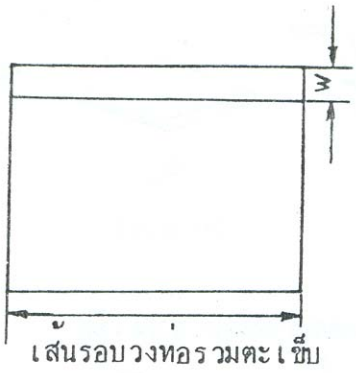


รูปที่ 8.76 การใช้ตะเข็บพิทสเบอร์กกับขอบโค้ง

9. ตะเข็บหางเหยี่ยว (Dovetail Seam) เป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับโลหะแผ่นที่มีความหนาไม่เกินเบอร์ 24 ใช้สำหรับต่อท่อกลมเข้ากับแผ่นงานผิวราบ เช่น ท่อแยกของท่อส่งลม ตะเข็บจะถูกตัดออกเป็นแถบเล็ก ๆ ตรงปลายท่อที่จะทำการต่อ และพับสลับกันเป็นมุม 90 องศา เป็นตะเข็บที่ไม่ยุ่งยากในการใช้เครื่องมือในการทำ จึงเป็นตะเข็บที่เหมาะสำหรับงานสนาม



รูปที่ 8.77 ตะเข็บหางเหยี่ยว

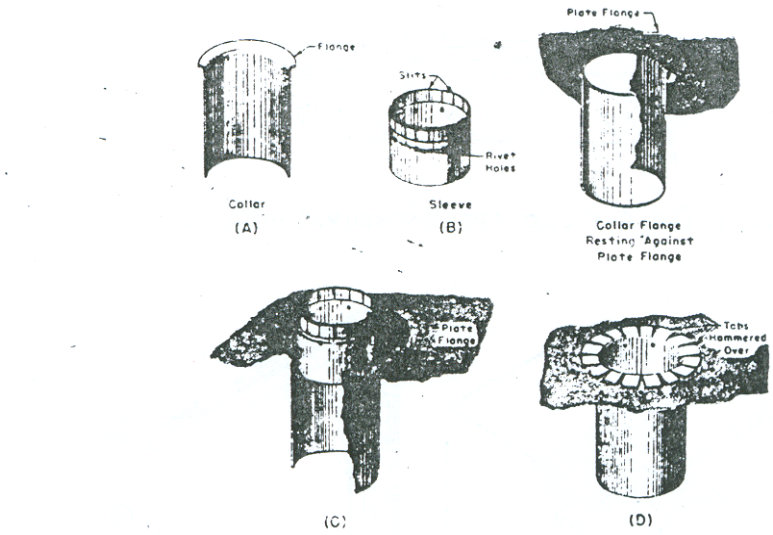


รูปที่ 8.78 การถ่ายแบบตะเข็บหางเหยี่ยวก่อนขึ้นรูปท่อ

สูตร

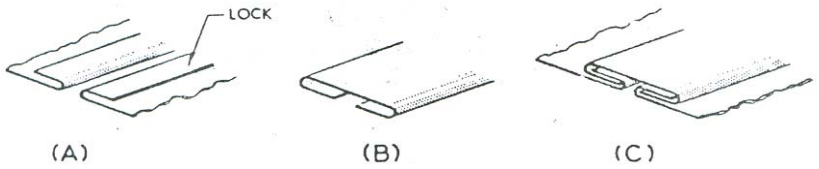
ความเผื่อรวมของตะเข็บ

A = W



รูปที่ 8.79 การเข้าตะเข็บหางเหยี่ยวสำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรง

10. DRIVE CLIP SEAM โดยปกติตะเข็บชนิดนี้จะต่อด้วยเอสคลิ๊ป (S-Clips) สำหรับการต่อตะเข็บท่อตามแนวขวาง แต่บางครั้งก็ใช้สำหรับงานต่อโลหะแผ่นประเภทอื่น ๆ ด้วยเหมือนกัน



รูปที่ 8.80

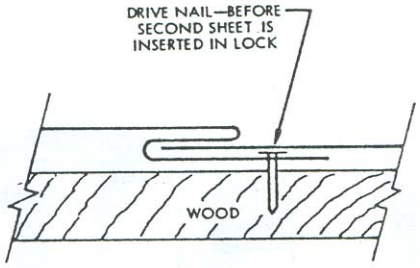
จากรูป A พับขอบงานที่จะเข้าตะเข็บ

B การขึ้นรูป Drive Clip

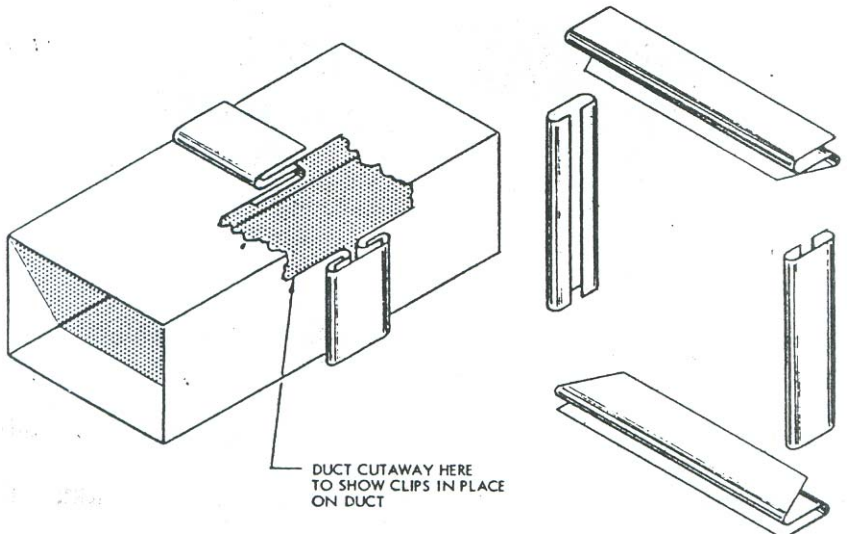
C การต่อตะเข็บโดยสมบูรณ์

ปกติขอบจะกว้าง ½ นิ้ว

S-Clip เป็นโลหะที่ขึ้นรูปมีลักษณะเป็นตัว เอส (S)

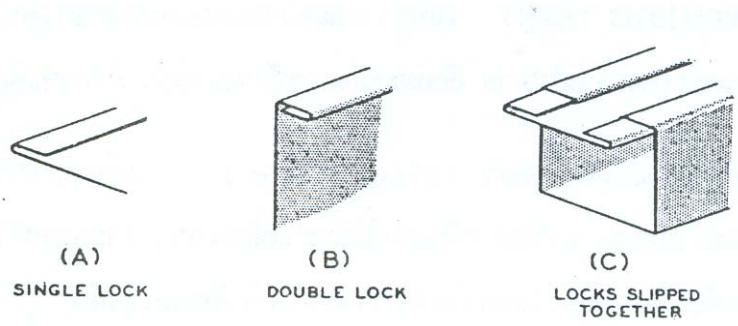


รูปที่ 8.81 การใช้ S-Clip ต่อท่อหรือต่อแผ่นโลหะติดกับผนัง

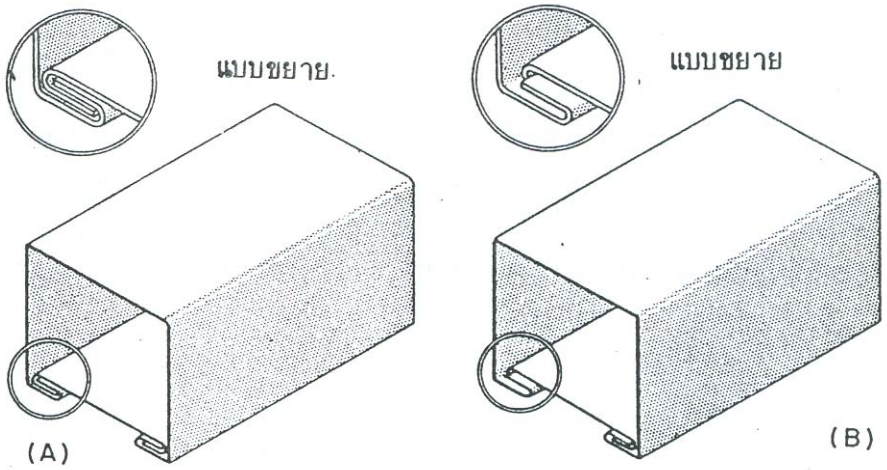


รูปที่ 8.82 การใช้ S และ Drive Clips ต่อท่อ

11. SLIP JOINT SEAM ตะเข็บชนิดนี้ใช้กันมากสำหรับการต่อมุมตามแนวยาว สำหรับท่อส่งลม



รูปที่ 8.83



รูปที่ 8.84

A. การต่อท่อด้วยตะเข็บ Slip – Joint Seam ที่เหมาะสม

B. การต่อท่อด้วยตะเข็บ Slip – Joint Seam ที่ไม่เหมาะสม

การเพิ่มความแข็งแรงแก่ขอบงานโลหะแผ่น สามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้คือ

1. การพับขอบโลหะ (HEM) เป็นการเพิ่มความแข็งแรงสำหรับโลหะแผ่นบางและยังช่วยลบความคมของโลหะงานไปด้วย ลักษณะของการพับขอบที่นิยม มีลักษณะคือ

1.1 การพับขอบครั้งเดียว (Single Hem) เป็นการพับขอบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและทำให้ขอบงานเรียบ เป็นแบบที่นิยมมากที่สุดเพราะสามารถทำได้ง่าย โดยการพับด้วยเครื่องพับหรือด้วยมือ โดยทั่วไประยะเผื่อสำหรับพับขอบเท่ากับ ¼ นิ้ว และระยะเผื่อสำหรับพับขอบเท่ากับ 5/16 นิ้ว หรือ 3/8 สำหรับโลหะแผ่นหนากว่าเบอร์ 22

1.2 การพับขอบสองครั้ง (Double Hem) เป็นการพับขอบต่อจากการพับแบบแรกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ขอบอีก โดยทั่วไประยะเผื่อสำหรับพับขอบเท่ากับ 2 เท่าของขอบพับลบด้วย 1/16 นิ้ว

2. การเข้าขอบลวด (Wired – Edges) ใช้สำหรับเพิ่มความแข็งแรงแก่ขอบงานที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าการพับขอบแบบสองครั้ง การเข้าขอบลวดสำหรับโรงงานผู้ผลิตจะทำการขึ้นรูปขอบโค้งเหมือนลวดหรือท่อกลวงโดยไม่ใช้ลวด แต่สำหรับในโรงงานโลหะแผ่นแล้วปกติจะใช้ลวดด้วยเสมอ ระยะเผื่อสำหรับการเข้าขอบลวด จะขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางของลวด

สำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 26 และบางกว่า

ระยะเผื่อ = 2 ½ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดที่ใช้

สำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 24 และหนากว่า

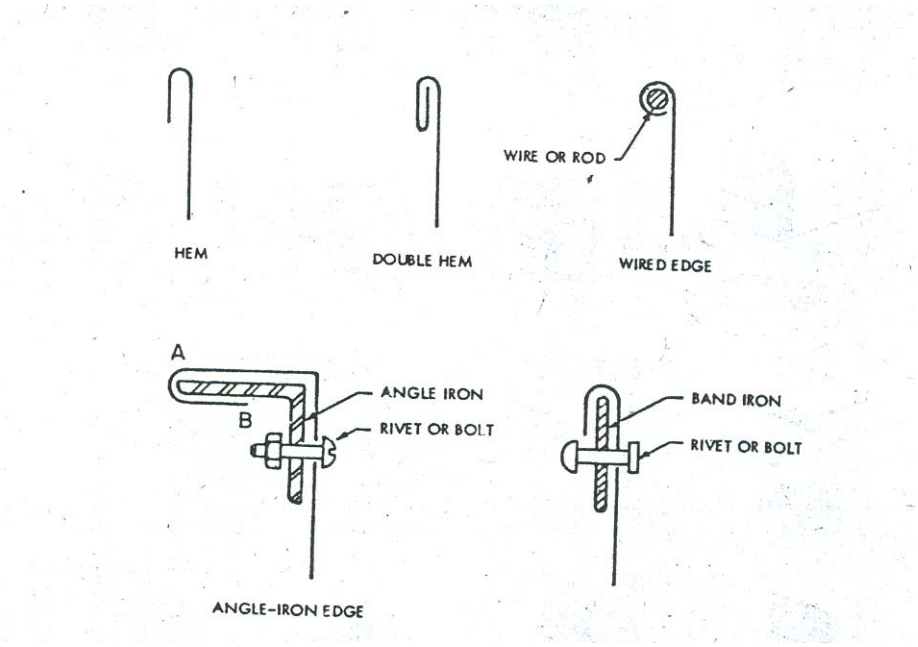
ระยะเผื่อ = 2 ¾ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดที่ใช้

3. การเสริมเหล็กมุมฉาก และเหล็กเส้นแบน (Angle – Iron – And – Band – Iron Edge) เป็นวิธีที่ทำให้ขอบงานมีความแข็งแรงมากที่สุด ส่วนการเลือกว่าจะใช้เหล็กฉากหรือเหล็กเส้นแบน ก็แล้วแต่ความเหมาะสมของงาน

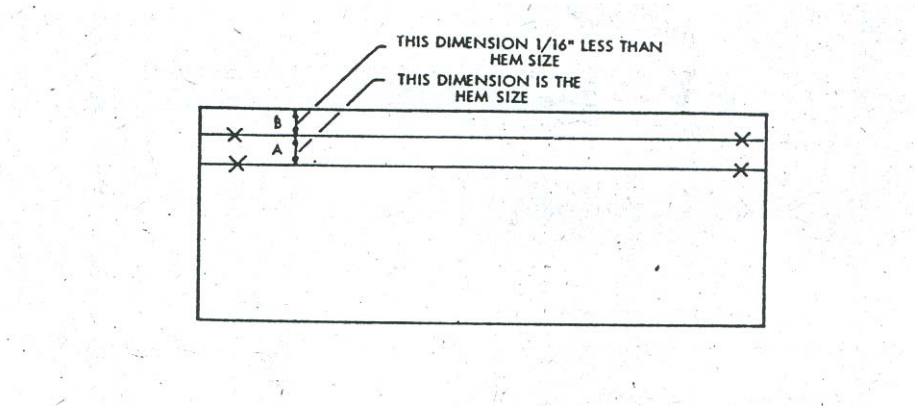
ระยะเผื่อของการพับ = ความหนาของเหล็กฉาก + 3/8 นิ้ว

จากรูป 8.85 ถ้าใช้เหล็กฉากหรือเหล็กเส้นแบนหนา 1/8 นิ้ว

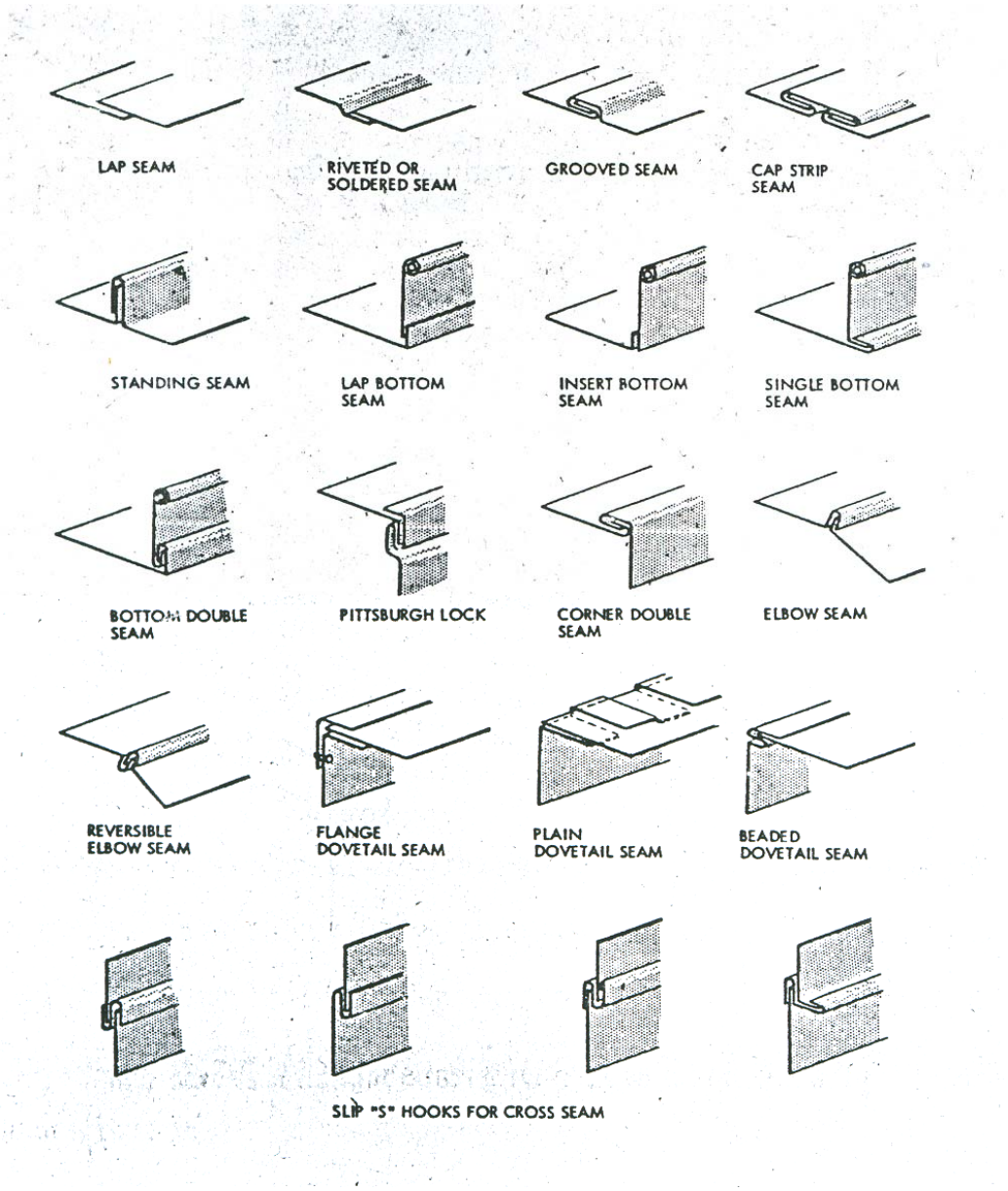
ระยะ A ถึง B = 1/8" + 3/8" = ½ นิ้ว



รูปที่ 8.85 การพับขอบ, การเข้าขอบลวดและการเสริมมุมฉาก



รูปที่ 8.86 ความเผื่อภายในและภายนอกสำหรับการพับสองครั้ง



รูปที่ 8.87 ลักษณะตะเข็บสำหรับงานโลหะแผ่น

บทที่ 4

เครื่องจักรตัดเจาะโลหะ

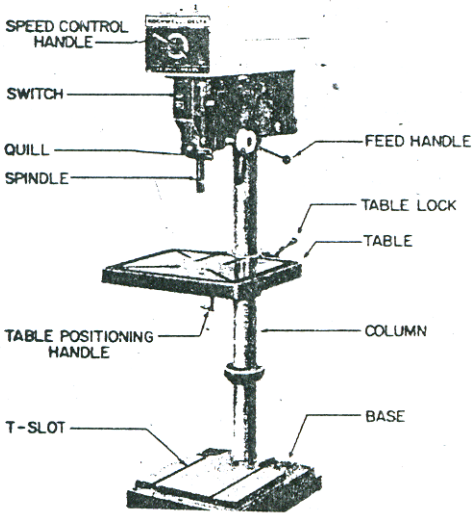
CUTTING MACHINES

เครื่องเจาะ (DRILLING – MACHINE)

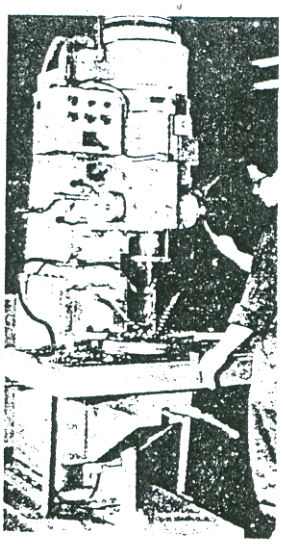
เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับยึดดอกสว่าน เพื่อทำการหมุนตัดเจาะรูบนแผ่นงาน เครื่องเจาะแบ่งออกได้เป็น 6 ชนิด คือ

1. เครื่องเจาะแบบป้อนเจาะด้วยมือ (Hand Feed – Drill Press) เป็นเครื่องเจาะที่ใช้สำหรับงานขนาดเล็ก มีทั้งแบบตั้งบนโต๊ะและตั้งบนพื้น

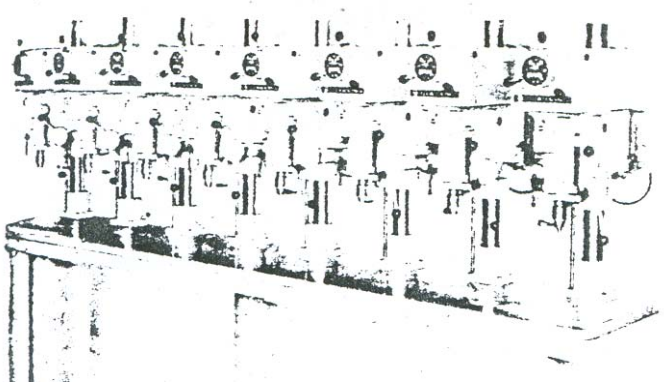
2. เครื่องเจาะแบบป้อนเจาะอัตโนมัติ (Back – Geared – Upright Drill Press) เครื่องเจาะชนิดนี้คล้ายกับแบบที่หนึ่ง แต่มีขนาดใหญ่กว่าและการเปลี่ยนความเร็วหมุนดอกสว่างสามารถทำได้โดยการโยกเปลี่ยนชุดเฟืองซึ่งทำให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น การเจาะรูขนาดเล็กก็ทำการป้อนตัดโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเจาะรูขนาดใหญ่ก็สามารถทำการป้อนตัดเจาะด้วยมือ



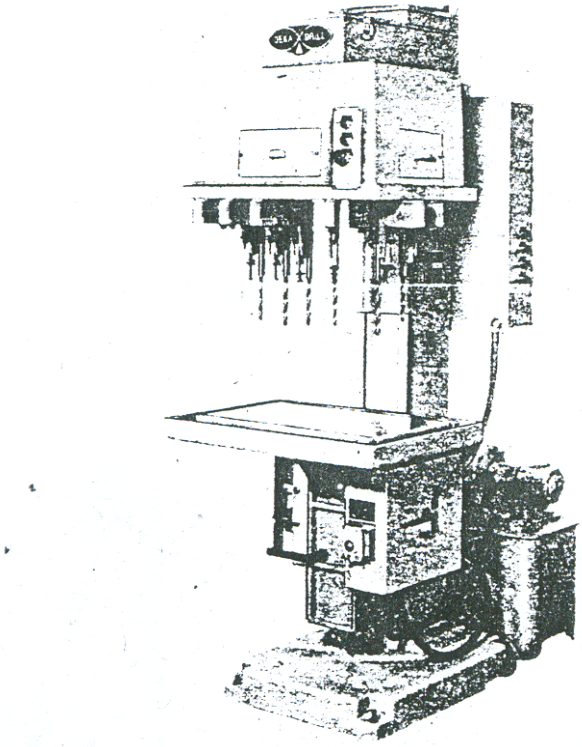
รูปที่ 4.1 เครื่องเจาะแบบป้อนเจาะด้วยมือ



รูปที่ 4.2 เครื่องเจาะแบบป้อนเจาะอัตโนมัติ



รูปที่ 4.3 เครื่องเจาะแบบกลุ่ม



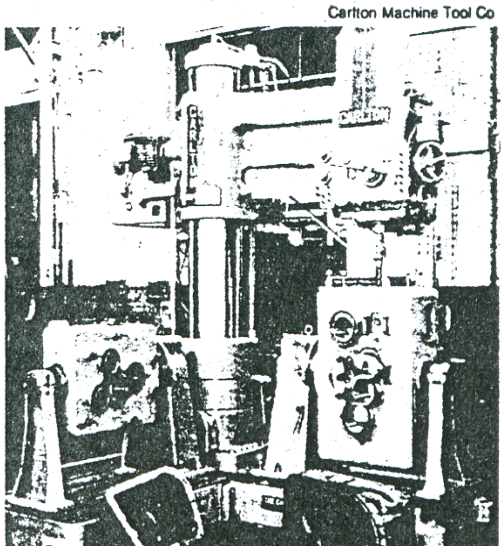
รูปที่ 4.4 เครื่องเจาะแบบแกนหมุนร่วม

3. เครื่องเจาะแบบกลุ่ม (Gang Drill) เป็นเครื่องเจาะที่มีชุดแกนหัวหมุนทำการตัดเจาะตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปบนแท่นเครื่องเพียงแท่นเดียว แกนหมุนของเครื่อง (Spindle) จะทำงานอิสระต่อกัน เครื่องเจาะชนิดนี้เหมาะสำหรับงานผลิตจำนวนมาก ๆ ซึ่งทำงานต่อเนื่องกัน เพื่อประหยัดเวลาในการเปลี่ยนขนาดดอกสว่าน เช่น หัวจับดอกสว่าน ดอกที่หนึ่งจับดอกสว่านขนาดเล็ก หัวจับหัวที่สองจับดอกสว่านโตขึ้นอีกและหัวจับดอกสว่านหัวที่สามจับดอกผายรู (Countersink) ดังนี้ เป็นต้น

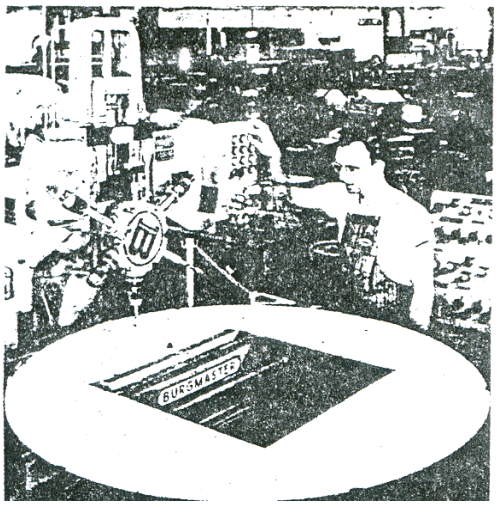
4. เครื่องเจาะแบบแกนหมุนร่วม (Multiple – Spindle Drill Press) เครื่องเจาะชนิดนี้จะมีแกนหมุน (Spindle) สำหรับจับดอกสว่านหลายแกน ซึ่งจะถูกยึดต่อเข้ากับแกนหมุนหลัก (Main Spindle) ของเครื่องด้วย Universal Joint ฉะนั้นสว่านทุกตัวจะสามารถหมุนทำการตัดเจาะได้พร้อมกัน จึงทำให้ประหยัดเวลาการทำงานได้มาก

5. เครื่องเจาะแบบรัศมี (Redial Drill Press) เครื่องเจาะแบบนี้แกนหมุนของเครื่อง (Spindle) สามารถเลื่อนไปทำการเจาะในตำแหน่งต่าง ๆ ได้ โดยรอบเครื่องทั้งด้านซ้ายและด้านขวา จึงเหมาะสำหรับใช้เจาะงานที่มีขนาดใหญ่ที่ทำการเคลื่อนย้ายไม่สะดวก เช่น โครงเครื่องจักร เป็นต้น

6. เครื่องเจาะแบบเทอร์เร็ท (Turret Drill Press) เครื่องเจาะแบบนี้คล้ายกับเครื่องเจาะแบบกลุ่ม เพราะมีหัวจับดอกสว่านหลายชุด การเลือกใช้หัวจับแต่ละชุดโดยการหมุนหัวแบ่ง (Indexing) หรือทำการหมุนป้อมหัวจับดอกสว่าน (Turret) เครื่องเจาะชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับงานผลิต (Mass Production)



รูปที่ 4.5 เครื่องเจาะแบบรัศมี



รูปที่ 4.6 เครื่องเจาะแบบเทอร์เร็ท

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเจาะ

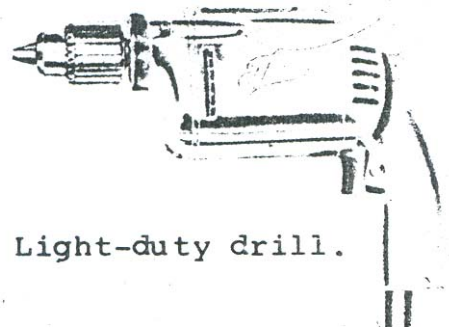
1. ฐานเครื่อง (Base) เป็นส่วนที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง จะมีร่อง (T – Slot) สำหรับยึดฐานเครื่องติดกับพื้นหรือโต๊ะด้วยนัตและโบลท์
2. เสา (Column) เป็นส่วนที่ใช้ยึดโต๊ะวางชิ้นงาน (Table) หรือให้โต๊ะสามารถเลื่อนขึ้นลงได้พอเหมาะกับขนาดงานที่จะทำการเจาะ
3. แกนหมุน (Spindle) ใช้สำหรับจับยึดก้านหรือหัวจับของดอกสว่าน สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ด้วยแขนโยก (Feed Handle)
4. โต๊ะวางชิ้นงาน (Table) ใช้สำหรับรองรับชิ้นงานที่จะทำการเจาะ หรือรองรับปากกาจับงาน สามารถเลื่อนขึ้นลงได้โดยหมุน Table Positioning Handle และยึดให้อยู่กับที่โดยTable – Lock
5. ระบบส่งกำลังขับ (Drive Systems) ทั้งการส่งกำลังจากมอเตอร์ ไปยังแกนหมุน (Spindle) ด้วยสายพาน (Conepulley) และ ด้วยชุดเฟืองทด (Back Gear)

เครื่องเจาะไฟฟ้าแบบมือถือ (Portable – Electric – Drills)

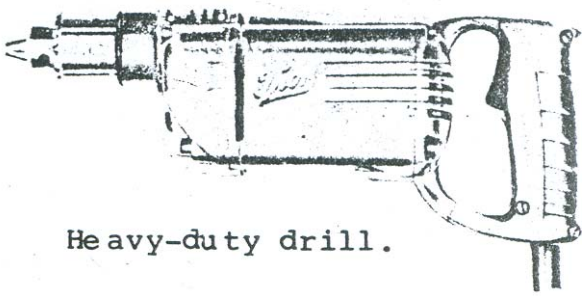
ประโยชน์นอกจากใช้เจาะรูแล้วยังใช้สำหรับจับอุปกรณ์สำหรับขัดผิวโลหะหรือไม้อีกด้วย แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบเครื่องเจาะงานเบา (Light – Duty Drill)
2. แบบเครื่องเจาะงานหนัก (Heavy – Duty Drill)

แบบเครื่องเจาะงานเบาจะมีกำลังเจาะ 1/3 – ½ กำลังม้า และทำการเจาะรูตั้งแต่ขนาด 1/64" – ½" ส่วนเครื่องเจาะงานหนักจะมีกำลังเจาะตั้งแต่ ¾ กำลังม้าขึ้นไป ส่วนความเร็วรอบจะช้ากว่าแบบแรก



รูปที่ 4.7



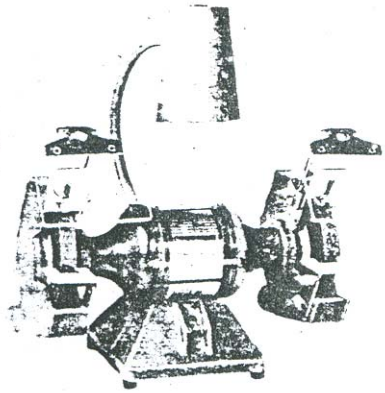
รูปที่ 4.8

เครื่องเจียระไน (UTILITY GRINDER)

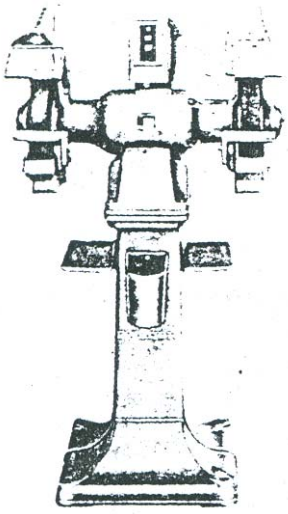
เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับการตกแต่งชิ้นงานหรือทำการลับคมของวัสดุคมตัดต่าง ๆ เช่น การเจียระไนตกแต่งผิวขรุขระที่ไม่ต้องการบนแผ่นงาน, การเจียระไนลบขอบของโลหะแผ่นต่าง ๆ, การเตรียมบากงานสำหรับการเชื่อม, การลับคมมีด ฯลฯ เครื่องเจียระไนมีหลายแบบดังต่อไปนี้ คือ.-

1. เครื่องเจียระไนแบบตั้งโต๊ะ (Bench Grinder) เป็นเครื่องเจียระไนขนาดเล็ก ปกติมักจะยึดไว้บนโต๊ะฝึกงานด้วยนัตและโบลท์ ใช้สำหรับลับคมเครื่องมือขนาดเล็ก ล้อหินเจียระไน (Grinding Wheels) มีขนาดความกว้างหน้าหินเจียระไนประมาณ 1 นิ้ว และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว

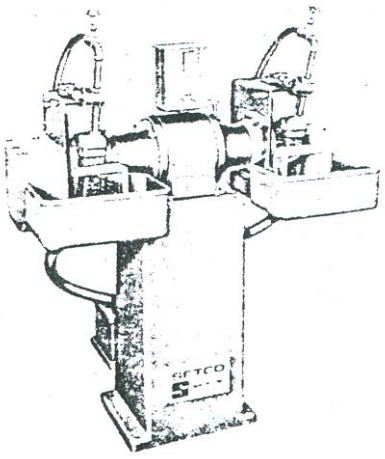
2. เครื่องเจียระไนแบบตั้งพื้น (Pedestal Grinder) เป็นเครื่องเจียระไนที่นิยมใช้งานกันมาก สามารถใช้งานได้ทั้งงานละเอียดและงานหยาบ ขนาดความกว้างของหน้าหินเจียระไนโตถึง 3 นิ้ว หรือมากกว่า ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตถึง 20 นิ้ว หรือมากกว่า



รูปที่ 4.9
หินเจียระไนแบบตั้งโต๊ะ



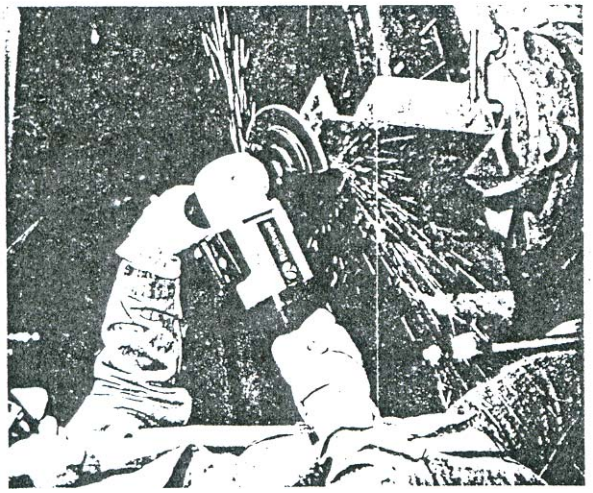
รูปที่ 4.10
หินเจียระไนแบบตั้งพื้น



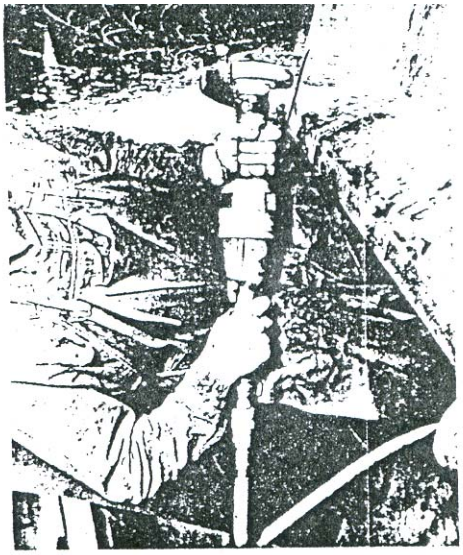
รูปที่ 4.11
หินเจียระไนแบบมีน้ำหล่อเย็น

3. เครื่องเจียระไนแบบมีน้ำหล่อเย็น (Wet Grinder) เป็นเครื่องเจียระไนที่คล้ายกับแบบตั้งพื้น แต่มีระบบน้ำหล่อเย็นที่สามารถใช้หมุนเวียนสำหรับหล่อเย็นล้อหินเจียระไนเพื่อลดความร้อนหรือล้างเศษโลหะออกจากล้อหินเจียระไน

4. หินเจียระไนแบบมือถือ (Portable Grinders) เป็นเครื่องมือที่ใช้กำลังไฟฟ้าหรือลมในการทำงาน สามารถใช้งานได้สะดวกมากโดยการใช้มือถือเพราะมีน้ำหนักเบา ปกติจะใช้สำหรับงานเจียระไนตกแต่งเป็นส่วนมาก



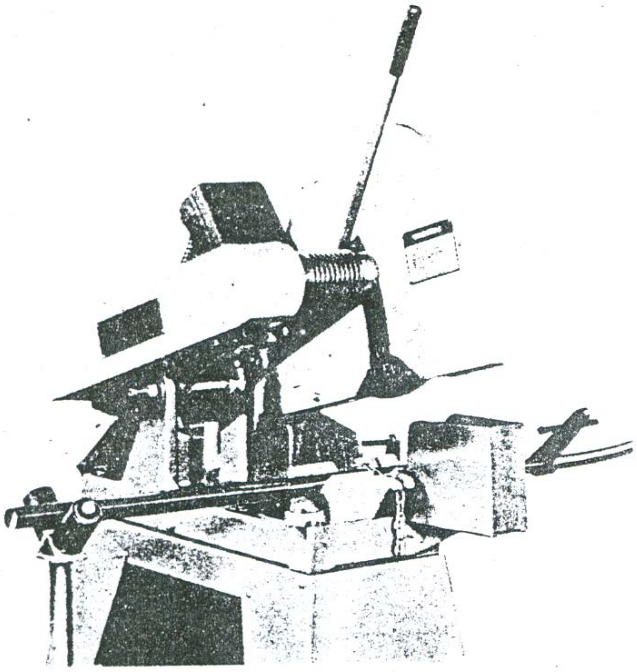
รูปที่ 4.12 การใช้หินเจียระไนแบบมือถือส่งกำลังด้วยไฟฟ้า



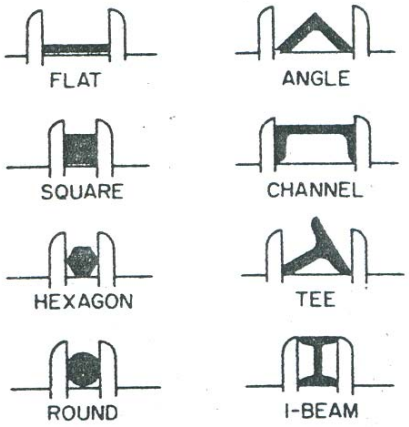
รูปที่ 4.13 การใช้หินเจียระไนแบบมือถือส่งกำลังด้วยลม

เครื่องตัดด้วยล้อหินเจียระไน (ABRASIVE – CUT – OFF SAW)

เป็นเครื่องเลื่อยชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ตัดแท่งโลหะขนาดเล็ก, โลหะโครงสร้างต่าง ๆ และท่อทุกชนิด ขนาดของเครื่องมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบตัด 89 นิ้ว จนถึง 20 นิ้ว หรือโตกว่า



รูปที่ 4.14 เครื่องตัดด้วยล้อหินเจียระไน



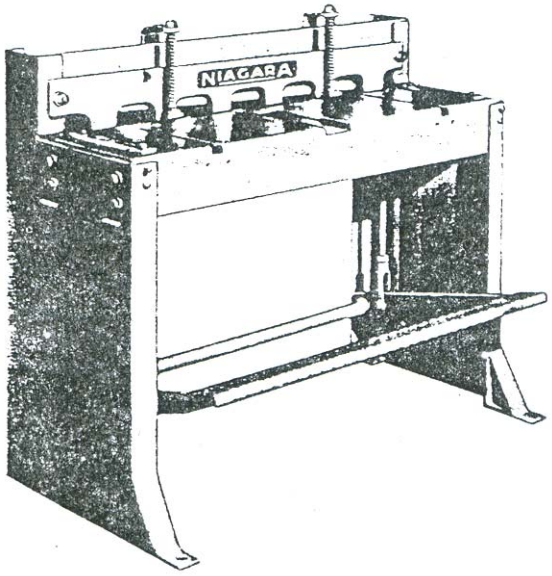
รูปที่ 4.15 การจับยึดงานรูปร่างต่าง ๆ สำหรับทำการตัด

เครื่องตัดโลหะแผ่น แนวเส้นตรง (FOOT – OPERATED – SQUARING SHEAR)

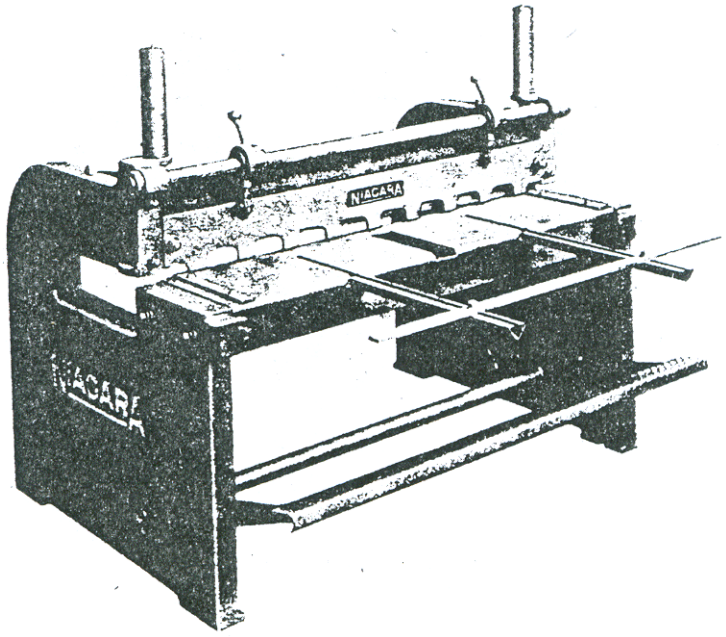
ที่ใช้กันมากในงานโลหะแผ่นสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มี 2 แบบ คือ

1. Foot – Squaring Shear
2. Foot – Gap Shear

เครื่องตัดทั้งสองแบบใช้สำหรับตัดดลหะแผ่นบางในแนวเส้นตรง และสามารถตัดงานเป็นมุมฉากกับขอบด้านข้างของโลหะที่ตัด ทำให้สะดวกในการตัดแผ่นงาน สี่เหลี่ยม มุมฉากมาก ส่วนโลหะที่นำมาตัดด้วยเครื่องตัดแบบนี้ได้แก่ แผ่นอลูมิเนียม, แผ่นทองเหลือง, แผ่นเหล็กอาบสังกะสี แผ่นสังกะสี แผ่นสเตนเลส ฯลฯ นอกจากนี้การตัดแผ่นโลหะที่มีขนาดเท่า ๆ กัน เป็นจำนวนมาก สามารถทำการตัดได้รวดเร็วโดยการใช้เกจ (Gage) ตั้งระยะงานเข้าช่วย ความแตกต่างของเครื่องตัดทั้งสองแบบอยู่ที่โครงด้านข้างของเครื่องซึ่งแบบ Foot Squaring Shear ตรงด้านข้างจะปิด ส่วนแบบ Foot – Gap Shear โครงด้านข้างจะเปิด ทำให้สามารถตัดแผ่นโลหะที่มีขนาดของใบตัด

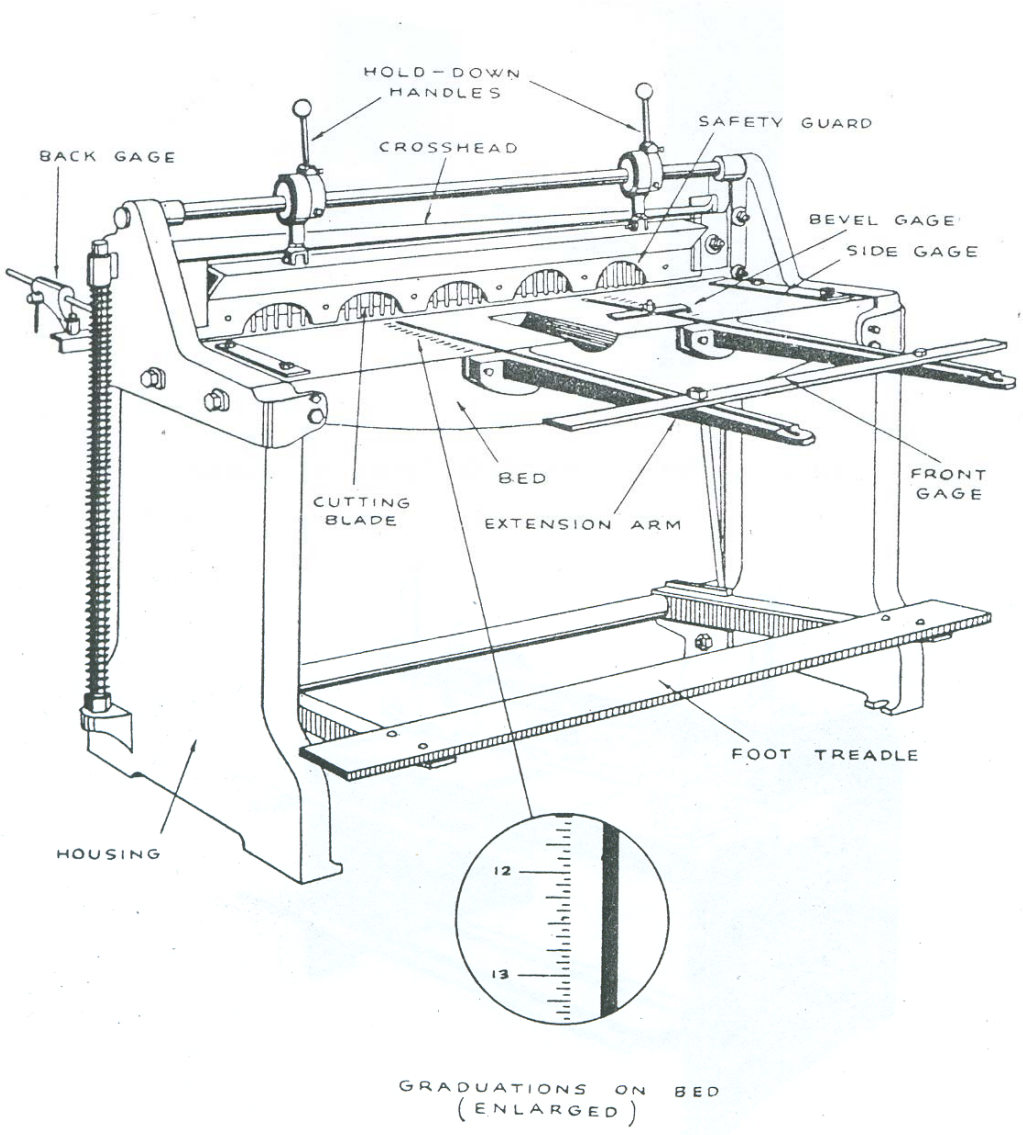


รูปที่ 4.16 Foot – Operated Squaring Shear



รูปที่ 4.17 Foot – Operated Gap Squaring Shear.

ขนาดของเครื่องแบบ Squaring – Shear มีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาด 36” – 120” สามารถตัดเหล็กตัดแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 16 ส่วนขนาดของเครื่องแบบ Foot Gap Shear มีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ 36” – 72” และมีความกว้างของช่องว่าง (Gap) จำกัด สามารถตัดงานได้กว้างที่สุด 18 นิ้ว



รูปที่ 4.18 Foot Squaring Shear

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องตัดแนวเส้นตรง

โครงเครื่อง (Housing) คือ ส่วนขาทั้งสองข้าง ทำหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดของเครื่อง ได้แก่ ใบมีดตัด (Blade) ทั้งตัวล่างและตัวบน, แท่นเครื่อง (Bed) หัวเลื่อนตัด (Cross Head) เท้าเหยียบ (Foot – Treadle) ฯลฯ

แท่นเครื่อง (Bed) เป็นส่วนที่ใช้รองรับแผ่นโลหะที่จะทำการตัด และที่ส่วนหน้าจะติดใบมีดตัดตัวล่าง (Lower Cutting Blade) เอาไว้ด้วย ส่วนด้านข้างจะมีเกจต่าง ๆ ติดอยู่ ได้แก่ Bevel Gage, Side Gage และ Front Gage

ใบมีดตัดด้านล่าง (Lower Cutting Blade) จะยึดติดเข้ากับส่วนหน้าของแท่นเครื่อง (Bed) สามารถปรับเลื่อนได้สำหรับตั้งระยะช่องว่าง (Clearance) ระหว่างใบมีดตัดด้านล่างกับใบมีดตัดด้านบน

ใบมีดตัดด้านบน (Upper – Cutting – Blade) จะยึดติดกับหัวเลื่อนตัด (Cross Head) สามารถเคลื่อนตัดขึ้นลงได้ในแนวดิ่ง ใบมีดตัดมักทำด้วยเหล็กคาร์บอนสูง (High Carbon) แต่ถ้าต้องการใบมีดตัดที่มีอายุการใช้งานยืนยาวต้องใช้ใบมีดเหล็กกล้าโครเมี่ยม (High Chrome Steel) เพราะสามารถตัดโลหะแผ่นที่มีความเหนียวได้ดี ได้แก่ แผ่นสเตนเลส แผ่นเหล็กกล้าซิลิกอน เป็นต้น ใบมีดชนิดนี้ขอบคมตัดจะมีอายุการใช้งานมากกว่าแบบธรรมดา 4 – 10 เท่า

หัวเลื่อนตัด (Cross Head) ทำหน้าที่เลื่อนใบมีดตัดด้านบนขึ้นลง โดยมีตัวเลื่อนอยู่ในร่องของโครงเครื่อง นอกจากนั้นยังเป็นตัวยึดแผงป้องกันอันตราย (Safety Guard) และตัวกดแผ่นโลหะ (Hold Down)

แผงป้องกันอันตราย (Safety Guard) เครื่องตัดทุกเครื่องจะต้องมีแผงป้องกันอันตรายเพื่อป้องกันนิ้วมือของผู้ปฏิบัติงานขณะทำการตัด โดยทั่วไปจะทำด้วยแผ่นโลหะ หรือแผ่นพลาสติก

ตัวยึดแผ่นโลหะ (Hold Down) มีหน้าที่กดเพื่อยึดแผ่นโลหะที่ทำการตัดไม่ให้เลื่อนผิดตำแหน่ง มี 2 แบบ คือ แบบทำงานด้วยมือ (Hand – Operated) และแบบทำงานโดยอัตโนมัติ (Automatic Clamped) แบบทำงานด้วยมือ จะทำงานอิสระกับที่เหยียบ (Foot – Tredle) ส่วนแบบอัตโนมัติจะทำงานสัมพันธ์กับที่เหยียบ โดยเมื่อเหยียบที่เหยียบ ตัวยึดแผ่นโลหะจะยึดแผ่นโลหะก่อนที่ใบมีดตัดจะเคลื่อนลงมาตัดแผ่นโลหะ

เกจด้านข้าง (Side Gauges) เป็นแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ยึดติดกับแท่นเครื่อง (Bed) ด้วยโบลท์ มีหน้าที่สำหรับยันแผ่นโลหะที่จะตัดเพื่อที่จะได้มุมที่ถูกต้อง เกจแต่ละอันจะมีหลายขนาดตั้งแต่ 10 – 12 ¾ นิ้ว มีสเกลแบ่งความละเอียดไว้ 1/16 นิ้ว ความหนาของเกจ 1/16 – 3/16 นิ้ว

เกจด้านหน้า (Front Gauge) เกจด้านหน้าเป็นแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งเจาะรูไว้ 2 รู สำหรับยึดกับแท่นเครื่องหรือยึดกับแขนที่ยื่นออกมาด้านหน้าแท่นเครื่องเพื่อใช้ปรับมุมต่าง ๆ สำหรับการตัดโลหะและจะถูกถอดออกเมื่อทำการตัดโลหะแผ่นใหญ่ ๆ

บีเวลเกจ (Bevel Gauges) เป็นแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดสั้น ๆ เจาะรูไว้ 1 รู สำหรับยึดเข้ากับร่องของแท่นเครื่อง สามารถใช้งานร่วมกับเกจด้านหน้าสำหรับตัดขอบงานโลหะแผ่นจำนวนมาก ๆ ที่มีมุมเท่ากัน

เกจด้านหลัง (Back Gauges) ประกอบด้วยเหล็กฉาก ยึดติดเข้ากับขาหยั่ง (Brackets) จำนวน 2 ตัว สามารถเลื่อนปรับระยะบนแท่งเหล็กกลม 2 อัน ซึ่งยึดติดกับเครื่อง เกจนี้ใช้สำหรับชิ้นงานเล็ก ๆ

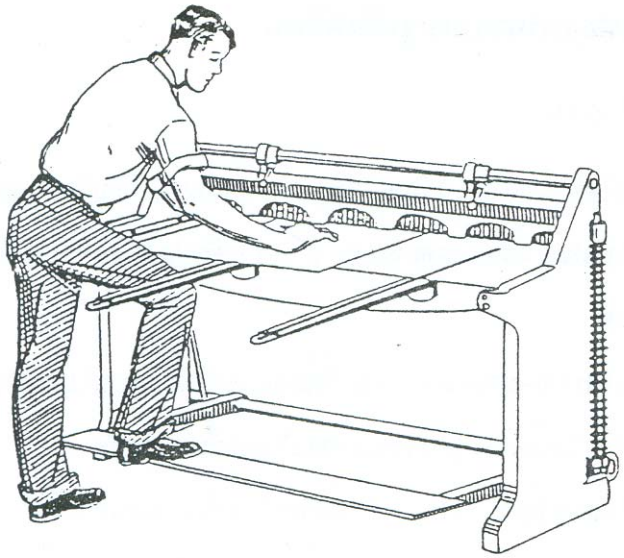
เท้าเหยียบ (Foot Treadle) อยู่ส่วนล่างของแท่นเครื่อง (Bed) มีหน้าที่ส่งกำลังไปยังหัวเลื่อนตัด (Cross Head) เพื่อให้ใบมีดตัดด้านบนเคลื่อนลงมาตัดชิ้นงาน

การใช้เครื่องตัดโลหะแผ่นตัดงานรูปสี่เหลี่ยม

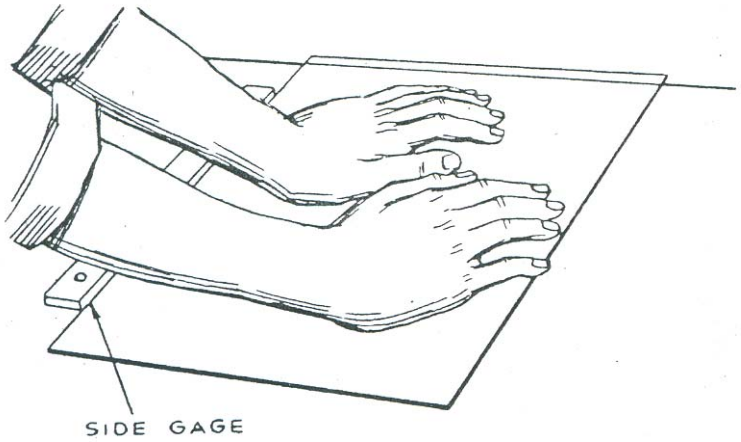
ขั้นตอนการทำงาน

1. วางแผ่นโลหะบนแท่นเครื่อง (Bed) ด้านหน้า โดยให้ปลายขอบงานด้านหนึ่งของงานชิดขอบด้านซ้ายของแท่นเครื่อง เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของงานขณะทำการตัด
2. สอดแผ่นโลหะที่จะตัดให้ตำแหน่งที่ต้องการตัดเลยขอบใบคมตัดด้านล่างประมาณ 1/8 นิ้ว หรือไม่น้อยกว่าความหนาของโลหะที่ทำการตัด
3. ผลักตัวยึดแผ่นโลหะ (Hold Down) เพื่อกดแผ่นงาน
4. ใช้มือทั้งสองข้างช่วยกดแผ่นงานไว้ด้วย แล้วจึงเหยียบเท้าเหยียบ (Foot Treadle) ทำการตัด

   หมายเหตุ ต้องระวังนิ้วมือต้องไม่อยู่ในระหว่างใบคมตัด ส่วนเท้าต้องไม่อยู่ใต้เท้าเหยียบ (Foot Treadle) (รูปที่ 4.19)
5. ปล่อยเท้าเหยียบ (Foot Treadle) ให้อยู่ในตำแหน่งเดิม
6. คลายตัวยึดแผ่นโลหะ (Hold Down) และเลื่อนแผ่นโลหะออก
7. วางขอบงานชิดกับเกจด้านข้าง (Side Gauge)
8. ตั้งให้แผ่นงานที่จะตัดเลยขอบคมตัดด้านล่างประมาณ 1/8 นิ้ว (รูปที่ 4.20)
9. ใช้มือข้างหนึ่งช่วยกดแผ่นงานให้ชิดกับเกจด้านข้าง (Side Gauge) ส่วนมืออีกข้างหนึ่งผลักตัวยึดแผ่นโลหะ (Hold Down)
10. ทำการตัด, แล้วผลักคลายตัวยึดและนำงานออกจากเครื่อง
11. ตัดด้านอื่น ๆ อีกจนได้แผ่นงานรูปสี่เหลี่ยม โดยกระทำซ้ำจากขั้นตอนที่ 7 – 10



รูปที่ 4.19 ลักษณะตำแหน่งมือและเท้าที่ถูกต้อง



รูปที่ 4.20 การตั้งแผ่นงานเพื่อทำการตัด

การใช้เกจด้านหน้าช่วยในการตัดโลหะแผ่น (USING FRONT GAUGE)

ขั้นตอนการทำงาน

1. วางตำแหน่งปลายทั้งสองข้างของเกจตามระยะความยาวที่ต้องการ โดยการใช้บรรทัดเหล็กตรวจสอบ (รูปที่ 4.21)

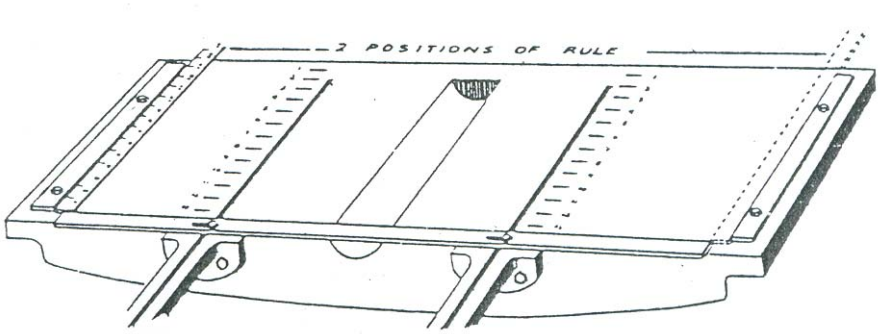
2. ยึดเกจเข้ากับร่องของแท่นเครื่องให้แน่น โดยต้องระวังมิให้เกจเคลื่อนตัวขณะทำการขันยึด

3. สอดแผ่นโลหะที่จะตัดให้อยู่ระหว่างใบมีดตัดด้านบนและด้านล่าง โดยให้แผ่นโลหะทับเกจด้านหน้าประมาณ 1/8 นิ้ว และให้ขอบด้านหนึ่งของโลหะแนบสนิทกับเกจด้านข้าง (รูปที่ 4.22)

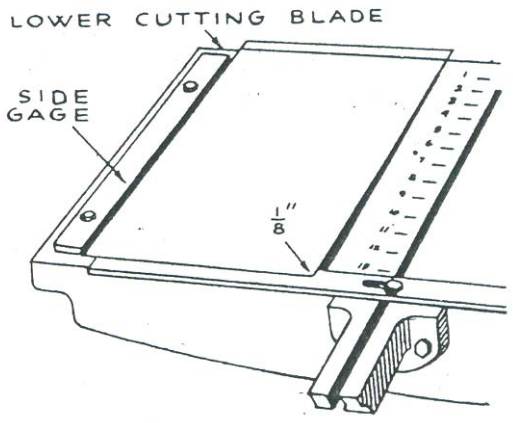
4. ผลักตัวยึดแผ่นโลหะกดแผ่นงานและทำการตัด

5. คลายตัวยึดแผ่นโลหะ นำแผ่นโลหะออกมาแล้วกลับ

6. ผลักตัวยึดแผ่นโลหะ กดแผ่นงานและทำการตัด



รูปที่ 4.21 เกจด้านหน้า



รูปที่ 4.22 สอดแผ่นงานทับเกจด้านหน้า 1/8 นิ้ว

การใช้เกจด้านหลังช่วยในการตัดโลหะแผ่น (USING BACK GAUGE)

ขั้นตอนการทำงาน

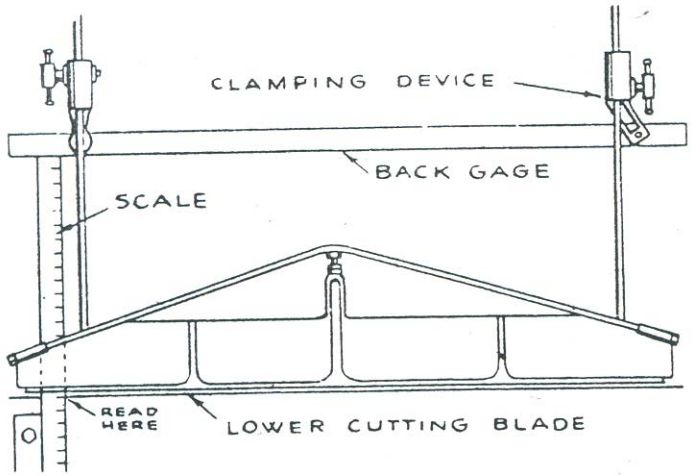
1. ปรับตั้งระยะปลายทั้งสองด้านของเกจด้านหลัง โดยตั้งระยะจากใบมีดตัดด้านล่างด้วยการใช้บรรทัดเหล็กวัด เมื่อได้ระยะที่ต้องการแล้วยึดให้แน่น

2. ตัดขอบด้านหน้าของแผ่นโลหะออก

3. ผลักให้ขอบของแผ่นโลหะที่ตัดแล้วชิดกับเกจด้านหลัง แล้วผลักตัวกดแผ่นโลหะเพื่อยึดแผ่นงาน

4. ทำการตัดโลหะ, คลายตัวกดแผ่นโลหะ แล้วนำแผ่นงานออกจากแท่นเครื่อง

หมายเหตุ แผ่นโลหะงานต้องขนานกับแท่นเครื่อง การตัดจึงจะเที่ยงตรง

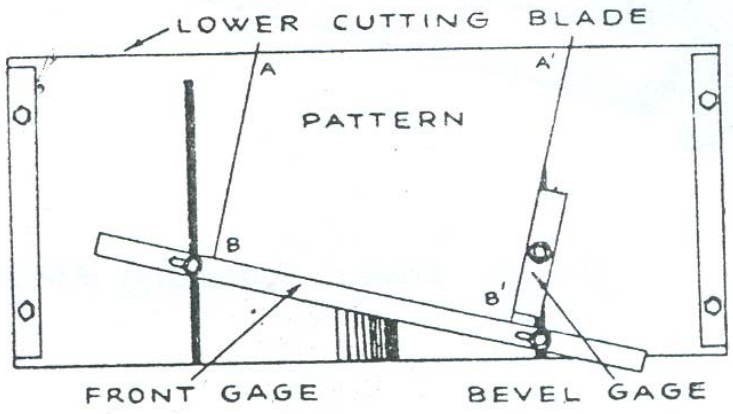


รูปที่ 4.23 การปรับตั้งเกจด้านหลัง

การใช้เกจด้านหน้าและบีเวลเกจ (USING' FRONT GAUGE AND BEVEL GAUGE)

ขั้นตอนการทำงาน

1. วางแผ่นทดสอบ (Pattern) ลงบนแท่นเครื่อง
2. เลื่อนแผ่นทดสอบจนกระทั่งขอบ A A เสมอกับระดับใบมีดตัดด้านล่าง (รูปที่ 4.24)
3. ผลักตัวกดแผ่นงาน ทำการยึดแผ่นทดสอบ
4. ปรับตั้งบีเวลเกจให้ชิดกับขอบแผ่นทดสอบด้านข้าง A B และยึดให้แน่น
5. ปรับตั้งเกจด้านหน้าให้ชิดกับขอบแผ่นทดสอบด้าน B B และยึดให้แน่น
6. คลายตัวกดแผ่นงาน, นำแผ่นทดสอบออก
7. นำแผ่นโลหะที่จะตัดวางให้ชิดกับขอบของเกจด้านหน้าและบีเวลเกจ
8. ผลักตัวกดแผ่นงานทำการยึดแผ่นงานและทำการตัด

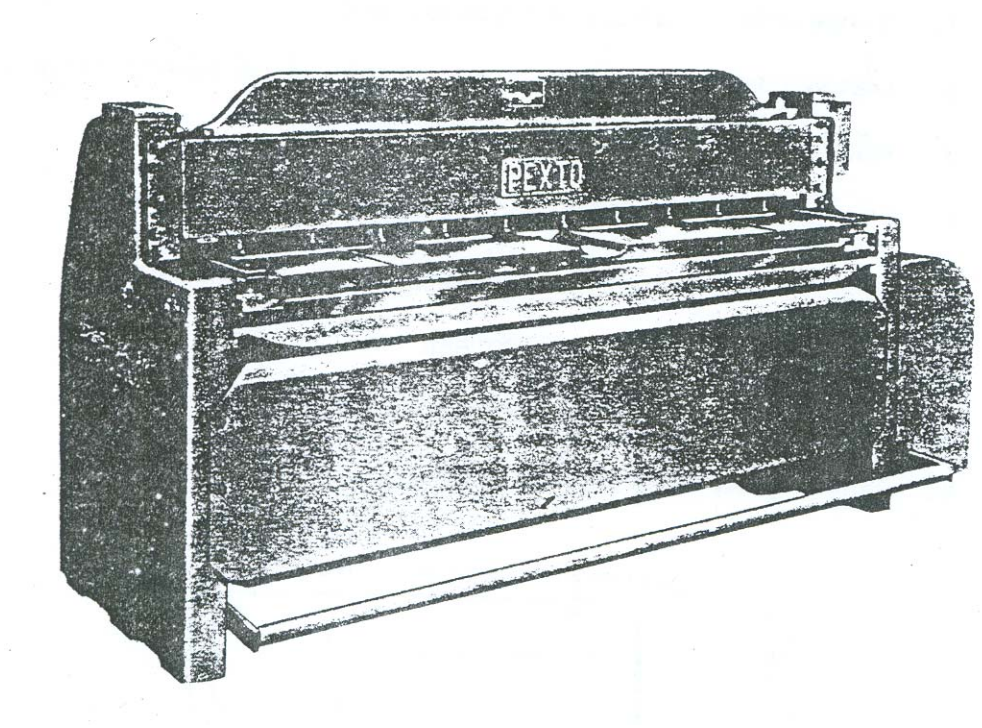


รูปที่ 4.24 การปรับตั้งเกจด้านหน้าและบีเวลเกจ

เครื่องตัดแนวเส้นตรงโดยใช้กำลังไฟฟ้า (POWER SQUARING SHEAR)

เป็นเครื่องตัดโลหะแผ่นที่ใช้กันมากในงานโลหะแผ่น สามารถใช้งานได้เช่นเดียวกับเครื่องตัดแนวเส้นตรง (Foot – Operate Squaring Shear) สามารถตัดโลหะได้ทั้งประเภทเหล็ก (Ferrous) และไม่ใช่เหล็ก (Non – Ferrous)

ขนาดมาตรฐานของเครื่องมีตั้งแต่ความยาวในการตัดขนาด 24 – 144 นิ้ว มีขีดความสามารถในการตัดโลหะแผ่นตั้งแต่เหล็กแผ่นเบอร์ 16 - เบอร์ 10 และ เบอร์ 18 – เบอร์ 12 สำหรับแผ่นสเตนเลส



รูปที่ 4.25 Power Squaring Shear

ตารางระยะฟรีสำหรับใบมีดตัด

SHEAR	AT-ENDS	AT-CENTER
4 Ft-12 And 14 Gauge	**0.003**	**0.002**
6 Ft-14 Gauge	**0.003**	**0.002**
10 Ft-14 Gauge	**0.003**	**0.002**
4 Ft-10 Gauge	**0.004**	**0.003**
6 Ft-10 Gauge	**0.004**	

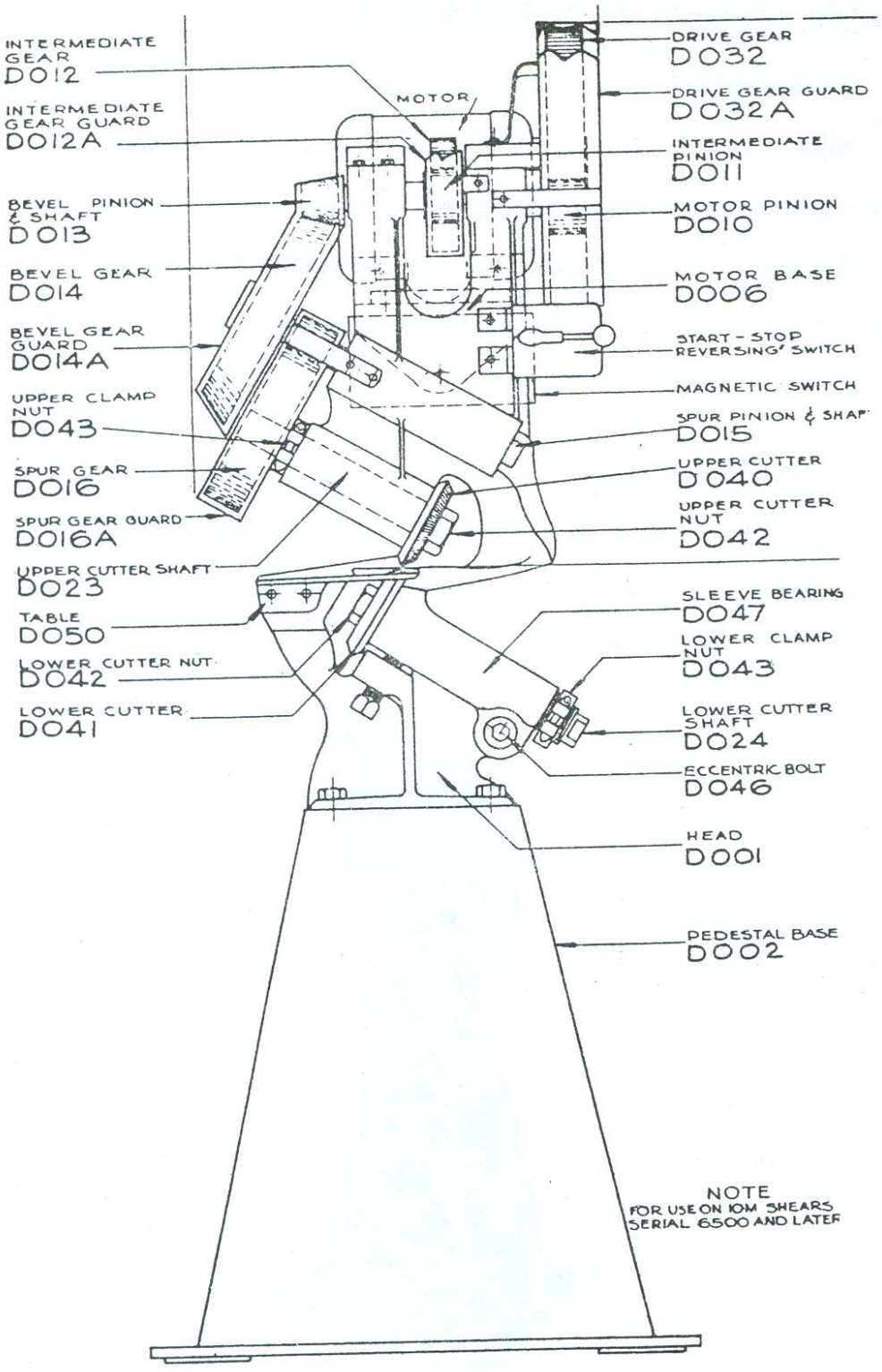
เครื่องตัด THROATLESS POWER SHEAR

เครื่องตัดชนิดนี้ได้ออกแบบขึ้นมาเพื่อตัดเหล็กแผ่น (Mild – Stell) โดยเฉพาะโดยใช้ใบตัดหมุน (Rotary Cutters) ทำการตัด ใบตัดชนิดนี้ได้จัดไว้เพื่อรองรับและทำการป้อนวัสดุ ใบตัดหมุนแต่ละตัวจะตั้งให้มีมุมเยื้องซึ่งกันและกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การทำงานของใบตัดหมุนคล้ายการทำงานของลิ่ม ส่วนขนาดของแผ่นโลหะที่จะนำมาตัดนั้น ไม่จำกัดขนาดความกว้างและความยาว จึงสามารถใช้งานได้สะดวก สามารถตัดงานเส้นตรง, เส้นโค้ง หรือรูปร่างที่ซับซ้อนได้

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง ได้แก่

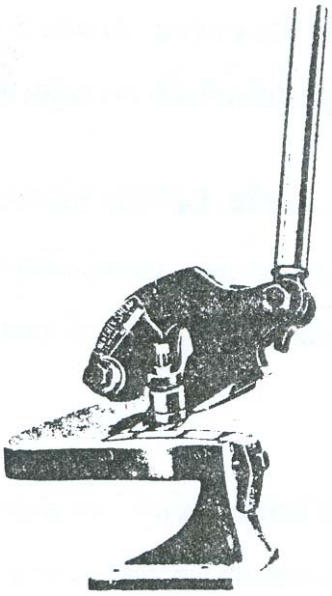
ฐานเครื่อง (Pedestal Base), ใบมีดตัด ด้านล่างและด้านบน (Lower – and – upper cutter) โต๊ะ (Table) ส่วนหัว (Head) และมอเตอร์ (Motor) เครื่องมีขีดความสามารถ ในการตัดเหล็กแผ่น ตั้งแต่เบอร์ 10 จนถึง ½ นิ้ว

รูปที่ 4.26 Throatless power shear.

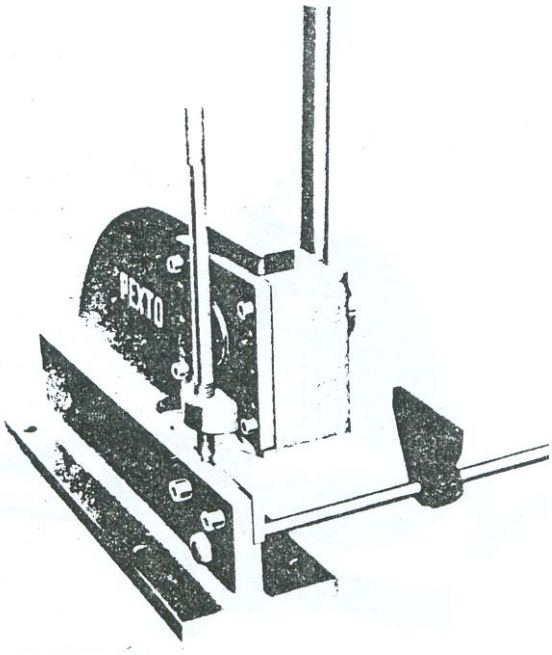


รูปที่ 4.27 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง Throatless power shear.

เครื่องตัด THROATLESS BENCH SHEAR



รูปที่ 4.28 Throatless Bench Shear.



รูปที่ 4.29 Lever Shear.

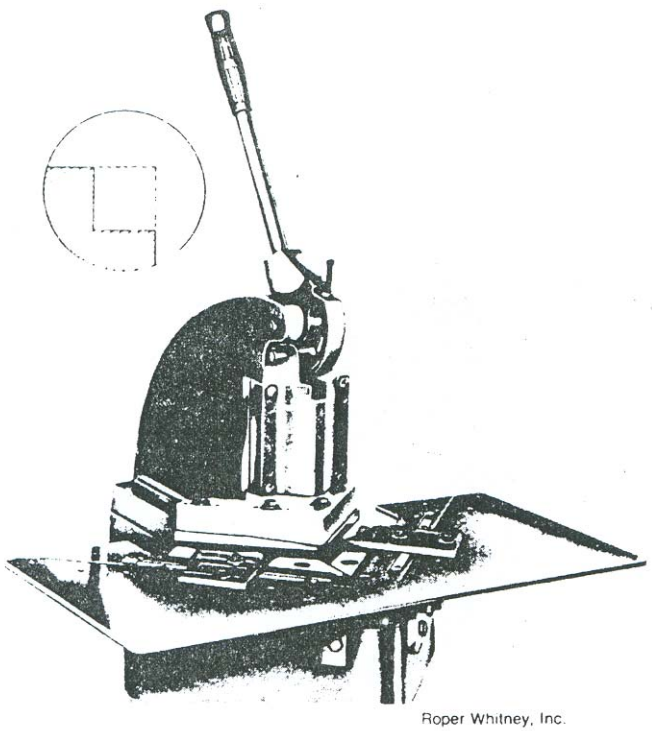
เป็นเครื่องตัดแบบมีคันโยกตัดด้วยมือ นิยมใช้กันมากในงานโลหะแผ่น สามารถตัดเหล็กแผ่นได้หนา 3/16 นิ้ว ใบตัด (Cutting Blade) ออกแบบให้มีลักษณะโค้ง จึงเหมาะสำหรับในการตัดแผ่นงานรูปเส้นโค้งได้ดีกว่างานรูปเส้นตรง

เครื่องตัด SLITTING SHEAR หรือ LEVER SHEAR

เป็นเครื่องตัดแบบมีคันโยกตัดด้วยมือแบบหนึ่งที่นิยมกันมากในการตัดแท่งโลหะกลมขนาดเล็ก และแผ่นโลหะในแนวเส้นตรง สามารถตัดเหล็กแผ่นได้หนาถึง 3/10 นิ้ว

NOTCHER

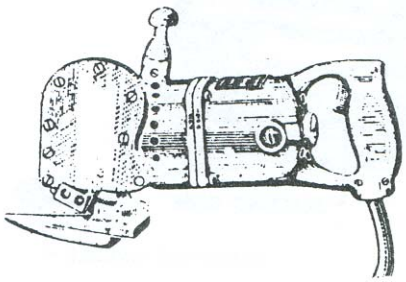
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตัดโลหะแผ่นเป็นมุม 90 องศา เพื่อเตรียมงานในการขึ้นรูปภาชนะหรืออุปกรณ์ รูปกะทะ หรือกล่องต่าง ๆ มีทั้งแบบทำงานด้วยกำลังไฟฟ้า และทำงานด้วยมือ



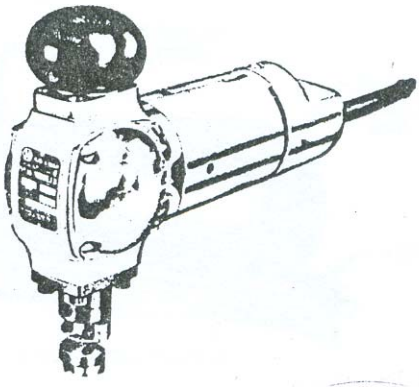
รูปที่ 4.30 Notcher.

MOTOR-DRIVEN HAND SHEAR

เป็นเครื่องมือที่ออกแบบไว้สำหรับตัดโลหะแผ่นในแนวเส้นตรง, เส้นโค้ง และรูปร่างซิกแซ็กแบบต่าง ๆ ได้ดี และได้ขนาดที่เที่ยงตรง สามารถตัดโลหะแผ่นได้หนาตั้งแต่เบอร์ 18 จนถึงเบอร์ 12



รูปที่ 4.31 Motor-Driven-Hand-Shear.



รูปที่ 4.32 Nibbler

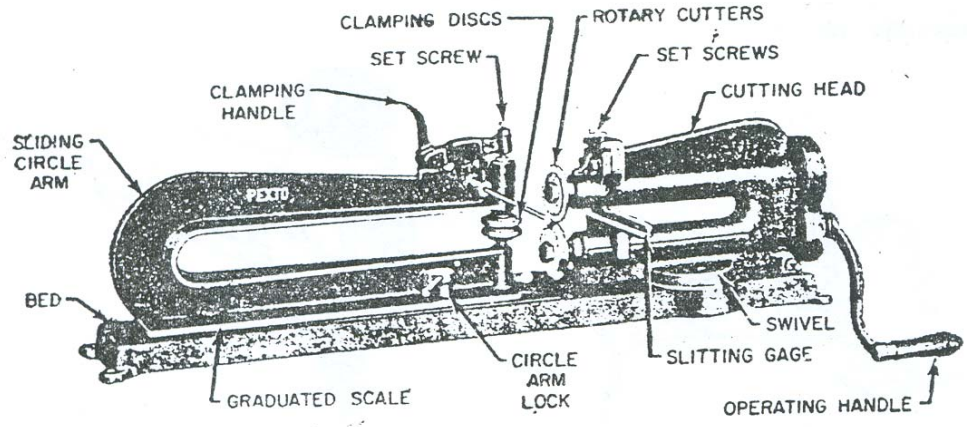
NIBBLER

เป็นเครื่องมือใช้สำหรับตัดแผ่นโลหะซึ่งขณะทำการตัดกระทำได้ อย่างรวดเร็วมาก จนกระทั่งมองด้วยตาเปล่าไม่ทัน สามารถตัดแผ่นโลหะหนาและงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้โดยแผ่นโลหะไม่เกิดการบิดเบี้ยว

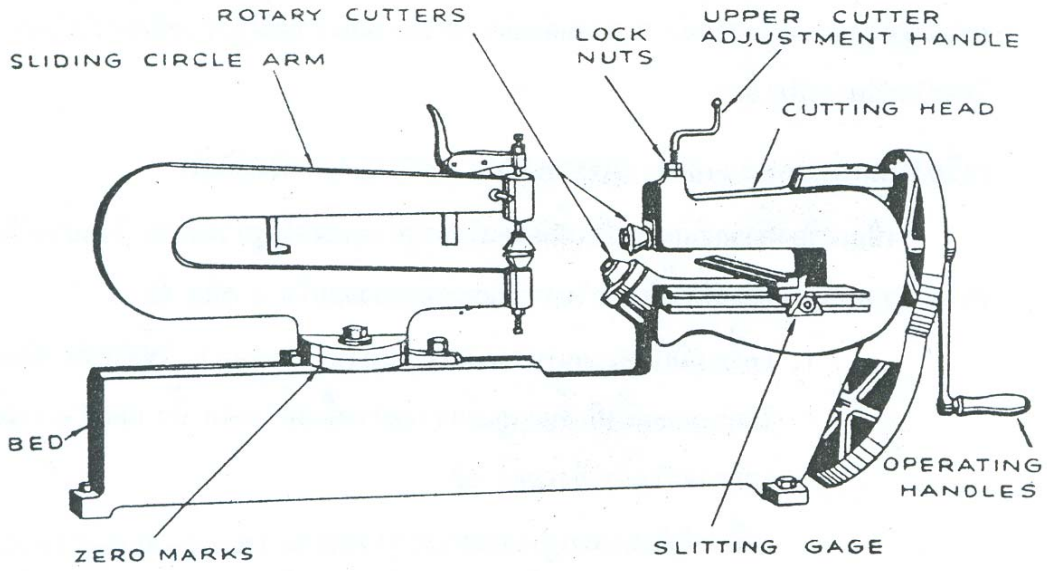
เครื่องตัดแผ่นโลหะวงกลม (FOTARY CIRCULAR SHEAR)

เป็นเครื่องที่ออกแบบสำหรับใช้ตัดแผ่นโลหะรูปวงกลมหรือรูปวงแหวน ได้อย่างเที่ยงตรงและรวดเร็ว เครื่องที่ใช้กันมากในงานโลหะแผ่นแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1. เครื่องตัดโลหะแผ่นรูปวงกลม (Circle Shear) ใช้สำหรับตัดแผ่นโลหะรูปกลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดตั้งแต่ 3 – 48 นิ้ว และสามารถตัดเหล็กแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 22
2. เครื่องตัดโลหะแผ่นรูปวงกลมและรูปวงแหวน (Ring-And-Circle shear) ออกแบบไว้สำหรับตัดแผ่นโลหะได้ทั้งรูปวงกลม และวงแหวน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 3 ½” – 42 ½” สามารถตัดเหล็กแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 20 นอกจากนั้นหัวตัดตัวบน (Upper Cutter) สามารถปรับขึ้นลงได้ ทำให้สามารถใช้งานได้มากกว่าแบบแรก



รูปที่ 4.33 เครื่องตัดโลหะแผ่นรูปวงกลม

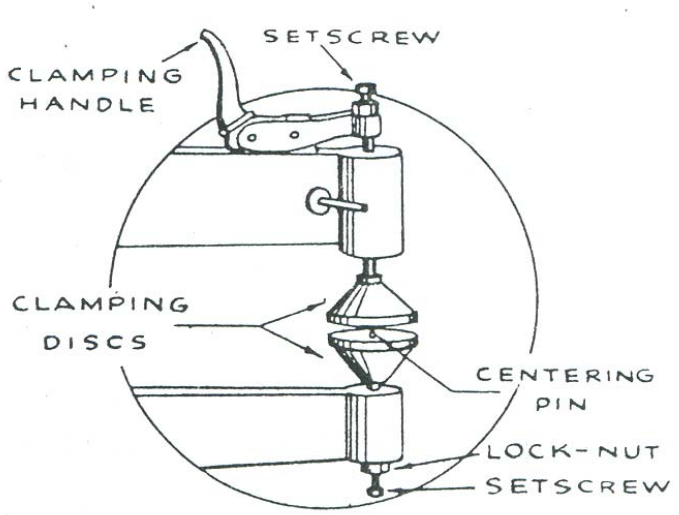


รูปที่ 4.34 เครื่องตัดโลหะแผ่นรูปวงกลมและรูปวงแหวน

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องตัด ได้แก่ หัวตัด (Cutting Head), แขนเลื่อนตัดวงกลม (Sliding Circle Arm), สเกลปรับระยะ (Graduated Scale), Slitting Gage

หัวตัด (Cutting Head) ของเครื่องมี 2 ตัว มีลักษณะเป็นรูปวงกลม หมุนตัดแผ่นโลหะได้โดยมีชุดเฟืองส่งกำลังจากมือหมุน หัวตัดตัวบน (Upper Cutter) สามารถปรับขึ้นลงได้โดยหมุนมือหมุนเหนือหัวตัด และสามารถตั้งระยะต่ำสุดได้ โดยการตั้ง Lock Nuts 2 ตัว ส่วนระยะระหว่างหัวตัดนั้นสำหรับวัสดุบาง ๆ ควรตั้งให้สัมผัสกันแต่อย่าถูกัน ถ้าเป็นโลหะแผ่นหนาระยะระหว่างหัวตัดทั้งสองต้องมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับคู่มือการใช้ของผู้ผลิต

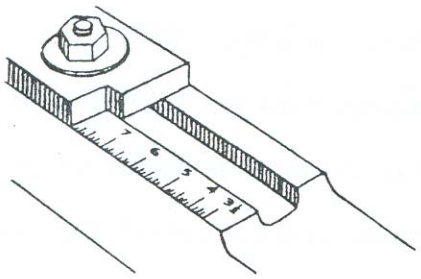
แขนเลื่อนตัดวงกลม (Sliding – Circle arm) จะมีลักษณะเป็นรูปตัว ยู ปลายทั้งสองข้างจะมีแผ่นจานสำหรับจับยึดแผ่นงานติดอยู่ แผ่นจานตัวบน (Upper Disc) เลื่อนขึ้นลงโดยหมุนมือหมุน (Clamping Handle) ส่วนแผ่นจานตัวล่าง (Lower Disc) จะมีสลักหาศูนย์กลาง (Centering Pin) ซึ่งจะช่วยยึดแผ่นงานขณะทำการตัดอีกด้วย



รูปที่ 4.35 อุปกรณ์จับยึดงาน

ฐานเครื่อง (BED) เป็นส่วนที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทั้งหมด

สเกลปรับระยะ (Graduated – Scale) จะอยู่บนด้านข้างของฐานเครื่อง (Bed) ใช้สำหรับตั้งระยะของแขนเลื่อน (Circle – Arm) เพื่อตั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของงานที่จะตัด ปกติสเกลปรับระยะจะแบ่ง 1 นิ้ว ออกเป็น 8 ส่วน



รูปที่ 4.36 สเกลปรับระยะ

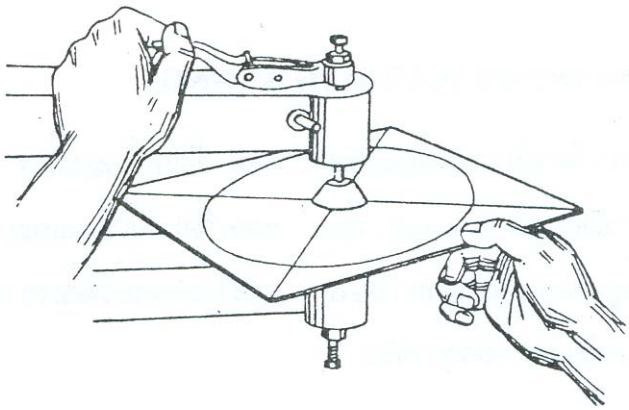
Slitting Gage มีลักษณะเป็นแขนที่สามารถปรับเคลื่อนที่ได้ยึดติดกับฐานเครื่องด้วยโบลต์ มีหน้าที่สำหรับปรับแผ่นงานสำหรับการตัดในแนวเส้นตรง และตั้งระยะความกว้างของแผ่นงานที่จะทำการตัด

การตัดแผ่นโลหะวงกลม (CUTTING A CIRCLE)

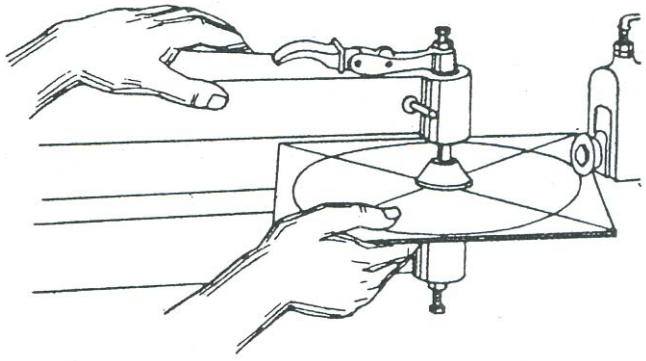
ขั้นตอนการทำงาน

1. ตอกนำศูนย์จุดศูนย์กลางของแผ่นโลหะด้วยเหล็กตอกนำศูนย์
2. ขีดเส้นรองวงของวงกลมด้วยวงเวียน
3. วางแผ่นงานลงบน Lower Disc
4. ปรับ Lock – Nuts เลื่อน Clamping Disc ให้ตำแหน่งของแผ่นงานอยู่ในตำแหน่งต่ำสุดของหัวตัดตัวบน (Upper Cutter)
5. เลื่อนหัวตัดตัวบนขึ้น
6. จับแผ่นงานด้วยมือขวา วางตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแผ่นงานลงบน Center Pin ของ Disch Clamp
7. ยึดแผ่นงานโดยหมุน Clamping Handle ด้วยมือซ้าย (รูปที่ 4.37)
8. คลาย Lock – Nut แขนเลื่อนตัด (Sliding Circle Arm)

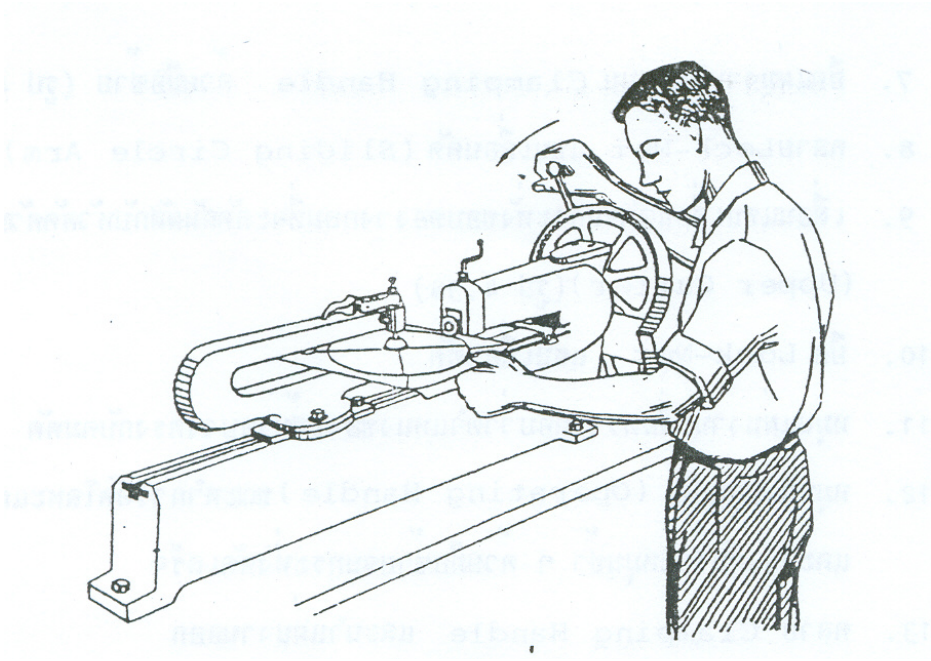
9. เลื่อนแขนเลื่อนตัดจนกระทั่งขอบของวงกลมที่จะตัดสัมผัสกับหัวตัดตัวบน (Upper Cutter) (รูปที่ 4.38)
10. ยึด Lock – Nut แขนเลื่อนตัด
11. หมุนแผ่นงานเพื่อตรวจสอบว่าตำแหน่งของเส้นรอบวงตรงกับคมตัด
12. หมุนมือหมุนตัด (Operating Handdle) ขณะทำการตัดโลหะแผ่นด้วยมือขวา และจับแผ่นงานหมุนช้า ๆ ด้วยมือซ้ายจนกระทั่งตัดเสร็จ
13. คลาย Clamping Handle และนำแผ่นงานออก



รูปที่ 4.37 ทำการยึดแผ่น



รูปที่ 4.38 ทำการปรับตั้งแขนเลื่อนตัด



รูปที่ 4.39 ทำการตัดแผ่นโลหะ

การตัดแผ่นโลหะวงแหวน (CUTTING A RING)

ปฏิบัติเช่นเดียวกับการตัดแผ่นโลหะวงกลม ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 – 12 เพื่อตัดเส้นรอบวงภายนอกของวงแหวน แล้วคลาย Lock – Nut แขนเลื่อนตัดเลื่อนแขนเลื่อนไปข้างหน้าอีกเป็นระยะเท่าใดนั้น ให้ดูจากสเกลบนฐาน (Bed) เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้ว ขัน Lock – Nut ให้แน่น แล้วทำการตัดเส้นรอบวงภายใน

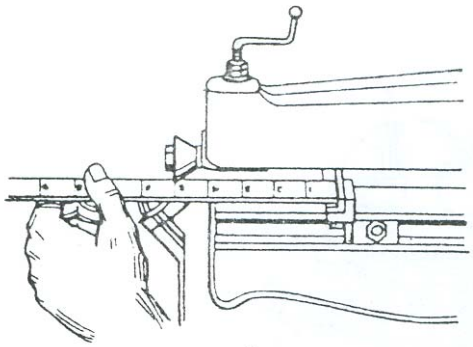
การใช้ SLITTING – GAUGE ช่วยตัดแผ่นโลหะ

1. ปรับตั้งระยะความกว้างของชิ้นงานที่จะทำการตัดด้วยบรรทัดเหล็ก โดยวัดระยะจากขอบคมตัดของคมตัดตัวบน (Upper Cutter) จนถึง Slitting - Gage

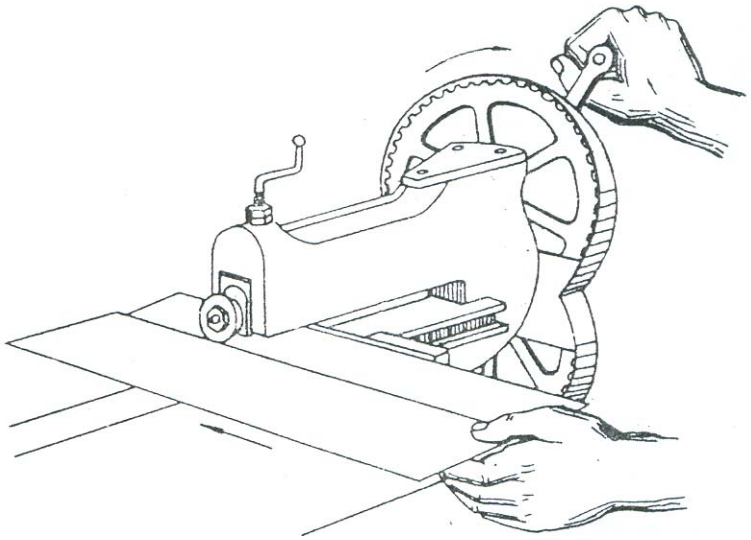
2. ปรับตั้งคมตัดตัวบน Upper Cutter จับแผ่นงานด้วยมือซ้าย โดยให้ขอบงานด้านหนึ่งชิดกับ Slitting – Gage แล้วทำการหมุนมือหมุนตัด (Operating Handle)

หมายเหตุ

ถ้าตัดชิ้นงานยาวมาก ๆ หรือสั้น ๆ ควรมีอุปกรณ์ในการช่วยป้อนตัดหรือคนงานอีกคนหนึ่ง ช่วยจับป้อนชิ้นงานเพื่อจะได้แนวตัดที่เที่ยงตรง



รูปที่ 4.40 การปรับตั้ง Slitting Gage

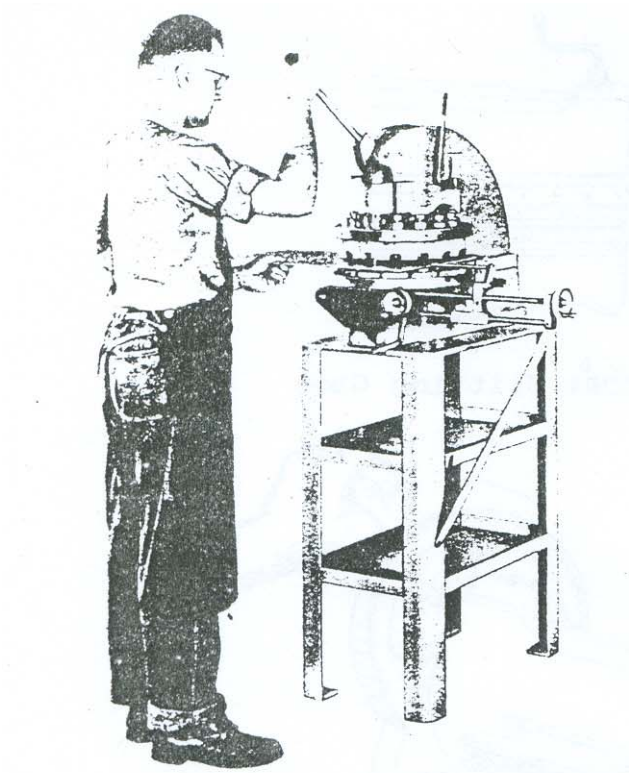


รูปที่ 4.41 ทำการป้อนตัดชิ้นงาน

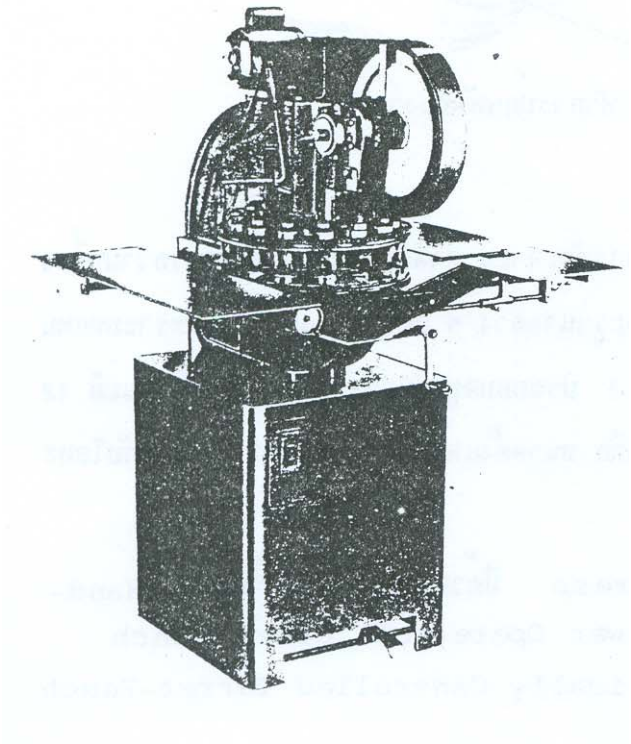
TURRET PUNCH PRESS

เป็นเครื่องที่ออกแบบสำหรับทำการตัดเจาะรู สำหรับงานผลิตที่ต้องการความเที่ยงตรงและความรวดเร็ว สามารถทำการเจาะรูขนาดต่าง ๆ กันได้อย่างรวดเร็วเพราะบนแท่นเครื่องมีชุดตัดเจาะ (Punch และ Die) ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปจะมี 12 ชุด หรือ 18 ชุด ส่วนขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ ขนาดตั้งแต่ 1" – 12" สามารถใช้กับโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 11

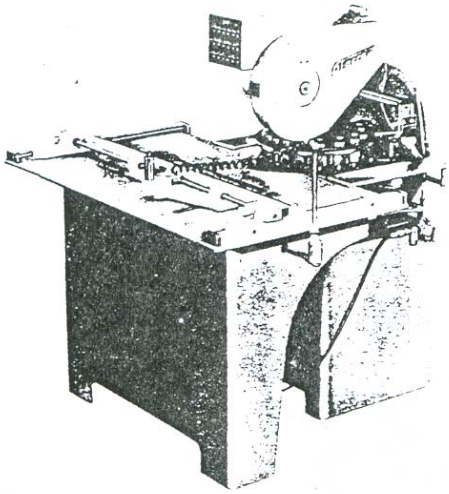
เครื่อง Turret Punch Press มีด้วยกันหลายแบบ ได้แก่ แบบ Hand Operated Turret Punch, Power Operated Turret Punch Stylus Turret Punch, Numerically Controlled Turret – Punch



รูปที่ 4.42
แบบทำงานโดยการใช้มือโยกตัดเจาะ
Hand – operated turret punch press.



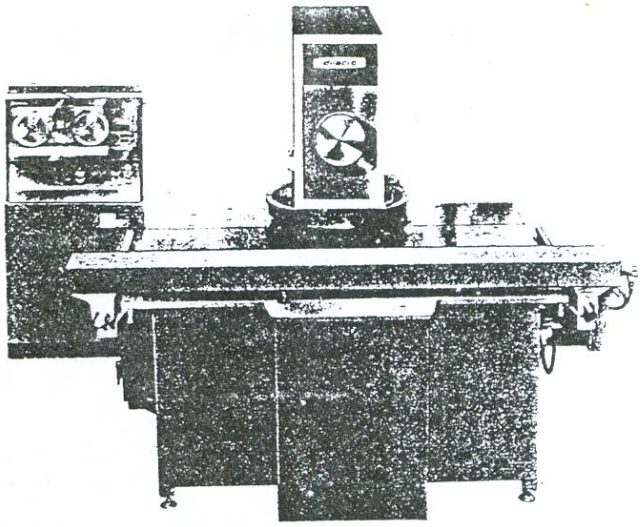
รูปที่ 4.43
แบบทำงานโดยใช้กำลังไฟฟ้า
Power – operated turret punch press.



รูปที่ 4.44

Stylus turret punch press.

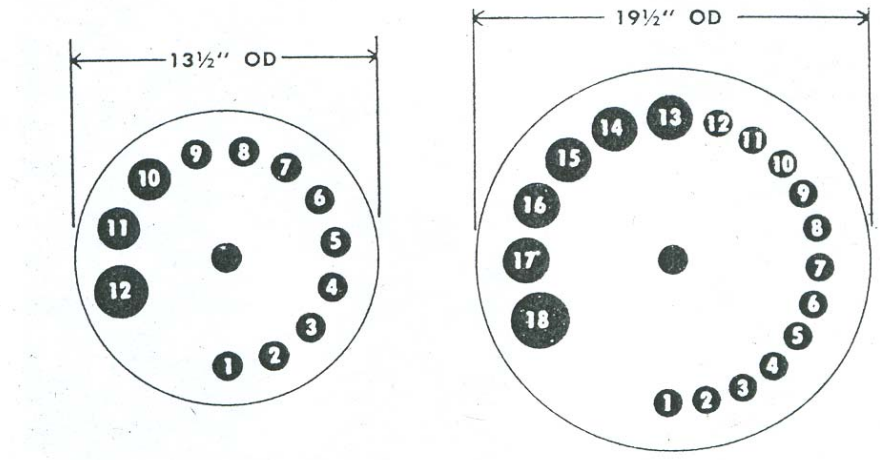
ทำงานโดยใช้กำลังไฟฟ้า สามารถตัดเจาะรูที่มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ ได้ถึง 18 ขนาด



รูปที่ 4.45

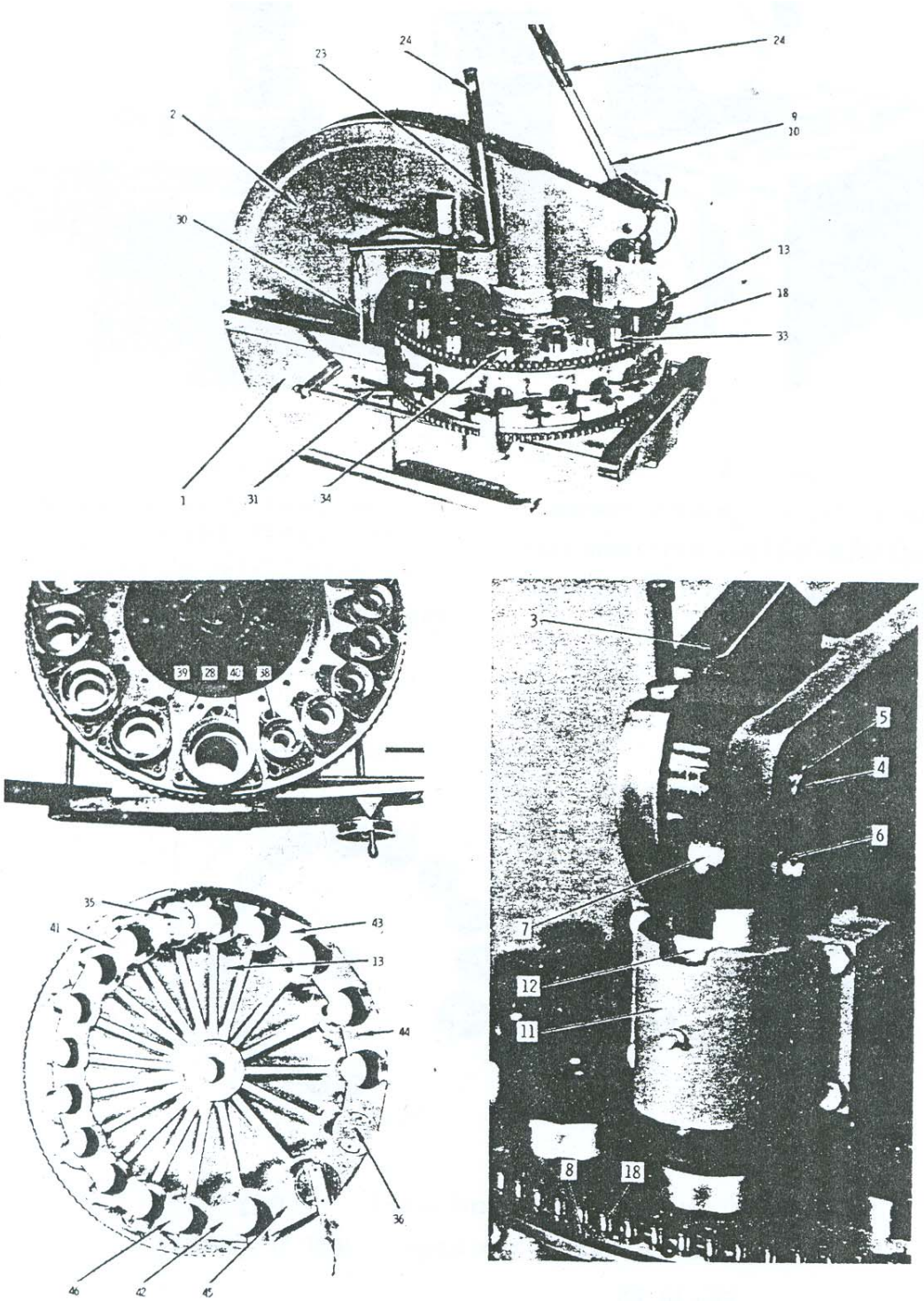
A numerically controlled turret punch press.

ทำงานโดยใช้กำลังไฟฟ้าและระบบป้อนข้อมูลตัวเลข

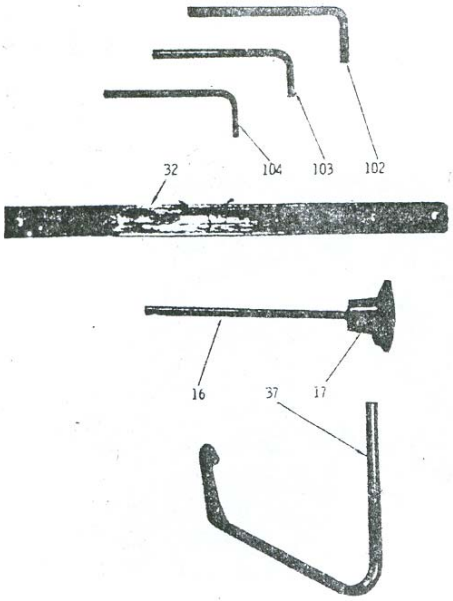


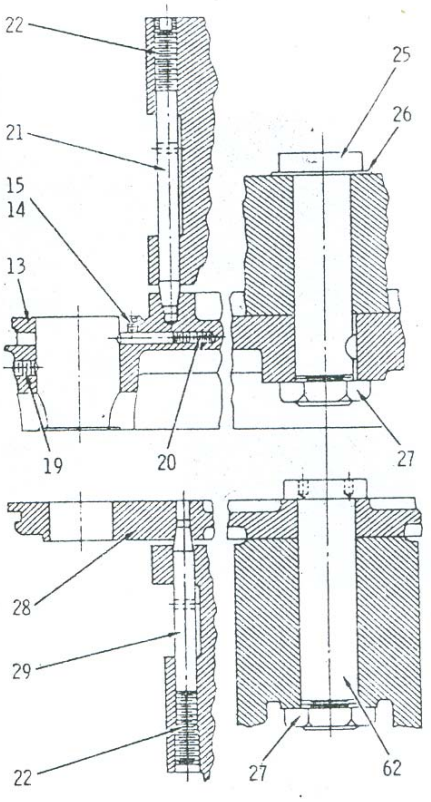
รูปที่ 4.46 ชุดตัดเจาะ (punch and die) มาตรฐานของ Turret – Punch presses แบบ 12 ชุด และ แบบ 18 ชุด

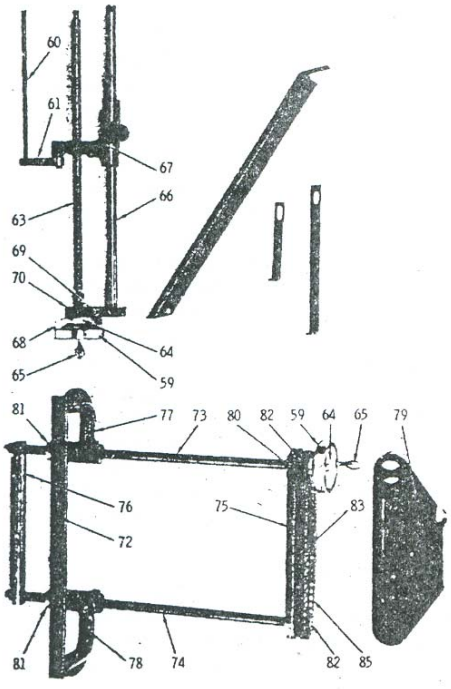
ส่วนประกอบของเครื่อง Hand Operated Turret Punch

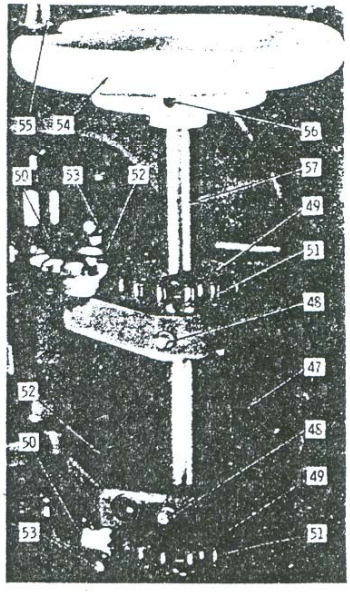


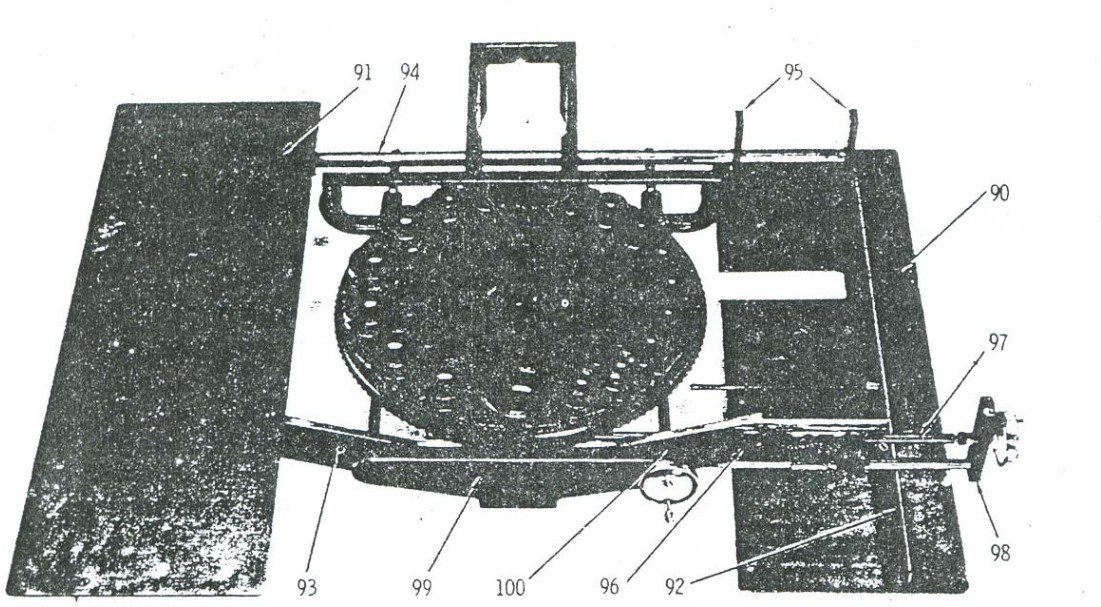
รูปที่ 4.47


32
104
103
102
16
37
17


22
25
26
21
15
14
13
19
20
27
28
29
22
27
62


60
61
67
66
63
69
70
68
64
65
59
81
77
73
80
82
59
64
65
79
76
75
83
72
81
78
74
82
85


55
54
56
50
53
52
57
49
51
48
47
52
50
45
49
53
51

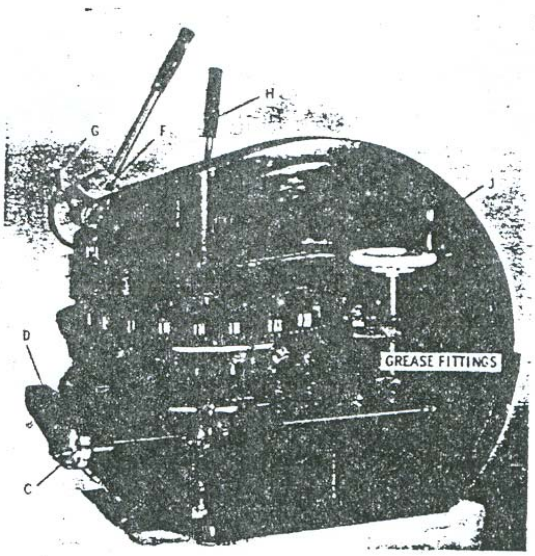


รายชื่อชิ้นส่วน

1 Base	26 Bearing (thrust)	51 Chain # 41	76 Gauge supp rod A
2 Upper casting	27 Turret nut	52 Sprocker bearing	77 Lead screw clamp R
3 Cam	28 Lower turret	53 Grease Fitting	78 Lead screw clamp L
4 Cam pin	29 Index pin B	54 Index wheel	79 Chain cover
5 Retaining rings	30 Cable assembly	55 Handle	80 Indicator
6 Cam roller pin	31 Index handle B	56 Dowel pin	81 Lead screw nut
7 Roller	32 Stripper wrench	57 Index wheel shaft	82 Lead screw sprocket
8 Decals No.1 – 12	33 Punch holder, small	59 Calibration ring	83 Chain
9 Short-handle arm assembly	34 Punch holder, large	60 Side material gauge	85 Chain tightener
10 Long-handle arm assembly	35 Striper, small	61 Gauge arm	90 Table, right
11 Cap	36 Stripper, large	62 Turret bolt, lower	91 Table, left
12 Ram	37 Puller	63 Lead screw C	92 Angle
13 Upper turret	38 Die holder A	64 Gauge wheel	93 Table support bar
14 Guide pin A (1 ¾" long)	39 Die holder B	65 Handle	94 Table support rod
15 Guide pin B (1 ¼" long)	40 Die holder C	66 Gauge supp rod B	95 Table support block
16 Pin retractor	41 Stripper clip A	67 Lead screw clamp C	96 Gauge support rod C
17 Plastic knob	42 Stripper clip B	68 Indicator	97 Lead screw D
18 Chain	43 Stripper clip C	69 Indicator mount	98 Indicator mount B
19 Ball plungers	44 Stripper clip D	70 Bearing sleeve	99 Table chain cover
20 Spring	45 Stripper clip E	71 Side gauge bracket	100 Indicator B
21 Index pin A	46 Grooved drive studs	72 Material back gauge	101 Stand
22 Spring	47 Index mount	73 Lead screw A	102 3/16" Socket screw key
23 Index handle A	48 Grease fitting	74 Lead screw B	103 5/32" Socket screw key
24 Plastic handle grip	49 Index sprocket A	75 Gauge support bar	104 1/8" Socket screw key
25 Turret bolt upper	50 Index sprocket B		

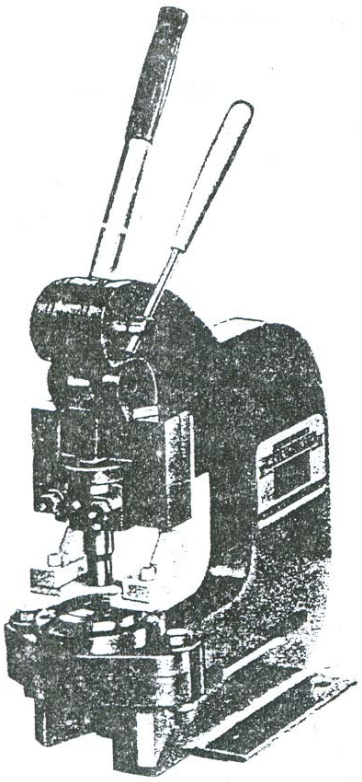
หลักการทำงานด้วยเครื่อง Hand - Operated Turret Punch

1. โลหะที่จะนำมาทำการตัดเจาะต้องทำการร่างแบบและทำเครื่องหมายให้ชัดเจน
2. ดึงแขนโยก H มาข้างหน้า
3. หมุนมือหมุน J เพื่อเลื่อนชุดตัดเจาะ (Punch และ Die) สำหรับแบบที่มีชุดตัดเจาะ 18 ชุด แต่ถ้าเป็นแบบชุดตัดเจาะ 12 ชุด จะต้องดึงที่หัวจับ Die เพื่อทำการหมุน เพราะว่าชุดตัดบนและล่างทำงานอิสระต่อกัน
4. นำแผ่นโลหะงานสอดเข้าไประหว่างชุด Punch และ Die ให้ตรงตามตำแหน่งที่ได้
5. ทำการโยกแขนโยกทำการตัดเจาะงาน

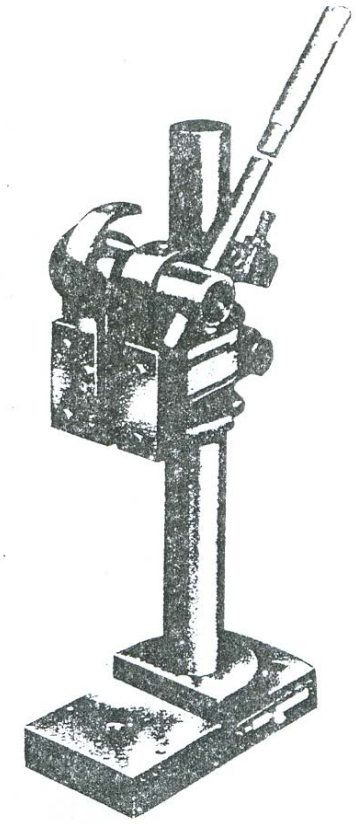


HAND METAL PUNCH

เป็นเครื่องมือที่ออกแบบไว้ใช้สำหรับการตัดเจาะรู สำหรับโลหะแผ่นได้หนาถึงเบอร์ 14 ขนาดรูโตสุดที่สามารถทำการเจาะได้มีขนาดถึง 2 นิ้ว

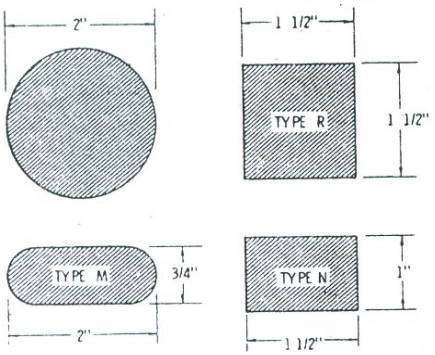


รูปที่ 4.48 Hand metal punch

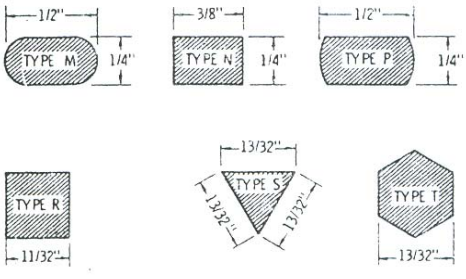


รูปที่ 4.49 The “adjustogap” cam press.

CAM PRESS เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตัดเจาะรูรูปต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาด 1/16” – ½”



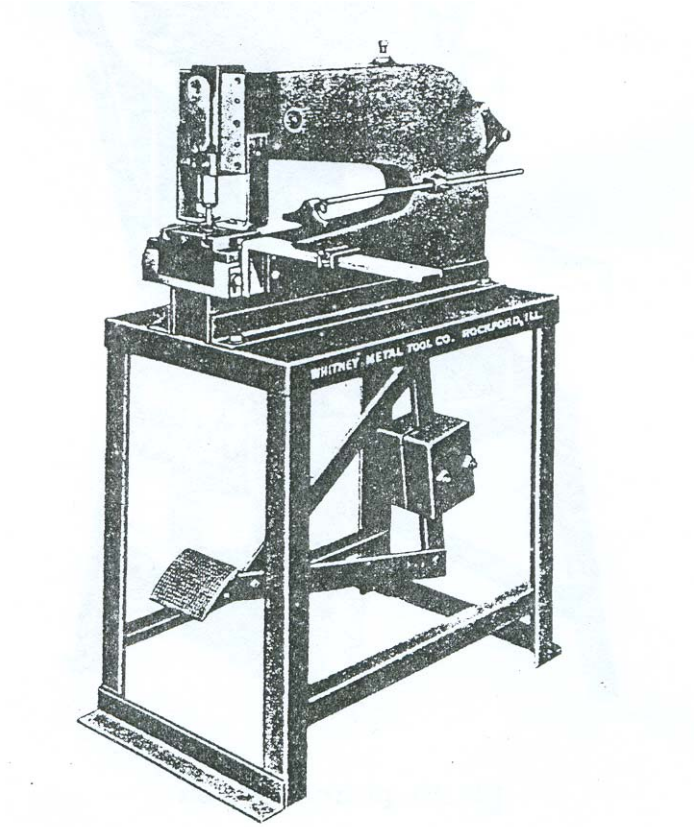
รูปที่ 4.50 Punch และ Die ขนาดโตสุดใช้กับเครื่อง Hand metal punch



รูปที่ 4.51 Punch และ Die ขนาดโตสุดที่ใช้กับ Cam Press

FOOT PRESS

เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้สำหรับการตัดเจาะรูงานบนโลหะแผ่นได้โตถึง 2 นิ้ว สำหรับโลหะแผ่นหนาเบอร์ 16 สามารถทำการโยกตัดแผ่นงานด้วยการ ใช้เท้าเหยียบ (Foot Press) ที่ Foot Treadle ของเครื่อง



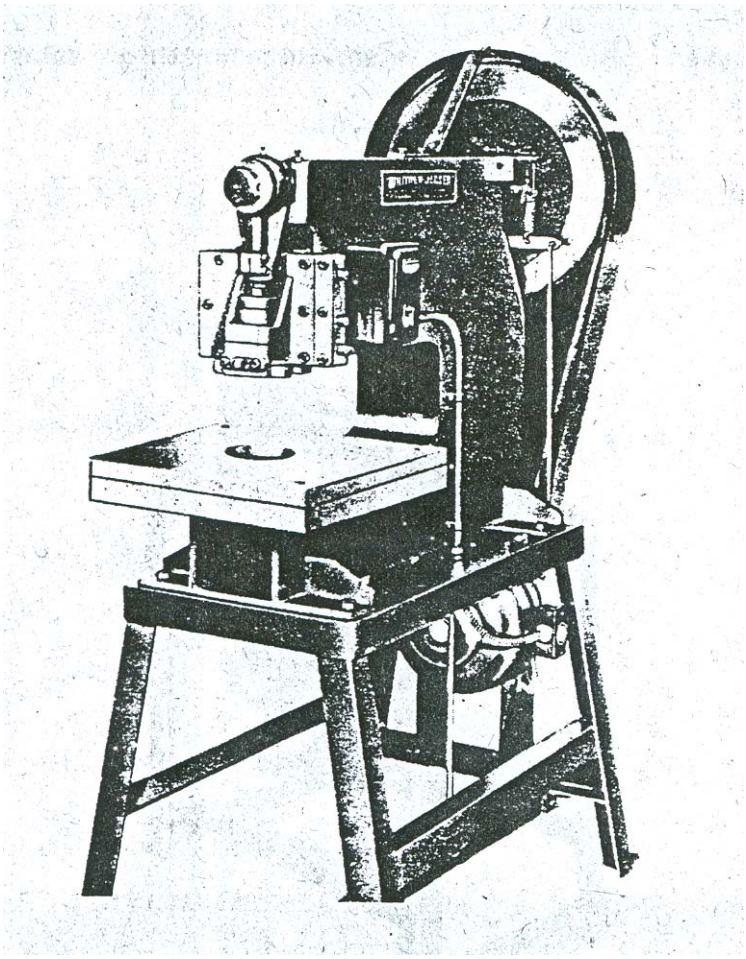
รูปที่ 4.52 Foot Press

PUNCH PRESS

เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับปั๊มตัดเจาะโลหะแผ่น การขึ้นรูปโลหะแผ่น (forming) การย้ำหมุด (riveting) และการขึ้นลอน

การตัดเจาะรูนั้นสามารถเจาะได้ครั้งละจำนวนรูเดียว หรือถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่สามารถทำการเจาะได้ครั้งละหลาย ๆ รูพร้อมกัน

ขนาดของเครื่องมีตั้งแต่ 5 – 60 ตัน มอเตอร์ที่ใช้ส่งกำลังมีตั้งแต่ขนาด 1/3 – 5 กำลังม้า (HP.)



รูปที่ 4.53 punch press

บทที่ 5

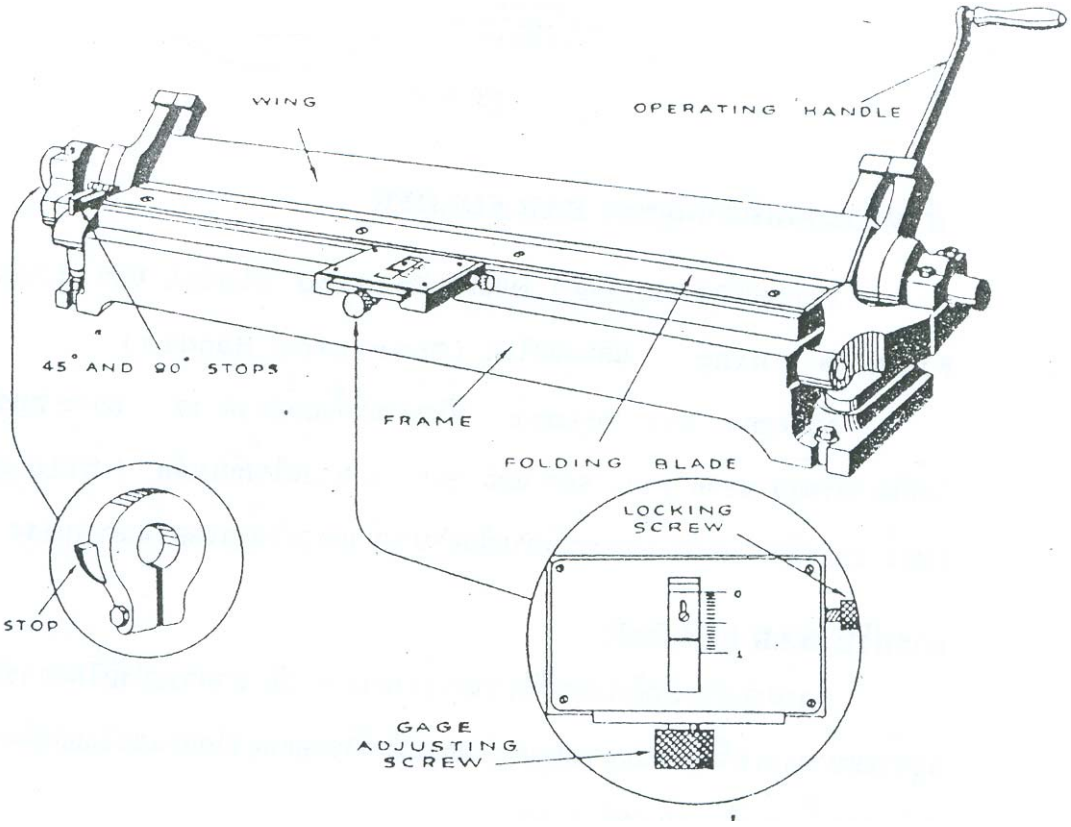
เครื่องจักรพับโลหะ

BAR FOLDER AND BRAKE

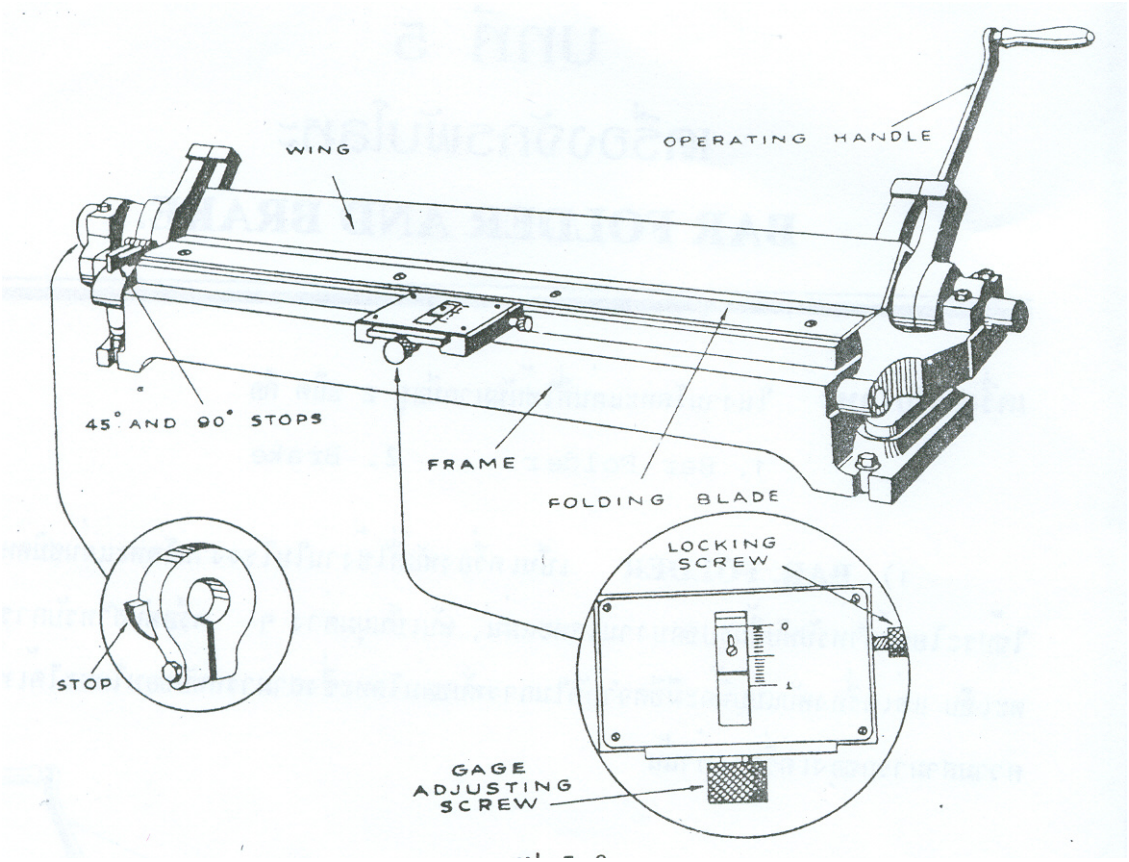
เครื่องพับโลหะ ในงานโลหะแผ่นที่ใช้กันมากมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. Bar Folder 2. Brake

1) BAR. FOLDER เป็นเครื่องพับที่ใช้งานในโรงงานโลหะแผ่นชนิดหนึ่งที่ใช้ประโยชน์สำหรับพับขึ้นรูปขอบงานโลหะแผ่น, พับเป็นมุมต่าง ๆ หรือพับสำหรับการเข้าตะเข็บ แต่เครื่องพับแบบนี้จะมีขีดจำกัดในการพับขอบโลหะซึ่งสามารถพับขอบโลหะได้เท่ากับความสามารถของเครื่องเท่านั้น



รูปที่ 5.1 Bar Folder แบบที่ 1



รูปที่ 5.2

ส่วนประกอบที่สำคัญของ BAR FOLDER

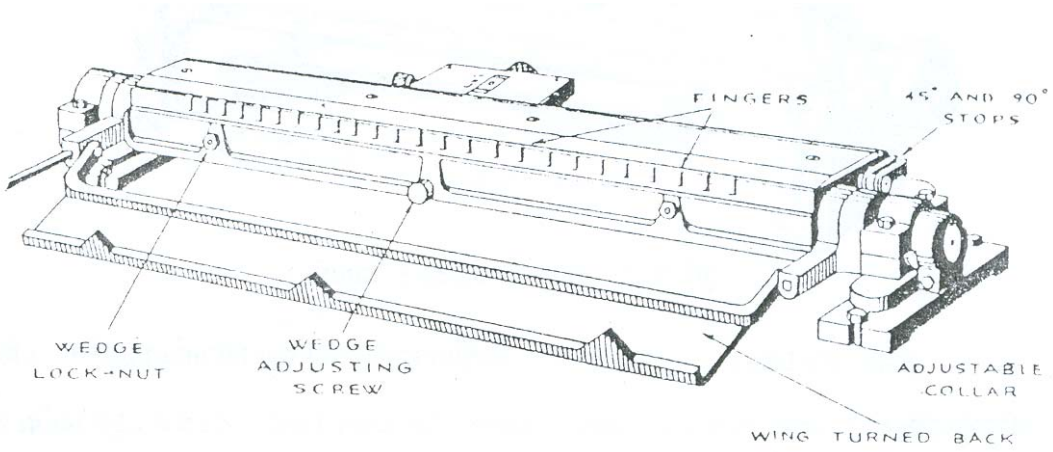
โครงเครื่อง (Frame), ใบพับ (Folding Blade), ปาก (Jaw) และ Fingers, Wing และแขนโยก (Operating Handle)

ขนาดของ Bar Folder ที่ใช้งานมีตั้งแต่ขนาด 17" – 60" ส่วนขนาดที่นิยมใช้กันมากได้แก่ ขนาด 21", 30" และ 36" สามารถใช้กับเหล็ก (Mild Steel) เบอร์ 22 หรือบางกว่า ถ้าการพับทำเป็นจำนวนมากควรใช้มอเตอร์ช่วยผ่อนแรง

การปรับ BAR FOLDER

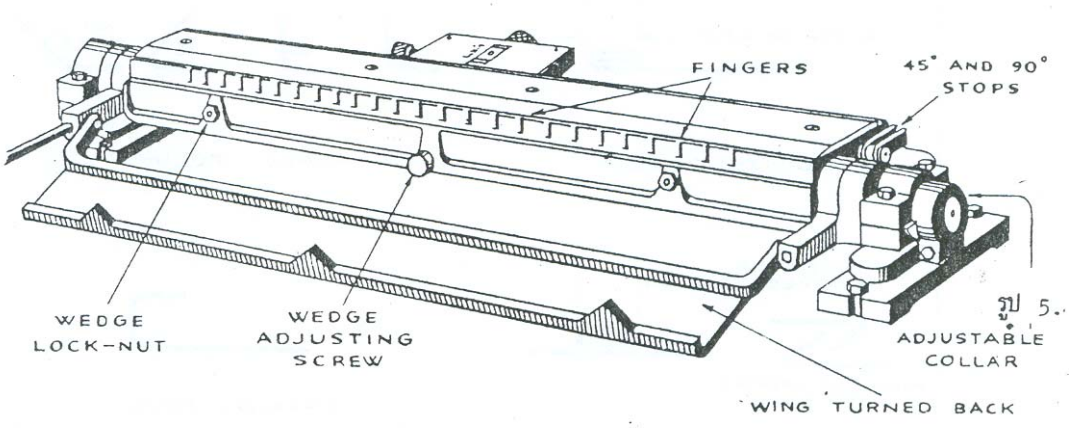
การปรับสำหรับพับโลหะที่มีความกว้างต่าง ๆ กัน สามารถปรับโดยการใช้เกจซึ่งอยู่ด้านหน้าของเครื่อง โดยการหมุนปรับสนกรูเพื่อตั้งระยะของโลหะแผ่นโดยปกติจะสามารถปรับระยะตั้งแต่ 3/32" – 1" (รูปที่ 5.2)

การพับมุม 45° หรือมุม 90° นั้น สามารถทำได้โดยการใช้แขนเล็ก ๆ เป็นตัวตั้งระยะ (Stops) ส่วนการพับมุมตั้งแต่ 0° – 120° นั้น สามารถปรับที่ Collar ที่อยู่ส่วนปลายของเพลา (รูปที่ 5.3, 5.4)

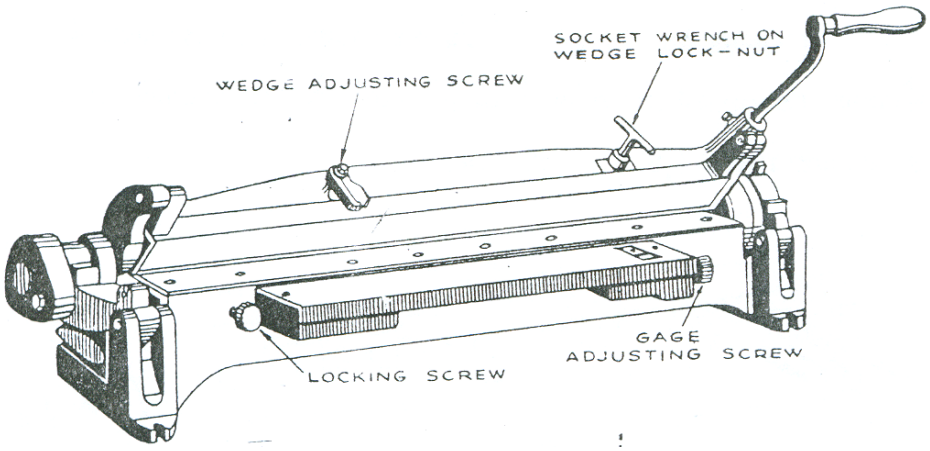


รูปที่ 5.3 ด้านหลังของ Bar Folder แบบที่ 1

การปรับเพื่อให้ขอบที่ได้จากการพับคมชัดนั้นสามารถทำได้โดยการปรับเลื่อน Wing ขึ้นหรือลง โดยปรับ Wedge – Adjusting Screw และ Wedge Lock – Nut



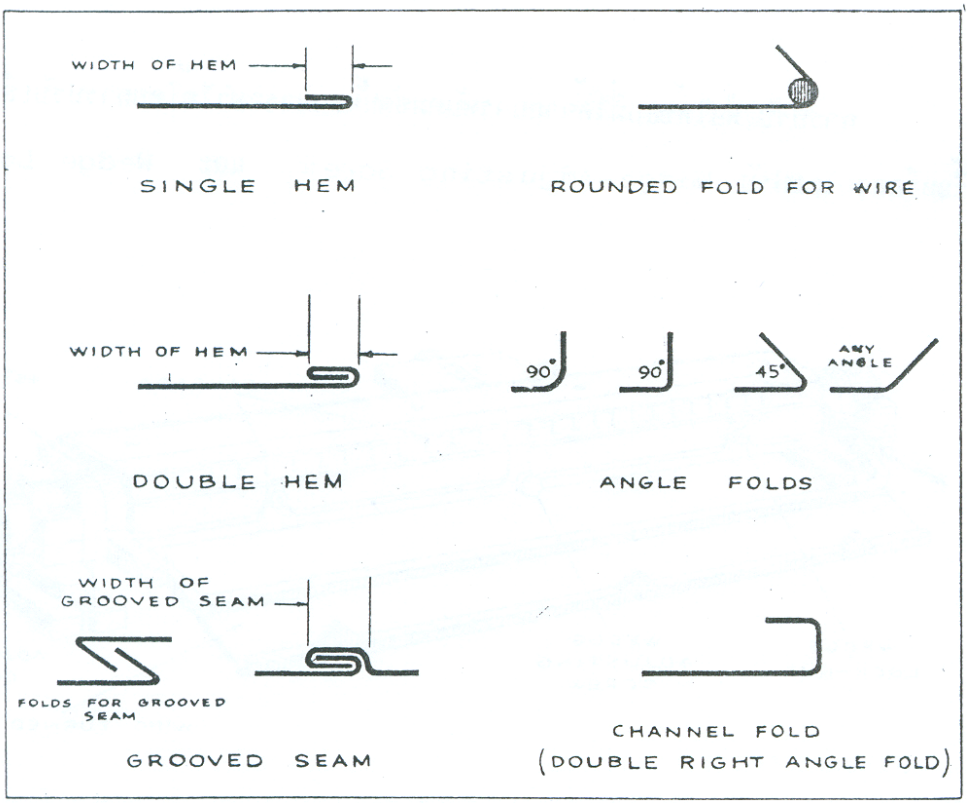
รูปที่ 5.4



รูปที่ 5.5 Bar Folder แบบที่ 2

Bar – Folder รูปที่ 5.5 มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับแบบแรก เพียงแต่ตำแหน่งของ Lock – Screw และ Gage Adjusting Screw อยู่ต่างกันเท่านั้น

ลักษณะของขอบและมุมต่าง ๆ ที่ขึ้นรูปโดย BAR FOLDER



รูปที่ 5.6

การใช้ BAR FOLDER

ก่อนทำการใช้ต้องปรับ Wing และ Gage ให้เหมาะสมและถูกต้องกับงานที่ต้องการพับเสียก่อน เช่น ปรับ Wing สำหรับการพับเพื่อให้ได้ขอบงานเป็นสันตรง หรือขอบงานเป็นสันโค้ง ส่วนการปรับเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของโลหะ เช่น โลหะแข็งและโลหะอ่อน ควรปรับ Wing และระยะระหว่างปาก (Jaw) และใบพับ (Folding Blade) ระยะความกว้างในการพับต่ำสุดของ Bar Folder นั้นขึ้นอยู่กับความหนาของโลหะ เช่น

เหล็ก Mild Steel นัมเบอร์ 24 ระยะพับต่ำสุดที่ 3/32”

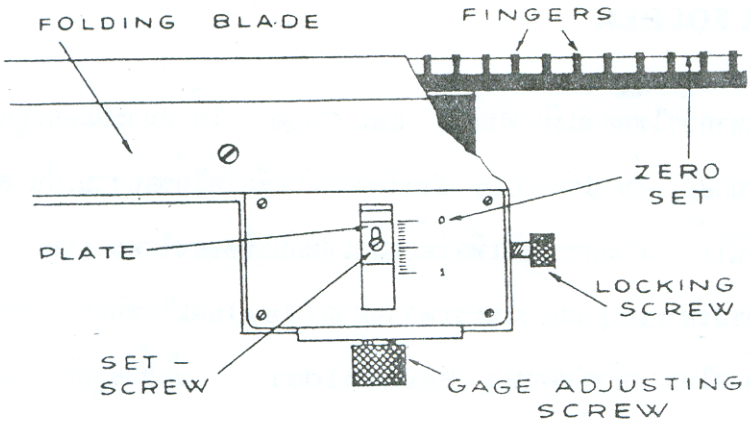
เหล็ก Mild Steel นัมเบอร์ 22 ระยะพับต่ำสุดที่ 1/8”

ข้อควรระวังในการใช้ Bar Folder

1. วัสดุที่หนากว่าหรือเกินกว่าขีดจำกัดของเครื่องไม่ควรนำมาขึ้นรูป
2. ลวด, หรือแท่งโลหะกลมไม่ควรนำมาขึ้นรูป
3. ไม่ควรใช้ Bar Folder เป็นที่รองรับในการเคาะด้วยค้อน สำหรับการทำให้แผ่นโลหะเรียบ
4. ควรทำความสะอาดอยู่เสมอ และหลังใช้งานควรชะโลมน้ำมัน
5. ไม่ควรปรับให้ Wing และใบพับ (Folding Blade) สัมผัสกัน

การตรวจสอบและการปรับตั้ง GAUGE

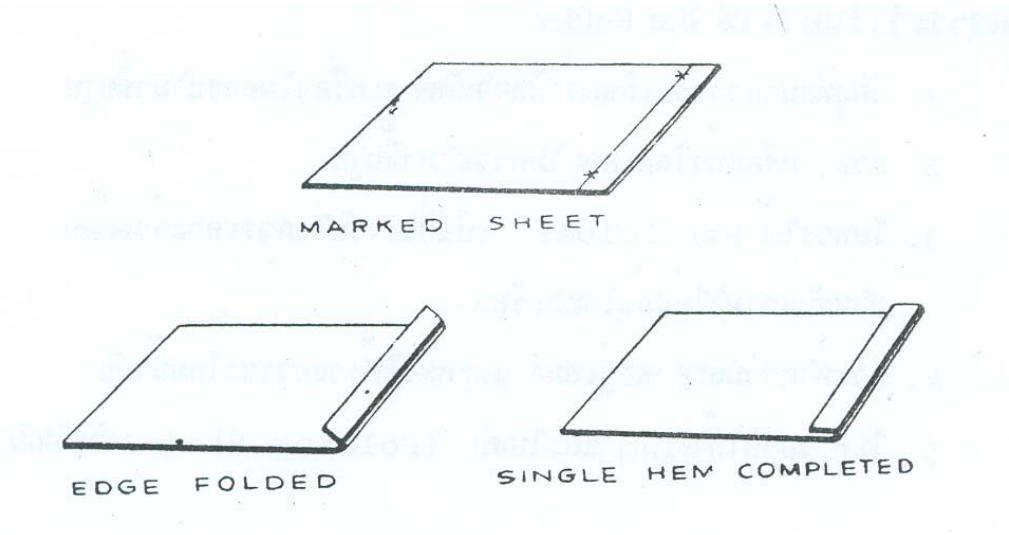
กระทำโดยการคลาย Locking Screw และหมุน Gage Adjusting Screw จนกระทั่ง Fingers มีระดับเสมอกับขอบของใบพับ (Folding Blade) แนวเส้นบนแผ่น plate ควรตรงกับเส้นศูนย์ (Zero) ถ้าไม่ตรงกันต้องคลายสกรูแล้วปรับแผ่น Plate ใหม่



รูปที่ 5.7 การปรับตั้งเกจ

การพับขอบเดี่ยว (Making – A Single Hem)

การพับขอบเดี่ยวนั้นมีหลักการทำงานใหญ่ ๆ อยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการพับขอบ และขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนการพับแนวราบ

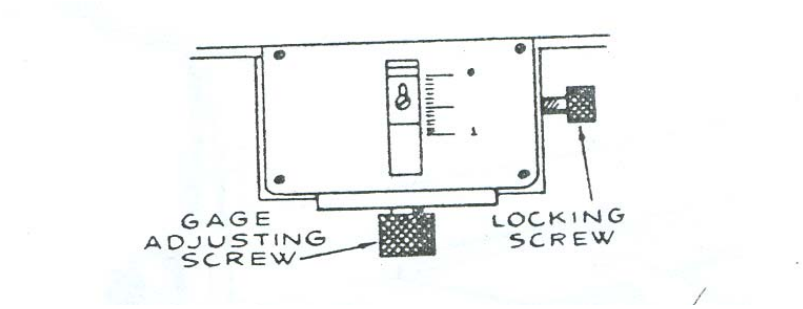


รูปที่ 5.8 ขั้นตอนในการพับขอบ

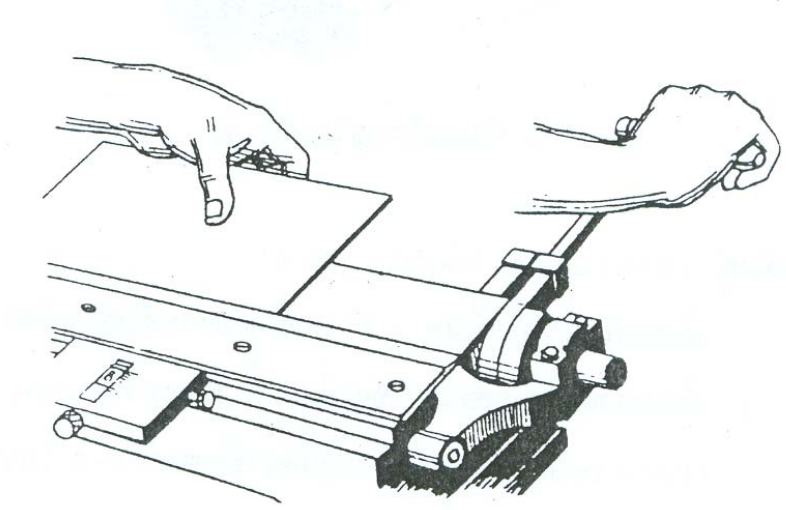
ขั้นตอนการทำงาน

1. คลาย Locking Screw
2. ปรับเกจโดยปรับที่ Adjusting Screw โดยตั้งให้ความกว้างน้อยกว่าความกว้างของตะเข็บเล็กน้อย (รูปที่ 5.9)
3. ขัน Locking Screw ให้แน่
4. สอดโลหะที่ต้องการพับเข้าไประหว่างใบพับ (Folding Blade) และ Jaw

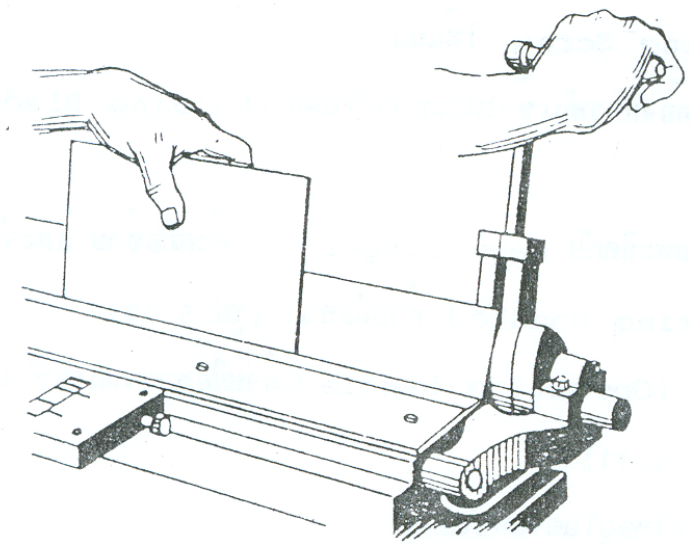
5. จับให้แผ่นโลหะชิดกับ Gage Fingers ด้วยมือซ้าย และจับแขนโยก (Operating Handle) ด้วยมือขวา (รูปที่ 5.10)
6. ดึงแขนโยก (Operating Handle) ด้วยมือขวาจนกระทั่งได้มุมที่ต้องการ (รูปที่ 5.11)
7. ผลักแขนโยกให้อยู่ในตำแหน่งปกติ
8. ดึงแผ่นโลหะออกจากเครื่อง แล้วกลับด้านสอดเข้าไปใหม่ (รูปที่ 5.12)
9. ดึงแขนโยกพับขอบให้อยู่ในแนวราบ
10. ผลักแขนโยกให้อยู่ในตำแหน่งปกติ



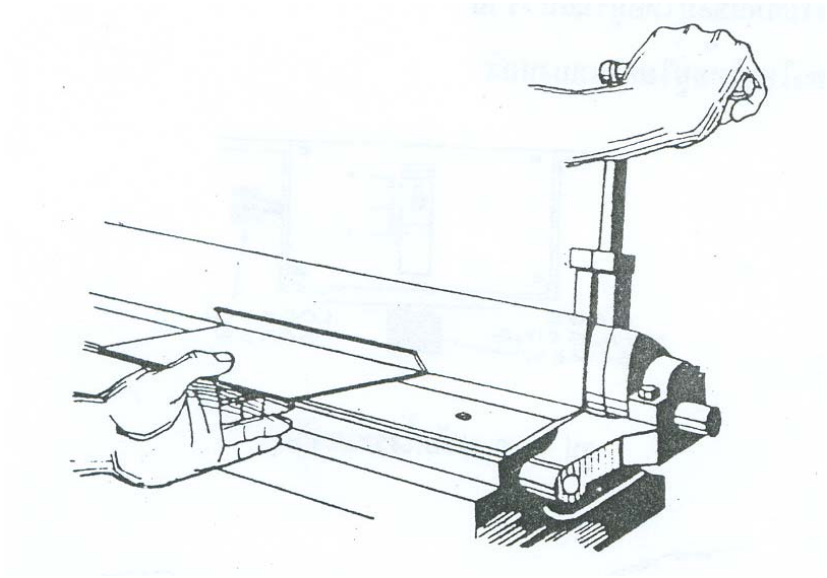
รูปที่ 5.9 ปรับตั้งระยะพับ



รูปที่ 5.10 เริ่มทำการพับ



รูปที่ 5.11 ทำการพับขอบ



รูปที่ 5.12 พับขอบให้อยู่ในแนวราบ

การพับขอบคู่ (Macking A Double Hem)

1. ขั้นตอนในการพับตั้งแต่ 1 – 9 เหมือนกับการพับขอบเดี่ยว (รูป 5.13)
2. ขั้นต่อมาสอดขอบของตะเข็บเดี่ยวเข้าไประหว่าง Jaw และ ใบพับ (Folding Blade) และปฏิบัติซ้ำขั้นตอนที่ 4 – 9 ในการพับขอบคู่ (รูปที่ 5.14, รูปที่ 5.15)

รูปที่ 5.13 ขอบเดี่ยว

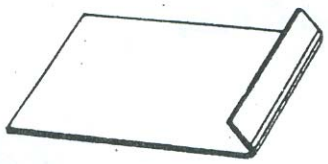
รูปที่ 5.14 ขอบเดี่ยวกำลังถูกพับ

รูปที่ 5.15 ขอบคู่

การพับตะเข็บรอยต่อร่องเกี่ยว (Making The Fold For A Grooved Seam)

ขั้นตอนการทำงาน

1. ปรับเกจเพื่อให้ได้ความกว้างของรอยต่อที่จะพับโดยแคบกว่าเล็กน้อย
2. สอดขอบโลหะที่ต้องการพับเข้าไประหว่าง Jaw และใบพับ
3. จับโลหะให้ขอบชิดกับ Gage Fingers ด้วยมือซ้ายแล้วใช้มือขวาโยกแขนโยกจนได้มุมที่ต้องการ (รูปที่ 5.16)
4. ผลักแขนโยกให้อยู่ในตำแหน่งปกติ
5. เอาแผ่นโลหะออกแล้วสอดอีกด้านหนึ่งของแผ่นโลหะเข้าทำการพับ
6. ปฏิบัติซ้ำขั้นตอนที่ 1 – 4 (รูปที่ 5.17)



รูปที่ 5.16 พับครั้งแรก

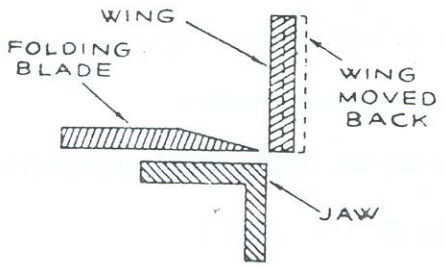
รูปที่ 5.17 พับครั้งที่สอง

การปรับตั้ง WING (Setting The Wing)

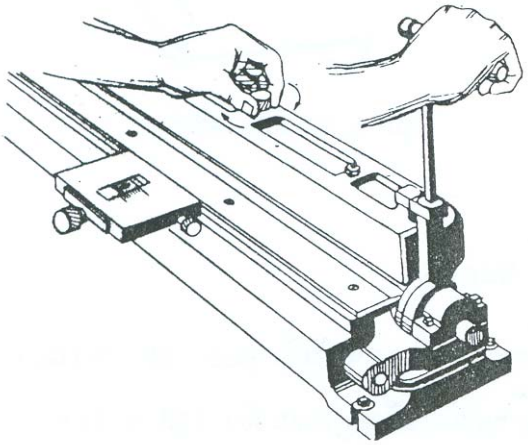
ก่อนการพับงานให้มีลักษณะขอบโค้งจะต้องทำการปรับตั้ง Bar บน Folder เสียก่อน กระทำโดยการเคลื่อน Wing ไปด้านหลังให้ยึดอยู่ในแนวดิ่ง (รูปที่ 5.18)

ขั้นตอนการทำงาน

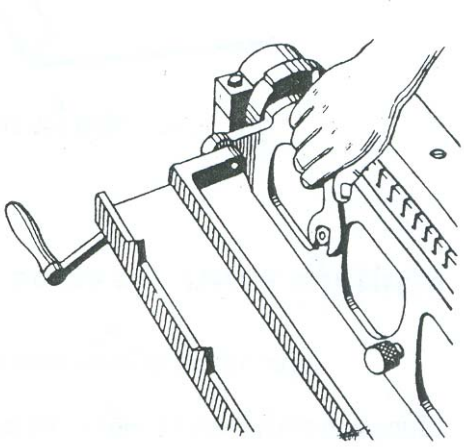
1. เลื่อน Wing ให้เคลื่อนไปอยู่ด้านหลังของเครื่อง
2. คลาย Lock – Nuts (รูปที่ 5.19)
3. เคลื่อน Wing ให้ต่ำลงโดยหมุนปรับสกรูให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. หมุน Wing กลับตำแหน่งเดิม
5. ยกแขนโยกจนกระทั่ง Wing อยู่ในตำแหน่งแนวดิ่ง
6. หมุนปรับสกรูจนกระทั่งระยะระหว่าง Wing และขอบของใบพับมากว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดที่จะเข้าขอบหรือรัศมีที่จะพับเล็กน้อย (รูปที่ 5.20)
7. หมุน Lock – Nuts ให้แน่น
8. ปล่อยแขนโยกให้อยู่ในตำแหน่งปกติ



รูปที่ 5.18 การปรับตั้ง Wing



รูปที่ 5.19 การคลาย Lock – Nut



รูปที่ 5.20 การปรับตั้ง Wing

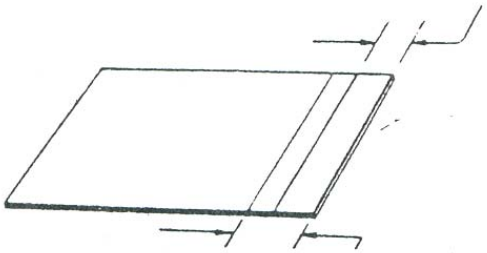
การพับสำหรับการเข้าขอบลวด

(Making The Fold For An Edge To Be Wired)

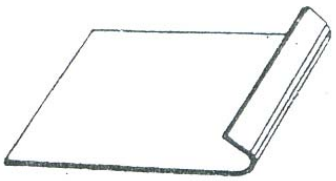
ขั้นตอนการทำงาน

1. ปรับตั้ง Wing สำหรับการพับขอบโค้ง
2. ปรับตั้งระยะ Gage เท่ากับ 1 ½ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของลวด (รูปที่ 5.21)
3. สอดขอบงานที่จะพับเข้าไประหว่างใบพับและ Jaw
4. จับแผ่นโลหะให้ชิดกับ Gage Finger ด้วยมือซ้ายและจับแขนโยกด้วยมือขวา
5. ดึงแขนโยกเข้ามาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
6. โยกแขนโยกให้กลับอยู่ในตำแหน่งปกติแล้วนำแผ่นงานออก (รูปที่ 5.22)

ระยะการปรับตั้งเกจ 1 ½ x เส้นผ่าศูนย์กลางของลวด



รูปที่ 5.21 ระยะเผื่อขอบ 2 ½ x เส้นผ่าศูนย์กลางของลวด

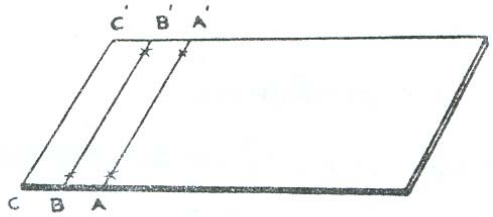


รูปที่ 5.22 ขอบสำหรับเข้าลวด

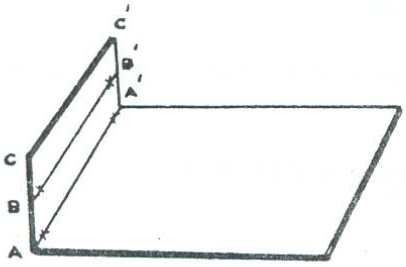
การพับมุมฉากรูปตัวยู (Making A Double Right Angle Fold)

ขั้นตอนการทำงาน

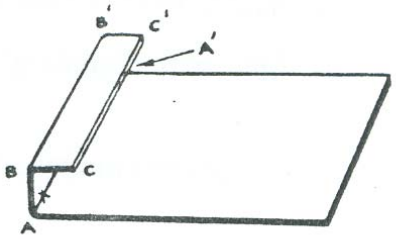
1. ปรับตั้ง Gage ระยะ C ถึง A หรือตั้งระยะแนวเส้น A A
2. ตั้งตัว Stop ไว้ที่ตำแหน่งมุม 90°
3. สอดโลหะที่จะพับระหว่าง Jaw และใบพับแล้วพับเป็นมุม 90° ตามแบบ A A
4. ปรับตั้ง Gage ระยะ C B หรือตั้งระยะแนวเส้น B B
5. สอดโลหะที่จะพับระหว่าง Jaw และใบพับแล้วพับเป็นมุม 90°



รูป 5.23 ร่างแบบที่แผ่นงาน



รูป 5.24 พับครั้งแรก



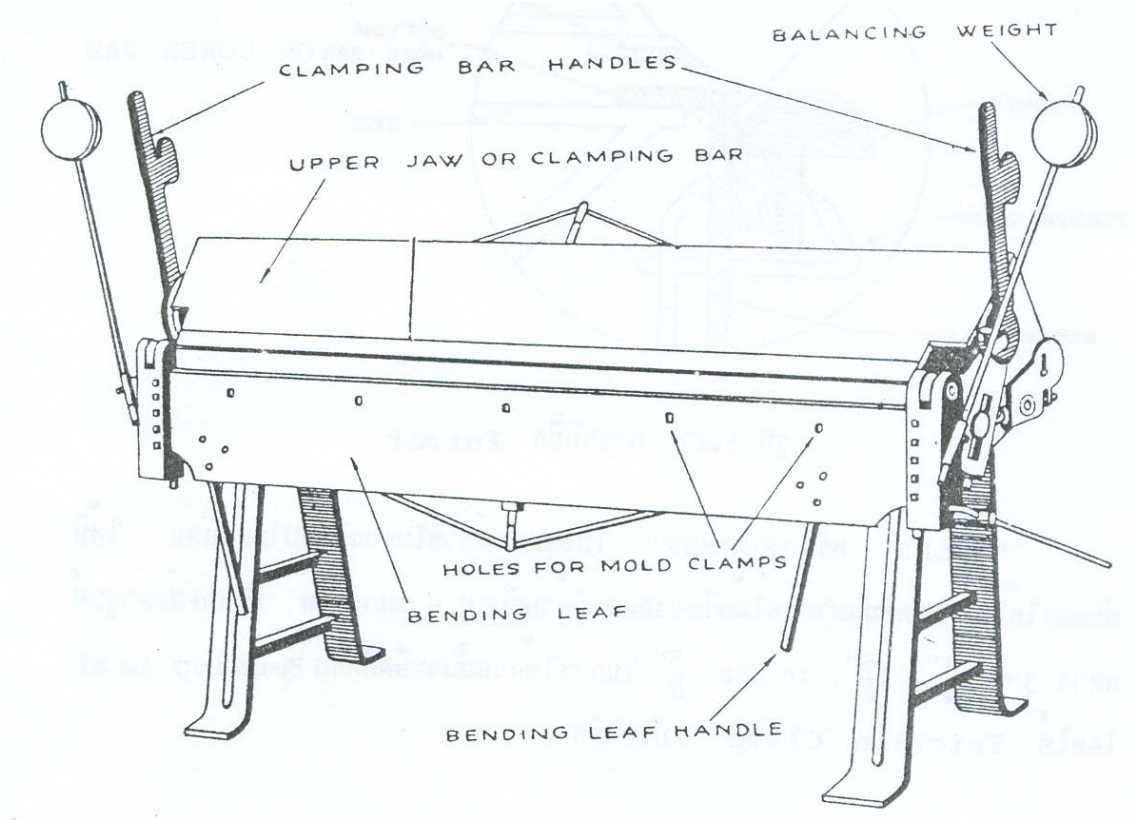
รูป 5.25 พับครั้งที่สอง

2. BREAK เป็นเครื่องพับขึ้นรูปโลหะแผ่นแบบหนึ่ง ซึ่งแตกต่างไปจาก Bar Folder ที่สามารถพับขอบโลหะได้โดยที่ไม่จำกัดความกว้างของขอบงานที่จะพับ และในการพับขึ้นรูปโค้งรูปต่าง ๆ ก็สามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ช่วย เรียกว่า “ MOLD “ หรือ “ FORMER “

BREAK ที่ใช้กันในงานโลหะแผ่นได้ออกแบบไว้หลายแบบ ได้แก่

1. Standard – Hand – Break
2. Universal Break
3. Bench Break
4. Box Finger Break

1. STANDARD – HAND – BREAK เป็นเครื่องพับที่นิยมใช้กันกว้างขวางที่สุด สามารถใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว โดยคนงานเพียงคนเดียว



รูปที่ 5.26 Standard Hand Break

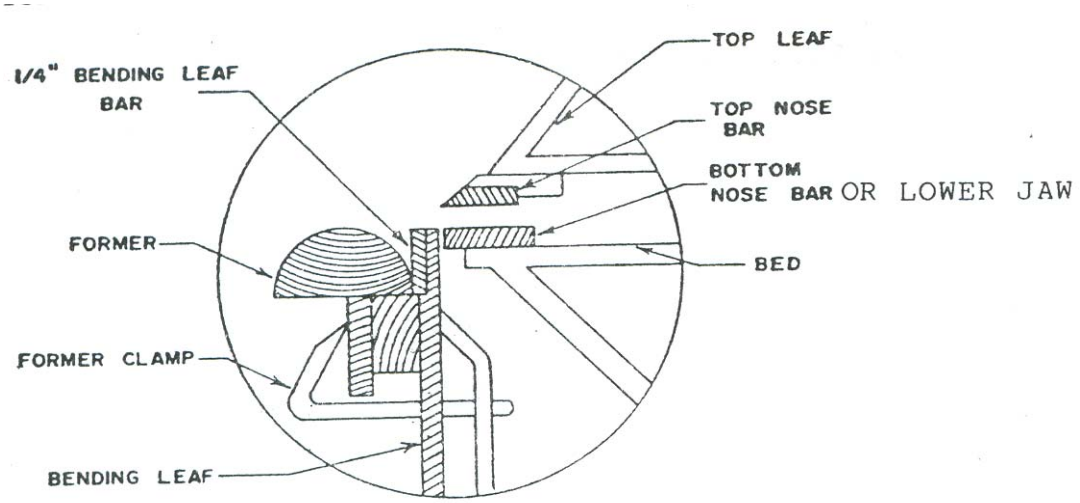
ส่วนประกอบที่สำคัญของ STANDARD HAND BREAK

BED เป็นส่วนที่รองรับแผ่นโลหะที่จะทำการพับขึ้นรูป

UPPER JAW OR CLAMPING BAR เป็นแผ่นโลหะอยู่ส่วนบนของเครื่องพับ สามารถเลื่อนขึ้นลงเพื่อยึดโลหะหรือคลายแผ่นโลหะที่จะพับได้โดยโยก Clamping Bar Handle

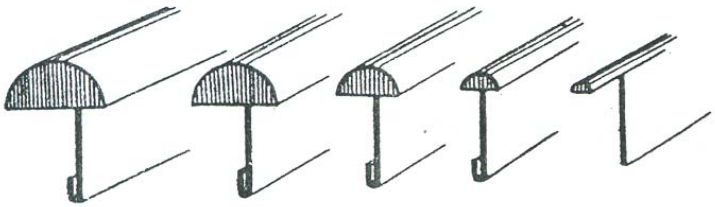
LOWER JAW จะอยู่ด้านบนของ BED ทำหน้าที่ช่วยยึดโลหะในขณะพับขึ้นรูป

BEBDING LEAF เป็นแผ่นโลหะที่อยู่ส่วนล่างของเครื่องมีหน้าที่สำหรับพับขึ้นรูปโลหะแผ่นเลื่อนขึ้นลงได้โดยยก Bending Leaf ในการพับแผ่นโลหะ



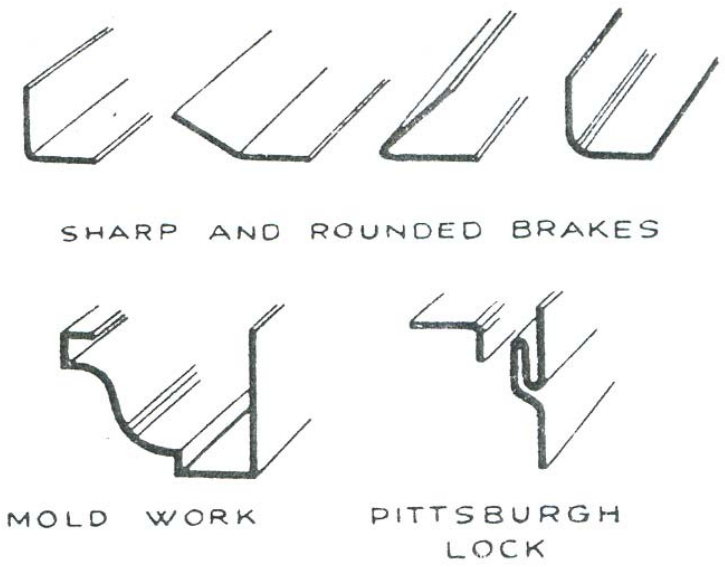
รูปที่ 5.27 การจับยึด Former

"MOLDS" หรือ "FORMER" เป็นอุปกรณ์ช่วยในการขึ้นรูปโลหะแผ่น ให้มีลักษณะโค้ง โดยปกติมักทำด้วยไม้ครึ่งวงกลม มีด้วยกันอยู่ 5 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3", 2 ½", 1 5/8" และ 5/8" ในการใช้งานนั้นจะยึดติดกับ Bending Leaf โดยใช้ Friction Clamp เป็นตัวยึด



รูปที่ 5.28 Molds

รูปที่ 5.29 Friction Clamp



รูปที่ 5.30 ตัวอย่างชนิดของงานพับ

การพับโลหะแผ่นบาง (Making Sharp Bend On Thin Metal)

ขั้นตอนการทำงาน

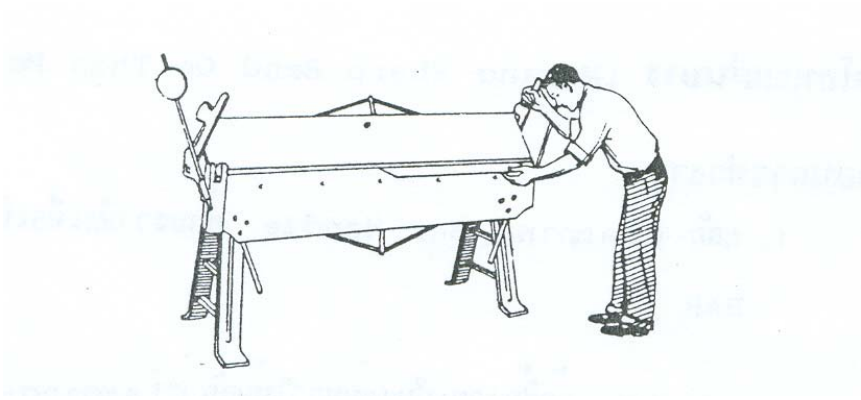
1. ผลัก Clamping Bar Handle ด้านขวามือเพื่อเปิด Clamping BAR

หมายเหตุ ถ้าชิ้นงานเป็นแผ่นยาวให้ผลัก Clamping – Bar – Handle ทั้งสองข้าง

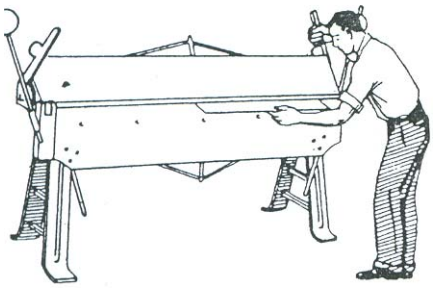
2. สอดแผ่นโลหะที่จะพับเข้าไประหว่าง Upper และ Lower-Jaw ทางด้นหน้าของเครื่อง
3. วางแผ่นโลหะให้แนวที่ทำเครื่องหมายจะพับตรงกับแนวขอบของ Clamping Bar แล้วใช้ มือซ้ายจับแผ่นโลหะไว้ ดึง Clamping Bar Handle ด้วยมือขวา จนกระทั่งแนวเส้นทาง ด้ายซ้ายของแผ่นโลหะถูกยึดแน่น (รูปที่ 5.31)
4. จับแผ่นโลหะด้านขวามือด้วยมือซ้ายแล้วขยับให้แนวเส้นที่จะพับตรงกับขอบของ Clamping Bar แล้วใช้มือขวาดึง Clamping Bar Handle จนกระทั่งแผ่นโลหะถูก ยึดแน่น (รูปที่ 5.32)
5. ใช้มือขวาจับก้าน Balancing Weigh arm ใช้มือซ้ายจับที่ Bending Leaf Handle (รูปที่ 5.33)
6. ยก Bending Leaf ขึ้นในตำแหน่งที่ต้องการพับ

7. ปล่อย Bending Leaf ลงให้อยู่ตำแหน่งปกติ
8. ยก Clamping Bar ขึ้น แล้วนำแผ่นงานออกจากเครื่อง

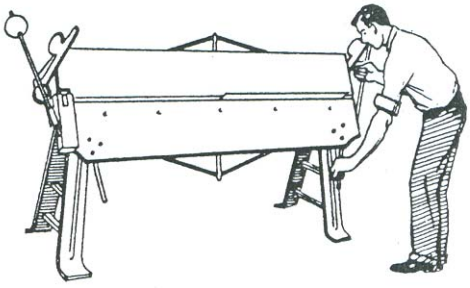
หมายเหตุ บางครั้งในการยก Bending Leaf นั้น มุมยกอาจมากกว่ามุมที่ต้องการพับเล็กน้อย เผื่อการสปริงกลับของแผ่นโลหะ



รูปที่ 5.31 จับแผ่นงานด้านซ้ายมือ



รูปที่ 5.32 จับแผ่นโลหะด้านขวามือ



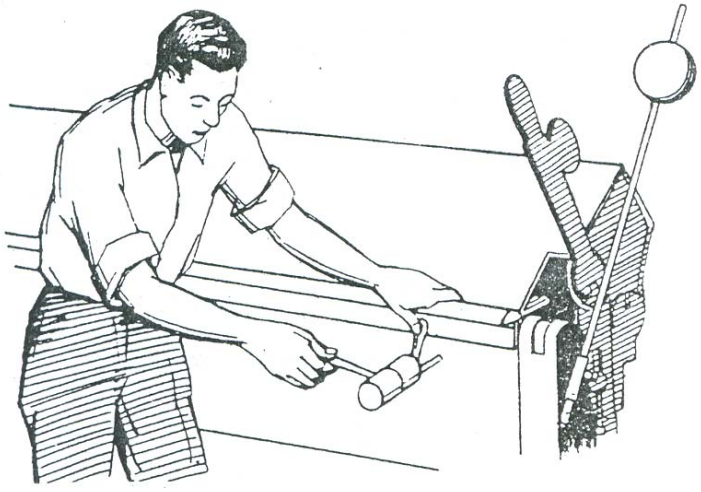
รูปที่ 5.33 ทำการพับแผ่นโลหะ

การใช้ MOLD ในการพับโลหะ (USE OF THE MOLDS)

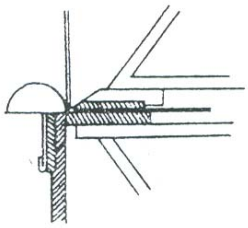
ขั้นตอนการทำงาน

1. พับแผ่นงานให้ได้มุมตามต้องการ
2. เลือกขนาด Mold ที่เหมาะสมแล้ววาง Mold ลงบนขอบของ Bending Leaf ตามแนวยาว
3. จับ Mold ด้วยมือซ้ายแล้วสอดปลายข้างหนึ่งของ Friction Clamp เข้าไปในรูของ Bending Leaf

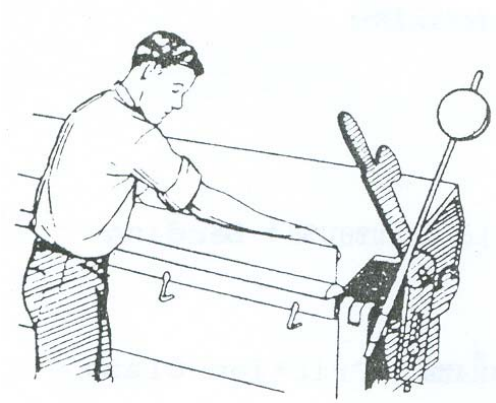
4. จับยึด Mold ด้วยมือซ้ายแล้วเคาะด้านล่างของ Friction Clamp เบา ๆ ด้วย Mallet (รูปที่ 5.34)
5. ยก Clamping Bar ขึ้น
6. สอดแผ่นโลหะเข้าไประหว่าง Upper และ Lower Jaw แล้วยึดให้แน่น (รูปที่ 5.35)
7. จับพยุงแผ่นโลหะด้วยมือทั้งสองข้าง (รูปที่ 5.36)
8. พับแผ่นงานตามรูปร่างของ Mold (รูปที่ 5.37)
9. คลาย Clamping Bar แล้วนำชิ้นงานออกจากเครื่อง



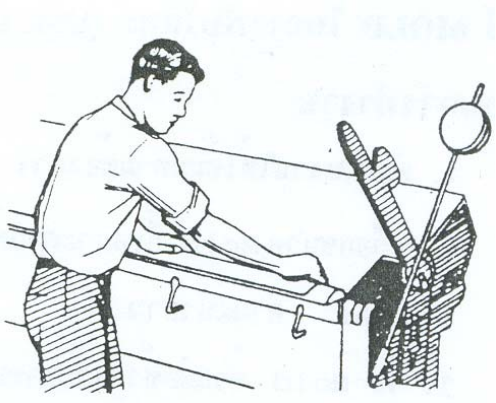
รูปที่ 5.34 ทำการจับยัด Mold



รูปที่ 5.35 พร้อมที่จะทำการพับ



รูปที่ 5.36 เริ่มทำการขึ้นรูป

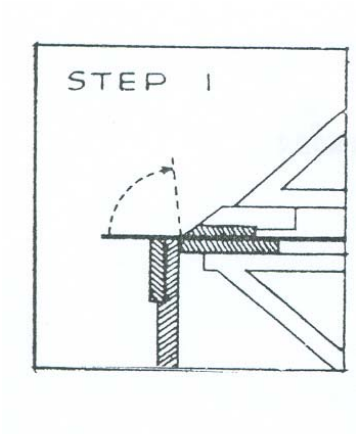


รูปที่ 5.37 พับขึ้นรูปตามรูปร่าง

การขึ้นรูป PITTSBURGH LOCK

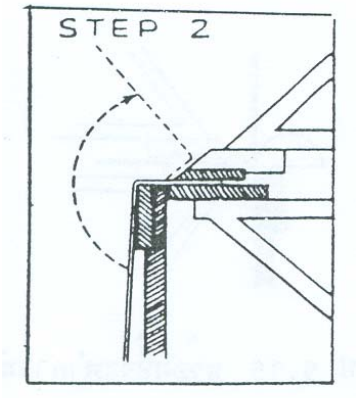
(Forming The Pocket For Pittsburgh Lock)

ขั้นตอนการทำงาน



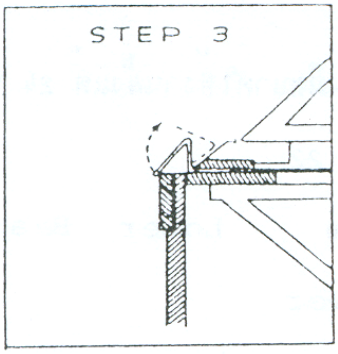
ขั้นตอนที่ 1 (Step 1)

1. สอดแผ่นงานเข้าไปใน Brake
2. Upper Jaw ให้แนวเส้นที่จะพับพอดีกับขอบของ Clamping Bar
3. ยก Bending Leaf ขึ้นจนกระทั่งแผ่นงานเป็นมุมน้อยกว่า 90°



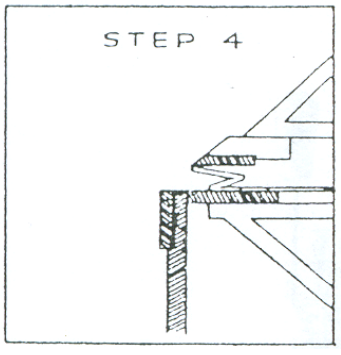
ขั้นตอนที่ 2 (Step 2)

1. สอดปลายด้านสั้นเข้าไปใน Brake
2. จับแผ่นโลหะให้ชิดกับ Bending Leaf
3. ปิด Upper Jaw
4. ยก Bending Leaf ขึ้นให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้



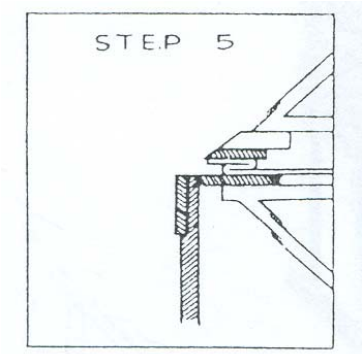
ขั้นตอนที่ 3 (Step 3)

1. สอดแผ่นโลหะเข้าไปใน Brake
2. จับให้มุม 90° ชิดกับขอบของ Upper Jaw
3. ปิด Upper Jaw
4. ยก ยก Bending Leaf ขึ้นให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้



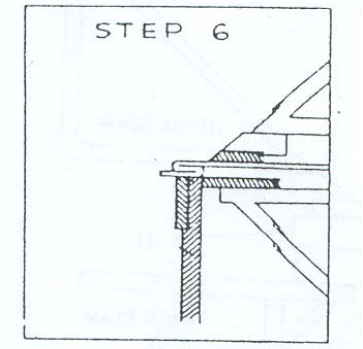
ขั้นตอนที่ 4 (Step 4)

1. สอดแผ่นโลหะเข้าไปใน Brake ให้ขอบด้านบนชิดกับขอบของ Upper Jaw



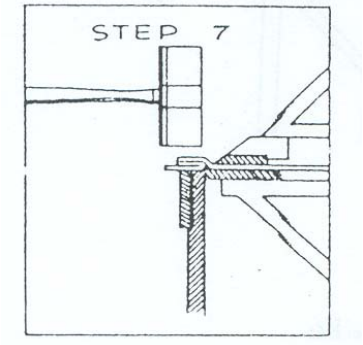
ขั้นตอนที่ 5 (Step 5)

1. ปิด Upper Jaw



ขั้นตอนที่ 6 (Step 6)

1. กลับบานแผ่นงานโดยให้ด้านล่างขึ้นไปอยู่ด้านบน
2. สอดแผ่นโลหะเข้าไปใน Brake
3. ปิด Upper Jaw
2. ปิด Upper Jaw

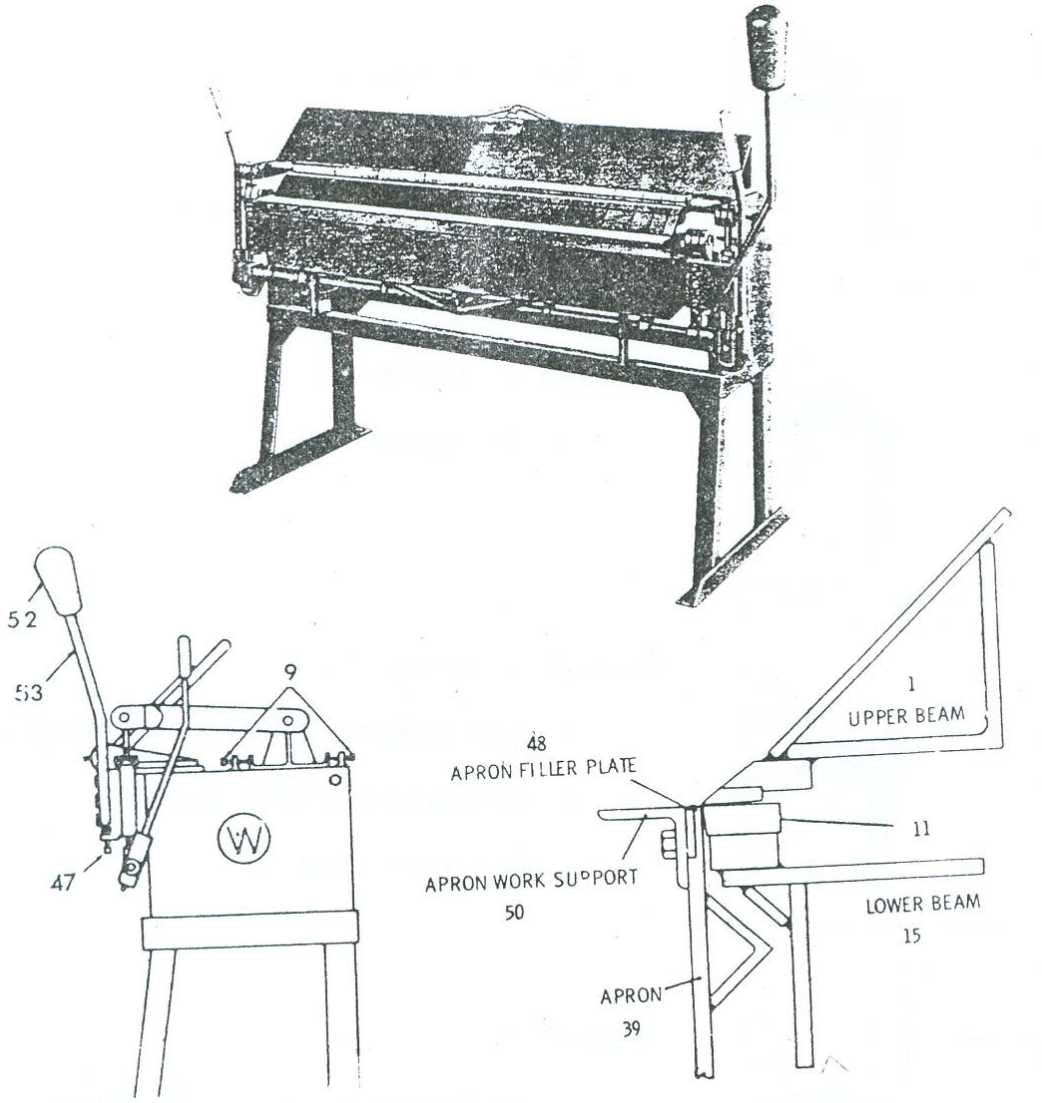


ขั้นตอนที่ 7

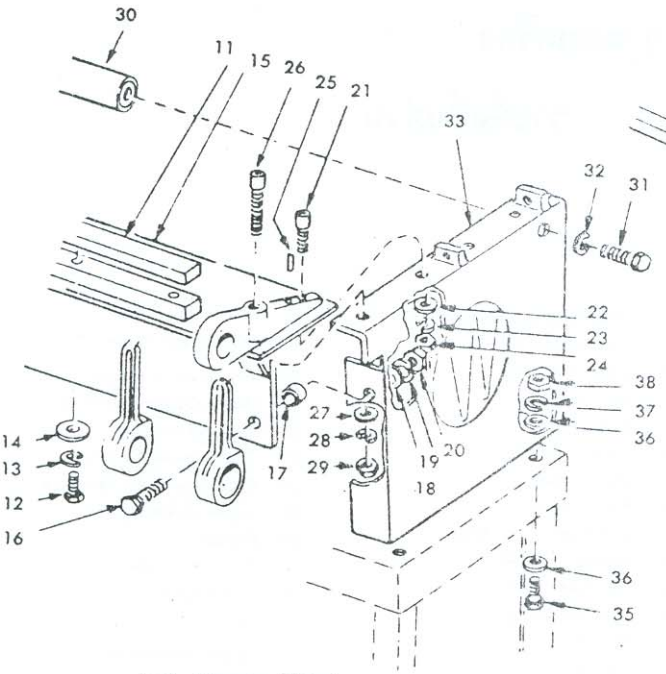
1. ยก Bending Leaf ขึ้นเล็กน้อย
2. เคาะปรับตะเข็บด้วย Mallet

2. UNIVERSAL BRAKE เป็นเครื่องพับแบบหนึ่ง ซึ่งมีขนาดใช้งานตั้งแต่ 24 นิ้ว ถึง 48 นิ้ว และสามารถใช้พับโลหะแผ่นตั้งแต่เบอร์ 18 ถึงเบอร์ 22

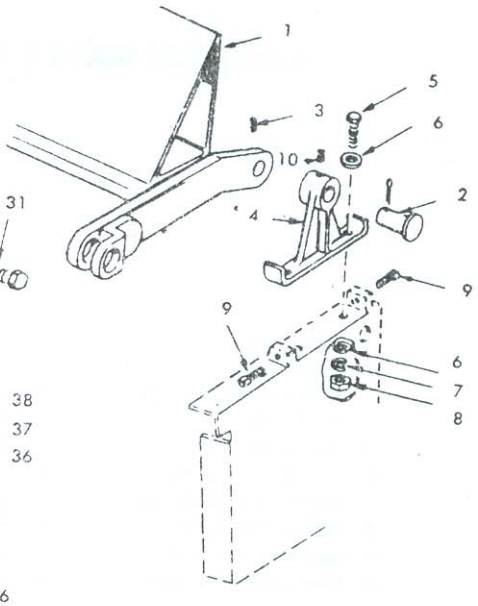
ส่วนประกอบที่สำคัญ ของเครื่อง ได้แก่ Upper Beam Lower Beam. Apron – And – Counter Weight และ Clamping Lever



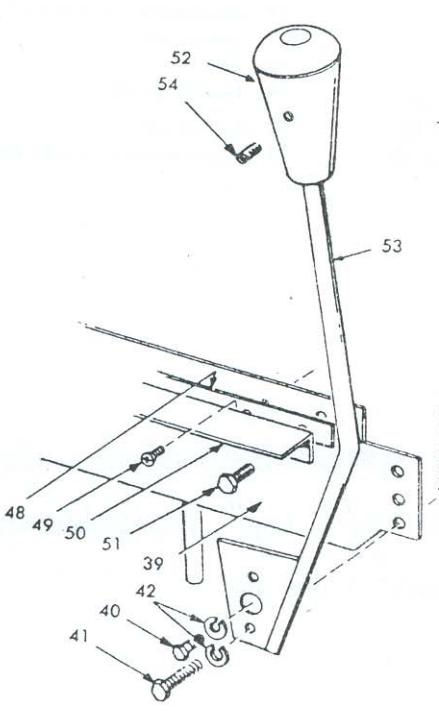
รูปที่ 5.38 Universal Brake



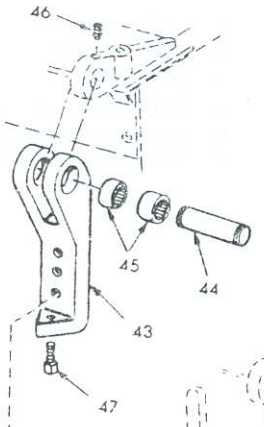
(A) *Upper beam.*

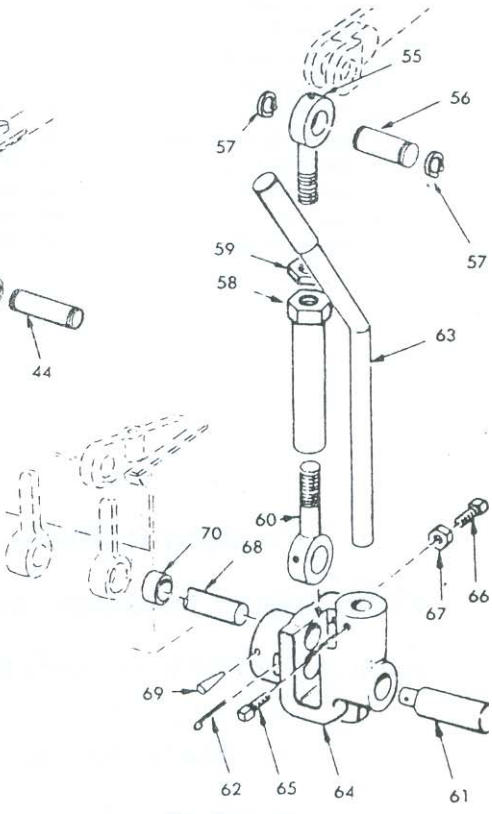


(B) *Lower beam.*



(C) *Apron and counterweight.*





(D) *Clamping lever.*

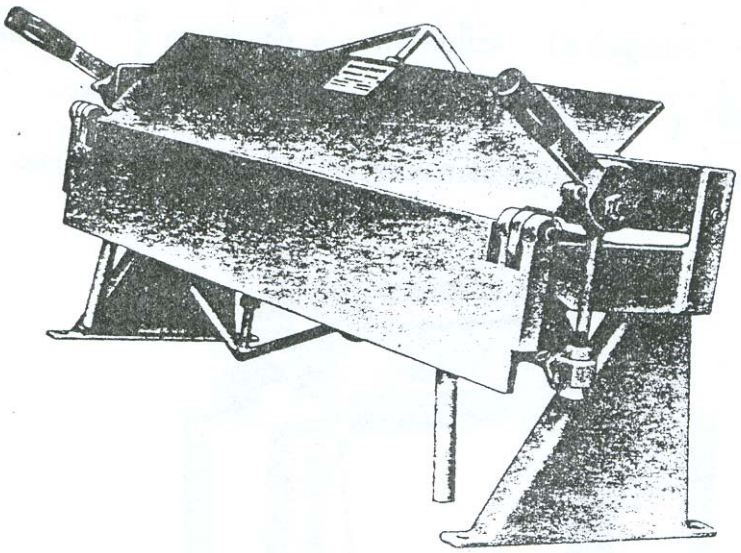
รายชื่อชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง

รายชื่อชิ้นส่วน

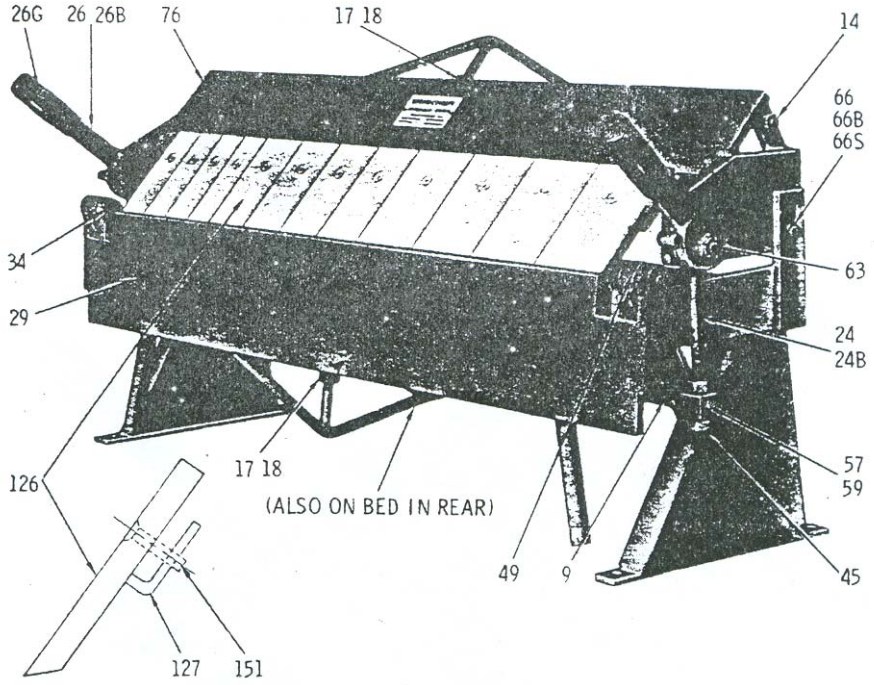
1 Upper beam
2 Pivot pin (2)
3 Pivot pin lock screw (2)
4 Bracket (2)
5 Bracket bolts (4)
6 Bracket bolt washer (8)
7 Bracket lock washer (4)
8 Bracket bolt nut (4)
9 Adjusting screws (4)
10 Pivot pin retainer screw (2)
11 Lower beam jaw
12 Jaw bolt (9)
13 Lock washer (9)
14 Flat washer (9)
15 Lower beam
16 Spacer bolt (2)
17 Spacer (2)
18 Flat washer (2)
19 Lock washer (2)
20 Jam nut (2)
21 Mounting screw, rear (2)
22 Flat washer (2)
23 Lock washer (2)
24 Jam nut (2)
25 Dowel pin (2)
26 Mounting screw, front (2)
27 Flat washer (2)
28 Lock washer (2)
29 Jam nut (2)
30 Cross tie bar
31 Tie bar bolt (2)
32 Lock washer (2)
33 R.H.Frame
34 L.H.Frame (not shown)
35 Frame bolts (4)
36 Flat washer (8)
37 Lock washer (4)
38 Nut (4)
39 Apron
40 Apron mounting screw (shorts) (4)
41 Counterweight and spron mounting screw, long (2)
42 Lock washers (6)
43 Apron hinge (2)
44 Hinge pin (2)
45 Hinge roller bearing (4)
46 Hinge pin lock screw (2)
47 Hinge adjusting screw (2)
48 Apron filler plate
49 Filler plate screw (9)
50 Angle work support
51 Work support bolts (5)
52 Counterweight
53 Counterweight arm
54 Counterweight setscrew
55 Upper eyebolt (2)
56 Pin (2)
57 Pin snap rings (4)
58 Turnbuckle
59 Lock nut (2)
60 Lower eyebolt (2)
61 Pin (2)
62 Cotter pin (2)
63 Clamp lever (2)
64 Eccentric hub (R.H.shown)
65 Lock bolt (2)
66 Adjustment stop screw (2)
67 Jam nut (2)
68 Shaft
69 Tapered pin (2)
70 Bushing (2)
71 Eccentric hub L.H. (not shown)

3. BENCH BRAKE เป็นเครื่องพับที่ใช้สำหรับพับงานตัวอย่าง หรืองานผลิตที่มีน้ำหนักเบา ขนาดความยาวของเครื่องมีตั้งแต่ 24 ½ ” – 48 ¼” สามารถพับโลหะหนาตั้งแต่เบอร์ 22 – เบอร์ 18 เครื่องพับชนิดนี้ออกแบบไว้ 2 แบบ คือ

1. Plain Bench Brake
2. Box – and pan bench brake



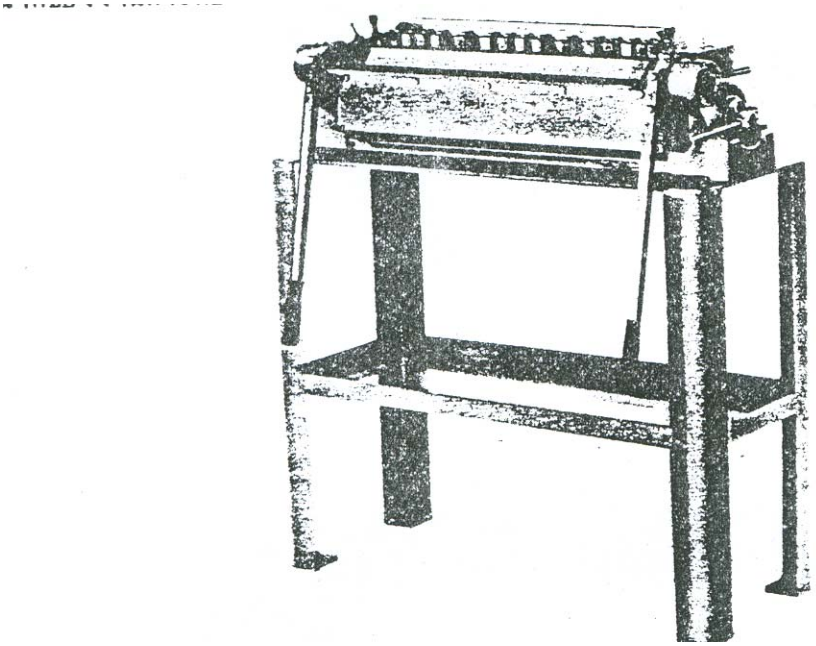
5.39 Plain Bench Brake



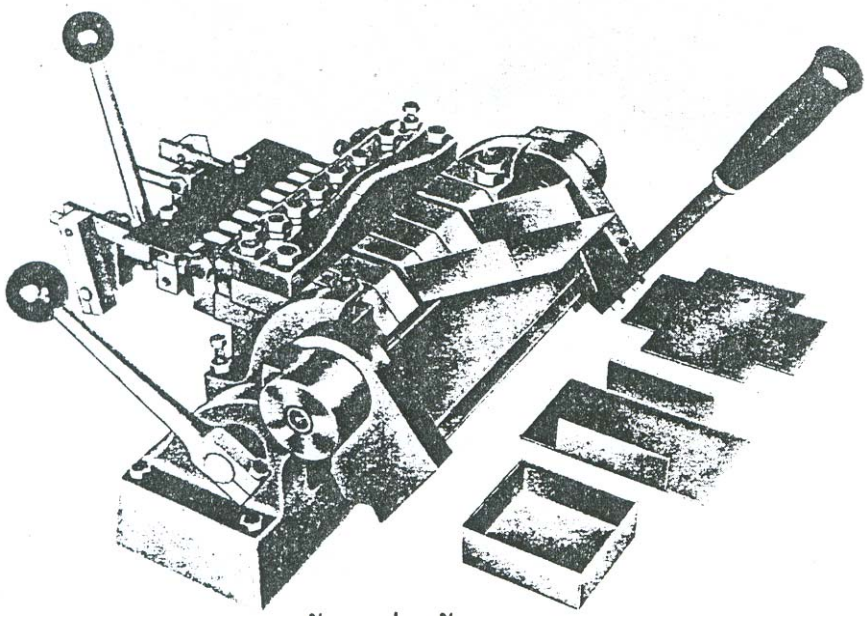
Box Pan Bench Brake

4. BOX FINGER BRAKE เป็นเครื่องพับที่ออกแบบสำหรับใช้พับงานที่มีความยาวไม่มากนัก เช่น กล่องสำหรับงานช่างไฟฟ้าหรือช่างอีเลคโทรนิคส์, ถาด สำหรับใส่วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ ใบพับ (Fingers) จะมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาด ¾" ความกว้างของใบพับแต่

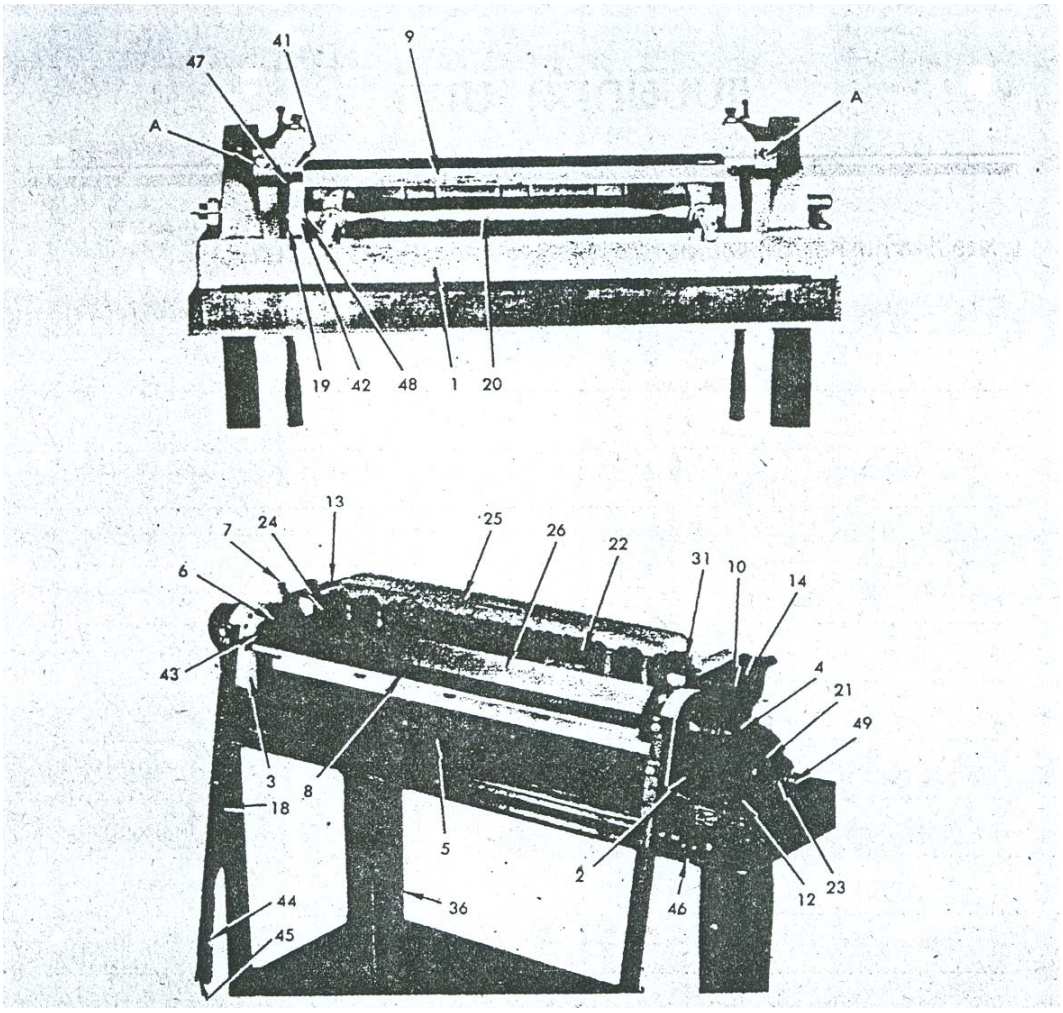
ละใบจะโตขึ้น ¼" ตามลำดับ เมื่อประกอบรวมกันแล้วจะมีขนาด 24" โดยมีช่องว่าง 1" สำหรับสอดชิ้นงาน จึงเป็นการสะดวกที่จะเปลี่ยนใบพับเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของงานที่จะพับ



รูปที่ 5.40 Box Finger Brake



รูปที่ 5.41 การขึ้นรูปกล่องด้วย Box Finger Brake



รายชื่อชิ้นส่วน

1 Base
2 Right arm
3 Left arm
4 Trunniou
5 Folding bar
6 Folding bar stop
7 Arm adj bolt
8 Folding bar support
9 Bottom plate
10 Right-side assembly
11 Side
12 Spring holder
13 Left-side assembly
14 Spring
15 Finger gauge
16 Material stop
17 Material support bar
18 Handle arm
19 Connecting arm
20 Shaft
21 Bearing housing
22 Finger clamp
23 Clamp handle arm
24 Link pin
25 Finger mount assembly
26 Fingers
29 Quik-set bracket
30 Quik-set rod
31 Adjusting screw
32 Quik-set dial nut
33 Quik-set deal shoe
34 Calibration ring
35 Pitman pin
36 Brake stand
37 Calibration ring
38 Spring
41 Dowel pin
42 Needle bearings
43 Needle bearings
44 Handle
45 Push nut
46 Plastic knob, right
47 Spring
48 Retaining ring
49 Lincoln drive fitting

บทที่ 6

เครื่องจักรม้วนและดัดโลหะ

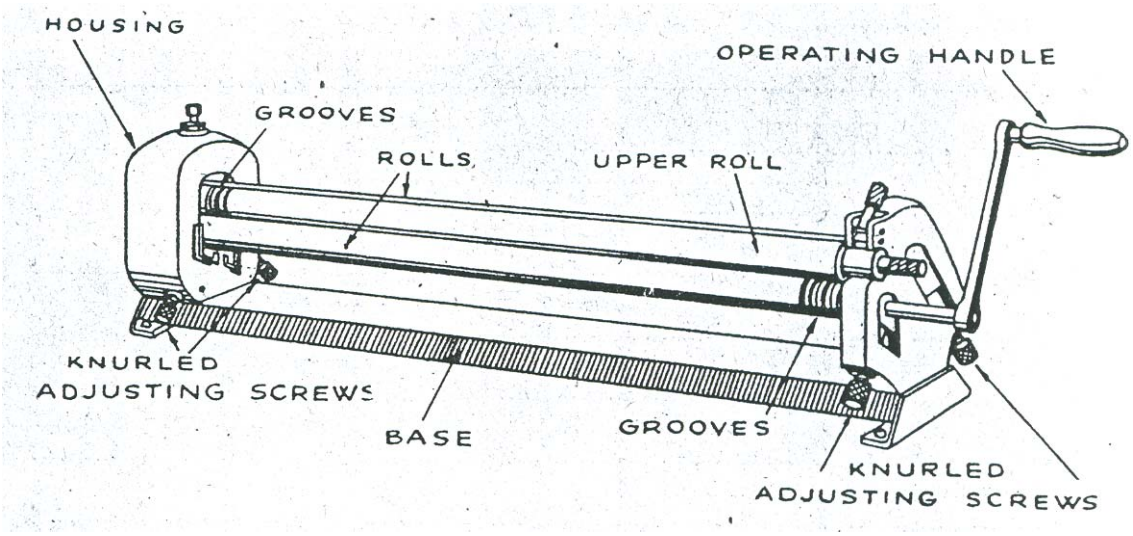
ROLL-FORMING AND BENDING-MACHINE

เครื่องม้วนโลหะแผ่น (ROLL FORMING MACHINES)

ใช้สำหรับม้วนขึ้นรูปโลหะแผ่น ลักษณะโค้งต่าง ๆ เช่น ทรงกระบอก, ท่อเรียว ท่องอ ฯลฯ โดยทั่วไปแล้วเครื่องม้วนจะมี 2 แบบ คือ

1. Roll Forming Machine เป็นแบบที่ลูกกลิ้ง (Rolls) ถูกยึดติดกับโครงของเครื่อง

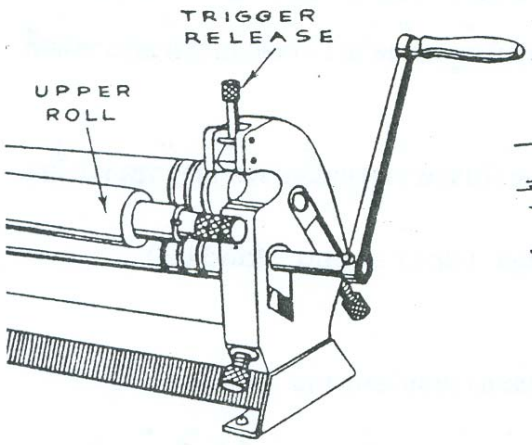
2. Slip Roll Forming Machine เป็นแบบที่มีอุปกรณ์ประกอบและปลายข้างหนึ่งของลูกกลิ้งลูกบนสามารถเคลื่อนตัวออกจากโครงเครื่องได้โดยไม่เกิดการบิดตัว จึงเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากกว่าแบบแรก



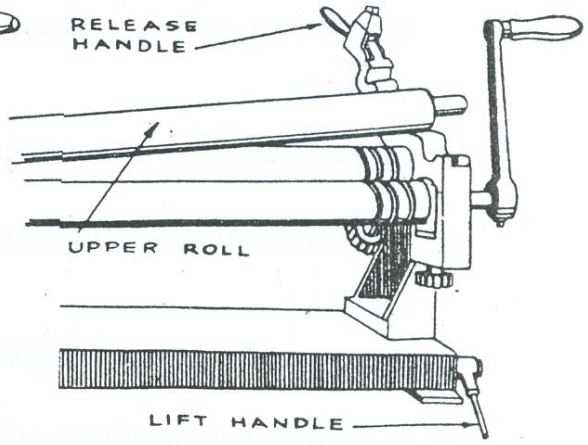
รูปที่ 6.1 Slip Roll Forming Machine

SLIP ROLL FORMING MACHINE ประกอบด้วย ฐาน (Base) โครงเครื่อง 2 ชิ้น (Two Housings), ลูกกลิ้งสามลูก (Three Rolls) ลูกกลิ้ง 2 ลูก ที่อยู่ด้านหน้าจะได้รับการส่งกำลังจากเฟืองซึ่งทำงานโดยการหมุนมือหมุน (Opering Handle) ด้วยมือหรือกำลังไฟฟ้า เฟืองชุดนี้จะอยู่ด้านซ้ายภายในโครงเครื่อง ลูกกลิ้ง 2 ลูกที่อยู่ด้านหน้า ทำหน้าที่ป้อนวัสดุ ส่วนลูกกลิ้งลูกหลัง (Rear Roll) จะทำหน้าที่โค้งขึ้นรูปแผ่นโลหะ ระยะช่องว่างของลูกกลิ้งลูกหลังกับลูกกลิ้ง 2 ลูกหน้า จะเป็นการกำหนดความโค้งของงานที่จะม้วน สามารถปรับได้โดยการหมุนปรับสกรูที่ด้านหลังของโครงเครื่อง ลูกกลิ้งตัวล่างด้านหน้า (Lower Roll) จะใช้ปรับสำหรับความหนาของแผ่นโลหะงานที่จะม้วน โดยหมุนปรับสกรูด้านหน้าของเครื่อง

ลูกกลิ้งตัวล่างด้านหน้าและลูกกลิ้งด้านหลังจะมีร่องโค้ง 3 ร่อง ซึ่งมีรัศมีต่าง ๆ กัน สำหรับม้วนงานที่มีขอบลวดด้านนอก ส่วนลูกกลิ้งตัวบน (Upper Roll) ด้านหน้าจะมีร่องสำหรับม้วนงานที่มีขอบลวดด้านใน



รูปที่ 6.2 เครื่องม้วนแบบที่ 1



รูปที่ 6.3 เครื่องม้วนแบบที่ 2

ความหนาของแผ่นโลหะสูงสุดที่เครื่องม้วนจะสามารถทำการขึ้นรูปได้นั้น ขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของงาน โดยทั่วไปแล้วเครื่องม้วนจะมีขนาด 24", 30" และ 36" ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้ง 2" หรือ 3" และม้วนแผ่นโลหะหนาเบอร์ 22 สำหรับการทำงานม้วนด้วยเครื่องส่งกำลัง

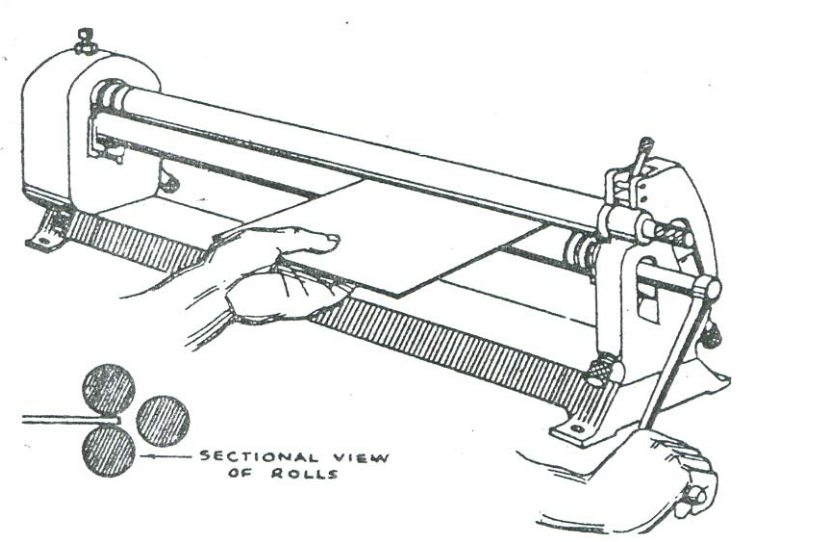
เครื่องม้วนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้ง 3" หรือโตกว่าจะมีเฟืองสำหรับช่วยทดรอบการส่งกำลังให้ช้าลงซึ่งช่วยให้สามารถม้วนโลหะแผ่นหนาได้

การม้วนท่อทรงกระบอก (Rolling-Cylindrical-Shapes)

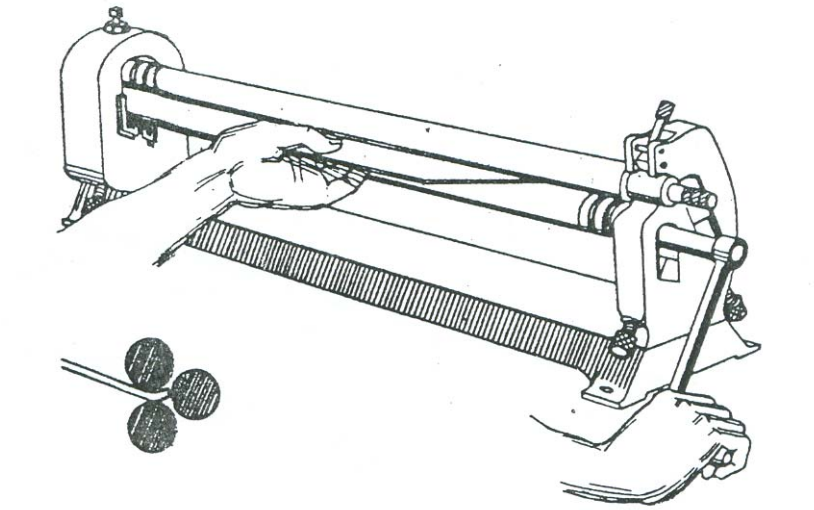
ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการปรับลูกกลิ้ง ลูกล่างซึ่งอยู่ด้านหน้าโดยหมุนสกรู 2 ตัว ซึ่งอยู่ด้านหน้าเครื่องจนกระทั่งแผ่นโลหะงานสามารถสอดเข้าไปได้
   หมายเหตุ ทำการเช็คลูกกลิ้งให้สะอาด ถ้าทำการม้วนโลหะพิเศษ เช่น อลูมิเนียม, สเตนเลส ฯลฯ เพื่อมิให้ผิวงานเป็นรอยขีดข่วน
2. ปรับลูกกลิ้งลูกหลังโดยหมุนสกรู 2 ตัวที่อยู่ด้านหลังเครื่อง ในกรณีที่เปลี่ยนขนาดของท่อที่จะทำการม้วน เช่น ต้องปรับให้ลูกกลิ้งต่ำลง ถ้าต้องการม้วนขนาดท่อที่โตกว่าเดิม
3. สอดแผ่นโลหะงานที่จะทำการม้วนเข้าไประหว่างลูกกลิ้งทางด้านหน้าของเครื่อง
4. เริ่มม้วนแผ่นโลหะโดยการหมุนมือหมุน (Operating Handle) (รูปที่ 6.4)
5. จับมือหมุนด้วยมือขวา ส่วนมือซ้ายประคองแผ่นโลหะงาน (รูปที่ 6.5)
6. หมุนมือหมุนจนกระทั่งแผ่นโลหะบางส่วนผ่านลูกกลิ้งออกมา จึงใช้มือซ้ายจับขอบด้านบน (รูปที่ 6.6)
7. ทำการหมุนมือหมุนม้วนต่อไปจนแผ่นโลหะพ้นออกมาจากลูกกลิ้ง

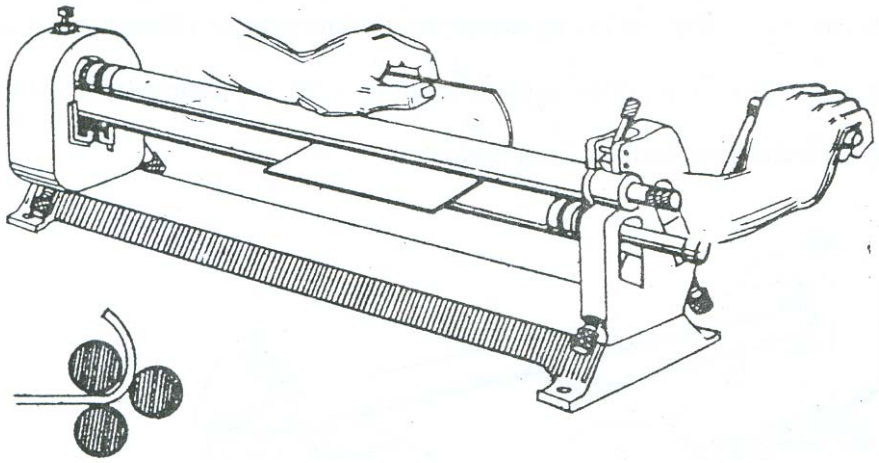
หมายเหตุ ถ้าความโค้งของแผ่นงานยังไม่ได้ตามต้องการให้นำแผ่นโลหะเข้าไปทำการม้วนใหม่ โดยยกลูกกลิ้งลูกหลังขึ้นเล็กน้อย แล้วหมุนมือหมุนในทิศทางตรงกันข้าม ทำซ้ำกันจนกว่าจะได้ความโค้งตามต้องการ



รูปที่ 6.4 เริ่มม้วนแผ่นโลหะ



รูปที่ 6.5 ใช้มือช่วยประคองแผ่นโลหะ



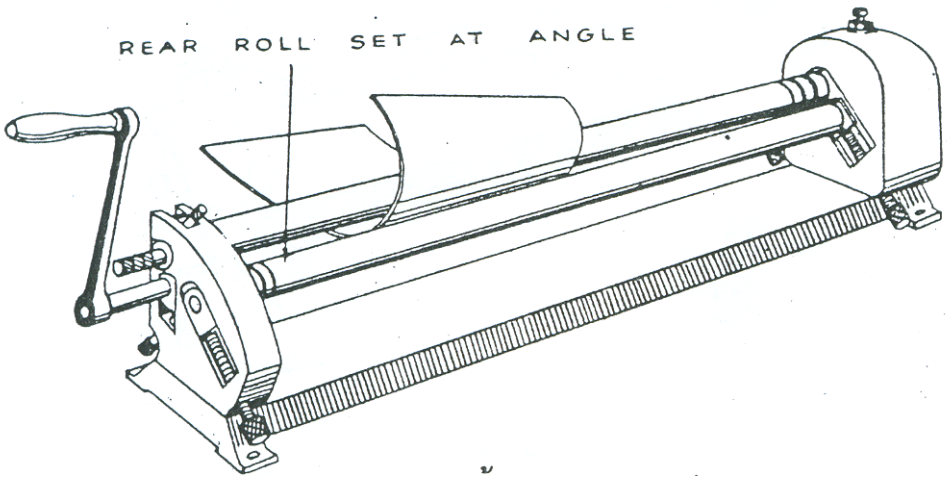
รูปที่ 6.6 จับขอบงานด้วยมือซ้าย

การม้วนท่อทรงกระบอกเรียว (Rolling Tapered Shapes)

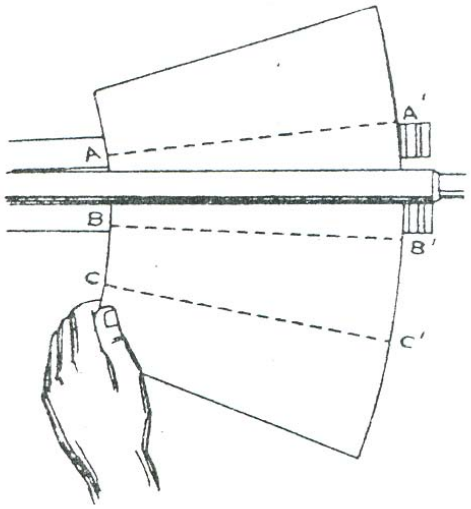
ขั้นตอนการทำงาน

1. ปรับลูกกลิ้งลูกล่างด้านหน้าขึ้นหรือลงจนสามารถสอดแผ่นโลหะเข้าไปได้
2. ปรับตั้งลูกกลิ้งลูกหลังให้ปลายด้านหนึ่งชิดกับลูกกลิ้งลูกล่างมากกว่าปลายด้านตรงกันข้าม (รูปที่ 6.7)

หมายเหตุ การปรับต้องอาศัยการทดลองหลาย ๆ ครั้ง



รูปที่ 6.7 การม้วนทรงกระบอกเรียว



รูปที่ 6.8 แนวเส้นที่ทำเครื่องหมายไว้

3. สอดแผ่นโลหะงานเข้าไประหว่างลูกกลิ้งทางด้านหน้าของเครื่อง
4. หมุนมือหมุนด้วยมือขวาและใช้มือซ้ายจับขอบของแผ่นโลหะงานที่ปลายด้านเล็กจนกระทั่งชิ้นส่วนของแผ่นงานแนวเส้น AA' BB' และ CC' ผ่านเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งบนไปในเวลาเดียวกันในแต่ละแนว (รูปที่ 6.8)
5. หมุนต่อไปจนแผ่นโลหะงานผ่านลูกกลิ้งหมดทุกส่วน พร้อมกับเปลี่ยนมือซ้ายมารับแผ่นงานด้านหลังลูกกลิ้ง มิให้หล่น
6. ถ้าส่วนโค้งหรือความเรียวไม่ถูกต้อง ให้ปรับลูกกลิ้งลูกหลังใหม่แล้วเริ่มทำงานตั้งแต่ขั้นตอนที่หนึ่งใหม่
7. เคลื่อนลูกกลิ้งลูกบนออกเพื่อเอาชิ้นงานออก

การม้วนงานทรงกระบอกที่เข้าขอบลวด (Rolling A Cylindrical Job With Wired Edge)

ขั้นตอนการทำงาน

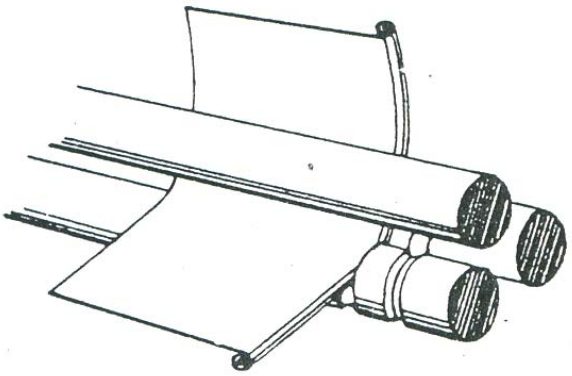
1. ปรับลูกกลิ้งลูกล่างด้านหน้าขึ้นหรือลง จนสามารถสอดแผ่นโลหะเข้าไปได้

   หมายเหตุ ถ้าทำการม้วนโลหะแผ่นบางที่เข้าขอบลวด ระยะระหว่างลูกกลิ้งลูกบนและลูกกลิ้งลูกล่างด้านปลายงานที่เข้าขอบลวดควรมากกว่าระยะปลายด้านตรงกันข้าม

2. ปรับตั้งลูกกลิ้งลูกหลัง

   หมายเหตุ ควรปรับระยะให้ด้านปลายงานที่เข้าขอบลวดมากกว่าระยะปลายด้านตรงกันข้าม เล็กน้อย

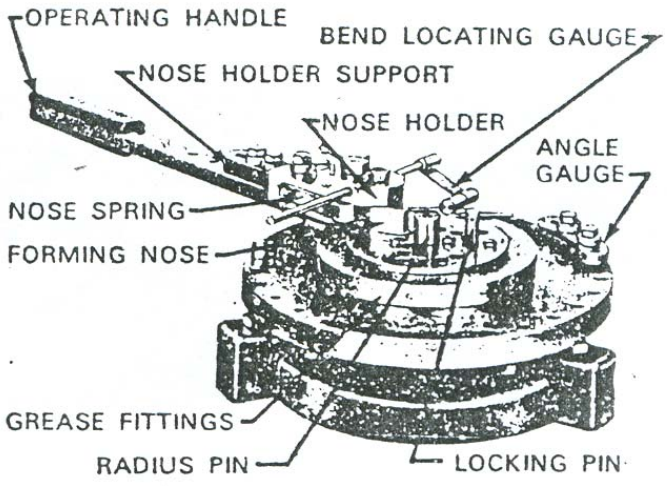
3. สอดแผ่นโลหะงานเข้าไประหว่างลูกกลิ้งทางด้านหน้าของเครื่อง โดยให้ขอบลวดเข้าไปในร่องของลูกกลิ้งที่มีขนาดเหมาะสม (รูปที่ 6.9)
4. ปฏิบัติงานเหมือนกับการม้วนงานทรงกระบอก ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4 – 7



รูปที่ 6.9 การม้วนงานที่เข้าขอบลวด

เครื่องดัดโลหะ (BENDING MACHINE)

เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับดัดขึ้นรูปโลหะ เพื่อให้มีความโค้งและมุมตามที่ต้องการเช่น การดัดโค้งท่อกลม, เหล็กเส้นกลม, เหล็กเส้นแบน ฯลฯ



รูปที่ 6.10 Bending Machine

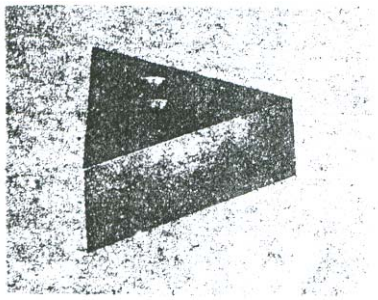
ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง

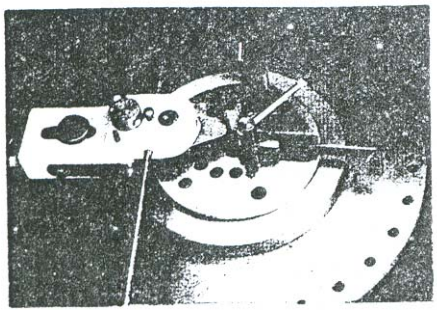
ได้แก่ฐานเครื่อง (Base) แขนโยกดัด (Operating Handle), แกนกลาง (Radius Pin), ตัวยึด (Nose Holder), ตัวกดขึ้นรูป (Forming Nose) อุปกรณ์ขึ้นรูป (Forming Accessories) เกจตั้งระยะขอบโลหะ (Bend Locating Gage) สลักยึดโลหะ (Locking Pin) เกจตั้งมุมดัดงาน (Angle Gage)

แขนโยกดัด (Operating Handle) สามารถหมุนาหรับดัดโลหะงานได้เป็นมุม 360 องศา

แกนกลาง (Radius Pin) ติดอยู่ตรงกลางของแท่นเครื่อง ใช้สำหรับสวมยึดอุปกรณ์ช่วยขึ้นรูป

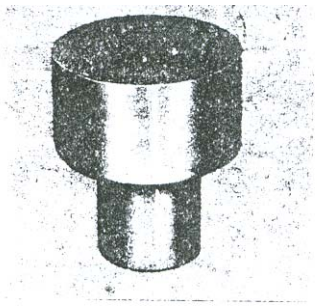
อุปกรณ์ช่วยขึ้นรูปโลหะ

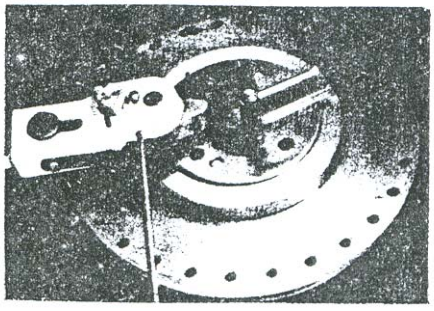




1. RADIUS BLOCK

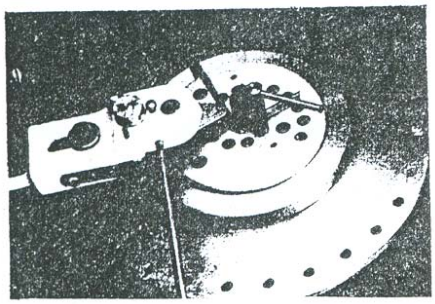
ใช้ดัดงานโลหะตันที่มีรัศมีพอดีกับลำตัว





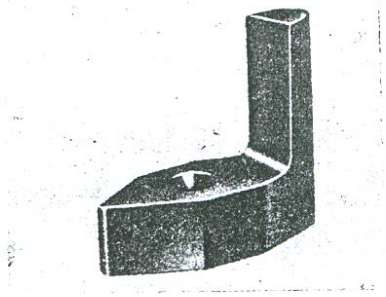
2. SHOUKDER RADIUS PIN

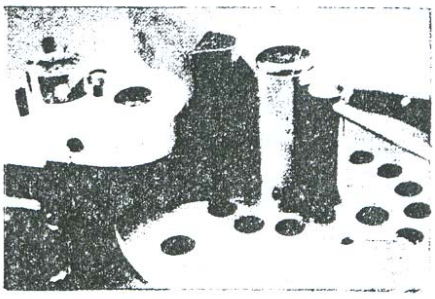
ใช้ดัดงานโลหะตันที่มีรัศมีกว้าง ๆ



3. QUILL RADIUS PIN

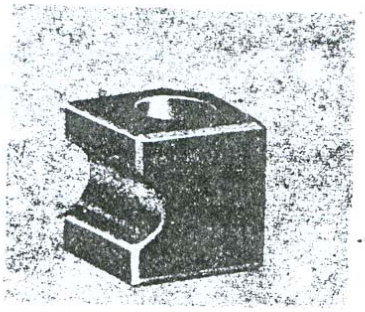
ใช้ดัดงานโลหะแผ่นบาง รัศมีแคบ ๆ

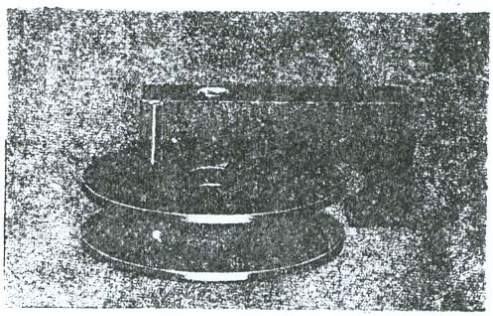


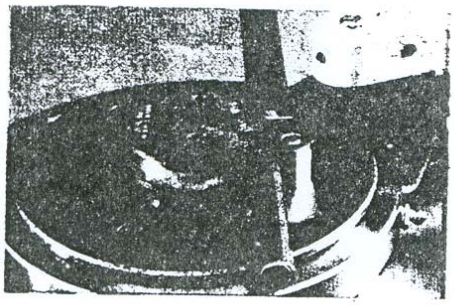


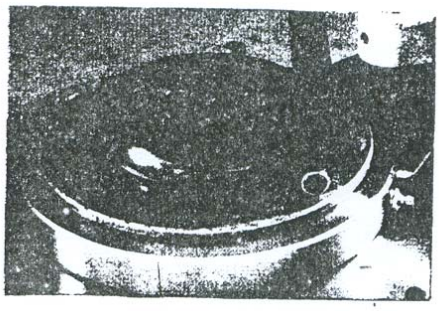
4. BUIT UP FORMING NOSE

ใช้ดัดงานเฉพาะพิเศษจำพวกปลอก



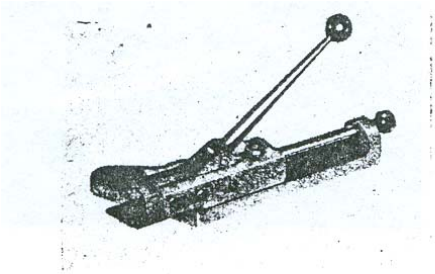


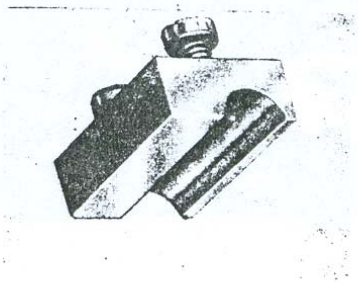


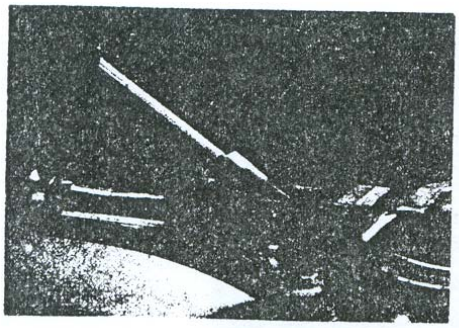


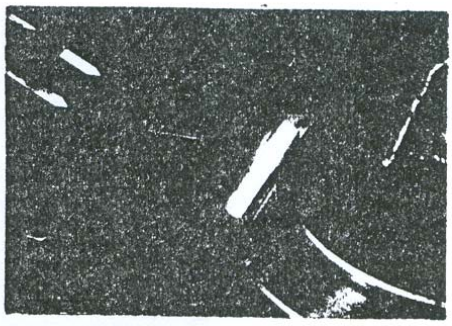
5. SWIVEL CLAMP
ใช้ยึดและดัดท่อ

6. CLEVIS CLAMP
ใช้ยึดและดัดท่อ







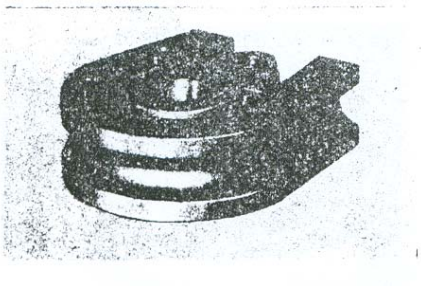


7. QUICK – LOK CLAMP
ใช้จับยึดและดัดท่อ

8. CLAMP – BLOCK ใช้งานร่วมกับ
QUICK – LOK CLAMP สำหรับดัดท่อ

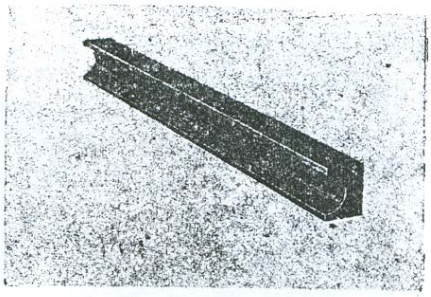
9. GROOVED RADIUS COLLAR

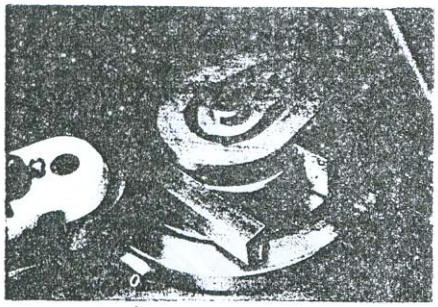
ใช้งานร่วมกับ QUICK LOK CLAMP BLOCK FOLLOE BLOCK หรือ GROOVED FORMING ROLLER

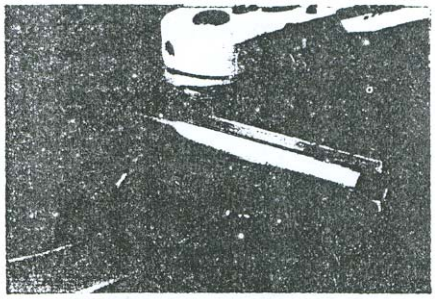


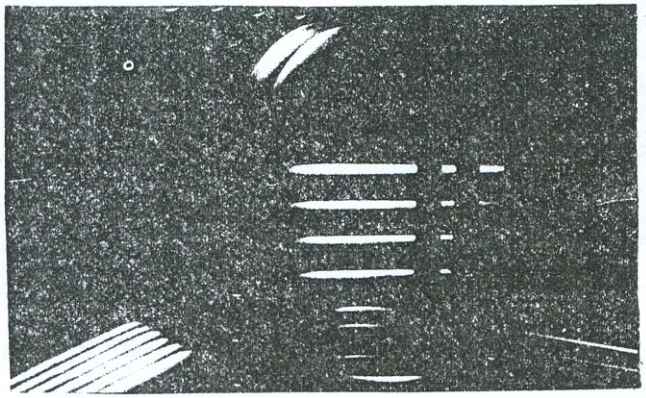
10. FOLLOW BLOCK

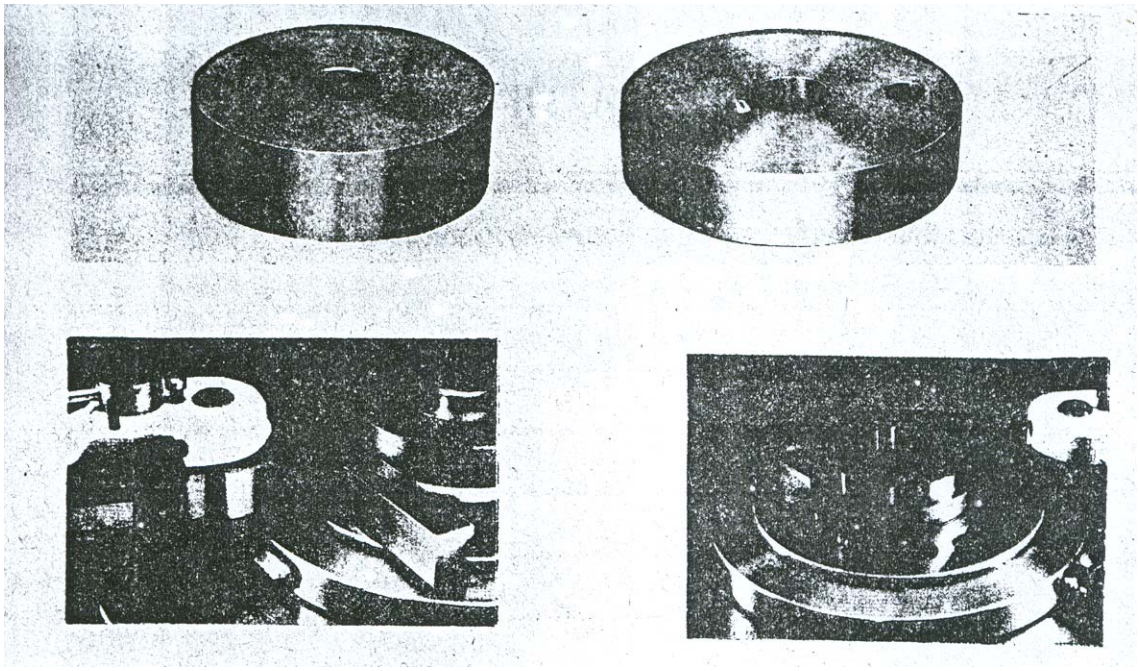
ใช้ดัดท่อร่วมกับ GROOVE RADIUS RADIUS COLLAR





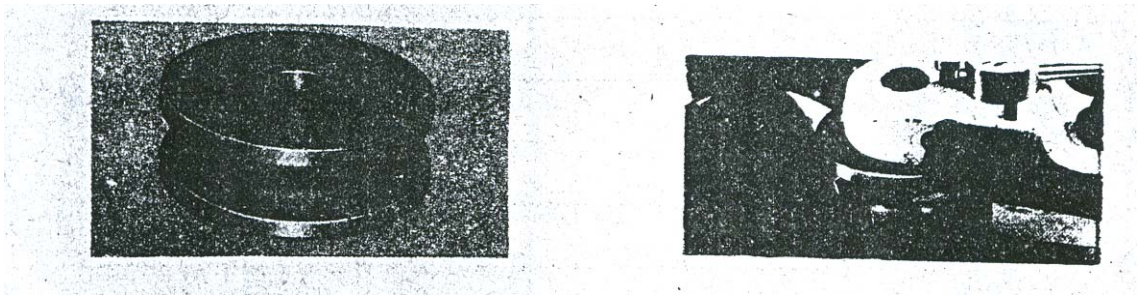






11. FORMING ROLLER
ใช้เปลี่ยนแทน FORMING NOSE

12. RADIUS – COLLAR
ใช้ดัดโลหะตันร่วมกับแกนกลาง



13. GROOVED FORMING ROLLER
ใช้สำหรับดัดโลหะตันรัศมีกว้าง ๆ ใช้ร่วมกับ QUICK – LOK CLAMP.
และเปลี่ยนแทน FORMING ROLLER และ FOLLOW BLOCK

บทที่ 7

เครื่องจักรขึ้นรูปขอบโลหะ

ROTARY MACHINE

ROTARY MACHINE

เป็นเครื่องขึ้นรูปขอบงานโลหะแผ่นที่ต้องการขึ้นสันหรือทำตะเข็บโดยอาศัยการทำงานด้วยการหมุนลูกกลิ้ง (Roll) สองลูก ซึ่งเครื่องปรับเภทนี้ได้แก่

1. Beading Machine
2. Crimping Machine
3. Turning Machine
4. Burring Machine

1. BEADING MACHINE เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับขึ้นสันหรือลอนขอบแผ่นโลหะ ให้เป็นรูปโค้งลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจำแนกออกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบลอนเดียว (Single Bead)

1.2 แบบลอนกลับ (Ogee Bead)

1.3 แบบสามลอน (Triple Bead)

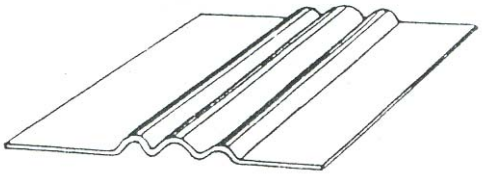
- แบบลอนเดียว (Single Bead) เป็นแบบสันที่โดยปกติมีส่วนโค้งภายนอกของแผ่นงานเพียงสันเดียว ใช้สำหรับทำชิ้นส่วนในการยึดท่อต่าง ๆ และแทงค์น้ำ ฯลฯ เพื่อป้องกันการเลื่อนหรือบิดตัว

- **แบบลอนกลับ (Ogee Bead)** ประกอบด้วยสันที่มีลักษณะโค้งสองสันสลับกันไปโดยมีสันหนึ่งอยู่ภายนอกของแผ่นงานและอีกสันหนึ่งอยู่ภายในแผ่นงาน มีจุดประสงค์ในการใช้งานเหมือนกันแบบลอนเดียว

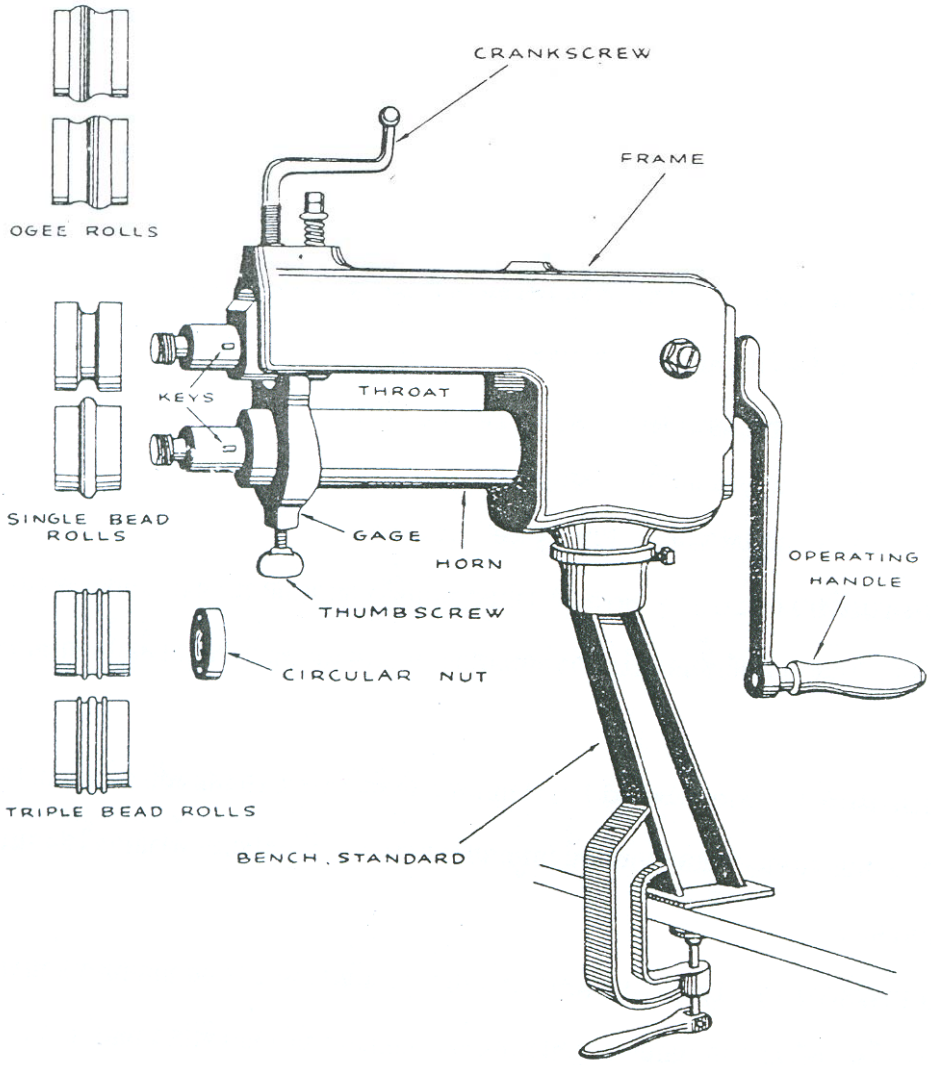
- **แบบสามลอน (Triple – Bead)** ประกอบด้วยสันที่มีลักษณะโค้งสามลอนบนด้านเดียวกัน ลอนกลางจะมีขนาดโตกว่าลอนอื่น ๆ จุดประสงค์ของลอนแบบนี้ก็เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความสวยงามของงาน

รูป 7.1 แบบลอนเดี่ยว

รูป 7.2 แบบลอนกลับ



รูป 7.3 แบบสามลอน



รูปที่ 7.4 BEADING MACHINE

ส่วนประกอบที่สำคัญของ BEADING MACHINE ได้แก่ โครงเครื่อง (Frame), เพลา (Shafts), เฟือง (Gears), ลูกกลิ้ง (Rolls) และแขนหมุน (Operating Handle)

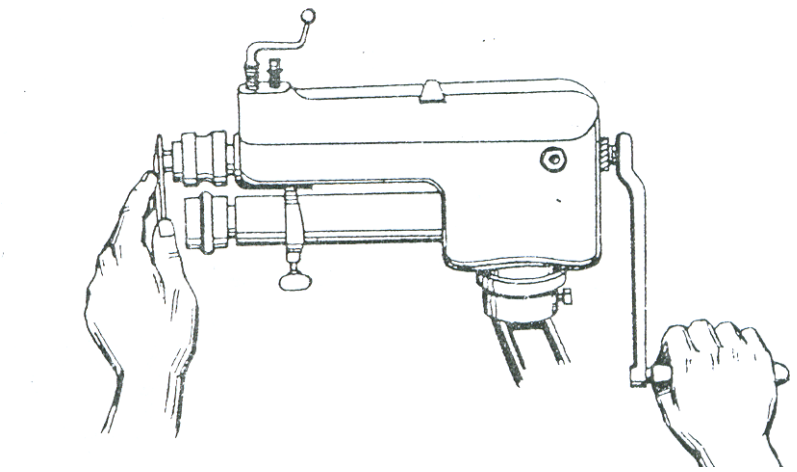
ลูกกลิ้ง (Rolls) ของเครื่องจะมีเป็นชุดยึดติดเข้ากับเพลาและสามารถถอดเปลี่ยนได้ รูปร่างของลูกกลิ้งได้ออกแบบไว้สำหรับการทำลอนทั้ง 3 แบบข้างต้น (รูปที่ 7.4) ลูกกลิ้งตัวบน (Upper Roll) สามารปรับขึ้นลงได้โดยหมุน Crank Screw

ขีดความสามารถเครื่อง สามารถขึ้นลอนโลหะแผ่นเบอร์ 22 หรือเบอร์ 24 และระยะสูงสุดระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้งถึง Gage เท่ากับ 6 ¼" หรือ 7 ½"

การเปลี่ยนลูกกลิ้ง (CHANGING THE ROLLS)

ขั้นตอนการทำงาน

1. ยกลูกกลิ้งตัวบน (Upper Roll) ขึ้นโดยหมุน Crank Screw
2. ใช้ประแจพิเศษ ซึ่งมีแกน 2 แกน ที่ปลายประแจ โดยสอดแขนทั้งสองเข้ากับรูด้านหน้าของลูกกลิ้งตัวบน (รูปที่ 7.5)
3. จับมือหมุนด้วยมือขวาให้แน่น แล้วใช้ประแจพิเศษคลายนัตที่ปลายด้านหน้าของลูกกลิ้งตัวบน
4. ถอดลูกกลิ้งตัวบนออกจากปลายของเพลา



รูปที่ 7.5 คลายนัตลูกกลิ้งตัวบน

5. ปฏิบัติการถอดลูกกลิ้งตัวล่าง (Lower Roll) โดยกระทำเหมือนกับขั้นตอนการถอดลูกกลิ้งตัวบน
6. ประกอบลูกกลิ้งทั้งลูกบนและลูกล่างชุดใหม่ตามที่ต้องการเข้าแทนจนกระทั่งร่องลิ่มของลูกกลิ้งคับพอดีกับลิ่มบนเพลา
7. ตรวจสอบแนวของลูกกลิ้งทั้งสองโดยการเลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงมาจนกระทั่งสัมผัสกับลูกกลิ้งตัวล่างแล้วดูว่าระยะฟรีที่สัน (Clearance) แต่ละด้านของลูกกลิ้งเท่ากันหรือไม่

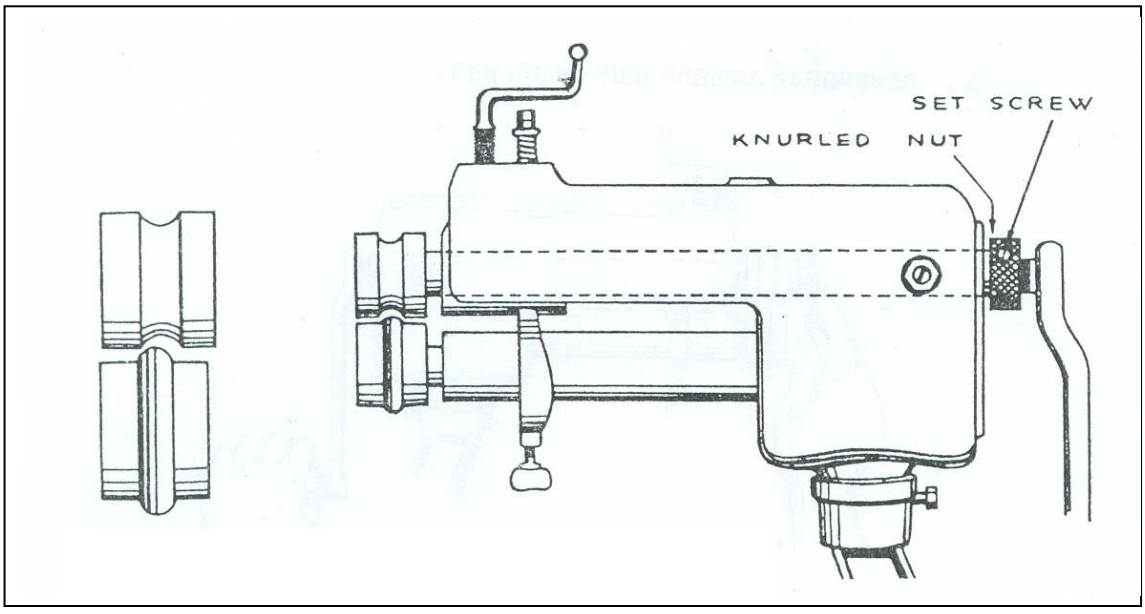
หมายเหตุ ถ้าระยะฟรีไม่เท่ากัน (รูปที่ 7.6) ให้ปรับที่ Knurled - Nut ที่ปลายของ Crank – Shaft จนกระทั่งเท่ากัน

วิธีปรับ KNURLED – NUT

7.1 คลาย Set Screw ที่ Knurled – Nut ด้วยไขควง (รูปที่ 7.7)

7.2 หมุน Knurled Nut บน Crank – Shaft จนกระทั่งระยะฟรีที่สันทั้งสองด้านเท่ากัน

7.3 ขัน Set Screw ให้แน



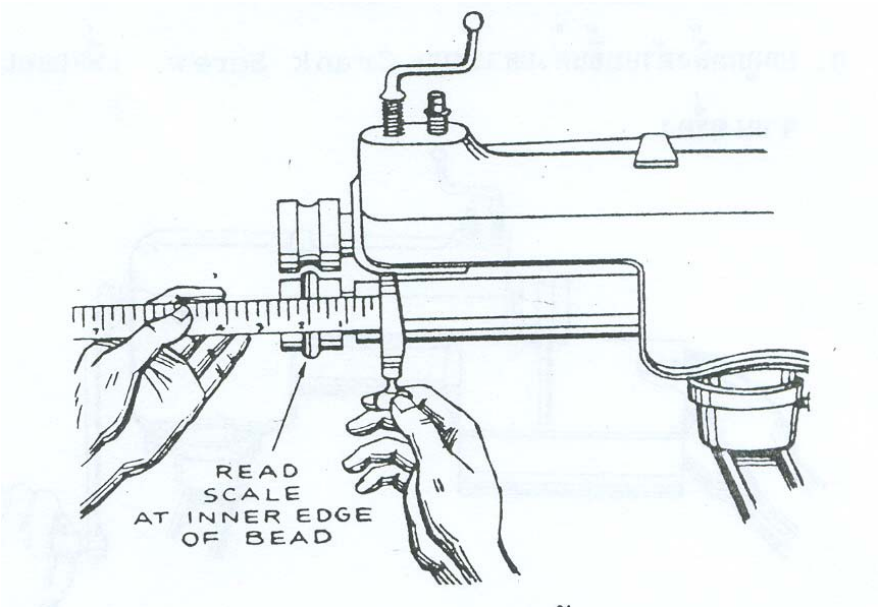
รูปที่ 7.6
ระยะฟรีไม่เท่ากัน

รูปที่ 7.7
การปรับระยะฟรีที่ Knurled – Nut

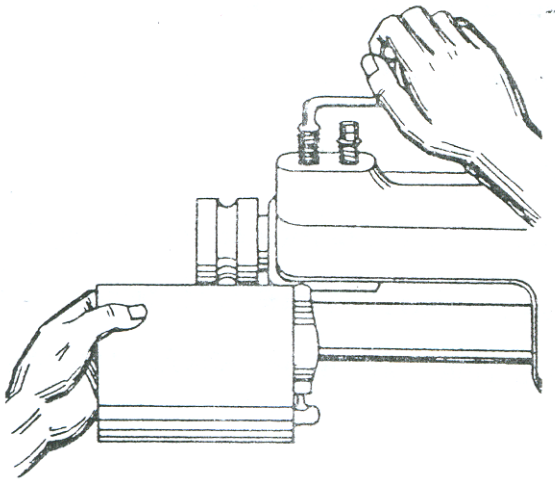
การทำลอนเดียว, ลอนสลับ และสามลอน (A Single, An Ogee or triple Bead)

ขั้นตอนการทำงาน

1. เลือกขนาดของลูกกลิ้ง ที่เหมาะสมและทำการติดตั้งลูกกลิ้งให้เรียบร้อย
2. ปรับตั้ง Gage ที่แขนด้านล่างของเครื่องตามระยะที่ต้องการด้วยไม้บรรทัด จากรูปที่ 7.8 เป็นการตั้ง (Bead) สำหรับระยะจากขอบของสัน ถึงขอบของงานเท่ากับ 1 ¾”
3. ยึด Gage ให้แน่นด้วย Thumb Screw
4. ตรวจสอบแนวของลูกกลิ้งตัวบนและตัวล่าง
5. สอดแผ่นโลหะงานเข้าไประหว่างลูกกลิ้งโดยให้ขอบข้างหนึ่งของงานชิดกับ Gage
6. จับงานให้อยู่ในแนวระดับด้วยมือซ้าย ใช้มือขวาหมุน Crank Screw เพื่อเลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงมาจนกระทั่งชิดแผ่นงาน (รูปที่ 7.9)
   หมายเหตุ ถ้าเลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงมามากเกินไปแผ่นงานอาจขาดได้



รูปที่ 7.8 การปรับตั้ง Gage

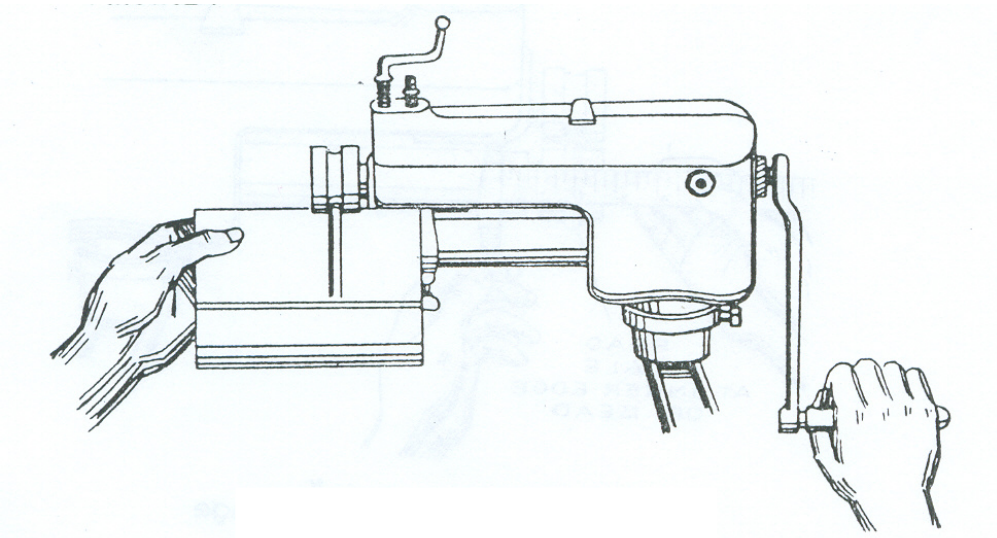


รูปที่ 7.9 หมุน Crank Screw เลื่อนลูกกลิ้ง

7. จับงานให้ชิดกับ Gage ด้วยมือซ้ายและใช้มือขวาหมุนแขนหมุนชิ้นงานเพื่อทำลอน (รูปที่ 7.10)

   หมายเหตุ ถ้าเป็นแผ่นงานหนาควรหมุนชิ้นงานในการทำลอนหลาย ๆ รอบ เพื่อจะได้ลอนหรือสันที่มีความลึกตามที่ต้องการ

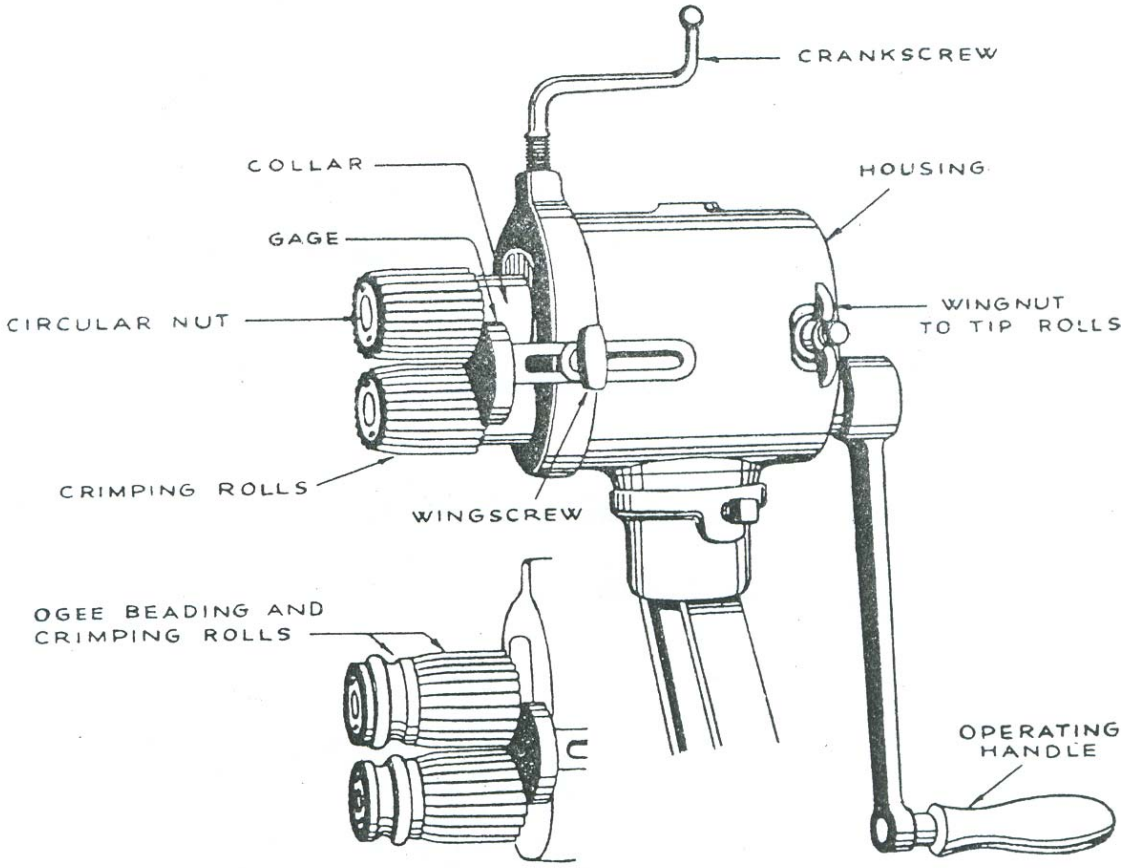
8. เลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงต่ำอีกเล็กน้อย แล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ 7 จนกระทั่งได้ลอนที่มีความลึกตามต้องการ
9. ยกลูกกลิ้งตัวบนขึ้นด้วยการหมุน Crank Screw เพื่อถอดเอาชิ้นงานออกจากเครื่อง



รูปที่ 7.10 เริ่มทำการหมุนขึ้นลอน

2. CRIMPING MACHINE

เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับทำให้แผ่นโลหะงานเป็นรอยย่น ซึ่งเป็นผลให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของงาน เช่น ท่อต่าง ๆ ลดลงด้วย ฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับลดขนาดของปลายท่อ สำหรับสวมต่อกับท่อที่มีขนาดเดียวกันได้ ซึ่งจะสามารถทำได้กับโลหะแผ่นที่มีความหนา สูงสุดเบอร์ 24 เท่านั้น และสามารถทำรอยย่นได้ยาวถึง 1 ¾" ส่วนความกว้างนั้นสามารถปรับได้ด้วย Gage นอกจากนั้นยังสามารถทำสัน (Bead) และรอยย่นพร้อม ๆ กันได้ด้วย แต่ต้องใช้ลูกกลิ้งที่ออกแบบใช้พิเศษ โดยที่ปลายของลูกกลิ้งจะมีชุดลูกกลิ้งทำสันอยู่ด้วย



รูปที่ 7.11 CRIMPING MACHINE

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง ได้แก่ โครงเครื่อง (Frame) ลูกกลิ้ง (Crimping Rolls) เฟือง (Gears) และมือหมุน (Operating Handle) ซึ่งคล้ายกับเครื่อง Beading Machine

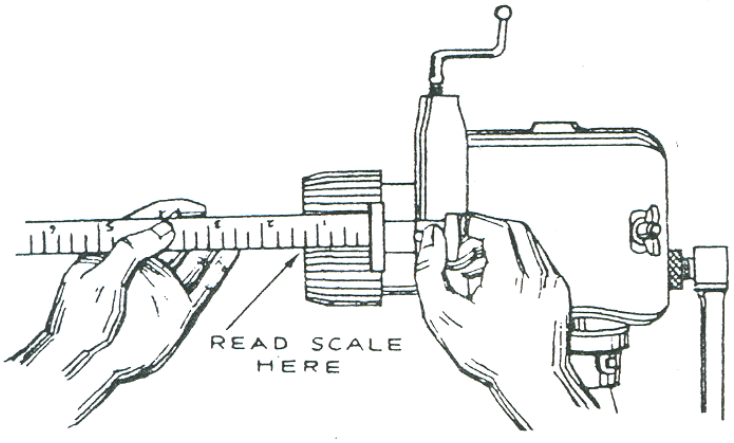
การทำรอยย่นบนผิวโลหะ (CRIMPING)

ขั้นตอนการทำงาน

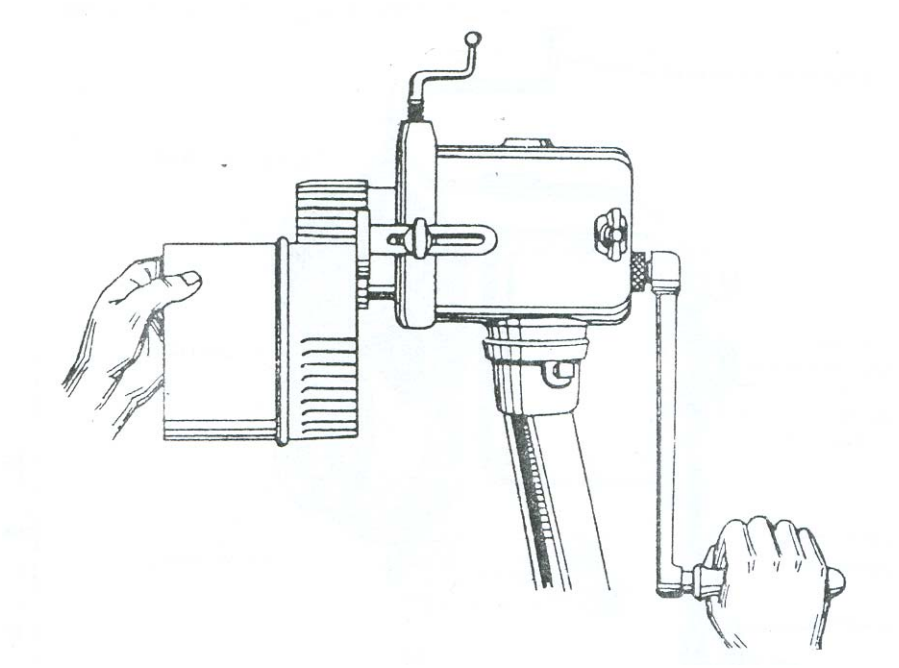
1. ยกลูกกลิ้งตัวบน (Upper Roll) ขึ้นโดยการหมุน Crank Screw
2. คลาย Wing Screw ปรับตั้ง Gage เพื่อตั้งระยะความกว้างของรอยย่นที่ต้องการ เมื่อปรับได้แล้วกด Wing Screw ให้แน่น

   หมายเหตุ จากรูปที่ 7.12 เป็นการตั้ง Gage ให้มีความกว้างของรอยย่น 1¼ ”
3. วางขอบงานที่จะทำรอยย่นเข้าไประหว่างลูกกลิ้งให้ชิดกับ Gage
4. เลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงเพื่อปรับตั้งความลึกของรอยย่นโดยการหมุน Crank Screw ด้วยมือขวา
5. จับชิ้นงานให้ได้แนวระดับให้ด้านหนึ่งชิดกับ Gage ด้วยมือซ้าย หมุนมือหมุนด้วยมือขวา (รูปที่ 7.13)

   หมายเหตุ งานต้องสัมผัสกับ Gage ตลอดเวลา
6. ยกลูกกลิ้งตัวบนขึ้นเพื่อปลดชิ้นงานออกจากเครื่อง



รูปที่ 7.12 การปรับตั้งเกจ



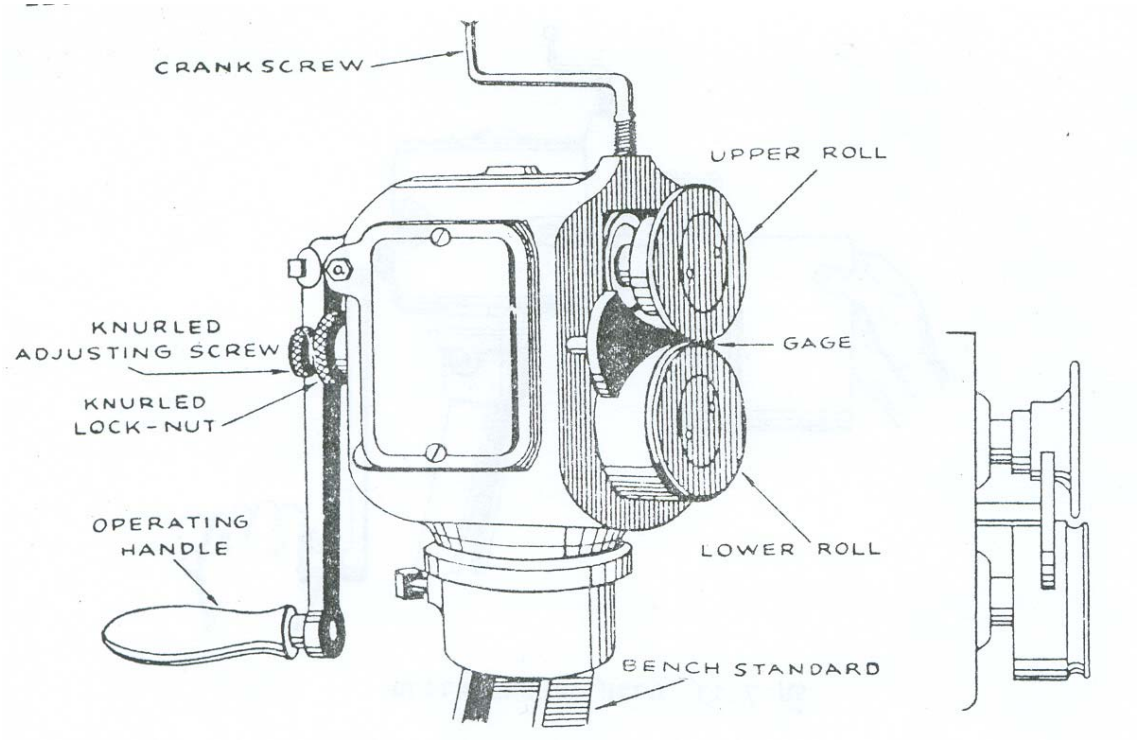
รูปที่ 7.13 การทำรอยย่นบนผิวงาน

3. TURNING MACHINE

เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับขึ้นรูปขอบงานแคบ ๆ ที่มีผิวโค้งเป็นมุมฉาก (Flange) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของงาน ได้แก่ การเตรียมเพื่อเข้าขอบลวด หรือการเข้าตะเข็บต่าง ๆ ซึ่งจะสามารถใช้งานกับโลหะแผ่นหนาสูงสุดเบอร์ 22 แต่ถ้าใช้มอเตอร์ในการส่งกำลัง จะสามารถใช้กับแผ่นโลหะได้หนาถึงเบอร์ 14

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง ได้แก่ โครงเครื่อง (Frame) ลูกกลิ้ง (Two Rolls), เฟือง (Gears), มือหมุน (Operating Handle)

ลูกกลิ้ง (Rolls) ที่ใช้นั้นมีขนาดที่เปลี่ยนอยู่ 2 ชุด คือ ขนาดของลูกกลิ้งตัวบน (Upper Roll) กว้าง 9/64" และ 3/16" ซึ่งใช้สำหรับการเข้าขอบลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/8" หรือเล็กกว่า



รูปที่ 7.14 TURNING MACHINE

รูปที่ 7.15 ลูกกลิ้ง

การเตรียมขอบสำหรับเข้าขอบลวด (Preparing and Edge for Wiring)

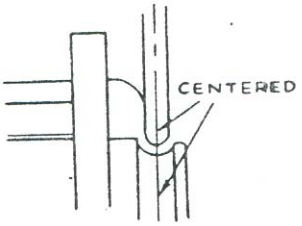
ขั้นตอนการทำงาน

1. ถ้าแนวเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งตัวบนกับตัวล่างไม่ตรงกัน ต้องปรับให้ตรงกัน โดยปรับที่ Knurled Nut ที่ปลายเพลา (รูปที่ 7.16)
2. ตั้ง Gage สำหรับความกว้างของขอบงานตามต้องการ

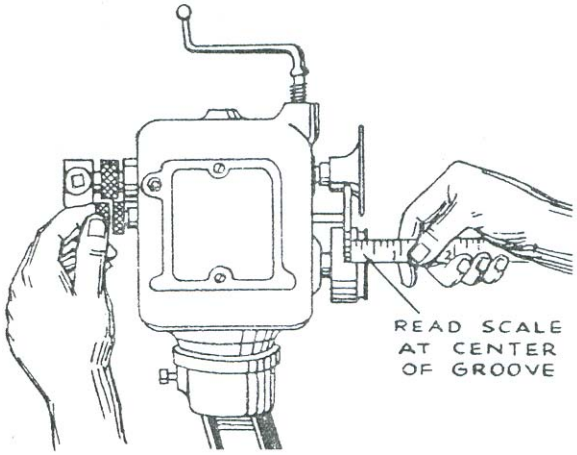
   หมายเหตุ จากรูป 7.17 ความกว้างของขอบที่ตั้ง Gage ไว้เท่ากับ ¼"

   หมายเหตุ สำหรับการเข้าขอบลวดระยะความกว้างของขอบต้องเท่ากับ 2 ½ เท่า ของเส้น ผ่าศูนย์กลางของลวดสำหรับโลหะแผ่นเบอร์ 24 และบางกว่า

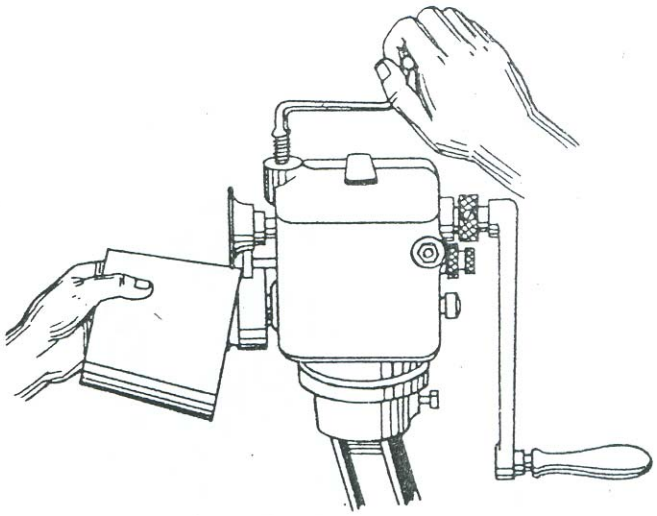
3. จับชิ้นงานด้วยมือซ้าย วางขอบงานให้อยู่ระหว่างลูกกลิ้งและชิดกับ Gage โดยให้ชิ้นงานเอียงเหนือแนวระดับเล็กน้อย (รูปที่ 7.18)
4. เลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงจนสัมผัสกับแผ่นโลหะเบา ๆ โดยหมุน Crank Screw
5. จับขอบงานให้ชิดกับ Gage ด้วยมือซ้ายแล้วหมุนมือหมุนด้วยมือขวาจนลูกกลิ้งกดขอบเส้นรอบวงของงาน



รูปที่ 7.16 การปรับแนวลูกกลิ้งให้ตรงกัน



รูปที่ 7.17 การปรับตั้งเกจ



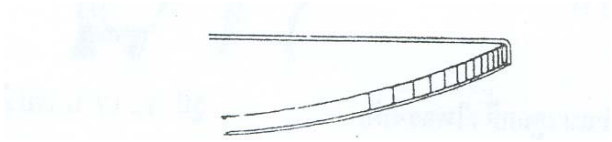
รูปที่ 7.18 ชิ้นงานเอียงเหนือแนวระดับเล็กน้อย

6. เลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงอีกเล็กน้อยโดยหมุน Crank Screw
7. ยกชิ้นงานเอียงเล็กน้อยแล้วหมุนมือหมุนใหม่ จนลูกกลิ้งกดรอบเส้นรอบวงของงาน และได้ขอบตามต้องการ
8. คลาย Crank Screw เอาชิ้นงานออกจากเครื่อง

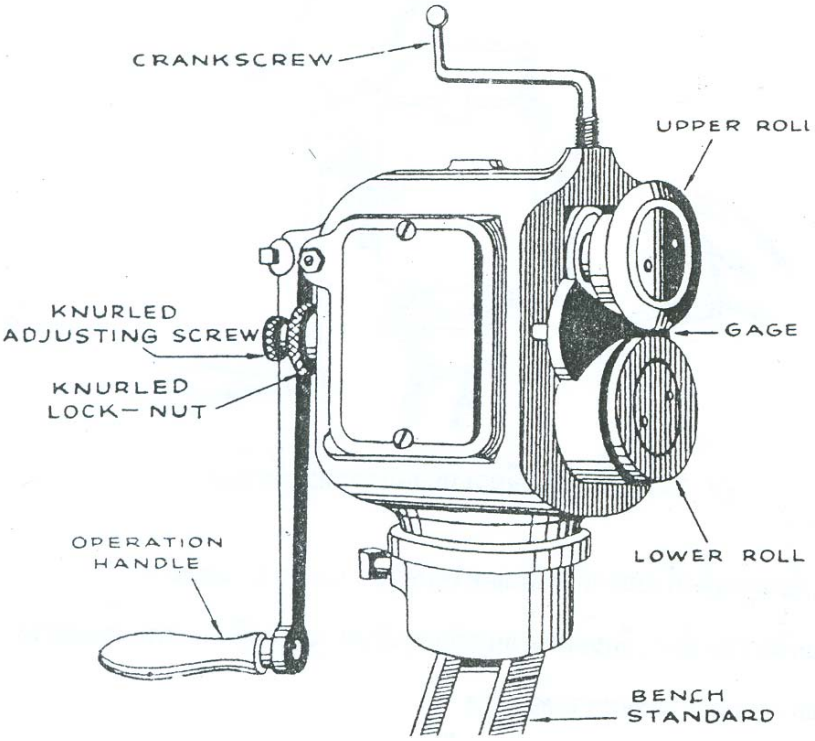
4. BURRING MACHINME

เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปขอบงานแคบ ๆ บนแผ่นงานกลม (Discs) ผิวทรงกระบอกและงานรูปร่างแปลก ๆ ซึ่งคล้ายกับงานที่ทำด้วยเครื่อง Turing Machine แต่ขอบงานจะดูสวยงามและเรียบร้อยกว่าเครื่องนี้สามารถใช้งาน กับโลหะแผ่นหนาสูงสุดเบอร์ 22 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องก็คล้ายกับส่วนประกอบของเครื่อง Turning Machine นอกจากลูกกลิ้ง

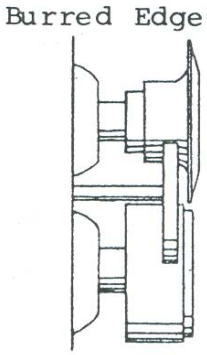
ลูกกลิ้ง (Rolls) ลูกกลิ้งตัวบน (Up Roll) จะมีรูปร่างเป็นแผ่นจาน (Disc) ส่วนลูกกลิ้งตัวล่าง (Lower Roll) จะมีรูปร่างทรงกระบอ



รูปที่ 7.19



รูปที่ 7.20 Burring Machine



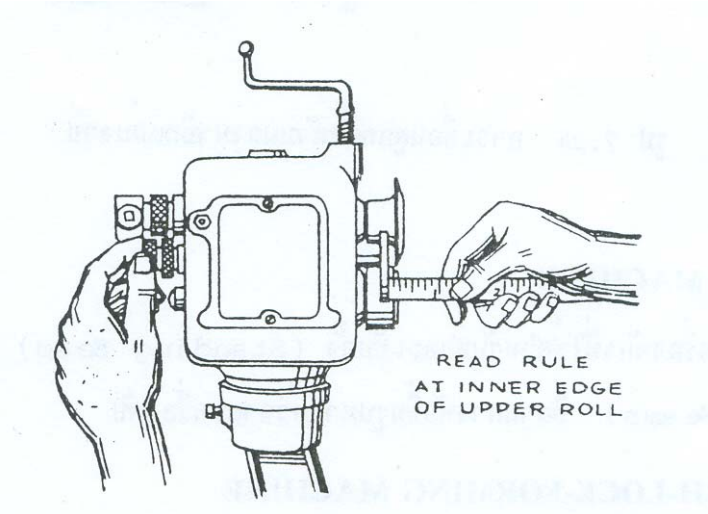
รูปที่ 7.21 ลูกกลิ้ง

การทำขอบบนแผ่นโลหะกลม (BURRING A DISC)

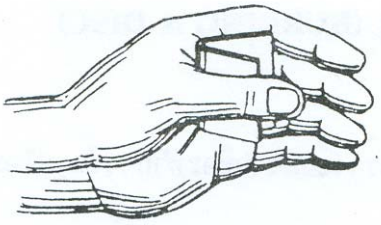
ขั้นตอนการทำงาน

1. ตั้งระยะความกว้างขอบงานที่จะทำการขึ้นรูปโดยใช้ Gage และไม้บรรทัด

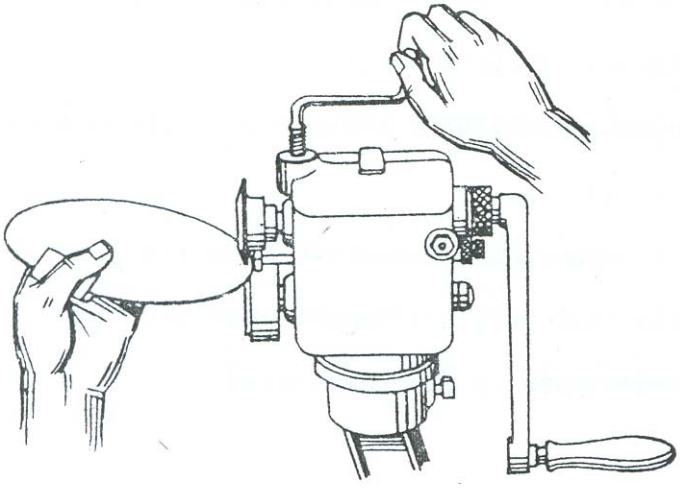
   หมายเหตุ จากรูปที่ 7.22 ความกว้างของขอบงานเท่ากับ 1/8
2. จับแผ่นงานโดยใช้แผ่นโลหะรูปตัว ยู ช่วยจับเพื่อป้องกันคมจากแผ่นงานบาดมือด้วยมือซ้าย (รูปที่ 7.23)
3. วางขอบงานเข้าไประหว่างลูกกลิ้งให้ชิดขอบ Gage โดยเอียงให้แผ่นงานอยู่เหนือแนวระดับเล็กน้อย (รูปที่ 7.24)
4. เลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงจนสามารถยึดแผ่นโลหะงานได้โดยที่แผ่นงานไม่ขาด (รูปที่ 7.24)
5. ใช้มือขวาหมุนมือหมุนจนลูกกลิ้งกดรอบเส้นรอบวงของงาน
6. ถ้ายังไม่ได้ขอบตามต้องการให้ปฏิบัติขั้นตอนที่ 4 – 5 ซ้ำอีก
7. ยกลูกกลิ้งตัวบนขึ้น เอาชิ้นงานออกจากเครื่อง



รูปที่ 7.22 การปรับตั้งเกจ



รูปที่ 7.23 แผ่นตัวยูช่วยจับงาน



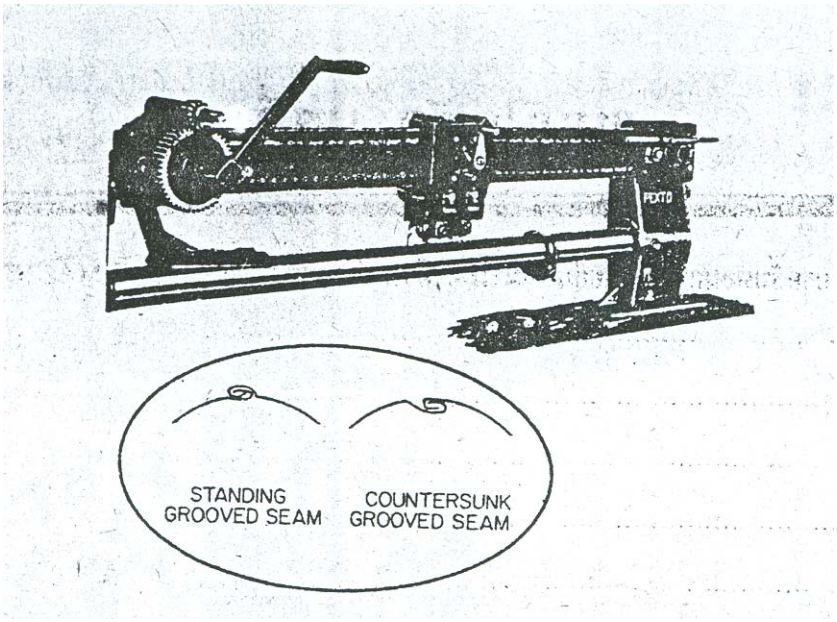
รูปที่ 7.24 การเลื่อนลูกกลิ้งตัวบนลงมายึดแผ่นงาน

GROOVING MACHINE

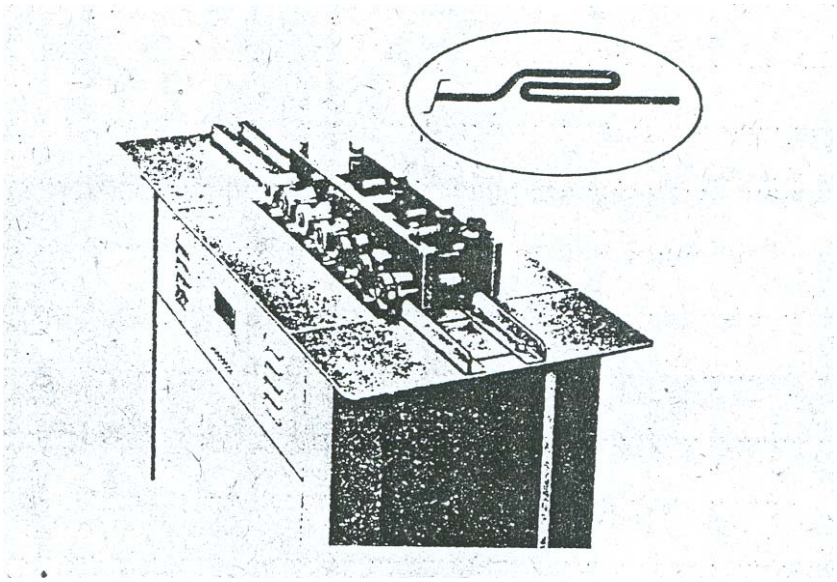
เป็นเครื่องจักรที่ใช้สำหรับทำตะเข็บตั้ง (Standing Seam) หรือตะเข็บร่อง (Grooved Seams) ที่ผ่านการพับขึ้นรูปมาแล้วจากเครื่องพับ

PITTSBURGH – LOCK – FORMING MACHINE

เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบสำหรับขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับล็อค (Pocket) ของตะเข็บพิทสเบอร์ก



รูปที่ 7.25 GROOVING MACHINE



รูปที่ 7.26 PITTSBURGH – LOCK – FORMING MACHINE

บทที่ 8
การเขียนแบบแผ่นคลี่งานโลหะแผ่น

1. ความหมายของการเขียนแบบแผ่นคลี่

การเขียนแบบแผ่นคลี่ หมายถึง การเขียนแบบงานลงบนแผ่นโลหะก่อนการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจำเป็นต้องเขียนแบบตามขนาดจริงที่ต้องการและแตกต่างจากการเขียนแบบชนิดอื่น ๆ ซึ่งสามารถย่อส่วนหรือย่อขนาดได้

2. การเขียนแบบแผ่นคลี่ลงบนแผ่นงาน

การเขียนแบบแผ่นคลี่ลงบนแผ่นงาน สามารถทำได้ 4 วิธี ดังนี้

2.1 การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

วิธีใช้สำหรับงานง่าย ๆ หรือเป็นงานที่สามารถจะนำขนาดที่บอกจากแบบงานถ่ายออกมาเป็นขนาดของแผ่นคลี่ได้โดยตรงบนแผ่นโลหะไม่ต้องหาสูงจริง เช่น พวกกระป๋องกลมหรือกล่องเหลี่ยม เป็นต้น

การเริ่มต้นเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่ายลงบนแผ่นของโลหะทำได้ 2 วิธี คือ

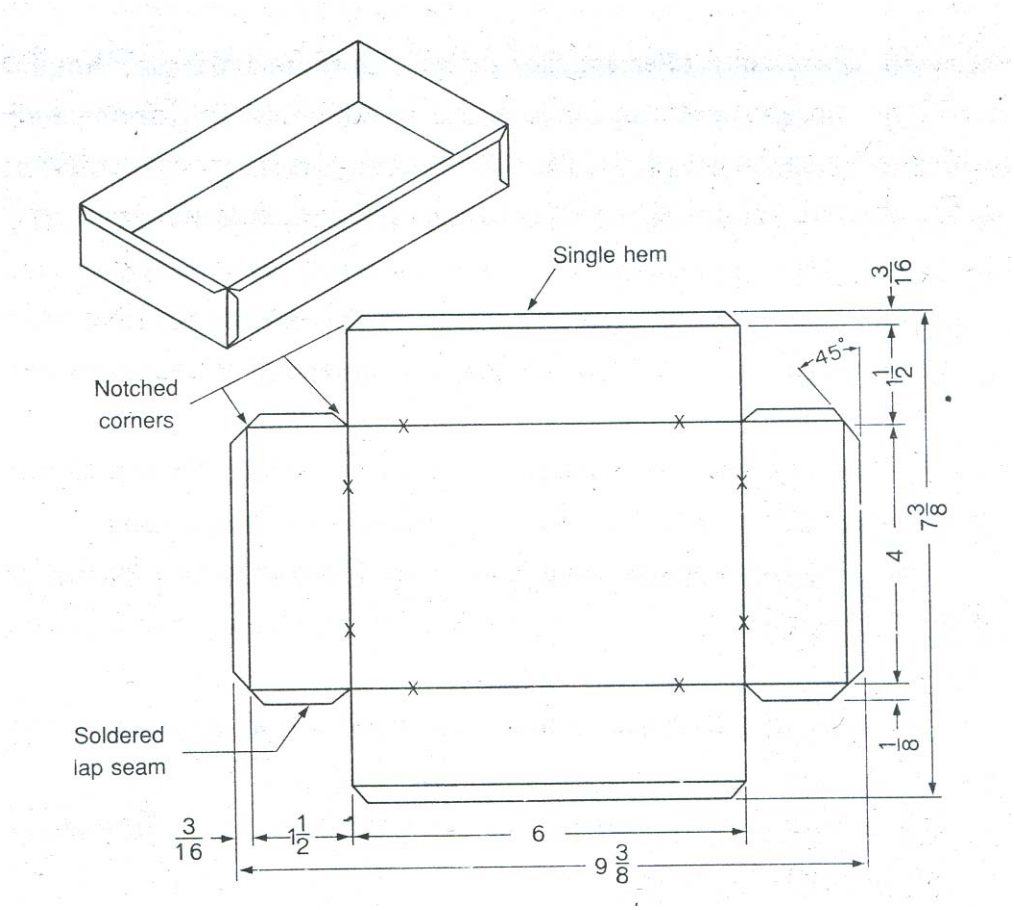
1. ใช้มุมฉากของแผ่นโลหะเป็นจุดเริ่มต้น

สำหรับงานที่มีด้านคู่ขนาน 2 คู่ การวัดขนาดต่าง ๆ มักจะเริ่มต้นจากมุมล่างด้านซ้ายของแผ่นโลหะขึ้นไปทางด้านบนและต่อไปทางด้านขวา

2. ใช้เส้นศูนย์กลางเป็นหลักในการร่างแบบ

สำหรับงานที่มีด้านคู่ขนานเพียงคู่เดียว และอีก 2 ด้านจะเรียวเข้าหากัน ความกว้างของแผ่นโลหะที่ต้องใช้ต้องใหญ่กว่าแผ่นคลี่เล็กน้อย

ดังนั้น ก่อนที่จะตัดแผ่นโลหะออกจากแผ่นเต็มจะต้องคำนวณความกว้างและความยาวของชิ้นงานที่จะคลี่แบบเสียก่อนและจะต้องมีมุมข้างหนึ่งเป็นมุมฉาก เพื่อใช้เป็นหลักสำหรับหาเส้นศูนย์กลางและเส้นอื่น ๆ ต่อไป



รูปแสดงวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย

2.2 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน

การเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนานเหมาะสำหรับรูปร่างงานที่มีด้านเส้นตรง และขนานกัน เช่น แท่งปริซึม และแท่งรูปทรงกระบอก นิยมใช้กันมากสำหรับการเขียนแผ่นคลี่ของท่อกลม ท่อแยกสามทาง และข้องอต่าง ๆ

ก่อนที่จะรู้จักวิธีการเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน ควรจะรู้จักความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องก่อน เพื่อสะดวกแก่การเรียกชื่อในขณะที่ทำการเขียนแบบ ได้แก่

1. ภาพด้านหน้า หมายถึง ภาพที่มองเห็นทางดานหน้าของวัตถุ เป็นภาพที่แสดงให้เห็นความสูง และความกว้างของวัตถุนั้น

2. ภาพด้านบน หมายถึง ภาพที่มองเห็นทางด้านบนของวัตถุ ภาพที่ด้านบนนี้จะแสดงให้เห็นความกว้าง และความยาวของวัตถุนั้น

3. เส้นฐาน (Base line) หมายถึง เส้นที่ใช้เป็นฐานของรูปด้านหน้า เส้นแบ่งส่วนอื่น ๆ จะลากจากภาพด้านบนลงสู่เส้นฐานทั้งสิ้น ถ้าฉายเส้นฐานนี้ออกไปทำการเขียนแผ่นคลี่ (Stretchout line)

4. เส้นแบ่งส่วน (Element line) หมายถึง เป็นเส้นแบ่งรูปร่างของวัตถุออกเป็นส่วน ๆ โดยการสมมุติขึ้นเพื่อให้สะดวกในการเขียนแผ่นคลี่ ซึ่งเปรียบได้กับการก่อสร้างอาคารที่จะต้องนำเอาวัสดุแต่ละส่วนมาประกอบกันจนเป็นรูปร่างของอาคาร รูปปริซึมจะมีขอบหรือมุมเพื่อใช้เป็นเส้นแบ่งส่วนได้ สำหรับรูปทรงกระบอกไม่มีมุมหรือขอบในการที่จะใช้เส้นแบ่งส่วน ดังนั้น จึงต้องสมมุติขึ้นที่ผิวของรูปทรงกระบอกเป็นเส้นตรงตามแนวขนานกับความยาวโดยการแบ่งตามจำนวนองศาและให้จำนวนตัวเลขหรืออักษรเรียงตามลำดับระยะห่างของเส้นแบ่งส่วนทุก ๆ เส้น รวมกันจะต้องยาวเท่ากับเส้นรอบรูปจริงของทรงกระบอกด้วย

5. แบบแผ่นคลี่ (Stretchout) เป็นภาพแผ่นคลี่ที่สร้างขึ้นจากวัสดุรูปทรงต่าง ๆ ที่มิได้เผื่อขอบตะเข็บและรอยพับต่าง ๆ บางครั้งจะเรียกว่า “Net pattern”

6. เส้นฐานรูปแผ่นคลี่ (Stretchout line) เป็นเส้นที่ได้จากการฉายเส้นฐานหรือเส้นด้านบนของภาพด้านหน้า เส้นฐานรูปแผ่นคลี่นี้จะยาวเท่ากับจำนวนส่วนแบ่งต่าง ๆ ในภาพด้านบนหรือยาวเท่ากับเส้นรอบรูปของวัตถุ

7. เส้นฉายภาพ (Projection line) เป็นเส้นที่ลากจากเส้นแบ่งส่วนจากภาพด้านหน้าไปยังแบบแผ่นคลี่ สำหรับระยะต่าง ๆ บนแผ่นคลี่

8. ตัวเลขกำกับ (Numbering system) คือตัวเลขที่เขียนกำกับเส้นแบ่งส่วนต่าง ๆ เพื่อสะดวกในจำตำแหน่งเส้นต่าง ๆ

หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นขนาน ใช้กับงานส่วนใหญ่ที่มีด้านคู่ขนานด้านหนึ่ง ได้แก่ ปริซึมทรงต่าง ๆ งานรูปทรงกระบอกและรางน้ำ เป็นต้น ซึ่งการเขียนแบบโดยวิธีนี้ยังแบ่งออกได้อีก 3 ประเภท คือ

1. การเขียนภาพแผ่นคลี่ของวัตถุรูปทรงกระบอกและปริซึม มี 2 แบบ คือ

(1) การตัดมุมเพียงด้านเดียว ให้ปฏิบัติดังนี้

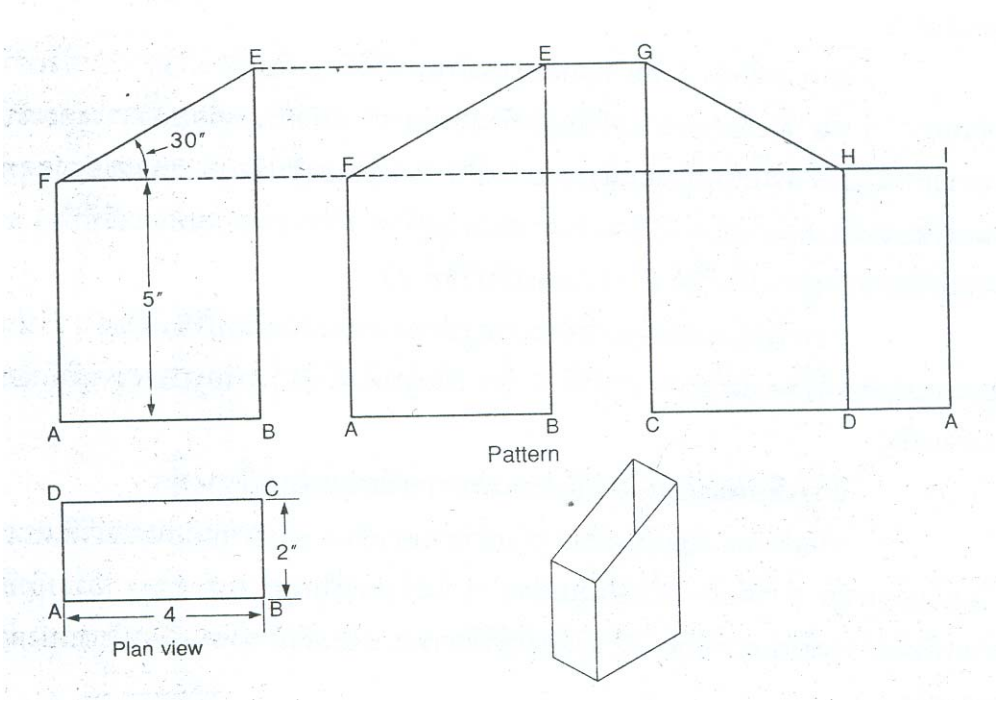
1. การเขียนแบบรูปชิ้นงานด้านหน้าและด้านบน ควรให้ตะเข็บอยู่ข้างใดข้างหนึ่ง
2. แบ่งภาพด้านบนออกเป็นส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ตัวเลขกำกับเส้นแบ่งส่วนด้วย โดยทั่วไปรูปทรงกระบอกนิยมแบ่งออกเป็น 12 ส่วน และรูปทรงปริซึมแบ่งตามจำนวนเหลี่ยมของชิ้นงาน
3. เขียนเส้นฉายภาพของเส้นแบ่งจากภาพด้านบนไปยังภาพด้านหน้าหรือด้านข้างจนถึงเส้นตัดมุม

4. ลากเส้นฐานของแผ่นคลี่ให้อยู่ในระดับเดียวกับเส้นฐานของภาพด้านหน้า เท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปและจำนวนส่วนของภาพด้านบน (ทรงกระบอก)

5. ลากเส้นแบ่งส่วนตั้งฉากกับเส้นฐานของแผ่นคลี่ ประมาณความสูงเท่ากับความสูงในภาพด้านหน้า

6. ภาพด้านหน้าจากจุดตัดของเส้นแบ่งส่วนกับเส้นตัดมุม ลากเส้นฉายภาพขนานกันไปตัดยังเส้นแบ่งส่วนของภาพแผ่นคลี่ที่สร้างขึ้น

7. จากจุดตัดที่เกิดใหม่ในข้อ 6 ทุกคู่เส้น เช่น เส้น 1 ตัดกับเส้น 1, เส้น 2 ตัดกับเส้น 2 เป็นต้น ถ้าลากเส้นสัมผัสทุก ๆ จุดจะได้ภาพแผ่นคลี่ของงานออกมาเป็นภาพแผ่นคลี่ที่ยังไม่ได้เผื่อขอบตะเข็บ (Stretchout)



รูปลักษณะงานการเขียนแผ่นคลี่แบบการตัดมุมเพียงด้านเดียว

(2) การตัดมุม 2 ข้างด้านเดียว ให้ปฏิบัติดังนี้

การเขียนภาพแผ่นคลี่ของรูปทรงกระบอก และรูปทรงปิรามิด ตัดมุม 2 ข้าง และรูปร่างอื่น ๆ จะมีวิธีการเขียนแผ่นคลี่ในลักษณะเดียวกันกับการตัดมุมเพียงข้างเดียว เช่น การเขียนภาพแผ่นคลี่ของข้องอ (Elbow)

การเขียนภาพแผ่นคลี่ข้องอธรรมดา จะเขียนแบบได้โดยอาศัยการเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีนี้ การเขียนแบบข้องอขั้นแรกจะต้องเขียนภาพด้านหน้าและด้านบนของข้องอ เช่นเดียวกับการเขียนแผ่นคลี่รูปทรงกระบอกที่ตัดมุมข้างเดียว

การวางตำแหน่งตะเข็บของข้องอที่ใช้ทั่ว ๆ ไป มี 2 วิธี

1. การวางตะเข็บไว้ที่ขอบรัศมีด้านใน (Throat) กับขอบหลัง (Heel) ของข้องอสลับกันไป
2. วางตะเข็บไว้ที่เส้นแกนกลางความโตของข้องอ

การเขียนแบบข้องอนี้ ตามธรรมดารัศมีของขอบด้านใน (Throat radius) จะยาวเท่ากับครึ่งหนึ่ง หรือเท่ากับ หรือยาวเป็น 2 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของข้องอจำนวนชิ้นของข้องออาจจะแบ่งเป็น 2, 3 หรือกี่ชิ้นก็ตามให้คูณจำนวนชิ้นงานด้วย 3 และให้ลบด้วย 2

สำหรับข้องอ 3 ชิ้น จะแบ่งภาพด้านหน้าได้เท่ากับ $(2 \times 3) - 2$ หรือเท่ากับ 4 ส่วนเท่า ๆ กัน ชิ้นข้องอแรกและชิ้นสุดท้ายจะต้องยาวเท่ากัน พร้อมทั้งการให้ตะเข็บจะต้องตรงกันด้วย สำหรับชิ้นข้องอกลางจะยาวเป็น 2 เท่าของชิ้นข้องอแรกและข้องอสุดท้าย ส่วนตะเข็บจะต้องอยู่ตรงข้ามกับชิ้นงานแรกและสุดท้าย (การวางตะเข็บตามวิธีที่ 1) หรืออาจจะให้ตะเข็บอยู่ตรงกันก็ได้ (การวางตะเข็บวิธีที่ 2)

การเขียนแบบแผ่นคลี่ประเภทรูปทรงกระบอกหรือปริซึมตัดกัน เป็นการเขียนแบบแผ่นคลี่ชิ้นงานต่อชน 2 หรือ 3 ชิ้น เป็นรูปตัวที (T) หรือรูปร่างงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

การเขียนแบบแผ่นคลี่ประเภทการเขียนแผ่นคลี่รางน้ำ

การเขียนแบบแผ่นคลี่ของรางน้ำชายคาบ้าน สามารถเขียนด้วยวิธีเส้นขนานได้โดยไม่ยากนัก การต่อรางน้ำเป็นมุมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นมุม 90 องศา หรือมุมอื่น ๆ ก็ตามเพื่อให้การเข้ามุมจรดกันพอดี จะต้องใช้วิธีการแบ่งเป็นส่วน ๆ เช่นเดียวกับการแบ่งส่วนของวงกลม

มุมการต่อของรางน้ำมี 2 ชนิด คือ ต่อเป็นมุมหันเข้าหาตัวอาคาร (Inside mitres) และต่อเป็นมุมหันออกนอกตัวอาคาร (Outside mitres) การเขียนภาพแผ่นคลี่ของการต่อมุมรางน้ำทั้ง 2 ชนิดนี้ จะมีวิธีการเขียนที่คล้ายกันทุกประการ

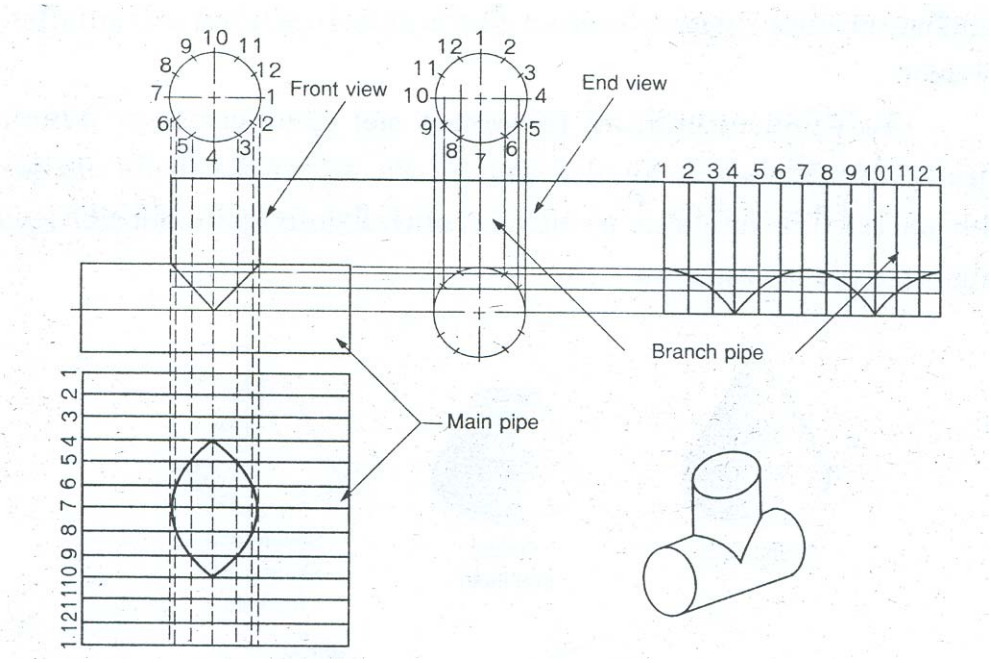
สำหรับการเขียนภาพแผ่นคลี่ การต่อมุมของรางน้ำทั้ง 2 ชิ้นดังกล่าว จะใช้วิธีการเขียนคล้ายกัน แต่ละระดับขั้นในการเขียนจะกลับกัน ดังมีลำดับขั้นในการเขียนดังนี้

1. เขียนแบบภาพด้านหน้าบน และด้านตัดของรูปแบบชายคา
2. แบ่งภาพด้านบนออกเป็นส่วน ๆ พร้อมทั้งให้เลขกำกับเส้น
3. ลากเส้นขนานจากจุดแบ่งส่วนทุกจุด ตรงไปยังภาพด้านหน้าจนถึงเส้นต่อมุม
4. ลากเส้นฉายภาพจากเส้นฐานของภาพด้านบนไปทางด้านขวาให้ยาวพอสมควร
5. วัดระยะส่วนต่าง ๆ ในภาพตัดด้านข้างทุกระยะลงบนเส้นฉายในข้อ 4 พร้อมทั้งให้เลขกำกับเส้น
6. จากจุดแบ่งส่วนลากเส้นตั้งฉากกับเส้นในข้อ 4 ทุกจุด

7. จากภาพด้านบนลากเส้นฉายภาพทุกจุดที่ตัดกับส่วนต่อมุมของรางน้ำไปยังเส้นตั้งฉากในข้อ 6

8. จากจุดตัดของคู่เส้นทุกคู่ลากจุดสัมผัสทุกจุด จะได้ภาพแผ่นคลี่ของรางน้ำตามต้องการ

จากวิธีการเขียนภาพแผ่นคลี่ของวัตถุรูปทรงกระบอก ทรงปริซึม และทรงขนานทุกรูปแบบสามารถเขียนได้ด้วยวิธีเส้นขนาน ซึ่งจะเป็นวิธีเขียนที่ง่ายวิธีหนึ่ง ถ้าผู้ทำการเขียนมีความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ถูกต้อง



รูปแสดงวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่โดยวิธีเส้นขนาน

2.3 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี (Radial line development)

การเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีนี้ จะใช้สำหรับการเขียนแบบแผ่นงานที่มีเส้นแบ่งส่วนเป็นรัศมี รูปร่างทั่วไปจะเรียว (Taper) เช่น กรวย (Cone) ปิรามิด (Pyramid) กรวยหรือปิรามิดยอดตัด (Frustum) โดยยอดตัดนั้นขนานกับฐาน (Base)

คำจำกัดความต่าง ๆ ของการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี

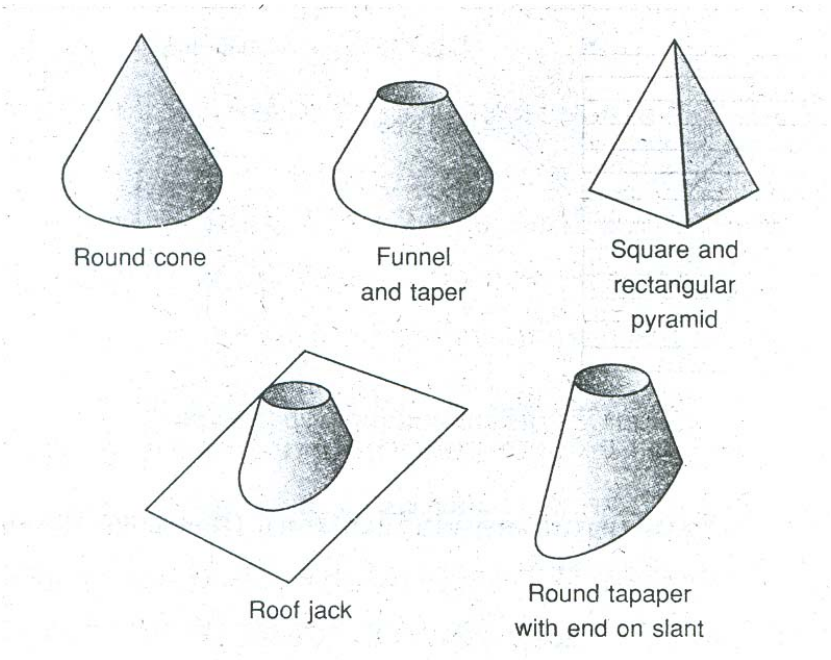
ภาพด้านหน้า (Front view) หมายถึง ภาพที่แสดงให้เห็นส่วนสูง (Height) และด้านกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุ

ภาพด้านบน (Top view) หมายถึง ภาพที่มองจากจุดยอดของวัตถุ แสดงให้เห็นความยาว (Length) และความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง

เส้นฐาน (Base line) หมายถึง เส้นขอบล่างด้านหน้าของวัตถุ ซึ่งเส้นแบ่งส่วนจากภาพด้านบนจะตัดเส้นฐานนี้และจุดแบ่งส่วนที่เส้นฐานจะถูกลากผ่านไปยังจุดยอดของภาพด้านหน้าอีก

เส้นแบ่งส่วน (Element line) เป็นเส้นที่สมมติและเขียนขึ้นใช้แบ่งชิ้นงานออกเป็นส่วน ๆ เพื่อสะดวกสำหรับการเขียนภาพแผ่นคลี่ งานทรงกลมยอดแหลม เช่น กรวย ต้องใช้เส้นแบ่งส่วนนี้จะทำให้การเขียนภาพแผ่นคลี่ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น สำหรับงานรูปทรงปีรามิด จะใช้เหลี่ยมหรือมุมเป็นเส้นแบ่งส่วนได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องสมมติเส้นขึ้นอีก จำนวนเส้นแบ่งส่วนของภาพแผ่นคลี่จะต้องเท่ากับจำนวนเส้นแบ่งส่วนในภาพด้านบนหรือภาพด้านข้างด้วย

เส้นรัศมีของแบบแผ่นคลี่ (Stretchout arc) เป็นเส้นแรกของการเขียนภาพเฉพาะแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี เส้นแบ่งส่วนทุก ๆ เส้นจะมีระยะห่างเท่ากับระยะในภาพด้านบน และจะตั้งได้ฉากกับเส้นนี้ ความยาวของเส้นรัศมีขอบภาพแผ่นคลี่นี้จะมีความยาวเท่ากับเส้นรอบรูปของภาพด้านบน



รูปลักษณะงานที่เขียนแบบด้วยวิธีเส้นรัศมี

หลักการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี

ภาพด้านบนและภาพด้านหน้าของรูปชิ้นงานที่จะนำมาเขียนแบบแผ่นคลี่จะต้องเลือกให้ภาพด้านหน้าแสดงเส้นความสูงจริงของเส้นรัศมีด้วย จึงจะทำให้การเขียนถูกต้องและรวดเร็ว การเขียนภาพด้านบนและด้านหน้าให้แสดงเส้นความสูงจริง โดยการเขียนภาพด้านบนให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเส้นรัศมีของฐานที่ยาวที่สุดขนานกับเส้นฐานในภาพด้านหน้าขอบภาพด้านหน้าจึงจะมีความสูงที่แท้จริงของเส้นรัศมี

การออกแบบตะเข็บสำหรับแผ่นคลี่จะนิยมใช้เส้นตรงกลางช่วงที่สิ้นสุดหรือตรงมุมด้านสั้น

การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมีประเภทที่ 1 ใช้สำหรับการเขียนแบบภาพแผ่นคลี่ของกรวยกลมและปีรามิดทรงยอดเหลี่ยม ซึ่งมีลำดับขั้นการเขียนดังนี้

1. เขียนภาพด้านบนและภาพด้านหน้าที่แสดงเส้นความสูงจริง (เส้นผ่าศูนย์กลางของกรวยและปีรามิดจะต้องขนานกับเส้นฐานในภาพด้านหน้า จึงจะได้เส้นความสูงจริงจากเส้นขอบภาพด้านหน้า)

2. แบ่งภาพด้านบนออกเป็นส่วนต่าง ๆ ตามความจำเป็นพร้อมทั้งให้ตัวเลขกำกับ โดยปกติกรวยกลมนิยมแบ่งเป็น 12 ส่วน สำหรับปีรามิดไม่ว่าจะเป็นสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมจะแบ่งตามมุมหรือเหลี่ยมของปีรามิดนั้น

3. ลากเส้นฉายภาพแบ่งส่วนจากภาพด้านบนไปยังเส้นฐานในภาพด้านหน้า

4. จากจุดตัดของเส้นแบ่งส่วนกับเส้นฐานในภาพด้านหน้า ลากเส้นไปสู่จุดยอดของกรวย หรือปีรามิด

5. เขียนเส้นรัศมีขอบภาพแผ่นคลี่ เท่ากับเส้นความสูงจริงจากขอบภาพด้านหน้าให้มีความยาวประมาณเท่ากับเส้นรอบรูปของภาพด้านบน

6. แบ่งเส้นรัศมีของภาพแผ่นคลี่ในข้อ 5 ออกเป็นส่วน ๆ เท่ากับจำนวนส่วนในภาพด้านบน

7. ลากเส้นแบ่งส่วนต่าง ๆ สู่จุดศูนย์กลางของวงกลม (สำหรับกรวยกลมไม่จำเป็นต้องลากเส้นทุกเส้น แต่จะต้องลากจากเส้นที่อยู่ปลายทั้งสองข้างของเส้นรัศมีขอบภาพแผ่นคลี่เสมอ จึงจะได้ภาพแผ่นคลี่ออกมา สำหรับปีรามิดจะต้องลากทุกเส้นเพื่อใช้สังเกตในขณะพับขึ้นรูป)

8. ลากเส้นจากจุดตัดของเส้นแบ่งส่วนกับเส้นรัศมีขอบภาพแผ่นคลี่ ตามลำดับทุกจุดจะได้ภาพแผ่นคลี่ออกมา (เฉพาะปีรามิด)

2. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมีประเภทที่ 2 การเขียนแบบภาพแผ่นคลี่ด้วยวิธีนี้จะใช้สำหรับกรวยกลมหรือปีรามิดยอดตัด ซึ่งมีลำดับขั้นของการเขียนดังนี้

1. เขียนแบบด้านบนและภาพด้านหน้าของรูปชิ้นงาน ซึ่งแสดงความยาวเส้นรัศมีจริง

2. แบ่งแบบด้านบนออกเป็นส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งลากเส้นฉายภาพไปยัง Base line ของ

ภาพด้านหน้า

3. จากจุดตัดที่เกิดขึ้นใหม่ในข้อ 2 ลากเส้นเข้าสู่จุดยอดของภาพ จากนั้นวัดเส้นสูงจริงจากของภาพด้านหน้า

4. วัดความสูงจริงจากเส้นขอบของภาพด้านหน้า แล้วนำมาเขียนเส้นของรัศมีให้ยาวเท่ากับระยะของจุดแบ่งส่วนต่าง ๆ ทุก ๆ จุดบนภาพด้านบนรวมกัน พร้อมให้ตัวเลขกำกับส่วนต่าง ๆ นั้นด้วย

5. ลากเส้นจากจุดแบ่งส่วนในภาพแผ่นคลี่สร้างขึ้นใหม่ทุก ๆ จุดไปสู่จุดยอด (Apex) หรือจุดศูนย์รวมของรัศมีเหมือนกับการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมีประเภทที่ 1 ทุกประการ

6. จากจุดยอดของเส้นขอบภาพด้านหน้าใช้วงเวียนระยะรัศมีไปยังภาพแผ่นคลี่ในข้อ 5

7. สำหรับทรงปีรามิดจะต้องลากเส้นระหว่างจุดตัดของเส้นรัศมีในข้อ 6 กับเส้นที่ลากในข้อ 5 พร้อมทั้งลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ฐาน

3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมีประเภทที่ 3 การเขียนแบบภาพแผ่นคลี่รูปทรงกรวยหรือปีรามิดยอดตัดหรือฐานเฉียงจะใช้วิธีการเขียนแบบด้วยวิธีเส้นรัศมีได้เช่นเดียวกันกับการเขียนรูปทรงกรวยกลมหรือปีรามิดธรรมดา ดังวิธีการเขียนดังนี้

1. เขียนภาพด้านหน้าและภาพด้านบน (Top or plan view) เต็มรูปหรือครึ่งรูป (Semi section)

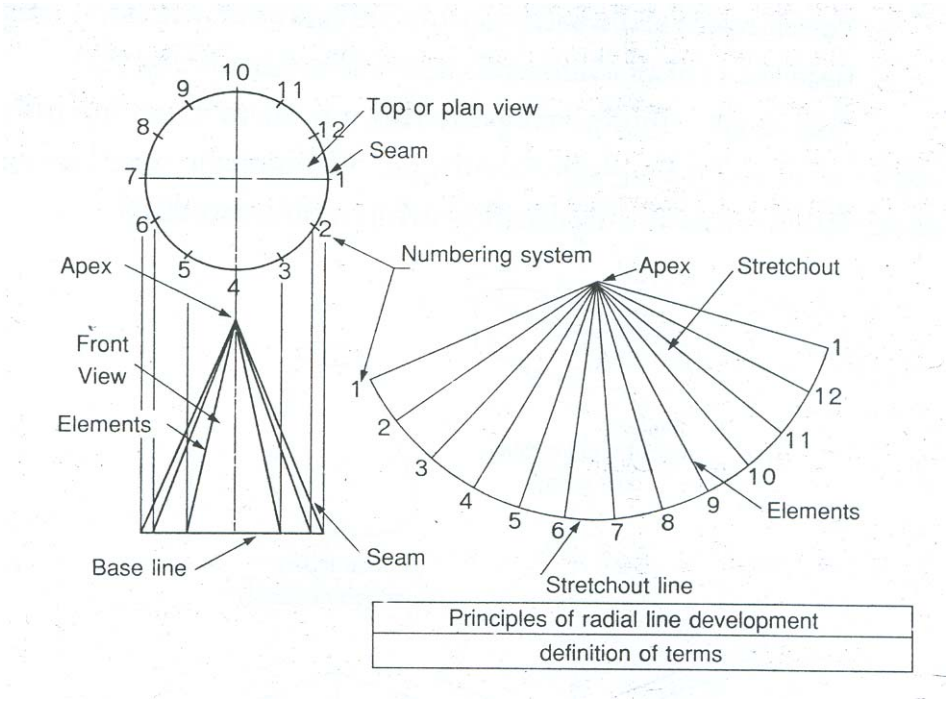
2. แบ่งภาพด้านบนออกเป็นส่วน ๆ พร้อมทั้งลากจากจุดแบ่งส่วนขนานกับแกนตั้งไปยังภาพด้านหน้าตัดกับ Base line และลากเส้นจากจุดตัด (Base line กับ Element line) ไปยังจุดยอด

3. จากจุดตัดเส้นแบ่งส่วน (Element line) กับเส้นตัดเฉียงทุกจุด ลากเส้นขนานไปกับฐานจนตัดเส้นขอบภาพด้านหน้า (รัศมี)

4. เริ่มสร้างแผ่นคลี่คล้ายกับวิธีการเขียนในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 จนถึงการให้ตัวเลขกำกับจุดและลากเส้นจากจุดตัด (ระหว่างขอบรัศมีกับเส้นแบ่งส่วน) ขึ้นไปสู่จุดยอดของภาพ

5. จากภาพด้านหน้าใช้วงเวียนถ่ายระยะจากปลายที่ลากขนานตัดกับเส้นขอบภาพ (ข้อ 3) ไปถ่ายลงในแผ่นคลี่ที่สร้างขึ้นใหม่ (ข้อ 4) ตามเลขกำกับเส้นคู่คู่กันไป

6. จากจุดตัดที่ได้จากข้อ 5 ลากเส้นสัมผัสทุก ๆ จุด จะได้ภาพแผ่นคลี่ทรงกรวยหรือปีรามิดตัดเฉียง



รูปแสดงวิธีการเขียนแบบด้วยเส้นรัศมี

2.4 การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นสามเหลี่ยมมุมฉาก (Triangulation line)

การเขียนแผ่นคลี่ด้วยวิธีนี้ จะใช้หลักการหาเส้นความสูง (ยาว) จริง จากเส้น 2 เส้นที่ทำมุมฉากซึ่งกันและกัน ความห่างของปลายเส้นทั้งสองที่ทำมุมฉากกันจะเป็นเส้นความสูงจริงที่นำมาให้เขียนภาพแผ่นคลี่

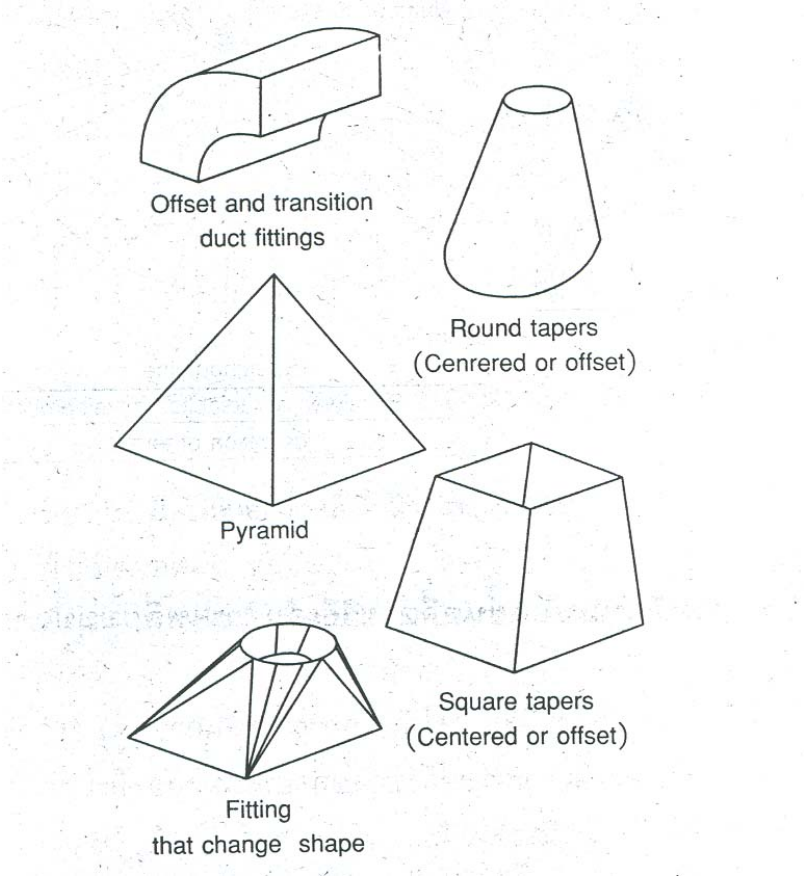
การหาเส้นสูงจริงทุกครั้ง จะต้องนำเส้น 2 เส้น มาทำมุมฉากกันเสมอ ดังนั้นจึงเรียกการเขียนด้วยวิธีนี้ว่าเส้นสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือ Triangulation line

การเขียนภาพแผ่นคลี่ด้วยวิธีนี้จะใช้เขียนแผ่นคลี่ของงานโลหะแผ่นรูปทรงต่าง ๆ ทุกรูปที่ไม่สามารถจะเขียนด้วยวิธีอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง รูปแบบงานดังกล่าวได้แก่ข้อต่อกลมกับท่อเหลี่ยม (Square to round transition) ท่อกลม และท่อเหลี่ยมเยื้องศูนย์ หรือข้อต่องานท่อ Duct เป็นต้น

คำจำกัดความของเส้นต่าง ๆ

ชนิดของเส้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบแผ่นคลี่จะคล้ายกับการเขียนด้วยวิธีเส้นขนานหรือเส้นรัศมี ความยาวของเส้นที่ปรากฏจากขอบภาพด้านหน้าจะไม่ใช้ความสูงจริงเหมือนกับวิธีเส้นขนานหรือวิธีเส้นรัศมี คำจำกัดความที่ต่างกัน ได้แก่

- Vertical height จะเป็นชื่อเรียกของเส้นตั้งหรือเส้นดิ่งสำหรับใช้หาความสูงจริง
- Base line จะเป็นชื่อเรียกของเส้นนอนที่ใช้สำหรับหาความสูงจริง
- True length เป็นเส้นความสูงจริงที่ได้จากการนำเอาระยะจากภาพด้านบน ภาพด้านหน้า หรือภาพด้านข้างคู่ใดคู่หนึ่งมาทำมุมฉากซึ่งกันและกัน ระยะห่างจากปลายเส้นทั้งสองจะเป็นระยะของเส้นความสูงจริงที่ใช้สำหรับการเขียนภาพแผ่นคลี่



รูปแสดงลักษณะงานของการเขียนแบบด้วยวิธีสามเหลี่ยม

หลักของการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ประเภทที่ 1 ท่อเหลี่ยมต่อท่อกลม

จะเป็นการเขียนแผ่นคลี่ของรูปงานที่มีการเปลี่ยนขนาดและรูปทรงบนเส้นแกนกลางเดียวกัน เช่น ข้อต่อท่อสี่เหลี่ยมต่อท่อกลม (Square to round fitting transition) ข้อต่อท่อรูปวงรีต่อท่อกลม (Oval to round fitting transition) เป็นต้น และข้อต่อท่อสี่เหลี่ยมต่อท่อกลมเยื้องศูนย์ก็จะเขียนแบบแผ่นคลี่ในประเภทนี้เช่นเดียวกัน

ข้อต่อรูปสี่เหลี่ยมต่อท่อกลมมีลำดับขั้นการเขียนภาพแผ่นคลี่ ดังนี้

1. เขียนภาพด้านบนและภาพด้านหน้าของแบบรูปงานตามต้องการ
2. แบ่งภาพด้านบนออกเป็นส่วน ๆ พร้อมทั้งใส่สัญลักษณ์หมายเลขกำกับเส้นทุก ๆ จุด
3. ลากเส้นจากจุดตัดแบ่งส่วนในข้อ 2 ไปยังมุมต่าง ๆ ของรูป (ด้านบน)
4. ลากเส้นฉายภาพจากภาพด้านบนทุก ๆ จุดแบ่งไปยังภาพด้านหน้า
5. จากจุดตัดที่เกิดจากเส้นฉายภาพลากตัดกับภาพด้านหน้าในข้อ 4 ให้ลากเส้นแบ่งส่วนไปยังมุมของฐาน
6. ลากเส้นความสูงจากภาพด้านหน้าแล้วนำไปเขียนเส้นตั้ง (Vertical line)
7. ลากเส้นนอน (Base line) ให้ตั้งฉากกับเส้นตั้งให้ยาวพอสมควร
8. จากภาพด้านบน (Top view) ถ่ายระยะความยาวของเส้นแบ่งส่วนทุกเส้นลงในเส้นนอน (ข้อ 7) โดยเริ่มต้นจากจุดตัดของมุมฉาก พร้อมทั้งใส่หมายเลขกำกับจุดตามเส้นแบ่งส่วนของภาพด้านบนด้วย
9. ระยะที่ได้ใหม่จะลากจากจุดต่าง ๆ ในข้อ 8 ไปยังจุดปลายของเส้นตั้ง (ข้อ 6) ซึ่งเส้นที่ได้ใหม่นี้จะเรียกว่า “เส้นความสูงจริง (True lengths)”
10. นำระยะความยาวของฐานจากภาพด้านหน้าไปขีดเพื่อเขียนภาพแผ่นคลี่
11. นำระยะความยาวของฐานจากภาพด้านหลังไปขีดเพื่อเขียนภาพแผ่นคลี่
12. นำระยะจากจุดแบ่งส่วนจากภาพด้านบน ส่วนต่อ ๆ ไป (จากข้อ 2) ไปเขียนระยะโดยให้จุดตัดที่ได้จากข้อ 11 เป็นจุดเริ่มต้น
13. นำระยะจากเส้นความจริงจากข้อ 9 เส้นที่มีความสัมพันธ์ถัดไป ไปเขียนระยะลงโดยเริ่มที่มุมของฐานของสามเหลี่ยม (A, B) ตัดระยะของเส้นแบ่งส่วนในข้อ 12 ได้จุดตัด 3 และ 5
14. จากจุดตัดที่ได้จากข้อ 13 (3 และ 5) ให้นำระยะจากจุดแบ่งส่วนที่ถัดจากข้อ 12 ไปเขียนระยะอีก (3 – 2 และ 5 – 6)

15. แล้วนำระยะของเส้นความสูงจริงเส้นถัดไปตัดระยะแบ่งส่วนในข้อ 14 ได้เป็นจุดตัด 2 และ 5

16. จากจุด 2 และ 5 ที่ได้ใช้ระยะแบ่งส่วนที่เหลือ (2 – 1 และ 6 – 7) เขียนเส้นแบ่งส่วนอีก

17. ใช้เส้นความสูงจริงที่เหลือเขียนระยะได้เป็นจุด 1 และ 7 ตามลำดับ

18. จากจุด 1 และ 7 ให้ใช้ระยะขอบตะเข็บ (S – 1 และ S – 7) แต่ละด้าน (ได้จากเส้นขอบรูปด้านหน้าของแต่ละเส้น) เขียนรัศมี

19. จากจุด A – S และ B – S จะได้จากเส้นระยะจากขอบถึงตะเข็บ (A – S และ B – S) ในภาพด้านบนเขียนระยะโดยเริ่มจาก A และ B ตัดเส้นรัศมีในข้อ 18 จะได้จุด S ทั้งสองข้าง

20. ลากเส้นสัมผัสจุดทุกจุดจะได้ครึ่งแบบแผ่นคลี่ของรูปทรงงานตามต้องการ

ประเภทที่ 2 ท่อเหลี่ยมหรือท่อกลมลดขนาดและเยื้องศูนย์

เป็นการเขียนภาพแผ่นคลี่ของรูปงานท่อกลมหรือรูปงานหลายเหลี่ยมลดขนาดและเยื้องศูนย์ ซึ่งมีวิธีการเขียนคล้ายกับวิธีการแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นสามเหลี่ยมมุมฉากที่ได้กล่าวมาแล้วในประเภทที่ 1

วิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ของข้อต่อเยื้องศูนย์ และลดขนาดทุกแบบที่ใช้วิธีการเขียนด้วยวิธีเส้นสามเหลี่ยมมุมฉาก จะต้องหาเส้นสูงจริงหลายเส้น ทั้งเส้นสูงจริงในแนวตั้ง และเส้นสูงจริงในแนวทแยงก่อน แล้วจึงนำเส้นสูงจริงทั้งสองเขียนจุดตัดกับระยะของเส้นแบ่งส่วนสลับกันไป โดยมีวิธีการเขียนดังต่อไปนี้

1. เขียนภาพด้านบนและภาพด้านหน้าของรูปแบบชิ้นงาน

2. แบ่งส่วนด้านบนออกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่ากับงานบนเหลี่ยมของรูปงานสำหรับงานหลายเหลี่ยม ส่วนงานกลมโดยปกติจะแบ่งเป็น 12 ส่วน

3. ลากเส้นแบ่งส่วนทั้งที่เป็นสูงจริงและสูงจริงทแยงในภาพด้านบน

4. ลากเส้นตั้งเท่ากับความสูงด้านหน้าของรูปแบบชิ้นงาน

5. ลากเส้นนอนให้ตั้งฉากกับเส้นตั้งให้ยาวพอสมควร

6. นำระยะจากเส้นแบ่งส่วน (ทั้งเส้นที่อยู่ในแนวตั้งตรงและแนวทแยง) จากภาพด้านบนแต่ละชุด ๆ ไปถ่ายลงบนเส้นฐาน (ข้อ 5) โดยเริ่มต้นจากจุดตัดตั้งฉาก พร้อมทั้งใส่หมายเลขหรือสัญลักษณ์กำกับจุดด้วย

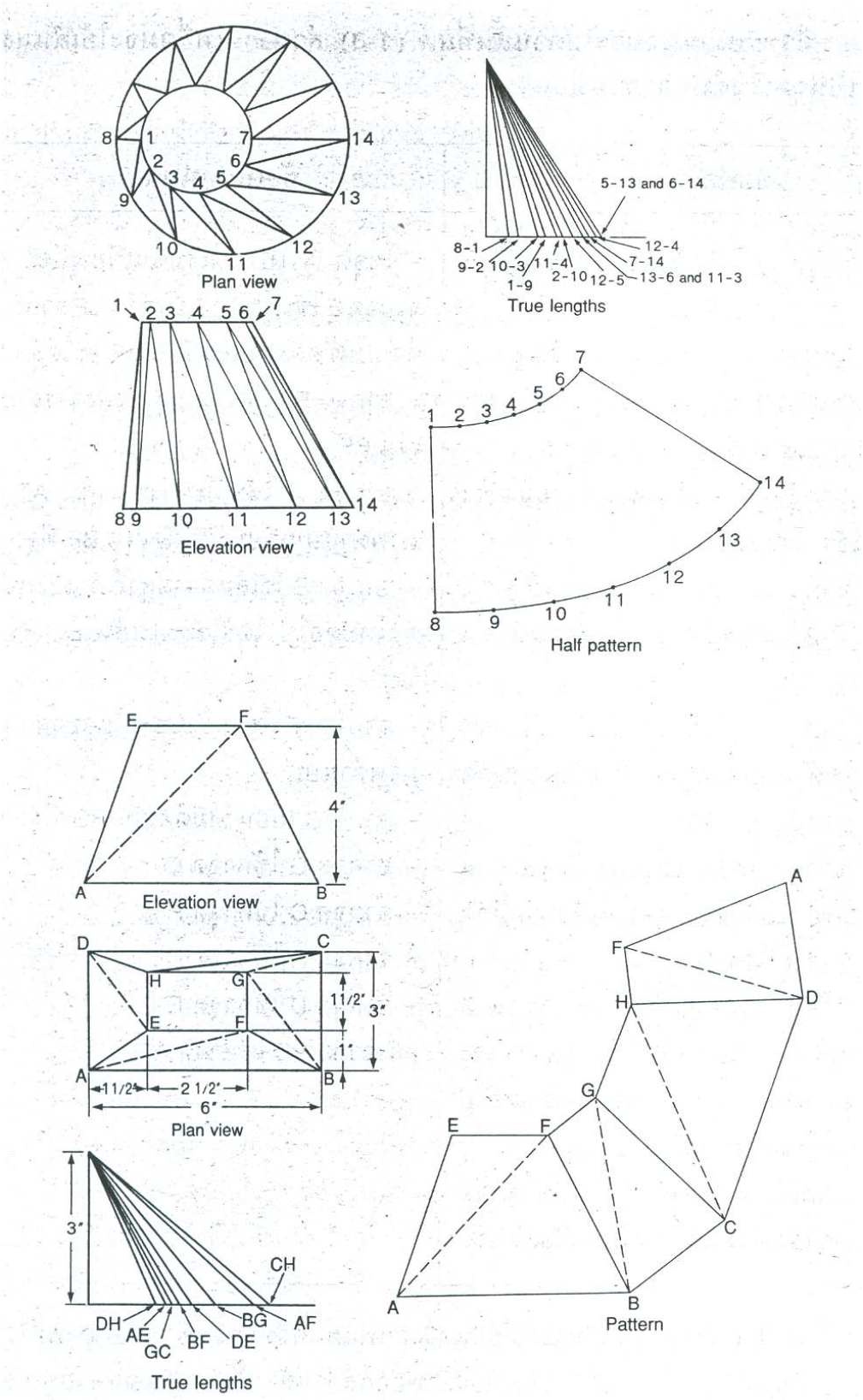
7. ลากเส้นจากจุดแบ่งส่วนในข้อ 8 ไปยังจุดยอดของเส้นตั้งในข้อ 4 จะได้เป็นเส้นสูงจริง 2 ชุด คือเส้นสูงจริงตรงและเส้นสูงจริงทแยง ซึ่งใช้ความยาวของเส้นทั้งสองชุดนี้สร้างเป็นภาพแผ่นคลี่ต่อไป

8. นำระยะจากเส้นแบ่งส่วนด้านสั้นที่สุด หรือยาวที่สุดก็ได้ จากจุดเส้นสูงจริงตรงเป็นจุดเริ่มต้นของการเขียน สำหรับงานเหลี่ยมจะใช้ด้านฐานเป็นจุดเริ่มต้น หรือจะใช้ระยะความสูงจริงจากเส้นแบ่งส่วนเป็นจุดเริ่มต้นก็ได้

สำหรับงานกลมจะใช้ด้านสั้นที่สุด (1 – 8) ส่วนงานเหลี่ยมจะใช้เส้นสูงจริง (A, E) เป็นจุดเริ่มต้นของการเขียน

ข้อต่องานกลม	ข้อต่องานเหลี่ยม
9. ใช้จุด 1 เป็นจุดเริ่มต้นเขียนรัศมี 1 – 9 10. จากจุดปลายอีกด้านหนึ่ง คือจุด 9 ใช้ระยะเส้นแบ่งส่วน 8 – 9 จากภาพด้านบน ขีดตัดกับเส้นรัศมี 1 – 9 จะได้จุด 9 11. จากจุด 9 เขียนระยะความสูงจริง โดยใช้ระยะของเส้น 9 – 2 12. จากจุด 1 ใช้ระยะห่างของเส้นแบ่งส่วน 1 – 2 ในภาพด้านบนเขียนรัศมีตัดเส้น 9 – 2 ที่จุด 2 13. จากจุด 9 ใช้ระยะของเส้นแบ่งส่วนในภาพด้านบนจาก 9 – 10 เขียนรัศมีตัดเส้น 2 – 10 ที่จุด 10 14. จากจุด 9 ใช้ระยะของเส้นแบ่งส่วนในภาพด้านบน จาก 9 – 10 เขียนรัศมีตัดเส้น 2 – 10 ที่จุด 10 15. จากจุด 10 ใช้หาจุด 3 จากจุด 3 ใช้หาจุด 11 จากจุด 1 ใช้หาจุด 4 และจากจุด 4 ใช้หาจุด 12 เรียงลำดับต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทุกเส้นและทุกจุด 16. ลากเส้นสัมผัสทุกจุดต่าง ๆ ทุกจุดเรียงตามลำดับ จะได้ภาพแผ่นคลี่ออกมา	- ใช้จุด A เป็นจุดเริ่มต้นเขียนรัศมี AE จากจุด E ใช้ระยะเส้นแบ่งส่วน EF จากภาพด้านบนขีดตัดกับเส้นรัศมี AF จะได้จุด F - จากจุด F เขียนระยะความสูงจริงโดยใช้เส้น BF - จากจุด A ใช้ระยะห่างของเส้น AB ในภาพด้านบนเขียนรัศมีตัดเส้น BF ที่จุด B - จากจุด B ใช้เส้นความสูงถึงทแยงหาจุดตัดใหม่ต่อไป โดยใช้ระยะเส้น BG เขียนรัศมี - จากจุด F ใช้ระยะของเส้นแบ่งส่วนในภาพด้านบน - จาก FG เขียนรัศมีตัดเส้น BG ที่จุด G - จากจุด G ใช้หาจุด C - จากจุด C ใช้หาจุด H - จากจุด H ใช้หาจุด D - จากจุด D ใช้หาจุด E และจากจุด E ใช้หาจุด A

สำหรับข้อต่องานกลมจะใช้เขียนครึ่งภาพแผ่นคลี่หรือจะเขียนเต็มภาพก็ได้ ถ้าเขียนเต็มแผ่นจะต้องเริ่มจากจุดกึ่งกลางของภาพออกสู่ด้านข้างทั้งสองข้างจนครบทุกเส้น



รูปแสดงวิธีการเขียนแบบด้วยวิธีสามเหลี่ยม