

บทที่ 12

ภาพเขียนแบบเพื่อใช้งาน

บทนี้จะเป็นเรื่องของภาพเขียนแบบเพื่อใช้งาน (working drawing) ซึ่งรายละเอียดของหัวข้อที่จะกล่าวถึงในบทนี้ประกอบไปด้วยภาพเขียนแบบของวัตถุโดยละเอียด (detail drawing) ภาพเขียนแบบการประกอบ (assembly drawing) ชนิดของภาพเขียนแบบการประกอบ เป็นต้น และที่กล่าวว่าเป็นบทที่เกี่ยวกับภาพเขียนแบบเพื่อใช้งานนั้น มีความหมายว่าแบบที่เขียนนั้นจะต้องพร้อมส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้น ๆ นั่นเอง ดังนั้นแบบที่เขียนต้องมีการใส่รายละเอียดและข้อมูลเพิ่มเติมลงไปให้ครบถ้วน ไม่ใช่การเขียนแบบภาพออโกราฟิกพร้อมลงขนาดแบบธรรมชาติที่ได้กล่าวไปแล้วในบทก่อน ๆ เท่านั้น

12.1 บทนำ

ภาพเขียนแบบเพื่อใช้งาน (working drawing) นั้นคือชุดของภาพเขียนแบบที่จะใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยภาพเขียนแบบโดยละเอียด (detail drawing) และภาพเขียนแบบการประกอบ (assembly drawing) ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการผลิตปากกาลูกหลังด้วย สิ่งที่ต้องผลิตขึ้นมาเพื่อสร้างปากกาหนึ่งด้วยนั้นจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนดังแสดงในรูปที่ 12.1 ดังนี้

1. ตัวด้ามปากกา
2. ไส้ปากกา
3. ฝาปิดหัวปากกา
4. ปลอกปากกา

ซึ่งภาพเขียนแบบที่ต้องการสำหรับการผลิตก็คือ ภาพออโกราฟิกของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่แสดงข้างต้นพร้อมการบอกขนาด และข้อมูลอื่น ๆ สำหรับการผลิตที่จะได้กล่าวถึงต่อไป ภาพเขียนเหล่านี้เองที่เราระบุว่าภาพเขียนแบบโดยละเอียด และถ้าสมมติว่าเราเขียนแบบชิ้นส่วนข้างต้นหนึ่งชิ้นบนกระดาษหนึ่ง

แผ่น เราก็จะมีแบบโดยละเอียดทั้งหมด 4 แผ่น จากนั้นเพื่อให้การประกอบชิ้นส่วนเหล่านี้สมบูรณ์ ครบถ้วนอย่างเป็นปกติหนึ่งด้านตามที่ต้องการ เราจะต้องมีภาพของการเขียนแบบการประกอบ ซึ่ง จะช่วยให้ผู้อ่านแบบเข้าใจลำดับการประกอบ เห็นรูป่างของผลิตภัณฑ์หลังประกอบเสร็จสิ้นแล้ว หรือ เห็นขนาดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ภาพเขียนแบบการประกอบนี้จะมีอย่างน้อยอีก 1 แผ่น ดังนั้น ภาพเขียนแบบเพื่อใช้งาน หรือเพื่อการผลิตปกติadamนี้ก็จะมีทั้งหมด 5 แผ่นนั่นเอง ถึงตอนนี้ผู้อ่านคง จะพอเข้าใจถึงความหมายของภาพเขียนแบบเพื่อใช้งาน (working drawing) ภาพเขียนแบบโดยละเอียด (detail drawing) และภาพเขียนแบบการประกอบ (assembly drawing) ได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 12.1 ส่วนประกอบของปากกา

12.2 ภาพเขียนแบบโดยละเอียด (detail drawing)

ข้อมูลที่ต้องใส่ลงไปในภาพเขียนแบบโดยละเอียดประกอบไปด้วย

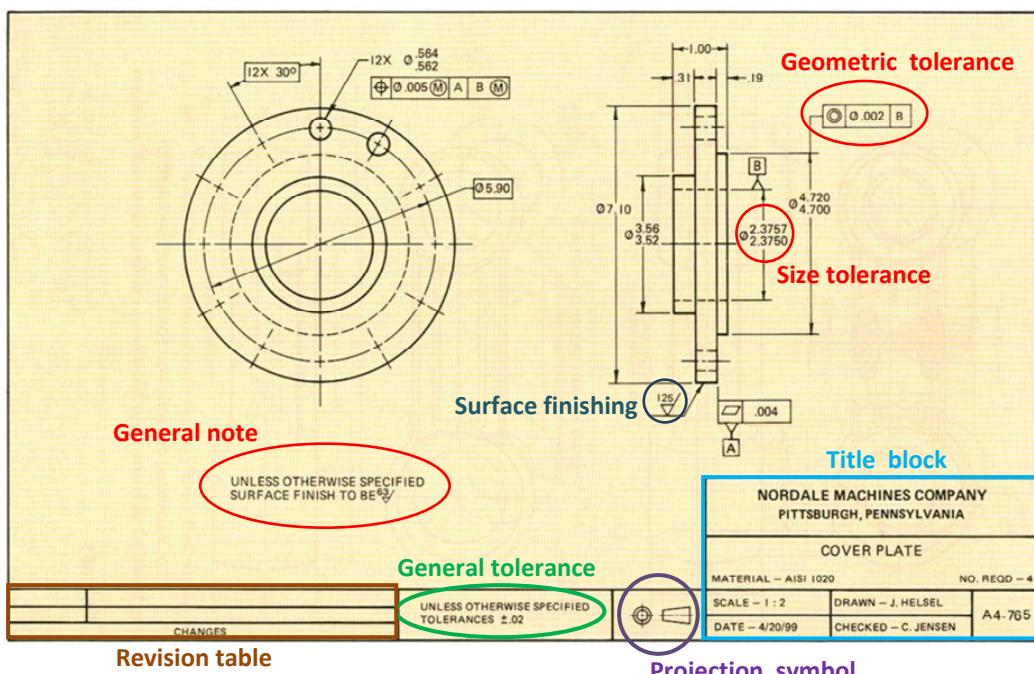
- ข้อมูลทั่วไป (general information)** ข้อมูลเหล่านี้จะปรากฏอยู่ใน title block ซึ่ง ได้แก่
 - ชื่อบริษัท (name of company)
 - ชื่อของชิ้นส่วนที่วาด (part's name)
 - หมายเลขของงานเขียนแบบนั้น ๆ (drawing sheet number)
 - ชื่อของผู้วาด และผู้ตรวจสอบ (name of drafter, checker)
 - วันที่ ๆ เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ทำ เช่นวันที่เขียนแบบ วันที่ตรวจแบบ หรือวันที่ทำการแก้ไขแบบ เป็นต้น (relevant dates of action)
 - ตารางแสดงข้อมูลการแก้ไขแบบ (revision table)
 - หน่วยที่ใช้ในการเขียนแบบ (unit) เช่น มิลลิเมตร หรือนิ้ว
 - สเกลที่ใช้ในการเขียนแบบ (scale)
 - สัญลักษณ์แสดงเทคนิคการฉายภาพ (method of projection)

2. ข้อมูลเกี่ยวกับตัวชิ้นส่วน (part's information) ข้อมูลส่วนนี้จะประกอบไปด้วย ข้อมูลรูปร่างของวัตถุ ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของวัตถุ และข้อมูลจำเพาะของวัตถุ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- **ข้อมูลรูปร่างของวัตถุ** ข้อมูลส่วนนี้จะใช้เทคนิคการเขียนภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือการเขียนภาพพิเศษ เนื่องจากวัตถุเป็นรูปทรงที่ซับซ้อนและต้องแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน
- **ข้อมูลเกี่ยวกับขนาด** เราจะใช้เทคนิคการบอกขนาดของวัตถุ ซึ่งได้อธิบายไปแล้วในบทก่อนหน้านี้ และอาจจะเป็นเทคนิคบอกขนาดแบบ tolerance
- **ข้อมูลจำเพาะของวัตถุ** ข้อมูลส่วนนี้จะประกอบไปด้วย
 - จำนวนชิ้นที่ต้องการของวัตถุชิ้นหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ เช่น หากกำหนดให้ต้องมีตัวอย่าง 1 ชิ้น หรือถ้าต้องการผลิตโทรศัพท์มือถือ ก็คงต้องการสก्रูมากถึง 20 ชิ้น เป็นต้น
 - ชื่อของชิ้นส่วนที่ต้องการผลิต และหมายเลขประจำตัวของชิ้นส่วนนั้น ๆ เพื่อความสะดวกในการอ้างอิง
 - ชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนนั้น
 - หมายเหตุทั่วไป (ข้อความที่ต้องการอธิบายเพิ่มเติม และไม่สามารถใช้ภาพอธิบายได้)
 - ข้อมูลของกระบวนการ heat treatment ซึ่งเป็นกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างระดับโมเลกุลของวัสดุชิ้นนั้น ๆ เพื่อให้วัสดุนั้นมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
 - ค่าความเรียบของพื้นผิวที่ต้องการ (surface finish) พื้นผิวบางส่วนต้องความเรียบของพื้นผิวมากเนื่องจากต้องเคลื่อนที่สัมผัทช์กับชิ้นส่วนอื่น ดังนั้นก็ต้องมีการกำหนดว่าพื้นผิวนั้นต้องการความเรียบเท่าใด
 - ค่าความผิดพลาดในการผลิตที่ยอมรับได้ (tolerances) เช่นถ้าเราต้องการเจาะรูให้มีขนาดเท่ากับ 20 มม. ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการผลิตให้รูมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับที่เราต้องการนั้นเป็นไปได้ยากมาก และมีต้นทุนในการผลิตสูงมากด้วย ดังนั้นเพื่อให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมานั้นใช้งานได้จริงมักจะใส่ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ลงไปด้วย เช่นเราต้องการเจาะรูที่มีขนาดเท่ากับ 20 ± 0.01 มม. นั่นก็คือรูที่เจาะนั้นต้องมีขนาดอยู่ในช่วง 19.99 มม. ถึง 20.01 มม. ถึงจะนำไปใช้งานได้ แต่ถ้าผลิต岡มาแล้วขนาดของรูจะอยู่นอกช่วงนี้ ก็ต้องทิ้งชิ้นงานนั้นไป เป็นต้น

ข้อแนะนำเพิ่มเติมสำหรับการเขียนแบบโดยละเอียด

- ควรเขียนภาพของกราฟิกของชิ้นส่วนหนึ่งชิ้นบนกระดาษเขียนแบบหนึ่งแผ่น
- แต่ถ้าต้องการเขียนชิ้นส่วนหลาย ๆ ชิ้นลงบนกระดาษเขียนแบบหนึ่งแผ่นควรดำเนินการดังต่อไปนี้
 - ควรเพื่อพื้นที่ระหว่างภาพของชิ้นส่วนให้มากพอ
 - ควรคาดชิ้นส่วนทุก ๆ ชิ้นด้วยสเกลเดียวกัน แต่ถ้าจะต้องคาดด้วยสเกลอื่น ก็ควรบอกขนาดของสเกลที่ใช้อย่างชัดเจน
- ชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น สลักเกลียว (bolt) แป้นเกลียว (nut) สลัก (pin) ตลอดถูกปืน (bearing) เป็นต้น ไม่จำเป็นต้องเขียนลงไว้ในภาพเขียนแบบโดยละเอียด
- ตัวอย่างของภาพเขียนแบบโดยละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 12.2



รูปที่ 12.2 ตัวอย่างของภาพเขียนแบบโดยละเอียด

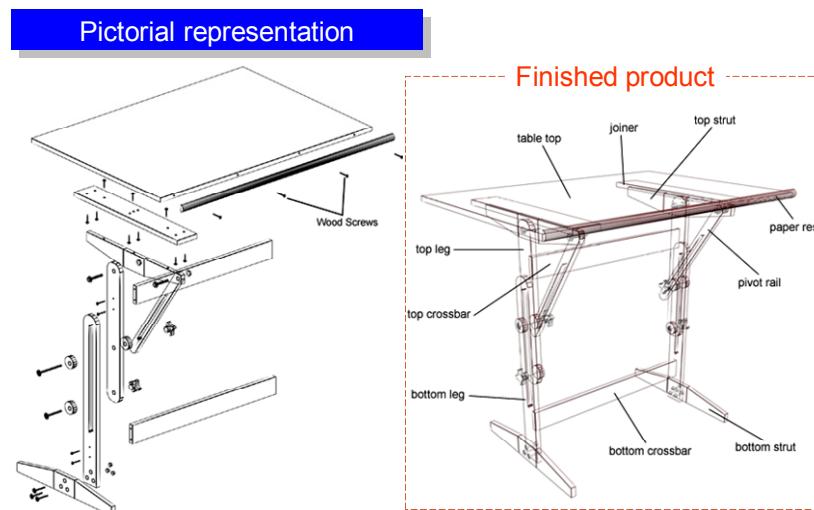
12.3 ภาพเขียนแบบการประกอบ (assembly drawing)

ภาพเขียนแบบการประกอบ คือ งานเขียนแบบที่บรรจุภาพของชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้น ๆ โดยจะเขียนภาพของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหลังจากประกอบเสร็จสิ้นแล้ว หรือเขียนให้อยู่ในตำแหน่งพร้อมที่จะประกอบ หรือเขียนให้ผู้อ่านแบบเข้าใจได้ว่า

ชิ้นส่วนเหล่านี้จะต้องประกอบเข้าด้วยกันอย่างไรเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ ชนิดของภาพเขียนแบบการประกอบที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้มี 3 ชนิดด้วยกันคือ

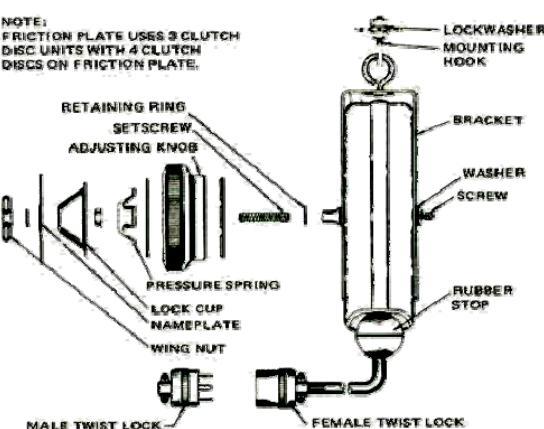
1. Exploded assembly drawings

ภาพเขียนแบบการประกอบชนิดนี้จะแสดงชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่ต้องนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยวัดลงไปในแบบให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะประกอบ และวางแผนลำดับการประกอบ ก่อนหลังด้วย แต่ไม่แสดงผลลัพธ์สุดท้ายหลังการประกอบเสร็จ ด้วยร่างของภาพประกอบชนิดนี้แสดงไว้ ในรูปที่ 12.3 และ 12.4 โดยรูปที่ 12.3 จะเป็นภาพประกอบที่เขียนในรูปแบบพิกเซลเรียล ส่วนรูปที่ 12.4 จะแสดงภาพการประกอบในรูปแบบของภาพออโต้กราฟิก



รูปที่ 12.3 ภาพเขียนแบบการประกอบแบบ exploded assembly

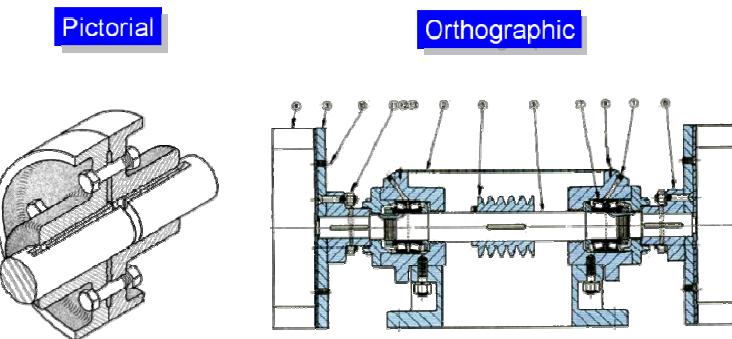
Orthographic representation



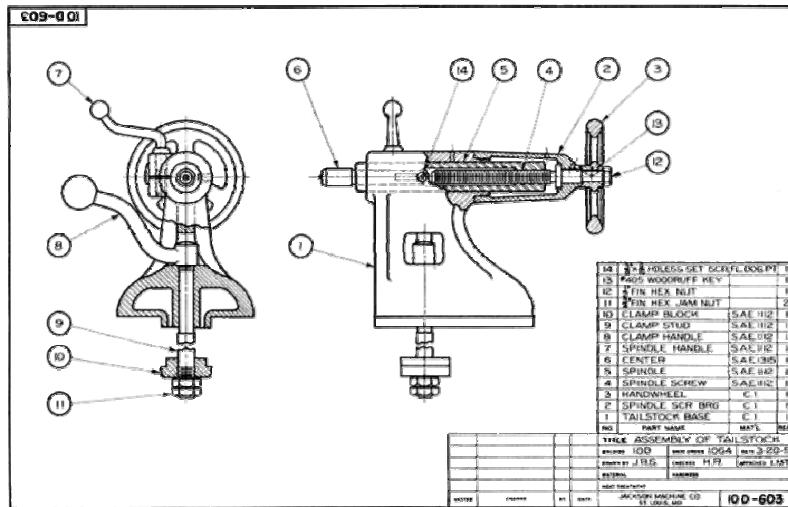
รูปที่ 12.4 ภาพเขียนแบบการประกอบแบบ exploded assembly

2. General assembly drawings

ภาพเขียนแบบการประกอบชิ้นงานจะแสดงชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมใช้งาน หรือก็คือถูกวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งสามารถแสดงได้สองรูปแบบเช่นเดียวกับตัวอย่างข้างต้น คือแสดงภาพประกอบในรูปแบบพิคงหรือแสดงภาพประกอบในรูปแบบออโกราฟิก ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 12.5 – 12.6

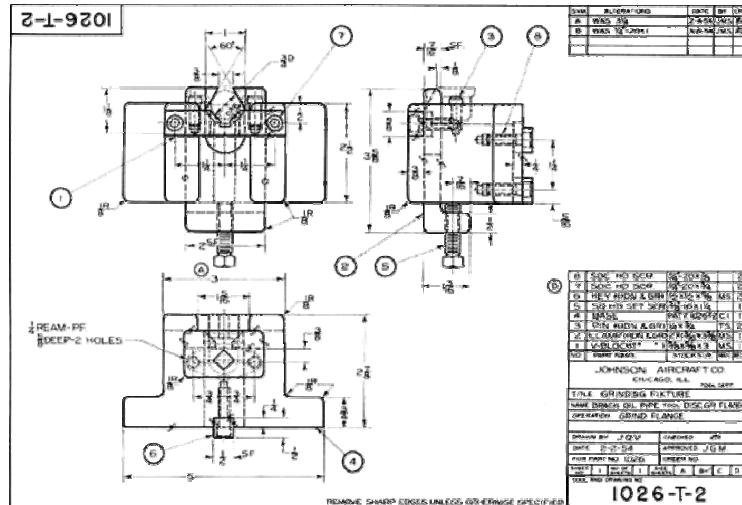


รูปที่ 12.5 ภาพเขียนแบบการประกอบแบบ general assembly



3. Detail assembly drawings

ภาพการเขียนแบบการประกอบชนิดสุดท้ายนี้จะเหมือนกับภาพประกอบแบบ general assembly drawing เพียงแต่จะมีการบอกขนาดโดยละเอียดลงไปในภาพการประกอบนั้นด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในรูปที่ 12.7



รูปที่ 12.7 ภาพเขียนแบบการประกอบแบบ detail assembly

ส่วนชนิดของภาพเขียนแบบการประกอบที่พบเห็นได้บ่อยที่สุดและเป็นชนิดที่เราจะใช้ในการอธิบายต่อไปเนื่องจากว่าดีไม่ยากมากนักก็คือ ภาพเขียนแบบการประกอบชนิด general assembly drawing

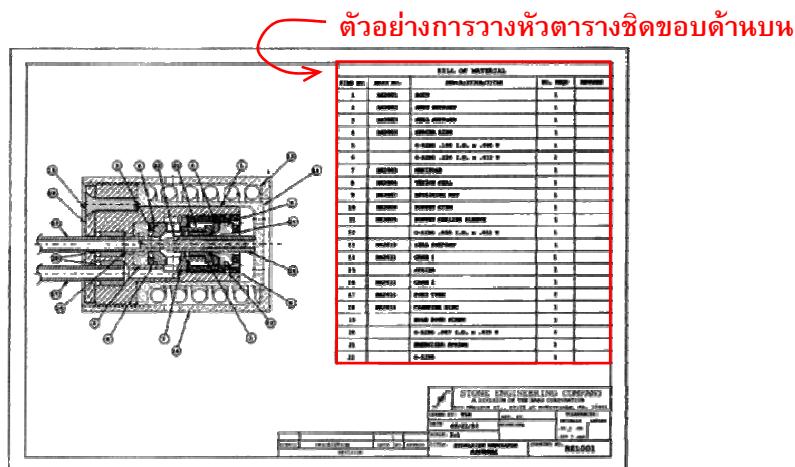
ข้อมูลที่ต้องเขียนลงไปในงานเขียนแบบการประกอบชนิด *general assembly drawing*

- ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะต้องถูกวัดลงไปในตำแหน่งที่พร้อมใช้งาน
 - ตารางแสดงชิ้นส่วนของวัสดุที่ต้องใช้ในการประกอบ (part list หรือ bill of materials, BOM) ซึ่งโดยปกติจะประกอบไปด้วย
 - เลขอ้างอิงของชิ้นส่วนในแบบ (item number)
 - ชื่อที่ใช้เรียกชิ้นส่วน (descriptive name)
 - ชนิดของวัสดุ (material, MATL.)
 - จำนวนชิ้นของวัสดุชิ้นหนึ่ง ๆ ที่ต้องการใช้ในการประกอบ (quantity required, QTY.)
 - เส้น leader line ที่ใช้ระบุกว่าชิ้นส่วนใดอยู่ที่ตำแหน่งใดเมื่อประกอบเสร็จสิ้นแล้ว โดยส่วนปลายของเส้นจะมีตัวเลขอ้างอิงของชิ้นส่วนนั้น (item number) พร้อมทั้งเขียนวงกลมล้อมรอบตัวเลขนั้นไว้ด้วย
 - ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต กระบวนการในการประกอบ หรือการนองขนาดโดยรวมของวัตถุเมื่อประกอบเสร็จสิ้นแล้ว

ส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ต้องกล่าวเพิ่มเติมในรายละเอียดคือรูปแบบของตารางแสดงชิ้นส่วนในการประกอบ (part's list หรือ bill of material, BOM) ซึ่งตัวอย่างของตารางดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 12.8 และ ตำแหน่งในการวางแผนตัวของตารางนี้ก็จะวางไว้เหนือ title block โดยตำแหน่งของหัวตารางจะอยู่ด้านล่าง และเขียนลำดับของชิ้นส่วนไปขึ้นจากล่างขึ้นด้านบน ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในรูปที่ 12.6 – 12.7 แต่ อย่างไรก็ต้องดังกล่าวอาจเขียนโดยให้หัวของตารางอยู่ด้านบนก็ได้ แต่ควรจะให้หัวตารางวางชิดกับกรอบของกระดาษเขียนแบบด้านบน

NO.	PART NAME	REQD.	MATL. & NOTE
3	SET SCREW	1	Stainless Steel, M3 HEX SOCK CUP PT
2	SHAFT	1	Stainless Steel
1	SUPPORT	2	Cast Iron

รูปที่ 12.8 ตารางแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ



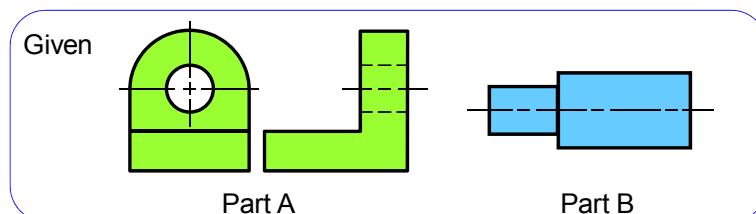
รูปที่ 12.9 ตัวอย่างของการวางแผนหัวตารางแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วน

ขั้นตอนการเขียนแบบการประกอบ (step to create assembly drawing)

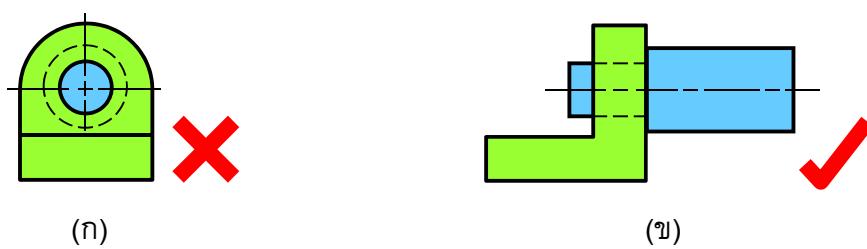
1. วิเคราะห์ภาพของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นโดยนำข้อมูลที่เกี่ยวกับรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วนนั้น ๆ มาพิจารณาว่าจะประกอบชิ้นส่วนเหล่านี้เข้าด้วยกันได้อย่างไร ควรใส่ชิ้นส่วนได้ก่อนหลัง และหากขนาดโดยรวมหลังจากประกอบเสร็จสิ้นแล้ว แนวคิดพื้นฐานในการตัดสินใจว่าชิ้นส่วนใดควรจะ สามารถเข้ากับชิ้นส่วนใดนั้น ง่ายที่สุดคือจับคู่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นส่วนเหล่านั้นเอง เช่น เรามี วัตถุอยู่ชิ้นหนึ่งที่มีรูเจาะอยู่ 4 รู ขนาด 20 มม. 25 มม. 35 มม. และ 50 มม. และมีชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่งที่มี

ลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 35 มม. จากข้อมูลที่ได้เพียงแค่นี้เราจะเห็นว่า แท่งทรงกระบอกขนาด 35 มม. นี้สามารถเข้าไปในรูที่มีขนาด 35 มม. หรือรูขนาด 50 มม. ก็ได้ แต่ ถ้าพิจารณาด้วยความสมเหตุสมผลแล้ว แท่งทรงกระบอกนี้ก็ควรจะถูกสวมเข้าไปในรูขนาด 35 มม. เพราะตามปกติแล้วคงไม่มีใครเจาะรูให้มีขนาดใหญ่เกินสิ่งที่จะนำมาสวมมากเกินความจำเป็น (ยกเว้นจะ มีเหตุผลทางด้านการออกแบบเป็นพิเศษ)

2. เลือกมุมมองการสร้างภาพประกอบให้เหมาะสม โดยจำนวนของมุมมองนั้นอาจจะมี เพียงหนึ่งมุมมอง หรืออาจจะมีสอง หรือสามมุมมอง หรือมากกว่าก็ได้ ถ้ามีความจำเป็นเพื่อให้เห็นการ ประกอบได้ชัดเจน แต่อย่างไรก็ต้องตรวจสอบให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนมุมมองที่เลือกดันนั้นก็ควรจะ เป็นมุมมองที่สามารถเห็นการประกอบได้ชัดเจน ยกตัวอย่างวัตถุที่แสดงในรูปที่ 12.10 จากรูปจะมีวัตถุ ออยู่สองชิ้นคือ A และ B โดยที่วัตถุ A นั้นมีรูเจาะอยู่หนึ่งรูและวัตถุ B มีลักษณะเป็นทรงกระบอก จาก ข้อมูลนี้ก็ควรตัดสินใจได้ว่าภาพประกอบที่ต้องวาด จะต้องเป็นภาพของวัตถุ B ที่สวมใส่เข้าไปในรูเจาะที่ อยู่บนวัตถุ A นั้นเอง ส่วนมุมมองที่เลือกดันนั้น จะเห็นว่าถ้าเลือกวัดภาพประกอบในมุมมองตามที่ แสดงในรูปที่ 12.11ก แล้ว เราจะไม่เห็นลักษณะการประกอบของชิ้นส่วนทั้งสองเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเขียนภาพดังกล่าวเป็นสีขาว-ดำ แต่ถ้าเลือกวัดภาพในมุมมองดังที่แสดงในรูปที่ 12.11ข แล้วก็จะ เห็นลักษณะการประกอบได้ชัดเจน



รูปที่ 12.10 ตัวอย่างวัตถุที่จะนำมาสร้างภาพเขียนแบบการประกอบ

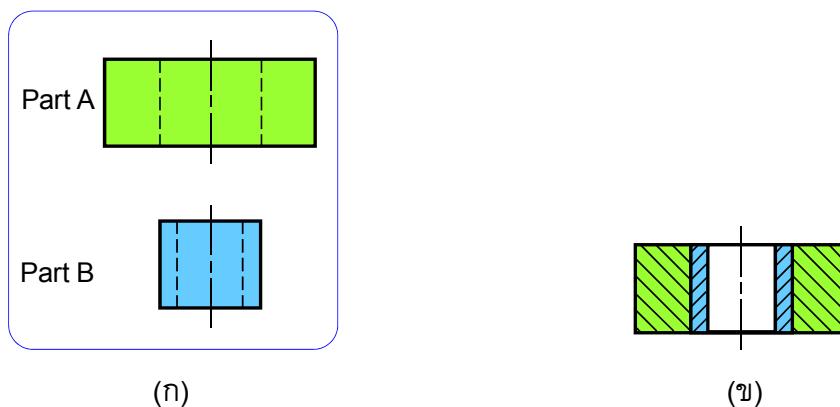


รูปที่ 12.11 การเขียนแบบการประกอบที่ไม่เหมาะสมและเหมาะสม

3. เลือกชิ้นส่วนที่เป็นหลักในการประกอบ โดยมีข้อสังเกตุว่าชิ้นส่วนใดจะเป็นหลักในการ ประกอบนั้นจะต้องเป็นชิ้นส่วนที่มีชิ้นส่วนอื่น ๆ มาสวมใส่บนตัวมันมากที่สุด

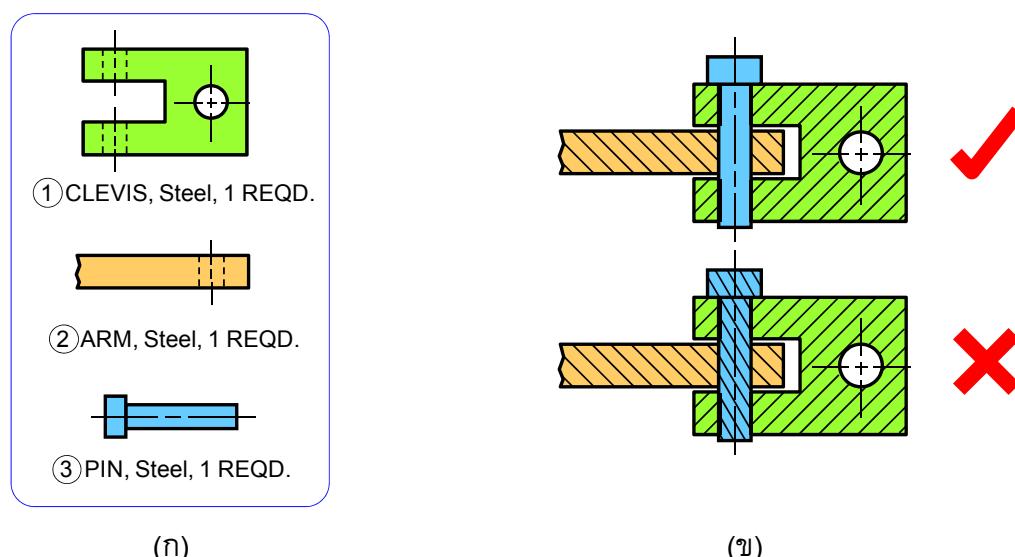
4. วาดชิ้นส่วนหลักที่เลือกนั้นก่อน โดยวัดในมุมมองที่เลือกจากข้อที่ 2

5. วัดชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่เหลือในตำแหน่งที่ถูกต้อง
6. ประยุกต์ใช้เทคนิคการเขียนภาพตัดลงไปในภาพการประกอบ เพื่อให้เห็นว่า ชิ้นส่วนใดสามารถทับกับชิ้นส่วนใดอยู่บ้าง ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 12.12 ก จากรูปสมมติให้มีชิ้นส่วนอยู่สองชิ้นที่ต้องประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้ว และใช้เทคนิคการเขียนภาพตัดมาประยุกต์ใช้การภาพการประกอบด้วยจะทำให้ได้ภาพดังแสดงในรูปที่ 12.12 ข ส่วนการเขียนเส้น section lines นั้นมีข้อกำหนดอยู่ว่า ให้ใช้เส้น section lines ที่แตกต่างกันระหว่างชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่นำมาประกอบ



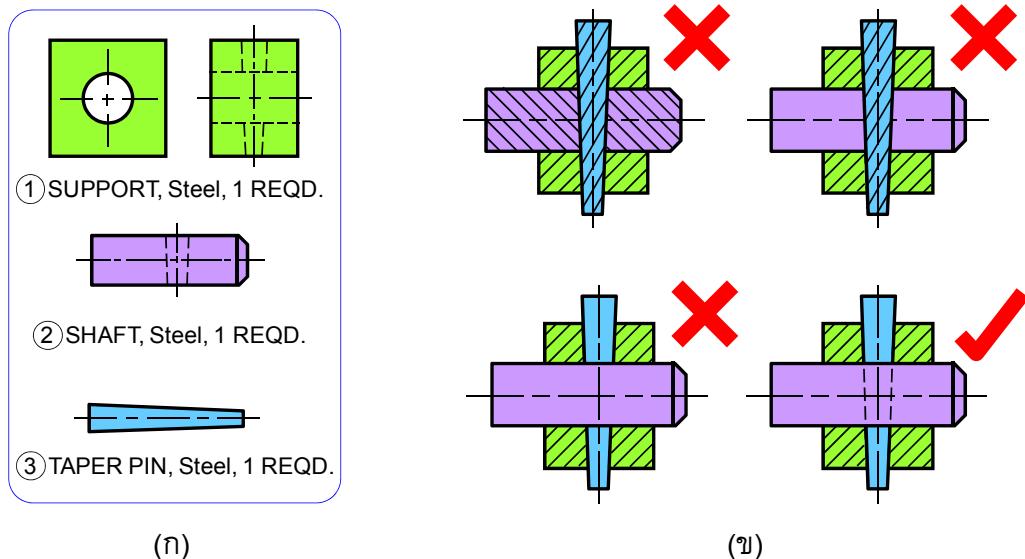
รูปที่ 12.12 การเขียนแบบการประกอบโดยใช้เทคนิคการเขียนภาพตัดมาช่วย

ข้อกำหนดอีกประการหนึ่งของการใช้เทคนิคภาพตัดในงานเขียนแบบการประกอบก็คือ เราจะยกเว้นการทำภาพตัดกับชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น สลักเกลียว แบนเกลียว แหวนรอง เป็นต้น และถ้าแนวของการใช้ใบมีดในการตัดวัตถุเพื่อสร้างภาพตัดนั้นอยู่ตามแนวความยาวของ เพลา (solid shaft), สลัก (pin) หรือ key ก็ให้ยกเว้นการทำภาพตัดกับชิ้นส่วนเหล่านี้ด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 12.13 ก-ข



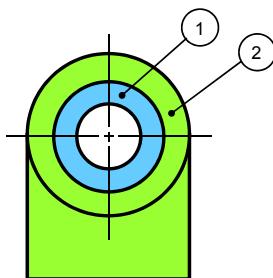
รูปที่ 12.13 การยกเว้นการทำภาพตัดกับชิ้นส่วนที่เป็น pin ในภาพการประกอบ

อีกตัวอย่างของภาพการประกอบที่ใช้เทคนิคภาพตัดได้แสดงไว้ในรูปที่ 12.14 ก-ข



รูปที่ 12.14 การยกเว้นการทำภาพตัดกับชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก (shaft)
และสลัก (ring) ในภาพการประกอบ

7. เขียนเส้น leader line เพื่อชี้บอกว่าชิ้นส่วนใดมีหมายเลขประจำตัวเป็นเลขอะไร
แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบตัวเลขนั้นด้วย เส้น leader line ที่ลากนั้นให้ลากมาจากบริเวณภายในของวัตถุ
และที่ปลายของเส้นที่อยู่ภายนอกวัตถุก็ให้ทำสัญลักษณ์วงกลมทึบ ดังที่แสดงในรูปที่ 12.15 และเส้น
leader line ที่ลากนั้นให้ลากเฉียงทำมุมกับแนวระดับ ห้ามลากเป็นเส้นนอนหรือเส้นดิ่ง



รูปที่ 12.15 ตัวอย่างการใช้เส้น leader line ในการบอกหมายเลขของวัตถุ

8. ขั้นตอนสุดท้ายก็คือ การสร้างตารางแสดงรายการของชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการ
ประกอบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

ขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้ง 8 ขั้นตอนนี้ต้องอาศัยการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ เพื่อจะได้ตัดสินใจว่าชิ้นส่วนใดควรจะประกอบเข้ากับชิ้นส่วนใด หรือควรนำเทคนิคการสร้างภาพตัดมาใช้ในบริเวณใดเพื่อให้ผู้อ่านแบบเห็นการประกอบได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือชิ้นส่วนใดที่ไม่ต้องลงเส้น section lines บ้าง แต่อย่างไรก็ดีข้อควรปฏิบัติประการแรกสุดเมื่อต้องการวาดภาพการประกอบก็คือ ต้องสเก็ตซ์ภาพลงบนกระดาษเปลาก่อนว่า เราจะประกอบชิ้นส่วนใดเข้ากับชิ้นส่วนใดบ้าง และเมื่อประกอบแล้วชิ้นส่วนนั้นจะวางตัวอยู่ ณ ตำแหน่งใดในภาพประกอบ ควรใช้เทคนิคภาพตัดในบริเวณใดบ้างเพื่อให้เห็นการประกอบได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือเมื่อเขียนภาพประกอบโดยใช้เทคนิคภาพตัดแล้วจะมีชิ้นส่วนไหนถูกบังอยู่บ้าง เนื่องจากมีชิ้นส่วนอื่นวางขวางอยู่ด้านหน้า เพราะจะช่วยเราในการตัดสินใจว่าชิ้นส่วนใดควรวาดก่อนชิ้นส่วนใดควรวาดที่หลัง โดยชิ้นส่วนที่ควรวาดก่อนก็คือชิ้นส่วนที่วางอยู่ด้านหน้าชิ้นส่วนอื่น ๆ นั่นเอง ขนาดรวมทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่ประกอบเสร็จแล้วมีขนาดเท่าใด สามารถเขียนลงในกระดาษเขียนแบบที่เตรียมไว้ได้เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่ต้องใช้สเกลเท่าใดเพื่อให้ได้ขนาดของภาพที่เหมาะสม สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ควรทำให้เสร็จสิ้นบนกระดาษสเก็ตซ์ก่อนเริ่มลงมือเขียนแบบ เพื่อให้การเขียนแบบเป็นไปได้ด้วยความรวดเร็วไม่ต้องเขียนแบบไปแก้ไขไปนั่นเอง

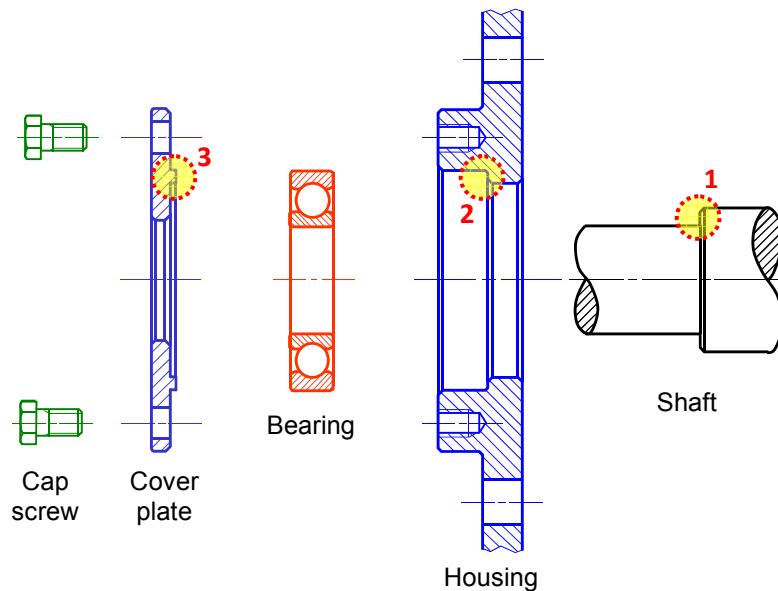
12.4 สิ่งที่ควรเรียนรู้จากภาพเขียนแบบการประกอบ

นอกเหนือจากความสามารถในการเขียนแบบการประกอบแล้ว ผู้อ่านแบบควรจะมีความสามารถในการตีความจากแบบการประกอบที่อ่านได้ด้วย โดยสิ่งที่ควรจะได้มีเมื่ออ่านแบบการประกอบก็คือ ต้องรู้ให้ได้ว่าขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์นี้ควรเป็นอย่างไร หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นที่ประกอบเข้าไปนั้นคืออะไร และสุดท้ายสามารถที่จะเข้าใจแนวคิดในการออกแบบของผู้ออกแบบให้ได้ด้วย ตัวอย่างต่อไปนี้จะเป็นภาพเขียนแบบการประกอบของชิ้นส่วนหนึ่ง ๆ โดยจะแสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้อ่านแบบเห็นภาพการประกอบแล้ว ควรจะเรียนรู้อะไรได้บ้างจากภาพการประกอบนั้น

ตัวอย่างที่ 1 *Shaft support on a machine housing*

ภาพประกอบในตัวอย่างแรกแสดงไว้ในรูปที่ 12.16 จากภาพแสดงชิ้นส่วนหลัก ๆ ที่จะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมด 5 ชิ้นส่วนดังนี้

1. เพลา (shaft)
2. ตัวเรือน (housing)
3. ตลับลูกปืน (bearing)
4. แผ่นปิดหน้า (cover plate)
5. สกรู (cap screw)



รูปที่ 12.16 ชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบร่วมกันสำหรับตัวอย่างที่ 1

จากรูปสามารถที่จะอธิบายขั้นตอนและหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนในการประกอบได้ดังนี้

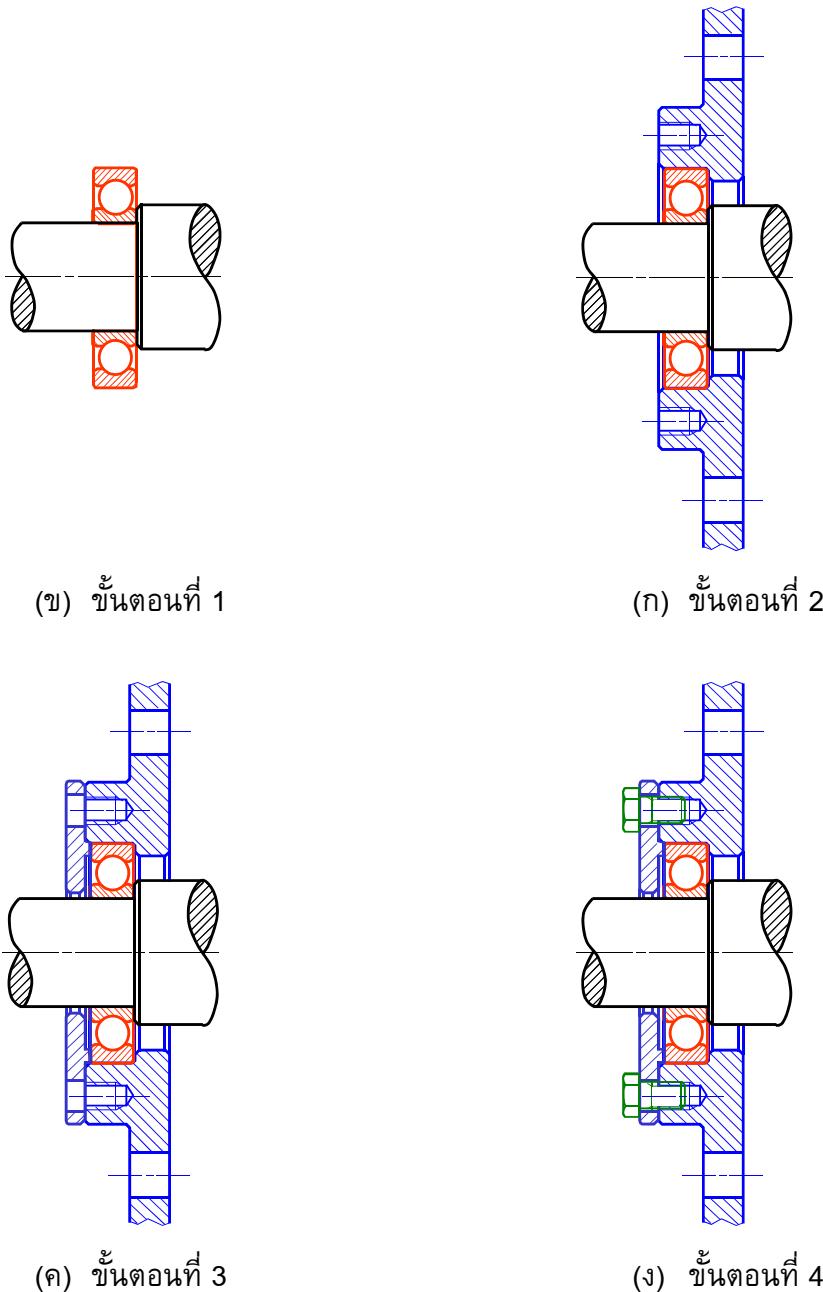
1. นำตัวลับลูกปืนสามเข้าไปกับเพลาจนสุด ดังแสดงในรูปที่ 12.17ก ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าสาเหตุที่ต้องทำให้เพلامีการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือที่เราราจเรียกว่าทำบ่าเพลานั้น (ดังแสดงด้วยวงกลมหมายเลข 1 ในรูปที่ 12.16) ก็เพื่อให้บ่าเพลาช่วยรับตัวลับลูกปืนที่สามเข้ามาไม่ให้เคลื่อนที่เลยไปทางด้านขวามากเกินความต้องการ

2. นำเพลาและตัวลับลูกปืนจากขั้นตอนที่ 1 สามเข้ากับตัวเรือน (housing) ดังแสดงในรูปที่ 12.17ข จากรูปก็จะพบว่าที่ตัวเรือนนั้นมีการทำบ่าไว้เมื่อกัน (ดังแสดงในด้วยวงกลมหมายเลข 2 ในรูปที่ 12.16) ทำให้มีอิสระให้เพลาที่มีตัวลับลูกปืนอยู่แล้วเข้าไปในตัวเรือน บ่าที่ทำไว้บนตัวเรือนก็จะรองรับกับผิวด้านนอกของตัวลับลูกปืนอีกด้วยที่ป้องกันไม่ให้ตัวลับลูกปืนเคลื่อนที่ไปทางด้านขวาได้

3. นำแผ่นปิดหน้าสามส่วนทับอีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 12.17ค จากรูปจะเห็นว่าส่วนที่ยื่นออกมากของแผ่นปิดหน้า ดังแสดงด้วยวงกลมหมายเลข 3 ในรูปที่ 12.16 นั้นจะทำหน้าที่ในการกดตัวลับลูกปืนให้แน่นกับตัวเรือน เพื่อไม่ให้ตัวลับลูกปืนเคลื่อนไหวในแนวแกนได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าป้องกันไม่ให้ตัวลับลูกปืนเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้นั่นเอง

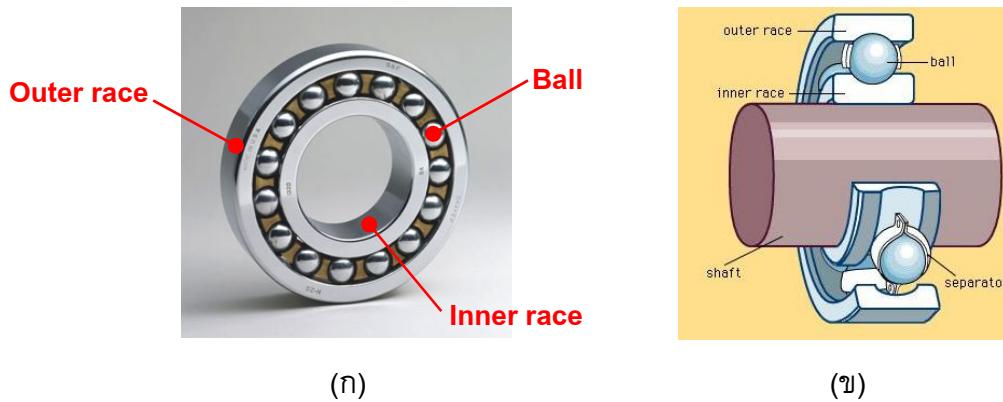
4. ขั้นตอนสุดท้ายของการประกอบก็คือ ขันสกรูเพื่อจับยึดแผ่นปิดด้านหน้า ตัวลับลูกปืน และตัวเรือนในติดแน่นอยู่ด้วยกัน ซึ่งจะได้ภาพประกอบสุดท้ายที่สมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 12.17ง จากรูปจะมีข้อสงสัยตุ่นเกี่ยวกับแนวคิดในการออกแบบว่า ผู้ออกแบบจะใจออกแบบให้ขนาดฐานของแผ่นปิดหน้า กับตัวเรือนที่ให้เพลาสามหกตุ่นผ่านไปนั้นมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลา ที่ทำ เช่นนี้ก็

เพื่อให้เพลาสามารถหมุนได้อิสระ โดยไม่มีพื้นผิวของเพลาเสียดสีกับพื้นผิวของตัวเรือนหรือแผ่นปิดหน้า
นั่นเอง แต่จะใช้ตับลับลูกปืนเพื่อช่วยให้เพลาหมุนได้อย่างคล่องตัวแทน



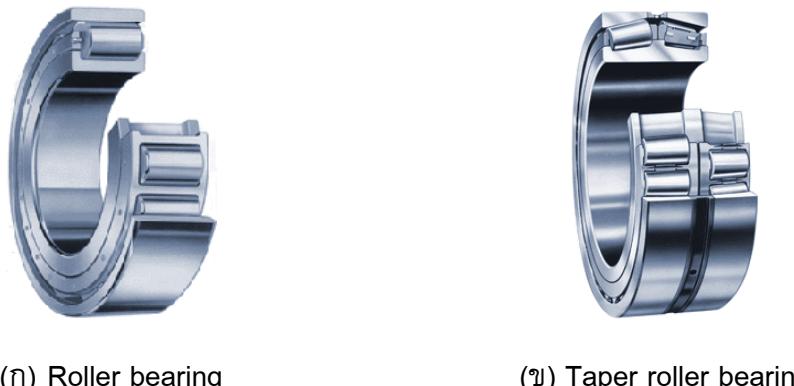
รูปที่ 12.17 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนสำหรับตัวอย่างที่ 1

สำหรับผู้อ่านที่นึกไม่ออกว่าตับลับลูกปืนมีหน้าตาเป็นอย่างไร และมีหลักการทำงานอย่างไร ขอให้ศึกษา
จากรูปของตับลับลูกปืนที่แสดงไว้ในรูปที่ 12.18ก-ข จากรูปที่ 12.18ก จะเห็นว่าตับลับลูกปืนนั้นมีวงแหวน
โลหะอยู่สองวง คือวงใน (inner race) และวงนอก (outer race) และมีเม็ดโลหะทรงกลม (ball) ออยู่
ระหว่างกลางของวงแหวนทั้งสอง ส่วนภาพตัดของตับลับลูกปืนได้แสดงไว้ในรูปที่ 12.18ข



รูปที่ 12.18 ลักษณะของตลับลูกปืนแบบ ball bearing

การใช้งานตลับลูกปืนนั้นจะเริ่มจากการนำเพลามาสวมเข้ากับวงแหวนด้านในให้แน่น จากนั้นนำเอาตลับลูกปืนที่สวมเพลาแล้ว ไปสวมเข้ากับตัวเรือน (housing) อีกที ซึ่งจะทำให้วงแหวนรอบนอกของตลับลูกปืนติดแน่นเข้ากับตัวเรือน ดังนั้นเมื่อเราหมุนเพลา ตัวเพลา ก็จะทำให้วงแหวนด้านในหมุนตามเพลาไปด้วยในขณะที่วงแหวนรอบนอกจะอยู่กับที่ เนื่องจากระหว่างวงแหวนทั้งสองมีเม็ดโลหะทรงกลมเล็ก ๆ วางตัวกระจายอยู่ ซึ่งเม็ดโลหะทรงกลมเหล่านี้เองก็จะทำหน้าที่ช่วยลดแรงเสียดทานในระหว่างที่เพลาหมุน จึงทำให้วงแหวนด้านในซึ่งติดอยู่กับเพลานั้นมุนได้อย่างอิสระจากวงแหวนรอบนอกนั้นเอง ตลับลูกปืนนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน โดยชนิดที่แสดงอยู่ในรูปที่ 12.18 นี้เป็นแบบ ball bearing ส่วนชนิดที่แสดงในรูปที่ 12.19 ก นั้นเป็นแบบ roller bearing ส่วนรูปที่ 12.19 ข นั้นเป็นแบบ taper roller bearing อย่างไรก็ได้ยังมีชนิดของตลับลูกปืนมากกว่าที่อธิบายมา โดยตลับลูกปืนแต่ละชนิดนั้นมีความสามารถในการใช้งานที่แตกต่างกัน แต่เนื้อหาเกี่ยวกับตลับลูกปืนนั้นอยู่นอกเหนือจากการเขียนแบบวิศวกรรมจึงจะไม่ขอกล่าวถึง ณ ที่นี่

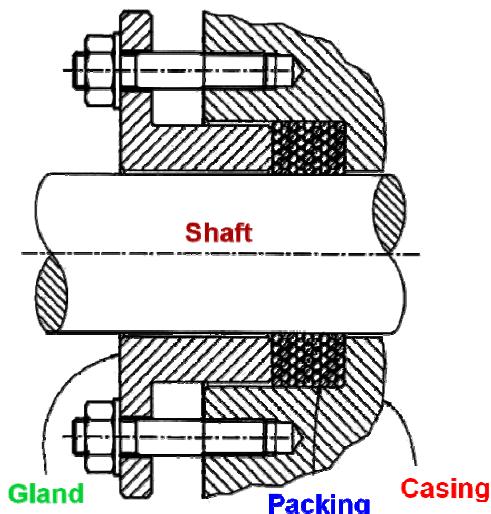


รูปที่ 12.19 ลักษณะของตลับลูกปืนแบบต่าง ๆ

ตัวอย่างที่ 2 *Leakage prevention unit*

ภาพประกอบของตัวอย่างที่ 2 นี้แสดงไว้ในรูปที่ 12.20 จากภาพจะมีชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบทั้งหมด 6 ชิ้น ดังนี้

- | | |
|--|-----------|
| 1. Gland | 4. Stud |
| 2. Casing ของปั๊มที่มีเพลา (shaft) ยื่นออกมา | 5. Nut |
| 3. Packing | 6. Washer |



รูปที่ 12.20 ภาพประกอบของตัวอย่างที่ 2

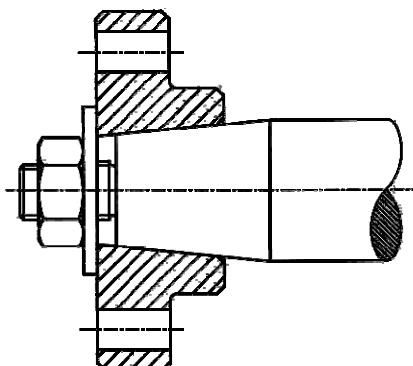
จากรูปสามารถอธิบายขั้นตอนและหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนในการประกอบได้ดังนี้

- นำ packing มาห่อเพลาเอาไว้
- ขัน stud เข้าไปในตัว casing จนสุดเกลียว
- สวม gland เข้ากับปลายของ stud ที่ยื่นออกมา
- สุดท้ายสวมแหวนรองและขันแบนเกลียว (nut) ให้แน่นเพื่อกด gland ลงไป ซึ่ง gland ก็จะไปกด packing อีกที่ packing ก็จะขยายตัวจนเต็มพื้นที่ซึ่งว่าง ทำให้ช่วยป้องกันการรั่วไหลของน้ำออกจาก casing ของปั๊มได้

ตัวอย่างที่ 3 *Part with tapered hole on tapered shaft*

ตัวอย่างสุดท้ายเป็นภาพของการนำเพลาที่มีขนาดหน้าตัดเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเราจะเรียกเพลาในลักษณะเช่นนี้ว่า *tapered shaft* สวมเข้าไปในวัตถุที่มีรู ซึ่งรูนั้นก็ทำ taper ด้วยเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 12.21 โดยชิ้นส่วนที่จะนำมาใช้ประกอบเข้าด้วยกันก็คือ

1. เพลาที่มีขนาดหน้าตัดลดลง (tapered shaft)
2. ชิ้นส่วนที่มีรูโดยรูมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลดลง (part with tapered hole)
3. แหวนรอง (washer)
4. แป้นเกลี่ยว (nut)



รูปที่ 12.21 ภาพประกอบของตัวอย่างที่ 3

จากรูปสามารถอธิบายขั้นตอนและหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนในการประกอบได้ดังนี้

1. สวมชิ้นส่วนที่ทำ tapered hole เข้ากับ tapered shaft
2. สวมแหวนรอง
3. ขันแป้นเกลี่ยวเพื่อยึดเพลา กับชิ้นส่วนที่ทำ tapered hole ให้แน่น

โดยแหวนรองที่สวมในขั้นตอนที่ 2 นี้จะช่วยแป้นเกลี่ยวในการกระจายแรงเพื่อจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกัน เพราะจากรูปจะเห็นว่าลำพังแป้นเกลี่ยวเพียงอย่างเดียวคงจะไม่สามารถจับยึดชิ้นงานให้แน่นได้เนื่องจากขนาดของแป้นเกลี่ยวไม่ใหญ่พอที่จะกดชิ้นส่วนที่ทำ tapered hole ได้นั่นเอง ส่วนการทำ taper ของทั้งรูและเพลานั้นก็เป็นเทคนิคในการออกแบบอย่างหนึ่งเพื่อให้การจับยึดแน่นมากยิ่งขึ้น

จากตัวอย่างต่าง ๆ ที่ได้แสดงในหัวข้อนี้จะเห็นว่า ในภาพเขียนแบบการประกอบนั้นมีข้อมูลมากมายให้ผู้อ่านแบบได้ศึกษา ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการประกอบ หน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งก็จะทำให้เราเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบด้วย ว่าทำไม่จึงต้องมีชิ้นส่วนนั้น ๆ ในผลิตภัณฑ์

12.5 ข้อควรพิจารณาเมื่อต้องนำชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน

เมื่อต้องการนำชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน มีข้อที่ต้องนำมาพิจารณาอยู่สองประการคือ ค่าความเรียบของพื้นผิว (surface finishing) และค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (tolerance) ซึ่งมีทั้ง ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของขนาด (size tolerance) และของรูปร่างรูปทรง (geometric tolerance)

Surface finishing

ในบางกรณีที่ต้องการให้พื้นผิวนั่งเคลื่อนที่สัมพัทธ์กับอีกพื้นผิวนั่ง สิ่งที่เราต้องการก็คือ แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวนั่งต้องมีค่าห้อยที่สุด ซึ่งการจะทำให้พื้นผิวนั่งมีค่าแรงเสียดทานน้อยที่สุด ก็คือทำให้ผิวนั่นเรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งค่า surface finish ก็คือค่าความเรียบของพื้นผิวนั่นเอง และ การตัดสินใจเลือกว่าต้องการทำพื้นผิวใดให้เรียบขนาดไหนต้องพิจารณาให้รอบคอบเป็นอย่างมาก เนื่องจาก การทำให้พื้นผิวมีความเรียบขนาดนั้นต้องใช้ต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้นมาก

Tolerance

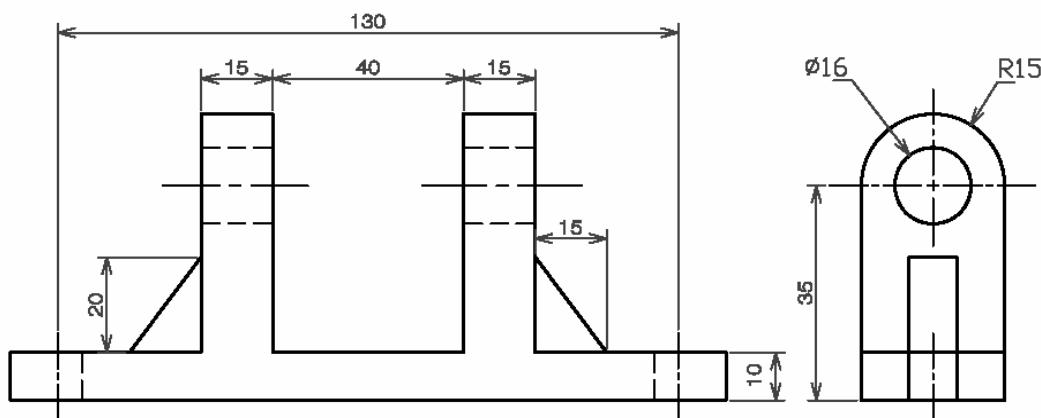
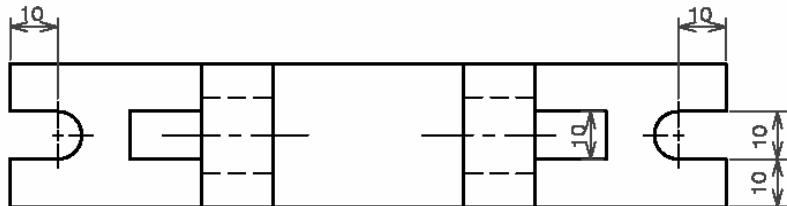
การผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามที่ต้องการพอดีเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยากมาก ยิ่งถ้าผลิตให้มี ความผิดพลาดน้อยเท่าใดก็จะยิ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นมาก และมักจะสูงขึ้นอย่างไม่เป็นเชิงเส้นด้วย เช่นถ้าต้องการลดค่าความผิดพลาดลงครึ่งหนึ่ง ค่าต้นทุนการผลิตอาจจะเพิ่มขึ้นได้มากถึง 3-4 เท่า ดังนั้นในการผลิตชิ้นส่วนใด ๆ ทุกครั้ง เราจำเป็นที่จะต้องมีการบอกค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ในการ ผลิตด้วย โดยต้องเลือกระดับของค่าความผิดพลาดให้เหมาะสมด้วยเพื่อไม่ให้ต้นทุนการผลิตสูงเกิด ความจำเป็น อีกทั้งกระบวนการผลิตสินค้าในปัจจุบันนี้ เรามักจะจ้างบริษัทผู้ผลิตให้ทำการผลิตชิ้นส่วน แต่ละชิ้นให้ จนนั้นจึงค่อยนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจากแต่ละบริษัทมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายอีกครั้ง หนึ่ง จะเห็นได้ว่าถ้าบริษัทแต่ละแห่งผลิตชิ้นส่วนให้เราโดยมีค่าความผิดพลาดไม่เป็นไปตามความ เหมาะสม เราอาจจะไม่สามารถนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกันได้ ประโยชน์อีกประการหนึ่งของ ค่าความผิดพลาดนี้ก็คือ ทำให้เราสามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งจากบริษัทใดบริษัทนึงก็ได้ ถ้า บริษัทนั้นผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวให้มีค่าความผิดพลาดตรงตามที่เราต้องการได้ นั่นคือค่าความผิดพลาดที่ ยอมรับได้นั่นจะช่วยเราในเรื่องของ interchangeability นั่นเอง ค่าความผิดพลาดที่กล่าวไปแล้วนี้เป็นค่า ความผิดพลาดที่เกี่ยวกับขนาด (size tolerance) แต่ยังมีค่าความผิดพลาดอีกชนิดหนึ่งก็คือค่าความ ผิดพลาดที่เกี่ยวกับรูปร่างรูปทรง (geometric tolerance) ซึ่งตัวอย่างของค่าความผิดพลาดชนิดนี้ก็ เช่น เราต้องการผลิตพื้นผิวใดพื้นผิวนั่นให้มีความขานานกับพื้นผิวอีกพื้นผิวนั่น โดยให้มีระดับของความ ขานานอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หรือต้องการผลิตทรงกระบอกให้มีความกลมในระดับที่ต้องการ หรือ ต้องการผลิตให้พื้นผิวนี้ตั้งฉากกับอีกพื้นผิวนั่นในระดับค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ เป็นต้น ประโยชน์ ของค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้อีกประการหนึ่งก็คือ ใช้ในการควบคุมความแน่นของการรวมชิ้นส่วน สองชิ้นเข้าด้วยกัน บางชิ้นส่วนต้องการให้สวมเข้าหากันได้ง่าย ๆ หรือสามารถเลื่อนเข้าเลื่อนออกจาก กันได้สะดวก ซึ่งระดับความแน่นระดับนี้เราระยกว่า (clearance fit) แต่ถ้าต้องการให้ชิ้นส่วนสวมเข้าหา กันได้แน่นพอสมควรโดยต้องออกแรงในการสวมอยู่บ้าง เราจะเรียกระดับความแน่นแบบนี้ว่า (transitional fit) สุดท้ายถ้าต้องใช้เครื่องจักรในการสวมอัดชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าหากัน เพราะไม่สามารถใช้ มือเปล่าในการสวมได้ ความแน่นระดับนี้เราจะเรียกว่า (interference fit)

12.6 บทสรุป

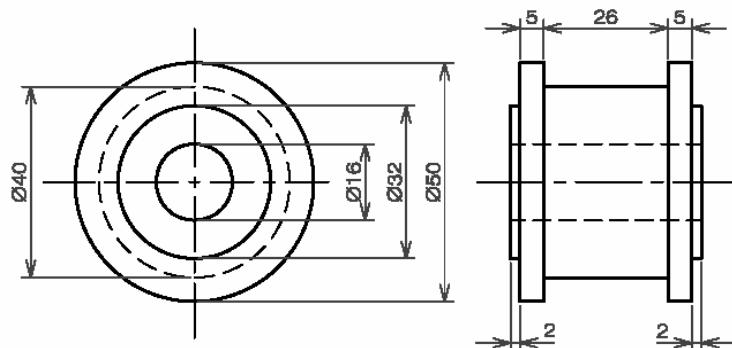
ในบทนี้ผู้อ่านได้เห็นภาพของงานเขียนแบบที่จะนำไปใช้จริงในการผลิต ซึ่งเราเรียกชุดของงานเขียนแบบที่จะนำไปใช้ในการผลิตว่า working drawing ซึ่งประกอบไปด้วย detailed drawing และ assembly drawing โดยที่ detailed drawing นั้นก็คือภาพของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่ต้องใช้ในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์นั้นเอง โดยแบบที่เขียนนั้นออกจากจะมีภาพของกราฟิกแล้วจะต้องมีการบอกขนาดและข้อมูลต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปแล้วให้ครบถ้วนด้วย ส่วน assembly drawing ก็คือภาพเขียนแบบที่แสดงรูปร่างสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เมื่อนำชิ้นส่วนจาก detailed drawing มาประกอบเข้าด้วยกันแล้ว อีกทั้งยังช่วยแสดงลำดับการประกอบชิ้นส่วนเหล่านั้นด้วย

แบบฝึกหัด

1. Make an assembly drawing of the "Cart Wheel". Complete the list of materials.



(1) BRACKET, Cast steel, 1 Reqd.



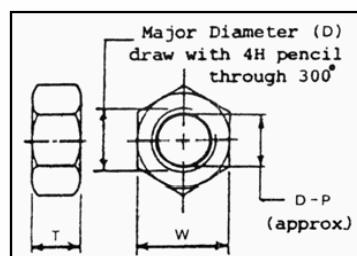
(2) ROLLER, Bronze, 1 Reqd.

(3) BOLT, M16x2, 90 mm long, 25 mm thread length, 1 Reqd.

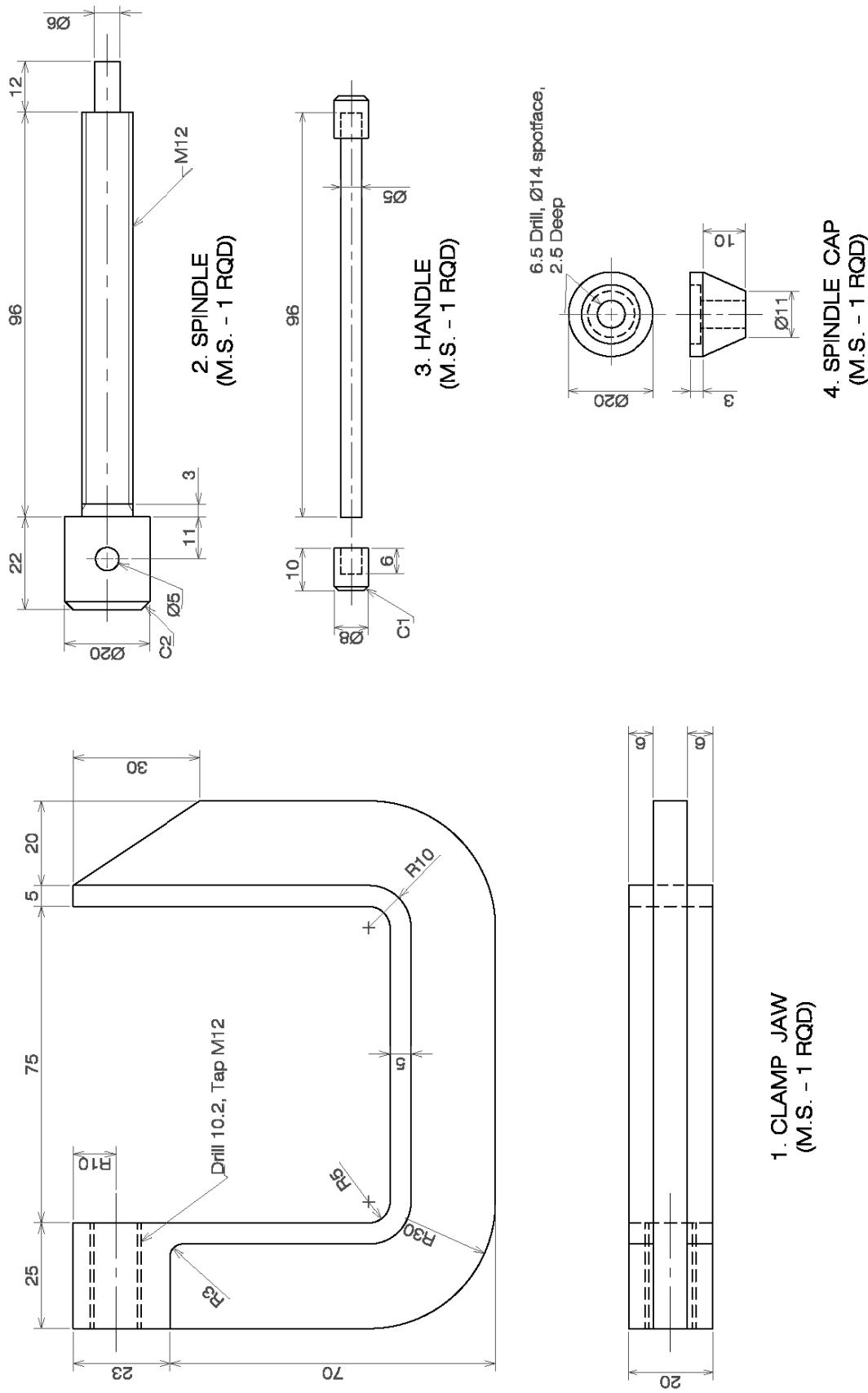
(4) NUT, M16x2, 1 Reqd.

BOLT: Width across flat (W) = 24
Height of head (H) = 10

NUT: Width across flat (W) = 24
Thickness of nut (T) = 15



2. Make an assembly drawing of the "G-Clamp". Complete the list of materials.



3. Given an exploded assembly of the "Parallel Clamp", make an assembly drawing with a complete part list table. Do not erase any construction lines.

(Problem is taken from "Mechanical Drawing" by French & Vierck)

Note: A cap screw is needed for threaded hole M3

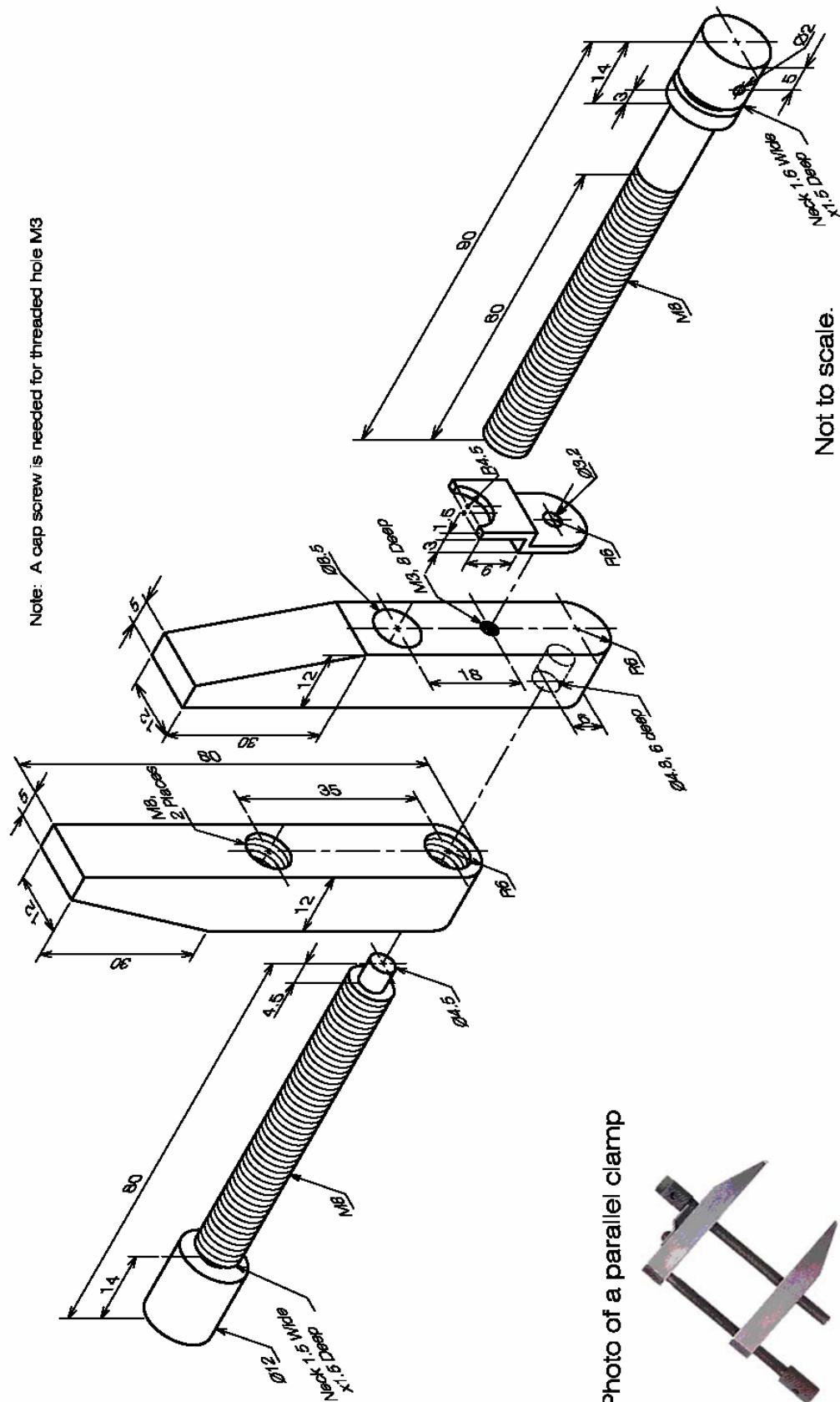


Photo of a parallel clamp

