การบอกขนาด

ในกระบวนการออกแบบชิ้นงานทางวิศวกรรมนั้น ผู้ออกแบบจะรับรู้ความต้องการ และคุณสมบัติของชิ้นส่วน หลังจากผู้ออกแบบได้พิจารณาถึงกระบวนการผลิต และชิ้นส่วนมาตรฐานต่างๆ แล้ว ผู้ออกแบบจะกำหนดรูปร่าง ขนาด วัสดุที่ใช้ ความเรียบของผิว ขั้นตอนการผลิต และการประกอบ การเขียนแบบและการบอกขนาดเป็นวิธีการที่ผู้ออกแบบจะสื่อสารสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งออกแบบไว้แล้วต่อผู้ผลิต

การบอกขนาดที่ดีนอกจากบอกขนาดได้ครบถ้วนเพียงพอต่อการผลิต และมีความสวย-งามแล้ว ผู้เขียนแบบจะต้องคำนึงถึงฟังก์ชั่นการทำงานของชิ้นส่วนที่เขียนแบบ รวมถึงความสะดวกในการอ่านแบบเพื่อการผลิต และการวัดตรวจสอบด้วย โดยในเอกสารนี้จะเริ่มต้นจากการแสดงหลักการ และตัวอย่างของการบอกขนาดแบบต่างๆ และตามด้วยตัวอย่างการบอกขนาดที่สอดคล้องกับฟังก์ชั่นการทำงานของชิ้นส่วนกล และตัวอย่างการบอกขนาดที่สอดคล้องกับกระบวนการผลิตตามลำดับ

1. หลักการทั่วไปของการบอกขนาด

<u>อัตราส่วนในการเขียนแบบ</u>

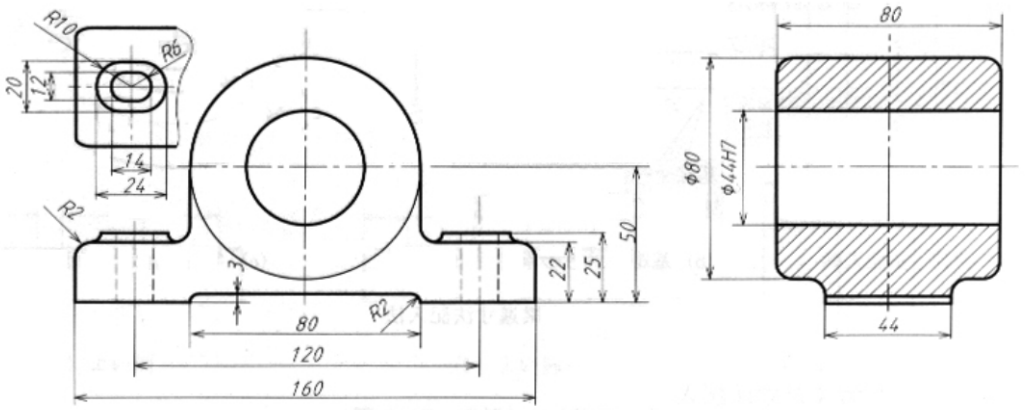
หากเป็นไปได้ควรจะเขียนแบบให้มีขนาดเท่ากับขนาดจริง เพื่อให้เกิดความรู้สึกของวัตถุนั้นจริงๆ อย่างไรก็ตาม ถ้าขนาดของวัตถุเล็กเกินไป หรือใหญ่เกินไปที่จะเขียนแบบ ให้เลือกใช้อัตราส่วนที่เป็นค่าพื้นฐาน ต่อไปนี้

ขนาดจริง	1:1
ย่อส่วน	1:2, 1:5, 1:10
ขยายส่วน	2:1, 5:1, 10:1

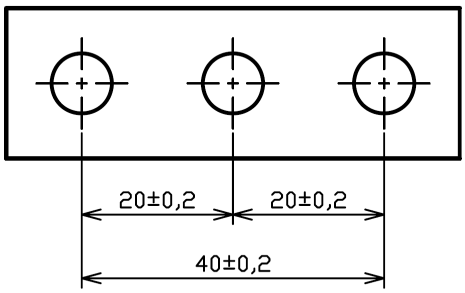
การบอกขนาดในแบบที่มีอัตราส่วนย่อ หรือขยาย ให้บอกขนาดจริงๆ ของชิ้นงาน โดยไม่มีการย่อขยาย ตามแบบที่เขียน

<u>เลือกใส่ขนาดในมุมมองด้านหน้า</u>

ในการเขียนแบบ โดยปรกติมักจะเลือกมุมมองที่เห็นรูปร่างลักษณะได้ชัดเจนที่สุดเป็นมุมมองด้านหน้าเพื่อให้การอ่านแบบทำได้สะดวก ดังนั้นถ้าเป็นไปได้จึงควรบอกขนาดที่มุมมองด้านหน้าเช่นกัน ถ้าไม่สามารถบอกขนาดในมุมมองด้านหน้าได้ หรือมิติของรูปเห็นได้ชัดเจนกว่าในมุมมองอื่น ให้เลือกใส่มิติในมุมมองอื่นๆ แทนได้ ตัวอย่างการบอกขนาดโดยเลือกมุมมองด้านหน้าเป็นหลักแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างการบอกขนาด (เลือกบอกขนาดในมุมมองด้านหน้าเป็นหลัก) [4]



รูปที่ 2 ตัวอย่างการบอกขนาดซ้ำซ้อน และขัดกัน

<u>ไม่ใส่ขนาดซ้ำซ้อน</u>

การบอกขนาดให้บอกเพียงแค่ครั้งเดียวเท่านั้น เพื่อป้องกันความสับสนที่ว่าจะใช้ขนาดตัวใดเป็นเกณฑ์ เนื่องจากขนาดแต่ละตัวจะมีช่วงขอบเขตของขนาด การใส่ขนาดที่ซ้ำซ้อนอาจทำให้เกิดการบอกขนาดที่ขัดกันเองได้ นอกจากนี้ ถ้าบอกขนาดเพียงครั้งเดียว หากต้องการแก้ไขขนาดก็สามารถแก้ได้โดยง่ายที่ตำแหน่งเดียว ตัวอย่างการบอกขนาดซ้ำซ้อนแสดงดังรูปที่ 2 จากรูปจะพบว่า ระยะห่างระหว่างรูมีขนาดเท่ากับ 20 ม.ม. และมีความคลาดเคลื่อนได้ในช่วง $\pm$ 0.2 ม.ม. จากที่กำหนดเท่านี้จะได้ว่า ระยะห่างระหว่างรูที่ 1 และรูที่ 3 จะมีค่าได้ตั้งแต่ 39.6 จนถึง 40.4 ม.ม. ซึ่งจะขัดแย้งกับการบอกขนาด ระยะห่างระหว่างรูที่ 1 และรูที่ 3 ซึ่งบอกไว้เท่า 40 $\pm$ 0.2 ม.ม.

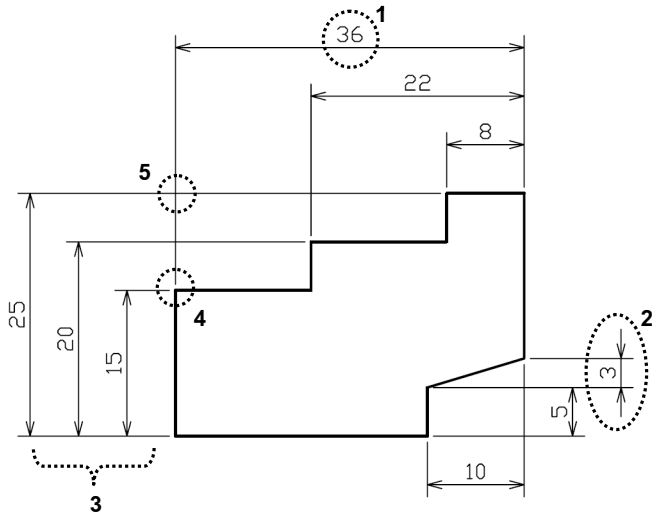
<u>ตัวอย่างการบอกขนาด และตำแหน่งในแนวเส้นตรง</u>

ตัวอย่างการบอกขนาด และตำแหน่งในแนวเส้นตรงแสดงดังรูปที่ 3 และสามารถสรุปหลักการคร่าวๆ ได้ดังนี้

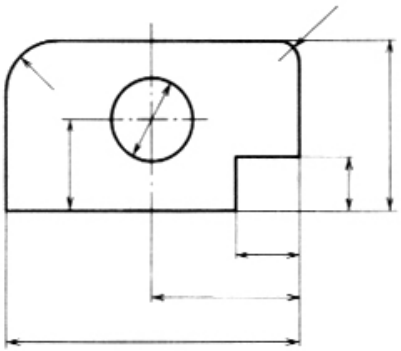
1. ให้เขียนตัวเลขบอกขนาดตรงกลางของเส้นบอกขนาด (Dimension line)
2. ถ้าระยะห่างที่จะบอกขนาดมีขนาดเล็ก สามารถกลับทิศทางหัวลูกศรให้ชี้เข้าหาระยะที่จะบอกขนาดได้

3. เว้นให้ระยะห่างของเส้นบอกขนาดให้เท่าๆ กัน
4. เว้นช่องว่างระหว่างเส้นโยงเพื่อบอกขนาด (Extension line) กับขอบของวัตถุเล็กน้อย
5. ควรจัดวางให้เส้นโยงเพื่อบอกขนาดไม่ตัดกัน อย่างไรก็ตามถ้าจำเป็นก็สามารถจัดให้เส้นโยงบอกขนาดตัดกันได้

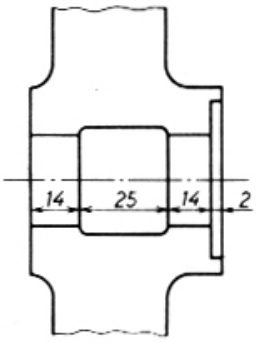
ตัวอย่างอื่นๆ ของการบอกขนาดในแนวเส้นตรงแสดงดังรูปที่ 4 และ 5 จากรูปที่ 4 พบว่าการบอกขนาดสามารถบอกภายในเนื้อชิ้นงานได้ ถ้ามีพื้นที่ว่างเพียงพอ ส่วนรูปที่ 5 ถึงแม้ว่าที่ว่างภายในชิ้นงานจะน้อย แต่ถ้าโยงเส้นออกไปด้านนอกเพื่อบอกขนาด จะต้องโยงออกไปห่างมาก การบอกขนาดที่ระยะนั้นจริงๆ จึงอาจทำให้เห็นขนาดชัดเจนกว่า



รูปที่ 3 ตัวอย่างการบอกขนาด และระยะในแนวเส้นตรง



รูปที่ 4 ตัวอย่างการบอกขนาด และตำแหน่ง [5]



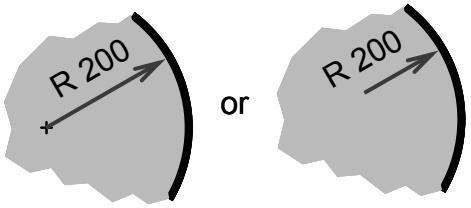
รูปที่ 5 ตัวอย่างการบอกขนาด [5]

<u>การบอกขนาดของส่วนโค้ง</u>

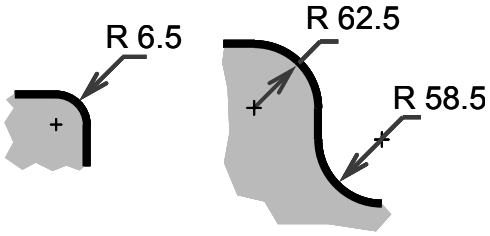
ตัวอย่างการบอกขนาดของส่วนโค้งแสดงดังรูปที่ 6 การบอกขนาดจะบอกเป็นรัศมีความโค้งของส่วนโค้งนั้นๆ และแนวเส้นบอกขนาดจะต้องผ่านจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งนั้น รูปที่ 8 แสดงถึงการบอกขนาดส่วนโค้งในกรณีที่รัศมีความโค้งของส่วนโค้งนั้นยาวมากๆ จนเลย

ขอบกระดาษที่ใช้เขียนแบบ ในกรณีนี้จะใช้วิธีย้ายจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งมาอยู่ในกระดาษเขียนแบบ แต่สังเกตว่า แนวเส้นบอกขนาดที่ลากจากส่วนโค้งยังต้องผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งอยู่

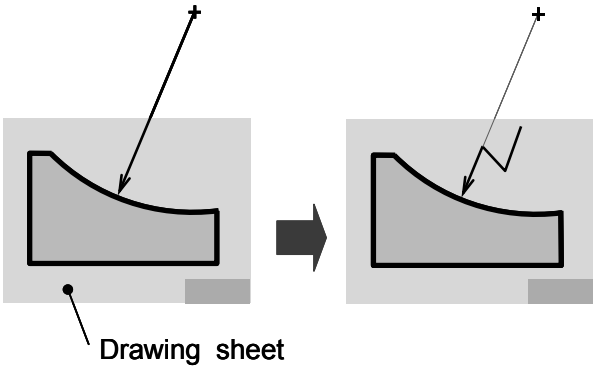
สำหรับราวด์ (Round) และฟิลเลต (Fillet) ซึ่งเป็นการทำให้ชิ้นงานมีความโค้งที่ขอบและมุม ก็บอกขนาดด้วยวิธีเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 7 ในกรณีที่แบบที่เขียนมีจุดที่เป็นราวด์และฟิลเลต หลายแห่ง แต่ทุกๆ แห่งมีขนาดเท่ากัน จะสามารถบอกขนาดของราวด์ และฟิลเลตได้โดยใช้ข้อความ (Note) ดังแสดงในรูปที่ 9 ตัวอย่างอื่นๆ ของการบอกขนาดแสดงดังรูปที่ 10



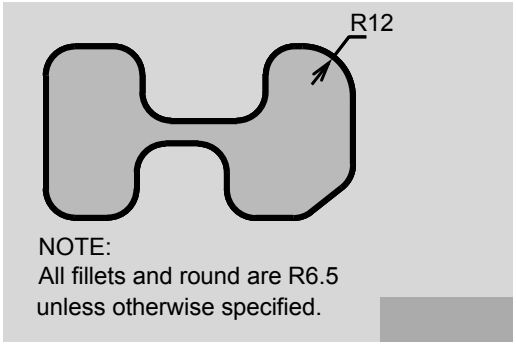
รูปที่ 6 การบอกขนาดของส่วนโค้ง [1]



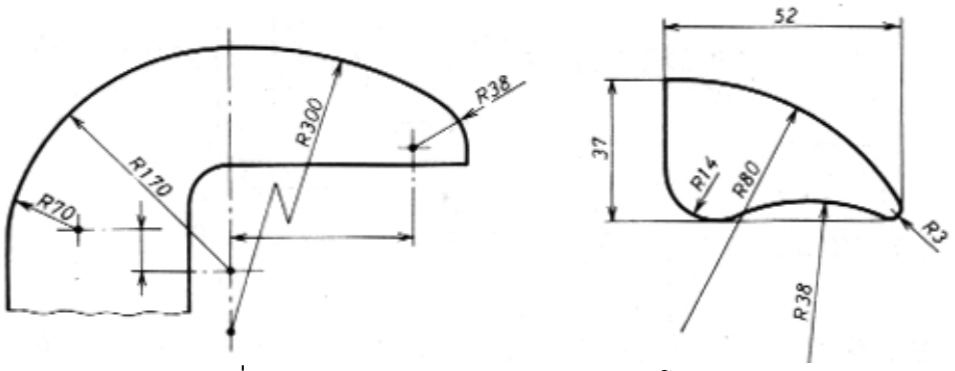
รูปที่ 7 การบอกขนาดของราวด์และฟิลเลต [1]



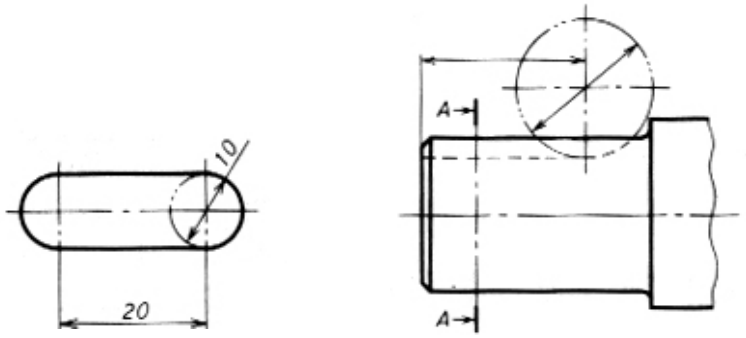
รูปที่ 8 การบอกขนาดส่วนโค้งที่รัศมีความโค้งยาวกว่าขอบเขตของกระดาษเขียนแบบ [1]



รูปที่ 9 การบอกขนาดของราวด์ และฟิลเลต โดยใช้ข้อความ [1]



รูปที่ 10 ตัวอย่างการบอกขนาดของส่วนโค้ง [4]



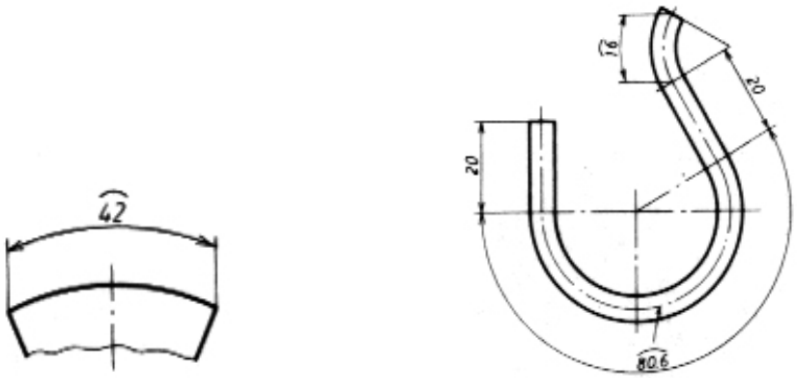
(ก) (ข)

รูปที่ 11 การบอกขนาดส่วนโค้ง ด้วยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง [5]

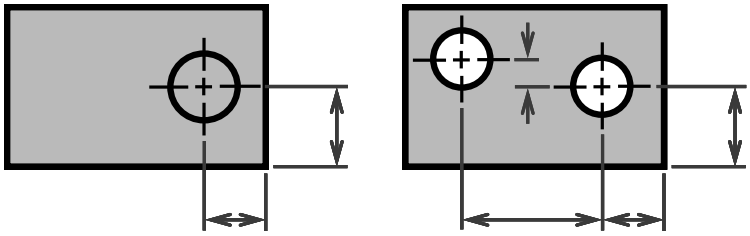
จากตัวอย่างต่างๆ จะพบว่าการบอกขนาดส่วนโค้งโดยทั่วไป จะบอกเป็นความยาวรัศมีส่วนโค้ง จะไม่บอกเป็นความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ใช้สร้างส่วนโค้งนั้น อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจบอกเป็นขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางได้ เช่น กรณีที่มุมที่รองรับส่วนโค้งมีค่ามากกว่า 180º หรือถ้าต้องการจะสื่อถึงอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 11 สำหรับรูปที่ 11(ก) เป็นรูปของร่องลิ่ม การบอกขนาดจะบอกเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกัดซึ่งใช้ทำร่องลิ่ม ส่วนความยาวของลิ่มจะบอกเป็นระยะที่หัวกัดต้องเดินเพื่อกัดทำร่องลิ่ม ส่วนรูปที่ 11(ข) จะแสดงถึงวิธีการทำร่องลิ่มอีกวิธีการหนึ่ง โดยใช้เครื่องกัดแนวนอน การบอกขนาดในกรณีนี้จะบอกเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีดที่ใช้กัด ในรูปนี้แสดงให้เห็นระยะที่ใบมีดกัดจะเดินเข้าไปได้ โดยไม่ชนกับบ่าเพลา

การบอกขนาดส่วนโค้งอาจบอกเป็นความยาวส่วนโค้งได้อีกวิธีหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 12 จากรูปตะขอ สังเกตว่าความยาวส่วนโค้งของชิ้นงานจะแตกต่าง ตามระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง ดังนั้นการบอกความยาวส่วนโค้ง จึงต้องชี้ให้ชัดเจนด้วยว่าเป็นความยาวส่วนโค้งของส่วนโค้งใด ในรูปแสดงถึงความยาวส่วนโค้งของเส้นกลางตะขอ

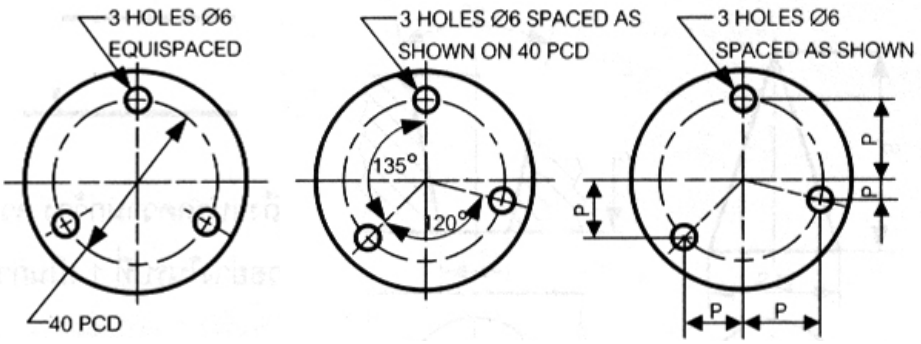
ชิ้นงานที่บอกขนาดความยาวส่วนโค้งโดยวิธีนี้ มักจะผลิตโดยการตัดชิ้นงานให้มีความยาวที่ต้องการ และดัด หรืองอให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ เช่น ตะขอ ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 การบอกความยาวส่วนโค้ง [5]



รูปที่ 13 การบอกตำแหน่งของทรงกระบอก และรูเจาะ [1]



รูปที่ 14 การแสดงตำแหน่งของรูเจาะหลายๆ รู โดยใช้ข้อความ [2]

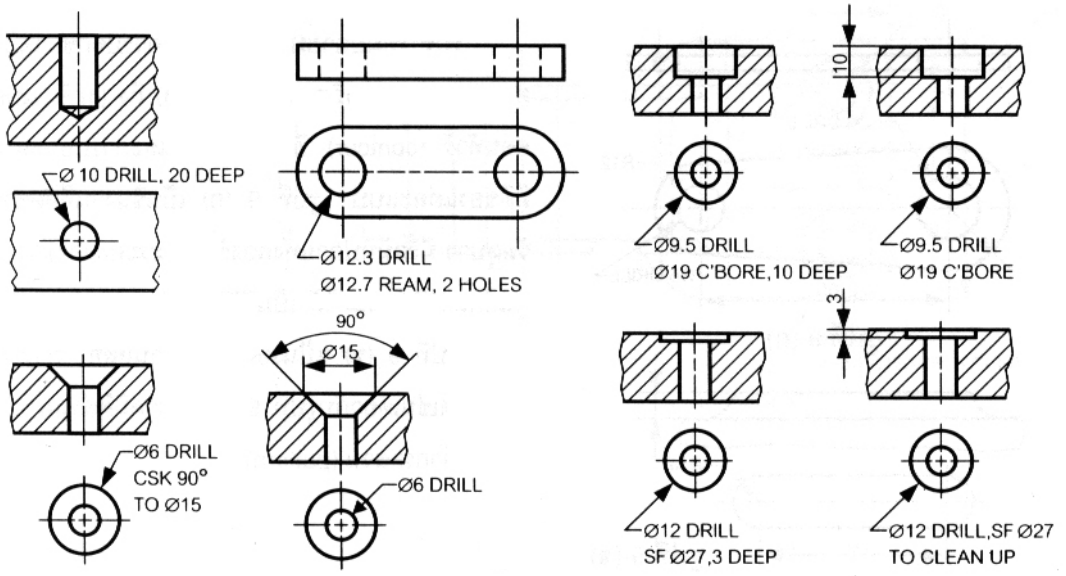
<u>การบอกขนาดทรงกระบอก เพลา และรูเจาะ</u>

การบอกขนาดของทรงกระบอก เพลา หรือรูเจาะนั้น แบ่งได้เป็นการบอกตำแหน่ง และการบอกขนาด สำหรับการบอกตำแหน่งนั้นจะบอกเป็นระยะถึงจุดศูนย์กลางของทรงกระบอก หรือรูเจาะ และมักจะบอกในมุมมอง (View) ที่เห็นทรงกระบอก หรือรูเจาะ เป็นรูปวงกลม ดังแสดงในรูปที่ 13 หรือในรูปที่ 4 กรณีที่มีรูเจาะหลายรู อาจจะใช้การบอกตำแหน่งโดยข้อความได้ดังแสดงในรูปที่ 14

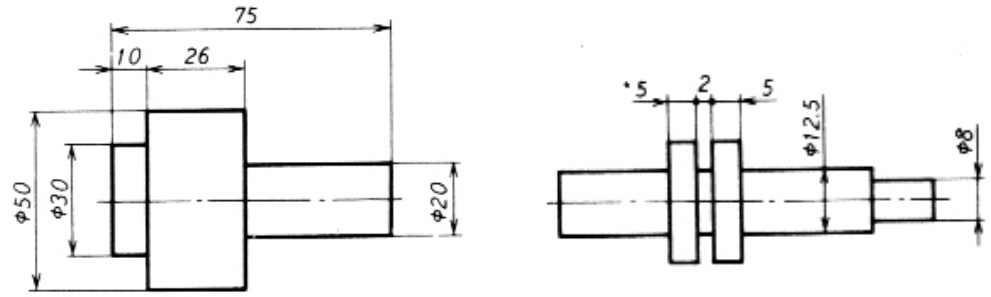
สำหรับขนาดของเพลา หรือรูเจาะนั้น จะบอกเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการวัด ซึ่งอาจใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และสอดคล้องกับวิธีการผลิต ซึ่งใช้ดอกสว่านในการเจาะรู ตัวอย่างการบอกขนาดของรูเจาะแสดงในรูปที่ 14 และรูปที่ 15 สำหรับความ

ลึกของรูเจาะนั้น จะวัดถึงส่วนที่เป็นรูเจาะที่สมบูรณ์เท่านั้น นั่นคือจะไม่วัดถึงส่วนยอดที่เห็นเป็นปลายแหลมเนื่องจากปลายดอกสว่าน

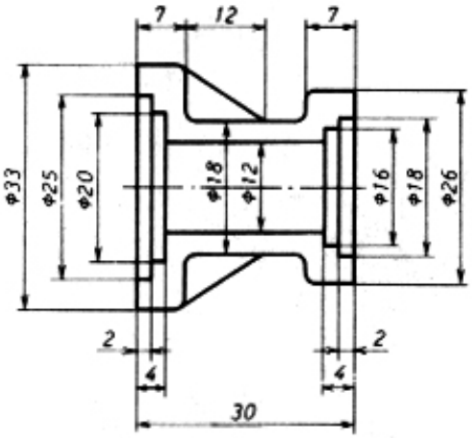
สำหรับเพลา ที่มีการทำบ่าหลายๆ ระดับ หรือ รูที่คว้านให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายระดับ การบอกขนาดในมุมมองที่เห็นเป็นวงกลม จะทำให้อ่านแบบได้ยาก ในกรณีเช่นนี้มักจะบอกขนาดในมุมมองที่เห็นเพลา หรือรูเจาะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังแสดงในรูปที่ 16 และ 17 โดยเขียนสัญลักษณ์ ϕ กำกับ เพื่อแสดงให้เห็นว่ามิติที่บอกเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง ในกรณีที่ใช้สัญลักษณ์นิยม เขียนเพลาแค่ครึ่งเดียว และใช้สัญลักษณ์สมมาตร สามารถเขียนบอกขนาดเพลาได้ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 18



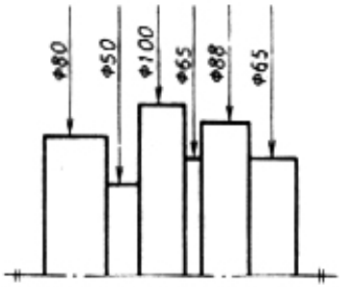
รูปที่ 15 การบอกขนาดรูเจาะ [2]



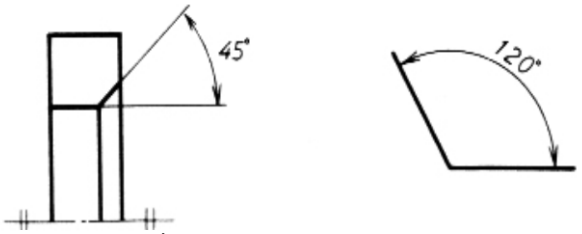
รูปที่ 16 การบอกขนาดเพลา [5]



รูปที่ 17 การบอกขนาดรูที่มีการคว้านหลายระดับ [5]



รูปที่ 18 การบอกขนาดเพลาซึ่งใช้สัญลักษณ์นิยม ในการเขียน [5]



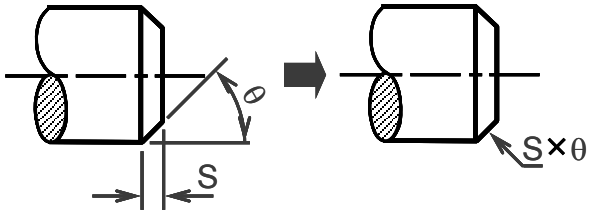
รูปที่ 19 การบอกขนาดมุม [5]

<u>การบอกขนาดมุม</u>

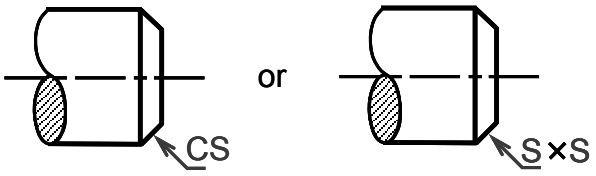
การบอกขนาดของมุมทำได้ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 19 สังเกตว่าเส้นโค้งที่ใช้บอกขนาดมุมจะเป็นส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดยอดของมุม

<u>การบอกขนาดแชมเฟอร์ (Chamfer)</u>

การทำแชมเฟอร์ คือการลบมุมที่ขอบของชิ้นงานออก วัตถุประสงค์ของการทำแชมเฟอร์คือ ลดความคมของมุมซึ่งอาจเป็นอันตรายในการหยิบจับ สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องประกอบกัน เช่น เพลา กับรูเพลา การทำแชมเฟอร์ที่ปลายเพลา และที่ปากรูเพลา จะทำให้ประกอบชิ้นงานได้ง่ายขึ้น หากไม่ทำแชมเฟอร์ เพลาและรูเพลาอาจจะประกอบกันได้ยาก หรือสวมเข้ากันไม่ได้เลย นอกจากนี้การประกอบเพลาเข้ากับรูเพลาที่ไม่ได้ทำแชมเฟอร์ อาจเกิดรอยขีดข่วนเนื่องจากมุมของเพลากับผิวของรูเพลาได้ ตัวอย่างการบอกขนาดแชมเฟอร์ แสดงในรูปที่ 20 รูปที่ 21 แสดงการบอกขนาดแชมเฟอร์ในกรณีที่มุมของแชมเฟอร์มีค่าเท่ากับ 45º



รูปที่ 20 การบอกขนาดแชมเฟอร์ [1]



รูปที่ 21 การบอกขนาดแชมเฟอร์ (มุมแชมเฟอร์เป็น 45º) [1]

<u>การบอกขนาดร่องลิ่ม และขนาดลิ่ม</u>

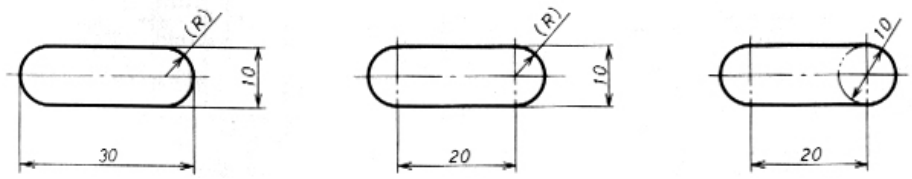
ลิ่ม เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน ซึ่งใช้ยึดชิ้นส่วนกลต่างๆ เช่นเฟือง พูลเล่ย์ หรือคัปปลิง บนเพลา การที่จะใช้ลิ่มยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกันได้ จำเป็นต้องทำร่องลิ่มบนเพลาเสียก่อน การบอกขนาดของร่องลิ่มจะบอกได้หลายแบบ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการบอกขนาด ตัวอย่างการบอกขนาดร่องลิ่ม แสดงในรูปที่ 22 และ 23

รูป 22(ก) แสดงการบอกขนาดร่องลิ่ม โดยอ้างอิงจากขนาดมาตรฐานของลิ่ม นั่นคือบอกขนาดเป็นความยาวลิ่มทั้งหมด ส่วนรูป 22(ข) และ 22(ค) เป็นการบอกขนาดโดยอ้างอิงจากกระบวนการผลิต นั่นคือจะบอกเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวกัด และความยาวที่หัวกัดต้องเดิน

เนื่องจากความกว้างของร่องลิ่มจะต้องทำให้พอดีกับลิ่ม ดังนั้นขนาดความกว้างของลิ่มจึงเป็นมิติสำคัญที่จำเป็นต้องควบคุม จากรูปที่ 22 จะสังเกตว่าขนาดความกว้างของลิ่มจะกำหนดโดยตรง เพื่อความสะดวกในการวัดขนาด และการใส่ค่าความเผื่อ ตัวอย่างการกำหนดค่าความเผื่อสำหรับร่องลิ่มแสดงดังรูปที่ 24 (N9 หรือ f7 หลังขนาดในรูปที่ 24 แสดงถึงความเผื่อ หรือความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ในการผลิต)

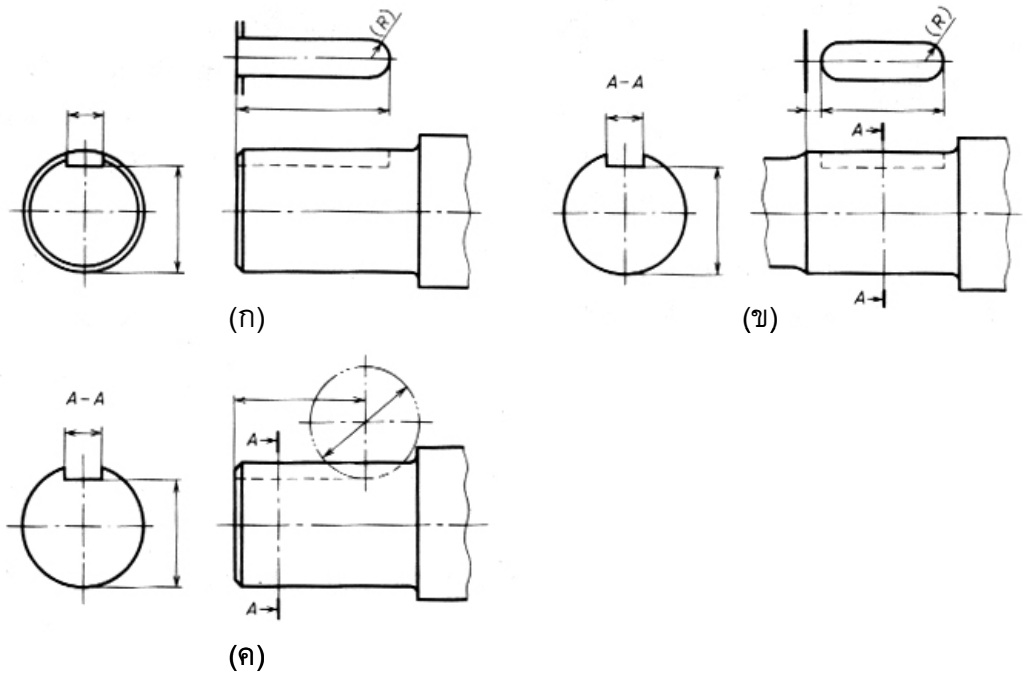
นอกจากการบอกขนาดความกว้าง และความยาวของลิ่มแล้ว จากรูปที่ 22 ยังพบการบอกขนาดรัศมีความโค้ง R เพิ่มขึ้นมาด้วย ถึงแม้ว่ามิติตัวนี้จะซ้ำซ้อนกับความกว้างของลิ่ม แต่การใส่ขนาดของรัศมีความโค้งจะยืนยันถึงรูปร่างของร่องลิ่มได้ ดังนั้นในตัวอย่างนี้จึงเพิ่มการบอกรัศมีความโค้งเข้าไปด้วย อย่างไรก็ตามมิติ R จะเขียนอยู่ในวงเล็บ แสดงให้เห็นว่าเป็นมิติช่วย (Auxiliary dimensions) ซึ่งหมายความว่าเป็นมิติที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการอ่านแบบเท่านั้น ไม่ได้เป็นมิติซึ่งเป็นข้อควบคุมในการผลิต และจะไม่มีการกำหนดค่าความเผื่อ

<u>ข้อสังเกต</u> ในรูปที่ 24 นิสิตจะสังเกตเห็นการบอกมิติช่วยของความยาวเพลา 810 ม.ม. สำหรับมิติควบคุมสำหรับการผลิตในรูปนี้ได้แก่ ความยาวท่อนกลาง 640 ม.ม. และความยาวส่วนบ่าสองข้าง 85 ม.ม.

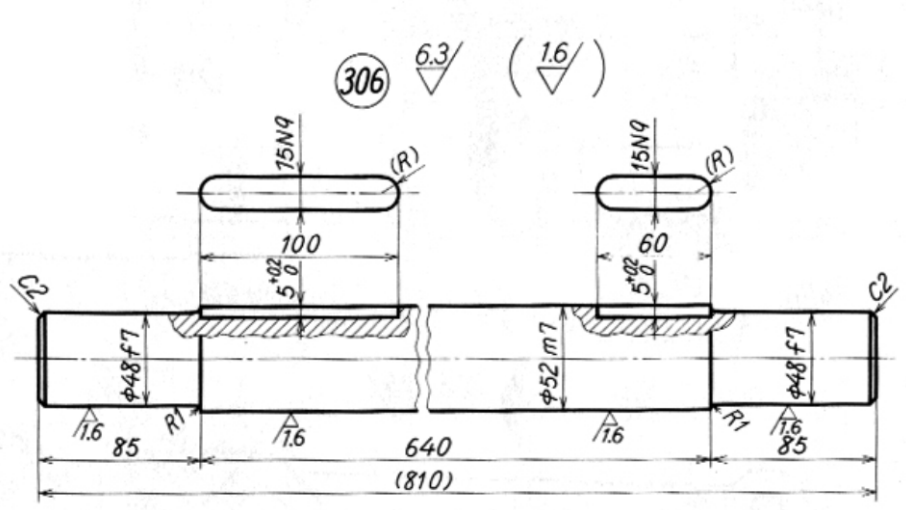


(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 22 ตัวอย่างการบอกขนาดร่องลิ่ม [5]



รูปที่ 23 ตัวอย่างการบอกขนาดร่องลิ่ม [5]



รูปที่ 24 ตัวอย่างการบอกขนาดร่องลิ่มที่แสดงค่าความเผื่อด้วย [5]

<u>การบอกขนาดรูปทรงกรวย</u>

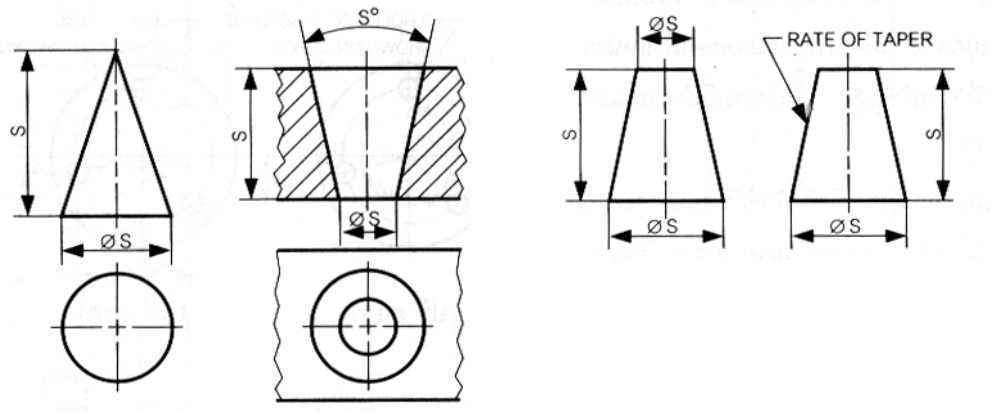
การบอกขนาดรูปทรงกรวย อาจบอกเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางหนึ่งด้าน และมุมเอียง หรืออาจบอกเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ด้าน ดังแสดงในตัวอย่างรูปที่ 25 หรือบอกเป็นอัตราการเอียง ดังแสดงในรูปที่ 26 ก็ได้

<u>การบอกขนาดรูปทรงกลม</u>

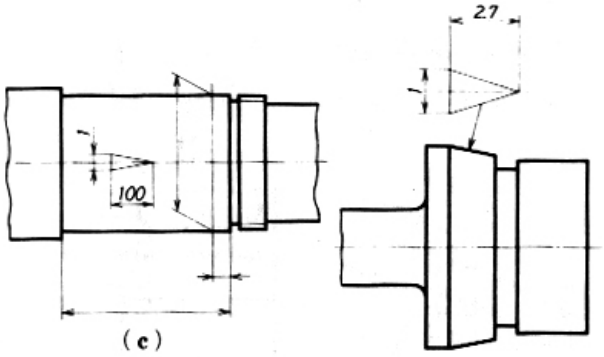
ตัวอย่างการบอกขนาดรูปทรงกลมจะใช้สัญลักษณ์ S (Sphere) นำหน้าขนาดของรัศมีความโค้ง หรือนำหน้าเส้นผ่านศูนย์กลางความโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 27

<u>การบอกขนาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</u>

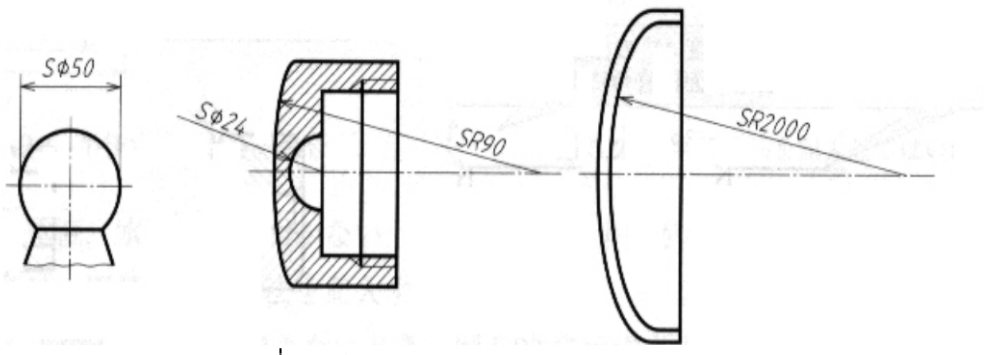
การบอกขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะใช้สัญลักษณ์ □ แล้วตามด้วยความยาวด้านของสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 28(ก) สำหรับสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมแล้วมีกากบาทอยู่ด้านในที่แสดงในรูปที่ 28(ก) นั้น แสดงให้เห็นว่าผิวนั้น เป็นผิวหน้าราบ การบอกด้วยสัญลักษณ์นี้ช่วยลดจำนวนการบอกขนาดลง ถ้าบอกแบบธรรมดาจะเป็นต้องเขียนมุมมองด้านข้างอีกมุมมองหนึ่ง แล้วบอกขนาดความยาว ความสูงของสี่เหลี่ยมอีก 2 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 28(ข)



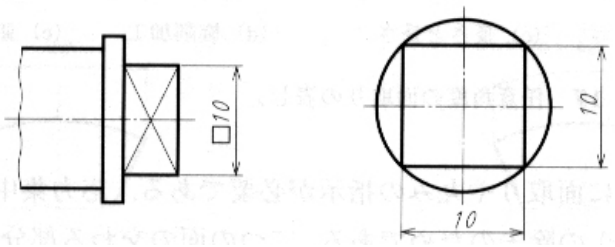
รูปที่ 25 ตัวอย่างการบอกขนาดรูปทรงกรวย [2]



รูปที่ 26 ตัวอย่างการบอกขนาดรูปทรงกรวย [5]

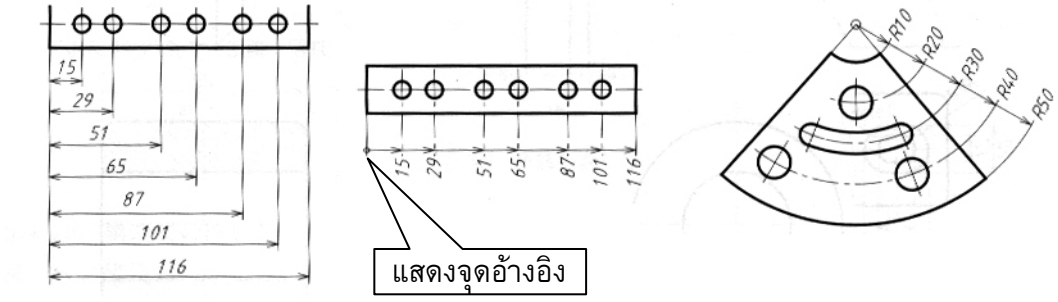


รูปที่ 27 ตัวอย่างการบอกขนาดทรงกลม [4]



(ก) (ข)

รูปที่ 28 ตัวอย่างการบอกขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส [4]



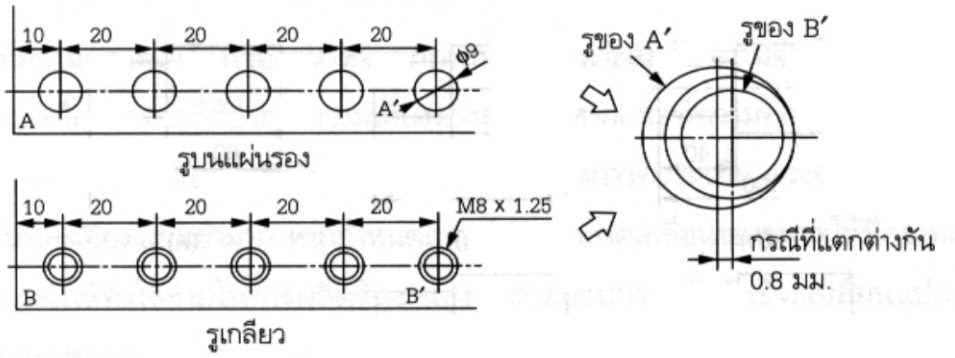
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 29 ตัวอย่างการบอกขนาดเทียบกับจุดอ้างอิง [4]

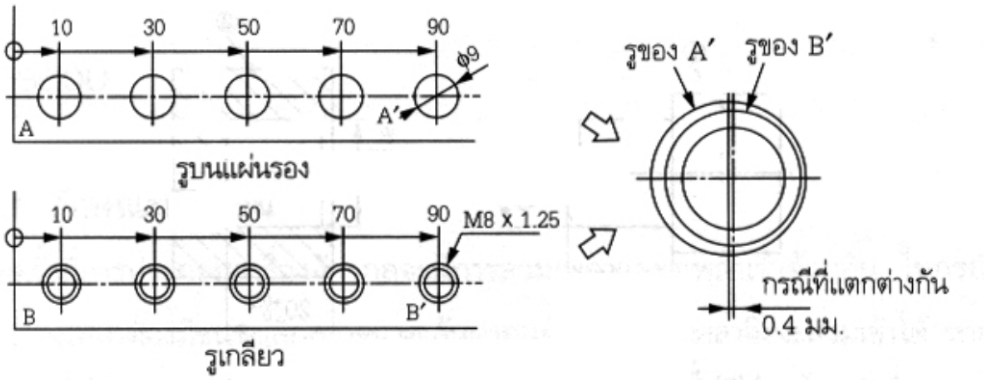
<u>การบอกขนาดโดยเทียบกับจุดอ้างอิง</u>

ในการผลิต หรือการประกอบชิ้นส่วนกล จะต้องมีจุดอ้างอิงในผลิต หรือประกอบเสมอ การบอกมิติ มักจะกระทำเทียบกับจุดอ้างอิงนี้ ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 29 อย่างไรก็ตามในการบอกขนาดโดยเทียบกับจุดอ้างอิงในบางครั้งอาจทำให้ดูแบบได้ยาก และสิ้นเปลืองเนื้อที่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 29(ก) ในกรณีเช่นนี้ การแก้ไขทำได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 29(ข) และ (ค) โดยจะใช้สัญลักษณ์ ○ วงรอบจุดอ้างอิง และเขียนเส้นรังสีโยงออกจากจุดอ้างอิง เพื่อแสดงระยะห่างจากจุดอ้างอิง การบอกขนาดด้วยวิธีที่แสดงในรูปที่ 29(ข) นั้น จะใช้มากในกรณีการบอกขนาดความยาวของเพลา ซึ่งมีจุดอ้างอิงเพื่อใช้ในการประกอบ เพื่อให้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบบนเพลาประกอบเข้าในตำแหน่งที่ถูกต้องและใช้งานได้ อย่างไรก็ตามในกรณีทั่วไปจะใช้การบอกขนาดแบบ (ก) ถ้าไม่มีขนาดที่ต้องการซ้อนกันมากนัก

รูปที่ 30 และ 31 แสดงการเปรียบเทียบของการบอกขนาดของรูเจาะ โดยบอกเป็นระยะห่างของรูเจาะแต่ละรู และบอกโดยเทียบกับจุดอ้างอิงตามลำดับ ชิ้นงานที่แสดงในรูปที่ 30 และ 31 จะใช้งานได้เมื่อ ตำแหน่งรูบนแผ่นรอง และตำแหน่งของรูเกลียวต้องตรงกัน เนื่องจากในการผลิตชิ้นงานต้องมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการผลิตเสมอ สมมุติให้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาดเป็น ± 0.1 ในรูปที่ 30 ถึงแม้ว่าการผลิตจะได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนจะถูกสะสม ทำให้ระยะห่างระหว่าง A-A′ อาจจะเป็น 80.4 ม.ม. และระยะระหว่าง B-B′ อาจจะเป็น 79.6 ได้ ทำให้เมื่อสวมเข้าด้วยกันโดยให้ จุด A และ B



รูปที่ 30 การบอกตำแหน่งรูเจาะโดยบอกระยะห่างระหว่างรู [3]



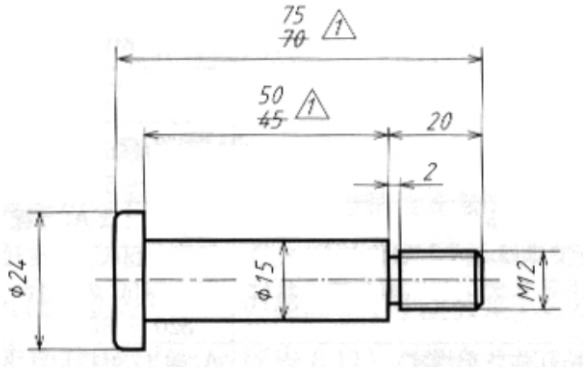
รูปที่ 31 การบอกตำแหน่งรูเจาะโดยเทียบกับจุดอ้างอิง [3]

ตรงกัน จุด A′ และ B′ จะเยื้องกันถึง 0.8 ม.ม. ซึ่งถึงแม้ว่าจะเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ม.ม. แต่ก็ไม่สามารถสวมสลักเกลียวขนาด 8 ม.ม. ได้

สำหรับการบอกขนาดโดยเทียบกับจุดอ้างอิงที่แสดงในรูปที่ 31 นั้น เนื่องจากไม่มีการสะสมความคลาดเคลื่อน เมื่อทำการผลิตให้ได้ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนดก็จะสามารถสวมสลักเกลียวได้ เช่น เมื่อเกณฑ์ของความคลาดเคลื่อนเป็น $\pm$0.1 ม.ม. เหมือนการบอกขนาดในรูปที่ 30 จะได้ว่าจุดศูนย์กลางรูจะเยื้องกันได้มากที่สุดเพียงแค่ 0.2 ม.ม.ซึ่งยังสามารถใส่สลักเกลียวลงไปได้

<u>การแก้ไขแบบที่เขียนเรียบร้อยแล้ว</u>

ในบางครั้งที่เขียนแบบเรียบร้อยแล้ว แต่พบว่ายังมีข้อผิดพลาดอยู่ การแก้ไขทำได้โดยขีดฆ่าขนาดเดิมทิ้ง แล้วเขียนขนาดใหม่ด้านบนขนาดเดิม สัญลักษณ์สามเหลี่ยมและมีตัวเลขเขียนด้านใน แสดงเลขที่ของการแก้ไข และอาจเขียนหมายเหตุการแก้ไขประกอบด้วย ตัวอย่างการแก้ไขแบบแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 ตัวอย่างการแก้ไขแบบ [4]

2. การบอกขนาดที่สัมพันธ์กับฟังก์ชั่นการทำงานของชิ้นส่วนกล

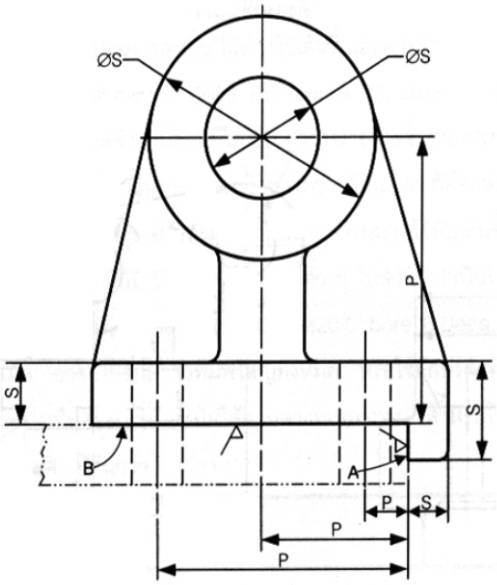
รูปที่ 33 แสดงถึง แบร็กเก็ต (Bracket) ซึ่งใช้สำหรับรองรับเพลาและวางบนผิวชิ้นงานที่อยู่ในแนวระดับ เมื่อพิจารณาถึงฟังก์ชั่นการทำงานของแบร็กเก็ต พบว่าผิวด้านล่างของแบร็ก-เก็ต และผิวขอบ A ซึ่งใช้ประกอบกับฐานรองรับ ต้องมีการปรับผิวให้เรียบเสียก่อน จึงจะทำให้ประกอบได้พอดีและเพลาที่สวมกับแบร็กเก็ตอยู่ในแนวระดับได้ สัญลักษณ์ ∇ ซึ่งแสดงถึงการปรับแต่งผิวที่ผิวเหล่านี้ การบอกขนาดในกรณีเช่นนี้จะกำหนดผิวที่จำเป็นต้องมีการปรับแต่งเป็นผิวอ้างอิงในการบอกมิติ และการบอกขนาดจะบอกเทียบกับผิวอ้างอิง ในตัวอย่างนี้คือ ผิว A และผิว B

แบร็กเก็ตที่แสดงในรูปที่ 33 จะประกอบกับชิ้นงานอื่น และใช้งานได้นั้น ขนาด (s, Size) และตำแหน่ง (p, Position) ต่อไปนี้จำเป็นต้องถูกผลิตอย่างแม่นยำ

1. ตำแหน่งของรูเจาะ ซึ่งต้องใช้ประกอบกับฐานรองรับ
2. ตำแหน่งทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับของจุดศูนย์กลางแบร็กเก็ตซึ่งต้องประกอบกับเพลา
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่ใช้สวมเพลา

มิติที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการทำงานของชิ้นงาน เรียกว่า Functional dimension มิติเหล่านี้ จำเป็นที่จะต้องเขียนแสดงในแบบรายละเอียดโดยตรง และมักจะต้องแสดงค่าความเผื่อไว้ด้วย

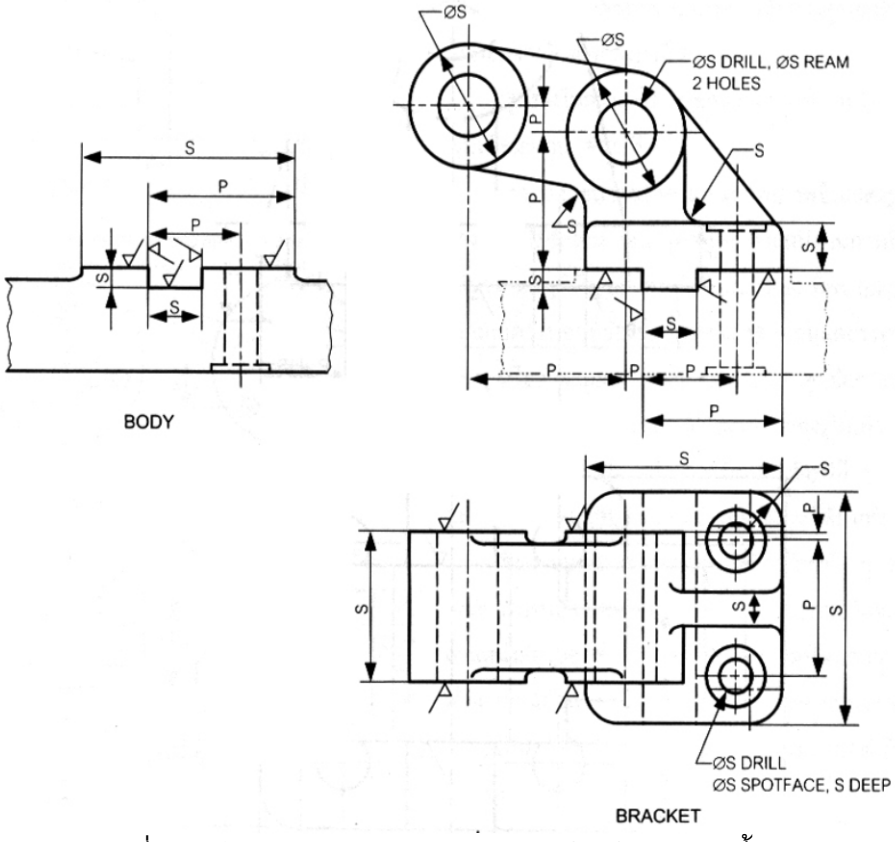
สำหรับมิติอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก Functional dimension จะเรียกว่า Non-functional dimensions มิติเหล่านี้จำเป็นต้องรู้เพื่อการผลิต แต่ไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อหน้าที่การทำงานของชิ้นงาน ตัวอย่างของ Non-functional dimensions ในรูปที่ 33 ได้แก่ ความกว้างของแบร็กเก็ต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของแบร็กเก็ต หรือความหนาของฐานแบร็กเก็ต เป็นต้น มิติเหล่านี้อาจจะมีขนาดคลาดเคลื่อนได้บ้างก็ยังสามารถใช้งานได้ มิติเหล่านี้จึงไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบ และไม่ต้องกำหนดค่าความเผื่อ



รูปที่ 33 การบอกขนาดของแบร็กเก็ตซึ่งใช้รองรับเพลา [2]

ลองคิดดู

รูปที่ P-1 แสดงการบอกขนาดของชิ้นส่วน 2 ชิ้น ได้แก่ แบร็กเก็ต และบอดี้ ซึ่งต้องประกอบกัน ให้นิสิตพิจารณาว่าการบอกขนาดในตัวอย่างที่แสดงมีผิวใดเป็นผิวอ้างอิงบ้าง และพิจารณาการบอกมิติต่างๆ ว่าสัมพันธ์กับการทำงานของชิ้นงาน และการประกอบอย่างไร



รูปที่ P-1 ตัวอย่างการบอกขนาดของแบร็กเก็ต และบอดี้ [2]

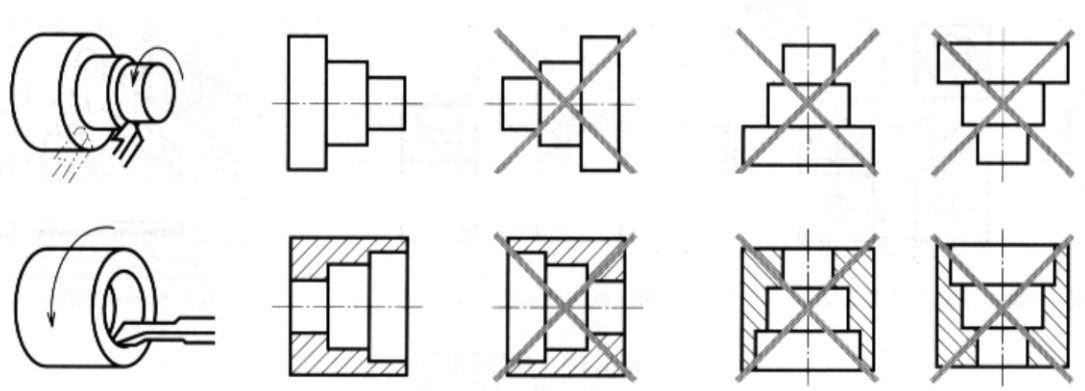
3. การบอกขนาดสัมพันธ์กับการผลิต

การบอกขนาดสัมพันธ์กับการผลิตนั้น หมายถึงการบอกขนาดให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ทำให้ผู้ผลิตอ่านแบบได้ง่าย เข้าใจได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องมาคำนวณมิติเพื่อผลิต

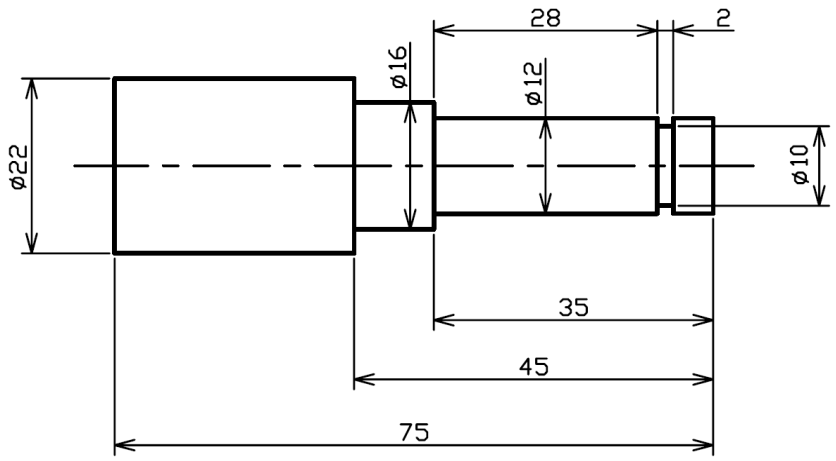
รูปที่ 34 แสดงถึงการวางตำแหน่งแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ซึ่งคือการกลึง เนื่องจากหัวจับของเครื่องกลึงจะอยู่ทางด้านซ้ายมือ การกลึงจะเริ่มจากทางด้านขวามือไปยังซ้ายมือเสมอ ดังนั้นการเขียนแบบจึงควรวางปลายด้านที่เรียวไว้ทางด้านขวามือ จะทำให้ผู้ผลิตอ่านแบบและทำงานได้ง่ายกว่า

กรณีการคว้านรูด้านในด้วยเครื่องกลึงจะคล้ายคลึงกัน เพียงแต่ขนาดรูทางด้านขวามือต้องใหญ่กว่าด้านซ้ายมือ เพื่อจะได้เปิดพื้นที่ให้มีดกลึงเดินไปคว้านรูด้านในได้

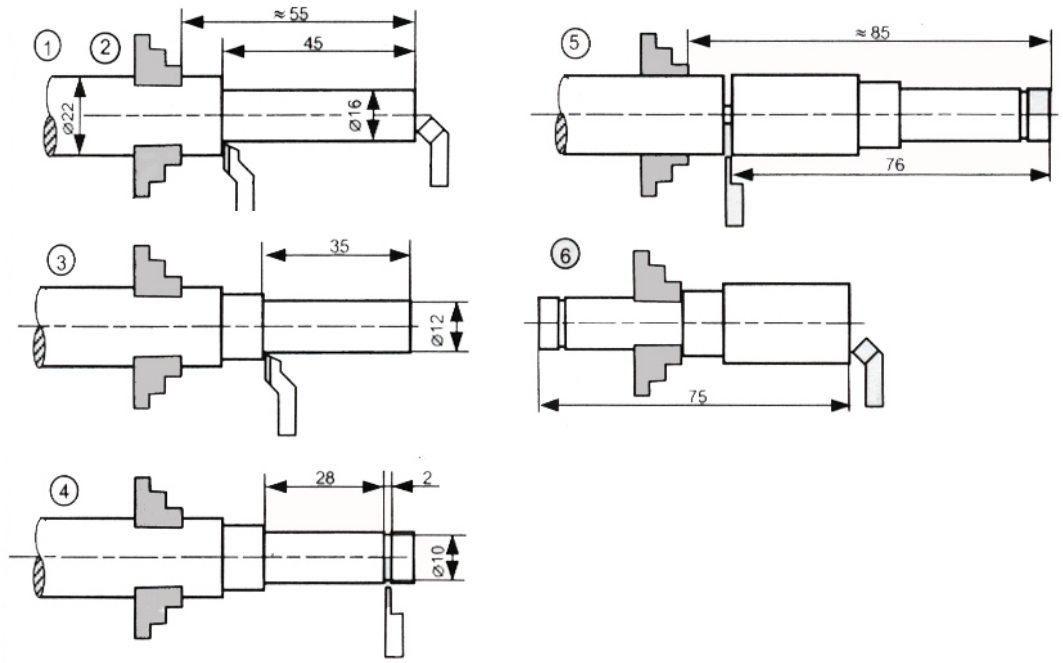
รูปที่ 35 แสดงตัวอย่างการบอกขนาดให้สอดคล้องกับการกลึง ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 36 ดังนี้



รูปที่ 34 การวางตำแหน่งแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต (การกลึง) [4]



รูปที่ 35 ตัวอย่างการบอกขนาดให้สอดคล้องกับกระบวนการกลึง



รูปที่ 36 ขั้นตอนการกลึงชิ้นงานตามแบบรูปที่ 35 [2]

1. จับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 ให้ปลายห่างจากหัวจับประมาณ 55 ม.ม.
2. ทำการปาดหน้าและกลึงชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ม.ม. ยาว 45 ม.ม.
3. กลึงชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ม.ม. ยาว 35 ม.ม.
4. ช่วงระยะ 28 ม.ม. จากบ่าเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ม.ม. กลึงร่องที่มีความกว้าง 2 ม.ม. จนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ม.ม.
5. ขยับมาจับชิ้นงานให้ห่างจากปลายเพลาประมาณ 85 ม.ม. และตัดชิ้นงานให้มีความยาวประมาณ 76 ม.ม.
6. กลับชิ้นงาน และปาดหน้าให้ได้ความยาว 75 ม.ม.

จะเห็นว่าขนาดความยาว 35 45 75 28 และ 2 ม.ม. จะถูกบอกโดยสอดคล้องกับขั้นตอนการผลิตดังที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

1. นิพนธ์ วรรณโสภาคย์, เอกสารประกอบการเรียนวิชา 2103105 พื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม, มิถุนายน 2550
2. จำรูญ ตันติพิศาลกุล, เขียนแบบวิศวกรรม 2 (เขียนแบบเครื่องกล) พิมพ์ครั้งที่ 9, ศูนย์หนังสือพระจอมเกล้าธนบุรี, 2547
3. Yoneyama Takeshi, แนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องจักรกล, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2548
4. Fujimoto et al., Shoshinsha no tame no kikai seizu, Morikita, 2005 (in Japanese)
5. Yoshizawa, JIS kikai seizu, Morikita, 1995 (in Japanese)