

คู่มือการอบรม

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ งานประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักร

Manufacturing Skill : Machine Assembly

กลุ่มการสร้างจิตสำนึกด้านทักษะการทำงานในโรงงาน
Manufacturing Skill



รหัสหลักสูตร : TAI-030205-0

สถาบันยานยนต์ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้

เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน เฉพาะต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ประจำปีงบประมาณ 2552 เท่านั้น

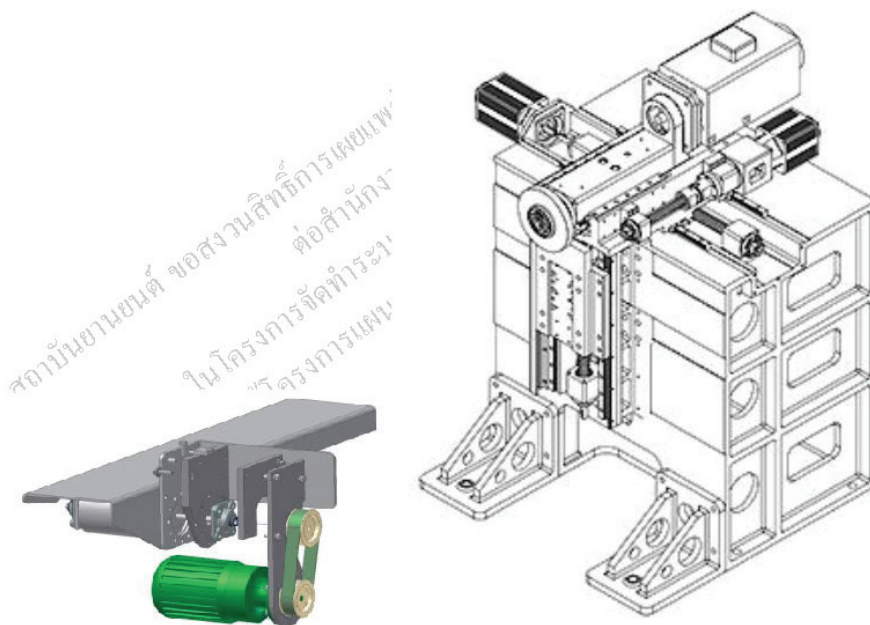
✦ โครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ ✦

- ภายใต้โครงการแผนแม่บท *Productivity*
- เรียบเรียงและจัดทำโดย แผนกพัฒนาบุคลากร สถาบันยานยนต์
- สนับสนุนโดย สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม



หนังสือคู่มือ

หลักสูตรการประกอบเครื่องจักร (Machine Assembly)



ภายใต้ความร่วมมือโครงการพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์

Automotive Human Resource Development Program: AHRDP

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาตและห้ามจำหน่าย

คำนำ

เอกสารประกอบหลักสูตร **Mind Management and Management Tool และ Skill Knowledge and Skill Manufacturing** เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ (Automotive Human Resource Development Program :AHRDP) ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานภาคเอกชนของฝ่ายไทยและฝ่ายญี่ปุ่น ได้แก่กระทรวงอุตสาหกรรม โดย สถาบันยานยนต์, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, Japan External Trade Organization, สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย, สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ไทย และ บริษัท เด็นโซ่ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคนิคการพัฒนาบุคลากรด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ของญี่ปุ่นให้ไทย เพื่อการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมและยกระดับขีดความสามารถของบุคลากรในระดับต่างๆ เช่น ระดับผู้บริหาร ระดับหัวหน้างาน วิศวกรอุตสาหกรรม วิศวกรควบคุมการผลิต ระดับนักวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การฝึกอบรมครู ระดับแรงงานฝีมือ ให้มีทักษะและความสามารถในการเป็นวิทยากรที่จะถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจในสาขาวิชานั้นๆ เป็นการพัฒนาบุคลากรที่ยั่งยืน โดยการสร้างวิทยากรจากทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด จนสามารถขยายผลด้านปริมาณและคุณภาพให้ได้มาตรฐานของบุคลากร อุตสาหกรรมยานยนต์เพื่อรับรองและเพียงพอต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมไทยในอนาคต

ผู้จัดพิมพ์

โครงการพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ (AHRDP)

โดย สถาบันยานยนต์

สารบัญ

หน่วยที่ 1 การประกอบเครื่องจักร

1. วิธีการเขียนภาพสามมิติ.....	1
1-1 การเขียนภาพฉาย.....	1
1-2 ประเภทของภาพฉาย 3 มิติ.....	2
1-3 ภาพฉายมุมที่ 3 และภาพฉายมุมที่ 1.....	3
1-4 ภาพฉายมุมที่ 3.....	4
2. ชนิดของเส้น.....	6
2-1 ชนิดของเส้น.....	6
2-2 การใช้เส้นในแบบ.....	6
3. การกำหนดขนาด.....	18
3-1 มาตรฐานกับขนาดจริง.....	18
3-2 โครงสร้างของการบอกขนาด.....	19
3-3 ตัวเลขบอกขนาด.....	19
3-4 วิธีการบอกขนาด.....	20
3-5 ส่วนประกอบของขนาดที่บอก.....	21
3-6 การเขียนเส้นบอกขนาดและเส้นช่วยบอกขนาด.....	22
4. วิธีการบอกขนาดของรูปทรงต่างๆ.....	23
4-1 การบอกขนาดของวงกลม.....	23
4-2 การบอกขนาดของรัศมี.....	25
4-3 การบอกขนาดในส่วนเพื่อผิวราบ.....	25
4-4 การบอกขนาดส่วนที่ลบมุม.....	26
4-5 การบอกขนาดความหนาของชิ้นงาน.....	26
5. พิกัดความเผื่อและระยะสวม.....	28
5-1 พิกัดความเผื่อของขนาด.....	28
5-2 ระยะสวม(Fitting).....	29
5-3 พิกัดความเผื่อของระยะสวมของรูและแกนเพลลา.....	34
6. วิธีการบอกค่าความหยาบของชิ้นงาน.....	39
6-1 การกำหนดสภาพการผลิต.....	39
6-2 การกำหนดความหยาบของพื้นผิว.....	39
6-3 มาตรฐานความหยาบของพื้นผิว.....	40
7. ค่าความเผื่อทางเรขาคณิต.....	43
7-1 ประเภทของค่าความเผื่อทางเรขาคณิต.....	43
7-2 วิธีการบอกค่าความเผื่อทางเรขาคณิต.....	44
7-3 ความหมายของค่าความเผื่อทางเรขาคณิต.....	45

สารบัญ

หน่วยที่ 2 การประกอบเครื่องจักร

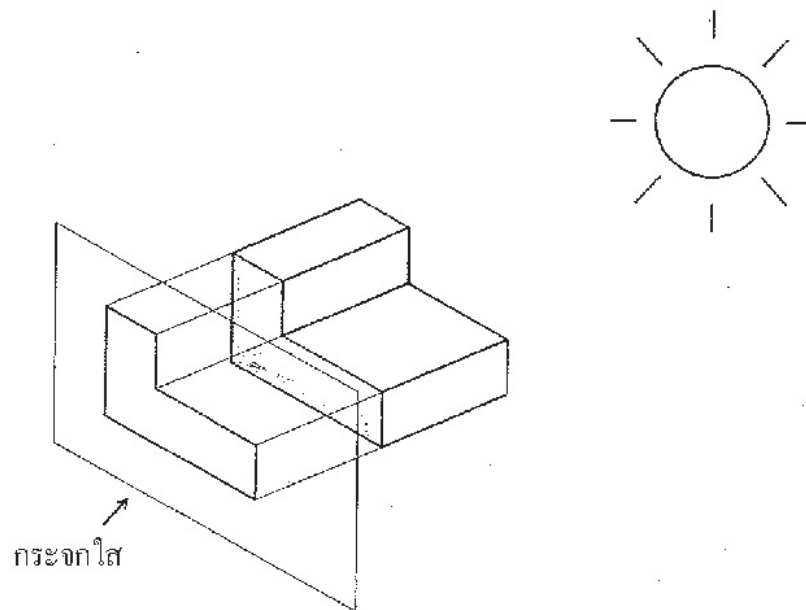
1. โครงสร้างการประกอบเครื่องจักร	1
1-1 โครงสร้างขั้นตอนการสร้างเครื่องจักรเฉพาะอย่าง	1
1-2 วิธีการประกอบชิ้นส่วนเครื่องจักร	1
2. งานขันยึดสลักเกลียว	2
2-1 เกี่ยวกับสกรู	2
2-2 ข้อควรระวังขณะใช้เครื่องมือช่าง	3
2-3 แรงบิด(ค่าทอร์ก)ในการขันยึด	5
2-4 จุดสำคัญในการปฏิบัติงาน งานขันสกรู	7
3. พื้นฐานของการปรับประกอบ	8
3-1 ความรู้พื้นฐานของการประกอบ	8
4. การหาศูนย์ของ arbor ในแนวราบ	9
4-1 : วิธีการหาความละเอียดที่ต้องการจากสเปคเครื่องจักร	10
4-2 : เรียนรู้แรงบิดขันยึดชั่วคราวในตอนปรับแต่ง	11
แบบฝึกหัด 1 : เรียนรู้ความรู้สึกของการขันยึดชั่วคราว	12
4-3 : ขั้นตอนการหาศูนย์โดยพื้นฐาน	12
4-4 : วิธีการปรับแก้ด้วยการตรวจวัดโดยตรง (ด้านปลายเป็นเกณฑ์)	12
4-5 : พิจารณาการปรับและปริมาณที่ปรับ	12
แบบฝึกหัด 2 : ปรับแก้ให้ได้ขนาด	13
แบบฝึกหัด 3 : ปรับแก้ตำแหน่งของชิ้นงานด้านปรับ	13
4-6 : การหาศูนย์คร่าวๆ โดยใช้ความแม่นยำของ machining กับการใช้ชิ้นงานอื่น	13
แบบฝึกหัด 4 : การประกอบโดยใช้ศูนย์ที่หาค่าวๆ(ย่นเวลาในการทำงาน)	14
5. การหาศูนย์ของ arbor ในแนวตั้ง	15
แบบฝึกหัด 5 : ใช้ความละเอียดชิ้นงาน	16
5-1 : การปรับแก้ด้วยการวัดโดยตรง (ใช้อุปกรณ์หาศูนย์)	17
5-2 : วิธีการปรับแก้ด้วยการวัดโดยอ้อม	17
5-3 : บันทึกผลการปรับแก้	17
5-4 : การหาค่าปรับแก้ (กรณีวัดโดยการปิดหมุน)	18
แบบฝึกหัด 6 : การหาศูนย์ของ arbor ในแนวตั้ง (ด้านล่างเป็นเกณฑ์)	19
6. การประกอบ P & P ยูนิต	20
แบบฝึกหัด 7 : การหาค่าความละเอียดจำเป็น	21
6-1 : การหาค่าความละเอียดจำเป็นที่มีฟังก์ชันของชิ้นงานเป็นเงื่อนไข	21
แบบฝึกหัด 8 : พิจารณาวิธีการปรับกระบอกสูบสายพานและการปรับประกอบ	21
แบบฝึกหัด 9 : พิจารณาวิธีการปรับกระบอกสูบขึ้น-ลงและการปรับประกอบ	25
แบบฝึกหัด 10 พิจารณาวิธีการปรับ chuck และการปรับประกอบ	26
เอกสารอ้างอิง	26
โครงสร้างของ dial gauge และวิธีใช้	27

1. วิธีการเขียนภาพสามมิติ

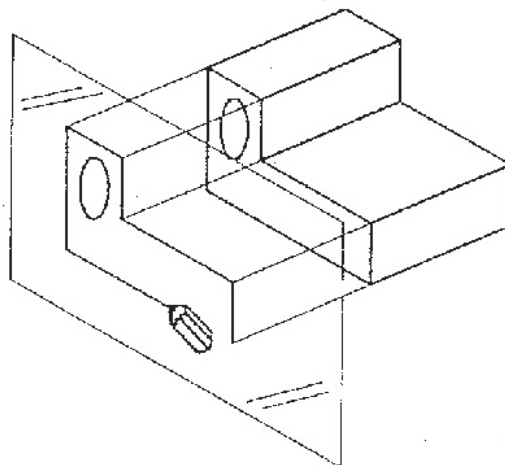
แบบ (Drawing) คือรูปภาพที่มี ความกว้าง ความสูง และความลึก (ภาพสามมิติ) โดยจะเขียนเพียงภาพ แนวตั้งและแนวนอน (แนวระนาบ) ในการแสดงภาพ

1-1 การเขียนภาพฉาย

การเขียนแบบเครื่องกลตาม JIS นั้นเป็นวิธีการแสดงภาพแนวระนาบของ 3 มิติ มักใช้วิธีการฉายภาพ วิธีการฉายแสดงดังรูปข้างล่าง โดยจะใช้การสะท้อนภาพในมิติที่ 3 เป็นแนวระนาบ และภาพที่ได้นี้เรียกว่า ภาพฉาย



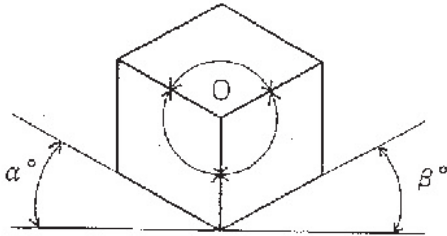
แต่ในความเป็นจริงแล้ว ตามภาพข้างล่างนั้น คิดให้เข้าใจง่าย ๆ ว่า เป็นวิธีการเอากระจกใสไปสะท้อนระหว่าง ชิ้นงานและตัวมันเอง (แต่ละวิธีขึ้นอยู่กับทิศทางที่มองชิ้นงาน)



1-2 ประเภทของภาพฉาย 3 มิติ

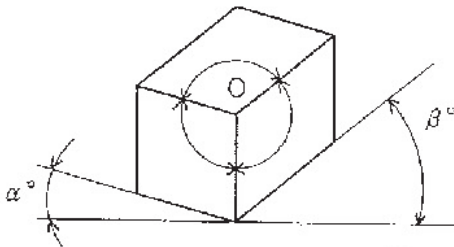
ภาพสามมิติมีวิธีการเขียนและมุมของชิ้นงานว่าจะมองอย่างไร วิธีการหลัก ๆ มีดังนี้

(1) ภาพไอโซเมตริก (Isometric)



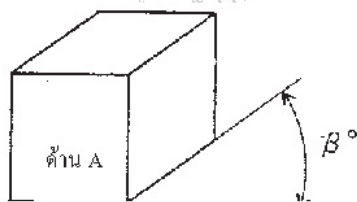
มุมมุมรอบจุด 0 แต่ละมุมมีขนาด 120 องศา เรียกว่า ภาพ 3 มิติมุมเท่ากัน วิธีนี้จะสามารถเขียนให้ขนาดของความสูง ความกว้าง และความลึก มีขนาดเป็นอัตราส่วนเท่ากับของจริง ในบรรดาภาพ 3 มิติ วิธีนี้เป็นวิธีที่เขียนง่ายที่สุด

(2) ภาพไดเมตริก (Dimetric)



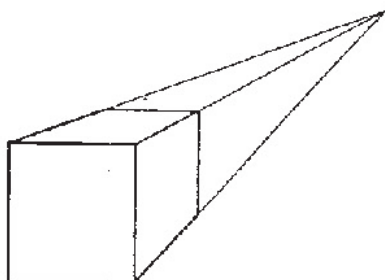
มุมของเส้นล้อมรอบจุด 0 จะไม่เท่ากัน เรียกว่า ภาพ Dimetric β และ α จะเป็น 7° และ 42° ภาพ Dimetric เป็นภาพ 3 มิติ ที่เขียนได้ยาก เนื่องจากมีเส้นเอียง 7° และ 42° ที่ต้องใช้ไม้บรรทัดที่ปรับมุมได้ แต่รูปร่างของภาพจะเหมือนจริงกว่าภาพ 3 มิติ แบบอื่นๆ

(3) ภาพออบลิค (Oblique)



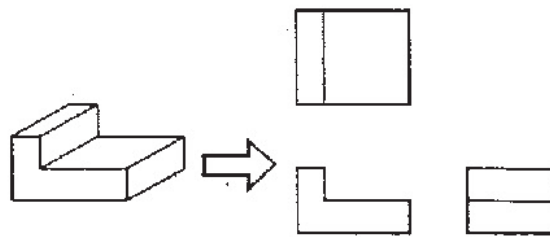
จะได้ภาพที่ถูกต้องเพียงด้าน A เท่านั้น มุม β นิยมใช้ 15, 30, 45 องศา

(4) ภาพเพอร์สเปกทิฟ (Perspective)



ใช้เป็น ภาพที่ได้สัดส่วน ทำให้สามารถมองภาพจริงได้ใกล้เคียง แต่ใช้เวลาในการเขียนมาก จึงไม่นิยมใช้ในการเขียนแบบเครื่องกล

(5) ภาพ 3 มิติแบบฉาย

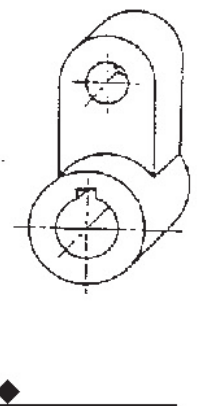
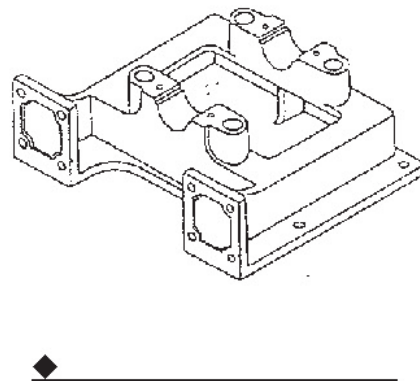
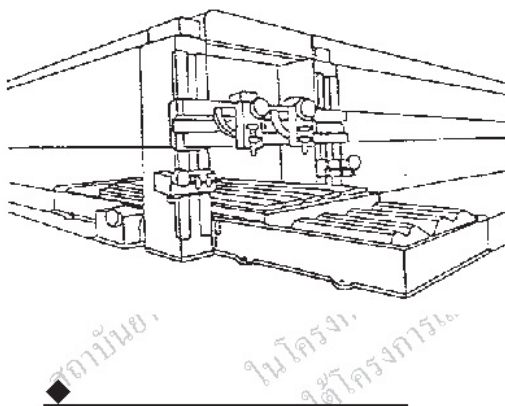


ภาพ 3 มิติทั้ง 4 วิธีที่ผ่านมา เมื่อมองครั้งเดียวก็สามารถรู้ได้เลยว่าชิ้นงานมีลักษณะอย่างไร แต่รูปร่างและขนาดจะไม่ถูกต้อง ส่วนภาพฉายแบบนี้ อาจจะมองยากแต่รูปร่างและขนาดด้านหน้า ด้านบน ด้านข้างจะเป็นขนาดที่ถูกต้องเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเขียนแบบ

ภาพฉาย 3 มิติแบ่งออกเป็น ภาพฉายมุมที่ 1 และภาพฉายมุมที่ 3 ในการเขียนแบบเครื่องกลนั้น JIS จะใช้แบบวิธีการเขียนแบบภาพฉายมุมที่ 3

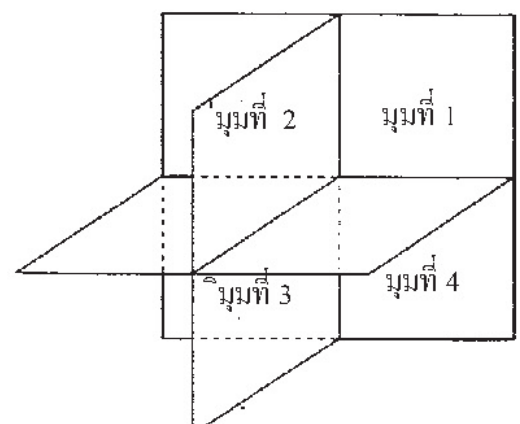
แบบฝึกหัดที่ 1

ภาพ 3 ภาพต่อไปนี้ เป็นภาพ 3 มิติที่เขียนด้วยประเภทอะไร



1-3 ภาพฉายมุมที่ 3 และภาพฉายมุมที่ 1

ภาพฉายมีทั้งภาพฉายมุมที่ 3 และภาพฉายมุมที่ 1 มีที่มาดังนี้ ตามภาพด้านขวามือ เมื่อแบ่งช่องว่างออกเป็น 4 ส่วนแต่ละ ส่วนเริ่มจากมุมขวาด้านบนจะเรียกว่า มุมที่ 1 มุมที่ 2 มุมที่ 3 และ มุมที่ 4 ถ้าวางชิ้นงานไว้ในมุมที่ 3 และฉายภาพเข้าไปในบริเวณนี้ เราเรียกว่าภาพฉายมุมที่ 3 ทำนองเดียวกันภาพฉายมุมที่ 1 ก็มีวิธีการเช่นเดียวกัน การเขียนแบบเครื่องกล JIS จะใช้การเขียนแบบภาพฉายมุมที่ 3 เป็นหลัก



1-4 ภาพฉายมุมที่ 3

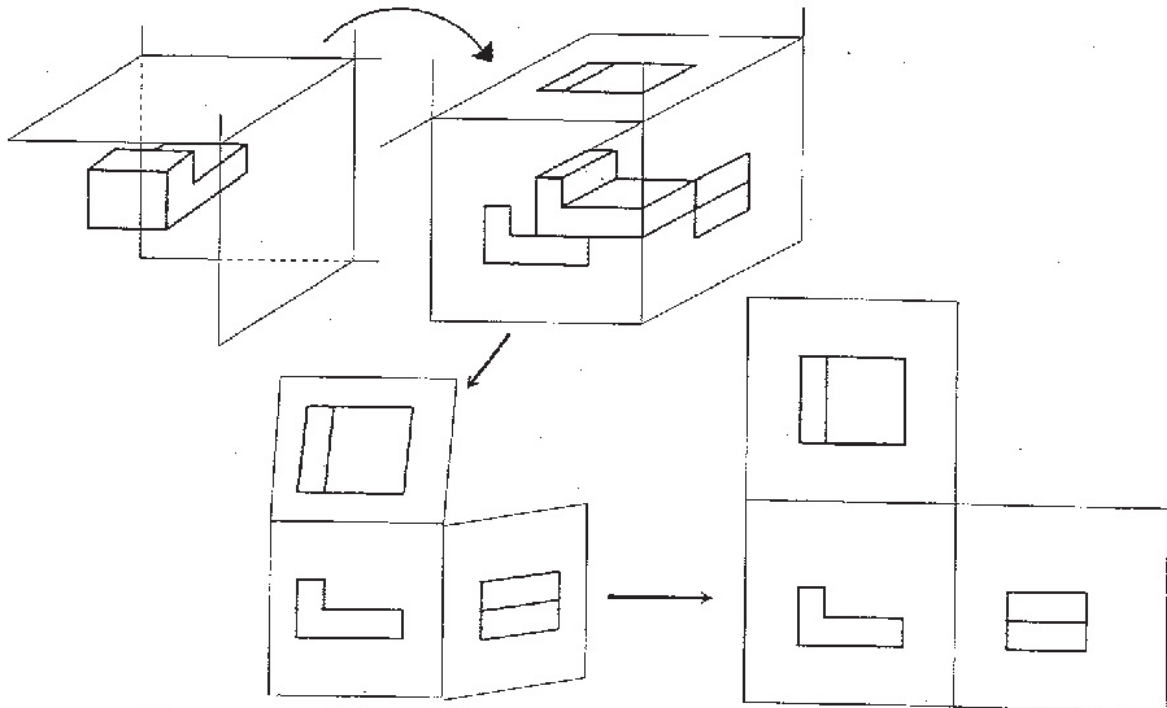
ภาพ 3 มิติ ดังภาพข้างล่าง จะวางชิ้นงานไว้ในมุมที่ 3 และเขียนรูปภาพที่สามารถมองเห็นในแนวระนาบบริเวณ นั้น ภาพที่ออกมาจะมี 3 ภาพ คือ

ภาพที่มองจากด้านบน เรียกว่า ภาพด้านบน (Top View)

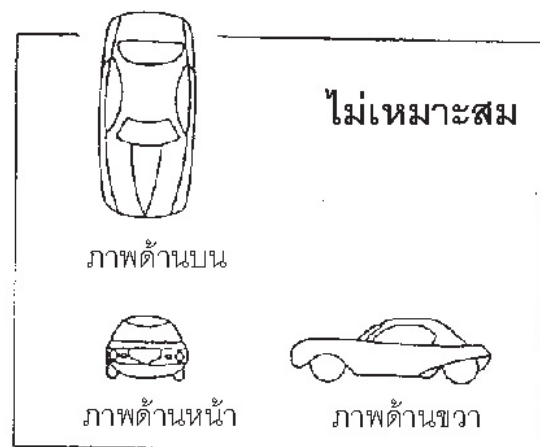
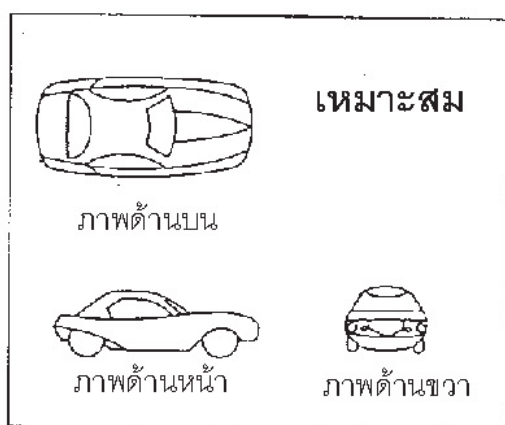
ภาพที่มองจากด้านข้างขวา เรียกว่า ภาพด้านข้าง (Side View)

ภาพที่มองจากด้านหน้า เรียกว่า ภาพด้านหน้า (Front View)

ปกติจะแสดงด้วยภาพ 3 ภาพ ถ้ามีความจำเป็นก็อาจเขียนภาพที่มองจากด้านล่าง(ภาพด้านล่าง)หรือภาพที่มองจากด้านซ้ายก็ได้

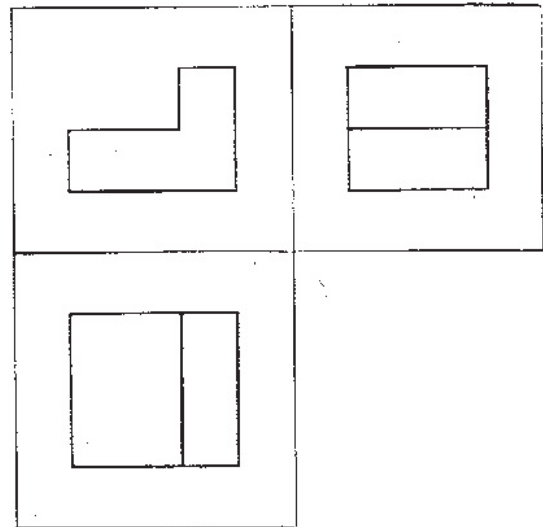
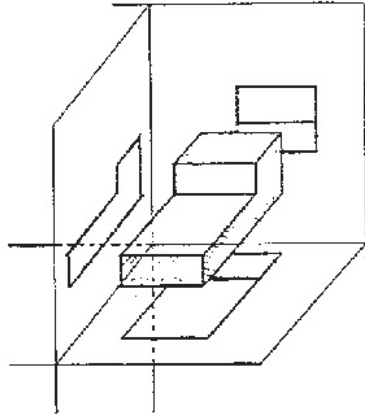


การเขียนแบบจะเข้าใจได้ง่ายหรือไม่นั้น ต้องกำหนดภาพด้านหน้าว่าจะใช้ด้านไหนให้เหมาะสม ปกติต้องเลือกด้านที่มองเห็นชัดเจนเป็นด้านหน้า



ภาพฉายมุมที่ 1

ภาพ 3 มิติประกอบด้วยภาพ 1 มิติตามภาพข้างล่างนี้



สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารนี้
ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรม
ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552

2. ชนิดของเส้น

เส้นที่อยู่บนแบบ (Drawing) นอกจากเส้นที่แสดงรูปร่างของชิ้นงานแล้ว ยังมีเส้นอื่น ๆ เช่น เส้นแสดงจุดศูนย์กลาง เส้นกำหนดขนาด เป็นต้น ซึ่งเส้นเหล่านี้มีรูปร่างและความหนาของเส้นที่แตกต่างกัน ในบทนี้เราจะศึกษาถึงประเภทและวิธีการใช้เส้นในแบบที่ถูกต้อง

2-1 ชนิดของเส้น

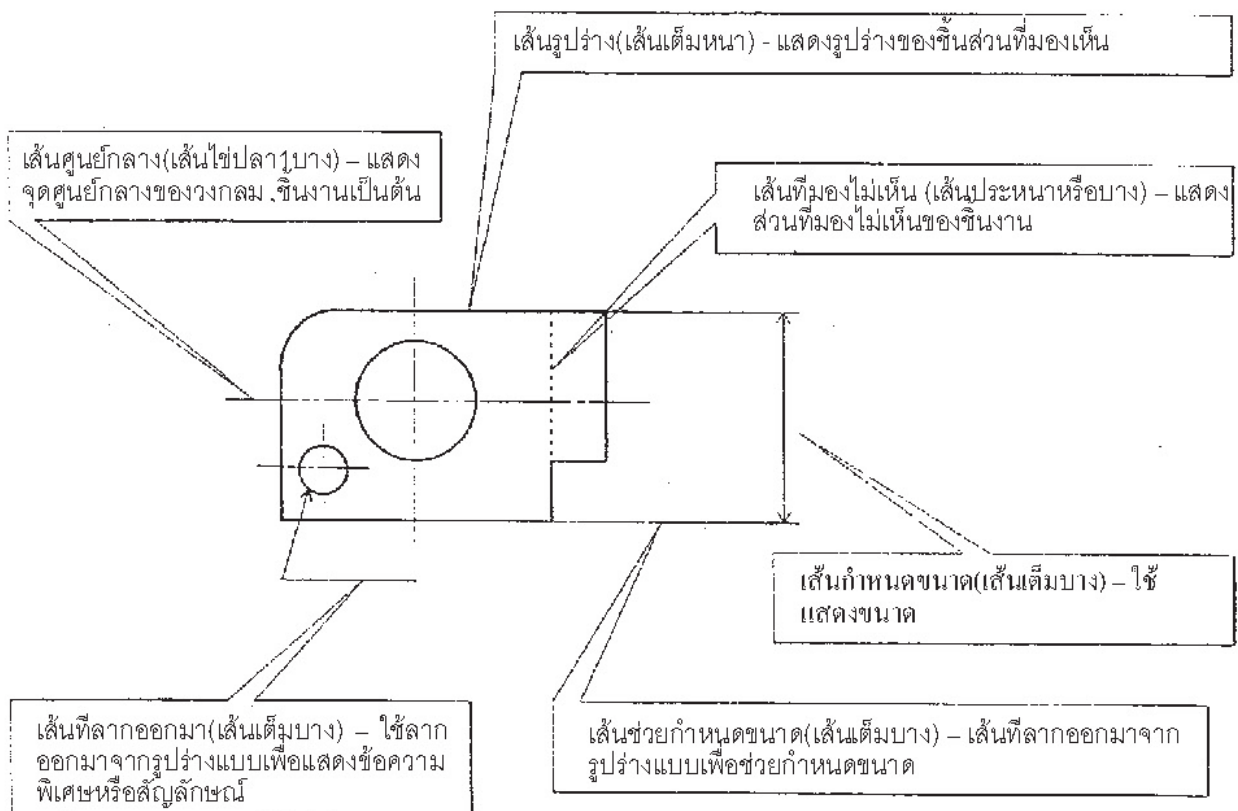
ชนิดของเส้น แสดงตามตารางข้างล่าง แบ่งตามรูปร่างและขนาดความหนา

ประเภทตามรูปร่างที่ต่อเนื่อง	รูปร่าง	ขนาดความหนาของเส้น	ระดับความหนา
เส้นเต็ม		เส้นบาง	1
เส้นประ		เส้นหนา	2
เส้นไขปลา 1 จุด		เส้นหนามาก	4
เส้นไขปลา 2 จุด			

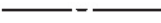
เมื่อนำมารวมกันก็จะเรียกก็จะเรียกเส้นเต็ม หนา, เส้นไขปลา 1 จุด บาง เป็นต้น

2-2 การใช้เส้นในแบบ

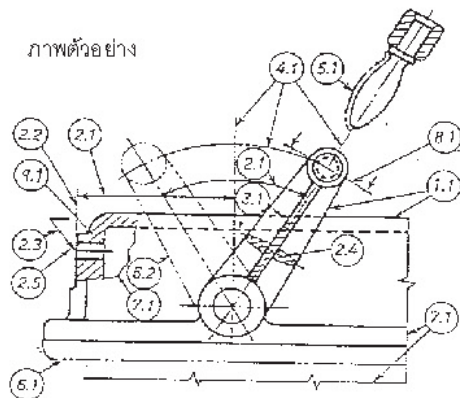
ประเภทชื่อและการ ใช้เส้นตามพื้นฐานของแบบแสดงตามข้างล่าง



นอกจากนั้นการเขียนแบบเครื่องกลตาม JIS ยังมีเส้นต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ดังนี้

ประเภทของเส้น	รูปร่าง	ชื่อตามการใช้งาน	การใช้งานของเส้น	หมายเลขภาพตัวอย่าง
เส้นเต็มหนา		เส้นรูปร่างภายนอก	ใช้แสดงรูปร่างที่มองเห็นของชิ้นงาน	1.1
เส้นเต็มบาง		เส้นกำหนดขนาด	ใช้ใสขนาด	2.1
		เส้นช่วยกำหนดขนาด	ใช้ลากออกมาจากรูปแบบเพื่อบอกขนาด	2.2
		เส้นลากออกมา	ใช้ลากออกมาเพื่อแสดงสัญลักษณ์หรือรายละเอียด	2.3
		เส้นตัดหมุน	ใช้แสดงส่วนที่ตัดหมุน90องศาของด้านโนแบบ	2.4
		เส้นผ่านศูนย์กลางกลาง	ใช้แสดงเส้นศูนย์กลางของแบบ	2.5
เส้นประบางหรือเส้นประหนา		เส้นส่วนที่มองไม่เห็น	ใช้แสดงส่วนที่มองไม่เห็นของชิ้นงาน	3.1
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ใช้แสดงจุดศูนย์กลางของแบบ	4.1
เส้นไขปลา บาง		เส้นมาตรฐาน	ใช้แสดงจุดศูนย์กลางที่เคลื่อนย้ายไป โดยเฉพาะใช้แสดงตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อความชัดเจน	4.1
เส้นไขปลา หนา		เส้นมาตรฐาน	ใช้แสดงจุดศูนย์กลางที่เคลื่อนย้ายไป โดยเฉพาะใช้แสดงตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อความชัดเจน	4.1
เส้นไขปลา 1 หนา		เส้นมาตรฐาน	ใช้แสดงจุดศูนย์กลางที่เคลื่อนย้ายไป โดยเฉพาะใช้แสดงตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อความชัดเจน	4.1
เส้นไขปลา 2 บาง		เส้นสมมติ	ใช้แสดงตำแหน่งขอบเขตของการหมุน หรือตำแหน่งที่กำหนดไว้ในกรณีของการหมุนของส่วนที่หมุนได้	6.1
เส้นเต็มบาง		เส้นประตัด	ใช้แสดงขอบเขตของการแบ่ง ตัดส่วนหนึ่งของชิ้นงาน	7.1
เส้นไขปลา 1 บาง		เส้นตัดขาด	กรณีเขียนภาพตัด ใช้แสดงบริเวณภาพตำแหน่งส่วนที่ตัด	8.1
เส้นเต็มบางเรียกเป็นระเบียบ		แรงเงา	ใช้แบ่งแยกส่วนที่กำหนดให้เป็นขอบเขตเฉพาะในแบบ เช่นแสดงบริเวณหน้าตัดของส่วนตัด	9.1

ภาพตัวอย่าง

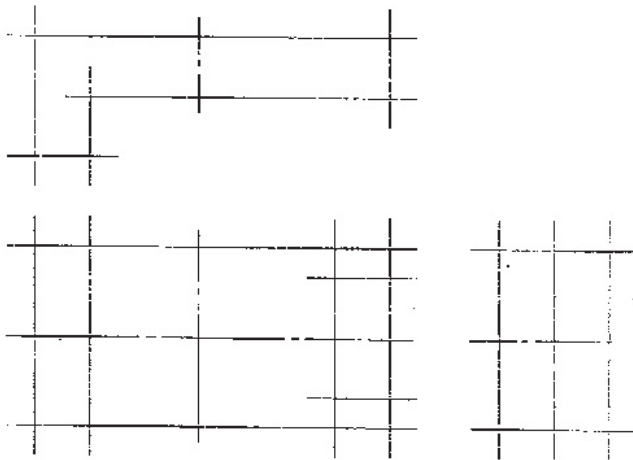


(ระวัง)

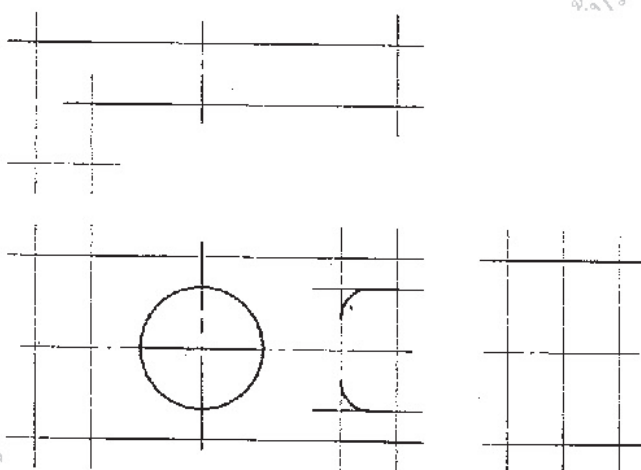
1. เส้นชิ้นงานใช้แสดงรูปร่างที่สำคัญเพื่อความสะดวกของรูปร่างของภาพฉาย 3 มิติและใช้แสดงรูปร่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการสร้างชิ้นงาน
2. เส้นเต็มบางของรูปคลื่นเขียนด้วยฟรีแฮนด์ ส่วนซิกแซกของเส้นซิกแซกเขียนด้วยฟรีแฮนด์ก็ได้
3. กรณีใช้งานอื่นกับเส้นอื่นที่ไม่ปนกัน ส่วนปลายและส่วนเปลี่ยนทิศทางไม่จำเป็นต้องใช้เส้นหนา

ขั้นตอนการเขียนแบบ

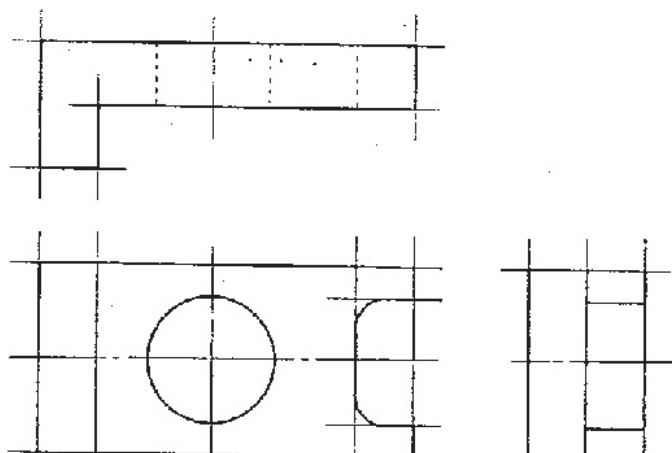
1. เขียนเส้นร่างคร่าว ๆ และเส้นผ่านศูนย์กลาง



2. เขียนส่วนที่เป็นวงกลมและรัศมี



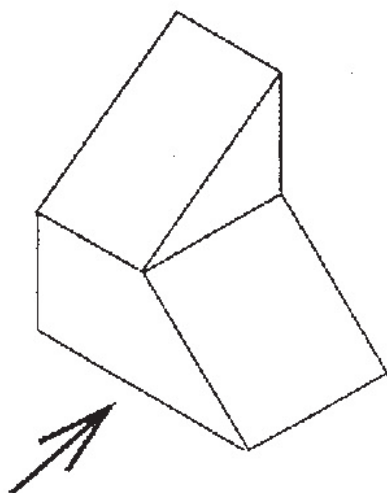
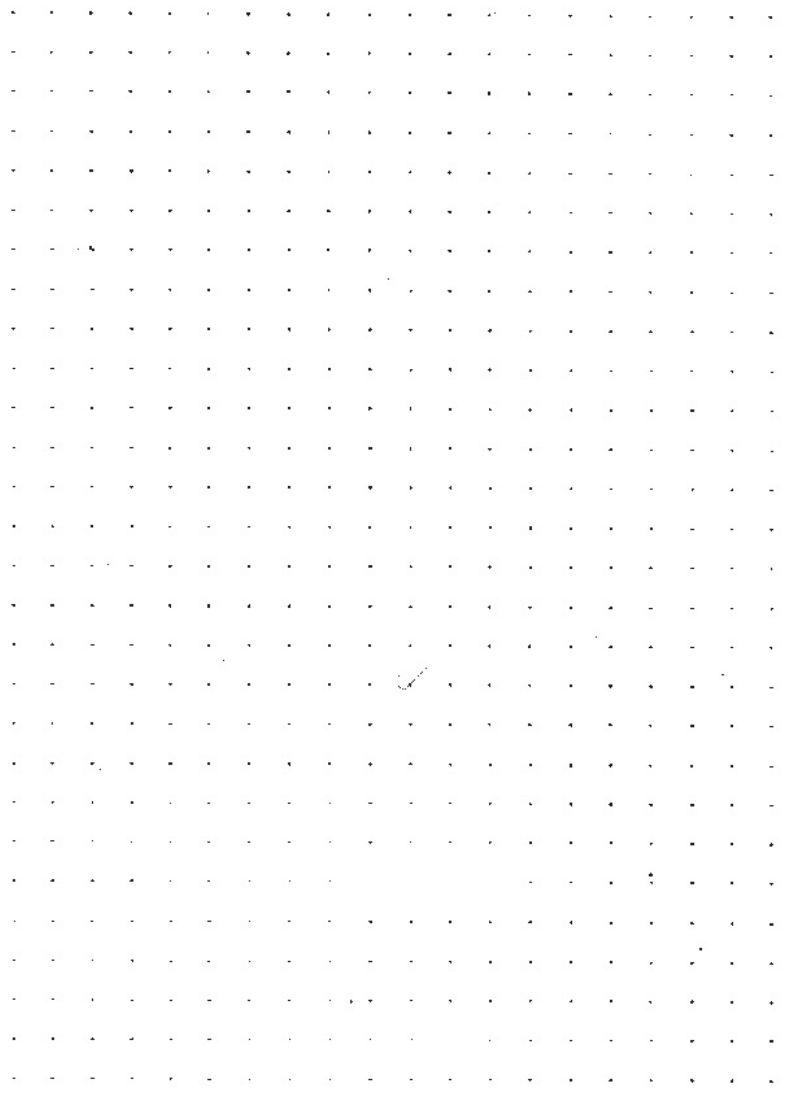
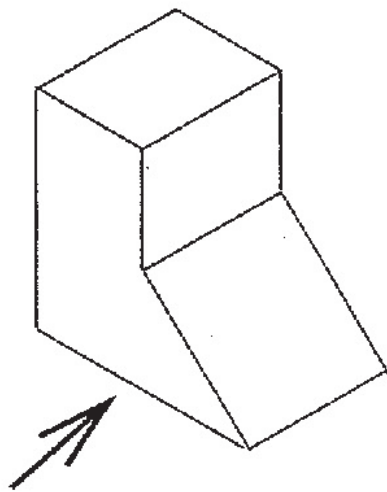
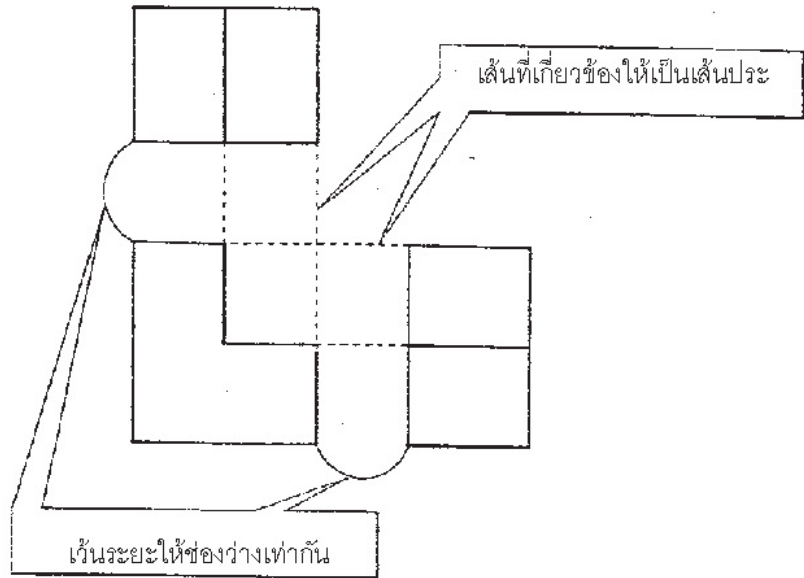
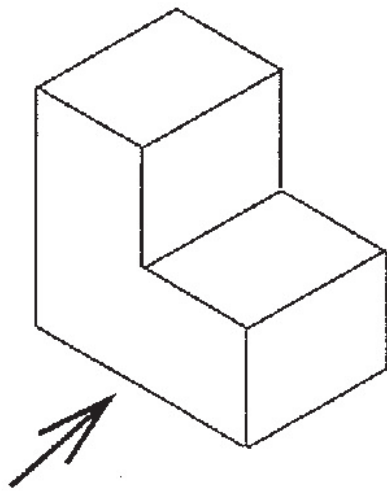
3. เขียนเส้นรูปร่างภายนอกและเส้นที่มองไม่เห็น

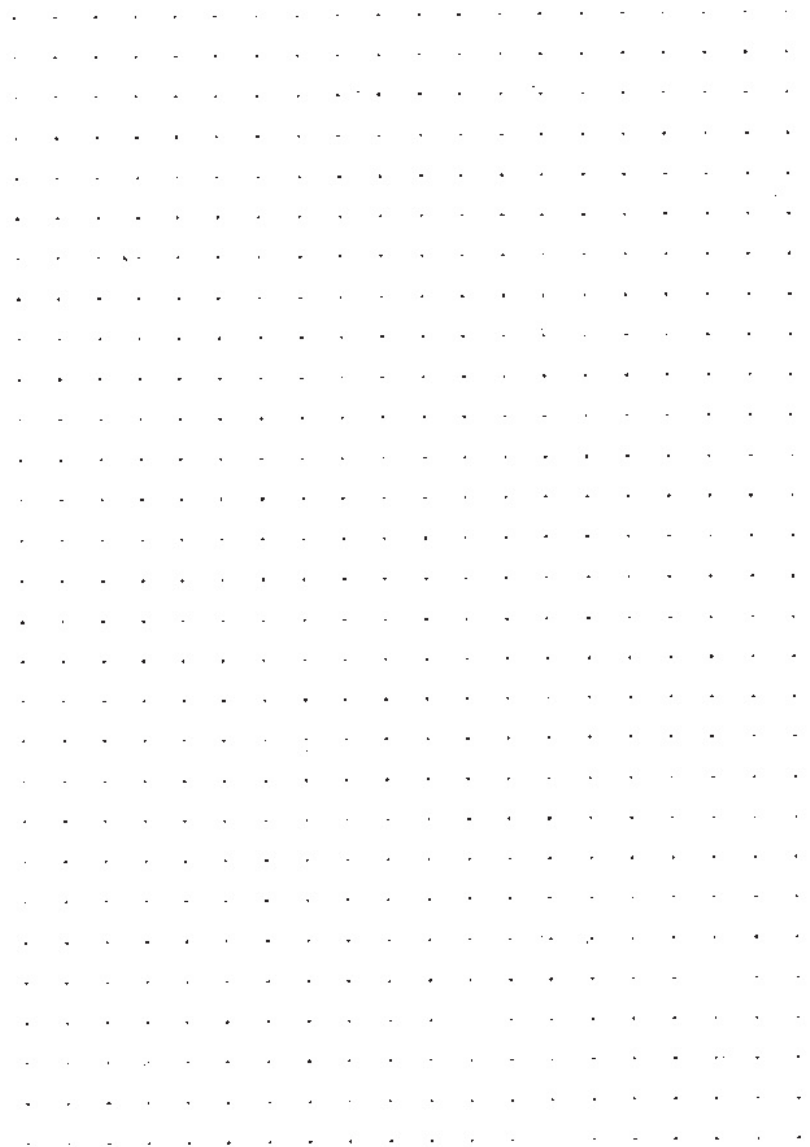
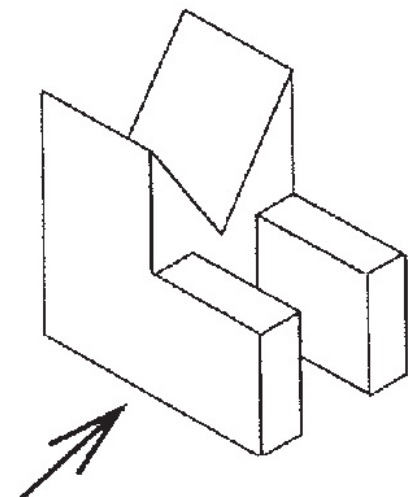
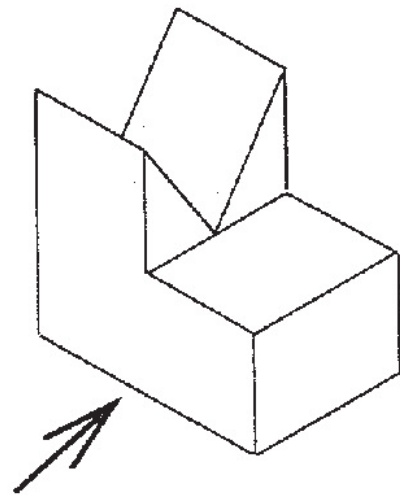
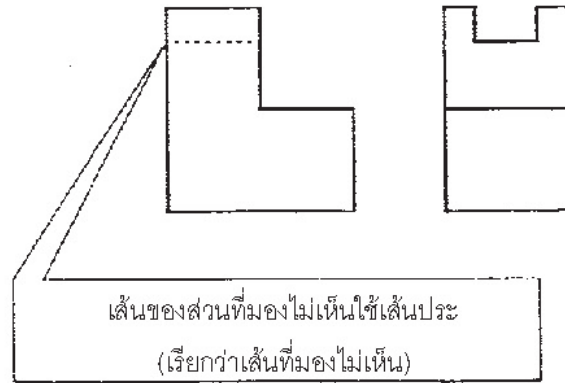
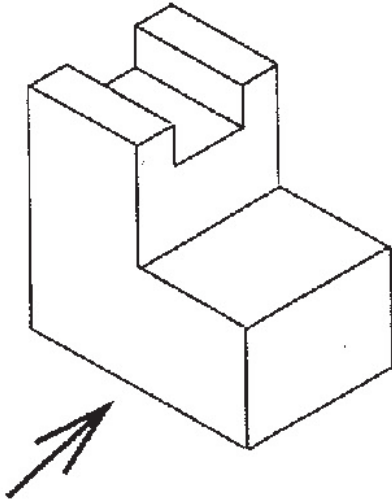
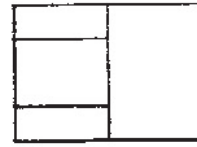


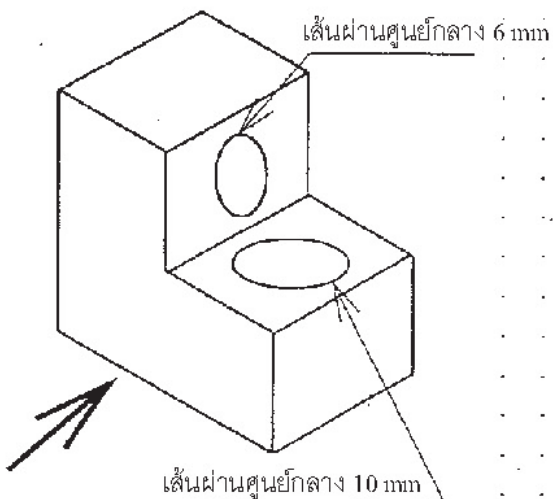
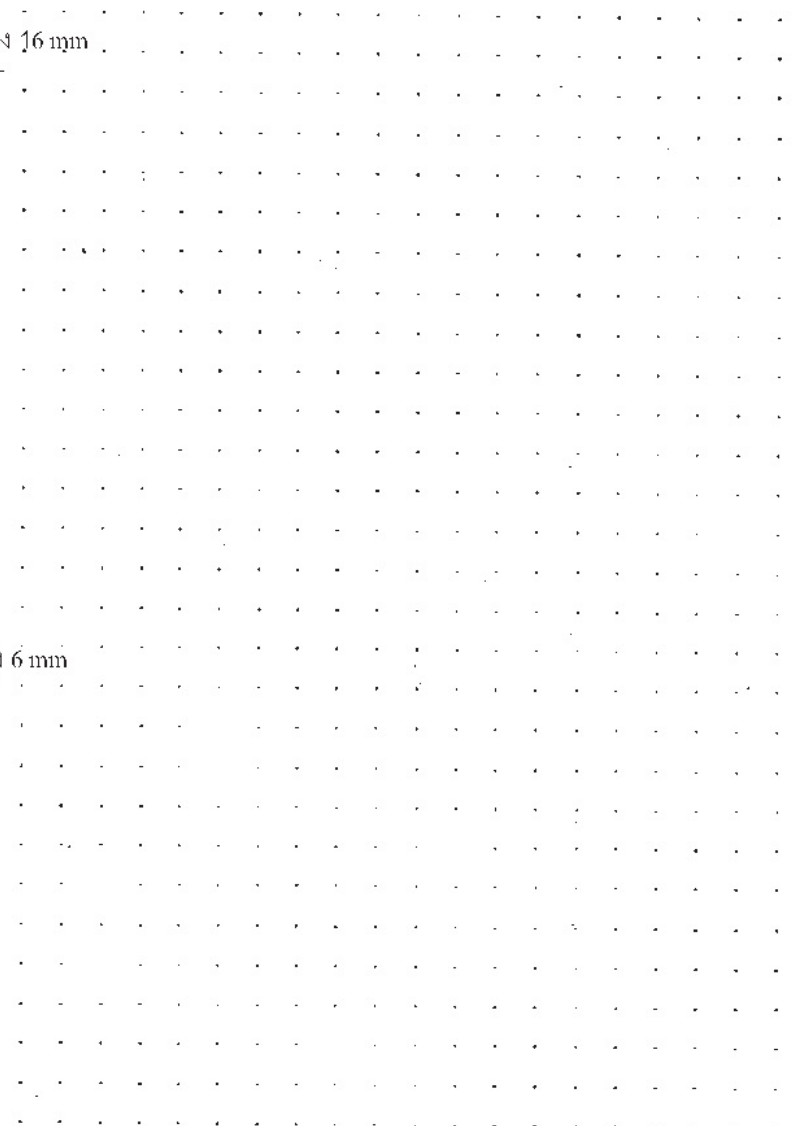
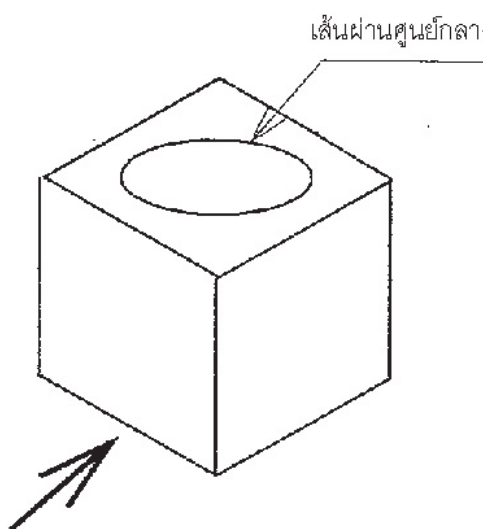
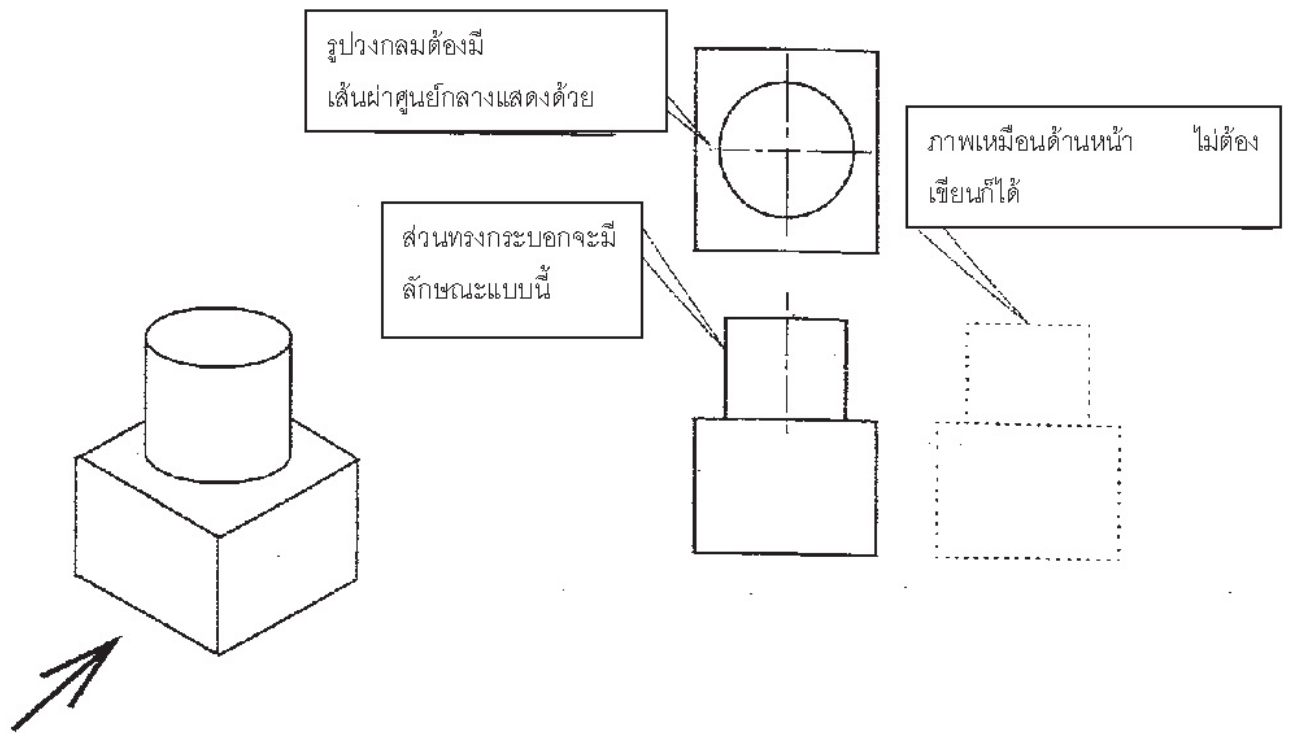
4. เขียนเส้นบอกขนาดและตัวเลขบอกขนาด เป็นต้น

แบบฝึกหัดที่ 2

จากรูปชิ้นงานที่ให้มา จงเขียนภาพฉาย 3 มิต โดยกำหนดให้ด้านที่ลูกศรชี้เป็นภาพด้านหน้า (Front View)

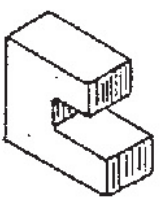
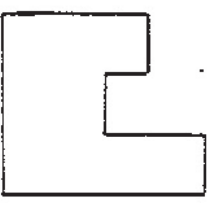
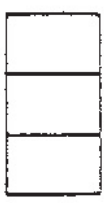
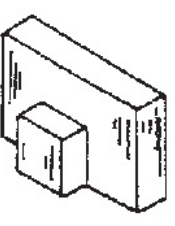
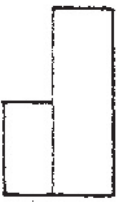
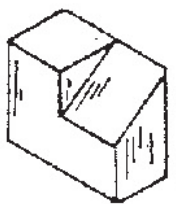
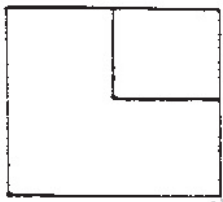
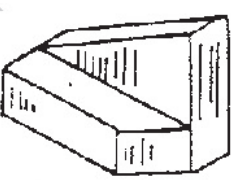
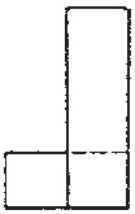
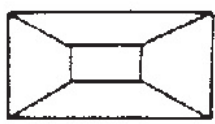
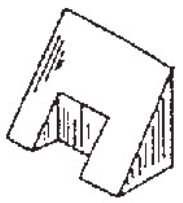
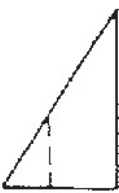




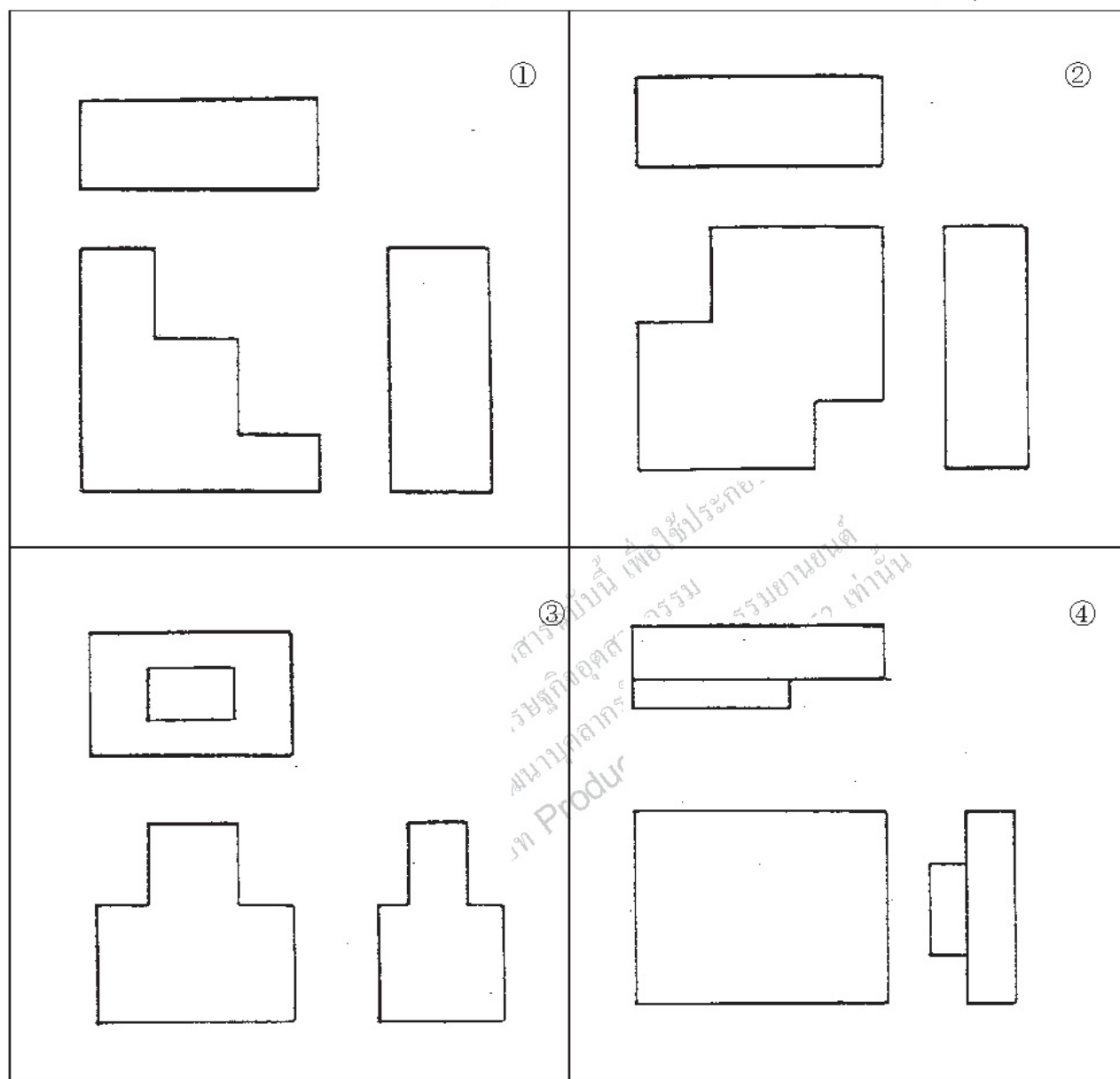


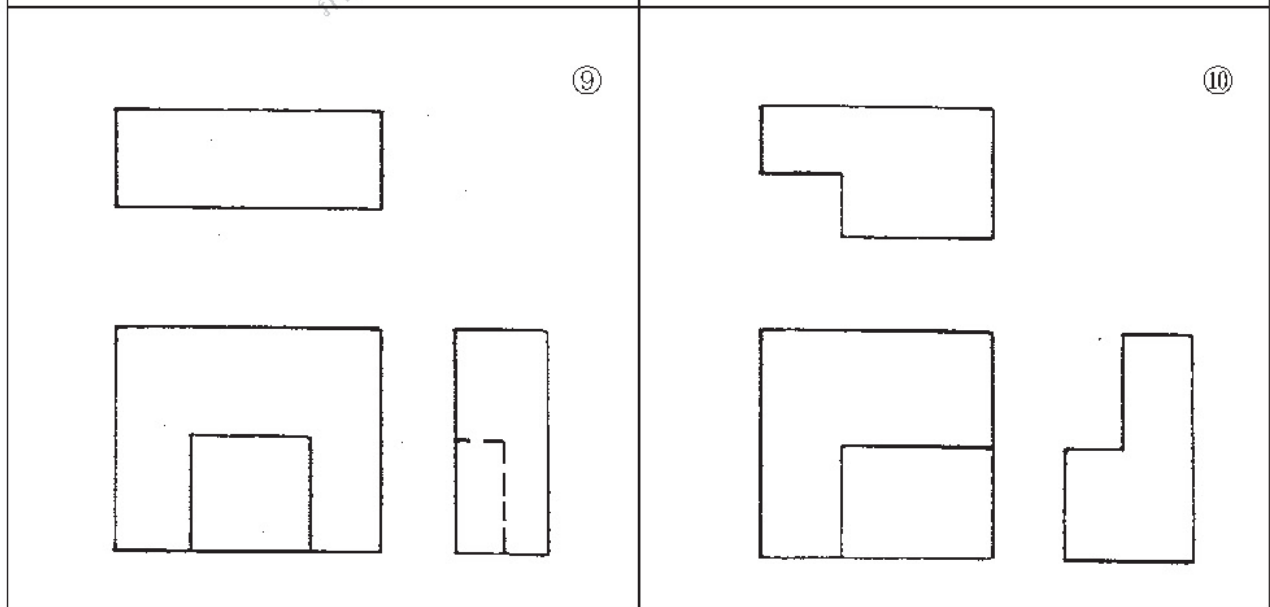
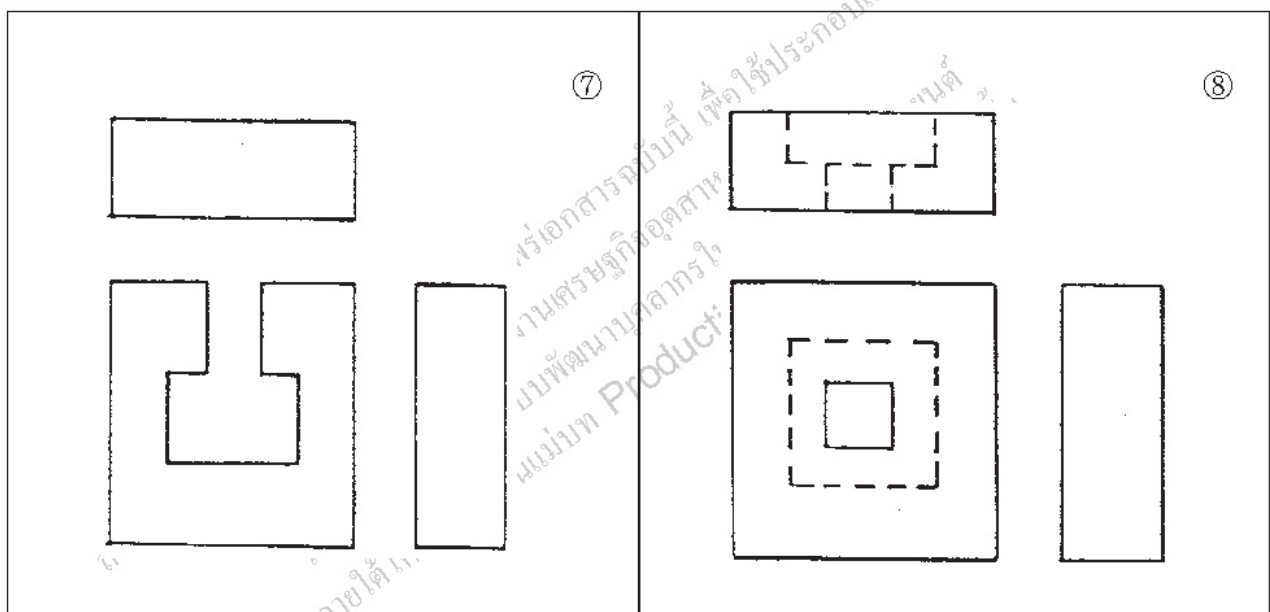
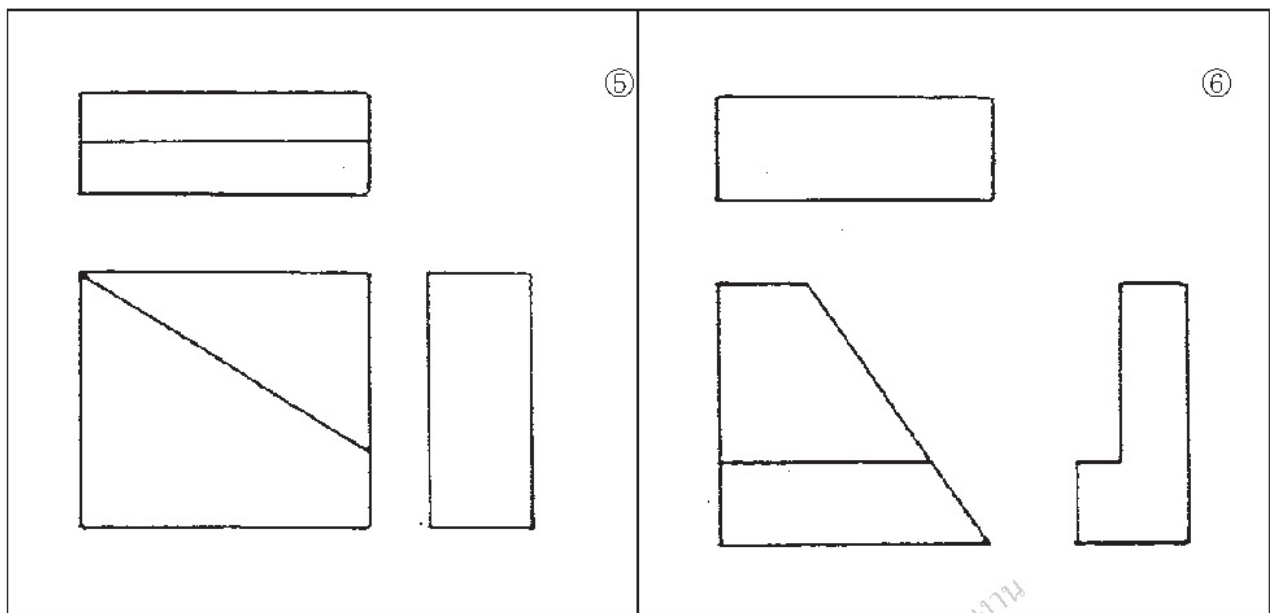
แบบฝึกหัดที่ 3

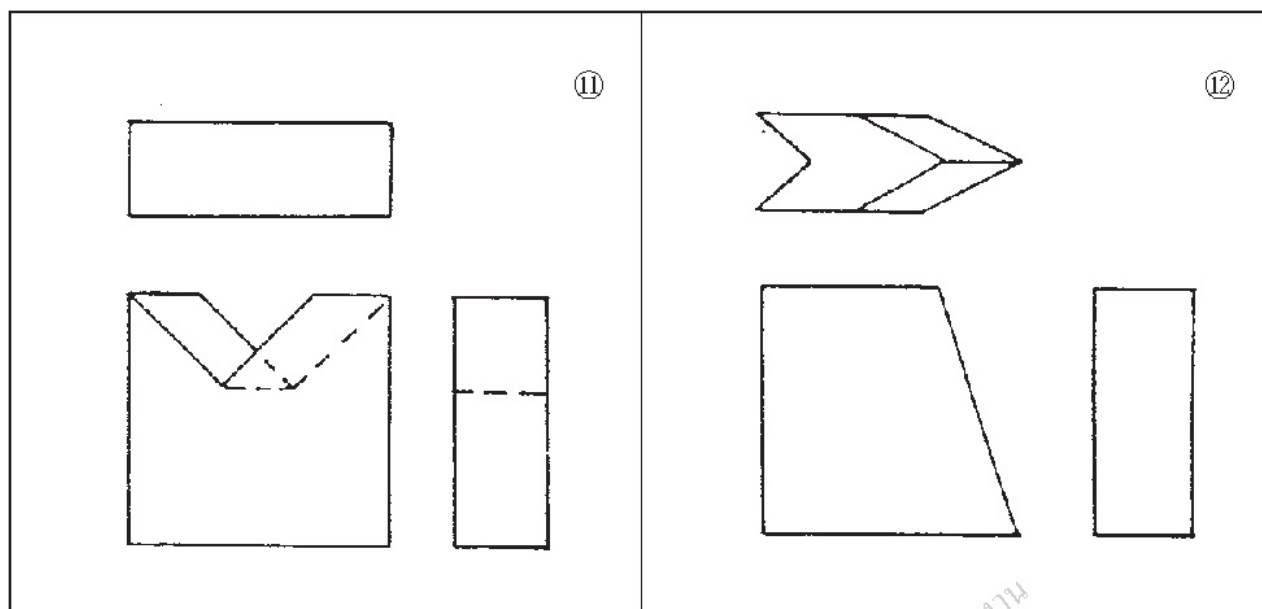
จงเติมเส้นที่หายไปของภาพด้านหน้า ภาพด้านบนและภาพด้านข้าง

①   	②   
③   	④   
⑤   	⑥   

แบบฝึกหัดที่ 4 จงเติมเส้นที่ขาดหายไปให้สมบูรณ์ในภาพฉายและภาพเต็ม โดยพิจารณาในทุก ๆ ส่วน







สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน
 ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
 ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์
 ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

แบบฝึกหัดที่ 5 จากภาพถ่ายด้านซ้ายมือ จงเลือกว่าเป็นชิ้นงานที่ถูกต้องคือชิ้นงานใดระหว่าง A, B, C

①	(A)	(B)	(C)								
②	(A)	(B)	(C)								
③	(A)	(B)	(C)								
④	(A)	(B)	(C)								
⑤	(A)	(B)	(C)								
⑥	(A)	(B)	(C)								
1		2		3		4		5		6	

แบบฝึกหัดที่ 6 จงเลือกภาพด้านหน้าข้างล่าง ให้ตรงกับภาพชิ้นงาน A-S

A		B		C		D					
E		F		G		H					
J		K		L		M					
N		P		R		S					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)						
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

3.การกำหนดขนาด

ถึงแม้ว่าเราจะสามารถเขียนภาพของชิ้นงานโดยใช้เส้นต่าง ๆ ได้แล้วแต่ถ้าเราไม่สามารถกำหนดขนาดของความยาว ความกว้าง มุม เป็นต้นได้ตามกฎเกณฑ์มาตรฐาน แบบ (Drawing) นั้นก็ไม่มีค่าความหมาย ดังนั้นจึงต้องจำเป็นต้องศึกษากฎพื้นฐานในการกำหนดขนาด

3-1 มาตรฐานกับขนาดจริง

ภาพที่เขียนมีขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ ปากกาถึงเครื่องปั้น แต่กระดาษที่ใช้ในการเขียนแบบมีขนาดจำกัด จึงไม่สามารถเขียนภาพขนาดเท่าเครื่องปั้นจริงได้ ต้องเขียนให้มีขนาดเล็กกว่าของจริง ส่วนปากกาถ้าเขียนให้ขนาดเล็กเท่าของจริงก็ยากที่จะเข้าใจถึงรายละเอียดของปากกา จึงควรเขียนให้มีขนาดใหญ่เพื่อที่จะได้เข้าใจง่าย กรณีอย่างนี้

ภาพที่เขียนเล็กกว่าของจริง เรียกว่า การย่อส่วน

ภาพที่เขียนใหญ่กว่าของจริง เรียกว่า การขยาย

ภาพที่เขียนเท่าของจริง เรียกว่า มาตราส่วนของจริง

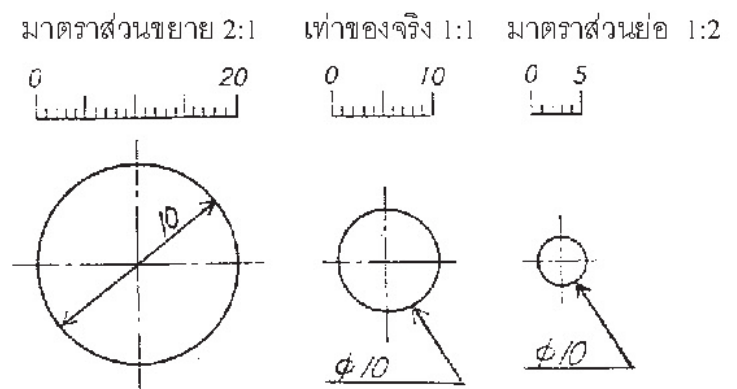
ภาพที่เขียนแสดงลักษณะสิ่งของ บางครั้งมีความจำเป็นต้องขยายให้ใหญ่ขึ้น หรือลดขนาดให้เล็กลง การเขียนให้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงนี้เรียกว่า มาตราส่วนการเขียนแบบ การกำหนดขนาด ก่อนอื่นถ้าไม่เข้าใจเรื่องมาตราส่วนจะทำให้การอ่านขนาดในแบบผิดพลาดได้

การเขียนแบบเครื่องกลตามมาตรฐาน JIS มาตราส่วนแบ่งออกเป็นดังนี้

มาตราส่วน 1:2 หมายถึง เขียนภาพ 1/2 เท่าของขนาดจริง (มาตราส่วนย่อ)

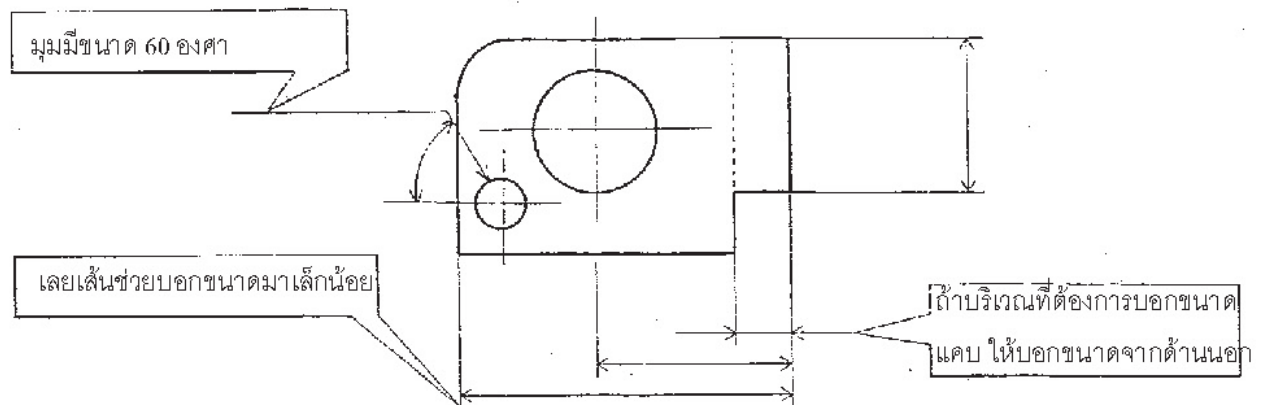
มาตราส่วน 5:1 หมายถึง เขียนภาพขนาด 5 เท่าของของจริง (มาตราส่วนขยาย)

ภาพด้านขวาแต่ละภาพมีมาตราส่วนที่ไม่เท่ากัน แต่การกำหนดขนาดนั้น ถึงแม้ภาพที่เขียนจะมีมาตราส่วนที่ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง ขนาดที่กำหนดบนภาพต้องเท่ากับขนาดจริงของชิ้นงาน



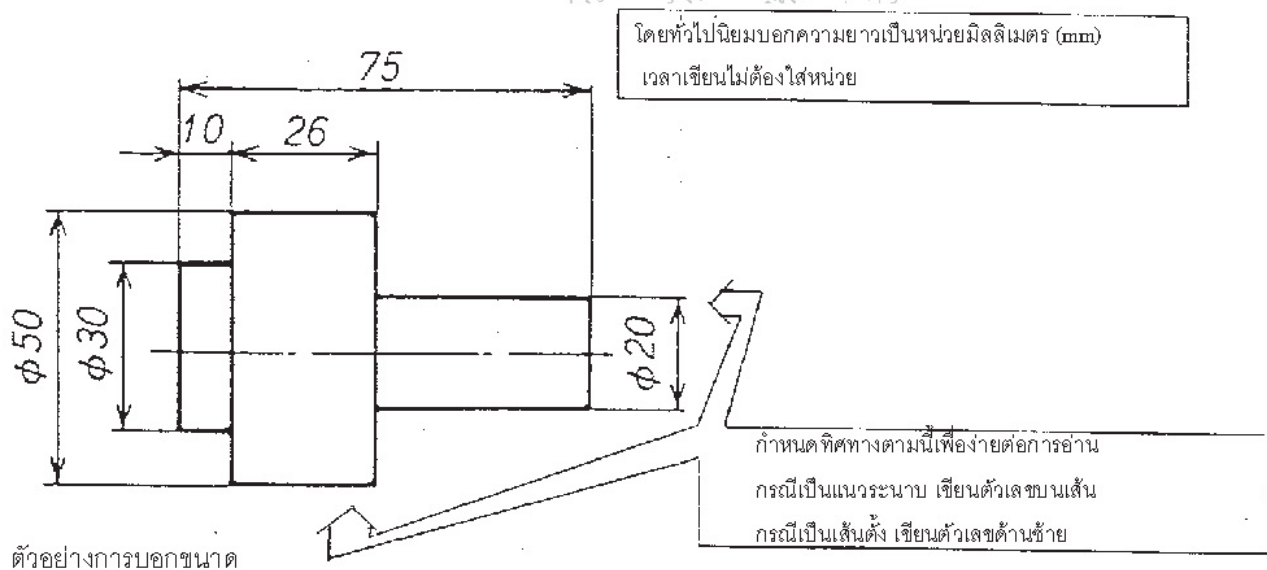
3-2 โครงสร้างของการบอกขนาด

การแสดงความหมายแบบ (Drawing) ใช้เส้นบอกขนาด เส้นช่วยบอกขนาด เป็นต้น และใช้ตัวเลขในการบอกขนาดดังภาพข้างล่าง



3-3 ตัวเลขบอกขนาด

ตัวเลขบอกขนาดต้องอ่านง่ายและเขียนง่าย โดยมีมีการกำหนดวิธีการเขียนดังรูป



ตัวอย่างการบอกขนาด

1234567890

เขียนมาทางขวาเล็กน้อย

ตัวเลขสูงประมาณ 3-5 mm ทั้งนี้แล้วแต่แบบ (Drawing)

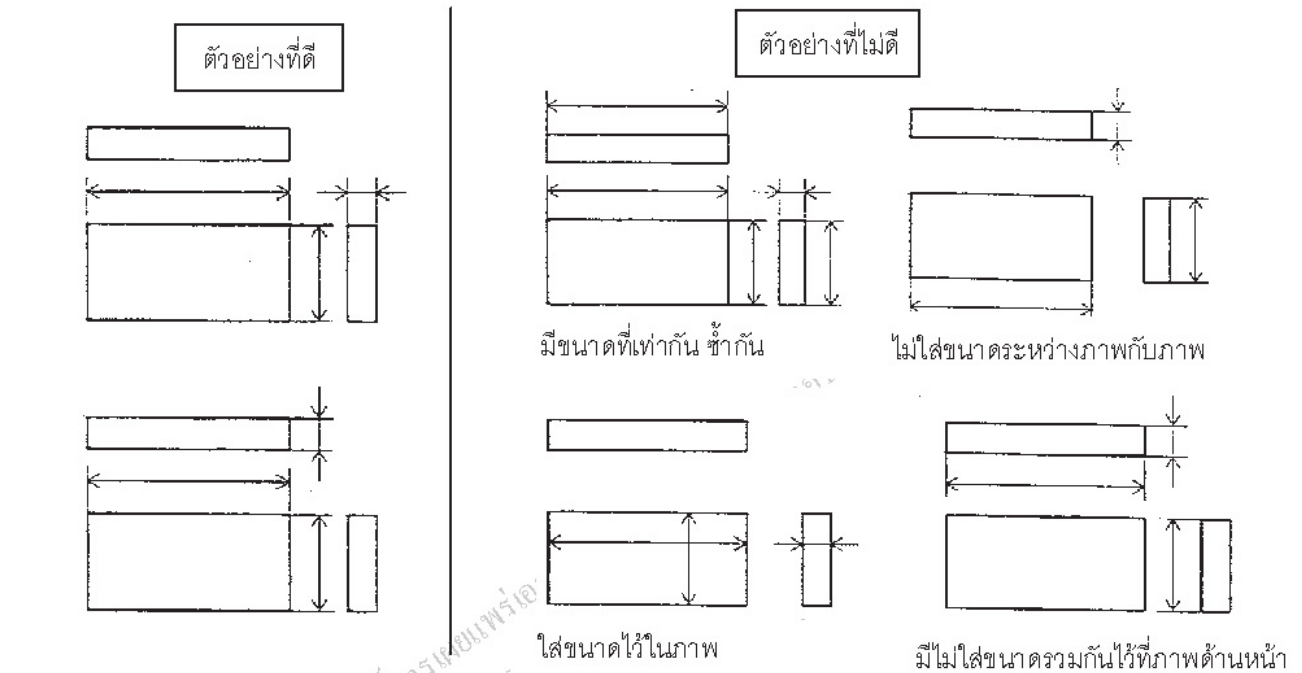
ตัวเลขในแบบต้องมีความสูงเท่ากัน

3-4 วิธีการบอกขนาด

ชิ้นงานทั่วไปจะมีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยม หรือทรงกลม นอกจากนั้นก็มีรูปทรงที่ยุ่งยาก โดยทั่วไปวิธีการใส่ตัวเลขเพื่อบอกขนาดมี 2 วิธีหลัก ๆ คือ

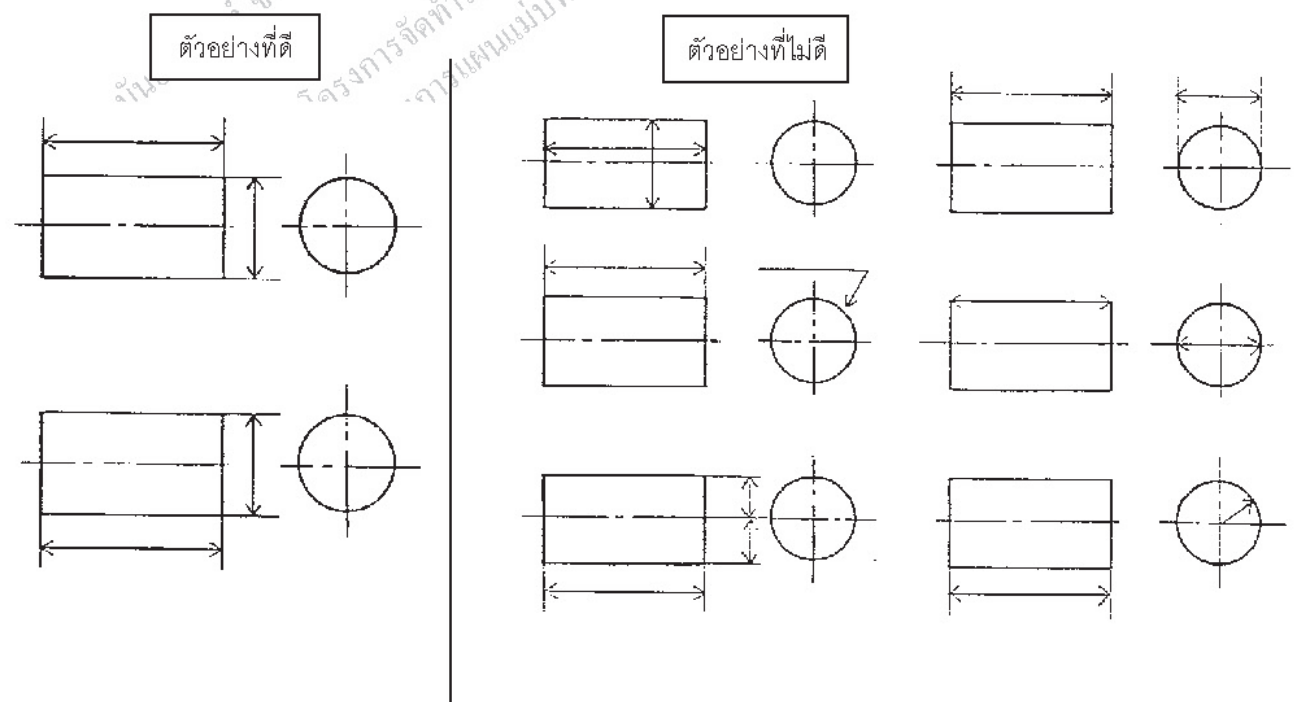
(1) การบอกขนาดรูปทรงเหลี่ยม

ขนาดที่สำคัญของรูปทรงสี่เหลี่ยมมี 3 ตัวคือ กว้าง x ยาว x สูง โดยระบุ 2 ตัวไว้ที่ภาพด้านหน้าและอีก 1 ตัวไว้ที่ภาพด้านบนหรือด้านข้าง



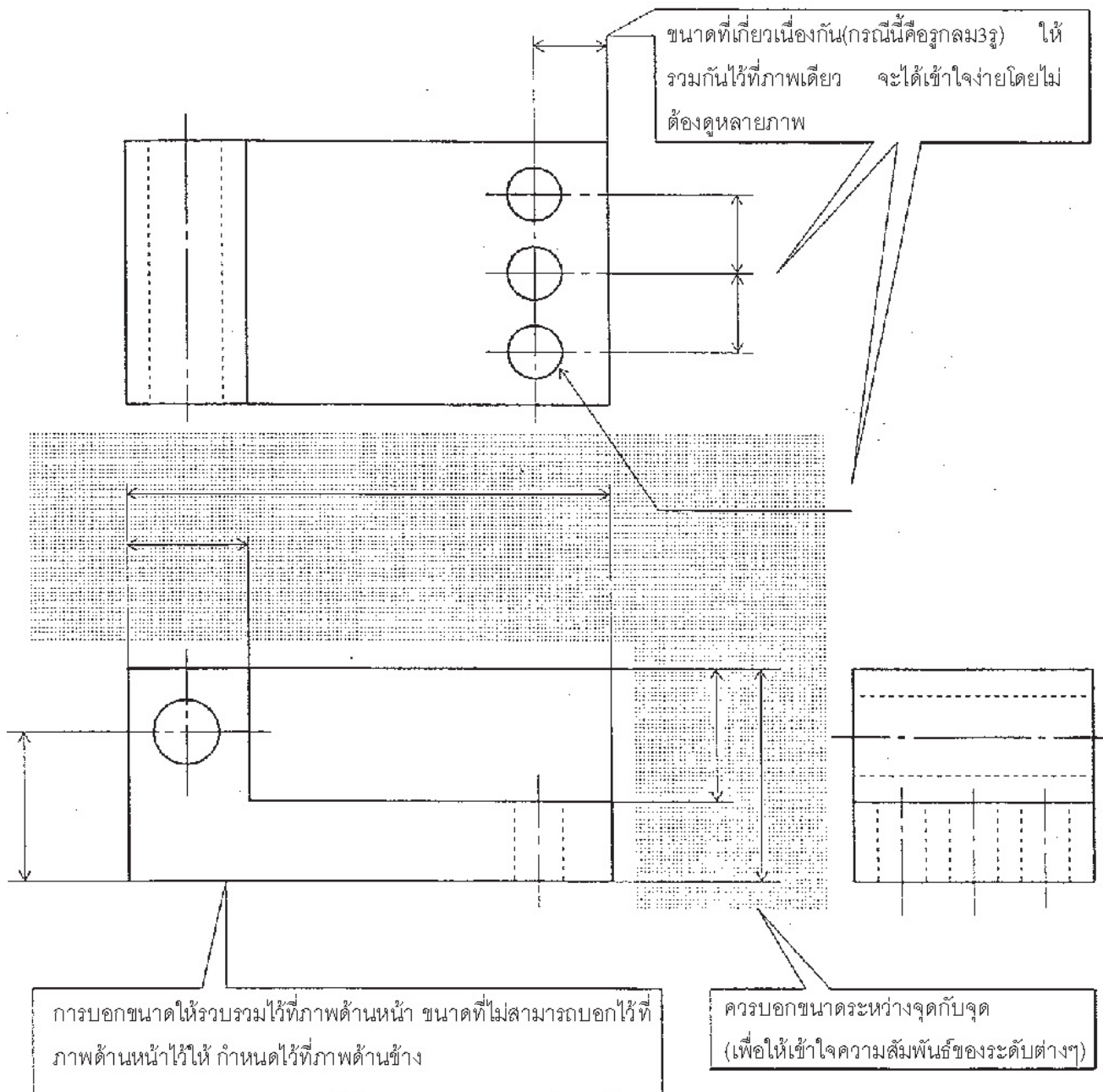
(2) การบอกขนาดรูปทรงกลม

ขนาดที่สำคัญของรูปทรงสี่เหลี่ยมมี 2 ตัวคือ รัศมี x ความยาว ปกติจะบอกขนาดไว้ที่ด้านหน้า (ด้านยาว)

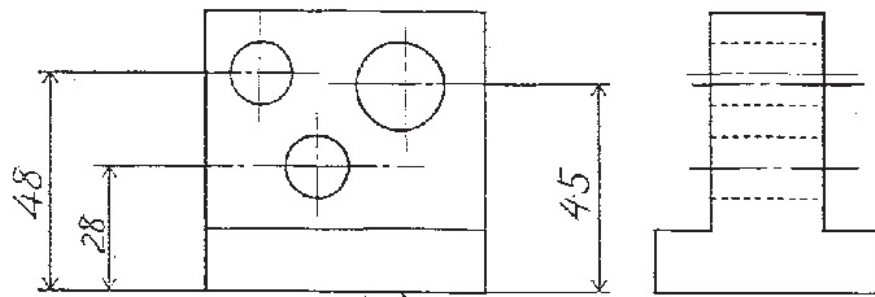


3-5 ส่วนประกอบของขนาดที่บอก

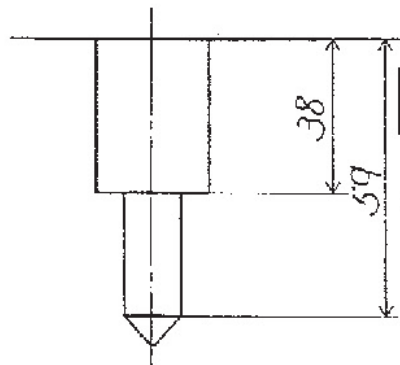
การอ่านแบบ(Drawing) จะง่ายหรือยาก ขึ้นอยู่กับว่าตัวเลขบอกขนาดถูกใส่ไว้ที่ไหน เพื่อให้การอ่านแบบได้ง่าย ต้องใส่ ดังภาพข้างล่าง



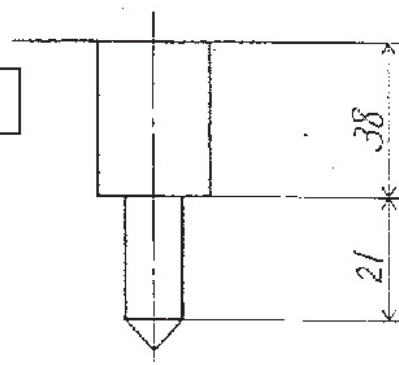
(เมื่อมองภาพด้านหน้าแล้วให้สามารถรู้ขนาดส่วนใหญ่ได้)



ถ้ามีส่วนที่เป็นจุดอ้างอิง ให้บอกขนาดอ้างอิงกับจุดนั้น



ตัวอย่างที่ดี

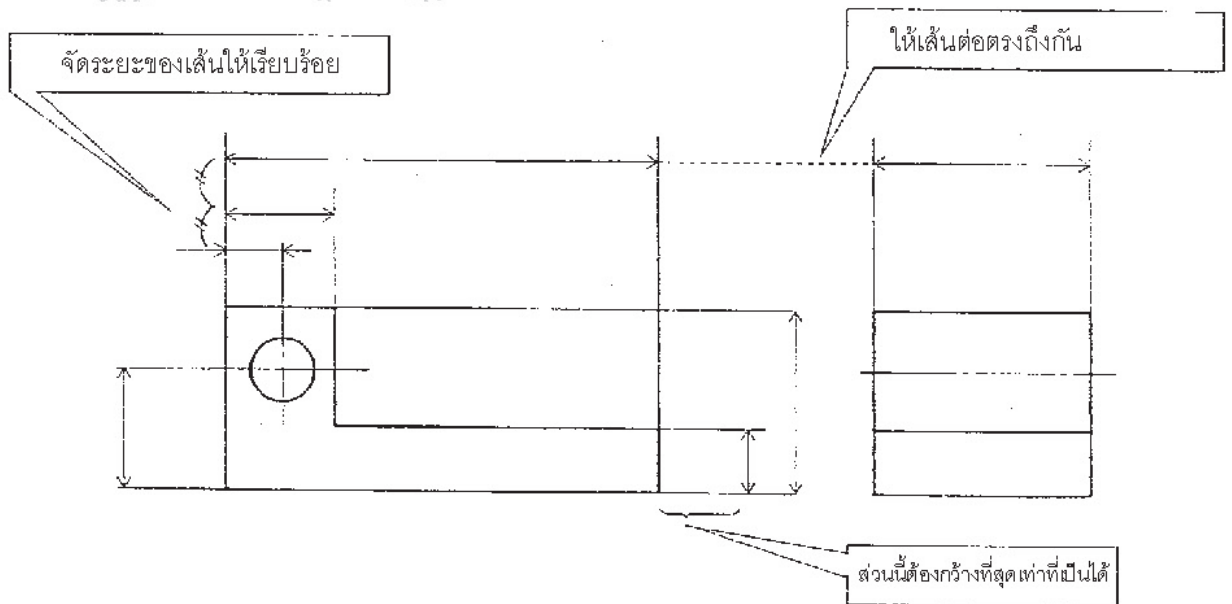


ตัวอย่างที่ไม่ดี

บอกขนาดโดยที่ไม่ต้องคำนวณก็รู้ กรณีของรูปกลม
ไม่ต้องคำนวณก็รู้ความลึกของรู

3-6 การเขียนเส้นบอกขนาดและเส้นช่วยบอกขนาด

แบบ (Drawing) จะอ่านได้ง่ายขึ้น ถ้ามีเส้นเขียนไว้อย่างเหมาะสมและชัดเจน ต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

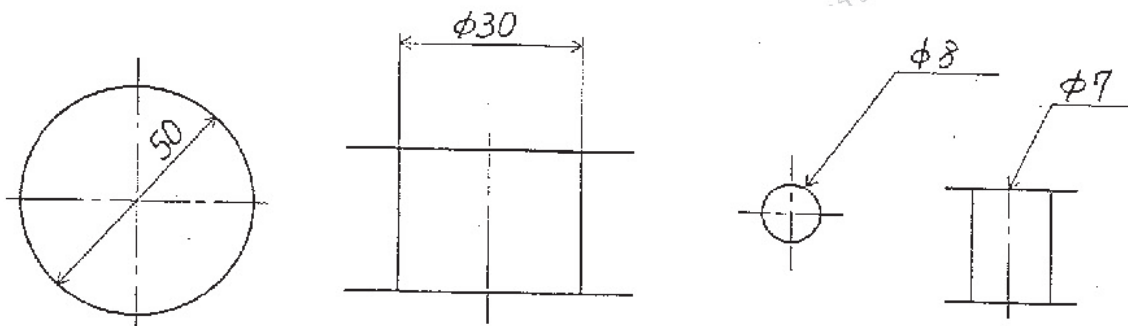


4.วิธีการบอกขนาดของรูปทรงต่าง ๆ

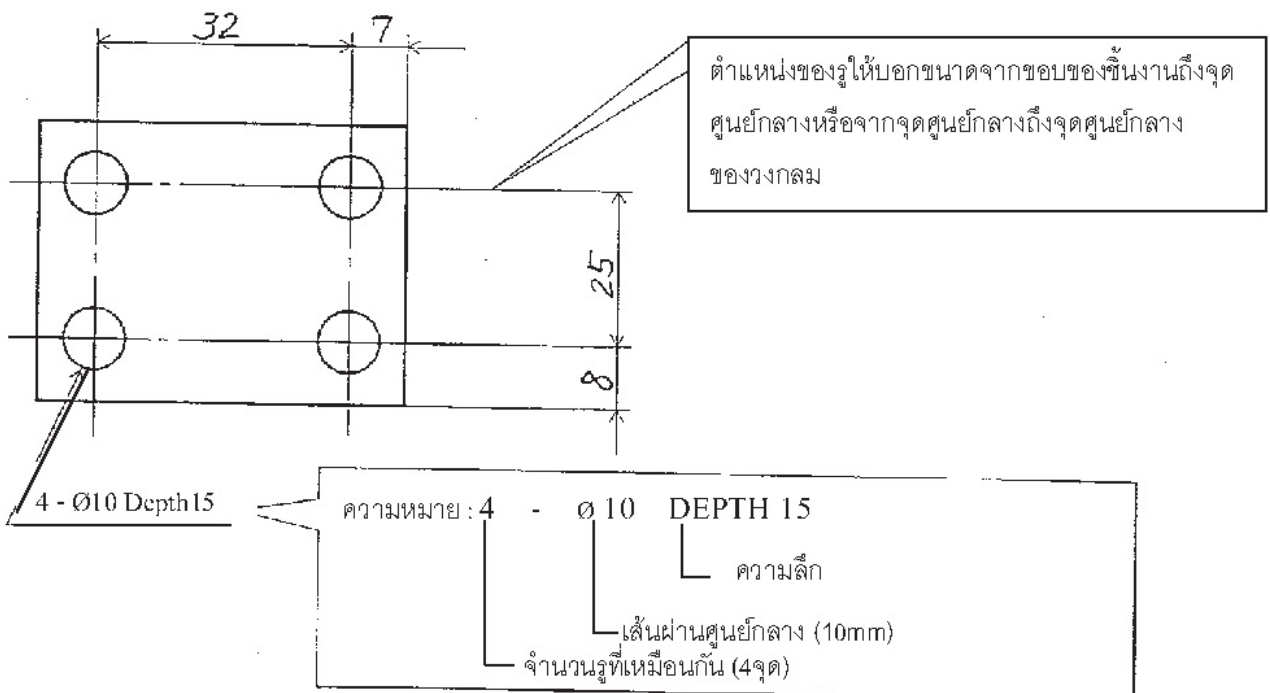
การบอกขนาดไม่ใช่มีเพียงความกว้าง ความยาวหรือรูปทรงที่ไม่ยุ่งยากเท่านั้น แต่มีการบอกขนาดรูปทรงอื่น ๆ เช่น ความลึกของรู พื้นผิวหน้าตัด เป็นต้น การบอกขนาดรูปทรงต่างๆ เหล่านี้จะใช้สัญลักษณ์ช่วยในการบอกขนาด

4-1 การบอกขนาดวงกลม

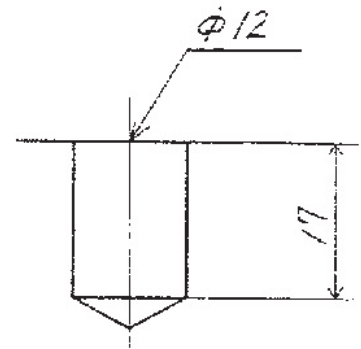
รูปทรงที่มีลักษณะเป็นทรงกลม (ทรงกระบอก, รูเจาะ เป็นต้น) ปกติมีการบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งรูปข้างล่าง แต่กรณีที่ดูรูปแล้วเข้าใจได้ยากว่าเป็นทรงกลม ให้เขียนสัญลักษณ์เส้นผ่านศูนย์กลาง [$\varnothing$] ไว้หน้าตัวเลขขนาดรูปทรงกลมนั้น ต้องบอกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง



การกำหนดขนาดของรูกลม ต้องกำหนดตำแหน่งของรูให้ชัดเจน บางครั้งจำเป็นต้องใช้เส้นช่วยกำหนดขนาดเพื่อแสดงความลึก จำนวน และขบวนการ(วิธีการ)ที่ใช้ทำชิ้นงาน

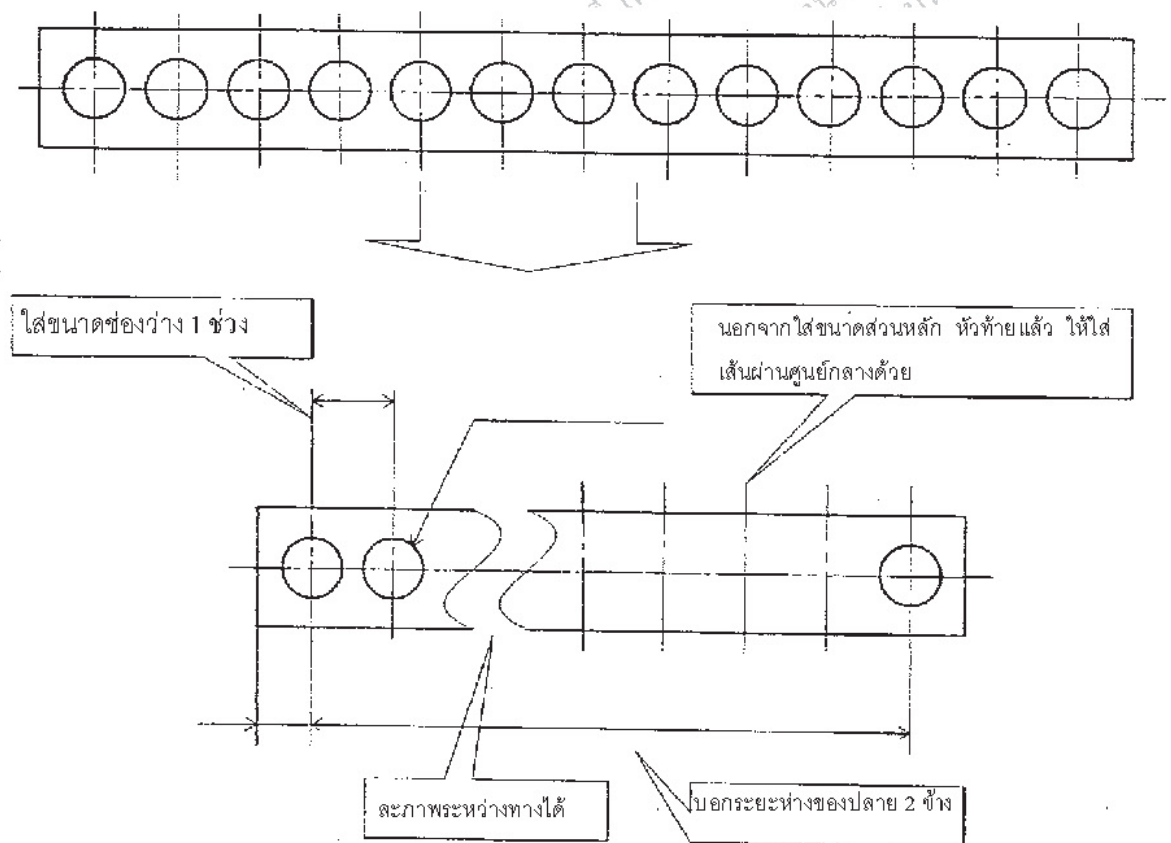


กรณีที่มีงานที่ไม่ได้เจาะรูตลอดความหนาชิ้นงาน
 ทำได้โดยใช้เส้นกำหนดขนาดตามภาพด้านขวา
 อนึ่ง ต้องระวังว่าต้องบอกความลึกถึงจุดใด



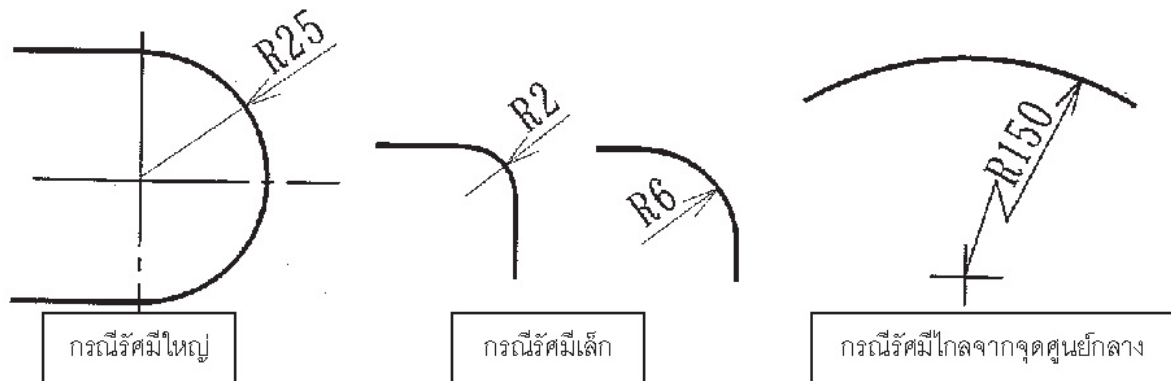
Note: วิธีบอกขนาดรูปแบบต่อเนื่อง

กรณีที่มีรูกลมขนาดเดียวกัน ระยะห่างกันอย่างต่อเนื่อง สามารถบอกขนาดโดยการละไว้ได้
 ดังภาพข้างล่าง (ละไว้ไม่บอกขนาดทั้งหมด)



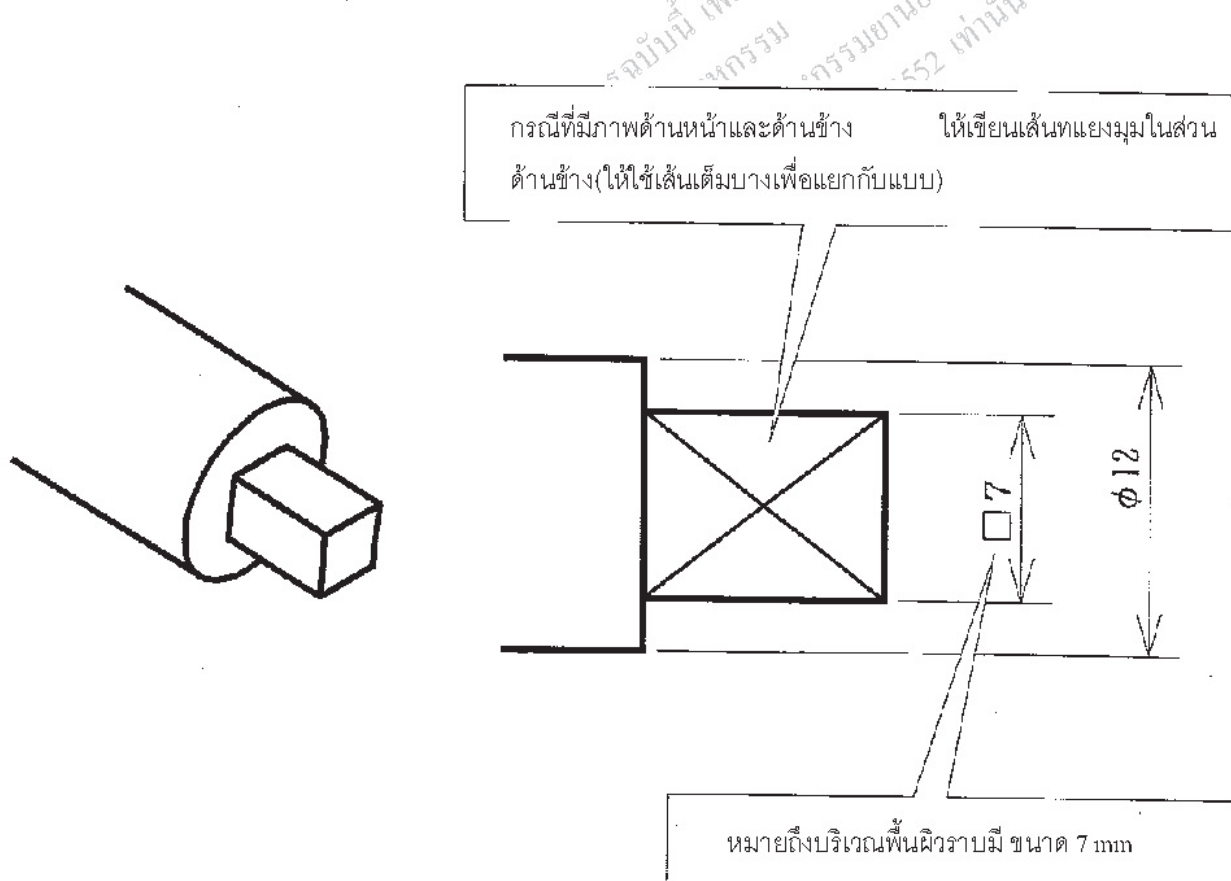
4-2 การบอกขนาดของรัศมี

การบอกขนาดของของรัศมี ทำโดยลากเส้นออกมาจากจุดศูนย์กลางและเขียนสัญลักษณ์ของรัศมี [R] ตามด้วยตัวเลขขนาดรัศมี



4-3 การบอกขนาดในส่วนพื้นผิวราบ

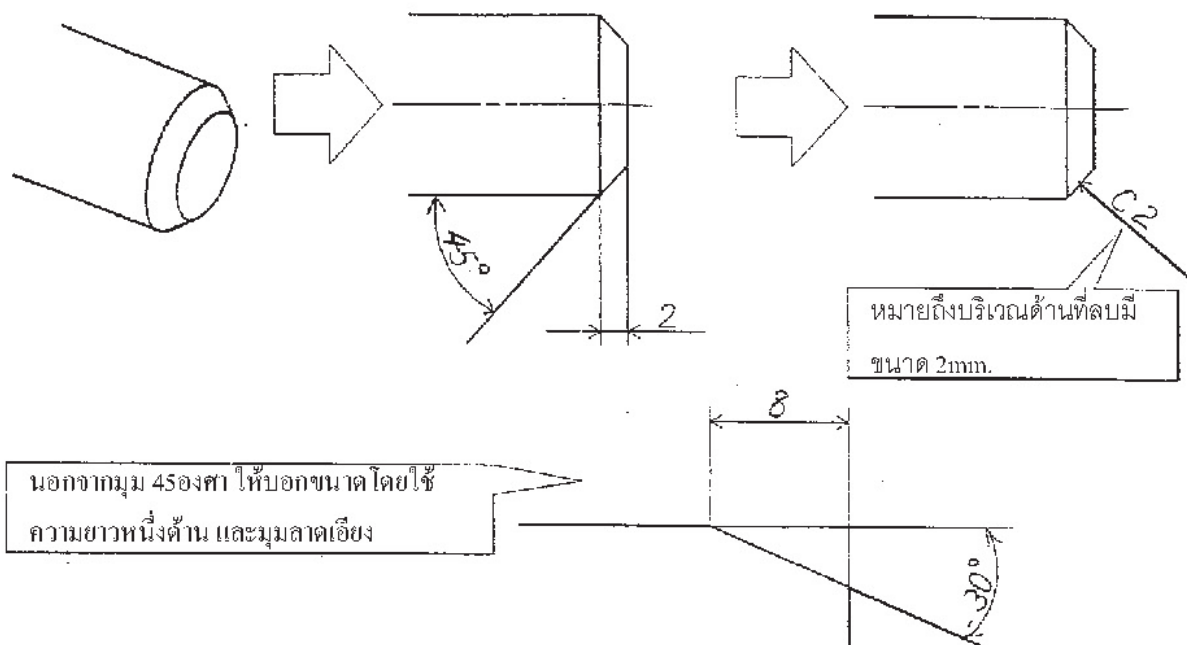
ในเครื่องจักรกลจะมีส่วนประกอบดังภาพข้างล่าง การบอกขนาดของเพล่าที่มีส่วนพื้นผิวราบทำได้โดยเขียนสัญลักษณ์ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส [$\square$] ตามด้วยตัวเลข



4-4 การบอกขนาดส่วนที่ลบมุม (Chamfer)

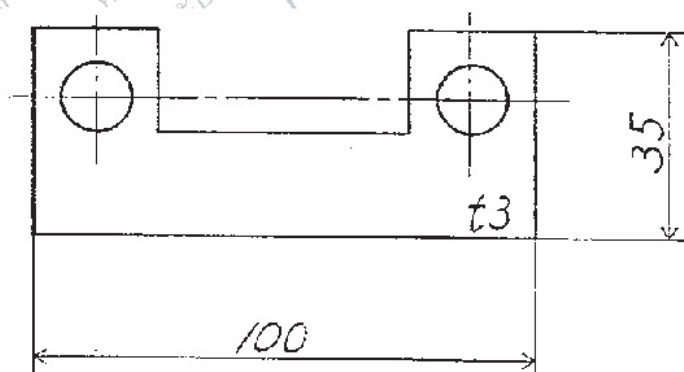
ด้านลบมุม 45 องศา แสดงโดยการใช้สัญลักษณ์ [C]

ถ้าในกรณีที่มีมุมไม่ใช่ 45 องศา ให้แสดงโดยใช้ความยาวด้านหนึ่ง กับมุมลาดเอียง



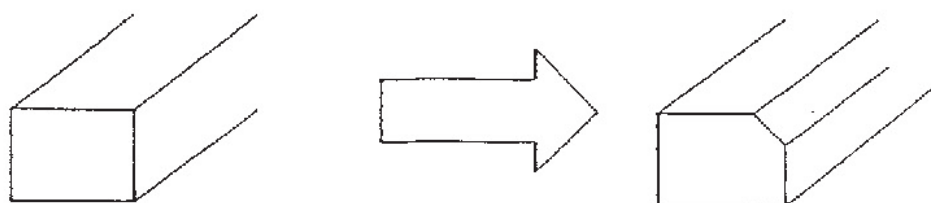
4-5 การบอกขนาดความหนาของชิ้นงาน

กรณีแผ่นโลหะมีขนาดบาง ก็ไม่จำเป็นต้องระบุความหนาบนภาพด้านข้างหรือถ้าจะแสดงความหนาที่ทำได้ตามรูปข้างล่าง สัญลักษณ์แทนความหนาคือ [t]



Note: ด้านลบมุมคือ

ด้านลบมุมมีวัตถุประสงค์ เพื่อนำศูนย์รู้ หรือป้องกันการเกิดบาดแผลจากรอยคม โดยการลบมุมที่ขอบของชิ้นงานออก



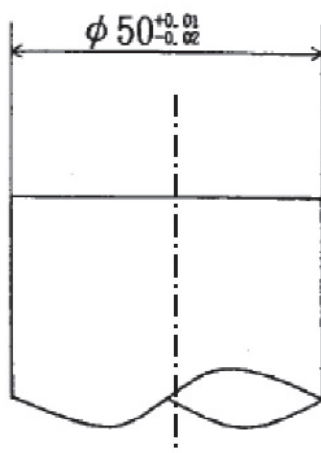
สัญลักษณ์ที่สำคัญของการบอกขนาด

ประเภท	สัญลักษณ์	การใช้งาน
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ϕ	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง
รัศมี	R	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของรัศมี
เส้นผ่านศูนย์กลาง ทรงกลม	S ϕ	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกลม
รัศมีของทรงกลม	SR	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของรัศมีทรงกลม
บริเวณพื้นผิวราบ	$\square$	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของบริเวณพื้นผิวราบ
ความหนาชิ้นงาน	t	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของความหนาของชิ้นงาน
ความยาวส่วนโค้ง	$\frown$	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของความยาวส่วนโค้ง
มุมตัด 45 องศา	C	เขียนไว้หน้าตัวเลขบอกขนาดของมุมตัด 45 องศา
ขนาดอ้างอิง	()	ล้อมรอบตัวเลขขนาดอ้างอิง (รวมสัญลักษณ์ช่วยบอกขนาด)
ขนาดที่ถูกต้องตาม ทฤษฎี	$\square$	ล้อมรอบตัวเลขบอกขนาดที่ถูกต้องตามทฤษฎี

5. พิกัดความเผื่อและระยะสวม

5-1 พิกัดความเผื่อของขนาด

ในแบบ (Drawing) นั้น การแสดงขนาดที่ชัดเจน ทำได้ดังรูปข้างล่าง กรณีนี้หมายถึงสามารถทำขนาดของเพลลาได้ตั้งแต่ 50.01mm ถึง 49.98mm วิธีการเรียกขนาดแสดงไว้ที่ด้านขวา



50.01 $\Rightarrow$ ขนาดโตสุดที่ยอมรับได้

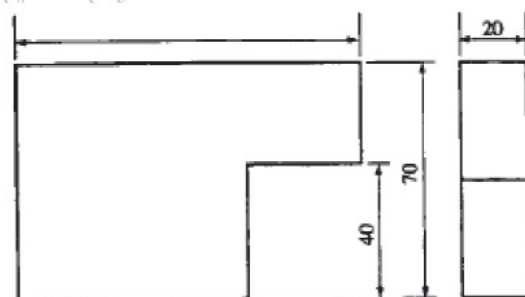
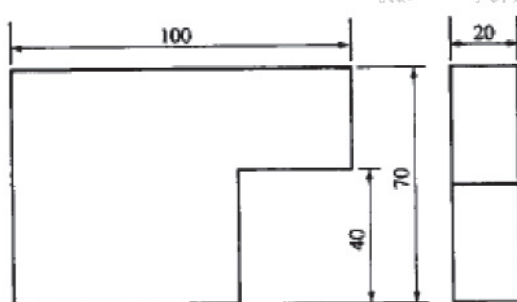
49.98 $\Rightarrow$ ขนาดเล็กสุดที่ยอมรับได้

0.03 $\Rightarrow$ พิกัดความเผื่อ

(ความแตกต่างระหว่างค่ามากที่สุด และน้อยสุด)

แบบฝึกหัด

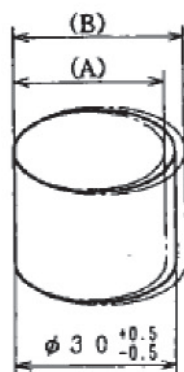
ตามรูปข้างล่าง มีชิ้นงานมีขนาด 100 mm ต้องทำชิ้นงานที่มีพิกัดความเผื่อระหว่าง 100.03mm ถึง 99.98mm ให้ใส่ค่าขนาดและพิกัดความเผื่อทางรูปด้านขวามือ



แบบฝึกหัด

1. ภาพข้างล่าง พิกัดความเผื่อน้อยสุด (A) และสูงสุด (B) มีค่าเท่าไร

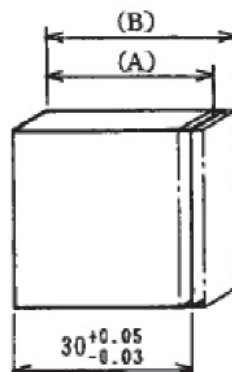
①



(A) _____

(B) _____

②



(A) _____

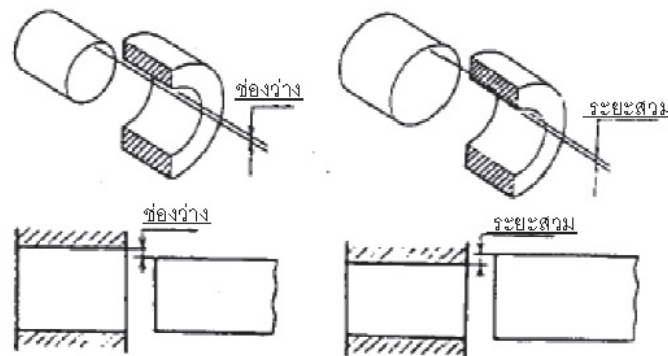
(B) _____

5-2 ระยะเวลา (Fitting)

เช่นรูที่จะให้ใส่ดินสอออกมา ถ้าไม่มีช่องว่างเพียงพอ ใส่ดินสอก็จะไม่สามารถออกมาได้ หรือปากกา ขนาดรูของปลอกปากกา ถ้าไม่เล็กลงหน่อยก็ไม่สามารถเสียบปลอกกับด้ามปากกาได้พอดี ลักษณะเดียวกัน ระยะเวลา (ความ Fit) ก็คือความสัมพันธ์ระหว่างรูกับแกน (เพลลา) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างชิ้นงานของส่วนที่ต้องเอามาสวมกัน

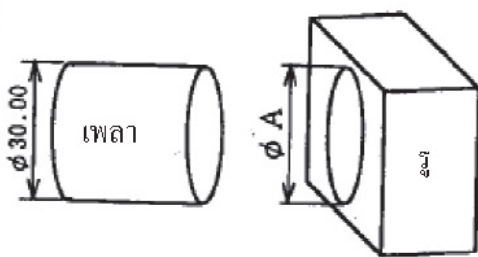
(1) ช่องว่างกับระยะเวลา

กรณีที่ต้องเอาเพลลาและรูมาสวมกัน ต้องมีช่องว่างและระยะเวลา ช่องว่าง (Gap) หมายถึง ช่องที่อยู่ระหว่างวัตถุกับวัตถุ ระยะเวลา (Fit) หมายถึงความแตกต่างของขนาดที่สำคัญสำหรับการสวมเข้า



แบบฝึกหัด

ภาพข้างล่างมีช่องว่าง (Gap) และความพอดีของระยะเวลาเท่าไร



1. ถ้าให้ระยะเวลา 0.02 mm. ขนาดของ A จะต้องเป็นเท่าใด

2. ถ้าให้ช่องว่าง (Gap) = 0.05 mm. ขนาดของ A จะต้องเป็นเท่าใด

(2) ประเภทของงานสวม

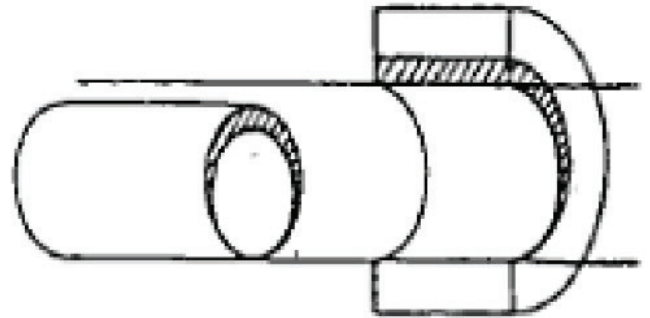
งานสวมประกอบ ขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงของขนาดเพลากับรู มี 3 ประเภทดังนี้

1. งานสวมคลอน (Clearance Fit)

คือการผลิตให้รูและเพลายู่ในพิทัดเผื่อ และมีระยะช่องว่างมาก

ตัวอย่าง : เพล่า $\phi 40^{0}_{-0.03}$
รู $\phi 40^{+0.03}_{+0.01}$

ถ้าเพล่าที่ทำได้อิสสุด (40.00) และรูทำได้อิสสุด (40.01) ถ้าเอาเพล่ากับรูนี้มาสวมกันก็จะมีช่องว่างเหลือมาก

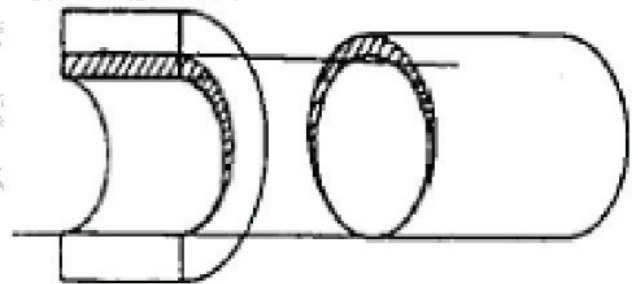


2. งานสวมอัด (Interference Fit)

ผลิตให้รูและเพล่าอยู่ใพิทัดเผื่อ และมีระยะสวมอัด

ตัวอย่าง : เพล่า $\phi 50^{+0.03}_0$
รู $\phi 50^{-0.02}_{-0.05}$

ถ้าเพล่าที่ทำได้อิสสุด (50.00) และรูทำได้อิสสุด (49.98) ถ้าเอาเพล่ากับรูนี้มาสวมกันก็จะมีระยะสวมอัด

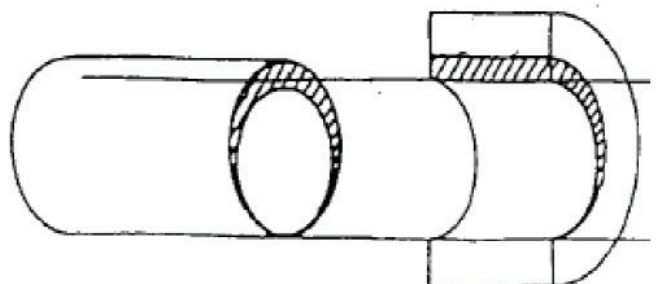


3. งานสวมพอดี (Transition Fit)

ชิ้นงานที่ผลิตได้อิสขนาดค้ำแบบมีช่องว่างบ้าง ค้ำบ้าง

ตัวอย่าง : เพล่า $\phi 65 \pm 0.03$
รู $\phi 65 \pm 0.03$

ถ้าเพล่าที่มีขนาดอิสสุดคือ (65.03) และรูเล็กสุดคือ (64.97) ถ้าเอาเพล่ากับรูนี้มาสวมกันก็จะมีช่องว่าง ถ้าเพล่าที่ผลิตได้อิสขนาดเล็กสุด (64.97) สวมกับรูที่มีขนาดอิสสุด (65.03) ก็จะมีช่องว่าง

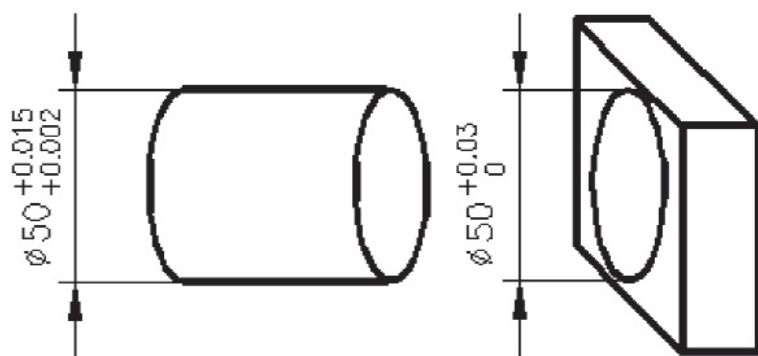


แบบฝึกหัด

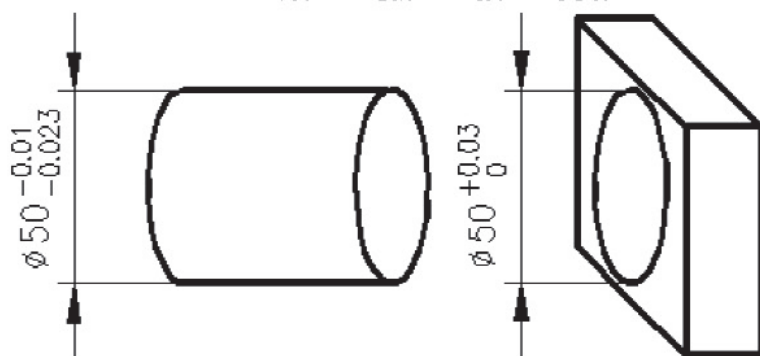
ภาพระยะส่วข้างล่างเป็นงานส่วแบบใด

แบบส่วอัด แบบส่วคลอน หรือส่วพอดี

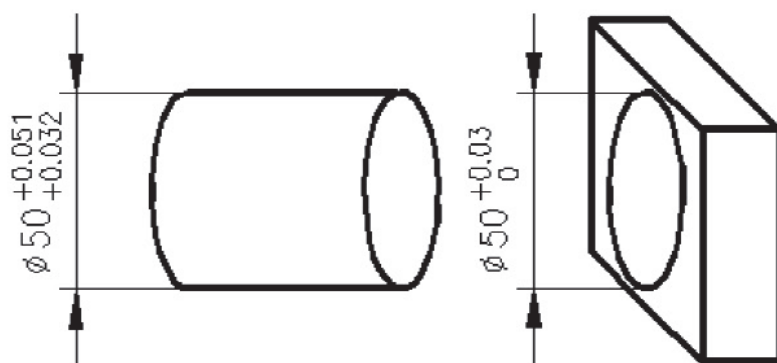
①



②

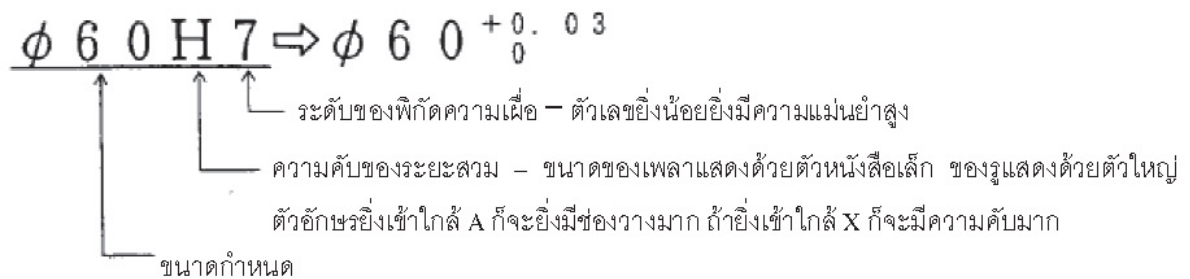


③



(3) สัญลักษณ์ของงานสวม

การบอกขนาดนอกจากจะเขียนตัวเลข เช่น $\varnothing 60^{+0.02}_0$ แล้วยังนิยมเขียนเป็นตัวเลขมาตรฐานโดยใช้สัญลักษณ์ของงานสวม ดังแสดงตามรูปข้างล่างตามข้อกำหนดของ JIS



วิธีการดูตารางมีดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1. ดูขนาดกำหนดขนาด $\varnothing 60$ หมายถึงมีขนาดมากกว่า $\varnothing 50$ แต่น้อยกว่า $\varnothing 65$
- ขั้นตอนที่ 2. ดูระดับ (Rank).....คือ H7
- ขั้นตอนที่ 3. อ่านค่าที่แสดงในตาราง คือค่าที่แนวนอนและแนวตั้งตัดกัน

(3.1) ความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์รูและเพล่า

ความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์รูและเพล่าของสัญลักษณ์ระยะสวม แสดงดังตารางข้างล่าง

สัญลักษณ์รู	← รูใหญ่ ขนาดต่ำสุดเป็นขนาดมาตรฐาน รูเล็ก →																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	X	
สัญลักษณ์เพล่า	← เพล่าเล็กขนาดต่ำสุดเป็นขนาดมาตรฐาน เพล่าใหญ่ →																		
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	x	

งานสวมที่มีช่องว่างมาก ← → งานสวมที่มีความคับมาก

(3.2) ระดับ(Rank)ของพิกัดความเผื่อ

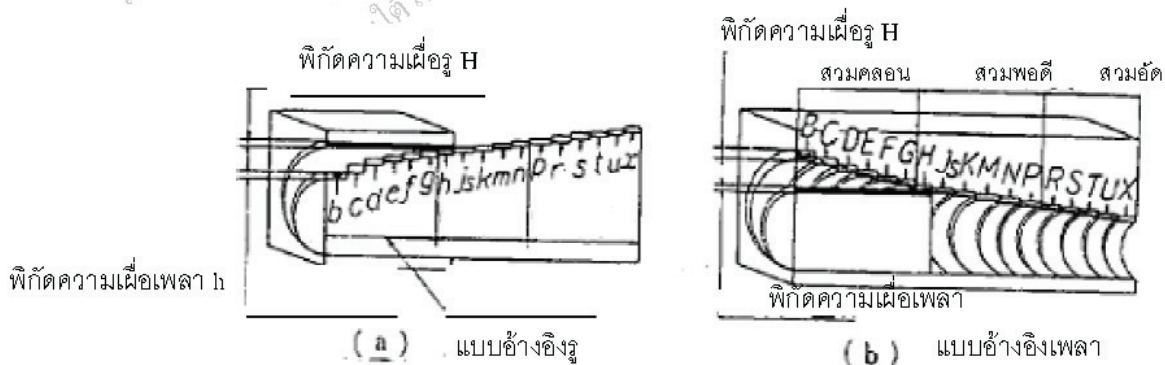
ระดับของพิกัดความเผื่อมีการกำหนดตามตารางข้างล่าง ใช้ระดับ 5~10 เหลาใช้ระดับ 4~9

(หน่วย 0.001mm)

ระดับพิกัดความเผื่อ ช่วงขนาด(mm)	ระดับ 4	ระดับ 5	ระดับ 6	ระดับ 7	ระดับ 8	ระดับ 9	ระดับ 10
น้อยกว่า 3	3	4	6	10	14	25	40
มากกว่า 3	4	5	8	12	18	30	48
" 6	4	6	9	15	22	36	58
" 10	5	8	11	18	27	43	70
" 18	6	9	13	21	33	52	84
" 30	7	11	16	25	39	62	100
" 50	8	13	19	30	48	74	120
" 80	10	15	22	35	54	87	140
" 120	12	18	25	40	63	100	160
" 180	14	20	29	46	72	115	185
" 250	16	23	32	52	81	130	210
" 315	18	25	36	57	89	140	230
" 400	20	27	40	63	97	155	250

(3.3) มาตรฐานของงานสวม

การใช้สัญลักษณ์ของงานสวม ต้องกำหนดตัวอ้างอิงก่อนว่าจะใช้เป็นรูหรือว่าเหลา จากนั้นจึงทำการปรับระยะสวมของฝ่ายตรงข้าม ถ้าใช้รูเป็นตัวอ้างอิงเรียก ระยะสวมอ้างอิงรู ถ้าใช้เหลาเป็นตัวอ้างอิง เรียก ระยะสวมอ้างอิงเหลา ทั้งรูและเหลาใช้ H (h) เป็นมาตรฐาน

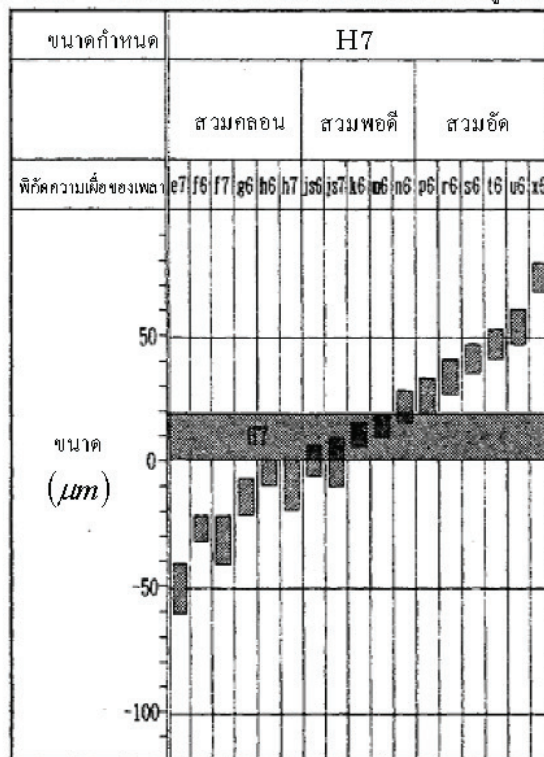


กรณีทีผลผลิตชิ้นงาน เมื่อเปรียบเทียบกับเหลา เหลาจะเข้าขบวนการผลิตได้ง่ายกว่า สามารถปรับแต่งขนาดได้ง่ายกว่า ดังนั้น โดยทั่วไป จะนิยมใช้รูเป็นอ้างอิง(เป็นหลัก) และปรับเส้นผ่านศูนย์กลางของเหลา

5-3 พิกัดความเผื่อของระยะสวมของรูและแกนเพลลา

บริเวณส่วนระยะสวมของรู แกนหรือร่อง ปกติจะใช้ค่าความเผื่อของระยะสวม โดยที่แบบ (Drawing) จะแสดงด้วยสัญลักษณ์ของระยะสวม

ตารางที่ 1 พิกัดความเผื่อทั่วไปของระยะสวมของรูมาตรฐานที่ใช้ประจำ (แสดงกรณีขนาดกำหนด 30 mm)



DMS นี้ ระยะสวมของรู, เพลลา, ร่อง จะใช้รูมาตรฐาน H7 ส่วนค่าพิกัดความเผื่อของเพลลาที่ใช้จะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้ตามตารางที่ 2 สามารถดูสัญลักษณ์ระยะสวมนั้นได้จากพิกัดความเผื่อของขนาดจริง

$\phi 30H7$

ตารางที่ 2 มาตรฐานของการเลือกระยะสวม (Fitting)

(พิกัดความเผื่อของรูคือ H7)

ระยะสวม	±ของเพลลา	ใช้งานกับ		ตัวอย่าง
สวมคลอน	e7	บริเวณปกติทั่วไปที่มีการหมุนหรือ (บริเวณที่มีการหล่อลื่นดี)		แบริ่งลูกเบี้ยว ไคดฟัน
	f6,f7			แบริ่งลิ้น บูช ไคดฟัน
	g7	บริเวณที่จำเป็นต้องเคลื่อนที่โดยแม่นยำ		ส่วนเคลื่อนที่ บูช ลูกสูบ
สวมพอดี	h6,f7	บริเวณที่ขึ้นส่วน	ถอดประกอบด้วยมือ	แบริ่งกลิ้ง ส่วนไคดของจิ๊ก
	js6,js7	ไม่มีการแตกร้าว		ส่วนที่ใส่เข้าไปในโคเวอร์
	k6	และสามารถถอดออกเป็นชิ้นๆ ได้	ถอดประกอบโดยค้อน แรคเพลส	แบริ่งกลิ้ง ฟันลูกสูบ
	m6			เพลลา Reemer, Bolt, Dowel Pin
สวมอัด	n6	บริเวณที่ขึ้นส่วน	บริเวณที่ขึ้นส่วน	เพลลาของพัดลม
	p6			แบริ่งกลิ้ง ส่วนกวดของจิ๊ก
	r6	และไม่สามารถถอดออกเป็นชิ้นๆ ได้	และไม่สามารถถอดออกเป็นชิ้นๆ ได้	บูช ประเภทที่สลลิบ
	s6			พินหมุน(เครื่องยนต์) มิตซ์
	t6			เพลลาที่ผ่านการเผื่อ

	u6			กระบอกสูบ Spindle
--	----	--	--	-------------------

ตารางที่ 3

พิสัยความเผื่อขนาดของรู (JIS B0401-1976)

(หน่วย $\mu=0.001\text{mm}$)

ขนาด [mm]		B	C		D			E			F			G		H									
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H5	H6	H7	H8	H9	H10				
--	3	+180 +140	+85 +100 +60		+34	+35 +20	+60	+24	+28 +14	+39	+12	+16 +6	+20	+8	+12 +2	+4	+6	+10	+14	+25	+40	0			
3	6	+188 +149	+100 +118 +70		+48	+60 +30	+78	+32	+38 +20	+50	+18	+22 +10	+28	+12	+16 +4	+5	+8	+12	+18	+30	+48	0			
6	10	+208 +150	+116 +138 +80		+62	+76 +40	+98	+40	+47 +25	+61	+22	+28 +13	+35	+14	+20 +5	+6	+9	+15	+22	+36	+58	0			
10	14	+220 +150	+138 +165 +95		+77	+93 +50	+120	+50	+59 +32	75	+27	+34 +16	+43	+17	+24 +6	+8	+11	+18	+27	+43	+70	0			
14	18																								
18	24	+244 +160	+162 +194 +110		+98	+117 +65	+148	+61	+73 +40	+92	+33	+41 +20	+53	+20	+28 +7	+9	+13	+21	+33	+52	+84	0			
24	30																								
30	40	+270 +170	+182 +220 +120		+119 +142 +180			+75	+89 +50	+112	+41	+50 +25	+64	+25	+34 +9	+11	+16	+25	+39	+62	+100	0			
40	50	+280 +180	+192 +230 +130		+80																				
50	65	+310 +190	+214 +260 +140		+146 +174 +220			+90	+106 +60	+134	+49	+60 +30	+78	+29	+40 +10	+13	+19	+30	+49	+74	+120	0			
65	80	+320 +200	+224 +270 +150		+100																				
80	100	+360 +220	+257 +310 +170		+174 +207 +260			+107	+126 +72	+169	+58	+71 +36	+90	+34	+47 +12	+15	+22	+35	+54	+87	+140	0			
100	120	+380 +240	+257 +320 +180		+120																				
120	140	+420 +260	+300 +360 +200																						
140	160	+440 +280	+310 +370 +210		+208 +245 +305 +145			+125	+148 +85	185	+68	+83 +43	+106	+39	+54 +14	+18	+25	+40	+63	+100	+160	0			
160	180	+470 +310	+330 +390 +230																						
180	200	+525 +340	+355 +425 +240																						
200	225	+565 +380	+375 +445 +260		+242 +285 +355 +170			+146	+172 +100	+215	+79	+96 +50	+122	+44	+61 +15	+20	+29	+46	+72	+115	+185	0			
225	250	+605 +420	+995 +485 +280																						
250	280	+690 +480	+430 +510 +300		+271 +320 +400 +190			+162	191 +110	+240	+88	+108 +58	+137	+49	+69 +17	+23	+32	+52	+81	+130	+210	0			
280	315	+750 +540	+450 +540 +330																						
315	355	+830 +600	+500 +590 +360		+299 +350 +440 +210			+182	+214 +125	+265	+98	+119 +62	+151	+54	+75 +18	+25	+38	+57	+89	+140	+230	0			
355	400	+910 +680	+540 +630 +400																						
400	450	+1010 +760	+595 +690 +440		+327 +385 +480 +230			+198	+232 +135	+290	+108	+131 +68	+165	+60	+83 +20	+27	+40	+63	+97	+145	+250	0			
450	500	+1030 +840	+635 +730 +480																						

(หมายเหตุ) ตัวเลขในตาราง ด้านบนคือค่าความเผื่อสูงสุด ตัวเลขด้านล่างคือค่าเผื่อต่ำสุด

สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน
ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์
ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

Js			K			M			N		P		R	S	T	U	X	ขนาด [mm]	
Js5	Js6	Js7	K5	K6	K7	M5	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7	>	≤
±2	±3	±5	0 -4	0 -6	0 -10	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	--	-18 -28	-20 -30	--	3
±2.5	±4	±6	0 -5	+2 -6	+3 -9	-3 -8	-1 -9	0 -15	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	--	-19 -31	-24 -36	3	6
±3	±4.5	±7.5	+1 -5	+2 -7	+5 -10	-4 -10	-3 -12		-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	--	-22 -37	-28 -43	6	10
±4	±5.5	±9	+2 -6	+2-9	+6 -12	-4 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -22	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	--	-26 -44	-33 -51	10	14
																	-38 -56	14	18
±4.5	±6.5	±10.5	+1 -8	+2 -11	+6-15	-5 -14	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	--	-33 -54	-46 -57	18	24
																	-56 -77	24	30
±5.5	±8	±12.5	+2 -9	+3 -13	+7 -18	-5 -16	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	--	-39 -64	-51 -75	30	40
																	-61 -85	40	50
±6.5	±9.5	±15	+3 -10	+4 -15	+9 -21	-6 -19	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60	-42 -72	--	-55 -85	-76 -106	50	65
																	-91 -121	65	80
±7.5	±11	±17.5	+2 -13	+4 -18	+10 -25	-8 -23	-6 -25	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73	-58 -93	--	-78 -113	-111 -146	80	100
																	-131 -166	100	120
±9	±12.5	±20	+3 -15	+4 -21	+12 -28	-9 -27	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -58	-48 -88	-77 -117	--	-107 -147	-119	120	140
																	-159	140	160
																	-131	160	180
																	-171		
±10	±14.5	±23	+2 -18	+5 -24	+13 -33	-11 -31	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106	-105 -151	--	--	-113	180	200
																	-159	200	225
																	-169	225	250
																	-171		
±11.5	±16	±26	+3 -20	+5 -27	+16 -36	-13 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126	--	--	--	-126	250	280
																	-130	280	315
±12.5	±18	±28.5	+3 -22	+7 -29	+17 -40	-14 -39	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144	--	--	--	-150	315	355
																	-150	355	400
±13.5	±20	±31.5	+2 -25	+8 -32	+18 -45	-16 -43	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166	--	--	--	-172	400	450
																	-172	450	500

ตารางที่ 5

พิกัดความเผื่อขนาดของเพลลา (JIS B0401-1976)

(หน่วย $\mu=0.001\text{mm}$)

ขนาด [mm]		b	c	d		e			f			g			h						
>	(	B9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g4	g5	g6	h4	h5	h6	h7	h8	h9	
--	3	-140 -165	-60 -85	-20 -34 -45		-14 -24 -28 -39			-6 -12 -16 -20			-2 -5 -6 -8			0 -3 -4 -6 -10 -14 -25						
3	6	-140 -170	-70 -100	-30 -48 -60		-20 -32 -38 -50			-10 -18 -22 -28			-4 -8 -9 -12			4 -4 -5 -8 -12 -18 -30						
6	10	-150 -186	-80 -116	-40 -62 -76		-25 -40 -47 -61			-13 -22 -28 -35			-5 -9 -11 -14			0 -4 -6 -9 -15 -22 -36						
10	14	-150 -193	-95	-50		-32			-16			-6			0						
14	18		-138	-77 -93		-50 -59 -75			-27 -34 -43			-11 -14 -17			-5 -8 -11 -18 -27 -43						
18	24	-160 -212	-110	-65		-40			-20			-7			0						
24	30		-162	-98 -117		-61 -73 -92			-33 -41 -53			-13 -16 -20			-6 -9 -13 -21 -33 -52						
30	40	-170 -232	-120 -182	-80 -119 -142		-50 -75 -89 -112			-25 -41 -50 -64			-9 -16 -20 -25			0 -7 -11 -16 -25 -39 -62						
40	50	-180 -242	-130 -192																		
50	65	-190 -264	-140 -214	-100 -146 -174		-60 -90 -106 -134			-30 -49 -60 -76			-10 -18 -23 -29			0 -7 -13 -19 -30 -46 -74						
65	80	-200 -274	-150 -224																		
80	100	-220 -307	-170 -257	-120 -174 -207		-72 -107 -126 -159			-36 -58 -71 -90			-12 -22 -27 -34			0 -10 -15 -22 -35 -54 -87						
100	120	-240 -327	-180 -267																		
120	140	-260 -360	-200 -300	-145 -208 -245		-85 -125 -148 -185			-43 -58 -83 -106			-14 -26 -32 -39			0 -12 -18 -25 -40 -63 -100						
140	160	-280 -380	-210 -310																		
160	180	-310 -410	-230 -330																		
180	200	-340 -455	-240 -355	-170 -242 -285		-100 -146 -172 -215			-50 -79 -96 -122			-15 -29 -35 -44			0 -14 -20 -29 -46 -72 -115						
200	225	-380 -495	-260 -375																		
225	250	-420 -535	-280 -395																		
250	280	-480 -610	-300 -430	-190 -271 -320		-110 -162 -191 -210			-56 -88 -108 -137			-17 -44 -40 -49			0 -16 -23 -32 -52 -81 -130						
280	315	-540 -670	-330 -460																		
315	355	-600 -740	-360 -500	-210 -299 -350		-125 -182 -214 -265			-62 -98 -119 -151			-18 -36 -43 -54			0 -18 -25 -36 -57 -89 -140						
355	400	-680 -820	-400 -540																		
400	450	-760 -915	-440 -595	-230 -327 -385		-135 -198 -232 -290			-68 -108 -131 -165			-20 -40 -47 60			0 -20 -27 -40 -63 -97 -155						
450	500	-840 -995	-480 -635																		

(หมายเหตุ) ตัวเลขในตาราง ด้านบนคือค่าความเผื่อสูงสุด ตัวเลขด้านล่างคือค่าเผื่อต่ำสุด

พิภักดความเผื่อขนาดของเพลลา (JIS B0401-1976)

ตารางที่ 6

(หน่วย $\mu=0.001\text{mm}$)

js				k			m			n	p	r	s	t	u	x	ขนาด [mm]	
js4	js5	js6	js7	k4	k5	k6	m4	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6	>	≤
±1.5	±2	±3	±5	+3	+4 0	+6	+5	+6 +2	+8	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	--	+24 +18	+26 +20	--	3
±2	±2.5	±4	±6	+5	+6 +1	+9	+8	+9 +4	+12	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	--	+31 +23	+36 +28	3	6
±2	±3	±4.5	±7.5	+5	+7 +1	+10	+10	+12 +6	+15	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	--	+37 +28	+43 +34	6	10
±2.5	±4	±5.5	±9	+6	+9 +1	+12	+12	+15 +7	+18	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	--	+44 +33	+51 +40	10	14
																+56 +45	14	18
±3	±4.5	±6.5	±10.5	+8	+11 +2	+15	+14	+17 +8	+21	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	--	+54 +41	+54 +41	18	24
																+61 +48	24	30
±3.5	±5.5	±8	±12.5	+9	+13 +2	+18	+16	+20 +9	+25	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	--	+64 +48	+76 +60	30	40
																+86 +70	40	50
±4	±6.5	±9.5	±15	+10	+15 +2	+21	+19	+24 +11	+30	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	--	+85 +66	+106 +87	50	65
																+121 +152	65	80
±5	±7.5	±11	±17.5	+13	+18 +3	+25	+25	+28 +13	+35	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	--	+113 +91	+146 +124	80	100
																+166 +144	100	120
±6	±9	±12.5	±20	+15	+21 +3	+28	+27	+33 +15	+40	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+117 +92	--	+147 +122	+159 +134	120	140
																+171 +146	140	160
																+184 +140	160	180
±7	±10	±14.5	±23	+18	+24 +4	+33	+31	+37 +17	+46	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+151 +122	--	+169 +140	+199 +160	180	200
																+211 +160	200	225
																+224 +170	225	250
±8	±11.5	±15	±26	+20	+27 +4	+36	+36	+43 +20	+52	+66 +34	+88 +56	+126 +94	--	--	+159 +130	+184 +140	250	280
																+204 +150	280	315
±9	±12.5	±18	±28.5	+22	+29 +4	+40	+39	+46 +21	+57	+73 +37	+98 +62	+144 +108	--	--	+179 +140	+204 +160	315	355
																+224 +170	355	400
±10	±13.5	±20	±31.5	+25	+32 +5	+45	+43	+50 +23	+63	+80 +40	+108 +68	+166 +126	--	--	+199 +160	+224 +180	400	450
																+244 +190	450	500

6. วิธีการบอกค่าความหยาบของผิวงาน

รอบ ๆ ตัวเรา เช่น พื้นผิวตัวถังของรถยนต์ มีความจำเป็นที่ต้องมันวาวเพื่อความสวยงาม แต่ในห้องเครื่องยนต์มีพื้นผิวหยาบๆ ก็เพียงพอ แต่ถ้าตัวถังรถยนต์มีพื้นผิวหยาบๆ ก็ถูกจัดเป็นข้อเสีย ในทางกลับกันถ้าต้องทำให้ห้องเครื่องยนต์ มีความมันวาวก็ไม่จำเป็น เป็นการสูญเสียเปล่า

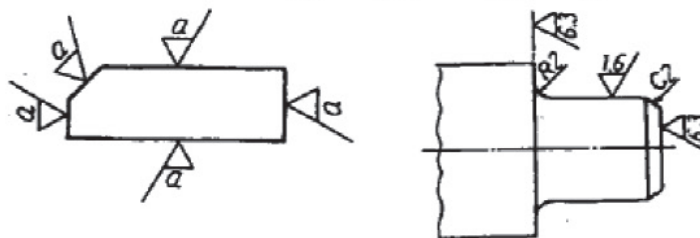
ชั้นส่วนทางกลก็เช่นกัน เมื่อเราผลิตชิ้นงาน ถ้าพื้นผิวของชิ้นงานต้องการพื้นผิวในลักษณะใด ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดไว้ในแบบ ในบทนี้เราจะศึกษาถึงการกำหนดสภาพของพื้นผิวงานบนแบบ

6-1 การกำหนดสภาพการผลิต

การแสดงลักษณะผิวบนแบบ ก่อนอื่นต้องรู้ก่อนว่าพื้นผิวนั้นต้องใสหรือเปล่า หรือเป็นวัตถุเดิมๆ ตารางข้างล่างเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในการชี้บ่งพื้นผิว

	ไม่จำเป็นต้องทำผิว (ทำผิวหรือไม่ก็ได้)
	จำเป็นต้องทำผิว (ไม่ทำผิวไม่ได้)
	หatched

กำหนดสัญลักษณ์บนด้านที่ต้องการกำหนดตามภาพ



6-2 การกำหนดความหยาบของพื้นผิว

ชิ้นงานนั้น ต้องแสดงสภาพของการผลิตเท่าพื้นผิวด้วย บางกรณีที่ต้องทำพื้นผิวให้เรียบมันวาว และต้องกำหนดว่าพื้นผิวต้องการความมันวาวเท่าไรโดยใช้ตัวเลขเป็นตัวกำหนด



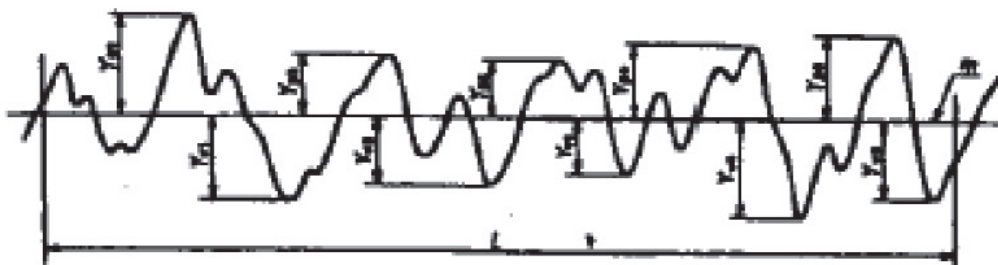
ดังภาพข้างบน พื้นผิวที่มองเห็นความจริงแล้วเมื่อขยายออกมาหลายเท่าพื้นผิวนั้นไม่เรียบมีรอยหยักมากมาย ขนาดความหยาบของพื้นผิวมีตั้งแต่ระยะทางต่อเนื่องของภูเขา(ยอดสุด) ถึงก้นเหว(ต่ำสุด) หมายความว่ากรณีต้องการผิวเรียบขึ้นต้องให้ระยะทางตั้งแต่สูงสุดจนถึงต่ำสุดน้อยที่สุด กรณีผิวหยาบก็ต้องการระยะทางระหว่างภูเขาถึงเหวต่ำสุด

การกำหนดความหยาบของพื้นผิวมีวิธีการกำหนดระยะทางระหว่างภูเขาถึงหุบเหว ตามนี้

- (1) ความหยาบเฉลี่ยเรขาคณิต (R_a) (2) ความหยาบโดยเฉลี่ย 10 จุด (R_z) (3) ความหยาบสูงสุด (R_y)
 (4) ระยะเฉลี่ยของ 凹凸 (S_m) (5) ค่าเฉลี่ยของความสูงช่วงหนึ่ง (S) (6) อัตราส่วนน้ำหนักต่อความยาว (t_p)

ในที่นี้จะอธิบายวิธีการแสดงความหยาบเฉลี่ย 10 จุด (R_z) ตามวิธีการของ DDS

ในความยาวตายตัว (เรียกว่าความยาวมาตรฐาน) ระยะทางระหว่างเส้นเฉลี่ยของภูเขาสูงสุด 5 จุด และหุบเหวที่หยาบที่สุด 5 จุด มีหน่วยเป็น μm (ไมโครเมตร)



6-3 มาตรฐานความหยาบของพื้นผิว

การกำหนดขนาดความหยาบของพื้นผิว เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการกำหนดตัวเลขที่หลากหลายเกินไปจึงมีการกำหนดความหยาบ เช่น 6.3z หมายถึง ความหยาบเฉลี่ยของจุดสูงสุดและต่ำสุดอยู่ภายใน $6.3 \mu m$

ความหยาบเฉลี่ย 10 จุด R_z	ความหยาบเฉลี่ย 10 จุด ตาม DDS กำหนดไว้ดังตาราง
0.05z	
0.1z	
0.2z	
0.4z	
0.8z	
1.6z	
3.2z	
6.3z	
12.5z	
25z	
50z	
100z	
200z	
400z	

วิธีการกำหนดความหยาบของพื้นผิวแต่ละประเทศก็มีวิธีการกำหนดแตกต่างกันใน ISO นั้น แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ความสูงที่สุด (Rmax) ,ความหยาบเฉลี่ย 10 จุด (Rz) ,ความหยาบเฉลี่ยเส้นส่วนกลาง (Ra) แต่นานาชาติมักนิยมใช้ ความหยาบเฉลี่ยส่วนกลาง ANSI ก็ใช้ Ra

แต่ DMS ใช้ความหยาบเฉลี่ย 10 จุด ส่วน DMS ฉบับเก่าจะใช้สัญลักษณ์ ($\nabla \cdot \nabla \nabla$) ดังนั้นจึงมีความสำคัญที่จะต้องเข้าใจถึงความแตกต่างนี้

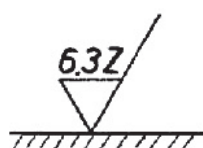
ตารางที่ 7 ตัวเลขการแบ่งประเภทความหยาบ, ความยาวมาตรฐาน, ค่า Cut Off

Rmax		Rz		Ra		สัญลักษณ์
ขนาด [μ]	ความยาว [mm]	ขนาด [μ]	ความยาว [mm]	ขนาด [μ]	ค่า Cut Off [mm]	
(0.05S)	0.25	(0.05Z)	0.25	(0.0125a)	0.8	$\nabla \nabla \nabla \nabla$
0.1S		0.1Z		0.025a		
0.2S		0.2Z		0.05a		
0.4S		0.4Z		0.10a		
0.8S		0.8Z		0.20a		
1.6S	0.8	1.6Z	0.8	0.40a		$\nabla \nabla \nabla$
3.2S		3.2Z		0.80a		
6.3S		6.3Z		1.6a		
12.5S	2.5	12.5Z	2.5	3.2a		$\nabla \nabla$
(18S)		(18Z)				
25S		25Z		6.3a		∇
(35S)	8	(35Z)	8			
50S		50Z		12.5a		
(70S)		(70Z)				
100S		100Z		25a		
(140S)	—	(140Z)	—			—
200S		200Z		(50a)		
(280S)		(280Z)				
400S		400Z		(100a)		
(660S)		(660Z)				

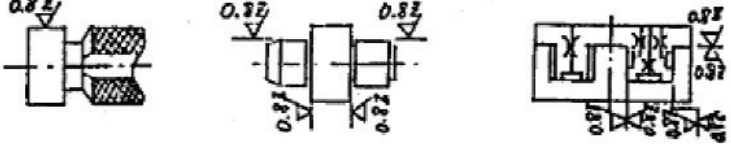
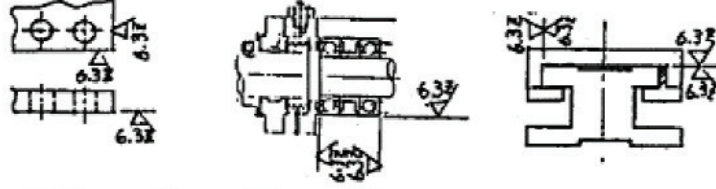
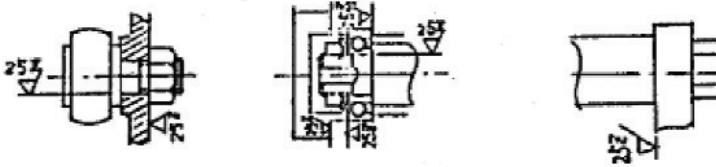
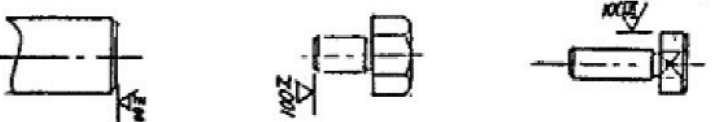
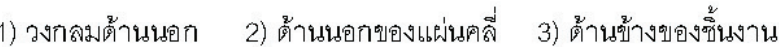
(ระวัง) ค่าในวงเล็บ จะไม่ใช่ ถ้าไม่จำเป็น

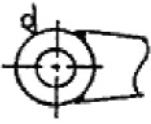
การกำหนดในแบบ (Drawing) แสดงโดยเขียนสัญลักษณ์ตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดง Rz



ค่าความหยาบพื้นผิวตามลักษณะการใช้งานของชิ้นส่วนทางกล

การเขียน	สัญลักษณ์	มาตรฐานการเลือก	ตัวอย่างการใช้งาน
ชิ้นงานระดับสูงมาก		ด้านที่ลำเร็ว ต้องมีความ แม่นยำสูง เที่ยงตรงสูง	ภาพที่ 1 1) ด้านวัดเกจ 2) ตำแหน่ง Pin ของ Jig 3) ด้านส่วนแม่นยำสูง 
ชิ้นงานระดับสูง		ด้านที่ท่า ลำเร็วต้องมี ความแม่นยำ เที่ยงตรงและ อ้างอิง ขบวนการ	ภาพที่ 2 1) ด้านประกอบอ้างอิง 2) ด้านประกอบของ spindle เผลา 3) ด้าน Slide 
ชิ้นงานระดับกลาง		มีการ ประกอบขึ้น รูปกับด้าน คร่าวๆ และ อ้างอิง ขบวนการ	ภาพที่ 3 1) ด้านข้างของ Nut 2) ด้านประกอบเพลลา 3) ด้านประกอบ 
ชิ้นงานระดับล่าง		จำเป็นต้อง ขึ้นรูปไม่ ต้องการ ความ เที่ยงตรง	ภาพที่ 4 1) ปลายของเพลลา 2) ปลายของ Bolt 3) ขนาดของหัว 
		No Finishing	ภาพที่ 5 1) วงกลมด้านนอก 2) ด้านนอกของแผ่นคลี่ 3) ด้านข้างของชิ้นงาน 

ไม่มีมาตรฐาน	✓	Raw Surface				
--------------	---	-------------	---	--	---	---

7. ค่าความเผื่อทางเรขาคณิต

การที่เราจะผลิตชิ้นงาน ทรงเหลี่ยม ทรงกลม และอื่นๆ ไม่ว่าจะใช้เครื่องจักรอะไร รั้วมัดระวังเพียงใด พยายามเท่าไร การที่จะผลิตให้ได้ชิ้นงานที่มีความถูกต้อง 100% นั้นเป็นไปได้ไม่ได้ การทำมุมฉาก ระนาบ ก็เช่นเดียวกัน แต่ทว่าบางชิ้นงานก็มีความจำเป็นที่ต้องผลิตให้มีรูปร่างถูกต้องเที่ยงตรง กรณีอย่างนี้เราต้องใช้ค่าความเผื่อทางเรขาคณิต ค่าความเผื่อทางเรขาคณิตหมายถึง การเขียนแบบที่มีรูปร่าง (ทรงกลม ทรงระนาบ เป็นต้น) ทิศทาง (มุมฉาก แนวขนาน เป็นต้น) ตำแหน่ง (ตำแหน่งของรู เป็นต้น) ในบทนี้เราจะศึกษาถึง สัญลักษณ์ประเภทที่สำคัญของค่าความเผื่อทางเรขาคณิต และสัญลักษณ์รวมถึงวิธีการกำหนด (แสดง) บนแบบ

7-1 ประเภทของค่าความเผื่อทางเรขาคณิต

ค่าความเผื่อทางเรขาคณิตมีหลายประเภท ตารางข้างล่างนี้แสดงชื่อและสัญลักษณ์ (ความหมาย) คำจำกัดความของค่าความเผื่อทางเรขาคณิตหลัก

ประเภท	สัญลักษณ์	คำจำกัดความ
ที่เกี่ยวกับรูปร่าง	เส้นตรง	ความผิดเพี้ยนระหว่างเส้นตรงตามอุดมคติกับส่วนของเส้นตรง
	ระนาบ	ความผิดเพี้ยนระหว่างแนวระนาบตามอุดมคติกับส่วนที่เป็นแนวระนาบ
	วงกลม	ความผิดเพี้ยนของวงกลมกับส่วนที่เป็นวงกลม
	ทรงกระบอก	ความผิดเพี้ยนของทรงกระบอกกับส่วนที่เป็นทรงกระบอก
ที่เกี่ยวกับทิศทาง	เส้นขนาน	เส้นตรงหรือแนวระนาบที่มีอีกส่วนหนึ่งมาขนานกับเส้นตรงหรือแนวระนาบนั้น
	มุมฉาก	เส้นตรงหรือแนวระนาบที่มีอีกส่วนหนึ่งมาตั้งฉากกับเส้นตรงหรือแนวขนานนั้น
ที่เกี่ยวกับตำแหน่ง	เพลลาเดียว	ความผิดเพี้ยนระหว่างเพลลาเดียวทางอุดมคติกับเพลลาเดียวจริง
	สมมาตร	ระดับของความสมมาตรของส่วนที่มีความสมมาตรกัน

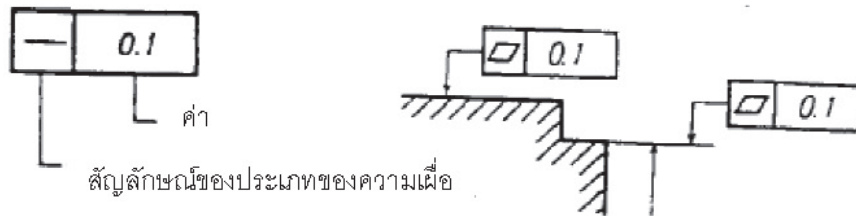
	ความล้นโคลน		ขอบเขตของการล้นโคลนของการหมุ่นตามการหมุ่นของเพลลา
--	-------------	---	---

สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน
ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์
ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

7-2 วิธีการบอกค่าความเผื่อทางเรขาคณิต

(1) ค่าความเผื่อและสัญลักษณ์

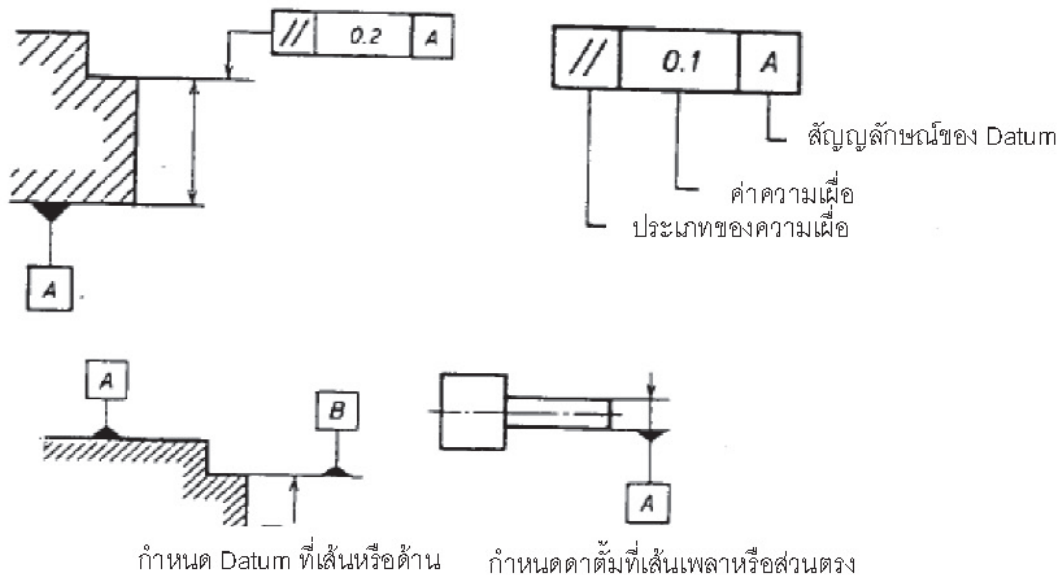
การแสดงค่าความเผื่อทางเรขาคณิตบนแบบ (Drawing) ทำได้โดยการเขียนสัญลักษณ์และค่าความเผื่อ (ขอบเขตที่ยอมให้ผิดเพี้ยน) ต่อไปนี้ ตัวอย่างตามรูปข้างล่าง ด้านที่มีลูกศรชี้หมายถึงด้านระนาบนี้ยอมให้ผิดเพี้ยนได้ภายใน 0.1 mm



(2) Datum

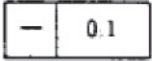
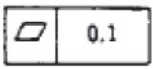
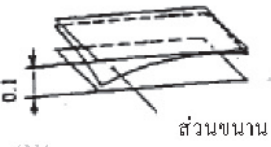
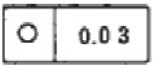
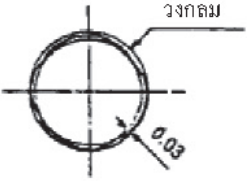
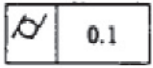
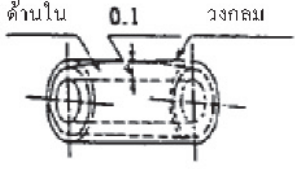
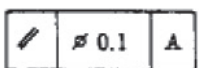
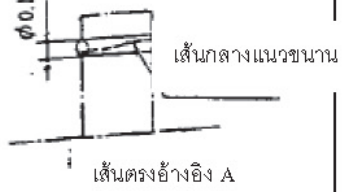
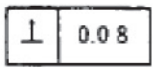
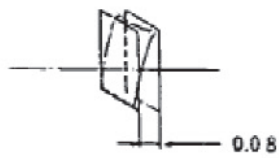
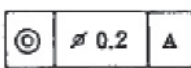
ในค่าความเผื่อทางเรขาคณิต มีการแสดงค่าความเผื่อของแนวระนาบหรือเพลาดียวเป็นต้น เทียบกับจุดอ้างอิง กรณีนี้ต้องแสดงส่วนที่เป็นส่วนอ้างอิงในแบบ (Drawing) ด้วย ส่วนที่เป็นจุดอ้างอิงนี้ เรียกว่า Datum

การบอกค่าดัด้ม ทำได้ดังนี้ ตามตัวอย่างข้างล่างหมายความว่า ขณะที่ให้ด้าน A เป็นด้านอ้างอิง ด้านระนาบที่ลูกศรชี้ต้องอยู่ใน 0.2 mm



7-3 ความหมายของค่าความเผื่อทางเรขาคณิต

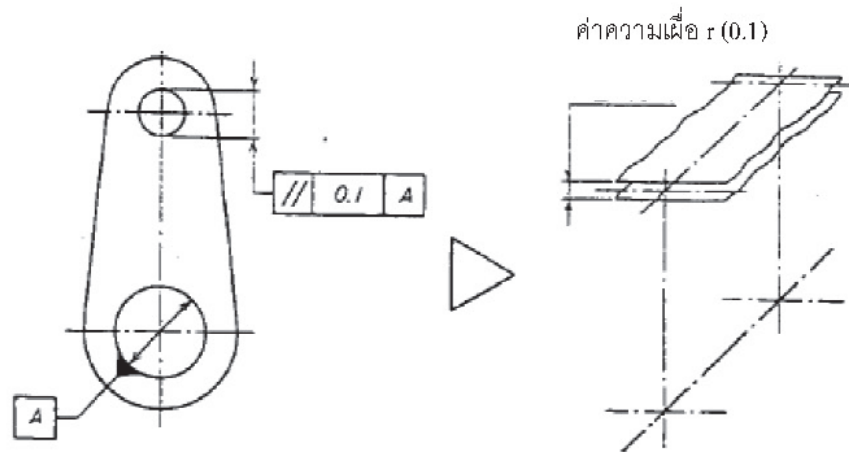
แสดงรายละเอียดตามตารางนี้

ลำดับ	สัญลักษณ์	อธิบายรายละเอียด		อธิบายภาพ
		ประเภท	รายละเอียด	
(1)		เส้นตรง	ผลิตชิ้นงานให้มีช่องว่างระหว่างแนวระนาบขนานกัน 2 อันให้มีระยะ 0.1 mm	
(2)		ระนาบ	ผลิตชิ้นงานให้มีช่องว่างระหว่างแนวระนาบขนานกัน 2 อันให้ส่วนเส้นขนานมีช่องว่าง 0.1 mm	
(3)		วงกลม	ผลิตชิ้นงานให้วงกลมสองวงมีส่วนต่างของรัศมีต่างกัน 0.03 mm	
(4)		ทรงกระบอก	ผลิตชิ้นงานให้ส่วนทรงกระบอกของเพลาดียว 2 อันมีส่วนแตกต่างของรัศมี 0.1 mm	
(5)		ขนาน	ผลิตชิ้นงานให้เส้นกลางขนานกับเส้นอ้างอิง A และมีช่องว่างของส่วนทรงกระบอก 0.1 mm	
(6)		มุมฉาก	ระนาบที่ตั้งฉากกันมีช่องว่างระหว่างด้านระนาบ 2 ระนาบ 0.08 mm	
(7)		เพลาดียว	เพลากลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 mm ซึ่งมีแนวแกนร่วมกันแกน A กับเพล่า	

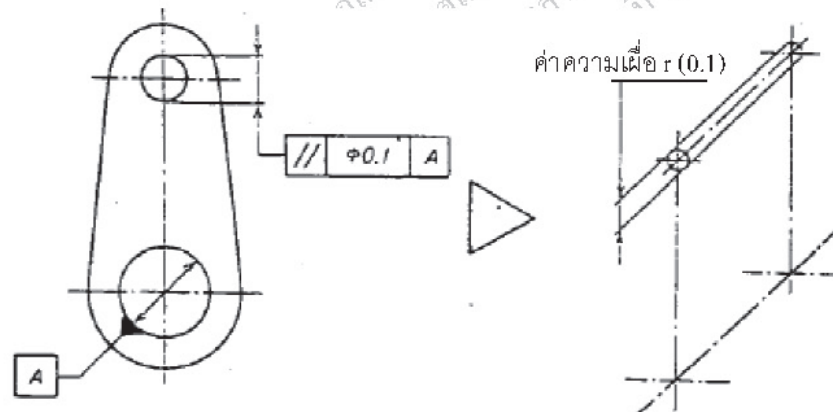
Note: ค่าความเผื่อ

ค่าความเผื่อหรือขนาดที่ยอมให้ผิดเพี้ยนจะเปลี่ยนแปลงตามตัวเลขที่แสดงไว้

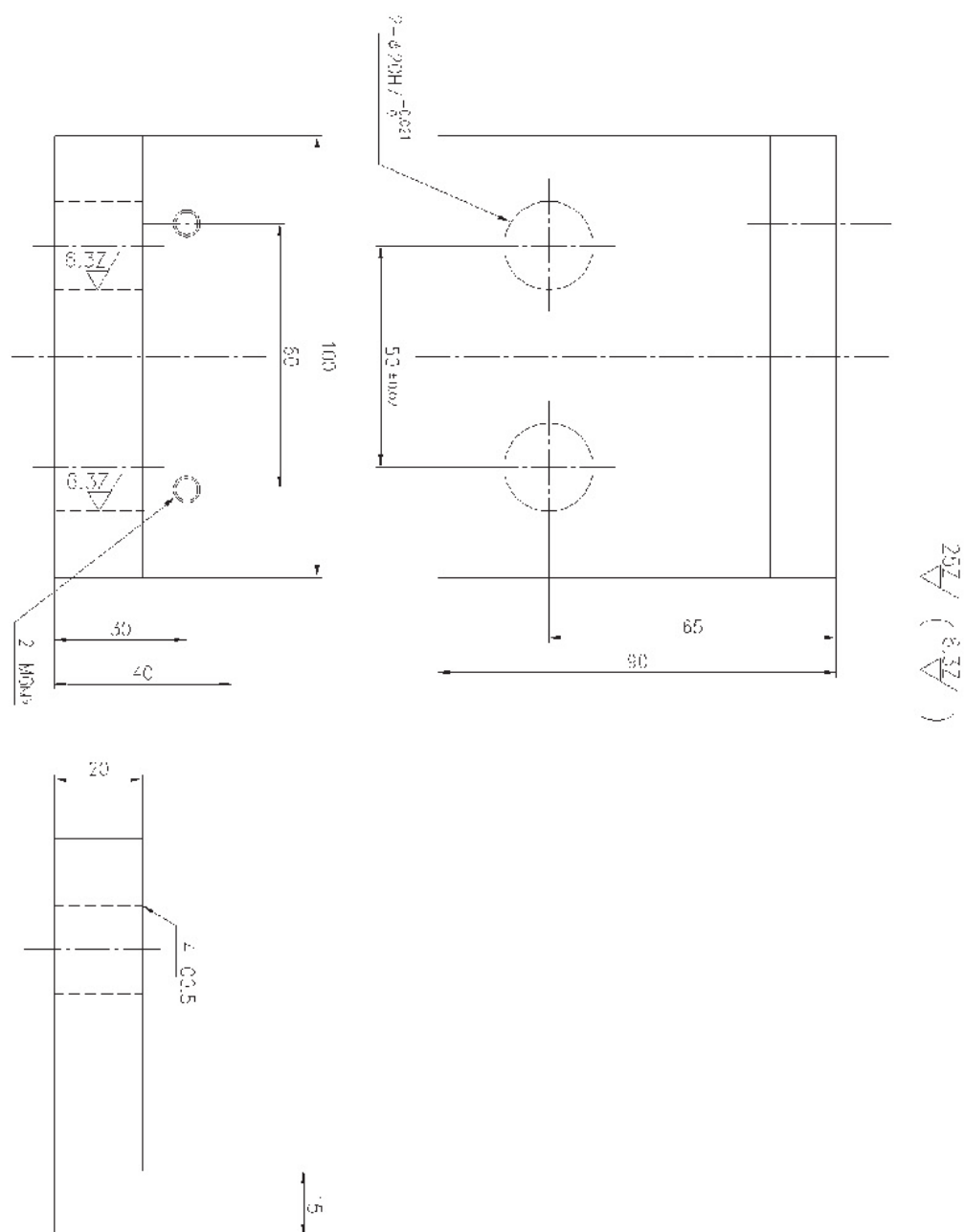
กรณีรูปข้างล่าง ระหว่างแนวระนาบ 2 แนวมีค่าความเผื่อ 0.1 mm



แต่ทว่า กรณีรูปข้างล่าง ค่าความเผื่อของเส้นผ่านศูนย์กลางในทรงกระบอกคือ 0.1 mm

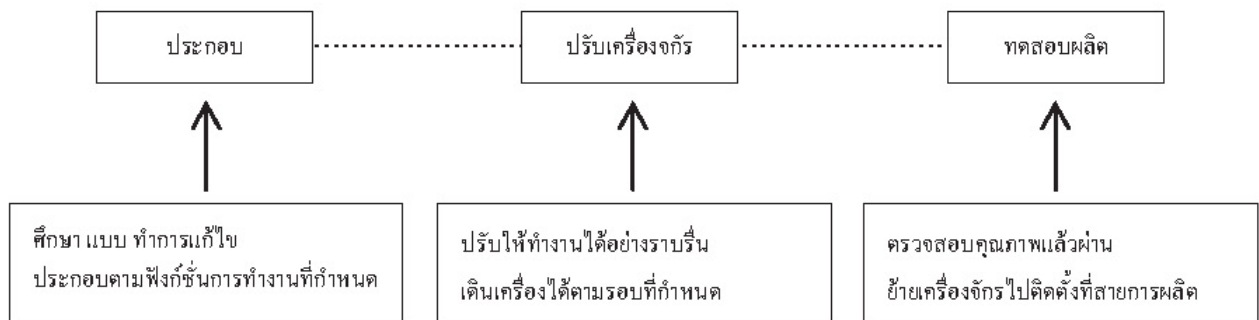


ตัวอย่างแบบ (Drawing) จริง



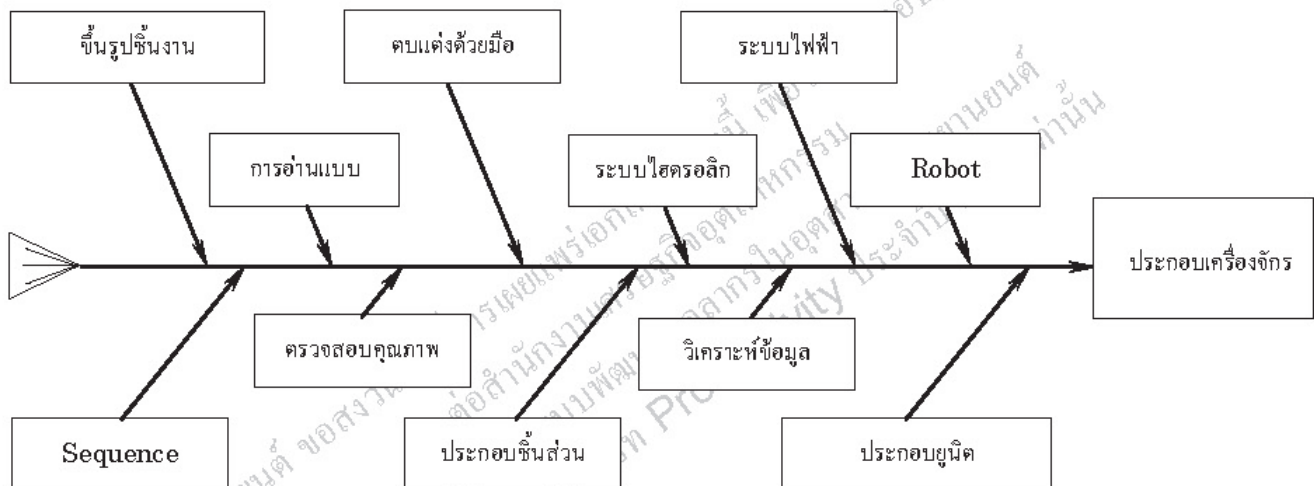
1. โครงสร้างการประกอบเครื่องจักร

1 – 1 โครงสร้างขั้นตอนการสร้างเครื่องจักรเฉพาะอย่าง



สามารถแสดงองค์ประกอบของการประกอบเครื่องจักรเฉพาะอย่างได้ตามภาพข้างล่างนี้

ในการฝึกอบรมนี้ จะเรียนในส่วนของ “การประกอบชิ้นส่วน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประกอบเครื่องจักร



1 – 2 วิธีการประกอบชิ้นส่วนเครื่องจักร

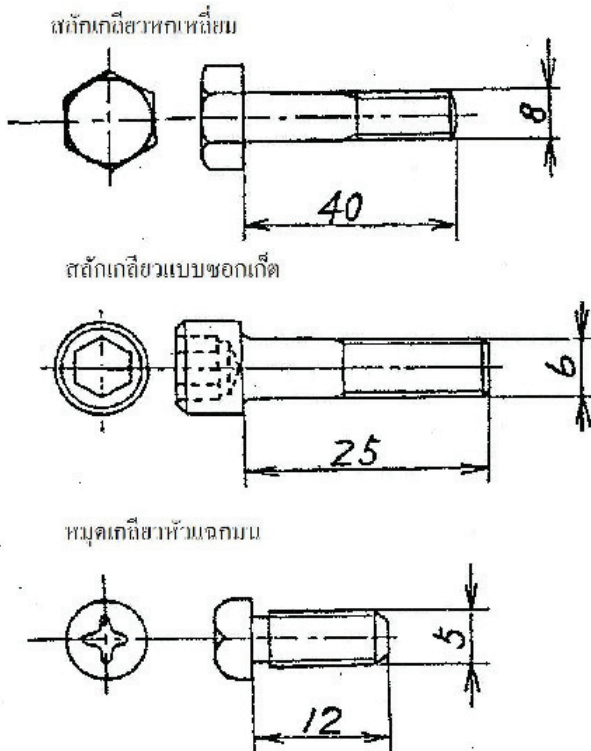
ในบรรดาวิธีการประกอบต่างๆที่ใช้ เป็นการประกอบด้วยการขันยัดถึง 90%

NO.	งานประกอบ	เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
1	ขันยัด	สลักเกลียว แป่นเกลียว หนูคเกลียว เป็นต้น
2	สวมประกอบ	key pin bush bearing seal เป็นต้น
3	ตอกยัด	หนูคยัด เป็นต้น
4	เชื่อมต่อ	เชื่อม(welding) บัดกรี เป็นต้น
5	ติดยัด	adhesive putty เป็นต้น
6	อื่นๆ	อีริง สแปนริง เป็นต้น

2. งานขันยึดสลักเกลียว

2-1 เกี่ยวกับสกรู

(1) ภาพสกรูชนิดต่างๆ



ชื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง(D) × ความยาว(L)

ตัวอย่าง M8 × 40

การใช้งาน : ใช้ขันยึดในบริเวณที่แคบๆ

ชื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง(D) × ความยาว(L)

ตัวอย่าง M6 × 25

การใช้งาน : ใช้งานทั่วไป

หัวสลักเกลียวจมลงไป

ชื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง(D) × ความยาว(L)

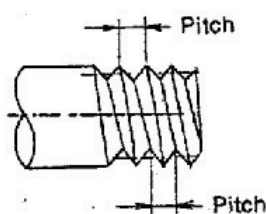
ตัวอย่าง M5 × 12

การใช้งาน : ในจุดที่ต้องการใช้แรงขันยึดเพียงเล็กน้อย

การยึดประกอบผ่านเหล็ก การติดสวิตช์

(2) ระยะพิทช์ของสกรู

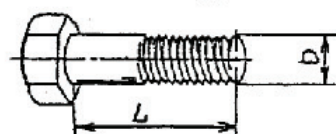
ระยะพิทช์ของสกรูมีค่ามาตรฐานที่กำหนดเอาไว้



ชื่อขนาด	ระยะพิทช์	ชื่อขนาด	ระยะพิทช์
M 3	0.5	M 8	1.25
M 4	0.7	M10	1.5
M 5	0.8	M12	1.75
M 6	1.0	M14	2.0

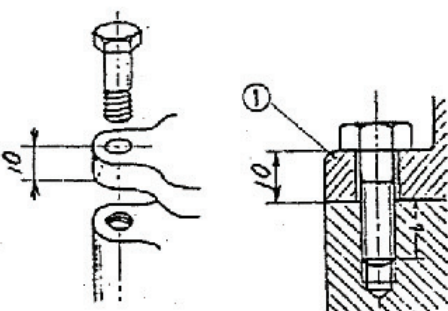
(3) การเลือกความยาว

การกำหนดความยาวของช่วงที่ขันยึดได้จริงของสลักเกลียว



เหล็ก : อย่างน้อยที่สุด ต้องมีความยาวเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว

อลูมิเนียม : อย่างน้อยที่สุด ต้องมีความยาวเป็น 1.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว



ตัวอย่างรูปซ้ายมือ

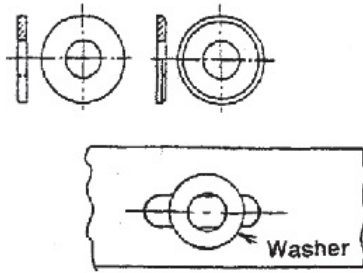
เหล็ก : $L \geq D + \text{ความหนาของชิ้นงาน} \textcircled{1}$

$$(L \geq 8 + 10)$$

อลูมิเนียม : $L \geq 1.5D + \text{ความหนาของชิ้นงาน} \textcircled{1}$

$$(L \geq 1.5 \times 8 + 10)$$

(4) การใช้แหวน (washer)



- ① กรณีที่เส้นผ่าศูนย์กลางของรูมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว
- ② กรณีที่ผิวหน้าฐานไม่เรียบ
- ③ กรณีที่ผิวหน้าฐานเป็นวัสดุที่มีความอ่อนตัว
- ④ กรณีที่รูเป็นรูยาว

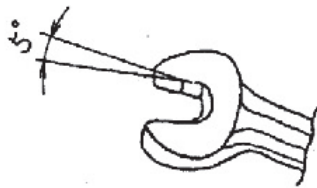
2-2 ข้อควรระวังขณะใช้เครื่องมือช่าง

(1) ตรวจสอบเครื่องมือ

ห้ามใช้เครื่องมือที่ชำรุดเสียหายเป็นอันขาด เนื่องจากจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด

① การสลับบริเวณปากประแจ

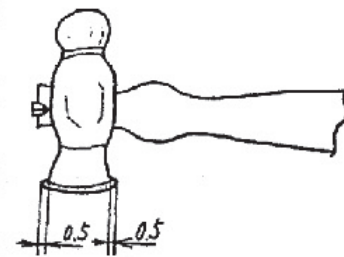
ต้องเปลี่ยนเมื่อความขนานของปากประแจด้านในเอียงเกิน 5° ขึ้นไป



② การตรวจเช็คค้อน

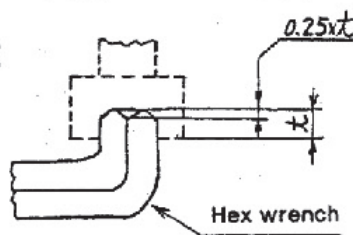
ค้อนค้อน ไม่มีรอยแตก

การเสียรูปของหัวค้อนไม่มากกว่า 0.5mm

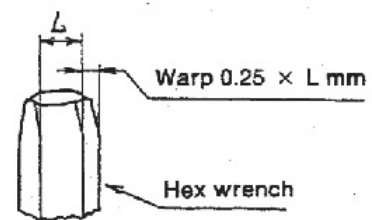


③ การสลับบริเวณปลายประแจหกเหลี่ยม

ต้องเปลี่ยนเมื่อสึกมากกว่า 25% ของระยะความลึกที่ใช้



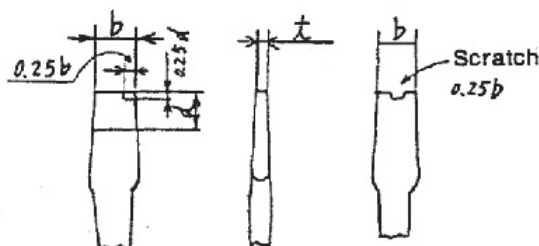
เปลี่ยนเมื่อส่วนหัวบิดตัวมากกว่า 25% ของความยาวด้านเหลี่ยม 1 ด้าน



④ ไขควง

ตรวจสอบรอยขีดข่วนที่ด้านปลาย การสึกหรอของความลึก (a) ความกว้าง (b) ความหนา (t)

เปลี่ยนเมื่อสึกมากกว่า 25% ของขนาดที่ใช้งานจริง



⑤ ตรวจสอบเครื่องมือไฟฟ้า

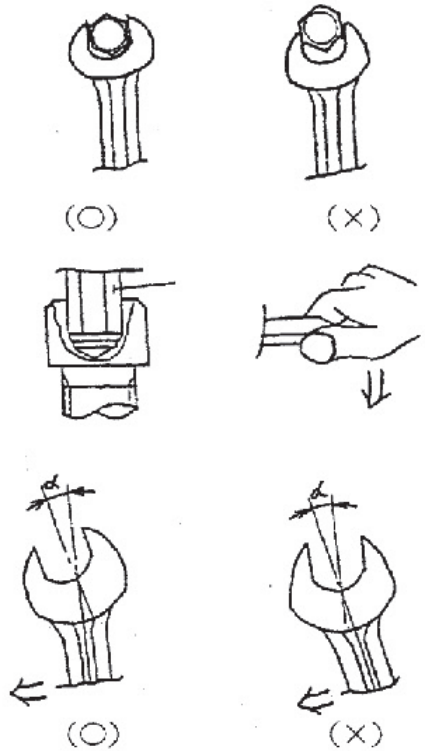
ให้ซ่อมแซมเมื่อพบการชำรุดของสายไฟ

ใช้เครื่องมือที่ต่อสายดิน

ถอดปลั๊กทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน

สายไฟไม่บิดงอ

(2) การขันสลักเกลียว



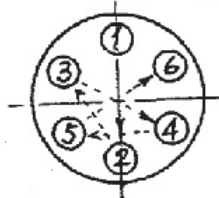
- ① ใช้ประแจ(spanner), แห้งประแจ(wrench)ให้ตรงตามมาตรฐาน
- ② เวลาใช้ประแจ, แห้งประแจให้สอดลึกถึงข้างในสุด
- ③ ขันโดยหมุนเข้าหาตัว
- ④ ประแจต้องดูด้านที่จะใช้ให้ถูกต้อง
- ⑤ ยืนให้มั่นคง ไม่มีการล้มถึงแม้เครื่องมือเกิดหลุดจากมือก็ตาม

(3) ขั้นตอนการขันสลักเกลียว

เวลาขันสลักเกลียวให้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้.....เพื่อจะได้แรงบิดที่สมดุลย์

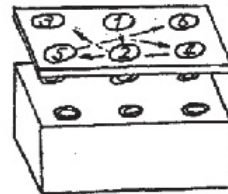
① การขันยึดวัสดุทรงกลม

ขันตามลำดับ 1~6



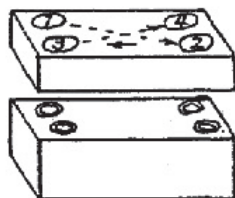
② การขันยึดแผ่นเหล็ก

ขันตามลำดับ 1~6.....ป้องกันแผ่นเหล็กโก่งงอ



③ การขันยึดวัสดุทรงเหลี่ยม

ขันตามลำดับ 1~4



จุดสำคัญของการขันยึด.....ไม่ขันยึดจนแน่นเสร็จในครั้งเดียว

ดูตำแหน่งว่าถูกต้องแล้วขันยึดชั่วคราว

ตรวจสอบความต่างระดับของการยึดประกอบ

ขันยึดให้แน่นหนา

2 – 3 แรงบิด(ค่าทอร์ก)ในการขันยึด

(1) แรงบิดในการขันสลักเกลียว

① แรงบิดในการขันยึดมีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน

แรงบิดในการขันไม่เพียงพอ : เกิดการหลวม

แรงบิดในการขันมากเกินไป : เกิดความเสียหายในส่วนเกลียวและหัวสลักเกลียว

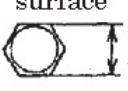
(หมดเกลียว จะชำรุดเสียหายในส่วนหัวมากเป็นพิเศษ จึงต้องระมัดระวัง)

② แรงบิดในการขันยึดกับขนาดของประแจ, แท่งประแจที่ใช้

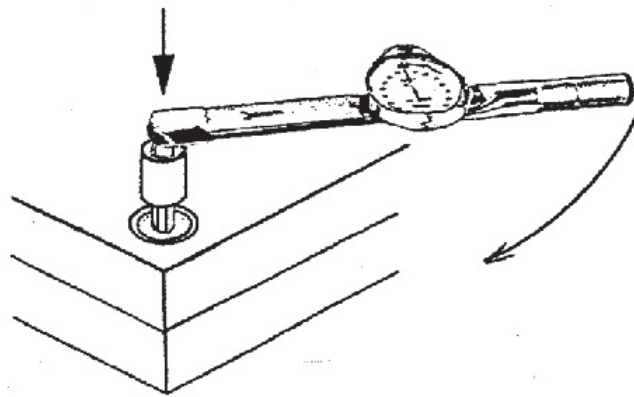
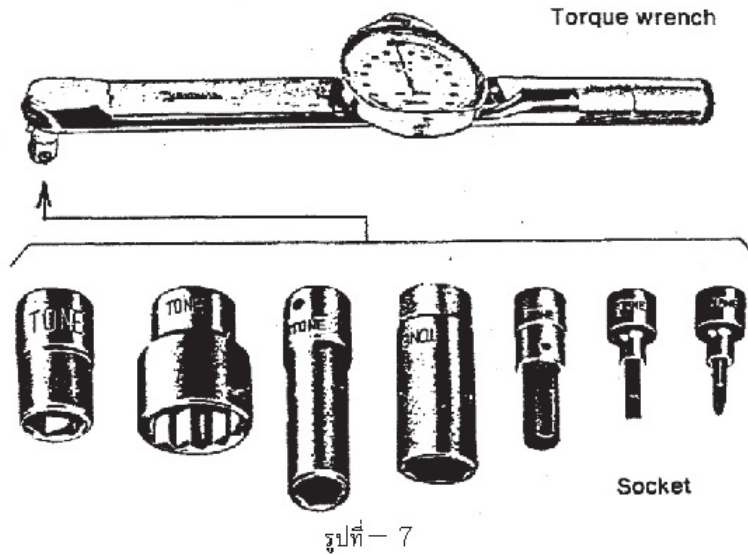
(a) แรงบิดในการขันยึดวัสดุโลหะ

ชื่อขนาด	สลักเกลียวหกเหลี่ยม	สลักเกลียวแบบซอกเก็ต	หมุดเกลียวหัวแบนมน	แป้นเกลียว
M 3	1.47 N · m	1.96 N · m	0.49 N · m	2.45 N · m
M 4	1.96 N · m	4.90 N · m	0.98 N · m	5.39 N · m
M 5	3.92 N · m	9.81 N · m	1.47 N · m	8.04 N · m
M 6	6.67 N · m	15.69 N · m	1.96 N · m	9.90 N · m
M 8	16.67 N · m	39.23 N · m	—	23.73 N · m
M10	32.36 N · m	78.45 N · m	—	47.07 N · m
M12	56.88 N · m	137.29 N · m	—	81.40 N · m
M14	90.22 N · m	215.75 N · m	—	137.30 N · m

(b) แรงบิดในการขันยึดอลูมิเนียมและเหล็กหล่อ

ชื่อขนาด	สลักเกลียวแบบซอกเก็ต		ความกว้างของสลักเกลียว	ความกว้างของแท่งประแจ
	อลูมิเนียม	เหล็กหล่อ	surface 	surface 
M 3	1.96 N · m	1.96 N · m	5.5mm	2.5mm
M 4	2.94 N · m	4.90 N · m	7mm	3mm
M 5	5.88 N · m	9.81 N · m	8mm	4mm
M 6	7.85 N · m	15.69 N · m	10mm	5mm
M 8	15.69 N · m	34.32 N · m	13mm	6mm
M10	33.34 N · m	71.59 N · m	16 · 17mm	8mm
M12	51.98 N · m	93.16 N · m	18 · 19mm	10mm
M14	94.14 N · m	176.52 N · m	21 · 22mm	12mm

(2) การตรวจเช็คแรงบิดในการขันยึด



- ① ในการตรวจเช็คแรงบิด ให้ใช้ประแจวัดแรงบิด (torque wrench) กับชอกเก็ต (socket)

รูปที่ - 7

- ② ต้องใช้ชอกเก็ตที่เหมาะสมกับชนิดและขนาดของสกรู

รูปของหัวสลักเกลียวเสียรูป

- ③ สวมชอกเก็ตเข้าไปบนหัวสลักเกลียวจนสุด หากหลุดออกมาในขณะที่ออกแรงบิด จะทำให้รูปของสลักเกลียวเสียรูป

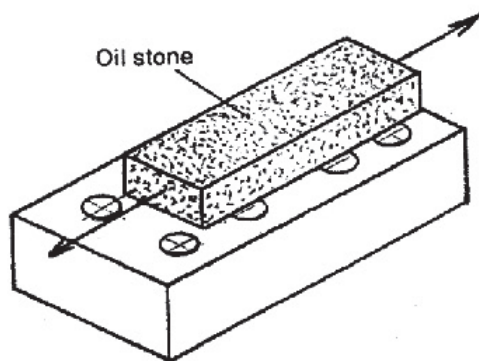
- ④ หมุนประแจวัดแรงบิดไปในทิศทางของการขันสกรู

รูปที่ - 8

- ⑤ หากสลักเกลียวไม่ขยับ ในระหว่างค่าแรงบิดที่กำหนด ให้ถือว่าได้ขันด้วยแรงบิดที่เหมาะสม ค่าแรงบิดที่กำหนดให้อ้างอิงจาก 2-3 “แรงบิดในการขันยึด”

2 – 4 จุดสำคัญในการปฏิบัติงาน งานขันสกรู

(1) ลบครีบนั่นที่จะขันสกรู



รูปที่ – 1

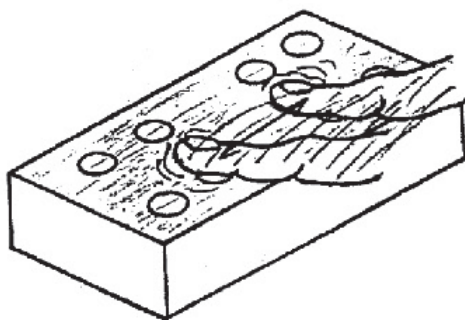
ขัดด้านที่จะขันสกรูด้วยหินน้ำมันเบาๆ

รูปที่ – 1

※ ให้เลือกชนิดของหินน้ำมัน ตามความหยาบของผิวด้านที่จะขันสกรู

สำหรับด้านเจีย (grinding) และด้านตกแต่ง (finishing)
ใช้หินน้ำมันสีขาว

(2) ทาน้ำมันบนผิวด้านที่จะขันสกรู



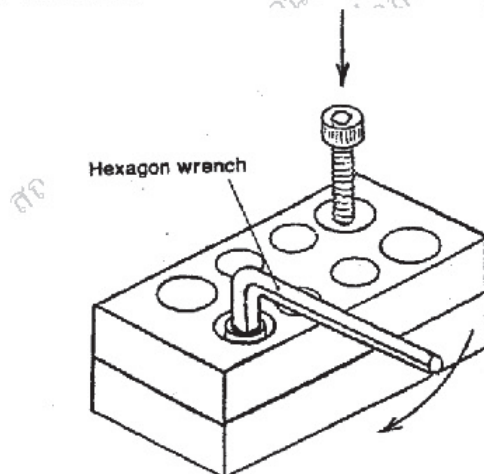
รูปที่ – 2

ทาน้ำมันกันสนิมบนด้านที่จะขันสกรูบางๆ ให้ทั่ว

รูปที่ – 2

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันสนิมและให้ปฏิบัติงานประกอบ ได้ง่ายขึ้น

(3) ขันยึดชั่วคราว



รูปที่ – 3

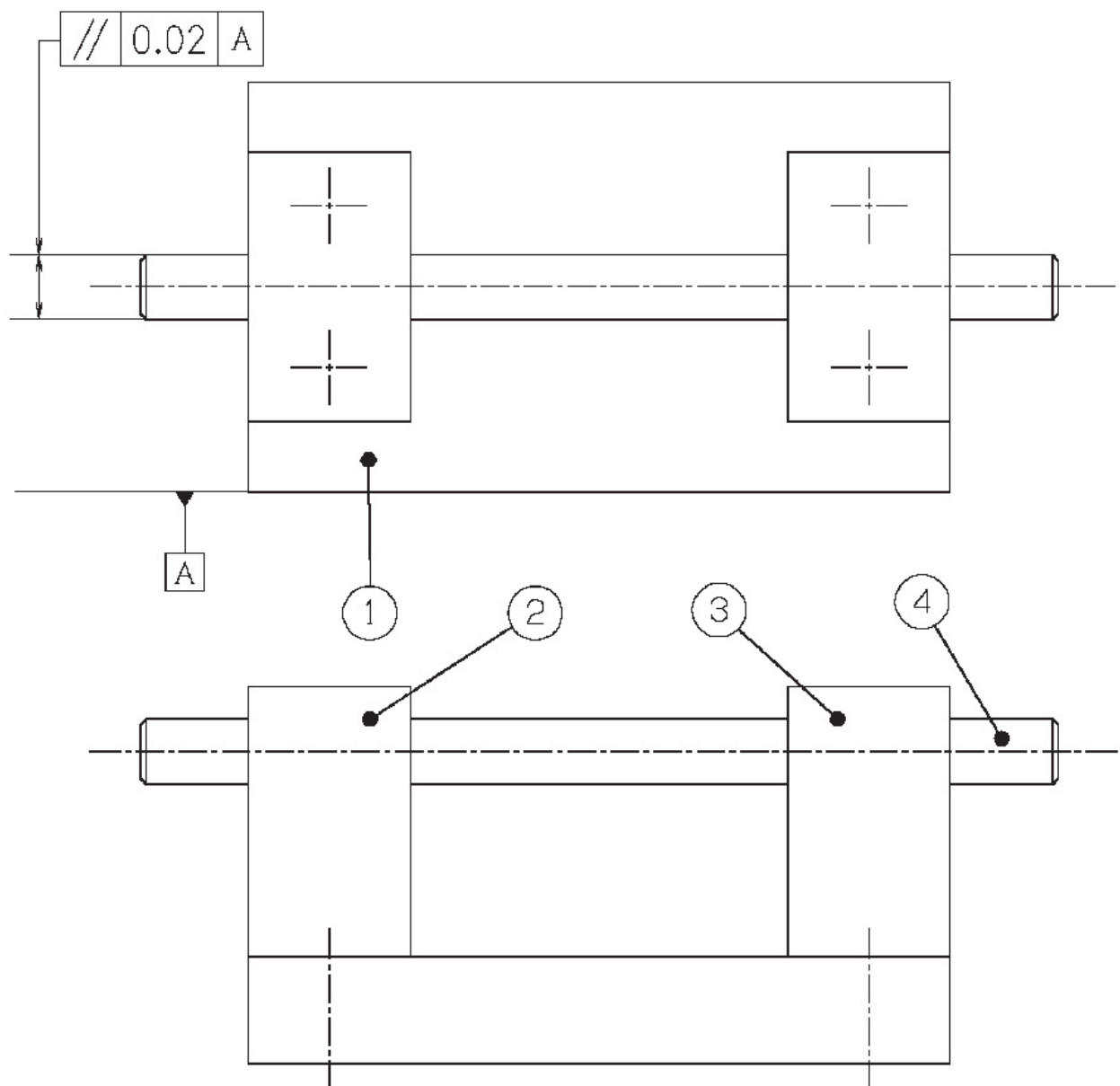
- ① ซ้อนชิ้นงานประกบกัน
- ② ใส่สลักเกลียวลงไปในแต่ละรู
- ③ ใช้ประแจหกเหลี่ยมหมุนสลักเกลียวลงไปจนกระทั่งแตะสัมผัสกับผิวของฐาน

ถ้าขันยึดแน่นแล้วจะไม่สามารถแก้ไขระดับที่ต่างกันได้

4. การหาศูนย์ของ *arbor* ในแนวราบ

จงประกอบชิ้นงาน ①ถึง④ และปรับแต่งตามที่แบบแปลนระบุ

หลังจากประกอบแล้ว ชิ้นงาน ④จะต้องเลื่อนไปมาได้อย่างราบรื่น (เมื่อตั้งแนวตั้ง จะต้องตกลงมาด้วยน้ำหนักของตัวเอง)



ในขณะที่ทำการปรับแต่ง การจะรู้ได้ว่าจะยึดตรงไหนเป็นแกนฯ และจะต้องปรับส่วนไหนอย่างไรนั้น ก่อนอื่นควรเริ่มจากการตรวจดูในแบบแปลนหรือสเปคของเครื่องจักร โดยปกติแล้วเครื่องจักรจะมีใบ “ตารางความละเอียดเชิงสถิติ” ดังรูปข้างล่างนี้ ซึ่งจะระบุเอาไว้ว่า ส่วนไหนจะต้องมีความละเอียดในระดับใด การตรวจวัดจะต้องปฏิบัติอย่างไร ผลการปรับแต่งในขั้นสุดท้ายจะต้องได้ค่าเท่าใด

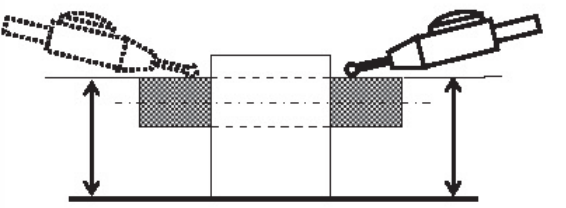
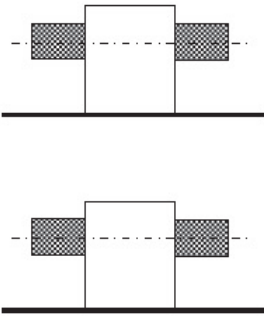
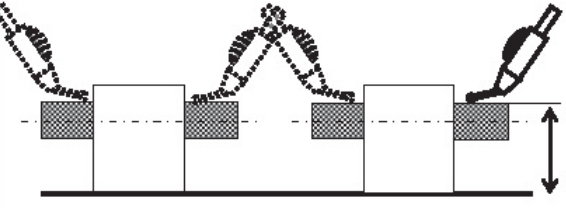
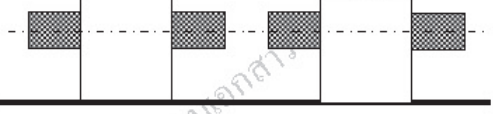
[ตัวอย่างหนึ่งของตารางความละเอียดเชิงสถิติ]

No.

経路：設計担当課→測定担当課→設計担当課（原紙5年保

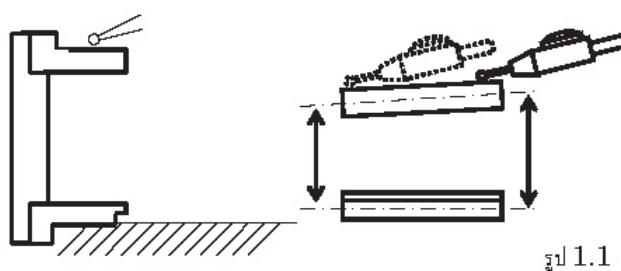
- ※ จงตรวจเช็คความละเอียดโดยเรียงลำดับจากจุดที่คิดว่าส่งผลกระทบต่อมากที่สุดก่อน
- ※ สมมติว่าความกลม ความโค้งของ arbor และระยะพิชิตรูดของเงินงาน①②③ อยู่ภายในค่าคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้

No.	ตรวจสอบความละเอียด(ตำแหน่งที่ตรวจสอบวัด)	ค่าตรวจสอบวัด
1	ความขนานของชิ้นงาน ① 	

No.	ตรวจความละเอียด(ตำแหน่งที่ตรวจวัด)	ค่าตรวจวัด
2	ความขนานของรูปของชิ้นงาน ② กับชิ้นงาน ③ (เอียง)  ※ ตรวจวัดโดยใช้แท่งเหล็กสอดเข้าไป	
3	ความสูงของรูปของชิ้นงาน ② กับชิ้นงาน ③ 	

4 – 2 : เรียนรู้แรงบิดขันยึดชั่วคราวในตอนปรับแต่ง

ในขณะที่ทำการปรับแต่งชิ้นงานบนล่างให้ขนาดกันดังรูป 1.1 ซึ่งจะต้องให้ชิ้นงานอยู่ในสภาพที่ยึดติดกัน และค่อยๆ ขยับเคลื่อนไปที่ละเล็กละน้อย



รูป 1.1

ในการขันยึดสลักเกลียวนี้

ขันแน่นจนเกินไป → ไม่สามารถขยับได้

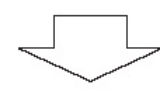
ขันแน่นไม่เพียงพอ → ร่วงหล่น หรือเอียงด้วยน้ำหนักของตัวเอง

↓

เกิดความสูญเสียมาก

หากรู้สึกวว่าชิ้นงานไม่ขยับ ก็ให้ผ่อนแรงลงหน่อย หากรู้สึกวว่าจะเอียงด้วยน้ำหนักของตัวเอง ก็ให้ออกแรงมากขึ้นหน่อย

(แตกต่างกันไปตามขนาดและจำนวนของสลัก, ขนาดความใหญ่ของวัสดุด้วย)

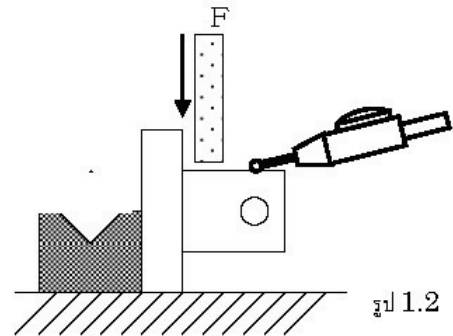


ประสิทธิภาพงานการปรับแต่งจะดีขึ้น ด้วยเพียงแต่ทำให้แรงบิดที่ใช้ขันยึดชั่วคราวเป็นแรงบิดที่เหมาะสม

แบบฝึกหัด 1 : เรียนรู้ความรู้สึกรู้สึกของการขันยึดชั่วคราว

จงเรียนรู้แรงบิดขันยึดชั่วคราวในระดับที่เมื่อกระแทกลงไป 1 ครั้งจะสามารถ
ขันได้ 0.01mm

- ※ แรงระดับปล่อยแท่งของแรงตกลงมาจากระยะที่เหนือขึ้นไป 5~10 mm
แรงระดับไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดความเครียดขึ้น



4 – 3 : ขั้นตอนการหาศูนย์โดยพื้นฐาน

ขั้นตอนโดยพื้นฐานของการปรับแต่งการหาศูนย์ โดยรวมแล้วเป็นดังข้างล่างนี้

(※ อาจมีการสลับขั้นตอน และหรือแทรกงานอื่นเข้ามาได้ตามแต่สถานการณ์)

- ① กำหนดว่าจะยึดด้านไหนเป็นแกนซ์ และจะปรับด้านไหน
- ② ปรับแก้ตำแหน่งและทิศทางของด้านที่เป็นแกนซ์
- ③ ปรับแก้ตำแหน่งและทิศทางของด้านที่เป็นด้านปรับ

หัวข้อ 1 (ทำให้ง่ายไม่ซับซ้อน)

- ① ให้ด้านที่ต่ำกว่าเป็นด้านแกนซ์
- ② ทำด้านแกนซ์ให้ได้ขนาน
- ③ ปรับด้านที่สูงกว่าให้เท่ากับด้านแกนซ์

สำหรับวิธีการกำหนดว่าจะเอาด้านไหนเป็นแกนซ์นั้น ส่วนใหญ่แล้วจะใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

- ด้านที่ถูกกำหนดด้วยสเปค — ด้านที่ถูกระบุไว้ในแบบแปลนหรือสเปคว่าเป็นด้านแกนซ์
- ด้านที่ไม่สามารถปรับแก้ได้ — ตำแหน่งถูกกำหนดตายตัวไว้ที่ชิ้นงาน หากเคลื่อน(ตำแหน่งถูกขยับ)จะส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น เป็นต้น
- ด้านที่เงื่อนไขดี — ไม่คลอนแคลน มีความแม่นยำดีกว่า เป็นต้น

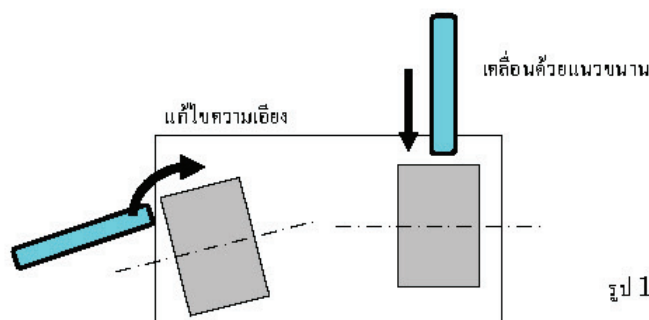
4 – 4 : วิธีการปรับแก้ด้วยการตรวจวัดโดยตรง (ด้านปลายเป็นแกนซ์)

ในการปรับแก้ ต้องตรวจเช็คขนาดที่จะเคลื่อนชิ้นงาน(ขนาดที่ควรจะต้องเคลื่อนออกไป)ไปพรางปรับแก้ไปพราง สำหรับวิธีการตรวจวัดดังกล่าวนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธี
คือ วิธีการตรวจวัดโดยตรงกับวิธีการตรวจวัดโดยอ้อม

- การตรวจวัดโดยตรง → ใช้เครื่องมือวัดที่ด้านแกนซ์ และตรวจวัดด้านปรับ โดยตรง (เป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปและแน่นอน)
- การตรวจวัดโดยอ้อม → เมื่อไม่สามารถตรวจวัดด้านปรับโดยตรงได้ ให้ตรวจวัดโดยใช้ส่วนอื่นเป็นสื่อกลาง

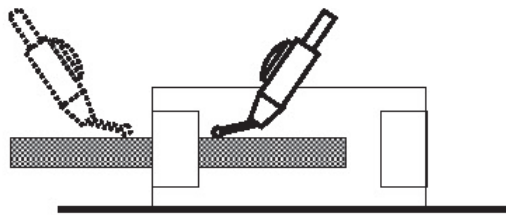
4 – 5 : ทิศทางการปรับและปริมาณที่ปรับ

เมื่อตรวจดูขนาดที่เคลื่อนของชิ้นงานแล้ว ก็ต้องปรับแก้ให้ได้ความละเอียดตามเป้าหมาย ในขั้นนี้ หากต้องการเคลื่อนขยับชิ้นงานไปด้วยแนวขนาน ก็ขยับไปด้วย
แนวขนาน และหรือหากต้องการ ให้เอียง ก็ขยับชิ้นงานให้เอียงไปในทิศทางนั้นๆ ผลงานจะออกมาดีหรือไม่ดี ก็อยู่ที่งานขั้นตอนนี้ว่าจะสามารถทำให้พอดีได้เพียงใด



แบบฝึกหัด 2 : ปรับแก้ให้ได้ขนาด

จงปรับแก้ความหนาของชิ้นงาน ② ให้อยู่ภายใน 0.01mm หลังจากปรับแก้แล้ว ให้ขันยึดด้วยแรงบิดในระดับที่ไม่หลวม



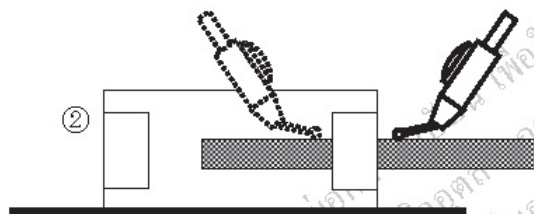
รูป 1.4

แบบฝึกหัด 3 : ปรับแก้ตำแหน่งของชิ้นงานด้านปรับ

จงปรับแก้ความหนาของชิ้นงาน ③ ให้อยู่ภายใน 0.01mm โดยยึดชิ้นงาน ② ที่ได้ขนาดแล้วเป็นเกณฑ์ และให้ค่าความหนาของชิ้นงาน ② (ในสภาพที่สอด arbor เข้าไป) อยู่ภายใน 0.02mm

※ ตรงจุดนี้ ชิ้นงาน ② เป็น “ด้านที่ยึดเอาไว้ในขณะที่ยึด” เพื่อความสะดวกจะเรียกว่า “ด้านเกณฑ์” แต่สุดท้ายแล้วด้านเกณฑ์ที่แท้จริงคือด้านชิ้นงาน

① ตามที่แบบแปลนระบุเอาไว้



รูป 1.5

4 – 6 : การหาศูนย์คร่าวๆโดยการใช้ความแม่นยำของ machining และการใช้ชิ้นงานอื่น

ในการแปรรูป จะมีการขัดหยาบกับตบแต่งละเอียด เช่นเดียวกับการหาศูนย์ก็มี “การหาศูนย์คร่าวๆ” กับการใช้เครื่องมือวัดหาเพื่อหาศูนย์จริง หากทำการหาศูนย์คร่าวๆไว้ก่อนที่จะนำเครื่องมือวัดมาหาวัดแล้ว จะทำให้การทำงานในภาพรวมทั้งหมดรวดเร็วขึ้น สำหรับวิธีการหาศูนย์คร่าวๆมีวิธีการดังต่อไปนี้

(※ มีเงื่อนไขว่า ชิ้นงานทุกชิ้นต้องถือว่าได้แปรรูปมาโดยมีค่าอยู่ภายในความคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้ ตามเกณฑ์ทั่วไป)

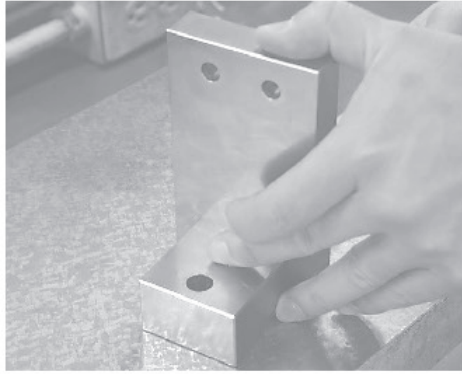
① ใช้ความแม่นยำของเครื่องจักรที่ได้จากตอนแปรรูปชิ้นงาน

- สลักเกลียวประกอบเข้ากับรู โดยอยู่ตรงกลางของรูพอดี → สามารถหาดำแหน่งได้
- ส่วนปลายของชิ้นงานประกบกันแล้วเสมอกัน เนื่องจากรูได้ถูกทำมาในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว → สามารถรักษาความหนาได้

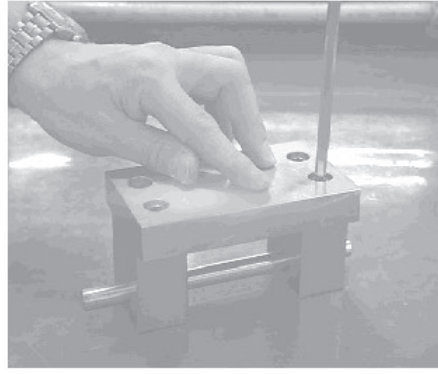
② ใช้ชิ้นงานอื่นเป็นอุปกรณ์ในการหาศูนย์

ปรับแต่งมุมฉากโดยใช้ความแม่นยำของเครื่องจักร

ปรับตำแหน่งโดยใช้ชิ้นงานที่เป็นคู่กัน

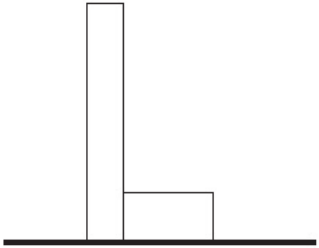
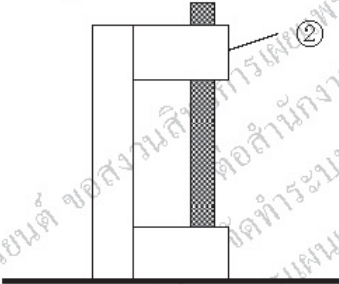
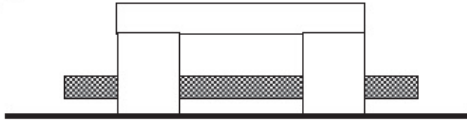
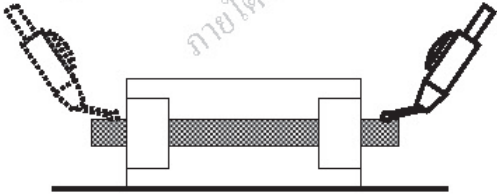
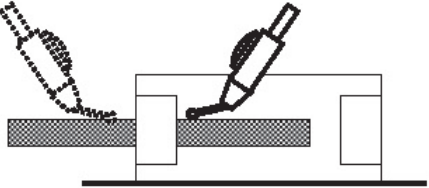


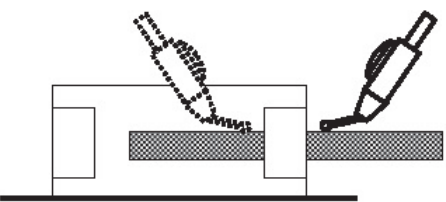
รูป 1.6



รูป 1.7

แบบฝึกหัด 4 : การประกอบโดยใช้ศูนย์ที่หาคร่าวๆ (ย่นเวลาในการทำงาน)

No.	ขั้นตอนการทำงาน	จุดที่สำคัญ
1	ประกอบชิ้นงาน ① กับ ② 	ประกอบด้านปลายเข้าหากันที่ได้ระดับและหาศูนย์คร่าวๆ
2	ประกอบชิ้นงาน ③ 	- ขันยึดชั่วคราวชิ้นงาน ③ ที่มี arbor สอดอยู่ - ขยับเลื่อน arbor ไปมา เพื่อให้เลื่อนสัมผัสได้ราบรื่น ในขณะเดียวกันก็ค่อยๆ ขันยึดให้แน่น - สามารถปรับตำแหน่งโดยใช้ชิ้นงาน ② (รูปข้างล่าง) 
3	วัดความสูงของ arbor 	วัด 2 จุดและให้ด้านที่เตี้ยกว่าเป็นด้านเกณฑ์
4	ด้านเกณฑ์ ปรับให้ขนาน (เหมือนกับแบบฝึกหัด 2) 	หลังจากปรับแล้วให้ขันยึดด้วยแรงบิดที่มากกว่าขันยึดชั่วคราว (ใช้ dial gauge วัดเพื่อรักษาความขนาน ขณะเดียวกันให้ค่อยๆ ขันยึดให้แน่น)

5	ด้านปรับ ปรับตำแหน่ง (เหมือนกับแบบฝึกหัด 3) 	เหมือนข้างบน
6	ตรวจสอบดูความละเอียดของด้านเกณฑ์และด้านปรับอีกครั้ง	

ให้ปรับประกอบอีกครั้งจากสภาพที่แยกเป็นชิ้นๆ และจับบันทึกเวลาลงในตารางด้านล่าง พยายามให้เวลาในการทำงานสั้นลงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการทำให้การหาศูนย์คว่ำๆทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ครั้งที่ 1	นาที	วินาที
ครั้งที่ 2	นาที	วินาที
ครั้งที่ 3	นาที	วินาที

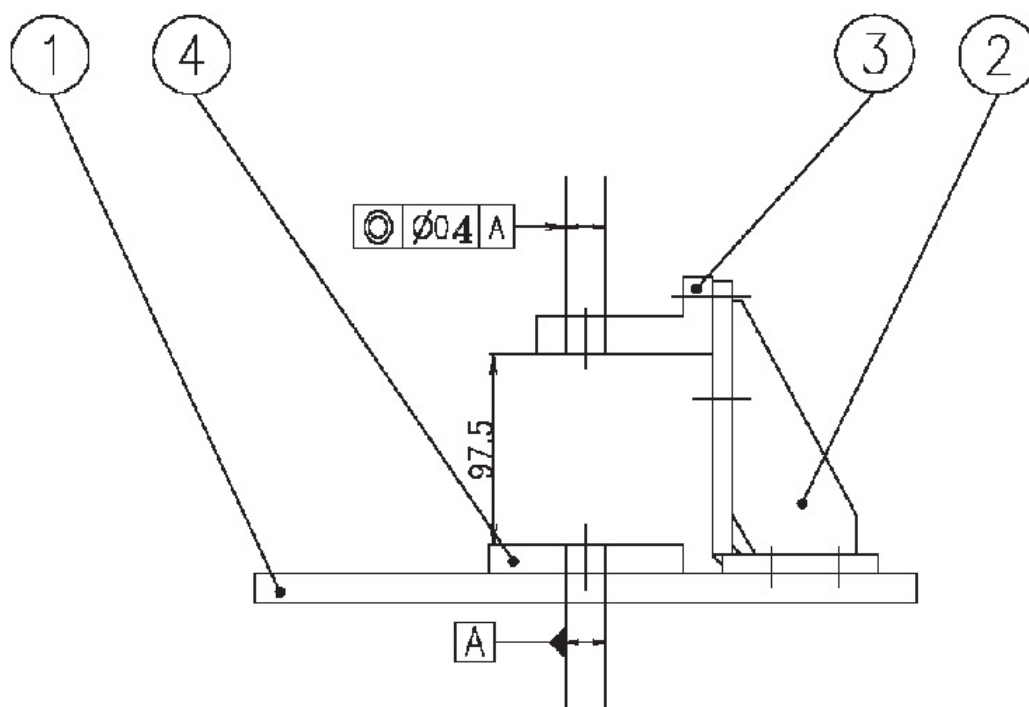
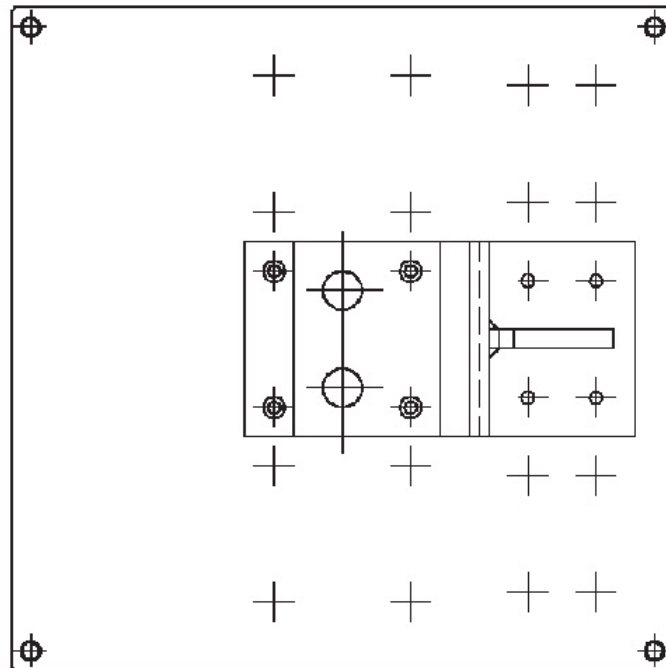
สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน
ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์
ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

5. การหาศูนย์ของ *arbor* ในแนวตั้ง

จงประกอบชิ้นงานจาก ① ถึง ④ และปรับแก้ ตามที่แบบแปลนระบุไว้

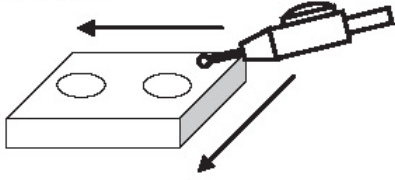
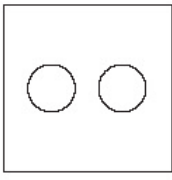
ยึดชิ้นงาน ④ ไว้เป็นแกนซ์ ทำการปรับแก้โดยเคลื่อนขยับส่วนบน

หลังจากประกอบแล้ว เวลาสอด *arbor* เข้าไปต้องเลื่อนไปมาได้อย่างราบรื่น (ร่ว่งหล่นด้วยน้ำหนักของตัวเอง)



แบบฝึกหัด 5 : ตรวจเช็คความละเอียดชิ้นงาน

ให้ลองคิดว่า ในการที่จะทำได้ฟังก์ชันตามที่ต้องการเหมือนกับในหัวข้อ 1 ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะต้องทำให้ได้ความละเอียดในลักษณะใด ความละเอียดของส่วนใดบ้างที่จะต้องตรวจเช็คดูก่อนที่จะประกอบ

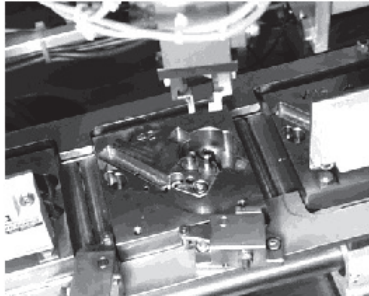
No.	ตรวจความละเอียด (ตำแหน่งที่ตรวจวัด)	ค่าตรวจวัด
1	ความขนานของชิ้นงาน ④ 	

สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบการเอกสารรายงาน
ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
ในโครงการจัดทำระบบพัฒนานวัตกรรมในอุตสาหกรรมยานยนต์
ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

5 – 1 : การปรับแก้ด้วยการวัดโดยตรง (ใช้อุปกรณ์หาศูนย์)

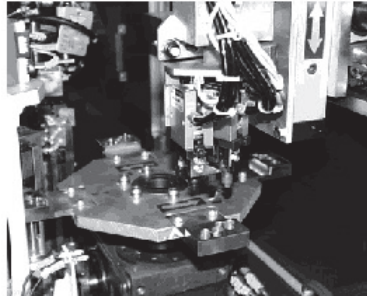
สำหรับการหาศูนย์ในแนวตั้ง เช่น ตำแหน่ง chuck กับรูของ work ใน pallet หรือ index stable กับยูนิตขึ้นลง เหล่านี้ต้องสัมพันธ์กัน การจะใช้โต๊ะระดับเป็นเกณฑ์อย่างที่ทำในหัวข้อ 4 เป็นเรื่องที่ทำไม่ได้ยาก ในกรณีเช่นนี้ ให้ใช้ master work สำหรับหาศูนย์และทำการปรับแก้ ซึ่งจะคลอนแคลนน้อยกว่า work ปกติทั่วไป หรือจะใช้อุปกรณ์หาศูนย์อย่าง que แสดงในรูปด้านล่างนี้ก็ได้

pallet กับ jack



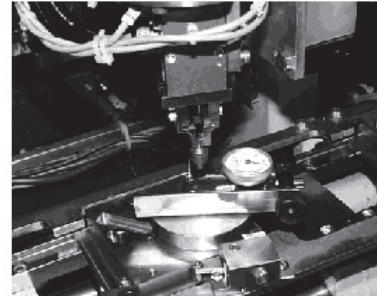
รูป 2.1

Index กับ ยูนิตขึ้นลง



รูป 2.2

ใช้อุปกรณ์หาศูนย์



รูป 2.3

5 – 2 : วิธีการปรับแก้ด้วยการวัดโดยอ้อม

กรณีของหัวข้อนี้ จะยึดด้านล่างเป็นเกณฑ์ และปรับตำแหน่งกับทิศทางของรูของด้านบนให้ตรงกัน ทว่ากรณีที่ต้องการวัดความขนาน การวัดโดยการสอด arbor เข้าไปแล้วใช้เป็นอุปกรณ์ในการวัดอย่างที่ทำในหัวข้อ 4 และการวัดด้านในของรูโดยตรง เหล่านี้เป็นงานที่ทำได้ค่อนข้างยาก

สำหรับกรณีที่งานมีความต้องการความละเอียดสูง ก็จำเป็นต้องทำการวัดโดยตรง โดยหาทางประยุกต์ใช้อุปกรณ์ขึ้นมาช่วย แต่เนื่องจากงานในครั้งนี้ ว่าโดยความละเอียดแล้ว ไม่ได้เข้มงวดมาก จึงให้ทำการตรวจวัดทิศทาง (ความขนาน) และปรับแก้ด้วยการวัดทางอ้อม คือทำการตรวจเช็คสภาพของพื้นผิวของงาน โดยที่สมมติว่า “รูได้เจาะมาในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว”

การวัดทางอ้อมก็คือ การตรวจวัดความตั้งฉาก แต่ในการตรวจวัดจริง ตรวจวัดค่าความขนาน แล้วพิจารณาจากผลลัพธ์ที่วัดได้นั้น (ในทางกลับกันก็เช่นเดียวกัน)



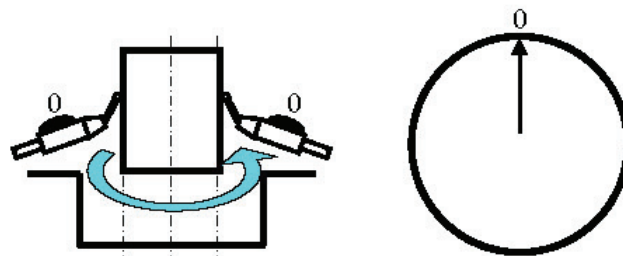
5 – 3 : บันทึกผลการปรับแก้

ในการประกอบไปด้วยปรับแก้ไปด้วยนั้น การบันทึกผลการปรับแก้เอาไว้ว่าเป็นเช่นใดนั้นมีความสำคัญอย่างมาก หากเกิดกรณีที่งานผิดไปจากที่ควรจะเป็น ก็จะสามารถสืบค้นหาสาเหตุได้ โดยการสอบย้อนกลับไปที่ข้อมูลว่า ในแต่ละขั้นตอนของการปรับประกอบนั้น มีผลลัพธ์ออกมาเป็นเช่นใด

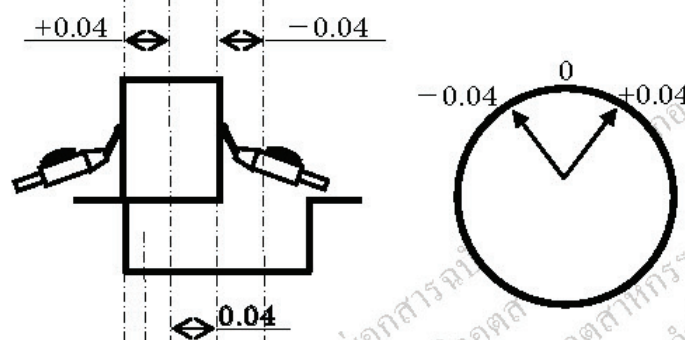
ในทางกลับกัน หากไม่มีข้อมูลเหลือเอาไว้ ก็จะต้องทำการสืบค้นหาสาเหตุ โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลใหม่ ซึ่งเป็นงานยากลำบาก สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลนั้น โดยพื้นฐานแล้ว จะต้องบันทึกให้ทราบว่า ได้ยึดส่วนไหนเป็นเกณฑ์ และตรวจวัดปรับแก้ส่วนไหนบ้าง ผลลัพธ์ออกมาเป็นเช่นใด ประเด็นสำคัญอยู่ที่ ภายหลังเมื่อมาตรวจเช็คดูบันทึกนี้ จะสามารถเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งหรือไม่ว่า ได้ปฏิบัติงานไปเช่นใดบ้าง

5 – 4 : การหาค่าปรับแก้ (กรณีวัดโดยการบิดหมุน)

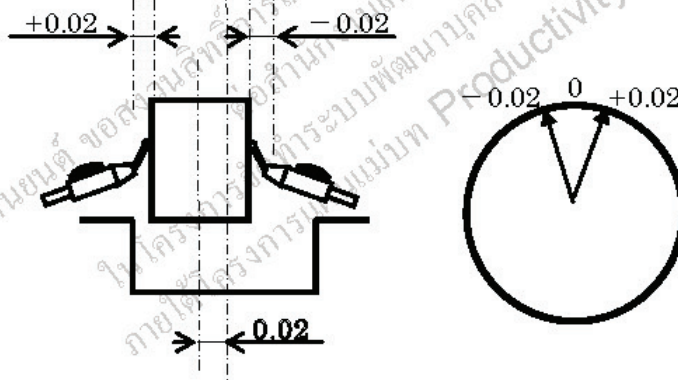
กรณีวัดโดยหมุน dial gauge ค่าที่คลาดเคลื่อนจากศูนย์ ค่าที่แท้จริงคือครึ่งหนึ่งของผลลัพธ์ที่วัดได้ ยกตัวอย่างเช่น ค่าคลาดเคลื่อนจากศูนย์ในกรณีวัดได้ 0.1mm ก็คือ 0.05mm



รูป 2.5



รูป 2.6

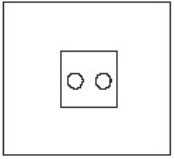
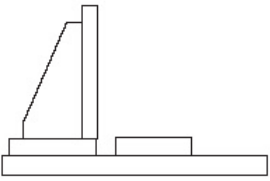
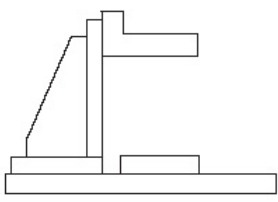
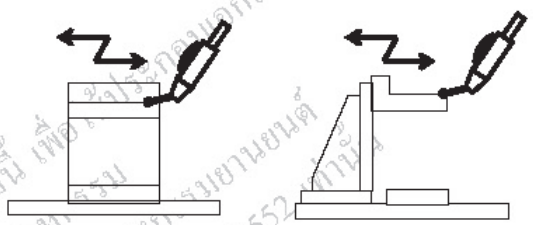
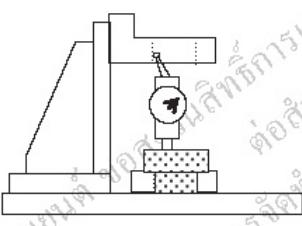
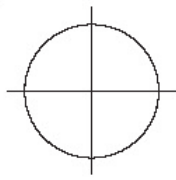
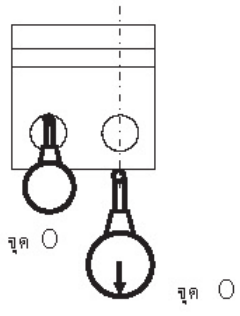
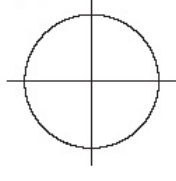


รูป 2.7

MEMO

แบบฝึกหัด 6 : การหาศูนย์ของ **arbor** ในแนวตั้ง (ด้านล่างเป็นเกณฑ์)

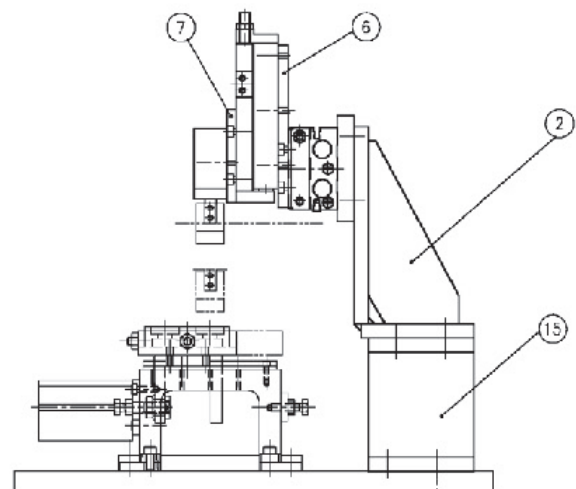
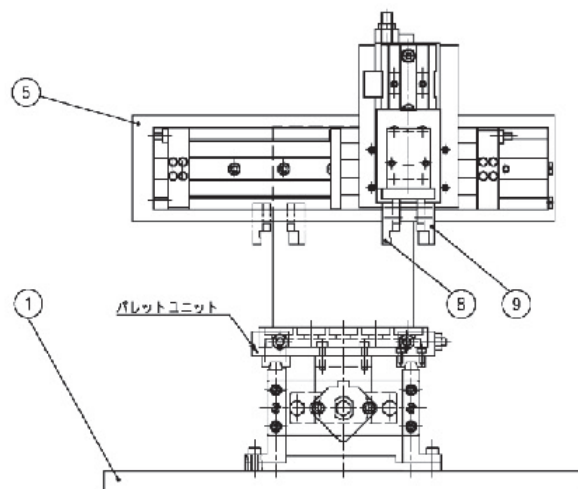
※ ให้บันทึกข้อมูลการตรวจเช็คความละเอียดเชิงสถิติ ในระหว่างประกอบเอาไว้ด้วย

No.	ขั้นตอนการทำงาน	จุดที่สำคัญ
1	ประกอบชิ้นงาน④ เข้ากับชิ้นงาน ① 	• ชั้นยึดจริงที่ตรงกลางของรูปประกอบ (ยึดด้านล่างเป็นเกณฑ์)
2	ประกอบชิ้นงาน② เข้ากับชิ้นงาน ① 	
3	ประกอบและปรับแก้ชิ้นงาน③ เข้ากับชิ้นงาน ② 	
4	หาศูนย์ arbor 	• ชั้นยึดชั่วคราวชิ้นงาน② ในขณะที่สอด arbor • จุดศูนย์กลางร่วมกันอยู่ภายในค่าคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้ได้ 
5	ชั้นยึดชิ้นงาน ② จริงและตรวจเช็คความละเอียดที่ต้องการ	
①	【 จุดศูนย์กลางร่วมกันครั้งที่ 2 】 หาศูนย์ด้านปรับแก้ 	ใช้ dial gauge เพื่อรักษาดำแหน่งของทิศทางด้านหลังของด้าน เกณฑ์ (เช็คเหนือเส้นศูนย์กลางของรูป) (1) หาศูนย์ของทิศทางด้านหลังของด้านปรับ (จุด 0) ※ ในขั้นตอนนี้สามารถคาดคะเนได้ว่า ตำแหน่งรูปของชิ้นงาน ③、④ ได้ขนาดกัน (2) ปรับทิศทางด้านขวา (รักษาคู่ 0 ที่ตั้งไว้แล้วตอนปรับหน้าหลัง) (3) ตรวจเช็คจุดศูนย์กลางร่วมของเส้นรอบวง 
②	ตรวจดูด้านปรับและด้านเกณฑ์ว่าศูนย์เคลื่อนหรือไม่	
③	ชั้นยึดชิ้นงาน ② จริงและตรวจเช็คความละเอียดที่ต้องการ	

6. การประกอบ P & P ยูนิต

จงประกอบ P & P (Pick & Place) ยูนิต ตามแบบแปลน

Work ที่กำหนดคือ ชิ้นงาน ⑪ work 2



ฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสารรายงาน
กรรม
กรรมชานยนต์
52 เท่านั้น

แบบฝึกหัด 7 : การหาค่าความละเอียดจำเป็น

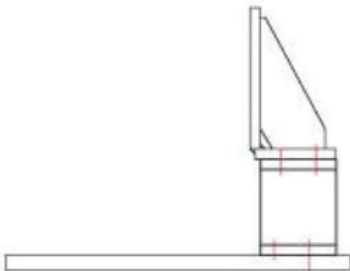
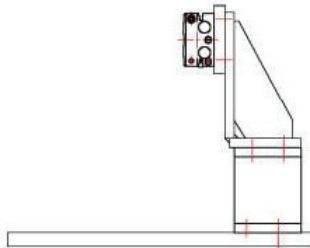
ให้พิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้ได้ของความละเอียดจำเป็นของช่องระหว่าง work holder กับ chuck แล้วกรอกลงในตารางด้านล่างนี้

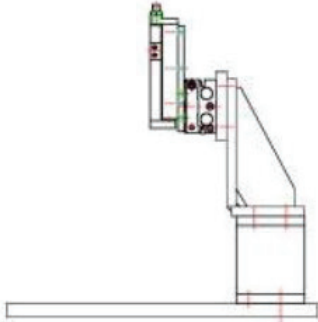
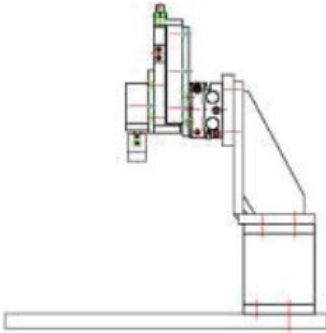
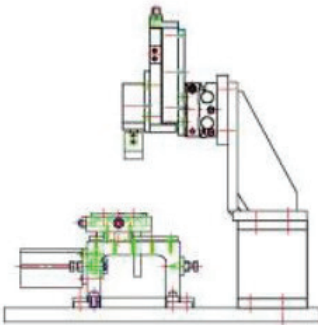
	ค่าที่คลาดเคลื่อนได้		ค่ากลาง	ช่องห่าง		[ตรงกลางของค่า] ค่าที่คลาดเคลื่อน จากศูนย์ได้ (C)
				ตรงกัน (A)	แทรกแซง (B)	
Pallet	สูงสุด			ด้านละ	ด้านหนึ่งกับ 0	ค่าที่คลาดเคลื่อนจาก ศูนย์ได้
	ต่ำสุด					
Work	สูงสุด			จุดศูนย์กลางร่วม	จุดศูนย์กลางร่วม	จุดศูนย์กลางร่วม
	ต่ำสุด					

6 – 1 : การหาค่าความละเอียดจำเป็นที่มีฟังก์ชันของชิ้นงานเป็นเงื่อนไข

ในหัวข้อนี้ ความละเอียดจำเป็นในขั้นสุดท้ายสามารถหาได้จากค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดที่อนุญาตให้ แต่ทว่า ในระหว่างขั้นตอนของงานนั้น ไม่มีความชัดเจนว่าต้องการความละเอียดเพียงใด ยกตัวอย่างเช่น ความหนาของกระบอกสูบสายพาน ความตั้งฉากของกระบอกสูบขึ้น-ลง มุมตั้งฉากของลักษณะของ chuck เป็นต้น ความละเอียดจำเป็นในกรณีดังกล่าวนี้ ให้คิดว่าเป็น “ความละเอียดในระดับที่ชิ้นงานนั้นสามารถใช้งานได้เพียงพอ” ก็คงจะไม่พลาด

แบบฝึกหัด 8 : พิจารณาวិธีการปรับกระบอกสูบสายพานและการปรับประกอบ

No.	ขั้นตอนการทำงาน	จุดที่สำคัญ
1	ประกอบชิ้นงาน⑤ เข้ากับชิ้นงาน ① 	ชั้นยึดจริงที่ตรงกลางของรูปประกอบ
2	ประกอบชิ้นงาน② เข้ากับชิ้นงาน ⑤ 	ชั้นยึดจริงที่ตรงกลางของรูปประกอบ
3	ประกอบ MXW12-100 เข้ากับชิ้นงาน ⑤ 	(1) ทำด้านบนของชิ้นงาน ⑤ ให้ได้ขนาด - ปรับตั้งด้วยแท่งทองแดง - เป้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm (2) ทำด้านรางของ MXW12-100 ให้ได้ขนาด - ปรับด้วยมือ - เป้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm

4	ประกอบ MXQ12-50A เข้ากับชิ้นงาน ⑥ 	(1) ทำด้านบนของชิ้นงาน ⑥ ให้ได้ขนาด • ปรับด้วยมือ • เข้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm (2) ทำส่วนบนของ table ของ MXQ12-50A ให้ได้ขนาด • ปรับด้วยมือ • เข้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm
5	ประกอบ MHZ2-16D เข้ากับชิ้นงาน ⑦ 	(1) ทำด้านบนของชิ้นงาน ⑦ ให้ได้ขนาด • ปรับด้วยมือ • เข้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm (2) ทำส่วนบนของ guide ของ MHZ2-16D ให้ได้ขนาด • ปรับด้วยมือ • เข้าหมาย : ไม่เกิน 0.02mm
6	ประกอบ pallet unit 	ขันยึดชั่วคราวที่ตรงกลางของรูปประกอบ (ยึดกระบอกสูบซ้าย-ขวาเป็นแกน)
7	งานเดินท่อ (ไม่เดินท่อเฉพาะกระบอกสูบไปซ้าย-ขวาเท่านั้น)	หลังจากเดินท่อ ให้ปรับไปที่ความเร็วด้วย speed control • ให้ speed control ค่อยๆเปิดทีละน้อยจากสภาพที่ปิดทั้งหมด

8	หาความหนาของรู pallet โดยยึดแกนเคลื่อนที่ของ กระบอกสูบ ไปซ้าย-ขวาเป็นเกณฑ์	(1) ฟันด้านเดินหน้า ให้ใช้ stopper bolt ทำให้ stroke เด็กลง ประมาณ 1.5mm • CY stroke 35mm • พัดรีรู pallet 32mm (ข้างละประมาณ 1.5mm) (2) เช็ก pick เข้ากับชิ้นงาน ⑬ (pallet) • ปรับแก้ด้านฝั่ง pallet ด้วยวิธีอื่น (3) ปรับแต่ง pallet unit • ปรับด้วยแท่งทองแดง • เป้าหมาย : ไม่เกิน 0.01mm (4) ยึดจริง pallet unit
9	หาศูนย์ของ pallet unit ด้านฝั่งเดินหน้า	(1) ท่อของกระบอกสูบไปซ้าย-ขวา (ปรับความเร็วต่ำ) (2) จับยึดชิ้นงานที่จะตรวจวัด (3) เช็ก pick • เช็กให้อยู่ในตำแหน่งเดินหน้า ไปขวา ขึ้นบน (3) หาศูนย์ 【เป้าหมาย : จุดศูนย์กลางร่วม $\phi 0.1$】 • ให้กดค้างด้านหนึ่งไว้เพื่อที่เวลาปิดหมุน jig จะได้ไม่คลอนแคลน • ทิศทางหน้า-หลัง → stopper bolt • ทิศทางซ้าย-ขวา → stopper bolt ของกระบอกสูบ (4) ลดความดันลงที่ 0.2Mpa เคลื่อนกระบอกสูบขึ้น-ลงด้วยมือ และตรวจเช็คดูว่า work ที่จะตรวจวัดเข้าที่หรือไม่ (5) หาศูนย์ที่ตำแหน่งไปซ้าย 【เป้าหมาย : จุดศูนย์กลางร่วม $\phi 0.1$】 • ทิศทางหน้า-หลัง → ตรวจเช็คเท่านั้น • ทิศทางซ้าย-ขวา → stopper bolt ของกระบอกสูบ (6) ตรวจเช็คดูว่าชิ้นงานที่จะตรวจวัดเข้าที่หรือไม่

10	หาศูนย์ของ pallet unit ด้านฝั่งถอยหลัง	(1) เช็ก pick • เช็กตำแหน่งถอยหลัง ไปขวา ขึ้นบน (2) หาศูนย์ [เป้าหมาย : จุดศูนย์กลางร่วม $\phi 0.1$] • ทิศทางหน้า-หลัง $\rightarrow$ stopper bolt • ทิศทางซ้ายขวา $\rightarrow$ ตรวจเช็คเท่านั้น (3) หาศูนย์ที่ตำแหน่งไปซ้าย [เป้าหมาย : จุดศูนย์กลางร่วม $\phi 0.1$] • ทิศทางหน้า-หลัง $\rightarrow$ stopper bolt • ทิศทางซ้ายขวา $\rightarrow$ ตรวจเช็คเท่านั้น (4) ตรวจเช็คจุดศูนย์กลางร่วมของตำแหน่งไปขวา • หากพบว่าเคลื่อนให้ปรับแก้ (5) ตรวจเช็คจุดศูนย์กลางร่วมของตำแหน่งไปซ้าย • หากพบว่าเคลื่อนให้ปรับแก้ (6) ตรวจเช็คดูว่าชิ้นงานที่จะตรวจวัดเข้าที่หรือไม่
11	ส่ง work 2	(1) ปรับกลับที่ 0.4Mpa (2) เช็ก work 2 ที่ pallet (2) ส่งฝั่งเดินหน้าและถอยหลัง อย่างละ 2 แห่ง และตรวจเช็ค

แบบฝึกหัด 9 : พิจารณาวิธีการปรับกระบอกสูบขึ้น-ลงและการปรับประกอบ

※ ประเด็นสำคัญ

- สามารถตรวจวัดความตึงฉากโดยตรงได้หรือไม่ ?
- หากไม่สามารถทำได้ จะมีวิธีการตรวจวัดโดยอ้อมได้อย่างไร ?
- ในตอนที่จะทำให้ได้ขนาด ระหว่าง bracket กับ กระบอกสูบ เคลื่อนขยับตัวไหนเป็นหลัก ?

ฟังค์ชั่น	ให้ work ขึ้น-ลง โดยที่ตึงตรงๆ
จุดสำคัญในการวัดและ ผลลัพธ์	

แบบฝึกหัด 10 : พิจารณาวิธีการปรับ **chuck** และการปรับประกอบ

※ ประเด็นสำคัญ

- สามารถตรวจวัดความตึงฉากโดยตรงได้หรือไม่ ?
- หากไม่สามารถทำได้ จะมีวิธีการตรวจวัดโดยอ้อมได้อย่างไร ?
- ในตอนที่จะทำให้ได้ขนาด ระหว่าง bracket กับ chuck เคลื่อนขยับตัวไหนเป็นหลัก ?

ฟังค์ชั่น	จับยึด work โดยให้ตึงตรงๆ
จุดสำคัญในการวัดและ ผลลัพธ์	

เอกสารอ้างอิง

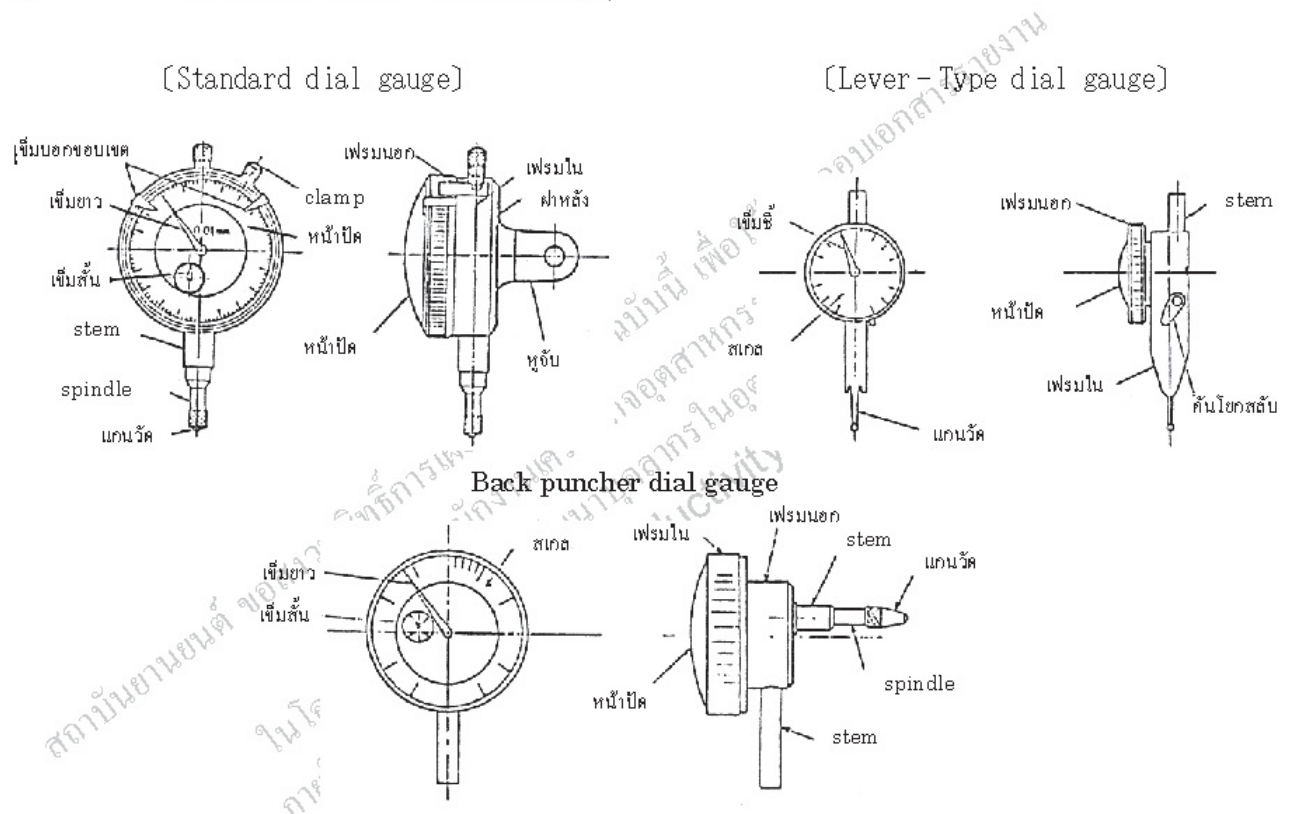
โครงสร้างของ **dial gauge** และวิธีใช้

Dial gauge

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความละเอียดของตำแหน่งที่เปลี่ยนไป หรือความยาวที่น้อยมาก เช่น ความเรียบของผิวราบ การประกอบงานที่ดีหรือไม่ดีของงาน **machining** ตรงกลางของแกนเอียง เป็นต้น การเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยของแกนวัดที่พบกับชิ้นงานที่จะตรวจวัด ได้รับการขยายโดยใช้ฟันเฟือง และเข็มชี้จะชี้แสดงสเกลบอก

เป็นเครื่องมือวัดเปรียบเทียบ ซึ่งโดยปกติแล้ว 1 สเกลมีค่า 0.01 mm และยังสามารถอ่านค่าได้ถึง 0.001 mm

1. ชนิดของ dial gauge และชื่อของส่วนต่างๆ



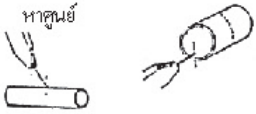
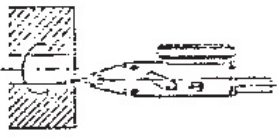
2. การใช้งานของ Lever-Type dial gauge (dial test indicator)

จุดเด่น : ใช้วัดในจุดที่แคบๆ ที่ standard dial gauge ไม่สามารถวัดได้

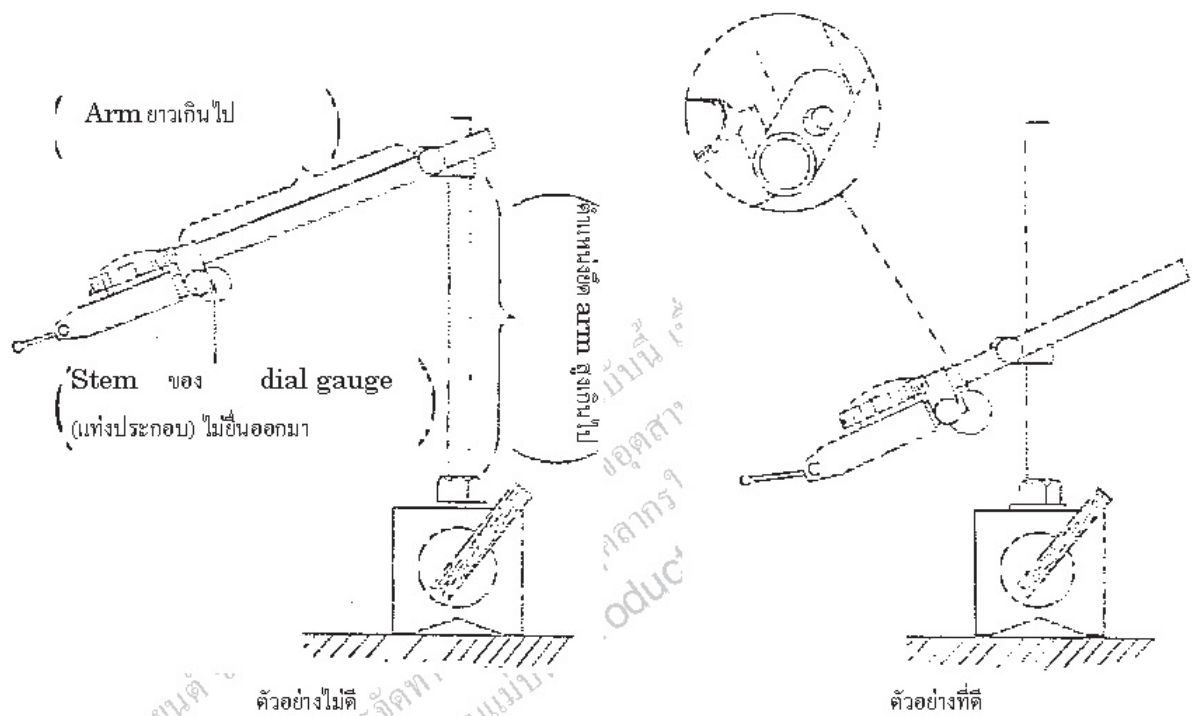
ขอบเขตการวัด ส่วนมากเป็นขนาดที่ต่ำกว่า 1 mm

ตัวอย่างการใช้

ความขนานด้านบน	วัดความหนา	เส้นผ่านศูนย์กลางนอก เสี้ยนศูนย์

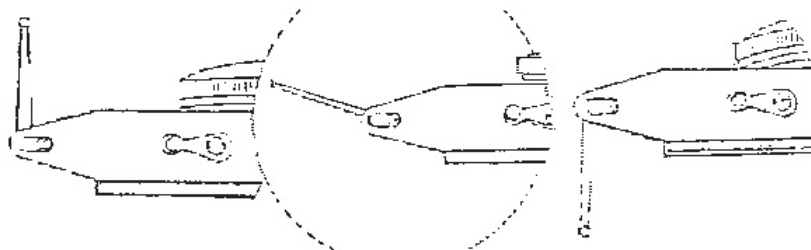
วัดด้านล่าง, ด้านข้าง	วัดด้านทรงกระบอก	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางในเสี้ยน
		

3. วิธีการบำรุงรักษา Lever-Type dial gauge



4. มุมองศาของแกนวัด

แกนวัดเป็นเครื่องที่ใช้ความฝืด จึงสามารถเปลี่ยนมุมมองได้โดยอิสระ



แกนวัดให้เช็ดด้านที่จะวัดในแนวขนาน และทิศทางการตรวจวัดให้เช็ดในแนวตั้งฉาก



แม้ว่า การที่ให้แกนวัดอยู่ในแนวขนานอย่างที่กล่าวไว้ข้างบนนี้ จะทำให้ถูกคอดังในรูปด้านล่างนี้ และจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในการใช้งานจริงนั้น จึงยกทำมุมให้น้อยที่สุดอย่างในรูปด้านขวามือ



สถาบันยานยนต์ ขอสงวนสิทธิ์การเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ เพื่อใช้ประกอบเอกสาร
 ต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
 ในโครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์
 ภายใต้โครงการแผนแม่บท Productivity ประจำปี 2552 เท่านั้น

คู่มือการอบรม ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักร
Manufacturing Skill : Machine Assembly

กลุ่มการสร้างจิตสำนึกด้านทักษะการทำงานในโรงงาน Manufacturing Skill

รหัสหลักสูตร : TAI-030205-0



✦ โครงการจัดทำระบบพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ ✦

- ภายใต้โครงการแผนแม่บท *Productivity*
- เรียบเรียงโดยและจัดทำโดย แผนกพัฒนาบุคลากร สถาบันยานยนต์
- สนับสนุนโดย สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

สถาบันยานยนต์

THAILAND AUTOMOTIVE INSTITUTE

สำนักงานกรุงเทพฯ : ชั้น 4 อาคารสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา
ซอยตรีมิตร ถนนพระราม 4 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ 02-712-2414 ต่อ 6601-6604 โทรสาร 02-712-2415
Website : [http : //www.thaiauto.or.th/skill](http://www.thaiauto.or.th/skill)
E-mail : hrd@thaiauto.or.th

สำนักงานบางปู : เลขที่ 655 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ซอย 1 หมู่ที่ 2 ถนนสุขุมวิท กม.34
ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280
โทรศัพท์ 02-324-0710 โทรสาร 02-323-9598
Website : [http : //www.thaiauto.or.th](http://www.thaiauto.or.th)