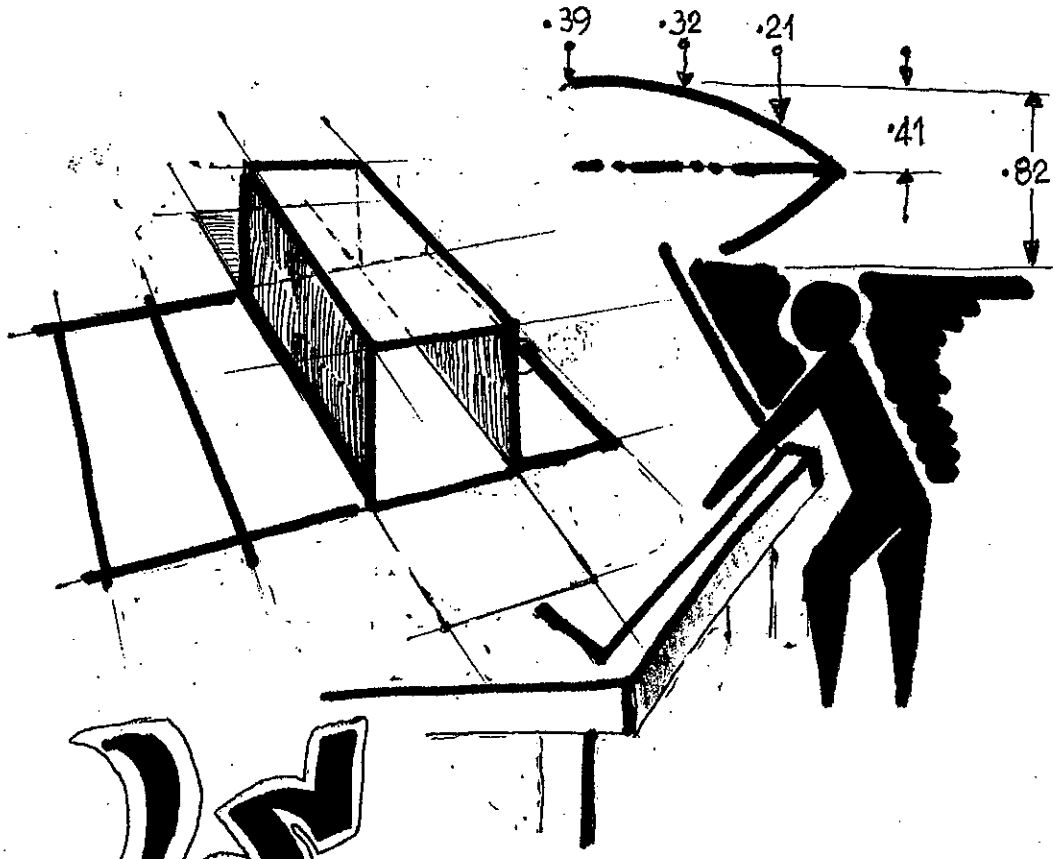


ภาพฉายเทคนิค

(TECHNICAL DRAWING)

เขียนแบบเทคนิค
TECHNICAL DRAWING

เขียนแบบเทคนิค

วิชาเขียนแบบนับเป็นวิชาหนึ่งที่มีอยู่ในหลักสูตรวิชาช่างทุกระดับ และทุกแขนงวิชา ดังนั้น การที่จะเรียกวิชาเขียนแบบรวมว่าเขียนแบบเครื่องกล (Mechanical Drawing) หรือเขียนแบบช่างกล หรือเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) จึงเป็นการไม่ถูกต้องนัก เพราะไม่ว่าจะเป็นช่างไฟฟ้า ช่างกล ช่างฝีมือ วิศวกร หรือสถาปนิก ก็จำต้องศึกษาวิชาเขียนแบบด้วยกันทั้งนั้น จะแตกต่างกันก็ที่ลักษณะ วิธีการ และความมุ่งหมาย เช่นช่างไฟฟ้าจะต้องเข้าใจแบบทางช่างทั่วไปและสามารถอ่านและเขียนแบบทางไฟฟ้าได้ ช่างเครื่องมือกลจะต้องอ่านและเขียนแบบทางเครื่องกลได้ ส่วนวิศวกรจะต้องเข้าใจแบบสามารถถ่ายทอดความนึกคิดและทำการร่างออกแบบได้ สถาปนิกก็เช่นกัน เพียงแต่งานของสถาปนิกแตกต่างไปจากงานวิศวกรเท่านั้น ไม่ว่าแบบในงานชนิดใด หรือสาขาวิชาใด ย่อมเกี่ยวกับวิธีการทางด้านเทคนิคทั้งสิ้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า วิชาเขียนแบบที่นำไปใช้งานทางช่างนี้ เป็น เขียนแบบเทคนิค ซึ่งมีลักษณะและความมุ่งหมายแตกต่างไปจาก เขียนแบบศิลป์ (Artistic Drawing) ที่มุ่งไปในด้านความสวยงามและถ่ายทอดจินตนาการทางศิลป์

ที่มาของแบบเทคนิค

ในสมัยโบราณมนุษย์ได้เขียนภาพเพื่อแสดงสิ่งที่เขาคิดไว้ หรือเป็นภาพแสดงงานก่อสร้างซึ่งจะให้ความสะดวกแก่ผู้สร้าง มากขึ้น การเขียนนั้นจะเป็นการร่างภาพหยาย ๆ ลงบนโต๊ะพื้นดิน หรือแผ่นหิน ชาวเมโซโปเทเมีย รู้จักการใช้วัสดุและเครื่องมือในการเขียนภาพมากกว่า 2200 ปีก่อนคริสต์กาล

การแบ่งแยกเขียนแบบเทคนิค

เขียนแบบเทคนิคอาจแบ่งตามความแตกต่างที่เห็นได้ชัด ตามลักษณะของงานได้ 3 หมวดใหญ่ ๆ คือ

1. เขียนแบบสถาปัตยกรรม
2. เขียนแบบเครื่องกล
3. เขียนแบบไฟฟ้า–วิทยุ

ใน 3 หมวดใหญ่นี้ แต่ละหมวดยังอาจแยกออกไปตามลักษณะของงานเฉพาะอย่างอีกด้วย เช่นเขียนแบบทางเครื่องกลอาจแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ดังนี้

- เขียนแบบเครื่องกลทั่วไป
- เขียนแบบโลหะแผ่น
- เขียนแบบงานเชื่อม
- เขียนแบบท่อ
- เขียนแบบกลไก
- เขียนแบบโครงสร้าง หรือการประสานโลหะ

อย่างไรก็ดีเขียนแบบเหล่านี้ เป็นการเขียนแบบด้านเทคนิคที่ช่วยประกอบในการทำงานให้ได้ผลดี ผู้ที่จะผึกเป็นช่างในแขนงใดก็จำต้องเรียนเขียนแบบเฉพาะช่างของตน และเขียนแบบทั่วไปพอที่จะเข้าใจในงานช่างต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตนได้

เรียนเขียนแบบทำไม

ผู้ที่มีความเข้าใจในเขียนแบบเทคนิค รู้ถึงประโยชน์ของมันแล้ว จะตอบคำถามนี้ได้ง่าย เช่นเดียวกับว่าเราเรียนภาษาไทยไปทำไม ? ดังนั้นผู้ที่จะได้ชื่อว่าเป็นช่างจะต้องเรียนภาษาช่าง คือ เขียนแบบเทคนิค เพื่อจะได้สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามคำสั่ง หรือออกแบบให้ได้ชิ้นงานตามความนึกคิดได้ถูกต้อง และสามารถให้ช่างทำงานชิ้นนั้น ๆ ออกมาได้ตามต้องการ "คนทั่วไปมีความจำเป็นต้องเรียนรู้ภาษาท้องถิ่นฉันใด ช่างก็มีความจำเป็นต้องเรียนเขียนแบบเทคนิคฉันนั้น"

จากผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อได้แน่แล้วว่า นักเรียนที่อ่อนในวิชาเขียนแบบเทคนิค จะมีแนวโน้มเป็นนักเรียนอ่อนวิชาช่างทุกวิชา และไม่มีทางเป็นช่างที่ดีได้ ทั้งนี้อันเนื่องจากวิชาช่างต่าง ๆ ไม่ว่าจะอธิบายทางเทคนิค หรือการทำงานปฏิบัติจะเกี่ยวกับแบบทั้งสิ้น นับตั้งแต่การคำนวณงานในคณิตศาสตร์ช่าง วิทยาศาสตร์ช่าง และวิชาช่างเฉพาะ ในการปฏิบัติงานผู้ที่อ่านแบบได้รวดเร็วและถูกต้อง จะทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องด้วย ช่างบางคนอาจค้านในข้อที่ว่างานของเขาไม่เกี่ยวกับการเขียนแบบ ดังนั้นเขาไม่มีความจำเป็นต้องเรียนเขียนแบบ แต่เขาจะต้องยอมรับว่าการอ่านและดูแบบเป็นส่วนหนึ่งในงานของเขา หรือช่วยให้เขาทำงานได้ดีขึ้น การที่เขากล่าวเช่นนั้นเพราะเขาไม่ทราบความจริงข้อหนึ่งที่ว่า "การฝึกเขียนแบบเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้เข้าใจในเรื่องแบบ" ดังนั้นแม้เราจะมิได้มีความประสงค์จะประกอบอาชีพในการเขียนแบบ แต่เราก็ต้องฝึกหัดเขียน และเรียนวิชาเขียนแบบเพื่อให้เขามีคุณสมบัติเป็นช่างที่ดีได้นั้นก็คือมีความเข้าใจในแบบ และสามารถจะอ่านแบบได้ถูกต้อง เพื่อที่จะทำงานได้ถูกต้องตามแบบด้วย

การเรียนเขียนแบบนอกจากจะเป็นการเรียนภาษาช่างแล้ว เขียนแบบยังมีส่วนฝึกฝนและก่อให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย ความรวดเร็ว ความประณีต และความเที่ยงตรง ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของช่างอีกด้วย ฉะนั้นเราจะเห็นว่าวิชาเขียนแบบเป็นวิชาที่จะช่วยให้เราสามารถเข้าใจในอีกหลาย ๆ วิชาได้รวดเร็วขึ้น ทำให้การทำงานของเรารวดเร็วขึ้น

จะเรียนเขียนแบบเทคนิคให้ได้ดีนั้นจะทำอย่างไร ?

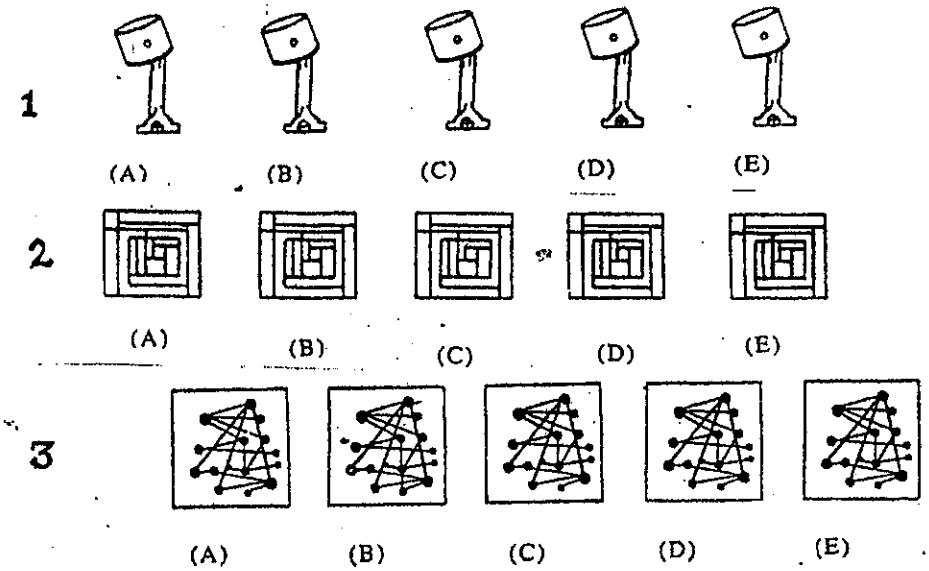
เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า "การฝึกเขียนแบบเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้เข้าใจในเรื่องเขียนแบบ" ดังนั้นผู้ที่หวังจะเรียนเขียนแบบให้ได้ผลดีจึงจำเป็นต้องฝึกเขียนแบบให้มากที่สุดที่จะทำได้ แต่การฝึกเขียนโดยไม่ทราบทฤษฎีหรือหลักการเขียนแบบมาก่อน จะทำให้เกิดความเข้าใจได้ช้าและไม่ดี ทฤษฎีและปฏิบัติจะต้องควบคู่กันไปในงานช่างทุกประเภท เขียนแบบก็เช่นเดียวกัน จะมุ่งอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ ทั้งแบบฝึกหัดและทฤษฎีในการเขียนแบบเครื่องกลนั้นมีหลายระดับและความมุ่งหมายก็แตกต่างกันดังกล่าวมาแล้ว การเรียนเขียนแบบเครื่องกลตอน 1 นี้ เป็นเพียงเขียนแบบเทคนิคทางเครื่องกลเบื้องต้น ในการเรียนนักเรียนควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์มาให้พร้อมตามที่อาจารย์กำหนด
2. ทำความเข้าใจกับทฤษฎีและหลักการที่อาจารย์อธิบาย
3. ศึกษาทฤษฎีและหลักการเขียนแบบตามที่อาจารย์มอบหมายหรือเพิ่มเติม
4. เมื่อเข้าใจทฤษฎี และหลักการดีแล้ว จึงลงมือเขียน แบบฝึกหัดที่อาจารย์มอบหมาย
5. หมั่นทบทวนทฤษฎีและหลักการ ตลอดจนฝึกเขียน พร้อมที่จะรับการทดสอบอยู่เสมอ

ผู้ที่ปฏิบัติตาม 5 ข้อดังกล่าว จะได้รับผลสำเร็จในการเขียนแบบเทคนิคทางเครื่องกล เบื้องต้นภายใน 100 ชั่วโมง

ช่างที่ไม่ได้เรียนเขียนแบบเปรียบเสมือนคนใบ้

การเขียนแบบนอกจากจะก่อให้เกิดสิ่งดังกล่าวแล้ว วิชาเขียนแบบยังสร้างความคิดและมโนภาพสามมิติ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ความคิดและมโนภาพสามมิติในการมองเห็นรูปร่างในอากาศ เป็นบิญญาในทางริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่ว่างานก่อสร้างหรือประดิษฐ์กรรม ต่างจะออกมาในรูปความคิดและมโนภาพสามมิติทั้งสิ้น ด้วยหลักความจริงนี้เอง สถาบันทดสอบหลายแห่งได้ถือเอาแบบภาพในลักษณะเขียนแบบเป็นเครื่องมือทดสอบความสามารถของช่างเทคนิคและวิศวกรทั่วไป



รูปที่ 1.15 ภาพทดสอบความละเอียด

ข้อทดสอบแต่ละข้อจะมีรูป 5 รูป คือ A, B, C, D และ E รูป 5 รูปนี้จะเหมือน 4 รูป และมีแห่งรูปที่ผิดจากรูปอื่น ๆ ให้ท่านหารูปที่ต่างจากกลุ่มเหล่านี้ (ข้อที่หนึ่ง คำตอบคือข้อ B)

เครื่องมือเขียนแบบ

เครื่องมือเขียนแบบในปัจจุบันได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมากซึ่งให้ประโยชน์ใช้สอยแตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือหลักสำหรับใช้ในการเขียนแบบทั่วไป

เครื่องมือเขียนแบบมีความสำคัญต่องานเขียนแบบมากในด้านก่อให้เกิดความเที่ยงตรง ความประณีต และเขียนได้รวดเร็ว ดังนั้นเมื่อจะซื้อเครื่องมือเหล่านี้ควรจะเลือกของที่ดีและมีคุณภาพเป็นที่ไว้วางใจได้ โดยเฉพาะกล่องเขียนแบบหมายเลข 3

1. กระดานเขียนแบบ (Drawing Board)
2. บรรทัดที หรือไม้ที (T–square)
3. กล่องเขียนแบบ (Set of iustruments)
4. บรรทัดสามเหลี่ยม มุมฉาก และมุม 45° (45° triangle)
5. บรรทัดสามเหลี่ยม มุมฉาก และมุม 30°×60° (30°×60° triangle)
6. บรรทัดขีดเส้นขนานสำหรับเขียนตัวอักษร (Arm lettering Instrument or lettering triangle)
7. บรรทัดเสกลสามเหลี่ยมสำหรับงานสถาปัตย์ (triangular architects scale)
8. บรรทัดเสกลสามเหลี่ยมสำหรับงานวิศวกรรม (triangular Engineering scale)
9. บรรทัดเขียนส่วนโค้ง (Irregular Curve)
10. บรรทัดเสกลองศา (Protractor)
11. ดินสอเขียนแบบ (Mechanical pencils or Drawing pencils)
12. กบเหลาดินสอ (Tru–point pencil pointor)
13. ยางลบดินสอ (Pencil erases)
14. เพลทกันลบ (Erasing shuld)
15. ยางลบหมึก (Artgun or other cleaning eraser)
16. แปลงปัดฝุ่น (Dusting brush)
17. กระดาษหรือผ้าสำหรับปูนพิมโต๊ะ (tracing paper or tracing cloth)
18. เทปติดกระดาษ (Drafting tape)
19. ด้ามปากกาเขียนหมึก (Pen staff)
20. ปากกาเขียนหมึก (Pen point)
21. หมึกเขียนแบบ (Drawing ink)

อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้ง 21 อย่างนี้เป็นอุปกรณ์ที่สมบูรณ์ในการเขียนแบบ อุปกรณ์ที่สำคัญที่เราจะต้องมี

เส้น (LINE)

ชนิดของเส้นที่ใช้ในงานเขียนแบบเครื่องกลมี 4 ชนิด คือ

1. เส้นเต็ม (Contineous line) ———————
2. เส้นประ (Dasheo or Hidden line) – – – – – – –
3. เส้นลูกโซ่ (Chain line) —·—·—·—
4. เส้นเขียนด้วยมือ (Freehand line) ~~~~~~~~

ความหนาของเส้น

การจัดระบบความหนาของเส้นในปัจจุบันได้จัดตามความเหมาะสม สำหรับแบบที่จะย่อลงในไมโครฟิล์ม ซึ่งกำลังใช้กันมากขึ้นทุกวันโดยวัดความหนาเพิ่มขึ้นตามอนุกรมก้าวหน้าเรขาคณิตของ $\sqrt{2}$ ตัวอย่างเช่น เส้นบางที่สุด คือ 0.13 ม.ม. ความหนาของเส้นต่อไปจะเป็น $\sqrt{2}\times0.13 = 0.18$ ม.ม. และต่อ ๆ ไป ดังนั้นจะได้ความหนาของเส้นตามลำดับดังนี้

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0 และ 1.4

ส่วนในแบบเก่าที่ใช้กันมาจะมีความหนาดังนี้

0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8 และ 1.2

การกำหนดความหนาของเส้นนี้ ถ้าเป็นการเขียนแบบด้วยดินสอเราจะได้แต่เพียงประมาณเท่านั้นการที่จะให้ได้ค่าความหนาที่ถูกต้อง ต้องใช้ปากกาเขียนแบบ แบบ Fountain pen ซึ่งถ้าเป็นรุ่นเก่าจะมี No 0.1, 0.2,.....ถ้าเป็นรุ่นใหม่ซึ่งเรียงว่าแบบ Micronorm จะมีเบอร์ 0.13, 0.18, 0.25,.....ซึ่งจะสะดวกในการใช้มาก

ขนาดของเส้นที่ใช้ต่าง ๆ เหล่านี้ยังได้กำหนดเป็นกลุ่มต่าง ๆ อีก คือชุดปัจจุบันแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ชุดเก่าแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

ส่วนในการเขียนแบบนั้นได้แบ่งชนิดของเส้นที่ใช้เฉพาะงานของมันในการเขียนแบบออกเป็น

a. เส้นเต็มหนัก ———————
b. เส้นเต็มเบา ———————
c. เส้นประ – – – – – – –
d. เส้น ลูกโซ่ (เส้นหนักใช้แสดงแนวตัด) —·———·—
e. เส้นลูกโซ่ (เส้นเบา) หรือเส้นศูนย์ —·—·—·—
f. เส้นเขียนด้วยมือ (Freehand) ~~~~~~~~

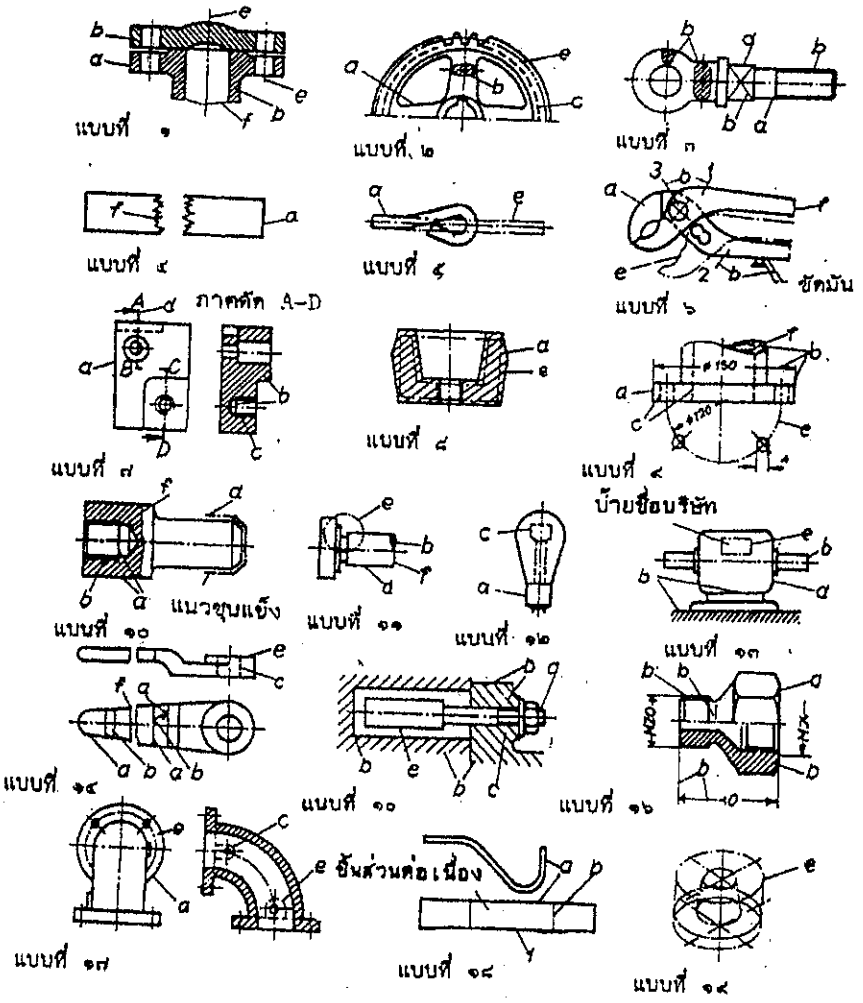
ดังนั้นในการเขียนแบบจึงนำกลุ่มเส้นต่าง ๆ มาใช้ตัวอย่าง

ตารางเปรียบเทียบความหนาของเส้นแบบเก่ากับแบบปัจจุบัน

ชนิดของเส้น	ขนาดความหนาของเส้น	
	กลุ่ม 0.5 แบบปัจจุบัน	กลุ่ม 0.8 แบบเก่า
a. เส้นเต็มหนัก	0.5	0.8
b. เส้นเต็มเบา	0.25	0.3
c. เส้นประ	0.35	0.4
d. เส้นลูกโซ่หนัก	0.5	0.8
e. เส้นลูกโซ่เบา	0.25	0.3
f. เส้นเขียนด้วยมือ	0.25	0.3

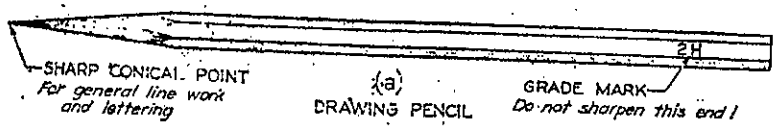
*กลุ่ม 0.5 แบบปัจจุบันเป็นมาตรฐาน Micronorm

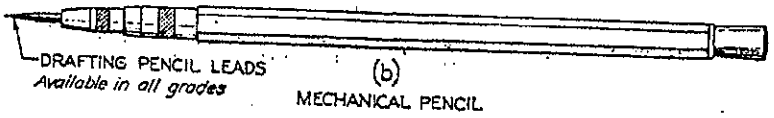
ตัวอย่างแบบการใช้เส้นในงานเขียนแบบ (ในรูปเป็นแบบ ISO)
ตัวอักษร a, b, c, d, e และ f จะเป็นตัวที่แสดงความหนาของเส้นตามตาราง

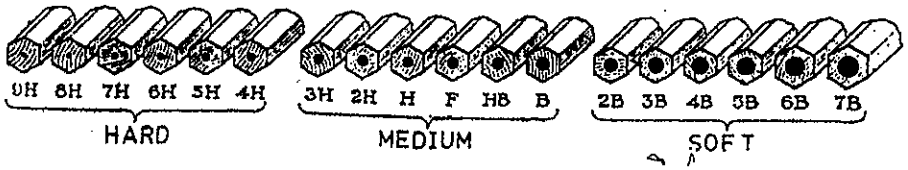


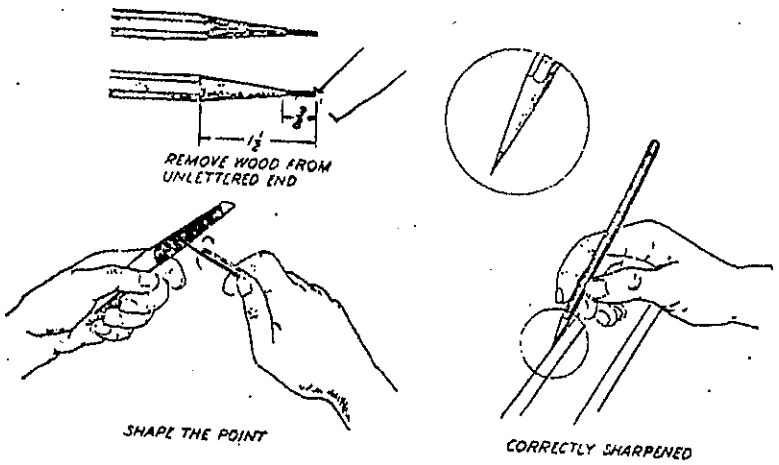
แสดงตัวอย่างชนิดของเส้นและการใช้

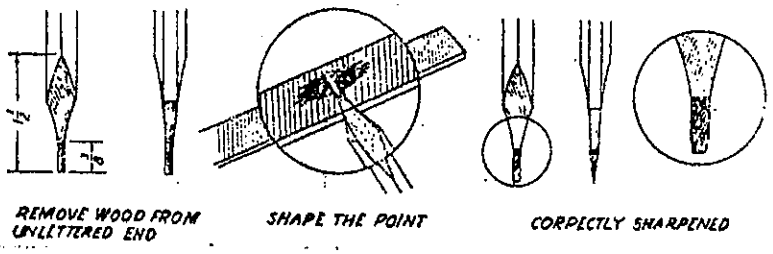
a. เส้นเต็มหนัก
b. เส้นเต็มเบา
c. เส้นประ
d. เส้น ลูกโซ่ (เส้นหนักใช้แสดงแนวตัด)
e. เส้นลูกโซ่ (เส้นเบา) หรือเส้นศูนย์
f. เส้นเขียนด้วยมือ (Freehand)











Thin Lines Center/IML Phantom Datum Dimension and Extension Leader	2.0 R .03
Medium Lines Break – Long Stitch Hidden	HIDDEN OUTLINE

Thick Lines Chain Line Object Break – Short	
Heavy Lines Cutting plane or View Indicators	

การเขียนแบบทางวิศวกรรม

การเขียนแบบทางวิศวกรรม วัตถุประสงค์ในการเขียนแบบ เพื่อแสดงออกแนวความคิดของวิศวกร เพื่อกำหนด รูปร่าง, ขนาด ต่าง ๆ ลักษณะของพื้นผิว ตลอดจนกำหนด ชนิดของวัสดุที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้อ่านแบบได้ทราบรายละเอียดต่าง ๆ และทราบวัตถุประสงค์ของผู้เขียนแบบ การเขียนแบบทางวิศวกรรมนั้นอาจแบ่งออกเป็น ลักษณะใหญ่ ๆ ได้ ๓ ชนิด ได้แก่

๑.๑ ORTHOGRAPHIC PROJECTION

๑.๒ OBLIQUE PROJECTION

๑.๓ PERSPECTIVE PROJECTION

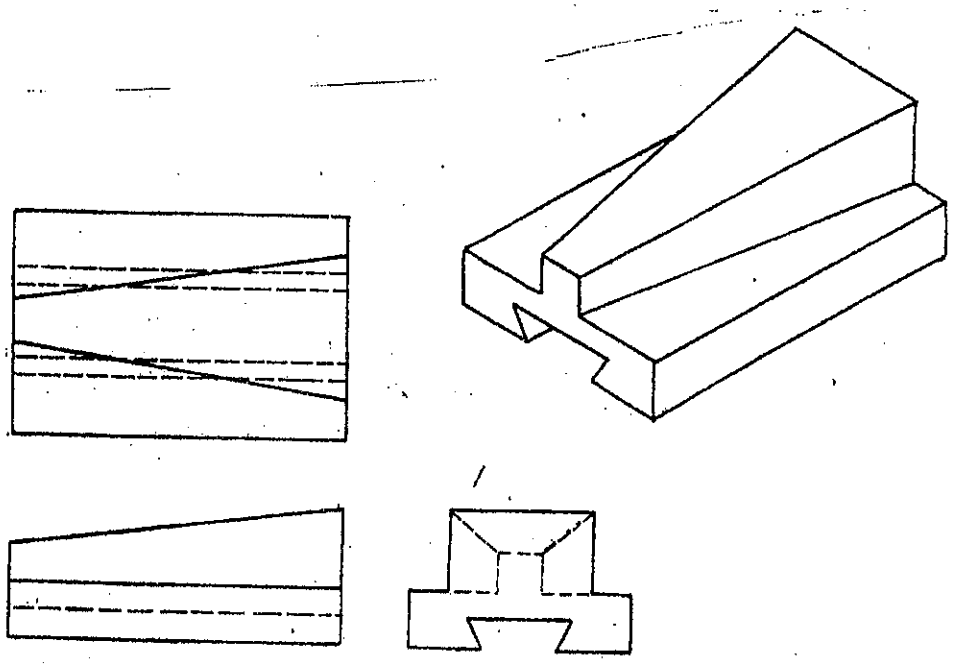
การเขียนแบบ ORTHOGRAPHIC PROJECTION อาจแบ่งการเขียนได้เป็น ๒ ชนิด ได้แก่

๑. MULTIVIEW PROJECTION ได้แก่การเขียนแบบแสดงให้เห็นภาพ ๒ ด้าน, ๓ ด้าน และด้านช่วย (AUXILIARY VIEW)

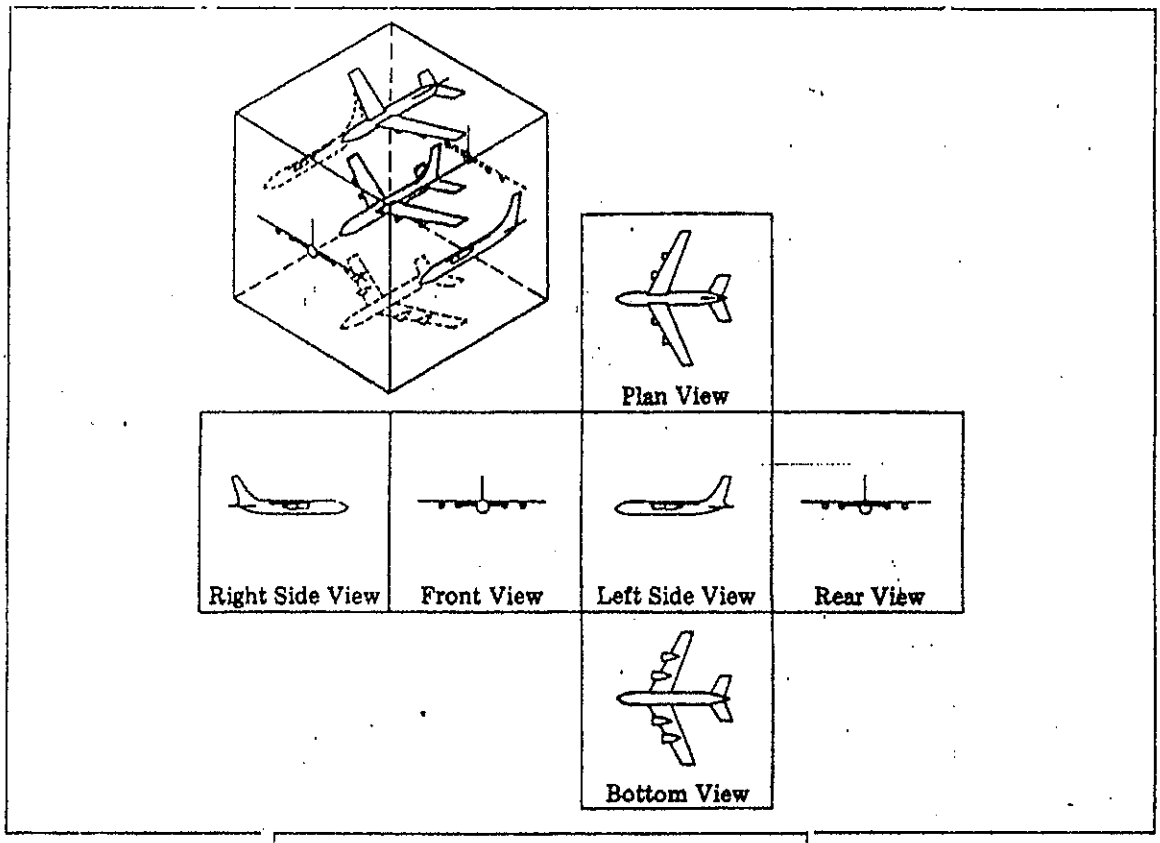
๒. AXONOMETRIC PROJECTION ได้แก่การเขียนภาพเอียง สามารถมองเห็น ๓ ด้านในการมองเพียงวิวเดียว การเขียนแบบ AXONOMETRIC PROJECTION อาจเขียนได้ ๓ แบบด้วยกัน

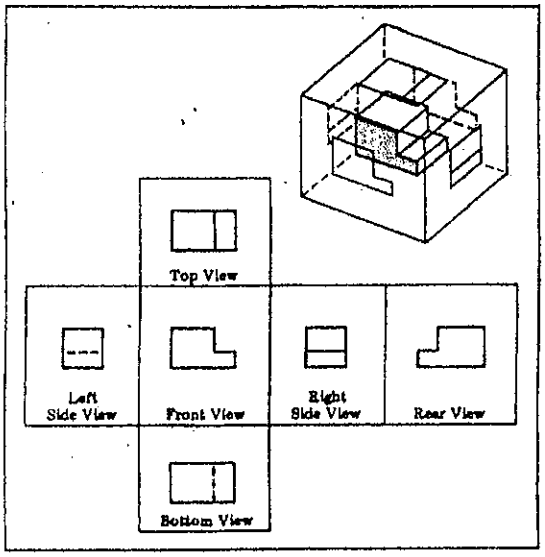
ได้แก่ ISOMETRIC, DIMETRIC และ TRIMETRIC แต่ที่นิยม เขียนโดยทั่วไปแล้ว ได้แก่ ISOMETRIC PROJECTION.

ISOMETRIC PROJECTION ถ้าเขียนแบบ ISOMETRIC PROJECTION รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ดูรูปที่ ๓ จะเห็นภาพ ด้าน AB, AC และ AD เป็นความยาวจริง ภาพที่เขียนจะอยู่ในแกนเส้น ๓ เส้น ด้านหน้าของมุมรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ เส้นทั้ง ๓ จะทำมุม ๓ มุม ๆ ละ ๑๒๐° ซึ่งเรียกว่า ISOMETRIC AXES

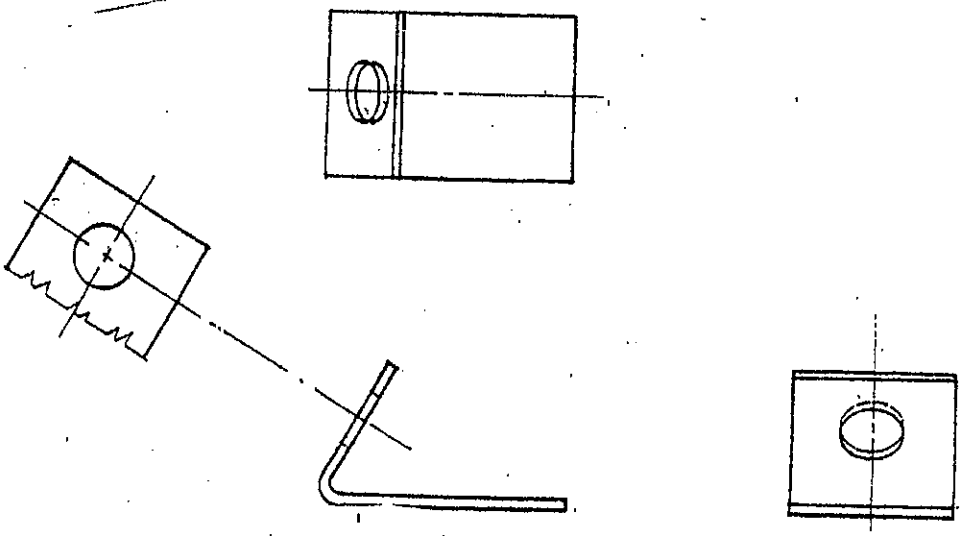


แสดงภาพ ๓ มิติ

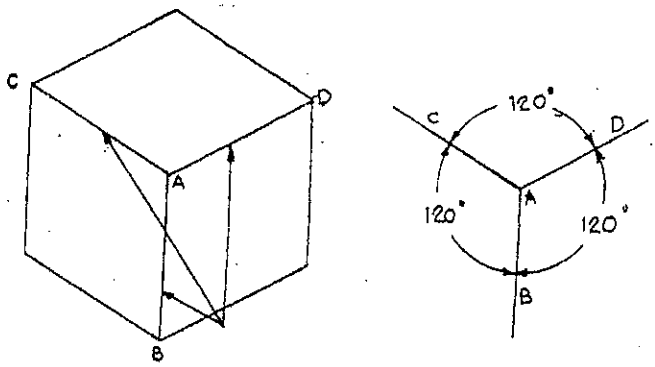

Plan View
Right Side View
Front View
Left Side View
Rear View
Bottom View

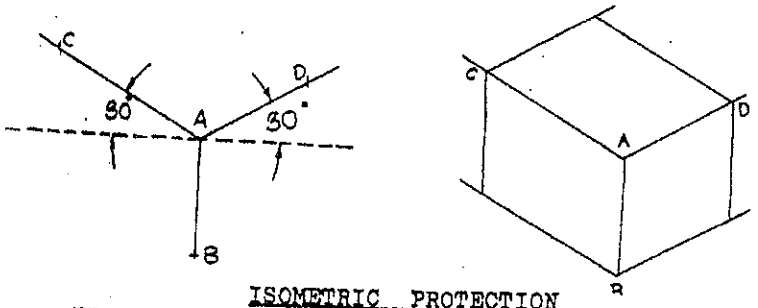

Top View
Left
Side View
Front View
Right
Side View
Rear View
Bottom View

ในการเขียนแบบ บางครั้ง เขียนแสดงภาพด้านหน้า (FRONT VIEW) ภาพด้านข้าง (SIDE VIEW) และภาพด้านบน (TOP VIEW) ยังไม่เพียงพอ เพื่อใช้แสดงรายละเอียดที่จำเป็น สะดวกแก่ผู้สร้าง และผู้อ่านแบบ จึงจำเป็นต้องมีภาพช่วยขึ้นอีก (AUXILIARY VIEW)



แสดงภาพช่วย (AUXILIARY VIEW)

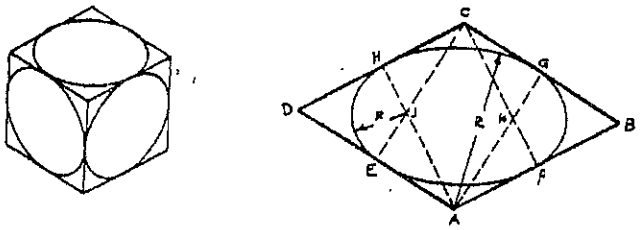




ISOMETRIC PROTECTION

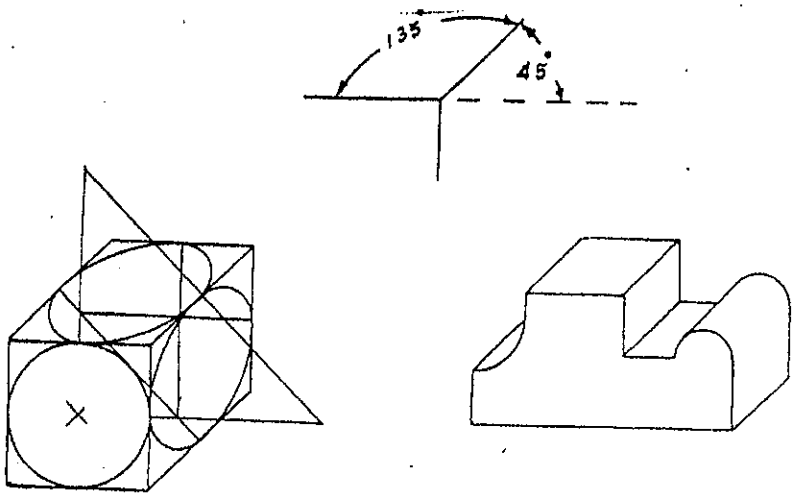
ลักษณะการเขียนแบบ ISOMETRIC

- ไม่แสดงเส้นที่มองไม่เห็น (เส้นประ)
- มุมที่แสดงในรูปแบบ ISOMETRIC ไม่ใช่มุมจริง
- วงกลม จะมีรูปเป็นวงรี (ELLIPSES)
- เส้นที่ไม่ขนานกับเส้น ISOMETRIC AXES จะไม่ใช่ความยาวจริง



ISOMETRIC CIRCLES

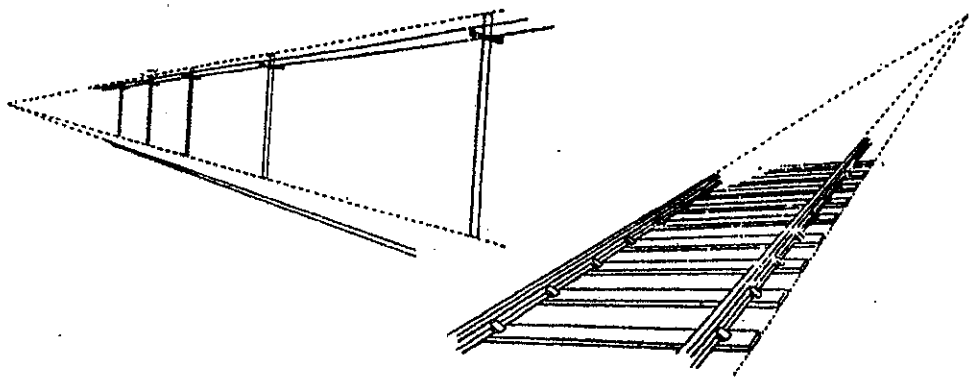
OBLIQUE PROJECTION การเขียนแบบ OBLIQUE ก็เขียนอยู่บนแกน ๓ แกน เช่นเดียวกับการเขียน ISOMETRIC แต่ผิดกันอยู่เพียง แกนหนึ่งอยู่ในแนวระนาบ(HORIZONTAL) อีกแกนอยู่ในแนวดิ่ง ส่วนแกนสุดท้ายจะเป็นมุม ภาพที่เขียนจะปรากฏว่าด้านหน้าของภาพที่เขียนจะเป็นขนาดจริง (FRONTVIEW) ความหนาของภาพจะทำมุม ๔๕ องศากับแนวระนาบ อย่างไรก็ตามมุมอาจจะน้อยกว่าหรือมากกว่า ๔๕ องศาก็ได้ แต่ต้องน้อยกว่า ๙๐ องศา



เปอร์สเปคตีฟ
PERSPECTIVE DRAWING

เราเห็นทุกสิ่งตรงหน้าเป็นเปอร์สเปคตีฟ กล่าวคือเห็นภาพที่ให้ความรู้สึกว่ามีความลึก มีความเป็นแท่งเป็นก้อน ตัวอย่างที่คุ้นตาที่สุด คือภาพรางรถไฟคู่ที่วิ่งไปจดกัน ณ จุดหนึ่ง หรือเสาไฟฟ้าที่ค่อย ๆ สั้นลงเมื่อระยะไกลออกไป (รูป 11.1)

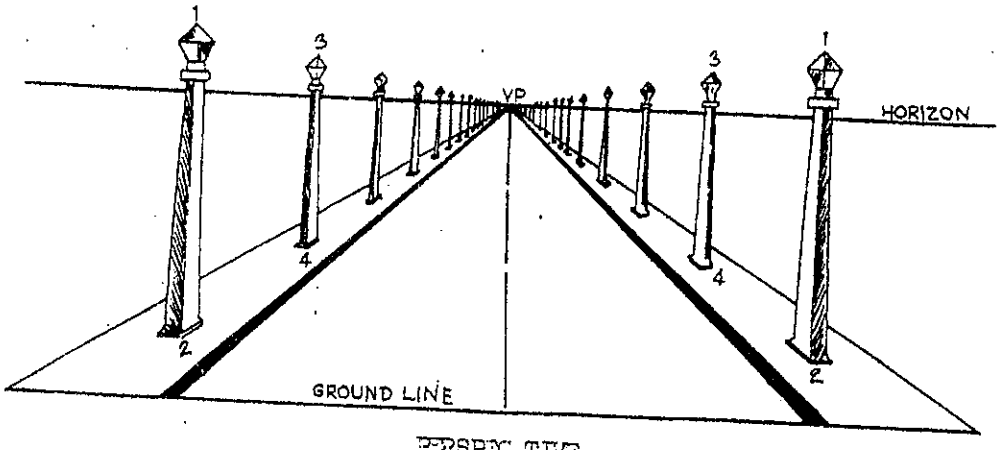
ความยุ่งยากอยู่ตรงที่ว่าจะเขียนให้รู้สึกความลึกลงในแผ่นแบนสองมิติได้อย่างไร



รูป 11.1 ปรากฏการณ์ เปอร์สเปคตีฟ

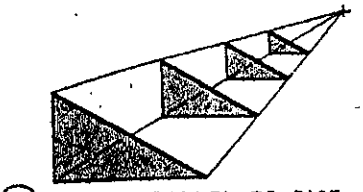
สำหรับจิตรกรแล้ว การเขียนเปอร์สเปคตีฟโดยวาดภาพที่เห็นตรงหน้าให้เหมือนตาเห็นเปียบเป็นเรื่องง่ายดายมาก แต่นั่นเป็นเรื่องของคนที่มีพรสวรรค์และผ่านการฝึกหนักมาแล้ว อย่างเราท่านเห็นจะต้องหาวิธีอื่น

จึงมีผู้วิจัยค้นหากฎที่ช่วยการเขียนทัศนียภาพให้มีความลึกบนแผ่นเรียบจนได้ จิตรกรหลายคนในอดีตได้มีส่วนเสริมความรู้ทางเปอร์สเปคตีฟให้ก้าวหน้า เช่น อูเซ็ลโล, เลโอนารโดดา วินชิ และอาลเบรค ดีเรอร์ ผู้ไม่มีหัวทางวาดเดี๋ยวนี้เลยวาดรูปวิวเบี้นโดยใช้เส้นร่างเรขาคณิต โดยไม่ค้องดูของจริงด้วยซ้ำ ขอให้บอกขนาดและจุดยืนมองมาก็แล้วกัน การศึกษาโครงร่างเปอร์สเปคตีฟนี้อาจเบี้นที่น่าสนใจสำหรับผู้มีหัวคำนวณ แต่บอกเสียก่อนว่าวิชานี้ไม่อาจทำให้ใครเป็นจิตรกรได้หรอก

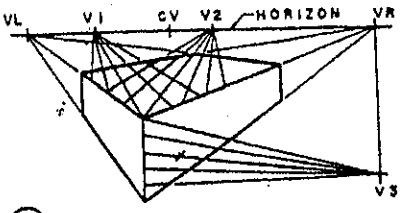


PERSPECTIVE

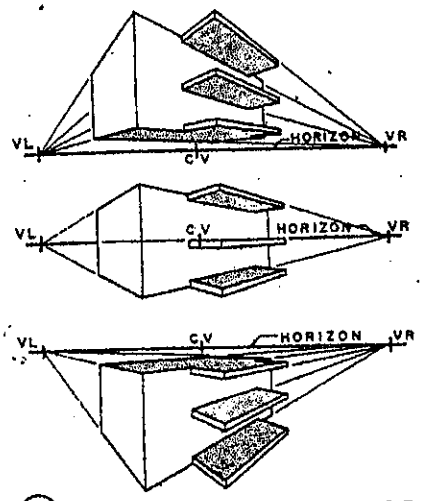
ลักษณะของเส้นและพื้นที่ในเปอร์สเปคตีฟ



(A) LINES PARALLEL TO PICT. PL. ARE PARALLEL IN PERSPECTIVE



(B) LINES NOT PARALLEL TO PICT. PL. CONVERGE TO A V.P.



(C) HORIZON IS AT HEIGHT OF THE EYE OF THE OBSERVER

LINES AND AREAS IN PERSPECTIVES

รูป 11.7 เส้นและพื้นที่ในเปอร์สเปคตีฟ

หลักง่าย ๆ ของเปอร์สเปคตีฟที่จะกล่าวถึงมีประโยชน์มากถ้าทำความเข้าใจให้กระจ่างแล้วจะทำให้นึกมองเห็นภาพก่อนลงมือเขียน เสียอีก ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าเรารู้ลักษณะของภาพล่วงหน้า

● เส้นขนานทั้งหลายที่ขนานกับ PICTURE PLANE จะปรากฏขนานกันในภาพเปอร์สเปคตีฟไม่ว่าเส้นจะวิ่งไปในทิศทางใดดังนั้นเส้นตั้ง, เส้นนอน และเส้นเอียงจะยังวิ่งไปตามทิศเดิมไม่ว่าอยู่ส่วนใดของภาพในในรูป 11.7 A จะเห็นว่าเส้นเหล่านี้จะเปลี่ยนแต่ขนาดเท่านั้น ตามระยะที่ถอยห่างจาก Station Point.

● เส้นขนานเหล่าใดไม่ขนานกับ PICTURE PLANE จะไปบรรจบกันที่ Vanishing Point เส้นขนานแต่ละชุดจะมี Vanishing Point ของมันเองดังภาพ 11.7 B และ Vanishing Point ของเส้นนอนทั้งหลายจะอยู่ ณ จุดใดจุดหนึ่งที่เส้นขอบฟ้า

● เส้นขอบฟ้า อยู่ที่ระนาบนอนซึ่งผ่านตาไปตัดกับ Picture Plane มันจึงเลื่อนขึ้นลงตามระดับตา

● ระนาบหรือพื้นผิวตามนอนระนาบนอนใดอยู่เหนือเส้นขอบฟ้าเราจะเห็นพื้นด้านล่าง (รูป 11.7 C บน) แต่ถ้าอยู่ใต้เส้นของขอบฟ้าจะเห็นด้านบน (รูป 11.7 C ล่าง) และอาจ

การเขียนแบบใช้งาน (WORKING DRAWING)

แบบใช้งาน (WORKING DRAWING) ส่วนมากจะเขียนแบบ ORTHOGRAPHIC PROJECTION ทั้งนี้ ก็เพื่อแสดงให้เห็นทุกด้านทุกส่วนของชิ้นส่วนที่ต้องการสร้าง เพื่อแจกแจงรายละเอียดต่าง ๆที่จำเป็นในการสร้าง แบบใช้งาน (WORKING DRAWING) หลักอาจแบ่งได้ ๔ ชนิดคือ

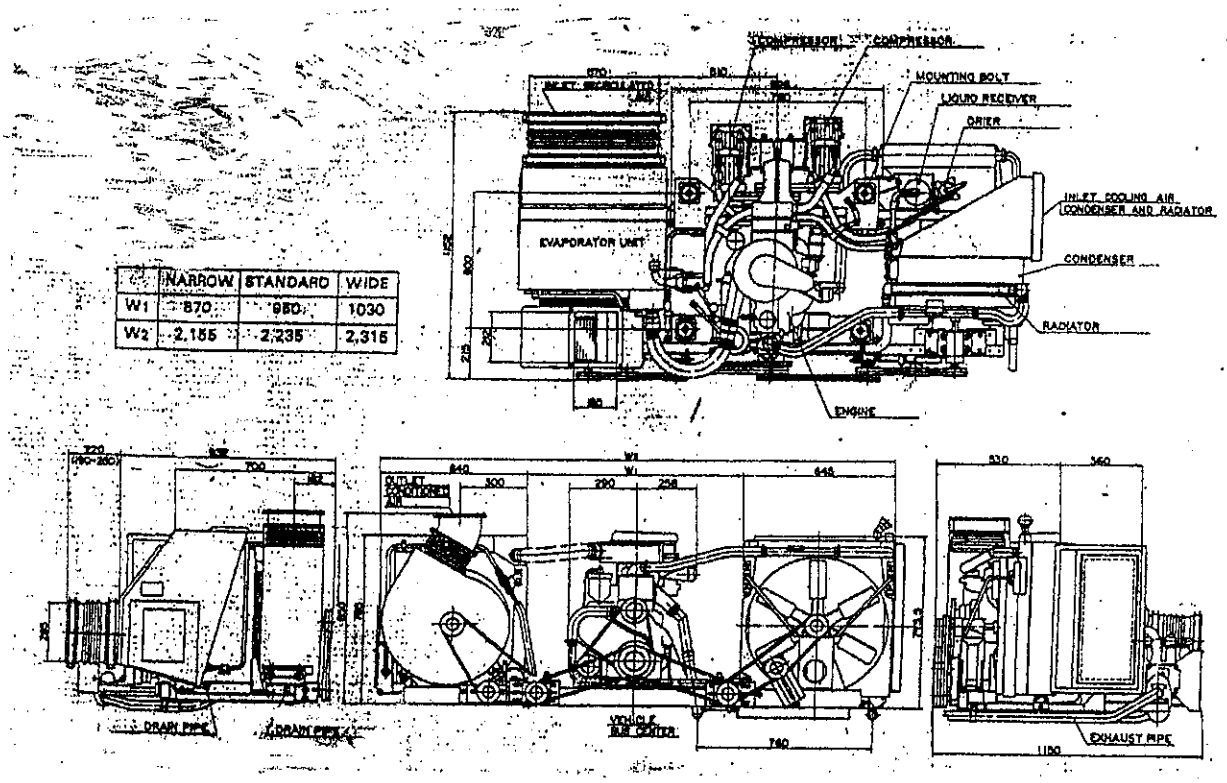
๑ INSTALLATION DRAWING

๒ แบบประกอบ (ASSEMBLY DRAWING)

๓ แบบแยกชิ้นส่วน (DETAIL DRAWING)

๔ WIRING DRAWING

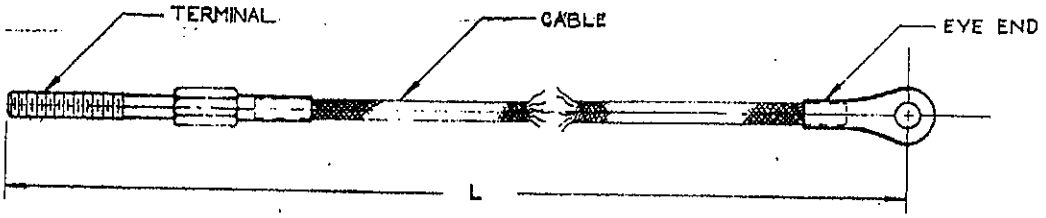
แบบ แสดงการติดตั้ง (INSTALLATION DRAWING) ได้แก่แบบที่เขียนแสดงการติดตั้งชิ้นส่วน, อุปกรณ์, เครื่องมือ โดยกำหนดระยะ ความกว้าง, ยาว ลึก ไว้ ดูรูป



	NARROW	STANDARD	WIDE
W1	870	980	1030
W2	2,155	2,235	2,315

แบบประกอบ (ASSEMBLY DRAWING)

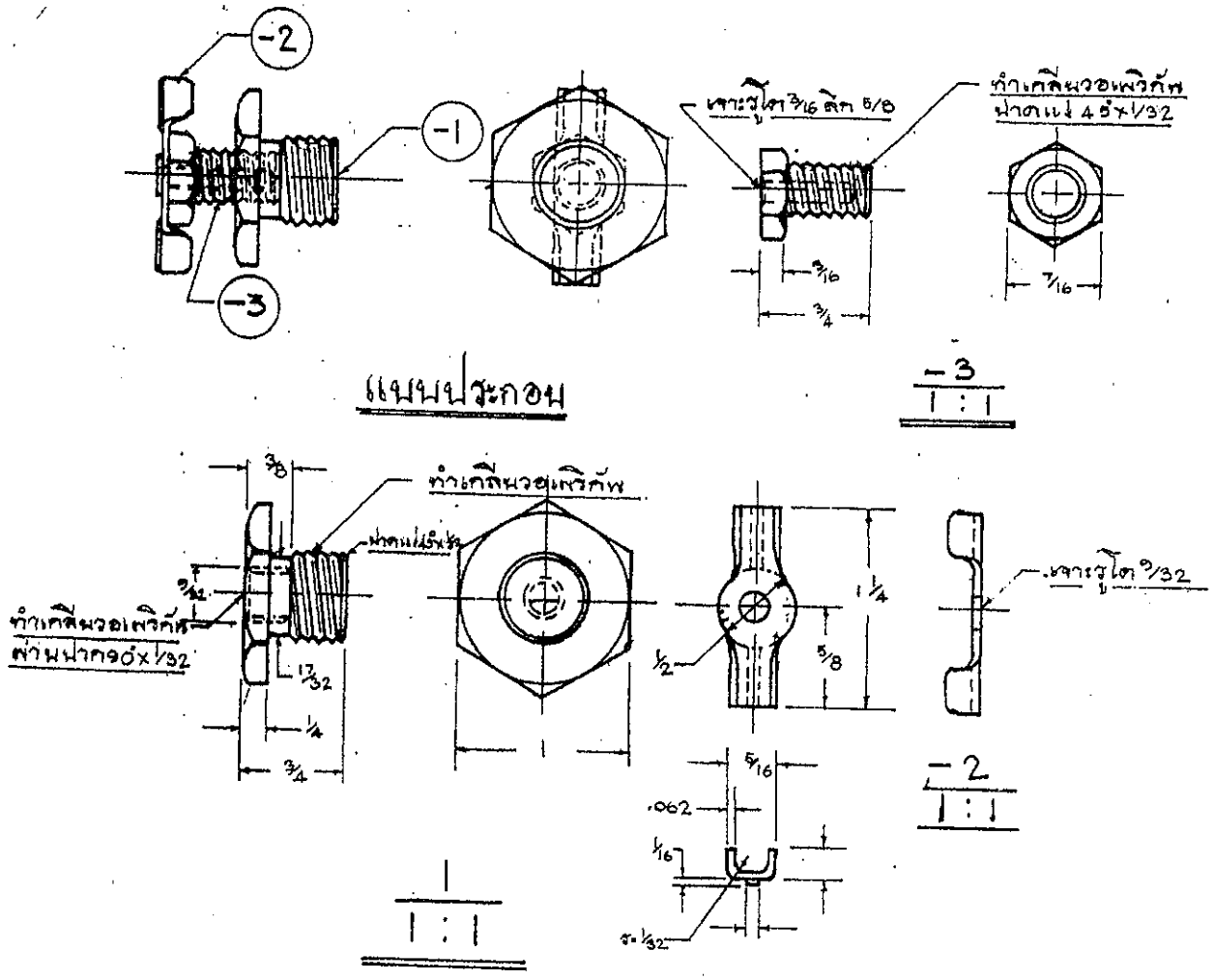
เป็นแบบที่แสดงการประกอบกันของชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนหลักชิ้นส่วนหนึ่ง เช่น ลวดบังคับ (CABLE ASSEMBLY) ประกอบด้วยลวด (CABLE) EYE END ทั้ง ๒ ข้างของปลายลวด หรืออีกข้างหนึ่งเป็น TURNBUCKLE โดยจะกำหนดขนาดต่าง ๆ ไว้เท่าที่จำเป็น ดูรูป



CABLE ASSEMBLY

แบบแยกชิ้นส่วน (DETAIL DRAWING) ในการสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ บางครั้งจะต้องประกอบหลายชิ้นส่วน จำเป็นต้องแยกชิ้นส่วน โดยการเขียนแบบแยกชิ้นส่วนเพื่อจัดหาหรือแยกให้โรงงานดำเนินการสร้าง แบบนี้จะ กำหนดรายละเอียดต่าง ๆตลอดจนกรรมวิธีในการสร้าง เพื่อโรงงานสร้างตามข้อกำหนดไว้ในแบบแยกชิ้นส่วนเช่น

- กำหนดขนาดต่าง ๆ ของชิ้นส่วนนั้น (DIAMENSIONS)
- กำหนดกรรมวิธี เช่น การเชื่อม (WELDING) การยึด (FASTEN) การทำความเรียบ (SURFACE ROUGH NESS) ฯลฯ
- กำหนดวัสดุที่ใช้สร้าง การอบชุบ, การป้องกันสนิม
- การกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน



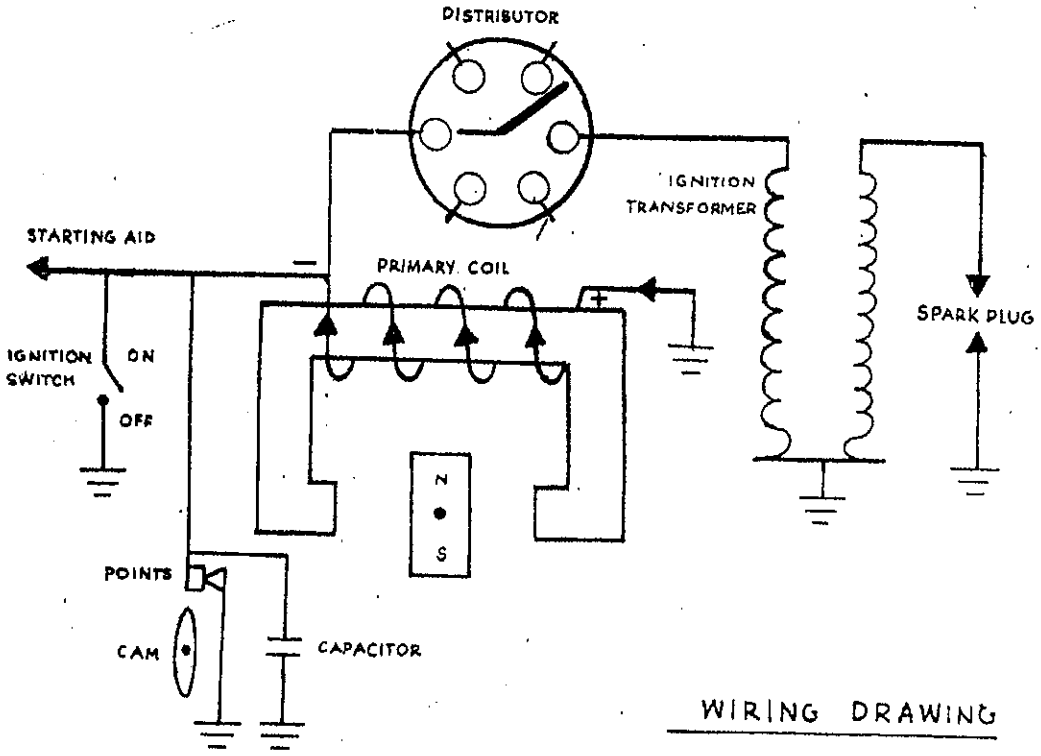
DETIAL DRAWING

๕/๑

<u>แบบแสดงแผนภูมิการเดินสายไฟฟ้า</u> (WIRING DIAGRAM หรือ WIRING DRAWING)

เป็นแบบที่เขียนแสดงวงจรไฟฟ้าที่ใช้ ในระบบใดระบบหนึ่งหรือหลายระบบ โดยในแบบจะกำหนด

- แสดงการเดินสายไฟฟ้า ในลักษณะแผนภูมิ (DIAGRAM)
- กำหนด จุด และ อุปกรณ์ ที่ระบบ จะต่อ, เชื่อมกัน
- กำหนดหมายเลขของสายไฟฟ้า
- กำหนดขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้



WIRING DRAWING

การเขียนแบบแผ่นคลี่โลหะ
SHEET METAL DRAFTING

ในการอุตสาหกรรมทุกวันนี้ การผลิตอุปกรณ์ทางด้านโลหะแผ่นต่าง ๆ ดังเช่นเครื่องทำความร้อน, เครื่องปรับอากาศ, ท่อระบายอากาศ, รางน้ำ, ถัง, แทงค์, หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบิน ในปัจจุบันนิยมผลิตจากโลหะแผ่น (Sheet Metal) แผ่นโลหะจะถูกตัดและแปลงให้เป็นรูปร่างตามต้องการด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ การโค้ง (Bending) การม้วน (Rolling) และ การพับ (Folding) และประสานรอยต่อที่เกิดขึ้นด้วย การเข้าตะเข็บ (Seaming) การบัดกรี (Soldering) การเชื่อม (Welding) การใช้หมุดย้ำ (Riveting)

โลหะแผ่น (Sheet Metal)

โดยทั่ว ๆ ไปเป็นชื่อที่ใช้เรียกโลหะที่เป็นแผ่นบาง ๆ และมีขนาดใหญ่พอสมควร โลหะส่วนใหญ่ที่ใช้ทำเป็นแผ่น คือเหล็ก, เหล็กกล้า, ทองแดง, อลูมิเนียม, และทองเหลือง โลหะแผ่นเหล่านี้ผลิตออกมาจำหน่ายในขนาดความหนาต่าง ๆ ขนาดความหนามาตรฐาน กำหนดเป็น Gauge Number เราเรียกว่า โลหะแผ่น เฉพาะแผ่นโลหะที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว เท่านั้น แผ่นโลหะที่มีขนาดหนากว่า 3/16 นิ้ว เราเรียก **Metal Plate** ตาราง Gauge Number เทียบความหนาเป็นทศนิยมและเศษส่วนของนิ้ว ของเหล็กและเหล็กกล้าที่ยังไม่เคลือบผิวตารางที่แสดงไว้ข้างท้ายนี้ (หน้า 178) แสดงความแตกต่างของโลหะ และของเหล็กที่เคลือบผิวแล้วอาจหาได้จากหนังสือคู่มือทั่ว ๆ ไป

GAUGE NUMBERS และ ความหนาของเหล็กแผ่นและเหล็กกล้าแผ่น (Iron–Steel Sheet)

Gauge No	ทศนิยม (โดยประมาณ)	เศษส่วนของนิ้ว	Gauge No	ทศนิยม (โดยประมาณ)	เศษส่วนของนิ้ว
28	0.0156	1/64	17	0.0565	
27	0.0172		16	0.0625	1/16
26	0.0188		15	0.0703	
25	0.0219		14	0.0781	5/64
24	0.0250		13	0.0938	3/32
23	0.0281		12	0.1094	7/64
22	0.0313	1/32	11	0.1250	1/8
21	0.0344		10	0.1406	9/64
20	0.0375		9	0.1563	5/32
19	0.0438		8	0.1719	11/16
18	0.0500		7	0.1875	3/16

โดยปกติวัตถุที่ผลิตจากโลหะแผ่นจะมีลักษณะกลวง แต่เพื่อความสะดวกและให้เข้าใจได้ได้ง่าย เราจะถือว่า การเขียนแบบแผ่นคลี่ของวัตถุที่ผลิตจากโลหะแผ่นได้มาจากการปอกเปลือก (Unwrap) ผิวนอกของวัตถุต้นที่มีขนาดและรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุกลวง แล้วแผ่เปลือกนั้นลงบนพื้นเรียบ

ในเรื่องการเขียนแบบวัตถุที่ผลิตจากโลหะแผ่นนี้ มิติภายในเป็นสิ่งสำคัญ และเราให้ความสนใจมากกว่ามิติภายนอก ดังนั้นการเขียนแบบขึ้นเป็นรูป ในทุกกรณี เราถือว่าผิวที่ปรากฏเห็นบนแผ่นกระดาษเขียนแบบเป็นผิวด้านในเสมอไป

วิธีการสร้างแผ่นคลี่

การสร้างแผ่นคลี่ทั่ว ๆ ไปที่ช่างเขียนแบบใช้อยู่เสมอ ๆ มี 3 แบบด้วยกันคือ

1. วิธีเส้นขนาน (Parallel – Line Method) ใช้ในการเขียนแบบขึ้นเป็นรูปของวัตถุรูปปริซึม (Prisms) และรูปทรงกระบอก (Cylinder) เนื่องจากขอบด้านข้างของรูปปริซึม และรูปทรงกระบอกย่อมขนานกันเสมอ

รูป 12.1

เมื่อผิวนอกของรูปปริซึมสี่เหลี่ยมแสดงในรูป 12.1 A ถูกเคลื่อนและยืดเป็นแผ่นสิ่งที่เป็นผลจากการกระทำดังกล่าวนี้เราเรียก แบบแผ่นคลี่ของรูปปริซึม เช่นเดียวกันเมื่อผิวนอกของรูปทรงกระบอกแสดงในรูป 12.1 B ถูกคลี่ออกและยืดเป็นแผ่น ก็จะได้แบบแผ่นคลี่ของรูปทรงกระบอกนั้น

2. วิธีเส้นรัศมี (Radial–Line Method) ใช้ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ของวัตถุรูปปีรามิดตรง (Right Pyramids) และรูปกรวยกลมตรง (Right Cones) เนื่องจากขอบด้านข้างของรูปปีรามิดตรงและรูปกรวยตรง มีขนาดยาวเท่ากัน และมีลักษณะเป็นเส้นรัศมีที่มีจุดยอดเป็นศูนย์กลาง เมื่อคลี่รอยพับหรือคลายม้วนออกเป็นแผ่นเรียบ จะได้แบบแผ่นคลี่ซึ่งมีจุดยอดเป็น จุดรวม (Common point)

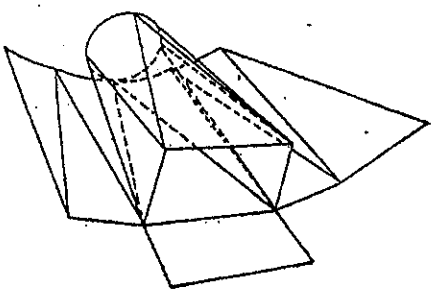
รูป 12.2

รูป 12.2 A แสดงการคลี่รอยพับของรูปปีรามิดตรงออกเป็นแบบแผ่นคลี่ซึ่งมีจุดยอด a เป็นจุดร่วมของเส้นขอบที่มีความยาวเท่ากันทุกด้าน ส่วนรูป 12.2 B แสดงคลายม้วนรูปกรวยกลมตรงออกเป็นแบบคลี่ซึ่งมีจุดยอด a เป็นจุดรวมของชิ้นส่วนย่อยที่มีความยาวเท่า ๆ กัน

3. วิธีรูปสามเหลี่ยม (Triangulation Method) ใช้ในการเขียนแบบแผ่นคลี่ของวัตถุรูปปีรามิดเอียง (Oblique Pyamids) รูปกรวยเอียง (Oblique Cones) รูปข้อต่อ (Tarnsition Pieces) และรูปทรงอื่น ๆ ซึ่งใช้วิธีเส้นขนานและวิธีเส้นรัศมีได้ยาก

หลักการของวิธีนี้ (แสดงในรูปที่ 12.3) คือการแบ่งพื้นผิวของวัตถุออกเป็นรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูป และหาขนาดจริงของรูปสามเลี่ยนเหล่านั้นโดยหาความยาวจริงของแต่ละด้าน ขั้นสุดท้ายคือประกอบรูปสามเหลี่ยมทั้งหมดเข้าด้วยกัน

การเขียนแบบแผ่นคลี่ของข้อต่อลักษณะต่าง ๆ ในขั้นแรกพิจารณาแบบแผ่นคลี่ของส่วนที่เป็นรูปปริซึม, รูปทรงกระบอก รูปปีรามิดตรง และรูปกรวยตรง ด้วยวิธีที่ 1 และ 2 เสียก่อน ส่วนที่เหลือที่ไม่อาจใช้วิธีการทั้งสองได้แล้ว จึงแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม และเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีที่ 3 แล้วจึงรวมแบบแผ่นคลี่ของแต่ละส่วนเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน

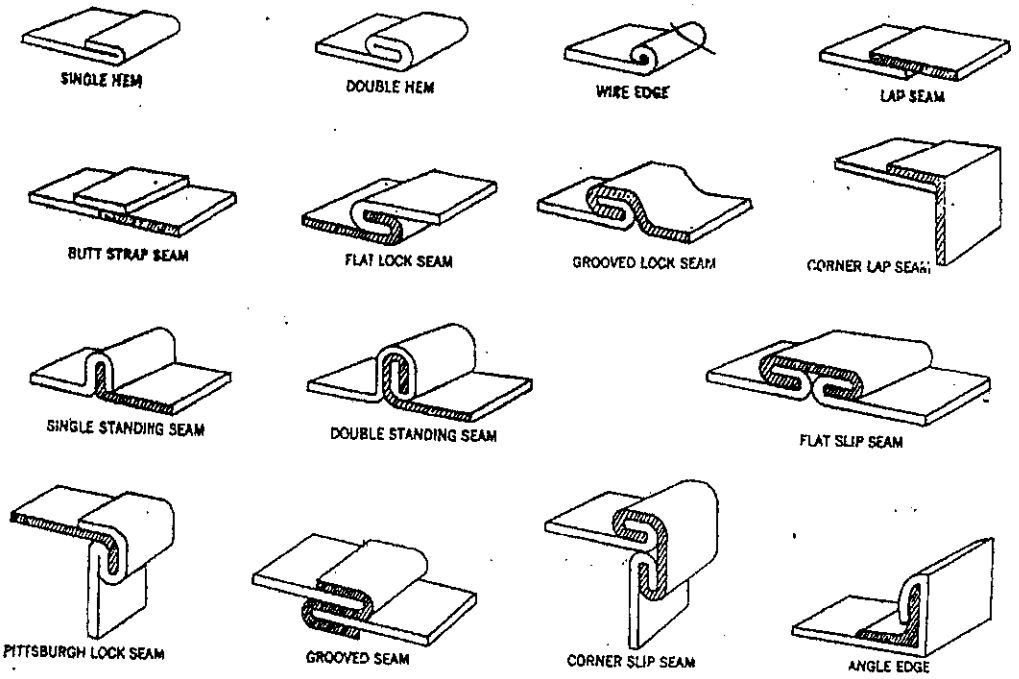


รูป 12.3

เมื่อได้แบบแผ่นคลี่หรือแบบแผ่ของวัตถุจากภาพฉายของวัตถุนั้นแล้ว เราจำเป็นต้องเพิ่มส่วนสำหรับรอยพับหรือรอยต่อซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

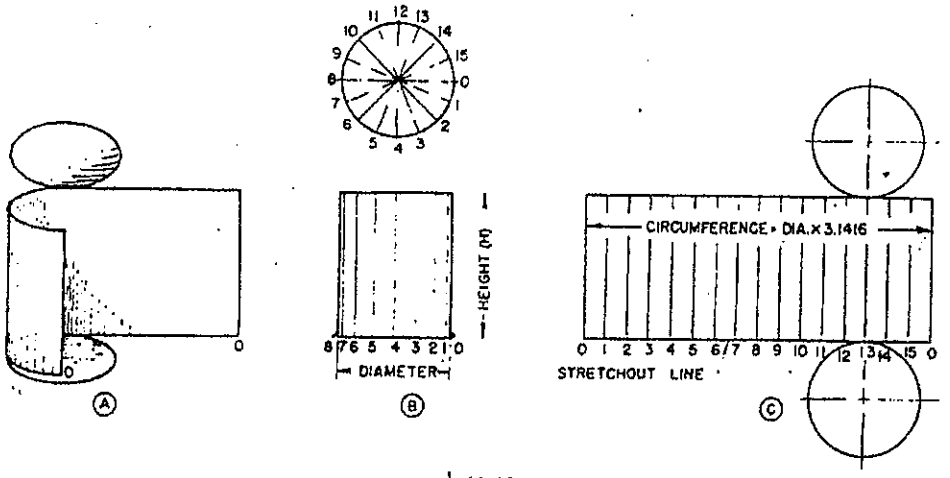
1. พับขอบ (Hems)
2. ประสานเข้าด้วยกัน (Seams)
3. เชื่อมต่อกับวัตถุชิ้นอื่น ๆ (Joints)

แบบต่าง ๆ ของการพับขอบ. การประสาน และการเชื่อมต่อกับวัตถุชิ้นอื่น ๆ แสดงในรูปที่ 12.4



รูป 12.4

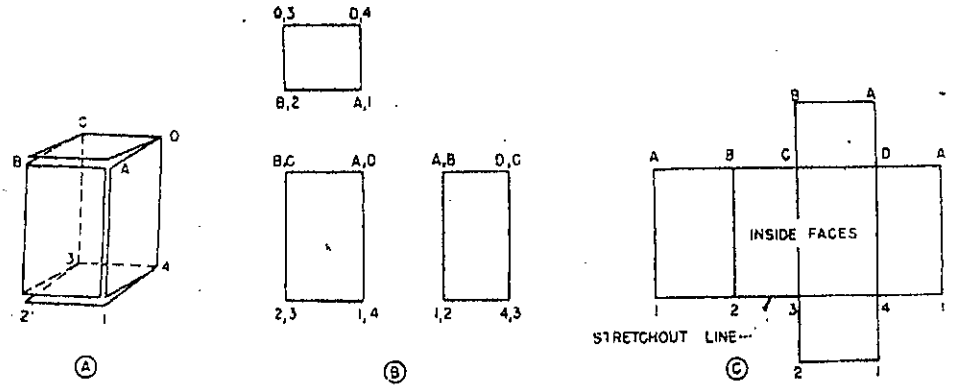
การเขียนแผ่นคลี่ทรงกระบอก (Right Circular Cylinder)



รูป 12.10

รูป 12.10 รูป A เป็นภาพเหมือนแสดงทรงกระบอกที่ถูกคลี่ออก รูป B เป็นภาพฉายด้านหน้าและด้านบนของทรงกระบอก ซึ่งแสดงขนาด diameter และความสูงเอาไว้ จากรูป A เราจะเห็นว่าเส้นฐานของทรงกระบอกสามารถคลี่ออกเป็นเส้นตรงได้ ซึ่งจะยาวเท่ากับเส้นรอบวง

การเขียนแผ่นคลี่ปริซึมตรง (Right Prism)



รูป 12.9

รูป 12.9 รูป A แสดงภาพกล่องสี่เหลี่ยมมีฝาปิดทั้ง 2 ด้าน รูป B เป็นภาพฉาย 3 ด้าน ของกล่องสี่เหลี่ยมซึ่งมีตัวอักษรและตัวเลขแสดงตำแหน่งของมุมต่าง ๆ ที่ปรากฏในรูป A รูป C เป็นแบบแผ่นคลี่ของกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งวิธีการเขียนดังนี้ ขั้นแรกเขียนเส้นรอบฐานที่คลี่ออก เส้นที่ได้คือ เส้น 1–2–3–4–1 โดยวัดระยะความยาวของด้าน 1–2, 2,–3, 3–4, 4–1, จากภาพฉายในรูป B ลากเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงเส้นนี้ จากจุด 1, 2, 3, 4 และ 1 กำหนดความสูงของเส้นนี้เท่ากับ 1A, 2B, 3C, 4D, 1A ในภาพฉายรูป B และต่อ AB, BC, CD, DA จากภาพฉายรูป Top View จะเป็นลักษณะของฝาปิดด้านบนและด้านล่างของกล่องสี่เหลี่ยม ดังนั้นจึงลอกรูป Top View มาต่อที่ผิวด้าน 3 4 และ D C ก็จะได้รูปแผ่นคลี่ของกล่องสี่เหลี่ยม

การเขียนภาพแผ่นคลีเราจะเขียนไว้เพียงแค่นี้ ส่วนการเผื่อเพื่อใช้เป็นรอยต่อนั้น จะกำหนดโดยช่างผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีการต่อหรือพับขอบโดยวิธีใด

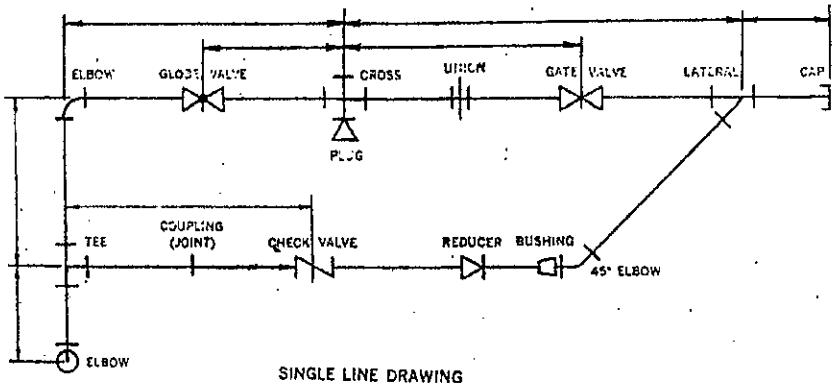
PIPING DRAWING

การเขียนแบบท่อลงในแบบนั้นจะเป็นการแสดงการติดตั้งท่อ, บอกขนาดต่าง ๆ ของท่อ การใช้ fittings และ Valve ซึ่งการเขียนแบบนี้จะต้องใช้สัญญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อง่ายในการเขียนแทนที่จะเขียนเป็นรูปร่างของจริง ๆ

การเขียนแบบท่อแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

SINGLE LINE DRAWING

Single line drawing เป็นการเขียนแบบโดยใช้สัญญลักษณ์ต่าง ๆ แทนของจริงทั้งหมด ซึ่งทำให้การเขียนแบบทำได้สะดวกและรวดเร็ว โดยที่ถ้าเป็นท่อก็ใช้เขียนเส้นตรงแทนโดยใช้แทนในตำแหน่ง กึ่งกลางของท่อ และพวก Fitting Valve ต่าง ๆ ก็ใช้สัญญลักษณ์แทนการเขียนแบบ Single line drawing เขียนได้ทั้ง Orthographic, Isometric ,Oblique, ดังรูป 13.13 เป็นแบบ Orthographic, ของ Single line drawing เขียนเพียงด้านเดียว

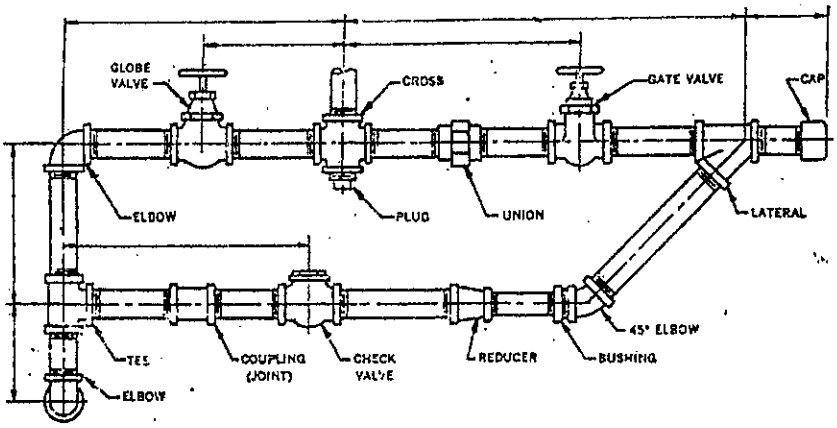


SINGLE LINE DRAWING

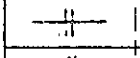
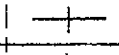
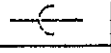
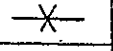
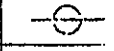
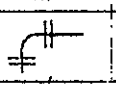
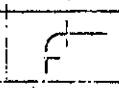
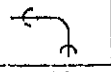
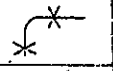
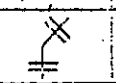
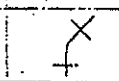
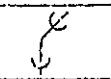
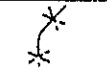
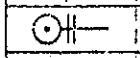
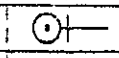
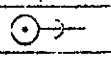
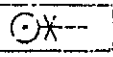
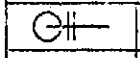
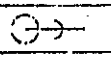
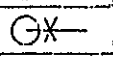
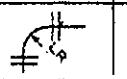
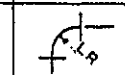
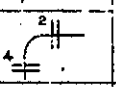
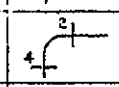
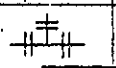
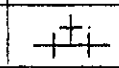
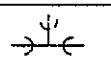
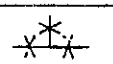
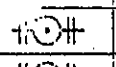
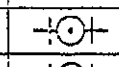
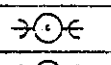
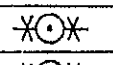
รูป 13.13

DOUBLE LINE DRAWING

Double line drawing เป็นการเขียนที่มีลักษณะคล้ายของจริง ซึ่งส่วนมากจะเขียนแบบนี้เมื่อต้องใช้ scale $\frac{1}{4}'' : 1'$ การเขียนแบบนี้จะสามารถอ่านแบบได้ง่าย แต่ในการเขียนแล้วเสียเวลามาก ส่วนมากมักเขียนเป็นแบบ Orthographic ลักษณะงานประเภทนี้ ส่วนมากเป็นพวกงานติดตั้งท่อที่ต้องประกอบกับอุปกรณ์อย่างอื่น เช่น Pump, Boiler เป็นต้น



DOUBLE LINE DRAWING

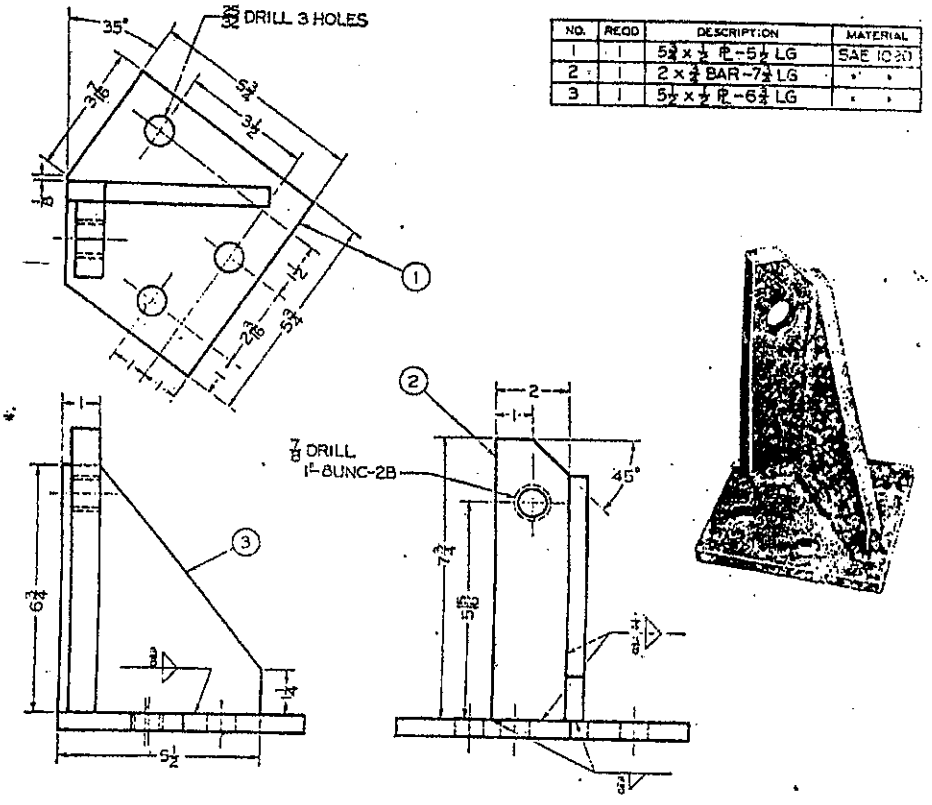
	FLANGED	SCREWED	BELL & SPIGOT	WELDED	SOLDERED
1. Joint					
2. Elbow—90°					
3. Elbow—45°					
4. Elbow—Turned Up					
5. Elbow—Turned Down					
6. Elbow—Long Radius					
7. Reducing Elbow					
8. Tee					
9. Tee—Outlet Up					
10. Tee—Outlet Down					
11. Side Outlet Tee—Outlet Up					
12. Cross					
13. Reducer—Concentric					
14. Reducer—Eccentric					
15. Lateral					
16. Gate Valve—Elev.					
17. Globe Valve—Elev.					
18. Check Valve					
19. Stop Cock					
20. Safety Valve					
21. Expansion Joint					
22. Union					
23. Sleeve					
24. Bushing					

การเขียนแบบงานเชื่อม
WELDING DRAWING

เมื่อเวลาไม่กี่ปีนี้ งานเชื่อมได้ถูกนำมาใช้มากขึ้น แทนที่จะใช้ Bolts screws, rivets หรือวิธีอื่น ๆ ในการยึดโลหะงานเชื่อมถูกนำมาใช้ในการสร้างชิ้นส่วนของเครื่องมือกลต่าง ๆ แทนการหล่อหรือการขึ้นรูปโดยการตีเหล็ก และในการสร้างโครงสร้าง เช่นการสร้างตึกสร้างโรงงานการต่อเรือ การประกอบรถยนต์

เมื่องานเชื่อมถูกนำมาใช้มาก ๆ เข้า ในการสั่งงานต่าง ๆ ลงในแบบที่ต้องการให้เชื่อมในลักษณะใด ต้องการความลึกความกว้างของรอยเชื่อมเท่าใดนั้นเป็นไปได้ลำบากมาก ในการสั่งงานระหว่าง ผู้ออกแบบงาน (Designer) และคนงานเชื่อมในแบบเราจะพบคำว่า "To be welded throughout" or "To be completed welded" (เชื่อมตลอดแนว) ซึ่งเป็นการยุ่งยากในการเขียนสั่งงานลงในแบบ

ดังนั้นเพื่อให้แบบงานเชื่อมมีความสมบูรณ์ ในการสั่งงาน และการอ่านแบบ เพื่อทำงาน สมาคมงานเชื่อมแห่งอเมริกา (American Welding Sociaty) จึงได้กำหนดสัญญลักษณ์งานเชื่อม ในปี 1917 ให้ชื่อว่า "Standard Welding Symbols" และทาง "American Standard Association" ได้ยอมรับและนำลงพิมพ์เป็น ASA Z 32.21–1951 ในบัจจุบันเปลี่ยนเป็น Y ASA Y 32.3–1959



Welding Drawing.

รูป 14.1

รูป 14.1 ตัวอย่างแบบงานเชื่อม

ตามแบบงานเชื่อมดังรูป 14.1 เป็นแบบแสดงการประกอบชิ้นงานแต่ละชิ้น ด้วยการเชื่อม ซึ่งใช้สัญญลักษณ์แทนลงในแบบ แนวเชื่อมต่าง ๆ ในแบบเป็นลักษณะงานก่อนทำการเชื่อม ขนาดที่ให้เป็นการใช้เฉพาะชิ้นงานแต่ละชิ้น และมีขนาดลักษณะของแต่ละชิ้น (ความกว้าง ยาว, หนา และลักษณะรูปร่าง). ในตารางข้างบน

Welding Processes

a. **Gas Welding** ในปี 1895 นักเคมีชาวฝรั่งเศส Le chatlier ได้ค้นพบการลุกไหม้ระหว่างแก๊ส acetylene และ Oxygen ได้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูง พอที่จะทำให้โลหะละลายได้ และการค้นพบอันนี้ ได้ถูกปรับปรุงให้ได้ประโยชน์ในการเชื่อมและเพื่อความสะดวกในการทำงาน จึงได้มีการผลิต Oxygen แล้วบรรจุลงในขวดที่บรรยากาศสูง ๆ (ประมาณ 150 บรรยากาศ) และสร้างหม้อผลิตแก๊ส acetylene ที่สามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งทำให้การเชื่อมแก๊สทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

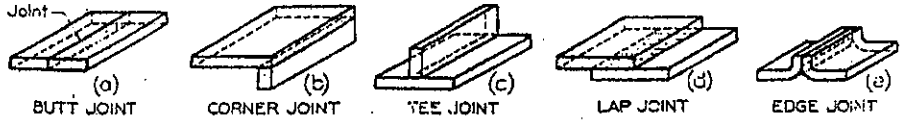
b. **Arc Welding** เป็นการเชื่อมซึ่งได้รับความร้อนจากการ arc ของกระแสไฟฟ้าที่ปลาย Electrode De Meritems ชาวฝรั่งเศสได้ค้นพบในปี 1881 แต่ในเวลานั้นได้รับการปรับปรุงอย่างช้ามาก จนถึงระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 U.S. NAVY ได้ปรับปรุง การเชื่อมด้วยไฟฟ้า โดยการผลิต Electrode ที่มีคุณภาพดี ทำให้ใช้ได้ผลการเชื่อมได้ดีขึ้น

e. **Resistance Welding** เป็นการเชื่อมโดยใช้แผ่นโลหะ 2 แผ่นจับยึดกันโดยการอัดให้แน่น แล้วใช้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไประหว่างโลหะทั้ง 2 แผ่นจะเป็น Resistant ทำให้เกิดความร้อนสูงระหว่างผิวของโลหะทั้ง 2 ชั้น ความร้อนนี้ สูงพอที่จะทำให้โลหะทั้ง 2 ชั้น ละลายเชื่อมประสานกันได้

การเชื่อมทั้ง 3 แบบนี้ในปัจจุบัน Gas Welding และ Arc Welding จะมีใช้มากและเป็นที่นิยมใช้ในวงการงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ส่วน Resistance welding จะใช้มากในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์โดยทำการใช้ Spot welds

Type of Welded Joint

ลักษณะของแนวต่อสำหรับชิ้นงานก่อนเชื่อมโดยทั่ว ๆ ไปมี 5 แบบ คือ ต่อชน (Butt Joint) ต่อมุม (corner Joint) ต่อตัว T (Tee Joint) ต่อซ้อน Lap Joint ต่อขอบ (Edge Joidt)

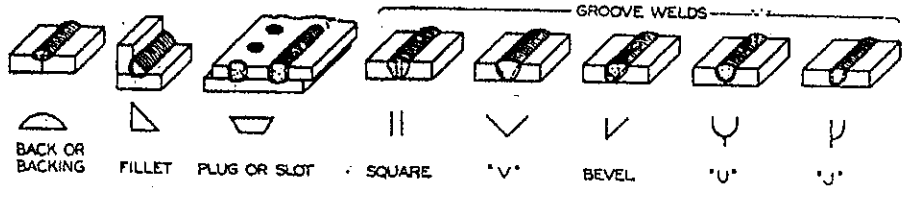


The Basic Types of Welded Joints.

รป 14.2

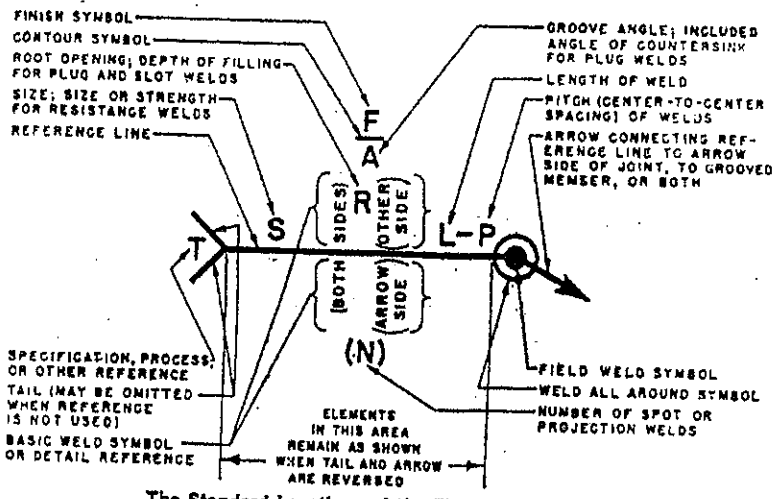
TYPES OF WELDS

ในงานเชื่อมไฟฟ้าหรือเชื่อมแก๊ส มีวิธีการใหญ่ 4 ชนิด คือ Back or Backing, Fillet, Plug or slot และ Groove ดังรูปข้างล่าง



WELDING SYMBOLS สัญญลักษณ์งานเชื่อม

สัญญลักษณ์ที่สำคัญคือลูกศรที่ใช้ชี้จุดที่จะกระทำการเชื่อมบนตัวของลูกศรนี้จะมี สัญญลักษณ์ต่าง ๆ บอกประเภทของการเชื่อมไว้ และมีตัวเลขตัวอักษรบอกถึงความยาว ความลึกความกว้างของรอยเชื่อม และบอกวิธีการเชื่อม ดังรูป 14.4



The Standard Locations of the Elements of a Welding Symbol.

รูป 14.4

จากรูป 14.4 เป็นลักษณะของลูกศรและการเขียนเครื่องหมายต่าง ๆ บนลูกศรซึ่งจะมีความหมายดังนี้

F Finish Symbol เป็นสัญญลักษณ์ที่แสดงการเชื่อมในลักษณะงานที่สำเร็จครั้งสุดท้าย

– Contour Symbol เป็นสัญญลักษณ์แสดงผิวหลังการเชื่อม ดังรายละเอียดดังรูป 14.6

A Groove angle, Included angle of Countersink for plug weld เป็นกำหนดค่าของการเชื่อมแบบ Groove weld หรือมุมของการเชื่อมแบบ Plug weld

R Root opening, dept of fitting for Plug and slot weld เป็นกำหนดขนาดของ Root opening หรือบอกค่าความลึกของร่องหรือรูเจาะของการเชื่อมแบบ Plug and slot welds

S Size. size or strength for Resistance welds เป็นที่บอกค่า Shear strength ของการเชื่อมแบบ Resistance welds (Spot, Seam, Projection)

L Length of weld เป็นค่าความยาวของรอยเชื่อม

P Pitch (Center–to–Center spacing) of weld เป็นระยะห่างระหว่างรอยเชื่อม ซึ่งเป็นการวัดระหว่างศูนย์กลางของแต่ละรอยเชื่อม

T Specification Process or other Reference เป็นการบอกลักษณะการเชื่อมที่พิเศษออกไป ดังรูป 14.5

N Number of Spot or Projection welds เป็นการบอกจำนวนของรอยเชื่อมแบบ Spot หรือแบบ Projection welds

Field weld Symbol เป็นสัญญลักษณ์ที่ให้ไว้เพื่อแสดงว่าเป็นการเชื่อมในขณะติดตั้ง โดยทำเป็นเครื่องหมายวงกลมระบายดำที่มุมงอของลูกศร

Weld all around Symbol เป็นสัญญลักษณ์ที่ให้ไว้เพื่อแสดงว่าเป็นการเชื่อมโดยรอบชิ้นงาน โดยทำเป็นเครื่องหมายวงกลมรอบมุมงอของลูกศร

ส่วนที่วงเล็บบีกกาที่ให้ไว้เป็นที่เขียนสัญญลักษณ์งานเชื่อมแบบต่าง ๆ คือ Fillet weld, Groove weld ฯ ซึ่งมีทั้งเชื่อม 2 ด้านเหมือนกัน (Both side) หรือแต่ละด้านเชื่อมไม่เหมือนกัน คือ ด้านล่างจะเป็นด้านลูกศรชี้ (Arrow side) ด้านบนเป็นอีกด้านที่ตรงข้าม (Other side)

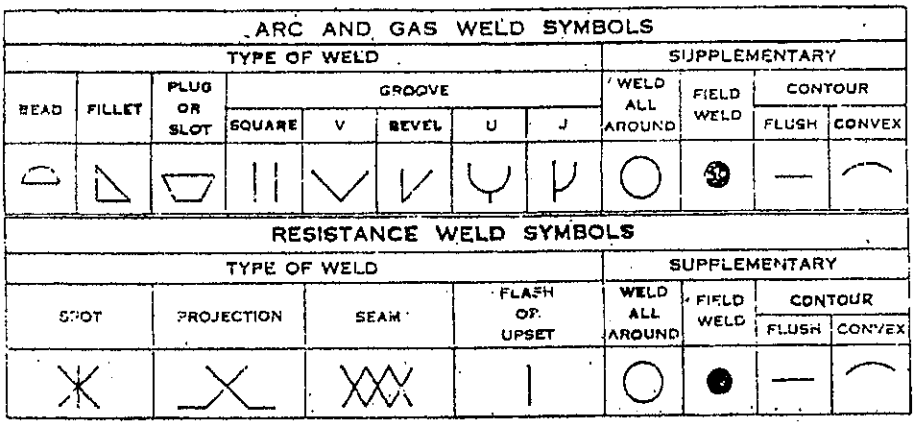
	Welding Process	Letter Designation
Brazing	Torch Brazing	T B
	Induction Brazing	I B
	Resistance Brazing	R B
Flow Welding	Flow Welding	F L O W
Induction Welding	Induction Welding	I W
Arc Welding	Bare Metal-Arc Welding	B M A W
	Submerged Arc Welding	S A W
	Shielded Metal-Arc Welding	S M A C
	Carbon-Arc Welding	C A W
Gas Welding	Oxy-Hydrogen Welding	O H W
	Oxy-Acetylene Welding	O A W

The following suffixes may be added if desired to indicate the method of applying the above processes:

Automatic Welding	— A U
Machine Welding	— M E
Manual Welding	— M A
Semi-Automatic Welding	— S A

รูป 14.5

เป็นสัญญลักษณ์การเชื่อมในแบบพิเศษต่าง ๆ ซึ่งจะมีตัวอักษรเป็นสัญญลักษณ์ ลักษณะการเชื่อมเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับวิธีการเชื่อม หรือชนิดของการเชื่อมต่าง ๆ กันไปเป็น OAW เป็นการเชื่อมชนิด Gas welding โดยใช้ Oxy–Acetylene welding แต่ถ้าเป็น AU จะเป็นวิธีการเชื่อมโดยวิธี Automatic welding ซึ่งเป็นการเชื่อมโดยวิธีการอัตโนมัติ แต่การเชื่อมจะเป็น Gas welding หรือ Arc welding ก็ได้



รูป 14.6

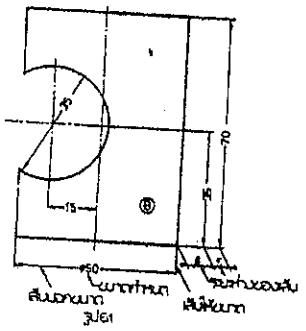
รูป 14.6 เป็นสัญญลักษณ์ทั่ว ๆ ไปของงานเชื่อม แถบบนเป็นงานเชื่อมประเภทเชื่อมไฟฟ้าและเชื่อมแก๊ส สัญญลักษณ์เรียงจากซ้ายมือคือ Bead หรือ Back or Backing, fillet, Plug or slot และ Groove และทางขวามือเป็นเครื่องหมายพิเศษที่จะบอกถึงวิธีการเชื่อม O เป็นการเชื่อมโดยรอบชิ้นงาน ● เป็นการเชื่อมขณะติดตั้ง – เชื่อมแล้วรอยเชื่อมเรียบ —‿ เชื่อมแล้วรอยเชื่อมนูนเป็นหลังเต่า

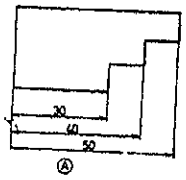
ส่วนด้านล่าง เป็นการเชื่อมประเภท Resistance จากซ้ายก็คือ spot, projection, seam, Flash or upset และสัญญลักษณ์วิธีการเชื่อมเหมือนกับเชื่อมไฟฟ้าหรือแก๊ส

การให้ขนาดของมิติ

DIMENSIONING

แบบทำงาน (Working Drawing) เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งที่ช่างฝีมือต้องนำไปใช้ ประกอบกับการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงาน แบบงานจะต้องถูกต้องสมบูรณ์อยู่ในตัวของมันเอง ตายไม่จำเป็นที่จะต้องอธิบายแก่ผู้ปฏิบัติงานอีก

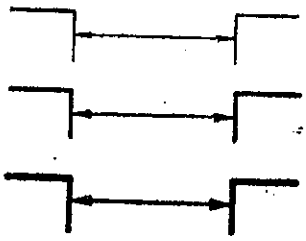




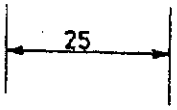
การเขียนแบบสั่งงานนั้นหลังจากที่ช่างเขียนแบบ ได้เลือกเฟ้นลักษณะการวางแบบตามกฎเกณฑ์และความเหมาะสมแล้ว เขาก็จะเขียนบอกขนาดแสดงรายละเอียดการสั่งทำงาน

ขนาดต่าง ๆ ที่ได้แสดงและบอกลงในแบบงานนั้นประกอบด้วย เส้นให้ขนาด เส้นบอกขนาด หัวลูกศร รูปงาน คำสั่งงาน และสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีลักษณะเหมือนกับที่ใช้ในวิชาเรขาคณิต เช่น ความยาว ความโต มุม จุดตำแหน่งต่าง ๆ

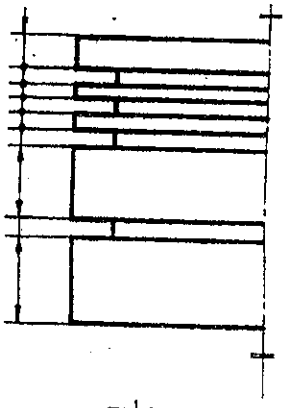
ในการเอาขนาดต่าง ๆ ไปใช้นั้นความสำคัญอยู่ที่ตัวเลขบอกขนาดต้องชัดเจนรัดกุม และให้มีความหมายอย่างเดียวเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงสำหรับการให้ขนาดจะกระทำได้เพื่อให้เห็นว่าเหมาะสม เมื่อต้องการให้มีความชัดเจน



รูป 6,2



รูป 6,3



รูป 6,4

หัวลูกศร (Arrow heads)

ลูกศรบอกขนาดต้องมีปลายแหลมและระบายทึบและต้องยาวเท่ากันทั้งแบบ

มุมของหัวลูกศรจะต้องโตพอสมควร เพื่อเน้นให้เห็นจุดสุดท้ายของเส้นบอกขนาด

ความยาวของหัวลูกศรต้องได้สัดส่วนกับความหนาของเส้นแบบดังรูป 6.2 ซึ่งนิยมให้ยาวประมาณ 3 เท่า ของความโตของหัวลูกศร

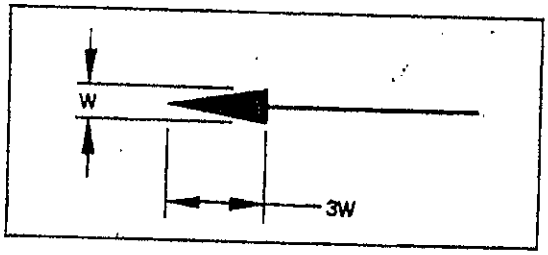
ช่องว่างที่จะเขียนกำหนดขนาดระหว่างเส้นให้ขนาด ถ้าแคบมากให้เขียนหัวลูกศรให้อยู่นอกเส้นให้ขนาดทั้งสองข้าง ส่วนตัวเลขที่จะเขียนบอกขนาดนั้นให้เขียนในช่องห่างระหว่างเส้นให้ขนาด หากมีเนื้อที่น้อยเกินไปก็ต้องเขียนตัวเลขไว้ข้างนอก ดังรูป 6.3

ถ้าขนาดระหว่างเส้นบอกขนาดเรียงต่อเนื่องกัน ตำแหน่งภายในอาจใช้จุดแทนหัวลูกศร เพื่อแสดงจุดเริ่มต้นของขนาดต่อเนื่อง ดังรูป 6.4

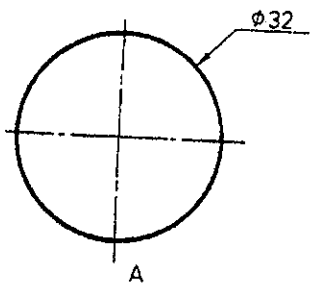
เส้นบอกขนาด (Dimension lines)

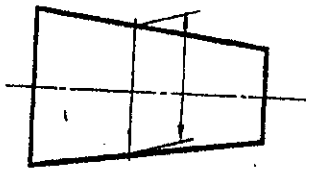
เส้นบอกขนาดเป็นเส้นเต็มบาง ปลายทั้งสองข้างชี้ไปถึงเส้นให้ขนาด (Extension lines) ซึ่งระยะห่างระหว่างเส้นบอกขนาดกับเส้นขอบของชิ้นงาน โดยทั่ว ๆ ไปเท่ากับ 8 มม. และเส้นต่อไปห่าง 5 มม. ดังรูป 6,1 A

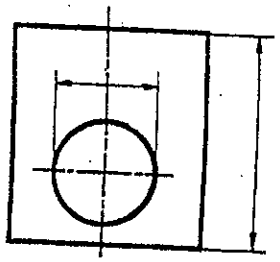
การวางสัญญลักษณ์และตัวอักษรจะเขียนไว้ตรงกลางเหนือเส้นบอกขนาดให้ได้เด่นชัด ดังรูป 6.1 A, 6.3 และจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีเส้นใดเส้นหนึ่งของแบบลากผ่าน หรืออาจเว้นช่องห่างตรงกลางสำหรับบอกขนาดก็ได้ ดังรูป 6.1 B เส้นบอกขนาดต้องไม่อยู่ในเขต 30 องศา ดังแสดงไว้เป็นเส้นลายตัดในรูป 6.12 ข้อควรจำ เส้นกำหนดขนาดไม่ควรทำหนดโดยตรงกับเส้นขอบของรูปชิ้นงาน.



ARROWHEAD







รูป 6,5

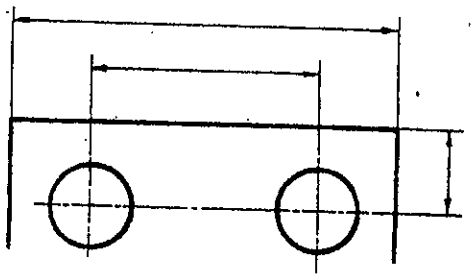
เส้นให้ขนาด (Extension lines)

เส้นให้ขนาดเป็นเส้นเต็มบาง ใช้เพื่อชี้บอกด้านที่ต้องการบอกขนาด หรือจุด หรือพื้นที่ หรือผิว

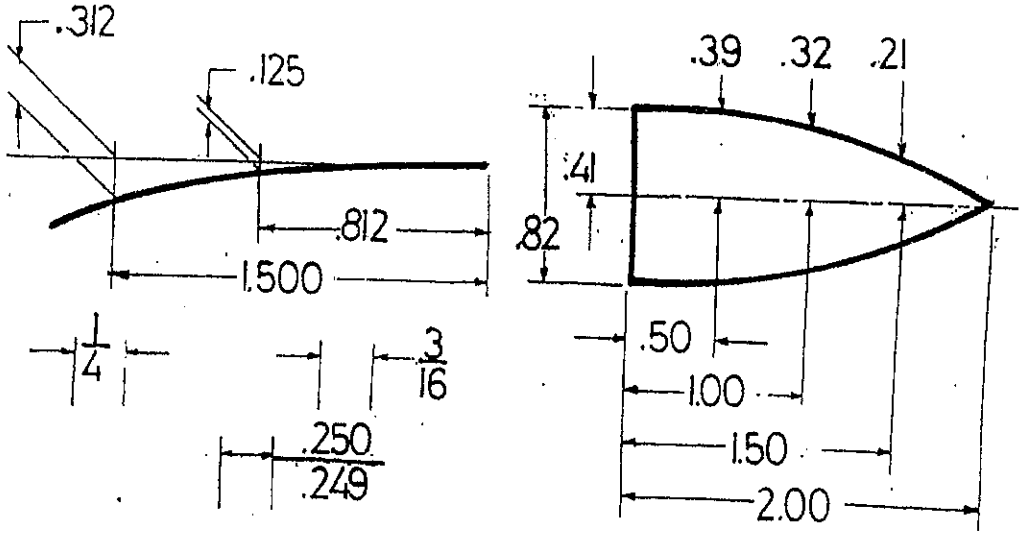
เส้นให้ขนาดจะต้องลากเริ่มต้นจากขอบของชิ้นงานให้ยาวเลยหัวลูกศรของเส้นบอกขนาดไปประมาณ 2 มม.

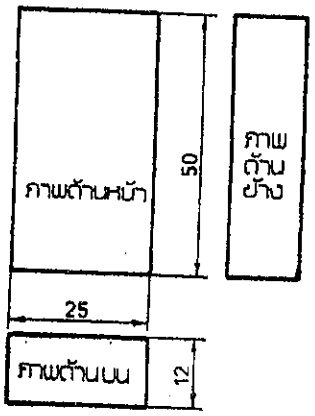
เส้นให้ขนาดจะต้องตั้งฉากกันกับเส้นบอกขนาด ซึ่งเส้นบอกขนาดอาจลากเป็นมุมเอียงแสดงบอกในบางขนาด เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางของงานวงกลม รัศมีของส่วนโค้ง ความโตของงานเรียว ซึ่งต้องเขียนให้ขนานกัน ดังรูป 6.5

การกำหนดขนาดตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของวงกลมก็ใช้เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมเป็นเส้นให้ขนาดได้ โดยลากเส้นเต็มบางให้เริ่มต้นห่างจากเส้นปลายสุดของเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มม. ออกมานอกขอบรูปงาน ดังรูป 6.6

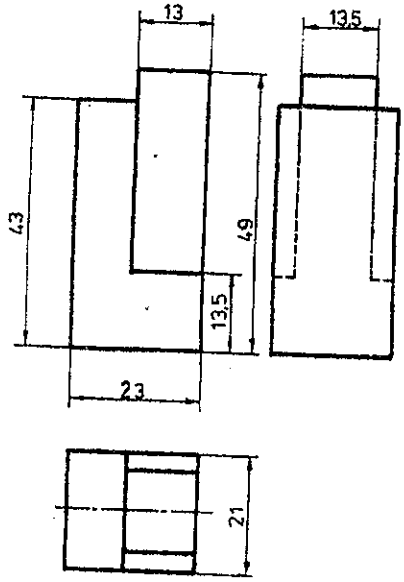


รูป 6,6





รูป 6.7

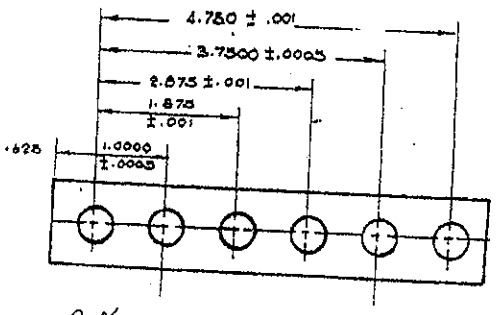


รูป 6.8

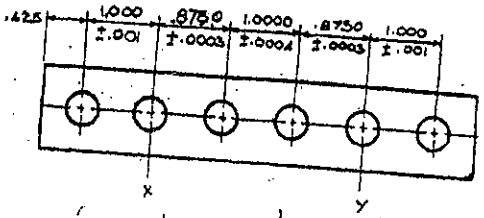
หลักการให้ขนาด

(Basic rules for dimension)

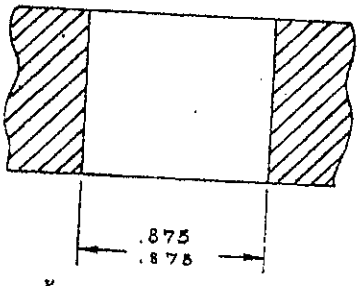
1. เขียนบอกขนาดในระหว่างช่องว่างของภาพฉายแต่ละด้าน ดังรูป 6.7 ตัวเลขกำหนดขนาดตามแนวตั้ง จะต้องกำหนดให้อ่านได้ในลักษณะเงยหน้าขวาเสมอ
2. เส้นบอกขนาดที่สั้นที่สุดควรบอกไว้ใกล้ภาพและขนานกับเส้นขอบรูป ส่วนเส้นอื่นซึ่งบอกขนาดยาวกว่า ให้บอกไว้นอกสุด ดังรูป 6.1 A
3. บอกขนาดในภาพด้านที่เห็นรูปร่างและลักษณะต่าง ๆ สมบูรณ์กว่า ซึ่งหมายถึงเส้นที่จะกำหนดขนาดควรเป็นเส้นเต็มเสมอ ควรหลีกเลี่ยงการกำหนดขนาดกับเส้นประโดยไม่จำเป็น ดังรูป 6.8 การกระจายกลุ่มของเส้นบอกขนาด ควรกระจายไปอยู่ภาพอื่น ๆ ด้วย เท่าที่จำเป็น และไม่ควรกำหนดซ้ำกัน
4. ต้องกำหนดในที่ ๆ ว่างพอ
5. ควรกำหนดขนาดไว้นอกรูปเสมอ โดยใช้เส้นให้ขนาดช่วยบอกในภาพบางภาพ การกำหนดขนาดในภาพก็ย่อมให้ทำได้ ดังรูป 6.9
6. การกำหนดขนาดของรูปทรงที่สมมาตรกัน และไม่ต้องการให้เส้นบอกขนาดซ้อนกันหลาย ๆ เส้น หรือเมื่อไม่ต้องการลากเส้นยาวตลอด ให้ใช้เส้นขาดและเส้นแสดงลูกศรข้างเดียว ดังรูป 6.10
7. ขนาดของส่วนที่ไม่ได้เขียนตามมาตรส่วน ให้ขีดเส้นใต้ขนาดนั้นไว้ ดังรูป 6.11
8. เพื่อให้อ่านขนาดได้ถูกต้อง ตัวอักษรต้องอยู่ทางด้านล่างหรือด้านขวาของรูปในตำแหน่งที่อ่านได้สะดวก ดังรูป 6.12 ซึ่งแสดงลักษณะขนาดที่เป็นเส้นตรง รูปที่ 6.13 แสดงการบอกขนาดของมุม ซึ่งในทางปฏิบัติขนาดของมุมอาจจะเขียนไว้ในแนวระดับก็ได้ถ้าอ่านได้ง่าย ดังรูป 6.14



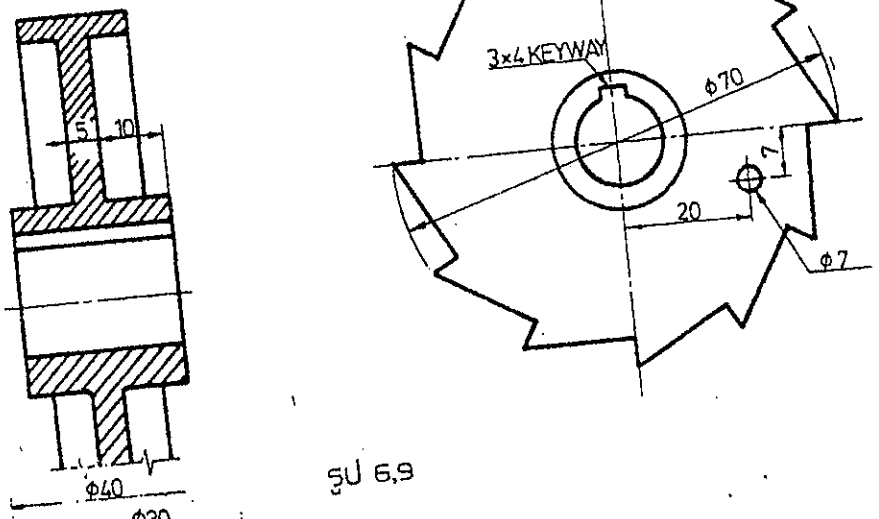
การให้ DIMENSION จาก DATUM



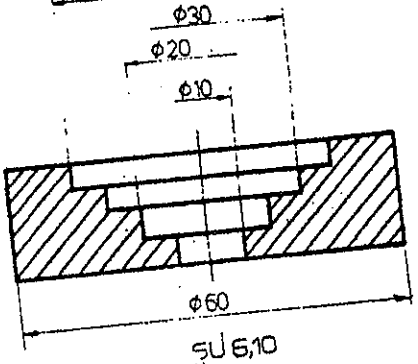
การอ่านเกณฑ์คลาดเคลื่อนเยงลูกโซ่



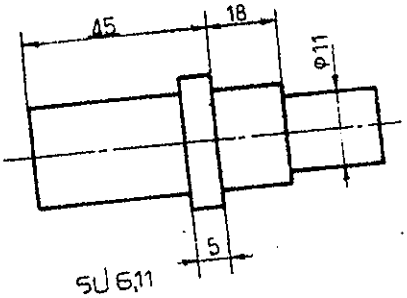
การให้ขนาดเกณฑ์คลาดเคลื่อนของรู



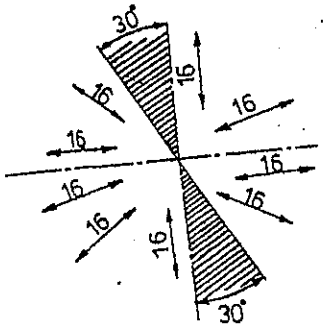
รูป 6.9



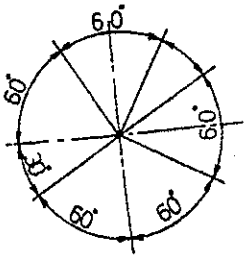
รูป 6,10



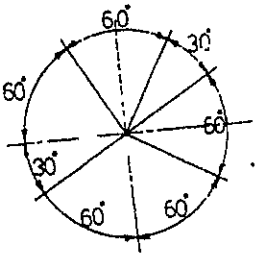
รูป 6,11



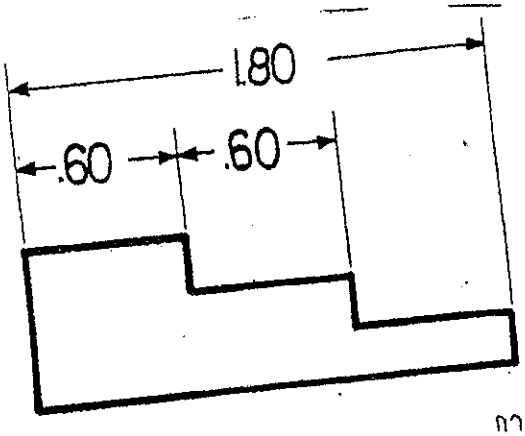
รูป6,12

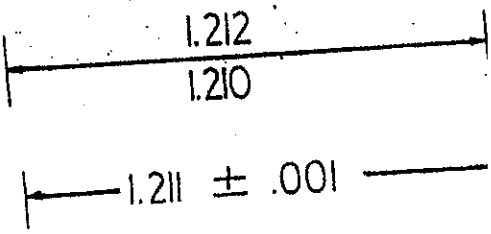


รูป 6,13

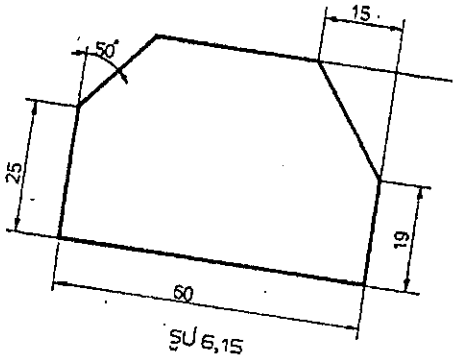


รูป 6,14





การให้ขนาดโดยกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ อาจเขียนไ



รูป 6,15

9. การกำหนดขนาดของขอบเอียง จะกำหนดโดยมุมหรือกำหนดที่ขอบก็ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดความยาวตามเอียงโดยตรง ความเอียงของขอบจะถูกต้องถ้ากำหนดขนาดบนสุดและล่างสุดตรงจุดเริ่มต้นเอียง ดังรูป 6.15

ชิ้นงานทรงกระบอก (Cylinder)

10.1 ถ้ากำหนดขนาดเส้นศูนย์กลางและความสูงที่ภาพด้านหน้าแล้ว การกำหนดขนาดที่ภาพด้านข้างและภาพด้านบนก็ไม่จำเป็น ขนาดเส้นศูนย์กลางให้ใส่เครื่องหมายศูนย์กลาง (ϕ) ที่หน้าตัวเลข (ให้ความโตเครื่องหมายศูนย์กลางเท่ากับตัวเลข) ดังรูป 6.16

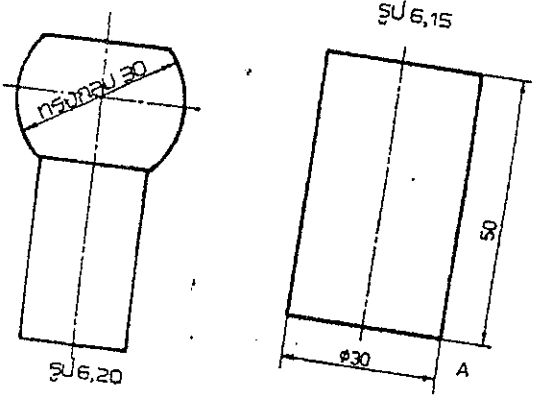
10.2 การกำหนดขนาดที่วงกลมหรือในวงกลมไม่ต้องใช้เครื่องหมายศูนย์กลาง ดังรูป 6.16

10.3 ขนาดของรัศมีจะมีลูกศรข้างเดียวที่ส่วนโค้ง

10.4 ถ้าเนื้อที่กำหนดขนาดน้อย ให้เขียนลูกศรไว้ด้านนอก

10.5 ถ้ารัศมีโตมากจนจุดศูนย์กลางอยู่นอกกระดาษเขียนแบบ ให้ใช้เส้นขาดหรือเส้นย่อ ทั้งนี้แล้วแต่ความจำเป็นจะกำหนดขนาดหรือไม่

10.6 ถ้าไม่จำเป็นต้องกำหนดขนาดจุดศูนย์กลางส่วนโค้งให้เขียนตัว R กำกับไว้ข้างหน้าตัวเลข (นิยมให้ขนาด R โตเท่าตัวเลข)

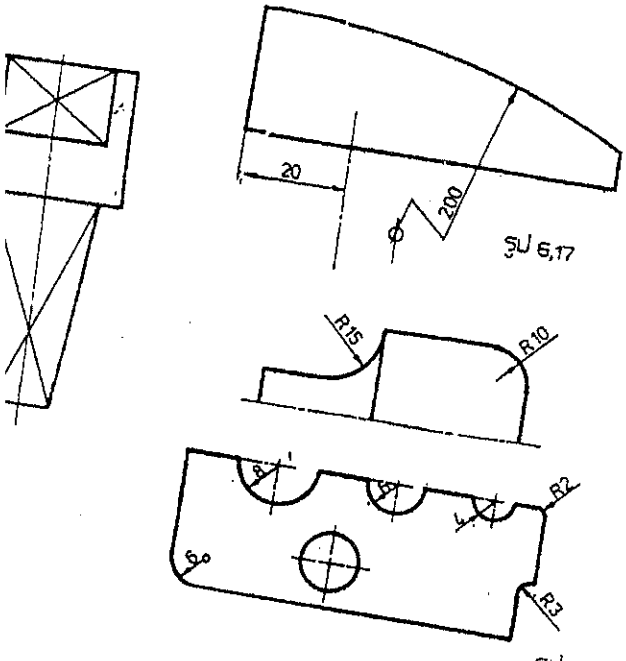


รูป 6,16

11. ให้ใช้เครื่องหมาย □ หน้าขนาดสี่เหลี่ยมจตุรัส ถ้าภาพนั้นมองเห็นได้ชัดเจน จากแบบว่าเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง รัศมี หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่ต้องแสดงเครื่องหมาย

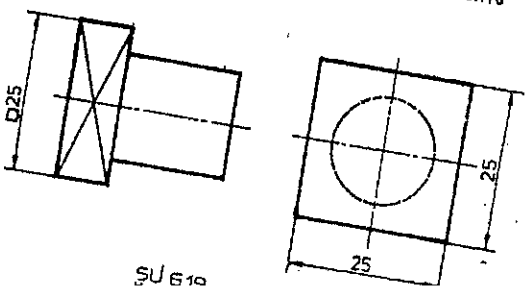
12. ขนาดรัศมีของรูปทรงกลม ต้องกำหนดลงไปเป็นตัวหนังสือเต็มตัวว่า "ทรงกลม" หรือ Sphere ดังรูป 6.20

13. สัญญลักษณ์เส้นทะแยงมุม (Diagonal lines) แสดงผิวเรียบ 4 ด้านของผิวงาน ซึ่งแสดงในภาพเดียวเท่านั้น จะใช้ได้เหมือนกับชิ้นงานแสดง 2 วิว



รูป 6,17

รูป 6,18

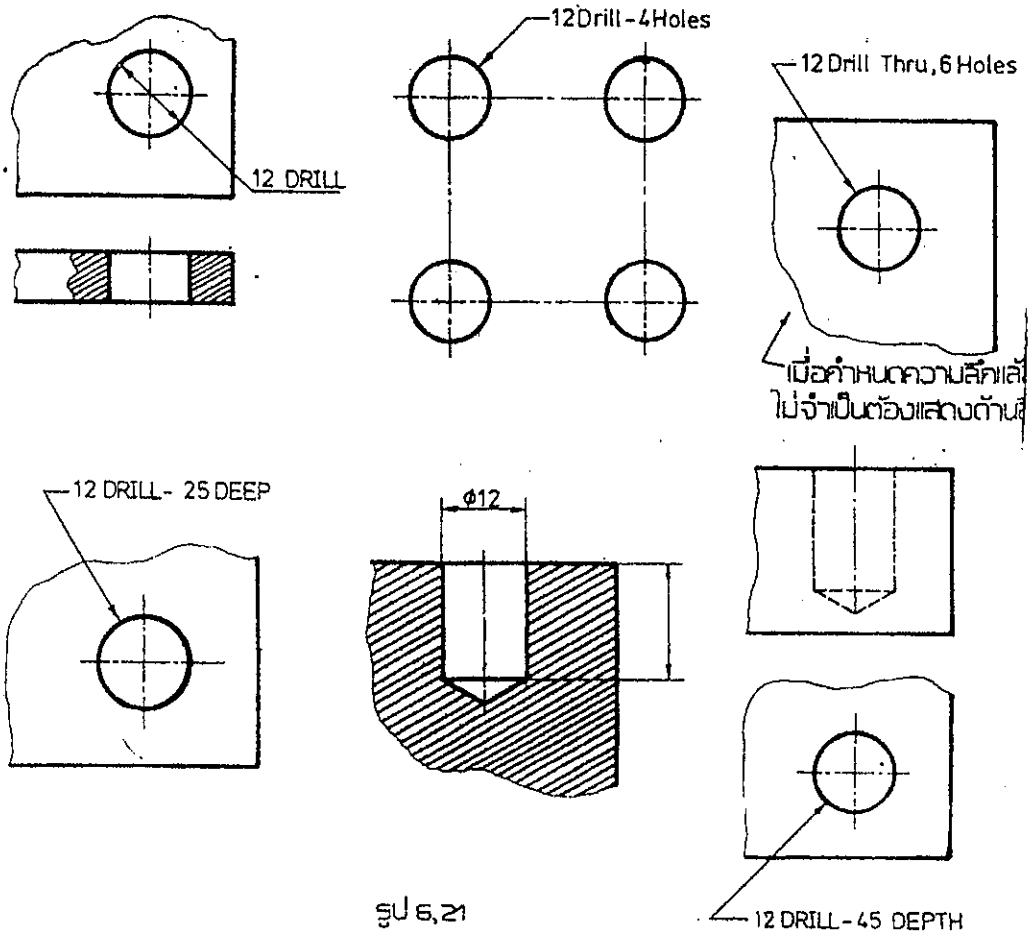


รูป 6,19

ลักษณะพิเศษบางประการของการบอกขนาดในระบบคำสั่งทำงานต่าง ๆ (OPERATIONAL NAMES)

รูเจาะ (Drill Holes)

ขนาดของรูที่จะเจาะ ต้องบอกขนาดตามขนาดของดอกสว่านที่ใช้เมื่อจะบอกขนาดความลึกของรูจะวัดความลึกจากผิวบนลงถึงขอบทรงกระบอกที่ลึกสุดเท่านั้น โดยไม่วัดในส่วนปลายแหลม ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 6.21



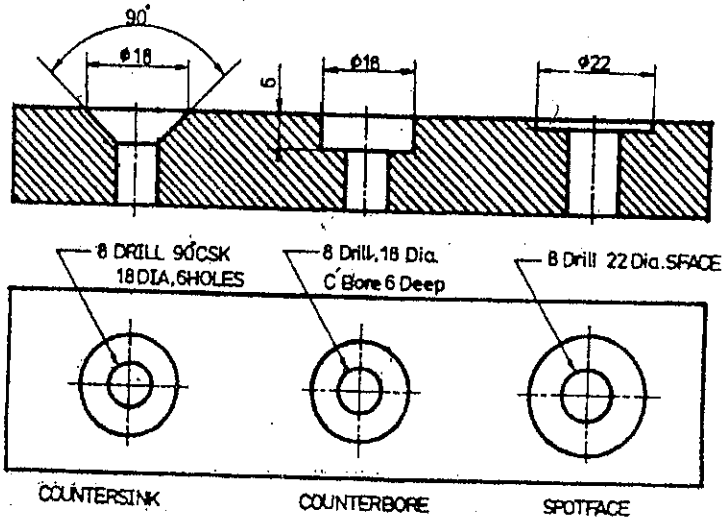
รูป 6.21

การเจาะและปากรู (COUNTERSINK, COUNTERBORE, SPOTFACES)

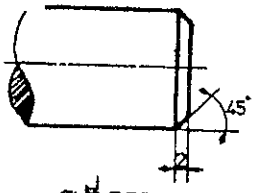
COUNTERSINK ใช้อักษรย่อในการเขียนแบบ CSK ใช้กับสกรูหัวเรียบ (FLAT HEAD) เป็นการผายปากรูทำมุมประมาณ 90° เพื่อฝังหัวสกรูดังรูป 6.22

COUNTERBORE ใช้อักษรย่อในการเขียนแบบ CBORE ใช้เพื่อฝังหัวสกรูแบบ Socket โดยการควานปากรูตั้งฉากลึกลงไปในเนื้อโลหะ การเขียนบอกขนาดก็จำเป็นต้องบอกความลึกด้วย ดังรูป 6.22

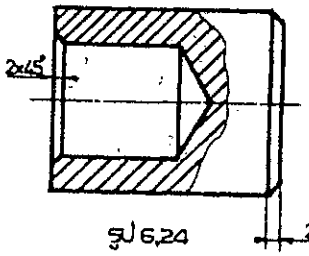
SPOTFACE ใช้อักษรย่อในการเขียนแบบ SFACE ใช้เพื่อให้หัวของสลักเกลียว (Bolt) มีหน้าสนิทกับชิ้นงาน เป็นการควานรูหรือปากหน้าให้ลึกลงไปเล็กน้อย ดังรูป 6.22



รูป 6.22



รูปที่ 6.23

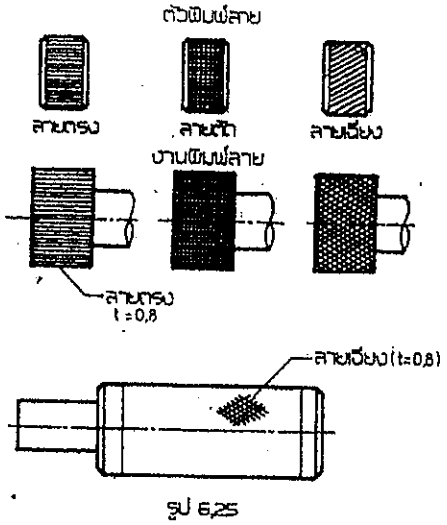


รูป 6.24

การลบมุม (CHAMFER)

การให้ขนาดการปาดหน้าลบมุม จะต้องให้ความกว้างของรอยลบคมและมุมที่ใช้ ดังรูป 6.23 ถ้ามุมเอียง 45 องศา ใช้วิธีการอย่างง่ายดังรูป 6.24

26



รูป 6.25

การพิมพ์ลาย (KNURL)

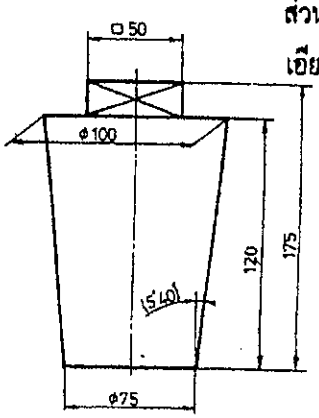
เพื่อป้องกันการลื่น เช่น มือหมุนหรือที่จับ ควรขึ้นลา กันลื่นกับส่วนนั้นไว้ด้วย ลักษณะของตัวพิมพ์ลายแสดงในรู มีสัญญลักษณ์เขียนแทนการพิมพ์ลาย จะใช้การเขียนเส้นเหมือ การพิมพ์ลาย โดยการเขียนเป็นบางส่วนก็ได้ หรือบอกเป็ อักษรก็ได้ดังรูป 6.25

ชิ้นส่วนเรียว (TAPERED FEATURES)

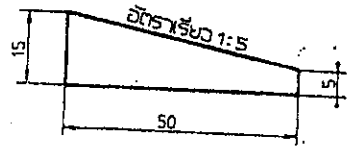
การกำหนดขนาดชิ้นงานกลึงเรียว จำเป็นจะต้องกำหนด ขนาดเป็นมุมครึ่งหนึ่งของมุมเรียวด้วย

ค่าครึ่งหนึ่งของมุมเอียง หรือมุมทั้งมีดควรใส่ไว้ในวงเล็บ ด้วยดังรูป 6.26

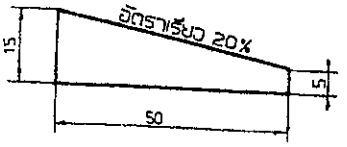
แทนที่จะกำหนดขนาดอัตราเรียว อาจจะกำหนดเป็นอัตรา ส่วนระหว่างด้านเอียงกับความสูง "อัตราเอียง 1:y" ขนานกับผิ เอียงของชิ้นงานก็ได้ หรืออาจบอกเป็นเปอร์เซนต์ก็ได้



รูป6.26



$\frac{50-5}{50} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5} = 1:5$



$\frac{50-5}{50} = \frac{10}{50} = \frac{20}{100} = 20\%$

การเขียนสัญญลักษณ์ของงานสวมในระบบใช้กฎเกณฑ์ดังนี้

ก) สัญญลักษณ์ของกำหนดขนาดเพลาให้เขียนเป็นตัวเล็กกว่าตัวเลขกำหนดขนาด

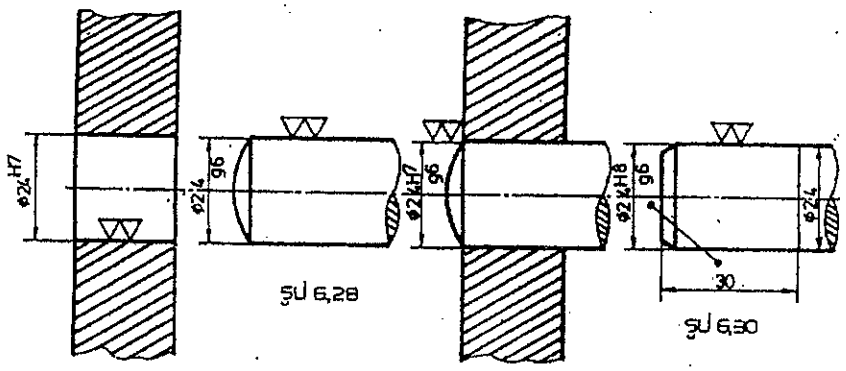
ข) สัญญลักษณ์ของกำหนดรูดว้าน (อักษรตัวใหญ่) เขียนไว้บน และของเพลา (อักษรตัวเล็ก) เขียนไว้ใต้เส้นกำหนดขนาด ดังรูป 6.27 ถึง 6.30

ค) ชิ้นงานที่สวมกันอยู่เช่นเพลากับรูดว้าน จะเขียนสัญญลักษณ์ทั้งสองไว้ร่วมกันหลังตัวเลขกำหนดขนาด ดังรูป 6.29

ง) วิธีกำหนดขนาดตามรูป 6.30 แสดงการกำหนดขนาดงานสวมที่ชิ้นงานชิ้นเดียว ซึ่งต้องการมีขนาดพอดีเฉพาะงานผิวละเอียดเท่านั้น

จ) ขนาดงานสวมจะไม่ขึ้นอยู่กับความเรียบของผิวงานจนเกินไป ดังรูป 6.27 ถึง 6.30 เพลาตามรูป 6.28 ผิวเรียบ ถึงกระนั้นเส้นผ่าศูนย์กลางอาจจะเกินพิกัด "G_6" หรือใช้ไม่ได้ก็ได้

หมายเหตุ : คุณภาพของงานสวมยิ่งสูง ผิวของงานยิ่งละเอียดขึ้น



รูป 6.27 รูป 6.28 รูป 6.29 รูป 6.30

การประกอบแน่น

การประกอบแน่น คือการนำเอาของสองสิ่งมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อความเหมาะสม A.S.A กำหนดไว้ ๙ ลำดับคือ

1. LOOSE FIT (LARGE ALLOWANCE)

เป็นการประกอบเพื่อให้หมุนได้คล่องตัวไม่ถือความเที่ยงตรงสำคัญเท่าไร ใช้ในเครื่องกล,เครื่องกสิกรรม

2. FREE FIT (LIBERAL ALLOWANCE) ใช้กับเพลาที่หมุนได้ 600 รอบ/นาทีขึ้นไปใช้กับ ไดนาโม เครื่องยนต์ต่างๆ

3. MEDIUM FIT (MEDIUM ALLOWANCE) ใช้กับเพลาที่หมุนรอบต่ำกว่า 600 รอบ/นาที และรับแรง 600 P/น^2
ใช้กับที่ต้องการเลื่อนเปลี่ยนไปมาอยู่เรื่อยเช่นกัน

4. SNUG FIT (ZERO ALLOWANCE)

เป็นการประกอบแน่นที่สุดที่ประกอบด้วยมือและงานที่ต้องการความเที่ยงตรง ไม่มีการสั่นคลอน

5. WRINGING FIT (ZERO TO NEGATIVE ALLOWANCE)
TUNKING FIT

เป็นการประกอบชนิดไม่มีรูว่างเลย
ใช้กับตำบลที่ไม่ต้องการเปลี่ยน หรือถอดออกเลย

6. TIGH FIT (SLIGHT NEGATIVE ALLOWANCE)

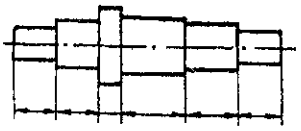
เป็นประกอบด้วยแรงอัด,ฆ้อนเคาะในเวลาประกอบ
ใช้กับลิ่มอัดเฟือง,มู่เล่ (ใช้กับงานอุตสาหกรรม)

7. MEDIUM FORCE FIT (NEGATIVE ALLOWANCE)

คือการประกอบโดยอัดมากๆด้วยเครื่องจักร

8. HEAVY FORCE AND SHRINK FIT ใช้ประกอบกับเหล็กเหนียว

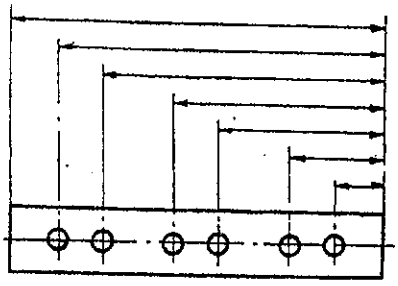
การเตรียมการบอกขนาด



รูป 6.35

การบอกขนาดแบบลูกโซ่

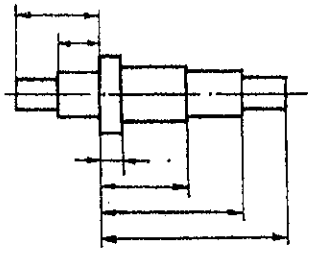
การบอกขนาดแบบลูกโซ่ ดังรูป 6.35 ให้ใช้เฉพาะแบบชิ้นงานที่มีช่วงความคลาดเคลื่อน (Clearance) ที่ยอมให้แน่นอนและจะคลาดเคลื่อนไปจากนี้ไปได้



รูป 6.36

การบอกขนาดแบบขนาน

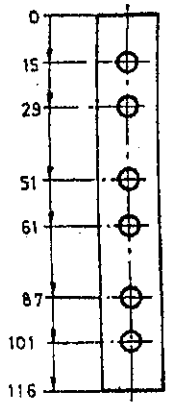
การบอกขนาดแบบนี้บางทีเรียกว่าการบอกแบบใช้เส้นอ้างอิง (Reference Line) ถ้ามีขนาดที่อยู่ในทิศทางเดียวกันหลายขนาด การกำหนดขนาดด้วยวิธีนี้จะเหมาะสมที่สุดเนื่องจากการทำงานจะต้อง พบกับ ปัญหาเรื่องความผิดพลาดของขนาด, ระยะทั้งจากเครื่องจักร เครื่องมือ การวัดระยะหรือขนาดโดยใช้เส้นอ้างอิงนี้ เมื่อขนาดหนึ่งผิดพลาดมากเกินจากที่กำหนดส่วนอื่นย่อมอาจใช้ได้ และจะไม่ต้องทิ้งชิ้นงานไปทั้งชิ้น



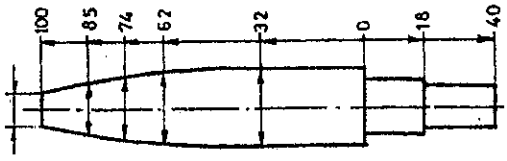
รูป 6.37

การบอกขนาดแบบไม่เจาะจง

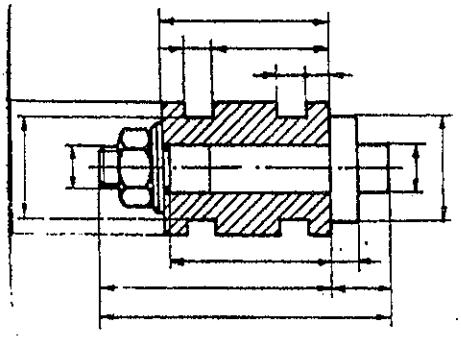
เป็นวิธีที่ไม่เจาะจงขนาดช่วงกลาง ขนาด ใดขนาดหนึ่ง วิธีนี้จุดเริ่มต้นเป็นจุด 0 (ศูนย์) และกำหนดให้เป็นจุดศูนย์กลาง การบอกขนาดให้เขียนกำกับไว้ที่เส้นตัดบนเส้นช่วยบอกขนาด ดังรูป 6.38, 6.39



รูป 6,38



รูป 6,39



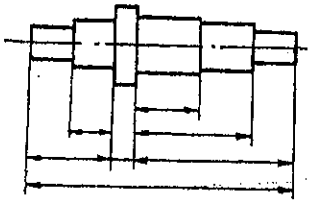
รูป 6.46

การบอกขนาดภาพประกอบ

ถ้าเป็นแบบชิ้นงานหลายชิ้น ประกอบกันอยู่ (ลักษณะของภาพประกอบชนิดหนึ่ง) เส้นบอกขนาดแต่ละรูปให้แยกเป็นชุด ๆ เท่าที่จะทำได้ดังรูป 6 46

29

การให้ขนาดรวม

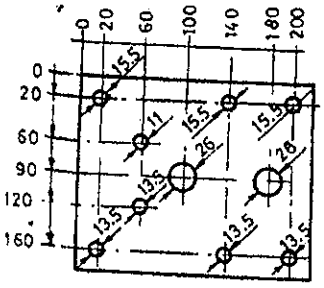


รูป 6.40

การให้ขนาดรวม ให้นำหลักเกณฑ์ที่วางไว้ตามข้อที่ผ่านมารวมกัน ดังรูป 6.40

การให้ขนาดตามแกนตั้งและแกนนอน

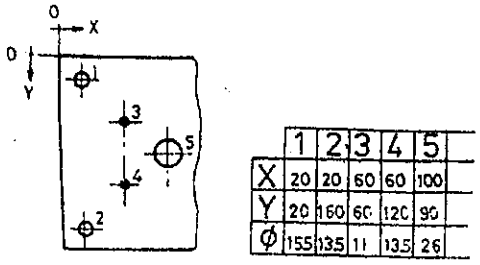
เป็นวิธีการกำหนดขนาดที่กำหนดสองแกนคือแกนแนวตั้งและแนวนอน (แกน x และแกน y) โดยเริ่มนับจากจุดอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่ง ดังรูป 6.41 หรืออาจจะทำเป็นการางบอกขนาดตามแกนตั้งและ แกนนอน แยกออกมาจากแบบ ซึ่งสะดวกกว่าการให้ขนาดลงในแบบดังรูป 6.42



รูป 6.41

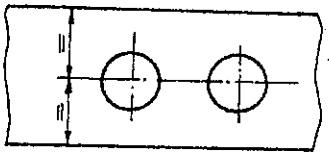
ขนาดที่เท่ากัน

ถ้าขนาดของชิ้นงานแบ่งออกเป็นหลายส่วน ให้ใช้เครื่องหมายเท่ากับ (=) บอกขนาด คู่, คี่; ที่เท่ากัน ดังรูป 6.43

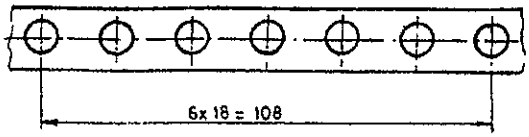


	1	2	3	4	5
X	20	20	60	60	100
Y	20	160	60	120	90
⌀	155	135	11	135	26

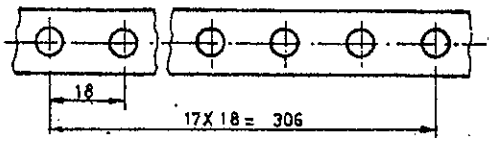
รูป 6.42



รูป 6.43



รูป 6.44



รูป 6.45

ขนาดเท่ากันหลายช่วง หรือมีส่วนเหมือนกันหลายส่วน การให้ขนาดให้ใช้วิธีการอย่างง่าย ตามรูปที่ 6.44

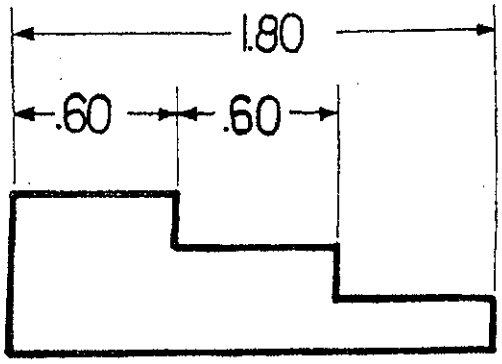
ถ้าต้องการให้รู้ว่าระยะใดเป็นระยะพิกัด ควรให้ขนาดของระยะพิกัดไว้ช่วงหนึ่ง ดังรูปที่ 6.45

การกำหนดขนาดและเกณฑ์คลาดเคลื่อน

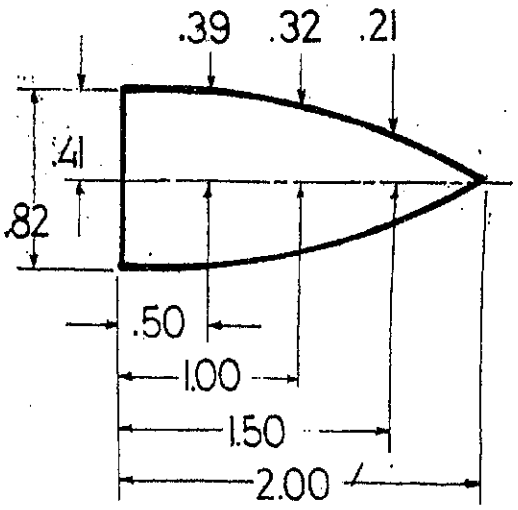
(DIMENSIONING AND TOLERANCE)

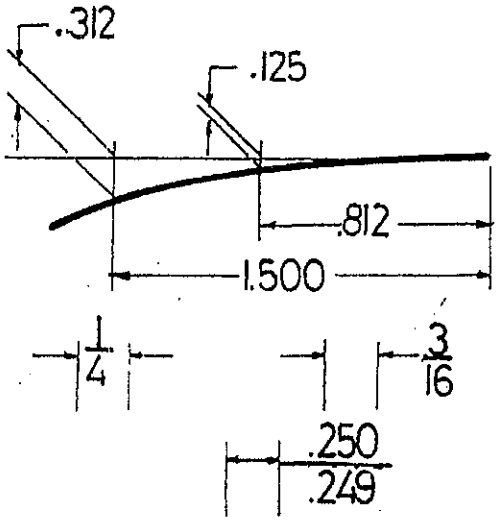
<u>การกำหนดขนาด</u> (DIMENSIONING) ในการเขียนแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ จำเป็นต้องกำหนดขนาดต่าง ๆ ของภาพที่ได้เขียน เพื่อผู้สร้างสามารถอ่านและสร้างชิ้นส่วนนั้นได้ถูกต้อง การให้ขนาดต้องเขียนให้ถูกต้อง

เส้นที่ชิด เพื่อกำหนดขนาดต่าง ๆ มี ๒ ชนิด ได้แก่ DIAMENSION LINE และ EXTENSION LINE ดูรูป

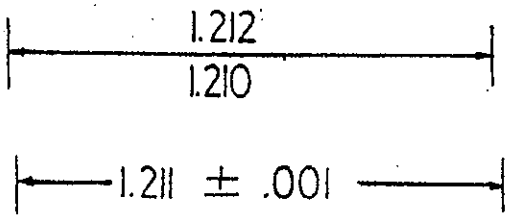


รูปที่ ๑๓

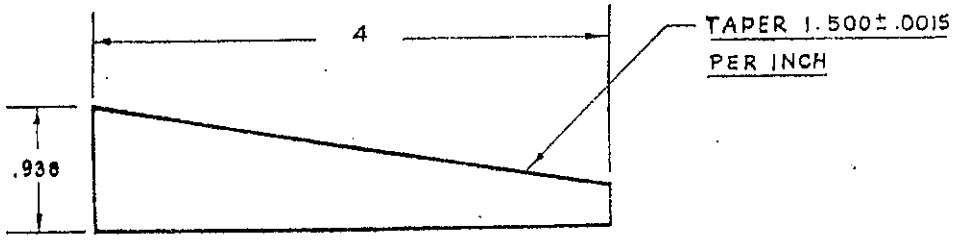




การให้ขนาดโดยกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ อาจเขียนได้ ๒ วิธี

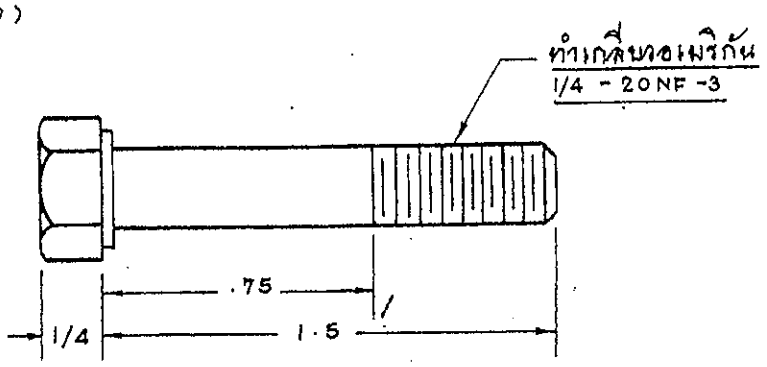


รูปที่ ๑๔ การกำหนดขนาดและกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน



รูปที่ ๑๕ การให้ขนาด FLAT TAPER

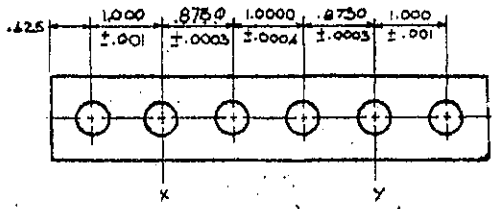
การกำหนดขนาดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว การกำหนดขนาดทำเกลียวย่อมมีความสำคัญไม่น้อย (ดูรูปที่ ๑๖)



รูป ๑๖ แสดงการให้ขนาดเกลียว

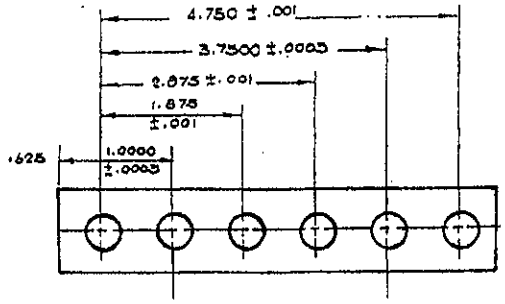
จากรูปที่ ๑๖ หมายความว่าทำเกลียวอเมริกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก $\frac{1}{4}$ นิ้ว ทำเกลียว ๒๐ ฟัน ต่อ ๑ นิ้ว ตามมาตรฐาน NATIONAL FINE ความละเอียดในการประกอบแน่น (CLASS OF FIT) ลำดับ ๓ นั่น คือ MEDIUM FIT

๒. การอ่านเกณฑ์คลาดเคลื่อน การกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ DIAMENSION LINE อาจให้เกณฑ์คลาดเคลื่อนแบบลูกโซ่

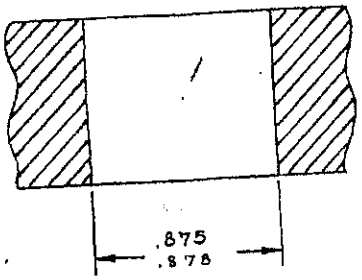


รูปที่ ๑๗ การอ่านเกณฑ์คลาดเคลื่อนแบบลูกโซ่

การกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนแบบนี้ ทำให้ขนาดมีการคลาดเคลื่อนมาก จึงได้มีการแก้ไขขึ้นโดยการให้ DIAMENSION จาก DATUM LINE



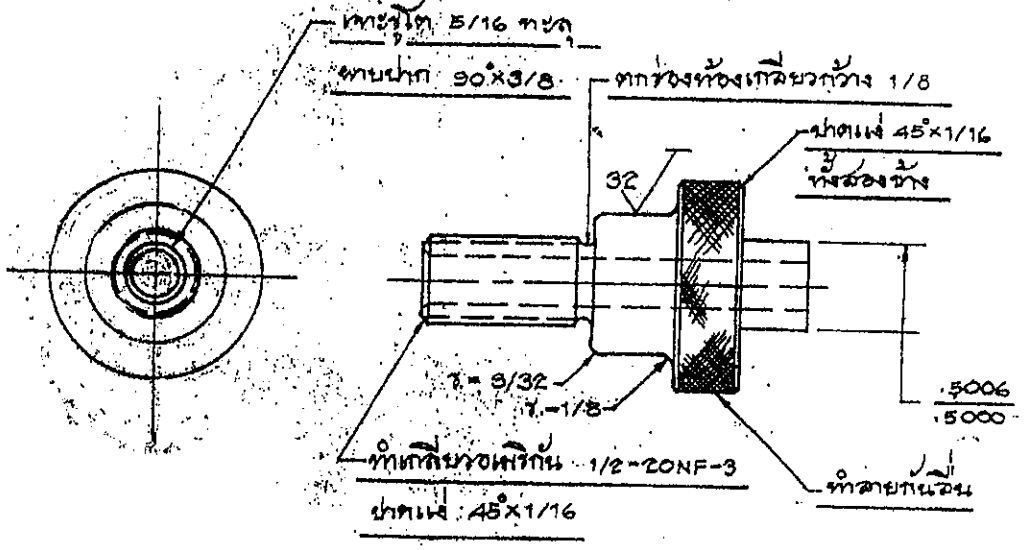
รูปที่ ๑๘ การให้ DIMENSION จาก DATUM



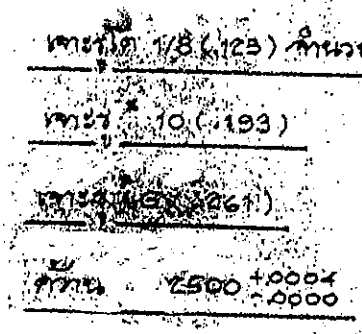
รูปที่ ๑๙ การให้ขนาดเกณฑ์คลาดเคลื่อนของรู

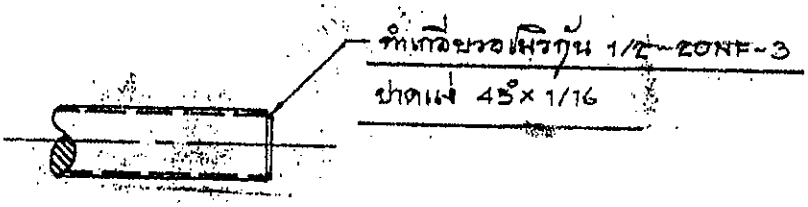
จากรูปที่ ๑๙ หมายความว่า ในการคว้านรู ยอมให้คลาดเคลื่อนโตจาก ๐.๘๗๕ อยู่ .๐๐๓ นิ้ว

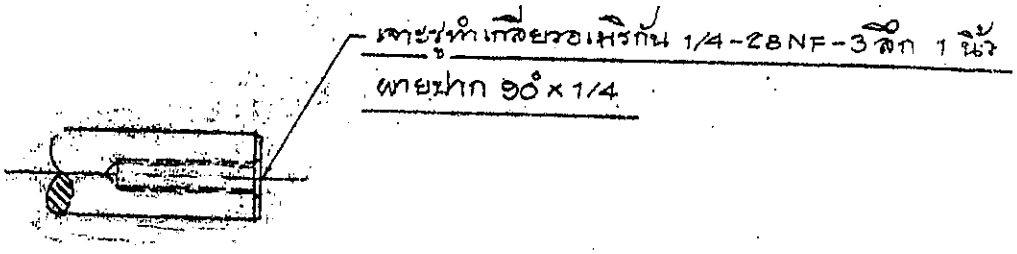
คำสั่งแสดงการใช้คำสั่งลงพื้นผิวสิ่งสร้าง



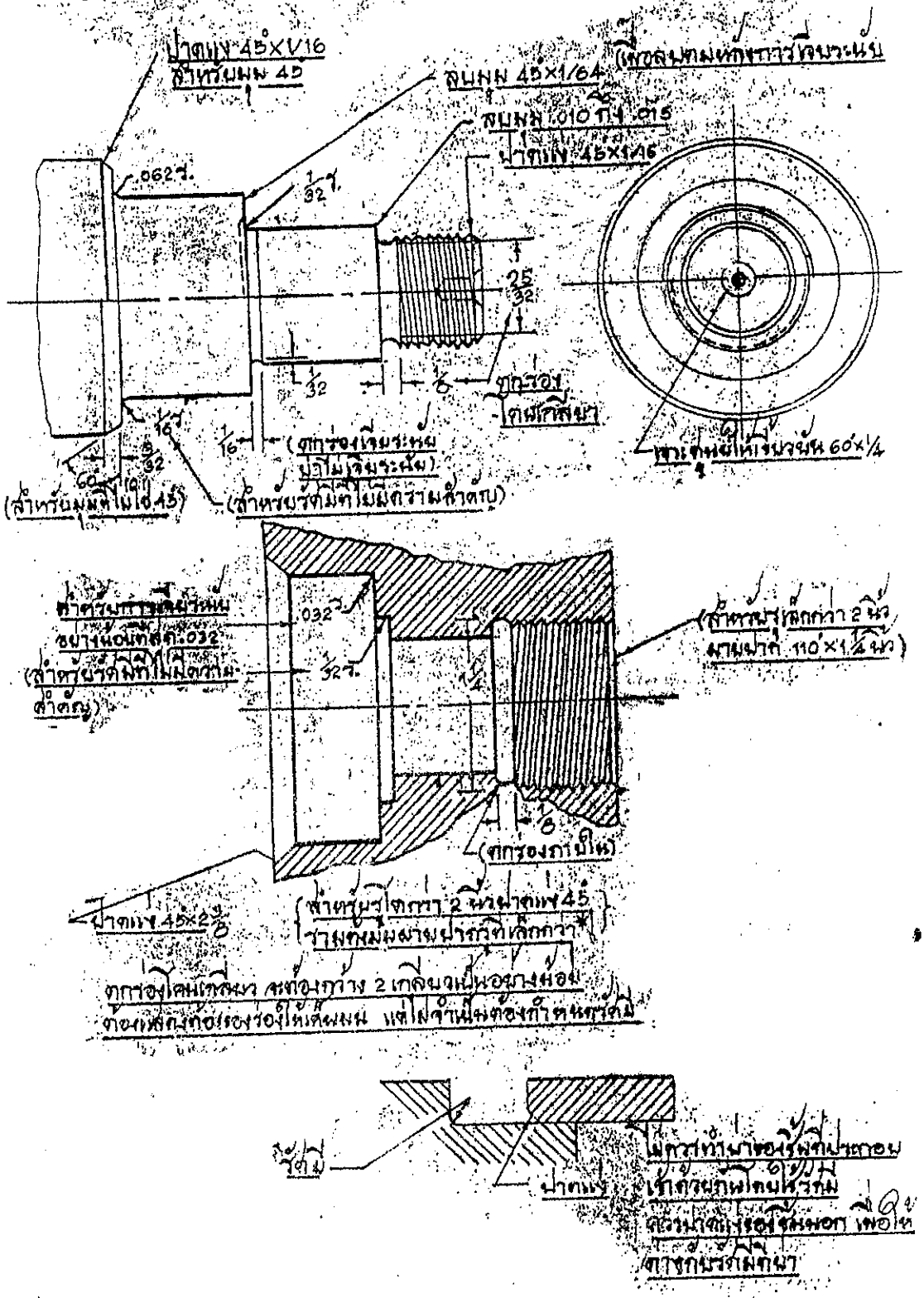
คำสั่งต่างๆในการสั่งสร้าง



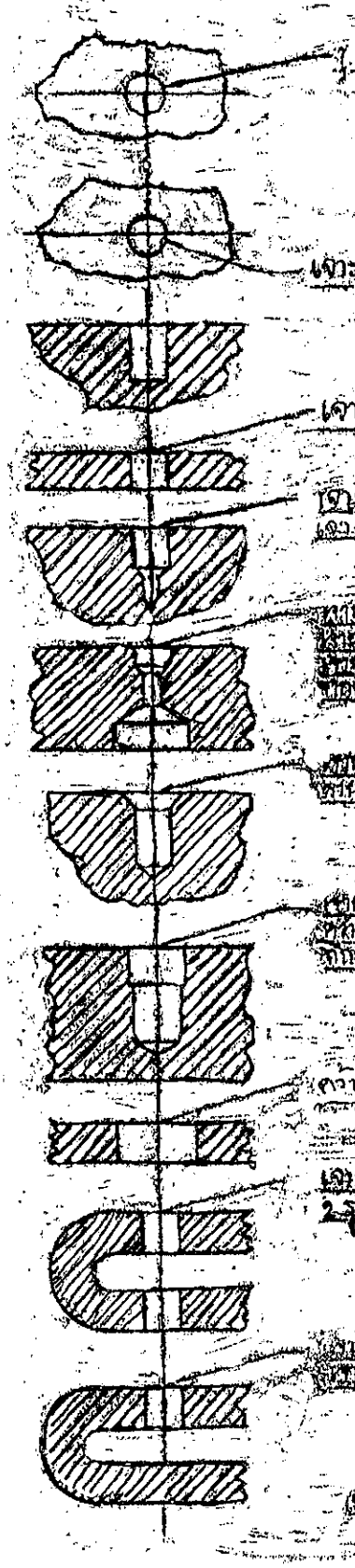




การเขียนขนาด และคำอธิบายของสัญญาในการแผ่แผน



การใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเจาะดิน



ดอกเจาะ 250 — สำหรับขุดที่มีหินก้อนเครื่องมั้น

ดอกเจาะ 5 ฉ 460 ตัก 3/8 — สำหรับขุดที่เจาะไม่ทะลุ

ดอกเจาะ 1/4 — สำหรับขุดที่เจาะทะลุ

ดอกเจาะ 1/4 ตัก 1/2
ดอกเจาะ 1/4 ตัก 1/4 — สำหรับขุดที่เจาะข้อหักล้มไม่ สูนย์ขุดทางกัน

ดอกเจาะ 160 ทะลุ
ดอกเจาะ 1/4 ตัก 1/8
ดอกเจาะ 1/2 ตัก 3/8
ใช้ขุดหินทรายได้ — สำหรับขุดที่เจาะจากด้านตรงข้ามด้วย

ดอกเจาะ 1/4 ตัก 1/2
ดอกเจาะ ตัก 60 x 3/8 — สำหรับเจาะขุดแล้วตามปาก

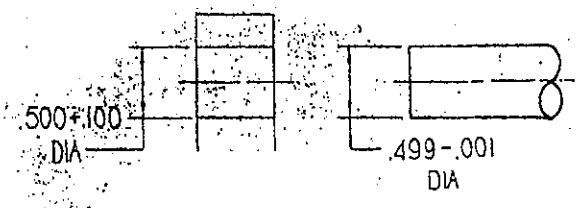
ดอกเจาะ 3/4 ตัก 3/8
ดอกเจาะ 375 - 600 ฉ
ตัก 1/4 — สำหรับขุดที่เจาะเพื่อจะกว้าน ต้องเจาะให้ลึกกว่าระยะที่กว้านได้ประมาณ 1 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง ถ้าต้องการ

ดอกเจาะ 500 - 600 ฉ
ดอกเจาะ 500 - 600 — สำหรับขุดที่ทะลุ

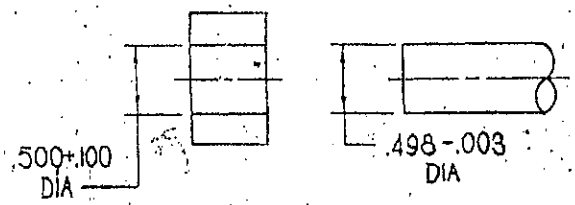
ดอกเจาะ 1/2
2 ชั้น 4 ตัว — สำหรับขุดที่เจาะทะลุทั้งสองข้าง ของชั้นนั้น

ดอกเจาะ 1/4
ดอกเจาะเกลียว — สำหรับขุดที่เจาะทะลุเกลียวด้านหน้า

หมายเหตุ — การใช้งานของดอกเจาะ ให้ดูตัวอย่างดอกเจาะเป็นการประกอบ



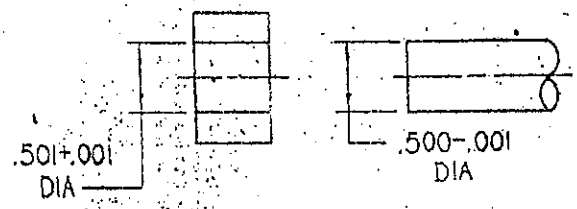
ALLOWANCE	.001
MAXIMUM CLEARANCE	.003



ALLOWANCE	.002
MAXIMUM CLEARANCE	.006

(Hole Size is Unchanged)

FIGURE 64. *"Basic hole" fits.*



ALLOWANCE	.001
MAXIMUM CLEARANCE	.003

ALLOWANCE	.002
MAXIMUM CLEARANCE	.006

(Shaft Size is Unchanged)

FIGURE 65. *Basic shaft fits*

<u>รายการประกอบแบบ</u> (TITLE BLOCK) การเขียนแบบ นอกจากจะเขียนภาพ ๓ วิว กำหนดขนาดต่างๆ และรายละเอียดบางประการที่รูป แล้ว ยังมีรายละเอียดเพิ่มที่บัญชีรายการประกอบแบบ (TITLE BLOCK) ซึ่งประกอบด้วย

๖.๑ ชื่อหน่วย หรือสถานที่เขียนแบบ เช่น กองวิทยาการ ขอ. หรือ กองโรงงานการสร้าง ขอ. เป็นต้น

๖.๒ ชื่อผู้ออกแบบ,ผู้เขียน ผู้ตรวจ

๖.๓ กำหนดหมายเลขแบบ เช่น บพ. ๐๐๑ บพ. หมายความ บริภัณฑ์ภาคพื้น เป็นหมายเลขที่หน่วยผู้เขียนแบบ เป็นผู้กำหนด

๖.๔ กำหนด หมายเลขชิ้นของชิ้นส่วนที่เขียน ซึ่งเป็นหมายเลขชิ้นส่วน อากาศยานแต่ละแบบ ฯลฯ

๖.๕ กำหนดมาตราส่วน เช่น ๑ : ๒ , ๑ : ๔ และกำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อน นอกจากที่บ่งไว้ในการกำหนดที่ขนาด

๖.๖ ส่วนที่กำหนดวัสดุที่ใช้สร้าง ประกอบด้วย

๖.๖.๑ กำหนดหมายเลขชิ้นส่วน หรือหมายเลขแบบที่จะประกอบ (เฉพาะในแบบประกอบ ASSEMBLY DRAWING)

๖.๖.๒ กำหนดวัสดุที่ใช้สร้าง เช่น ล. ๔๑๓๐ พร้อมทั้งกำหนด ข้อกำหนด (SPECIFICATION) ขนาดที่ใช้ในการสร้าง ชิ้นส่วนนั้นๆ

๖.๖.๓ กำหนดการอบชุบ สำหรับกรมช่างอากาศจะกำหนด เป็นค่าความแข็ง เป็น RC RB ถ้าเป็น เหล็กและจะกำหนด เป็นภาวะประสงค์ (TEMPER) T_1, T_2, T_3.....T_6 หากเป็น อลูมินัมเจือ

๖.๖.๔ กำหนด การป้องกันสนิม (FINISHING) เช่น CHROM PLATING, CADIUM หรือ ANODIC เป็นต้น

นอกจากรายการดังที่กล่าวมาแล้ว หากมีความจำเป็นต้องเพิ่มเติมนิยมใช้ให้ถูกหมายเหตุ ซึ่งจะกำหนดรายละเอียดนอกเหนือจาก รายการประกอบแบบ (TITLE BLOCK)

อย่างไรก็ตาม การเขียนแบบอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขบางประการ จำเป็นต้องบันทึกการแก้ไขไว้ในแบบด้วย ซึ่งจะทำตารางไว้ส่วนบนด้านขวาของแบบ เรียกว่ารายการแก้ไข (CHANGE BLOCK) จะกำหนดให้ทราบ รายการแก้ไข ว่า เดิมเป็นอะไร ปัจจุบันแก้ไขอย่างไร แก้ไขเมื่อไร ใครเป็นผู้แก้ และ ผู้ตรวจ เป็นต้น

ดูรูป ที่ ๑๑

ลำดับ	รายการแก้ไข	วันที่	ผู้ตรวจ

รูปที่ ๑๑ CHANGE BLOCK

	ส. 1025		9/16×1 1/8	1	—	* 1	—
หมายเลข	รายการวัสดุ	ข้อกำหนด	ขนาด	จำนวนชุดประกอบ	อนุชุม	สิ่งที่ส่ง	จำนวน ผ.
หลักฐานอ้างอิง	นอกจากนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานกองวิทยาการ กรมช่างอากาศ					นอกจากนี้ให้	
	ผผ ± 1/2 องศา	ผู้ออกแบบ				ขนาดวัดเป็น	นิ้ว
เขียนตามตัวอย่าง	เศษส่วน ±1/64 นิ้ว	ผู้เขียนแบบ	ส.อ. อนุพรรค อนันธนู	6 พ.ค. 21		มาตราส่วน	1:1
	ทศนิยม ±.010 นิ้ว	ผู้ออก	ส.อ.อนุพรรค อนันธนู	6 พ.ค. 21		หมายเลขสิ่น	
	เจาะรู	ผู้ตรวจ					
	.040 ถึง .1285 +.002 -.001	ผู้เห็นชอบ				ประกอบในแบบหมายเลข	
ห้ามหัก	.136 ถึง .228 +.003 -.001						
ตำหนิได้ จริง	.234 ถึง 1/2 +.004 -.001	PIN				ข.18-001	
	33/64" ถึง 3/4 +.005 -.001						
	49/64" ถึง 1 +.007 -.001						
	1 1/64" ถึง 2 +.010 -.001						

รูปที่ ๑๒ TITLE BLOCK

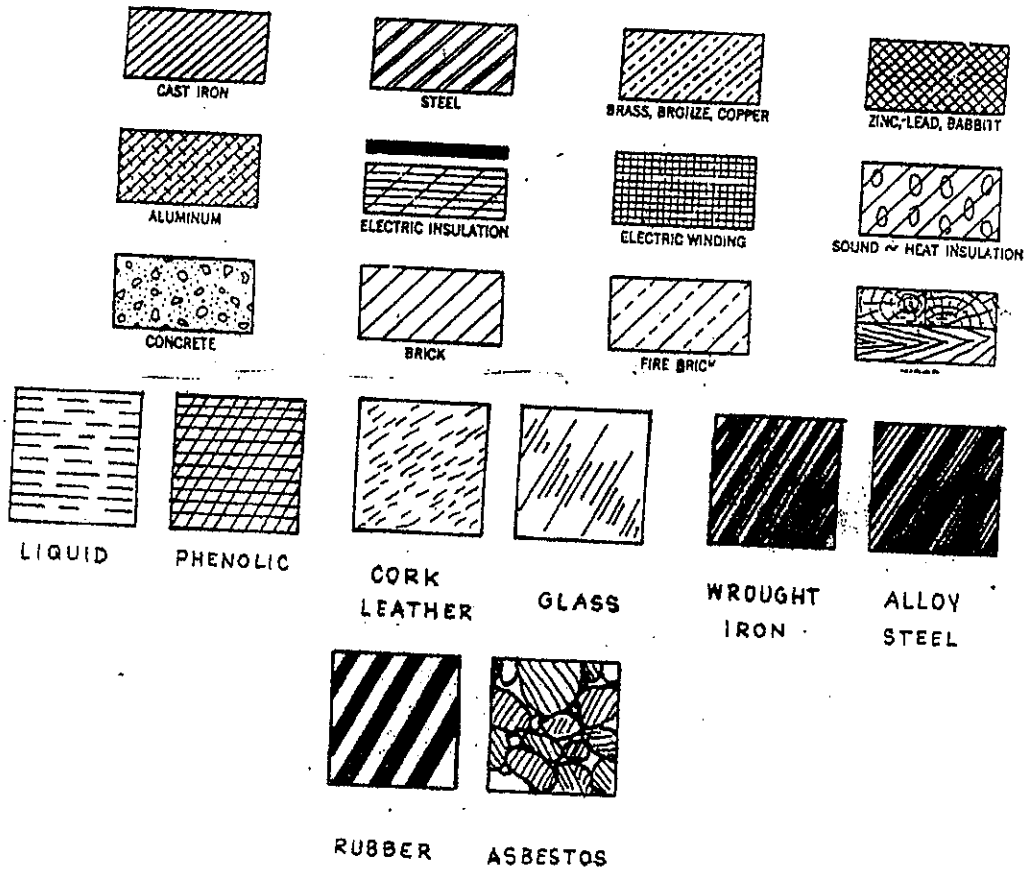
การกำหนดสัญญลักษณ์

ในการเขียนแบบ การกำหนดสัญญลักษณ์ มีความจำเป็นมาก ทำให้เกิดความกระทัดรัด ไม่เลอะเทอะ เมื่อต้องการกำหนดความหมายในแบบ

๑. มาตรฐานการตัด (STANDARD CROSS SECTION) ความสำคัญในการให้สัญญลักษณ์การตัด คือ

๑.๑ ในตำแหน่งของด้านที่ถูกตัด จะบอกให้รู้ถึงความแตกต่างของอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่

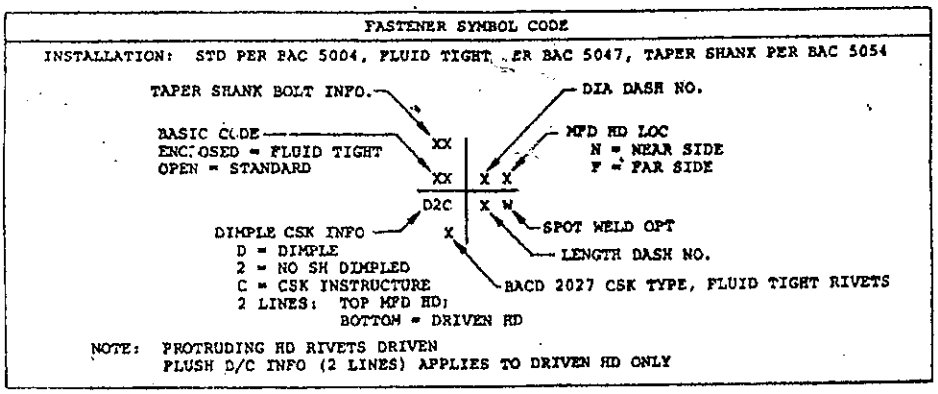
๑.๒ ในแบบ DETAIL การตัดจะแสดงให้ทราบถึงวัสดุ ที่ใช้สร้างโดยละเอียด เช่น เหล็ก, ไม้ , หรือ อลูมินัม



รูป 8.1

รูป 8.1 แสดงลายหน้าตัด สำหรับวัสดุแต่ละชนิดตามมาตรฐานอเมริกัน (The American Standard Section Lining Symbols)

FASTENER CODES AND SYMBOLS

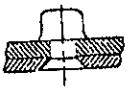
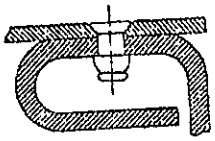
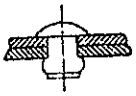
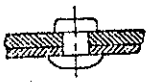
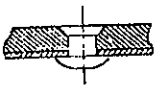
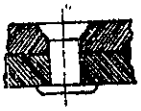
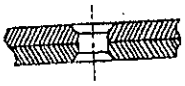


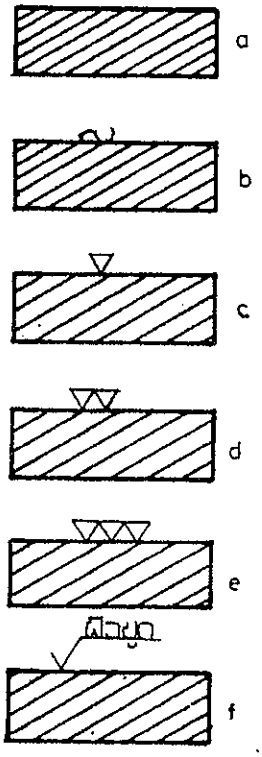
FASTENER CODE	
BK = MS20470B	XLP = BACB30LA
BA = MS20426A	XF = BACR15CE-D
XFV = BACB30GY & BACC30K	XC = BACR15BB-AD
XCZ = BACB30FM & BACC30M	

E-XXX = Code erroneously assigned – see code XXX.
C-XXX = Code cancelled – see code XXX.
C-NSS = Code cancelled – no superseding standard.
I-XXX = Code inactive – see code XXX.
I-NSS = Code inactive – no superseding standard.
OS = Oversize part.
PI = Partial Inactivation – see Standard Page.
S = SST Program, cancelled.

FASTENER CODES AND SYMBOLS

EXAMPLES OF NAS SYMBOLS (CONTINUED)

XFV / C | 6F / 5	BACB30GY6-5, 100 deg. head, steel, shear lockbolt, including 2024-T4 collar (BACC30K6), .1875 diameter, .3125 maximum grip. Countersink angle same as head angle on far side for manufactured head.	
XLP / C | 6N / 3	BACR30LA6-3, 100 deg. head; blind bolt, .1875 diameter, .3125 nominal grip. Countersink angle same as head angle in near side for manufactured head.	
AAP | 5N / 4	NAS1738E5-4, blind rivet, protruding head, mechanical locked spindle, .156 diameter, .188 -.250 grip range. Manufactured head near side.	
XC | 6F	BACR15BB6AD, 2117-T3, .1875 diameter, universal head rivet, manufactured head far side, fluid tight per BAC 5047.	
XC | 6F / C 82	BACR15BB6AD, 2117-T3, .1875 diameter, universal head rivet, manufactured head far side, countersink 82° for driven head.	
XRA | 6N / W	BACR15BD6AD, 2117-T3, .1875 diameter, slug rivet, BACD2027 Type V countersink in near side, fluid tight per BAC 5047.	
6	Hole location for .1875 diameter fastener (the number signifies fastener diameter in thirty seconds).	
BA | 6 / C C	Countersink both sides. MS20426A6	
XRA / W	Fluid tight in fatigue rated structure. (Rivet to be installed per BAC 5047 and BAC 5047-2)	



รูป 6,6,31

เครื่องหมายลักษณะผิว

ในกรณีที่ผิวของชิ้นงานส่วนใหญ่เหมือนกัน ให้ใส่เครื่องหมายคุณภาพผิวงานนั้นไว้ข้าง ๆ ภาพนั้น เครื่องหมายคุณ ภาพ ผิวที่ แตกต่าง ออกไปให้ใส่ไว้ในวงเล็บหลังเครื่องหมายนั้น

คำอธิบายลักษณะสัญญลักษณ์คุณภาพผิวงาน :

a. ไม่ต้องปรับผิวเลย (ไม่มีเครื่องหมาย)

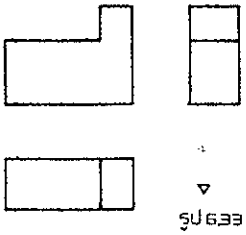
b. ผิวงานหล่อหรือตีเหล็ก มาอย่างเรียบร้อย ตะไบลงเล็กน้อย เช่นเหล็กตัดมาจากเส้นใหม่ ๆ

c. ผิวหยาบผิวขรุขระ สัมผัสได้ด้วยมือและมองเห็นได้ด้วยตา เช่น งานตะไบ, กลึงหยาบ

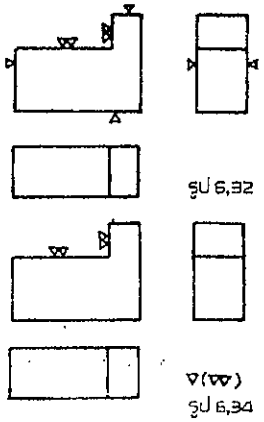
d. ผิวละเอียดผิวขรุขระสัมผัสได้ด้วยสายตา เช่น งานตะไบละเอียด, กลึงละเอียด

e. ผิวละเอียดมากผิวขรุ ขระมอง ด้วยตาเปล่าไม่เห็น เช่น งานเจียรไน

f. งานปรับผิวพิเศษ เช่น ขูดผิว ขัดมัน

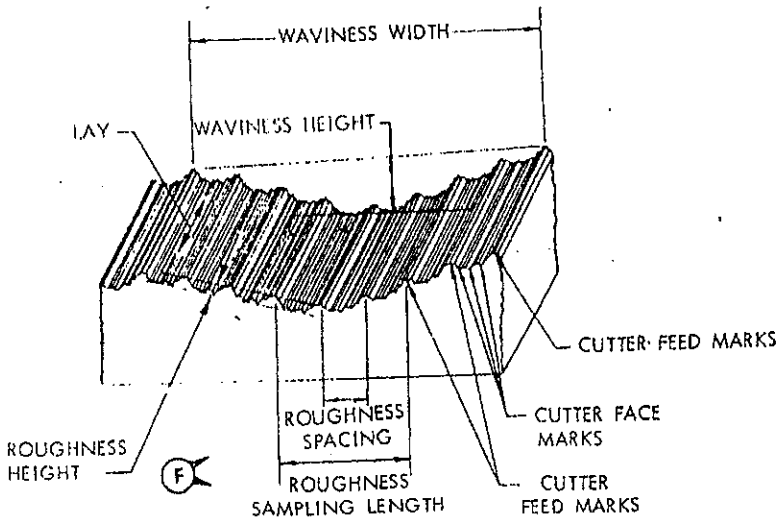


รูป 6,33

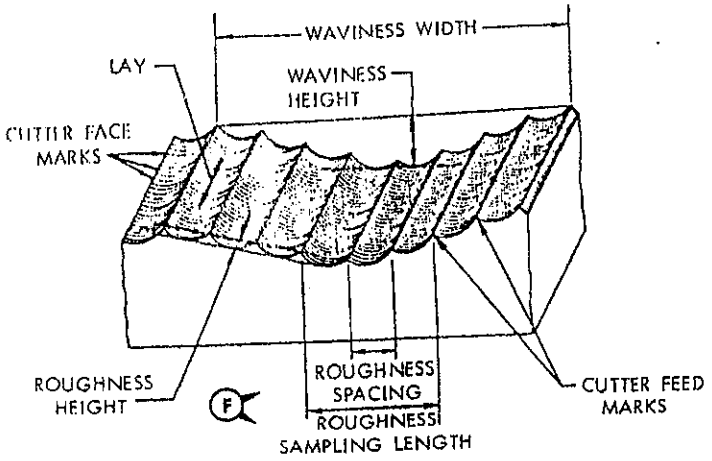


รูป 6,32

รูป 6,34



PLANED, SHAPED, TURNED, END OR FACE MILLED



PERIPHERAL MILLED

FIGURE 5 RELATIONSHIP BETWEEN ROUGHNESS AND WAVINESS

SURFACE TEXTURE
(U. S. CUSTOMARY AND METRIC)

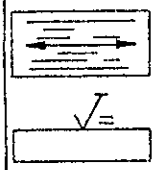
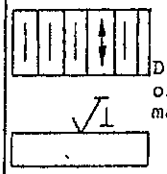
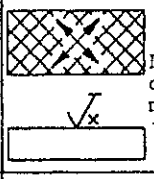
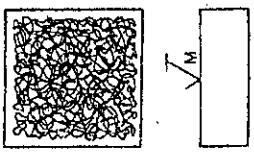
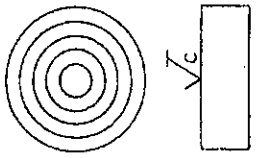
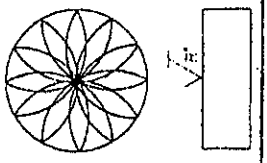
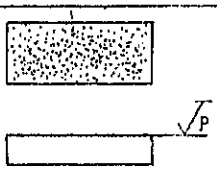
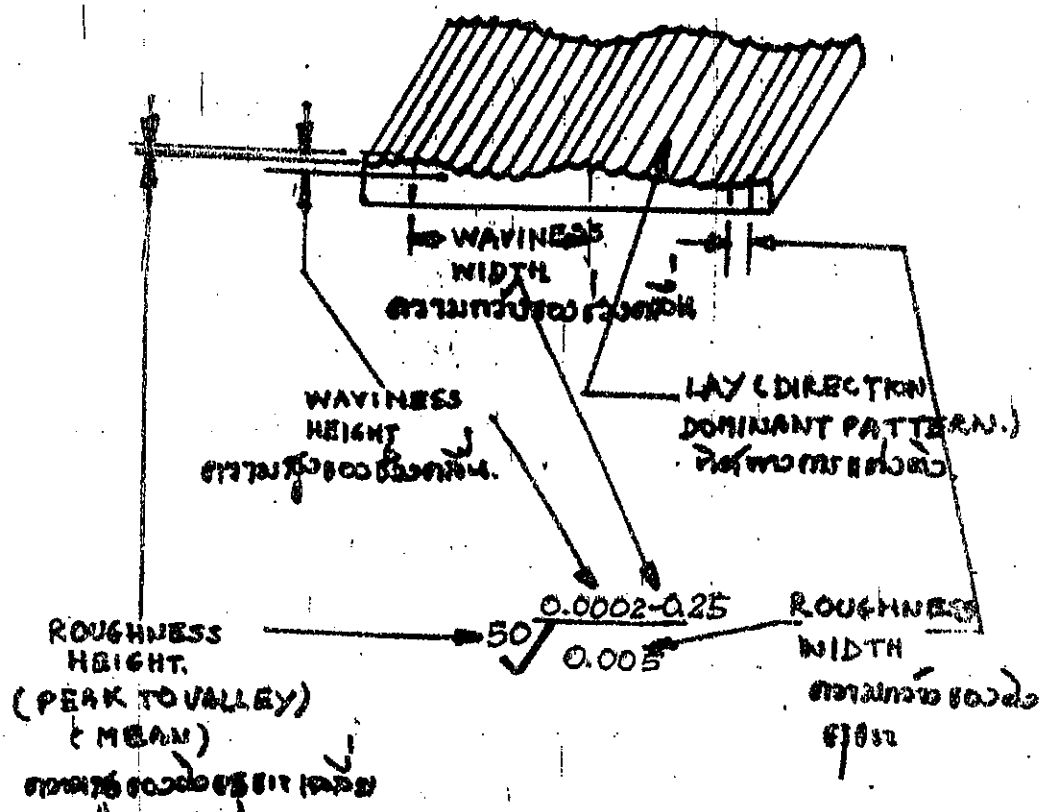
LAY SYMBOL	DESIGNATION	EXAMPLE
=	(K) Lay approximately parallel to the boundary line representing the surface to which the symbol applies.	 Direction of tool marks
⊥	Lay perpendicular to the boundary line representing the surface to which the symbol applies.	 Direction of tool marks
X	Lay angular in both directions to boundary line representing the surface to which symbol applies.	 Direction of tool marks
M	Lay multidirectional or random	
C	Lay approximately circular relative to the center of the surface to which the symbol applies.	
R	Lay approximately radial relative to the center of the surface to which the symbol applies.	
(K) P (K)	Lay particulate, non-directional, or protuberant.	

FIGURE 6 TYPICAL LAY PATTERNS AND APPROPRIATE CODES



(50 = 50 MICROINCHES = 0.000050 INCHES.)

SURFACE ROUGHNESS.

TABLE 2-29. SURFACE ROUGHNESS AND LAY SYMBOLS

1 — MICROMETER ANVILS, MIRRORS, GAGES

2 — SHOP GAGE FACES COMPARATOR ANVILS

4 — VERNIES, CALIPERS FACES, WRIST PINS, HYDRAULIC PISTON RODS, PRECISION TOOLS, HONED ROLLER & BALL BEARINGS (SURFACE PRODUCED BY SPECIAL HONING, LAPPING, BUFFING, ETC)

8 — CRANKSHAFT JOURNALS VALVE STEMS CAM FACES HYDRAULIC CYLINDER BORES (VERY FINE SURFACE FINISH PRODUCED BY LAPPING, HONING OR BUFFING)

13 — PISTON OUTSIDE DIAMETERS, CYLINDER BORES

16 — SPLINE SHAFTS MOTOR SHAFT BEARINGS

32 — BRAKE DRUMS BROACHED HOLES PRECISION PARTS GEAR TEETH GROUND BALL & ROLLER BEARING

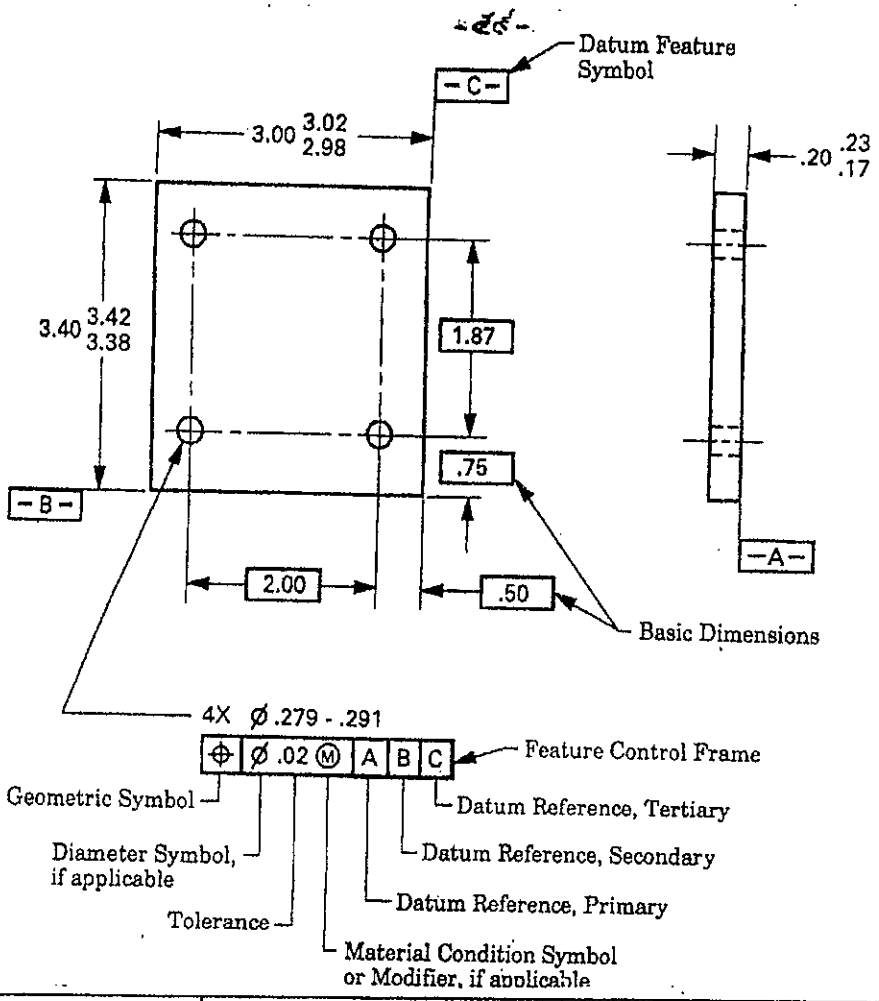
63 — GEAR LOCATING FACES GEAR SHAFTS & BORES CYLINDER HEAD FACES PISTON CROWNS

125 — MATING SURFACES, NO MOTION

250 — CLEARANCE SURFACES ROUGH MACHINE PARTS

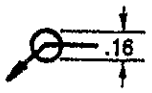
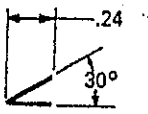
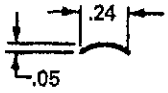
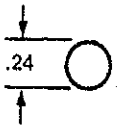
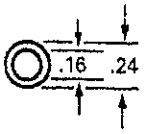
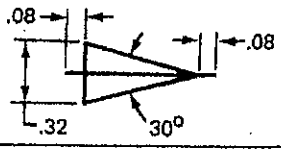
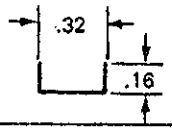
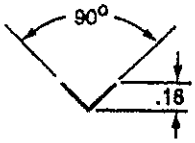
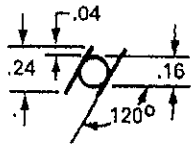
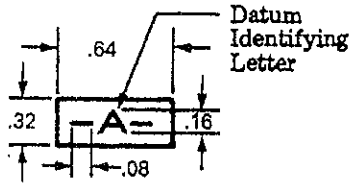
LAY SYMBOLS

SYMBOL		EXAMPLE
=	LAY PARRALLED TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	DIRECT. OF TOOL MARKS
⊥	LAY PERPENDICULAR TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	DIRECT. OF TOOL MARKS
X	LAY IN BOTH DIRECTIONS TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	DIRECT. OF TOOL MARKS
M	LAY MULTIDIRECTIONAL TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	
C	LAY CIRCULAR TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	
R	LAY RADIAL RELATIVE TO SURFACE TO WHICH SYMBOL APPLIES	

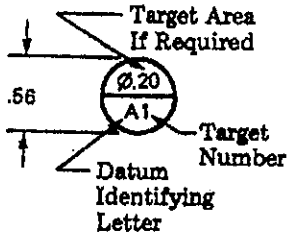
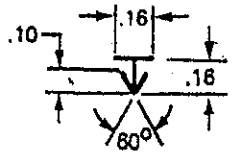
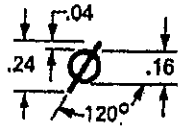
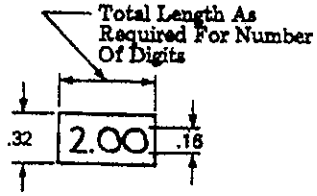
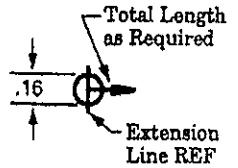
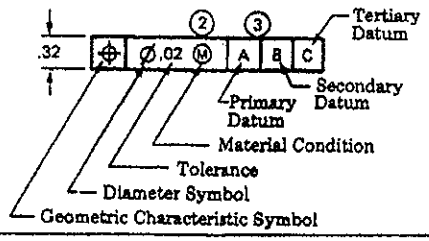
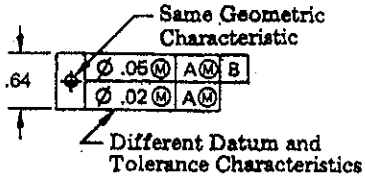
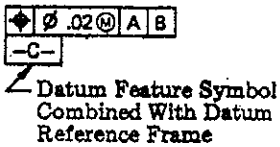


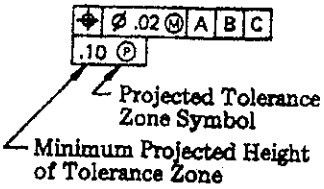
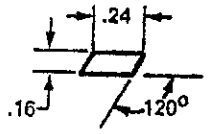
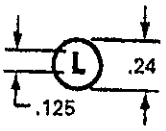
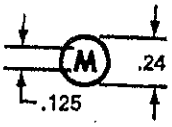
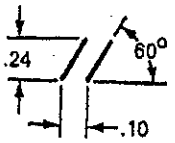
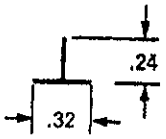
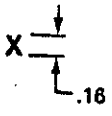
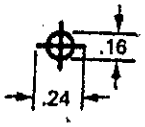
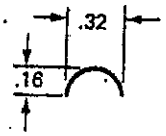
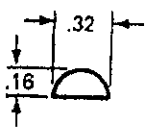
Symbol	Characteristic	Type	Datum Usage
▱	Flatness	Form	Never Related To Datums
—	Straightness		
○	Circularity		
⌭	Cylindricity		
⌒	Profile of a Line	Profile	May or May Not Be Related To Datums
⌓	Profile of a Surface		
⊥	Perpendicularity	Orientation	Always Related To Datums
∠	Angularity		
//	Parallelism		
↗	Circular Runout	Runout	
⌰	Total Runout		
⌖	Position	Location	
◎	Concentricity		

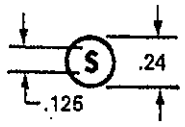
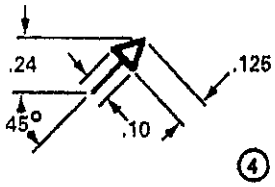
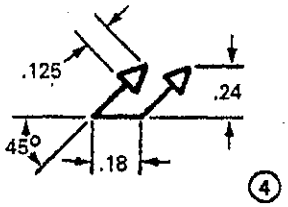
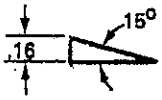
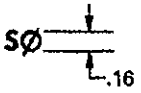
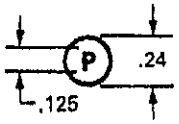
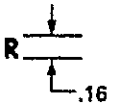
FEATURE CONTROL FRAME DATUM USAGE

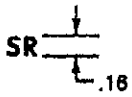
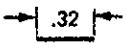
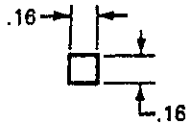
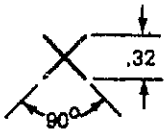
Characteristic or Term	Symbol	Type of Tolerance	Reference
All Around Profile		Profile – For Individual or Related Features	FIGURE 123 5.7
Angularity		Orientation – For Related Features	FIGURE 94 5.4a.
Arc Length ①		Size	FIGURE 31 2.9g.
Basic Dimension, See Dimension – Basic			
Circularity		Form – For Individual Features	FIGURE 107 5.5c.
Concentricity		Location – For Related Features	FIGURE 119 5.6c.
Conical Taper ①		Size	FIGURE 53 2.9af.
Counterbore/ Spotface ①		Size	FIGURES 42 and 133 2.9o., 5.9a.
Countersink ①		Size	FIGURE 43 2.9p.
Cylindricity		Form – For Individual Features	FIGURE 108 5.5d.
Datum Feature			FIGURE 67 3.1

① Equivalent term optional to symbol

Characteristic or Term	Symbol	Type of Tolerance	Reference
Datum Target			FIGURES 77, 78, 79 3.5
Depth/Deep ①		Size	FIGURES 42 and 133 2.9o., 5.9a.
Diameter		Size	FIGURE 24 2.9a.
Dimension – Basic			FIGURE 61 2.12
Dimension – Not to Scale	15		FIGURE 21 2.8c.
Dimension – Origin ①			FIGURE 3 2.1f.
Feature Control Frame			FIGURE 85 2.12, 5.2
Feature Control Frame – Composite			FIGURE 113 5.6a.
Feature Control Frame – With Datum Feature Symbol			FIGURE 87 5.2

Characteristic or Term	Symbol	Type of Tolerance	Reference
Feature Control Frame – With A Projected Tolerance Zone			FIGURE 116 5.2, 5.6a.
② Total length as required with each block .32 or multiples of .32. Diameter symbol and Material condition symbol used only when appropriate. ③ The order of precedence of the datum is primary, secondary or tertiary according to the position in frame.			
Flatness		Form – For Individual Features	FIGURE 106 5.5b.
Least Material Condition (LMC)			FIGURE 63 2.12, 5.3b.
Maximum Material Condition (MMC)			FIGURE 90 2.12, 5.3b.
Parallelism		Orientation – For Related Features	FIGURE 95 5.4b.
Perpendicularity		Orientation – For Related Features	FIGURE 98 5.4c.
Places/Times, or By ①			FIGURE 2 2.1e. FIGURES 33 and 41 2.9n.
Position		Location – For Related Features	FIGURE 61 2.12, 5.6
Profile of a Line		Profile – For Individual or Related Features	FIGURE 125 5.7
Profile of a Surface		Profile – For Individual or Related Features	FIGURE 121 5.7

Characteristic or Term	Symbol	Type of Tolerance	Reference
Regardless of Feature Size (RFS)			FIGURE 89 2.12, 5.3b.
Runout – Circular		Runout – For Related Features	FIGURE 130 5.8
Runout – Total		Runout – For Related Features	FIGURE 131 5.8
Slope (Flat Taper) ①		Size	FIGURE 55 2.9ag.
Spherical Diameter ①		Size	FIGURE 30 2.9e.
① Equivalent term optional to symbol ④ Arrowhead may be filled in			
Projected Tolerance Zone		Size	FIGURE 116 5.6a.
Radius ①		Size	FIGURE 23 2.9a.
① Equivalent term optional to symbol			

Characteristic or Term	Symbol	Type of Tolerance	Reference
Spherical Radius ①		Size	FIGURE 30 2.9e.
Spotface, see Counterbore/spotface			
Straightness		Form – For Individual Features	FIGURE 101 5.5a.
Square ①		Size	FIGURE 25 2.9a.
Target Point, Datum			FIGURE 77 3.5
① Equivalent term optional to symbol			

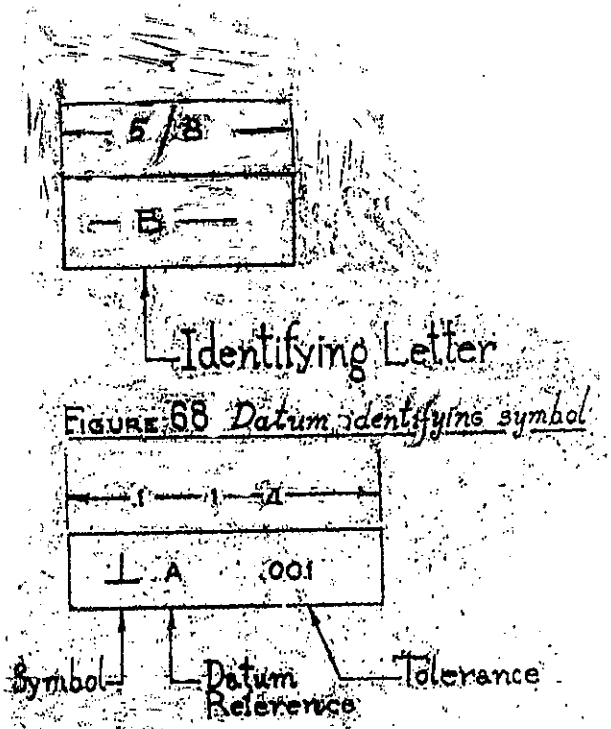


FIGURE 68 *Datum identifying symbol*

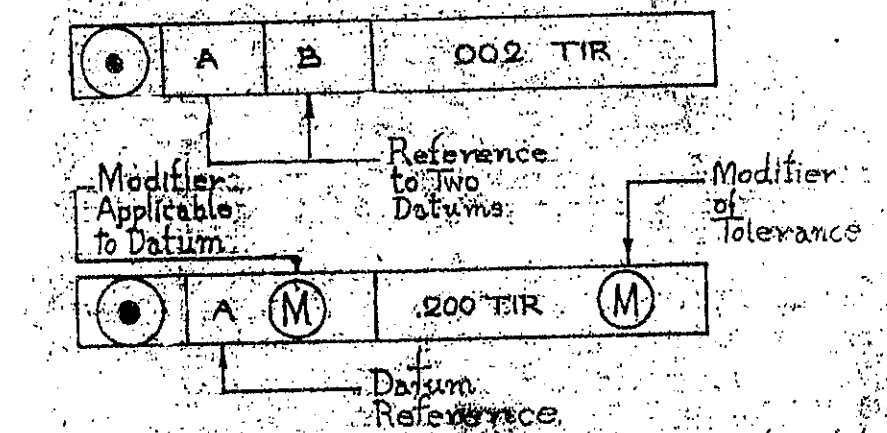


FIGURE 69 *Feature control symbol incorporating datum reference*

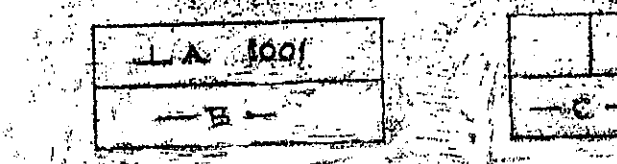
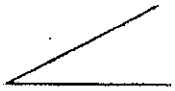


FIGURE 70 *Combined feature control symbol and datum symbol*

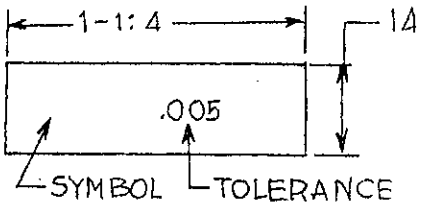
FLATNESS & STRAIGHTNESS



ANGULARITY

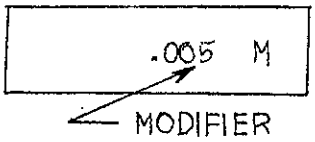
PERPENDICULARITY

PARALLELISM

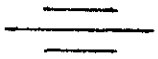


CONCENTRICITY

TRUE POSITION



ROUNDNESS



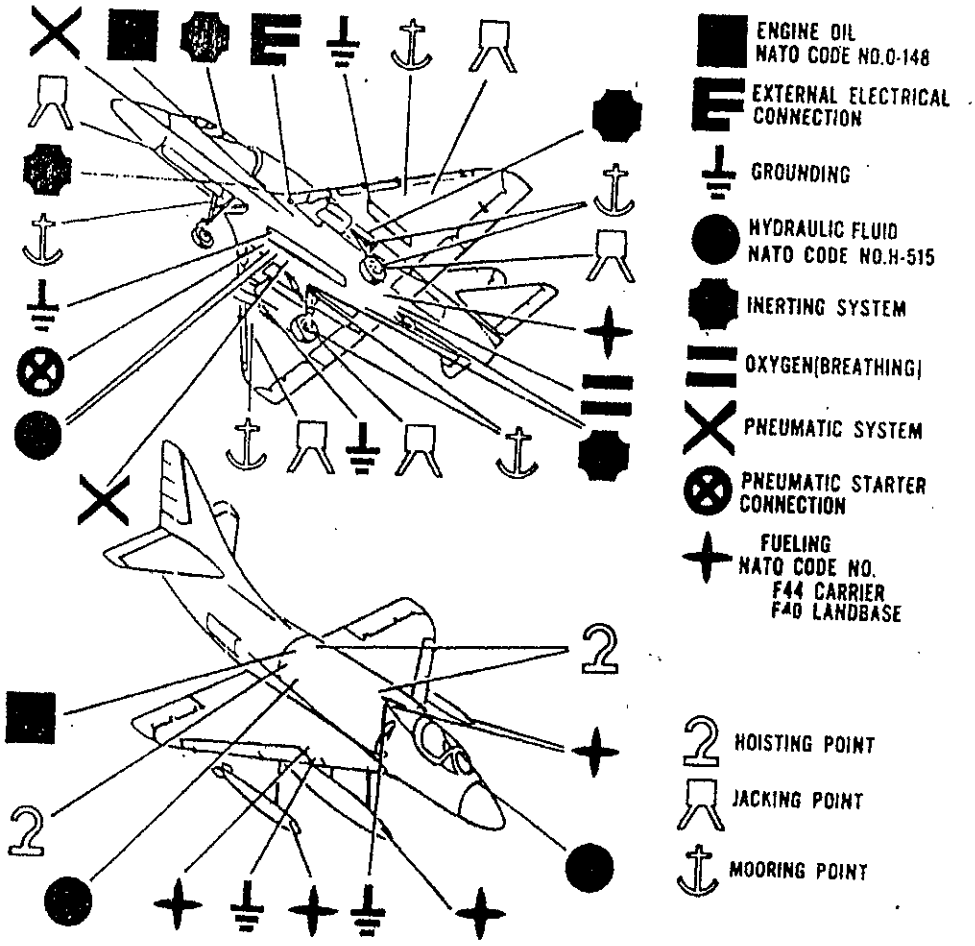
SYMMETRY

M

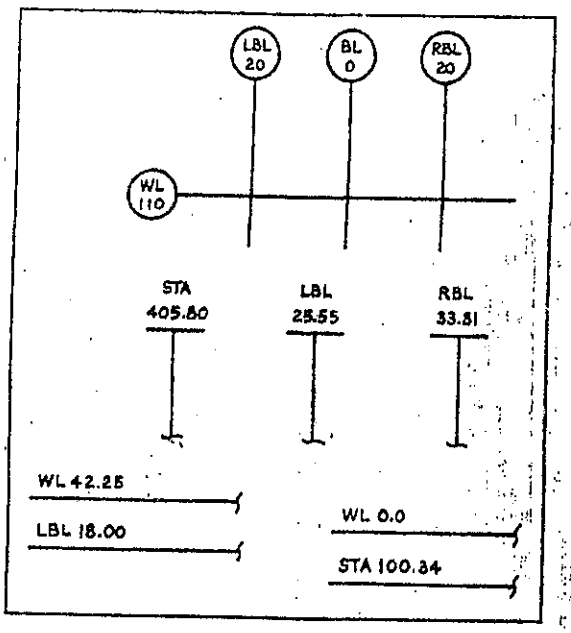
(MMC) MAXIMUM MATERAL CONDITION

S

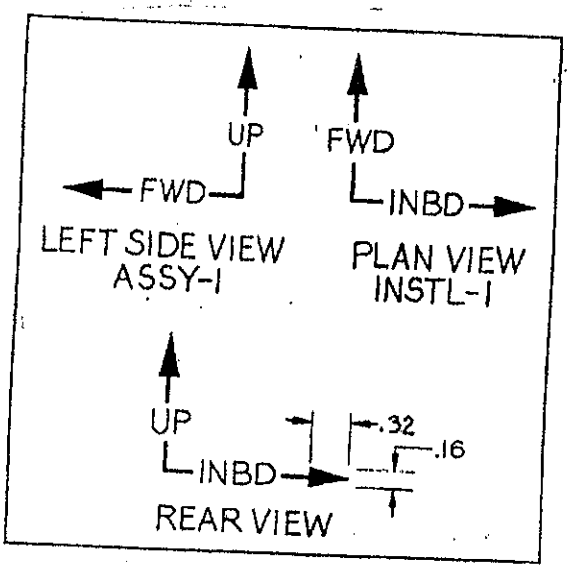
(RFS) REGARDLESS OF FEATURE SIZE



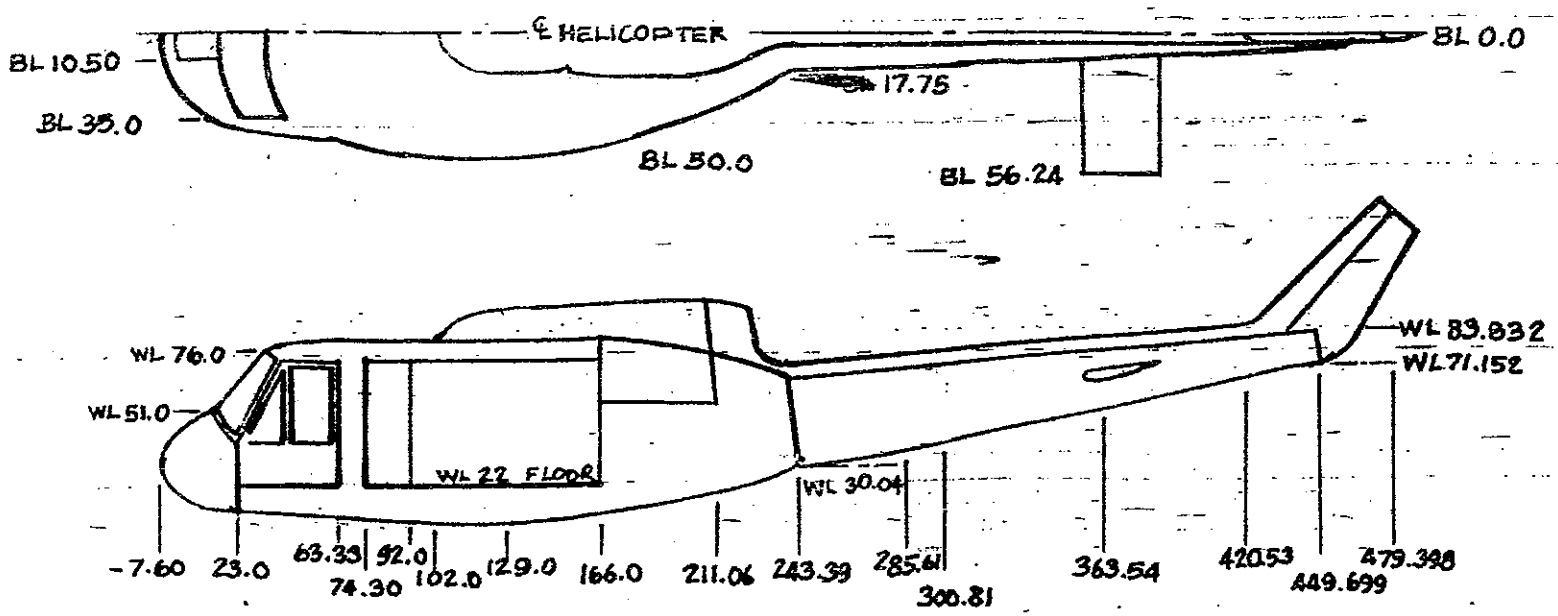
TYPICAL DECAL
SHOWING LOCATION OF AIRCRAFT SERVICING MARKING



REFERENCE LINES

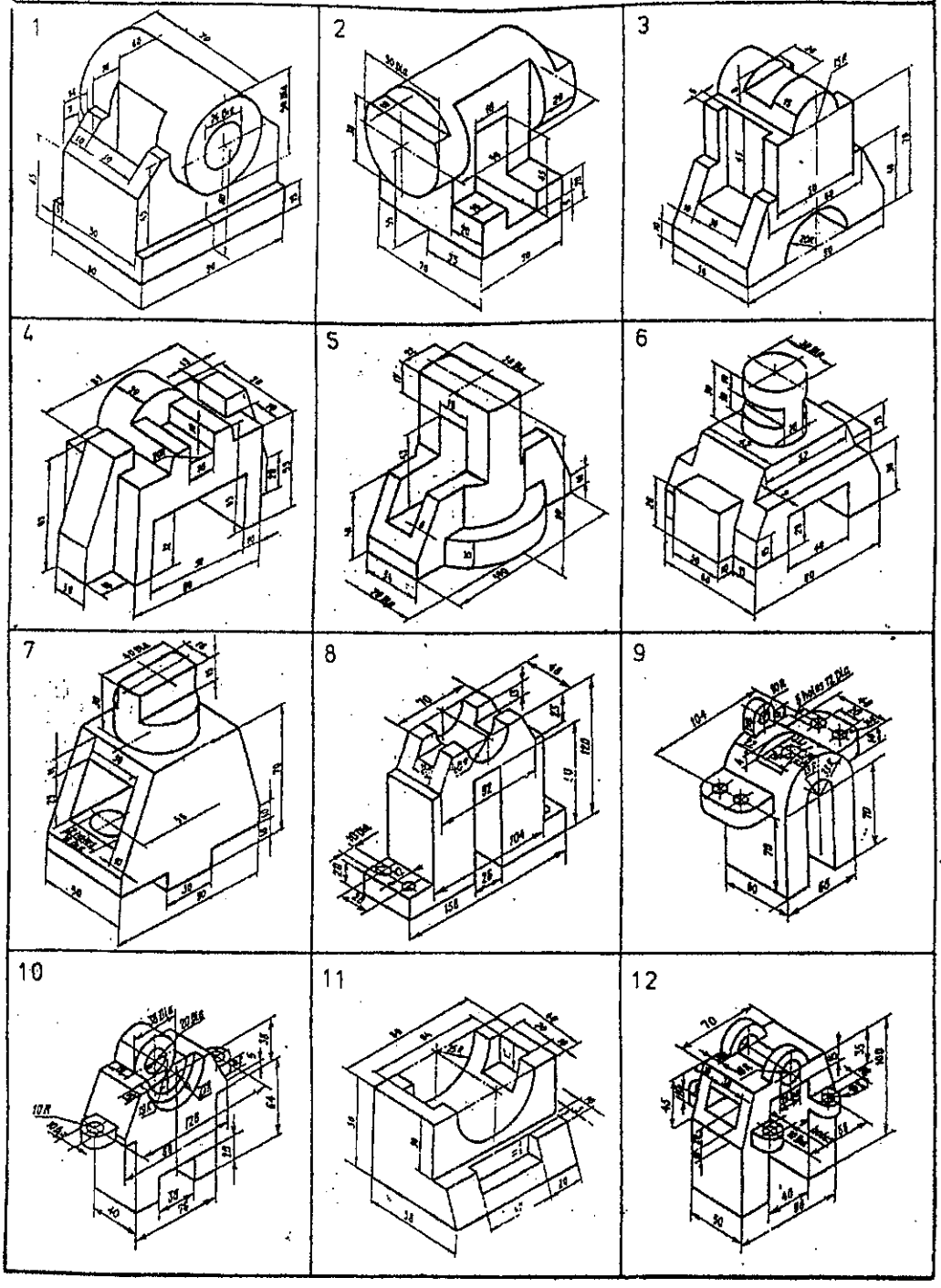


VIEW ORIENTATION DIRECTIONAL ARROWS



STATION DIAGRAM

จงเสก็ตภาพฉายสามด้านพร้อมทั้งกำหนดขนาดให้สมบูรณ์ จากภาพไอโซเมตริกที่กำหนดให้



34

จงเลือกภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายที่กำหนดให้