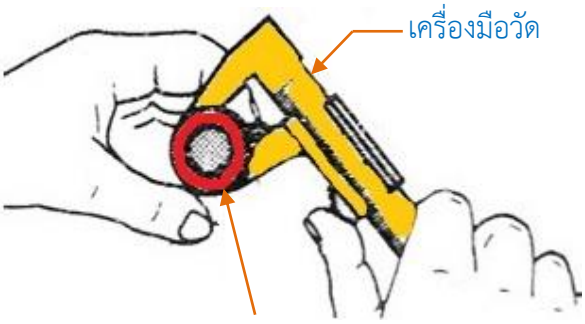
หน่วยที่ 3

งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน

(Measurements and Monitering)

3.1 ความหมายของการวัดและตรวจสอบ

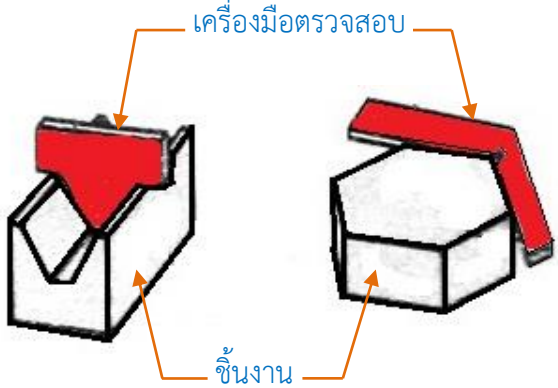
การวัดขนาดหรืองานวัดขนาด เป็นวิธีการเปรียบเทียบขนาดกับตัววัด หรือเครื่องมือวัดที่กำหนดเป็นมาตรฐานในการบอกขนาด เพื่อให้ทราบว่าขนาดของชิ้นงานนั้น มีขนาดจริงเท่าใด



รูปที่ 3.1 การวัดขนาดความโตชิ้นงาน

3.1.1 การวัด (Measurements)

คือ วิธีการที่จะได้ทราบค่าขนาดระหว่างจุดสองจุด โดยใช้มาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งเป็นตัวบอกขนาด ดังรูปที่ 3.1

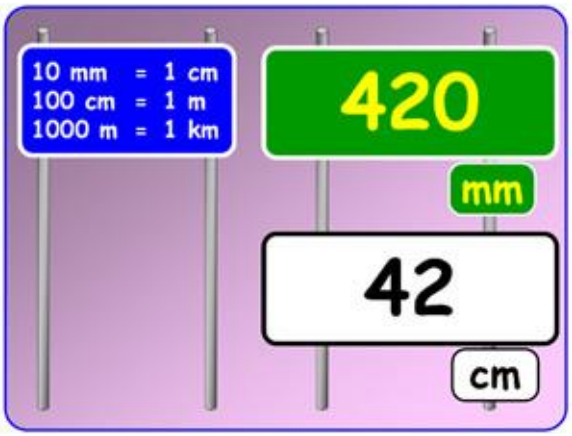


รูปที่ 3.2 การตรวจสอบชิ้นงาน

3.1.2 การตรวจสอบ (Monitering)

คือ การใช้เครื่องมือตรวจสอบเพื่อหาค่าประจำตัวของชิ้นงานที่ต้องการซึ่งการตรวจสอบเป็นแบบไม่ทำลายเมื่อเทียบกับเครื่องมือตรวจสอบ ดังรูปที่ 3.2

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบเนื้อหา (Information Sheet)	หน่วยที่ : 3
		แผ่นที่ : 2
	วิชา งานฝึกฝีมือ	รหัสวิชา 20100-1003
	เรื่อง : งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน	



รูปที่ 3.3 หน่วยวัดระบบเมตริก

3.2 มาตรฐานหน่วยการวัด

(Standard Measurements)

หน่วยวัด (Unit) หน่วยวัดในงานช่างอุตสาหกรรมใช้หน่วยการวัดหลักอยู่ 3 ระบบ คือ

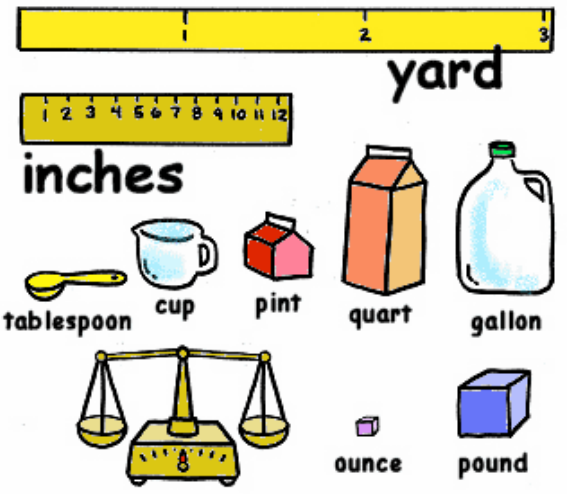
3.2.1. ระบบเมตริก (Metric System)

คือการวัดในระบบเมตริกเป็นหน่วยการวัดที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งหน่วยที่นิยมใช้กันมาก คือ มิลลิเมตร เซนติเมตร เมตร และ กิโลเมตร โดยที่

10 มิลลิเมตร (mm.) = 1 เซนติเมตร(cm.)

100 เซนติเมตร(cm.) = 1 เมตร (m.)

1000 เมตร (m.) = 1 กิโลเมตร (Km.)



รูปที่ 3.4 หน่วยวัดระบบอังกฤษ

3.2.2 ระบบอังกฤษ (british System)

คือการวัดในระบบอังกฤษมีหน่วยการวัด คือ นิ้ว ฟุต หลา ไมล์ เป็นต้น ส่วนใหญ่ในงานเครื่องมือกลนิยมใช้หน่วยวัด นิ้ว ซึ่งจะอยู่ในรูปของทศนิยมหรือเศษส่วน เช่น $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$ และ $\frac{1}{128}$

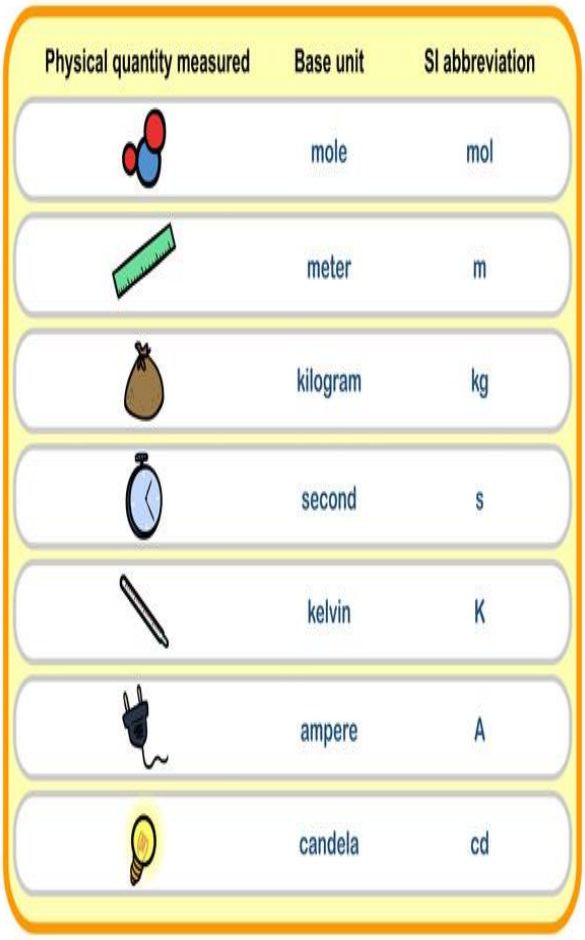
<u>โดยที่</u>

12 นิ้ว = 1 ฟุต

3 ฟุต = 1 หลา

1,760 หลา = 1 ไมล์

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบเนื้อหา (Information Sheet)	หน่วยที่ : 3
		แผ่นที่ : 3
	วิชา งานฝึกฝีมือ	รหัสวิชา 20100-1003
	เรื่อง : งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน	



รูปที่ 3.5 หน่วยวัดระบบสากล

3.2.3.ระบบสากล (System International Unit)

คือหน่วยวัดความยาวเป็น เมตร เป็นหน่วยวัดระบบใหม่ ได้มติจากที่ประชุมนักวิทยาศาสตร์หน่วยวัดนานาชาติ ครั้งที่ 11 ณ. กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศสปี พ.ศ. 2503 ให้ใช้หน่วยวัดสากล โดยยึดระบบเมตริกเป็นหลัก ดังนั้นหน่วยวัดระบบสากลจึงมีหน่วยเหมือนระบบเมตริก หน่วย SI ได้กำหนดหน่วยมูลฐานไว้ 7 หน่วย คือ

- ความยาวหรือระยะทาง เป็น เมตร (m)
- มวล เป็น กิโลกรัม (kg)
- เวลา เป็น วินาที (s)
- กระแสไฟฟ้า เป็น แอมแปร์ (A)
- อุณหภูมิ เป็น เคลวิน (K)
  (ทางเทอร์โมไดนามิกส์)
- ความเข้มของแสงสว่าง เป็นแคนเดลา (cd)
- ปริมาณของสาร เป็น โมล (mol)

การอ่านค่าหน่วยการวัดระบบสากล

1.) ระบบอังกฤษ ใช้หน่วยการวัด ดังนี้

12 นิ้ว = 1 ฟุต

3 ฟุต = 1 หลา

1,760 หลา = 1 ไมล์

2.) ระบบเมตริก ใช้หน่วยการวัดดังนี้

10 มิลลิเมตร = 1 เซนติเมตร

10 เซนติเมตร = 1 เดซิเมตร

10 เดซิเมตร = 1 เมตร

10 เมตร = 1เดคาเมตร

10 เดคาเมตร = 1 เฮกโตเมตร

10 เฮกโตเมตร = 1 กิโลเมตร

1) บรรทัดเหล็ก

2) บรรทัดพับ

3) สายวัด

4) ตลับเมตร

รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดที่มีขีดมาตรา

3.3 ประเภทของเครื่องมือวัด

(Types of measuring equipment)

เครื่องมือวัดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ

3.3.1 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา

1. เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่ เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีขีดมาตรา นิยมใช้ในงานเครื่องมือกล สามารถอ่านค่าขีดสเกลได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว แต่มีค่าความละเอียดไม่มากพอ เช่น

1.) บรรทัดเหล็ก (Steel Rule)

2.) บรรทัดพับ (Zig-Zag Rule)

3.) สายวัด (measuring Tape)

4.) ตลับเมตร (Tape measure)

1.เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

2.ไมโครมิเตอร์

3.นาฬิกาวัด

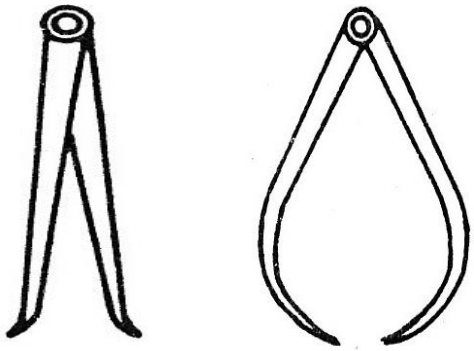
รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดแบบเลื่อนได้ มีขีดมาตรา

2. เครื่องมือวัดแบบเลื่อนได้ มีขีดมาตรา เป็นเครื่องมือวัดเอนกประสงค์ สามารถอ่านค่าจากการวัดพร้อมทั้งอ่านค่าได้ ค่าที่ได้จากการวัดมีความละเอียดละเที่ยงตรง ถูกต้อง จึงเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้งานกันมากในงานอุตสาหกรรมปัจจุบัน เช่น

1.) เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers)

2.) ไมโครมิเตอร์ (Micro Meter)

3.) นาฬิกาวัด (Dial Gauge)



(1) วงเวียนวัดใน (2) วงเวียนวัดนอก

รูปที่ 3.8 เครื่องมือวัดแบบถ่ายทอดขนาด

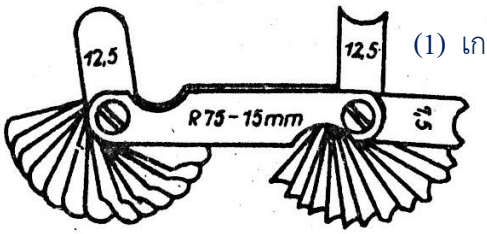
3.3.2. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา

1. เครื่องมือวัดแบบถ่ายทอดขนาด

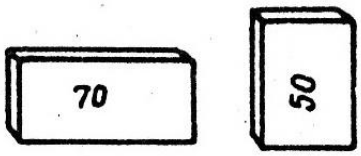
เป็นเครื่องมือรูปร่างคล้ายกับวงเวียน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นแขน ซึ่งมี 2 แขน มีไว้สำหรับถ่ายขนาด หรือเทียบขนาด โดยอาศัยความรู้สึกสัมผัส เช่น

1.) วงเวียนวัดนอก (Inside Caliper)

2.) วงเวียนวัดใน (Outside Caliper)



(1) เกจวัดรัศมี



(2) เกจบล็อก

(3) เกจทรงกระบอก

รูปที่ 3.9 เครื่องมือวัดแบบแบบค่าคงที่

2. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่

เป็นเครื่องมือที่มีค่าประจำตัวคงที่ โดยไม่สามารถปรับค่าได้ เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบชิ้นงาน เช่น

1.) เกจวัดรัศมี (Radius Gauge)

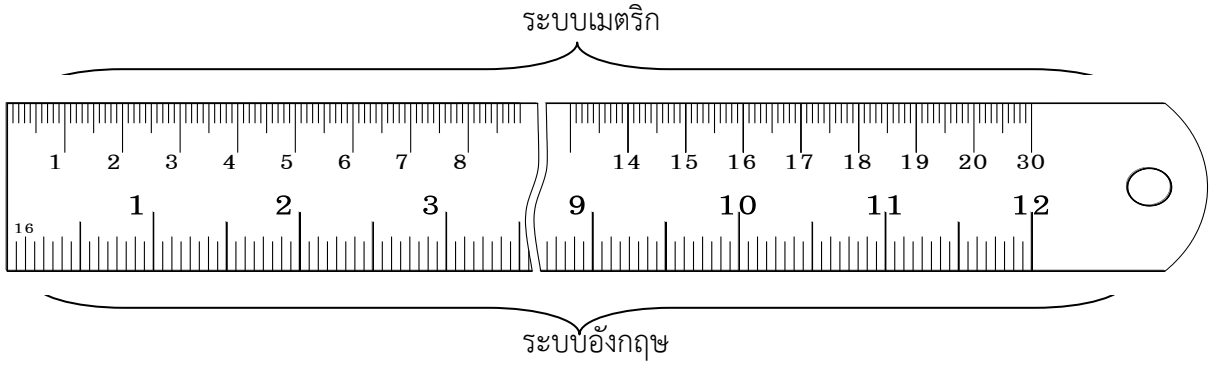
2.) เกจบล็อก (Gauge Block)

3.) เกจทรงกระบอก (Plug Gauge)

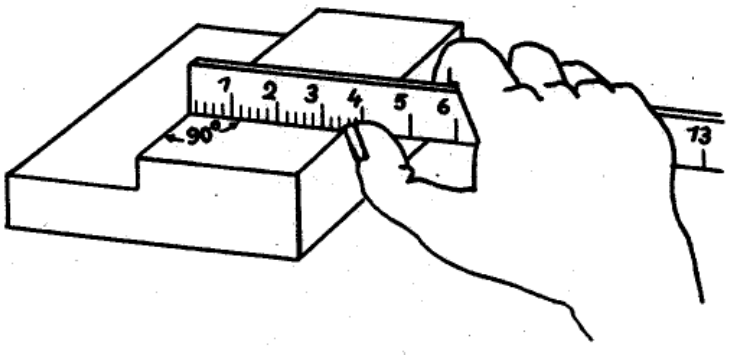
3.4.บรรทัดเหล็ก (Steel rule)

3.4.1 ลักษณะทั่วไปของบรรทัดเหล็ก (General characteristics of steel rule)

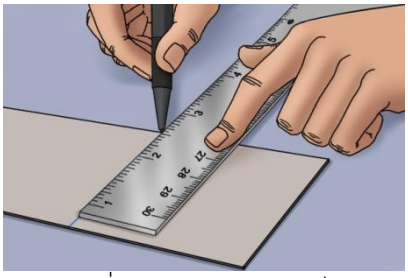
บรรทัดเหล็ก (Steel Rule) โดยส่วนใหญ่ทำจากเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ใช้สำหรับวัดความยาวชิ้นงาน ขีดสเกลบนบรรทัดเหล็กมีทั้งระบบเมตริกและระบบอังกฤษ ขนาดของบรรทัดเหล็กเรียกตามความยาวของสเกลบนตัวบรรทัด เช่น ขนาด 6 นิ้ว ขนาด 12 นิ้ว ขนาด 24 นิ้ว และขนาด 36 นิ้ว เป็นต้น รูปร่างและลักษณะของบรรทัดเหล็ก ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ลักษณะของบรรทัดเหล็ก



โดยทั่วไปบรรทัดเหล็ก มีความหนาไม่เกิน 1 มิลลิเมตร และไม่บางกว่า 0.3 มิลลิเมตร ความกว้างและความยาวของบรรทัดเหล็กนั้นมีหลายขนาด เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน และบรรทัดเหล็กที่ดีจะต้องอ่านสเกลได้ง่ายและไม่บิดงอ

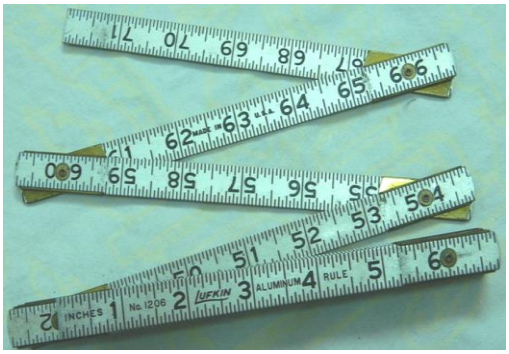


รูปที่ 3.11 บรรทัดเหล็ก

3.4.2 ชนิดของบรรทัดเหล็ก (Type Of Steel rule)

1. บรรทัดเหล็ก (Steel rule)

ใช้สำหรับวัดความยาวชิ้นงาน ขีดสเกลบนบรรทัดเหล็กมีทั้งระบบเมตริกและระบบอังกฤษ มีความหนาไม่เกิน 1 มิลลิเมตร และไม่บางกว่า 0.3 มิลลิเมตร ความกว้างและความยาวของบรรทัดเหล็กนั้นมีหลายขนาด

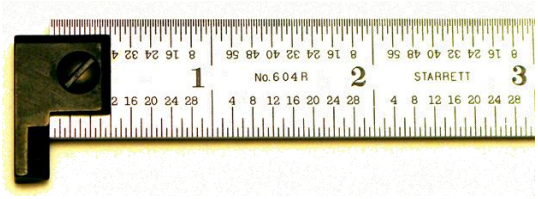


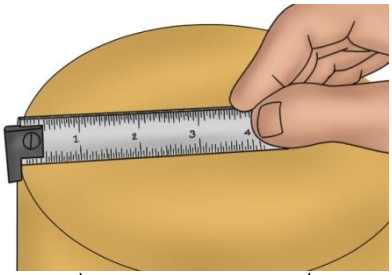
รูปที่ 3.12 บรรทัดพับ

2. บรรทัดพับ (Zig Zag rule)

เป็นเครื่องมือวัดที่มีความยาวมากๆ นิยมใช้กันมากกับช่างไม้หรืองานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงมากนัก มีความยาวหลายขนาด โดยมีความยาวตั้งแต่ 2 – 8 ฟุต แต่ขนาดความยาว 6 ฟุต เป็นขนาดมาตรฐาน มีหน่วยการวัดทั้งระบบเมตริกและระบบอังกฤษ

บรรทัดพับสามารถพับเก็บและกางออกได้ โดยพับเก็บได้ทุกระยะ 6 นิ้ว





รูปที่ 3.13 บรรทัดขอเกี่ยว

3. บรรทัดขอเกี่ยว (Hook rule)

มีลักษณะคล้ายคลึงกับบรรทัดเหล็ก แตกต่างกันที่ปลายสุดของบรรทัดขอเกี่ยวจะมีเหล็กกล้ารูปร่างเป็นตะขอเกี่ยว เพื่อการเกาะเกี่ยวชิ้นงานขณะวัด

วิธีใช้งาน ใช้สำหรับวัดความยาวทั่ว ๆไป

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบเนื้อหา (Information Sheet)	หน่วยที่ : 3
		แผ่นที่ : 8
	วิชา งานฝึกฝีมือ	รหัสวิชา 20100-1003
	เรื่อง : งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน	

รูปที่ 3.14 สายวัดผ้า

4. สายวัดผ้า (Cloth Tape measure)

ลักษณะ ทำด้วยผ้าที่อาบน้ำยาเคมีกันยืดเป็นแถบยาว มีมาตราวัดเป็นเซนติเมตรกับนิ้ว โดยมีความยาว 60 นิ้ว หรือ 150 เซนติเมตร ส่วนปลายทั้ง 2 ด้าน หุ้มด้วยโลหะ

วิธีใช้งาน ใช้วัดขนาดของส่วนต่าง ๆของร่างกาย สำหรับใช้วัดสร้างแบบเสื้อผ้า หรือ วัดความยาว

รูปที่ 3.15 ตลับเมตร

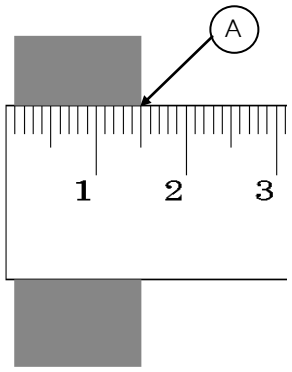
5. เทปวัดเหล็กหรือตลับเมตร (Tape measure)

ตลับเมตรเป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่มีสายวัดเก็บอยู่ในตลับอย่างมิดชิด ทำให้สะดวกในการพกติดตัวไปใช้งานได้ตลอดเวลา

วิธีใช้งาน ใช้ในการวัดระยะความยาวของชิ้นงาน ปลายสุดสายวัดของตลับเมตรมีขอเกี่ยวโลหะเป็นที่เกาะยึดขอบของชิ้นงานขณะวัดและสำหรับดึงสายวัดออกจากตลับ

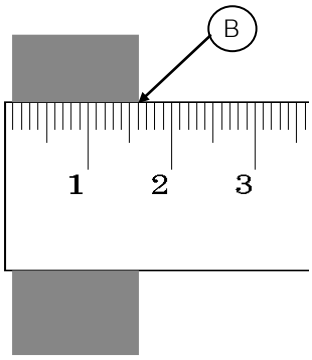
3.4.3 **การอ่านค่าสเกลบรรทัดเหล็กระบบเมตริก**

สเกลบรรทัดเหล็กระบบเมตริกสร้างสเกลหน่วยวัด เป็นมิลลิเมตร โดยแบ่ง 1 เซนติเมตรออกเป็น 10 ช่อง ๆ ละเท่า ๆ กัน ดังนั้น 1 ช่องจึงมีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตร และใน 1 มิลลิเมตรแบ่งออกเป็น 2 ช่อง ๆ ละเท่า ๆ กัน ดังนั้น 1 ช่องจึงมีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร การอ่านการตรวจวัด สามารถอ่านค่าได้โดยตรงจากสเกลบนบรรทัดเหล็กโดยการอ่านค่าจำนวนเต็มเป็นเซนติเมตร (1 เซนติเมตร = 10 มิลลิเมตร) เกินเลยจากนั้นอ่านค่าเป็นมิลลิเมตร และถ้าค่าที่อ่านได้ยังเกินเลยอยู่อีก ก็ให้อ่านค่าเป็น 0.5 มิลลิเมตร แล้วนำค่าที่อ่านได้ทั้งหมดมารวมกัน



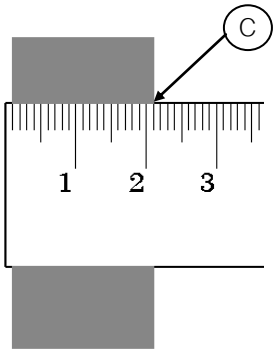
ค่าที่อ่านได้ = 15 มิลลิเมตร

(A)



ค่าที่อ่านได้ = 16 มิลลิเมตร

(B)



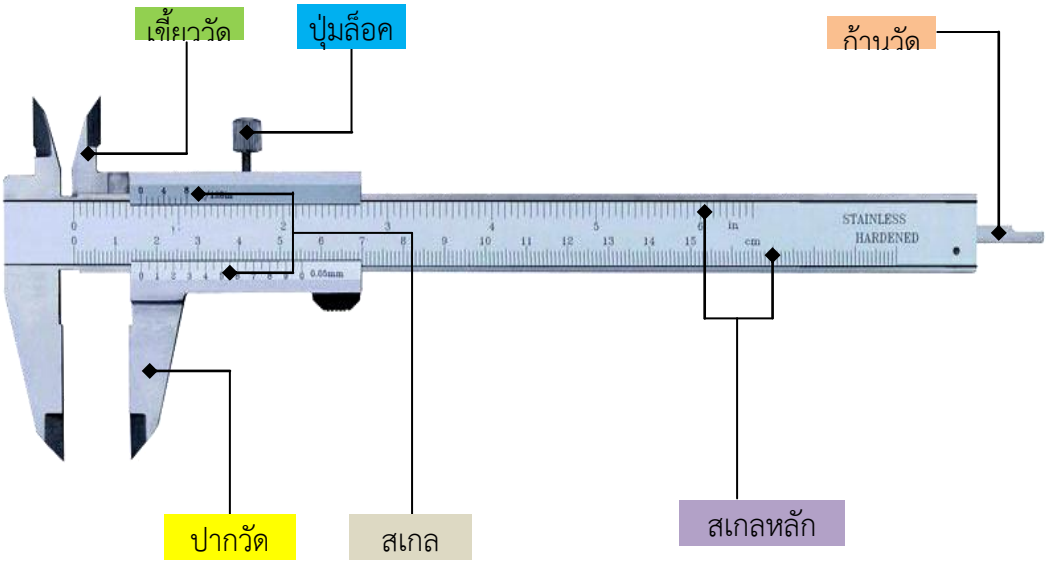
ค่าที่อ่านได้ = 21 มิลลิเมตร

(C)

3.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) เป็นเครื่องมือวัด ที่ได้รับการพัฒนามาจากการวัดด้วยบรรทัดเหล็กและการวัดด้วยคาลิปปอร์เครื่องมือวัดนี้คิดขึ้นโดย ปิแอร์ เวอร์เนียร์ (Pierre Vernier) ชาวฝรั่งเศส เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2174 หรือ ค.ศ. 1637 ซึ่งได้แนวคิดเกี่ยวกับการใช้งานสเกลเลื่อน 2 ชิ้น มาทำให้เกิดระยะการเลื่อนขยาย เรียกว่า เวอร์เนียร์สเกล หลักจากนั้น นายโจเซฟ อาร์บราวน์ ได้มาทำการประยุกต์เพิ่มปากวัดงาน (Caliper) เพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น จึงได้เปลี่ยนชื่อเรียกเป็น เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) ตามชื่อของนายเวอร์เนียร์ และชื่อเรียกปากวัดงานทำให้สามารถอ่านได้ละเอียดและมีความเที่ยงตรงสูงขึ้น

3.5.1 รูปร่างลักษณะและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์



รูปที่ 3.16 ส่วนประกอบของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ชื่อส่วนประกอบ	หน้าที่
1. ปากวัดนอก (Outside Caliper Jaws)	วัดขนาดภายนอกของชิ้นงาน
2. เขี้ยววัดใน (Inside Caliper Jaws)	วัดขนาดภายในของชิ้นงาน
3. ก้านวัดลึก (Depth Probe)	วัดขนาดความลึกของชิ้นงาน
4. สเกลหลัก (Main Scale)	เป็นค่าสเกลหยาบที่อยู่บนลำตัวเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. สเกลเลื่อน (Vernier Scale)	เป็นค่าสเกลขยายค่าความละเอียดอยู่บนปากวัดเลื่อน
6. สกรูล็อค หรือปุ่มล็อค (Locking Screw)	ล็อคตำแหน่งของปากวัดให้คงที่

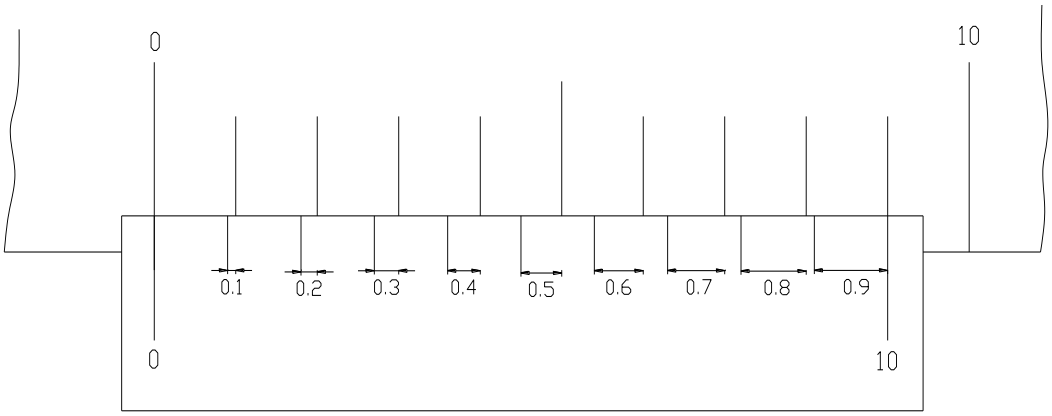
3.5.2 หลักการแบ่งสเกลและการอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ระบบเมตริก

1. หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/10 มิลลิเมตร (0.1 มิลลิเมตร)

สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.10 มิลลิเมตร เช่น 0.50 มิลลิเมตร , 10.30 มิลลิเมตร ฯลฯ ซึ่งวิธีการแบ่งค่าความละเอียดบนสเกลเลื่อนสามารถทำได้โดยแบ่งสเกลเลื่อนออกเป็น 10 ช่องเท่ากัน ในความยาว 9 มิลลิเมตร ของสเกลหลัก

เพราะฉะนั้น **10 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง = 9** มิลลิเมตร

$$\textbf{1 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง} = \frac{9}{10} = \textbf{0.90} \text{ มิลลิเมตร}$$



รูปที่ 3.17 หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/10 มิลลิเมตร. (0.1 มิลลิเมตร)

ในขณะที่ปากวัดนอก ขีดสเกล 0 ของสเกลเลื่อนจะอยู่เยื้องกับขีดสเกล 0 ของสเกลหลัก ดังนี้

เลื่อนขีดสเกลที่ 1 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 1 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 1-0.90 = 0.10 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 2 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 2 ของสเกลหลัก

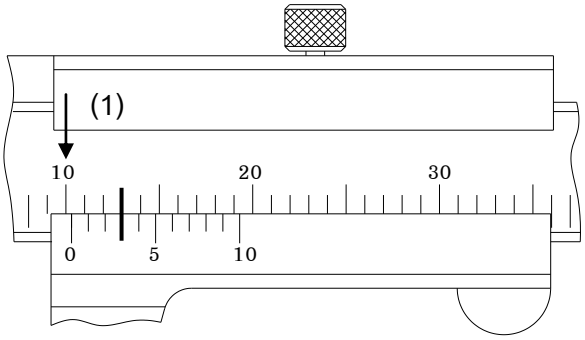
ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 2-1.80 = 0.20 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 3 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 3 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 3-2.70 = 0.30 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 4 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 4 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 4-3.60 = 0.40 มิลลิเมตร

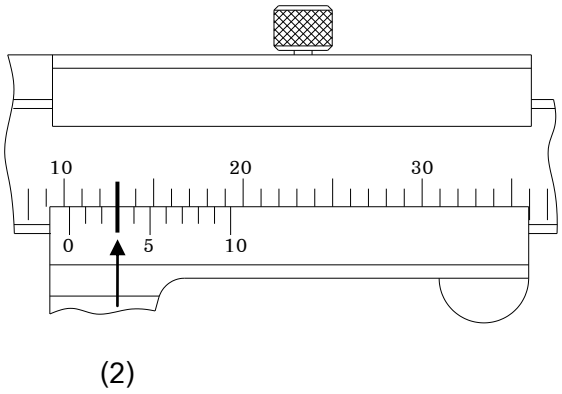


รูปที่ 3.18 ค่าวัดที่สเกลหลัก

ขั้นตอนการอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/10 มิลลิเมตร (0.1 มิลลิเมตร)

ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด

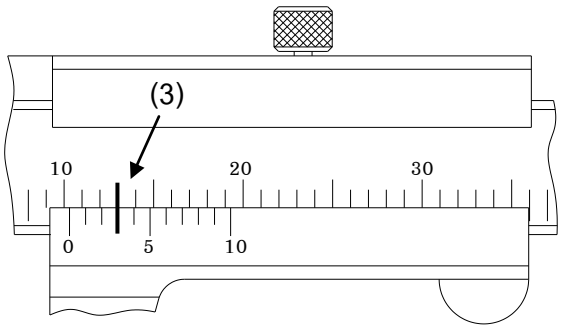
จากรูปที่ 3.18 ค่าที่อ่านได้ = 10.0 มิลลิเมตร (1)



รูปที่ 3.19 ค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน

ขั้นตอนที่ 2 อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีดใดของสเกลเลื่อน ตรงกับขีดสเกลหลัก นั่นคือระยะที่สเกลเลื่อนเยื้องกับขีดสเกลหลัก

จากรูปที่ 3.19 ค่าที่อ่านได้ = 0.30 มิลลิเมตร (2)



รูปที่ 3.20 ผลรวมค่าที่อ่านได้

จากรูปที่ 3.20 รวมค่าที่อ่านได้ (1)+(2) =(3)

= 10.0 + 0.30 มิลลิเมตร

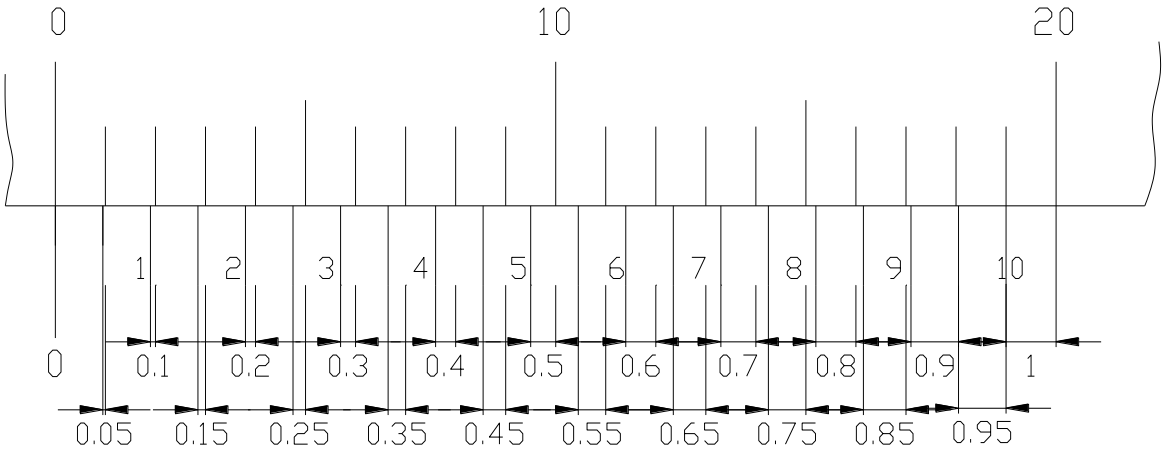
= 10.30 มิลลิเมตร

2. หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/20 มิลลิเมตร(0.05 มิลลิเมตร)

สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.05 มิลลิเมตร เช่น 8.20 มิลลิเมตร , 15.05 มิลลิเมตร ฯลฯ ซึ่งวิธีการแบ่งค่าความละเอียดบนสเกลเลื่อนสามารถทำได้โดยแบ่งสเกลเลื่อนออกเป็น 20 ช่องเท่ากัน ในความยาว 19 มิลลิเมตร ของสเกลหลัก

เพราะฉะนั้น **20 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง = 19** มิลลิเมตร

$$\textbf{1 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง} = \frac{19}{20} = \textbf{0.95} \text{ มิลลิเมตร}$$



รูปที่ 3.21 หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/20 มิลลิเมตร

ในขณะที่ปากวัดนอก ขีดสเกล 0 ของสเกลเลื่อนจะอยู่เยื้องกับขีดสเกล 0 ของสเกลหลัก ดังนี้

เลื่อนขีดสเกลที่ 1 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 1 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 1-0.95 = 0.05 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 2 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 2 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 2-1.90 = 0.10 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 3 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 3 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 3-2.85 = 0.15 มิลลิเมตร

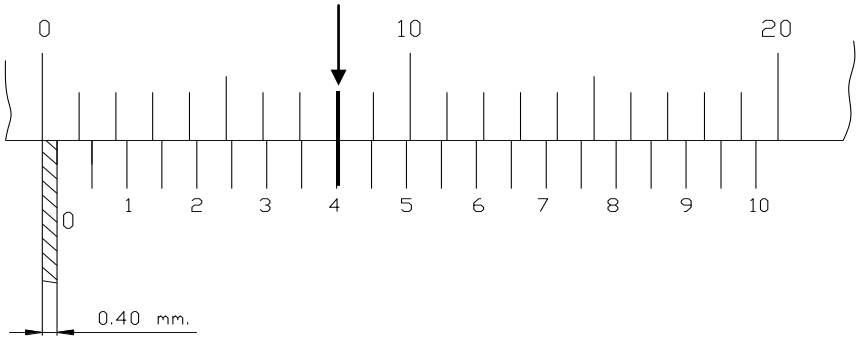
เลื่อนขีดสเกลที่ 20 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 20 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 20-19.00 = 1.00 มิลลิเมตร

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบเนื้อหา (Information Sheet)	หน่วยที่ : 3
		แผ่นที่ : 14
	สาขาวิชาเทคนิคพื้นฐาน	
	เรื่อง : งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน	

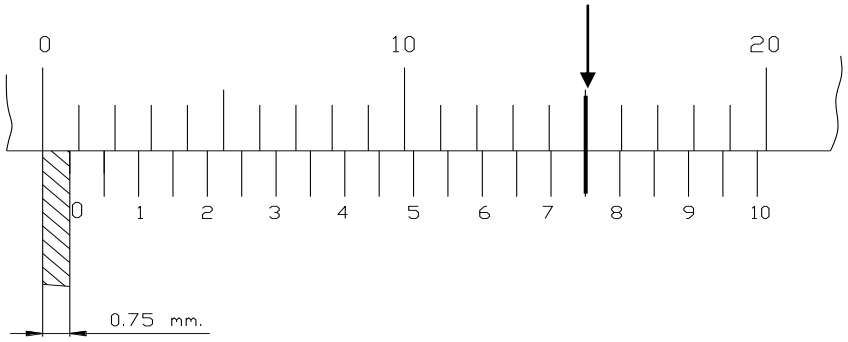
ขีดสเกลเลื่อน เลื่อนมาตรงกับขีดสเกลหลัก สามารถหาระยะทางที่ขีดสเกล 0 ของสเกลทั้งสองเยื้องกัน

จากรูปที่ 3.25 ขีดสเกล 8 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร



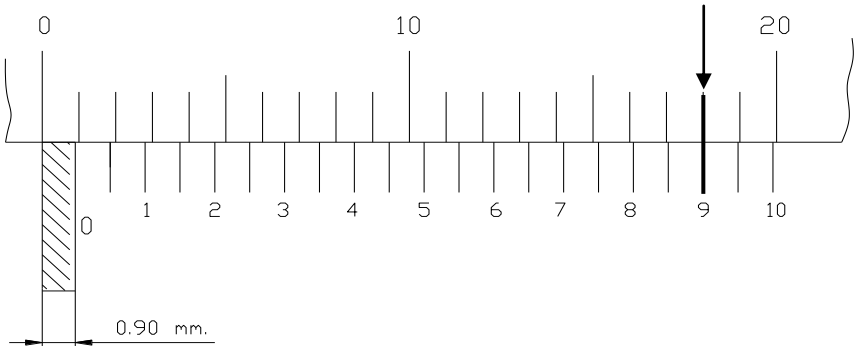
รูปที่ 3.22 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร

จากรูป ขีดสเกล 15 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.75 มิลลิเมตร

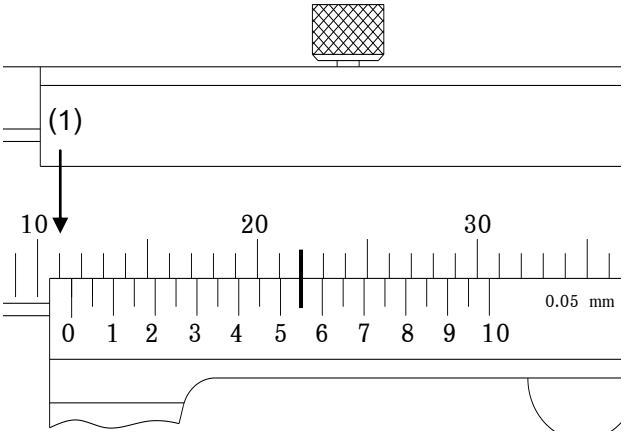


รูปที่ 3.23 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.75 มิลลิเมตร

จากรูป ขีดสเกล 18 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.90 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.24 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.90 มิลลิเมตร

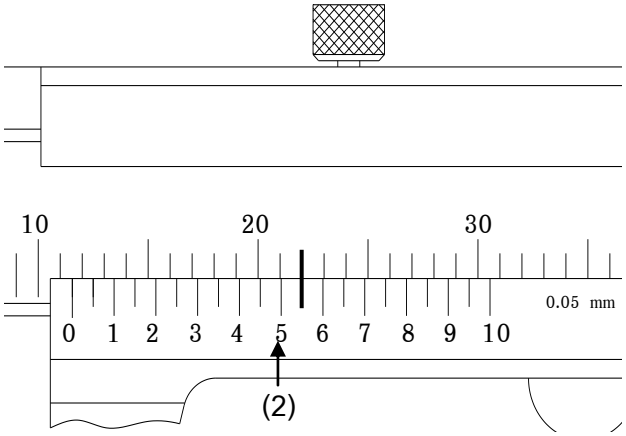


รูปที่ 3.25 ค่าวัดที่สเกลหลัก

ขั้นตอนการอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/20 มิลลิเมตร (0.05 มิลลิเมตร)

ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด

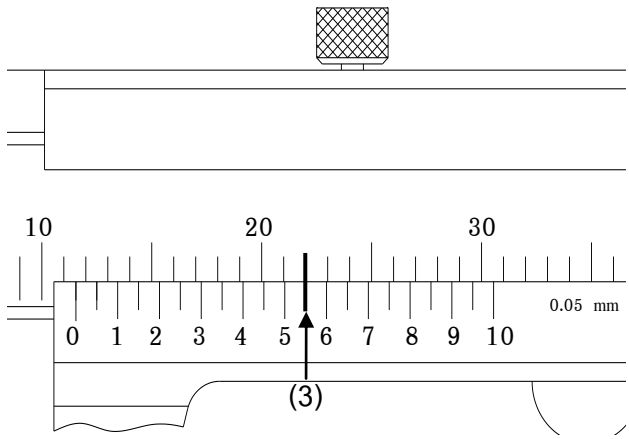
รูปที่ 3.25 ค่าที่อ่านได้ = 11.0 มิลลิเมตร (1)



รูปที่ 3.26 ค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน 0.10-0.90 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 2 อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีด 0.10 , 0.20 , 0.30 , 0.40 ฯลฯ ของสเกลเลื่อน ตรงหรือใกล้เคียงกับขีดใดของสเกลหลักมากที่สุด

รูปที่ 3.26 ค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงที่สุด = 0.50 มิลลิเมตร (2)



รูปที่ 3.27 อ่านค่าวัดละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 3 อ่านค่าวัดละเอียด 0.05 มม.ที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีด ใดของสเกลเลื่อน (0.05) ตรงกับสเกลหลัก

รูปที่ 3.27 ค่าที่อ่านได้ = 0.05 มิลลิเมตร (3)

นำหมายเลข (1)+(2)+(3) = 11.0+0.50+0.05

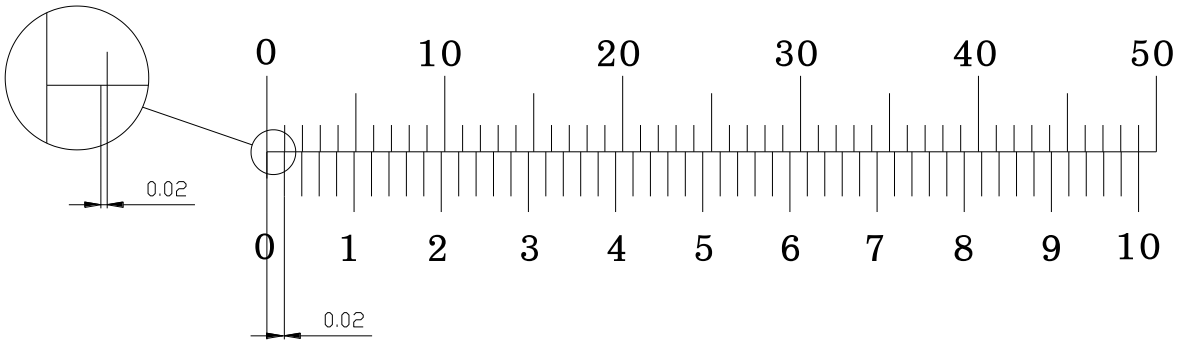
=11.55 มิลลิเมตร

3. หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/50 มิลลิเมตร (0.02 มิลลิเมตร)

สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.02 มม. เช่น 10.04 มิลลิเมตร , 15.22 มิลลิเมตร ,35.68 มิลลิเมตรฯลฯ ซึ่งวิธีการแบ่งค่าความละเอียดบนสเกลเลื่อนสามารถทำได้โดยแบ่งสเกลเลื่อนออกเป็น 50 ช่องเท่ากัน ในความยาว 49 มิลลิเมตร ของสเกลหลัก

เพราะฉะนั้น 50 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง = 49 มิลลิเมตร

$$\textbf{1 ช่องสเกลเลื่อน มีระยะทาง} = \frac{49}{50} = \textbf{0.98} \text{ มิลลิเมตร}$$



รูปที่ 3.28 หลักการแบ่งสเกลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/50 มิลลิเมตร

ในขณะที่ปากวัดนอก ขีดสเกล 0 ของสเกลเลื่อนจะอยู่เยื้องกับขีดสเกล 0 ของสเกลหลัก ดังนี้

เลื่อนขีดสเกลที่ 1 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 1 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 1-0.98 = 0.02 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 2 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 2 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 2-2(0.98) = 0.04 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 3 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 3 ของสเกลหลัก

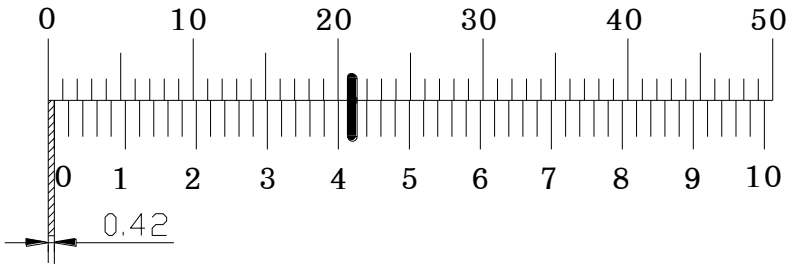
ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 3-3(0.98) = 0.06 มิลลิเมตร

เลื่อนขีดสเกลที่ 50 ของสเกลเลื่อนตรงขีดสเกลที่ 50 ของสเกลหลัก

ขีดสเกล 0 เยื้องกัน = 50-50(0.98) = 1.00 มิลลิเมตร

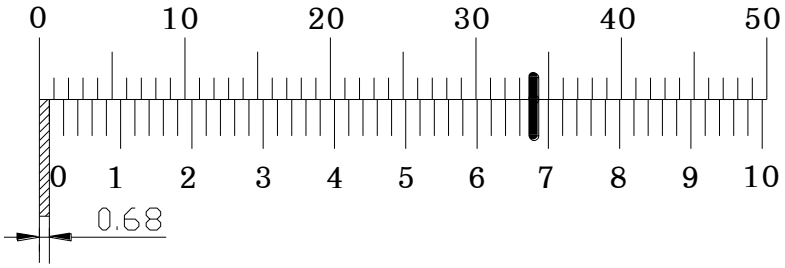
ขีดสเกลเลื่อน เลื่อนมาตรงกับขีดสเกลหลัก สามารถหาระยะทางที่ขีดสเกล 0 ของสเกลทั้งสองเยื้องกัน

จากรูป ขีดสเกล 21 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.42 มิลลิเมตร



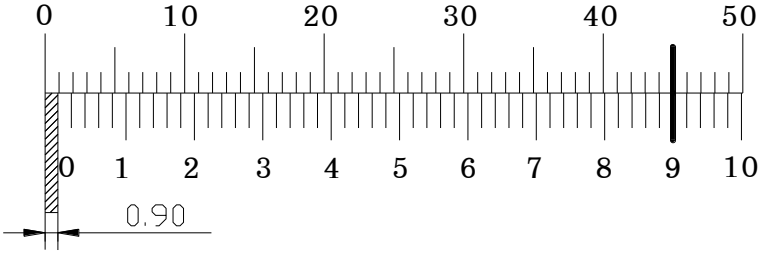
รูปที่ 3.29 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.42 มิลลิเมตร

จากรูป ขีดสเกล 34 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.68 มิลลิเมตร



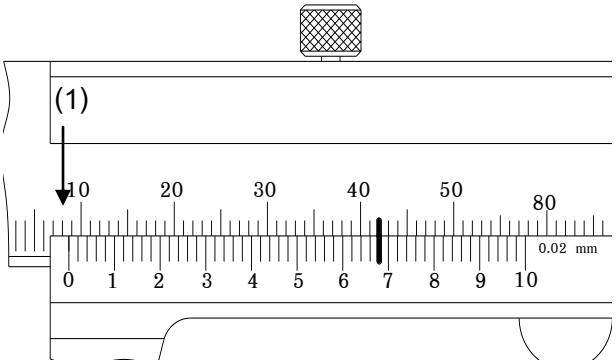
รูปที่ 3.30 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.68 มิลลิเมตร

จากรูป ขีดสเกล 45 ของสเกลทั้งสองตรงกัน ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.90 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.31 ขีดสเกล 0 เยื้องกันเท่ากับ 0.90 มิลลิเมตร

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์	ใบเนื้อหา (Information Sheet)	หน่วยที่ : 3
		แผ่นที่ : 18
	สาขาวิชาเทคนิคพื้นฐาน	
	เรื่อง : งานวัดและตรวจสอบชิ้นงาน	

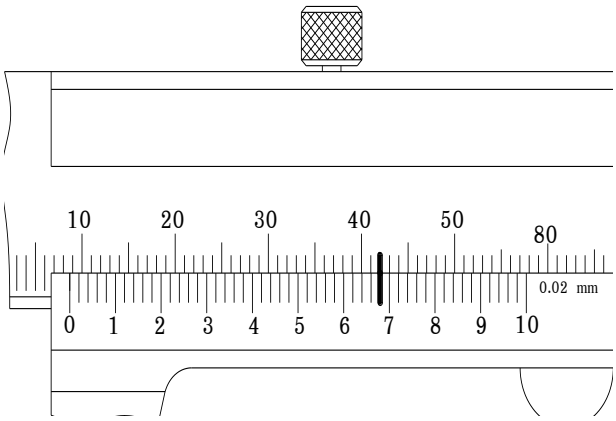


รูปที่ 3.32 ค่าวัดที่สเกลหลัก

ขั้นตอนการอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/50 มิลลิเมตร (0.02 มิลลิเมตร)

ขั้นตอนที่ 1 อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด

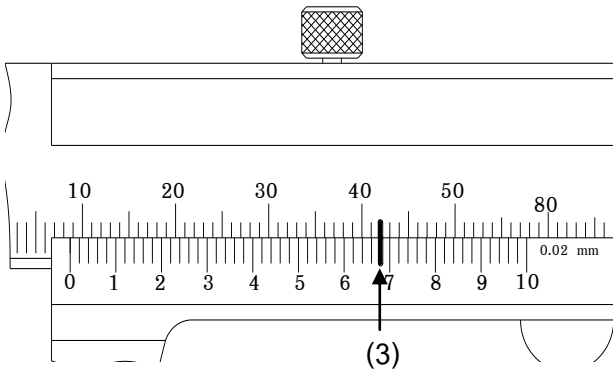
รูปที่ 3.32 ค่าที่อ่านได้ = 8.0 มิลลิเมตร(1)



รูปที่ 3.33 ค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน 0.10-0.90 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 2 อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีด 0.10 , 0.20 , 0.30 , 0.40 ฯลฯ ของสเกลเลื่อน ตรงหรือใกล้เคียงกับขีดใดของสเกลหลักมากที่สุด

รูปที่ 3.33 ค่าที่อ่านได้ใกล้เคียงที่สุด = 0.60 มิลลิเมตร (2)



รูปที่ 3.34 อ่านค่าวัดละเอียด 0.02 มิลลิเมตร

ขั้นตอนที่ 3 อ่านค่าวัดละเอียด 0.02 มม.ที่สเกลเลื่อนโดยพิจารณาขีด ใดของสเกลเลื่อน (0.02 , 0.04 , 0.06 , 0.08) ตรงกับสเกลหลัก

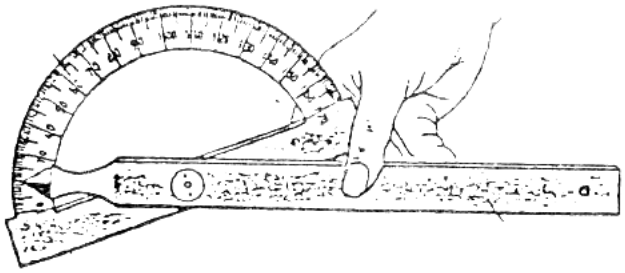
รูปที่ 3.34 ค่าที่อ่านได้ = 0.08 มิลลิเมตร(3)

นำหมายเลข (1)+(2)+(3) = 8.0+0.60+0.08

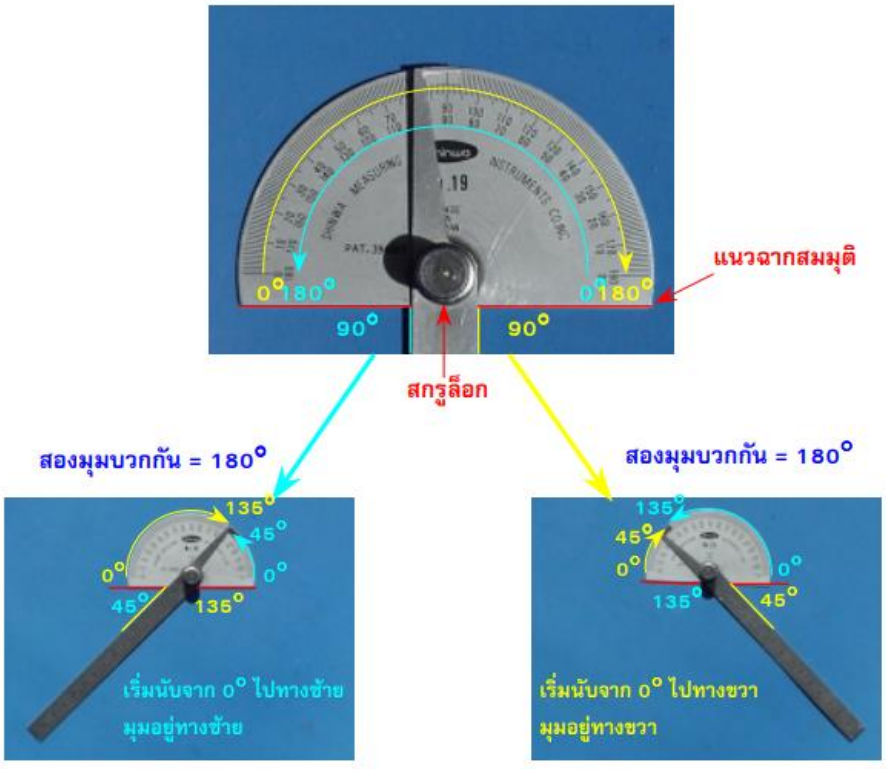
= 8.68 มิลลิเมตร

3.6 ใบวัดมุม (Bevel Protractor)

เป็นเครื่องมือวัดใช้สำหรับวัดและตรวจสอบมุมของชิ้นงาน ทำจากเหล็กไร้สนิม(Stainless Steel) ส่วนประกอบของใบวัดมุม ที่เรียกว่าใบบอกองศา จะมีลักษณะโค้งเป็นครึ่งวงกลม มีขีดบอกสเกลองศา ตั้งแต่ 0 องศา ถึง 180 องศา จากด้านซ้ายมือ ค่าความละเอียดของสเกลบอกองศา เท่ากับ 1 องศา



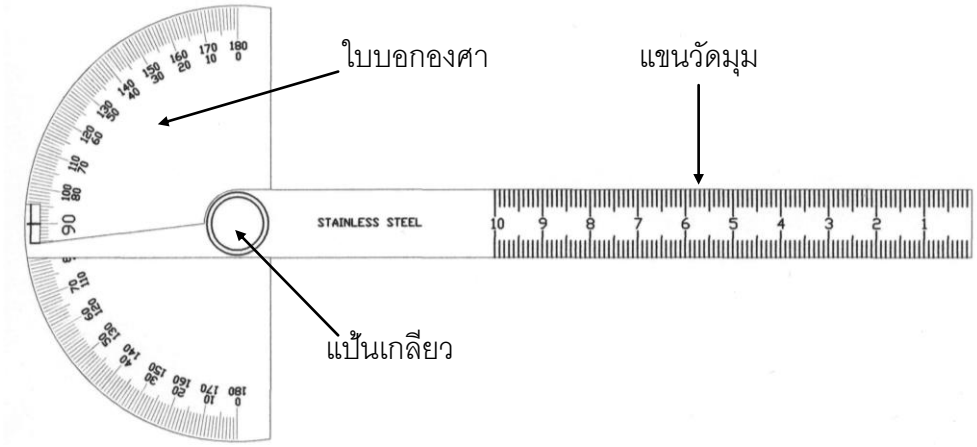
ในปัจจุบันจะมีการแบ่งสเกลบอกองศาเป็น 2 วงซ้อนกัน คือ วงนอกและวงใน ทำให้สามารถอ่านค่ามุมแหลมและมุมป้านได้ในตำแหน่งเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องนำค่าที่อ่านได้มาลบออกจากมุม 180 องศา



รูปที่ 3.35 แสดงส่วนประกอบของใบวัดมุม

3.6.1 ส่วนประกอบของใบวัดมุม

ใบวัดมุมมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วน คือ ใบบอกองศา แขนวัดมุมและแป้นเกลียว ส่วนประกอบของใบวัดมุม ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 แสดงส่วนประกอบของใบวัดมุม

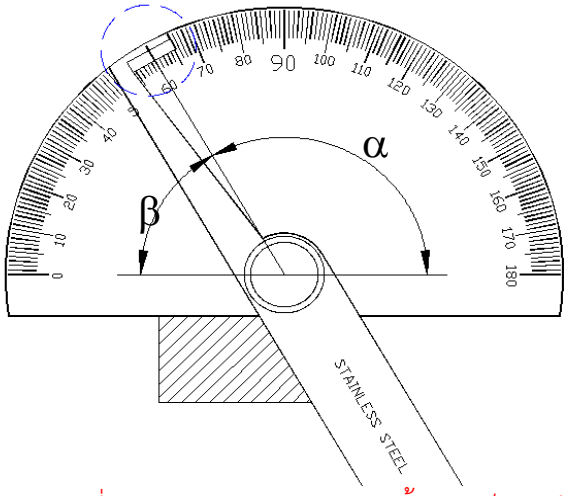
3.6.2 หน่วยวัดมุมและการอ่านค่า

มุมเป็นค่าของความสัมพันธ์ระหว่างด้านสองด้านของชิ้นงาน ที่อยู่ติดกัน การวัดค่าของมุมสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดมุม เช่น ฉากวัด เกจวัดมุม ใบวัดมุม และใบวัดมุมสากล เป็นต้น หน่วยการวัดมุมในระบบสากลมีหน่วยเป็น องศา และแยกย่อยเป็น ลิปดาและ วิลิปดา ซึ่งกำหนดเป็นมาตรฐาน ดังนี้

1 องศา (1°) = 60 ลิปดา (60′)

1 ลิปดา (1′) = 60 วิลิปดา (60′′)

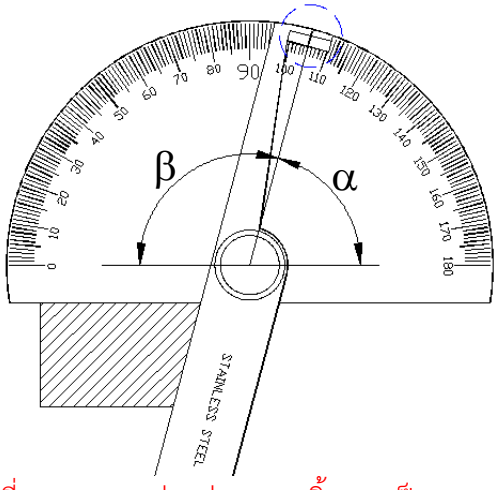
การอ่านค่ามุม จากการใช้ใบวัดมุม



รูปที่ 3.37 การอ่านค่ามุมของชิ้นงานเป็นมุมป้าน

จากรูปที่ 3.37 มุมของชิ้นงานเป็นมุมป้าน สมมุติให้มีค่าเท่ากับ α องศา ก่อนจะอ่านค่ามุม α ได้ ต้องอ่านค่ามุม β ซึ่งเป็นมุมแหลมก่อน จากรูปอ่านค่าได้เท่ากับ 60 องศา ดังนั้นมุมของชิ้นงาน (มุม α) จะมีค่าเท่ากับ 180 °-60 ° = 120 °

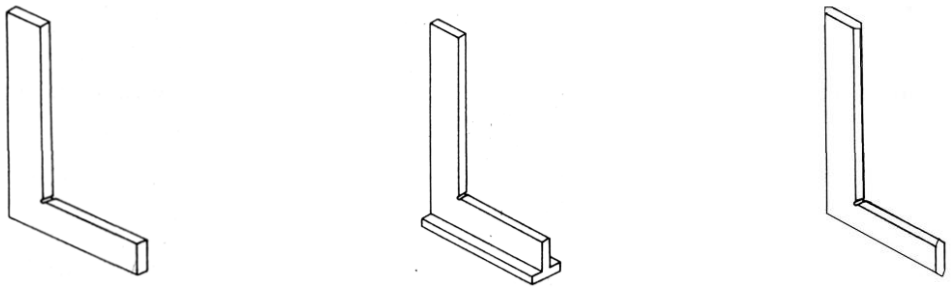
จากรูปที่ 3.38 มุมของชิ้นงานเป็นมุมแหลม(มุม α)แต่ตำแหน่งการวัด วัดจากด้านขวามือ การอ่านค่ามุม จะต้องอ่านมุม ก่อน ซึ่งรูปอ่านค่าได้เท่ากับ 105° ดังนั้นมุมของชิ้นงาน (มุม) จะมีค่าเท่ากับ 180 °-105 ° = 75 °



รูปที่ 3.38 การอ่านค่ามุมของชิ้นงานเป็นมุมแหลม

3.7 ฉากช่างกล หรือ ฉาก 90 องศา (Solid Square)

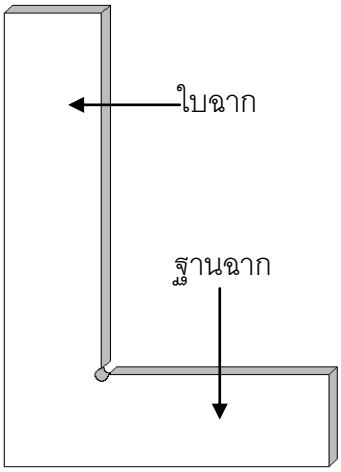
ฉาก 90 องศา หรือบางครั้งเรียกสั้น ๆ ว่าฉากช่างกลหรือ ฉาก (Solid Square) เป็นเครื่องมือประเภทใช้สำหรับตรวจสอบมุมฉากที่มีคุณภาพสูง ทำจากเหล็กเครื่องมือผ่านการชุบแข็งและเจียระไนผิวทุกด้าน ฉากจำแนกตามลักษณะรูปร่างและการใช้งานเป็น 3 ประเภท ดังรูปที่ 3.39



ฉากแบน ฉากตั้ง ฉากคมมีด

รูปที่ 3.39 ลักษณะรูปร่างของฉาก

3.7.1 ส่วนประกอบของฉาก 90 องศา



รูปที่ 3.40 ส่วนประกอบของฉาก

ฉากหรือบางครั้งเรียกว่า ฉากเหล็ก มีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วน ดังรูปที่ 3.40 คือ

1. ใบฉาก (Blade) ใบฉากจะมีขนาดยาวกว่าฐานฉากประมาณ 3:2 เท่า ความหนาของใบฉากเท่ากับความหนาของฐานฉากหรือบางกว่า

2. ฐานฉาก (Stock) ใช้เป็นด้ามของฉาก มีขนาดสั้นกว่าใบฉาก ตรงรอยต่อด้านในระหว่างใบฉากและฐานฉาก มักออกแบบให้มีร่องเพื่อหลบรอยเยินของมุมชิ้นงาน ทำให้ฉากแนบกับผิวชิ้นงานได้ดี

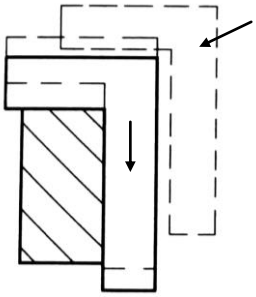
ขนาดของฉาก 90 องศา จะเรียกตามความยาวของใบฉาก เช่น ฉากขนาด 10 เซนติเมตร จะมีใบฉากยาว 10 เซนติเมตร ฉากขนาด 20 เซนติเมตร จะมีใบฉากยาว 20 เซนติเมตร เป็นต้น

3.7.2 การใช้งานฉาก

เป็นเครื่องมือวัดประเภทตรวจสอบ ลักษณะการใช้งานการตรวจสอบมี 2 ลักษณะ คือ ตรวจสอบมุมฉากของชิ้นงานและตรวจสอบความเรียบของชิ้นงาน

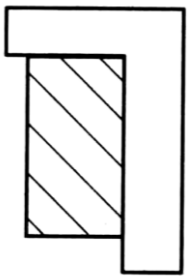
1. การตรวจสอบมุมฉากภายนอกของชิ้นงาน

(ก)



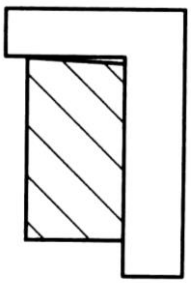
1) กดฐานฉากให้แนบกับด้านข้างของชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.41 (ก)

(ข)



2) ค่อย ๆ เลื่อนฉากลงตรง ๆ เพื่อใบฉากเลื่อนลงสัมผัสผิวชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.41 (ข)

(ค)

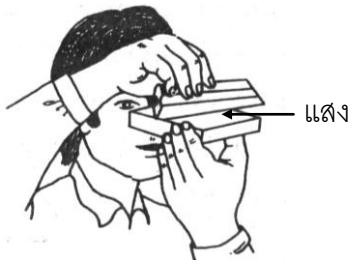


3) พิจารณาผิวสัมผัสระหว่างใบฉากและผิวชิ้นงาน เพื่อแปรผลการตรวจสอบ ดังรูปที่ 3.41 (ค)

รูปที่ 3.41 ส่วนประกอบของฉาก

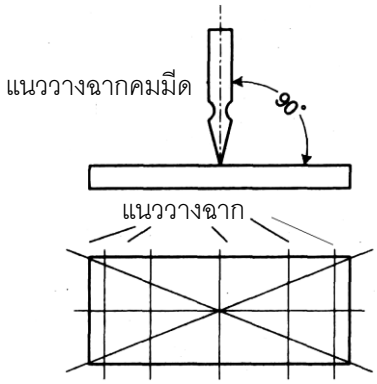
2. การใช้ฉากตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงาน

การใช้ฉากตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงาน จะใช้ฉากที่มีชื่อว่า "ฉากคมมีด "



1.) การตรวจสอบความเรียบด้วยฉากคมมีด ต้องตรวจสอบโดยการหันหน้าเข้าหาแสง ดังรูปที่ 3.42

รูปที่ 3.42 การตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงาน

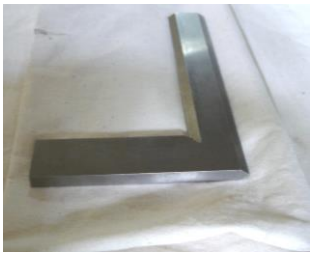


2.) ยกฉากคมมีดเมื่อต้องการเปลี่ยนจุดตรวจสอบ การตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.43

รูปที่ 3.43 แนววางฉากคมมีด

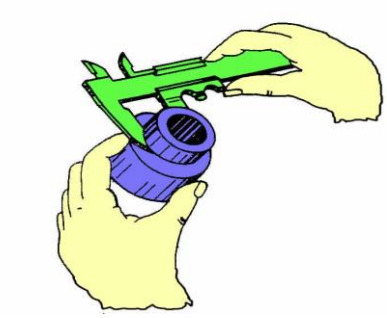
3. ข้อควรระวังในการใช้ฉาก 90 องศา

1.) ทำความสะอาดแท่นระดับ ชิ้นงานและฉาก 90 องศา ก่อนทำการตรวจสอบ



2.) วางฉาก 90 องศา ทุกครั้งบนผ้านุ่มหรือแผ่นยาง ดังรูปที่ 3.44

รูปที่ 3.44 การทำความสะอาดฉากคมมีด



รูปที่ 3.45 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัด

3.8 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัดและตรวจสอบ

1. ศึกษาการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดอย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับลักษณะงาน
3. จัดเก็บเครื่องมือวัดให้เป็นระเบียบเพื่อความสะดวกในการเลือกใช้งาน
4. ชิ้นงานที่ต้องการวัด ต้องลบคมและครีบต่างๆ ให้เรียบร้อยก่อน
5. ต้องเช็ดชิ้นงานให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมัน
6. วัดงานที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส
7. ชิ้นงานที่ร้อน ควรรอให้เย็นก่อนจึงวัดขนาดงาน
8. อย่าวัดชิ้นงานขณะเคลื่อนที่จะทำให้เครื่องมือวัดเสียหายและเกิดอันตราย
9. ชิ้นงานที่เกิดอำนาจแม่เหล็ก ควรล้างอำนาจแม่เหล็กให้หมดเสียก่อน
10. ควรแยกเครื่องมือวัดออกจากเครื่องมืออื่น