เอกสารปฏิบัติการประกอบรายวิชา
02206381 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I

การวัดทางวิศวกรรม
(Engineering Measurement)

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รายวิชา 02206381 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I

ปฏิบัติการทดลองที่ 1-4 **การวัดทางวิศวกรรม**
(Engineering Measurement)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นิสิตสามารถเข้าใจหลักการและวิธีการวัดขนาดชิ้นงานด้วยวิธีการวัดแบบต่างๆได้
2. เพื่อให้นิสิตสามารถเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการวัดขนาดได้อย่างถูกต้องต่อชิ้นงานที่ต้องการวัด
3. เพื่อให้นิสิตได้นำค่าที่ได้จากการวัดไปใช้ประโยชน์ทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลอง

1. การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ด้วยเกจบล็อก (Vernier Caliper)
2. การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก (Micrometer Caliper)
3. การสอบเทียบเกลียวใน **(Thread Plug Gaugc)**
4. การสอบเทียบเกลียวนอก
5. การสอบเทียบเรียว
6. การสอบเทียบรัศมี
7. การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดนอก
8. การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดใน
9. การสอบเทียบด้วยเทเลสโคปิกเกจ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. บทนำ (Introduction)

เป็นอุปกรณ์วัดละเอียดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลายไมโครมิเตอร์ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1848 โดยชาวฝรั่งเศส หลังจากได้รับความนิยมก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้สะดวกและละเอียดมากขึ้นตามลำดับ

2. ประเภทของการวัดทางวิศวกรรม (Engineering Measurment)

2.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ด้วยเกจบล็อก (Vernier Caliper)
2.2 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก (Micrometer Caliper)
2.3 การสอบเทียบเกลียวใน
2.4 การสอบเทียบเกลียวนอก
2.5 การสอบเทียบเรียว
2.6 การสอบเทียบรัศมี
2.7 การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดนอก
2.8 การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดใน
2.10 การสอบเทียบด้วยเทเลสโคปิกเกจ

3 เกจบล็อก

เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจสอบค่ามาตรฐาน ไม่สามารถปรับค่าได้เนื่องจากมีค่าตายตัวในตัวของมันเอง เช่น หวีวัดเกลียวและเกจชนิดต่างๆ เป็นต้น

3.1. เกจบล็อก

เกจบล็อก เป็นเครื่องมือวัดที่มีความละเอียด มีความเที่ยงตรงในการตรวจสอบมาก มักใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรง และ การสอบเทียบเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ

3.1.1. ลักษณะของเกจบล็อก

เกจบล็อกจะมีลักษณะเป็นแท่งแต่ละแท่งจะมีความหนาไม่เท่ากัน ใน 1 ชุดจะมีเกจบล็อกประมาณ 80 – 88 ชิ้น ช่วงความหนาของเกจบล็อกแต่ละแท่งตั้งแต่ 0.050 – 4.0 นิ้ว โดยประมาณโดยที่แต่ละชิ้นสามารถนำมาประกบกันเพื่อเพิ่มความหนาของขนาดเกจบล็อกได้

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของเกจบล็อก

เกจบล็อกจะผลิตมาจากวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง สามารถทนทานต่อการกักกร่อนมีความเรียบที่ผิวด้านที่ใช้เป็นผิวงานจะผ่านกระบวนการขัดผิวเรียบ โดยทั่วไปเกจบล็อกจะมี 3 แบบ คือ

- เกจบล็อกรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangulan Gauge Block)
- เกจบล็อกรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Sguare Gauge Block)
- เกจบล็อกรูปทรงกระบอก (Pin Guugc)

3.1.2. หลักการใช้งานเกจ์บล็อก

ลักษณะการใช้งานของเกจ์บล็อกนั้น น จะนำเจบล็อกแต่ละแท่งมาประกอบกันเพื่อให้ได้ค่าตามขนาดที่ต้องการ ซึ่งขนาดของเกจลอกในชุดจะมีขนาดดังต่อไปนี้

First : .0001 Series ---9 Blocks 0.1001 0.1002 0.1003 0.1004 0.1005 0.1006 0.1007 0.1008 0.1009								
0.101 0.110 0.119 0.128 0.137 0.146	0.102 0.111 0.120 0.129 0.138 0.147	0.103 0.112 0.121 0.130 0.139 0.148	0.104 0.113 0.122 0.131 0.140 0.149	0.105 0.114 0.123 0.132 0.141 0.150	0.106 0.115 0.124 0.133 0.142 0.151	0.107 0.116 0.125 0.134 0.143 0.152	0.108 0.117 0.126 0.135 0.144 0.153	0.109 0.118 0.127 0.136 0.145 0.154
Third : 0.050 Series---19 Blocks								
0.50 0.600	0.100 0.650	0.150 0.700	0.200 0.750	0.250 0.800	0.300 0.850	0.350 0.900	0.400 0.950	0.450	0.500	0.550
Fourth : : 1.000 Series---4 Blocks 1.000 2.000 3.000 4.000 2.050 Wear Blocks								

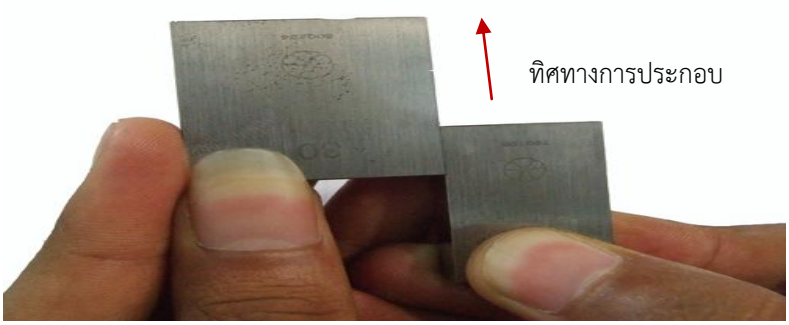
ตารางที่ 1 ขนาดเกจบล็อก

จากรูปที่ 2 เป็นขนาดความหนาของเกจบล็อกแต่ละแท่ง ใน 1 ชุด 83 ชิ้น ในการประกอบเพื่อหาความหนาตามขนาดที่ต้องการ จะต้องทำการเลือกขนาดของเกจบล็อกมาประกอบเข้าด้วยกัน

3.1.2.1 การประกอบเกจบล็อก

1. ทำการเช็ดทำความสะอาดชิ้นเกจบล็อกบริเวณผิวหน้าใช้งานให้สะอาด

2. การประกอบเกจบล็กเข้าด้วยกันให้นำด้านผิวเรียบกดเข้าหากันบริเวณขอบของ เกจบล็อกแล้วเลื่อนเข้าหากันจนขอบของเกจบล็อกเสมอกัน



รูปที่ 3 แสดงการประกอบเกจบล็อก

3. เมื่อประกอบเกจบล็กเรียบร้อยแล้ว ลองดึงเกจออกเพื่อทดสอบว่าประกอบถูก้อหรือไม่ ถ้าเกจบล็อกติดกันแน่นแสดงว่าถูกต้อง แต่ถ้าหลุดออกง่ายแสดงว่าประกอบไม่ถูกต้อง

4. การถอดเกจบล็อกสามารถถอดออกได้ 2 วิธี คือ การหมุนเกจบล็อกและการเลื่อน เกจบล็อกออกจากกัน

รูปที่ 4 แสดงการถอดเกจลอกโดยการหมุนและการเลื่อนออก

ตัวอย่างที่ 1. ต้องการขนาด 4.4752 นิ้ว โดยใช้เกจบล็อกตามตาราง

ขั้นที่ 1. ทำการขจัด 0.1002. นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.1002. นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น

4.4752 – 0.1002 = 4.3750 นิ้ว

ขั้นที่ 2. ทำการขจัด 0.1000. นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.1000. นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น

4.3750 – 0.1000 = 4.2750 นิ้ว

ขั้นที่ 3. ทำการขจัด 0.1250. นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.125 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น

4.2750 – 0.125 = 4.1500 นิ้ว

ขั้นที่ 4. ทำการขจัด 0.1500 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.150 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น

4.1500 – 0.150 = 4.0 นิ้ว

ขั้นที่ 5. ทำการขจัด 4 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น

4 – 4 = 0 นิ้ว

ดังนั้นการขจัดขนาด 4.4752 นิ้ว ใช้เกจบล็อกขนาดดังนี้

เกจบล็อกขนาด	0.100	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจเบล็อกขนาด	0.1002	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.125	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.150	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	4	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง

ตัวอย่างที่ 2. ต้องการขนาด 2.7752 นิ้ว นิ้วโดยใช้เกจบล็อกตามตาราง

ขั้นที่ 1. ทำการขจัด 0.1002 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.1002 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
2.7752. - 0.1002 = 2.6750 นิ้ว

ขั้นที่ 2. ทำการขจัด 0.1250 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.125 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
2.6750 – 0.125 = 2.5500 นิ้ว

ขั้นที่ 3. ทำการขจัด 0.1500 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.150 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
2.5500 – 0.150 = 2.4000 นิ้ว

ขั้นที่ 4. ทำการขจัด 0.4000 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.400 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
2.4000 – 0.400 = 2.0 นิ้ว

ขั้นที่ 5. ทำการขจัด 2 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 2.000 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
2 – 2 = 0 นิ้ว

ดังนั้นการขจัดขนาด 2.7752 นิ้ว จะต้องใช้เกจบล็อกทั้งหมดดังนี้

เกจบล็อกขนาด	0.1002	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.125	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.150	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.400	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	2	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง

ตัวอย่างที่ 3. ต้องการขนาด 3.8533 นิ้ว โดยใช้เกจบล็อกตามตาราง

ขั้นที่ 1. ทำการขจัด 0.1003 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.1003 นิ้ว จำนาน 1 แท่ง
3.8533 – 0.1003 = 3.7530 นิ้ว

ขั้นที่ 2. ทำการวัด 0.1030 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.103 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
3.7530 – 0.103 = 3.6500 นิ้ว

ขั้นที่ 3. ทำการวัด 3.6500 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 0.650 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
3.6500 – 0.650 = 3.000 นิ้ว

ขั้นที่ 4. ทำการวัด 3.000 นิ้ว ด้วยเกจบล็อกขนาด 3.000 นิ้ว จำนวน 1 แท่ง
3.000 – 3.000 = 0.000 นิ้ว

ดังนั้นการขจัดขนาด 3.8533 นิ้ว จะต้องใช้เกจบล็อกทั้งหมดดังนี้

เกจบล็อกขนาด	0.1003	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.103	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	0.650	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง
เกจบล็อกขนาด	3.000	นิ้ว	จำนวน	1	แท่ง

3.1.3 การบำรุงรักษาเกจบล็อก

เกจบล็อกเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดสูง อีกทั้งผิวของเกจบล็อกนั้นยังต้องการคงความเรียบที่ผิวไว้ ผู้ใช้งานจึงจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังในการนำมาใช้งานและการจัดเก็บที่ถูกต้อง

3.1.3.1 ข้อควรระวังในการใช้งานเกจบล็อก

1. ห้ามทำเกจบล็อกตกหล่นโดดเด็ดขาด เนื่องจากจะส่งผลให้ผิวด้านที่ใช้งานของเกจบล็อกเกิดความเสียหาย ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการใช้งานได้
2. ห้ามนำชิ้นเกจบล็อกไปใช้ในงานประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เหมาะสมโดดเด็ดขาด
3. ในขณะทำการประกอบเกจบล็อก ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการกระแทกกันระหว่างเกจบล็อกโดดเด็ดขาด

3.1.3.2 การเก็บรักษาเกจบล็อก

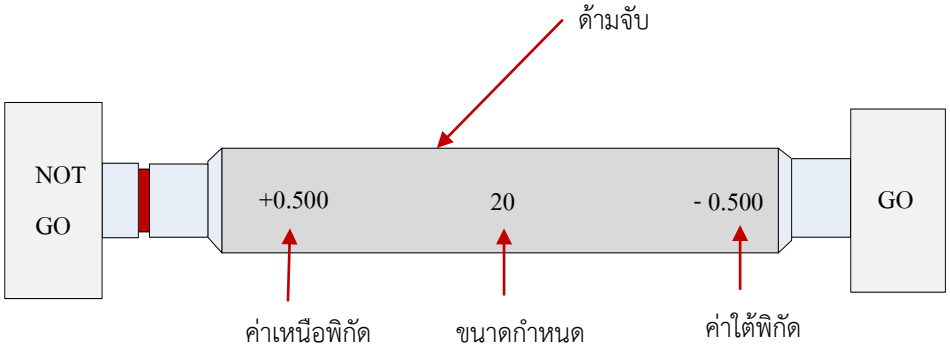
1. ในการใช้งานควรนำเกจบล็อกมาใช้งานอุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียล
2. หมั่นตรวจสอบสภาพการใช้งานของเกจบล็อกอย่างสม่ำเสมอ
3. การจัดเก็บจะต้องมีกล่องสำหรับเก็บเกจบล็อกโดยเฉพาะ
4. หลังจากการใช้งานแล้ง จะต้องทำความสะอาด ชโลมน้ำมัน แล้วทำการเช็ดด้วยผ้าแห้งก่อนการจัดเก็บทุครั้ง

3.2 เกจทรงกระบอก

เกจทรงกระบอก เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดของรูเจาะว่ามีขนาดถูกต้องตามค่าพิกัดความเผื่อหรือไม่ แต่ไม่สามารถที่จะบอกขนาดของชิ้นงานออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นนอนได้

3.2.1 ลักษณะของเกจทรงกระบอก

เกจทรงกระบอกจะมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก มีด้านที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดของรู 2 ด้าน โดยที่ด้านหนึ่งจะเรียกว่า GO ส่วนอีกด้านหนึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย เรียกว่า Not Go



รูปที่ 5 แสดงลักษณะของเกจทรงกระบอก

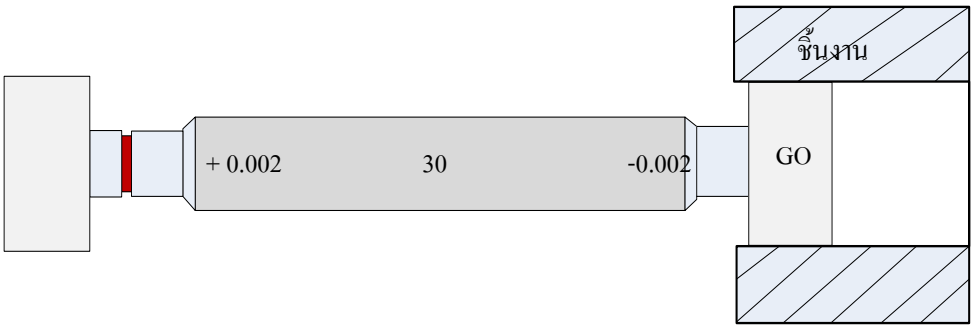
ในการตรวจสอบขนาดรูเจาะหรือรูคว้านของชิ้นงานด้วยเกจทรงกระบอก ด้านที่เป็นดาน GO จะต้องสามารถสอดเข้าไปได้ แต่ด้านที่เป็น Not Go จะต้องไม่สามารถที่จะผ่านเข้าไปได้ จึงจะถือว่าขนาดของรูเจาะหรือรูคว้านนั้นมีขนาดตามค่าพิกัดที่สามารถยอมรับได้

เช่น รูคว้านขนาด 30 ± 0.002 มม. แสดงว่า

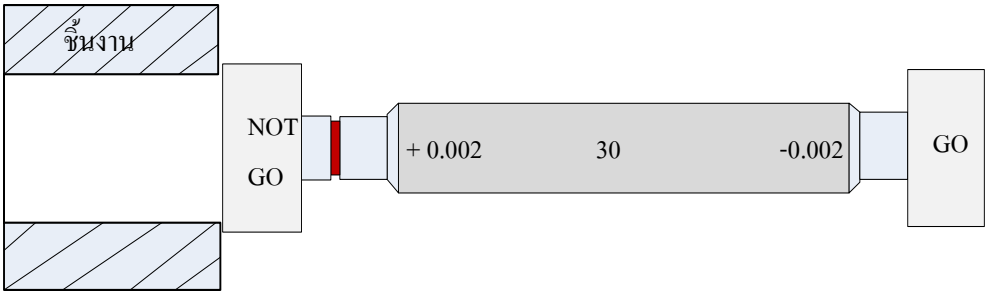
ขนาดเล็กสุดของรู้คว้านจะเท่ากับ $30 - 0.002 = 29.998$ มม.

ขนาดโตสุดของรู้คว้านจะเท่ากับ $30 + 0.002 = 30.002$ มม.

ซึ่งเท่ากับว่า ขนาดด้าน GO ของเกจทรงกระบอกที่นำมาใช้ในการตรวจสอบจะต้องมีขนาดเท่ากับ 29.998 มม. และ Not Go ของเกจทรงกระทรงจะต้องมีขนาดเท่ากับ 30.002 มม.



รูปที่ 6 แสดงด้าน GO สามารถผ่านเข้าได้



รูปที่ 7 แสดงด้าน NOT GO ไม่สามารถผ่านเข้าได้

3.2.2 หลักการใช้งานเกจทรงกระบอก

เกจทรงกระบอกเป็นเครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ และเวลานำไปใช้งานไม่ต้องนำมาประกอบกันเมื่อหาค่าต่างๆเหมือนเกจบล็อก จึงเป็นเครื่องมือวัดที่สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน ดังนี้

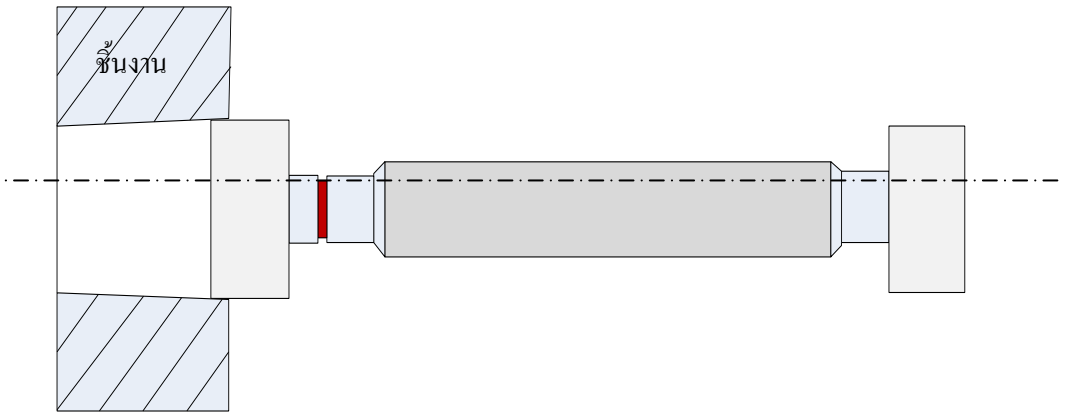
3.2.2.1. ก่อนทำการตรวจสอบควรทำความสะอาดผิวชิ้นงานบริเวณรูเจาะก่อนทุกครั้ง เช่น รอยเยินบริเวณของรูเจาะด้านนอก เมื่อป้องกันความเสียหายของเกจทรงกระบอก และเป็นการป้องกันค่าผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ในขณะทำการตรวจสอบ

3.2.2.2. เลือกขนาดของเกจทรงกระบอกให้มีขนาดเหมาะสมกับรูเจาะที่ต้องการตรวจสอบ เช่น รูเจาะขนาด 20_+ 0.002. มม. จะต้องเลือกเกจทรงกระบอกที่มีด้าน GO = 19.998 มม. และด้าน Not GO = 20.002 มม.มาใช้ในการตรวจสอบ

3.2.2.3. ทำความสะอาดและตรวจสอบสภาพผิวของเกจทรงกระบอกก่อนใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้ผลการตรวจสอบที่ถูกต้อง

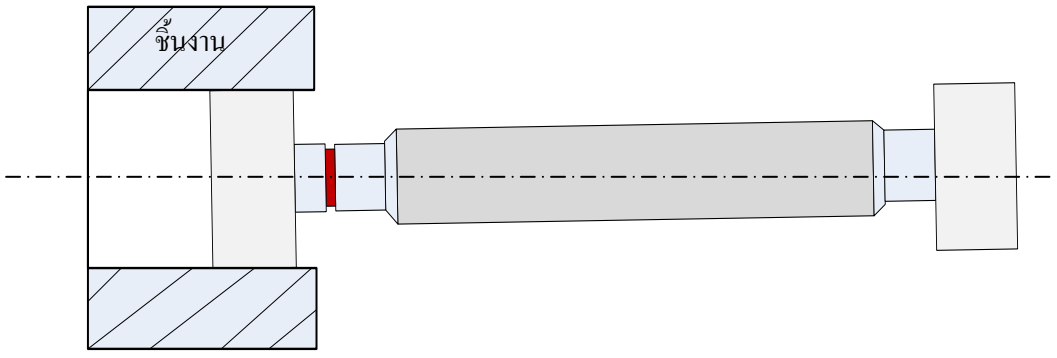
3.2.2.4. ในกรณีที่เป็นรูเจาะไม่ทะลุจะต้องทำการตรวจสอบความลึกของรูเจาะก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันการสอดเกจทรงกระบอกเข้าไปกระแทกกับชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้เกจทรงกระบอกเกิดการชำรุดเสียหายได้

3.2.2.5. ทำการสอดเกจทรงกระบอกด้าน GO เข้าไปก่อนแล้วสังเกตดูว่าสามารถผ่านเข้าไปได้หรือไม่และเมื่อผ่านเข้าไปได้แล้วมีการติดขัดหรือไปได้ไม่สุดความลึกของรูเจาะแสดงว่ารูเจาะนั้นเป็นรูเรียว



รูปที่ 8 แสดงลักษณะชิ้นงานเป็นเรียว

3.2.2.6. ในขณะทำการสอดเกจทรงกระบอกเข้าไปในรูเจาะนั้นจะต้องบังคับแนวในการตรวจสอบของเกจว่าจะต้องอยู่ในแนวร่วมศูนย์เดียวกับรูเจาะ มิฉะนั้นอาจจะเกิดการขัดตัวกันระหว่างรูเจาะกับเกจได้



รูปที่ 9 แสดงลักษณะการวัดไม่ร่วมศูนย์

3.2.2.7. เมื่อตรวจสอบด้าน GO เรียบร้อยแล้วให้เปลี่ยนเป็นด้าน Not GO สอดเข้าไปยังรูเจาะแล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าได้หรือไม่ ถ้าเข้าได้แสดงว่ารูเจาะนั้นมีขนาดใหญ่เกินค่าพิกัดความเพื่อที่กำหนดไว้

3.2.3. การบำรุงรักษาเกจทรงกระบอก

3.2.3.1. ข้อควรระวังในการใช้งานเกจทรงกระบอก

1. หลีกเลี่ยงการตกกระแทกโดยเด็ดขาดเนื่องจากจะทำให้ผิวเกจทรงกระบอกเกิดการเสียหาย
2. ในขณะทำการวัดไม่ควรออกแรงกดมากเกินไปเนื่องจากจะทำให้เกจทรงกระบอกเกิดการกระแทกกับชิ้นงาน โดนเฉพาะรูเจาะไม่ทะลุ
3. ในการตรวจสอบขนาดรูเจาะไม่ควรทำการตรวจสอบในขณะชิ้นงานยังหมุนอยู่
4. ต้องทำความสะอาดชิ้นงาน และชโลมน้ำมันเล็กน้อยที่เกจทรงกระบอก
5. ไม่ควรนำเกจทรงกระบอกไปใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานที่ผิวไม่เรียบ เพราะจะทำให้ผิวของเกจทรงกระบอกเสียหาย

3.2.3.2. การบำรุงรักษาเกจทรงกระบอก

1. หมั่นตรวจสอบสภาพของเกจอย่างสม่ำเสมอ
2. ทำความสะอาดชโลมน้ำมันแล้วเช็ดด้วยผ้าแห้งทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน
3. ควรทำการจัดเก็บเกจทรงกระบอกแยกจากอุปกรณ์อื่นๆ

3.3. เกจก้ามปู (Snap Gauge)

เกจก้ามปูเป็นเครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดพิกัดภายนอกของชิ้นงาน เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานกลมความกว้างของชิ้นงานสี่เหลี่ยม ความยาว เป็นต้น

รูปที่ 10 แสดงเกจ์ก้ามปู

3.3.1. ลักษณะของเกจก้ามปู

เกจก้ามปูจะมีลักษณะรูปตัว C หรือก้ามปูมีด้าน CO และ Not GO เมื่อใช้ในการตรวจสอบขนาดพิกัดของชิ้นงานว่าอยู่ในพิกัดความเพื่อที่ต้องการหรือไม่ โดยปกติเกจก้ามปูจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ เกจก้ามปูแบบคงที่ และ แบบปรับค่าได้

3.3.1.1. เกจก้ามปูแบบค่าคงที่

เกจก้ามปูแบบค่าคงที่ เป็นเกจก้ามปูที่มีค่าพิกัดตายตัวใช้ในการตรวจสอบพิกัดความเนื้อของชิ้นงานเท่านั้น ด้าน GO ชิ้นงานจะต้องสามารถผ่านเข้าไปได้ ส่วนด้าน Not GO ชิ้นงานจะไม่สามารถผ่านเข้าไปได้

3.3.1.2. เกจก้ามปูแบบปรับค่าได้

เกจก้ามปูแบบปรับค่าได้ เป็นเกจก้ามปูที่สามารถทำการปรับค่าขนาดพิกัดความเพื่อขนาดต่างๆได้ระยะหนึ่ง ซึ่งมีหลักการในการใช้งาน เช่น เดียวกับเกจก้ามปูแบบค่าคงที่

รูปที่ 11 แสดงส่วนประกอบของเกจก้ามปูแบบปรับค่าได้

3.3.2. หลักการใช้งานเกจก้ามปู

3.3.2.1. ตรวจสอบสภาพการใช้งานของเกจก้ามปู บริเวณปากวัดทั้งสองด้านตรวจสอบผิวของปากวัดว่ามีรอยเยินที่เกิดจากการใช้งานหรือไม่

3.3.2.2. ทำความสะอาดชิ้นงานในบริเวณที่ต้องการทำการตรวจสอบ จะต้องไม่มีเศษเหล็กครีมหรือสิ่งอื่นๆที่จะส่งผลให้การตรวจสอบผิดพลาด

3.3.2.3. เลือกขนาดความกว้างของปากวัด ของเกจก้ามปูให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นที่จะ ทำการตรวจสอบ

3.3.2.4. ทำการตรวจสอบชิ้นงานโดยสอดชิ้นงานเข้าไปทางด้าน GO ก่อนแล้วสังเกตดูว่าสามารถผ่านได้หรือไม่

3.3.2.5. หลังจากตรวจสอบด้วยด้าน GO แล้วให้ทำการตรวจสอบด้าน NOT GO แล้วสังเกตดูว่าชิ้นงานสามารถผ่านเข้าไปได้หรือไม่

รูปที่ 12 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบงานด้วยเกจก้ามปูด้าน GO

รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบงานด้วยเกจก้ามปูด้าน NOT GO

3.3.3. การบำรุงรักษา

3.3.3.1. ข้อควรระวังในการใช้งานเกจก้ามปู

1. ห้ามทำการตรวจสอบขนาดชิ้นงานในขณะที่ชิ้นงานยังหมุนอยู่โดยเด็ดขาด
2. ในการทำการตรวจสอบชิ้นงานจะต้องระมัดระวัง ไม่ให้ปากวัดองเกจก้ามปูกระแทกกับชิ้นงานเพราะอาจทำให้ปากวัดของเกจก้ามปูเกิดการเสียหายได้
3. ไม่ควรนำเกจก้ามปูไปใช้งานอย่างอื่นที่ไม่ใช่การตรวจสอบค่าพิกัดของชิ้นงานภายนอก
4. ควรใช้เกจก้ามปูตรวจสอบงานที่มีผิวเรียบเท่านั้น

3.3.3.2. การเก็บรักษาเกจก้ามปู

1. หมั่นตรวจสอบสภาพการใช้งานของเกจก้ามปูอยู่เสมอ
2. จัดเก็บเกจก้ามปูแยกออกจากอุปกรณ์อื่นๆ
3. ตรวจดูสภาพผิวของปากวัดของเกจก้ามปูอย่างสม่ำเสมอ
4. ทำความสะอาด ชโลมน้ำมันแล้งเช็ดด้วยผ้าแห้งทุกครั้ง
5. การจัดเก็บควรมีกล่องสำหรับใส่เกจก้ามปูโดยเฉพาะ ไม่ควรวางปนกับเครื่องมือวัดชนิดอื่นๆ

4. การสอบเทียบเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะเครื่องมือวัดที่มีค่าความละเอียดสูง เมื่อใช้ไปนาน ๆ ก็จะเกิดความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากอายุการใช้งาน หรือการชำรุดเนื่องจากการทำงาน การสอบเทียบจึงเปรียบเสมือนกับการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดให้สามารถใช้งานได้อย่างแม่นยำและยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือวัดอีกด้วย

4.1.1 ความสำคัญของการสอบเทียบเครื่องมือวัด

การสอบเทียบเครื่องมือวัด คือ การตรวจสอบเครื่องมือวัดว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการใช้งานของเครื่องมือวัดชนิดนั้น ๆ หรือไม่ โดยในการสอบเทียบนั้นจะกระทำโดยการอ้างอิงจากเครื่องมือที่มีค่ามาตรฐาน เช่น เกจบล็อก เป็นต้น

4.2.1.1 ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดทุดชนิดเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งจะเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด เนื่องมาจากหลายสาเหตุดังนี้

1) ความคลาดเคลื่อนจากระบบ (Systematic Error) ความผิดพลาดจากระบบนั้นจะเป็นความผิดพลาดที่มักจะเกิดขึ้นอยู่เสมอ ลักษณะของความผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ และมีค่าความผิดพลาดที่มีค่าคงที่ เช่น ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากอุณหภูมิ คือ เมื่ออุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะส่งผลให้วัสดุที่นำมาผลิตเป็นเครื่องมือวัดนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ การยืดออก หรือหดตัวลง เล็กน้อยชั่วขณะ สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด ได้เช่นกัน

2) ค่าความผิดพลาดตกค้าง (Random Error) ค่าความผิดพลาดตกค้าง เป็นความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นโดยไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ เป็นความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นมาจากวิธีการ หรือ สภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอต่อการมองเห็น อีกทั้งยังรวมไปถึง สภาพร่างกายของตัวผู้ปฏิบัติงานวัดเองด้วย โดยที่ความคลาดเคลื่อนตกค้างนั้น สามารถที่จะลดค่าความผิดพลาดลงได้ โดยใช้หลักการทางสถิติ เช่น การตรวจวัดซ้ำ ๆ แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยจากการวัด โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากการวัด

$$\overline{X} = X_1 + X_2 + X_3 ..... + X_n$$

โดยที่ X = ค่าที่ได้จากการวัดในแต่ละครั้ง
n = จำนวนครั้งในการวัด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการกระจายข้อมูล

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Xi - X)^2}{n}}$$

โดยที่ X_1 = ค่าที่ได้จากการวัด
X = ค่าเฉลี่ยจากการวัด
n = จำนวนครั้งในการวัด

ค่าความไม่แน่นอน

$$\mu r = \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

โดยที่ t = สัมประสิทธิ์ระดับความเชื่อมั่น
n = จำนวนของข้อมูลที่ทำการวัด
s = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการกระจายข้อมูล

ตารางระดับความเชื่อมั่น 95 %

n	1	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	α
t	12.71	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	2.36	2.31	2.26	2.14	2.09	1.96

ตารางที่ 2 แสดงตารางระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.2.2 การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจ์บล็อก

การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อกเป็นการตรวจสอบค่าความผิดพลาดของไมโครมิเตอร์ ด้วยค่ามาตรฐานของเกจบล็อก แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการวัดเพื่อหาค่าความผิดพลาดของโครมิเตอร์ โดยมีหลักการดังนี้

4.2.2.1 ขั้นตอนการปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก

1) เตรียมเกจบล็อกสำหรับการปรับเทียบไมโครมิเตอร์โดยเลือกไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด ๐ – ๒๕ มม. ดังนั้นจึงเลือกใช้แท่งเกจบล็อกขนาด ๑๐ มม. ในการปรับเทียบ
2) ทำการตรวจสอบสภาพของเกจบล็อกแท่งที่นำมาใช้ในการปรับเทียบและตรวจสอบสภาพการใช้งานของไมโครมิเตอร์ ทั้งสองจะต้องมีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
3) ทำการวัดขนาดเกจบล็อกด้วยไมโครมิเตอร์แล้วจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง สมมุติว่าทำการวัดทั้งหมดจำนวน ๕ ครั้ง โดยได้ค่าดังต่อไปนี้

ครั้งที่	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
ค่าที่วัด	10.01	10.00	10.02	10.02	10.03	10.016

4) เมื่อได้ทำการวัดขนาดและจดบันทึกแล้ว ทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของไมโครมิเตอร์โดยมีวิธีการดังนี้

หาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัด

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \ldots\ldots + X_n}{n}$$

$$\overline{X} = \frac{10.01 + 10.00 + 10.02 + 10.02 + 10.03}{5}$$

$$\overline{X} = \mathbf{10.016}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการกระจายข้อมูล

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Xi - X^2\right)}{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(10.01 - 10.016) + (10.01 - 10.016) + (10.02 - 10.016) + (10.02 - 10.016) + (10.02 - 10.026)}{5}}$$

$$S = 0.015$$

จากตารางที่ 2 แสดงตารางระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\mu r = \pm t\frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$\mu r = \pm 3.87\frac{0.01}{\sqrt{5}}$$

$$\mu r = \pm 0.012$$

ดังนั้น จากค่ามาตรฐานของเกจบล็อกขนาด 10.00 มม. ค่าที่สามารถวัดได้ = 10.016 $\pm$ 0.012 มม.

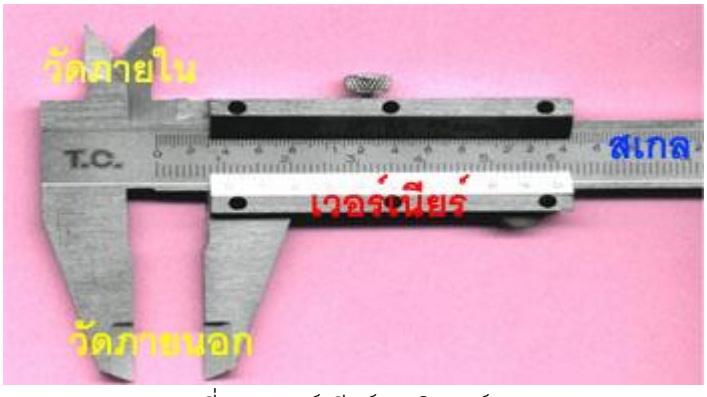
สรุป

จากข้อมูลตัวเลขที่ได้ทำการปรับเที ดยบทั้งหมดจะเห็นได้ว่าเกจบล็อกขนาด 10.00 มม. ในการวัดด้วยไมโครมิเตอร์สามารถวัดได้ 10.016 และยังมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm$ 0.012 มม.

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)

1. บทนำ

แคลลิเปอร์แบบเลื่อนได้ หรือ แคลลิเปอร์แบบเวอร์เนีย (slide or vernier callipera) ดังที่แสดงไว้ในรูป เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวัดละเอียดแบบหนึ่ง ประกอบด้วยไม้บรรทัดเหล็ก (ปัจจุบันมีแบบพลาสติกด้วย) ที่มีขาคงที่อยู่ที่ปลายด้านหนึ่ง และขาอีกข้างหนึ่งเลื่อนได้ ขาล่างทั้งสองใช้วัดภายนอก เช่นวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น ส่วนขาบนทั้งคู่ใช้วัดภายใน เช่น วัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของหลอดแก้ว เป็นต้น

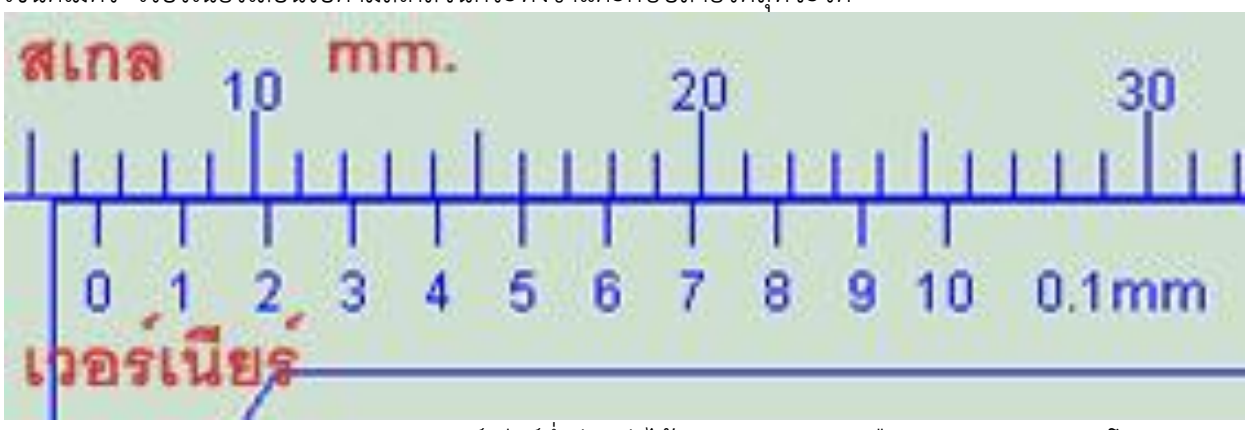


รูปที่ 14 เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์

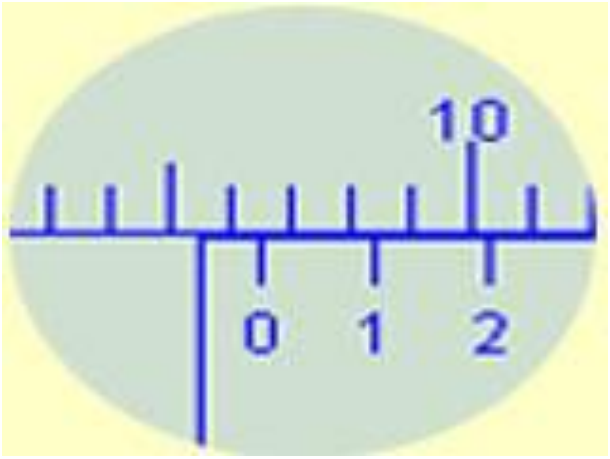
สเกลอันสั้นบนเขาที่เลื่อนได้แบ่งออกเป็น ๑๐ ช่อง เท่า ๆ กัน เรียกว่า **เวอร์เนียร์** คำนี้ตั้งขึ้นตามชื่อของผู้ค้นพบ คือ ซึ่งเป็นชาวฝรั่งเศส เวอร์เนียร์ ช่วยให้อ่านทศนิยมตำแหน่งที่สองของการวัดเป็นเซนติเมตรได้โดยไม่ ต้องกะประมาณด้วยสายตา

วิธีอ่านเวอร์เนียร์

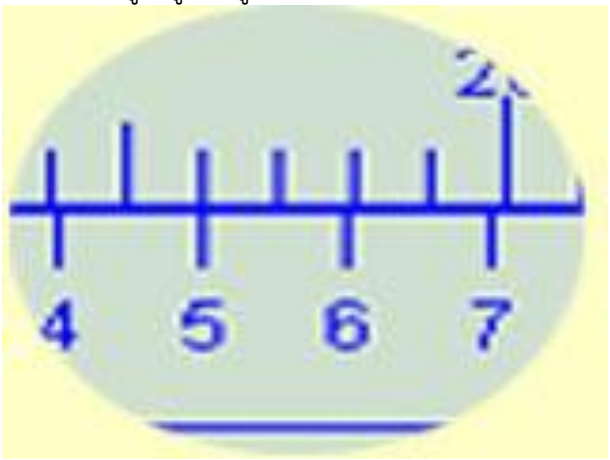
สำหรับการใช้สเกลที่แบ่งเป็นมิลลิเมตร เวอร์เนียร์จะยาว ๙ มิลลิเมตร และแบ่งเป็น ๑๐ ช่องเท่า ๆ กัน ดังนั้น แต่ละช่องของเวอร์เนียร์จะแตกต่างกับแต่ละช่องของสเกลหลัก เท่ากับ ๐.๑ มิลลิเมตร หรือ ๐.๐๑ เซนติเมตร เวอร์เนียร์เลื่อนไปตามสเกลจนกระทั่งขาแตะกับปลายวัตถุที่จะวัด



จากแผนภาพ แสดงสเกลและเวอร์เนียร์ซึ่งอ่านค่าได้ ๖.๕ มิลลิเมตร หรือ ๐.๖๕ เซนติเมตร โดย



1. อ่านค่าที่สเกล(ส่วนที่เป็นด้าม) จะอ่านได้ค่า ๖ มิลลิเมตร (สังเกตที่ตำแหน่ง ศูนย์ของเวอร์เนียร์เริ่มในตำแหน่งใด บนขีดของสเกลที่ด้าม) ในรูป ศูนย์อยู่ระหว่าง ขีด ๖ - ๗

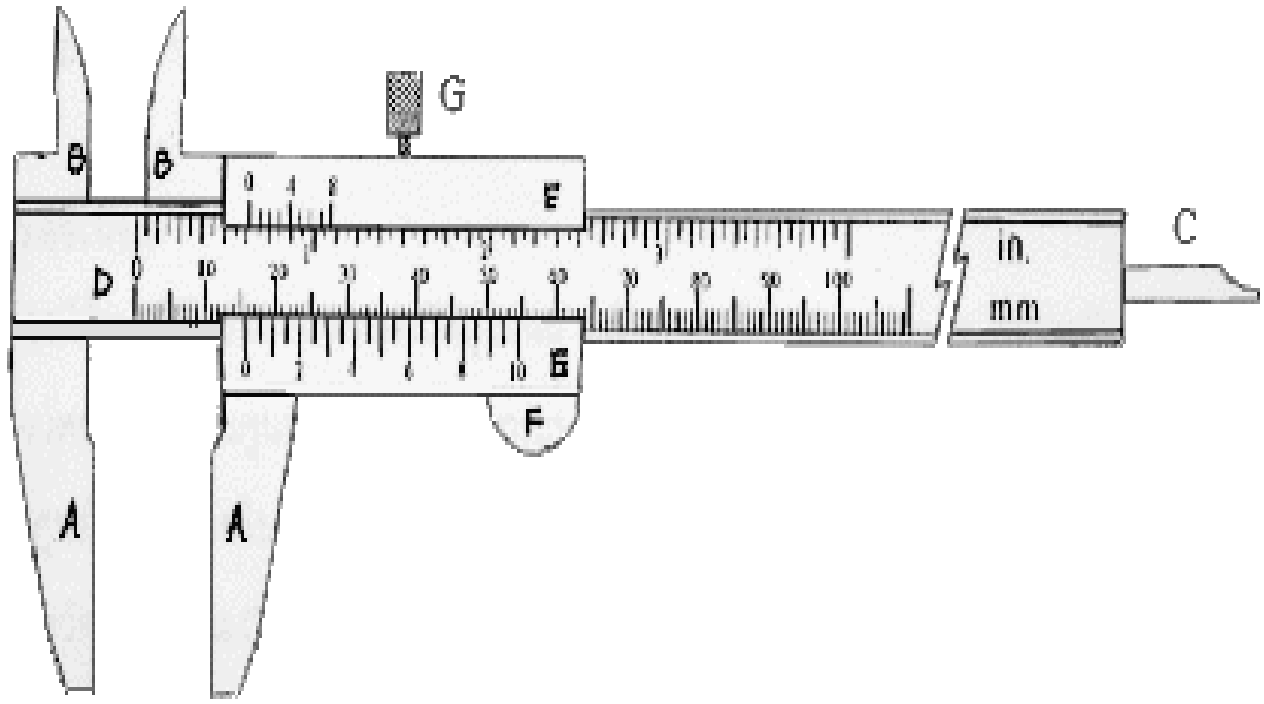


2. อ่านค่าที่สเกลของเวอร์เนียร์ จะอ่านได้ค่า ๐.๕ (เพราะขีดที่สเกลเวอร์เนียร์ขีดที่ ๕ ตรงกับตำแหน่งของสเกลที่ด้ามมากที่สุด) สังเกตว่าขีดสเกลเวอร์เนียร์ขีดอื่น ๆ ไม่ตรงกับตำแหน่งขีดใด ๆ ในสเกล

3. นำค่าที่ได้ในข้อ ๑ + ๒ จะได้ค่าที่อ่านได้ คือ ๖ + ๐.๕ = ๖.๕ มิลลิเมตร หรือ ๐.๖๕ เซนติเมตร

สรุปได้ว่า ทศนิยมตำแหน่งที่สองของการวัด (หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร) คือ จำนวนขีดของเวอร์เนียร์ที่ตรงกับขีดบนสเกล

ส่วนประกอบหลักของเวอร์เนียร์คาลิเปอร์



รูปที่ 15 เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ มีดังนี้

ปากวัด A	ใช้จับวัตถุที่ต้องการวัดขนาด เช่น ความหนา ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของวัตถุ
ปากวัด B	ใช้วัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของวัตถุ
แกน C	ใช้วัดความลึกของวัตถุ
สเกลหลัก D	เป็นสเกลที่เหมือนไม้บรรทัด เป็นสเกลที่อยู่กับที่ มักมี 2 หน่วยคือ เซนติเมตร (หรือมิลลิเมตร) และนิ้ว
สเกลเวอร์เนีย E	เป็นสเกลที่ช่วยให้อ่านค่าได้ละเอียดขึ้น สเกลเวอร์เนียร์สามารถเลื่อนไปมาบนสเกลหลักได้
ปุ่ม F	ติดอยู่กับสเกลเวอร์เนียร์ ใช้สำหรับเลื่อนสเกลเวอร์เนียร์
สกูร G	ติดอยู่กับสเกลเวอร์เนียร์เช่นกัน ใช้ล็อกสเกลเวอร์เนียร์ให้ติดแน่นกับสเกลหลัก ทำให้สเกลเวอร์เนียร์ไม่ขยับขณะอ่านค่าการวัด

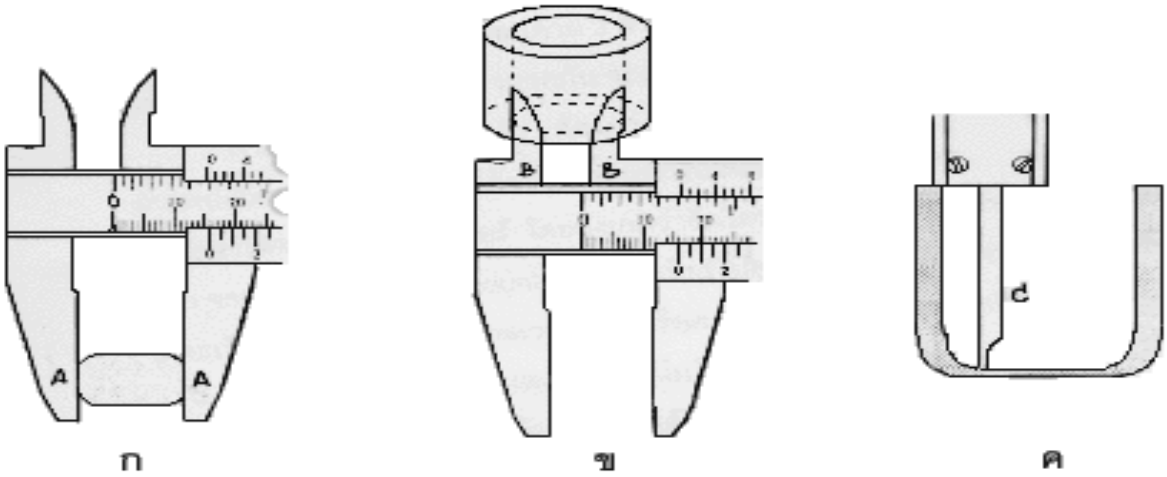
ค่า least count

เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวอร์เนียร์) มีหลายรุ่น แต่มีรูปร่างคล้ายกัน ที่แตกต่างคือความละเอียดของการวัด ซึ่งจะหาได้จากสเกลเวอร์เนียร์ ดังนี้

1. สมมติเวอ**ร์**เนียร์อันหนึ่งมีจำนวนช่องสเกลเวอร์เนียรทั้งหมด n ช่วง เวอร์เนียร์อันนั้นจะอ่านค่าได้ละเอียด 1/n ของ 1 ช่องสเกลหลัก
2. ถ้าสเกลเวอร์เนียร์ของเวอร์เนียร์อันหนึ่งมีจำนวนช่องเท่ากับ 20 ช่อง และ 1 ช่องสเกลหลักเท่ากับ 1 mm ดังนั้นเวอร์เนียร์อันนี้จะอ่านได้ละเอียด 1/20 x 1mm เท่ากับ 0.05 mm ค่านี้เรียกว่า least count ของเวอร์เนียร์ ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดหรือค่าละเอียดที่สุดที่เวอร์เนียร์อันนั้นวัดได้
3. ค่า least count มักจะพิมพ์ติดอยู่ที่สเกลเวอร์เนียร์ ถ้าเวอร์เนียร์อันใดไม่มีค่า least count ผู้ใช้ต้องหาก่อนทำการวัดเสมอ

การใช้เวอร์เนียร์

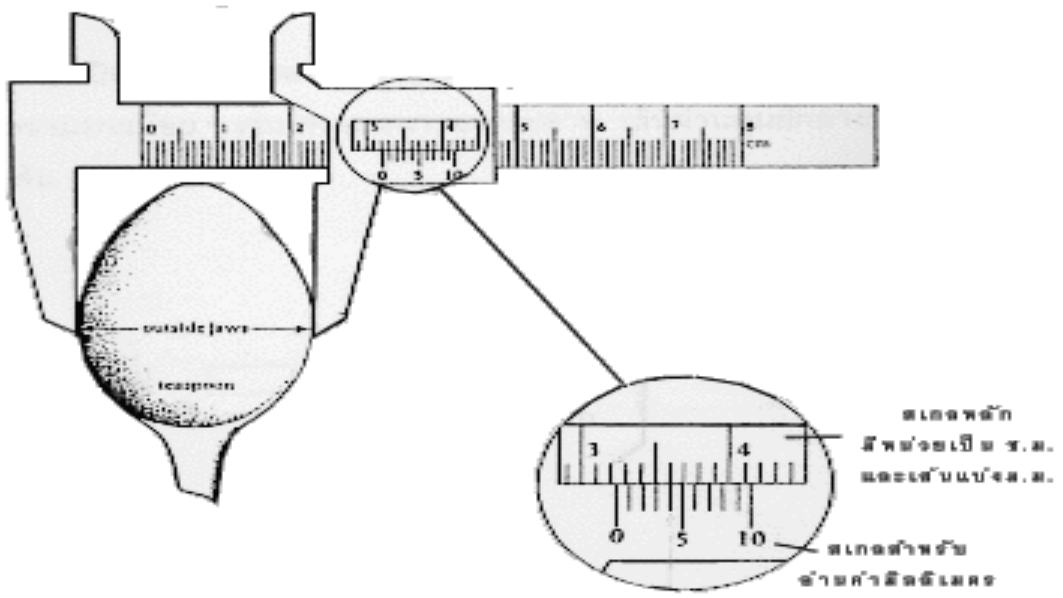
การใช้เวอร์เนียร์ เราสามารถใช้เวอร์เนียร์วัดขนาดของวัตถุในหลายลักษณะดังรูป 2 กล่าวคือ



รูปที่ 16 การใช้เวอร์เนียร์วัดขนาดวัตถุ

1. ในการวัดความยาวของแท่งวัตถุ เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอก ทรงกรม ใช้ปากวัด A ดังรูป 2 ก.
2. ในการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของวงแหวน ทรงกระบอกกลวง ใช้ปากวัด B ดังรูป 2 ข.
3. ส่วนการวัดความลึกของวัตถุ ใช้แกน C ดังรูป 2 ค.
4. ในการวัดทุกครั้งจะต้องให้ชิ้นงานหรือวัตถุที่ถูกวัดและเวอร์เนียร์อยู่นิ่ง ไม่เอนไปมา

การบันทึกค่าการวัด



รูปที่ 17 การบันทึกค่าการวัด

จากรูป 3 แสดงการใช้เวอร์เนียร์วัดขนาดของช้อน ผู้ใช้ต้องหา least count ของเวอร์เนียร์ ดังนี้

1. สเกลเวอร์เนียร์มีจำนวนช่องเท่ากับ 10 ช่อง
2. สเกลหลัก 1 ช่อง เท่ากับ 1mm
3. ดังนั้น ค่า least count เท่ากับ 1/10 x 1 mm เท่ากับ 0.1mm
4. ค่าจากการวัดจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักและค่าที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนียร์ นำค่าทั้งสองมาบวกกัน จะเป็นค่าที่อ่านได้

การอ่านค่าบนสเกลหลัก ต้องดูว่าขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียร์อยู่ตรงกับสเกลหลักที่ตำแหน่งใด บันทึกค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักในหน่วยมิลลิเมตร โดยไม่พิจารณาเศษของมิลลิเมตร แต่จะหาได้จากสเกลเวอร์เนียร์ โดยสังเกตว่าขีดใดของสเกลเวอร์เนียร์อยู่ตรงกับขีดใดของสเกลหลัก จากนั้นเอา ค่า least count ของเวอร์เนียร์ไปคูณกับขีดที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนียร์ ผลคูณที่ได้จะเป็นค่าทีอ่านได้จากสเกลเวอร์เนียร์หรือค่าเศษของมิลลิเมตรนั่นเอง

จากรูป 3 ขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียร์อยู่เลยขีดที่ 32 mm บนสเกลหลักมาเล็กน้อย แต่ไม่ถึงขีดที่ 33 ดังนั้น ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก คือ 32mm ส่วนที่สเกลแวอร์เนียร์ จะเห็นว่าขีดที่ 4 ของเสกลเวอร์เนียร์ตรงกับขีดใดขีดหนึ่งบนสเกลหลัก ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนียร์หรือเศษของมิลลิเมตร ก็คือ .01 mmx 4 เท่ากับ 0.4mm นั่นคือค่าทีอ่านได้จากเวอร์เนียร์คือ 32.0mm+0.4mm เท่ากับ 32.4 mm

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์, เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

<u>จุดประสงค์การสอน</u>

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด
2. เพื่อให้เข้าใจหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด
3. เพื่อให้เข้าใจการปรับเทียบไมโครมิเตอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด
2. บอกหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด
3. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี
4. ปฏิบัติงานปรับเทียบไมโครมิเตอร์

<u>ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน</u>

1. ตรวจสอบสภาพของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ก่อนการปรับเทียบ

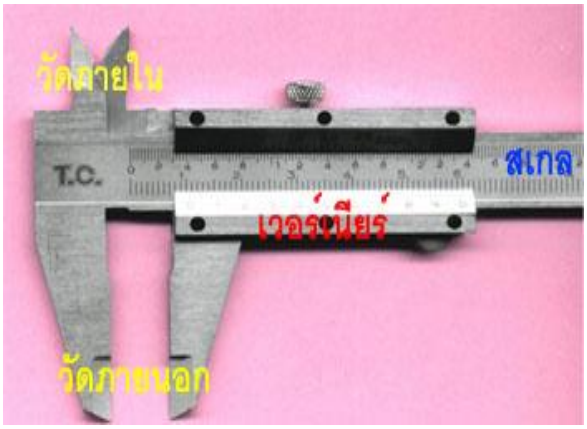
<u>ขั้นตอนการปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์</u>

1. ให้นิสิตศึกษาวิธีการใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
2. ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดขนาดความหนา, เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานทดสอบพร้อมบันทึกผลลงในตารางการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำในข้อที่ 2 และ 3 พร้อมคำนวณหาค่าความหนา, เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของชิ้นงานทดสอบ

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

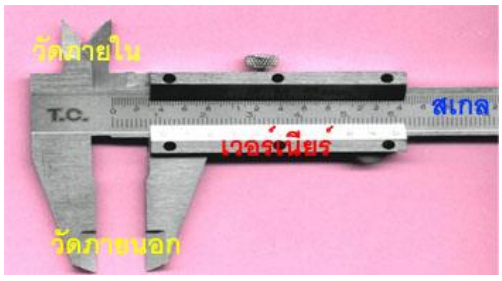
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด 2. เพื่อให้เข้าใจหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด 3. เพื่อให้เข้าใจการปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	1. การปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 2. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด 3. การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ๑. บอกความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด ๒. บอกหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด ๓. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี ๔. ปฏิบัติงานปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	วัสดุ – อุปกรณ์ ๑. ชิ้นงานทดลอง ๒. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3



ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
1	การปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ด้วยเกจบล็อก	-	St.37	-	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1	ขั้นตอนการปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ด้วยเกจบล็อก 1. เตรียมเกจบล็อกสำหรับการปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ โดยเลือกไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด 0 - 25 มม. ดังนั้นจึงเลือกใช้แท่งเกจบล็อกขนาด 10 มม. ในการปรับเทียบ	 ไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด ๐ – ๒๕ มม

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	2. ทำการตรวจสอบสภาพของเกจบล็อกแท่งที่นำมาใช้ในการปรับเทียบและตรวจสอบสภาพการใช้งานของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ทั้งสองจะต้องมีสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน 3. ทำการวัดขนาดเกจบล็อกด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แล้วจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง สมมุติว่าทำการวัดทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง 4. เลือกขนาดและจำนวนชิ้นงานของเกจบล็อกให้ได้ความยาวดังต่อไปนี้ 11.42 , 16.85 , 9.815 , 16.375 , 10.245 มม. 5. เมื่อได้ทำการวัดขนาดและจดบันทึกแล้ว ทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนและหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัด 6. ทำการสรุปความคลาดเคลื่อนของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ที่นำมาปรับเทียบ	 เกจบล็อกขนาด ๒๐ มม.

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. 2. 3. 4. 5. 6.	ทักษะการใช้เกจบล็อก ทักษะการปรับเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ทักษะการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน การตรงต่อเวลา การแต่งกาย การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล

ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I
(Industrial Engineering Laboratory I)

ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ คะแนน 10 คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 9.815	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.375	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 10.245	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่…….. เดือน …….. พ.ศ. …….

สมาชิกในกลุ่ม

1. …….. เลขที่ ……..
2. …….. เลขที่ ……..
3. …….. เลขที่ ……..
4. …….. เลขที่ ……..
5. …….. เลขที่ ……..
6. …….. เลขที่ ……..
7. …….. เลขที่ ……..
8. …….. เลขที่ ……..

ผู้ควบคุมการทดลอง ……..

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

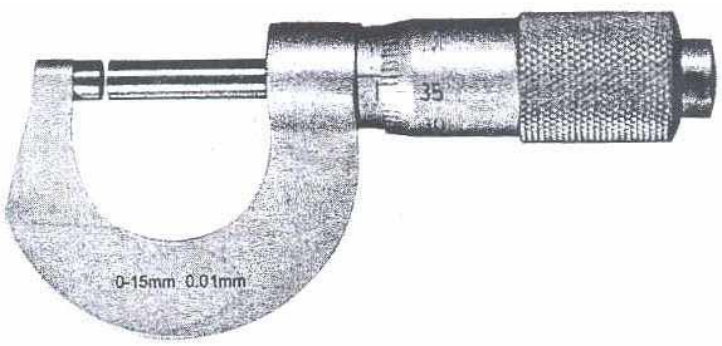
……

อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.2 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อค (Micrometer Caliper)

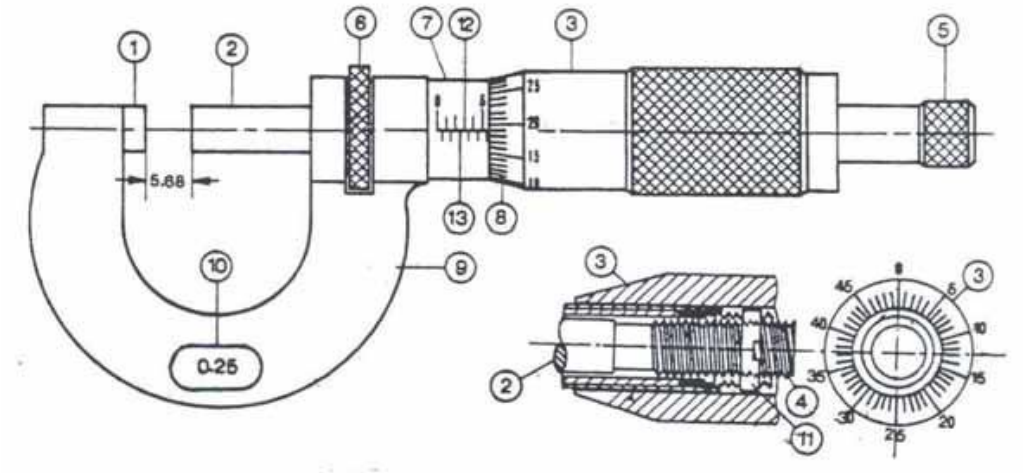
1. บทนำ

1.1 ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) เป็นอุปกรณ์วัดละเอียดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลายไมโครมิเตอร์ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1848 โดยชาวฝรั่งเศส หลังจากได้รับความนิยมก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้สะดวกและละเอียดมากขึ้นตามลำดับ



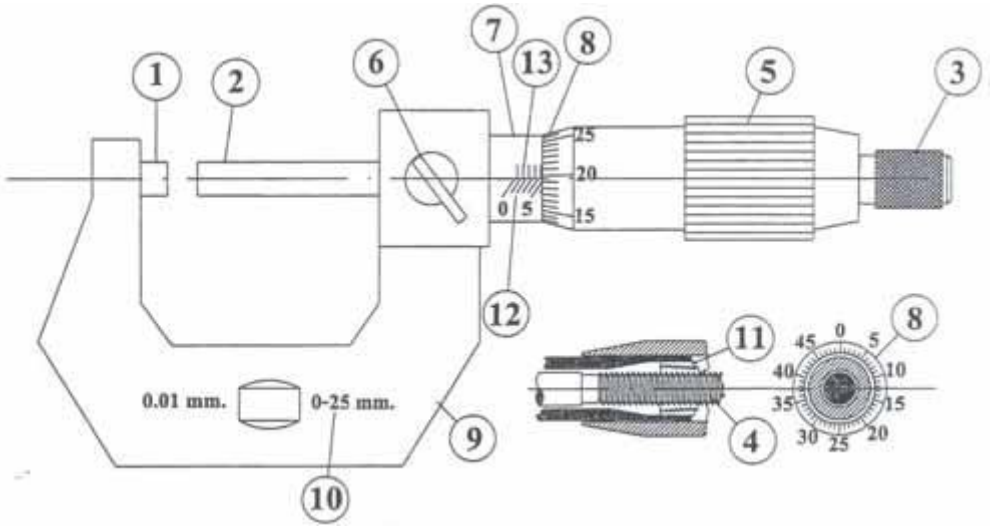
1.2 ไมโครมิเตอร์วัดนอก (Outside Micrometer Caliper)

1.) ลักษณะโดยทั่วไปของไมโครมิเตอร์วัดนอก คือ ไมโครมิเตอร์แบบใช้วัดขนาดภายนอกจะอาศัยหลักการทำงานของเกลียวที่จะเกิดค่าระยะพิตช์ เมื่อทำการหมุนเกลียวไป 1 รอบ ก็จะได้ระยะพิตช์เท่ากับ 1 (1 Pitch) ซึ่งระยะพิตช์นี่เองที่ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ของเกลียว 1 ช่อง กับสเกลหลักบรรทัดเหล็ก เช่น ถ้าเราแบ่งระยะบรรทัดเหล็กออกเป็น 20 ส่วน แล้วหมุนเกลียว 1 ช่อง ผ่านบรรทัดเหล็กจะได้ระยะ 1/20 ของระยะพิตช์ ซึ่งหลักการนี้ถูกนำไปสร้างเป็นไมโครมิเตอร์



ภาพที่ 5.4 แสดงไมโครมิเตอร์วัดนอก

1.3 ชื่อส่วนประกอบและหน้าที่ของไมโครมิเตอร์วัดนอก

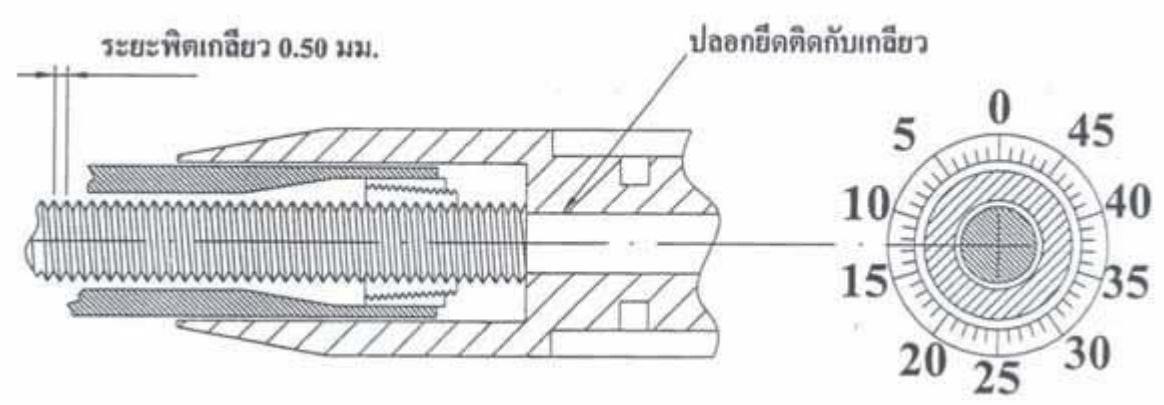


ภาพที่ 5.5 แสดงส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์

ชื่อส่วนประกอบ	หน้าที่
1. แกนรับ	• หน้าที่รองรับการวัดที่ผิวสัมผัสของแกนรับจะชุบผิวแข็งเพื่อป้องกันการสึกหรอ
2. แกนวัด	• เลื่อนสัมผัสวัดขนาดของชิ้นงานผิวสัมผัสจะชุบผิวแข็งเหมือนกับแกนรับและขนาดของแกนวัดเท่ากับแกนรับ
3. ปลอกหมุนวัด	• หมุนเลื่อนให้แกนวัดสัมผัสชิ้นงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่วนที่ลายสำหรับมือจับ
4. เกลียว	• เป็นส่วนเดียวกับแกนวัดมีระยะพิตช์เท่ากับ 0.5 มม.
5. ปลอกหมุนกระทบเลื่อน	• ป้องกันแกนวัดในการเลื่อนสัมผัสผิวงานวัดเพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้อง
6. กลไกล็อคแกนวัด	• ล็อคหรือบีบแกนวัดไม่ให้เคลื่อนที่ และคลายเมื่อต้องการให้แกนวัดเคลื่อนที่
7. ก้านสเกล	• ปลอกขีดสเกลแบ่งตามแนวยาว
8. ขีดสเกล 0.01 มม.	• อยู่บนปลอกหมุนวัด แต่ละช่องสเกลมีค่าความละเอียด 0.01 มม.
9. โครง	• เป็นตัวรองรับส่วนประกอบต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์
10. ขนาดวัด	• เป็นตัวเลขที่บอกขนาดของไมโครมิเตอร์ เช่น 0-25 มม. หมายถึง ไมโครมิเตอร์สามารถวัดขนาดได้ตั้งแต่ 0-25 มม.
11. แหวนเกลียว	• ใช้ปรับความฝืดของปลอกหมุนวัด
12. ขีดสเกล 1 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 1 มม.
13. ขีดสเกล 0.5 มม.	• บอกค่าความละเอียดขีดละ 0.5 มม. โดยมองประกอบกับสเกลที่ใช้ละเอียด 1 มม.

1.4 หลักการแบ่งสเกลค่าความละเอียด

1.4.1 สเกลไมโครมิเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีความละเอียด 0.01 มม. (1/100 มม.) โดยมีหลักการแบ่งสเกลดังนี้



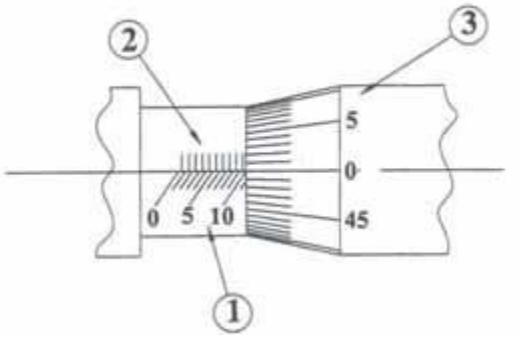
ภาพที่ 5.6 การแบ่งสเกลที่ปลอกหมุนวัดออกเป็น 50 ช่อง
:เมื่อหมุนเกลียวไป 1 รอบ = 1 ระยะพิตช์เกลียว (0.50 มม.)

จากภาพที่ 5.6 ถ้าปลอกหมุนวัดแบ่งช่องสเกลออกเป็น 50 ช่อง (50 ขีด) การเคลื่อนที่ในแต่ละช่วงจะหาค่าความละเอียดได้ดังนี้

ถ้าหมุนเกลียวไป 1 รอบ (50 ขีด) = 0.50 มม.
ถ้าหมุนเกลียวไป 1/2 รอบ (25 ขีด) = 0.5/2 = 0.25 มม.
ถ้าหมุนเกลียวไป 1/50 รอบ (1 ขีด) = 0.5/50 = 0.01 มม.
เมื่อหมุนปลอกวัดไป 1 ขีดแกนวัดจะเคลื่อนที่ 0.01 มม.

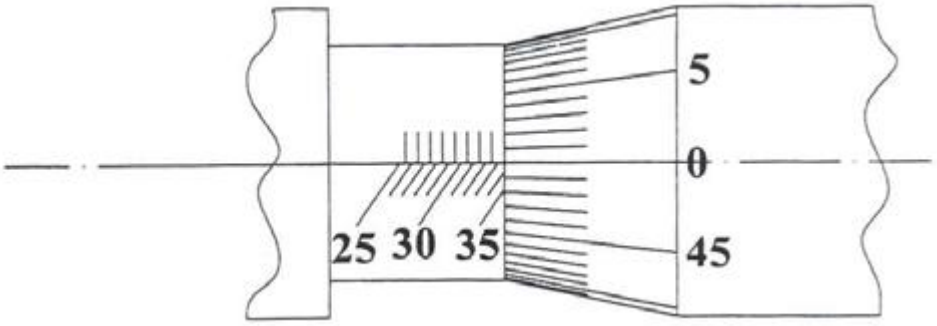
การอ่านค่าวัดจากไมโครมิเตอร์ (1/100 มม.)

1. สเกลด้านล่างจะแบ่งความกว้างเป็น 1 มม./ช่อง เรียกว่า สเกล 1 มม.
2. สเกลด้านบนจะแบ่งความกว้างเป็น 1 มม./ช่อง โดยเริ่มที่จุดกึ่งกลางของสเกล 1 มม. ไปจนสุดปลอกวัด เรียกว่า สเกล 0.50 มม.
3. สเกลปลอกหมุนวัดถูกแบ่งออกเป็น 50 ช่องเท่า ๆ



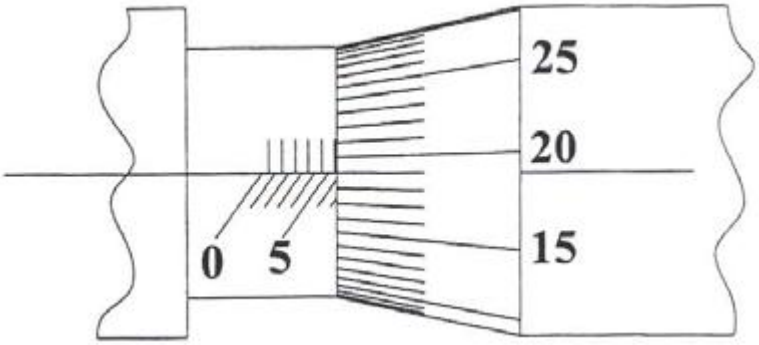
ภาพที่ 5.7 สเกลของไมโครมิเตอร์ กันมีความละเอียด 0.01 มม.

จากภาพที่ 5.7 อ่านค่าจากขีดสเกล 1 มม. = 10.00 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.5 มม. = 0.00 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.01 มม. = +0.00 มม.
อ่านค่ารวม = 10.00 มม.



ภาพที่ 5.8 อ่านค่าสเกลจากการวัดด้วยไมโครมิเตอร์

จากภาพที่ 5.8 อ่านค่าจากขีดสเกล 1 มม. = 33.00 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.5 มม. = 0.50 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.01 มม. = +0.00 มม.
อ่านค่ารวม = 33.50 มม.



ภาพที่ 5.9 อ่านค่าสเกลจากการวัดด้วยไมโครมิเตอร์

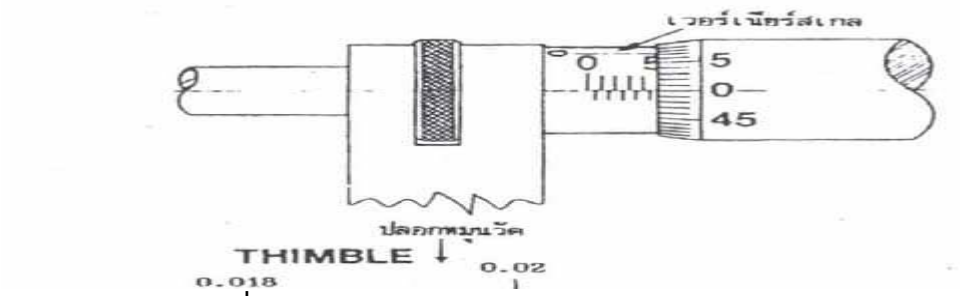
จากภาพที่ 5.9 อ่านค่าจากขีดสเกล 1 มม. = 5.00 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.5 มม. = 0.50 มม.
อ่านค่าจากขีดสเกล 0.01 มม. = +0.19 มม.
อ่านค่ารวม = 5.69 มม.

1.4.2 การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 2/1000 มม. (0.002 มม.) ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด 1/100 มม. ทุกประการแต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือ เวอร์เนียร์สเกล โดยขีดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นขีดไปแนวนอน 5 ส่วน หรือ 5 ช่อง ขีดขนาดกับเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียร์สเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 2/1000 มม. ทำได้ดังนี้

1. นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด (9 x 0.01 = 0.09 มม.) นำแบ่งออกเป็นเวอร์เนียร์สเกล 5 ส่วนเท่าๆกัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ 0.9/5 = 0.018 มม.

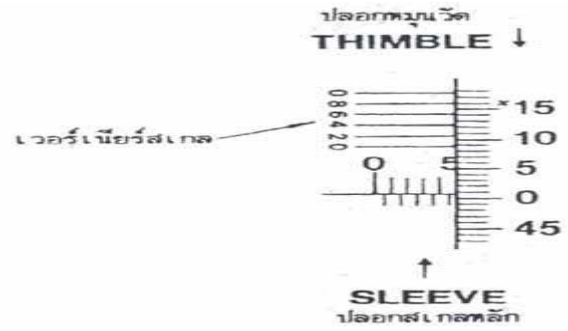
2. ผลต่าง 2 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.02 มม.) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียร์สเกล (0.018 มม.) มีค่าเท่ากับ 0.02-0.018 = 0.002 มม. ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง



ภาพที่ 5.10 เวอร์เนียร์สเกลไมโครมิเตอร์ 2/1000 มม.

วิธีอ่าน จากภาพที่ 5.10 อ่านตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 5.00 มม.
2. ขีด 0 บนปลอกหมุนวัดตรงกับเส้นอ่าน = 0.00 มม.
3. ขีด 0 ของเวอร์เนียร์สเกลตรงกับขีดสเกลของปลอกหมุนวัด จึงมีค่า = 0.00 มม.
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ 5.00 + 0.00 + 0.00 = 5.00 มม.

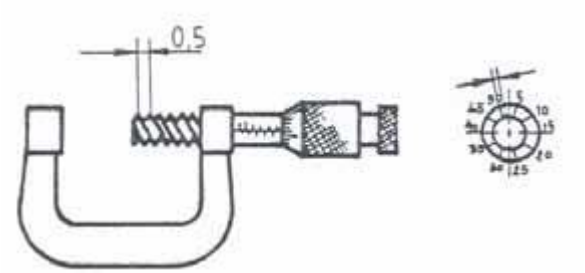


ภาพที่ 5.11 ค่าวัดไมโครมิเตอร์ชนิด 2/1000 มม.

วิธีอ่าน ภาพที่ 5.11 อ่านค่าวัดตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 5.00 มม.
2. ขีด 0 ปลอกหมุนวัดอยู่ต่ำกว่าเส้นอ่าน (แสดงว่าจะต้องอ่านหรือรวมกับค่าที่อ่านได้จากขีดเวอร์เนียร์สเกล) ได้ค่าอ่าน = 0.00 มม.
3. เวอร์เนียร์สเกลขีดที่ 8 ตรงกับขีดของปลอกหมุนวัด = 0.008 มม.
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ 5.00 + 0.00 + 0.008 = 5.008 มม.

1.4.3 การแบ่งสเกลละเอียด 1/1000 มม. (0.001 มม.)



ภาพที่ 5.12 การแบ่งสเกลละเอียดแบบ 1/1000 มม.

แบ่งละเอียด 10001 มม. เพิ่มสเกลแบ่งค่าบนสเกลหลัก ให้ละเอียด เป็น 0.001 มม.

1 ช่อง บนปลอกหมุนวัด 1/50 รอบ = 1/50 x 0.5

1 = 0.01 มม.

ค่าที่วัดได้ = ค่าบนสเกลหลัก + สเกลบนปลอกหมุนวัด

= 2.500 + 0.360 + 0.008

= 2.868 มม.

1.4.4 อ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/1000 นิ้ว (0.001 นิ้ว) แบ่งละเอียด 1/1000 นิ้ว แบ่งละเอียด 1/1000 นิ้ว

จากภาพที่ 5.12 1 ช่อง บนปลอกหมุนวัด 1/25 รอบ 1/25 คูณ 1/40

ค่าที่วัดได้ = ค่าบนสเกลหลัก + ค่าบนปลอกหมุนวัด

1/1000 = 0.001 นิ้ว

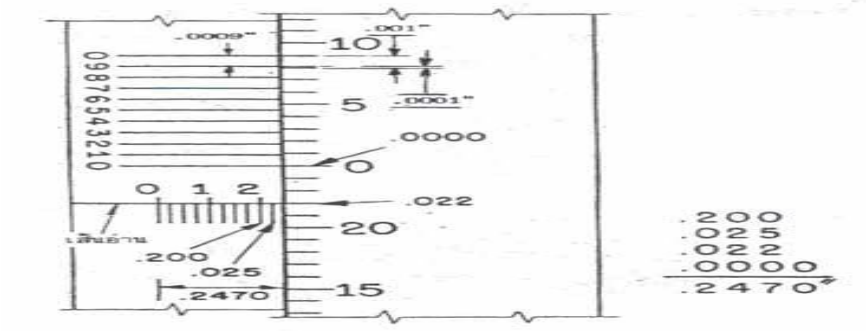
= 0.7 + 0.075 + 0.023 = 0.798 นิ้ว

1.4.5 อ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว (0.0001 นิ้ว) ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้ เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด 1/1000 นิ้ว ทุกประการแต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือเวอร์เนียร์สเกล โดยขีดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นขีดในแนวนอน 10 ส่วนหรือ 10 ช่อง ขีดขนาดกับเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียร์สเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว ทำได้ดังนี้

1. นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด (9 x 0.001 = 0.009 นิ้ว) มาแบ่งออกเป็น เวอร์เนียร์สเกล 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ 0.009/10 = 0.0009 นิ้ว

2. ผลต่าง 1 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.001 นิ้ว) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียร์สเกล (0.0009 นิ้ว) มีค่าเท่ากับ 0.001-0.0009 = 0.0001 นิ้ว ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง

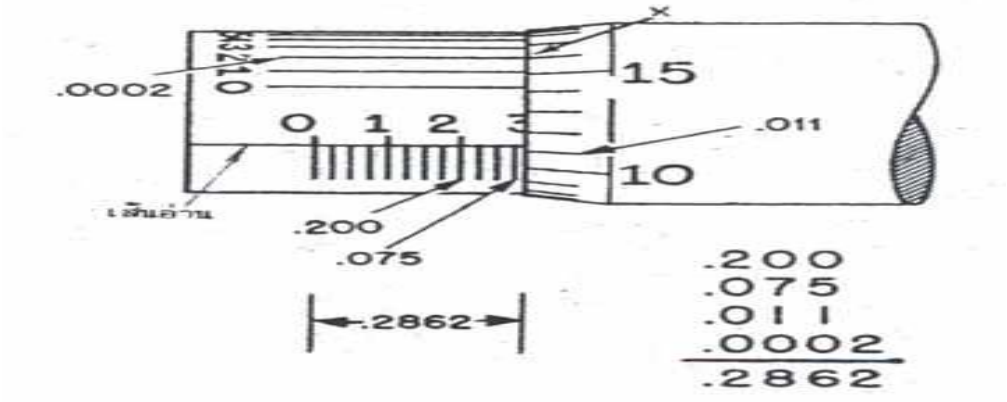


ภาพที่ 5.12 เวอร์เนียร์สเกลไมโครมิเตอร์ 1/10000 นิ้ว

วิธีอ่าน จากภาพที่ 5.12 อ่านค่าวัดตามลำดับ ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ = 0.225 นิ้ว
2. ขีด 22 บนปลอกหมุนวัดตรงกับเส้นอ่าน = 22 (.001) = 0.022 นิ้ว
3. ขีด 0 ของเวอร์เนียร์สเกลตรงกับขีดสเกลของปลอกหมุนวัด จึงมีค่า = 0.0000 นิ้ว
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ 0.225 + 0.022 + 0.000 = 0.2470 นิ้ว

ตัวอย่างที่ 2 การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว



ภาพที่ 5.13 ค่าวัดไมโครมิเตอร์ชนิด 1/10000 นิ้ว

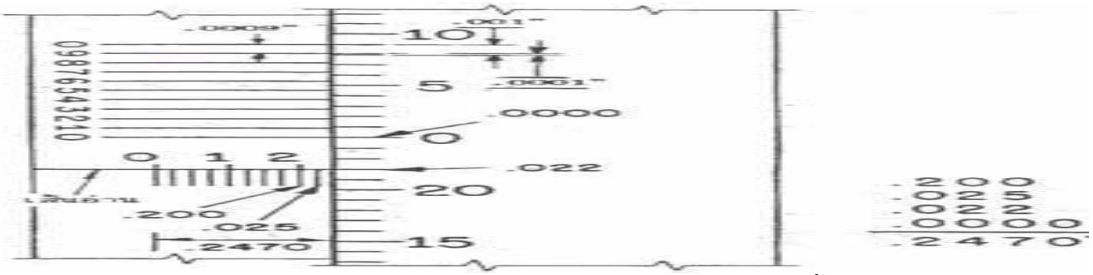
วิธีอ่าน จากภาพที่ 5.13 อ่านค่าวัดตามลำดับได้ดังนี้

1. ที่ปลอกสเกลหลัก อ่านได้ 0.200 + 0.075 = 0.275 นิ้ว
2. ขีดเส้นอ่านบนปลอกสเกลหลัก อยู่ระหว่างเลข 11 กับ 12 ของปลอกหมุนวัด (แสดงว่าจะรวมกับค่าที่อ่านได้จากขีดเวอร์เนียร์สเกล) ได้ = 0.011 นิ้ว
3. เวอร์เนียร์สเกลเลขที่ 2 ตรงกับขีดของปลอกหมุนวัด = 2 (0.0001) นิ้ว = 0.0002 นิ้ว
4. รวมค่าวัดที่อ่านได้ 0.275 + 0.011 + 0.0002 = 0.2862 นิ้ว

1.4.6 การอ่านไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว (0.0001 นิ้ว) ไมโครมิเตอร์ชนิดนี้เหมือนกับไมโครมิเตอร์ชนิด 1/1000 นิ้ว ทุกประการ แต่มีสเกลที่เพิ่มเข้ามาคือเวอร์เนียร์สเกลโดยขีดแบ่งสเกลไว้ที่ปลอกสเกลหลักเป็นขีดในแนวนอน 10 ส่วน หรือ 10 ช่อง ขีดขนาดกับเส้นอ่าน (Reading Line)

วิธีแบ่งเป็นเวอร์เนียร์สเกลของไมโครมิเตอร์วัดละเอียด 1/10000 นิ้ว ทำได้ดังนี้

1. นำระยะ 9 ช่องของสเกลปลอกหมุนวัด (9 x 0.001 = 0.009 นิ้ว) มาแบ่งออกเป็นเวอร์เนียร์สเกล 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นแต่ละส่วนเท่ากับ 0.009/10 = 0.0009 นิ้ว
2. ผลต่าง 1 ส่วนของปลอกสเกลหลัก (0.001 นิ้ว) กับ 1 ส่วนของเวอร์เนียร์สเกล (0.0009 นิ้ว) มีค่าเท่ากับ 0.001 – 0.0009 = 0.0001 นิ้ว ซึ่งเป็นความละเอียดที่ไมโครมิเตอร์วัดได้นั่นเอง



ภาพที่ 5.14 เวอร์เนียร์สเกลไมโครมิเตอร์ 1/10000 นิ้ว

1.5 การตรวจสอบไมโครมิเตอร์

เมื่อใช้งานไมโครมิเตอร์วัดงานไปนาน ๆ ช่างที่ดีจะต้องมีการตรวจสอบไมโครมิเตอร์อย่างสม่ำเสมอ ก่อนนำไปวัดชิ้นงานทุกครั้ง เพื่อให้ค่าวัดที่ได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบส่วนต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1.5.1 ตรวจสอบผิวสัมผัสแกนรับและแกนวัดของไมโครมิเตอร์

1.5.2 ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ของไมโครมิเตอร์

1.5.3 ตรวจสอบผิวสัมผัสแกนรับและแกนวัด

โดยการใช้แผ่นแก้ว (Optical flat) วางแนบกับผิวสัมผัสและสังเกตจากลักษณะของสีที่เกิดขึ้น คือ จากภาพที่ 5.15 แสดงถึงลักษณะความสมบูรณ์ของผิวสัมผัส ถ้าเอียงแผ่นแก้วเล็กน้อยจะเกิดแถบสีเส้นตรงเต็มหน้าของผิวสัมผัส

ภาพที่ 5.15 ความสมบูรณ์ของผิวสัมผัส

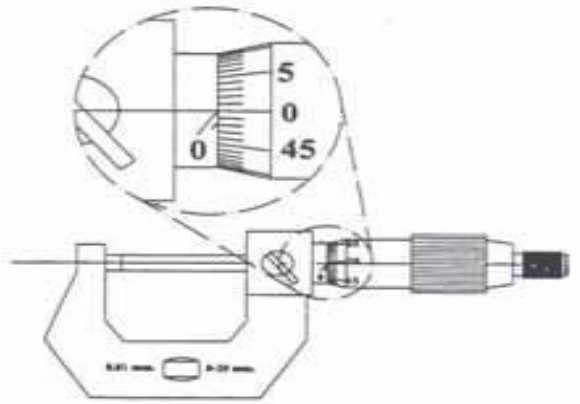
จากภาพที่ 5.16 แสดงถึงลักษณะของผิวสัมผัสที่สึกไปเล็กน้อยแต่ใช้วัดงานได้คือ เกิดวงสีวงเดียว ความลึกของผิวที่สึกไปประมาณ 0.3 ไมโครมิเตอร์ (0.3) μm.

ภาพที่ 5.16 ผิวสัมผัสสึกเล็กน้อย

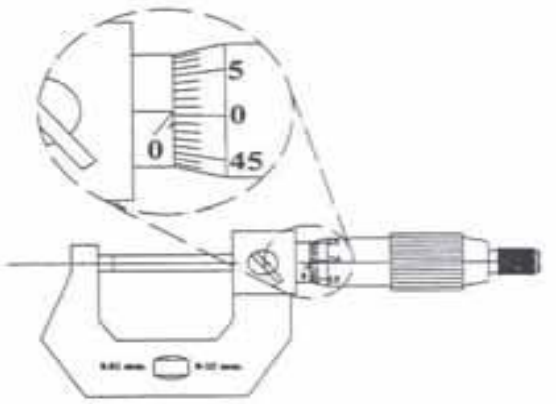
จากภาพที่ 5.17 แสดงถึงลักษณะของผิวสัมผัสที่สึกไปมากจนไม่สามารถใช้วัดงานได้ คือ เกิดวงสี 6 วง ความลึกของผิวที่สึกไปประมาณ 1.5 ไมโครมิเตอร์ (1.5) μm.

ภาพที่ 5.17 ผิวสัมผัสสึกไปมาก

1.6 ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ของไมโครมิเตอร์ เมื่อหมุนปลอกหมุนวัดจนกระทั่งแกนวัดและแกนรับสัมผัสกับขีดศูนย์ปลอกหมุนวัดกับขีดศูนย์บนก้านสเกลตรง +กัน (ดังภาพที่ 5.18) ถือว่าใช้งานได้ในกรณีที่แกนวัดมีขนาด 0-25 มม. เท่านั้น ในกรณีที่แกนวัดมีขนาด 25-50 มม. ขึ้นไปให้ใช้เกจบล็อค แต่ถ้าขีดศูนย์บนปลอกหมุนวัดกับขีดศูนย์บนก้านสเกลไม่ตรงกันแสดงว่าไมโครมิเตอร์นั้นมีความคลาดเคลื่อน (ดังภาพที่ 5.19) จึงจำเป็นต้องมีการปรับตำแหน่งของศูนย์ของไมโครมิเตอร์ใหม่ให้ถูกต้องดังนี้

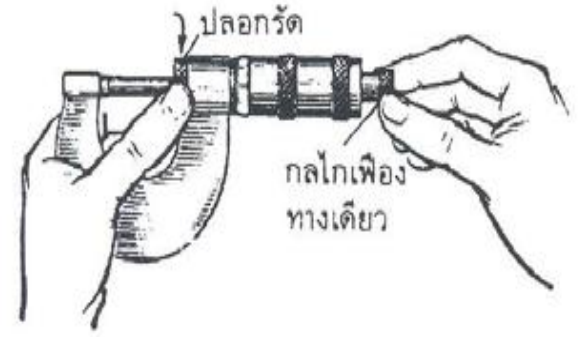


ภาพที่ 5.18 ไมโครมิเตอร์ไม่มีความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 5.19 ไมโครมิเตอร์มีความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนการปรับตำแหน่งศูนย์ของไมโครมิเตอร์



ภาพที่ 5.20 การล็อคแกนวัดด้วยปลอกรัด

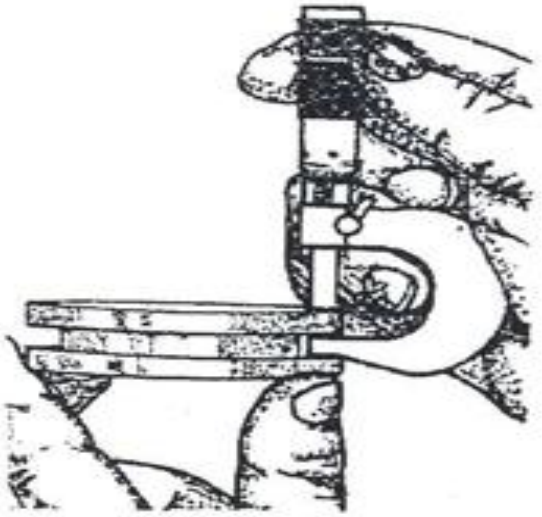
ภาพที่ 5.21 การล็อคแกนวัดด้วยลูกเบี้ยว

ล็อคแกนวัดของไมโครมิเตอร์กลไกล็อคอาจเป็นแบบปลอกรัด (ดังภาพที่ 5.20) หรือแบบลูกเบี้ยว (ดังภาพที่ 5.21) การปรับศูนย์วิธีนี้ใช้ได้กับไมโครมิเตอร์ขนาด 0.25 มม. แต่ถ้าเป็นการปรับศูนย์ของไมโครมิเตอร์ขนาด 25-50 มม., 50-75 มม. เป็นต้นจะใช้เกจบล๊อคตรวจสอบ

1.6 การใช้ไมโครมิเตอร์

วิธีที่ 1

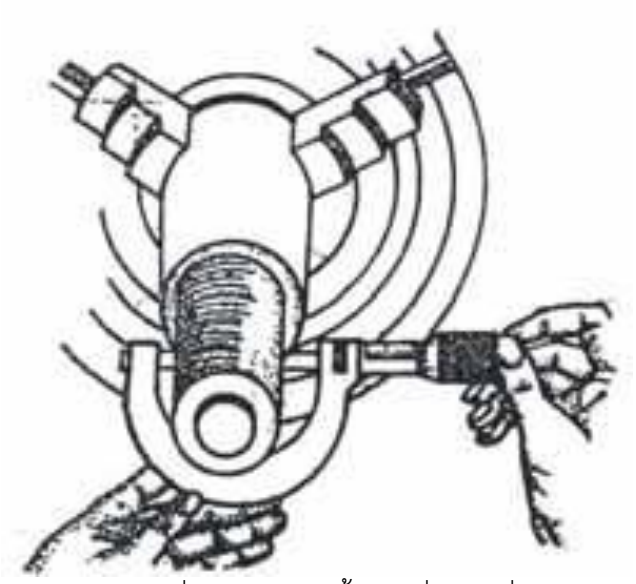
เมื่อชิ้นงานและไมโครมิเตอร์มีขนาดเล็กสามารถจับ ขึ้นมาได้ให้จับชิ้นงานด้วยมือซ้ายและมือขวาจับไมโครมิเตอร์ (ดังภาพที่ 5.22) โดยใช้นิ้วหัวแม่มือ และนิ้วหมุนปลอกหมุนวัด



ภาพที่ 5.22 การวัดชิ้นงานขนาดเล็กใช้มือจับได้

วิธีที่ 2

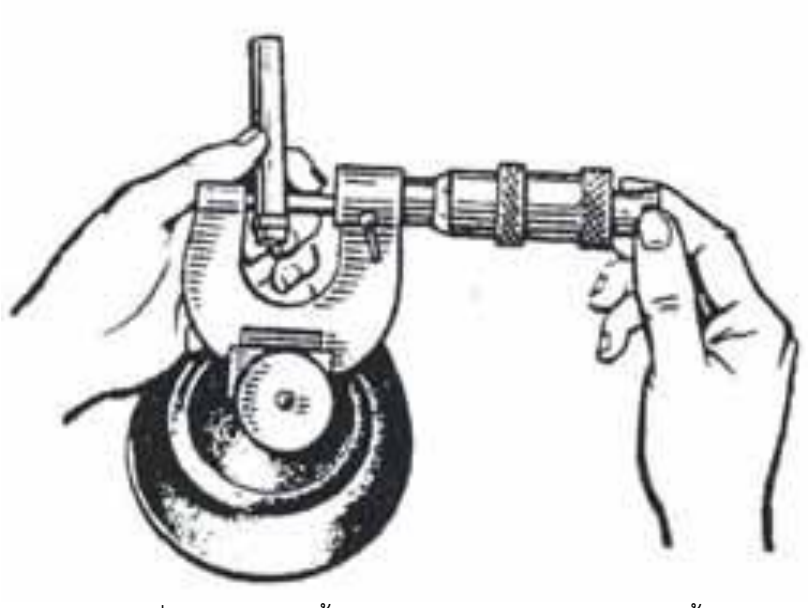
เมื่อชิ้นงานอยู่กับที่ (ดังภาพที่ 5.23) เช่น จับยึดอยู่กับหน้าจานของเครื่องกลึงมือซ้ายจับโครงและมือขวาหมุนปลอกหมุนวัด



ภาพที่ 5.23 การวัดชิ้นงานที่อยู่กับที่

วิธีที่ 3

จากภาพที่ 5.24 ยึดไมโครมิเตอร์ด้วยปากกาตั้งมือซ้ายจับชิ้นงาน มือขวาหมุนปลอกหมุนวัด (ดังภาพที่ 5.24) วิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในห้องประลองงานวัดละเอียดเพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้องและป้องกันเครื่องมือวัดเสียหาย

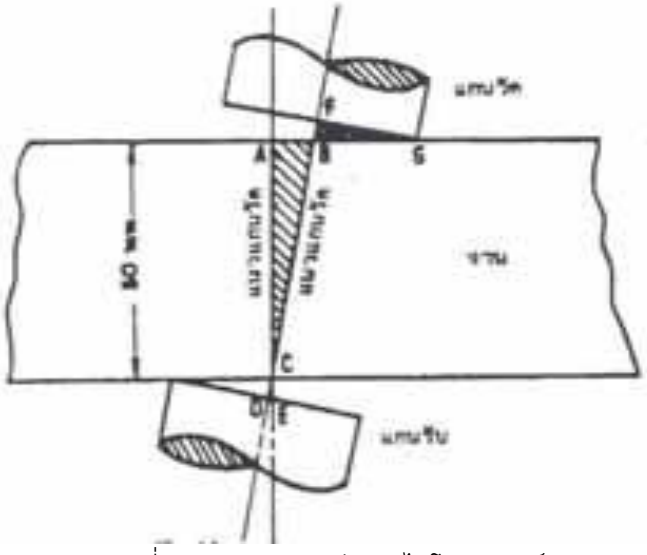


ภาพที่ 5.24 การวัดชิ้นงานโดยยึดไมโครมิเตอร์ด้วยขาตั้ง

1.7 เทคนิคในการใช้ไมโครมิเตอร์

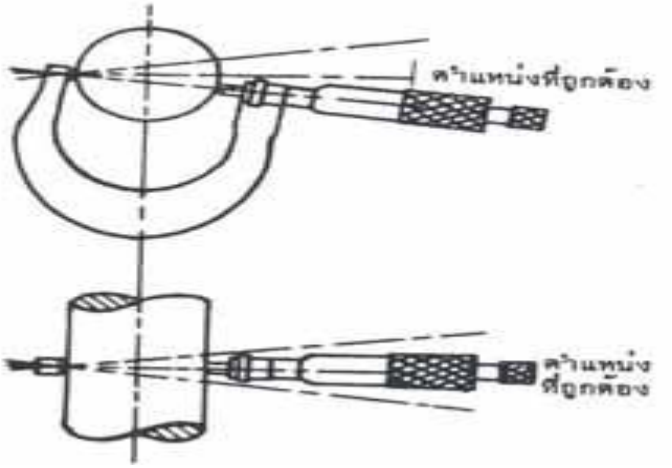
1. ขณะวัดชิ้นงานที่ผิวขนานกันจะต้องให้แนวแกนวัด และแกนรับตั้งฉากกับผิวของชิ้นงาน (ดังภาพที่ 5.25) ภาพที่ 5.25 การสัมผัสชิ้นงานของแกนรับและแกนวัด

2. ขณะวัดชิ้นงานจะต้องให้แนวแกนของไมโครมิเตอร์ อยู่ในแนวเดียวกับแนวแกนวัดมิฉะนั้นแล้วค่าวัดที่ได้จะมากกว่าขนาดจริงของชิ้นงาน (ดังภาพที่ 5.26)



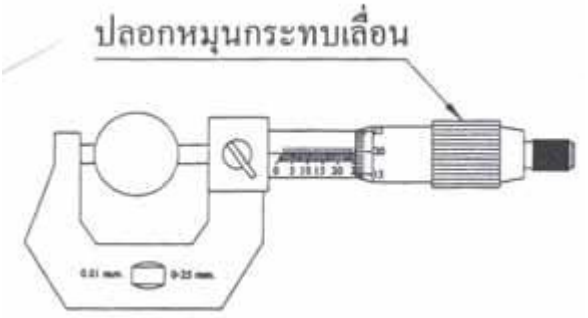
ภาพที่ 5.26 แนวแกนวัดของไมโครมิเตอร์

3. งานกลมทรงกระบอกกลม ผิวงานกลมไม่สามารถบังคับผิวสัมผัสของแกนวัดและแกนรับให้ตั้งฉากกับผิวของชิ้นงานได้ (ดังภาพที่ 5.27) ดังนั้นผู้วัดจะต้องปรับแนวแกนของไมโครมิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าวัดที่ถูกต้อง



ภาพที่ 5.27 การวัดทรงกระบอกกลม

4. ในการวัดชิ้นงานทุกครั้ง ควรใช้ปลอกหมุนกระทบ-เลื่อนวัดชิ้นงานแทนปลอกหมุนวัด เพราะการหมุนปลอกวัดอาจทำให้ผิวของชิ้นงานยุบทำให้ค่าวัดที่ได้ผิดไป (ดังภาพที่ 5.28)



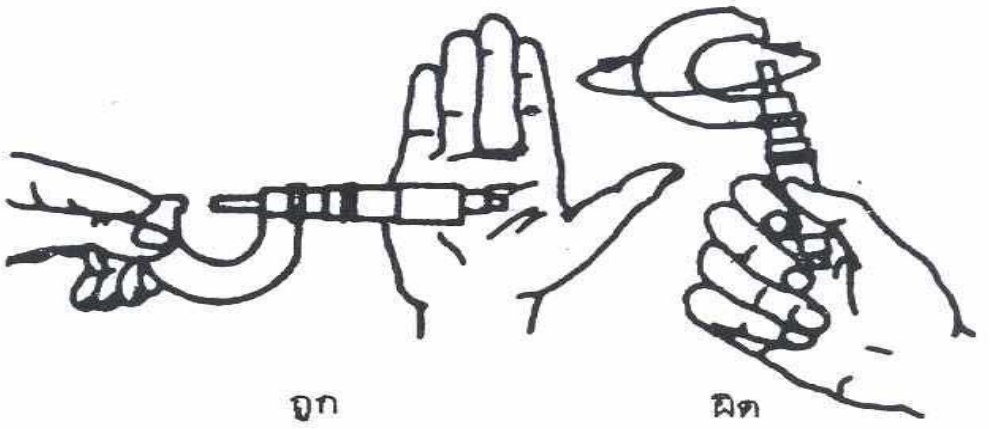
ภาพที่ 5.28 การวัดชิ้นงานที่มีเนื้ออ่อน

5. การอ่านตัวเลขบนสเกลจะต้องถือไมโครมิเตอร์ให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวสายตาทางด้านหน้า(ดังภาพที่ 5.29) เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการอ่าน

ภาพที่ 5.29 การอ่านตัวเลขบนสเกล

1.8 วิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์

1. ทำความสะอาดผิวแกนรับและแกนวัดทุกครั้ง ก่อนและหลังการวัด
2. เมื่อต้องการให้แกนวัดเลื่อนเข้าออกอย่างรวดเร็วให้เลื่อนกับฝ่ามือ (ดังภาพที่ 5.30) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับไมโครมิเตอร์
3. ใช้ปลอกหมุนกระทบเลื่อนขณะวัดชิ้นงานทุกครั้ง
4. อย่างใช้ไมโครมิเตอร์วัดชิ้นงานผิวดิบหรือหยาบเกินไป



ภาพที่ 5.30 การเลื่อนแกนวัดเข้าอย่างรวดเร็ว

5. อย่าปล่อยให้ไมโครมิเตอร์สกปรกขาดการหล่อลื่น ขาดการปรับแต่งและปล่อยให้หมุนวัดฝืดหรือหลวมเกินไป
6. อย่าเก็บหรือวางไมโครมิเตอร์รวมกับเครื่องมืออื่น ๆ
7. ควรวางไมโครมิเตอร์ในกล่องไม้ หรือวางบนผ้านุ่ม
8. ควรตรวจสอบผิวสัมผัสของแกนรับและแกนวัดอยู่เสมอ
9. อย่าวัดชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่
10. อย่าวัดชิ้นงานร้อน

2 วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์ได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3 วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก	จำนวนคาบ 3

หัวข้อเรื่อง

1. การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก

สาระสำคัญ

การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อกเป็นการตรวจสอบค่าความผิดพลาดของไมโครมิเตอร์ ด้วยค่ามาตรฐานของเกจบล็อก แล้วหาค่าเฉลี่ยจากการวัดเพื่อหาค่าความผิดพลาดของโครมิเตอร์

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด
2. เพื่อให้เข้าใจหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด
3. เพื่อให้เข้าใจการปรับเทียบไมโครมิเตอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด
2. บอกหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด
3. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี
4. ปฏิบัติงานปรับเทียบไมโครมิเตอร์

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเกจบล็อกก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพไมโครมิเตอร์ก่อนการปรับเทียบ

ขั้นตอนการปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจ์บล็อก

1. เตรียมเกจบล็อกสำหรับการปรับเทียบไมโครมิเตอร์โดยเลือกไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด 0-25 มม. ดังนั้นจึงเลือกใช้แท่งเกจบล็อกขนาด 10 มม. ในการปรับเทียบ
2. ทำการตรวจสอบสภาพของเกจบล็อกแท่งที่นำมาใช้ในการปรับเทียบและตรวจสอบสภาพการใช้งานของไมโครมิเตอร์ ทั้งสองจะต้องมีสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน
3. ทำการวัดขนาดเกจบล็อกด้วยไมโครมิเตอร์แล้วจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง สมมุติว่าทำการวัดทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง
4. เมื่อได้ทำการวัดขนาดและจดบันทึกแล้ว ทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน และหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัด
5. ทำการสรุปความคลาดเคลื่อนของไมโครมิเตอร์ที่นำมาปรับเทียบ

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก	จำนวนคาบ 3

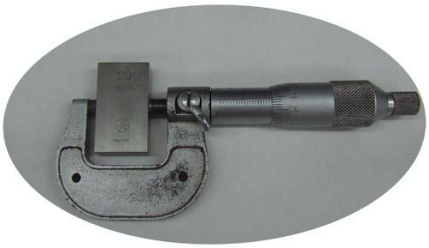
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด 2. เพื่อให้เข้าใจหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด 3. เพื่อให้เข้าใจการปรับเทียบไมโครมิเตอร์	1. การประกอบเกจบล็อก 2. การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ 3. การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด 4. การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกความสำคัญของการปรับเทียบเครื่องมือวัด 2. บอกหลักการปรับเทียบเครื่องมือวัด 3. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี 4. ปฏิบัติงานปรับเทียบไมโครมิเตอร์	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. เกจบล็อก 2. ไมโครมิเตอร์

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก	จำนวนคาบ 3

ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
๕	การปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก	-	St.37	005	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	ขั้นตอนการปรับเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก 1. เตรียมเกจบล็อกสำหรับการปรับเทียบไมโครมิเตอร์ โดยเลือกไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด ๐ – ๒๕ มม. ดังนั้นจึงเลือกใช้แท่งเกจบล็อกขนาด ๑๐ มม. ในการ ปรับเทียบ	 ไมโครมิเตอร์ขนาดช่วงการวัด 0 - 25 มม

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)		
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)		**จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)**
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก		**จำนวนคาบ 3**
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน		
ที่	**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**	**ภาพแสดง**
	2. ทำการตรวจสอบสภาพของเกจบล็อกแท่งที่นำมาใช้ในการปรับเทียบและตรวจสอบสภาพการ ใช้งานของไมโครมิเตอร์ ทั้งสองจะต้องมีสภาพ สมบูรณ์ พร้อมใช้งาน 3. ทำการวัดขนาดเกจบล็อกด้วยไมโครมิเตอร์แล้วจด ค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง สมมุติว่าทำการวัดทั้งหมด จำนวน ๕ ครั้ง 4. เมื่อได้ทำการวัดขนาดและจดบันทึกแล้ว ทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนและหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัด 5. ทำการสรุปความคลาดเคลื่อนของไมโครมิเตอร์ที่นำมาปรับเทียบ	 เกจบล็อกขนาด 20 มม. 

แบบประเมินผล				
ชื่อวิชา	**02206281**	**ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I** (Industrial Engineering Laboratory I)		
ระดับชั้น	**2**	**สาขาวิชา**	**วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์**	**เวลา** **3** **ชั่วโมง**
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก			**คะแนน**	**10** **คะแนน**
เรื่อง	**การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก**			**คะแนน**

ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1.	ทักษะการใช้เกจบล็อก			
2.	ทักษะการปรับเทียบไมโครมิเตอร์			
3.	ทักษะการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
4.	การตรงต่อเวลา			
5.	การแต่งกาย			
6.	การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4 ผลการทดลอง

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3 ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก				คะแนน	10 คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3 ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ด้วยเกจบล็อก				คะแนน	10 คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 9.815	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 16.375	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 10.245	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่…….. เดือน …….. พ.ศ. …….

สมาชิกในกลุ่ม

9. …….. เลขที่ ……..
10. …….. เลขที่ ……..
11. …….. เลขที่ ……..
12. …….. เลขที่ ……..
13. …….. เลขที่ ……..
14. …….. เลขที่ ……..
15. …….. เลขที่ ……..
16. …….. เลขที่ ……..

ผู้ควบคุมการทดลอง ……..

6. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

อภิปรายผลการทดลอง

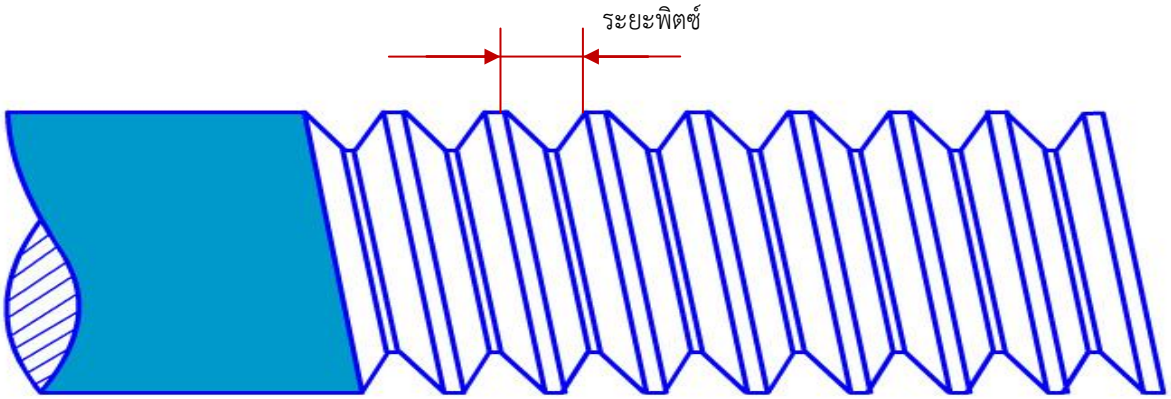
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.3 การสอบเทียบเกลียวใน (Thread Plug Gaugc)

1. บทนำ

งานตรวจสอบ เป็นการเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญไม่แพ้ขั้นตอนของการผลิต เนื่องจากการตรวจสอบนั้นจะสามารถบอกได้ว่า ชิ้นงานหรือสิ่งที่ถูกตรวจสอบนั้นมีคุณสมบัติถูกต้องตรงตามมาตรฐานสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่

งานตรวจสอบเกลียว

เกลียวเป็นชิ้นส่วนที่นิยมนำมาใช้ในงานเกือบทุกประเภท ส่วนใหญ่จะใช้ในการจับยึดสำหรับเกลียวขนาดเล็ก ส่วนเกลียวขนาดใหญ่มักจะถูกนำมาใช้ในการส่งกำลังต่างๆของเครื่องจักรกล



รูปที่ ๖.๑ ลักษณะระยะพิตช์ของเกลียว

การตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวใน (Thread Plug Gaugc)

เกจเกลียวในใช้สำหรับตรวจสอบขนาดเกลียวใน ที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตเกลียวไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม ลักษณะของเกจเกลียวในจะมีรูปร่างคล้ายเกจทรงกระบอกแต่ที่ทั้งสองด้านจะเป็น
เกลียวด้านหนึ่งเป็นด้าน GO อีกด้านหนึ่งเป็นด้าน NoT GO

รูปที่ ๖.๒ เกจเกลียวใน

ในการตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวใน ด้านที่เป็น GO จะต้องสามารถหมุนเข้าไปในเกลียวได้ตลอดจนสุดความยาวของเกลียวส่วนด้านที่เป็น NOT GO จะต้องไม่สามารถเข้าได้ เกลียวนั้นจึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ เพราะมีขนาดที่ถูกต้องตามมาตรฐาน

วิธีการใช้งานเกจเกลียวใน

1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบ
2. เลือกขนาดเกจเกลียวในให้มีขนาดระยะเท่ากับเกลียวที่ต้องการตรวจสอบ
3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นทั้งเกลียวและเกจวัดเกลียวใน ก่อนทำการตรวจสอบ
4. ให้หมุนด้าน GO ของเกจเกลียวในเข้าไปก่อนแล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าไปสุดความยาวของเกลียวทดสอบหรือไม่
5. จากนั้นหมุนด้าน NOT GO ของเกจเกลียวในเข้าไป ด้านที่เป็น NOT GO นี้จะต้องเข้าไปในเกลียวไม่ได้

การบำรุงรักษาเกจเกลียวใน

1. หมั่นตรวจสอบสภาพของเกจเกลียวในอย่างสม่ำเสมอ
2. หลังการใช้งานควรทำความสะอาด และชโลมน้ำมันก่อนจัดเก็บทุกครั้ง
3. การจัดเก็บจะต้องมีกล่องบรรจุโดยเฉพาะ จะต้องไม่เก็บปะปนกับเครื่องมือ ชนิดอื่นๆ

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัด**การสอบเทียบเกลียวใน**ได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน	จำนวนคาบ 3

หัวข้อเรื่อง

1. การตรวจสอบเกลียวใน

สาระสำคัญ

ในการตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวใน ด้านที่เป็น GO จะต้องสามารถหมุนเข้าไปในเกลียวได้ตลอดจนสุดความยาวของเกลียวส่วนด้านที่เป็น NOT GO จะต้องไม่สามารถเข้าได้ เกลียวนั้นจึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ เพราะมีขนาดที่ถูกต้องตามมาตรฐาน

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเกลียวใน
2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียว ใน
3. ใช้งานเกจเกลียวในการตรวจสอบเกลียวในได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการตรวจสอบเกลียวใน
2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเกลียว ใน
3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเกลียวในได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเกจเกลียวในก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของเกลียว
3. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

ขั้นตอนการตรวจสอบเกลียวใน

1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบ
2. เลือกขนาดเกจเกลียวในให้มีขนาดระยะเท่ากับเกลียวที่ต้องการตรวจสอบ
3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นทั้งเกลียวและเกจวัดเกลียวใน ก่อนทำการตรวจสอบ
4. ให้หมุนด้าน GO ของเกจเกลียวในเข้าไปก่อนแล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าไปสุดความยาวของเกลียวทดสอบหรือไม่
5. จากนั้นหมุนด้าน NOT GO ของเกจเกลียวในเข้าไป ด้านที่เป็น NOT GO นี้จะต้องเข้าไปในเกลียวไม่ได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน	จำนวนคาบ 3

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเกลียวใน 2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียวใน 3. ใช้งานเกจเกลียวในการตรวจสอบเกลียวใน ได้อย่างถูกต้อง	1. การทำงานของเกจเกลียวใน 2. การใช้งานเกจเกลียวใน 3. การตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวใน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการตรวจสอบเกลียวใน 2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเกลียว ใน 3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเกลียวในได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. เกจเกลียวใน 2. ชิ้นงานเกลียวใน

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน	จำนวนคาบ 3

จงใช้เกจเกลียวใน ตรวจสอบเกลียวขนาดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เกลียวขนาด M 8 x 1.25
2. เกลียวขนาด M 10 x 1.5
3. เกลียวขนาด M 12 x 1.75
4. เกลียวขนาด M 14 x 2

ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
1	การตรวจสอบเกลียวใน	-	St.37	001	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1	ขั้นตอนการตรวจสอบเกลียวใน 1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบ 2. เลือกขนาดเกจเกลียวในให้มีขนาดระยะเท่ากับเกลียวที่ต้องการตรวจสอบ	 เกจเกลียวใน

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)		
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)		จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน		จำนวนคาบ 3
ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน		
ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นทั้งเกลียวและเกจวัดเกลียวใน ก่อนทำการตรวจสอบ 4. ให้หมุนด้าน GO ของเกจเกลียวในเข้าไปก่อน แล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าไปสุดความยาวของเกลียวทดสอบหรือไม่ 5. จากนั้นหมุนด้าน NOT GO ของเกจเกลียวในเข้าไป ด้านที่เป็น NOT GO นี้จะต้องเข้าไป ในเกลียวไม่ได้ 7. ทำการตรวจสอบขนาดเกลียวนอกจดครบทุกขนาด ในใบงาน	

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง					
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเกลียวใน คะแนน 10 คะแนน					
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1.	เกลียวขนาด M 8 x 1.25				
2.	เกลียวขนาด M 10 x 1.5				
3.	เกลียวขนาด M 12 x 1.75				
4.	เกลียวขนาด M 14 x 2				
5.	ทักษะการใช้วงเกจเกลียวใน				
6.	การตรงต่อเวลา				
7.	การแต่งกาย				
8.	การทำความสะอาด				
รวม					

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3 ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์				คะแนน	10 คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 9.815	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.375	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 10.245	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

17. ..... เลขที่ .....
18. ..... เลขที่ .....
19. ..... เลขที่ .....
20. ..... เลขที่ .....
21. ..... เลขที่ .....
22. ..... เลขที่ .....
23. ..... เลขที่ .....
24. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.4 การสอบเทียบเกลียวนอก

1. บทนำ

การตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวนอก (Thread Ring Gauge)

เกจวัดเกลียวนอก จะมีลักษณะเป็นแป้นกลมคล้ายวงแหวนมีขนาดต่างๆกันไปตามขนาดของเกลียว ที่ผิวด้านนอกจะพิมพ์ลายไว้เพื่อช่วยในการจับขณะทำการตรวจสอบเกลียวลักษณะการใช้งานคล้ายกับเกจเกลียวใน

รูปที่ xx เกจเกลียวนอก

วิธีการใช้งานเกจเกลียวนอก

1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง
2. เลือกขนาดของเกจเกลียวนอกให้เหมาะสมกับขนาดของเกลียวที่จะทำการตรวจสอบ
3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ชิ้นทดสอบเล็กน้อย เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานและเกจเกลียวนอก
4. ทำการหมุนด้าน GO ของเกจเกลียวนอก แล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าได้สุดความยาวของเกลียวหรือไม่
5. หลังจากตรวจสอบด้วยด้าน GO แล้วทำการตรวจสอบด้วยด้าน NOT GO ต่อไป

งานตรวจสอบเรียว

เรียวเป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ที่มีความสามารถในการทำงานด้านต่างๆ เช่น การจับยึด การกระกอบ เรียวจะมีมาตรฐานอยู่หลายชนิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

รูปที่ xx ลักษณะของเรียว

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัด**เกจเกลียวนอก**ได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

หัวข้อเรื่อง

1. การตรวจสอบเกลียวนอก

สาระสำคัญ

เกจวัดเกลียวนอก จะมีลักษณะเป็นแป้นกลมคล้ายวงแหวนมีขนาดต่างๆกันไปตามขนาดของเกลียว ที่ผิวด้านนอกจะพิมพ์ลายไว้เพื่อช่วยในการจับขณะทำการตรวจสอบเกลียวลักษณะการใช้งานคล้ายกับเกจเกลียวใน

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเกลียวนอก
2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียว นอก
3. ใช้งานเกจเกลียวนอกการตรวจสอบเกลียวนอกได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการตรวจสอบเกลียวนอก
2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเกลียว นอก
3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเกลียวนอกได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเกจเกลียวนอกก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของเกลียว
3. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

ขั้นตอนการตรวจสอบเกลียวนอก

1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง
2. เลือกขนาดของเกจเกลียวนอกให้เหมาะสมกับขนาดของเกลียวที่จะทำการตรวจสอบ
3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ชิ้นทดสอบเล็กน้อย เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานและเกจเกลียวนอก
4. ทำการหมุนด้าน GO ของเกจเกลียวนอก แล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าได้สุดความยาวของเกลียวหรือไม่
5. หลังจากตรวจสอบด้วยด้าน GO แล้วทำการตรวจสอบด้วยด้าน NOT GO ต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเกลียวนอก 2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียว นอก 3. ใช้งานเกจเกลียวนอกการตรวจสอบเกลียวนอกได้อย่างถูกต้อง	1. การทำงานของเกจเกลียวนอก 2. การใช้งานเกจเกลียวนอก 3. การตรวจสอบเกลียวด้วยเกจเกลียวนอก
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการตรวจสอบเกลียวนอก 2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเกลียว นอก 3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเกลียวนอกได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. เกจเกลียวนอก 2. ชิ้นงานเกลียวนอก

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

จงใช้เกจเกลียวนอก ตรวจสอบเกลียวขนาดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. เกลียวขนาด M 8 x 1.25
๒. เกลียวขนาด M 10 x 1.5
๓. เกลียวขนาด M 12 x 1.75
๔. เกลียวขนาด M 14 x 2

ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
2	การตรวจสอบเกลียวนอก	-	St.37	002	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	ขั้นตอนการตรวจสอบเกลียวนอก 1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง 2. เลือกขนาดของเกจเกลียวนอกให้เหมาะสมกับขนาดของเกลียวที่จะทำการตรวจสอบ	 เกจเกลียวนอก

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. ชโลมน้ำมันหล่อลื่นที่ชิ้นทดสอบเล็กน้อย เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นงานและเกจเกลียวนอก 4. ทำการหมุนด้าน GO ของเกจเกลียวนอก แล้วสังเกตดูว่าสามารถเข้าได้สุดความยาวของเกจเกลียวหรือไม่ 5. หลังจากตรวจสอบด้วยด้าน GO แล้วทำการตรวจสอบด้วยด้าน NOT GO ต่อไป 6. ทำการตรวจสอบขนาดเกลียวนอกจดครบทุกขนาดในใบงาน	

แบบประเมินผล				
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง				
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบการตรวจสอบเกลียวนอก คะแนน 10 คะแนน				
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1.	เกลียวนอกขนาด M 8 x 1.25			
2.	เกลียวนอกขนาด M 10 x 1.5			
3.	เกลียวนอกขนาด M 12 x 1.75			
4.	เกลียวนอกขนาด M 14 x 2			
5.	ทักษะการใช้วงเกจเกลียวนอก			
6.	การตรงต่อเวลา			
7.	การแต่งกาย			
8.	การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล							
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์		เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์					คะแนน	10	คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 9.815	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.375	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 10.245	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

25. ..... เลขที่ .....
26. ..... เลขที่ .....
27. ..... เลขที่ .....
28. ..... เลขที่ .....
29. ..... เลขที่ .....
30. ..... เลขที่ .....
31. ..... เลขที่ .....
32. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

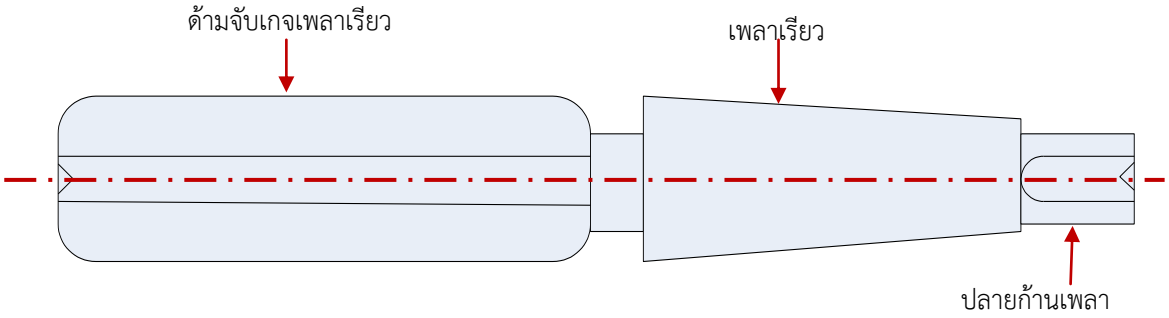
อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.5 การสอบเทียบเรียว

1. บทนำ

การตรวจสอบเรียวด้วยเกจเพลาเรียว (Taper Plug Gauge)

เกจเพลาเรียวจะมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก มีเพลาเรียวที่ผ่านการเจียระไนผิวให้เรียบตามมาตรฐานของเรียวชนิดต่างๆ จะใช้สำหรับตรวจสอบความเรียวของรูชิ้นงานที่ผ่านการกลึงเรียว



รูปที่ xx ส่วนประกอบของเกจเพลาเรียว

วิธีการตรวจสอบเรียวด้วยเกจเพลาเรียว

1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง
2. ทำการเลือกขนาดของเกจเพลาเรียวให้มีขนาด และมาตรฐานเดียวกับชิ้นงาน
3. ใช้สีชอล์คทาที่เกจ์เพลาเรียวจนทั่วโดยรอบ
4. ทำการสอดเกจเพลาเรียวเข้าไปในชิ้นงานจนสุดความยาวของรูเรียว แล้วทำการหมุนเกจเพลาเรียวไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
5. ถอดเกจเพลาเรียวออก สังเกตดูสีที่ทาไว้บนเกจเพลาเรียวในกรณีที่สีถูกลบออกหมด แสดงว่ารูเรียวนั้นได้ขนาดตามมาตรฐาน

การบำรุงรักษาเกจเพลาเรียว

๑ . ชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบจะต้องมีผิวที่เรียบ

๒ . หมั่นตรวจสอบสภาพการใช้งานของเกจเพลาเรียวอยู่เสมอ

๓ . ทำความสะอาด พร้อมทั้งชโลมน้ำมันบางๆก่อนการจัดเก็บทุกครั้ง

๔ . บริเวณส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบของเกจเพลาเรียว จะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการกระแทกโดยเด็ดขาด

๕ . ควรทำการจัดเก็บเกจเพลาเรียวแยกออกจากเครื่องมือชนิดอื่นๆ

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดเกจเพลาเรียวได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเรียว	จำนวนคาบ 3

หัวข้อเรื่อง

1. การตรวจสอบเรียว

สาระสำคัญ

เกจเพลาเรียวจะมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก มีเพลาเรียวที่ผ่านการเจียรไนผิวให้เรียบตามมาตรฐานของเรียวชนิดต่างๆ จะใช้สำหรับตรวจสอบความเรียวของรูชิ้นงานที่ผ่านการกลึงเรียว

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเรียว
2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียวเรียว
3. ใช้งานเกจเพลาเรียวในการตรวจสอบเรียวอย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการตรวจสอบเรียว
2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเรียว
3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเรียวได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเกจเพลาเรียวก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของเกลียว
3. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

ขั้นตอนการตรวจสอบเรียว

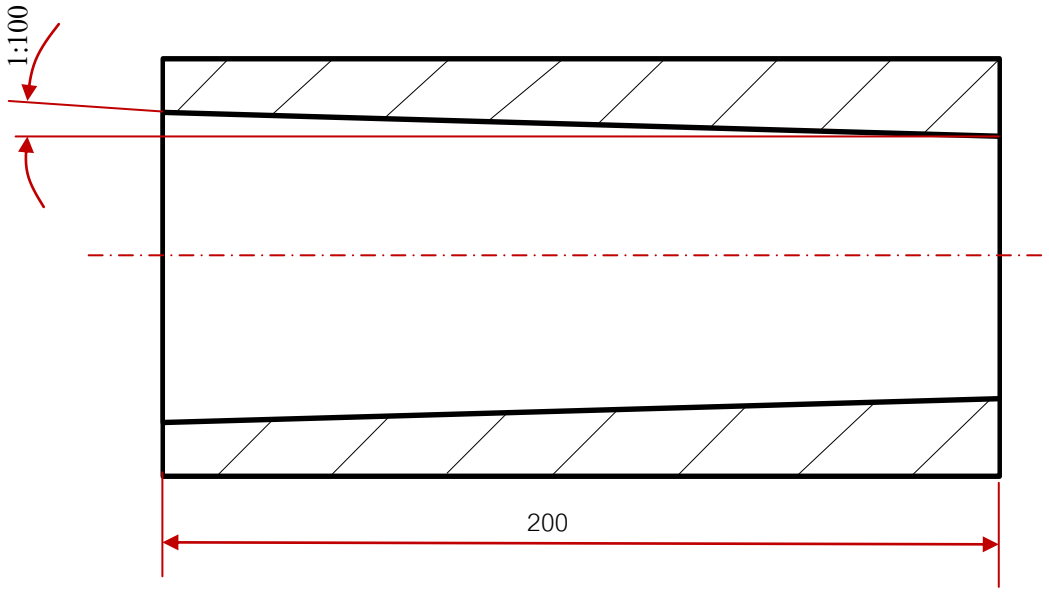
1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง
2. ทำการเลือกขนาดของเกจเพลาเรียวให้มีขนาด และมาตรฐานเดียวกับชิ้นงาน
3. ใช้สีชอล์คทาที่เกจ์เพลาเรียวจนทั่วโดยรอบ
4. ทำการสอดเกจเพลาเรียวเข้าไปในชิ้นงานจนสุดความยาวของรูเรียว แล้วทำการหมุนเกจเพลาเรียวไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
5. ถอดเกจเพลาเรียวออก สังเกตดูสีที่ทาไว้บนเกจเพลาเรียวในกรณีที่สีถูกลบออกหมดแสดงว่ารูเรียวนั้นได้ขนาดตามมาตรฐาน

ใบงานที่ ๖.๓	หน่อยที่ ๖

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเรียว	จำนวนคาบ 3

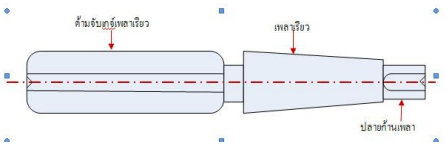
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบเรียว 2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบเกลียวเรียว 3. ใช้งานเกจเพลาเรียวในการตรวจสอบเรียวอย่างถูกต้อง	1. การทำงานของเกจเพลาเรียว 2. การใช้งานเกจเพลาเรียว 3. การตรวจสอบเรียวด้วยเกจเพลาเรียว
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการตรวจสอบเรียว 2. บอกเครื่องมือตรวจสอบเรียว 3. ปฏิบัติงานตรวจสอบเรียวได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. เกจเพลาเรียว 2. ชิ้นงานเรียว 3. สีชอล์ค

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเรียว	จำนวนคาบ 3



ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
3	การตรวจสอบเรียว	-	St.37	003	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	**ขั้นตอนการตรวจสอบเรียว** **1. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการตรวจสอบทุกครั้ง** **2. ทำการเลือกขนาดของเกจ์เพลาเรียวให้มีขนาดและมาตรฐานเดียวกับชิ้นงาน**	 **เกจ์เพลาเรียว**

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเรียว	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. ใช้สีชอล์คทาที่เกจเพลาเรียวจนทั่วโดยรอบ 4. ทำการสอดเกจเพลาเรียวเข้าไปในชิ้นงานจนสุดความยาวของรูเรียว แล้วทำการหมุนเกจเพลาเรียวไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา 5. ถอดเกจเพลาเรียวออก สังเกตดูสีที่ทาไว้บนเกจเพลาเรียวในกรณีที่สีถูกลบออกหมด แสดงว่ารูเรียวนั้นได้ขนาดตามมาตรฐาน	

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์		เวลา 3		ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเรียว			คะแนน 10		คะแนน
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1. 2. 3. 4. 5.	ทักษะการใช้วงเกจเพลาเรียว ทักษะการตรวจสอบเรียว การตรงต่อเวลา การแต่งกาย การทำความสะอาด				
รวม					

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3 ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์				คะแนน	10 คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 9.815	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.375	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 10.245	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....
6. ..... เลขที่ .....
7. ..... เลขที่ .....
8. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

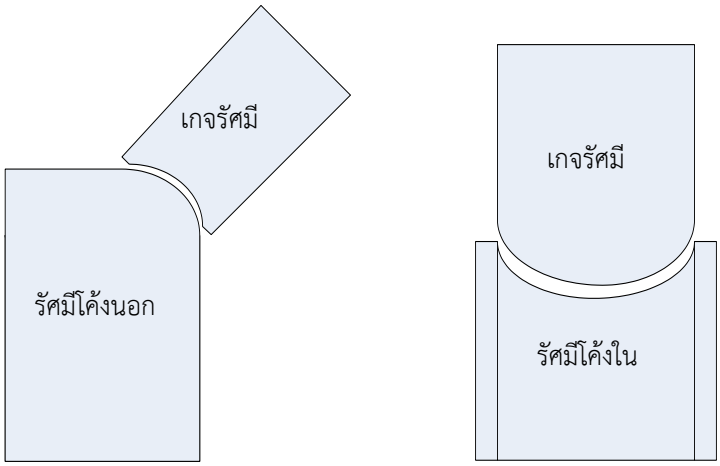
อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.6 การสอบเทียบรัศมี

1. บทนำ

งานตรวจสอบรัศมี (Radius Gauge)

งานตรวจสอบรัศมี เป็นการตรวจสอบผิวโค้งของชิ้นทั้งแบบโค้งนอก และแบบโค้งใน เช่น ผิวบ่าเว้า สันโค้งของงาน เป็นต้น



รูปที่ xx รัศมีโค้งนอกและโค้งใน

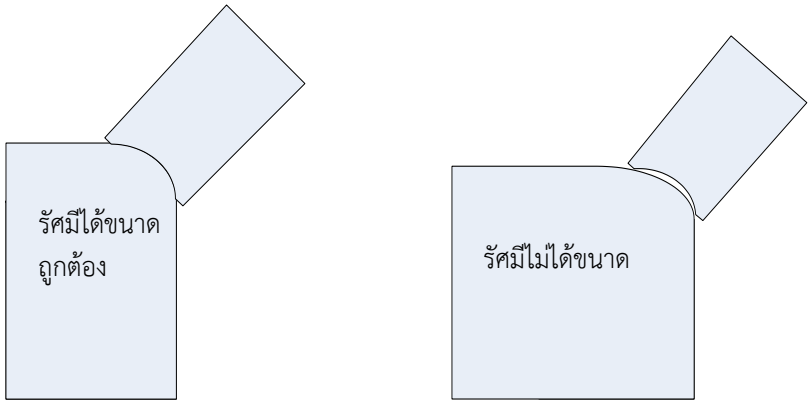
การตรวจสอบรัศมีด้วยเกจรัศมี (Radius Gauge)

การตรวจสอบรัศมีของชิ้นงานด้วยเกจรัศมี เป็นการตรวจสอบโดยการเทียบความโค้งของชิ้นงานกับเกจรัศมีที่มีค่าคงที่ แต่สามารถเลือกขนาดของรัศมีในการวัดได้

รูปที่ ๖.๗ เกจรัศมี

วิธีการตรวจสอบรัศมีด้วยเกจรัศมี

1. ทำความสะอาดผิวส่วนโค้งของชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบ
2. เลือกขนาดรัศมีของเกจเหมาะสมกับขนาดของรัศมีชิ้นงานที่ต้องการทำการตรวจสอบ
3. ทำการตรวจสอบรัศมีโค้งของชิ้นงาน โดยสังเกตจากแสงที่รอดผ่านระหว่างเกจกับชิ้นงาน ถ้ามีแสงรอดผ่านได้แสดงว่า ส่วนโค้งของชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามขนาดรัศมีของเกจที่เลือกมาใช้ในการตรวจสอบ



รูปที่ xx แสดงรัศมีได้ขนาดและไม่ได้นาด

การบำรุงรักษาและข้อควรระวังในการใช้งานเกจรัศมี

1. ในขณะทำการตรวจสอบรัศมีจะต้องระสัดระวังการกระแทกระหว่างเกจ์รัศมีกับชิ้นงาน เพราจะทำให้เกจรัศมีเกิดการเสียหายได้
2. ควรมีการตรวจสอบสภาพการใช้งานของเกจรัศมีอย่างสม่ำเสมอ
3. หลังเลิกใช้งานควรพับแผ่นเกจรัศมีเก็บทุกครั้ง
4. ชโลมน้ำมันและเก็บเกจรัศมีในกล่องบรรจุเพื่อป้องกันสนิม

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดเกจรัศมีได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	จำนวนคาบ 3

หัวข้อเรื่อง

1. การตรวจสอบรัศมี

สาระสำคัญ

การตรวจสอบรัศมีของชิ้นงานด้วยเกจรัศมี เป็นการตรวจสอบโดยการเทียบความโค้งของชิ้นงานกับเกจรัศมีที่มีค่าคงที่ แต่สามารถเลือกขนาดของรัศมีในการวัดได้

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าใจลักษณะของรัศมี
2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบรัศมี
3. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบรัศมี
4. ใช้งานเกจรัศมีในการตรวจสอบรัศมีถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี
2. บอกเครื่องมือตรวจสอบรัศมี
3. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี
4. ปฏิบัติงานตรวจสอบรัศมีได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบรัศมี	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเกจรัศมีก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของชิ้นงานก่อนการตรวจสอบ
3. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

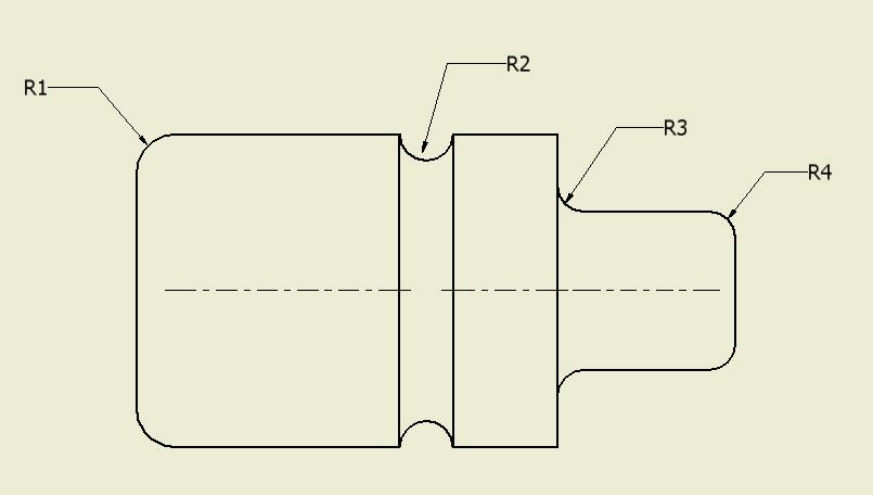
ขั้นตอนการตรวจสอบรัศมี

1. ทำความสะอาดผิวส่วนโค้งของชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบ
2. เลือกขนาดรัศมีของเกจเหมาะสมกับขนาดของรัศมีชิ้นงานที่ต้องการทำการตรวจสอบ
3. ทำการตรวจสอบรัศมีโค้งของชิ้นงาน โดยสังเกตจากแสงที่รอดผ่านระหว่างเกจกับชิ้นงาน ถ้ามีแสงรอดผ่านได้แสดงว่า ส่วนโค้งของชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามขนาดรัศมีของเกจ์ที่เลือกมาใช้ในการตรวจสอบ

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบรัศมี	จำนวนคาบ 3

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าใจลักษณะของรัศมี 2. เพื่อให้รู้เครื่องมือตรวจสอบรัศมี 3. เพื่อให้เข้าใจหลักการตรวจสอบรัศมี 4. ใช้งานเกจรัศมีในการตรวจสอบรัศมีถูกต้อง	1. การทำงานของเกจรัศมี 2. การใช้งานเกจรัศมี 3. การตรวจสอบรัศมีด้วยเกจรัศมี
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี 2. บอกเครื่องมือตรวจสอบรัศมี 3. บอกหลักการตรวจสอบรัศมี 4. ปฏิบัติงานตรวจสอบรัศมีได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. เกจรัศมี 2. ชิ้นงานตรวจสอบ

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบรัศมี	จำนวนคาบ 3



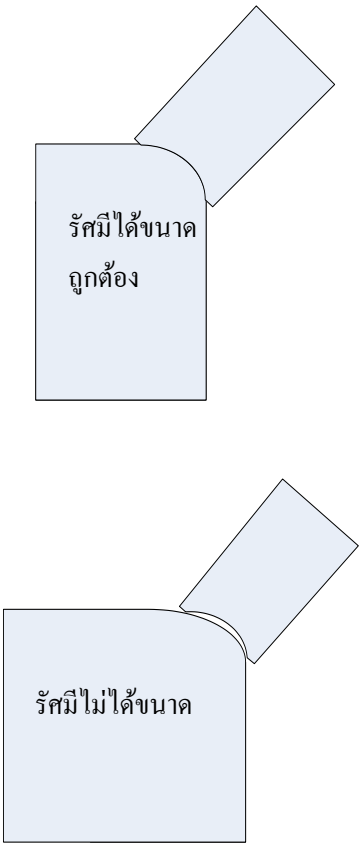
ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
1	การตรวจสอบรัศมี	-	St.37	004	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	ขั้นตอนการตรวจสอบรัศมี 1. ทำความสะอาดผิวส่วนโค้งของชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบ 2. เลือกขนาดรัศมีของเกจเหมาะสมกับขนาดของรัศมีชิ้นงานที่ต้องการทำการตรวจสอบ	

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบรัศมี	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. ทำการตรวจสอบรัศมีโค้งของชิ้นงาน โดยสังเกตจากแสงที่รอดผ่านระหว่างเกจกับชิ้นงาน ถ้ามีแสงรอดผ่านได้แสดงว่า ส่วนโค้งของชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามขนาดรัศมีของเกจที่เลือกมาใช้ในการตรวจสอบ 4. ทำการตรวจสอบรัศมีโค้งของชิ้นงานจนครบทั้ง ๔ จุด ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว	

แบบประเมินผล				
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง				
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบรัศมี คะแนน 10 คะแนน				
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1.	ขนาดรัศมี R1			
2.	ขนาดรัศมี R2			
3.	ขนาดรัศมี R3			
4.	ขนาดรัศมี R4			
5.	ทักษะการใช้เกจรัศมี			
6.	ทักษะการตรวจสอบรัศมี			
7.	การตรงต่อเวลา			
8.	การแต่งกาย			
9.	การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล							
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์		เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์					คะแนน	10	คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 9.815	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.375	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 10.245	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....
6. ..... เลขที่ .....
7. ..... เลขที่ .....
8. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

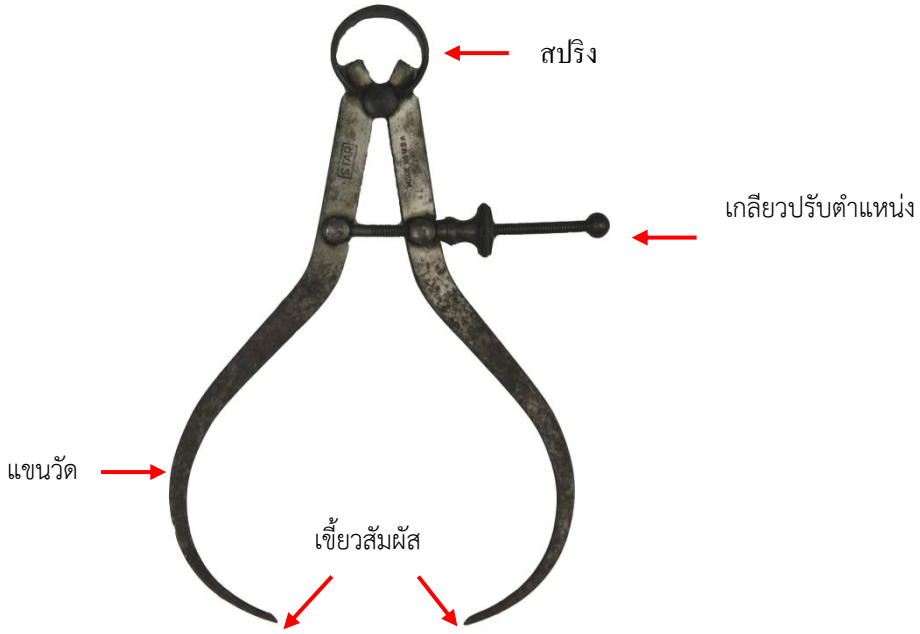
อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.7 การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดนอก

1. บทนำ

วงเวียนวัดนอก

ลักษณะของวงเวียนวัดนอกนั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายขนาดภายนอกที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อนของชิ้นงาน เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นงานทรงกระบอก ความยาวของชิ้นงานรูปทรงสี่เหลี่ยม ทรงกระอก ทรงกลม เป็นต้น วงเวียนวันอก จะมีเขี้ยวสัมผัสที่ใช้สำหรับการวัดขนาดรูปร่างคล้ายกับเขาควาย กางเข้า-ออกได้ โดยอาศัยเกลียวปรับตำแหน่งเป็นตัวปรับตั้งขนาดของเขี้ยวสัมผัส สปริงด้านบนจะเป็นตัวถ่างแขนวัดให้กางออก โดยมีลักษณะดังรูป



รูปที่ ๒.๑ วงเวียนวัดนอก

รูปที่ xx การถ่ายขนาดชิ้นงาน

รูปที่ xx การถ่ายขนาดกับบรรทัดเหล็ก

เนื่องจากวงเวียนถ่ายวัดนอกนั้นเป็นเครื่องมือวัดที่ไม่มีขีดมาตรา ในการใช้งานจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรามาร่วมด้วย เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นทราบค่าที่วัดได้ด้วยการใช้วงเวียนถ่ายขนาด

การถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก

การวัดขนาดของชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอกนั้นมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หากผู้ปฏิบัติงานนั้นมีความสามารถ และ รู้หลักการในการวัดขนาดของชิ้นงานอย่างถูกต้อง โดยมีหลักการดังนี้

(1) ทำการปรับขนาดของวงเวียนวัดนอกให้มีขนาดเท่ากับขนาดที่ต้องการถ่ายขนาดโดยการกางวงเวียนและทำการวัดกับบรรทัดเหล็กหรือเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราชนิดอื่น ๆ

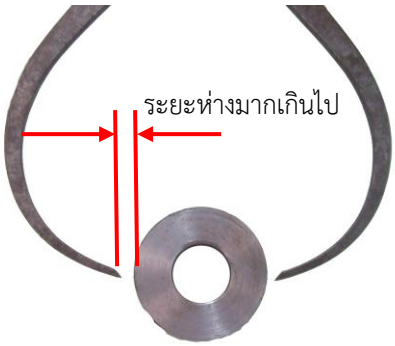
รูปที่ xx การวัดขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก

(2) ทำการล็อกขนาดของวงเวียนวัดนอกให้แน่น จากนั้นจึงนำไปวัดเพื่อเทียบขนาดกับชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ว่ามีขนาดตามที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

รูปที่ xx การเทียบขนาดชิ้นงานกับวงเวียนวัดนอก

ข้อควรระวังในการวัดขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก

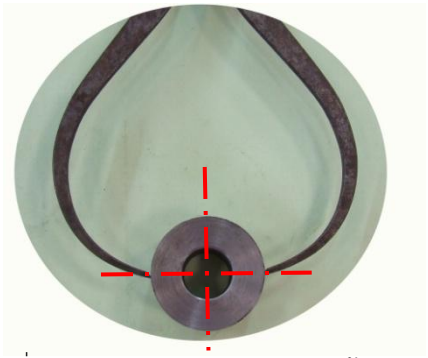
(1) ในการเทียบขนาดระหว่างวงเวียนวัดนอกกับชิ้นงาน จะต้องให้ผิวสัมผัสของปากวงเวียนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี ไม่มีข้างใดข้างหนึ่งห่างจนเกินไป เพราะจะทำให้ค่าวัดวัดนั้นคลาดเคลื่อนหรือผิดไปจากขนาดจริง ๆ ของชิ้นงาน



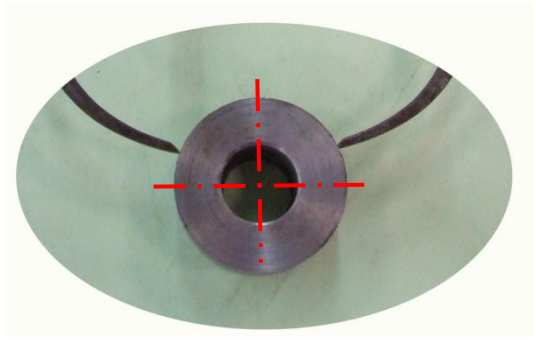
รูปที่ xx ลักษณะการวัดที่ผิดวิธี

รูปที่ xx ลักษณะการวัดที่ถูกวิธี

(2) ถ้าหากชิ้นงานที่นำมาเทียบขนาดด้วยวงเวียนวัดนอกเป็นชิ้นงานทรงกลม การเทียบขนาดจะต้องให้ปากวัดของวงเวียนอยู่ตรงตำแหน่งเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี เพื่อให้ได้ค่าการวัดที่ถูกต้องชัดเจน



รูปที่ xx ลักษณะการวัดตรงตำแหน่งเส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ xx ลักษณะการวัดไม่ตรงตำแหน่งเส้นผ่านศูนย์กลาง

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดวงเวียนวัดนอกได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	**จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)**
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	**จำนวนคาบ 3**

<u>หัวข้อเรื่อง</u>

1. การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก

<u>สาระสำคัญ</u>

วงเวียนวัดนอกเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายขนาดชิ้นงานจากชิ้นหนึ่งไปยังอีกชิ้นหนึ่งโดยที่ไม่มีตัวเลขบอกขนาดปรากฏอยู่บนวงเวียน แต่หากต้องการทราบค่าที่ได้จากการถ่ายขนาดก็สามารถทำได้โดยการนำไปเทียบกับเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ที่มีขีดมารตรา อย่างเช่น บรรทัดเหล็ก หรือเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ดังนั้นการวัดและการถ่ายขนาดของชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอกจึงเป็นการฝึกทักษะเบื้องต้นในการใช้งานเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีค่าความละเอียดต่ำ ก่อนการใช้งานเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	จำนวนคาบ 3

<u>จุดประสงค์การสอน</u>

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของวงเวียนวัดนอก
2. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานวงเวียนวัดนอก
3. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอก
4. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก
5. ใช้งานวงเวียนวัดนอกในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการทำงานของวงเวียนวัดนอก
2. บอกหลักการใช้งานวงเวียนวัดนอก
3. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอก
4. บอกหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก
5. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานได้
6. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็กได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของวงเวียนวัดนอกก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของชิ้นงาน
3. ตรวจสอบสภาพของบรรทัดเหล็ก
4. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

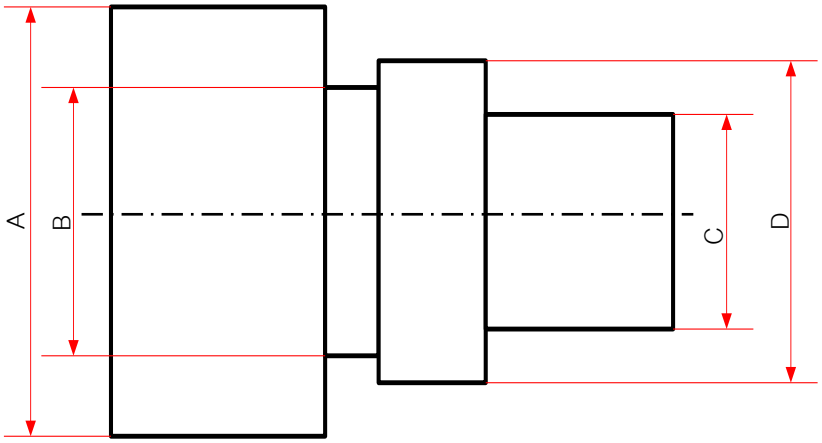
ขั้นตอนการวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก

1. กางเขี้ยวสัมผัสให้มีขนาดกว้างกว่าขนาดความโตของชิ้นงานเล็กน้อย
2. ค่อยๆ ปรับเขี้ยววัดให้แคบลงจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี
3. ระหว่างทำการปรับระยะของเขี้ยวสัมผัสจะต้องคอยระวังให้เขี้ยวสัมผัสของวงเวียนวัดนอกสัมผัสกับผิวของชิ้นงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี
4. นำวงเวียนวัดนอกมาเทียบขนาดกับบรรทัดเหล็กแล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง
5. ทำการวัดขนาดซ้ำประ ๒ – ๓ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัด

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	จำนวนคาบ 3

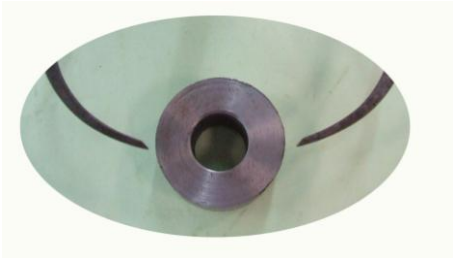
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของวงเวียนวัดนอก 2. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานวงเวียนวัดนอก 3. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอก 4. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก 5. ใช้งานวงเวียนวัดนอกในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง	1. การทำงานของวงเวียนวัดนอก 2. การใช้งานวงเวียนวัดนอก 3. การถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอก 4. หลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก 5. การถ่ายขนาดชิ้นงาน 6. การถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการทำงานของวงเวียนวัดนอก 2. บอกหลักการใช้งานวงเวียนวัดนอก 3. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอก 4.บอกหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็ก 5. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานได้ 6. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดวงเวียนวัดนอกกับบรรทัดเหล็กได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. วงเวียนวัดนอก 2. ชิ้นงาน 3. บรรทัดเหล็ก

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	จำนวนคาบ 3



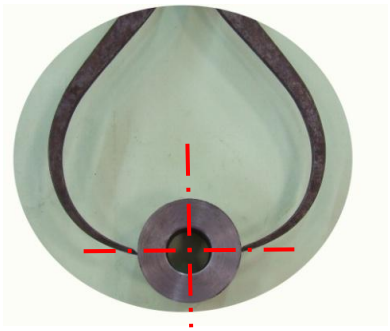
ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
1	การถ่ายขนาดงานกลม	-	St.37	001	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	ขั้นตอนการถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก 1. กางเขี้ยววัดของวงเวียนวัดนอกให้มีขนาดกว้างกว่าชิ้นงานเล็กน้อย	
	2. ค่อย ๆ ปรับเขี้ยววัดให้แคบลงจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี	

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. วางเขี้ยวสัมผัสของวงเวียนวัดนอก สัมผัสกับผิวของชิ้นงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี	
	4. นำวงเวียนวัดนอกมาเทียบขนาดกับบรรทัดเหล็กแล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้งทำการวัดขนาดซ้ำประ ๒ – ๓ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัด	
	5. ทำการวัดและถ่ายขนาด ที่จุดต่างบนแบบชิ้นงานตามขั้นตอนดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว และทำการจดค่าที่ได้จากการถ่ายขนาดด้วยบรรทัดเหล็กจนเสร็จทุกจุด จากนั้นจึงนำใบงานมาส่งเพื่อให้ครูผู้สอนทำการประเมินต่อไป	

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง					
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดนอก คะแนน 10 คะแนน					
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1.	ขนาดความเส้นผ่านศูนย์กลาง จุด A				
2.	ขนาดความเส้นผ่านศูนย์กลาง จุด B				
3.	ขนาดความเส้นผ่านศูนย์กลาง จุด C				
4.	ขนาดความเส้นผ่านศูนย์กลาง จุด D				
5.	ทักษะการใช้วงเวียนวัดนอก				
6.	การตรงต่อเวลา				
7.	การแต่งกาย				
8.	การทำความสะอาด				
รวม					

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล						
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์				คะแนน	10	คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 9.815	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 16.375	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 10.245	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....
6. ..... เลขที่ .....
7. ..... เลขที่ .....
8. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

อภิปรายผลการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองที่ 1.9 การสอบเทียบด้วยวงเวียนวัดใน

1. บทนำ

วงเวียนวัดใน

วงเวียนวัดในเป็นเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตราซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับวงเวียนวัดนอก แตกต่างกันที่เป็นเครื่องมือใช้สำหรับการวัดขนาดภายในของชิ้นงานเท่านั้นเอง โดยเขี้ยวสัมผัสของวงเวียนชนิดนี้จะงอออกด้านนอกเพื่อรับผิวด้านในของชิ้นงาน เกลียวปรับตำแหน่งจะทำหน้าที่ กางแขนของวงเวียนเข้า-ออกตามระยะต่าง ๆ เท่าที่ความสามารถของวงเวียนแต่ละตัวจะกางออกได้

รูปที่ xx วงเวียนวัดใน

การถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน

(1) ทำการปรับขนาดเขี้ยวสัมผัสของวงเวียนวัดในให้ได้ขนาด โดยการหมุนเกลียวปรับตำแหน่งแล้วเทียบกับบรรทัดจนได้ขนาดที่ต้องการ จากนั้นทำการล็อกไม่ให้แขนวัดเคลื่อนที่ในขณะใช้งาน

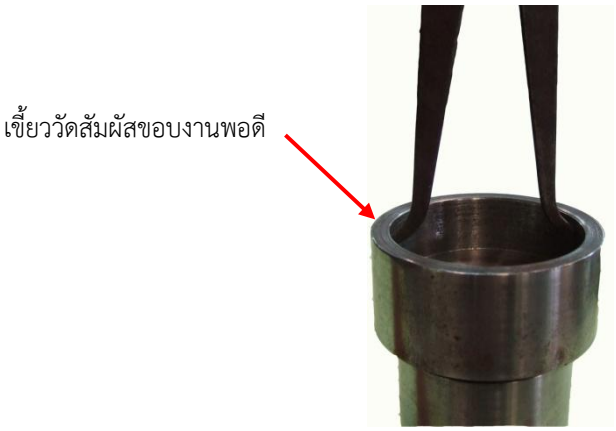
รูปที่ xx การวัดขนาดด้วยบรรทัดเหล็ก

(2) เมื่อได้ทำการปรับขนาดของเขี้ยวสัมผัสได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว ทำการวัดหรือเทียบขนาดกับชิ้นงานที่มีลักษณะของรูเจาะ รูคว้าน หรือรูปทรงอื่น ๆ

รูปที่ xx การวัดขนาดด้วยวงเวียนวัดใน

ข้อควรระวังในการวัดขนาดด้วยวงเวียนวัดใน

(1) เขี้ยวผิวสัมผัสของปากวงเวียนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี ไม่มีข้างใดข้างหนึ่งห่างจนเกินไป เพราะจะทำให้ค่าวัดวัดนั้นคลาดเคลื่อนหรือผิดไปจากขนาดจริง ๆ ของชิ้นงาน



รูปที่ xx ลักษณะการวัดด้วยวงเวียนวัดใน

(1) ลักษณะของการวัดชิ้นงานจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับงานที่มีรูปทรงต่าง ๆ กันไป เช่น ทรงกลม สี่เหลี่ยม เพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้องของชิ้นงาน

รูปที่ xx ลักษณะการวัดไม่ตรงตำแหน่งเส้นผ่านศูนย์กลาง

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดวงเวียนวัดในได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	**จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)**
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน	**จำนวนคาบ 3**

<u>หัวข้อเรื่อง</u>

1. การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน

<u>สาระสำคัญ</u>

วงเวียนวัดในเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายขนาดชิ้นงานภายในเช่น รูคว้าน รู้เจาะ เป็นต้น โดยที่ไม่มีตัวเลขบอกขนาดปรากฏอยู่บนวงเวียน แต่หากต้องการทราบค่าที่ได้จากการถ่ายขนาดก็สามารถทำได้โดยการนำไปเทียบกับเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ที่มีขีดมารตรา อย่างเช่น บรรทัดเหล็ก หรือเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ดังนั้นการวัดและการถ่ายขนาดของชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดนอกจึงเป็นการฝึกทักษะเบื้องต้นในการใช้งานเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีค่าความละเอียดต่ำ ก่อนการใช้งานเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน	จำนวนคาบ 3

<u>จุดประสงค์การสอน</u>

จุดประสงค์ทั่วไป

๑. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของวงเวียนวัดใน
๒. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานวงเวียนวัดใน
๓. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดใน
๔. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก
๕. ใช้งานวงเวียนวัดในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. บอกหลักการทำงานของวงเวียนวัดใน
๒. บอกหลักการใช้งานวงเวียนวัดใน
๓. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดใน
๔.บอกหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก
๕. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานได้
๖. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็กได้

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของวงเวียนวัดในก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวของชิ้นงาน
3. ตรวจสอบสภาพของบรรทัดเหล็ก
4. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

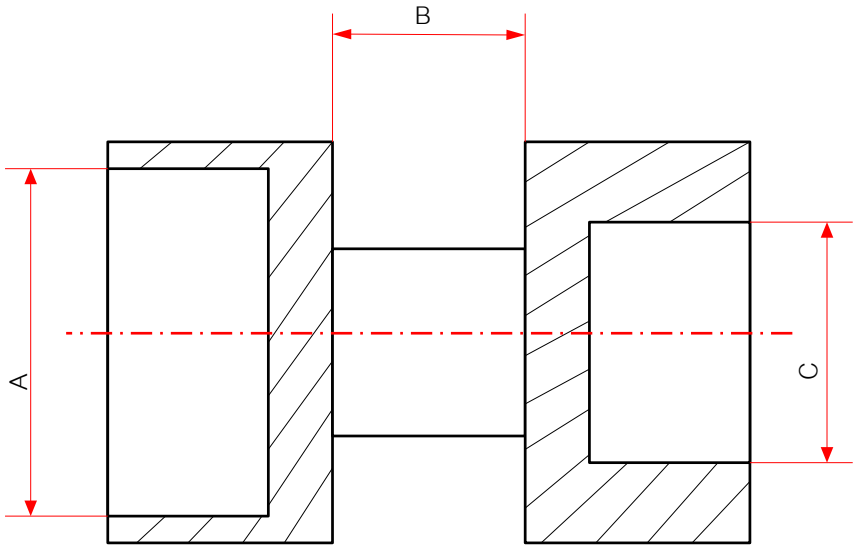
ขั้นตอนการวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน

1. กางเขี้ยวสัมผัสให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดความโตของชิ้นงานเล็กน้อย
2. ค่อย ๆ ปรับเขี้ยววัดให้กว้างขึ้นจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี
3. ระหว่างทำการปรับระยะของเขี้ยวสัมผัสจะต้องคอยระวังให้เขี้ยวสัมผัสของวงเวียนวัดใน
   สัมผัสกับผิวของชิ้นงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี
4. นำวงเวียนวัดนอกมาเทียบขนาดกับบรรทัดเหล็กแล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง
5. ทำการวัดขนาดซ้ำประ 2 – 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัด

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน	จำนวนคาบ 3

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของวงเวียนวัดใน 2. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานวงเวียนวัดใน 3. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดใน 4. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก 5. ใช้งานวงเวียนวัดใน ในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง	1. การทำงานของวงเวียนวัดใน 2. การใช้งานวงเวียนวัดใน 3. การถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดใน 4. หลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก 5. การถ่ายขนาดชิ้นงาน 6. การถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการทำงานของวงเวียนวัดใน 2. บอกหลักการใช้งานวงเวียนวัดใน 3. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยวงเวียนวัดใน 4.บอกหลักการถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็ก 5. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานได้ 6. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดวงเวียนวัดในกับบรรทัดเหล็กได้	วัสดุ – อุปกรณ์ 1. วงเวียนวัดใน 2. ชิ้นงาน 3. บรรทัดเหล็ก

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน	จำนวนคาบ 3



ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
2	การถ่ายขนาดรูคว้าน	-	St.37	002	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
1.	ขั้นตอนการถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน 1. กางเขี้ยววัดของวงเวียนวัดในให้มีขนาดเล็กกว่าชิ้นงานเล็กน้อย 2. ค่อยๆ ปรับเขี้ยววัดให้กว้างขึ้นจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี	

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน		
ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. วางเขี้ยวสัมผัสของวงเวียนวัดใน สัมผัสกับผิวของชิ้นงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี	
	4. นำวงเวียนวัดในมาเทียบขนาดกับบรรทัดเหล็กแล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้งทำการวัดขนาดซ้ำประ 2 - 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัด	
	5. ทำการวัดและถ่ายขนาด ที่จุดต่างบนแบบชิ้นงานตามขั้นตอนดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว และทำการจดค่าที่ได้จากการถ่ายขนาดด้วยบรรทัดเหล็กจนเสร็จทุกจุด จากนั้นจึงนำใบงานมาส่งเพื่อให้ครูผู้สอนทำการประเมินต่อไป	

แบบประเมินผล				
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง				
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยวงเวียนวัดใน คะแนน 10 คะแนน				
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1.	ขนาดรู้คว้านที่ จุด A			
2.	ขนาดความกว้างของร่อง จุด B			
3.	ขนาดรู้คว้านที่ จุด C			
4.	ทักษะการใช้วงเวียนวัดใน			
5.	การตรงต่อเวลา			
6.	การแต่งกาย			
7.	การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล							
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์		เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์					คะแนน	10	คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 9.815	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 16.375	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 10.245	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....
6. ..... เลขที่ .....
7. ..... เลขที่ .....
8. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

อภิปรายผลการทดลอง

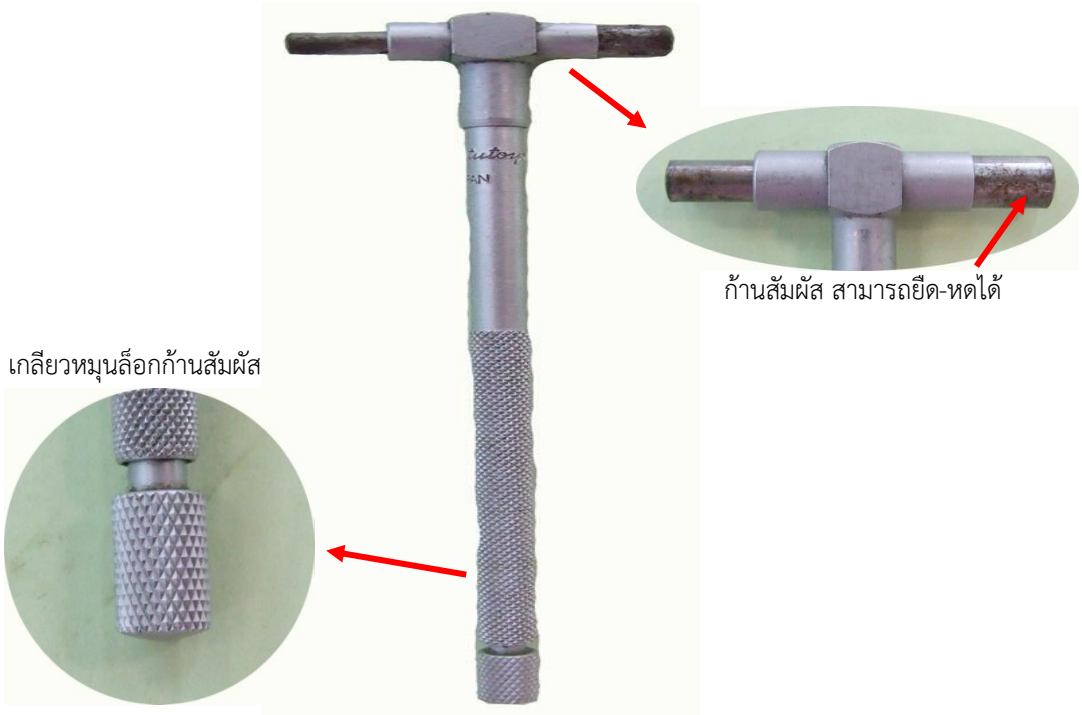
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.10 การสอบเทียบด้วยเทเลสโคปิกเกจ

1. บทนำ

เทเลสโคปิกเกจ

ลักษณะของเทเลสโคปิกเกจ

เทเลสโคปิกเกจเป็นเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา ที่ใช้สำหรับการวัดและถ่ายขนาดชิ้นงานในของชิ้นงาน เช่น รูคว้าน รูเจาะ เป็นต้น เทเลสโคปิกเกจมีลักษณะเป็นเหมือนรูปตัว T มีก้านทั้งสองก้านที่สามาร ถยืด-หดได้ตามขนาดของชิ้นงานที่ต้องการวัดหรือเทียบขนาด โดยระยะในการยืด -หด ของก้านสัมผัสนั้นจะขึ้นอยู่กับระดับความสามารถในการวัดของเทเลสโคปิกเกจแต่ละตัว ที่ด้ามของเทเลสโคปิกเกจจะสามารถหมุนล็อกก้านสัมผัสไม่ให้ให้ยืด-หด โดยมีลักษณะดังรูป



รูปที่ xx ลักษณะและส่วนประกอบเทเลสโคปิกเกจ

การใช้งานเทเลสโคปิกเกจ

ก่อนการนำเทเลสโคปิกเกจมาใช้งานผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องมือวัดก่อนทุกครั้งว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่เมื่อทำการตรวจสอบสภาพเรียบร้อยแล้ว ให้การทำตรวจสอบสภาพความเรียบร้อยของชิ้นงานที่จะทำการวัดหรือถ่ายขนาดว่าอุปสรรค์ใด ๆ ในการวัดหรือไม่ เช่น รอยเยินของผิวงาน คมของชิ้นงานที่เกิดจากการขึ้นรูปเป็นต้น เมื่อตรวจสภาพความร้อยต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วจึงเริ่มขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

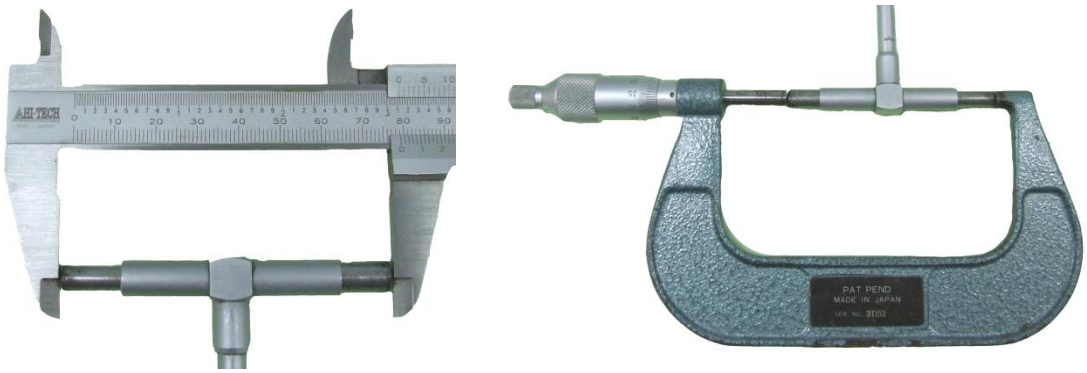
1. เลือกขนาดความสามารถในการวัดชิ้นงานของเทเลสโคปิกเกจให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงาน หรือหากมีความจำเป็นก็จะต้องเลือกให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

2. ใช้มือข้างที่ถนัดมากที่สุดจับด้ามเทเลสโคปิกเกจ แล้วใส่ก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจเข้าไปในส่วนที่ต้องการวัด แล้วทำการหมุนปรับปุ่มล็อกที่ด้ามให้แน่น ทั้งนี้จะต้องตรวจสอบส่วนปลายของก้านสัมผัสให้สัมผัสกับขอบของชิ้นงานพอดี

รูปที่ xx ลักษณะการวัดด้วยเทเลสโคปิกเกจ

3. นำเทเลสโคปิกเกจออกจากชิ้นงานโดยจะต้องค่อย ๆ เอาออกโดยการเอียงก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจไปข้างใดข้างหนึ่งเพื่อให้สามารถเอาออกได้ง่ายขึ้น

4. ทำการวัดขนาดที่ได้จากเทเลสโคปิกเกจกับเครื่องมือวัดชนิดที่มีขีดมาตรา เพื่อหาขนาดของชิ้นงาน เช่น เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ หรือ ไมโครมิเตอร์วัดนอก



รูปที่ xx การวัดขนาดจากเทเลสโคปิกเกจด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์

5. ข้อควรระวังในการวัดขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ

(1) ก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจจะต้องสัมผัสกับของของชิ้นงานพอดี ทั้งสองข้าง ไม่มีข้างใดข้างหนึ่งห่างจนเกินไปเพราะจะส่งผลให้ค่าที่ได้จากการวัดนั้นผิดลาด

รูปที่ xx ลักษณะการวัดด้วยเทเลสโคปิกเกจ

(2) ขณะทำการวัดขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจจะต้องให้ก้านสัมผัสอยู่ตรงบริเวณเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานพอดี เพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้องของชิ้นงาน

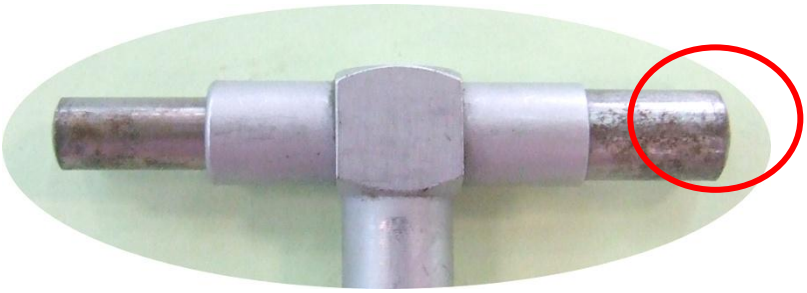
รูปที่ xx ลักษณะการวัดที่ไม่ถูกต้อง

รูปที่ xxx ลักษณะการวัดที่ถูกต้อง

การบำรุงรักษา

เทเลสโคปิกเกจเป็เครื่องมือวัดที่ไม่มีชิ้นส่วนมากมาย จึงมีวิธีในการเก็บรักษาค่อนข้างง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่มีสิ่งที่ต้องควรทราบดังนี้

1. ก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจนั้นเป็นส่วนที่ต้องสัมผัสกับขอบของชิ้นงานทุกครั้งที่มีการใช้งาน ดังนั้น ก่อนทำการวัดขนาดชิ้นงานควรตรวจสอบผิวของชิ้นงานก่อนทุกครั้งเพื่อไม่ให้ผิวสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจเกิดการเสียหาย เช่น รอยเยิ่น ลักษณะของผิวที่ไม่เรียบเป็นต้น



รูปที่ ๒.๒๑ แสดงผิวของก้านสัมผัสที่อาจเกิดการสึกหรอ

2. การเก็บรักษาเทเลสโคปิกเกจควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และควรหลีกเลี่ยงการตกกระแทกซึ่งอาจส่งผลให้ก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจและเกลียวหมุนล็อกเกิดการเสียหายได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 ด้านความรู้

1. นิสิตสามารถอธิบายวิธีการวัดจากเครื่องมือวัดแบบต่างๆ ได้
2. นิสิตสามารถอธิบายความไม่แน่นอนในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1. นิสิตสามารถใช้เครื่องวัดจากเครื่องมือวัดเทเลสโคปิกเกจได้
2. นิสิตบันทึกตัวเลขที่เหมาะสมจากเครื่องมือวัดแบบสเกลได้โดยตรงได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ

1. นิสิตมีความรอบคอบ
2. นิสิตมีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. นิสิตมีความตรงต่อเวลา
4. นิสิตมีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน

3. วิธีการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	**จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)**
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	**จำนวนคาบ 3**

<u>หัวข้อเรื่อง</u>

1. การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ

<u>สาระสำคัญ</u>

เทเลสโคปิกเกจเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายขนาดชิ้นงานภายในเช่น รูคว้าน รู้เจาะ เช่นเดียวกับวงเวียนวัดในแตกต่างกันเพียงรูปร่างเท่านั้น ลักษณะการใช้งานของเทเลสโคปิกเกจจะใช้งานง่าย ก้านวัดของเทเลสโคปิกเกจจะสามารถยืด หด ได้สะดวกต่อการใช้งาน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายขนาดอีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้กันกันอย่างแพร่หลาย

ดังนั้นการวัดและการถ่ายขนาดของชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจจึงเป็นการฝึกทักษะเบื้องต้นในการใช้งานเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีค่าความละเอียดต่ำ ก่อนการใช้งานเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	จำนวนคาบ 3

<u>จุดประสงค์การสอน</u>

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของเทเลสโคปิกเกจ
2. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานเทเลสโคปิกเกจ
3. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสคปิกเกจ
4. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจ์กับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. ใช้เทเลสโคปิกเกจในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการทำงานของเทเลสโคปิกเกจ
2. บอกหลักการใช้งานเทเลสโคปิกเกจ
3. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจ
4. บอกหลักการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจ
6. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจ์กับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	จำนวนคาบ 3

ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติงาน

1. ตรวจสอบสภาพของเทเลสโคปิกเกจก่อนใช้งาน
2. ตรวจสอบสภาพผิวคว้านรูของชิ้นงาน
3. ตรวจสอบสภาพของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
4. ทำความสะอาดชิ้นงานให้ปราศจากคีบคมต่าง ๆ

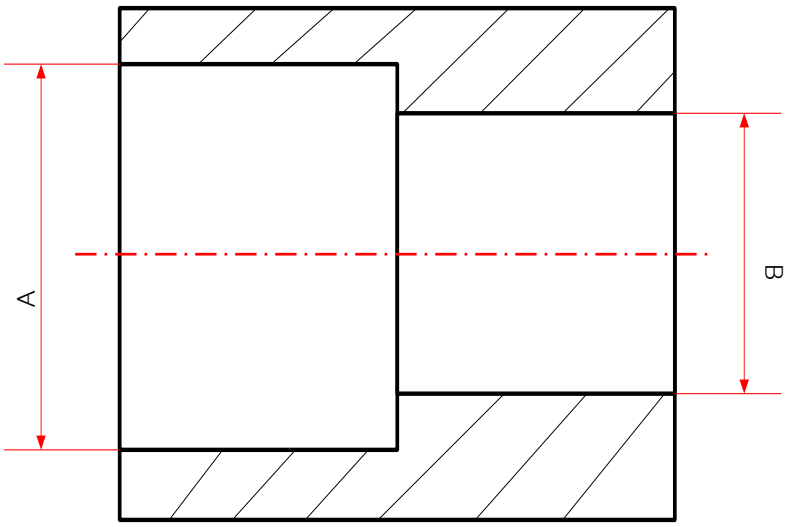
ขั้นตอนการวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ

1. ปรับขนาดก้านวัดหรือก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดความโตของชิ้นงานเล็กน้อย
2. สอดก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจเข้าไปในรู้คว้านแล้วทำการคลายล็อกก้านสัมผัสเพื่อให้ก้านสัมผัสยืดออกจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี
3. ทำการหมุนเกลียวล็อกก้านสัมผัสให้แน่เมื่อแน่ใจว่าก้านสัมผัส สัมผัสกับผิวงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงาน
4. นำเทเลสโคปิกเกจออกมาเทียบขนาดกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง
5. ทำการวัดขนาดซ้ำประ 2 - 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัด

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	จำนวนคาบ 3

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้เข้าหลักการทำงานของเทเลสโคปิกเกจ 2. เพื่อให้เข้าหลักการใช้งานเทเลสโคปิกเกจ 3. เพื่อให้เข้าใจการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสคปิกเกจ 4. เพื่อให้เข้าหลักการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 5. ใช้เทเลสโคปิกเกจในการถ่ายขนาดชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง	1. การทำงานของเทเลสโคปิกเกจ 2. การใช้งานเทเลสโคปิกเกจ 3. การถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจ 4. หลักการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 5. การถ่ายขนาดชิ้นงาน 6. การถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการทำงานของเทเลสโคปิกเกจ 2. บอกหลักการใช้งานเทเลสโคปิกเกจ 3. บอกการถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจ 4.บอกหลักการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 5. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดชิ้นงานด้วยเทเลสโคปิกเกจ 6. ปฏิบัติงานถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	**วัสดุ – อุปกรณ์** 1. เทเลสโคปิกเกจ 2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 3. ชิ้นงานตรวจสอบ

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	จำนวนคาบ 3



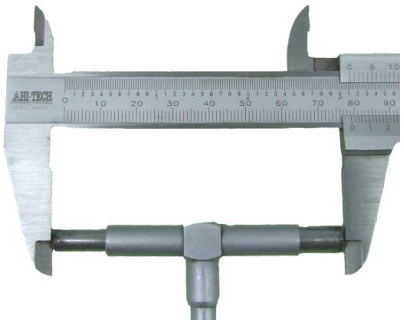
ชิ้นที่	ชื่อชิ้นงาน	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน	มาตราส่วน
3	การถ่ายขนาดรูคว้าน	-	St.37	003	1	1 : 1

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
๑.	ขั้นตอนการถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ ๑. ปรับขนาดก้านวัดหรือก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดความโตของชิ้นงานเล็กน้อย ๒. สอดก้านสัมผัสของเทเลสโคปิกเกจเข้าไปในรูคว้านแล้วทำการคลายล็อกก้านสัมผัสเพื่อให้ก้านสัมผัสยืดออกจนสัมผัสกับผิวของชิ้นงานพอดี	

บทปฏิบัติการที่ 4 – 1 ห้องปฏิบัติการวัด (Metrology Laboratory)	
ชื่อรายวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)	จำนวนหน่วยกิต 1(0-3-2)
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ	จำนวนคาบ 3

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

ที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ภาพแสดง
	3. ทำการหมุนเกลียวล็อกก้านสัมผัสให้แน่เมื่อแน่ใจว่าก้านสัมผัส สัมผัสกับผิวงานบริเวณศูนย์กลางของชิ้นงาน	ก้านวัดสัมผัสกับขอบชิ้นงานพอดี
	4. นำเทเลสโคปิกเกจออกมาเทียบขนาดกับเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แล้วทำการจดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง	
	5. ทำการวัดขนาดซ้ำประ ๒ – ๓ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ของการวัด	
	6. ทำการวัดและถ่ายขนาด ที่จุดต่างบนแบบชิ้นงานตามขั้นตอนดังที่ได้อธิบายไว้แล้ว และทำการจดค่าที่ได้จากการถ่ายขนาดเทเลสโคปิกเกจจนเสร็จทุกจุด จากนั้นจึงนำใบงานมาส่งเพื่อให้ครูผู้สอนทำการประเมินต่อไป	

แบบประเมินผล				
ชื่อวิชา 02206281 ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)				
ระดับชั้น 2 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์ เวลา 3 ชั่วโมง				
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การวัดและถ่ายขนาดด้วยเทเลสโคปิกเกจ คะแนน 10 คะแนน				
ลำดับ	ชื่องาน	เกณฑ์ตัดสิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. 2. 3. 4. 5. 6.	ขนาดรู้ค้านที่ จุด A ขนาดรู้ค้านที่ จุด C ทักษะการใช้เทเลสโคปิกเกจ การตรงต่อเวลา การแต่งกาย การทำความสะอาด			
รวม				

หมายเหตุ

80 - 100 % ☐ ผ่าน

ต่ำกว่า 80 % ☐ ไม่ผ่าน

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

...../...../.....

4. ผลการทดลอง

แบบประเมินผล							
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)					
ระดับชั้น	2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์		เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์					คะแนน	10	คะแนน

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 87 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
0.5,1,0.005	-	3
1.01-1.50	0.01	50
1.6-2	0.1	5
2.5-10	0.5	16
20-100	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

ขนาดและจำนวนชิ้นของเกจบล็อกแบบ 42 ชิ้น

ช่วงขนาด	ขั้นการเพิ่มขนาด (มม.)	จำนวนชิ้น
1,1.005	-	2
1.01-1.09	0.01	9
1.1-1.9	0.1	9
2-10	1	9
20-100-1	10	9
1,1,1.5,1.5	ชิ้นป้องกัน	4

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 11.42	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
เกจบล็อก 16.85	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

แบบประเมินผล					
ชื่อวิชา	02206281	ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ I (Industrial Engineering Laboratory I)			
ระดับชั้น 2	สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	เวลา	3	ชั่วโมง
การปฏิบัติการทดลองที่ 1.1 การสอบเทียบเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์			คะแนน	10	คะแนน

บันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 9.815	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 16.375	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

สิ่งที่ต้องการวัด เกจบล็อก 10.245	ครั้งที่ในการวัด				คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ความหนา (มม.)								
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)								

วันที่ปฏิบัติการทดลอง วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....
6. ..... เลขที่ .....
7. ..... เลขที่ .....
8. ..... เลขที่ .....

ผู้ควบคุมการทดลอง .....

5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บันทึกข้อบกพร่องในการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

อภิปรายผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง และเอกสารควรศึกษาเพิ่มเติม

1. นาย วิจิตร คำผอง, โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์, สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2554.
2. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลราชมงคล. **การทดลองเรื่อง Vernier slide callipers ฉบับ Flash.** (Online). http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/labphysics1/vernier/index.htm, 8 สิงหาคม 2554.
3. **การทดลองเครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ 5 - 1 แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 5**. (Online). 203.172.175.5/planteach/17052554MNf.doc.
4. ผศ. มูฮำมัดตามีซี เมาะมูลา**. การทดลองเรื่อง ในวิชาฟิสิกส์, ความไม่แน่นอนในการวัด.** (Online). *images.mysee185.multiply.multiplycontent.com/.../...*, 8 สิงหาคม 2554.
5. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย (EASTERN ASIA UNIVERSITY). **Manufacturing Laboratory Sheet : การใช้เกจบล็อก (Gauge Block).** (Online). course.eau.ac.th/course/Download/.../05%20**การใช้เกจบล็อก**rev2.doc, 8 สิงหาคม 2554.
6. **การทดลองเรื่องเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล**. (Online). 203.172.175.5/planteach/170525549Wr.doc, 8 สิงหาคม 2554.
7. อ. ดร. ฐาปนีย์ อุดมผล. **ปฏิบัติการโลหะเครื่องกล 431303 การทดลองเรื่องการวัดทางวิศวกรรม**. (Online). app.eng.ubu.ac.th/~edocs/f20090630Thanarat24.pdf*, 8 สิงหาคม 2554.*