



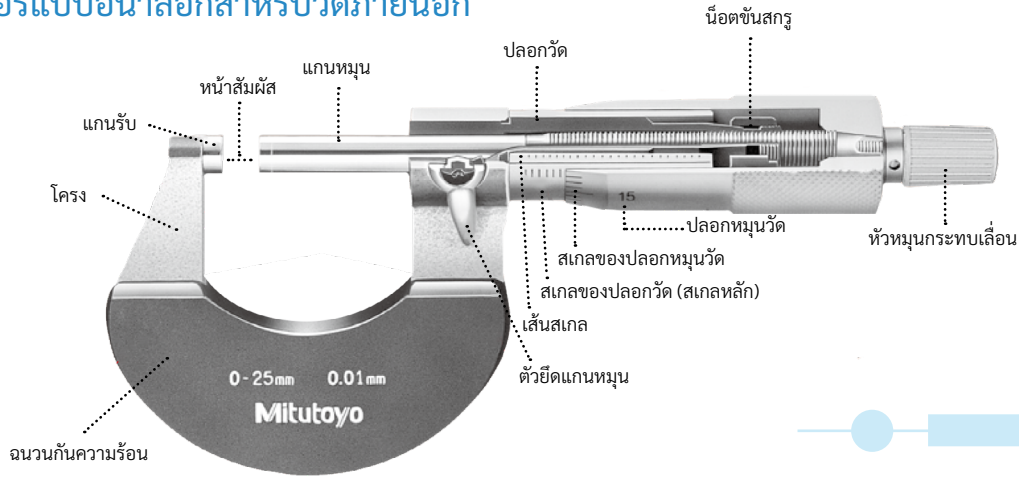
คู่มือการวัดค่าด้วย Micrometers



Sumipol

คู่มือการใช้งานเครื่องมือวัด ไมโครมิเตอร์แบบรอบวัด

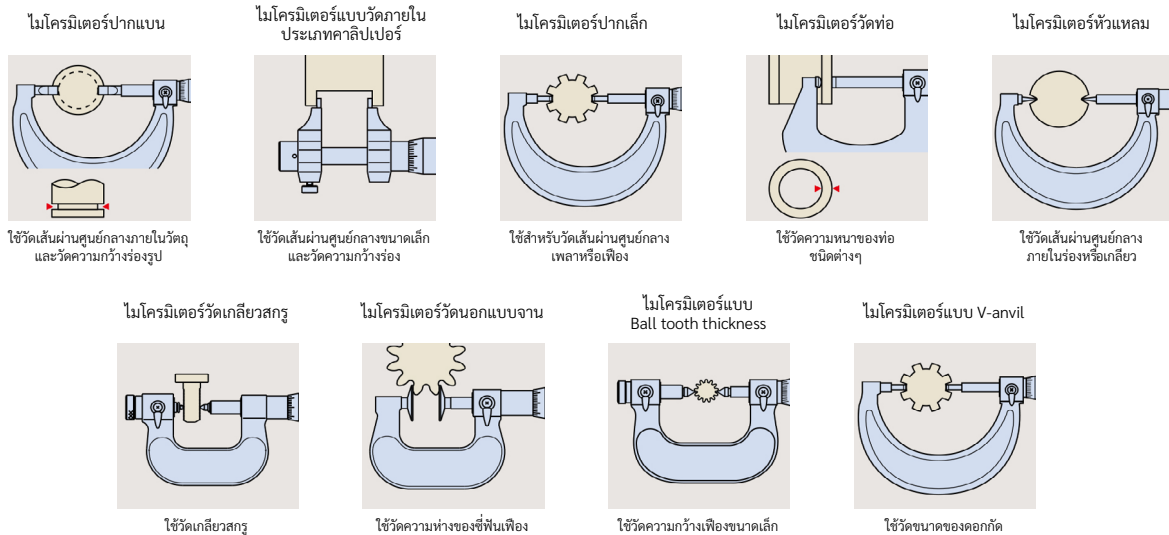
ไมโครมิเตอร์แบบอนาล็อกสำหรับวัดภายนอก



ไมโครมิเตอร์แบบดิจิทัลสำหรับวัดภายนอก

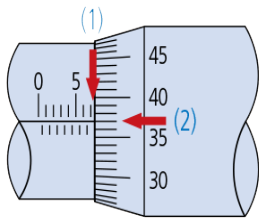


การประยุกต์ใช้งานไมโครมิเตอร์รูปแบบอื่นๆ



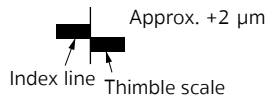
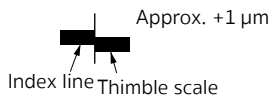
วิธีอ่านค่าไมโครมิเตอร์

ไมโครมิเตอร์รูปแบบมาตรฐาน (ความละเอียดในการอ่าน: 0.01 mm)

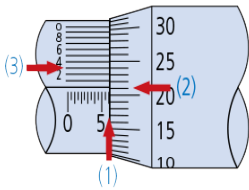


- ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก 7 mm
 - ค่าที่อ่านได้จากปลอกหมุนวัด +0.37 mm
- ค่าที่อ่านได้จากไมโครมิเตอร์ 7.37 mm

หมายเหตุ: 0.37 mm (2) คือค่าที่อ่านได้เมื่อค่าของสเกลหลักตรงกับตำแหน่งของปลอกหมุนวัดตามรูปที่กำหนดไว้ ค่าที่อ่านได้จากปลอกหมุนวัดสามารถอ่านได้ตามรูปคือ 0.01 mm แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถอ่านค่าเป็น 0.001 mm ได้เช่นกันหากเส้นที่ใช้อ้างอิงมีความเหลื่อมกันไม่มากนัก เนื่องจากความหนาของเส้นสเกลมีค่าเป็น 1/5 ของช่องว่างระหว่างเส้น



ไมโครมิเตอร์ที่มีเวอร์เนียสเกล (ความละเอียดในการอ่าน: 0.001 mm)



เวอร์เนียสเกลมักถูกใส่เข้ามาในส่วนบนของสเกลหลักในไมโครมิเตอร์ โดยสามารถอ่านค่าได้โดยตรงด้วยความละเอียดระดับ 0.001 mm.

- ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก 6 mm
 - ค่าที่อ่านได้จากปลอกหมุนวัด 0.21 mm
 - ค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียสเกลร่วมกับการอ่านค่าจากปลอกหมุนวัด + 0.003 mm
- ค่าที่อ่านได้จากไมโครมิเตอร์ 6.213 mm

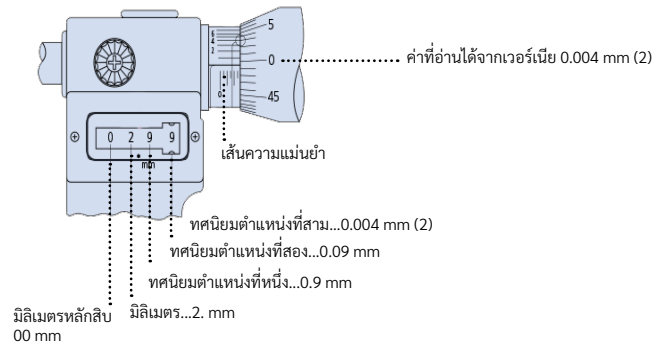
หมายเหตุ: 0.21 mm (2) อ่านจากตำแหน่งของเส้นอ้างอิงระหว่างค่าที่ได้จากปลอกหมุนวัด (ในที่นี้อยู่ระหว่าง 21 และ 22) ส่วน 0.003 mm (3) นำมาจากตำแหน่งของค่าความละเอียดของเวอร์เนียสเกลที่ตรงกับความละเอียดของปลอกหมุนวัด

อุปกรณ์วัดแบบใช้แรงเข้าร่วม

	ใช้เสียงในการทำงาน	รองรับการทำงานด้วยมือเดียว	หมายเหตุ
Ratchet Stop	ใช่	ไม่รองรับ	เสียงคลิกในการทำงานก่อให้เกิดแรงสั่นสะเทือนเล็กน้อย
Friction Thimble	ไม่ใช่	รองรับ	การทำงานแบบสั่นไหวที่ไม่ก่อให้เกิดเสียงหรือแรงใดๆ
Ratchet Thimble	ใช่	รองรับ	เสียงในการทำงานเป็นตัวช่วยยับยั้งในการวัดค่าจากแรงนั้นๆ

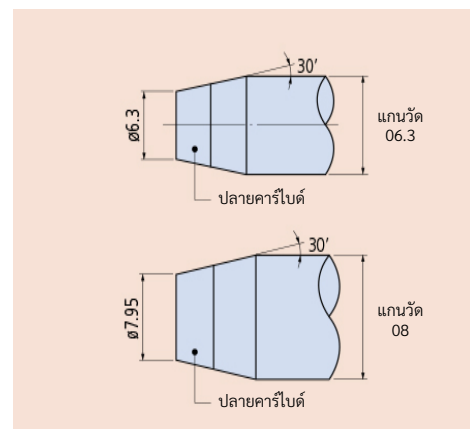
ไมโครมิเตอร์ที่มีการแสดงผลเป็น Mechanical-Digit (ความละเอียดในการแสดงผล: 0.001 mm)

ทศนิยม 3 ตำแหน่งบนเวอร์เนียสเกล (หน่วย 0.001 mm)

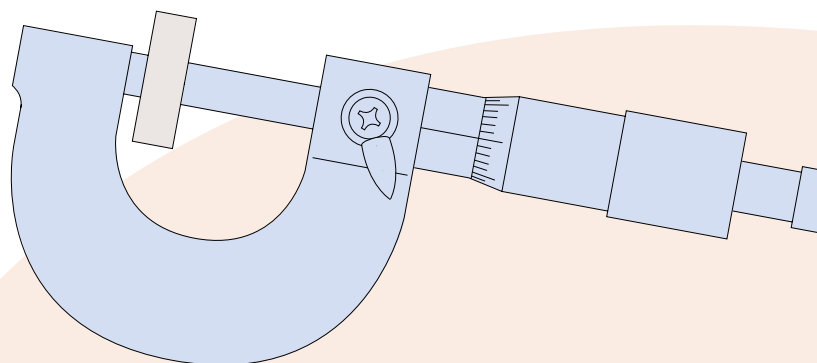


หมายเหตุ 0.004 mm (2) อ่านจากตำแหน่งของเวอร์เนียสเกลที่ตรงกับความละเอียดของปลอกหมุนวัด

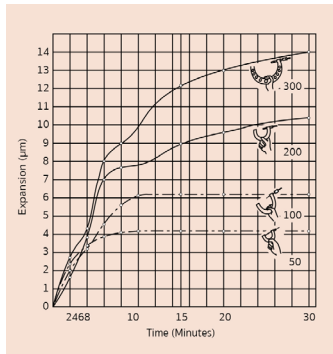
รายละเอียดของหน้าสัมผัส



ภาพที่แสดงเป็นเพียงการยกตัวอย่างเท่านั้น ไม่ได้ใช้สเกลจริงแต่อย่างใด



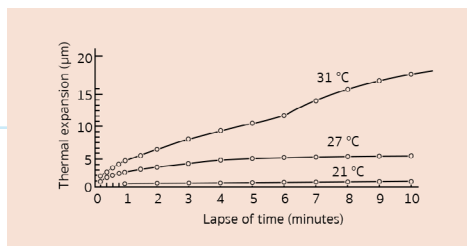
การขยายตัวของไมโครมิเตอร์ในระหว่างที่จับด้วยมือเปล่า



จากกราฟด้านบนแสดงให้เห็นถึงการขยายตัวของไมโครมิเตอร์หากคุณจับมันด้วยมือเปล่า สาเหตุจากความร้อนในมือที่ถ่ายเทเข้าไปยังโครงสร้างของไมโครมิเตอร์ ด้วยเหตุผลนี้เองทำให้การแสดงผลของไมโครมิเตอร์บางประเภทนั้นมีความคลาดเคลื่อนได้หากคุณใช้มือเปล่าในการทำงาน ดังนั้นควรลดการสัมผัสด้วยมือเปล่าให้มากที่สุดแน่นอนว่าขนาดความยาวมีส่วนช่วยในเรื่องนี้และการสวมถุงมือก็เช่นกัน (หมายเหตุ ภาพด้านบนเป็นเพียงการนำเสนอข้อมูลที่ได้รับโดยส่วนมาก อาจไม่ตรงกับการทำงานจริง)

การเปลี่ยนแปลงของ Length Standard เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

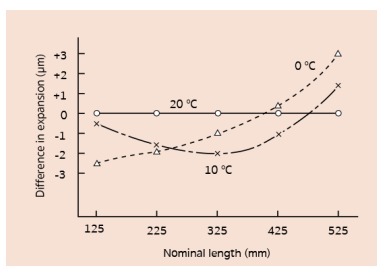
(สำหรับความยาว 200 mm ในอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส)



Length Standard (แท่งความยาวมาตรฐาน) คือแท่งวัตถุที่ใช้สำหรับทดสอบเปรียบเทียบมาตรฐานการวัดเองก็ได้รับผลกระทบต่ออุณหภูมิเช่นกัน กราฟด้านบนแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของ Length Standard ที่ใช้ในไมโครมิเตอร์ หลังจากถูกใช้งานด้วยมือเปล่าในอุณหภูมิห้อง 20 องศาเซลเซียส ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่เกิดจากอุณหภูมิภายนอกนี้เป็นตัวชี้วัดว่าตอนที่คุณปรับไมโครมิเตอร์ด้วย Length Standard คุณควรสวมถุงมือหรือใช้ฉนวนกันความร้อนเช่นกัน ซึ่งความยาวที่เพิ่มขึ้นของ Length Standard นี้จะหดสั้นกลับเท่าเดิมเมื่อเวลาผ่านไป

(หมายเหตุ ภาพด้านบนเป็นเพียงการนำเสนอข้อมูลที่ได้รับโดยส่วนมาก อาจไม่ตรงกับการทำงานจริง)

ความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากอุณหภูมิ ระหว่างไมโครมิเตอร์และ Length Standard



จากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยการนำไมโครมิเตอร์ และ Length Standard วางทิ้งไว้ในห้องอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และไมโครมิเตอร์และ Length Standard มาวางไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ 0 องศา และ 10 องศาเซลเซียสในเวลาเท่าๆ กัน โดยกราฟระบุถึงความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 125 ไปจนถึง 525 mm ซึ่งเป็นข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด เป็นอีกข้อยืนยันที่ว่าหากเราละเลยการวัดใดๆ ควรวางอุปกรณ์ทั้งสองอย่าง ทั้งเครื่องวัดและตัวทดสอบการวัด ไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิคงที่ก่อนช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก่อนดำเนินการวัดค่า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

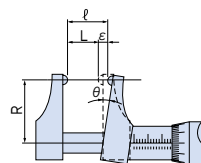
ผลกระทบจากการใช้อุปกรณ์จับยึดและการวางอุปกรณ์วัด (หน่วย: μm)

การเปลี่ยนอุปกรณ์จับยึด หรือการเปลี่ยนมุมของการวัดภายหลังการตั้งค่าไมโครมิเตอร์เบื้องต้นแล้ว ก็มีผลต่อการวัดจริงเช่นกัน ซึ่งตารางด้านล่างเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการใช้อุปกรณ์จับยึดในมุมต่างๆ เห็นได้ชัดเลยว่าวางอุปกรณ์จับยึดให้ “ซัพพอร์ตด้านล่างและจุดกึ่งกลาง” มากที่สุด จะทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยที่สุด จนถึงไม่เกิดขึ้นเลย และควรใช้อุปกรณ์จับยึดเพื่อช่วยวัดวิธีเดียวเสมอในการวัดหนึ่งครั้ง

วิธีการวางอุปกรณ์จับยึด	การวางอุปกรณ์จับยึดที่ช่วยทั้งด้านล่างและตรงกลาง	การวางอุปกรณ์จับยึดที่ช่วยเพียงตรงกลางเพียงอย่างเดียว
วิธีการวางอุปกรณ์จับยึด		
ความยาวสูงสุดในการวัด		
325	0	-5.5
425	0	-2.5
525	0	-5.5
625	0	-11.0
725	0	-9.5
825	0	-18.0
925	0	-22.5
1025	0	-26.0

วิธีการวางอุปกรณ์จับยึด	การวางอุปกรณ์จับยึดตรงกลางตั้งอุปกรณ์ขนานกับพื้น	การวางอุปกรณ์จับยึดด้วยตัวจับจากด้านบน
วิธีการวางอุปกรณ์จับยึด		
ความยาวสูงสุดในการวัด		
325	+1.5	-4.5
425	+2.0	-10.5
525	-4.5	-10.0
625	0	-5.5
725	-9.5	-19.0
825	-5.0	-35.0
925	-14.0	-27.0
1025	-5.0	-40.0

หลักการของ Abbe



หลักการของ Abbe นั้นระบุไว้ว่า “การวัดงานที่แม่นยำที่สุดจะเกิดขึ้นต่อเมื่อสเกลการวัดและวัตถุที่ใช้วัดนั้นอยู่ในแนวเดียวกัน” สาเหตุเป็นเพราะว่าการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ตามที่จะส่งผลต่อมุม (θ) ของปากวัด จะทำให้การวัดนั้นมีความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น ตำแหน่งการวัดของไมโครมิเตอร์ ที่ไม่ได้อยู่ในระดับเดียวกับแกนการเคลื่อนที่ของสเกล มีผลการความคลาดเคลื่อนของ Abbe คือ ($\epsilon = L - L$ จากในรูป)

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความตรงของแกนหมุน

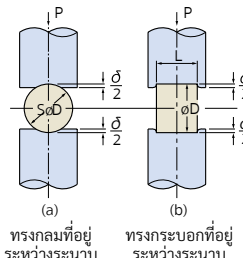
อาจเกิดจากรางเลื่อนหรือแรงที่ใช้วัดไม่สม่ำเสมอ และการเปลี่ยนแปลงของมุม (θ) นี้จะสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ R หรือที่มีอุณหภูมิคงที่ก่อนช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก่อนดำเนินการวัดค่า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

หลักการของ Abbe

กฎของ Hooke ได้ระบุไว้ว่า ระยะยืดของวัตถุหนึ่งจะเกิดขึ้นตามแรงที่กระทำ โดยวัตถุหนึ่งจะมีการยืดไม่เกิดขึ้นจำกัดในการยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้

สูตรของ Hertz

สูตรของ Hertz นั้นได้ให้รายละเอียดการคำนวณเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับวัตถุทรงกลมและทรงกระบอกเมื่อเกิดแรงบนพื้นผิวทั้งสองข้าง ซึ่งในนั้นคือการทำงานของเครื่องมือวัดที่มีเป็นรูปปากจับนั่นเอง การใช้สูตรของ Hertz เข้าร่วมกับการทำงานจะช่วยให้การสำรวจผลกระทบที่เกิดขึ้นงานเนื่องจากการวัดและการสัมผัส



สมมติให้วัตถุที่ใช้เป็นเหล็กซึ่งมีโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

$E = 205 \text{ GPa}$ Amount of deformation : σ (μm)

เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมหรือทรงกระบอก: D (mm)

ความยาวของทรงกระบอก: L (mm)

แรงดึงแรงกดจากการวัด: P (N)

a) Amount of deformation : วัตถุทรงกลม

$\sigma = 0.82 \sqrt{P/D}$

b) Amount of deformation : วัตถุทรงกระบอก

$\sigma = 0.094 \cdot P/L \sqrt{3/L/D}$

ข้อผิดพลาดที่พบได้บ่อยจากไมโครมิเตอร์แบบสกรู

ข้อผิดพลาดที่เกิด	ความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสเกิดขึ้น	วิธีการแก้ไขเบื้องต้น	ความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสเกิดแม้จะดำเนินการแก้ไขแล้ว
ความผิดพลาดจากตัวไมโครมิเตอร์	3 μm	1. ทำการปรับค่าของไมโครมิเตอร์ให้ตรงก่อนใช้งาน	$\pm 1 \mu\text{m}$ ก่อนใช้งาน
มุมของแกนรับคลาดเคลื่อน	$\pm 5 \mu\text{m}$ สมมติให้ความผิดพลาดของมุมเป็น 15 minutes	1. วัดมุมที่ผิดพลาดและทำการปรับค่าของไมโครมิเตอร์ 2. ปรับไมโครมิเตอร์โดยใช้อ้างอิงจากชิ้นงานที่เคยทำ	$\pm 3 \mu\text{m}$ คาดการณ์ความผิดพลาดครั้งหนึ่งของมุมวัด
จุดสัมผัสวัดถูกลดเคลื่อน	+10 μm		+3 μm
ใส่แรงกดในการวัดมากเกินไป	+10 μm	1. ใช้ไมโครมิเตอร์ด้วยแรงน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ 2. ใช้ Ratchet Stop (หัวหมุนกระทบเลื่อน) ในการทำงานอยู่เสมอ 3. ปรับไมโครมิเตอร์ด้วย Thread Gage ให้อยู่ระดับเดิมเสมอ	+3 μm
มุมของ Thread Gage (เกลียววัดเกลียว) ผิดพลาด	+10 μm	1. ทำการคำนวณมุมที่ถูกต้องใหม่ 2. แก้ไขความยาวที่ผิดพลาด 3. ทดสอบปรับไมโครมิเตอร์โดยใช้ Thread Gage เดิมกับที่เคยใช้ในชิ้นงานเก่า	+3 μm
ความยาวของ Thread Gage (เกลียววัดเกลียว) ผิดพลาด	$\pm(3 + L/25) \mu\text{m}$	1. ทำการคำนวณมุมที่ถูกต้องใหม่ 2. ทดสอบปรับไมโครมิเตอร์โดยใช้ Thread Gage เดิมกับที่เคยใช้ในชิ้นงานเก่า	$\pm 1 \mu\text{m}$
มุมของชิ้นงานผิดพลาด	JIS 2 grade error of half angle ± 229 minutes -91 μm +71 μm	1. ปรับมุมที่เกิดจากการวัดให้น้อยลงเท่าที่จะเป็นไปได้ 2. วัดมุมที่ผิดพลาดและดำเนินการปรับเปลี่ยนมุมให้ถูกต้อง 3. ใช้การวัดเกลียวด้วยลวด 3 เส้น หากเป็นข้อผิดพลาดที่ใหญ่จริงๆ	$\pm 8 \mu\text{m}$ คาดการณ์ความผิดพลาดครั้งหนึ่งของมุมวัด ± 23 minutes ที่ใหญ่จริงๆ
ความผิดพลาดสะสมโดยรวม	$(\pm 117 + 40) \mu\text{m}$		+26 μm -12 μm

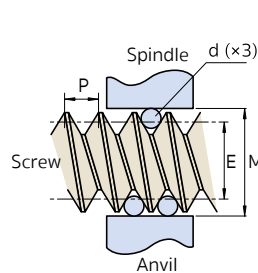
ข้อผิดพลาดสำคัญที่พบได้จากการวัดด้วยวิธีลวดสามเส้น (3 wired method)

ข้อผิดพลาดที่เกิด	วิธีการแก้ไขเบื้องต้น	ความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสเกิดขึ้น	ความคลาดเคลื่อนที่มีโอกาสเกิดแม้จะดำเนินการแก้ไขแล้ว
เกลียวผิดพลาด (ชิ้นงาน)	1. แก้ไขค่าของระยะระหว่างเกลียวให้ถูกต้อง ($dp = \pi E$) 2. วัดค่าจากมุมที่แตกต่างกันและหาค่าเฉลี่ย 3. พยายามลดข้อผิดพลาดให้ได้นมากที่สุด	± 18 สมมติให้ความผิดพลาดของ pitch เป็น 0.02 mm	+3 μm
ข้อผิดพลาดแบบ Half Angle (ชิ้นงาน)	1. เลือกลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเหมาะสมกับงาน 2. ไม่มีการแก้ไขใดๆเพิ่มเติม	$\pm 0.3 \mu\text{m}$	$\pm 0.3 \mu\text{m}$
ผิดพลาดเนื่องจากความแตกต่างของแกนรับ (Anvil)	1. เลือกลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเหมาะสมกับงาน 2. ใช้ลวดที่มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยของลวดอีกด้านหนึ่ง	$\pm 8 \mu\text{m}$	$\pm 1 \mu\text{m}$
ความผิดพลาดจากเส้นผ่านศูนย์กลางลวด	1. ใช้แรงในการวัดที่เหมาะสมกับเกลียวนั้นๆ 2. กำหนดความกว้างของขอบการวัดที่เหมาะสมกับความยาวเส้นลวดที่ใช้วัด 3. ใช้แรงในการวัดอย่างสม่ำเสมอ ไม่น้อยหรือมากเกินไป	-3 μm	-1 μm
ความผิดพลาดสะสมโดยรวม		ในกรณีแย่ที่สุด + 20 μm - 35 μm	เมื่อใช้ความระมัดระวังในการ + 3 μm - 5 μm

การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวนอก

การวัดด้วยวิธีลวดสามเส้น (Three-wire method)

การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูสามารถทำได้ด้วยวิธีลวดสามเส้นดังที่ปรากฏดังรูป โดยสามารถคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางได้ด้วยสมการ (1) และ (2) ด้านล่าง



สำหรับเกลียวระบบเมตริกและเกลียวยูนิไฟด์ที่มีมุม 60 องศา

$$E = M - 3d + 0.866025P \dots\dots(1)$$

สำหรับเกลียวระบบอังกฤษ (Whitworth) ที่มีมุม 55 องศา

$$E = M - 3 \cdot 1.6568d + 0.960491P \dots\dots(2)$$

$$d = \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด}$$

E = เส้นผ่านศูนย์กลางของสกรู ไม่นับส่วนเกลียว

M = ความกว้างของสกรูรวมกับลวดที่ใช้วัดแล้ว

P = ขนาดร่องระหว่างเกลียว

(เปลี่ยนหน่วยนิ้วให้เป็นมิลลิเมตรกรณีเป็นสกรูยูนิไฟด์)

ชนิดของเกลียว	ขนาดของลวดที่เหมาะสมที่สุด อ้างอิงจาก D
สำหรับเกลียวระบบเมตริก และเกลียวยูนิไฟด์ที่มีมุม 60 องศา	0.577P
สำหรับเกลียวระบบอังกฤษ (Whitworth) ที่มีมุม 55 องศา	0.564P

การวัดด้วยวิธีลวดเส้นเดียว (One-wire method)

ร่องของดอกต๊าป (Odd-Fluted Tap) สามารถวัดได้ง่ายๆ ด้วยการใชไมโครมิเตอร์ประเภท V-anvil โดยวิธีการลวดเส้นเดียว ซึ่งเราจะไดค่า (M1) และนำค่าที่ได้มาคำนวณเข้าสมการ (3) และ (4)

M1 = ค่าที่ได้จากไมโครมิเตอร์ระหว่างการใช้วิธีลวดเส้นเดียว

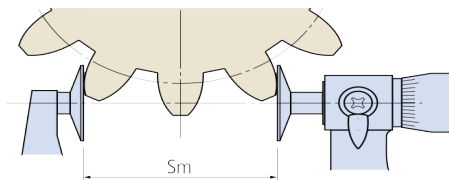
D = เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกต๊าป

$$\text{ดอกต๊าปที่มี 3 ฟัน: } M = 3M1 - 2D \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{ดอกต๊าปที่มี 5 ฟัน: } M = 2.2360M1 - 1.2360D \dots\dots\dots(4)$$

หลังจากกำหนดค่าแล้วให้ทำการคำนวณเพื่อหาค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว (E) อีกทีหนึ่ง

Root Tangent Length



สูตรสำหรับหาคำนวณ root tangent length (Sm):

$$Sm = m \cos \alpha_0 \{ \pi (Zm - 0.5) + Z \text{ inv } \alpha_0 \} + 2Xm \sin \alpha_0$$

สูตรสำหรับการคำนวณตัวเลขชี้พ้นระหว่าง root tangent length (Zm):

$$Zm' = Z - K(f) + 0.5 \text{ (Zm is the integer closest to Zm')}$$

$$\text{เมื่อ, } K(f) = \frac{1}{\pi} \{ \sec \alpha_0 \sqrt{(1 + 2f)^2 - \cos^2 \alpha_0} - \text{inv } \alpha_0 - 2f \tan \alpha_0 \}$$

$$\text{และ, } f = \frac{X}{Z}$$

m : โมดูล

α_0 : มุมกดทับ

Z : จำนวนซี่ฟัน

X' : ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มเติม (Addendum modification coefficient)

Sm : ความยาวของ root tangent

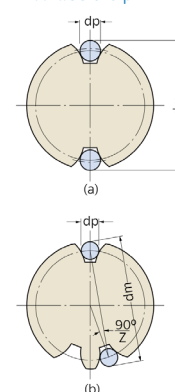
Zm : จำนวนฟันที่อยู่ภายใต้ความยาวของ root tangent tangent

$$\text{inv } 20^\circ \approx 0.014904$$

$$\text{inv } 14.5^\circ \approx 0.0055448$$

การวัดเฟือง

การวัดแบบ Overpin



สำหรับเฟืองที่มีซี่ฟันเป็นเลขคู่

$$dm = dp + \frac{dg}{\cos \theta} = dp + \frac{Zm \cos \alpha_0}{\cos \theta}$$

สำหรับเฟืองที่มีซี่ฟันเป็นเลขคี่

$$dm = dp + \frac{dg}{\cos \theta} \cos \left(\frac{90^\circ}{Z} \right) = dp + \frac{Zm \cos \alpha_0}{\cos \theta} \cdot \cos \left(\frac{90^\circ}{Z} \right)$$

อย่างไรก็ตาม

$$\text{inv } \theta = \frac{dp}{dg} - \frac{X}{Z} = \frac{dp}{Zm \cos \alpha_0} - \left(\frac{\pi}{2Z} - \text{inv } \alpha_0 \right) + \frac{2 \tan \alpha_0}{Z} \cdot X$$

ค่าของ θ (inv θ) สามารถหาได้จากตารางฟังก์ชัน

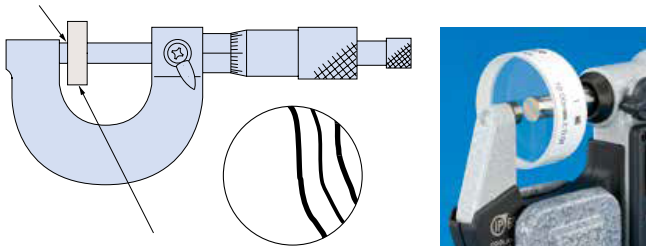
Z : จำนวนซี่ฟัน

α_0 : มุมกดทับ

m : โมดูล

X' : ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มเติม (Addendum modification coefficient)

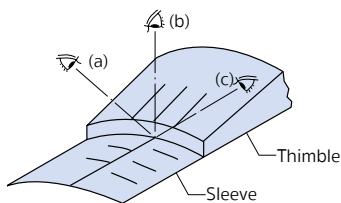
วิธีทดสอบความขนานของหน้าสัมผัสไมโครมิเตอร์



ความขนาน (Parallelism) ของหน้าสัมผัสไมโครมิเตอร์ สามารถตรวจสอบได้จาก ออปติคอลพาราเลล (Optical Parallel) โดยวางไว้ระหว่างผิวหน้าสัมผัสของ ไมโครมิเตอร์ และประกบออปติคอลพาราเลลกับผิวหน้าสัมผัสกันรับ จากนั้นเลื่อน หน้าสัมผัสกันหมุนมาให้เห็นบุสนิพกับออปติคอลพาราเลลด้วยแรงการวัดปกติ และให้อ่านจำนวนรีของการแทรกสอดที่มองเห็น จำนวนรีของการแทรกสอดของแสงนี้มีค่าเป็นครึ่งความยาวคลื่น ($0.32 \mu\text{m}$ สำหรับแสงสีแดง) จากรูปค่าความขนานมีค่าประมาณ $1 \mu\text{m}$ หรือจากการคำนวณคือ $0.32 \mu\text{m} \times 3 = 0.96 \mu\text{m}$

การใช้ไมโครมิเตอร์แบบทั่วไป

1. ตรวจสอบชนิด เกณฑ์การวัด ความแม่นยำ และข้อมูลเฉพาะต่างๆ เกี่ยวกับตัวไมโครมิเตอร์และงานที่เข้าวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่
2. วางไมโครมิเตอร์และชิ้นงานไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิคงที่ ยาวนานพอที่อุณหภูมิจะไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการวัดชิ้นงาน ก่อนดำเนินการวัด
3. อ่านค่าเส้นสเกล (Fiducial Line) ด้วยมุมตั้งฉากกับบล็อกหมุนขณะวัด เพื่อป้องกัน การเกิดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเหลื่อม (Parallax Error)



(a)

(b)



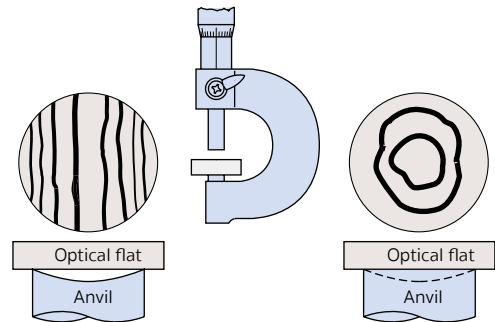
(c)

4. ทำความสะอาดหน้าสัมผัสของทั้งแกนรับ (Anvil) และแกนหมุน (Spindle) ด้วยกระดาษสำหรับทำความสะอาดไรซัน ก่อนตั้งตำแหน่งศูนย์ (Zero Point) เพื่อการวัด

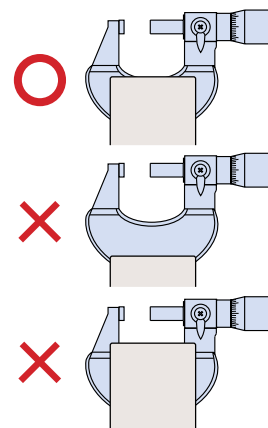


วิธีทดสอบความเรียบของหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์

ความเรียบ (Flatness) ของหน้าสัมผัสไมโครมิเตอร์ สามารถตรวจสอบได้จาก ออปติคอลฟลัต (Optical Flat) หรือ ออปติคอลพาราเลล (Optical Parallel) โดยนำไปวางบนผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์ที่ต้องการวัด จากนั้นให้อ่านจำนวนรีของการแทรกสอดของแสง โดยนับจำนวนรีของการแทรกสอดของแสงเฉพาะแสงสีแดง รีของการแทรกสอดแต่ละรีหมายถึงระยะความยาวครึ่งของลูกคลื่น ($0.32 \mu\text{m}$ สำหรับสีแดง)



5. ทำความสะอาดฝุ่น ผง หรือเศษสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่เกิดจากการใช้งานอยู่เป็นประจำ ทั้ง ส่วนของหน้าสัมผัสและส่วนอื่นๆ ของอุปกรณ์ รวมถึงการเช็ดรอยนิ้วมือที่เกิดจากการ จับไมโครมิเตอร์โดยผ้าสะอาดด้วย
6. ใช้อุปกรณ์กำกับแรงในการวัด (constant-force device) เพื่อช่วยให้ทุกๆ ครั้งของการวัดนั้นสามารถมั่นใจได้ว่าเราใส่แรงไปเท่าๆ กัน และไม่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนนี้
7. เมื่อติดตั้งไมโครมิเตอร์เข้ากับแกนยึด ควรยึดที่กึ่งกลางของไมโครมิเตอร์ตามคำแนะนำดังรูป และไม่บีบไมโครมิเตอร์แน่นจนเกินไป



8. ระวังอย่าให้ไมโครมิเตอร์ตกหรือกระแทก อย่าหมุนบล็อกวัดหรือส่วนประกอบอื่นๆ ด้วยแรงที่มากเกินไป หากเชื่อว่าไมโครมิเตอร์นั้นถูกกระทบกระแทกจนเกิดความเสียหาย กรุณาตรวจสอบความแม่นยำก่อนที่จะนำไปใช้วัดในครั้งต่อไป
9. เมื่อต้องเก็บเครื่องมือเป็นระยะเวลานานหรือไม่ได้มีการเคลือบฟิล์มน้ำมันเพื่อบำรุงรักษา กรุณาเช็ดบำรุงไมโครมิเตอร์ด้วยผ้าชุบน้ำมันกันสนิมหรือน้ำมันที่ใช้เพื่อบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์โดยเฉพาะ

10. คำแนะนำในการเก็บรักษา
หลีกเลี่ยงการเก็บไมโครมิเตอร์กลางแจ้ง
จัดเก็บไมโครมิเตอร์ในที่ๆ อากาศถ่ายเทสะดวกและความชื้นต่ำ
จัดเก็บไมโครมิเตอร์ในที่ๆ มีฝุ่นน้อยหรือไม่มีเลย
จัดเก็บไมโครมิเตอร์ในกล่องอุปกรณ์ กรุณาอย่าวางเรียงรายบนพื้น
เมื่อทำการจัดเก็บไมโครมิเตอร์ กรุณาเว้นระยะ 0.1 ถึง 1 มิลลิเมตรระหว่างหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์
ห้ามเก็บไมโครมิเตอร์ทั้งๆ ที่อยู่ในที่จับยึด

วิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัด (ไมโครมิเตอร์)

JIS B 7502 ได้รับการตรวจสอบและตีพิมพ์ออกมาเมื่อปี 2016 โดยถือเป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับไมโครมิเตอร์ในประเทศญี่ปุ่น โดยภายในมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเกี่ยวกับไมโครมิเตอร์ คือ ในส่วนของ “ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือ (Instrumental error)” ที่ระบุเกี่ยวกับไมโครมิเตอร์นั้นได้ถูกเปลี่ยนเป็น “ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้: Maximum Permissible Error (MPE) สำหรับการแสดงผล

“ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือ” เป็นศัพท์ที่ถูกบัญญัติขึ้นเพื่อใช้ในมาตรฐาน JIS เก่า ซึ่งกำหนดให้ ระยะ หรือพิสัยเฉพาะ (specification range) จากการวัด เทียบเท่ากับพิสัยที่สามารถยอมรับได้ (acceptance range) โดย แต่ว่าการตัดสินใจว่า การวัดใช้ได้หรือไม่ได้นั้นกลับไม่ได้นับรวมในส่วนของ ความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดเข้าไปด้วย ดังรูปภาพเปรียบเทียบ (Fig. 1)

“ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ (MPE)” ในการแสดงผล ของ JIS ฉบับใหม่ จึงเปรียบเสมือนการเข้ามารองรับในส่วนของความไม่แน่นอนนี้ โดยระบุว่าในการวัดจะมีค่าความคลาดเคลื่อนได้ โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ISO (ISO 14253-1).

ซึ่งการตรวจสอบความสอดคล้องของการวัดในแต่ละครั้งจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในระดับสากลที่มีการระบุไว้ (Simple Acceptance) โดยพิสัยเฉพาะที่วัดได้นั้นจะได้รับการยอมรับก็ต่อเมื่อมีการคำนวณโดยอ้างอิงเกี่ยวกับ “ความไม่แน่นอน” เข้าร่วมเรียบร้อยแล้ว

Fig. 1 **Conventional JIS** Instrumental error
JIS B 7502-1994

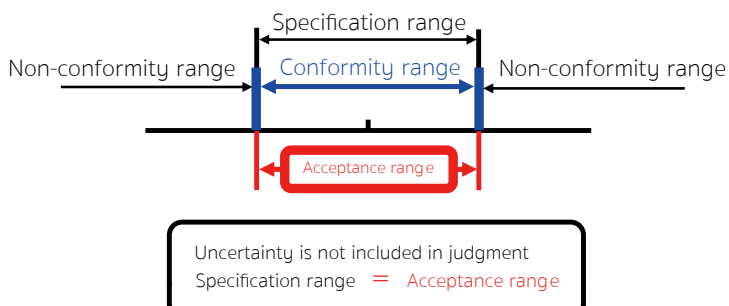
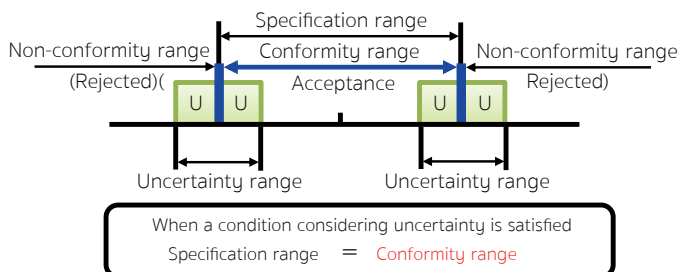


Fig. 2 **New JIS** Maximum Permissible Error (MPE)
JIS B 7502: 2016 (ISO/TR 14253- 6:2012)



Maximum Permissible Error of Full Surface Contact Error JMPE [JIS B 7502:2016]

ความเรียบ (Flatness) ของหน้าสัมผัสไมโครมิเตอร์ สามารถตรวจสอบได้จากออปติคอลแฟลต (Optical Flat) หรือ ออปติคอลพาราเลล (Optical Parallel) โดยนำไปวางบนผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์ที่ต้องการวัด จากนั้นให้อ่านจำนวนรั้วของการแทรกสอดของแสง โดยนับจำนวนรั้วการแทรกสอดของแสงเฉพาะแสงสีแดง รี้วการแทรกสอดแต่ละรั้วหมายถึงระยะความยาวครึ่งของลูกคลื่น (0.32 μm สำหรับสีแดง)

Unit : μm

ระยะการวัด	ภายนอกไมโครมิเตอร์
0 ถึง 25	± 2
25 ถึง 50	

ตารางที่ 1 ค่าความผิดพลาดจากการสัมผัสพื้นผิวของวัตถุอย่างเต็มที่

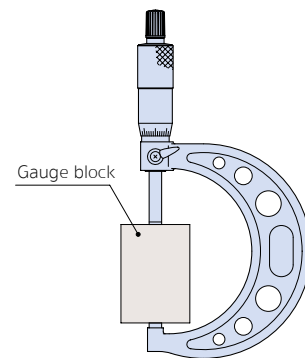


Fig. 3: Measurement of full surface contact error

การเปลี่ยนแปลงของ “ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือ (Instrumental error)” ที่ระบุเกี่ยวกับไมโครมิเตอร์นั้นได้ถูกเปลี่ยนเป็น “ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ : Maximum Permissible Error (MPE) สำหรับการแสดงผลปรากฏขึ้นอยู่ใน

- Series 102 Standard Outside Micrometer refer to B-13 (102-301, 102-302)
- Series 103 Standard Outside Micrometer refer to B-15 (103-137, 103-138)