บริษัท เอเอ็นพี เมโทรโลยี พรีซิชั่น จำกัด

ANP Metrology Precision Co.,Ltd.

9/271 ถนนเลียบวารี ซอยเลียบวารี 29 แขวงโคกแฝด เขตหนองจอก กรุงเทพ 10530

Mobile : 092-0136489, 092-2657135

E-mail : ANP.Metrology@gmail.com

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

การสอบเทียบไมโครมิเตอร์ ด้วยเกจบล็อก (แบบวัดนอก)

MICROMETER CALIBRATION BY MEASURE DIRECT GAUGE BLOCK

นายอานนท์ พรมแก้ว

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท เอเอ็นพี เมโทรโลยี พรีซิชั่น จำกัด

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

Presentation Outline

- คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัด UUC (unit under calibration)
- เครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard)
- คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน
- การเตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ
- ขั้นตอนการสอบเทียบ (Calibration Method)
- การบันทึกผลการสอบเทียบ (Data Record)
- การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (uncertainty of measurement)

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัด UUC (unit under calibration)

- เหมาะสำหรับเป็นขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดความยาวแบบไมโครมิเตอร์ทั้งแบบดิจิตอลและแบบอนาล็อก ด้วย Gauge Block ย่านการวัด 0 – 25 mm.
- สภาวะแวดล้อมในการสอบเทียบ กำหนดไว้ที่อุณหภูมิ 20 ± 2 °C และความชื้น 55 ± 10 %RH
- ก่อนทำการสอบเทียบ UUC ให้ทำความสะอาด UUC ให้สะอาดก่อนทุกครั้ง โดยเฉพาะผิวหน้าสัมผัสด้าน Anvil และ Spindle
- ก่อนทำการสอบเทียบให้วอร์มเครื่องมือ UUC โดยต้องทำการวอร์มเครื่องมือที่อุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิที่เครื่องมือมาตรฐานตั้งอยู่อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

เครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard)

- Gauge Block Set
- Optical Flat
- Optical Parallel Set
- Monochromatic Light Source

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน

- กำหนดให้ เครื่องมือวัดมาตรฐานต้องมีค่าความแม่นยำ (Accuracy) หรือค่าความไม่แน่นอนในการวัด (Uncertainty) ดีกว่า UUC อย่างน้อย 3 เท่า
- ก่อนทำการสอบเทียบต้องทำความสะอาดเครื่องมือมาตรฐาน
- ก่อนทำการสอบเทียบต้องทำการวอร์มเครื่องมือมาตรฐานตามที่อุณหภูมิที่กำหนด

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ

1. การเตรียม Gauge Block

- ตรวจสอบวันครบกำหนดการสอบเทียบของ Gauge Block Set (Due Date)
- เลือกขนาดของ Gauge Block ตามจุดสอบเทียบที่ระบุไว้ในใบคำร้องขอรับบริการ
- ทำความสะอาด Gauge Block ที่เลือกด้วย แอลกอฮอล์ เช็ดด้วยกระดาษทิชชู่ แล้วเป่าลมให้สะอาดก่อนทำการสอบเทียบ
- บันทึกรายละเอียดของ Gauge Block ลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- นำ Gauge Block มาวางไว้ในห้องปฏิบัติการสอบเทียบก่อนการสอบเทียบเพื่อวอร์มอุณหภูมิ ก่อนทำการสอบเทียบ
- หลังจากการใช้งานหรือสอบเทียบ จะต้องทำความสะอาด Gauge Block ด้วยแอลกอฮอล์ กระดาษทิชชู่ แล้วเป่าลมให้สะอาด พร้อมทั้งเคลือบน้ำมันหรือวาสลีน และเก็บไว้ในกล่อง

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

2. การเตรียม Optical Flat

- ตรวจสอบวันครบกำหนดการสอบเทียบของ Optical Flat (Due Date)
- ทำความสะอาด Optical Flat ที่เลือกด้วย แอลกอฮอล์ เช็ดด้วยกระดาษทิชชู่ และผ้าหนังชามัวร์ให้สะอาดก่อนทำการสอบเทียบ
- บันทึกรายละเอียดของ Optical Flat ลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- นำ Optical Flat มาวางไว้ในห้องปฏิบัติการสอบเทียบก่อนการสอบเทียบเพื่อวอร์มอุณหภูมิ ก่อนทำการสอบเทียบอย่างน้อย 30 นาที
- หลังจากการใช้งานหรือสอบเทียบ จะต้องทำความสะอาด Optical Flat ด้วยแอลกอฮอล์ กระดาษทิชชู่ แล้วเป่าลมให้สะอาดและเก็บไว้ในกล่อง

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

3. การเตรียม Optical Parallels

- ตรวจสอบวันครบกำหนดการสอบเทียบของ Optical Parallels (Due Date)
- ทำความสะอาด Optical Parallels ที่เลือกด้วย แอลกอฮอล์ เช็ดด้วยกระดาษทิชชู่ และผ้าหนังชามัวร์ให้สะอาดก่อนทำการสอบเทียบ
- บันทึกรายละเอียดของ Optical Parallels ลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- นำ Optical Parallels มาวางไว้ในห้องปฏิบัติการสอบเทียบก่อนการสอบเทียบเพื่อวอร์มอุณหภูมิ ก่อนทำการสอบเทียบอย่างน้อย 30 นาที
- หลังจากการใช้งานหรือสอบเทียบ จะต้องทำความสะอาด Optical Parallels ด้วยแอลกอฮอล์ กระดาษทิชชู่ แล้วเป่าลมให้สะอาด และเก็บไว้ในกล่อง

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

4. การเตรียมไมโครมิเตอร์

- ทำความสะอาดไมโครมิเตอร์ ด้วยแอลกอฮอล์และกระดาษทิชชู่
- นำไมโครมิเตอร์มาวางไว้ในห้องปฏิบัติการสอบเทียบก่อนทำการสอบเทียบเพื่อปรับอุณหภูมิ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- ทำการปรับตั้งศูนย์ของไมโครมิเตอร์ให้ตรง เพื่อตรวจสอบค่าศูนย์ (Zero) หากเป็นแบบดิจิตอลให้ทำการ Set Zero ก่อนทำการสอบเทียบ
- ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของไมโครมิเตอร์ แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มการตรวจสภาพของเครื่องมือวัด
- กรณีที่ไมโครมิเตอร์เป็นแบบดิจิตอล ให้ทำการตรวจสอบให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่ที่พลังงานเพียงพอหรือไม่ ถ้าอยู่ในสภาวะ Low Battery ให้ทำการเปลี่ยน Battery ใหม่ก่อนทำการสอบเทียบ
- ทุกการกระทำใดๆ ต้องอยู่บนพื้นฐานความปลอดภัยในขณะที่ทำการสอบเทียบ

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

5. การเตรียม Monochromatic Light Source

- ทำการเสียบปลั๊กเพื่อวอร์มเครื่อง Monochromatic light source อย่างน้อย 30 นาที

หมายเหตุ : ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัว Monochromatic light source ให้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบใด และใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่าไหร่ ตามคู่มือที่ผู้ผลิตแนะนำก่อนทำการสอบเทียบ

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. ตรวจสอบความเรียบของปากวัด (Flatness)

- วาง Optical Flat ลงบนผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์ด้าน Anvil แล้วนำไปส่องกับแสงของ Monochromatic Light Source แล้วทำการหมุน Optical Flat จนกระทั่งเหลือ Fringes น้อยที่สุดแล้วอ่านค่า Fringes ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งทำการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการสอบเทียบ
- เปลี่ยนหน้าสัมผัสจากด้าน Anvil เป็นด้าน Spindle แทน
- ทำการคำนวณหาค่าความเรียบจากสูตร

$$F = n \times \left[\frac{\lambda}{2}\right]$$

จากผลการหาจำนวน Fringes พบว่า ด้าน Anvil มีค่า Fringes เท่ากับ 2 และด้าน Spindle มีค่า Fringes เท่ากับ 1 และความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 0.58 um

$$Anvil : F = n \times \left[\frac{\lambda}{2}\right] = 2 \times \left[\frac{0.58}{2}\right] = 0.58\mu m$$

$$Spindle : F = n \times \left[\frac{\lambda}{2}\right] = 1 \times \left[\frac{0.58}{2}\right] = 0.29\mu m$$

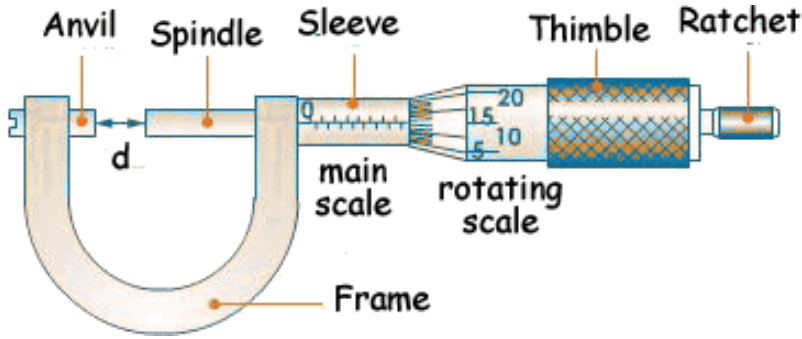
Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

2. ตรวจสอบความขนาน (Parallel)

- วาง Optical Parallels ขนาด 12.00 mm. ระหว่างผิวสัมผัสของไมโครมิเตอร์ทางด้าน Anvil แล้วนำไปส่องกับแสงของ Monochromatic light source แล้วทำการหมุน Optical Parallels จนกระทั่ง Fringes เหลือน้อยที่สุด แล้วทำการปรับผิวหน้าสัมผัสด้าน Spindle โดยทำการหมุน Ratchet Stop จนกระทั่งผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์ด้าน Spindle สัมผัสกับ Optical Parallels แล้วหมุนต่อไปอีก 3 คลิ๊ก นำผิวหน้าสัมผัสแต่ด้านของไมโครมิเตอร์ไปส่องกับแสงของ Monochromatic light source อ่านค่าจำนวน Fringes ด้าน Anvil และ Spindle แล้วทำการบันทึกค่า Fringes ลงในแบบบันทึกผลการสอบเทียบ
- เปลี่ยน Optical Parallels เป็นขนาด 12.12 mm., 12.25 mm., 12.37 mm.
- คำนวณหาค่าความขนานของผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์

$$P = (n_{Anvil} + n_{Spindle}) \times \left[\frac{\lambda}{2}\right]$$



Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบความขนานของผิวหน้าสัมผัสของไมโครมิเตอร์

Optical Parallels Size (mm.)	Measuring Faces	Number of Fringes (n)	Parallelism (um)
12.00	Anvil	1	0.58
	Spindle	1	
12.12	Anvil	0	0.58
	Spindle	2	
12.25	Anvil	3	1.45
	Spindle	2	
12.37	Anvil	1	1.45
	Spindle	4	

หมายเหตุ : จำนวน Fringes ที่วัดได้จากทั้งสองด้านรวมกัน ไม่ควรเกิน 8 Fringes

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

3. ขั้นตอนการสอบเทียบความถูกต้องของสเกล (Linearity of Scale)

- นำ Micro Stand มาล็อคไมโครมิเตอร์ให้มั่นคง
- ทำการวัดความยาวของ Gauge Block ที่เลือกเอาไว้ โดยทำการเลือกขนาดความยาวของ Gauge Block ที่มีขนาดความยาวสั้นที่สุด โดยในการวัดให้ตำแหน่งของ Gauge Block ให้อยู่ชิดด้าน Anvil ให้มากที่สุด ปรับให้ด้าน Spindle มาสัมผัสกับ Gauge Block ด้วยแรงที่เหมาะสม พร้อมทั้งทำการหมุน Ratchet Stop ต่อไปอีก 3 คลิ๊ก พร้อมทั้งอ่านค่าที่ไมโครมิเตอร์อ่านได้ และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- เปลี่ยนขนาดของ Gauge Block ตามขนาดที่เลือกไว้ โดยเลือกขนาดความยาวของ Gauge Block ที่ขนาดสั้นที่สุดไปหา Gauge Block ขนาดที่ยาวที่สุด ตามลำดับ จนครบทุกค่า

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการสอบเทียบ $\bar{X}$

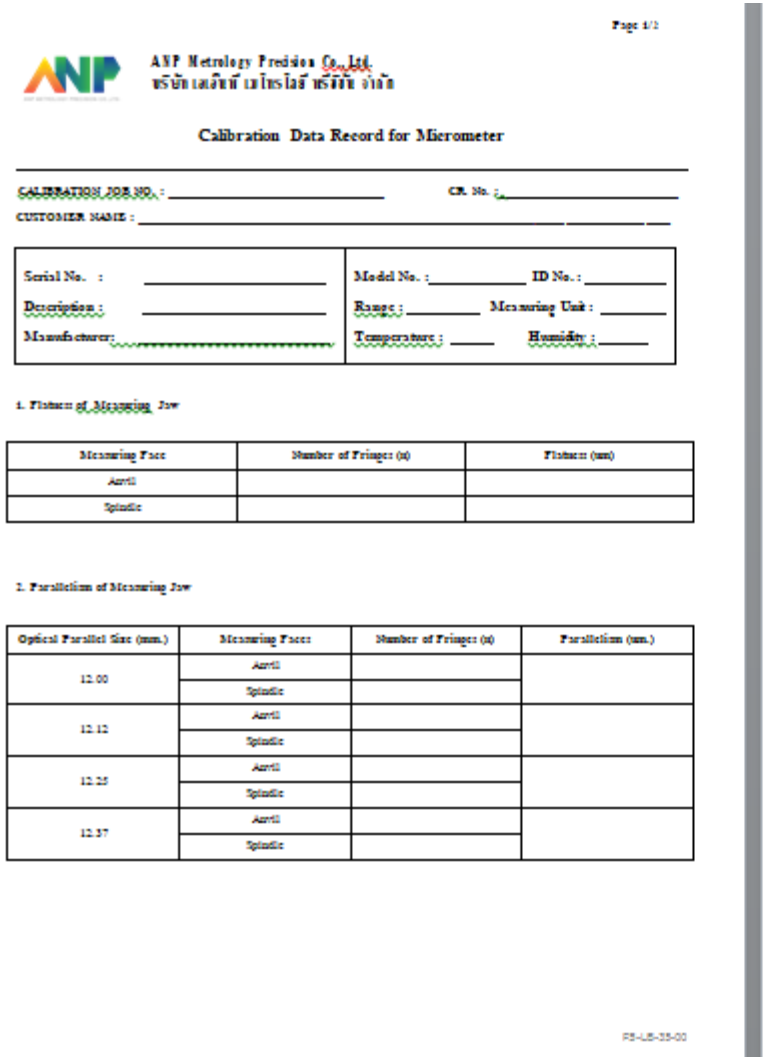
Nominal (um.)	Correction (um.)	True Value (um.)	UUC Reading (um.)			Mean Value (um)
			1	2	3	
0.00	0.00000	0.00000	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	0.00005	10.00005	10.01	10.01	10.01	10.01
15.00	0.00002	15.00002	15.02	15.02	15.02	15.02
20.00	-0.00001	19.99999	20.02	20.02	20.02	20.02
25.00	-0.00001	24.99999	25.03	25.03	25.03	25.03
30.00	0.00009	30.00009	30.03	30.03	30.03	30.03

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การบันทึกผลการสอบเทียบ

แบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบไมโครมิเตอร์



Page 1/2

ANP Metrology Precision Co.,Ltd.
บริษัท เอเอ็นพี เมโทรโลยี พรีซิชั่น จำกัด

Calibration Data Record for Micrometer

CALIBRATION JOB NO. : _____ CR. No. : _____

CUSTOMER NAME : _____

Serial No. : _____	Model No. : _____ ID No. : _____
Description : _____	Range : _____ Measuring Unit : _____
Manufacturer: _____	Temperature : _____ Humidity : _____

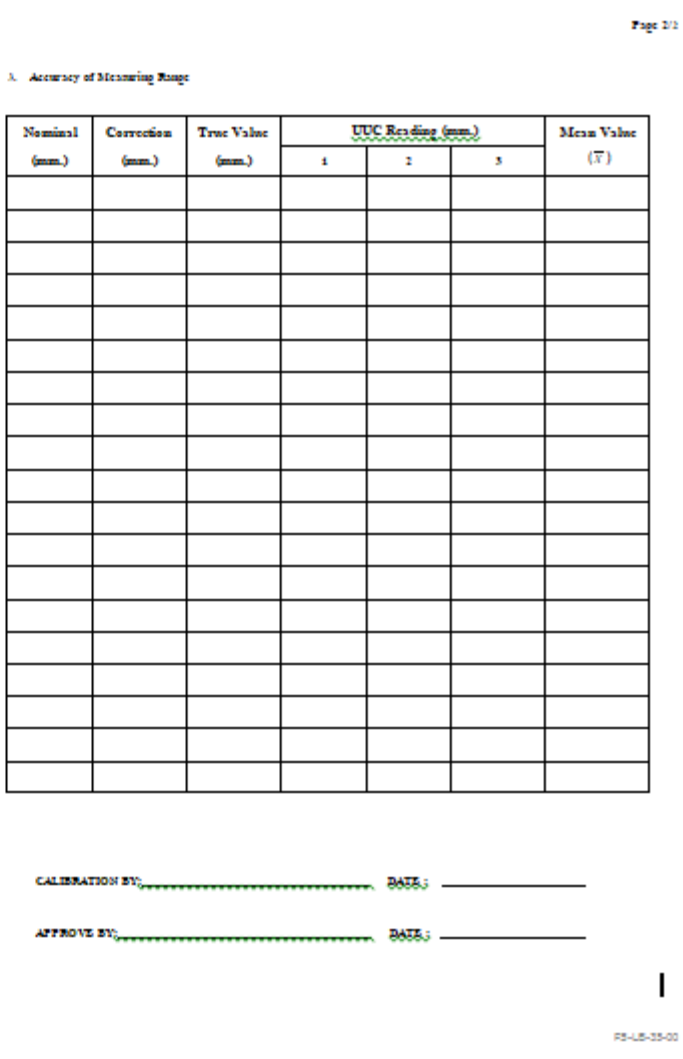
1. Flatness of Measuring Jaw

Measuring Face	Number of Fringes (n)	Flatness (um)
Anvil		
Spindle		

2. Parallelism of Measuring Jaw

Optical Parallel Size (mm.)	Measuring Faces	Number of Fringes (n)	Parallelism (um.)
12.00	Anvil		
	Spindle		
12.12	Anvil		
	Spindle		
12.25	Anvil		
	Spindle		
12.37	Anvil		
	Spindle		

FS-LB-35-00



Page 2/2

3. Accuracy of Measuring Range

Nominal (mm.)	Correction (mm.)	True Value (mm.)	UUC Reading (mm.) 1	2	3	Mean Value ($\bar{x}$)

CALIBRATION BY: _____ DATE : _____

APPROVE BY: _____ DATE : _____

FS-LB-35-00

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดของการสอบเทียบเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์

แบ่งการประเมินเป็น 2 แบบคือ

1. การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A

เป็นความไม่แน่นอนของการวัดที่เกิดจากการทำซ้ำของแต่ละความยาว Gauge Block (u_A)

2. การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type B

เป็นความไม่แน่นอนในการวัดที่เกิดจากหลายแหล่งด้วยกัน ได้แก่

- ความไม่แน่นอนจากผลการสอบเทียบของ Standard Gauge Block (u_S)
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเลื่อนค่าของ Standard Gauge Block จากการสอบเทียบแต่ละครั้ง (u_{diff})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์ (u_{Res})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะสอบเทียบ (u_{Temp})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากผลการสอบเทียบ Optical Flat (u_{Opt})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากผลการสอบเทียบ Optical Parallels (u_{Opp})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่เรียบของไมโครมิเตอร์ (U_{flat})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่ขนานของไมโครมิเตอร์ (U_{par})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากโครงสร้างของไมโครมิเตอร์ (U_{Stru})

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A

ผลการสอบเทียบไมโครมิเตอร์ ที่จุด 30 mm. พบว่าผลการสอบเทียบเป็นดังนี้ 30.00 um., 30.01 um., 30.01 um. การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A สามารถหาได้จาก

$$\overline{X} = \frac{30.00 + 30.01 + 30.01}{3} = 30.0066667$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{(30.00 - 30.0066667)^2 + (30.01 - 30.0066667)^2 + (30.01 - 30.0066667)^2}{3 - 1}} = 0.005774$$

$$u_A = \frac{0.005774}{\sqrt{3}} = 0.003333$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type B

ความไม่แน่นอนจากผลการสอบเทียบของ Standard Gauge Block (u_s)

จากใบรายงานผลการสอบเทียบ Standard Gauge Block ขนาด 30 um. พบว่าในใบรายงานผลการสอบเทียบพบว่ามีค่า Uncertainty มีค่าเท่ากับ 0.0005 um. ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ k=2 สามารถหาค่าความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_s = \frac{0.0005}{2} = 0.00025$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเลื่อนค่าของ Standard Gauge Block จากการสอบเทียบแต่ละครั้ง (u_{diff})

จากผลการสอบเทียบ Gauge Block ขนาด 30 mm. ในปี 2017 เป็น 30.001 um. และในปี 2018 เป็น 30.002 um. ซึ่งมีการกระจายตัวแบบ Rectangular ซึ่งคำนวณได้จาก

$$u_{diff} = \frac{(30.002 - 30.001)}{\sqrt{3}} = 0.000577$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของไมโครมิเตอร์ (u_{Res})

ความละเอียดของไมโครมิเตอร์เป็นแบบดิจิตอล มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 um. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Res} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.00866$$

ความละเอียดของไมโครมิเตอร์เป็นแบบอนาล็อก มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 um. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Res} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.005774$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะสอบเทียบ (u_{Temp})

โดยทั่วไปแล้วค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของ Standard Gauge Block ซึ่งวัสดุทุกๆ 1 mm. มีการขยายตัวเท่ากับ $(11.5 \pm 1)x10^{-6}$ ต่อ 1 °C ซึ่งอ้างอิงอุณหภูมิจากจุดที่ทำการสอบเทียบ คือที่ 20 °C .ในกรณีนี้ ถ้าทำการสอบเทียบที่อุณหภูมิ 25 °C ของความยาว Gauge Block ที่ 30 um. จะหาค่าได้จาก

$$u_{Temp} = \frac{30x(11.5x10^{-6})x5}{\sqrt{3}} = 0.000996$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากระบบโครงสร้างของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (u_{stru})

ความไม่แน่นอนเนื่องจากระบบโครงสร้างนั้นจะมีค่าขึ้นอยู่กับความยาวของตัวเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ แต่จะมีค่าไม่มากกว่าค่าความละเอียดของเครื่องมือ จึงมีการกำหนดให้ใช้ค่าความละเอียดของเครื่องมือมาวิเคราะห์แทน ในที่นี้มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 um. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Stru} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.005774$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากผลการสอบเทียบ Optical Flat (u_{opt})

จากใบรายงานผลการสอบเทียบ Optical Flat. พบว่าในใบรายงานผลการสอบเทียบพบว่ามีค่า Uncertainty มีค่าเท่ากับ 0.0005 um. ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ k=2 สามารถหาค่าความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{opt} = \frac{0.0005}{2} = 0.00025$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากผลการสอบเทียบ Optical Parallels (u_{opp})

จากใบรายงานผลการสอบเทียบ Optical Parallels พบว่าในใบรายงานผลการสอบเทียบพบว่ามีค่า Uncertainty มีค่าเท่ากับ 0.0005 um. ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ k=2 สามารถหาค่าความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{opp} = \frac{0.0005}{2} = 0.00025$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่เรียบของผิวหน้า Anvil กับ Spindle (U_{fla})

ความไม่แน่นอนในการวัดเนื่องจากความไม่เรียบของหน้าสัมผัส คิดจากผลรวมทั้งสองของความไม่เรียบที่ทำการวัดและมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{fla} = \frac{0.58 + 0.29}{\sqrt{3}} = 0.502295$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่ขนานของปากวัด (U_{par})

ความไม่แน่นอนในการวัดเนื่องจากความไม่ขนานของปากวัด คิดจากค่า Parallel ของเครื่องมือที่มากที่สุดที่ทำการวัด และมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Par} = \frac{1.45}{\sqrt{3}} = 0.837158$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรวมค่าความไม่แน่นอนในการวัดทั้งหมด (u_c)

$$u_c = \sqrt{(u_A)^2 + (u_S)^2 + (u_{diff})^2 + (u_{Res})^2 + (u_{Temp})^2 + (u_{opt})^2 + (u_{opp})^2 + (u_{fla})^2 + (u_{Par})^2 + (u_{Stru})^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.003333^2 + 0.00025^2 + 0.000577^2 + 0.00866^2 + 0.000996^2 + 0.005774^2 + 0.00025^2 + 0.00025^2 + 0.502295^2 + 0.837158^2}$$

$$u_c = 0.976348$$

หาค่า Coverage Factor จากสมการ V_{eff} แล้วเปิดตาราง T-Distribution เพื่อหาค่า k ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

$$V_{eff} = \frac{(n-1)*(u_c)^4}{(u_A)^4}$$

$$V_{eff} = \frac{(3-1)*(0.976348)^4}{(0.003333)^4} = 22090113484$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

เปิดตาราง V_{eff} ที่หาได้จาก T-Distribution เมื่อเปิดแล้วพบว่า V_{eff} มีค่าเท่ากับ 22090113484 พบว่าค่า k ที่เหมาะสมคือ k=2

Table 2	Student 't' values											
ν_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
k_{95}	13.97	4.53	3.31	2.87	2.65	2.52	2.43	2.37	2.28	2.23	2.20	2.17
ν_{eff}	18	20	25	30	35	40	50	60	80	100	∞	
k_{95}	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	2.00	

หาค่าความไม่แน่นอนขยาย (U)

$$U = u_c * k$$

$$U = 2 * 0.976348 = 1.952695 \mu m.$$

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรายงานค่าความถูกต้องของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์

ค่าจริง $30.01 \pm 2.0\,\mu m.$ ค่าความไม่แน่นอนในการวัด

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer

THANK YOU

Copy right © by JIS B 7502: Micrometer