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 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

การสอบเทียบเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ ด้วยเกจบล็อก (แบบวัดนอก)

VERNIER CALIPER CALIBRATION BY MEASURE DIRECT GAUGE BLOCK

นายอานนท์ พรมแก้ว

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท เอเอ็นพี เมโทรโลยี พรีซิชั่น จำกัด

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

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 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัด UUC (unit under calibration)

- เหมาะสำหรับเป็นขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดความยาว เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ แบบดิจิตอลและแบบอนาล็อก ย่านการวัด 0 – 300 mm.
- สภาวะแวดล้อมในการสอบเทียบ กำหนดไว้ที่อุณหภูมิ 20 ± 2 °C และความชื้น 55 ± 10 %RH
- ก่อนทำการสอบเทียบ UUC ให้ทำความสะอาด UUC ให้สะอาดก่อนทุกครั้ง โดยเฉพาะปากวัดของ เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์
- ก่อนทำการสอบเทียบให้วอร์มเครื่องมือ UUC โดยต้องทำการวอร์มเครื่องมือที่อุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิที่เครื่องมือมาตรฐานตั้งอยู่อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

เครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard)

- Gauge Block Set
- Long Gauge Block Set
- Monochromatic Light Source

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน

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

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

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 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

2. การเตรียม Vernier Caliper

- ทำความสะอาดเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ ด้วยแอลกอฮอล์และกระดาษทิชชู่
- นำเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์มาวางไว้ในห้องปฏิบัติการสอบเทียบก่อนทำการสอบเทียบเพื่อปรับอุณหภูมิ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- ประกบปากเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์เข้าด้วยกัน เพื่อตรวจสอบค่าศูนย์ (Zero) หากเป็นแบบดิจิตอลให้ทำการ Set Zero ก่อนทำการสอบเทียบ
- ตรวจสอบลักษณะทั่วไปของเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มการตรวจสภาพของเครื่องมือวัด
- กรณีที่เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ เป็นแบบดิจิตอล ให้ทำการตรวจสอบให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่ที่พลังงานเพียงพอหรือไม่ ถ้าอยู่ในสภาวะ Low Battery ให้ทำการเปลี่ยน Battery ใหม่ก่อนทำการสอบเทียบ
- ทุกการกระทำใดๆ ต้องอยู่บนพื้นฐานความปลอดภัยในขณะที่ทำการสอบเทียบ

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

เตรียมตัวขั้นต้นก่อนการสอบเทียบ (ต่อ)

3. การเตรียม Monochromatic Light Source

- ทำการเสียบปลั๊กเพื่ออวอร์มเครื่อง Monochromatic light source อย่างน้อย 30 นาที

หมายเหตุ : ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัว Monochromatic light source ให้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบใด และใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่าไหร่ ตามคู่มือที่ผู้ผลิตแนะนำก่อนทำการสอบเทียบ

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

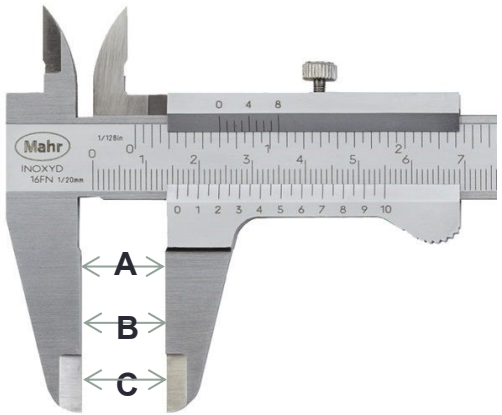
ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. ตรวจสอบความเรียบของปากวัด (Flatness)

- ประกบปากวัดนอกของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ เข้าด้วยกันแล้วนำไปส่องกับแสงไฟ (Monochromatic light source)
- ตรวจสอบว่ามีแสงลอดผ่านปากวัดที่ประกบกัน ว่ามีแสงลอดผ่านหรือไม่ พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบฟอร์มการสอบเทียบ

2. ตรวจสอบความขนาน (Parallel)

- เลือกขนาดความยาวของเครื่องมือมาตรฐานที่ค่าประมาณ 10% 50% และ100% ของค่าแรงสูงสุดของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
- วาง Gauge Block ขนาด 10% ที่เลือกไว้ไปวางที่หน้าผิวสัมผัส ณ ตำแหน่ง A
- เลื่อนผิวหน้าสัมผัสของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ สัมผัสกับ Gauge Block ด้วยแรงที่เหมาะสม พร้อมอ่านค่าจากเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ และบันทึกลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- ทำการวัดให้ครบทั้ง 3 ครั้งแล้ว บันทึกผล แล้วทำการเปลี่ยนตำแหน่งการวัดเป็น ตำแหน่ง B และ C พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนขนาดของ Gauge Block ให้เป็นขนาด 50% และ 100%



Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการตรวจสอบความขนานของผิวหน้าสัมผัสของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์

Nominal Value (mm)	Position	UUC Reading (mm)			X_{av}	Parallelism
		1	2	3	(mm)	(mm)
25	A	25.00	25.00	25.00	25.00	0.03
	B	25.00	25.00	25.00	25.00	
	C	25.00	25.10	25.00	25.03	
150	A	150.00	150.00	150.00	150.00	0.00
	B	150.00	150.00	150.00	150.00	
	C	150.00	150.00	150.00	150.00	
300	A	300.00	300.00	300.00	300.00	0.00
	B	300.00	300.00	300.00	300.00	
	C	300.00	300.00	300.00	300.00	

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

คำนวณหาค่าเฉลี่ย (X_{av})

$$X_{av} = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$$

$$X_{av} = \frac{25.00 + 25.00 + 25.10}{3} = 25.03mm.$$

คำนวณค่าความขนาน (Parallelism)

$$Parallelism = X_{av_max} - X_{av_min}$$

$$Parallelism = 25.03 - 25.00 = 0.03mm.$$

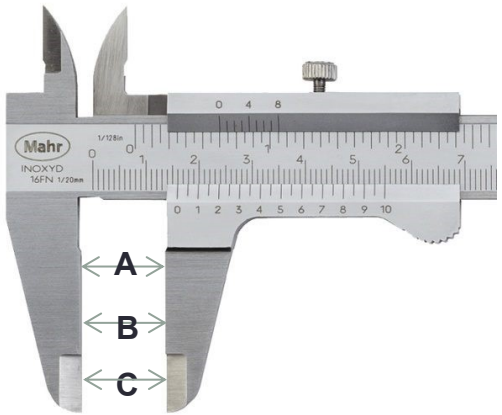
Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

3. ขั้นตอนการสอบเทียบความถูกต้องของสเกล (Linearity of Scale)

- ทำการวัดความยาวของ Gauge Block ที่เลือกเอาไว้ โดยทำการเลือกขนาดความยาวของ Gauge Block ที่มีขนาดความยาวสั้นที่สุด โดยในการวัดให้ตำแหน่งของ Gauge Block ให้อยู่ชิดด้านในปากวัดให้มากที่สุด ปรับให้ปากวัดของเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์สัมผัสกับ Gauge Block ด้วยแรงที่เหมาะสม โดยวัดในตำแหน่ง B พร้อมทั้งบันทึกผลที่ได้ลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบ
- ทำการวัดซ้ำให้ครบทั้ง 3 ครั้ง
- เปลี่ยนขนาดของ Gauge Block ตามขนาดที่เลือกไว้ โดยเลือกขนาดความยาวของ Gauge Block ที่ขนาดสั้นที่สุดไปหา Gauge Block ขนาดที่ยาวที่สุด ตามลำดับ จนครบทุกค่า
- ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการต่อ Gauge Block ต้องมั่นใจว่า Gauge Block สะอาดจริงๆ เพราะอาจทำให้ Gauge Block เป็นรอยได้ ในขณะที่ทำการต่อ Gauge Block



Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

ขั้นตอนการสอบเทียบ (ต่อ)

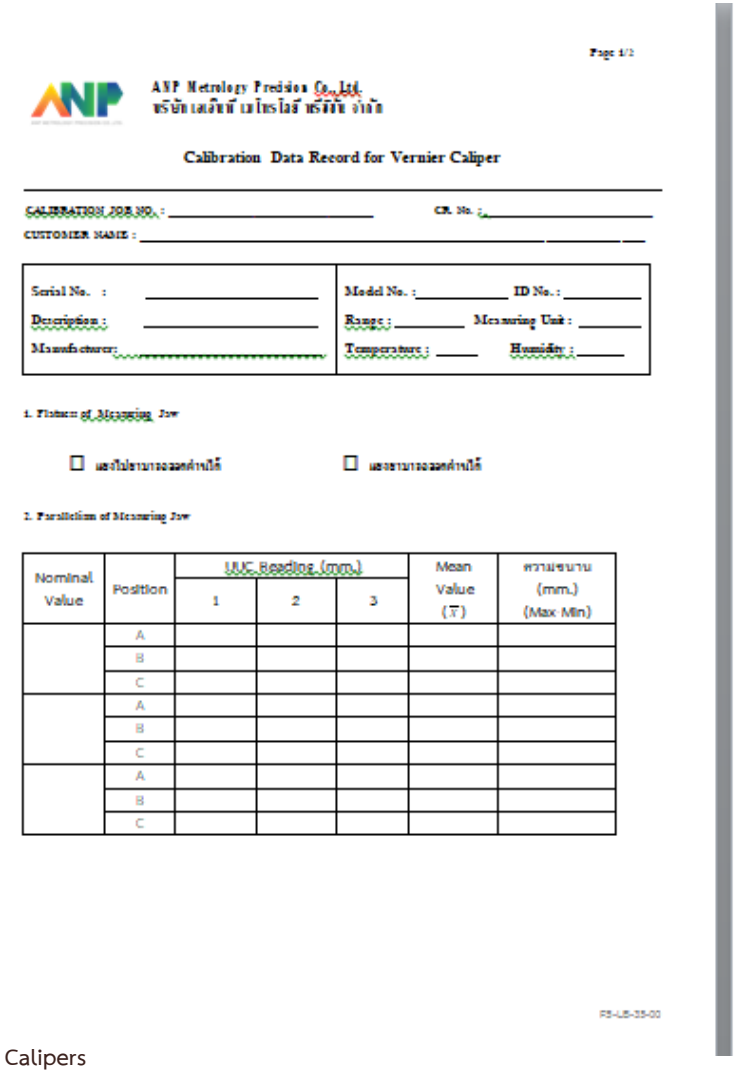
ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการสอบเทียบ

Nominal (mm.)	Correction (mm.)	True Value (mm.)	UUC Reading (mm.)			Mean Value ( )
			1	2	3	
0.00	0.00000	0.00000	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.00009	0.50009	0.50	0.50	0.50	0.50
1.00	0.00003	1.00003	1.00	1.00	1.00	1.00
2.00	0.00002	2.00002	2.00	2.00	2.00	2.00
5.00	-0.00004	4.99996	5.00	5.00	5.00	5.00
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 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

การบันทึกผลการสอบเทียบ

แบบฟอร์มบันทึกผลการสอบเทียบเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์



Page 1/2

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

Calibration Data Record for Vernier Caliper

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

CUSTOMER NAME : _____

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

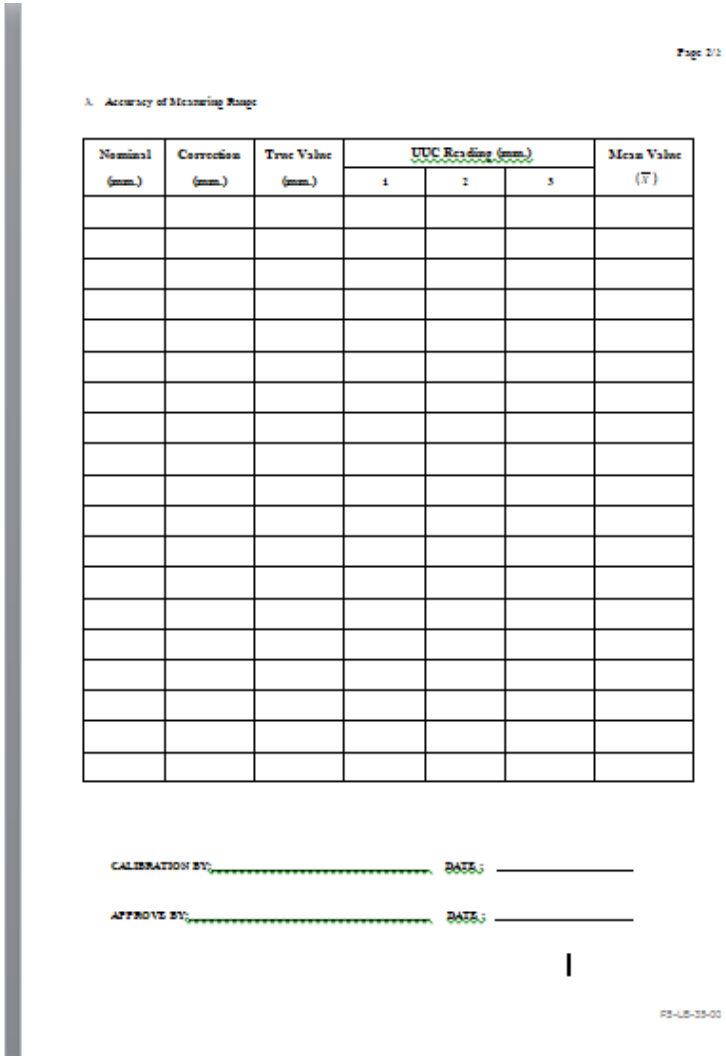
1. Flatness of Measuring Jaw

☐ เผื่อไม่ราบเรียบออกด้านใน ☐ เผื่อราบเรียบออกด้านใน

2. Parallelism of Measuring Jaw

Nominal Value	Position	UUC Reading (mm.)			Mean Value ($\bar{X}$)	ความขนาน (mm.) (Max-Min)
		1	2	3		
	A					
	B					
	C					
	A					
	B					
	C					
	A					
	B					
	C					

FS-LB-35-00



Page 2/2

3. Accuracy of Measuring Range

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

CALIBRATION BY: _____ DATE : _____

APPROVE BY: _____ DATE : _____

FS-LB-35-00

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

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})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (u_{Res})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะสอบเทียบ (u_{Temp})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากระบบโครงสร้างของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (u_{stru})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากการต่อ Gauge Block (u_{wr})
- ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่ขนานของปากวัด (U_{par})

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type A

ผลการสอบเทียบเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ ที่จุด 30 mm. พบว่าผลการสอบเทียบเป็นดังนี้ 30.00 mm., 30.01 mm., 30.01 mm. 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 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การประเมินความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Type B

ความไม่แน่นอนจากผลการสอบเทียบของ Standard Gauge Block (u_s)

จากใบรายงานผลการสอบเทียบ Standard Gauge Block ขนาด 30 mm. พบว่าในใบรายงานผลการสอบเทียบพบว่ามีค่า Uncertainty มีค่าเท่ากับ 0.0005 mm. 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 mm. และในปี 2018 เป็น 30.002 mm. ซึ่งมีการกระจายตัวแบบ Rectangular ซึ่งคำนวณได้จาก

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

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความละเอียดของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (u_{Res})

ความละเอียดของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์เป็นแบบดิจิตอล มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 mm. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

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

ความละเอียดของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์เป็นแบบอนาล็อก มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 mm. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

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

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

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 mm. จะหาค่าได้จาก

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

ความไม่แน่นอนเนื่องจากระบบโครงสร้างของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ (u_{stru})

ความไม่แน่นอนเนื่องจากระบบโครงสร้างนั้นจะมีค่าขึ้นอยู่กับความยาวของตัวเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ แต่จะมีค่าไม่มากกว่าค่าความละเอียดของเครื่องมือ จึงมีการกำหนดให้ใช้ค่าความละเอียดของเครื่องมือมาวิเคราะห์แทน ในที่นี้มีค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 mm. ซึ่งมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

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

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

ความไม่แน่นอนเนื่องจากการต่อ Standard Gauge Block (u_{wr})

กำหนดให้ค่าความไม่แน่นอนในการวัดต่อ 1 รอยต่อเท่ากับ $1x10^{-6}$ mm. และมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบ Rectangular ในกรณีนี้ใช้ Standard Gauge Block ขนาด 30 mm. ซึ่งไม่มีรอยต่อ จะสามารถหาค่าความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{wr} = \frac{(1x10^{-6})x0}{\sqrt{3}} = 0.00$$

ความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่ขนานของปากวัด (U_{par})

ความไม่แน่นอนในการวัดเนื่องจากความไม่ขนานของปากวัด คิดจากค่า Parallel ของเครื่องมือที่มากที่สุดที่ทำการวัด และมีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Rectangular ซึ่งจะสามารถคำนวณแหล่งความไม่แน่นอนในการวัดได้ดังนี้

$$u_{Par} = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.017321$$

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

ANP METROLOGY PRECISION CO.,LTD.

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรวมค่าความไม่แน่นอนในการวัดทั้งหมด (u_c)

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

$$u_c = \sqrt{0.003333^2 + 0.00025^2 + 0.000577^2 + 0.00866^2 + 0.000996^2 + 0.005774^2 + 0.00^2 + 0.017321^2}$$

$$u_c = 0.020515$$

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

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

$$V_{eff} = \frac{(3-1)*(0.020515)^4}{(0.003333)^4} = 2870.38$$

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

เปิดตาราง V_{eff} ที่หาได้จาก T-Distribution เมื่อเปิดแล้วพบว่า V_{eff} มีค่าเท่ากับ 2870.38 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)

$$U = u_c * k$$

$$U = 2 * 0.020515 = 0.04203mm.$$

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด (ต่อ)

การรายงานค่าความถูกต้องของเวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์

ค่าจริง $30.01 \pm 0.043mm.$ ค่าความไม่แน่นอนในการวัด

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers

THANK YOU

Copy right © by JIS B 7507: Vernier, Dial and Digital Calipers