

AMM-172

การศึกษาเปรียบเทียบการสอบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียวตาม
มาตรฐาน JIS B0261 กับ EURAMET cg-10 Version 2.1
A Comparative Study of the Calibration of Pitch Diameter of Thread Gauge between
JIS B0261 Standard and EURAMET cg-10 Version 2.1 Calibration
Guide

ยอดยั้ง หมวกงาม¹, วิชชุดา จิตต์โกศล¹ และ อนุสรณ์ ทนหมื่นไวย^{1*}

¹ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ 3/4-5 หมู่ 3, คลอง 5, คลองหลวง, ปทุมธานี 12120

*ติดต่อ: E-mail yodying@nimt.or.th, เบอร์โทรศัพท์ 02-577-5100 ต่อ 1218, เบอร์โทรสาร 02-577-5088

บทคัดย่อ

การสอบเทียบเกจวัดเกลียว (thread gauge) จะต้องมีการคำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (pitch diameter) โดยที่ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้วัดตามมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเทศผู้ผลิต โดยวิธีการคำนวณที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติประเทศไทยใช้คือตามแบบ Calibration Guide EURAMET cg-10 Version 2.1 แต่โดยทั่วไปสำหรับผู้ผลิตเกจวัดเกลียวจะใช้ตามมาตรฐานที่มีอยู่ในแต่ละประเทศของตนเอง เช่น ผู้ผลิตเกจวัดเกลียวในประเทศญี่ปุ่นจะสอบเทียบตามมาตรฐาน JIS B0261 ซึ่งข้อแตกต่างในการคำนวณตามมาตรฐานอ้างอิงของแต่ละประเทศนี้ ทำให้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียวที่คำนวณมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้เกิดข้อพิพาทหรือข้อโต้แย้งระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

การศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการวัด และประเมินค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของทั้งสองวิธีคือ EURAMET cg-10 Version 2.1 และ JIS B0261 โดยใช้เกจวัดเกลียวชนิด M14×2 6H GP, M14×2 6H NP, M20×2.5 6H GP และ M20×2.5 6H NP พบว่าการคำนวณเปรียบเทียบผลการวัดมีค่า EN Number > 1 จำนวน 1 ตำแหน่งจากการวัดทั้งสิ้น 10 ตำแหน่ง ซึ่งแสดงถึงการไม่สอดคล้องกันของวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของทั้งสองวิธี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการประยุกต์สมการ modified EURAMET cg-10 ด้วยการชดเชยค่าจากแรงที่ใช้วัดเพื่อแปลงเป็นมาตรฐาน JIS B0261 พบว่าเมื่อใช้สมการ Modified EURAMET cg-10 จะทำให้ EN Number < 1 ซึ่งเป็นการยืนยันการใช้ได้ของสมการ Modified EURAMET cg-10 เพื่อใช้ทดแทนการสอบเทียบตามวิธีมาตรฐาน JIS B0261

คำหลัก: Pitch Diameter Calibration, JIS B 0261, EURAMET/cg-10 Version 2.1

Abstract

In the calibration of pitch diameter of any thread gauge, its pitch diameter should be calculated according to reference standard methods depended on manufacturer's countries. The method that National Institute of Metrology (Thailand) has adopted is "Calibration Guide EURAMET cg-10 Version

AMM-172

2.1". However, the manufacturers in Japan will calibrate the thread gauge according to their own country's reference standard, JIS B 0261. In case of EU (European Union) country, they have their own standard which is Calibration Guide EURAMET cg-10 Version 2.1. The results of the calibration of the pitch diameter from various reference standards will always be different. Therefore the dispute may occur between sellers and buyers when they refer to different reference standards.

In this study, we compare the calibration of the pitch diameter with the uncertainty of measurement according to two reference standards, JIS B0261 and EURAMET cg-10 Version 2.1.

The types of the thread gauges used in this experiment were M14×2 6H GP, M14×2 6H NP, M20×2.5 6H GP and M20×2.5 6H NP. When the results from both standards had been compared, the En ratio of one measured point out of 10 measured points was more than 1. That meant these methods were not compatible. The modified equation from EURAMET cg-10 Ver.2.1 standard was presented in this paper. The original equation had been modified by compensated measuring force value in order to be used in JIS B0261 standard. The results of pitch diameter measured according to EURAMET cg-10 Ver.201 standard and calculated by the modified EURAMET cg-10 Ver.2.1 equation had been conformed to the result when measured and calculated by JIS B0261 standard because of their EN Ratio ≤ 1 .

Keywords: Pitch Diameter Calibration, JIS B 0261, EURAMET/cg-10 Version 2.1

1. บทนำ

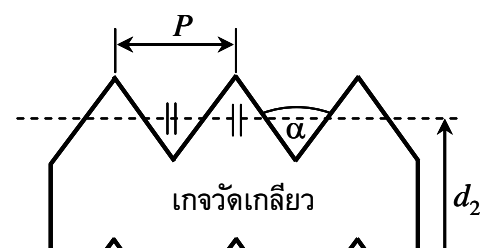
การสอบเทียบเกจวัดเกลียวในปัจจุบันจะมีมาตรฐานในการสอบเทียบหลายมาตรฐาน โดยที่ปัจจุบันสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้ใช้ตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 Version 2.1 "Determination of Pitch Diameter of Parallel thread Gauges by Mechanical Probing" [1] เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการสอบเทียบสูง โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดหัววัด (probe) หรือแรงที่ใช้วัด (force) ตามชนิดของเกจวัดเกลียว แต่ในประเทศไทยผู้ประกอบการมักจะอ้างอิงจากมาตรฐาน JIS B 0261 [2], JIS B 0271 [3] ซึ่งขนาดหัววัด และแรงที่ใช้วัดจะเปลี่ยนไปตามขนาดของเกจวัดเกลียว ซึ่งจะทำให้เกิดการโต้แย้งกันเกิดขึ้น เนื่องจากการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการสอบเทียบทั่วไปจะใช้ EURAMET cg-10 ในการสอบเทียบ แต่เมื่อนำผลการสอบเทียบที่ได้มาพิจารณาเกณฑ์จะใช้ตามมาตรฐาน JIS B0261 ดังนั้นสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้เล็งเห็นปัญหาในข้อนี้ จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการวัดของทั้ง

สองวิธี เพื่อที่จะหาข้อสรุป โดยใช้เกณฑ์ EN Number ตามมาตรฐาน ISO17043 [4] เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องการใช้แทนกันได้ของวิธีทั้งสอง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เกจวัดเกลียวชนิด M20×2.5 6H GP, M20×2.5 6H NP, M14×2.0 6H GP, M14×2.0 6H NP

2. ทฤษฎีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียว

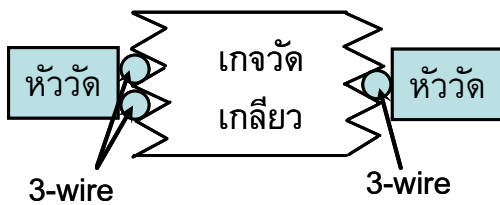
การวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ขึ้นอยู่กับตัวแปรของเกจวัดเกลียวคือ มุมเกลียว, ระยะพิตช์ โดยนิยามของเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเสมือนของเส้นขนานสองเส้นที่ขนานกับเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกเกลียวลากเส้นขนานสองเส้นนั้นตัดกับสันเกลียวและร่องเกลียว โดยทำให้ความยาวของสันเกลียวมีขนาดเท่ากับความยาวร่องเกลียว ดังรูปที่ 1



AMM-172

รูปที่ 1 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (d_2), มุมเกลียว (α) และ ระยะพิตช์ (P)

การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 และ JIS B0261 จะใช้ 3-wire ร่วมกับเครื่องวัดความยาวอนุกรม (Universal Length Measuring Machine, ULM) และหัววัด เพื่อคำนวณค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ด้วย 3-wire และหัววัด

จากสมการของการคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียวตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 [1] จะได้ดังนี้

$$d_2 = \Delta L - d_D \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + 1 \right) + \frac{P}{2} \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) - A_1 + A_2 \quad (1)$$

โดยที่

d_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์

ΔL คือ ค่าที่วัดได้จาก ULM

d_D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire

α คือ มุมเกลียว

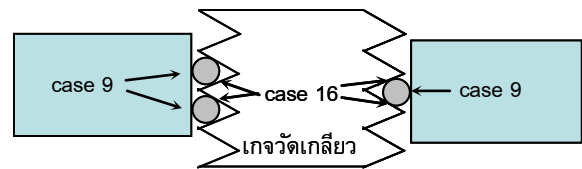
P คือ ระยะพิตช์

A_1 คือ rake correction โดยที่

$$A_1 = \frac{d_D}{2} \cdot \left(\frac{P}{\pi \cdot d_2} \right)^2 \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

A_2 คือ elastic compression

โดยที่ A_2 ไม่มีสมการการชดเชยที่แน่นอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สมการ elastic compression ของเอกสาร Elastic Compression of Spheres and Cylinders at Point and Line Contact [5], [6] โดยใช้ Case 9: Cylinder in Contact with Plane และ Case 16: Cylinder in Contact with Symmetrical Cylindrical Vee Groove มาเพื่อใช้ชดเชยแรงที่ใช้วัด ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดง elastic compression แบบต่างๆ

จากสมการของการคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียวตามมาตรฐาน JIS B0261 คือ

$$d_2 = \Delta L - d_D \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + 1 \right) + \frac{P}{2} \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2)$$

โดยที่

d_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์

ΔL คือ ค่าที่วัดได้จาก ULM

d_D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire ซึ่งได้จากการวัดตามมาตรฐาน JIS B0271

α คือ มุมเกลียว

P คือ ระยะพิตช์

โดยที่แรงกดที่ใช้ตามมาตรฐาน JIS B0261 ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 1

AMM-172

ตารางที่ 1 แรงกดของการวัดเกลียววัดเกลียวตาม
 มาตรฐาน JIS B 0261

ระยะพิตช์ (mm)	แรงกด (N)	เส้นผ่านศูนย์กลาง หัววัด (probe)
1.25 - 4	8.8 - 10.8	6 - 8

3. การสอบเทียบเกลียววัดเกลียวด้วยมาตรฐาน EURAMET cg-10 เปรียบเทียบกับ JIS B0261

เกลียววัดเกลียวที่นำมาเป็นชิ้นงานทดลองในการวิจัยใน
 ครั้งนี้ ได้แก่

1. M14×2.0 6H GP โดยมี $\alpha = 60^\circ$, $P = 2.0$ mm
 2. M14×2.0 6H NP โดยมี $\alpha = 60^\circ$, $P = 2.0$ mm
 3. M20×2.5 6H GP โดยมี $\alpha = 60^\circ$, $P = 2.5$ mm
 4. M20×2.5 6H NP โดยมี $\alpha = 60^\circ$, $P = 2.5$ mm
- ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เกลียววัดเกลียวที่ใช้ในการวิจัย

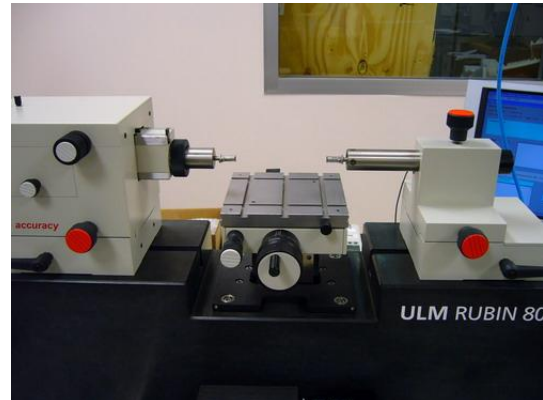
โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้การวัดคือ แรงที่ใช้ในการวัดและ
 เส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัดเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ใช้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์
 ของเกลียววัดเกลียว

มาตรฐาน	แรงที่ใช้วัด (N)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของหัววัด (mm)
EURAMET cg-10	มาตรฐานไม่ กำหนด (การวิจัย ใช้ 1.518 N)	มาตรฐานไม่ กำหนด (การวิจัย ใช้ 7.98309 mm)
JIS B0261	กำหนดช่วง 8.8- 10.8 N	กำหนดช่วง 6-8 mm (การวิจัยใช้)

(การวิจัยใช้แรง 10.378 N)	7.98309 mm
------------------------------	------------

ทำการวัดด้วยเครื่อง ULM (Model:Rubin800,
 MFR:Mahr) ร่วมกับ 3-wire และหัววัด ดังรูปที่ 5, 6,
 7 ซึ่งนำมาติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันจะแสดง
 ดังรูปที่ 8



รูปที่ 5 Universal Length Measuring Machine

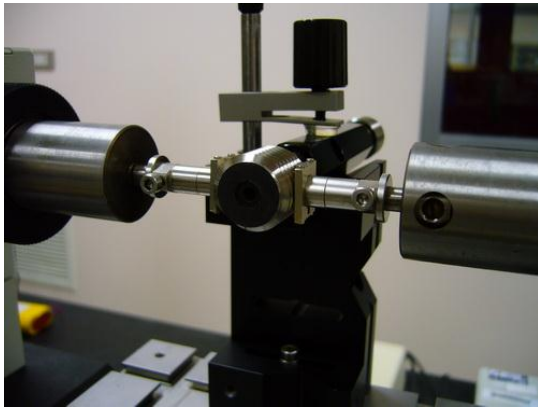


รูปที่ 6 ขนาดต่างๆของ 3-wire



รูปที่ 7 หัววัด

AMM-172



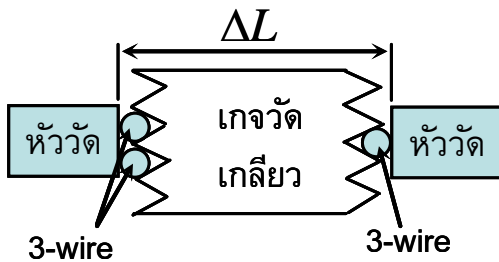
รูปที่ 8 การวัดเกจวัดเกลียวด้วย ULM, 3-wire และหัววัด

วิธีการคำนวณเลือกขนาด 3-wire ที่เหมาะสม (d_0) จะคำนวณได้จากสมการตามเอกสารอ้างอิง [1] จะได้

$$d_0 = \frac{P}{2} \frac{1}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (3)$$

จากสมการที่ (3) จะได้

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire ที่เหมาะสมสำหรับเกจวัดเกลียว M14×2.0 6H GP NP = 1.155 mm ซึ่งการวิจัยใช้ขนาด 1.15523 mm
2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire ที่เหมาะสมสำหรับเกจวัดเกลียว M20×2.5 6H GP NP = 1.443 mm ซึ่งการวิจัยใช้ขนาด 1.44296 mm



รูปที่ 9 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ด้วย ULM, 3-wire, และหัววัด

ผลการวัดซึ่งได้จากการอ่านค่าโดยตรงจาก ULM (ΔL) ก่อนนำไปคำนวณเพื่อหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ในสมการที่ (1) และ (2) ดังแสดงในรูปที่ 9 แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเกจวัดเกลียวจาก ULM ก่อนการคำนวณ, (ΔL) ตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 และ JIS B0261

Type	Position	JIS B0261 (mm)	EURAMET (mm)
M14×2 6H GP	Start	14.45178	14.45482
	Middle	14.45186	14.45481
	End	14.45146	14.45458
M14×2 6H NP	Start	14.65272	14.65589
	End	14.65273	14.65619
M20×2.5 6H GP	Start	20.56148	20.5641
	Middle	20.56176	20.5645
	End	20.56137	20.56416
M20×2.5 6H NP	Start	20.77273	20.77538
	End	20.77361	20.77656

นำค่าจากตารางที่ 2, 3 มาคำนวณโดยแทนค่าตามสมการที่ (1), (2) และ (3) จะได้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์โดยการคำนวณตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 และ JIS B0261

Type	Position	JIS B0261 (mm)	EURAMET (mm)
M14×2.0 6H GP	Start	12.72213	12.72002
	Middle	12.72221	12.72001
	End	12.72181	12.71978
M14×2 6H NP	Start	12.92307	12.92109
	End	12.92308	12.92139
M20×2.5 6H GP	Start	18.40090	18.39916
	End	18.40118	18.39956
M20×2.5 6H NP	Start	18.61215	18.61044
	End	18.61303	18.61162

AMM-172

4. ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของการสอบเทียบเกจวัดเกลียวตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 และ JIS B0261

จาก EURAMET cg-10 จากสมการ (1) และ (2) จะได้สมการความไม่แน่นอนของการวัด ดังสมการที่ (4)

$$u^2(d_2) = u^2(\Delta L) + c_{dD}^2 u^2(d_D) + c_P^2 u^2(P) + c_{\alpha/2}^2 u^2(\alpha/2) + u^2(A_1) + u^2(A_2) + u^2(\delta B) \quad (4)$$

โดยที่

$u(\Delta L)$ คือ ค่าความไม่แน่นอนจากการวัดซ้ำ 3 ครั้ง จาก ULM

$u(d_D)$ คือ ค่าความไม่แน่นอนของเส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire โดยที่ $c_{dD}^2 = \frac{1}{\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + 1$

$u(P)$ คือ ความไม่แน่นอนของระยะพิตช์ โดยที่ $c_P = \frac{\cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{2}$

$u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ คือ ความไม่แน่นอนของมุมเกลียว โดยที่ $c_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} (d_D - d_0)$

$u(A_1)$ คือ ความไม่แน่นอนของ rake correction

$u(A_2)$ คือ ความไม่แน่นอนของการวัดแรง

$u(\delta B)$ คือ ความไม่แน่นอนของรูปร่างเกจวัดเกลียว

ในการวิจัยครั้งนี้การประเมินค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการวัดสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดได้แก่ ความไม่แน่นอนสุ่ม $u(\Delta L)$ ที่เกิดจากผลการวัดซ้ำ 3 ครั้ง และความไม่แน่นอนเชิงระบบที่เกิดจาก $u(d_D)$, $u(P)$, $u\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $u(A_1)$, $u(A_2)$, $u(\delta B)$ ดังสมการที่ 4

โดยค่าความไม่แน่นอนที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงานที่วัดและวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความไม่แน่นอนของการสอบเทียบเกจวัดเกลียวด้วยมาตรฐาน EURAMET cg-10 กับ JIS B0261

Thread Gauge	Position	EURAMET cg-10	JIS B0261
		Uncertainty (μm)	Uncertainty (μm)
M14X2.0 6H GP	Start	1.503	1.514
	Middle	1.503	1.514
	End	1.503	1.514
M14X2.0 6H NP	Start	1.503	1.514
	End	1.503	1.514
M20X2.5 6H GP	Start	1.512	1.510
	Middle	1.512	1.510
	End	1.512	1.510
M20X2.5 6H NP	Start	1.512	1.510
	End	1.512	1.510

ตรวจสอบการใช้แทนกันได้ของวิธีการวัดเกจวัดเกลียวตามมาตรฐาน EURAMET cg-10 กับ JIS B0261 ด้วยค่า EN number ที่อธิบายอยู่ใน ISO/IEC 17043 ดังสมการที่ (5)

$$E_n = \frac{|x - X|}{\sqrt{(U_{lab}^2 + U_{ref}^2)}} \quad (5)$$

โดยที่

x = ค่าที่วัดได้จากวิธีที่ 1

X = ค่าที่วัดได้จากวิธีที่ 2

U_{lab}^2 = ความไม่แน่นอนค่าที่วัดได้จากวิธีที่ 1

U_{ref}^2 = ความไม่แน่นอนของค่าที่วัดได้จากวิธีที่ 2

จากผลต่างการคำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (ตารางที่ 4) และ ความไม่แน่นอนของการสอบเทียบเกจวัดเกลียวขนาดต่าง ๆ (ตารางที่ 5) จะสามารถคำนวณได้ค่า EN number โดยแทนค่าในสมการที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 6

AMM-172

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบ EN number ของการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์แบบ EURAMET cg-10 และ JIS B0261

Thread Gauge	Position	EN
M14×2.0 6H GP	Start	0.99
	Middle	1.03
	End	0.95
M14×2.0 6H NP	Start	0.93
	End	0.79
M20×2.5 6H GP	Start	0.81
	Middle	0.76
	End	0.73
M20×2.5 6H NP	Start	0.80
	End	0.66

จากตารางที่ 6 เกจวัดเกลียว M14×2.0 6H GP ที่ตำแหน่ง middle มีค่า EN number > 1 ทำให้สรุปได้ว่าการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ด้วยวิธี EURAMET cg-10 ไม่สอดคล้องกับการวัดเกจวัดเกลียวด้วยวิธี JIS B0261 ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์สมการของ EURAMET cg-10 โดยใช้หลักการชดเชยแรงเข้าไปเพื่อแปลงการวัดให้เป็น JIS B0261 จะได้สมการ modified EURAMET cg-10 ดังสมการที่ 6

$$d_{2,JIS} = (\Delta L_{EURAMET} + A_{2,EURAMET} - A_{2,JIS}) - (d_{D,JISB0271}) \cdot \left[\frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + 1 \right] + \frac{P}{2} \cdot \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (6)$$

โดยที่

$\Delta L_{EURAMET}$ คือ ค่าที่วัดได้จาก ULM, ΔL ด้วยวิธีของ EURAMET cg-10

$A_{2,EURAMET}$ คือ การคำนวณ elastic compression จากวิธีวัดแบบ EURAMET cg-10

$A_{2,JIS}$ คือ การคำนวณ elastic compression จากวิธีวัดแบบ JIS B0261

$d_{D,JISB0271}$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของ 3-wire จากวิธีวัดแบบ JIS B 0271

จากการแทนค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเกจวัดเกลียวในสมการที่ (1), (2), และ (6) จะได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์จากการคำนวณตามมาตรฐาน EURAMET cg-10, JIS B0261 และ modified EURAMET

Type	Position	Euramet (mm)	JIS (mm)	modified Euramet
M14×2.0 6H GP	Start	12.72002	12.72213	12.72228
	Middle	12.72001	12.72221	12.72227
	End	12.71978	12.72181	12.72204
M14×2 6H NP	Start	12.92109	12.92307	12.92335
	End	12.92139	12.92308	12.92365
M20×2.5 6H GP	Start	18.39916	18.40090	18.40156
	Middle	18.39956	18.40118	18.40196
	End	18.39922	18.40079	18.40162
M20×2.5 6H NP	Start	18.61044	18.61215	18.61284
	End	18.61162	18.61303	18.61402

เมื่อทำการเปรียบเทียบ EN number ระหว่าง modified EURAMET กับ JIS B0261 จะได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบ EN number ของ modified EURAMET และ JIS B0261

Thread Gauge	Position	EN number	
		EURAMET	Modified EURAMET
M14×2.0 6H GP	Start	0.99	0.07
	Middle	1.03	0.03
	End	0.95	0.11
M14×2.0 6H NP	Start	0.93	0.13
	End	0.79	0.27
M20×2.5 6H GP	Start	0.81	0.31
	Middle	0.76	0.37
	End	0.73	0.39
M20×2.5 6H NP	Start	0.80	0.32
	End	0.66	0.46

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้สมการ modified EURAMET แทน EURAMET cg-10 แล้วจะทำให้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์มีความใกล้เคียงกับ JIS B0261 มากกว่าการวัดแบบ EURAMET cg-10 โดยการเปรียบเทียบผลการวัดนี้พิจารณาจาก EN number ซึ่งได้ EN number ≤ 1

AMM-172

5. สรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบการสอบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ของเกจวัดเกลียวตามมาตรฐาน JIS B0261 กับ EURAMET cg-10 เมื่อใช้ EN Number เป็นตัววัดความสอดคล้องกัน จะพบว่าทั้งสองวิธีไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้เนื่องจาก $EN > 1$ แต่เมื่อประยุกต์ใช้สมการ Modified EURAMET cg-10 แปลงเป็น JIS B0261 พบว่ามีค่า $EN \leq 1$ ทำให้สรุปได้ว่าเมื่อใช้วิธีการวัดตามแบบมาตรฐาน EURAMET cg-10 แล้วทำการคำนวณด้วยสมการ Modified EURAMET cg-10 เพื่อแปลงให้เป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ตามมาตรฐาน JIS B0261 มีความสอดคล้องกับการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ด้วยวิธีมาตรฐาน JIS B0261

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันมาตรฐานแห่งชาติ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการวิจัยนี้จนสำเร็จ

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บทความจากวารสาร (Journal)

- [1] EURAMET European Association of National Metrology Institutes, Determination of Pitch Diameter of Parallel Thread Gauges by Mechanical Probing, EURAMET cg-10 Version 2.1, December 2012.
- [2] Japanese Industrial Standards, JIS B 0261 Parallel Screw Thread Gauges - Measuring Method of Gauges, 2004.
- [3] Japanese Industrial Standard, JIS B 0271 Three Wire for Screw Thread Measuring and Four Wire for Screw Thread Measuring, 2004.
- [4] The International Organization for Standardization, ISO/IEC 17043 Conformity assessment — General requirements for proficiency testing, 2010.

[5] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Elastic Compression of Spheres and Cylinders at Point and Line Contact, 1969

7.2 เว็บไซต์

- [6] NIST, URL:
<http://emtoolbox.nist.gov/Main/Main.asp>, access on 27/06/2014