

**Do you know?**

**TCT Metrology**

# การสอบเทียบ



# ไม้บรรทัดเหล็ก

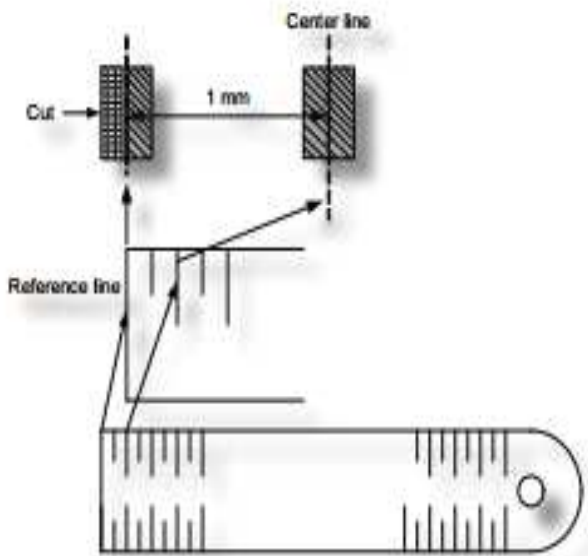
เครื่องมือวัดด้านความยาวนั้นมียู่มากมายหลายชนิดมีทั้งแบบที่ความถูกต้องต่ำไปจนกระทั่งถึงระดับนาโนเมตร และมีเครื่องมือวัดที่ใช้ในงานในสภาวะทั่วไปจนถึงเครื่องมือที่ต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมเป็นอย่างดี แต่หนึ่งในเครื่องมือวัดพื้นฐานที่ทุกๆ คนต้องเคยได้ใช้มาแล้วตั้งแต่สมัยเป็นเด็กๆ ก็คือไม้บรรทัดนั่นเอง ดังนั้นหากถามถึงวิธีการใช้งานของไม้บรรทัดเราทุกคนคงตอบได้อย่างชัดเจน แต่ถ้าถามถึงความถูกต้องของไม้บรรทัดเหล็กและวิธีสอบเทียบแล้วน้อยคนนักที่จะสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ บทความนี้จะช่วยให้คุณเข้าใจถึงวิธีการพิจารณา ค่าความถูกต้องและวิธีการสอบเทียบของไม้บรรทัดเหล็ก

เมื่อพูดถึงค่าความถูกต้องของไม้บรรทัดเหล็ก เราจะรู้ได้อย่างไรว่าความถูกต้องของสเกลไม้บรรทัดเหล็กนั้นพิจารณาอย่างไรทั้งเกรดของไม้บรรทัดเหล็ก ใช้หลักเกณฑ์อะไรในการตัดสิน

## ● ค่าความถูกต้องของไม้บรรทัดเหล็กตามมาตรฐาน JIS B 7516: 1987

ค่าความถูกต้องของไม้บรรทัดเหล็กแสดงดังภาพที่ 2 โดยจุดเริ่มต้นอ้างอิงจาก End Face of Scale ณ ตำแหน่งนี้ บริษัทผู้ผลิตได้ทำการแบ่งครึ่งขีดสเกลแล้ว และจากจุดนี้ต่อไปยังกึ่งกลางของขีดสเกลใดๆ ก็คือความยาวที่ปงชี้ของไม้บรรทัดเหล็กนั้นๆ จากภาพที่ 2 พบว่าระยะ 1 mm ก็คือระยะจากเส้นอ้างอิง (Reference Line) ถึง กึ่งกลางของขีดสเกลที่ 1 mm

ไม้บรรทัดเหล็กหรือที่ทุกคนเรียกขานว่า "ชุดเหล็ก" มีมากมายหลายแบบ หลายเกรด เพราะฉะนั้นการเลือกใช้ และการเลือกวิธีการสอบเทียบนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Maximum Permissible Error, MPE) ของผู้ใช้



▲ ภาพที่ 1 ไม้บรรทัดแบบต่างๆ

▲ ภาพที่ 2 นิยามของความยาวของไม้บรรทัดเหล็ก

# Do you know?

เพราะฉะนั้นในโลกของความเป็นจริง พบว่าไม้วรรทัดเหล็กที่มีขายตามท้องตลาด ผู้ซื้อสามารถตรวจสอบคุณภาพของไม้วรรทัดเหล็กโดยพิจารณาจากความหนาของขีดสเกลอ้างอิงเทียบกับขีดความหนาของสเกลใดๆ แล้วความหนาของขีดสเกลอ้างอิงจะต้องหนาเพียงครึ่งหนึ่งของขีดสเกลใดๆ

คราวนี้เรามาพิจารณากรอบของไม้วรรทัดเหล็กตามมาตรฐาน JIS B7516:1987 พบว่ามีกรอบเป็น 2 เรอ โดยพิจารณาจาก 3 พารามิเตอร์ ดังนี้ (ภาพที่ 3 ประกอบ)

## 1. ค่าความกว้างของของไม้วรรทัดเหล็ก แบ่งเป็น 2 เรอ คือ

เกรด 1:  $\pm [0.10+0.05 \times (L/500)]$  mm

เกรด 2:  $\pm [0.10+0.10 \times (L/500)]$  mm

เมื่อ L คือ ค่าความยาวที่วัด ในหน่วยมิลลิเมตร และ แทนค่าโดยไม่ต้องใส่หน่วย

## 2. ค่าความฉากไม้วรรทัดเหล็ก (Squareness of Scale End Face)

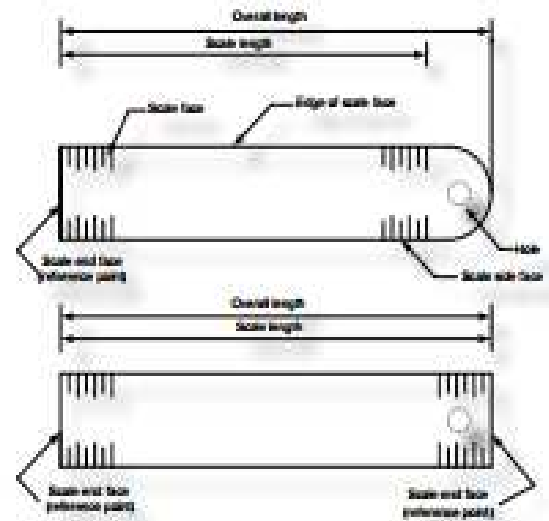
Grade 1	0.035 mm max
Grade 2	0.050 mm max

## 3. ค่าความตรงไม้วรรทัดเหล็ก (Straightness of Scale Side Face)

ตารางที่ 1 ค่าความตรงไม้วรรทัดเหล็ก

Nominal size	Straightness Unit : mm	
	Grade 1	Grade 2
150	0.23 max	0.36 max
300	0.28 max	0.42 max
600	0.32 max	0.54 max
1000	0.40 max	0.70 max
1500	0.50 max	0.90 max
2000	0.60 max	1.10 max

# TCT Metrology



▲ ภาพที่ 3 ไม้วรรทัดเหล็กมาตรฐาน

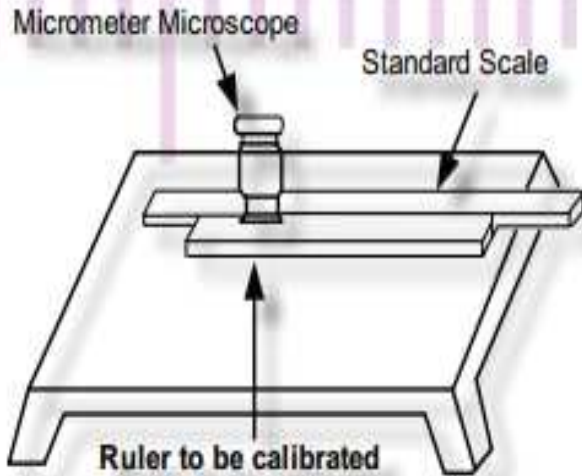
เมื่อทราบถึงหลักเกณฑ์การแบ่งเกรด และการพิจารณา 3 พารามิเตอร์ ตามมาตรฐาน JIS B 7516: 1987 แล้วต่อไปจะพิจารณาวิธีการสอบเทียบไม้วรรทัดเหล็กเกรด 1 และ 2 อ้างอิง ISO 10012-1 ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าความถูกต้องที่ยอมรับได้ของผู้ใช้เอง

## 1) วิธีการสอบเทียบไม้วรรทัดเหล็กตามมาตรฐาน JIS B 7516: 1987

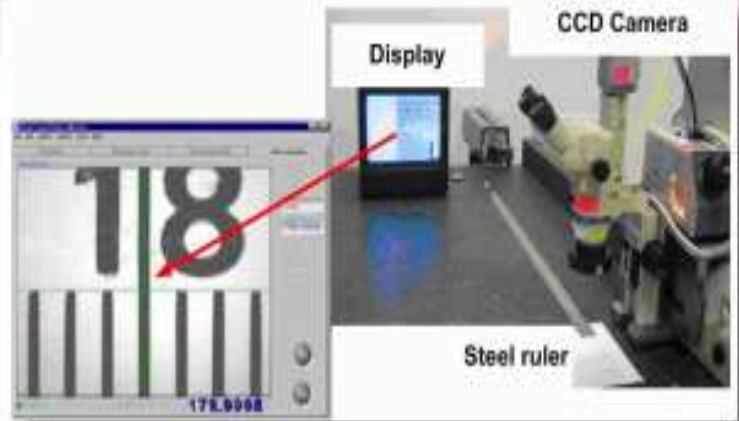
เป็นการแนะนำวิธีการสอบเทียบไม้วรรทัดเหล็กด้วยวิธีการเปรียบเทียบกับไม้วรรทัดเหล็กมาตรฐานตามภาพที่ 4 โดยใช้กล้องไมโครมิเตอร์ไมโครสโคป (Micrometer Microscope) เป็นตัวอ่านค่าผลต่างของสเกลระหว่างไม้วรรทัดเหล็กมาตรฐานกับไม้วรรทัดเหล็กที่ต้องตรวจสอบ วิธีการนี้จะช่วยให้สามารถลดค่าความผิดพลาดของระบบโครงสร้างเชิงกล (Mechanical Effect) ลงได้ เนื่องจากสามารถชดเชยค่าจากการวัดสเกลทั้งสองด้วยวิธีการเดียวกัน แต่ก็มีข้อด้อยในกรณีที่ความหนาของไม้วรรทัดมาตรฐานไม่เท่ากัน จะทำให้การโฟกัสหรือการมองเห็นขีดสเกลมีความคมชัดไม่เท่ากัน ซึ่งอาจทำให้ผลการวัดเกิดความผิดพลาดขึ้นมาจากกรณีนี้ได้ อีกทั้งกำลังขยายของกล้องก็เป็นส่วนหนึ่งส่งผลให้การแบ่งขีดสเกลไม่ชัดพอ ทั้งนี้จะส่งผลให้ค่าความไม่แน่นอนของการวัดเกิดขึ้น อีกทั้งผู้วัดจะต้องมองขีดสเกลด้วยตา ทำให้การวัดด้วยวิธีนี้ใช้เวลานาน

# Do you know?

# TCT Metrology



▲ ภาพที่ 4 การสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยไม้บรรทัดเหล็กมาตรฐานตาม JISB 7516:1987



▲ ภาพที่ 5 การสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยอิเล็กทรอนิกส์สเกลและกล้อง CCD

## 2) วิธีการสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยอิเล็กทรอนิกส์สเกล

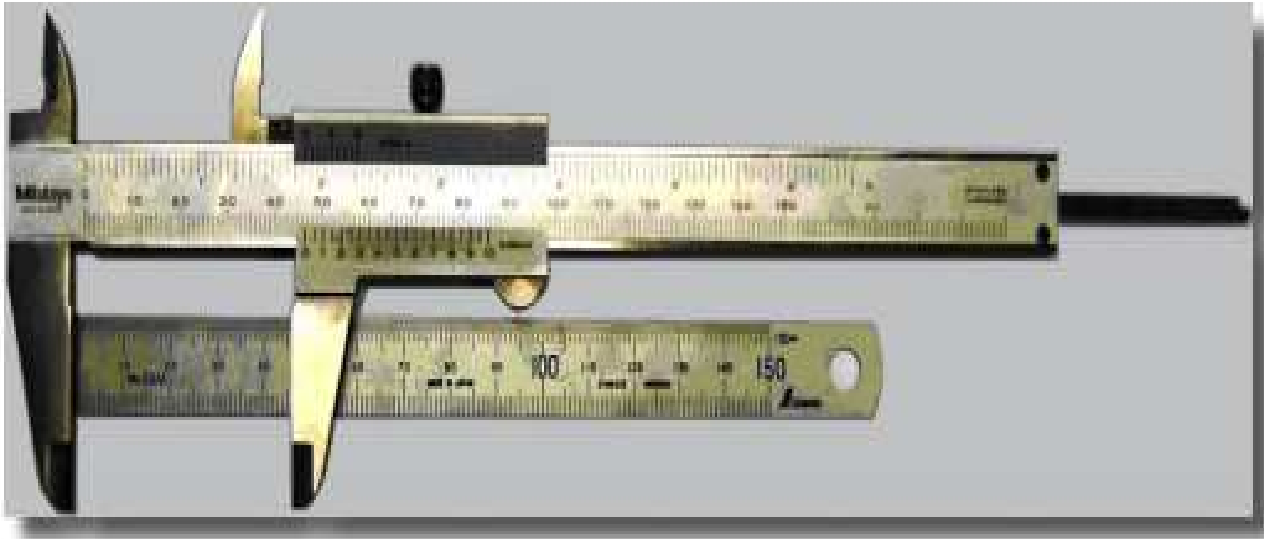
นอกเหนือจากการใช้ไม้บรรทัดเหล็กมาตรฐานในสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กแล้ว ยังสามารถทำได้โดยวิธีการประยุกต์ใช้ Linear Encoder และกล้อง Microscope หรือกล้อง CCD ต่อเข้ากับจอ Monitor ตามภาพที่ 5 และภาพที่ 6

ข้อดีของการสอบเทียบด้วยวิธีนี้ คือ ไม่มีปัญหาเรื่องจุดโฟกัส ทำให้สามารถมองขีดสเกลได้ชัดเจนเพราะมีจุดโฟกัสจุดเดียวโดยการปรับเลื่อนกล้อง ข้อเสีย คือ ความผิดพลาดของระบบโครงสร้างเชิงกล เช่น การติดตั้ง Linear Encoder กับชุดโครงสร้างโดยพื้นที่ยึดจับต้องเรียบ การยึดโดยใช้ น็อต หรือสลัก ต้องไม่ทำให้ Linear Encoder บิด โค้ง หรืองอ เป็นอันตราย



▲ ภาพที่ 6 การสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยอิเล็กทรอนิกส์สเกล

## 3) วิธีการสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์



▲ ภาพที่ 7 การสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์

วิธีนี้เมื่อดูที่ความละเอียดของเวอร์เนียคาลิเปอร์ (สเกล/ดิจิทัล) ก็อาจจะใช้ได้เวอร์เนียคาลิเปอร์มีความละเอียด 0.05 mm, 0.02 mm และ 0.01 mm เป็นมาตรฐานในการสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กต่างๆ ได้ แต่เมื่อพิจารณาถึงวิธีการวัดโดยทั่วไปแล้วจะใช้ปากวัดนอกของเวอร์เนียคาลิเปอร์วางทับกับสเกลของไม้บรรทัดเหล็กดังภาพที่ 7 หรืออาจจะใช้จุดปลายของปากวัดในของเวอร์เนียคาลิเปอร์วางทับกับสเกลของไม้บรรทัดเหล็ก ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าตำแหน่งที่วางทาบไปนั้นได้วางไว้ตรงจุดกึ่งกลางของขีดสเกลไม้บรรทัดเหล็กพอดี ส่งผลให้ผู้วัดอ่านค่าได้เท่ากับความหนาของขีดสเกล (0.5 mm สำหรับความหนาของขีดสเกล 2 สเกล) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าความไม่แน่นอนของการวัดพบว่ามีความไม่แน่นอนที่มาจากความหนาของขีดสเกลไม้บรรทัดเหล็กสองขีดมีค่าโดยประมาณ 0.5 mm เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้องของไม้บรรทัดเหล็กตามมาตรฐาน JIS B7516:1987 พบว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

### สรุป

การสอบเทียบทั้ง 3 วิธีที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นสามารถทำการสอบเทียบไม้บรรทัดเหล็กได้ แต่ค่าความไม่แน่นอนของทั้ง 3 วิธีนั้นไม่เท่ากัน การสอบเทียบด้วยวิธีแรกพบว่าค่าความสามารถของการวัดที่ดีที่สุด (Best Measurement Capability: BMC) มีค่าโดยประมาณ 0.05-0.1 mm ( $k=2$ ) และวิธีที่สองเป็นวิธีการวัดที่เหมาะสมกับค่าความถูกต้องตามมาตรฐาน JIS B7516:1987 มากที่สุด เนื่องจากสามารถแบ่งขีดสเกลของไม้บรรทัดเหล็กได้ดีกว่าวิธีที่ 1 และ 3 และมีค่า BMC ประมาณ 0.03-0.04 mm ( $k=2$ ) แต่การสอบเทียบด้วยวิธีที่สามนั้นพบว่าค่า BMC มีค่าประมาณ 0.5 mm ( $k=2$ ) ดังนั้นผู้ใช้ควรพิจารณาถึงรูปแบบและวิธีการสอบเทียบ โดยดูจากเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก