

คำถาม : รูปที่ 1 เส้นใดตรงที่สุด?

จากรูปมีเส้น a, b และ c ท่านคิดว่าเส้นใดตรงที่สุด?

หากเราจะตัดสินใจว่าเส้นใดตรงที่สุดนั้น ก่อนอื่นจะต้องเข้าใจว่า

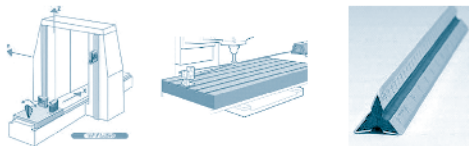
ความตรง คือ อะไรเสียก่อน

ความตรงคืออะไร?

ทำไมเราต้องวัดความตรง?

ความตรง คือ ระยะระหว่างเส้นที่ขนานกันสองเส้นที่ครอบคลุมจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของเส้น ที่พิจารณา

ในปัจจุบันเครื่องมือทางด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงหลายประเภทต้องการความตรงค่อนข้างสูง เช่น แกนเลื่อนของเครื่องจักร เครื่องวัด 1-2-3 มิติ Linear Scale การสำรวจ การก่อสร้าง จนกระทั่งอุปกรณ์พื้นฐานอย่างไม้บรรทัด ต่างก็ต้องการความตรง

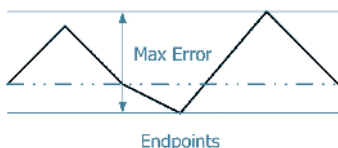


รูปที่ 2 เครื่องมือที่ต้องใช้ความตรงในการทำงาน

เพื่อให้เข้าใจความหมายของความตรงเราจำเป็นต้องทราบลักษณะของความตรงให้ละเอียดมากขึ้น โดยในปัจจุบันลักษณะความตรงที่นิยมใช้กันมีอยู่ด้วยกันสามแบบ ได้แก่ แบบ Endpoints แบบ Linear Regression และแบบ ISO 1101 ทั้งสามแบบมีข้อดีและข้อด้อยต่างกันไปตามสภาพการใช้งาน

1. IIU Endpoints

ความตรงแบบ Endpoints เกิดจากการลากเส้นตรง (เส้นประ) จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายดังรูป ค่าความตรงแบบ Endpoints คือ ค่าระยะระหว่างเส้นคู่ขนานที่ขนานกับเส้นประ โดยเส้นหนึ่งลากผ่านจุดสูงสุดและอีกเส้นหนึ่งลากผ่านจุดต่ำสุด

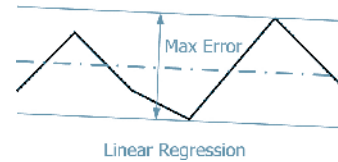


รูปที่ 3 ความตรงแบบ Endpoints

2. IIU Linear Regression

ความตรงแบบ Linear Regression เกิดจากการสร้างเส้นตรง (เส้นประ) ด้วยวิธีการ Least Square [1] ดังรูป ค่าความตรงแบบ Linear Regression คือ ค่าระยะระหว่างเส้นขนานที่ขนานกับเส้นประ โดยเส้นหนึ่งลากผ่านจุดสูงสุดและอีกเส้นหนึ่งลากผ่านจุดต่ำสุด

ความตรง STRAIGHTNESS



รูปที่ 4 ความตรงแบบ Linear Regression

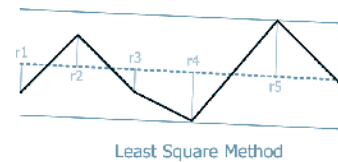
หมายเหตุ [1] Least Square method เป็นวิธีการสร้างเส้นตรงให้เป็นตัวแทนของข้อมูลโดยการเฉลี่ย โดย ตั้งสมมติฐานว่าเส้นตรง (เส้นประ) นั้นมีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น (X แปรผันตรงกับ Y) จากรูปที่ 6 สามารถอธิบายแบบง่ายๆ ว่า

ขนาดของ $(r1)^2 - (r2)^2 + (r3)^2 + (r4)^2 - (r5)^2 + (r6)^2$ มีค่าน้อยที่สุด

ถ้ากรณีค่าน้อยที่สุดมีค่าเป็นศูนย์จะได้ว่า

$$(r1)^2 - (r2)^2 + (r3)^2 + (r4)^2 - (r5)^2 + (r6)^2 = 0$$

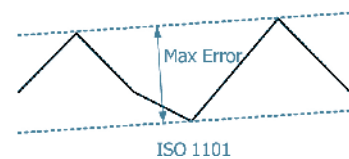
$$\text{หรือ } (r1)^2 + (r3)^2 + (r4)^2 + (r6)^2 = (r2)^2 + (r5)^2$$



รูปที่ 5 Least Square Method

3. IIU ISO 1101 (Minimum Zone)

ความตรงแบบ ISO 1101 หรือแบบ Minimum Zone เกิดจากการสร้างเส้นตรงคู่ขนาน (เส้นประ) โดยให้เส้นที่เราพิจารณานั้น อยู่ภายในเส้นคู่ขนาน ดังรูป ค่าความตรงแบบ ISO1101 คือ ค่าระยะระหว่างเส้นขนานที่สั้นที่สุด



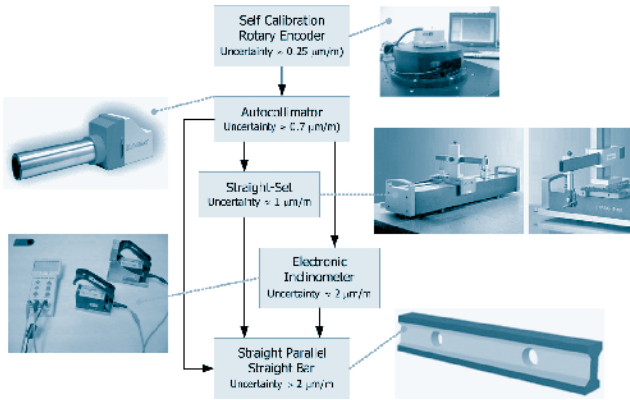
รูปที่ 6 ความตรงแบบ ISO 1101

การวัดความตรง

การวัดความตรงสามารถวัดได้หลายวิธี เพื่อจำแนกการวัดให้เป็นหมวดหมู่อาจแบ่งได้ ดังนี้

1. การวัดโดยตรง (Direct Method) เป็นการวัดความตรงที่ต้องมีเส้นอ้างอิงที่ทราบค่าแล้ว ในทางปฏิบัติเส้นที่อ้างอิงอาจเป็นวัตถุจริงที่จับต้องได้ เช่น แท่งความตรงมาตรฐาน หรืออาจไม่ได้เป็นวัตถุอ้างอิงที่จับต้องได้ ได้แก่ อุปกรณ์ทางแสง เช่น กล้อง Telescope หรือ Laser เป็นต้น
2. การวัดแบบพหุลค่า (Differential Method) เป็นการวัดความ

ตรงที่อ้างอิงกับจุดคงที่จุดหนึ่ง วิธีนี้เราไม่จำเป็นต้องทราบค่าของจุดอ้างอิง อาจเรียกได้ว่าเป็นการวัดความตรงแบบสัมพัทธ์ กล่าวคือ อุปกรณ์ที่นำมาวัดจะทำการตั้งค่าที่ตำแหน่งอ้างอิงค่าหนึ่งในตอนเริ่มต้นแล้ว วัดค่าความตรงจากค่าที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเริ่มต้น อุปกรณ์ที่ใช้หลักการนี้ ได้แก่ Autocollimator, Electronic Level และ Laser Interferometer เป็นต้น โดยปัจจุบันงานทางด้านมาตรวิทยามักใช้วิธีการวัดแบบหลากหลาย เนื่องจากให้ความเที่ยงตรงสูง พิสัยการวัดกว้าง สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายและสะดวกต่อการใช้งาน



รูปที่ 7 การสอบกลับความตรง

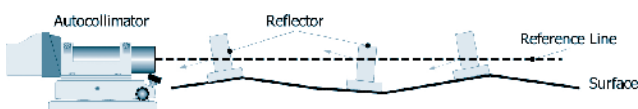
การสอบกลับขอบความตรง Traceability of Straightness

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ มีระบบการสอบกลับได้ของความตรงไปที่การวัดมุมตั้งรูปด้านล่าง

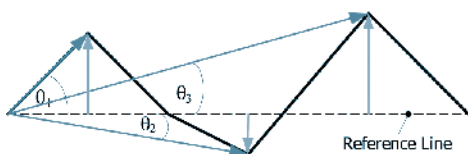
จากรูปที่ 7 เครื่อง Self Calibration Rotary Encoder ซึ่งเป็น Primary Standard จะถ่ายทอดความถูกต้องไปยัง Autocollimator, Straight-Set, Electronic Inclinometer และ Straight Parallel ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถเลือกใช้ เครื่องมือมาตรฐานเหล่านี้ตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากความเที่ยงตรง ขนาด ช่วงการวัดและขนาดผิวหน้าสัมผัสผิวของเครื่องมือที่จะนำมาวัด

ความตรงเกี่ยวข้องกับมุมอย่างไร ?

เพื่อให้เข้าใจง่ายสามารถพิจารณาจากรูปการทดลองด้านล่าง โดย ออกแบบการทดลองให้ใช้ Autocollimator ที่เป็นอุปกรณ์วัดมุมยิงแสงไปยังกระจกสะท้อน (Reflector) แล้ววัดการกระเจกสะท้อนดังกล่าวไปตามแนวเส้นพื้นผิว



รูปที่ 8 การทดลองวัดความตรงโดยใช้ Autocollimator และ Reflector



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความตรงกับมุม

เมื่อเรานำกระจกสะท้อนกลับไปบนพื้นผิวที่ไม่ตรงแสงที่ยิงมาจากกล้องก็จะเกิดการหักเหสะท้อนกลับไปยังตัวกล้อง มุมที่สะท้อนกลับไปยังกล้องนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าพื้นผิวนั้นมีความตรงอย่างไร

เครื่องมือมาตรฐานสำหรับสอบเทียบความตรง

เมื่อต้องการสอบเทียบความตรงของเครื่องมือ ควรพิจารณาว่า เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบที่เหมาะสมควรเป็นชนิดใด

เครื่องมือมาตรฐาน	ข้อดี	ข้อด้อย
<ul style="list-style-type: none"> Autocollimator Laser Interferometer 	<ul style="list-style-type: none"> ความเที่ยงตรงสูงมาก ช่วงการวัดกว้าง ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> ราคาสูง ใช้งานยาก ผู้ใช้ต้องมีทักษะการใช้งาน ต้องการสภาวะแวดล้อมที่คงที่ เช่น อุณหภูมิ แรงลม ความสั่น สะเทือน ฯลฯ
<ul style="list-style-type: none"> Straightness Measuring Machine Straight Bar with Electronic Gages 	<ul style="list-style-type: none"> ความเที่ยงตรงสูง [2] ใช้งานง่าย สภาวะแวดล้อม มีผลกระทบต่อ การวัดน้อย 	<ul style="list-style-type: none"> ช่วงการวัดจำกัด ประยุกต์การใช้งานได้น้อย
<ul style="list-style-type: none"> Electronic Level Precision Level 	<ul style="list-style-type: none"> ความเที่ยงตรงค่อนข้างสูง [2] ใช้งานง่าย วัดช่วงกว้างได้ดี ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> วัดช่วงที่สั้นกว่าความยาวฐานไม่ได้ วัดโมเมนต์ที่เอียงได้เล็กน้อยเท่านั้น[2] ต้องการสภาวะแวดล้อมที่คงที่ เช่น อุณหภูมิ ความสั่น สะเทือน ฯลฯ

ข้อดีที่มีผลการวัดความตรง

- เครื่องมือมาตรฐาน แต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพและมีวิธีการทำงานที่มี ข้อดีและข้อด้อยต่างกันผู้ใช้ควรรู้จักคุณสมบัติดังกล่าว
- การ Alignment เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการวัด ได้แก่ การจัดวางเครื่องมือ (Setup) ตำแหน่งการวัด ซึ่งมักต้องอาศัยทักษะของผู้ใช้งานเป็นหลัก
- สภาวะแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน ฯลฯ โดยทั่วไปมักมีผลกับเครื่องมือมากกว่าผู้ทำการวัด

เจดัย: คำถามจากรูปที่ 1 ทั้งสามรูปมีความตรงเท่ากัน

แหล่งอ้างอิง

- Johan Meijer. From Straightness to Flatness, Netherland, 1989
- International Standard ISO 1101, 1983
- JIS B 7514 (1977), "Steel Straightedges". Japanese Standards Association. Tokyo Japan, 2002
- WYLERAG, "Method of alignment". User's manual Wyler measuring and computing System. Switzerland, 2000

ที่มา: จากวารสาร Metrology Info Vol.13, No.63 สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ