ระดับน้ำและการใช้งาน

กีรณา เหลืองหิรัญ และกฤษณะ แต่งเสร็จ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ระดับน้ำ (precision level หรือ spirit level หรือ bubble level) คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวัดระดับความลาดเอียงของระนาบ ตัวอย่างเช่น งานก่อสร้างอาคาร การสำรวจ การติดตั้งเครื่องจักร จนถึงการสอบเทียบโต๊ะระดับ เป็นต้น ประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกโดย Melchisedech Thevenot ชาวฝรั่งเศส (ค.ศ. 1620–1692) แต่ไม่เป็นที่นิยมกันนัก จนกระทั่งศตวรรษที่ 18 จึงนำกลับมาใช้และดัดแปลงจนกระทั่งเป็นแบบที่เห็นในปัจจุบัน ดังนั้น ความเข้าใจในหลักการใช้งานและปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน จะช่วยให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 1 ระดับน้ำแบบต่างๆ

ชนิดของระดับน้ำ

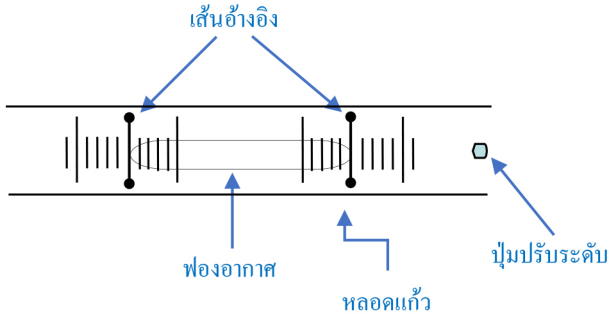
ระดับน้ำที่เราคุ้นเคยจะเป็นแบบที่มีของเหลวบรรจุอยู่ภายใน เรียกว่า ระดับน้ำแบบเชิงกล ของเหลวที่บรรจุในหลอดแก้วของระดับน้ำมักใช้แอลกอฮอล์อย่างเอทานอล เนื่องจากความหนืดและความตึงผิวต่ำช่วยให้ฟองอากาศตอบสนองต่อการเปลี่ยนระดับได้รวดเร็ว ช่วงอุณหภูมิกว้างคือ จุดเยือกแข็งประมาณ -114 องศาเซลเซียส ซึ่งจุดเยือกแข็งของน้ำอาจมีผลทำให้หลอดแก้วแตกได้ และเพื่อป้องกันการแข็งตัวของของเหลวภายในจึงมีการออกแบบให้เหลือที่ว่างสำหรับฟองอากาศเพื่อเป็นตัวอ่านค่า

ในปัจจุบันมีการประดิษฐ์ระดับน้ำอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้งานได้สะดวกมากขึ้น พิสัยการวัดกว้างขึ้น ความถูกต้องและเที่ยงตรงสูงขึ้นแต่ราคาแพงกว่าแบบเชิงกลมาก ทำให้ระดับน้ำแบบเชิงกลยังเป็นที่นิยมใช้อยู่เนื่องจากราคาถูกกว่าและการใช้งานค่อนข้างง่าย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงระดับน้ำแบบเชิงกลเท่านั้น

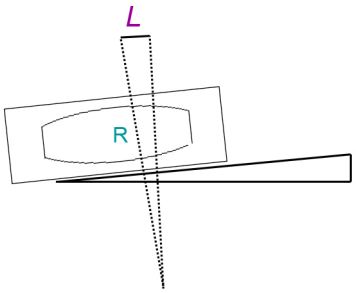
หลักการทำงาน

➢ ระดับน้ำแบบเชิงกล

ใช้หลักการเคลื่อนที่ของฟองอากาศ เมื่อระดับน้ำเอียงฟองอากาศภายในหลอดแก้วซึ่งมีผิวโค้งจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งสูงสุดเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อของเหลวภายในหลอดแก้ว ดังนั้นการเคลื่อนที่ของฟองอากาศสามารถนำมาคำนวณหามุมที่เปลี่ยนไปได้



รูปที่ 2 ระดับน้ำแบบเชิงกล



จะเห็นได้ว่า 1 ช่องสเกลของระดับน้ำจะเป็นไปตามสมการ

$$angle = \frac{GraduationWidth}{Radius} = \frac{L}{R}$$

จะได้ว่า $\sin\theta = \frac{L}{R}$

L = ความกว้างของช่องขีด

R = รัศมีความโค้งของหลอดแก้ว

θ = มุมของระดับน้ำ

เมื่อต้องการระดับน้ำที่ละเอียด 0.02 มิลลิเมตร/เมตร และให้ความกว้างของช่องสเกลเท่ากับ 2 มิลลิเมตร (L) เราจะได้ว่ารัศมีความโค้งของหลอดแก้ว (R) จะต้องเป็น 100 เมตร โดย

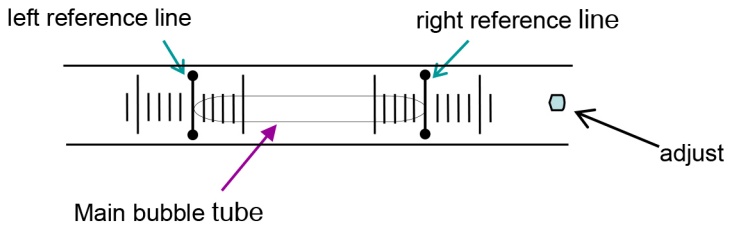
การสร้างมุมที่เปลี่ยนไป (ยกขึ้น) 0.02 มิลลิเมตร ต่อระยะ 1 เมตร จะได้มุม 0.0011459°

เส้นสเกลของระดับน้ำ (L) มีขนาด 2 มิลลิเมตร

จะได้รัศมีความโค้งของหลอดแก้ว (R) เท่ากับ $\frac{2}{\sin(0.0011459°)} \approx 100$ เมตร

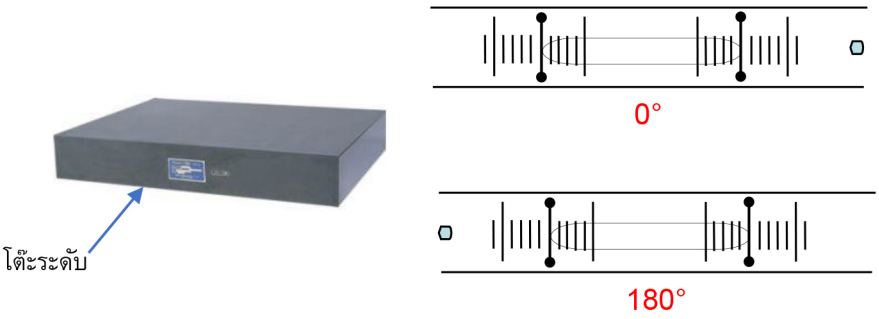
การใช้งานระดับน้ำ

- การปรับศูนย์ (zero adjustment)
  - ระดับน้ำที่พร้อมใช้งาน ฟองอากาศหลัก (main bubble) ควรจะมีความสมดุล โดยขอบของฟองอากาศต้องพอดีกับเส้นอ้างอิง (reference lines) หากระดับน้ำไม่สมดุลหรือฟองอากาศไม่พอดีกับเส้นอ้างอิงต้องทำการปรับจนจุดกึ่งกลางฟองอากาศอยู่ในตำแหน่งกลางของหลอดแก้ว



รูปที่ 3 ระดับน้ำที่สมดุล

- ปรับสมดุลของระดับน้ำด้วยโต๊ะระดับ (surface plate) โดยวางระดับน้ำในตำแหน่งศูนย์องศา จากนั้นปรับที่ปุ่มปรับระดับ (adjust) ให้ฟองอากาศอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของหลอดแก้ว ต่อมากลับด้านระดับน้ำไปที่ตำแหน่ง 180 องศา ซึ่งฟองอากาศควรอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของหลอดแก้วไม่ว่าจะหมุนไปที่องศาใด



รูปที่ 4 การปรับศูนย์ของระดับน้ำ

- การอ่านค่ามุมจากระดับน้ำ

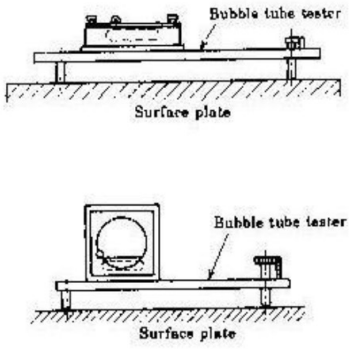
เส้นขีดบอกระยะของระดับน้ำเชิงกลโดยทั่วไปจะอ่านหน่วยเป็น มิลลิเมตร/เมตร ตัวอย่างเช่น ความละเอียดหนึ่งช่องสเกลระบุ 0.02 มิลลิเมตร/เมตร หมายถึง หากฟองอากาศมีการเคลื่อนที่ไปหนึ่งช่องสเกลแสดงว่าพื้นระนาบมีความเอียงตามค่าละเอียดในหน่วยมิลลิเมตร/เมตร

- ความคลาดเคลื่อนในการใช้งาน
  - ความเหลื่อมของมุมในการอ่านค่า (parallax) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการทำให้เกิดความผิดพลาดในการอ่าน โดยปกติหนึ่งช่องสเกลจะสามารถแบ่งได้อีก 1/2 - 1/5 ของช่องสเกลตามทักษะความชำนาญของผู้ใช้งาน และพื้นที่ใช้งานระดับน้ำควรอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีแสงตกสะท้อนจะทำให้อ่านยากขึ้น
  - ความไม่สมดุลเนื่องจากหลอดแก้วเอียงไปจากตำแหน่งสมดุล ซึ่งโดยทั่วไประดับน้ำจะมีที่ปรับสำหรับปรับความเอียงของหลอดแก้วได้ ดังแสดงในรูปที่ 3
  - ความไม่ได้ศูนย์ แม้ว่าจะปรับสมดุลของระดับน้ำได้แล้วก็ตาม ซึ่งเราไม่สามารถปรับความคลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ แต่สามารถหาค่าชดเชยได้จากการเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน
  - ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของฟองอากาศส่งผลต่อขนาดของฟองอากาศในหลอดแก้ว โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ฟองอากาศขยายตัว จึงควรใช้งานระดับน้ำในช่วงอุณหภูมิที่ควบคุม เช่น อุณหภูมิ ±2 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการอ่านค่าของระดับน้ำ

- เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งอาจพบว่า ฟองอากาศมีขนาดเปลี่ยนไป แก้ไขได้โดยการอ่านค่าทั้งสองด้านของฟองอากาศแล้วนำค่ามาชดเชยความไม่สมบูรณ์ของฟองอากาศนั้น
- ระดับน้ำเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่มีลักษณะของ Hysteresis อยู่ กล่าวคือการวัดขาไป-ขากลับ (forward-backward) มีแนวโน้มที่ค่าไม่เท่ากัน การรายงานผลการวัดหรือการสอบเทียบจึงรายงานแยกกันระหว่างค่าของขาไปและขากลับ
- การเลื่อนค่าของระดับน้ำไปตามระยะเวลา ต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่อดูความคลาดเคลื่อนดังกล่าว

การสอบเทียบระดับน้ำ

ระดับน้ำที่มีการใช้งานมาระยะหนึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น จึงต้องมีการตรวจสอบค่าความถูกต้องของเครื่องมือ เช่นการสอบเทียบ ซึ่งหลักการโดยทั่วไปจะใช้อุปกรณ์ที่สามารถปรับระดับความเอียงได้ เช่น เครื่องสร้างมุมแบบละเอียด หรือคานยกระดับ และมีเครื่องมือมาตรฐาน เช่น ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือกล้องวัดมุมแบบรวมแสงอัตโนมัติที่ใช้เปรียบเทียบค่ากับระดับน้ำ รวมทั้งตรวจสอบความเรียบฐานของระดับน้ำ



Bubble tube tester / Level tester

รูปที่ 5 การสอบเทียบความถูกต้องของระดับน้ำ

สรุป

ระดับน้ำเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทในงานอุตสาหกรรม เช่น การติดตั้งเครื่องจักร งานก่อสร้าง การวัดมุมลาดเอียงต่างๆ ระดับน้ำที่ใช้หากใช้ไม่ถูกต้อง หรือตัวเครื่องมือมีความผิดพลาดย่อมส่งผลเสียหายต่องานที่ผลิตออกมา จึงควรต้องมีความเข้าใจในการเลือกใช้ และตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะ เช่น การสอบเทียบ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

NIMT, 2552. ระดับน้ำและการสอบเทียบระดับน้ำ. *Metrology info*, **11**(51), หน้า 14.

Spirit level (metrology). 2019. [online]. Available at: www.what-when-how.com, [accessed 30 July 2019].

Spirit level. 2019. [online]. Available at: http//www.wikipedia.org, [accessed 30 July 2019].