การวัดในระบบสากล

โดย ผศ. รังษี นันทสาร

การวัดในระบบสากลถูกนำมาใช้โดยประเทศอังกฤษ และประเทศในเครือจักรภพอังกฤษ ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะว่าในระบบอังกฤษ ซึ่งมีหน่วยหลักในการวัดเป็นฟุต ปอนด์และวินาที เป็นระบบที่ไม่ได้ใช้ระบบของเลขหลักสิบ ซึ่งง่ายและสดวกในการคำนวณแต่เป็นระบบของเลขหลักอื่น คือหลัก 3, 12, 16 ฯลฯ เช่น 12 นิ้ว=1 ฟุต, 3 ฟุต = 1 หลา, 16 ออนซ์ = 1 ปอนด์ เป็นต้น การกระจายของเลขหลักต่าง ๆ ในระบบอังกฤษจึงทำให้การคำนวณไม่สดวกเท่าที่ควร ดังนั้นประเทศอังกฤษจึงประสงค์จะเปลี่ยนเลขหลักดังกล่าวเป็นเลขหลักสิบ ซึ่งก็จะเท่ากับเปลี่ยนไปเข้าเป็นระบบเมตริกซึ่งใช้กันในประเทศฝรั่งเศสและประเทศในยุโรปเป็นส่วนมาก ดังนั้นเพื่อมิให้ลอดคล้องกับระบบเมตริกเสียทีเดียว ประเทศอังกฤษจึงคิดค้นหาระบบใหม่ ซึ่งเรียกว่าเป็นระบบสากล (International System Unit หรือใช้ชื่อย่อว่า SI Unit)

หน่วยหลัก (Base Unit) ในการวัดในระบบสากล ก็ยังคงอาศัยหน่วยหลักในการวัดในระบบเมตริกอยู่เป็นส่วนมาก และคำจำกัดความของแต่ละหน่วยหลักก็ยังคงเหมือนกับระบบเมตริกเป็นส่วนใหญ่ หน่วยหลักในระบบนี้แบ่งออกได้เป็น 7 หน่วย ซึ่งพอจะเปรียบเทียบกับระบบเมตริกได้ดังนี้

ชื่อหน่วยหลัก	หน่วยหลักในระบบสากล	หน่วยหลักในระบบเมตริก
ความยาว	เมตร	เมตร
มวลสาร	กิโลกรัม	กรัม
เวลา[1]	วินาที	วินาที
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	แอมแปร์
อุณหภูมิ	เคลวิล[2]	องศาเซนติเกรด
แสงสว่าง	แคนเดิล	แคนเดิล
จำนวนของสาร	โมล	โมล

นอกจากหน่วยหลักแล้ว ในหน่วยเสริม (Supplementary Unit) ของระบบสากล ยังแตกต่างกว่าระบบเมตริกอีก ที่สำคัญที่จะกล่าวถึงก็คือหน่วยวัดแรง และหน่วยวัดความดันทั้งนี้เพราะในระบบสากลได้ใช้หน่วยวัดแรงและวัดความดัน อยู่ในรูปของระบบสมบูรณ์ (Absolute System) แต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เหมือนกับในระบบเมตริกและระบบ อังกฤษ ซึ่งใช้หน่วยวัดแรงและความดันอยู่ใน 2 ระบบ คือระบบสมบูรณ์ (Absolute system) และระบบแรงถ่วง (Gravitational system)

หน่วยวัดแรงในระบบสากลมีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton) ซึ่งเป็นการนำเอาความสัมพันธ์กันระหว่างมวลสาร (Mass) และน้ำหนัก (Weight) มาคิดกับแรงดึงดูดของโลก (g) ดังต่อไปนี้

1) เวลาในระบบเมตริกมีหน่วยขยายดังนี้

60 วินาที = 1 นาที
60 นาที = 1 ชั่วโมง
24 ชั่วโมง = 1 วัน
7 วัน = 1 สัปดาห์
364 วัน = 1 ปี

เวลาในระบบสากลมีหน่วยขยายดังนี้ 100 วินาที = 1 นาที
100 นาที = 1 ชั่วโมง
10 ชั่วโมง = 1 วัน
10 วัน = 1 สัปดาห์

อย่างไรก็ตามเนื่องจากหน่วยขยายในระบบสากล ยังทำความยุ่งยากอยู่มากที่จะเปลี่ยนแปลง ดังนั้นขณะนี้ระบบสากลยังยึดถือหน่วยขยายในระบบเมตริกอยู่

2) อุณหภูมิในระบบสากลในทางปฏิบัติให้หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (สัญญลักษณะ $^{\circ}C$ ซึ่งเหมือนกับระบบเมตริกทุกประการ) ขีดแบ่งองศาบนสเกลเคลวินและเซลเซียสจะเหมือนกันทุกประการ แต่จุดศูนย์จะแตกต่างกันคือ $0^{\circ}C = 273.15$ K

หน่วยของเคลวินจะไม่มีเครื่องหมายนำหน้า กล่าวคือ 100 K อ่านว่า 100 องศาเคลวิน

จากคำนิยามเบื้องต้นในวิชากลศาสตร์

แรง (Force) หมายถึงการกระทำที่มาจากภายนอกที่เปลี่ยนหรือพยายามที่จะเปลี่ยนสถานะจากการอยู่นิ่งหรือจากการเคลื่อนที่ที่สม่ำเสมอของวัตถุ

มวลสาร (Mass) หมายถึงปริมาณของสสารที่วัดโดยความต้านทานต่อการเปลี่ยนการเคลื่อนที่

อัตราเร่ง (Acceleration) **และอัตราถ่วง** (Deceleration) หมายถึงอัตราการเปลี่ยนของการเคลื่อนที่โดยสม่ำเสมอ

น้ำหนัก (Weight) หมายถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุเนื่องมาจากแรงดึงดูด

ความดึงดูดของโลก (Gravitation Acceleration) หมายถึงอัตราเร่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

จากสูตรเบื้องต้นเราจะเห็นว่า

แรง = มวลสาร × อัตราเร่ง

น้ำหนัก = มวลสาร × อัตราเร่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

ในระบบสากลหนึ่งหน่วยของแรงซึ่งเรียกว่า "นิวตัน" คือผลคูณของหนึ่งหน่วยมวลสารต่อหนึ่งหน่วยอัตราเร่ง นั่นคือ

แรง 1 นิวตัน = มวลสาร 1 กิโลกรัม × อัตราเร่ง 1 เมตรต่อวินาที ต่อวินาที แต่เนื่องจากอัตราเร่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่ากับ 9.81 เมตร ต่อวินาที ต่อวินาที ดังนั้น

แรงดึงดูดของโลกที่มีมวลสาร 1 กิโลกรัม = 1 × 9.81 = 9.81 นิวตัน

นั่นคือน้ำหนักของมวลสาร 1 กิโลกรัม = 9.81 นิวตัน

หรือ 1 กิโลกรัมน้ำหนัก = 9.81 นิวตัน ซึ่งจะนำเอาไปเป็นตัวคูณเมื่อต้องการเปลี่ยนแรงหรือน้ำหนักในระบบแรงถ่วงของระบบเมตริกเป็นแรงหรือน้ำหนักในระบบสากล

สำหรับหน่วยของแรงในระบบเมตริกและระบบอังกฤษจะมีการวัดที่เกี่ยวข้องอยู่ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ ระบบสมบูรณ์ (Absolute System) และระบบแรงถ่วง (Gravitatonol system) ความสัมพันธ์ของระบบทั้งสองนี้อาจจะอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ระบบสมบูรณ์ หน่วยของแรงเรียกว่าปอนด์แคลในระบบอังกฤษ ไดน์ในระบบเมตริก ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณของหนึ่งหน่วยมวลสารกับหนึ่งหน่วยอัตราเร่ง ขอยกตัวอย่างเฉพาะในระบบอังกฤษ กล่าวคือ

แรง 1 ปอนด์แคล = มวลสาร 1 ปอนด์ × อัตราเร่ง 1 ฟุตต่อวินาทีต่อวินาที แต่เนื่องจากอัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่ากับ 32.2 ฟุตต่อวินาทีต่อวินาที (9.81 เมตรต่อวินาทีต่อวินาที) ดังนั้นแรงที่กระทำเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกต่อมวลสาร 1 หน่วยคือ

น้ำหนัก = มวลสาร × อัตราเร่งเนื่องจากความดึงดูดของโลก

32.2 ปอนด์แคล = 1 ปอนด์มวลสาร × 32.2 ฟุต/(วินาที)^2

แทนที่จะใช้หน่วยปอนด์แคล วิศวกรหันมาใช้หน่วยปอนด์น้ำหนัก (ในระบบแรงถ่วง) แทน ซึ่งจะมีค่าเป็น 32.2 เท่าของค่าหน่วยปอนด์แคล ซึ่งก็หมายความว่าเราจะหารน้ำหนักด้วย 32.2 ดังจะได้อธิบายในวรรคต่อไป

ระบบแรงถ่วง จากคำนิยาม

1 ปอนด์น้ำหนัก = 32.2 ปอนด์แคล

ดังนั้นเพื่อจะได้จำนวนของปอนด์น้ำหนัก จึงจำเป็นจะต้องหารจำนวนปอนด์แคลด้วยตัวเลข 32.2 นั่นคือ

$$1 \ \frac{\text{ปอนด์แคล}}{32.2} = \frac{\text{มวลสารเป็นปอนด์ x g เป็นฟุต/(วินาที)}^2}{32.2}$$

น้ำหนักในหน่วยปอนด์ น้ำหนัก = มวลสารเป็นปอนด์

หรือ น้ำหนัก = มวลสาร (เฉพาะจำนวนตัวเลขเท่านั้น)

จะเห็นได้ว่าน้ำหนัก (แรงอย่างหนึ่ง) จะมีค่าเท่ากับมวลสาร (อัตราเร่งเนื่องจากความดึงดูดของโลกถูกตัดออกไม่ใช่เพราะว่ามันไม่มี แต่เนื่องจากการนำเอาตัวหาร 32.2 เข้าไปเปลี่ยนหน่วยแรงจากปอนด์แคลมาเป็นปอนด์น้ำหนัก)

ในการคำนวน ปัญหาทางสแตติค หน่วยปอนด์น้ำหนักให้ความสดวกต่อการใช้ โดยปราศจากการงุนงงแต่การใช้ตัวหารที่ซ่อนเร้น (32.2) จะก่อให้เกิดปัญหาในการคำนวนปัญหาทางไดนามิคส์ ตัวอย่างในการแก้ปัญหาที่มีแรงถ่วงของโลกเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเช่น พลังงานศักย์ของความสูงของน้ำ (h) ค่า g จะหายไปจากสมการสุดท้ายคือ

พลังงานศักย์ = งานที่กระทำ = แรง × ระยะทาง

= mg h ฟุต – ปอนด์แคล

$= \frac{mg\ h}{32.2}$ ฟุต – ปอนด์น้ำหนัก

= mh ฟุต – ปอนด์น้ำหนัก

เมื่อ g มีค่าเท่ากับ 32.2 ดังนั้นในการคำนวนดังกล่าว g ไม่ได้ถูกตัดออกไปแต่ถูกซ่อนไว้

ในบัญหาที่แรงถ่วงของโลกไม่ได้เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่นความดันของลม g จะถูกรวมเข้าไว้ในสมการ ($q = v^2/2g$) ทั้งนี้เพื่อจะเปลี่ยนหน่วยปอนด์แคลให้มาเป็นหน่วยปอนด์น้ำหนัก แต่ในระบบสากลสมการดังกล่าว q จะมีค่าเท่ากับ $v^2/2$ เท่านั้น ซึ่งทำให้สะดวกมากขึ้น สรุปได้ว่าน้ำหนัก (แรงอย่างหนึ่ง)) ได้ถูกนำมาใช้เกี่ยวข้องกับมวลสารและแรง ในการบอกขนาดของวัตถุเราใช้น้ำหนัก ซึ่งแท้ที่จริงแล้วควรจะหมายถึงมวลสาร ซึ่งวิธีการเช่นนี้ก็คงจะยังมีอยู่ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามหน่วยของมวลสาร และหน่วยของแรงควรนำเอามาใช้ในการคำนวณเพื่อหลีกเลี่ยงการงุนงง

หน่วยวัดความดัน (Pressure) ความเค้น (Stress) ในระบบสากลมีหน่วยเป็นพาสคอล (Pascal) ซึ่งมีความหมายถึงแรงต่อหน่วยพื้นที่มีค่าเป็นนิวตันต่อตารางเมตร เรียกชื่อเสียใหม่ว่าพาสคอล

มีข้อสังเกตอยู่อย่างหนึ่งก็คือ การขยายหน่วยในระบบสากลจะเป็นการนำเอาอุปสรรค(Prefix)มานำหน้า เช่น กิโลนิวตัน กิโลพาสคอล เมกกะพาสคอล เป็นต้น ความดัน ความเค้น จะบอกเป็นหน่วยแรงนิวตันต่อพื้นที่ตารางมิลิเมตรเช่น ความเค้นดึงของเหล็กจะมีค่าเป็น 175 นิวตันต่อตารางมิลิเมตร ความเค้นอัดประลัยของคอนกรีต มีค่าเท่ากับ 21 นิวตันต่อตารางมิลิเมตรเป็นต้น จะเห็นได้ว่าหน่วยหลักของการวัดความยาวเป็นเมตร หน่วยขยายเป็นกิโลเมตร หน่วยย่อยเป็นมิลิเมตรแทนที่จะเป็นเซนติเมตร เหมือนในระบบเมตริก เนื่องด้วยการวัดหน่วยต่าง ๆ ในระบบสากลยังมีอีกมากมาย แต่ส่วนใหญ่จะเหมือนกับระบบเมตริก ผู้เขียนจึงยกเอาเฉพาะหน่วยที่มีส่วนค้อนข้างจะแตกต่างกันในทั้งสองระบบคือ ระบบเมตริกและระบบสากลมาเขียน เล่าสู่กันฟังเท่านั้นในโอกาสต่อไปหากผู้เขียนมีเวลาก็จะได้เสนอข้อแตกต่างระหว่างระบบเมตริก และระบบสากลที่มีผลกระทบกระเทือนต่อการคำนวนสมการเบื้องต้นของความดันของน้ำในท่อ และพลังงานร่วมของการไหลของน้ำในท่อ (Bernoulli's Equation) ให้ท่านผู้อ่านได้ทราบต่อไป

หนังสืออ้างอิง

Metrication in the Construction Industry No. 2. Calculation in SI Units, by The Department of the Environment, Ministry of Public Building and Work, New Zealand.