

บทที่ 3 ความยืดหยุ่น (Elasticity)

1. คุณสมบัติความยืดหยุ่น

เราเคยคุ้นกับคำว่า ความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) ซึ่งเรามักจะใช้สลับเปลี่ยนกันในระหว่าง 2 คำนี้ สมมติว่าทำนดิ่งแผ่นยาง อนุตามแนวหน้าตัดของแผ่นยางจะยืดดิ่งดูตกันไว้ และออกกำลังที่จะต้าน หรือคงพลังไว้ เราให้นิยามความเค้นที่ยืดออกไปนี้ว่า พลังงรูปเดิมต่อหน่วยพื้นที่ ฉะนั้น พลังงรูปเดิมเป็น 10 Lb-wgts. และถ้าพื้นที่หน้าตัดของแผ่นยางเป็น 0.10 ตร.นิ้ว ความเค้นที่ยืดออกไป (Stretching Stress) จะเป็น 1,000 Lb-wgts/(in.)²

จากสูตร

$$\text{ความเค้นที่ยืดออกไป} = \frac{\text{พลังงรูปเดิม}}{\text{พื้นที่หน้าตัด}} = \frac{F}{A}$$

คำว่าความเครียด (Strain) หมายถึง ความผิดรูป สมมติว่าแผ่นยางยาว 6 นิ้ว และสมมติทำนดิ่งยืดออกไปเป็น 0.12 นิ้ว ดังนั้น ความเครียดที่ยืดออกไป (Stretching Strain) คือ 0.12 นิ้ว/6 นิ้ว = 0.02 (ไม่มีหน่วย)

จากสูตร

$$\text{ความเครียดที่ยืดออกไป} = \frac{\text{การยืดออกไป}}{\text{ความยาว}} = \frac{c}{L}$$

สมมติทำนดิ่งหมากฝรั่งแล้วปล่อยมันจะไม่หดตัว แต่จะผิดรูปไปในเชิงพลาสติก (Plastic) ลองดิ่งแผ่นยางดูบ้างแล้วปล่อยยางจะรัดกลับเกือบเข้าสู่สภาพเดิม ยางมีลักษณะยืดหยุ่นมากกว่าหมากฝรั่ง ฉะนั้น จึงได้คำนิยามความยืดหยุ่นดังนี้

“ความยืดหยุ่น (Elasticity) คือ คุณสมบัติของเหลวที่พยายามจะคงรูปขนาดเดิมของมันไว้ เมื่อได้รับความเค้นให้ผิดรูปไป”

ความรู้จากพฤติกรรมทางยืดหยุ่นของหินก็เพื่อใช้แก้ปัญหาเป็นอันมากในภูมิฟิสิกส์ (Geophysics) ที่สำคัญเป็นพิเศษ คือ ความสัมพันธ์ร่วม (ซึ่งต่อไปจะเรียกสหสัมพันธ์)

พันธ์) ของอัตราความเร็วคลื่น ความสั่นสะเทือนของโลกกับอัตราความเร็วที่คำนวณได้ จากการรังวัดความยืดหยุ่นของหินตัวอย่างในห้องทดลอง การเปรียบเทียบเช่นนั้นทำให้ ได้หลักฐานโดยตรง และง่ายที่สุดเกี่ยวกับองค์ประกอบของส่วนต่าง ๆ ของโลกที่เข้าไป รังวัดโดยตรงไม่ได้

ความเค้นอัดตัว หรือกำลังดึง (Compressive Stress or Tensile)

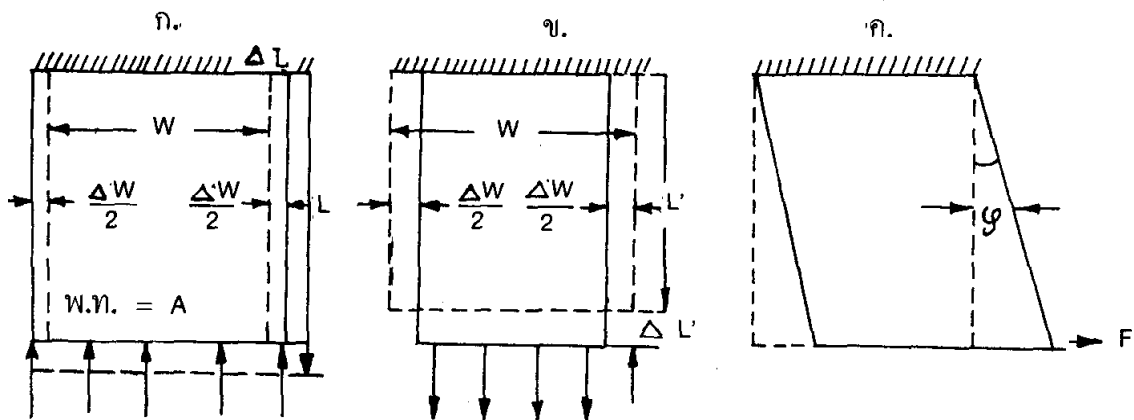
หากกำลังที่กระทำต่อพื้นที่ ซึ่งกำลังนั้นพุ่งตั้งได้ฉากโดยตรงต่อพื้นที่นั้นเรียกว่า ความเค้นอัดตัว หรือกำลังดึง ทั้งนี้ ย่อมแล้วแต่ว่ากำลังนั้นออกแรงออกไปจาก หรือ เข้าไปในเทหวัตถุที่แรงนั้นกระทำ)

ความเค้นทางข้าง (Shearing Stress)

หากกำลังที่กระทำต่อพื้นที่นั้นขนานไปกับพื้นที่เรียกว่า ความเค้นทางข้าง คือ จะทำให้พื้นที่นั้นย้วยไปทางข้างตามทิศทางที่ออกแรง

สำหรับกำลังดึงทำให้เทหวัตถุยืดออก เพิ่มความยาวออกไป ส่วนความเค้นอัดตัวกลับทำให้เทหวัตถุสั้นเข้า ส่วนความเค้นทางข้างทำให้ผิดรูปย้วยไปทางข้าง

อัตราส่วนของการยืดออก หรือหดเข้าให้เป็นจำนวน ΔL อันเนื่องมาจากความเค้น ต่อความยาวเดิม L ก่อนจะนำเอาความเค้นมาใช้นั้นให้นิยามเป็น ความเครียดทางยาว c_L มุมความผิดรูป ψ เกิดจากความเค้นทางข้างเรียก ความเครียดทางข้าง ดังในรูป



รูปที่ 3.1

ซึ่งทั้ง (ก), (ข) และ (ค) ความเค้นต่าง = $\frac{F}{A}$

เส้นประแสดงถึงก่อนมีการผิดรูปทางยืดหยุ่น

ความเครียดทางยาว $c_L = \frac{\Delta L}{L}$ หรือ $\frac{\Delta L'}{L'}$

2. แรงภายในโลก (Forces in the Earth)

ปัญหาใหญ่ของธรณีวิทยาอันหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเสมอก็คือ แรงที่ทำให้เกิดภูเขา แม้จะมีข้อสมมติฐานมากมายที่ตีพิมพ์กันออกมาก็ตาม เรื่องนี้ก็ยังไม่ตก เพราะแต่ละข้อสมมติฐานมีข้อคัดค้านขัดแย้งอยู่มาก

มีกลุ่มแรงอยู่สองกลุ่มที่มีผลกระทบกระเทือนต่อการพัฒนาวิทยาการด้านนี้ คือ

1) แรงต้านต่าง ๆ ในระยะเวลายาวนาน เช่น แรงที่เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโลก ซึ่งแรงเหล่านี้เกี่ยวข้องกับกรรมรอบตัวเองของโลก หรือแรงที่ขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงของเปลือกโลกที่มีได้อยู่ในภาวะสมดุลตามแรงกดของของเหลว

2) แรงกลุ่มที่ 2 เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วสัมพันธ์กับเวลา เช่น แรงที่เกิดจากกรรมวิธีทางเคมี, การตกผลึก หรือการหลอมละลาย การกัดเซาะ หรือการชะล้าง (Erosion) และการตกตะกอนจะก่อภาวะสมดุลของเปลือกโลก แม้จะเป็นแรงต้านที่ใช้ระยะเวลายาวนานเมื่อเปรียบเทียบกับประวัติศาสตร์ แรงแต่ละอย่างเมื่อเทียบกับประวัติโลกแล้วก็จัดว่าเป็นตอนที่สั้นมาก ความจริงอันนี้รวมไปถึงการก่อตัวของมวลกระโปะก่อนหน้าแข็งในระหว่างยุคน้ำแข็ง และการละลายในภายหลัง การเปลี่ยนแปลงแต่ละปีก็รวดเร็วกว่าที่ย่อมก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพืชพันธุ์ และเกิดการแจกแจงของความกดอากาศทั่วโลก พื้นที่ที่มีความกดต่ำก็จะไหลไปตามพื้นผิวโลก และน้ำขึ้นลงมีผลในระยะเวลานั้นกว่า

จากการเริ่มศึกษาค้นคว้ากำเนิดของภูเขา แนวความคิดว่าภูเขาเป็นผลจากการหดตัวของโลกอันเนื่องจากการศึกษาถึงการเย็นตัวของมัน หากตัวโลกหดขึ้นแข็งภายนอกสุดจะถูกกดในทางแนวนอน ความกดนี้ก่อให้เกิดความเค้น เนื่องจากชั้นนอกสุดของเปลือกโลกมีคุณสมบัติทางยืดหยุ่นแตกต่างกันจึงไม่จำเป็นต้องไปในทางแนวนอน ผลของความร้อนทางกัมมันตภาพรังสีจะหน่วงความเย็นของโลกให้ช้าลง

ความเย็นลงของโลกจะต้องทำให้เกิดความเครียด เพราะขณะนั้นบนพื้นผิวไม่มีการเย็นตัวอีกแล้ว แม้กระทั่งบางส่วนของที่ลึกมาก ๆ ก็ยังไม่ค้ำจนถึง ต้องเป็นระดับความลึกขนาดหนึ่งหรือไม่กี่ตรงพื้นที่เย็นตัวลงอย่างสูงสุด หรือชั้นที่หมดความเครียด

แรงที่เกิดขึ้นมาจากหลายทางเช่นนี้หากแกนโลกเลื่อนไป จะกระเทือนต่อภาวะสมดุลย์ แต่แรงต่าง ๆ มักมีทางโน้มคองภาวะสมดุลย์เต็มไว้

3. การไหลของความร้อน (Heat Flow)

พลังความร้อนที่ปรากฏเห็นชัดในการระเบิดของภูเขาไฟย่อมเป็นประจักษ์พยานอย่างไม่มีผิดพลาดถึงอุณหภูมิเฉพาะแห่งภายในโลก ชั้นลาวา (Lava) และถ้าถ่านบอกให้เรา

