

ถ้าพิจารณาถึงแรงเฉือนที่เกิดขึ้นระหว่างเม็ดดินและค้ำึงถึงแผ่นฟิล์มบาง ๆ ของน้ำซึ่งห่อหุ้มเม็ดดินโดยรอบ ณ ตรงจุดสัมผัส ค่าความต้านทานต่อการสั่นไถลก็จะเปลี่ยนไป เนื่องจากว่า ก) พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุเปลี่ยนไป เนื่องจากมีชั้นน้ำมากเกินไว้ทำให้พื้นที่ของวัตถุไม่สัมผัสกันจริง ข) ถ้าหากเพิ่มขนาดของแรงที่กดทับ (P) ก็จะทำให้ชั้นความหนาของน้ำถูกรีดให้บางลง และในกรณีของดินนั้นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น

1. การจัดเรียงตัวใหม่ของเม็ดดิน (จะเกิดขึ้นขณะเกิดแรงเฉือน)
2. ความหนาของแผ่นฟิล์มน้ำที่ห่อหุ้มเม็ดดินโดยรอบมีความหนาเปลี่ยนไป
3. ค่าแรงยึดเหนี่ยว (Cohesion) และแรงเสียดทาน (Friction) ซึ่งเป็นส่วนที่ต้านต่อแรงเฉือนจะเปลี่ยนไป

ณ ความเครียด (Strain) ต่าง ๆ ดังนั้นแรงต้านทานของดินในส่วนที่เป็นแรงเสียดทานจึงเป็นฟังก์ชันกับความเครียดที่เกิดขึ้นกับมวลดิน ตามรูปที่ 9.1 พบว่าในขณะที่เกิดการเคลื่อนที่ของวัตถุ A ดังนั้น

$$R = N \tan \phi = P \tan \phi \quad \dots\dots\dots 9.2$$

ถ้าวัตถุ A กับระนาบ xy เป็นวัสดุเนื้อเดียวกัน ค่า R ก็คือ แรงต้านทานการเฉือน (Shearing Resistance) ของผิวสัมผัส

9.2 ทฤษฎีกำลังของดินของมอร์และคูลอมบ์ (Shear Strength Theory of Mohr-Coulomb)

จากสมการที่ (9.2) สามารถเขียนได้ในรูปของ

$$\begin{aligned} \tau &= F_s/A = (P/A) \tan \phi \\ \tau &= \sigma \tan \phi \quad \dots\dots\dots 9.3 \end{aligned}$$

เมื่อ τ = หน่วยแรงเฉือน

σ = หน่วยแรงโดยตรงที่กระทำบนระนาบแรงเฉือน ซึ่งในที่นี้คือระนาบ x-y

Coulomb ได้นำเอาหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ในกรณีดินไม่มีแรงยึดเหนี่ยว (Cohesionless Soils) เขียนใหม่ได้เป็น

$$\tau_f = \sigma_f \tan \phi \quad \dots\dots\dots 9.4$$

เมื่อ τ_f = หน่วยแรงเฉือนบนระนาบวิบัติของมวลดิน

σ_f = หน่วยแรงโดยตรงบนระนาบวิบัติของมวลดิน (Normal Stress)

ϕ = มุมเสียดทานภายในของมวลดิน (Angle of Internal Friction of Soils)

ในกรณีดินประเภทที่มีแรงยึดเหนี่ยว (Cohesion Soils) ซึ่งเป็นคุณลักษณะของมวลดินเม็ดละเอียด เม็ดดินเหล่านี้จะมีค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน (Cohesion, c) มีผลทำให้ค่าของแรงเฉือนเพิ่มขึ้น ดังนั้นสมการของแรงต้านแรงเฉือนเขียนได้เป็น

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \phi \quad \dots\dots\dots 9.5$$

โดยที่ค่า c = แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน (Cohesion)

จากรูปที่ 9.2

$$\tau_f = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

$$\sigma_f = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

ในการหาค่ามุมวิกฤติ (θ) ที่เกิดขึ้นตามเงื่อนไขการวิกฤติของมอร์และคูลอมบ์ จะเขียนอยู่ในรูปของมุมเสียดทาน (Internal Friction Angle, ϕ) ดังนั้นจากรูปที่ 9.2 เขียนได้เป็น

$$\hat{b} \hat{a} d = 2\theta = 90 + \phi$$

$$\text{หรือ } \theta = 45 + \frac{\phi}{2} \dots\dots\dots 9.6$$

จากรูปที่ 9.2

$$\frac{\overline{ad}}{\overline{fa}} = \sin \phi \dots\dots\dots 9.7$$

$$\overline{fa} = fo + oa = c \cos \phi + \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \dots\dots\dots 9.8$$

ดังนั้น

$$\overline{ad} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \dots\dots\dots 9.9$$

แทนค่าสมการ (9.8) และ (9.9) ลงในสมการ (9.7) ได้เป็น

$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}{c \cos \phi + \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}}$$

หรือ

$$\sigma_1 = \sigma_3 \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) + 2c \left(\frac{\cos \phi}{1 - \sin \phi} \right) \dots\dots\dots 9.10$$

อย่างไรก็ตาม

$$\left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) = \tan^2 \left[45 + \frac{\phi}{2} \right]$$

และ

$$\left(\frac{\cos \phi}{1 - \sin \phi} \right) = \tan \left[45 + \frac{\phi}{2} \right]$$

ดังนั้น

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] + 2c \tan \left[45 + \frac{\phi}{2} \right] \dots\dots\dots 9.11$$