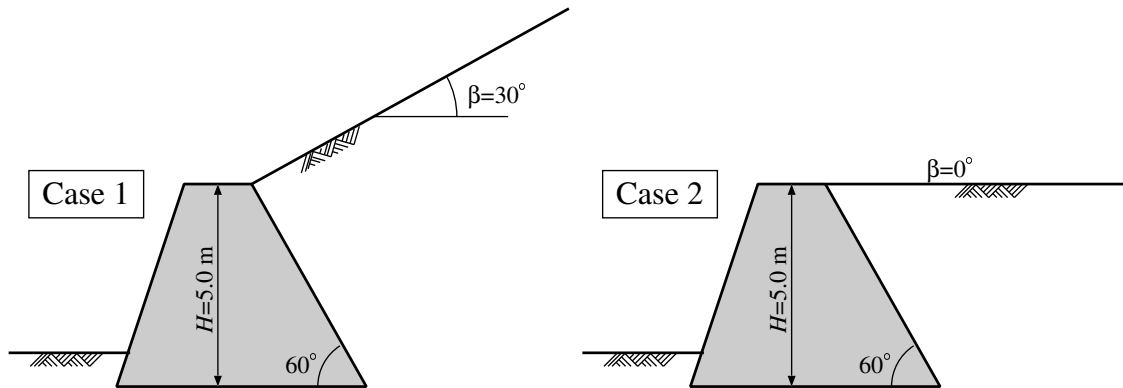


問題

下図の2つのケースにおいて、重力式擁壁に作用する主働土圧  $Q_a$  (kN/m) を Coulomb 理論によってそれぞれ計算せよ。なお、擁壁背面の地盤はいずれも  $c = 0, \phi = 30^\circ, \gamma_t = 15 \text{ kN/m}^3$ 、また粗さ角は  $\delta = 15^\circ$  とする。



解答例

Case1

図より、 $\omega = 120^\circ, \beta = 30^\circ$  である。したがって Coulomb の主働土圧係数は

$$\begin{aligned}
 K_a &= \left[ \frac{\sin(\omega - \phi)}{\sin \omega \left\{ \sqrt{\sin(\omega + \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\omega - \beta)}} \right\}} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{\sin(120^\circ - 30^\circ)}{\sin 120^\circ \left\{ \sqrt{\sin(120^\circ + 15^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(30^\circ + 15^\circ) \sin(30^\circ - 30^\circ)}{\sin(120^\circ - 30^\circ)}} \right\}} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{\sin(90^\circ)}{\sin 120^\circ \left\{ \sqrt{\sin(135^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(45^\circ) \sin(0^\circ)}{\sin(90^\circ)}} \right\}} \right]^2 = 1.886
 \end{aligned}$$

したがって、主働全土圧  $Q_a$  は

$$Q_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_t H^2 = \frac{1}{2} \times 1.886 \times 15 \times 5.0^2 = 354 \text{ (kN/m)}$$

Case2

図より、 $\omega = 120^\circ, \beta = 0^\circ$  である。このときの Coulomb の主働土圧係数は

$$\begin{aligned}
 K_a &= \left[ \frac{\sin(\omega - \phi)}{\sin \omega \left\{ \sqrt{\sin(\omega + \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\omega - \beta)}} \right\}} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{\sin(120^\circ - 30^\circ)}{\sin 120^\circ \left\{ \sqrt{\sin(120^\circ + 15^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(30^\circ + 15^\circ) \sin(30^\circ - 0^\circ)}{\sin(120^\circ - 0^\circ)}} \right\}} \right]^2 \\
 &= \left[ \frac{\sin(90^\circ)}{\sin 120^\circ \left\{ \sqrt{\sin(135^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(45^\circ) \sin(30^\circ)}{\sin(120^\circ)}} \right\}} \right]^2 = 0.609
 \end{aligned}$$

したがって、主働全土圧  $Q_a$  は

$$Q_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_t H^2 = \frac{1}{2} \times 0.609 \times 15 \times 5.0^2 = 114 \quad (\text{kN/m})$$

### 補足 1

今回の演習課題では、擁壁背面地盤の傾斜角  $\beta$  による土圧の違いを比較することが目的になっている。Case 1 は急傾斜の斜面末端部を支える擁壁、Case 2 は平坦な宅地端部をイメージしているが、発生する主働土圧が大きく異なることがわかる。

なお図の擁壁は、重力式擁壁と呼ばれるタイプである。作用する土圧に対して、コンクリートの壁体重量で滑動や転倒が生じないように抵抗している。この他、逆 T 型、逆 L 型、もたれ壁式などさまざまな形式がある。それぞれの形と特徴についてはぜひ自分で調べてみてほしい。

### 補足 2

式が複雑なため、やはり計算ミスがかなり見られた。目立ったのは、分母の平方根を忘れた事例と、 $\omega = 60^\circ$  とした事例である。また、 $\sin 120^\circ = \sqrt{3}/2$  などとして計算をしている人が多いが、今回のように角度が特異な場合は良いとして、中途半端な角度の数値が与えられる場合に備えて、直接角度を入力して電卓を扱えるようにしておいてほしい。

### 補足 3

教科書(石原：土質力学)にある Coulomb 土圧公式に誤植があることを授業中に説明したが、間違いのまま計算していた例があったので、ノートで確認しておくこと。