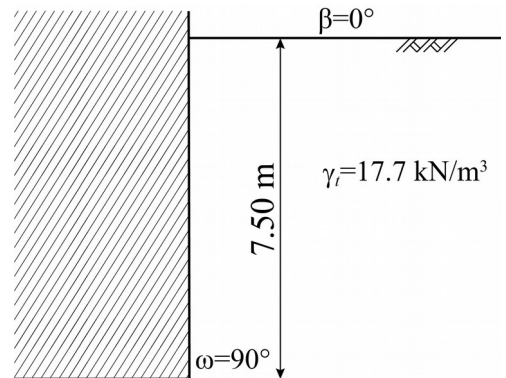


2015年度 地盤工学基礎 演習問題 [2016.1.13 出題]

問題

右図の地盤内に建設された地下構造物が右側に移動し、側面の地盤が受働状態に至ったとする。地盤は $c=0$, $\phi'=32.0^\circ$, $\gamma_t=17.7 \text{ kN/m}^3$ の一様な砂地盤である。以下の各理論によって、鉛直な構造物側壁面に作用する受働土圧の合力 Q_p (奥行き 1m 当たり) を計算せよ。



(1) Rankine 土圧

(2) Coulomb 土圧

ただし、粗さ角は $\delta=16.0^\circ$ とする。

解答例

(1) Rankine の受働土圧係数は、

$$K_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{32.0^\circ}{2} \right) = 3.254$$

したがって、奥行き 1m 当たりの土圧合力は、

$$Q_p = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_p = \frac{1}{2} \times 17.7 \times 7.50^2 \times 3.254 = 1.62 \times 10^3 \text{ (kN/m)}$$

(2) Coulomb の受働土圧係数は、

$$K_{cp} = \left[\frac{\sin(\omega + \phi')}{\sin \omega \left\{ \sqrt{\sin(\omega - \delta)} - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi' + \beta)}{\sin(\omega - \beta)}} \right\}} \right]^2$$

$$= \left[\frac{\sin(90^\circ + 32.0^\circ)}{\sin 90^\circ \left\{ \sqrt{\sin(90^\circ - 16.0^\circ)} - \sqrt{\frac{\sin(32.0^\circ + 16.0^\circ) \sin(32.0^\circ + 0^\circ)}{\sin(90^\circ - 0^\circ)}} \right\}} \right]^2 = 5.774$$

したがって、奥行き 1m 当たりの土圧合力は、

$$Q_p = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_{cp} = \frac{1}{2} \times 17.7 \times 7.50^2 \times 5.774 = 2.87 \times 10^3 \text{ (kN/m)}$$

補足

理論のアプローチが異なる Rankine 土圧と、Coulomb 土圧であるが、Coulomb 土圧において、 $\omega=90^\circ$ 、 $\beta=0^\circ$ 、 $\delta=0^\circ$ の条件を設定すると、Rankine 土圧と同じ値となる。各自で計算し、確認してほしい。

なお、上の条件において、粗さ角が変わると土圧係数がどのように変化するかを確認してみよう。下図は、 $\omega=90^\circ$ 、 $\beta=0^\circ$ の条件で主働と受働それぞれについて計算した結果である。

主働土圧は、粗さ角による土圧変化は僅かであるが、受働土圧は粗さ角が大きくなると土圧が過大となるため、適用しないほうが良い。

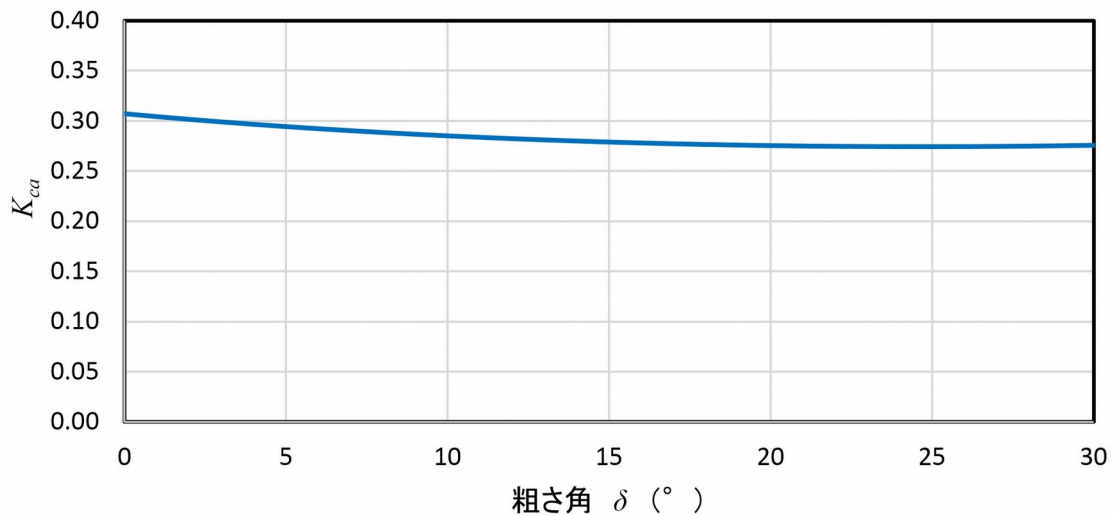


図2 主働土圧と粗さ角の関係

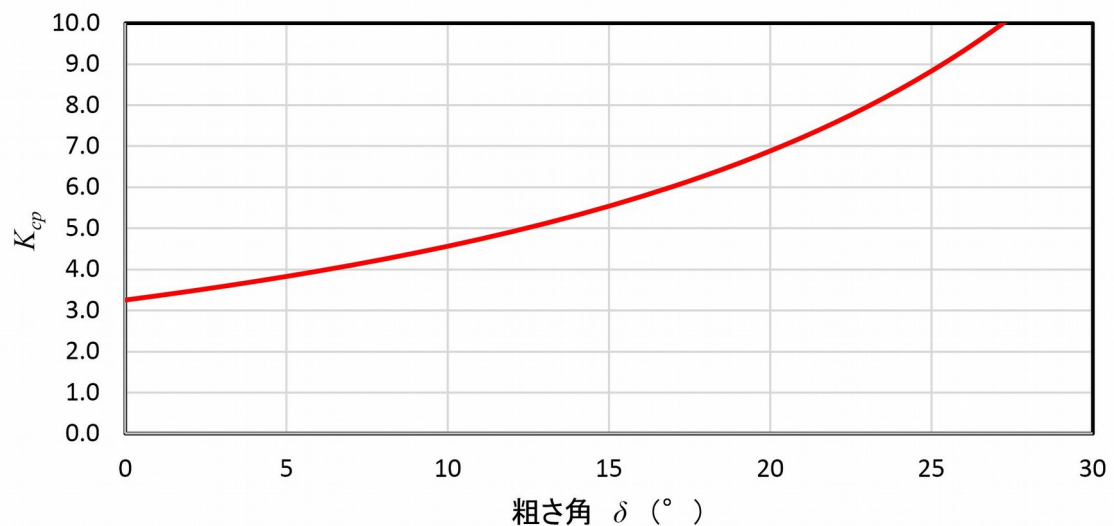


図3 受働土圧と粗さ角の関係