

課題3の解答

【問題】

飽和した矩形土要素に鉛直有効応力 $\sigma'_v=100\text{kN/m}^2$ 、水平有効応力 $\sigma'_h=100\text{kN/m}^2$ が作用している。この土要素に対して鉛直応力だけを增加させて圧縮する試験を行った。水平面および鉛直面には常にせん断応力ゼロとなるようにし、矩形土要素の体積変化が生じないように非排水条件で実験を行った。破壊時において間隙水圧 $u=50\text{kN/m}^2$ であった。

この土要素の強度定数が、内部摩擦角 $\phi'=30^\circ$ 、粘着力 $c'=10\text{kN/m}^2$ であるとき、次の問いに答えよ。

①破壊時における鉛直有効応力と水平有効応力を求めよ。

水平応力一定で、鉛直応力を増加させるので、破壊時においては、鉛直応力が最大主応力、水平応力が最小主応力となる。破壊時にいて、間隙水圧が $u=50\text{kN/m}^2$ であることから、水平有効応力は、

$$\sigma'_3 = \sigma'_h = \sigma_{h0} - u = 100 - 50 = 50\text{kN/m}^2$$

となる。一方、鉛直有効応力は、 $\sigma'_v = \sigma'_1$ となることから、右図のような幾何学的な関係（直角三角形の性質）を考えると、

$$\sin \phi' = \frac{\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}}{\frac{c'}{\tan \phi'} + \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}}$$

となる。これを式変形して、

$$\sigma'_1 = \frac{c' \cos \phi' + \frac{1}{2}(1 + \sin \phi')\sigma'_3}{\frac{1}{2}(1 - \sin \phi')}$$

を得る。

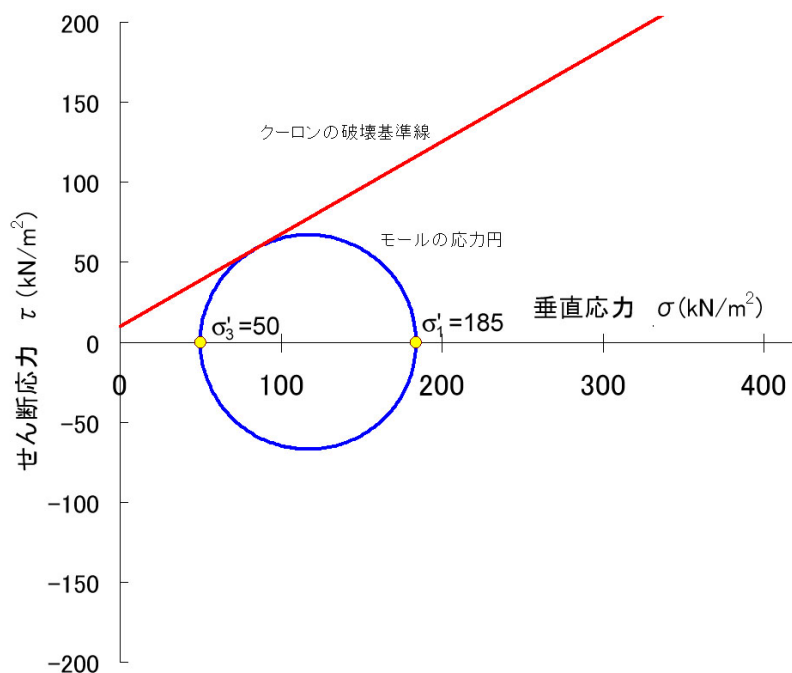
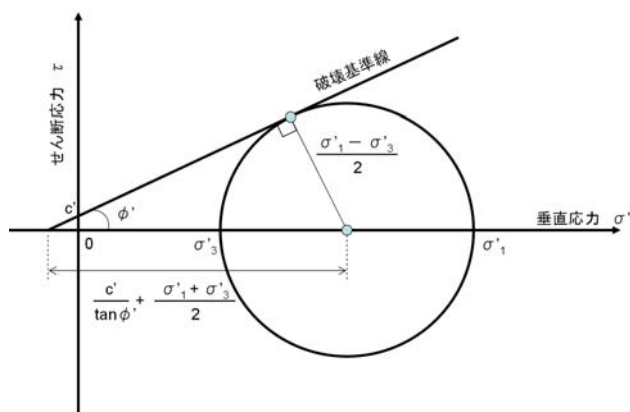
これに、 $c'=10\text{kN/m}^2$ 、 $\phi'=30^\circ$ 、 $\sigma'_3=50\text{kN/m}^2$ を代入すると、

$$\begin{aligned} \sigma'_1 &= \frac{10 \cos 30^\circ + \frac{1}{2}(1 + \sin 30^\circ)50}{\frac{1}{2}(1 - \sin 30^\circ)} \\ &= \frac{8.66 + 37.5}{0.25} = \frac{46.16}{0.25} \\ &= 184.64 = 185\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

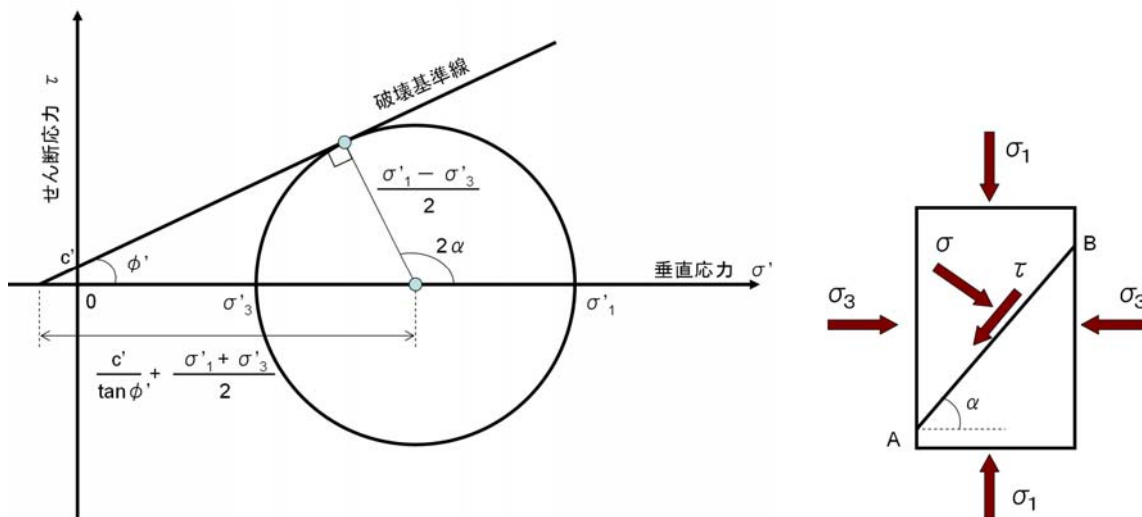
$\sigma'_1=185\text{kN/m}^2$ を得る。これが、破壊時における鉛直有効応力である。

したがって、破壊時の鉛直有効応力は 185kN/m^2 、水平有効応力は 50kN/m^2 である。

②破壊時におけるモールの応力円を描け。



③破壊時におけるすべり面と水平面となす角度を求めよ。



最大主応力面からなす角度を α とすると、モールの応力円の性質より、

$$180^\circ - 2\alpha = 90^\circ - \phi'$$

なる関係が成り立つことから、

$$\alpha = 45^\circ + \frac{\phi'}{2}$$

を得る。今、 $\phi' = 30^\circ$ と与えられているので、 $\alpha = 60^\circ$ となる。

最大主応力面が水平面であるので、水平面からなす角度は、 60° となる。

以上より、破壊時におけるすべり面と水平面のなす角度は 60° である。

採点基準：

- (1) 講義で習得した知識を理解して正しく解答している。(①鉛直応力と水平応力(2点×2)、②モールの応力円とクーロンの破壊基準の関係(3点)、③3点) **専門基礎 [(II-i)専門基礎学力]**
- (2) 講義で習得した知識を利用して課題に取り組んでいるか。(単に提出しているだけでは×)(設問①は2点、設問②、③は各1点 合計4点) **専門基礎 [(II-i)専門基礎学力]**
- (3) 与えられた数値の単位と有効数字を理解し、正確な計算ができています。(できていない場合は1箇所について1点減点、最大6点減点) **基礎力 [(II-i)技術者としての基礎力]**

※返却した答案で(1) + (2) + (3)の順で採点し、これらを加算した合計点を記載。