

2021年度創造理工学部〔定期・授業中〕試験問題				1月19日(水)		開始 13時00分 終了 14時30分	実施
学科目名(クラス)	担当者	対象学科・学年		解答用紙	本紙 別紙	持込	右の欄に指示がない場合は、持込を全て不許可とします。
土質力学B	赤木	社工	2				
学籍番号	氏名		採点欄		1. 全て不許可 2. 全て許可 3. 一部許可 (教科書 参考書・電卓) ・ノート(自筆・コピー) ・辞書 ・その他〔 〕		

図1に示すような粘土の飽和単位体積重量  $\gamma_{sat}$  (kN/m<sup>3</sup>), 間隙比  $e_0 = \log 3$ , 水の単位体積重量  $\gamma_w$  (kN/m<sup>3</sup>) である水平な均一飽和粘土地盤を考える。なお, 粘土の破壊を支配する限界状態モデルは,  $q = (57/40)p'$ ,  $e = \log(20p_0/3) - \log p'$  ( $p_0$  は正の定数,  $\log p'$  は  $p'$  の自然対数) で与えられる。地表面 ( $x$ - $y$  平面) に鉛直下向きの集中荷重  $Q$  (kN) が作用した時の地盤内の応力と破壊に関して, 下記の文中の空欄にあてはまる  $\gamma_{sat}$ ,  $\gamma_w$ ,  $d$ ,  $Q$ ,  $p_0$ ,  $\pi$  を用いた適切な文字式, 数字を, 解答用紙の該当欄に記入しなさい。

粘土地盤を一様な弾塑性体と仮定すると, 図1(b)に示すように原点に鉛直下向きに働く集中荷重  $Q$  (kN) により, 粘土地盤内の  $z$  軸上  $z=d$  (m) に中心をもつ大きさが無視できる円柱形の単位要素  $P$  に作用する  $z$  軸方向の垂直応力増分  $\Delta\sigma_z$ ,  $z$  軸を中心とする半径  $r$  方向の垂直応力増分  $\Delta\sigma_r$  は, それぞれ集中荷重  $Q$  (kN), 単位要素  $P$  の中心点座標  $(0, 0, d)$  ( $d$  は正の定数) を用いて次式①, ②のように表すことができる。なお, せん断応力増分  $\Delta\tau_{zr} = \Delta\tau_{rz} = 0$  である。ただし, 単位要素に作用する垂直応力  $\sigma$  は, 圧縮を正, 引張を負とし,  $\pi$  は円周率である。

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{d^2} \quad \dots \quad \text{①} \quad , \quad \Delta\sigma_r = -\frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2} \quad \dots \quad \text{②}$$

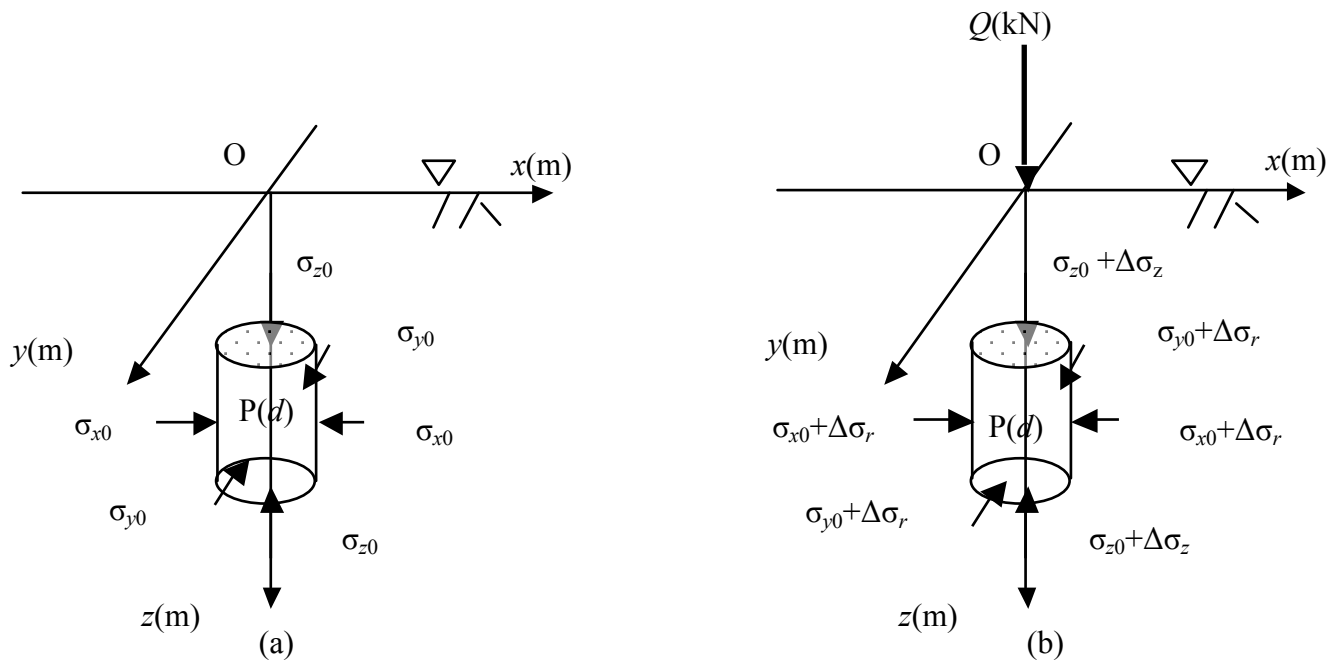


図 1

1. 図1(a)に示すように, 集中荷重  $Q$  (kN) が作用しない状態を考える。

(1) 単位要素  $P$  に作用する粘土の自重による  $z$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_{z0} =$  (ア) (kN/m<sup>2</sup>),  $x$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_{x0} =$  (イ) (kN/m<sup>2</sup>),  $y$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_{y0} =$  (ウ) (kN/m<sup>2</sup>), 間隙水圧  $u_0 =$  (エ) (kN/m<sup>2</sup>) である。ただし, 粘土地盤は静止土圧状態で静止土圧係数  $K_0 = 1$  であり, 静水圧状態とする。

(2) 単位要素  $P$  に作用する粘土の自重による  $z$  軸方向の垂直有効応力  $\sigma'_{z0} =$  (オ) (kN/m<sup>2</sup>),  $x$  軸方向の垂直有効応力  $\sigma'_{x0} =$  (カ) (kN/m<sup>2</sup>),  $y$  軸方向の垂直有効応力  $\sigma'_{y0} =$  (キ) (kN/m<sup>2</sup>) である。

2. 図1(b)に示すように, 原点に鉛直下向きに働く集中荷重  $Q$  (kN) を作用させた。

(1) 粘土の自重を考慮した時に, 単位要素  $P$  に作用する  $z$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_z =$  (ク) (kN/m<sup>2</sup>) である。また,  $x$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_x =$  (ケ) (kN/m<sup>2</sup>),  $y$  軸方向の垂直全応力  $\sigma_y =$  (コ) (kN/m<sup>2</sup>) である。この時に, 単位要素  $P$  に作用する3つの全主応力を大きさの順に並べると, 最大全主応力  $\sigma_1 =$  (サ) (kN/m<sup>2</sup>), 中間全主応力  $\sigma_2 =$  最小全主応力  $\sigma_3 =$  (シ) (kN/m<sup>2</sup>) であり, 平均全主応力  $p = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3 =$  (ス) (kN/m<sup>2</sup>), 主応力差  $q = \sigma_1 - \sigma_3 =$  (セ) (kN/m<sup>2</sup>) である。

(2) 集中荷重  $Q$  を粘土の透水係数と比較して十分に速い速度で増加させて, 単位要素  $P$  を非排水状態で破壊させた。この時の間隙比  $e_u =$  (ソ), 平均有効主応力  $p'_u =$  (タ) (kN/m<sup>2</sup>), 主応力差  $q_u =$  (チ) (kN/m<sup>2</sup>) である。また, 破壊時の集中荷重  $Q_u =$  (ツ) (kN) である。

(3) 単位要素  $P$  の破壊時に作用する平均全主応力  $p_u =$  (テ) (kN/m<sup>2</sup>) なので, 間隙水圧  $u_u =$  (ト) (kN/m<sup>2</sup>) である。

(4) 単位要素  $P$  の破壊時に作用する最大全主応力  $\sigma_{1u} =$  (ナ) (kN/m<sup>2</sup>), 中間全主応力  $\sigma_{2u} =$  最小全主応力  $\sigma_{3u} =$  (ニ) (kN/m<sup>2</sup>) であり, 最大有効主応力  $\sigma'_{1u} =$  (ヌ) (kN/m<sup>2</sup>), 中間有効主応力  $\sigma'_{2u} =$  最小有効主応力  $\sigma'_{3u} =$  (ネ) (kN/m<sup>2</sup>) である。

2021年度 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科  
土質力学B 第2回試験 解答用紙

学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_ 採点欄 \_\_\_\_\_

(ア)	$\gamma_{sat} \cdot d$	(イ)	$\gamma_{sat} \cdot d$	(ウ)	$\gamma_{sat} \cdot d$
(エ)	$\gamma_w \cdot d$	(オ)	$(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot d$	(カ)	$(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot d$
(キ)	$(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot d$	(ク)	$\gamma_{sat} \cdot d + \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(ケ)	$\gamma_{sat} \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(コ)	$\gamma_{sat} \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(サ)	$\gamma_{sat} \cdot d + \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(シ)	$\gamma_{sat} \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(ス)	$\gamma_{sat} \cdot d + \frac{4Q}{9\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(セ)	$\frac{19Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(ソ)	Log 3
(タ)	$\frac{20}{9} p_0$	(チ)	$\frac{19}{6} p_0$	(ツ)	$2\pi p_0 \cdot d^2$
(テ)	$\gamma_{sat} \cdot d + \frac{8}{9} p_0$	(ト)	$\gamma_{sat} \cdot d - \frac{4}{3} p_0$	(ナ)	$\gamma_{sat} d + 3p_0$
(ニ)	$\gamma_{sat} \cdot d - \frac{p_0}{6}$	(ヌ)	$\frac{13}{3} p_0$	(ネ)	$\frac{7}{6} p_0$

4×24+4=100