

図 1 に示すような、単位体積重量 γ (kN/m³) である水平な均一乾燥砂地盤を考える。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 γ , d , Q , π を用いた適切な文字式、数字 (分数のままでよい) を、解答用紙の該当欄に記入しなさい。

砂地盤を一様な弾性体と仮定すると、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、砂地盤内の 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 σ は、圧縮を正、引張を負とし、 π は円周率であり、 $0 < Q < 12\pi\gamma d^3$ である。

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

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。このとき、単位要素 P に作用する砂の自重による z 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_{z0} =$ (ア) (kN/m²)、 x 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_{x0} =$ (イ) (kN/m²)、 y 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_{y0} =$ (ウ) (kN/m²) である。ただし、砂地盤は静止土圧状態にあり、静止土圧係数 $K_0 = 1$ とする。

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。砂の自重を考慮した時に、単位要素 P に作用する z 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_z =$ (エ) (kN/m²) である。また、 x 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_x =$ (オ) (kN/m²)、 y 軸方向の垂直有効応力 $\sigma'_y =$ (カ) (kN/m²) である。

この時に、単位要素 P に作用する 3 つの主応力を大きさの順に並べると、最大有効主応力 $\sigma'_1 =$ (キ) (kN/m²)、中間有効主応力 $\sigma'_2 =$ 最小有効主応力 $\sigma'_3 =$ (ク) (kN/m²) であり、平均有効主応力 $p' = (\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3)/3 =$ (ケ) (kN/m²)、主応力差 $q = \sigma'_1 - \sigma'_3 =$ (コ) (kN/m²) である。

(1) 砂の有効粘着力 $c' = 0$ 、有効内部摩擦角 $\phi' = 30^\circ$ とする。集中荷重 Q を徐々に増加させて、単位要素 P を排水状態で破壊させた時における最大有効主応力 σ'_{1A} と最小有効主応力 σ'_{3A} の比の値は、 $\sigma'_{1A}/\sigma'_{3A} =$ (サ) である。この時、砂の表面に作用する集中荷重 $Q_A =$ (シ) (kN) である。

(2) 集中荷重 Q を徐々に増加させて、単位要素 P を (1) と同様に排水状態で破壊させた。単位要素 P の破壊に相当する限界状態における主応力差 q_B と平均有効主応力 p'_B の比の値 $q_B/p'_B = 6/5$ とすると、この時に砂の表面に作用する集中荷重 $Q_B =$ (ス) (kN) である。

(3) 上記で求めた単位要素 P の破壊時の集中荷重 Q_A と Q_B の比の値 $Q_A/Q_B =$ (セ) である。

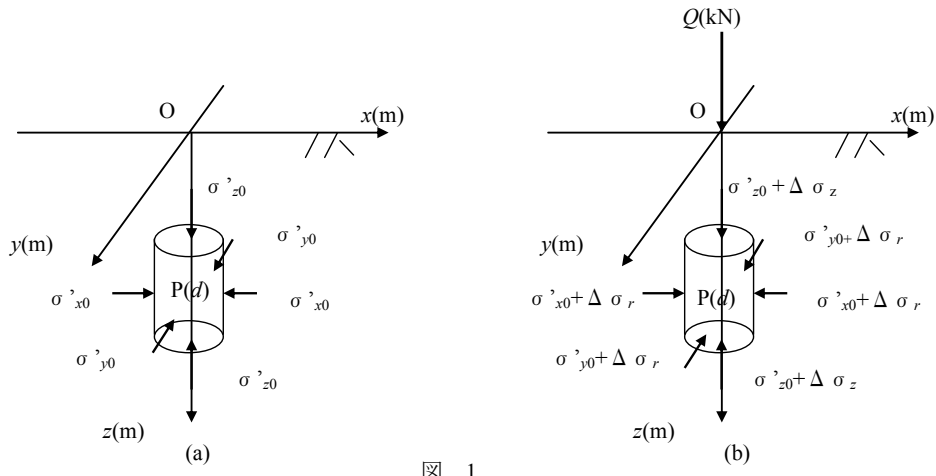


図 1

2020 年土質力学 B 第 2 回試験 解答用紙

(ア)	$\gamma \cdot d$	(イ)	$\gamma \cdot d$
(ウ)	$\gamma \cdot d$	(エ)	$\gamma \cdot d + \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(オ)	$\gamma \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(カ)	$\gamma \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(キ)	$\gamma \cdot d + \frac{3Q}{2\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(ク)	$\gamma \cdot d - \frac{Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(ケ)	$\gamma \cdot d + \frac{4Q}{9\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$	(コ)	$\frac{19Q}{12\pi} \cdot \frac{1}{d^2}$
(サ)	3	(シ)	$\frac{8}{7} \cdot \pi \cdot \gamma \cdot d^3$
(ス)	$\frac{8}{7} \cdot \pi \cdot \gamma \cdot d^3$	(セ)	1