平成１１年度　土質力学Ⅱ及び演習　試験問題

平成１２年２月１７日（木）13:00～15:00
問題：５問　　解答用紙：５枚（各問１枚に解答のこと）
教科書，資料，電卓の持ち込み不可

【第１問】

下図に示す擁壁の安定問題について考える．

（１）壁の移動（変位）と土圧の関係について，模式図を用いて説明せよ．
（ただし，主働土圧・静止土圧・受働土圧という用語を用いて説明せよ）

（２）土圧を計算する代表的な方法として，Coulombの土圧論とRankineの土圧論がある．

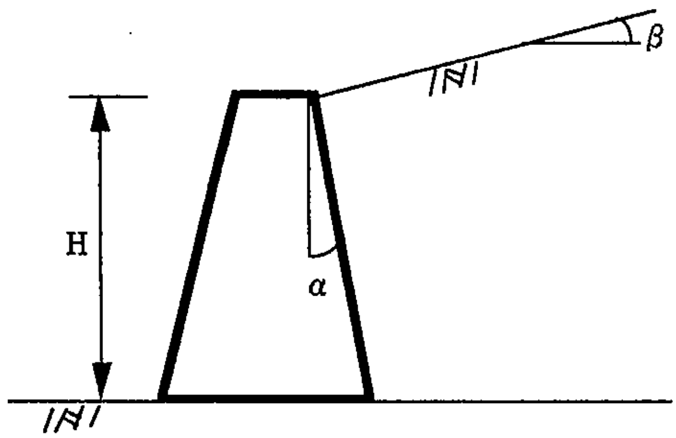
1）Coulombの土圧論とRankineの土圧論のそれぞれの理論的背景について概説せよ．

2）1）の理論的背景に基づき，それぞれの理論での主働土圧を誘導せよ．ただし，その誘導過程を簡素化するため，以下の条件とする．

- 壁体と裏込め土の間の摩擦はない．
- 壁体背面が鉛直となす角$\alpha = 0$，地盤の傾斜角$\beta = 0$とする．
- 裏込め土は，ϕ材料（$c = 0$）とする．

3）2）で誘導したRankine土圧での主働土圧式を用いて，以下の条件での擁壁に作用する主働土圧と水圧の合力を求めよ．

- 壁高$H = 5\,\mathrm{m}$，地下水位は地表面下２m
- 地下水より浅い部分の土の単位体積重量$\gamma = 17\,\mathrm{kN/m^3}$
- 地下水より以深の水で飽和した部分の土の単位体積重量$\gamma_t = 20\,\mathrm{kN/m^3}$
- 裏込め土の内部摩擦角$\phi = 30°$



[第2問]

下図に示すような正方形状の底面($B=L$)を持つ橋脚基礎に対して，2ケースの鉛直載荷試験を行った．その結果は次のようである．

ケース1：$B=L=1.0m$

$D_f=1.0m$

極限鉛直荷重$Q_f=1{,}300kN$

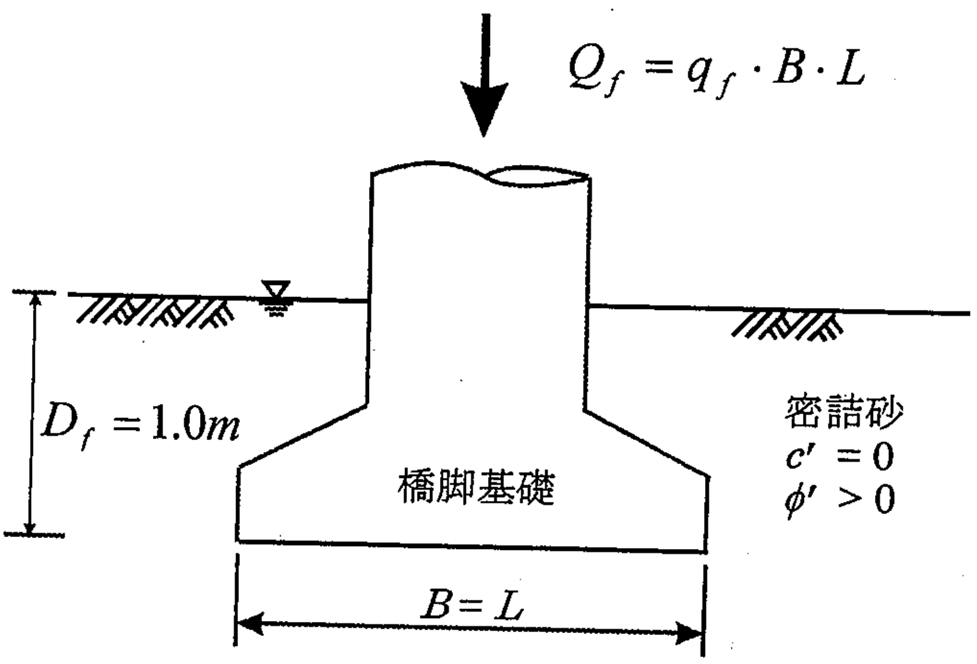
ケース2：$B=L=2.0m$

$D_f=1.0m$

極限鉛直荷重$Q_f=7{,}200kN$

地下水面は地表面に一致しており，対象とする密詰砂の飽和単位体積重量$\gamma_{sat}=19.8kN/m^3$であった．このとき，Terzaghiの帯基礎に対する極限支持力式：$q_f=\frac{1}{2}\gamma'\cdot B\cdot N_\gamma+\gamma'\cdot D_f\cdot N_q$を援用して，支持力係数$N_\gamma$と$N_q$の値を推定せよ．

ただし，上式中のγ'は土の有効単位体積重量を表わす．



【第３問】

以下の【　　　】内に入る適切な言葉や数式を記述せよ．ただし(1)，(2)等は言葉を，{A}，{B}等は数式を表す．

斜面の安定計算は，ある【　(1)　】を仮定し，その面に沿ってすべりを起こそうとする力（応力）または【　(2)　】と，これに抵抗しようとする力（応力）または【　(2)　】の比を求め，斜面の安定性を評価する．斜面の安定度を示す尺度として【　(3)　】が用いられる．

図3.1の斜面に対して，一つの【　(4)　】を仮定する．円弧に沿ってすべりを起こそうとするせん断応力τと，それに抵抗するせん断強さsとが働いているとすると，【　(3)　】Fは【　{A}　】と表現できる（ただし，τもsも一様ではない）．また，【　(2)　】に対する【　(3)　】Fは【　{B}　】のように書ける．

次に，図3.2に示すような無限長の斜面を考える．地下水位が地表に一致するときの斜面の【　(3)　】を以下の誘導により求めよう．ただし土の飽和単位重量をγ_{sat}，地盤の強度パラメータはc'，ϕ'とする．また，領域ABCDの左右の側面に作用している力Eは，互いにつり合っているとして，ここでは考慮しない．

単位奥行きを想定して，領域ABCDの重量Wは次式で与えられる．

W＝【　{C}　】　　　　　　・・・・・1)

すべり面に垂直な方向の力のつり合いより，垂直力Pと垂直応力σは以下のようになる．

P＝【　{D}　】　　　　　　・・・・・2)

σ＝【　{E}　】　　　　　　・・・・・3)

すべり面に平行な方向の力のつり合いより，せん断力Tとせん断応力τは，

T＝【　{F}　】　　　　　　・・・・・4)

τ＝【　{G}　】　　　　　　・・・・・5)

底面に作用する間隙水圧uは，γ_wを水の単位重量として，

u＝【　{H}　】　　　　　　・・・・・6)

したがって底面の有効応力は，式3)と6)より

σ'＝【　{I}　】　　　　　　・・・・・7)

土のせん断強度はs＝【　{J}　】で表されるので，仮想【　(1)　】における【　(3)　】は

【　{K}　】　　　　　　・・・・・8)

と算出できる．ここで【　(3)　】が１の場合の深さをH_cとし，【　(5)　】という．8)式より具体的にH_cを求めると【　{L}　】となる．

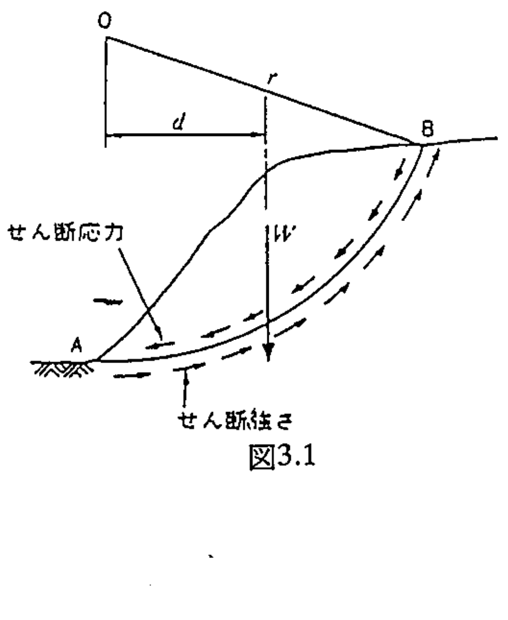


図3.1

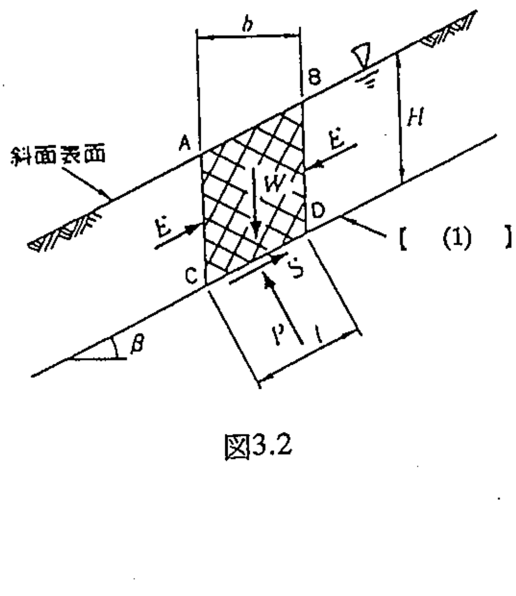


図3.2

[第４問]

以下の地盤改良に関する用語を解説せよ。

（１）EPS
（２）Reinforcement
（３）Solidification
（４）Geosynthetic
（５）Vertical drain

[第５問]

地盤内を鉛直上方に伝播する SH 波の波動方程式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \qquad (1)$$

ここに、u は地盤内の水平変位、t は時間、c はせん断波の伝播速度で地盤の密度を ρ せん断弾性係数を G とすれば $c = \sqrt{G/\rho}$、z は鉛直下方を正とした座標軸である。

波動方程式式（１）の一般解は次式のように表せる。

$$u = \left(ae^{ikz} + be^{-ikz}\right)e^{i\omega t} \qquad (2)$$

ここに、a と b は境界条件より決まる定数であり、$i = \sqrt{-1}$、k は波数で ω/c、ω は円振動数で振動数を f とすれば $\omega = 2\pi f$ である。

問１：式(2)の解が波動方程式（１）を満たすことを示せ。

問２：地表面での変位 $u(z=0)$ が $U(\omega)e^{i\omega t}$ で与えられる場合の、地盤内のせん断応力の分布 $\tau(z)$ が次式で与えられることを示せ。

$$\tau(z) = -\rho c\,\omega U(\omega) \sin kz e^{i\omega t} \qquad (3)$$

問３：地表面の加速度を $A(\omega)$ とすれば、$A(\omega) = -\omega^2 U(\omega)e^{i\omega t}$ であることを示せ。

問４：式(3)を用いて、地表面近傍のせん断応力の分布が近似的に次式で表されることを示せ。

$$\tau(z) \cong A(\omega)\rho z \qquad (4)$$