

# 平成8年度『土質力学および演習』中間試験

平成8年6月12日 8:45~10:15

電卓持込み可, 教科書・ノート持込み不可

1. 土の締固めについて以下の問いに答えよ。

(1) 締固めの管理方法を2種類挙げ、それらの適用性を論じよ。

(2) 土粒子の密度が $2.65\text{g/cm}^3$ の土があり、その含水比は15%であった。土全体の密度を測ったところ $1.75\text{t/m}^3$ であった。

(i) この土の間隙比と飽和度を求めよ。

(ii) この土を用いて盛土を締固めによって作成した。含水比が20%の時に $1.62\text{t/m}^3$ の最大乾燥密度を得られることが分かった。この時の土全体の密度と飽和度とを求めよ。

(iii) さらに、大雨の際に盛土が完全に水没し、飽和度が100%となった。この時の土全体の密度はいくらかか。

2. 土中の水理について以下の問いに答えよ。

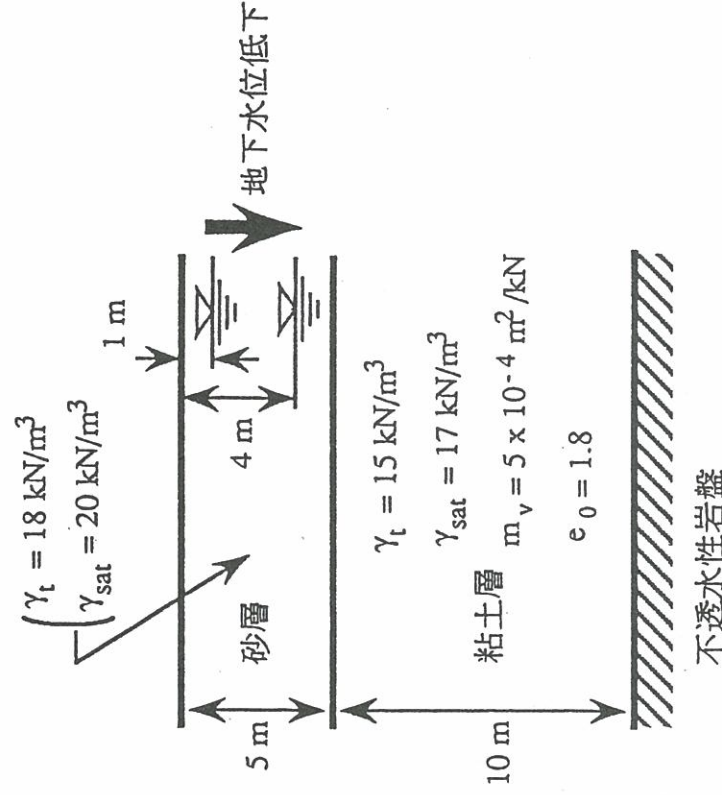
(1) 2次元透水の基礎方程式を誘導せよ。

(2) 正方形フローネットは、等方性地盤における透水を知るうえで便利に使用されるが、上記(1)の方程式に基づけば異方性地盤を等方性地盤に変換し、同じ方法を適用できる。どのようにすればよいか。

3. 右図に示すように、地表面下1 mに地下水面がある砂層と粘土層とからなる地盤がある。今、地下水を急激に汲み上げてその水位を1 mから4 mまで低下させた。以下の間に答えよ。

なお、図中の $\gamma_t$ 、 $\gamma_{sat}$ 、 $m_v$ 、 $e_0$ はそれぞれ湿潤単位体積重量、飽和単位体積重量、体積圧縮係数、初期間隙比である。また、水の単位体積重量 $\gamma_w$ は $10 \text{ kN/m}^3$ とする。

- (1) 地下水位低下前の粘土層中央部における全応力、間隙水圧、有効応力はそれぞれいくらか。
- (2) 地下水位低下直後の粘土層中央部における全応力、間隙水圧、有効応力はそれぞれいくらか。ただし、地下水位が低下した部分の土の単位体積重量は地下水面より上の土と同じ単位体積重量になるものとする。
- (3) 地下水位低下後十分時間経過した時の粘土層中央部における全応力、間隙水圧、有効応力はそれぞれいくらか。
- (4) 地下水位低下後十分時間経過した時の地表面の沈下量を求めよ。ただし、地下水位低下により砂層は圧縮しないものとする。



# 平成8年度 『土質力学及び演習』 試験問題

平成8年9月30日(月) 15:00~17:30

注意：教科書・ノート等の持ち込み不可．電卓の持ち込み可．

## 【1】

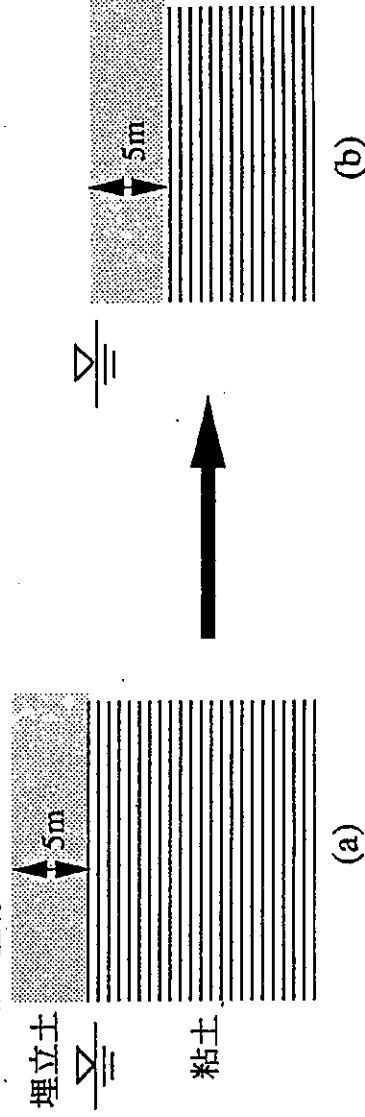
湿潤単位体積重量 $\gamma_t$ が $17.64\text{kN/m}^3$ の埋立土の砂を用意した。サンプルを取り出して含水比と比重を測定したところ、それぞれ $w=12\%$ 、 $G_s=2.70$ であった。

(1) 水の単位体積重量 $\gamma_w$ を $9.8\text{kN/m}^3$ としてこの砂の乾燥単位体積重量 $\gamma_d$  ( $\text{kN/m}^3$ )、間隙比 $e$ 、飽和度 $S_r$  (%)を求めよ。

(2) 上記(1)の結果を利用して以下の①②③④を求めよ。

図(a)のような粘土地盤があったとしよう。この地盤上に(1)の砂を用いて一次元的に高さ5mの埋立てを行った。この時、粘土地盤に作用する全鉛直応力 $\Delta\sigma$ は埋立土の湿潤単位体積重量 $\gamma_t$ と埋立層厚から $\Delta\sigma = \text{①}$   $\text{kN/m}^2$ と計算でき、そのまま粘土地盤を圧密させる有効鉛直応力 $\Delta\sigma'$ と見なすことができる。ところが圧密によって粘土地盤は沈下する。今、沈下によって埋立部分がすべて水中に没した場合を考えてみよう(図(b)参照)。水中に没する際、埋立部分は体積変化を生じることなくその間隙が完全に飽和したと仮定すると、埋立土の単位体積重量 $\gamma_t$ は飽和単位体積重量 $\gamma_{sat}$ と等価となり、その値は $\gamma_t = \gamma_{sat} = \text{②}$   $\text{kN/m}^3$ と求められる。したがって粘土地盤表面に作用する全鉛直応力 $\Delta\sigma$ は③  $\text{kN/m}^2$ となり、①より大きくなってきていることがわかる。しかしながら粘土地盤の圧密変形に寄与する有効鉛直応力で考えると、水没部分が浮力の影響を受けることによって $\Delta\sigma' = \text{④}$   $\text{kN/m}^2$ となり、沈下前の値①に比べると小さくなっていくことがわかる。

$G_s = 2.70$ ,  $\gamma_t = 17.64\text{kN/m}^3$   
 $w = 12\%$



## 【2】

a) 下図に示すような地盤に掘り抜き井戸を掘削し、水を連続的に汲み上げ定常状態に達したとする。この時の水の運動の式は、円筒座標  $(r, h)$  を用いて次のように導くことが出来る。ここで、水頭を  $h$ 、半径方向の座標を  $r$  とする。

(a-1) 断面積を  $A$ 、導水勾配を  $i$ 、この層の透水係数を  $k$  とすると、井戸に向かって流れ込む流量  $Q$  はどのように表されるか示せ。

(a-2) 導水勾配  $i$  はどのような式になるか示せ。

(a-3) 井戸に向かう水の運動の式を導け。ただし、透水層の層厚は  $b$  とする。

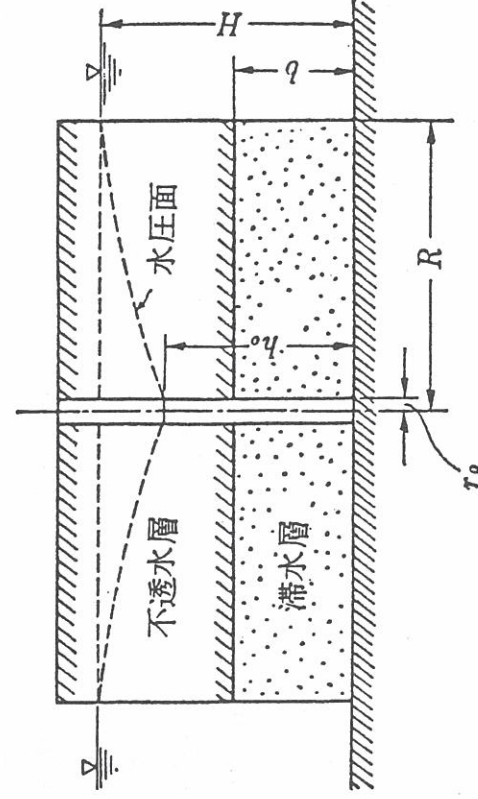
(a-4) この揚水問題で、 $r \rightarrow \infty$  で、 $h = H$  なる条件を設定した場合、影響圏半径  $R$  はどのような式になるか示せ。ただし、井戸半径は  $r_0$ 、その点での水頭は  $h_0$  とする。

b) 上記の問題と同じ条件で上部の不透水層がない場合には重力式の井戸となるが、この場合の井戸の水面形を表す式を導きたい。

(b-1) 井戸への流速を  $v$  とすると、ダルシーの法則は微分形でどのような式になるか示せ。

(b-2) 井戸へ流入する流量  $Q$  はどのような式で表されるか示せ。

(b-3) 井戸の水面形を表す式を導け。



### 【3】

粘土地盤の表面に一様分布荷重  $q$  を瞬間的に加え、それ以降は一定値に保持するものとする。表面 ( $z=0$ ) は排水境界であり、圧密の進行とともに地表面沈下量  $S$  は増大する。下図を参照して、この圧密沈下の初期過程を表す近似解を求めてみよう。図中の曲線  $OA$  は、経過時間  $t$  のもとにおける過剰間隙水圧  $u$  の分布形を正弦曲線で近似したものである。すなわち、

$$u = q \cdot \sin[(\pi z)/(2D)]$$

ここに、 $D$  は圧密が生じている最大深さを表すが、時間の進展とともにその値は増えることに留意する。以下、 $[\ ]$  内に入る適当な数値、表現を求めよ。

(a) 体積圧縮係数を  $m_v$  と表示し、鉛直有効応力の増加量  $\sigma' = q - u$  であることに留意すると、

$$S = \int_0^D (m_v \cdot \sigma') dz = m_v \cdot [ \textcircled{1} ] \cdot q \cdot D \quad \dots (1)$$

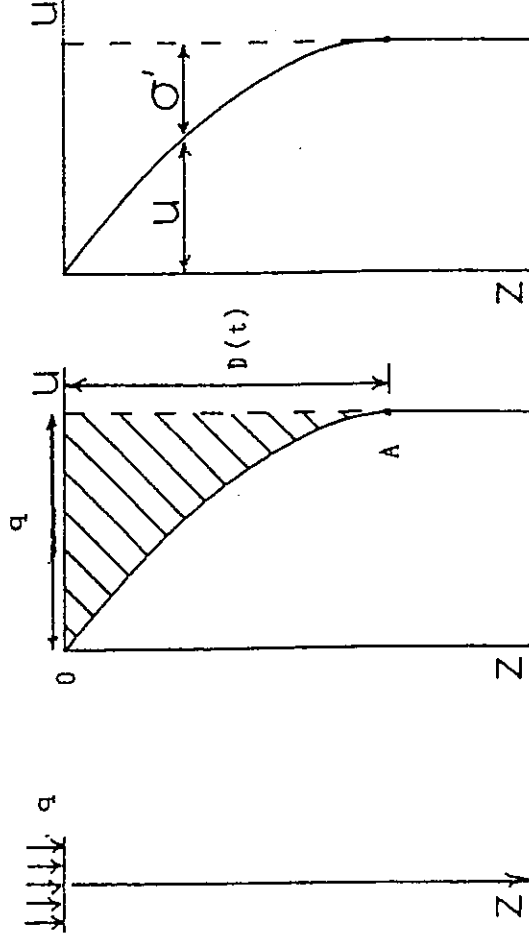
(b) 透水係数を  $k$ 、水の単位体積重量を  $\gamma_w$  とおくと、間隙水の質量保存より、地表面 ( $z = 0$ ) における沈下速度 ( $dS/dt$ ) と絞り出される間隙水の流量速度  $v (= k i)$  の値は等しくなければならない。したがって、

$$dS/dt = [ \textcircled{2} ] \cdot (k/\gamma_w) \cdot q/D \quad \dots (2)$$

(c) 式 (1) と式 (2) からパラメータ  $D$  を消去すると、地表面沈下量  $S$  の経時変化を支配する常微分方程式が得られる。その解を、 $t=0$  のとき  $D=0$  という初期条件のもとで解くと、

$$S = [ \textcircled{3} ] \cdot (t)^{1/2} \quad \dots (3)$$

となり、地表面沈下量  $S$  が  $(t)^{1/2}$  に比例することがわかる。



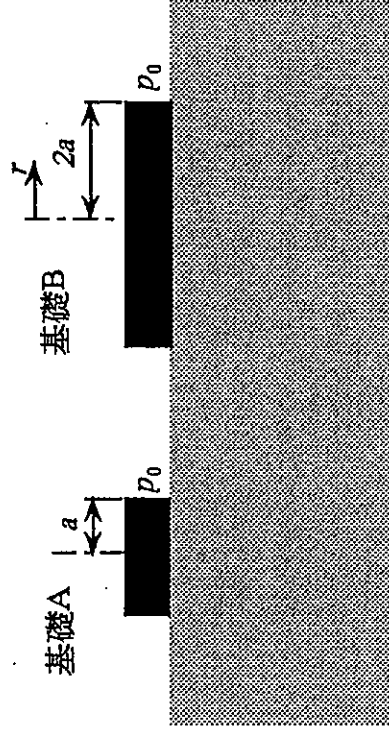
a.

b.

### 【4】

下図に示すように、一様な地盤の上に下図に示すような2種類の円形タンク基礎を作るようになった。この場合基礎の半径が  $a$  の場合（基礎A）と  $2a$  の場合（基礎B）とで基礎の最終沈下量を比べた場合、いずれの沈下量が大きいか、あるいは等しいかを理由を明記して述べよ。

ただし、両方の基礎に作用する荷重強度（単位面積当たりの荷重）は  $P_0$  で等しく、また荷重は等分布荷重と考えてよいものとする。なお、基礎中心直下で地表より  $z$  なる深さに生じる鉛直応力は(1)式で表されることを参考に記しておく。

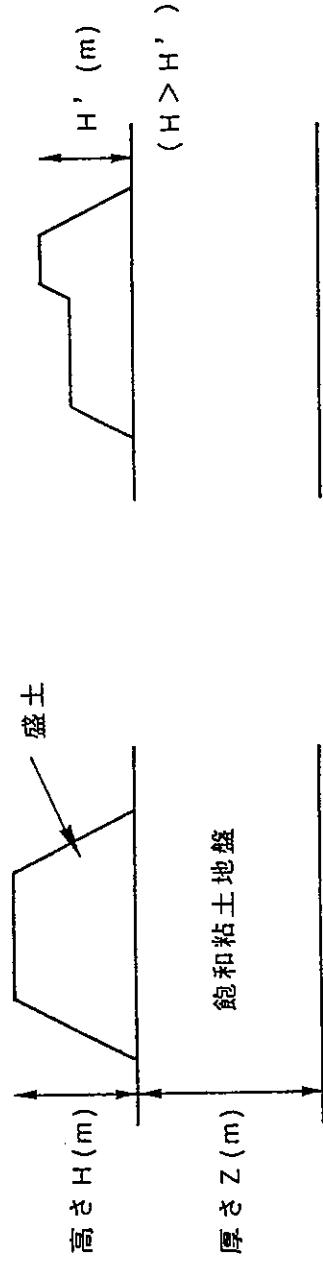


$$(\sigma_z)_{r=0} = P_0 \left[ 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{a^2}{z^2}\right)^{3/2}} \right] \quad (1)$$

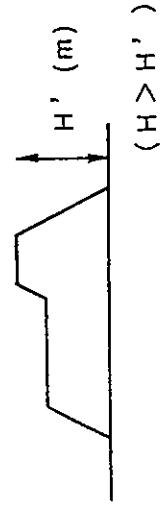
【5】

図(a)に示すような、厚さ  $Z$  (m) の均一な飽和粘土地盤上に、高さ  $H$  (m) の盛土を施工する予定であった。ところが、盛土高さの一部分が  $H'$  (m) に達したとき ( $H > H'$ )、図(b)、突然図(c)のように円弧状のすべりが生じた。

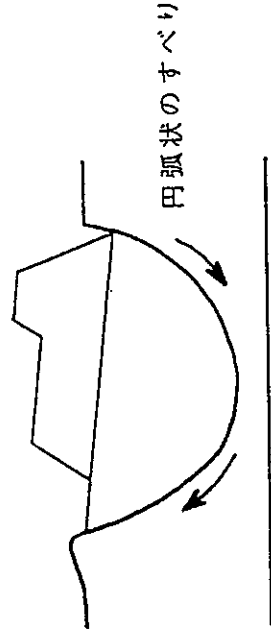
すべりが生じた理由を、解答用紙8行以内で説明せよ。ただし、図表は文字数には含まない。



図(a)



図(b)



図(c)

## 【6】

滑らかな壁面を持つ高さHの鉛直な擁壁がある。以下の問に答えよ。

ただし、裏込め地盤の単位体積重量は $\gamma$ で、地表面の傾斜はゼロとし、せん断強度は $\tau = c + \sigma \tan \phi$ で表されたとする。

(1) 水平地盤が極限平衡状態にあるとして、破壊時のモールの応力円から、擁壁に作用するランキンの主働土圧分布を図示せよ。

(2) 主働土圧の応力がゼロになる深さ $Z_0$ を求めよ。