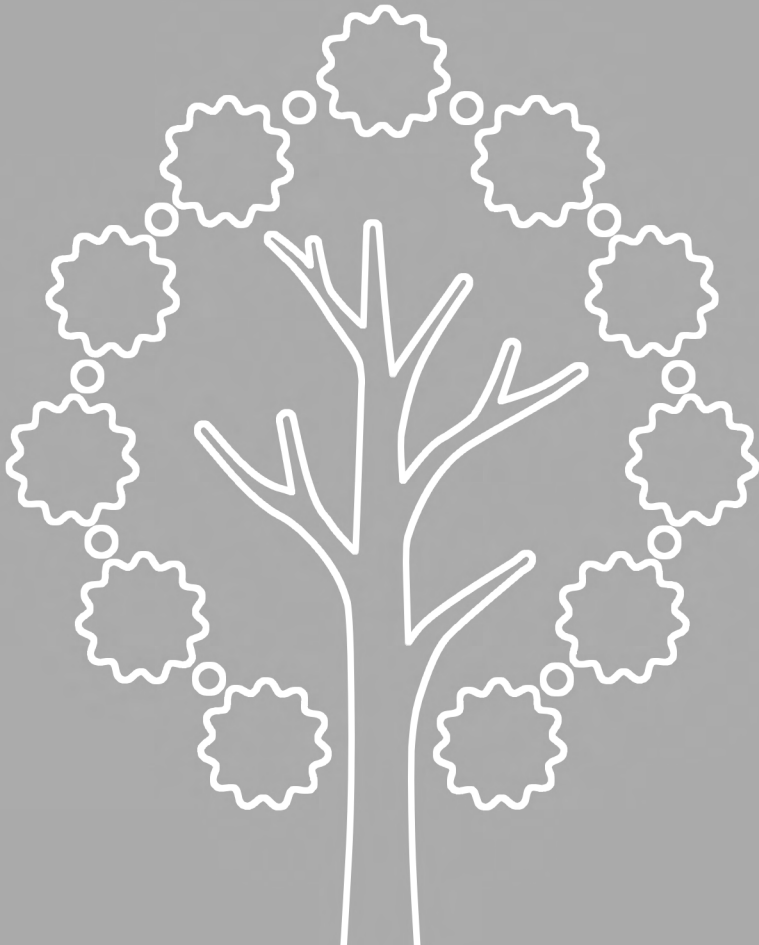


# 1. 平成21年度試験問題 解答解説



## ●平成21年度試験問題 解答解説

IV 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 土の間隙比を  $e$ 、土粒子の比重を  $G_s$ 、水の単位体積重量を  $\gamma_w$  とするとき、土の水中単位体積重量を算出する式として正しいものは次のうちどれか。

- ①  $\frac{G_s + 1}{1 + e} \gamma_w$       ②  $\frac{G_s - 1}{1 + e} \gamma_w$       ③  $\frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w$   
④  $\frac{G_s - e}{1 + e} \gamma_w$       ⑤  $\frac{G_s}{1 + e} \gamma_w$

【解答】 ②

【解説】 土の水中単位体積重量、すなわち水中における飽和密度  $\gamma_{sub}$  は、地下水の下にある土のように水で浸されていて、同体積の水の重量に相当する浮力を受けている状態なので、飽和条件における単位体積重量（土の飽和密度： $\gamma_{sat}$ ）から水の密度（単位体積重量： $\gamma_w$ ）を差し引いたものとなる。すなわち、

$$\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

一方、土の飽和密度  $\gamma_{sat}$  は、土の間隙比を  $e$ 、土粒子の比重を  $G_s$  とすると土の全重量は  $G_s \cdot \gamma_w + e \cdot \gamma_w$  であり、土の全体積は  $V = 1 + e$  であるから、

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w$$

と表すことができる。したがって土の水中単位体積重量  $\gamma_{sub}$  は、

$$\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w - \gamma_w = \frac{G_s - 1}{1 + e} \gamma_w$$

となる。

これより②が正しい。

IV-2 土中の浸透と地下水に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 帯水層とは、地下水によって飽和されている透水性の良好な地盤のことである。
- ② 限界動水勾配とは、上向きの浸透力によって土中の有効応力が次第に減少してゼロになるような動水勾配をいう。
- ③ 土中の水の流れに対しては、速度水頭は非常に小さいので無視することができ、全水頭は、圧力水頭と位置水頭のとで定義される。
- ④ フローネット（流線網）は、エネルギーの等しい点を結んだ流線と水頭が等しい点を結んだ等ポテンシャル線で作られる網目図である。
- ⑤ クイックサンドとは、上向きの浸透力が土の水中重量よりも大きくなる場合で、粘着力のない砂が、上載荷重がない場合に液体状となる現象である。

【解答】④

【解説】フローネット（流線網）は、土中の二次元的な浸透流を、流線群（水の流れの方向を示す線群）と等ポテンシャル線群（土中の浸透流等において水頭が等しい点を連ねた線群）の2組の曲線群によってつくられる無数の網目のうちから、代表的なもの数本ずつを選んでできる網目状図形のことをいう。流線は水の分子が移動する経路、すなわち流れを表し、等ポテンシャル線は流線上において水頭の等しい点を連ねた線、すなわち等圧線を示している。

すなわち、流線は水の流れを表しているのに対して、④の文は「エネルギーの等しい点を結んだ流線」としているため誤りである。

IV-3 不透水性の基盤上に厚さ10.0 mの飽和粘土層があり、上部表面では排水が自由に起こる。盛土を設置することにより、地表面に $2.0 \times 10^2 \text{ kN/m}^2$ の載荷重が作用する。このとき、地表面の最終沈下量は、次のうちどれか。ただし、この粘土の体積圧縮係数として $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$ が圧密試験より求められており、載荷重は粘土層の各深さに一斉に伝えられるものとする。

- ① 0.2 m
- ② 0.3 m
- ③ 0.4 m
- ④ 0.5 m
- ⑤ 1.0 m

【解答】③

【解説】圧密試験によって得られる体積圧縮係数 $m_v$ 、および $e-\log p$ 曲線から求められる圧縮指数 $C_c$ などがわかっているならば、圧密沈下量は、地盤の圧密層の中心面における載荷前の圧力と載荷後の増加圧力を求めることによって算出することができる。

圧密沈下量 $S$ を計算する式は、次のとおりである。

$$S = H \frac{e_0 - e}{1 + e_0} = H \cdot m_v \cdot \Delta p = H \frac{C_c}{1 + e_0} \log 10 \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

ただし、 $H$ ：粘土層の層厚

$e_0$ ：粘土層の中心面における載荷前の間隙比

$p_0$ ：粘土層の中心面における載荷前の有効土かぶり圧

$\Delta p$ ：載荷重によって生じた粘土層の中心面での増加圧力

$e$ ：粘土層の中心面において増加圧力 $\Delta p$ によって圧密された後の間隙比

設問では、 $H = 10.0 \text{ m}$ 、 $\Delta p = 2.0 \times 10^2 \text{ kN/m}^2$ 、 $m_v = 2.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$ がそれぞれ与えられているので、地表面の最終沈下量 $S$ は、

$$\begin{aligned} S &= H \cdot m_v \cdot \Delta p \\ &= 10.0 \text{ (m)} \times 2.0 \times 10^2 \text{ (kN/m}^2\text{)} \times 2.0 \times 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{kN)} = 0.4 \text{ (m)} \end{aligned}$$

となる。

これより③が正しい。

IV-4 土のせん断に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ダイレイタンスーとは、せん断に伴い応力を変えようとする性質である。
- ② 粘土の非排水せん断強さは、一軸圧縮強さの1/2倍程度になる。
- ③ 鋭敏比とは、粘性土の乱さない試料と、これを同じ含水比のまま十分に練り返した練返し試料のそれぞれの非排水せん断強さの比である。
- ④ 圧密非排水試験とは、ある圧力で圧密したのち、供試体の排水あるいは吸水を許さずにせん断する試験である。
- ⑤ 応力経路は、主としてせん断過程における地盤材料の応力状態の変化を、2つの応力成分を両軸にとった応力平面上の点の軌跡として表したものである。

## 【解答】①

【解説】ダイレイタンスーは、せん断変形に伴う体積変化のことをいい、せん断されて膨張する場合、ダイレイタンスーが正であるという。一般に、ゆるく詰めた砂はせん断中に体積が減少するが、密な砂はせん断によって膨張する。これは密な砂は、せん断面に沿って砂粒子が移動するときに他の粒子の上を乗り越えようとし、その結果体積が増加するという理由によるものである。砂が密になるほど、せん断中の膨張量は増大するので、せん断強さも大きくなる。

粘性土における正規圧密粘土と過圧密粘土とのせん断挙動の差についても、ダイレイタンスーによって説明がつく。

①の文は「ダイレイタンスーとは、せん断に伴い応力を変えようとする性質である」としているため誤りである。

IV-5 土圧に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 静止土圧とは、地盤の水平変位が生じない状態における水平方向の土圧である。
- ② 主働土圧とは、土が水平方向に緩む方向で変形していくとき、水平土圧が次第に減少し最終的に一定値に落ち着いた状態で発揮される土圧である。
- ③ 受働土圧とは、土を水平方向に圧縮していくとき、水平土圧が次第に増大し最終的に一定値に落ち着いた状態で発揮される土圧である。
- ④ 地盤に粘着力がない場合、ランキンの土圧論による主働土圧係数は、地盤の内部摩擦角 $\phi$ を用いて、 $\tan^2 = \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$ となる。
- ⑤ 地盤に粘着力がない場合、クーロンの土圧論では、多くのすべり面の中で最小の土圧を与える破壊すべり面で定義される土圧を主働土圧としている。

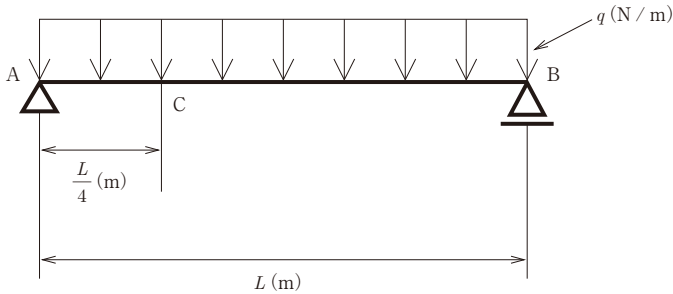
## 【解答】⑤

【解説】擁壁などの壁体が、背面の土から水平方向の土圧を受けて、その土から離れるように動くときの土圧を主働土圧という。壁体が背面の土によって押されて外側に動き出す場合に、土は水平方向に広がる形で変形していく。このとき土の水平応力は次第に減少し、土は崩れはじめ1つのすべり

面に沿って滑るようになる。このような状態になると土圧はある最小値に達する。このような主働状態において、擁壁などの構造物接触面に作用する圧力を主働土圧という。

⑤の文は「多くのすべり面の中で最小の土圧を与える破壊すべり面で定義される土圧を主働土圧」としているため誤りである。

IV-6 下図に示すように、長さ  $L$  (m) の梁 AB の全体に等分布荷重  $q$  (N/m) が作用している。この梁 AB について、点 C に発生する曲げモーメント  $M_c$  (N・m) の値として、正しいものは①～⑤のうちどれか。ただし、点 C は点 A から  $\frac{L}{4}$  (m) の距離にある点である。



- ①  $\frac{1}{32}qL^2$     ②  $\frac{1}{16}qL^2$     ③  $\frac{3}{32}qL^2$     ④  $\frac{1}{8}qL^2$     ⑤  $\frac{5}{32}qL^2$

【解答】 ③

【解説】 A 点及び B 点の支点反力  $R_A$ 、 $R_B$  は、

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot qL$$

点 C に発生する曲げモーメント  $M_c$  は、点 C の左にある等分布荷重の合力  $q \cdot \frac{L}{4}$  が点 C から  $\frac{L}{4}$  の真ん中の点に作用すると考えてよいから、

$$\begin{aligned} M_c &= \left( R_A \cdot \frac{L}{4} \right) - \left( q \cdot \frac{L}{4} \right) \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{4} \right) \\ &= \frac{qL^2}{8} - \frac{qL^2}{32} \\ &= \frac{3}{32}qL^2 \end{aligned}$$