

専門科目 [土環境学]

No. 1

下記の 6 問の中から 4 問選択して解答せよ。(25 点×4 問=100 点)

1. 土の生成, 状態量, 締固めに関する以下の問いに答えよ。
 - (1) 残積土とはどのような土か説明し, わが国における代表的な例を 1 つ挙げよ。
 - (2) 飽和状態にある乱さない粘土試料の体積 V と質量 m を測定したところ, それぞれ 20.0 cm^3 , 30.0 g であった。その後, この粘土試料を炉乾燥 (乾燥温度 $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) したところ, 質量は 15.0 g になった。この粘土試料の乾燥前の状態における含水比 w , 間隙比 e , 間隙率 n ならびに湿潤密度 ρ_t , 乾燥密度 ρ_d を求めよ。ただし, 水の密度 ρ_w は 1.00 g/cm^3 とする。
 - (3) 土の締固めの程度を表す締固め度 D_c の定義を示し, 現場 (締固め工事) でその利用法について説明せよ。
2. 飽和土中の水の流れに関する以下の問いに答えよ。
 - (1) 全水頭 h とはどのようなものか, 土中の水の流れにおける特徴をふまえて説明せよ。なお, 説明に必要な変数などは各自定義すること。
 - (2) ダルシーの法則について説明せよ。なお, 説明に必要な変数などは各自定義すること。
 - (3) 土中の水の流れに対しては, 一般にダルシーの法則が適用可能である。しかし, 適用できない場合も存在する。適用できない事例を 1 つ挙げ, 簡潔に説明せよ。
3. 土の破壊規準に関する以下の問いに答えよ。
 - (1) クーロンの破壊規準とは, どのようなものか説明せよ。その際, 全応力表示と有効応力表示の違いが分かるように記すこと。
 - (2) モールの破壊規準とモール・クーロンの破壊規準について, 両者の違いを説明せよ。
4. 土の一軸圧縮試験の目的ならびに手順の概略, 試験結果の利用法について説明せよ。
5. 農地, 塩類土壌に関する以下の問いに答えよ。
 - (1) 農地環境工学的な観点から見た良い農地の条件を 7 つ挙げよ。
 - (2) 土壌が塩類化する原因を 6 つ挙げよ。

専門科目 [土環境学]

No. 2

6. 水田の圃場整備に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 平野部（平坦地）での水田の圃場整備における標準的な区画形状（中区画を採用）を図示せよ。区画の名称・大きさ（短辺長，長辺長）・配置，および農道，用排水施設の名称・配置を記すこと。
- (2) 圃区の長辺長を制限する主な要因について説明せよ。
- (3) 均平区とは，どのようなものか説明せよ。

下記の 6 問の中から 4 問選択して解答せよ。(25 点×4 問=100 点)

1. 土の生成, 状態量, 締固めに関する以下の問いに答えよ。

(1) 残積土とはどのような土か説明し, わが国における代表的な例を 1 つ挙げよ。

岩石から土ができる場合, 母岩があった場所でそのまま風化, 残存してできる土を残積土といい, 定積土の 1 つである。わが国の代表的な残積土としては, 花崗岩の風化土であるまさ土がある。

(2) 飽和状態にある乱さない粘土試料の体積 V と質量 m を測定したところ, それぞれ 20.0 cm^3 , 30.0 g であった。その後, この粘土試料を炉乾燥 (乾燥温度 $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) したところ, 質量は 15.0 g になった。この粘土試料の乾燥前の状態における含水比 w , 間隙比 e , 間隙率 n ならびに湿潤密度 ρ_t , 乾燥密度 ρ_d を求めよ。ただし, 水の密度 ρ_w は 1.00 g/cm^3 とする。

$$w = m_w/m_s \times 100 = \frac{30.0-15.0}{15.0} \times 100 = 100.0 \%$$

$$e = V_v/V_s = \frac{(30.0-15.0)/1.00}{20.0-(30.0-15.0)/1.00} = 3.00$$

$$n = V_v/V \times 100 = \frac{(30.0-15.0)/1.00}{20.0} \times 100 = 75.0 \%$$

$$\rho_t = m/V = \frac{30.0}{20.0} = 1.50 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_d = m_s/V = \frac{15.0}{20.0} = 0.75 \text{ g/cm}^3$$

(3) 土の締固めの程度を表す締固め度 D_c の定義を示し, 現場 (締固め工事) でその利用法について説明せよ。

締固め度 D_c の定義は, 以下の通りである。

$$D_c = \frac{\text{現場で測定された締固め土の乾燥密度 } \rho_d}{\text{突固めによる土の締固め試験から得られた最大乾燥密度 } \rho_{dmax}} \times 100 (\%)$$

締固めの現場施工では, 締固め度 D_c の値で施工管理を行うことが多い。管理基準値としての D_c の値は造成する構造物ごとに設定されるが, 概ね 85~95% の値が採用されている。

2. 飽和土中の水の流れに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 全水頭 h とはどのようなものか、土中の水の流れにおける特徴をふまえて説明せよ。なお、説明に必要な変数などは各自定義すること。

全水頭 h は単位質量の水が持つエネルギーの大きさを水柱の高さで表したものであり、圧力水頭 p/γ_w (p : 水圧, γ_w : 水の単位体積重量) と速度水頭 $v^2/(2g)$ (v : 流速, g : 重力加速度), 位置水頭 z (z : 基準面からの高さ) の和となる。土中の水の流れでは、一般に v が小さいので速度水頭は無視できる。

- (2) ダルシーの法則について説明せよ。なお、説明に必要な変数などは各自定義すること。

水位差 h , 長さ l の土試料の水の流れを考える。この場合動水勾配 i は $i=h/l$ と定義され, i と土試料中を流れる流速 v との間には, 水の流れが層流である限り比例関係が成り立つ。比例定数を k とすると,

$$v = k i$$

となる。この関係をダルシーの法則という。 k を透水係数といい, この値が土の透水性の大小を表す。

- (3) 土中の水の流れに対しては, 一般にダルシーの法則が適用可能である。しかし, 適用できない場合も存在する。適用できない事例を 1 つ挙げ, 簡潔に説明せよ。

例 1 : 透水性の高い粗粒土の場合, 動水勾配が大きくなり水の流れが層流状態から乱流状態へ遷移すると, 流速が動水勾配に比例しなくなる。

例 2 : 粘性土の場合, 動水勾配が小さいと水が流れない, あるいは流れても流速が極端に小さくなりダルシーの法則が成立しない。

3. 土の破壊規準に関する以下の問いに答えよ。

(1) クーロンの破壊規準とは，どのようなものか説明せよ。その際，全応力表示と有効応力表示の違いが分かるように記すこと。

クーロンの破壊規準では，土のせん断強度 τ_{fmax} が，せん断面に作用する垂直応力 σ_f （全応力）の一次関数として次式のように表現される。

$$\tau_{fmax} = c + \sigma_f \tan \phi$$

ここに， c は全応力表示の粘着力， ϕ は全応力表示の内部摩擦角である。

土の強度に有効な垂直応力は有効応力 σ' であり，間隙水圧を u とすると，有効応力の原理より破壊時では $\sigma'_f = \sigma_f - u_f$ と表せる。したがって，クーロンの破壊規準は有効応力表示では次式となる。

$$\tau_{fmax} = c' + \sigma'_f \tan \phi' = c' + (\sigma_f - u_f) \tan \phi'$$

ここに， c' は有効応力表示の粘着力， ϕ' は有効応力表示の内部摩擦角である。

(2) モールの破壊規準とモール・クーロンの破壊規準について，両者の違いを説明せよ。

モールの破壊規準では，破壊時の主応力で描いた一連のモールの応力円群の包絡線を破壊規準式としている。特に，この包絡線を直線とする場合がモール・クーロンの破壊規準である。

4. 土の一軸圧縮試験の目的ならびに手順の概略，試験結果の利用法について説明せよ。

一軸圧縮試験の目的は，自然状態の地盤から採取した乱さない粘性土試料に対し，その試料の非排水せん断強度 s_u を求めることである。本試験は，一般に粘性土に適用される。

試験手順は，供試体は直径 3.5cm，高さ 8cm または直径 5cm，高さ 10cm の円柱形のものが一般的である。圧縮方法はひずみ制御法で，ひずみ速度は 1%/min が採用される。変位計で圧縮量，荷重計で圧縮力を測定し，その結果から圧縮応力 σ と圧縮ひずみ ε を算定し，最大圧縮応力より一軸圧縮強度 q_u を決定する。

非排水せん断強度 s_u ($= q_u/2$) を求めることができるため，本試験は我国において実用的に最も多く行われている土質試験である。非圧密非排水条件が想定できる場合の地盤の土圧，支持力，斜面の安定，および改良土の効果判定などに利用されている。

5. 農地，塩類土壌に関する以下の問いに答えよ。

(1) 農地環境工学的な観点から見た良い農地の条件を7つ挙げよ。

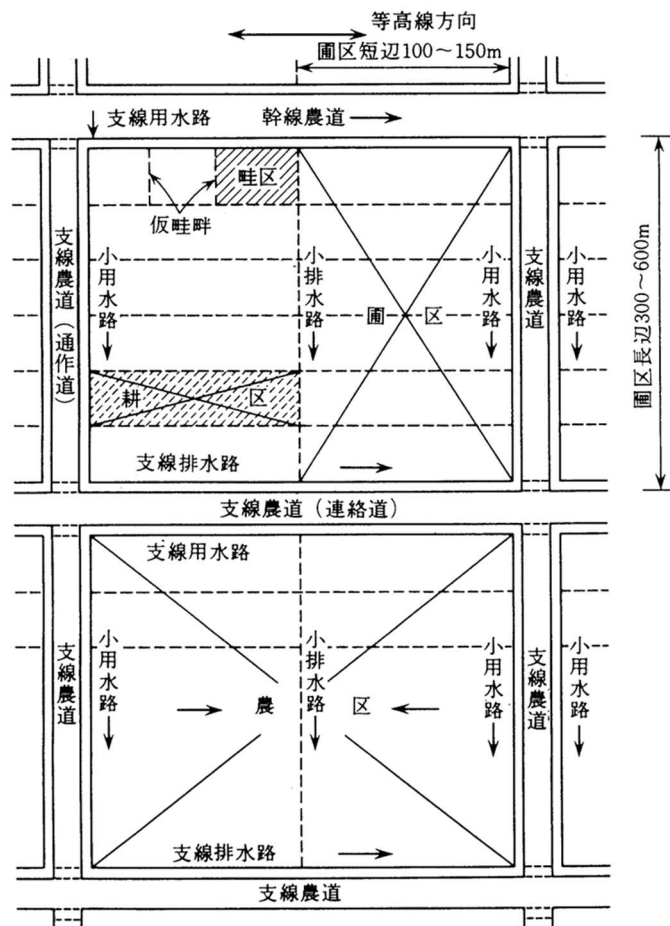
- ①安定多収が可能である高い土地生産性を有すること
- ②作業効率がよい高い労働生産性を有すること
- ③持続性のある高い保全性を有すること
- ④安全な農作業環境を有すること
- ⑤地域環境に寄与すること
- ⑥周囲の環境から負の影響を受けないこと
- ⑦汎用性，作物の多様化への対応ができること

(2) 土壌が塩類化する原因を6つ挙げよ。

- ①鉱物の理化学的風化作用，②岩塩の存在，③地下汽水の毛管作用，④降水量と蒸発散量の不均衡，⑤塩類を含む灌漑水，⑥排水不良，⑦潮汐の影響，⑧海岸域における降雨，⑨人為作用

6. 水田の圃場整備に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 平野部（平坦地）での水田の圃場整備における標準的な区画形状（中区画を採用）を図示せよ。区画の名称・大きさ（短辺長，長辺長）・配置，および農道，用排水施設の名称・配置を記すこと。



- (2) 圃区の長辺長を制限する主な要因について説明せよ。

代表的な要因は，灌漑時の均等な配水のための小用水路許容延長である。

- (3) 均平区とは，どのようなものか説明せよ。

同一圃区内の同じ田面標高の耕区の部分。

専門科目〔土環境学〕出題意図

1. 土環境学分野で研究するために必要な基礎的な学問である土質力学のうち、土の基本的性質に関する知識を問う。
2. 土環境学分野で研究するために必要な基礎的な学問である土質力学のうち、土中の水の流れに関する知識を問う。
3. 土環境学分野で研究するために必要な基礎的な学問である土質力学のうち、土の破壊規準に関する知識を問う。
4. 土環境学分野で研究するために必要な基礎的な学問である土質力学のうち、土質試験および土質調査に関する知識を問う。
5. 土環境学分野で研究するために必要な応用的な学問である農地環境工学のうち、農地保全に関する知識を問う。
6. 土環境学分野で研究するために必要な応用的な学問である農地環境工学のうち、水田の圃場整備に関する知識を問う。