

2026年4月入学／2026年10月入学（冬期募集）

横浜国立大学大学院都市イノベーション学府 入学試験問題 解答例・出題意図

都市イノベーション 専攻
コース [都市基盤問題]
コース []
試験科目 (学科試験 I)

地盤工学 Geotechnical engineering

設問[1]～[6]すべてに答えよ。 Answer all questions [1] to [6].
必要に応じて適切な仮定を設けよ。 Make reasonable assumptions wherever necessary.

[1] 下記の設問に答えよ。

Answer the following questions.

- (1) 場所打ち杭工法と打ち込み杭工法のそれぞれの施工方法を簡単に述べよ。また両工法を比較してそれぞれの工法の長所、短所を説明せよ。
Briefly describe the construction methods of cast-in-place pile foundations and driven pile foundations. Then, compare the two methods and explain the advantages and disadvantages of each.
- (2) 軟弱粘性土地盤上に盛土を行ったとき、粘性土の UU 試験と \overline{CU} 試験の結果はそれぞれどのような場合に使われるかを理由とともに述べよ。
When an embankment is constructed on soft clayey soil ground, explain in which situations the results of the UU test and the \overline{CU} test are respectively used for clayey soils, together with the reasons.
- (3) フィルダムで急速に水位が低下した場合にダム本体や周囲の斜面に対して与える影響についてその理由とともに説明せよ。
Explain the effects on the dam body and the surrounding slopes when the water level in a fill dam is rapidly lowered, together with the reasons for these effects.
- (4) 盛土の地すべり対策工法を二つの原理で分け、それぞれの原理に基づく対策工法の例を述べよ。
Classify countermeasures against embankment slope failure into two principles, and describe examples of countermeasure methods based on each principle.

[2] 基礎地盤を構成する粘土層から採取した粘土試料を用い、三軸圧縮試験を実施するために 2 個の粘土供試体を切り出した。この 2 個の供試体は、同一の粘土とみなすことができる。以下の問いに答えよ。

A clay sample taken from the clay layer constituting the foundation ground was used to prepare two clay specimens for triaxial compression tests. These two specimens can be regarded as being made of the same clay. Answer the following questions.

- (1) まず、一方の供試体を飽和化し、背圧を付加せずに、拘束圧 σ_0 のもとで等方圧密を行い、正規圧密状態とした。その後、拘束圧 σ_0 を一定に保ったまま、排水三軸圧縮試験を実施した。この飽和した正規圧密粘土の有効応力に関する強度定数を $c_d = 0$, ϕ_d とするとき、排水三軸圧縮試験から得られる排水せん断強さ s_d を、 σ_0 および ϕ_d を用いて表せ。なお、せん断強さとは、破壊時における最大せん断応力を指す。
First, one specimen was saturated and, without applying back pressure, isotropically consolidated under a confining pressure σ_0 to bring it to a normally consolidated state. Then, keeping the confining pressure σ_0 constant, a drained triaxial compression test was performed. Let the effective-stress strength parameters of this saturated normally consolidated clay be $c_d = 0$ and ϕ_d . Express the drained shear strength s_d obtained from the drained triaxial compression test using σ_0 and ϕ_d . Here, the shear strength means the maximum shear stress at failure.
- (2) 次に、もう一方の供試体を飽和化し、背圧を付加せずに、(1) と同じ拘束圧 σ_0 のもとで等方圧密を行った。その後、拘束圧 σ_0 を一定に保ったまま、非排水三軸圧縮試験を実施した。この非排水三軸圧縮試験において、鉛直応力が $\Delta\sigma_v$ 増加した時点で供試体が破壊したものとする。この飽和した正規圧密粘土の有効応力に関する強度定数を $c' = 0$, ϕ' とするとき、非排水三軸圧縮試験から得られる非排水せん断強さ s_u を、 σ_0 , ϕ' , および間隙圧係数 A を用いて表せ。なお、 A は破壊時の過剰間隙水圧 Δu と $\Delta\sigma_v$ の比であり、 $A = \Delta u / \Delta\sigma_v$ と定義される。
Next, the other specimen was saturated and, without applying back pressure, isotropically consolidated under the same confining pressure σ_0 as in (1). Then, keeping the confining pressure σ_0 constant, an undrained triaxial compression test was conducted. In this undrained triaxial compression test, it is assumed that the specimen failed at the point when the vertical stress increased by $\Delta\sigma_v$. Let the effective stress strength parameters of this saturated normally consolidated clay be $c' = 0$ and ϕ' . Express the undrained shear strength s_u obtained from the undrained triaxial compression test using σ_0 , ϕ' , and the

pore pressure coefficient A . Here, A is defined as the ratio of the excess pore water pressure at failure Δu to $\Delta\sigma_v$, that is, $A = \Delta u / \Delta\sigma_v$.

- (3) この飽和した正規圧密粘土について $\phi_d = \phi' = 30^\circ$, かつ $A = 0.5$ であるとき, 二つのせん断強さの比 s_u/s_d の値を求めよ.
For this saturated normally consolidated clay, when $\phi_d = \phi' = 30^\circ$ and $A = 0.5$, determine the value of the ratio of the two shear strengths, s_u/s_d .

[3] 下記の設問に答えよ.

Answer the following questions.

- (1) 土の三相モデルに基づき, 間隙比を e , 土粒子比重を G_s , 水の単位体積重量を γ_w とするとき, 土の飽和単位体積重量 γ_{sat} および水中単位体積重量 γ' をそれぞれ G_s , e , γ_w で表せ.
Based on the three-phase model of soil, express the saturated unit weight γ_{sat} and the submerged unit weight γ' of soil in terms of the void ratio e , the specific gravity of soil particles G_s , and the unit weight of water γ_w .
- (2) 土の締固め曲線に基づき, 含水比の変化に伴う乾燥密度および透水係数の変化を示し, 最大乾燥密度, 最適含水比, および最小透水係数の関係について述べよ.
Based on the soil compaction curve, illustrate how the dry density and permeability coefficient change with variations in water content, and discuss the relationship among the maximum dry density, the optimum water content, and the minimum permeability coefficient.
- (3) 圧密曲線を用いて, プレローディング工法の原理を説明せよ.
Using the consolidation curve, explain the principle of the preloading method.
- (4) テルツァギ (Terzaghi) の支持力公式について説明せよ.
Explain Terzaghi's bearing capacity equation.

[4] 海底地盤から浚渫した飽和粘土の含水比は, 液性限界 w_L (%) の 2 倍であった. この粘土を圧密容器に入れたところ, 供試体の厚さは H_0 となった. その後, 上下端面から排水する条件で圧密応力 p を加えて圧密した結果, 最終的に圧密が終了した時点での粘土の含水比は w_L (%) になった. ここで, 圧密終了時の粘土の含水状態は, 深さ方向に一様であるとする. また, この粘土の土粒子密度を ρ_s , 海水の密度を ρ_w とし, 圧密係数を c_v , 時間係数を T_v とする. このとき, 以下の問いに答えよ.

A saturated clay dredged from the seabed had a water content equal to twice the liquid limit, $2w_L$ (%). This clay was placed in a consolidation ring, and the specimen thickness immediately after placement was H_0 . Thereafter, the clay was consolidated under a consolidation pressure p with drainage allowed from both the top and bottom surfaces. When consolidation was completed, the water content of the clay specimen became w_L (%). Assume that, at the end of consolidation, the water content of the clay is uniform over the depth. Let the density of soil particles be ρ_s , the density of seawater be ρ_w , the coefficient of consolidation be c_v , and the time factor be T_v . Answer the following questions.

- (1) 圧密容器に入れた直後の粘土の間隙比 e_0 および, 圧密が終了したときの粘土の間隙比 e_f を, それぞれ w_L , ρ_s , ρ_w を用いて表せ.
Express the initial void ratio e_0 immediately after placing the clay in the consolidation ring and the final void ratio e_f at the end of consolidation in terms of w_L , ρ_s , and ρ_w .
- (2) 圧密が終了したときの粘土供試体の高さ H_f を, H_0 , w_L , ρ_s , ρ_w を用いて表せ.
Express the final height of the clay specimen H_f at the end of consolidation in terms of H_0 , w_L , ρ_s , and ρ_w .
- (3) 粘土供試体の含水比が, 液性限界の 1.5 倍の値まで減少するのに要する時間 t を, H_0 および c_v を用いて表せ. ただし, 圧密度 $U \leq 0.6$ のとき, $U = 2\sqrt{T_v/\pi}$ が成り立つものとする.
Express the time t required for the water content of the clay specimen to decrease to 1.5 times the liquid limit in terms of H_0 and c_v . Assume that, for the degree of consolidation $U \leq 0.6$, the following relation holds: $U = 2\sqrt{T_v/\pi}$.

[5] 下記の設問に答えよ.

Answer the following questions.

- (1) 飽和した粘性土地盤を掘削して切土斜面を形成する場合について、地盤が過圧密状態にある場合と正規圧密状態にある場合とで、斜面の安定性を検討する際の相違点を説明せよ。
When forming a cut slope by excavating a saturated clayey ground, explain the differences in slope stability considerations between an overconsolidated ground condition and a normally consolidated ground condition.
- (2) 斜面安定解析のスウェーデン（フェレニウス）法とビショップ法の違いを説明せよ。
Explain the differences between the Swedish (Fellenius) method and the Bishop method for slope stability analysis.
- (3) モールの応力円とモール・クーロンの破壊規準を用いて、ランキンの主働土圧係数 K_A および受働土圧係数 K_P を導出せよ。
Using Mohr's circle and the Mohr-Coulomb failure criterion, derive Rankine's active earth pressure coefficient K_A and passive earth pressure coefficient K_P .

[6] 下記の設問に答えよ.

Answer the following questions.

- (1) 地盤材料の性質は、時間の経過とともに変化する可能性がある。そのような性質変化が生じる要因を三つ挙げるとともに、長期的な視点で評価することの重要性について説明せよ。
The properties of geomaterials may change over time. Identify three factors that cause such changes in properties, and explain the importance of evaluating them from a long-term perspective.
- (2) 建設汚泥を地盤材料として利用する場合に留意すべき点について、強度・変形特性および環境安全性の観点から整理し、それぞれに対する基本的な評価項目と評価の考え方を説明せよ。
When construction sludge is used as a geomaterial, organize and explain the points that require attention from the viewpoints of strength and deformation characteristics and environmental safety, and describe the basic evaluation items and the approach to their evaluation for each viewpoint.

[1]

(1) 例：場所打ち杭工法は、地盤を掘削して孔を形成し、鉄筋かごを建込み、コンクリートを打設して杭を造成する工法であり、低騒音・低振動で大径杭が可能であるが、施工管理が難しく品質のばらつきが生じやすい。一方、打ち込み杭工法は、工場製作した既製杭をハンマー等で地盤中に打ち込む工法であり、杭品質が安定し施工が迅速である反面、騒音や振動が大きく、周辺環境や地盤条件による制約を受けやすい。

(2) 例：軟弱粘性土地盤上に盛土を行う場合、盛土施工中あるいは施工直後のように排水がほとんど生じない短期安定問題では、粘性土のUU試験結果が用いられる。これは、急速載荷状態では間隙水圧が消散せず、有効応力が変化しないため、全応力に基づく非排水強度で安定性を評価する必要があるからである。一方、盛土完成後、十分な時間が経過して圧密が進行した長期安定問題では、CU試験結果が用いられる。これは、排水条件下で有効応力状態が支配的となり、圧密後のせん断強度を有効応力に基づいて評価することが適切であるためである。

(3) 例：フィルダムにおいて貯水位が急速に低下すると、上流側斜面では水圧による支持効果が急激に失われる一方、堤体内部の間隙水圧は直ちには消散しない。その結果、有効応力が低下してせん断強度が小さくなり、上流側斜面のすべりや崩壊が生じやすくなる。また、周囲の斜面においても、地下水位の急激な低下により斜面内部に過剰間隙水圧が残存し、安定性が低下する。このため、急速な水位低下はフィルダム本体および周辺斜面の不安定化を引き起こす要因となる。

(4) 例：盛土の地すべり対策工法は、抑止工と抑制工の二つの原理に分けられる。抑止工は、すべり土塊の移動に抵抗する力を直接付加する対策であり、杭工、アンカー工、擁壁工などが代表例である。これらは構造物によってすべりに対する抵抗力を増大させ、斜面の安定性を確保する。一方、抑制工は、地すべりを生じさせる要因そのものを低減する対策であり、排水工（集水井、横ボーリング）、法勾配の緩和、盛土の軽量化などが挙げられる。これらは地下水位や間隙水圧、自重を低下させることで、地すべりの発生を抑制する。

[2]

(1) $s_d = \sigma_0 \sin \phi_d / (1 - \sin \phi_d)$

(2) $s_u = \sigma_0 \sin \phi' / \{1 + (2A - 1) \sin \phi'\}$

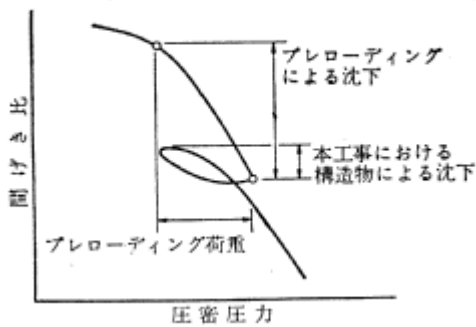
(3) 0.5

[3]

(1) $\gamma_{\text{sat}} = (G_s + e)/(1 + e) \cdot \gamma_w, \gamma' = (G_s - 1)/(1 + e) \cdot \gamma_w$

(2) 例：締固め曲線においては、含水比の増加に伴い乾燥密度は増加し、最適含水比において最大乾燥密度に達する。一方、一般に透水係数は最適含水比よりやや湿潤側で最小値を示すことが知られている。このため、最大乾燥密度が得られる含水比と最小透水係数が得られる含水比は必ずしも一致しないことが多い。

(3) 例：プレローディング工法は、盛土などの仮載荷重を地盤に作用させることにより、将来作用する設計荷重よりも大きな有効応力をあらかじめ与え、圧密を事前に進行させる工法である。圧密曲線上では、仮載荷重の荷重により、地盤の応力状態は先行圧密圧力を超えて右方へ移動し、圧密沈下が進行する。その後、仮載荷重を除去すると、応力は減少するが、圧密曲線上では地盤は過圧密状態となる。この結果、供用後に設計荷重が作用しても、その応力は既に経験した先行圧密圧力以下にとどまるため、圧密曲線上では小さな変形しか生じず、沈下量および沈下速度を大幅に低減できる。



(4) 例：テルツァギの支持力公式は、浅い基礎が地盤のせん断破壊により支持力限界に達する際の極限支持力を、土の粘着力、せん断抵抗角、および基礎条件から評価する理論式である。基礎直下には特定の破壊機構が形成されると仮定し、極限支持力は、粘着力による成分、根入れ荷重による成分、および地盤自重による成分の和として表される。

[4]

(1) $e_0 = 2w_L(\rho_s/\rho_w)/100, e_f = w_L(\rho_s/\rho_w)/100$

(2) $H_f = H_0 \cdot (1 + w_L \cdot \rho_s/\rho_w/100)/(1 + 2w_L \cdot \rho_s/\rho_w/100)$

(3) $t = (\pi/64)H_0^2/c_v$

[5]

(1) 例：飽和した粘性土地盤を掘削して切り取り斜面を形成した場合、掘削直後は非排水条件が支配的となる。正規圧密粘土では掘削による応力解放に伴って負の間隙水圧が生じにくく、非排水せん断強度が小さいため、斜面は掘削直後から不安定になりやすい。一方、過圧密粘土では応力解放により負の間隙水圧が発生し、見かけの非排水せん断強度が増加するため、短期的には斜面は比較的安定と評価される。しかし、時間の経過とともに間隙水圧が消散すると強度が低下するため、過圧密粘土では長期的な斜面安定性の検討が重要となる。

(2) 例：スウェーデン（フェレニウス）法とビショッフ法はいずれも円弧すべりを仮定した極限平衡法であるが、力の取り扱いと精度に相違がある。スウェーデン法は、すべり土塊を分割した各スライスについてスライス間力を無視し、すべり面に沿う抵抗力とすべり力の釣合いのみから安全率を求める方法であり、計算が簡単である反面、安全率はやや小さく評価される傾向がある。一方、ビショッフ法は、スライス間の鉛直方向の力の釣合いを考慮し、法線力を通じてせん断抵抗を評価するため、スウェーデン法よりも合理的で精度が高い。ただし、安全率は反復計算によって求める必要があり、計算はやや煩雑となる。

(3) ランキン土圧は、背面摩擦なし（ $\delta = 0$ ）、水平地表、粘着力なし（ $c = 0$ ）を仮定し、壁面近傍の応力状態を主応力 σ_1, σ_3 で表す。破壊時にはモールの応力円がモール・クーロン破壊線 $\tau = \sigma \tan \phi$ に接する。この接線条件は、応力円の幾何から

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \sin \phi$$

で与えられる。

主動では、鉛直応力が最大主応力、水平応力が最小主応力となるので

$\sigma_1 = \sigma_v, \sigma_3 = \sigma_h$ とおく。

$$\frac{\sigma_v - \sigma_h}{\sigma_v + \sigma_h} = \sin \phi \Rightarrow \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

したがって

$$K_A = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

受働では、水平応力が最大主応力、鉛直応力が最小主応力となるので

$\sigma_1 = \sigma_h, \sigma_3 = \sigma_v$ とおく。

$$\frac{\sigma_h - \sigma_v}{\sigma_h + \sigma_v} = \sin \phi \Rightarrow \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

したがって

$$K_P = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

[6]

(1) 例：地盤材料の性質は、物理的・化学的・力学的要因の影響を受け、時間の経過とともに変化する。物理的要因としては圧密やクリープによる間隙比や含水状態の変化が挙げられ、これにより強度や変形特性が変化する。化学的要因としては間隙水成分の変化、溶解や沈殿、風化、酸化などに伴う粒子間結合の劣化や生成がある。また、力学的要因として繰返し荷重、地震動、乾湿の繰返しによる構造の乱れや再配列が挙げられる。これらの変化は短期的には顕在化しにくい場合があるが、長期的には強度低下や変形の進行を引き起こし、構造物の安全性や機能に大きな影響を及ぼす。そのため、地盤を評価する際には施工時の状態だけでなく、供用期間中の性質変化を考慮した長期的な視点での検討が重要である。

(2) 例：建設汚泥を地盤材料として利用する際には、力学的性質の確保と環境安全性の両立に注意する必要がある。強度・変形特性の観点では、含水比や粒度組成のばらつきが大きい場合、一軸圧縮強度やせん断強度、圧縮性、透水性などを把握し、目的とする利用形態に対して必要な支持力や変形性能を満足するかを評価することが重要である。特に、固化処理を行う場合には、養生時間に伴う強度発現や長期的な強度低下の有無を確認する必要がある。一方、環境安全性の観点では、重金属や有害物質の溶出特性、pH や塩分濃度などを評価し、周辺環境や地下水への影響が生じないことを確認することが不可欠である。これらを踏まえ、建設汚泥の物性の不均質性と時間依存性を考慮し、力学的安定性と環境適合性の両面から総合的に評価することが、地盤材料としての安全な利活用につながる。