

令和6年度
北海学園大学 大学院工学研究科
修士課程 建設工学専攻社会環境系
第Ⅱ期入学試験

専門科目A群問題紙

9:30～10:30 (60分)

注意事項

- 出題科目は下表のとおりです。

出 題 科 目			
地	盤	工	学
		—	
		—	
		—	
		—	
		—	
		—	

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した1科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙, 問題紙以外の草案紙, 計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

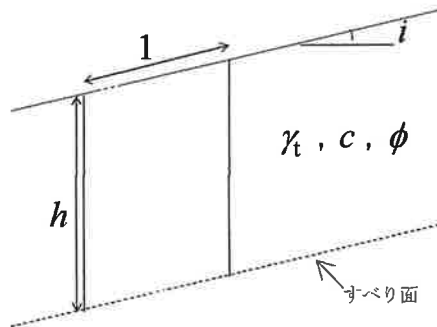
地 盤 工 学

問題は全部で3題ある。すべての問題に解答せよ。

1

(1) 図に示す半無限斜面について、以下の文章の空欄を埋めよ。ただし、斜面勾配を i ($^\circ$)、土の粘着力を c (kN/m^2)、せん断抵抗角 ϕ ($^\circ$)、湿潤単位体積重量 γ_t (kN/m^3)、すべり面までの深さ h (m)とし、すべり面は斜面と平行とする。

図の単位奥行き(1×h)の土要素の重量 W は (1) であるため、この要素の底面に作用する鉛直下向きの応力 σ_v は (2) となる。斜面およびすべり面の傾斜角は i であるため、すべり面に沿って作用する応力 τ およびすべり面に垂直に作用する応力 σ は、それぞれ (3)、(4) となる。一方、土のせん断強さ s は、 $s=c+\sigma \tan \phi$ で表される。安全率 F_s はせん断強さ s を斜面水平に作用する応力 τ で除した値なので、 $F_s=$ (5) となる。



(2) 斜面災害のハード対策を一つ挙げ、その工法について説明せよ。

2

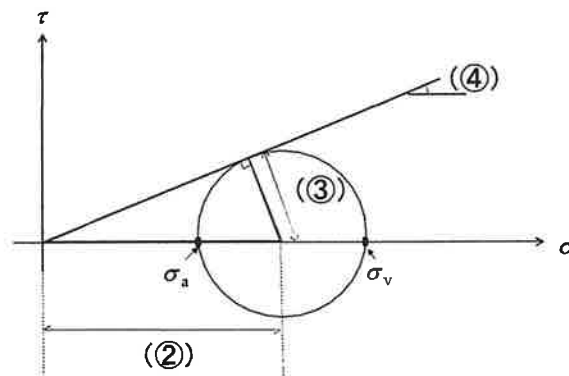
(1) 液状化の発生メカニズムを説明せよ。

(2) 液状化対策を一つ挙げ、その原理を説明せよ。

(1) ランキン土圧に関する以下の文章の空欄を埋めよ。

湿潤単位体積重量が γ (kN/m³)で、内部摩擦角が ϕ (°)、粘着力 $c=0$ (kN/m²)の水平な地盤がある。この地盤で深さ z (m)の位置の主働土圧を求める。鉛直応力 σ_v 、水平応力 σ_a ($\sigma_v > \sigma_a$) が主応力であり、この地盤が塑性平衡状態の場合、モール円と破壊包絡線は図のように描くことができる。 σ_v は、土の湿潤単位体積重量が γ なので(①)で表すことができる。図の直角三角形の辺の長さを σ_v, σ_a を用いて表すと(②)、(③)となり、また、破壊包絡線の傾きは(④)であるため、 $\sin \phi = (③) / (②)$ が成り立つ。これを σ_a について解くと $\sigma_a = (⑤) \times \sigma_v$ となり、主働土圧を求めることができる。なお、(⑤)をランキンの主働土圧係数と呼ぶ。受働状態では、受働土圧 σ_p が最大主応力、 σ_v が最小主応力となり、主働土圧と同様に受働土圧 σ_p を求めると $\sigma_p = (⑥)$ となる。

次に高さ H (m)の滑らかな鉛直面を持ち、擁壁背後の地表面が水平な場合に擁壁に作用する主働土圧の合力を求める。擁壁下端に作用する鉛直方向、水平方向の土圧の大きさはそれぞれ $\sigma_v = (⑦)$ 、 $\sigma_a = (⑧)$ となる。ある深さ z での主働土圧を $\sigma_a(z)$ とすると、擁壁に作用する主働土圧の合力 P_a は、 $P_a = \int_0^H \sigma_a(z) dz$ であるため、 $P_a = (⑨)$ となる。受働土圧の合力も同様に求めることができ $P_p = (⑩)$ となる。



(2) 高さが3.00mの擁壁が、単位体積重量=18.0kN/m³、内部摩擦角30.0°の粘着力が無い砂質土を支えている。なお、擁壁背後の地表面は水平である。この擁壁に作用する主働土圧の合力を求めよ。

令和6年度
北海学園大学 大学院工学研究科
修士課程 建設工学専攻社会環境系
第Ⅱ期入学試験

専門科目B群問題紙

10:40~12:30 (110分)

注意事項

- 出題科目は下表のとおりです。

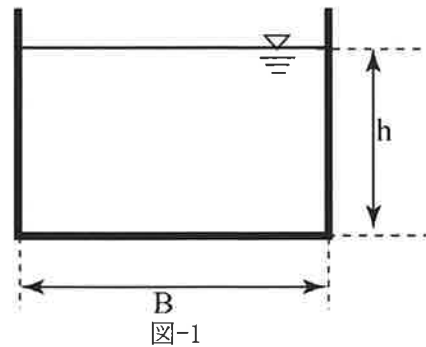
出 題 科 目		
水	理	学
土	質	工 学
	—	
	—	
	—	
	—	
	—	

- 上記の出題科目のうち出願時に選択した2科目について解答してください。
- 解答用紙には受験番号、選択問題の場合には選択した問題番号を忘れず記入してください。
- 問題紙, 問題紙以外の草案紙, 計算用紙等は全て回収します。
- 机上に置けるものは受験票の他に黒鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・時計及び指定された参照許可物です。
- 携帯電話等は、必ず電源を切ってください。
- 試験開始・終了のベルは鳴りません。
- 試験室に入室してから試験終了まで退出を認めません。試験中の発病等やむを得ない場合は、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

水理学

1

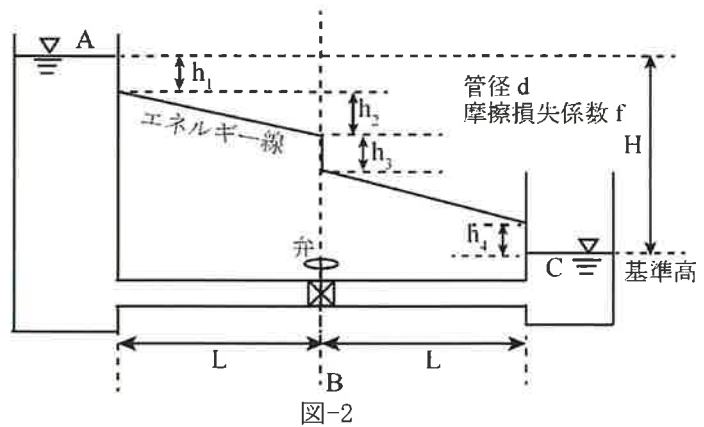
図-1 のように幅 $B=10\text{m}$ 、水路床勾配 $I=1/300$ の長方形断面水路に流量 $Q=60\text{m}^3/\text{s}$ の流量が水深 $h=2\text{m}$ の等流状態で流れている。このとき、以下の問に答えよ。ただし、重力加速度を $g=9.8\text{m}/\text{s}^2$ とする。また、いずれの問題も計算過程を示すこと。



- (1) 潤辺 S および径深 R の値を求めよ。
- (2) 断面平均流速 v の値を求めよ。
- (3) この水路の Manning の粗度係数 n の値を求めよ。
- (4) この流れのフルード数 F_r を求めよ。また、この結果から分かる流れの種類を答えよ。

2

上流水槽と下流水槽での水面の高低差 H が一定となるようにして、これらの水槽を長さ $2L$ で中央部に弁を持つ管径 d 、摩擦損失係数 f の管で接続した。この管路の様子とエネルギー線を示したのが図-2 である。このとき、以下の問に答えよ。ただし、下流水槽の水面位置を基準高とし、 A 点は上流水槽の水面位置、 B 点は管路中央部の弁位置、 C 点は下流水槽の水面位置を表している。また、



入口損失係数を K_e 、出口損失係数を K_o 、弁損失係数を K_v 、重力加速度を g 、水の密度を ρ で表すものとする。

- (1) 管内の流速を v で表すとき、 h_1, h_2, h_3, h_4 の大きさを各種損失係数を用いて表せ。
- (2) $A-C$ 間で生じる損失水頭の大きさを H_{AC} で表すとき、 A 点および C 点でのエネルギー保存則をベルヌーイの定理から誘導して、 H_{AC} を用いて表せ。
- (3) 管内の流速を v で表すとき、 $A-C$ 間で生じる損失水頭の大きさ H_{AC} を各種損失係数と v を用いて表せ。
- (4) 管内の流速 v を各種損失係数と H を用いて表せ。ただし、計算過程を示すこと。

水理学

3

図-3 のよう鉛直から θ だけ傾斜した壁を持つ水槽に水が貯めてある。傾斜壁上の A 点に作用する圧力 p_A を求めよ。ただし、重力加速度を g 、水の密度を ρ で表すものとする。

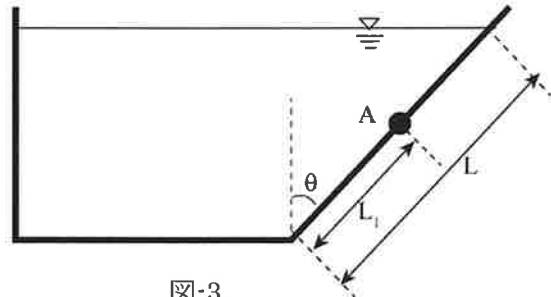


図-3

4

図-4 のように水深 h_1 となる水槽の側壁に幅 B 、高さ H のゲートが設けられている。このゲートに作用する全水圧の大きさ P を求めよ。ただし、重力加速度を g 、水の密度を ρ で表すものとする。

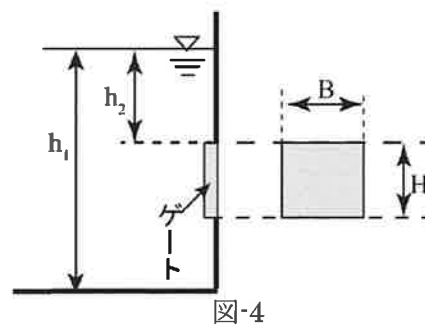


図-4

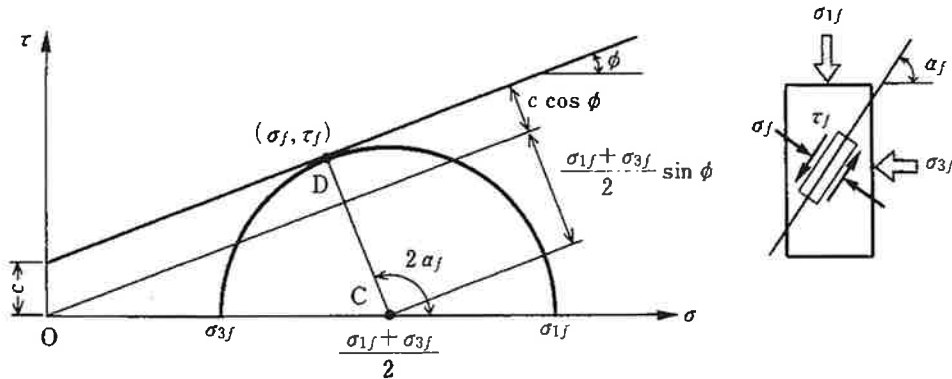
土質工学

1

盛土の施工現場で原位置における湿潤密度 ρ_t を知るために孔を掘り、掘り出した土の質量を測ったところ 1630 g であった。その孔を一杯にするために乾燥した砂を静かに注ぎ込んだところ、必要な砂の質量は 1145 g、砂の乾燥密度 $\rho_d = 1.390 \text{ (Mg/m}^3\text{)}$ であった。以下の設問に答えよ。

- (1) この時の孔の体積 V を求めよ。
- (2) 原位置の土の湿潤密度 ρ_t を求めよ。
- (3) 掘り出した土の含水比 $w = 20.0\%$ 、土粒子の密度 $\rho_s = 2.650 \text{ (Mg/m}^3\text{)}$ であった。原位置の乾燥密度 ρ_d と間隙比 e を求めよ。

2



- (1) 図を参考にして、モール・クーロンの破壊規準を主応力で表示せよ。
- (2) $p_f = (\sigma_{1f} + \sigma_{3f}) / 2$, $q_f = (\sigma_{1f} - \sigma_{3f}) / 2$ と定義する。(1) で得られた関係式を p_f と q_f で表せ。
- (3) ある土試料に対して圧密圧力の異なる三軸圧縮試験を実施した結果、破壊時の p_f と q_f の関係は直線となり、 $q_f = 0.500 p_f + 10.0$ となった。この結果から、この試料の粘着力 c とせん断抵抗角 ϕ を求めよ。

土質工学

3

下線部を埋めよ。

Boussinesq は無限の広がりを持つ弾性地盤の地表面の一点に単一集中荷重 P が鉛直方向に載荷された場合の深さ z , 載荷点からの距離 r での地盤内の鉛直応力増分を $\sigma_z = \frac{3Pz^3}{2\pi r^5}$ と理論的に導き出した。ここで $z = r \cos\theta$ (θ は鉛直軸からの角度) の関係を用いると

$\sigma_z =$ _____ (1) _____ (式1)
 となる。

$\theta=0$ のとき $r=r_0$ とすると、その時の σ_z は (式1) から

$\sigma_z =$ _____ (2) _____ (式2)

となり、(式1) と (式2) から、 $r=r_0$ とした σ_z の値と同じ値となる地盤内の位置 r を示す次式が得られる。

$r^2 =$ _____ (3) _____ (式3)

(式3) は紡錘 (ぼうすい) 形をしており、地盤内の同じ σ_z の値の軌跡を示している。

(式3) を異なる r_0 に対して描くことで、 σ_z が一定値を示す多数の等圧線 (等応力線) が得られる。この等圧線のことは

_____ (4) _____ と呼ばれている。