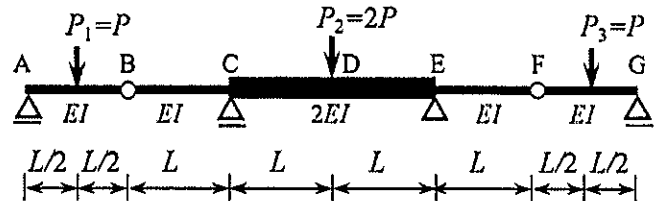


専攻名 地球社会基盤学専攻(社会基盤工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目
①構造力学 P.1 / 12

- I 図①-1のように、ゲルバー梁に P_1, P_2, P_3 が下向きに作用している。このとき、以下の問いに答えなさい。ただし、梁の曲げ剛性は CE 間で $2EI$ であり、それ以外の区間では EI である。また、点 B および点 F はヒンジ結合である。

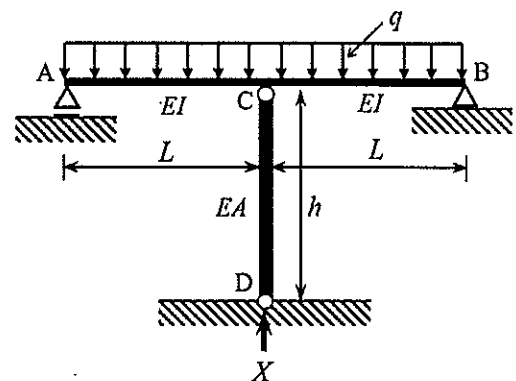
- 問1 すべての支点反力を求めなさい。
問2 曲げモーメント図を描きなさい。
なお、曲げモーメントは梁の下縁が引張となる状態を正とする。
問3 点 D のたわみ v_D を求めなさい。軸方向力およびせん断力の影響は無視してよい。



図①-1

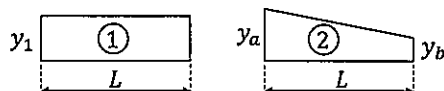
- II 図①-2 に示すように、荷重強度 q の等分布荷重の作用する梁 AB が、スパン中央部において両端ヒンジの柱 CD に支持されている。このとき、以下の問いに答えなさい。なお、梁 AB の曲げ剛性は EI であり、軸方向力およびせん断力の影響は無視してよい。また、柱 CD の軸方向剛性は EA であり、曲げモーメントおよびせん断力の影響は無視してよい。必要に応じて下記の積分表を用いてもよい。

- 問1 点 D の鉛直反力 V_D を図①-2 に示すように X と仮定し、 X と q, L を用いて他のすべての支点反力を求めなさい。
問2 ひずみエネルギーを用い、最小仕事の原理から X を求め、すべての支点反力を求めなさい。
問2以降では、柱 CD の断面積 A を $A = \frac{6Ih}{L^3}$ に置き換えて計算しなさい。
問3 点 C の鉛直変位 v_C を求めなさい。
問4 点 A のたわみ角 θ_A を求めなさい。ただし、時計回りの向きを正とする。



図①-2

$$\text{積分表 } J = \int_0^L \bar{M} M dx = \int_0^L \textcircled{i} \textcircled{j} dx$$



$\textcircled{i} \textcircled{j}$	$J = \int_0^L \textcircled{i} \textcircled{j} dx$
$\textcircled{1} \textcircled{1}$	$y_1 y_1' L$
$\textcircled{2} \textcircled{2'}$	$[y_a(2y_a' + y_b') + y_b(2y_b' + y_a')]L/6$

問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻(社会基盤工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目
②水理学

P.2 / 12

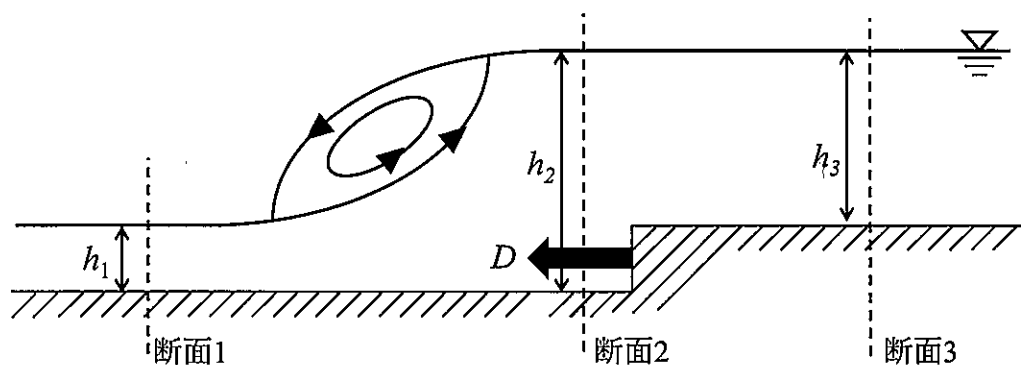
- I 図②-1に示すように水平床に段上りを有する開水路で跳水が生じている。断面1、断面2及び断面3での水深はそれぞれ h_1 、 h_2 及び h_3 とし、単位幅流量を q とする。また、水路幅は一様で、紙面奥行方向に単位幅1であるとし、重力加速度は g とする。このとき、以下の問いに答えなさい。

問1 断面1及び断面2の比力 F_1 及び F_2 を h_1 、 h_2 、 q 及び g を用いて表しなさい。

問2 断面1のフルード数 Fr_1 を h_1 、 q 及び g を用いて表しなさい。

問3 断面1と断面2の間で比力が一定であるとき、断面2と断面1の水深の比 h_2/h_1 を断面1のフルード数 Fr_1 を用いて表しなさい。

問4 段落ち部が流れに与える力 D を h_2 、 h_3 、 q 、 g 及び水の密度 ρ を用いて表しなさい。



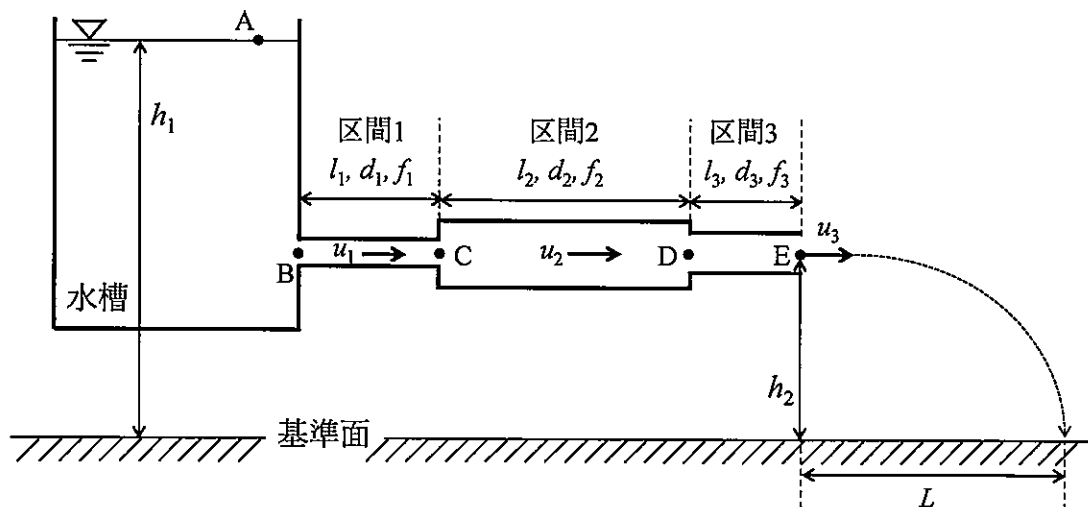
図②-1 段上りを有する水路で生じる跳水

専攻名 地球社会基盤学専攻(社会基盤工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目
②水理学 P.3 / 12

- II 図②-2 に示すように、水槽内の水が途中で断面積が変化する円管路を通じて大気中へ放水されている。区間1、区間2及び区間3の管路の長さを l_1 、 l_2 及び l_3 、管径を d_1 、 d_2 及び d_3 、摩擦損失係数を f_1 、 f_2 及び f_3 とする。管路では形状損失が生じるものとし、B点での入り口損失係数を K_e 、C点での急拡大損失を K_{sw} 、D点での急縮損失係数を K_{sc} とする。また、水槽の水面の高さを h_1 、管路の出口の高さを h_2 とし、管路は水平であるとする。水槽内の水位は一定であり、重力加速度を g とするとき、以下の問いに答えなさい。

- 問1 区間1及び区間2の流速 u_1 及び u_2 を、 d_1 、 d_2 、 d_3 及び区間3の流速 u_3 を用いて表しなさい。
- 問2 A点とE点の間における全エネルギー損失 h_L を示しなさい。ただし、区間1、区間2及び区間3の流速は u_1 、 u_2 及び u_3 としてよい。
- 問3 A点とE点の間のエネルギー線及び動水勾配線の概形を描きなさい。
- 問4 区間3の流速 u_3 を、 l_1 、 l_2 、 l_3 、 d_1 、 d_2 、 d_3 、 f_1 、 f_2 、 f_3 、 K_e 、 K_{sw} 、 K_{sc} 、 h_1 、 h_2 及び g を用いて表しなさい。
- 問5 E点から放出された水が鉛直方向には自由落下し、水平方向には等速運動すると仮定するとき、管路の出口から基準面の落下地点までの水平距離 L を求めなさい。ただし、E点での流速は u_3 を用いて表してよい。



図②-2 管径が変化する円管路を通じた水槽からの水の放出

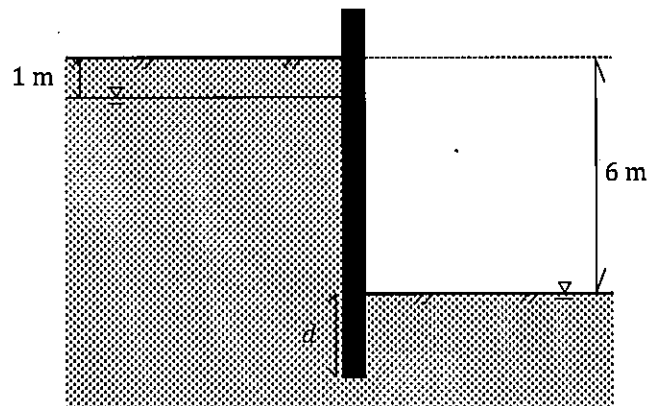
問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目③土質力学 P.4 / 12

I～IIIのすべてに解答しなさい。なお、それぞれ答案用紙1枚を使用し、計算問題は計算式を併せて示すこと。

I 図③-1に示すように、砂質地盤に矢板を根入れし（根入れ長 d ）、矢板右側を地下水面下へ掘削する工事におけるボーリング発生の可能性に関する、以下の問1～3に答えなさい。



図③-1

問1. ボーリングが生じる限界動水勾配 i_c が下式となることを導きなさい。

$$i_c = \frac{\rho_s / \rho_w - 1}{1 + e}$$

なお、 ρ_s ：土粒子の密度、 ρ_w ：水の密度、 e ：間隙比である。また土の飽和単位体積重量 γ_{sat} は、水の単位体積重量 γ_w を用いた下式で表されることを用いてもよい。

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{\rho_s / \rho_w + e}{1 + e} \gamma_w$$

問2. 砂試料を室内実験した結果、土粒子の密度 $\rho_s = 2.6 \text{ Mg/m}^3$ 、間隙比 $e = 1.3$ であった。矢板の根入れ長 d を1 mとする場合、ボーリングが発生するか判定しなさい。なお $\rho_w = 1.0 \text{ Mg/m}^3$ とする。

問3. ボーリングが発生しないように、安全率 $F_s = 3.0$ と設定する場合の矢板の根入れ長 d [m]を求めなさい（小数点以下1桁まで、2桁目を四捨五入）。

問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻(社会基盤工学コース)(一般選抜)

試験科目名 専門科目③土質力学

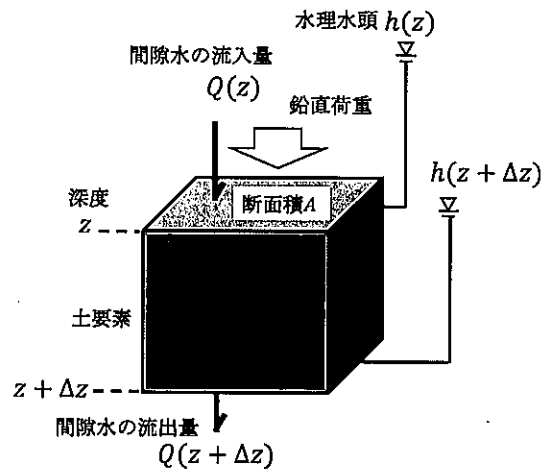
P.5 / 12

II 粘性土の圧密に関する以下の問1～2に答えなさい。

問1. テルツァーギの一次元圧密方程式は下式で表される。

$$\frac{\partial u(z, t)}{\partial t} = \frac{k}{m_v \gamma_w} \frac{\partial^2 u(z, t)}{\partial z^2}$$

なお、 u ：間隙水圧、 k ：透水係数、 m_v ：体積圧縮係数、 γ_w ：水の単位体積重量、 z ：深度、 t ：時間である。この方程式を、図③-2に示す断面積 A 、長さ Δz (体積 $V = A\Delta z$)の土要素が上からの鉛直荷重により体積が $\Delta V(>0)$ だけ減少する場合を想定し、以下に示すa～dの仮定条件に基づき、導きなさい。



図③-2

- a. 鉛直荷重による全応力 σ (有効応力 σ' と間隙水圧 u の和)は常に一定である。
 b. 体積圧縮係数 m_v を、有効応力 σ' の増加に対するひずみ ε の変化は一定とし、下式で定義する。

$$m_v = \frac{d\varepsilon}{d\sigma'} = \frac{1}{V} \frac{dV}{d\sigma'} \approx \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta\sigma'}$$

- c. 時間 Δt が経過したときの土の体積の減少 ΔV は、下式に示す上からの間隙水の流入量 $Q(z, t)$ と下からの流出量 $Q(z + \Delta z, t)$ の差に時間 Δt を乗じた値(収支)と一致する。

$$\Delta V = \{Q(z + \Delta z, t) - Q(z, t)\} \Delta t$$

- d. 間隙水の移動には、下式に示すダルシーの法則が成り立つ。ここで、水理水頭 h は位置水頭と圧力水頭の和であるが、位置水頭は一定としてよい。

$$Q(z, t) = -kA \frac{\partial h(z, t)}{\partial z}$$

問2. 地表から厚さ10 mで分布する飽和粘性土層の圧密に関する、以下(1)～(3)の問いに答えなさい(すべて有効数字2桁まで、3桁目を四捨五入)。

専攻名	地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目③土質力学	P.6 / 12

- (1) 200 kN/m²の载荷によって間隙比が2.0から1.3になる場合の最終沈下量 S_f [m]を計算しなさい。
- (2) 粘性土の圧縮指数 C_c を推定しなさい。なお粘性土の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat} = 17.0$ kN/m²とする。
- (3) 底面が砂層で両面排水条件が成り立つ場合、载荷後に沈下量が最終沈下量の半分となる時間 t_{50} [year]を推定しなさい。なお圧密係数は 2×10^{-7} m²/s、圧密度50%に対する時間係数 T_v は0.197である。

III 砂地盤を支える滑らかな鉛直擁壁（高さ5m）にかかる土圧について、以下の問1～3に答えなさい。

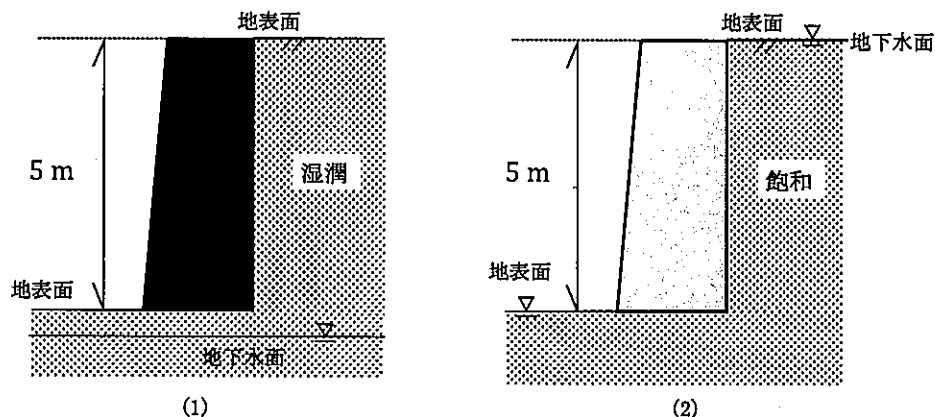
問1. 砂地盤から試料を体積24.6 cm³、質量43.1 gを採取し、炉乾燥させたところ質量は31.2 gとなった。これより、砂の湿潤密度 ρ_t および飽和密度 ρ_{sat} [Mg/m³]をそれぞれ求めなさい（小数点2桁まで、3桁目を四捨五入）。なお土粒子の密度 $\rho_s = 2.70$ Mg/m³、水の密度 $\rho_w = 1.00$ Mg/m³とする。

問2. 砂試料について定圧排水条件での1面せん断試験を行った結果、下表を得た。この結果から、砂地盤の主働土圧係数 K_p を求めなさい（小数点2桁まで、3桁目を四捨五入）。

供試体	No. 1	No. 2	No. 3
垂直応力 σ [kN/m ²]	200	500	900
せん断強さ s [kN/m ²]	132	330	594

問3. 砂地盤の主働土圧 P_A [kN/m]について、図③-3 (1), (2) に示す2つの地下水面位置に対する値を計算しなさい（いずれも整数、小数点以下を四捨五入）。なお重力加速度 $g = 9.8$ m/s²とする。

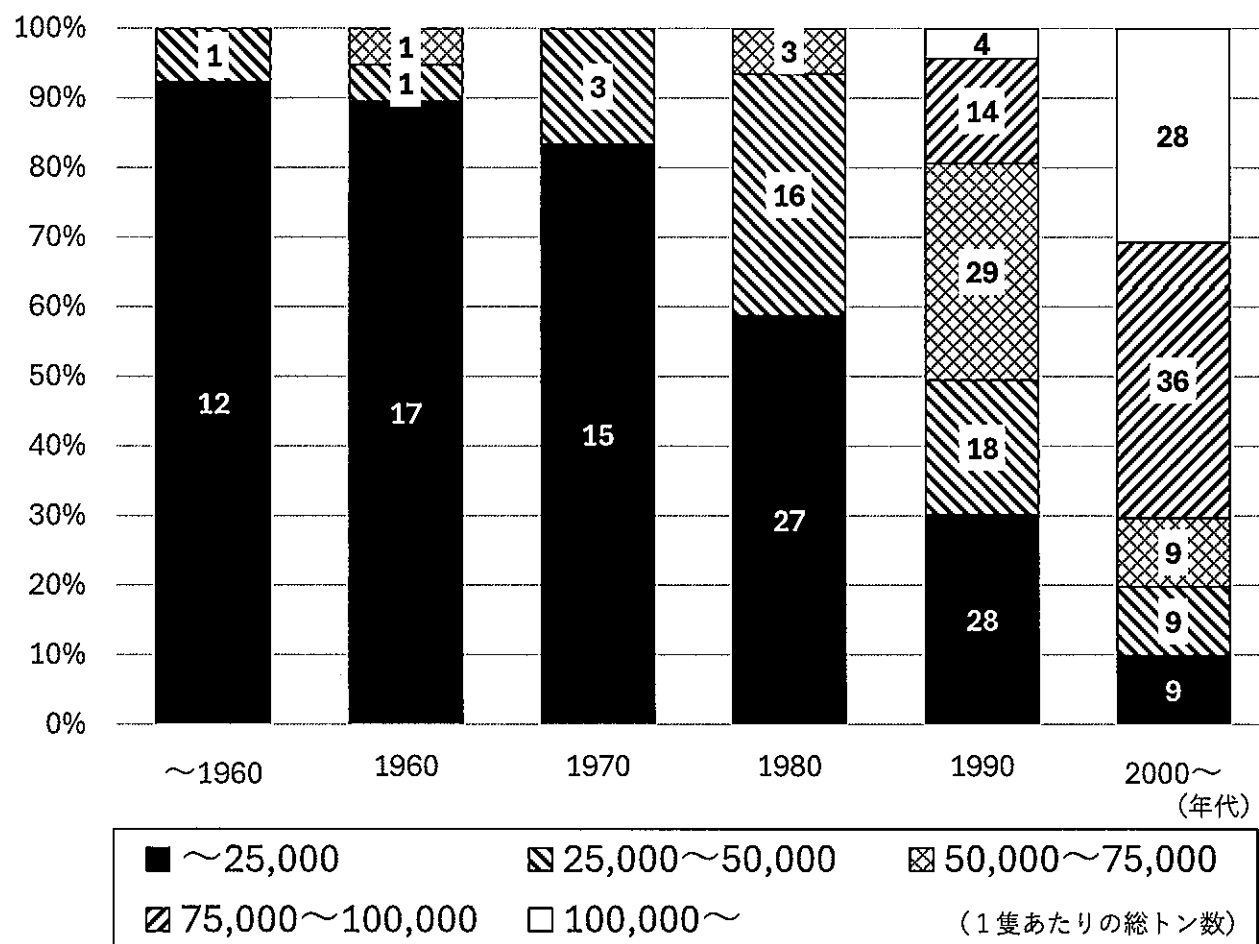
- (1) 地下水面が擁壁下面より低い状態（湿潤状態）
- (2) 地下水面が砂質土の上面まで達した場合（飽和状態）



図③-3

令和6年度（10月期入学）及び令和7年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ④計画数理学	P.7 / 12

I 以下のクルーズ船の建造状況に関する資料を見て各問に答えなさい。



図④-1 1960年代からのクルーズ船の総トン数別建造数（棒グラフ中の数値）および割合の推移

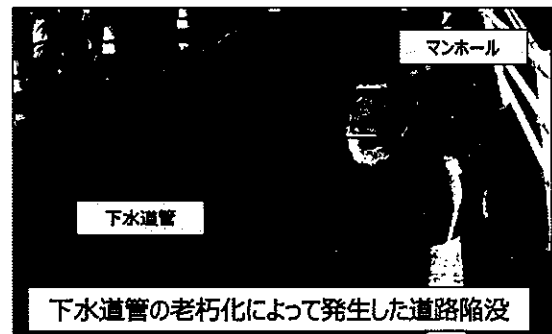
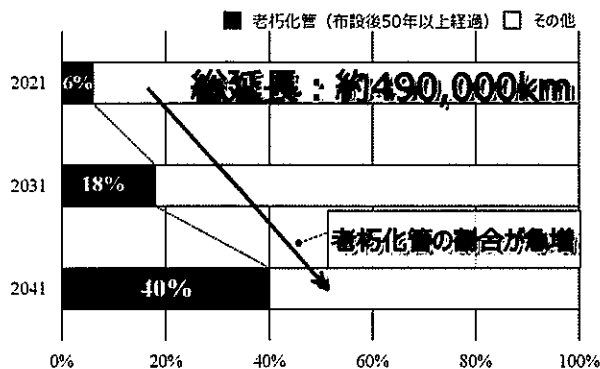
- 問1 図④-1に示すクルーズ船の総トン数の推移から読み取れることを簡潔に答えなさい。
- 問2 問1に関連して、我が国の港湾施設においてインフラ整備を行う際に、留意すべき事項について簡潔に述べなさい。
- 問3 クルーズ船が大型化することにより、既存の港湾インフラが使用できない事例が起きています。どのような事例が発生しているのかについて列挙しなさい。
- 問4 日本、世界でクルーズ観光需要が増加し、日本のみならず世界の港では、港湾の混雑が生じ、海上交通渋滞が問題となっている。海上交通渋滞が発生することにより、クルーズ船による観光に及ぼす負の影響について簡潔に述べなさい。

問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
④計画数理学 P.8 / 12

II 以下の下水道管路のインフラメンテナンスに関する図④-2 に関して以下の問に答えなさい。



老朽化は第3者被害発生の原因となる

【老朽化した下水道管を適切に維持管理する必要】

-- 現状の点検・調査手法では全管路の一巡調査に約73年を要する（6,686km/年）



図④-2 下水道管路のインフラメンテナンスの現状

- 問1 図④-2 から我が国の下水道管の状況について読み取れることを簡潔に答えなさい。
- 問2 我が国の下水道管路の総延長は約 49 万 km と言われ老朽化管の割合が急増している。このような状況で効率的な点検手法の確立が求められている。あなたが考える効率的な下水道管の点検手法を 1 つ挙げて、その手法について具体的に説明しなさい。
- 問3 下水道管路の点検には、多くの時間と費用が必要である。その理由を簡潔に答えなさい。
- 問4 令和 6 年能登半島地震では数多くの下水道管路が被災をして下水を流下させることができなくなった。令和 6 年能登半島地震で下水道管路が被災した現象を答えなさい。また、その現象が下水道管路付近で生じた理由も答えなさい。

問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
⑤環境工学 P.9 / 12

- I 粒子径別にエアロゾル粒子の個数濃度を測定できる機器で、気中粒子の個数濃度を測定したところ、表⑤-1の結果を得た。粒子径分布に関する以下の問いに答えなさい。時間変動は無視してよい。

問1 図⑤-1（次ページ）の対数正規確率グラフの横軸に粒子径 d_p 、縦軸に積算分率 Q （ふるい下分率。粒子全体のうち該当粒子径以下の粒子が占める割合）をプロットしなさい。粒子径分布が下式に示す対数正規分布に従っており、粒子径と積算分率の関係を図⑤-1上に直線近似できるものと仮定して、(1)幾何平均径 $d_{p50\%}$ と(2)幾何標準偏差 σ_g を求めなさい。解答用紙にグラフを作図する必要はないが、解答を求める過程を記述すること。

$$Q = \frac{1}{\sqrt{2\pi}d_p \ln \sigma_g} \int \exp\left(-\frac{(\ln d_p - \ln d_{p50\%})^2}{2(\ln \sigma_g)^2}\right) dd_p$$

$$\sigma_g = \frac{d_{p84\%}}{d_{p50\%}} = \frac{d_{p50\%}}{d_{p16\%}} = \left(\frac{d_{p84\%}}{d_{p16\%}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

表⑤-1

粒子径 d_p [μm]	粒子個数濃度 [#/cc]
< 0.05	1978
0.05~0.5	1412
0.5~5.0	84
> 5.0	1

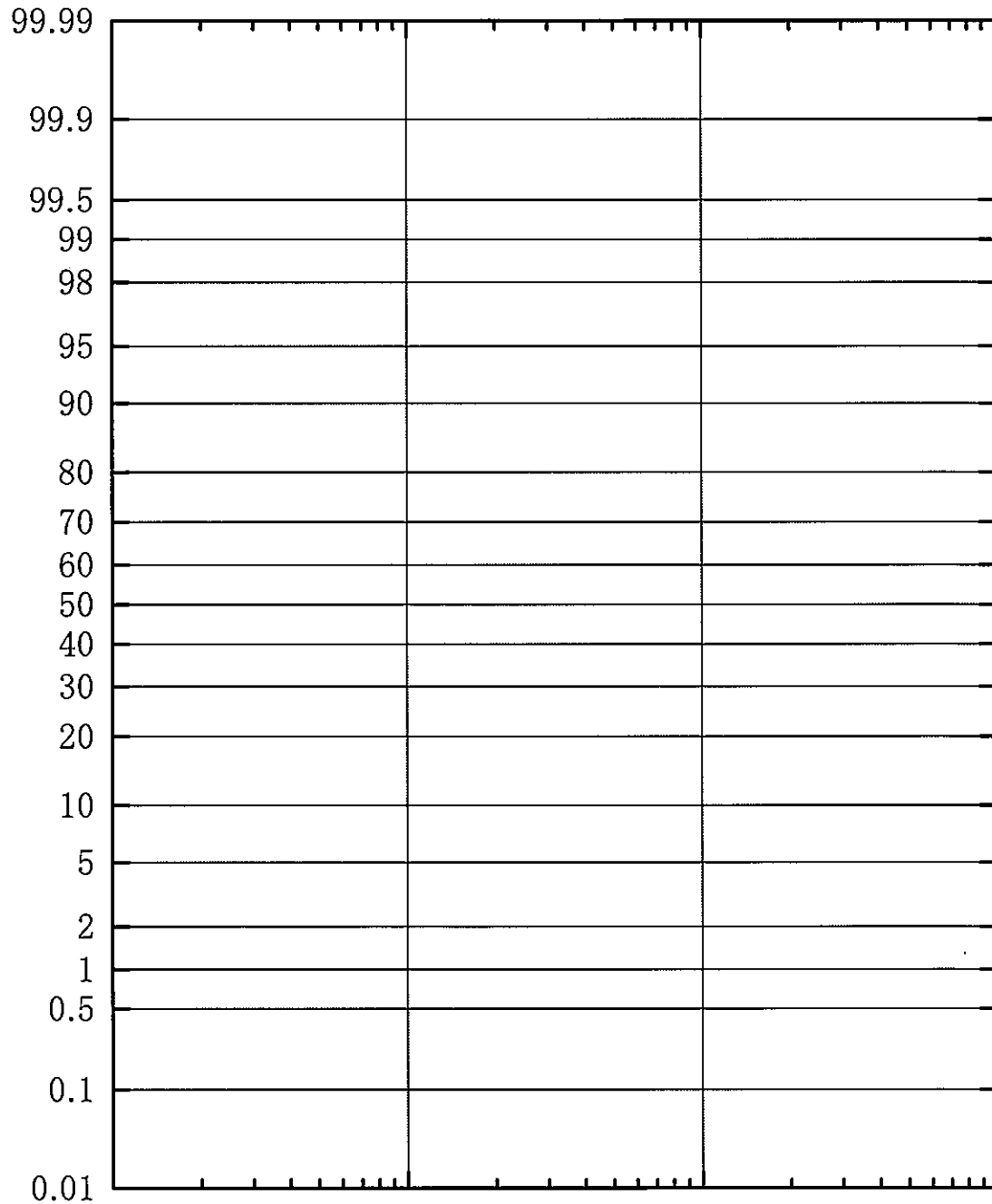
- 問2 粒子径分布が対数正規分布に従う場合、Hatch-Choate の関係を使用して、下記の式から個数基準幾何平均径 CMD を質量基準幾何平均径 MMD に変換することができる。質量基準幾何平均径を求めなさい。

$$\text{MMD} = \text{CMD} \exp\left(3(\ln \sigma_g)^2\right)$$

- 問3 Hatch-Choate の関係が成り立つとき、個数基準と質量基準の幾何標準偏差 σ_g は同じ値になる。該当の粒子全体をフィルタ上へ捕集して質量濃度を測定したところ、 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。図⑤-1上に質量基準粒子径分布の直線を追加し、個数濃度測定時の粒子径が空気力学径と一致すると仮定して、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度を求めなさい。

- 問4 「質量濃度」と「空気力学径」という用語を含めて、 $\text{PM}_{2.5}$ の測定方法について説明しなさい。

令和6年度（10月期入学）及び令和7年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ⑤環境工学	P.10／12



図⑤-1 対数正規確率グラフ（提出不要）

問題用紙

専攻名 地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
⑤環境工学

P.11 / 12

II ある都市 X に新たに上水道を新設することとなった。以下の問いに答えなさい。

問 1 都市 X の水使用実態から表⑤-2 に示す計画値が設定された。新設する上水道の(a)計画一日平均給水量と(b)計画一日最大給水量をそれぞれ算出なさい。有効数字は 2 桁とし、単位を必ず付しなさい。

表⑤-2

指標	計画値	単位
計画給水人口	100,000	人
計画一人一日平均使用水量	320	L/日/人
計画有効率	90	%
計画負荷率	70	%
消火用水量	10	m ³ /min

問 2 この上水道の原水は、都市 X を流れる A 類型の河川から取水する予定である。河川の生活環境の保全に関する環境基準を表⑤-3 に示した。このとき、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 水質類型から、この上水道の浄水場に最もふさわしいと考えられる浄水方式を答えなさい。
- (2) (1)の浄水方式のプロセスフロー図を描きなさい。
- (3) 水道水に含まれる異臭味成分や消毒副生成物の除去のために高度処理が採用されることがある。日本で多く採用されている高度処理を 2 つ挙げ、それぞれの原理を説明しなさい。

表⑤-3 生活環境の保全に関する環境基準（河川）【抜粋】

類型	利用目的の適応性	基準値				
		pH	BOD	SS	DO	大腸菌数
AA	水道 1 級 自然環境保全 及び A 以下に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	1 mg/L 以下	25 mg/L 以下	7.5 mg/L 以上	20 CFU/ 100 mL 以下
A	水道 2 級 水産 1 級 水浴 及び B 以下に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	2 mg/L 以下	25 mg/L 以下	7.5 mg/L 以上	300 CFU/ 100 mL 以下
B	水道 3 級 水産 2 級 及び C 以下に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	3 mg/L 以下	25 mg/L 以下	5 mg/L 以上	1,000 CFU/ 100 mL 以下
(以下略)						

(注)

水道 1 級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの

水道 2 級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの

水道 3 級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの

専攻名 地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）

試験科目名 専門科目
⑤環境工学

P.12 / 12

問3 水道水の塩素消毒について、次の(1)～(4)に答えなさい。

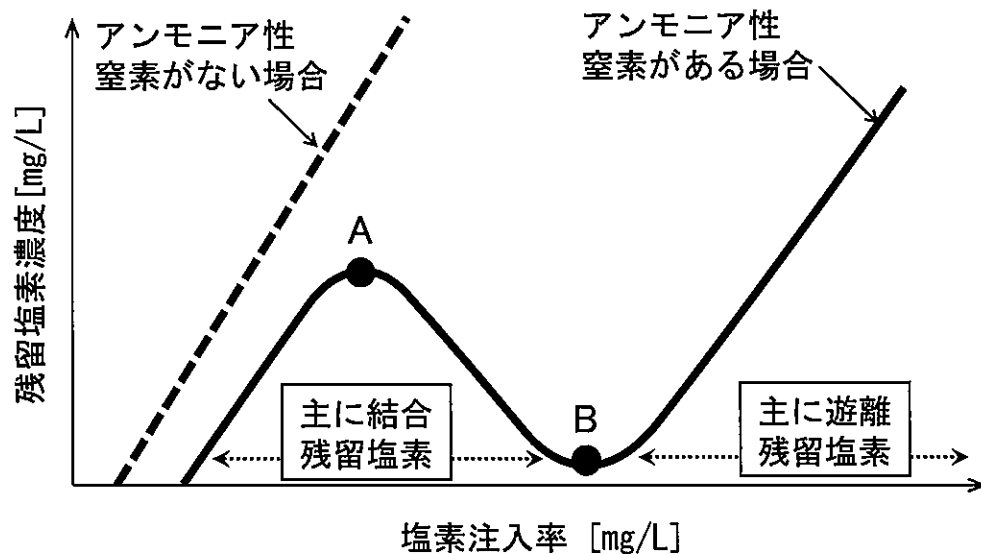
(1) 日本の残留塩素基準について、次の(a)～(d)のうち正しいものを1つ選びなさい。

- (a) 浄水処理後における残留塩素が、遊離塩素として 0.1 mg/L 以上、あるいは、結合塩素として 0.4 mg/L 以上でなければならない。
- (b) 浄水処理後における残留塩素が、遊離塩素として 0.1 mg/L 以上であり、かつ、結合塩素は検出されてはならない。
- (c) 給水栓における残留塩素が、遊離塩素として 0.1 mg/L 以上、あるいは、結合塩素として 0.4 mg/L 以上でなければならない。
- (d) 給水栓における残留塩素が、遊離塩素として 0.1 mg/L 以上であり、かつ、結合塩素は検出されてはならない。

(2) 結合残留塩素とは具体的にどのような物質か、答えなさい。

(3) 図⑤-2 は塩素注入率と残留塩素濃度の関係を示している。B 点はなんと呼ばれているか、答えなさい。

(4) A 点→B 点ではどのような反応が起こっているか、説明しなさい。



図⑤-2 塩素注入率と残留塩素濃度の関係