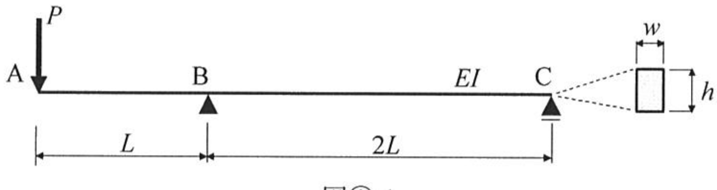
令和７年度（１０月期入学）及び令和８年度　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 解　答　例	
専攻名	地球社会基盤学専攻（社会基盤工学コース）（一般選抜）
試験科目名	専門科目　①構造力学

I　図①-1 に示すように幅 w，高さ h の矩形断面を有する張り出しばりがある。いま，このはりの点 A に集中荷重 P が鉛直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，このはりの曲げ剛性は，EI とする。

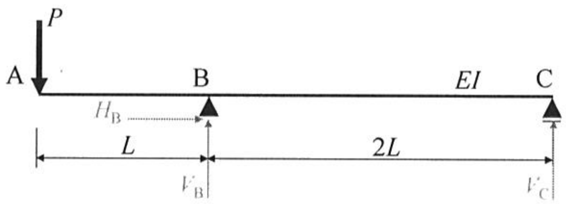


図①-1

問１　すべての支点反力を求めなさい。

（解）

各支点の反力を下図に示すように仮定した。



$$\sum H = H_{\mathrm{B}} = 0$$
$$\sum V = V_{\mathrm{B}} + V_{\mathrm{C}} - P = 0$$
$$\sum M_{(\mathrm{B})} = V_{\mathrm{C}} \cdot 2L + P \cdot L = 0$$

上のつり合い式を解くことにより，各支点の反力が得られる。

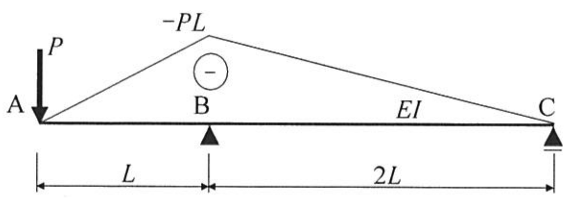
$H_{\mathrm{B}} = 0$

$V_{\mathrm{B}} = 3P/2$

$V_{\mathrm{C}} = -P/2$

問２　曲げモーメント図を描きなさい。なお，はりの断面における下縁側が引張となる状態を正の曲げモーメントとする。

（解）



問３　最大曲げモーメントが生じる断面における上縁の曲げ応力度を許容値 σ_a 以下にするためには，集中荷重 P をいくら以下にすればよいのか不等式で答えなさい。

（解）

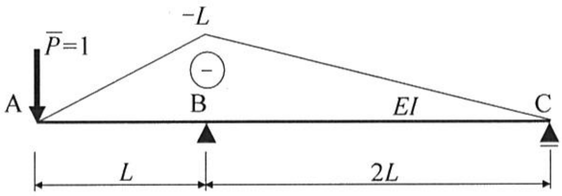
$$\sigma = -P \cdot L \cdot (-h/2)/(w \cdot h^3/12) \le \sigma_a$$

$$P \le \sigma_a \cdot w \cdot h^2/(6 \cdot L)$$

問４　点Ａのたわみ（下向き：正）を許容値 Δ_a 以下にするためには，集中荷重 P をいくら以下にすればよいのか不等式で答えなさい。ここで，軸方向力およびせん断力の影響は無視してよい。また，必要に応じて下の積分表を用いてもよい。

（解）

点Ａに鉛直下向きの仮想荷重を載荷したときのモーメント図は以下のようになる。



これより，点Ａの鉛直変位は仮想仕事の原理を用いて以下の式から求めることができる。

$$\delta_a = \int \bar{M} \frac{M}{E \cdot I} dx$$

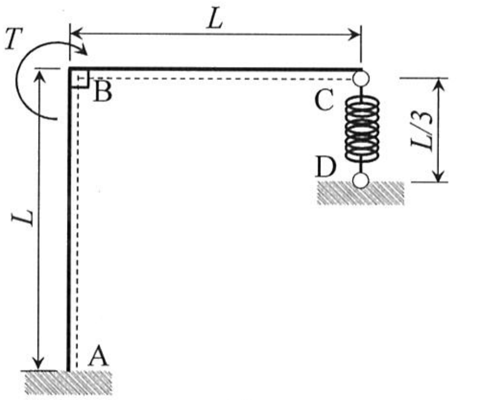
積分表を用いることにより，点Ａの鉛直変位（下向き：正）が得られ，許容値 Δ_a 以下にするために集中荷重 P は以下の条件を満足しなければならない。

$$\delta_a = \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I} \le \Delta_a$$

$$P \le \Delta_a \frac{E \cdot I}{L^3}$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

II　図①-2 に示すように，点 C を鉛直方向にばね支持したラーメン構造物がある。この構造物の点 B に時計回りのモーメント荷重 T が作用している。このとき，ラーメン構造物の曲げによる影響がばねの変形に及ぼす影響を求めるために，以下の問いに答えなさい。ここで，点 A－B 間は，曲げ剛性を EI，軸力およびせん断力の影響を無視してよい。また，点 C－D 間のばねは，ばね定数 $K=3EI/L^3$，軸方向剛性 EA に換算して，$EA=KL/3$ を用い，せん断力の影響を無視してよい。

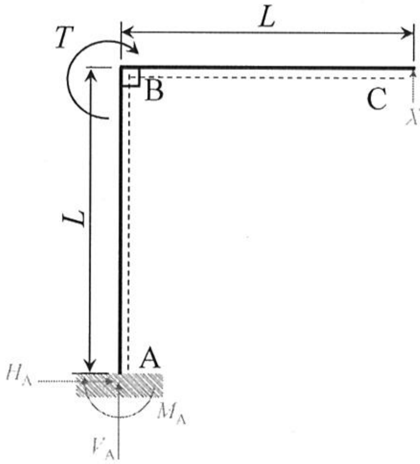


図①-2

問１　ばねに作用する圧縮力（圧縮力を正とする）を X とし，すべての支点反力を求めなさい。

（解）

各支点の反力およびばねに作用する圧縮力 X を以下のように仮定した。



$$\sum H = H_A = 0$$
$$\sum V = V_A + X = 0$$
$$\sum M_{(A)} = M_A + T - X \cdot L = 0$$

上のつり合い式を解くことにより，各支点の反力が得られる。

$H_A = 0$

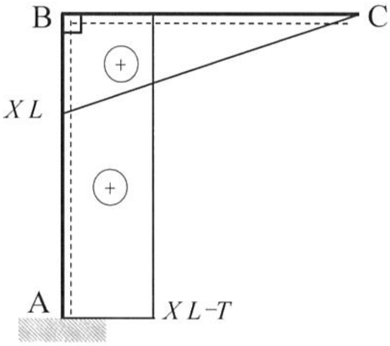
$V_A = -X$

$M_A = X \cdot L - T$

問２　ひずみエネルギーUを求め，最小仕事の原理を用いて，ばねに作用する圧縮力Xを求めなさい。

（解）

上記の反力をもとにモーメント図は以下のように描ける。



このモーメント図をもとにして以下の式からひずみエネルギーUを求める。

$$U = \frac{1}{2}\int \frac{M^2}{E \cdot I} dx + \frac{1}{2}\int \frac{N^2}{E \cdot A} dx$$

ここで，モーメントMは上記のモーメント図を用いる．また問題から，軸方向剛性EAは，$EA = KL/3$およびばね定数$K = 3EI/L^3$を用い，さらに軸力Nは，ばねに作用する圧縮力Xを用いることで以下のひずみエネルギーUを求めることができる。

$$U = \frac{1}{2 \cdot E \cdot I}\left\{L \cdot (X \cdot L - T)^2 + \frac{X^2 \cdot L^3}{3}\right\} + \frac{X^2 \cdot L^3}{6 \cdot E \cdot I}$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

以下の最小仕事の原理を用いることにより，ばねに作用する圧縮力Xは次のように求めることができる。

$$\frac{\partial U}{\partial X} = 0$$

$$X = \frac{3 \cdot T}{5 \cdot L}$$

問３　ばねの変形量δ_{CD}（圧縮力を正とする）を求めなさい。

（解）

$$X = K\delta_{CD} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{L^3}\delta_{CD} = \frac{3 \cdot T}{5 \cdot L}$$

$$\delta_{CD} = \frac{T \cdot L^2}{5 \cdot E \cdot I}$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

I

問１　$E = \frac{Q^2}{2gB^2h^2} + h$

問２　比エネルギーの式を水深 h で微分すると

$$\frac{dE}{dh} = -\frac{Q^2}{gB^2h^3} + 1$$

$dE/dh = 0$ のとき，比エネルギー E は最小となり，そのときの水深 h が限界水深 h_c であるから

$$-\frac{Q^2}{gB^2h_\mathrm{c}^3} + 1 = 0$$

よって

$$h_\mathrm{c} = \left(\frac{Q^2}{gB^2}\right)^{1/3}$$

問３　比エネルギーの式を以下のように変形する。

$$Q = \sqrt{2gB^2h^2(E-h)}$$

上式を水深 h で微分すると

$$\frac{dQ}{dh} = \frac{gB^2h(2E-3h)}{\sqrt{2gB^2h^2(E-h)}}$$

$dQ/dh = 0$ のとき，流量 Qは最大となり，そのときの水深 h が限界水深 h'_cであるから

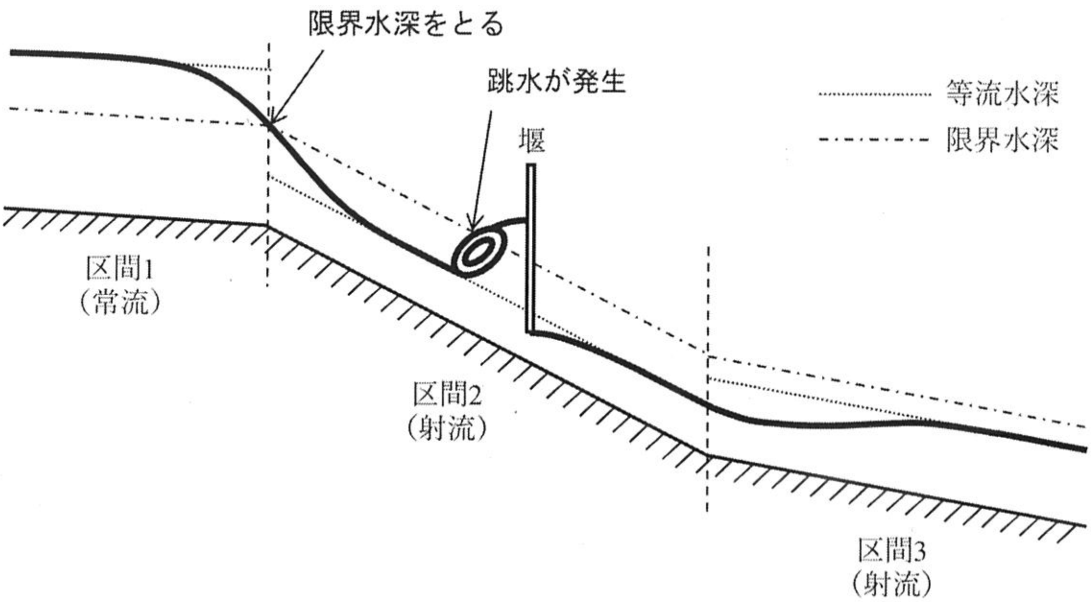
$$h'_\mathrm{c} = \frac{2}{3}E$$

問４　区間１では，上流では等流水深に漸近しており，区間２に接続する断面で限界水深となる。

区間２では下流にいくに従い等流水深に漸近する。堰が存在する断面では，せき上げ効果によって水面は等流水深より大きくなる。なお，区間２の上流側での等流水深とせき上げで大きくなった水面は不連続となり，跳水が発生する。堰のすぐ下流での水深は堰の開口部の高さとなり，下流では等流水深に漸近する。

区間３では十分下流では等流水深に漸近しており，区間３から区間２の等流水深に連続する水面形となる。

以上より，水面形の概形は下図の太線のようになる。



II

問１　区間 1，2 及び 3 の摩擦損失h_{f1}，h_{f2}，h_{f3}はそれぞれ以下のように表される。

$$h_{f1} = f\frac{l_1}{d_1}\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_1}{\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2}\right)^2 = f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{Q_1^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

$$h_{f2} = f\frac{l_2}{d_2}\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_2}{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}\right)^2 = f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

$$h_{f3} = f\frac{l_3}{d_3}\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_3}{\pi\left(\frac{d_3}{2}\right)^2}\right)^2 = f\frac{l_3}{d_3^5}\frac{Q_3^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

問２　B 点の高さをエネルギーの基準とした場合，A 点での全エネルギーは位置水頭 H，C 点での全エネルギーは速度水頭 $\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_2}{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}\right)^2$ である。また，A 点と C 点の間におけるエネルギー損失は区間 1 と区間 2 における摩擦損失の総和であることから，A 点と C 点のエネルギー保存は以下の式①で表される。

$$H = \frac{1}{2g}\left(\frac{Q_2}{\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2}\right)^2 + f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{Q_1^2}{g}\frac{8}{\pi^2} + f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2} = \frac{1}{d_2^4}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2} + f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{Q_1^2}{g}\frac{8}{\pi^2} + f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2} \quad \cdots ①$$

同様に，A 点と D 点の間におけるエネルギー損失は区間 1 と区間 3 おける摩擦損失の総和であることから，A 点と D 点のエネルギー保存は以下の式②で表される。

$$H = \frac{1}{d_3^4}\frac{Q_3^2}{g}\frac{8}{\pi^2} + f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{Q_1^2}{g}\frac{8}{\pi^2} + f\frac{l_3}{d_3^5}\frac{Q_3^2}{g}\frac{8}{\pi^2} \quad \cdots ②$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

問３　問２で求めた式①から式②を引くと

$$0=\frac{1}{d_2^4}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}+f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}-\frac{1}{d_3^4}\frac{Q_3^2}{g}\frac{8}{\pi^2}-f\frac{l_3}{d_3^5}\frac{Q_3^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

両辺を $Q_3{}^2$ で割って整理すると

$$0=\frac{1}{d_2^4}\frac{Q_2^2}{Q_3^2}+f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{Q_3^2}-\frac{1}{d_3^4}-f\frac{l_3}{d_3^5}=\frac{1}{d_2^4}\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2-\frac{1}{d_3^4}\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)$$

よって

$$\frac{Q_2}{Q_3}=\left(\frac{d_2}{d_3}\right)^2\sqrt{\frac{\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)}{\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)}}\qquad\cdots③$$

問４　区間１，区間２及び区間３における連続式より

$$Q_1=Q_2+Q_3$$

上式に式③を代入すると

$$Q_1=Q_2+Q_3=\left\{1+\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2\sqrt{\frac{\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)}{\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)}}\right\}Q_2\qquad\cdots④$$

式①，式④より

$$H=\frac{1}{d_2^4}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}+f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{Q_1^2}{g}\frac{8}{\pi^2}+f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

$$=\frac{1}{d_2^4}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}+f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{1}{g}\frac{8}{\pi^2}\left[\left\{1+\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2\sqrt{\frac{\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)}{\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)}}\right\}Q_2\right]^2+f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{Q_2^2}{g}\frac{8}{\pi^2}$$

$$=\left(\frac{1}{d_2^4}\frac{1}{g}\frac{8}{\pi^2}+f\frac{l_1}{d_1^5}\frac{1}{g}\frac{8}{\pi^2}\left\{1+\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2\sqrt{\frac{\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)}{\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)}}\right\}^2+f\frac{l_2}{d_2^5}\frac{1}{g}\frac{8}{\pi^2}\right)Q_2^2$$

よって

$$Q_2=\sqrt{\frac{\pi^2 gH}{8}\left(\frac{1}{\frac{1}{d_2^4}+f\frac{l_1}{d_1^5}\left\{1+\left(\frac{d_3}{d_2}\right)^2\sqrt{\frac{\left(1+f\frac{l_2}{d_2}\right)}{\left(1+f\frac{l_3}{d_3}\right)}}\right\}^2+f\frac{l_2}{d_2^5}}\right)}$$

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

I

問１

A 層を流れる単位時間・単位奥行き当たり流量は $nDk_\mathrm{A}(h_\mathrm{a}-h_\mathrm{b})/L$

B 層を流れる単位時間・単位奥行き当たり流量は $(1-n)Dk_\mathrm{B}(h_\mathrm{a}-h_\mathrm{b})/L$

これらを足したものが流量 Q_h となるので

$$Ans.\qquad Q_\mathrm{h}=\frac{\{nk_\mathrm{A}+(1-n)k_\mathrm{B}\}D(h_\mathrm{a}-h_\mathrm{b})}{L}$$

問２

水平方向の単位時間・単位奥行き当たり流量 Q_h は

$$Q_\mathrm{h}=\frac{\{nk_\mathrm{A}+(1-n)k_\mathrm{B}\}D(h_\mathrm{a}-h_\mathrm{b})}{L}=\frac{Dk_\mathrm{h}(h_\mathrm{a}-h_\mathrm{b})}{L}$$

であることから，次式が得られる

$$Ans.\qquad k_\mathrm{h}=nk_\mathrm{A}+(1-n)k_\mathrm{B}$$

問３

連続式より幅 L の区間を流れる単位時間・単位奥行き流量 Q_v は A 層と B 層で等しいため，

$$Q_\mathrm{v}=L\frac{k_\mathrm{A}(h_\mathrm{c}-h_\mathrm{e})}{nD}=L\frac{k_\mathrm{B}(h_\mathrm{e}-h_\mathrm{d})}{(1-n)D}$$

これを h_e について整理すると

$$\frac{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}{n(1-n)D}h_\mathrm{e}=\frac{(1-n)k_\mathrm{A}h_\mathrm{c}+nk_\mathrm{B}h_\mathrm{d}}{n(1-n)D}$$

$$Ans.\qquad h_\mathrm{e}=\frac{(1-n)k_\mathrm{A}h_\mathrm{c}+nk_\mathrm{B}h_\mathrm{d}}{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}$$

問４

$$h_\mathrm{c}-h_\mathrm{e}=h_\mathrm{c}-\frac{(1-n)k_\mathrm{A}h_\mathrm{c}+nk_\mathrm{B}h_\mathrm{d}}{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}=\frac{nk_\mathrm{B}(h_\mathrm{c}-h_\mathrm{d})}{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}$$

に注意すると

$$Q_\mathrm{v}=L\frac{k_\mathrm{v}(k_\mathrm{c}-h_\mathrm{d})}{D}=L\frac{k_\mathrm{A}(h_\mathrm{c}-h_\mathrm{e})}{nD}=L\frac{k_\mathrm{A}}{nD}\ \frac{nk_\mathrm{B}(h_\mathrm{c}-h_\mathrm{d})}{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}$$

この逆数を取ると

$$\frac{D}{k_\mathrm{v}(k_\mathrm{c}-h_\mathrm{d})}=\frac{nD}{k_\mathrm{A}}\ \frac{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}{nk_\mathrm{B}(h_\mathrm{c}-h_\mathrm{d})}$$

$$Ans.\qquad \frac{1}{k_\mathrm{v}}=\frac{(1-n)k_\mathrm{A}+nk_\mathrm{B}}{k_\mathrm{A}k_\mathrm{B}}=\frac{n}{k_\mathrm{A}}+\frac{1-n}{k_\mathrm{B}}$$

問 5

$$\frac{k_h}{k_v} = \frac{\{(1-n)k_{\mathrm{A}} + nk_{\mathrm{B}}\}\{\ nk_{\mathrm{A}} + (1-n)k_{\mathrm{B}}\}}{k_{\mathrm{A}}k_{\mathrm{B}}} = 1 + \frac{n(1-n)(k_{\mathrm{A}} - k_{\mathrm{B}})^2}{k_{\mathrm{A}}k_{\mathrm{B}}}$$

ここでパラメータの値域が $0 < n < 1$ であること，また透水係数 k_{A}, k_{B} は正であることに注意すると右辺第２項は必ず正となり

$$Ans. \qquad \frac{k_{\mathrm{h}}}{k_{\mathrm{v}}} > 1$$

が成立する。したがって $k_{\mathrm{h}} > h_{\mathrm{v}}$,

Ans.　「水平方向の平均的な透水係数は鉛直方向の平均的な透水係数よりも必ず大きい。」

II

問 1

相対密度の定義式に代入すると以下が得られる。

$$Ans. \quad D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100 = \frac{1.00 - 0.60}{1.00 - 0.50} \times 100 = 80.0\ \%$$

また土の乾燥状態の単位体積重量は

$$Ans. \quad \gamma_{\mathrm{d}} = \frac{\rho_{\mathrm{s}}}{1+e} \times 9.80 = \frac{2.70 \times 9.80}{1 + 0.60} \approx 16.54\ \ \mathrm{kN/m^3}$$

問 2

粘着力が無視できるので，盛土中の主働応力状態と CD 試験の応力状態を対応させると，最大有効圧縮応力が有効土被り圧，最小有効圧縮応力が水平方向の有効主応力に対応する。したがって，主働土圧係数の定義より，

$$Ans. \qquad K_{\mathrm{a}} = \frac{80}{300} \approx 0.27$$

問 3

間隙水圧が無視できるため全土被り応力と有効土被り応力は等しい。盛土底部における有効土被り応力は

$$Ans. \qquad {\sigma'}_{\mathrm{v}} = 19.0 \times 4 = 76.0\ \ \mathrm{kPa}$$

擁壁に作用する単位奥行き当たり土圧合力は，水平方向の有効主応力 σ'_{h} を盛土表面 $z = 0\ \mathrm{m}$ から盛土底部$z = 4\ \mathrm{m}$ まで積分すればよいので

$$Ans. \quad P_{\mathrm{a}} = \int_{z=0}^{z=4} \sigma'_{\mathrm{h}}\, dz = K_{\mathrm{a}} \int_{z=0}^{z=4} \sigma'_{\mathrm{v}}\, dz = 0.27 \times \frac{76.0 \times 4}{2} \approx 41.04\ \ \mathrm{kN/m}$$

問 4

盛土載荷前の粘土層中央部の有効土被り応力は ${\sigma'}_{\mathrm{v0}} = (16.8 - 9.8) \times 5 = 35.0\ \ \mathrm{kPa}$ ，また盛土載荷から十分

に時間が経過した圧密終了時における粘土中央部の有効土被り応力は $\sigma'_{\mathrm{vf}} = 35.0 + 80.0 = 115.0\ \mathrm{kPa}$ である。これらの値を代入すると

$$Ans. \quad e_1 = e_0 - C_\mathrm{c} \log \frac{\sigma'_{\mathrm{vf}}}{\sigma'_{\mathrm{v0}}} = 1.500 - 0.80 \log \frac{115.0}{35.0} \approx 1.087$$

が得られる。また粘土層中央部の間隙比の変化を用いて層厚 $H = 10\ \mathrm{m}$ の粘土層の圧密沈下量を計算すると

$$Ans. \quad S_\mathrm{f} = \frac{H\ (e_0 - e_1)}{1 + e_0} = \frac{10(1.500 - 1.087)}{1 + 1.500} \approx 1.65\ \mathrm{m}$$

問 5

時間係数 $t_\mathrm{v} = c_\mathrm{v} t / H_\mathrm{m}^2$ の定義から，圧密係数 c_v の粘土が，ある圧密度に到達するために必要な時間 t は最大排水距離 H_m の 2 乗に比例する。したがって，サンドドレーンの設置により最大排水距離が 1/3 になれば，

Ans.　圧密に必要な時間は $(1/3)^2 = 1/9$ に低減できる。

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

I

問 1（課題分析）：解答例

技術：老朽インフラの割合が高く，地方部でも橋梁・下水道が大幅に進行

財政：更新費用に対する予算が慢性的に不足（カバー率 40～70%台）

人材：技術職の高齢化が顕著。若年層比率が 2 割未満で技術継承が困難

制度／地域格差：公共事業を民間企業と連携して行う官民連携の手法である PPP（Public Private Partnership）の導入は進んでいるが，対応できる自治体とできない自治体で格差あり

問 2（戦略提案）：解答例

・公共施設マネジメント計画の義務化と可視化（インフラ台帳整備とライフサイクスコスト（LCC）評価導入）

・広域連携によるインフラ管理体制（人材シェア・資源統合）

・公共施設の整備や運営に民間の資金やノウハウを活用する手法である PFI（Private Finance Initiative）の活用の前提条件として自治体側の発注能力強化・パートナーシップ型研修制度導入

・中長期的には，インフラの「集約・選択と集中（スクラップ＆ビルド）」による持続可能な公共資産構成への転換

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

II

問１　移動：観光地まで新幹線，飛行機，自動車，バスなどの交通手段を使う派生的需要のこと。

共感：観光地での食，文化，景観などに観光者自身や第三者の心が共感すること。

共有：観光者自身が観光地内での行動，考え，思い，感動などを口頭，口コミ，SNS 等を通じて拡散すること，または，第三者が見聞きして共感すること。

問２　定義：ある観光地に過剰な観光客が集中することで，地域住民の生活や自然環境，文化的資源，インフラなどに持続不可能な圧力や悪影響が生じる現象を指す。特に,「観光による恩恵」と「地域の許容量（キャリング・キャパシティ)」のバランスが崩れた状態を意味する。

要因：以下，解答例

格安航空（LCC)，オンライン旅行予約サイト（OTA)，SNS による観光地の過剰宣伝，観光誘致偏重の都市戦略，規制緩和，短期収益優先の行政方針，インバウンド依存経済，地元住民の意思決定不在，観光の集中型構造（都市・時間）など

影響：以下，解答例

住民の生活環境悪化（騒音・混雑)，住民と観光客の摩擦，文化的アイデンティティの消失，ホテル価格の高騰，家賃高騰，生活物資の物価上昇，ローカル産業の消失と観光一本化，自然資源の劣化，公害（排気・ゴミ)，景観の破壊など

対策：以下，解答例

観光税の導入，入場制限，事前予約制，訪問の時期・場所の分散，住民参加型の観光計画，地域ガバナンスの強化，持続可能な観光モデルの構築，長期滞在型観光，エコツーリズムの推進，地元密着型体験コンテンツ，AI による人流管理，リアルタイム混雑情報の提供など

問３　都市 A は観光客数が人口の約 34 倍と非常に多く，住民満足度が著しく低い（4.0)。苦情件数も突出しているため，オーバーツーリズムの典型例と判断される。

問４　（解答例）

課　題：金沢市は年間観光客数は多くないが，滞在日数が短く，経済的波及効果も限定的である。一方，チェンマイは同規模ながら GDP 依存度が高く，滞在型観光の成功例であり，地域別の参加予算制度により観光と住民生活の接点を制度的に担保している点が特徴的である。

可能性：金沢も伝統工芸や食文化など「体験型観光」に資源があるため，観光客の平均滞在日数を延ばすような都市設計（例：地域イベント分散・宿泊型体験プログラムの設計など）が求められる。住民の観光受容度が比較的高い現段階で，制度的な住民参画（たとえばまちづくり協議会や観光条例制定）を導入すべきタイミングにある。

令和７年度（１０月期入学）及び令和８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 解　答　例	
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

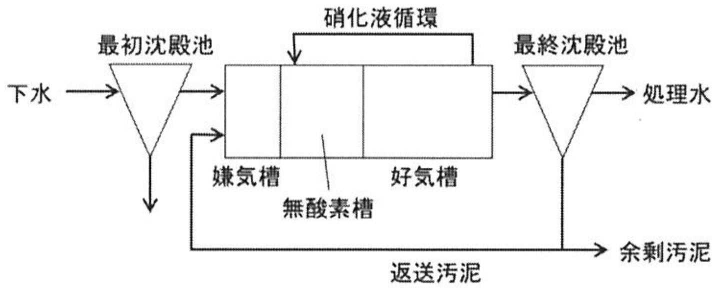
I

問１
窒素・リン濃度が上昇することにより，微細藻類（または植物プランクトン）が異常増殖する。その結果，有機物濃度の上昇による貧酸素水塊の発生，藻類が産生する毒素や異臭の発生，魚介類の死滅，透明度の低下，浄水場におけるろ過障害などの悪影響が生じる。

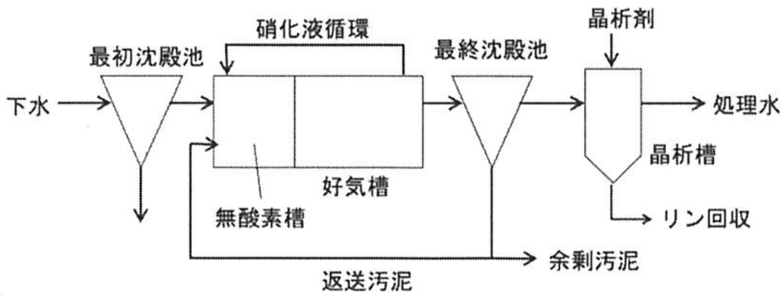
問２
総量規制

問３
合流式下水道は，雨水と汚水を同一の管路で収集する方式。分流式下水道は，雨水と汚水を別の管路で収集する方式。合流式下水道では，管路敷設のコストが比較的少ないことが長所であるが，強雨時には雨天時越流水の発生により未処理の下水が水域に放流されて水質悪化の原因となることが短所である。分流式下水道では，雨天時越流水が発生しにくいことが長所であるが，管路敷設のコストが合流式と比較して大きいことが短所である。

問４
次の①②のいずれかが正答。
①　嫌気-無酸素-好気法（A2O 法）



②　生物学的窒素除去法と化学的リン除去法の組み合わせ
フロー図の例



※晶石脱リン法の代わりに凝集沈殿によるリン除去法も可とする。

令和7年度（１０月期入学）及び令和8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 解　答　例	
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

II

問1

物質収支式は，一般的に「①蓄積＝②流入－③流出＋④発生－⑤消滅」で表される。

以下に，すべての項を示す。

①蓄積 ＝ 時刻 $t+\Delta t$ 時点の要素内の溶質量 － 時刻 t 時点の要素内の溶質量

$= C(x, t+\Delta t)A\Delta x - C(x, t)A\Delta x = \{C(x, t+\Delta t) - C(x, t)\}A\Delta x$

②流入 ＝ 時刻 t から Δt の間に要素内へ移流により流入する溶質量＋拡散により流入する溶質量

$= C(x, t)Av\Delta t + j(x,t)A\Delta t$

③流出 ＝ 時刻 t から Δt の間に要素外へ流出する溶質量

$= C(x+\Delta x, t)Av\Delta t + j(x+\Delta x,t)A\Delta t$

題意より④発生なし，⑤消滅なし。以上を組み合わせ，物質収支式を記述すると，

$\{C(x, t+\Delta t) - C(x, t)\}A\Delta x = C(x, t)Av\Delta t + j(x,t)A\Delta t - C(x+\Delta x, t)Av\Delta t - j(x+\Delta x,t)A\Delta t$

問2

移項すると，

$\{C(x, t+\Delta t) - C(x, t)\}/\Delta t = v\{C(x, t) - C(x+\Delta x, t)\}/\Delta x + \{j(x, t) - j(x+\Delta x, t)\}/\Delta x$

$-\{C(x, t+\Delta t) - C(x, t)\}/\Delta t = v\{C(x+\Delta x, t) - C(x, t)\}/\Delta x + \{j(x+\Delta x, t) - j(x, t)\}/\Delta x$

上記から，$\Delta t \to 0$ および $\Delta x \to 0$ の極限をとることで，下記の微分方程式が得られる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v\frac{\partial C}{\partial x} - \frac{\partial j}{\partial x}$$

問3

上記の式に式(1)を代入すると，

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v\frac{\partial C}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(-D\frac{\partial C}{\partial x}\right) = -v\frac{\partial C}{\partial x} + D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

問4

法則の名称：フィックの（拡散）法則。係数 D の名称：拡散係数。

問5

式の名称：移流（対流）拡散方程式。

式を再掲する。この微分方程式には，３つの項がある。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v\frac{\partial C}{\partial x} + D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

$\frac{\partial C}{\partial t}$：蓄積項または非定常項。ある地点での濃度が単位時間あたりにどれだけ変化するかを表す。

$-v\frac{\partial C}{\partial x}$：移流項または対流項。溶質が流れによって輸送されることによる濃度変化を表す。

$+D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$：拡散項。濃度勾配に応じて溶質が拡散移動することによる濃度変化を表す。