

平成28年度
金沢大学理工学域編入学試験
環境デザイン学類
「専門科目」問題

- | | |
|--------|------------|
| 専門科目 1 | 構造 (構造力学) |
| 専門科目 2 | 水理 (水理学) |
| 専門科目 3 | 土質 (土質力学) |
| 専門科目 4 | 計画 (土木計画学) |
| 専門科目 5 | 環境 (環境工学) |

以上の5科目から3科目を選択して解答せよ。
(3科目×2問題＝合計6問題)

試験上の注意

1. 問題は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は1部、答案用紙は6枚(3科目×2枚＝6枚)である。
3. 自分が選択した専門科目名を答案用紙上部の科目名欄に記載すること。
4. 答案用紙は解答箇所の指定がない限り、問題1つにつき1枚を使用すること。紙面が不足する場合は、その旨を明記して、その裏面を使用すること。
5. 各科目における選択問題の場合、選択した問題番号を答案用紙中に「問題○」(○は問題番号)と必ず明記すること。
6. 白紙の答案用紙であっても、必ず受験番号と選択した科目名を記入し、全ての答案用紙を提出すること。
7. 問題冊子と下書き用紙は持ち帰ること。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目1 構造力学	環境デザイン学類

問題1 図-1に示すように、はり部材 ABC の B 点をトラス部材 BD で支えた構造がある。
 C 点に荷重 P が鉛直下向きに作用したとき、次の小問に答えなさい。

- (1) 支点 A と支点 D のすべての反力を求めなさい。
- (2) 軸力図、せん断力図および曲げモーメント図を描きなさい。
ただし、曲げモーメントは部材の下縁が引張を受ける曲げモーメントを正とする。

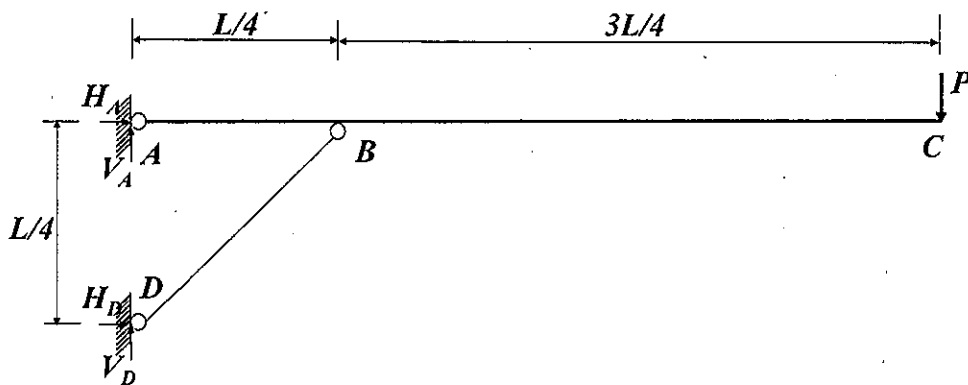


図-1

問題2 図-2に示すようなL型構造に荷重 P が水平に作用している。なお、L型構造のヤング係数を E 、断面2次モーメントを I とする。次の小問に答えなさい。

- (1) 図-2の状態における B 点の鉛直変位（下向き：正）を求めなさい。
- (2) 図-3に示すように、図-2の B 点にはばね定数 $48EI/L^3$ の鉛直ばねを付けたとき、ばねに作用する力（引張力：正）を求めなさい。

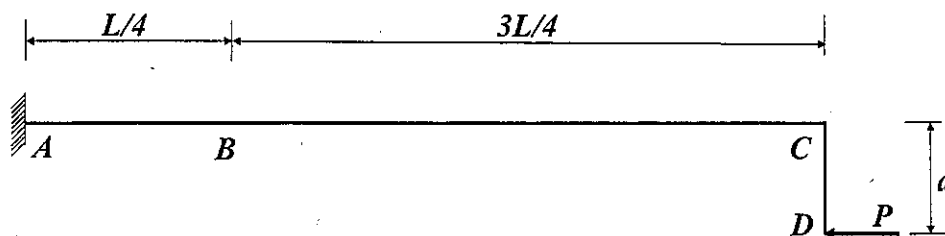


図-2

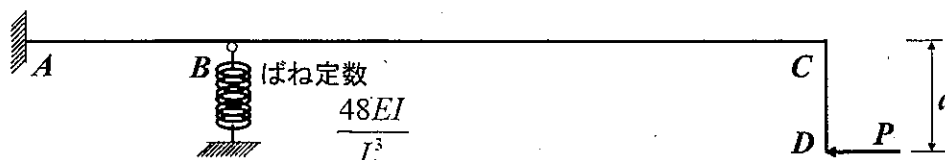


図-3

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目2 水理学	環境デザイン学類

問題1 次の(1)から(8)の全項目について、例題の解答例を参考にして簡潔に説明しなさい。

例題：液体中の体積 V の物体に働く浮力 B 。

解答例：物体が排除した液体重量が浮力となる。即ち、液体の密度を ρ 、重力加速度を g とする時、
 $B = \rho g V$ である。

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| (1) 絶対圧とゲージ圧 | (2) 渦度 |
| (3) レイノルズの相似則 | (4) 完全流体の運動に関するエネルギー保存則 |
| (5) ダルシー・ワイズバッハの摩擦損失水頭 | (6) 管路流れの形状損失 |
| (7) 開水路の限界勾配 | (8) 開水路におけるシェジューおよびマニングの平均流速公式 |

問題2 流量一定で一様幅の長方形断面水路において、図-1 に示すように水路床が局所的な小突起を有する場合を考え、以下の問いに答えなさい。ただし、 x ：基準水平座標軸、 $z(x)$ ：基準面からの水路床高、 $h(x)$ ：水深、 $\eta(x) = z(x) + h(x)$ ：基準面からの水位、 Q ：単位幅流量、 ρ ：水の密度、 g ：重力加速度とし、小突起前後は無限に長い水平床水路とする。

- (1) フルード数 Fr を g , h , Q を用いて表し、開水路流れにおける常流、射流の2つの状態との対応を説明しなさい。
- (2) この区間のエネルギー損失は無視できると仮定し、全エネルギーが一定の条件から、水位 η の x 方向変化率 $d\eta/dx$ 、フルード数 Fr 、水路床高 z の x 方向変化率 dz/dx の間の関係式を導きなさい。
- (3) 上記(2)の結果に基づき、以下の場合について水面の概略形を図示しなさい。
 - (a) 流れが全領域で常流の場合
 - (b) 流れが全領域で射流の場合
 - (c) 突起前後で流れが常流から射流へと遷移する場合
- (4) 突起前後で流れが常流（水深 h_1 とする）から射流（水深 h_2 とする）へと変化する場合について、突起に作用する抗力を h_1 , h_2 , ρ , g , Q を用いて表しなさい。

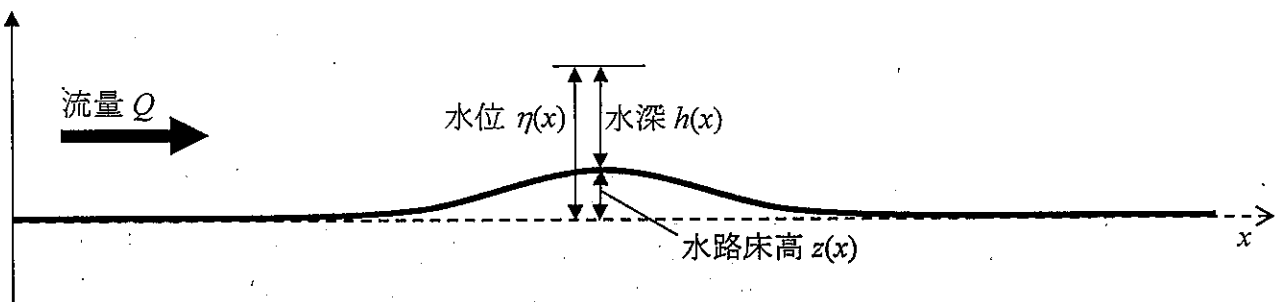


図-1 水路床高の変化

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目 3 土質力学 (その 1)	環境デザイン学類

問題 1 『 』に該当する用語や式等を () 内の指示に従って答えなさい。

(1) 間隙比 e の砂の相対密度 D_r [%] は『あ (式)』である。ただし、最大間隙比 e_{max} 、最小間隙比 e_{min} とする。

(2) 土は含水比によって液体、塑性体、半固体、固体と 4 つの状態に変化する。状態が遷移する限界の含水比について、『い (名称および記号)』、『う (名称および記号)』、『え (名称および記号)』に当たる名称と通常使用する記号を答えなさい。ただし含水比の大小関係は以下のとおりである。

液体 \geq 『い』 \geq 塑性体 \geq 『う』 \geq 半固体 \geq 『え』 \geq 固体

また、粘土の保水性に関する塑性指数 I_p は $I_p =$ 『お (式)』と定義される。

(3) 室内試験によって土の透水係数を測定する方法を大別すると、『か (語句)』試験、『き (語句)』試験、圧密試験の 3 つである。このうち、レキや砂に対しては『き (語句)』試験が主に用いられ、細砂やシルトに対しては『か (語句)』試験が主に用いられる。また透水性の極めて低い粘土については、圧密試験結果から逆算して透水係数を推定する。

(4) 斜面の安定解析法の 1 つに簡便法 (フェレニウス法) がある。この方法は、すべり面を円弧と仮定し、ブロック間の力のやりとりを無視できるとして、斜面の安全率 F_s を計算する方法である。すべりを生じさせようとする起動モーメント M_d とすべりに抵抗する抵抗モーメント M_r を用いて、安全率の定義を示すと『く (式)』となる。起動モーメントは『け (語句)』に起因するモーメント、また抵抗モーメントはすべり面における『こ (語句)』に起因するモーメントである。

地盤材料の挙動は『さ (語句)』の原理に従うとされる。ある面に作用する法線 (垂直) 方向の全応力を σ 、間隙水圧を u とすると、法線方向の『さ (語句)』は $\sigma' =$ 『し (式)』と表せる。さて、すべり面における『こ (語句)』は、すべり面の法線方向に働く σ' に比例して増加するので、土は摩擦性の材料と呼ばれる。さて、土の強度パラメータである『す (語句)』と『せ (語句)』を用いると、

$$\text{『こ (語句)』} = \sigma' \times \tan(\text{『す (語句)』}) + (\text{『せ (語句)』})$$

で表される。これをクーロンの破壊基準という。

(5) 地盤の液状化現象は、『そ (語句)』詰めで、『た (語句)』状態の砂地盤が、地震力などによって短時間に繰返しせん断を受けるときに起こりやすい。短時間とは、過剰間隙水圧の消散に要する時間に比べて相対的に短く、その間の排水条件は『ち (語句)』状態とみなせることを意味する。

地盤の液状化対策工法を上記要因と対応付けて分類すると分かりやすい。『そ (語句)』詰めは土の負のダイレイタンシー挙動と関連するので、土の『つ (語句)』によって正のダイレイタンシーが生じるようにすればよい。また『た (語句)』状態を解消するために、井戸によって『て (語句)』を低下させる方法が提案されている。さらに、地中に格子の壁状構造物を建設し、地震力による地盤のせん断変形を抑制する方法も提案されている。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目 3 土質力学 (その 2)	環境デザイン学類

問題 2 ある水平成層した地盤を考える。表面から深さ 4 メートルまでは透水性の十分高い砂層があり、その下に厚さ 6 メートルの正規圧密粘土層が堆積している。さらに正規圧密粘土層の下部には透水性の十分高い砂層が堆積している。この問題では、正規圧密粘土層の圧密沈下について検討する。

(1) 地下水位は地表面から 1 メートルの深さであるとして、この粘土層中央部 (深度 7 メートル) の位置における有効土かぶり圧を計算しなさい。ただし、簡単のため、砂層および粘土層の飽和単位体積重量および湿潤単位体積重量はいずれも $20 \text{ [kN/m}^3]$ とし、水の単位体積重量は $10 \text{ [kN/m}^3]$ としなさい。

(2) 別途圧密試験を実施したところ、各載荷段階の終了時の間隙比は圧密圧力 $p = 120 \text{ [kPa]}$ のとき $e = 2.1$ 、 $p = 160 \text{ [kPa]}$ のとき $e = 2.0$ であった。圧縮指数 C_c の定義式を示し、この粘土の圧縮指数を求めなさい。ただし簡単のため、常用対数は $\log 2 = 0.3$ 、 $\log 3 = 0.5$ と近似して良い。

(3) (2) で得られた結果を利用して、この粘土層中央部 (深度 7 メートル) 位置の間隙比を逆算してみなさい。

つぎに、この地盤上に一様な鉛直分布荷重 40 [kPa] を載荷した。粘土層の圧密について以下の問いに答えなさい。但し、砂層の沈下は無視できるものと考えて良い。

(4) この粘土層の最終圧密沈下量を求めなさい。ただし粘土層中央部の間隙比変化を用いて近似できるものとする。

(5) 90% 圧密に要する時間を求めなさい。ただし、90% 圧密に相当する時間係数は $T_{90} = 0.85$ 、また、この粘土の圧密係数を $c_v = 8.5 \times 10^{-3} \text{ [m}^2/\text{day}]$ として計算すること。

(6) 圧密時間の短縮を図るためには、どのような工法が有効か、理由を付けて説明しなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目4 土木計画学	環境デザイン学類

問題1, 問題2, 問題3のうち, 2つの問題を選択し, 解答せよ。

問題1 次を示す語句について, 知るところを記述せよ。

- (1) シンプレックス法
- (2) キューン・タッカー (カルーシュ・キューン・タッカー) の定理
- (3) 中心極限定理
- (4) 大数の法則

問題2

下の表のようなプロジェクトライフが4年の事業が3つある。3つのうち, いずれが最も望ましいのかを費用便益分析の考え方等を用いて考察しなさい。ただし, (社会的) 割引率は10%, 初期(0年目)の資本費用はいずれも50億円とする。

年度	事業1		事業2		事業3	
	便益	費用	便益	費用	便益	費用
1年	10	15	60	100	80	200
2年	30	15	60	80	160	160
3年	50	10	100	40	200	120
4年	50	10	120	30	310	120

※便益・費用ともに単位は億円

問題3

わが国では, 高度経済成長期に多くのインフラストラクチャー (社会基盤) が建設された。高度経済成長期から40~50年が経過し, それらの老朽化が急速に進みつつある。同時に老朽化しつつある多くのインフラストラクチャーをどのように維持管理・更新すればよいであろうか。答案用紙1ページ以内に自由形式で論じなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目5 環境工学 (その1)	環境デザイン学類

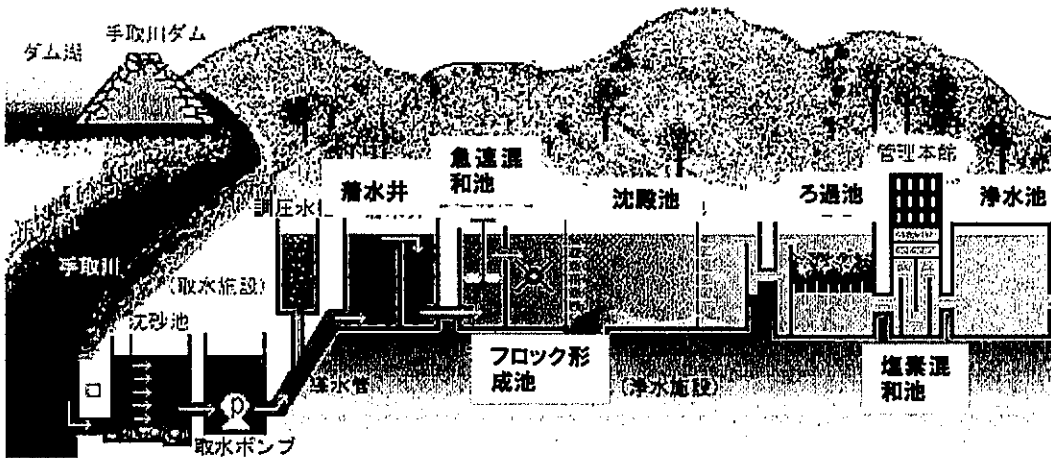
問題1, 問題2, 問題3のうち, 2つの問題を選択し, 解答せよ。

問題1

(1) 以下の用語から2つ選んで説明せよ。

(a) BOD、(b) 富栄養化、(c) 合流式下水道、(d) 活性汚泥法、(e) 嫌気性消化

(2) 以下は、ある浄水施設の処理フローを示したものである。以下の問いに答えよ。



- このような浄水方式を何と呼ぶか。
- 急速混和池に添加される凝集剤を一つあげよ。
- フロック形成池の役割は何か。
- 最後に塩素を混和する理由を述べよ。

問題2

土壌や河川中での微生物による汚濁物減少過程は、1次反応で近似できることが多い。これに関連して以下の問題に答えよ。

- 汚濁物の濃度 (単位体積当たり存在する質量) を C 、反応速度定数を k とするとき、汚濁物の単位時間当たりの消失速度 (反応速度という) はどのように表されるか。
- このときの C の時間的変化 dC/dt は (1) の結果に等しい。両者を等しいと置いて組み立てられる微分方程式を表せ。
- この微分方程式を解き、 C を時間の関数で表せ。ただし、反応開始時 ($t=0$) の C の値は C_0 であるとせよ。
- 汚濁物質の濃度が初めの値 C_0 の10分の1に減少するまでの所要期間はどのような式で表されるか。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専門科目 5 環境工学 (その2)	環境デザイン学類

問題1, 問題2, 問題3のうち, 2つの問題を選択し, 解答せよ。

問題3

図1は都市大気中に浮遊する粒子状物質に含まれる発がん性物質（化合物中の複数の成分を記号で表記）の濃度を, 粒子径別に示したものである。また, 図2は人体に吸引された空气中に浮遊する粒子の大きさと, 呼吸器内の表面で沈着（粒子が接触して付着）する割合（沈着率）の関係を示す。

- (1) 粒子径と発がん性物質の濃度の関係について, 図1から分かることを述べよ。
- (2) 健康影響を考える上で最も重要な肺胞部沈着について, 図2から分かることを述べよ。
- (3) 環境基準のある大気汚染物質の $PM_{2.5}$ の定義を述べよ。
- (4) 図-1と図-2に示される関係から, 健康リスクの視点で, $PM_{2.5}$ のような微小粒子の環境基準を導入する重要性を200文字前後で論ぜよ。

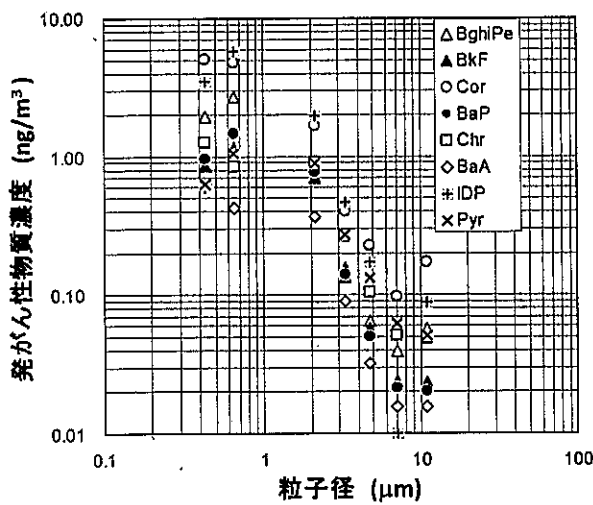


図-1 粒子径と粒子中発がん性物質濃度の関係

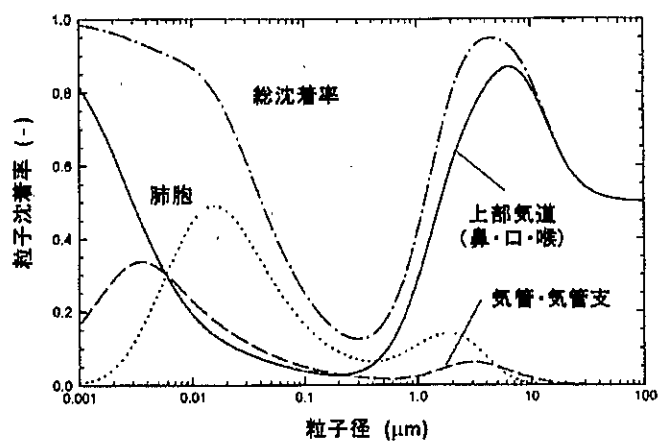


図-2 人体に吸引された浮遊粒子状物質の大きさと呼吸器内での沈着率の関係