

2017 年 2 月 9 日実施

2017 年度立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【A方式】

【注意事項】

- (1) 解答は問題番号 1. 2. …ごとに解答用紙 1 枚を使用して下さい。解答用紙が 1 枚では不足する場合は試験監督に申し出て下さい。予備の用紙をお渡しします。
- (2) 受験番号、氏名、志望コース、問題番号等の必要事項を解答用紙すべてに記入して下さい。
- (3) 無記名答案は無効です。また、問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めていません。
- (4) 解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないで下さい。
- (5) 専門科目の選択方法
問題用紙が志望専攻、希望受験方式の問題であることを確認し、下記の選択方法に従って解答して下さい。

環境都市専攻【A方式】：次の 1 の必答、および 2～5 の中から 2 問選択し、
合計 3 問解答すること。

- 1. 工業数学（環境都市分野）
- 2. 構造力学・材料学
- 3. 水理学・土質力学
- 4. 計画理論・計画数理
- 5. 都市地域計画・交通計画

(6) 専門科目試験時間

基礎理工学専攻物理科学コース・電子システム専攻・環境都市専攻

13:00～16:00（180分）試験時間中の途中退室は認めていません。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式/B方式/C方式

1. 工業数学（環境都市分野）

（この設問は2ページあります。1ページ目）

次の3つの設問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。
なお、計算や式の導出など途中経過も示すこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 同次微分方程式の簡単な例と非同次微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{dy}{dt} + y = 0 \quad (\text{A})$$

- ① その数学的な分類について説明し、
- ② 一般解を求め、 y を t の関数で表し、
- ③ 式(A) の一つのアプリケーション(適用例)を簡潔に説明せよ。
- ④ $t=0$ において $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=0} = 1$ が与えられたときの式(A)の特殊解を求めよ。

3) $\frac{dy}{dt} = f(y, t)$ の数値的な近似解を、 $t=0$ で与えられた y の初期値から得ようとする。そのためのオイラー法(Euler 法)を、図を利用して5行程度で説明せよ。なお、「初期値」である $t=0$ での y の値は y_0 、それ以降は、微小区間 Δt 毎に y の値を $y_1, y_2, y_3, \dots$, で示すこと。

(次のページに続く)

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式/C方式

1. 工業数学（環境都市分野）

（この設問は2ページあります。2ページ目）

（2）線形代数

1) ベクトル $a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$ について, 以下の問いに答えよ.

- ① $a \cdot b$ (内積) を求めよ.
- ② a と b のなす角度を求めよ.
- ③ a と b の両方に垂直なベクトル e を求めよ.

2) 平面 $\pi: x - 2y + z + 3 = 0$ と平行な平面 α が, 点 $A(3, -1, 1)$ を通るものとする.

- ① 平面 α の方程式を求めよ.
- ② 原点から平面 α までの距離 p を求めよ.
- ③ 平面 α と直線 $L: (x-2)/2 = y = (z+2)/3$ との交点 B の座標を求めよ.

3) 行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ について, 以下の問いに答えよ.

- ① 行列 A の固有値, 固有ベクトルを求めよ.
- ② 行列 A を対角化せよ.

（3）確率・統計

1) ① 2変数を持つ n 個のデータ (x_i, y_i) ($i=1, 2, 3, \dots, n$) があり, このデータを xy 平面に表すと, 1直線に近接するような関係が認められた. そこで, このデータ集団を代表する直線, すなわち回帰直線を, 「各データから直線までの y 方向距離の2乗の総和が最小となる直線」と定義して求める. このような定義により回帰直線を求める方法は何と呼ばれるか. また, 「 y 方向距離の2乗の総和が最小」という定義から回帰直線の一般式を導く手順の概略を簡潔に示せ (適宜式や記号を使い, それらの意味も明記すること).

② ①の回帰直線について, さらに「直線の切片は0」という条件が加わる時, 回帰直線の一般式を導く手順, およびその結果得られる一般式を示せ.

2) $\sigma^2 = (4.0)^2$ が既知である母集団から取り出した $n=36$ の標本平均が 26.2 であった. この母集団の平均値 μ は, 有意水準 5% で $\mu_0 = 25.0$ と異なると言えるか. 但し, 標準正規分布の片側 0.05 および両側 0.05 (片側 0.025×2) の棄却域の境界値は, それぞれ 1.65, 1.96 である.

3) X は正の値をとる確率変数で, その確率密度関数が $f(x) = \frac{a}{(x+1)^2}$ ($x > 0$) である場合, a の値を計算せよ. また, この確率分布にしたがう事象において, $P(0 \leq X \leq x_m) = \frac{1}{2}$ となる x_m の値を求めよ.

2. 構造力学・材料学

次の設問に答えよ。

（1）以下の問いに答えよ。図-1 から図-2 においては ab の断面は一樣で、曲げ剛性 EI は一定とする。必ず導出過程も示すこと。

- (a) 図-1 の片持ちばり ab について、曲げモーメント図を描き、主な点に値を記入せよ。
- (b) 図-1 の片持ちばり ab について、 b 点のたわみを求めよ（下向きが正）。
- (c) 図-2 の不静定ばり ab の b 点の支点反力を求めよ（上向きが正）。
- (d) 図-2 の不静定ばり ab の曲げモーメント図を描き、主な点に値を記入せよ。
- (e) 図-2 の不静定ばり ab のたわみ形状の概形を描け。たわみ量を算出する必要はない。
- (f) 図-2 の不静定ばり ab の b 点の支点を長さ $L/2$ 、曲げ剛性が EI の柱に置き換えた。柱の曲げ剛性は面内方向と面外方向で同じであり、両端が単純支持されているものとして、柱が座屈するときの P の値を求めよ。

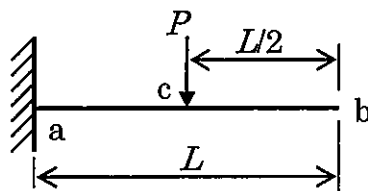


図-1

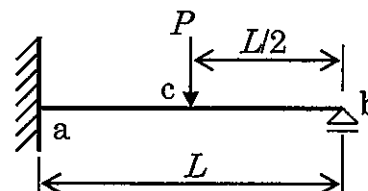


図-2

（2）次の文章で①～⑩にあてはまる適切な語句を選べ。

- (a) コンクリートは（①水硬性・気硬性・速硬性）であり、（②乾燥・水和・塩基）反応することで硬化する。特徴として、（③圧縮・引張・曲げ）には強く、（④圧縮・引張・せん断）には弱い。
- (b) コンクリートの応力—ひずみ関係は非線形性を有するが、（⑤圧縮・引張・曲げ）強度の（⑥ $1/10 \cdot 1/6 \cdot 1/3$ ）までの間は比例関係が成立する。
- (c) 鉄筋は、コンクリートと比較して降伏点が（⑦大きく・小さく・同程度で）、コンクリートとの付着性能に優れる。コンクリートと付着させるため、表面には凹凸が設けてあり、このような鉄筋を（⑧丸鋼・ふし鉄筋・異形鉄筋）と呼ぶ。
- (d) 鉄筋を引張り続けると、塑性変形が経時的に進む降伏棚となる。降伏棚がある程度進行すると、（⑨応力硬化・ひずみ硬化・ひずみ軟化）が始まり、引張強度に達した後に破断する。このとき、降伏が始まる応力と引張強度との比を（⑩引張強度比・ひずみ比・降伏比）と呼ぶ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

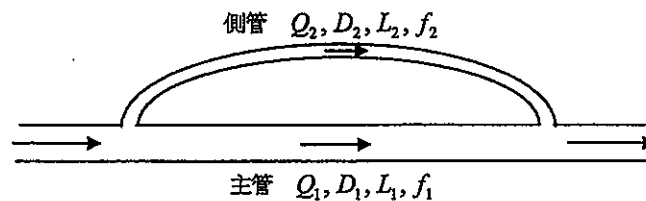
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

3. 水理学・土質力学

以下の4問の中から2問を選び、解答せよ。

【水理学1問目】

下図のような側管が設置された管路を考える。流量 Q 、管の直径 D 、分岐点から合流点までの長さを L 、摩擦損失係数を f とする。主管と側管の摩擦損失係数が等しく、管径の比 D_2/D_1 が 0.5、長さの比 L_2/L_1 が 2.0 であるとき、主管を通る流量と側管を通る流量の比 Q_2/Q_1 はいくらになるか答えよ。ただし、局所損失は無視できるものとする。



【水理学2問目】

長方形断面の河床勾配が十分に小さい開水路を考える。単位幅流量が q 、水深が h 、流速が v 、重力加速度が g であるとして、比エネルギー E はどのように表わされるか答えよ。また、流量が一定であるときの水深 h と比エネルギー E の関係を、縦軸を E 、横軸を h として図示せよ。

【土質力学1問目】

土のせん断に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 排水せん断条件下での土のダイレイタンスーについて説明せよ。締まった砂、緩い砂、正規圧密粘土、過圧密粘土がそれぞれいかなるダイレイタンスー特性を示すかについても触れること。
- 2) 非排水せん断条件下でのダイレイタンスー特性の発現について論ぜよ。
- 3) 地震時の地盤の液状化とダイレイタンスーの関係について説明し、それらを踏まえた液状化対策についても説明せよ。

【土質力学2問目】

ランキン土圧に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 地盤が破壊状態にある場合、そのときの最大、最小主応力 σ_1 , σ_3 が満たすべき条件を土の強度定数 c , ϕ を用いて表わせ。破壊条件としてはモール・クーロンの破壊条件を想定すること。
- 2) 地盤が破壊状態にあると仮定して深さ z における水平方向の土圧 σ_h を求めよ。ただし、受働状態を仮定し、また擁壁裏込め土の表面は水平、地盤材料は $c=0$ で、 ϕ のみを有し、単位体積重量を γ と仮定する。
- 3) 2) の場合、受働状態におけるランキン土圧の公式を求めよ。擁壁の高さは H とする。

4. 計画理論・計画数理

- (1) ある建設会社では、資材を2箇所の資材置場から3箇所の建設現場へ輸送している。各資材置場からの供給量、各建設現場における需要量、および各資材置場から各建設現場まで資材を輸送するときの単位輸送費用は、それぞれ表-1、表-2、表-3の通りである。これらにもとづき、総輸送費用が最小となる資材の輸送計画を作成したい。

表-1 各資材置場からの供給量 (ton)

資材置場	1	2
供給量	12	8

表-2 各建設現場における需要量 (ton)

建設現場	1	2	3
需要量	5	5	10

表-3 各資材置場から各建設現場までの単位輸送費用 (万円/ton)

		建設現場		
		1	2	3
資材置場	1	160	140	140
	2	120	80	90

- この問題の初期の実行可能解を作成せよ。
 - a) のとき、総輸送費用はいくらか。
 - この問題を解き、総輸送費用が最小となる各資材置場から各建設現場までの資材の輸送量を求めよ。また、そのときの総輸送費用はいくらか。
- (2) 社会基盤（インフラストラクチャー）のうち、都市内道路の整備における便益にはどのようなものがあると考えられるか。想定される便益の項目と、その便益を定量的に計測、評価するための方法論について説明せよ。

5. 都市地域計画・交通計画

（1）都市地域計画に関する以下の問いに答えよ。

- ① まちづくり三法について、（ ）内の語句のうち関係する 10 以上の語句を用いて、簡潔に説明せよ。なお、使用した語句がわかるように、解答中の語句に下線を引くこと。
（大規模公共施設、大規模小売店舗立地法、都市再生特別措置法、1 万 m^2 、3,000 m^2 、5,000 m^2 、特定用途制限地域、第二種住居地域、準工業地域、近隣商業地域、準住居地域、工業地域、建築基準法、都市計画法、中心市街地活性化法、特別用途地区、大規模商業施設、非線引き都市計画区域、白地地域、地区計画、建築協定）
- ② 近年、トラムを活用したまちづくりがヨーロッパを中心に行われているが、そのメリットについてできる限り述べよ。
- ③ 以下の用語について、（ ）内の 5 つの語句をすべて用いて（語句の意味を違えない修正と、順序の入れ替えは自由）簡潔に説明せよ。
- a) 糸魚川市駅北大火（大地溝帯、飛び火が進展、約 30 時間、災害救助法、被災者生活再建支援法（風害による））
 - b) 一時避難場所と広域避難場所の違い（延焼火災など、地方自治体により公的に指定、一時的に集合し待機、約 10 ヘクタール以上、小規模の広場）

（2）ある道路では、平均値で 1 時間あたり 120 台の自動車がランダムに分布して走行している。この道路のある地点に料金所を設置したとき、料金所での自動車の到着分布について、以下の確率を求めよ。

ただし、 $e = 2.72$, $e^2 = 7.39$, $e^3 = 20.1$ （ e は自然対数の底）であるので、必要に応じてこれらの数値を利用して良い。

- a) ある 1 分間に、3 台の自動車が到着する確率はいくらか。
- b) ある 1 分間に、3 台以上の自動車が到着する確率はいくらか。
- c) 連続する 2 台の自動車の到着間隔が 30 秒以下になる確率はいくらか。
- d) 連続する 2 台の自動車の到着間隔が 60 秒以上になる確率はいくらか。