

2016 年 8 月 25 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。
- (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かを確認し、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）

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) 「変数分離系」となる常微分方程式の簡単な例を書き，一般解を導け。

2) 次の微分方程式の一般解を求め， y を t の関数で表せ。

$$\frac{d^2 y}{dt^2} - \pi^2 y = 0$$

また， $t=0$ において $y(0)=0$ と $\left.\frac{dy}{dt}\right|_{t=0}=1$ が与えられたときの解を求めよ。

3) 次の微分方程式の一般解を求め， y を t の関数で表せ。

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 4y = \cos t$$

(Hint: 特殊解をとって $A \cos t + B \sin t$ を仮定し，定数 A, B を求める。)

（2）線形代数

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

① 行列 A の固有値 λ を全て求めよ。

② 行列 A の逆行列 A^{-1} を求めよ。

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

① $2a - b$ を求めよ。

② $a \cdot b$ (内積) を求めよ。

③ a と b のなす角度を求めよ。

3) 次の連立1次方程式を掃き出し法で解け。

$$\begin{pmatrix} -2 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

（3）確率・統計

1) 母分散 $\sigma^2 = (5.0)^2$ が既知である正規母集団から取り出した $n = 49$ の標本平均 $\bar{x}$ が 20.0 であった。この母集団の平均 μ の 95%信頼区間を求めよ。ただし，標準正規分布の両側 0.05 (片側 0.025 × 2) の棄却域の境界値は， $z = \pm 1.96$ である。

2) ある正規母集団から取り出した $n = 11$ の標本分散 s^2 は 225 であった。この母集団の分散 σ^2 は $\sigma_0^2 = 100$ と異なると言えるか，以下の手順にしたがって検定せよ。

① 帰無仮説 H_0 および対立仮説 H_1 を示せ。

② 検定統計量 $\chi^2 = (n-1)s^2 / \sigma_0^2$ を計算せよ。

③ H_0 のもとで χ^2 は自由度 $n-1$ のカイ二乗分布に従うことがわかっている。右表を参照に，有意水準 5% で検定する際の棄却域の境界値を示せ。

④ 検定結果を説明せよ。

χ^2 分布表 (抜粋)

$\phi \backslash \alpha$	0.975	0.95	0.05	0.025
10	3.25	3.94	18.3	20.5
11	3.82	4.57	19.7	21.9
22	11.0	12.3	33.9	36.8

ϕ : 自由度

α : 上側確率

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

2. 構造力学・材料学

- (1) 図-1 に示すゲルバーばりについて、以下の問いに答えなさい。はりの断面は一様で幅、高さともに b の正方形断面（図-2）で、ヤング率は E で一定とする。図-2 の y 軸と z 軸は断面の辺と平行であり、 z 軸の交点は断面の図心と一致する。必ず導出過程も記述すること。

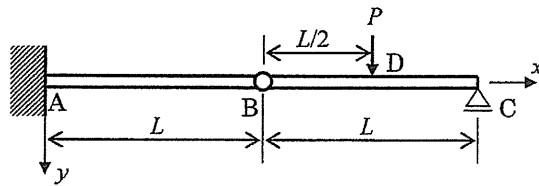


図-1

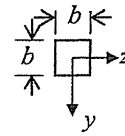


図-2

- ① 支点反力を全て求めなさい。
- ② 曲げモーメント図およびせん断力図を描き、極値をとる点など主な点に数値を記入しなさい。
- ③ はりに生じる絶対値での最大応力を絶対値で答えなさい。答は P 、 L 、 b を用いて表わすこと。
- ④ はりのたわみ形状の概形を描け。
- ⑤ D 点（載荷点）におけるたわみを求めなさい。ただし、下向きを正とする。答は P 、 L 、 b 、 E を用いて表わすこと。

(2) 次の ア ～ コ にあてはまる適切な単語を答えなさい。

- ① 水とセメントを混合させた材料を ア と呼び、 ア に細骨材を加えた材料を イ と呼ぶ。
 イ に粗骨材を加えるとコンクリートになる。
- ② 鉄筋にはコンクリートとの ウ 強度を高めるために凹凸が付けられている。鉄筋の品質を表す場合、SD295 のような表記をするが、英字 (SD) は エ であることを示し、数字 (295) は鉄筋の オ を示している。
- ③ コンクリートは、 カ に強く キ に弱い特徴がある。 キ に弱いコンクリートを補強するために鉄筋が用いられる。コンクリートは ク 性であるため、鉄筋腐食を防ぐ効果が期待できる。
- ④ 鉄筋コンクリート桁の破壊形態において、コンクリートの カ 破壊よりも鉄筋の降伏が先行する破壊形態を ケ 破壊と呼び、鉄筋の降伏の前にコンクリートの破壊が先行する破壊形態を コ 破壊と呼ぶ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

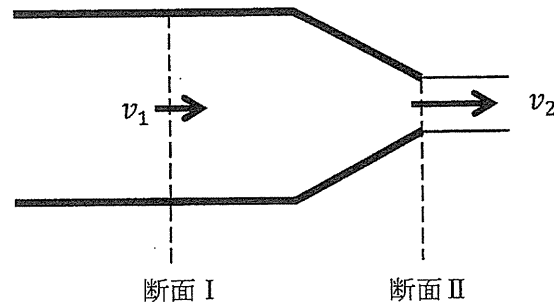
〔専門科目〕 環境都市専攻 A方式

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】

図のようなノズルから水が水平に流出している。断面Ⅰと断面Ⅱの断面積をそれぞれ A_1 、 A_2 とし、断面Ⅰの流速を v_1 とすると、ノズルが水から受ける力を求めよ。ただし、水の密度を ρ とする。



【水理学2問目】

限界水深の定義である①ベスの定義、②ベランジェの定義、③プレスの定義についてそれぞれ簡単に説明せよ。

【土質力学1問目】

地盤中のある要素における最大主応力(鉛直方向)を σ_1 、最小主応力を σ_3 とすると、以下の問いに答えよ。

- 1) モールの応力円を図示せよ。
- 2) 1)で書いた図の上にこの場合の極の位置を示せ。
- 3) 最大主応力面から反時計方向に 30° 傾斜した面に作用する垂直応力とせん断応力を求めよ。
- 4) 破壊時の最大主応力(鉛直方向)を σ_{1f} 、最小主応力を σ_{3f} とすると、土の強度定数 c 、 ϕ および σ_{1f} 、 σ_{3f} が満たすべき関係式を示せ。
- 5) 4)で滑り面(破壊面)と水平面の成す角を求めよ。

【土質力学2問目】

次の用語の中から3つを選び、定義、意義等について簡潔に説明せよ。

- ① 正規圧密粘土
- ② ダイレイタンスー
- ③ ランキン土圧
- ④ テルツァーギの支持力公式
- ⑤ 斜面防災対策における抑制工

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

4. 計画理論・計画数理

- (1) 工場で2つの製品 A, B を生産する問題について考える。製品 A, B を 1kg 生産するために必要な材料 P, Q の量と、製品 A, B を 1kg 生産することによる利益、使用できる材料 P, Q の上限は、下表の通りである。これをもとに、工場の利益を最大にするための製品 A, B の生産量 x_1, x_2 を求めたい。

	製品 A	製品 B	材料の上限
材料 P (kg)	5	2	260
材料 Q (kg)	3	4	240
利益 (万円)	30	20	

- (a) この問題を線形計画問題として定式化したときの、目的関数と制約条件を示せ。
- (b) この問題の実行可能領域の形状を、 x_1 - x_2 平面上に  で示せ。
- (c) この問題の最適解を (b) の x_1 - x_2 平面上に図示せよ。また、このときの製品 A, B の生産量 x_1, x_2 と、工場の利益はいくらになるか。
- (d) いま、製品 B の価格が上昇し、製品 B を 1kg 生産することによる利益が 50 万円となった。このとき、工場の利益を最大にするための製品 A, B の生産量 x_1, x_2 を求めたい。
この問題の実行可能領域の形状を x_1 - x_2 平面上に  で示し、最適解をこの x_1 - x_2 平面上に図示せよ。また、このときの製品 A, B の生産量 x_1, x_2 と、工場の利益はいくらになるか。
- (e) 製品 A の価格は一定であるが、製品 B の価格は変化が激しく、製品 B を 1kg 生産することによる利益もそれに応じて変化する。製品 A, B の生産量 x_1, x_2 が (c) と同じであるときに工場の利益が最大になるのは、製品 B を 1kg 生産することによる利益がどの範囲にあるときか。範囲の最小値と最大値を求めよ。
- (2) ある道路の改良工事の費用便益分析をおこないたい。改良あり、改良なしの場合の所要時間、道路料金と交通量は、下表のように予測されている。時間価値を 1 時間当たり 1200 円として、以下の問いに答えよ。

	改良あり	改良なし
所要時間 (分)	15	30
道路料金 (円)	500	400
交通量 (台/日)	10000	6000

- (a) 改良あり、改良なしの場合の、交通に要する一般化費用をそれぞれ求めよ。
- (b) 1 日当たりの交通量を横軸、交通に要する一般化費用を縦軸として、交通量と一般化費用との関係を図示し、道路利用者の便益に当たる部分を  で示せ。
- (c) この道路の改良工事の 1 日当たりの道路利用者の便益を求めよ。また、1 年を 365 日とし、1 年当たりの道路利用者の便益を求めよ。ただし、交通量は年間を通じて変化しないものと仮定する。

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

5. 都市地域計画・交通計画

この問題は、問題作成の都合上、
掲載することができません。