

2026 年度（令和 8 年度）大学院工学研究科（博士前期課程）

専門試験問題

（社会工学系 環境都市プログラム）

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、1 ページから 6 ページまであります。解答用紙は、3 枚あります。ページの脱落等に気付いたときは、手をあげて監督者に知らせてください。
3. 下記表の問題を全て解答してください。1 題につき解答用紙 1 枚を使用して解答してください。解答用紙の追加配付はありません。

問題番号	出題科目
34	環境都市構造力学・材料学
35	環境都市水理学・地盤力学
36	環境都市計画学

4. 監督者の指示に従って、問題番号、志望プログラム及び受験番号を 3 枚の解答用紙の該当欄に必ず記入してください。
5. 計算用紙は、問題冊子の白紙ページを利用してください。
6. 解答用紙の裏にも解答を記入する場合には、表と上下を逆にして記入してください。
7. 机の上には、受験票、黒の鉛筆・シャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り及び時計（計時機能だけのもの）以外の物を置くことはできません。
8. コンパス及び定規等は、使用できません。
9. 時計のアラーム（計時機能以外の機能を含む。）は、使用しないでください。
10. スマートフォン、携帯電話、ウェアラブル端末等の音の出る機器を全て机の上に出し、それらの機器のアラームを解除してから、電源を切り、かばん等に入れてください。
11. 試験終了まで退室できません。試験時間中に用がある場合は、手をあげてください。
12. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ってください。

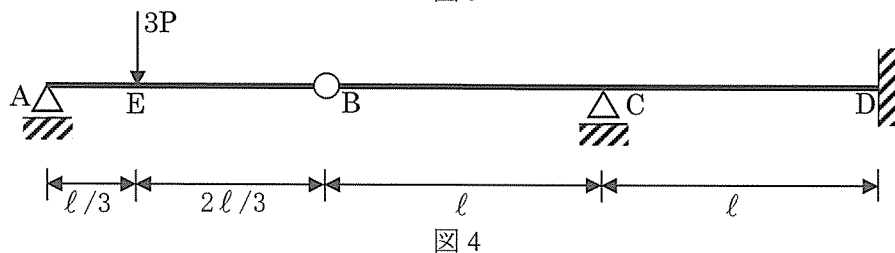
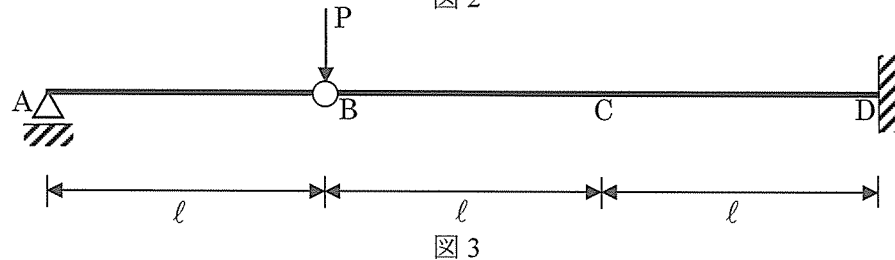
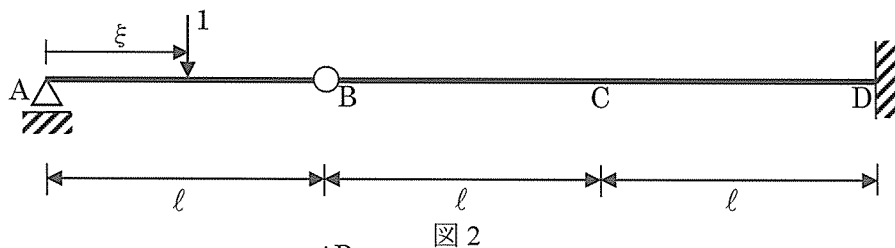
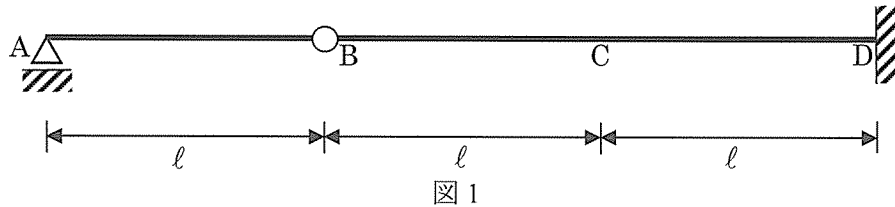
問題 3 4 環境都市構造力学・材料学

設問すべてについて解答すること。

I 図 1～図 4 に示すはりについて答えよ。ただし、点 A は可動ヒンジ支承、点 D は固定支承で支持され、点 B は中間ヒンジであり、すべての部材の曲げ剛性を EI とする。

- (1) 図 2 に示すように単位荷重がこのはり全体を移動したときの点 A の支承の鉛直方向反力 R_A の影響線を図示せよ。
- (2) 図 1 に示すはり全体に単位長さあたり q の分布荷重が一様に鉛直下向きに作用したときの点 A の支承の鉛直方向反力 R_A を求めよ。
- (3) 図 2 に示すように単位荷重がこのはり全体を移動したときの点 B におけるたわみ v_B の影響線の式 (ξ の関数) を求めよ。
- (4) 図 3 に示すように点 B の鉛直下向きに P が作用したときの点 C における鉛直方向変位 v_C を求めよ。
- (5) 図 1 に示すはりに図 4 のように点 C に可動ヒンジ支承を追加で設置した。点 E の鉛直下向きに $3P$ が作用したときの点 C に設置した支承の鉛直方向反力 R_C を求めよ。

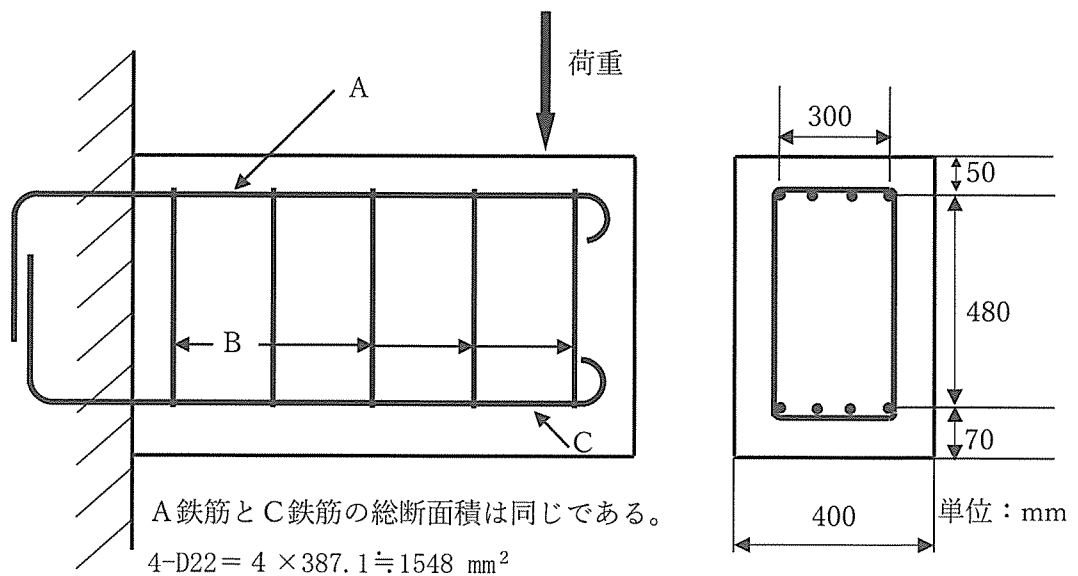
注) はりの下縁が引張り、上縁が圧縮となる曲げモーメントを正とし、はりのたわみは鉛直下向きを正、鉛直方向反力は上向きを正とする。



問題 3 4 環境都市構造力学・材料学

Ⅱ 次の（１）～（３）の問いについて答えよ。

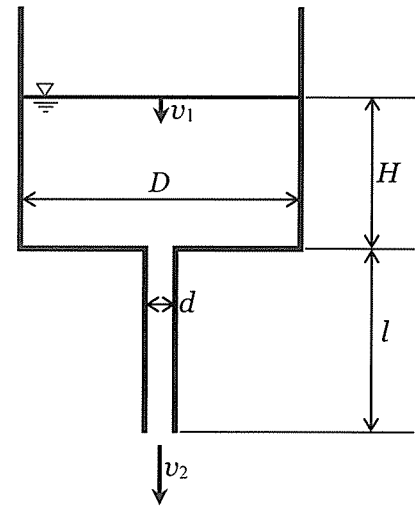
- （１） コンクリート用混和材について例を３つ挙げ、その特性と用途を説明せよ。
- （２） 土木構造物に用いられるコンクリートに生じるひび割れの中で、硬化後に生じるひび割れを２種類挙げ、その原因とひび割れ対策について簡単に説明せよ。
- （３） 下図に示すＲＣはり部材に荷重が作用した場合、以下の設問①～③に答えよ。
- ① 下図の「Ｂ」の鉄筋の名称と役割を５０字以内で説明しなさい。
 - ② 有効高さを求めよ。（単位：mm）
 - ③ 引張鉄筋比を求めよ。



問題 3 5 環境都市水理学・地盤力学

設問すべてについて解答すること。

I 右図のように、直径 D の円筒状の水槽に水が入っており、底面に長さ l 、直径 d のまっすぐな細管が鉛直に取り付けられている。水槽の水面は下方方向に v_1 で低下し、細管からは平均流速 v_2 で水が流出している。水槽の水深を H 、細管入口の損失係数を K_e 、細管の摩擦損失係数を f 、重力加速度を g 、水の密度を ρ とするとき、次の (1) ～ (5) の問いについて答えよ。ただし、(1) (2) (4) (5) では細管は十分短く、(3) のような状況は発生していない。また、水槽内での摩擦損失は無視でき、細管で流れの剥離は起きないものとする。エネルギー補正係数 $\alpha = 1$ とする。解答には問題文中の文字を用いること。



- (1) 細管出口における流速 v_2 を求めよ。
- (2) 細管入口（細管に入った直下，入口損失の発生直後）における圧力 p を求めよ。
- (3) 細管が長い（8 m 程度以上）場合，細管に正常に水が流れなくなる。どのような現象が起きているかを水理学的に説明せよ。
- (4) 微小時間 dt の間に水槽の水深が dH だけ変化したとする。 dt と dH を用いて水槽と細管の間の連続式を示せ。
- (5) 水槽の直径 D は細管の直径 d より十分大きく、入口損失と摩擦損失を無視できるものとする。このとき、水槽の水深 H_0 の状態から水槽が空になるまでの時間を求めよ。

Ⅱ 次の（１）から（３）の問いについてすべて答えよ。必要なパラメータがあれば各自で適宜定義して用いること。

- （１） 土粒子比重 $G_s = 2.64$ の土を含水比 $w = 20\%$ に調整し、容器に詰めたところ、湿潤密度 $\rho_t = 1.8 \text{ g/cm}^3$ であった。このとき、容器内の土の間隙比 e および飽和度 S_r を求めよ。ただし、水の密度 $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$ とする。

- （２） ある土について、初期拘束圧が異なる２ケースの排水三軸圧縮試験（軸方向全応力＞側方向全応力）を行った結果、供試体破壊時における全応力および間隙水圧（背圧）はそれぞれ以下となった。

試験１：（軸方向全応力，側方向全応力，間隙水圧）＝ $(\sigma_{a1}, \sigma_{r1}, u_w)$

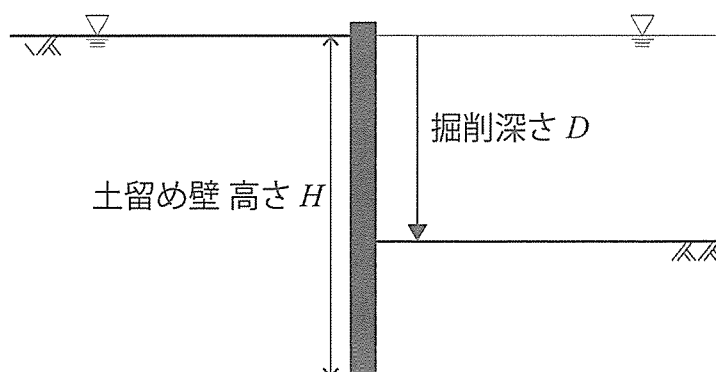
試験２：（軸方向全応力，側方向全応力，間隙水圧）＝ $(\sigma_{a2}, \sigma_{r2}, u_w)$

$\sigma_{a2} > \sigma_{a1} > 0$ ， $\sigma_{r2} > \sigma_{r1} > 0$ ， $\sigma_{r1} > u_w > 0$ として、２ケースの試験について全応力および有効応力表記でのモールの応力円を同一図中に示せ。

また、同試験結果にモール・クーロンの破壊規準を適用した場合の有効応力表示による破壊時の内部摩擦角 ϕ' を求めよ。なお、内部摩擦角 ϕ' は $\sin \phi' = x \rightarrow \phi' = \sin^{-1}(x)$ あるいは $\cos \phi' = x \rightarrow \phi' = \cos^{-1}(x)$ として示すこと。

- （３） 下図のように、壁面の摩擦を無視できる高さ H の剛な土留め壁を水平で均質な飽和地盤中に設置し、その右側の地盤を水中で掘削撤去する状況を考える。このとき、過剰間隙水圧が発生しないよう、十分にゆっくりと掘削を行うものとする。

地盤の飽和単位体積重量 γ_{sat} ，水の単位体積重量 γ_w ，主働土圧係数 K_a ，受働土圧係数 $K_p (> K_a)$ とした場合について、水平方向の力のつり合いから最大掘削深さ D を求めよ。ただし、各土圧係数は有効応力に対して定義され、地盤の粘着力は無視できるとする。また、土留め壁は滑動のみすると考える。なお、導出に用いた計算式等を残すこと。



問題 3 6 環境都市計画学

設問すべてについて解答すること。

I 次の (1) ~ (2) の問いについて答えよ。

(1) 単回帰分析の目的変数 y と説明変数 x の回帰式を $y = a + bx$ (a, b は回帰係数) とする。 y, x の対象とするデータをそれぞれ y_i, x_i ($i = 1 \dots n$: n はデータの組数) とする。このデータを利用して回帰係数 a, b を求める問題を, 最小二乗法における誤差の二乗和の最小化問題として定式化せよ。次に, その最小化問題の解として得られる回帰係数の算定式について, 導出過程が十分理解できるように導きつつ, 算定式を示せ。なお, $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$, $\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n$ の $\bar{x}, \bar{y}$ を利用してよい。

(2) 図 1 のように 2 つのゾーン 1 と 2 で分けられている M 市がある。表 1 は OD 表と呼ばれており, M 市の鉄道や道路交通の交通量予測手法で用いられる。表内の太枠内の数字は M 市の出発地 (O) のゾーン (1 又は 2) から到着地 (D) のゾーン (1 又は 2) へ移動する OD 間の交通量 (以下, OD 交通量 (単位: 万件)) を示しており, 例えば表の太枠内の 47 (万件) はゾーン 1 からゾーン 1 内で移動する OD 交通量であり, 同様に F1 (万件) はゾーン 2 からゾーン 1 へ移動する OD 交通量を示す。図 1 M 市の 2 ゾーン

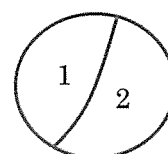


表 1 M 市の交通の OD 表 (万件)

		到着地ゾーン (D)		発生交通量
		1	2	
出発地ゾーン (O)	1	47	28	75
	2	F1	F3	F4
集中交通量		F2	100	190

右端の発生交通量は各ゾーンから出発する OD 交通量の合計 (行の合計) であり, 下欄の集中交通量は各ゾーンへ到着する OD 交通量の合計 (列の合計) である。同表右下の 190 (万件) は生成交通量と呼ばれ, 発生交通量の合計値および集中交通量の合計値になる。表 2 は M 市の各 OD 間の平均所要時間 (分) を示す。以下の a) から c) の問いに答えよ。

表 2 OD 間の平均所要時間 (分)

		到着地ゾーン (D)	
		1	2
出発地ゾーン (O)	1	28	50
	2	40	25

a) 表 1 の交通移動の出発地と到着地の全てが M 市内の 2 つのゾーン内に含まれるとして表内の F1 から F4 の値を求めよ。

b) 次式は OD 交通量 Q_{ij} を求めるための予測式である。

$$Q_{ij} = \alpha \times (S_i^\beta \times T_j^\gamma) / U_{ij}^\omega \quad (i = 1, 2, j = 1, 2) \quad (1)$$

ここに, $\alpha, \beta, \gamma, \omega$: パラメータ, Q_{ij} : ゾーン i からゾーン j へ移動する OD 交通量 (万件)

S_i : ゾーン i の発生交通量 (万件), T_j : ゾーン j の集中交通量 (万件), U_{ij} : ゾーン ij 間の平均所要時間 (分)

今, $\gamma = 0.52$, $\omega = 1.02$, 及び, 表 1 と表 2 の実データが与えられているとする。式 (1) のパラメータ α と β を, 上記の問題 (1) の単回帰分析の回帰係数として推定可能な式に, 式 (1) を変形せよ。そして問題 (1) の変数 y, x に対応する箇所が変形した式でも分かるようにして説明せよ。また, この分析で使える全てのデータの組数 (問題 (1) の n) を答えよ。同時に, この組数を考えた根拠を述べよ。

c) これを計算してパラメータを求めた結果, $\alpha = 10.3$, $\beta = 0.60$ が得られた。これらのパラメータと, 上記の $\gamma = 0.52$, $\omega = 1.02$ を式 (1) に代入したとき, 式右辺の発生交通量, 集中交通量およびゾーン間の平均所要時間と, 左辺の OD 交通量 Q_{ij} との各関係について, 実現象として分かることを述べよ。

問題 3 6 環境都市計画学

II 次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 次の文章の空欄に最も適する語を入れなさい。

伝統的な倫理学説は、大きく三つに分けられる。(①) 主義倫理学では最大多数の最大幸福を、すなわち行為の結果として得られる利益を社会全体にもたらす行為が善いと考える。(②) 倫理学は、結果を考慮することなく規則に従うことを重視し、人を個人として平等に尊重することを善いと考える。徳倫理学は、常に日頃から善い行為を実行できる力である徳を身につけることを推奨する。こうした従来の倫理学に対して、道徳的な原理や規則を人間による具体的な状況において考察する応用倫理(学)が1970年代頃から米国において展開されるようになった。応用倫理にもさまざまな領域があり、(③) 倫理は患者や被験者の自律的な意志決定を尊重し、仁愛を施すことや正義を要請する。(④) 倫理は、人間だけでなく自然(生物の種、生態系、景観等)に権利を認めて倫理問題を考察し、情報倫理は情報や情報技術をもちいた社会形成に必要とされる行動の規範を扱う。これらの応用倫理は、何らかの技術に関わるという意味において技術倫理ないし技術者倫理にも密接に関わる。技術者倫理は、他者への危害の防止をめざして工学技術とそれによる生産物をめぐって生じる倫理問題を扱うが、技術者も組織ないし企業で仕事を行うことから、同じく応用倫理の一分野である企業倫理(ビジネスエシックス)も隣接分野であり、技術者倫理においても「企業の(⑤)」(=CSR)が話題にのぼることがある。

(2) 日本の工学系学協会の多くは技術者の倫理規程・倫理綱領を作成している。この種の倫理規程・倫理綱領に関して、(a)技術者の倫理規程・倫理綱領の多くに共通している重要な項目や責任を少なくとも3点挙げなさい。そして(b)学協会が倫理規程・倫理綱領を作成して公開する目的や意図を説明しなさい。

(3) A社は米国の自動車メーカー、B社は日本のタイヤメーカーの米国における子会社であり、A社の主要車種XのタイヤはB社製を使用している。このX車が走行中にタイヤの接地面がはがれて横転するという事故が相次いで発生して死者が多数出た。A社とB社が原因究明のために共同調査を行うなか、B社は事故原因は不明である段階でタイヤの自主的なリコールを行った。米国の議会の公聴会において証言を求められたとき、A社の代表者は事故原因はタイヤの品質にあると主張し、一方、B社の代表者はまず事故で亡くなった方々への謝罪を行った上で、原因は調査中のためわからないが調査を継続するとした。しかし、この謝罪は米国の多くの国民には受け入れられず日系企業の事故対応が批判された。その後の第2回目の公聴会では、B社側はA社が指定していたタイヤの空気圧が、同社の他の同型車種と比べて低く指定されていることが、事故原因の可能性のあることを指摘したが、A社側はあくまでタイヤの品質の問題であると主張した。

こうした事態が発生したとき、技術者倫理の観点からB社が取るべき考え方や具体的方策について提案を行いなさい。