

2025 年度（令和 7 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
36	環境都市構造力学・材料学
37	環境都市水理学・地盤力学
38	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 6 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 に示すトラスに関する次の (1) ～ (5) の問いについて答えよ。ただし、荷重は間接載荷によりトラス格点に作用するものとし、格点 1 は可動ヒンジ支承で格点 2 は不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で支持されている。また、すべての部材の軸方向の伸び剛性は EA 、曲げ剛性は EI とし、(4) を除いて座屈は生じないものとする。

- (1) 図 2 のように格点 1 から格点 5 まで単位荷重が水平移動したときの部材 1-3 の軸力の影響線を描け。
- (2) 図 1 のトラスの格点 1 から格点 5 に一様に単位長さあたり q の分布荷重が鉛直下向きに作用したときの部材 1-3 に作用する軸力を (1) で求めた影響線を用いて求めよ。
- (3) 図 3 のように格点 5 に集中荷重 P が鉛直下向きに作用したときの格点 3 の鉛直方向変位 v_{3a} と点線で示した方向の変位 v_{3b} （斜め下向きを正）を求めよ。
- (4) 図 3 のように、格点 5 に鉛直下向きの集中荷重 P を徐々に増加させたとき、初めに曲げ座屈（オイラー座屈）する部材を求めよ。また、このときの集中荷重 P の大きさを求めよ。
- (5) 図 4 のように格点 3 に可動ヒンジ支承を追加した。格点 5 に集中荷重 P が鉛直下向きに作用したとき、格点 3 に設置した支承の鉛直方向の反力 R_{V3} を求めよ。

注) 軸力は引張りを正、鉛直方向変位は下向きを正、鉛直方向の反力は上向きを正とする。

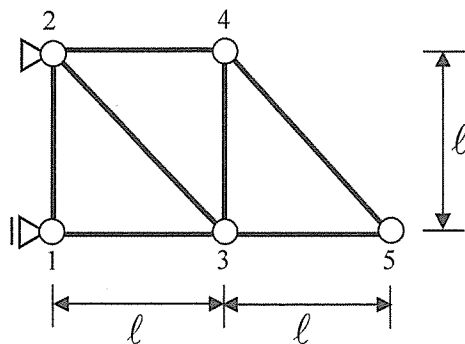


図 1

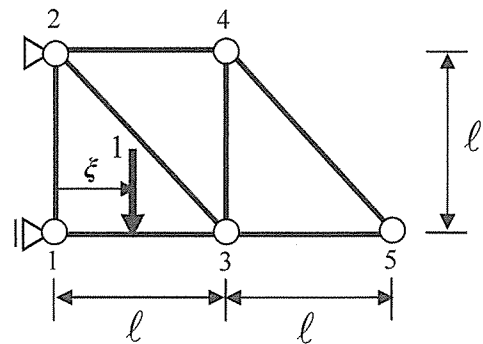


図 2

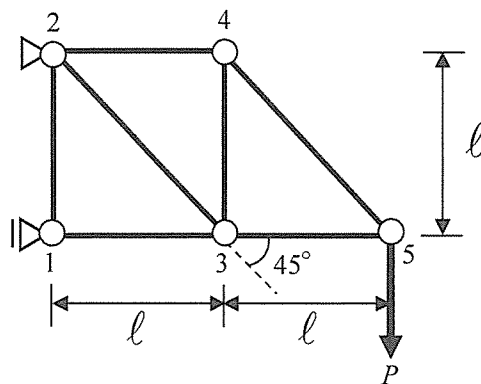


図 3

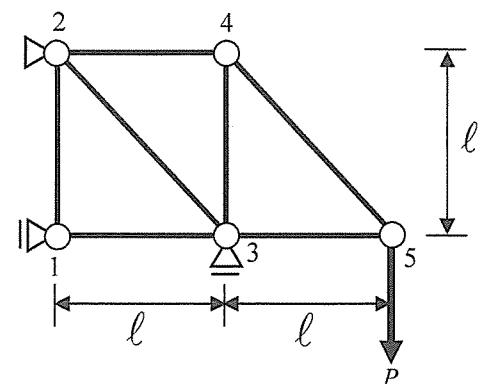
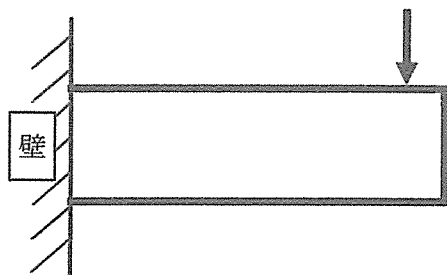


図 4

問題 3 6 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) 図に示す「鉄筋コンクリート部材」に、矢印の方向に力が作用している。



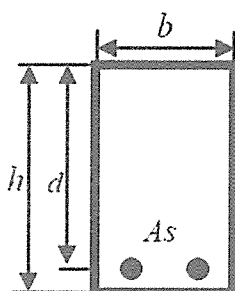
図は擁壁の設計計算にも用いられる部材である。一般的な名称を答えなさい。

次に、図を解答用紙に模写して、必要な鉄筋を書き込み、鉄筋の働き（名称）を答えなさい。

(2) 配合設計に関する以下の設問に答えなさい。

- ① 強度を維持して、化学混和剤を変えずに、スランプを増やすにはどうすればよいか答えなさい。
- ② 強度を維持して、化学混和剤を変えずに、耐久性を向上するにはどうすればよいか答えなさい。
- ③ コンクリート強度の担保（保証）について、「設計基準強度」、「配合強度」、「設計強度」、「割増係数」、「材料係数」を使って説明しなさい。

(3) 図に示す単鉄筋長方形断面の鉄筋コンクリートはりに関する次の設問に答えなさい。



終局曲げモーメント M_u を求める。コンクリートの強度は通常強度であり、コンクリートの圧縮強度は f'_c 、鉄筋の降伏強度は f_y 、コンクリートのヤング係数 E_c 、鉄筋のヤング係数 E_s 、ならびに図中の記号 b , d , h , A_s は既知である。コンクリートの終局ひずみは ϵ'_{cu} で表す。以下の文章中の (ア) ~ (コ) 内に適切な語句や数式等を記入し文を完成させなさい。

・「鉄筋は降伏している」と仮定すると、鉄筋の引張合力 T は A_s を用いて $T =$ (ア) と表すことができる。コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離を x で表すと、コンクリートの圧縮合力 C' は等価応力ブロックを用いて $C' =$ (イ) と表すことができる。力の釣合いより $x =$ (ウ) となる。モーメントの釣合いより、圧縮合力位置での終局曲げモーメントは x を用いて $M_u =$ (エ) と表すことができる。この式に x の値 (ウ) を代入することで、終局曲げモーメント M_u が求まる。

・平面保持の仮定から、終局時の鉄筋のひずみは x を用いると $\epsilon_s =$ (オ) と表される。また、鉄筋降伏時のひずみは $\epsilon_y =$ (カ) と表すことができる。仮定の成立は (オ) > (カ) となることで確認される。

・はり部材において鉄筋が降伏せずにコンクリートが圧壊する破壊形態 (キ) を避けて、鉄筋が降伏する破壊形態 (ク) を採用する理由には (ケ), (コ) が挙げられる。

問題 3 7 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 次の (1) ～ (10) の問いについて答えよ。

広頂堰にスルースゲートが設置されている。下図は、その頂部のみを表示したものである。ゲート上流地点の広頂堰での水深を h_0 [m]、その地点での流速を V_0 [m/s] とし、ゲートの開口高さ（ゲート下部と堰との隙間の高さ）を b [m]、ゲート下流地点の広頂堰での水深を Cb [m]、その地点での流速を V [m/s] とする。ここで、 C は b に乗じた係数である。なお、流量は単位幅流量で検討できる程度にゲートの幅は十分に広いものとする。そして、スルースゲートにかかる流体力（単位幅あたりの）を F [N/m] とする。また、水の密度は ρ [kg/m³]、重力加速度は g [m/s²] で表すものとする。広頂堰は、十分な長さの頂部をもつ堰のことであり、底面による摩擦は無視できる。

(1) 比エネルギーとは何か、説明せよ。

また、ゲート上流地点での比エネルギー H_0 [m] を求めよ。

(2) ゲートの上下地点に対して成立する保存則を表す方程式を 3 つ、問題文中の記号を用いて表せ。なお、それぞれの保存則の名称も添えること。

(3) 上の保存則のうち、2 つを連立させて、 h_0 , b , C ならびに g を用いて、流速 V を表せ。

(4) スルースゲートにかかる流体力 F [N/m] を求めよ。

(5) 係数 C が b に乗じられる理由について述べよ。

次に、スルースゲートを上げて、開口部を十分にとることにより、流水は堰き止められることなく、完全に通水している状態となった。この時、広頂堰には、特別な水深が現れる。

(6) その特別な水深の名称を述べよ。

以下では、ある量を一定とする条件のもとで、別の量が最大化する水深を（上述の）特別な水深とする定理（ベランジェの定理）に基づくものとする。なお、ゲート地点での比エネルギーは、上流地点のそれと変わらないものとし、単位幅流量を q [m²/s] と表す。

(7) 上記の考え方にもとづいた場合、一定とする量ならびに最大化する量は何であることを答えよ。

(8) 上に示した定理にもとづいて、その特別な水深 h_c [m] を H_0 で表されることを導け。

(9) 特別な水深 h_c を単位幅流量 q [m²/s] で表せ。

(10) ダム頂部は十分な長さの水平部が無く、丸みを帯びていると、越流する流れに対して、負圧が生じるため、困った問題が生じる可能性がある。的確な専門用語を用いて、それを説明せよ。

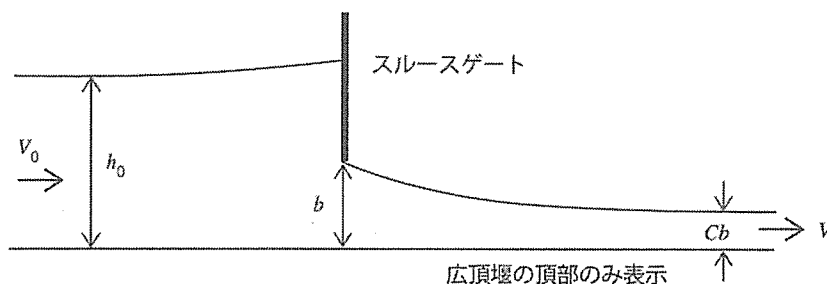


図 スルースゲートが設置された広頂堰

II 次の(1)～(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) 土の物理的特性について考える。土の湿潤単位体積重量 γ_t を土粒子比重 G_s 、間隙比 e 、飽和度 S_r と水の単位体積重量 γ_w を用いて表しなさい。また、土の湿潤単位体積重量 γ_t を土の乾燥単位体積重量 γ_d と含水比 w を用いて表しなさい。
- (2) Terzaghi の圧密理論が導かれる際には、どのような仮定が用いられているかを簡潔に列記しなさい。
- (3) 水平な地表面を有する高さ H の均質な裏込め土を支える高さ H の滑らかな壁面の鉛直擁壁を考える。地下水位は擁壁底面よりも十分に深いとする。裏込め土は砂質土で単位体積重量を γ とし、砂質土の強度パラメータは破壊時の内部摩擦角のみとする。主働および受働破壊時のモールの応力円を描いて、主働土圧係数、受働土圧係数を求めなさい。

つぎに、破壊時の内部摩擦角を 30° とする。擁壁に作用する受働土圧は主働土圧の何倍になるか答えなさい。このとき、主働状態および受働状態に達した時の裏込め土に生じるすべり面の角度（水平面からの角度）がそれぞれいくらになるかを求めなさい。

なお、導出に用いた計算式等を残すこと。

問題 3 8 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) 工程管理に関する以下の文章中の①から⑩に当てはまる語句を答えよ。

横線式工程表の代表的なものに(①)と(②)がある。(①)は暦日または日数・月数などの時間軸を取り、各作業の開始時間と終了時間を示すことから、各作業の所要日数を明確に示すことができる。(②)は各作業の進捗度(%)を表したもので、各作業の進み具合を示すことができる。

ネットワーク式工程表の代表的なものとして(③)がある。(③)は作成されたアローダイアグラムから、それぞれの作業の時間やプロジェクト全体の時間、また遅延が工期全体に及ぼす可能性の高い作業を明確にできる。アローダイアグラムの結合点時刻にもとづき、(④)時刻と(⑤)時刻を求めることができ、これらを用いて、各作業を最も早く開始、または終了できる時刻や、最も遅く開始、または終了できる時刻を求めることができる。さらに、これらの開始、終了時刻を用いて、各作業の余裕時間を求める。余裕時間にはトータルフロートとフリーフロートの2種類がある。トータルフロートとは後続作業の(⑥)を保証したうえで、その作業が持つ余裕時間のことである。フリーフロートとは後続作業の(⑦)を保証したうえで、その作業が持つ余裕時間である。トータルフロートとフリーフロートのまったくない作業を結んだパスを(⑧)とよぶ。(③)によって全体工期が明らかになった際に、費用が割高になってもよいから、全体工期を短縮したい場合がある。これを解くときに用いる手法が(⑨)である。(⑨)では標準的な早さで作業を進めた場合の日数と費用、急いで行った場合の(⑩)(短縮単位時間あたりの追加費用)、そしてどんなに費用をかけても、これ以上短縮できない特急状態の日数などが規定される。

(2) 同じ長さ(延長 3km)を持つ道路区間 i ($i=1-10$) において、区間内に存在する信号交差点数 x_i (箇所)と同区間の通過に要する時間 y_i (秒)の2変数が表の関係にあるとき、次の問いに答えよ。

(a) 通過に要する時間 y を信号交差点数 x で説明する単回帰分析を行い、関係式を求めたうえで、求めた式から読み取れることを簡潔に説明せよ。なお、必要に応じて以下を用いてよい。

$$\bar{x} = 6, \bar{y} = 590, \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 11400, \sum (y_i - \bar{y})^2 = 969000, \sum (x_i - \bar{x})^2 = 150$$

表

(b) 求めた回帰式の有意性について分散分析を用いて検定せよ(有意水準 5%)。なお、残差平方和 $S_E=102600$ であること、検定の棄却域の閾値として

$$F_9^1\left(\frac{0.05}{2}\right) = 7.209, F_9^1(0.05) = 5.117, F_8^1\left(\frac{0.05}{2}\right) = 7.571, F_8^1(0.05) = 5.318$$

のいずれかを用いてよい。

i	x_i	y_i
1	15	1200
2	2	200
3	8	600
4	4	400
5	6	500
6	7	800
7	5	600
8	3	400
9	9	1000
10	1	200

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。

責任ある研究を行うためには、研究において研究資料の保存や管理、共同研究者との情報共有、管理責任の明確化や、研究費の管理等に留意しなければならない。研究不正はもちろん行ってはならない。特に留意が必要となる特定不正行為(FFP)には3つあり、存在しないデータや研究結果等を作成することは(①)；研究資料・機器・過程を変更する操作を行い、データや結果を変えたりすることは(②)，そして他の研究者のアイデア、分析・解析方法、データ、論文等を、当該研究者の了解もしくは適切な表示なく流用することは(③)と呼ばれる。

技術者や研究者として活動を行うに際しては、知的財産権を理解しておくことも重要である。知的財産権のうち、特許権はアイデア・発明の保護に、著作権は(④)の保護に関わる。また、軍事研究にも留意する必要がある。科学技術には(⑤)の可能性があることを十分に考慮して倫理的判断を行わなければならない。(⑤)とは民生用の技術であっても、軍事技術にも転用されることのある技術である。

(2) 内部告発は安易に行われるべきではなく、実際に内部告発を行うかどうかを迷ったときには慎重な判断が必要となる。法律(公益通報者保護法)を理解しておくことは重要であるが、法律とは別に、内部告発の基本理解として「道徳的に許される内部告発」、「道徳的に義務になる内部告発」という語を使用して、内部告発が行われる段階ないし条件を列挙しなさい。

(3) 自動車メーカーであるA社では、商連書(商品情報連絡書)などのクレーム情報を、運輸省(現在は国土交通省)に見せられるオープン情報と、見せられない秘匿情報に分けて二重管理を行っていた。オープン情報は「P」、秘匿情報は「H」のアルファベットが付せられ、全体の半数以上は「H」扱いであった。運輸省の監査は、品質保証部だけでなく、各工場や販売会社などにも入る可能性があり、「P」と「H」の情報の二重管理はプログラム化され、監査対応マニュアルもつくられており、会社全体で徹底されていた。このリコール隠しに関して運輸省に匿名の内部告発があり、その告発にもとづいて特別監査が行われた結果、H書類が次々と見つかり二重管理を行っていたことが発覚した。

この事例は、一個人というよりは「組織」の倫理問題に関わるものである。この事例において、(a)どのような点に組織的な倫理問題の改善の難しさがあるのかを説明しなさい。そして、(b)組織風土の改善はなかなか容易ではないとはいえ、従来の社内風土や倫理問題を改善ないし解決するためにはどのような方策が必要であるのかを、技術者倫理の考え方に基づいて説明しなさい。