

2023年度（令和5年度）大学院工学研究科（博士前期課程）

専門試験問題

（社会工学系プログラム 環境都市）

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
38	環境都市構造力学・材料学
39	環境都市水理学・地盤力学
40	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 38 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に示すトラスについて答えよ。ただし、トラス格点には間接载荷により荷重が作用するものとし、格点2は不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で格点4は可動ヒンジ支承で支持されており、すべての部材の軸方向の伸び剛性は $EA$ とする。

- (1) 図1のトラスの格点2から格点6まで図2のように単位荷重が水平移動（格点2から水平方向右向きに距離を $\xi$ ）したときの部材1-4の影響線を描きなさい。
- (2) 図1のトラスの格点2から格点6に一樣に単位長さあたり $q$ の分布荷重が鉛直下向きに作用したときの部材1-4に作用する軸力を必要に応じて（1）の結果を利用して求めよ。
- (3) 図1のトラスの格点6に図3のように集中荷重 $P$ が鉛直下向きに作用したときの格点6の鉛直方向変位 $v_6$ を求めよ。
- (4) 図1のトラスの格点1を図4のように可動ヒンジ支承で支持したときに、格点6に集中荷重 $P$ が鉛直下向きに作用したときの格点1に設置した支承の水平方向の反力 $R_{H1}$ 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、水平方向反力は右向きを正とする。

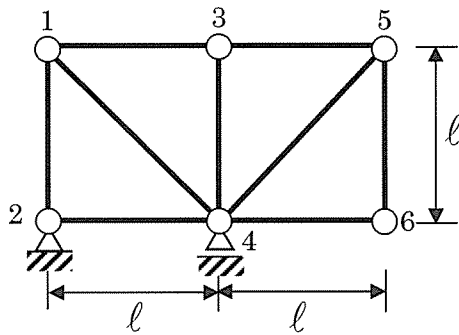


図 1

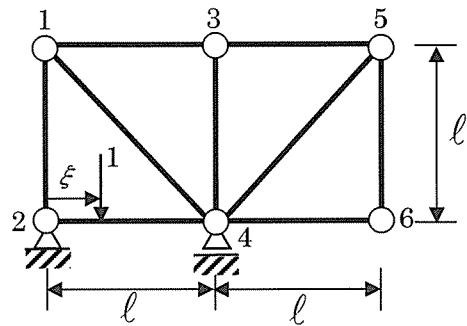


図 2

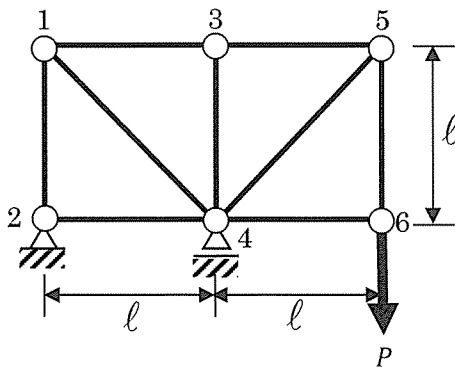


図 3

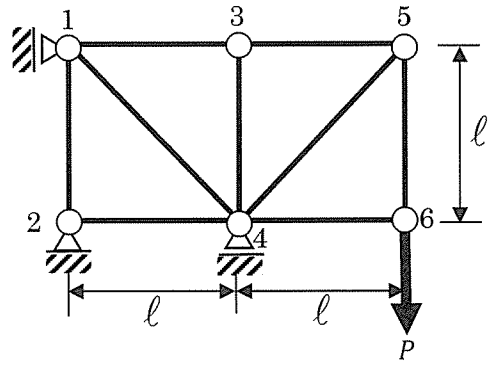
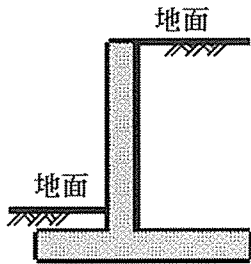


図 4

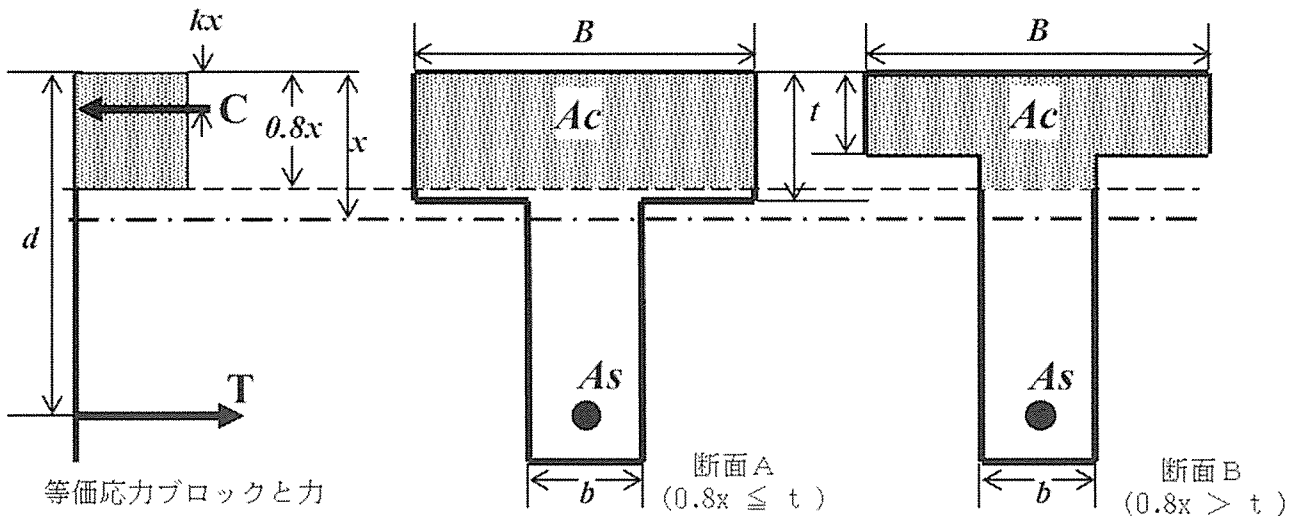
II 次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 下図に示す鉄筋コンクリート構造物に関する次の設問に答えなさい。



- ① 図に示す構造物の名称を答えなさい。
  - ② 剛体の安定に関する照査項目を全て(三つ)答えなさい。
  - ③ 「たて壁部」、「つま先部」、「かかと部」の主鉄筋の配置を示しなさい。
- 解答用紙に左図を模写(形状が把握できる程度でよい)し、個々の主鉄筋は直線のみで示してよい。

(2) 単鉄筋T形断面の鉄筋コンクリートはりには曲げ引張破壊が生じると仮定して、次の設問に答えなさい。図は、フランジ高さの異なるT形はり(断面Aと断面B)と、その断面に作用する応力(等価応力ブロック)と力を示す。ただし、 $B$ :フランジ幅、 $b$ :ウェブ幅、 $d$ :有効高さ、 $t$ :フランジ高さ、 $x$ :圧縮縁から中立軸までの距離、 $kx$ :圧縮縁から圧縮合力までの距離、 $Ac$ :コンクリートの圧縮領域、 $As$ :鉄筋量、 $C$ :コンクリートの圧縮合力、 $T$ :鉄筋の引張合力である。



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 $E_s$ 、コンクリートの終局ひずみ $\epsilon'_{cu}$ ならびに図中の記号 $B$ 、 $b$ 、 $d$ 、 $t$ 、 $As$ は既知である。

- ① 断面Aの場合、圧縮縁から中立軸までの距離 $x$ を求めよ。
- ② 断面Bの場合、圧縮縁から中立軸までの距離 $x$ と圧縮縁から圧縮合力までの距離 $kx$ を求めよ。

(3) 骨材に関する次の設問に答えなさい。

- ① 配合設計において、基準となる含水状態とその理由を答えなさい。
- ② 計画配合(または示方配合)と現場配合の違いを説明しなさい。
- ③ 粒度と実積率の関係を説明しなさい。

問題 39 環境都市水理学・地盤工学 設問すべてについて解答すること。

I 以下の(1)、(2)の両方に解答しなさい。

(1) 以下の(a)～(c)の問いに答えなさい。

(a) レイノルズ数とフルード数の意味を説明せよ。

(b) フルード相似則が成立する場合、①流速  $V$ 、②時間  $T$ 、③流量  $Q$  の相似比を長さの比  $\lambda_L (= L_m/L_p)$  を用いて示せ。ここに、 $L_p$  は原形の長さ、 $L_m$  は模型の長さである。なお、重力加速度は原型と模型で等しいものとする。

(c) 幅 1.0m の水槽に縮尺 1/50 のダム越流頂の模型を作り、越流頂高 30.0m、越流幅 10m のダムについての模型実験を行う。模型における越流水深が 0.1m のとき越流流量が 20l/s であった。原型に換算したときの越流水深、流量、流速を答えよ。また、この状態で 10 分間放流したとき、原型に換算したときの総放流量を答えよ。なお、 $50^{1/2}=7.07$ 、 $50^{5/2}=17,677.67$  とする。

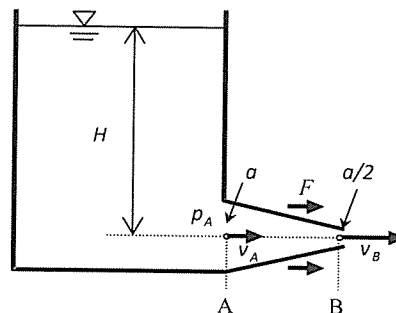
(2) 下図のような水槽に断面積  $a$  の出口孔が空いている。ここに先端の断面積が  $a/2$  の縮流管を取り付けて水を排出する。このとき、以下の間に答えよ。ただし、水の密度を  $\rho$ 、重力加速度を  $g$ 、A 断面での圧力  $p_A$ 、流速  $v_A$ 、出口 (B 断面) の流速  $v_B$  とする。また、水槽の断面積は出口孔の断面積  $a$  と比較して十分大きいとし、縮流管にかかるせん断力は無視できるものとする。なお、(a)、(b)、(d) の解答に当たっては、A 断面での圧力  $p_A$ 、流速  $v_A$ 、出口 (B 断面) の流速  $v_B$  は求めるべき値であることに留意し、解答の結果に用いないこととする。

(a) A 断面での流速  $v_A$  と出口 (B 断面) での流速  $v_B$  を求めよ。

(b) A 断面での圧力  $p_A$  を求めよ。

(c) 縮流管を囲むコントロールボリュームで流れの方向の運動量式を立てよ。

(d) 縮流管に働く力  $F$  を求めよ。



II 次の(1), (2)の問いについて答えよ。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) 次の地盤力学におけるパラメータ①～⑩の単位を、解答例を参考に答えなさい。どの単位系でも構わないとする。以下には、各パラメータを表す場合の代表的な記号例も示した。

(解答例) 速度の場合 [m/s], ひずみの場合 [無次元]

- ① 土粒子の比重  $G_s$
- ② 間隙率  $n$
- ③ 含水比  $w$
- ④ 土の水中単位体積重量  $\gamma'$
- ⑤ 有効土被り圧  $\sigma'_v$
- ⑥ 主働土圧係数  $K_A$
- ⑦ 地盤の浸透破壊における限界動水勾配  $i_{cr}$
- ⑧ 圧密による最終沈下量  $S_f$
- ⑨ 地盤の圧密係数  $c_v$
- ⑩ 地盤の圧密における時間係数  $T_v$

(2) 水平で均質な粘性土地盤を考える。矢板などの土留め工無しで、地表面から鉛直に掘削するような開削を行うとする。掘削可能な限界深さを求めなさい。また、掘削が限界深さに達したときの安全率がいくらになるか答えなさい。ただし、地下水面は掘削箇所よりも十分に深い位置にあるものとする。また、土の湿潤単位体積重量、水の単位体積重量をそれぞれ  $\gamma_t$ ,  $\gamma_w$  とし、粘性土のせん断強度定数は非排水時の粘着力  $c_u$  のみを考える。

**問題 40 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) 以下1)-5)に示す文章は、確率分布および統計解析の諸事項を説明している。それぞれ正しいか、正しくないか答えよ。

- 1) 連続時間上で事象が初めて生起するまでの時間の確率分布は  $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$  ( $t \geq 0$ ),  $0$  ( $t < 0$ ) のように示される。これをポアソン分布という。
- 2)  $n$  回の観測値から計算される平均値は、観測数  $n$  を増やせば精度が上がり、最確値に近づく。これを大数の法則という。
- 3) 区間推定法は、母数が含まれる下限値から上限値までの区間とその信頼性を示すことができる。推定値の存在を定義する範囲を信頼区間といい、その確率が  $1-\alpha$  で保証できる場合を信頼度  $1-\alpha$  と示す。ここで  $\alpha$  のことを有意水準という。
- 4) 回帰分析において出発地など質的変数を説明変数として用いる場合はダミー変数を導入する。
- 5) 交通量を、道路幅員、沿道世帯数、沿道人口で説明しようとした際に、沿道世帯数と沿道人口に強い相関が見られた。重回帰分析ではこのような重相関に注意する必要がある。

(2) 線形計画法の問題について以下の問いに答えよ。

1) 次の文章を線形計画法の問題として定式化せよ。

「現場  $A$ ,  $B$ ,  $C$  それぞれで  $6t$ ,  $200t$ ,  $60t$  以上の切土を行う必要がある。

ショベル 1 は 1 日に現場  $A$  で  $3t$ , 現場  $B$  で  $50t$ , 現場  $C$  で  $10t$  の切土を処理できる。

ショベル 2 は 1 日に現場  $A$  で  $1t$ , 現場  $B$  で  $50t$ , 現場  $C$  で  $30t$  の切土を処理できる。

ショベル 1, ショベル 2 を稼働させるとそれぞれ 1 日あたり 50 万円, 100 万円がかかる。ショベル 1, ショベル 2 をそれぞれ何日ずつ稼働させると最も経済的といえるか。」

2) 1) で定式化した問題の最適解をシンプレックス法を用いて求めよ。

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。

技術者には高い責任意識をもつことが求められている。技術者が設計や業務において責任を全うすることは、社会や人々が望むだけではなく、多くの誠実な技術者自身も願っていることだろう。しかし、技術業の現場では、責任の遂行を妨げるような障害がある。技術者倫理の研究者 C・E・ハリスたちは、技術者の責任遂行を妨げる主な障害を8つに分類してまとめている。ハリスが障害の一つにあげる利己主義とは、専門技術者としての判断や行動が個人的な利害関係に左右されることである。また、( ① )は、正しいことが何かを知っているが、それを実行する勇気や判断力に欠けることである。( ② )は、責任ある行動をするために見落としとしてはならない重大な情報の入手や認識を欠くことである。( ③ )は、自分とは違った視点から事態を見ることができず、客観性に欠けることである。( ④ )は、状況のある一面だけを問題にし、他の考慮すべきことを排除してしまうことである。( ⑤ )とは、強い連帯性や忠実性を特徴とする一団が、批判的思考を欠いたまま不合理な合意へ達することをいう。これらのほかには、自己欺瞞と盲従が挙げられる。

(2) リスク情報の報告とその評価に基づいて、事故を未然に防ぐ迅速な対処をすることが安全性を高めるためには重要である。そのため指標として用いられるものに、労働災害における経験則の一つとされるハインリッヒの法則がある。その法則とはどのようなものであり、その法則を活かして事故を減らすためにはどのようなことが重要かを説明しなさい。

(3) 2006年に明らかになり、社会に大きなショックを与えた生活用製品の事故がある。一つは、シュレッダー事故である。2005年に個人情報保護法が施行されたこともあり、家庭や小規模事業所にもシュレッダーが普及するようになり、幼い子どもがシュレッダーに指を挟まれて大けがをする事故が相次いだ。メーカーは子どもを近づけないようシュレッダー本体に警告の表示をしていたこともあり、事故情報を経済産業省に届けなかった。もう一つは A 工業が製造した屋内型のガス瞬間湯沸かし器の事故で、排気ファンの動作不良が原因で、1985年から2006年までの約20年間に、20人以上が一酸化炭素中毒で死亡していたことが2006年に明らかになった。A 工業はユーザーによる不正改造等で多数の事故が起きていたことを知りつつも、事故情報を公表しなかった。事故情報が消費者に知らされなかったために、同様の製品事故が相次いだことが、これら二つの事故には共通している。このような消費生活用製品の重大事故を防ぐためには、国や製品の製造・輸入業者はどのような対応をとることが必要であるかを述べなさい。