

令和5年度 豊橋技術科学大学第3年次入学者選抜学力検査問題

専 門 科 目 （ 5 : 土 木 工 学 ）

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図まで、この問題冊子と解答用紙を開いてはいけません。
- 2 問題冊子の枚数は表紙、草稿用紙を含めて9枚です。
- 3 問題冊子とは別に解答用紙が7枚あります。解答は用紙の裏面にまわってはいけません。
- 4 問題は3問あります。全問解答してください。
- 5 解答にかかる前に、すべての解答用紙の所定の箇所に受験番号を記入してください。
- 6 解答は必ず各問題別の解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 7 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあれば、ただちに申し出てください。
- 8 問題冊子の余白は草稿用として使用しても構いません。
- 9 試験終了時刻まで退出してはいけません。
- 10 問題冊子は持ち帰ってください。

(草稿用紙)

[1] 本問は(1), (2)の2問からなる。すべての問いに答えよ。

(1) 図1-1, 図1-2に示すように, 支点①でピン支持, 支点②でローラー支持された静定トラスがある。以下の設問に答えよ。図1-1, 図1-2中の数字①～⑧は各節点の名称を示し, 小文字のアルファベット \boxed{a} ～ \boxed{m} は各部材の名称を示す。

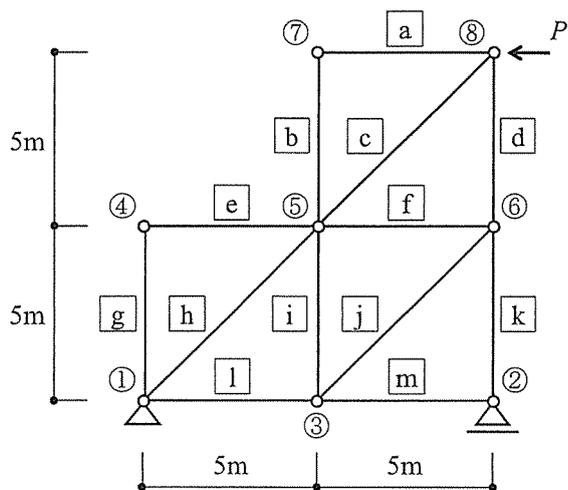


図 1 - 1

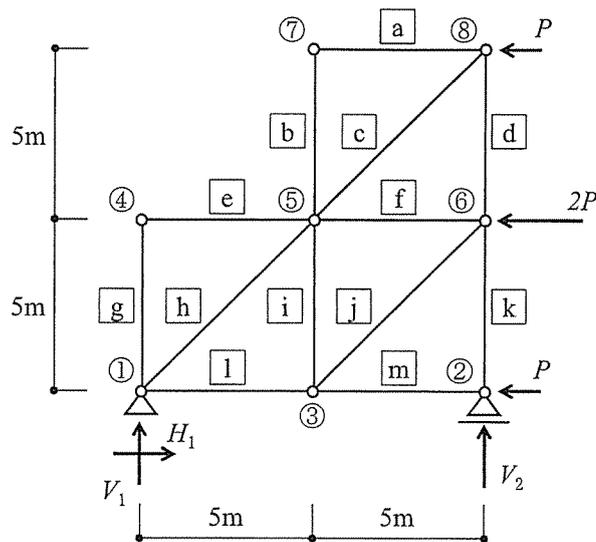


図 1 - 2

ア. 図1-1のように節点⑧に水平荷重 P が作用しているとき, 軸力が引張となる部材と圧縮となる部材をそれぞれ部材名称で答えよ。

イ. 図1-2のように複数の水平荷重が作用しているとき, 反力 H_1, V_1, V_2 を求めよ。ただし, 矢印の向きを正とする。

ウ. 図1-2の荷重状態のとき, 部材 $\boxed{f}, \boxed{i}, \boxed{j}, \boxed{k}, \boxed{m}$ の軸力 N_f, N_i, N_j, N_k, N_m を求めよ。ただし, 引張を正とする。

(2) 一様な曲げ剛性 EI を有するはりに関する次の設問に答えよ。ただし、たわみを計算する際に、軸力の影響およびせん断変形は無視する。また、曲げモーメント図は部材の引張側に描くものとする。

ア. 片持ちはりに図1-3のように鉛直荷重 P が作用する場合の曲げモーメント分布を図示せよ。また、固定端からの距離を x として、たわみ w に関する弾性曲線方程式を示せ。さらに、荷重の作用点(右端)でのたわみ δ_L とたわみ角 θ_L を求めよ。

イ. 片持ちはりに図1-4のようにモーメント M が作用する場合の曲げモーメント分布を図示せよ。また、固定端からの距離を x として、たわみ w に関する弾性曲線方程式を示せ。さらに、荷重の作用点(右端)でのたわみ δ_L とたわみ角 θ_L を求めよ。

ウ. 図1-5のように、はりの中央に位置するヒンジに鉛直荷重 P が作用するとき、曲げモーメントの分布を図示し、中央におけるたわみ $\delta_{L/2}$ を求めよ。

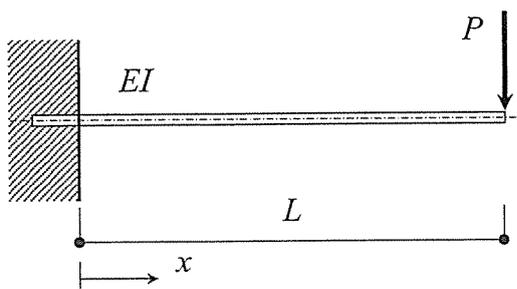


図1-3

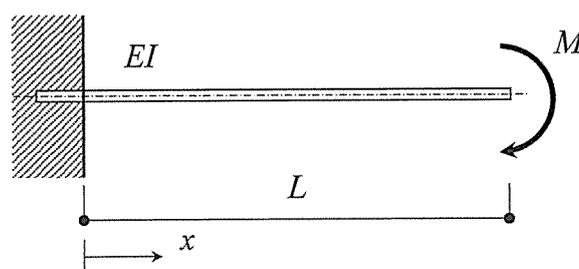


図1-4

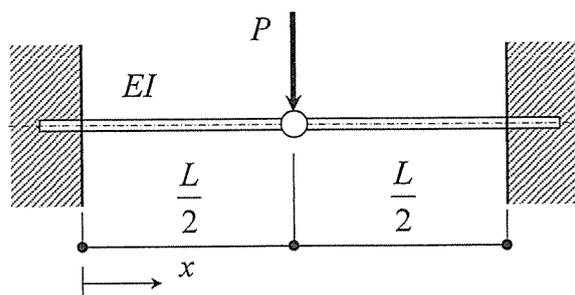


図1-5

[2] 本問は(1), (2)の 2 問からなる。すべての問いに答えよ。

(1) 図 2-1 のような水槽の中に水が水深 h_0 まで入っている。ここで、水深とは水表面から水槽底面までの距離とする。時刻 $t=0$ で底の排水口の栓を抜いて水を放出する。水槽内の水表面の面積 A (水槽の断面積) は常に一定とし、排水口の断面積を a とする。水深 h のとき、排水口からの水の流出速度 v が、 $v = \sqrt{2gh}$ (g は重力加速度) で与えられるとき、以下の設問に答えよ。

ア. 単位時間に流出する水の量 (流量) が流出速度 v と排水口の断面積 a の積で与えられるとする。水深 h のときの流量 Q を a, g, h を用いて表せ。

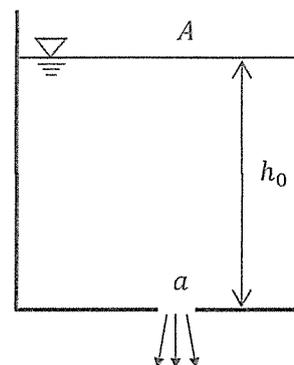


図 2-1

イ. Δt 時間内に水深が Δh だけ減少すると、単位時間での水槽内の水の体積 V の変化量 ΔV (増加を正とする) は以下の式で与えられる。

$$\Delta V = -\Delta h \cdot A$$

このとき、設問アで求めた排水口からの流量 Q と時間 Δt の積が水槽内の水の変化量 ΔV と等しいとして、 $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ を A, a, g, h を用いて表せ。

ウ. 設問イの結果で $\Delta t \rightarrow 0$ としたときに得られる微分方程式を積分し、積分定数 C を決め、水槽内の水深 h の時間変化を表す式を A, a, g, h_0, t を用いて表せ。

エ. 水槽内の水が無くなるのに要する時間 t_e を A, a, g, h_0 を用いて表せ。

オ. 水の流量 Q の時間変化を表すグラフとして最も適したものを図 2-2 の (a), (b), (c) から選べ。

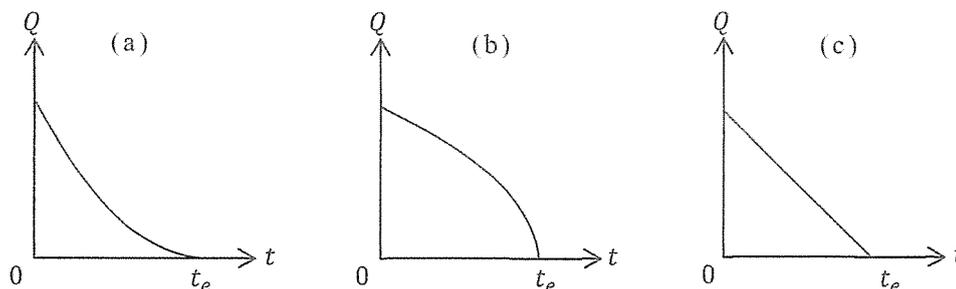


図 2-2

(2) 以下の文章の空欄に適切な語句または数式を記入せよ。

ア. 経験則による平均流速公式として実用的に広く用いられるものに、以下のシェジューの式(i)とマンニングの式(ii)がある。

$$U = C\sqrt{RI_e} \quad \dots (i) \quad U = \frac{1}{n} R^{2/3} I_e^{1/2} \quad \dots (ii)$$

ここで、 U は平均流速、 C はシェジュー係数、 R は 、 I_e はエネルギー勾配、 n はマンニングの 係数である。

イ. 物体に圧力が加えられたとき、圧縮して体積が小さくなり、 が大きくなる性質を圧縮性という。この性質は圧縮率で評価され、常温常圧では空気に比べて水の圧縮率は非常に 。

ウ. 直径 D の管の中を平均流速 U で流体が流れている。この流体の動粘性係数が ν であるとき、レイノルズ数 Re は次式で表される。

$$Re = \text{ }$$

レイノルズ数は、流体に働く 力と粘性力の比を表した無次元数である。流速が徐々に速くなり、レイノルズ数がある限界値を超えると流れは から へ遷移する。

[3] 本問は(1), (2), (3)の3問からなる。すべての問いに答えよ。

(1) 次の文章を読み、空欄に当てはまる最も適切な語句を解答欄に記入せよ。
同じ番号の空欄には同じ語句が入るものとする。

ア. 工業化に伴う都市の拡大によって近代都市計画が誕生した。[1]が提唱した近隣住区論は幹線道路で囲まれた小学校区をひとまとまりのコミュニティとして捉えるもので、世界各国の郊外住宅地計画の基本原理となった。近隣住区論を採用したアメリカの[2]地区では、住区を幹線道路で囲んだ[3]と住区内の自動車の通り抜けを排除するクルドサックを組み合わせた[4]分離の[2]システムを導入した。

イ. 高度経済成長に伴って人口が都市に集中し、都市近郊の農地や緑地が無秩序に開発される[5]現象が発生した。1968年に制定された都市計画法は、[6]区域を市街化区域と市街化調整区域に線引きする区域区分や、用途地域などを定める[7]地区を用いて土地利用を制限する。

ウ. 防災や災害復興においても都市計画が行われる。1923年の[8]大震災後の帝都復興計画や全国115都市で行われた[9]復興都市計画では、土地区画整理事業による被災地区の面的整備が行われた。2011年の東日本大震災の被災地では建築基準法に基づいて[10]区域が指定され、建築制限や高台移転が行われた。また、防災まちづくりの観点から、[10]区域を含む防災レッドゾーンは立地適正化計画の[11]区域から原則除外することになっている。

エ. 新型コロナウイルス感染拡大により、情報通信技術を活用し時間や場所の制約を受けずに柔軟に働く[12]ワークが進展したことで、どこでも働ける環境が整い、働く場と居住の場の融合が進んだ。複数の用途が融合した職住近接に対応し、働く場と居住の場の選択肢が広がるような都市計画への関心が高まっている。

(2) 次の設問に答えよ。

ある自治体では、地区A、地区Bにおいて、計60ha以上の工業団地整備事業を行う計画を立てている。各地区の面積は、地区Aは70ha、地区Bは50haである。各地区において工業団地整備事業を行った場合に要する費用は、1haあたり地区Aでは1億円、地区Bでは2億円が見込まれている。また、地区Aでは1haあたり50人、地区Bでは1haあたり200人の新規雇用が見込まれるが、2地区の合計で最低6000人の新規雇用を創出する必要があるものとする。以上の条件の下で、工業団地整備事業に要する費用 z [億円]を可能な限り低く抑える方針である。地区A、地区Bの事業面積をそれぞれ x_A [ha]、 x_B [ha]と表し、総費用を最小化する場合の地区A、地区Bの事業面積を最適な工業団地整備事業面積と呼ぶものとする。

ア．地区A、地区Bの最適な工業団地整備事業面積を求める問題を数学的に定式化したい。この問題の目的関数（総費用 z [億円]を与える関数）を x_A と x_B を用いて示せ。

イ．この問題における全ての制約条件式を、 x_A と x_B を用いて示せ。

ウ．地区A、地区Bのそれぞれの最適な工業団地整備事業面積を求めよ。また、そのときの総費用を求めよ。

(3) 次の文章を読み，空欄にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入せよ。

ア．トラバース測量の精度は，緯距と経距から計算される誤差を全測線長で除した値である で表される。

イ．道路の直線部と円曲線部の間に挿入される曲線は と総称される。

ウ． 交通容量は基本交通容量に現実の道路条件・交通条件に応じた補正係数を乗じたものであるが，実際の道路の計画や設計においては，この値に計画水準に応じて一定の係数を乗じた 交通容量が用いられる。

エ．都市交通計画における標準的な交通需要予測手法である四段階推定法は，まず地域全体の総交通量を予測した後，ゾーン別発生集中交通量，ゾーン間 交通量，交通手段別交通量の予測を行い，最後にそれらを交通網に割り当てて配分交通量を求める。