令和７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解答例

専門科目（５：土木工学）

［1］

(1)

ア．

トラス全体の水平方向（X方向）の力の釣合い，鉛直方向（Y方向）の力の釣合い，支点⑥におけるモーメントの釣合いは，以下のようになる。

$\Sigma X = H_6 = 0$

$\Sigma Y = V_6 + V_7 - 5P = 0$

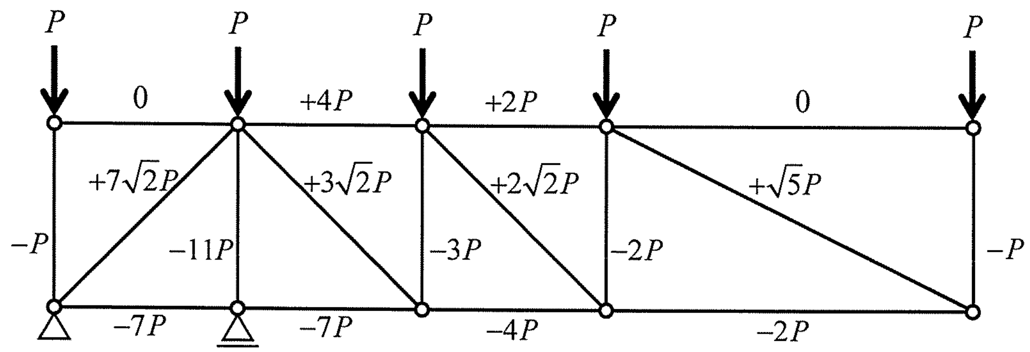
$\Sigma M = PL + 2PL + 3PL + 5PL - V_7 L = 0$

以上より，

$H_6 = 0,\ V_6 = -6P,\ V_7 = 11P$

イ．ウ．

各部材の軸力は次の通りとなる。



よって，

$N_c = 2P,\ N_h = 3\sqrt{2}P,\ N_n = -7P,\ N_l = \sqrt{5}P$

引張軸力の値が最も大きい部材は$\boxed{\mathrm{f}}$である。

エ．

前問までの解答を踏まえ，部材$\boxed{\mathrm{q}}$の応力σ_qを求めると，

$$\sigma_q = \frac{N_q}{A} = -\frac{2P}{A}$$

となる。よって，軸ひずみε_qはフックの法則より，

$$\varepsilon_q = \frac{\sigma_q}{E} = -\frac{2P}{EA}$$

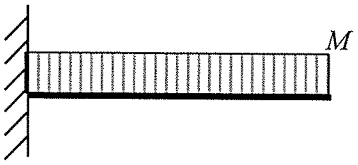
伸びδ_qは，

$$\delta_q = 2L\varepsilon_q = 2L \cdot \left(-\frac{2P}{EA}\right) = -\frac{4PL}{EA}$$

（２）

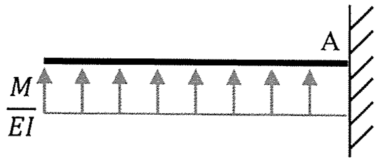
ア．

図１－２（b）のモーメント図は次のようになる。



Ｍ図

モールの定理を用いて求める場合，仮想荷重と支持条件は次のようになる



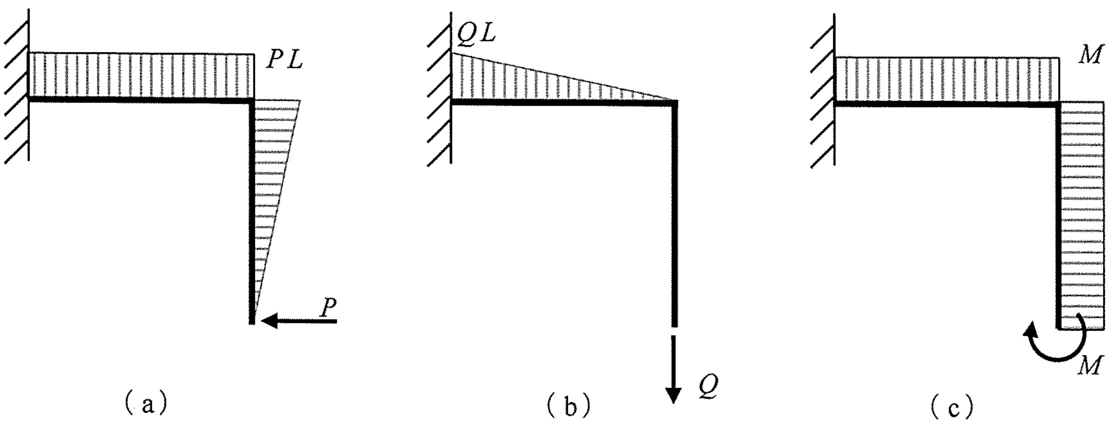
固定端Ａの反力は，

$$V_A = \frac{ML}{EI}\ ,\ \ M_A = \frac{ML^2}{2EI}$$

よって，

$$\underline{\delta_M = \frac{ML^2}{2EI}\ ,\ \ \theta_M = \frac{ML}{EI}}$$

イ．片持ちラーメン構造における曲げモーメント図はそれぞれ下図のようになる



（a）　　（b）　　（c）

ウ．

（a）

部材 OA のたわみ δ_{OA} およびたわみ角 θ_{OA} はそれぞれ

$$\delta_{\mathrm{OA}} = \frac{PL \cdot L^2}{2EI} = \frac{PL^3}{2EI}, \qquad \theta_{\mathrm{OA}} = \frac{PL \cdot L}{EI} = \frac{PL^2}{EI}$$

部材 AB のたわみ δ_{AB} およびたわみ角 θ_{AB} はそれぞれ

$$\delta_{\mathrm{AB}} = \frac{PL^3}{3EI}, \quad \theta_{\mathrm{AB}} = \frac{PL^2}{2EI}$$

となる。これらを用いて，

$$\underline{\delta_H = \frac{PL^2}{EI} \cdot L + \frac{PL^3}{3EI} = \frac{4PL^3}{3EI}, \qquad \delta_V = \frac{PL^3}{2EI}, \qquad \theta = \frac{PL^2}{EI} + \frac{PL^2}{2EI} = \frac{3PL^2}{2EI}}$$

（b）

部材 OA のたわみ δ_{OA} およびたわみ角 θ_{OA} はそれぞれ

$$\delta_{OA} = \frac{QL^3}{3EI}, \quad \theta_{OA} = \frac{QL^2}{2EI}$$

部材 AB 自体にはたわみおよびたわみ角は生じない。これらのことから，

$$\underline{\delta_H = \frac{QL^2}{2EI} \cdot L = \frac{QL^3}{2EI}, \qquad \delta_V = \frac{QL^3}{3EI}, \qquad \theta = \frac{QL^2}{2EI}}$$

（c）

部材 OA のたわみ δ_{OA} およびたわみ角 θ_{OA} はそれぞれ

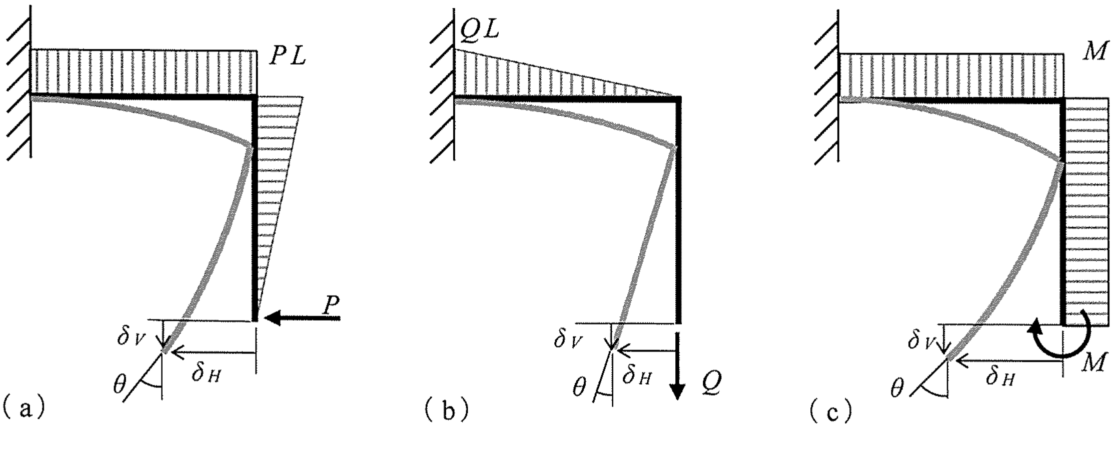
$$\delta_{\mathrm{OA}} = \frac{ML^2}{2EI}, \quad \theta_{\mathrm{OA}} = \frac{ML}{EI}$$

部材 AB のたわみ δ_{AB} およびたわみ角 θ_{AB} はそれぞれ

$$\delta_{\mathrm{AB}} = \frac{ML^2}{2EI}, \quad \theta_{\mathrm{AB}} = \frac{ML}{EI}$$

となる。これらを用いて，

$$\underline{\delta_H = \frac{ML}{EI} \cdot L + \frac{ML^2}{2EI} = \frac{3ML^2}{2EI}, \qquad \delta_V = \frac{ML^2}{2EI}, \qquad \theta = \frac{ML}{EI} + \frac{ML}{EI} = \frac{2ML}{EI}}$$



たわみの模式図

［２］

（1）

ア．

点A~E間でベルヌーイの定理を用いると，

$$\frac{U_A^2}{2g}+\frac{p_A}{\rho g}+z_1=\frac{U_E^2}{2g}+\frac{p_E}{\rho g}+z_2+h_f+h_l \quad \cdots(1)$$

となる。ここで，h_fは摩擦損失水頭，h_lは形状損失水頭（＝入口損失水頭＋曲がり損失水頭＋出口損失水頭）を表す。設問より，両タンクの水位変化は無視でき，水表面AおよびEでの大気圧はp_0なので$U_A=U_B=0,\ p_A=p_E=p_0$と置ける。

また，$z_1=H_1,\ z_2=H_2$より(1)式は，

$$H_1-H_2=h_f+h_l \quad \cdots(2)$$

となる。管内の平均流速をUとすると摩擦損失水頭および形状損失水頭はそれぞれ，

$$h_f=f\frac{L_1}{d}\frac{U^2}{2g}+f\frac{L_2}{d}\frac{U^2}{2g}=(L_1+L_2)\frac{f}{d}\frac{U^2}{2g} \quad \cdots(3)$$

$$h_l=K_e\frac{U^2}{2g}+K_b\frac{U^2}{2g}+K_o\frac{U^2}{2g}=(K_e+K_b+K_o)\frac{U^2}{2g} \quad \cdots(4)$$

(3)，(4)式を(2)式に代入し，Uについて解くと平均流速は，

$$U=\sqrt{\frac{2g(H_1-H_2)}{(L_1+L_2)\frac{f}{d}+K_e+K_b+K_o}}$$

となる。

イ．

点A~C間でベルヌーイの定理を用いると，

$$\frac{U_A^2}{2g}+\frac{p_A}{\rho g}+z_1=\frac{U_C^2}{2g}+\frac{p_C}{\rho g}+z_3+h_f+h_l \quad \cdots(1)$$

となる。ここで，h_fは摩擦損失水頭，h_lは形状損失水頭（＝入口損失水頭＋曲がり損失水頭）を表す。設問より，タンクⅠの水位変化は無視でき，水表面Aでの大気圧はp_0なので$U_A=0,\ p_A=p_0$，管内の平均流速は至るところでUより$U_C=U$と置ける。また，$z_1=H_1,\ z_3=H_3$より(1)式は，

$$\frac{p_0}{\rho g}+H_1=\frac{U^2}{2g}+\frac{p_C}{\rho g}+H_3+h_f+h_l \quad \cdots(2)$$

となる。摩擦損失水頭および形状損失水頭はそれぞれ，

$$h_f=f\frac{L_1}{d}\frac{U^2}{2g} \quad \cdots(3)$$

$$h_l=K_e\frac{U^2}{2g}+K_b\frac{U^2}{2g}=(K_e+K_b)\frac{U^2}{2g} \quad \cdots(4)$$

(3)，(4)式を(2)式に代入し，点Cでの圧力水頭$\frac{p_C}{\rho g}$は

$$\frac{p_C}{\rho g}=\frac{p_0}{\rho g}+H_1-H_3-\frac{U^2}{2g}\left(1+f\frac{L_1}{d}+K_e+K_b\right)$$

となる。

ウ．

1	b（全）	2	c（ピエゾ）
3	＞	4	e（平行になる）

エ．(c)

(2)

1	a（絶対圧）
2	c（ゲージ圧）
3	g（差）
4	j（きっ水）
5	m（浮心）
6	o（約12倍）

ウの計算例：

氷の全体積をV，水面上にある氷の体積をV_1とする。氷の比重が0.92，水の比重が1.00より，氷にかかる重力および浮力はそれぞれ，

重力：$0.92\times gV$ $\cdots$(1)

浮力：$1.00\times g(V-V_1)$ $\cdots$(2)

となる。設問より重力と浮力は同一鉛直線上にありつり合っているので(1)＝(2)，すなわち$0.92\times gV=1.00\times g(V-V_1)$となる。この式より，

$0.92V=V-V_1$，$\therefore V_1=0.08V$が得られる。

上式より氷の全体積の8％が水面上，残りの92％が水面下である。したがって水面下の体積は水面上の11.5（$=0.92V\div 0.08V$）倍となる。

［３］

(1)

1	産業
2	都市
3	田園都市
4	グリーンベルト
5	スプロール
6	都市計画
7	市街化
8	市街化調整
9	開発許可
10	地区計画
11	生産緑地
12	スマート，スーパー

(2)

ア．目的関数：$z = 10x_1 + 20x_2 \ \rightarrow \max$

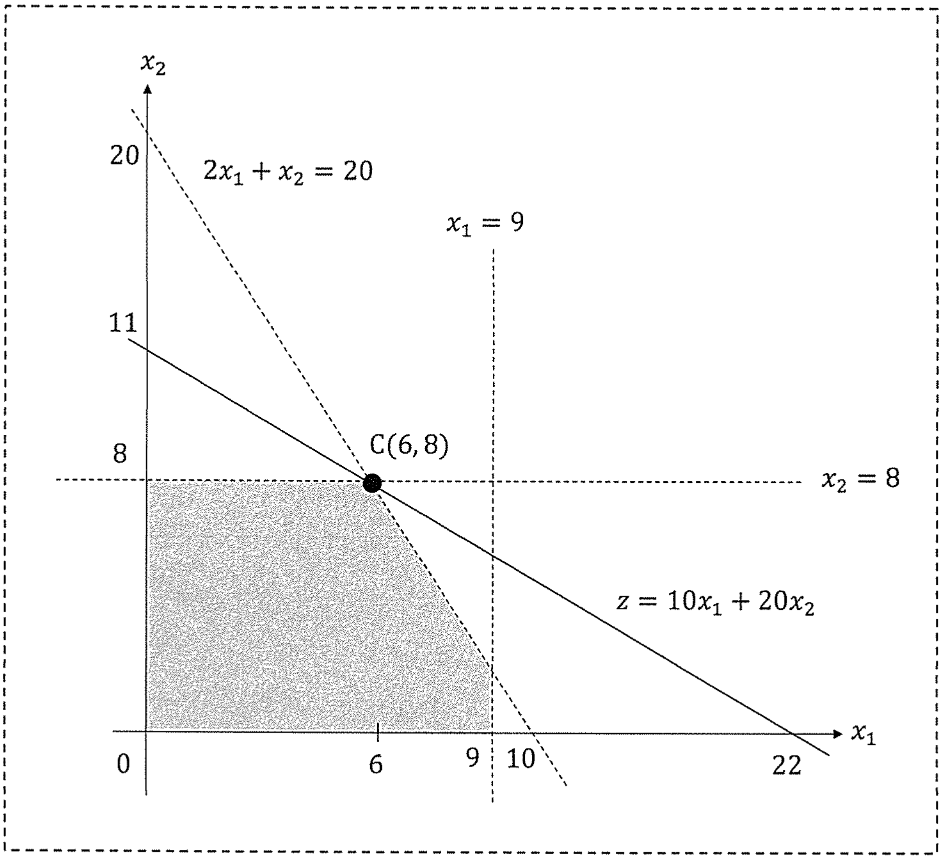
イ．制約条件式：$2x_1 + x_2 \leqq 20$

$0 \leqq x_1 \leqq 9$

$0 \leqq x_2 \leqq 8$

ウ．最適な土地改良事業実施面積：農地１　6 km^2，農地２　8 km^2

純便益の合計：$z = 10x_1 + 20x_2 = 10 \times 6 + 20 \times 8 = 220$ 億円



(3)

1	水準
2	0.9 $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B) = 0.7 + 0.4 - 0.2 = 0.9$
3	分担
4	37.5 Q：交通流率，K：交通密度，V：空間平均速度とすると $Q = KV$より$K = Q/V = 1500/40 = 37.5$
5	TDM（交通需要マネジメント）