令和６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①におけるモーメントの釣合いは，

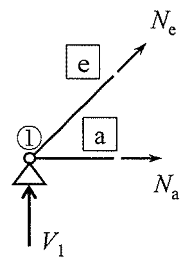
$$\Sigma X = H_1 = 0$$
$$\Sigma Y = V_1 + V_5 - P - P - P = 0$$
$$\Sigma M_{(①)} = PL + 2PL + 3PL - 4V_5 L = 0$$

以上より，

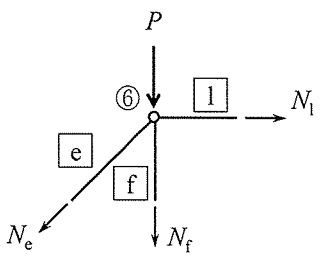
$$\underline{H_1 = 0,\quad V_1 = \frac{3}{2}P,\quad V_5 = \frac{3}{2}P}$$

イ．

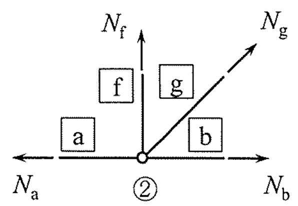
各部材の軸力は次の通りとなる。



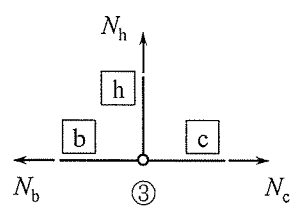
$$\Sigma X = H_1 + N_a + \frac{\sqrt{2}}{2}N_e = 0$$
$$\Sigma Y = V_1 + \frac{\sqrt{2}}{2}N_e = 0$$
$$N_a = \frac{3}{2}P,\quad N_e = -\frac{3\sqrt{2}}{2}P$$



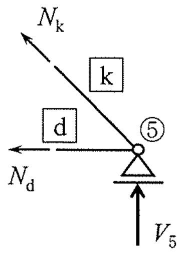
$$\Sigma X = N_l - \frac{\sqrt{2}}{2}N_e = 0$$
$$\Sigma Y = -P - N_f - \frac{\sqrt{2}}{2}N_e = 0$$
$$N_f = \frac{1}{2}P,\quad N_l = -\frac{3}{2}P$$



$$\Sigma X = N_b + \frac{\sqrt{2}}{2}N_g - N_a = 0$$
$$\Sigma Y = N_f + \frac{\sqrt{2}}{2}N_g = 0$$
$$N_b = 2P,\quad N_g = -\frac{\sqrt{2}}{2}P$$



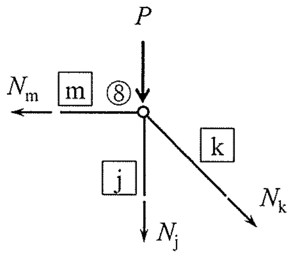
$$\Sigma X = N_c - N_b = 0$$
$$\Sigma Y = N_h = 0$$
$$N_c = 2P,\quad N_h = 0$$



$$\Sigma X = -N_d - \frac{\sqrt{2}}{2} N_k = 0$$

$$\Sigma Y = \frac{\sqrt{2}}{2} N_k + V_5 = 0$$

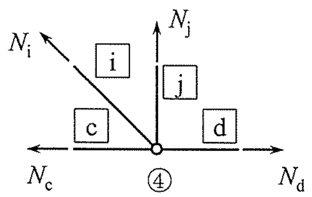
$$N_d = \frac{3}{2}P, \quad N_k = -\frac{3\sqrt{2}}{2}P$$



$$\Sigma X = \frac{\sqrt{2}}{2} N_k - N_m = 0$$

$$\Sigma Y = -P - N_j - \frac{\sqrt{2}}{2} N_k = 0$$

$$N_j = \frac{1}{2}P, \quad N_m = -\frac{3}{2}P$$



$$\Sigma Y = N_j + \frac{\sqrt{2}}{2} N_i = 0$$

$$N_i = -\frac{\sqrt{2}}{2}P$$

よって,

軸力がゼロとなる部材は $\boxed{\mathrm{h}}$ となる。

ウ.

イ. の解答より, 各部材の軸力は

$$N_a = \frac{3}{2}P, \quad N_f = \frac{1}{2}P, \quad N_l = -\frac{3}{2}P$$

エ.

イ. の解答を踏まえ, 部材 $\boxed{\mathrm{c}}$ の応力 σ_c を求めると,

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A} = \frac{2P}{A}$$

となる。よって, 軸ひずみ ε_c はフックの法則より,

$$\varepsilon_c = \frac{\sigma_c}{E} = \frac{2P}{EA}$$

伸び δ_c は, ひずみの定義

$$\varepsilon_c = \frac{\delta_c}{L}$$

より,

$$\delta_c = \varepsilon_c L = \frac{2PL}{EA}$$

（2）

ア．

反力は，$\underline{V_A=V_B=wL}$である。

また，曲げモーメントの分布は下図のとおりである。

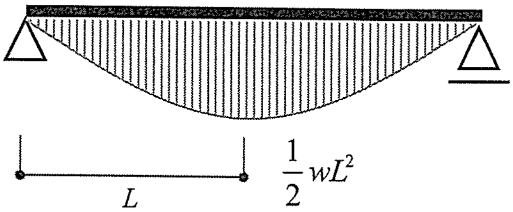


図１－２の曲げモーメント分布

弾性曲線方程式を用いてたわみδ，たわみ角θを求めると，

$$\frac{\partial^2\delta}{\partial x^2}=\frac{1}{EI}w\left(\frac{1}{2}x^2-Lx\right)\rightarrow\frac{\partial\delta}{\partial x}=\theta=\frac{1}{EI}w\left(\frac{1}{6}x^3-\frac{1}{2}Lx^2+C_1\right)\rightarrow\ \delta=\frac{1}{EI}w\left(\frac{1}{24}x^4-\frac{1}{6}Lx^3+C_1x+C_2\right)$$

ここで，C_1およびC_2は積分定数であり，境界条件より，

$x=0$において$\delta=0$であるから，　$C_2=0$

$x=L$において$\theta=0$であるから，　$C_1=\frac{1}{3}L^3$

を得る。これより，

$$\underline{\theta_A=\frac{wL^3}{3EI},\quad \delta_C=\frac{5wL^4}{24EI}}$$

イ．

反力は，$\underline{V_A=\frac{M}{2L}}$，$\underline{V_B=-\frac{M}{2L}}$である。

曲げモーメントの分布は下図のとおりである。

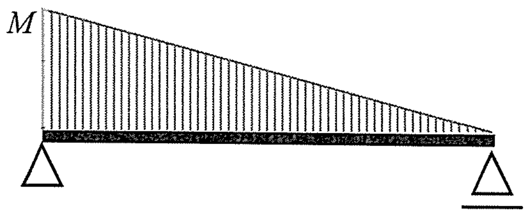


図１－３の曲げモーメント分布

仮想仕事法によりたわみ角を求めると，

$$\frac{1}{EI}\int_0^{2L}\frac{M}{2L}x\frac{1}{2L}xdx=\frac{1}{EI}\frac{M}{4L^2}\frac{1}{3}(2L)^3=\frac{2ML}{3EI}$$

これより，

$$\underline{\theta_A=-\frac{2ML}{3EI}}$$

ウ．

　ア・イより得られるはり左端の回転角がゼロとなるMを求めることで，反力M_Aが求まることから，

$\dfrac{2ML}{3EI}=\dfrac{wL^3}{3EI}\rightarrow M=\dfrac{wL^2}{2}$。よって，$\underline{M_A=-\dfrac{wL^2}{2}}$

よって他の反力は，$\underline{V_A=\dfrac{5}{4}wL}$，$\underline{V_B=\dfrac{3}{4}wL}$である。曲げモーメント分布は下図のようになる。

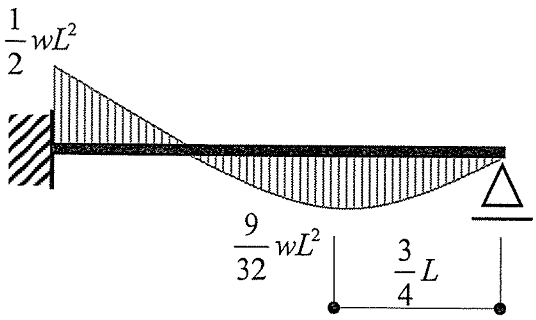


図１－４の曲げモーメント分布

［２］

（１）

ア．　$v_1A_1 = v_2A_2$ より $\underline{v_2 = \frac{A_1}{A_2}v_1}$

イ．　$\underline{\Delta h = \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g}}$

ウ．　ベルヌーイの定理より上流部，下流部において

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g}$$

であるので前問イより，

$$\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} - \frac{p_1}{\rho g} = -\Delta h$$

と表すことができる。さらに前問アより $v_2 = \frac{A_1}{A_2}v_1$ だったので，

$$\frac{v_1^2}{2g} - \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g}\left\{1 - \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2\right\} = -\Delta h$$

でありこれより，

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{\Delta h}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}$$

となる。よって，

$$\underline{v_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}}$$

となる。

エ．水位差が $\Delta h = C$ のとき流量は $Q = v_1A_1 = A_1\sqrt{\frac{2gC}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$ と表せるので，$\Delta h = \frac{C}{2}$

としたとき流量 Q' は

$$Q' = A_1\sqrt{\frac{2g\left(\frac{C}{2}\right)}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} = \sqrt{\frac{1}{2}}A_1\sqrt{\frac{2gC}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} = \sqrt{\frac{1}{2}}Q$$

となり $\underline{\frac{Q'}{Q} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}}$ が得られる（有理化は必須ではない）。

（2）

a	4 （非定常流）
b	2 （定常流）
c	1 （等流）
d	6 （不等流）
e	5 （漸変流）
f	3 （急変流）
g	8 （限界水深）
h	9 $\left(\frac{q^2}{g}\right)^{\frac{1}{3}}$

［３］(1)

1	都市
2	パターン・ランゲージ
3	田園
4	13
5	容積
6	建ぺい
7	コンパクト・プラス・ネットワーク
8	都市機能
9	居住
10	立地適正化
11	３
12	道路

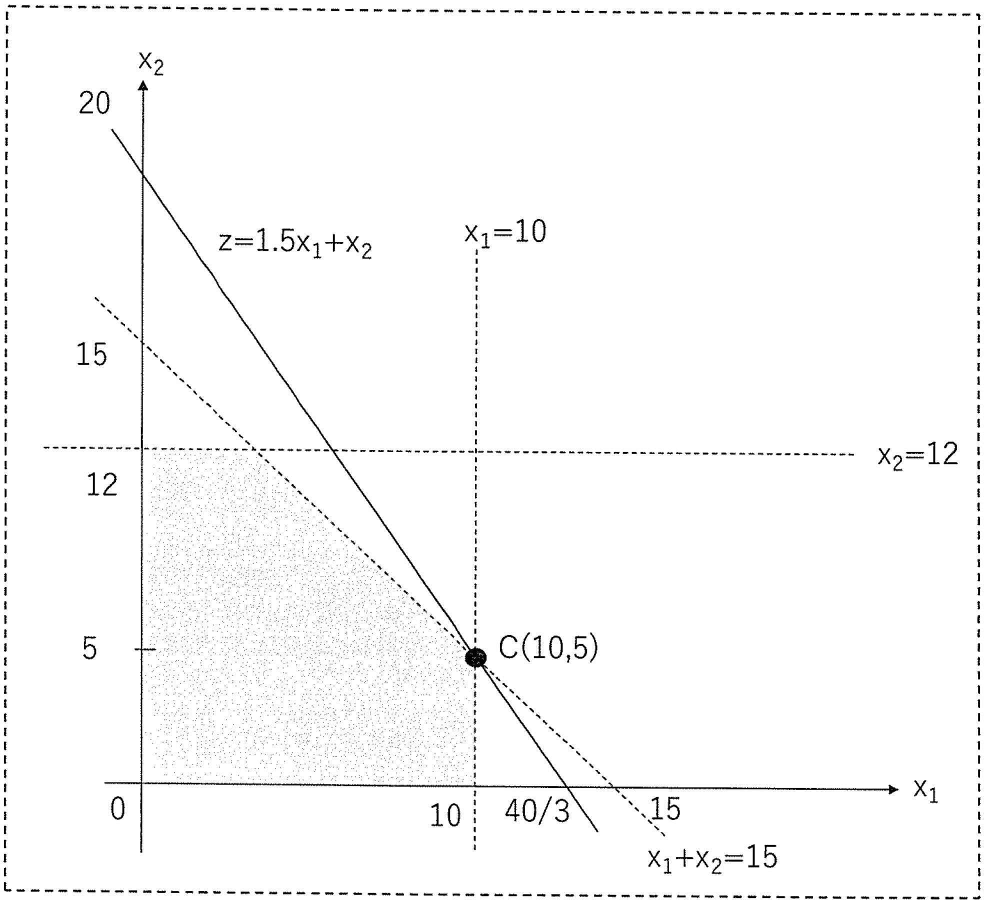
(2)

ア．目的関数：$z = 1.5x_1 + x_2 \rightarrow \max$

イ．制約条件：
$$x_1 + x_2 \leqq 15$$
$$0 \leqq x_1 \leqq 10$$
$$0 \leqq x_2 \leqq 12$$

ウ．最適な住宅団地開発事業面積：地区１　10ha，地区２　5ha

純利益の合計：$z = 1.5x_A + x_B = 1.5 \times 10 + 5 =$ 20億円



(3)

1	走行費用
2	GIS（地理情報システム）
3	トラフィック
4	0.6 $P(B\|A)=(P(A\cap B))/(P(A))$より $P(A\cap B)=P(B\|A)\cdot P(A)=0.6\times 0.5=0.3$ $P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(A\cap B)=0.5+0.4-0.3=0.6$
5	25 Q：交通流率、k：交通密度、v：空間平均速度とすると Q=k・vよりv=Q/k=1000/40=25