

令和3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.

水平方向の力の釣り合いより,

$$\Sigma X = P + H_B = 0$$

$$H_B = -P$$

A点を中心としたモーメントの釣り合いより,

$$\Sigma M_A = -2P \cdot 3L - V_B \cdot L + P \cdot 2L = 0$$

$$V_B = -4P$$

上下方向の力の釣り合いより,

$$\Sigma Y = V_A + V_B - 2P = V_A - 4P - 2P = 0$$

$$V_A = 6P$$

イ.

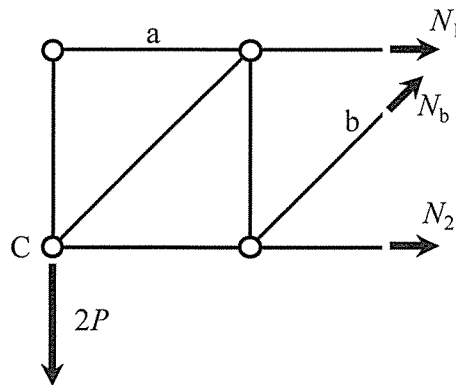
部材aの左側節点には荷重が存在せず, その節点において部材aの軸力 $N_a$ と釣り合う部材軸力は存在しない。よって,

$$N_a = 0$$

下図のように切断法を用いて軸力 $N_b$ を求める。上下方向の力の釣り合いより,

$$\Sigma Y = -2P + \frac{1}{\sqrt{2}} N_b = 0$$

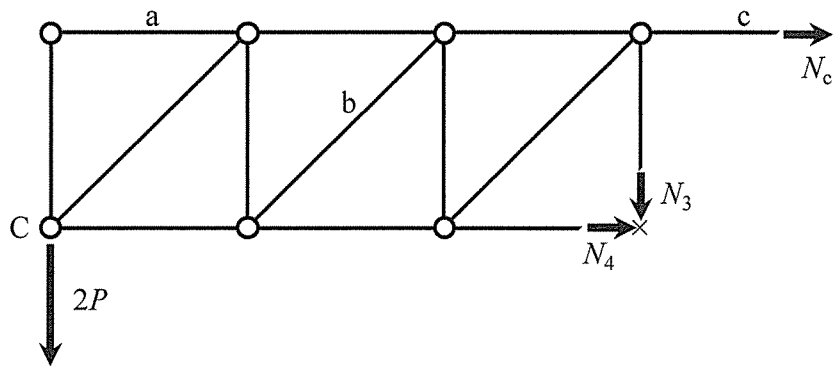
$$N_b = 2\sqrt{2}P \quad (\text{引張軸力 } 2\sqrt{2}P)$$



下図のように切断法を用いて軸力 $N_c$ を求める。軸力 $N_3$ と $N_4$ の交点(下図中の×印の点)を中心としたモーメントの釣り合いより,

$$\Sigma M_x = -2P \cdot 3L + N_c \cdot L = 0$$

$$N_c = 6P \quad (\text{引張軸力 } 6P)$$



ウ.

前問より部材bの軸力 $N_b$ は引張軸力 $2\sqrt{2}P$ であった。よって、軸ひずみ $\varepsilon_b$ は、

$$\varepsilon_b = \frac{N_b}{A} \cdot \frac{1}{E} = \frac{2\sqrt{2}P}{EA}$$

伸び $\delta_b$ は、

$$\delta_b = \varepsilon_b \cdot \sqrt{2}L = \frac{4PL}{EA}$$

(2)

ア.

A点を中心としたモーメントの釣り合いより,

$$\Sigma M_A = wL \cdot \frac{L}{2} - V_B \cdot L + p(L+x) = 0$$

$$V_B = \frac{1}{2}wL + p\left(1 + \frac{x}{L}\right)$$

上下方向の力の釣り合いより,

$$\Sigma Y = V_A + V_B - wL - p = V_A + \frac{1}{2}wL + p\left(1 + \frac{x}{L}\right) - wL - p = 0$$

$$V_A = \frac{1}{2}wL - p\frac{x}{L}$$

イ.

長方形断面の断面二次モーメントの公式より,

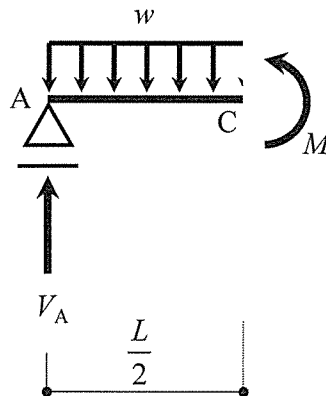
$$I_z = \frac{bh^3}{12} = \frac{12 \cdot 20^3}{12} = 8000 \text{ cm}^4$$

ウ.

下図のように点Cにおける, はりの曲げモーメント $M$ を求める。

$$M = V_A \cdot \frac{L}{2} - w \cdot \frac{1}{2}L \cdot \frac{1}{4}L = \frac{L}{2}V_A - \frac{wL^2}{8} = \frac{L}{2}\left(\frac{1}{2}wL - p\frac{x}{L}\right) - \frac{wL^2}{8}$$

$$M = \frac{200}{2}\left(\frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot 200 - 10 \cdot \frac{50}{200}\right) - \frac{0.1 \cdot 200^2}{8} = 750 - 500 = 250 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$



引張縁応力度 $\sigma$ は前問の結果を用いて以下のように求まる。

$$\sigma = \frac{M}{I_z} \cdot \frac{h}{2} = \frac{250}{8000} \cdot 10 = \frac{5}{16} = 0.3125 \text{ kN/cm}^2$$

[ 2 ]

(1)

1	毛管現象
2	動粘性係数
3	レイノルズ数
4	フルード数
5	跳水

(2)

ア . 
$$\underline{P = b \int_0^h \rho g z dz = \frac{1}{2} \rho g b h^2}$$

イ . 
$$\underline{P_u = b \int_0^{\frac{1}{2}h} \rho g z dz = \frac{1}{8} \rho g b h^2}$$

$$\underline{P_d = b \int_{\frac{1}{2}h}^h \rho g z dz = \frac{3}{8} \rho g b h^2}$$

ウ . 4等分なので上から順次  $\frac{1}{2} \rho g b h^2$  の  $\frac{1}{4}$  である  $\frac{1}{8} \rho g b h^2$  ずつの分圧になる。イの解答で、上から  $\frac{1}{2}$  のところで、 $\frac{1}{8} \rho g b h^2$  なので、 $\underline{h_1 = \frac{1}{2} h}$  になる。上から2つ目の分圧については、
$$\frac{1}{8} \rho g b h^2 = b \int_{\frac{1}{2}h}^{h_2} \rho g z dz = \rho g b \left( \frac{1}{2} h_2^2 - \frac{1}{8} h^2 \right)$$
 となるため、 $h_2^2 = \frac{4}{8} h^2$  となり、 $\underline{h_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} h}$  となる。上から3つ目の分圧については、
$$\frac{1}{8} \rho g b h^2 = b \int_{\frac{1}{\sqrt{2}}h}^{h_3} \rho g z dz = \rho g b \left( \frac{1}{2} h_3^2 - \frac{1}{4} h^2 \right)$$
 となるため、 $h_3^2 = \frac{6}{8} h^2$  となり、 $\underline{h_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} h}$  となる。

(3)

$$\text{ア. } \frac{v_A^2}{2g} + 0 + \frac{p_A}{\rho g} = \frac{v_B^2}{2g} + h + \frac{p_B}{\rho g} \quad \text{よ り} \quad \underline{v_B^2 - v_A^2 = \frac{2(p_A - p_B)}{\rho} - 2gh}$$

$$\text{イ. } \pi \left( \frac{D_A}{2} \right)^2 v_A = \pi \left( \frac{D_B}{2} \right)^2 v_B \quad \text{よ り} \quad \underline{v_B = \left( \frac{D_A}{D_B} \right)^2 v_A}$$

$$\text{ウ. } \text{断面 C の水銀柱の左部} \quad p_{C_L} = p_A + \rho g(x+y)$$

$$\text{断面 C の水銀柱の右部} \quad p_{C_R} = p_B + \rho g(h+y) + \sigma \rho g x$$

$$p_{C_L} = p_{C_R} \quad \text{よ り} \quad p_A + \rho g(x+y) = p_B + \rho g(h+y) + \sigma \rho g x$$

$$\underline{p_A - p_B = (\sigma - 1)\rho g x + \rho g h}$$

エ. イとウの解をアに代入すると

$$\left( \left( \frac{D_A}{D_B} \right)^2 v_A \right)^2 - v_A^2 = \frac{2((\sigma - 1)\rho g x + \rho g h)}{\rho} - 2gh$$

$$v_A^2 \left( \left( \frac{D_A}{D_B} \right)^4 - 1 \right) = 2(\sigma - 1)gx \quad \text{よ っ て} \quad \underline{v_A = \frac{\sqrt{2(\sigma - 1)gx}}{\sqrt{\left( \frac{D_A}{D_B} \right)^4 - 1}}}$$

[ 3 ]

(1)

1	産業
2	都市
3	農村
4	ジェイン・ジェイコブズ
5	多様
6	クリストファー・アレグザンダー
7	1968
8	都市計画
9	市街化
10	市街化調整
11	Bプラン（地区詳細計画）
12	地区計画

(2)

ア. 目的関数 :  $z = 3x_A + x_B \rightarrow \min$

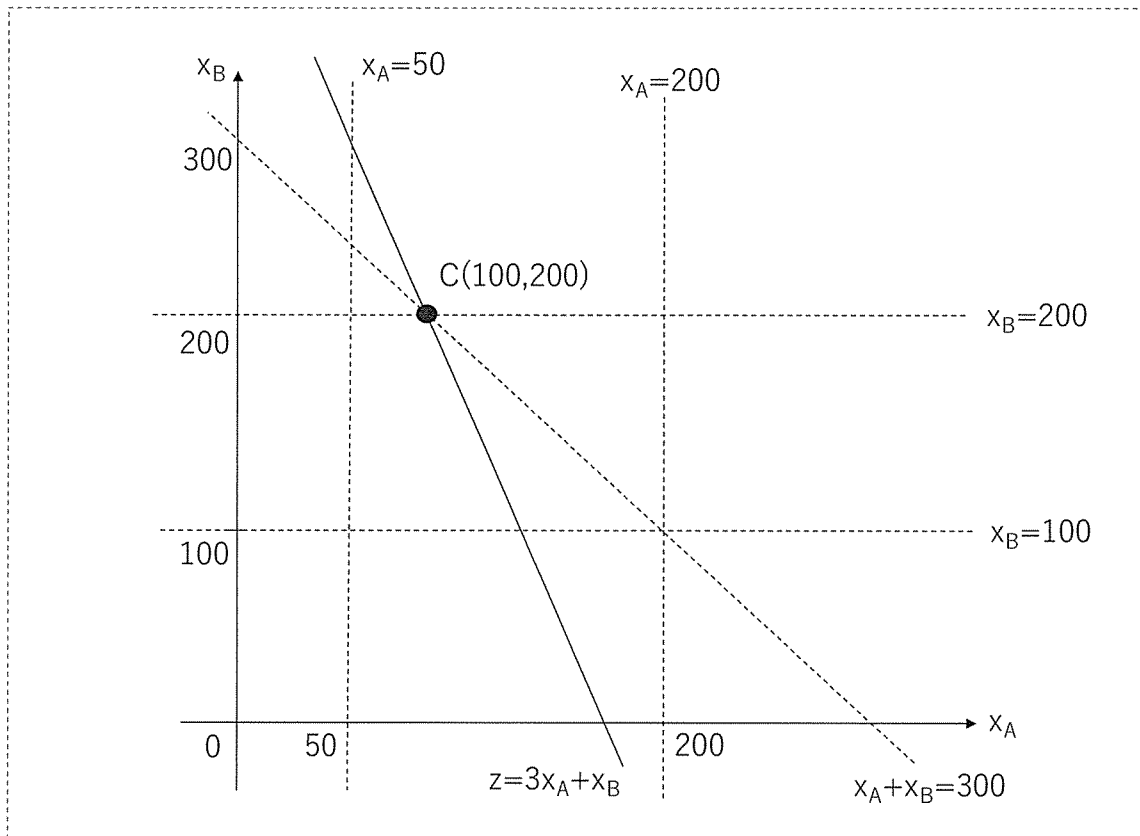
イ. 制約条件 :  $x_A + x_B \geq 300$

$$50 \leq x_A \leq 200$$

$$100 \leq x_B \leq 200$$

ウ. 最適な住宅地整備事業面積 : 地区 A 100ha, 地区 B 200ha

総費用 :  $z = 3x_A + x_B = 3 \cdot 100 + 200 = 500$ 億円





(3)

1. 水準

2. 偶然

3. 0.18

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \text{ より}$$

$$P(A \cap B) = P(B|A) \cdot P(A) = 0.6 \cdot 0.3 = 0.18$$

4. 1,900

$$700 + 300 + 900 = 1,900$$

5. 2,000台/時

$$50 \text{ 台/km} \times 40 \text{ km/時} = 2,000 \text{ 台/時}$$