令和４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（X方向）の力の釣合い，鉛直方向（Y方向）の力の釣合い，支点Aまわりでのモーメントの釣合い

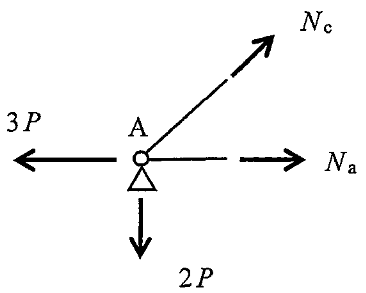
$$\Sigma X = 0 \quad ; \quad H_A + 3P = 0$$
$$\Sigma Y = 0 \quad ; \quad V_A + V_B = 0$$
$$\Sigma M_{(A)} = 0 \quad ; \quad V_B \cdot 2L - 2P \cdot L - P \cdot 2L = 0$$

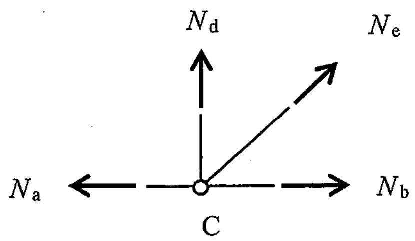
より，

$$\boxed{H_A = -3P,\ V_A = -2P,\ V_B = 2P}$$

イ．

節点法を用いてトラス構造の軸力を求める。





節点Aおよび節点Cにおける力の釣合い（上図）より，部材dの軸力N_dを求める。まず，節点Aにおける鉛直方向（Y方向），水平方向（X方向）の力の釣合いより，

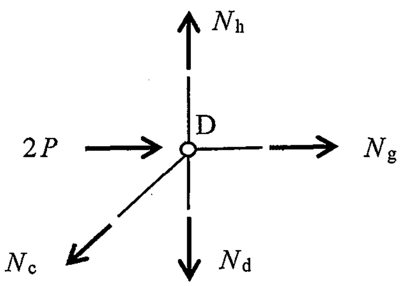
$\Sigma Y = 0 \ ; \ N_c \dfrac{1}{\sqrt{2}} - 2P = 0$　　よって　　$N_c = 2\sqrt{2}P$（引張）

$\Sigma X = 0 \ ; \ N_a + N_c \dfrac{1}{\sqrt{2}} - 3P = 0$　　よって　　$N_a = 3P - N_c \dfrac{1}{\sqrt{2}} = P$（引張）

つぎに，節点Cにおける釣合いを考える。まず，点Bがローラー支持であることから，$N_b = 0$である。したがって，点Cにおける水平および鉛直方向の力の釣合いより，

$\Sigma X = 0 \ ; \ N_b + \dfrac{1}{\sqrt{2}} N_e - N_a = 0$　　よって　　$N_e = \sqrt{2}N_a - \sqrt{2}N_b = \sqrt{2}P$（引張）

$\Sigma Y = 0 \ ; \ N_d + \dfrac{1}{\sqrt{2}} N_e = 0$　　よって　　$\boxed{N_d = -\dfrac{1}{\sqrt{2}} N_e = -P}$（圧縮）



節点Dにおける水平方向（X方向）の釣合いより，

$$\Sigma X = 0 \;\; ; \;\; 2P + N_g - \frac{1}{\sqrt{2}}N_c = 0 \qquad \text{よって} \qquad \boxed{N_g = \frac{1}{\sqrt{2}}N_c - 2P = 0}$$

ウ.

点Bにおける鉛直方向（Y方向）の力の釣合いより，部材fの軸力N_f＝ －２P（圧縮）であるので，軸応力度σ_fはつぎのように求められる。

$$\sigma_f = \frac{N_f}{A} = -\frac{2P}{A}$$

また，軸ひずみε_f，伸びδ_fはつぎのように求められる。

$$\boxed{\varepsilon_f = \frac{\sigma_f}{E} = -\frac{2P}{EA} \quad , \qquad \delta_f = L \cdot \varepsilon_f = -\frac{2PL}{EA}}$$

エ.

節点Gの鉛直変位は部材jと部材fの伸びの和である。部材jの軸力N_jは明らかに0であるので，部材jの伸びδ_j は0である。部材fの伸びδ_fは，設問ウで求められている。δ_fの符号が負であることは部材が縮むことを意味している。したがって，節点Gの鉛直変位U_Gはつぎのように求められる。

$$\boxed{U_G = \delta_f + \delta_j = -\frac{2PL}{EA} \qquad \text{（節点Gは下方向に変位する）}}$$

(2)

ア.

水平方向の力の釣り合いより,

$$\sum X = H_A = 0$$

$$H_A = 0$$

$H_A = 0$

鉛直方向の力の釣り合いより,

$$\sum Y = V_A - w \cdot L = 0$$

$$V_A = wL$$

$V_A = wL$

固定された点Aを中心としたモーメントの釣り合いより,

$$\sum{}_A M = M_A + wL\left(L + \frac{L}{2}\right) = 0$$

$$M_A = -\frac{3}{2}wL^2$$

$M_A = -\frac{3}{2}wL^2$

イ.

断面二次モーメントは,

$$I_z = \frac{H^4 - h^4}{12} = \frac{1}{12}\left(16\times10^4 - 1\times10^4\right) = 12500\,\mathrm{cm}^4$$

$12500\,\mathrm{cm}^2$

ウ.

固定した点Aにおけるはりの曲げモーメントM_Aは設問アより

$$M_A = -\frac{3}{2}wL^2$$

であるため,諸条件より,

$$M_A = -\frac{3}{2}\cdot 1.0\cdot 50^2 = -3750\,\mathrm{kN\cdot cm}$$

曲げモーメントによる最大縁応力度の絶対値は前問の結果を用いると,

$$|\sigma| = \frac{M_A}{I_z}\cdot y = \frac{M_A}{I_z}\cdot\frac{H}{2} = \frac{3750}{12500}\cdot\frac{20}{2} = 3\,\mathrm{kN/cm^2}$$

$3\,\mathrm{kN/cm^2}$

[2]

(1)

ア． ④ $v_1 = \sqrt{2g(h-h_1)}$

イ． $Q = C_Q S_d v_1 = C_Q S_d \sqrt{2g(h-h_1)}$ $\boxed{Q = C_Q S_d \sqrt{2g(h-h_1)}}$

ウ． 水槽における水の体積減少量：$-S_a \mathrm{d}h$ (1)

パイプから流出した水の体積：$Q\ \mathrm{d}t$ (2)

(1)=(2) より $-S_a \mathrm{d}h = Q\ \mathrm{d}t.$ $\therefore\ \frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}t} = -\frac{Q}{S_a}$ (3)

(3)の右辺はイの結果を用いて

$\frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}t} = -\frac{Q}{S_a} = -\frac{C_Q S_d \sqrt{2g(h-h_1)}}{S_a}$ となる。 $\boxed{\frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}t} = -\frac{C_Q S_d \sqrt{2g(h-h_1)}}{S_a}}$

エ． $\frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}t} = B\sqrt{h-h_1}$ ，$\left(B = -\frac{C_Q S_d \sqrt{2g}}{S_a}\right)$ とするとウは $\frac{\mathrm{d}h}{\sqrt{h-h_1}} = B\mathrm{d}t$ となり，両辺を積分して，

$$\int \frac{\mathrm{d}h}{\sqrt{h-h_1}} = \int B\mathrm{d}t$$

より，$2\sqrt{h-h_1} = Bt + \mathrm{C}$ （C:積分定数）なので

$$\sqrt{h-h_1} = \frac{B}{2}t + \frac{\mathrm{C}}{2}$$

となる。

条件より，$t=0$ のとき $h=H$ なので積分定数は $\mathrm{C} = 2\sqrt{H-h_1}$ となり，

$$\sqrt{h-h_1} = \frac{B}{2}t + \sqrt{H-h_1}$$

が得られる。さらに，$t = t_{H/2}$ のとき $h = \frac{H}{2}$ であるので

$$\sqrt{\frac{H}{2}-h_1} = \frac{B}{2}t_{H/2} + \sqrt{H-h_1}$$

から

$$\frac{B}{2}t_{H/2} = \sqrt{\frac{H}{2}-h_1} - \sqrt{H-h_1}$$

となり，水面高さが H から $\frac{H}{2}$ になるまでの時間 $t_{H/2}$ は

$$t_{H/2} = \frac{2}{B}\left(\sqrt{\frac{H}{2}-h_1} - \sqrt{H-h_1}\right) = 2\cdot\left(-\frac{S_a}{C_Q S_d \sqrt{2g}}\right)\left(\sqrt{\frac{H}{2}-h_1} - \sqrt{H-h_1}\right)$$

$$= \left(\frac{2S_a}{C_Q S_d \sqrt{2g}}\right)\left(\sqrt{H-h_1} - \sqrt{\frac{H}{2}-h_1}\right) = \frac{S_a}{C_Q S_d}\sqrt{\frac{2}{g}}\left(\sqrt{H-h_1} - \sqrt{\frac{H}{2}-h_1}\right)$$

となる。

［別解］定積分により解を求める。ここで、$B=-\frac{C_Q S_d\sqrt{2g}}{S_a}$ とする。

$$\int_H^{H/2}\frac{\mathrm{d}h}{\sqrt{h-h_1}}=\int_0^{t_{H/2}}Bdt$$

より、

$$\left[2\sqrt{h-h_1}\right]_H^{H/2} = B\ t_{H/2}$$

これより、

$$t_{H/2}= \frac{2}{B}\left[\left(\sqrt{\frac{H}{2}-h_1}\right)-\left(\sqrt{H-h_1}\right)\right]$$

$$=\frac{S_a}{C_Q S_d}\sqrt{\frac{2}{g}}\left(\sqrt{H-h_1}-\sqrt{\frac{H}{2}-h_1}\right)$$

が得られる。

$$\boxed{t_{H/2}= \frac{S_a}{C_Q S_d}\sqrt{\frac{2}{g}}\left(\sqrt{H-h_1}-\sqrt{\frac{H}{2}-h_1}\right)}$$

（2）

ア．

a	限界水深
b	限界流
c	2/3 $E_{\min}$
d	1

イ．

A	3
B	1
C	2
D	4
E	5

ウ．

代表長さ（魚の体長）をL, 速度（魚の遊泳速度）をUとするとレイノルズ数は $Re=\frac{UL}{\nu}=\frac{1\times0.5}{1.1\times10^{-6}}$ となる。水槽の流速をU_mとするとレイノルズ数は一定より，$\frac{1\times0.5}{1.1\times10^{-6}}=\frac{U_m\times0.1}{1.1\times10^{-6}}$ 。よって，$U_m=0.5\div0.1=5$ m/s

$\boxed{5\ \mathrm{m/s}}$

［３］

（1）

1	エベネザー・ハワード（ハワード）
2	田園都市
3	職住
4	1968
5	区域区分
6	用途地域
7	マスタープラン
8	土地区画整理
9	減歩
10	保留地
11	関東大震災（関東地震，関東大地震）
12	戦災復興

(2)

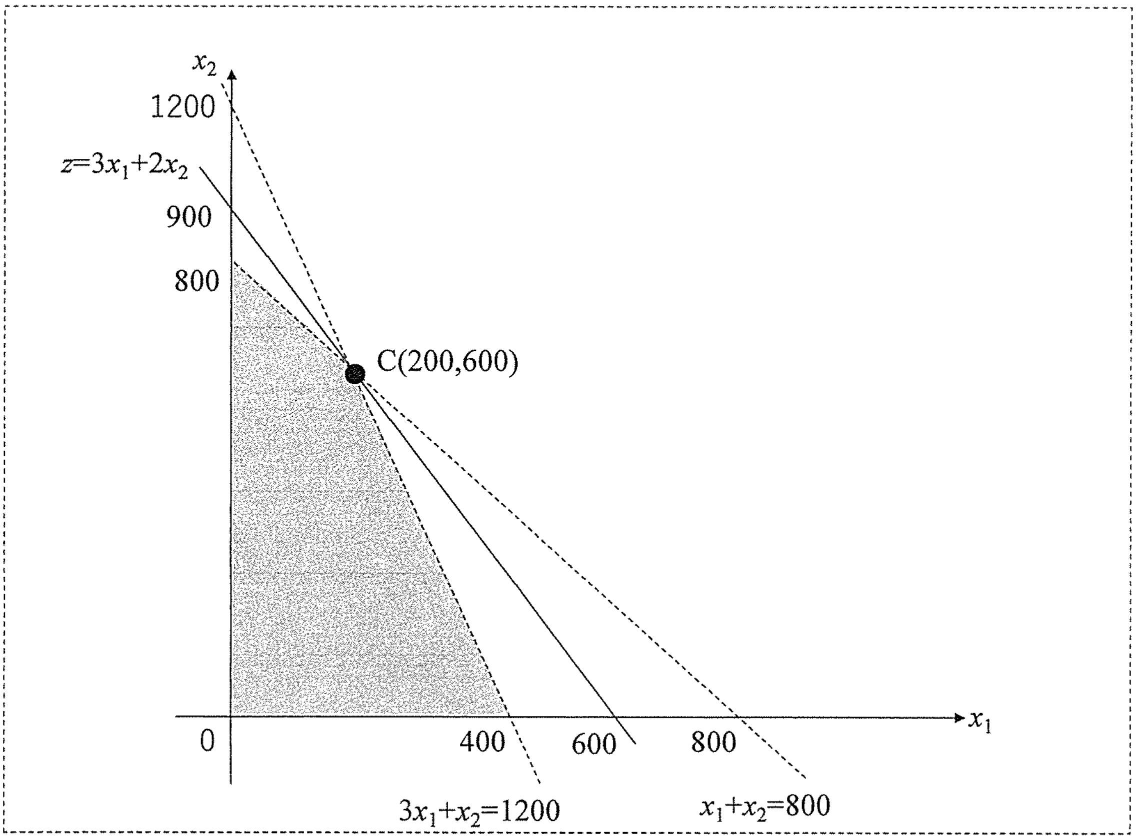
ア． 目的関数 $z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$

イ． 制約条件

$$
\begin{aligned}
3x_1 + x_2 &\leqq 1200 \\
x_1 + x_2 &\leqq 800 \\
x_1 &\geqq 0 \\
x_2 &\geqq 0
\end{aligned}
$$

ウ． 最適な割り当て作業員数：工事 1　200［人］，工事 2　600［人］
総利益：$z = 3x_1 + 2x_2 = 3\times200+2\times600 = 1800$［万円］

$x_1 = 200$［人］，$x_2 = 600$［人］，$z = 1800$［万円］



(3)

1	環境影響評価（環境アセスメント）
2	最小二乗法
3	重相関（決定，相関）
4	交通密度
5	配分