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解答例

専門科目（５：土木工学）

[1]

(1)

ア.

図1－1の荷重条件より，部材$\boxed{\text{a}}$，部材$\boxed{\text{b}}$，部材$\boxed{\text{e}}$，部材$\boxed{\text{g}}$の軸力は明らかに0となる。また，節点②がローラー支持であることより，部材$\boxed{\text{m}}$の軸力も0となる。

節点⑧での力の釣合いから部材$\boxed{\text{c}}$の軸力は$-\sqrt{2}P$（圧縮），部材$\boxed{\text{d}}$の軸力はP（引張）となる。

トラス全体に注目し，支点①におけるモーメントの釣合いから，支点②の鉛直反力はP（鉛直下向き）となる。よって，部材$\boxed{\text{k}}$の軸力はP（引張）となる。

部材$\boxed{\text{k}}$，部材$\boxed{\text{d}}$の軸力は共にP（引張）であることを考慮すると，節点⑥における鉛直方向の力の釣合より，部材$\boxed{\text{j}}$の軸力は0となる。また，部材$\boxed{\text{j}}$の軸力が0であることから，節点⑥における水平方向の力の釣合いより，部材$\boxed{\text{f}}$の軸力は0となる。

部材$\boxed{\text{j}}$，部材$\boxed{\text{m}}$の軸力が0であることから，節点③における水平および鉛直方向の力の釣合いより，部材$\boxed{\text{i}}$，部材$\boxed{\text{l}}$の軸力は0となる。

部材$\boxed{\text{f}}$，部材$\boxed{\text{i}}$の軸力が0であることから，節点⑤における力の釣合いより，部材$\boxed{\text{h}}$の軸力は部材$\boxed{\text{c}}$の軸力と等しい$-\sqrt{2}P$（圧縮）が作用する。

以上をまとめると，

軸力が引張となる部材：　$\boxed{\text{d}}$，$\boxed{\text{k}}$

軸力が圧縮となる部材：　$\boxed{\text{c}}$，$\boxed{\text{h}}$

イ.

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②におけるモーメントの釣合い

$$\Sigma X = 0 \quad ; \ H_1 - P - 2P - P = 0$$
$$\Sigma Y = 0 \quad ; \ V_1 + V_2 = 0$$
$$\Sigma M_{(②)} = 0 \ ; \ 10V_1 = 10P + 5 \cdot 2P = 20P$$

より，

$$H_1 = 4P \ , \quad V_1 = 2P \ , \quad V_2 = -2P$$

ウ.

部材$\boxed{a}$, $\boxed{b}$, $\boxed{e}$, $\boxed{g}$の軸力は0である。

節点⑧における水平方向（X方向）および鉛直方向（Y方向）の力の釣合いから：

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

$\Sigma Y = 0$; $\frac{1}{\sqrt{2}}N_c + N_d = 0$ 　よって　$N_d = P$（引張）

支点②における水平方向（X方向）および鉛直方向（Y方向）の力の釣合いから：

$\Sigma X = 0$; $N_m + P = 0$ 　よって　$N_m = -P$（圧縮）

$\Sigma Y = 0$; $N_k - 2P = 0$ 　よって　$N_k = 2P$（引張）

節点⑥における水平方向（X方向）および鉛直方向（Y方向）の力の釣合いから：

$\Sigma Y = 0$; $N_d - N_k - \frac{1}{\sqrt{2}}N_j = 0$ 　よって　$N_j = \sqrt{2}(N_d - N_k) = -\sqrt{2}P$（圧縮）

$\Sigma X = 0$; $\frac{1}{\sqrt{2}}N_j + N_f + 2P = 0$ 　よって　$N_f = -\frac{1}{\sqrt{2}}N_j - 2P = -P$（圧縮）

節点③における水平方向（X方向）および鉛直方向（Y方向）の力の釣合いから：

$\Sigma Y = 0$; $N_i + \frac{1}{\sqrt{2}}N_j = 0$ 　よって　$N_i = -\frac{1}{\sqrt{2}}N_j = P$（引張）

(2)

ア.

曲げモーメントの分布は下図のとおりである。

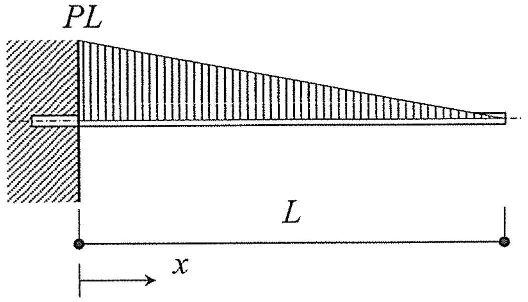


図1－3の曲げモーメント分布

弾性曲線方程式は次式となる。

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}=\frac{P}{EI}(L-x)$$

両辺を積分すると,

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\frac{P}{2EI}\left(2Lx-x^2\right)+c_1$$

$$w=\frac{P}{6EI}\left(3Lx^2-x^3\right)+c_1x+c_2$$

ここで, c_1およびc_2は積分定数であり, 境界条件より

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\theta(x)=\theta(0)=c_1=0,\quad w(x)=w(0)=c_2=0$$

となり,

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\frac{P}{2EI}\left(2Lx-x^2\right),\quad w=\frac{P}{6EI}\left(3Lx^2-x^3\right)$$

となる。これより,

$\delta_L=\dfrac{P}{3EI}L^3$（下向き）, $\theta_L=\dfrac{P}{2EI}L^2$（時計回り）

イ.

曲げモーメントの分布は下図のとおりである。

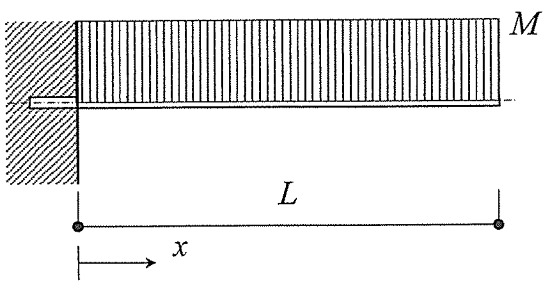


図1－4の曲げモーメント分布

弾性曲線方程式は次式となる。

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}=\frac{M}{EI}$$

両辺を積分すると,

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\frac{M}{EI}x+c_1$$

$$w=\frac{M}{2EI}x^2+c_1x+c_2$$

ここで, c_1およびc_2は積分定数であり, 境界条件より

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\theta(x)=\theta(0)=c_1=0,\quad w(x)=w(0)=c_2=0$$

となる。これより,

$$\delta_L=\frac{M}{2EI}L^2\ \text{（下向き）},\qquad \theta_L=\frac{M}{EI}L\ \text{（時計回り）}$$

ウ.

曲げモーメントの分布は下図のとおりである。

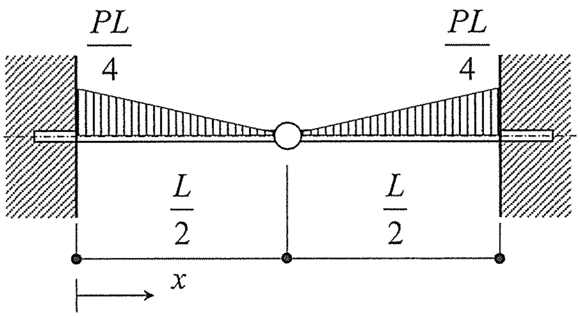


図１－５の曲げモーメント分布

荷重は両方の片持ちばりに均等に作用するため,

$$\delta_{L/2}=\frac{P}{2}\cdot\frac{1}{3EI}\cdot\left(\frac{L}{2}\right)^3=\frac{P}{48EI}L^3\ \text{（下向き）}$$

[2]

(1)

ア.

$$\underline{Q = a\sqrt{2gh}}$$

イ.

$\Delta V = -\Delta h \cdot A,\ \ \Delta V = Q \cdot \Delta t,\ \ Q = a\sqrt{2gh}$ より, $\Delta V = Q \cdot \Delta t = a\sqrt{2gh} \cdot \Delta t = -\Delta h \cdot A$

$$\therefore \underline{\frac{\Delta h}{\Delta t} = -\frac{a}{A}\sqrt{2gh}}$$

ウ. $\Delta h, \Delta t$ は微小量より $\Delta t \to 0$ とすると

$\frac{dh}{dt} = -\frac{a}{A}\sqrt{2gh}$ となり, これより, $\frac{1}{\sqrt{h}}dh = \left(-\frac{a}{A}\sqrt{2g}\right)dt$ が得られる。

$B = -\frac{a}{A}\sqrt{2g}$ と置き, 両辺をそれぞれ積分すると,

$$\int \frac{1}{\sqrt{h}}dh = \int B\,dt$$

したがって,

$$2\sqrt{h} = Bt + C'$$

$$\sqrt{h} = \frac{B}{2}t + \frac{C'}{2} = -\frac{a}{2A}\sqrt{2g} \cdot t + \frac{C'}{2} = -\frac{a}{2A}\sqrt{2g} \cdot t + C \quad \left(\because C = \frac{C'}{2}\right)$$

よって $h = \left(-\frac{a}{2A}\sqrt{2g} \cdot t + C\right)^2$ となる。

$t = 0$ のとき $h = h_0$ より, $h_0 = (0 + C)^2$ が得られ積分定数は $C = \sqrt{h_0}$ と決定される。これより,

$$\sqrt{h} = -\frac{a}{2A}\sqrt{2g} \cdot t + \sqrt{h_0}$$

よって,

$$\underline{h = \left(-\frac{a}{2A}\sqrt{2g} \cdot t + \sqrt{h_0}\right)^2 = \frac{a^2 g}{2A^2}\left(t - \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{A}{a}\right)^2}$$

エ.

$t = t_e$ のとき $h = 0$ より,

$$0 = \frac{a^2 g}{2A^2}\left(t_e - \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{A}{a}\right)^2 \qquad \therefore \underline{t_e = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{A}{a}}$$

オ.

<u>(c)</u>

（2）

1	径深
2	粗度
3	密度
4	小さい
5	$\dfrac{UD}{\nu}$
6	慣性
7	層流
8	乱流

［３］(1)

1	クラレンス・ペリー
2	ラドバーン
3	スーパーブロック
4	歩車
5	スプロール
6	都市計画
7	地域
8	関東
9	戦災
10	災害危険
11	居住誘導
12	テレ

(2)

ア．目的関数：$z = x_A + 2x_B \rightarrow \min$

イ．制約条件：$x_A + x_B \geqq 60$

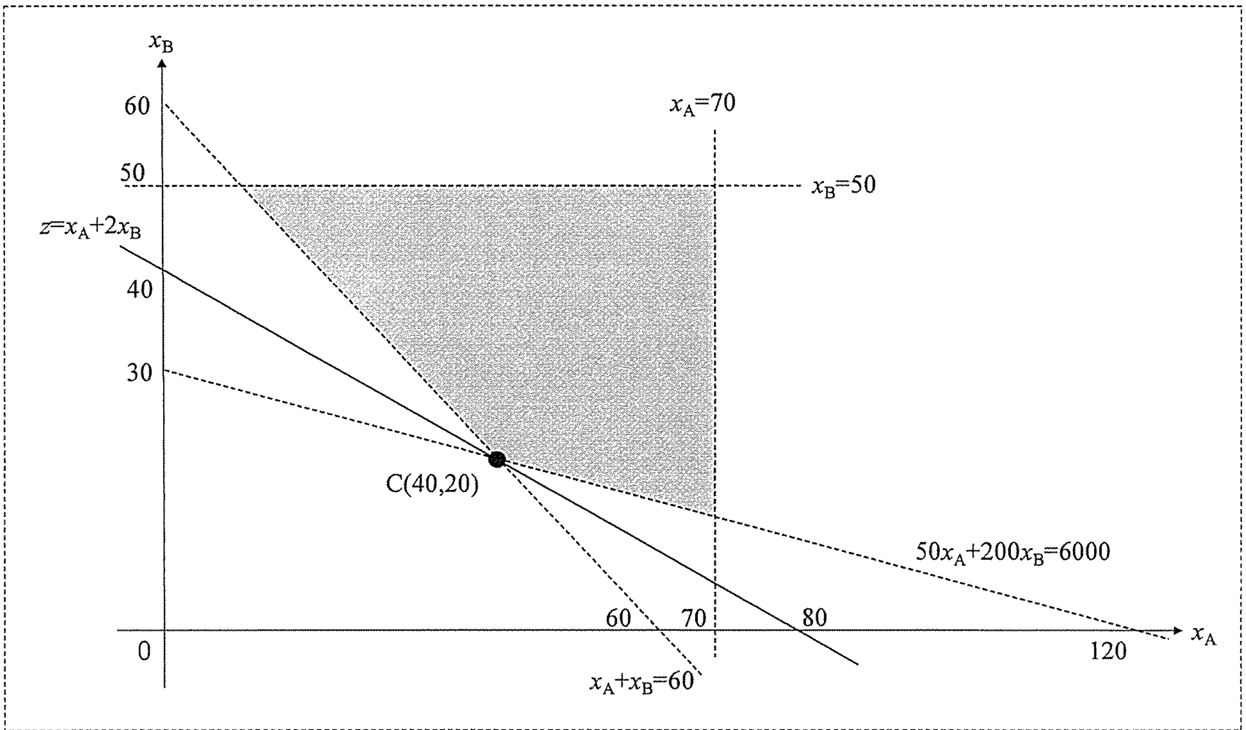
$50x_A + 200x_B \geqq 6000$

$0 \leqq x_A \leqq 70$

$0 \leqq x_B \leqq 50$

ウ．最適な工業団地整備事業面積：地区A　40ha，地区B　20ha

総費用：$z = x_A + 2x_B = 40 + 2 \times 20 = 80$億円



(3)

1	閉合比
2	緩和曲線
3	可能
4	設計
5	分布（OD）