5章予習　授業の前にやっておこう!!の解答

1. 水平方向および鉛直方向の力のつり合い条件を考えると、

$$\sum H = 0 \ : \ F_B \cos 60° - F_A \cos 30° = 0$$

$$\sum V = 0 \ : \ F_B \sin 60° + F_A \sin 30° - 1732 = 0$$

の2本の式が得られる。これを連立方程式として、F_A、F_B について解くと以下の通り。

$$F_A = 866\,\mathrm{N}, \quad F_B = 1500\,\mathrm{N}$$

2. 鉛直方向の力のつり合い条件を考えると、

$$\sum V = 0 \ : \ V_A + V_B - P = 0$$

ローラー支点におけるモーメントのつり合い条件を考えると、

$$\sum M_{(\mathrm{B})} = 0 \ : \ V_A \times l + P \times 2l = 0$$

の2本の式が得られる。これを連立方程式として、V_A、V_B について解くと以下の通り。

$$V_A = -2P, \quad V_B = 3P$$

5章演習問題の解答

演習問題A

５－Ａ１

(1) $n = m + r - 2j = 11 + 5 - 2\cdot 7 = 2$　不静定次数 $= 2$（外的2次不静定）

(2) $n = m + r - 2j = 17 + 3 - 2\cdot 10 = 0$　不静定次数 $= 0$（静定）

(3) $n = m + r - 2j = 22 + 3 - 2\cdot 12 = 1$　不静定次数 $= 1$（内的1次不静定）

(4) $n = m + r - 2j = 21 + 3 - 2\cdot 10 = 4$　不静定次数 $= 4$（内的4次不静定）

(5) $n = m + r - 2j = 26 + 4 - 2\cdot 15 = 0$　不静定次数 $= 0$（静定）

５－Ａ２

(1) まず支点反力を求める。支点A, Dにおける支点反力をH_A, V_A, H_Dとおき、つり合い条件式を立てる。

$\Sigma H = 0$ ： $H_A + H_D = 0$　(右向きを正と仮定)

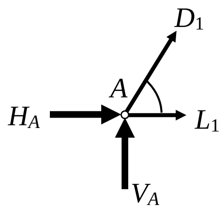
$\Sigma V = 0$ ： $V_A - P - P = 0$　(上向きを正と仮定)

$\Sigma M_A = 0$ ： $Pl + P\cdot 2l + H_D\cdot\sqrt{3}l = 0$　(点Aに関して時計回りを正と仮定)

これらを解くと、

$V_A = 2P$, $H_D = -\sqrt{3}P$, $H_A = \sqrt{3}P$

が得られる。次に点Aに関して節点法を適用する。



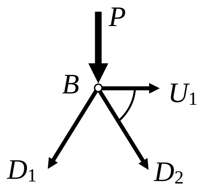
$\Sigma H = 0$ ： $H_A + L_1 + D_1 \cos 60° = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $V_A + D_1 \sin 60° = 0$

これらを解くと、

$$D_1 = -\frac{4}{3}\sqrt{3}P, \qquad L_1 = -\frac{\sqrt{3}}{3}P$$

となる。次に点Bに関して節点法を適用する。



$\Sigma H = 0$ ： $-D_1 \cos 60° + U_1 + D_2 \cos 60° = 0$

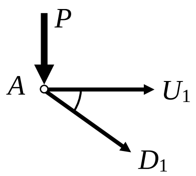
$\Sigma V = 0$ ： $-D_1 \sin 60° - P - D_2 \sin 60° = 0$

これらを解くと、

$$D_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3}P, \qquad U_1 = -\sqrt{3}P$$

となる。

(2) 支点D, Eにおける支点反力をH_D, V_D, H_E, V_Eとおく。まず、部材長から、$\cos\theta = \frac{4}{5}$, $\sin\theta = \frac{3}{5}$ を得る。点Aに関して節点法を適用する。



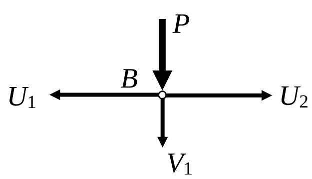
$\Sigma H = 0$ ： $U_1 + D_1 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $-P_1 - D_1 \sin\theta = 0$

これより、

$$D_1 = -\frac{5}{3}P, \qquad U_1 = \frac{4}{3}P$$

となる。次に点Bに関して節点法を適用する。



$\Sigma H = 0$ ： $-U_1 + U_2 = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $-P - V_1 = 0$

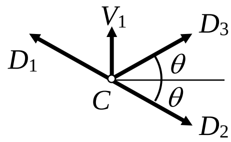
これより、

$$U_2 = \frac{4}{3}P, \quad V_1 = -P$$

点Cに関して節点法を適用する。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad -D_1 \cos\theta + D_3 \cos\theta + D_2 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_1 + D_1 \sin\theta + D_3 \sin\theta - D_2 \sin\theta = 0$



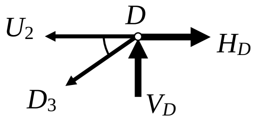
これより、

$$D_2 = -\frac{5}{2}P, \qquad D_3 = \frac{5}{6}P$$

点Dに関して節点法を適用する。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad -U_2 + H_D - D_3 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_D - D_3 \sin\theta = 0$



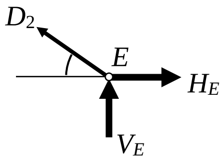
これより、

$$H_D = 2P, \qquad V_D = \frac{1}{2}P$$

点Eに関して節点法を適用する。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad H_E - D_2 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_E + D_2 \sin\theta = 0$



これより、

$$H_E = -2P, \qquad V_E = \frac{3}{2}P$$

(3) 支点反力H_D, V_D, H_Eを構造全体のつり合い条件より求める。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad H_D + H_E = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_D - P = 0$

$\Sigma M_D = 0 : \quad 3Pl + \sqrt{3}\, l\, H_E = 0$

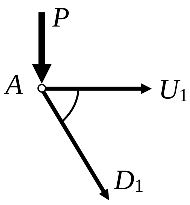
これらを解いて、

$V_D = P, \quad H_E = -\sqrt{3}P, \quad H_D = \sqrt{3}P$

点Aに関して節点法を適用する。$\theta = 60°$である。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad U_1 + D_1 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad -P_1 - D_1 \sin\theta = 0$



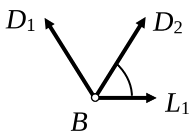
これより、

$$D_1 = -\frac{2\sqrt{3}}{3}P, \qquad U_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}P$$

点Bに関して節点法を適用する。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad -D_1 \cos\theta + L_1 + D_2 \cos\theta = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad D_1 \sin\theta + D_2 \sin\theta = 0$



これらを解くと、

$$D_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3}P, \qquad L_1 = -\frac{2\sqrt{3}}{3}P$$

(4) 支点反力H_A, V_A, V_Cを構造全体のつり合い条件より求める。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad H_A = 0$

$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_A + V_C - P = 0$

$\Sigma M_C = 0 : \quad 2V_A l + Pl = 0$

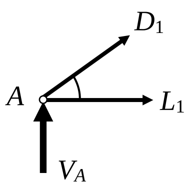
これらを解いて、

$$H_A = 0, \quad V_A = -\frac{1}{2}P, \quad V_C = \frac{3}{2}P$$

点Aに関して節点法を適用する。$\theta = 30°$である。

$\Sigma H = 0 \quad : \quad L_1 + D_1 \cos\theta = 0$

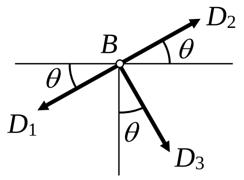
$\Sigma V = 0 \quad : \quad V_A + D_1 \sin\theta = 0$



これより、

$D_1 = P,\qquad L_1 = -\dfrac{\sqrt{3}}{2}P$

点Bに関して節点法を適用する。部材BCの引張力をD_3とする。



$\Sigma H = 0$ ： $-D_1\cos\theta + D_2\cos\theta + D_3\sin\theta = 0$ ①

$\Sigma V = 0$ ： $-D_1\sin\theta + D_2\sin\theta - D_3\cos\theta = 0$ ②

①×$\cos\theta$+ ②×$\sin\theta$を計算すると、

$$\begin{array}{rl} & -D_1\cos^2\theta + D_2\cos^2\theta + D_3\sin\theta\cos\theta = 0 \\ +) & -D_1\sin^2\theta + D_2\sin^2\theta - D_3\sin\theta\cos\theta = 0 \\ \hline & -D_1(\sin^2\theta + \cos^2\theta) + D_2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) = 0 \end{array}$$

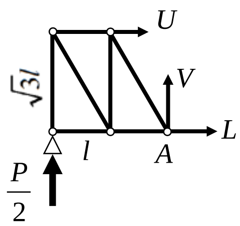
従って、 $-D_1 + D_2 = 0$

よって、$D_2 = D_1 = P$

(D_1, D_2 方向の力のつり合いから、$-D_1 + D_2 = 0$、D_3方向の力のつり合いから、$D_3 = 0$ としてもよい。)

５－Ａ３

(1) まず支点反力を求め、次にU, V, Lを切断すると、右の図のようになる。この図に断面法を適用する。



$\Sigma H = 0$ ： $U + L = 0$

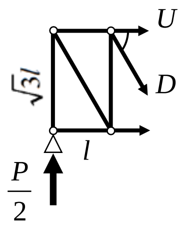
$\Sigma V = 0$ ： $V + \dfrac{1}{2}P = 0$

$\Sigma M_A = 0$ ： $\dfrac{1}{2}P\cdot 2l + U\cdot\sqrt{3}l = 0$

これらを解くと、

$U = -\dfrac{\sqrt{3}}{3}P,\quad L = \dfrac{\sqrt{3}}{3}P,\quad V = -\dfrac{1}{2}P$

次に、Dを含む3本を切断すると、右図のようになる。

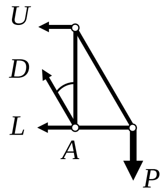


断面法を適用すると、

$\Sigma V = 0$ ： $\dfrac{1}{2}P - D\sin\theta = 0$ $(\theta = 60°)$

これを解いて、 $D = \dfrac{\sqrt{3}}{3}P$

(2) U, V, Lを切断し、右側のみを取り出すと、図の通りとなる。



部材長から、$\cos\theta = \dfrac{4}{5}$, $\sin\theta = \dfrac{3}{5}$ を得る。断面法を適用すると、

$\Sigma H = 0$ ： $-U - D - L\sin\theta = 0$

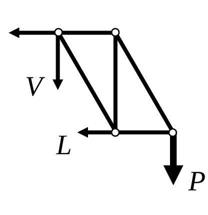
$\Sigma V = 0$ ： $-P + D\cos\theta = 0$

$\Sigma M_{(A)} = 0$ ： $P\cdot 3l - U\cdot 4l = 0$

これらより、

$U = \dfrac{3}{4}P,\quad D = \dfrac{5}{4}P,\quad L = -\dfrac{3}{2}P$

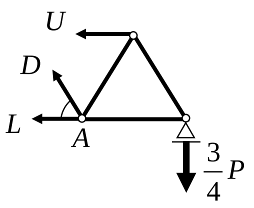
次に、Vを含む3本を切断すると、右図のようになる。



断面法を適用すると、

$\Sigma V = 0$ ： $-V - P = 0$ 　　よって、$V = -P$

(3) 支点反力を求め、U, V, Lを切断すると、右の図のようになる。この図に断面法を適用する。θ = 60°。



$\Sigma H = 0$ ： $-U - D\cos\theta - L = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $D\sin\theta - \dfrac{3}{4}P = 0$

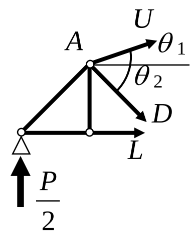
$\Sigma M_{(\mathrm{A})} = 0$ ： $\dfrac{3}{4}P \cdot 2l - U \cdot \sqrt{3}l = 0$

これらより、

$$U = \frac{\sqrt{3}}{2}P, \quad D = \frac{\sqrt{3}}{2}P, \quad L = -\frac{3\sqrt{3}}{4}P$$

(4) 支点反力を求め、U, V, Lを切断すると、右の図のようになる。部材長から、$\cos\theta_1 = \dfrac{3}{\sqrt{10}}$, $\sin\theta_1 = \dfrac{1}{\sqrt{10}}$,

$\cos\theta_2 = \sin\theta_2 = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ を得る。この図に断面法を適用する。



$\Sigma H = 0$ ： $U\cos\theta_1 + D\cos\theta_2 + L = 0$

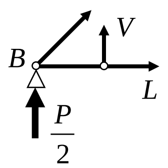
$\Sigma V = 0$ ： $\dfrac{1}{2}P + U\sin\theta_1 - D\sin\theta_2 = 0$

$\Sigma M_{(\mathrm{A})} = 0$ ： $\dfrac{1}{2}P \cdot 3l - L \cdot 3l = 0$

これらより、

$$U = -\frac{\sqrt{10}}{4}P, \quad D = \frac{\sqrt{2}}{4}P, \quad L = \frac{1}{2}P$$

次に、Vを含む3本を切断すると、右図のようになる。
断面法を適用すると、



$\Sigma M_B = 0$ ： $V \cdot 3l = 0$ よって、$V = 0$

5－B１

(1) 支点反力H_D, V_D, V_Fを構造全体のつり合い条件より求める。

$\Sigma H=0$ ： $P+H_D=0$

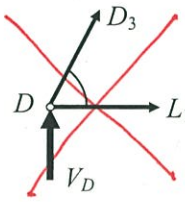
$\Sigma V=0$ ： $V_D+V_F=0$

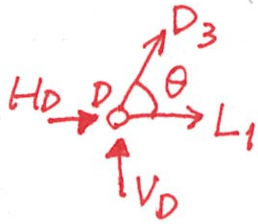
$\Sigma M_{(C)}=0$ ： $P\cdot 2\sqrt{3}l-V_F\cdot 4l=0$

これらを解いて、

$$H_D=-P,\quad V_D=-\frac{\sqrt{3}}{2}P,\quad V_F=\frac{\sqrt{3}}{2}P$$

点Dに関して節点法を適用する。$\theta=60°$。





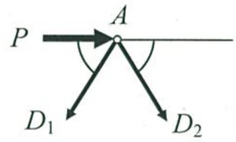
$\Sigma H=0$ ： $H_D+L_1+D_3\cos\theta=0$

$\Sigma V=0$ ： $V_D+D_3\sin\theta=0$

これより、

$$D_3=P,\qquad L_1=\frac{1}{2}P$$

次に点Aに関して節点法を適用する。



$\Sigma H=0$ ： $P-D_1\cos\theta+D_2\cos\theta=0$

$\Sigma V=0$ ： $-D_1\sin\theta-D_2\sin\theta=0$

これらを解くと、

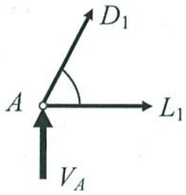
$D_1=P,\quad D_2=-P$

(2) 支点反力を求めると、

$$V_A=\frac{1}{3}P,\ H_A=0,\quad V_D=\frac{2}{3}P$$

となる。

点Aに関して節点法を適用する。$\theta=60°$。



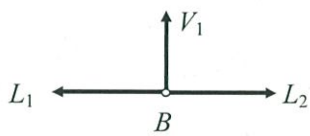
$\Sigma H=0$ ： $L_1+D_1\cos\theta=0$

$\Sigma V=0$ ： $V_A+D_1\sin\theta=0$

これより、

$$D_1=-\frac{2\sqrt{3}}{9}P,\qquad L_1=\frac{\sqrt{3}}{9}P$$

点Bに関して節点法を適用する。



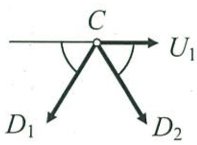
$\Sigma H=0$ ： $-L_1+L_2=0$

$\Sigma V=0$ ： $V_1=0$

これより、

$$L_2=L_1=\frac{\sqrt{3}}{9}P,\ V_1=0$$

点Cに関して節点法を適用する。



$\Sigma H=0$ ： $-D_1\cos\theta+D_2\cos\theta+U_1=0$

$\Sigma V=0$ ： $-D_1\sin\theta-D_2\sin\theta=0$

これらを解くと、

$$D_2=\frac{2\sqrt{3}}{9}P,\qquad U_1=-\frac{2\sqrt{3}}{9}P$$

５－Ｂ２

(1) 未知支点反力は、H_A, V_A, H_B, V_B の4つである。構造全体のつり合い条件から、

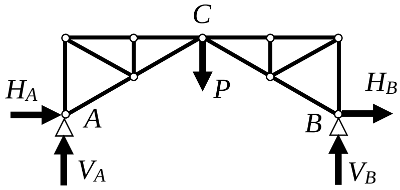
$\Sigma H = 0$ ： $H_A + H_B = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $V_A + V_B - P = 0$

が成り立つ。点Cはヒンジであるが、点Cより左半分の構造は静止しており、点Cを中心に回転することはない。よってこの左半分のみに着目すると、

$\Sigma M_{(C)} = 0$： $V_A \cdot 2\sqrt{3}l - H_A \cdot 2l = 0$

が成り立つ。同様にして右半分についても次式が成り立つ。



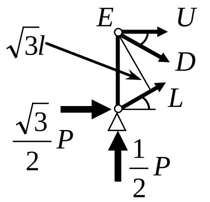
$\Sigma M_{(C)} = 0$： $V_B \cdot 2\sqrt{3}l + H_B \cdot 2l = 0$

これらを解くと、

$$H_A = \frac{\sqrt{3}}{2}P, \quad V_A = \frac{1}{2}P, \quad H_B = -\frac{\sqrt{3}}{2}P, \quad V_B = \frac{1}{2}P$$

が得られる。次にU, V, Lを切断し、断面法を適用する。

部材長から、$\theta = 30°$。



$$\Sigma H = 0 \ ： \ \frac{\sqrt{3}}{2}P + U + D\cos\theta + L\cos\theta = 0$$

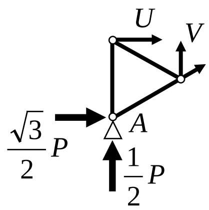
$$\Sigma V = 0 \ ： \ \frac{1}{2}P + L\sin\theta - D\sin\theta = 0$$

$$\Sigma M_E = 0 ： \ \frac{1}{2}P \cdot 3l - L \cdot 3l = 0$$

これらより、

$U = 0$, $D = 0$, $L = -P$

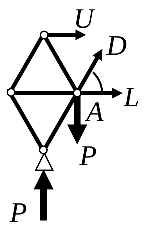
次に、Vを含む3本を切断すると、右図のようになる。



断面法を適用すると、

$\Sigma M_{(A)} = 0$： $U \cdot 2l - V \cdot \sqrt{3}l = 0$　　　よって、$V = 0$

(2) 支点反力を求め、U, V, Lを切断すると、右の図のようになる。この図に断面法を適用する。$\theta = 60°$。



$\Sigma H = 0$ ： $U + D\cos\theta + L = 0$

$\Sigma V = 0$ ： $P - P + D\sin\theta = 0$

$\Sigma M_{(A)} = 0$： $Pl + U \cdot \sqrt{3}l = 0$

これらより、

$$U = -\frac{\sqrt{3}}{3}P, \quad D = 0, \quad L = \frac{\sqrt{3}}{3}P$$