第3章　支点反力

■　未掲載問題・解答　■

問題 3-1　**図 3.1** に示す張出しばりの支点反力を求めよ。

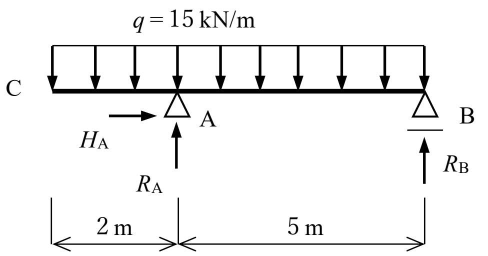


図 3.1　張出しばり

解答

水平方向の力のつり合い式：

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\ \mathrm{kN}$$

点 B まわりのモーメントのつり合い式：

$$\sum M = R_A \times 5 - q \times 7 \times 3.5 = 0$$

$$\therefore R_A = \frac{1}{5} \times q \times 7 \times 3.5 = \frac{1}{5} \times 15 \times 7 \times 3.5 = 73.5\ \mathrm{kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式：

$$\sum V = R_A + R_B - q \times 7 = 0$$

$$\therefore R_B = -R_A + q \times 7 = -73.5 + 15 \times 7 = 31.5\ \mathrm{kN}$$

問題 3-2　**図 3.2** に示す片持ちばりの支点反力を求めよ。

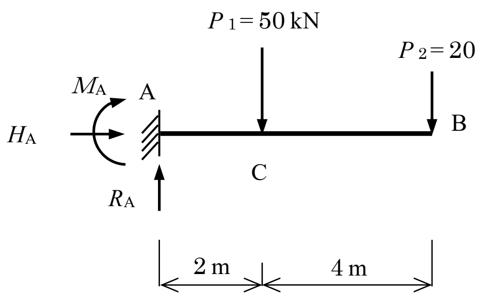


図 3.2　片持ちばり

解答

水平方向の力のつり合い式：

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\ \text{kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式：

$$\sum V = R_A - P_1 - P_2 = 0 \qquad \therefore R_A = P_1 + P_2 = 50 + 20 = 70\ \text{kN}$$

点Aまわりのモーメントのつり合い式：

$$\sum M = M_A + P_1 \times 2 + P_2 \times 6 = 0$$

$$\therefore M_A = -P_1 \times 2 - P_2 \times 6 = -50 \times 2 - 20 \times 6 = -220\ \text{kN·m}$$

問題 3-3　**図 3.3** に示す折ればりの支点反力を求めよ。

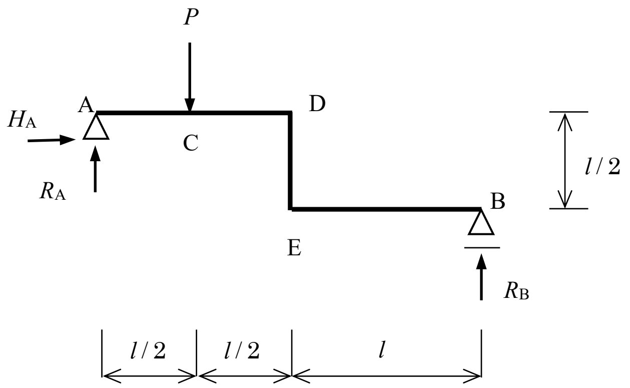


図 3.3　折ればり

解答

水平方向の力のつり合い式：

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0$$

点 B まわりのモーメントのつり合い式：

$$\sum M = R_A \times 2l - P \times \left(\frac{l}{2} + l\right) + H_A \times \frac{l}{2} = 0 \qquad \therefore R_A = \frac{3}{4}P$$

鉛直方向の力のつり合い式：

$$\sum V = R_A + R_B - P = 0 \qquad \therefore R_B = -R_A + P = -\frac{3}{4}P + P = \frac{P}{4}$$

問題 3-4　**図 3.4** に示す単純ばりの支点反力を求めよ。

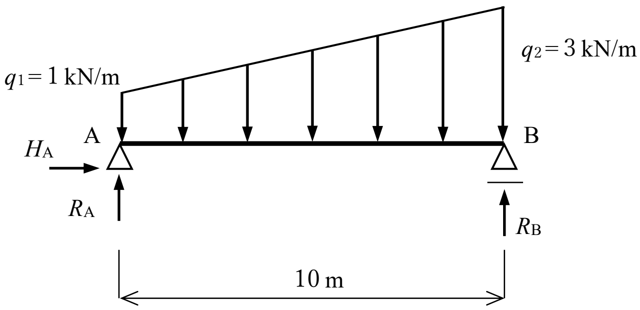


図 3.4　単純ばり

解答

台形分布荷重であるので，等分布荷重と等変分布荷重とに分けて計算すればよい。

等分布荷重の合力　$R_1 = q_1 \times 10 = 1 \times 10 = 10$ kN

等変分布荷重の合力　$R_2 = \frac{1}{2}(q_2 - q_1) \times 10 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10$ kN

支点反力は，力のつり合い式より，次のように求めることができる。

水平方向の力のつり合い式：

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0 \text{ kN}$$

点 B まわりのモーメントのつり合い式：

$$\sum M = R_A \times 10 - R_1 \times \left(\frac{1}{2} \times 10\right) - R_2 \times \left(\frac{1}{3} \times 10\right) = 0$$

$$\therefore R_A = \frac{1}{10} \times (R_1 \times 5 + R_2 \times 3.3) = \frac{1}{10} \times (10 \times 5 + 10 \times 3.3) = 8.3 \text{ kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式：

$$\sum V = R_A + R_B - R_1 - R_2 = 0$$

$$\therefore R_B = -R_A + R_1 + R_2 = -8.3 + 10 + 10 = 11.7 \text{ kN}$$

問題 3-5　**図 3.5** に示す張出しばりの支点反力を求めよ。

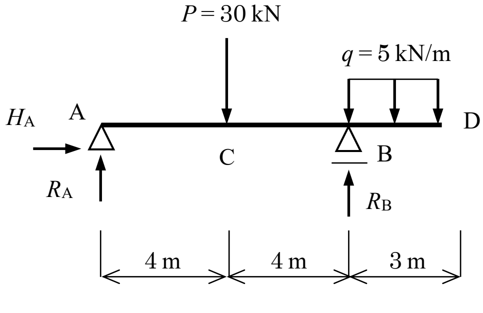


図 3.5　張出しばり

解答

水平方向の力のつり合い式

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\,\mathrm{kN}$$

点 B まわりのモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times 8 - P \times 4 + q \times 3 \times 1.5 = 0$$

$$\therefore R_A = \frac{1}{8} \times \left(P \times 4 - q \times 3 \times 1.5\right) = \frac{1}{8} \times \left(30 \times 4 - 5 \times 3 \times 1.5\right) = 12.2\,\mathrm{kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A + R_B - P - q \times 3 = 0$$

$$\therefore R_B = -R_A + P + q \times 3 = -12.2 + 30 + 5 \times 3 = 32.8\,\mathrm{kN}$$

問題 3-6　**図 3.6** に示す張出しばりの支点反力を求めよ。

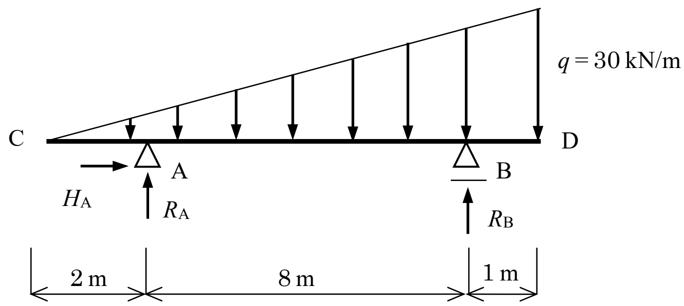


図 3.6　張出しばり

解答

水平方向の力のつり合い式

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\,\mathrm{kN}$$

点 B まわりのモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times 8 - \frac{1}{2} \times q \times 11 \times \left(\frac{11}{3} - 1\right) = 0 \qquad \therefore R_A = 55\,\mathrm{kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A + R_B - \frac{1}{2} \times q \times 11 = 0 \qquad \therefore R_B = 110\,\mathrm{kN}$$

問題 3-7　**図 3.7** に示す片持ちばりの支点反力を求めよ。

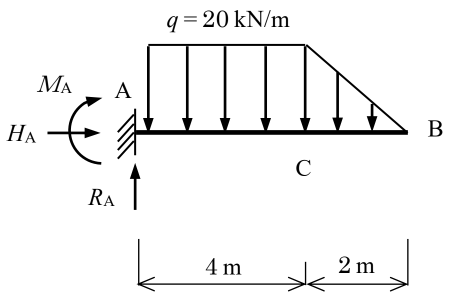


図 3.7　片持ちばり

解答

水平方向の力のつり合い式

$$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\,\text{kN}$$

鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A - q \times 4 - \frac{1}{2} \times q \times 2 = 0$$

$$\therefore R_A = q \times 4 + \frac{1}{2} \times q \times 2 = 20 \times 4 + \frac{1}{2} \times 20 \times 2 = 100\,\text{kN}$$

点 A まわりのモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_A + q \times 4 \times 2 + \frac{1}{2} \times q \times 2 \times \left(4 + \frac{1}{3} \times 2\right) = 0$$

$$\therefore M_A = - q \times 4 \times 2 - \frac{1}{2} \times q \times 2 \times \left(4 + \frac{1}{3} \times 2\right)$$

$$= - 20 \times 4 \times 2 - \frac{1}{2} \times 20 \times 2 \times \left(4 + \frac{1}{3} \times 2\right) = - 253.3\,\text{kN·m}$$

問題 3-8　**図 3.8** に示す折ればりの支点反力を求めよ。

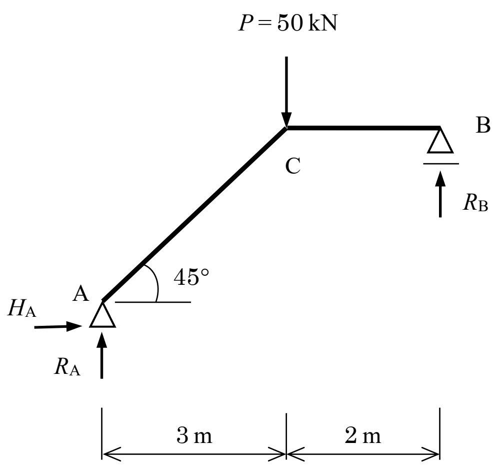


図 3.8　折ればり

解答

水平方向の力のつり合い式

$\sum H = H_A = 0 \qquad \therefore H_A = 0\ \mathrm{kN}$

点 B まわりのモーメントのつり合い式

$\sum M = -H_A \times 3 + R_A \times 5 - P \times 2 = 0 \qquad \therefore R_A = \frac{1}{5} \times P \times 2 = \frac{1}{5} \times 50 \times 2 = 20\ \mathrm{kN}$

鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = R_A + R_B - P = 0 \qquad \therefore R_B = -R_A + P = -20 + 50 = 30\ \mathrm{kN}$

第４章　断　面　力

■ 未掲載問題・解答 ■

問題 4-1　**図 4.1** に示す張出しばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

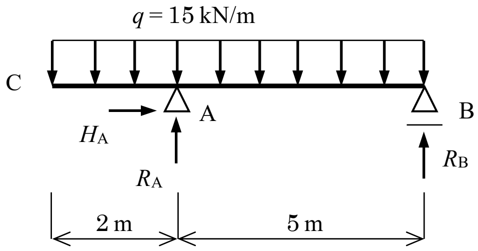


図 4.1　張出しばり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 73.5$ kN，$R_B = 31.5$ kN

(1) C-A 間（0 m≦x≦2 m）について（**図 4.2**）

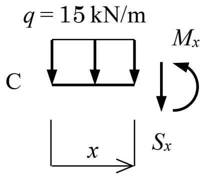


図 4.2　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = -q \times x - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = -qx = -15x$

② 点 C から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$\sum M = -qx \times \frac{x}{2} - M_x = 0 \qquad \therefore M_x = -\frac{qx^2}{2} = -7.5x^2$

(2) B-A 間（0 m≦x≦5 m）について（**図 4.3**）

① 鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = S_x - q \times x + R_B = 0$

$\therefore S_x = qx - R_B = 15x - 31.5$

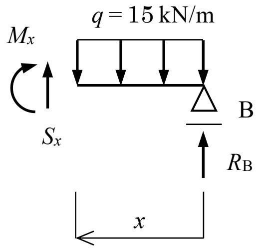


図 4.3　右側の力のつり合い

② 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_x + qx \times \frac{x}{2} - R_B \times x = 0$$

$$\therefore M_x = -\frac{qx^2}{2} + R_B x = -7.5x^2 + 31.5x$$

S 図，M 図は**図 4.4** となる。

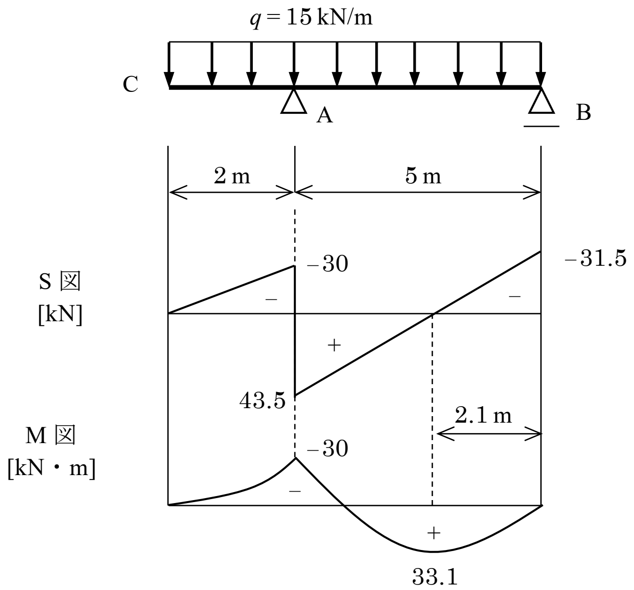


図 4.4　断面力図

問題 4-2　**図 4.5** に示す片持ちばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

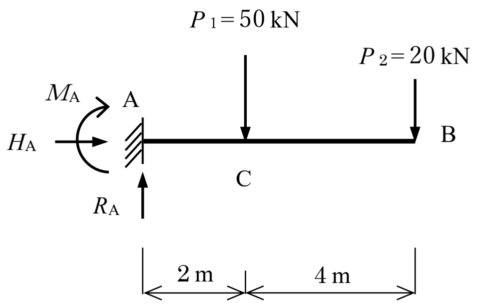


図 4.5　片持ちばり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 70$ kN，$M_A = -220$ kN･m

(1) B-C 間（0 m≦x≦4 m）について（**図 4.6**）

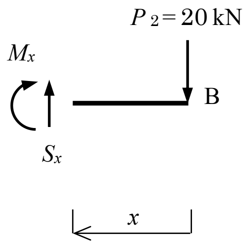


図 4.6　右側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = S_x - P_2 = 0 \qquad \therefore S_x = P_2 = 20 \text{ kN}$$

② 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_x + P_2 \times x = 0 \qquad \therefore M_x = -P_2 x = -20x$$

(2) C-A 間（4 m≦x≦6 m）について（**図 4.7**）

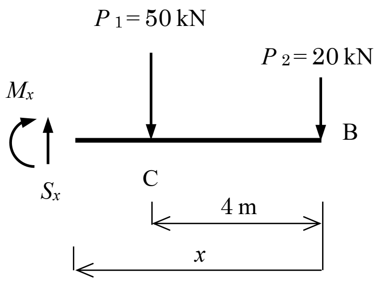


図 4.7　右側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = S_x - P_1 - P_2 = 0 \qquad \therefore S_x = P_1 + P_2 = 50 + 20 = 70\,\text{kN}$

② 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$\sum M = M_x + P_1 \times (x - 4) + P_2 \times x = 0$

$\therefore M_x = -P_1 \times (x - 4) - P_2 \times x = -50 \times (x - 4) - 20x = -70x + 200$

S 図，M 図は**図 4.8** となる。

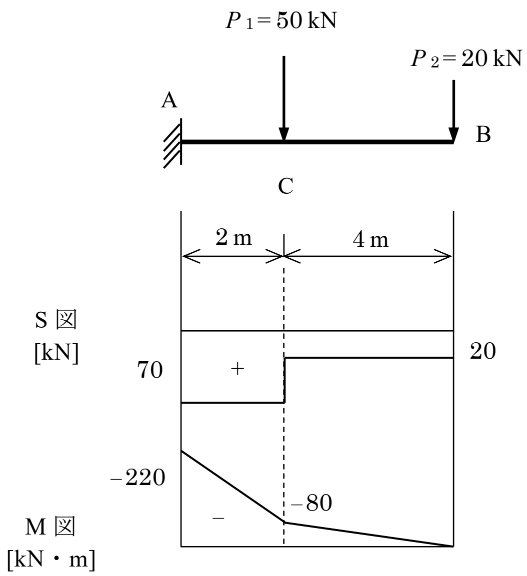


図 4.8　断面力図

$\boxed{\text{問題 4-3}}$　**図 4.9** に示す折ればりの断面力図（N 図，S 図，M 図）を求めなさい。

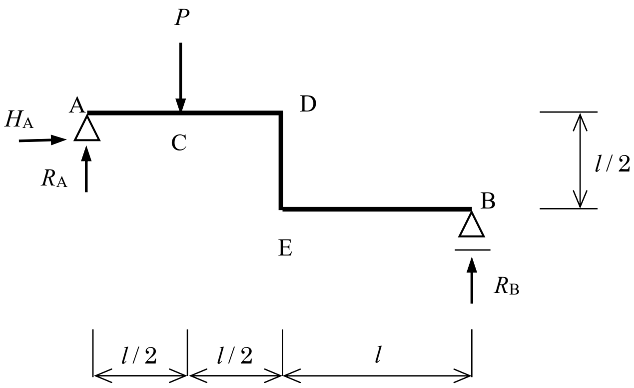


図 4.9　折ればり

解答

支点反力：$H_{\mathrm{A}} = 0$，$R_{\mathrm{A}} = \frac{3}{4}P$，$R_{\mathrm{B}} = \frac{P}{4}$

(1) A-C 間（$0 \leqq x \leqq l/2$）について（**図 4.10**）

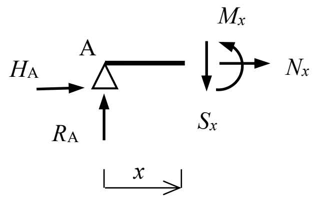


図 4.10　左側の力のつり合い

① 水平方向の力のつり合い式

$$\sum \mathrm{H} = N_x = 0 \qquad \therefore N_x = 0$$

② 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_{\mathrm{A}} - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = R_{\mathrm{A}} = \frac{3}{4}P$$

③ 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_{\mathrm{A}} \times x - M_x = 0 \qquad \therefore M_x = R_{\mathrm{A}}x = \frac{3}{4}Px$$

(2) C-D 間（$l/2 \leqq x \leqq l$）について（**図 4.11**）

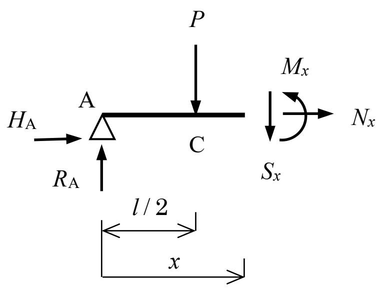


図 4.11　左側の力のつり合い

① 水平方向の力のつり合い式

$$\sum \mathrm{H} = N_x = 0 \qquad \therefore N_x = 0$$

② 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_{\mathrm{A}} - P - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = R_{\mathrm{A}} - P = -\frac{P}{4}$$

③ 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_{\mathrm{A}} \times x - P \times \left(x - \frac{l}{2}\right) - M_x = 0 \qquad \therefore M_x = R_{\mathrm{A}}x - P\left(x - \frac{l}{2}\right) = -\frac{P}{4}x + \frac{Pl}{2}$$

(3) B-E 間（0≦x≦l）について（**図 4.12**）

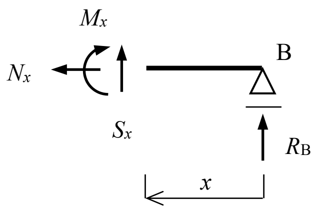


図 4.12　右側の力のつり合い

① 水平方向の力のつり合い式

$\sum \mathrm{H} = N_x = 0 \qquad \therefore N_x = 0$

② 鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = S_x + R_B = 0 \qquad \therefore S_x = -R_B = -\frac{P}{4}$

③ 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$\sum \mathrm{M} = M_x - R_B \times x = 0 \qquad \therefore M_x = R_B\, x = \frac{P}{4}x$

(4) E-D 間（0≦y≦l/2）について（**図 4.13**）

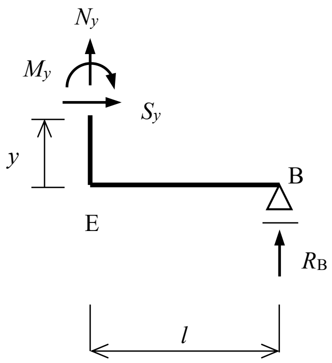


図 4.13　下側の力のつり合い

① 水平方向の力のつり合い式

$\sum H = S_y = 0 \qquad \therefore S_y = 0$

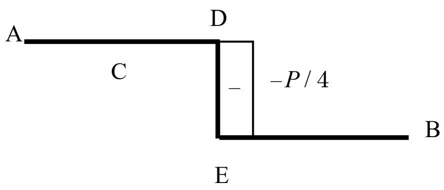
② 鉛直方向の力のつり合い式

$\sum V = N_y + R_B = 0 \qquad \therefore N_y = -R_B = -\frac{P}{4}$

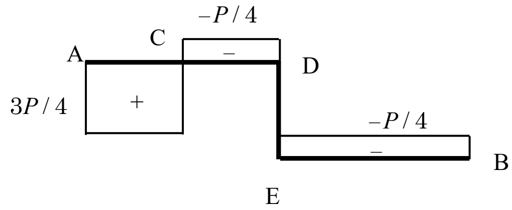
③ 点 E から y だけ離れた位置における関するモーメントのつり合い式

$\sum M = M_y - R_B \times l = 0 \qquad \therefore M_x = R_B l = \frac{Pl}{4}$

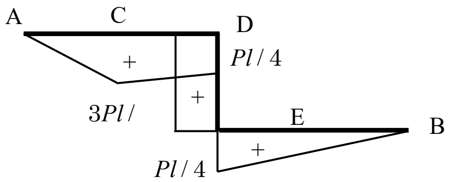
N 図，S 図，M 図は**図 4.14** となる。



(a) N 図



(b) S 図



(c) M 図

図 4.14　断面力図

問題 4-4　**図 4.15** に示す単純ばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

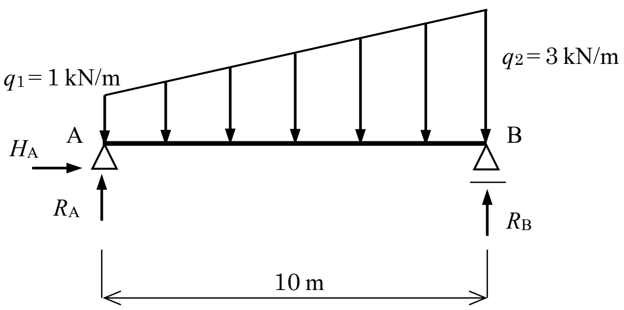


図 4.15　単純ばり

解答

支点反力：$H_{\mathrm{A}} = 0$ kN，$R_A = 8.3$ kN，$R_{\mathrm{B}} = 11.7$ kN

A-B 間（$0 \leqq x \leqq l$）について（**図 4.16**）

$$q_x = (q_2 - q_1) \times \frac{x}{10} = (3 - 1) \times \frac{x}{10} = \frac{x}{5}$$

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_{\mathrm{A}} - q_1 \times x - \frac{1}{2} \times q_x \times x - S_x = 0$$

$$\therefore S_x = R_{\mathrm{A}} - q_1 x - \frac{1}{2} \times \frac{x}{5} \times x = 8.3 - x - \frac{x^2}{10}$$

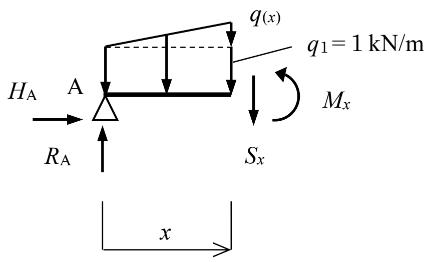


図 4.16　左側の力のつり合い

② 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times x - q_1 x \times \frac{x}{2} - \frac{1}{2} q_x x \times \frac{x}{3} - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = R_A x - \frac{q_1 x^2}{2} - \frac{q_x x^2}{6} = 8.3x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{30}$$

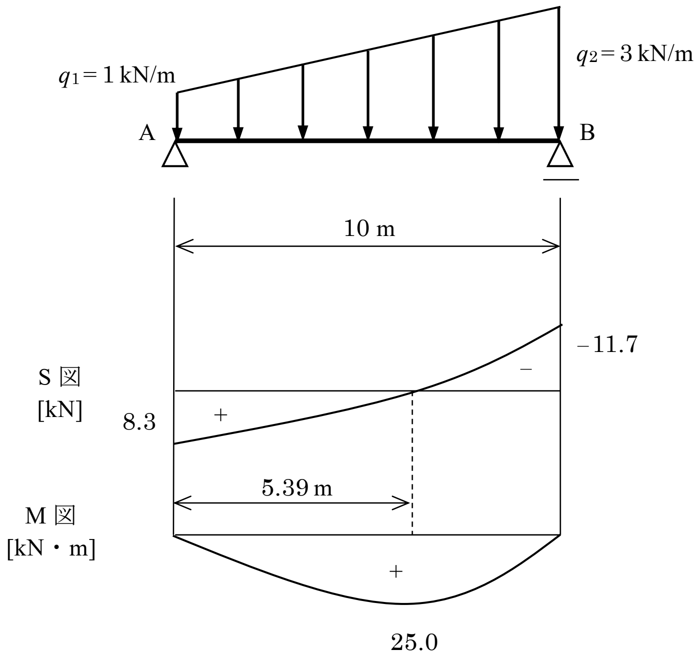


図 4.17　断面力図

問題 4-5　**図 4.18** に示す張出しばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

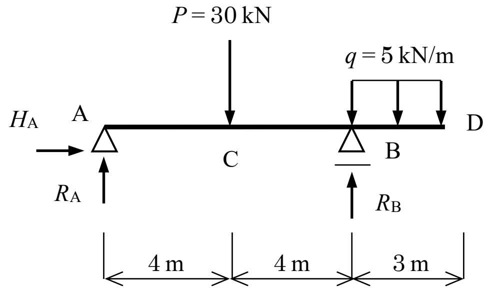


図 4.18　張出しばり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 12.2$ kN，$R_B = 32.8$ kN

(1) A-B 間（0 m≦x≦4 m）について（**図 4.19**）

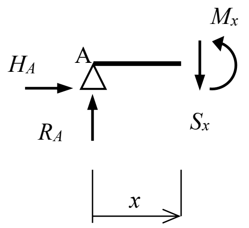


図 4.19　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = R_A = 12.2 \text{ kN}$$

② 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times x - M_x = 0 \qquad \therefore M_x = R_A x = 12.2x$$

(2) C-B 間（4 m≦x≦8 m）について（**図 4.20**）

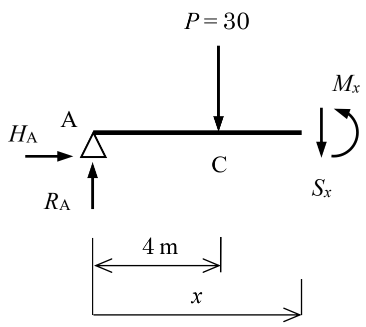


図 4.20　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A - P - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = R_A - P = 12.2 - 30 = -17.8\,\mathrm{kN}$$

② 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times x - P \times (x - 4) - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = R_A x - P(x - 4) = 12.2\,x - 30 \times (x - 4) = -17.8\,x + 120$$

(3) D-B 間（0 m≦x≦3 m）について（**図 4.21**）

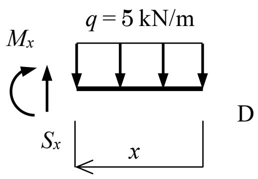


図 4.21　右側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = S_x - q \times x = 0 \qquad \therefore S_x = qx = 5\,x$$

② 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_x + qx \times \frac{x}{2} = 0 \qquad \therefore M_x = -\frac{qx^2}{2} = -2.5x^2$$

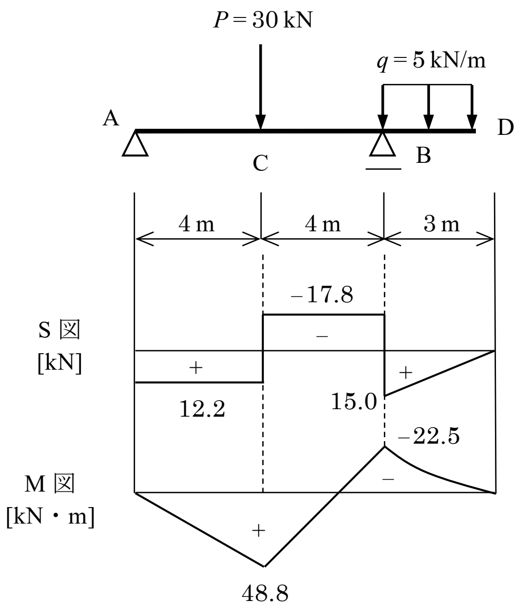


図 4.22　断面力図

問題 4-6　**図 4.23** に示す張出しばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

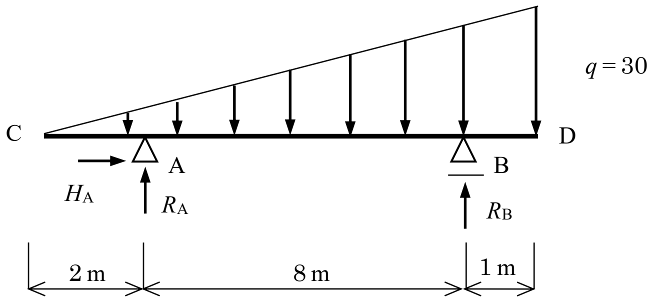


図 4.23　張出しばり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 55$ kN，$R_B = 110$ kN

(1) C-A 間（0 m≦x≦2 m）について（**図 4.24**）

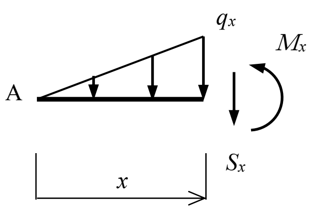


図 4.24　左側の力のつり合い

$$q_x = q \times \frac{x}{11} = \frac{30}{11}x$$

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = -\frac{1}{2} \times q_x \times x - S_x = 0$$

$$\therefore S_x = -\frac{15}{11}x^2$$

② 点 C から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = -\frac{1}{2}q_x x \times \frac{x}{3} - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = -\frac{5}{11}x^3$$

(2) A-B 間（2 m≦x≦10 m）について（**図 4.25**）

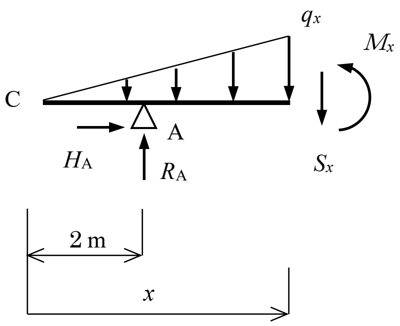


図 4.25　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = -\frac{1}{2} \times q_x \times x + R_A - S_x = 0$$

$$\therefore S_x = -\frac{15}{11}x^2 + 55$$

② 点 C から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = -\frac{1}{2}q_x x \times \frac{x}{3} + R_A \times (x - 2) - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = -\frac{5}{11}x^3 + 55x - 110$$

(3) B-D 間（10 m≦x≦11 m）について（**図 4.26**）

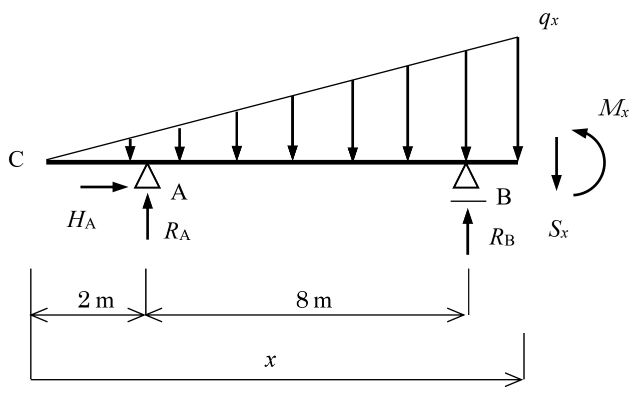


図 4.26　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = -\frac{1}{2} \times q_x \times x + R_A + R_B - S_x = 0$$

$$\therefore S_x = -\frac{15}{11}x^2 + 165$$

② 点 D から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = -\frac{1}{2}q_x\, x \times \frac{x}{3} + R_A \times (x-2) + R_B \times (x-10) - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = -\frac{5}{11}x^3 + 165\,x - 1210$$

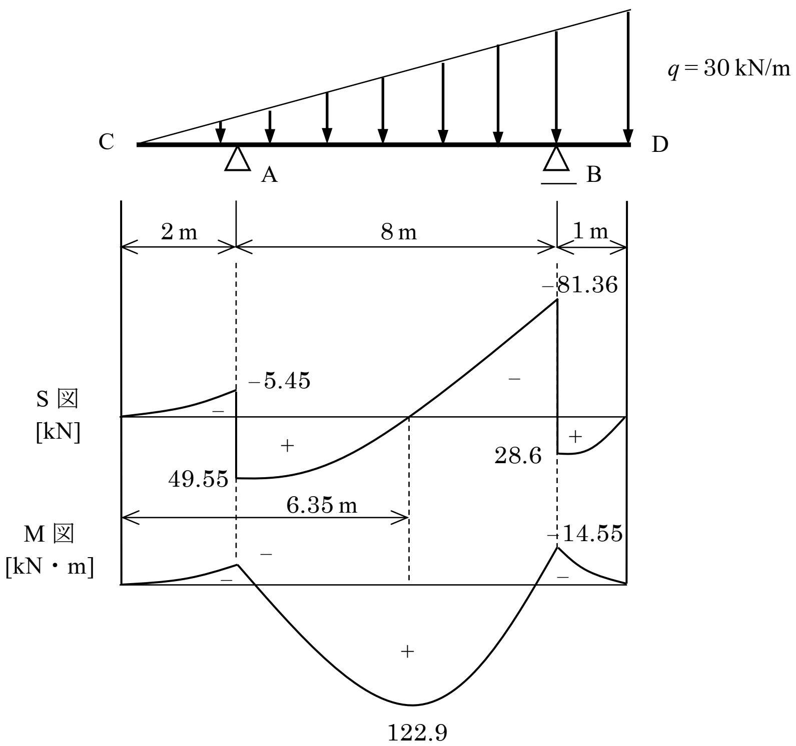


図 4.27　断面力図

問題 4-7　**図 4.28** に示す片持ちばりの断面力図（S 図，M 図）を求めよ。

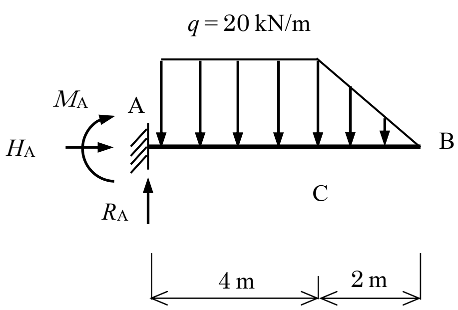


図 4.28　片持ちばり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 100$ kN，$M_A = -253.3$ kN・m

(1) A-C 間（0 m≦x≦4 m）について（**図 4.29**）

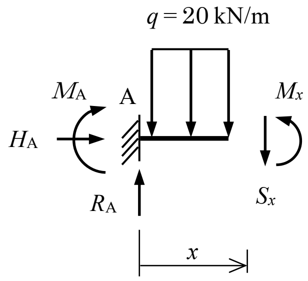


図 4.29　左側の力のつり合い

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A - q \times x - S_x = 0 \qquad \therefore S_x = R_A - qx = 100 - 20x$$

② 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_A + R_A \times x - qx \times \frac{x}{2} - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = M_A + R_A x - \frac{qx^2}{2} = -253.3 + 100x - 10x^2$$

(2) B-C 間（0 m≦x≦2 m）について（**図 4.30**）

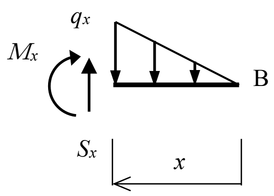


図 4.30　右側の力のつり合い

$$q_x = q \times \frac{x}{2} = 20 \times \frac{x}{2} = 10x$$

① 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = S_x - \frac{1}{2} \times q_x \times x = 0 \qquad \therefore S_x = \frac{1}{2} \times 10x \times x = 5x^2$$

② 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = M_x + \frac{1}{2} q_x x \times \frac{x}{3} = 0 \qquad \therefore M_x = -\frac{1}{2} q_x x \times \frac{x}{3} = -5x^2 \times \frac{x}{3} = -\frac{5}{3}x^3$$

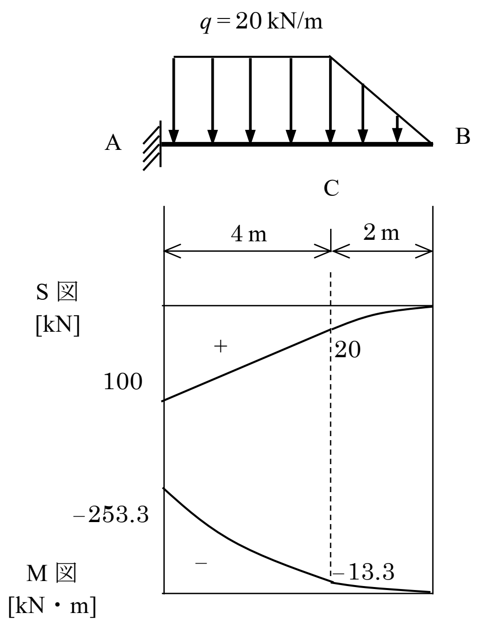


図 4.31　断面力図

問題 4-8　**図 4.32** に示す折ればりの断面力図（N 図，S 図，M 図）を求めよ。

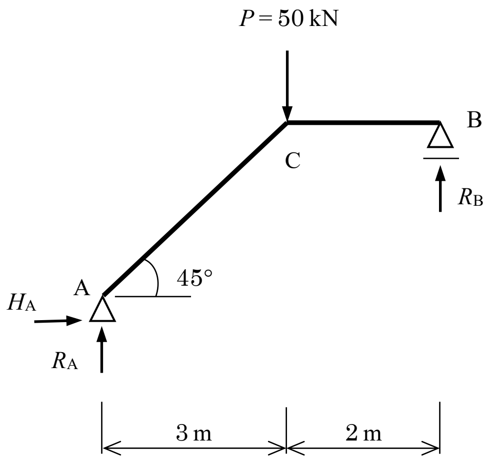


図 4.32　折ればり

解答

支点反力：$H_A = 0$ kN，$R_A = 20$ kN，$R_B = 30$ kN

(1) A-C 間（0 m≦x≦3 m）について（**図 4.33**）

① 水平方向の力のつり合い式

$$\sum H = H_A + N_x \cos 45° + S_x \sin 45° = 0 \tag{1}$$

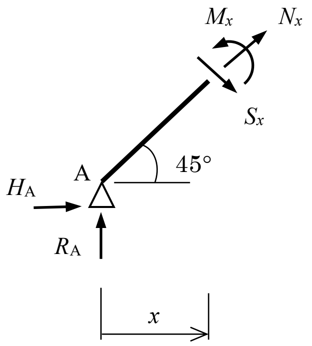


図 4.33　左側の力のつり合い

② 鉛直方向の力のつり合い式

$$\sum V = R_A + N_x \sin 45° - S_x \cos 45° = 0 \qquad (2)$$

式(1)×cos45°，式(2)×sin45° より

$$\begin{cases} N_x \cos^2 45° + S_x \sin 45° \cos 45° = 0 \\ R_A \sin 45° + N_x \sin^2 45° - S_x \sin 45° \cos 45° = 0 \end{cases}$$

$$\therefore N_x = - R_A \sin 45° = - 20 \times \sin 45° = - 14.1 \text{ kN}$$

$$\therefore S_x = - \frac{N_x \cos 45°}{\sin 45°} = R_A \cos 45° = 20 \times \cos 45° = 14.1 \text{ kN}$$

③ 点 A から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

$$\sum M = R_A \times x - H_A \times x - M_x = 0$$

$$\therefore M_x = R_A x = 20\,x$$

(2) B-C 間（0 m≦≦2 m）について（**図 4.34**）

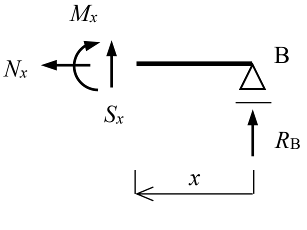


図 4.34　右側の力のつり合い

① 水平方向の力のつり合い式

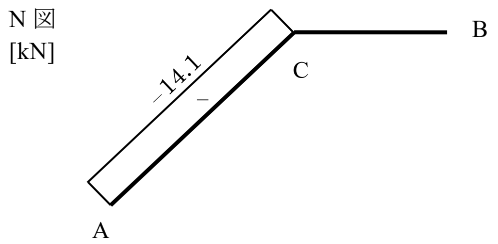
$$\sum H = - N_x = 0 \qquad \therefore N_x = 0 \text{ kN}$$

② 鉛直方向の力のつり合い式

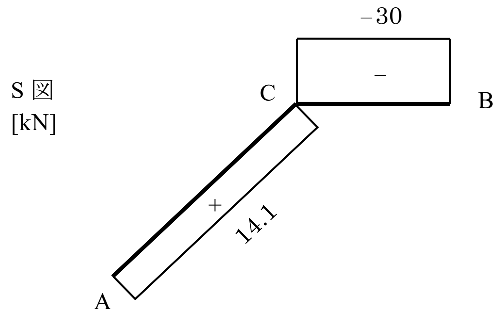
$$\sum V = S_x + R_B = 0 \qquad \therefore S_x = - R_B = - 30 \text{ kN}$$

③ 点 B から x だけ離れた位置におけるモーメントのつり合い式

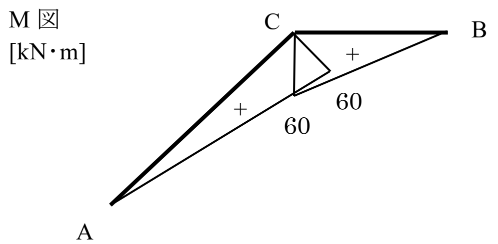
$$\sum M = M_x - R_B \times x = 0 \qquad \therefore M_x = R_B\, x = 30\, x$$



(a) N 図



(b) S 図



(c) M 図

図 4.35　断面力図

第５章　た　わ　み

■　未掲載問題・解答　■

問題 5-1

図 5.1 に示す片持ちばりの点 B に集中荷重 P_1，点 C に集中荷重 P_2 が作用している。点 B および点 C のたわみとたわみ角を求めよ。ただし，曲げ剛性 EI は一定とする。

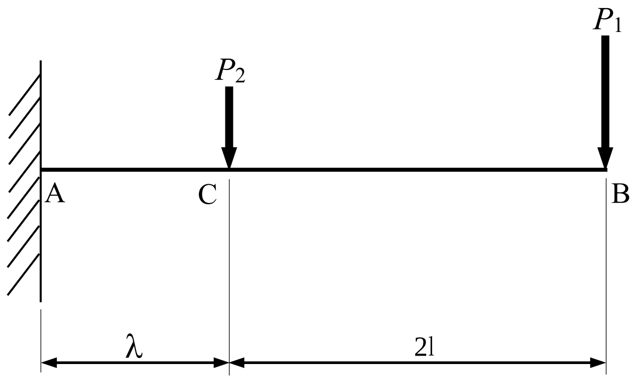
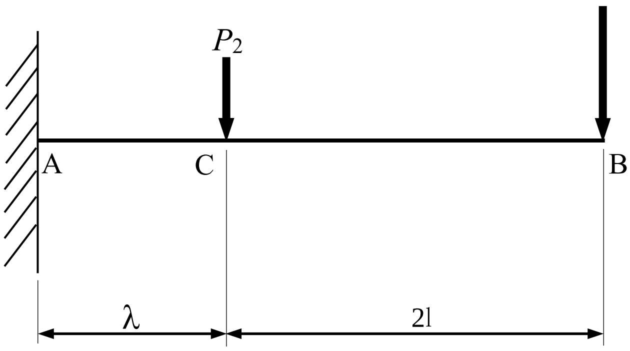


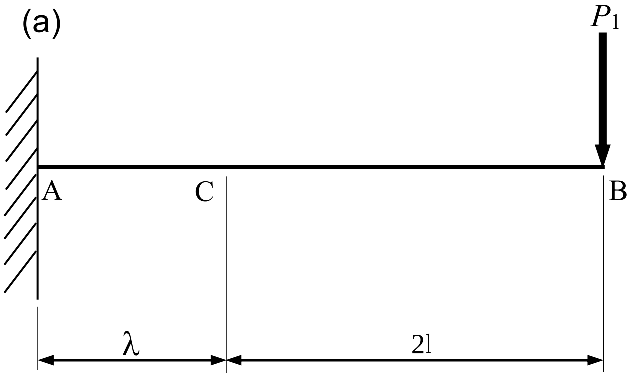
図 5.1　2 つの集中荷重が作用した片持ちばり

解答



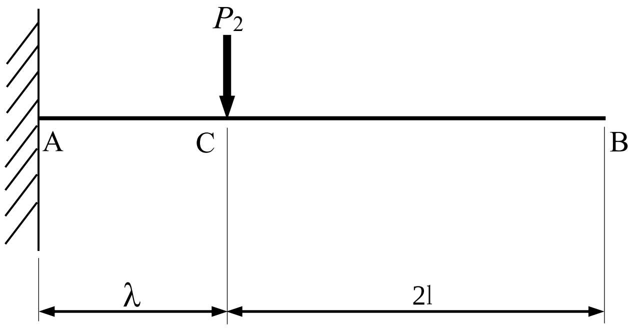
||

(a)



＋

(b)



本問では，荷重を(a)と(b)の 2 つに分け，最後に，重ねあわせることで求めます。

(a)　**基本問題 5-3** より，たわみの微分方程式は，次式のように得られる。

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M_x}{EI} = \frac{P_1}{EI}x$$

$$\frac{dy}{dx} = \theta = \frac{P_1}{2EI}x^2 + C_1$$

$$y = \frac{P_1}{6EI}x^3 + C_1 x + C_2$$

(C_1，C_2：積分定数)

境界条件は，$x = 3\lambda$ の時，$y = 0$，$\theta = 0$ より，

$$C_1 = -\frac{9P_1 l^2}{2EI}, \quad C_2 = \frac{9P_1 l^3}{EI}$$

以上より，点 B および点 C のたわみ，たわみ角は, それぞれ, 以下のとおりになる。

・点 B

$$y_{B(a)} = \frac{9P_1 l^3}{EI}, \quad \theta_{B(a)} = \frac{9P_1 l^2}{2EI}$$

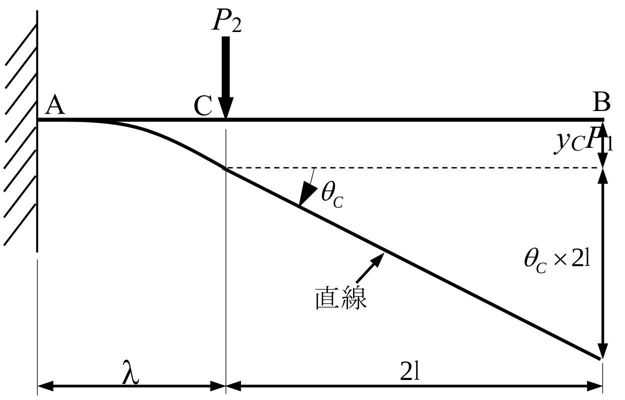
・点 C

$$y_{C(a)} = \frac{4P_1 l^3}{3EI}, \quad \theta_{C(a)} = \frac{5P_1 l^2}{2EI}$$

(b)　C-B 間は曲げモーメントが作用していないため，たわみの式は直線で表される。従って，点 B のたわみおよびたわみ角は，次式で表される。

$$y_B = y_C + \theta_b \times 2l$$

$$\theta_b = \theta_c$$



以上より，点 B および点 C のたわみ，たわみ角は，それぞれ，以下のとおりになる(点 C の値は，**基本問題 5-3** 参照)。

・点 B

$$y_{B(b)} = \frac{4P_2 l^3}{3EI}, \quad \theta_{B(b)} = \frac{P_2 l^2}{2EI}$$

・点 C

$$y_{C(b)} = \frac{P_2 l^3}{3EI}, \quad \theta_{C(b)} = \frac{P_2 l^2}{2EI}$$

以上より，2 つの解を“**重ね合わせる**”ことで，点 B および点 C のたわみ，たわみ角の値を求めることができる。

点 B　たわみ：$y_B = \dfrac{9P_1 l^3}{EI} + \dfrac{4P_2 l^3}{3EI}$，たわみ角：$\theta_B = \dfrac{9P_1 l^2}{2EI} + \dfrac{P_2 l^2}{2EI}$

点 C　たわみ：$y_C = \dfrac{4P_1 l^3}{3EI} + \dfrac{P_2 l^3}{3EI}$，たわみ角：$\theta_C = \dfrac{5P_1 l^2}{2EI} + \dfrac{P_2 l^2}{2EI}$