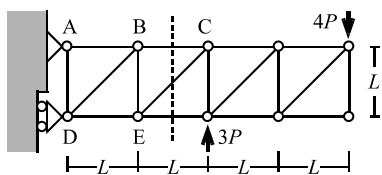


解答例

- 1 支点反力と部材 AB, BC の軸力を計算しなさい。また、概略の変形を描きなさい。(2 x 6=6 点)



反力 上向きを正とし、Y 方向の釣合 $+R_{Ay} + 3P - 4P = 0$ より $R_{Ay} = +P$

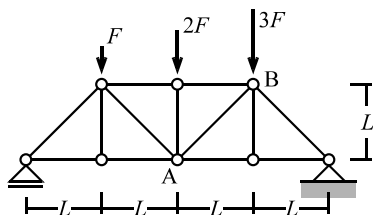
右向きを正とし、D 点まわりのモーメントの釣合 $+R_{Ax} \times L - 3P \times 2L + 4P \times 4L = 0$ より $R_{Ax} = 6P - 16P = -10P$

$$R_{Dx} = -R_{Ax} = +10P$$

$$N_{AB} = -R_{Ax} = +10P$$

E 点まわりのモーメントの釣合 $-N_{BC} \times L - 3P \times L + 4P \times 3L = 0$ より $N_{BC} = -3P + 12P = +9P$

- 2 左右の支点反力と部材 AB の軸力を計算しなさい。また、部材 AB の断面積を A、材料のヤング係数を E として、部材 AB の応力度、ひずみ度、伸縮を計算しなさい。(1 x 6=6 点)

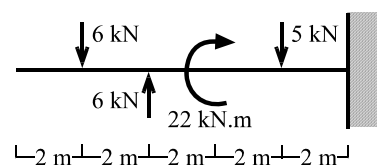
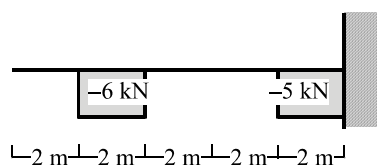
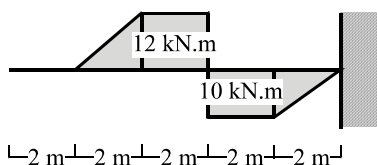


右端まわりのモーメントの釣合 $+R_{left} \times 4L - F \times 3L - 2F \times 2L - 3F \times L = 0$ よって $R_{left} = (3F + 4F + 3F) / 4 = 2.5F$

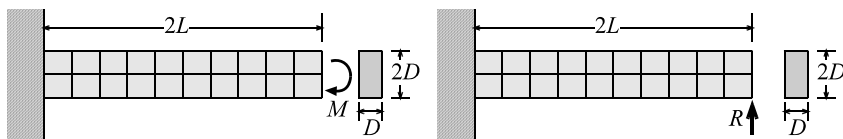
$R_{right} = (F + 2F + 3F) - R_{left} = 3.5F$ AB 間で切断し、Y 方向の釣合より $N_{AB} = \sqrt{2} \times (3.5 - 3)F \approx 0.7F$

$$\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{A} \approx \frac{0.7F}{A} \quad \varepsilon_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{E} = \frac{N_{AB}}{EA} \approx \frac{0.7F}{EA} \quad e_{AB} = \sqrt{2}L \times \varepsilon_{AB} = \frac{FL}{EA}$$

- 3 下図の M 図に対応する Q 図と外力を描きなさい。(2+4=6 点)



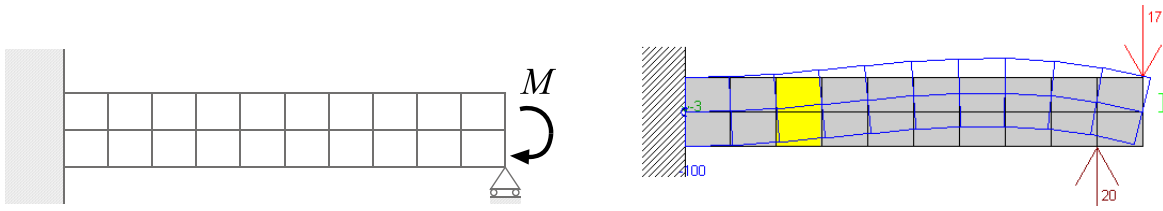
- 4 下図の梁の断面二次モーメント、曲率、梁先端の回転角、たわみを計算しなさい。ヤング係数は E とする。(2+2+2=6 点)



$$I = \frac{D \times (2D)^3}{12} = \frac{8D^4}{12} = \frac{2D^4}{3} \quad \phi_M = \frac{M}{EI} \quad \theta_M = \int_0^{2L} \frac{M}{EI} dx = \frac{2ML}{EI} \quad v_M = \iint \frac{M}{EI} dx = \frac{M(2L)^2}{2EI} = \frac{2ML^2}{EI}$$

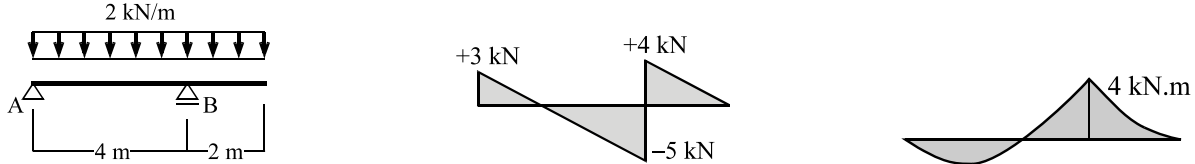
$$\phi_R = \frac{2RL}{EI} \quad \theta_R = \int_0^{2L} \frac{M}{EI} dx = \frac{R(2L)^2}{2EI} = \frac{2RL^2}{EI} \quad v_R = \iint \frac{M}{EI} dx = \frac{R(2L)^3}{3EI} = \frac{8RL^3}{3EI}$$

- 5 上の結果を利用して下図右端の反力，左端の M ，右端の回転角を計算し， M 図と概略の変形を描きなさい。(2x5=10 点)



$$\frac{2ML^2}{EI} = \frac{8RL^3}{3EI} \text{ より } R = \frac{3M}{4L} \quad M_{\text{left}} = M - R \times 2L = M - \frac{3M}{2} = -\frac{M}{2} \quad \theta = \frac{2ML}{EI} - \frac{2RL^2}{EI} = \frac{2ML}{EI} \left(1 - \frac{RL}{M}\right) = \frac{2ML}{EI} \left(1 - \frac{3}{4}\right) = \frac{ML}{2EI}$$

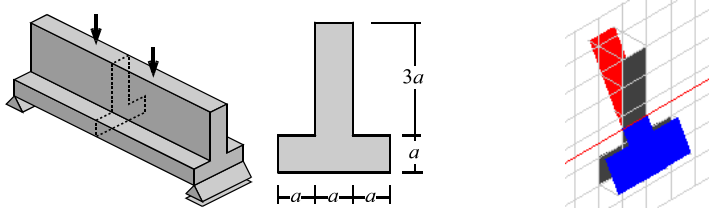
- 6 下図の梁の支点反力を計算し Q 図を描きなさい。B 点の曲げモーメントも計算し，概略の M 図を描きなさい。(2x4=8 点)



$$A \text{ 点まわり } +2 \times 6 \times 3 - R_B \times 4 = 0 \text{ より } R_B = 9 \text{ kN} \quad Y \text{ 方向の釣合 } R_A - 2 \times 6 + R_C = 0 \text{ より } R_A = 2 \times 6 - R_C = 3 \text{ kN}$$

$$M_B = 2 \times 2 \times 1 = 4 \text{ kN.m}$$

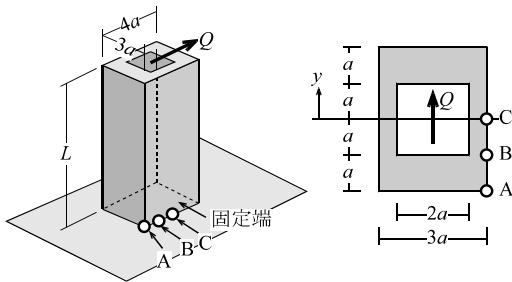
- 7 下記の梁について，下端まわりの断面一次モーメントと中立軸の位置を計算し，応力度を斜めから描きなさい(2x3=6 点)



$$S = \int y \times dA = \int_0^a y \times 3a \times dy + \int_a^{4a} y \times a \times dy = \frac{3a}{2} [y^2]_0^a + \frac{a}{2} [y^2]_a^{4a} = \frac{3a}{2} [a^2] + \frac{a}{2} [16a^2 - a^2] = \frac{a}{2} [18a^2] = 9a^3$$

$$y_0 = \frac{S}{A} = \frac{9a^3}{3a^2 + 3a^2} = \frac{9a^3}{6a^2} = \frac{3a}{2}$$

- 8 下記の柱の断面二次モーメント，断面係数，A, B, C 点の垂直応力度を計算しなさい。(2x5=10 点)



$$I = \frac{3a \times (4a)^3}{12} - \frac{2a \times (2a)^3}{12} = 16a^4 - \frac{4}{3}a^4 = \frac{44}{3}a^4 \quad Z = \frac{44}{3}a^4 / 2a = \frac{22}{3}a^3$$

$$\sigma_A = \frac{M}{Z} = QL / \frac{22}{3}a^3 = \frac{3QL}{22a^3} \quad \sigma_B = \frac{\sigma_A}{2} = \frac{3QL}{44a^3} \quad \sigma_C = 0$$

9 上記の柱の A~B, A~C の断面一次モーメントを計算しなさい。また, A, B, C 点のせん断応力度を計算し, せん断応力度の分布を斜めから描きなさい (2x6=12 点)

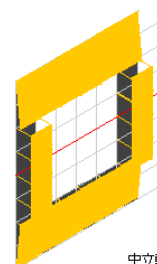
$$S_{AB} = \int y \times dA = \int_{-2a}^{-a} y \times 3a \times dy = \frac{3a}{2} [y^2]_{-2a}^{-a} = \frac{3a}{2} [a^2 - 4a^2] = -\frac{9}{2} a^3$$

$$S_{BC} = \int_{-a}^0 y \times a \times dy = \frac{a}{2} [y^2]_{-a}^0 = \frac{a}{2} [-a^2] = -\frac{1}{2} a^3$$

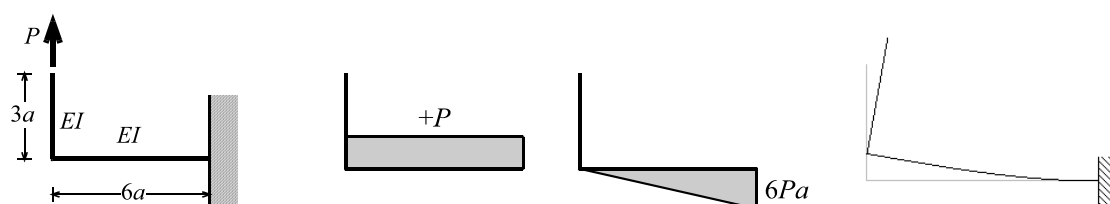
$$S_{AC} = S_{AB} + S_{BC} = -\frac{9}{2} a^3 - \frac{1}{2} a^3 = -5a^3$$

$$\tau_A = 0 \quad \tau_{B+} = -\frac{S_{AB}}{b_{AB}I} Q = -\frac{\frac{9}{2} a^3}{3a \times \frac{44}{3} a^4} Q = \frac{9Q}{88a^2} \quad \tau_{B+} = -\frac{S_{AB}}{b_{BC}I} Q = -\frac{\frac{9}{2} a^3}{a \times \frac{44}{3} a^4} Q = \frac{27Q}{88a^2}$$

$$\tau_C = -\frac{S_{AC}}{bI} Q = -\frac{5a^3}{a \times \frac{44}{3} a^4} Q = \frac{15Q}{44a^2}$$



10 下記の構造物の Q 図と M 図を描き, 加力点の鉛直・水平変位を計算し, 概略の変形を描きなさい。 (2x4=8 点)

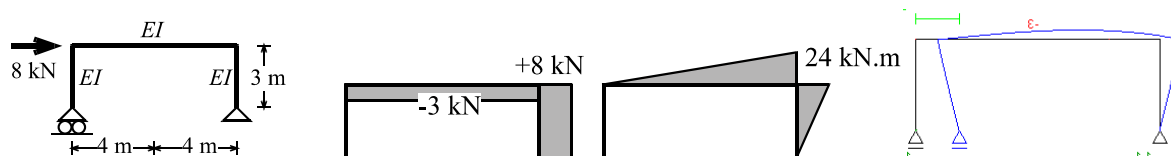


$$u_y = \frac{P \times (6a)^3}{3EI} = \frac{72Pa^3}{EI}$$

$$\theta = \frac{P \times (6a)^2}{2EI} = \frac{18Pa^2}{EI}$$

$$u_x = \theta \times 3a = \frac{54Pa^3}{EI}$$

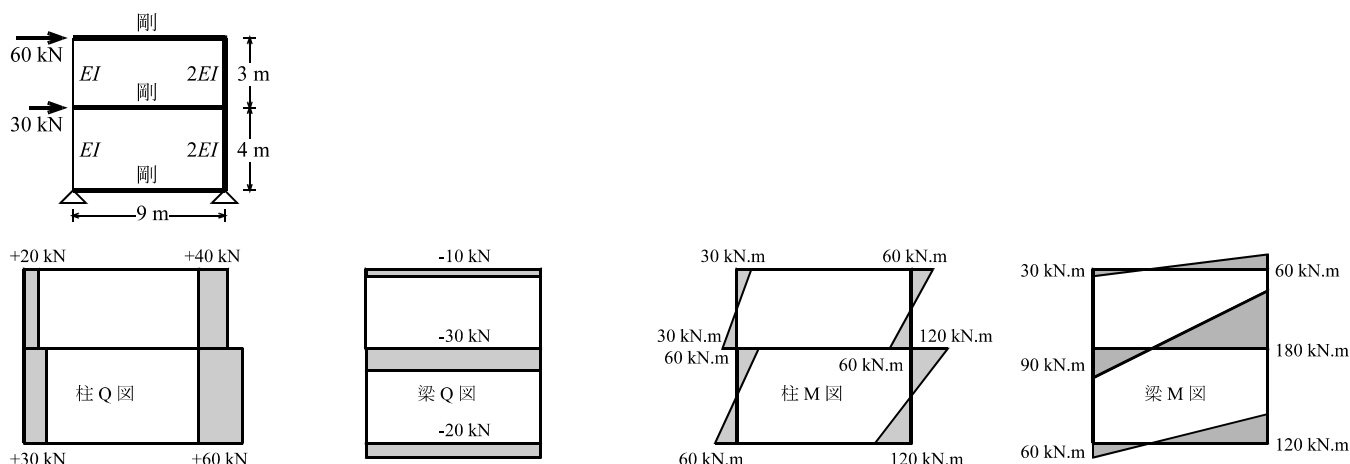
11 下記の構造物の反力を計算し, 図中に描きなさい。また, Q 図と M 図を描き, 概略の変形を描きなさい。 (2x3=6 点)



$$R_x = -8 \text{ kN}$$

$$R_y = \frac{8 \times 3}{8} = 3 \text{ kN}$$

12 Q, M 図を描きなさい。また, $E = 1000 \text{ kN/m}^2$ $I = 2 \text{ m}^4$ として 30 kN が加わる点の水平変位を計算しなさい (8+2=10 点)。



$$u = 2v = 2 \times \frac{Pl^3}{3EI} = 2 \times \frac{30 \times 2^3}{3EI} = \frac{160}{EI} = \frac{160}{1000 \times 2} = \frac{80}{1000} \text{ m} = 80 \text{ mm}$$