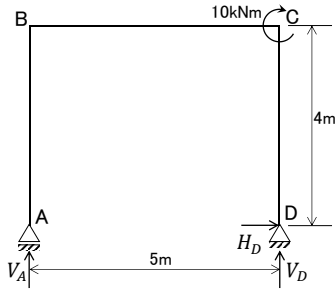


第6章

演習問題 A

6-A1

※問題図中の H_A は誤りであり、下図 H_D が正しい。以下、 H_D で解説する。



つり合い条件式から A 点と D 点の支点反力を求める。

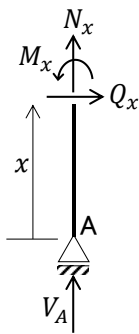
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_D = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + V_D = 0 \\ \Sigma M_{(A)} = 0 : 10 - V_D \cdot 5 = 0 \end{cases}$$

より、

$$H_D = 0 \text{ kN}, V_A = -2 \text{ kN}, V_D = 2 \text{ kN}$$

となる。

①部材 AB



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

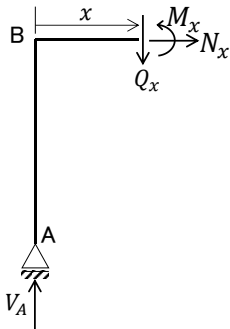
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = 2 \text{ kN}, Q_x = 0 \text{ kN}, M_x = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 BC



B 点から部材 BC に沿って x 軸をとり、B 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

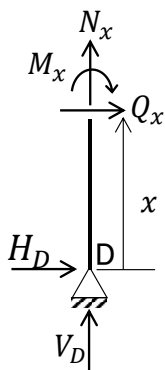
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x + V_A = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x + V_A \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = 0 \text{ kN}, Q_x = -2 \text{ kN}, M_x = -2x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

③部材 DC



D 点から部材 DC に沿って x 軸をとり、D 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

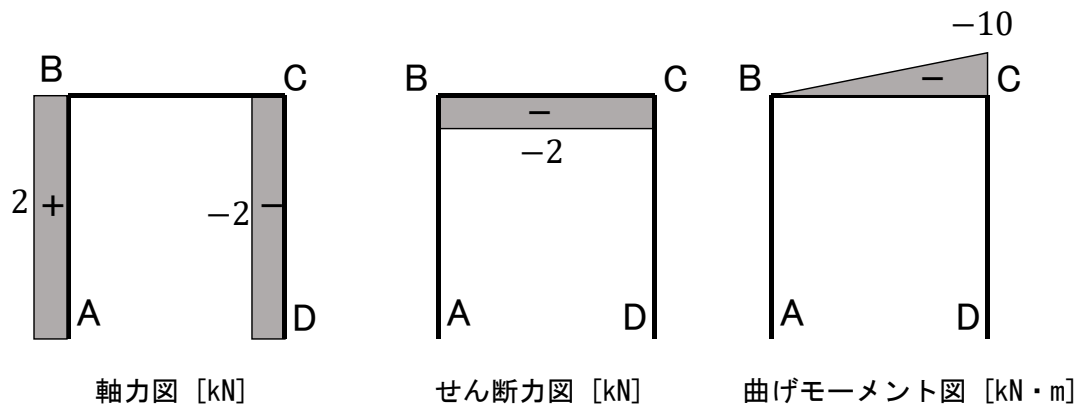
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_D + Q_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x + V_D = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x - H_D \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

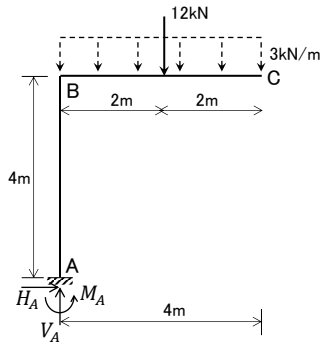
$$N_x = -2 \text{ kN}, Q_x = 0 \text{ kN}, M_x = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

以上の結果を図示すると，次のようになる。



6-A2



左の自由物体図からつり合い条件式から A 点の支点反力を求める。

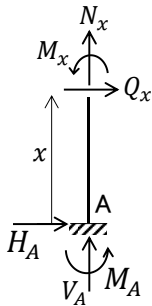
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A - 12 = 0 \\ \Sigma M_{(A)} = 0 : -M_A + 12 \cdot 2 = 0 \end{cases}$$

より,

$$H_A = 0 \text{ kN}, V_A = 12 \text{ kN}, M_A = 24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

①部材 AB



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。つり合い条件式から、

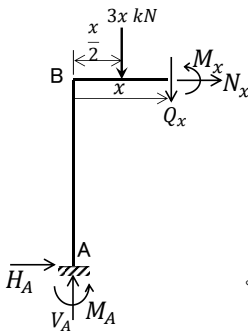
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - M_A - H_A \cdot x = 0 \end{cases}$$

より,

$$N_x = -12 \text{ kN}, Q_x = 0 \text{ kN}, M_x = -24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 BC



B 点から部材 BC に沿って x 軸をとり、B 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。つり合い条件式から、

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x + V_A - 3x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - 3x \cdot \frac{x}{2} - M_A + V_A \cdot x - H_A \cdot 4 = 0 \end{cases}$$

より,

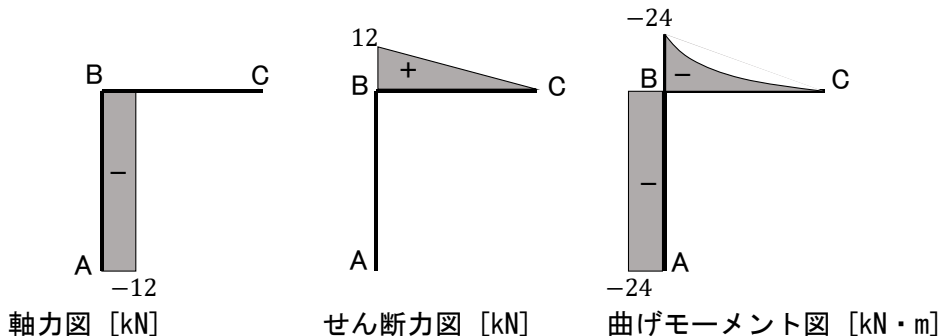
$$N_x = 0 \text{ kN}, Q_x = 12 - 3x \text{ kN}$$

$$M_x = -\frac{3}{2}x^2 + 12x - 24 = -\frac{3}{2}(x - 4)^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

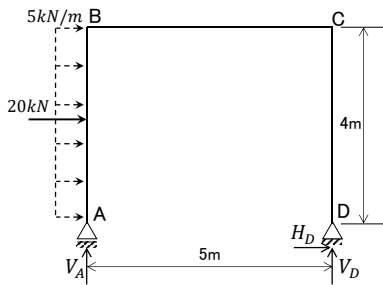
となる。

※解答の間違いがあり、上の M_x の式が正しい。

以上の結果を図示すると、次のようになる。



6-A3



つり合い条件式から A 点と D 点の支点反力を求める。

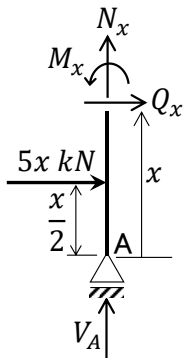
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_D + 20 = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + V_D = 0 \\ \Sigma M_{(A)} = 0 : 20 \cdot 2 - V_D \cdot 5 = 0 \end{cases}$$

より、

$$H_D = -20 \text{ kN}, V_A = -8 \text{ kN}, V_D = 8 \text{ kN}$$

となる。

①部材 AB



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

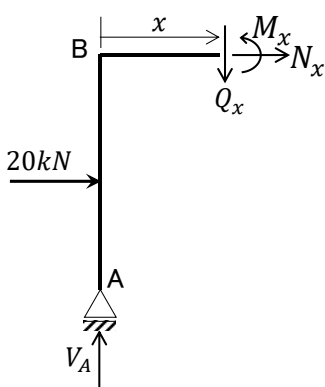
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + 5x = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - 5x \cdot \frac{x}{2} = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = 8 \text{ kN}, Q_x = -5x \text{ kN}, M_x = -\frac{5}{2}x^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 BC



B 点から部材 BC に沿って x 軸をとり、B 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x + 20 = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x + V_A = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x + V_A \cdot x - 20 \cdot 2 = 0 \end{cases}$$

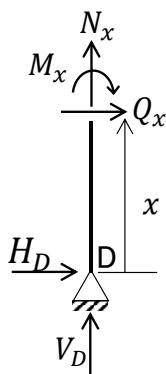
より、

$$N_x = -20 \text{ kN}, Q_x = -8 \text{ kN}, M_x = -8x - 40 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

※解答の間違いがあり、上の M_x の式が正しい。

③部材 DC



D 点から部材 DC に沿って x 軸をとり、D 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

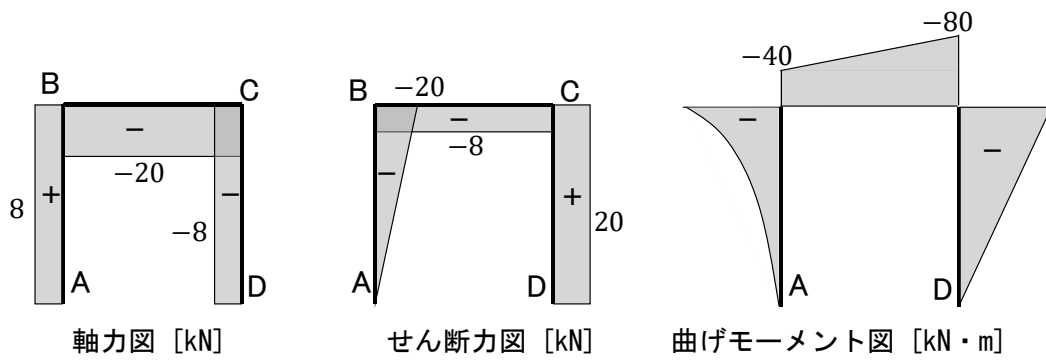
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_D + Q_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x + V_D = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x - H_D \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = -8 \text{ kN}, Q_x = 20 \text{ kN}, M_x = -20x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

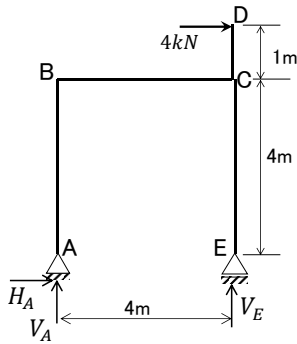
となる。

以上の結果を図示すると、次のようになる。



演習問題 B

6-B1



つり合い条件式から A 点と E 点の支点反力を求める。

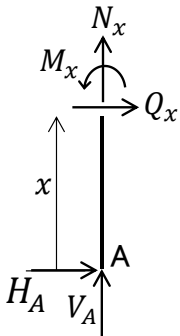
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_A + 4 = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + V_E = 0 \\ \Sigma M_{(A)} = 0 : 4 \cdot 5 - V_E \cdot 4 = 0 \end{cases}$$

より,

$$H_A = -4 \text{ kN}, V_A = -5 \text{ kN}, V_E = 5 \text{ kN}$$

となる。

①部材 AB



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり, A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで, 各方向のつり合い条件式から,

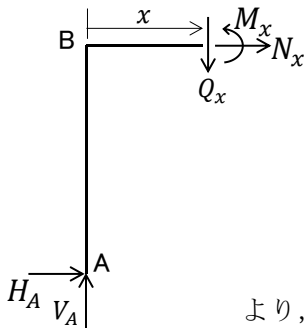
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - H_A \cdot x = 0 \end{cases}$$

より,

$$N_x = 5 \text{ kN}, Q_x = 4 \text{ kN}, M_x = 4x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 BC



B 点から部材 BC に沿って x 軸をとり, B 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで, 各方向のつり合い条件式から,

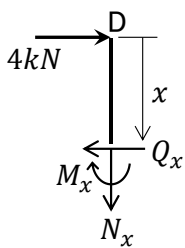
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x + V_A = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x + V_A \cdot x - H_A \cdot 4 = 0 \end{cases}$$

より,

$$N_x = 4 \text{ kN}, Q_x = -5 \text{ kN}, M_x = -5x + 16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

③部材 DC



D 点から部材 DC に沿って x 軸をとり, D 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで, 各方向のつり合い条件式から,

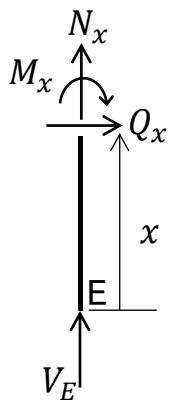
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : 4 - Q_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x + 4 \cdot x = 0 \end{cases}$$

より,

$$N_x = 0 \text{ kN}, Q_x = 4 \text{ kN}, M_x = -4x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

④部材 EC



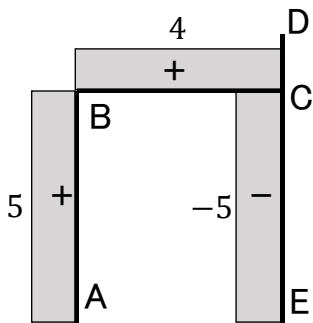
E 点から部材 EC に沿って x 軸をとり、E 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x + V_E = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x = 0 \end{cases}$$

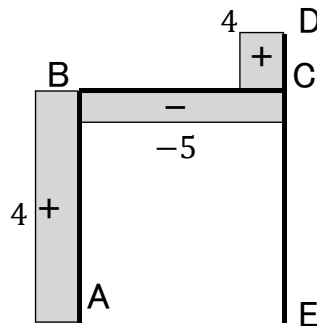
より、
となる。

$$N_x = -5 \text{ kN}, Q_x = 0 \text{ kN}, M_x = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

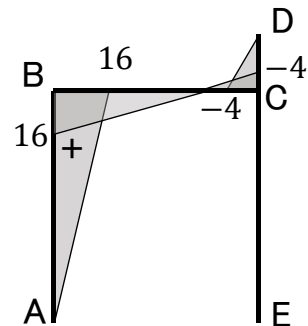
以上の結果を図示すると、次のようになる。



軸力図 [kN]

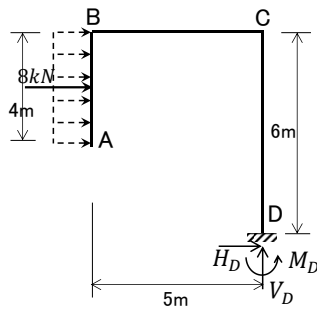


せん断力図 [kN]



曲げモーメント図 [kN・m]

6-B2



つり合い条件式から D 点の支点反力を求める。

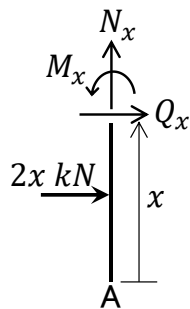
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_D + 8 = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_D = 0 \\ \Sigma M_{(D)} = 0 : -M_D + 8 \cdot 4 = 0 \end{cases}$$

より、

$$H_D = -8 \text{ kN}, V_D = 0 \text{ kN}, M_D = 32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

①部材 AB



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

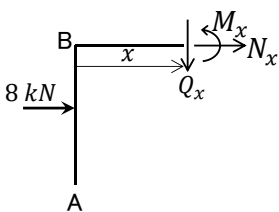
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + 2x = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - 2x \cdot \frac{x}{2} = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = 0 \text{ kN}, Q_x = -2x \text{ kN}, M_x = -x^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 BC



B 点から部材 BC に沿って x 軸をとり、B 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

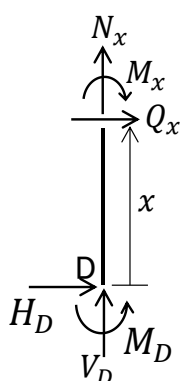
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x + 8 = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - 8 \cdot 2 = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = -8 \text{ kN}, Q_x = 0 \text{ kN}, M_x = -16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

③部材 DC



D 点から部材 DC に沿って x 軸をとり、D 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

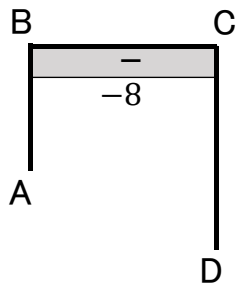
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : -Q_x + H_D = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x + V_D = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x - M_D - H_D \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

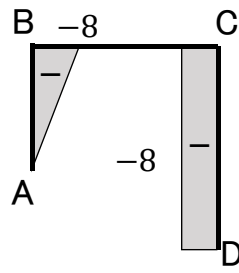
$$N_x = 0 \text{ kN}, Q_x = -8 \text{ kN}, M_x = 32 - 8x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

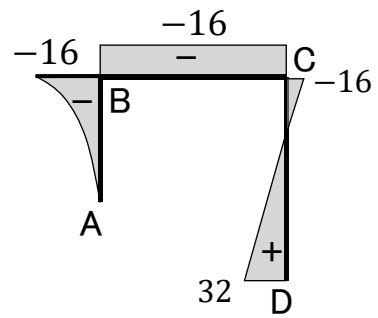
以上の結果を図示すると、次のようになる。



軸力図 [kN]



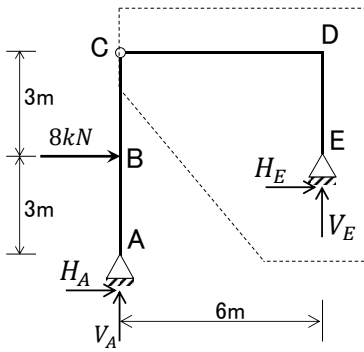
せん断力図 [kN]



曲げモーメント図 [kN・m]

6-B3

※問題図中の8kN/mは誤りであり、下図8kNが正しい。



全体でのつり合い条件式から A 点の E 点の支点反力を求める。

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : H_A + H_E + 8 = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + V_E = 0 \\ \Sigma M_{(A)} = 0 : 8 \cdot 3 + H_E \cdot 3 - V_E \cdot 6 = 0 \end{cases}$$

C 点が生ヒンジとなるため、ヒンジ C 点より右側で曲げモーメントのつり合い式から、

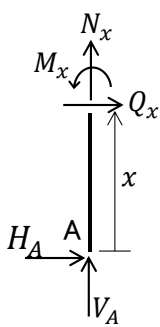
$$\Sigma M_{(C)} = 0 : -V_E \cdot 6 - H_E \cdot 3 = 0 \quad \Rightarrow \quad H_E = -2V_E$$

となるので、

$$V_E = 2 \text{ kN}, H_E = -4 \text{ kN}, H_A = -4 \text{ kN}, V_A = -2 \text{ kN}$$

となる。

①部材 AC (AB 間)



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

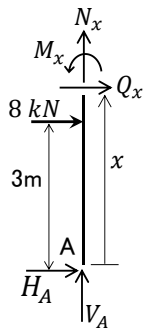
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - H_A \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = 2 \text{ kN}, Q_x = 4 \text{ kN}, M_x = 4x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

②部材 AC (BC 間)



A 点から部材 AB に沿って x 軸をとり、A 点から x だけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + H_A + 8 = 0 \\ \Sigma V = 0 : V_A + N_x = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - H_A \cdot x - 8 \cdot (x - 3) = 0 \end{cases}$$

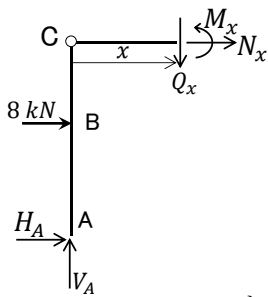
より、

$$N_x = 2 \text{ kN}, Q_x = -4 \text{ kN}, M_x = -4x + 24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

※解答の間違いがあり、上の M_x の式が正しい。

③部材 CD



C点から部材CDに沿ってx軸をとり、C点からxだけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

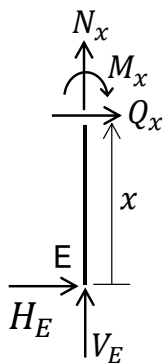
$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : N_x + 8 + H_A = 0 \\ \Sigma V = 0 : -Q_x + V_A = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : -M_x - 8 \cdot 3 - H_A \cdot 6 + V_A \cdot x = 0 \end{cases}$$

より、

$$N_x = -4 \text{ kN}, Q_x = -2 \text{ kN}, M_x = -2x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

となる。

④部材 ED



E点から部材EDに沿ってx軸をとり、E点からxだけ離れた場所で切断して自由物体図を描くと左図のようになる。ここで、各方向のつり合い条件式から、

$$\begin{cases} \Sigma H = 0 : Q_x + H_E = 0 \\ \Sigma V = 0 : N_x + V_E = 0 \\ \Sigma M_{(x)} = 0 : M_x - H_E \cdot x = 0 \end{cases}$$

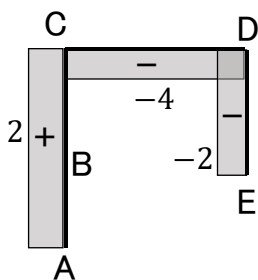
より、

$$N_x = -2 \text{ kN}, Q_x = 4 \text{ kN}, M_x = -4x \text{ kN} \cdot \text{m}$$

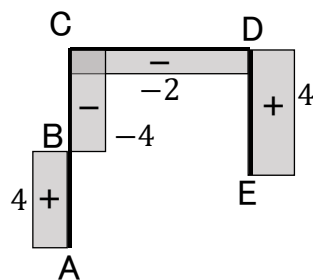
となる。

※解答の間違いがあり、上の M_x の式が正しい。

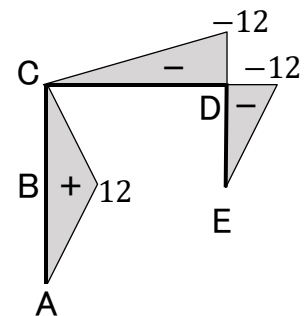
以上の結果を図示すると、次のようになる。



軸力図 [kN]



せん断力図 [kN]



曲げモーメント図 [kN·m]