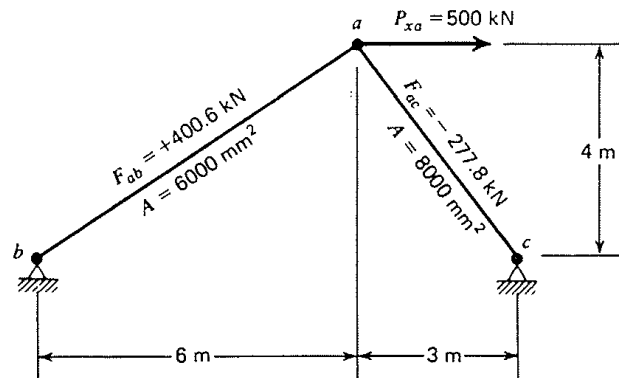


構造解析第 5 回

例題 3

静定トラスに図に示すような荷重が作用し、部材力が生じている。a 点の変位を求めよ。
ただし、 $E=200\,000\text{ MPa}$ である。



—— 解答 ——

節点 a を全体座標系の原点とし、

部材 ab を考えると、

$$\left(\frac{EA}{L}\right)_{ab} = \frac{200 \times 6 \times 10^3}{\sqrt{6^2 + 4^2} \times 10^3} = 166.4 \text{ kN/mm}$$

$$\phi_{ab} = \tan^{-1}\left(\frac{-4}{-6}\right) = 213.69^\circ$$

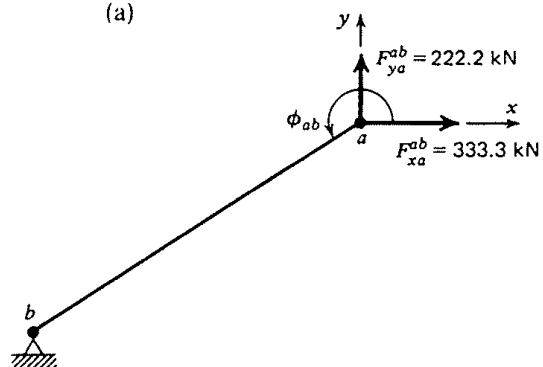
$$\therefore \cos \phi_{ab} = -0.8321$$

$$\sin \phi_{ab} = -0.5547$$

式 (2.20) の第 1 式 ($u_b = v_b = 0$ として) より、

$$F_{xa}^{ab} = 166.4(\cos^2 \phi_{ab} \cdot u_a + \sin \phi_{ab} \cos \phi_{ab} \cdot v_a)$$

$$333.3 = 166.4(0.6923u_a + 0.4615v_a) \quad (a)$$



注) $F_{xa}^{ab} = 400.6 \times |\cos \phi_{ab}| = 400.6 \times 0.8321 = 333.3$

$$F_{ya}^{ab} = 400.6 \times |\sin \phi_{ab}| = 400.6 \times 0.5547 = 222.2$$

次に部材 ac を考えると,

$$\left(\frac{EA}{L}\right)_{ac} = \frac{200 \times 8 \times 10^3}{5 \times 10^3} = 320.0 \text{ kN/mm}$$

$$\phi_{ac} = \tan^{-1}\left(-\frac{4}{3}\right) = 306.87^\circ \quad \therefore \cos \phi_{ac} = 0.6$$

式 (2.20) の第 1 式 ($u_c = v_c = 0$ として) より,

$$F_{xa}^{ac} = 320.0(\cos^2 \phi_{ac} \cdot u_a + \sin \phi_{ac} \cos \phi_{ac} \cdot v_a)$$

$$166.7 = 320.0(0.3600u_a - 0.4800v_a) \quad (b)$$

式 (a) と (b) を連立して解くと

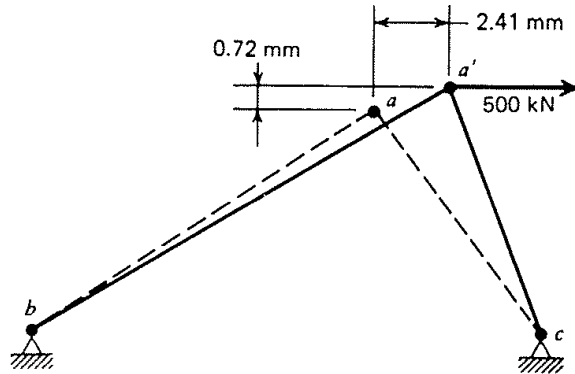
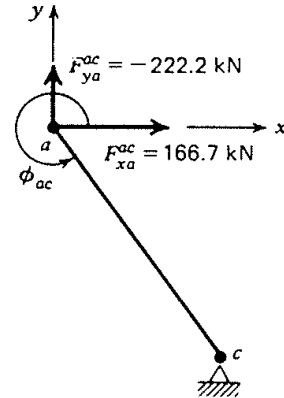
$$0.6923u_a + 0.4615v_a = 2.003 \quad (a)$$

$$0.3600u_a - 0.4800v_a = 0.5209 \quad (b)$$

$$u_a = 2.41 \text{ mm} \rightarrow$$

$$v_a = 0.72 \text{ mm} \uparrow$$

$$\bar{aa}' = 2.52 \text{ mm} \nearrow$$

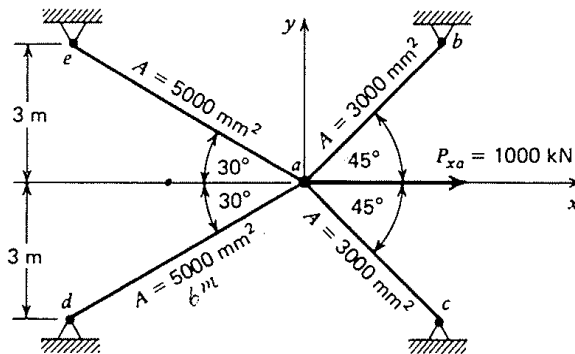


注) $F_{xa}^{ac} = |-277.8| \times \cos \phi_{ac} = 277.8 \times 0.6 = 166.7$

$$F_{ya}^{ac} = -277.8 \times |\sin \phi_{ac}| = -277.8 \times 0.8 = -222.2$$

例題 4

静定トラスに図に示すような荷重が作用している。部材力と a 点の変位を求めよ。ただし, $E=200\,000 \text{ MPa}$ である。



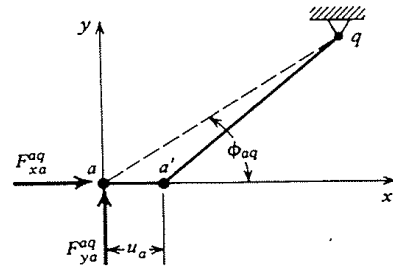
— 解答 —

対称性により、節点 a は水平方向に変位する。したがって、未知の自由度は u_a のみである。
式 (2.20) の最初の式をとり出し、これに図中の記号を用い、また代表的な支持点を q で示すことにすると次式が得られる。

$$F_{xa}^{aq} = \left(\frac{EA}{L} \right)_{aq} \cdot (\cos \phi_{aq})^2 u_a$$

したがって、 $q=b$ の場合は、

$$F_{xa}^{ab} = \frac{200 \times 3 \times 10^3 (\cos 45^\circ)^2}{3\sqrt{2} \times 10^3} u_a = 70.71 u_a \text{ kN}$$



となり、同様にして以下のような関係式が得られる。

$$F_{xa}^{ac} = \frac{200 \times 3 \times 10^3 (\cos 315^\circ)^2}{3\sqrt{2} \times 10^3} u_a = 70.71 u_a \text{ kN}$$

$$F_{xa}^{ad} = \frac{200 \times 5 \times 10^3 (\cos 210^\circ)^2}{6 \times 10^3} u_a = 125.00 u_a \text{ kN}$$

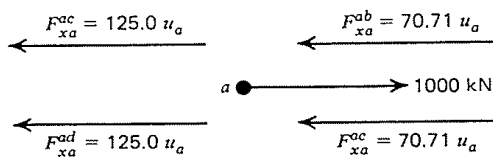
$$F_{xa}^{ae} = \frac{200 \times 5 \times 10^3 (\cos 150^\circ)^2}{6 \times 10^3} u_a = 125.00 u_a \text{ kN}$$

節点 a の水平方向のつり合い式を、未知量 u_a を用いて書き表わすと

$$\sum H_a = 1000 - 2(70.71 + 125.0)u_a = 0 \quad \leftarrow \begin{array}{l} F_{xa}^{ac} = 125.0 u_a \\ F_{xa}^{ab} = 70.71 u_a \end{array}$$

となり、これより u_a を求めると、

$$u_a = 2.55 \text{ mm}$$



となる。剛性方程式を用いて各部材の力を求めると次のようになる。

