構造力学

2021年6月10日 木曜日　午後8:11

1. (1) 平面ひずみ状態

軸方向に十分長いとみなせる物体があり、軸方向に一様な外力が作用しているとき、軸方向ひずみを零とみなせ、軸に垂直な平面内のみひずみが作用している状態。

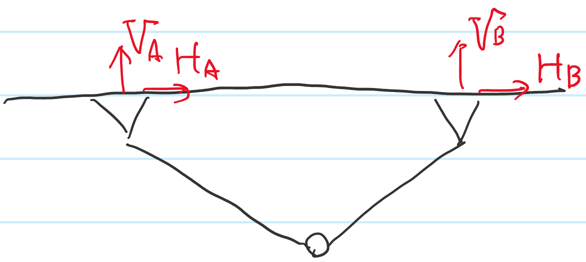
(2) 影響線

荷重の移動にともなって、着目点の変位や反力などの物理量の変化する様子を表現した図。

(3) 間接荷重

トラス構造では、一般的な桁橋と異なり、車両などの荷重は直接トラスに作用せず、横桁などを通して作用する。この荷重を間接荷重とよぶ。

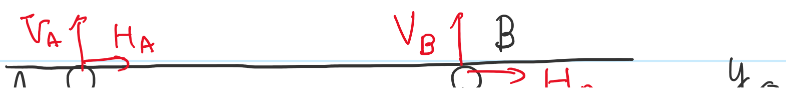
2. (1)

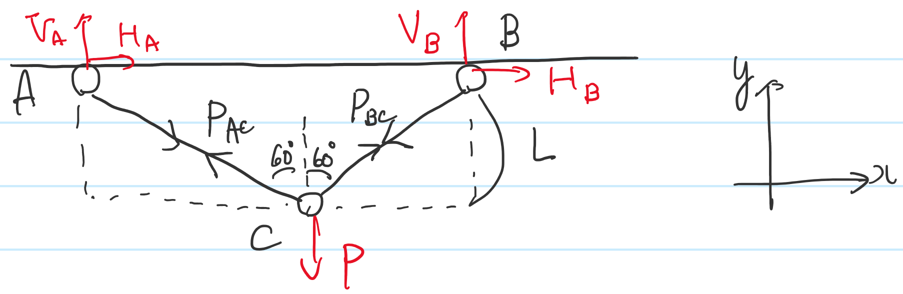


・垂直方向 ・水平方向 力のつり合い
・モーメントのつり合い

未知量はA、Bの垂直反力、水平反力の4つと、ヒンジの垂直、水平反力の2つの計6つ。
部材は2つより、つり合い式は6つ。
よって未知量の数とつり合い式の数が同じであるから、静定構造である。

(2) ACの軸力をP_{AC}、BCの軸力をP_{BC}とする。





A点まわりのモーメントのつり合い

$$-P\cdot\sqrt{3}L + V_B\cdot 2\sqrt{3}L = 0$$

$$V_B = \frac{P}{2}$$

系全体の鉛直方向力のつり合い

$$V_A + V_B - P = 0$$

$$V_A = \frac{P}{2}$$

点Aにおける鉛直方向力のつり合い

$$V_A - P_{AC}\cos 60^\circ = 0$$

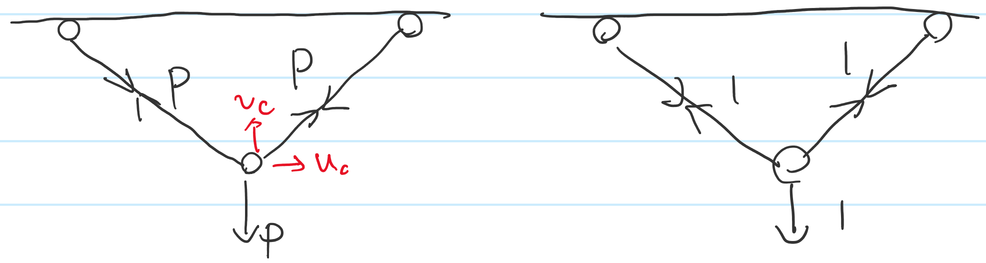
$$P_{AC} = P$$

点Bにおける鉛直方向力のつり合い

$$V_B - P_{BC}\cos 60^\circ = 0$$

$$P_{BC} = P$$

(3)



仮想仕事の原理により

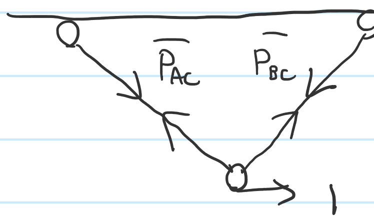
$$v_c = \sum \frac{N\bar{N}}{EA} l$$

$$= \frac{P}{EA}\cdot 2L + \frac{P}{\alpha EA}\cdot 2L$$

$$= \frac{2PL}{\ }\left(1+\frac{1}{\ }\right)$$

$$= \frac{2PL}{EA}\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)$$

(4)



力のつり合い

水平方向：$-\frac{\sqrt{3}}{2}\overline{P_{AC}}+\frac{\sqrt{3}}{2}\overline{P_{BC}}+1=0$

鉛直方向：$\frac{1}{2}\overline{P_{AC}}+\frac{1}{2}\overline{P_{BC}}=0$

解いて $\overline{P_{AC}}=\frac{1}{\sqrt{3}}$ $\overline{P_{BC}}=-\frac{1}{\sqrt{3}}$

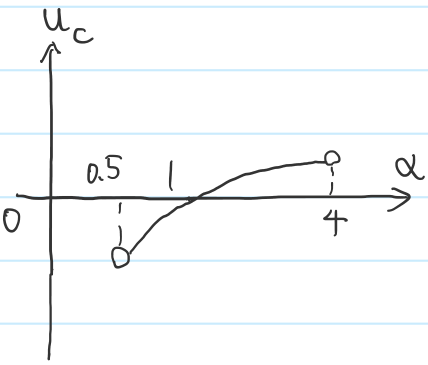
仮想仕事の原理より

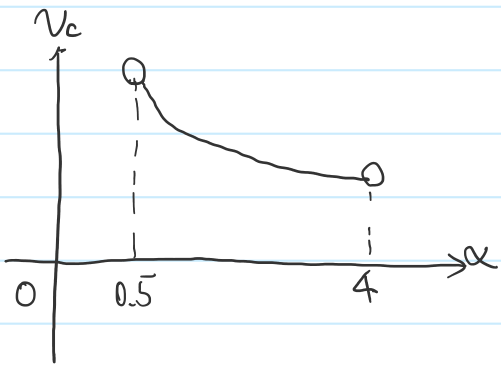
$$u_c=\sum\frac{N\bar{N}}{EA}l$$

$$=\frac{P}{\sqrt{3}EA}\cdot 2L-\frac{P}{\sqrt{3}\alpha EA}\cdot 2L$$

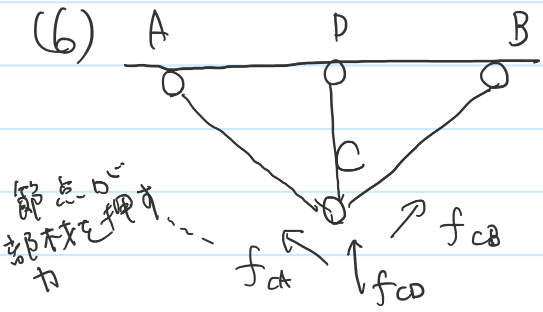
$$=\frac{2PL}{\sqrt{3}EA}\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)$$

(5)

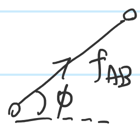




(6)



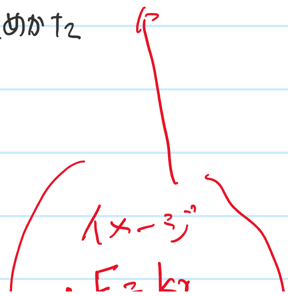
$$f=\frac{EA}{L}\begin{pmatrix}\cos^2\phi & \cos\phi\sin\phi\\ \cos\phi\sin\phi & \sin^2\phi\end{pmatrix}\begin{pmatrix}u\\ v\end{pmatrix}$$



ϕのきめかた

$$f_{CA}=\frac{EA}{2L}\begin{pmatrix}\cos^2 150^\circ & \cos 150^\circ\sin 150^\circ\\ \cos 150^\circ\sin 150^\circ & \sin^2 150^\circ\end{pmatrix}\begin{pmatrix}u_c\\ v_c\end{pmatrix}$$

$$=\frac{EA}{}\begin{pmatrix}\frac{3}{4} & -\frac{\sqrt{3}}{4}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}u_c\end{pmatrix}$$



$$= \frac{EA}{2L}\begin{pmatrix} \frac{3}{4} & -\frac{\sqrt{3}}{4} \\ -\frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u_c \\ v_c \end{pmatrix}$$

同様に

$$f_{CB} = \frac{EA}{2L}\begin{pmatrix} \cos^2 30^\circ & \cos 30^\circ \sin 30^\circ \\ \cos 30^\circ \sin 30^\circ & \sin^2 30^\circ \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u_c \\ v_c \end{pmatrix}$$

$$= \frac{EA}{2L}\begin{pmatrix} \frac{3}{4} & \frac{\sqrt{3}}{4} \\ \frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u_c \\ v_c \end{pmatrix}$$

$$f_{CD} = \frac{2EA}{L}\begin{pmatrix} \cos^2 90^\circ & \cos 90^\circ \sin 90^\circ \\ \cos 90^\circ \sin 90^\circ & \sin^2 90^\circ \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u_c \\ v_c \end{pmatrix}$$

$$= \frac{EA}{2L}\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} u_c \\ v_c \end{pmatrix}$$

イメージ
- $F = kx$
- $F = \sigma A$
  $= EA\varepsilon$
  $= \frac{EA}{L}\Delta l$

より $k = \frac{EA}{L}$ にみえてる

点Cまわりで力のつり合い

$$-f_{CA} - f_{CB} - f_{CD} + P = 0$$

水平方向成分：$-\frac{EA}{2L}\left\{\left(\frac{3}{4}u_c - \frac{\sqrt{3}}{4}v_c\right) + \left(\frac{3}{4}u_c + \frac{\sqrt{3}}{4}v_c\right)\right\} = 0$

$$u_c = 0$$

鉛直方向成分：$-\frac{EA}{2L}\left\{\left(-\frac{\sqrt{3}}{4}u_c + \frac{1}{4}v_c\right) + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}u_c + \frac{1}{4}v_c\right) + (4v_c)\right\} - P = 0$

$$-\frac{9EA}{4L}v_c - P = 0$$

$$v_c = -\frac{4PL}{9EA} \rightarrow \frac{4PL}{9EA}$$

(※下向きを正として答える)