

مثال: خرابای شکل زیر را به روش ماتريسي تحليل كنيد و جابجاي گره های آزاد و بيضي اعضاء AE و BE را به دست آوريد. (E=200 GPa)

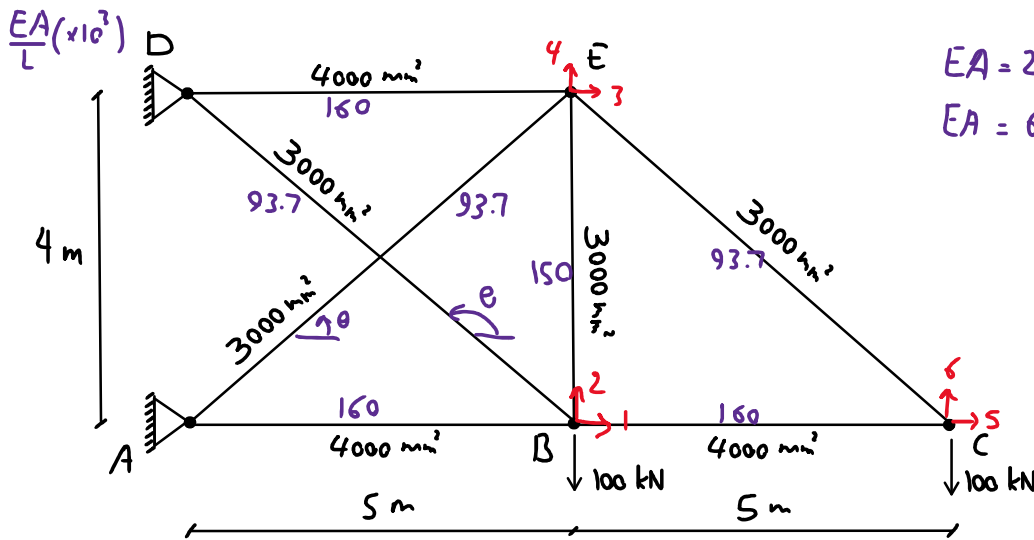
آوريد. (E=200 GPa)

$$EA = 200 \times 10^3 \times 4000 = 800 \times 10^3 \text{ kN}$$

$$EA = 600 \times 10^3 \text{ kN}$$

$$\begin{cases} C = 0.7809 \\ S = 0.6247 \end{cases}$$

$$[k_{ff}]_{6 \times 6}$$



① ماتريسي سختي \$k_{ff}\$ هر عضو

$$[k_{ff}]_{AB} = 160 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \end{matrix}$$

$$[k_{ff}]_{BC} = 160 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \\ ③ \\ ④ \end{matrix}$$

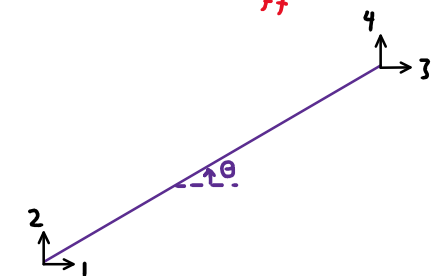
$$[k_{ff}]_{DE} = 160 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} ③ \\ ④ \end{matrix}$$

$$[k_{ff}]_{BE} = 150 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \\ ③ \\ ④ \end{matrix}$$

$$[k_{ff}]_{AE} = 93.7 \times 10^3 \begin{bmatrix} 0.6098 & -0.4878 \\ 0.4878 & 0.3903 \end{bmatrix} \begin{matrix} ③ \\ ④ \end{matrix}$$

$$[k_{ff}]_{BD} = 93.7 \times 10^3 \begin{bmatrix} 0.6098 & -0.4878 \\ -0.4878 & 0.3903 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \end{matrix}$$

$$[K_{ff}]_{CE} = 93.7 \times 10^3 \begin{bmatrix} 0.6098 & -0.4878 & -0.6098 & 0.4878 \\ -0.4878 & 0.3903 & 0.4878 & -0.3903 \\ -0.6098 & 0.4878 & 0.6098 & -0.4878 \\ 0.4878 & -0.3903 & -0.4878 & 0.3903 \end{bmatrix} \begin{matrix} ⑤ \\ ⑥ \\ ③ \\ ④ \end{matrix}$$



$$K = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} C^2 & CS & -C^2 & -CS \\ CS & S^2 & -CS & -S^2 \\ -C^2 & -CS & C^2 & CS \\ -CS & -S^2 & CS & S^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \\ ③ \\ ④ \end{matrix}$$

③ ماتريسي سختي \$k_{ff}\$ سازه با سرفه بند

۳) ماتریس سختی k_{ff} سازه با سرهم بند

$$k_{ff} = 10^3 \begin{bmatrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} & \textcircled{5} & \textcircled{6} \\ 377.14 & -45.71 & 0 & 0 & -160 & 0 \\ -45.71 & 186.57 & 0 & -150 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 274.28 & 0 & -57.14 & 45.71 \\ 0 & -150 & 0 & 223.14 & 45.71 & -36.57 \\ -160 & 0 & -57.14 & 45.71 & 217.14 & -45.71 \\ 0 & 0 & 45.71 & -36.57 & -45.71 & 36.57 \end{bmatrix} \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \\ \textcircled{5} \\ \textcircled{6} \end{matrix}$$

$$P_f = \begin{Bmatrix} 0 \\ -100 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -100 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \\ \textcircled{5} \\ \textcircled{6} \end{matrix}$$

MATLAB از $\rightarrow \delta_f = 10^{-3} \begin{Bmatrix} -1.6 \\ -4.7 \\ 1.6 \\ -4.7 \\ -2.3 \\ -12.3 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \\ \textcircled{5} \\ \textcircled{6} \end{matrix}$

۳) حل دستگاه معادلات $k_{ff} \delta_f = P_f$

$P_L = k_L R \delta_G$

۱) محاسبه نیرو در اعضا

$$(P_L)_{BE} = 150 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} 10^{-3} \begin{Bmatrix} -1.6 \\ -4.7 \\ 1.6 \\ -4.7 \end{Bmatrix} =$$

$$150 \times 10^3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} 10^{-3} \begin{Bmatrix} -4.7 \\ 1.6 \\ -4.7 \\ -1.6 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$(P_L)_{AE} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C & S & 0 & 0 \\ -S & C & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C & S \\ 0 & 0 & -S & C \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C & S & -C & -S \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -C & -S & C & S \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \end{Bmatrix}$$

$$(P_L)_{AF} = 93.7 \times 10^{-3} \begin{bmatrix} 0.7809 & 0.6247 & -0.7809 & -0.6247 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.7809 & -0.6247 & 0.7809 & 0.6247 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} 10^{-3} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1.6 \\ -4.7 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 160 \\ 0 \\ -160 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

