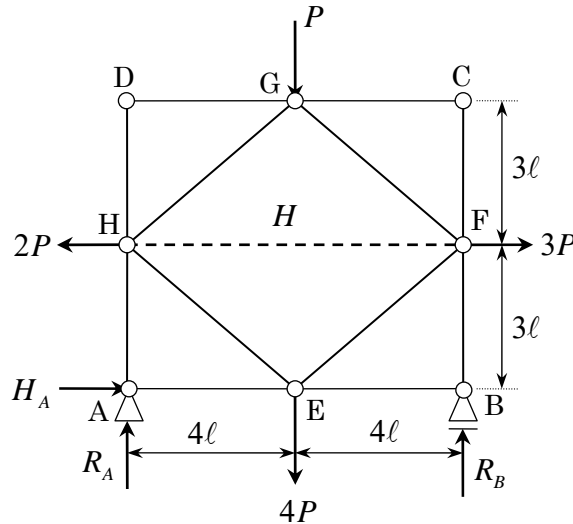


【1】 下図に示す静定トラスについて、次の設問に答えよ。

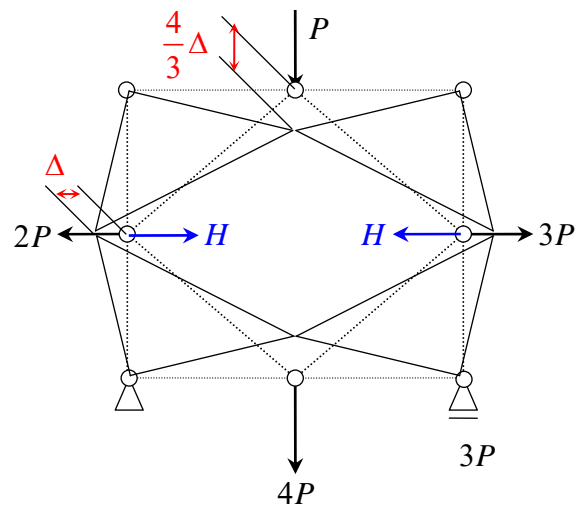
- (1) 破線で表される部材の部材力 H を “**仮想変位の原理**” を用いて求めよ。
 なお、解答用紙に記された図に、仮想変位による変位性状を明記すること。
- (2) E 点の鉛直方向の変位 v_E を “**単位荷重法**” を用いて求めよ。
 なお、全ての部材の引張剛性は、 EA とする。
 また、全ての部材力の計算結果は、解答用紙に記入せよ。



【解答】

(1) 右図に示すように、支持条件や幾何学的条件を満足する水平方向の仮想変位を Δ とすると、鉛直方向の仮想変位は $\frac{4}{3}\Delta$ となること、及び、力の方向と逆方向の仮想変位は “**負**” となることに注意して、“**仮想変位の原理**” を適用すると、次のようになる。

$$\begin{aligned}
 & 2P \cdot \Delta + 3P \cdot \Delta + H \cdot (-\Delta) + H \cdot (-\Delta) \\
 & + P \cdot \frac{4}{3}\Delta + 4P \cdot \left(-\frac{4}{3}\Delta\right) = 0 \\
 \therefore & 2P + 3P - H - H + \frac{4}{3}P - \frac{16}{3}P = 0 \\
 \therefore & 5P - 2H - 4P = 0 \quad \therefore H = \frac{1}{2}P \quad \text{5点}
 \end{aligned}$$



(2) 実系の支点反力 R_A , H_A , R_B を求めると、次のようになる。

鉛直方向の力の釣合から、 $R_A + R_B = P + 4P = 5P$

水平方向の力の釣合から、 $H_A + 3P = 2P \quad \therefore H_A = -P$

A 点回りのモーメントの釣合から、 $R_B \times 8l + 2P \times 3l = P \times 4l + 3P \times 3l + 4P \times 4l$

$\therefore 8R_B = 23P \quad \therefore R_B = \frac{23}{8}P \quad \text{よって } R_A = 5P - R_B = 5P - \frac{23}{8}P = \frac{17}{8}P$

さらに、“**節点法**” を用いて、**実系**の全ての部材力を求めると下左図のようになる。

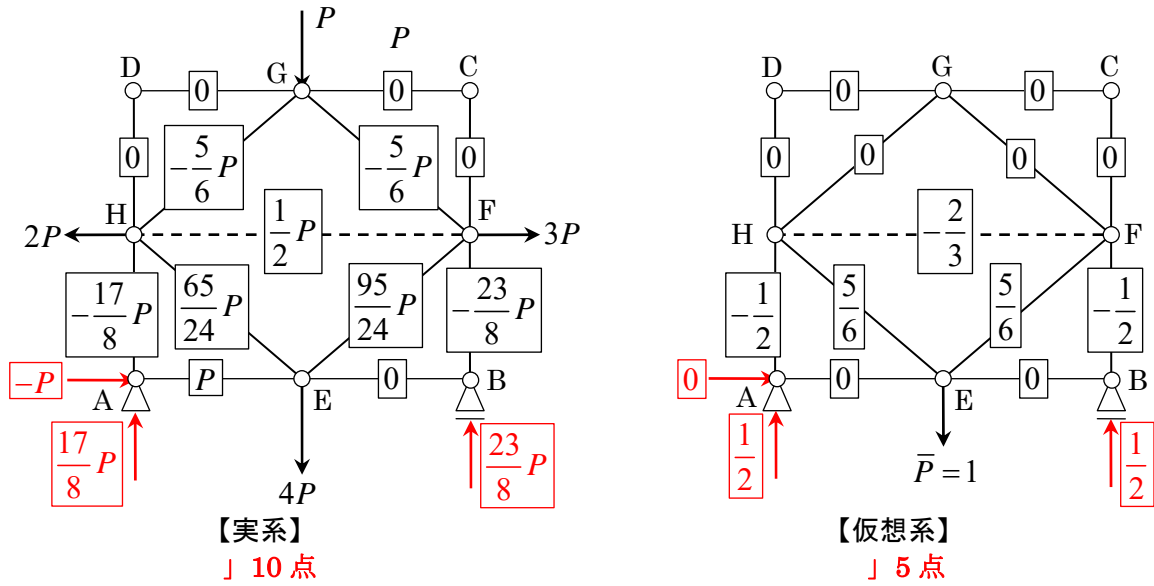
次に、E 点に単位荷重 $\bar{P} = 1$ のみを鉛直方向に载荷させた**仮想系**を考え、これの全ての部材力を求める。

まず、(1) と同様な方法で、部材 HF の部材力 \bar{H} を求めると、

$$\bar{H} \cdot (-\Delta) + \bar{H} \cdot (-\Delta) + \bar{P} \cdot \left(-\frac{4}{3}\Delta\right) = 0 \quad \therefore \bar{H} + \bar{H} + \frac{4}{3}\bar{P} = 0$$

$$\therefore 2\bar{H} = -\frac{4}{3}\bar{P} \quad \therefore \bar{H} = -\frac{2}{3}\bar{P} = -\frac{2}{3}$$

さらに、「節点法」を用いて、**仮想系**の全ての部材力を求めると下右図のようになる。



したがって、「単位荷重法」を用いて、E 点の鉛直方向の変位 v_E を求めると、次のようになる。

$$\begin{aligned}
 1 \times v_E &= \sum \frac{N \cdot \bar{N}}{EA} l_{ij} \\
 &= \frac{1}{EA} \left\{ \left(\frac{1}{2}P \right) \cdot \left(-\frac{2}{3} \right) \times 2 \times 4l + \left(-\frac{17}{8}P \right) \cdot \left(-\frac{1}{2} \right) \times 3l + \left(-\frac{23}{8}P \right) \cdot \left(-\frac{1}{2} \right) \times 3l \right\} \\
 &\quad \left\{ + \left(\frac{65}{24}P \right) \cdot \left(\frac{5}{6} \right) \times 5l + \left(\frac{95}{24}P \right) \cdot \left(\frac{5}{6} \right) \times 5l \right\} \\
 &= \frac{1}{EA} \left\{ -\frac{8}{3}Pl + \frac{51}{16}Pl + \frac{69}{16}Pl + \frac{1625}{144}Pl + \frac{2375}{144}Pl \right\} = \frac{1}{EA} \left\{ -\frac{8}{3}Pl + \frac{15}{2}Pl + \frac{250}{9}Pl \right\} \\
 &= \frac{Pl}{EA} \cdot \frac{-144 + 405 + 1500}{54} = \frac{1761}{54} \cdot \frac{Pl}{EA} = \frac{587}{18} \cdot \frac{Pl}{EA} \\
 \therefore v_E &= \frac{587}{18} \cdot \frac{Pl}{EA} \quad \text{」 10 点}
 \end{aligned}$$