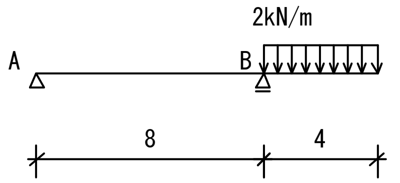
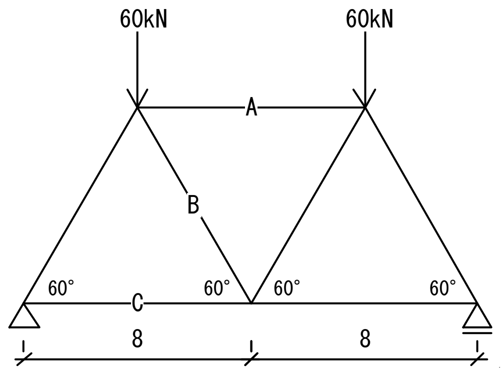
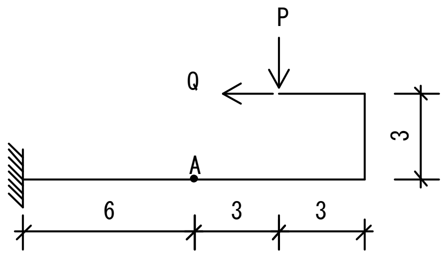
問 27【復習】 以下の構造体における各支点の反力を求めよ。



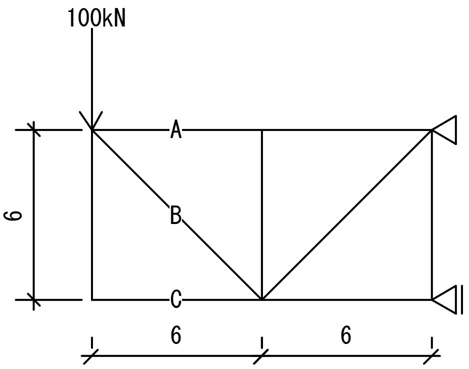
問 30 以下の部材AからCの応力を求めよ。



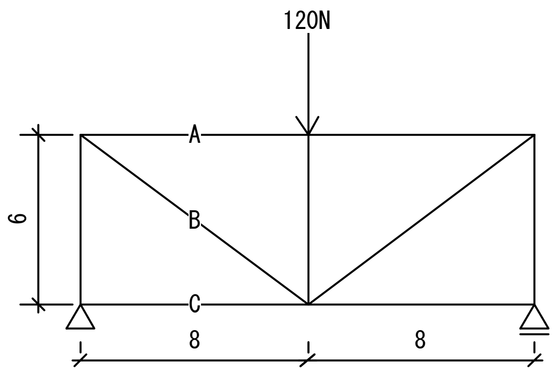
問 28 A点において曲げモーメントが 0 となる場合の荷重PとQの比を求めよ。



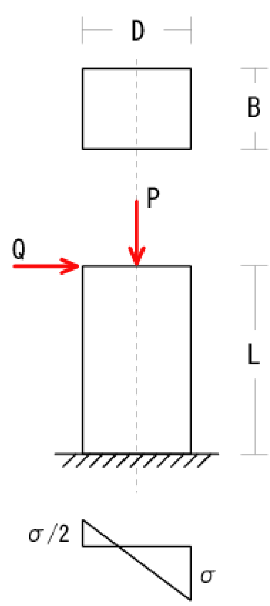
問 31 以下の部材AからCの応力を求めよ。



問 29 以下の部材AからCの応力を求めよ。



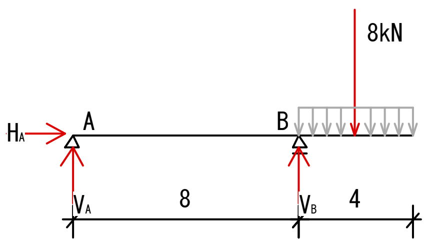
問 32 構造物の底部の垂直応力度分布図より、荷重P・Qの値を求めよ。



解答

問 27　分布荷重は集中荷重に置き換えて考えましょう(分布荷重→集中荷重：荷重の合計は分布面積、作用点は重心ですね)

1）各支点における「生じる可能性のある」反力を図示



2）任意の支点の曲げモーメント　$\sum M_X = 0$

$$\sum M_A = 8\times10 - V_B\times8 = 0$$
$$80 = 8V_B$$
$$V_B = 10[kN]$$
式(1)

3）鉛直方向の力の釣り合い　$\sum Y = 0$

$$\sum Y = V_A + V_B - 8 = 0$$ 式(2)

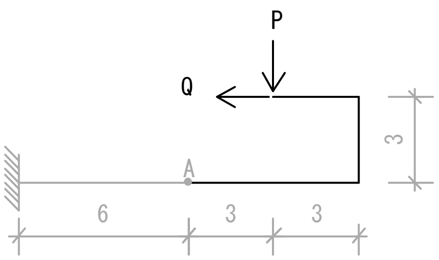
式(2)に式(1)の解を代入

$$V_A + V_B - 8 = 0$$
$$V_A + 10 - 8 = 0$$
$$V_A = -2[kN]$$

4）水平方向の力の釣り合い　$\sum X = 0$

$$\sum X = H_A = 0[kN]$$

問 28　まずは応力を求めたい点で切断！(この問題では反力を求める必要はないようですよ)

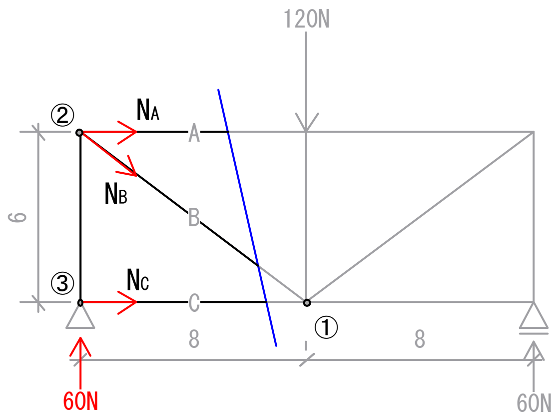


A点右を計算対象とする(上図参照)

$$M_A = P\times3 - Q\times3 = 0$$
$$3P - 3Q = 0$$
$$3P = 3Q$$
$$P = Q$$
$$P : Q = 1:1$$

問 29　切断法を用いましょう

以下のように構造体を切断する



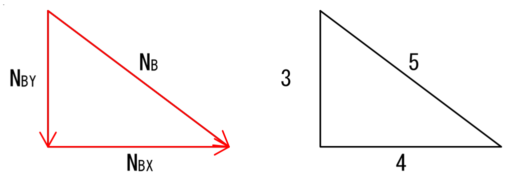
点①に注目

$$M_{①} = 60\times8 + N_A\times6 = 0$$
$$6N_A = -60\times8$$
$$N_A = -80[kN]$$

点②に注目

$$M_{②} = 60\times0 - N_C\times6 = 0$$
$$6N_C = 60\times0$$
$$N_C = 0[kN]$$

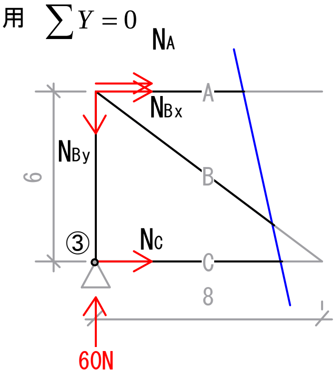
斜めの応力を求めます



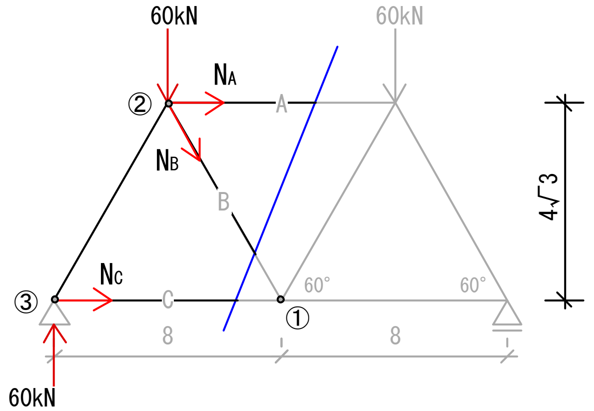
$$N_{By} = \frac{3}{5}N_B \qquad N_{Bx} = \frac{4}{5}N_B$$

縦の力の合計が 0 を利用　$\sum Y = 0$

$$\sum Y = 60 - N_{By} 0$$
$$N_{By} = 60$$
$$\frac{3}{5}N_B = 60$$
$$N_B = 100[kN]$$



問 30　同様に切断法を用いましょう



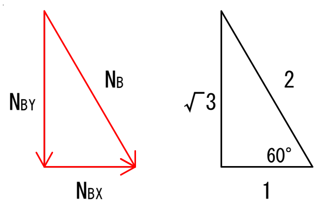
点①に注目

$$M_{①} = 60\times 8 - 60\times 4 + N_A \times 4\sqrt{3} = 0$$
$$4\sqrt{3}N_A = -240$$
$$N_A = -\frac{60}{\sqrt{3}}[kN]$$
$$(N_A = -20\sqrt{3}[kN])$$

点②に注目

$$M_{②} = 60\times 4 - N_C \times 4\sqrt{3} = 0$$
$$4\sqrt{3}N_C = 60\times 4$$
$$N_C = \frac{60}{\sqrt{3}}[kN]$$
$$(N_C = 20\sqrt{3}[kN])$$

斜めの力を分力



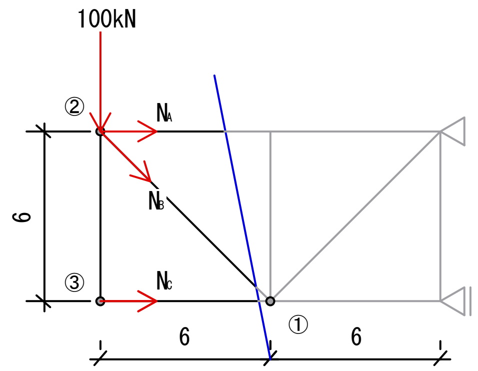
$$N_{By} = \frac{\sqrt{3}}{2}N_B$$

$$N_{Bx} = \frac{1}{2}N_B$$

縦の力の合計が 0 を利用　$\sum Y = 0$

$$\sum Y = 60 - 60 - N_{By} = 0$$
$$N_{By} = 0$$
$$\frac{\sqrt{3}}{2}N_B = 0$$
$$N_B = 0[kN]$$

問 31　これも同じ（反力なんて求めたらダメですよ…）



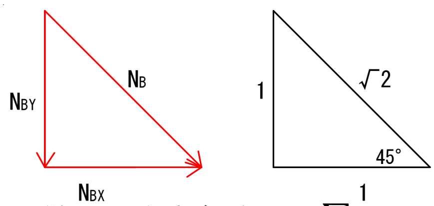
点①に注目

$$M_{①} = -100\times 6 + N_A \times 6 = 0$$
$$6N_A = 100\times 6$$
$$N_A = 100[kN]$$

点②に注目

$$M_{②} = -N_C \times 6 = 0$$
$$N_C = 0[kN]$$

斜めの力を分力



$$N_{By} = \frac{1}{\sqrt{2}}N_B = N_{Bx}$$

縦の力の合計が 0 を利用　$\sum Y = 0$

$$\sum Y = -100 - N_{By} = 0$$
$$N_{By} = -100$$
$$\frac{1}{\sqrt{2}}N_B = -100$$
$$N_B = -100\sqrt{2}[kN]$$

問 32　まずは垂直応力度・曲げ応力度を個別に求めましょう

垂直応力度（軸方向力）を求める

$$\sigma_N = -\frac{P}{BD}$$

曲げ応力度を求める

$$\sigma_M = \pm\frac{M}{Z}$$

$$\sigma_M = \pm\frac{QL}{\frac{BD^2}{6}} = \pm\frac{6QL}{BD^2}$$

圧縮側：$-\frac{P}{BD}-\frac{6QL}{BD^2}$　←　$-\sigma$ になります

引張側：$-\frac{P}{BD}+\frac{6QL}{BD^2}$　←　$\frac{\sigma}{2}$ になります

したがって以下の連立方程式を解けば OK（次ページね）

$$-\frac{P}{BD}-\frac{6QL}{BD^2} = -\sigma \quad \text{式(1)}$$
$$-\frac{P}{BD}+\frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2}$$

連立方程式を解く

$$-\frac{P}{BD}-\frac{6QL}{BD^2} = -\sigma \quad \text{式(1)}$$
$$-\frac{P}{BD}+\frac{6QL}{BD^2} = \frac{\sigma}{2}$$

$$-\frac{P}{BD} = \frac{6QL}{BD^2}-\sigma$$
$$-\frac{P}{BD} = -\frac{6QL}{BD^2}+\frac{\sigma}{2}$$

って感じに置き換える

↑左辺が共通なんで

$$\frac{6QL}{BD^2}-\sigma = -\frac{6QL}{BD^2}+\frac{\sigma}{2}$$
$$\frac{6QL}{BD^2}+\frac{6QL}{BD^2} = \sigma+\frac{\sigma}{2}$$
$$\frac{12QL}{BD^2} = \frac{3\sigma}{2}$$
$$Q = \frac{3\sigma BD^2}{2\times 12L}$$
$$Q = \frac{\sigma BD^2}{8L}$$

上の Q の値を式（1）に代入（メンドクサ…）

$$-\frac{P}{BD}-\frac{6QL}{BD^2} = -\sigma$$
$$-\frac{P}{BD}-\frac{6L}{BD^2}\times\frac{\sigma BD^2}{8L} = -\sigma$$
$$-\frac{P}{BD}-\frac{6}{1}\times\frac{\sigma}{8} = -\sigma$$
$$-\frac{P}{BD} = \frac{3\sigma}{4}-\sigma$$
$$-\frac{P}{BD} = -\frac{\sigma}{4}$$
$$P = \frac{\sigma BD}{4}$$