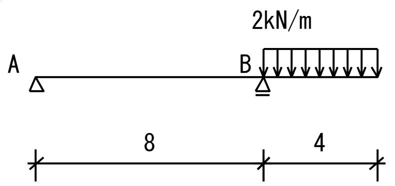
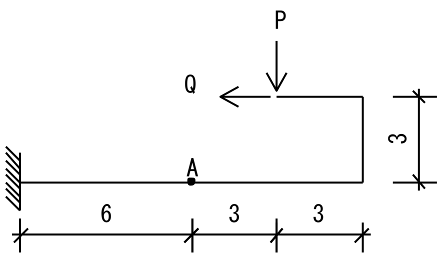
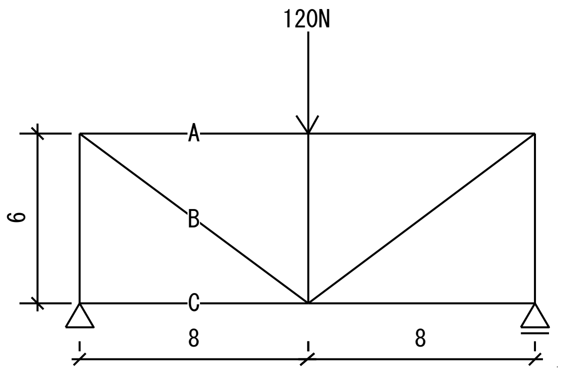
問 27【復習】　以下の構造体における各支点の反力を求めよ。



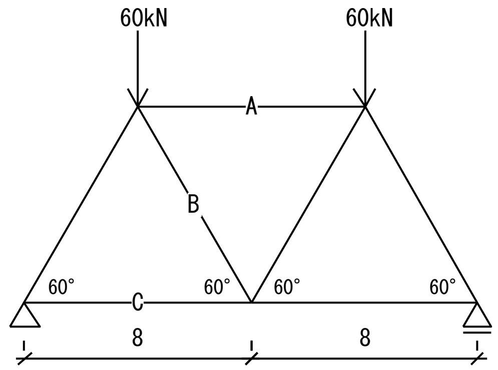
問 28　A点において曲げモーメントが 0 となる場合の荷重ＰとＱの比を求めよ。



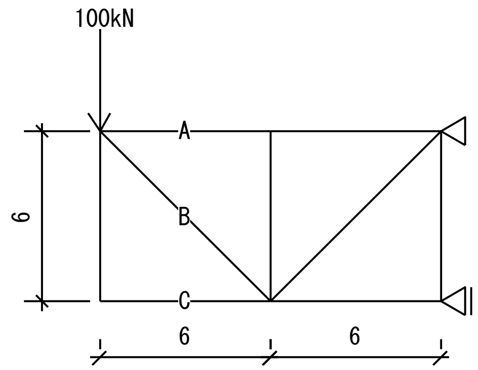
問 29　以下の部材ＡからＣの応力を求めよ。



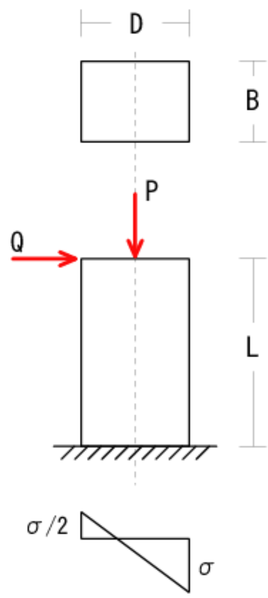
問 30　以下の部材ＡからＣの応力を求めよ。



問 31　以下の部材ＡからＣの応力を求めよ。



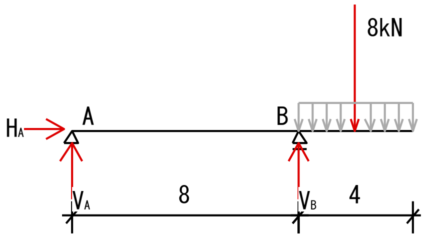
問 32　構造物の底部の垂直応力度分布図より、荷重 P・Q の値を求めよ。



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　$\sum M_X = 0$

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

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）

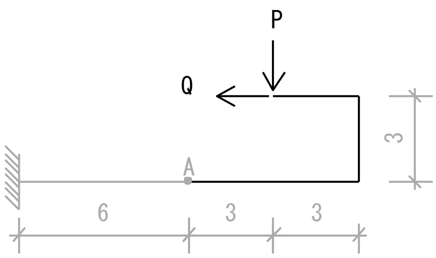
式（2）に式（1）の解を代入

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

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）

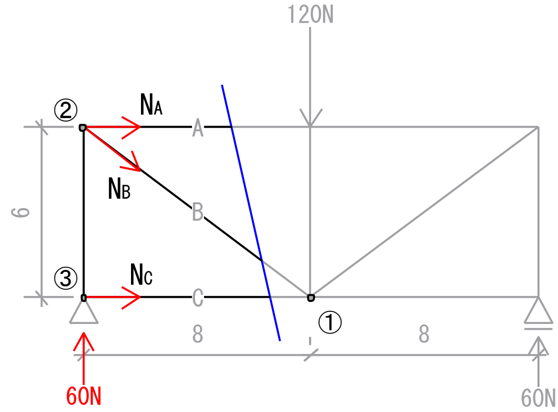


A点右を計算対象とする（上図参照）

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

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



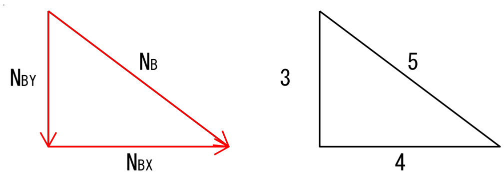
点①に注目

$$M_① = 60\times8 + N_A\times6 = 0$$
$$6N_A = -60\times8$$
$$N_A = -80[kN]$$

点②に注目

$$M_② = 60\times0 - N_C\times6 = 0$$
$$6N_C = 60\times0$$
$$N_C = 0[kN]$$

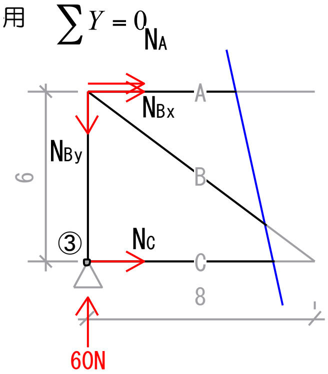
斜めの応力を求めます



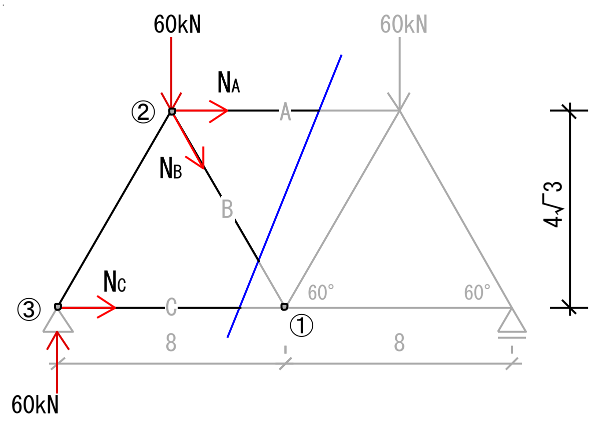
$$N_{By} = \frac{3}{5}N_B \qquad N_{Bx} = \frac{4}{5}N_B$$

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



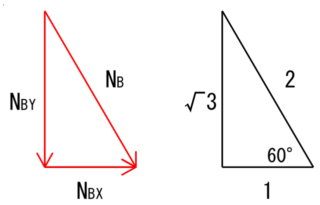
点①に注目

$$M_{①}=60\times8-60\times4+N_A\times4\sqrt{3}=0$$
$$4\sqrt{3}N_A=-240$$
$$N_A=-\frac{60}{\sqrt{3}}[kN]$$
$$(N_A=-20\sqrt{3}[kN])$$

点②に注目

$$M_{②}=60\times4-N_C\times4\sqrt{3}=0$$
$$4\sqrt{3}N_C=60\times4$$
$$N_C=\frac{60}{\sqrt{3}}[kN]$$
$$(N_C=20\sqrt{3}[kN])$$

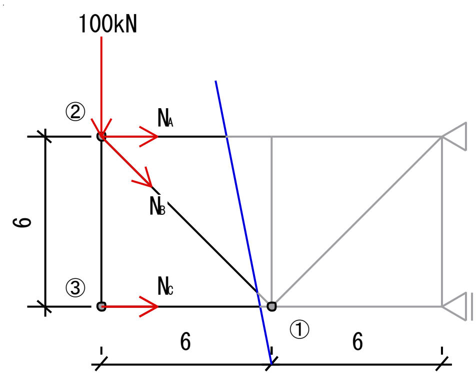
斜めの力を分力



$$N_{By}=\frac{\sqrt{3}}{2}N_B$$
$$N_{Bx}=\frac{1}{2}N_B$$

縦の力の合計が 0 を利用　$\sum Y=0$

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



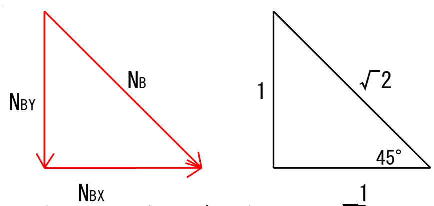
点①に注目

$$M_{①}=-100\times6+N_A\times6=0$$
$$6N_A=100\times6$$
$$N_A=100[kN]$$

点②に注目

$$M_{②}=-N_C\times6=0$$
$$N_C=0[kN]$$

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 31　これも同じ（反力なんて求めたらダメですよ…）

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）

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

連立方程式を解く

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

$$-\frac{P}{BD}=\frac{6QL}{BD^2}-\sigma$$
って感じに置き換える
$$-\frac{P}{BD}=-\frac{6QL}{BD^2}+\frac{\sigma}{2}$$

↑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…）

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