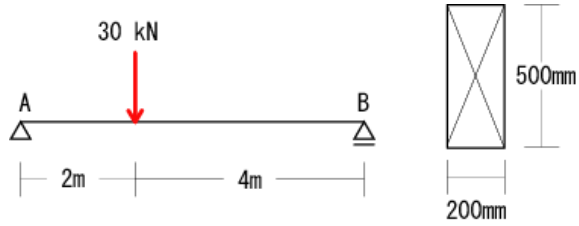
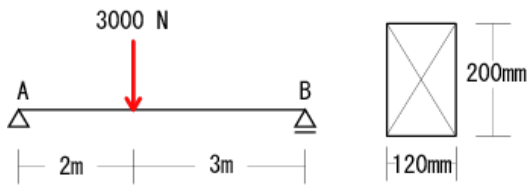


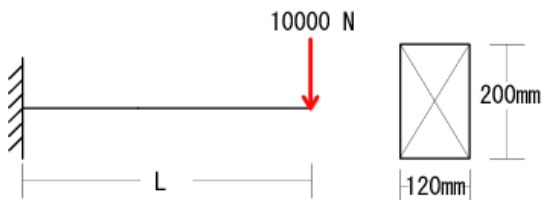
【演習 54】 以下の構造体における最大せん断応力度を求めよ。



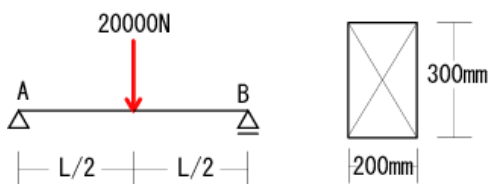
【演習 55】 以下の構造体における最大曲げ応力度を求めよ。



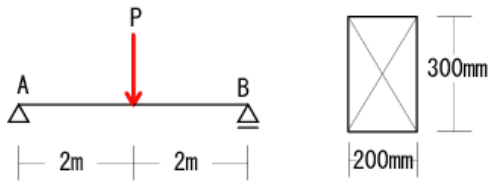
【演習 56】 以下の構造体において最大曲げ応力度が 10N/mm^2 となる場合の部材の長さを求めよ。



【演習 57】 以下の構造体において最大曲げ応力度が 10N/mm^2 となる場合の部材の長さを求めよ。



【演習 58】 以下の構造体において許容曲げ応力度に達する場合の荷重 P の大きさを求めよ。ただし、最大曲げ応力度は $10\text{N}/\text{mm}^2$ とする。

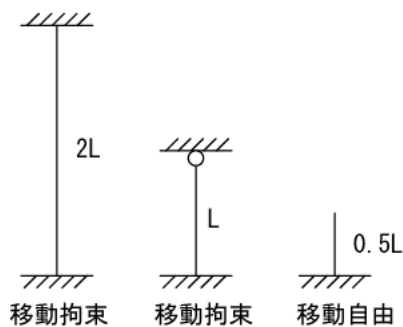


【演習 59】 図のような長さ L の柱（両端ピン・水平移動拘束）において、弾性座屈荷重が最も大きくなるのはどの条件か。

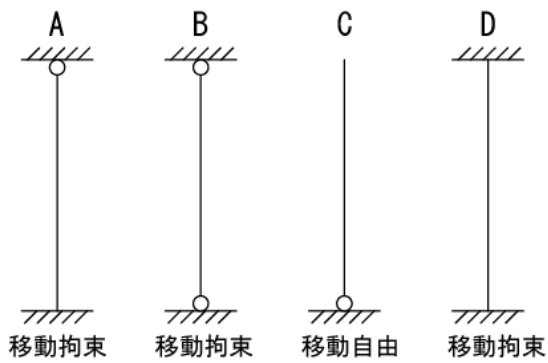
1. $L = 2.0\text{m}$ 、 $I = 10 \times 10^{-5}$
2. $L = 2.0\text{m}$ 、 $I = 9 \times 10^{-5}$
3. $L = 1.5\text{m}$ 、 $I = 7 \times 10^{-5}$
4. $L = 1.5\text{m}$ 、 $I = 5 \times 10^{-5}$
5. $L = 1.5\text{m}$ 、 $I = 3 \times 10^{-5}$



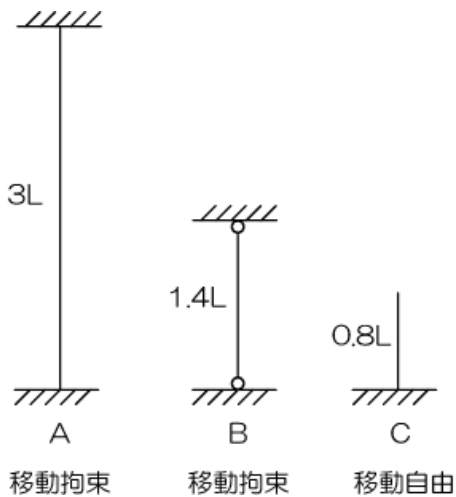
【演習 60】 弾性座屈荷重の大きさを比較せよ。ただし、左より柱 A、柱 B、柱 C とし、断面形状は全て等しいものとする。



【演習 61】 弾性座屈荷重の大きさを比較せよ。ただし、等質等断面とする。



【演習 62】 弾性座屈荷重の大きさを比較せよ。



【演習 63】 図のような長さ L の柱（両端ピン・水平移動拘束）において、弾性座屈荷重が最も大きくなるのはどの条件か。

1. $L = 3.0\text{m}$, $I = 3 \times 10^{-5}$
2. $L = 3.5\text{m}$, $I = 5 \times 10^{-5}$
3. $L = 4.0\text{m}$, $I = 8 \times 10^{-5}$
4. $L = 4.5\text{m}$, $I = 9 \times 10^{-5}$
5. $L = 5.0\text{m}$, $I = 10 \times 10^{-5}$

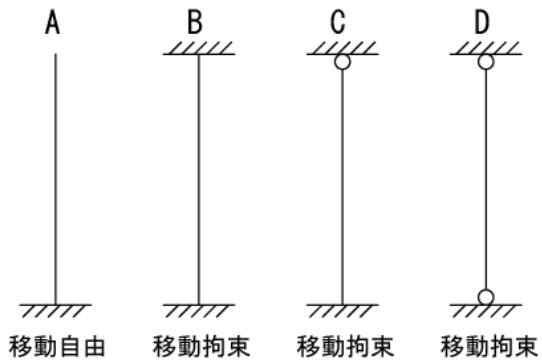


【演習 64】 図のような長さ L の柱（両端ピン・水平移動拘束）において、弾性座屈荷重が最も大きくなるのはどの条件か。

1. $L = 1.5\text{m}$ 、 $I = 2.25 \times 10^{-5}$
2. $L = 1.5\text{m}$ 、 $I = 4.50 \times 10^{-5}$
3. $L = 2.0\text{m}$ 、 $I = 3.00 \times 10^{-5}$
4. $L = 2.0\text{m}$ 、 $I = 6.00 \times 10^{-5}$
5. $L = 2.0\text{m}$ 、 $I = 7.00 \times 10^{-5}$



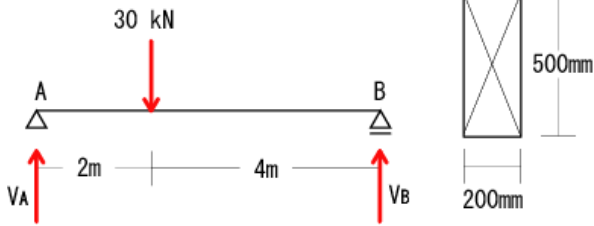
【演習 65】 以下のそれぞれの柱における座屈長さを示せ。



解答

【演習 54】

反力を求める



A 点に注目すると

$$M_A = -V_B \times 6 + 30 \times 2 = 0$$

$$6V_B = 30 \times 2$$

$$V_B = \frac{30 \times 2}{6}$$

$$V_B = 10[kN]$$

鉛直成分の釣合いに注目すると

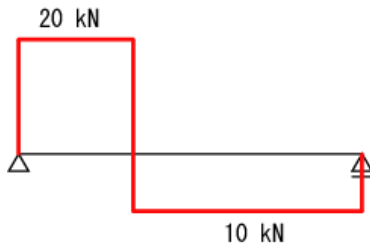
$$\sum Y = V_A + V_B - 30 = 0$$

$$0 = V_A + 10 - 30$$

$$V_A = 20[kN]$$

$$V_A = 20,000[N]$$

せん断力図は



最大せん断応力度は

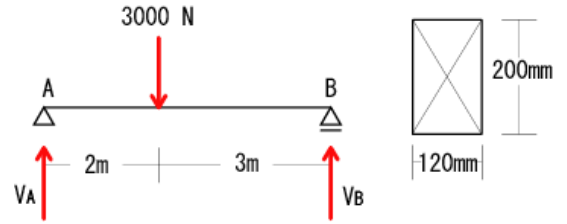
$$\tau_{\max} = \frac{Q}{A} \times \frac{3}{2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{20000 \times 3}{500 \times 200 \times 2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{3}{10} [N/mm^2]$$

【演習 55】

反力を求める



A 点に注目すると

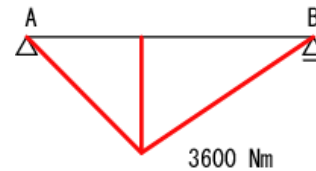
$$M_A = -V_B \times 5 + 3000 \times 2 = 0$$

$$5V_B = 3000 \times 2$$

$$V_B = \frac{3000 \times 2}{5}$$

$$V_B = 1200[N]$$

曲げモーメント図は



断面係数を求める

$$Z = \frac{bd^2}{6}$$

$$Z = \frac{120 \times 200 \times 200}{6}$$

最大曲げ応力度は

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3600 \times 1000}{120 \times 200 \times 200 / 6}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3600 \times 1000 \times 6}{120 \times 200 \times 200}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{9}{2} [N/mm^2]$$

【演習 56】

曲げモーメントの最大値を求める

$$M_{\max} = 10000 \times L$$

最大曲げ応力度を求める

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{10000 \times L}{\frac{120 \times 200 \times 200}{6}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{10000 \times L \times 6}{120 \times 200 \times 200}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{L}{80}$$

また、最大曲げ応力度は 10N/mm² より

$$\sigma_{\max} = \frac{L}{80} = 10$$

$$L = 800[mm]$$

【演習 57】

反力を求める（線対称なのでそのまま暗算で OK）

$$V_A = V_B = 10000[N]$$

曲げモーメントの最大値を求める

$$M_{\max} = 10000 \times \frac{L}{2}$$

$$M_{\max} = 5000L$$

最大曲げ応力度を求める

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{5000 \times L}{\frac{200 \times 300 \times 300}{6}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{5000 \times L \times 6}{200 \times 300 \times 300}$$

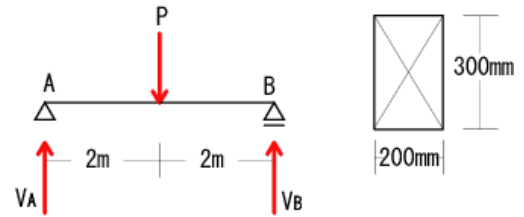
$$\sigma_{\max} = \frac{L}{600}$$

また、最大曲げ応力度は 10N/mm² より

$$\sigma_{\max} = \frac{L}{600} = 10$$

$$L = 6000[mm]$$

【演習 58】



反力を求める（線対称なのでそのまま暗算で OK）

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

曲げモーメントの最大値を求める

$$M_{\max} = \frac{P}{2} \times 2$$

$$M_{\max} = P[Nm]$$

$$M_{\max} = 1000P[Nmm]$$

最大曲げ応力度を求める

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1000 \times P}{\frac{200 \times 300 \times 300}{6}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1000 \times P \times 6}{200 \times 300 \times 300}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{3000}$$

また、最大曲げ応力度は 10N/mm² より

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{3000} = 10$$

$$P = 30000[mm]$$

【演習 59】

$$1: \frac{I}{l_k^2} = \frac{10 \times 10^{-5}}{2 \times 2} = \frac{10 \times 10^{-5}}{4}$$

$$2: \frac{I}{l_k^2} = \frac{9 \times 10^{-5}}{2 \times 2} = \frac{9 \times 10^{-5}}{4}$$

$$3: \frac{I}{l_k^2} = \frac{7 \times 10^{-5}}{1.5 \times 1.5} = \frac{7 \times 10^{-5}}{2.25}$$

$$4: \frac{I}{l_k^2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{1.5 \times 1.5} = \frac{5 \times 10^{-5}}{2.25}$$

$$5: \frac{I}{l_k^2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{1.5 \times 1.5} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2.25}$$

したがって、3

【演習 60】 座屈長さが短いものほど座屈荷重は大きくなるね

$$l_{kA} = 2L \times 0.5 = 1.0L$$

$$l_{kB} = L \times 0.7 = 0.7L$$

$$l_{kC} = 0.5L \times 2 = 1.0L$$

$$P_B > P_A = P_C$$

【演習 61】 材長を L と仮定すると

$$l_{kA} = 0.7L$$

$$l_{kB} = 1.0L$$

$$l_{kC} = 2.0L$$

$$l_{kD} = 0.5L$$

$$P_D > P_A > P_B > P_C$$

【演習 62】 等質等断面なので座屈長さのみの比較で OK

$$l_{kA} = 3L \times 0.5 = 1.5L$$

$$l_{kB} = 1.4L \times 1.0 = 1.4L$$

$$l_{kC} = 0.8L \times 2 = 1.6L$$

$$P_B > P_A > P_C$$

【演習 63】

$$1: \frac{I}{l_k^2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2 \times 3 \times 2 \times 3} = \frac{3 \times 10^{-5}}{36} = \frac{1 \times 10^{-5}}{12}$$

$$2: \frac{I}{l_k^2} = \frac{5 \times 10^{-5}}{2 \times 3.5 \times 2 \times 3.5} = \frac{5 \times 10^{-5}}{49} = \frac{1 \times 10^{-5}}{10}$$

$$3: \frac{I}{l_k^2} = \frac{8 \times 10^{-5}}{2 \times 4 \times 2 \times 4} = \frac{8 \times 10^{-5}}{64} = \frac{1 \times 10^{-5}}{8}$$

$$4: \frac{I}{l_k^2} = \frac{9 \times 10^{-5}}{2 \times 4.5 \times 2 \times 4.5} = \frac{9 \times 10^{-5}}{81} = \frac{1 \times 10^{-5}}{9}$$

$$5: \frac{I}{l_k^2} = \frac{10 \times 10^{-5}}{2 \times 5 \times 2 \times 5} = \frac{10 \times 10^{-5}}{100} = \frac{1 \times 10^{-5}}{10}$$

したがって、3

【演習 64】

$$1: \frac{I}{l_k^2} = \frac{2.25 \times 10^{-5}}{1.5 \times 1.5} = \frac{2.25 \times 10^{-5}}{2.25} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1}$$

$$2: \frac{I}{l_k^2} = \frac{4.5 \times 10^{-5}}{1.5 \times 1.5} = \frac{4.5 \times 10^{-5}}{2.25} = \frac{2 \times 10^{-5}}{1}$$

$$3: \frac{I}{l_k^2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2 \times 2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{4} = \frac{3 \times 10^{-5}}{4}$$

$$4: \frac{I}{l_k^2} = \frac{6 \times 10^{-5}}{2 \times 2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2}$$

$$5: \frac{I}{l_k^2} = \frac{7 \times 10^{-5}}{2 \times 2} = \frac{7 \times 10^{-5}}{4} = \frac{7 \times 10^{-5}}{4}$$

したがって、2

【演習 65】

$$l_{kA} = 2.0L$$

$$l_{kB} = 0.5L$$

$$l_{kC} = 0.7L$$

$$l_{kD} = 1.0L$$