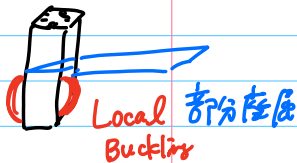
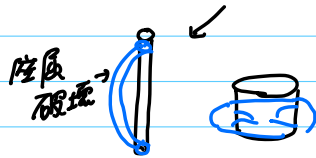


鋼構造 7回目

座屈

柱などが曲がって破壊する現象を座屈という。
座屈はこの図の様に細長比が大きくなるほど
起こりやすい。



⇒ 座屈が起こる可能性がある場合には
柱の長さを短縮したり部材の断面二次半径を
大きくしたりする。

例) 座屈荷重 (オイラーの式) (*細長いもののみ)

$$F_{cr} = n \times \pi^2 E I_{min} / L^2$$

$\uparrow$ 座屈荷重 $\uparrow$ ヤング率 $\uparrow$ 断面二次モーメント $\leftarrow$ 部材の長さ
 n は定数で支点の種類で決まる

$$\text{座屈応力} \rightarrow \sigma_{cr} = \frac{F_{cr}}{A} = n \cdot \pi^2 \cdot E / \lambda^2$$

$\leftarrow$ 細長比

許容軸方向圧縮応力度

圧縮部材では座屈破壊を起こす可能性があるため
その影響を考慮して許容応力度は小さくなっている。

⇒ 道橋示に定められている圧縮応力 (板厚 40mm 以下) の例

SS 400, SM 400, SMA 400W

部材の有効長 $\rightarrow \frac{L_r}{i} \leq 18$ $\sigma = 140 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$

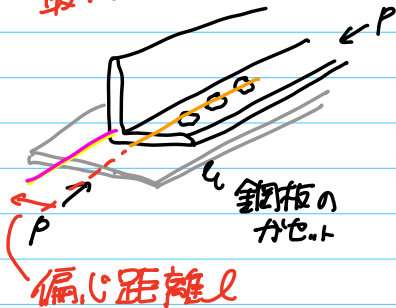
$\uparrow$ 断面二次半径

$$18 < \frac{l_r}{i} < 92$$

$$140 - 0.82 \left(\frac{l_r}{i} - 18 \right)$$

$$\frac{l_r}{i} > 92 \quad \sigma_{cr} = \frac{1200000}{6700 + \left(\frac{l_r}{i} \right)^2}$$

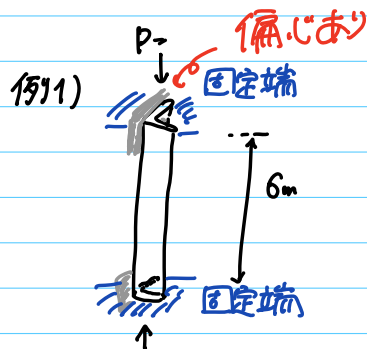
最小の断面二次半径



図の様に鋼板のガセットと山形鋼が連結されている場合
軸方向圧縮Pが作用した場合の
許容圧縮応力は
求めた σ_{cr} に 低減率

$$\left(0.5 + \frac{1}{1000} \cdot \frac{l_r}{i_x} \right)$$

ガセット面に平行な軸の
断面二次半径



例1) L200×200×20の山形鋼を両端固定の
部材として使用し、軸方向圧縮力が作用する。
この時、部材の許容軸方向圧縮応力度(σ_{cr})
を求めたい。
この部材の材質は SM 570 なので

$$\begin{aligned} l_r &= l \cdot 0.5 \\ l &= 0.7 \cdot l \\ l &= 1 \cdot l \\ l &= 2 \cdot l \end{aligned}$$

SM 570

$$\frac{l_r}{i} \leq 18 \quad 255 \text{ MPa}$$

$$18 < \frac{l_r}{i} \leq 67 \quad 255 - 2.1 \left(\frac{l_r}{i} - 18 \right)$$

$$\frac{l_r}{i} > 67 \quad \frac{1200000}{3500 + \left(\frac{l_r}{i} \right)^2}$$

Step 1: 有効長 l_r を求める

$$\begin{aligned} l_r &= 0.5 \cdot l \\ &= 0.5 \cdot 6\text{m} \\ &= 3\text{m} \end{aligned}$$

Step 2) i → 最小断面二次半径と

i_x → ガセットに平行な断面二次半径を求める

$$i = 39.0 \text{ mm}$$

$$i_x = 60.9 \text{ mm}$$

Step 3) 細長比を求め

$$\frac{l_r}{i} = \frac{3000 \text{ mm}}{39.0 \text{ mm}} = 76.9 \div 77$$

よって $\frac{1200000}{3500 + \left(\frac{l_r}{i}\right)^2}$ で σ_{cr} を求め

Step 4) σ_{cr} を求め

$$\sigma_{cr} = \frac{1200000}{3500 + \left(\frac{l_r}{i}\right)^2} = \frac{1200000}{3500 + (76.9)^2} = 127.3 \text{ MPa}$$

Step 5) 偏心有りなので低減率をかける

$$\left(0.5 + \frac{1}{1000} + \frac{l_r}{i\pi}\right) = 0.55$$

60.9

69.9 MPa

$$\sigma_{cr} \cdot \text{低減率} = 127.3 \text{ MPa} \cdot 0.55 = 70.0 \text{ MPa}$$

圧縮部材の設計

★ ボルト孔があっても圧縮力は伝達するので全断面が有効

例) 引、張リ



→ ボルト孔は断面積にならない



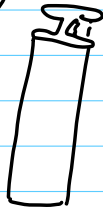
← 圧縮は伝わるので全断面OK.

★ 座屈に注意

★ 最小板厚は 8mm 以上 (I などは腹部 7.5mm 以上)

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c} < \sigma_{ca}$$

例2)



$$P = 784 \text{ kN}$$

4m

400×150×10×18のI形鋼が

両端に0=支持で

圧縮力 $P = 784 \text{ kN}$ 作用している。

材質はSM490

部材長は4mとすると、安全を検討せよ。

SM490

$$\frac{d_r}{i} \leq 16 \quad 185$$

$$16 < \frac{d_r}{i} \leq 79 \quad 185 - 1.2 \left(\frac{d_r}{i} - 16 \right)$$

$$\frac{d_r}{i} > 79 \quad \frac{1200000}{5000 + \left(\frac{d_r}{i} \right)^2}$$

step 1) 有効長 l_r

$$l_r = 1.0 l = 1.0 \cdot 4 \text{ m} = 4000 \text{ mm}$$

step 2) $i_x = 30.7 \text{ mm}$

最小慣性半径

step 3) 細長比

$$\lambda = \frac{l_r}{i_x} = \frac{4000 \text{ mm}}{30.7 \text{ mm}} = 130.3$$

step 4) 許容圧縮応力 σ_{cr} を求める

$$\sigma_{cr} = \frac{1200000}{5000 + \left(\frac{l_r}{i_x} \right)^2} = \frac{1200000}{5000 + (130.3)^2} = 54.6 \text{ MPa} \quad (\text{N/mm}^2)$$

step 5) 実際の応力

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{784 \text{ kN} \cdot 1000}{9173 \text{ mm}^2} = 85.47 \text{ MPa}$$

step 6) 照査

$$\sigma_{cr} = 54.6 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 85.47 \text{ MPa}$$

$\sigma < \sigma_{cr}$ 安全

しかし $\sigma > \sigma_{cr}$ 安全ではない。

解決案

⇒ I形鋼のラックを1つあげる。