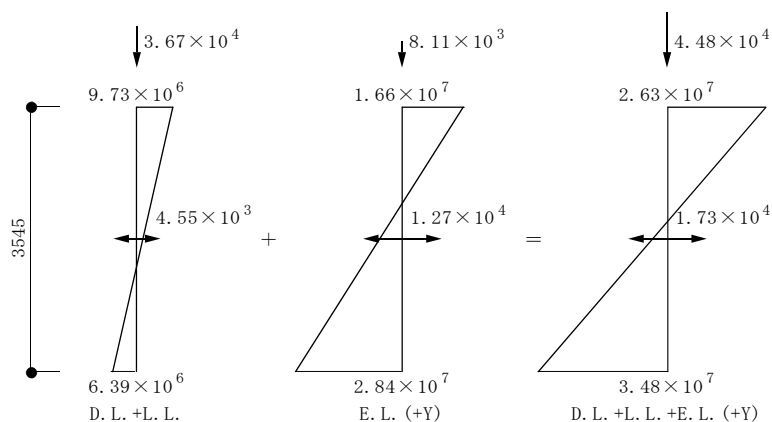


●強軸まわりに曲げを受けるH型断面柱の設計(SUS304A)

(1) 設計用応力



(2) 使用 SUS 材

BH-200×200×3×6 (SUS304A)

・断面性能

$$A = 2.964 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 2.42 \times 10^7 \text{ mm}^4 \quad Z_x = 2.42 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

・設計用諸値

$$b = \frac{200 - 3}{2} = 98.5 \text{ mm}$$

$$d_w = 200 - 6 \times 2 = 188 \text{ mm}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.3 F}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 1.93 \times 10^5}{0.3 \times 235}} = 164$$

・断面の幅厚比 (1.1 適用範囲)

$$\left(\frac{b_f / t_f}{18}\right)^2 + \left(\frac{d_w / t_w}{67}\right)^2 = \left(\frac{100 / 6}{18}\right)^2 + \left(\frac{188 / 3}{67}\right)^2 = 1.73 > 1$$

$$\frac{d_w}{t_w} = \frac{188}{3} = 63 > 48$$

よって、本マニュアルの適用範囲となる。

(3) 許容耐力の検討

1) 曲げおよび軸力

部材応力の大きい短期荷重時にて検討する。

a) 曲げおよび圧縮有効断面 (3.2.4 圧縮有効断面, 3.3.3 曲げ有効断面)

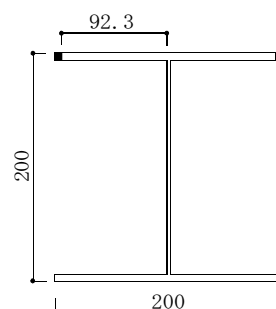
$$\left(\frac{b_e}{t}\right)_y = 15$$

$$\frac{b}{t} = \frac{98.5}{6} = 16.4 > \left(\frac{b_e}{t}\right)_y \text{ の場合となる.}$$

曲げ圧縮側フランジについて

$$b_e = \left[1 - \left(\frac{N_c}{A} + \frac{M}{Z} \right) \left(\frac{b}{t} - 1 \right) \right] b$$

$$= \left[1 - \left(\frac{4.48 \times 10^4}{2.964 \times 10^3} + \frac{3.48 \times 10^7}{2.42 \times 10^5} \right) \left(\frac{16.4}{15} - 1 \right) \right] \times 98.5 = 92.3 \text{ mm}$$



曲げ引張側フランジについて

$$\frac{N_c}{A} - \frac{M}{Z} = \frac{4.48 \times 10^4}{2.964 \times 10^3} - \frac{3.48 \times 10^7}{2.42 \times 10^5} = -129 \text{ N/mm}^2$$

∴ 引張となるため、全断面が有効となる。(曲げ引張側フランジが圧縮の場合、曲げ圧縮側フランジと同様に有効断面の検討を行う。)

ウェブについて (「3.3.3 曲げ有効断面」解説による)

$$d_{we} = \left(\frac{1100}{\sqrt{F}} - 100 \frac{P}{P_F} \right) t_w = \left(\frac{1100}{\sqrt{235}} - 100 \frac{4.48 \times 10^4}{235 \times 2.964 \times 10^3} \right) \times 3 = 196.0 \text{ mm} \rightarrow 188 \text{ mm}$$

よって、有効断面の断面性能は以下となる。

$$A_e = 2.890 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_{xe} = 2.35 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$Z_c = 2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

$$Z_t = 2.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

b) 許容圧縮応力度 (3.2.5 許容圧縮応力度)

$$i_c = \sqrt{\frac{I_{ye}}{A_c}} = \sqrt{\frac{6 \times (2 \times 92.3 + 3)^3 + 188 \times 3^3 + 6 \times (2 \times 98.5 + 3)^3}{12 \times 2.890 \times 10^3}} = 50.3 \text{ mm} \quad (A_c = A_e \text{ である.})$$

$$\lambda_c = \frac{\kappa \cdot L}{i_c} = \frac{1.0 \times 3545}{50.3} = 70$$

$$\nu = 1.5 + 2.05 \left(\frac{\lambda_c}{\Lambda} \right)^2 = 1.5 + 2.05 \left(\frac{70}{164} \right)^2 = 1.87$$

$\lambda_c \leq \Lambda$ の場合となる。

$$f_c = \frac{1.08 - 0.8 \left(\frac{\lambda_c}{\Lambda} \right)}{\nu} F \cdot 1.5 = \frac{1.08 - 0.8 \times \left(\frac{70}{164} \right)}{1.87} \times 235 \times 1.5 = 139 \text{ N/mm}^2$$

c) 許容曲げ応力度 (3.3.4 許容曲げ応力度)

$$i_f = \sqrt{\frac{6 \times (2 \times 92.3 + 3)^3 + (200/6 - 6) \times 3^3}{12 \times \{6 \times (2 \times 92.3 + 3) + (200/6 - 6) \times 3\}}} = 52.3 \text{ mm}$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{2.63 \times 10^7}{3.48 \times 10^7} = 0.76 \quad (\text{複曲率のため正})$$

$$C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 = 1.75 + 1.05 \times 0.76 + 0.3 \times 0.76^2 = 2.72 \rightarrow 2.3$$

$$f_b = \left\{ 1.08 - 0.8 \frac{\left(\frac{k_b}{i_f} \right)}{\sqrt{CA}} \right\} f_t \cdot 1.5 = \left\{ 1.08 - 0.8 \frac{\left(\frac{1.0 \times 3545}{52.3} \right)}{\sqrt{2.3 \times 164}} \right\} \times \frac{235}{1.5} \times 1.5 = 203 \text{ N/mm}^2$$

$$f_b = \frac{84000}{\left(\frac{\ell_b h}{A_f} \right)} \cdot 1.5 = \frac{84000}{\left\{ \frac{3545 \times 200}{(2 \times 92.3 + 3) \times 6} \right\}} \times 1.5 = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\therefore f_b = 203 \text{ N/mm}^2$$

d) 応力度 (3.5 曲げと圧縮力を受ける部材)

$$\sigma_c = \frac{N}{A_e} = \frac{4.48 \times 10^4}{2.890 \times 10^3} = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M}{Z_c} = \frac{3.48 \times 10^7}{2.29 \times 10^5} = 152 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{bt} = \frac{M}{Z_t} = \frac{3.48 \times 10^7}{2.41 \times 10^5} = 144 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{bc}}{f_b} = \frac{16}{139} + \frac{152}{203} = 0.86 \leq 1 \quad \dots \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{bt} - \sigma_c}{f_t} = \frac{144 - 16}{235} = 0.54 \leq 1 \quad \dots \text{OK}$$

2) せん断 (3.3.5 ウェブのせん断応力度と許容せん断応力度)

部材応力の大きい短期荷重時にて検討する。

$$A_{we} = d_{we} \cdot t_w = 188 \times 3 = 5.640 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{Q}{A_{we}} = \frac{1.73 \times 10^4}{5.640 \times 10^2} = 31 \text{ N/mm}^2$$

「軽量ステンレス構造デザインマニュアル」(発行・発売：社団法人ステンレス構造建築協会、2005)
より転載

許容せん断耐力

$$f_s = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \cdot 1.5 = \frac{235}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = 136 \text{ N/mm}^2$$

判定

$$\tau = 31 \text{ N/mm}^2 \leq f_s = 136 \text{ N/mm}^2 \quad \dots \text{OK}$$

(4) 細長比制限 (3.5.3 細長比制限)

$$\lambda_c = 70 \leq 120 \quad \dots \text{OK}$$