

●高力ボルトによる筋かい接合部の設計

下記の荷重を受ける C-200×100×10 を用いた筋かいの高力ボルトによる接合部を設計する。

(1) 設計用応力

短期荷重時

$$P = 5.60 \times 10^5 \text{ N}$$

(2) 使用 SUS 材

母材：C-200×100×10 (SUS304A)

・断面性能

$$A = 3.822 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$C_y = 28.1 \text{ mm}$$

・設計用諸値

$${}_b T_y = A \cdot F_y = 3.822 \times 10^3 \times 235 = 8.98 \times 10^5 \text{ N}$$

高力ボルト：F10T(10T-SUS)-M20

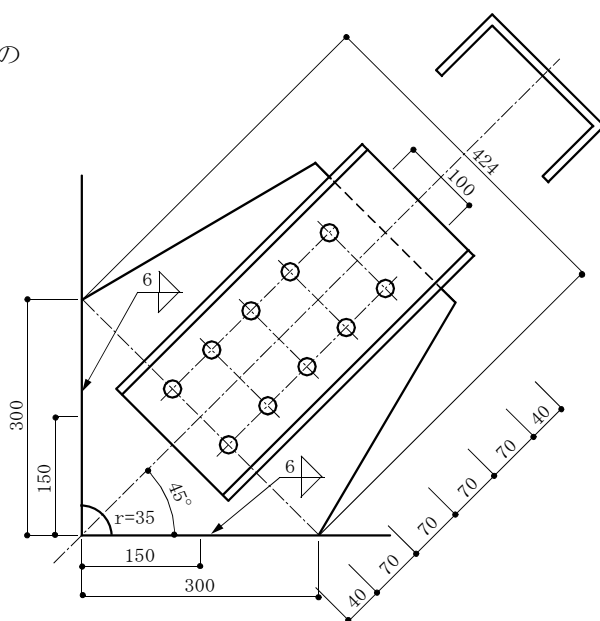
・許容せん断耐力 ${}_f Q$ (2.6.3 高力ボルト 1 本当りの許容耐力)

$${}_f Q = \frac{m \cdot \mu \cdot T_0}{1.5} \cdot 1.5 = \frac{1 \times 0.45 \times 1.65 \times 10^5}{1.5} \times 1.5 = 7.42 \times 10^4 \text{ N}$$

・最大せん断耐力 ${}_f Q_u$ (3.6.4 ボルトまたは高力ボルト 1 本当りの最大耐力)

$${}_f Q_u = 0.5 m \cdot f \cdot A \cdot F_u = 0.5 \times 1 \times (\pi \times 10^2) \times 1000 = 1.57 \times 10^5 \text{ N}$$

ガセットプレート：t=7mm (SUS304A)



(3) 短期に生ずる力に対する許容耐力の検討

(2.6.5 ボルトおよび高力ボルト接合部の許容耐力)

(2.6.1 溶接継目の許容耐力)

a) 高力ボルトの許容せん断耐力 ${}_f P_s$

$${}_f P_s = n \cdot {}_f Q = 10 \times 7.42 \times 10^4 = 7.42 \times 10^5 \text{ N}$$

b) 平板要素の孔欠損部における許容引張耐力 ${}_f P_t$

母材の有効断面積 A_n'

$$A_n' = A - A_h - \frac{h}{2} t_f \cdot 2 = 3.822 \times 10^3 - 22 \times 2 \times 10 - \frac{100}{2} \times 10 \times 2 = 2.382 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

ガセットプレートの有効断面積 A_g

$$\ell = 2 \times 70 \times 4 \times \tan 30^\circ + 100 = 424$$

$$A_g = (424 - 22 \times 2) \times 7 = 2.660 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_e = 2.382 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$${}_f P_t = A_e \frac{F_y}{1.5} \cdot 1.5 = 2.382 \times 10^3 \times \frac{235}{1.5} \times 1.5 = 5.60 \times 10^5 \text{ N}$$

c) 溶接部

$${}_w A_1 = 2 \cdot a \cdot \ell = 2 \times 0.7 \times 6 \times (265 - 2 \times 6) = 2.125 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$${}_w A_2 = 2 \cdot a \cdot \ell = 2 \times 0.7 \times 6 \times (265 - 2 \times 6) = 2.125 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

斜方すみ肉溶接継目の耐力式を用い、

$${}_w P_1 = C_j (1 + 0.4 \cos \theta) {}_w A_1 \cdot \frac{F_y}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$$

$$= 1 \times (1 + 0.4 \cos 45) \times 2.125 \times 10^3 \times \frac{235}{1.5\sqrt{3}} \times 1.5 = 3.70 \times 10^5 \text{ N}$$

$${}_w P_2 = C_j (1 + 0.4 \cos \theta) {}_w A_2 \cdot \frac{F_y}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$$

$$= 1 \times (1 + 0.4 \cos 45) \times 2.125 \times 10^3 \times \frac{235}{1.5\sqrt{3}} \times 1.5 = 3.70 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\therefore {}_w P = {}_w P_1 + {}_w P_2 = 3.70 \times 10^5 + 3.70 \times 10^5 = 7.40 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\therefore {}_f P_q = \min({}_f P_s, {}_f P_t, {}_w P) = 5.60 \times 10^5 \text{ N}$$

$$P = 5.60 \times 10^5 \text{ N} \leq {}_f P_q = 5.60 \times 10^5 \text{ N}$$

・・・OK

(4) 終局耐力の検討

(3.6.5 ボルトおよび高力ボルト接合部の最大引張耐力)

(3.6.3 溶接継目の最大耐力)

高力ボルトの最大せん断耐力 ${}_f P_{su}$

$${}_f P_{su} = n \cdot {}_f Q_u = 10 \times 1.57 \times 10^5 = 1.57 \times 10^6 \text{ N}$$

平板要素の孔欠損部における最大引張耐力 ${}_f P_{tu}$

$$A_n = A - A_h = 3.822 \times 10^3 - 22 \times 2 \times 10 = 3.382 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 3.88 A_n \left(1 - \frac{0.15}{n} \right) \left(1 - \frac{0.71(w - d_0)}{w} \right) \left(1 - \frac{0.95e_x}{\ell_1} \right) \left(1 - 0.48 \frac{h \cdot t_f}{w \cdot t_w} \right)$$

$$= 3.88 \times 3.382 \times 10^3 \times \left(1 - \frac{0.15}{5} \right) \times \left(1 - \frac{0.71 \times (200 - 22 \times 2)}{200} \right) \times \left(1 - \frac{0.95 \times 32.6}{280} \right) \times \left(1 - 0.48 \times \frac{100 \times 10}{200 \times 10} \right)$$

$$= 3.839 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$A_n < A_e$ のため、

$$A_e = A_n = 3.382 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

ガセットプレートの有効断面積

$$= 2.660 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_e = 2.660 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$${}_f P_{tu} = A_e \cdot F_u = 2.660 \times 10^3 \times 520 = 1.38 \times 10^6 \text{ N}$$

平板要素の最大支圧耐力 ${}_f P_{lu}$

ガセットプレートの方が板厚が薄いため、ガセットプレートにて算出する。

$${}_f P_{lu} = n \cdot d \cdot t \cdot 1.88 F_u = 10 \times 22 \times 7 \times 1.88 \times 520 = 1.51 \times 10^6 \text{ N}$$

平板要素の中抜け耐力 ${}_f P_{tsu1}$

ガセットプレートの方が板厚が薄いため、ガセットプレートにて算出する。

$${}_f P_{tsu1} = (0.47 A_{ns} + A_{nt}) F_u = \{0.47 \times (40 + 70 \times 4) \times 7 \times 2 + (100 - 22) \times 7\} \times 520 = 1.38 \times 10^6 \text{ N}$$

溶接部

斜方すみ肉溶接継目の耐力式を用い、

$${}_w P_1 = C_j (1 + 0.4 \cos \theta)_w A_1 \cdot \frac{F_u}{\sqrt{3}}$$

$$= 1 \times (1 + 0.4 \cos 45) \times 2.125 \times 10^3 \times \frac{520}{\sqrt{3}} = 8.18 \times 10^5 \text{ N}$$

$${}_w P_2 = C_j (1 + 0.4 \cos \theta)_w A_2 \cdot \frac{F_u}{\sqrt{3}}$$

$$= 1 \times (1 + 0.4 \cos 45) \times 2.125 \times 10^3 \times \frac{520}{\sqrt{3}} = 8.18 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\therefore {}_w P_u = {}_w P_1 + {}_w P_2 = 8.18 \times 10^5 + 8.18 \times 10^5 = 1.64 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\therefore {}_j T_u = \min({}_f P_{su}, {}_f P_{tu}, {}_f P_{lu}, {}_f P_{tsu1}, {}_w P_u) = 1.38 \times 10^6 \text{ N} \geq 1.5 {}_b T_y = 1.5 \times 8.98 \times 10^5 = 1.35 \times 10^6 \text{ N} \dots \text{OK}$$

(3.6.1 接合部に対する要求性能)