

# アーム材の強度計算

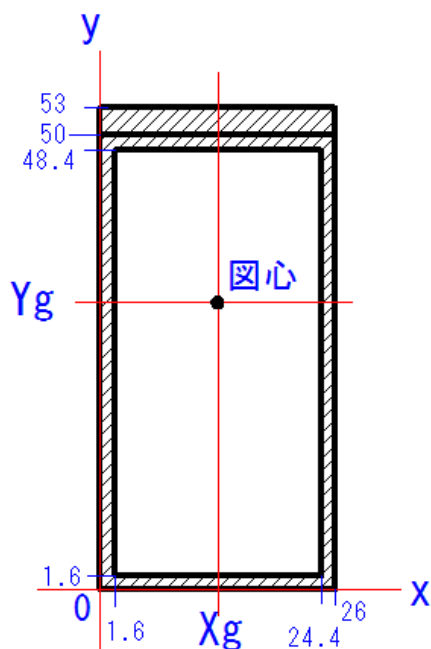
F.Denbei

2016/04/10

リンク式昇降機構のアームを角形鋼管により作成し最初の仮組立で破断してしまいました。その後、アームの補強を行って現在稼働中です。補強を行った後の引張強度および曲げ強度を計算してみました。

## 補強後の強度計算

補強後のアーム材の断面図を次に示す。



# 1 引張強度

一般構造用鋼材 (SS400) の長期許容応力度  $f$  は一般的に安全率 1.5 で  $f = 156[\text{N}/\text{mm}^2]$  とされている。

また、断面積  $A = 1.6 \times 26 + 4.6 \times 26 + 24.6 \times 46.8 = 311[\text{mm}^2]$  より

$$F_{max} = f \cdot A = 156 \times 311 = 48.5 \times 10^3[\text{N}](= 4.95[\text{tf}])$$

# 2 許容曲げモーメント

## 2.1 断面一次モーメント

$$\begin{aligned} S_x &= \int_0^{1.6} y \cdot 26 \cdot dy + \int_{48.4}^{53} y \cdot 26 \cdot dy + 2 \int_{1.6}^{48.4} y \cdot 1.6 \cdot dy \\ &= 26 \left[ \frac{y^2}{2} \right]_0^{1.6} + 26 \left[ \frac{y^2}{2} \right]_{48.4}^{53} + 3.2 \left[ \frac{y^2}{2} \right]_{1.6}^{48.4} \\ &= 13 \times 1.6^2 + 13 \times (53^2 - 48.4^2) + 1.6 \times (48.4^2 - 1.6^2) \\ &= 9841[\text{mm}^3] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_y &= \int_0^{26} x \cdot 1.6 \cdot dx + \int_0^{26} x \cdot 4.6 \cdot dx + \int_0^{1.6} x \cdot 46.8 \cdot dx + \int_{24.4}^{26} x \cdot 46.8 \cdot dx \\ &= 1.6 \left[ \frac{x^2}{2} \right]_0^{26} + 4.6 \left[ \frac{x^2}{2} \right]_0^{26} + 46.8 \left[ \frac{x^2}{2} \right]_0^{1.6} + 46.8 \left[ \frac{x^2}{2} \right]_{24.4}^{26} \\ &= 0.8 \times 26^2 + 2.3 \times 26^2 + 23.4 \times 1.6^2 + 23.4 \times (26^2 - 24.4^2) \\ &= 4042[\text{mm}^3] \end{aligned}$$

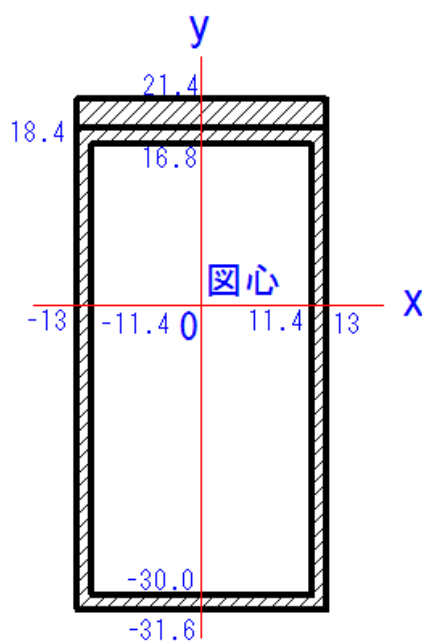
## 2.2 図心

$$Y_g = \frac{S_x}{A} = \frac{9841}{311} = 31.6$$

$$X_g = \frac{S_y}{A} = \frac{4042}{311} = 13.0$$

## 2.3 断面二次モーメント

2.2 で求めた図心を原点とする。



$$\begin{aligned} I_x &= \int_{-30}^{16.8} y^2 \cdot (1.6 + 1.6) \cdot dy + \int_{-31.6}^{-30} y^2 \cdot 26 \cdot dy + \int_{16.8}^{21.4} y^2 \cdot 26 \cdot dy \\ &= 3.2 \left[ \frac{y^3}{3} \right]_{-30}^{16.8} + 26 \left[ \frac{y^3}{3} \right]_{-31.6}^{-30} + 26 \left[ \frac{y^3}{3} \right]_{16.8}^{21.4} \\ &= \frac{3.2}{3} \times (16.8^3 + 30^3) + \frac{26}{3} \times (-30^3 + 31.6^3) + \frac{26}{3} \times (21.4^3 - 16.8^3) \end{aligned}$$

$$= 1.172 \times 10^5 [\text{mm}^4]$$

$$\begin{aligned} I_y &= \int_{-13}^{13} x^2 \cdot (1.6 + 4.6) \cdot dx + \int_{-13}^{-11.4} x^2 \cdot 46.8 \cdot dx + \int_{11.4}^{13} x^2 \cdot 46.8 \cdot dx \\ &= 6.2 \left[ \frac{x^3}{3} \right]_{-13}^{13} + 46.8 \left[ \frac{x^3}{3} \right]_{-13}^{-11.4} + 46.8 \left[ \frac{x^3}{3} \right]_{11.4}^{13} \\ &= \frac{6.2}{3} \times (13^3 + 13^3) + \frac{46.8}{3} \times (-11.4^3 + 13^3) + \frac{46.8}{3} \times (13^3 - 11.4^3) \\ &= 3.140 \times 10^4 [\text{mm}^4] \end{aligned}$$

## 2.4 断面係数

基準軸（図心）から部材表面までの距離  $y = 21.4[\text{mm}]$  であるから

$$Z_x = \frac{I_x}{y} = \frac{1.172 \times 10^5}{21.4} = 5.48 \times 10^3 [\text{mm}^3]$$

## 2.5 許容曲げモーメント

長期許容応力度は前と同様に  $f = 156[\text{N}/\text{mm}^2]$  とすると

$$M_{max} = f \cdot Z_x = 156 \times 5.48 \times 10^3 = 8.55 \times 10^5 [\text{N} \cdot \text{mm}] = 855 [\text{Nm}]$$

以上