

開閉装置

1) 開閉機仕様

型式	M-01
名称	ミニラック開閉機
開閉荷重	$W = 10 \text{ kN}$
減速比	$i = 1/25.55$
総合効率	$\eta = 0.812$
ラック棒材質	SUS304

2) 手動操作力：FH

$$FH = W \cdot \frac{dp}{2} \cdot i \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{1}{R}$$

ここに、 dp : ピン歯車のピッチ円半径 0.080 m
R : 操作ハンドル半径 0.200 m

$$\begin{aligned} FH &= 10 \times \frac{0.080}{2} \times \frac{1}{25.55} \times \frac{1}{0.812} \times \frac{1}{0.200} \\ &= 0.096 \text{ kN} = 96 \text{ N} \end{aligned}$$

3) 開閉速度：V

$$V = N \cdot i \cdot dp \cdot \pi$$

ここに、 N : 毎分操作回数 30 回

$$\begin{aligned} vH &= 30 \times \frac{1}{25.55} \times 0.080 \times \pi \\ &= 0.295 \text{ m/min} \end{aligned}$$

4) ラック棒の座屈

4-1) ラック棒の断面性能

断面二次モーメント：I

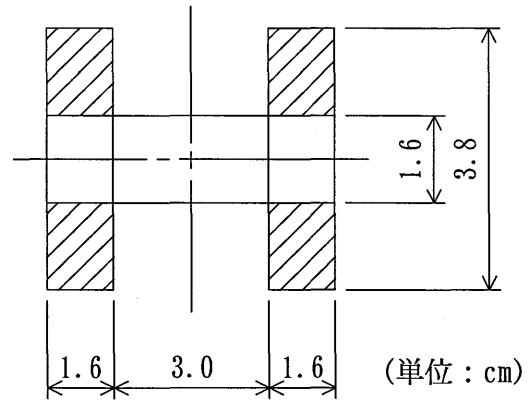
$$I = \frac{2}{12} \times 1.6 \times (3.8^3 - 1.6^3)$$

$$= 13.5 \text{ cm}^4$$

有効断面積：A

$$A = 2 \times 1.6 \times (3.8 - 1.6)$$

$$= 7.0 \text{ cm}^2$$



断面二次半径：r

$$r = \sqrt{\frac{13.5}{7.0}}$$

$$= 1.39 \text{ cm}$$

座屈検討のための境界細長比： λ_0 (ラック棒材質：SUS304)

$$\lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{E}{0.6 \sigma_y}}$$

ここに、 E : ラック棒の弾性係数 $1.93 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
 σ_y : ラック棒の降伏点または耐力 205 N/mm^2

$$\lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{1.93 \times 10^5}{0.6 \times 205}}$$

$$= 124$$

4-2) 定格時の座屈長

(1) ラック棒1本当りに作用する定格圧縮荷重: W_t

$$W_t = F \cdot R \cdot \frac{1}{i} \cdot \eta \cdot \frac{2}{d_p} \cdot \frac{1}{n}$$

ここに, F : 定格手動力 100 N
 n : ラック棒本数 1 本

$$\begin{aligned} W_t &= 100 \times 0.200 \times 25.55 \times 0.812 \times \frac{2}{0.080} \times \frac{1}{1} \\ &= 10370 \text{ N} \end{aligned}$$

(2) 定格時の限界座屈長: L_1

細長比によってオイラーの式またはジョンソンの式を用いる。
 オイラーの式で検討すると,

$$L_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot 10^2 \cdot r^2}{(W_t/A) \cdot S_1 \cdot \beta^2}}$$

ここに, E : ラック棒の弾性係数 $1.93 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (SUS304)
 S_1 : 安全率 4.0
 β : 材端条件 1

$$\begin{aligned} L_1 &= \sqrt{\frac{\pi^2 \times 1.93 \times 10^7 \times 1.39^2}{(10370/7.0) \times 4.0 \times 1^2}} \\ &= 249 \text{ cm} \end{aligned}$$

このとき, 細長比 (λ_1) は,

$$\lambda_1 = \frac{L_1}{r} = \frac{249}{1.39} = 179 > \lambda_0 = 124$$

となり, オイラーの式を適用することができる。

よって, 手動定格時の限界座屈長は, $L_1 = 249 \text{ cm}$ とする。

4-3) 最大時の座屈長

(1) ラック棒 1 本当りに作用する最大圧縮荷重 : W_s

$$W_s = F_s \cdot R \cdot \frac{1}{i} \cdot \eta \cdot \frac{2}{d_p} \cdot \frac{1}{n}$$

ここに, F_s : 最大手動力 (過負荷防止装置の設定値)

$$F_s = 100 \times 200\% = 200 \text{ N}$$

 n : ラック棒本数 1 本

$$\begin{aligned} W_s &= 200 \times 0.200 \times 25.55 \times 0.812 \times \frac{2}{0.080} \times \frac{1}{1} \\ &= 20750 \text{ N} \end{aligned}$$

(2) 手動最大時の限界座屈長 : L_2 細長比によってオイラーの式またはジョンソンの式を用いる。
オイラーの式で検討すると,

$$L_2 = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot 10^2 \cdot r^2}{(W_s/A) \cdot S_2 \cdot \beta^2}}$$

ここに, E : ラック棒の弾性係数 $1.93 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (SUS304) S_2 : 安全率 1.1 β : 材端条件 1

$$\begin{aligned} L_2 &= \sqrt{\frac{\pi^2 \times 1.93 \times 10^7 \times 1.39^2}{(20750/7.0) \times 1.1 \times 1^2}} \\ &= 335 \text{ cm} \end{aligned}$$

このとき, 細長比 (λ_2) は,

$$\lambda_2 = \frac{L_2}{r} = \frac{335}{1.39} = 241 > \lambda_0 = 124$$

となり, オイラーの式を適用することができる。ただし, 細長比は 200 以下とする。
よって, 手動最大時の限界座屈長は, $L_2 = 200 r = 278 \text{ cm}$ とする。

4-4) ラック棒の限界座屈長

ラック棒の限界座屈長 (L) は, 4-2, 4-3 で計算した座屈長の最小値とする。

$$\begin{aligned} L &= \min (L_1, L_2) \\ &= \min (249, 278) \\ &= 249 \text{ cm} \end{aligned}$$