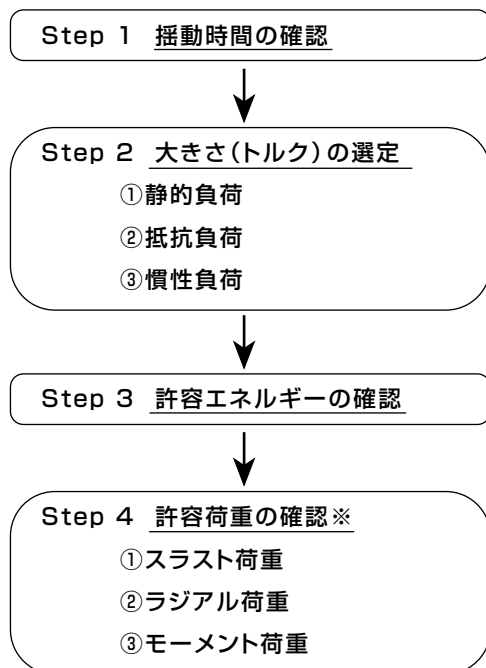


選定方法

次の手順によって選定してください。



※SFRTのみ考慮ください。

Step1 揺動時間の確認

揺動時間を仕様範囲外で設定されますと、アクチュエータの作動が不安定になったり、アクチュエータの破損を招いたりします。必ず、仕様の揺動時間調整範囲以内で使用してください。

Step2 大きさ(トルク)の選定

負荷の種類によって大きく3種類に分かれます。
 それぞれの場合によって必要トルクを計算してください。複合荷重となる場合は各トルクを合計して必要トルクとしてください。
 使用圧力によって実行トルク線図より必要トルクを満足するサイズを選定してください。

①静的負荷(Ts)

クランプなど静的な押付力が必要な場合

$$T_s = F_s \times L$$

Ts: 必要トルク(N・m)

Fs: 必要な力(N)

L: 回転中心から作用点までの長さ(m)

②抵抗負荷(TR)

摩擦力、重力、その他の外力による力が加わる場合(※右図参照)

$$T_R = K \times F_R \times L$$

TR: 必要トルク(N・m)

K: 余裕係数
 負荷変動なし K=2
 負荷変動あり K=5

FR: 必要な力(N)

L: 回転中心から作用点までの長さ(m)

③慣性負荷(TA)

物体を回転させる場合

$$T_A = 5 \times I \times \dot{\omega}$$

$$\dot{\omega} = \frac{2\theta}{t^2}$$

TA: 必要トルク(N・m)

I: 慣性モーメント(kg・m²)

$\dot{\omega}$: 最大角加速度(rad/s²)

θ : 揺動角度(rad)

t: 揺動時間(s)

慣性モーメントは慣性モーメントと揺動時間調整範囲(1ページ)、又は慣性モーメント算出用図(19、20ページ)等を利用して計算してください。

Step3 許容エネルギーの確認

慣性負荷の場合、揺動端での負荷の運動エネルギーが許容値を越えますとアクチュエータの破損を招きます。仕様内容にしたがってエネルギーの許容値以内になるように選定してください。

エネルギーが大きすぎる場合は、外部でショックキラー等を使用して負荷を停止させてください。

$$E = \frac{1}{2} \times I \times \omega^2$$

$$\omega = \frac{2\theta}{t}$$

E: 運動エネルギー(J)

I: 慣性モーメント(kg・m²)

ω : 揺動終端での角速度(rad/s)

θ : 揺動角度(rad)

t: 揺動時間(s)

慣性モーメントは慣性モーメントと揺動時間調整範囲(1ページ)、又は慣性モーメント算出用図(19、20ページ)等を利用して計算してください。

抵抗トルクの算出	水平負荷	垂直負荷
要	抵抗負荷あり 	抵抗負荷あり
不要	抵抗負荷なし 	抵抗負荷なし

選定方法

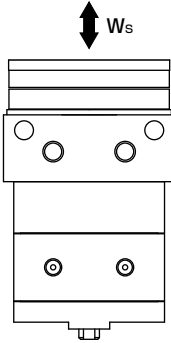
Step4 許容荷重の確認

軸及びテーブルに負荷の荷重が直接かかる場合は、仕様の許容値以内になるようにしてください。

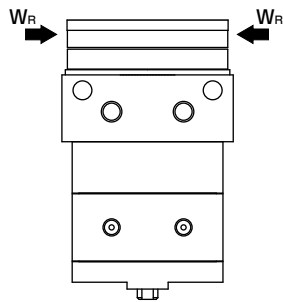
また複合荷重の場合は、各荷重の許容値に対する割合の合計が1.0以下になるようにしてください。

荷重は以下の3種類に分かれます。

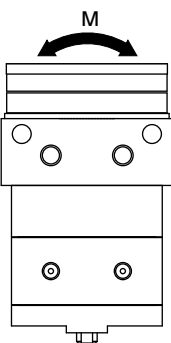
①スラスト荷重(軸方向荷重)



②ラジアル荷重(横方向荷重)



③モーメント荷重



各荷重を計算した後、以下の式に代入し確認してください。

$$\frac{W_s}{W_{smax}} + \frac{W_R}{W_{Rmax}} + \frac{M}{M_{max}} \leq 1.0$$

W_s : スラスト荷重(N)

W_R : ラジアル荷重(N)

M : モーメント荷重(N・m)

W_{smax} : 許容スラスト荷重(N)

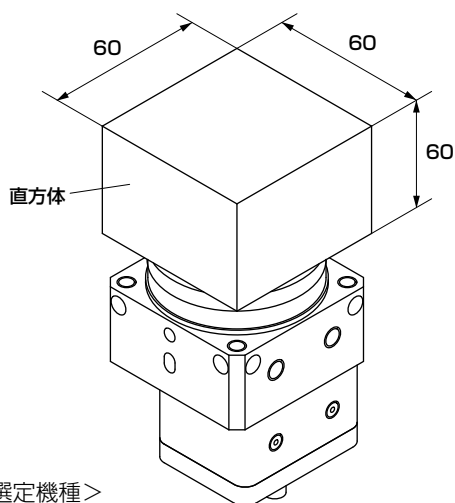
W_{Rmax} : 許容ラジアル荷重(N)

M_{max} : 許容モーメント荷重(N・m)

※SFRには、軸に直接荷重の加わらない使用方法を検討ください。

選定例①

直方体の負荷がある場合



<選定機種>

SFRT

<作動条件>

圧力 : 0.5(MPa)

揺動角度 : 90°

揺動時間 : 0.6(s)

負荷(材質: アルミニウム合金)

<直方体>: 0.5()

Step1 揺動時間の確認

作動条件より揺動時間は0.6(s/90°)です。揺動時間調整範囲0.07~1.5(s/90°)以内となっていますから、次のステップへ進みます。

Step2 大きさ(トルク)の選定

慣性負荷の為、まず慣性モーメント(I)を計算します。

<直方体>

$$I = 0.5 \times \frac{0.06^2}{6} = 3 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2) \quad \text{.....①}$$

次に、最大角加速度($\dot{\omega}$)を計算します。

$$\text{条件より、} \theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2} (\text{rad}), \quad t = 0.6 (\text{s})$$

したがって、

$$\dot{\omega} = \frac{2\theta}{t^2} = \frac{\pi}{0.6^2} = 8.73 (\text{rad/s}^2) \quad \text{.....②}$$

よって①、②より、慣性負荷(TA)は

$$T_A = 5 \times 3 \times 10^{-4} \times 8.73$$

$$= 0.0131 (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{.....③}$$

③の値と作動条件及び0.5(MPa)時のトルクから

$$\boxed{\text{SFRT} - 3 - 90} \quad \text{.....④}$$

が選定できます。

Step3 許容エネルギーの確認

運動エネルギーの計算をして、許容エネルギー値内であるか確認します。

揺動終端での角速度 ω を計算します。

$$\text{条件より、} \theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2} (\text{rad}), \quad t = 0.6 (\text{s})$$

したがって、

$$\omega = \frac{2\theta}{t} = \frac{\pi}{0.6} = 5.24 (\text{rad/s})$$

よって、運動エネルギー(E)は、

$$E = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-4} \times 5.24^2 \times 10^3 = 4.12 (\text{mJ}) \quad \text{.....④}$$

④とStep2で選定した④から

$$\boxed{\text{SFRT-10-90}} \quad \text{.....⑤}$$

が選定できます。

Step4 許容荷重の確認

最後に、負荷がテーブルにかける荷重値を計算して、許容荷重値内であるか確認します。

<スラスト荷重>

スラスト荷重(W_s)は、

$$W_s = 0.5 \times 9.8 = 4.9 (\text{N}) \quad \text{.....⑥}$$

<ラジアル荷重>

ラジアル荷重はかからない為、

$$W_R = 0 (\text{N}) \quad \text{.....⑦}$$

<モーメント荷重>

モーメント荷重はかからない為、

$$M = 0 (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{.....⑧}$$

⑤、⑥、⑦、⑧より、

$$\frac{W_s}{W_{s\max}} + \frac{W_R}{W_{R\max}} + \frac{M}{M_{\max}} = \frac{4.9}{60} + \frac{0}{50} + \frac{0}{0.9} = 0.082 \leq 1.0 \quad \text{.....⑨}$$

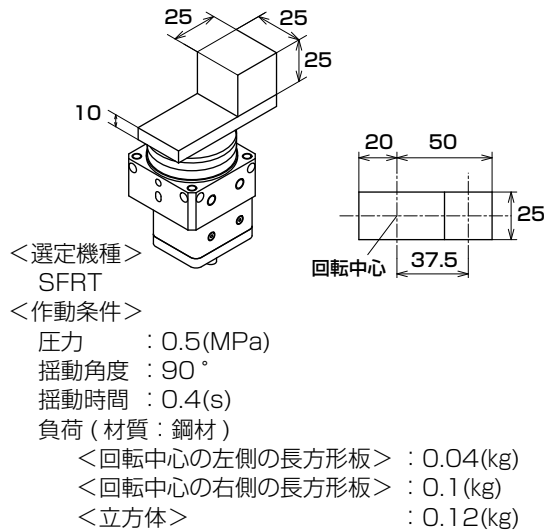
⑤、⑨より、合計荷重値は許容荷重値内であるから、

$$\boxed{\text{SFRT-10-90}}$$

が選定できます。

選定例②

長方形板に直方体の負荷がある場合



Step1 揺動時間の確認

作動条件より揺動時間は0.4(s/90°)です。揺動時間調整範囲0.07~1.5(s/90°)以内となっていますから、次のステップへ進みます。

Step2 大きさ(トルク)の選定

慣性負荷の為、まず慣性モーメント (I) を計算します。

<長方形板>

$$\begin{aligned}
 I_1 &= 0.1 \times \frac{4 \times 0.05^2 + 0.025^2}{12} \\
 &\quad + 0.04 \times \frac{4 \times 0.02^2 + 0.025^2}{12} \\
 &= 9.60 \times 10^{-5} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)
 \end{aligned}$$

<立方体>

$$\begin{aligned}
 I_2 &= 0.12 \times \frac{0.025^2}{6} + 0.12 \times 0.0375^2 \\
 &= 1.81 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)
 \end{aligned}$$

したがって、全体での慣性モーメント (I) は以下のようになります。

$$I = I_1 + I_2 = 2.77 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2) \quad \text{.....①}$$

次に、最大角加速度 ($\dot{\omega}$) を計算します。

$$\text{条件より、} \theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2} (\text{rad}), \quad t = 0.4 (\text{s})$$

したがって、

$$\dot{\omega} = \frac{2\theta}{t^2} = \frac{\pi}{0.4^2} = 19.63 (\text{rad/s}^2) \quad \text{.....②}$$

よって①、②より、慣性負荷 (TA) は

$$\begin{aligned}
 T_A &= 5 \times 2.77 \times 10^{-4} \times 19.63 \\
 &= 0.027 (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{.....③}
 \end{aligned}$$

③の値と作動条件より、0.5(MPa) 時のトルクから

$$\boxed{\text{SFRT} - 3 - 90} \quad \text{.....④}$$

が選定できます。

Step3 許容エネルギーの確認

運動エネルギーの計算をして、許容エネルギー値内であるか確認します。

揺動終端での角速度 ω を計算します。

$$\text{条件より、} \theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2} (\text{rad}), \quad t = 0.4 (\text{s})$$

したがって、

$$\omega = \frac{2\theta}{t} = \frac{\pi}{0.4} = 7.85 (\text{rad/s})$$

よって、運動エネルギー (E) は、

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2} \times 2.77 \times 10^{-4} \times 7.85^2 \times 10^3 \\
 &= 8.53 (\text{mJ})
 \end{aligned}$$

④と Step2 で選定した ④ から

$$\boxed{\text{SFRT} - 20 - 90} \quad \text{.....⑤}$$

が選定できます。

Step4 許容荷重の確認

最後に、負荷がテーブルにける荷重値を計算して、許容荷重値内であるか確認します。

<スラスト荷重>

合計質量は、

$$0.04 + 0.1 + 0.12 = 0.26 (\text{kg})$$

したがって、スラスト荷重 (Ws) は、

$$W_s = 0.26 \times 9.8 = 2.55 (\text{N}) \quad \text{.....⑥}$$

<ラジアル荷重>

ラジアル荷重はかからない為、

$$W_R = 0 (\text{N}) \quad \text{.....⑦}$$

<モーメント荷重>

長方形板によるモーメント荷重 (M1) は、

$$0.1 \times 9.8 = 0.98 (\text{N})$$

$$0.04 \times 9.8 = 0.39 (\text{N})$$

したがって、

$$\begin{aligned}
 M_1 &= 0.98 \times 0.025 + 0.39 \times 0.01 \\
 &= 0.0284 (\text{N} \cdot \text{m})
 \end{aligned}$$

直方体によるモーメント荷重 (M2) は、

$$0.12 \times 9.8 = 1.18 (\text{N})$$

したがって、

$$M_2 = 1.18 \times 0.0375 = 0.044 (\text{N} \cdot \text{m})$$

よって、M1、M2 を合計すると、

$$M = 0.044 + 0.0284 = 0.0725 (\text{N} \cdot \text{m}) \quad \text{.....⑧}$$

⑤、⑥、⑦、⑧より、

$$\begin{aligned}
 \frac{W_s}{W_{s\max}} + \frac{W_R}{W_{R\max}} + \frac{M}{M_{\max}} \\
 = \frac{2.55}{80} + \frac{0}{60} + \frac{0.0725}{2.9} = 0.057 > 1.0
 \end{aligned}$$

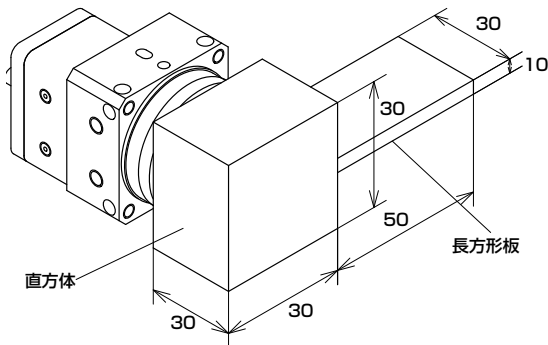
⑧より、合計荷重値は許容荷重値内であるから、

$$\boxed{\text{SFRT} - 20 - 90}$$

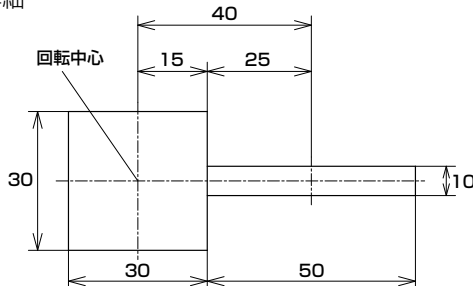
が選定できます。

選定例③

回転軸が水平で長方形板の負荷の場合



負荷詳細



<選定機種>

SFRT

<作動条件>

圧力 : 0.5(MPa)

揺動角度 : 180°

揺動時間 : 0.8(s)

負荷(材質: 鋼材)

<長方形板> : 0.11(kg)

<直方体> : 0.21(kg)

Step1 揺動時間の確認

作動条件より揺動時間は0.8(s/180°)です。揺動時間調整範囲0.07~1.5(s/180°)以内となっていますから、次のステップへ進みます。

Step2 大きさ(トルク)の選定

重力による抵抗負荷と慣性負荷の為、抵抗負荷(T_R)と慣性モーメント(I)を計算します。

<抵抗負荷>

抵抗負荷はテーブルの回転によって変化します。

$$F_R = 0.11 \times 9.8 = 1.08(\text{N})$$

$$R = 0.04(\text{m})$$

したがって、

$$T_R = 5 \times 1.08 \times 0.04 = 0.216(\text{N} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots ①$$

<慣性負荷>

[長方形板]

$$I_1 = \frac{0.11}{12} \times (0.01^2 + 0.05^2) + 0.11 \times 0.04^2$$

$$= 2.00 \times 10^{-4}(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

[直方体部分]

$$I_2 = 0.21 \times \frac{0.03^2}{6} = 3.15 \times 10^{-5}(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

したがって、全体での慣性モーメント(I)は以下のようになります。

$$I = I_1 + I_2 = 2.31 \times 10^{-4}(\text{kg} \cdot \text{m}^2) \quad \dots\dots ②$$

次に、最大角加速度($\dot{\omega}$)を計算します。

条件より、 $\theta = 180^\circ = \pi(\text{rad})$ 、 $t = 0.8(\text{s})$

したがって、

$$\dot{\omega} = \frac{2\theta}{t^2} = \frac{2\pi}{0.8^2} = 9.81(\text{rad/s}^2) \quad \dots\dots ③$$

よって②、③より、慣性負荷(T_A)は

$$T_A = 5 \times 2.31 \times 10^{-4} \times 9.81$$

$$= 0.011(\text{N} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots ④$$

①、④より合計トルク(T)は、

$$T = 0.216 + 0.011 = 0.227(\text{N} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots ⑤$$

⑤の値と作動条件より、0.5(MPa)時のトルクから

$$\boxed{\text{SFR} - 3 - 180} \quad \dots\dots ⑥$$

が選定できます。

Step3 許容エネルギーの確認

運動エネルギーの計算をして、許容エネルギー値内であるか確認します。

揺動終端での角速度 ω を計算します。

条件より、 $\theta = 180^\circ = \pi(\text{rad})$ 、 $t = 0.8(\text{s})$

したがって、

$$\omega = \frac{2\theta}{t} = \frac{2\pi}{0.8} = 7.85(\text{rad/s})$$

よって、運動エネルギー(E)は、

$$E = \frac{1}{2} \times 2.31 \times 10^{-4} \times 7.85^2 \times 10^3$$

$$= 7.13(\text{mJ}) \quad \dots\dots ⑦$$

⑥とStep2で選定した⑥から

$$\boxed{\text{SFR} - 20 - 180} \quad \dots\dots ⑧$$

が選定できます。

Step4 許容荷重の確認

最後に、負荷がテーブルにかけられる荷重値を計算して、許容荷重値内であるか確認します。

<スラスト荷重>

スラスト荷重はかからない為、スラスト荷重(W_s)は、

$$W_s = 0(\text{N}) \quad \dots\dots ⑨$$

<ラジアル荷重>

合計質量は、

$$0.11 + 0.21 = 0.32(\text{kg})$$

したがって、

$$W_R = 0.32 \times 9.8 = 3.14(\text{N}) \quad \dots\dots ⑩$$

<モーメント荷重>

モーメント荷重(M)は、

$$M = 0.015 \times (0.11 + 0.21) \times 9.8$$

$$= 0.047(\text{N} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots ⑪$$

⑦、⑩、⑪より、

$$\frac{W_s}{W_{s\max}} + \frac{W_R}{W_{R\max}} + \frac{M}{M_{\max}} = \frac{0}{80} + \frac{3.14}{60} + \frac{0.047}{2.9} = 0.068 \leq 1.0 \quad \dots\dots ⑫$$

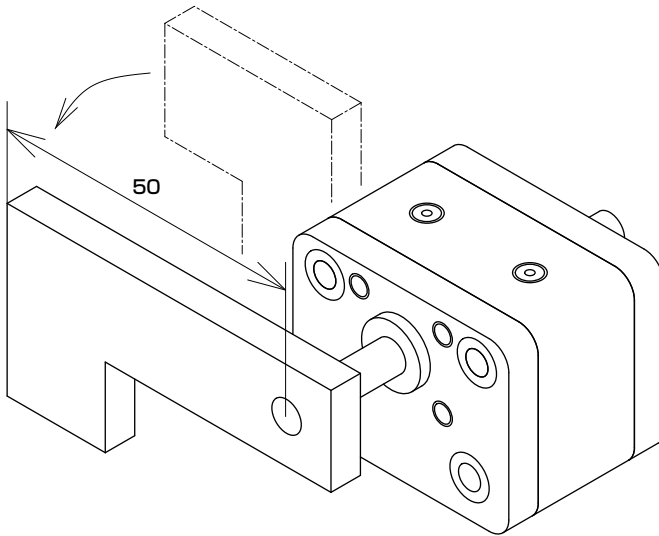
⑫、⑫より、合計荷重値は許容荷重値内であるから、

$$\boxed{\text{SFRT} - 20 - 180}$$

が選定できます。

選定例④

クランプの場合



<選定機種>

SFR

<作動条件>

圧力	0.5MPa
揺動角度	90°
揺動時間	0.6s
クランプレバー質量	0.1kg
クランプ力	20N
クランプ位置	50mm

Step1 揺動時間の確認

作動条件より作動時間は0.6 (s/90°) です。揺動時間調整範囲 0.07~1.5 (s/90°) 以内となっていますから、次のステップに進みます。

Step2 大きさ(トルク)の選定

静的負荷のため、必要トルクを計算します。

F_s =クランプ力：20N
 L =クランプ位置：0.050m

$T_s = 20 \times 0.05 = 1.0 \text{ N} \cdot \text{m}$
必要トルクからSFR-10-90を選定します。

Step3 許容エネルギーの確認

運動エネルギーの計算をして、許容エネルギー値内であるか、確認します。

クランプレバーの慣性モーメント I を計算します。

<棒(回転中心が端)>

$$I = M \times \frac{L^2}{3} = 0.1 \times \frac{0.05^2}{3} \\ = 0.0000833 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

揺動終端での角速度 ω を計算します

$$\theta = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ (rad)}$$

$$t = 0.6 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\theta}{t} = \frac{2\pi}{2 \times 0.6} = 5.236 \text{ (rad/s)}$$

よって、運動エネルギー(E)は

$$E = \frac{1}{2} \times 8.33 \times 10^{-5} \times 5.236^2 \times 10^3 \\ = 1.14 \text{ (mJ)}$$

許容エネルギーを満足しているためSFR-10-90を選定できます。