

## 1. 大きさの選定

クランプなど単なる静的な力が必要な場合

- ①供給圧力を決定する。 P (MPa)  
 ②必要な力を決定する。 F (N)  
 ③ロータリアクチュエータからの  
 アームの長さを決定する。 L (m)

必要トルクの算出

$$T_s = F \times L \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

仕様より  
 $T_s \leq T_H$   
 となるロータリ  
 アクチュエータの  
 大きさを決める。  
 $T_H$ : ロータリア  
 クチュエータの  
 実効トルク

負荷を動かす場合

## 抵抗負荷の場合

- 摩擦力、重力その他の外力による力（抵抗負荷）  
 が加わる場合。  
 ①供給圧力を決定する。 P (MPa)  
 ②必要な力を決定する。  $F_R$  (N)  
 ③ロータリアクチュエータからの  
 アームの長さを決定する。 L (m)

抵抗トルクの算出

$$T_R = K \times F_R \times L \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

K: 余裕係数

負荷変動のない場合 K=2  
 負荷変動のある場合 K=3  
 （重力による抵抗モー  
 メントが作用する場合）  
 負荷変動のある場合 K<3  
 とすると角速度の変化が  
 大きくなります。

必要トルク  $T = T_R + T_A$ 

加速トルクの算出

$$T_A = 5 \times I \times \alpha \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$T_A$ は慣性負荷を一定速度  
 まで加速するのに必要な  
 トルクです。

仕様より  
 $T \leq T_H$   
 となるロータリ  
 アクチュエータの  
 大きさを決める。  
 $T_H$ : ロータリア  
 クチュエータの  
 実効トルク

## 慣性負荷の場合

- 物体を回転させる場合。  
 ①揺動角度、揺動時間、供給圧力を決定する。  
 揺動角度  $\theta$  (rad)  
 揺動時間 t (s)  
 供給圧力 P (MPa)  
 $90^\circ = 1.5708 \text{ rad}$   
 $180^\circ = 3.1416 \text{ rad}$   
 $270^\circ = 4.7124 \text{ rad}$   
 ②負荷の形状、質量より負荷の慣性モーメント  
 を算出する。算出式は慣性モーメント算出表  
 を参照してください。  
 $I \text{ (kg} \cdot \text{m}^2)$   
 ③平均角加速度を算出する。  
 $\alpha = \frac{\theta}{t^2} \text{ (rad/s}^2)$   
 $\theta$ : 揺動角度 (rad)  
 t: 揺動時間 (s)

注) クッション付の場合は、揺動角度 $\theta$ にはク  
 ション行程に入るまでの角度 ( $\theta_c$ ) を、ま  
 た揺動時間tにはクッション行程に入るま  
 での時間 ( $t_c$ ) を用いる。

$$\theta_c = \text{揺動角度 } (\theta) - \text{クッション角度 } (\theta_t)$$

$$\text{クッション角度 } (\theta_t) = 20^\circ = 0.3491 \text{ rad}$$

$$\alpha = \frac{\theta_c}{t_c^2} \text{ (rad/s}^2)$$

## 2. クッション許容エネルギーのチェック

慣性負荷の場合、負荷の慣性エネルギーはロータリアクチュエータのクッション許容エネルギー以下で  
 使用してください。

$$\text{①平均角速度の算出 } \omega = \frac{\theta_c}{t_c} \text{ (rad/s)}$$

$\theta_c$ : クッション工程に入るまでの角度 (rad)  $t_c$ : クッション工程に入るまでの時間 (s)

$$\text{②衝突角速度 } \omega_0 \text{ の算出}$$

$$\omega_0 = 1.2 \omega \text{ (rad/s)}$$

$$\text{③負荷の慣性エネルギーの算出}$$

$$E_1 = 1/2 I \omega_0^2 \text{ (J)}$$

I: 負荷の慣性モーメント ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )

$$\text{④クッションストローク中に受ける外力によるエネルギーの算出}$$

$$E_2 = Mg \times \theta_t \text{ (J)} \quad E_2: \text{外力によるエネルギー}$$

Mg: 不釣合負荷による重力モーメント ( $\text{N} \cdot \text{m}$ )

$$Mg = L \times F_g \quad F_g: \text{負荷重力による力 (N)}$$

釣合負荷あるいは水平面で運動する場合は  $Mg=0$  とおく

$$\theta_t: \text{クッション角度 } 0.3491 \text{ (rad)}$$

$$\text{⑤} E_1 + E_2 \text{ がクッション許容エネルギー以下であることを確認してください。}$$

クッション許容エネルギーは供給圧力を基に技術資料に記載のグラフより求めてください。

$E_1 + E_2$  がクッション許容エネルギーを越える場合は、より大きなサイズのロータリアクチュエータを選  
 定するか、ダブルラックモデルの場合はより大きな許容エネルギーを持つハイパフォーマンスクッシ  
 ョンもしくは4クッションモデルを選定してください。

慣性モーメントは次項の慣性モーメント算出表を参考にしてください。

## 3. ラジアル、スラスト荷重のチェック

出力軸に加わるラジアル、スラスト荷重は、技術資料に記載の許容値以下で使用してください。

$$\text{①オーバーハングモーメントの算出}$$

ラジアル荷重は出力軸に加わるオーバーハングモーメントとして評価します。

$$M_R = R_L \times (A + D)$$

$R_L$ : ラジアル荷重 (N)  $A$ : アクチュエータと負荷の中心間距離 (m)

D: 係数 (技術資料を参照してください)

$$\text{②スラスト荷重}$$

スラスト荷重は直接許容値と比較してください。

$$R_T: \text{スラスト荷重 (N)}$$

慣性モーメント算出表

形状	略 図	必 要 事 項	慣性モーメント I (kg・m <sup>2</sup> )	回転半径 K <sub>1</sub> <sup>2</sup>	備 考
円 盤		直径 d (m) 質量 M (kg)	$I = M \cdot \frac{d^2}{8}$	$\frac{d^2}{8}$	
段付円盤		直径 d <sub>1</sub> (m) d <sub>2</sub> (m) 質量 d <sub>1</sub> 部分 M <sub>1</sub> (kg) d <sub>2</sub> 部分 M <sub>2</sub> (kg)	$I = M_1 \cdot \frac{d_1^2}{8} + M_2 \cdot \frac{d_2^2}{8}$		d <sub>1</sub> 部分に比べて d <sub>2</sub> 部分が非常に 小さい場合は無 視してよい
棒 (回転中心が端)		棒の長さ l (m) 質量 M (kg)	$I = M \cdot \frac{l^2}{3}$	$\frac{l^2}{3}$	棒の幅が長さ (l) の30%以 上の時は直方 体で計算する
直 方 体		辺の長さ a (m) b (m) 重心までの距離 l (m) 質量 M (kg)	$I = M \left( l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12} \right)$	$l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12}$	
棒 (回転中心が中心)		棒の長さ l (m) 質量 M (kg)	$I = M \cdot \frac{l^2}{12}$	$\frac{l^2}{12}$	棒の幅が長さ (l) の30%以 上の時は直方 体で計算する
直 方 体		辺の長さ a (m) b (m) 質量 M (kg)	$I = M \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$	
集 中 荷 重		集中荷重の形状 円盤 円盤の直径 d (m) アームの長さ l (m) 集中荷重の質量 M <sub>1</sub> (kg) アームの質量 M <sub>2</sub> (kg)	$I = M_1 \cdot l^2 + M_1 \cdot K_1^2 + M_2 \cdot \frac{l^2}{3}$ 円盤の場合 $K_1^2 = \frac{d^2}{8}$	$\frac{l^2}{3}$	その他の形 状について は上記の K <sub>1</sub> <sup>2</sup> を参照 してくださ い  M <sub>2</sub> がM <sub>1</sub> に比較 して非常に小 さい場合はM <sub>2</sub> =0 で計算してよい

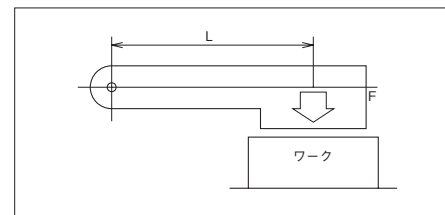
歯車を介する場合は負荷J<sub>L</sub>をロータリアクチュエータ軸まわりに換算する方法

歯 車	略 図	歯数 ロータリ アクチュエータ側 a 負荷側 b 負荷の慣性モーメント I <sub>L</sub> (kg・m <sup>2</sup> )	負荷のロータリアクチュエータ軸まわりの慣性モーメント $I_H = \left( \frac{a}{b} \right)^2 I_L$	歯車の形状が大 きくなると歯車 の慣性モーメン トを考慮する必 要がある。
--------	-----	--	--	---

ロータリアクチュエータの選定例

## 1. クランプに使用する場合

- アームの長さ L=0.5m
- クランプ力 F=1,000N
- 供給圧力 P=7MPa



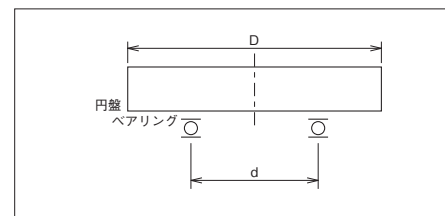
クランプに使用する場合

## &lt;大きさの選定&gt;

静的トルク T<sub>S</sub> = F × L = 1,000 × 0.5 = 500 (N・m)  
仕様より使用できるロータリアクチュエータは HTR15 以上である。

## 2. 円形テーブルを揺動させる場合

- テーブルの質量 M=250kg
- テーブルの直径 D=2m
- 転がり軸受の中心直径 d=0.5m
- 転がり軸受の摩擦係数 μ=0.05
- 揺動角度 θ=180°
- 揺動時間 t=3s
- クッション工程に入るまでの時間 t=2.5s
- 供給圧力 t=7MPa



円形テーブルを揺動させる場合

## &lt;大きさの選定&gt;

①抵抗トルク T<sub>R</sub>を求める。

T<sub>R</sub> = K × F<sub>R</sub> × L  
余裕係数 K=2 とする。  
抵抗力

F<sub>R</sub> = μ × M = 0.05 × 250 × 9.8 = 122.5 (N)  
よって  
T<sub>R</sub> = 2 × 122.5 × 0.5 / 2 = 61.25 (N・m)

②加速トルク T<sub>A</sub>を求める。

T<sub>A</sub> = 5 × I × α (N・m)  
慣性モーメント I (kg・m<sup>2</sup>)  
負荷の形状は円盤であるため  
I = M · D<sup>2</sup> / 8 = 250 × 2<sup>2</sup> / 8 = 125 (kg・m<sup>2</sup>)

角加速度 α (rad/s<sup>2</sup>) の算出

α = θc / tc<sup>2</sup> = (3.1416 - 0.3491) / 2.5<sup>2</sup> = 0.45 (rad/s)

T<sub>A</sub> = 5 × 125 × 0.45 = 281.25 (N・m)

## ③必要トルク T を求める。

T = T<sub>R</sub> + T<sub>A</sub> = 61.25 + 281.25 = 342.5 (N・m)  
仕様より使用できるロータリアクチュエータは、  
HTR10 以上である。

## &lt;クッション許容エネルギーのチェック&gt;

## ①平均各速度の算出

ω = θc / tc = (3.1416 - 0.3491) / 2.5 = 1.12 (rad/s)

②衝突角速度 ω<sub>0</sub> の算出

ω<sub>0</sub> = 1.2 ω = 1.2 × 1.12 = 1.35 (rad/s)

## ③負荷の慣性エネルギー E の算出

E = 1/2 I ω<sub>0</sub><sup>2</sup> = 1/2 × 125 × 1.35<sup>2</sup> = 113.9 (J)  
クッション許容エネルギーより使用できるロータリ  
アクチュエータは HTR15 以上 (ただし HTR45 を除  
く) の標準クッションモデルおよび HTR7.5 以上の  
ハイパフォーマンスクッションモデルである。

## &lt;モデル選定&gt;

両項目を満足しかつ最も小さいモデルは、HTR10  
のハイパフォーマンスクッションモデルとなる。

## &lt;ラジアル、スラスト荷重のチェック&gt;

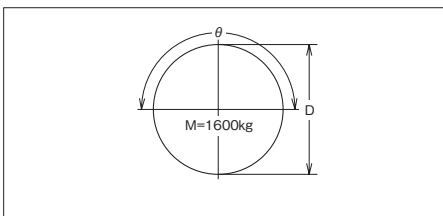
ラジアル荷重 0kg

スラスト荷重 0kg (軸受を使用しているため)

ラジアル、スラスト荷重より使用できるロータリ  
アクチュエータは全ての機種であるため、HTR10 のハ  
イパフォーマンスクッションモデルが使用できる。

## 3. 円盤を揺動させる場合

- 円盤の質量 M=1,600kg
- 円盤の直径 D=2m
- 揺動角度 θ=180°
- 揺動時間 t=4s
- クッション工程に入るまでの時間 tc=3.5s
- 供給圧力 P=7MPa
- アクチュエータと負荷の中心間距離 A=0.3m



円盤を回転させる場合

## &lt;大きさの選定&gt;

①抵抗トルク $T_R$ を求める。

円盤に対して外力は働いていないため、抵抗トルク $T_R=0$ である。

②加速トルク $T_A$ を求める。

$$T_A = 5 \times I \times \alpha \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

慣性モーメント $I$  ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )

負荷の形状は円盤であるため

$$I = M \cdot D^2 / 8 = 1,600 \times 2^2 / 8 = 800 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

角加速度 $\alpha$  ( $\text{rad/s}^2$ ) の算出

$$\alpha = \theta c / t c^2 = (3.1416 - 0.3491) / 3.5^2 = 0.23 \quad (\text{rad/s})$$

$$T_A = 5 \times 800 \times 0.23 = 920 \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

③必要トルク $T$ を求める。

$$T = T_R + T_A = 0 + 920 = 920 \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

仕様より使用できるロータリアクチュエータは、HTR30以上である。

## &lt;クッション許容エネルギーのチェック&gt;

## ①平均角速度の算出

$$\omega = \theta c / t c = (3.1416 - 0.3491) / 3.5 = 0.80 \quad (\text{rad/s})$$

②衝突角速度 $\omega_0$ の算出

$$\omega_0 = 1.2 \omega = 1.2 \times 0.80 = 0.96 \quad (\text{rad/s})$$

③負荷の慣性エネルギー $E$ の算出

$$E = 1/2 I \omega_0^2 = 1/2 \times 800 \times 0.96^2 = 368.64 \quad (\text{J})$$

クッション許容エネルギーより使用できるロータリアクチュエータはHTR75以上の標準クッションモデルおよびHTR30以上のハイパフォーマンスクッションモデルである。

## &lt;モデル選定&gt;

両項目を満足しかつ最も小さいモデルは、HTR30のハイパフォーマンスクッションモデルとなる。

## &lt;ラジアル、スラスト荷重のチェック&gt;

ラジアル荷重  $R_L = 1,600 \text{ kg}$

アクチュエータと負荷の中心間距離  $A = 0.3 \text{ m}$

スラスト荷重  $R_T = 0 \text{ kg}$

## ①ラジアル荷重の検討

$$M_R = R_L A = 1,600 \times 9.8 \times 0.3 = 4,704 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## ②スラスト荷重の検討

$$R_T = 0 \times 9.8 = 0 \quad (\text{N})$$

技術資料よりHTR30の許容オーバーハングモーメントは3,170 N・mなので許容オーバーハングモーメントを許容するHTR75にモデルを変更するか、外部に軸受けを設置する必要がある。

## 使用揺動時間

## クッション付 (クッション時間は含まない)

モデル		使用揺動時間 (s)		
シングルラック	ダブルラック	90°	180°	360°
HTR.9	HTR1.8	0.1~2.4	0.3~5.4	0.5~11.4
HTR3.7	HTR7.5	0.2~3.4	0.4~7.8	0.7~16.5
HTR5	HTR10	0.2~4.4	0.4~10.0	0.9~21.2
HTR15	HTR30	0.3~7.0	0.7~16.0	1.4~34.0
HTR22	HTR45	0.3~7.0	0.7~16.0	1.4~34.0
HTR75	HTR150	0.4~9.1	0.9~20.7	1.8~44.0
HTR300	HTR600	0.7~15.6	1.5~35.5	3.1~75.4
75M	150M	0.6~13.0	1.2~29.6	2.6~62.8
300M	600M	0.7~17.5	1.6~39.9	3.4~84.8
—	1000M	0.9~20.7	1.9~47.3	4.1~100.5

## クッションなし

モデル		使用揺動時間 (s)		
シングルラック	ダブルラック	90°	180°	360°
HTR.9	HTR1.8	0.2~3.0	0.3~6.0	0.5~12.0
HTR3.7	HTR7.5	0.2~4.4	0.4~8.8	0.7~17.5
HTR5	HTR10	0.3~5.7	0.5~11.3	0.9~22.5
HTR15	HTR30	0.4~9.0	0.8~18.0	1.5~36.0
HTR22	HTR45	0.4~9.0	0.8~18.0	1.5~36.0
HTR75	HTR150	0.5~11.7	1.0~23.3	1.9~46.6
HTR300	HTR600	0.8~20.0	1.6~39.9	3.2~79.8
75M	150M	0.7~16.7	1.4~33.3	2.7~66.5
300M	600M	0.9~22.5	1.8~44.9	3.6~89.5
—	1000M	1.1~26.6	2.2~53.2	4.3~106.4

## 揺動時間の設定



揺動時間は上表の範囲内で使用してください。この揺動時間以上で使用しますとスティックスリップ現象などによりスムーズな作動やクッション効果が得られません。また、この揺動時間以下で使用しますとロータリアクチュエータが破損する場合があります。

## ■制御回路

軽負荷条件でロータリアクチュエータを使用する場合は、図1の基本回路で制御します。ロータリアクチュエータを大きな負荷条件で使用する場合は、図2・3・4に示すような回路を使用し、ショックの防止、およびサージ圧による機器の損傷防止をする必要があります。

ショックおよびサージ圧防止のための積極的な対策としては、図2のような2段減速制御方式を採用し、負荷条件や減速比等に合せて減速時間の調整をします。そのための制御機器としては、パイロット方式の切換弁や比例電磁式制御弁などを採用します。

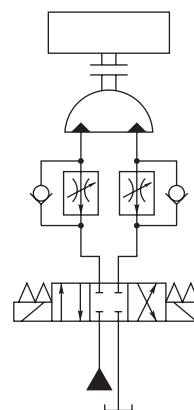


図1 (基本回路)

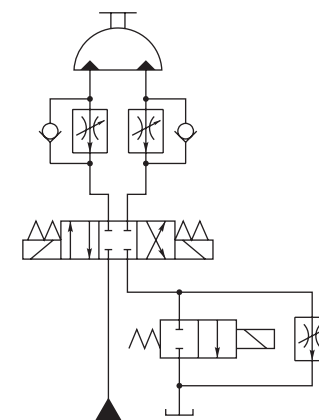


図2 (2段減速)

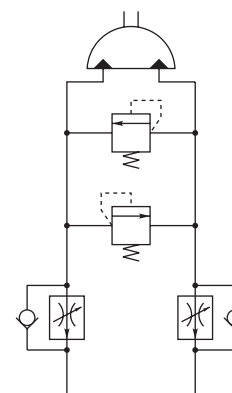


図3 (ブレーキ弁)

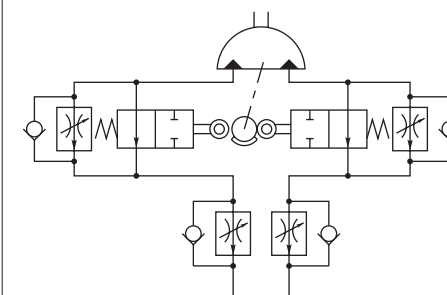


図4 (デセラレーション弁)

問い合わせ用紙

ファックス宛先（最寄の当社営業所へご連絡ください）

◆問い合わせ元

お名前		役 職	
会社名		部署名	
住 所	〒		
TEL		Fax	
E-mail			

◆アプリケーションの詳細

1 回転角度 [°]	<div>スケッチ図</div>
2 供給圧力 [MPa]	
3 温度 [°C]	
4 必要トルク [Nm]	
5 ベアリングへの荷重 [kN]	
6 回転期間 [秒]	
7 角加速度 [rad/s <sup>2</sup> ]	
8 使用回数 [回/日]	
9 負荷質量 [kg]	
10 回転半径 [mm]	
11 慣性モーメント [kgm <sup>2</sup> ]	
12 回転方向 [水平/垂直]	
13 使用方法の概要（必要がある場合は記入願います）	

◆アクチュエータの詳細

14 取付方法	
15 シャフト形状	
16 ポートタイプと位置	
17 シール	18 クッション
19 ストローク調整	
20 その他の要求事項	