

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
 $T_s = F \times L$ (N・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
 $T_R = K \times F_R \times L$ (N・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。

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

必要トルク $T = T_R + T_A$

加速トルクの算出
 $T_A = 5 \times I \times \alpha$ (N・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。

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 θ (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 (kg・m²)
 ③平均角加速度を算出する。
 $\alpha = \frac{\theta}{t^2}$ (rad/s²)
 θ : 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 θ にはクッション行程に入るまでの角度(θ_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。
 θ_c = 揺動角度(θ) - クッション角度(θt)
 クッション角度(θt) = $20^\circ = 0.3491\text{rad}$
 $\alpha = \frac{\theta_c}{t_c^2}$ (rad/s²)

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。

- ①平均角速度の算出 $\omega = \frac{\theta_c}{t_c}$ (rad/s)
 θ_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)
 ②衝突角速度 ω_0 の算出
 $\omega_0 = 1.2\omega$ (rad/s)
 ③負荷の慣性エネルギーの算出
 $E_1 = 1/2 I \omega_0^2$ (J)
 I : 負荷の慣性モーメント (kg・m²)
 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
 $E_2 = Mg \times \theta t$ (J) E_2 : 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 (N・m)
 $Mg = L \times F_g$ F_g : 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
 θt : クッション角度 0.3491 (rad)
 ⑤ $E_1 + E_2$ 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超える場合は、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。

- 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)
 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 : 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 ²) | 回転半径 K ₁ ² | 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 ₁ (m) d ₂ (m) 質量 d ₁ 部分 M ₁ (kg) d ₂ 部分 M ₂ (kg) | $I = M_1 \cdot \frac{d_1^2}{8} + M_2 \cdot \frac{d_2^2}{8}$ | | d ₁ 部分に比べて d ₂ 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 ₁ (kg) アームの質量 M ₂ (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 $K_1^2 = \frac{d^2}{8}$ | | その他の形状については上記の K ₁ ² を参照してください M ₂ が M ₁ に比較して非常に小さい場合は M ₂ =0 で計算してよい |

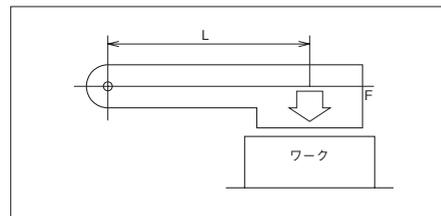
歯車を介する場合は負荷 J_L をロータリアクチュエータ軸まわりに換算する方法

| 歯車 | 略 図 | 歯数 | ロータリアクチュエータ側 a 負荷側 b | 負荷のロータリアクチュエータ軸まわりの慣性モーメント I _L (kg・m ²) | 負荷の慣性モーメント I _H (kg・m ²) | 備 考 |
|----|-----|----|-------------------------|--|--|-----------------------------------|
| | | | | | $I_H = \left(\frac{a}{b} \right)^2 I_L$ | 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



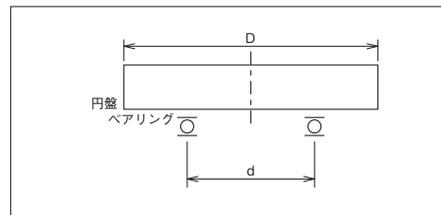
クランプに使用する場合

<大きさの選定>

静的トルク T_s = 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

<大きさの選定>

①抵抗トルク T_R を求める。

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

余裕係数 K = 2 とする。

$$F_R = \mu \times M = 0.05 \times 250 \times 9.8 = 122.5 \text{ (N)}$$

$$T_R = 2 \times 122.5 \times 0.5 / 2 = 61.25 \text{ (N・m)}$$

②加速トルク T_A を求める。

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

慣性モーメント I (kg・m²)

負荷の形状は円盤であるため
 $I = M \cdot D^2 / 8 = 250 \times 2^2 / 8 = 125 \text{ (kg・m}^2\text{)}$

角加速度 α (rad/s²) の算出

$$\alpha = \theta c / t c^2 = (3.1416 - 0.3491) / 2.5^2 = 0.45 \text{ (rad/s)}$$

$$T_A = 5 \times 125 \times 0.45 = 281.25 \text{ (N・m)}$$

③必要トルク T を求める。

$$T = T_R + T_A = 61.25 + 281.25 = 342.5 \text{ (N・m)}$$

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。

<クッション許容エネルギーのチェック>

①平均各速度の算出

$$\omega = \theta c / t c = (3.1416 - 0.3491) / 2.5 = 1.12 \text{ (rad/s)}$$

②衝突角速度 ω₀ の算出

$$\omega_0 = 1.2 \omega = 1.2 \times 1.12 = 1.35 \text{ (rad/s)}$$

③負荷の慣性エネルギー E の算出

$$E = 1/2 I \omega_0^2 = 1/2 \times 125 \times 1.35^2 = 113.9 \text{ (J)}$$

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 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。

<モデル選定>

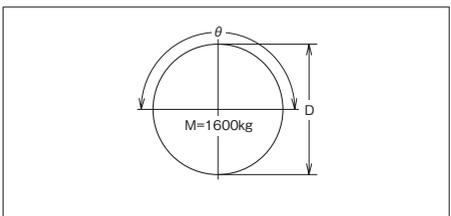
両項目を満足しかつ最も小さいモデルは、HTR10 のハイパフォーマンスクッションモデルとなる。

<ラジアル、スラスト荷重のチェック>

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

<大きさの選定>

- 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。
 $T_A=5 \times I \times \alpha$ (N·m)
慣性モーメント I (kg·m²)
負荷の形状は円盤であるため
 $I=M \cdot D^2/8=1,600 \times 2^2/8=800$ (kg·m²)
角加速度 α (rad/s²) の算出
 $\alpha=\theta c/tc^2=(3.1416-0.3491)/3.5^2=0.23$ (rad/s)
 $T_A=5 \times 800 \times 0.23=920$ (N·m)
- ③必要トルク T を求める。
 $T=T_R+T_A=0+920=920$ (N·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。

<クッション許容エネルギーのチェック>

- ①平均角速度の算出
 $\omega=\theta c/tc=(3.1416-0.3491)/3.5=0.80$ (rad/s)
- ②衝突角速度 ω_0 の算出
 $\omega_0=1.2\omega=1.2 \times 0.80=0.96$ (rad/s)
- ③負荷の慣性エネルギー E の算出
 $E=1/2 I \omega_0^2=1/2 \times 800 \times 0.96^2=368.64$ (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。

<モデル選定>

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。

<ラジアル、スラスト荷重のチェック>

ラジアル荷重 $R_L=1,600$ kg
アクチュエータと負荷の中心間距離 $A=0.3$ m
スラスト荷重 $R_r=0$ kg

- ①ラジアル荷重の検討
 $M_R=R_L A=1,600 \times 9.8 \times 0.3=4,704$ N·m
- ②スラスト荷重の検討
 $R_r=0 \times 9.8=0$ (N)

技術資料よりHTR30の許容オーバーハングモーメントは3,170N·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。

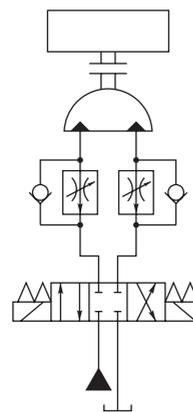


図1 (基本回路)

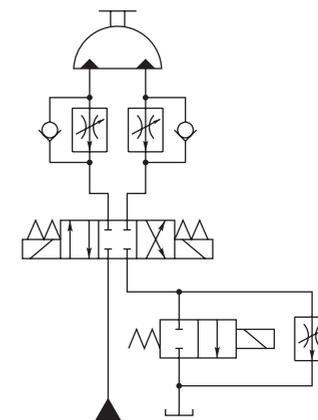


図2 (2段減速)

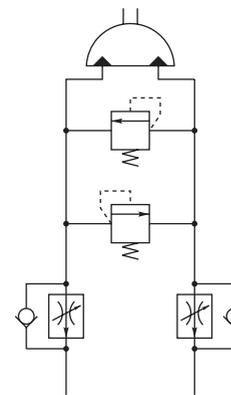


図3 (ブレーキ弁)

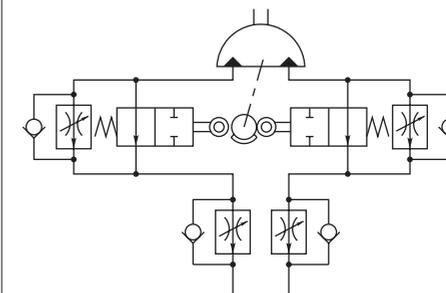


図4 (デセレーション弁)

問い合わせ用紙

ファックス宛先 株式会社 TAIYO (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 [°]
- 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/s²]
- 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 [kgm²]
- 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)

スケッチ図

◆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