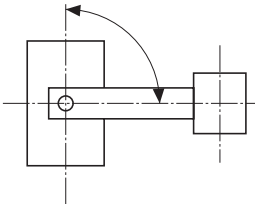
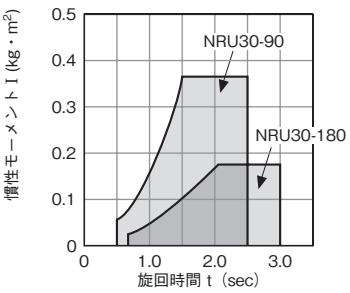
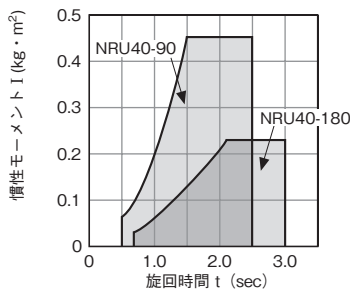
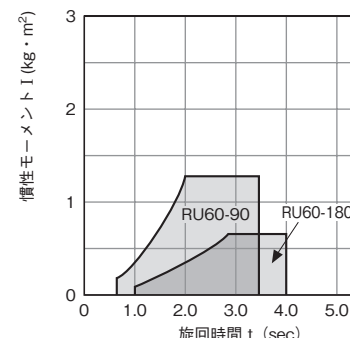
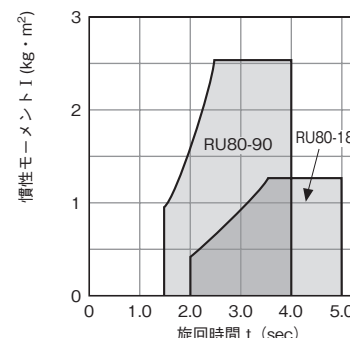


高出力タイプロータリアクチュエータ……検討手順

ロータリアクチュエータを正しくご使用いただくために以下に検討手順を示します。ロータリアクチュエータを使用する場合は、ほとんどが慣性負荷となります。その負荷の形状、質量を数値で表したものが慣性モーメント (I) で、この I の値が大きくなればなる程負荷は回転しにくくなり、逆に回転している負荷であれば止めにくくなります。

誤った選定をしますと、ロータリアクチュエータの発生トルクが小さい場合でも、負荷の慣性力によって内部を破損することがありますので正しい選定をすることが必要になります。

慣性負荷	
1. 負荷の種類	 <p>部品の移載・供給装置など加減速を伴い、回転による慣性力がある負荷。その負荷の回転エネルギーは、回転時間の2乗に反比例して大きく変化しますので回転時間の設定および慣性モーメントの計算には細心の注意が必要です。</p>
2. 仕様項目	<p>負荷の質量：M (kg)、回転角度：θ (rad)、回転方向：水平or垂直 回転時間：t (sec) (注1)、使用圧力：P (MPa)</p>
3. 負荷容量の算出	<p>D-24ページの図を参考にして慣性モーメント I ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$) を求めてください。</p>
4. 許容エネルギーのチェック	<p>下のグラフから (3.) で求めた I と回転時間 t の交点が、グラフ内に入るところでご使用ください。(注2)</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>■NRU30</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>■NRU40</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>■RU60</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>■RU80</p>  </div> </div>

高出力タイプロータリアクチュエータ……検討手順

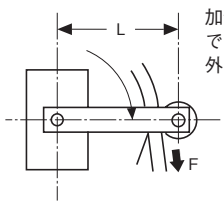
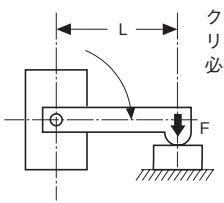
5. 静的トルク T_s (N・m) の算出	水平面での旋回	鉛直面での旋回	
	—	$T_s = 20M \times X$ (m) : 回転軸から負荷の重心までの距離	
6. 加速トルク T_a (N・m) の算出	$T_a = 1.1I \frac{2\theta}{t^2}$		
7. 必要トルク (N・m)	T_a	$T_s + T_a$	
8. ロータリアクチュエータ実効トルク T_r (N・m)	NRU30	NRU40	RU60
	16(P-0.16)	36(P-0.14)	92(P-0.13)
9. 決定	$T_r > T_a$		$T_r > T_s + T_a$
	(4.) で選定した機種が上の式を満足しない場合は、大きい機種を使用してください。		

(注1) 旋回時間は動き始めてから旋回端に達するまでの時間です。

使用に当たっては、負荷により異なりますが、0.1~0.3sec程度の立ち上がり時間を見込んでください。

(注2) やむを得ず着色部外の短い時間で使用する場合は、外部ダンパーを設置してください。

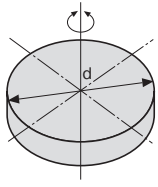
その場合、ロータリアクチュエータのクッションニードルは必ず全開にしてください。

1. 負荷の種類	抵抗負荷	静負荷
	 <p>加減速に伴う慣性力を無視できる状態の低速運動で、外力のみが加わる負荷。</p>	 <p>クランプなど、単にロータリアクチュエータの力だけが必要とする負荷。</p>
2. 仕様項目	必要な力 : F(N)、アームの長さ : L(m)、使用圧力 : P(MPa)	
3. 必要トルク (N・m)	$2FL$	FL
4. 決定	$T_r > 2FL$	$T_r > FL$

(注1) 上記表の内容は、低出力タイプ、高出力タイプ同じです。

■ 慣性モーメント I (kg・m²) の計算

1. 回転中心が重心を通る円盤

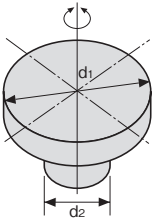


単位 : m

M : 質量 (kg)

$$I = \frac{Md^2}{8}$$

2. 回転中心が重心を通る段付円盤



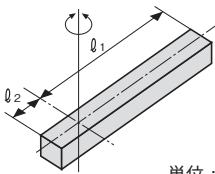
単位 : m

M1 : d₁部分の質量 (kg)

M2 : d₂部分の質量 (kg)

$$I = \frac{M_1 d_1^2 + M_2 d_2^2}{8}$$

3. 回転中心が一端にある棒



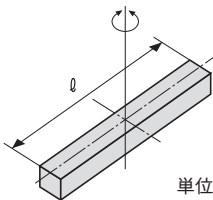
単位 : m

M1 : l₁部分の質量 (kg)

M2 : l₂部分の質量 (kg)

$$I = \frac{M_1 l_1^2 + M_2 l_2^2}{3}$$

4. 回転中心が重心を通る棒

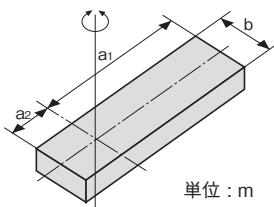


単位 : m

M : 質量 (kg)

$$I = \frac{Ml^2}{12}$$

5. 回転中心が一端を通る直方体



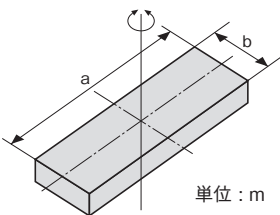
単位 : m

M1 : a₁部分の質量 (kg)

M2 : a₂部分の質量 (kg)

$$I = \frac{M_1(4a_1^2 + b^2) + M_2(4a_2^2 + b^2)}{12}$$

6. 回転中心が重心を通る直方体

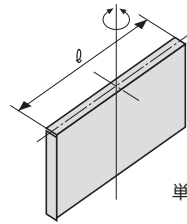


単位 : m

M : 質量 (kg)

$$I = \frac{M}{12} (a^2 + b^2)$$

7. 回転中心が重心を通る平板

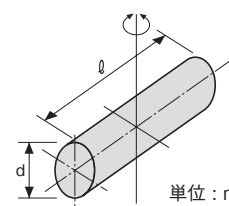


単位 : m

M : 質量 (kg)

$$I = \frac{Ml^2}{12}$$

8. 回転中心が重心を通る円柱

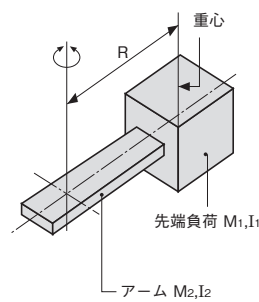


単位 : m

M : 質量 (kg)

$$I = \frac{M}{4} \left(\frac{d^2}{4} + \frac{l^2}{3} \right)$$

9. 先端に負荷がある場合



単位 : m

I₁ : 先端負荷の重心を通り回転軸に平行な軸まわりの慣性モーメント

I₂ : アーム部の回転軸まわりの慣性モーメント

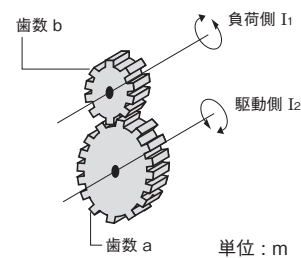
M1: 先端部分の質量(kg)

M2: アーム部分の質量(kg)

R : 回転軸から先端負荷の重心までの距離

$$I = I_1 + M_1 R^2 + I_2$$

10. 歯車を用いて負荷を作用させる場合



単位 : m

I₁ : 負荷側の慣性モーメント

I₂ : 駆動側の慣性モーメント

$$I = I_2 + \left(\frac{a}{b} \right)^2 I_1$$

高出力タイプロータリアクチュエータ……検討手順

■計算例

1. 負荷の種類

慣性負荷

2. 仕様項目

負荷：右図

$$\theta = \frac{\pi}{180} \times 90 = 1.57 \text{ (rad)} \text{ (90° の場合)}$$

鉛直面での旋回

$$t = 0.8 \text{ (sec)} \quad P = 0.4 \text{ MPa}$$

3. 負荷容量の算出

前ページ (9.) の先端に負荷がある場合

先端負荷

$$a = 0.06 \text{ (m)}, b = 0.065 \text{ (m)}, M_1 = 0.9 \text{ (kg)}$$

R = 0.27 (m) だから

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{M_1}{12} (a^2 + b^2) + M_1 R^2 \\ &= \frac{0.9}{12} \times (0.06^2 + 0.065^2) + 0.9 \times 0.27^2 \\ &= 0.066 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2) \end{aligned}$$

アーム負荷

$$a_1 = 0.24 \text{ (m)}, a_2 = 0.05 \text{ (m)}, b = 0.065 \text{ (m)}$$

M'2 = 1.05 (kg), M''2 = 0.22 (kg) だから

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{M'_2}{12} (4a_1^2 + b^2) + \frac{M''_2}{12} (4a_2^2 + b^2) \\ &= \frac{1.05}{12} \times (4 \times 0.24^2 + 0.065^2) + \frac{0.22}{12} \\ &\quad \times (4 \times 0.05^2 + 0.065^2) \end{aligned}$$

$$= 0.021 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2)$$

$$I = I_1 + I_2 = 0.066 + 0.021 = 0.087 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2)$$

4. 許容エネルギーのチェック

I-t 曲線図より NRU40-90が旋回時間

0.8secで使用できることが分かります

5. 静的トルクの算出

鉛直面での旋回

$$T_s = 20 (M_1 R + M_2 X)$$

$$= 20 \times \{0.9 \times 0.27$$

$$+ (1.05 \times \frac{0.24}{2} - 0.22 \times \frac{0.05}{2}) \}$$

$$= 7.27 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

6. 加速トルクの算出

$$T_a = 1.1 I \frac{2\theta}{t^2}$$

$$= 1.1 \times 0.087 \times \frac{2 \times 1.57}{0.8^2}$$

$$= 0.47 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

7. 必要トルク

$$T_s + T_a = 7.27 + 0.47$$

$$= 7.74 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

8. ロータリアクチュエータ実効トルク

NRU 40の場合

$$T_r = 36 (P - 0.14) = 36 \times (0.4 - 0.14)$$

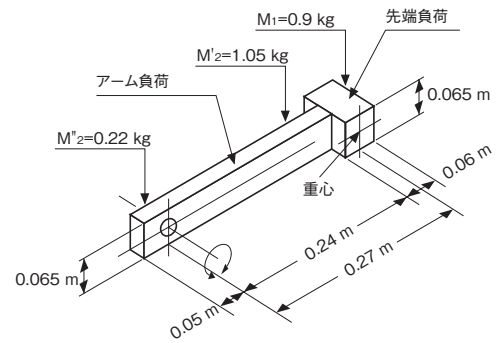
$$= 9.36 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

9. 決定

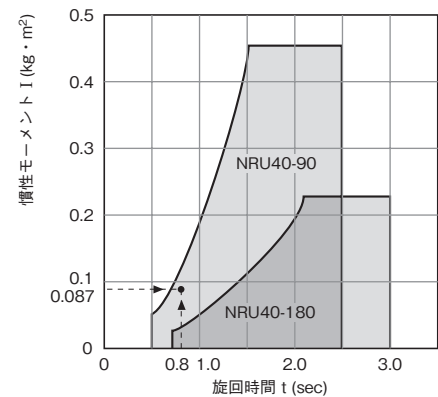
$T_r > T_s + T_a$ だから

9.36 (N・m) > 7.74 (N・m) でOK

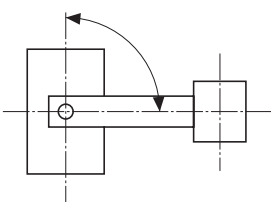
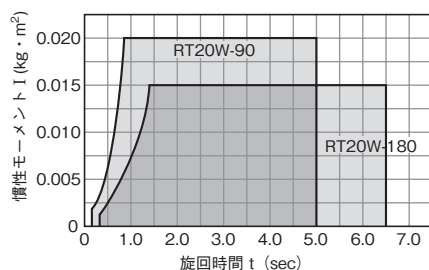
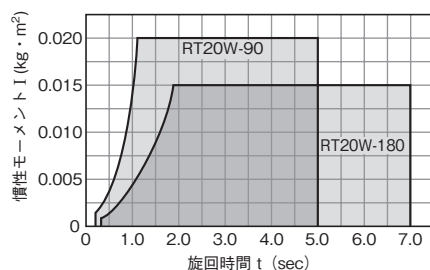
したがって NRU40-90を使用する



■NRU40



ロータリアクチュエータを正しくご使用いただくために以下に検討手順を示します。
 なお、計算例はD-25のRU型ロータリアクチュエータの項を参照してください。

慣性負荷					
1. 負荷の種類	 <p>部品の移載・供給装置など加減速を伴い、回転による慣性力がある負荷。 その負荷の回転エネルギーは、回転時間の2乗に反比例して大きく変化しますので回転時間の設定および慣性モーメントの計算には細心の注意が必要です。</p>				
2. 仕様項目	負荷の質量：M (kg)、回転角度： θ (rad)、回転方向：水平or垂直 回転時間：t (sec) (注1)、使用圧力：P (MPa)				
3. 負荷容量の算出	D-24ページの図を参考にして慣性モーメントI (kg・m ²)を求めてください。				
4. 許容エネルギーのチェック	下のグラフから (3.) で求めた I と回転時間 t の交点が、グラフ内に入るところでご使用ください。(注2)				
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>■水平面での旋回</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>■鉛直面での旋回</p>  </div> </div>				
5. 静的トルク Ts (N・m) の算出	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">水平面での旋回</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">鉛直面での旋回</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">$T_s = 20M \times X$ (m) : 回転軸から負荷の重心までの距離</td> </tr> </table>	水平面での旋回	鉛直面での旋回	—	$T_s = 20M \times X$ (m) : 回転軸から負荷の重心までの距離
水平面での旋回	鉛直面での旋回				
—	$T_s = 20M \times X$ (m) : 回転軸から負荷の重心までの距離				
6. 加速トルク Ta (N・m) の算出	$T_a = 1.1I \frac{2\theta}{t^2}$				
7. 必要トルク (N・m)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">T_a</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">$T_s + T_a$</td> </tr> </table>	T_a	$T_s + T_a$		
T_a	$T_s + T_a$				
8. ロータリアクチュエータ実効トルク Tr (N・m)	$T_r = 5.5 (P - 0.04)$				
9. 決定	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">$T_r > T_a$</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">$T_r > T_s + T_a$</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">(4.) および上式を満足することを確認してください。</p>	$T_r > T_a$	$T_r > T_s + T_a$		
$T_r > T_a$	$T_r > T_s + T_a$				

(注1) 回転時間は動き始めてから旋回端に達するまでの時間です。
 使用に当たっては、負荷により異なりますが、0.1～0.3sec程度の立ち上がり時間を見込んでください。
 (注2) やむを得ず着色部外の短い時間で使用する場合は、外部ダンパーを設置してください。
 その場合、ロータリアクチュエータのクッションニードルは必ず全開にしてください。