

機種選定方法

動作条件諸元の単位と記号	
負荷慣性モーメント (kg・m ²)	J
移動角度 (°)	ψ
移動時間 (s)	t ₁
サイクルタイム (s)	t ₀
負荷摩擦トルク (N・m)	T _F
仕事トルク (N・m)	T _W
カム曲線	(MS, MC, MT, TR)から選択

1. 負荷の慣性モーメント

負荷の慣性モーメントを計算し、その慣性モーメントを許容できるアクチュエータを仮に選びます。

2. 回転速度

最高回転速度N_{max}は、移動角度をψ(°)、移動時間をt₁(s)として

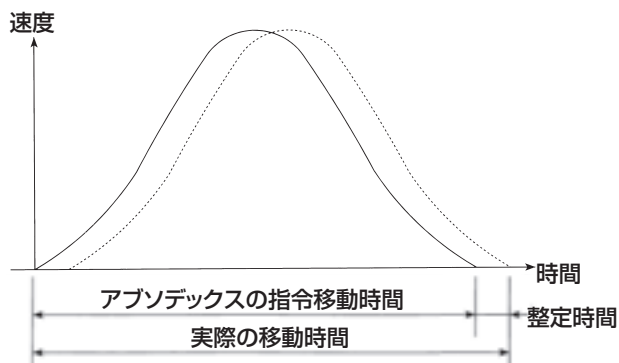
$$N_{\max} = V_m \cdot \frac{\psi}{6 \cdot t_1} \quad (\text{rpm})$$

より求めます。V_mは、カム曲線によって決まる定数です。

このN_{max}がアクチュエータ仕様の最高回転速度を超えないことを確認します。

〈注意事項〉

実際の移動時間はアブソデックスの指令移動時間に整定時間を加えたものとなります。



整定時間は使用条件によって異なりますが0.025～0.2s程度です。機種選定における移動時間t₁には、アブソデックスの指令移動時間を用いるようにしてください。又、NCプログラムでの移動時間の設定にもアブソデックスの指令移動時間を用います。

(注) 摩擦トルクとは、軸受、すべり面、その他摩擦によって出力軸に作用するトルクです。摩擦トルクは下記の関係式で求めることができます。

$$T_f = \mu \cdot F_f \cdot R_f (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$F_f = m \cdot g$$

但し、μ : 摩擦係数

転がり摩擦	すべり摩擦
μ=0.03～0.05	μ=0.1～0.3

F_f : すべり面、軸受などに作用する力(N)

R_f : 平均摩擦半径(m)

m : 質量(kg)

g : 重力加速度 (m/s²)

3. 負荷トルク

a) 負荷トルクの最大値を、次式で求めます。

$$T_m = [A_m \cdot (J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \pi}{180 \cdot t_1^2} + T_F + T_W] \cdot f_c + T_{MF}$$

b) 負荷トルクの実効値を、次式で求めます。

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{t_1}{t_0} \cdot [r \cdot A_m \cdot (J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \pi}{180 \cdot t_1^2} \cdot f_c]^2 + (T_F \cdot f_c + T_W \cdot f_c + T_{MF})^2}$$

ここで、V_m A_m rは下表の値を用います。

カム曲線	V _m	A _m	r
MS	1.76	5.53	0.707
MC	1.28	8.01	0.500
MT	2.00	4.89	0.866
TR	2.18	6.17	0.773

また、J_M T_{MF} f_cはつぎの通りです。

J_M : 出力軸慣性モーメント(kg・m²)

T_{MF} : 出力軸摩擦トルク(N・m)

f_c : 使用ファクタ(通常使用時f_c=1.5)

仮に選定したアクチュエータについて

負荷トルクの最大値 < 最大出力トルク

負荷トルクの実効値 < 連続出力トルク

の条件を、どちらか一方でも満足しない場合には、アクチュエータをサイズアップして、負荷トルクを再計算してください。

(注) 高速回転時に最大トルクの低下するトルク制限領域があります。トルク制限領域にてご使用の場合には、機種選定ソフトにて使用可否の判定をお願い申し上げます。

(注) 仕事トルクとはアブソデックスの出力軸に負荷として働く外部荷重などをトルクに表現したものです。

仕事トルクT_Wは、次の式にて算出されます。

$$T_W = F_W \times R_W (\text{N} \cdot \text{m})$$

F_W(N) : 仕事に必要な力

R_W(m) : 仕事をする半径

(例)

本体を横向き(出力軸を水平方向)の場合、テーブル、ワーク、治具などが仕事トルクとなります。

4.回生電力

AX9000TS／AX9000THタイプドライバでは、下記の簡易式にて回生電力の算定を行い使用可否の判定を行います。

●AX9000TSタイプドライバの場合

AX9000TSタイプドライバは、回生抵抗が内蔵されていません。

このため、下記の簡易式にて求めた回生エネルギーの値がコンデンサで充電可能なエネルギー(下表)を超えないことをご確認ください。

$$E = \left(\frac{V_m \cdot \psi \cdot \pi}{t_i \cdot 180} \right)^2 \cdot \frac{(J + J_M)}{2} \quad (J)$$

電源仕様	処理可能な回生エネルギー(J)	備考
AC200V	17.2	主電源の入力電圧がAC200Vのときの値
AC100V(-J1)	17.2	主電源の入力電圧がAC100Vのときの値

●AX9000THタイプドライバの場合

AX9000THタイプドライバはドライバ内部の回生抵抗の消費能力による回生電力の制限をうけます。

下記簡易式により求めます。

$$W = \left(\frac{V_m \cdot \psi \cdot \pi}{t_i \cdot 180} \right)^2 \cdot \frac{(J + J_M)}{2 \cdot t_o} \quad (W)$$

$$W \leq 40$$

この条件を満足しない場合は動作条件・負荷条件を再検討ください。

〈使用条件〉

テーブル半径	: R=0.4(m)
テーブル質量	: Wt=79(kg)
治具回転半径	: Re=0.325(m)
治具質量	: Wj=10(kg/個) (ワーク質量含む)
治具数	: N=4

〈動作条件〉

移動角度	: $\psi=90(^{\circ})$
移動時間	: $t_1=0.8(s)$
サイクルタイム	: $t_0=4(s)$
負荷摩擦トルク	: $T_F=0(N\cdot m)$
仕事トルク	: $T_W=0(N\cdot m)$
出力軸摩擦トルク	: $T_{MF}(N\cdot m)$ アクチュエータ仕様による
カム曲線	: MS(変形正弦)

STEP 1

慣性モーメントの計算

a) テーブル	$J_1 = \frac{W_t \times R^2}{2} = \frac{79 \times 0.4^2}{2} = 6.32$	(kg·m ²)
b) 治具、ワーク	$J_2 = N \times W_j \times R_e^2 = 4 \times 10 \times 0.325^2 = 4.225$	(kg·m ²)
c) 慣性モーメント総和	$J = J_1 + J_2 = 6.32 + 4.225 = 10.545$	(kg·m ²)

STEP 2

最高回転速度

$$N_{max} = V_m \cdot \frac{\psi}{6 \cdot t_1} = 1.76 \times \frac{90}{6 \times 0.8} = 33 \quad (\text{rpm})$$

N_{max} がアブソデックスの最高回転速度を越えないことを確認する。

STEP 3

負荷トルク

最初に、負荷慣性モーメントを許容できる、最も小さい機種について計算する。
AX4300Tの許容慣性モーメントは、180(kg·m²)より、この負荷を許容できる。

負荷トルク最大値

$$\begin{aligned} T_m &= [A_m \cdot (J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \pi}{180 \cdot t_1^2} + T_F + T_W] \cdot f_c + T_{MF} \\ &= [5.53 \times (10.545 + 0.326) \times \frac{90 \times \pi}{180 \cdot 0.8^2} + 0 + 0] \times 1.5 + 10 \\ &= 231.3 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

負荷トルク実効値

$$\begin{aligned} T_{rms} &= \sqrt{\frac{t_1}{t_0} \cdot [r \cdot A_m \cdot (J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \pi}{180 \cdot t_1^2} \cdot f_c]^2 + (T_F \cdot f_c + T_W \cdot f_c + T_{MF})^2} \\ T_{rms} &= \sqrt{\frac{0.8}{4} \times [0.707 \times 5.53 \times 10.871 \times \frac{90 \times \pi}{180 \cdot 0.8^2} \times 1.5]^2 + (0 \times 1.5 + 0 \times 1.5 + 10)^2} \\ &= 70.7 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

STEP 4

回生電力

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{V_m \cdot \psi \cdot \pi}{t_1 \cdot 180} \right)^2 \cdot \frac{(J + J_M)}{2 \cdot t_0} \\ &= \left(\frac{1.76 \times 90 \times \pi}{0.8 \times 180} \right)^2 \times \frac{10.871}{2 \times 4} = 16.23 \quad (\text{W}) \end{aligned}$$

$$W \leq 40 \quad (\text{W})$$

STEP 5

機種選定

仮に選定したAX4300Tが使用可能であるかを検討する。

負荷の慣性モーメント総和	$10.545 \leq 180$	(kg·m ²)
最高回転速度	$33 \leq 100$	(rpm)
負荷トルク最大値	$231.3 \leq 300$	(N·m)
負荷トルク実効値	$70.7 \leq 100$	(N·m)
回生電力	$16.23 \leq 40$	(J)
よって、AX4300Tは使用可能。		

MEMO

「MC2曲線」機種選定の場合

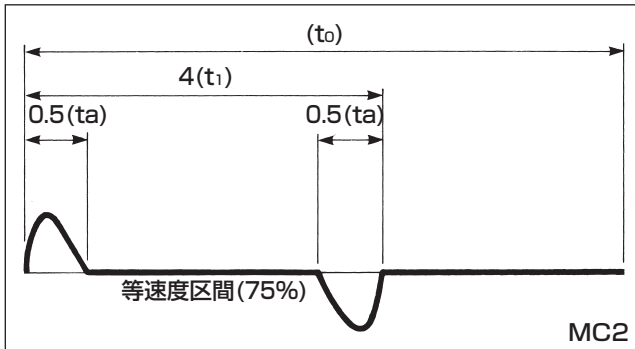
MC2曲線とは

MC2曲線は、MC(変形等速度)曲線と同様に移動途中に等速度部分がありますが、加減速時間を設定することにより、等速度区間を自由に設定できるカム曲線のことです。

MC(一般名称: MCV50)曲線では、等速度区間は、50%です。

注. 加減速時間の設定は、移動時間の1/2以下です。加減速時間の設定が、移動時間の1/2を超えた場合、カム曲線は、自動的にMS(変形正弦)曲線に変更されます。

例の図では、移動時間(t_1): 4秒に対して加減速時間(t_a): 0.5秒を設定することにより、等速度区間が75%となる速度パターンを表しています。



選定方法

MC2曲線では、以下の式を用いて、機種選定を行います。

移動角度	: $\psi(^{\circ})$
サイクルタイム	: $t_0(s)$
移動時間	: $t_1(s)$
加減速時間	: $t_a(s)$
負荷慣性モーメント	: $J(kg \cdot m^2)$
出力軸慣性モーメント	: $J_M(kg \cdot m^2)$
摩擦トルク	: $T_f(N \cdot m)$
仕事トルク	: $T_w(N \cdot m)$
出力軸摩擦トルク	: $T_{MF}(N \cdot m)$

最高回転速度: $N_{max}(rpm)$

$$N_{max} = \frac{\psi}{6(t_1 - 0.863t_a)}$$

負荷トルク(最大値): $T_m(N \cdot m)$

$$T_m = \left[5.53(J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \left(1 - \frac{t_1 - 2t_a}{t_1 - 0.863t_a}\right) \cdot \pi}{720 \cdot t_a^2} + T_f + T_w \right] \cdot f_c + T_{MF}$$

負荷トルク(実効値): $Trms(N \cdot m)$

$$Trms = \sqrt{\frac{2t_a}{t_0} \cdot \left[3.91(J + J_M) \cdot \frac{\psi \cdot \left(1 - \frac{t_1 - 2t_a}{t_1 - 0.863t_a}\right) \cdot \pi}{720 \cdot t_a^2} \cdot f_c + [(T_f + T_w) \cdot f_c + T_{MF}]^2 \right]}$$

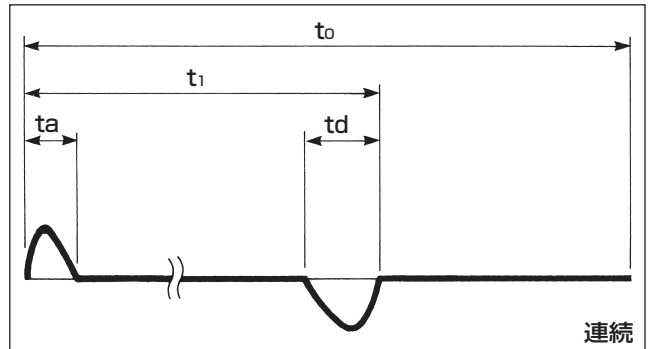
「連続回転」機種選定の場合

連続回転とは

連続回転には、以下の機能があります。

1. 連続回転 : 連続回転停止入力を入力するまで、一定回転速度で連続回転します。
2. 等分割位置停止 : 等分割指定との併用で、連続回転停止入力により、等分割位置に停止します。

例の図は、設定した回転速度: N まで、加速時間: t_a で加速し、連続回転停止入力により、減速時間: t_d で停止する場合の速度パターンを表しています。



選定方法

連続回転では、以下の式を用いて、機種選定を行います。

回転速度	: $N(rpm)$
サイクルタイム	: $t_0(s)$
加速時間	: $t_a(s)$
減速時間	: $t_d(s)$
負荷慣性モーメント	: $J(kg \cdot m^2)$
出力軸慣性モーメント	: $J_M(kg \cdot m^2)$
摩擦トルク	: $T_f(N \cdot m)$
仕事トルク	: $T_w(N \cdot m)$
出力軸摩擦トルク	: $T_{MF}(N \cdot m)$

最高回転速度: $N_{max}(rpm)$ (注1)

$N_{max} = N$

負荷トルク(最大値): $T_m(N \cdot m)$

$$T_m = \left[5.53(J + J_M) \cdot \frac{6.82N \cdot t_a \cdot \pi}{720 \cdot t_a^2} + T_f + T_w \right] \cdot f_c + T_{MF}$$

負荷トルク(実効値): $Trms(N \cdot m)$

$$Trms = \sqrt{\frac{2t_a}{t_0} \cdot \left[3.91(J + J_M) \cdot \frac{6.82N \cdot t_a \cdot \pi}{720 \cdot t_a^2} \cdot f_c + [(T_f + T_w) \cdot f_c + T_{MF}]^2 \right]}$$

上記式は、 $t_a \leq t_d$ の場合。 $t_a > t_d$ の場合は、 t_a を t_d に置き換えて選定を実施してください。

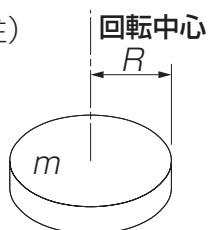
注1) 連続回転時は、最高回転速度が制限されます。アクチュエータ仕様に従ってご使用ください。

慣性モーメントの公式

[m :物体の質量(kg)]

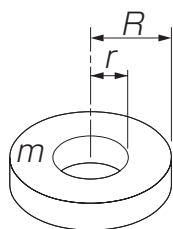
● A 回転中心が自軸の場合

1.円板(円柱)



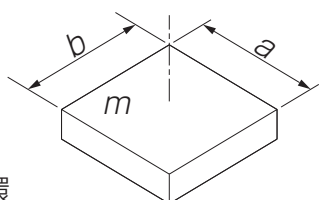
$$J = \frac{mR^2}{2}$$

2.中空円板(中空円筒)



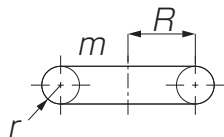
$$J = \frac{m(R^2 + r^2)}{2}$$

3.直六面体



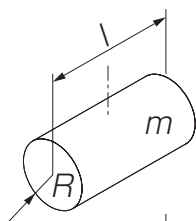
$$J = \frac{m(a^2 + b^2)}{12}$$

4.円環



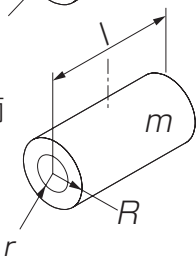
$$J = \frac{m(4R^2 + 3r^2)}{4}$$

5.円柱



$$J = \frac{m(3R^2 + l^2)}{12}$$

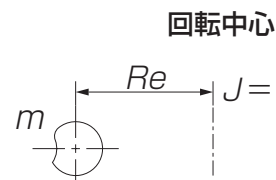
6.中空円筒



$$J = \frac{m(R^2 + r^2 + l^2/3)}{4}$$

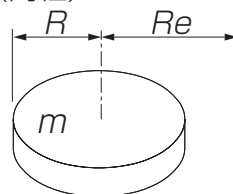
● B 回転中心が自軸と異なる場合

1.任意の形(十分に小さい場合)



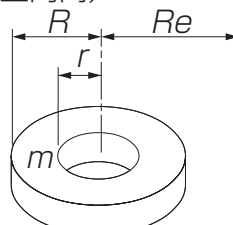
$$J = mRe^2$$

2.円板(円柱)



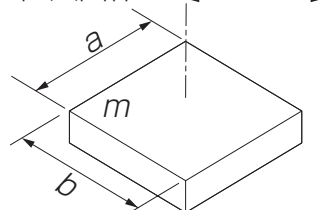
$$J = m\left(\frac{R^2}{2} + Re^2\right)$$

3.中空円板
(中空円筒)



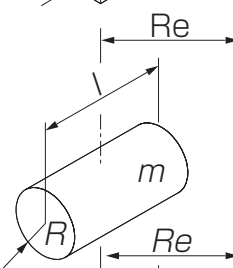
$$J = m\left(\frac{R^2 + r^2}{2} + Re^2\right)$$

4.直六面体



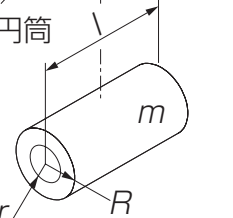
$$J = m\left(\frac{a^2 + b^2}{12} + Re^2\right)$$

5.円柱



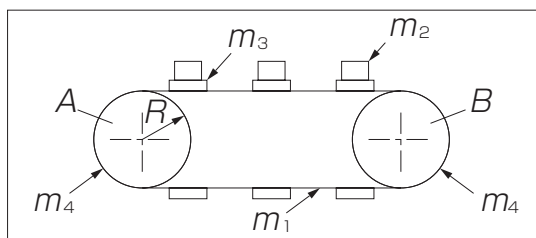
$$J = m\left(\frac{3R^2 + l^2}{12} + Re^2\right)$$

6.中空円筒



$$J = m\left(\frac{R^2 + r^2 + l^2/3}{4} + Re^2\right)$$

● コンベアの場合



m_1 : チェーン質量

m_2 : ワーク総質量

m_3 : 治具(パレット)総質量

m_4 : スプロケットA(駆動)+B総質量

R : 駆動側スプロケット半径

$$J = (m_1 + m_2 + m_3 + \frac{m_4}{2}) \cdot R^2$$

アブソデックス機種選定仕様チェックシート テーブル直接駆動		(注) チェーン駆動、ギヤ駆動の場合は、弊社までご相談ください。	
貴社名		お名前	
部署			
TEL		FAX	

■運転条件

1. 割出し 2. オシレート

移動角度 ψ (°) または、割出数

移動時間 t_1 (秒)

サイクルタイム t_0 (秒) サイクルタイム=移動時間+停止時間

(注) 割出時間は移動時間+整定時間となります。

整定時間は使用条件によって異なりますが、0.025~0.20秒程度となります。

■負荷条件

テーブル

材質 1. 鋼 2. アルミ

外形 Dt (mm)

板厚 ht (mm)

質量 $m1$ (kg)

ワーク

数量 nw (個)

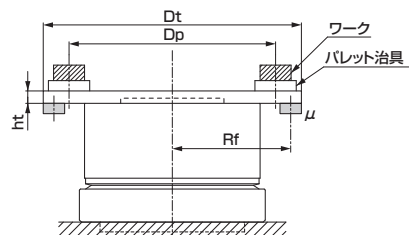
最大質量 mw (kg/個)

取付中心 Dp (mm)

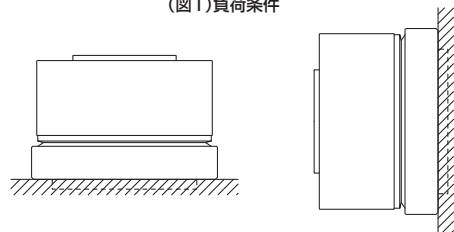
パレット治具

数量 np (個)

最大質量 mp (kg/個)



(図1) 負荷条件



(図2) 取付方向: 水平

(図3) 取付方向: 垂直

■その他の負荷条件

取付方向

1. 水平(図2) 2. 垂直(図3)

外部仕事

1. 無し 2. 有り

(注) 垂直取付時の重力による偏荷重、カシメ作業等による外部からの荷重

テーブル下面支持

1. 無し 2. 有り

摩擦係数 μ

作用半径 Rf (mm)

装置剛性

1. 高い 2. 低い(注)

(注) スプラインの使用、装置へ直接固定できない場合(図4)、テーブルにチャック等の機構がある場合など

テーブルのシャフトによる延長

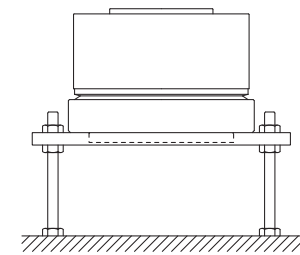
1. 無し 2. 有り(図5)

アクチュエータの可動

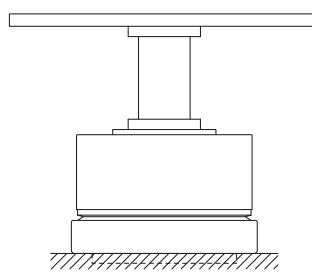
1. 無し 2. 有り

(注) アクチュエータをX-Yテーブル、上下機構等に取付けアクチュエータが可動する場合

(注) いずれかの項目で、2を選択された場合は、弊社までご相談ください。



(図4) 取付剛性: 低



(図5) シャフトによる延長

(注) 精度の高い機種選定を行うために、装置の概要の参考図面等を添付いただくことをお勧めします。

AX6001MU・AX6003MU選定時は、下記についてもチェックしてください。

■使用条件、環境条件(省略可能)

アクチュエータ周囲温度 (°C)

モータケーブル長さ (m)

ドライバ周囲温度 (°C)

DC24V電源ケーブル長さ (m)

DC24V電源ケーブル線径 (mm²)

DC24V電源電圧精度 (%)

DC24Vラインの接点個数 (個)

DC24Vラインの接点抵抗 (mΩ/個)

※ 本欄にご記入いただくことで、より厳密な選定を行うことができます。

※ 電源ケーブルは1.25mm²以上で、できるだけ短く(長さ1m以下を推奨)してご使用ください。

※ 電圧調整のある電源で出力電圧が低い場合は、24Vに調整してご使用ください。