

電動機構ライブラリー

No.7

Electric Mechanism Library

1 機構名

回転軸による揺動機構

構成軸1	EC-RTC12M-330
------	---------------

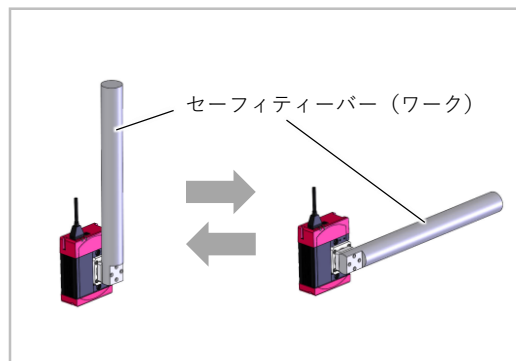


図1 揺動装置

2 装置概要

セーフティーバーをエレシリンダーで所定の角度揺動させる装置

3 要求仕様

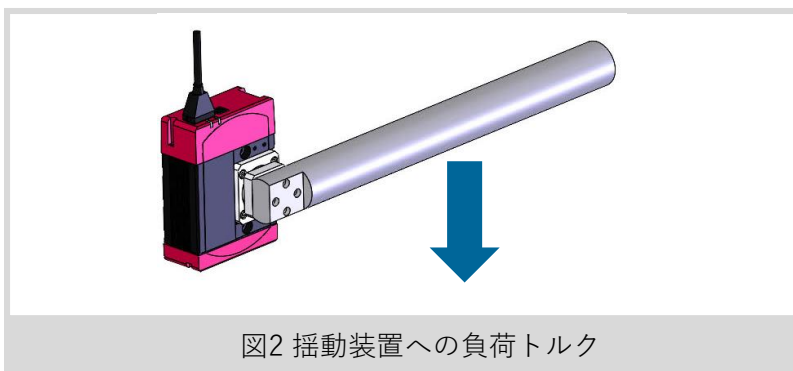
用途	セーフティーバー（ワーク）の揺動	
揺動角度	90	度
ワーク質量	0.5	kg
ワーク形状	円柱	-
ワークサイズ	50(直径)×500(長さ)	mm
片道移動時間	0.75	秒
動作頻度	2	回/分

4 確認フロー

- ① 負荷トルクの確認
- ② 慣性モーメントの確認
- ③ サイクルタイムの確認
- ④ 走行寿命の計算
- ⑤ デューティー比の確認
- ⑥ 消費電力量の計算

① 負荷トルクの確認

1 負荷トルクが作用するかを確認



横立て設置した場合、重力による負荷トルクが作用して、許容慣性モーメントが低下します。

2 負荷トルクの計算

低下した分の許容慣性モーメントを求めるために、まずは負荷トルクの計算を行います。

ステップ1 負荷トルク T の計算

$$T = mgr \times 10^{-3}$$

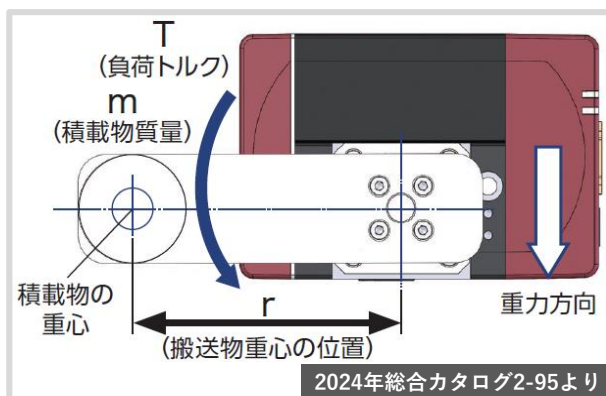
T : 負荷トルク [N・m]

m : 搬送物質量 [kg]

g : 重力加速度 [m/s²]

r : 搬送物の重心位置 [mm]

2024年総合カタログ2-95より



●負荷トルク T [N・m]
 = 搬送物質量 m [kg] × 重力加速度 g [m/s²] × 搬送物の重心位置 r [mm] × 10⁻³

よって、 $T [\text{N} \cdot \text{m}] = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 240 \text{ mm} \times 10^{-3} = 1.176 \text{ N} \cdot \text{m}$

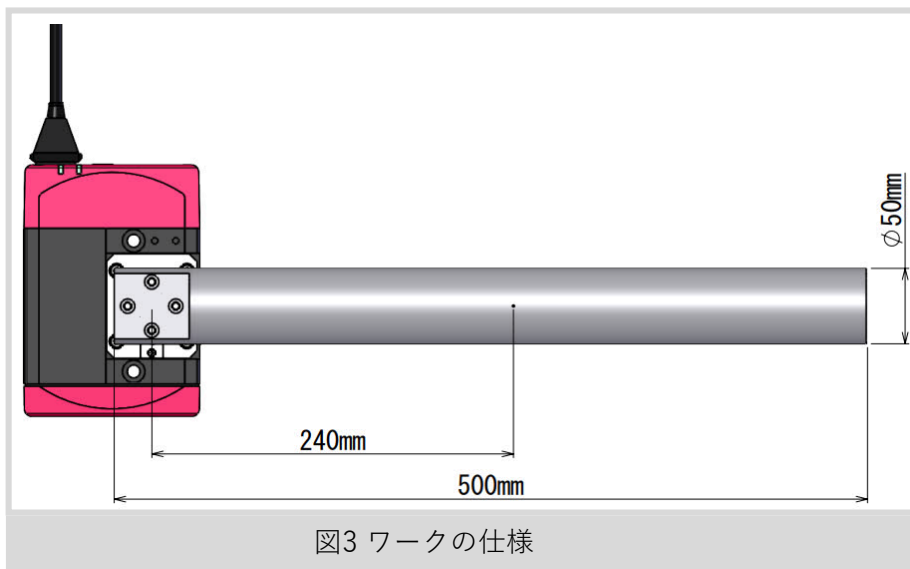
◆ 負荷トルクは 1.176 N・m となります。

2 慣性モーメントの確認

1 ワークの慣性モーメントの計算

ワークの仕様は以下になります。

記号	数値	単位	備考
m	0.500	kg	質量
D	0.050	m	直径
H	0.500	m	長さ
L	0.240	m	揺動の支点から重心までの距離



次にワークの慣性モーメントを計算します。

慣性モーメント $I[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$
= ワーク質量 $m[\text{kg}] \times ((\text{ワーク直径 } D[\text{m}])^2/4 + (\text{ワーク長さ } H[\text{m}])^2/3)/4 + \text{ワーク質量 } m[\text{kg}] \times$
揺動の支点からワーク重心までの距離 $L[\text{m}]$

よって、 $I[\text{kg} \cdot \text{m}^2] = 0.5\text{kg} \times ((0.05\text{m})^2/4 + (0.5\text{m})^2/3)/4 + 0.5\text{kg} \times 0.24\text{m}$
 $= 0.039\text{kg} \cdot \text{m}^2$

◆ ワークの慣性モーメントは $0.039 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ となります。

2 慣性モーメントの確認

EC-RTC12Mの許容慣性モーメントは、以下になります。

項目	内容
駆動方式	ハイボイドギア+タイミングベルト
繰返し位置決め精度	±0.01度
原点復帰方式	メカストップバー方式
原点復帰精度	±0.01度
バックラッシュ	0.2度以下
許容スラスト荷重	400N
動的許容負荷モーメント(注8)	18N・m
許容慣性モーメント	0.13kg・m ²
ラジアル回転振れ	0.1mm以下
スラスト回転振れ	0.1mm以下
使用周囲温度・湿度	0~40℃、85%RH以下(結露なきこと)
保護等級	IP20
耐振動・耐衝撃	4.9m/s ²
海外対応規格	CEマーク、RoHS指令
モーター種類	パルスモーター(□42)
エンコーダー種類	インクリメンタル
エンコーダーパルス数	800 pulse/rev
納期	ホームページ[納期照会]に記載

(注8) 横立て、垂直姿勢の場合は12N・mです。

2024年総合カタログ2-600より

本数値より、補正許容慣性モーメントの計算を行います。

3 許容慣性モーメント補正係数の計算

補正許容慣性モーメントを計算するために必要な、許容慣性モーメント補正係数を求めます。

ステップ2 許容慣性モーメント補正係数 C_j の計算

$$C_j = \frac{T_{\max} - T}{T_{\max}}$$

$T_{\max}$: 出力トルク [N・m]

※出力トルク $T_{\max}$ の値は
各製品ページを参照してください。

2024年総合カタログ2-95より

項目	内容
減速比	1/45
最大トルク (N・m)	8.0
速度/加減速度 (注5)	最高速度 (度/s)
	最低速度 (度/s)
	定格加減速度 (G)
	最高加減速度 (G) (注6)
ブレーキ	ブレーキ仕様
	ブレーキ保持トルク (N・m) (注7)
動作範囲 (度)	

2024年総合カタログ2-600より

許容慣性モーメント補正係数 $C_j = (\text{出力トルク } T_{\max} [\text{N・m}] - \text{負荷トルク } T [\text{N・m}]) / \text{出力トルク } T_{\max} [\text{N・m}]$

よって、 $C_j = (8.0 \text{ N・m} - 1.176 \text{ N・m}) / 8.0 \text{ N・m} = 0.853$

◆ 許容慣性モーメント補正係数は、0.853となります。

4 補正許容慣性モーメントの計算

許容慣性モーメント補正係数計算後、補正許容慣性モーメントを求めます。

ステップ3 補正許容慣性モーメント J_{tl} の計算

$$J_{tl} = J_{max} \times C_j$$

J_{max} : 許容慣性モーメント [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

※許容慣性モーメント J_{max} の値は、
各製品ページを参照してください。

2024年総合カタログ2-96より

項目	内容
駆動方式	ハイボイドギア+タイミングベルト
繰返し位置決め精度	± 0.01 度
原点復帰方式	メカストッパー方式
原点復帰精度	± 0.01 度
バックラッシュ	0.2度以下
許容スラスト荷重	400N
動的許容負荷モーメント(注8)	18N·m
許容慣性モーメント	0.13 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
ラジアル回転振れ	0.1mm以下
スラスト回転振れ	0.1mm以下
使用周囲温度・湿度	0~40℃、85%RH以下(結露なきこと)
保護等級	IP20
耐振動・耐衝撃	4.9 m/s^2
海外対応規格	CEマーク、RoHS指令
モーター種類	パルスモーター(□42)
エンコーダー種類	インクリメンタル
エンコーダーパルス数	800 pulse/rev
納期	ホームページ[納期照会]に記載

(注8) 横立て、垂直姿勢の場合は12N·mです。

2024年総合カタログ2-600より

補正許容慣性モーメント J_{tl} = 許容慣性モーメント J_{max} [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$] × 許容慣性モーメント補正係数

よって、 $J_{tl} = 0.13 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \times 0.853 = 0.11089 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

◆ 補正許容慣性モーメントは $0.11089 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ となります。

5 選定軸の使用条件確認

ワークの許容慣性モーメントが、補正許容慣性モーメント以下であることを確認します。

ワークの慣性モーメント : $0.039 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

補正許容慣性モーメント : $0.11089 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

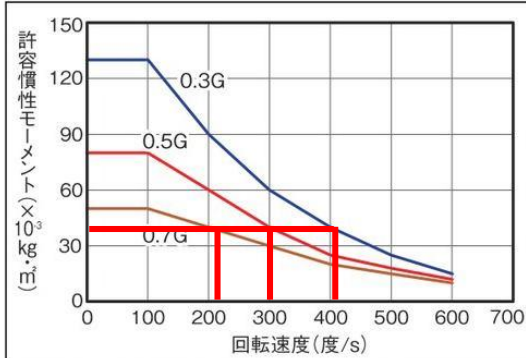
補正許容慣性モーメント > ワークの慣性モーメント

◆ よって、補正許容慣性モーメントがワークの慣性モーメントを上回るため、
動作条件を満たします。

3 サイクルタイムの確認

選定した機種が要求仕様のサイクルタイムを満たすことができるか確認します。

■回転速度と許容慣性モーメントの相関図 省電力設定無効(パワーモード)



(注) 0.7Gは水平・天吊り姿勢でのみ使用可能です。

2024年総合カタログ2-600より

ワークの慣性モーメント：0.039kg・m²の場合、各加速度での回転速度は以下になります。

- ・0.3G時：406 度/s
- ・0.5G時：300 度/s
- ・0.7G時：230 度/s

上記3条件で最もサイクルタイムが短い条件を検討します。

加減速度(G)	速度(度/s)	サイクルタイム(s)
0.3	406	0.475
0.5	300	0.489
0.7	230	-※

※0.7Gは水平・天吊り姿勢でのみ使用可能

IAIホームページの「サイクルタイム計算ソフト」で確認します。
片道移動時間の計算を行います。

[こちらをクリック](#)

今回は0.3Gの時が最もサイクルタイムが短い条件になります。

IAI Corporation

サイクルタイム計算

Ver1.5

EC-Series [High-Spec]

速度・加減速度・移動距離から単軸ロボットの位置決め時間（サイクルタイム）を自動で算出します。
以下の<a>～<e>で使用する製品を選択してください。 <1>～<5>に使用する時の運転条件を入力してください。
「最速運転設定」ボタンを押すと、移動距離と搬送負荷から、速度と加減速度を設定します。

<a> シリーズ

EC

 型式

EC-RTC12

<c> 減速比

45

: 1

<d> ストローク

330

deg

<e> 設置姿勢

垂直

<1> 移動距離[deg]

90

<2> 搬送イナーシャ[kgm²]

0.03900

<3> 速度[deg/s]

406

<4> 加速度[G]

0.30

(1G=9806deg/s²)

<5> 減速度[G]

0.30

<6> 位置決め幅 [deg]

0.10

最速運転設定

●計算結果

位置決め時間 [s]

0.475

※位置決め幅に到達するまでの時間を表します。
※計算結果は参考値です。
※ゲイン調整により計算結果より早く位置決めできる場合があります。
詳しくは使用するコントローラーの取扱説明書をご確認ください。

図4 サイクルタイム計算ソフト

◆ 片道移動時間は 0.475秒となるため、要求仕様 0.75秒を満たします。

EC-RTC12Mは、0度⇔180度往復の条件で動作させた場合で、1,000万回が目安となります。(以下のように取扱説明書に記載しています。)

6.1 ロータリーの寿命の考え方

ロータリーEC-RTB4/RTC9/RTC12/RTC18の寿命は、以下のとおりとなります。

寿命(目安) : 1000 万回^{※1}

※1 0°⇔180°往復回転を行ったときの寿命の目安です。

寿命については、使用条件・環境やメンテナンス状態により大きく変わります。

取扱説明書より

以下の仮定条件で走行寿命を概算します。

動作頻度 : 2回/分

1日平均稼働時間 : 20時間(=1,200分)

年間稼働日数 : 360日

要求寿命 : 10年以上

1日の稼働回数は、 $1,200分 \times 2回 = 2,400回$

よって、1年の走行距離は、 $2,400回 \times 360日 = 864,000回$

アクチュエーターの寿命目安が1,000万回のため、
年数に換算すると、 $10,000,000回 / 864,000回 \approx 11.5年$ が走行寿命の目安となります。

◆ 以上より、アクチュエーターの寿命は要求寿命10年以上を満たします。

5 デューティー比の確認

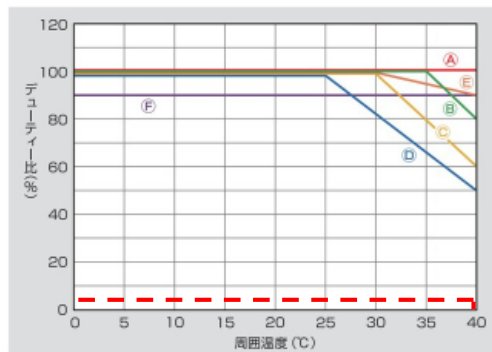
選定した機種で、周囲温度とデューティー比の関係を確認します。

ECの場合

周囲温度とデューティー比の関係は形状別の以下6つのグラフからご確認ください。

■ グリッパー・ロータリー・ストッパー

パターン	型式
(A)	GRB(P)8、GRB(P)10、GRB13、GRC6、 GRC7、RTB4、RTC9、RTC12、RTC18、 GDS3、ST9、ST11、ST15(ME)
(B)	STC9
(C)	GRBP13、GRST6
(D)	GRST3
(E)	GRST7
(F)	GRTR14



2024年総合カタログ（WEB版）1-458

[WEB版カタログはこちら](#)

【参考】デューティー比は以下のように計算します。

$$\text{デューティー比 } D [\%] = \frac{T_M}{T_M + T_R} \times 100$$

T_M ：動作時間
 T_R ：停止時間

< 今回の要求仕様より >
サイクルタイム：0.475 秒
動作頻度：2回/分

T_M ：片側移動時間 $\times 2 = 0.475 \times 2 = 0.950$ 秒

T_R ：動作頻度 - 動作時間 $= 30 - 0.950 = 29.050$ 秒

よって、 **$D = 0.95 \text{ 秒} \div 29.05 \text{ 秒} = 3.2 \%$**

◆ 選定した機種はグループ(A)となり、周囲温度40℃以下で要求仕様の動作可能です。

6 消費電力量の計算

消費電力量は、IAIホームページの「カリキュレーターソフト」で確認します。サイクルタイムや電源容量の計算も可能です。

[こちらをクリック](#)

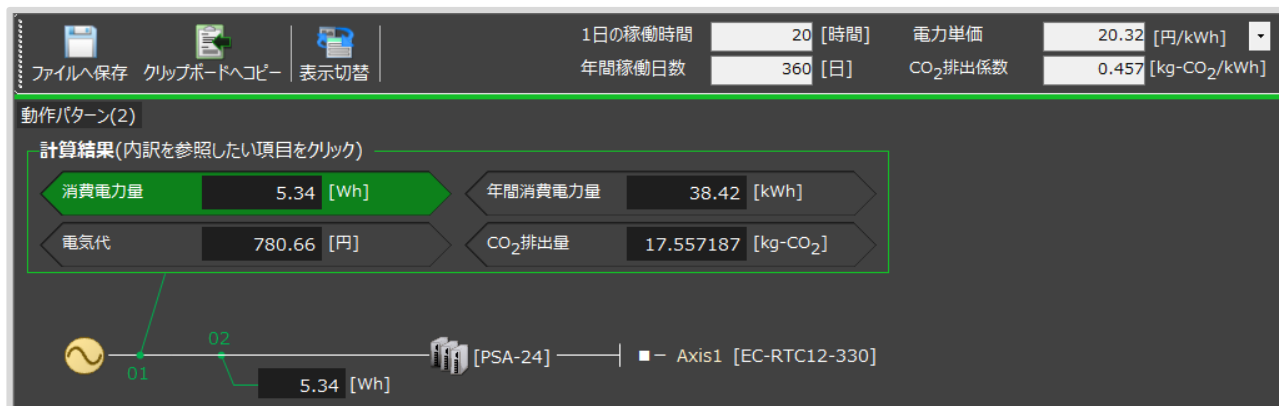


図5 カリキュレーターソフト

※CO₂排出係数：0.457 kg-CO₂（環境省・経済産業省 令和3年度実績 電気事業者別排出係数より（全国平均））

※電力単価：20.32 円/kWh（2024年東京電力エナジーパートナー 業務用電力（夏季）より）

◆ 以上より、消費電力量は 5.34Whになります。