

電動機構ライブラリー

No.4

Electric Mechanism Library

1 機構名

傾斜カム機構

構成軸	EC-S4M-100-*-B-FT-WA
-----	----------------------

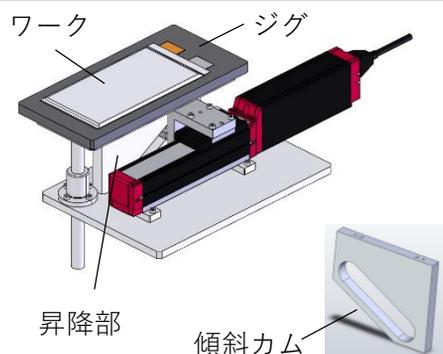


図1 傾斜カム機構

2 装置概要

傾斜カム機構によるワークの昇降

3 要求仕様

用途	ワーク昇降	
昇降ストローク(垂直)	45	mm
負荷質量	6 (=0.7+0.5+4.8)	kg
片道移動時間	0.5	秒
装置全体サイクルタイム	5	秒

※ワークは、リチウムイオン電池用バッテリーセル
※アクチュエーターのストローク：78mm

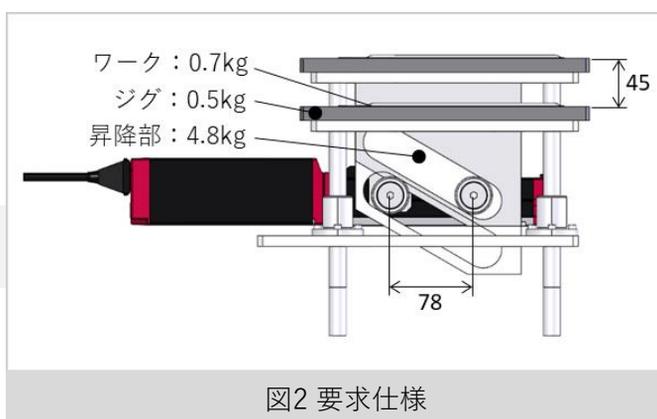


図2 要求仕様

4 確認フロー

- ① 必要推力の確認
- ② 速度別推力の確認
- ③ サイクルタイムの確認
- ④ 寿命計算
- ⑤ デューティー比の確認
- ⑥ 消費電力量の計算

① 必要推力の確認

本事例は、傾斜カムにより搬送物の質量を支持する推力と昇降に必要な加速する推力をそれぞれ計算します。

1 搬送物の質量を支持するために必要な推力(支持推力)

負荷質量：6kg(機構部+ジグ+ワーク)

傾斜角：30°

傾斜カム機構を支持させるための推力Fは、

$$F_1 = N \sin \theta \dots \textcircled{1}$$

$$N = \frac{mg}{\cos \theta} \dots \textcircled{2}$$

式①、②より、

$$F_1 = mg \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = mg \tan \theta = 6\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times \tan(30^\circ) \approx 33.9\text{N}$$

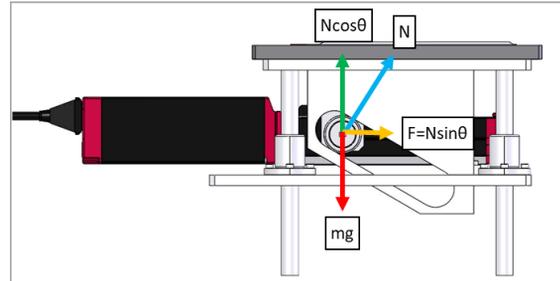


図3 必要支持推力の確認

2 搬送物を加速するために必要な推力(加速推力)

傾斜カム機構を加速させるための推力Fは、

$$F_2 = ma \tan \theta \dots \textcircled{3}$$

式③より、

$$F_2 = 6\text{kg} \times 0.3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times \tan(30^\circ) \approx 10.2\text{N}$$

以上より、必要推力F=支持推力F₁+加速推力F₂より、

$$F = 33.9\text{N} + 10.2\text{N} = 44.1\text{N}$$

◆ よって、テーブルを昇降させる推力Fは44.1N以上必要である。

② 速度別推力の確認

今回選定したEC-S4Mはパルスモーター搭載機種のため、速度・加減速度に応じて可搬質量が変化します。そのため、動作させたい速度における推力を概算する必要があります。

アクチュエーターのカタログにおける速度別垂直可搬質量表から、水平搬送時の速度別推力は慣性力(m・a)で概算することができます。

リード5

姿勢 速度 (mm/s)	水平				垂直	
	加速度(G)					
	0.3	0.5	0.3	0.5		
0	15	14	5	4.5		
85	15	14	5	4.5		
130	15	14	5	4.5		
215	15	14	5	4.5		
260	15	14	5	4.5		
300	15	14	4.5	4		
350	13	12	4	3.5		

2024年総合カタログ2-142より

WEB版カタログはこちら

速度別可搬重量表から、
速度350mm/sのとき、

$$F_{EC} = ma = 12\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 58.8\text{N}$$

速度300mm/sのとき、

$$F_{EC} = ma = 14\text{kg} \times 0.5 \times 9.8\text{m/s}^2 = 68.6\text{N}$$

機械装置の設計に際して必要推力を検討する場合、機械効率に起因する適切な余裕を見込んでください。

例えば安全率を1.3とした場合、昇降動作に必要な推力は、

$$F > 44.1 \times 1.3 = 57.3N$$

◆ よって、速度別推力が必要推力57.3Nを上回る350mm/s以下で使用する場合は、当機種で能力を満たしていると考えます。

3 サイクルタイムの確認

選定した機種で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。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](#)

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-S
 型式	EC-S4M
<c> リード	5 mm
<d> ストローク	100 mm
<e> 設置姿勢	水平
<1> 移動距離[mm]	78
<2> 搬送質量[kg]	6.000
<3> 速度[mm/s]	350
<4> 加速度[G]	0.30 (1G=9806mm/s ²)
<5> 減速度[G]	0.30
<6> 位置決め幅 [mm]	0.10

● 計算結果
位置決め時間 [s] 0.414

※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。
負荷状況により実際の位置決め時間とは異なる場合があります。
※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0.414秒となるため、要求仕様0.5秒を満たします。

エレシリンダー(スライダタイプ)の機械的寿命は、もっともモーメント荷重がかかるリニアガイドに代表されます。(以下のように取扱説明書に記載しています。)

6.1 スライダータイプの寿命の考え方

スライダータイプ、高剛性スライダータイプ、ワイドスライダータイプの機械的寿命は、もっともモーメント荷重がかかるリニアガイドに代表されます。

リニアガイドの走行寿命は、一群の製品を同じ条件で動作させたときに、90%がフレーキング(軌道面の剥離)を生じることなく到達できる総走行距離を表します。

取扱説明書より

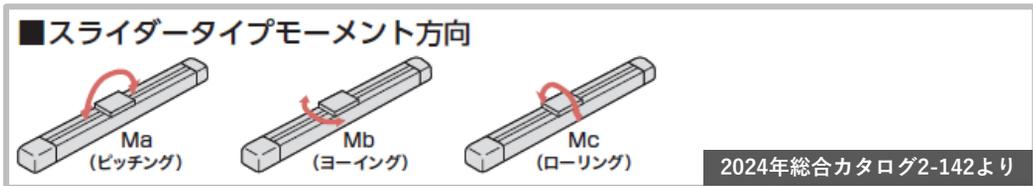
1 動的負荷モーメントの計算

加速度0.3Gで動作させる場合の動的負荷モーメントを計算します。

$$Ma = 6\text{kg} \times 0.3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.0095\text{m} \\ \approx 0.17\text{Nm}$$

$$Mb = 6\text{kg} \times (1 + 0.3 \times \tan 30^\circ) \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.01\text{m} \\ \approx 0.69\text{Nm}$$

$$Mc = 6\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.068\text{m} \\ \approx 4.0\text{Nm}$$



WEB版カタログはこちら

動的許容モーメント (注6)	Ma : 5.0 N・m
	Mb : 7.1 N・m
	Mc : 9.7 N・m

2024年総合カタログ2-142より

WEB版カタログはこちら

(注6) 基準定格寿命5,000kmの場合です。走行寿命は運転条件、取付け状態によって異なります。1-276ページにて走行寿命をご確認ください。

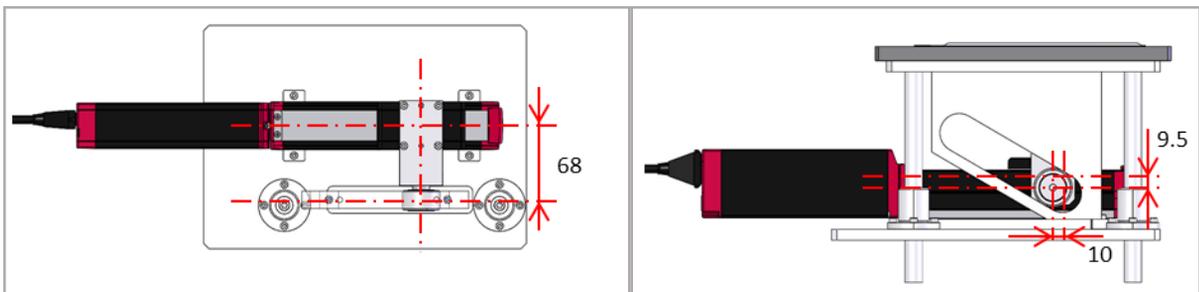


図5 動的負荷モーメントの計算

走行寿命の計算方法

リニアガイドの走行寿命は、機種ごとに定められた動的許容モーメントを用いて、次式によって計算することができます。

$$L = \left(\frac{C_M}{M} \right)^3 \cdot URL$$

L: 走行寿命(km), C_M : 動的許容モーメント(N・m),
M: 作用するモーメント(N・m), URL: 基準定格寿命(km)

2024年総合カタログ1-276より

[WEB版カタログはこちら](#)

$$\text{寿命計算} = \left(\frac{9.7\text{Nm}}{4.0\text{Nm}} \right)^3 \times 5,000\text{km} \doteq 71,303\text{km}$$

以下の仮定条件で走行寿命を概算します。

装置全体サイクルタイム：5秒

1日平均稼働時間：16時間(=57,600秒)

年間稼働日数：250日

要求寿命：10年以上

1日の生産数[個]は、57,600/5=11,520個

1個生産するにあたり、アクチュエーターは往復で78mm×2=156mm移動するので、
1日の走行距離は、11,520回×156mm=1,797,120mm≒1.80km

よって、1年の走行距離は、1.80km×250日=450km

アクチュエーターの走行寿命目安が23,577kmのため、
年数に換算すると、71,303km/450km/年≒158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走行寿命は要求寿命10年以上を満たします。

5 デューティー比の確認

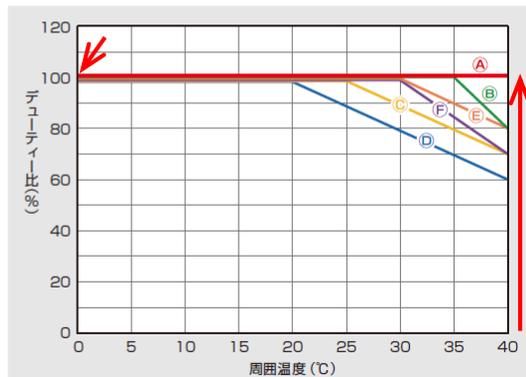
選定した機種で、周囲温度とデューティー比の関係を確認します。

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。

■ スライダー：モーターストレートタイプ（クリーン仕様も同様）

パターン	型式
Ⓐ	SL3、S2、(D)S3□(A)、(D)S4(□A)、(D)WS10、(D)B6、(D)B7、 B8
Ⓑ	(D)S6(□AH)、(D)S7(□AH)
Ⓒ	(D)S6□A、(D)S6X□AH
Ⓓ	(D)S7□A、(D)S7X□AH、(D)WS12
Ⓔ	S8(□A)
Ⓕ	S8X□A



2024年総合カタログ（WEB版）1-457

[WEB版カタログはこちら](#)

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

【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 >
 要求サイクルタイム：5 秒
 片側移動時間：0.42 秒

$$T_M = \text{片側移動時間} \times 2 = 0.42 \times 2 = 0.84 \text{ 秒}$$

$$T_R = \text{要求サイクルタイム} - \text{動作時間} = 5 - 0.84 = 4.16 \text{ 秒}$$

よって、**D = 0.84 秒 ÷ 5 秒 = 16.8 %**

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」で確認可能です。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](#)

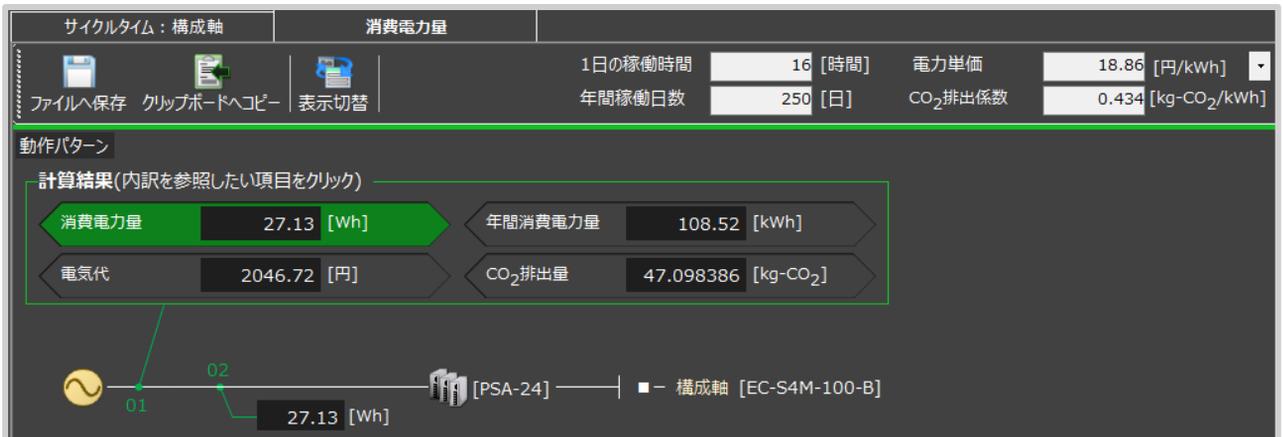


図6 カリキュレーターソフト

※CO₂排出係数：0.434kg-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（全国平均係数））

※電力単価：18.86円/kWh（2024年中部電力ミライズ 電気料金 高圧電力 第2種プランB（夏季）より）

◆ 以上より、消費電力量は27.13Whになります。