

1 機構名

プッシャー

構成軸1 EC-S6HR-350-*-MR

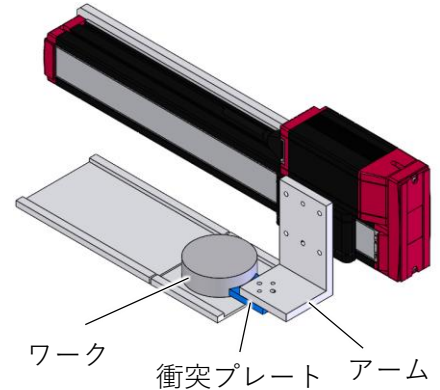


図1 プッシャー

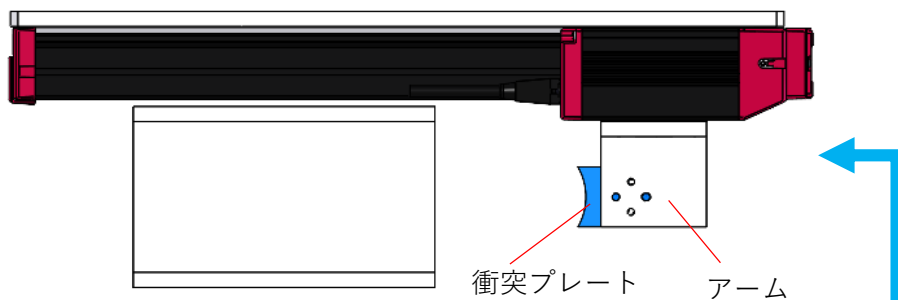
2 装置概要

ワークを滑らせて、押出す装置

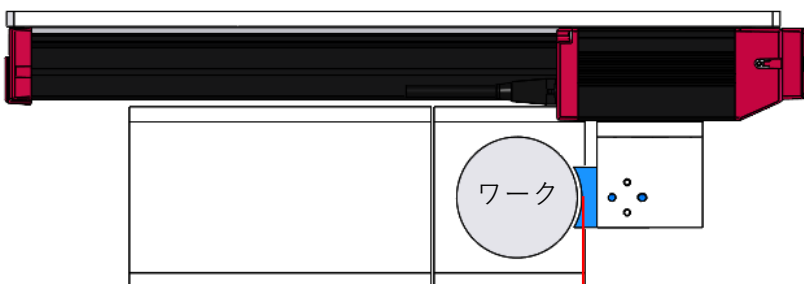
3 要求仕様

用途	ワークの押出し	
必要ストローク	305	mm
ワーク質量	1.0	kg
アーム質量（衝突プレート含む）	1.0	kg
ワークサイズ	φ 80mm(直径) × 25mm(高さ)	mm
片道移動時間	2	秒
装置全体サイクルタイム	6	秒

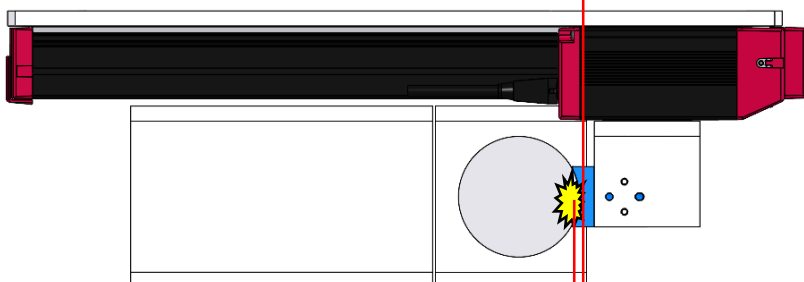
1) 待機(初期状態)



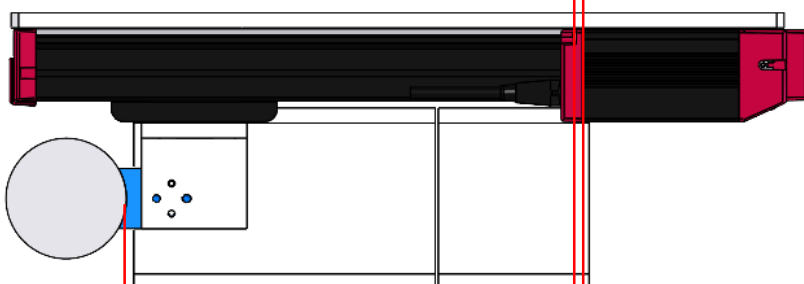
2) ワーク投入



3) 移動開始
※移動中にワークと
衝突プレート
が衝突



4) 移動完了



5) 待機位置まで移動

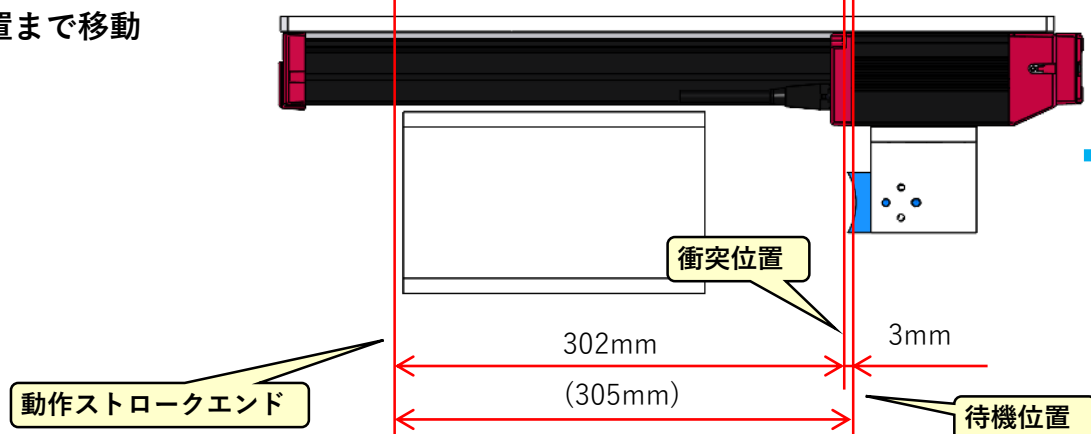


図2 動作フロー

4 確認フロー

- ① 必要推力の確認
- ② 速度別推力の確認
- ③ 静的許容モーメントの確認
- ④ サイクルタイムの確認
- ⑤ 寿命計算
- ⑥ デューティー比の確認
- ⑦ 消費電力量の計算

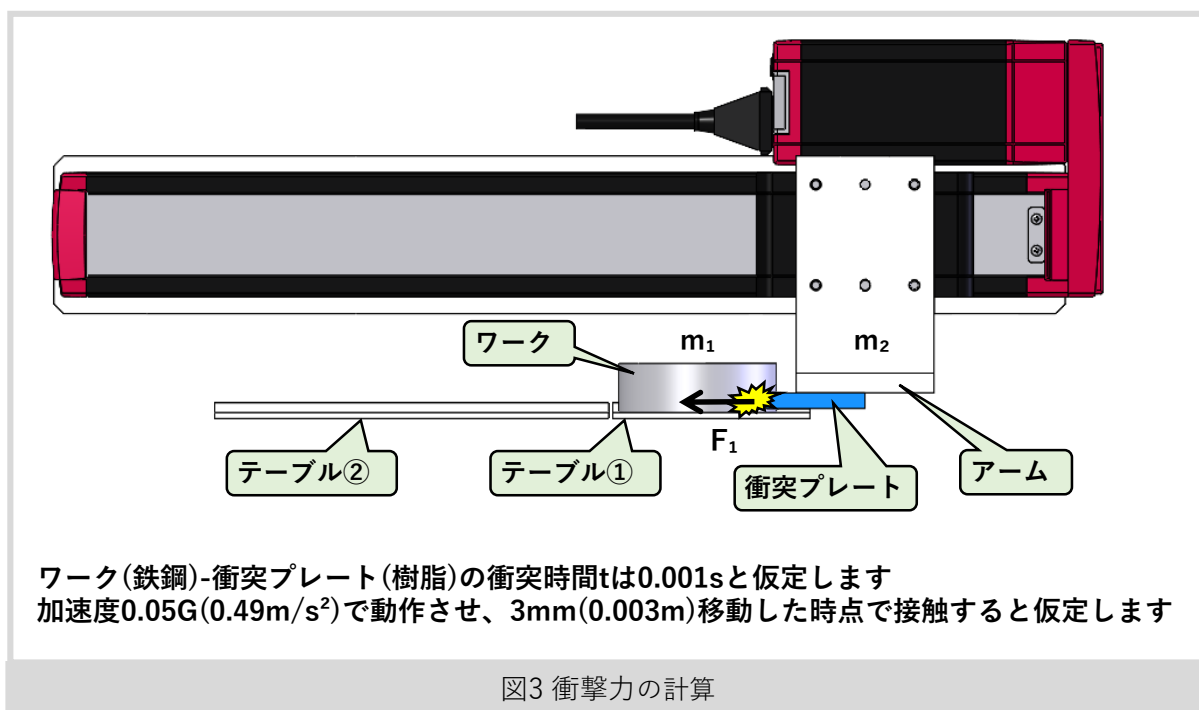
5 選定計算

① 必要推力の確認

ワークに発生する衝撃力/加速推力/静止摩擦力をそれぞれ計算します。
※ 衝撃吸収材などで衝撃をなくした場合、以下“衝撃力”についての検討は不要です。

1 衝撃力

ワークと衝突プレートが接触した際の衝撃力を確認します。



衝撃力を求めるにあたり、衝突時の時間と速度を算出します。

初期時刻 t_0 から衝突時刻 t までの等加速度直線運動について次式が成立します。
※初期位置 0m 、初速 0m/s として計算します。

●位置 $x(t)[\text{m}] = \frac{1}{2} \times \text{加速度} a[\text{m/s}^2] \times (\text{衝突時刻} t[\text{s}] - \text{初期時刻} t_0[\text{s}])^2$

●速度 $v(t)[\text{m/s}] = \text{加速度} a[\text{m/s}^2] \times (\text{衝突時刻} t[\text{s}] - \text{初期時刻} t_0[\text{s}])$

加速度 $a = 0.49\text{m/s}^2$ 、位置 $x(t) = 0.003[\text{m}]$ 、初期時刻 $t_0 = 0[\text{s}]$ のとき、

衝突時刻 $t = \sqrt{\frac{2 \times 0.003\text{m}}{0.49\text{m/s}^2}} = 0.11\text{s}$

衝突速度 $v = 0.49\text{m/s}^2 \times (0.11\text{s} - 0\text{s}) = 0.054\text{m/s} (= 54\text{mm/s})$

●衝撃力(平均) $F_{1\text{平均}} = \text{アーム質量} m_2[\text{kg}] \times \text{衝突速度} v[\text{m/s}] \div \text{衝突時間} t[\text{s}]$

よって、 $F_{1\text{平均}} = 1.0\text{kg} \times 0.054\text{m/s} \div 0.001\text{s} = 54.0\text{N}$

また、今回のケースでは衝撃力のピークを考慮して安全率を1.5とします。

衝撃力(ピーク)は $F_1 = F_{1\text{平均}} \times 1.5 = 81.0\text{N}$

今回はワーク(鉄鋼)-衝突プレート(樹脂)の衝突時間 t を 0.001s と仮定していますが、
不明な場合は以下を参考にしてください。

機構部品が破損する恐れがあるため、スライダーを、高速で障害物などに
衝突させないようにして下さい。(以下のように取扱説明書に記載しています。)
衝突速度は押付け最高速度以下にすることを推奨します。

取扱い上の注意

6. スライダーを、高速で障害物などに衝突させないようにして下さい。

機構部品が破損する場合があります。

取扱説明書より

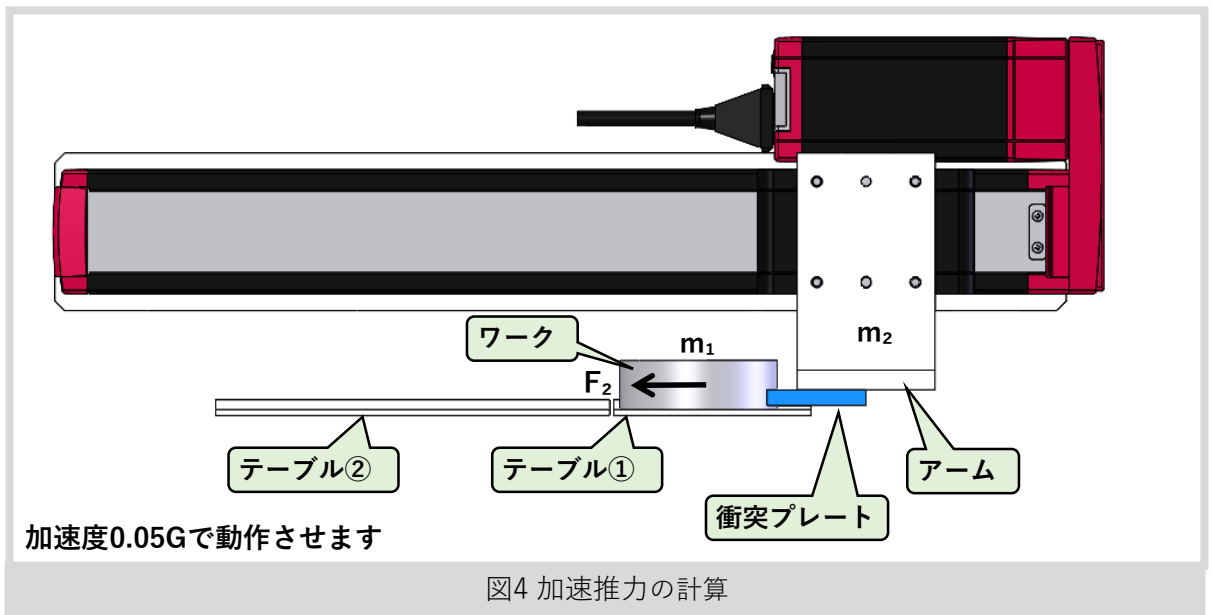
押付け	押付け時最大推力(N)	67	112	224	449
	押付け最高速度(mm/s)	20	20	20	20

2025年総合カタログ2-272より

WEB版カタログはこちら

2 加速推力

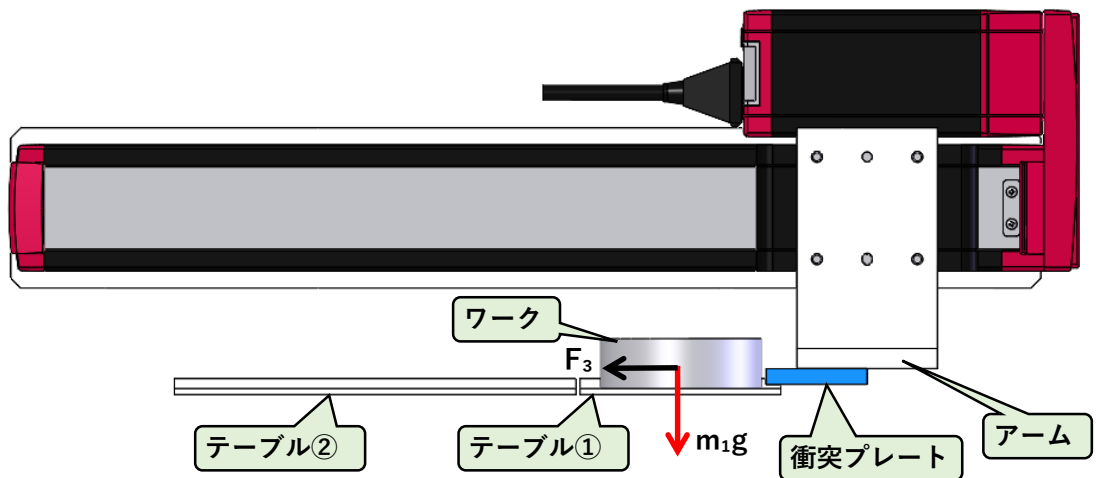
アームがワークを押出す際の加速推力を確認します。



- 加速推力 $F_2 = (\text{ワーク質量 } m_1[\text{kg}] + \text{アーム質量 } m_2[\text{kg}]) \times \text{重力加速度 } g[\text{m/s}^2] \times \text{加速度 } a$
よって、 $F_2 = (1.0\text{kg} + 1.0\text{kg}) \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.05 = 1.0\text{N}$

3 静止摩擦力

ワークに発生する静止摩擦力を確認します。



ワーク(鉄鋼)-テーブル①(鉄鋼)の静摩擦係数 μ は0.8と仮定します

図5 静止摩擦力の計算

● 静止摩擦力 $F_3 = \text{静摩擦係数 } \mu \times \text{ワーク質量 } m_1[\text{kg}] \times \text{重力加速度 } g[\text{m/s}^2]$

よって、 $F_3 = 0.8 \times 1.0\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 7.8\text{N}$

静止摩擦力は、ワークが静止状態から動き出す際に働きます。
そのため、衝撃力及び加速推力に静止摩擦力を加え、

衝撃力 $F_{\text{衝撃}} = F_1 + F_3 = 81.0\text{N} + 7.8\text{N} = 88.8\text{N}$

加速推力 $F_{\text{加速}} = F_2 + F_3 = 1.0\text{N} + 7.8\text{N} = 8.8\text{N}$

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、衝突時及び加速時の必要推力は、

衝突時 $F = F_{\text{衝撃}} \times 1.3 = 88.8\text{N} \times 1.3 = 115.4\text{N}$

加速時 $F = F_{\text{加速}} \times 1.3 = 8.8\text{N} \times 1.3 = 11.4\text{N}$

◆ 以上より、安全余裕を1.3倍とした場合、衝突時115.4N、加速時11.4Nの推力が必要です。

今回選定したEC-S6HRはパルスモーター搭載機種のため、速度に応じて推力が変化します。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atalogにおける速度・加減速度別可搬質量表から、水平搬送時の速度別推力は慣性力($m \cdot a$)、垂直搬送時の速度別推力は慣性力+重力($m \cdot a + m \cdot g$)で概算することができます。

本事例は、衝突時と加速時で動作速度が変わるため、それぞれの動作条件で推力を概算します。
※ 衝撃吸収材などで衝撃をなくした場合、以下“衝突時の推力”についての検討は不要です。

1 衝突時の推力

リード12 省電力設定無効

姿勢	水平					垂直	
速度 (mm/s)	加速度(G)						
	0.3	0.5	0.7	1	0.3	0.5	
0	26	18	16	14	2.5	2.5	
80	26	18	16	14	2.5	2.5	
200	26	18	16	14	2.5	2.5	
320	26	18	14	12	2.5	2.5	
440	26	18	12	9	2.5	2.5	
560	18	12	7	5	2.5	2.5	
700	10	5	4	3	1.5	1	

(注) 「G5」オプション選択時は注意事項参照

2025年総合カタログ2-272より

[WEB版カタログはこちら](#)

速度・加減速度別可搬重量表から推力を算出し、最大値を確認します。

衝突速度54mm/sは、0～80mm/s間の速度になるため、速度80mm/s、加減速度1G時の可搬質量から確認します。

水平姿勢、速度80mm/s、加減速度1Gのとき、

$$F_{EC} = ma = 14\text{kg} \times 1 \times 9.8\text{m/s}^2 = 137.2\text{N}$$

よって、衝突速度54mm/s時の推力は、

$$F_{EC} = 137.2\text{N}$$

2 加速時の推力

ストロークと最高速度

リード (mm)	省電力 設定	50~200 (50mmごと)	250 (mm)	300 (mm)	350 (mm)	400 (mm)
20	無効	800			727	566
	有効	800			727	566
12	無効	700		521	392	305
	有効	680<560>		521	392	305
6	無効	450<400>	371	265	199	155
	有効	340		265	199	155
3	無効	225	188	134	100	78
	有効	170		134	100	78

(単位はmm/s)

(注) < >内は垂直使用の場合です。

2025年総合カタログ2-272より

[WEB版カタログはこちら](#)

当機種はストロークにより最高速度が制限されます。

本事例ではストロークが350mmであるため、最高速度は392mm/sとなります。

リード12 省電力設定無効

姿勢	水平					垂直	
速度 (mm/s)	加速度 (G)						
	0.3	0.5	0.7	1	0.3	0.5	
0	26	18	16	14	2.5	2.5	
80	26	18	16	14	2.5	2.5	
200	26	18	16	14	2.5	2.5	
320	26	18	14	12	2.5	2.5	
440	26	18	12	9	2.5	2.5	
560	18	12	7	5	2.5	2.5	
700	10	5	4	3	1.5	1	

(注) 「G5」オプション選択時は注意事項参照

2025年総合カタログ2-272より

[WEB版カタログはこちら](#)

速度・加減速度別可搬重量表から推力を算出し、最大値を確認します。

動作速度392mm/sは、320～440mm/s間の速度になるため、速度440mm/s、加減速度1G時の可搬質量から確認します。

水平姿勢、速度440mm/s、加減速度1Gのとき、

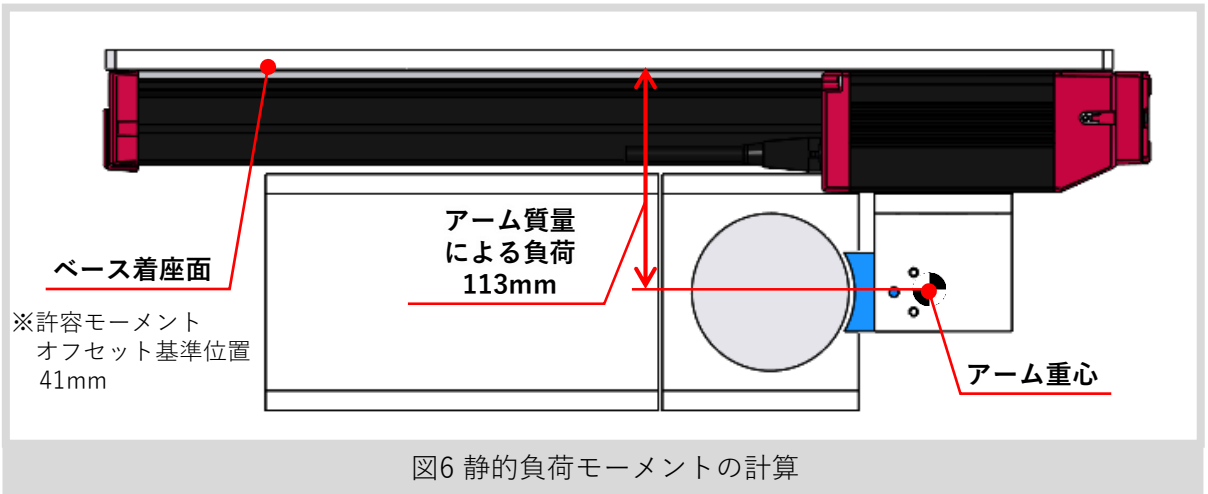
$$F_{EC} = ma = 9\text{kg} \times 1 \times 9.8\text{m/s}^2 = 88.2\text{N}$$

よって、速度392mm/s時の推力は、

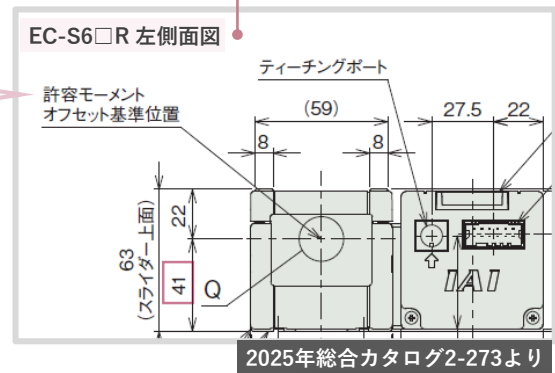
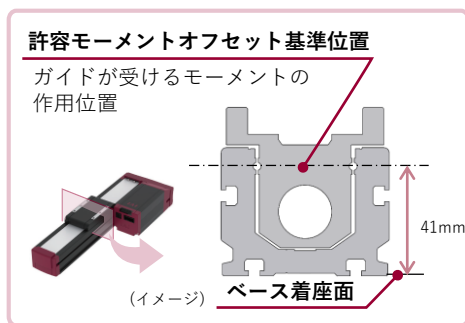
$$F_{EC} = 88.2\text{N}$$

◆ よって、衝突時54mm/s、動作時392mm/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 静的許容モーメントの確認



- ・ ベース着座面～アーム重心の距離：113mm
- ・ ベース着座面～許容モーメントオフセット基準位置の距離：41mm（カタログより）



[WEB版カタログはこちら](#)

静止時、最も負荷が加わるMc方向で計算します。

< Mc方向の静的負荷モーメント >

$$Mc = (0.113\text{m} - 0.041\text{m}) \times 1.0\text{kg} \times 1 \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$= 0.71\text{Nm}$$

静的許容モーメント	Ma : 48.5 N・m
	Mb : 69.3 N・m
	Mc : 97.1 N・m

2025年総合カタログ2-272より

[WEB版カタログはこちら](#)

- ◆ 静的負荷モーメントMcは0.71Nmで、許容値内になります。
- ◆ Ma、Mb方向にモーメントはほとんど加わらないため、検討不要です。

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。
往路及び復路の片道移動時間の計算を行います。

[こちらをクリック](#)

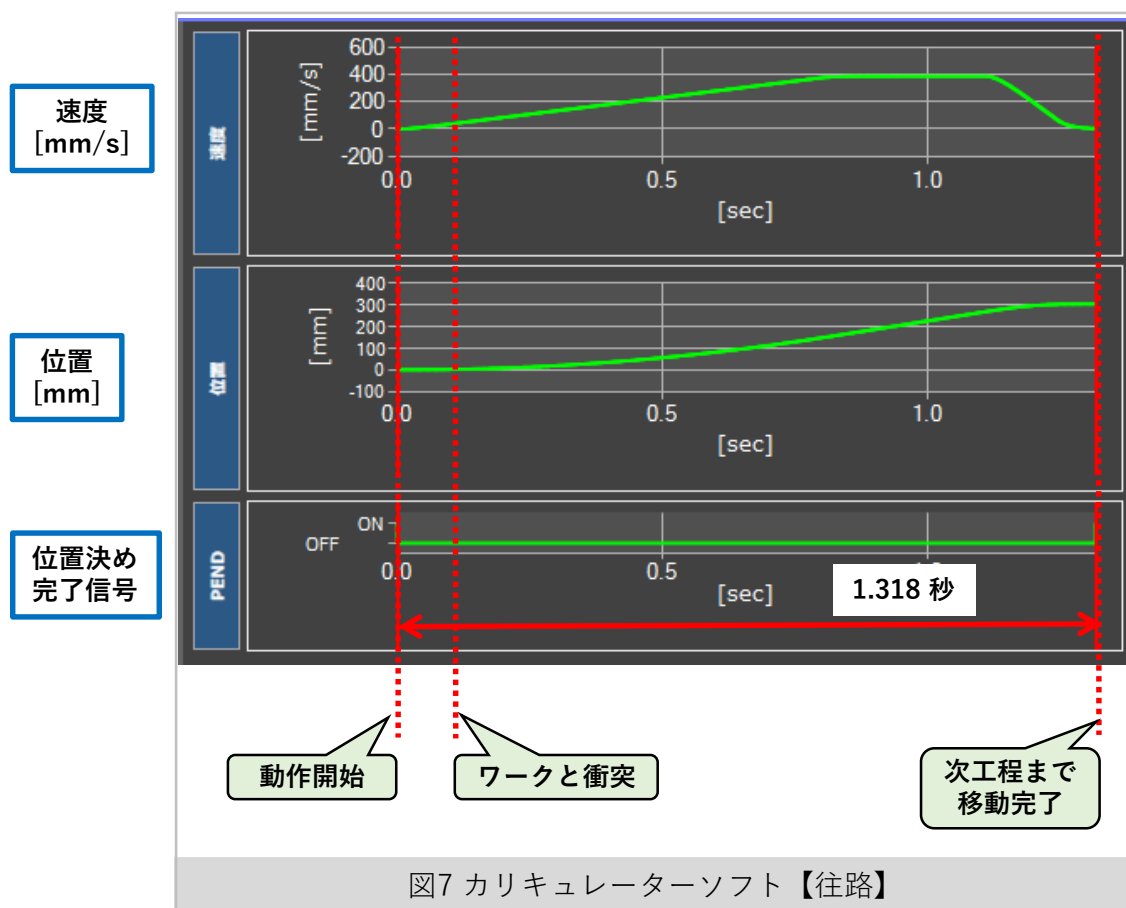
以下の条件で計算します。

【往路】

- ・次工程まで移動
速度：392mm/s
加速度：0.05G
減速度：0.3G
移動距離：305mm
搬送負荷：2.0kg

【復路】

- ・待機位置まで移動
速度：392mm/s
加減速度：0.3G
移動距離：305mm
搬送負荷：1.0kg



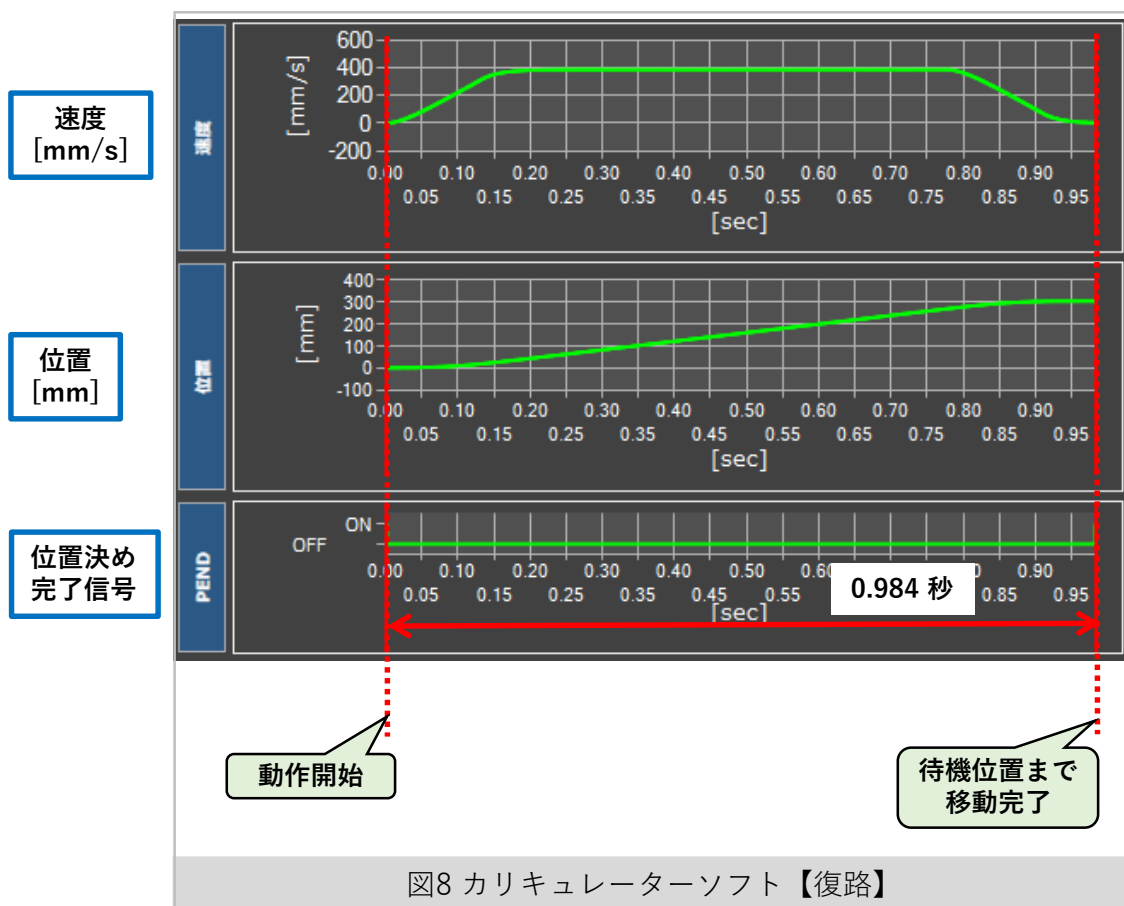


図8 カリキュレーターソフト【復路】

- ◆ 片道移動時間は、往路1.318秒、復路0.984秒となるため、要求仕様2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

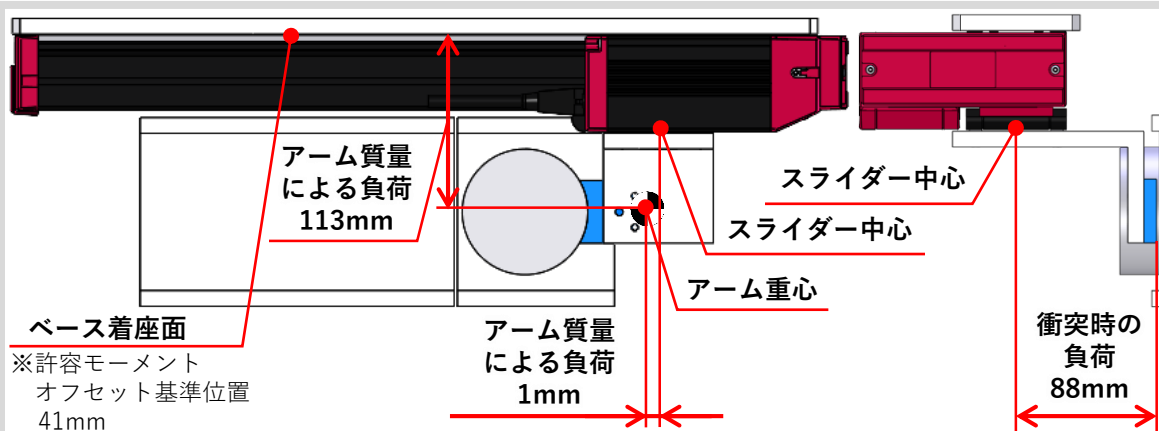


図9 動的負荷モーメントの計算

アクチュエーターには衝撃力がもっとも大きな力として作用します。(「必要推力の確認」より) そのため、衝撃力115.4Nを用いて動的負荷モーメントを計算します。

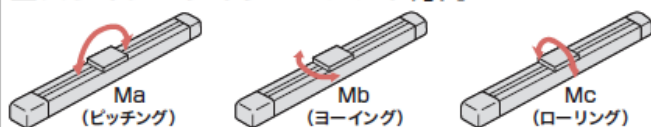
- ・ベース着座面～アーム重心の距離：113mm
 - ・スライダ中心～アームの重心の距離：1mm
 - ・ベース着座面～許容モーメントオフセット基準位置の距離：41mm（カタログより）
 - ・スライダ中心～衝突時に負荷がかかる位置の距離：88mm
- ※本事例では、アームの先端に衝突時の負荷がかかるものとします。

$$Ma = (0.113\text{m} - 0.041\text{m}) \times 115.4\text{N} \\ = 8.3\text{Nm}$$

$$Mb = 0.088\text{m} \times 115.4\text{N} + 0.001\text{m} \times 1.0\text{kg} \times 1 \times 9.8\text{m/s}^2 \\ = 10.2\text{Nm}$$

$$Mc = (0.113\text{m} - 0.041\text{m}) \times 1.0\text{kg} \times 1 \times 9.8\text{m/s}^2 \\ = 0.7\text{Nm}$$

■スライダータイプモーメント方向



2025年総合カタログ2-272より

WEB版カタログはこちら

動的許容モーメント
(注10)

Ma : 11.6 N・m
Mb : 16.6 N・m
Mc : 23.3 N・m

2025年総合カタログ2-272より

(注7) 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。

WEB版カタログはこちら

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)

2025年総合カタログ1-280より

[WEB版カタログはこちら](#)

$$\text{寿命計算(Ma方向)} = \left(\frac{11.6 \text{ Nm}}{8.3 \text{ Nm}} \right)^3 \times 5,000 \text{ km} = 1.36 \times 10^4 \text{ km}$$

$$\text{寿命計算(Mb方向)} = \left(\frac{16.6 \text{ Nm}}{10.2 \text{ Nm}} \right)^3 \times 5,000 \text{ km} = 2.16 \times 10^4 \text{ km}$$

$$\text{寿命計算(Mc方向)} = \left(\frac{23.3 \text{ Nm}}{0.7 \text{ Nm}} \right)^3 \times 5,000 \text{ km} = 1.84 \times 10^8 \text{ km}$$

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：6秒

1日平均稼働時間：9時間(=32,400秒)

年間稼働日数：240日

要求寿命：10年以上

1日の生産数[個]は、32,400秒/6秒=5,400個

1個生産するにあたり、アクチュエーターは往復で305mm×2=610mm移動するので、
1日の走行距離は、5400回×610mm=3.29km

よって、1年の走行距離は、3.29km×240日=790km

アクチュエーターの走行寿命目安(最短)が $1.36 \times 10^4 \text{ km}$ のため、
年数に換算すると、 $1.36 \times 10^4 \text{ km} / 790 \text{ km/年} \approx 17.2 \text{ 年}$ 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。

6 デューティー比の確認

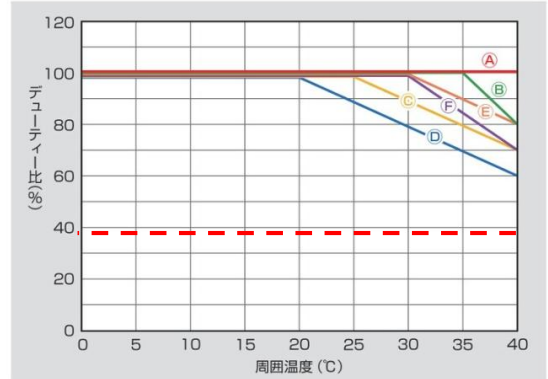
選定した機種で、周囲温度とデューティー比の関係を確認します。

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
(A)	SL3、S2、(D)S3□(A)、(D)S4(□A)、 (D)WS10、(D)B6、(D)B7、B8S
(B)	(D)S6(□AH)、(D)S7(□AH)
(C)	(D)S6□A、(D)S6X□AH
(D)	(D)S7□A、(D)S7X□AH、(D)WS12
(E)	S8(□A)、S8□AH
(F)	S8X□A、S8X□AH



2025年総合カタログ 1-332

[WEB版カタログはこちら](#)

◆ 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：6 秒

移動時間：往路1.318秒 / 復路0.984秒

$$T_M = \text{移動時間(往路)} + \text{移動時間(復路)} = 1.318\text{秒} + 0.984\text{秒} = 2.302\text{秒}$$

$$T_M + T_R = \text{要求サイクルタイム} = 6\text{秒}$$

よって、 $D = 2.302\text{秒} \div 6\text{秒} \times 100 = 38.4\%$

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

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](#)

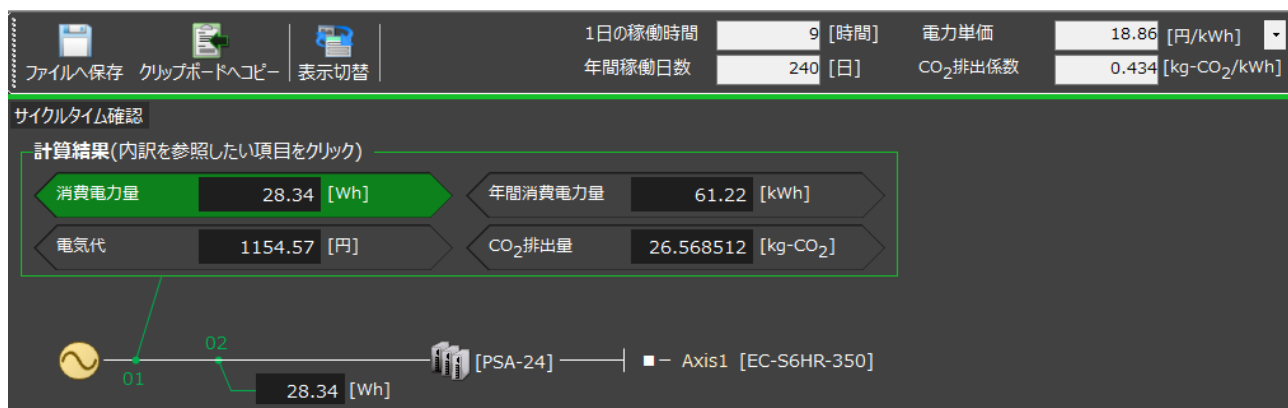


図10 カリキュレーターソフト

※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 28.34Whになります。