

## 1 機構名

## カウンターウエイト機構

構成軸 1 E-S18L-800-\*-\*-B-W

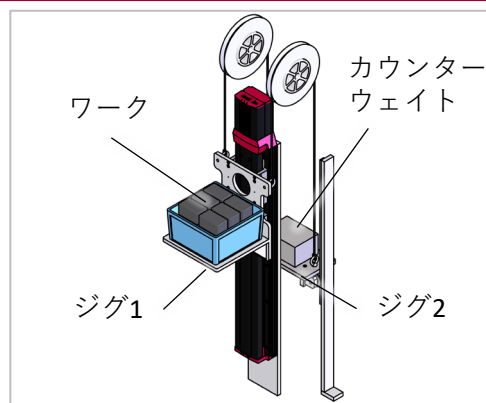


図1 カウンターウエイト

## 2 装置概要

アクチュエーターとカウンターウエイトを併用して、ワークを上昇させる装置

## 3 要求仕様

用途	ワーク上昇	
必要ストローク	550	mm
ワーク質量	100	kg
ジグ1質量	27.2 (ワーク側)	kg
片道移動時間	2	秒
装置全体サイクルタイム	15	秒

## 4 確認フロー

- ① 搬送質量の確認
- ② 静的許容モーメントの確認
- ③ 最高速度の確認
- 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

## ① 搬送質量の確認

搬送質量は、スライダ－上昇時はワークあり、スライダ－下降時はワークなしとなるため、スライダ－上昇時とスライダ－下降時でそれぞれ検討する必要があります。

## 【スライダ－上昇時・ワークあり】

「ワーク+ジグ1(ワーク側)の質量」から「カウンターウエイト+ジグ2(カウンターウエイト側)の質量」を減算します。

ワーク	:	100 kg
ジグ1(ワーク側)	:	27.2 kg
カウンターウエイト	:	-54.2 kg
ジグ2(カウンターウエイト側)	:	-23 kg
計		50 kg

## 【スライダ－下降時・ワークなし】

「カウンターウエイト+ジグ2(カウンターウエイト側)の質量」から「ジグ1(ワーク側)の質量」を減算します。

カウンターウエイト	:	54.2 kg
ジグ2(カウンターウエイト側)	:	23 kg
ワーク	:	0 kg
ジグ1(ワーク側)	:	-27.2 kg
計		50 kg

リード10					
姿勢 速度 (mm/s)	水平			垂直	
	加速度(G)				
	0.3	0.5	0.7	0.3	0.5
0	150	90	45	60	40
500	150	90	45	60	40

2025年総合カタログ2-378より

[WEB版カタログはこちら](#)

◆ 質量の合計は50kgとなるため、垂直可搬質量60kg以内となります。

※上昇と下降で質量が異なる場合は、大きい方で計算します。

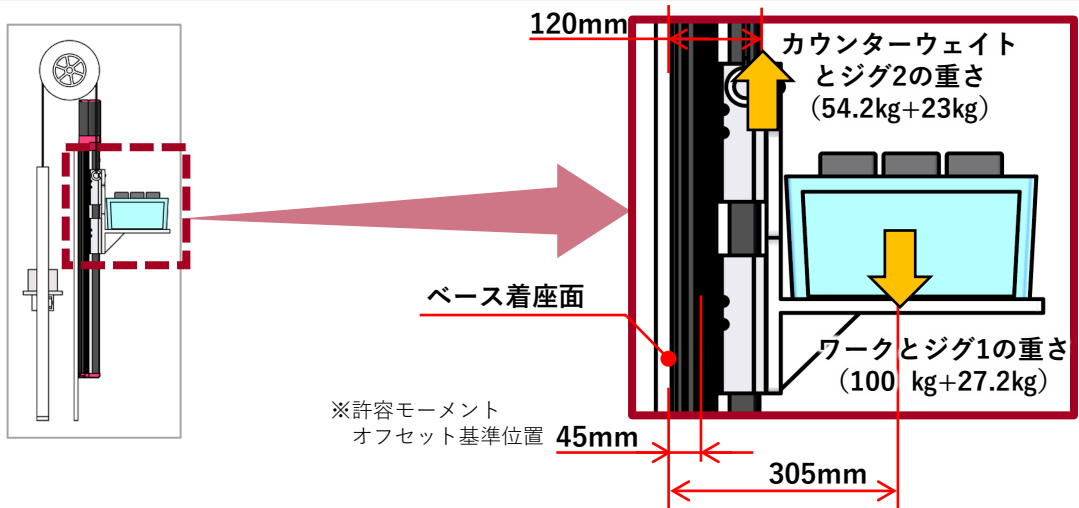
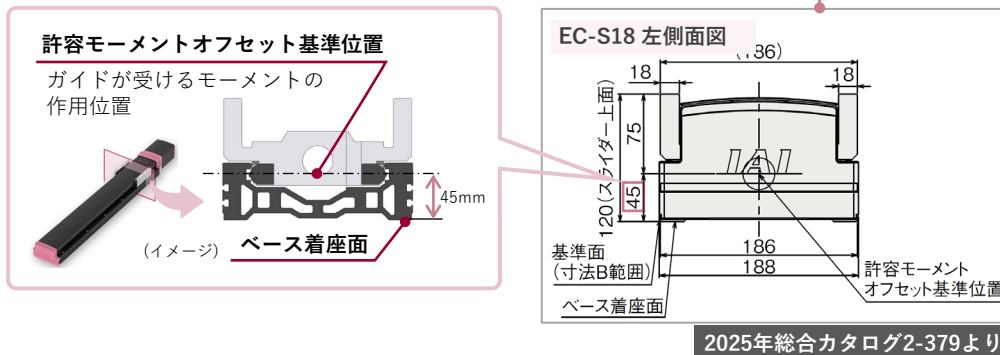


図2 静的負荷モーメントの計算

WEB版カタログはこちら

- ・ ベース着座面～ワーク重心位置：305mm
- ・ ベース着座面～許容モーメントオフセット基準位置：45mm (カタログより)
- ・ ベース着座面～スライダー上面面：120mm (カタログより)



※ ワーク周辺の質量はワーク重心に集中するものとして計算します。

<Ma方向の静的負荷モーメント>

$$Ma = (0.305 - 0.045) \text{ m} \times (100 + 27.2) \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \\ - (0.12 - 0.045) \text{ m} \times (54.2 + 23) \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 268 \text{ N}\cdot\text{m}$$

静的許容モーメント (注6)	Ma : 1030 N·m [5730 N·m]
	Mb : 1030 N·m [5730 N·m]
	Mc : 2510 N·m [5030 N·m]

(注6) 【 】内はダブルスライダー仕様 (W) 選択時の数値です。

2025年総合カタログ2-378より

WEB版カタログはこちら

- ◆ 静的負荷モーメントMaは5730N·mで、許容値内になります。
- ◆ Mb、Mc方向にはモーメントがかからないため、検討不要です。

### 3 最高速度の確認

ボールねじ搭載機種はストロークにより最高速度が変わるため、動作可能な最高速度を確認します。

ストロークと最高速度		800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600
ストローク リード(mm)	100~750 (50mmごと)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
40	2000	1811	1640	1492	1364	1251	1152	1064	986	916	853	797	746	699	657	619	584	551
20	1000	905	820	746	682	626	576	532	493	458	427	398	373	350	329	309	292	276
10	500	453	410	373	341	313	288	266	246	229	213	199	186	175	164	155	146	138

(単位はmm/s)

2025年総合カタログ2-378より

WEB版カタログはこちら

◆ 550ストロークなので最高速度は500mm/sになります。

### 4 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 Ver4.1 AC200V ServoMotorSeries [Normal-Sp]

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  
<b> 型式 EC-S18L (~1350st)  
<c> リード 10 mm  
<d> ストローク 550 mm  
<e> 設置姿勢 垂直

<1> 移動距離[mm] 550  
<2> 搬送質量[kg] 50.000  
<3> 速度[mm/s] 500  
<4> 加速度[G] 0.30 (1G=9806mm/s<sup>2</sup>)  
<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] 1.386  
※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3 サイクルタイム計算ソフト

◆ 片道移動時間は1.386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。(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

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。

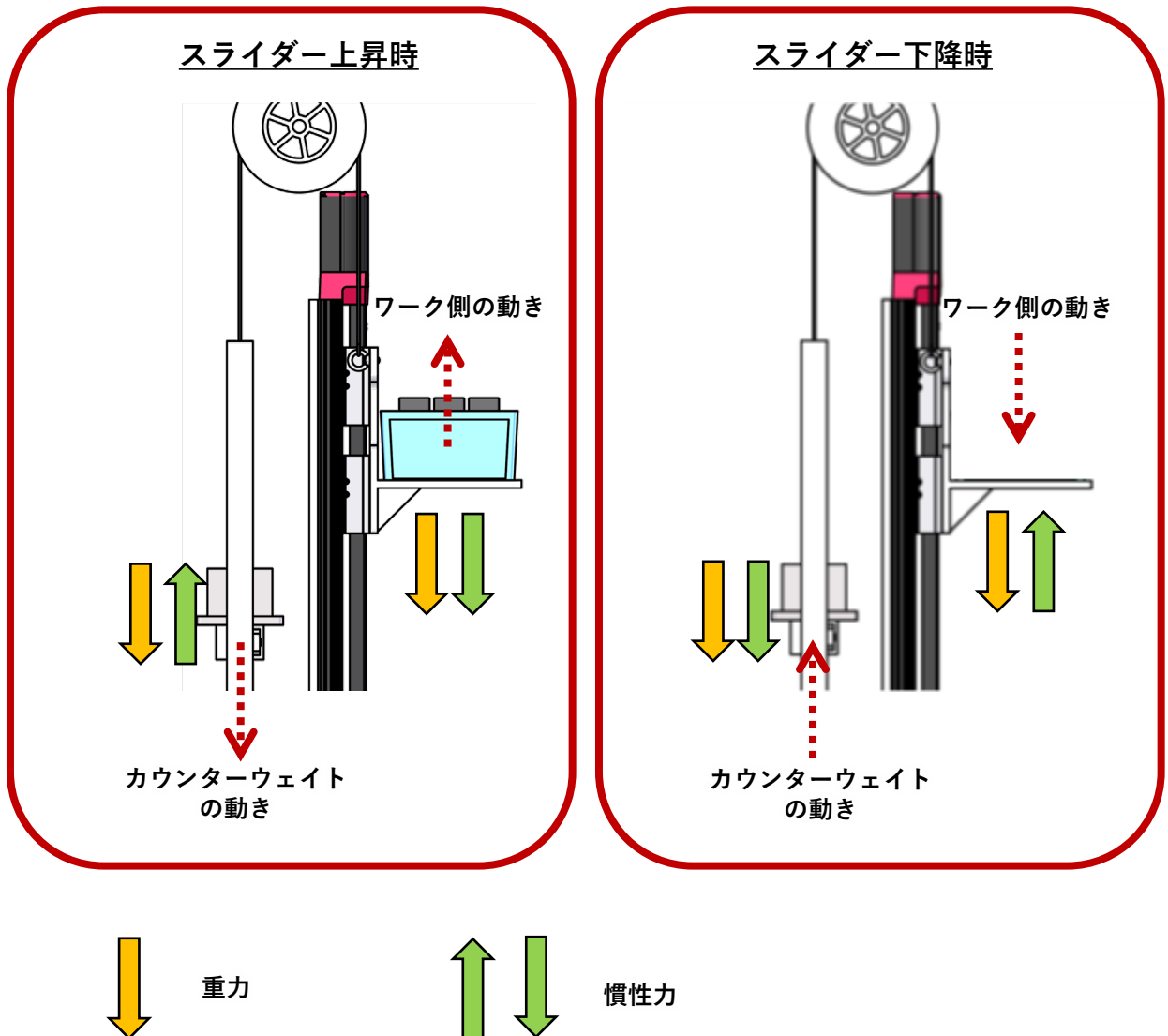
取扱説明書より

### 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。

- ・ベース着座面～ワーク重心位置：305mm
- ・ベース着座面～許容モーメントオフセット基準位置：45mm（5-2参照）
- ・ベース着座面～スライダ上面面：120mm（5-2参照）

スライダの上昇時とスライダの下降時では力の掛かる方向が異なるため、上昇時、下降時両方の動的モーメントを計算します。



【スライダー上昇時・ワークあり】

ワーク側：重力 + 慣性力

$$(100+27.2) \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 + (100+27.2) \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 1621 \text{ N}$$

カウンターウェイト側：重力 - 慣性力

$$(54.2+23) \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 - (54.2+23) \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 530 \text{ N}$$

$$M_a = (0.305-0.045)m \times 1621 \text{ N} - (0.12-0.045) m \times 530 \text{ N} = 382 \text{ N}\cdot\text{m}$$

【スライダー下降時・ワークなし】

ワーク側：重力 - 慣性力

$$27.2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 - 27.2 \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 187 \text{ N}$$

カウンターウェイト側：重力 + 慣性力

$$(54.2+23) \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 + (54.2+23) \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 984 \text{ N}$$

$$M_a = (0.305-0.045) m \times 187 \text{ N} - (0.12-0.045) m \times 984 \text{ N} = -25.18 \text{ N}\cdot\text{m}$$

アクチュエーターにかかる負荷モーメントは、スライダー上昇時に最大となり、382 N・m (Ma方向) となります。

Mb、Mc方向にはモーメントがかからないため、検討は不要です。

■スライダータイプモーメント方向

2025年総合カタログ2-378より

[WEB版カタログはこちら](#)

動的許容モーメント (注6) (注7)	<b>Ma : 214 N・m [962 N・m]</b>
	<b>Mb : 214 N・m [962 N・m]</b>
	<b>Mc : 520 N・m [845 N・m]</b>

2025年総合カタログ2-378より

[WEB版カタログはこちら](#)

(注6) 【 】内はダブルスライダー仕様 (W) 選択時の数値です。

(注7) 基準定格寿命10,000km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。

## 2 走行寿命の計算

### 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。

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

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](#)

$$\text{寿命計算} = \left( \frac{962 \text{ N}\cdot\text{m}}{382 \text{ N}\cdot\text{m}} \right)^3 \times 10,000 \text{ km} = 150,000 \text{ km}$$

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：15秒  
 1日平均稼働時間：20時間(=72,000秒)  
 年間稼働日数：300日  
 要求寿命：10年以上

1日の生産数[個]は、72,000秒/15秒=4,800個

1個生産するにあたり、アクチュエーターは往復で550mm×2=1100mm移動するので、  
 1日の走行距離は、4,800回×1100mm=5,280,000mm=5.3km

よって、1年の走行距離は、5.3km×300日=1590km

アクチュエーターの走行寿命目安が $0.15 \times 10^6$  kmのため、  
 年数に換算すると、150,000 km/1590km/年≒94.3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、デューティー比を確認します。

### 1 負荷率の計算

算出式は、機種によって異なります。対象機種をご確認のうえ、  
 負荷率を算出してください。

指令加減速度が定格加減速度以下の場合・・・式①

指令加減速度が定格加減速度を超える場合・・・式②

$$\text{① 負荷率:LF}_{\text{①}} = \frac{M \times \alpha}{M_1 \times \alpha_1} (\%)$$

・定格加速時の可搬質量 : M1  
 ・定格加減速度 :  $\alpha_1$   
 ・実際の搬送質量 : M ( $M \leq M_1$ )  
 ・指令加減速度 :  $\alpha$  ( $\alpha \leq \alpha_1$ )

$$\text{② 負荷率:LF}_{\text{②}} = \frac{M \times \alpha}{M_2 \times \alpha} = \frac{M}{M_2} (\%)$$

・実際の搬送質量 : M  
 ・指令加減速度 :  $\alpha$   
 ・指令加減速度の可搬質量 : M2 ( $M \leq M_2$ )

2025年総合カタログ1-336より

[WEB版カタログはこちら](#)

$$\text{① 負荷率} LF = \frac{M \times \alpha}{M_1 \times \alpha_1} \times 100 = \frac{50 \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2}{60 \text{ kg} \times 0.3 \times 9.8 \text{ m/s}^2} \times 100 = 83.4 \%$$

### 2 加減速時間比率の計算

$$\text{加減速度時間比率: } t_{od} = \frac{\text{加速時間} + \text{減速時間}}{\text{運転時間}} \%$$

$$\text{加速時間} = \frac{\text{速度 (mm/s)}}{\text{加速度 (mm/s}^2\text{)}} \text{ (秒)}$$

$$\text{減速時間} = \frac{\text{速度 (mm/s)}}{\text{減速度 (mm/s}^2\text{)}} \text{ (秒)}$$

$$\text{加速度 (mm/s}^2\text{)} = \text{加速度 (G)} \times 9,800 \text{ mm/s}^2$$

$$\text{減速度 (mm/s}^2\text{)} = \text{減速度 (G)} \times 9,800 \text{ mm/s}^2$$

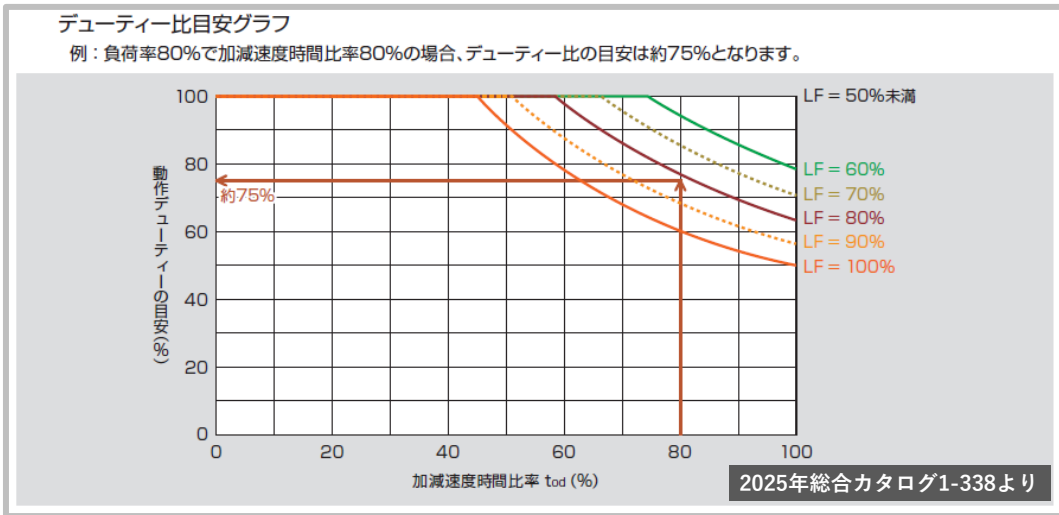
2025年総合カタログ1-336より

$$\text{加速時間} = \text{減速時間} = \frac{500 \text{ mm/s}}{0.3 \times 9800 \text{ mm/s}^2} = 0.18 \text{ 秒}$$

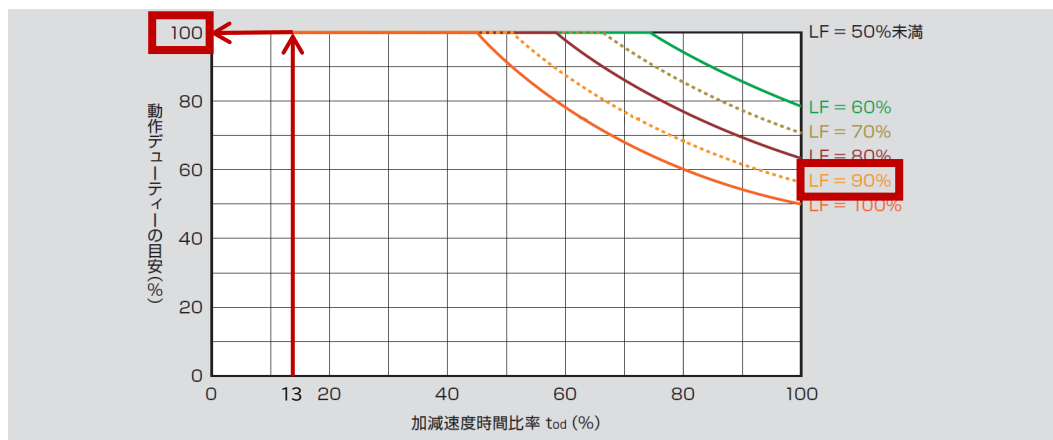
$$\text{運転時間} = \text{サイクルタイム} (= 1.386 \times 2 \text{ 秒})$$

$$\text{加減速度時間比率 } t_{od} = \frac{\text{加速時間} + \text{減速時間}}{\text{運転時間}} \times 100 = \frac{0.18 \text{ 秒} + 0.18 \text{ 秒}}{1.386 \text{ 秒} \times 2} \times 100 \approx 13 \%$$

### 3 計算した負荷率と加減速度時間比率から動作デューティー比の目安を読む



負荷率90%で、加減速度時間比率13%の場合、動作デューティー比の目安は、100%となります。



$$\text{動作デューティー} = \frac{\text{運転時間}}{\text{運転時間} + \text{停止時間}} \times 100 = \frac{1.386 \text{ 秒} \times 2}{15 \text{ 秒}} \times 100 \approx 18.5 \% < 100 \%$$

となり、動作デューティーの目安 (= 100%) 以下のため、要求仕様の動作可能です。

※ ロープシープ（滑車）、ワイヤなどの選定は、お客様にてご検討をお願いします。