

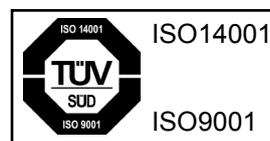
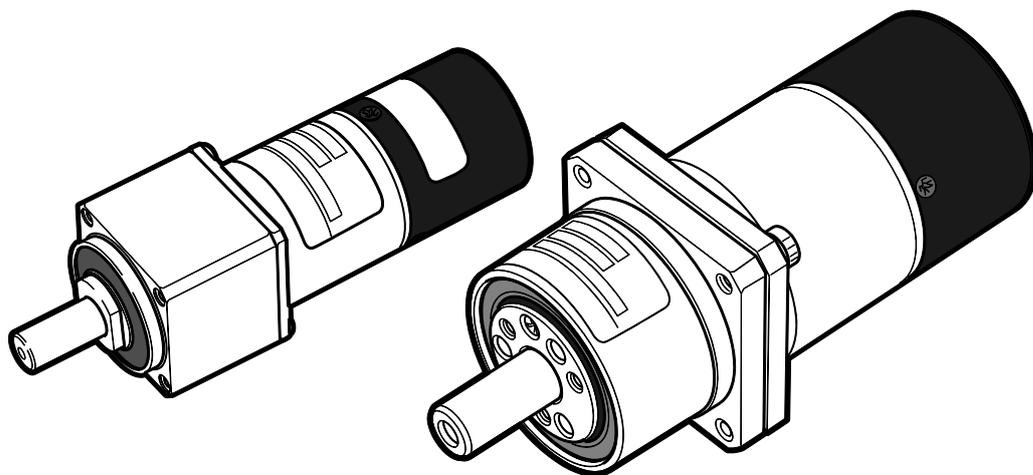
ACサーボアクチュエータ  
RSF superminiシリーズ

+

三菱電機株式会社製ACサーボアンプ  
「MELSERVO-J4」SSCNETⅢ / H通信対応

技術資料

(RSF-3C,RSF-5B 掲載)



## はじめに

この度は、AC サーボアクチュエータ RSF supermini シリーズをご採用頂き誠にありがとうございます。  
本製品の取扱いや使用方法を誤りますと思わぬ事故を起こし、製品の寿命を短くすることがあります。  
長期にわたり安全にご使用頂くために、本書をよくお読みの上、正しくご使用ください。  
本書に記載されている内容は、予告なく変更することがありますのでご了承ください。  
本書は大切に保管してください。  
本書は必ず最終ユーザー様へお渡しください。

## 安全にお使いいただくために

サーボシステムを安全にお使いいただくために、ご使用前に必ず「安全にお使いいただくために」と本文を熟読し、内容を十分理解してから使用してください。

### 表示の説明

ここに示した注意事項は、安全に関する重大な内容を記載しています。必ずお守りください。

 警告	取り扱いを誤った場合、死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
 注意	取り扱いを誤った場合、傷害を負う可能性が想定される内容および物的損害の発生が予想される内容を示しています。

### 用途の限定

本製品は、次の用途への適用は考慮されていません。

- |               |          |         |                |
|---------------|----------|---------|----------------|
| ・宇宙用機器        | ・航空機用機器  | ・原子力用機器 | ・家庭内で使用する機器、機具 |
| ・真空用機器        | ・自動車用機器  | ・遊戯用機器  | ・人体に直接作用する機器   |
| ・人の輸送を目的とする機器 | ・特殊環境用機器 | ・防爆用機器  |                |

使用される場合には、必ず事前に弊社へご相談ください。

 注意	本製品を、人命にかかわるような設備及び重大な損失の発生が予測される設備への適用に際しては、破壊によって出力が制御不能になっても、事故にならないよう安全装置を設置してください。
---	---

## 安全上のご注意

### アクチュエータをご使用の際に注意していただきたいこと

#### ● 設計上の注意

設計される場合には技術資料を必ずお読みください。



#### 決められた環境でご使用ください。

アクチュエータは屋内使用を対象としています。次の条件を守ってください。

- ・ 周囲温度：0～40℃
- ・ 周囲湿度：20～80%RH（結露しないこと）
- ・ 振動：49m/s<sup>2</sup>以下
- ・ 水、油がかからないこと
- ・ 金属粉、粉塵、オイルミスト、腐食性ガス、爆発性ガスのないこと

#### 取り付けは決められた方法で行ってください。

- ・ アクチュエータ軸と相手機械の心出しを技術資料に基づいて正確に行ってください。
- ・ 心ずれがあると振動や出力軸の破壊につながります。
- ・ 静電気がかかった場合、エンコーダ素子が破壊される可能性があるため、相対湿度の目安として 40%～70%RH の環境下で設置作業を行うことを推奨します。

#### ● ご使用上の注意

運転される場合は技術資料を必ずお読みください。



#### コンセントに直接接続しないでください。

- ・ アクチュエータは専用のドライバに接続しないと運転できません。
- ・ 直接商用電源をつなぐことは絶対に避けてください。アクチュエータが壊れ、火災になることがあります。

#### アクチュエータをたたかないでください。

- ・ アクチュエータはエンコーダが直結されていますので木づちなどでたたかないでください。
- ・ エンコーダが破壊するとアクチュエータが暴走することがあります。

#### リード線は引っ張らないでください。

- ・ リード線を強く引っ張ると接続部が損傷し、アクチュエータが暴走することがあります。



#### 許容トルクを越えないでください。

- ・ 最大トルク以上のトルクが加わらないようにしてください。
- ・ 出力軸にアームなどが直接付く場合、アームをぶつけると出力軸が制御不能になることがあります。

● ご使用上の注意

運転される場合は技術資料を必ずお読みください。

 <p>注意</p>	<p><b>耐電圧試験は行わないでください。</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ メガーテストおよび耐圧試験は行わないでください。アンプの制御回路を破壊します。</li><li>・ このような使用にあたっては弊社にご相談ください。</li></ul> <p><b>電源のオン/オフでの運転はできません。</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 電源のオン/オフを頻繁に行うと内部回路素子の劣化を招きます。</li><li>・ アクチュエータの運転/停止は、指令信号で行ってください。</li></ul>
---	---

● 廃棄について

アクチュエータの廃棄

 <p>注意</p>	<p><b>産集廃棄物として処理してください。</b></p> <p>廃棄する場合は、産業廃棄物として処理してください。</p>
--	--

### サーボアンプをご使用の際に注意していただきたいこと

- 「MR-J4-\_B サーボアンプ技術資料集」 (No. SH(名)030101) をよくお読みのうえ、正しく安全にお使いください。
- ご使用前に、サーボアンプに同梱された「MELSERVO-J4 シリーズ AC サーボを安全にお使いいただくために」を必ずお読みください。
- ご使用上の注意



#### 運転前に各パラメータの設定及び確認を行ってください。

- ・ 本技術資料の第 3 章に記載されたパラメータは、確実に正しい値を設定してください。
- ・ 誤ったパラメータの設定値によっては、トルク不足や過電流によるアクチュエータの焼損を起こす可能性があり、怪我や火災を起こす恐れがあります。

# 目次

安全にお使いいただくために .....	1
表示の説明 .....	1
用途の限定 .....	1
安全上のご注意 .....	2
目次 .....	5

## 第 1 章 RSFsupermini シリーズの概要

1-1 RSF supermini シリーズの概要 .....	1-1
1-2 主な特徴 .....	1-1
1-3 型式 .....	1-2
アクチュエータの型式 .....	1-2
1-4 アンプとの組み合わせ .....	1-2
1-5 アクチュエータ仕様 .....	1-3
1-6 外形寸法 .....	1-4
1-7 位置決め精度 .....	1-6
1-8 回転方向ねじり剛性 .....	1-7
1-9 検出器分解能 .....	1-8
1-10 機械的精度 .....	1-9
1-11 許容荷重 .....	1-10
許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重 .....	1-10
動作点異なる場合のラジアル荷重 .....	1-11
1-12 回転方向 .....	1-12
1-13 耐衝撃 .....	1-12
1-14 耐振動 .....	1-12
1-15 使用可能領域 .....	1-13
1-16 結線仕様 .....	1-15

## 第 2 章 RSFsupermini シリーズの選定

2-1 許容負荷慣性モーメント .....	2-1
2-2 負荷慣性モーメントの変化 .....	2-1
2-3 負荷荷重の確認と検討 .....	2-1
2-4 運転状況の検討 .....	2-2

---

使用回転速度の検討 .....	2-2
負荷慣性モーメントの計算と検討 .....	2-2
負荷トルクの計算 .....	2-2
加速時間・減速時間 .....	2-3
デューティの検討 .....	2-4
実効トルク、平均回転速度の検討 .....	2-8
過負荷検出時間.....	2-9
<b>第3章 アクチュエータの設置</b>	
<hr/>	
3-1 品物の確認 .....	3-1
3-2 取扱上の注意 .....	3-1
3-3 設置場所と設置工事.....	3-2
設置場所の環境条件 .....	3-2
外来ノイズに対する配慮 .....	3-2
設置工事 .....	3-3
3-4 アンプの初期設定 .....	3-4
3-5 アクチュエータ励磁動作について .....	3-5
3-6 PL13 を設定するための MR-Configurator2 の操作 .....	3-6
<b>第4章 RSF-5B のモータ軸保持ブレーキ</b>	
<hr/>	
4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様 .....	4-1
4-2 ブレーキ電源の制御.....	4-2
中継ケーブルを使用する場合（推奨方法） .....	4-2
中継ケーブルを使用しない場合 .....	4-2
<b>第5章 別売品</b>	
<hr/>	
5-1 中継ケーブル .....	5-1
<b>付録</b>	
<hr/>	
付録-1 単位の換算 .....	付-1
付録-2 慣性モーメントの計算.....	付-3
1. 質量・慣性モーメントの計算式 .....	付-3

# 第 1 章

## RSF supermini シリーズの概要

ここでは、サーボアクチュエータの型式、仕様、外形寸法等の概要を説明します。

1-1	RSF supermini シリーズの概要	1-1
1-2	主な特徴	1-1
1-3	型式	1-2
1-4	アンプとの組み合わせ	1-2
1-5	アクチュエータ仕様	1-3
1-6	外形寸法	1-4
1-7	位置決め精度	1-6
1-8	回転方向ねじり剛性	1-7
1-9	検出器分解能	1-8
1-10	機械精度	1-9
1-11	許容荷重	1-10
1-12	回転方向	1-12
1-13	耐衝撃	1-12
1-14	耐振動	1-12
1-15	使用可能領域	1-13
1-16	結線仕様	1-15

## 1-1 RSF supermini シリーズの概要

RSF supermini シリーズは、高トルクで精密な回転動作を提供する、超精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>と、減速機的能力を最大限に引き出すことを目的に開発した超小型 AC サーボモータを組み合わせた超小型 AC サーボアクチュエータです。

また、電磁ブレーキ付きアクチュエータもラインナップしており、電源遮断時の事故防止など装置のフェールセーフ要求等にもそのまま対応することが可能です。

組合せサーボアンプオプション記号J仕様は、組合せサーボアンプが、三菱電機製サーボアンプ“MR-J4W2-0303B6-MX940J”シリーズになりますので、SSCNET III/Hネットワークにより、RSF superminiシリーズの動作を正確に、精密に制御します。

RSF supermini シリーズは、ロボット関節の駆動、半導体・液晶板製造装置、工作機械、その他各種FA機器のダウンサイジングに貢献します。また、小型・高トルク性能を生かして、小型機器や研究用途にもお役に立てください。

## 1-2 主な特徴

### 小型・軽量・高トルク

精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>を組み込んだ RSF supermini シリーズは、高容量のモータ単体で直接駆動する方式と比べ外形寸法に対する出力トルクは非常に高く、高トルクを実現しました。

また、専用 AC サーボモータとの組み合わせにより、今まで以上の小型化、軽量化を実現しました。

### ブレーキ付きアクチュエータを標準ラインナップ (RSF-5B のみ)

このサイズの AC サーボアクチュエータで初めて無励磁作動型電磁ブレーキ付きを標準ラインナップしました。

外付けブレーキを準備する必要がなく、またブレーキを装着するために装置構造を大きく変える必要もなく、電源遮断時の事故防止など装置のフェールセーフ要求に対応することが可能です。

### 優れた位置決め精度

精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>の特徴である、ノンバックラッシと優れた位置決め精度は、高精度な精密機構を実現します。

### 安定した制御性

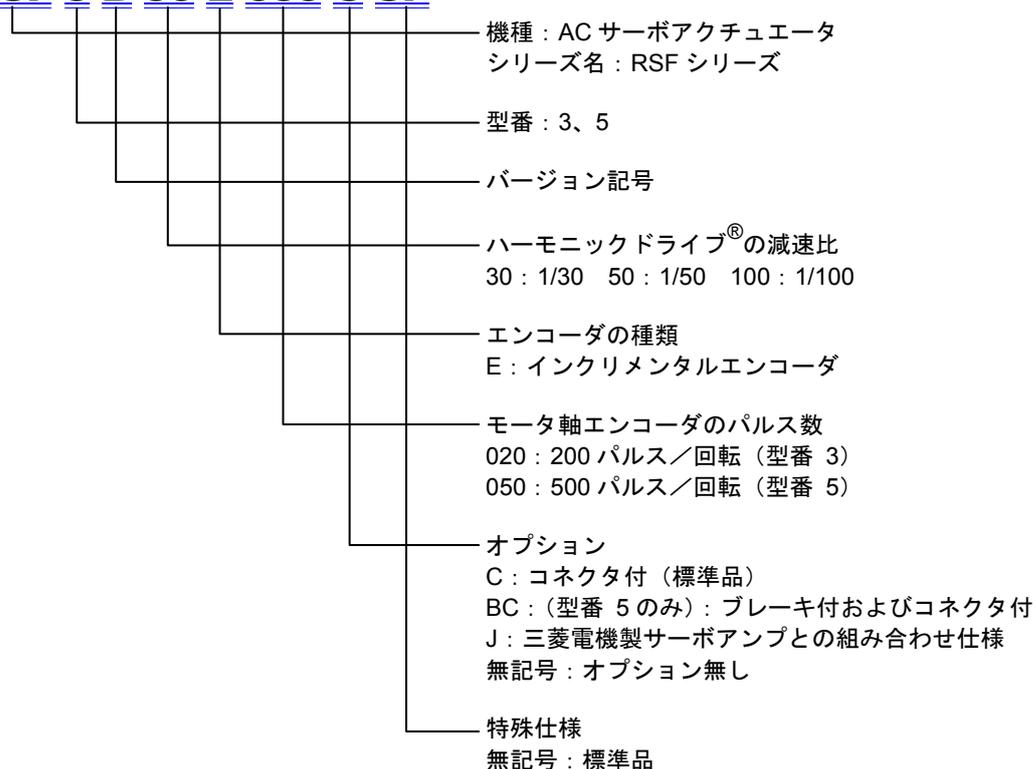
精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>の高減速比により、大きな負荷慣性モーメントの変動に対し安定した制御性が得られます。

## 1-3 型式

RSF supermini シリーズアクチュエータの型式名と記号の見方は次の通りです。

### アクチュエータの型式

#### RSF-5 B-50-E 050-C-SP



## 1-4 アンプとの組み合わせ

接続アンプオプション：Jは、三菱電機製サーボアンプと組合せて使用します。

アクチュエータシリーズ名	型番	電源電圧 (V)	エンコーダタイプ	組合せアンプ		中継ケーブル
				SSCNETⅢ/H 対応		
RSF supermini	3	DC24	インクリメンタル	MR-J4W2-0303B6-MX940J		エンコーダ用 FWA-E**JST09-3M14
	5	DC24				モータ用 EWA-M**-JST04-TN2 ブレーキ用 EWA-B**-JST03-TMC

初めてご使用になる場合は、サーボアンプに対して、組み合わせアクチュエータの設定が必要です。詳細は「3-1 品物の確認」(P3-1)を参照ください。

J4 アンプについての詳細は、MR-J4W2-0303B6-MX940J 製品仕様書 (No.BCN-B72000-227) を参照ください。

# 1-5 アクチュエータ仕様

下表にアクチュエータ仕様を示します。

時間定格	連続	構造	全閉自冷式					
励磁方式	永久磁石形	潤滑剤	グリース (ハーモニックグリース)					
項目	型式	RSF-3C			RSF-5B			
		30	50	100	30	50	100	
最大トルク	Nm	0.13	0.21	0.30	0.5	0.9	1.4	
	kgfcm	1.27	2.05	2.94	5.1	9.17	14.3	
許容連続トルク <sup>*7</sup> (許容連続回転速度運転時)	Nm	0.03	0.07	0.11	0.18	0.29	0.44	
	kgfcm	0.31	0.68	1.08	1.83	2.95	4.48	
許容連続ストールトルク	Nm	0.04	0.08	0.12	0.28	0.44	0.65	
	kgfcm	0.41	0.82	1.22	2.85	4.48	6.62	
最高回転速度	r/min	243	146	73	243	146	73	
許容連続回転速度	r/min	150	90	45	150	90	45	
トルク定数	Nm/A	0.11	0.18	0.40	0.3	0.54	1.1	
	kgfcm/A	1.12	1.84	4.08	3.06	5.51	11.22	
最大電流	A	1.5	1.4	1.1	2.3	2.2	1.7	
許容連続電流	A	0.65	0.66	0.56	1.11	0.92	0.76	
入力電源電圧 (アンプ)	V	DC24±10%						
誘起電圧定数	V/(r/min)	0.015	0.025	0.05	0.04	0.07	0.13	
相抵抗 (at 20°C)	Ω	1.34			0.82			
相インダクタンス	mH	0.18			0.27			
慣性 モーメント <sup>*4</sup>	GD <sup>2</sup> /4	kgm <sup>2</sup>	0.11×10 <sup>-4</sup>	0.29×10 <sup>-4</sup>	1.17×10 <sup>-4</sup>	0.66×10 <sup>-4</sup> (1.11×10 <sup>-4</sup> )	1.83×10 <sup>-4</sup> (3.15×10 <sup>-4</sup> )	7.31×10 <sup>-4</sup> (12.6×10 <sup>-4</sup> )
	J	kgfcm <sup>2</sup>	1.07×10 <sup>-4</sup>	2.98×10 <sup>-4</sup>	11.90×10 <sup>-4</sup>	0.67×10 <sup>-3</sup> (1.13×10 <sup>-3</sup> )	1.87×10 <sup>-3</sup> (3.15×10 <sup>-3</sup> )	7.45×10 <sup>-3</sup> (12.6×10 <sup>-3</sup> )
減速比		30	50	100	30	50	100	
許容ラジアル荷重 (出力軸中央値)	N	36			90			
	kgf	3.6			9.1			
許容スラスト荷重	N	130			270			
	kgf	13.2			27.5			
エンコーダ方式		インクリメンタルエンコーダ						
エンコーダ分解能 <sup>*5</sup>	p/s/rev	200 [800]			500 [2000]			
アクチュエータ分解能 <sup>*5</sup>	p/s/rev	[24,000]	[40,000]	[80,000]	[60,000]	[100,000]	[200,000]	
質量 <sup>*6</sup>	g	31			66 (86)			
ブレーキ保持トルク <sup>*4</sup>	Nm	—			(0.18)	(0.29)	(0.44)	
	kgfcm	—			(1.83)	(2.95)	(4.48)	
周囲環境条件	使用温度：0~40°C / 保存温度：-20~60°C 使用湿度 / 保存湿度：20~80%RH(結露しないこと) 耐振動：49m/s <sup>2</sup> (周波数：10~400Hz) / 耐衝撃：300 m/s <sup>2</sup> 粉塵、金属粉、腐食性ガス、引火性のガス、オイルミスト等のないこと 屋内使用、直射日光が当たらないこと 海拔 1000m 以下							
モータ絶縁	絶縁抵抗：100MΩ 以上(DC500V) 絶縁耐圧：AC500V/1min 絶縁階級：B 種							

\*1：上表の値は、出力軸における値を示しています。

\*2：上表の値は、組み合わせアンプ (MR-J4W2-0303B6-MX940J) と組み合わせたときの値です。

\*3：各値は代表値です。

\*4：( ) 内の値はブレーキ付きの場合です。

\*5：[ ]内は、サーボアンプと組み合わせて4通倍した場合の分解能です。

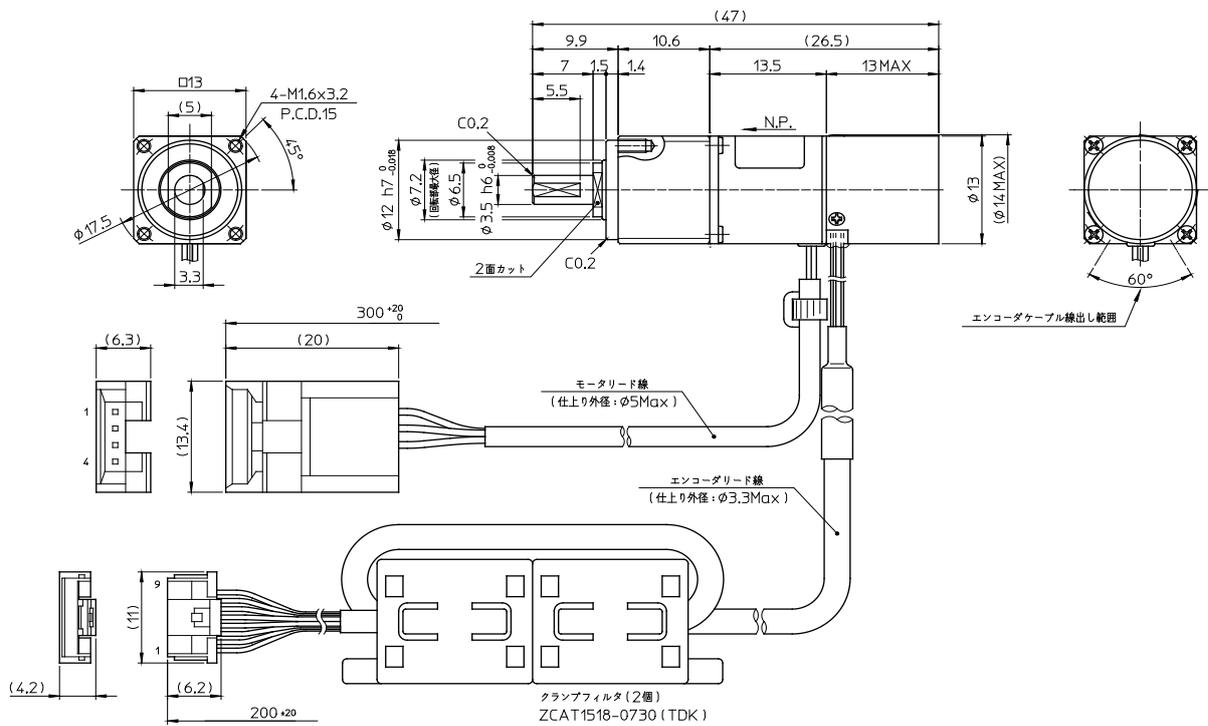
\*6：質量はクランプフィルタを含んでいません。クランプフィルタ1個当たりの質量は6gです。

\*7：RSF-3：85×85×3【mm】 RSF-5：150×150×3【mm】のアルミ放熱板に取り付けた時の温度上昇飽和時の値です。

# 1-6 外形寸法

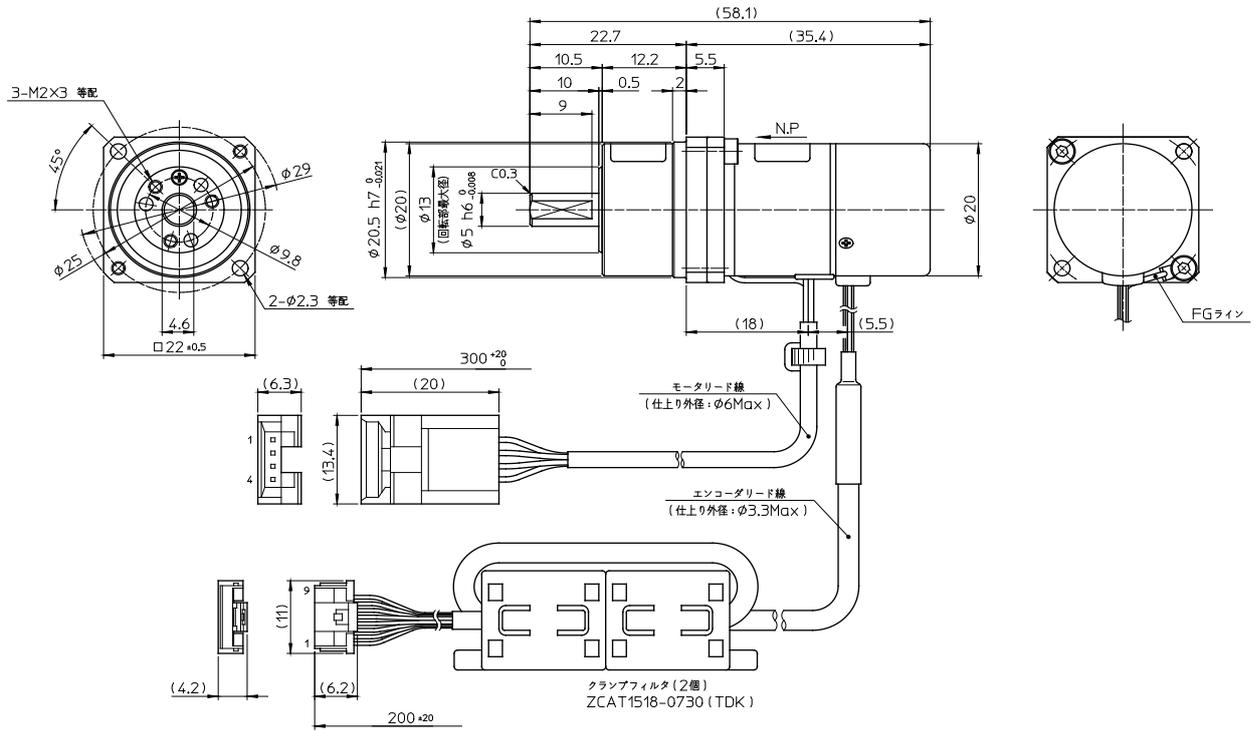
ここでは、アクチュエータの外形寸法を示します。

## RSF-3C-XXX-E020-CJ

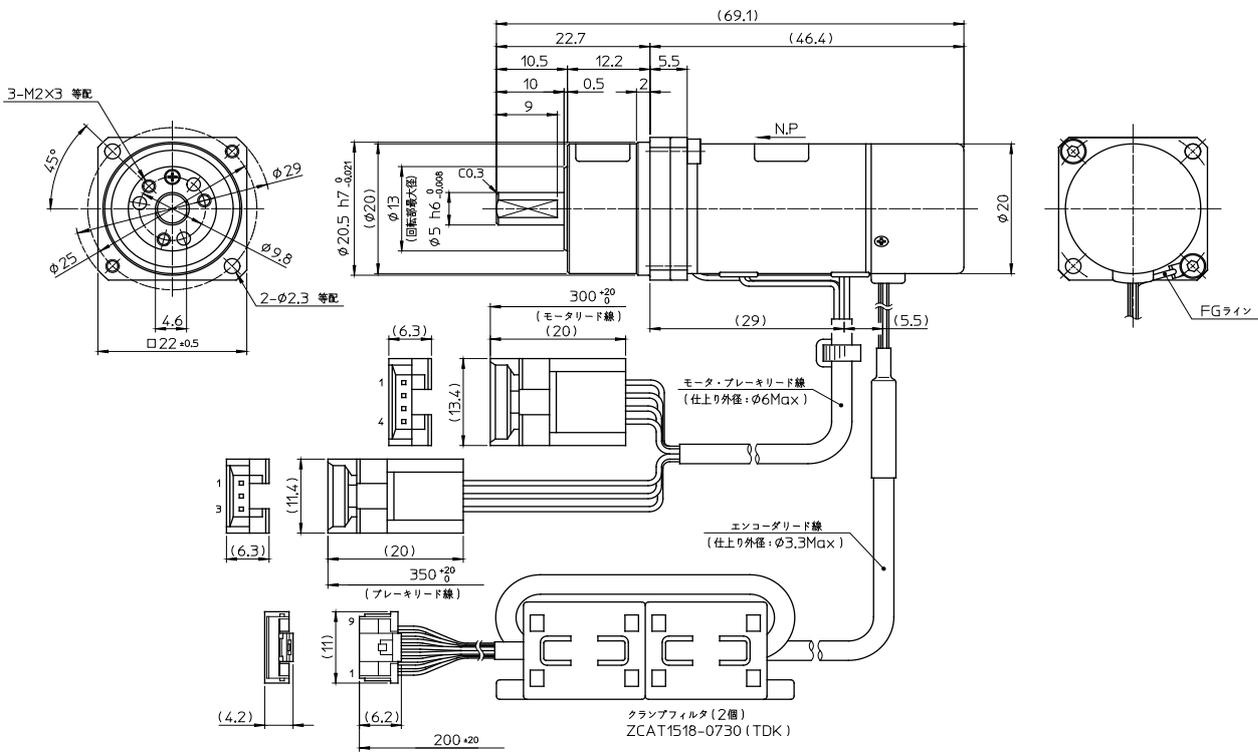


※外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。  
 部品の製造方法（鋳造品、機械加工品）によって公差は異なります。  
 公差表記のない寸法の公差について必要な場合はお問い合わせください。

RSF-5B-XXX-E050-CJ



RSF-5B-XXX-E050-BCJ (ブレーキ付き)



※外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。  
 部品の製造方法（鋳造品、機械加工品）によって公差は異なります。  
 公差表記のない寸法の公差について必要な場合はお問い合わせください。

## 1-7 位置決め精度

「一方向位置決め精度」を下表に示します。

なお、下表の値は代表値を示します。

RSF supermini シリーズは、内部に精密制御用減速機ハーモニックドライブ®を組み込んでいるため、モータ軸の位置決め誤差は、減速比により 30、50 または 100 に圧縮され、実際には減速機の角度伝達誤差が位置決め精度を決定します。したがって、減速機の角度伝達誤差の測定値を RSF supermini シリーズの位置決め精度として表します。

各減速比ごとの精度を次に示します。

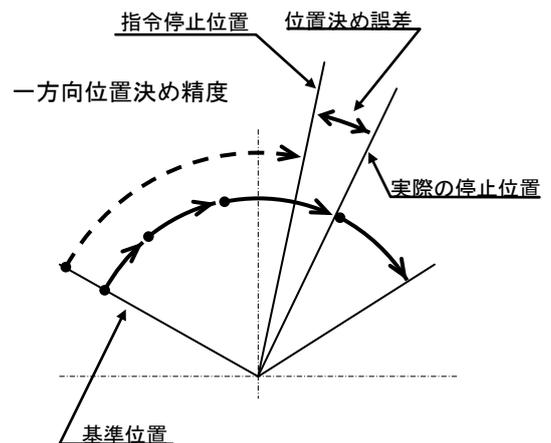
型式		RSF-3C			RSF-5B		
項目	減速比	30	50	100	30	50	100
	一方向位置決め精度	arc min	10			4	3
rad		$2.9 \times 10^{-3}$			$1.20 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3}$

### 参考資料

(JIS B 6201:1987 による精度表示と測定方法)

#### ● 回転軸運動の一方向位置決め

まず一定の向きで適当な 1 つの位置に位置決めし、これを基準位置とします。次に同じ向きへ順次位置決めを行い、それぞれの位置で、基準位置から実際に回転した角度と回転すべき角度との差を測定します。これらの値の 1 回転中における最大差を測定値とします。回転運動の連続位置決め機能を具備するものの測定は原則として回転範囲の全域にわたり 30°ごと、または 12 ケ所について行います。



# 1-8 回転方向ねじり剛性

サーボロック状態でモータの回転を固定し、アクチュエータの出力軸にトルクを加えると、出力軸はトルクにほぼ比例したねじりを生じます。

右上図は、出力軸に加えるトルクをゼロからスタートさせ、プラス側およびマイナス側に、それぞれ+T<sub>0</sub>・-T<sub>0</sub>まで増減させたときの出力側のねじり角量を図に描いたものです。これを「トルク-ねじり角線図」と称し、通常 0→A→B→A'→B'→Aのループを描きます。RSF supermini シリーズアクチュエータの剛性は、「トルク-ねじり角線図」の傾きを、ばね定数として表します。(単位 : Nm/rad)

右下図に示すように、この「トルク-ねじり角線図」を3区分し、それぞれの領域でのばね定数を K<sub>1</sub>・K<sub>2</sub>・K<sub>3</sub> として表します。

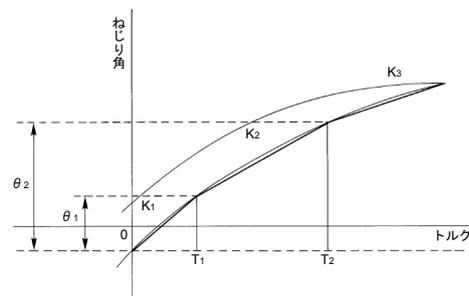
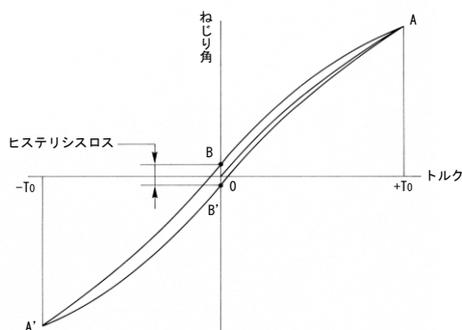
K<sub>1</sub> : トルクが「ゼロ」から「T<sub>1</sub>」までの領域のばね定数

K<sub>2</sub> : トルクが「T<sub>1</sub>」から「T<sub>2</sub>」までの領域のばね定数

K<sub>3</sub> : トルクが「T<sub>2</sub>」以上の領域のばね定数

ねじり角は、次式から得られます。 ※ φ : ねじり角

- トルク「T」が「T<sub>1</sub>」以下の範囲 :  $\phi = \frac{T}{K_1}$
- トルク「T」が「T<sub>1</sub>」から「T<sub>2</sub>」の範囲 :  $\phi = \theta_1 + \frac{T - T_1}{K_2}$
- トルク「T」が「T<sub>2</sub>」から「T<sub>3</sub>」の範囲 :  $\phi = \theta_2 + \frac{T - T_2}{K_3}$



次表に各速比ごとの「T<sub>1</sub>」～「T<sub>3</sub>」、「K<sub>1</sub>」～「K<sub>3</sub>」、「θ<sub>1</sub>」～「θ<sub>2</sub>」の平均値を示します。

型式		RSF-3C			RSF-5B		
減速比		30	50	100	30	50	100
記号							
T <sub>1</sub>	Nm	0.016	0.016	0.016	0.075	0.075	0.075
	kgfm	0.0016	0.0016	0.0016	0.0077	0.0077	0.0077
K <sub>1</sub>	Nm/rad	27	30	34	90	110	150
	kgfm/arc min	0.0008	0.0009	0.0010	0.003	0.003	0.004
θ <sub>1</sub>	x10 <sup>-4</sup> rad	5.9	5.3	4.7	8.7	6.9	5
	arc min	2.0	1.8	1.6	3	2.4	1.7
T <sub>2</sub>	Nm	0.05	0.05	0.05	0.22	0.22	0.22
	kgfm	0.005	0.005	0.005	0.022	0.022	0.022
K <sub>2</sub>	Nm/rad	40	47	54	110	140	180
	kgf m/arc min	0.0012	0.0014	0.0016	0.003	0.004	0.005
θ <sub>2</sub>	x10 <sup>-4</sup> rad	12.5	10.6	9.3	22	18	13
	arc min	4.2	3.6	3.1	7.5	6	4.4
K <sub>3</sub>	Nm/rad	51	57	67	120	170	200
	kgfm/arc min	0.0015	0.0017	0.0020	0.004	0.005	0.006

## 1-9 アクチュエータ分解能

RSF supermini シリーズアクチュエータは、分解能が 200 パルス（型番 3）又は、500 パルス（型番 5）のエンコーダを搭載し、減速比 1/30、1/50 または 1/100 の精密制御用減速機ハーモニックドライブ®で減速していますので、アクチュエータ分解能は、エンコーダ分解能の 30 倍、50 倍または 100 倍になります。さらに、専用サーボアンプとの組み合わせにより電氣的に 4 通倍されます。下表に各減速比でのアクチュエータ分解能を示します。

型式		RSF-3C			RSF-5B		
減速比		30	50	100	30	50	100
項目							
アクチュエータ分解能	Pls/rev	24,000	40,000	80,000	60,000	100,000	200,000
パルス当たりの角度 *1	角度秒 (arc sec)	54	32.4	16.2	21.6	12.96	6.48

\*1：J4 サーボアンプと組み合わせた場合、RSF-3C は指令パルス数 8 パルス毎に、記載の角度だけ動作します。RSF-5B は指令パルス数 4 パルス毎に、記載の角度だけ動作します。したがって、移動量と指令パルス数、回転速度と指令パルス周波数は以下ようになります。

アクチュエータの出力軸が 30r/min で 360° 動作するための指令パルス周波数とパルス数

型式	減速比	パルス周波数 (30r/min 動作時)	パルス数 (360° 動作時)
RSF-3C (*2)	30	96000 (pls/sec)	192000 (pls)
	50	160000 (pls/sec)	320000 (pls)
	100	320000 (pls/sec)	640000 (pls)
RSF-5B (*3)	30	120000 (pls/sec)	240000 (pls)
	50	200000 (pls/sec)	400000 (pls)
	100	400000 (pls/sec)	800000 (pls)

\*2：パルス周波数 (pls/sec) = 回転速度 ÷ 60 × (アクチュエータ分解能 × 8)

パルス数 (pls) = 動作量 (deg) ÷ 360 × (アクチュエータ分解能 × 8)

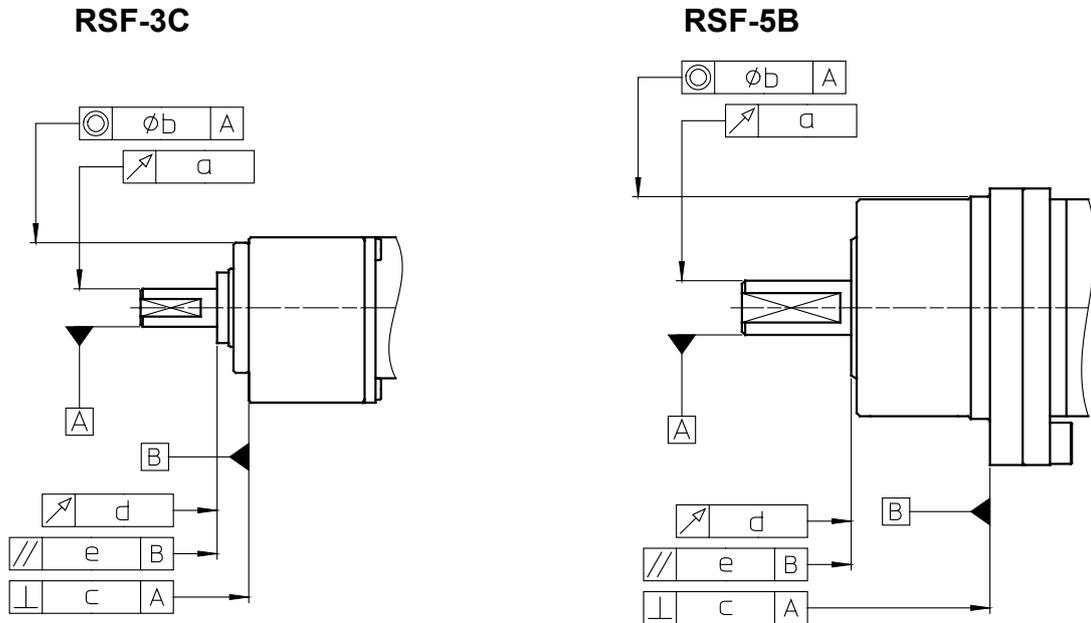
\*3：パルス周波数 (pls/sec) = 回転速度 ÷ 60 × (アクチュエータ分解能 × 4)

パルス数 (pls) = 動作量 (deg) ÷ 360 × (アクチュエータ分解能 × 4)

詳細は、「MR-J4-B サーボアンプ技術資料集」(No. SH(名)030101) をご覧いただくか、三菱電機様にお問い合わせください。

# 1-10 機械的精度

RSF supermini シリーズアクチュエータの出力軸および取り付けフランジの機械的精度は次の通りです。



機械的精度

\*T.I.R 単位 : mm

記号 型式	精度項目	精度値	
		RSF-3C	RSF-5B
a	出力軸先端の振れ	0.03	0.03
b	取付けインロー同軸度	0.02	0.04
c	取付け面直角度	0.02	0.02
d	出力フランジ面振れ	0.005	0.005
e	取付け面と出力フランジの平行度	0.015	0.015

\* : T.I.R (Total Indicator Reading) : 測定部を 1 回転させた場合のダイヤルゲージの読みの全量を表します。

# 1-11 許容荷重

## 許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重

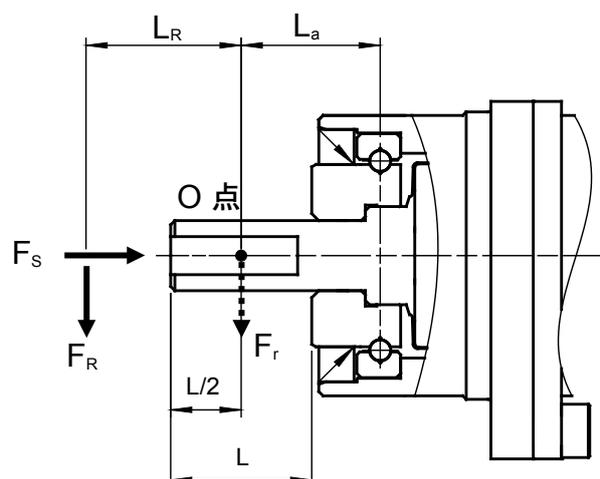
RSF supermini シリーズに使われているギアヘッドは外部負荷（出力部）の直接支持に精密 4 点接触ボールベアリングを組み込んでいます。

以下に出力軸の許容ラジアル荷重と許容スラスト荷重を示します。

許容ラジアル荷重  $F_r$  は、出力軸シャフトの中心 ( $L/2$ ) O 点を基準としています。

下表の値は、ベアリングの寿命を考慮して設計した値です。

必ず許容値以下でご使用ください。



型式	単位	RSF-3C	RSF-5B
許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	36	90
	kgf	3.6	9.1
許容スラスト荷重 ( $F_s$ )	N	130	270
	kgf	13	27

## 動作点が異なる場合のラジアル荷重

ラジアル荷重の動作点が異なる場合は、許容ラジアル荷重値も異なります。  
このラジアル荷重位置  $L_R$  と許容ラジアル値  $F_R$  の関係は次式により求められます。  
必ず許容値以下でご使用ください。

$$F_R = \frac{L_a}{L_a + L_R} F_r$$

$F_R$	〇点から距離 $L_R$ での許容ラジアル荷重 [N]
$F_r$	〇点での許容ラジアル荷重 [N]
$L_a$	ベアリング始点から 〇点までの距離 [mm]
$L_R$	ラジアル荷重のかかる位置から 〇点までの距離 [mm]
$L$	シャフト長さ [mm]

型式		RSF-3C	RSF-5B
許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	36	90
	kgf	3.6	9.1
$L_a$	mm	8.6	9.85
$L$	mm	7	10

## 1-12 回転方向

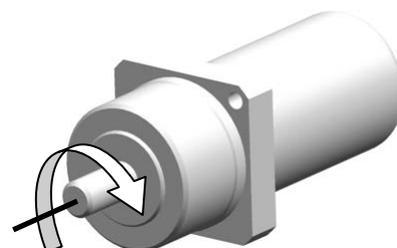
RSF supermini シリーズアクチュエータに三菱電機 J4 アンプから正転の指令を与えたときのアクチュエータの回転方向は、出力軸側から見て正回転（時計方向回転：CW）です。

三菱電機 J4 アンプの回転方向は、パラメータ→「PA14：回転方向選択/移動方向選択」の設定で切り換えることができます。

「PA14：回転方向選択/移動方向選択」の設定

設定値	正方向入力	負方向入力	設定
0	正回転	負回転	購入時設定値
1	負回転	正回転	

- ※ モデル形状は、RSF-5B です。RSF-3C も同様です。
- ※ アンプ詳細は「MR-J4W2-0303B6-MX940J 製品仕様書（No. BCN-B72000-227）」を参照ください。



正回転（時計回転方向：CW）

## 1-13 耐衝撃

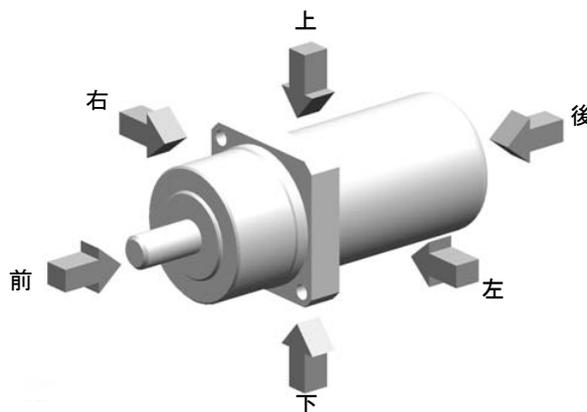
アクチュエータの耐衝撃性は、次の通りです。

衝撃加速度：300 m/s<sup>2</sup>

方向：上下、左右、前後

回数：各 3 回

ただし、絶対に出力軸へ衝撃を加えないください。



耐衝撃試験

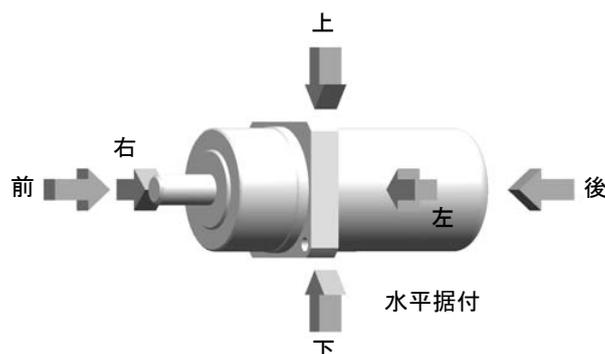
## 1-14 耐振動

アクチュエータの耐振動は、上下・左右・前後とも次の通りです。

振動加速度：49m/s<sup>2</sup>（5G）

周波数：10～400Hz

ただし、本仕様は微振動による機構部品のフレッチング摩耗を保証するものではありません。



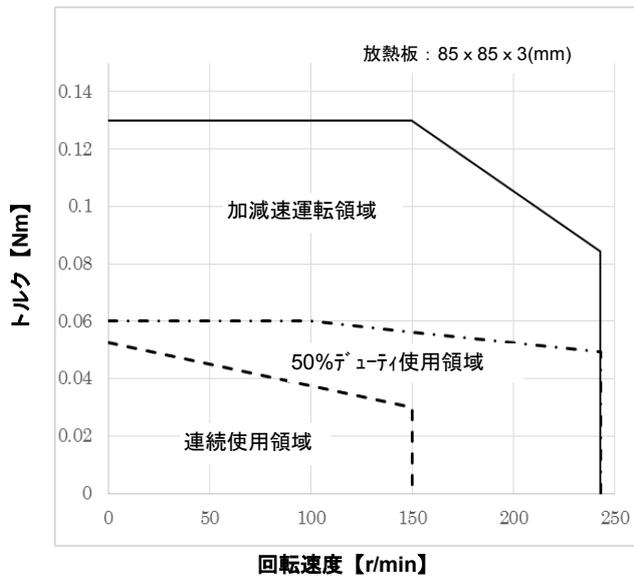
耐振動試験

## 1-15 使用可能領域

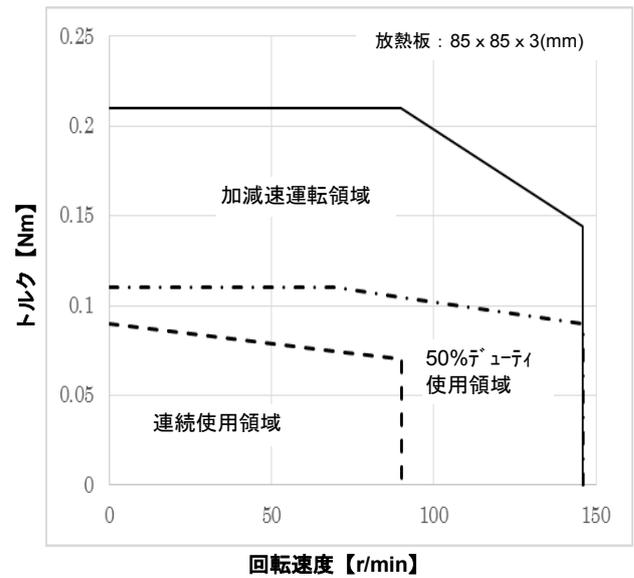
下のグラフは、RSF supermini シリーズアクチュエータの使用可能領域を表します。

- 加減速運転領域：瞬時的に運転可能なトルク-回転速度の領域を示します。通常、加速・減速時にこの領域を使用します。
- 連続使用領域：連続して運転可能なトルク-回転速度の領域を示します。
- 50%デューティ使用領域：50%デューティ（運転時間と休止時間の比が 50:50）で運転可能なトルク-回転速度の領域を示します。

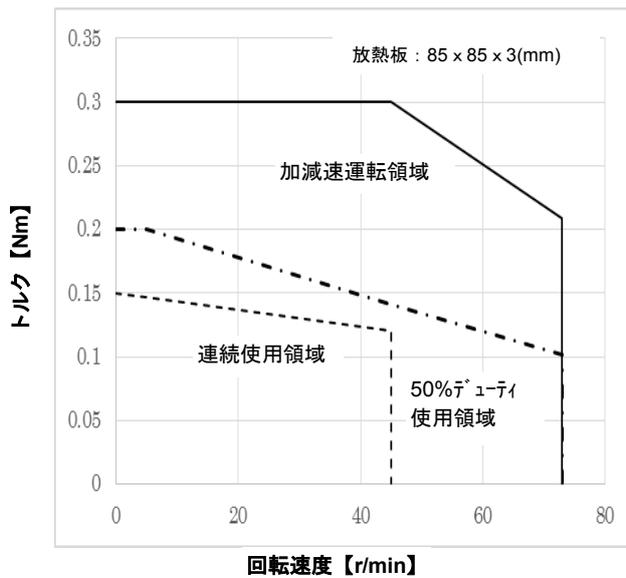
RSF-3C-30-E020-CJ



RSF-3C-50-E020-CJ

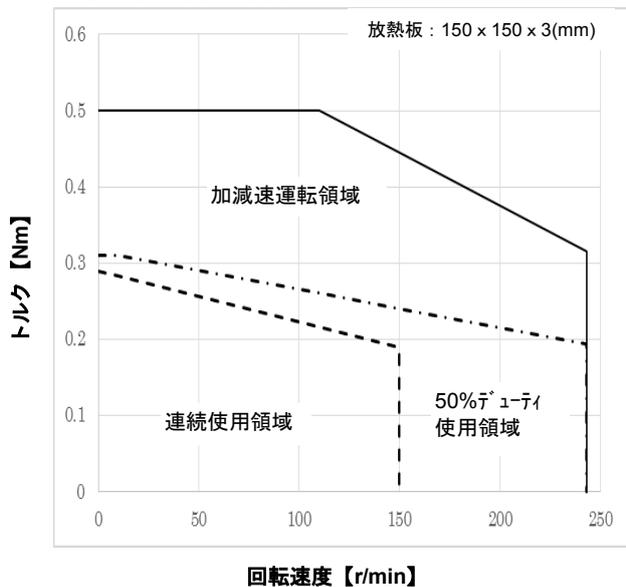


RSF-3C-100-E020-CJ

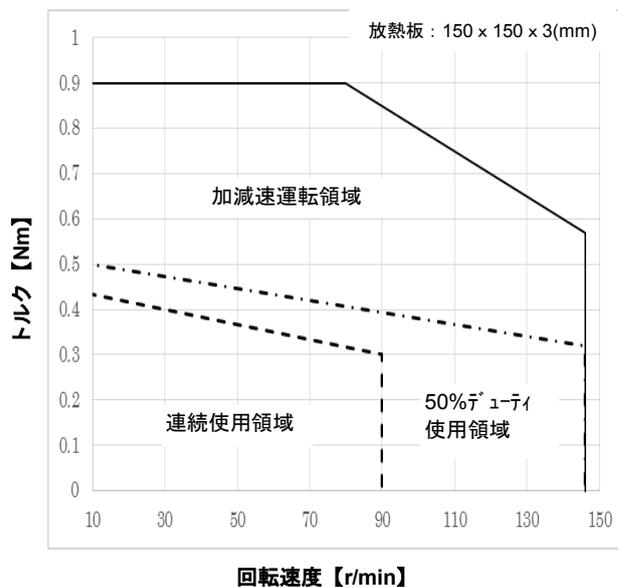


注：グラフの値は、グラフ右上のアルミ放熱板を取り付けた状態での値です。  
注：連続使用領域においても一方向連続使用の場合は、弊社にご相談ください。

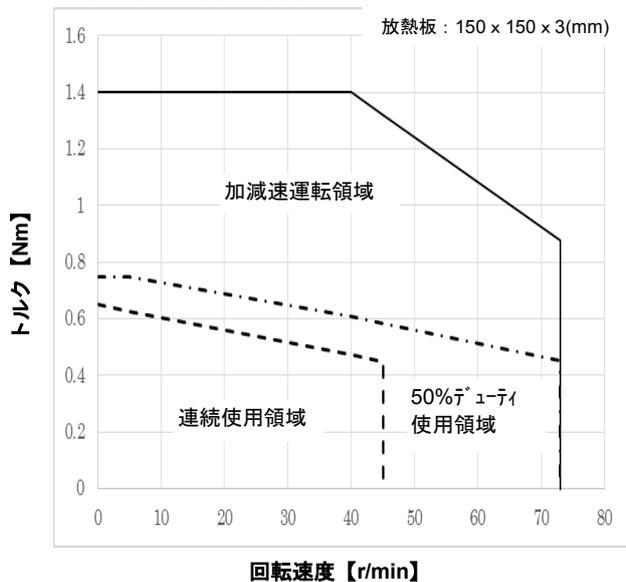
RSF-5B-30-E050-CJ  
RSF-5B-30-E050-BCJ



RSF-5B-50-E050-CJ  
RSF-5B-50-E050-BCJ



RSF-5B-100-E050-CJ  
RSF-5B-100-E050-BCJ



注 : グラフの値は、グラフ右上のアルミ放熱板を取り付けた状態での値です。  
注 : 連続使用領域においても一方方向連続使用の場合は、弊社にご相談ください。

# 1-16 結線仕様

RSF supermini シリーズアクチュエータのモータリード線、ブレーキリード線およびエンコーダリード線の仕様を次表に示します。

## モータリード線

ピン No.	線色	信号名	備考
1	赤 (RED)	U	モータ U 相
2	白 (WHT)	V	モータ V 相
3	黒 (BLK)	W	モータ W 相
4	緑 <sup>注)</sup> (GRN)	FG	接地 ※RSF-5B のみ

注) コネクタ近傍に緑/黄チューブ付

使用コネクタ	ハウジング	: PALR-04VF (リテーナ付)
	コンタクト	: S(B)PAL-001T-P0.5
対応奨励コネクタ	ハウジング	: PARP-04V (リテーナ付)
	コンタクト	: S(B)PA-001T-P0.5

日本圧着端子製造(株)

## ブレーキリード線 (RSF-5B のみ)

ピン No.	線色
1	青 (BLU)
2	黄 (YEL)
3	灰 (GRY)

使用コネクタ	ハウジング	: PALR-03VF (リテーナ付)
	コンタクト	: S(B)PAL-001T-P0.5
対応奨励コネクタ	ハウジング	: PARP-03V (リテーナ付)
	コンタクト	: S(B)PA-001T-P0.5

日本圧着端子製造(株)

## エンコーダリード線

ピン No.	線色	信号名	備考
1	白 (WHT)	A	A 相出力
2	緑 (GRN)	B	B 相出力
3	黄 (YEL)	Z	Z 相出力
4*	茶 (BRW)	U	U 相出力
5*	青 (BLU)	V	V 相出力
6*	橙 (ORG)	W	W 相出力
7	赤 (RED)	+5V	電源入力
8	黒 (BLK)	GND	電源入力
9			

※ J4 サーボアンプとの組合せでは、U.V.W 信号は使用しません。

使用コネクタ	ハウジング	: NSHR-09V-S
	コンタクト	: SSSL-003T-P0.2

日本圧着端子製造(株)

# 第2章

## RSF supermini シリーズの選定

RSF supermini シリーズアクチュエータの選定方法について説明します。

2-1 許容負荷慣性モーメント.....	2-1
2-2 負荷慣性モーメントの変化.....	2-1
2-3 負荷荷重の確認と検討 .....	2-1
2-4 運転状況の検討 .....	2-2

## 2-1 許容負荷慣性モーメント

RSF supermini シリーズアクチュエータの高精度・高性能を充分発揮するためには、負荷慣性モーメントと回転速度を考慮した上で仮選定してください。

負荷慣性モーメントはアクチュエータの慣性モーメントの3~5倍を目安としてください。アクチュエータの慣性モーメントは「1-5 アクチュエータ仕様」(P1-3)を参照してください。

慣性モーメントの計算方法は、「付録2 慣性モーメントの計算」(P付-3)を参照してください。

回転速度はアクチュエータの最高回転速度を越えての運転は出来ません。最高回転速度も「1-5 アクチュエータ仕様」(P1-3)を参照してください。

## 2-2 負荷慣性モーメントの変化

RSF supermini シリーズの内部には、高減速比のハーモニックドライブ<sup>®</sup>を組み込んでいます。そのため、負荷の慣性モーメントの変化がサーボ性能にほとんど影響を与えません。この性能により、直接駆動方式のサーボドライブ機構と比較して、サーボ性能の取り扱いが簡単です。

例えば、負荷の慣性モーメントが、「N倍」に増加するとします。そのとき、サーボ性能に影響を与える「モータ軸換算の全慣性モーメント」は、以下のようになります。

式中の記号は次の通りです。

$J_s$	: モータ軸換算全慣性モーメント	$L$	: 負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメントに対する倍数
$J_M$	: モータ慣性モーメント	$N$	: 負荷慣性モーメントの変化率
$R$	: RSF supermini シリーズの減速比		

- 直接駆動方式の場合

$$\text{変化前: } J_s = J_M(1+L) \quad \text{変化後: } J_s' = J_M(1+NL) \quad \text{変化率: } J_s'/J_s = \frac{1+NL}{1+L}$$

- RSF supermini シリーズ駆動の場合

$$\text{変化前: } J_s = J_M \left( 1 + \frac{L}{R^2} \right) \quad \text{変化後: } J_s' = J_M \left( 1 + \frac{NL}{R^2} \right) \quad \text{変化率: } J_s'/J_s = \frac{1+NL/R^2}{1+L/R^2}$$

RSF supermini シリーズの場合、「R=30」または「R=50」または「R=100」、すなわち「R<sup>2</sup>=900」または「R<sup>2</sup>=2500」または「R<sup>2</sup>=10000」と非常に大きな数となります。変化率は、「J<sub>s</sub>'/J<sub>s</sub>≒1」となり、負荷変化の影響はほとんどありません。

## 2-3 負荷荷重の確認と検討

RSF supermini シリーズは、外部負荷の直接支持に、精密4点接触ボールベアリングを組み込んでいます。RSF supermini シリーズの性能を充分発揮させるために、最大負荷モーメント荷重の確認、4点接触ボールベアリングの寿命確認および静的安全係数の確認を行ってください。

最大負荷モーメント荷重、4点接触ボールベアリングの寿命確認および静的安全係数の詳しい計算方法は「精密制御用減速機ハーモニックドライブ<sup>®</sup> 総合カタログ」を参照してください。

## 2-4 運転状況の検討

起動・停止を繰り返す運転状況（デューティサイクル）の場合、起動電流・制動電流が高頻度にモータに流れ、アクチュエータは発熱します。したがって、この発熱が許容できるか検討が必要です。以下の順序で検討してください。

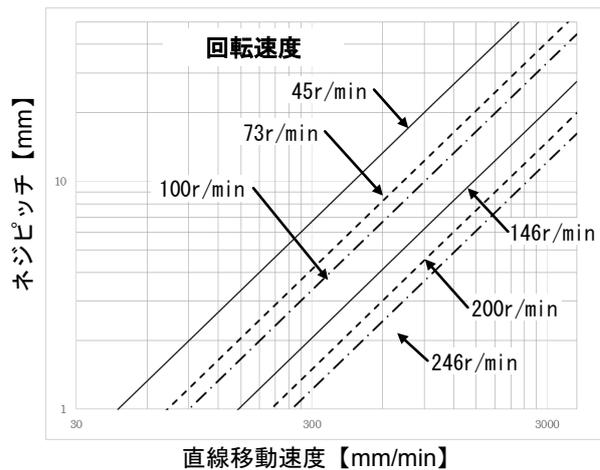
### 使用回転速度の検討

RSF supermini シリーズで駆動する負荷の必要回転速度（r/min）を求めます。

直線運動の場合は、次式で回転速度に換算します。

$$\text{回転速度(r/min)} = \frac{\text{直線移動速度(mm/min)}}{\text{ねじ送り機構のピッチ(mm)}}$$

この回転速度が、RSF supermini シリーズアクチュエータの最高回転速度以下となるように、減速比「30」、「50」または「100」シリーズのいずれかを選定します。



### 負荷慣性モーメントの計算と検討

RSF supermini シリーズアクチュエータで駆動する負荷の慣性モーメントを計算します。

計算方法について、「付録1 単位の換算」(P付-1)を参照してください。

計算結果の値により「2-1 許容負荷慣性モーメント」(P2-1)を参照して、RSF supermini シリーズアクチュエータを仮選定します。

### 負荷トルクの計算

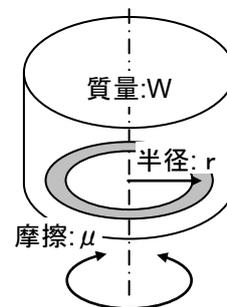
負荷トルクを次式で計算します。

#### ● 回転運動

右図のように、回転中心から半径「r」のリング上を、質量「W」の物体が回転した時の回転トルクは次のとおりです。

$$T = 9.8 \times \mu \times W \times r$$

- T : 回転トルク [Nm]
- $\mu$  : 摩擦係数
- W : 質量 [kg]
- r : 摩擦面の平均半径 [m]

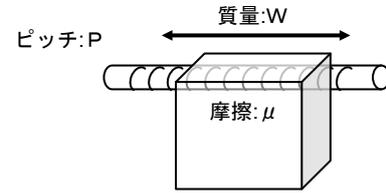


## ● 直線運動（水平運動）

右図のように、質量「W」がピッチ「P」のねじで水平移動する時の回転トルクは次のとおりです。

$$T = 9.8 \times \mu \times W \times \frac{P}{2 \times \pi}$$

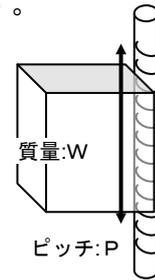
T : 回転トルク [Nm]  
 $\mu$  : 摩擦係数  
 W : 質量 [kg]  
 P : ネジ送りピッチ [m]



## ● 直線運動（垂直運動）

質量「W」がピッチ「P」のねじで垂直移動する時の回転トルクは次のとおりです。

$$T = 9.8 \times W \times \frac{P}{2 \times \pi}$$

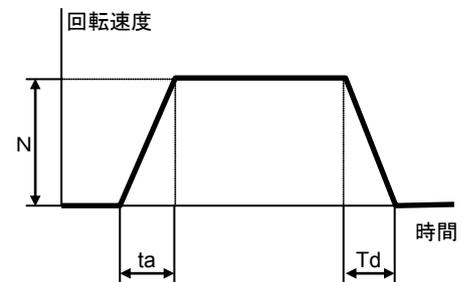


## 加速時間・減速時間

選定したアクチュエータでの最短加速時間・減速時間は次式で計算できます。

$$\text{加速時間: } t_a = (J_A + J_L) \times \frac{2 \times \pi}{60} \times \frac{N}{T_M - T_L} \quad (1)$$

$$\text{減速時間: } t_d = (J_A + J_L) \times \frac{2 \times \pi}{60} \times \frac{N}{T_M + 2 \times T_F + T_L} \quad (2)$$



$t_a$  : 加速時間 [s]  
 $t_d$  : 減速時間 [s]  
 $J_A$  : アクチュエータ慣性モーメント [ $\text{kgm}^2$ ]  
 $J_L$  : 負荷慣性モーメント [ $\text{kgm}^2$ ]  
 $N$  : アクチュエータ回転速度 [r/min]  
 $T_M$  : アクチュエータ最大トルク [Nm]  
 $T_L$  : 負荷トルク [Nm]

極性は、回転方向に働く場合を正 (+)、逆方向に働く場合を負 (-) とします。

また、アクチュエータの摩擦トルク： $T_F$  (Nm) は次式より求めることができます。

$$T_F = K_T \times I_M - T_M \quad (3)$$

$K_T$  : トルク定数 [Nm/A]  
 $I_M$  : 最大電流 [A]

### 計算例 1

次の運転条件に最適のアクチュエータを選定します。

回転速度：140r/min

負荷慣性モーメント： $0.9 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$

負荷機構は、主として慣性のみであるので、負荷トルクは無視できるほど少ない。

加減速時間は 0.03sec (30msec) 以下とする。

- (1) これらの条件と「1-5 アクチュエータ仕様」(P1-3) を比較検討し、RSF-5B-50 を仮選定します。
- (2) 「1-5 アクチュエータ仕様」(P1-3) より  $J_A = 1.83 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2$ ,  $T_M = 0.9 \text{ Nm}$ ,  $K_T = 0.54 \text{ Nm/A}$ ,  $I_M = 2.2 \text{ A}$  を読み取ります。
- (3) アクチュエータの摩擦トルクは前頁式 (3) により  $T_F = 0.54 \times 2.2 - 0.9 = 0.29 \text{ Nm}$  となります。
- (4) したがって、最短の加速および減速時間は前頁式 (1)、式 (2) により、次のように求めることができます。

$$t_a = (0.183 \times 10^{-3} + 0.9 \times 10^{-3}) \times 2 \times \pi / 60 \times 140 / 0.9 = 0.018 \text{ sec (18msec)}$$

$$t_d = (0.183 \times 10^{-3} + 0.9 \times 10^{-3}) \times 2 \times \pi / 60 \times 140 / (0.9 + 2 \times 0.29) = 0.011 \text{ s (11msec)}$$

- (5) 想定した加減速時間の条件は 0.03sec (30msec) 以下ですから、(4) の結果より、仮選定したアクチュエータで加減速が可能ということがわかります。
- (6) もし加減速時間の計算結果が所望の時間以内に入らない場合、以下のように再検討します。
  - ・ 負荷慣性モーメントの低減を計る。
  - ・ 減速比、アクチュエータの型番を再検討する。

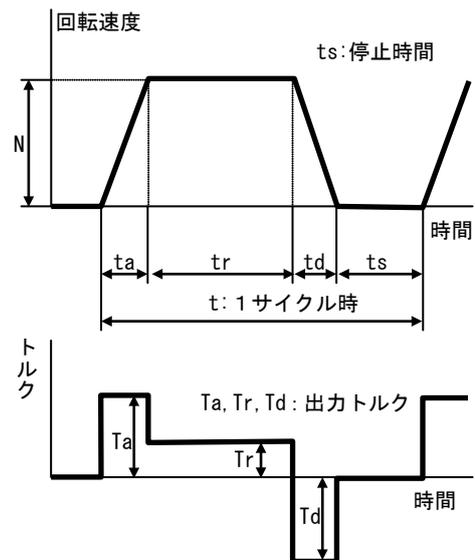
## デューティの検討

RSF supermini シリーズの選定にあたり、トルクと回転速度の時間的変化を考慮しなければなりません。特に、加減速時には大きなトルクを発生するための大電流が流れ、発熱量も大きくなります。

右図の駆動パターンで繰り返し運転する場合の「デューティ：%ED」を次式で計算します。

$$\%ED = \frac{KLa \times t_a + KLr \times t_r + KLd \times t_d}{t} \times 100 \quad (4)$$

$t_a$	: 速度 0 から N までの加速時間	[s]
$t_d$	: 速度 N から 0 までの減速時間	[s]
$t_r$	: 速度 N での一定速度運転時間	[s]
$t$	: 1 サイクルの時間	[s]
$KLa$	: 加速時間におけるデューティ係数	
$KLr$	: 一定速運転時間におけるデューティ係数	
$KLd$	: 減速時間におけるデューティ係数	



計算例 2

**KLa, K<sub>Lr</sub>, K<sub>Ld</sub> の求め方とデューティの計算**

下図に示す計算例 1 の結果、アクチュエータ選定は RSF-5B-50 で問題ありませんから、デューティ係数グラフも RSF-5B-50 を利用することになります。

運転条件：

- ・ 慣性負荷をアクチュエータの最大トルクで加速し、一定速運転の後、最大トルクで減速する。
- ・ 1 サイクルでの移動角度  $\theta$  は  $120^\circ$
- ・ 1 サイクル時間は 0.4 (s)
- ・ その他の条件は計算例 1 と同様とする。

- (1) K<sub>La</sub>, K<sub>Ld</sub> : 回転速度変化が 0 から 140r/min 間の平均速度 70r/min より、デューティ係数グラフから K<sub>La</sub>=K<sub>Ld</sub>≒1.5 を得ます。
- (2) K<sub>Lr</sub>: 慣性負荷のため  $T_r \neq 0$  となり、同様にデューティ係数グラフから K<sub>Lr</sub>≒0.29 と読み取ります。
- (3) 移動角度は、上図「回転速度-時間」線図の面積で得られます。即ち、移動角度  $\theta$  は、次式で表されます。

$$\theta = (N / 60) \times \{tr + (ta + td) / 2\} \times 360$$

上式を変形して、tr (速度 N での一定速度運転時間) を求めると、

$$tr = \theta / (6 \times N) - (ta + td) / 2$$

となります。

この式に、 $\theta = 120^\circ$ 、計算例 1 の  $ta = 0.03(s)$ 、 $td = 0.03(s)$ 、 $N = 140r/min$  を代入すると、 $tr = 0.113(s)$  となります。

- (4) 今、1 サイクル時間  $t = 0.4 (s)$  を上記の%ED 計算式に代入して、デューティを計算します。

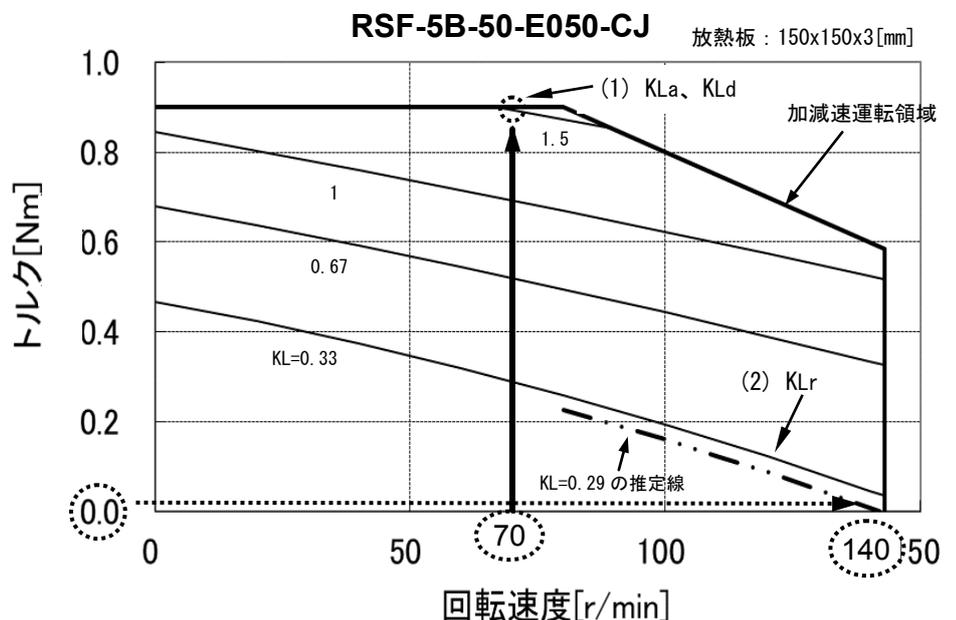
$$\%ED = (1.5 \times 0.03 + 0.29 \times 0.113 + 1.5 \times 0.03) / 0.4 \times 100 = 30.7\%$$

得られた%ED の値は 100 以下なので、このサイクルの連続繰返し運転は可能です。

もし、100 以上の場合には

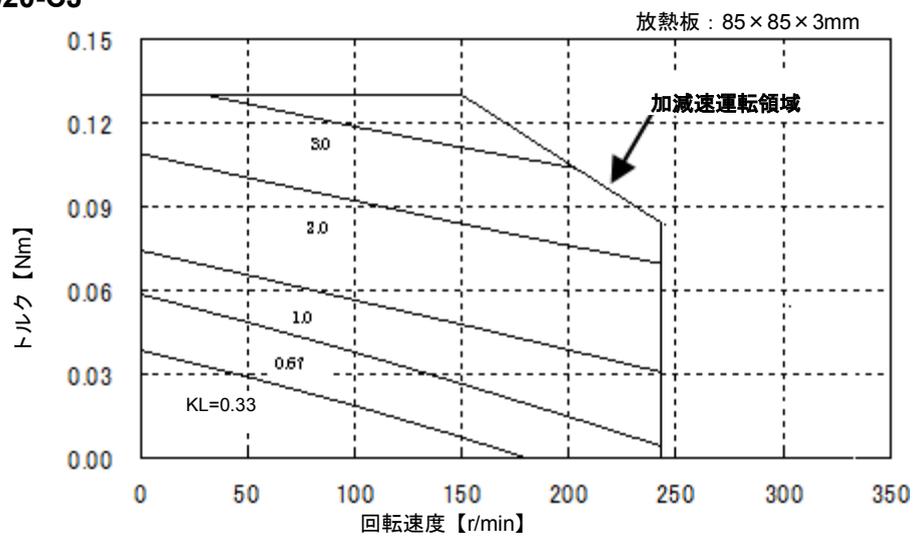
- ・ 運転パターン
- ・ 負荷の軽減

等の再検討が必要です。

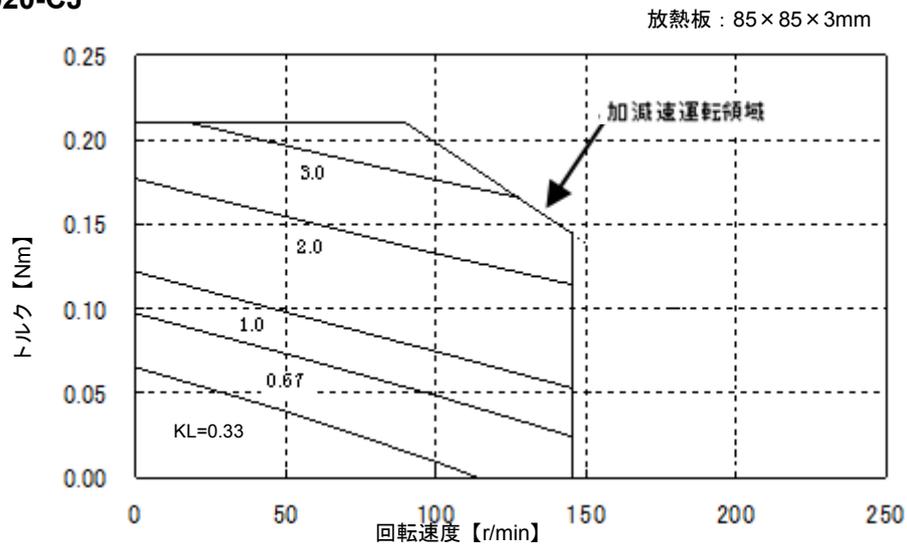


## デューティ係数グラフ

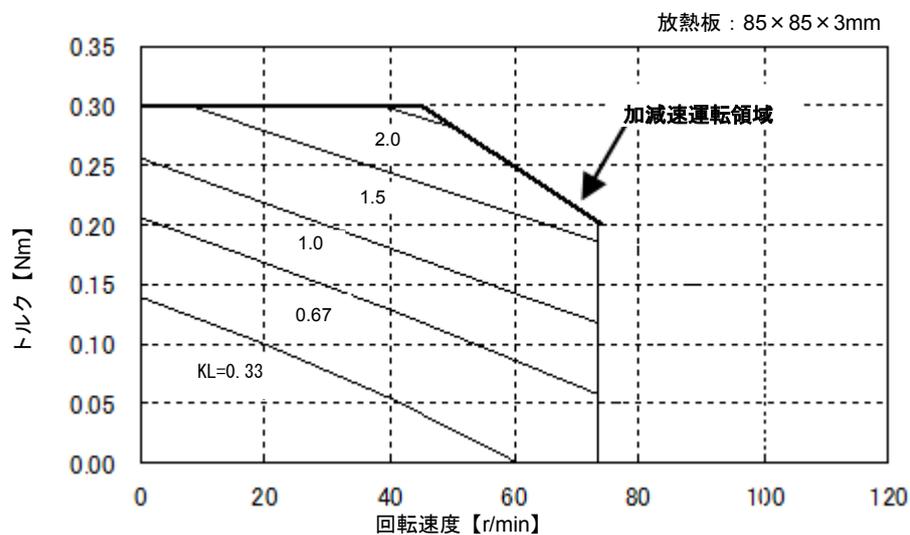
## ● RSF-3C-30-E020-CJ



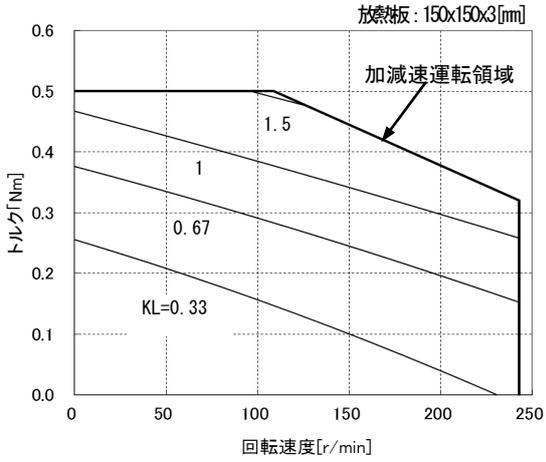
## ● RSF-3C-50-E020-CJ



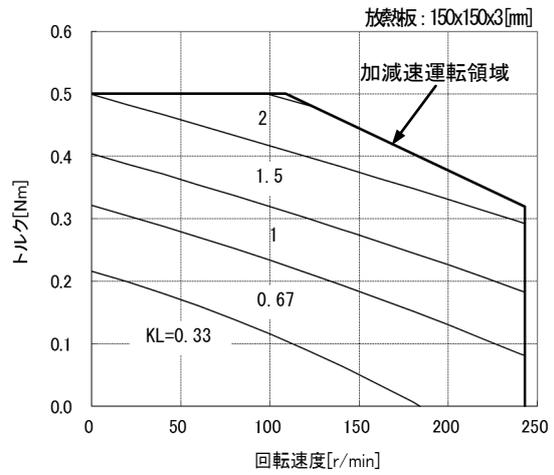
## ● RSF-3C-100-E020-CJ



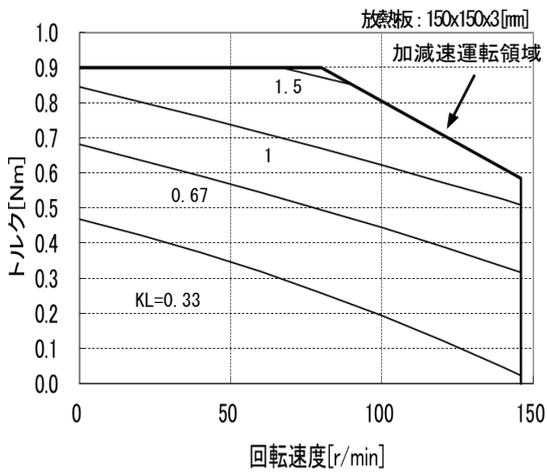
● RSF-5B-30-E050-CJ



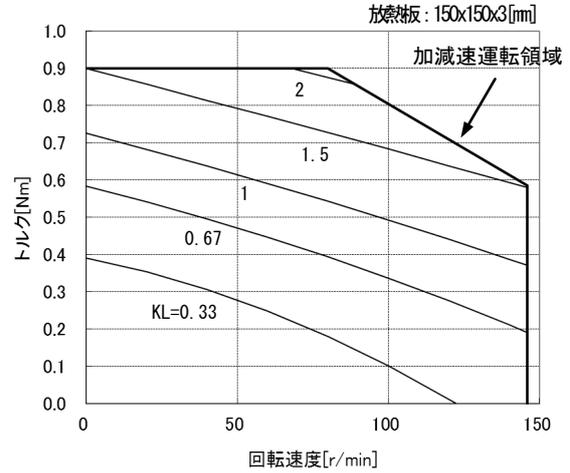
● RSF-5B-30-E050-BCJ



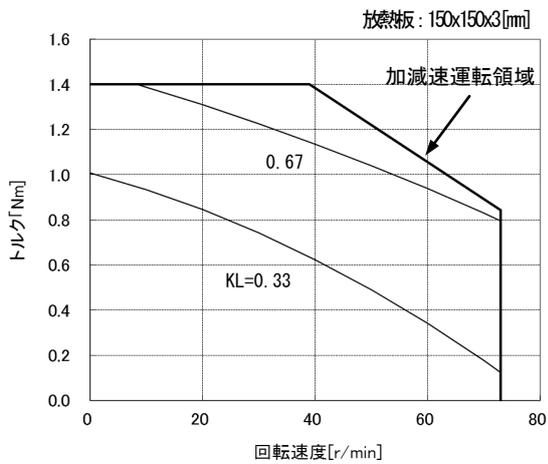
● RSF-5B-50-E050-CJ



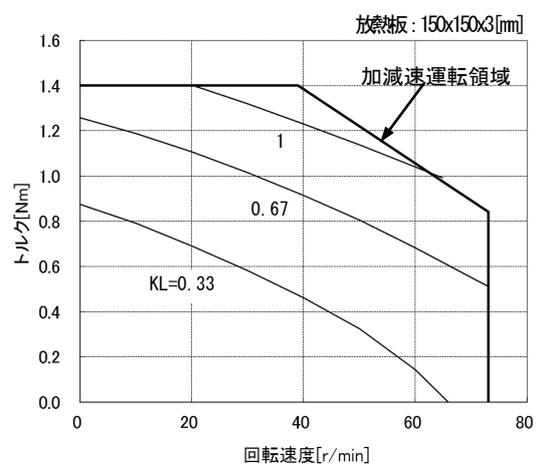
● RSF-5B-50-E050-BCJ



● RSF-5B-100-E050-CJ



● RSF-5B-100-E050-BCJ



## 実効トルク、平均回転速度の検討

実効トルクと平均回転速度について、次の2点を検討します。

- (1) 実効トルクが、許容連続トルク以下か
- (2) 平均回転速度が、許容連続回転速度以下か

「デューティの検討」(P2-4)に示すサイクルの繰返し運転時の実効トルク  $T_m$  および平均回転速度  $N_{av}$  を、次式で計算します。

$$T_m = \sqrt{\frac{T_a^2 \times (t_a + t_d) + T_r^2 \times t_r}{t}}$$

$$N_{av} = \frac{\frac{N}{2} \times t_a + N \times t_r + \frac{N}{2} \times t_d}{t}$$

$T_m$	: 実効トルク	[Nm]		
$T_a$	: 最大トルク	[Nm]		
$T_r$	: 負荷トルク	[Nm]		
$t_a$	: 加速時間	[s]	$t_d$	: 減速時間 [s]
$t_r$	: 一定速運転時間	[s]	$t$	: 1サイクルの時間 [s]
$N_{av}$	: 平均回転速度	[r/min]		
$N$	: 一定速時回転速度	[r/min]		

上記の式で実効トルク、平均回転速度の計算結果が「1-15 使用可能領域」(P1-13)に示したグラフの連続使用領域の範囲内でない場合、デューティの低減を図る対策を行ってください。

### 計算例 3：実効トルクと平均回転速度の検討

計算例 1 と計算例 2 の運転条件を使い、実効トルクと平均回転速度を検討します。

- (1) 実効トルクの検討

$T_a = 8.3 \text{ Nm}$ 、 $T_r = 0 \text{ Nm}$ 、 $t_a = 0.113 \text{ s}$ 、 $t_r = t_d = 0.03 \text{ s}$ 、 $t = 0.4 \text{ s}$  を上式に代入します。

$$T_m = \sqrt{\frac{0.9^2 \times (0.03 + 0.03)}{0.4}} = 0.349 \text{ N} \cdot \text{m}$$

この値は、計算例 1 で仮選定した RSF-5B-50 の許容連続トルク (0.29 Nm) を超えており、計算例 2 で設定したサイクルでは連続運転できません。次式は、実効トルクの計算式を変形したものです。この式の  $T_m$  に許容連続トルクの値を代入すれば、1 サイクル時間の許容値を得ることができます。

$$t = \frac{T_a^2 \times (t_a + t_d) + T_r^2 \times t_r}{T_m^2}$$

上式に  $T_a = 0.9 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $T_r = 0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $T_m = 0.349 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $t_a = 0.03 \text{ s}$ 、 $t_r = 0.113 \text{ s}$ 、 $t_d = 0.03 \text{ s}$  を代入して、

$$t = \frac{0.9^2 \times (0.03 + 0.03)}{0.29^2} = 0.578 \text{ [s]}$$

を得ます。即ち 1 サイクル時間を 0.578 [s] 以上に設定すると、 $T_m = 0.29 \text{ Nm}$  以下となり許容連続トルク内で連続運転が可能となります。

(2) 平均回転速度の検討

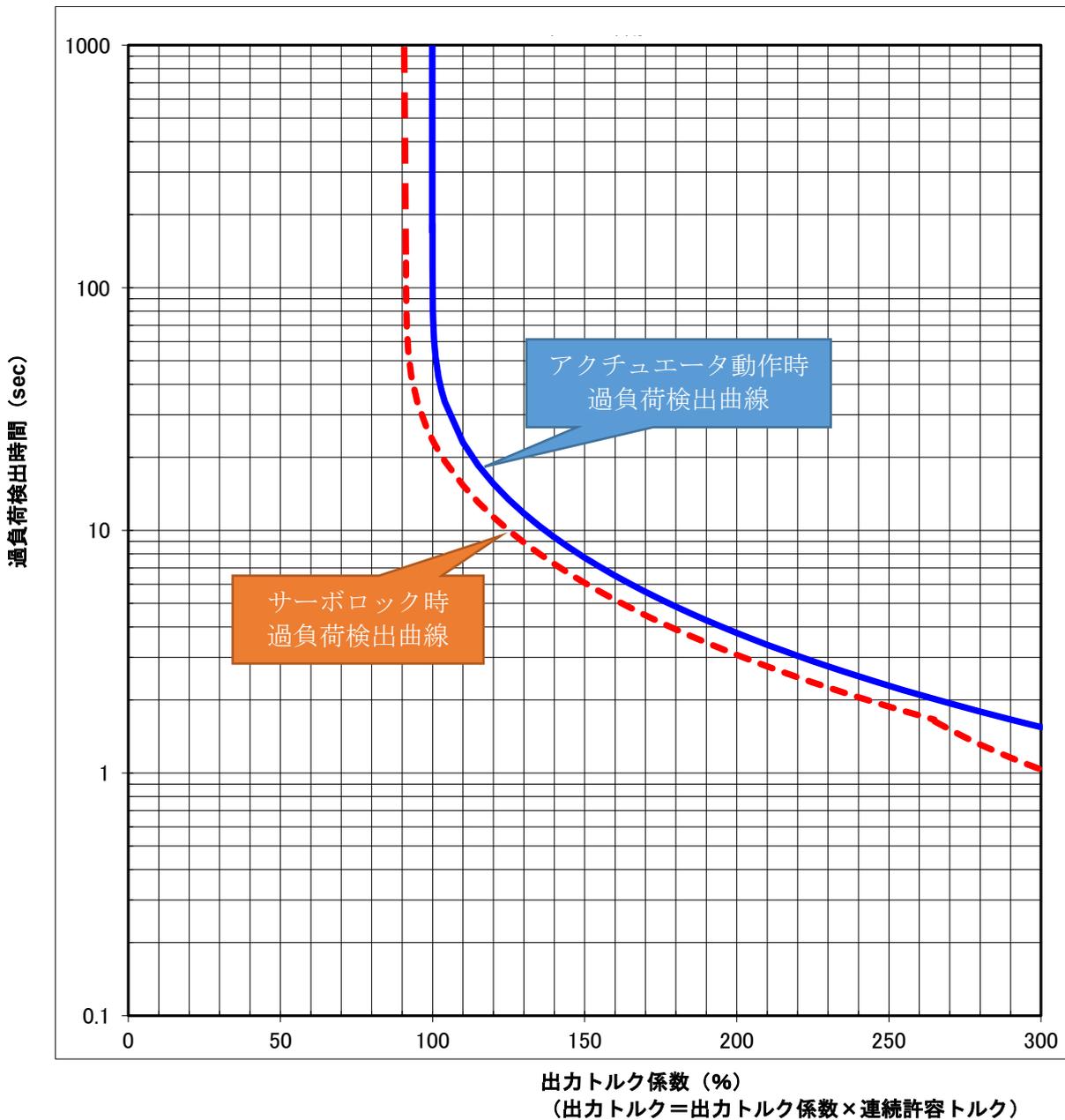
N=140 r/min、 $t_a=0.03$  s、 $t_r=0.113$  s、 $t_d=0.03$  s、 $t=0.4$  s を代入して平均速度を求めます。

$$N_{av} = \frac{140/2 \times 0.03 + 140 \times 0.113 + 140/2 \times 0.03}{0.578} = 34.64 \text{ [r/min]}$$

この値は、RSF-5B-50 の許容連続回転速度 (90 r/min) 以下であり、使用可能です。

### 過負荷検出時間

RSF supermini シリーズを許容連続トルク以上で間欠運転する場合、許容デューティ内であってもサーボアンプの過負荷検出機能によりトルクを連続して出力できる時間が制限されます。この過負荷検出時間を下図に示します。



# 第3章

## アクチュエータの設置

---

ここでは、アクチュエータの設置について説明します。

---

3-1	品物の確認	3-1
3-2	取扱上の注意	3-1
3-3	設置場所と設置工事	3-2
3-4	アンプの初期設定	3-4
3-5	アクチュエータ励磁動作について	3-5
3-6	PL13を設定するためのMR-Configurator2の操作	3-6

## 3-1 品物の確認

品物の開梱後、次のことを確認してください。

- 確認の手順

(1) 輸送中の事故で品物が破損していないか、詳細にご確認ください。万一、破損している場合は直ちに購入先にご連絡ください。

(2) RSF supermini シリーズアクチュエータの側面に銘板が貼り付けてあります。ご注文品かどうかをこの銘板の「TYPE」欄記載の型式でお確かめください。万一、違う品の場合は直ちに購入先にご連絡ください。

型式記号の詳細は、「1-3 型式」(P1-2) をご覧ください。

## 3-2 取扱上の注意

RSF supermini シリーズアクチュエータの取り扱いに際し、以下の注意事項を守って丁寧に取扱ってください。



警告

アクチュエータの端子を直接電源に接続しないでください。  
アクチュエータが焼損し、火災・感電の危険があります。



注意

- (1) 特にアクチュエータの出力軸には、規定以上の力や衝撃を加えないよう注意してください。
- (2) 落下の危険性のある台、棚などにアクチュエータを載せないでください。
- (3) 保存時の温度の限界は、 $-20^{\circ}\text{C}$ ～ $+60^{\circ}\text{C}$ です。直射日光に長時間あてたり、低温・高温の場所に保管したりしないでください。
- (4) 保存時の湿度の限界は相対湿度 80%以下です。特に高湿な場所や、温度変化の激しい場所・昼夜の温度差のある場所に保管しないでください。
- (5) 腐食性のガス、粉塵のある場所では使用および保管をしないでください。
- (6) 静電気がかかった場合、エンコーダ素子が破壊される可能性があるため、相対湿度の目安として 40%～70%RH の環境下で設置作業を行うことを推奨します。

## 3-3 設置場所と設置工事

### 設置場所の環境条件

RSF supermini シリーズアクチュエータの設置場所の環境条件は次の通りです。この条件を必ず守って設置場所を決めてください。

- 使用温度：0°C～40°C  
ボックス内に収納される場合ボックス内温度は、内蔵される機器の電力損失およびボックスの大きさなどにより、外気温度より高くなる場合があります。必ずアクチュエータ周辺の温度が40°C以下になるようにボックスの大きさ、冷却および配置の考慮をしてください。
- 使用湿度：湿度20～80%、ただし結露の無いこと  
昼夜の温度差が大きい場所や運転・停止がたびたび起こる使用状態では、結露の可能性が高いため注意をお願いします。
- 振動：49m/s<sup>2</sup> (10Hz～400Hz) 以下
- 衝撃：300 m/s<sup>2</sup> 以下
- チリ・ほこり・結露・金属粉・腐食性ガス・水・水滴・オイルミスト等のないこと
- 屋内での使用、直射日光があたらないこと

### 外来ノイズに対する配慮

アクチュエータの設置にあたって以下の項目に十分注意してください。設置状態によっては外来ノイズによりアクチュエータが誤動作する可能性があります。

- RSF-5B の FG ラインは確実に接地してください。
- RSF-3C にはモータ筐体からの FG ラインがありませんので、RSF-3C を使用する場合にはギアヘッドハウスを通してモータ筐体が装置本体側に確実に接地されるようにしてください。また装置本体も確実に接地してください。
- モータ線、エンコーダ信号線を一緒に結束（バンド）しないでください。
- 外部パワー線（サーボンプ電源ライン他、AC100V/AC200V ライン等）とアクチュエータ信号線、及びモータ線を同じパイプやダクトの中を通したり、一緒に結束（バンド）しないでください。

以下に RSF supermini シリーズのノイズ耐性値を示します。

この数値は製品に付属するクランプフィルタを装着し、標準中継ケーブルを用いて、ノイズ試験室環境で測定した参考値です。

実際の使用環境でのノイズ耐性数値はこの限りではありませんので注意してください。

型式	RSF-3C	RSF-5B
ノイズ耐性数値（エンコーダ信号線）	1.5kV	2.0kV

## 設置工事

RSF supermini シリーズアクチュエータは、負荷機械装置を高精度に駆動します。設置作業にあたって特に精度面に注意し、アクチュエータの出力部をハンマで叩く等の作業を行わないでください。アクチュエータにはエンコーダを内蔵しています。大きな衝撃はエンコーダを破壊します。

### ● 設置の手順

- (1) アクチュエータ軸と負荷装置の芯出しを十分に行います。
  - 注1: とくに剛体カップリングを使用するときには、充分注意して芯出しを行ってください。わずかな芯ずれでもアクチュエータの許容荷重を越え、出力軸の損傷を起こします。
  - 注2: カップリングを取り付けるときには、アクチュエータ出力軸に衝撃を加えないようにしてください。
- (2) 平座金と高張力ボルトを使って、負荷機械にアクチュエータフランジを固定してください。締め付け時には、トルクレンチを使って締め付けトルクを管理してください。

締め付けトルクは次表の通りです。

型式		RSF-3C	RSF-5B
ボルト本数		4	2
ボルトサイズ		M1.6	M2
取り付け PCD	mm	15	25
締め付けトルク	Nm	0.26	0.25
	kgf m	0.03	0.03
伝達トルク	Nm	3.0	2.0
	kgf m	0.3	0.2

推奨ボルト名：JIS B 1176 六角穴付きボルト、強度区分：JIS B 1051 12.9 以上

- (3) 配線作業については、MR-J4W2-0303B6-MX940J 製品仕様書 (No.BCN-B72000-227) をよくお読みのうえ、正しく配線してください。
- (4) モータケーブル・エンコーダケーブル  
ケーブルは強い力で引っ張らないでください。また、ケーブルでアクチュエータを吊り下げるようなことはしないでください。接続部が損傷する恐れがあります。設置のとき、ケーブルの布線には必ず余裕を持たせ、アクチュエータとの間に張力がかからないようにしてください。また、ケーブルが頻繁に屈曲運動を繰り返すような条件では使用しないでください。



### アクチュエータの分解・組み立てをしないでください。

アクチュエータは、精密部品を多く使用しています。お客様での分解・組み立てによる精度および性能の低下は保証できません。

注意

## 3-4 アンプの初期設定

ご購入いただきましたアクチュエータを、J4 アンプで制御するために、パラメータの設定が必要です。

パラメータ	アクチュエータ	設定値	
		RSF-3C	RSF-5B
PA01	運転モード	1060	
PA17	サーボモータシリーズ設定	(※1)	
PA18	サーボモータタイプ設定		
PC05	電圧選択	0100	
PC27	回転方向選択	0000	
PL08	リニアサーボモータ/DD モータ機能選択 3	0010	
PL09	磁極検出レベル	3 (※2)	
PL13	分解能倍率設定 (※3)	0013	0012
PL25	分解能設定	1900	1F40
PL26	分解能設定	0000	0000

(※1) J4 アンプで制御するために、J4 アンプのパラメータ PA17：サーボモータシリーズ設定、PA18：サーボモータタイプ設定を行う必要があります。下表をご覧ください設定をお願いします。(J4 アンプへの設定についての詳細は「MR-J4W2-0303B6-MX940J 製品仕様書 (No. BCN-B72000-227)」をご参照ください。)

アクチュエータ型式	設定値		アンプ型番
	PA17	PA18	
RSF-3C-30-E020-CJ	00E7	1E1E	MR-J4W2-0303B6-MX940J
RSF-3C-50-E020-CJ		1E32	
RSF-3C-100-E020-CJ		1E64	
RSF-5B-30-E050-CJ		1F1E	
RSF-5B-50-E050-CJ		1F32	
RSF-5B-100-E050-CJ		1F64	
RSF-5B-30-E050-BCJ		201E	
RSF-5B-50-E050-BCJ		2032	
RSF-5B-100-E050-BCJ		2064	



警告

組み合わせるアクチュエータと異なる設定は行わないでください  
異なる「アクチュエータ」の設定は、トルク不足や過電流によるアクチュエータの焼損を起こす可能性があり、けがや火災を起こすおそれがあります。

(※2) 「3-5 アクチュエータ励磁動作について」(P3-5) を参照ください。

(※3) 「3-6 PL13 を設定するための MR-Configurator2 の操作」(P3-6) を参照ください。

## 3-5 アクチュエータ励磁動作について

当アクチュエータの適応サーボアンプ“MR-J4W2-0303B6-MX940J”は、電源投入後、最初の励磁動作時に磁極検出を行い、その際、アクチュエータの出力軸が最大±0.5度程度、回転します。当方式を行うための、注意点を以下に記載します。

- ◆ 以下の場合には磁極検出を行うことができません。
  - ① アクチュエータ出力軸が外部からロックされており、動かすことができない場合
  - ② アクチュエータ出力軸が、外力により駆動されている場合
- ◆ 以下の場合には、磁極検出ができない可能性があります。
  - ③ アクチュエータに対して以下のトルク以上の回転を阻害する力がかかっている場合

アクチュエータ型番	回転を阻害する力 (Nm)
RSF-3C-30	0.04
RSF-3C-50	0.08
RSF-3C-100	0.15
RSF-5B-30	0.14
RSF-5B-50	0.39
RSF-5B-100	0.73

①、②に該当していないにも関わらず、サーボアンプがAL27.1：初期磁極検出異常を出力する場合は、上記以上の回転を阻害する力がかかっている可能性があります。

この場合、サーボアンプの、設定パラメータ PL09：磁極検出電圧レベルを変更することにより、磁極検出が行える場合があります。

しかしこの場合でも、以下に示すトルク以上の回転を阻害する力がかかっている場合は、磁極検出を行うことができませんので、阻害する力を軽減してください。

アクチュエータ型番	PL09 初期値	PL09 設定可能最大値	PL09 最大値設定時の励磁可能な回転を阻害する力 (Nm)
RSF-3C-30	3	4	0.07
RSF-3C-50	3	4	0.12
RSF-3C-100	3	4	0.24
RSF-5B-30	3	4	0.24
RSF-5B-50	3	4	0.59
RSF-5B-100	3	3	0.73

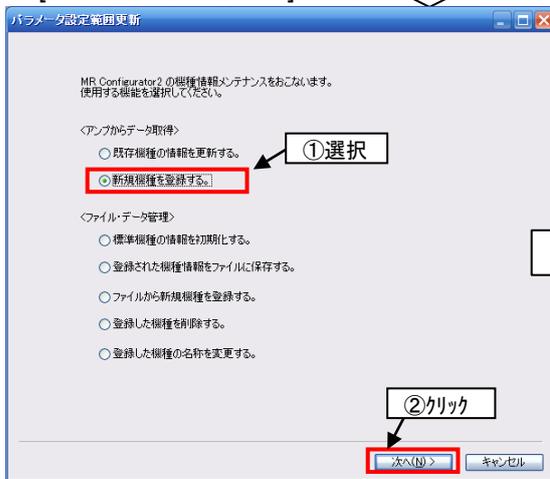
# 3-6 PL13 を設定するための MR-Configurator2 の操作

PL13：分解能倍率設定を行う場合は、以下の手順で行ってください。

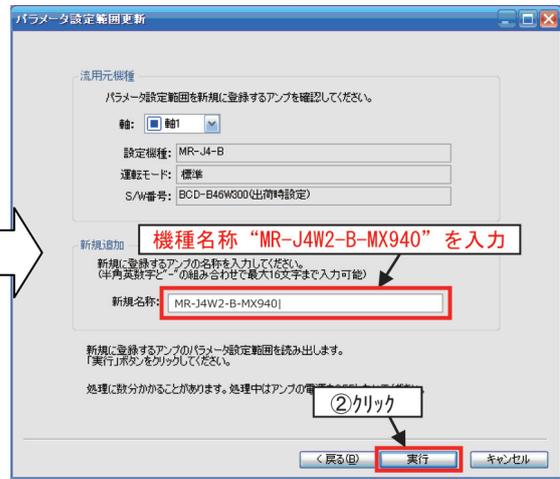
- (1) USB ケーブルでサーボアンプと PC を接続し、MR Configurator2 を起動
- (2) [パラメータ設定範囲更新 (U)] を選択



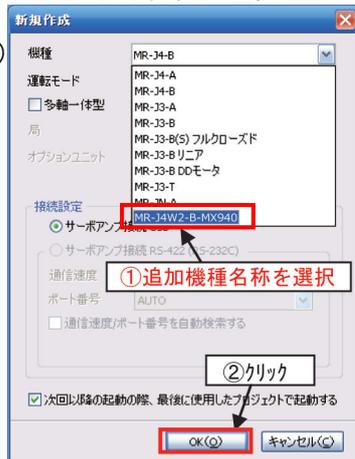
- (3) [新規機種を登録する] を選択



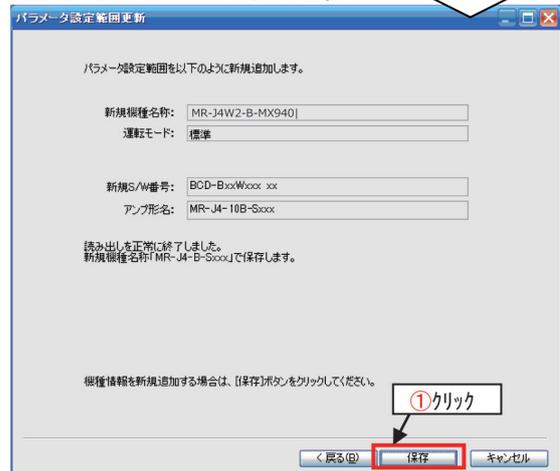
- (4) アンプの名称を入力



- (6) 追加した機種を選択



- (5) アンプ形名の選択



- (7)

**3**

アクチュエータの設置

# 第 4 章

## RSF-5B のモータ軸保持ブレーキ

---

RSF-5B は、モータ軸保持ブレーキを装備したアクチュエータを標準で用意しています。  
(オプション記号 : B) 後付けブレーキを準備することなく、フェールセーフ要求等に対応させることが可能です。

このブレーキは、ブレーキ開放用と、開放した状態を保持する開放保持用の 2 つのコイルを組み込み、各コイルの電流を制御することによって開放保持時の消費電流の低減が可能です。

---

4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様	4-1
4-2 ブレーキ電源の制御	4-2

# 4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様

項目		減速比	30	50	100
方式			単板乾式無励磁作動型 (吸引コイル、保持コイル個別)		
ブレーキ作動電圧	V		DC24±10%		
開放時消費電流 (at 20°C)	A		0.8		
開放保持時消費電流 (at 20°C)	A		0.05		
保持トルク*1	Nm		0.18	0.29	0.44
	kgf cm		1.84	2.96	4.49
慣性モーメント*1	(GD <sup>2</sup> /4)		1.11×10 <sup>-4</sup>	3.15×10 <sup>-4</sup>	12.6×10 <sup>-4</sup>
	kg m <sup>2</sup>				
	(J)		1.13×10 <sup>-3</sup>	3.15×10 <sup>-3</sup>	12.6×10 <sup>-3</sup>
質量*2	g		86 (クランプフィルタ含まず)		
許容ブレーキ動作回数*3			100,000 回		

\*1: この値はアクチュエータとしての出力軸における値を示しています。

\*2: この値はアクチュエータ全体の値です。

\*3: モータ軸回転速度が次表以下での制動の場合。

減速比	出力軸回転速度 [r/min]	モータ軸回転速度 [r/min]
30	5.0	150
50	3.0	
100	1.5	

## 4-2 ブレーキ電源の制御

### 中継ケーブルを使用する場合（推奨方法）

別売品のブレーキ用中継ケーブル（EWA-Bxx-JST03-TMC）はブレーキ電流を制御する回路を内蔵しています。

そのため、お客様でブレーキ電流を制御する必要はありませんので、ブレーキ付きアクチュエータをご使用になる場合には、ブレーキ用中継ケーブルと一緒にお使いになることを推奨します。

ブレーキ用中継ケーブルを使用する場合はブレーキ用電源の ON-OFF のみでブレーキ操作をすることが可能です。

ブレーキ用電源（DC24V±10%が出力可能な電源）はお客様にてご用意ください。電源は「4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様」（P4-1）に記載されている開放時消費電流が出力可能な電源装置をご使用ください。

開放時消費電流の供給時間は、DC24V±10%の場合に 0.5sec 以下です。

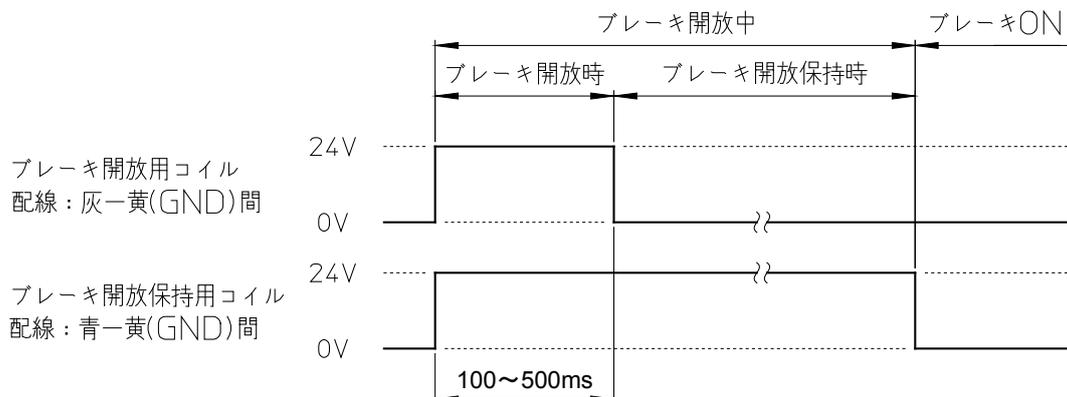
### 中継ケーブルを使用しない場合

別売品のブレーキ用中継ケーブル（EWA-Bxx-JST03-TMC）を使用しない場合には、ブレーキ開放用と開放保持用のコイルへのブレーキ電源の制御をお客様で確実に行ってください。

ブレーキ開放時、またその後のブレーキ開放保持時の電源供給は以下のように行なってください。

	リード線色	印加電圧
ブレーキ開放時	灰/黄	DC24V±10%
	青/黄	
開放保持時	灰/黄	DC 0V
	青/黄	DC24V±10%
ブレーキ使用時	灰/黄	DC 0V
	青/黄	

各コイルへの電源供給は以下のタイムチャートに従って行なってください。



ブレーキ開放用コイル（灰/黄 間）へ電源供給を行なう時間が 100~500ms になるように、電源を制御してください。ただしブレーキ開放保持用コイルへの電源供給だけではブレーキは開放しませんので、開放時はブレーキ開放コイルへも電源供給が必要です。



ブレーキへの電源供給は必ず制御してください。  
ブレーキへの電源供給は「4-2 ブレーキ電源の制御」(P4-2)に従って制御してください。吸引用コイルに電流を流し続けると温度上昇によりアクチュエータが焼損し、火災・感電の危険があります。



許容ブレーキ動作回数（「4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様」(P4-1) 参照）を越えないようにご注意ください。  
許容ブレーキ動作回数を越えると保持トルクが低下し、ブレーキとしての使用はできません。

# 第5章

## 別売品

---

ここでは、必要に応じて、ご購入いただく別売品について説明します。

---

5-1 中継ケーブル .....	5-1
------------------	-----

# 5-1 中継ケーブル

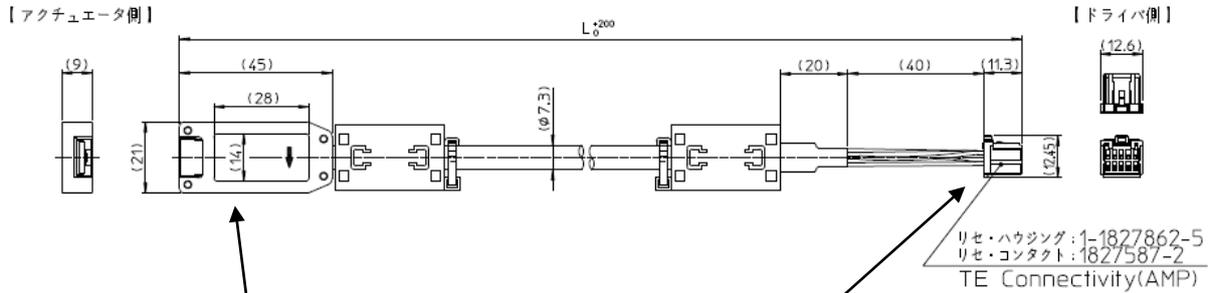
RSF supermini シリーズのアクチュエータとアンプを接続する中継ケーブルです。  
エンコーダ用、モータ用、ブレーキ用の 3 種類の中継ケーブルがあります。ご注文頂いたアクチュエータの型式にしたがって選択してください。

- 中継ケーブル型式 (xx はケーブル長さ「3m、5m、10m」を表します。)

## ① エンコーダ用

EWA-Exx-JST09-A10-M

ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m) : L



ピン NO.	信号名	ピン NO.	信号名
1	A 相	6	W 相
2	B 相	7	+5V
3	Z 相	8	GND
4	U 相	9	N.C.
5	V 相		

ピン NO.	信号名	ピン NO.	信号名
1A	A+相	1B	A-相
2A	B+相	2B	B-相
3A	Z+相	3B	Z-相
4A	+5V	4B	GND
5A	シールド*	5B	---

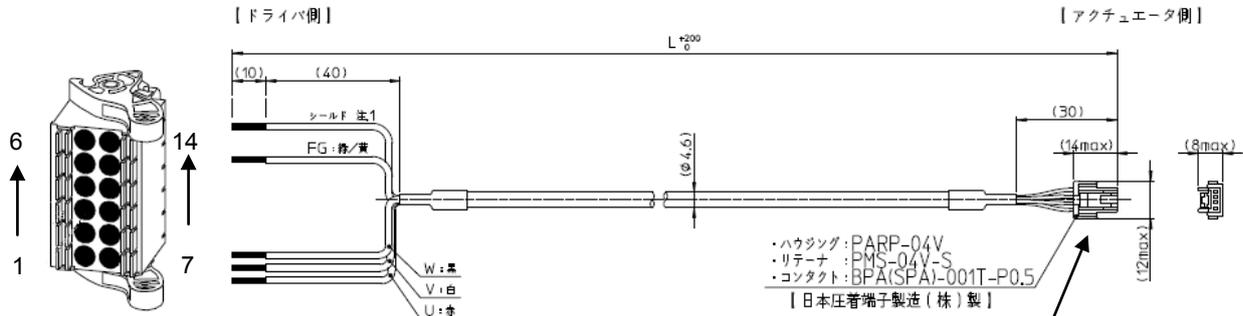
5

別売品

②モータ用

EWA-Mxx-JST04-NC-M

ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m) : L

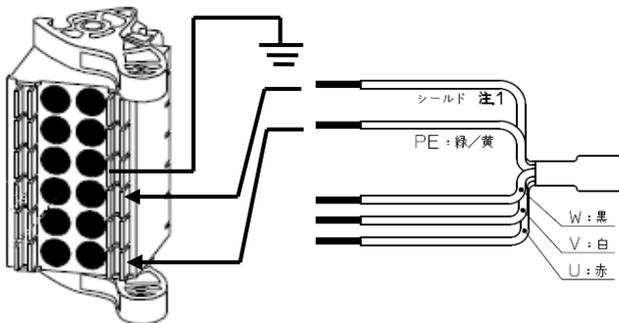


ピン NO.	信号名
1	U 相
2	V 相
3	W 相
4	FG

【コネクタ取付時のシールド/PE 線の処理について】

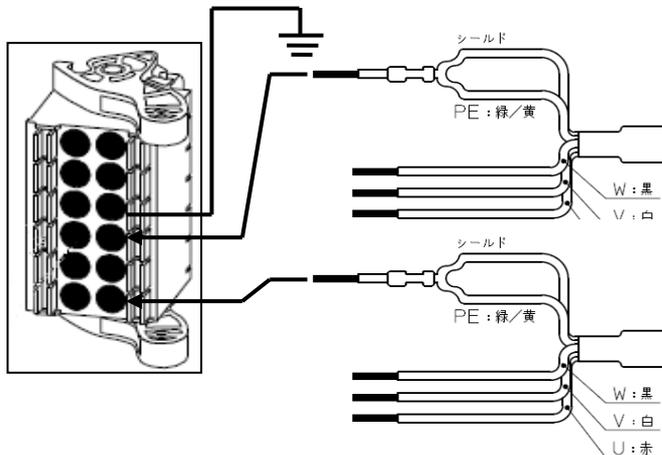
MR-J4W2-0303B6-MX940J アンプ付属のコネクタを取り付ける際、シールド線及び PE 線は以下の様に接続ください。

◆MR-J4W2-0303B6-MX940J アンプに接続するアクチュエータが 1 軸の場合



シールド線と PE 線を、CNP1 コネクタの 7pin (E2) 及び、9pin (E1) に接続して、11pin (設置) を、FG に設置してください。

◆MR-J4W2-0303B6-MX940J アンプに接続するアクチュエータが 2 軸の場合



シールド線と PE 線を左図のように加工して、それぞれを、CNP1 コネクタの 7pin (E2) 及び、9pin (E1) に接続し、11pin (設置) を FG に設置してください。

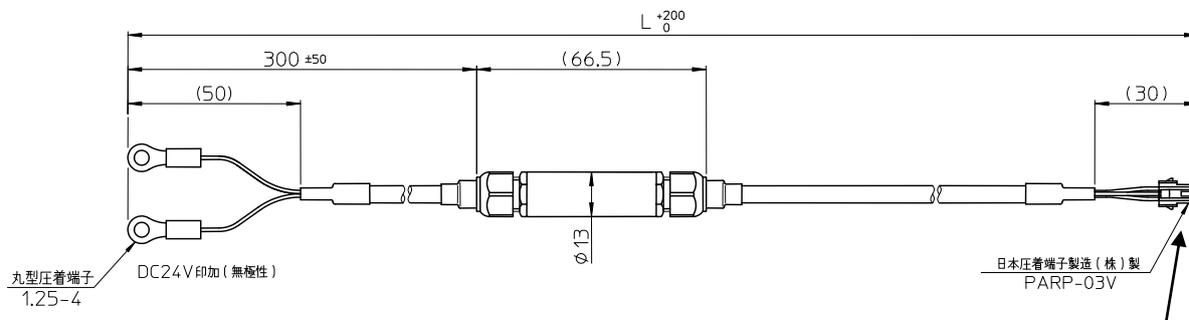
5

別売品

③ブレーキ用 (RSF-5B のみ)

EWA-Bxx-JST03-TMC

ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m) : L



ピン NO.	配線色
1	赤
2	白
3	黒

5

別売品

# 付録

---

ここでは、単位の換算、慣性モーメントの計算などについて説明します。

---

付録-1 単位の換算	付-1
付録-2 慣性モーメントの計算	付-3

# 付録-1 単位の換算

本技術マニュアルでは、基本的に SI 単位系を採用しています。SI 単位系と他の単位系との換算係数は次の通りです。

## (1) 長さ

SI 単位	m	
	↓	
単位	ft.	in.
係数	3.281	39.37

単位	ft.	in.
係数	0.3048	0.0254
	↓	
SI 単位	m	

## (2) 直線速度

SI 単位	m/s			
	↓			
単位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
係数	60	196.9	3.281	39.37

単位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
係数	0.0167	5.08x10 <sup>-3</sup>	0.3048	0.0254
	↓			
SI 単位	m/s			

## (3) 直線加速度

SI 単位	m/s <sup>2</sup>			
	↓			
単位	m/min <sup>2</sup>	ft./min <sup>2</sup>	ft./s <sup>2</sup>	in/s <sup>2</sup>
係数	3600	1.18x10 <sup>4</sup>	3.281	39.37

単位	m/min <sup>2</sup>	ft./min <sup>2</sup>	ft./s <sup>2</sup>	in/s <sup>2</sup>
係数	2.78 x10 <sup>-4</sup>	8.47x10 <sup>-5</sup>	0.3048	0.0254
	↓			
SI 単位	m/s <sup>2</sup>			

## (4) 力

SI 単位	N		
	↓		
単位	kgf	lb (力)	oz (力)
係数	0.102	0.225	4.386

単位	kgf	lb (力)	oz (力)
係数	9.81	4.45	0.278
	↓		
SI 単位	N		

## (5) 質量

SI 単位	kg	
	↓	
単位	lb.	oz.
係数	2.205	35.27

単位	lb.	oz.
係数	0.4535	0.02835
	↓	
SI 単位	kg	

(6) 角度

SI 単位	rad		
↓			
単位	度	分	秒
係数	57.3	3.44x10 <sup>3</sup>	2.06x10 <sup>5</sup>

単位	度	分	秒
係数	0.01755	2.93x10 <sup>-4</sup>	4.88x10 <sup>-6</sup>
↓			
SI 単位	rad		

(7) 角速度

SI 単位	rad/s			
↓				
単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	57.3	3.44x10 <sup>3</sup>	0.1592	9.55

単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	0.01755	2.93x10 <sup>-4</sup>	6.28	0.1047
↓				
SI 単位	rad/s			

(8) 角加速度

SI 単位	rad/s <sup>2</sup>	
↓		
単位	度/s <sup>2</sup>	度/min <sup>2</sup>
係数	57.3	3.44x10 <sup>3</sup>

単位	度/s <sup>2</sup>	度/min <sup>2</sup>
係数	0.01755	2.93x10 <sup>-4</sup>
↓		
SI 単位	rad/s <sup>2</sup>	

(9) トルク

SI 単位	Nm			
↓				
単位	kgfm	lbft	lbin	ozin
係数	0.102	0.738	8.85	141.6

単位	kgfm	lbft	lbin	ozin
係数	9.81	1.356	0.1130	7.06x10 <sup>-3</sup>
↓				
SI 単位	Nm			

(10) 慣性モーメント

SI 単位	kgm <sup>2</sup>							
↓								
単位	kgfms <sup>2</sup>	kgfcms <sup>2</sup>	lbft <sup>2</sup>	lbfts <sup>2</sup>	lbin <sup>2</sup>	lbins <sup>2</sup>	ozin <sup>2</sup>	ozins <sup>2</sup>
係数	0.102	10.2	23.73	0.7376	3.42x10 <sup>3</sup>	8.85	5.47x10 <sup>4</sup>	141.6
↓								
単位	kgfms <sup>2</sup>	kgfcms <sup>2</sup>	lbft <sup>2</sup>	lbfts <sup>2</sup>	lbin <sup>2</sup>	lbins <sup>2</sup>	ozin <sup>2</sup>	ozins <sup>2</sup>
係数	9.81	0.0981	0.0421	1.356	2.93x10 <sup>-4</sup>	0.113	1.829x10 <sup>-5</sup>	7.06x10 <sup>-3</sup>
↓								
SI 単位	kgm <sup>2</sup>							

(11) ねじりバネ定数・モーメント剛性

SI 単位	Nm/rad				
↓					
単位	kgfm/rad	kgfm/arc min	kgfm/度	lbft/度	lbin/度
係数	0.102	2.97 x10 <sup>-5</sup>	1.78x10 <sup>-3</sup>	0.0129	0.1546
↓					
単位	kgfm/rad	Kgfm/arc min	kgfm/度	lbft/度	lbin/度
係数	9.81	3.37 x10 <sup>4</sup>	562	77.6	6.47
↓					
SI 単位	Nm/rad				

# 付録-2 慣性モーメントの計算

## 1. 質量・慣性モーメントの計算式

### (1) 回転中心が重心線と一致しているとき

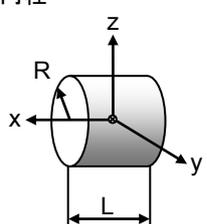
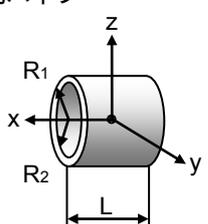
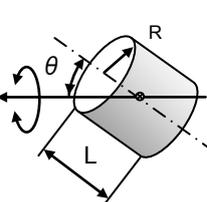
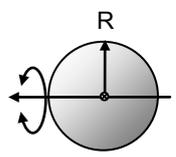
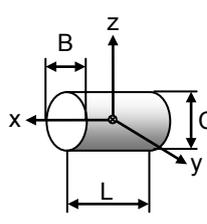
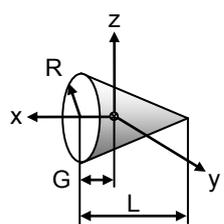
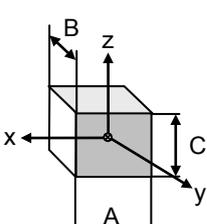
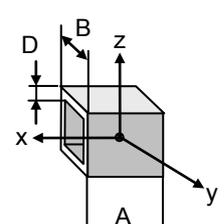
次表は、質量・慣性モーメントの計算式です。

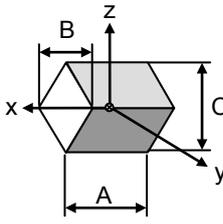
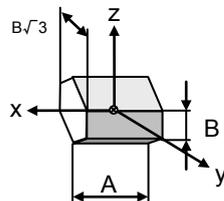
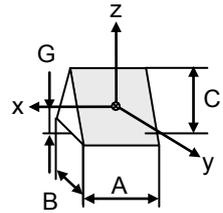
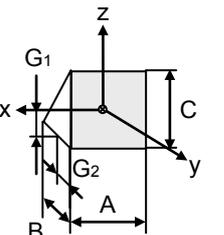
$m$  : 質量 (kg)、 $I_x, I_y, I_z$  :  $x, y, z$  軸を回転中心とする慣性モーメント ( $\text{kgm}^2$ )

$G$  : 重心の端面からの距離 (m)

$\rho$  : 密度 ( $\text{kg/m}^3$ )

単位 長さ : m、質量 : kg、慣性モーメント :  $\text{kgm}^2$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
円柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m R^2$ $I_y = \frac{1}{4} m \left( R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left( R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$	丸パイプ 	$m = \pi (R_1^2 - R_2^2) L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $I_z = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $R_1$ : 外径、 $R_2$ : 内径
傾いた円柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_\theta = \frac{1}{12} m \times \left\{ 3R^2(1 + \cos^2\theta) + L^2 \sin^2\theta \right\}$	球 	$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ $I = \frac{2}{5} m R^2$
楕円柱 	$m = \frac{1}{4} B C L \rho$ $I_x = \frac{1}{16} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left( \frac{C^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left( \frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$	円錐 	$m = \frac{1}{3} \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{3}{10} m R^2$ $I_y = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $I_z = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $G = \frac{L}{4}$
角柱 	$m = A B C \rho$ $I_x = \frac{1}{12} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m (C^2 + A^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m (A^2 + B^2)$	正四角パイプ 	$m = 4AD(B - D)\rho$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{24}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{24}m(C^2 + 2A^2)$ $I_z = \frac{1}{24}m(B^2 + 2A^2)$		$m = \frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho$ $I_x = \frac{5}{12}mB^2$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$
	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2} + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{B^2}{2}\right)$ $G = \frac{C}{3}$		$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{36}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1 = \frac{C}{3} \quad G_2 = \frac{B}{3}$

● 密度の例

次表は密度の参考値です。実際の材料の密度については、個々に確認してください。

材料	密度	材料	密度	材料	密度
SUS304	7930	アルミニウム	2700	エポキシ樹脂	1900
S45C	7860	ジュラルミン	2800	ABS	1100
SS400	7850	シリコン	2300	シリコン樹脂	1800
鑄鉄	7190	石英ガラス	2200	ウレタンゴム	1250
銅	8920	テフロン	2200		
真鍮	8500	フッソ樹脂	2200		

(2) 回転中心が重心線と不一致のとき

慣性体の重心軸と回転軸が一致していないときの慣性モーメントは、次式で計算します。

$$I = I_g + mF^2$$

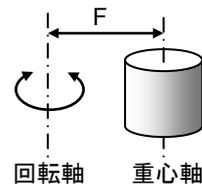
I: 重心軸と回転軸が不一致時の慣性モーメント (kgm<sup>2</sup>)

I<sub>g</sub>: 重心軸と回転軸が一致時の慣性モーメント (kgm<sup>2</sup>)

形状に応じ (1) の式で計算します。

m: 質量 (kg)

F: 回転軸と重心軸の距離 (m)



(3) 直線運動物体の慣性モーメント

ネジなどで駆動される直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメントは、次式で計算します。

$$I = m\left(\frac{P}{2\pi}\right)^2$$

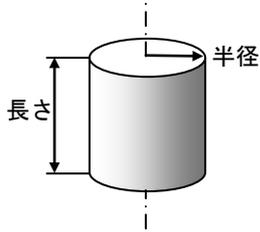
I: 直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメント (kgm<sup>2</sup>)

m: 質量 (kg)

P: アクチュエーター一回転当たりの直線移動量 (m/rev)

## 2. 円柱の慣性モーメント

右グラフにより、円柱の慣性モーメントの概算値を求めることができます。



上のグラフをアルミニウム（密度：2700）に、下のグラフを鉄鋼材料（密度：7850）に適用します。

（例）

材質：アルミニウム

外径：100mm

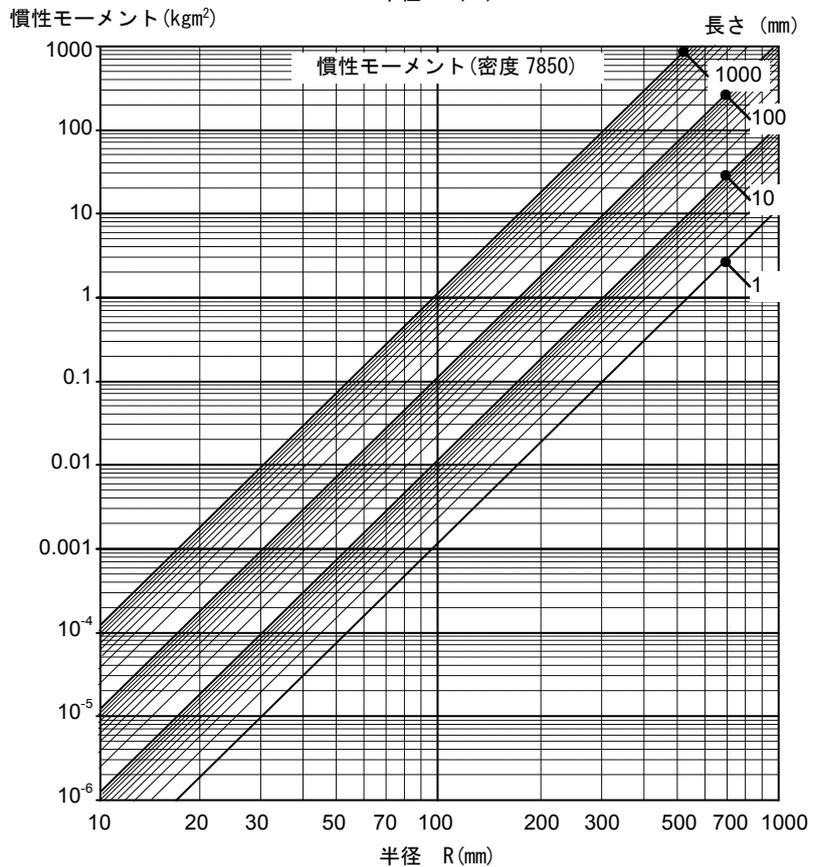
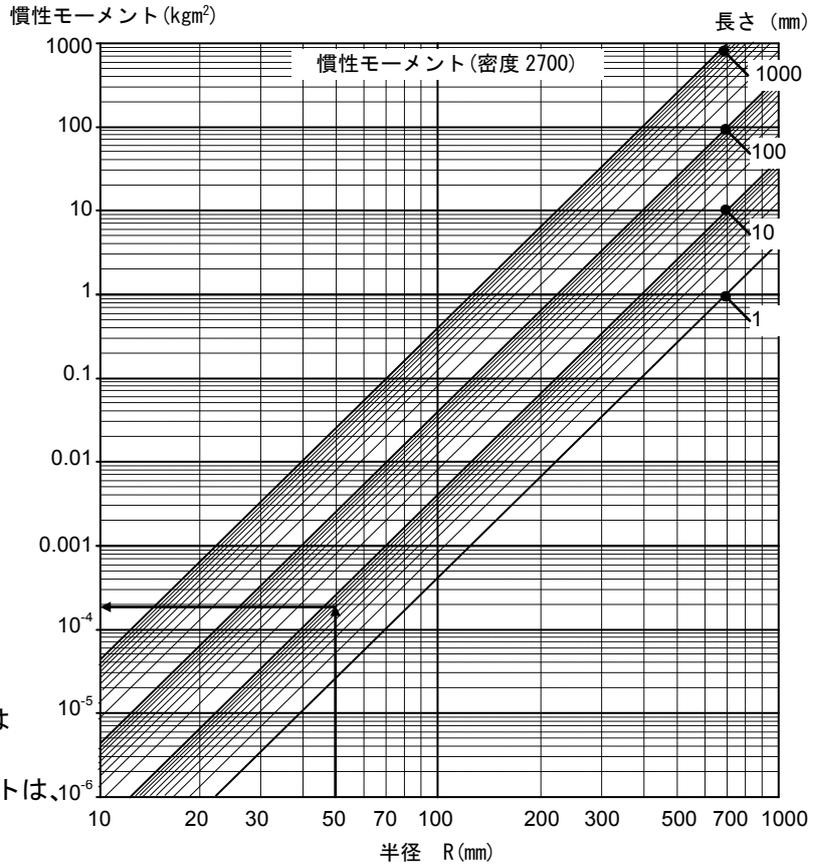
長さ：7mm

形状：円柱

外径：100mmであるから、半径は50mmです。

したがって上図より慣性モーメントは、 $1.9 \times 10^{-4} \text{kgm}^2$ です。

（計算値：0.000186  $\text{kgm}^2$ ）



付

録

## 保証期間と保証範囲

RSF supermini シリーズの保証期間および保証範囲は、次の通りとさせていただきます。

### ■保証期間

技術資料および取扱説明書に記載された、各項を遵守してご使用頂く事を条件に、納入後1年間、または当該品につき運転時間2,000時間のどちらか早い到達時期とさせていただきます。

### ■保証範囲

上記保証期間内において、弊社の製造上の不具合により故障した場合は、当該品の修理、または交換を弊社側の責任において行います。

ただし、次に該当する場合は、保証対象範囲から除外させていただきます。

- ①お客様の不適切な取り扱いまたは使用による場合
- ②弊社以外による改造、または修理による場合
- ③故障の原因が当該品以外の事由による場合
- ④その他、天災など弊社側に責任がない場合

なお、ここでいう保証とは、当該品についての保証を意味するものです。

当該品の故障により誘発される他の損害、実機よりの取りはずし及び取付に関する工数、費用等については弊社負担範囲外とさせていただきます。



Registered Trademark in Japan

■緊急時の修理・技術お問い合わせ窓口【緊急の修理依頼および技術的な相談窓口です】

**TEL : CS部 0263 (83) 6812**

受付時間 : 月～金曜日 9:00～12:00 13:00～17:00 (土曜、日曜、祝日、弊社指定休日を除く)

ISO14001/ISO9001 認証取得 (TÜV SÜD Management Service GmbH)

本技術資料に記載されている仕様・寸法などは予告なく変更することがあります。

本技術資料は、2021年7月現在のものです。

<https://www.hds.co.jp/>

	<p>本 社 / 東京都品川区南大井 6-25-3 いちご大森ビル 〒140-0013 TEL. 03 (5471) 7800(代) FAX. 03 (5471) 7811</p> <p>東京営業所 / 東京都品川区南大井 6-25-3 いちご大森ビル 〒140-0013 TEL. 03 (5471) 7830(代) FAX. 03 (5471) 7836</p> <p>東京営業所北関東チーム / 東京都品川区南大井 6-25-3 いちご大森ビル 〒140-0013 TEL. 03 (6410) 8485(代) FAX. 03 (6410) 8486</p> <p>甲信営業所 / 長野県安曇野市穂高有明 5103-1 〒399-8301 TEL. 0263 (81) 5940(代) FAX. 0263 (50) 5010</p> <p>中部営業所 / 愛知県名古屋市長東区照が丘 21 TM21-2F 〒465-0042 TEL. 052 (773) 7451(代) FAX. 052 (773) 7462</p> <p>関西営業所 / 大阪府大阪市淀川区西中島 7-4-17 新大阪上野東洋ビル 3F 〒532-0011 TEL. 06 (6885) 5720(代) FAX. 06 (6885) 5725</p> <p>九州営業所 / 福岡県福岡市博多区博多駅前 1-15-20 NMF 博多駅前ビル 7F 〒812-0011 TEL. 092 (451) 7208(代) FAX. 092 (481) 2493</p> <p>海外営業本部 / 長野県安曇野市穂高有明 5103-1 〒399-8301 TEL. 0263 (81) 5950(代) FAX. 0263 (50) 5010</p> <p>穂高工場 / 長野県安曇野市穂高牧 1856-1 〒399-8305 TEL. 0263 (83) 6800(代) FAX. 0263 (83) 6901</p>
--	--

「ハーモニックドライブ®」の学術的・一般名称は「波動歯車装置」であり、「ハーモニックドライブ®」は当社が製造販売する製品にのみ使用できる登録商標です。

No.2107-2R-TRSFmM