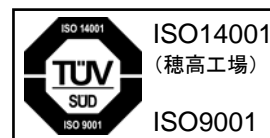


AC サーボアクチュエータ

## RSF supermini シリーズ技術資料

(RSF-3B, RSF-5A 掲載)

- 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。





RSF supermini シリーズ、HA シリーズ  
サーボシステムを安全にお使いいただくために



**警告**：取扱を誤った場合、死亡又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**：取扱を誤った場合、傷害を負う可能性が想定される内容及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。使用される場合には、必ず事前に弊社へご相談ください。

- \* 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

※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。

**アクチュエータ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。**

 <b>注意</b>	<b>決められた環境でご使用ください。</b> ●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、油がからまないこと * 腐食性、爆発性ガスのないこと	 <b>注意</b>	<b>取り付けは決められた方法で行ってください。</b> ●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。
---------------	--	---------------	--

**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。**

 <b>注意</b>	<b>許容トルクを越えないでください。</b> ●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つく場合、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。	 <b>警告</b>	<b>コンセントに直接接続しないでください。</b> ●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さけてください。アクチュエータが壊れ、火災になることがあります。
 <b>注意</b>	<b>アクチュエータをたたかないでください。</b> ●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。	 <b>注意</b>	<b>リード線は引っ張らないでください。</b> ●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。

**ドライバ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。**

 <b>注意</b>	<b>決められた環境でご使用ください。</b> ●ドライバは熱を発生します。放熱に十分注意して、次の条件でご使用ください。 * 取付方向は垂直にし、十分空間を設ける * 0～50℃、90%RH以下(結露のないこと) * 振動、衝撃のないこと * チリ、ほこり、腐食性、爆発性ガスのないこと	 <b>注意</b>	<b>ノイズ処理、接地処理を確実に行ってください。</b> ●信号線にノイズが乗ると振動や動作不良が起こります。次の条件をお守りください。 * 強電線と弱電線は分離してください。 * 配線は極力短くしてください。 * アクチュエータ、ドライバの設置は1点接地で第3種接地以上としてください。 * モータ回路に電源入力用フィルタを使用しないでください。
 <b>注意</b>	<b>負荷側から回す運転には十分ご注意ください。</b> ●アクチュエータが負荷側から回されながら運転を行うとドライバが壊れる恐れがあります。 ●このような使用に当たっては弊社にご相談ください。	 <b>注意</b>	<b>漏電ブレーカはインバータ用を使用してください。</b> ●漏電ブレーカを使用する場合はインバータ用を使用してください。時延形の使用はできません。

**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。**

 <b>警告</b>	<b>通電中は配線変更をしないでください。</b> ●配線の取り外し、コネクタの抜き差しは必ず電源を切ってから行ってください。感電や暴走の危険があります。	 <b>警告</b>	<b>電源オフ直後は、端子部に触れないでください。</b> ●電源を切っても内部に電気がたまっています。感電防止のため、点検作業は電源オフ後、パネルのチャージ電圧モニター LEDの消灯を確認の上行ってください。 ●設置にあたっては、内部の電気部品に簡単にさわれない構造としてください。
 <b>注意</b>	<b>耐電圧試験は行わないでください。</b> ●メガテスト及び耐圧試験は行わないでください。ドライバの制御回路を破壊します。 ●このような使用に当たっては弊社にご相談ください。	 <b>注意</b>	<b>電源のオン/オフでの運転はできません。</b> ●電源のオン/オフを頻繁に行くと内部回路素子の劣化を招きます。 ●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。

**廃棄について アクチュエータ及びドライバの廃棄**

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

## 目 次

第1章	RSF supermini シリーズの概要	1
1-1	主な特徴	1
1-2	型式	2
1-3	ドライバとの組み合わせ	2
1-4	アクチュエータ仕様	3
1-5	外形寸法	4
1-6	位置決め精度	6
1-7	回転方向ねじり剛性	7
1-8	検出器分解能	8
1-9	機械精度	8
1-10	許容荷重	9
1-10-1	許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重	9
1-10-2	動作点が異なる場合のラジアル荷重	9
1-11	回転方向	10
1-12	耐衝撃	10
1-13	耐振動	10
1-14	使用可能領域	11
1-15	結線仕様	13
第2章	RSF supermini シリーズの選定	14
2-1	許容負荷慣性モーメント	14
2-2	負荷慣性モーメントの変化	14
2-3	負荷荷重の確認と検討	14
2-4	運転状況の検討	15
2-4-1	使用回転速度の検討	15
2-4-2	負荷慣性モーメントの計算と検討	15
2-4-3	負荷トルクの計算	15
2-4-4	加速時間・減速時間	16
2-4-5	デューティの検討	17
2-4-6	実効トルク、平均回転速度の検討	21
2-4-7	過負荷検出時間	22
第3章	アクチュエータの設置	23
3-1	品物の確認	23
3-2	取扱上の注意	24
3-3	設置場所と設置工事	25
3-3-1	設置場所の環境条件	25
3-3-2	外来ノイズに対する配慮	25

3-3-3	設置作業	26
第4章	RSF-5Aのモータ軸保持ブレーキ	27
4-1	モータ軸保持ブレーキ仕様	27
4-2	ブレーキ電源の制御	27
4-2-1	中継ケーブルを使用する場合（推奨方法）	27
4-2-2	中継ケーブルを使用しない場合	28
第5章	別売品	29
5-1	中継ケーブル	29
5-2	中継ケーブル結線仕様	30
5-3	接続用コネクタ	31
付録1	単位の換算	付録 1-1
付録2	慣性モーメントの計算	付録 2-1
1.	質量・慣性モーメントの計算式	付録 2-1
2.	円柱の慣性モーメント	付録 2-3

# 第1章 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®と、減速機の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。

専用サーボドライバ HA-680 は、DC24V 電源用の AC サーボドライバです。位置制御、速度制御、トルク制御を標準装備した小型で多機能な HA-680 ドライバは 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立てください。

## 1-1 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®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-5A 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

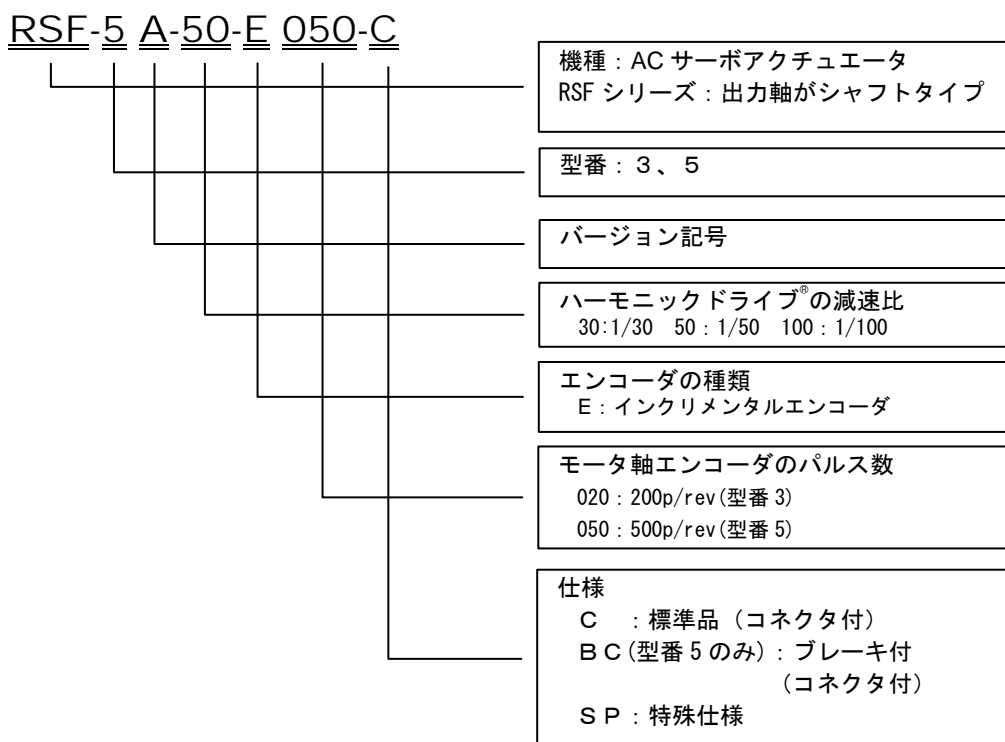
精密制御用減速装置ハーモニックドライブ®の特徴である、ノンバックラッシと優れた位置決め精度は、高精度な精密機構を実現します。

### ◆ 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®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。

## 1-2 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。



## 1-3 ドライバとの組み合わせ

RSF supermini シリーズアクチュエータは、HA-680-4B-24 ドライバとの組み合わせになります。

HA-680 ドライバは、位置制御、速度制御、トルク制御が行えます。

ドライバの詳細は『DC24V 電源用 AC サーボドライバ HA-680 シリーズ技術資料』を参照してください。  
なお、アクチュエータとドライバの接続には、別売品の中継ケーブルが必要です。

## 1-4 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	使用温度 : 0~40℃
励磁方式 : 永久磁石形	保存温度 : -20~+60℃
絶縁階級 : B種	湿度(使用/保存) : 20~80%RH (結露なきこと)
絶縁耐圧 : AC500V / 1分間	耐振動 : 49m/s <sup>2</sup>
絶縁抵抗 : DC500V 100MΩ以上	潤滑剤 : グリース(ハーモニックグリース)
構造 : 全閉自冷式	

項目	型式	RSF-3B			RSF-5A			
		30	50	100	30	50	100	
入力電源電圧 (ドライバ)	V	DC24±10%			DC24±10%			
許容連続電流	A	0.65	0.66	0.56	1.11	0.92	0.76	
許容連続トルク (許容連続回転速度運転時)	Nm	0.03	0.07	0.11	0.18	0.29	0.44	
	Kgf cm	0.31	0.68	1.08	1.83	2.95	4.48	
許容連続回転速度 (出力軸)	r/min	150	90	45	150	90	45	
許容連続ストールトルク	Nm	0.04	0.08	0.12	0.28	0.44	0.65	
	Kgf cm	0.41	0.82	1.22	2.85	4.48	6.62	
瞬時最大電流	A	1.5	1.4	1.1	2.3	2.2	1.7	
最大トルク	Nm	0.13	0.21	0.30	0.5	0.9	1.4	
	Kgf cm	1.27	2.05	2.94	5.1	9.17	14.3	
最高回転速度	r/min	333	200	100	333	200	100	
トルク定数	N m/A	0.11	0.18	0.40	0.3	0.54	1.1	
	Kgf cm / A	1.12	1.84	4.08	3.06	5.51	11.22	
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℃)	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 注4	GD <sup>2</sup> /4	Kg m <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> (0.11×10 <sup>-3</sup> )	1.83×10 <sup>-4</sup> (0.31×10 <sup>-3</sup> )	7.31×10 <sup>-4</sup> (1.23×10 <sup>-3</sup> )
	J	Kgf cm s <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			
エンコーダパルス数(モータ軸)	パルス	200			500			
エンコーダ分解能 (出力軸: 4 遜倍時)	注5 パルス/ 回転	24,000	40,000	80,000	60,000	100,000	200,000	
モータ軸ブレーキ	入力電源電圧	V	—			DC24±10%		
	保持トルク	Nm	—			0.18	0.29	0.44
		Kgf cm	—			1.83	2.95	4.48
質量 注6	ブレーキなし	g	31.0 (クランプフィルタ含まず)			66.0 (クランプフィルタ含まず)		
	ブレーキ付き	g	—			86.0 (クランプフィルタ含まず)		
組合せドライバ		HA-680-4B-24			HA-680-4B-24			

注1) 上表の値は、出力軸における値を示しています。

注2) 上表の値は、組み合わせドライバ (HA-680-4B-24) と組み合わせたときの値です。

注3) 各値は代表値です。

注4) 慣性モーメントは、モータ軸とハーモニックドライブ®の慣性モーメントの合計値を、出力側に換算した値です。( ) 内の値はブレーキ付き場合です。

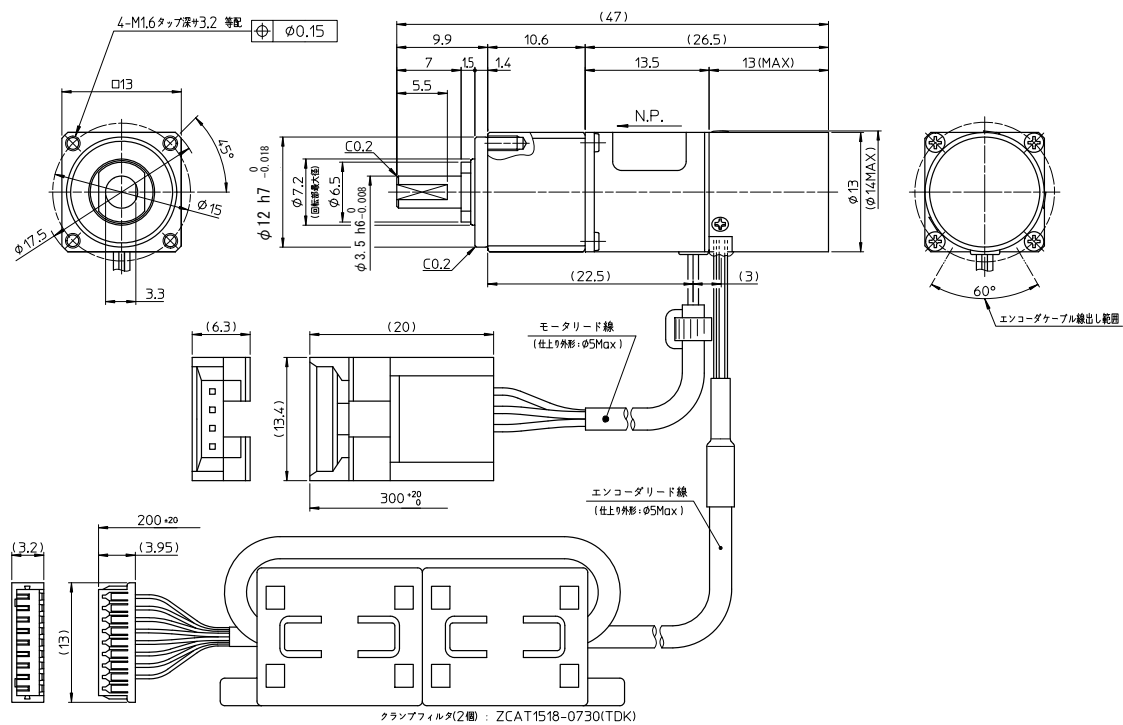
注5) エンコーダ分解能は (モータ軸エンコーダ4 遜倍時分解能) × (減速比) の値です。

注6) クランプフィルタ重量は 6g/個です。

## 1-5 外形寸法 単位：mm（第3角法）

次にアクチュエータ外形寸法図を示します。

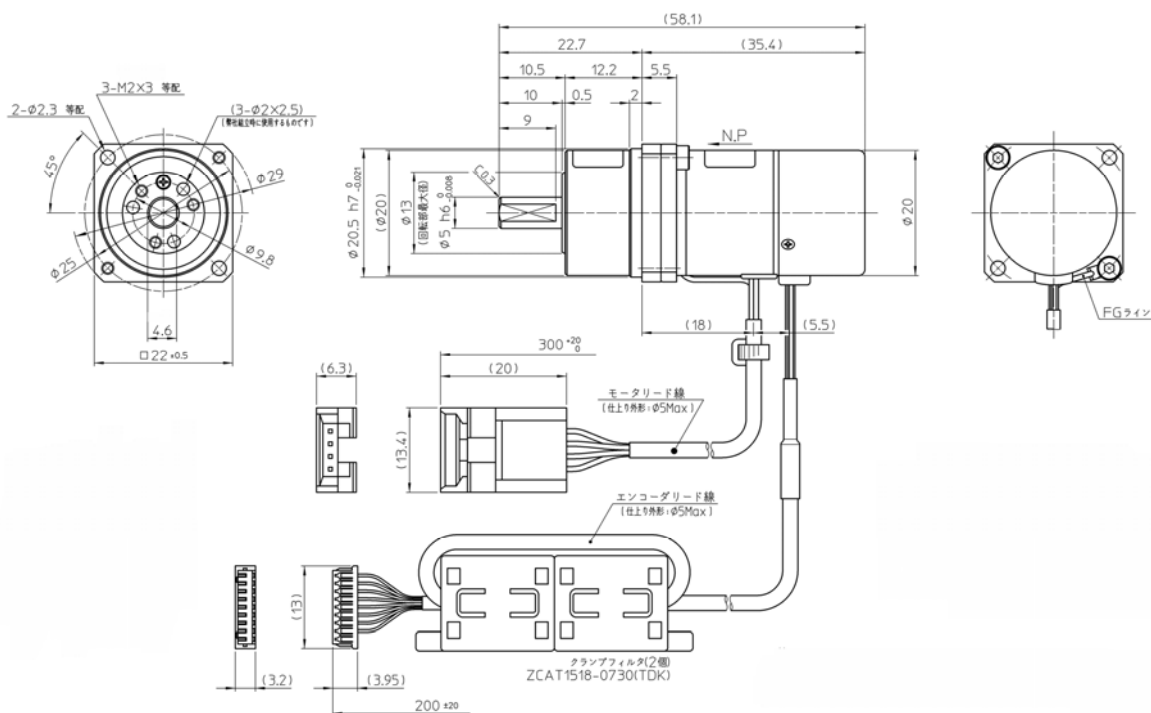
### ■RSF-3B-XXX-E020-C



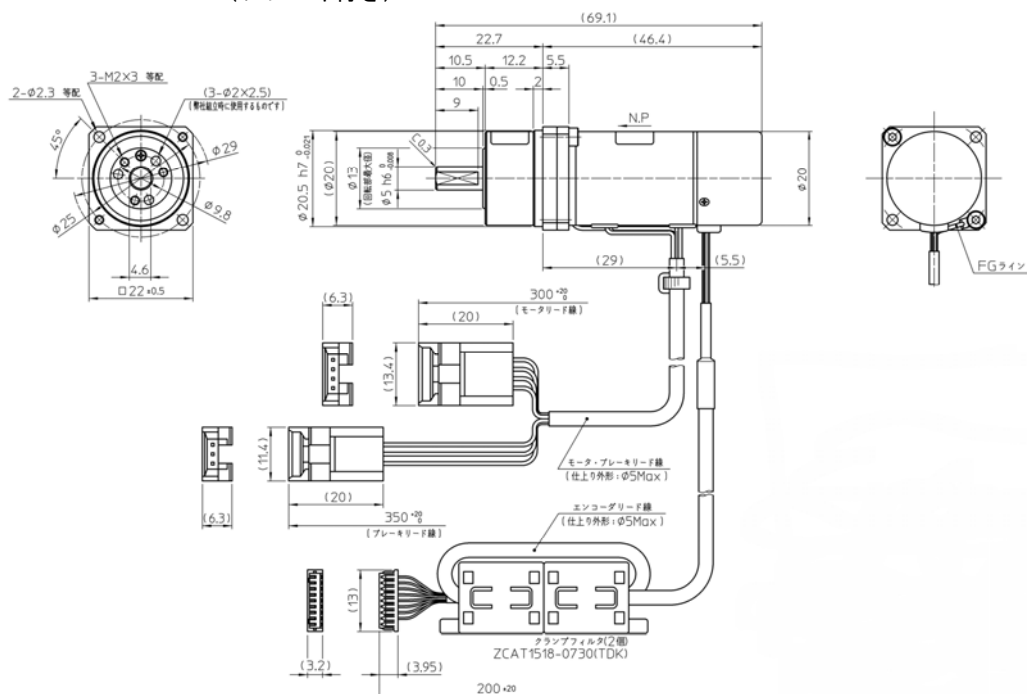
注) 外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。

# 第1章 RSF supermini シリーズの概要

## ■RSF-5A-XXX-E050-C



## ■RSF-5A-XXX-E050-BC (ブレーキ付き)



注) 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。

## 1-6 位置決め精度

「一方向位置決め精度」「繰り返し位置決め精度」を下表に示します。  
 なお、下表の値は代表値を示します。(JIS B 6201:1987)

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。

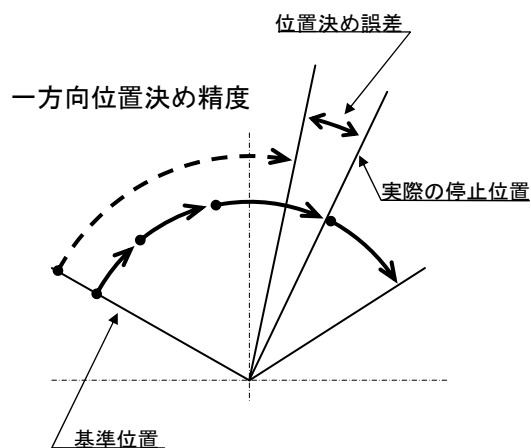
型式		RSF-3B			RSF-5A		
項目	減速比	30	50	100	30	50	100
	一方向位置決め精度	arc min	10			4	3
rad		$2.9 \times 10^{-3}$			$1.20 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3}$	$0.87 \times 10^{-3}$

### ■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

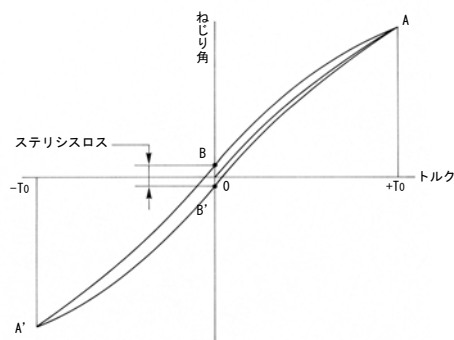
まず一定の向きで適当な 1 つの位置に位置決めし、これを基準位置とします。次に同じ向きへ順次位置決めを行い、それぞれの位置で、基準位置から実際に回転した角度と回転すべき角度との差を測定します。これらの値の 1 回転中における最大差を測定値とします。回転運動の連続位置決め機能を具備するものの測定は原則として回転範囲の全域にわたり 30° ごと、または 12 ケ所について行います。



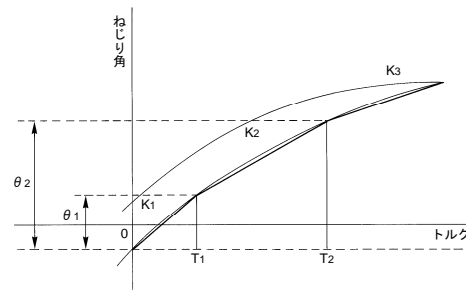
## 1-7 回転方向ねじり剛性

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

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-3B			RSF-5A		
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
	Kgf m	0.0016	0.0016	0.0016	0.0077	0.0077	0.0077
K <sub>1</sub>	Nm/rad	27	30	34	90	110	150
	Kgf m/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
	Kgf m	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
	Kgf m/arc min	0.0015	0.0017	0.0020	0.004	0.005	0.006

## 1-8 検出器分解能

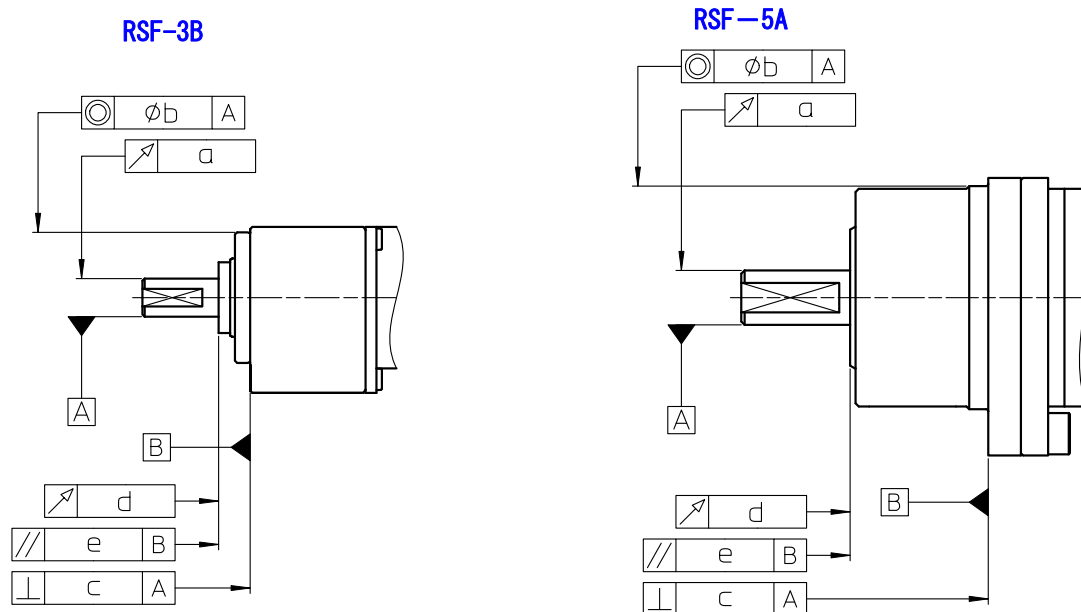
RSF supermini シリーズアクチュエータのモータ部には、一回転あたり 200 パルス（型番 3）、500 パルス（型番 5）のエンコーダを 載し、モータの出力を精密制御用減速機ハーモニックドライブ®で 1/30、1/50 または 1/100 に減速していますので、アクチュエータ出力軸一回転あたりの分解能は実際のエンコーダ分解能の 30 倍、50 倍または 100 倍になります。さらに、エンコーダ信号は電氣的に 4 通倍されます。

下表に各減速比での出力軸での分解能を示します。

型式		RSF-3B			RSF-5A		
項目	減速比	30	50	100	30	50	100
	検出器分解能(4 通倍時)	パルス/ 回転	24,000	40,000	80,000	60,000	100,000
1 パルス当たりの角度	角度秒 (arc sec)	54	32.4	16.2	21.6	12.96	6.48

## 1-9 機械精度

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精度は次の通りです。



機械精度

\* T. I. R 単位 : mm

記号 型式	精度項目	精度値	
		RSF-3B	RSF-5A
	出力軸先端の振れ	0.03	0.03
	取付けインロー同軸度	0.02	0.04
	取付け面直角度	0.02	0.02
	出力フランジ面触れ	0.005	0.005
	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 レージの読みの全量を表します。

## 1-10 許容荷重

### 1-10-1 許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重

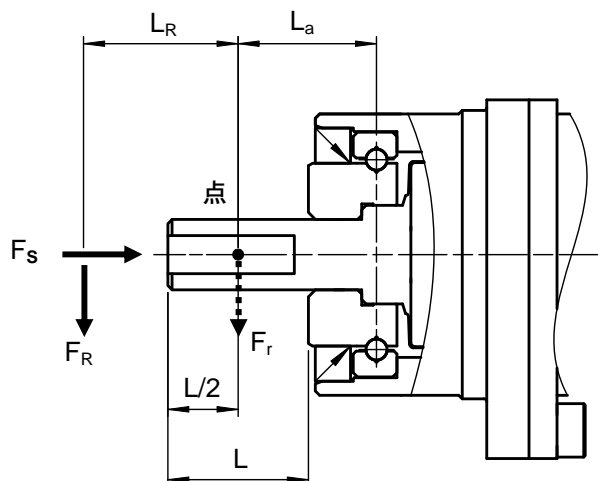
RSF supermini シリーズに使われているギアヘッドは外部負荷(出力部)の直接支持に精密4点接触ボールベアリングを組み込んでいます。

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 ( $L/2$ ) 0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-3B	RSF-5A
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

### 1-10-2 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。

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

$F_R$  : 点から距離  $L_R$  での許容ラジアル荷重 [N]

$F_r$  : 点での許容ラジアル荷重 [N]

$L_a$  : ベアリング始点から 点までの距離 [mm]

$L_R$  : ラジアル荷重のかかる位置から 点までの距離 [mm]

$L$  : シャフト長さ [mm]

型式		RSF-3B	RSF-5A
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

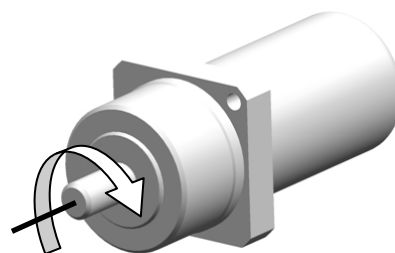
## 1-1-1 回転方向

RSF supermini シリーズアクチュエータに HA-680 ドライバ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。

HA-680 ドライバの回転方向は、パラメータ→「20：回転方向指令」の設定で切り換えることができます。

「20：回転方向指令」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	工場設定値
1	負回転	正回転	



正回転（時計回転方向：CW）

※モデル形状は、RSF-5A です。RSF-3B も同様です。

※ドライバ詳細は「AC サーボドライバ HA-680 シリーズ技術資料」を参照してください。

## 1-1-2 耐衝撃

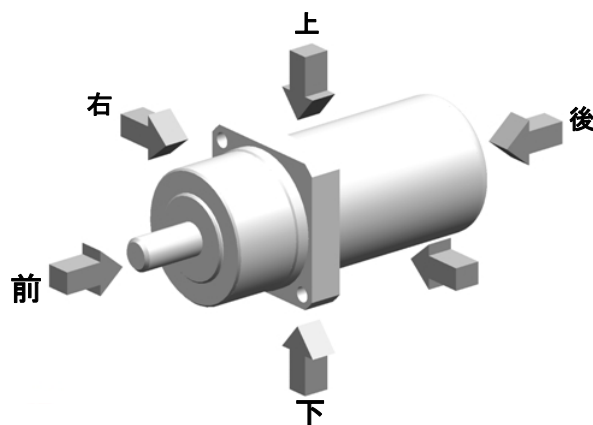
アクチュエータの耐衝撃性は、次の通りです。

衝撃加速度：300 m/s<sup>2</sup>

方向：上下、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

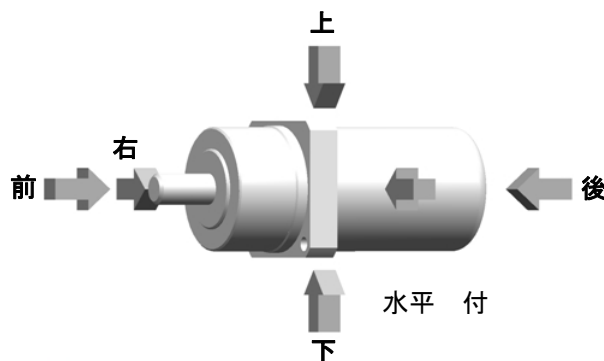
## 1-1-3 耐振動

アクチュエータの耐振動は、上下・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 振動による機構部品のフレッチング摩を保証するものではありません。



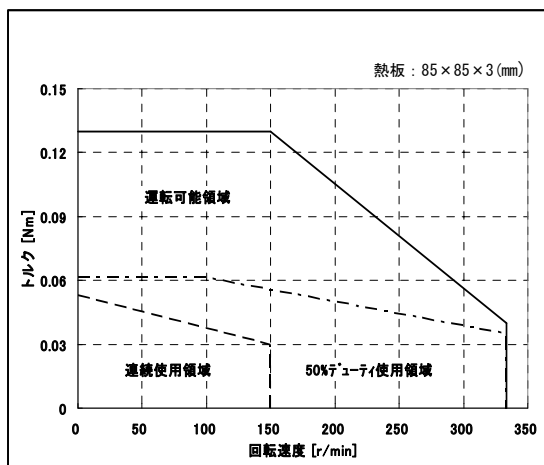
耐振動試験

## 1-14 使用可能領域

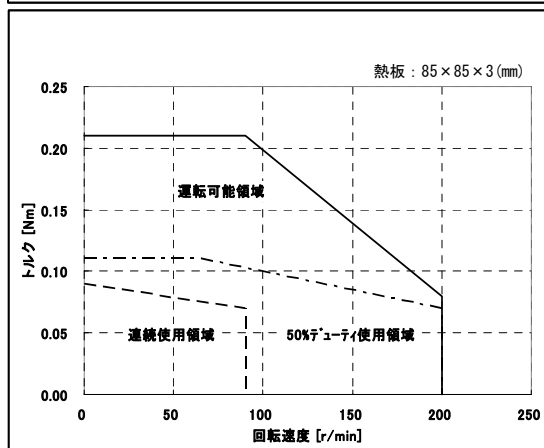
下のグラフは、RSF supermini シリーズアクチュエータの使用可能領域を表わします。

- 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。

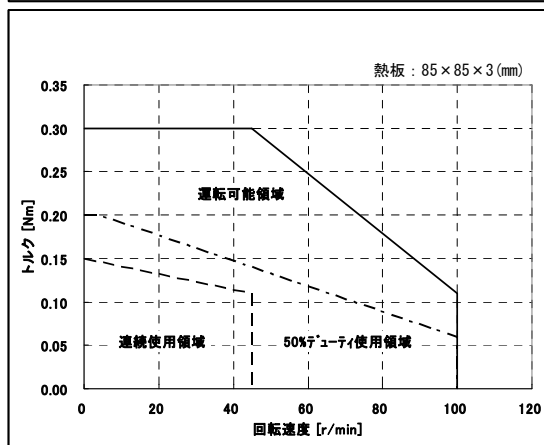
### ■RSF-3B-30-E020-C



### ■RSF-3B-50-E020-C

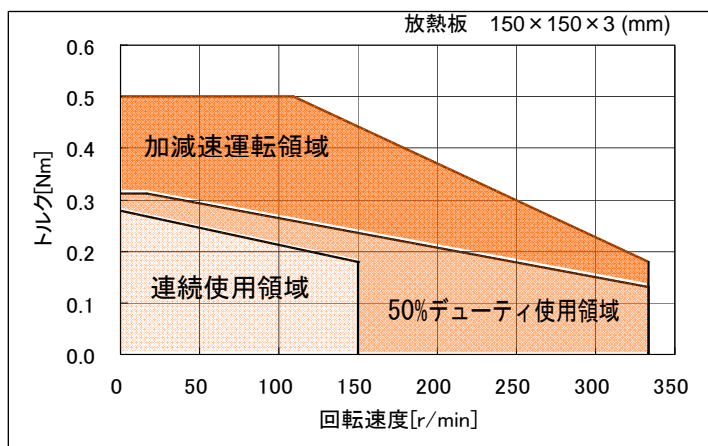


### ■RSF-3B-100-E020-C

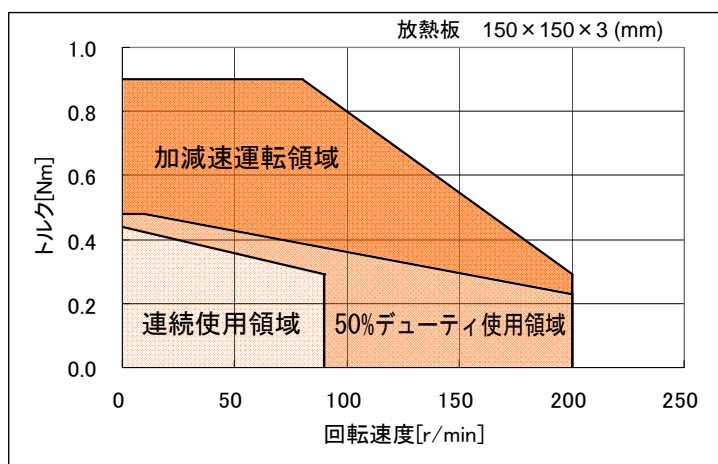


注：グラフの値は、グラフ右上のアルミ放熱板を取り付けた状態での値です。  
 注：連続使用領域においても一方向連続使用の場合は、弊社にご相談ください。

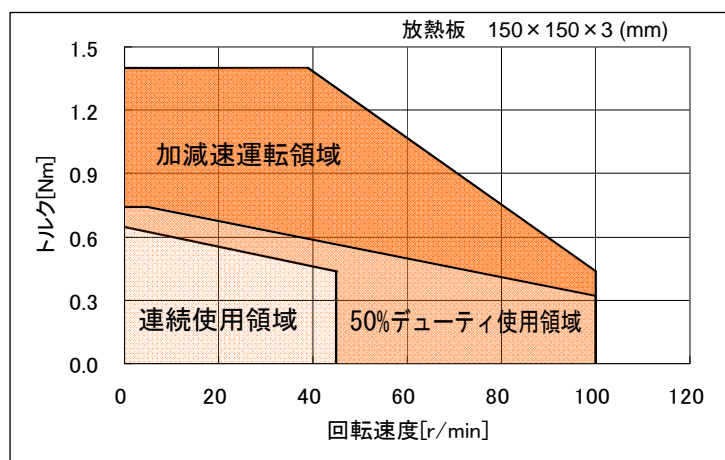
■RSF-5A-30-E050-C、RSF-5A-30-E050-BC



■RSF-5A-50-E050-C、RSF-5A-50-E050-BC



■RSF-5A-100-E050-C、RSF-5A-100-E050-BC



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。



## 第2章 RSF supermini シリーズの選定

### 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「1-4 アクチュエータ仕様」を参照してください。

慣性モーメントの計算方法は、「付録1」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「1-4 アクチュエータ仕様」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		
$R$	: RSF supermini シリーズの減速比	$N$	: 負荷慣性モーメントの変化率

#### ◆ 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、負荷変化の影響がほとんどないことがわかります。したがって、RSF supermini シリーズでは、負荷慣性モーメントの変化を、型番選定・HA-680 ドライバの初期設定時に配慮する必要はありません。

### 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RSF-3Bは『CSF-3技術資料』、RSF-5Aは『ハーモニックドライブ<sup>®</sup>CSF ミニシリーズ』カタログを参照してください。

## 2-4 運転状況の検討

始動・停止を繰り返す運転状況（デューティサイクル）の場合、始動電流・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、このデューティサイクルの検討が必要です。

以下の順序で検討してください。

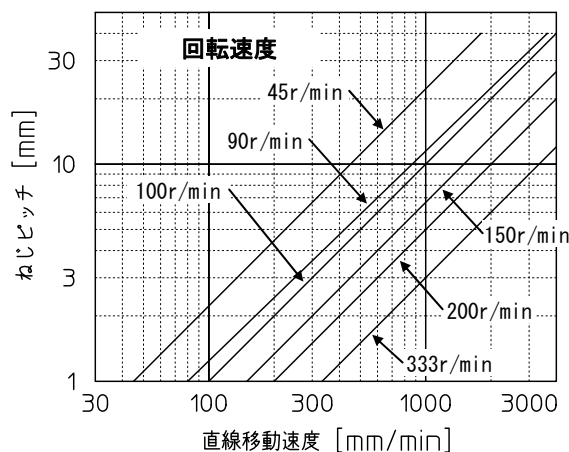
### 2-4-1 使用回転速度の検討

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。



### 2-4-2 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」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」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。

### 2-4-3 負荷トルクの計算

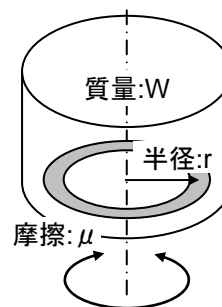
負荷トルクを次式で計算します。

#### ◆ 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]



負荷トルクはアクチュエータで駆動する負荷だけでなく、アクチュエータの許容荷重（「1-10 許容加重」を参照）、負荷慣性モーメントによっても制限を受けます。

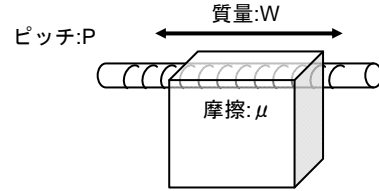
アクチュエータをご使用になる前に、十分検討してください。

● 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。

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

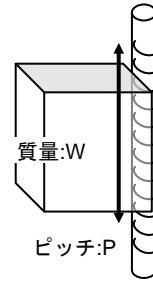
- T : 回転トルク [Nm]
- $\mu$  : 摩擦係数
- W : 質量 [kg]
- P : ネジ送りピッチ [m]



● 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。

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



2-4-4 加速時間・減速時間

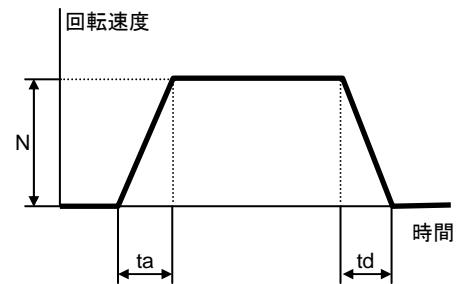
選定したアクチュエータでの最短加速時間・減速時間は次式で計算できます。

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

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

- $t_a$  : 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 [kgm<sup>2</sup>]
- $J_L$  : 負荷慣性モーメント [kgm<sup>2</sup>]
- 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「1-4 アクチュエータ仕様」を比較検討し、RSF-5A-50を仮選定します。
- (2) 「1-4 アクチュエータ仕様」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、ギアヘッドの型番を再検討する。

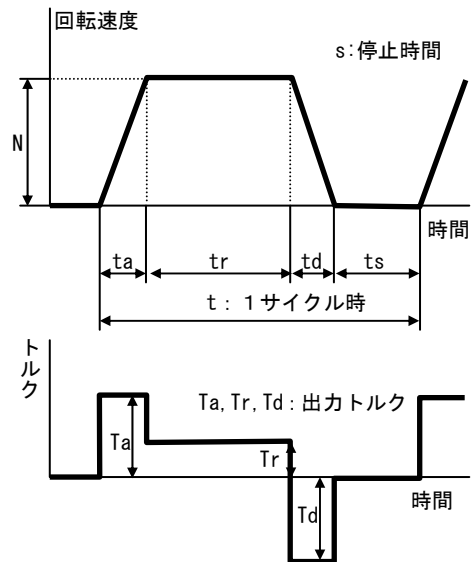
2-4-5 デューティの検討

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。

$$\%ED = \frac{K_{La} \times t_a + K_{Lr} \times t_r + K_{Ld} \times t_d}{t} \times 100 \quad (4)$$

- $t_a$  : 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]
- $K_{La}$  : 加速時間におけるデューティ係数
- $K_{Lr}$  : 一定速運転時間におけるデューティ係数
- $K_{Ld}$  : 減速時間におけるデューティ係数



●  $K_{La}$ ,  $K_{Lr}$ ,  $K_{Ld}$  の求め方とデューティの計算例 2

下図に示す計算例 1 の結果、アクチュエータ選定は RSF-5A-50 で問 ありませんから、デューティ係数グラフも RSF-5A-50 を 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
- ・ 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)  $K_{La}$ ,  $K_{Ld}$  : 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  $K_{La}=K_{Ld}=1.5$  を得ます。
- (2)  $K_{Lr}$  : 慣性負荷のため  $T_r=0$  となり、同様にデューティ係数グラフから  $K_{Lr}=0.29$  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 で得られます。 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。

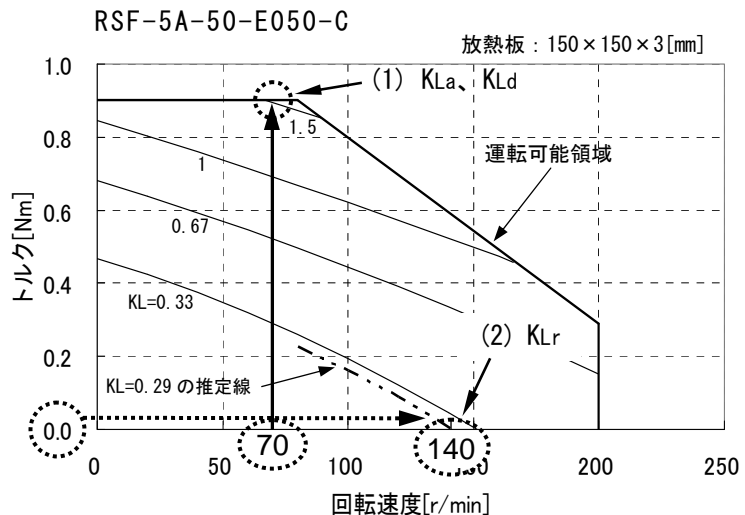
$$\%ED = (1.5 \times 0.03 + 0.29 \times 0.113 + 1.5 \times 0.03) / 0.4 \times 100 = 30.7\%$$

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

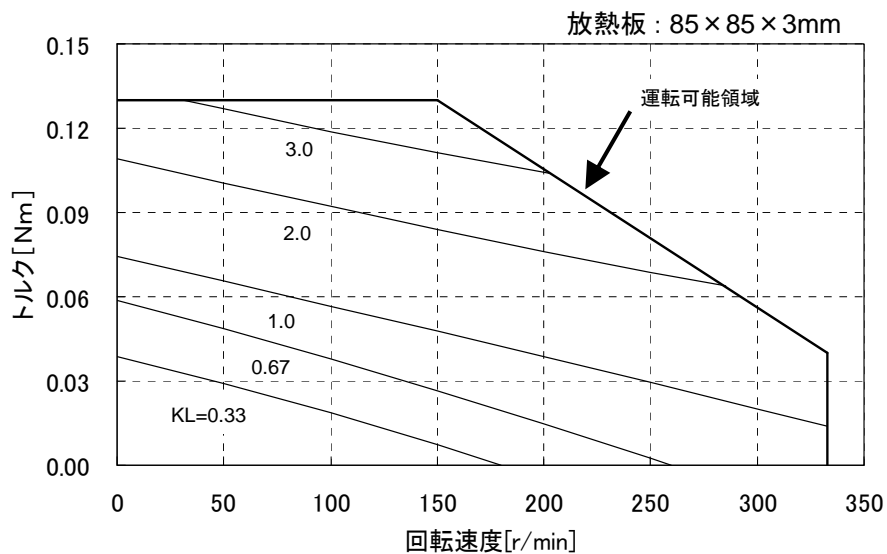
- ・ 運転パターン
- ・ 負荷の軽減

等の再検討が必要です。

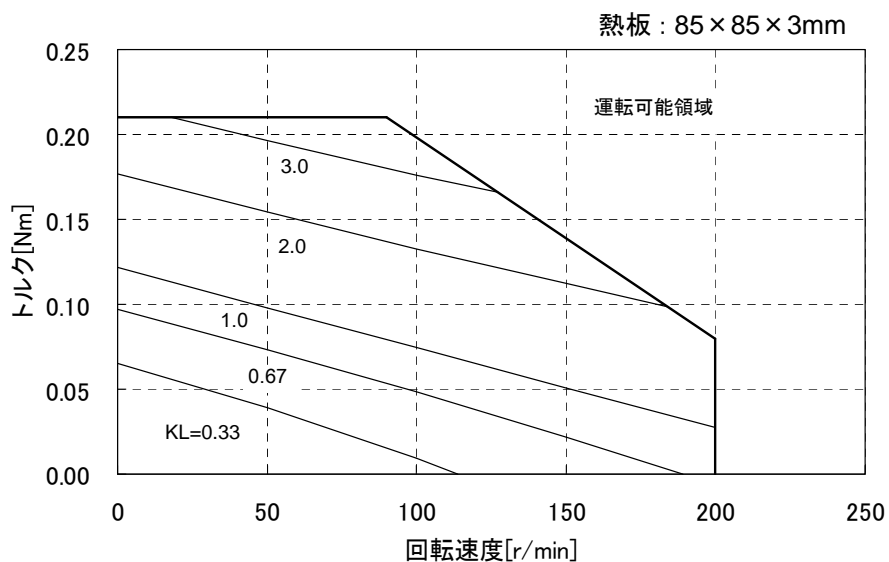


デューティ係数グラフ

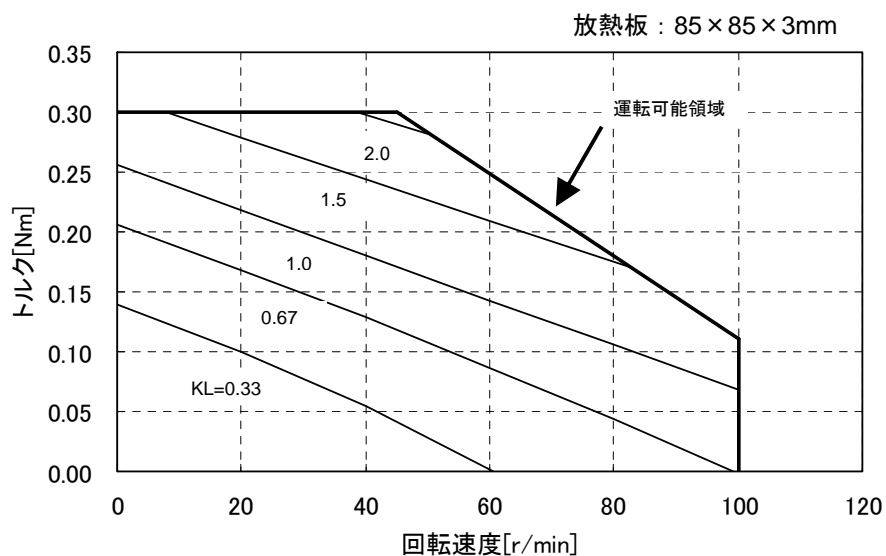
RSF-3B-30-E020-C



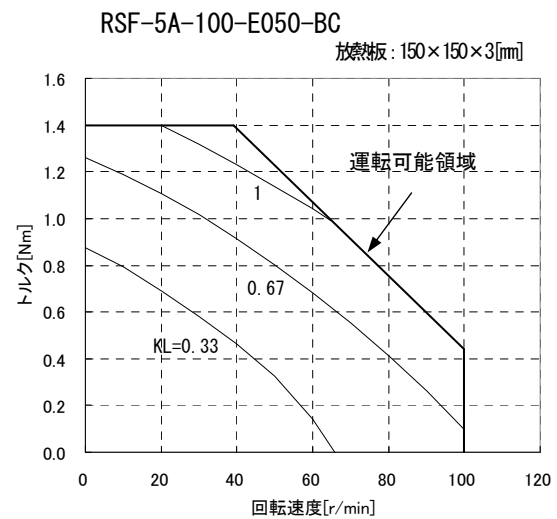
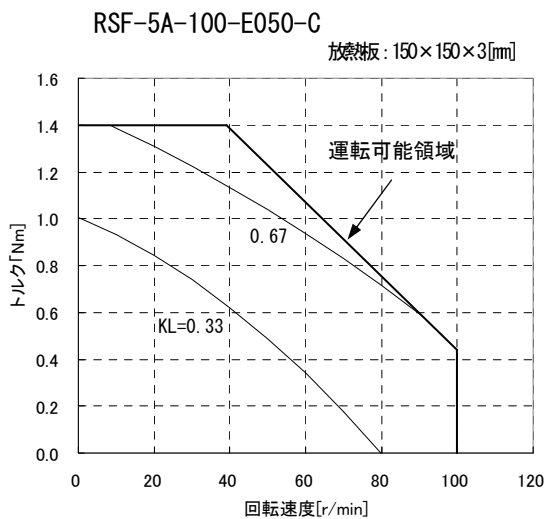
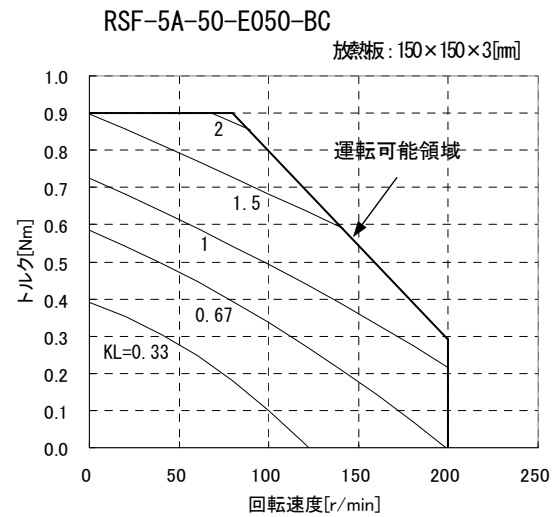
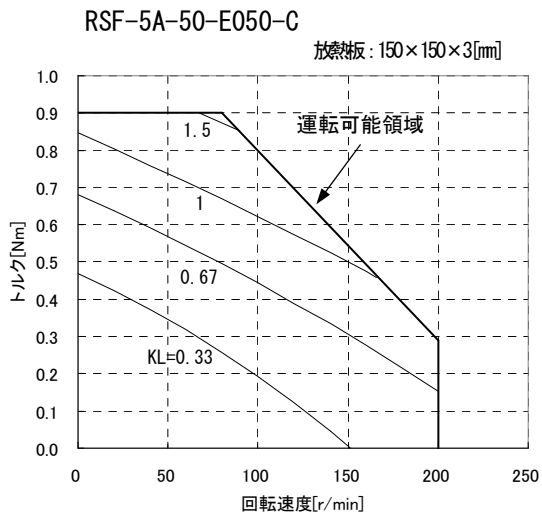
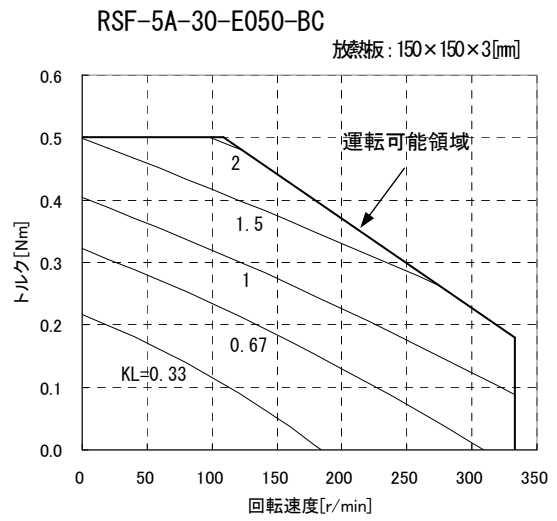
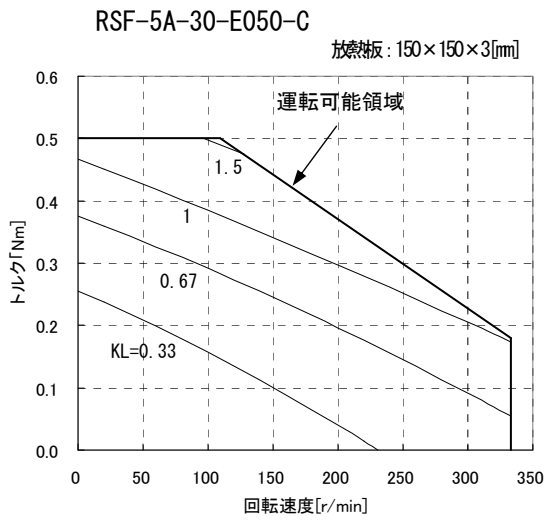
RSF-3B-50-E020-C



RSF-3B-100-E020-C



第2章 RSF supermini シリーズの選定



## 2-4-6 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

「2-4-5 デューティの検討」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「1-14 使用可能領域」に示したグラフの連続使用領域の範囲内がない場合、デューティの低減を図る対 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-5A-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。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

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

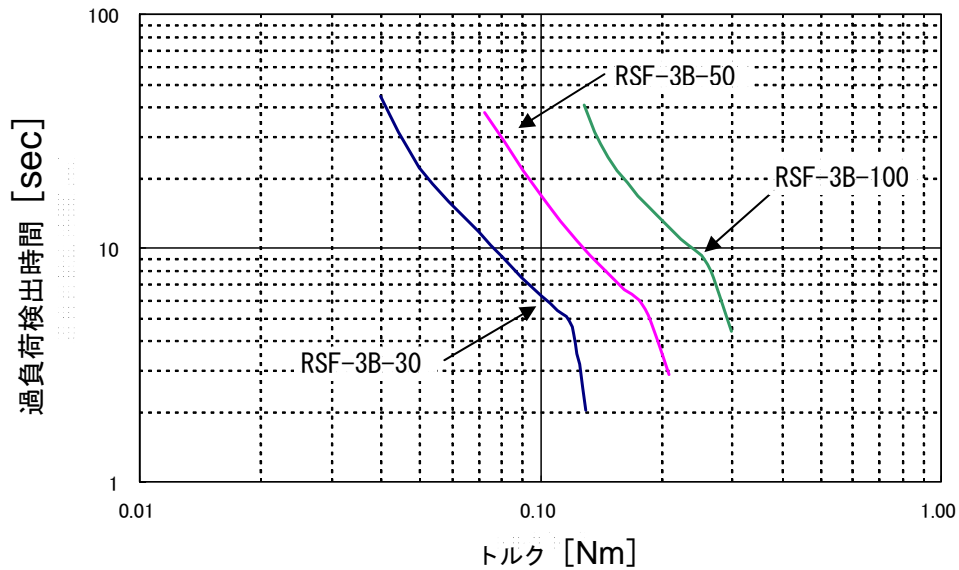
$$N_{av} = \frac{140 \times \frac{1}{2} \times 0.03 + 140 \times 0.113 + 140 \times \frac{1}{2} \times 0.03}{0.578} = 34.64 \text{ [r/min]}$$

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

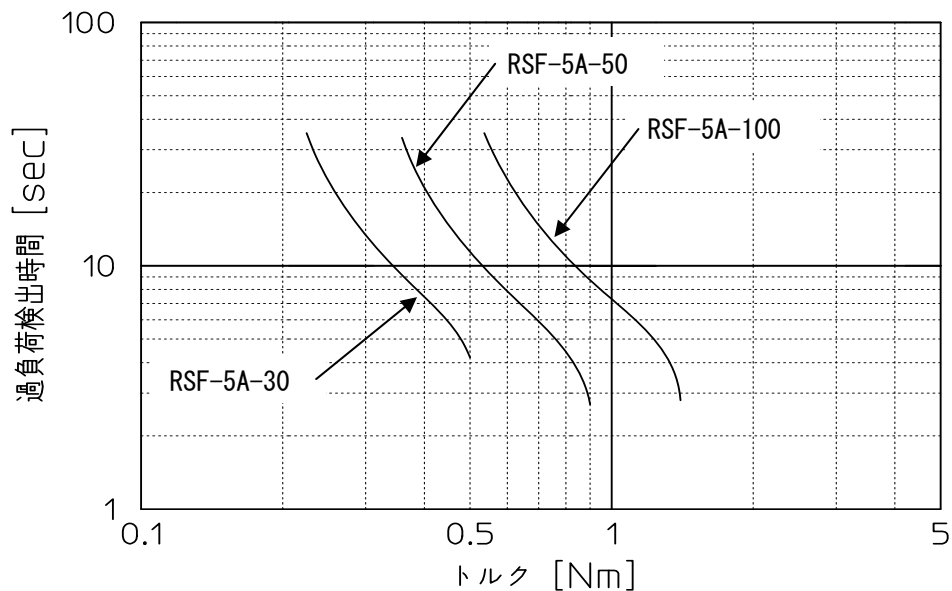
## 2-4-7 過負荷検出時間

RSF supermini シリーズを許容連続トルク以上で間 運転する場合、許容デューティ内であってもドライバ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。

### ■RSF-3B



### ■RSF-5A



## 第3章 アクチュエータの設置

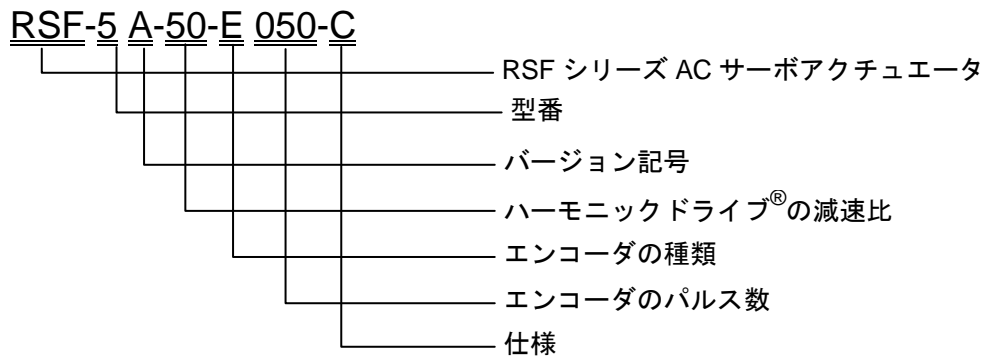
### 3-1 品物の確認

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。

型式記号は次の意味を持っています。



型式記号の詳細は、「1-2 型式」（2 ページ）をご覧ください。

- (3) HA-680 ドライバの銘板の「ADJUSTED FOR USE WITH」欄に組み合わせて適用するアクチュエータの型式を記載しています。組み合わせるドライバを間違えないように準備してください。



**警告**

**ドライバの銘板記載と異なるアクチュエータを組み合わせないでください。**

ドライバの特性は、アクチュエータと併せて調整してあります。異なる「ドライバ」と「アクチュエータ」の組み合わせは、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ます。けがや火災を起こすおそれがあります。

- (4) HA-680 ドライバは電源電圧DC24V専用のドライバです。DC24V以外の電源での使用はできません。



**警告**

**ドライバの銘板記載と異なる電圧の電源に接続しないでください。**

DC24V と異なる電源に接続すると、ドライバを破損させ、けがや火災を起こすおそれがあります。

## 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。

## 3-3 設置場所と設置工事

### 3-3-1 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ことがあります。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ので注意をお願いします。
- ◆ 振動： 49 m/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

### 3-3-2 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-5A の FG ラインは確実に接地してください。
- ◆ RSF-3B にはモータ筐体からの FG ラインがありませんので、RSF-3B 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（ドライバ電源ライン他、AC100V/AC200V ライン等）とアクチュエータ信号線、及びモータ線と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-3B	RSF-5A
ノイズ耐性数値（エンコーダ信号線）	1.5 kV	2.0 kV

### 3-3-3 設置作業

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、プラスチックハンマーを使用し、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。

締めつけトルクは次表の通りです。

型式		RSF-3B	RSF-5A
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、『DC24V 電源用 AC サーボドライバ HA-680 シリーズ技術資料』を参照してください。

(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の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。特に、ケーブルが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。



注意

**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。

## 第4章 RSF-5Aのモータ軸保持ブレーキ

RSF-5A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

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	注1	Nm	0.18	0.29	0.44
		Kgf cm	1.84	2.96	4.49
慣性モーメント	注1	(GD <sup>2</sup> /4) Kg cm <sup>2</sup>	0.111×10 <sup>-3</sup>	0.309×10 <sup>-3</sup>	1.234×10 <sup>-3</sup>
		(J) Kg cm s <sup>2</sup>	1.132×10 <sup>-3</sup>	3.151×10 <sup>-3</sup>	12.58×10 <sup>-3</sup>
質量	注2	g	86.0		
許容ブレーキ動作回数	注3		100,000回		

注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。

注2：この値はアクチュエータ全体の値です。

注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

#### 4-2-1 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-B××-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、お客様の方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 RSF-5Aのモータ軸保持ブレーキ仕様』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。

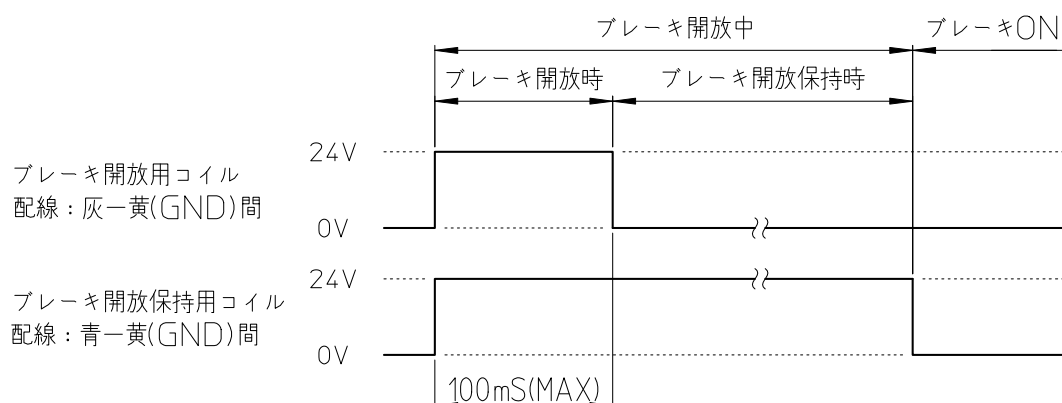
## 4-2-2 中継ケーブルを使用しない場合

別売品のブレーキ用中継ケーブル（EWA-B××-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の方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100ms以下になるように、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』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 RSF-5A モータ軸保持ブレーキ仕様』参照）を越えないようご注意ください。**

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

### 5-1 中継ケーブル

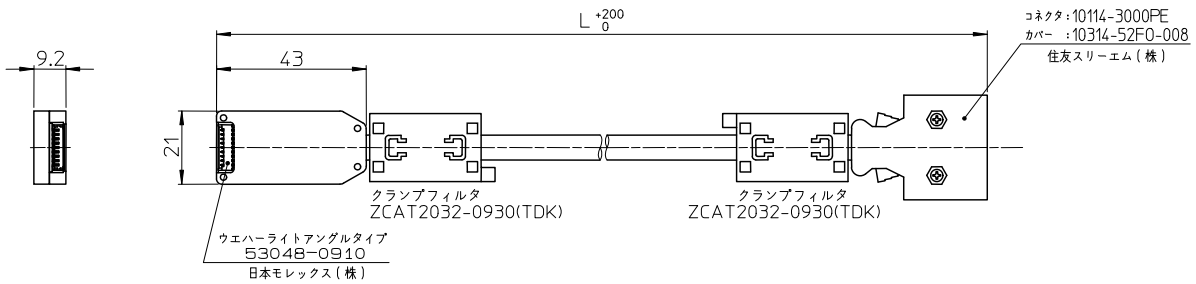
RSF supermini シリーズのアクチュエータとドライバを接続する中継ケーブルです。  
エンコーダ用、モータ用、ブレーキ用の3種類の中継ケーブルがあります。ご注文頂いたアクチュエータの型式にしたがって選択してください。

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

① エンコーダ用

EWA-E××-M09-3M14

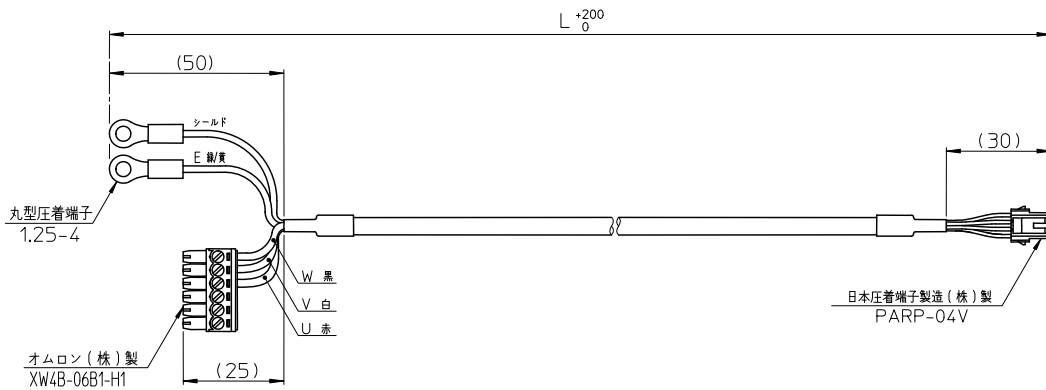
ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m)



② モータ用

EWA-M××-JST04-TN2

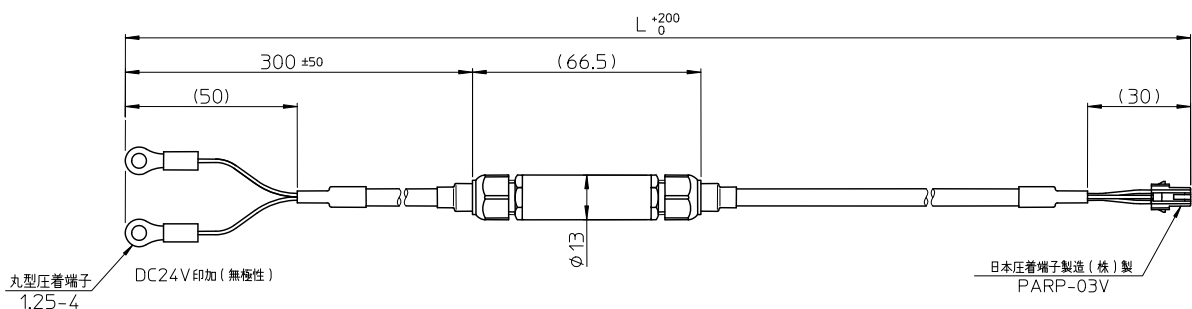
ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m)



③ ブレーキ用 (RSF-5Aのみ)

EWA-B××-JST03-TMC

ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m)



## 5-2 中継ケーブル結線仕様

中継ケーブルの結線仕様を次表に示します。

### ① エンコーダ用 (EWA-E××-M09-3M14)

#### アクチュエータ側

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		

使用コネクタ : 53048-0910  
日本モレックス(株)

#### ドライバ側

ピン NO.	信号名	ピン NO.	信号名
1	+5V	8	GND
2	B+相	9	U+相
3	Z+相	10	U-相
4	B-相	11	V+相
5	A+相	12	V-相
6	Z-相	13	W+相
7	A-相	14	W-相

使用コネクタ コネクタ : 10114-3000PE  
カバー : 10314-52F0-008  
住友スリーエム(株)

### ② モータ用 (EWA-M××-JST04-TN2)

#### アクチュエータ側

ピン NO.	信号名
1	U相
2	V相
3	W相
4	FG

使用コネクタハウジング : PARP-04V  
リテーナ : PMS-04V-S  
コンタクト : S(B)PA-001T-P0.5  
日本圧着端子製造(株)

#### ドライバ側

信号名	接続コネクタ
U相	XW4B-06B1-H1 オムロン(株)
V相	
W相	
FG	丸型圧着端子 1.25-4 絶縁被覆付
シールド	

### ③ ブレーキ用 (EWA-B××-JST03-TMC)

#### アクチュエータ側

ピン NO.	配線色
1	赤
2	白
3	黒

使用コネクタリテーナ : PMS-03V-S  
ハウジング : PARP-03V  
コンタクト : S(B)PA-001T-P0.5  
日本圧着端子製造(株)

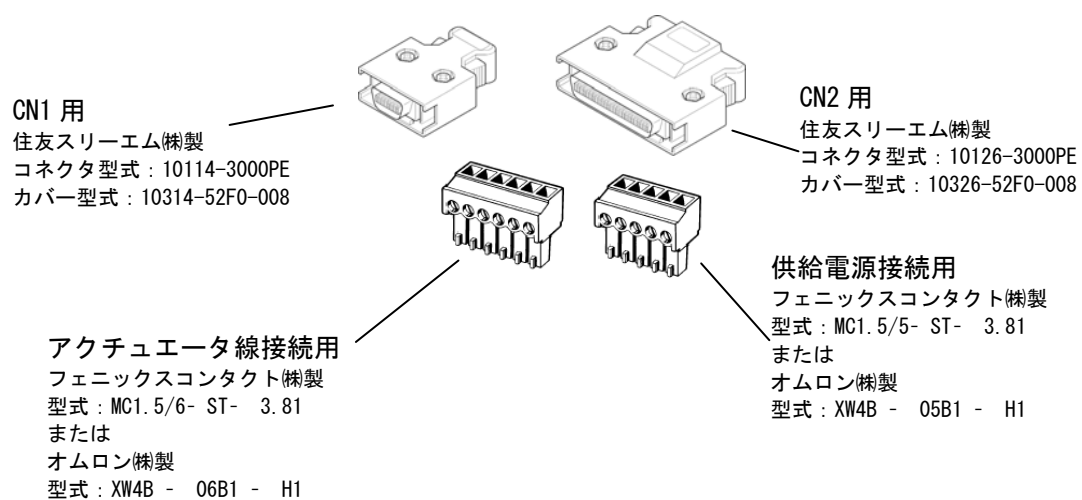
#### ブレーキ用電源側

配線色	接続コネクタ
赤、黒 (無極性)	丸型圧着端子 1.25-4 絶縁被覆付

## 5-3 接続用コネクタ

ドライバ用の各種接続コネクタです。セット内容により2種類あります。

- 接続用コネクタ型式：CNK-HA68-S1  
CN1用、CN2用、アクチュエータ線接続用、供給電源接続用・・・4種類
- 接続コネクタ型式：CNK-HA68-S2  
CN2用、供給電源接続用・・・2種類



## 付録 1 単位の換算

本技術マニュアルでは、基本的に S I 単位系を採用しています。S I 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	$3.44 \times 10^3$	$2.06 \times 10^5$

単位	度	分	秒
係数	0.01755	$2.93 \times 10^{-4}$	$4.88 \times 10^{-6}$
↓			
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	$3.44 \times 10^3$	0.1592	9.55

単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	0.01755	$2.93 \times 10^{-4}$	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	$3.44 \times 10^3$

単位	度/s <sup>2</sup>	度/min <sup>2</sup>
係数	0.01755	$2.93 \times 10^{-4}$
↓		
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	$7.06 \times 10^{-3}$
↓				
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	$3.42 \times 10^3$	8.85	$5.47 \times 10^4$	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	$2.93 \times 10^{-4}$	0.113	$1.829 \times 10^{-5}$	$7.06 \times 10^{-3}$
↓								
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	$2.97 \times 10^{-5}$	$1.78 \times 10^{-3}$	0.0129	0.1546
↓					
単位	kgfm/rad	Kgfm/arc min	kgfm/度	lbft/度	lbin/度
係数	9.81	$3.37 \times 10^4$	562	77.6	6.47
↓					
SI 単位	Nm/rad				

# 付録2 慣性モーメントの計算

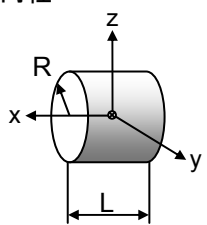
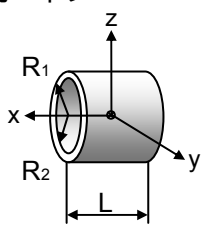
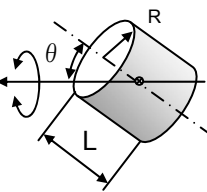
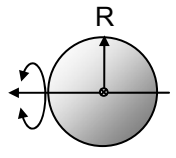
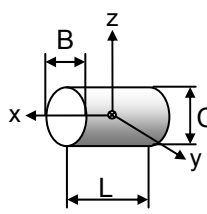
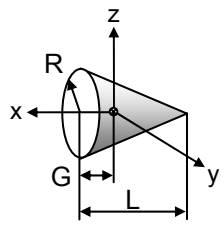
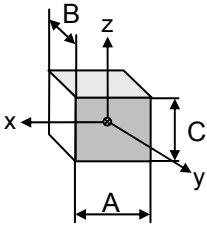
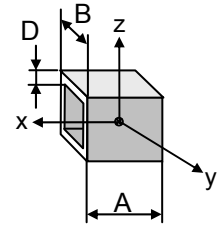
## 1. 質量・慣性モーメントの計算式

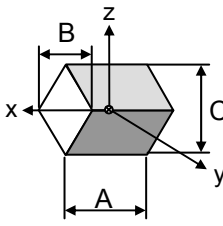
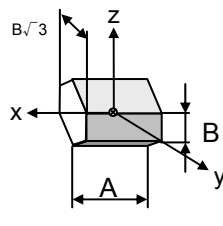
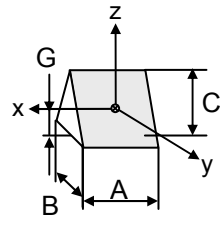
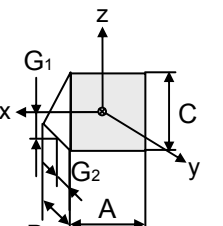
### (1) 回転中心が重心線と一致しているとき

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 ( $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ )、 $G$  : 重心の端面からの距離  
 $\rho$  : 比重

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 	$m = 4 A D (B - D) \rho$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
<p>菱形柱</p> 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{24}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{24}m(C^2 + 2A^2)$ $I_z = \frac{1}{24}m(B^2 + 2A^2)$	<p>正六角柱</p> 	$m = \frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho$ $I_x = \frac{5}{12}mB^2$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$
<p>等辺三角柱</p> 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2} + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{B^2}{2}\right)$ $G = \frac{C}{3}$	<p>直角三角柱</p> 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{36}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1 = \frac{C}{3} \quad G_2 = \frac{B}{3}$

◆ 比重の例

次表は比重の参考値です。実際の材料の比重については、個々に確認してください。

材料	比重	材料	比重	材料	比重
SUS304	7.93	アルミニウム	2.70	エポキシ樹脂	1.90
S45C	7.86	ジュラルミン	2.80	ABS	1.10
SS400	7.85	シリコン	2.30	シリコン樹脂	1.80
鋳鉄	7.19	石英ガラス	2.20	ウレタンゴム	1.25
銅	8.92	テフロン	2.20		
真鍮	8.50	フッソ樹脂	2.20		

(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。

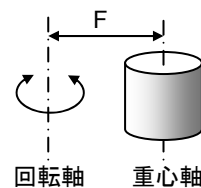
$$I = I_g + mF^2$$

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 FHA-C 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。

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

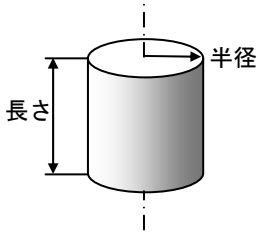
I: 直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメント (kgm<sup>2</sup>)

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（比重：2.7）に、下のグラフを鉄鋼材料（比重：7.85）に適用します。

図中のFHA-Cシリーズの各アクチュエータ線は、許容最大慣性モーメント（目安値）を表します。

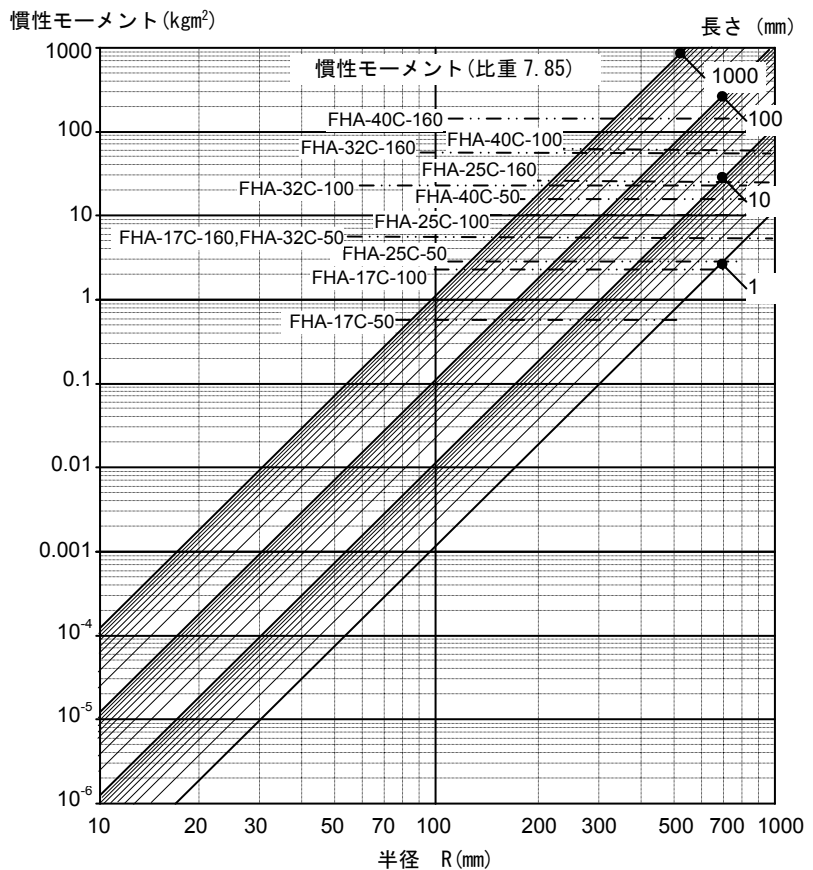
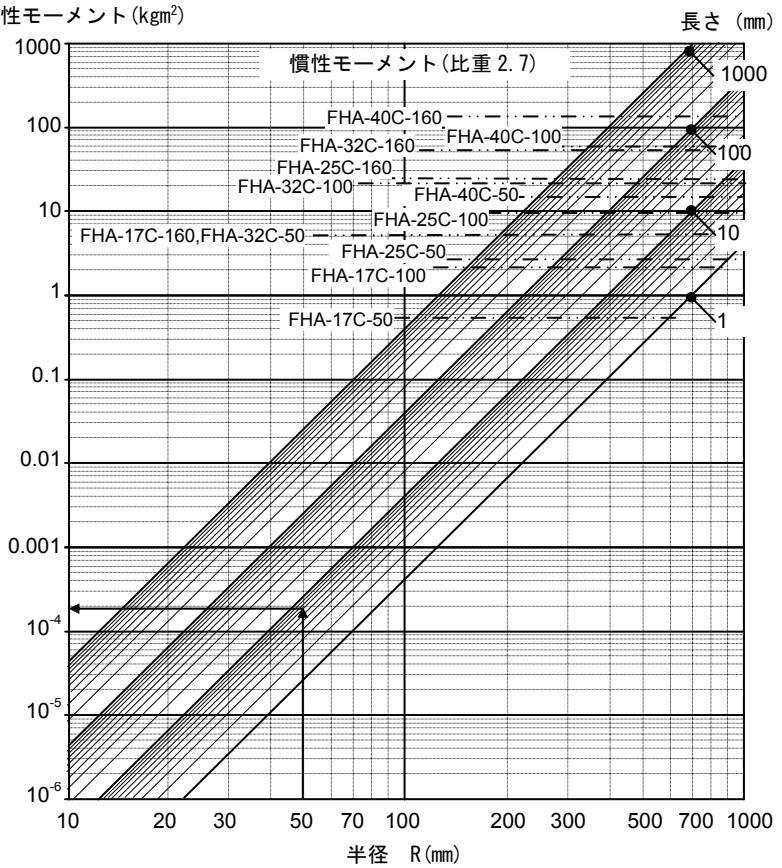
（例）

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、

約  $1.9 \times 10^{-4} \text{kgm}^2$  です。

（計算値：0.000186  $\text{kgm}^2$ ）



## 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お客様の不適当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。



HarmonicDrive®    HarmonicPlanetary®    Harmonicsyn®  
ハーモニックドライブ    ハーモニックプラネタリー    ハーモニクスイン  
 HarmonicLinear®    AccuDrive®    BEAM SERVO®  
ハーモニックラインアール    アキュドライブ    ビームサーボ

■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】

**T E L : 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 (穂高工場) / ISO9001 認証取得 (TÜV 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、2011年6月現在のものです。

本 社 / 東京都品川区南大井 6-25-3 ビリーヴ大森 7 F  
 〒140-0013 TEL. 03 (5471) 7800(代) FAX. 03 (5471) 7811  
 営業統括部 / 長野県安曇野市穂高牧 1856-1  
 〒399-8305 TEL. 0263 (83) 6910(代) FAX. 0263 (83) 6911  
 第 1 営業部 / 東京都品川区南大井 6-25-3 ビリーヴ大森 7 F  
 〒140-0013 TEL. 03 (5471) 7830(代) FAX. 03 (5471) 7836  
 第 2 営業部 / 埼玉県さいたま市大宮区桜木町 4-263 Y. S. T. ビル 3 F  
 〒330-0854 TEL. 048 (647) 8891(代) FAX. 048 (647) 8893  
 第 3 営業部 / 愛知県名古屋市長区本郷 2-173-4 名古屋インタービル 6 F  
 〒465-0024 TEL. 052 (773) 7451(代) FAX. 052 (773) 7462  
 第 4 営業部 / 大阪府大阪市淀川区西中島 7-4-17 新大阪上野東洋ビル 3 F  
 〒532-0011 TEL. 06 (6885) 5720(代) FAX. 06 (6885) 5725  
 第 5 営業部 / 福岡県福岡市博多区博多駅前 1-15-20 NOF 博多駅前ビル 7 F  
 〒812-0011 TEL. 092 (451) 7208(代) FAX. 092 (481) 2493  
 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

「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。  
 韓国・台湾・中華人民共和国においても、商標権を取得しています。