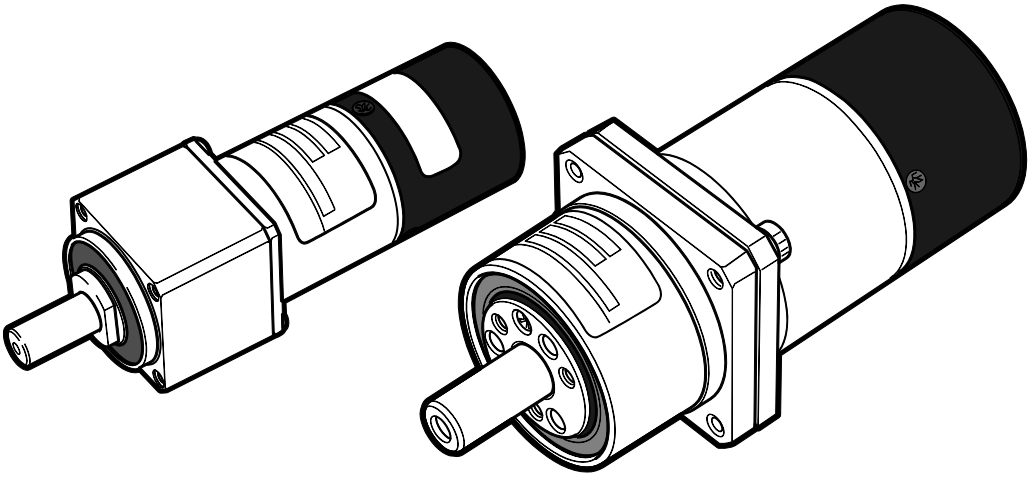
HarmonicDrive®

AC サーボアクチュエータ

RSF supermini シリーズ技術資料

（RSF-3C,RSF-5B 掲載）



ISO14001

ISO9001

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^2 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。

- **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。

ドライバ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。

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
- 取り付け方向は垂直にし、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
- 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

ノイズ処理、接地処理を確実に行ってください。

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。

負荷側から回す運転には十分ご注意ください。

- 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おそれがあります。
  このような使用にあたっては弊社にご相談ください。

漏電ブレーカはインバータ用を使用してください。

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。

本製品を、人命にかかわるような設備およ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。

- **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。



通電中は配線変更をしないでください。
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。

電源オフ直後は、端子部に触れないでください。
- 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 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。



耐電圧試験は行わないでください。
- メガーテストおよ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。
  このような使用にあたっては弊社にご相談ください。

電源のオン／オフでの運転はできません。
- 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。
- 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**

アクチュエータおよびドライバの廃棄



産業廃棄物として処理してください。
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

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 RSF supermini 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 ドライバとの組み合わせ 1-2
1-5 アクチュエータ仕様 1-3
1-6 外形寸法 1-5
1-7 位置決め精度 1-7
1-8 回転方向ねじり剛性 1-8
1-9 検出器分解能 1-9
1-10 機械精度 1-10
1-11 許容荷重 1-11
許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重 1-11
動作点が異なる場合のラジアル荷重 1-12
1-12 回転方向 1-13
1-13 耐衝撃 1-13
1-14 耐振動 1-13
1-15 使用可能領域 1-14
1-16 結線仕様 1-16

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 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
実行トルク、平均回転速度の検討 2-8
過負荷検出時間 2-9

第3 章　アクチュエータの設置

3-1　品物の確認 3-1
3-2　取扱上の注意 3-2
3-3　設置場所と設置工事 3-3
設置場所の環境条件 3-3
外来ノイズに対する配慮 3-3
設置作業 3-4

第4 章　RSF-5B のモータ軸保持ブレーキ

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

第5 章　別売品

5-1　中継ケーブル 5-1
5-2　中継ケーブル結線仕様 5-2
5-3　接続用コネクタ 5-4

付録

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
２．円柱の慣性モーメント 付-5

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　ドライバとの組み合わせ …… 1-2
1-5　アクチュエータ仕様 …… 1-3
1-6　外形寸法 …… 1-5
1-7　位置決め精度 …… 1-7
1-8　回転方向ねじり剛性 …… 1-8
1-9　検出器分解能 …… 1-9
1-10　機械精度 …… 1-10
1-11　許容荷重 …… 1-11
1-12　回転方向 …… 1-13
1-13　耐衝撃 …… 1-13
1-14　耐振動 …… 1-13
1-15　使用可能領域 …… 1-14
1-16　結線仕様 …… 1-16

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®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。

1-2 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®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®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。

1-3 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

- 機種：AC サーボアクチュエータ
  シリーズ名：RSF シリーズ
- 型番：3、5
- バージョン記号
- ハーモニックドライブ®の減速比
  30：1/30　50：1/50　100：1/100
- エンコーダの種類
  E：インクリメンタルエンコーダ
- モータ軸エンコーダのパルス数
  020：200 パルス／回転（型番 3）
  050：500 パルス／回転（型番 5）
- オプション
  C：コネクタ付（標準品）
  BC：（型番 5 のみ）：ブレーキ付およびコネクタ付
  無記号：オプション無し
- 特殊仕様
  無記号：標準品
  SP：特殊品

1-4 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。

1-5 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	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[*7]	49m/s^2（10～400Hz）
絶縁抵抗	DC500V 100MΩ 以上	耐衝撃[*7]	300m/s^2
構　造	全閉自冷式	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
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
		kgfcm	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
		kgfcm	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
		kgfcm	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		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
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[*4]	$GD^2/4$	kgm^2	0.11×10^{-4}	0.29×10^{-4}	1.17×10^{-4}	0.66×10^{-4} (0.11×10^{-3})	1.83×10^{-4} (0.31×10^{-3})	7.31×10^{-4} (1.23×10^{-3})
	J	kgfcms^2	1.07×10^{-4}	2.98×10^{-4}	11.90×10^{-4}	0.67×10^{-3} (1.13×10^{-3})	1.87×10^{-3} (3.15×10^{-3})	7.45×10^{-3} (12.6×10^{-3})
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[*5]（出力軸：4 逓倍時）		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
		kgfcm	—			1.83	2.95	4.48

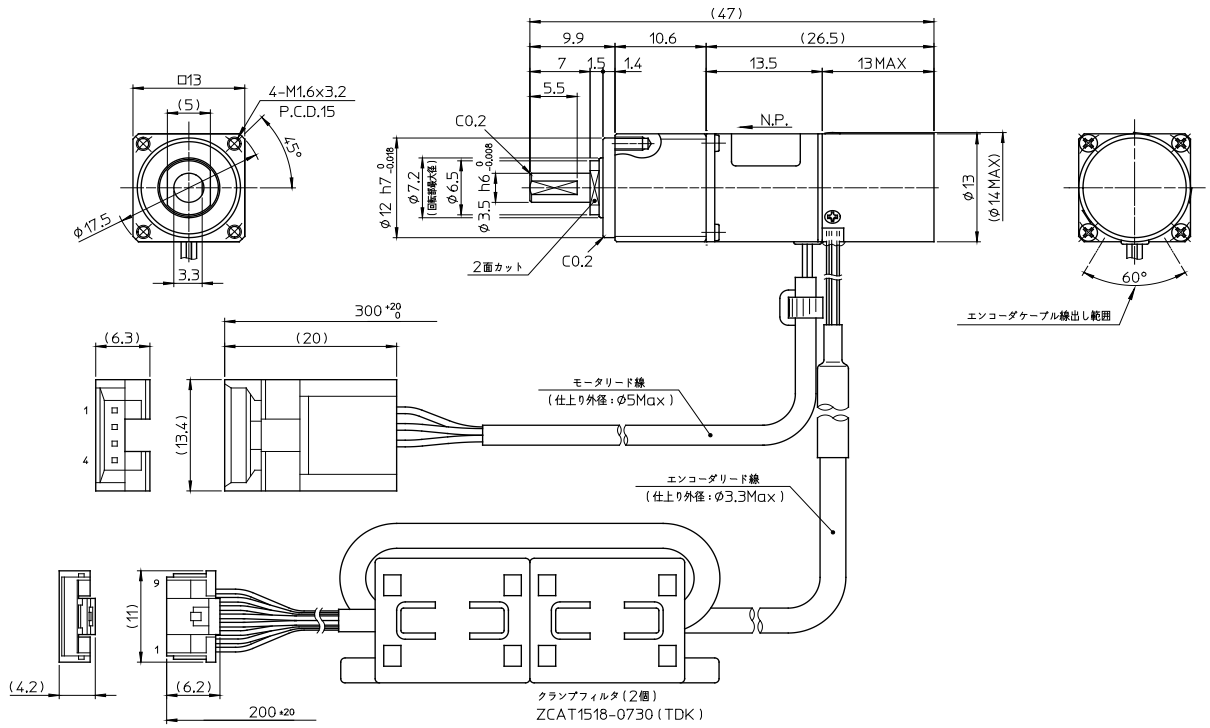
項目		型式	RSF-3C			RSF-5B		
			30	50	100	30	50	100
質量[*6]	ブレーキなし	g	31（クランプフィルタ含まず）			66（クランプフィルタ含まず）		
	ブレーキ付き	g	―			86（クランプフィルタ含まず）		
組合せドライバ			HA-680-4B-24			HA-680-4B-24		

*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、組み合わせドライバ（HA-680-4B-24）と組み合わせたときの値です。
*3：各値は代表値です。
*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の場合です。
*5：エンコーダ分解能は（モータ軸エンコーダ 4 逓倍時分解能）×（減速比）の値です。
*6：クランプフィルタ質量は 6g/個です。
*7：試験条件については、「1-13 耐衝撃」「1-14 耐振動」（P1-13）を参照してください。

1-6 外形寸法

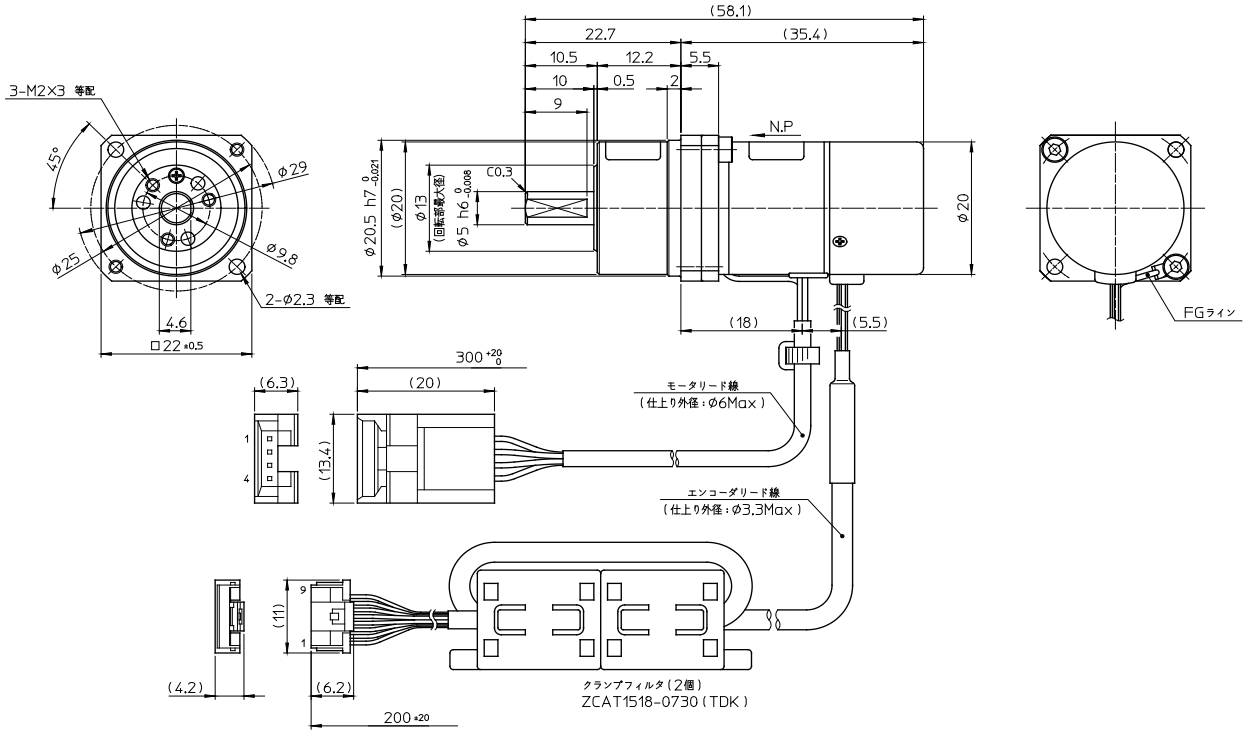
ここでは、アクチュエータの外形寸法を示します。

RSF-3C-XXX-E020-C

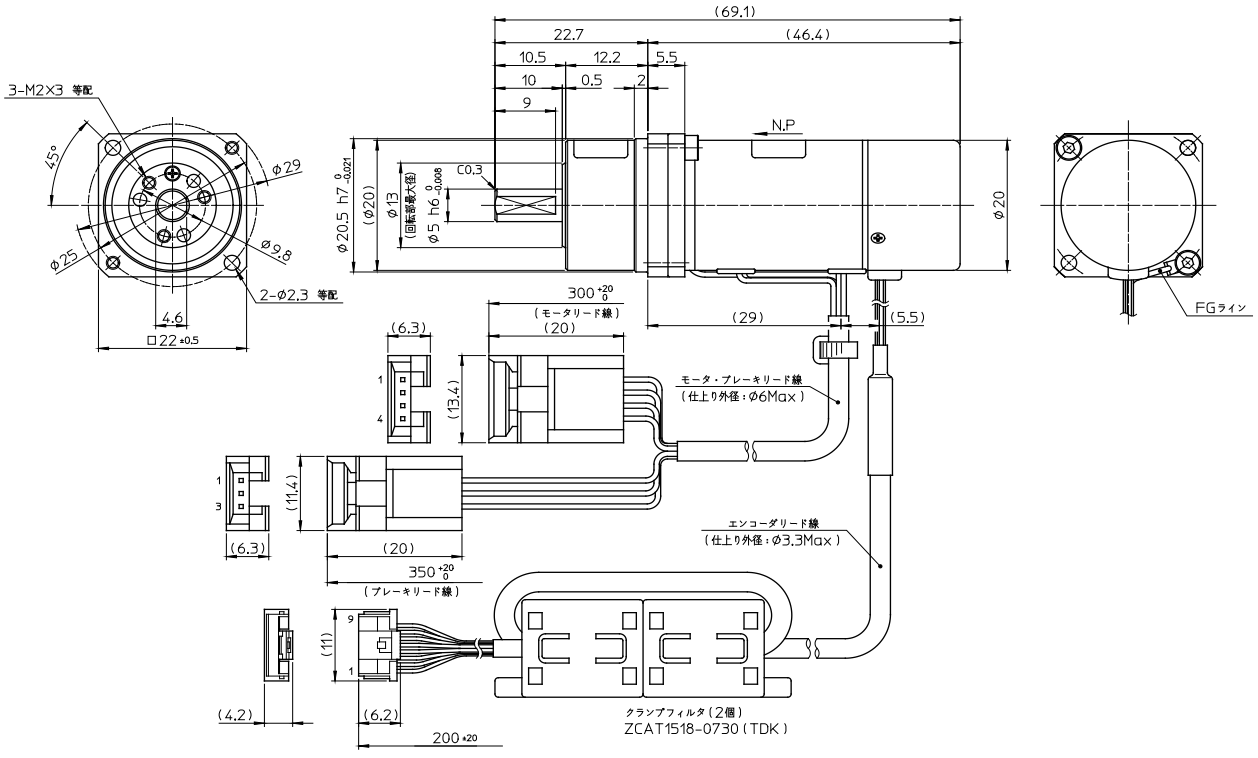


※外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。
部品の製造方法（鋳造品、機械加工品）によって公差は異なります。
公差表記のない寸法の公差について必要な場合はお問い合わせください。

RSF-5B-XXX-E050-C



RSF-5B-XXX-E050-BC（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

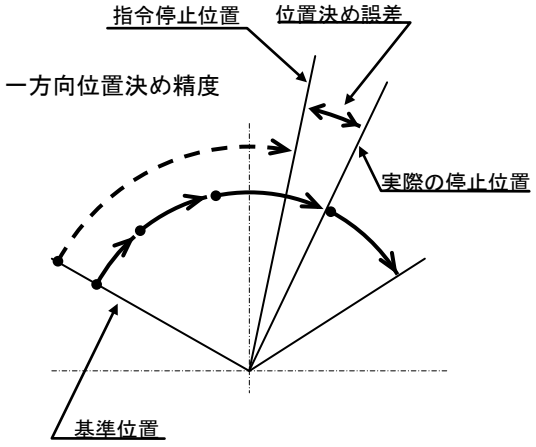
「一方向位置決め精度」を下表に示します。
なお、下表の値は代表値を示します。
RSF supermini シリーズは、内部に精密制御用減速機ハーモニックドライブ®を組み込んでいるため、モータ軸の位置決め誤差は、減速比により 30、50 または 100 に圧縮され、実際には減速機の角度伝達誤差が位置決め精度を決定します。したがって、減速機の角度伝達誤差の測定値を RSF supermini シリーズの位置決め精度として表します。
各減速比ごとの精度を次に示します。

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	3
	rad	2.9×10^{-3}			1.20×10^{-3}	0.87×10^{-3}	0.87×10^{-3}

参考資料

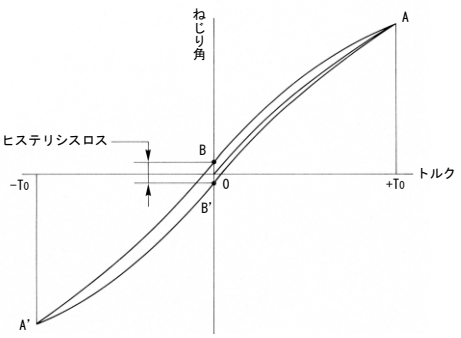
（JIS B 6201:1987 による精度表示と測定方法）

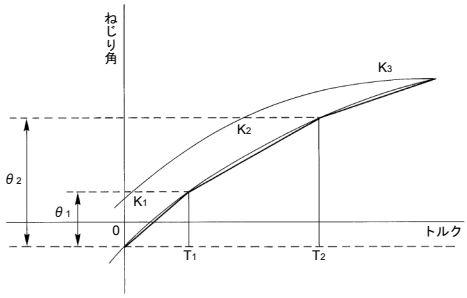
- **回転軸運動の一方向位置決め**
  まず一定の向きで適当な 1 つの位置に位置決めし、これを基準位置とします。次に同じ向きへ順次位置決めを行い、それぞれの位置で、基準位置から実際に回転した角度と回転すべき角度との差を測定します。これらの値の 1 回転中における最大差を測定値とします。回転運動の連続位置決め機能を具備するものの測定は原則として回転範囲の全域にわたり 30°ごと、または 12 ケ所について行います。



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+T0・－T0 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「トルクーねじり角線図」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、「トルクーねじり角線図」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「トルクーねじり角線図」を 3 区分し、それぞれの領域でのばね定数を K1・K2・K3 として表します。





K1：トルクが「ゼロ」から「T1」までの領域のばね定数
K2：トルクが「T1」から「T2」までの領域のばね定数
K3：トルクが「T2」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_1」以下の範囲： $\varphi = \dfrac{T}{K_1}$
- トルク「T」が「T_1」から「T_2」の範囲： $\varphi = \theta_1 + \dfrac{T - T_1}{K_2}$
- トルク「T」が「T_2」から「T_3」の範囲： $\varphi = \theta_2 + \dfrac{T - T_2}{K_3}$

次表に各速比ごとの「T_1」～「T_3」、「K_1」～「K_3」、「θ_1」～「θ_2」の平均値を示します。

型式		RSF-3C			RSF-5B		
記号 ＼ 減速比		30	50	100	30	50	100
T_1	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_1	Nm/rad	27	30	34	90	110	150
	kgfm/arc min	0.0008	0.0009	0.0010	0.003	0.003	0.004
θ_1	x10^{-4} 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_2	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_2	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_2	x10^{-4} rad	12.5	10.6	9.3	22	18	13
	arc min	4.2	3.6	3.1	7.5	6	4.4
K_3	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 検出器分解能

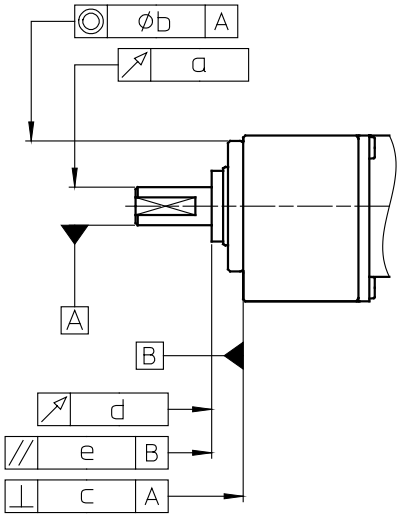
RSF supermini シリーズアクチュエータのモータ部には、一回転あたり 200 パルス（型番 3）、500 パルス（型番 5）のエンコーダを搭載し、モータの出力を精密制御用減速機ハーモニックドライブ®で 1/30、1/50 または 1/100 に減速していますので、アクチュエータ出力軸一回転あたりの分解能は、エンコーダパルス数（モータ軸）の 30 倍、50 倍または 100 倍になります。さらに、エンコーダ信号は電気的に 4 逓倍されます。
下表に各減速比での出力軸の分解能を示します。

型式		RSF-3C			RSF-5B		
項目 ＼ 減速比		30	50	100	30	50	100
検出器分解能（4 逓倍時）	パルス／回転	24,000	40,000	80,000	60,000	100,000	200,000
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

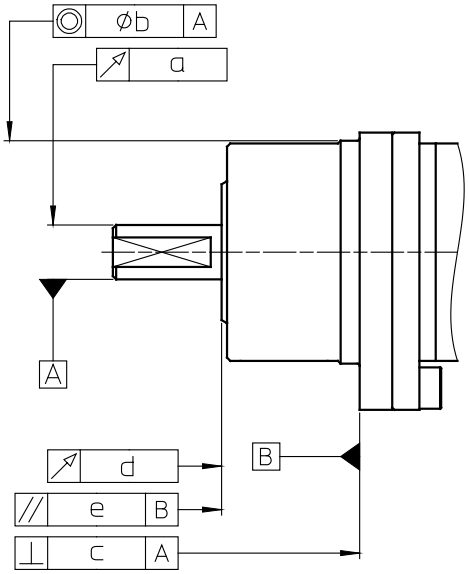
1-10 機械精度

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。

RSF-3C



RSF-5B



機械精度　　***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	出力フランジ面触れ	0.005	0.005
e	取付け面と出力フランジの平行度	0.015	0.015

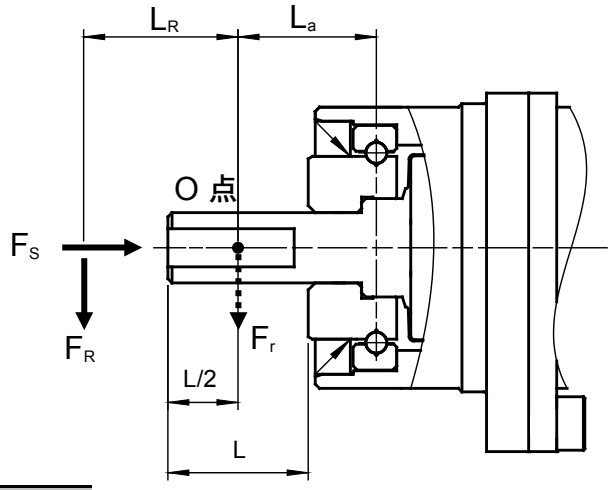
*：T.I.R（Total Indicator Reading）：測定部を 1 回転させた場合のダイヤルゲージの読みの全量を表します。

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まります。
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	O 点から距離 L_R での許容ラジアル荷重［N］
F_r	O 点での許容ラジアル荷重［N］
L_a	ベアリング始点から O 点までの距離［mm］
L_R	ラジアル荷重のかかる位置から O 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

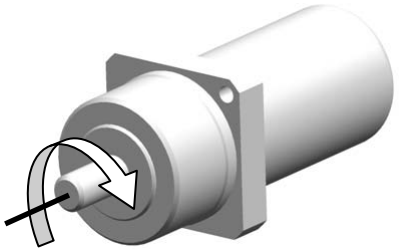
RSF supermini シリーズアクチュエータに HA-680 ドライバから正転の指令を与えたときのアクチュエータの回転方向は、出力軸側から見て正回転（時計方向回転：CW）です。

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	

※　モデル形状は、RSF-5B です。RSF-3C 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。



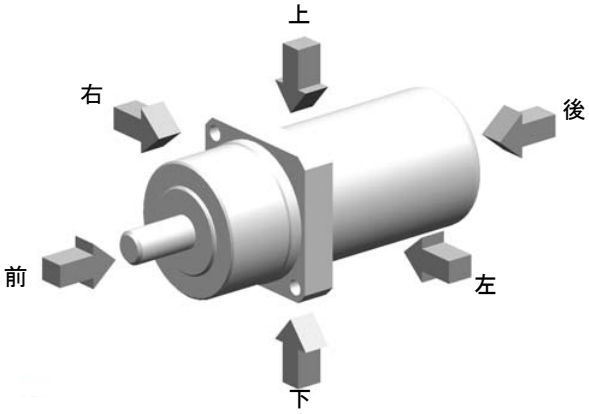
正回転（時計回転方向：CW）

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^2
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でください。



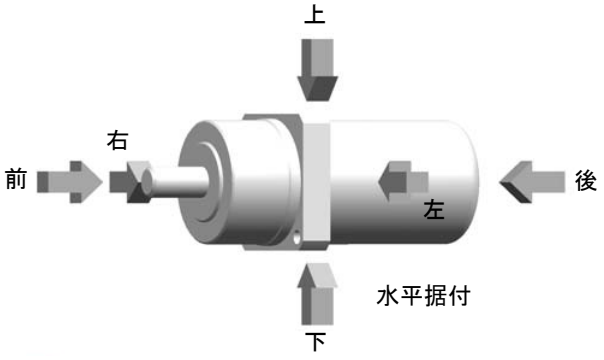
耐衝撃試験

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^2 （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。



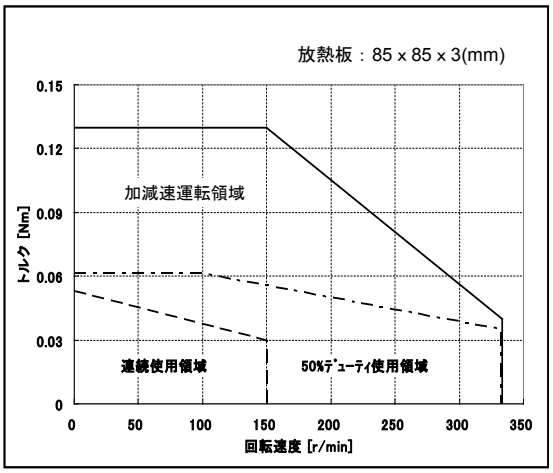
耐振動試験

1-15 使用可能領域

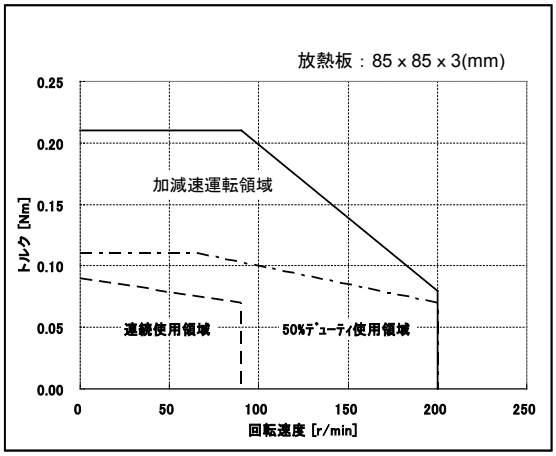
下のグラフは、RSF supermini シリーズアクチュエータの使用可能領域を表わします。

- 加減速運転領域：瞬時的に運転可能なトルクー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ー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ー回転速度の領域を示します。

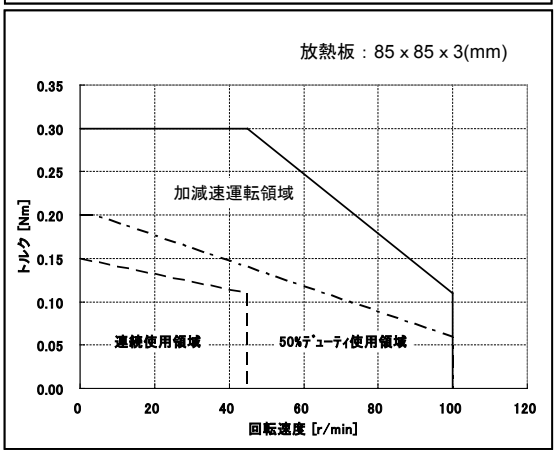
RSF-3C-30-E020-C



RSF-3C-50-E020-C

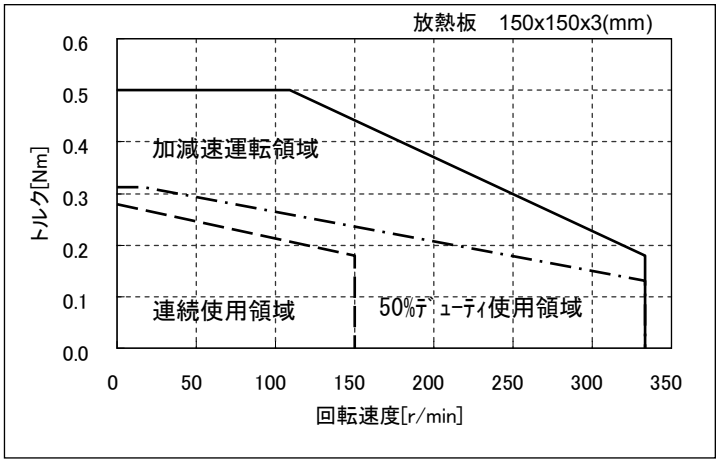


RSF-3C-100-E020-C

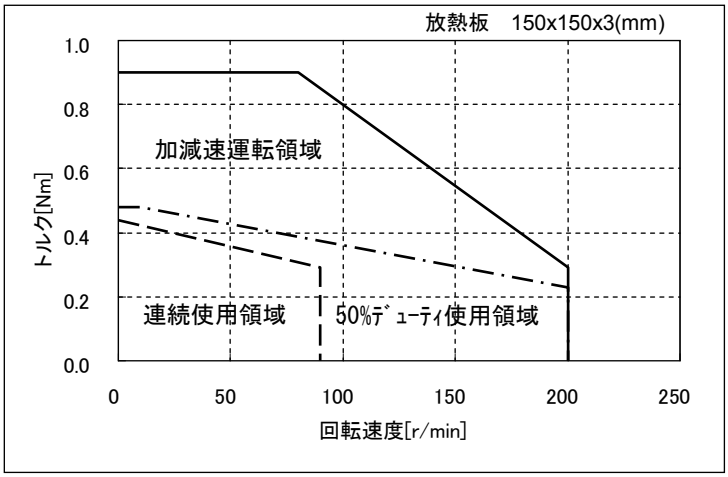


注：グラフの値は、グラフ右上のアルミ放熱板を取り付けた状態での値です。
注：一方向連続使用の場合は、弊社にご相談ください。

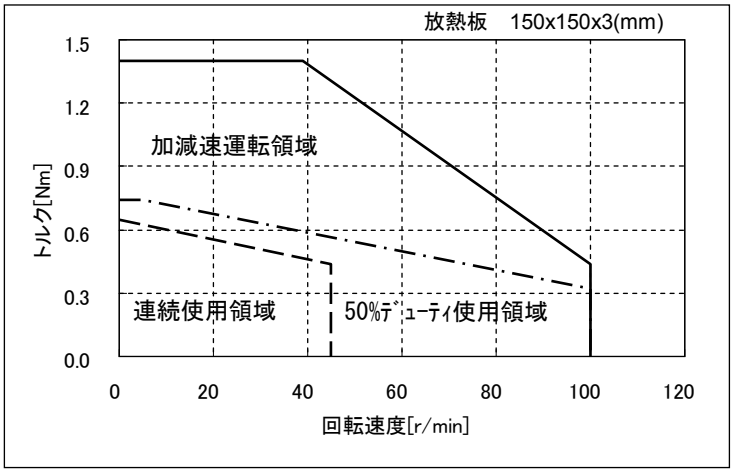
RSF-5B-30-E050-C、RSF-5B-30-E050-BC



RSF-5B-50-E050-C、RSF-5B-50-E050-BC



RSF-5B-100-E050-C、RSF-5B-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。

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	緑注) (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			

使用コネクタ　ハウジング　：NSHR-09V-S
　　コンタクト　：SSHL-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®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

変化前： $J_S = J_M(1+L)$　　変化後： $J_S' = J_M(1+NL)$　　変化率： $J_S'/J_S = \dfrac{1+NL}{1+L}$

- RSF supermini シリーズ駆動の場合

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

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^2＝900」または「R^2＝2500」または「R^2＝10000」と非常に大きな数となります。変化率は、「$J_S'/J_S \fallingdotseq 1$」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 シリーズの性能を十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® 総合カタログ」を参照してください。

2-4 運転状況の検討

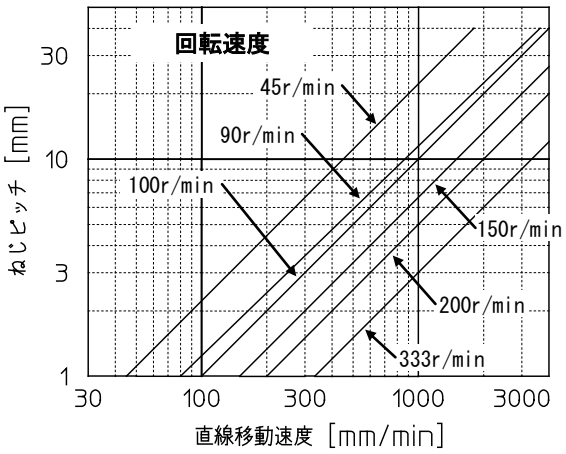
起動・停止を繰り返す運転状況（デューティサイクル）の場合、起動電流・制動電流が高頻度にモータに流れ、アクチュエータは発熱します。したがって、この発熱が許容できるか検討が必要です。
以下の順序で検討してください。

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。

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

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。



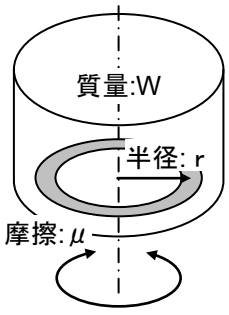
負荷慣性モーメントの計算と検討

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。



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

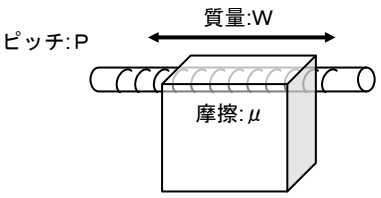
T ：回転トルク ［Nm］
μ ：摩擦係数
W ：質量 ［kg］
r ：摩擦面の平均半径 ［m］

● 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。

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

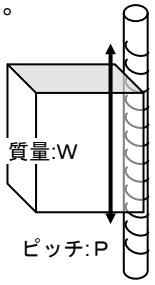
T　：回転トルク [Nm]
μ　：摩擦係数
W　：質量 [kg]
P　：ネジ送りピッチ [m]



● 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。

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

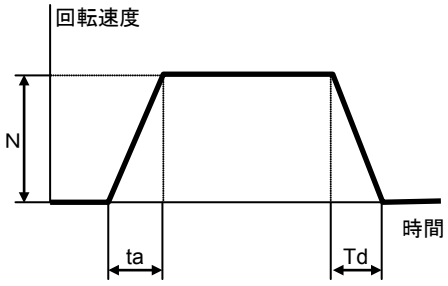


加速時間・減速時間

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。

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

減速時間： $t_d = (J_A + J_L) \times \frac{2 \times \pi}{60} \times \frac{N}{T_M + 2 \times T_F + T_L}$　（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^2]
J_L	：負荷慣性モーメント	[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出来ます。

$T_F = K_T \times I_M - T_M$　（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：0.9×10^{-3} 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 $J_A=1.83\times10^{-4}$kgm^2, T_M =0.9 Nm, K_T=0.54 Nm/A, I_M =2.2A 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 $T_F = 0.54\times2.2-0.9 = 0.29$ 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。

$t_a = (0.183\times10^{-3}+0.9\times10^{-3})\times2\times\pi/60\times140/0.9 = 0.018$ sec（18msec）
$t_d = (0.183\times10^{-3}+0.9\times10^{-3})\times2\times\pi/60\times140/(0.9+2\times0.29) = 0.011$ 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。

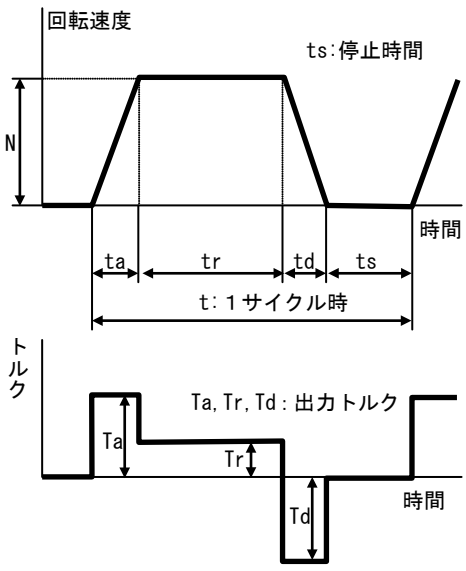
デューティの検討

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。

$$\%ED = \frac{K_{La}\times t_a + K_{Lr}\times t_r + K_{Ld}\times t_d}{t}\times100 \qquad (4)$$

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-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 θ 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 Tr≒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」線図の面積で得られます。即ち、移動角度 θ は、次式で表されます。

θ = (N / 60) x {tr + (ta + td) / 2} x 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 = θ / (6 x N) – (ta + td) / 2

となります。

この式に、θ = 120 ゜、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。

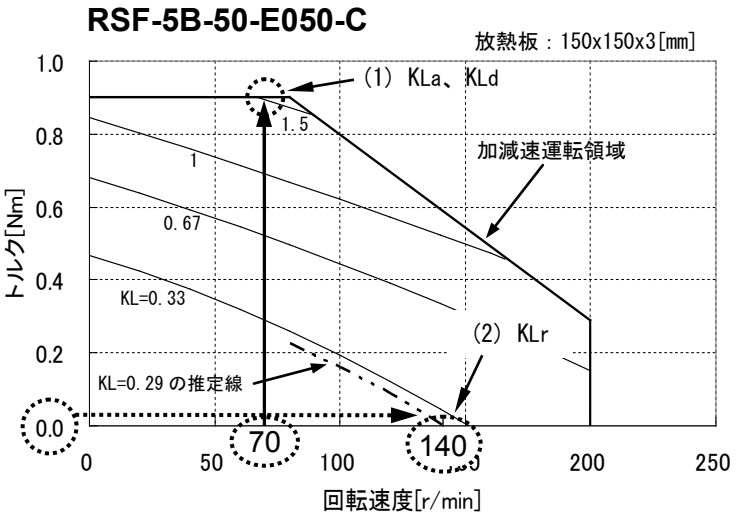
%ED = (1.5x 0.03 + 0.29 x 0.113 + 1.5 x 0.03) / 0.4 x 100 = 30.7%

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

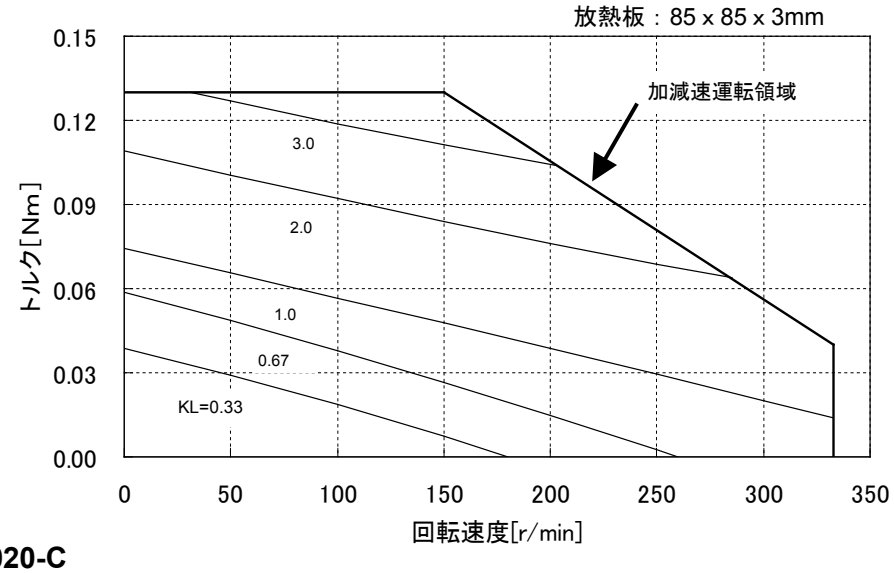
・運転パターン
・負荷の軽減

等の再検討が必要です。

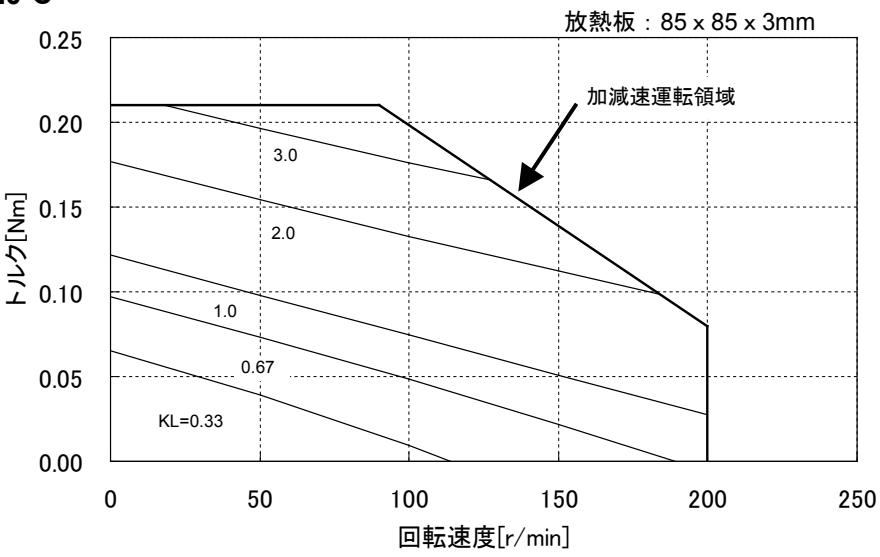


デューティ係数グラフ

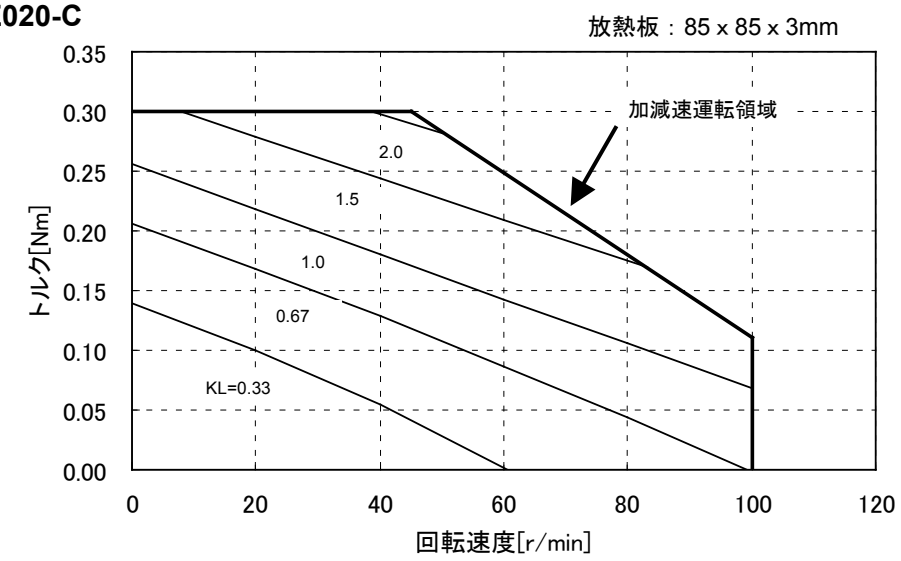
- **RSF-3C-30-E020-C**



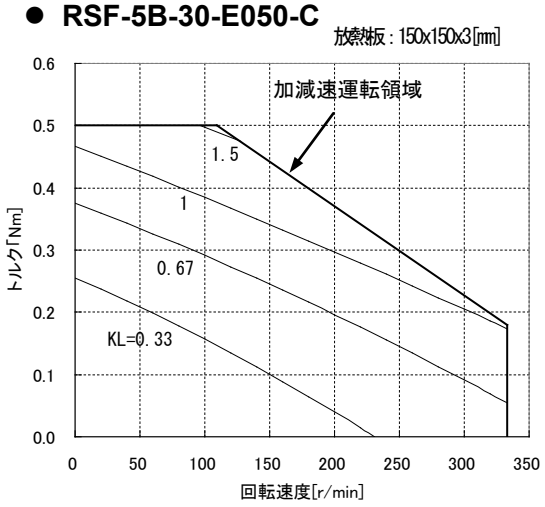
- **RSF-3C-50-E020-C**



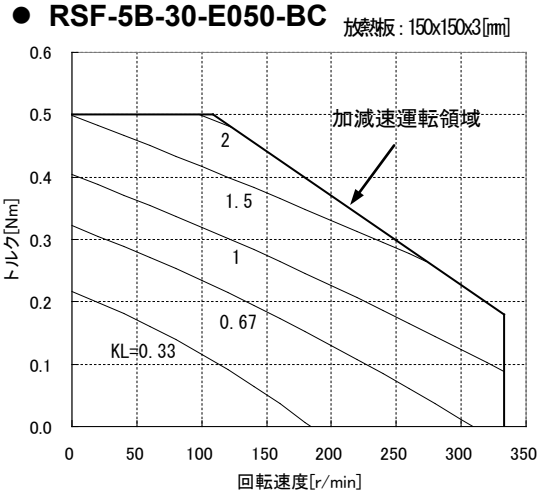
- **RSF-3C-100-E020-C**



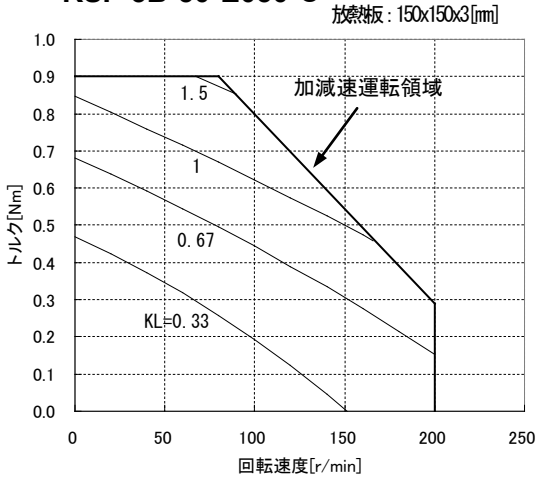
● **RSF-5B-30-E050-C**



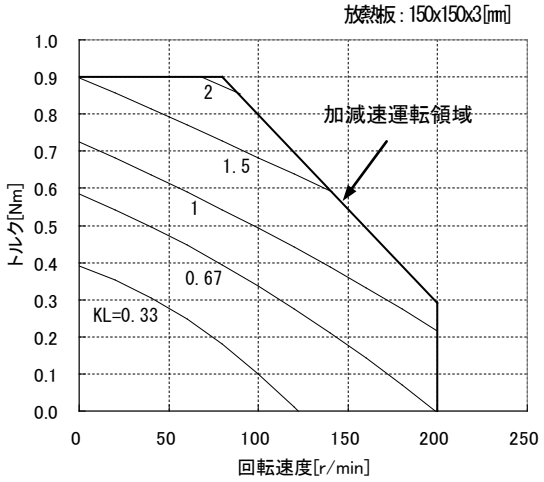
● **RSF-5B-30-E050-BC**



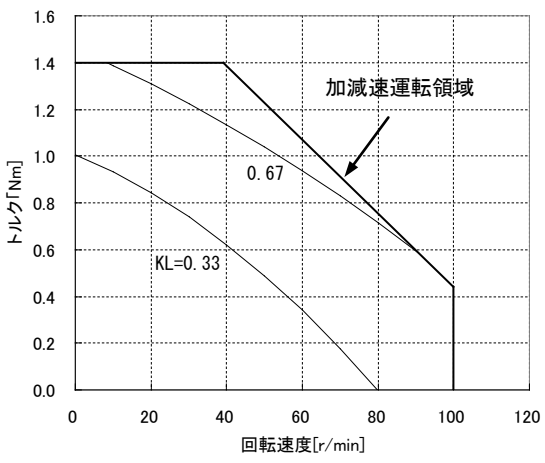
● **RSF-5B-50-E050-C**



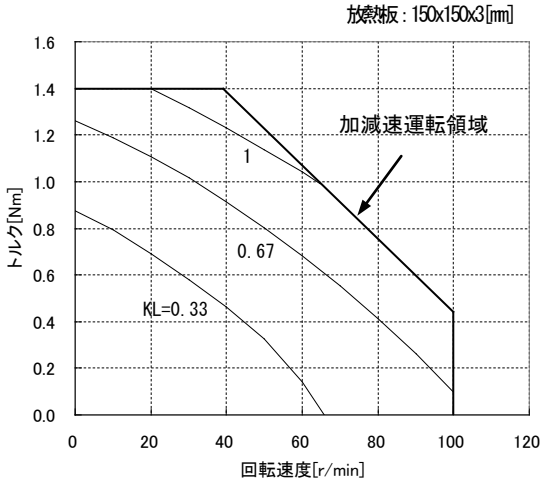
● **RSF-5B-50-E050-BC**



● **RSF-5B-100-E050-C**



● **RSF-5B-100-E050-BC**



実行トルク、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。

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

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

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」（P1-14）に示したグラフの連続使用領域の範囲内にない場合、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 Nm 、T_r = 0 Nm、t_a = 0.113s、t_r = t_d = 0.03 s、t = 0.4 s を上式に代入します。

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

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 = 0.9N·m 、T_r = 0 N·m、T_m =0.349N·m、t_a = 0.03 s、t_r = 0.113 s、t_d = 0.03 s を代入して、

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

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 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、ta=0.03 s、tr=0.113 s、td=0.03 s、t=0.4 s を代入して平均速度を求めます。

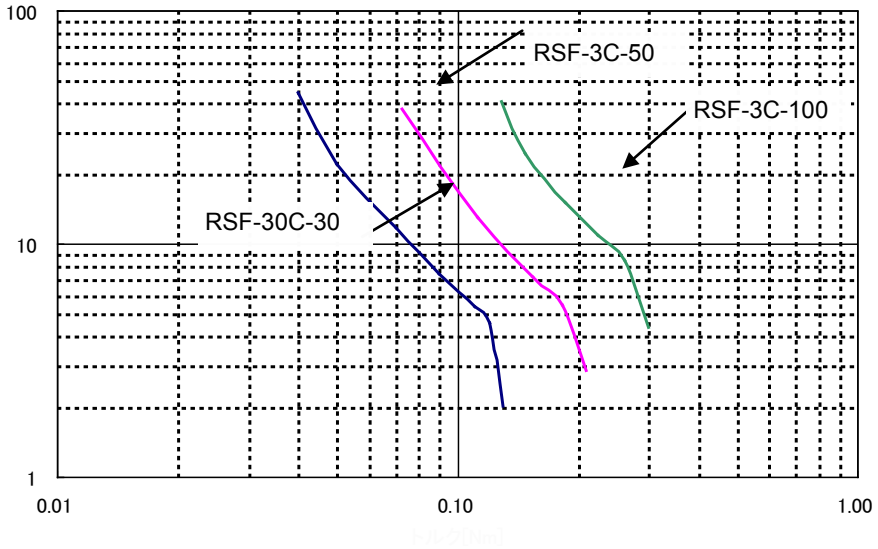
$$N_{av} = \frac{140/2 \times 0.03 + 140 \times 0.113 + 140/2 \times 0.03}{0.578} = 34.64 \ [r/min]$$

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。

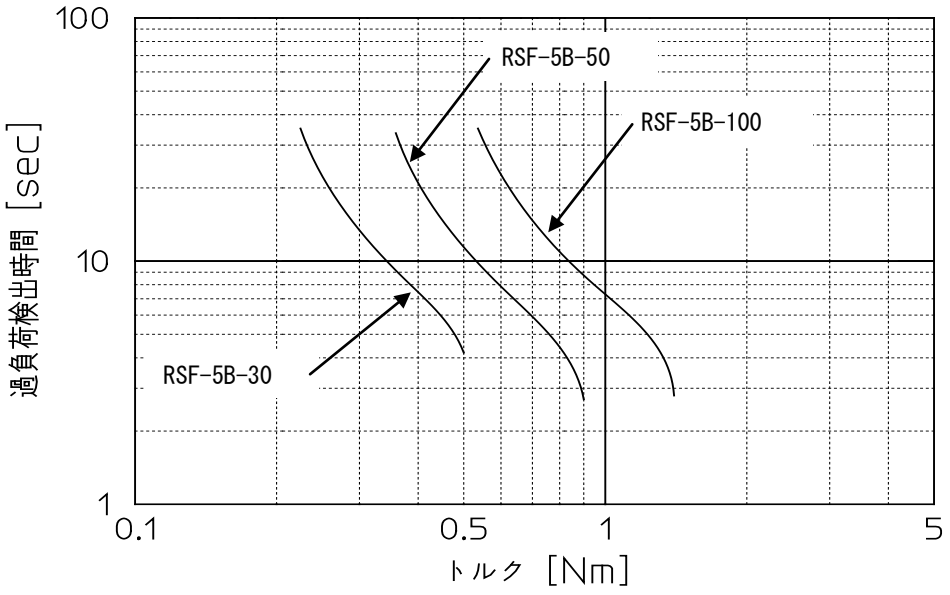
過負荷検出時間

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-3C



RSF-5B



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……3-2
3-3　設置場所と設置工事……3-3

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）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。



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、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。



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。



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。



（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℃～+60℃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

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℃～40℃
  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℃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：49m/s^2（10Hz～400Hz）以下
- 衝　　撃：300 m/s^2 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（バインド）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、及びモータ線を同じパイプやダクトの中を通したり、一緒に結束（バインド）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。

締めつ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、「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。

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℃)	A	0.8		
開放保持時消費電流 (at 20℃)	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	$(GD^2/4)$ kg cm^2	0.111×10^{-3}	0.309×10^{-3}	1.234×10^{-3}
	（J） kgf cm s^2	1.132×10^{-3}	3.151×10^{-3}	12.58×10^{-3}
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）

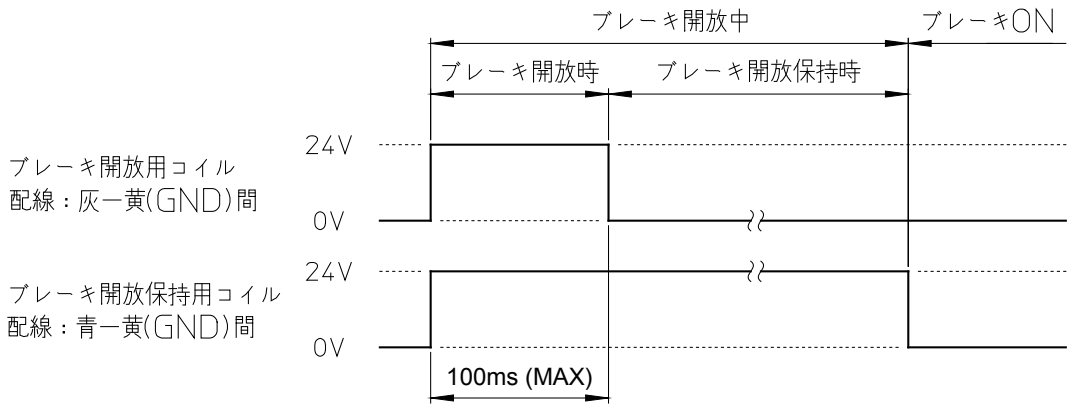
別売品のブレーキ用中継ケーブル（EWA-Bxx-JST03-TMC）はブレーキ電流を制御する回路を内蔵しています。
そのため、お客様でブレーキ電流を制御する必要はありませんので、ブレーキ付きアクチュエータをご使用になる場合には、ブレーキ用中継ケーブルと一緒にお使いになることを推奨します。
ブレーキ用中継ケーブルを使用する場合はブレーキ用電源の ON-OFF のみでブレーキ操作をすることが可能です。
ブレーキ用電源（DC24V±10%が出力可能な電源）はお客様にてご用意ください。電源は「4-1 モータ軸保持ブレーキ仕様」(P4-1）に記載されている開放時消費電流が出力可能な電源装置をご使用ください。
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 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」（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
5-2　中継ケーブル結線仕様……5-2
5-3　接続用コネクタ……5-4

5-1 中継ケーブル

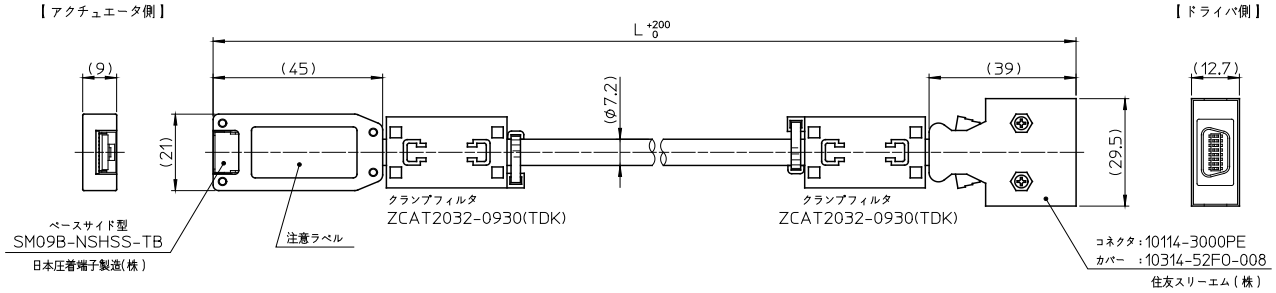
RSF supermini シリーズのアクチュエータとドライバを接続する中継ケーブルです。
エンコーダ用、モータ用、ブレーキ用の 3 種類の中継ケーブルがあります。ご注文頂いたアクチュエータの型式にしたがって選択してください。

- **中継ケーブル型式** （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-JST09-3M14

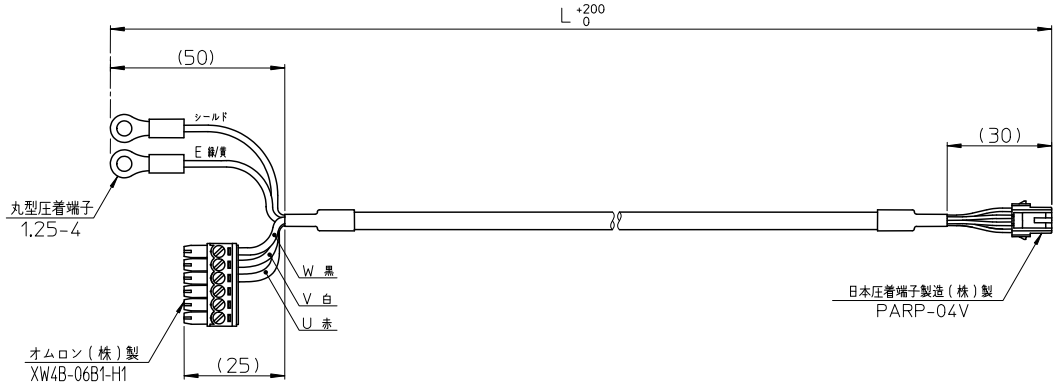
ケーブル長さ（03＝3m、05＝5m、10＝10m）：L



②モータ用

EWA-Mxx-JST04-TN2

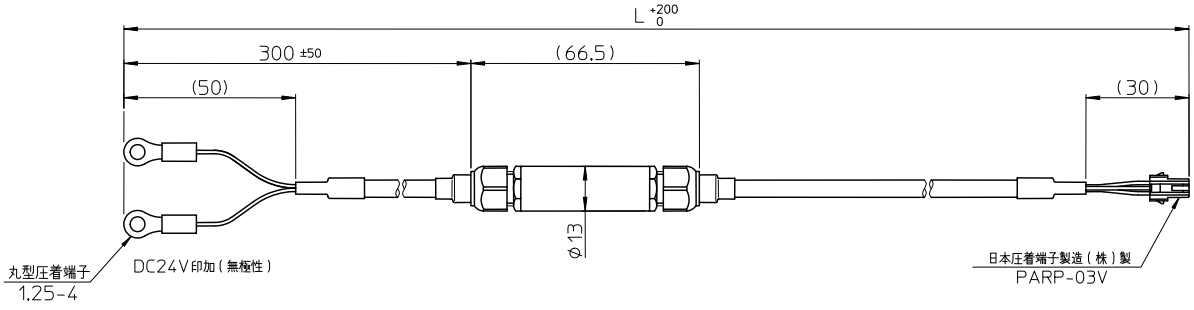
ケーブル長さ（03＝3m、05＝5m、10＝10m）：L



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



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-Exx-JST09-3M14）

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：SM09B-NSHSS-TB

日本圧着端子製造（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-Mxx-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-Bxx-JST03-TMC）

アクチュエータ側

ピン NO.	配線色
1	赤
2	白
3	黒

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

使用コネクタ　リテーナ　：PMS-03V-S

ハウジング：PARP-03V

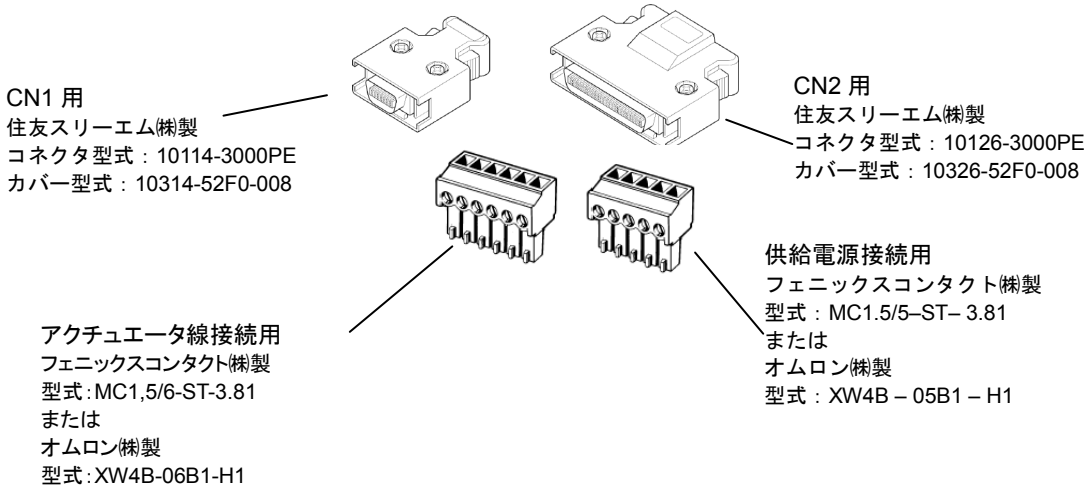
コンタクト：S（B）PA-001T-P0.5

日本圧着端子製造(株)

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

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	5.08×10^{-3}	0.3048	0.0254
SI 単位	m/s			

（3）直線加速度

SI 単位	m/s^2			
単位	m/min^2	$ft./min^2$	$ft./s^2$	in/s^2
係数	3600	1.18×10^4	3.281	39.37

単位	m/min^2	$ft./min^2$	$ft./s^2$	in/s^2
係数	2.78×10^{-4}	8.47×10^{-5}	0.3048	0.0254
SI 単位	m/s^2			

（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	3.44×10^{3}	2.06×10^{5}

単位	度	分	秒
係数	0.01755	2.93×10^{-4}	4.88×10^{-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	3.44×10^{3}	0.1592	9.55

単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	0.01755	2.93×10^{-4}	6.28	0.1047
↓				
SI 単位	rad/s			

（8）角加速度

SI 単位	rad/s^2	
↓		
単位	$度/s^2$	$度/min^2$
係数	57.3	3.44×10^{3}

単位	$度/s^2$	$度/min^2$
係数	0.01755	2.93×10^{-4}
↓		
SI 単位	rad/s^2	

（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	7.06×10^{-3}
↓				
SI 単位	Nm			

（10）慣性モーメント

SI 単位	kgm^2							
↓								
単位	$kgfms^2$	$kgfcms^2$	$lbft^2$	$lbfts^2$	$lbin^2$	$lbins^2$	$ozin^2$	$ozins^2$
係数	0.102	10.2	23.73	0.7376	3.42×10^{3}	8.85	5.47×10^{4}	141.6

単位	$kgfms^2$	$kgfcms^2$	$lbft^2$	$lbfts^2$	$lbin^2$	$lbins^2$	$ozin^2$	$ozins^2$
係数	9.81	0.0981	0.0421	1.356	2.93×10^{-4}	0.113	1.829×10^{-5}	7.06×10^{-3}
↓								
SI 単位	kgm^2							

（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	2.97×10^{-5}	1.78×10^{-3}	0.0129	0.1546

単位	kgfm/rad	Kgfm/arc min	kgfm/度	lbft/度	lbin/度
係数	9.81	3.37×10^{4}	562	77.6	6.47
↓					
SI 単位	Nm/rad				

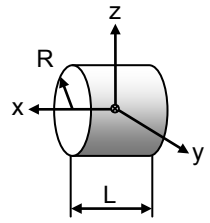
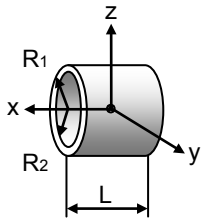
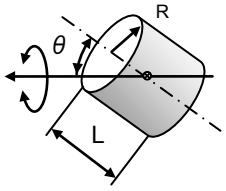
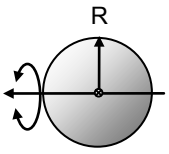
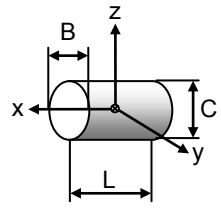
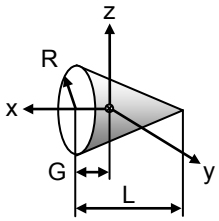
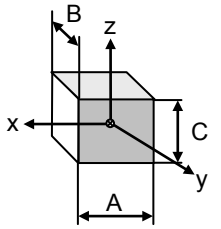
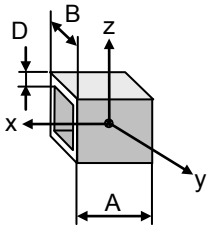
付録-2 慣性モーメントの計算

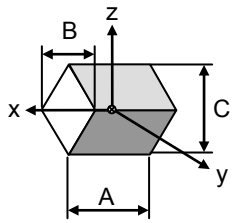
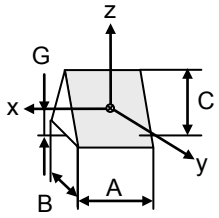
1．質量・慣性モーメントの計算式

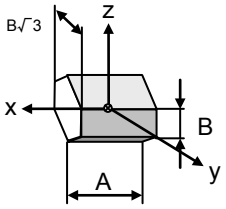
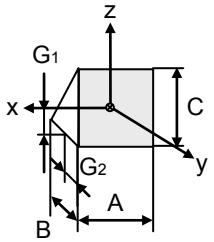
（1）回転中心が重心線と一致しているとき

次表は、質量・慣性モーメントの計算式です。
m ：質量（kg）、Ix,Iy,Iz：x,y,z 軸を回転中心とする慣性モーメント（kgm^2）
G：重心の端面からの距離（m）
ρ：密度（kg/m^3）

単位　長さ：m、質量：kg、慣性モーメント：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  	$m=\pi R^2 L\rho$ $Ix=\frac{1}{2}mR^2$ $Iy=\frac{1}{4}m\left(R^2+\frac{L^2}{3}\right)$ $Iz=\frac{1}{4}m\left(R^2+\frac{L^2}{3}\right)$	丸パイプ  R1:外径、R2：内径	$m=\pi\left(R_1{}^2-R_2{}^2\right)L\rho$ $Ix=\frac{1}{2}m\left(R_1{}^2+R_2{}^2\right)$ $Iy=\frac{1}{4}m\left\{\left(R_1{}^2+R_2{}^2\right)+\frac{L^2}{3}\right\}$ $Iz=\frac{1}{4}m\left\{\left(R_1{}^2+R_2{}^2\right)+\frac{L^2}{3}\right\}$
傾いた円柱  	$m=\pi R^2 L\rho$ $I_\theta=\frac{1}{12}m$ $\times\left\{3R^2\left(1+\cos^2\theta\right)+L^2\sin^2\theta\right\}$	球  	$m=\frac{4}{3}\pi R^3\rho$ $I=\frac{2}{5}mR^2$
楕円柱  	$m=\frac{1}{4}BCL\rho$ $Ix=\frac{1}{16}m\left(B^2+C^2\right)$ $Iy=\frac{1}{4}m\left(\frac{C^2}{4}+\frac{L^2}{3}\right)$ $Iz=\frac{1}{4}m\left(\frac{B^2}{4}+\frac{L^2}{3}\right)$	円錐  	$m=\frac{1}{3}\pi R^2 L\rho$ $Ix=\frac{3}{10}mR^2$ $Iy=\frac{3}{80}m\left(4R^2+L^2\right)$ $Iz=\frac{3}{80}m\left(4R^2+L^2\right)$ $G=\frac{L}{4}$
角柱  	$m=ABC\rho$ $Ix=\frac{1}{12}m\left(B^2+C^2\right)$ $Iy=\frac{1}{12}m\left(C^2+A^2\right)$ $Iz=\frac{1}{12}m\left(A^2+B^2\right)$	正四角パイプ  	$m=4AD(B-D)\rho$ $Ix=\frac{1}{3}m\left\{(B-D)^2+D^2\right\}$ $Iy=\frac{1}{6}m\left\{\frac{A^2}{2}+(B-D)^2+D^2\right\}$ $Iz=\frac{1}{6}m\left\{\frac{A^2}{2}+(B-D)^2+D^2\right\}$

物体形状	質量・慣性・重心位置
菱形柱 	$m=\frac{1}{2}ABC\rho$ $Ix=\frac{1}{24}m\left(B^2+C^2\right)$ $Iy=\frac{1}{24}m\left(C^2+2A^2\right)$ $Iz=\frac{1}{24}m\left(B^2+2A^2\right)$
等辺三角柱 	$m=\frac{1}{2}ABC\rho$ $Ix=\frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2}+\frac{2}{3}C^2\right)$ $Iy=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{2}{3}C^2\right)$ $Iz=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{B^2}{2}\right)$ $G=\frac{C}{3}$

物体形状	質量・慣性・重心位置
正六角柱 	$m=\frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho$ $Ix=\frac{5}{12}mB^2$ $Iy=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{5}{2}B^2\right)$ $Iz=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{5}{2}B^2\right)$
直角三角柱 	$m=\frac{1}{2}ABC\rho$ $Ix=\frac{1}{36}m\left(B^2+C^2\right)$ $Iy=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{2}{3}C^2\right)$ $Iz=\frac{1}{12}m\left(A^2+\frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1=\frac{C}{3}\qquad G_2=\frac{B}{3}$

● 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	アルミニュウム	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
鋳鉄	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		

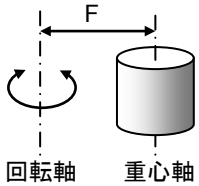
（2）回転中心が重心線と不一致のとき

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。

$$I=Ig+mF^2$$

I： 重心軸と回転軸が不一致時の慣性モーメント （kgm^2）

I_g： 重心軸と回転軸が一致時の慣性モーメント （kgm^2）



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。

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

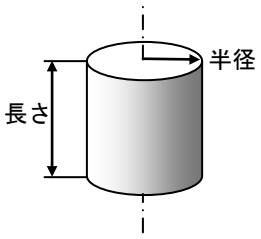
I： 直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメント （kgm^2）

m： 質量 （kg）

P： アクチュエーター回転当たりの直線移動量 （m/rev）

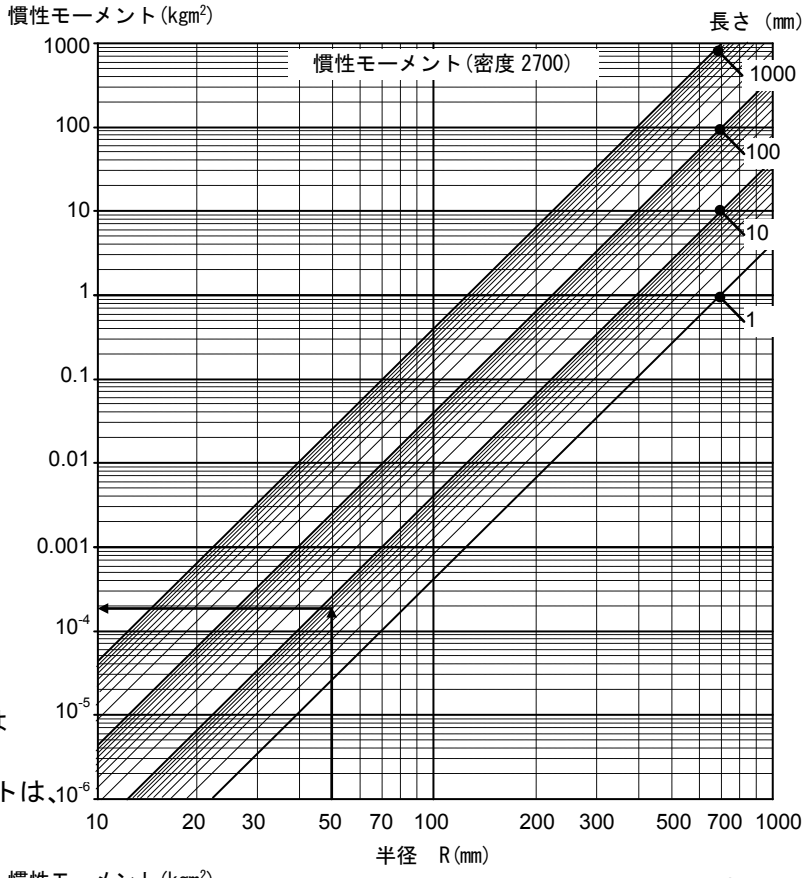
2．円柱の慣性モーメント

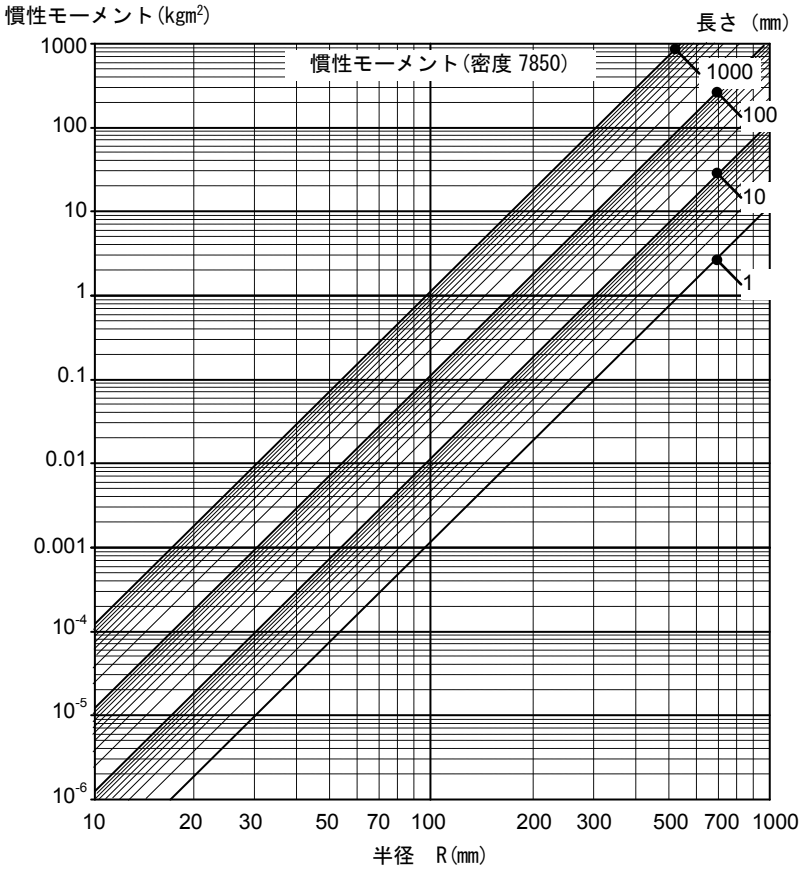
右グラフにより、円柱の慣性モーメントの概算値を求めることができます。



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、約 1.9×10^{-4}kgm^2 です。
（計算値：0.000186 kgm^2)





付

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® ハーモニックドライブ®
HarmonicPlanetary® ハーモニックプラネタリ®
HarmonicGrease® ハーモニックグリース®
HarmonicGearhead® ハーモニックギヤヘッド®
HarmonicLinear® ハーモニックリニア®
BEAM SERVO® ビームサーボ®
Harmonicsyn® ハーモニックシン®

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】

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／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/

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
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
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
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
中部営業所 ／ 愛知県名古屋市名東区照が丘 21 TM21-2F
〒465-0042　TEL. 052(773)7451(代)　FAX. 052(773)7462
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
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
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
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。

No.2107-13R-TRSFm