

AC サーボアクチュエータ

## RSF/RKF シリーズ技術資料

- この度は、ACサーボアクチュエータ RSF/RKF 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たり、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/RKF 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>* 周囲温度：0～40℃</li> <li>* 周囲湿度：20～80%RH（結露しないこと）</li> <li>* 振動：25m/s<sup>2</sup>以下</li> <li>* 水、油がからまないこと</li> <li>* 腐食性、爆発性ガスのないこと</li> </ul>	 <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●心ずれがあると振動や出力軸の破壊につながります。</li> </ul>
---------------	---	---------------	---

**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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●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。</li> </ul>	 <b>警告</b>	<b>コンセントに直接接続しないでください。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●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。</li> </ul>
 <b>注意</b>	<b>アクチュエータをたたかないでください。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●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。</li> </ul>	 <b>注意</b>	<b>リード線は引っ張らないでください。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> </ul>

**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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>* 取付方向は垂直にし、十分空間を設ける</li> <li>* 0～50℃、90%RH以下（結露のないこと）</li> <li>* 振動、衝撃のないこと</li> <li>* チリ、ほこり、腐食性、爆発性ガスのないこと</li> </ul>	 <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>* 強電線と弱電線は分離してください。</li> <li>* 配線は極力短くしてください。</li> <li>* 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。</li> <li>* 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。</li> </ul>
 <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●このような使用に当たっては弊社にご相談ください。</li> </ul>	 <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> </ul>

**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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> </ul>	 <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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●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。</li> </ul>
 <b>注意</b>	<b>耐電圧試験は行わないでください。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●メガテスタ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。</li> <li>●このような使用に当たっては弊社にご相談ください。</li> </ul>	 <b>注意</b>	<b>電源のオン/オフでの運転はできません。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●アクチュエータの運転/停止は、指令信号で行ってください。</li> </ul>

**廃棄について アクチュエータ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> <ul style="list-style-type: none"> <li>●廃棄する場合は、産業廃棄物として処理してください。</li> </ul>
---------------	---

## 目 次

第1章	RSF/RKF 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	5
1-6	機械精度	10
1-6-1	RSF シリーズの機械精度	10
1-6-2	RKF シリーズの機械精度	10
1-7	位置決め精度	11
1-8	回転方向ねじり剛性	12
1-9	検出器分解能	14
1-10	許容荷重	15
1-10-1	RSF の許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重	15
1-10-2	RSF の動作点が異なる場合のラジアル荷重	15
1-10-3	RKF の許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重	16
1-10-4	RKF の動作点が異なる場合のラジアル荷重	16
1-11	回転方向	17
1-12	耐衝撃	17
1-13	耐振動	17
1-14	使用可能領域	18
1-15	結線仕様	21
1-15-1	RSF-8B,RSF-11B,RSF-14B	21
1-15-2	RSF-17A,RSF(RKF)-20,RSF(RKF)-25A,RSF(RKF)-32A	22
第2章	アクチュエータの設置	23
2-1	品物の確認	23
2-2	取扱上の注意	24
2-3	設置場所と設置工事	24
2-3-1	設置場所の環境条件	24
2-3-2	設置作業	25
第3章	別売品	26
3-1	中継ケーブル	26
3-2	接続用コネクタ	27
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/RKF シリーズの概要

RSF/RKF シリーズは、高トルクで精密な回転動作を提供する、精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>と高速・高応答の AC サーボモータをドッキングした AC サーボアクチュエータです。

RSF/RKF 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 機器にお役立てください。

## 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<sup>®</sup>を組み込んだ RSF/RKF シリーズは、モータ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、小型、軽量、高トルクを実現しました。

### ◆ 優れた位置決め精度

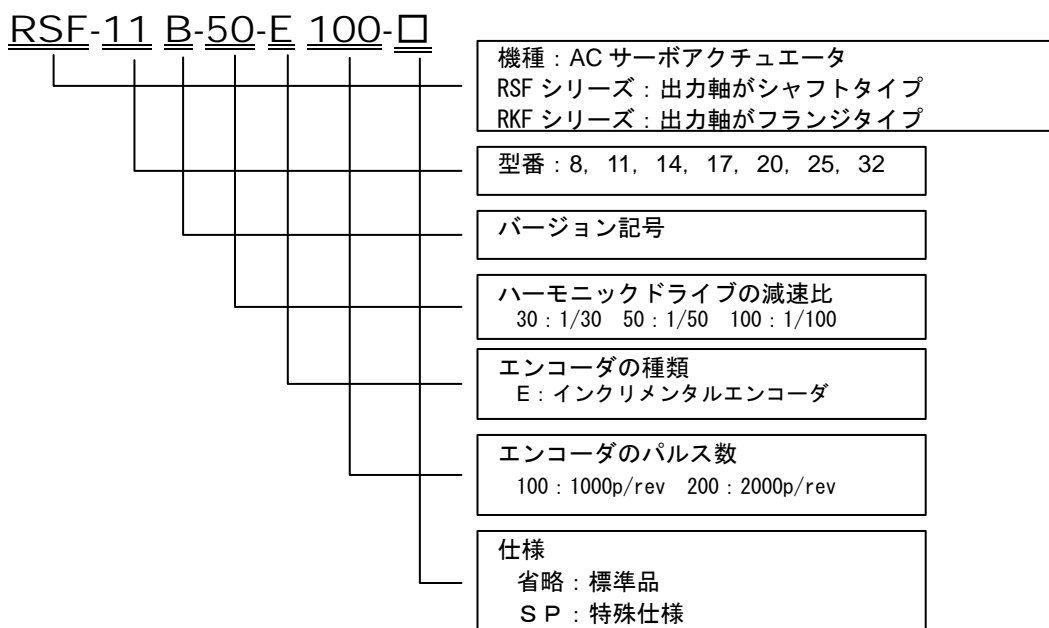
精密制御用減速装置ハーモニックドライブ<sup>®</sup>の特徴である、ノンバックラッシュと優れた位置決め精度は、高精度な精密機構を実現します。

### ◆ 安定した制御性

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

## 1-2 型式

RSF/RKF 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/RKF シリーズアクチュエータは、下記のドライバとの組み合わせになります。ドライバは、組み合わせるアクチュエータに応じて設定が異なります。

アクチュエータ型式名	組み合わせドライバ型式名		
RSF-8B	-	-	HA-680-4B-24
RSF-11B	-	-	HA-680-6B-24
RSF-14B	-	-	HA-680-6B-24
RSF-17A	HA-520-1R-200	HA-655-2B-200	-
RSF-20A	HA-520-1R-200	HA-655-2B-200	-
RSF-25A	HA-520-3-200	HA-655-2B-200	-
RSF-32A	-	HA-655-4B-200	-
RKF-20A	HA-520-1R-200	HA-655-2B-200	-
RKF-25A	HA-520-3-200	HA-655-2B-200	-
RKF-32A	-	HA-655-4B-200	-

注) HA-520 は位置制御のみの対応となります、また RSF-32A および RKF-32A の対応機種は有りません。

## 1-4 アクチュエータ仕様

### RSF-8B,11B,14B

下表にアクチュエータ仕様を示します。

時間定格:連続	周囲温度:0~40°C
励磁方式:永久磁石形	保存温度:-20~+60°C
絶縁階級:B種	周囲湿度:20~80%(結露なきこと)
絶縁耐圧:AC500V/1分間	耐振動:25m/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-8B			RFS-11B			RSF-14B			
		30	50	100	30	50	100	30	50	100	
定格出力 *	W	7.7	8.2	6.3	11.5	12.6	12.6	17.8	18.9	18.9	
入力電源電圧 *	V	DC24									
定格電流 *	A	2.0			4.2			3.9			
定格トルク *	N·m	0.80	1.4	2.8	1.1	2.0	4.0	1.7	3.0	6.0	
	kgf·cm	8.2	14	29	11	20	41	17	31	61	
定格回転速度 *	r/min	100	60	30	100	60	30	100	60	30	
定格ストールトルク *	N·m	0.95	1.7	3.5	1.7	3.0	5.7	2.5	4.5	9.0	
	kgf·cm	9.3	17	36	17	31	58	26	46	92	
瞬時最大電流 *	A	3.9	4.2	3.0	11.5	14.5	9.3	13.6	16.5	13.5	
瞬時最大トルク *	N·m	1.8	3.3	4.8	4.5	8.3	11	9.0	18	28	
	kgf·cm	18	34	49	46	85	112	92	184	286	
最高回転速度 *	r/min	200	120	60	200	120	60	200	120	60	
トルク定数	N·m/A	0.55	0.90	1.9	0.39	0.65	1.4	0.66	1.1	2.2	
	kgf·cm/A	5.6	9.2	19	4.0	6.6	14	6.7	11	22	
誘起電圧定数	V/(r/min)	0.06	0.09	0.20	0.04	0.07	0.15	0.07	0.12	0.23	
相抵抗 (at 25°C)	Ω	0.9			0.18			0.23			
相インダクタンス	mH	0.65			0.12			0.18			
慣性モーメント	GD <sup>2</sup> /4	kg·cm <sup>2</sup>	0.06	0.16	0.65	0.18	0.49	2.0	0.41	1.1	4.5
	注4	J	kgf·cm·s <sup>2</sup>	0.60	1.7	6.6	1.8	5.0	20	4.1	11
減速比		1:30	1:50	1:100	1:30	1:50	1:100	1:30	1:50	1:100	
許容ラジアル荷重	N	196			245			392			
	kgf	20			25			40			
許容スラスト荷重	N	98			196			392			
	kgf	10			20			40			
エンコーダパルス数(モータ軸)	p/rev	1000									
エンコーダ分解能(モータ軸)	p/rev	4000(4 通倍時)									
質量	Kg	0.3			0.5			0.8			
組み合せドライバ		HA-680-4B-24				HA-680-6B-24					

- 注1) 上表の値は、ハーモニックドライブの効率を含んだ出力軸における値を示しています。  
 注2) 上表の値は、アクチュエータに 150×150×6(mm) のアルミ放熱板を取付けたときの値です。  
 注3) \* の値は、温度上昇飽和時の値です。その他の値は、25°Cのときの値を示しています。  
 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。

## RSF/RKF-17A,20A,25A,32A

時間定格：連続	周囲温度：0~40℃
励磁方式：永久磁石形	保存温度：-20~+60℃
絶縁階級：B種	周囲湿度：20~80% (結露なきこと)
絶縁耐圧：AC1000V / 1分間	耐振動：25m/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-17A		RSF/RKF-20A		RSF/RKF-25A		RSF/RKF-32A		
		50	100	50	100	50	100	50	100	
定格出力 *	W	62	62	120	111	180	190	310	310	
入力電源電圧 *	V	AC200								
定格電流 *	A	0.75	0.72	1.1	1.0	2.2	2.2	3.4	3.3	
定格トルク *	N·m	9.8	20	19	35	29	59	49	98	
	kgf·cm	100	200	190	360	300	600	500	1000	
定格回転速度 *	r/min	60	30	60	30	60	30	60	30	
定格ストールトルク *	N·m	9.8	20	19	35	29	59	49	98	
	kgf·cm	100	200	190	360	300	600	500	1000	
瞬時最大電流 *	A	2.4	2.2	3.2	2.4	6.6	5.5	12.5	10	
瞬時最大トルク *	N·m	34	54	56	82	98	157	220	330	
	kgf·cm	350	550	570	840	1000	1600	2200	3400	
最高回転速度 *	r/min	90	45	90	45	90	45	90	45	
トルク定数	N·m/A	19	38	22	45	19	39	22	44	
	kgf·cm/A	190	390	220	460	190	400	220	440	
誘起電圧定数	V/(r/min)	2.2	4.3	2.5	5.0	2.2	4.4	2.5	4.9	
相抵抗 (at 20°C)	Ω	4.8		2.5		0.80		0.42		
相インダクタンス	mH	14		9.0		3.0		2.7		
慣性モーメント注4	GD <sup>2</sup> /4	kg·m <sup>2</sup>	0.047	0.19	0.098	0.39	0.19	0.77	0.67	2.7
	J	kgf·cm·s <sup>2</sup>	0.48	1.9	1.0	4.0	2.0	7.9	6.9	27
減速比		1:50	1:100	1:50	1:100	1:50	1:100	1:50	1:100	
許容ラジアル荷重	N	780		RSF:1400 RKF:2000		RSF:2900 RKF:2500		RSF:4400 RKF:3900		
	kgf	80		RSF:140 RKF:200		RSF:300 RKF:250		RSF:450 RKF:400		
許容スラスト荷重	N	780		RSF:1370 RKF:880		RSF:2900 RKF:1100		RSF:4400 RKF:1600		
	kgf	80		RSF:140 RKF:90		RSF:300 RKF:110		RSF:450 RKF:160		
エンコーダパルス数(モータ軸)	p/rev	2000								
エンコーダ分解能(モータ軸)	p/rev	8000(4 通倍時)								
質量	Kg	2.1		RSF 2.9 RKF 2.9		RSF 4.7 RKF 5.0		RSF 8.7 RKF 9.5		
組み合せドライバ		HA-520-1R-200		HA-520-1R-200		HA-520-3-200		-----		
		HA-655-2B-200		HA-655-2B-200		HA-655-2B-200		HA-655-4-200		

注1) アクチュエータ仕様は、すべて出力軸における値を示していますので、ハーモニックドライブの効率を含んだ出力軸における値を示しています。

注2) アクチュエータ仕様は、次に示すアルミ放熱板に取付けたときの値です。

RSF-17、RSF(RKF)-20 : 250X250X12(mm)

RSF(RKF)-25、RSF(RKF)-32 : 300X300X15(mm)

注3) \*の値は、温度上昇飽和時の値です。その他の値は、20℃のときの値を示しています。

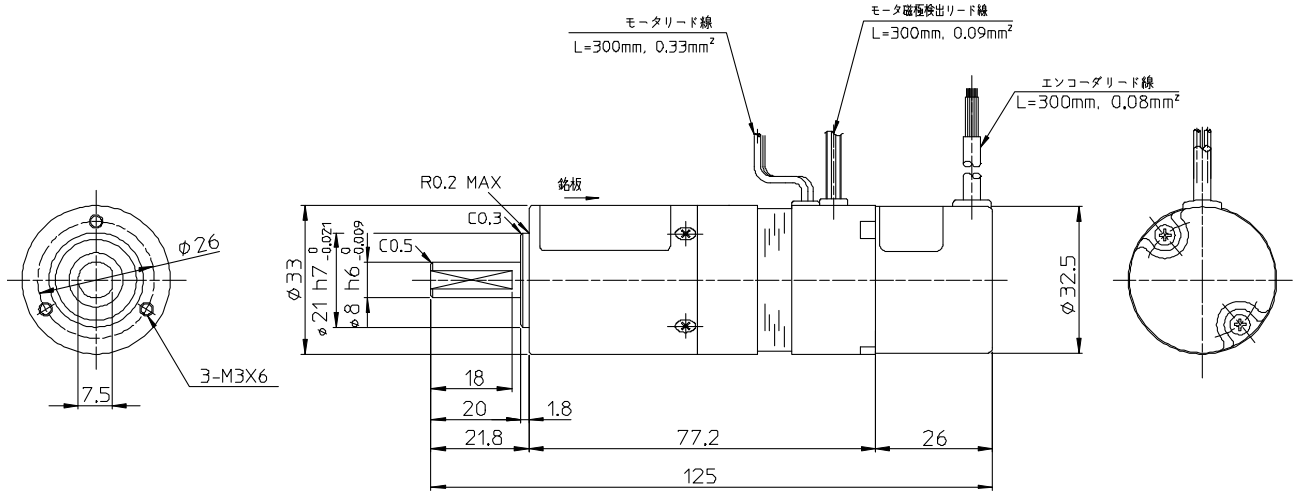
注4) 慣性モーメントは、モータ軸とハーモニックドライブの慣性モーメントの合計値を、出力側に換算した値です。



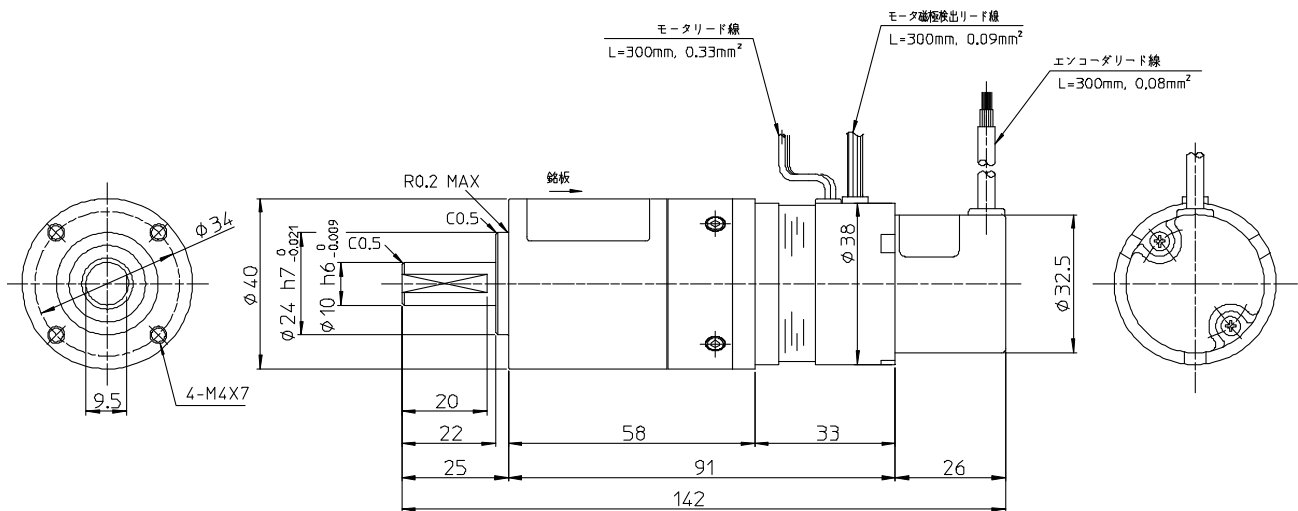
## 1-5 外形寸法 単位：mm（第3角法）

次にアクチュエータ外形寸法図を示します。

### ■RSF-8B



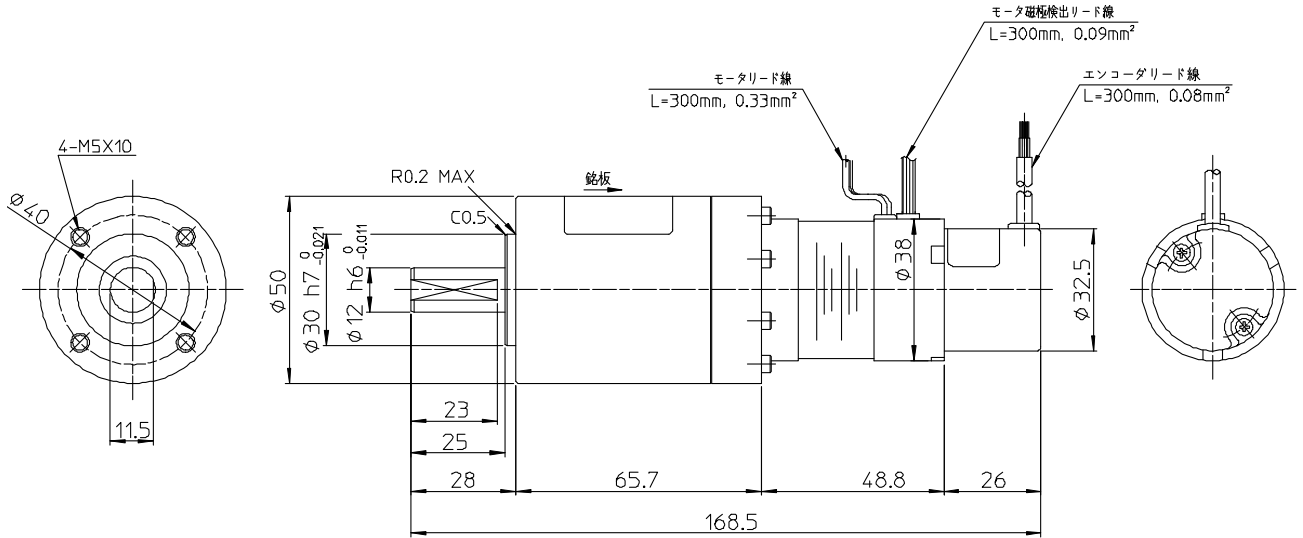
### ■RSF-11B



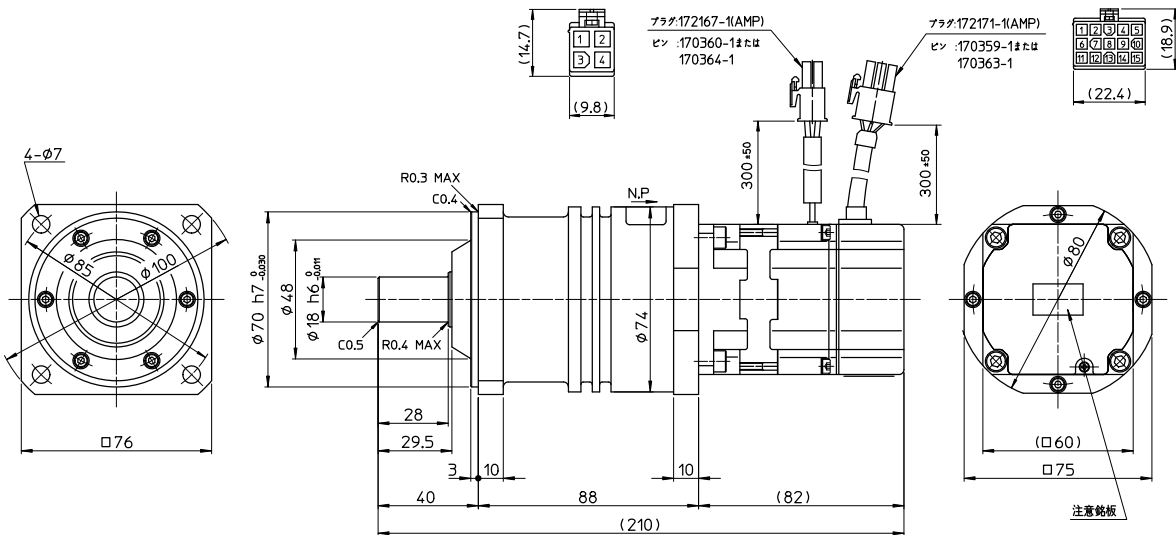
注) 外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。

第1章 RSF/RKF シリーズの概要

■RSF-14B



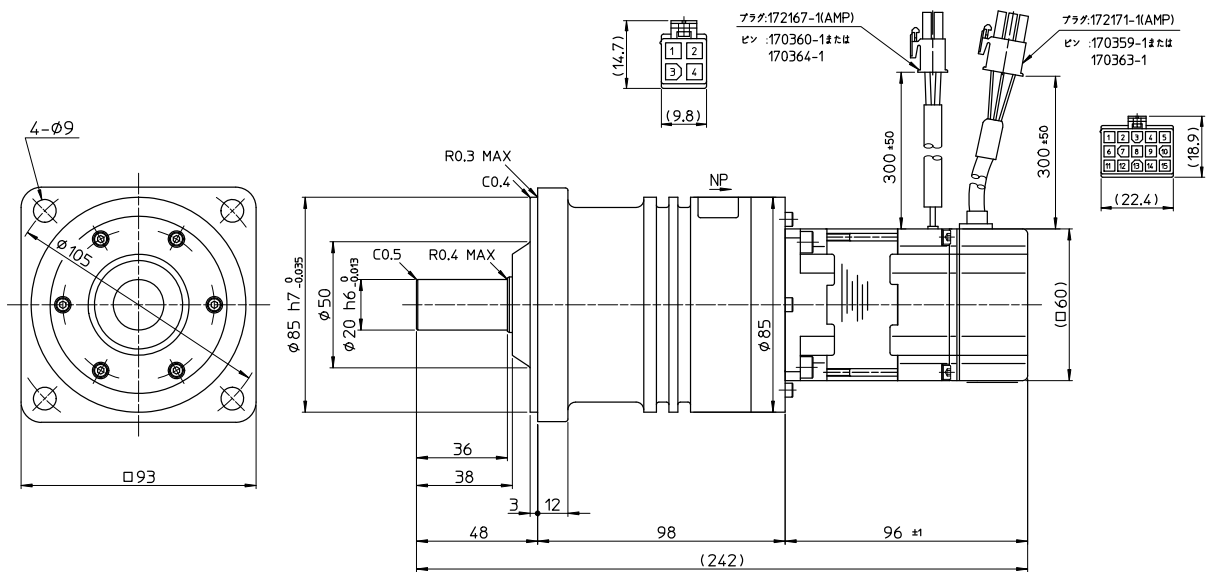
■RSF-17A



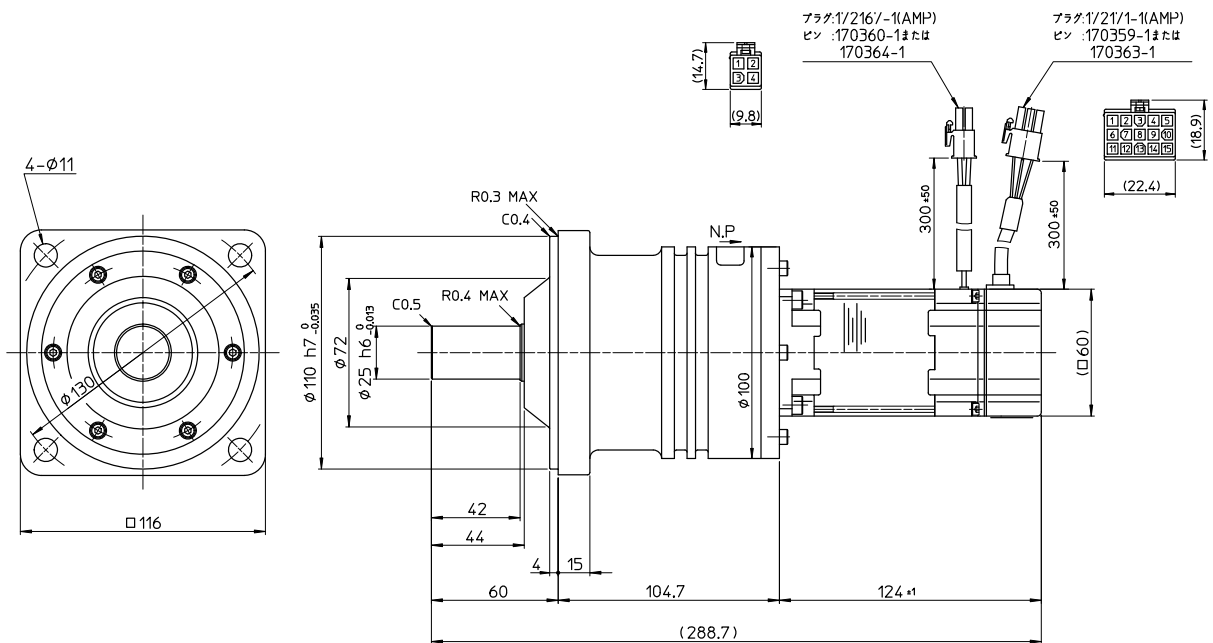
注) 外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。

# 第1章 RSF/RKF シリーズの概要

## ■RSF-20A



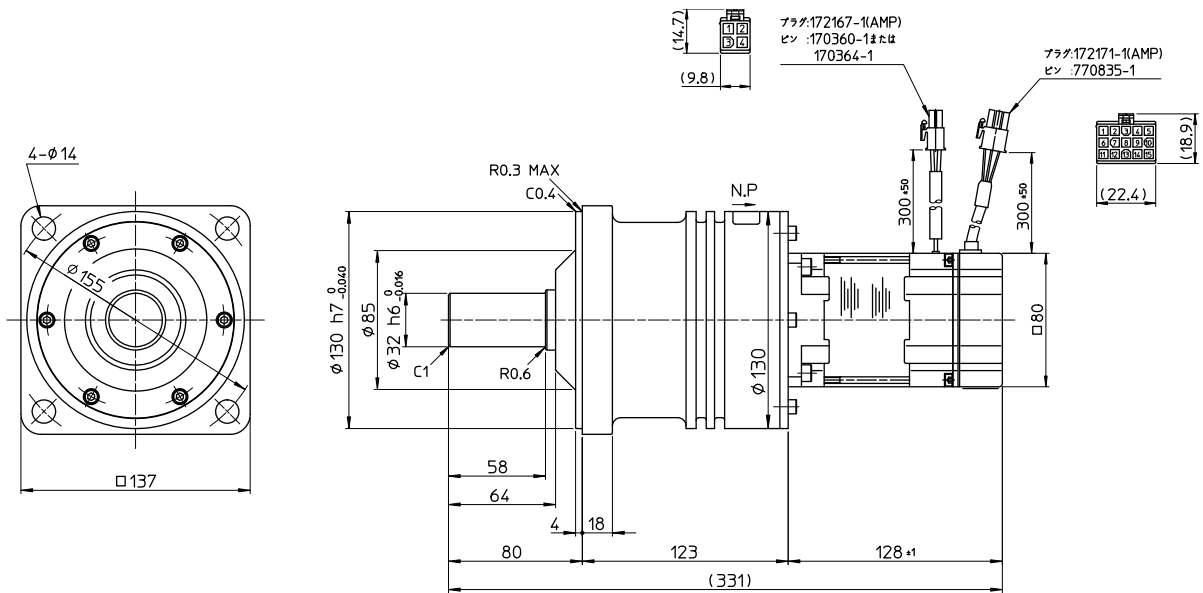
## ■RSF-25A



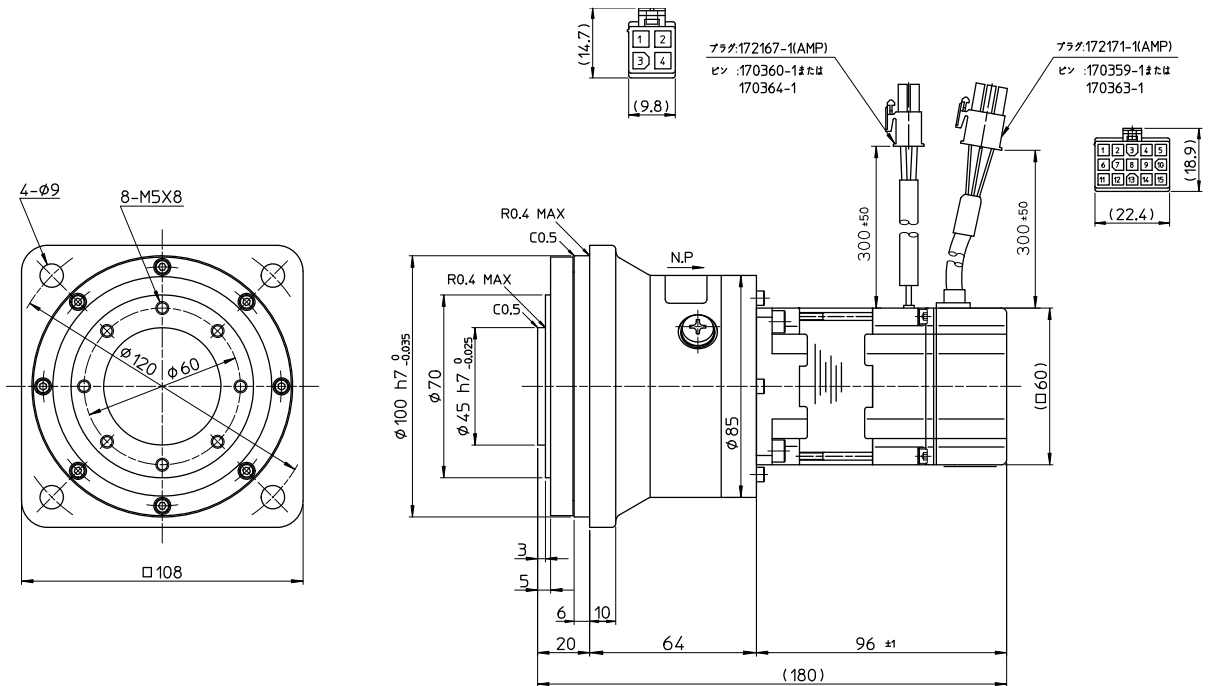
注) 外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。

# 第1章 RSF/RKF シリーズの概要

## ■RSF-32A



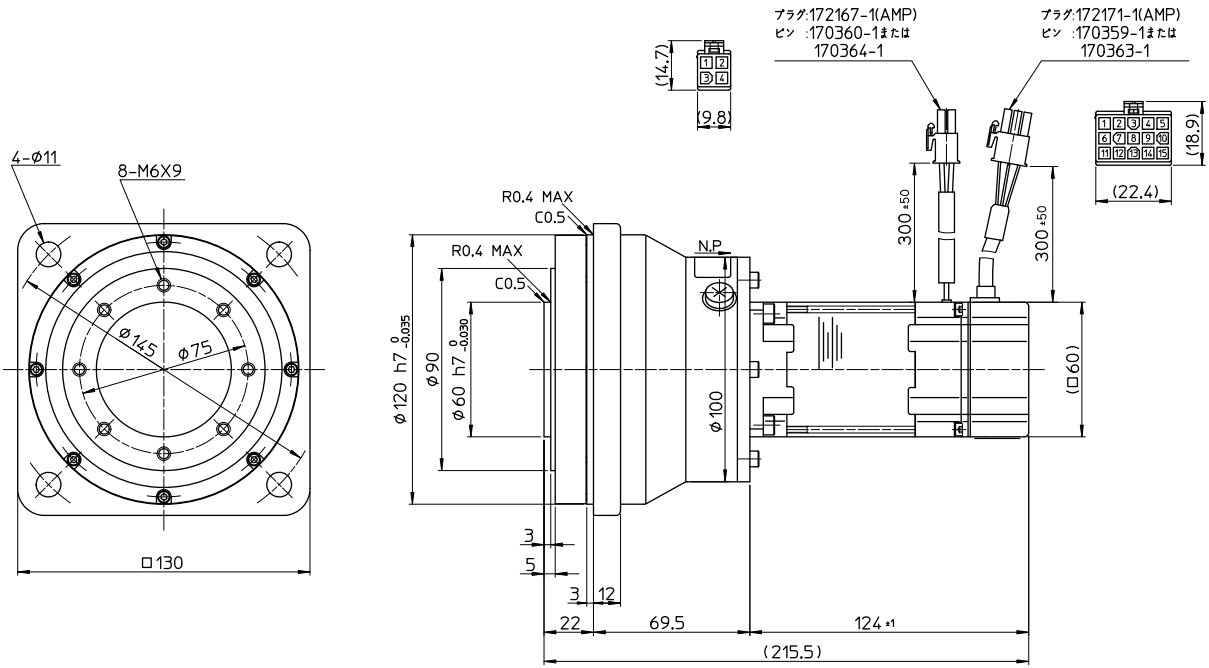
## ■RKF-20A



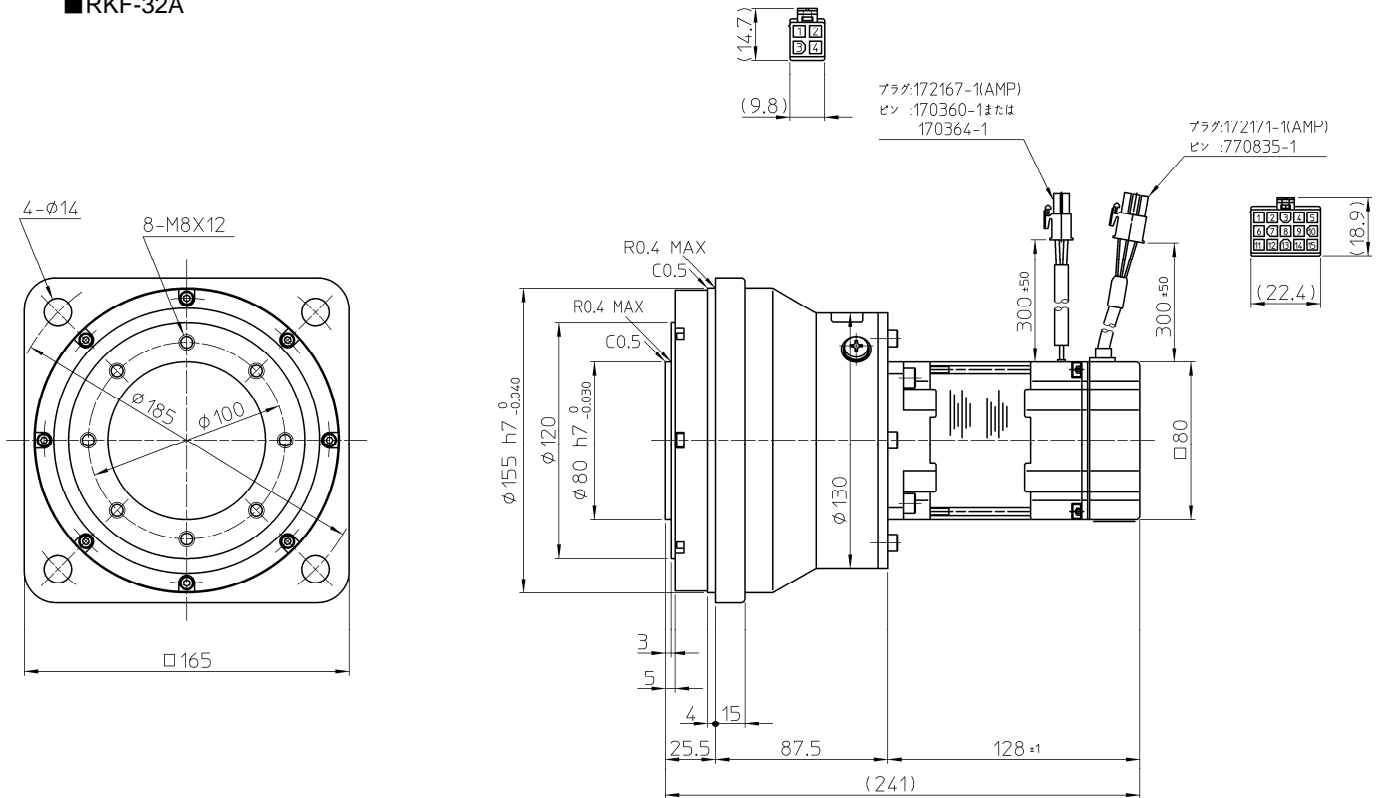
注) 外形寸法の詳細は、弊社発行の納入仕様図でご確認ください。

# 第1章 RSF/RKF シリーズの概要

## ■RKF-25A



## ■RKF-32A



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 機械精度

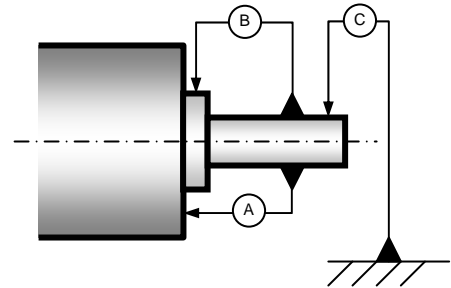
### 1-6-1 RSF シリーズの機械精度

RSF 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		
	A	B	C
RSF-8B	0.04	0.04	0.03
RSF-11B	0.04	0.04	0.03
RSF-14B	0.04	0.04	0.03
RSF-17A	0.06	0.06	0.04
RSF-20A	0.06	0.06	0.04
RSF-25A	0.06	0.06	0.04
RSF-32A	0.06	0.06	0.04

注) T.I.R(Total Indicator Reading)での値です

- A : 出力軸と取り付け面との直角度
- B : 出力軸と取り付け嵌合外との同軸度
- C : 出力軸端の振れ



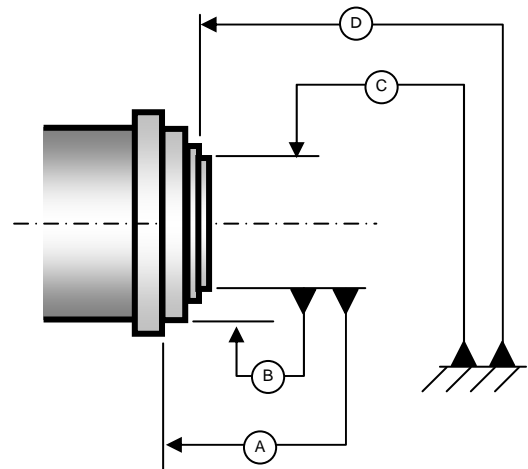
### 1-6-2 RKF シリーズの機械精度

RKF 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。

	A	B	C	D
RKF-20A	0.06	0.06	0.04	0.04
RKF-25A	0.06	0.06	0.04	0.04
RKF-32A	0.06	0.06	0.04	0.04

注) T.I.R(Total Indicator Reading)での値です

- A : 取り付けフランジ面の出力軸との直角度
- B : フランジ嵌合外径の偏心
- C : 出力軸端の振れ
- D : 出力軸の面振れ



## 1-7 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」「反転位置決め精度」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/RKF 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<sup>®</sup>を組み込んでいるため、モータ軸の位置決め誤差は、減速により圧縮され、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/RKFシリーズの位置決め精度として表します。

各型番の精度を次に示します。

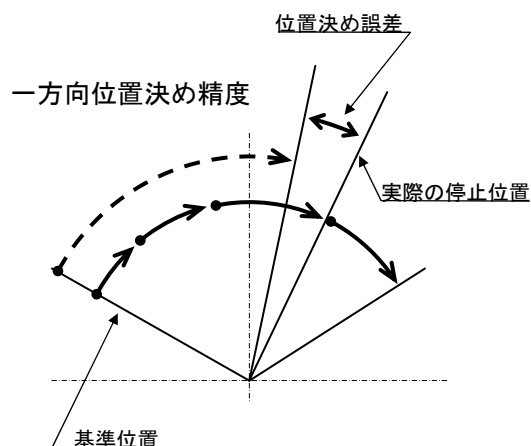
項目	型式	RSF-8B	RSF-11B	RSF-14B	RSF-17A	RSF/RKF-20A	RSF/RKF-25A	RSF/RKF-32A
	一方向位置決め精度	arc min	2.5	2	2	2	1.5	1.5
rad		$7.27 \times 10^{-4}$	$5.82 \times 10^{-4}$	$5.82 \times 10^{-4}$	$5.82 \times 10^{-4}$	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.35 \times 10^{-4}$	$4.35 \times 10^{-4}$
繰返し位置決め精度	arc min	±1	±0.67	±0.5	±0.5	±0.5	±0.42	±0.33
	rad	$\pm 2.91 \times 10^{-4}$	$\pm 1.94 \times 10^{-4}$	$\pm 1.46 \times 10^{-4}$	$\pm 1.46 \times 10^{-4}$	$\pm 1.46 \times 10^{-4}$	$\pm 1.21 \times 10^{-4}$	$\pm 0.97 \times 10^{-4}$
反転位置決め精度	arc min	1	1	1	—	—	—	—
	rad	$2.91 \times 10^{-4}$	$2.91 \times 10^{-4}$	$2.91 \times 10^{-4}$	—	—	—	—

### ■参考資料

(JIS B6201<sub>1987</sub>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ヶ所について行います。

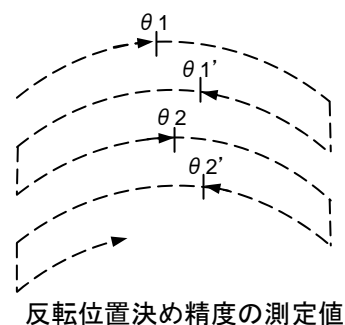


#### ●回転運動の繰返し位置決め

任意の一転に同じ向きからの位置決めを7回繰返して停止位置を測定し、読みの最大差の1/2を求めます。回転運動の連続位置決め機能を具備するものの測定は、回転範囲で任意の3ヶ所それぞれの位置で行い、求めた値のうちで最大のものを測定値とします。測定値は角度で表し、表示は最大差の1/2に(±)を付けて表します。

#### ●回転運動の反転位置決め

まず一つの位置について正の向きでの位置決めを行いその位置を測定します。(図の $\theta_1$ )次に同じ向きに指令を与えて回転させ、その位置から負の向きに同一の指令を与えて回転させ、負の向きでの位置決めを行いその位置を測定します。(図の $\theta_1'$ )さらに負の向きに指令を与えて回転させ、その位置から正の向きに同一の指令を与えて回転させ、正の位置決めを行いその位置を測定します。(図の $\theta_2$ )以下この動作および測定を繰返し、正および負の向きでの、それぞれ7回の位置決め停止位置の差を求めます。この測定を回転範囲で任意の3ヶ所それぞれの位置で行い、求めた値のうちで最大のものを測定値とします。



反転位置決め精度の測定値

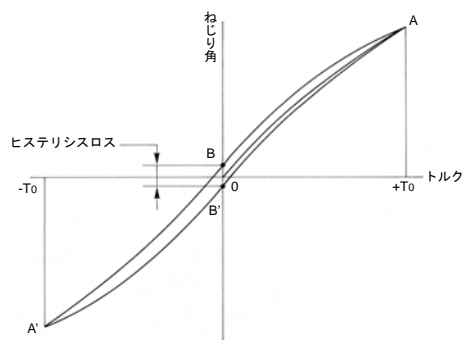
$$= \frac{1}{7}(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_7)$$

$$= \frac{1}{7}(\theta_1' + \theta_2' + \dots + \theta_7') \text{Max}$$

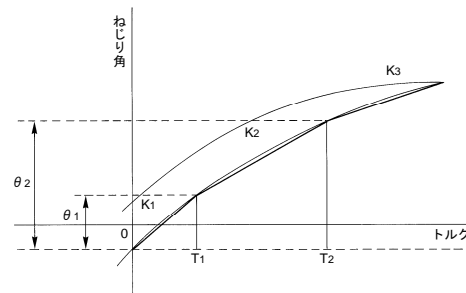
## 1-8 回転方向ねじり剛性

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

右上図は、出力軸に加えるトルクをゼロからスタートさせ、プラス側およびマイナス側に、それぞれ $+T_0$ ・ $-T_0$ 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 $0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A' \rightarrow B' \rightarrow A$ のループを描きます。RSF/RKF 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：N・m/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  $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$  として表します。



$K_1$ ：トルクが「ゼロ」から「 $T_1$ 」までの領域のばね定数

$K_2$ ：トルクが「 $T_1$ 」から「 $T_2$ 」までの領域のばね定数

$K_3$ ：トルクが「 $T_2$ 」以上の領域のばね定数

ねじり角は、次式から得られます。 ※  $\phi$ ：ねじり角

- ◆ トルク「 $T$ 」が「 $T_1$ 」以下の範囲： $\phi = \frac{T}{K_1}$
- ◆ トルク「 $T$ 」が「 $T_1$ 」から「 $T_2$ 」の範囲： $\phi = \theta_1 + \frac{T - T_1}{K_2}$
- ◆ トルク「 $T$ 」が「 $T_2$ 」から「 $T_3$ 」の範囲： $\phi = \theta_2 + \frac{T - T_2}{K_3}$

次表にアクチュエータごとの「 $T_1 \sim T_3$ 」、「 $K_1 \sim K_3$ 」、「 $\theta_1 \sim \theta_2$ 」の平均値を示します。

型式 減速比	RSF-8B			RSF-11B			RSF-14B			RSF-17A		
	1:30	1:50	1:100	1:30	1:50	1:100	1:30	1:50	1:100	1:50	1:100	
$T_1$	N・m	0.29			0.80			2.0			3.9	
	kgf・m	0.03			0.082			0.2			0.4	
$K_1$	$\times 10^4$ N・m/rad	0.44	0.091		0.22	0.27		0.34	0.47	0.81	1	
	kgf・m/arc min	0.013	0.027		0.066	0.080		0.1	0.14	0.24	0.3	
$\theta_1$	$\times 10^{-4}$ rad	6.6	3.2		3.6	3.0		5.8	4.1	4.9	3.9	
	arc min	2.3	1.1		1.2	1.0		2.0	1.4	1.7	1.3	
$T_2$	N・m	0.75			2.0			6.9			12	
	kgf・m	0.077			0.20			0.7			1.2	
$K_2$	$\times 10^4$ N・m/rad	0.067	0.10		0.30	0.34		0.47	0.61	1.1	1.4	
	kgf・m/arc min	0.020	0.031		0.090	0.10		0.14	0.18	0.32	0.4	
$\theta_2$	$\times 10^{-4}$ rad	13	8		8	6		16	12	12	9.7	
	arc min	4.7	2.6		2.6	2.2		5.6	4.2	4.2	3.3	
$K_3$	$\times 10^4$ N・m/rad	0.084	0.12		0.32	0.44		0.57	0.71	1.3	1.6	
	kgf・m/arc min	0.025	0.036		0.096	0.13		0.17	0.21	0.4	0.46	



## 第 1 章 RSF/RKF シリーズの概要

型式	RSF(RKF)-20A		RSF(RKF)-25A		RSF(RKF)-32A		
	1 : 50	1 : 100	1 : 50	1 : 100	1 : 50	1 : 100	
T <sub>1</sub>	N·m	7.0		14		29	
	kgf·m	0.7		1.4		3.0	
K <sub>1</sub>	x10 <sup>4</sup> N·m/rad	1.3	1.6	2.5	3.1	5.4	6.7
	kgf·m/arc min	0.38	0.47	0.74	0.92	1.6	2.0
θ <sub>1</sub>	x10 <sup>-4</sup> rad	5.2	4.4	5.5	4.4	5.5	4.4
	arc min	1.8	1.5	1.9	1.5	1.9	1.5
T <sub>2</sub>	N·m	25		48		108	
	kgf·m	2.5		4.9		11	
K <sub>2</sub>	x10 <sup>4</sup> N·m/rad	1.8	2.5	3.4	5.0	7.8	11
	kgf·m/arc min	0.52	0.75	1.0	1.5	2.3	3.2
θ <sub>2</sub>	x10 <sup>-4</sup> rad	15.4	11.3	15.7	11.1	15.7	11.6
	arc min	5.3	3.9	5.4	3.8	5.4	4.0
K <sub>3</sub>	x10 <sup>4</sup> N·m/rad	2.3	2.9	4.4	5.7	9.8	12
	kgf·m/arc min	0.67	0.85	1.3	1.7	2.9	3.7

## 1-9 検出器分解能

RSF/RKF シリーズアクチュエータのモータ部には、一回転あたり 1000 パルスまたは 2000 パルス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<sup>®</sup>で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減速比倍になります。さらに、エンコーダ信号は電氣的に4 通倍されます。

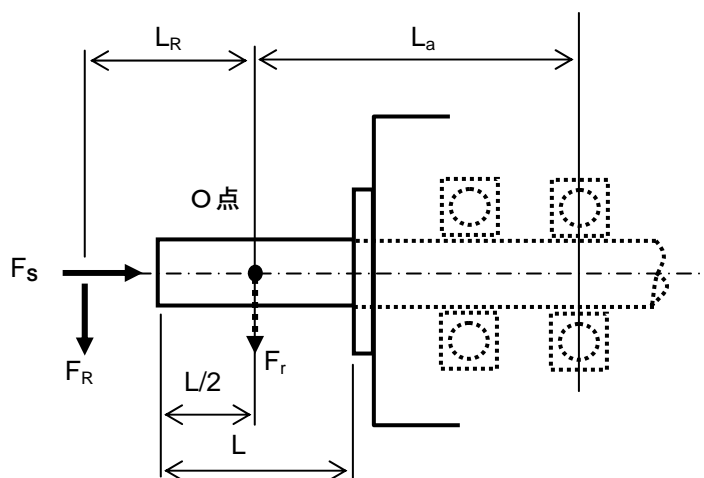
下表にアクチュエータ出力軸での分解能を示します。

項目		型式			RSF-17A, RSF/RKF-20A, RSF/RKF-25A, RSF/RKF-32A	
		RSF-8B, RSF-11B, RSF-14B				
減速比		1 : 30	1 : 50	1 : 100	1 : 50	1 : 100
検出器分解能(4 通倍時)	パルス/回転	120,000	200,000	400,000	400,000	800,000
1パルス当たり角度	秒	約 10.8	約 6.5	約 3.2	約 3.2	約 1.6

## 1-10 許容荷重

### 1-10-1 RSF の許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重

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下さい。



項目 \ 型式		RSF-8B	RSF-11B	RSF-14B	RSF-17A	RSF-20A	RSF-25A	RSF-32A
許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	196	245	392	784	1370	2940	4400
	kgf	20	25	40	80	140	300	450
許容スラスト荷重 ( $F_s$ )	N	98	196	392	784	1370	2940	4400
	kgf	10	20	40	80	140	300	450

### 1-10-2 RSF の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下さい。

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

$F_R$  : 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]

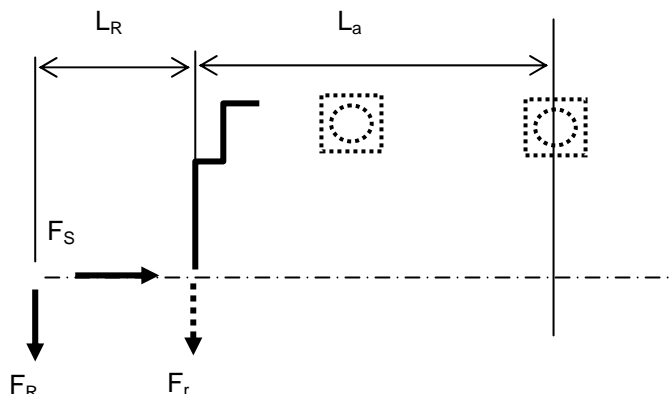
$L_R$  : ラジアル荷重のかかる位置から O 点までの距離 [mm]

$L$  : シャフト長さ [mm]

項目 \ 型式		RSF-8B	RSF-11B	RSF-14B	RSF-17A	RSF-20A	RSF-25A	RSF-32A
許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	196	245	392	784	1370	2940	4400
	kgf	20	25	40	80	140	300	450
$L_a$	mm	23	30.5	43.2	52.5	61.5	73.5	91.5
$L$	mm	20	22	25	28	36	42	58

### 1-10-3 RKF の許容ラジアル荷重、許容スラスト荷重

出力軸の許容スラスト荷重と許容ラジアル荷重を示します。  
 許容ラジアル荷重  $F_r$  は、出力軸の取付面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下さい。



項目	型式	RKF-20A	RKF-25A	RKF-32A
	許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	1960	2450
kgf		200	250	400
許容スラスト荷重 ( $F_s$ )	N	880	1080	1570
	kgf	90	110	160

### 1-10-4 RKF の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下さい。

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

$F_R$  : 出力軸の取り付け面から距離  $L_R$  での許容ラジアル荷重 [N]

$F_r$  : 出力軸の取り付け面での許容ラジアル荷重 [N]

$L_a$  : ベアリング始点から出力軸の取り付け面までの距離 [mm]

$L_R$  : ラジアル荷重のかかる位置から出力軸の取り付け面までの距離 [mm]

項目	型式	RKF-20A	RKF-25A	RKF-32A
	許容ラジアル荷重 ( $F_r$ )	N	1960	2450
kgf		200	250	400
$L_a$	mm	45.5	63	81.3

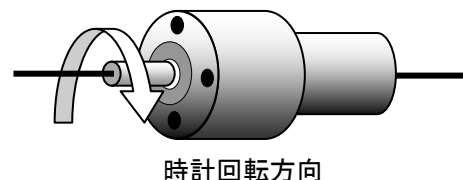
## 1-1-1 回転方向

RSF/RKF シリーズアクチュエータに HA-520 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、出力軸側から見て時計方向回転（CW）です。

HA-520 ドライバの回転方向は、パラメータ→「09：回転方向指令」の設定で切り換えることができます。

「09：回転方向指令」の設定

設定値	正転指令入力	逆転指令入力	設定
0	反時計回転	時計回転	
1	時計回転	反時計回転	工場設定値



HA-655 ドライバの回転方向は、システムパラメータ→「08：回転方向指令」の設定で切り換えることができます。

「08：回転方向指令」の設定

設定値	正転指令入力	逆転指令入力	設定
0	時計回転	反時計回転	工場設定値
1	反時計回転	時計回転	

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	正転指令入力	逆転指令入力	設定
0	時計回転	反時計回転	工場設定値
1	反時計回転	時計回転	

## 1-1-2 耐衝撃

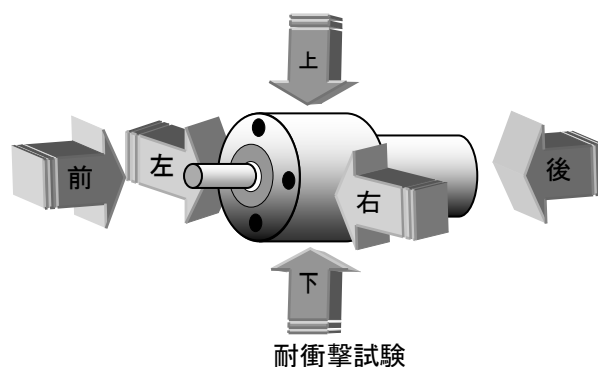
アクチュエータの耐衝撃性は、次の通りです。

衝撃加速度：300 m/s<sup>2</sup>

方向：上下、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。

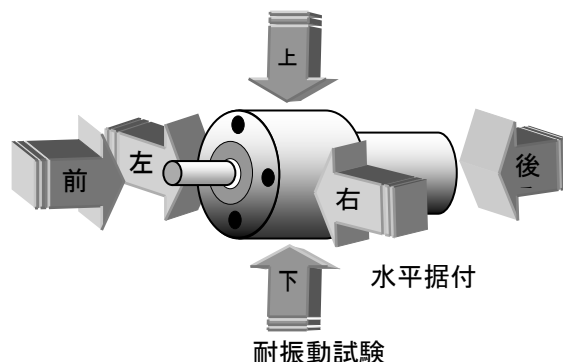


## 1-1-3 耐振動

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：25 m/s<sup>2</sup> (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磨耗を保証するものではありません。



## 1-14 使用可能領域

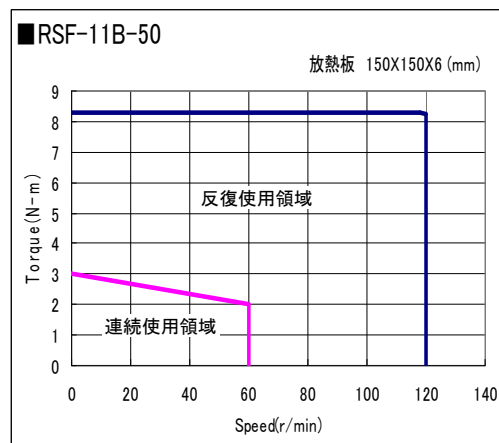
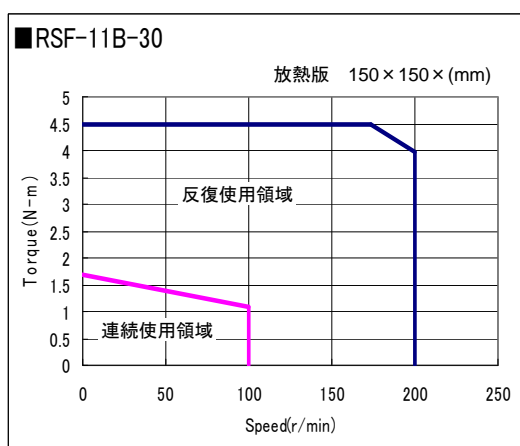
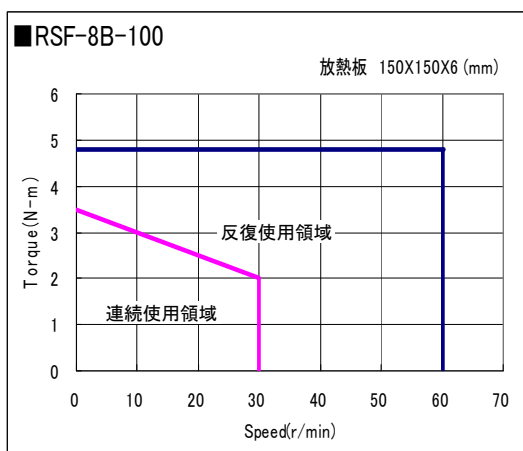
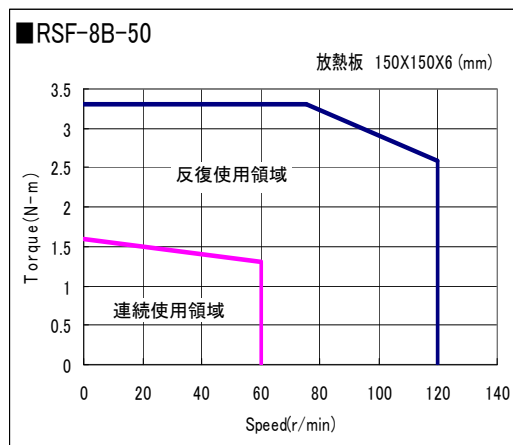
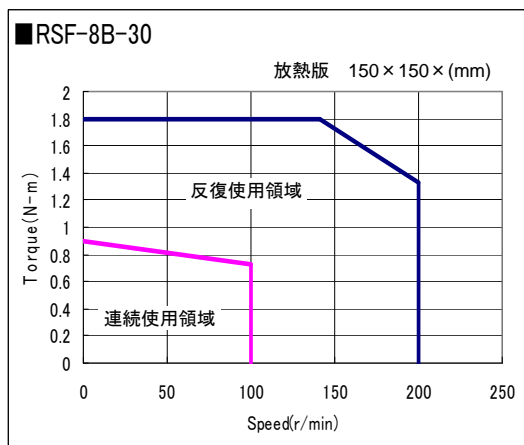
下のグラフは、RSF/RKF シリーズアクチュエータの使用可能領域を表わします。

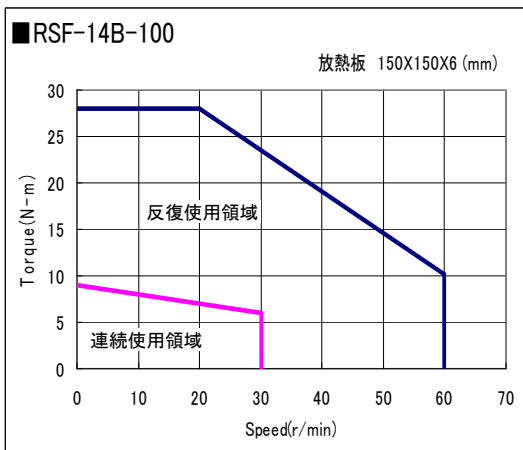
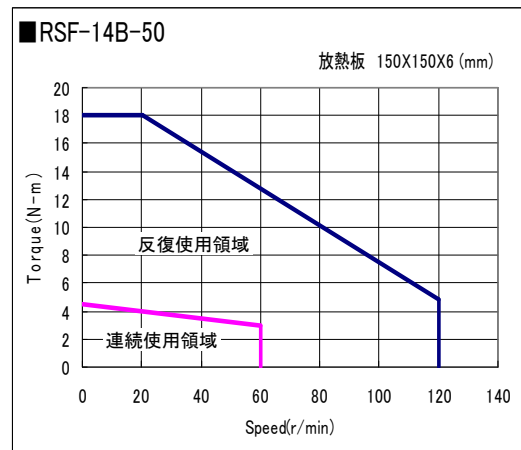
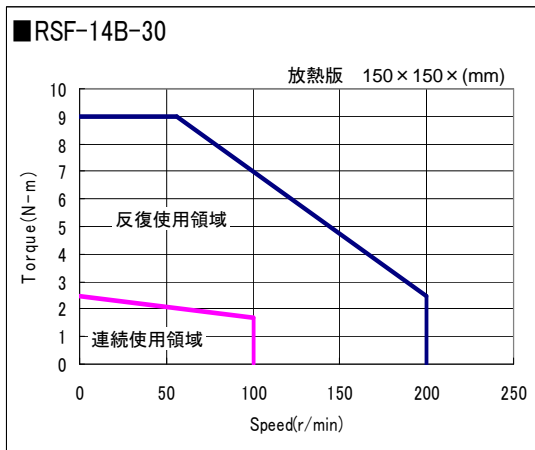
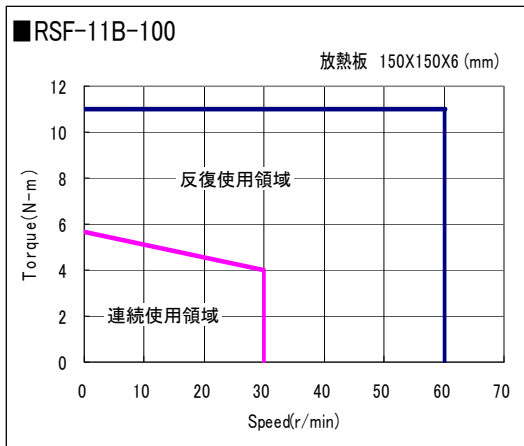
1)連続使用領域

連続して運転可能な「回転速度-トルク」の領域を示します。

2)反復使用領域

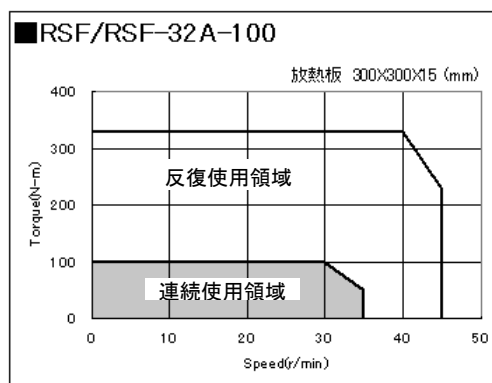
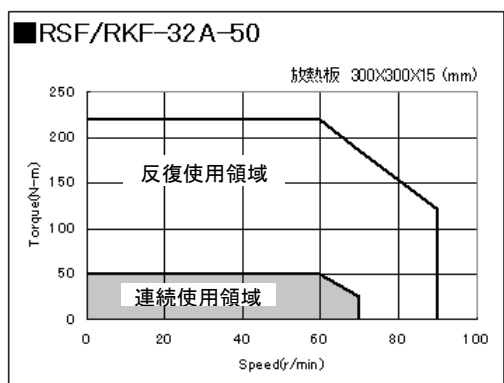
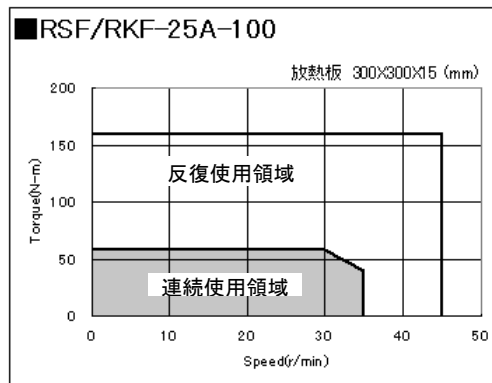
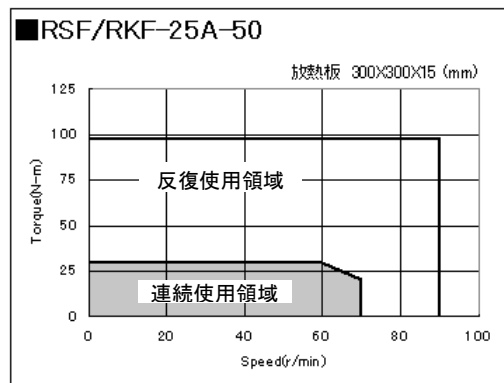
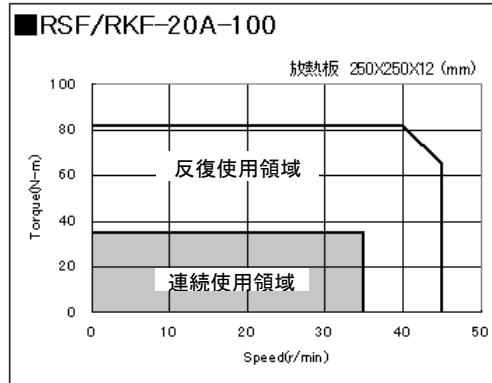
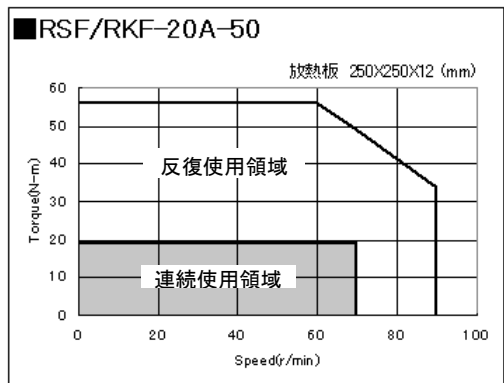
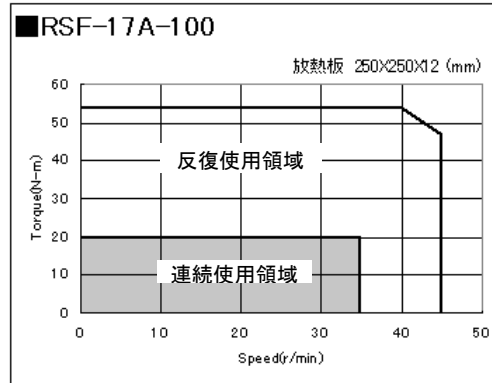
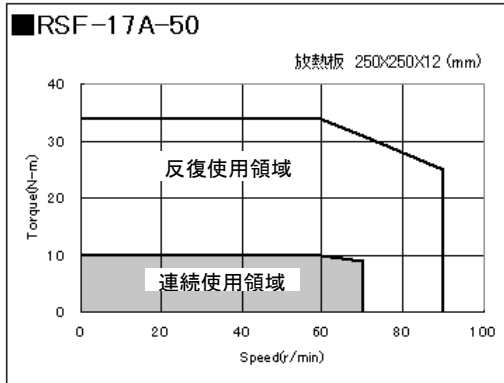
瞬時的に運転可能な「回転速度-トルク」の領域を示します。通常、加速・減速時にこの領域を使用します。





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1章 RSF/RKF シリーズの概要



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。



## 1-15 結線仕様

RSF/RKF シリーズアクチュエータのモータ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。

### 1-15-1 RSF-8B,RSF-11B,RSF-14B

● リード線の線色

各部の入出力信号とリード線の線色の関係を次表に示します。

モータリード線の線色

線色	信号
赤	U
白	V
黒	W

モータ磁極検出リード線の線色

線色	信号
茶	Hu
青	$\overline{\text{Hu}}$
赤	Hv
緑	$\overline{\text{Hv}}$
黄	Hw
橙	$\overline{\text{Hw}}$
白	+5V(Vcc)
黒	0V(GND)

エンコーダリード線の線色

線色	信号
茶	A
青	$\overline{\text{A}}$
赤	B
緑	$\overline{\text{B}}$
黄	Z
橙	$\overline{\text{Z}}$
白	+5V(Vcc)
黒	0V(GND)
シールド	FG

● 信号出力回路および入力回路例



## 第2章 アクチュエータの設置

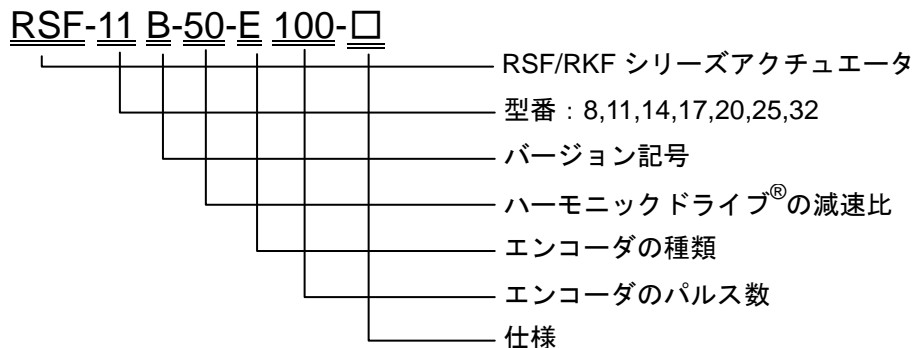
### 2-1 品物の確認

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/RKF 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。

型式記号には、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) ドライバの銘板の「ADJUSTED FOR USE WITH」欄に組み合わせて適用する RSF/RKF シリーズ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合せないでください。**

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) ドライバの銘板の「INPUT VOL.」欄には、ドライバに入力する電源電圧の値を示しています。
  - 24 : DC24V 電源です。
  - 100 : AC100V 電源です。
  - 200 : AC200V 電源です。

接続予定の電源電圧と異なる場合は、直ちに購入先にご連絡ください。



**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。**

銘板記載の電圧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。

## 2-2 取扱上の注意

RSF/RKF シリーズアクチュエータの取扱に際し、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、 $-20^{\circ}\text{C}$ ～ $+60^{\circ}\text{C}$ 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。

## 2-3 設置場所と設置工事

### 2-3-1 設置場所の環境条件

RSF/RKF 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：  $0^{\circ}\text{C}$ ～ $40^{\circ}\text{C}$   
ボックス内に収納される場合ボックス内温度は、内蔵される機器の電力損失およびボックスの大きさなどにより、外気温度より高くなる場合があります。必ずアクチュエータ周辺の温度が  $40^{\circ}\text{C}$ 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：  $25\text{ m/s}^2$ (10Hz～400Hz)以下
- ◆ 衝撃：  $300\text{ m/s}^2$ 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
- ◆ 海拔：1000m 以下

## 2-3-2 設置作業

RSF/RKF 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。

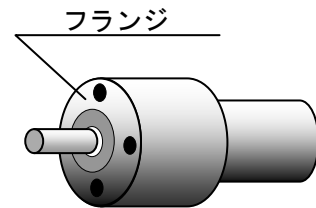
設置作業にあたって、特に精度面に注意し、アクチュエータの出力部をハンマで叩く等の作業を行わないでください。アクチュエータにはエンコーダを内蔵しています。大きな衝撃は、エンコーダを破壊します。

### ● 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：特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。

項目 \ 型式		RSF-8B	RSF-11B	RSF-14B
ねじ穴数		3	4	4
締め付けトルク	ねじ,穴深さ	M3,深さ 6mm	M4,深さ 7mm	M5,深さ 10mm
	N・m	1.4	3.2	6.3
	kgf・cm	14	33	64

項目 \ 型式		RSF-17A	RSF/RKF-20A	RSF/RKF-25A	RSF/RKF-32A
穴数		4	4	4	4
締め付けトルク	通し穴径	7	9	11	14
	N・m	11	27	53	92
	kgf・cm	110	280	540	940

- (3) 配線作業については、ドライバの「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3章 別売品

### 3-1 中継ケーブル

RSF/RKF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。  
モータ用、インクリメンタルエンコーダ用、2種類の中継ケーブルがあります。  
なお、接続ドライバにより型式および形状が異なりますのでご注意ください。

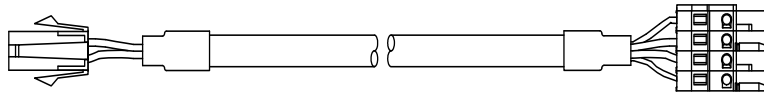
●中継ケーブル型式 (\*\*はケーブル長さ「3m、5m、10m」を表します。)

■接続ドライバ：HA-520シリーズ

①モータ用：

EWA-M\*\*-A04-WG04

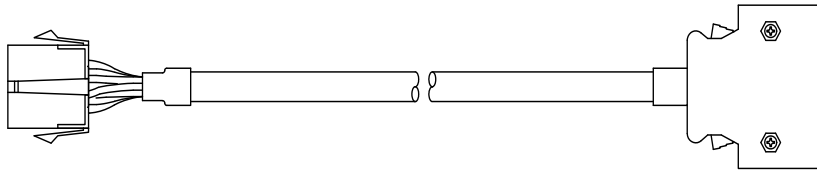
ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m)



②インクリメンタルエンコーダ用：

EWA-E\*\*-A15-3M36

ケーブル長さ (03=3m、05=5m、10=10m)

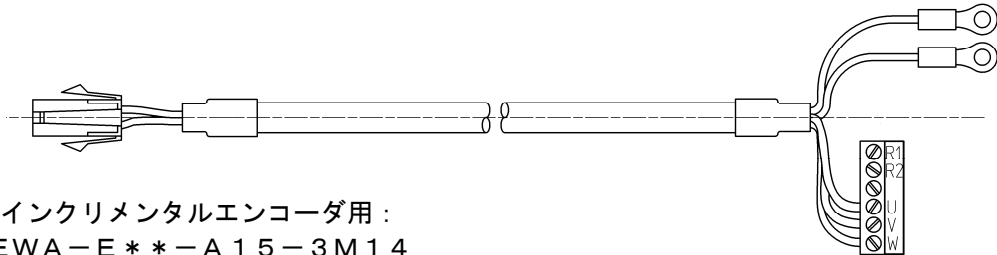


■接続ドライバ：HA-655シリーズ

①モータ用：

EWA-M\*\*-A04-TN

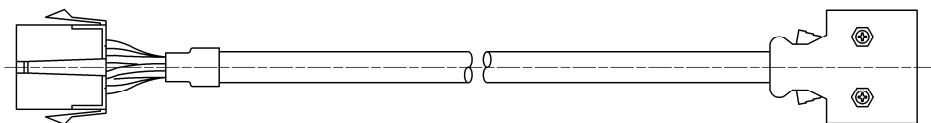
ケーブル長さ (05=5m、10=10m)



②インクリメンタルエンコーダ用：

EWA-E\*\*-A15-3M14

ケーブル長さ (05=5m、10=10m)



### 3-2 接続用コネクタ

HA-655/675 ドライバのCN1、CN2、モータ線接続、供給電源接続用コネクタです。

型式記号：CNK-HA65-S1

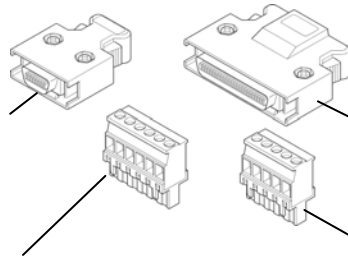
- ◆ 接続用コネクタ型式：CNK-HA65-S1  
CN1用／CN2用／モータ線接続用／供給電源接続用・・・4種類
- ◆ 接続用コネクタ型式：CNK-HA65-S2  
CN2用／供給電源接続用・・・2種類

#### CN1用

住友スリーエム(株)製  
コネクタ型式：10114-3000PE  
カバー型式：10314-52F0-008

#### モータ線接続用

フェニックス・コンタクト(株)製  
型式：MVSTBR2.5/6-ST/5.08



#### CN2用

住友スリーエム(株)製  
コネクタ型式：10150-3000PE  
カバー型式：10350-52F0-008

#### 供給電源接続用

フェニックス・コンタクト(株)製  
型式：MVSTBR2.5/5-ST/5.08

# 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	N·m			
↓				
単位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
係数	0.102	0.738	8.85	141.6

単位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
係数	9.81	1.356	0.1130	$7.06 \times 10^{-3}$
↓				
SI 単位	N·m			

### (10) 慣性モーメント

SI 単位	kg·m <sup>2</sup>							
↓								
単位	kgf·m·s <sup>2</sup>	kgf·cm·s <sup>2</sup>	lb·ft <sup>2</sup>	lb·ft·s <sup>2</sup>	lb·in <sup>2</sup>	lb·in·s <sup>2</sup>	oz·in <sup>2</sup>	oz·in·s <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	kgf·m·s <sup>2</sup>	kgf·cm·s <sup>2</sup>	lb·ft <sup>2</sup>	lb·ft·s <sup>2</sup>	lb·in <sup>2</sup>	lb·in·s <sup>2</sup>	oz·in <sup>2</sup>	oz·in·s <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	kg·m <sup>2</sup>							
-------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--

### (11) ねじりバネ定数・モーメント剛性

SI 単位	N·m/rad				
↓					
単位	kgf·m/rad	kgf·m/arc min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
係数	0.102	$2.97 \times 10^{-5}$	$1.78 \times 10^{-3}$	0.0129	0.1546

単位	kgf·m/rad	Kgf·m/arc min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
係数	9.81	$3.37 \times 10^4$	562	77.6	6.47

SI 単位	N·m/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

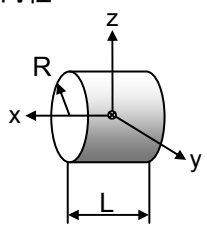
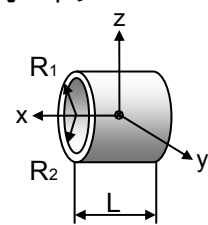
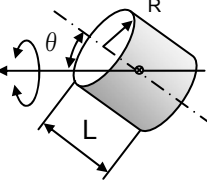
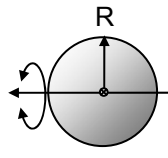
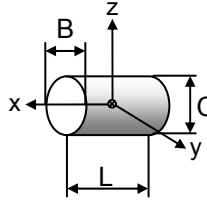
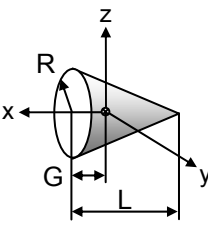
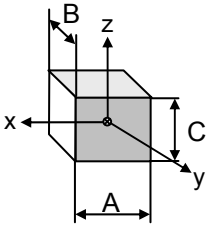
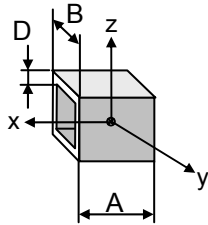
### (1) 回転中心が重心線と一致しているとき

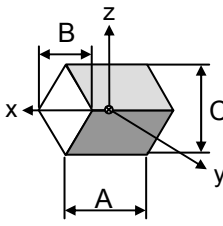
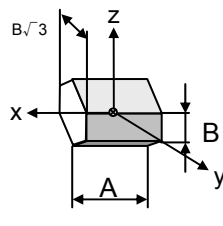
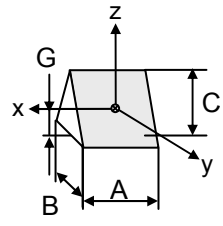
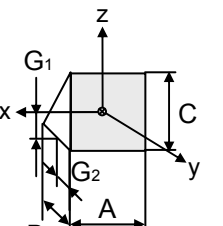
次表は、質量・慣性モーメントの計算式です。

$m$  : 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 :  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m R^2$ $I_y = \frac{1}{4} m \left( R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left( R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$		$m = \pi (R_1^2 - R_2^2) L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $I_z = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ <p><math>R_1</math> : 外径、<math>R_2</math> : 内径</p>
	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_\theta = \frac{1}{12} m \times \left\{ 3R^2 (1 + \cos^2 \theta) + L^2 \sin^2 \theta \right\}$		$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ $I = \frac{2}{5} m R^2$
	$m = \frac{1}{4} \pi B C L \rho$ $I_x = \frac{1}{16} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left( \frac{C^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left( \frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$		$m = \frac{1}{3} \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{3}{10} m R^2$ $I_y = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $I_z = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $G = \frac{L}{4}$
	$m = A B C \rho$ $I_x = \frac{1}{12} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m (C^2 + A^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m (A^2 + B^2)$		$m = 4 A D (B - D) \rho$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B \cdot D)^2 + D^2 \right\}$

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。

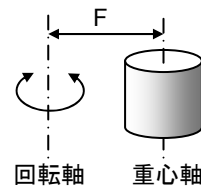
$$I = I_g + mF^2$$

I: 重心軸と回転軸が不一致時の慣性モーメント (kg・m<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 (kg・m<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。

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

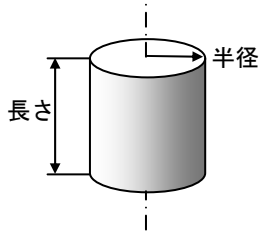
I: 直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメント (kg・m<sup>2</sup>)

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。

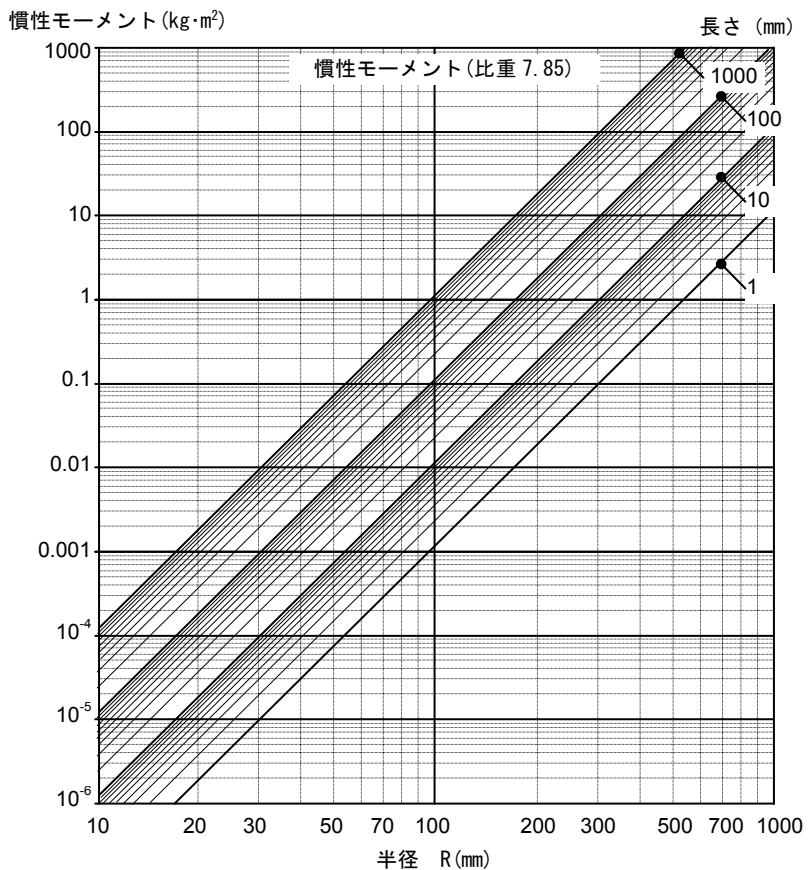
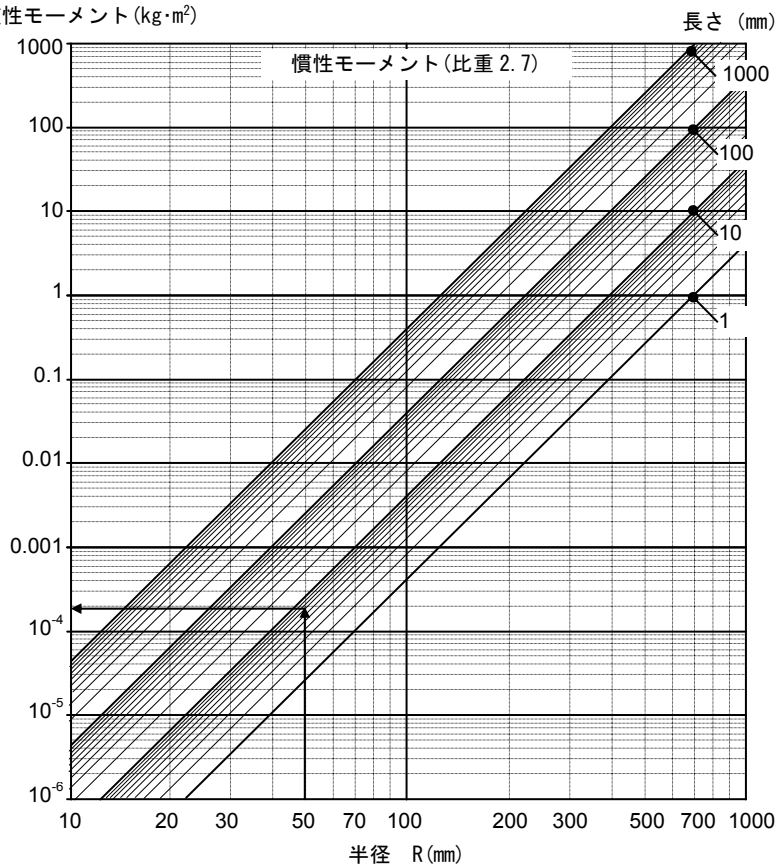
（例）

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  $1.9 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$  です。

（計算値： $0.000186 \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ）



## 保証期間と保証範囲

HA-680 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。



株式会社 | ハーモニック  
ドライブ  
システムズ

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

・TEL: CS部 0263 (83) 6812

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

ISO14001 (穂高工場) / ISO9001 認証取得 (TUV 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、2007年8月現在のものであります。

本 〒140-0013	社/東京都品川区南大井 6-25-3 ビリーヴ大森 7 F TEL. 03 (5471) 7800(代) FAX. 03 (5471) 7811
東 京 営 業 所 〒140-0013	/東京都品川区南大井 6-25-3 ビリーヴ大森 7 F TEL. 03 (5471) 7830(代) FAX. 03 (5471) 7836
北 関 東 営 業 所 〒330-0854	/埼玉県さいたま市大宮区桜木町 4-263 Y. S. T. ビル 3 F TEL. 048 (647) 8891(代) FAX. 048 (647) 8893
甲 信 営 業 所 〒399-8305	/長野県安曇野市穂高牧 1856-1 TEL. 0263 (83) 6910(代) FAX. 0263 (83) 6911
中 部 営 業 所 〒465-0024	/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 TEL. 052 (773) 7451(代) FAX. 052 (773) 7462
関 西 営 業 所 〒532-0011	/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 TEL. 06 (6885) 5720(代) FAX. 06 (6885) 5725
中国・九州営業所 〒812-0011	/福岡県福岡市博多区博多駅前 1-15-20 EME 博多駅前ビル 7 F TEL. 092 (451) 7208(代) FAX. 092 (481) 2493
穂 高 工 場 〒399-8305	/長野県安曇野市穂高牧 1856-1 TEL. 0263 (83) 6800(代) FAX. 0263 (83) 6901