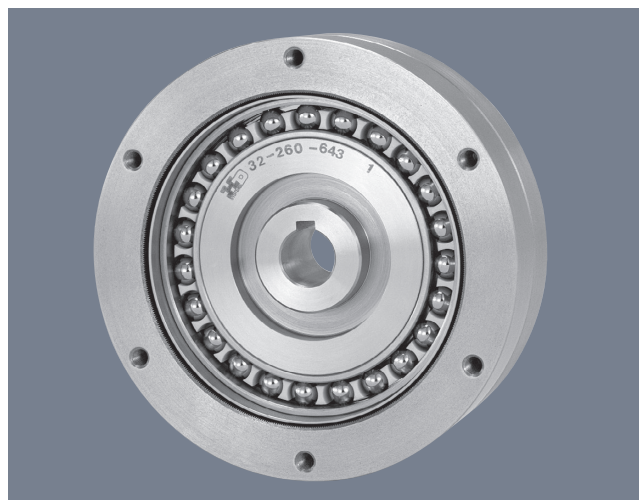


## FR シリーズ

### Component Type FR

特 長 .....	112
型式・記号 .....	113
回転方向と減速比 .....	113
テクニカルデータ .....	114
定格表 .....	114
外形図 .....	115
寸法表 .....	115
効率特性 .....	116
無負荷ランニングトルク、起動トルク、増速起動トルク .....	119
ロストモーションとばね定数 .....	120
設計ガイド .....	121
組み込み精度 .....	121
組み込み上の注意 .....	122
潤 滑 .....	122

## 特長



### ■FRシリーズコンポネントタイプ

FRシリーズコンポネントタイプは、高トルク用の扁平薄型タイプです。

構成部品はFBシリーズと同様に4点となりますが、カップ型と同じ原理で動作します。

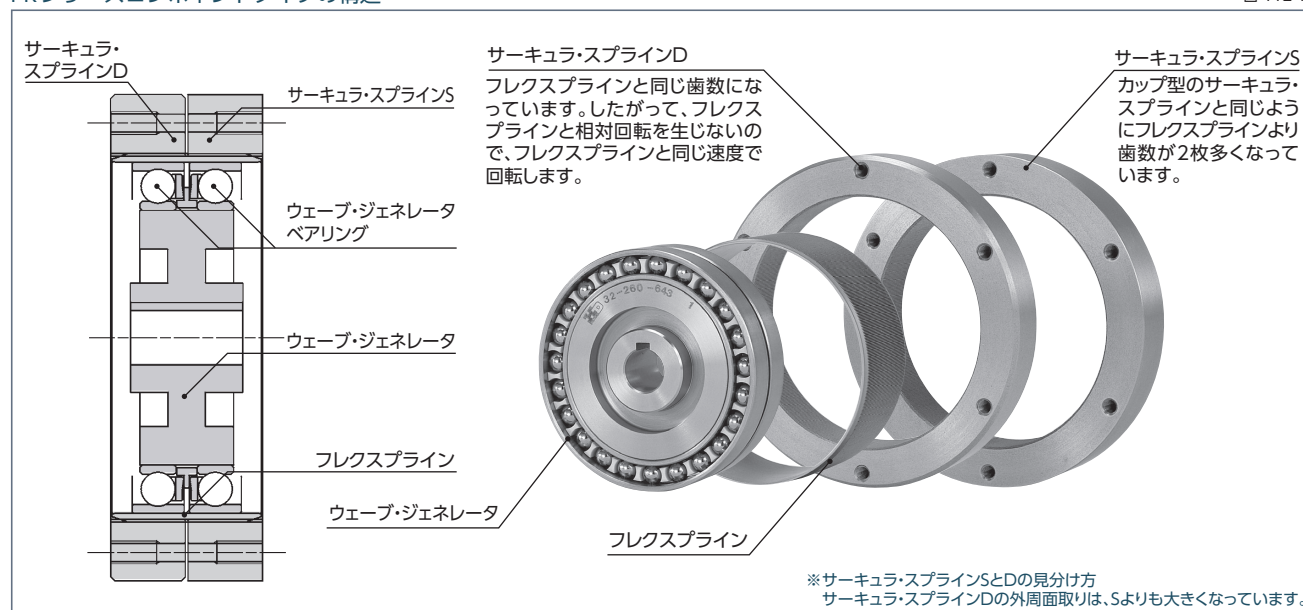
構造も基本的にはFBシリーズと同じですが、ウェーブ・ジェネレータベアリングを2列に配置し、サーキュラ・スプライン、フレクスプラインの歯巾を広くして、高トルク容量に対応しています。

### FRシリーズの特長

- フラット・扁平薄型形状
- 高トルク容量
- コンパクト・シンプルなデザイン
- 優れた位置決め精度と回転精度
- 入出力軸が同軸上

FRシリーズコンポネントタイプの構造

図 112-1



## 型式・記号

FR - 20 - 80 - 2 - GR



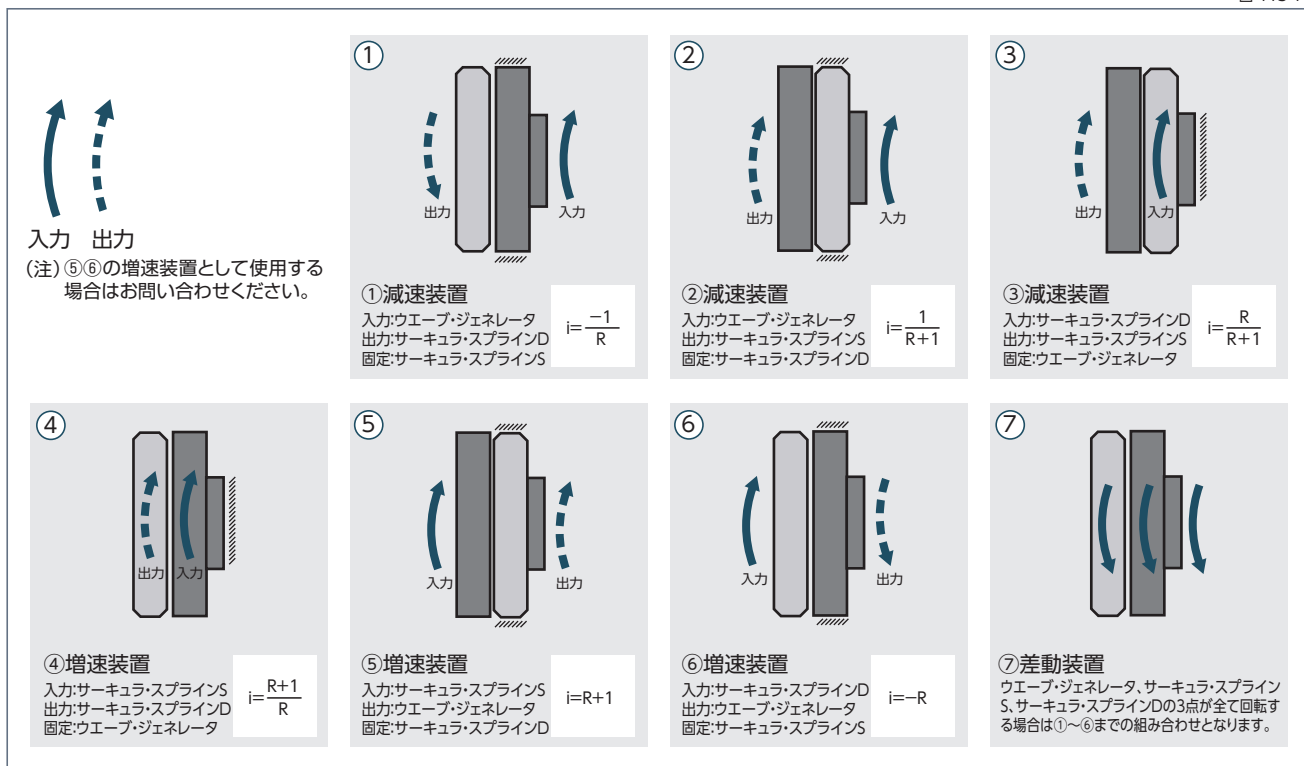
表 113-1

機種名	型番	減速比 (注)																型式	
FR	14	50	—	88	—	100	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2=コンポネント	GR=新タイプ ※型番14は記号G がつきません
	20	50	—	80	—	100	—	—	128	—	—	—	160	—	—	—	—		
	25	50	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	—		
	32	50	78	—	—	100	—	—	—	131	157	—	—	—	200	—	—		
	40	50	—	80	—	100	—	—	128	—	—	—	160	—	200	—	258		
	50	—	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	242		
	65	—	78	—	—	—	104	—	—	132	158	—	—	—	208	—	260		
	80	—	—	80	96	—	—	—	128	—	—	—	160	194	—	—	258		
	100	—	—	80	—	100	—	120	—	—	—	—	160	—	200	—	242	—	320

(注) 減速比は入力：ウェーブ・ジェネレータ、固定：サーキュラ・スプラインS、出力：サーキュラ・スプラインDの場合を示します。

## 回転方向と減速比

図 113-1



テクニカルデータ

定格表

表 114-1

型番	減速比	入力2000r/min 時の定格トルク		起動・停止時の 許容ピークトルク		平均負荷トルクの 許容最大値		瞬間許容最大トルク		定格入力 回転速度	許容最高入力 回転速度 r/min		許容平均入力 回転速度 r/min		慣性モーメント	
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	r/min	オイル潤滑	グリース 潤滑	オイル潤滑	グリース 潤滑	I ×10 <sup>-4</sup> kg·m <sup>2</sup>	J ×10 <sup>-3</sup> kgf·ms <sup>2</sup>
14	50	4.4	0.45	5.4	0.55	5.4	0.55	13.7	1.4	2000	6000	3600	4000	2500	0.060	0.061
	88	5.9	0.6	9.8	1.0	9.8	1.0	19.6	2.0*							
	100	7.8	0.8	13.7	1.4	9.8	1.0	19.6	2.0*							
	110	7.8	0.8	13.7	1.4	9.8	1.0	19.6	2.0*							
20	50	25	2.5	34	3.5	34	3.5	69	7.0	2000	6000	3600	3600	2500	0.32	0.33
	80	34	3.5	41	4.2	41	4.2	72	7.3							
	100	40	4.1	53	5.4	49	5.0	94	9.6							
	128	40	4.1	67	6.8	49	5.0	102	10.4*							
25	50	39	4.0	55	5.6	55	5.6	108	11.0	2000	5000	3600	3000	2500	0.7	0.71
	80	56	5.7	69	7.0	69	7.0	122	12.4							
	100	67	6.8	91	9.3	91	9.3	160	16.3							
	120	67	6.8	108	11.0	108	11.0	190	19.4							
32	50	76	7.8	108	11	108	11	216	22	2000	4500	3600	2500	2300	2.6	2.61
	78	108	11	137	14	137	14	245	25							
	100	137	14	176	18	176	18	323	33							
	131	137	14	255	26	216	22	451	46							
40	50	137	14	196	20	196	20	353	36	2000	4000	3300	2000	2000	6.8	6.9
	80	196	20	245	25	245	25	431	44							
	100	255	26	314	32	314	32	549	56							
	128	294	30	392	40	392	40	686	70							
50	50	294	30	461	47	451	46	813	83	1700	3500	3000	1700	1700	21	21
	80	294	30	529	54	451	46	745	76*							
	100	294	30	627	64	451	46	745	76*							
	120	363	37	441	45	441	45	784	80							
65	50	470	48	578	59	578	59	1019	104	1400	3000	2200	1400	1400	76	78
	80	559	57	696	71	696	71	1225	125							
	100	559	57	833	85	833	85	1470	150							
	120	559	57	960	98	843	86	1411	144*							
80	50	559	57	1176	120	843	86	1411	144*	1200	2500	2000	1200	1200	213	217
	78	745	76	921	94	921	94	1617	165							
	104	1070	109	1340	137	1340	137	2360	241							
	132	1070	109	1650	168	1570	160	2890	295							
100	50	1070	109	1970	201	1570	160	3450	352*	1000	2000	1700	1000	1000	635	648
	80	1320	135	1640	167	1640	167	2870	293							
	96	1660	169	2050	209	2050	209	3590	366							
	128	2300	235	2820	288	2830	289	4960	506							
120	50	2350	240	3380	345	3130	319	5940	606	8400	584	10950	12440	1269	960*	960*
	80	2350	240	4300	439	3130	319	6900	704*							
	100	2350	240	4350	444	3130	319	5170	528*							
	120	2350	240	4350	444	3130	319	5170	528*							
160	50	2330	238	2870	293	2870	293	5040	514	8400	584	10950	12440	1269	960*	960*
	80	3200	327	3940	402	3940	402	6920	706							
	100	3890	397	4780	488	4780	488	8400	857							
	120	4470	456	6230	636	5720	584	10950	1117							
200	50	4470	456	7090	723	5720	584	12440	1269	8400	584	10950	12440	1269	960*	960*
	80	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							
	100	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							
	120	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							

●※印の値は、ラチェッティングトルクにより制限されます。

(注) 慣性モーメント  $I = \frac{1}{4} GD^2$

Engineering Data  
技術資料

Component Type  
コンポネントタイプ

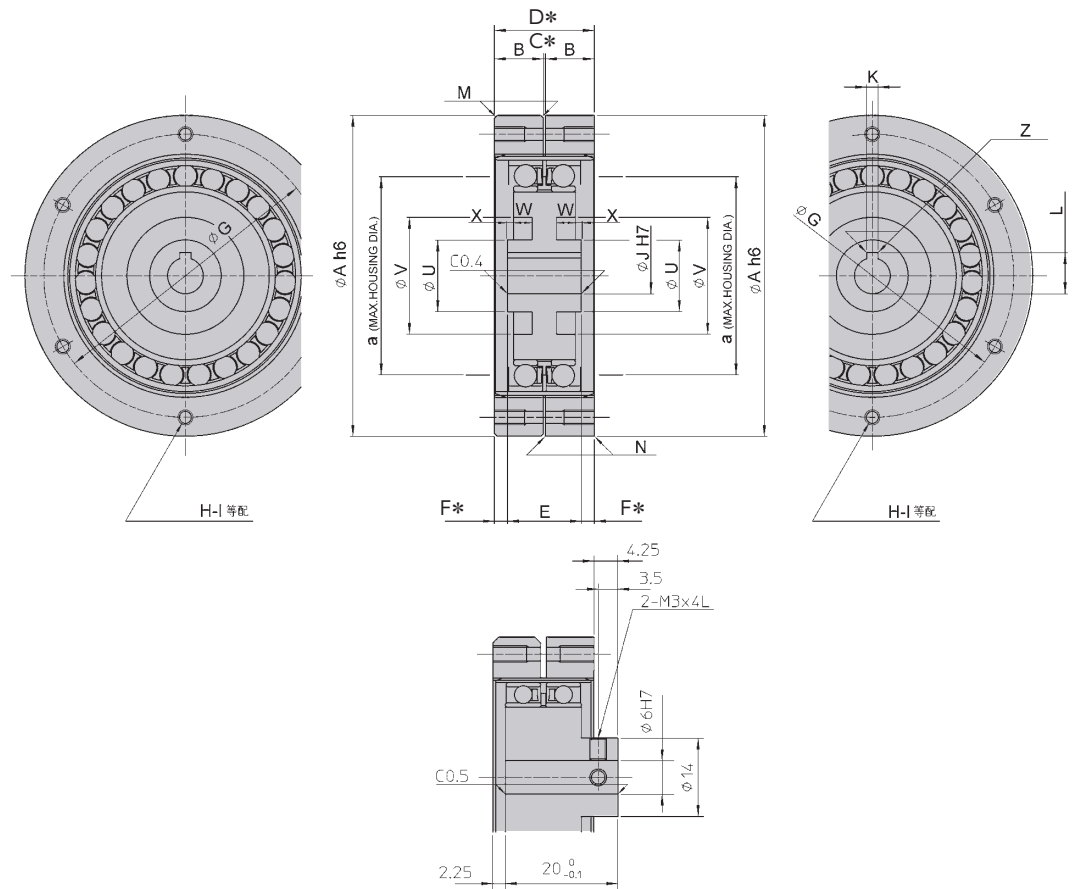
Unit Type  
ユニットタイプ

Differential Gear  
デファレンシャルギヤ

Gear Head Type  
ギヤヘッドタイプ

外形図

図 115-1



FR-14

※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。

寸法表

表 115-1  
単位: mm

記号	型番	14	20	25	32	40	50	65	80	100
$\phi A$ (h6)		50	70	85	110	135	170	215	265	330
B		8.5	12	14	18	21	26	35	41	50
C *		1	1	1	1	1	1	1	1	1
D *		18	25	29	37	43	53	71	83	101
E $\frac{0}{0.1}$		—	17.3	20	25.9	31.5	39	50.5	62	77.2
F *		—	3.85	4.5	5.55	5.75	6.95	10.25	10.5	11.9
$\phi G$		44	60	75	100	120	150	195	240	290
H		6	6	6	6	6	6	6	8	8
I		M3×6	M3×6	M4×8	M5×10	M6×12	M8×16	M10×20	M10×20	M12×24
$\phi J$ (H7)	標準	6	9	11	14	14	19	24	28	28
	最大	8	11	11	17	20	26	26	32	33
K (J59)		—	3	4	5	5	6	8	8	8
L $\frac{+0.1}{0}$		—	10.4	12.8	16.3	16.3	21.8	27.3	31.3	31.3
M		c1	c1	c1.5	c1.5	c1.5	c1.5	c1.5	c2	c2
N		c0.2	c0.2	c0.2	c0.2	c0.4	c0.4	c0.4	c0.4	c0.4
a		29	42	53	69	84	105	138	169	211
$\phi U$		—	—	22	28	32	38	44	52	58
$\phi V$		—	—	32	42	52	62	86	100	128
W		—	—	4.8	6.1	7.6	9.8	12.6	16	19.7
X		—	—	1.6	1.9	2.5	3.2	4.4	5.1	6.3
Z		—	R0.08~0.16	R0.08~0.16	R0.08~0.25	R0.08~0.25	R0.08~0.25	R0.08~0.25	R0.08~0.25	R0.08~0.25
重量	kgf	0.2	0.5	0.8	1.7	3.0	6.0	12.0	22.3	42.6

(注) サーキュラ。スプラインDは、外周面取りがM寸法のものです。

●\*印のC・D・F寸法は、ハーモニックドライブ®を構成する三部品(ウェーブ・ジェネレータ、フレックスプライン、サーキュラ・スプライン)の軸方向の取り付け位置です。性能・強度に影響を与えますので、この寸法を必ず守ってください。

●製品納入時には、四部品(ウェーブ・ジェネレータ、フレックスプライン、サーキュラ・スプラインD、サーキュラ・スプラインS)をバラした状態で納入されます。

## 効率特性

効率は以下の条件により異なります。

- 減速比
- 入力回転速度
- 負荷トルク
- 温度
- 潤滑条件（潤滑の種類とその量）

## ■効率補正係数

負荷トルクが定格トルクより小さい場合は、効率の値が下がります。  
グラフ 116-1 より補正係数  $K_e$  を求め、次の計算例を参考に効率を求めてください。

## 計算例

FR-20-80-2GR を例に上げて、以下の条件での効率  $\eta$  (%) を求めます。  
 入力回転速度：1000r/mim  
 負荷トルク：19.6N・m  
 潤滑方法：グリース潤滑（ハーモニックグリース® SK-1A）  
 潤滑剤温度：20℃  
 型番 20・速比 80 の定格トルクは 34N・m（定格表：ページ 114）  
 ですので、トルク比  $\alpha$  は、0.58 です。（ $\alpha = 19.6 / 34 = 0.58$ ）

- 効率補正係数  $K_e$  は、グラフ 116-1 より、 $K_e = 0.86$
- 負荷トルク 19.6N・m 時の効率  $\eta$  は、  
 $\eta = K_e \cdot \eta_r = 0.86 \times 65\% = 56\%$  となります。

## 測定条件

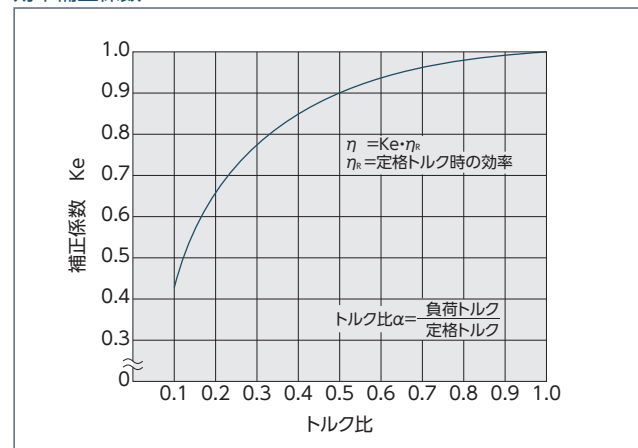
表 116-1

組み込み	推奨組み込み精度に組み込んだでの測定		
負荷トルク	定格表に示す定格トルク (ページ 114)		
潤滑条件	グリース 潤滑	名称	ハーモニックグリース® SK-1A
	オイル潤滑		ハーモニックグリース® SK-2
	塗布量		工業用ギヤ油 2種
			適正塗布量 (ページ 122)

※オイル潤滑の場合は、お問い合わせください。

## 効率補正係数

グラフ 116-1

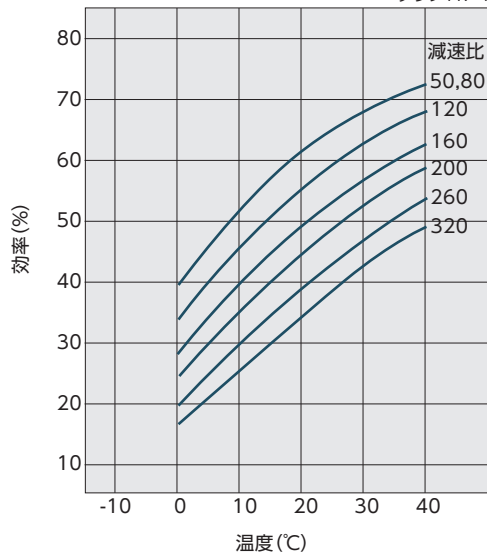


※負荷トルクが定格トルクより大きい場合の効率補正係数は、 $K_e = 1$  となります。

## ■定格トルク時の効率 (オイル潤滑)

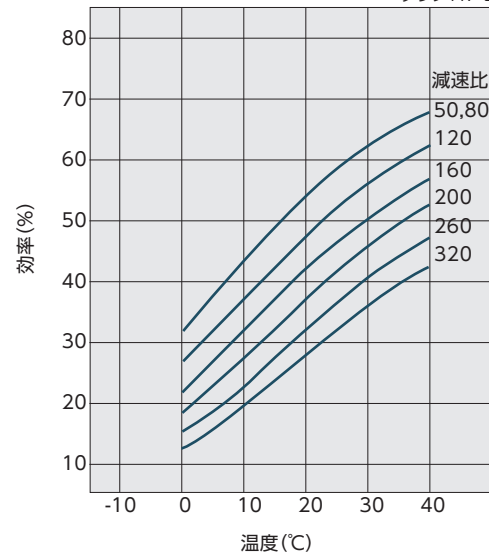
入力回転速度 500r/min

グラフ117-1



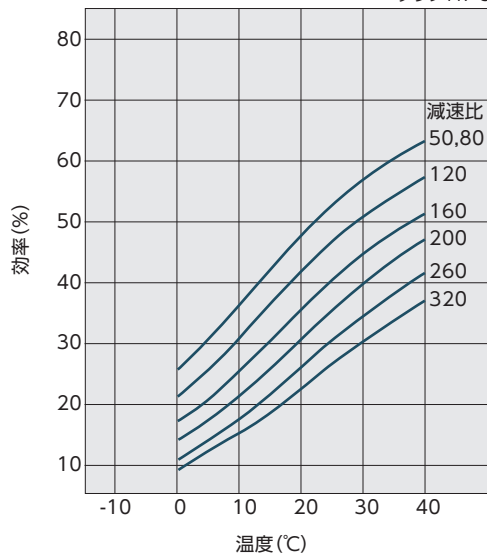
入力回転速度 1000r/min

グラフ117-2



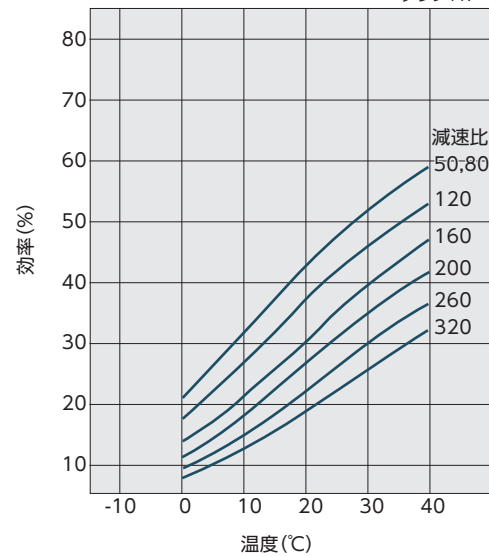
入力回転速度 2000r/min

グラフ117-3



入力回転速度 3500r/min

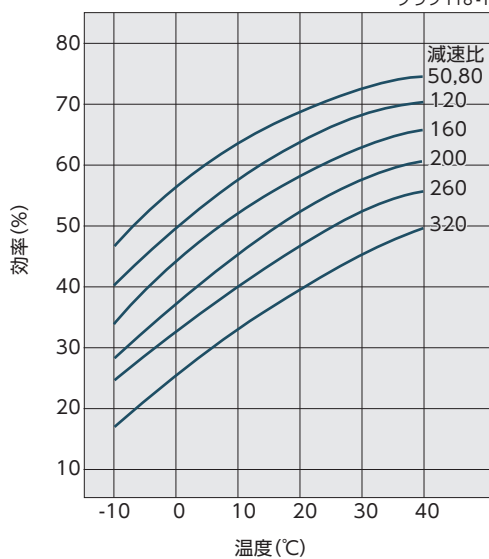
グラフ117-4



## ■定格トルク時の効率 (グリース潤滑)

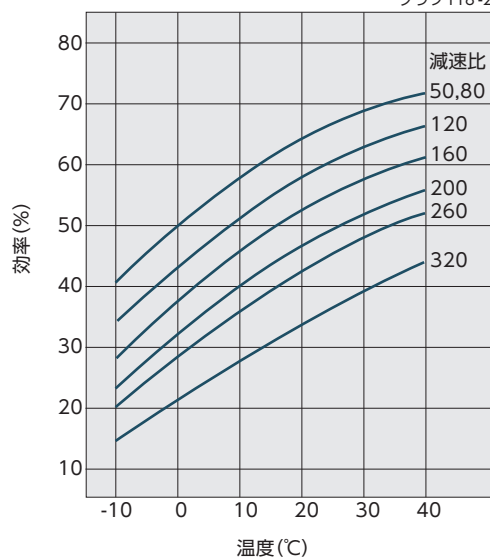
入力回転速度 500r/min

グラフ118-1



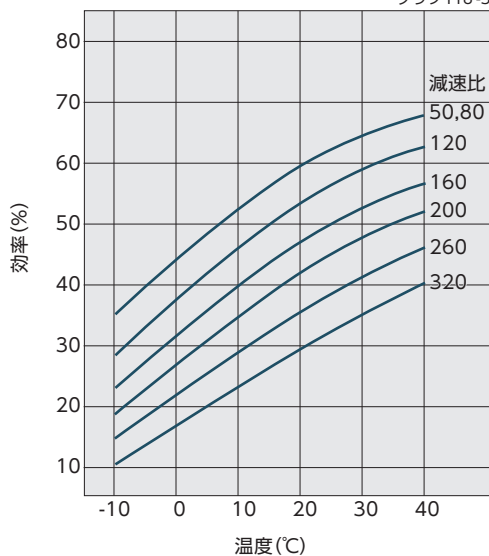
入力回転速度 1000r/min

グラフ118-2



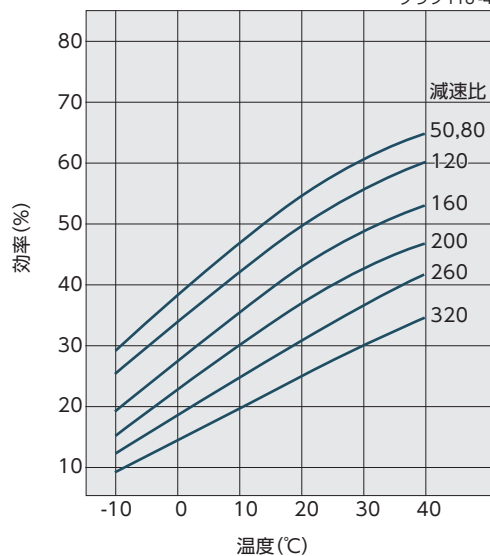
入力回転速度 2000r/min

グラフ118-3



入力回転速度 3500r/min

グラフ118-4





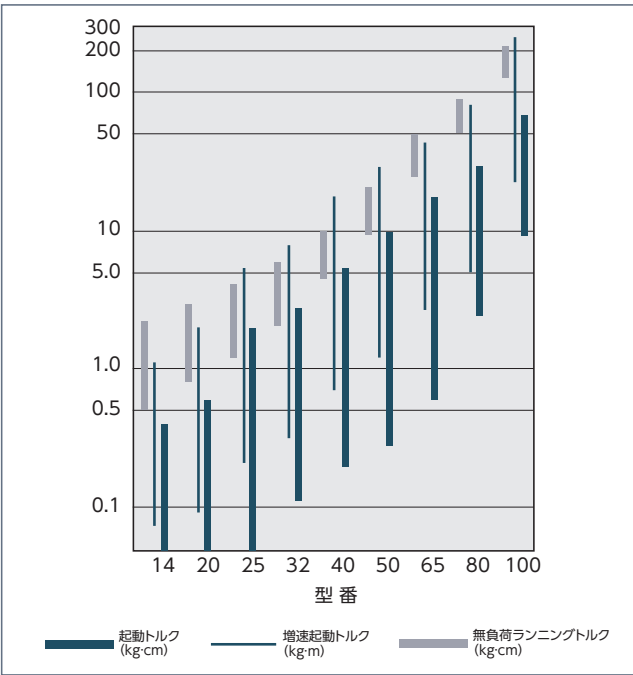
無負荷ランニングトルク、起動トルク、増速起動トルク

グラフ119-1の値は、FR-2型を両軸型減速機として組込んだものを、測定した結果で入、出力軸のオイルシールによる摩擦抵抗、油浴式潤滑による攪拌抵抗などを含む値です。

- 1. 無負荷ランニングトルク … 無負荷状態で回すために必要な高速軸側のトルク (グラフの値は、入力回転速度 1500r/min、油温 40℃の状態です。)
- 2. 起動トルク …………… 無負荷状態で高速軸を起動させるに必要な静的トルク
- 3. 増速起動トルク …………… 無負荷状態で低速軸を起動させるに必要な静的トルク

ランニングトルク 起動トルク 増速起動トルク

グラフ119-1



## ロストモーションとばね定数

パンケーキ型の場合のロストモーションとばね定数は、ウェーブ・ジェネレータとサーキュラ・スプラインの片方を固定し、もう一つのサーキュラ・スプラインにトルクをかけた時の値です。

表 120-1

型番	ロストモーション		ばね定数	
	±負荷 (kg-m)	ロストモーション (arc-min)	負荷 (kg-m)	ばね定数 (kgf-m/arc-min)
14	0.04	3.0	1.26	0.3
20	0.12	3.0	3.69	0.9
25	0.23	3.0	7.20	2.1
32	0.46	3.0	15.78	4.4
40	0.92	3.0	29.50	7.8
50	1.73	3.0	57.60	16
65	3.9	3.0	126.7	27
80	7.4	3.0	236.2	52
100	14.4	3.0	460.8	100

### ロストモーションとばね定数の説明

通常の歯車で規定されるバックラッシュは、ハーモニックドライブ®の場合、歯のかみ合い理論が独特であり、また歯のかみ合い率が総歯数の約10%と多く、ピッチ誤差が平均化されるなどの理由で、標準仕様のもので非常に小さな値となります。パンケーキ型ハーモニックドライブ®では、バックラッシュに対応するものとしてロストモーション値が用いられます。

#### (1) ロストモーション (L・M)

ロストモーションはハーモニックドライブ®を組込んだ状態で高速軸を回転方向に固定し、低速軸に微小な負荷トルク (表 120-1 参照) を正逆に与えたときに生ずる低速軸の回転角の合計値です。

#### (2) ばね定数 (K)

ロストモーションと同様な方法で負荷トルクを次第に増加させ、正逆に与えると図 120-2 に示す様に「負荷トルク-ねじれ角」線図が得られ、この線図から平均ばね定数を求めたものが表 120-1 です。(この値は、ハーモニックドライブコンポーネントのみの値です。)

### 計算例

ハーモニックドライブ型番 FR-40-160-2A-GR を使用して入力軸を回転方向に固定し、出力にカタログ定格値 30kgf-m を与えたときに生じるねじれ角を求める。

$$\begin{aligned}
 \text{ねじれ角 } \theta &= \frac{L \cdot M}{2} + \frac{1}{K} (T - T_{L \cdot M}) \\
 &= 1.5 + \frac{1}{7.8} (30 - 0.92) \\
 &= 5.23 \text{ arc-min}
 \end{aligned}$$

正逆転させたときの最大値  $\theta_{\max}$  は

$$\theta_{\max} = 2 \cdot \theta = 10.46 \text{ arc-min}$$

図 120-1

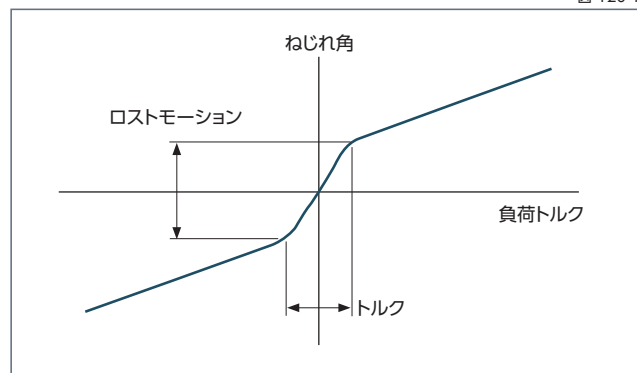


図 120-2

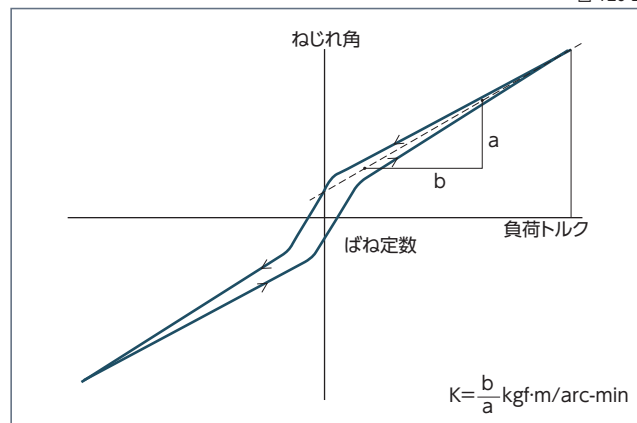
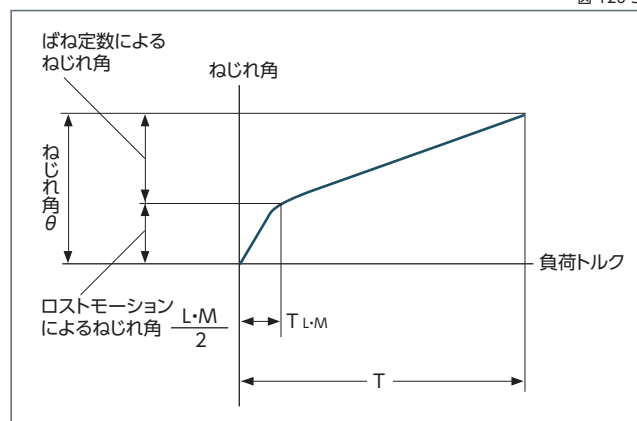


図 120-3



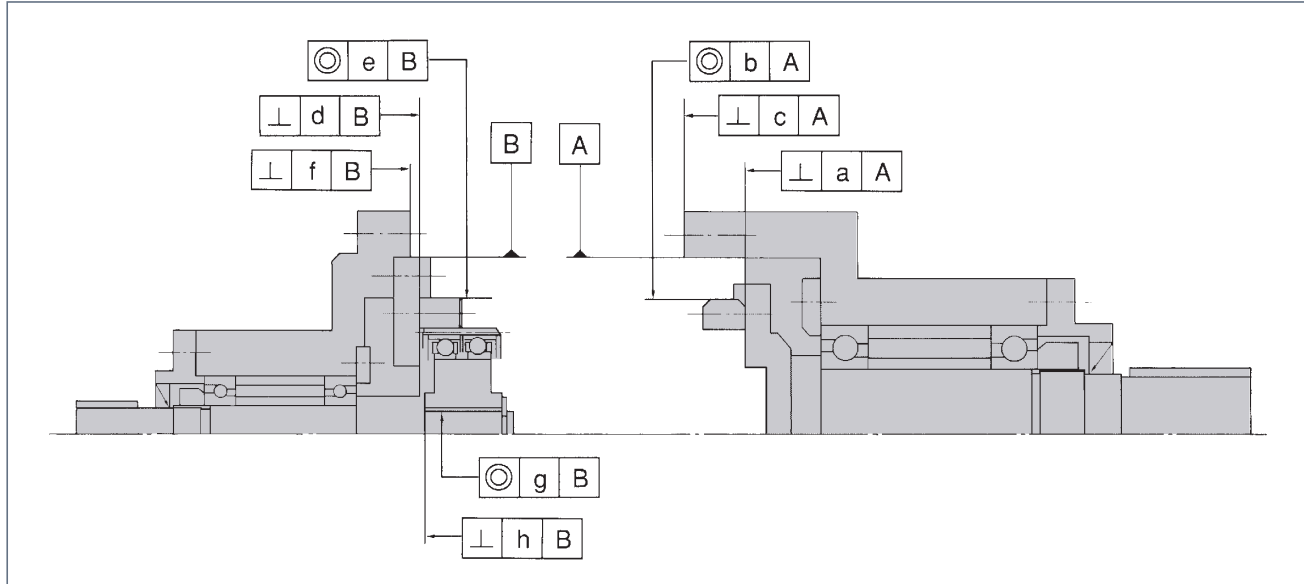
## 設計ガイド

## 組み込み精度

組み込み精度にあたっては、ハーモニックドライブ®の持つ、優れた性能を充分に発揮させるため、図 121-1、表 121-1 に示すケース推奨精度を保ってください。

組み込みケースの推奨精度

図 121-1



組み込みケースの推奨精度

表 121-1  
単位: mm

記号	型番	14	20	25	32	40	50	65	80	100
a		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028	0.034	0.043	0.057
b		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024	0.027	0.033	0.038
c		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034	0.041	0.052	0.068
d		0.013	0.017	0.024	0.026	0.026	0.028	0.034	0.043	0.057
e		0.015	0.016	0.016	0.017	0.019	0.024	0.027	0.033	0.038
f		0.016	0.020	0.029	0.031	0.031	0.034	0.041	0.052	0.068
g		0.011	0.013	0.016	0.016	0.017	0.021	0.025	0.030	0.035
h		0.007	0.010	0.012	0.012	0.012	0.015	0.015	0.015	0.015

## サーキュラ・スプラインの取り付け

サーキュラ・スプラインの取り付けは、負荷条件に見合った設計と部品管理を行なってください。推奨ボルトと締め付けトルクによる伝達トルクを次表に示します。

ボルト取り付け

表 121-2

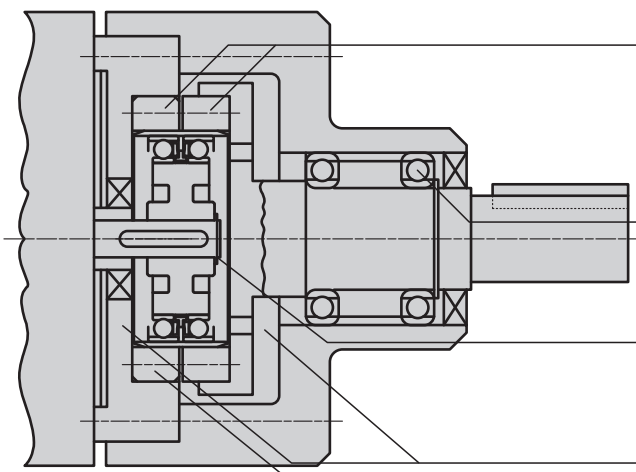
項目	型番	14	20	25	32	40	50	65	80	100
ボルト本数		6	6	6	6	6	6	6	8	8
ボルトサイズ		M3	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12
ボルト取り付け P.C.D.	mm	44	60	75	100	120	150	195	240	290
ボルト締め 付けトルク	N·m	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	74	74	128
	kgf·m	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	7.5	7.5	13.1
ボルト 伝達トルク	N·m	54	74	159	338	573	1300	2680	4410	7750
	kgf·m	5.5	7.5	16	34	58	132	273	450	790

(表 121-1 注)

- メネジ側の材質が、ボルト締め付けトルクに耐えることが前提です。
- 推奨ボルト 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
- トルク係数:  $K=0.2$
- 締め付け係数:  $A=1.4$
- 接合面の摩擦係数  $\mu=0.15$

## 組み込み上の注意

図 122-1



■組み込み寸法精度

両サーキュラ・スプラインのウェーブ・ジェネレータ  
入力軸穴に対する同心度及び垂直度は  
同心度:0.03mm (T・I・R)  
垂直度:0.05/100  
としてください。

■軸受

入力軸と出力軸は必ず適正な軸受間隔のある二点  
支持とし、軸に働くラジアル荷重、スラスト荷重を  
すべて受ける構造としてください。

■軸方向の止メ

ウェーブ・ジェネレータには、わずかながらスラスト  
荷重が発生するため、軸方向の動きを止める必要が  
あります。

■フレックスプラインの軸方向の止メ

運転中フレックスプラインは、サーキュラ・スプラインS  
側またはD側に移動する性質があるため、フレックスプ  
ライン寄り止メを設けてください。

寄り止メ部の推奨材質及び硬度  
S45C、H<sub>RC</sub>=260~290 (H<sub>RC</sub> 26.4~29.8)

■サーキュラ・スプラインの固定(オイル潤滑の場合)

サーキュラ・スプラインSを固定するようにしてくだ  
さい。サーキュラ・スプラインDは、フレックスプラインに  
対し相対回転をもたないため、サーキュラ・スプライン  
Dを固定するとフレックスプラインは回転せず、潤滑が  
充分おこなわれなくなりますのでご注意ください。

## 潤滑

潤滑方式には、オイル潤滑、グリース潤滑の2種類があります。  
オイル潤滑が一般的ですが使用条件によっては、グリス潤滑も可  
能です。

### ■オイル潤滑

#### 1. 潤滑油の種類

潤滑剤の詳細は、ページ018を参照ください。

#### 2. 油 量

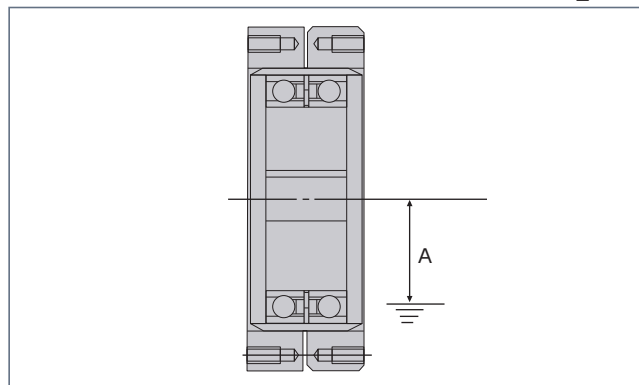
油面位置は、表 122-1 の値としてください。

油面位置

表 122-1  
単位: mm

型番	14	20	25	32	40	50	65	80	100
A	7	12	15	31	38	44	62	75	94

図 122-2



### ■グリース潤滑

グリース潤滑は、オイル潤滑の場合と異なり、冷却効果を期待で  
きませんので、運転時間が短い場合のみ、使用することができます。

- 使用条件: ED%...10%以内、連続運転10分以内、入力回転速  
度は表 114-1 の許容最高入力回転速度以下。
- 推奨グリース: 型番 20~100 は「ハーモニックグリース®SK-  
1A」、型番 14 は「ハーモニックグリース®SK-2」

(注) ED%、あるいは許容最大回転速度を越えて使用しますと、グリースが劣化し、潤滑  
機能を果たさなくなり、減速機を早く傷める結果になります。充分にご注意ください。