

## FR 시리즈

### Component Type FR

특징 .....	112
형식 · 기호 .....	113
회전방향과 감속비 .....	113
테크니컬데이터 .....	114
정격표 .....	114
외형도 .....	115
치수표 .....	115
효율특성 .....	116
무부하런닝토크, 기동토크, 증속기동토크 ..	119
로스트모션과 스프링정수 .....	120
설계가이드 .....	121
조립정도 .....	121
조립시의 주의사항 .....	122
운할 .....	122

## 특징

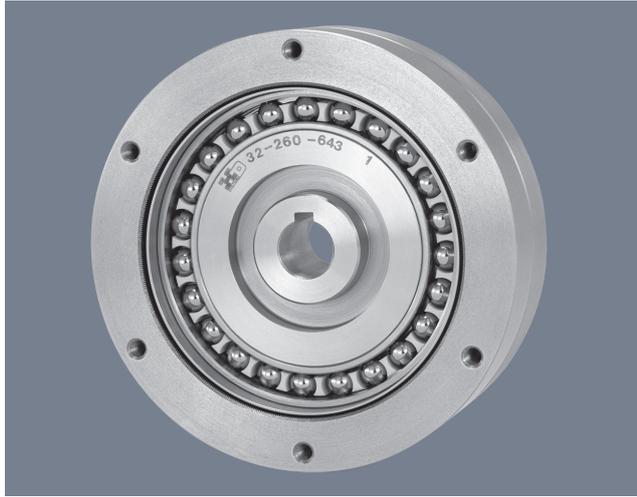
Engineering Data  
기술자료

Component Type  
컴포넌트 타입

Unit Type  
유닛 타입

Differential Gear  
디퍼렌셜기어

Gear Head Type  
기어 헤드 타입



### ■ FR시리즈 컴포넌트 타입

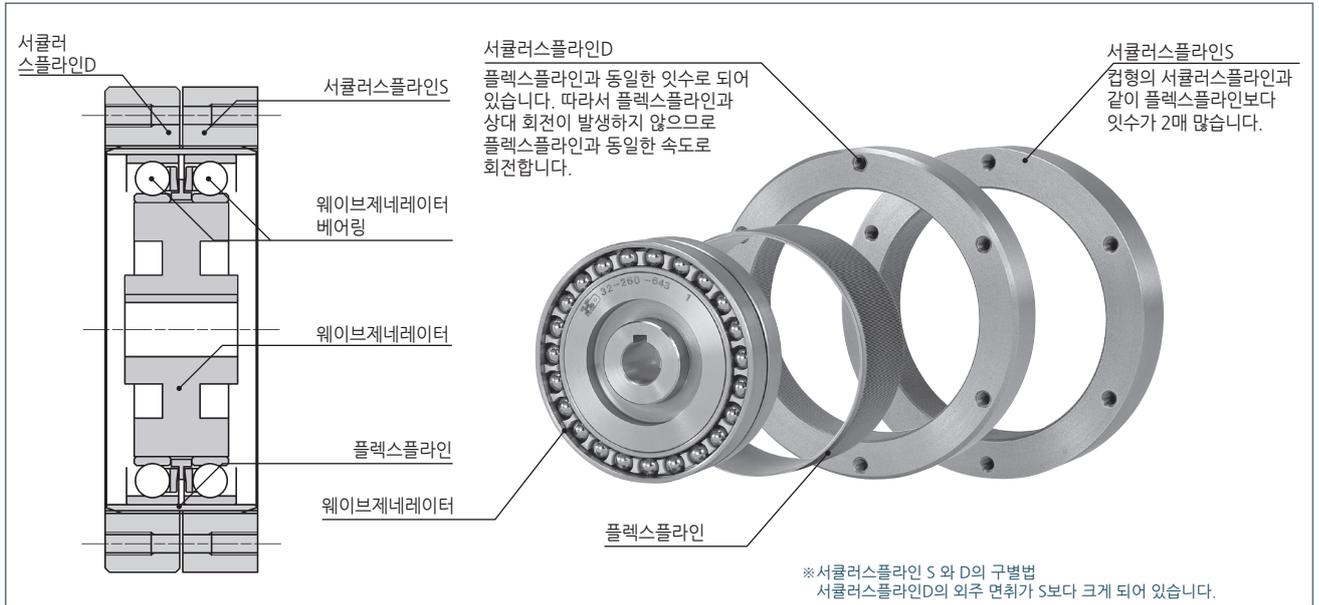
FR시리즈 컴포넌트타입은 고토크용의 편평박형(扁平薄型) 타입입니다. 구성부품은 FB시리즈와 같이 4점입니다만, 컵형과 같은 원리로 동작합니다. 구조도 기본적으로 FB시리즈와 동일합니다만, 웨이브제네레이터 베어링을 2열로 배치하고 서클러스플라인과 플렉스플라인의 치의 폭을 넓게하여 고토크 용량에 대응 가능합니다.

### FR시리즈의 특징

- 플랫 · 편평박형형상
- 고토크용량
- 컴팩트 · 심플한 디자인
- 우수한 위치결정정도와 회전정도
- 입출력축이 동축상

FR시리즈 컴포넌트 타입의 구조

그림 112-1



형식 · 기호

# FR - 20 - 80 - 2 - GR



표 113 - 1

기종명	형번	감속비 (주)																형식			
FR	14	50	-	88	-	100	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2=컴포넌트	GR=신타입 ※형번 14에는 기호 G가 붙지 않습니다.		
	20	50	-	80	-	100	-	-	128	-	-	-	160	-	-	-	-				
	25	50	-	80	-	100	-	120	-	-	-	-	160	-	200	-	-				
	32	50	78	-	-	100	-	-	-	131	157	-	-	-	200	-	-			260	
	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	320
	100	-	-	80	-	100	-	120	-	-	-	-	160	-	200	-	242			-	320

(주) 감속비는 입력 : 웨이브제네레이터, 고정 : 서클러스플라인 S, 출력 : 서클러스플라인 D의 경우입니다.

## 회전방향과 감속비

그림 113 - 1

입력 출력

(주) ⑤, ⑥과 같이 증속장치로 사용할 경우에는 당사로 문의하여 주십시오.

① 감속장치

입력 : 웨이브제네레이터  
출력 : 서클러스플라인 D  
고정 : 서클러스플라인 S

$i = -\frac{1}{R}$

② 감속장치

입력 : 웨이브제네레이터  
출력 : 서클러스플라인 S  
고정 : 서클러스플라인 D

$i = \frac{1}{R+1}$

③ 감속장치

입력 : 서클러스플라인 D  
출력 : 서클러스플라인 S  
고정 : 웨이브제네레이터

$i = \frac{R}{R+1}$

④ 증속장치

입력 : 서클러스플라인 S  
출력 : 서클러스플라인 D  
고정 : 웨이브제네레이터

$i = \frac{R+1}{R}$

⑤ 증속장치

입력 : 서클러스플라인 S  
출력 : 웨이브제네레이터  
고정 : 서클러스플라인 D

$i = R+1$

⑥ 증속장치

입력 : 서클러스플라인 D  
출력 : 웨이브제네레이터  
고정 : 서클러스플라인 S

$i = -R$

⑦ 차동장치

웨이브제네레이터, 서클러스플라인 S, 서클러스플라인 D의 3개의 부품이 전부 회전하는 경우는 ①~⑥까지 조합으로 됩니다.

Engineering Data  
기술자료

Component Type  
컴포넌트 타입

Unit Type  
유니트 타입

Differential Gear  
디퍼렌셜기어

Gear Head Type  
기어 헤드 타입

113

## 테크니컬데이터

### 정격표

표 114 -1

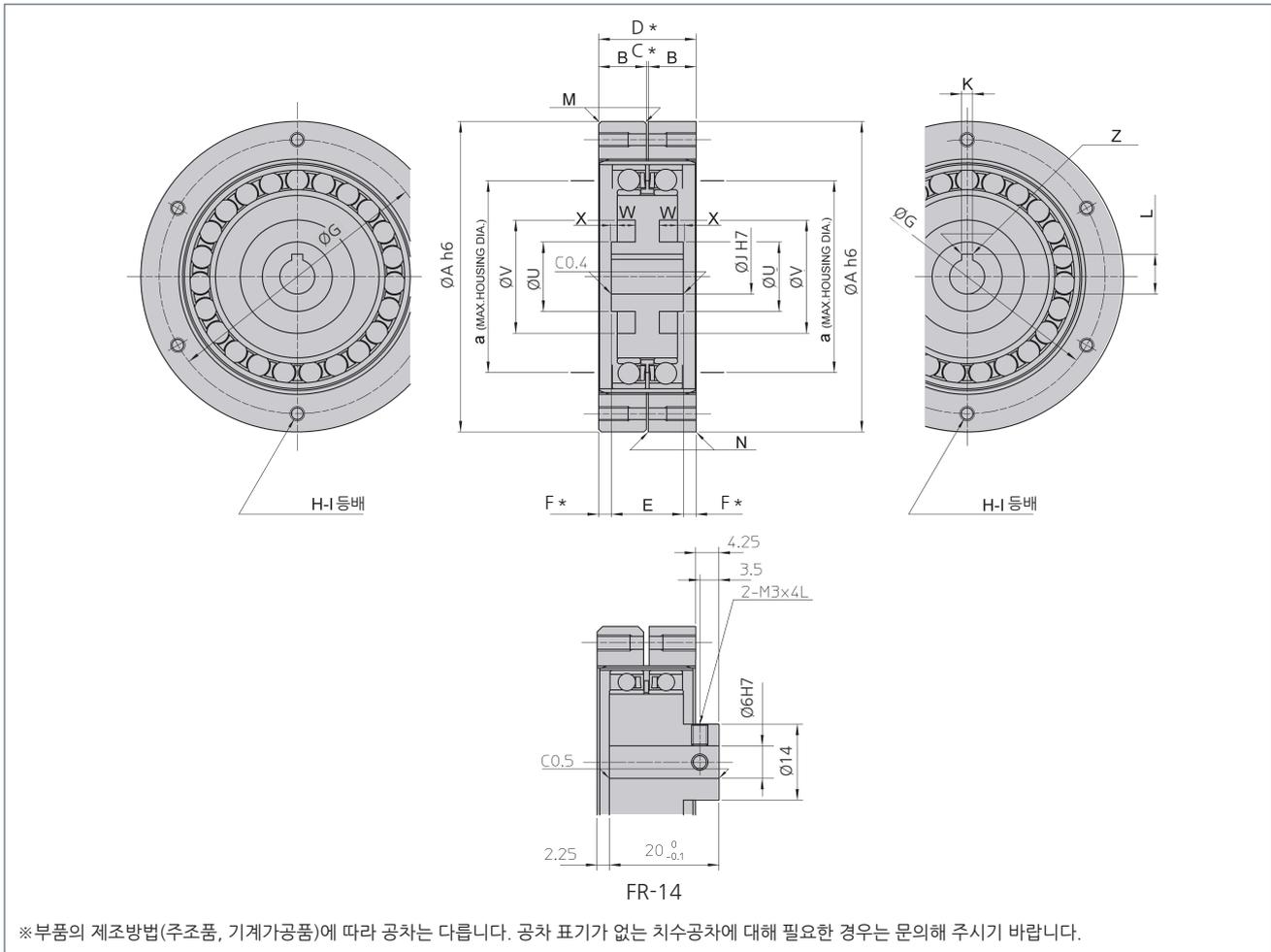
형번	감속비	입력 2000r/min 시의 정격토크		기동·정지시의 허용피크토크		평균부하토크의 허용최대값		순간허용최대토크		정격입력 회전속도 r/min	허용최고입력 회전속도 r/min		허용평균입력 회전속도 r/min		관성모멘트	
		Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm		오일윤활	그리스 윤활	오일윤활	그리스 윤활	I x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	J x10 <sup>-3</sup> kgfm <sup>2</sup>
14	50	4.4	0.45	5.4	0.55	5.4	0.55	13.7	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							
	160	67	6.8	135	13.8	108	11.0	172	17.6*							
	200	67	6.8	147	15.0	108	11.0	172	17.6*							
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							
	157	137	14	294	30	216	22	500	51*							
	200	137	14	314	32	216	22	372	38*							
	260	137	14	314	32	216	22	372	38*							
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							
	160	294	30	461	47	451	46	813	83							
	200	294	30	529	54	451	46	745	76*							
	258	294	30	627	64	451	46	745	76*							
50	80	363	37	441	45	441	45	784	80	1700	3500	3000	1700	1700	21	21
	100	470	48	578	59	578	59	1019	104							
	120	559	57	696	71	696	71	1225	125							
	160	559	57	833	85	833	85	1470	150							
	200	559	57	960	98	843	86	1411	144*							
65	242	559	57	1176	120	843	86	1411	144*	1400	3000	2200	1400	1400	76	78
	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							
	158	1070	109	1970	201	1570	160	3450	352*							
	208	1070	109	2180	222	1570	160	2590	264*							
80	260	1070	109	2200	224	1570	160	2590	264*	1200	2500	2000	1200	1200	213	217
	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							
	160	2350	240	3380	345	3130	319	5940	606							
	194	2350	240	4300	439	3130	319	6900	704*							
100	258	2350	240	4350	444	3130	319	5170	528*	1000	2000	1700	1000	1000	635	648
	320	2350	240	4350	444	3130	319	5170	528*							
	80	2330	238	2870	293	2870	293	5040	514							
	100	3200	327	3940	402	3940	402	6920	706							
	120	3890	397	4780	488	4780	488	8400	857							
	160	4470	456	6230	636	5720	584	10950	1117							
200	200	4470	456	7090	723	5720	584	12440	1269	1000	2000	1700	1000	1000	635	648
	242	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							
	320	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							
	320	4470	456	7960	812	5720	584	9410	960*							

●※표시의 값은 리체팅토크에 의해 제한됩니다.

(주) 관성모멘트 I = 1/4 GD<sup>2</sup>

## 외형도

그림 115 -1



※ 부품의 제조방법(주조품, 기계가공품)에 따라 공차는 다릅니다. 공차 표기가 없는 치수공차에 대해 필요한 경우는 문의해 주시기 바랍니다.

## 치수표

표 115 -1  
단위 : mm

기호	형번	14	20	25	32	40	50	65	80	100
$\varnothing A$ (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 $\frac{H7}{h6}$		-	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
$\varnothing G$		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
$\varnothing J$ (H7)	표준	6	9	11	14	14	19	24	28	28
	최대	8	11	11	17	20	26	26	32	33
K (J <sub>s9</sub> )		-	3	4	5	5	6	8	8	8
L $\frac{H7}{h6}$		-	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
$\varnothing U$		-	-	22	28	32	38	44	52	58
$\varnothing V$		-	-	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
중량	kgf	0.2	0.5	0.8	1.7	3.0	6.0	12.0	22.3	42.6

(주) 서클러스플라인D의 외주면취가 M치수입니다.

● \* 표시의 C · D · F 치수는 하모닉드라이브®를 구성하는 3부품(웨이브제네레이터, 플렉스플라인, 서클러스플라인)의 축방향의 취부위치입니다. 성능·강도에 영향이 있으므로 이 치수는 반드시 준수하여 주십시오.

● 제품납입시에는 4부품(웨이브제네레이터, 플렉스플라인, 서클러스플라인D, 서클러스플라인S)이 별도포장 상태로 납입됩니다.

## 효율특성

효율은 아래의 조건에 따라 달라집니다.

- 감속비
- 입력회전속도
- 부하토크
- 온도
- 윤활조건 (윤활제의 종류와 양)

### ■ 효율보정계수

부하토크가 정격토크보다 작은 경우 효율값이 떨어집니다. 그래프 116-1으로부터 보정계수  $K_e$ 를 구하고 다음의 계산예를 참고로 효율을 계산하여 주십시오.

#### 계산예

FR-20-80-2-GR의 경우 이하의 조건에서 효율 $\eta$ (%)을 구합니다.  
 입력회전속도 : 1000r/mim  
 부하토크 : 19.6Nm  
 윤활방식 : 그리스윤활 (하모닉그리스® SK-1A)  
 윤활제 온도 : 20℃  
 형번 20·감속비80의 정격토크는 34Nm (정격표 : 114 페이지)이므로 토크비 $\alpha$ 는 0.58입니다. ( $\alpha=19.6/34=0.58$ )

- 효율보정계수  $K_e$ 는 그래프 116-1로부터  $K_e=0.86$
- 부하토크 19.6Nm시의 효율 $\eta$ 는  $\eta=K_e \cdot \eta_R=0.86 \times 65\%=56\%$ 로 됩니다.

## 측정조건

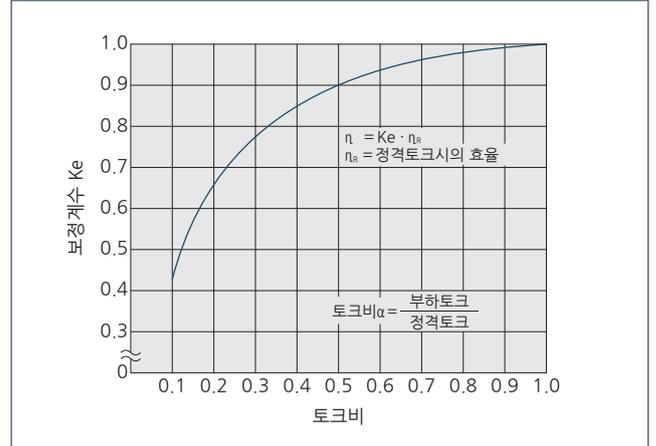
표 116-1

조립	추천조립 정도로 해서 측정		
부하토크	정격표에 표시된 정격토크 (114페이지)		
윤활조건	그리스	명칭	하모닉그리스® SK-1A
	윤활		하모닉그리스® SK-2
	오일윤활		공업용 기어유 2종
도포량		적정도포량 (122페이지)	

※오일윤활의 경우는 당사로 문의하여 주십시오.

## 효율보정계수

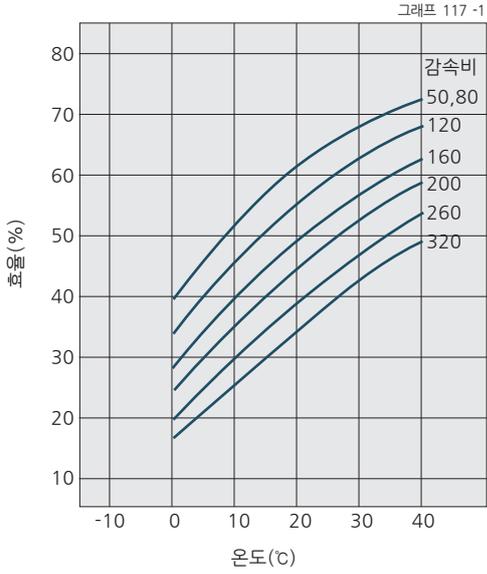
그래프 116-1



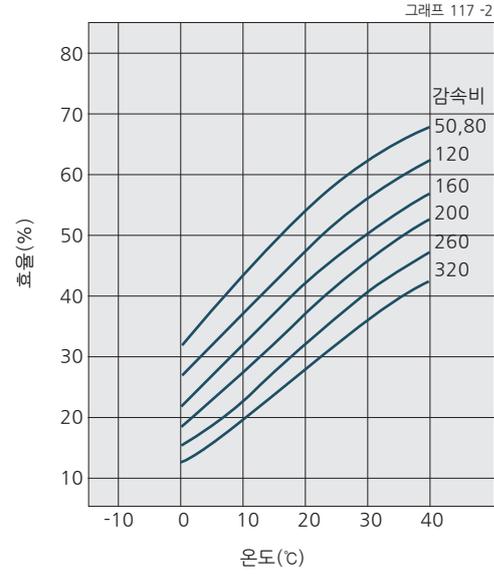
※부하토크가 정격토크보다 큰 경우의 효율보정계수는  $K_e=1$  이 됩니다.

## ■ 정격토크시의 효율 (오일윤활)

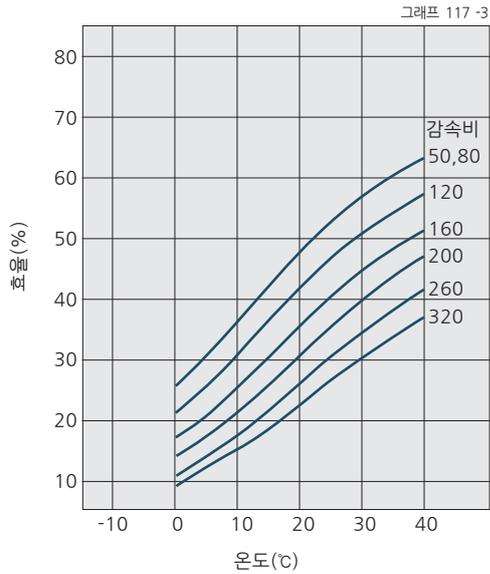
입력회전속도 500r/min



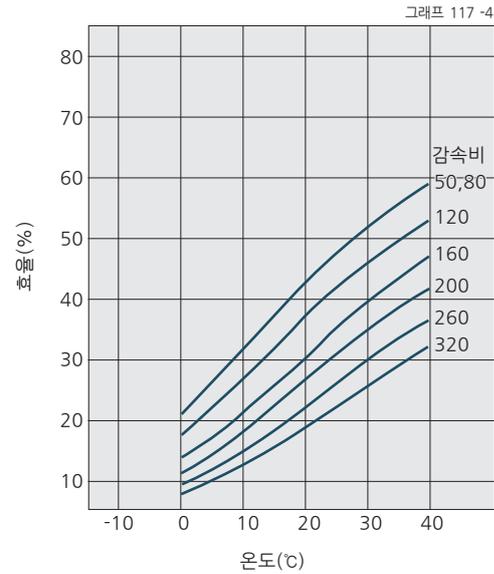
입력회전속도 1000r/min



입력회전속도 2000r/min



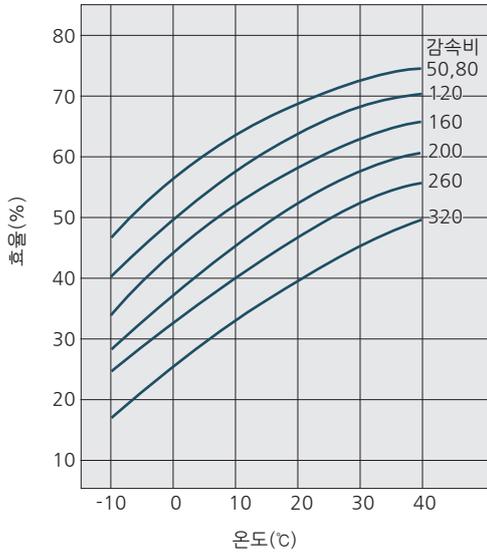
입력회전속도 3500r/min



## 정격토크시의 효율 (그리스윤활)

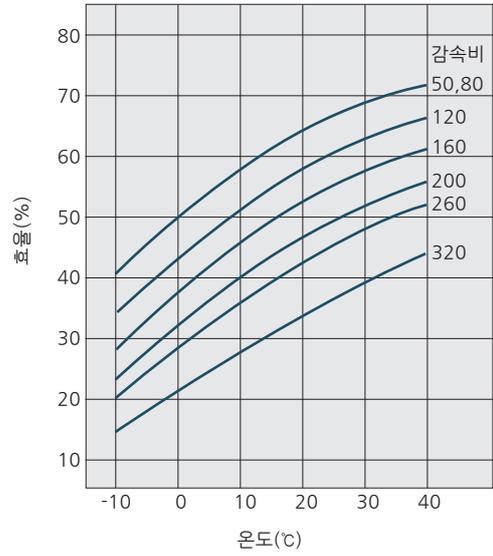
입력회전속도 500r/min

그래프 118 -1



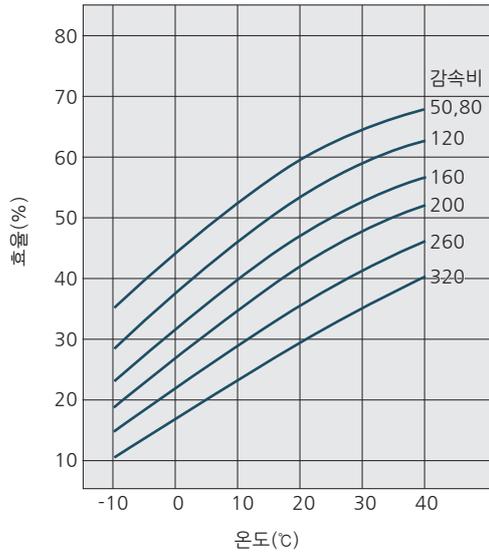
입력회전속도 1000r/min

그래프 118 -2



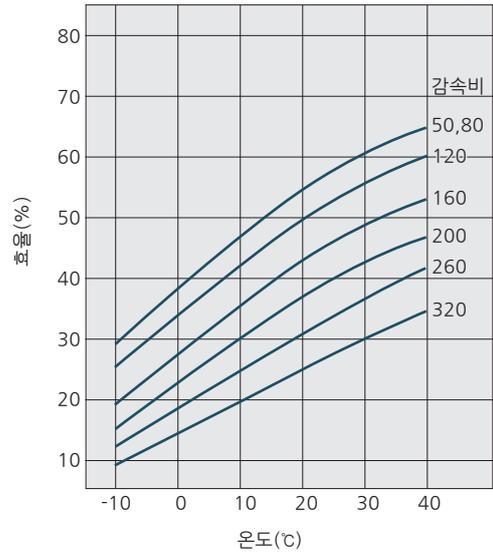
입력회전속도 2000r/min

그래프 118 -3



입력회전속도 3500r/min

그래프 118 -4



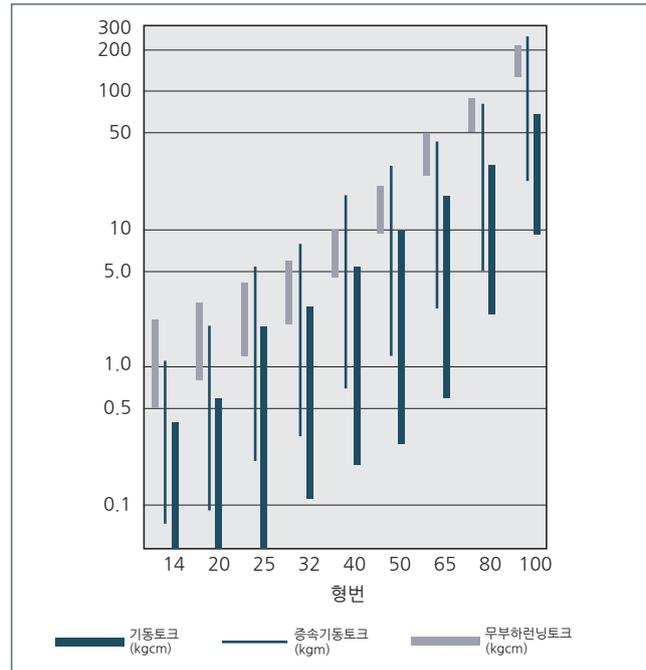
## 무부하런닝토크, 기동토크, 증속기동토크

그래프 119-1의 값은 FR-2형을 양축형 감속기로서 조립한 제품을 측정하 결과로 입력, 출력축의 오일씰에 의한 마찰저항, 유욕(油浴)식 윤활에 의한 각 반저항 등을 포함한 값입니다.

1. 무부하런닝토크 ..... 무부하상태에서 회전시키기 위해서 필요한 고속축측의 토크(그래프의 값은 입력 회전속도 1500r/min, 온도 40℃의 상태입니다.)
2. 기동토크 ..... 무부하상태로 고속축을 기동시키기 위해 필요한 정적 토크
3. 증속기동토크 ..... 무부하상태로 저속축을 기동시키기 위해 필요한 정적 토크

무부하런닝토크, 기동토크, 증속기동토크

그래프 119-1



## 로스트모션과 스프링정수

팬케익형인 경우 로스트모션과 스프링정수는 웨이브제네레이터와 서큘러스 플라인의 한쪽을 고정하고 나머지 하나의 서큘러스플라인에 토크를 가할 때의 값입니다.

표 120-1

형번	로스트모션		스프링정수	
	±부하 (kgm)	로스트모션 (arc min)	부하 (kgm)	스프링정수 (kgfm/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

### ■ 로스트모션과 스프링정수의 설명

일반적인 치차에서 규정된 백래쉬는 하모닉드라이브®의 경우 치(齒) 맞물림 이론이 독특하고 치의 맞물림률이 총잇수의 약 10%로 많으며, 피치오차가 평균화되어 있는 것 등이 이유로 표준사양인 경우에도 상당히 작은 값으로 되어 있습니다.

팬케익형 하모닉드라이브®는 백래쉬에 대응하는 데이터로서 로스트모션 값을 사용하고 있습니다.

#### (1) 로스트모션 (L·M)

로스트모션은 하모닉드라이브®를 조립한 상태에서 고속축을 회전방향으로 고정하고 저속축에 미소한 부하토크(표 120-1 참조)를 정역으로 가했을 때 발생하는 저속축의 회전각의 합계값입니다.

#### (2) 스프링정수 (K)

로스트모션과 동일한 방법으로 부하토크를 차례로 증가시켜 정역으로 가하면 그림 120-2에 나타난 「부하토크-비틀림각」 선도를 얻을 수 있고, 이 선도로부터 평균 스프링정수를 구한 것이 표 120-1입니다. (이 값은 하모닉드라이브® 컴포넌트 만의 값입니다.)

#### ■ 계산예

하모닉드라이브® 형번 FR-40-160-2A-GR을 사용하여 입력축을 회전방향으로 고정하고 출력에 카탈로그 정격값 30kgfm를 가했을 때 발생하는 비틀림각을 구할 수 있습니다.

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

정역회전시의 최대값  $\theta_{\max}$ 은

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

그림 120-1

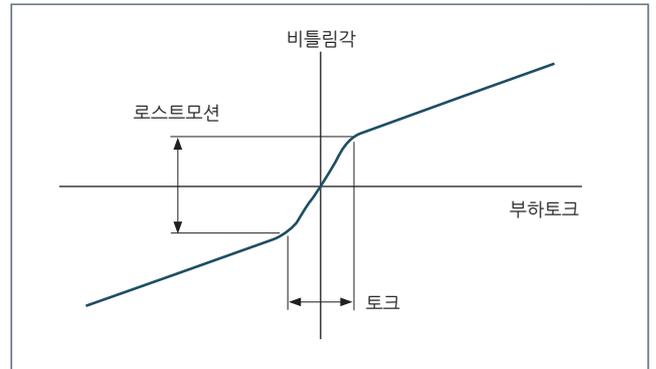


그림 120-2

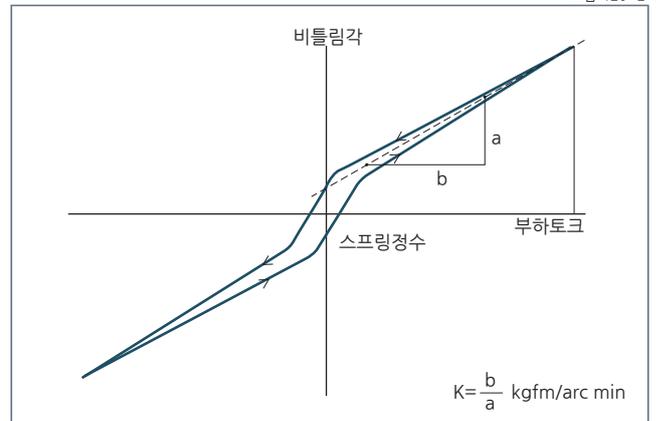
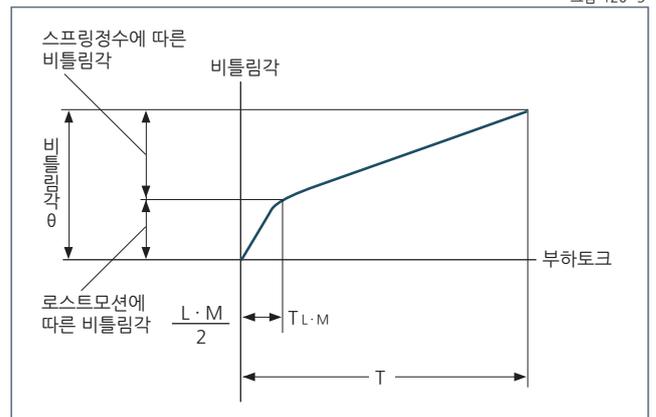


그림 120-3



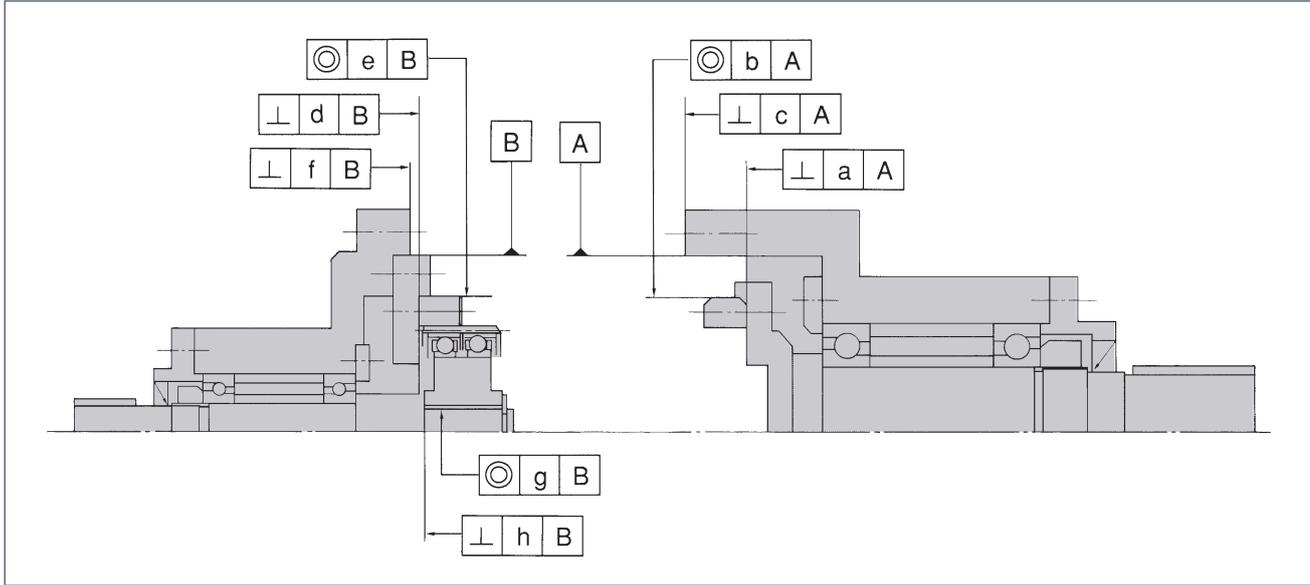
# 설계가이드

## 조립정도

조립정도에 있어서 하모닉드라이브®가 지닌 우수한 성능을 충분히 발휘시키기 위해 그림 121-1, 표 121-1에 표시된 추천정도를 준수하여 주십시오.

조립하우스의 추천정도

그림 121 -1



조립하우스의 추천정도

표 121 -1  
단위 : mm

기호	형번	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

## 서클러스플라인의 취부

서클러스플라인의 취부는 부하조건에 적합한 설계와 부품관리를 하여 주십시오. 추천볼트와 체결토크에 의한 전달토크는 아래와 같습니다.

## 볼트취부

표 121 -2

항목	형번	14	20	25	32	40	50	65	80	100
볼트수		6	6	6	6	6	6	6	8	8
볼트사이즈		M3	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M10	M12
볼트취부 P.C.D.	mm	44	60	75	100	120	150	195	240	290
볼트체결 토크	Nm	2.0	2.0	4.5	9.0	15.3	37	74	74	128
	kgfm	0.20	0.20	0.46	0.92	1.56	3.8	7.5	7.5	13.1
볼트전달 토크	Nm	54	74	159	338	573	1300	2680	4410	7750
	kgfm	5.5	7.5	16	34	58	132	273	450	790

(표 121-1 주)

1. 너트축의 재질이 볼트 체결토크를 견딜 수 있는 것을 전제로 합니다.
2. 추천볼트 볼트명 : JIS B 1176 육각구멍볼트, 강도구분 : JIS B 1051 12.9이상
3. 토크계수 : K=0.2
4. 체결계수 : A=1.4
5. 접합면의 마찰계수  $\mu=0.15$

## 조립시의 주의사항

하모닉드라이브®는 조립시의 이상에 의해 진동·이음 등이 발생하는 경우가 있습니다. 조립상 주의점은 FB 시리즈 (109페이지, 그림 109-2)을 참조하여 실시하여 주십시오.

## 윤활

윤활 방식에는 오일윤활, 그리스윤활의 2종류가 있습니다. 오일윤활이 일반적입니다만, 사용조건에 따라서 그리스윤활도 가능합니다.

### ■ 오일윤활

#### 1. 윤활유의 종류

윤활제의 상세내용은 018 페이지를 참조 바랍니다.

#### 2. 유량

유면위치는 표 122-1의 위치로 하여 주십시오.

유면위치 표 122-1  
단위 : mm

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

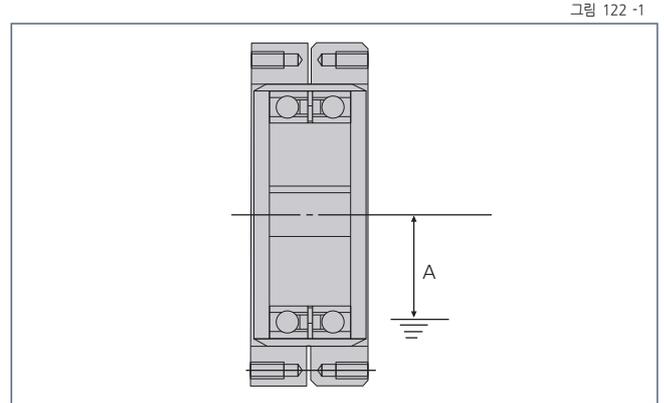


그림 122-1

### ■ 그리스윤활

그리스윤활은 오일윤활과는 달리 냉각효과를 기대할 수 없으므로 운전 시간이 짧은 경우에만 사용 가능합니다.

- 사용조건 : ED%...10% 이내, 연속운전 10분 이내, 입력회전속도는 표 114-1의 허용최고입력회전속도 이하
- 추천그리스 : 형번 20~100은 「하모닉그리스® SK-1A」  
형번 14는 「하모닉그리스® SK-2」

(주) ED%, 혹은 허용최대회전속도를 초과하여 사용하는 경우에는 그리스가 열화되고, 윤활 기능을 다하지 못하게 되어 감속기를 조기에 파손하는 결과를 초래하므로 이점에 주의하시기 바랍니다.