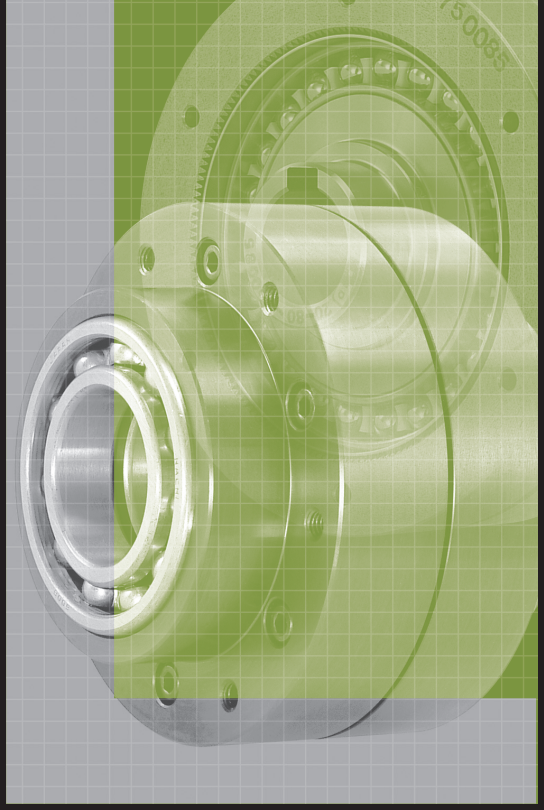
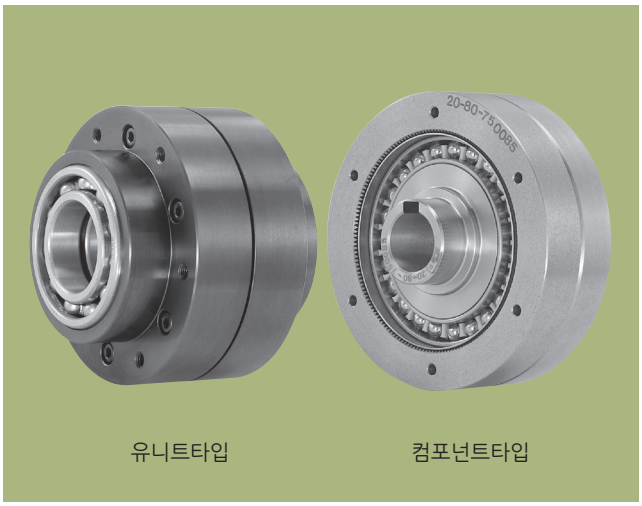


FD 시리즈

Differential Gear FD

특징 ····· 288
회전방향과 감속비 ····· 289
형식 · 기호 ····· 290
사용방법 ····· 291
사용예 ····· 291
조립예 ····· 292
차동치차와 하모닉
디프렌셜기어의 차이점 ····· 293
설계예 ····· 294
치차선정자료 ····· 294
계산예 ····· 295
테크니컬데이터 ····· 296
정격표 ····· 296
유니트타입 (FD-0) 외형도 ····· 297
유니트타입 (FD-0) 치수표 ····· 297
컴포넌트타입 (FD-2) 외형도 ····· 298
컴포넌트타입 (FD-2) 치수표 ····· 298
효율특성 ····· 299
관성모멘트 ····· 299
허용최대회전속도 ····· 299
로스트모션과 스프링정수 ····· 300
설계가이드 ····· 301
취급시의 주의사항 ····· 301
조립시의 주의사항 ····· 301
윤활 ····· 301

특징



유니트타입　　컴포넌트타입

■ 디프렌셜기어 FD 시리즈

디프렌셜기어 FD 시리즈는 하모닉드라이브®의 독창적인 동작원리를 응용하여 위상이나 타이밍의 미세조정을 운전중에 실시할 수 있는 매우 컴팩트한 차동장치입니다.
FD 시리즈의 구성부품은 팬케이크형 컴포넌트와 같이 4점입니다. 유니트타입은 전달용 기어 · 풀리등이 직접 취부할 수 있도록 유니트화 되어 있습니다.

FD 시리즈의 특징

- ■ 차동기구가 하나의 유니트로 구성되어 있기 때문에 장치에 조립이 간단.
- ■ 동축상에 4점 부품으로 구성.
- ■ 백래쉬가 매우 작으므로 조립조정이 전혀 필요없어 조립비용이 대폭 절감됨.
- ■ 조정축과 출력감속비가 크기 때문에 미세한 고정도의 위치조정이 용이하며 조정축에 필요한 토크가 매우 작다.

FD 시리즈의 구조

그림 288 -1

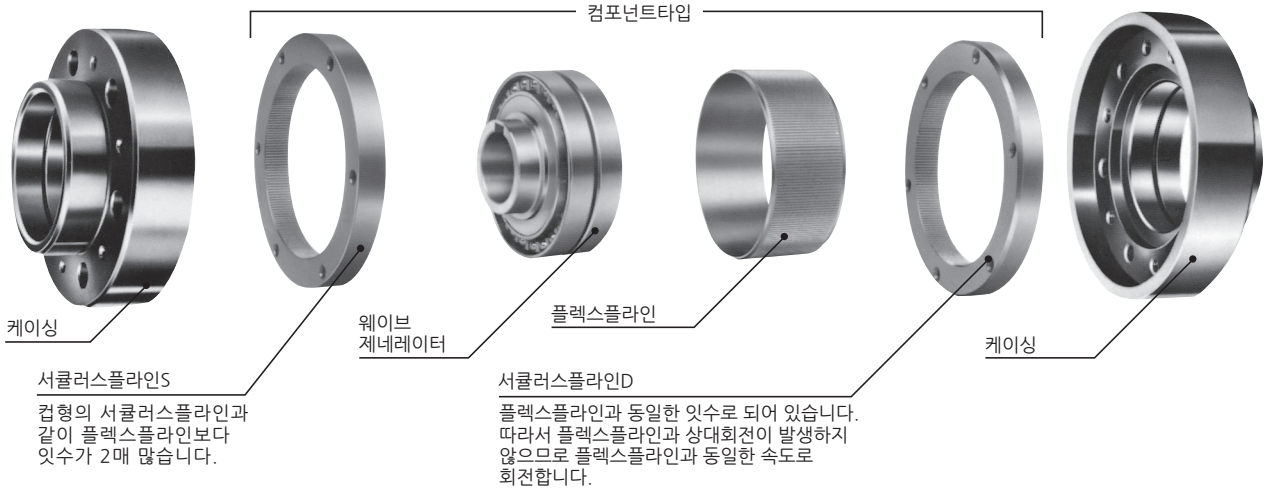
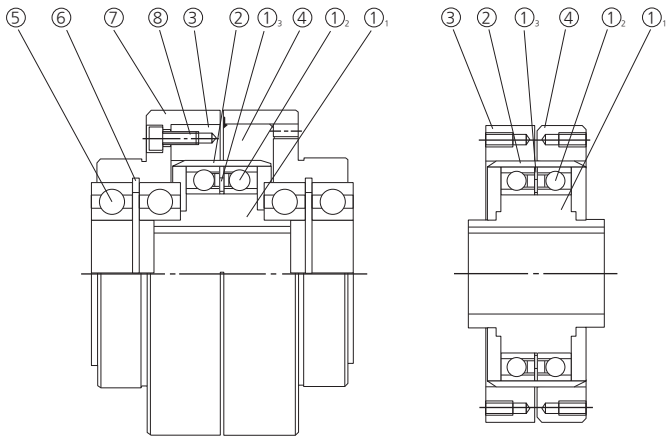


그림 288 -2



유니트타입(FD-0)　　컴포넌트타입(FD-2)

번호	품명
①	웨이브제네레이터
①1	웨이브제네레이터플러그
①2	웨이브제네레이터베어링
①3	리테이너 지지대
②	플렉스플라인
③	서큘러스플라인S
④	서큘러스플라인D
⑤	볼베어링
⑥	구멍용C형 스냅링
⑦	케이싱
⑧	육각구멍볼트

(주) 서큘러스플라인S와 D의 구분방법은 서큘러스플라인 D의 외주면취가 S보다 크게 되어 있습니다.

회전방향과 감속비

회전방향에 대해서는 FB 시리즈(105 페이지)와 같습니다.
여기서는 특히 차동장치로써의 사용방법에 대하여 설명합니다.
(R은 정격표의 감속비입니다.)

그림 289 -1

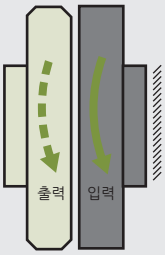
①

입력 : 서큘러스플라인S
출력 : 서큘러스플라인D
고정 : 웨이브제네레이터의
경우 감속비i는

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

따라서 입력회전 : N_S
출력속도 : N_{D1}
로 하면

$$N_{D1}=\frac{R+1}{R}N_S$$



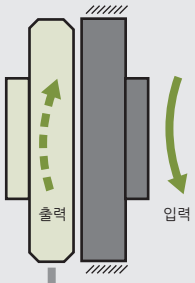
②

입력 : 웨이브제네레이터
출력 : 서큘러스플라인D
고정 : 서큘러스플라인S의
경우 감속비i는

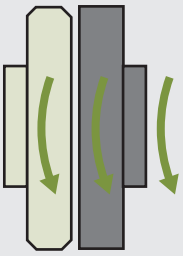
$$i=-\frac{1}{R}$$

따라서 입력회전 : N_W
출력속도 : N_{D2}
로 하면

$$N_{D2}=-\frac{1}{R}N_W$$



①과 ②를 합성하면 서큘러스플라인D의 회전속도는 오른쪽과 같습니다.



$$N_D=N_{D1}+N_{D2}$$

$$=\frac{R+1}{R}N_S\underset{(+)}{-}\frac{1}{R}N_W$$

(주) (+)부호는 웨이브제네레이터를 서큘러스플라인S와 역방향으로 회전한 경우

그림 289 -2

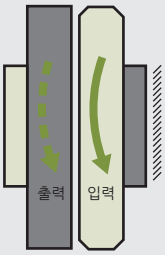
①

입력 : 서큘러스플라인D
출력 : 서큘러스플라인S
고정 : 웨이브제네레이터의
경우 감속비i는

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

따라서 입력회전 : N_D
출력속도 : N_{S1}
로 하면

$$N_{S1}=\frac{R}{R+1}N_D$$



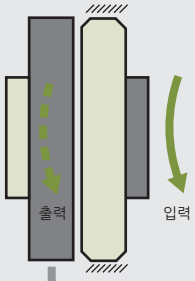
②

입력 : 웨이브제네레이터
출력 : 서큘러스플라인S
고정 : 서큘러스플라인D의
경우 감속비i는

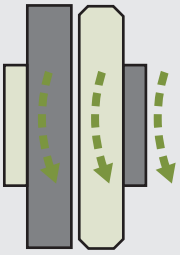
$$i=\frac{1}{R+1}$$

따라서 입력회전 : N_W
출력속도 : N_{S2}
로 하면

$$N_{S2}=\frac{1}{R+1}N_W$$



①과 ②를 합성하면 서큘러스플라인D의 회전속도는 오른쪽과 같습니다.



$$N_S=N_{S1}+N_{S2}$$

$$=\frac{R}{R+1}N_D\underset{(-)}{+}\frac{1}{R+1}N_W$$

(주) (−)부호는 웨이브제네레이터를 서큘러스플라인D와 역방향으로 회전한 경우

형식 · 기호

FD - 20 - 80 - 0 - G

표 290 -1

기종명	형번	감속비(주)																					형식	
FD	20	—	80	—	—	100	—	—	—	128	—	—	—	—	160	—	—	—	—	—	—	—	0=유니트타입 2=컴포넌트타입	유니트타입 G=오일윤활타입 G-GP=그리스 윤활타입 컴포넌트타입 G=신타입
	25	—	80	—	—	100	—	—	120	—	—	—	—	—	160	—	200	—	—	—	—	—		
	32	78	—	—	—	100	—	—	—	—	131	—	157	—	—	—	200	—	—	—	260	—		
	40	—	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		

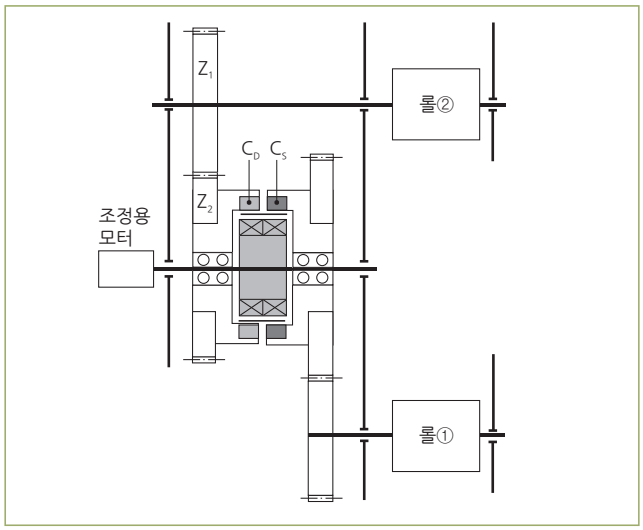
(주) 감속비는 입력 : 웨이브제네레이터, 고정 : 서큘러스플라인S, 출력 : 서큘러스플라인D의 경우입니다.

사용방법

사용예

■ 위상조정

그림 291 -1



두개 롤의 위상을 조정하는 장치, 통상은 조정용 모터에 브레이크를 걸어두어 메인구동에 따라 롤①→C_S→C_D→롤② 계통으로 회전시킨다. 여기에서 롤②의 롤①에 대한 위상을 조정할 필요가 있을 경우는 조정용 모터를 회전시킨다. 조정후에는 조정모터를 멈추어 롤②를 최초의 회전으로 되돌린다.

[계산식]
조정용 모터가 고정일 경우 롤②의 회전속도를 No로 한다.
조정용 모터를 NW로 돌리면 롤②의 회전속도 N은

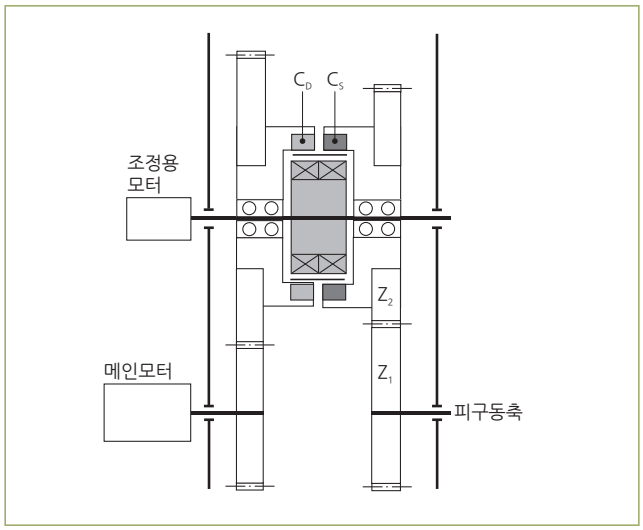
계산식 291 -1

$$N = N_O \pm \frac{1}{R}\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)N_W$$

(부호는 웨이브제네레이터가 서큘러스플라인과 같은 방향일 경우는 (-), 역방향의 경우는 (+)가 된다.)

■ 미세조정

그림 291 -2



이것은 피구동축의 속도, 타이밍을 미소량으로 변경할 필요가 있을 경우, 메인모터의 회전속도를 변화시키지 않고 조정용 모터로 변경하는 방법입니다.

[계산식]
조정용 모터가 고정된 경우 피구동축의 회전속도는

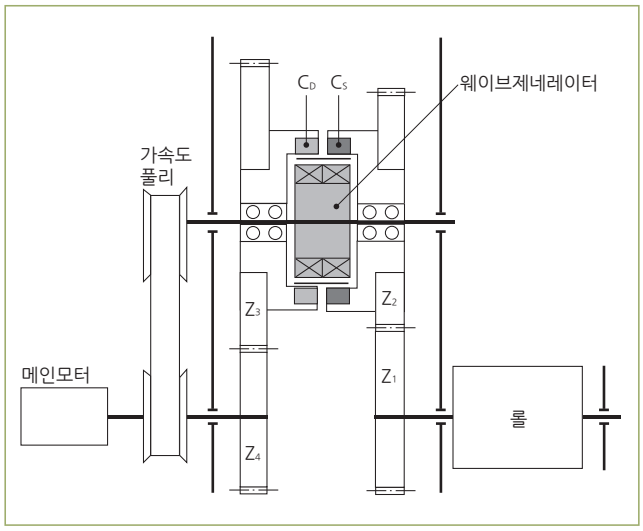
계산식 291 -2

$$N = N_O \pm \frac{1}{R+1}\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)N_W$$

(부호는 웨이브제네레이터가 서큘러스플라인과 같은 방향일 경우는 (+), 역방향의 경우는 (-)가 된다.)

■ 연속작동조정

그림 291 -3



롤의 회전속도를 미소하게 연속변화시키는 장치. 메인모터의 회전은

①Z_4→Z_3(C_D)→Z_2(C_S)→Z_1→롤로 전달되는 경로와
②가변속풀리→웨이브제네레이터→C_S (Z_2)→Z_1→롤로 전달되는 두가지 경로가 있으며, 롤의 속도변화를 ②로 주는 방법입니다.

[계산식]
가변속풀리의 회전이 제로일 때 메인모터로 회전되는 롤의 회전속도를 No로 한다.
여기에서 가속도풀리, 즉 웨이브제네레이터의 회전이 N_1~N_2로 변화한다고 하면 롤의 회전속도 N은

계산식 291 -3

$$N = N_O \pm \frac{1}{R+1}\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)\ (N_1 \sim N_2)\ \text{로 된다.}$$

(부호는 웨이브제네레이터가 서큘러스플라인과 같은 방향일 경우는 (+), 역방향의 경우는 (-)가 된다.)

조립예

■ 종이재단장치

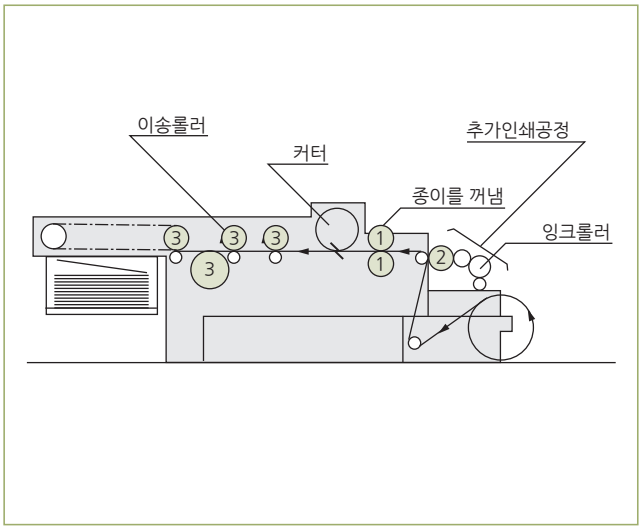
오른쪽 그림은 일반적인 응용예를 나타낸 것으로 이하에 표시한 기구부에 사용됩니다.

작동개요

커터의 회전을 기준으로 롤①, ②, ③은 연동하고 있습니다. ②는 이미 인쇄된 종이에 추가 인쇄되어, 종이는 ①에서 나옵니다. 이때 ②는 인쇄의 어긋남을 조정합니다.
①은 ②에서 인쇄를 끝내고 종이가 올바른 위치에서 재단 가능하도록 조정합니다.

이상의 장치의 ①, ②, ③의 부분에 하모닉디프렌셜기어를 조립하면 장치가 멈추지 않고 각 롤러 간의 상을 바꾸는 것이 가능합니다.

그림 292 -1



■ 인쇄기(필름상소재)

신축성이 있는 재료에 인쇄할 경우에는 아래의 장치가 반드시 필요합니다.

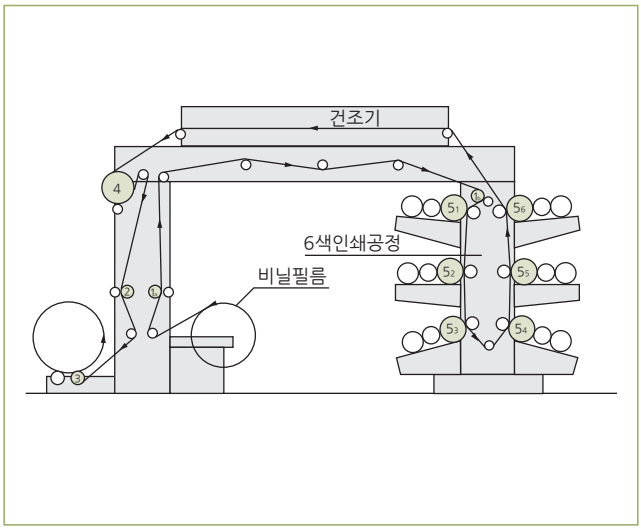
1. 신축성에 의한 인쇄의 어긋남을 조정하는 장치
2. 필름에 주름이 지지 않도록 항상 텐션을 주는 장치

작동개요

$①_a$에서 필름상태의 재료를 꺼낸다.
$①_b$에서 $①_a$-$①_b$간의 필름에 주름이 지지 않도록 일정한 텐션을 줍니다.
②에서 $①_b$-②간의 필름에 텐션을 주어 ⑤에서의 인쇄공정중의 느슨해짐을 방지합니다. ⑤는 인쇄롤러에서 6색인쇄의 경우는 $⑤_{1\sim6}$까지 모두 사용합니다. $⑤_1$을 기준으로 $⑤_2$를 조정, $⑤_2$를 맞추어 $⑤_3$을 조정 그리고 $⑤_4$ $⑤_5$ $⑤_6$까지를 하모닉디프렌셜로 조정합니다.

이상의 각 롤$①_a$부터 $⑤_6$까지 하모닉디프렌셜기어를 적용합니다.

그림 292 -2



차동치차와 하모닉디프렌셜기어의 차이점

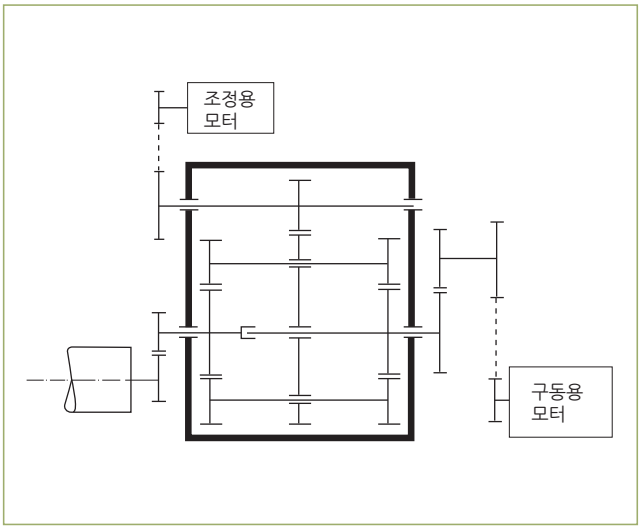
표 293 -1

차동치차	하모닉디프렌셜기어
차동장치부에 다수의 치차가 필요해 장치 자체가 커지게 되어 설계가 곤란해져 조립도 어려움.	하모닉디프렌셜기어 자체가 차동기구를 가지고 있어 한 개로 끝낼 수 있는 컴팩트한 설계가 가능하며, 조립도 간단함.
유성치차를 사용한 것은 백래쉬가 매우 커 위치 및 타이밍 정도를 내기 어려움.	백래쉬가 매우 작아서 위치 등의 정도가 정확히 나옴.
하모닉디프렌셜기어에 비해 미소 조정이 용이하지 않음.	큰 감속비를 가지고 있어 매우 미소한 조정이 가능하다.
치차음이 크다.	매우 조용하다.

오른쪽 그림에 표시된 것은 어떤 인쇄기메이커에서 사용하고 있는 차동장치입니다만, 하모닉디프렌셜기어를 사용함에 따라 상당히 간편하며 빠르고 컴팩트하게 설계를 완성할 수 있는 예를 나타낸 것입니다.

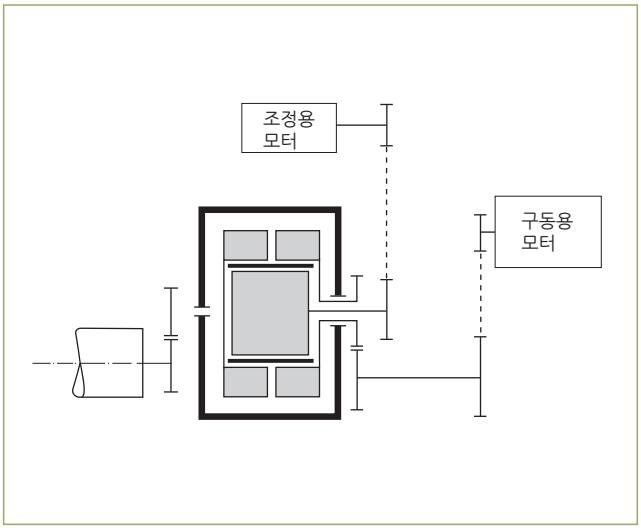
종래의 차동장치

그림 293 -1



하모닉디프렌셜기어를 사용

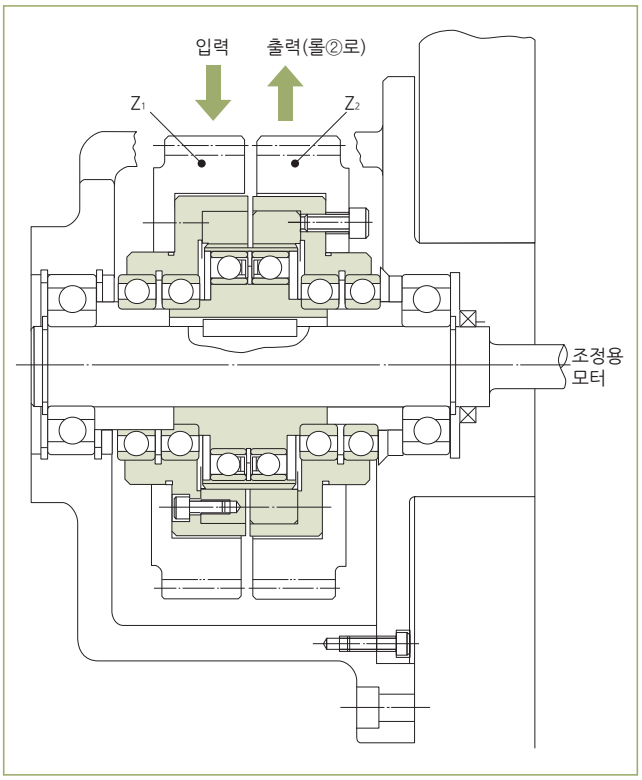
그림 293 -2



설계예

■ 다색인쇄기 위상조정장치

그림 294 -1



그림은 다색인쇄기계의 롤 위치조정장치로써 하모닉디프렌셜기어 유니트(FD-0)를 조립한 예입니다.
통상 운전중은 조정모터가 고정되어 있어 Z_1에 입력한 회전은 Z_2로 거의 1:1의 비율로 전달됩니다.
여기에서 롤②만 위상 조정을 할 경우는 조정용 모터를 돌려 약간의 회전차를 발생시켜 위상조정을 실시합니다.
조정후, 모터를 멈추면 롤②는 원래의 회전속도가 됩니다.

치차선정자료

N_1과 N_2를 같은 회전속도 즉 $i=\frac{N_2}{N_1}=1$로 할 경우 치차의 잇수 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4의 선정자료를 나타냅니다.

$$\frac{N_2}{N_1}=i=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_D}{Z_S}\cdot\frac{Z_3}{Z_4}\cdots\cdots(i)$$

단, Z_S:서큘러스플라인S의 잇수
Z_D:서큘러스플라인S의 잇수

여기에서 $i_D=\frac{Z_D}{Z_S}\left(즉\ \frac{R}{R+1}\right)$으로 하면

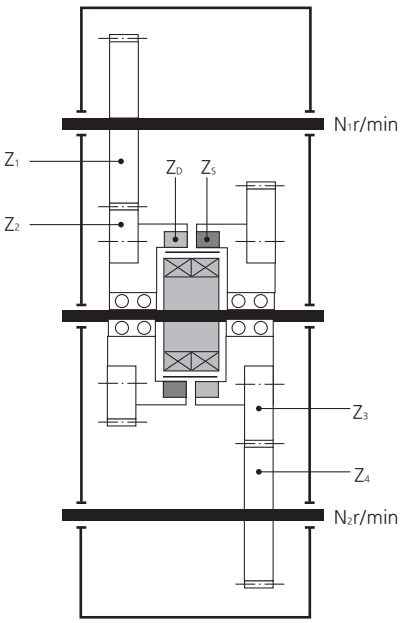
$$i=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_3}{Z_4}\cdot i_D$$

표 294 -1

i_D	$\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_3}{Z_4}$					
$\frac{80}{81}$	$\frac{18}{16}\cdot\frac{18}{20}$	$\frac{18}{16}\cdot\frac{27}{30}$	$\frac{15}{16}\cdot\frac{27}{25}$	$\frac{18}{20}\cdot\frac{27}{24}$	$\frac{21}{20}\cdot\frac{27}{28}$	$\frac{27}{26}\cdot\frac{39}{40}$
$\frac{120}{121}$	$\frac{22}{20}\cdot\frac{22}{24}$					
$\frac{128}{129}$	$\frac{15}{16}\cdot\frac{43}{40}$	$\frac{33}{32}\cdot\frac{43}{40}$	$\frac{43}{42}\cdot\frac{63}{64}$			
$\frac{160}{161}$	$\frac{14}{16}\cdot\frac{23}{20}$	$\frac{21}{20}\cdot\frac{23}{24}$	$\frac{23}{22}\cdot\frac{77}{80}$	$\frac{23}{25}\cdot\frac{35}{32}$		

(주) 1. 상기의 잇수는 Z_D, Z_S를 그림과 같이 배치한 경우에 적용됩니다.
2. 잇수차를 Z_1-Z_2≦3, Z_3-Z_4≦3으로 되어 있습니다.
(주) 1. 다른 잇수를 사용할 경우는 i_D를 소수분해하면 편리합니다.
R=79, 96, 100, 131, 208, 258의 i_D는 소수분해가 불가합니다.

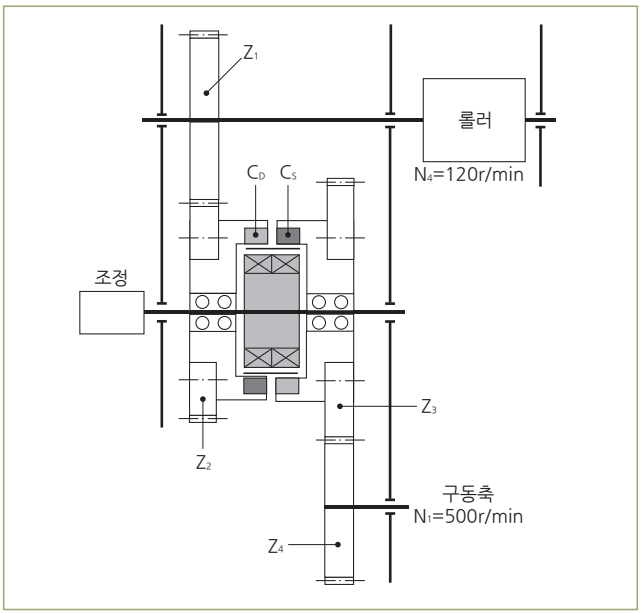
그림 294 -2



계산예

오른쪽 그림(그림295-1)의 사용예를 기준으로 각 치차의 잇수와 회전속도 및 조정량과 조정에 필요한 소요토크를 계산합니다.

그림 295 -1



[사용조건]

그림295-1에 있어

롤러속도	V=60m/min
롤러길이	L_W=500mm
롤러토크	T_W=7kg-m
구동축회전속도	N_1=500r/min
롤러회전속도	$N_4=\frac{V}{L_W}=\frac{60}{0.5}$=120r/min

의 조건으로 디프렌셜기어 유니트(FD-0)의 형번 25 감속비 R=80을 선택하여 이 형번이 적당한가 또한 치수별 조정토크에 대해서 검토합니다.

■ 각 치차의 잇수(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4의 선정)

전체의 감속비 i는 $i=\frac{N_4}{N_1}=\frac{Z_2}{Z_1}\cdot\frac{C_S}{C_D}\cdot\frac{Z_4}{Z_3}$

따라서 $\frac{Z_2\cdot Z_4}{Z_1\cdot Z_3}=\frac{N_4\cdot C_D}{N_1\cdot C_S}$가 얻어진다.

여기에서 $\frac{N_4}{N_1}=\frac{120}{500}=\frac{2^3\times3\times3}{2^2\times5^3}$

$\frac{C_D}{C_S}=\frac{80}{81}=\frac{2^4\times5}{3^4}$

이기 때문에

$$\frac{Z_2}{Z_1}\times\frac{Z_4}{Z_3}=\frac{2^3\times3\times3}{2^2\times5^3}\times\frac{2^4\times5}{3^4}=\frac{2^5}{3^3\times5}=\frac{2^3}{3\times5}\times\frac{2^2}{3^2}=\frac{8}{15}\times\frac{4}{9}=\frac{16}{30}\times\frac{16}{36}$$

이 되고, 따라서

Z_1=30, Z_2=16, Z_3=36, Z_4=16

■ 회전속도의 계산

각 치차의 회전속도는 아래와 같습니다.

Z_4 : N_1=500r/min

Z_3 : $N_3=\frac{Z_4}{Z_3}\cdot N_1=\frac{16}{36}\times500$=222.2r/min

Z_2 : $N_2=\frac{C_S}{C_D}\cdot N_3=\frac{80}{81}\times222.2$=225r/min

Z_1 : N_4=120r/min

■ 조정량

조정용 웨이브제네레이터를 1회전(360도)시킬 경우, 롤러에 있어서의 조정량(△θ)는

$\triangle\theta=\frac{Z_2}{Z_1}\cdot\frac{1}{R}\cdot\theta=\frac{16}{30}\times\frac{1}{80}\times360^\circ=2.4^\circ$

따라서 원주상에서

$\triangle\theta=\frac{2.4^\circ}{360^\circ}\times500$mm=3.3mm의 조정량이 된다.

■ 조정소요토크

조정하기 위한 소요토크는

$T=T_W\cdot\frac{Z_2}{Z_1}\cdot\frac{1}{R}\cdot\frac{1}{\eta}=7\text{kg-m}\times\frac{16}{30}\times\frac{1}{80}\times\frac{1}{0.6}$

=0.07kg-m

이 된다.

(η : 효율)

테크니컬데이터

정격표

각 회전속도에서의 정격토크는 아래와 같습니다.

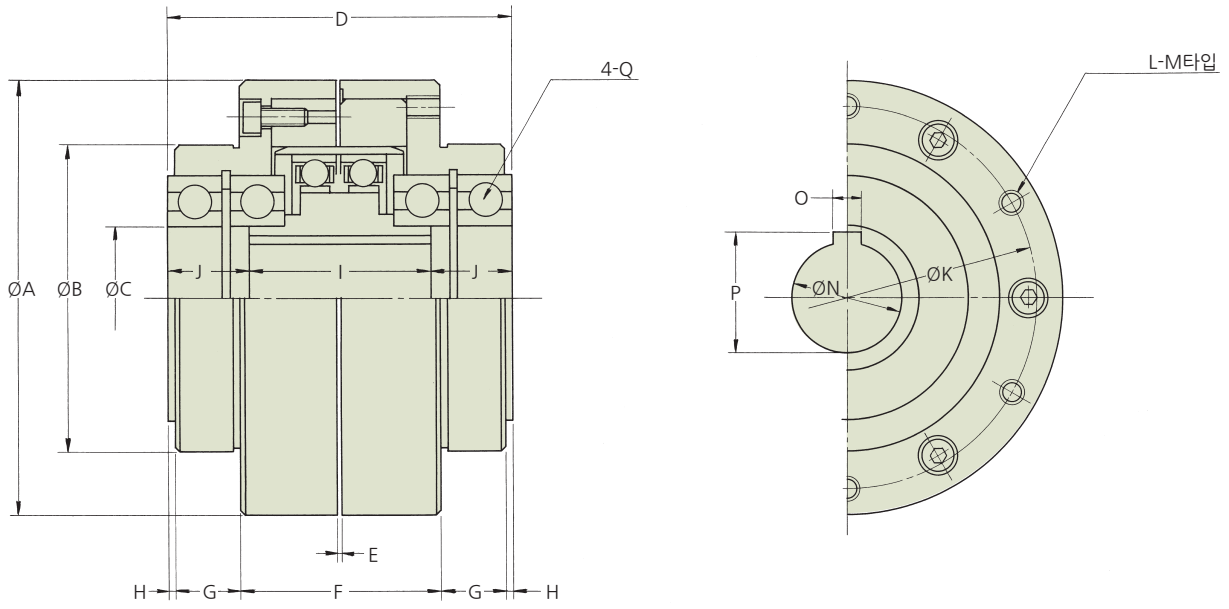
표 296 -1

회전속도 r/min		3500		2850		1750		1450		1150		960		870		750		600		500	
형번	감속비	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm	Nm	kgfm
20	80	29	3.0	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1	30	3.1
	100	30	3.1	31	3.2	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7	36	3.7
	128	31	3.2	34	3.5	42	4.3	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4	43	4.4
	160	32	3.3	35	3.6	42	4.3	45	4.6	48	4.9	49	5.0	49	5.0	49	5.0	49	5.0	49	5.0
25	80	46	4.7	50	5.1	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8	57	5.8
	100	49	5.0	53	5.4	67	6.8	67	6.8	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1	79	8.1
	120	52	5.3	55	5.6	70	7.1	70	7.1	80	8.2	82	8.4	89	9.1	91	9.3	96	9.8	96	9.8
	160	54	5.5	57	5.8	71	7.2	73	7.4	80	8.2	83	8.5	89	9.1	92	9.4	98	10	108	11
	200	55	5.6	59	6.0	71	7.2	74	7.5	80	8.2	84	8.6	89	9.1	92	9.4	98	10	108	11
32	78	98	10	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11	108	11
	100	108	11	118	12	137	14	147	15	157	16	157	16	157	16	157	16	157	16	157	16
	131	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	206	21
	157	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
	200	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
	260	108	11	118	12	137	14	157	16	167	17	176	18	176	18	196	20	206	21	216	22
40	80	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20	196	20
	100	235	24	245	25	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27	265	27
	128	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	372	38	372	38	372	38
	160	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
	200	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
	258	235	24	245	25	294	30	314	32	343	35	363	37	372	38	392	40	421	43	451	46
50	80	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36	353	36
	100	441	45	470	48	549	56	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57	559	57
	120	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	666	68	666	68	666	68	666	68	666	68
	160	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
	200	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
	242	441	45	470	48	549	56	588	60	637	65	676	69	696	71	745	76	794	81	843	86
65	78	—	—	—	—	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78	764	78
	104	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1190	121	1190	121	1190	121	1190	121	1190	121
	132	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	158	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	208	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
	260	—	—	—	—	1030	105	1100	112	1180	120	1250	128	1290	132	1380	141	1460	149	1570	160
80	80	—	—	—	—	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140	1370	140
	96	—	—	—	—	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184	1800	184
	128	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2710	277	2710	277	2710	277
	160	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	194	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	258	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
	320	—	—	—	—	2040	208	2180	222	2340	239	2490	254	2570	262	2740	280	2950	301	3130	319
100	80	—	—	—	—	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252	2470	252
	100	—	—	—	—	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380	3720	380
	120	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	4740	484	4740	484	4740	484
	160	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
	200	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
	242	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584
	320	—	—	—	—	3720	382	3980	406	4280	437	4560	465	4710	481	5010	511	5390	550	5720	584

(주) 1. 회전속도 : 감속장치로 사용할 경우 웨이브제네레이터의 회전속도를 말합니다.
디프렌셜 장치로 사용할 경우는 웨이브제네레이터와 서큘러스플라인의 상대회전속도를 말합니다.
2. 500r/min 이하의 회전속도에 대한 토크는 500r/min 의 토크와 같습니다.
3. 순간허용부하토크는 회전속도 1,450r/min 의 경우 토크 200% 까지 허용하고 있습니다.

유니트타입 (FD-0) 외형도

그림 297 -1



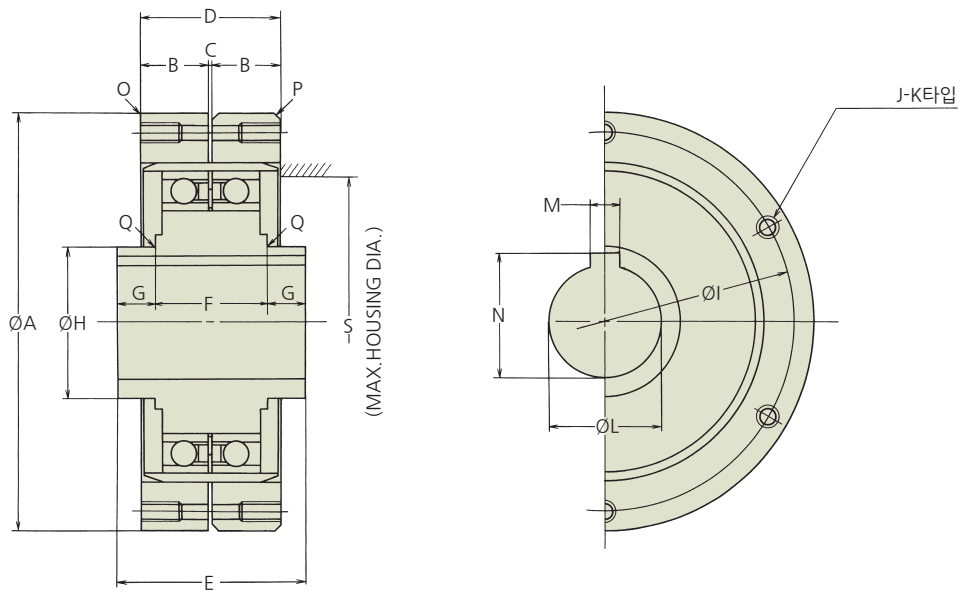
유니트타입 (FD-0) 치수표

표 297 -1
단위 : mm

기호 \ 형번	20	25	32	40	50	65	80	100
ØA	85	95	120	145	185	235	290	360
$ØB_{h7}$	52	65	85	100	125	140	180	210
ØC	20	30	40	50	60	70	90	110
D	73	81	95	113	132	147	178	212
E	1	1	1	1	1	1	1	1
F	44	45	55	65	80	117	129	155
G	12.5	16	18	20	22	12	21.5	25.5
H	2	2	2	4	4	3	3	3
I	38	40	50	68	78	87	106	130
J	17.5	20.5	22.5	22.5	27	30	36	41
ØK	70	80	105	125	155	195	240	290
L	6	6	6	6	6	6	8	8
M	M4×7	M5×8	M6×9	M8×11	M10×13.5	M12×23	M12×23	M14×27
$ØN_{H7}$	12	20	30	35	40	50	65	80
O_{Js9}	4	6	8	10	12	14	18	22
P	13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69.4	85.4
Q	#6004	#6006	#6008	#6010	#6012	#6014	#6018	#6022
질량 (kg)	2.0	2.6	5.0	8.3	17	34	59	118

컴포넌트타입 (FD-2) 외형도

그림 298 -1



컴포넌트타입 (FD-2) 치수표

표 298 -1
단위 : mm

기호 \ 형번	20	25	32	40	50	65	80	100
$ØA_{g7}$	70	85	110	135	170	215	265	330
B	12	14	18	21	26	35	41	50
C	1	1	1	1	1	1	1	1
D	25	29	37	43	53	71	83	101
E	38	40	50	68	78	87	106	130
F	21.5	25	30	44	54	59	74	92
G	8.25	7.5	10	12	12	14	16	19
$ØH_{J6}$	20	30	40	50	60	70	90	110
ØI	60	75	100	120	150	195	240	290
J	6	6	6	6	6	6	8	8
K	M3×6	M4×8	M5×10	M6×12	M8×16	M10×20	M10×20	M12×24
$ØL_{H7}$	12	20	30	35	40	50	65	80
M_{Js9}	4	6	8	10	12	14	18	22
N	13.8	22.8	33.3	38.3	43.3	53.8	69	85.4
O_C	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
P_C	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2
Q_R	0.5	1	1	1	2	1	1.5	2
S	42	53	69	84	105	138	169	211
질량 (kg)	0.6	1.0	2.0	3.6	7.2	14	26	48

효율특성

디프렌셜기어 유니트(FD-0)의 효율은 동력전달경로에 따라 다릅니다.

1. 서큘러스플라인 S(혹은 D)부터 들어가서 서큘러스플라인 D(혹은 S)로 회전이 전달되는 경우의 효율

   오일윤활의 경우 : 약90%
   그리스윤활의 경우 : 약80%

2. 위상조정을 하기 위해 웨이브제네레이터 소요입력토크를 구할 경우, 혹은 감속장치로 사용할 경우 효율은 그래프 299-1과 같습니다.

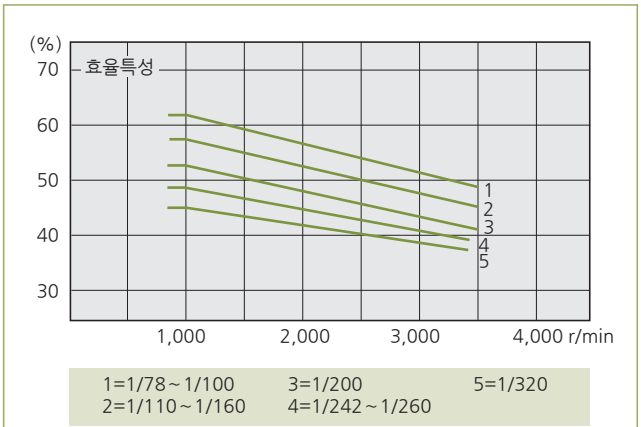
표 299 -1

부하토크	정격표에 나타낸 정격토크
윤활조건	오일윤활(온도 약40℃)

(주) 그리스윤활의 경우 효율은 이것보다 약10% 떨어집니다.

효율

그래프 299 -1



관성모멘트

각 부품의 GD^2는 표 299-2의 값입니다.

표 299 -2
단위 ($\times10^{-4}$kgm^2)

형번	20	25	32	40	50	65	80	100
Ⅰ 웨이브제네레이터 (베어링의 외륜은 제외)	1.44	3.63	12.9	37.0	112	366	1020	3050
Ⅱ 서큘러스플라인 S · D 웨이브제네레이터 베어링의 외륜	13.7	33.8	125	326	1020	3440	9270	27000
Ⅲ Ⅰ+Ⅱ	15.2	37.5	138	363	1140	3810	10300	30100
Ⅳ 지지베어링(4개)	2.91	8.98	23.4	451	104	205	646	1590
Ⅴ 케이싱(좌 · 우 케이싱합계)	52.6	69.0	204	484	1660	6220	15700	43200

허용최대회전속도

여기에서 말하는 허용최대회전속도란
1. 감속장치로 사용할 경우는 웨이브제네레이터의 회전속도를 말합니다.
2. 디프렌셜 장치로 사용할 경우는 웨이브제네레이터와 서큘러스플라인의 상대회전속도를 말합니다.

(1) 오일윤활의 경우

표 299 -3
단위 r/min

형번	20	25	32	40	50	65	80	100
허용최대회전속도	6000	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000

(2) 그리스윤활의 경우

표 299 -4
단위 r/min

형번	20	25	32	40	50	65	80	100
허용최대회전속도	3600	3600	3600	3300	3000	2200	2000	1700

로스트모션과 스프링정수

로스트모션과 스프링정수에 대해서는 120 페이지를 참조하여 주십시오. 디프렌셜기어 경우의 로스트모션과 스프링정수는 웨이브제네레이터와 서큘러스플라인의 한쪽방향을 고정하고 다른 한쪽의 서큘러스플라인에 토크를 가할 경우의 값입니다.

표 300 -1

형번	로스트모션		스프링정수	
	±부하 (kgm)	로스트모션 (arc min)	부하 (kgm)	스프링정수 (kgfm/arc min)
20	0.12	40	3.69	0.9
25	0.23	37	7.20	2.1
32	0.46	35	15.78	4.4
40	0.92	33	29.50	7.8
50	1.73	29	57.60	16
65	3.9	27	126.7	27
80	7.4	26	236.2	52
100	14.4	24	460.8	100

설계가이드

취급상의 주의

컴포넌트타입(FD-2)을 디프렌셜장치로 사용할 경우의 하우스 및 베어링 등에 대해서는 유니트타입(FD-0형)에 준하여 주십시오.

조립시의 주의사항

하모닉드라이브®는 조립상으로 인해 진동, 이음 등이 발생되는 경우가 있습니다.
조립상 주의점은 FB시리즈(109페이지, 그림 109-2)를 참조하여 주십시오.

윤활

윤활방식에는 오일윤활, 그리스윤활의 2종류가 있습니다.
오일윤활이 일반적입니다만 사용조건에 따라서는 그리스윤활도 가능합니다.

■ 오일윤활

1. 윤활유의 종류

윤활제의 상세내용은 018페이지를 참조하십시오.

2. 유 량

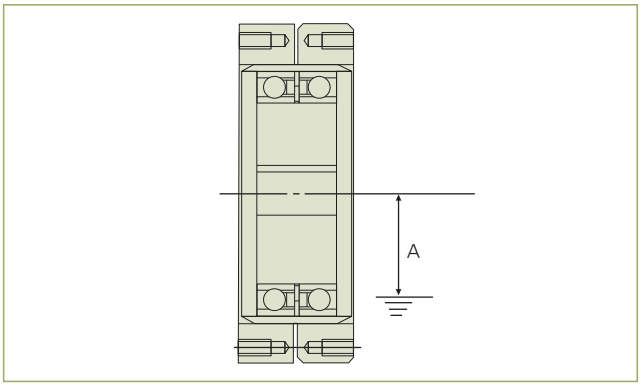
유면위치는 표 301-1의 값으로 하여 주십시오.

유면위치

표 301 -1

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

그림 301 -1



■ 그리스윤활

그리스윤활은 오일윤활의 경우와 달리 냉각효과를 기대할 수 없으므로 운전시간이 짧은 경우만 사용이 가능합니다.

●사용조건 : ED%…10% 이내, 연속운전 10분이내, 입력회전속도는 표 275-4의 회전속도 이하.

●추천그리스 : 「하모닉그리스® SK-1A」

(주) ED% 혹은 허용최대회전속도를 초과하여 사용하면 그리스가 열화하고 윤활성능을 내지 못하게 되어 감속기 수명을 단축시키는 결과를 가져옵니다.
충분히 주의하여 주시기 바랍니다. 또한, 유니트타입(FD-0)에는 그리스 봉입형(NIPPECO MP No.2 : 일본광유)도 있으므로 당사로 문의하여 주십시오.

MEMO