

# Harmonic Planetary<sup>®</sup>

## HPF 중공축유닛타입

사이즈

형번 : 25, 32

2  
종류

피크토크

형번 : 25 = 130Nm    형번 : 32 = 286Nm

감속비

1/11

소백래쉬

표준 : 3분이하

백래쉬의 시간경과에 따른 변화가 극소!  
박육탄성내치차의 채용, 각 부품경도의 향상으로 적은 백래쉬이면서 부드러운 구동이 가능하게 하는 상반된 과제를 고차원에서 달성하였습니다. 감속기 수명범위내에서 백래쉬의 변화는 거의 없습니다. [Permanent Precision], [Low Backlash for Life]와 세계 각국의 고객들로부터 높은 평가를 받고 있습니다.

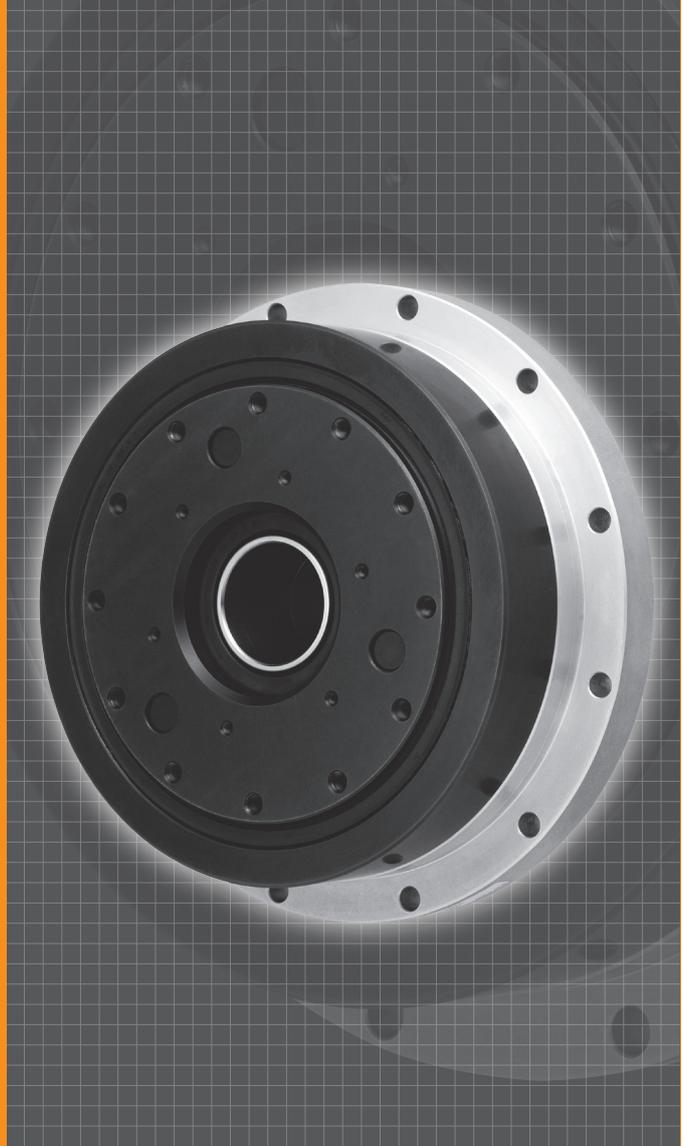
중공축내경

형번 : 25=Ø25mm    형번 : 32=Ø30mm

출력축 베어링의 고하중용량

전용으로 일체설계된 고성능크로스롤러베어링을 출력축에 채용하고 높은 하중용량(모멘트하중)과 동시에 높은 면흔들림경도도 실현하고 있습니다.

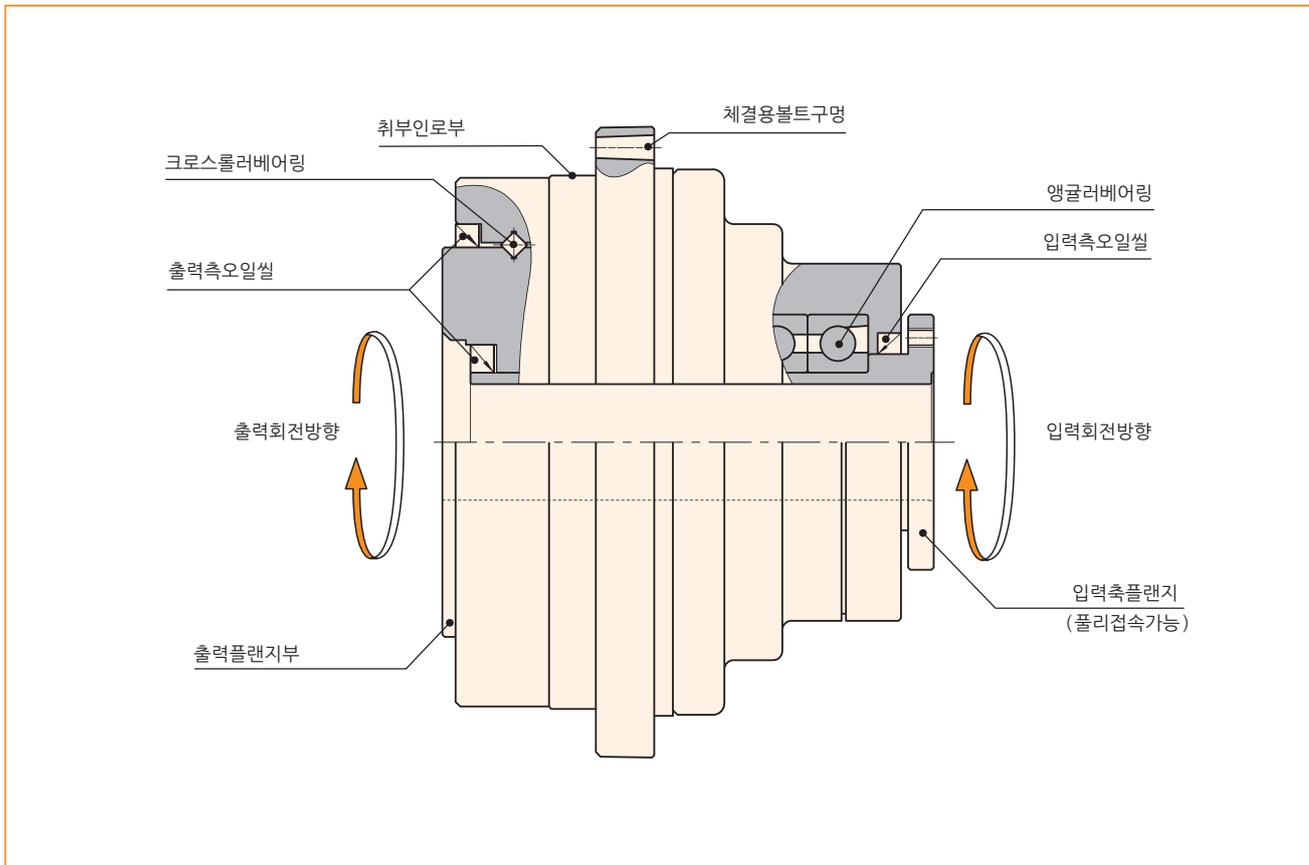
하모닉유성치차감속기를 기본으로 중공구조형유닛을 개발하였습니다. HPG시리즈의 우수한 성능 사양을 그대로 새로운 중공구조의 형상메리트를 확보하였습니다. 입출력축이 동축상에 관통되므로 강체를 컴팩트하게 설계하여 배관, 배선 및 레이저광을 통과시키거나 볼트나사와 조립하는 등의 고객의 다양한 요구에 대응가능합니다.



HPG시리즈(중공축유닛) Harmonic Planetary<sup>®</sup>  
 25, 32, 40

### 구조도

그림 125-1



## 형번의 선정

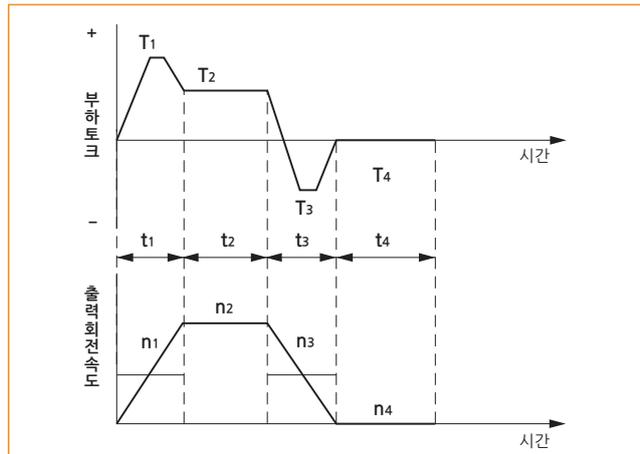
하모닉유성치차감속기 HPF시리즈의 우수한 성능을 충분히 발휘하기 위해서 사용조건을 확인과 플로차트를 참고로 형번선정을 해 주십시오.

일반적으로 서보시스템에 있어서 연속 일정부하의 상태는 거의 없습니다. 입력회전속도의 변동에 따라서 부하토크가 변화하고, 기동·정지시에는 비교적 큰 토크가 걸립니다. 또한 예상치 못한 충격토크가 걸릴 수도 있습니다. 이와 같은 사용 조건을 아래 그림으로 부하토크 패턴을 확인하고 오른쪽 플로차트에 근거해서 형번선정을 합니다. 크로스롤러베어링과 입력축베어링(입력축 타입에 한해)의 수명 및 정적안전계수의 확인도 함께 해 주십시오.

### ■ 부하토크 패턴확인

먼저 부하토크 패턴을 파악할 필요가 있습니다. 아래 그림의 각 사양을 확인해 주십시오.

그래프 126-1



#### 각 운전 패턴시의 조건을 구한다.

부하토크	$T_1 \sim T_n$ (Nm)
시간	$t_1 \sim t_n$ (sec)
출력회전속도	$n_1 \sim n_n$ (r/min)

#### <통상운전패턴>

기동시	$T_1, t_1, n_1$
정상운전시	$T_2, t_2, n_2$
정지(감속)시	$T_3, t_3, n_3$
휴지(休止)시	$T_4, t_4, n_4$

#### <최고회전속도>

출력 최고회전속도	$n_{O\max} \geq n_1 \sim n_n$
입력 최고회전속도 (모터에서 제한)	$n_{i\max} \geq n_1 \times R \sim n_n \times R$ R : 감속비

#### <충격토크>

충격토크 인가시	$T_s$
----------	-------

#### <요구수명>

$L_{10} = L(H)$

### ■ 형번선정 플로차트

형번선정은 다음의 플로차트에 따라서 해 주십시오.

한 항목이라도 정격표의 값을 초월하는 경우에는 한단계 위의 형번으로 재검토하거나, 부하토크 등의 조건의 저감을 검토해 주십시오.

부하토크 패턴에서 출력축에 걸리는 평균 부하토크를 산출 :  $T_{av}$  (Nm)

$$T_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{|n_1 \cdot t_1 \cdot |T_1|^{10/3} + |n_2 \cdot t_2 \cdot |T_2|^{10/3} + \dots + |n_n \cdot t_n \cdot |T_n|^{10/3}|}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

부하토크 패턴에서 출력 평균회전속도를 산출 :  $n_{Oav}$  (r/min)

$$n_{Oav} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

다음의 조건으로 형번을 가선정 한다.  
 $T_{av} \leq$  평균부하토크 (정격표 참조) ● NG

출력 최고회전속도 ( $n_{O\max}$ )와 입력 최고회전속도 ( $n_{i\max}$ )로부터 감속비(R)를 결정한다.  
 $\frac{n_{i\max}}{n_{O\max}} \geq R$   
( $n_{i\max}$ 는 모터에서 제한됩니다.)  
출력 최고회전속도 ( $n_{O\max}$ )와 감속비(R)로부터 입력 최고회전속도 ( $n_{i\max}$ )를 산출  
 $n_{i\max} = n_{O\max} \cdot R$  ● NG

출력평균회전속도 ( $n_{Oav}$ )와 감속비(R)로부터 입력평균회전속도 ( $n_{iav}$ )를 산출 :  $n_{iav} = n_{Oav} \cdot R \leq$  허용평균입력회전속도 (n) ● NG

입력최고회전속도가 정격표 이내의 값인지 확인한다.  
 $n_{i\max} \leq$  최고입력회전속도 (r/min) ● NG

$T_1, T_3$ 가 정격표의 기동·정지시 피크토크(Nm) 이내의 값인지 확인한다. ● NG

$T_5$ 가 정격표의 순시 최대토크(Nm) 이내의 값인지 확인한다. ● NG

수명시간을 산출하고 요구조건에 맞는지 확인한다.  
 $Tr$  : 정격출력토크  
 $nr$  : 허용평균입력회전속도  
$$L_{10} = 20,000 \cdot \left(\frac{Tr}{T_{av}}\right)^{10/3} \cdot \left(\frac{nr}{n_{iav}}\right) \text{ (시간)}$$
 ● NG

**형번의 결정**

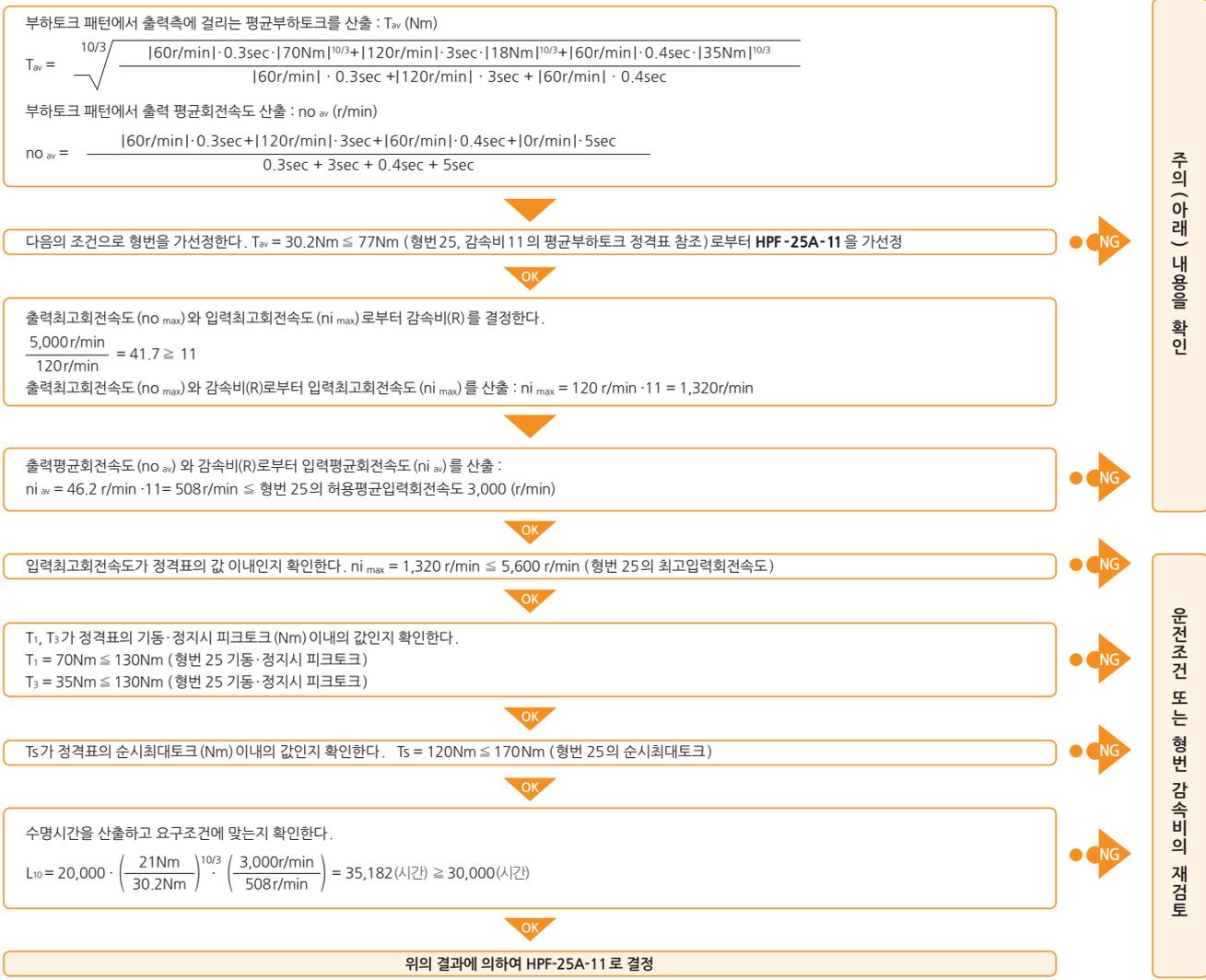
주의  
아래의 경우는 감속기의 온도 상승·가감속시의 진동 등의 영향 등을 확인바랍니다. 안전을 고려할 필요가 있을 경우는「감속기의 형번 UP」, 「운전조건 재검토」등의 검토를 바랍니다. 특히 연속 운전에 근접한 경우는 주의 바랍니다.  
평균부하토크( $T_{av}$ ) > 평균부하토크의 허용최대치  
입력평균회전속도를 산출 ( $n_{iav}$ ) > 허용평균입력회전속도 ( $nr$ )

주의 (아래) 사양에 확인

안전조건 또는 형번 감속비의 재검토

## ■ 형번 선정예

<b>각 부하토크 패턴 값</b>		<b>&lt;최고회전속도&gt;</b>
부하토크	$T_n$ (Nm)	출력최고회전속도 $no_{max} = 120r/min$
시간	$t_n$ (sec)	입력최고회전속도 $ni_{max} = 5,000r/min$ : 모터에서 제한
출력회전속도	$n_n$ (r/min)	
<b>&lt;통상운전패턴&gt;</b>		<b>&lt;충격토크&gt;</b>
기동시	$T_1 = 70Nm, t_1 = 0.3sec, n_1 = 60r/min$	충격토크 인가시 $T_s = 120Nm$
정상운전시	$T_2 = 18Nm, t_2 = 3sec, n_2 = 120r/min$	
정지(감속)시	$T_3 = 35Nm, t_3 = 0.4sec, n_3 = 60r/min$	<b>&lt;요구수명&gt;</b>
휴지(休止)시	$T_4 = 0Nm, t_4 = 5sec, n_4 = 0r/min$	$L_{10} = 30,000$ (시간)



## 성격표

HPF 시리즈 중공축유니트타입은 입력력 동축상에 중공축이 있는 유일한 저감속 1/11의 고정도감속유니트입니다.

표128-1

형번	감속비	정격토크*1	평균부하토크 허용최대치*2	기동·정지시 허용피크토크*3	순시허용 최대토크*4	허용평균입력 회전속도*5	허용최고입력 회전속도*6	관성모멘트 플랜지출력	질량 플랜지출력
		Nm	Nm	Nm	Nm	r/min	r/min	×10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>	kg
25	11	34	77	130	170	3000	5600	1.63	3.8
32	11	71	162	286	450	3000	4800	3.84	7.2

- \*1 허용평균입력회전속도의 경우, 수명 20,000시간이 되는 토크
- \*2 부하토크패턴에서 계산한 평균부하토크의 허용최대값으로 입력회전속도 2000r/min으로 운전한 경우에 수명이 2000시간 이상을 목표로 합니다.
- \*3 운전사이클 중에서 기동정지시에 걸리는 허용최대토크.
- \*4 비상정지시의 충격토크 및 외부로의 충격토크의 허용최대값이 토크를 초과할 경우 감속기가 파손될 우려가 있습니다.
- \*5 허용평균입력회전속도는 감속기의 발열에 따른 온도상승을 제한하기 위해 설정합니다.  
고객용 준비 감속기 취부부품 (단체)의 방열조건 및 주위온도에 따른 온도상승치는 상이하나, 감속기의 표면온도 70도를 상한 기준으로 사용하여 주십시오.  
특히 형번 32는 발열에 따른 온도상승치를 충분히 고려하여 필요에 따라 냉각하거나 평균입력회전속도를 내려서 운전패턴을 설정하여 주십시오.
- \*6 연속운전이 아닌 조건에서의 허용최고입력회전속도

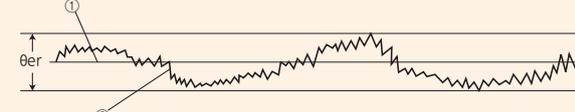
## 성능표

표128-2

형번	감속비	각도전달정도*1		반복위치결정정도*2		기동토크*3		증속기동토크*4		무부하러닝토크*5	
		arc min	×10 <sup>-4</sup> rad	arc sec	arc sec	cNm	kgfcm	Nm	kgfm	cNm	kgfcm
25	11	4	11.6	±15	±15	59	6.0	6.5	0.66	78	8.0
32	11	4	11.6	±15	±15	75	7.7	8.3	0.85	105	10.7

- \*1 각도전달정도는 임의의 회전각을 입력으로 주었을 때 ①이론상 회전하는 출력의 회전각도 ②실제로 회전한 출력의 회전각도의 차이로 나타냅니다.  
또한 표의 값은 최대값을 나타냅니다.

그림 128-1

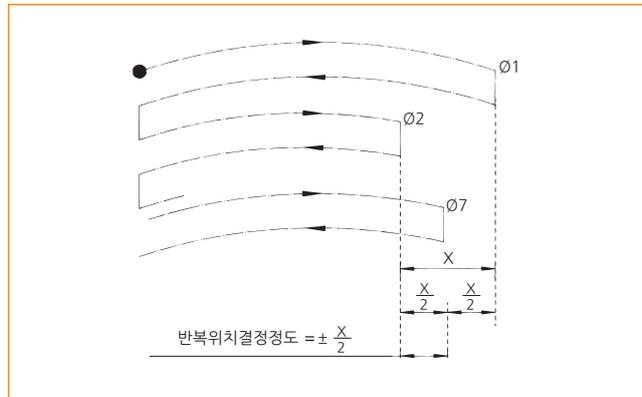


$\theta_{er}$  : 각도전달정도  
 $\theta_1$  : 입력회전각도  
 $\theta_2$  : 실제의 출력회전각도  
 $R$  : HPF 시리즈의 감속비

$$\theta_{er} = \theta_2 - \frac{\theta_1}{R}$$

- \*2 반복위치결정정도는 임의의 위치에 같은 방향으로 위치결정을 7회 반복하여 출력축의 정지 위치를 측정해서 최대차를 구합니다. 측정값은 각도로 나타내고 표시는 최대치의 1/2에 ±를 붙여서 표시합니다. 또한 표의 값은 최대값을 나타냅니다.

그림 128-2



- \*3 기동토크는 입력축에 토크를 가했을 때 출력축이 회전을 시작하는 순간의 「기동개시토크」를 말합니다. 표의 값은 최대값을 나타냅니다.

표128-3

부하	무부하
HPF 감속기 표면온도	25℃

- \*4 증속기동토크는 출력축에 토크를 가했을 때 입력축이 회전하기 시작하는 순간의 「기동개시토크」를 말합니다. 표의 값은 최대값을 나타냅니다.

표128-4

부하	무부하
HPF 감속기 표면온도	25℃

- \*5 무부하러닝토크는 무부하 상태에서 감속기를 회전시키기 위해 필요한 입력축의 토크를 말합니다. 표의 값은 평균값을 나타냅니다.

표128-5

입력회전속도	3000r/min
부하	무부하
HPF 감속기 표면온도	25℃

# 토크-비틀림특성

## ■ 중공축유니타입 표준품

표129-1

형번	감속비	백래쉬		T <sub>R</sub> ×0.15 경우의 한쪽비틀림량		비틀림강성	
		D		A/B			
		arc min	×10 <sup>-4</sup> rad	arc min	×10 <sup>-4</sup> rad	kgfm/arc min	×100Nm/rad
25	11	3.0	8.7	2.0	5.8	1.7	570
32	11	3.0	8.7	1.7	4.9	3.5	1173

## ■ 비틀림강성 (와인드업커브)

감속기의 입력 및 케이싱을 고정하고 출력부에 토크를 가하면 출력부에는 토크에 대응하는 비틀림이 발생합니다. ①정회전정격출력토크→②제로→③역회전정격출력토크→④제로→⑤정회전정격출력토크와 같은 순서로 서서히 토크값을 변화해주면 그림 129-1 [토크-비틀림각선도]와 같은 ①→②→③→④→⑤(①로돌아감)의 선도를 그립니다.

「0.15X 정격출력토크」에서 「정격출력토크」의 영역에서의 기울기는 작으며 HPF시리즈의 비틀림 강성값은 이 기울기의 평균값입니다. 「제로토크」에서 「0.15X 정격출력토크」영역의 기울기는 크고 이것은 치의 맞물림부의 미소한 치우침이나 경부하시에 유성치차의 하중분배 불균형 등에 의해 발생합니다.

## ■ 총비틀림량 (와인드업)의 구하는 방법

감속기의 무부하상태로부터 부하를 걸었을 때의 한 방향의 총 비틀림량을 구하는 방법 (평균값)을 아래와 같이 나타냅니다.

식 129-1

### ● 계산식

$$\theta = D + \frac{T - T_L}{A/B}$$

계산식의 기호

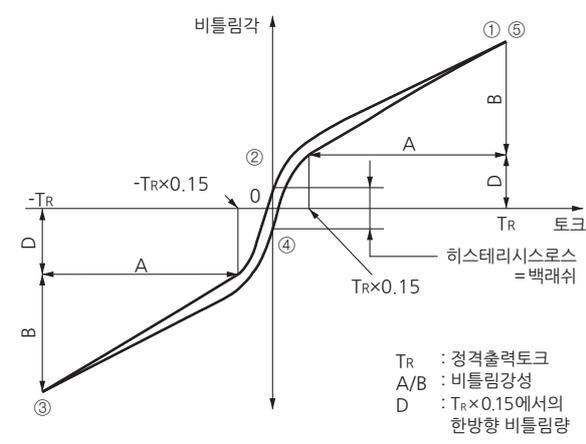
θ	총비틀림량	—
D	정격출력토크×0.15 토크로 한방향 비틀림량	그림 129-1, 표 129-1~2 참조
T	부하토크	—
T <sub>L</sub>	정격출력토크×0.15 토크 (T <sub>R</sub> ×0.15)	그림 129-1 참조
A / B	비틀림강성	그림 129-1, 표 129-1~2 참조

## ■ 백래쉬 (히스테리시스로스)

그림 129-1 「토크-비틀림각선도」의 제로토크부 폭④를 히스테리시스로스라고 부릅니다. 「정회전정격출력토크」에서 「역회전정격출력토크」시의 히스테리시스로스를 HPF시리즈의 백래쉬로 정의합니다. HPF시리즈의 백래쉬는 초기출하시에 3분이하 (특주품 1분이하)입니다.

그림 129-1

토크-비틀림각선도



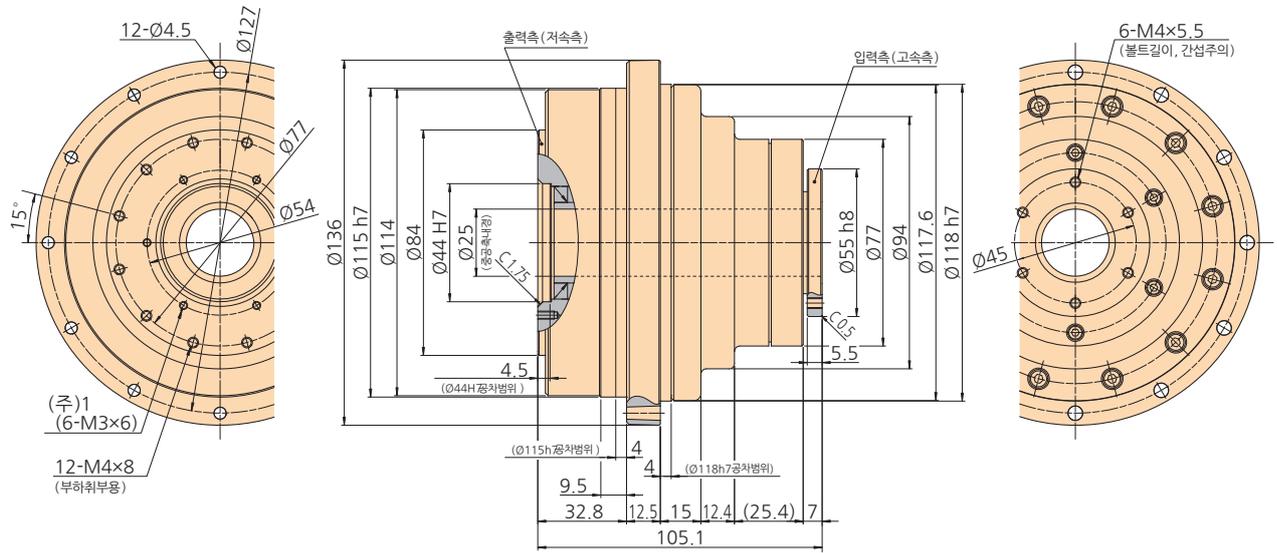
## 외형치수도

이 치수도는 중요치수가 기재되어 있습니다. 치수 및 형상의 상세한 내용은 당사 발행의 납입사양도를 확인하여 주십시오.  
이 제품의 CAD 데이터는 당사 홈페이지에서 다운로드 가능합니다. URL : <http://www.shds.co.kr/>

### ■ 외형치수도 - 형번 25

그림 130-1

(단위 : mm)



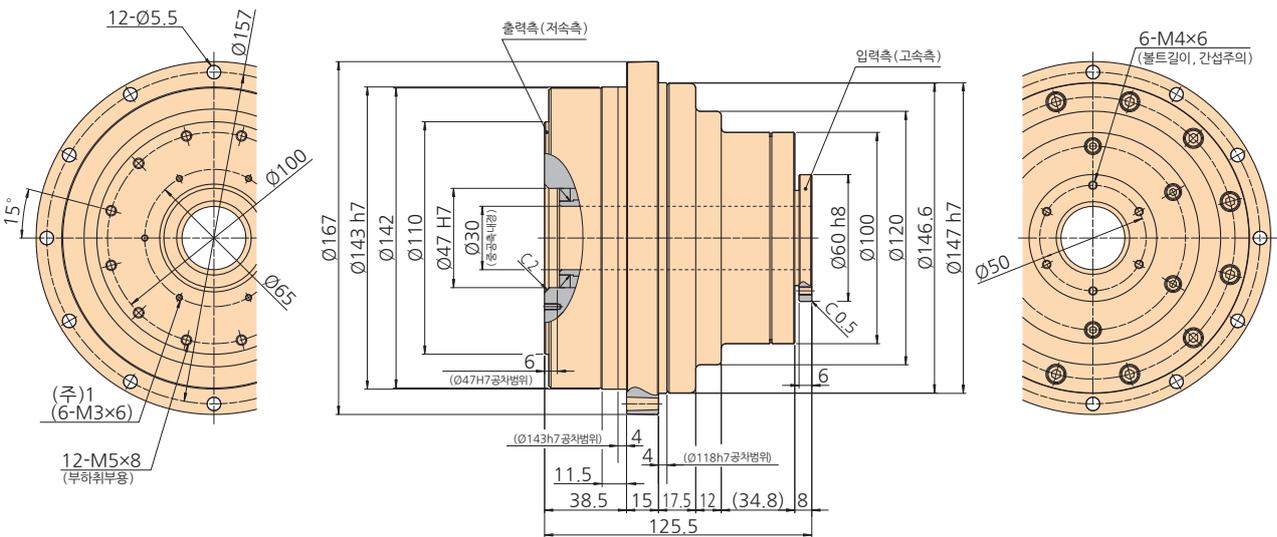
(주) 1 : 중공축내경부는 입력축과 동시에 회전합니다. 출력축에서 입력축으로 내경슬리브를 설치하는 경우에 사용하여 주십시오. (부하취부용은 불가)

※ 부품의 제조방법 (주조품, 기계가공품)에 따라 공차는 다릅니다. 공차표기없는 치수의 공차에 대해서 필요한 경우는 문의해 주십시오.

### ■ 외형치수도 - 형번 32

그림 130-2

(단위 : mm)



(주) 1 : 중공축내경부는 입력축과 동시에 회전합니다. 출력축에서 입력축으로 내경슬리브를 설치하는 경우에 사용하여 주십시오. (부하취부용은 불가)

※ 부품의 제조방법 (주조품, 기계가공품)에 따라 공차는 다릅니다. 공차표기없는 치수의 공차에 대해서 필요한 경우는 문의해 주십시오.