



볼스플라인

THK 종합 카탈로그

볼스플라인

THK 종합 카탈로그

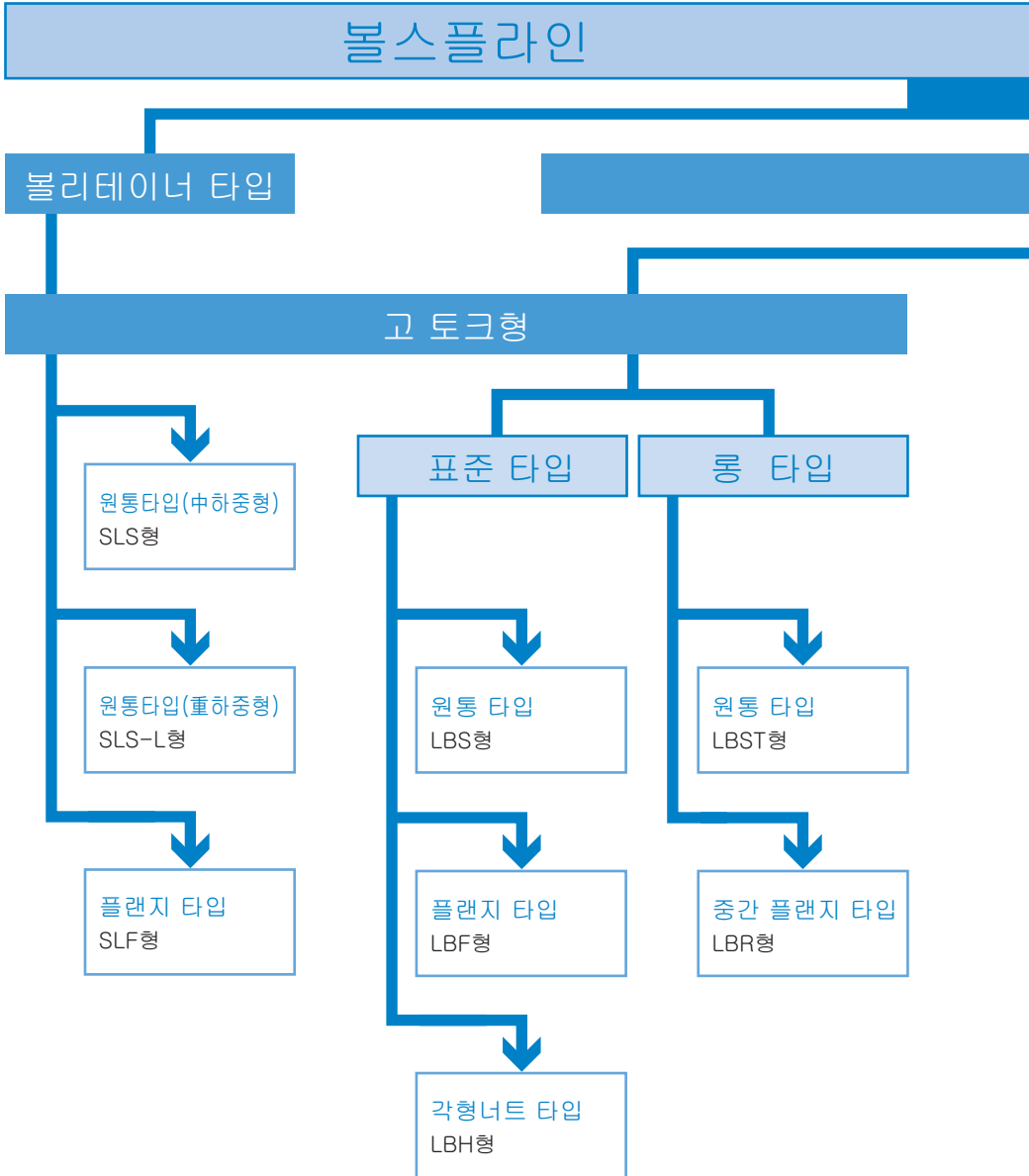
A 제품해설

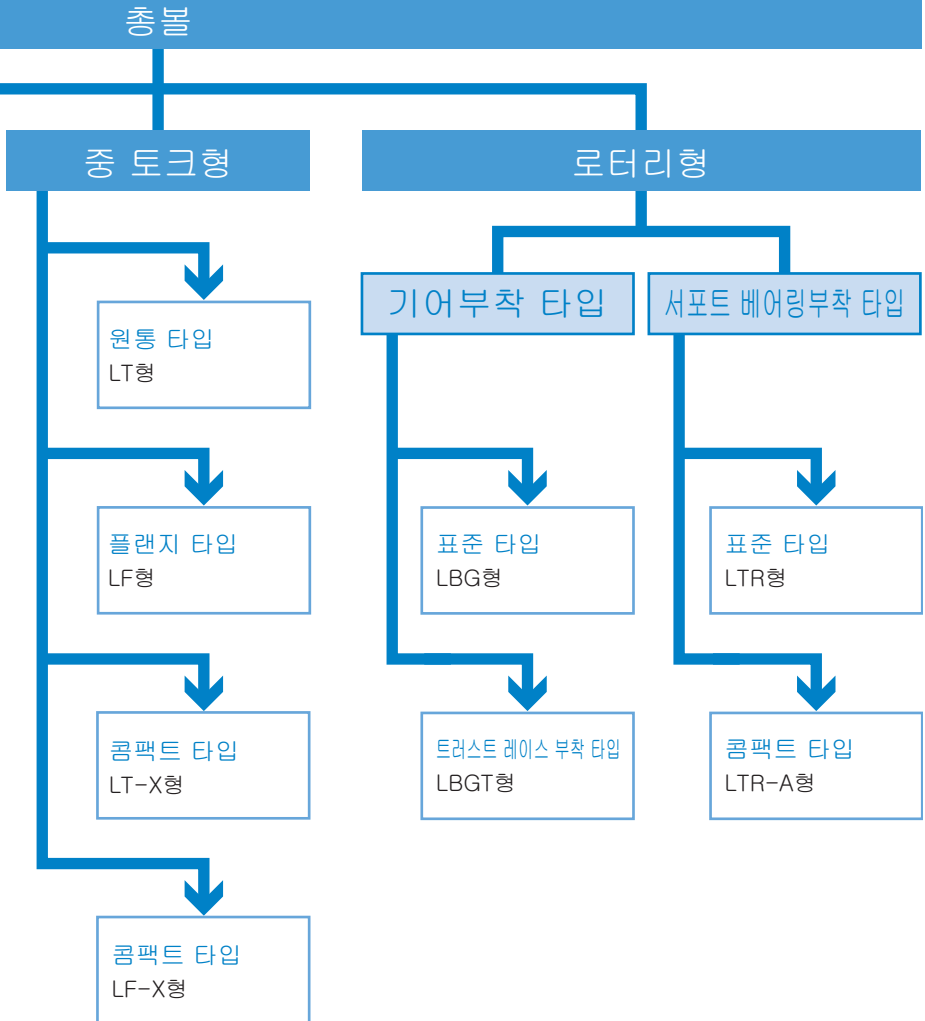
볼스플라인의 분류.....	A3-4	· 하우징 내경공차.....	A3-79
선정 포인트	A3-6	치수도, 치수표	
볼스플라인의 선정 플로우 차트.....	A3-6	LT형.....	A3-80
· 볼스플라인 선정순서.....	A3-6	LF형.....	A3-82
· 형식의 선정.....	A3-8	LT-X형.....	A3-84
· 스플라인 축 강도검토.....	A3-12	LF-X형.....	A3-86
· 수명 예측.....	A3-20	축단권장형상 LT형 지지용.....	A3-88
예압의 선정.....	A3-30	· 스플라인 축.....	A3-89
· 회전방향 클리어런스.....	A3-30	· 부속부품.....	A3-93
· 예압과 강성.....	A3-30	로터리 볼스플라인	
· 사용조건과 예압의 선정 기준.....	A3-31	기어 부착 타입 LBG형, LBG트형	A3-94
정도결정.....	A3-34	· 구조와 특징.....	A3-95
· 정도등급.....	A3-34	· 종류와 특징.....	A3-96
· 정도규격.....	A3-35	· 하우징 내경공차.....	A3-97
리테이너 고토크형 볼스플라인		치수도, 치수표	
SLS형, SLS-L형, SLF형	A3-38	LBG형.....	A3-98
· 구조와 특징.....	A3-39	LBG트형.....	A3-100
· 종류와 특징.....	A3-42	· 스플라인 축.....	A3-102
· 하우징 내경공차.....	A3-43	로터리 볼스플라인	
치수도, 치수표		서포트 베어링 장착 타입 LTR형, LTR-A형	A3-106
SLS형.....	A3-44	· 구조와 특징.....	A3-107
SLF형.....	A3-46	· 종류와 특징.....	A3-108
· 스플라인 축.....	A3-48	· 하우징 내경공차.....	A3-109
· 부속부품.....	A3-50	치수도, 치수표	
고 토크형 볼스플라인		LTR-A형 콤팩트 타입.....	A3-110
LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형	A3-52	LTR형.....	A3-112
· 구조와 특징.....	A3-53	· 스플라인 축.....	A3-114
· 용도.....	A3-54	· 로터리 볼스플라인의 허용회전수.....	A3-116
· 종류와 특징.....	A3-55	정도별 최대 제작 길이.....	A3-117
· 하우징 내경공차.....	A3-57	설계의 포인트	A3-119
치수도, 치수표		스플라인 축단 형상에 대한 확인 리스트.....	A3-119
LBS형(중하중형).....	A3-58	하우징 내경공차.....	A3-120
LBST형(중하중형).....	A3-62	스플라인 너트 키홈과 장착 구멍의 위치.....	A3-120
LBF형(중하중형).....	A3-64	읍션	A3-122
LBR형.....	A3-66	운할.....	A3-122
LBH형.....	A3-68	재질, 표면처리.....	A3-122
축단권장형상 LBS형 지지용.....	A3-70	방진.....	A3-122
· 스플라인 축.....	A3-71	· 자바라의 사양서.....	A3-123
· 부속부품.....	A3-74	호칭형번	A3-124
중 토크형 볼스플라인		· 호칭형번의 구성예.....	A3-124
LT형, LF형, LT-X형, LF-X형	A3-76	취급상의 주의사항	A3-125
· 구조와 특징.....	A3-77		
· 종류와 특징.....	A3-78		

B 기술해설 (별권)

특징과 분류	B3-4
볼스플라인의 특징.....	B3-4
• 구조와 특징.....	B3-4
볼스플라인의 분류.....	B3-6
선정 포인트	B3-8
볼스플라인의 선정 플로우 차트.....	B3-8
• 볼스플라인 선정순서.....	B3-8
• 형식의 선정.....	B3-10
• 스플라인 축 강도검토.....	B3-14
• 수명.....	B3-19
• 수명계산 예.....	B3-25
장착 순서와 메인テナンス	B3-31
볼스플라인 장착.....	B3-31
• 스플라인 장착.....	B3-31
• 스플라인 너트의 조립.....	B3-33
• 스플라인 축의 조립.....	B3-33
윤활.....	B3-34
옵션	B3-35
재질, 표면처리.....	B3-35
방진.....	B3-35
호칭형번	B3-36
• 호칭형번의 구성예.....	B3-36
취급상의 주의사항	B3-37

볼스플라인의 분류

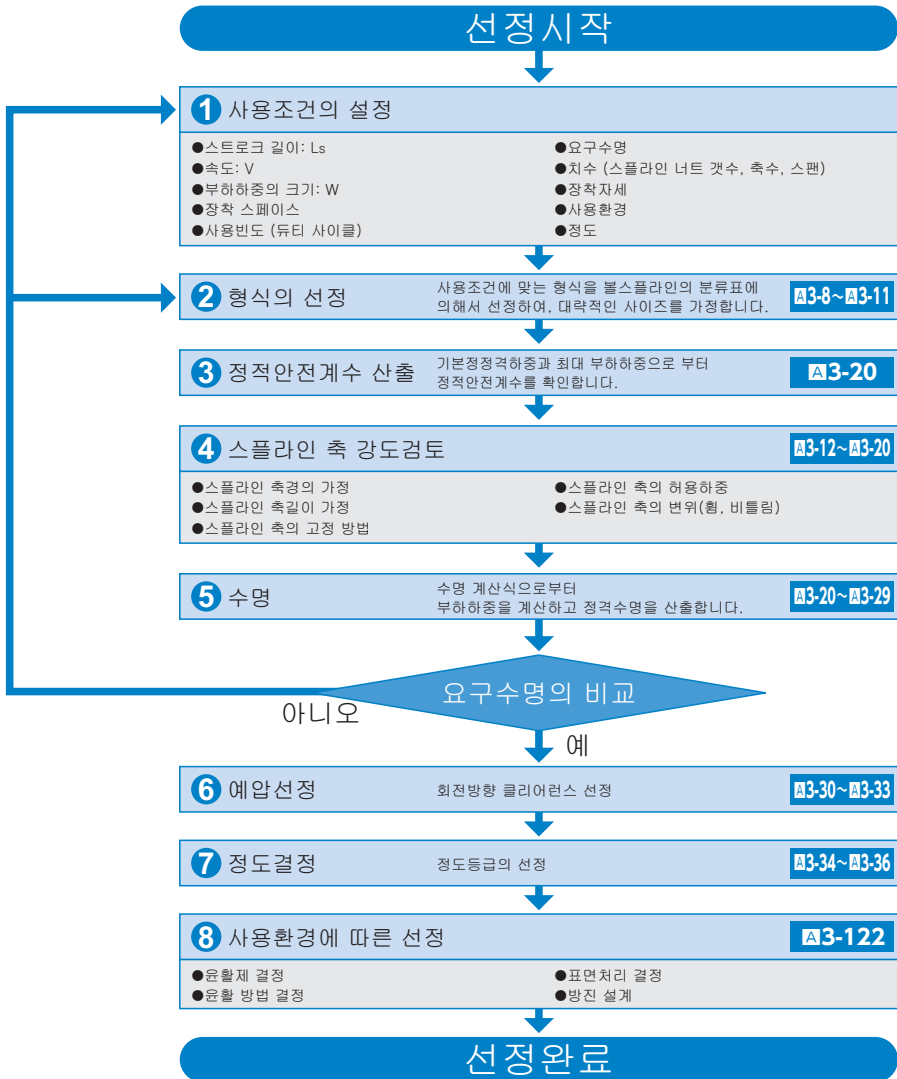




볼스플라인의 선정 플로우 차트

볼스플라인 선정순서

다음은 볼스플라인을 선정하기 위한 선정 플로우 차트입니다.

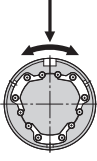
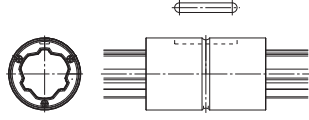
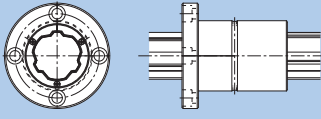

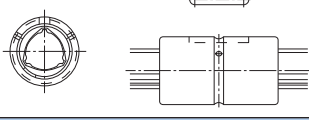
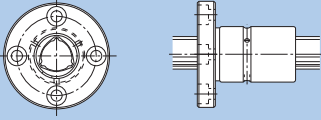
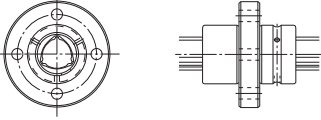
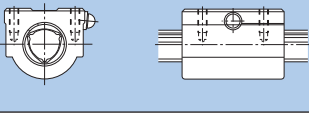


선정 포인트

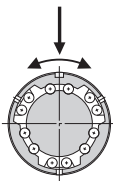
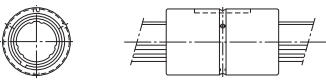
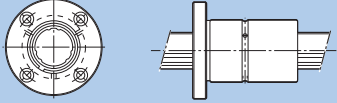
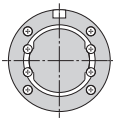
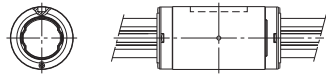
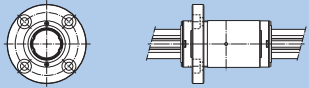
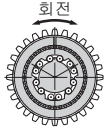
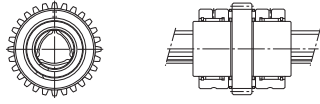

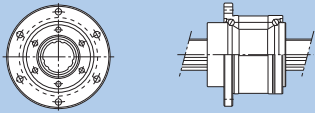
볼스플라인의 선정 플로우 차트

형식의 선정

볼스플라인은 고 토크형, 중 토크형, 로터리형의 3종류가 있고, 목적에 따라 타입의 선정이 가능합니다. 또 각각의 타입에는 장착이나 사용목적에 따라 선정할 수 있도록 풍부한 스플라인 너트 형태가 준비되어 있습니다.

분류		형식	형상	축경
리 테 이 너		SLS형 SLS-L형		호칭 축경 25~100mm
		SLF형		호칭 축경 25~100mm
고 토크 형		LBS형 LBST형		호칭 축경 6 ~ 150mm
		LBF형		호칭 축경 15 ~ 100mm
		LBR형		호칭 축경 15 ~ 100mm
		LBH형		호칭 축경 15 ~ 50mm

치수표	구조와 특징	주요 용도
A3-44	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인축의 형상을 원형에 가깝게하여 종래의 고토크형 스플라인축에 비해 비틀림강성·굽힘 강성이 대폭 향상 되었습니다. ● 볼리테이너 채용에 따라 정렬순환운동을 보유하고 고속대응이 가능하여 장치의 고토크화가 가능합니다. ● 볼리테이너 채용에 따라, 볼 간의 충돌과 상호마찰이 없고, 저소음, 호음질, 저발진을 실현하였습니다. ● 볼리테이너의 채용에 따라 그리스 보유능력이 대폭향상되어 장기메인テナンス 프리를 실현하였습니다. ● 볼리테이너와 순순환방식의 채용에 따라 작은 구름변동으로 안정되고 부드러운 움직임이 실현하였습니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 산업용 로봇의 지주와 암 ● 자동 로더 ● 반송기기 ● 자동 반송장치 ● 타이어 성형기 ● 스폿 용접기의 스피들 ● 고속 자동 코팅기기의 가이드 축 ● 리벳팅 머신 ● 권선기 ● 방전가공기의 워크 헤드 ● 연삭기의 스피들 구동축 ● 각종 변속장치 ● 정밀 인덱스축
A3-46	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리없이 예압을 줄 수가 있습니다. ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	
A3-58	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리없이 예압을 줄 수가 있습니다. ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	
A3-64	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리없이 예압을 줄 수가 있습니다. ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	
A3-66	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리없이 예압을 줄 수가 있습니다. ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	
A3-68	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리없이 예압을 줄 수가 있습니다. ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	

분류	형식	형상	추경	
베어링		LT형		호칭 축경 4 ~ 100mm
		LF형		호칭 축경 6 ~ 50mm
		LT-X형		호칭 축경 4 ~ 30mm
		LF-X형		호칭 축경 4 ~ 30mm
부터리		LBG형 LBGT형		호칭 축경 20 ~ 85mm
		LTR-A형 LTR형		호칭 축경 8 ~ 60mm

선정 포인트

형식의 선정

치수표	구조와 특징	주요 용도	
A3-80 A3-82	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 2~3개소의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 4~6조의 볼열이 배치되어 있고, 무리없이 예압을 줄 수 있습니다. ● 접촉각(20°)이 있어 적당한 예압을 줌으로써, 앵글러 래쉬가 없어 우수한 토크, 모멘트 강성을 얻을 수 있습니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 다이세트 축과 같이 종하중을 받으며 직선운동을 하는 곳 ● 로딩장치와 같이 정위치에서 각도 회전을 시키는 곳 ● 자동가스 용접기 스프링과 같이 1축으로 회전방지를 필요로 하는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 산업용 로봇의 지주와 암 ● 스폿 용접기 ● 리벳팅 머신 ● 제분기 ● 자동 충전기 ● XY 리코더 ● 자동 연사기 ● 광학측정기
A3-84	<ul style="list-style-type: none"> ● LT-X형의 스플라인 외통은 외경과 길이 치수가 리니어부쉬(LM형)과 동일하기 때문에 리니어부쉬와 호환이 가능합니다. 		
A3-86	<ul style="list-style-type: none"> ● LF-X형의 스플라인 외통은 외경과 길이 치수가 리니어 부쉬(LMF형)와 동일하기 때문에 리니어 부쉬와 호환이 가능합니다. 		
A3-98	<ul style="list-style-type: none"> ● LBS형과 동일 접촉구조를 가지고 있고, 스플라인 너트 플랜지 외주부에 기어를 가공하여, 스플라인 너트 외경부에 레이디얼 및 트러스트 니들 베어링이 콤팩트하게 조합된 유니트 타입입니다. 		
A3-110	<ul style="list-style-type: none"> ● LT형 볼스플라인의 너트 외경에 앵글러 콘택트 타입의 볼 전동면을 가공하여 서포트 베어링을 구성한 경량, 콤팩트 타입입니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 스칼라 로봇의 Z축 ● 권선기 	

스플라인 축 강도검토

볼스플라인의 스플라인 축은 레이디얼 하중과 토크를 받을 수 있는 복합축입니다. 하중과 토크가 큰 경우, 스플라인 축 강도를 고려할 필요가 있습니다.

【굽힘을 받는 스플라인 축】

볼스플라인의 스플라인 축에 굽힘하중이 작용하는 경우, 다음 식에 의해 최적의 스플라인 축경을 구할 수 있습니다.

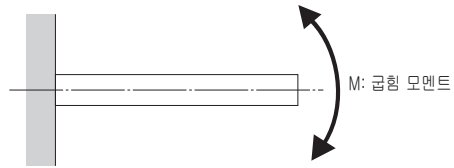
$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{및} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots(1)$$

M : 스플라인 축에 작용하는 최대 굽힘모멘트 (N·mm)

σ : 스플라인 축의 허용 굽힘 응력 (98N/mm²)

Z : 스플라인 축의 단면계수 (mm³)

(A3-17표3, A3-18표4, A3-19표5, A3-20표6참조)



[참고] 단면 계수(원)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Z : 단면계수 (mm³)

d : 축 외경 (mm)

【비틀림을 받는 스플라인 축】

볼스플라인의 스플라인 축에 비틀림 하중이 작용하는 경우, (2)식에 의해 스플라인 축경을 구할 수 있습니다.

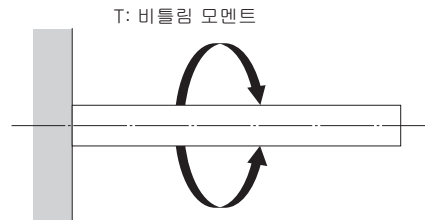
$$T = \tau_a \cdot Z_p \quad \text{및} \quad Z_p = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots(2)$$

T : 최대 비틀림 모멘트 (N·mm)

τ_a : 스플라인 축의 허용 비틀림 응력 (49N/mm²)

Z_p : 스플라인 축의 극단면계수 (mm³)

(A3-17표3, A3-18표4, A3-19표5, A3-20표6참조)



[참고] 극단면계수(원)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Z_p : 극단면계수 (mm³)

d : 축 외경 (mm)

【비틀림과 굽힘을 동시에 받는 경우】

볼스플라인의 스플라인 축에 굽힘하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 경우, 상당 굽힘 모멘트(M)와 상당 비틀림 모멘트(T_e)를 고려하여 각각 스플라인 축의 크기를 계산하여 그 중 큰 쪽의 값을 취합니다.

상당 굽힘 모멘트

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots(3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

상당 비틀림 모멘트

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots(4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

【스플라인 축의 강성】

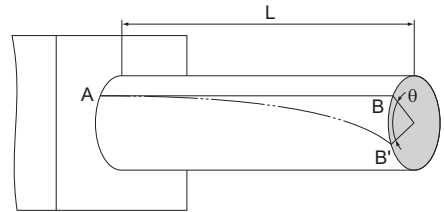
스플라인 축의 강성은 스플라인 축의 길이 1m에 대한 비틀림각으로서 나타내고 1°/4 정도로 제한합니다.

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots(5)$$

$$\text{축 강성} = \frac{\text{비틀림각}}{\text{단위 길이}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

θ	: 비틀림각	(°)
L	: 스플라인 축 길이	(mm)
G	: 횡탄성계수	(7.9×10 ⁴ N/mm ²)
ℓ	: 단위 길이	(1000mm)
I _p	: 극단면 2차 모멘트	(mm ⁴)

(**A3-17**표3, **A3-18**표4, **A3-19**표5, **A3-20**표6참조)



【스플라인 축의 변위량과 변위각】

볼스플라인의 스플라인 축의 변위량과 변위각은 각각의 조건에 맞는 계산식을 이용하여 산출할 필요가 있습니다. 표1과 표2에 각각의 조건에 따른 계산식을 나타내었습니다.

A 3-17 표 3, **A 3-18** 표 4, **A 3-19** 표 5, **A 3-20** 표 6에 스플라인축의 단면 계수 (Z), 단면2차 모멘트(I)를 나타냅니다. 표 중의 Z, I를 이용하면 일반적인 볼스플라인의 각 형변의 강도 및 변위량(처짐량)을 구하실 수 있습니다.

표1 변위량과 변위각 계산식

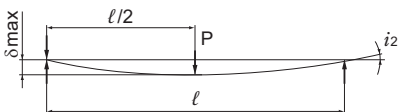
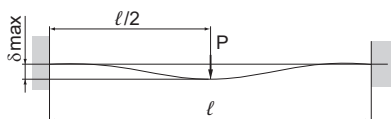
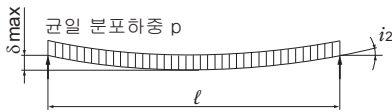
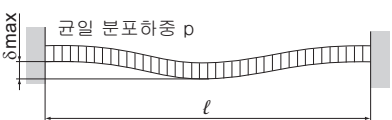
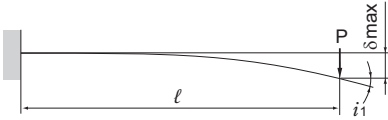
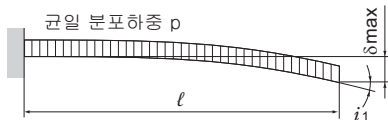
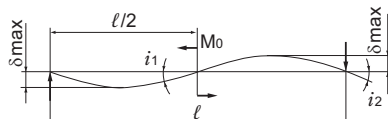
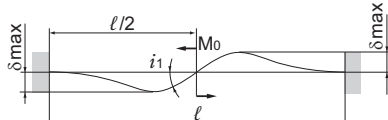
지지 방법	사용조건	변위량 계산식	변위각 계산식
양단자유		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$
양단고정		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
양단자유		$\delta_{\max} = \frac{5pl^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{pl^3}{24EI}$
양단고정		$\delta_{\max} = \frac{pl^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

표2 변위량과 변위각 계산식

지지 방법	사용조건	변위량 계산식	변위각 계산식
한 쪽 단고정		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
한 쪽 단고정		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{p\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
양 단자유		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0\ell}{24EI}$
양 단고정		$\delta_{\max} = \frac{M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$

 δ_{\max} : 최대 변위량(mm) M_0 : 모멘트(N·mm) ℓ : 간격 (mm)I: 단면2차 모멘트(mm⁴) i_1 : 하중 작용점에 대한 변위각 i_2 : 지지점에 대한 변위각

P: 집중하중(N)

p: 등분포하중(N/mm)

E: 종탄성계수 2.06×10^5 (N/mm²)

【스플라인 축의 위험속도】

볼스플라인축을 회전시켜 동력전달용으로 사용하는 경우, 스플라인 축의 회전수가 높으면 스플라인 축의 고유진동수에 근접하여 공진을 일으켜 운동 불능이 될 수 있습니다. 최고 회전수는 위험속도 이하로 하여 공진이 발생하지 않도록 합니다.

위험속도는(6)식에 의해 구합니다.

(안전계수로 0.8을 곱합니다.)

공진점을 넘어 사용하는 경우와, 공진점 부근에서 사용하는 경우는 스플라인 축경을 재검토 해야합니다.

● 위험속도

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot l_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 \quad \dots(6)$$

N_c : 위험속도 (min⁻¹)

l_b : 장착간 거리 (mm)

E : 영률 (2.06×10⁵ N/mm²)

I : 축의 최소 단면2차 모멘트 (mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{소경} \quad (\text{mm})$$

(A3-24표10, 표11, 표12, 표13참조)

γ : 밀도(비중) (7.85×10⁻⁸kg/mm³)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{소경} \quad (\text{mm})$$

(A3-24표10, 표11, 표12, 표13참조)

A : 스플라인 축 단면적 (mm²)

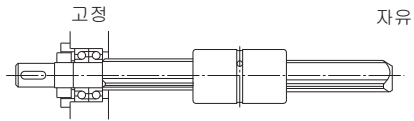
λ : 장착 방법에 따른 계수

(1)고정 - 자유 $\lambda=1.875$

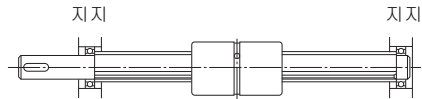
(2)지지 - 지지 $\lambda=3.142$

(3)고정 - 지지 $\lambda=3.927$

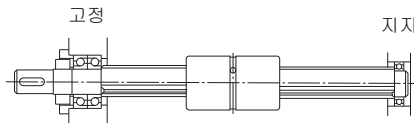
(4)고정 - 고정 $\lambda=4.73$



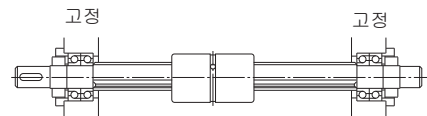
고정-자유



지지-지지



고정-지지



고정-고정

【스플라인 축의 단면특성】

● 볼스플라인 SLS형, SLS-L형, SLF형 용 스플라인 축의 단면특성

표 3 SLS형, SLS-L형, SLF형용 스플라인 축의 단면특성

호칭 축경		I: 단면2차 모멘트 mm ⁴	Z: 단면계수 mm ³	I _r : 극단면 2차 모멘트 mm ⁴	Z _r : 극단면계수 mm ³
25	중실축	1.61×10 ⁴	1.29×10 ³	3.22×10 ⁴	2.57×10 ³
	중공축	1.51×10 ⁴	1.20×10 ³	3.01×10 ⁴	2.41×10 ³
30	중실축	3.33×10 ⁴	2.22×10 ³	6.65×10 ⁴	4.43×10 ³
	중공축	3.00×10 ⁴	2.00×10 ³	6.01×10 ⁴	4.00×10 ³
40	중실축	1.09×10 ⁵	5.47×10 ³	2.19×10 ⁵	1.09×10 ⁴
	중공축	9.79×10 ⁴	4.90×10 ³	1.96×10 ⁵	9.79×10 ³
50	중실축	2.71×10 ⁵	1.08×10 ⁴	5.41×10 ⁵	2.17×10 ⁴
	중공축	2.51×10 ⁵	1.01×10 ⁴	5.03×10 ⁵	2.01×10 ⁴
60	중실축	5.83×10 ⁵	1.94×10 ⁴	1.17×10 ⁶	3.89×10 ⁴
	중공축	5.32×10 ⁵	1.77×10 ⁴	1.06×10 ⁶	3.54×10 ⁴
70	중실축	1.06×10 ⁶	3.02×10 ⁴	2.11×10 ⁶	6.04×10 ⁴
80	중실축	1.82×10 ⁶	4.55×10 ⁴	3.64×10 ⁶	9.10×10 ⁴
	중공축	1.45×10 ⁶	3.62×10 ⁴	2.90×10 ⁶	7.24×10 ⁴
100	중실축	4.50×10 ⁶	9.00×10 ⁴	9.00×10 ⁶	1.80×10 ⁵
	중공축	3.48×10 ⁶	6.96×10 ⁴	6.96×10 ⁶	1.36×10 ⁵

주) 중공 스플라인 축의 구멍형상은 **A3-48**을 참조하십시오.

● 볼스플라인 LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LBG형, LBGT형용 스플라인 축의 단면특성

표4 LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LBG형, LBGT형용 스플라인 축의 단면특성

호칭축경		I: 단면2차 모멘트 mm ⁴	Z: 단면계수 mm ³	I _p : 극단면2차 모멘트 mm ⁴	Z _p : 극단면계수 mm ³
6	중실축	50.6	17.8	1.03×10 ²	36.2
8	중실축	1.64×10 ²	42.9	3.35×10 ²	87.8
10	중실축	3.32×10 ²	73.0	6.80×10 ²	1.50×10 ³
15	중실축	1.27×10 ³	2.00×10 ²	2.55×10 ³	4.03×10 ²
20	중실축	3.82×10 ³	4.58×10 ²	7.72×10 ³	9.26×10 ²
	중공축	3.79×10 ³	4.56×10 ²	7.59×10 ³	9.11×10 ²
25	중실축	9.62×10 ³	9.14×10 ²	1.94×10 ⁴	1.85×10 ³
	중공축	9.50×10 ³	9.05×10 ²	1.90×10 ⁴	1.81×10 ³
30	중실축	1.87×10 ⁴	1.50×10 ³	3.77×10 ⁴	3.04×10 ³
	중공축	1.78×10 ⁴	1.44×10 ³	3.57×10 ⁴	2.88×10 ³
40	중실축	6.17×10 ⁴	3.69×10 ³	1.25×10 ⁵	7.46×10 ³
	중공축	5.71×10 ⁴	3.42×10 ³	1.14×10 ⁵	6.84×10 ³
50	중실축	1.49×10 ⁵	7.15×10 ³	3.01×10 ⁵	1.45×10 ⁴
	중공축	1.34×10 ⁵	6.46×10 ³	2.69×10 ⁵	1.29×10 ⁴
60	중실축	3.17×10 ⁵	1.26×10 ⁴	6.33×10 ⁵	2.53×10 ⁴
	중공축	2.77×10 ⁵	1.11×10 ⁴	5.54×10 ⁵	2.21×10 ⁴
70	중실축	5.77×10 ⁵	1.97×10 ⁴	1.16×10 ⁶	3.99×10 ⁴
	중공축	5.07×10 ⁵	1.74×10 ⁴	1.01×10 ⁶	3.49×10 ⁴
85	중실축	1.33×10 ⁶	3.69×10 ⁴	2.62×10 ⁶	7.32×10 ⁴
	중공축	1.11×10 ⁶	3.10×10 ⁴	2.22×10 ⁶	6.20×10 ⁴
100	중실축	2.69×10 ⁶	6.25×10 ⁴	5.33×10 ⁶	1.25×10 ⁵
	중공축	2.18×10 ⁶	5.10×10 ⁴	4.37×10 ⁶	1.02×10 ⁵
120	중실축	5.95×10 ⁶	1.13×10 ⁵	1.18×10 ⁷	2.26×10 ⁵
	중공축	5.28×10 ⁶	1.01×10 ⁵	1.06×10 ⁷	2.02×10 ⁵
150	중실축	1.61×10 ⁷	2.40×10 ⁵	3.20×10 ⁷	4.76×10 ⁵
	중공축	1.40×10 ⁷	2.08×10 ⁵	2.79×10 ⁷	4.16×10 ⁵

주) 중공 스플라인 축의 구멍형상은 **A3-71**, **A3-102**를 참조하십시오.

● 볼스플라인 LT형, LF형, LTR형, LTR-A형용 스플라인 축의 단면특성

표5 LT형, LF형, LTR형, LTR-A형용 스플라인 축의 단면특성

호칭축경		I: 단면2차 모멘트 mm ⁴	Z: 단면계수 mm ³	I _z : 극단면2차 모멘트 mm ⁴	Z _p : 극단면계수 mm ³	
4	중실축	11.39	5.84	22.78	11.68	
5	중실축	27.88	11.43	55.76	22.85	
6	중실축	57.80	19.7	1.19×10 ²	40.50	
	중공축 K 타입	55.87	18.9	1.16×10 ²	39.20	
8	중실축	1.86×10 ²	47.4	3.81×10 ²	96.60	
	중공축 K 타입	1.81×10 ²	46.0	3.74×10 ²	94.60	
10	중실축	4.54×10 ²	92.6	9.32×10 ²	1.89×10 ²	
	중공축 K 타입	4.41×10 ²	89.5	9.09×10 ²	1.84×10 ²	
13	중실축	1.32×10 ³	2.09×10 ²	2.70×10 ³	4.19×10 ²	
	중공축 K 타입	1.29×10 ³	2.00×10 ²	2.63×10 ³	4.09×10 ²	
16	중실축	3.09×10 ³	3.90×10 ²	6.18×10 ³	7.80×10 ²	
	중공축	K 타입	2.97×10 ³	3.75×10 ²	5.95×10 ³	7.51×10 ²
		N 타입	2.37×10 ³	2.99×10 ²	4.74×10 ³	5.99×10 ²
20	중실축	7.61×10 ³	7.67×10 ²	1.52×10 ⁴	1.53×10 ³	
	중공축	K 타입	7.12×10 ³	7.18×10 ²	1.42×10 ⁴	1.43×10 ³
		N 타입	5.72×10 ³	5.77×10 ²	1.14×10 ⁴	1.15×10 ³
25	중실축	1.86×10 ⁴	1.50×10 ³	3.71×10 ⁴	2.99×10 ³	
	중공축	K 타입	1.75×10 ⁴	1.41×10 ³	3.51×10 ⁴	2.83×10 ³
		N 타입	1.34×10 ⁴	1.08×10 ³	2.68×10 ⁴	2.16×10 ³
30	중실축	3.86×10 ⁴	2.59×10 ³	7.71×10 ⁴	5.18×10 ³	
	중공축	K 타입	3.53×10 ⁴	2.37×10 ³	7.07×10 ⁴	4.74×10 ³
		N 타입	2.90×10 ⁴	1.95×10 ³	5.80×10 ⁴	3.89×10 ³
32	중실축	5.01×10 ⁴	3.15×10 ³	9.90×10 ⁴	6.27×10 ³	
	중공축	K 타입	4.50×10 ⁴	2.83×10 ³	8.87×10 ⁴	5.61×10 ³
		N 타입	3.64×10 ⁴	2.29×10 ³	7.15×10 ⁴	4.53×10 ³
40	중실축	1.22×10 ⁵	6.14×10 ³	2.40×10 ⁵	1.21×10 ⁴	
	중공축	K 타입	1.10×10 ⁵	5.55×10 ³	2.17×10 ⁵	1.10×10 ⁴
		N 타입	8.70×10 ⁴	4.39×10 ³	1.71×10 ⁵	8.64×10 ³
50	중실축	2.97×10 ⁵	1.20×10 ⁴	5.94×10 ⁵	2.40×10 ⁴	
	중공축	K 타입	2.78×10 ⁵	1.12×10 ⁴	5.56×10 ⁵	2.24×10 ⁴
		N 타입	2.14×10 ⁵	8.63×10 ³	4.29×10 ⁵	1.73×10 ⁴
60	중실축	6.16×10 ⁵	2.07×10 ⁴	1.23×10 ⁶	4.14×10 ⁴	
	중공축 K 타입	5.56×10 ⁵	1.90×10 ⁴	1.13×10 ⁶	3.79×10 ⁴	
80	중실축	1.95×10 ⁶	4.91×10 ⁴	3.90×10 ⁶	9.82×10 ⁴	
	중공축 K 타입	1.58×10 ⁶	3.97×10 ⁴	3.15×10 ⁶	7.95×10 ⁴	
100	중실축	4.78×10 ⁶	9.62×10 ⁴	9.56×10 ⁶	1.92×10 ⁵	
	중공축 K 타입	3.76×10 ⁶	7.57×10 ⁴	7.52×10 ⁶	1.51×10 ⁵	

주) 중공 스플라인 축의 구멍형상에 대해서는,

중공축 K타입 : **A3-90**, **A3-114**을 참조하십시오.

중공축 N타입 : **A3-90**, **A3-114**을 참조하십시오.

● 볼스플라인 LT-X형, LF-X형의 스플라인 축의 단면특성

표6 LT-X형, LF-X형의 스플라인 축의 단면 특성

호칭축경		I: 단면2차 모멘트 mm ⁴	Z: 단면계수 mm ³	I _p : 극단면2차 모멘트 mm ⁴	Z _p : 극단면계수 mm ³
4	중실축	11.2	5.7	23.2	11.8
5	중실축	27.7	11.3	57.2	23.3
6	중실축	57.7	19.6	119.1	40.4
8	중실축	175.6	45	366.2	93.9
10	중실축	422.3	86.5	896.9	183.8
	K 타입	409.7	84	871.7	178.6
13	중실축	1215.3	191.3	2574.6	405.3
	K 타입	1184.6	186.5	2513.2	395.6
16	중실축	2734.3	350.8	5844.5	749.7
	K 타입	2616.4	335.6	5608.8	719.5
	N 타입	2015.6	258.6	4407.2	565.4
20	중실축	7043.9	716.5	14731.7	1498.5
	K 타입	6553	666.6	13749.9	1398.7
	N 타입	5158.1	524.7	10960.2	1114.9
25	중실축	17268.2	1404.2	36067.4	2932.9
	K 타입	16250.3	1321.4	34031.6	2767.4
	N 타입	12115.2	985.2	25761.4	2094.8
30	중실축	36115.8	2444.1	75160	5086.3
	K 타입	32898.8	2226.4	68726.1	4650.9
	N 타입	26569.7	1798	56067.4	3794.2

수명 예측

[정적안전계수]

볼 스플라인에 작용하는 하중을 산출할 경우에는 수명 계산에 필요한 평균 하중과 정적안전계수 산출에 필요한 최대 하중을 파악해야 합니다.

특히 기동/정지가 빈번한 경우나 충격 하중이 작용할 경우에는, 오버행 하중에 의한 모멘트나 토크가 크게 작용하는 경우가 있습니다. 형번 선정 시에는 해당되는 최대 하중(정지/동작 시에 관계 없이)에 대한 적합 여부를 확인해야 합니다. 아래의 표는 정적안전계수의 기준치를 나타낸 것입니다.

$$f_s = \frac{f_r \cdot f_c \cdot C_o}{P_{max}}$$

- f_s : 정적안전계수
 C_o : 기본정정격하중* (N)
 P_{max} : 최대 부하 하중 (N)
 f_r : 온도계수 (A3-23 그림1 참조)
 f_c : 접촉계수 (A3-23 표8 참조)

* 기본 정정격하중이란 최대 응력을 받고 있는 접촉부에서 볼의 영구 변형량과 전동 축의 영구 변형량의 합이 볼 직경의 0.0001배가 되는 방향과 크기가 일정한 정지 하중을 말합니다.

표7 정적안전계수의 기준치 (f_s)

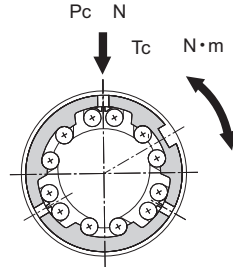
사용 기계	하중 조건	기준치의 하한
일반산업기계	진동이나 충격이 없을 때	3.0~6.0
	진동이나 충격이 있을 때	4.0~7.0
	복합 하중이며 진동 및 충격이 작용할 경우	5.0~8.0

* 정적안전계수의 기준값은 사용 환경, 윤활 상태, 장착부의 정도나 강성 등의 사용 조건에 따라 달라질 수 있습니다.

【정격수명】

볼스플라인의 수명은 동일하게 제작된 제품을 동일 운전조건으로 사용하여도 큰 차이를 나타냅니다. 이 때문에, 볼스플라인의 수명을 구하는 기준으로서 다음과 같이 정의된 정격수명을 사용합니다.

정격수명이라는 것은 1군의 동일 볼스플라인을 동일 조건으로 각각 운동시켰을 때 그 중 90%가 플레이킹(금속표면이 비늘 형태로 벗겨지는 현상)을 일으키지 않고 도달가능한 총 주행거리를 말합니다.



【정격수명의 산출】

볼스플라인은 토크를 부하하면서 운동하는 경우와 레이디얼 하중을 부하하면서 운동하는 경우 및 모멘트하중을 부하한 경우로 나눌수 있고, 정격수명은 (7)~(12)식으로 각각 구할 수 있습니다. (각 부하방향의 기본정격하중은 각 형번의 치수표에 기재되어 있습니다.)

● 정격수명의 산출

THK에서 볼 스피라인은 50km 정격 수명으로 정의하고 있으며, 정격 수명(L_{10})은 기본 동정격 하중(C)과 볼 스피라인에 부하되는 하중(P_c)을 이용하여 다음 식으로 구할 수 있습니다.

- 토크 부하의 경우

$$L_{10} = \left(\frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \dots\dots(7)$$

L_{10} : 정격수명 (km)

C_T : 기본동정격토크 (N·m)

C : 기본동정격하중 (N)

- 레이디얼 하중 부하의 경우

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \dots\dots(8)$$

T_c : 계산 부하 토크 (N·m)

P_c : 계산 레이디얼 하중 (N)

* 스트로크 길이가 볼 스피라인 너트 길이의 2배 이하인 경우에는 위의 정격 수명식이 적용되지 않을 가능성이 있습니다.

정격 수명(L_{10}) 비교 시에는 기본 동정격 하중을 50km, 100km 중 어느 쪽으로 정의하고 있는지를 고려해야 하며, 필요에 따라 ISO 14728-1에 기초하여 기본 동정격 하중을 환산합니다.

ISO에서 규정된 기본 동정격 하중의 환산식:

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.26}$$

C_{50} : 정격 수명이 50km가 되는 기본 동정격 하중

C_{100} : 정격 수명이 100km가 되는 기본 동정격 하중

● 사용 조건을 고려한 정격 수명의 산출

실제 사용 시에는 가동 중에 진동이나 충격을 동반하는 경우가 많기 때문에 볼 스플라인에 대한 작용 하중의 변동이 예상되므로 정확히 파악하는 것은 쉽지 않습니다. 또한 사용 환경 온도, 너트를 밀착에 가까운 상태로 사용하는 경우도 수명에 큰 영향을 미칩니다. 이러한 조건을 고려하면 다음 식 (9) 및 (10)을 통해 사용 조건을 고려한 정격 수명(L_{10m})을 산출할 수 있습니다.

● 사용 조건을 고려한 계수 α

$$\alpha = \frac{f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 사용 조건을 고려한 계수

f_T : 온도계수 (A3-23의 그림1을 참조)

f_C : 접촉계수 (A3-23의 표8을 참조)

f_W : 하중계수 (A3-23의 표9을 참조)

● 사용 조건을 고려한 정격 수명 L_{10m}

• 토크 부하의 경우

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C_T}{T_C} \right)^3 \times 50 \dots\dots(9)$$

L_{10m} : 사용 조건을 고려한 정격 수명 (km)

C_T : 기본동정격토크 (N·m)

C : 기본동정격하중 (N)

T_C : 계산 부하 토크 (N·m)

• 레이디얼 하중 부하의 경우

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_C} \right)^3 \times 50 \dots\dots(10)$$

P_C : 계산 레이디얼 하중 (N)

● 토크와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

토크 하중과 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우, 아래의 식(11)을 사용해서 등가 레이디얼 하중을 얻어 정격수명을 산출합니다.

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_C \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos\alpha} \dots\dots(11)$$

P_E : 등가 레이디얼 하중 (N)

$\cos\alpha$: 접촉각 i =부하율수

$$\left(\begin{array}{ll} \text{LBS형 } \alpha=45^\circ & i=2(\text{LBS10 이하}) \\ & i=3(\text{LBS15 이상}) \\ \text{LT형 } \alpha=70^\circ & i=2(\text{LT13 이하}) \\ & i=3(\text{LT16 이상}) \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{SLS형 } \alpha=40^\circ & i=3 \\ \text{LT-X형 } \alpha=65^\circ & i=2 \end{array} \right)$$

dp : 볼중심경 (mm)

(A3-24표10, 표11, 표12, 표13참조)

● 스플라인 너트 1개 또는 2개가 밀착사용으로 모멘트를 부하받는 경우

아래의 식(12)을 이용해서 등가레이디얼 하중을 구해 정격수명을 산출합니다.

$$P_u = K \cdot M \dots\dots(12)$$

P_u : 등가 레이디얼 하중 (N)

(모멘트 부하에 의한)

K : 등가 계수(참조 A3-27표14, A3-28표15, A3-29표16, 표17)

M : 부하 모멘트 (N·mm)

단 M은 정적 허용 모멘트 이내로 합니다.

● 모멘트와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

레이디얼 하중과 등가 레이디얼 하중의 합으로부터 정격수명을 산출합니다.

● 수명시간 산출

위의 식으로부터 정격수명(L_{10})이 구해지면, 스트로크 길이와 분당왕복횟수가 일정한 경우, 식(13)을 사용해서 수명 시간을 얻을 수 있습니다.

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^3}{2 \times l_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots\dots (13)$$

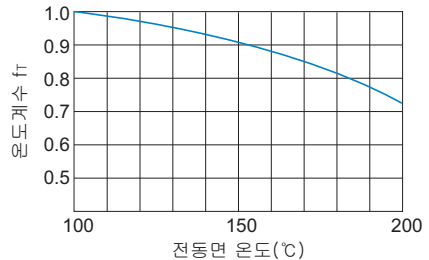
L_h : 수명 시간 (h)
 l_s : 스트로크 길이 (m)
 n_1 : 분당왕복횟수 (min^{-1})

■ f_t : 온도계수

볼스플라인을 사용하는 주위 온도가 100°C 를 넘는 고온의 경우에는 고온에 따른 악영향을 고려하여 그림1의 온도계수를 곱합니다.

또, 볼스플라인도 고온 대응의 제품으로 할 필요가 있으므로, 주의하시기 바랍니다.

주) 주위 온도가 80°C 를 넘는 경우에는 썬, 리테이너의 재질을 고온사양으로 변경하실 필요가 있습니다.



■ f_c : 접촉계수

직선안내를 하는 스플라인 너트를 밀착상태에서 사용할 경우에는 모멘트나 장착정도가 영향을 미쳐 균일한 하중분포를 얻기가 어렵기 때문에, 복수의 스플라인 너트를 사용하는 경우에는 표8의 접촉계수를 기본정격하중 (C), (C_0)에 곱해 주시기 바랍니다.

주) 대형장치에 불균일한 하중분포가 예상되는 경우에는 표8의 접촉계수를 고려하여 주시기 바랍니다.

표8 접촉계수 (f_c)

밀착 시 스플라인 너트의 수	접촉계수 f_c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
통상 사용	1

■ f_w : 하중계수

일반적으로 왕복운동하는 기계는 운전중에 진동이나 충격이 동반하는 경우가 많고, 특히 고속 운전시에 발생하는 진동이나 상시 반복되는 기동 정지시의 충격 등 모든 것을 정확하게 구한다는 것은 대단히 어렵습니다. 따라서, 실제로 볼스플라인에 작용하는 하중이 구해지지 않는 경우나 속도 진동의 영향이 큰 경우는 경험적으로 얻어진 표9의 하중계수를 기본동정격하중(C)에 나누어 주시기 바랍니다.

표9 하중계수 (f_w)

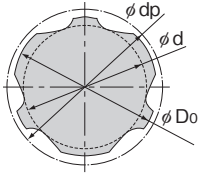
진동/충격	속도(V)	f_w
미	미속의 경우 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1 ~ 1.2
소	저속의 경우 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2 ~ 1.5
중	중속의 경우 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5 ~ 2
대	고속의 경우 $V > 2\text{m/s}$	2 ~ 3.5

【스플라인 축의 단면 형상】

● SLS형, SLS-L형, SLF형 용 스플라인축

표10 단면 형상

단위:mm



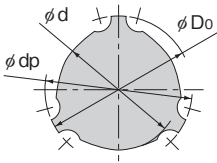
호칭 축경	25	30	40	50	60	70	80	100
소경 ϕd	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0
대경 ϕD_o h7	25	30	40	50	60	70	80	100
볼중심경 ϕdp	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 치수로 합니다.

● LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LBG형, LBGT형용 스플라인축

표11 단면 형상

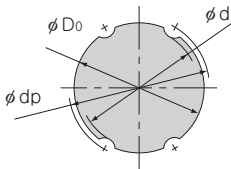
단위:mm



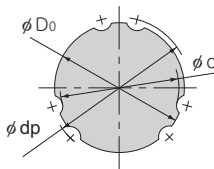
호칭축경	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
소경 ϕd	11.7	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
외경 ϕD_o	14.5	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
볼중심경 ϕdp	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 치수로 합니다.

● LT형, LF형, LTR형, LTR-A형용 스플라인축



호칭축경: 13 mm 이하



호칭축경: 16 mm 이상

표12 단면 형상

단위:mm

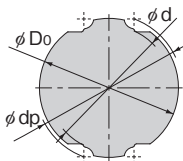
호칭축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
소경 ϕd	3.5	4.5	5	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	30	37.5	46.5	56.5	75.5	95
대경 ϕD_o h7	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
외경허용차	0 -0.012		0 -0.015		0 -0.018		0 -0.021		0 -0.025		0 -0.03		0 -0.035		0 -0.035	
볼중심경 ϕdp	4.6	5.7	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	35.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 치수로 합니다.

● LT-X형, LF-X형용 스플라인축

표13 단면 형상

단위:mm



호칭축경	4X	5X	6X	8X	10X	13X	16X	20X	25X	30X
소경 ϕd	3.6	4.5	5.4	7	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
외경 ϕD_o	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
볼중심경 ϕdp	4.4	5.5	6.6	8.6	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6

【평균하중의 산출】

공업용 로봇의 암과 같이 전진시에는 위크를 잡고 운동하고 후퇴시에는 암의 자중만 작용하는 경우 혹은 공작기계와 같이 스플라인 너트에 걸리는 하중이 주행중에 여러가지 조건에 따라서 변동할 때는 이 변동하중 조건을 포함하여 수명계산을 할 필요가 있습니다.

평균하중 (P_m)이란, 스플라인 너트에 걸리는 하중이 주행중에 여러가지 조건에 따라서 변동할 때 이 변동하중 조건에 따른 수명과 동일한 수명이 되는 일정하중을 말합니다. 기본식을 아래에 나타내었습니다.

다음은 기본 방정식입니다.

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

P_m : 평균하중 (N)

P_n : 변동하중 (N)

L : 총 주행거리 (mm)

L_n : P_n 하에서 이동한 거리 (mm)

● 단계적으로 변하는 경우

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots (14)$$

P_m : 평균하중 (N)

P_n : 변동하중 (N)

L : 총 주행거리 (m)

L_n : 하중 P_n 하에서 이동한 거리 (m)

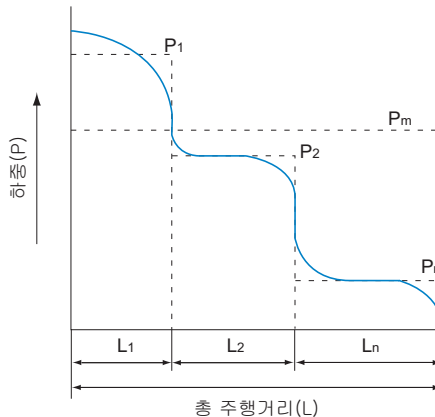


그림2

● 단조롭게 변화하는 경우

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (15)$$

P_{\min} : 최소하중 (N)

P_{\max} : 최대가중 (N)

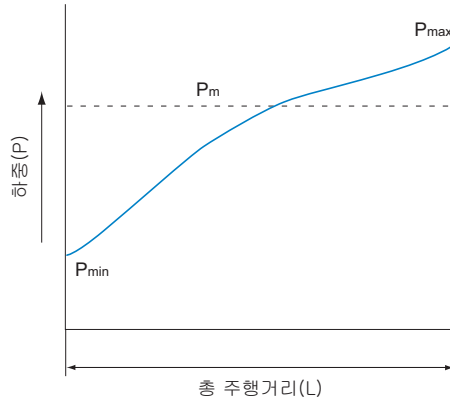


그림3

● 정현 곡선적으로 변화하는 경우

(a) $P_m \doteq 0.65P_{\max} \dots\dots\dots(16)$

(b) $P_m \doteq 0.75P_{\max} \dots\dots\dots(17)$

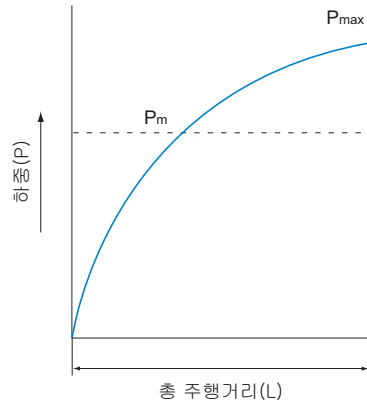
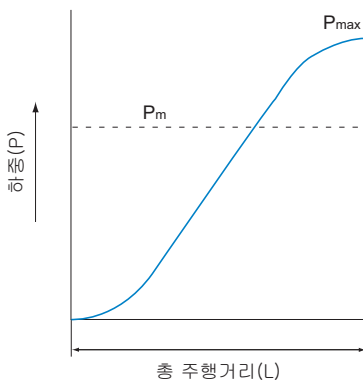


그림4

【등가계수】

모멘트 부하시 등가레이디얼 하중 산출계수를 각 형번마다 **A 3-27** 표 14, **A 3-28** 표 15, **A 3-29** 표 16, 표 17 에 나타 냅니다.

● 볼스플라인 SLS/SLF형의 등가계수표

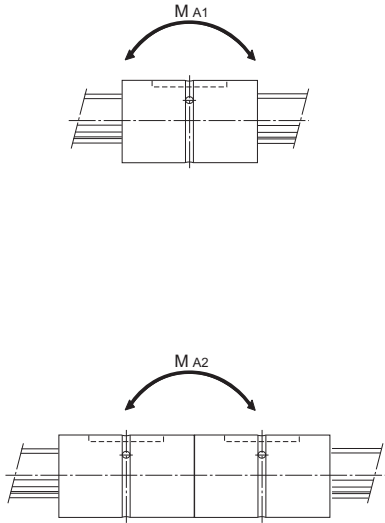


표 14

호칭형번	등가계수: K	
	스플라인 너트 1개	스플라인 너트 2개 밀착
SLS/SLF 25	0.187	0.003
SLS 25L	0.148	0.027
SLS/SLF 30	0.153	0.027
SLS 30L	0.129	0.024
SLS/SLF 40	0.114	0.021
SLS 40L	0.102	0.019
SLS/SLF 50	0.109	0.018
SLS 50L	0.091	0.017
SLS/SLF 60	0.080	0.015
SLS 60L	0.072	0.014
SLS/SLF 70	0.101	0.016
SLS 70L	0.076	0.014
SLS/SLF 80	0.083	0.013
SLS 80L	0.072	0.012
SLS/SLF 100	0.068	0.011
SLS 100L	0.056	0.010

● 볼스플라인 LBS형의 등가계수표

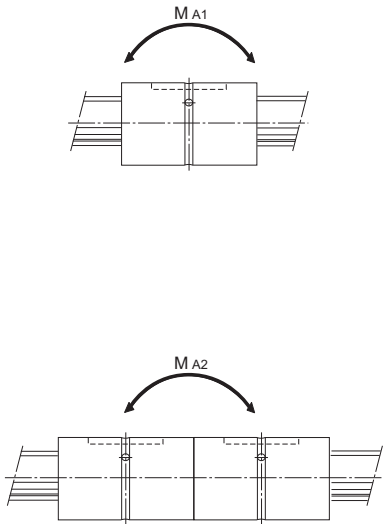


표 15

호칭형번	등가계수: K	
	스플라인 너트 1개	스플라인 너트 2개 밀착
LBS 6	0.61	0.074
LBS 8	0.46	0.060
LBS 10	0.54	0.049
LBS 15	0.22	0.039
LBS 20	0.24	0.03
LBST 20	0.17	0.027
LBS 25	0.19	0.026
LBST 25	0.14	0.023
LBS 30	0.16	0.022
LBST 30	0.12	0.02
LBS 40	0.12	0.017
LBST 40	0.1	0.016
LBS 50	0.11	0.015
LBST 50	0.09	0.014
LBST 60	0.08	0.013
LBS 70	0.1	0.013
LBST 70	0.08	0.012
LBS 85	0.08	0.011
LBST 85	0.07	0.01
LBS 100	0.08	0.009
LBST 100	0.06	0.009
LBST 120	0.05	0.008
LBST 150	0.045	0.006

주1) LBF형의 등가계수 K는 LBS형과 동일.

주2) LBR형, LBG형, LBGТ형, LBH형의 등가계수 K는 LBST형과 동일.

그렇지만, LBF60형은 LBST60형과 동일.

LBH15형은 LBS15형과 동일.

● 볼스플라인 LT형의 등가계수표

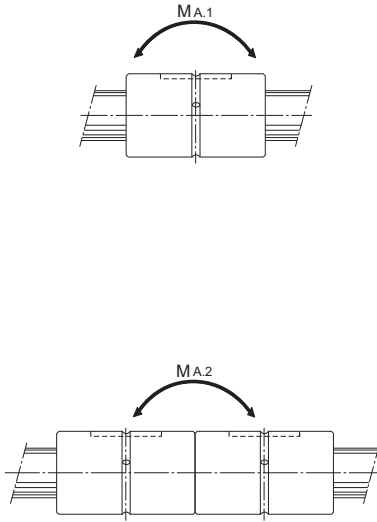


표 16

호칭형번	등가계수: K	
	스플라인 너트 1개	스플라인 너트 2개 밀착
LT 4	0.65	0.096
LT 5	0.55	0.076
LT 6	0.47	0.06
LT 8	0.47	0.058
LT 10	0.31	0.045
LT 13	0.3	0.042
LT 16	0.19	0.032
LT 20	0.16	0.026
LT 25	0.13	0.023
LT 30	0.12	0.02
LT 40	0.088	0.016
LT 50	0.071	0.013
LT 60	0.07	0.011
LT 80	0.062	0.009
LT100	0.057	0.008

주) LF형, LTR형, LTR-A형의 등가계수K는 LT형과 동일
단, LTR32형은 LT30형과 동일

● 볼스플라인 LT-X형의 등가계수표

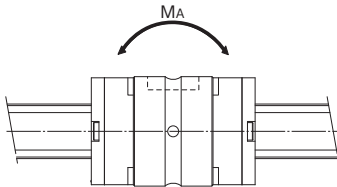


표 17

호칭형번	등가계수: K	
	스플라인 너트 1개	스플라인 너트 2개 밀착
LT 4X	0.995	0.135
LT 5X	0.980	0.125
LT 5XL	0.430	0.0740
LT 6X	0.660	0.0993
LT 6XL	0.360	0.0633
LT 8X	0.420	0.0626
LT 8XL	0.210	0.0409
LT 10X	0.251	0.0470
LT 13X	0.241	0.0420
LT 16X	0.173	0.0320
LT 20X	0.129	0.0250
LT 25X	0.114	0.0220
LT 30X	0.101	0.0200

주) 씰 부착 값을 나타냅니다.

LF-X형의 등가 계수 K는 LT-X형과 동일함.

예압의 선정

볼스플라인의 예압은 정도, 내하중과 강성에 큰 영향을 미치므로, 사용용도에 따라 가장 적절한 클리어런스를 선택할 필요가 있습니다.

클리어런스 값은 각각 형식별로 규격화되어 있으므로, 사용조건에 맞는 클리어런스를 선정할 수 있습니다.

회전방향 클리어런스

볼스플라인에서는 원주방향의 클리어런스의 총합을 회전방향의 클리어런스로 규격화하고 있습니다. 회전 토크의 전달에 적합한 LBS형, LT형의 경우 회전방향 클리어런스로 규정하고 있습니다.

회전방향 클리어런스(BCD)

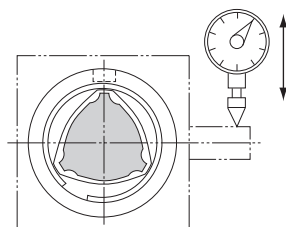
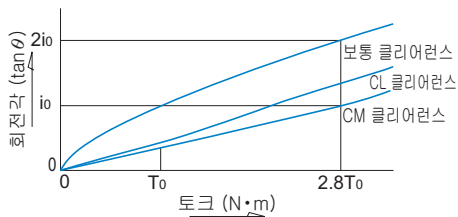


그림5 회전방향 클리어런스 측정

예압과 강성

예압(Preload)이란, 앵글러 래쉬(회전방향 클리어런스를 없애고, 강성을 높이는 것을 목적으로 미리 볼에 부여하는 하중을 말합니다.

볼스플라인은 예압을 부여함으로써 그 예압량에 따라 앵글러 래쉬를 없애고 강성을 높일 수가 있습니다. 그림6에 회전 토크를 부여한 경우의 회전방향의 변위량을 나타냅니다. 이처럼 예압의 효과는 예압하중의 2.8배까지로 예압이 없는 경우와 비교해 동일 회전토크에 대한 변위량은 1/20이하 가 되어 강성은 2배이상 됩니다.



T_0 : 예압하중

그림6

사용조건과 예압의 선정 기준

표18은 볼스플라인의 사용환경에 따른 회전방향 클리어런스를 선택하기 위한 기준을 나타냅니다. 볼스플라인의 회전방향 클리어런스는 스플라인 너트의 정도와 강성에 큰 영향을 미치므로, 사용용도에 따라 적절한 클리어런스를 선택하는 것이 중요합니다. 일반적으로, 볼스플라인은 예압이 가해진 것으로 제공됩니다. 반복된 선회운동이나 왕복직선 운동에서 사용되는 경우, 큰 진동 충격이 작용함으로 예압을 거는 쪽의 수명 및 정도가 현저하게 향상됩니다.

표18 볼스플라인의 회전방향 클리어런스 선정 기준

회전방향 클리어런스	사용조건	적용예
보통급(무기호)	<ul style="list-style-type: none"> ● 작은 힘으로 부드럽게 구동시키는 곳 ● 토크가 항상 같은 방향으로 부하되는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기 • 자동 제도기 • 형상 측정기 • 동력계 • 권선기 • 자동 용접기 • 호닝기기의 주축 • 자동 포장기계
경예압(CL)	<ul style="list-style-type: none"> ● 오버행 하중 또는 모멘트 하중이 걸리는 곳 ● 높은 위치결정정도가 필요로 하는 곳 ● 교반하중이 작용하는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> • 산업용 로봇 암 • 자동 로더 • 자동 도장기 가이드 축 • 방전가공기의 주축 • 다이세트 가이드 축 • 드릴링기기의 주축
중예압(CM)	<ul style="list-style-type: none"> ● 고강도의 강성을 필요로 하고, 진동 충격이 걸리는 곳 ● 단일 스플라인 너트로 모멘트 하중을 받는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> • 건설차량의 스티어링 축 • 스폿 용접기의 축 • 자동 선반 공구대 인텍스축

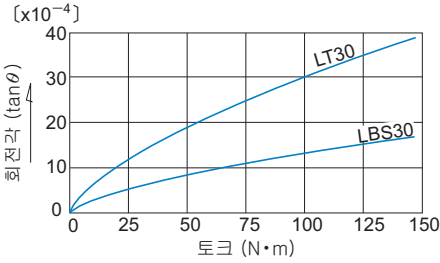


그림7 제로 클리어런스시의 LBS형과 LT형의 비교

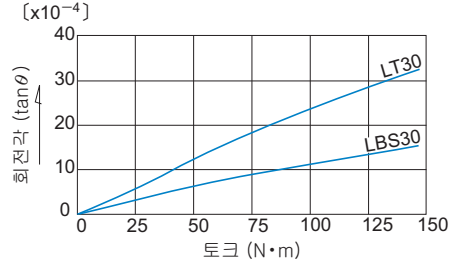


그림8 CL 클리어런스시의 LBS형과 LT형의 비교

표19 SLS형, SLS-L형, SLF형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
25 30 40	+1~-2	-2~-6	-6~-10
50 60	+2~-4	-4~-8	-8~-12
70 80 100	+4~-8	-8~-12	-12~-20

표20 LBS형, LBF형, LBST형, LBR형, LBH형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
6 8	-2 ~ +1	-6 ~ -2	—
10 15	-3 ~ +2	-9 ~ -3	-15 ~ -9
20 25 30	-4 ~ +2	-12 ~ -4	-20 ~ -12
40 50 60	-6 ~ +3	-18 ~ -6	-30 ~ -18
70 85	-8 ~ +4	-24 ~ -8	-40 ~ -24
100 120	-10 ~ +5	-30 ~ -10	-50 ~ -30
150	-15 ~ +7	-40 ~ -15	-70 ~ -40

표21 LT형, LF형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
4 5 6 8 10 13	-2 ~ +1	-6 ~ -2	—
16 20	-2 ~ +1	-6 ~ -2	-9 ~ -5
25 30	-3 ~ +2	-10 ~ -4	-14 ~ -8
40 50	-4 ~ +2	-16 ~ -8	-22 ~ -14
60 80	-5 ~ +2	-22 ~ -12	-30 ~ -20
100	-6 ~ +3	-26 ~ -14	-36 ~ -24

표22 LT-X형, LF-X형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
4 5 6 8	-2 ~ +1	-6 ~ -2	—
10 13	-2 ~ +1	-4 ~ -2	—
16 20	-2 ~ +1	-5 ~ -2	-8 ~ -5
25 35	-3 ~ +1	-7 ~ -3	-11 ~ -7

선정 포인트

예압의 선정

표23 LBG형, LBGT형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
20 25 30	-4 ~ +2	-12 ~ -4	-20 ~ -12
40 50 60	-6 ~ +3	-18 ~ -6	-30 ~ -18
70 85	-8 ~ +4	-24 ~ -8	-40 ~ -24

표24 LTR형의 회전방향 클리어런스

단위: μm

호칭 축경	클리어런스 (기호)		
	보통 (무기호)	경예압 (CL)	중예압 (CM)
8 10	-2 ~ +1	-6 ~ -2	—
16 20	-2 ~ +1	-6 ~ -2	-9 ~ -5
25 32	-3 ~ +2	-10 ~ -4	-14 ~ -8
40 50	-4 ~ +2	-16 ~ -8	-22 ~ -14
60	-5 ~ +2	-22 ~ -12	-30 ~ -20

정도결정

정도등급

볼스플라인의 정도는 스플라인 축의 지지부에 대한 스플라인 너트 외경의 레이디얼 흔들림에 따라 보통급(무기호), 상급(H), 정밀급(P)으로 분류됩니다. 측정 항목을 그림9, 그림10에 나타냅니다.

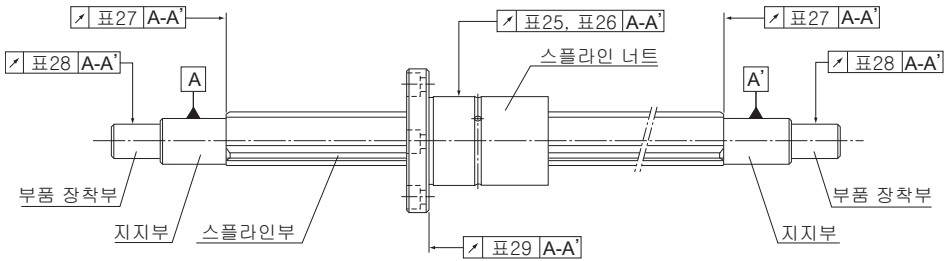


그림9 LBS형/LBF형 정도 측정 항목

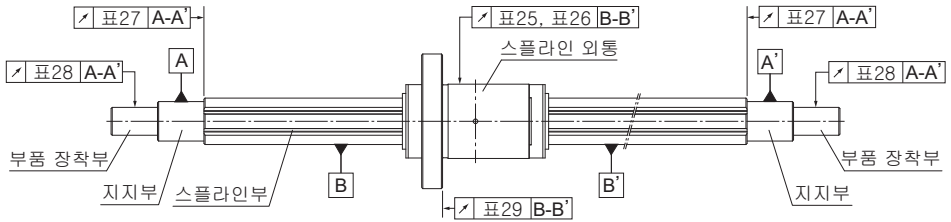


그림10 LT형/LT-X형 정도 측정 항목

정도규격

표25 ~ 표29는 볼스플라인의 측정 항목을 보여줍니다.

표25 스플라인 축의 지지부에 대한 스플라인 너트 외경의 레이디얼 흔들림

단위: μm

정도		레이디얼 흔들림(최대)																							
호칭축경		4 ~ 8 ^(*)			10			13 ~ 20			25 ~ 32			40, 50			60 ~ 80			85 ~ 120			150		
스플라인 축길이(mm)		보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀			
초과	이하																								
—	200	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18	53	32	16	51	30	16	51	30	16	—	—	—
200	315	133	89	57	83	54	32	71	45	25	58	39	21	58	36	19	55	34	17	53	32	17	—	—	—
315	400	185	126	82	103	68	41	83	53	31	70	44	25	63	39	21	58	36	19	55	34	17	—	—	—
400	500	236	163	108	123	82	51	95	62	38	78	50	29	68	43	24	61	38	21	57	35	19	46	36	19
500	630	—	—	—	151	102	65	112	75	46	88	57	34	74	47	27	65	41	23	60	37	20	49	39	21
630	800	—	—	—	190	130	85	137	92	58	103	68	42	84	54	32	71	45	26	64	40	22	53	43	24
800	1000	—	—	—	—	—	—	170	115	75	124	83	52	97	63	38	79	51	30	69	43	24	58	48	27
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	102	65	114	76	47	90	59	35	76	48	28	63	55	32
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	130	85	139	93	59	106	70	43	86	55	33	80	65	40
1600	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	173	118	77	128	86	54	99	65	40	100	80	50
2000	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156	106	68	117	78	49	125	100	68
2500	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	134	88	143	96	61	150	129	84

주1) 괄호안의 치수는 호칭축경 4에는 해당되지 않습니다.

주2) SLS형, SLF형, LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LT형, LF형에 적용

주3) 형번에 따라 최대 제작 길이가 달라집니다. 자세한 내용은 정도별 제작 최대 길이 **A3-117**를 참조해 주십시오.

표26 LT-X형, LF-X형의 스플라인 축 지지부에 대한 스플라인 외통 외경의 레이디얼 흔들림

단위: μm

정도		레이디얼 흔들림(최대)														
호칭축경		4, 5			6, 8			10			13, 16, 20			25, 30		
스플라인 축길이(mm)		보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀	보통	상	정밀
초과	이하															
—	200	72	46	26	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18
200	315	133*1	—	—	133	89*2	57*3	83	54	32	71	45	25	58	39	21
315	400	—	—	—	171	114	—	103	68	41	83	53	31	70	44	25
400	500	—	—	—	214	—	—	123	82	51	95	62	38	78	50	29
500	630	—	—	—	—	—	—	151	102	—	112	75	46	88	57	34
630	800	—	—	—	—	—	—	190	—	—	137	92	58	103	68	42
800	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	170	115	75	124	83	52
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	102	65
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	130	85

*1 #4는 제외한다. #5는 250mm까지 적용한다. *2 #6은 250mm까지 적용한다. *3 #6은 제외한다.

표27 스플라인 축 지지부에 대한 축 스플라인부 단면의 축 흔들림

단위: μm

정도	축 흔들림(최대)		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
호칭축경 4 5 6 8 10	22	9	6
13 15 16 20	27	11	8
25 30 32	33	13	9
40 50	39	16	11
60 70 80	46	19	13
85 100 120	54	22	15
150	63	25	18

표28 스플라인 축 지지부에 대한 부품 장착부의 레이디얼 흔들림

단위: μm

정도	레이디얼 흔들림(최대)		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
호칭축경 4 5 6 8	33	14	8
10	41	17	10
13 15 16 20	46	19	12
25 30 32	53	22	13
40 50	62	25	15
60 70 80	73	29	17
85 100 120	86	34	20
150	100	40	23

표29 스플라인 축 지지부에 대한 스플라인 너트 플랜지 장착면의 축 흔들림

단위: μm

정도	축 흔들림(최대)		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
호칭축경 4 5 6 8	27	11	8
10 13	33	13	9
15 16 20 25 30	39	16	11
40 50	46	19	13
60 70 80 85	54	22	15
100	63	25	18

주) LBG형, LBGT형, LTR형, LTR-A형에는 적용되지 않습니다.

선정 포인트
정도결정

블스라인

리테이너 고토크형 볼스플라인



SLS형, SLS-L형, SLF형

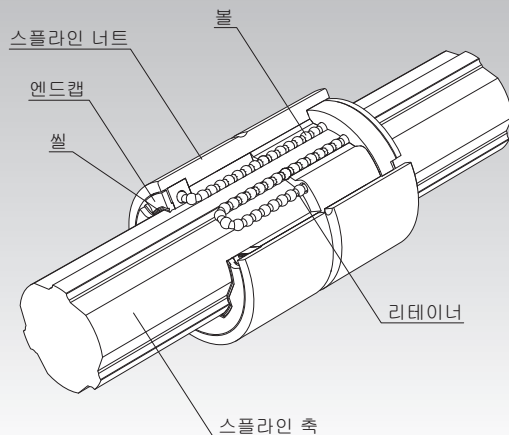


그림1 리테이너 고토크형 볼스플라인 SLS형 구조

선정 포인트	A3-6
설계의 포인트	A3-119
옵션	A3-122
호칭형번	A3-124
취급상의 주의사항	A3-125
유회 관련제품	A24-1
장착 순서와 메인터넌스	B3-31
스플라인 축의 단면특성	A3-17
등가 계수	A3-27
회전방향 클리어런스	A3-30
정도규격	A3-35
정도별 최대 제작 길이	A3-117

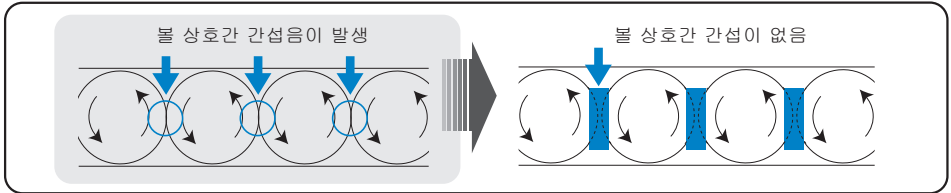
구조와 특징

THK의 기술과 노하우로 결집한 리테이너기술을 볼스플라인으로 전개하였습니다.

볼리테이너 채용에 따라 정렬순환운동을 보유하고 고속대응을 가능하게 하였습니다.

볼 간의 충돌과 상호마찰이 없고, 저소음, 호음질, 저발진을 실현. 그리스 보유능력 향상에 따라 장기에 걸쳐 메인テナンス 프리도 실현하였습니다.

고토크형의 구조를 채용하는 것으로 너트의 비틀림강성이 확보되었습니다. 또, 스플라인축의 형상을 원형에 가깝게하여 축 강성을 향상하였습니다.



【고속대응】

볼리테이너 채용에 따라 정렬순환운동을 보유하고 고속대응이 가능하여 장치의 고토크화가 가능합니다.

[조건]

사용형번	SLS50
테스트 환경	22~27.5℃
스트로크	1000mm
최고속도	200m/min
가속도/감속도	5G (49m/s ²)
부하하중	경예압(CL)
윤활제	THK AFB-LF 그리스

시험기외관(고속내구시험)



시험품외관



[테스트 결과]

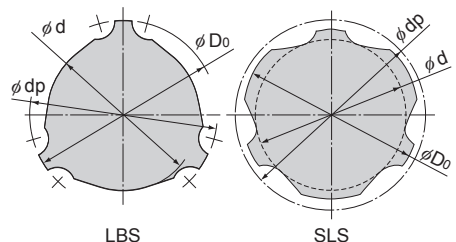
10,000 km 주행후 이상 없음.

【스플라인축의 강성개선】

스플라인축의 형상을 원형에 가깝게하여 종래의 고토크형 스플라인축에 비해 비틀림강성·굽힘 강성이 대폭 향상 되었습니다.

단위:mm

호칭 축경 25	LBS	SLS
소경 ϕd	19.5	21.6
대경 ϕD_0	24.5	25.0
볼중심경 ϕdp	25	25.2



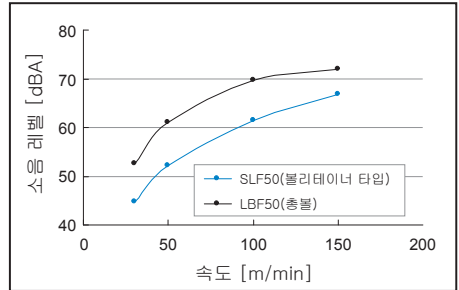
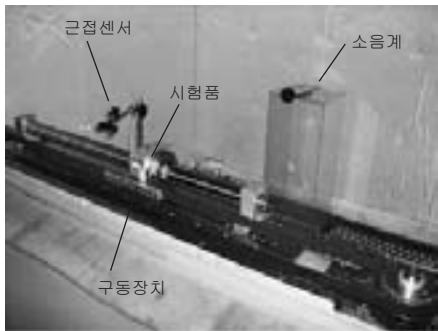
【저소음, 호음질, 저발진】

볼리테이너 채용에 따라, 볼 간의 충돌과 상호마찰이 없고, 저소음, 호음질, 저발진을 실현하였습니다.

[조건]

사용형번	SLF50/LBF50
스트로크	600mm
속도	30,50,100,150m/min
측정기기	소음계

시험기 개요

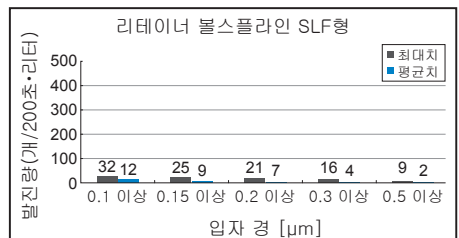
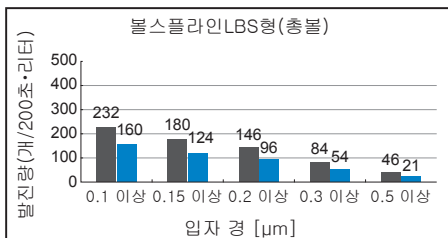
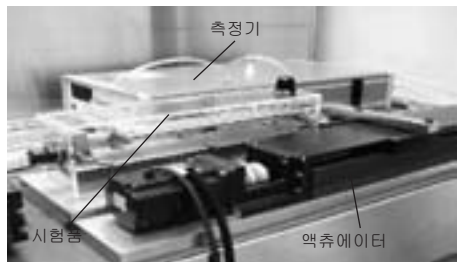


소음레벨 비교

[조건]

사용형번	SLF50CL+350LP/ LBS50CL+350LP
최고속도	30m/min
가속도	2.84m/s ²
스트로크	200mm
공기 공급량	1ℓ/200sec
윤활제	THK AFE-CA 그리스
사용기기	파티클카운터

시험기외관



발진 비교 데이터

【장기 메인テナンス 프리】

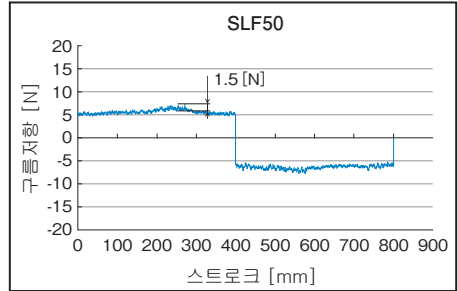
볼리테이너의 채용에 따라 그리스 보유능력이 대폭향상되어 장기메인テナンス 프리를 실현하였습니다.

【부드러운 동작(작은 구름변동)】

볼리테이너와 신순환방식의 채용에 따라 작은 구름변동으로 안정되고 부드러운 움직임을 실현하였습니다.

[조건]

사용형번	SLF50
속도	10 mm/sec
부하하중	중예압(CM)
윤활제	THK AFB-LF 그리스



구름저항시험

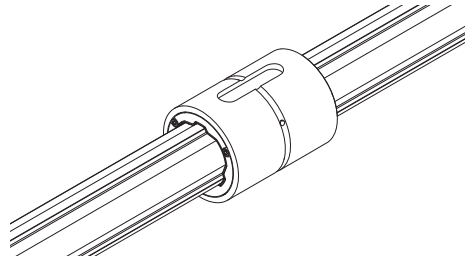
종류와 특징

【스플라인 너트의 종류】

원통형 볼스플라인 SLS형 (중하중형)

치수표 ⇒ **A3-44**

스플라인너트 외경이 일자인 원통형입니다.
키가 있어 하우징과의 고정과 토크전달이 가능합니다.

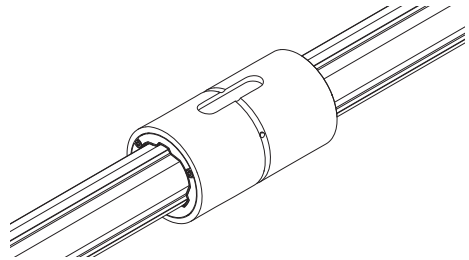


원통형 볼스플라인 SLS-L형 (중하중형)

치수표 ⇒ **A3-44**

SLS형과 동일 외경으로 스플라인 너트를 길게 한 중하중형입니다.

공간이 없는 곳에서 큰 토크를 부하하는 경우나 오버행 하중이나 모멘트가 걸리는 경우에 최적입니다.

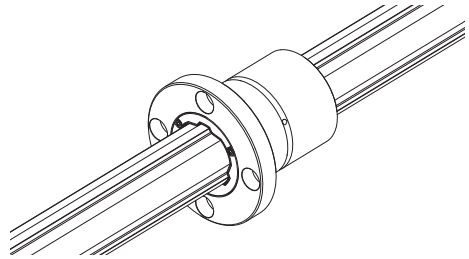


플랜지형 볼스플라인 SLF형

치수표 ⇒ **A3-46**

하우징에 볼트로 고정가능한 플랜지부착 타입입니다.

장착이 간단하며 키를 사용한 고정에 비해 하우징 길이를 짧게 할 수 있습니다.



【스플라인 축의 종류】

정밀 중실 스플라인 축 (표준타입)

냉간인발로서 성형된 스플라인 축의 전동축을 정밀연삭에 의해 고정도로 가공하여 스플라인 너트를 조합합니다.



특수 스플라인 축

스플라인 축단 혹은 중간의 경을 크게 할 경우는 스플라인부를 절삭가공으로 제작합니다.



중공 스플라인 축 (K타입)

배관, 배선, 환기와 중량경감등의 필요가 있는 경우에 인발 중공 스플라인 축이 준비되어 있습니다.



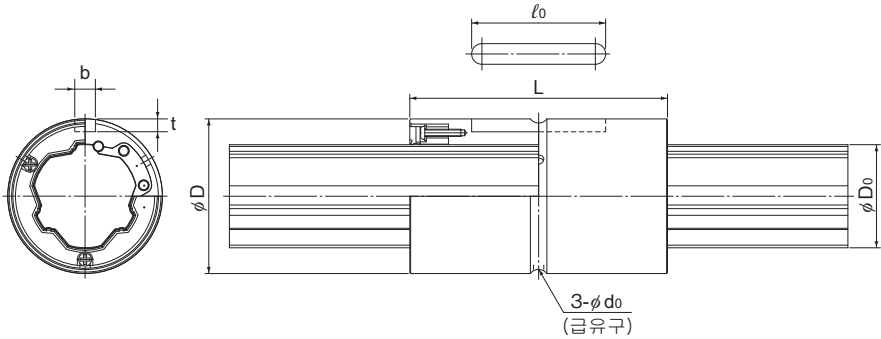
하우징 내경공차

스플라인 너트와 하우징과의 끼워맞춤은 일반적으로 중간 끼워맞춤으로 합니다. 볼스플라인의 정도를 그다지 필요로 하지 않는 경우에는 헐거운 끼워맞춤으로 합니다.

표1 하우징 내경공차

하우징 내경공차	일반적인 사용조건	H7
	클리어런스를 없게하는 경우	J6

SLS형

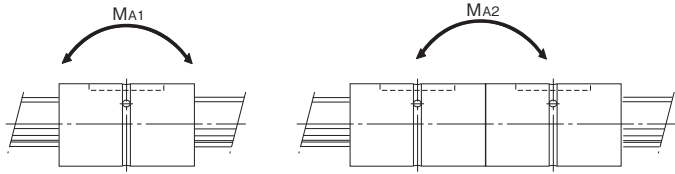


호칭형번	스플라인 너트 치수									
	외경		길이		키홈 치수			급유구		
	D	허용차	L	허용차	b H8	t +0.1 0	l ₀	d ₀		
SLS25	37	0	60	0 -0.3	5	3	33	2		
SLS25L			70							
SLS30	45	-0.016	70		0 -0.3	7	4	41	3	
SLS30L										80
SLS40	60	0	90		0 -0.3	10	4.5	55	3	
SLS40L			100							
SLS50	75	-0.019	100	0 -0.3		15	5	60	4	
SLS50L										112
SLS60	90	0	127			0 -0.3	18	6	68	4
SLS60L										
SLS70	100	-0.022	110		0 -0.4		18	6	68	4
SLS70L										
SLS80	120	0	140	0 -0.4			20	7	80	5
SLS80L										
SLS100	140	-0.025	160			0 -0.4	28	9	93	5
SLS100L										

호칭형번의 구성예



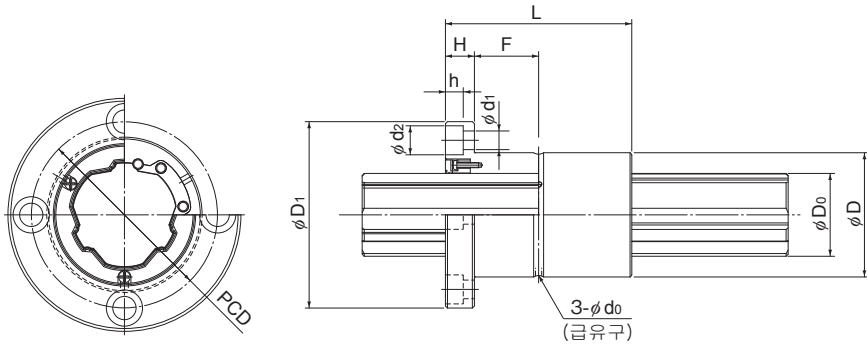
(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-48 참조 (*5) A3-117 참조



단위:mm

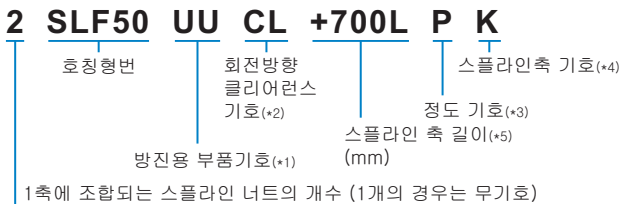
	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트		질량	
	C_T N·m	C_{OT} N·m	C kN	C_o kN	M_{A1} N·m	M_{A2} N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
	219.9	306.8	18.2	22.5	136	851	0.15	3.51
	261.9	394.5	21.7	29.0	220	1203	0.18	
	366.5	513.3	25.4	31.5	233	1341	0.30	5.05
	416.4	616.0	28.9	37.8	330	1803	0.34	
	818.9	1135.4	42.8	52.5	520	2801	0.69	9.18
	890.0	1277.3	46.5	59.1	652	3529	0.79	
	1373.4	1783.1	57.6	66.2	687	4156	1.30	14.45
	1571.2	2165.2	65.9	80.4	996	5349	1.47	
	2506.7	3321.0	87.8	103.0	1452	7733	2.25	21.23
	2723.2	3736.2	95.3	115.8	1820	9570	2.50	
	2986.3	3474.7	89.7	92.5	1038	6392	2.13	28.57
	3708.4	4738.2	111.4	126.1	1867	10135	2.71	
	4664.6	5477.4	122.8	127.7	1739	11482	4.22	37.49
	5195.3	6390.4	136.8	148.9	2327	14491	4.77	
	8922.3	10211.6	188.2	190.7	3155	19118	5.20	58.97
	10424.4	12764.6	219.8	238.4	4816	26463	6.22	

SLF형

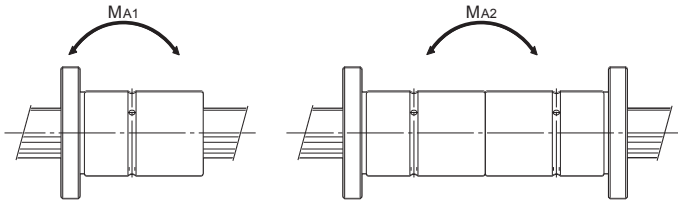


호칭형번	스플라인 너트 치수									
	외경		길이		플랜지경		H	F	급유구	PCD
	D	허용차	L	허용차	D ₁	허용차				
SLF25	37	0	60	0 -0.3	60	0 -0.2	9	21	2	47
SLF30	45	-0.016	70		70		10	25	3	54
SLF40	60	0 -0.019	90		90		14	31	3	72
SLF50	75		100		113	0 -0.3	16	34	4	91
SLF60	90	127	129	18	45.5		4	107		
SLF70	100	110	142	20	35		4	117		
SLF80	120	0 -0.022	140	0 -0.4	168	22	48	5	138	
SLF100	140	0 -0.025	160		195	0 -0.4	25	55	5	162

호칭형번의 구성예



(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-48 참조 (*5) A3-117 참조



단위:mm

장착구멍 $d_1 \times d_2 \times h$	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트		질량	
	C_T N·m	C_{DT} N·m	C kN	C_0 kN	M_{A1} N·m	M_{A2} N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
5.5×9.5×5.4	219.9	306.8	18.2	22.5	136	851	0.26	3.51
6.6×11×6.5	366.5	513.3	25.4	31.5	233	1341	0.45	5.05
9×14×8.6	818.9	1135.4	42.8	52.5	520	2801	1.06	9.18
11×17.5×11	1373.4	1783.1	57.6	66.2	687	4156	1.90	14.45
11×17.5×11	2506.7	3321.0	87.8	103.0	1452	7733	3.08	21.23
14×20×13	2986.3	3474.7	89.7	92.5	1038	6392	3.25	28.57
16×23×15.2	4664.6	5477.4	122.8	127.7	1739	11482	5.82	37.49
18×26×17.5	8922.3	10211.6	188.2	190.7	3155	19118	7.66	58.97

스플라인 축

스플라인 축은 **A3-43**에 설명된 것처럼, 정밀 중실 스플라인 축, 특수 스플라인 축과 중공 스플라인 축(K타입)으로 나누어집니다.

스플라인 축형상에 대해서는 요구에 따라 제작하므로, 견적 또는 주문시에 원하시는 축 모양의 도면을 제시해 주십시오.

【스플라인 축의 단면 형상】

표2은 스플라인 축의 단면 형상을 보여줍니다.

스플라인 축단이 원통 가공이 필요한 경우, 가능한 소경치수(ϕd)이하로 해 주십시오.

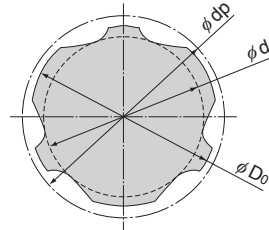


표2 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	25	30	40	50	60	70	80	100
소경 ϕd	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0
대경 ϕD_0 h7	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	100.0
볼중심경 ϕdp	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2
질량 (kg/m)	3.51	5.05	9.18	14.45	21.23	28.57	37.49	58.97

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 치수로 합니다.

【표준 중공 스플라인 축의 구멍 형상】

표3는 표준 중공 스플라인 축의 구멍 형상을 보여줍니다. 배관, 배선, 냉각 또는 중량감감 등의 필요가 있는 경우에 이용하십시오.

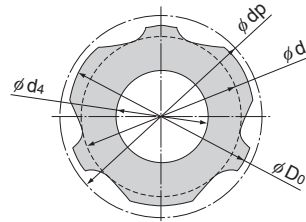


표3 표준 중공 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

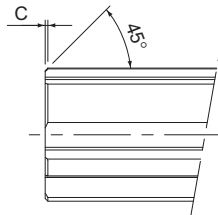
호칭 축경	25	30	40	50	60	70	80	100
소경 ϕd	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0
대경 ϕD_0 h7	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	100.0
볼중심경 ϕdp	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2
구경 (ϕd_4)	12	16	22	25	32	—	52.5	67.5
질량 (kg/m)	2.62	3.47	6.19	10.59	14.90	—	20.48	30.85

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 치수로 합니다.

【스플라인부 단면의 면취】

스플라인부 단면은 스플라인 너트의 삼입을 용이하게 하기 위하여 특별히 지정이 없으면 아래에 나타난 치수로 면취 됩니다.

스플라인부 단면에 끝단 가공, 탭 가공 및 구멍 가공 처리된 단면을 사용하려는 곳이나, 고정-지지와 같이 단면을 사용하지 않는 경우도 포함하여 C 면취로 가공합니다.



SLS25형~100형

표4 스플라인부 단면의 면취 치수

단위: mm

호칭 축경	25	30	40	50	60	70	80	100
C 면취	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0

【특수 스플라인 축의 불완전 스플라인부 길이】

스플라인축단 또는 종간의 경을 소경치수(ϕd)보다 크게하는 경우는 연삭가공을 위해 불완전 스플라인부가 필요합니다. 그 길이(S)와 플랜지경(ϕdf)의 관계를 표5에 나타냅니다.

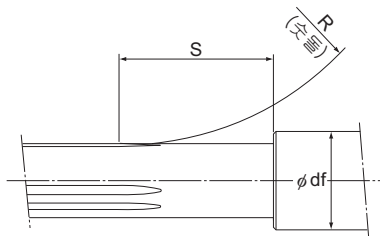


표5 불완전 스플라인부의 길이: S

단위: mm

플랜지경 ϕdf	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160
25	29	54	63	72	—	—	—	—	—	—	—
30	—	34	56	65	80	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	36	66	81	104	—	—	—	—
50	—	—	—	—	35	59	83	100	—	—	—
60	—	—	—	—	—	37	73	92	108	—	—
70	—	—	—	—	—	—	62	84	101	115	—
80	—	—	—	—	—	—	45	76	95	109	—
100	—	—	—	—	—	—	—	48	77	96	110

부속부품

볼스플라인 SLS형과 SLS-L형은 표6 에 나타난 표준키가 첨부되어 있습니다.

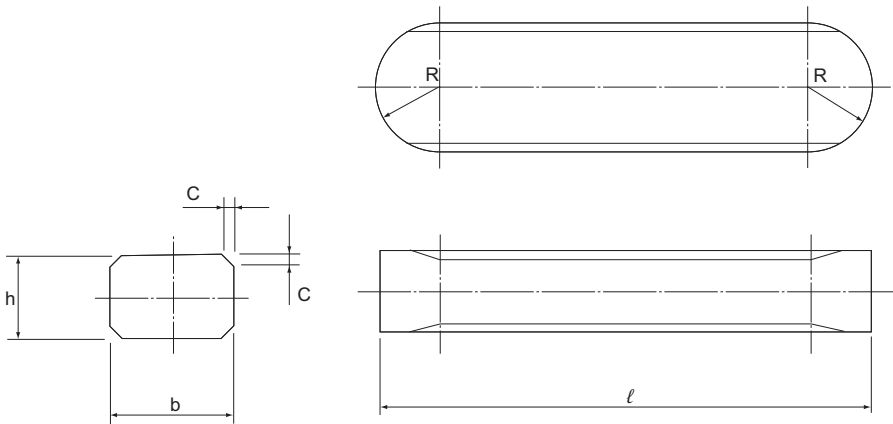


표6 SLS형, SLS-L형용 표준키

단위:mm

호칭 축경	폭 b		높이 h		길이 l		R	C
		허용차(p7)		허용차(h9)		허용차(h12)		
SLS 25 SLS 25L	5	+0.024 +0.012	5	0 -0.030	33	0 -0.250	2.5	0.5
SLS 30 SLS 30L	7	+0.030 +0.015	7	0 -0.036	41	0 -0.300	3.5	
SLS 40 SLS 40L	10	+0.036 +0.018	8		0 -0.043		55	0 -0.350
SLS 50 SLS 50L	15		10	60		7.5		
SLS 60 SLS 60L SLS 70 SLS 70L	18	+0.043 +0.022	12	0 -0.400	68	0 -0.400	9	1.2
SLS 80 SLS 80L	20		13		80		14	
SLS 100 SLS 100L	28		18		93			

고 토크형 볼스플라인

LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형

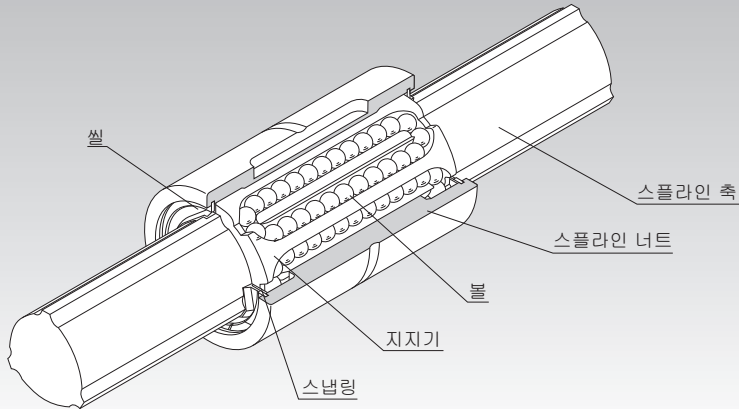


그림1 고토크형 볼스플라인 LBS형의 구조

선택 포인트	A3-6
설계의 포인트	A3-119
옵션	A3-122
호칭형번	A3-124
취급상의 주의사항	A3-125
유회 관련제품	A24-1
장착 순서와 메인テナンス	B3-31

스플라인 축의 단면특성	A3-17
등가 계수	A3-27
회전방향 클리어런스	A3-30
정도규격	A3-35
정도별 최대 제작 길이	A3-117

구조와 특징

고토크형 볼스플라인의 경우, 스플라인 축은 120°에서 등거리에 위치한 세 개의 전동 돌기부를 가지며, 각 전동 돌기부의 양측을 따라서 2열의 볼(총 6열)이 정렬되어서 그림1에서 볼 수 있는 것처럼 전동 돌기부를 지지합니다.

전동면은 그 직경이 볼 직경과 비슷한 R형 홈으로 정밀연마 가공되어 있습니다. 토크가 스플라인 축이나 스플라인 너트로부터 발생하는 경우, 토크 부하 방향에 있는 3열의 볼이 균등하게 부하해서, 회전 중심이 자동으로 정해집니다. 역으로 회전하는 경우, 부하되지 않은 쪽의 남은 3열의 볼이 토크를 받습니다.

볼의 열은 스플라인에 포함된 리테이너에 의해서 지지되어서 부드럽게 움직이고, 회전합니다. 이런 설계로 인해서 너트로부터 스플라인 축을 분리하여도 볼이 탈락하지 않습니다.

【앵글러 래쉬 제로】

고토크형 볼스플라인은 1개의 스플라인 너트로 예압을 주어서 앵글러 래쉬를 제로로하여 강성을 향상시킬 수 있습니다.

종래의 서클러아크홈이나 고딕아치홈을 가진 볼스플라인과 같이 예압을 걸기 위해 2개의 스플라인 외통을 서로 비틀면서 사용할 필요가 없어 콤팩트한 설계를 용이하게 합니다.

【고강성과 정확한 위치결정】

접촉각이 크고, 하나의 스플라인 너트로부터 예압을 줄 수 있으므로, 초기 변위량은 작고, 고강성과 정확한 위치결정정도를 얻습니다.

【고속 운동, 고속회전 가능】

작은 마찰력과 우수한 윤활제 유지구조 및 강성이 있는 리테이너의 채용으로 인하여 고속 직선운동에도 그리스 윤활로서 장시간 사용이 가능합니다. 또 부하불열과 무부하불열의 반경방향의 거리가 거의 같기 때문에 고속 회전시에도 볼에 작용하는 원심력의 영향이 작아 부드러운 직선운동이 얻어집니다.

【콤팩트한 설계】

종래의 볼스플라인과 같이 무부하불을 외통측에 순환시키고 있지 않기 때문에 스플라인 너트의 외경이 작아 스페이스를 가지지 않는 콤팩트한 설계가 가능합니다.

【볼 유지 타입】

리테이너에 의해 스플라인 축에서 스플라인 너트를 빼도 볼이 탈락하지 않습니다.

【중하중용 리니어 부쉬로서 사용가능】

볼 전동면은 볼의 반경과 거의 같은 R홈 형상으로 성형되어 있기 때문에 볼의 접촉면적이 커서 레이디얼하중 부하에 대해서도 큰 부하성을 가지고 있습니다.

【2축 평행사용을 1축 사용으로 변경】

1축으로 토크 방향과 레이디얼 방향의 하중이 부하 가능함으로 지금까지 2축을 평행으로 사용하여 왔던 곳을 1축으로 적용할 수 있어 장착이 간단하며 공간절약의 설계가 가능합니다.

용도

고토크형 볼스플라인은 공업용 로봇의 지주나 암, 자동 로더, 트랜스퍼 머신, 자동 반송장치, 타이머 성형기, 스폿 용접기의 스피들, 고속 자동 코팅기의 가이드 축, 리벳기, 권선기, 방전가공기의 워크 헤드, 연삭기의 스피들 드라이브 축, 스피드 기어와 정밀 인덱스 축과 같은 폭 넓은 용도에서 사용되는 신뢰성이 높은 LM 시스템입니다.

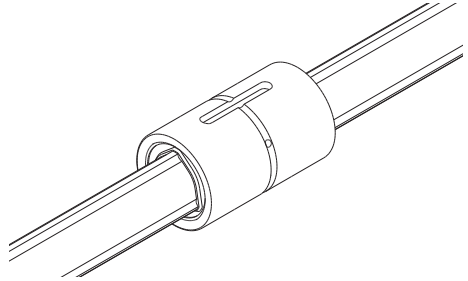
종류와 특징

【스플라인 너트의 종류】

원통형 볼스플라인 LBS형 (중하중형)

치수표⇒ [A3-58](#)

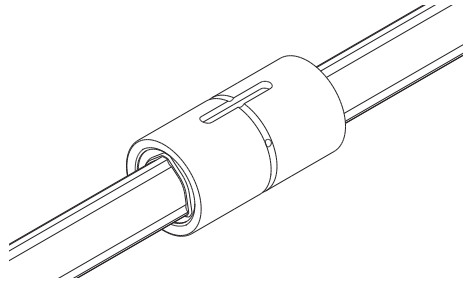
스플라인 너트 외경이 스트레이트인 원통형상으로 토크를 전달하는 경우는 키를 박아 넣어서 사용하는 가장 콤팩트한 타입입니다.



원통형 볼스플라인 LBST형 (중하중형)

치수표⇒ [A3-62](#)

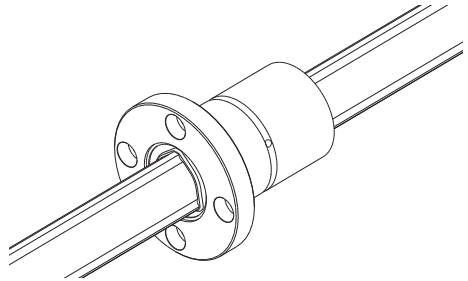
LBS형과 동일 외경으로 스플라인 너트를 길게 한 중하중형입니다. 스페이스가 없는 장소에 큰 토크를 부하하는 경우나 오버행 하중이나 모멘트가 걸리는 경우에 최적입니다.



플랜지형 볼스플라인 LBF형

치수표⇒ [A3-64](#)

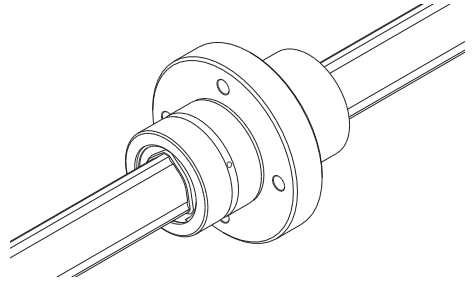
플랜지를 이용하여 하우징에 볼트로서 고정 가능하므로 조립이 간단합니다. 하우징에 키홈 가공을 하면 변형의 우려가 있는 곳이나 하우징의 폭이 좁은 곳에 최적입니다.



플랜지형 볼스플라인 LBR형

치수표 ⇒ **A3-66**

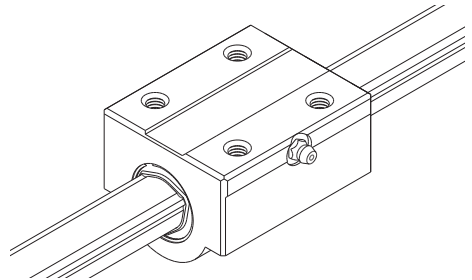
중하중용 LBST형의 중앙부에 플랜지를 만들어 두었기 때문에 공업용 로봇 암과 같이 모멘트를 받는 곳에 최적입니다.



각형 볼스플라인 LBH형

치수표 ⇒ **A3-68**

강성이 있는 각형 스플라인 너트는 하우징을 필요하지 않으며, 기계 본체에 직접 장착할 수 있으므로, 콤팩트하며 고강성의 직선 안내부가 얻어집니다.



【스플라인 축의 종류】

정밀 중실 스플라인 축(표준타입)

냉간인발로서 성형된 스플라인 축의 전동축을 정밀연삭에 의해 고정도로 가공하여 스플라인 너트를 조합합니다.



특수 스플라인 축

스플라인 축단 혹은 중간의 경을 크게 할 경우는 스플라인부를 절삭가공으로 제작합니다.



중공 스플라인 축(K타입)

배관, 배선, 환기와 중량경감등의 필요가 있는 경우에 인발 중공 스플라인 축이 준비되어 있습니다.



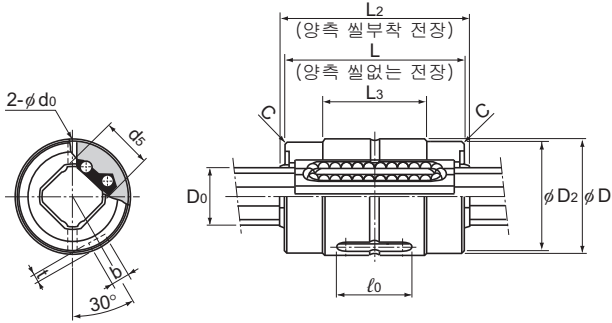
하우징 내경공차

스플라인 너트와 하우징과의 끼워맞춤은 일반적으로 중간 끼워맞춤으로 합니다. 볼스플라인의 정도를 그다지 필요로 하지 않는 경우에는 헐거운 끼워맞춤으로 합니다.

표1 하우징 내경공차

하우징 내경공차	일반적인 사용조건	H7
	클리어런스를 없게하는 경우	J6

LBS형 (중하중형)



LBS6형 · 8형

호칭형번	스플라인 너트 치수											
	외경		길이		L ₂	L ₃	D ₂	키홈 치수			r	C
	D	허용차	L	허용차				b H8	t +0.1 0	l ₀		
LBS 6	12	0	20	0 -0.2	20.8	11	11.5	2	0.8	10	—	0.3
LBS 8	16	-0.011	25		26.4	14.5	15.5	2.5	1.2	12.5	—	0.3
LBS 10	19	0 -0.013	30		—	—	—	3	1.5	17	—	0.3

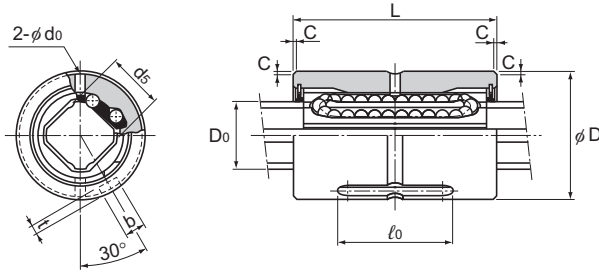
주) LBS6형/8형은 엔드캡 타입입니다. 충격 등으로부터 보호하십시오.

호칭형번의 구성예

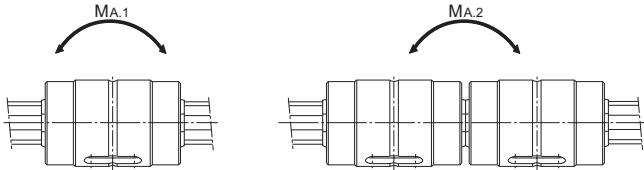
2 LBS6 UU CL +200L H

호칭형번	방진용 부품기호 (*1)	회전방향 클리어런스 기호 (*2)	정도 기호 (*3)
1축에 조합되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)			스플라인 축 길이(*4) (mm)

(*1) **A3-122** 참조 (*2) **A3-30** 참조 (*3) **A3-35** 참조 (*4) **A3-117** 참조



LBS10형



단위: mm

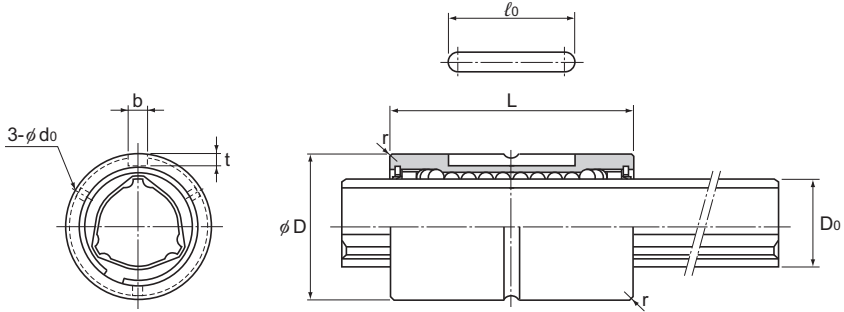
급유구	스플라인 축 외경		기본정격토크		기본정격하중(레이디얼)		정적허용모멘트		질량		
	d ₀	D ₀	d ₅	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C ₀ kN	M _{A.1} N·m	M _{A.2} N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
	1.2	6	5.3	1.53	2.41	0.637	0.785	2.2	19.4	0.0066	0.22
	1.2	8	7.3	4.07	6.16	1.18	1.42	5.1	39.6	0.0154	0.42
	1.5	10	8.3	7.02	10.4	1.62	1.96	8.1	67.6	0.0367	0.55

주) M_{A.1}은 스플라인 너트를 1개 사용하였을 경우의 축방향 허용 모멘트 값입니다.

M_{A.2}은 스플라인 너트를 2개 밀착 사용하였을 경우의 축방향 허용 모멘트 값입니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117** 을 참조하십시오.

LBS형 (中하중형)



LBS15형~100형

호칭형번	스플라인 너트 치수											
	외경		길이		L ₂	L ₃	D ₂	키홈 치수			r	C
	D	허용차	L	허용차				b H8	t +0.1 0	ℓ ₀		
LBS 15	23	0 -0.013	40	0 -0.2	—	—	—	3.5	2	20	0.5	—
○● LBS 20	30	0 -0.016	50	0 -0.3	—	—	—	4	2.5	26	0.5	—
○● LBS 25	37		60		—	—	—	5	3	33	0.5	—
○● LBS 30	45		70		—	—	—	7	4	41	1	—
○● LBS 40	60		90		—	—	—	10	4.5	55	1	—
○● LBS 50	75	0 -0.019	100	0 -0.4	—	—	—	15	5	60	1.5	—
○● LBS 70	100	0	110		—	—	—	18	6	68	2	—
○● LBS 85	120	0 -0.022	140		—	—	—	20	7	80	2.5	—
○● LBS 100	140	0 -0.025	160		—	—	—	28	9	93	3	—

주) ○: 고온 사양 대응 가능 형번(금속 리테이너, 사용 온도 100℃까지), 대응 형번: LBS20~100

(예) LBS20 A CL+500L H

 고온용 기호

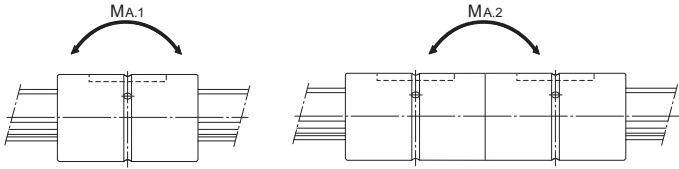
- : 펠트 씬 대응 가능 형번, 대응 형번: LBS20~100
 금속 리테이너 사용의 볼스플라인에 펠트 씬은 장착되지 않습니다.
 펠트 씬을 장착하면 너트의 길이 치수가 변합니다.

호칭형번의 구성예

2 LBS40 UU CL +1000L P K

호칭형번	방진용 부품기호 (*1)	회전방향 클리어런스 기호 (*2)	정도 기호 (*3)	스플라인축 기호(*4)
1축에 조합되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)			스플라인 축 길이(*5) (mm)	

(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-71 참조 (*5) A3-117 참조



단위: mm

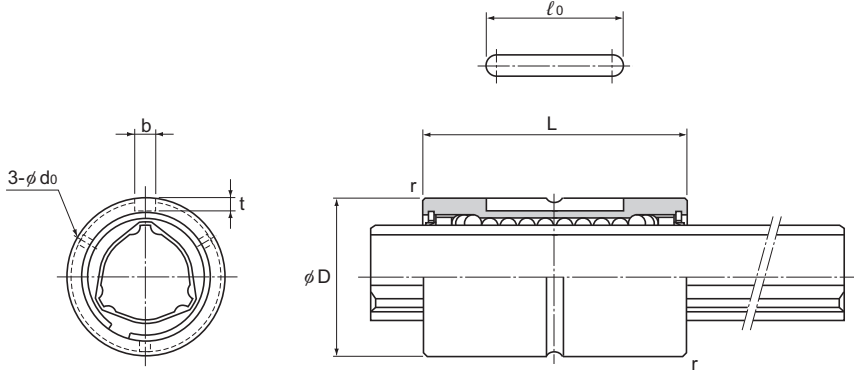
급유구	스플라인 축 외경			기본정격토크		기본정격하중(레이디얼)		정적허용모멘트		질량	
	d _o	D _o	d _s	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C _o kN	M _{A.1} N·m	M _{A.2} N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
2	14.5	—	—	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.06	1
2	19.7	—	—	74.5	160	7.8	14.9	60.2	408	0.14	1.8
2	24.5	—	—	154	307	13	23.5	118	760	0.25	2.7
3	29.6	—	—	273	538	19.3	33.8	203	1270	0.44	3.8
3	39.8	—	—	599	1140	31.9	53.4	387	2640	1	6.8
4	49.5	—	—	1100	1940	46.6	73	594	4050	1.7	10.6
4	70	—	—	2190	3800	66.4	102	895	6530	3.1	21.3
5	84	—	—	3620	6360	90.5	141	2000	12600	5.5	32
5	99	—	—	5190	12600	126	237	3460	20600	9.5	45

주) M_{A.1}은 스플라인 너트를 1개 사용하였을 경우의 축방향 허용 모멘트 값입니다.

M_{A.2}은 스플라인 너트를 2개 밀착 사용하였을 경우의 축방향 허용 모멘트 값입니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117** 을 참조하십시오.

LBST형 (重하중형)



호칭형번	스플라인 너트 치수								
	외경		길이		키홈 치수			r	급유구
	D	허용차	L	허용차	b H8	t +0.1 0	ℓ ₀		
○● LBST 20	30	0 -0.016	60	0 -0.2	4	2.5	26	0.5	2
○● LBST 25	37		70		5	3	33	0.5	2
○● LBST 30	45		80		7	4	41	1	3
○● LBST 40	60	0 -0.019	100	0 -0.3	10	4.5	55	1	3
○● LBST 50	75		112		15	5	60	1.5	4
○ LBST 60	90		127		18	6	68	1.5	4
○● LBST 70	100	0 -0.022	135	0 -0.4	18	6	68	2	4
○● LBST 85	120		155		20	7	80	2.5	5
○● LBST 100	140		175		28	9	93	3	5
○ LBST 120	160	-0.025	200	0 -0.5	28	9	123	3.5	6
○ LBST 150	205	0 -0.029	250		32	10	157	3.5	6

주) ○: 고온사양 대응가능형번(금속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

(예) LBST25 A CM+400L H

└─ 고온용 기호

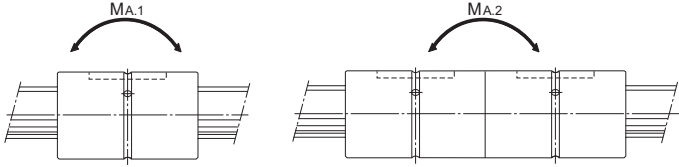
●: 펠트 씰 대응가능형번(▲3-122참조)

금속 리테이너 사용의 볼스플라인에 펠트 씰은 장착되지 않습니다.

호칭형번의 구성예



(*1) ▲3-122 참조 (*2) ▲3-30 참조 (*3) ▲3-35 참조 (*4) ▲3-71 참조 (*5) ▲3-117 참조



단위:mm

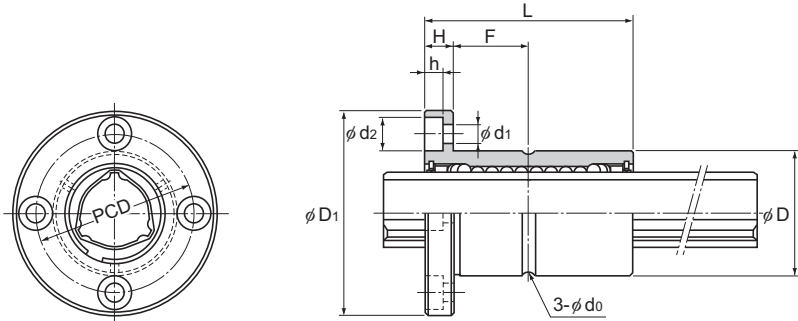
	기본정격토크		기본정격하중 (레이디얼)		정적허용모멘트		질량	
	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C _o kN	M _{A1} ** N·m	M _{A2} ** N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
	90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.17	1.8
	176	381	14.9	28.7	171	1060	0.29	2.7
	312	657	22.5	41.4	295	1740	0.5	3.8
	696	1420	37.1	66.9	586	3540	1.1	6.8
	1290	2500	55.1	94.1	941	5610	1.9	10.6
	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.3	15.6
	3000	6090	90.8	164	2080	11800	3.8	21.3
	4740	9550	119	213	3180	17300	6.1	32
	6460	14400	137	271	4410	25400	10.4	45
	8380	19400	148	306	5490	32400	12.9	69.5
	13900	32200	196	405	8060	55400	28	116.6

주) **M_{A1}는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

**M_{A2}는 위의 그림에 보이는 것처럼 2개의 스플라인 너트를 밀착사용 했을 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

LBF형 (중하중형)



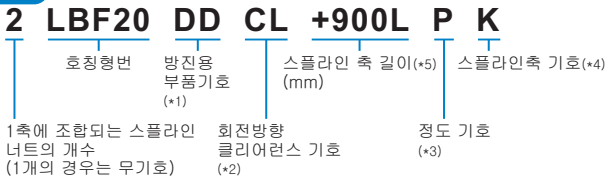
호칭형번	스플라인 너트 치수									
	외경		길이		플랜지경		H	F	급유구	PCD
	D	허용차	L	허용차	D ₁	허용차				
LBF 15	23	0 -0.013	40	0 -0.2	43	0 -0.2	7	13	2	32
○● LBF 20	30	0 -0.016	50	0 -0.3	49		7	18	2	38
○● LBF 25	37		60		60	9	21	2	47	
○● LBF 30	45	0 -0.019	70	0 -0.3	70	10	25	3	54	
○● LBF 40	57		90		90	14	31	3	70	
○● LBF 50	70	0 -0.022	100	0 -0.4	108	0 -0.3	16	34	4	86
○ LBF 60	85		127		124		18	45.5	4	102
○● LBF 70	95	0 -0.025	110	0 -0.4	142	0 -0.4	20	35	4	117
○● LBF 85	115		140		168		22	48	5	138
○● LBF 100	135		160		195		25	55	5	162

주) ○: 고온사양 대응가능형번(급속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

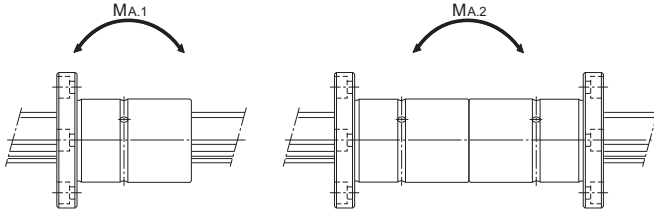
(예) LBF20 A CL+500L H
 └──────────┬──────────┘
 고온용 기호

- : 펠트 씰 대응가능형번(A3-122참조)
 급속 리테이너 사용의 볼스플라인에 펠트 씰은 장착되지 않습니다.

호칭형번의 구성예



(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-71 참조 (*5) A3-117 참조



단위:mm

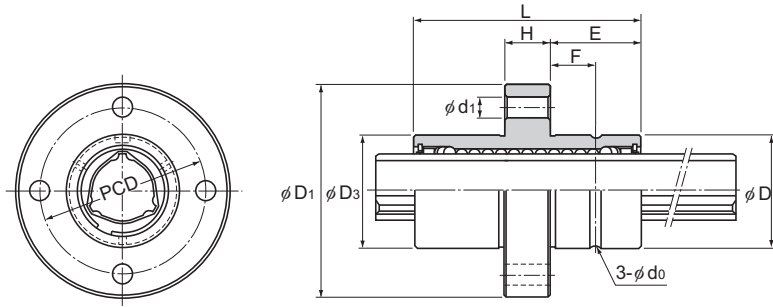
장착구멍 $d_1 \times d_2 \times h$		기본정격토크		기본정격하중 (레이디얼)		정적허용모멘트		질량	
		C_T N·m	C_{OT} N·m	C kN	C_0 kN	M_{A1}^{**} N·m	M_{A2}^{**} N·m	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
	4.5×8×4.4	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.11	1
	4.5×8×4.4	74.5	160	7.8	14.9	60.2	408	0.2	1.8
	5.5×9.5×5.4	154	307	13	23.5	118	760	0.36	2.7
	6.6×11×6.5	273	538	19.3	33.8	203	1270	0.6	3.8
	9×14×8.6	599	1140	31.9	53.4	387	2640	1.2	6.8
	11×17.5×11	1100	1940	46.6	73	594	4050	1.9	10.6
	11×17.5×11	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.5	15.6
	14×20×13	2190	3800	66.4	102	895	6530	3.6	21.3
	16×23×15.2	3620	6360	90.5	141	2000	12600	6.2	32
	18×26×17.5	5910	12600	126	237	3460	20600	11	45

주) M_{A1} 는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

M_{A2} 는 위의 그림에 보이는 것처럼 2개의 스플라인 너트를 밀착사용 했을 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

LBR형



호칭형번	스플라인 너트 치수								
	외경		외경	길이		플랜지경	H	E	PCD
	D	허용차	D ₃	L	허용차	D ₁			
LBR 15	25	0 -0.013	25.35	40	0 -0.2	45.4	9	15.5	34
○● LBR 20	30	0 -0.016	30.35	60	0 -0.3	56.4	12	24	44
○● LBR 25	40		40.35	70		70.4	14	28	54
○● LBR 30	45		45.4	80		75.4	16	32	61
○● LBR 40	60		0 -0.019	60.4		100	96.4	18	41
○● LBR 50	75	0 -0.022	75.4	112		112.4	20	46	94
○ LBR 60	90		90.5	127		134.5	22	52.5	112
○● LBR 70	95	0 -0.025	95.6	135		140.6	24	55.5	117
○● LBR 85	120		120.6	155		170.6	26	64.5	146
○● LBR 100	140		140.6	175	198.6	34	70.5	170	

주) ○: 고온사용 대응가능형번(금속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

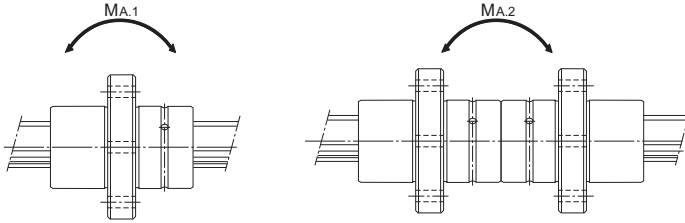
(예) LBR40 A CM+600L H
└──────────┘ 고온용 기호

- 펠트 씰 대응가능형번(▲3-122참조)
 금속 리테이너 사용의 볼스플라인에 펠트 씰은 장착되지 않습니다.

호칭형번의 구성예



(*1) ▲3-122 참조 (*2) ▲3-30 참조 (*3) ▲3-35 참조 (*4) ▲3-71 참조 (*5) ▲3-117 참조



단위:mm

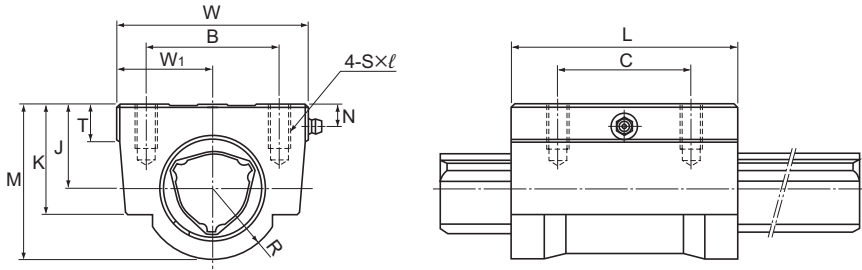
				기본정격토크		기본정격하중 (레이디얼)		정적허용모멘트		질량	
장착구멍	F	급유구		C_T	C_{OT}	C	C_o	$M_{A.1}^{**}$	$M_{A.2}^{**}$	스플라인 너트	스플라인 축
d_i		d_o		N·m	N·m	kN	kN	N·m	N·m	kg	kg/m
4.5	7.5	2		30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.14	1
5.5	12	2		90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.33	1.8
5.5	14	2		176	381	14.9	28.7	171	1060	0.54	2.7
6.6	16	3		312	657	22.5	41.4	295	1740	0.9	3.8
9	20.5	3		696	1420	37.1	66.9	586	3540	1.7	6.8
11	23	4		1290	2500	55.1	94.1	941	5610	2.7	10.6
11	26	4		1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.7	15.6
14	27	4		3000	6090	90.8	164	2080	11800	6	21.3
16	32	5		4740	9550	119	213	3180	17300	8.3	32
18	35	5		6460	14400	137	271	4410	25400	14.2	45

주) ** $M_{A.1}$ 는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

** $M_{A.2}$ 는 위의 그림에 보이는 것처럼 2개의 스플라인 너트를 밀착사용 했을 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

LBH형



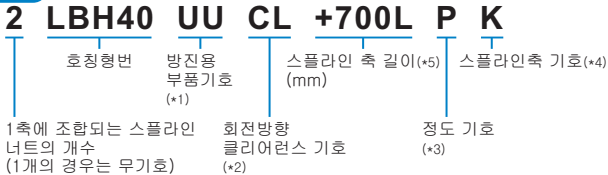
호칭형번	스플라인 너트 치수									
	높이 M	폭 W	길이 L	B	C	S×ℓ	J ±0.15	W ₁ ±0.15	T	K
○ LBH 15	29	34	43	26	26	M4×10	15	17	6	20
○● LBH 20	38	48	62	35	35	M6×12	20	24	7	26
○● LBH 25	47	60	73	40	40	M8×16	25	30	8	33
○● LBH 30	57	70	83	50	50	M8×16	30	35	10	39
○● LBH 40	70	86	102	60	60	M10×20	38	43	15	50
○● LBH 50	88	100	115	75	75	M12×25	48	50	18	63

주) ○: 고온사양 대응가능형번(금속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

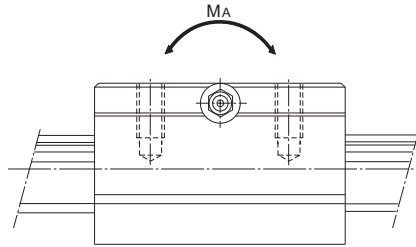
(예) LBH30 A CM+600L H
 └────────── 고온용 기호

- : 펠트 씰 대응가능형번(▲3-122참조)
 금속 리테이너 사용의 볼스플라인에 펠트 씰은 장착되지 않습니다.

호칭형번의 구성예



(*1) ▲3-122 참조 (*2) ▲3-30 참조 (*3) ▲3-35 참조 (*4) ▲3-71 참조 (*5) ▲3-117 참조

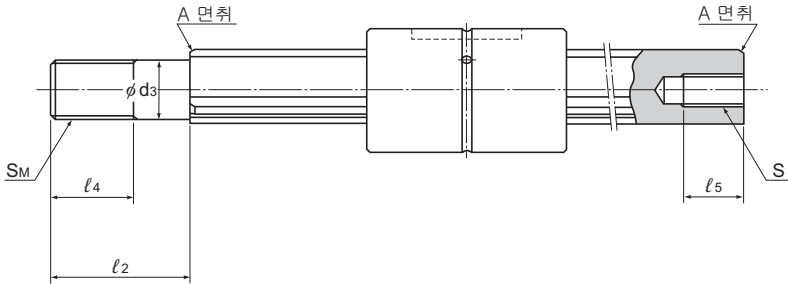


단위:mm

				기본정격토크		기본정격하중 (레이디얼)		정적허용 모멘트	질량	
R	N	그리스 니플	C_T N·m	C_{OT} N·m	C kN	C_o kN	M_A^{**} N·m		스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
14	5	φ4 드라이브 니플	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	0.23	1	
18	7	A-M6F	90.2	213	9.4	20.1	103	0.58	1.8	
22	6	A-M6F	176	381	14.9	28.7	171	1.1	2.7	
26	8	A-M6F	312	657	22.5	41.4	295	1.73	3.8	
32	10	A-M6F	696	1420	37.1	66.9	586	3.18	6.8	
40	13.5	A-PT1/8	1290	2500	55.1	94.1	941	5.1	10.6	

주) ** M_A 는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.
볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**을 참조하십시오.

축단권장형상 LBS형 지지용



단위:mm

호칭형번	d_3	허용차	l_2	S_M	l_4	$S \times l_5$
LBS 15	10	0 -0.015	23	M10×1.25	14	M6×10
LBS 20	14	0 -0.018	30	M14×1.5	18	M8×15
LBS 25	18		42	M18×1.5	25	M10×18
LBS 30	20	0 -0.021	46	M20×1.5	27	M12×20
LBS 40	30		70	M30×2	40	M18×30
LBS 50	36	0 -0.025	80	M36×3	46	M20×35

주) 면취 A에 관한 상세한 내용은, **A3-72**를 참조하십시오.

스플라인 축

스플라인 축은 **A3-57**에 설명된 것처럼, 정밀 중실 스플라인 축, 특수 스플라인 축과 중공 스플라인 축(K타입)으로 나누어집니다.

스플라인 축형상에 대해서는 요구에 따라 제작하므로, 견적 또는 주문시에 원하시는 축 모양의 도면을 제시해 주십시오.

【스플라인 축의 단면 형상】

표2은 스플라인 축의 단면 형상을 보여줍니다.

스플라인 축단이 원통 가공이 필요한 경우, 가능한 소경치수(ϕd)이하로 해 주십시오.

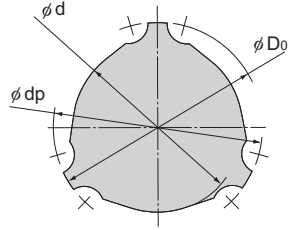


표2 스플라인 축의 단면 형상

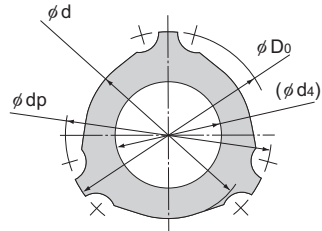
단위:mm

호칭 축경	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
소경 ϕd	11.7	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
대경 ϕD_0	14.5	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
볼중심경 ϕdp	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
질량 (kg/m)	1	1.8	2.7	3.8	6.8	10.6	15.6	21.3	32	45	69.5	116.6

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않는 치수로 합니다.

【표준 중공 스플라인 축의 구멍 형상】

표3는 표준 중공 스플라인 축의 구멍 형상을 보여줍니다. 배관, 배선, 냉각 또는 중량경감 등의 필요가 있는 경우에 이용하십시오.



K 타입

표3 표준 중공 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
소경 ϕd	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
대경 ϕD_0	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
볼중심경 ϕdp	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
구경 (ϕd_4)	6	8	12	18	24	30	35	45	56	60	80
질량 (kg/m)	1.6	2.3	2.9	4.9	7	10	13.7	19.5	25.7	47.3	77.1

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않는 치수로 합니다.

【스플라인부 단면의 면취】

스플라인부 단면은 스플라인 너트의 삽입을 용이하게 하기 위하여 특별히 지정이 없으면 아래에 나타난 치수로 면취 됩니다.

● A 면취

그림2 과 같이 스플라인부 단면에 끝단가공, 탭 가공이나 구멍가공이 있는 경우 표4 의 A면취 치수로 가공합니다.

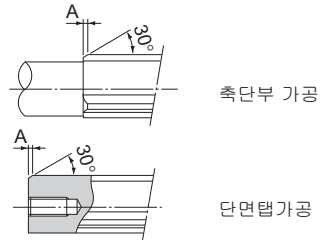


그림2 A 면취

● B 면취

고정-자유와 같이 스플라인부 한쪽 끝단을 사용하지 않는 경우는 표4의 B 면취 치수로 가공합니다.

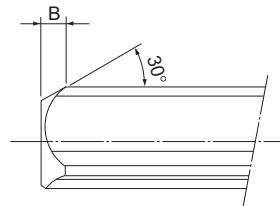


그림3 B 면취

표4 스플라인부 단면의 면취 치수

단위:mm

호칭 축경	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
A 면취	1	1	1.5	2.5	3	3.5	5	6.5	7	7	7.5	8
B 면취	3.5	4.5	5.5	7	8.5	10	13	15	16	17	17	18

주) 호칭축경 6, 8, 10은 C0.5 면취입니다.

【특수 스플라인 축의 불완전 스플라인부 길이】

스플라인 축단 혹은 중간의 경을 소경치수(ϕd) 보다 크게 할 경우는 연삭길이 여유 때문에 불완전 스플라인부가 필요합니다. 이 길이(S) 와 플랜지경(ϕdf)의 관계를 표5에 나타냅니다.

(단, 전장 1500mm 이상은 적용되지 않으므로 삼익THK로 문의바랍니다.)

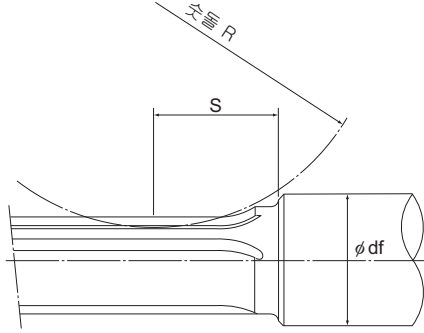


표5 불완전 스플라인부의 길이: S

단위:mm

플랜지경 ϕdf	15	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
호칭 축경															
15	32	42	49	55	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150	—	—	—
85	—	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	108	130	147	—	—
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	111	133	150	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	101	125	144

* 전장 1500mm 이상은 적용되지 않습니다. 상세한 내용은 삼익THK에 문의해 주십시오.

부속부품

볼스플라인 LBS형과 LBST형은 표6에 나타낸 표준키가 첨부되어 있습니다.

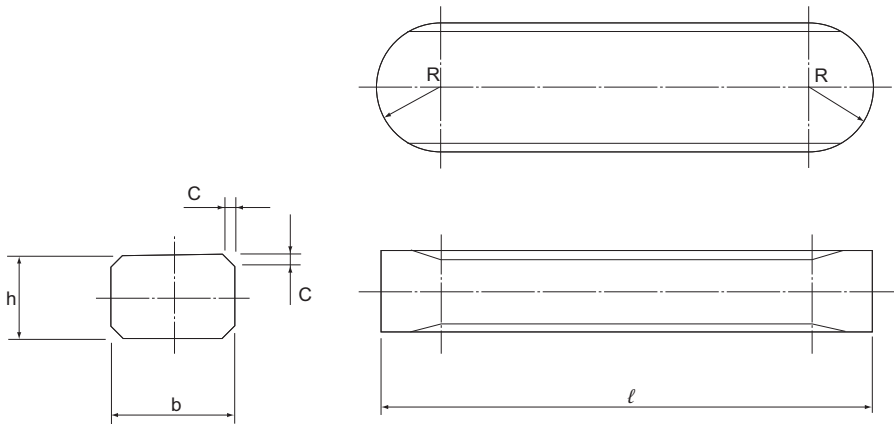


표6 LBS형, LBST형용 표준키

단위:mm

호칭 축경	폭 b		높이 h		길이 ℓ		R	C
		허용차(p7)		허용차(h9)		허용차(h12)		
LBS 6	2	+0.016	1.3	0	10	0	1	0.3
LBS 8	2.5	+0.006	2	-0.025	12.5	0	1.25	
LBS 10	3		2.5		17	-0.180	1.5	
LBS 15	3.5		3.5		20	0	1.75	0.5
LBS 20 LBST 20	4	+0.024 +0.012	4	0 -0.030	26	-0.210	2	
LBS 25 LBST 25	5		5		33	0	2.5	
LBS 30 LBST 30	7	+0.030 +0.015	7		41	-0.250	3.5	0.8
LBS 40 LBST 40	10		8	0 -0.036	55		5	
LBS 50 LBST 50	15	+0.036 +0.018	10		60	0 -0.300	7.5	
LBST 60 LBS 70 LBST 70	18		12		68		9	1.2
LBS 85 LBST 85	20	+0.043 +0.022	13	0 -0.043	80	0 -0.350	14	
LBS 100 LBST 100	28		18		93		14	
LBST 120	28		18		123	0 -0.400	14	2
LBST 150	32	+0.051 +0.026	20	0 -0.052	157		16	

중 토크형 볼스플라인

LT형 LF형 LT-X형 LF-X형

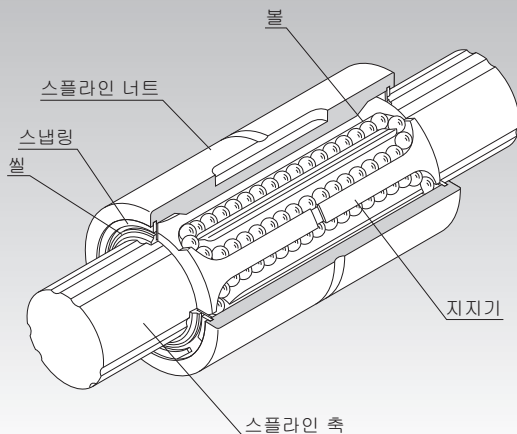


그림1 중 토크형 볼스플라인 LT형의 구조

선정 포인트	A3-6
설계의 포인트	A3-119
옵션	A3-122
호칭형번	A3-124
취급상의 주의사항	A3-125
유행 관련제품	A24-1
장착 순서와 메인터너스	B3-31

스플라인 축의 단면특성	A3-17
등가 계수	A3-27
회전방향 클리어런스	A3-30
정도규격	A3-35
정도별 최대 제작 길이	A3-117

구조와 특징

중 토크형 볼스플라인은 스플라인 축의 외주 2~3곳의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어 붙이고 무리없이 예압이 부여될 수 있도록 4~6조의 부하볼열이 배치되어 있습니다.

볼열은 외통의 내부에 조립된 특수합성수지의 리테이너에 의하여 정렬 순환운동하도록 유지되어 있으므로 스플라인 축을 빼어도 볼이 탈락하지 않습니다.

【큰 부하용량】

볼 전동면은 볼 곡률에 거의 같은 서큘러아크형으로 성형되어 있고 또한, 앵귤러 콘택트 구조이기 때문에 레이디얼 방향과 토크방향으로 큰 부하용량을 가지고 있습니다.

【앵귤러 래쉬 제로】

마주보는 2조의 볼열은 상호 접촉각 20°로써 스플라인 축 돌기부를 밀착하고 있고 예압을 부여한 앵귤러 콘택트 구조의 채용으로 인하여 회전방향의 앵귤러 래쉬를 제로로 하여 강성을 높이는 일이 가능합니다.

【고강성】

접촉각이 크고 적절한 예압이 주어졌으므로, 고 토크 강성 · 모멘트 강성을 실현했습니다.

【볼 유지 타입】

리테이너에 의해 스플라인 축이 스플라인 너트로부터 빼도 볼이 탈락하지 않습니다.

(LT4, 5형은 제외)

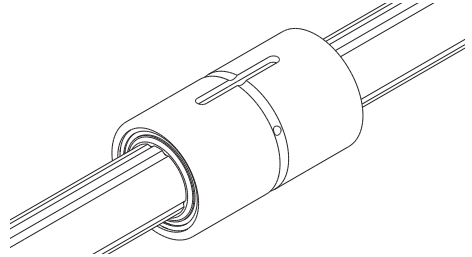
종류와 특징

【스플라인 너트의 종류】

원통형 볼스플라인 LT형

치수표⇒ **A3-80**

스플라인 너트 외경이 스트레이트인 원통형상으로 토크를 전달하는 경우는 키를 박아 넣어서 사용하는 가장 콤팩트한 타입입니다.

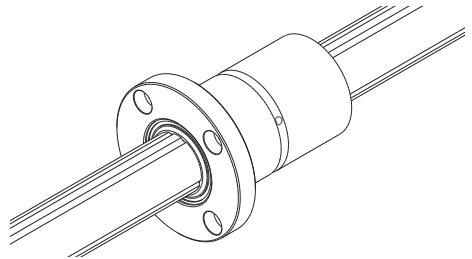


플랜지형 볼스플라인 LF형

치수표⇒ **A3-82**

스플라인 너트는 플랜지로 하우징에 부착할 수 있으며, 조립을 간단하게 해줍니다.

하우징에 키홈을 가공하면 변형의 우려가 있는 곳이나 하우징의 폭이 좁은 곳에 최적입니다.



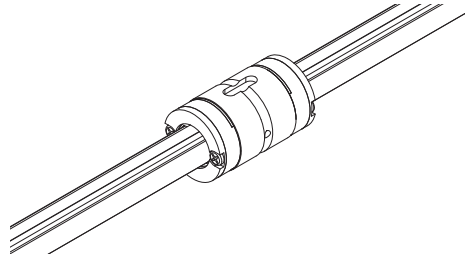
컴팩트 볼 스플라인 LT-X형

치수표⇒ **A3-84**

새로운 순환 경로를 채택하여 기존 형변인 LT형보다 너트 형상이 콤팩트합니다.

또한 너트 외경이 리니어 부쉬와 동일합니다.

LT-XL형은 LT-X형의 허용치를 초과한 토크 또는 오버행 하중 및 모멘트가 가해질 경우에 적합합니다.



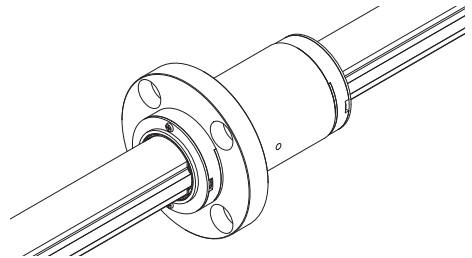
컴팩트 볼 스플라인 LF-X형

치수표⇒ **A3-86**

새로운 순환 경로를 채택하여 기존 형변인 LF형보다 너트 형상이 콤팩트합니다.

또한 너트 외경이 리니어 부쉬와 동일합니다.

LF-XL형은 LF-X형의 허용치를 초과한 토크 또는 오버행 하중 및 모멘트가 가해질 경우에 적합합니다.



【스플라인 축의 종류】

정밀 중실 스플라인 축(표준타입)

스플라인 축의 전동면은 정밀연삭에 의해 고정도로 가공하며, 스플라인 너트와 조합하고 있습니다.



특수 스플라인 축

스플라인 축단 또는 중간 외경을 크게 할 경우에는 스플라인부를 특수가공으로 제작합니다.



중공 스플라인 축(K타입)

배관, 배선, 환기와 중량경감 등의 필요가 있는 경우에 인발 중공 스플라인 축이 준비되어 있습니다.



두께 두꺼움

중공 스플라인 축(N타입)

배관, 배선, 환기와 중량경감 등의 필요가 있는 경우에 인발 중공 스플라인 축이 준비되어 있습니다.



두께 얇음

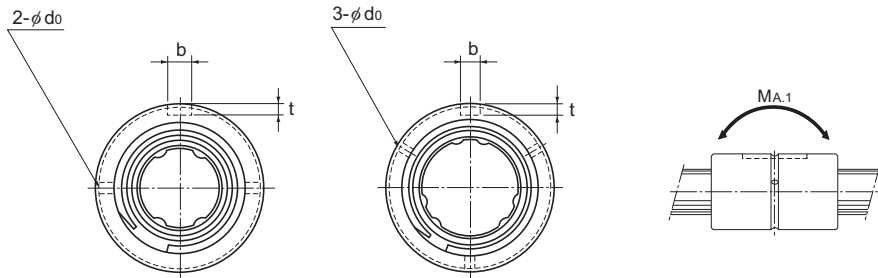
하우징 내경공차

스플라인 너트와 하우징과의 끼워맞춤은 일반적으로 중간 끼워맞춤으로 합니다. 볼스플라인의 정도를 그다지 필요로 하지 않는 경우에는 헐거운 끼워맞춤으로 합니다.

표1 하우징 내경공차

하우징 내경공차	일반적인 사용조건	H7
	클리어런스를 없게하는 경우	J6

LT형



LT13형 이하

LT16형 이상

호칭형번	스플라인 너트 치수									
	외경		길이		b H8	키홈 치수		r	급유구 d _o	
	D	허용차	L	허용차		t +0.1 0	ℓ _o			
주) LT 4	10	0 -0.009	16	0 -0.2	2	1.2	6	0.5	—	
주) LT 5	12	0	20		2.5	1.2	8	0.5	—	
LT 6	14		25		2.5	1.2	10.5	0.5	1	
LT 8	16	0	25		2.5	1.2	10.5	0.5	1.5	
LT 10	21		33		3	1.5	13	0.5	1.5	
LT 13	24		36		3	1.5	15	0.5	1.5	
○ LT 16	31	-0.013	50		0 -0.3	3.5	2	17.5	0.5	2
○ LT 20	35		63			4	2.5	29	0.5	2
○ LT 25	42	-0.016	71			4	2.5	36	0.5	3
○ LT 30	47		80			4	2.5	42	0.5	3
○ LT 40	64	0	100	6		3.5	52	0.5	4	
○ LT 50	80	-0.019	125	8		4	58	1	4	
○ LT 60	90	0	140	0 -0.4		12	5	67	1	5
○ LT 80	120	-0.022	160			16	6	76	2	5
○ LT 100	150	0 -0.025	185			20	7	110	2.5	5

주) LT4, 5형은 리테이너를 사용하고 있지 않으므로 스플라인 너트에서 축을 빼지 말아 주십시오(볼이 탈락 합니다.)

○:고온사양 대응가능형번(급속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

(예)LT20 A CL+500L H

└──────────┘ 고온용 기호

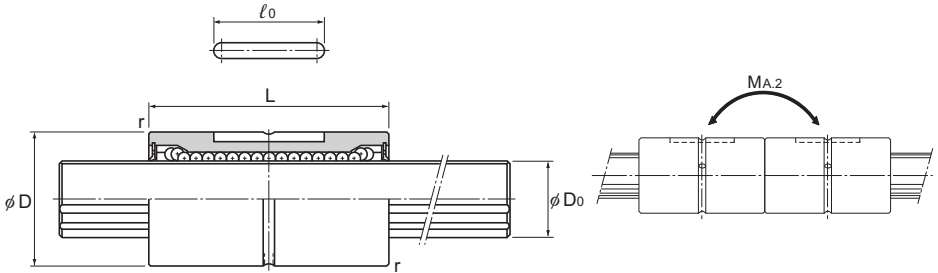
호칭형번의 구성예

2 **LT30** **UU** **CL** **+500L** **H** **K**

호칭형번 방진용 부품기호 (*1) 스플라인 축 길이(*5) (mm) 스플라인축 기호(*4)

1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호) 회전방향 클리어런스 기호 (*2) 정도 기호 (*3)

(*1) **A3-122** 참조 (*2) **A3-30** 참조 (*3) **A3-35** 참조 (*4) **A3-89** 참조 (*5) **A3-117** 참조



단위: mm

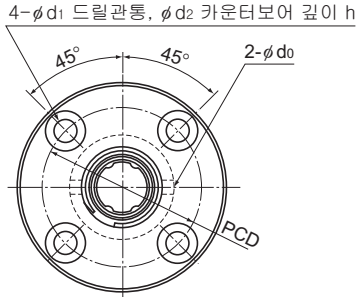
	스플라인 축경	볼조열	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트		질량	
			C_T N·m	C_{OT} N·m	C kN	C_0 kN	$M_{A,1}^{**}$ N·m	$M_{A,2}^{**}$ N·m	스플라인 너트 g	스플라인 샤프트 kg/m
	4	4	0.59	0.78	0.44	0.61	0.88	6.4	5.2	0.1
	5	4	0.88	1.37	0.66	0.88	1.5	11.6	9.1	0.15
	6	4	0.98	1.96	1.18	2.16	4.9	36.3	17	0.23
	8	4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	44.1	18	0.4
	10	4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	98	50	0.62
	13	4	5.88	10.8	3.53	5.78	19.6	138	55	1.1
	16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	393	165	1.6
	20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	700	225	2.5
	25	6	105	103	15.2	25.8	210	1140	335	3.9
	30	6	171	148	20.5	34	290	1710	375	5.6
	40	6	419	377	37.8	60.5	687	3760	1000	9.9
	50	6	842	769	60.9	94.5	1340	7350	1950	15.5
	60	6	1220	1040	73.5	111.7	1600	9990	2500	22.3
	80	6	2310	1920	104.9	154.8	2510	16000	4680	39.6
	100	6	3730	3010	136.2	195	3400	24000	9550	61.8

주) ** $M_{A,1}$ 는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

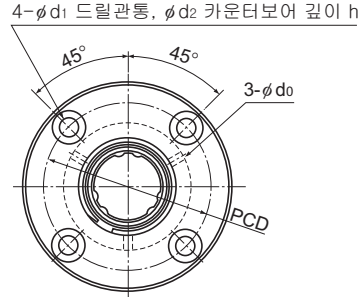
** $M_{A,2}$ 는 위의 그림에 보이는 것처럼 2개의 스플라인 너트를 밀착사용 했을 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

LF형



LF13형 이하



LF16형 이상

호칭형번	스플라인 너트 치수												
	외경		길이		플랜지경		H	F	C	r	급규격	PCD	장착구멍 d ₁ ×d ₂ ×h
	D	허용차	L	허용차	D ₁	허용차							
LF 6	14	0	25	0	30	-0.2	5	7.5	0.5	0.5	1.5	22	3.4×6.5×3.3
LF 8	16	-0.011	25		32		5	7.5	0.5	0.5	1.5	24	3.4×6.5×3.3
LF 10	21	0 -0.013	33		42		6	10.5	0.5	0.5	1.5	32	4.5×8×4.4
LF 13	24		36	44	7	11	0.5	0.5	1.5	33	4.5×8×4.4		
○ LF 16	31	0 -0.016	50	0	51	-0.2	7	18	0.5	0.5	2	40	4.5×8×4.4
○ LF 20	35		63		58		9	22.5	0.5	0.5	2	45	5.5×9.5×5.4
○ LF 25	42		71		65		9	26.5	0.5	0.5	3	52	5.5×9.5×5.4
○ LF 30	47	80	0 -0.3	75	100	10	30	0.5	0.5	3	60	6.6×11×6.5	
○ LF 40	64	100		100		14	36	1	0.5	4	82	9×14×8.6	
○ LF 50	80	125		124		16	46.5	1	1	4	102	11×17.5×11	

주) ○: 고온사양 대응가능형번(급속 리테이너, 사용온도 100℃까지)

(예) LF30 A CL+700L H

└──────────┘ 고온용 기호

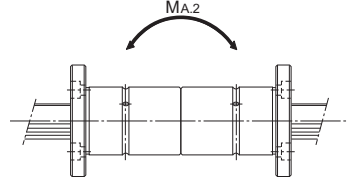
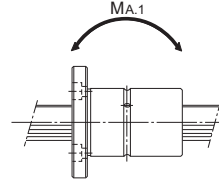
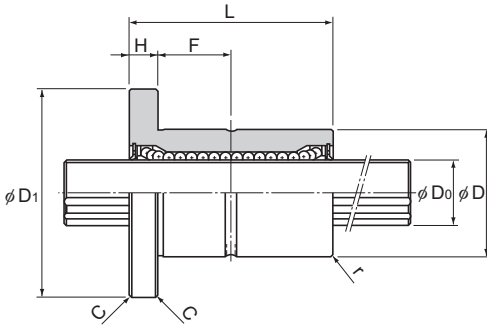
호칭형번의 구성예

2 LF20 UU CM +400L P N

호칭형번 방진용 부품기호 (*1) 스플라인 축 길이(*5) (mm) 스플라인축 기호(*4)

1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호) 회전방향 클리어런스 기호 (*2) 정도 기호 (*3)

(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-89 참조 (*5) A3-117 참조



단위: mm

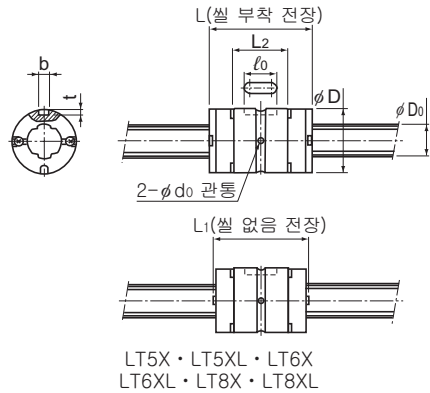
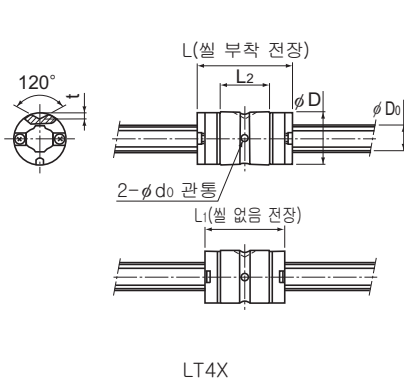
스플라인 축경	볼조열	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트		질량	
		C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C ₀ kN	M _{A.1} ** N·m	M _{A.2} ** N·m	스플라인 너트 g	스플라인 축 kg/m
D ₀ h7									
6	4	0.98	1.96	1.18	2.16	4.9	36.3	35	0.23
8	4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	44.1	37	0.4
10	4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	98	90	0.62
13	4	5.88	10.8	3.53	5.78	19.6	138	110	1.1
16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	393	230	1.6
20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	700	330	2.5
25	6	105	103	15.2	25.8	210	1140	455	3.9
30	6	171	148	20.5	34	290	1710	565	5.6
40	6	419	377	37.8	60.5	687	3760	1460	9.9
50	6	842	769	60.9	94.5	1340	7350	2760	15.5

주) **M_{A.1}는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

**M_{A.2}는 위의 그림에 보이는 것처럼 2개의 스플라인 너트를 밀착사용 했을 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

LT-X형



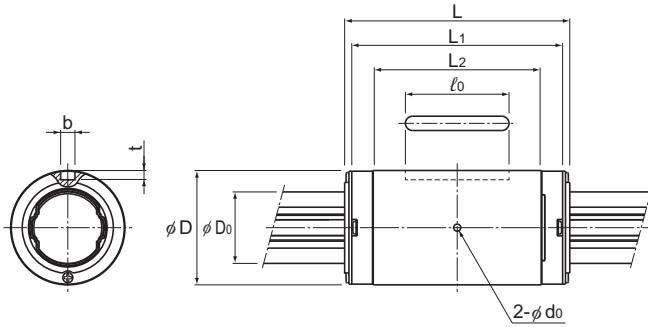
호칭형번	스플라인 축경	너트 치수								
		외경		길이			키홈 치수			급유구
		D	허용차	L (씰 부착)	L ₁ (씰 없음)	L ₂	b H8	t	ℓ ₀	
LT 4X	4	8	0 -0.009	14.4	12	7.5	—	1	—	1
LT 5X LT 5XL	5	10	0 -0.009	15 26	13.6 24.6	7.3 18.3	2	1.2	4.7	1 1
LT 6X LT 6XL	6	12	0 -0.011	19 30	17.6 28.6	10.2 21.2	2	1.2	6	1 1
LT 8X LT 8XL	8	15	0 -0.011	25 40	23.8 38.8	14.6 29.6	2.5	1.2	8	1 1
LT 10X	10	19	0 -0.013	33	30.8	23.9	3	1.5	13	1.5
LT 13X	13	23	0 -0.013	36	32.4	24	3	1.5	15	1.5
LT 16X	16	28	0 -0.013	50	46.4	35.4	3.5	2	17.5	2
LT 20X	20	32	0 -0.016	63	59	47.4	4	2.5	29	2
LT 25X	25	40	0 -0.016	71	67	52.6	4	2.5	36	3
LT 30X	30	45	0 -0.016	80	75.6	59.6	4	2.5	42	3

호칭형번의 구성예

2 LT20X UU CL +700L P K




호칭형번	방진용 부품기호 ^(*)	회전방향 클리어런스 기호 ^(*)	정도 기호 ^(*)	스플라인축 기호 ^(*)
1축에 조합되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)			스플라인 축 길이 ^(*) (mm)	

(*) **A3-122** 참조 (*2) **A3-30** 참조 (*3) **A3-35** 참조 (*4) **A3-89** 참조 (*5) **A3-117** 참조



LT10X형~30X형

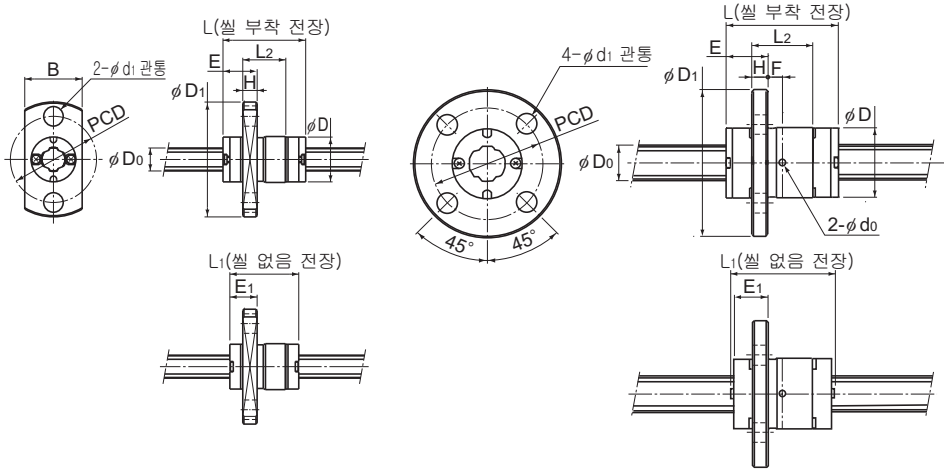
단위: mm

	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트			질량	
	C_T N·m	C_{0T} N·m	C kN	C_0 kN	M_{A1}  N·m	M_{A2} (씰 있음)  N·m	M_{A2} (씰 없음)  N·m	스플라인 너트 g	스플라인 축 kg/m
	0.49	0.82	0.42	0.7	0.84	6.2	5.0	2.2	0.1
	0.82 1.59	1.25 3.20	0.56 1.09	0.85 2.19	1.04 6.11	8.2 35.5	6.6 28.4	3.3 8	0.15
	1.73 2.81	2.77 5.54	0.98 1.60	1.58 3.15	2.85 10.6	19 59.8	15.2 47.8	6.6 13.3	0.21
	6.00 10.10	9.23 19.4	1.39 2.35	2.15 4.53	5.13 21.1	34.3 110.9	27.4 88.7	14.3 24.3	0.38
	9.41	17.3	2.94	5.40	21.5	114	104	30	0.59
	17.1	28.7	4.16	6.96	28.9	164	149	40	1.01
	42.9	68.6	8.40	13.4	77.4	419	381	81	1.52
	66.4	117	10.5	18.6	144	735	669	130	2.41
	125	207	15.9	26.2	230	1183	1077	235	3.71
	196	319	20.8	34.0	335	1714	1560	295	5.37

주) 스플라인 너트의 질량은 씰이 없는 경우의 질량입니다.

사용 시에는 스플라인 축 강도에 대한 검토(▲3-12)를 확인하십시오.

LF-X형



LF4X

LF5X · LF5XL · LF6X · LF6XL · LF8X · LF8XL

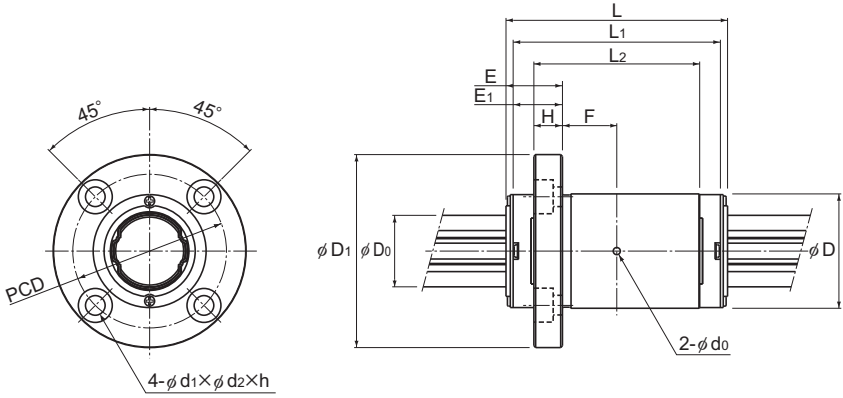
호칭형번	스플라인 축경 D ₀ h7	너트 치수												
		외경		길이			플랜지경		급유구			PCD		
		D	허용차	L (씰 부착)	L ₁ (씰 없음)	L ₂	D ₁	B	H	F	E		E ₁	d ₀
LF 4X	4	8	⁰ _{-0.009}	14.4	12	7.5	20	10	2.5	—	5.95	4.74	—	15
LF 5X LF 5XL	5	10	⁰ _{-0.009}	15 26	13.6 24.6	7.3 18.3	23	—	2.7	— 6.5	6.55	5.35	— 1	17
LF 6X LF 6XL	6	12	⁰ _{-0.011}	19 30	17.6 28.6	10.2 21.2	25	—	2.7	2.4 7.9	7.1	6.4	— 1	19
LF 8X LF 8XL	8	15	⁰ _{-0.011}	25 40	23.8 38.8	14.6 29.6	28	—	3.8	3.5 11	9	8.4	1.5	22
LF 10X	10	19	⁰ _{-0.013}	33	30.8	23.9	38	—	6	5.95	10.55	9.45	1.5	28
LF 13X	13	23	⁰ _{-0.013}	36	32.4	24	43	—	6	6	12	10.2	1.5	33
LF 16X	16	28	⁰ _{-0.013}	50	46.4	35.4	48	—	6	11.7	13.3	11.5	2	38
LF 20X	20	32	⁰ _{-0.016}	63	59	47.4	54	—	8	15.7	15.8	13.8	2	43
LF 25X	25	40	⁰ _{-0.016}	71	67	52.6	62	—	8	18.3	17.2	15.2	3	51
LF 30X	30	45	⁰ _{-0.016}	80	75.6	59.6	74	—	10	19.8	20.2	18	3	60

호칭형번의 구성예

2 LF20X UU CL +700L P K

호칭형번	방진용 부품기호(*1)	회전방향 클리어런스 기호 (*2)	정도 기호 (*3)	스플라인 축 기호(*4)
1축에 조합되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)				스플라인 축 길이(*5) (mm)

(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-89 참조 (*5) A3-117 참조



LF10X형~30X형

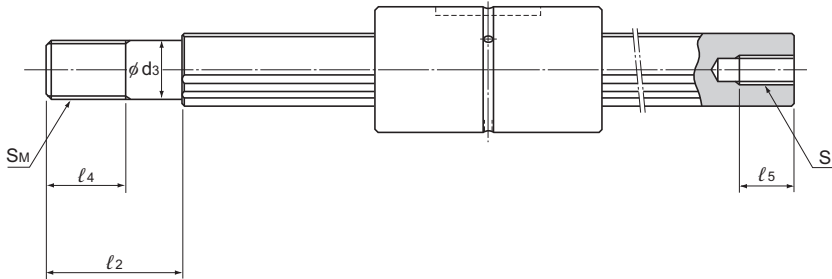
단위: mm

장착구멍 $d_1 \times d_2 \times h$	기본정격토크		기본정격하중		정적허용모멘트			질량	
	C_T N·m	C_{0T} N·m	C kN	C_0 kN	M_{A1} N·m	M_{A2} (씰 있음) N·m	M_{A2} (씰 없음) N·m	스플라인 너트 g	스플라인 축 kg/m
3.4관통	0.49	0.82	0.42	0.7	0.84	6.2	4.9	4.7	0.1
3.4관통	0.82 1.59	1.25 3.20	0.56 1.09	0.85 2.19	1.04 6.11	8.2 35.5	6.5 28.4	9.9 14.6	0.15
3.4관통	1.73 2.81	2.77 5.54	0.98 1.60	1.58 3.15	2.85 10.6	19 59.8	15.2 47.8	13.8 20.5	0.21
3.4관통	6.00 10.10	9.23 19.4	1.39 2.35	2.15 4.53	5.13 21.1	34.3 110.9	27.4 88.7	26.5 36.5	0.38
4.5×8×4.4	9.41	17.3	2.94	5.40	21.5	114	104	66	0.59
4.5×8×4.4	17.1	28.7	4.16	6.96	28.9	164	149	82	1.01
4.5×8×4.4	42.9	68.6	8.40	13.4	77.4	419	381	131	1.52
5.5×9.5×5.4	66.4	117	10.5	18.6	144	735	669	212	2.41
5.5×9.5×5.4	125	207	15.9	26.2	230	1183	1077	335	3.71
6.6×11×6.5	196	319	20.8	34.0	335	1714	1560	489	5.37

주) 스플라인 너트의 질량은 씰이 없는 경우의 질량입니다.

사용 시에는 스플라인 축 강도에 대한 검토(☞A3-12)를 확인하십시오.

축단권장형상 LT형 지지용



단위: mm

호칭형번	d_3	허용차	l_2	S_M	l_4	$S \times l_5$
LT 6	5	0	12	M5×0.8	7	M2.5×4
LT 8	6	-0.012	14	M6×1	8	M3×5
LT 10	8	0	18	M8×1	11	M4×6
LT 13	10	-0.015	23	M10×1.25	14	M5×8
LT 16	14	0	30	M14×1.5	18	M6×10
LT 20	16	-0.018	38	M16×1.5	22	M8×15
LT 25	22	0	50	M22×1.5	28	M10×18
LT 30	27	-0.021	60	M27×2	34	M14×25
LT 40	36	0	80	M36×3	45	M18×30
LT 50	45	-0.025	100	M45×4.5	58	M22×40

스플라인 축

스플라인 축은 **A3-79**에 설명된 것처럼, 정밀 중실 스플라인 축, 특수 스플라인 축과 중공 스플라인 축(K타입, N타입)으로 나누어집니다.

스플라인 축형상에 대해서는 요구에 따라 제작하므로, 견적 또는 주문시에 원하시는 축 모양의 도면을 제시하여 주십시오.

【스플라인 축의 단면 형상】

표2은 스플라인 축의 단면 형상을 보여줍니다.

스플라인 축단이 원통 가공이 필요한 경우, 가능한 소경치수(ϕd)이하로 하여 주십시오.

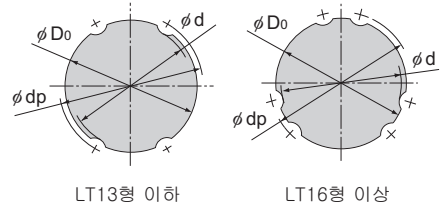


표2 LT형, LF형의 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
소경 ϕd	3.5	4.5	5	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	37.5	46.5	56.5	75.5	95
대경 ϕD_o h7	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
불중심경 ϕdp	4.6	5.7	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5
질량 (kg/m)	0.1	0.15	0.23	0.4	0.62	1.1	1.6	2.5	3.9	5.6	9.9	15.5	22.3	39.6	61.8

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않는 치수로 합니다.

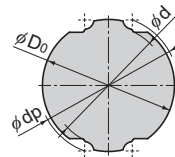


표3 LT-X형, LF-X형의 스플라인 축 단면 형상

단위: mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
소경 ϕd	3.6	4.5	5.4	7	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
대경 ϕD_o	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
불중심경 ϕdp	4.4	5.5	6.6	8.6	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6
질량 (g/m)	100	150	210	380	590	1010	1520	2410	3710	5370

【표준 중공 스플라인 축의 구멍 형상】

표4는 표준 중공 스플라인 축(K타입, N타입)의 구멍 형상을 보여줍니다.

배관, 배선, 냉각 또는 중량경감의 필요가 있는 경우에 이용하십시오.

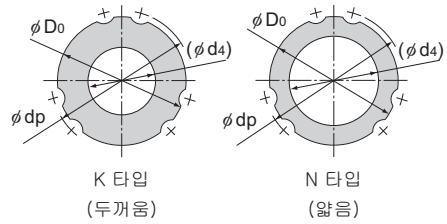
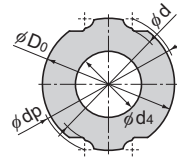


표4 LT형, LF형의 표준 중공 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
대경 φ D ₀ h7	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
불중심경 φdp	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5	
K 타입	구멍경 (φd ₄)	2.5	3	4	5	7	10	12	16	22	25	32	52.5	67.5
	질량 (kg/m)	0.2	0.35	0.52	0.95	1.3	1.8	3	4	6.9	11.6	16	22.6	33.7
N 타입	구멍경 (φd ₄)	—	—	—	—	11	14	18	21	29	36	—	—	—
	질량 (kg/m)	—	—	—	—	0.8	1.3	1.9	2.8	4.7	7.4	—	—	—

주) 표준 중공 스플라인 축은 K 타입, N타입의 2종류가 있으므로 형번의 끝에 "K" "N" 이라고 명기해서 주문하실 때 구별하여 주십시오.

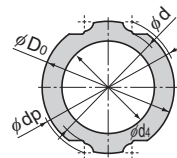


K 타입(두꺼움)

표5 LT-X형, LF-X형의 중공 스플라인 축 단면 형상(K 타입)

단위: mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
소경 φd	—	—	—	—	8.6	11.3	13.9	17.9	22.4	27
대경 φD ₀	—	—	—	—	10	13	16	20	25	30
불중심경 φdp	—	—	—	—	10.7	13.8	17.1	21.1	26.4	31.6
구멍경 φd ₄	—	—	—	—	4	5	7	10	12	16
질량 (g/m)	—	—	—	—	490	850	1220	1790	2820	3780



N 타입(얇음)

표6 LT-X형, LF-X형의 중공 스플라인 축 단면 형상(N 타입)

단위: mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
소경 φd	—	—	—	—	—	—	13.9	17.9	22.4	27
대경 φD ₀	—	—	—	—	—	—	16	20	25	30
불중심경 φdp	—	—	—	—	—	—	17.1	21.1	26.4	31.6
구멍경 φd ₄	—	—	—	—	—	—	11	14	18	21
질량 (g/m)	—	—	—	—	—	—	770	1190	1700	2630

【스플라인부 단면의 면취】

스플라인부 단면은 스플라인 너트의 삽입을 용이하게 하기 위하여 특별히 지정이 없으면 아래에 나타난 치수로 면취 됩니다.

스플라인부 단면에 끝단 가공, 탭 가공 및 구멍 가공 처리된 단면을 사용하려는 곳이나, 고정-지지와 같이 단면을 사용하지 않는 경우도 포함하여 C 면취로 가공합니다.

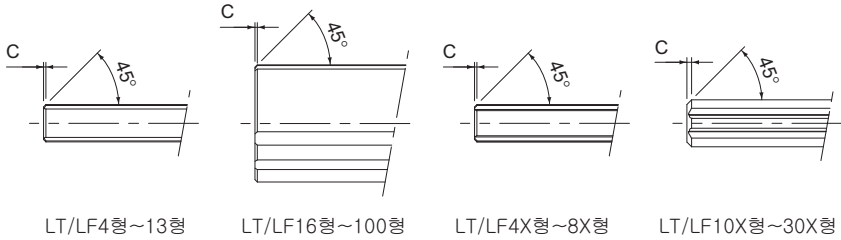


표7 LT형, LF형 스플라인부 단면의 면취 치수

단위: mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
C 면취	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0

표8 LT-X형, LF-X형 스플라인부 단면의 면취 치수

단위: mm

호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
C 면취	0.3	0.3	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0

【특수 스플라인 축의 불완전 스플라인부 길이】

스플라인 축단 혹은 중간의 경을 소경치수(ϕd) 보다 크게 할 경우는 연삭길이 여유 때문에 불완전 스플라인부가 필요합니다. 이 길이(S)와 플랜지경(ϕdf)의 관계를 표9에 나타냅니다.

(단, 전장 1500mm 이상은 적용되지 않으므로 삼익THK로 문의바랍니다.)

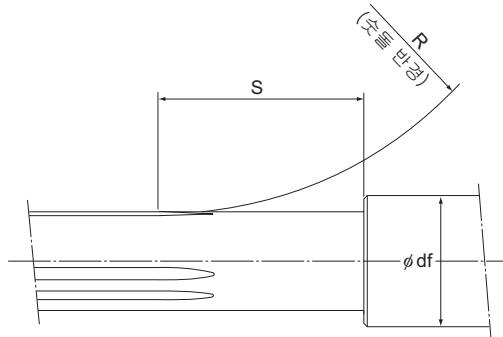


표9 불완전 스플라인부의 길이: S 미니머치 타입

단위:mm

플랜지경 ϕdf 호칭 축경	4	5	6	8	10
	4	23	25	27	31
5	—	24	26	29	33

표준 타입

단위:mm

플랜지경 ϕdf 호칭 축경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160	
	6	24	28	31	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	—	—	—	33	39	46	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	40	62	80	95	—	—	—	—	—	
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—	
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—	
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—	
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	89	115	135	—	
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	90	116	136

* 전장 1500mm이상은 적용되지 않습니다. 상세한 내용은 삼익THK에 문의하여 주십시오.

콤팩트 타입

단위:mm

플랜지경 ϕdf 호칭 축경	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	50	60
	4X	23	25	27	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5X	—	24	26	29	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6X	—	—	24	28	31	39	—	—	—	—	—	—	—	—
8X	—	—	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—
10X	—	—	—	—	26	40	48	56	—	—	—	—	—	—
13X	—	—	—	—	—	33	41	51	61	—	—	—	—	—
16X	—	—	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—
20X	—	—	—	—	—	—	—	37	50	60	67	76	—	—
25X	—	—	—	—	—	—	—	—	38	51	59	72	88	—
30X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	50	62	80	95

부속부품

볼스플라인 LT형은 표10에 나타난 표준키가 첨부되어 있습니다.

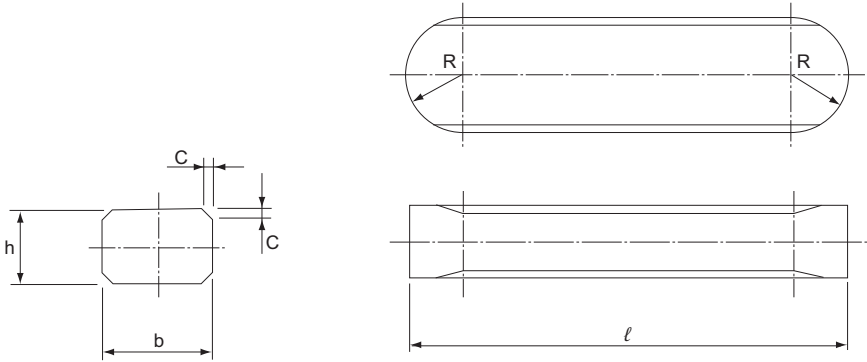


표10 LT형용 표준키

단위:mm

호칭 축경	폭 b		높이 h		길이 ℓ		R	C	
		허용차(p7)		허용차(h9)		허용차(h12)			
LT 4	2	+0.016 +0.006	2	0 -0.025	6	0 -0.120	1	0.3	
LT 5	2.5		2.5		8	0 -0.150	1.25		
LT 6 LT 8	2.5		2.5		10.5	0 -0.180	1.25		
LT 10	3		3		13		1.5		
LT 13	3	3	15	1.5					
LT 16	3.5	+0.024 +0.012	3.5	0 -0.030	17.5	0 -0.210	1.75	0.5	
LT 20	4		4		29		2		
LT 25	4		4		36		0 -0.250		2
LT 30	4		4		42		2		
LT 40	6		6		52		3		
LT 50	8	+0.030 +0.015	7	0 -0.036	58	0 -0.300	4	0.8	
LT 60	12	+0.036	8		6				
LT 80	16	+0.018	10		8				
LT 100	20	+0.043 +0.022	13	0 -0.043	110	0 -0.350	10		

로터리 볼스플라인

기어 부착 타입 LBG형, LBGT형

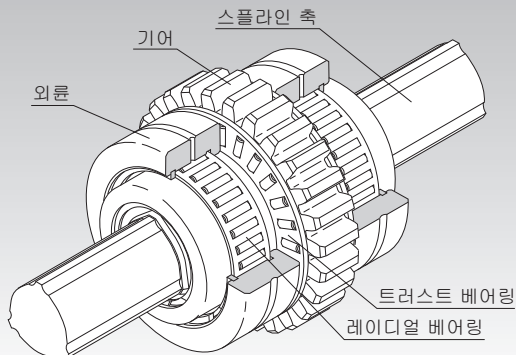


그림1 로터리 볼스플라인 LBG형의 구조

선정 포인트	A3-6
설계의 포인트	A3-119
옵션	A3-122
호칭형번	A3-124
취급상의 주의사항	A3-125
유행 관련제품	A24-1
장착 순서와 메인テナンス	B3-31

스플라인 축의 단면특성	A3-17
등가 계수	A3-27
회전방향 클리어런스	A3-30
정도규격	A3-35
정도별 최대 제작 길이	A3-117

구조와 특징

로터리 볼스플라인은 스플라인 축의 외주 3곳의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어 붙이고 무리없이 예압이 부여될 수 있도록 6조의 부하볼열이 배치되어 있습니다.

LBR형의 플랜지 외주부에 기어 가공을 하고 스플라인 너트에 레이디얼 및 트러스트 베어링이 콤팩트하게 조합된 유니트 타입입니다.

볼열은 특수합성수지의 리테이너에 의하여 정렬 순환운동을 하도록 유지되어 있으므로, 스플라인 축을 빼어도 볼이 탈락하지 않습니다.

【앵글러 래쉬 제로】

스플라인 축은 120° 에서 등거리로 위치한 세 개의 전동돌기부를 가지고 있으며 각 전동돌기부의 양쪽을 따라서, 2열의 볼(총 6열)이 정렬되어, 전동돌기부를 45° 의 접촉각에서 지지해서 예압을 제공합니다. 결과적으로, 회전 방향에서의 클리어런스가 없어지며 강성이 증가됩니다.

【콤팩트한 설계】

스플라인 너트는 레이디얼과 트러스트 베어링으로 콤팩트하게 조합되어서, 콤팩트한 설계가 가능합니다.

【고강성】

접촉각이 크고 적절한 예압을 부여함으로써 고토크 강성, 모멘트 강성이 얻어집니다. 서포트부에는 니들베어링을 사용하고 있으므로, 레이디얼 하중에 강하여 강성이 있는 너트 지지가 가능하게 됩니다.

【스플라인 너트 구동토크 전달에 최적】

서포트 베어링으로서 강성이 있는 너트 지지가 가능하기 때문에, 스플라인 너트 구동 토크 전달에 최적입니다.

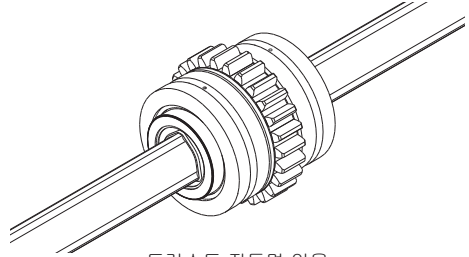
종류와 특징

【스플라인 너트의 종류】

기어 부착 볼스플라인 LBG형

치수표⇒ **A3-98**

LBR형의 플랜지 외주부에 기어를 가공하고 스플라인 너트부에 레이디얼 및 트러스트 니들베어링이 콤팩트하게 조합된 유니트 타입입니다. 스플라인 너트 구동의 토크 전달기구의 경우에 최적입니다.

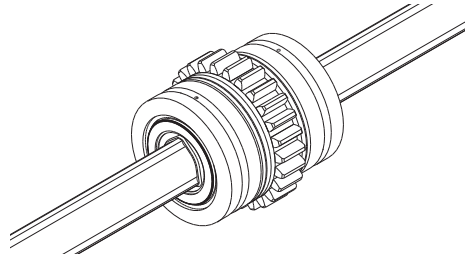


트러스트 전동면 없음

기어 부착 볼스플라인 LBGT형

치수표⇒ **A3-100**

LBR형의 플랜지 외주부에 기어를 가공하고 스플라인 너트부에 레이디얼 및 트러스트 니들베어링이 콤팩트하게 조합된 유니트 타입입니다. 스플라인 너트의 구동 토크 전달기구의 경우에 최적입니다.



트러스트 전동면 있음

【스플라인 축의 종류】

상세한 내용은, **A3-57**을 참조하십시오.

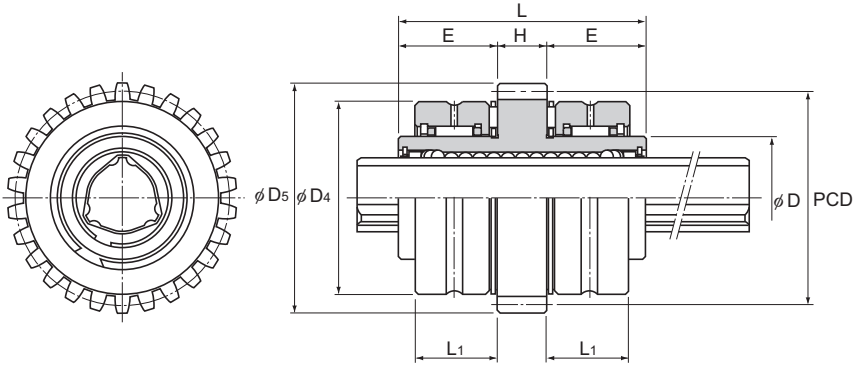
하우징 내경공차

표1은 LBG형, LBGT형에 대한 하우징 내경공차를 보여줍니다.

표1 하우징 내경공차

하우징 내경공차	일반적인 사용조건	H7
	클리어런스를 없게하는 경우	J6

LBG형



호칭형번	스플라인 너트 치수									
	스플라인 너트 외경		길이		외경		폭		H	E
	D	허용차	L	허용차	D _s	허용차	L ₁	허용차		
● LBG 20	30	$\begin{matrix} 0 \\ -0.009 \end{matrix}$	60	0	47	$\begin{matrix} 0 \\ -0.011 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -0.16 \end{matrix}$	12	24
● LBG 25	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.011 \end{matrix}$	70		60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	23	$\begin{matrix} 0 \\ -0.19 \end{matrix}$	14	28
● LBG 30	45	$\begin{matrix} 0 \\ -0.011 \end{matrix}$	80		65	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	27	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$	16	32
● LBG 40	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	100		85	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	31	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$	18	41
● LBG 50	75	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	112	0	100	$\begin{matrix} 0 \\ -0.025 \end{matrix}$	32	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$	20	46
● LBG 60	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	127		120	$\begin{matrix} 0 \\ -0.025 \end{matrix}$	38	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$	22	52.5
● LBG 85	120	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	155		150	$\begin{matrix} 0 \\ -0.025 \end{matrix}$	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.25 \end{matrix}$	26	64.5

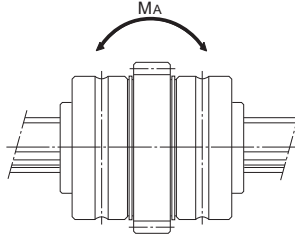
주) ●: 펠트 실 대응가능형번 (A3-122 참조).

호칭형번의 구성예

2 LBG50 UU CM +700L H K

호칭형번 방진용 부품기호 (*1)
 1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)
 회전방향 클리어런스 기호 (*2)
 스플라인 축 길이(*5) (mm)
 스플라인축 기호(*4)
 정도 기호 (*3)

(*1) A3-122 참조 (*2) A3-30 참조 (*3) A3-35 참조 (*4) A3-102 참조 (*5) A3-117 참조



단위: mm

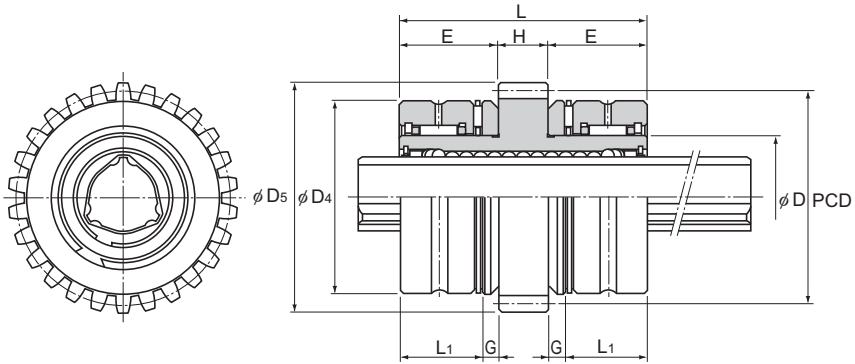
	치차 사양*				기본정격토크		기본정격하중		정적허용 모멘트	질량	
	치선원 직 경 D _s	기준치 원경 PCD	모듈 m	잇수 z	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C _o kN	M _A ** N·m	스플라인 너트 유닛 kg	스플라인 축 kg/m
	56	52	2	26	90.2	213	9.4	20.1	103	0.61	1.8
	70	65	2.5	26	176	381	14.9	28.7	171	1.4	2.7
	75	70	2.5	28	312	657	22.5	41.4	295	2.1	3.8
	96	90	3	30	696	1420	37.1	66.9	586	3	6.8
	111	105	3	35	1290	2500	55.1	94.1	941	4.1	10.6
	133	126	3.5	36	1870	3830	66.2	121	1300	6.3	15.6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	11.8	32

주) *표의 치차 사양은 최대 모듈시의 치수를 나타냅니다.

요청에 따라 헬리컬 기어와 워 기어와 같은 특수 기어 타입도 제작할 수 있습니다.

**M_A는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.
볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**을 참조하십시오.

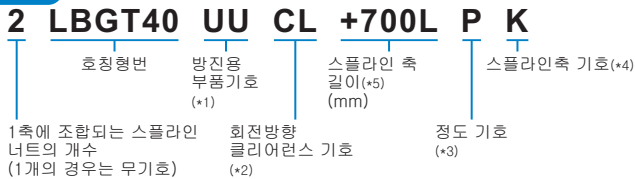
LBGT형



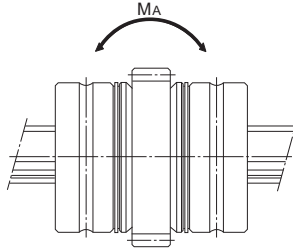
호칭형번	스플라인 너트 치수										
	스플라인 너트 외경		길이		외경		폭		트러스트 레이스 폭		
	D	허용차	L	허용차	D ₄	허용차	L ₁	허용차	G	H	E
● LBGT 20	30	⁰ _{-0.009}	60	0 -0.2	47	⁰ _{-0.011}	20	⁰ _{-0.16}	4	12	24
● LBGT 25	40	⁰ _{-0.011}	70		60	⁰ _{-0.013}	23	⁰ _{-0.19}	5	14	28
● LBGT 30	45	⁰ _{-0.013}	80		65	⁰ _{-0.015}	27	⁰ _{-0.25}	5	16	32
● LBGT 40	60	⁰ _{-0.015}	100	0 -0.3	85	⁰ _{-0.025}	31	0 -0.25	8	18	41
● LBGT 50	75	⁰ _{-0.015}	112		100	⁰ _{-0.025}	32		10	20	46
LBGT 60	90	⁰ _{-0.015}	127		120	⁰ _{-0.025}	38		12	22	52.5
● LBGT 85	120	⁰ _{-0.015}	155		150	⁰ _{-0.025}	40		16	26	64.5

주) ●: 펠트 씰 대응가능형번(▲3-122참조)

호칭형번의 구성예



(*1) ▲3-122 참조 (*2) ▲3-30 참조 (*3) ▲3-35 참조 (*4) ▲3-102 참조 (*5) ▲3-117 참조



단위: mm

	치차 사양*				기본정격토크		기본정격하중		정적허용 모멘트	질량	
	치선원 직경 D_s	기준피치 원경 PCD	모듈 m	잇수 z	C_T N·m	C_{OT} N·m	C kN	C_o kN	M_A^{**} N·m	스플라인 너트 유닛 kg	스플라인 축 kg/m
	56	52	2	26	90.2	213	9.4	20.1	103	0.67	1.8
	70	65	2.5	26	176	381	14.9	28.7	171	1.5	2.7
	75	70	2.5	28	312	657	22.5	41.4	295	2.2	3.8
	96	90	3	30	696	1420	37.1	66.9	586	3.3	6.8
	111	105	3	35	1290	2500	55.1	94.1	941	4.8	10.6
	133	126	3.5	36	1870	3830	66.2	121	1300	7.2	15.6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	13.4	32

주) *표의 치차 사양은 최대 모듈시의 치수를 나타냅니다.

요청에 따라 헬리컬 기어와 웬 기어와 같은 특수 기어 타입도 제작할 수 있습니다.

** M_A 는 위의 그림에 보이는 것처럼 1개 스플라인 너트가 사용될 때, 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다. 볼스플라인 축의 정도별 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

스플라인 축

스플라인 축은 **A3-57**에 설명된 것처럼, 정밀 중실 스플라인 축, 특수 스플라인 축, 중공 스플라인 축(K타입)이 있습니다.

스플라인 축형상에 대해서는 요구에 따라 제작하므로, 견적 또는 주문시에 원하시는 축 모양의 도면을 제시하여 주십시오.

【스플라인 축의 단면 형상】

표2은 스플라인 축의 단면 형상을 보여줍니다.
스플라인 축단이 원통 가공이 필요한 경우, 가능한 소경치수(ϕd)이하로 하여 주십시오.

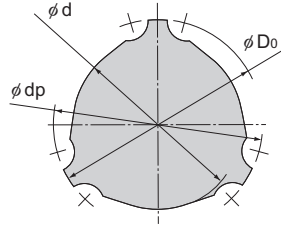


표2 스플라인 축의 단면 형상

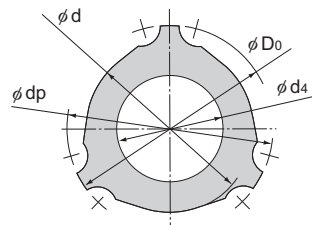
단위:mm

호칭 축경	20	25	30	40	50	60	85
소경 ϕd	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	67
대경 ϕD_0	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	84
볼중심경 ϕdp	20	25	30	40	50	60	85
질량 (kg/m)	1.8	2.7	3.8	6.8	10.6	15.6	32

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않는 치수로 합니다.

【표준 중공 타입 스플라인 축의 구멍 형상】

표3은 LBG형과 LBGT형의 표준 중공 타입 스플라인 축(K 타입)의 구멍 형상을 보여줍니다.
배관, 배선, 냉각 또는 중량경감의 필요가 있는 경우에 이용하십시오.



K 타입

표3 표준 중공 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	20	25	30	40	50	60	85
소경 ϕd	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	67
대경 ϕD_0	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	84
볼중심경 ϕdp	20	25	30	40	50	60	85
구멍경 ϕd_i	6	8	12	18	24	30	45
질량 (kg/m)	1.6	2.3	2.9	4.9	7	10	19.5

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않는 치수로 합니다.

【스플라인부 단면의 면취】

스플라인부 단면은 스플라인 너트의 삼입을 용이하게 하기 위하여 특별히 지정이 없으면 아래에 나타난 치수로 면취 됩니다.

● A 면취

그림2과 같이 스플라인부 단면에 끝단가공, 탭가공이나 구멍가공이 있는 경우 표4의 A면취 치수로 가공합니다.

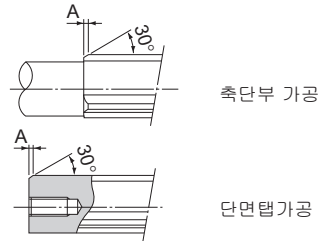


그림2 A 면취

● B 면취

고정-자유와 같이 스플라인부 한쪽 끝단을 사용하지 않는 경우는 표4의 B 면취 치수로 가공합니다.

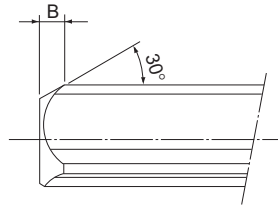


그림3 B 면취

표4 스플라인부 단면의 면취 치수

단위:mm

호칭 축경	20	25	30	40	50	60	85
A 면취	1	1.5	2.5	3	3.5	5	7
B 면취	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16

주) 호칭축경 6, 8, 10은 C0.5 면취입니다.

【특수 스플라인 축의 불완전 스플라인부 길이】

스플라인 축단 혹은 종간의 경을 소경치수(ϕd) 보다 크게 할 경우는 연삭길이 여유 때문에 불완전 스플라인부가 필요합니다. 이 길이(S) 와 플랜지경(ϕdf)의 관계를 표5에 나타냅니다.

(단, 전장 1500mm 이상은 적용되지 않으므로 삼익THK로 문의바랍니다.)

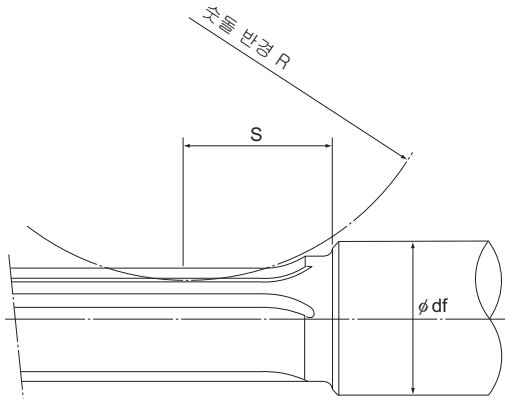


표5 불완전 스플라인부의 길이: S

단위:mm

플랜지경 ϕdf	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
호칭 축경	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
20	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—
25	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—
30	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—
40	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—
50	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—
60	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—
70	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150
85	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140

로터리 볼스플라인

서포트 베어링 장착 타입 LTR형, LTR-A형

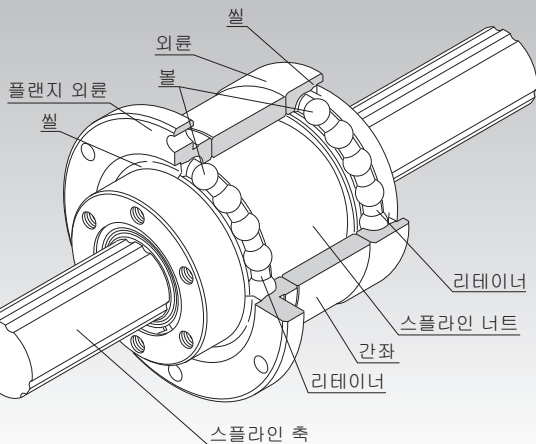


그림1 로터리 볼스플라인 LTR형의 구조

선택 포인트	A3-6
설계의 포인트	A3-119
옵션	A3-122
호칭형번	A3-124
취급상의 주의사항	A3-125
유행 관련제품	A24-1
장착 순서와 메인テナンス	B3-31

스플라인 축의 단면특성	A3-17
등가 계수	A3-27
회전방향 클리어런스	A3-30
정도규격	A3-35
정도별 최대 제작 길이	A3-117

구조와 특징

로터리 볼스플라인 LTR형은 스플라인 축의 외주 3곳의 전동돌기부를 각각 좌우에서 밀어 붙이고 무리없이 예압이 부여될 수 있도록 6조의 부하볼열이 배치되어 있습니다.

스플라인 너트 외경에 앵글러 콘택트의 볼 전동면을 만들어 서포트 베어링을 구성하였기 때문에 콤팩트하며 경량화되어 있습니다.

볼열은 특수 합성수지제의 리테이너에 의하여 정렬 순환운동하도록 지지되어 있으므로, 스플라인 축을 빼어도 볼이 탈락하지 않습니다.

또, 서포트베어링내로 이물질 유입을 방지하기 위해 전용씰이 준비되어 있습니다.

【앵글러 래쉬 재료】

마주보는 2조의 볼열은 상호 접촉각 20°로써 스플라인 축 돌기부를 밀착하고 있고 예압을 부여한 앵글러 콘택트 구조의 채용으로 인하여 회전방향의 앵글러 래쉬를 재료로 하여 강성을 높이는 일이 가능합니다.

【콤팩트한 설계】

스플라인 너트와 서포트 베어링이 일체구조이므로, 고정도로 콤팩트한 설계가 가능합니다.

【간단한 조립】

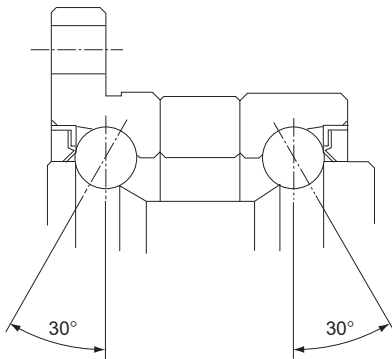
볼트를 사용해서 하우징에 고정하는 것만으로 간단하게 장착할 수 있습니다.

【고강성】

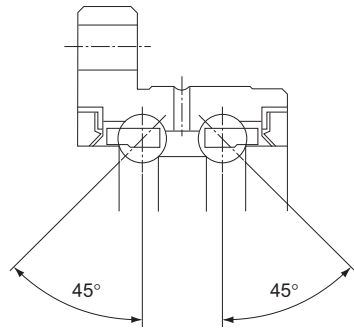
접촉각이 크고 적절한 예압이 주어졌으므로, 토크와 모멘트에 대해 고강성을 실현했습니다.

서포트 베어링은 모멘트 부하에 강한 접촉각30°를 채용하고 있으므로, 강성이 있는 축지지가 얻어 집니다.

콤팩트 타입 LTR-A형은 45°의 접촉각을 채용하고 있습니다.



LTR형



LTR-A형

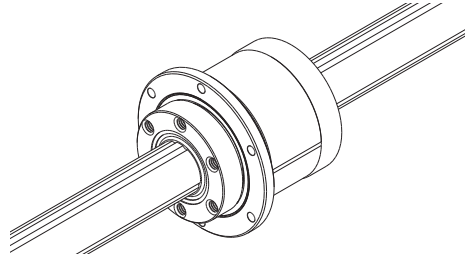
종류와 특징

【스플라인 너트의 종류】

볼스플라인 LTR형

치수표⇒ **A3-112**

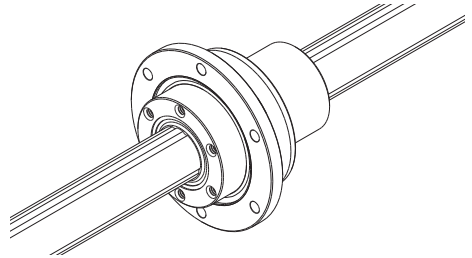
스플라인 너트의 외통에 서포트베어링을 직접 조립한 콤팩트한 유니트 타입입니다.



볼스플라인 LTR-A형

치수표⇒ **A3-110**

LTR형의 콤팩트 타입입니다.



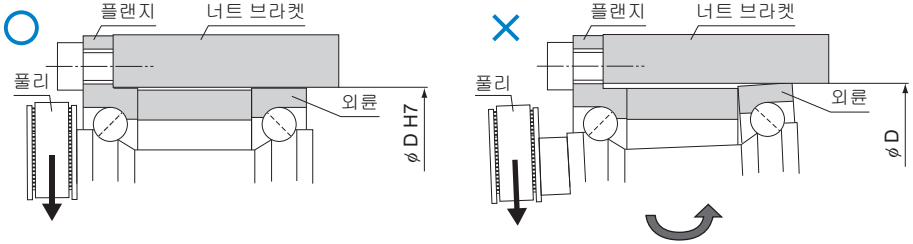
【스플라인 축의 종류】

상세한 내용은, **A3-79**을 참조하십시오.

하우징 내경공차

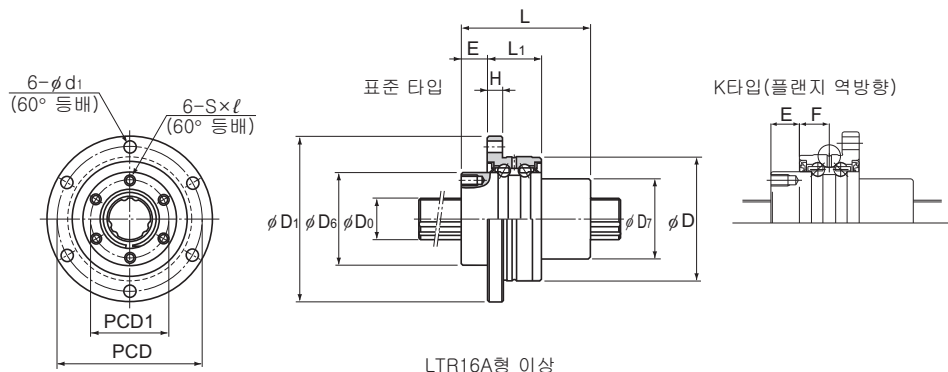
LTR형에 대한 하우징 내경공차는 H7을 권장합니다.

【LTR형 취급주의】



주) 외륜분할타입으로 되어 있으므로 플랜지 반대측의 외륜이 돌지않도록 너트 브라켓에 내경공차 고려하여 설계합니다. (H7 추천)

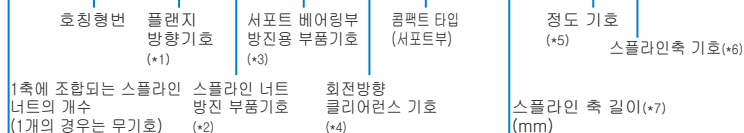
LTR-A형 콤팩트 타입



호칭형번	스플라인 너트 치수														
	외경		길이 L	플랜지경 D ₁	D ₅ h7	D ₇	H	L ₁	표준 타입 E	K 타입 E	급유구 위치 F	E ₁	PCD	PCD1	S×ℓ
	D	허용차													
LTR8 A	32		25	44	24	16	3	10.5	6	8.5	4	3	38	19	M2.6×3
LTR10 A	36	-0.009 -0.025	33	48	28	21	3	10.5	9	11.5	4	—	42	23	M3×4
LTR16 A	48		50	64	36	31	6	21	10	10	10.5	—	56	30	M4×6
LTR20 A	56		63	72	43.5	35	6	21	12	12	10.5	—	64	36	M5×8
LTR25 A	66	-0.010 -0.029	71	86	52	42	7	25	13	13	12.5	—	75	44	M5×8
LTR32 A	78		80	103	63	52	8	25	17	17	12.5	—	89	54	M6×10
LTR40 A	100	-0.012 -0.034	100	130	79.5	64	10	33	20	20	16.5	—	113	68	M6×10

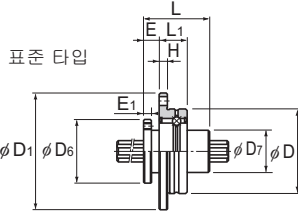
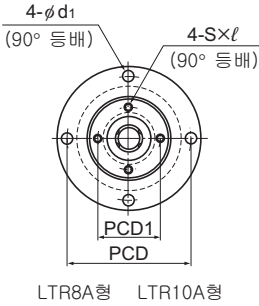
호칭형번의 구성예

2 LTR32 K UU ZZ CL A +500L P K

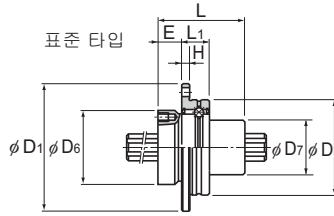
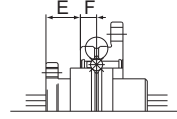


(*2) A3-122 참조 (*3) A3-122 참조 (*4) A3-30 참조 (*5) A3-35 참조 (*6) A3-114 참조 (*7) A3-117 참조

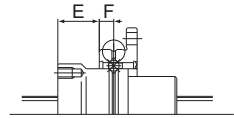
(*1) 무기호: 표준 K: 플랜지 역방향



K 타입 (플랜지 역방향)



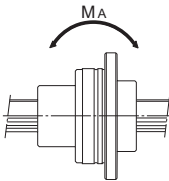
K 타입 (플랜지 역방향)



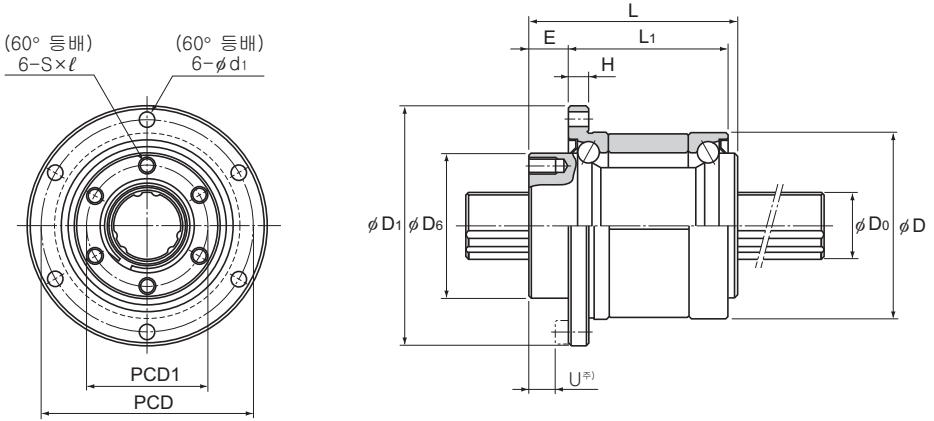
단위: mm

d ₁	스플라인 축경		볼조열	기본정격토크		기본정격하중		정적허용 모멘트	서포트 베어링 기본정격하중		질량	
	D ₀	h7		C _T	C _{OT}	C	C ₀		C	C ₀	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
3.4	8		4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	0.69	0.24	0.08	0.4
3.4	10		4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	0.77	0.3	0.13	0.62
4.5	16		6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	6.7	6.4	0.35	1.6
4.5	20		6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	7.4	7.8	0.51	2.5
5.5	25		6	105	103	15.2	25.8	210	9.7	10.6	0.79	3.9
6.6	32		6	180	157	20.5	34	290	10.5	12.5	1.25	5.6
9	40		6	419	377	37.8	60.5	687	16.5	20.7	2.51	9.9

주) **M_s는 아래의 그림에 보이는 것처럼 스플라인 외통 1개일 때의 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다. 볼스플라인 축의 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

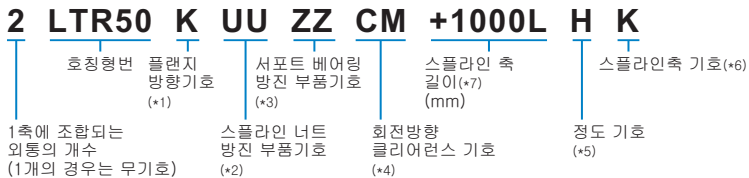


LTR형



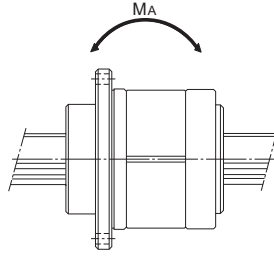
호칭형번	스플라인 너트 치수										
	외경		길이 L	플랜지경 D ₁	D ₆ h7	H	L ₁	E	PCD	PCD1	S×l
	D	허용차									
LTR 16	52	0 -0.007	50	68	39.5	5	37	10	60	32	M5×8
LTR 20	56		63	72	43.5	6	48	12	64	36	M5×8
LTR 25	62		71	78	53	6	55	13	70	45	M6×8
LTR 32	80		80	105	65.5	9	60	17	91	55	M6×10
LTR 40	100	0 -0.008	100	130	79.5	11	74	23	113	68	M6×10
LTR 50	120		125	156	99.5	12	97	25	136	85	M10×15
LTR 60	134	0 -0.009	140	170	115	12	112	25	150	100	M10×15

호칭형번의 구성예



(*2) A3-122 참조 (*3) A3-122 참조 (*4) A3-30 참조 (*5) A3-35 참조 (*6) A3-114 참조 (*7) A3-117 참조

(*1) 무기호: 표준 K: 플랜지 역방향



단위: mm

	d _i	U ^(*)	스플라인 축경		기본정격토크		기본정격하중		정적허용 모멘트	서포트 베어링 기본정격하중		질량	
			D _o h7	볼갭열	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C _o kN	M _A ** N·m	C kN	C _o kN	스플라인 너트 kg	스플라인 축 kg/m
	4.5	5	16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	12.7	11.8	0.51	1.6
	4.5	7	20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	16.3	15.5	0.7	2.5
	4.5	8	25	6	105	103	15.2	25.8	210	17.6	18	0.93	3.9
	6.6	10	32	6	180	157	20.5	34	290	20.1	24	1.8	5.6
	9	13	40	6	419	377	37.8	60.5	687	37.2	42.5	3.9	9.9
	11	13	50	6	842	769	60.9	94.5	1340	41.7	54.1	6.7	15.5
	11	13	60	6	1220	1040	73.5	111.7	1600	53.1	68.4	8.8	22.3

주) **M_A는 위의 그림에 보이는 것처럼 스플라인 외통 1개일 때의 축방향에서의 허용 모멘트값을 나타냅니다.

U 치수는 육각구멍볼이 볼트의 머리에서 외통 단면까지의 치수를 나타냅니다.

볼스플라인 축의 최대 길이에 대한 상세한 내용은, **A3-117**를 참조하십시오.

스플라인 축

스플라인 축은 **A3-79**에 설명된 것처럼, 정밀 중심 스플라인 축, 특수 스플라인 축, 중공 스플라인 축(K타입, N타입)으로 나누어집니다.

요청에 따라 특수한 형상을 가지는 스플라인 축을 생산하므로, 견적 또는 주문시에 원하시는 축 모양의 도면을 제시하여 주십시오.

【스플라인 축의 단면 형상】

표1은 스플라인 축의 단면 형상을 보여줍니다.

스플라인 축단이 원형가공될 경우, 가능한 소경 치수(ϕd) 이하로 하여 주십시오.

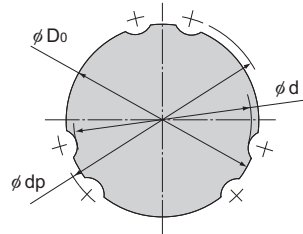


표1 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

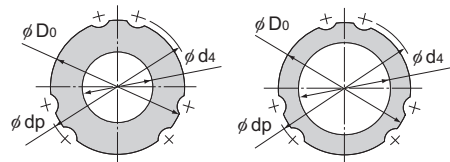
정격 축경	8	10	16	20	25	32	40	50	60
호칭 ϕd	7	8.5	14.5	18.5	23	30	37.5	46.5	56.5
대경 ϕD_o h7	8	10	16	20	25	32	40	50	60
볼 중심 ϕdp	9.3	11.5	17.8	22.1	27.6	35.2	44.2	55.2	66.3
질량 (kg/m)	0.4	0.62	1.6	2.5	3.9	5.6	9.9	15.5	22.3

* 소경 ϕd 는 가공후에 흠이 발생하지 않은때의 값이어야합니다.

【표준 중공 타입 스플라인 축의 구멍 형상】

표2는 표준 중공 타입 스플라인 축(K타입과 N타입)의 구멍 형상을 보여줍니다.

배관, 배선, 환기 또는 중량경감의 필요가 있는 경우 이 표를 이용하십시오.



타입 K
(두꺼움)

타입 N
(얇음)

표2 표준 중공 타입 스플라인 축의 단면 형상

단위:mm

호칭 축경	8	10	16	20	25	32	40	50	60	
대경 ϕD_o h7	8	10	16	20	25	32	40	50	60	
볼 중심 ϕdp	9.3	11.5	17.8	22.1	27.6	35.2	44.2	55.2	66.3	
K 타입	구멍경 ϕd_4	3	4	7	10	12	18	22	25	32
	질량 (kg/m)	0.35	0.52	1.3	1.8	3	4.3	6.9	11.6	16
N 타입	구멍경 ϕd_4	—	—	11	14	18	23	29	36	—
	질량 (kg/m)	—	—	0.8	1.3	1.9	3.1	4.7	7.4	—

주) 표준 중공 스플라인 축은 K타입과 N타입으로 나뉘어집니다. 호칭형변의 끝에 "K" 또는 "N"이라고 명기해서 구별하여 주십시오.

【스플라인 축단면 면취】

스플라인부 단면은 스플라인 너트의 삼입을 용이하게 하기 위하여 특별히 지정이 없으면 아래에 나타난 치수로 면취 됩니다.

스플라인부 단면에 끝단 가공, 탭 가공 및 구멍 가공 처리된 단면을 사용하려는 곳이나, 고정-지지와 같이 단면을 사용하지 않는 경우도 포함하여 C 면취로 가공합니다.

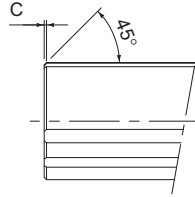


표3 LTR-A형, LTR형 스플라인부 단면의 면취 치수

단위: mm

호칭 축경	8	10	16	20	25	32	40	50	60
C 면취	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0

【특수 스플라인 축의 불완전 스플라인부의 길이】

스플라인 축의 중간 또는 끝이 소경(ϕd)보다 두꺼운 경우, 연삭길이 여유 때문에 불완전 스플라인 영역이 필요합니다. 표4은 불완전 스플라인부(S)와 플랜지경(ϕdf) 길이의 관계를 보여줍니다.

(단, 전장 1500mm 이상은 적용되지 않으므로 삼익THK로 문의바랍니다.)

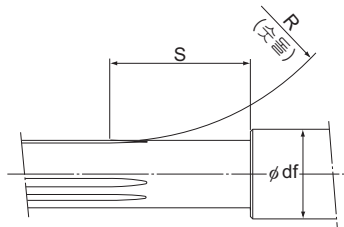


표4 불완전 스플라인부의 길이: S

단위:mm

플랜지경 ϕdf	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
호칭 축경																
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	40	75	88	109	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—

로터리 볼스플라인의 허용회전수

로터리 볼스플라인 LTR형의 경우에는 볼스플라인부의 위험 속도와 서포트 베어링부의 허용 회전수 중의 낮은 값으로 제한을 받습니다. 사용 시에는 허용회전수를 초과하지 않도록 하여 주십시오.

표5 LTR형의 허용회전수

단위: min⁻¹

호칭형번	허용회전수		
	볼스플라인	서포트 베어링부	
	길이로부터 산출	그리스 윤활	오일 윤활
LTR16	A3-16 참조	4000	5400
LTR20		3600	4900
LTR25		3200	4300
LTR32		2400	3300
LTR40		2000	2700
LTR50		1600	2200
LTR60		1400	2000

표6 LTR-A형의 허용회전수

단위: min⁻¹

호칭형번	허용회전수		
	볼스플라인	서포트 베어링부	
	길이로부터 산출	그리스 윤활	오일 윤활
LTR8A	A3-16 참조	6900	9300
LTR10A		5900	7900
LTR16A		4000	5400
LTR20A		3600	4900
LTR25A		3200	4300
LTR32A		2400	3300
LTR40A		2000	2700

정도별 최대 제작 길이

표1, 표2, 표3, 표4 는 정도별 볼 스플라인 축의 최대 제작 길이를 보여줍니다.

표1 SLS형, SLS-L형, SLF형의 정도별 최대 제작 길이

단위:mm

호칭 축경	정도		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
25	2000	1500	1000
30	2000	1600	1250
40	2000	2000	1500
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
70	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

표2 LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LBG형, LBGT형의 정도별 최대 제작 길이

단위 : mm

호칭 축경	정도		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
6	200	150	100
8	600	200	150
10	600	400	300
15	1800	600	600
20	1800	700	700
25	3000	1400	1400
30	3000	1400	1400
40	3000	1400	1400
50	3000	1400	1400
60	3800	2500	2000
70	3800	2500	2000
85	3800	3000	3000
100	4000	3000	3000
120	3000	3000	3000
150	3000	3000	3000

표3 LT-X형, LF-X형의 정도별 최대 제작 길이

단위: mm

호칭 축경	정도		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
4	200	200	200
5	250	200	200
6	315	250	200
8	500	400	315
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250

표4 LT형, LF형, LTR형, LTR-A형의 정도별 최대 제작 길이

단위: mm

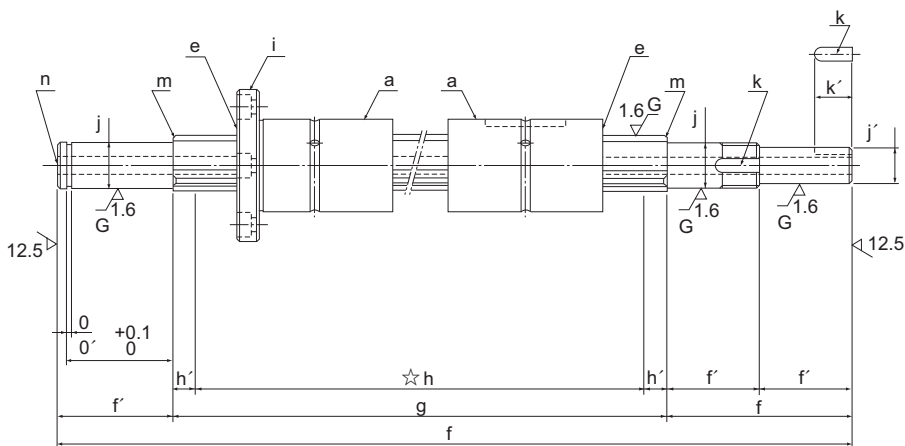
호칭 축경	정도		
	보통급(무기호)	상급 (H)	정밀급(P)
4	600	200	200
5	600	315	200
6	600	400	315
8	1000	500	400
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250
40	3000	2000	1520
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

1. 표에서의 길이는 축 길이를 나타냅니다.
2. 표준 중공축 타입(K)의 경우, 테이블의 표를 적용합니다.
3. 표준 중공축 타입(N)의 경우, 보통급과 상급에서 사용할 수 있는 최대 길이는 표에서 정밀급으로 정의된 길이까지입니다.

스플라인 축단 형상에 대한 확인 리스트

스플라인 축단 가공품에 대해서는, 주문시에 다음의 항목을 확인해 주시기 바랍니다.

아래의 그림은 볼스플라인의 기본적인 도면을 보여줍니다.



【체크항목】

- | | |
|--|---|
| a. 조합되는 스플라인 너트의 형식 | j. 스플라인 축 단말 형상(최소 스플라인 직경보다 두껍지 않은가?) (흑피잔존) |
| b. 스플라인 너트의 수 | k. 스플라인 너트와 스플라인 축 끝 형상간의 위치 관계(스플라인 너트의 키홈, 플랜지 장착 구멍) |
| c. 회전방향 클리어런스 | l. 각부의 면취 표시 |
| d. 정도 | m. 스플라인 축단부의 면취형상(▲A3-72참조) |
| e. 싺 유/무(편측 싺의 경우, 방향 확인) | n. 스플라인 축에 관통 구멍이 있는 경우 그 용도 |
| f. 전장(모든 치수가 기입되었는가? 합계가 맞는가?) | o. o'. 스넵링 홈 |
| g. 유효 스플라인 길이 | p. 최대 제작길이 |
| h. 소입 범위(기호 ☆로 위치를 표시하고 소입 목적을 명기 바랍니다.) | q. 기타 전례의 유무 |
| i. 플랜지의 방향(플랜지형) | |

하우징 내경공차

스플라인 너트와 하우징의 끼워맞춤은 일반적으로 중간 끼워맞춤으로 합니다. 볼스플라인의 정도를 그다지 필요로 하지 않는 경우에는 헐거운 끼워맞춤으로 합니다.

표1 하우징 내경공차

하우징 내경공차	일반적인 사용조건	H7
	클리어런스를 없게하는 경우	J6

주) 로터리 볼스플라인 LTR형에 대한 하우징 내경공차는 H7을 권장합니다.

스플라인 너트 키홈과 장착 구멍의 위치

볼스플라인 각 형식의 스트레이트 원통형의 외경 키홈은 그림1에 나타난 것처럼, 부하불열과의 위치관계로 가공되어 있습니다.

또한, 플랜지형의 플랜지 장착구멍은 그림2에 나타난 위치관계로 되어 있습니다.

스플라인 축에 가공되어 있는 키홈등의 위치 관계를 주문전에 지정하여 주시기 바랍니다.

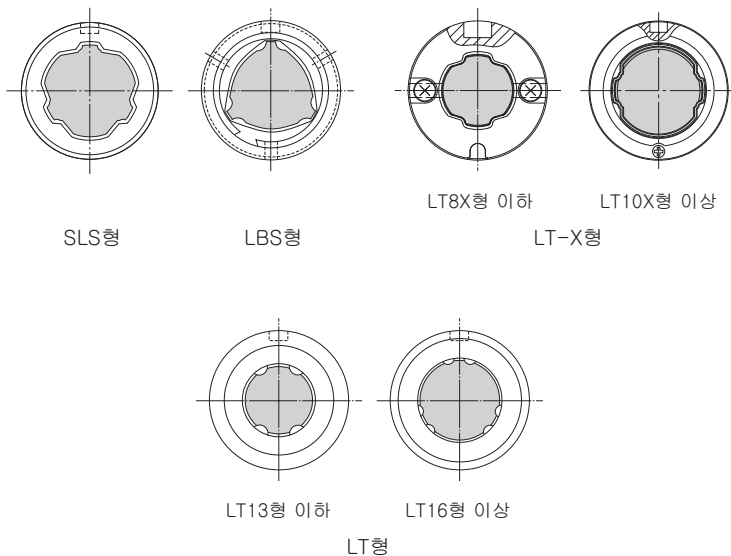
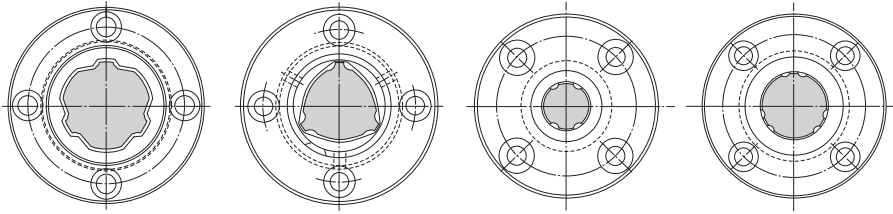


그림1 키홈의 위치

설계의 포인트

스플라인 너트 키홀과 장착 구멍의 위치



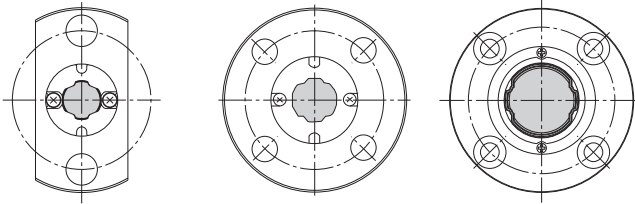
SLF형

LBF형

LF13형 이하

LF16형 이상

LF형



LF4X형

LF5X형~8X형

LF10X형 이상

LF-X형

그림2 플랜지 장착 구멍의 위치

운할

볼스플라인에는 스플라인너트의 이물질의 혼입과 윤활제의 누유를 방지하기 위해 내마모성이 높은 특수합성 고무씰이 준비되어 있습니다.

씰 부착 스플라인 너트(양측 씰 UU, 편측 씰)에는 리튬 비누기 그리스 2호가 봉입되어 있습니다. 고속 운전이나 긴 스트로크에서 사용되는 경우는 시운전 후 스플라인 너트의 급유구로 같은 계열의 그리스를 재급유한 후 기계를 가동하여 주십시오.

그 후에는 사용상태에 따라 적당한 시기에 같은 계열의 그리스를 급유 해 주십시오.

그리고 그리스의 급유기간은 사용조건에 따라서 다르지만 통상 사용의 경우에 주행거리로서 100km(6개월 ~1년)를 급유(교환)의 기준으로 하시기 바랍니다.

씰이 부착되어 있지 않는 경우는 스플라인 너트안에 그리스를 도포하거나 스플라인축의 전동면에 그리스를 도포바랍니다.

재질, 표면처리

사용환경에 따라, 방청처리 또는 재질을 변경할 필요가 있습니다. 방청처리 및 재질의 변경에 관한 상세한 내용은, 삼익THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

방진

스플라인 너트내에 먼지나 이물질이 들어간 경우, 이상마모와 조기수명의 원인이 되기 때문에 유해한 이물질의 유입을 방지해야 합니다. 먼지와 이물질의 유입이 예상되는 경우는 사용환경 조건에 맞는 효과적인 밀봉장치와 방진장치를 선택하는것이 중요합니다.

볼스플라인의 경우, 방진부품으로 내마모성이 뛰어난 특수합성 고무씰을 사용할 수 있습니다. 높은 방진 효과를 원하는 경우에는, 같은 타입에 대해서 펠트씰도 사용할 수 있습니다. 펠트씰에 대한 상세한 내용은 삼익 THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

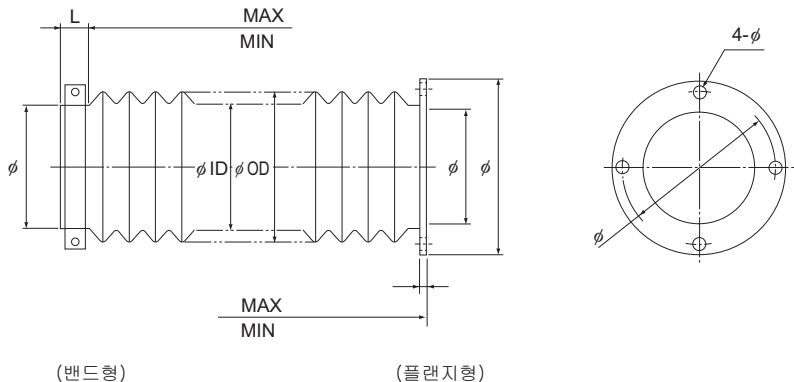
추가로, THK는 원형 차바라를 제작하고 있으므로, 상세한 내용은 삼익THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

표1 방진부품기호

기호	방진용 부품
무기호	씰 없음
UU	스플라인 너트 양측 고무씰 부착
U	스플라인 너트 편측 고무씰 부착
DD	스플라인 너트 양측 펠트씰 부착
D	스플라인 너트 편측 펠트씰 부착
ZZ	서포트베어링 양측 고무씰 부착
Z	서포트베어링 편측 고무씰 부착

자바라의 사양서

방진대책으로 자바라를 준비하고 있습니다. 이 사양서를 이용하여 주십시오.



자바라의 사양서

볼스플라인 형번:

자바라의 치수

스트로크: () mm MAX: () mm MIN: () mm
 허용외경: (φOD) 희망내경: (φID)

사용방법

설치자세: (수평, 수직, 경사) 속도: () mm/sec. min.
 운동: (왕복, 진동)

사용조건

내유, 내수성: (유, 무) 오일명칭 ()
 내약품성: 명칭 () × () %
 장소: (실내, 실외)

비고:

제작 수

호칭형번

블스플라인

호칭형번의 구성예

호칭형번은 각 형번의 특징에 따라 구성이 다르므로 대응하는 호칭형번의 구성예를 참조하여 주십시오.

【블스플라인】

- SLS형, SLS-L형, SLF형, LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LT형, LF형, LT-X형, LF-X형

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
호칭형번	방진부품 기호(*1)	회전방향 클리어런스 기호(*2)	정도 기호 (*3)	스플라인 축 전장(*5) (mm 표시)	스플라인축 기호(*4)	
1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)						

(*1) **A3-122** 참조 (*2) **A3-30** 참조 (*3) **A3-35** 참조 (*4) **A3-71** 참조 (*5) **A3-117** 참조

【로터리 블스플라인】

- LTR형, LTR-A형, LBG형, LBGT형

2	LTR32	K	UU	ZZ	CL	A	+500L	P	K
호칭형번	플랜지 방향기호 (*1)	서포트 베어링방진 부품기호(*3)	스플라인 너트방진 부품기호(*2)	회전방향 클리어런스 기호(*4)	컴팩트 타입 (서포트부)	정도 기호 (*5)	스플라인축 기호(*6)	스플라인 축 전장(*7) (mm 표시)	
1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)									

(*2) **A3-122** 참조 (*3) **A3-122** 참조 (*4) **A3-30** 참조 (*5) **A3-35** 참조 (*6) **A3-114** 참조 (*7) **A3-117** 참조

(*1) 무기호: 표준 K: 플랜지 역방향

취급상의 주의사항

볼스플라인

볼스플라인

【취급】

- (1) 중량(20kg이상)의 제품을 운반할시에는 2인 이상 또는 운반기구를 사용하여 주십시오.
- (2) 각 부를 분해하지 마십시오. 기능 손실의 원인이 됩니다.
- (3) 스플라인 너트 및 스플라인 축을 기울이면 자중에 의해 낙하하는 경우가 있으므로 주의하여 주십시오.
- (4) 볼스플라인을 떨어뜨리거나 두드리지 마십시오. 파손의 원인이 됩니다. 또한, 충격을 가한 경우, 외관에 파손이 보이지 않더라도 그 기능이 손상될 가능성이 있습니다.
- (5) 조립시에는 스플라인너트를 스플라인축에서 빠지 않도록 작업하여 주십시오.
- (6) 제품 취급시에는 필요에 따라 보호장갑, 안전화 등을 착용하여 안전을 확보하여 주십시오.

【사용상의 주의】

- (1) 절삭분과 쿨런트 등의 이물질이 유입되지 않도록 주의하여 주십시오. 파손의 원인이 됩니다.
- (2) 절삭분, 쿨런트, 부식성이 있는 용제, 물 등이 제품 내부로 유입되는 환경하에서 사용하는 경우에는 자바라 또는 커버 등으로 이물질 유입을 방지하여 주십시오.
- (3) 80℃를 초과하여 사용하지 마십시오. 내열사양을 제외하고 이 온도를 초과하면 수지, 고무부품이 변형, 파손될 우려가 있습니다.
- (4) 절삭분등의 이물이 부착된 경우는 세정한 후, 윤활제를 재봉입하여 주십시오.
- (5) 미소 스트로크의 경우는 전동면과 전동체의 접촉면의 유막이 형성되기 어렵고 플래팅이 발생할 수 있으므로 내플래팅성에 우수한 그리스를 사용하여 주십시오. 또, 정기적으로 스플라인너트 길이의 스트로크를 이동시켜 전동면과 전동체에 유막을 형성시켜 주십시오.
- (6) 제품에 위치결정부품(핀, 키 등)을 무리하게 삽입하지 마십시오. 전동면에 압흔이 생겨 기능을 손실하는 원인이 됩니다.
- (7) 스플라인축의 지지부와 스플라인너트의 축심의 차이나 기울어짐이 있으면 극단적으로 수명이 짧아질 수 있으므로 장착부품, 조립정도에 주의하여 주십시오.
- (8) 전동체가 빠진채로 스플라인너트를 스플라인축에 삽입하여 사용한 경우, 조기파손의 요인이 됩니다.
- (9) 스플라인너트에서 전동체가 탈락한 경우는 그대로 사용하지 말고 삼익THK로 문의하여 주십시오.
- (10) 스플라인축을 스플라인너트에 조립한 경우는 스플라인축과 스플라인너트에 함마크가 있으므로 위치관계를 확인하면서 틀어지지 않게 삽입하여 주십시오. 무리하게 삽입하면 볼이 탈락할 수 있으므로 주의하여 주십시오. 쉴 장착이나 예압이 들어간 스플라인너트에 삽입할때는 스플라인축 외경에 윤활제를 도포하여 주십시오.
- (11) 스플라인너트를 하우징에 장착할 경우에 축판과 엔드캡, 쉴을 두드리지 않도록 치구를 가지고 천천히 삽입합니다.
- (12) 장착부품의 강성 및 정도가 부족하면 베어링의 하중이 국부적으로 집중되어 베어링 성능이 현저히 떨어집니다. 따라서 하우징과 베이스의 강성·정도, 고정용 볼트의 강도에 대해서 충분히 검토하여 주십시오.
- (13) 플랜지 장착 볼스플라인에 노크홀 등의 추가가공을 하는 경우는 삼익THK로 문의하여 주십시오.

【운할】

- (1) 제품을 사용하기 전에는 방청유를 완전히 제거하고 윤활제를 붓입하시기 바랍니다.
- (2) 다른 윤활제를 혼합하여 사용하지 마십시오. 증주제가 같은 종류의 그리스라도 첨가제등이 달라 서로 악영향을 미칠 수 있습니다.
- (3) 상시 진동이 작용하는 장소, 클린룸, 진공, 저온·고온등 특수환경에서 사용되는 경우는 사양·환경에 적합한 그리스를 사용하여 주십시오.
- (4) 그리스니플·급유홀이 장착되어 있지 않은 제품에 윤활하는 경우에는 전동면에 직접 윤활제를 도포하여 내부에 그리스가 들어가도록 여러 번 구동하여 주십시오
- (5) 온도에 따라 그리스의 주도는 변화합니다. 주도의 변화에 따라 볼스플라인의 습동저항도 변화하므로 주의하여 주십시오.
- (6) 급지 후, 그리스의 교반저항에 따라 볼스플라인의 습동저항이 증대할 수 있습니다. 반드시 시험운전을 통해 그리스가 충분히 스며들게 한 후 구동하여 주십시오.
- (7) 급유직후에는 여분의 그리스가 비산 될 수 있으므로 필요에 따라 닦아내고 사용하여 주십시오.
- (8) 그리스는 사용시간과 함께 성상은 열화하고 윤활성능은 저하되므로 사용빈도에 따라 그리스 점검과 보급이 필요합니다.
- (9) 사용조건과 사용환경에 따라 급유간격이 다르지만 주행거리 100km(3~6개월)을 목표로 급유하여 주십시오. 최종적인 급유간격·량은 실제 사용 기계에 따라 설정하여 주십시오.
- (10) 오일윤활의 경우 볼스플라인의 장착자세에 따라 윤활유가 도포되지 않는 곳이 있으므로 사전에 삼익THK로 문의하여 주십시오.

【보관】

볼스플라인은 당사가 제작한 포장에 넣어서 고온, 저온, 다습한 곳을 피해 수평인상태로 실내에 보관하여 주십시오.

장기간 보관된 제품은 내부의 윤활제가 열화되어 있으므로 윤활제를 재급유 하여 사용하여 주십시오.

【파기】

제품은 산업폐기물로서 적절한 폐기처리를 하여 주십시오.



볼스플라인

THK 종합 카탈로그

볼스플라인

THK 종합 카탈로그

B 기술해설

특징과 분류.....	B3-4
볼스플라인의 특징.....	B3-4
· 구조와 특징.....	B3-4
볼스플라인의 분류.....	B3-6
선정 포인트	B3-8
볼스플라인의 선정 플로우 차트.....	B3-8
· 볼스플라인 선정순서.....	B3-8
· 형식의 선정.....	B3-10
· 스플라인 축 강도검토.....	B3-14
· 수명.....	B3-19
· 수명계산 예.....	B3-25
장착 순서와 메인터넌스	B3-31
볼스플라인 장착.....	B3-31
· 스플라인 장착.....	B3-31
· 스플라인 너트의 조립.....	B3-33
· 스플라인 축의 조립.....	B3-33
윤활.....	B3-34
윤선	B3-35
재질, 표면처리.....	B3-35
방진.....	B3-35
호칭형번	B3-36
· 호칭형번의 구성예.....	B3-36
취급상의 주의사항	B3-37

A 제품해설 (별도)

볼스플라인의 분류.....	A3-4	• 하우징 내경공차.....	A3-79
선정 포인트	A3-6	치수도, 치수표	
볼스플라인의 선정 플로우 차트.....	A3-6	LT형.....	A3-80
• 볼스플라인 선정순서.....	A3-6	LF형.....	A3-82
• 형식의 선정.....	A3-8	LT-X형.....	A3-84
• 스플라인 축 강도검토.....	A3-12	LF-X형.....	A3-86
• 수명 예측.....	A3-20	축단권장형상 LT형 지지용.....	A3-88
예압의 선정.....	A3-30	• 스플라인 축.....	A3-89
• 회전방향 클리어런스.....	A3-30	• 부속부품.....	A3-93
• 예압과 강성.....	A3-30	로터리 볼스플라인	
• 사용조건과 예압의 선정 기준.....	A3-31	기어 부착 타입 LBG형, LBGT형	A3-94
정도결정.....	A3-34	• 구조와 특징.....	A3-95
• 정도등급.....	A3-34	• 종류와 특징.....	A3-96
• 정도규격.....	A3-35	• 하우징 내경공차.....	A3-97
리테이너 고토크형 볼스플라인		치수도, 치수표	
SLS형, SLS-L형, SLF형	A3-38	LBG형.....	A3-98
• 구조와 특징.....	A3-39	LBGT형.....	A3-100
• 종류와 특징.....	A3-42	• 스플라인 축.....	A3-102
• 하우징 내경공차.....	A3-43	로터리 볼스플라인	
치수도, 치수표		서포트 베어링 장착 타입 LTR형, LTR-A형 ..	A3-106
SLS형.....	A3-44	• 구조와 특징.....	A3-107
SLF형.....	A3-46	• 종류와 특징.....	A3-108
• 스플라인 축.....	A3-48	• 하우징 내경공차.....	A3-109
• 부속부품.....	A3-50	치수도, 치수표	
고 토크형 볼스플라인		LTR-A형 콤팩트 타입.....	A3-110
LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형 ...	A3-52	LTR형.....	A3-112
• 구조와 특징.....	A3-53	• 스플라인 축.....	A3-114
• 용도.....	A3-54	• 로터리 볼스플라인의 허용회전수.....	A3-116
• 종류와 특징.....	A3-55	정도별 최대 제작 길이.....	A3-117
• 하우징 내경공차.....	A3-57	설계의 포인트	A3-119
치수도, 치수표		스플라인 축단 형상에 대한 확인 리스트..	A3-119
LBS형 (중하중형).....	A3-58	하우징 내경공차.....	A3-120
LBST형 (중하중형).....	A3-62	스플라인 너트 키홈과 장착 구멍의 위치..	A3-120
LBF형 (중하중형).....	A3-64	옵션	A3-122
LBR형.....	A3-66	윤활.....	A3-122
LBH형.....	A3-68	재질, 표면처리.....	A3-122
축단권장형상 LBS형 지지용.....	A3-70	방진.....	A3-122
• 스플라인 축.....	A3-71	• 자바라의 사양서.....	A3-123
• 부속부품.....	A3-74	호칭형번	A3-124
중 토크형 볼스플라인		• 호칭형번의 구성예.....	A3-124
LT형, LF형, LT-X형, LF-X형	A3-76	취급상의 주의사항	A3-125
• 구조와 특징.....	A3-77		
• 종류와 특징.....	A3-78		

볼스플라인의 특징

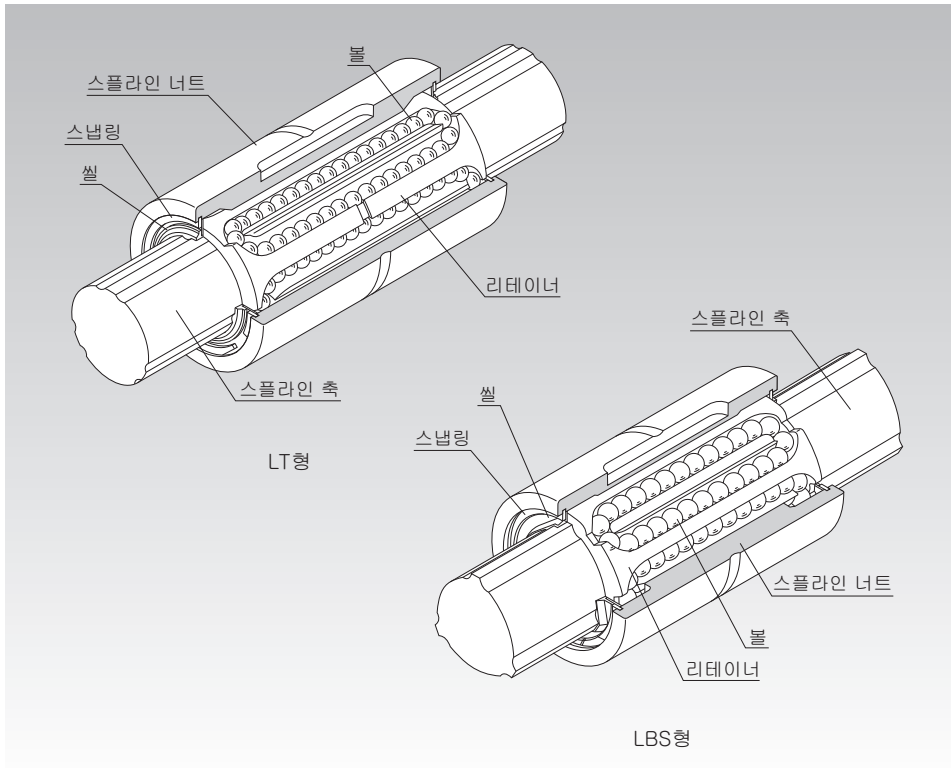


그림1 볼스플라인 LBS형, LT형 구조

구조와 특징

볼스플라인은 스플라인 너트에 조립된 볼이 정밀 연삭된 스플라인 축의 전동면을 부드러운 직선운동을 하면서 토크 전달이 가능한 획기적인 LM 시스템입니다.

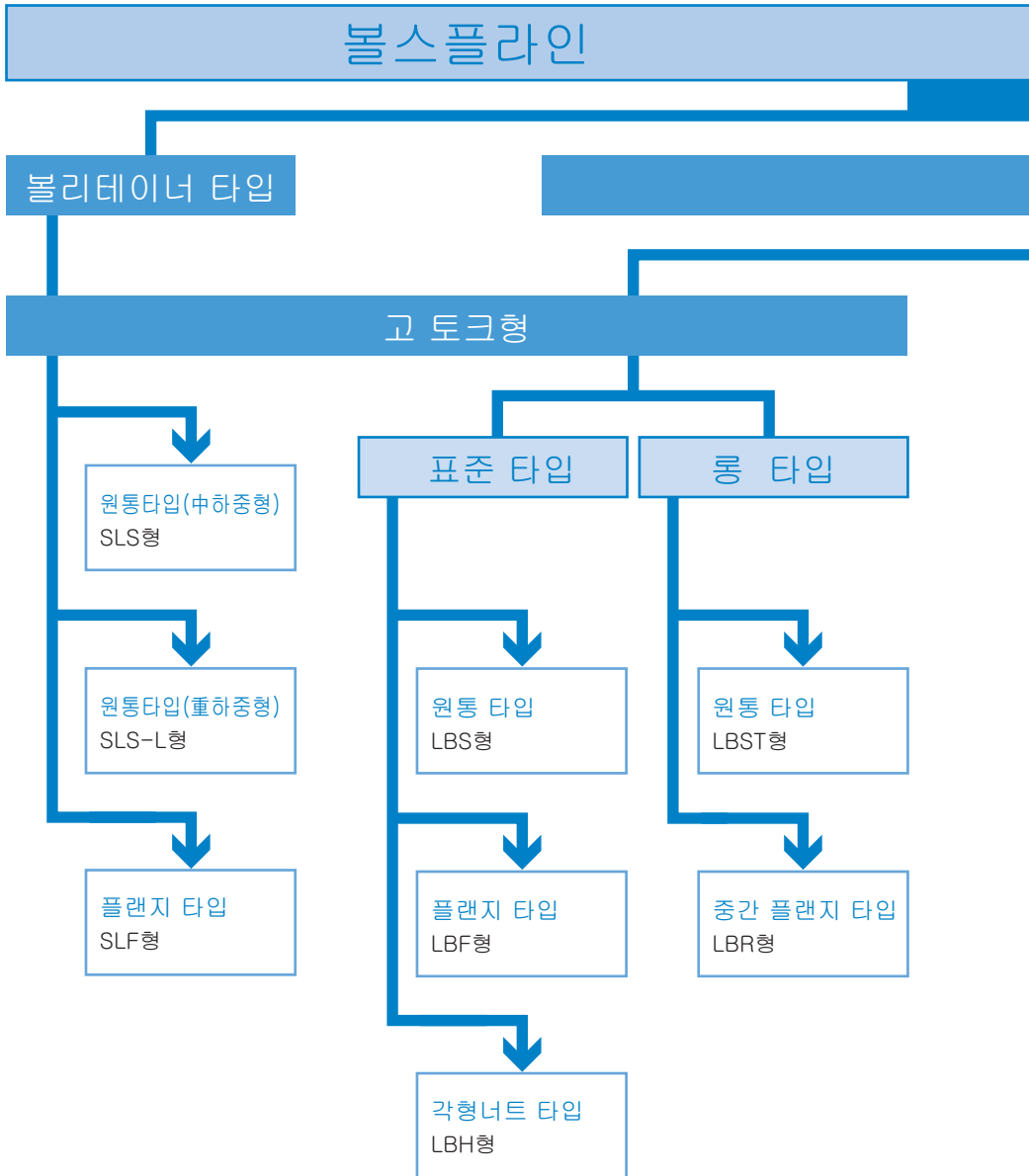
또한, 종래의 구조와 달리 1개의 스플라인 너트로 예압이 주어질 수 있으므로, 진동 충격하중이 작용하는 가혹한 사용개소, 고정도의 위치결정정도가 필요한 곳, 고속운동 성능이 요구되는 곳 등에 고성능을 발휘합니다.

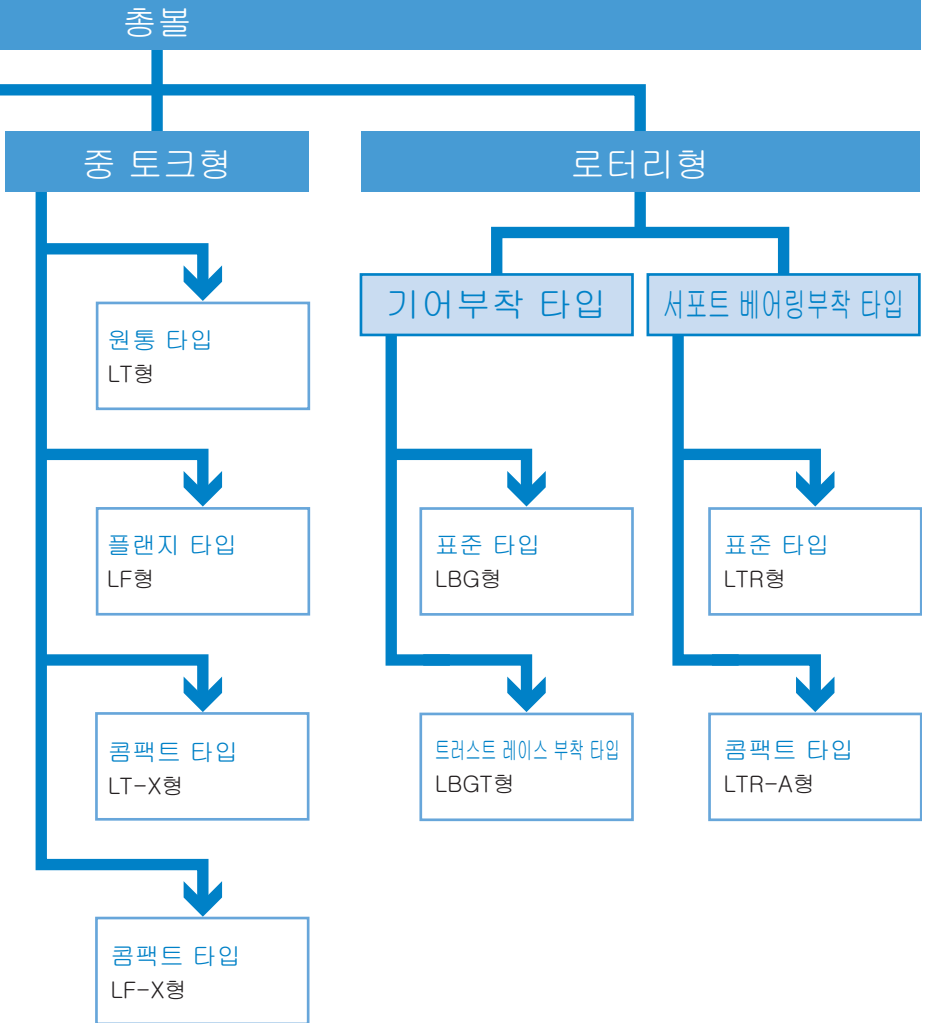
또, 리니어 부쉬의 대용으로 사용하는 경우에도 동일 축경으로 10배의 정격하중을 가지고 있으므로, 콤팩트하게 설계가 가능하고, 오버행 하중, 모멘트가 작용하는 경우에도 사용가능하며, 높은 안정성과 긴 수명이 얻어집니다.

특징과 분류
볼스플라인의 특징

**볼
스플라인**

볼스플라인의 분류

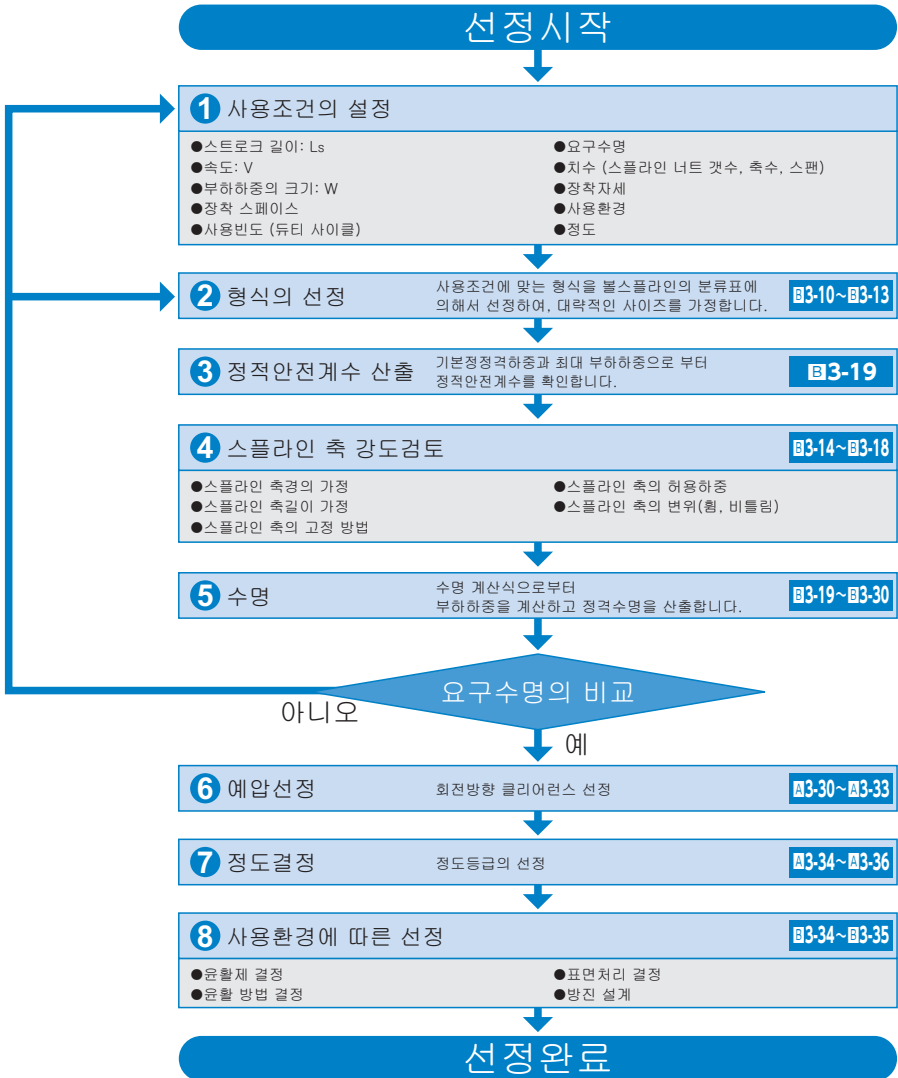




볼스플라인의 선정 플로우 차트

볼스플라인 선정순서

다음은 볼스플라인을 선정하기 위한 선정 플로우 차트입니다.



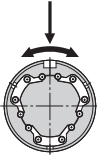
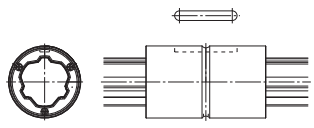
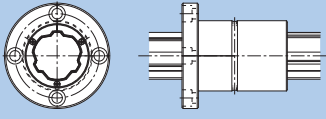
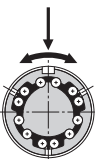
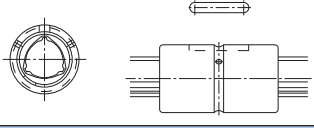
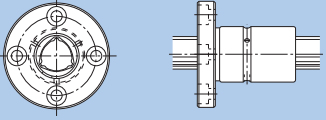
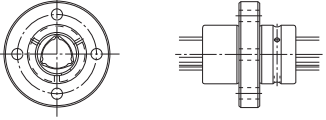
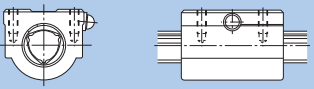
선정 포인트

볼스플라인의 선정 플로우 차트

볼스플라인

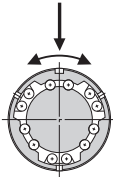
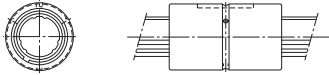
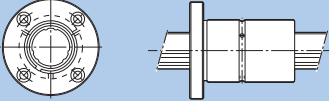
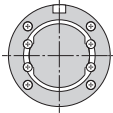
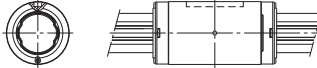
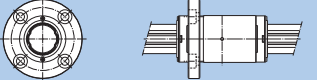
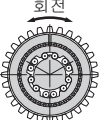
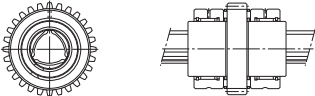

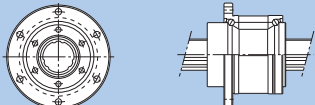
형식의 선정

볼스플라인은 고 토크형, 중 토크형, 로터리형의 3종류가 있고, 목적에 따라 타입의 선정이 가능합니다. 또 각각의 타입에는 장착이나 사용목적에 따라 선정할 수 있도록 풍부한 스플라인 너트 형태가 준비되어 있습니다.

분류		형식	형상	축경
리 미 의 너 트		SLS형 SLS-L형		호칭 축경 25~100mm
		SLF형		호칭 축경 25~100mm
고 토크 너 트		LBS형 LBST형		호칭 축경 6 ~ 150mm
		LBF형		호칭 축경 15 ~ 100mm
		LBR형		호칭 축경 15 ~ 100mm
		LBH형		호칭 축경 15 ~ 50mm

* 각 형식의 치수표는 별책「A 제품해설」을 참조하여 주십시오.

치수표*	구조와 특징	주요 용도
A3-44	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인축의 형상을 원형에 가깝게하여 종래의 고토크형 스플라인축에 비해 비틀림강성·굽힘 강성이 대폭 향상 되었습니다. ● 볼리테이너 채용에 따라 정렬순환운동을 보유하고 고속대응이 가능하여 장치의 고토크화가 가능합니다. ● 볼리테이너 채용에 따라, 볼 간의 충돌과 상호마찰이 없고, 저소음, 호음질, 저발진을 실현하였습니다. 	
A3-46	<ul style="list-style-type: none"> ● 볼리테이너의 채용에 따라 그리스 보유능력이 대폭향상되어 장기메인テナンス 프리를 실현하였습니다. ● 볼리테이너와 순순환방식의 채용에 따라 작은 구름변동으로 안정되고 부드러운 움직임이 실현하였습니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 산업용 로봇의 지주와 암 ● 자동 로더 ● 반송기기 ● 자동 반송장치 ● 타이어 성형기 ● 스폿 용접기의 스피들 ● 고속 자동 코팅기기의 가이드 축 ● 리벳팅 머신 ● 권선기 ● 방전가공기의 워크 헤드 ● 연삭기의 스피들 구동축 ● 각종 변속장치 ● 정밀 인덱스축
A3-58	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 120° 등배치된 3조의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 6조의 볼열이 배치되어 있고, 볼접촉부는 앵글러 콘택트 구조에 의해 무리 없이 예압을 줄 수가 있습니다. 	
A3-64	<ul style="list-style-type: none"> ● 볼은 스플라인 너트 내부를 순환하므로, 스플라인 너트의 외부 치수는 콤팩트하게 설계됩니다. 	
A3-66	<ul style="list-style-type: none"> ● 큰 예압하에서도, 부드러운 직선 운동이 얻어집니다. ● 접촉각이 크고(45°) 변위량이 작아서, 고강성을 실현했습니다. 	
A3-68	<ul style="list-style-type: none"> ● 앵글러 래쉬가 없습니다. ● 큰 토크를 전달할 수 있습니다. 	

분류	형식	형상	추경	
베 리 브 엔 리 엔		LT형		호칭 축경 4 ~ 100mm
		LF형		호칭 축경 6 ~ 50mm
		LT-X형		호칭 축경 4 ~ 30mm
		LF-X형		호칭 축경 4 ~ 30mm
보 터 리 엔		LBG형 LBGT형		호칭 축경 20 ~ 85mm
		LTR-A형 LTR형		호칭 축경 8 ~ 60mm

* 각 형식의 치수표는 별책「A 제품해설」을 참조하여 주십시오.

선정 포인트

형식의 선정

치수표*	구조와 특징	주요 용도	
A3-80 A3-82	<ul style="list-style-type: none"> ● 스플라인 축의 외통에 2~3개소의 돌기부를 각각 좌우에서 밀어붙여 구속구조를 가지도록 4~6조의 볼열이 배치되어 있고, 무리없이 예압을 줄 수 있습니다. ● 접촉각(20°)이 있어 적당한 예압을 줌으로써, 앵글러 래쉬가 없어 우수한 토크, 모멘트 강성을 얻을 수 있습니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 다이세트 축과 같이 중하중을 받으며 직선운동을 하는 곳 ● 로딩장치와 같이 정위치에서 각도 회전을 시키는 곳 ● 자동가스 용접기 스프링과 같이 1축으로 회전방지를 필요로 하는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 산업용 로봇의 지주와 암 ● 스폿 용접기 ● 리벳팅 머신 ● 제분기 ● 자동 충전기 ● XY 리코더 ● 자동 연사기 ● 광학측정기
A3-84	<ul style="list-style-type: none"> ● LT-X형의 스플라인 외통은 외경과 길이 치수가 리니어부쉬(LM형)과 동일하기 때문에 리니어부쉬와 호환이 가능합니다. 		
A3-86	<ul style="list-style-type: none"> ● LF-X형의 스플라인 외통은 외경과 길이 치수가 리니어 부쉬(LMF형)와 동일하기 때문에 리니어 부쉬와 호환이 가능합니다. 		
A3-98	<ul style="list-style-type: none"> ● LBS형과 동일 접촉구조를 가지고 있고, 스플라인 너트 플랜지 외주부에 기어를 가공하여, 스플라인 너트 외경부에 레이디얼 및 트러스트 니들 베어링이 콤팩트하게 조합된 유니트 타입입니다. 		
A3-110	<ul style="list-style-type: none"> ● LT형 볼스플라인의 너트 외경에 앵글러 콘택트 타입의 볼 전동면을 가공하여 서포트 베어링을 구성한 경량, 콤팩트 타입입니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 스칼라 로봇의 Z축 ● 권선기 	

스플라인 축 강도검토

볼스플라인의 스플라인 축은 레이디얼 하중과 토크를 받을 수 있는 복합축입니다. 하중과 토크가 큰 경우, 스플라인 축 강도를 고려할 필요가 있습니다.

【굽힘을 받는 스플라인 축】

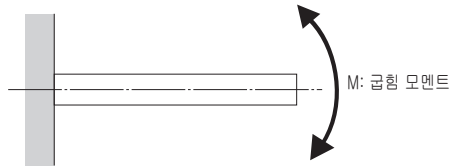
볼스플라인의 스플라인 축에 굽힘하중이 작용하는 경우, (1)식에 의해 스플라인 축경을 구할 수 있습니다.

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{및} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots(1)$$

M : 스플라인 축에 작용하는 최대 굽힘모멘트 (N·mm)

σ : 스플라인 축의 허용 굽힘 응력 (98N/mm²)

Z : 스플라인 축의 단면계수 (mm³)
(A3-17표3, A3-18표4, A3-19표5, A3-20표6참조)



[참고] 단면 계수(원)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Z : 단면계수 (mm³)

d : 축 외경 (mm)

【비틀림을 받는 스플라인 축】

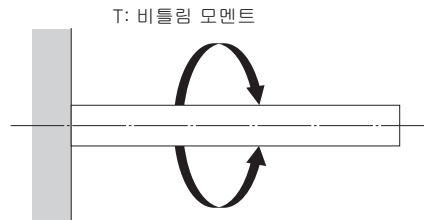
볼스플라인의 스플라인 축에 비틀림 하중이 작용하는 경우, (2)식에 의해 스플라인 축경을 구할 수 있습니다.

$$T = \tau_a \cdot Z_p \quad \text{및} \quad Z_p = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots(2)$$

T : 최대 비틀림 모멘트 (N·mm)

τ_a : 스플라인 축의 허용 비틀림 응력 (49N/mm²)

Z_p : 스플라인 축의 극단면계수 (mm³)
(A3-17표3, A3-18표4, A3-19표5, A3-20표6참조)



[참고] 극단면계수(원)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Z_p : 극단면계수 (mm³)

d : 축 외경 (mm)

【비틀림과 굽힘을 동시에 받는 경우】

볼스플라인의 스플라인 축에 굽힘하중과 비틀림하중이 동시에 작용하는 경우, 상당 굽힘 모멘트 (M)와 상당 비틀림 모멘트(Te)를 고려하여 각각 스플라인 축의 크기를 계산하여 그 중 큰 쪽의 값을 취합니다.

상당 굽힘 모멘트

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

상당 비틀림 모멘트

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

【스플라인 축의 강성】

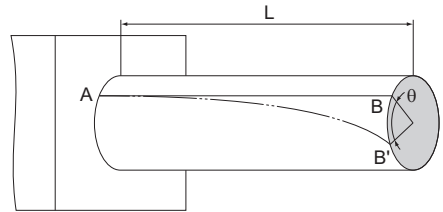
스플라인 축의 강성은 스플라인 축의 길이 1m에 대한 비틀림각으로서 나타내고 1°/4 정도로 제한합니다.

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{축 강성} = \frac{\text{비틀림각}}{\text{단위 길이}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

- θ : 비틀림각 (°)
 L : 스플라인 축 길이 (mm)
 G : 횡탄성계수 ($7.9 \times 10^4 \text{N/mm}^2$)
 ℓ : 단위 길이 (1000mm)
 I_p : 극단면 2차 모멘트 (mm⁴)

(**A3-17**표3, **A3-18**표4, **A3-19**표5, **A3-20**표6참조)



【스플라인 축의 변위량과 변위각】

볼스플라인의 스플라인 축의 변위량과 변위각은 각각의 조건에 맞는 계산식을 이용하여 산출할 필요가 있습니다. 표1과 표2에 각각의 조건에 따른 계산식을 나타내었습니다.

▲3-17 표3, ▲3-18 표4, ▲3-19 표5, ▲3-20 표6에 스플라인 축의 단면계수(Z), 단면2차 모멘트(I)를 나타냅니다. 표 중의 Z, I를 이용하면 일반적인 볼스플라인의 각 형변의 강도 및 변위량(처짐량)을 구하실 수 있습니다.

표1 변위량과 변위각 계산식

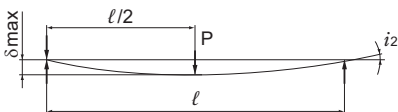
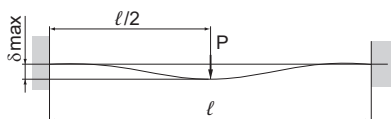
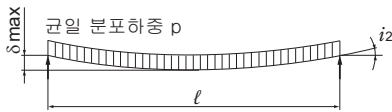
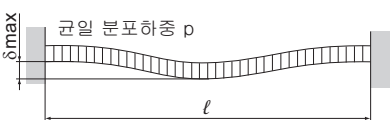
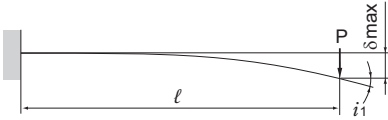
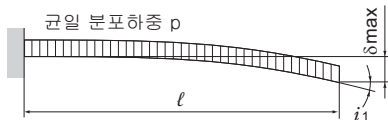
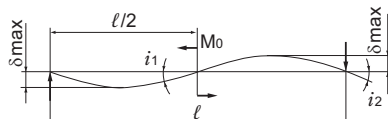
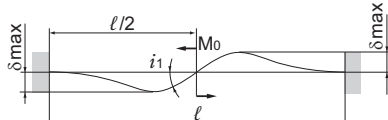
지지 방법	사용조건	변위량 계산식	변위각 계산식
양단자유		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{P\ell^2}{16EI}$
양단고정		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
양단자유		$\delta_{\max} = \frac{5p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{p\ell^3}{24EI}$
양단고정		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

표2 변위량과 변위각 계산식

지지 방법	사용조건	변위량 계산식	변위각 계산식
한 쪽 단고정		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
한 쪽 단고정		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{p\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
양 단자유		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0\ell}{24EI}$
양 단고정		$\delta_{\max} = \frac{M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$

 δ_{\max} : 최대 변위량(mm) M_0 : 모멘트(N·mm) ℓ : 간격 (mm)I: 단면2차 모멘트(mm⁴) i_1 : 하중 작용점에 대한 변위각 i_2 : 지지점에 대한 변위각

P: 집중하중(N)

p: 등분포하중(N/mm)

E: 종탄성계수 2.06×10^5 (N/mm²)

【스플라인 축의 위험속도】

볼스플라인축을 회전시켜 동력전달용으로 사용하는 경우, 스플라인 축의 회전수가 높으면 스플라인 축의 고유진동수에 근접하여 공진을 일으켜 운동 불능이 될 수 있습니다. 최고 회전수는 위험속도 이하로 하여 공진이 발생하지 않도록 합니다.

위험속도는(6)식에 의해 구합니다.

(안전계수로 0.8을 곱합니다.)

공진점을 넘어 사용하는 경우와, 공진점 부근에서 사용하는 경우는 스플라인 축경을 재검토 해야합니다.

● 위험속도

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot l_0^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 \quad \dots(6)$$

N_c : 위험속도 (min⁻¹)

l_0 : 장착간 거리 (mm)

E : 영률 (2.06×10⁵ N/mm²)

I : 축의 최소 단면2차 모멘트 (mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{소경} \quad (\text{mm})$$

(A3-24표10, 표11, 표12, 표13참조)

γ : 밀도(비중) (7.85×10⁻⁸kg/mm³)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{소경} \quad (\text{mm})$$

(A3-24표10, 표11, 표12, 표13참조)

A : 스플라인 축 단면적 (mm²)

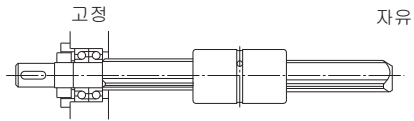
λ : 장착 방법에 따른 계수

(1)고정 - 자유 $\lambda=1.875$

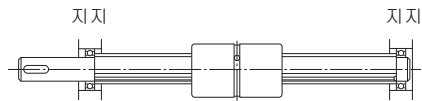
(2)지지 - 지지 $\lambda=3.142$

(3)고정 - 지지 $\lambda=3.927$

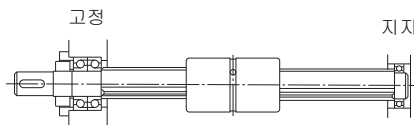
(4)고정 - 고정 $\lambda=4.73$



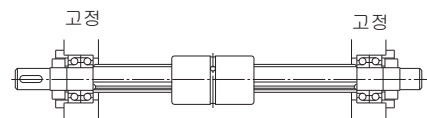
고정-자유



지지-지지



고정-지지



고정-고정

수명

【정적안전계수】

볼 스플라인에 작용하는 하중을 산출할 경우에는 수명 계산에 필요한 평균 하중과 정적안전계수 산출에 필요한 최대 하중을 파악해야 합니다.

특히 기동/정지가 빈번한 경우나 충격 하중이 작용할 경우에는, 오버행 하중에 의한 모멘트나 토크가 크게 작용하는 경우가 있습니다. 형번 선정 시에는 해당되는 최대 하중(정지/동작 시에 관계 없이)에 대한 적합 여부를 확인해야 합니다. 아래의 표는 정적안전계수의 기준치를 나타낸 것입니다.

$$f_s = \frac{f_r \cdot f_c \cdot C_o}{P_{max}}$$

- f_s : 정적안전계수
 C_o : 기본정정격하중* (N)
 P_{max} : 최대 부하 하중 (N)
 f_r : 온도계수 (A3-23그림1 참조)
 f_c : 접촉계수 (A3-23표8 참조)

*기본 정정격하중이란 최대 응력을 받고 있는 접촉부에서 볼의 영구 변형량과 전동 흡의 영구 변형량의 합이 볼 직경의 0.0001배가 되는 방향과 크기가 일정한 정지 하중을 말합니다.

표3 정적안전계수의 기준치 (fs)

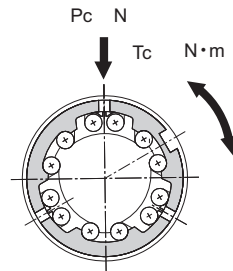
사용 기계	하중 조건	기준치의 하한
일반산업기계	진동이나 충격이 없을 때	3.0~6.0
	진동이나 충격이 있을 때	4.0~7.0
	복합 하중이며 진동 및 충격이 작용할 경우	5.0~8.0

*정적안전계수의 기준값은 사용 환경, 윤활 상태, 장착부의 정도나 강성 등의 사용 조건에 따라 달라질 수 있습니다.

【정격수명】

볼 스플라인의 수명은 동일하게 제작된 제품을 동일 운전조건으로 사용하여도 큰 차이를 나타냅니다. 이 때문에, 볼 스플라인의 수명을 구하는 기준으로서 다음과 같이 정의된 정격수명을 사용합니다.

정격수명이라는 것은 1군의 동일 볼 스플라인을 동일 조건으로 각각 운동시켰을 때 그 중 90%가 플레이킹(금속표면이 비늘 형태로 벗겨지는 현상)을 일으키지 않고 도달가능한 총 주행거리를 말합니다.



【정격수명의 산출】

볼 스플라인은 토크를 부하하면서 운동하는 경우와 레이디얼 하중을 부하하면서 운동하는 경우 및 모멘트하중을 부하한 경우로 나눌 수 있고, 정격수명은 (7)~(12)식으로 각각 구할 수 있습니다. (각 부하방향의 기본정격하중은 각 형번의 치수표에 기재되어 있습니다.)

● 정격수명의 산출

THK에서 볼 스플라인은 50km 정격 수명으로 정의하고 있으며, 정격 수명(L_{10})은 기본 동정격 하중 (C)과 볼 스플라인에 부하되는 하중(P_c)을 이용하여 다음 식으로 구할 수 있습니다.

- 토크 부하의 경우

$$L_{10} = \left(\frac{C_T}{T_c}\right)^3 \times 50 \dots\dots(7)$$

L_{10} : 정격수명 (km)

C_T : 기본동정격토크 (N·m)

C : 기본동정격하중 (N)

T_c : 계산 부하 토크 (N·m)

P_c : 계산 레이디얼 하중 (N)

- 레이디얼 하중 부하의 경우

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c}\right)^3 \times 50 \dots\dots(8)$$

* 스트로크 길이가 볼 스플라인 너트 길이의 2배 이하면 경우에는 위의 정격 수명식이 적용되지 않을 가능성이 있습니다.

정격 수명(L_{10}) 비교 시에는 기본 동정격 하중을 50km, 100km 중 어느 쪽으로 정의하고 있는지를 고려해야 하며, 필요에 따라 ISO 14728-1에 기초하여 기본 동정격 하중을 환산합니다.

ISO에서 규정된 기본 동정격 하중의 환산식:

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.26}$$

C_{50} : 정격 수명이 50km가 되는 기본 동정격 하중

C_{100} : 정격 수명이 100km가 되는 기본 동정격 하중

● 사용 조건을 고려한 정격 수명의 산출

실제 사용 시에는 가동 중에 진동이나 충격을 동반하는 경우가 많기 때문에 볼 스플라인에 대한 작용 하중의 변동이 예상되므로 정확히 파악하는 것은 쉽지 않습니다. 또한 사용 환경 온도, 너트를 밀착에 가까운 상태로 사용하는 경우도 수명에 큰 영향을 미칩니다. 이러한 조건을 고려하면 다음 식 (9) 및 (10)을 통해 사용 조건을 고려한 정격 수명(L_{10m})을 산출할 수 있습니다.

- 사용 조건을 고려한 계수 α

$$\alpha = \frac{f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 사용 조건을 고려한 계수

f_T : 온도계수 (B3-22의 그림1을 참조)

f_C : 접촉계수 (B3-22의 표4를 참조)

f_W : 하중계수 (B3-22의 표5를 참조)

- 사용 조건을 고려한 정격 수명 L_{10m}

- 토크 부하의 경우

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C_T}{T_c}\right)^3 \times 50 \dots\dots(9)$$

L_{10m} : 사용 조건을 고려한 정격 수명 (km)

C_T : 기본동정격토크 (N·m)

C : 기본동정격하중 (N)

T_c : 계산 부하 토크 (N·m)

P_c : 계산 레이디얼 하중 (N)

- 레이디얼 하중 부하의 경우

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_c}\right)^3 \times 50 \dots\dots(10)$$

● 토크와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

토크 하중과 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우, 아래의 식(11)을 사용해서 등가 레이디얼 하중을 얻어 정격수명을 산출합니다.

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos\alpha} \quad \dots\dots (11)$$

P_E : 등가 레이디얼 하중 (N)

$\cos\alpha$: 접촉각 i =부하열수

$$\left(\begin{array}{ll} \text{LBS형 } \alpha=45^\circ & i=2(\text{LBS10 이하}) \\ & i=3(\text{LBS15 이상}) \\ \text{LT형 } \alpha=70^\circ & i=2(\text{LT13 이하}) \\ & i=3(\text{LT16 이상}) \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{SLS형 } \alpha=40^\circ & i=3 \\ \text{LT-X형 } \alpha=65^\circ & i=2 \end{array} \right)$$

dp : 볼중심경 (mm)

(**A3-24**표10, 표11, 표12, 표13참조)

● 스플라인 너트 1개 또는 2개가 밀착사용으로 모멘트를 부하받는 경우

아래의 식(12)을 이용해서 등가레이디얼 하중을 구해 정격수명을 산출합니다.

$$P_u = K \cdot M \quad \dots\dots (12)$$

P_u : 등가 레이디얼 하중 (N)

(모멘트 부하에 의한)

K : 등가 계수(참조 **A3-27**표14, **A3-28**표15, **A3-29**표16, 표17)

M : 부하 모멘트 (N·mm)

단 M 은 정적 허용 모멘트 이내로 합니다.

● 모멘트와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

레이디얼 하중과 등가 레이디얼 하중의 합으로부터 정격수명을 산출합니다.

● 수명시간 산출

위의 식으로부터 정격수명(L_{10})이 구해지면, 스트로크 길이와 분당왕복횟수가 일정한 경우, 식(13)을 사용해서 수명 시간을 얻을 수 있습니다.

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^3}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots (13)$$

L_h : 수명 시간 (h)

ℓ_s : 스트로크 길이 (m)

n_1 : 분당왕복횟수 (min⁻¹)

■f_r: 온도계수

볼스플라인을 사용하는 주위 온도가 100℃를 넘는 고온의 경우에는 고온에 따른 악영향을 고려하여 그림1의 온도계수를 곱합니다.

또, 볼스플라인도 고온 대응의 제품으로 할 필요가 있으므로, 주의하시기 바랍니다.

주) 주위 온도가 80℃를 넘는 경우에는 쉴, 리테이너의 재질을 고온사양으로 변경하실 필요가 있습니다.

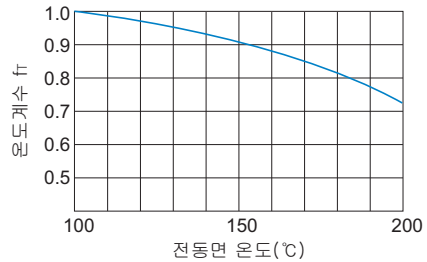


그림1 온도계수 (f_r)

■f_c: 접촉계수

직선안내를 하는 스플라인 너트를 밀착상태에서 사용할 경우에는 모멘트나 장착정도가 영향을 미쳐 균일한 하중분포를 얻기가 어렵기 때문에, 복수의 스플라인 너트를 사용하는 경우에는 표4의 접촉계수를 기본정격하중 (C), (C₀)에 곱해 주시기 바랍니다.

주) 대형장치에 불균일한 하중분포가 예상되는 경우에는 표4의 접촉계수를 고려하여 주시기 바랍니다.

표4 접촉계수 (f_c)

밀착 시 스플라인 너트의 수	접촉계수 f _c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
통상 사용	1

■f_w: 하중계수

일반적으로 왕복운동하는 기계는 운전중에 진동이나 충격을 동반하는 경우가 많고, 특히 고속 운전시에 발생하는 진동이나 상시 반복되는 기동 정지시의 충격 등 모든 것을 정확하게 구한다는 것은 대단히 어렵습니다. 따라서, 실제로 볼스플라인에 작용하는 하중이 구해지지 않는 경우나 속도 진동의 영향이 큰 경우는 경험적으로 얻어진 표5의 하중계수를 기본동정격하중 (C) 에 나누어 줍니다.

표5 하중계수 (f_w)

진동/충격	속도(V)	f _w
미	미속의 경우 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1 ~ 1.2
소	저속의 경우 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2 ~ 1.5
중	중속의 경우 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5 ~ 2
대	고속의 경우 $V > 2\text{m/s}$	2 ~ 3.5

【평균하중의 산출】

공업용 로봇의 암과 같이 전진시에는 위크를 잡고 운동하고 후퇴시에는 암의 자중만 작용하는 경우 혹은 공작기계와 같이 스플라인 너트에 걸리는 하중이 주행중에 여러가지 조건에 따라서 변동할 때는 이 변동하중 조건을 포함하여 수명계산을 할 필요가 있습니다.

평균하중 (P_m)이란, 스플라인 너트에 걸리는 하중이 주행중에 여러가지 조건에 따라서 변동할 때 이 변동하중 조건에 따른 수명과 동일한 수명이 되는 일정하중을 말합니다. 기본식을 아래에 나타내었습니다.

다음은 기본 방정식입니다.

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

P_m : 평균하중 (N)

P_n : 변동하중 (N)

L : 총 주행거리 (mm)

L_n : P_n 하에서 이동한 거리 (mm)

● 단계적으로 변하는 경우

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots (14)$$

P_m : 평균하중 (N)

P_n : 변동하중 (N)

L : 총 주행거리 (m)

L_n : 하중 P_n 하에서 이동한 거리 (m)

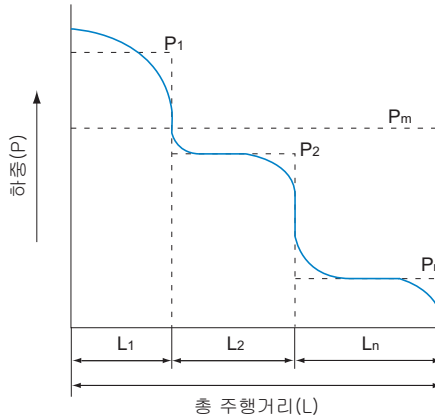


그림2

● 단조롭게 변화하는 경우

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (15)$$

P_{\min} : 최소하중 (N)

P_{\max} : 최대가중 (N)

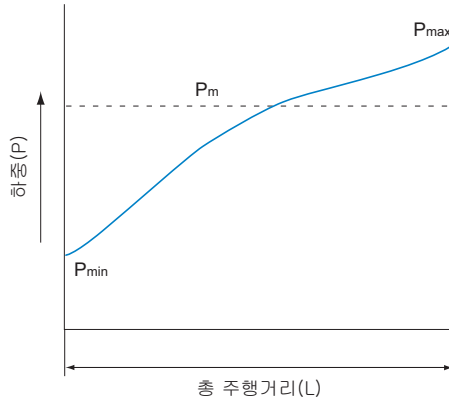


그림3

● 정현 곡선적으로 변화하는 경우

(a) $P_m \doteq 0.65P_{\max} \dots\dots\dots(16)$

(b) $P_m \doteq 0.75P_{\max} \dots\dots\dots(17)$

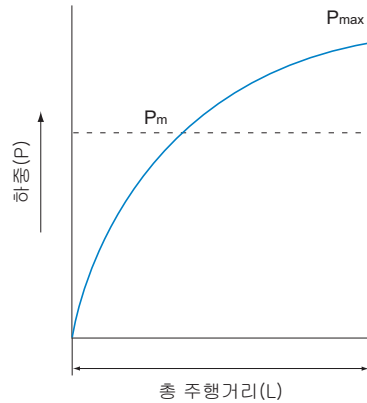
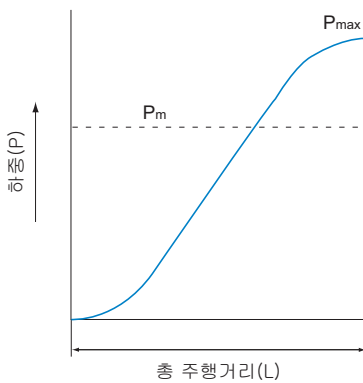


그림4

【등가계수】

모멘트 부하시 등가레이디얼 하중 산출계수를 각 형번마다 **A3-27**표 14, **A3-28**표 15, **A3-29**표 16, 표 17에 나타 냅니다.

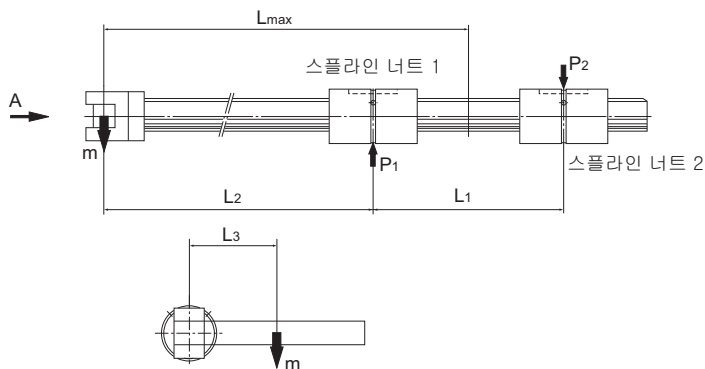
수명계산 예

● 계산예 1

공업용 로봇 암(수평)

[사용 조건]

선단 부하질량	$m=50\text{kg}$	최대 스크로크에서의 암 길이	$L_{\max}=400\text{mm}$
스트로크	$\ell_s=200\text{mm}$		$L_2=325\text{mm}$
스플라인 너트 장착 간격(가정)	$L_1=150\text{mm}$		$L_3=50\text{mm}$



A에서 볼 그림5 (볼스플라인의 종류는 LBS형입니다.)

■ 축강도 계산

축에 가해진 굽힘 모멘트(M)와 비틀림 모멘트(T)를 계산합니다.

$$M = m \times 9.8 \times L_{\max} = 196000\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$T = m \times 9.8 \times L_3 = 24500\text{N} \cdot \text{mm}$$

비틀림과 굽힘을 동시에 받고 있으므로, 상당 굽힘 모멘트(M_e), 상당 비틀림 모멘트(T_e)를 구하여 어느 쪽이든 큰 쪽의 값으로써 호칭축경을 결정합니다. (**B3-15** 식(3),(4) 참조)

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = 196762.7\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = 197525.3\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_e < T_e$$

∴ $T_e = \tau_a \times Z_p$ 따라서,

$$Z_p = \frac{T_e}{\tau_a} = 4031\text{mm}^3$$

Z_p 를 만족하는 호칭축경은 **A3-18**의 표 4으로 부터 40이상 이 됩니다.

■평균하중 P.

암이 최대로 늘어났을 때의 작용하중(P_{max})과 수축 되었을 때의 (P_{min})을 구하여 각각 외통의 평균하중을 구합니다.

$$P_{1max} = \frac{m \times 9.8 (L_1 + L_2)}{L_1} = 1551.7N$$

$$P_{2max} = \frac{m \times 9.8 \times L_2}{L_1} = 1061.7N$$

수축시

$$P_{1min} = \frac{m \times 9.8 \times [(L_2 - l_s) + L_1]}{L_1} = 898.3N$$

$$P_{2min} = \frac{m \times 9.8 \times (L_2 - l_s)}{L_1} = 408.3N$$

이 변동하중은 **B3-24** 그림 3과 같이 하중이 단조롭게 변화하므로, **B3-24**, (15)식을 사용하여 평균하중을 구하십시오.

스플라인 너트 1의 평균하중(P_{1m})

$$P_{1m} = \frac{1}{3} (P_{1min} + 2P_{1max}) = 1333.9N$$

스플라인 너트 2의 평균하중(P_{2m})

$$P_{2m} = \frac{1}{3} (P_{2min} + 2P_{2max}) = 843.9N$$

스플라인 너트 1개에 작용하는 토크를 구합니다.

$$T = \frac{m \times 9.8 \times L_3}{2} = 12250N \cdot mm$$

레이디얼 하중과 토크는 동시에 가해지므로, **B3-21**의 식(11)에 의해 등가레이디얼 하중을 산출합니다.

$$P_{1E} = P_{1m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos\alpha} = 1911.4N$$

$$P_{2E} = P_{2m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos\alpha} = 1421.4N$$

■정격수명 L_n

B3-20 식(10)의 정격수명 산출식에 의해

$$\text{스플라인 너트1의 정격수명 } L_{10m1} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_{1E}} \right)^3 \times 50 = 68867.4km$$

$$\text{스플라인 너트2의 정격수명 } L_{10m2} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_{2E}} \right)^3 \times 50 = 167463.2km$$

$$\alpha = \frac{f_T \cdot f_C}{f_W}$$

- f_r : 온도계수 = 1 (B3-22 그림1에 의해)
 f_c : 접촉계수 = 1 (B3-22 표4에 의해)
 f_w : 하중계수 = 1.5 (B3-22 표5에 의해)
 C: 기본동정격하중 = 31.9 kN (LBS40형)

이상에 의해 얻어진 유니트 수명은 스플라인 너트 1의 68867.4km로 됩니다.

● 계산예 -2

[사용조건]

추력 위치: F_s

스트로크 속도: $V_{max} = 0.25\text{m/sec}$

가속도: $a = 0.36\text{m/sec}^2$ (속도선도에 의해)

스트로크: $S = 700\text{mm}$

하우징 질량: $m_1 = 30\text{kg}$

암 질량: $m_2 = 20\text{kg}$

헤드 질량: $m_3 = 15\text{kg}$

워크 질량: $m_4 = 12\text{kg}$

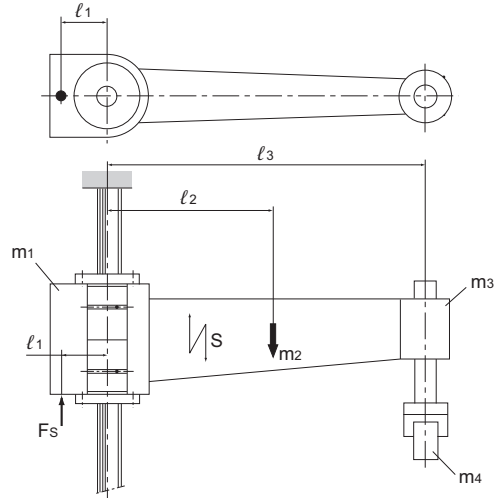
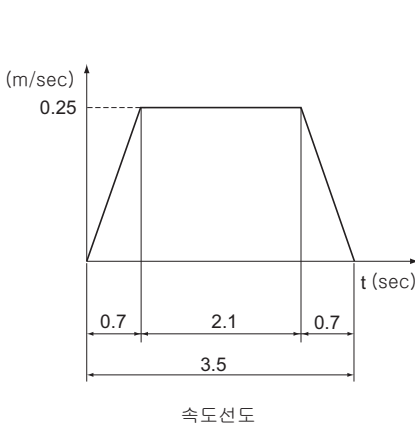
추력위치로부터 각 질량(중심)까지의 치수

$l_1 = 200\text{mm}$ $l_2 = 500\text{mm}$

$l_3 = 1276\text{mm}$

사이클(1 사이클: 30 초)

1. 하강(3.5초)
2. 정지(1초): 워크 부착
3. 상승(3.5초)
4. 정지(7초)
5. 하강(3.5초)
6. 정지(1초): 워크 탈착
7. 상승(3.5초)
8. 정지(7초)



(볼스플라인의 종류는 LBF형으로 합니다)

그림6

■축강도 계산

축강도 계산을 하여, 호칭형번은 60으로 가정합니다.(스플라인 너트는 2개 밀착으로 합니다.)

■가속, 등속, 감속시에 각 질량(m_n)에 의해서 스플라인 너트에 작용하는 모멘트 (M_n) 산출합니다.

가속시의 부하 모멘트: M_1

$$M_1 = m_n \times 9.8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times \ell_n \quad \dots\dots(a)$$

등속시에 부하 모멘트: M_2

$$M_2 = m_n \times 9.8 \times \ell_n \quad \dots\dots(b)$$

가감속시의 부하 모멘트: M_3

$$M_3 = m_n \times 9.8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times \ell_n \quad \dots\dots(c)$$

m_n : 각 질량 (kg)

a : 가속도 (m/sec²)

g : 중력가속도 (m/sec²)

ℓ_n : 각 하중 작용점과 추력 중심과의 편심량(mm)

여기서, 이하로 정리한다.

$$A = \left(1 + \frac{a}{g}\right), \quad B = \left(1 - \frac{a}{g}\right)$$

● 하강시

식(c)로부터, 가속시

$$\begin{aligned} M_{m1} &= m_1 \times 9.8 \times B \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 398105.01 \text{N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

식(b)로부터, 등속시

$$\begin{aligned} M_{m2} &= m_1 \times 9.8 \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9.8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 412972 \text{N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

식(a)로부터, 감속시

$$\begin{aligned} M_{m3} &= m_1 \times 9.8 \times A \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 427838.99 \text{N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

● 상승시

식(a)로부터, 가속시

$$\begin{aligned} M_{m1}' &= m_1 \times 9.8 \times A \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 427838.99 \text{N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

식(b)로부터, 등속시

$$\begin{aligned} M_{m2}' &= m_1 \times 9.8 \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 412972 \text{N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

식(c)로부터, 감속시

$$M_{m3}^1 = m_1 \times 9.8 \times B \times \ell_1 + m_2 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 398105.01 \text{N} \cdot \text{mm}$$

● 하강시(워크 부하시)

식(c)로부터, 가속시

$$M_{m1}^{11} = M_{m1} + m_4 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

식(b)로부터, 등속시

$$M_{m2}^{11} = M_{m2} + m_4 \times 9.8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

식(a)로부터, 감속시

$$M_{m3}^{11} = M_{m3} + m_4 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

● 상승시(워크 부하시)

식(a)로부터, 가속시

$$M_{m1}^{111} = M_{m1}^1 + m_4 \times 9.8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

식(b)로부터, 등속시

$$M_{m2}^{111} = M_{m2}^1 + m_4 \times 9.8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

식(c)로부터, 감속시

$$M_{m3}^{111} = M_{m3}^1 + m_4 \times 9.8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\therefore M_1 = M_{m1} = M_{m3}^1 = 398105.01 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_2 = M_{m2} = M_{m2}^1 = 412972 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_3 = M_{m3} = M_{m1}^1 = 427838.99 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_1^1 = M_{m1}^{11} = M_{m3}^{111} = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_2^1 = M_{m2}^{11} = M_{m2}^{111} = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_3^1 = M_{m3}^{11} = M_{m1}^{111} = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

■각 모멘트에 의해 스플라인 너트가 부하받고 있다고 고려되는 등가레이디얼 하중 산출

모멘트 M_n 과 P_n 사이의 관계식

$P_n = M_n \times K$ (d)

P_n : 등가 레이디얼 하중 (N)

M_n : 부하 모멘트 (N·mm)

K : 등가계수 (A3-28표 15)
(LBF형 2개 밀착의 경우, $K=0.013$)

식(d)으로부터 각 부하 모멘트에 의한 등가레이디얼 하중을 산출합니다.

$P_{m1} = P_{m3}^I = M_1 \times 0.013 \approx 5175.4N$

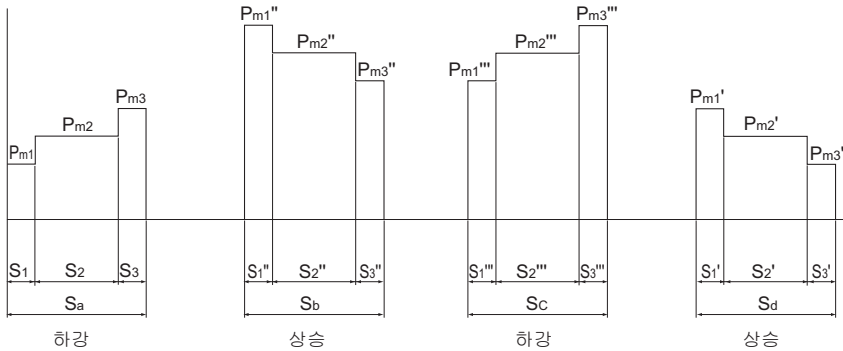
$P_{m2} = P_{m2}^I = M_2 \times 0.013 \approx 5368.6N$

$P_{m3} = P_{m1}^I = M_3 \times 0.013 \approx 5561.9N$

$P_{m1}^{II} = P_{m3}^{III} = M_1^I \times 0.013 \approx 7350.7N$

$P_{m2}^{II} = P_{m2}^{III} = M_2^I \times 0.013 \approx 7625.2N$

$P_{m3}^{II} = P_{m1}^{III} = M_3^I \times 0.013 \approx 7899.7N$



$\begin{cases} P_1 = P_{m1} = P_{m3}^I \approx 5175.4N \\ P_2 = P_{m2} = P_{m2}^I \approx 5368.6N \\ P_3 = P_{m3} = P_{m1}^I \approx 5561.9N \end{cases}$	$\begin{cases} P_4 = P_{m1}^{II} = P_{m3}^{III} \approx 7350.7N \\ P_5 = P_{m2}^{II} = P_{m2}^{III} \approx 7625.2N \\ P_6 = P_{m3}^{II} = P_{m1}^{III} \approx 7899.7N \end{cases}$	$\begin{cases} S = S_a = S_b = S_c = S_d = 700mm \\ S_1 = S_1^I = S_1^{II} = S_1^{III} = S_1^I = S_1^{II} = S_1^{III} = 87.5mm \\ S_2 = S_2^I = S_2^{II} = S_2^{III} = S_2^I = S_2^{II} = S_2^{III} = 525mm \\ S_3 = S_3^I = S_3^{II} = S_3^{III} = S_3^I = S_3^{II} = S_3^{III} = 87.5mm \end{cases}$
---	--	--

■평균하중 P. 산출

■3-23의 식(14)에 의해

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{4 \times S} \{ 2 \{ (P_1^3 \times S_1) + (P_2^3 \times S_2) + (P_3^3 \times S_3) \} + 2 \{ (P_4^3 \times S_3) + (P_5^3 \times S_2) + (P_6^3 \times S_1) \} \}}$$

$\approx 6689.5N$

■평균하중으로부터 정격수명 L 산출

■3-20의 식(10)에 의해

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_m} \right)^3 \times 50$$

$= 7630km$

$$\alpha = \frac{f_r \cdot f_c}{f_w}$$

- f_r : 온도계수 = 1 (■3-22그림 1에 의해)
- f_c : 접촉계수 = 0.81 (■3-22표 4에 의해)
- f_w : 하중계수 = 1.5 (■3-22표 5에 의해)
- C : 기본동정격하중 = 66.2 kN (LBF60형)

위의 결과로, LBF60형의 2개 밀착사용에 있어서의 정격수명은 7630km로 됩니다.

볼스플라인 장착

스플라인 장착

스플라인 너트의 장착예를 그림1, 그림2에 나타냅니다. 스플라인 축방향의 고정강도는 그다지 필요로 하지 않지만, 때려박음 만으로 고정시키는 것은 피하여 주시기 바랍니다.

주) 리테이너 볼스플라인 SLS형의 스플라인너트의 양단은 수지재의 엔드캡입니다.

두드리거나 강하게 밀어붙이거나 하면 파손될 수 있으므로 무리한 하중을 가하지 않도록 주의가 필요합니다.

스트레이트 외통형

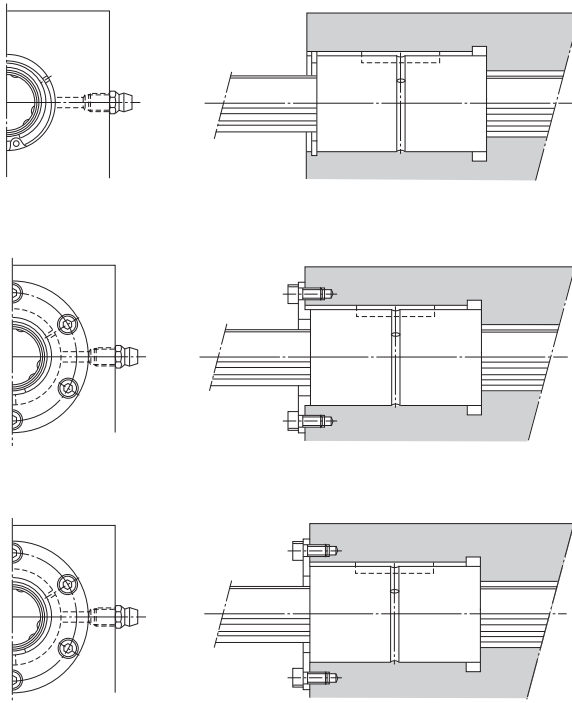
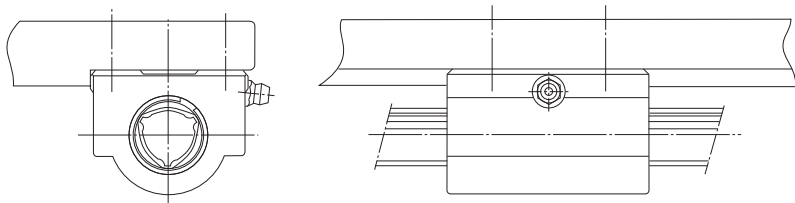
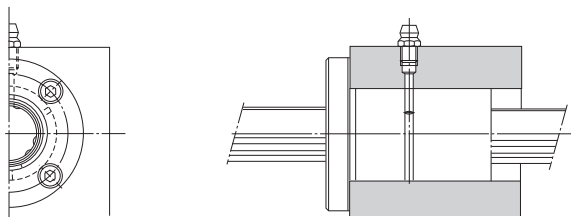


그림1 스플라인 너트의 장착예

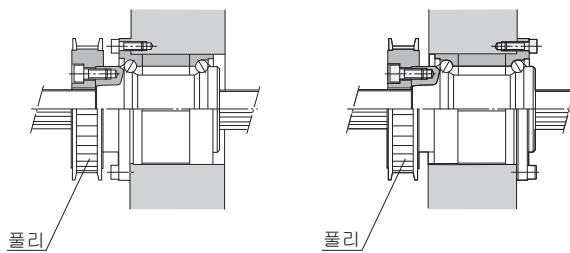
LBH형



플랜지형



LTR형



LBG형

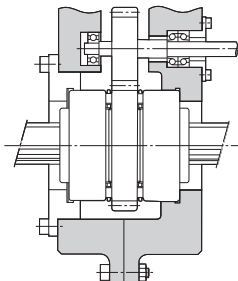


그림2 스피라인 너트의 장착예

스플라인 너트의 조립

스플라인 너트를 하우징에 조립하는 경우에 축 판이나 씰을 두드리지 않도록 치구(그림3)를 사용하여 무리없이 삽입 바랍니다.

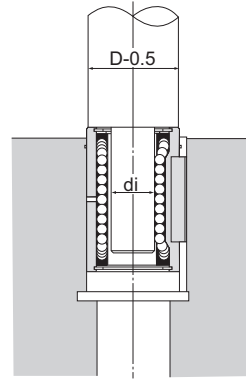


그림3

표1 LBS형 치구 치수

단위: mm

호칭축경	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
di	12.5	16.1	20.3	24.4	32.4	40.1	47.8	55.9	69.3	83.8	103.8	131.8

표2 LT형 치구 치수

단위: mm

호칭축경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
di	5.0	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	37.5	46.5	56	75.5	94.5

스플라인 축의 조립

스플라인 축을 스플라인 너트에 조립하는 경우, 스플라인 축과 스플라인 너트의 연결마크(그림 4)를 확인한 후, 위치관계를 확인하면서 축을 똑바로 삽입하십시오.

축을 무리하게 밀어넣으면 볼이 탈락하는 일이 있으므로 주의하여 주십시오.

씰 부착형이나 예압이 주어지는 스플라인 너트를 삽입할 때는 스플라인 축 외경에 윤활제를 도포바랍니다.

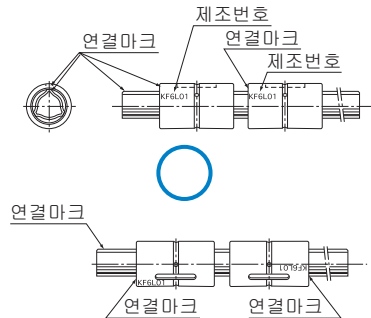


그림4

윤활

볼스플라인에는 스플라인너트의 이물질의 혼입과 윤활제의 누유를 방지하기 위해 내마모성이 높은 특수합성 고무씰이 준비되어 있습니다.

씰 부착 스플라인 너트(양측 씰 UU, 편측 씰)에는 리튬 비누기 그리스 2호가 봉입되어 있습니다. 고속 운전이나 긴 스트로크에서 사용되는 경우는 시운전 후 스플라인 너트의 급유구로 같은 계열의 그리스를 재급유한 후 기계를 가동하여 주십시오.

그 후에는 사용상태에 따라 적당한 시기에 같은 계열의 그리스를 급유 해 주십시오.

그리고 그리스의 급유기간은 사용조건에 따라서 다르지만 통상 사용의 경우에 주행거리로서 100km(6개월 ~1년)를 급유(교환)의 기준으로 하시기 바랍니다.

씰이 부착되어 있지 않는 경우는 스플라인 너트안에 그리스를 도포하거나 스플라인축의 전동면에 그리스를 도포바랍니다.

재질, 표면처리

사용환경에 따라, 방청처리 또는 재질을 변경할 필요가 있습니다. 방청처리 및 재질의 변경에 관한 상세한 내용은, 삼익THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

방진

스플라인 너트내에 먼지나 이물질이 들어간 경우, 이상마모와 조기수명의 원인이 되기 때문에 유해한 이물질의 유입을 방지해야 합니다. 먼지와 이물질의 유입이 예상되는 경우는 사용환경 조건에 맞는 효과적인 밀봉장치와 방진장치를 선택하는것이 중요합니다.

블스플라인의 경우, 방진부품으로 내마모성이 뛰어난 특수합성 고무씰을 사용할 수 있습니다. 높은 방진 효과를 원하는 경우에는, 같은 타입에 대해서 펠트씰도 사용할 수 있습니다. 펠트씰에 대한 상세한 내용은 삼익 THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

추가로, THK는 원형 자바라를 제작하고 있으므로, 상세한 내용은 삼익THK에 문의하여 주시기 바랍니다.

표1 방진부품기호

기호	방진용 부품
무기호	씰 없음
UU	스플라인 너트 양측 고무씰 부착
U	스플라인 너트 편측 고무씰 부착
DD	스플라인 너트 양측 펠트씰 부착
D	스플라인 너트 편측 펠트씰 부착
ZZ	서포트베어링 양측 고무씰 부착
Z	서포트베어링 편측 고무씰 부착

호칭형번의 구성예

호칭형번은 각 형번의 특징에 따라 구성이 다르므로 대응하는 호칭형번의 구성예를 참조하여 주십시오.

【블스플라인】

- SLS형, SLS-L형, SLF형, LBS형, LBST형, LBF형, LBR형, LBH형, LT형, LF형, LT-X형, LF-X형

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
호칭형번	방진부품 기호(*1)	회전방향 클리어런스 기호(*2)	정도 기호 (*3)	스플라인축 기호(*4)		
1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)			스플라인 축 전장(*5) (mm 표시)			

(*1) **㉠3-122** 참조 (*2) **㉠3-30** 참조 (*3) **㉠3-35** 참조 (*4) **㉠3-71** 참조 (*5) **㉠3-117** 참조

【로터리 블스플라인】

- LTR형, LTR-A형, LBG형, LBGT형

2	LTR32	K	UU	ZZ	CL	A	+500L	P	K
호칭형번	플랜지 방향기호 (*1)	서포트 베어링방진 부품기호(*3)	회전방향 클리어런스 기호 (*4)	컴팩트 타입 (서포트부)	정도 기호 (*5)	스플라인축 기호(*6)			
1축에 포함되는 스플라인 너트의 개수 (1개의 경우는 무기호)		스플라인 너트방진 부품기호(*2)	스플라인 축 전장(*7) (mm 표시)						

(*2) **㉠3-122** 참조 (*3) **㉠3-122** 참조 (*4) **㉠3-30** 참조 (*5) **㉠3-35** 참조 (*6) **㉠3-114** 참조 (*7) **㉠3-117** 참조

(*1) 무기호: 표준 K: 플랜지 역방향

취급상의 주의사항

볼스플라인

【취급】

- (1) 중량(20kg이상)의 제품을 운반할시에는 2인 이상 또는 운반기구를 사용하여 주십시오.
- (2) 각 부를 분해하지 마십시오. 기능 손실의 원인이 됩니다.
- (3) 스플라인 너트 및 스플라인 축을 기울이면 자중에 의해 낙하하는 경우가 있으므로 주의하여 주십시오.
- (4) 볼스플라인을 떨어뜨리거나 두드리지 마십시오. 파손의 원인이 됩니다. 또한, 충격을 가한 경우, 외관에 파손이 보이지 않더라도 그 기능이 손상될 가능성이 있습니다.
- (5) 조립시에는 스플라인너트를 스플라인축에서 빠지 않도록 작업하여 주십시오.
- (6) 제품 취급시에는 필요에 따라 보호장갑, 안전화 등을 착용하여 안전을 확보하여 주십시오.

【사용상의 주의】

- (1) 절삭분과 쿨런트 등의 이물질이 유입되지 않도록 주의하여 주십시오. 파손의 원인이 됩니다.
- (2) 절삭분, 쿨런트, 부식성이 있는 용제, 물 등이 제품 내부로 유입되는 환경하에서 사용하는 경우에는 자바라 또는 커버 등으로 이물질 유입을 방지하여 주십시오.
- (3) 80℃를 초과하여 사용하지 마십시오. 내열사양을 제외하고 이 온도를 초과하면 수지, 고무부품이 변형, 파손될 우려가 있습니다.
- (4) 절삭분등의 이물이 부착된 경우는 세정한 후, 윤활제를 재봉입하여 주십시오.
- (5) 미소 스트로크의 경우는 전동면과 전동체의 접촉면의 유막이 형성되기 어렵고 플래팅이 발생할 수 있으므로 내플래팅성에 우수한 그리스를 사용하여 주십시오. 또, 정기적으로 스플라인너트 길이의 스트로크를 이동시켜 전동면과 전동체에 유막을 형성시켜 주십시오.
- (6) 제품에 위치결정부품(핀, 키 등)을 무리하게 삽입하지 마십시오. 전동면에 압흔이 생겨 기능을 손실하는 원인이 됩니다.
- (7) 스플라인축의 지지부와 스플라인너트의 축심의 차이나 기울어짐이 있으면 극단적으로 수명이 짧아질 수 있으므로 장착부품, 조립정도에 주의하여 주십시오.
- (8) 전동체가 빠진채로 스플라인너트를 스플라인축에 삽입하여 사용한 경우, 조기파손의 요인이 됩니다.
- (9) 스플라인너트에서 전동체가 탈락한 경우는 그대로 사용하지 말고 삼익THK로 문의하여 주십시오.
- (10) 스플라인축을 스플라인너트에 조립한 경우는 스플라인축과 스플라인너트에 함마크가 있으므로 위치관계를 확인하면서 틀어지지 않게 삽입하여 주십시오. 무리하게 삽입하면 볼이 탈락할 수 있으므로 주의하여 주십시오. 쉴 장착이나 예압이 들어간 스플라인너트에 삽입할때는 스플라인축 외경에 윤활제를 도포하여 주십시오.
- (11) 스플라인너트를 하우징에 장착할 경우에 축판과 엔드캡, 쉴을 두드리지 않도록 치구를 가지고 천천히 삽입합니다.
- (12) 장착부품의 강성 및 정도가 부족하면 베어링의 하중이 국부적으로 집중되어 베어링 성능이 현저히 떨어집니다. 따라서 하우징과 베이스의 강성·정도, 고정용 볼트의 강도에 대해서 충분히 검토하여 주십시오.
- (13) 플랜지 장착 볼스플라인에 노크홀 등의 추가가공을 하는 경우는 삼익THK로 문의하여 주십시오.

【운할】

- (1) 제품을 사용하기 전에는 방청유를 완전히 제거하고 윤활제를 붓입하시기 바랍니다.
- (2) 다른 윤활제를 혼합하여 사용하지 마십시오. 증주제가 같은 종류의 그리스라도 첨가제등이 달라 서로 악영향을 미칠 수 있습니다.
- (3) 상시 진동이 작용하는 장소, 클린룸, 진공, 저온·고온등 특수환경에서 사용되는 경우는 사양·환경에 적합한 그리스를 사용하여 주십시오.
- (4) 그리스니플·급유홀이 장착되어 있지 않은 제품에 윤활하는 경우에는 전동면에 직접 윤활제를 도포하여 내부에 그리스가 들어가도록 여러 번 구동하여 주십시오
- (5) 온도에 따라 그리스의 주도는 변화합니다. 주도의 변화에 따라 볼스플라인의 습동저항도 변화하므로 주의하여 주십시오.
- (6) 급지 후, 그리스의 교반저항에 따라 볼스플라인의 습동저항이 증대할 수 있습니다. 반드시 시험운전을 통해 그리스가 충분히 스며들게 한 후 구동하여 주십시오.
- (7) 급유직후에는 여분의 그리스가 비산 될 수 있으므로 필요에 따라 닦아내고 사용하여 주십시오.
- (8) 그리스는 사용시간과 함께 성상은 열화하고 윤활성능은 저하되므로 사용빈도에 따라 그리스 점검과 보급이 필요합니다.
- (9) 사용조건과 사용환경에 따라 급유간격이 다르지만 주행거리 100km(3~6개월)을 목표로 급유하여 주십시오. 최종적인 급유간격·량은 실제 사용 기계에 따라 설정하여 주십시오.
- (10) 오일윤활의 경우 볼스플라인의 장착자세에 따라 윤활유가 도포되지 않는 곳이 있으므로 사전에 삼익THK로 문의하여 주십시오.

【보관】

볼스플라인은 당사가 제작한 포장에 넣어서 고온, 저온, 다습한 곳을 피해 수평인상태로 실내에 보관하여 주십시오.

장기간 보관된 제품은 내부의 윤활제가 열화되어 있으므로 윤활제를 재급유 하여 사용하여 주십시오.

【파기】

제품은 산업폐기물로서 적절한 폐기처리를 하여 주십시오.