

볼스플라인

010110011010101101000101
100010101101010010111011

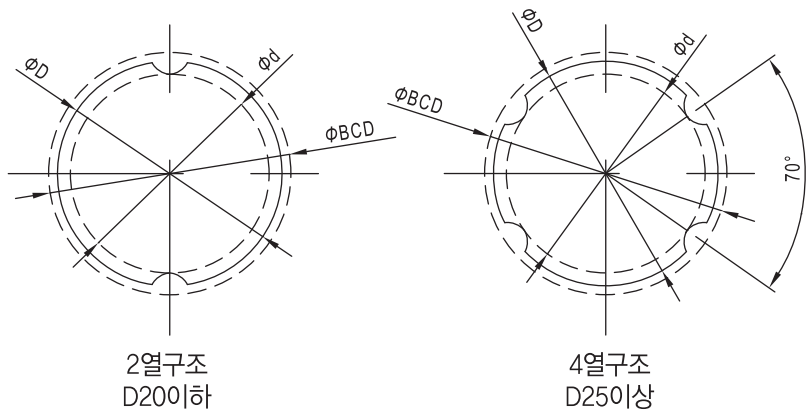


주문방법

볼너트 SLF : 플랜지 SLT : 원통 SZF : 플랜지 방진용 SOF : 플랜지 SOT : 원통	SLF	006	T2	N(D)	N	S	-	500	-	P0	-	B2
축경 길이 : mm												
볼열수 T2 : 2열 T4 : 4열												
플랜지 형태 N : 원형 (No Symbol When It is Without the Flange) D : 플랜지 컷팅												
정도등급 N : 정밀급 H : 고정밀급 P : 초정밀급												
축타입 S : 중실축 H : 중공축												
볼 스플라인 길이 : mm												
예압등급 P0 : 무예압 P1 : 경예압 P2 : 중예압												
너트 수량 두개의 너트 사용시 : B2												

스플라인 샤프트

표준축(중실축)샤프트 단면적

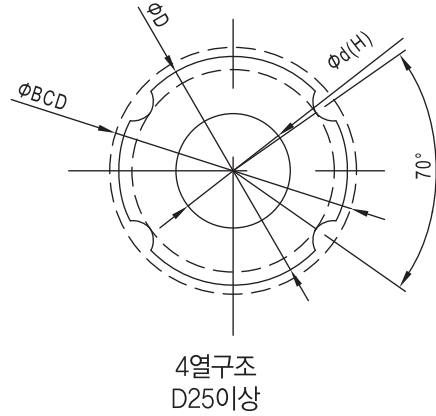
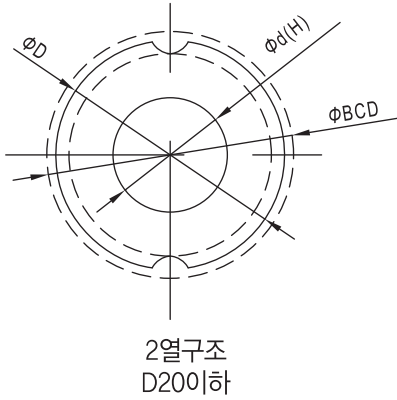


표준축 치수

단위 : mm

축경 \ 시작	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
내경	5.25	7.27	8.97	11.82	14.72	18.63	23.43	28.53	37.3	47.05
외경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
중량	0.22	0.39	0.6	1.03	1.56	2.44	3.8	5.49	9.69	15.19
불중심	6.75	8.77	11.35	14.6	17.5	21.8	27	32.1	43.65	54.2
공차	0 0.015	0 0.015	0 0.018	0 0.018	0 0.018	0 0.021	0 0.021	0 0.025	0 0.025	0 0.030

중공축 샤프트 단면적

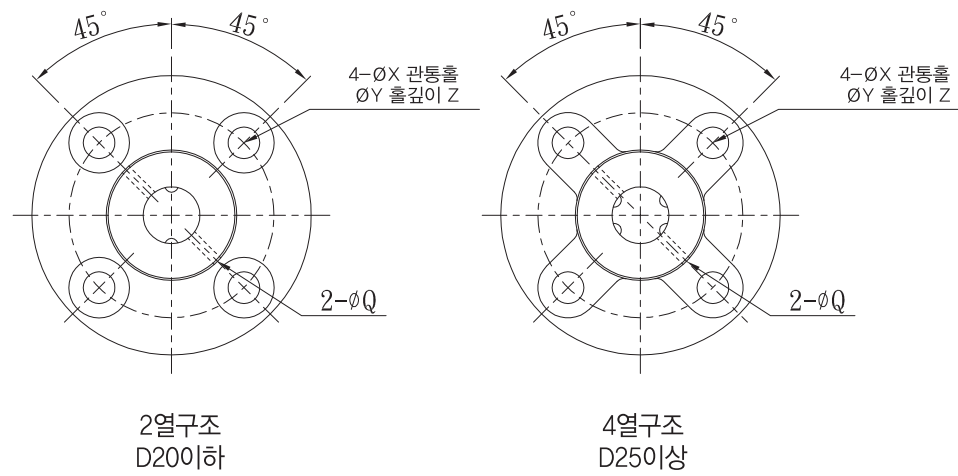


중공축 치수표

단위 : mm

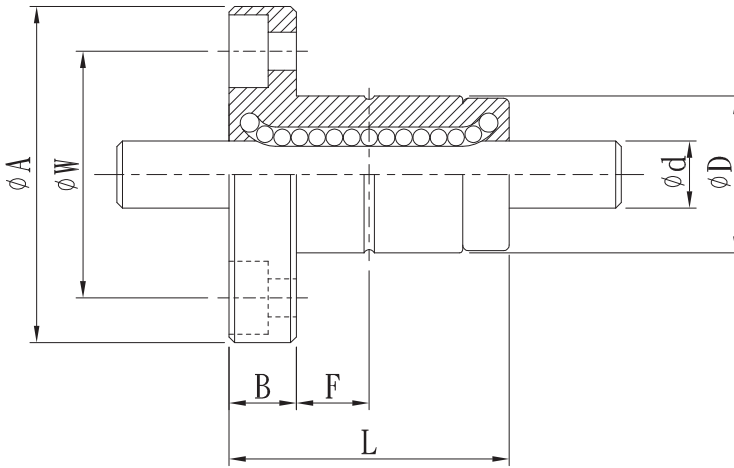
축경 시작	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
내경	2	3	4	7	8	10	15	16	20	26
외경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
중량	0.177	0.33	0.506	0.872	1.25	1.82	2.92	3.93	6.75	11.4
불중심	6.75	8.77	11.35	14.6	17.5	21.8	27	32.1	43.65	54.2
공차	0 0.015	0 0.015	0 0.018	0 0.018	0 0.018	0 0.021	0 0.021	0 0.025	0 0.025	0 0.030

SLF사양



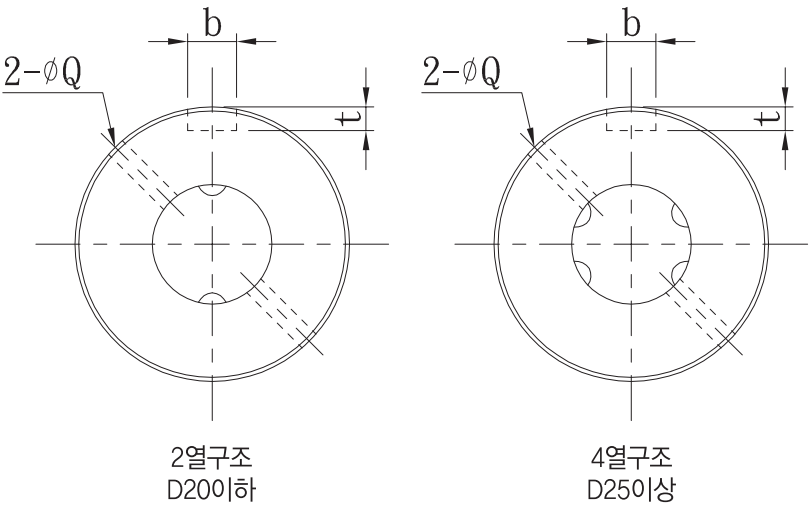
단위 : mm

축경	스플라인 너트 치수								홀깊이	볼열수
	D	L	A	B	F	오일홀	W	취부홀 치수	d	
						Q		X · Y · Z	h7	
SLF6	14	25	30	6	7.5	1	22	3.4 · 6.5 · 4.5	6	2
SLF8	16	27	32	8	7.5	1.5	24	3.4 · 6.5 · 4.5	8	2
SLF10	21	33	42	9	10.5	1.5	32	4.5 · 8 · 4	10	2
SLF13	24	36	44	9	11	1.5	33	4.5 · 8 · 4.5	13	2
SLF16	31	50	51	10	18	2	40	4.5 · 8 · 6	16	2
SLF20	35	56	58	10	18	2	45	5.5 · 9.5 · 5.4	20	2
SLF25	42	71	65	13	26.5	3	52	5.5 · 9.5 · 8	25	4
SLF30	47	80	75	13	30	3	60	6.6 · 11 · 8	30	4
SLF40	64	100	100	18	36	4	82	9 · 14 · 12	40	4
SLF50	80	125	124	20	46.5	4	102	11 · 17.5 · 12	50	4



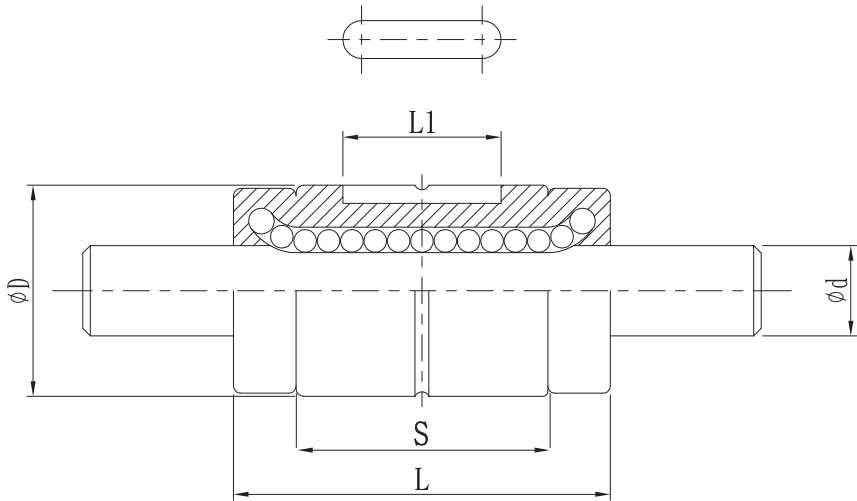
축경	기본정격하중		기본정격토크		정적허용모멘트		질량	
	C	C0	CT	C0T	MA1	MA2	너트	축
	kgf	kgf	kgf · m	kgf · m	kgf · m	kgf · m	g	kg/m
SLF6	137	225	0.46	0.76	0.39	3.48	36.7	0.22
SLF8	137	225	0.60	0.99	0.39	3.82	47	0.39
SLF10	285	397	1.62	2.25	0.95	8.53	100	0.60
SLF13	396	540	2.89	3.94	1.50	12.46	117	1.03
SLF16	545	849	4.77	7.43	3.71	26.09	226	1.56
SLF20	724	1109	7.90	12.09	5.53	38.00	303	2.44
SLF25	1003	1593	21.99	43.01	10.35	68.59	458	3.80
SLF30	1160	1980	30.26	62.93	15.68	93.27	633	5.49
SLF40	2972	4033	105.37	176.05	36.59	246.34	1430	9.69
SLF50	4086	5615	179.89	304.35	51.58	428.72	2756	15.19

SLT사양



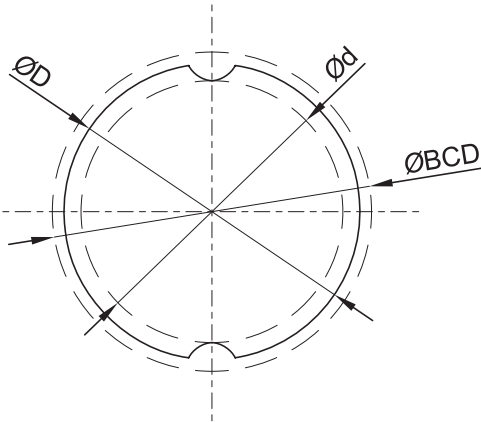
단위 : mm

축경	스플라인 너트 치수					키홈 치수		홀깊이	
	D	L	S	L1	오일홀	b	t	d	볼열수
					Q				
SLT6	14	25	16.7	10.5	1	2.5	1.2	6	2
SLT8	16	27	15.7	10.5	1.5	2.5	1.2	8	2
SLT10	21	33	20	13	1.5	3	1.5	10	2
SLT13	24	36	23	15	1.5	3	1.5	13	2
SLT16	31	50	34	17.5	2	3.5	2	16	2
SLT20	35	56	39.7	29	2	4	2.5	20	2
SLT25	42	71	50.3	36	3	4	2.5	25	4
SLT30	47	80	60	42	3	4	2.5	30	4
SLT40	64	100	70	52	4	6	3.5	40	4
SLT50	80	125	91	58	4	8	4	50	4



축경	기본정격하중		기본정격토크		정적허용모멘트		질량	
	C	C0	CT	C0T	MA1	MA2	너트	축
	kgf	kgf	kgf · m	kgf · m	kgf · m	kgf · m	g	kg/m
SLT6	137	225	0.46	0.76	0.39	3.48	14	0.22
SLT8	137	225	0.60	0.99	0.39	3.82	16	0.39
SLT10	285	397	1.62	2.25	0.95	8.53	37	0.60
SLT13	396	540	2.89	3.94	1.50	12.46	52	1.03
SLT16	545	849	4.77	7.43	3.71	26.09	130	1.56
SLT20	724	1109	7.90	12.09	5.53	38.00	188	2.44
SLT25	1003	1593	21.99	43.01	10.35	68.59	285	3.80
SLT30	1160	1960	30.26	62.93	15.68	93.27	395	5.49
SLT40	2972	4033	105.37	176.05	36.59	264.34	843	9.69
SLT50	4086	5615	179.89	304.35	51.58	428.72	1758	15.19

표준축[중실축]샤프트 단면적

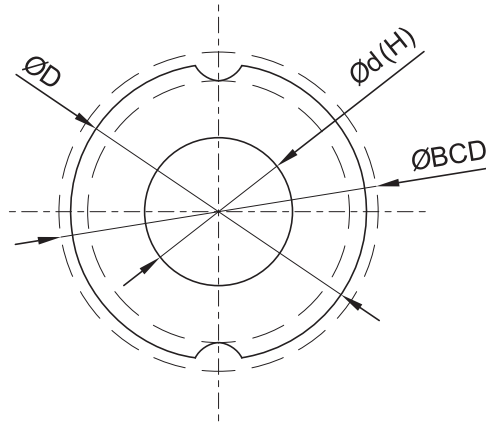


표준축 치수

단위 : mm

축경	8	10	13	16	20	25
시작						
내경	7	8.9	10.9	11.6	15.7	19.4
외경	8	10	12	13.6	18.2	22.6
중량	0.39	0.605	0.875	1.11	2.02	3.1
불중심	9.3	11.6	13.6	15	20	25
공차	0 -15	0 -18	0 -18	0 -18	0 -21	0 -21

중공축 샤프트 단면적

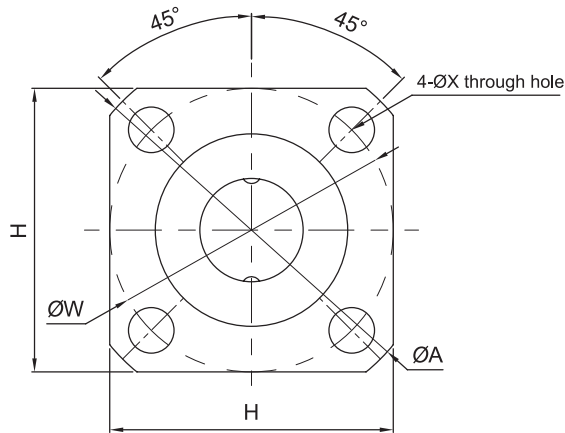


중공축 치수

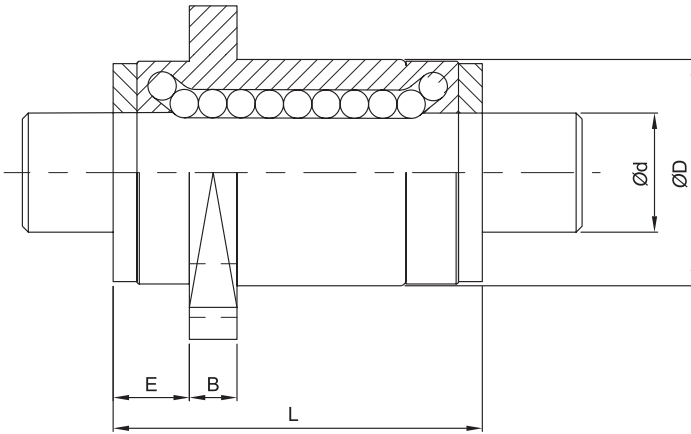
단위 : mm

축경	8	10	12
시작			
내경	3	4	6
외경	8	10	12
중량	0.33	0.51	0.66
불중심	9.3	11.6	13.6
공차	0 -15	0 -18	0 -18

SOF사양

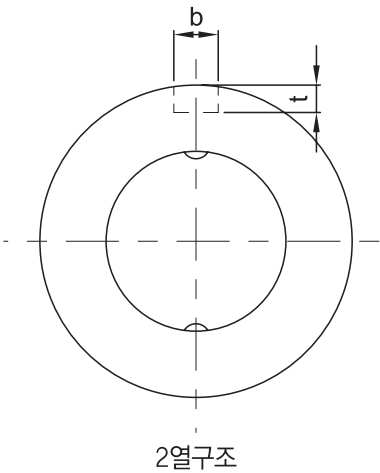


축경	홀깊이	볼열수	스플라인 너트 치수							
	d		D	L	A	B	E	F	W	취부홀 치수
	h7									X
SOF8	8	2	15	25	28	3.8	5.2	22	22	3.4
SOF10	10	2	19	30	36	4.1	5.9	28	28	4.5
SOF12	12	2	21	35	38	4	6	30	30	4.5
SOF15	13.6	2	23	40	40	4.5	6.5	31	32	4.5
SOF20	18.2	2	30	50	46	5.5	8.5	35	38	4.5
SOF25	22.6	2	37	60	57	6.6	10.4	43	47	5.5

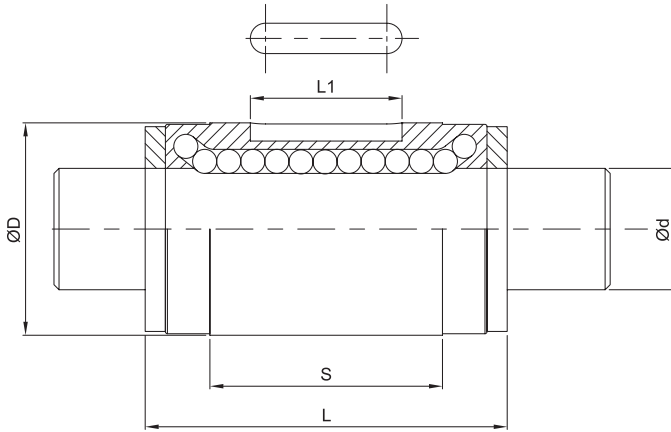


축경	기본정격하중		기본정격토크		정적허용모멘트		질량	
	C	C ₀	C _T	C _{0T}	M _{A1}	M _{A2}	너트	축
	kgf	kgf	kgf·m	kgf·m	kgf·m	kgf·m	g	kg/m
SOF8	121	136	0.56	0.63	0.34	2.24	23.5	0.39
SOF10	192	219	1.11	1.27	0.71	4.23	45	0.61
SOF13	222	274	1.51	1.87	1.08	6.02	59	0.88
SOF16	426	619	3.19	4.65	2.83	15.49	77	1.11
SOF20	673	922	6.73	9.22	4.95	29.36	15	2.02
SOF25	1142	1458	14.17	18.14	9.46	56.17	255	3.10

SOT사양



축경	홀깊이	볼열수	스플라인 너트 치수				키홈 치수	
	d		D	L	S	L1	b	t
	h7						H8	+0.05 -0
SOT8	8	2	15	25	14.6	8.5	2.5	1.5
SOT10	10	2	19	30	18.2	11	3	1.8
SOT12	12	2	21	35	23	15	3	1.8
SOT15	13.6	2	23	40	27	20	3.5	2
SOT20	18.2	2	30	50	33	26	4	2.5
SOT25	22.6	2	37	60	39.2	29	5	3



축경	기본정격하중		기본정격토크		정적허용모멘트		질량	
	C	C ₀	C _T	C _{0T}	M _{A1}	M _{A2}	너트	축
	kgf	kgf	kgf·m	kgf·m	kgf·m	kgf·m	g	kg/m
SOT8	121	136	0.56	0.63	0.34	2.24	15.9	0.39
SOT10	192	219	1.11	1.27	0.71	4.23	31.5	0.61
SOT12	222	274	1.51	1.87	1.08	6.02	44	0.88
SOT15	426	619	3.19	4.65	2.83	15.49	59.5	1.11
SOT20	673	922	6.73	9.22	4.95	29.36	130	2.02
SOT25	1142	1458	14.17	18.14	9.46	56.17	220	3.10

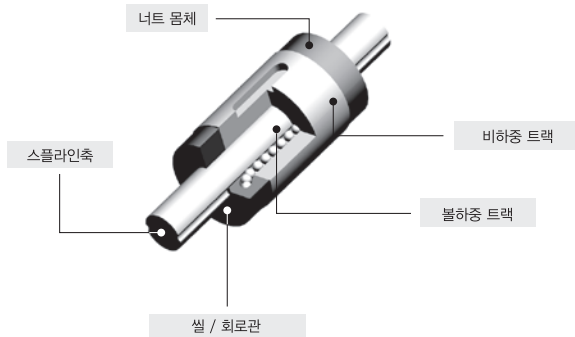
TBI 볼스플라인 구조/특징

기본 구조

정밀 연삭된 축의 홈을 따라 너트에 조립된 볼이 순환하며 직선 운동하는 제품으로 축의 회전 방향으로 토오크 전달이 가능한 제품입니다. TBI사의 볼스플라인은 40° 각도로 접촉하여 높은 하중을 운반할 수 있으며 부드러운 운동을 보장합니다. 이런 형태는 고속운동, 진동, 충격하중이 발생하는 곳이나 높은 정밀도가 필요한 곳에 적합합니다. 또한 같은 직경의 리니어 부쉬보다 10배이상의 높은 하중을 지지할 수 있으므로 높은 신뢰도와 내구성이 필요한 곳에 적합합니다.

너트/축 구조

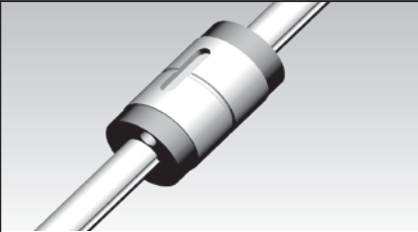
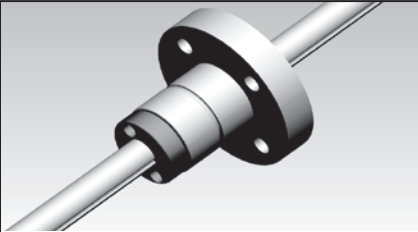
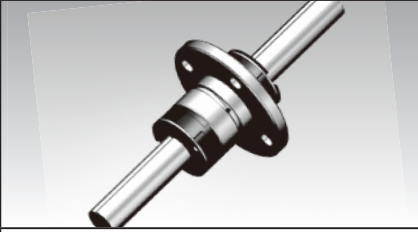
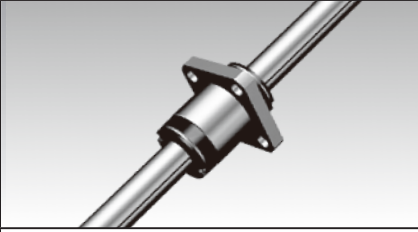
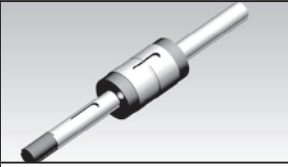
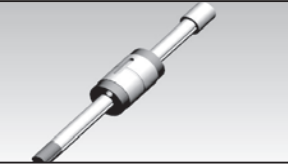
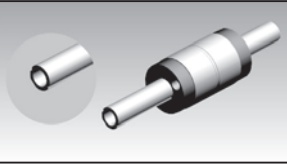
TBI 볼스플라인 너트 2가지 종류인 SLF(플랜지) 및 SLT(원통형) 있습니다. Ø20미만인 너트는 2열구조(180°)로 되어있고, Ø25이상인 너트는 4열구조(70°)입니다. 볼스플라인축은 중공축과 중실축 2가지를 생산하고 있습니다.



장점

- **높은 지지하중**
TBI 볼스플라인 강구가 축과 40°각도로 접촉합니다. 따라서 많은 하중을 부하 받을 수 있으며 강성이 부하되는 경우에도 부드러운 운동을 보장합니다.
- **제로 백래쉬**
고딕아치 형태의 홈을 따라 강구가 접촉하여 회전시 발생할 수 있는 흔들림을 잡아 주어 높은 진직도가 요구되는 경우 사용이 적합합니다.
- **민감성**
볼스플라인은 최소한의 마찰로 강성이 부하된 운동중에도 부드럽게 움직입니다.
- **높은 강성**
넓은 접촉각도와 적절한 예압을 부하하여 회전방향의 흔들림을 최소화 하였습니다.
- **EZY설계**
볼스플라인의 너트와 축을 분리하여도 너트에서 강구가 이탈하지 않습니다. 또한 호환성이 좋아 축과 너트를 임의로 조립하여 사용할 수 있습니다.

볼스플라인의 종류/특성

SLT(원통형 너트)		SLF(플랜지형 너트)	
			
TBI에 생산중인 가공 컴팩한 원통형타입 너트로서 몸통의 키홈에 키를 고정해서 사용함.		플랜지타입 너트로서 마운팅 홀을 통해서 설치가 용이함.	
SZF(방진용 너트) *단종예정		SOF(사각플랜지 너트)	
			
강화된 엔드캡 적용하여 먼지 및 이물질이 많은 환경에서도 사용이 용이함		사각 플랜지타입 너트로 마운팅 홀 있어 설치가 용이하며 반도체와 산업용에 적용 가능함	
표준 정밀 중실축	주문형 가공축	중공축(H-Type)	
			
정밀 가공된 일반 표준 샤프트	고객의 요구에 따라 볼 스플라인 추가공이 제작가능. (예. 샤프트 끝단 또는 중간부분보다 큰 직경 제작가공 등)	축의 내경에 배관, 배선을 하거나 축의 무게를 감소가 필요할 경우 사용되는 샤프트	

볼스플라인 선정 방법

단계	내용
1. 사용조건 설정	• 행정길이: Ls • 속도: V • 부하하중: W • 사이즈 • 설치방법 • 사용환경 • 요구수명 • 사용빈도 • Load cycle • 강성
2. 형식선정	• 사용조건에 맞는 볼스플라인 선정
3. 스플라인 축 강도 검토	• 스플라인 축경 • 스플라인 축길이 • 축 고정 • 축의 허용하중 • 축의 변위(힘, 비틀림)
4. 요구수명	만약 아니오 수명 계산식으로 요구수명 산출 요구수명 비교→아니오 (1, 2번 재검토)
5. 예압선정	• 회전방향 클리언스/백래쉬 선정
6. 정도결정	• 정도 등급선정
7. 사용조건	• 윤활유 결정 • 윤활방법 • 표면처리 • 방진설계
	제품선정

스플라인축 강도

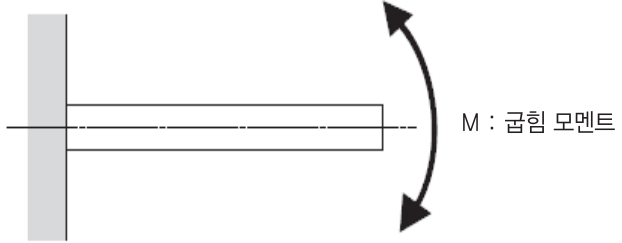
볼스플라인의 축은 레이디얼 하중과 축반경 방향 토크를 부하 받습니다.
각각의 하중에 대해 축의 강도를 검토할 필요가 있습니다.

굽힘 모멘트 계산

볼스플라인 축에 가해지는 굽힘 하중을
계산하여 축경을 선정할 수 있습니다.

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

M : 굽힘 모멘트(N-mm)
σ : 축의 허용 굽힘 응력
Z : 축의 단면계수(mm³)

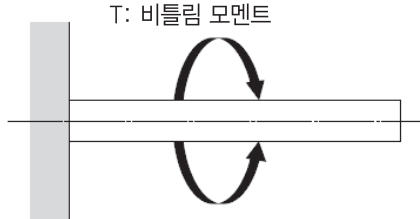


비틀림 모멘트 계산

볼스플라인 축에 가해지는 비틀림 하중을 계산하여
축경을 선정할 수 있습니다.

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

T : 비틀림 모멘트(N-mm)
Ta : 축의 허용 비틀림 응력(49N/mm²)
Zp : 축의 극단면 계수(mm³)



굽힘하중과 비틀림하중을 같이 받는 경우 계산

볼스플라인 축에 굽힘 하중과 비틀림 하중이 같이 작용하는 경우 상당 굽힘 모멘트와 상당 비틀림 모멘트를 계산하여 그 중 큰 값을 취해 적절한 축경을 선정할 수 있습니다.

등가 굽힘 모멘트

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

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

등가 비틀림 모멘트

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

$$T_e = \tau_a \cdot Z_P$$

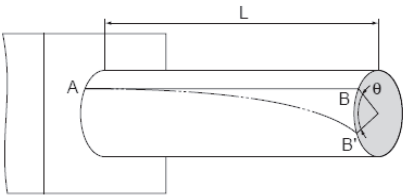
축의 강도

볼스플라인축의 강도는 축의 길이 1m에 대한 비틀림각으로 나타내며 최대 1/4°로 제한합니다.

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

축강도(θ)의 최대값은=

$$\frac{\theta}{\ell} < \frac{1^\circ}{4}$$

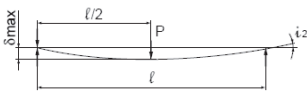
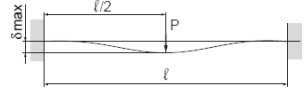
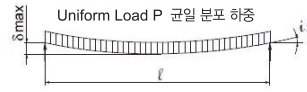
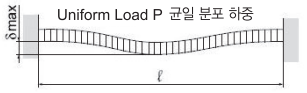


- θ : 비틀림각(°)
- L : 축의 길이(mm)
- G : 횡탄성계수(7.9x10⁴ N/mm)
- I_p : 극단면 2차 모멘트(mm⁴)
- T : 비틀림 모멘트(N-mm)

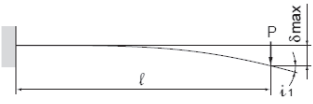
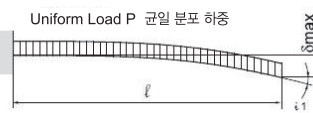
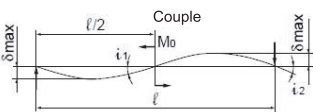
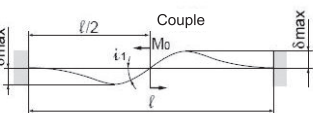
볼스플라인 축의 변위량과 변위각

볼스플라인 축의 하중에 따른 변위량과 변위각을 아래의 조건에 따라 계산할 수 있습니다.

변위량과 변위각 계산

지지 방법	사용조건	변위량 계산	변위각 계산
양단 자유		$\hat{\delta}_{\max} = \frac{P\ell^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{P\ell^2}{16EI}$
양단 고정		$\hat{\delta}_{\max} = \frac{P\ell^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
양단 자유		$\hat{\delta}_{\max} = \frac{5P\ell^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{P\ell^3}{24EI}$
양단 고정		$\hat{\delta}_{\max} = \frac{P\ell^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

변위량과 변위각 계산

지지 방법	사용조건	변위량 계산	변위각 계산
한쪽단 자유		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
한쪽단 고정		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
양단 자유		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_o\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_o\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_o\ell}{24EI}$
양단 고정		$\delta_{\max} = \frac{M_o\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_o\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$

$\delta_{\max}$: 최대 변위량(mm)

M_o : 모멘트 하중(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)

E : 종탄성계수2,06x105(N/mm²)

위험속도

볼스플라인축을 회전시켜 동력 전달용으로 사용하는 경우, 스플라인 축의 회전수가 높으면 스플라인 축의 고유 진동수에 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.)

위험속도

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

N_c : 위험속도 (min^{-1})

ℓ_b : 장착간 거리

E : 영률 ($2.06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$)

I : 나사축의 최소 단면 2차 모멘트 (mm^4)

$$I = \frac{\pi}{64} d_1^4 \quad d_1 : \text{나사축경 (mm)}$$

γ : 나사축비중

($7.85 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$)

$$A = \frac{\pi}{4} d_1^2 \quad d_1 : \text{나사축곡경 (mm)}$$

A : Spline-Shaft Cross-Sectional Area (mm^2)

λ : Installation-Method-Dependent Factor

(그림1) $\lambda = 1.875$

(그림2) $\lambda = 3.142$

(그림3) $\lambda = 3.927$

(그림4) $\lambda = 4.73$

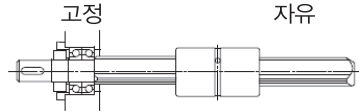


그림1

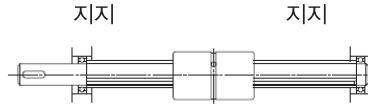


그림2

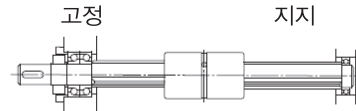


그림3

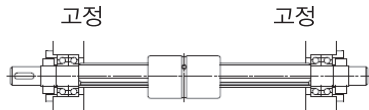


그림4

볼스플라인 단면 특성

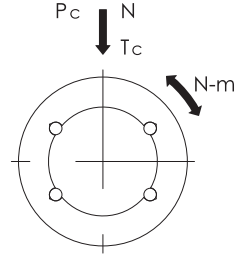
축경		I(mm ⁴)	Ip(mm ⁴)	Z(mm ³)	Zp(mm ³)
SL6	중실축	63.49	119.23	18.58	39.74
	중공축	62.70	117.33	18.32	39.22
SL8	중실축	200.93	387.53	46.65	96.88
	중공축	196.96	379.57	45.65	94.89
SL10	중실축	490.25	933.29	86.61	186.66
	중공축	477.68	908.16	86.10	181.63
SL13	중실축	1400.81	2691.54	198.57	414.08
	중공축	1282.96	2455.82	180.44	377.82
SL16	중실축	3215.60	6242.70	378.39	780.34
	중공축	3014.53	5840.57	353.25	730.07
SL20	중실축	7851.80	15336.59	748.48	1533.66
	중공축	7360.93	14354.84	699.39	1435.48
SL25	중실축	18466.30	36932.60	1477.30	2954.61
	중공축	15981.25	31962.50	1278.50	2557.00
SL30	중실축	33122.31	77392.48	2579.75	4416.31
	중공축	29905.32	70958.50	2365.28	3987.38
SL40	중실축	120667.43	241334.90	6033.37	12066.74
	중공축	112813.45	225626.90	5640.67	11281.35
SL50	중실축	297123.73	594247.50	11884.95	23769.90
	중공축	274691.98	549384.00	10987.68	21975.36

축경		I(mm ⁴)	Ip(mm ⁴)	Z(mm ³)	Zp(mm ³)
SO 8	중실축	200.95	389.81	47.22	97.45
	중공축	196.97	381.86	46.22	95.46
SO 10	중실축	490.68	956.77	93.22	191.35
	중공축	478.11	931.64	90.71	186.33
SO 12	중실축	1017.67	1998.75	163.51	333.13
	중공축	954.05	1871.52	152.91	311.92
SO 15	중실축	1678.22	3214.10	212.50	476.63
SO 20	중실축	5382.92	10422.07	553.75	1145.28
SO 25	중실축	12796.48	24659.94	1048.86	2182.30

수명

정격수명

정격수명이란 일군의 볼스플라인을 동일한 조건으로 각각 운동시켰을 때 그 중 90%의 축이 플레이킹 현상 없이 도달 가능한 총 주행 거리를 말합니다.
볼스플라인은 토크를 부하하여 운동하는 경우와 레이디얼 하중이 부하되는 경우, 동시에 2가지 하중이 같이 부하되는 경우로 나누어 계산합니다.



정격수명 산출

정격수명 계산(7)~(10)식으로 구해집니다.

토크부하 경우

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C_T}{T_C} \right)^3 \cdot 50 \dots (7)$$

레이디얼 하중 경우

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P_C} \right)^3 \cdot 50 \dots (8)$$

L : 정격수명

C_T : 기본 동정격 토크

T_C : 계산 부하 토크

P_C : 계산 레이디얼 하중

f_W : 하중계수(참고 2.5)

f_T : 온도계수(참고 2.9)

f_C : 접촉계수(참고 2.4)

토크와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_C \cdot 10^3}{i \cdot d_p \cdot \cos \alpha} \dots (9)$$

P_E : 등가 레이디얼 하중

$\cos \alpha$: 접촉각

d_p : 볼중심경

i : 부하열수(각 형번 참고)

스플라인 너트 1개 또는 2개가 밀착 사용으로 모멘트를 부하 받는 경우

$$P_u = K \cdot M \dots (10)$$

P_u : 등가 레이디얼 하중(N)

K : 등가계수(N)

M : 부하 모멘트(N-mm)

■ M 은 정적 허용 모멘트 이내가 되어야 합니다.

모멘트와 레이디얼 하중이 동시에 부하 경우

레이디얼 하중과 등가 레이디얼 하중의 합으로 정격수명을 산출합니다.

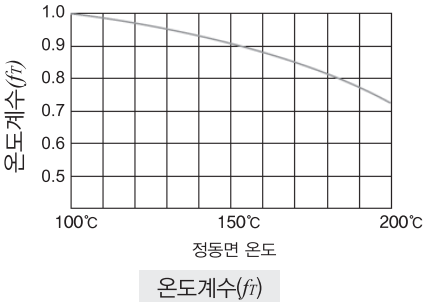
수명시간 산출

$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{2 \cdot \ell_s \cdot n_1 \cdot 60} \dots\dots(11)$$

L_h : 수명시간(h)
 ℓ_s : 스트로크 길이(m)
 n_1 : 분당 왕복 회수(min⁻¹)

온도계수

사용 환경이 100℃가 넘는 고온일 경우 온도에 의한 악영향을 고려하여 온도계수를 곱해 줍니다.
TBI 표준품은 80℃ 이하에서 사용하여야 합니다.



접촉계수(fc)

직선 안내를 하는 스플라인 너트를 밀착상태에서 사용할 경우에는 모멘트나 장착 정도가 영향을 미쳐 균일한 하중 분포를 얻기가 어렵기 때문에, 복수의 스플라인 너트를 사용하는 경우에는 오른쪽 표의 접촉계수를 기본 정격하중(C), (Co)에 곱해 주시기 바랍니다.
주) 대형장치에 불균일한 하중분포가 예상되는 경우에는 오른쪽 표의 접촉계수를 고려하여 주시기 바랍니다.

접촉계수

스플라인 너트수	fc
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
통상사용	1.0

하중계수(fw)

너트를 밀착시켜 사용할 경우 균일한 하중 분포를 얻기 힘듭니다. 따라서 밀착된 너트의 수에 따라 오른쪽 표의 접촉계수를 곱해 수명을 계산합니다.

하중계수(fw)

진동/충격	속도(V)	fw
미	미속 V ≤ 0.25 m/s	1-1.2
소	저속 0.25 < V ≤ 1.0 m/s	1.2-1.5
중	중속 1.0 < V ≤ 2.0 m/s	1.5-2.0
대	고속 V > 2.0 m/s	2.0-3.5

평균 하중 산출

토크부하 경우

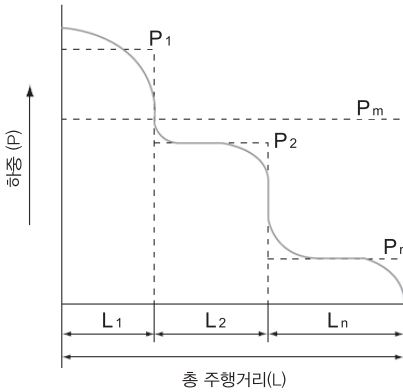
$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)}$$

P_m : 평균하중(N)

P_n : 변동하중(N)

L : 총 주행거리(mm)

L_n : P_n 하에서 이동한 거리(mm)

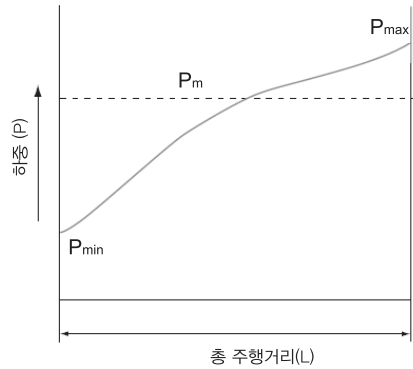


토크부하 경우

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

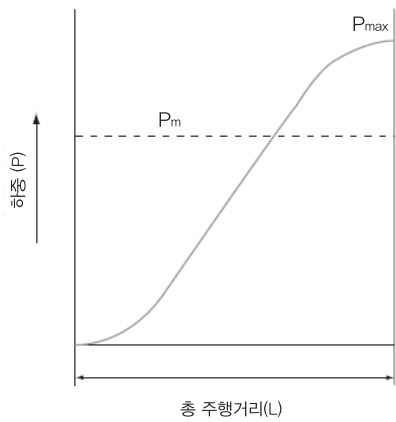
P_{min} : 최소하중(N)

P_{max} : 최대하중(N)

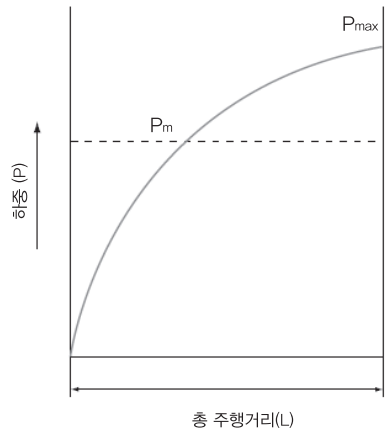


정현 곡선적으로 변하는 경우

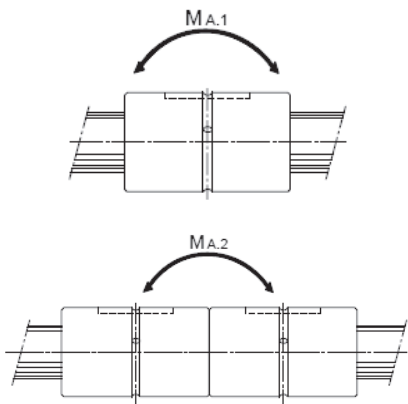
(a) $P_m \approx 0.65P_{max}$



(b) $P_m \approx 0.75P_{max}$



등가계수



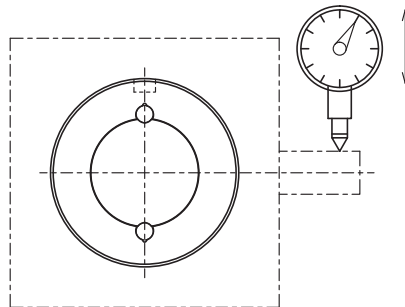
형번	등가계수 : K	
	너트 1개	너트 2개
SL 06	0.577	0.065
SL 08	0.577	0.059
SL 10	0.418	0.047
SL 13	0.360	0.043
SL 16	0.229	0.033
SL 20	0.201	0.029
SL 25	0.154	0.023
SL 30	0.126	0.021
SL 32	0.114	0.019
SL 40	0.110	0.016
SL 50	0.109	0.013

형번	등가계수 : K	
	너트 1개	너트 2개
SZ 06	0.747	0.086
SZ 08	0.710	0.077
SZ 10	0.616	0.062
SZ 13	0.454	0.057
SZ 16	0.294	0.041
SZ 20	0.248	0.037
SZ 25	0.192	0.029
SZ 30	0.163	0.026
SZ 40	0.138	0.020
SZ 50	0.130	0.017

형번	등가계수 : K	
	너트 1개	너트 2개
SO 08	0.400	0.061
SO 10	0.308	0.052
SO 12	0.253	0.046
SO 15	0.219	0.040
SO 20	0.186	0.031
SO 25	0.154	0.026

예압선정

표준 타입의 볼스플라인은 흔들림이 없는 상태의 예압으로 조정되어 출하됩니다. 하지만 강성이 필요한 경우나 사용용도에 따라 예압이 필요한 경우 요청에 의해 조정할 수 있습니다.



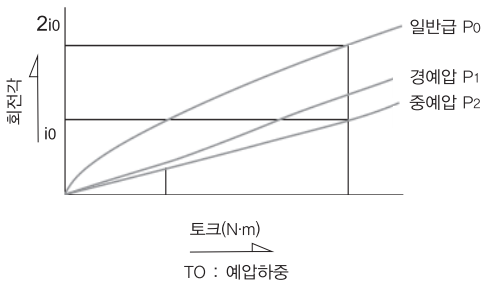
회전방향 흔들림치

볼스플라인의 원주 방향 흔들림치는 정밀도나 강성에 영향을 미칠 수 있습니다.
따라서 사용 목적에 따라 적합한 예압을 선정하여야 합니다.

예압과 강성

볼스플라인의 원주 방향 흔들림치는 정밀도나 강성에 영향을 미칠 수 있습니다.
따라서 사용 목적에 따라 적합한 예압을 선정하여야 합니다.

예압이란 강성을 높일 목적으로 미리 강구에 부하한 하중을 말합니다. 볼스플라인은 축회전 방향의 흔들림을 없애고 강성을 높일 수 있습니다.
아래 그래프는 예압하중에 따른 회전 방향의 변위량을 나타냅니다.



볼스플라인 사용예시

	예압	사용조건	적용예
회전 방향 클리어런스	중예압 P2	■ 작은힘으로 부드럽게 구동시키는 곳 ■ 토크가 항상 같은 방향으로 부하되는 곳	측정기기, 형상측정기, 권선기 자동arc컷터
	경예압 P1	■ 오버행 하중 또는 모멘트 하중이 있는 곳 ■ 높은 위치 결정정도를 필요로 하는 곳 ■ 교반하중이 작용하는 곳	산업용 로봇암, 자동로더, 자동 도장기, 가이드축, 다이셋 가이드축
	무예압 P0	■ 고강도의 강성을 필요로 하고, 진동 충격이 걸리는 곳 ■ 단일 스플라인 너트로 모멘트 하중을 받는 곳	공사차량, 스티어링, 샤프트, 스폿 용접기계 축, 자동 선반 공구대 인텍스 축

예압별 흔들림치(SLT/SLF)

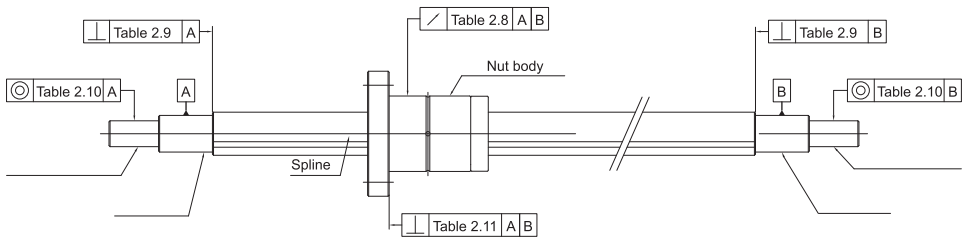
단위 : μm

예압 축경					무예압	경예압	중예압
					P0	P1	P2
6	8	10	12	13	-2~+1	-6~-2	-
15	16	20			-2~+1	-6~-2	-9~-5
25	30				-3~+2	-10~-4	-14~-8
40	50				-4~+2	-16~-8	-22~-14

정밀도

정밀도 등급

볼스플라인의 정도는 축의 지지부에 대한 스플라인 너트의 흔들림에 따라 정도를 구분합니다.



정밀도 사양

축의 지지부에 대한 너트 외경의 흔들림치(최대값)

단위 : μm

축직경 길이(mm)		6, 8			10			13, 16, 20			25, 30			40, 50		
초과	미만	N	H	P	N	H	P	N	H	P	N	H	P	N	H	P
-	200	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18	53	32	16
200	315	133	89	57	83	54	32	71	45	25	58	39	21	58	36	19
315	400	185	126	82	103	68	41	83	53	31	70	44	25	63	39	21
400	500	236	163	108	123	82	51	95	62	38	78	50	29	68	43	24
500	600	-	-	-	151	102	65	112	75	46	88	57	34	74	47	27
630	800	-	-	-	190	130	85	137	92	58	103	68	42	84	54	32
800	1000	-	-	-	-	-	-	170	115	75	124	83	52	97	63	38
1000	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151	102	65	114	76	47

축의 지지부 축선에 대한 지지부 끝면의 직각도(최대값)

단위 : μm

정밀도					일반(N)	정밀급(H)	초정밀급(P)
축경							
6		8		10	22	9	6
12	13	15	16	20	27	11	8
25		30			33	13	9
40		50			39	16	11

지지부에 대한 부품 부착부의 동심도(최대값)

단위 : μm

정밀도					일반(N)	정밀급(H)	초정밀급(P)
축경							
6		8			33	14	8
10					41	17	10
12	13	15	16	20	46	19	12
25		30			53	22	13
40		50			62	25	15

지지부에 대한 너트 플랜지부의 직각도(최대값)

단위 : μm

정밀도					일반(N)	정밀급(H)	초정밀급(P)
축경							
6		8			17	11	8
10	12	13			33	13	9
15	16	20	25	30	30	16	11
40		50			46	19	13

축의 길이별 정밀도(최대값)

단위 : μm

정밀도	일반(N)	정밀급(H)	초정밀급(P)
허용공차	33	13	6

운할

TBI 볼스플라인은 그리스가 봉입되어 있습니다. 추가로 급유를 할 시에는 같은 계열의 그리스를 스플라인 너트 몸통 중간에 나있는 구멍을 이용하여 급유하거나 축에 직접 발라서 급유합니다. 또한 급유시에 이미 주입되어 있는 그리스가 교환 될 수 있도록 충분한 양을 급유해야 합니다.

그리스의 급유주기는 사용조건에 따라 다르지만 통상 사용의 경우 100km 주행시 혹은 6개월 마다 한번씩 급유합니다.

재질 및 표면처리

사용환경에 따라 재질, 표면처리를 변경할 필요시 (주)단해에 별도 문의 바랍니다.

주의

- 1) 볼스플라인 너트는 구름운동을 통해 부드럽게 운동하기 때문에 자중에 의해 흘러 내릴 수 있습니다. 따라서 너트가 조립된 조립품을 다룰 때는 자유낙하 하지 않도록 주의해야 합니다.
- 2) 이물질과 작은 파편들이 너트에 혼입되지 않도록 하여야 합니다. 이러한 물질이 너트에 혼입되면 너트의 정도와 수명에 영향을 미칠 수 있습니다. 먼지나 기타 이물질이 들어갈 것이 예상되는 경우 자바라를 씌우거나 격벽을 세워 너트와 오염지역을 분리할 수 있도록 해야 합니다.
- 3) 쿨런트가 볼스플라인 너트 내부에 유입 되는 환경에서는 쿨런트의 종류에 따라 기능에 문제를 일으킬 수 있습니다.
- 4) 볼스플라인 너트는 조립되어 납품되므로 임의로 분해하지 마십시오. 분해시 강구의 이탈, 리턴피스의 손상등이 발생되어 너트가 손상될 수 있습니다.
- 5) 진동이나 클린룸, 진공등의 특수한 환경에서 사용은 별도 문의하여 주시기 바랍니다.

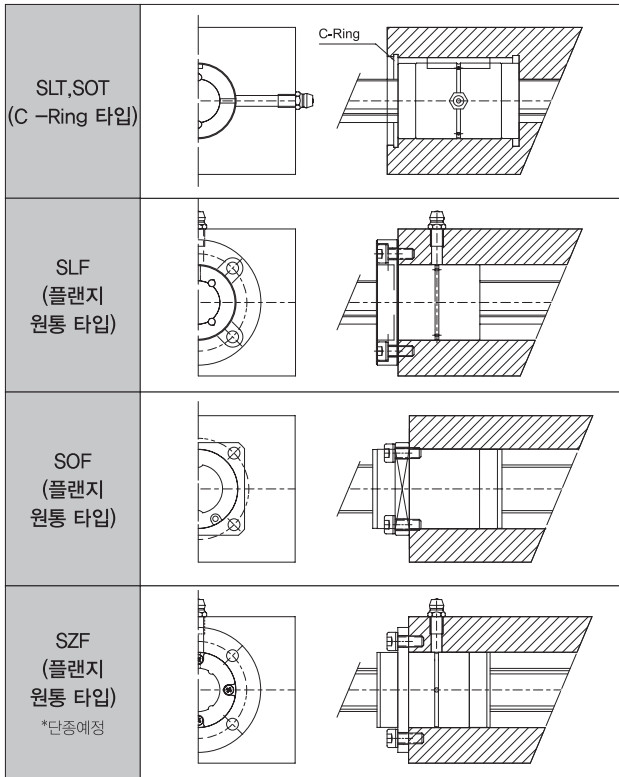
설치 및 장착

하우징 내경공차

사용조건	하우징 내경공차
일반적인 사용조건	H7
흔들림이 없는 사용조건	J6

볼스플라인 장착

볼스플라인 장착예를 아래 그림에 나타냅니다.

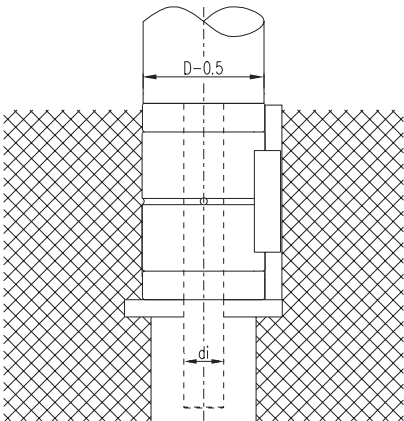


Spline-NUT 부속품 샘플

설치 및 장착

스플라인 너트 장착

볼스플라인 너트를 축에 삽입시에 아래 삽입용 지그 그림을 참고해서 조심스럽게 삽입합니다.



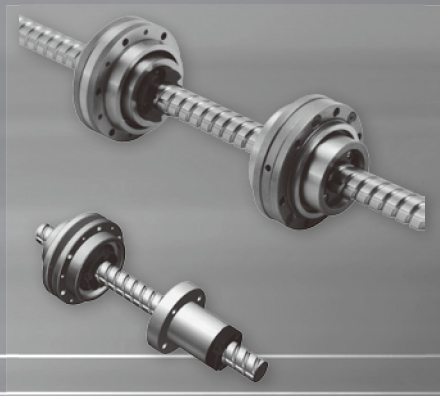
삽입용 지그사양

단위 : mm

형번	직경	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
SL, SZF	di	5.0	7.0	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	37.5	46.5
형번	직경	-	8	10	12	15	20	25	-	-	-
S0	di	-	7.0	8.5	10.5	11	16	20.5	-	-	-

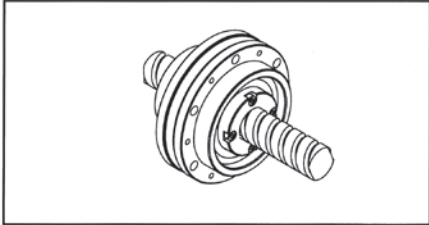
회전형 볼스크류/스플라인

010110011010101101000101
100010101101010010111011

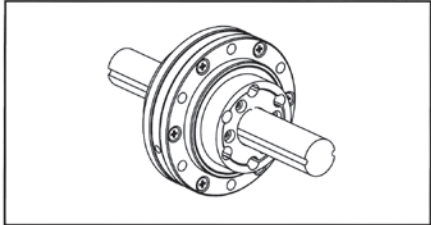


TBI MOTION 정밀회전 너트 볼나사

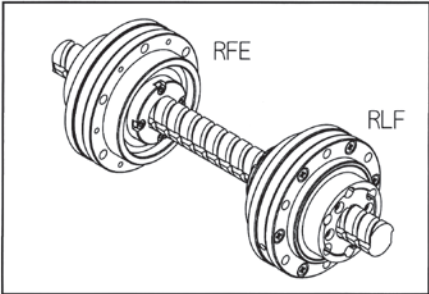
RFE형



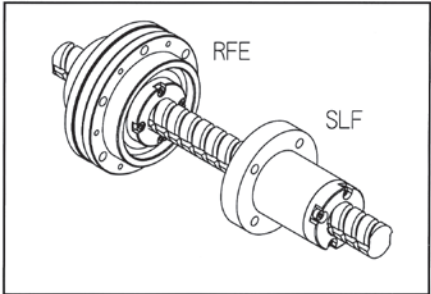
RLF형



NSV형



NSH형



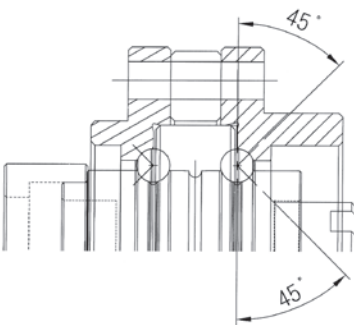
구조와 특징

높은 위치 정도

고속성 / 고속이송

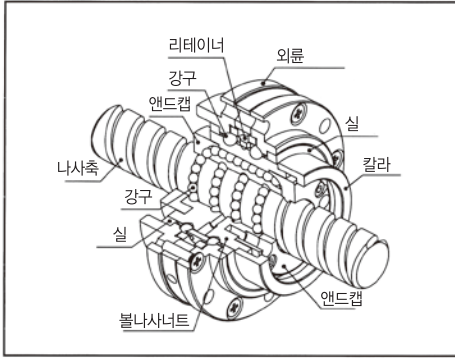
저소음 / 고강성

공간절약형 / 설치용이

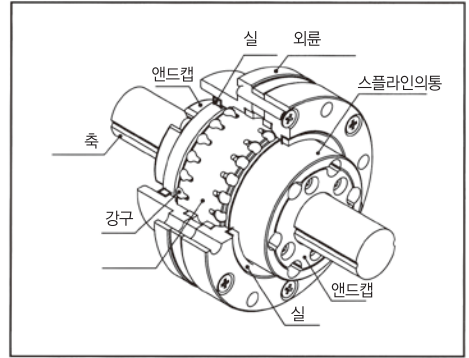


※ 적용분야 : 반도체산업, 목공기계, 로봇산업, 레이저 기공기계 조각기등

RFE형 본체구조



RLF형 본체구조

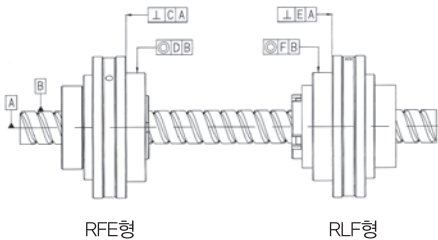


정도규격

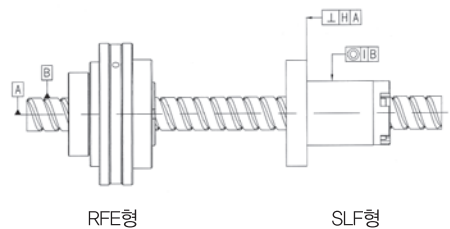
정도정밀 : C5

정도등급 : H급

NSV시리즈

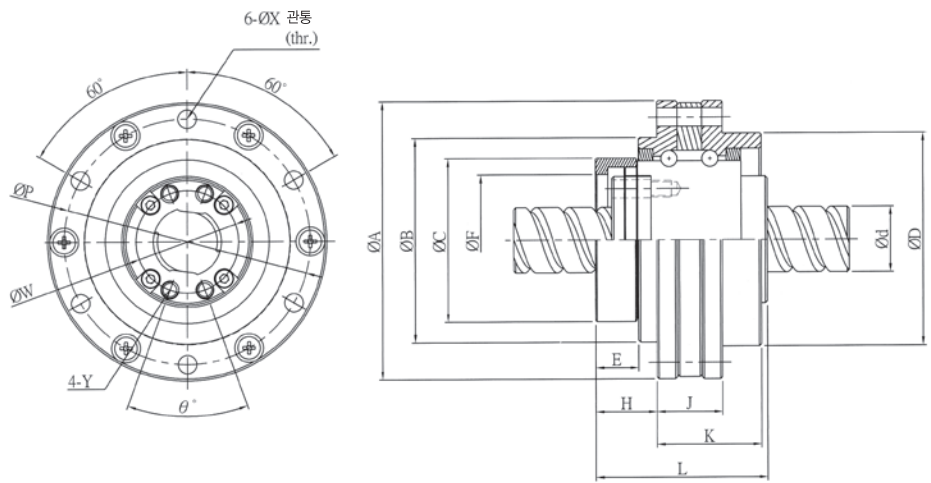


NSH시리즈



형번	C	D	E	F	H	I
NSV01616 NSH01616	0.018	0.021	0.016	0.020	0.013	0.016
NSV02020 NSH02020	0.018	0.021	0.016	0.020	0.013	0.016
NSV02525 NSH02525	0.021	0.021	0.018	0.024	0.016	0.016
NSV03232 NSH03232	0.021	0.021	0.018	0.024	0.016	0.016
NSV04040 NSH04040	0.025	0.025	0.021	0.033	0.019	0.019
NSV05050 NSH05050	0.025	0.025	0.021	0.033	0.019	0.019

회전너트 - RFE형



단위 : mm

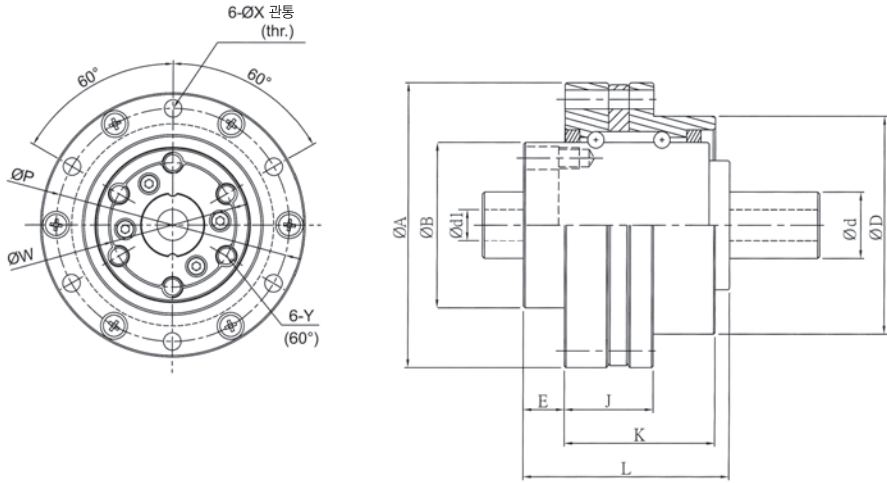
형번	축경 d	리드 l	볼경 Da	강구 수	기본정격 하중		치수																	서포트베어링 기본정격하중	
					Ca (kgf)	Coa (kgf)	D	A	B	L	C	F	E	H	J	K	P	X	W	Y	θ	Ca (kgf)	Co (kgf)		
RFE01616	16	16	2,778	1,7X2	605	1142	52 ⁰ _{-0,007}	68	50	41.9	40 ⁰ _{-0,025}	32 ^{+0,025} ₀	10.4	14.9	16	25.5	60	4.5	25	M4	40	1021	2409		
RFE02020	20	20	3,175	1,7X2	896	1865	62 ⁰ _{-0,007}	78	61	51	50 ⁰ _{-0,025}	39 ^{+0,025} ₀	11	15.5	19	32	70	4.5	31	M5	40	1321	3320		
RFE02525	25	25	3,969	1,7X2	918	2033	72 ⁰ _{-0,007}	92	71	58	58 ⁰ _{-0,03}	47 ^{+0,025} ₀	15.5	21.5	19	34	81	5.5	38	M6	40	1974	5188		
RFE03232	32	32	4,762	1,7X2	1511	3310	80 ⁰ _{-0,007}	105	—	76	66 ⁰ _{-0,03}	58 ^{+0,03} ₀	21	—	29.5	52.5	91	6.6	48	M6	40	2876	8207		
RFE04040	40	40	6,35	1,7X2	2385	5380	110 ⁰ _{-0,008}	140	109	92.5	90 ⁰ _{-0,035}	73 ^{+0,03} ₀	16.5	32	27	49	123	9	61	M8	50	4600	13281		
RFE05050	50	50	7,938	1,7X2	3219	7703	120 ⁰ _{-0,008}	156	—	112	100 ⁰ _{-0,035}	90 ^{+0,035} ₀	25	—	40	71.5	136	11	75	M10	50	6512	19430		

Ca : 동정격하중
Coa : 정정격하중

주요형식 RFER01616A2N GC5 - 500 - P0

형번 정도 축 길이 예압

회전너트 - RLF형



단위 : mm

형번	축경 d	d1	수 열	기본정격하중		치수												소프트베어링 기본정격하중	
				Ca (kgf)	Coa (kgf)	D	A	L	B	E	J	K	P	X	W	Y	Ca (kgf)	Coa (kgf)	
RLF01616	16	8	2	942	2349	52 ⁰ _{-0.007}	68	50	39.5 ⁰ _{-0.025}	10	21.5	36.5	60	4.5	32	M5	545	849	
RLF02020	20	10	2	1298	3071	56 ⁰ _{-0.007}	72	63	43.5 ⁰ _{-0.025}	12	23.5	47.5	64	4.5	36	M5	724	1109	
RLF02525	25	15	4	693	2217	62 ⁰ _{-0.007}	78	71	53 ⁰ _{-0.03}	13	26.5	52	70	4.5	45	M6	1003	1593	
RLF03232	32	16	4	2240	2680	80 ⁰ _{-0.007}	105	80	65.5 ⁰ _{-0.03}	17	29.5	58	91	6.6	55	M6	1160	1960	
RLF04040	40	20	4	3373	9786	100 ⁰ _{-0.008}	130	100	79.5 ⁰ _{-0.03}	23	40	67	113	9	68	M6	2972	4033	
RLF05050	50	26	4	4886	15270	120 ⁰ _{-0.008}	156	125	99.5 ⁰ _{-0.035}	25	40	88	136	11	85	M10	4086	5615	

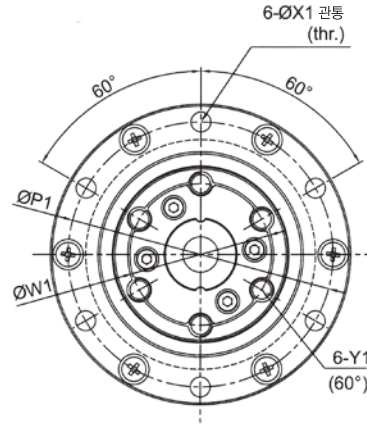
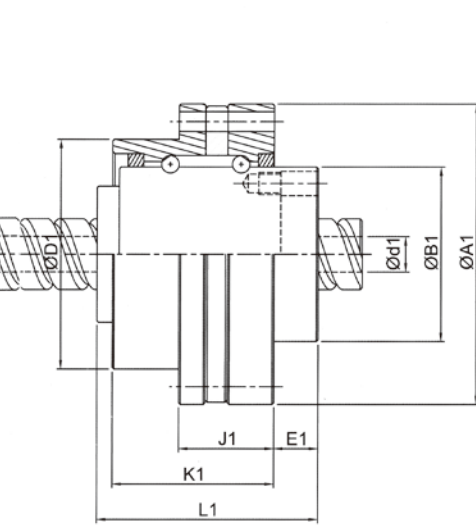
주문형식

RLF016T2N N

S - 500 - P0

형번 정도

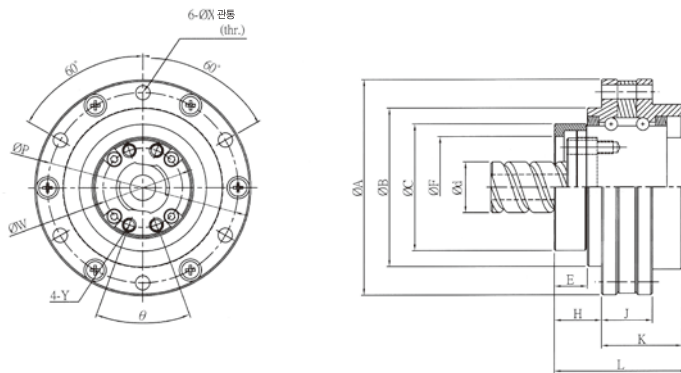
축형식 축 길이 예압



단위 : mm

형번	d1	열 수	기본정격하중		치수											서포트베어링 기본정격하중	
			Ca (kgf)	Coa (kgf)	D1	A1	L1	B1	E1	J1	K1	P1	X1	W1	Y1	Ca (kgf)	Coa (kgf)
NSV01616	11	2	942	2349	52 ⁰ _{-0.007}	68	50	39.5 ⁰ _{-0.025}	10	21.5	36.5	60	4.5	32	M5	545	849
NSV02020	14	2	1298	3071	56 ⁰ _{-0.007}	72	63	43.5 ⁰ _{-0.025}	12	23.5	47.5	64	4.5	36	M5	724	1109
NSV02525	18	4	693	2217	62 ⁰ _{-0.007}	78	71	53 ⁰ _{-0.03}	13	26.5	52	70	4.5	45	M6	1003	1593
NSV03232	23	4	2240	2680	80 ⁰ _{-0.007}	105	80	65.5 ⁰ _{-0.03}	17	29.5	58	91	6.6	55	M6	1160	1960
NSV04040	29	4	3373	9786	100 ⁰ _{-0.008}	130	100	79.5 ⁰ _{-0.03}	23	40	67	113	9	68	M6	2972	4033
NSV05050	36	4	4886	15270	120 ⁰ _{-0.008}	156	125	99.5 ⁰ _{-0.035}	25	40	88	136	11	85	M10	4086	5615

회전너트 - NSH형



단위 : mm

형번	축경 d	리드 l	볼경 Da	강구 수	기본정격 하중		치수																	서포트베어링 기본정격하중	
					Ca (kgf)	Coa (kgf)	D	A	B	L	C	F	E	H	J	K	P	X	W	Y	θ	Ca (kgf)	Co (kgf)		
NSH01616	16	16	2,778	1,7X2	605	1142	52 ⁰ _{-0,007}	68	50	41.9	40 ⁰ _{-0,025}	32 ^{+0,025} ₀	10.4	14.9	16	25.5	60	4.5	25	M4	40	1021	2409		
NSH02020	20	20	3,175	1,7X2	896	1865	62 ⁰ _{-0,007}	78	61	51	50 ⁰ _{-0,025}	39 ^{+0,025} ₀	11	15.5	19	32	70	4.5	31	M5	40	1321	3320		
NSH02525	25	25	3,969	1,7X2	918	2033	72 ⁰ _{-0,007}	92	71	58	58 ⁰ _{-0,03}	47 ^{+0,025} ₀	15.5	21.5	19	34	81	5.5	38	M6	40	1974	5188		
NSH03232	32	32	4,762	1,7X2	1511	3310	80 ⁰ _{-0,007}	105	—	76	66 ⁰ _{-0,03}	58 ^{+0,03} ₀	21	—	29.5	52.5	91	6.6	48	M6	40	2876	8207		
NSH04040	40	40	6,35	1,7X2	2385	5380	110 ⁰ _{-0,008}	140	109	92.5	90 ⁰ _{-0,035}	73 ^{+0,03} ₀	16.5	32	27	49	123	9	61	M8	50	4600	13281		
NSH05050	50	50	7,938	1,7X2	3219	7703	120 ⁰ _{-0,008}	156	—	112	100 ⁰ _{-0,035}	90 ^{+0,035} ₀	25	—	40	71.5	136	11	75	M10	50	6512	19430		

주문형식

NSHR01616A2 GC5 N S - 500 - P0

형번

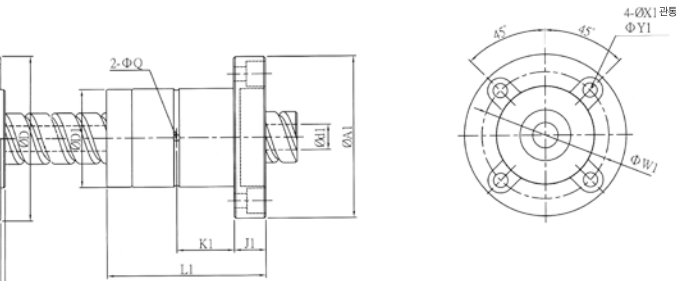
정도

예압

예압

축 길이

예압



단위 : mm

형번	d1	열 수	치수										서포트베어링 기본정격하중	
			D1	A1	L1	J1	K1	W1	X1	Y1	Z1	Q	Ca (kgf)	Coa (kgf)
NSH01616	11	2	31 ⁰ _{-0.013}	51	50	10	18	40	4.5	8	6	2	545	849
NSH02020	14	2	35 ⁰ _{-0.016}	58	56	10	18	45	5.5	9.5	5.4	2	724	1109
NSH02525	18	4	42 ⁰ _{-0.016}	65	71	13	26.5	52	5.5	9.5	8	3	1003	1593
NSH03232	23	4	49 ⁰ _{-0.016}	77	80	13	30	62	6.6	11	6.5	3	1160	1960
NSH04040	29	4	64 ⁰ _{-0.019}	100	100	18	36	82	9	14	12	4	2972	4033
NSH05050	36	4	80 ⁰ _{-0.019}	124	125	20	46.5	102	11	17.5	12	4	4086	5615

