

1. BALL SPLINE 소개

1.1) 특징

정밀 연삭된 축의 홈을 따라 너트에 조립된 볼이 순환하며 직선운동하는 제품으로 축의 회전방향으로 토크 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 지지 할 수 있으므로 높은 신뢰도와 내구성이 필요한 곳에 적합합니다.



1.2) 볼스플라인의 구조

볼스플라인은 축과 조립된 너트로 구성됩니다. 너트의 구조는 몸통, 리턴피스, 씰로 구성됩니다.

1.3) 장점

■ 높은 지지 하중

TBI 볼 스피라인은 강구가 축과 40° 각도로 접촉합니다. 따라서 많은 하중을 부하 받을 수 있으며 강성이 부하되는 경우에도 부드러운 운동을 보장합니다.

■ 재료 백래쉬

고딕아치 형태의 홈을 따라 강구가 접촉하여 회전시 발생할 수 있는 흔들림을 잡아 주어 높은 진직도가 요구되는 경우에 사용이 적합합니다.

■ 민감성

볼스플라인은 최소한의 마찰로 강성이 부하된 운동 중에도 부드럽게 움직입니다.

■ 높은 강성



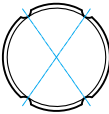
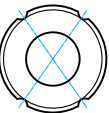
넓은 접촉각도와 적절한 예압을 부하하여 회전방향의 흔들림을 최소화 하였습니다

■ EZY 설계

볼스플라인의 너트와 축을 분리하여도 너트에서 강구가 탈착하지 않습니다. 또한 호환성이 좋아 축과 너트를 임의로 조립하여 사용할 수 있습니다.

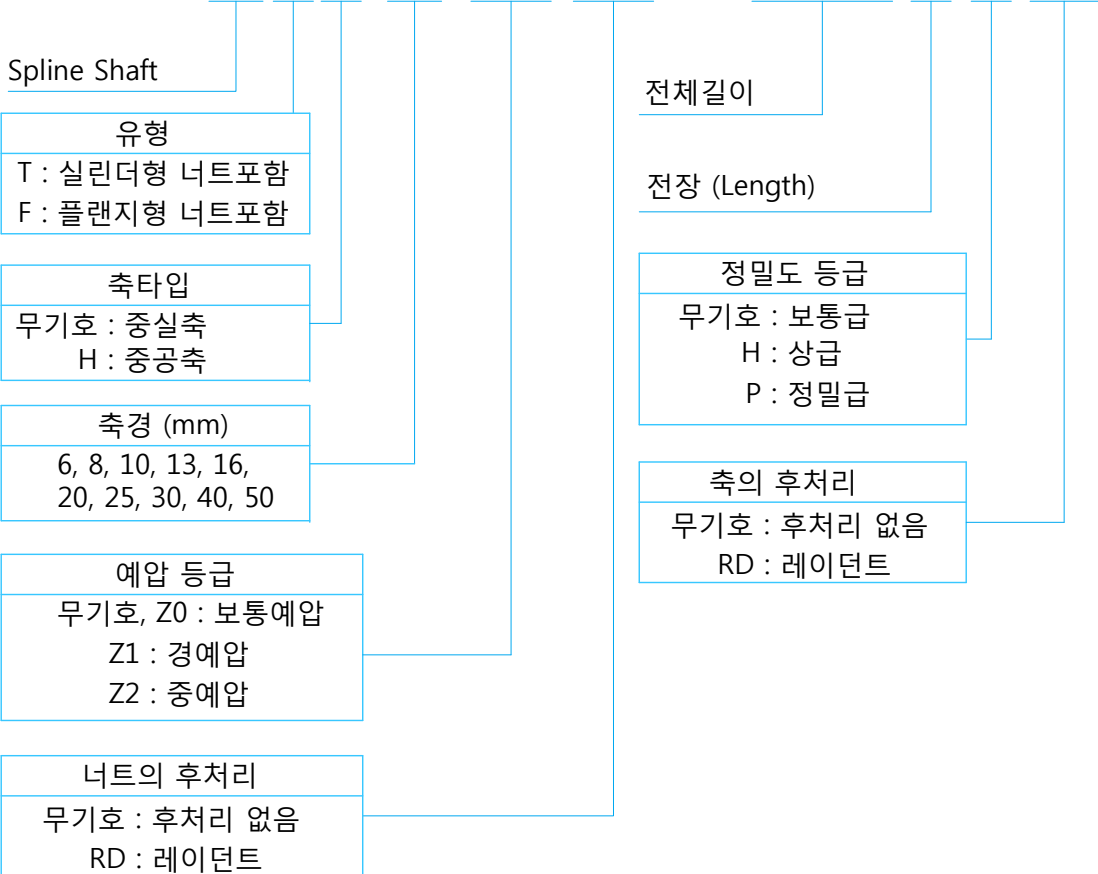
종류와 형번 구성

2. 볼 스플라인의 분류

| 정도등급 | 구분 | 규격 | 형상 | 특징 | 페이지 |
|----------------------------------|----|----------|--|--|------|
| N (표준재고) H (주문생산) P (주문생산) | 너트 | SLT |  | <ul style="list-style-type: none"> ■ 너트의 외경이 원통형 타입 ■ 몸통의 키홈에 키를 고정하여 사용 | P.12 |
| | | SLF |  | <ul style="list-style-type: none"> ■ 플랜지 타입 ■ 플랜지의 구멍을 통해 조립 | P.14 |
| | 축 | 중실축 (표준) |  | <ul style="list-style-type: none"> ■ 일반 샤프트 | |
| | | 중공축 |  | <ul style="list-style-type: none"> ■ 축의 내경에 배관, 배선을 하거나 무게 감소가 필요한 경우 사용하기 위한 축이 비어있는 샤프트 | |

3. 형번 구성

SL T H 20 Z1 RD + 1000 L H RD

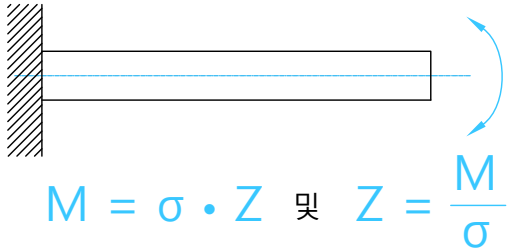


4. 강도 검토

볼스플라인의 축은 레이디얼 하중과 축반경방향 토크를 부하받습니다.
각각의 하중에 대해 축의 강도를 검토할 필요가 있습니다

4.1) 굽힘 모멘트 계산

볼스플라인 축에 가해지는 굽힘 하중을 계산하여 축경을 선정할 수 있습니다.



M : 굽힘 모멘트

M : 굽힘 모멘트 (N-mm)

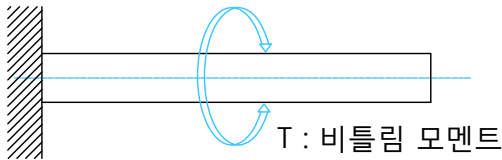
σ : 축의 허용 굽힘 응력

Z : 축의 단면계수 (mm^3)

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{및} \quad Z = \frac{M}{\sigma}$$

4.2) 비틀림 모멘트 계산

볼스플라인 축에 가해지는 비틀림 하중을 계산하여 축경을 선정할 수 있습니다.



T : 비틀림 모멘트

T : 비틀림 모멘트 (N-mm)

τ_a : 축의 허용 비틀림 응력 (49N/mm^2)

Z_P : 축의 극단면계수 (mm^3)

$$T = \tau_a \cdot Z_P \quad \text{및} \quad Z_P = \frac{T}{\tau_a}$$

4.3) 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 적정한 축경을 선정할 수 있습니다.

(1) 등가 굽힘 모멘트

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \quad M_e = \sigma \cdot Z$$

(2) 등가 비틀림 모멘트

$$M_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \quad M_e = \tau_a \cdot Z_P$$

4.4) 축의 강도

스플라인축의 강도는 축의 길이 1m에 대한 비틀림각으로 나타내며 최대 $\frac{1}{4}^\circ$ 로 제한합니다.

$$\theta = 57.3 \cdot \frac{T \cdot L}{G \cdot I_P}$$

※ θ 의 최대값은 $1/4^\circ$ 로 제한

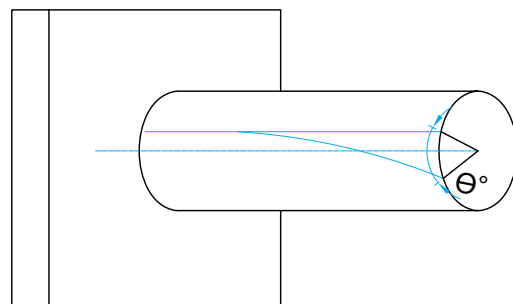
θ : 비틀림각 ($^\circ$)

L : 축의 길이 (mm)

G : 횡탄성계수 ($7.9 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$)

I_P : 극단면 2차모멘트 (mm^4)

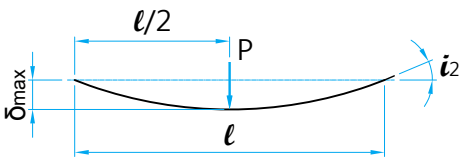
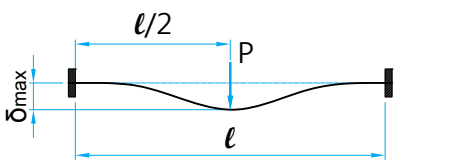
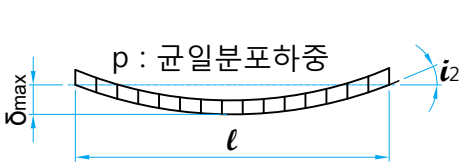
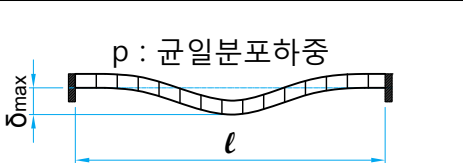
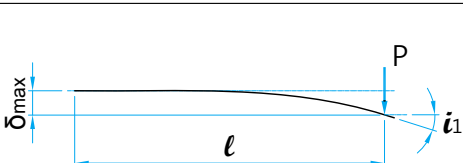
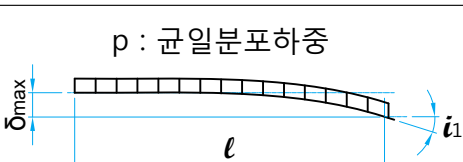
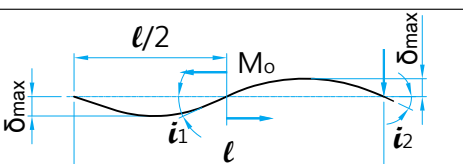
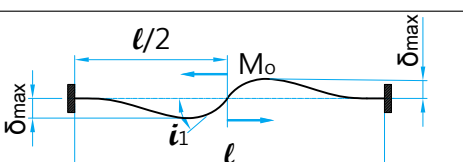
T : 비틀림 모멘트 (N-mm)



강도 검토

4.5) 축의 변위량과 변위각

스플라인축의 하중에 따른 변위량과 변위각을 아래의 조건에 따라 계산 할 수 있습니다.

| 지지방법 | 사용조건 | 변위량 계산식 | 변위각 계산식 |
|------|---|--|--|
| 양단자유 |  | $\delta_{\max} = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= 0 \\ i_2 &= \frac{P \cdot l^2}{16 \cdot E \cdot I} \end{aligned}$ |
| 양단고정 |  | $\delta_{\max} = \frac{P \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= 0 \\ i_2 &= 0 \end{aligned}$ |
| 양단자유 |  | $\delta_{\max} = \frac{5 \cdot p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$ | $i_2 = \frac{p \cdot l^3}{24 \cdot E \cdot I}$ |
| 양단고정 |  | $\delta_{\max} = \frac{p \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$ | $i_2 = 0$ |
| 양단자유 |  | $\delta_{\max} = \frac{p \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= \frac{p \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot I} \\ i_2 &= 0 \end{aligned}$ |
| 양단고정 |  | $\delta_{\max} = \frac{p \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= \frac{p \cdot l^3}{6 \cdot E \cdot I} \\ i_2 &= 0 \end{aligned}$ |
| 양단자유 |  | $\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot M_o \cdot l^2}{216 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= \frac{M_o \cdot l}{12 \cdot E \cdot I} \\ i_2 &= \frac{M_o \cdot l}{24 \cdot E \cdot I} \end{aligned}$ |
| 양단고정 |  | $\delta_{\max} = \frac{M_o \cdot l^2}{216 \cdot E \cdot I}$ | $\begin{aligned} i_1 &= \frac{M_o \cdot l}{16 \cdot E \cdot I} \\ i_2 &= 0 \end{aligned}$ |

δ_{\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 : 종탄성계수 2.06×10^5 (N/mm²)

4.6) 위험속도

스플라인축을 회전하며 사용되는 경우, 회전수가 높아지면 축의 고유진동수에 가까워져 운동불능 상태에 빠질 수 있습니다. 아래에서 계산된 값의 80% 를 최대 허용회전수로 봅니다.

$$N_c = \frac{60 \cdot \lambda_1^2}{2\pi \cdot L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot 10^3 \cdot I}{r \cdot A}} \cdot 0.8 = \lambda_2 \cdot \frac{d_1}{L_b^2} \cdot 10^7$$

N_c : 위험속도에 의한 허용회전수 (min^{-1})

λ_1, λ_2 : 취부방법에 의한 계수

L_b : 장착간 거리 (mm)

λ_1 λ_2

E : 영률 ($2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$)

고정 - 자유

1.875 3.4

I : 나사축의 최소단면 2차 모멘트 (mm^4)

지지 - 지지

3.142 9.7

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

고정 - 지지

3.927 15.1

고정 - 고정

4.730 21.9

r : 나사축의 비중 ($7.85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$)

A : 나사축의 최소단면적 (mm^2)

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

4.7) 스플라인축의 단면 특성

| 축경 | 축구분 | I : 단면 2차 모멘트 | Z : 단면계수 | I_p : 극단면2차 모멘트 | Z_p : 극단면계수 |
|--------|-----|-----------------|---------------|-------------------|---------------|
| ϕ | | mm^4 | mm^4 | mm^3 | mm^3 |
| 6 | 중실축 | 63.49 | 55.74 | 119.23 | 39.74 |
| | 중공축 | 62.70 | 54.96 | 117.66 | 39.22 |
| 8 | 중실축 | 200.93 | 186.59 | 387.53 | 96.88 |
| | 중공축 | 196.96 | 182.62 | 379.57 | 94.89 |
| 10 | 중실축 | 490.25 | 443.05 | 933.29 | 186.66 |
| | 중공축 | 477.68 | 430.48 | 908.16 | 181.63 |
| 13 | 중실축 | 1400.81 | 1290.72 | 2691.54 | 414.08 |
| | 중공축 | 1282.96 | 1172.86 | 2455.82 | 377.82 |
| 16 | 중실축 | 3215.60 | 3027.10 | 6242.70 | 780.34 |
| | 중공축 | 3014.53 | 2826.04 | 5840.57 | 730.07 |
| 20 | 중실축 | 7851.80 | 7484.79 | 15336.59 | 1533.66 |
| | 중공축 | 7360.93 | 6993.91 | 14354.84 | 1435.48 |
| 25 | 중실축 | 18466.30 | 18466.30 | 36932.60 | 2954.61 |
| | 중공축 | 15981.25 | 15981.25 | 31962.50 | 2557.00 |
| 30 | 중실축 | 33122.31 | 33122.31 | 66244.62 | 4416.31 |
| | 중공축 | 29905.32 | 29905.32 | 59810.64 | 3987.38 |
| 40 | 중실축 | 120667.43 | 120667.43 | 241334.87 | 12066.74 |
| | 중공축 | 11281.45 | 112813.45 | 225626.90 | 11281.35 |
| 50 | 중실축 | 297123.73 | 297123.73 | 594247.47 | 23769.9 |
| | 중공축 | 274691.98 | 274691.98 | 549383.95 | 21975.36 |

수명계산

5. 수명계산

5.1) 정격수명

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 두 가지 하중이 같이 부하되는 경우로 나누어 계산합니다.

5.1.1) 토크 하중 부하의 경우

$$L = \left(\frac{f_t \cdot f_c \cdot C_T}{f_w \cdot T_c} \right)^3 \cdot 50$$

L : 정격 수명 (km)
 C_T : 기본동정격토크 (N-m)
 T_c : 계산 부하 토크 (N-m)
 P_c : 계산 레이디얼 하중 (N)

5.1.2) 레이디얼 하중 부하의 경우

$$L = \left(\frac{f_t \cdot f_c \cdot C}{f_w \cdot P_c} \right)^3 \cdot 50$$

f_w : 하중계수 (참고1)
 f_t : 온도계수 (참고2)
 f_c : 접촉계수 (참고3)

5.1.3) 토크와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_c \cdot 10^3}{i \cdot d_p \cdot \cos\alpha}$$

P_E : 등가 레이디얼 하중 (N) d_p : 볼중심경 (mm)
 $\cos\alpha$: 접촉각 (°) i : 부하열수 (각 형번 참고)

5.1.4) 스플라인 너트 1개 또는 2개를 밀착사용으로 모멘트 하중이 부하 되는 경우

$$P_u = K \cdot M$$

P_u : 등가 레이디얼 하중 (N) M : 부하 모멘트 (N-mm)
 K : 등가계수 (N) ■ M은 정적 허용 모멘트 이내가 되어야 합니다.

5.1.5) 모멘트와 레이디얼 하중이 동시에 부하되는 경우

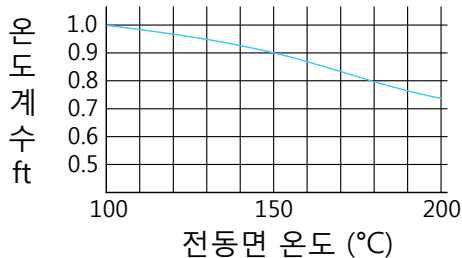
레이디얼 하중과 등가 레이디얼 하중의 합으로 정격수명을 산출합니다.

참고1) 하중계수 f_w

| 하중조건 | 속도 | f_w |
|------------|------------------|---------|
| 충격이 없는 경우 | 미속 (0.25 m/s 이하) | 1.0~1.2 |
| 미세한 충격 | 저속 (0.25~1 m/s) | 1.2~1.5 |
| 통상의 경우 | 중속 (1~2 m/s) | 1.5~2.0 |
| 충격, 진동이 심함 | 고속 (2 m/s 이상) | 2.0~3.5 |

볼스플라인을 사용하는 장비가 진동과 충격을 동반하거나 고속 운전할 경우 각 하중을 모두 산출하기는 상당히 어렵기 때문에 경험적으로 얻어진 하중계수를 동정격하중에 나누어 줍니다.

참고2) 온도계수 - f_t



사용환경이 100°C 가 넘는 고온일 경우 온도에 의한 악영향을 고려하여 온도계수를 곱해 줍니다. TBI 표준품은 80°C 이하에서 사용하여야 합니다.

참고3) 접촉계수 - f_c

| 밀착블럭수 | f_c |
|-------|-------|
| 2개 | 0.81 |
| 3개 | 0.72 |
| 4개 | 0.66 |
| 5개 | 0.61 |
| 통상 | 1 |

블록을 밀착시켜 사용할 경우 균일한 하중 분포를 얻기 힘듭니다. 따라서 밀착된 블럭의 수에 따라 왼쪽 표의 접촉계수를 곱해 수명을 계산합니다.

5.2) 평균 하중의 계산

부하하중이 변동하는 경우 변동되는 하중의 평균값을 구해서 적용합니다.

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

P_m : 평균하중 (N)

P_n : 변동하중 (N)

L : 총 주행거리 (mm)

L_n : P_n 하에서 이동한 거리 (mm)

| 하중 그래프 | 평균하중 계산식 |
|-------------------------------|---|
| <p>① 단계적으로 변동하는 하중</p> | $P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)}$ |
| <p>② 하중이 거의 직선적으로 변화하는 경우</p> | $P_m \approx \frac{1}{3} (P_{min} + 2 \cdot P_{max})$ |
| <p>③ 하중이 정현곡선적으로 변동하는 경우</p> | $P_m \approx 0.65 \cdot P_{max}$ $P_m \approx 0.75 \cdot P_{max}$ |

5.3) 등가계수

| 형번 | SLT6 | SLT8 | SLT10 | SLT13 | SLT16 | SLT20 | SLT25 | SLT30 | SLT40 | SLT50 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 너트 1개 | 0.434 | 0.434 | 0.375 | 0.326 | 0.211 | 0.181 | 0.142 | 0.118 | 0.104 | 0.079 |
| 너트 2개 밀착 | 0.055 | 0.055 | 0.047 | 0.043 | 0.032 | 0.028 | 0.023 | 0.020 | 0.016 | 0.013 |

예압

6. 예압 선정

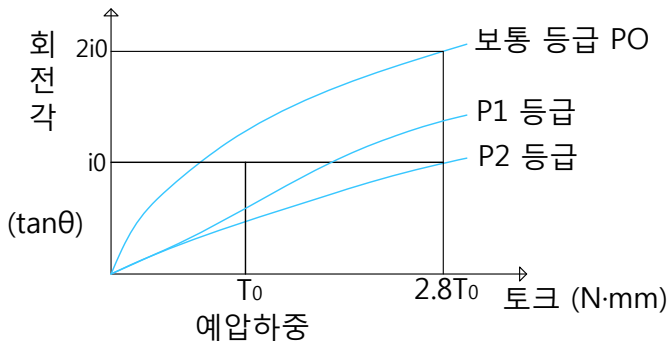
표준 타입의 볼스플라인은 흔들림이 없는 상태의 예압으로 조정되어 출하됩니다. 하지만 강성이 필요한 경우나 사용용도에 따라 예압이 필요한 경우 요청에 의해 조정하여 출고 될 수 있습니다.

6.1) 회전방향 흔들림치

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

6.2) 예압과 강성

볼스플라인의 회전 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 축회전방향의 흔들림을 없애고 강성을 높일 수 있습니다. 왼쪽의 그래프는 예압하중에 따른 회전방향의 변위량을 나타냅니다.

6.3) 볼스플라인 사용 예시

| 회전방향 클리어런스 | 사용조건 | 적용예 |
|------------|--|--|
| 보통급 (P0) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 작은힘으로 부드럽게 구동시키는 곳 ■ 토크가 항상 같은 방향으로 부하되는 곳 | 측정기기 형상측정기 권선기 자동 arc 컷터 |
| 경예압 (P1) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 오버행 하중 또는 모멘트 하중이 있는곳 ■ 높은 위치결정정도를 필요로 하는 곳 ■ 교반하중이 작용하는 곳 | 산업용 로봇암 자동로더 자동 도장기 가이드 축 다이셋 가이드 축 |
| 중예압 (P2) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 고강도의 강성을 필요로 하고, 진동 충격이 걸리는 곳 ■ 단일 스플라인 너트로 모멘트 하중을 받는 곳 | 공사차량 스티어링 샤프트 스폿 용접 기계 축 자동 선반 공구대 인텍스 축 |

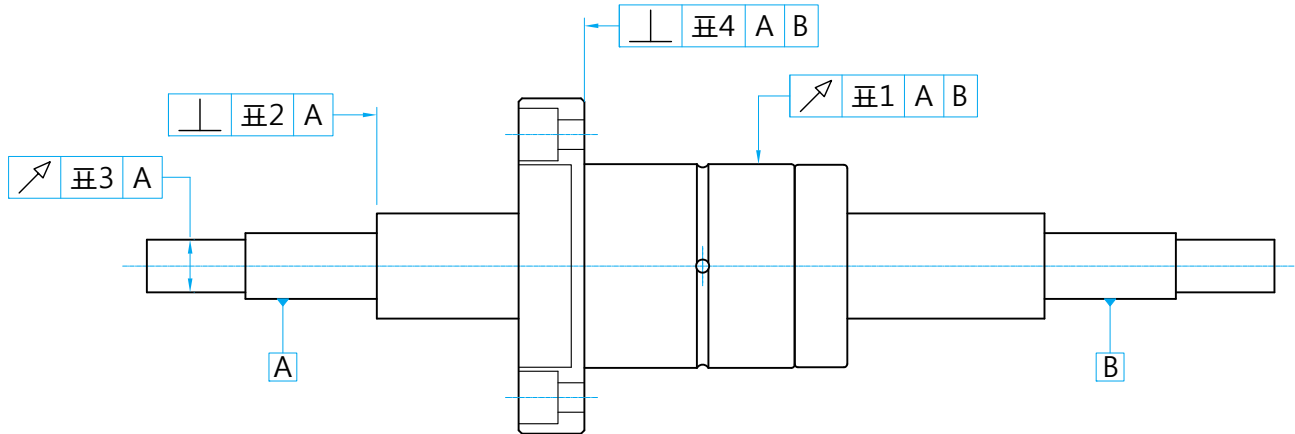
6.4) 예압별 흔들림치

(unit : μm)

| 축경 | 예압 | | |
|--------------|----------|----------|-----------|
| | 무예압 (P0) | 경예압 (P1) | 중예압 (P2) |
| 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 |

7. 정밀도 등급

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



(표1) 축의 지지부에 대한 너트외경의 흔들림치 (최대값)

(unit : μm)

| 길이 | | 축경 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|
| | | 6, 8 | | | 10 | | | 13, 16 | | | 25, 30 | | | 45, 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 | 630 | - | - | - | 151 | 102 | 65 | 112 | - | - | 88 | 57 | 34 | 74 | 47 | 27 |
| 630 | 800 | - | - | - | 190 | 130 | 85 | - | - | - | 103 | 68 | 42 | 84 | 54 | 32 |

(표2) 축의 지지부 축선에 대한 지지부 끝면의 직각도 (최대값)

(unit : μm)

| 축경 | 정밀도 등급 | | |
|------------|--------|----|----|
| | N | H | P |
| 6, 8, 10 | 22 | 9 | 6 |
| 13, 16, 20 | 27 | 11 | 8 |
| 25, 30 | 33 | 13 | 9 |
| 40, 50 | 39 | 16 | 11 |

정밀도

(표3) 지지부에 대한 부품 부착부의 동심도 (최대값)

(unit : μm)

| 축경 | 정밀도 등급 | | |
|------------|--------|----|----|
| | N | H | P |
| 6, 8 | 33 | 14 | 8 |
| 10 | 41 | 17 | 10 |
| 13, 16, 20 | 46 | 19 | 12 |
| 25, 30 | 53 | 22 | 13 |
| 40, 50 | 39 | 16 | 11 |

(표4) 지지부에 대한 너트 플랜지부의 직각도 (최대값)

(unit : μm)

| 축경 | 정밀도 등급 | | |
|----------------|--------|----|----|
| | N | H | P |
| 6, 8 | 17 | 11 | 8 |
| 10, 13 | 33 | 13 | 9 |
| 16, 20, 25, 30 | 30 | 16 | 11 |
| 40, 50 | 46 | 19 | 13 |

(표5) 축의 길이별 정밀도 (최대값)

(unit : μm)

| 축경 | 정밀도 등급 | | |
|-------|--------|----|---|
| | N | H | P |
| 전체 규격 | 33 | 13 | 6 |

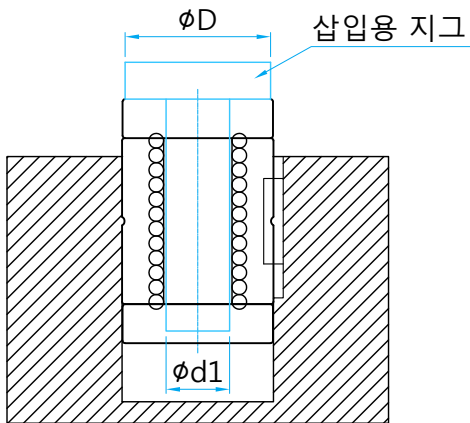
8. 설계시 참고 사항

8.1) 하우징 내경공차

일반적으로 볼스플라인 너트를 하우징에 중간 끼워맞춤으로 조립합니다. 정도를 크게 필요로 하지 않는 경우 헐거운 끼워맞춤으로 조립합니다. 억지 끼워 맞춤이나 때려박음으로 조립할 경우 불필요한 예압이 생기거나 내부에 변형이 생겨 수명에 악영향을 미칠 수 있습니다.

| 사용환경 | 하우징 내경 공차 |
|--------------|-----------|
| 일반적인 사용조건 | H7 |
| 흔들림이 없는 사용조건 | J6 |

볼스플라인 너트를 하우징에 삽입할 때 망치등으로 너트를 직접 타격하면 너트의 정밀도에 손상을 입힐 수 있습니다. 권장되는 지그를 이용하여 삽입 바랍니다.



8.1.1) 삽입용 지그 권장치수

| 형번 | SLT6 | SLT8 | SLT10 | SLT13 | SLT16 | SLT20 | SLT25 | SLT30 | SLT40 | SLT50 |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ϕD | 5.5 | 7.5 | 9.5 | 12.5 | 15.5 | 19.5 | 24.5 | 29.5 | 39.5 | 49.5 |
| $\phi d1$ | 5 | 7 | 8.5 | 11.5 | 14.5 | 18.5 | 23 | 28 | 37.5 | 46.5 |

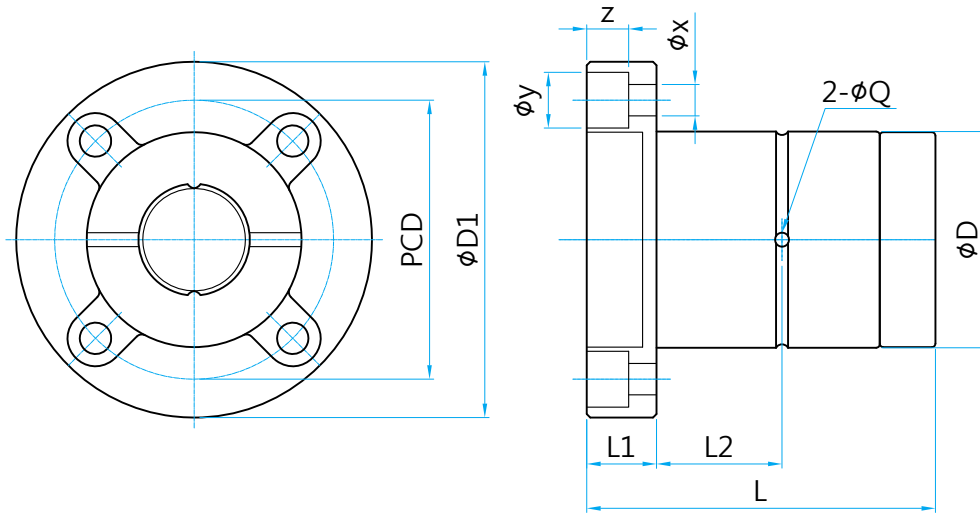
9. 윤활

TBI 볼스플라인은 리튬비누기 그리스 2호가 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 6개월마다 한번씩 급유합니다.

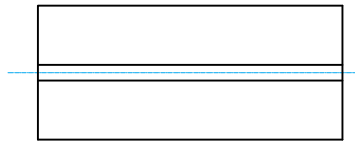
SLF



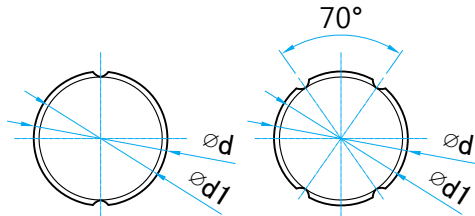
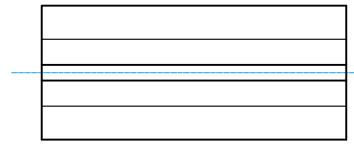
(unit : mm)

| 축경 (ϕd) | 형번 | ϕD | L | L1 | $\phi D1$ | PCD | ϕX | ϕY | Z | ϕQ | L2 | 볼 열수 |
|--------------------|-------|----------|-----|----|-----------|-----|----------|----------|-----|----------|------|------|
| | | | | | | | | | | 오일홀 | | n |
| 6 | SLF6 | 14 | 25 | 6 | 30 | 22 | 3.4 | 6.5 | 4.5 | 1 | 7.5 | 2 |
| 8 | SLF8 | 16 | 27 | 8 | 32 | 24 | 3.4 | 6.5 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 2 |
| 10 | SLF10 | 21 | 33 | 9 | 42 | 32 | 4.5 | 8 | 4 | 1.5 | 10.5 | 2 |
| 13 | SLF13 | 24 | 36 | 9 | 44 | 33 | 4.5 | 8 | 4.5 | 1.5 | 11 | 2 |
| 16 | SLF16 | 31 | 50 | 10 | 51 | 40 | 4.5 | 8 | 6 | 2 | 18 | 2 |
| 20 | SLF20 | 35 | 56 | 10 | 58 | 45 | 5.5 | 9.5 | 5.4 | 2 | 18 | 2 |
| 25 | SLF25 | 42 | 71 | 13 | 65 | 52 | 5.5 | 9.5 | 8 | 3 | 26.5 | 4 |
| 30 | SLF30 | 47 | 80 | 13 | 75 | 60 | 6.6 | 11 | 8 | 3 | 30 | 4 |
| 40 | SLF40 | 64 | 100 | 18 | 100 | 82 | 9 | 14 | 12 | 4 | 36 | 4 |
| 50 | SLF50 | 80 | 125 | 20 | 124 | 102 | 11 | 17.5 | 12 | 4 | 46.5 | 4 |

표준 샤프트



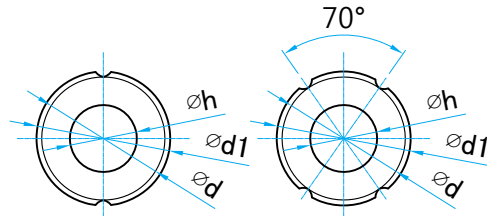
중공샤프트



ϕd 20 이하

ϕd 25 이상

표준 샤프트



ϕd 20 이하

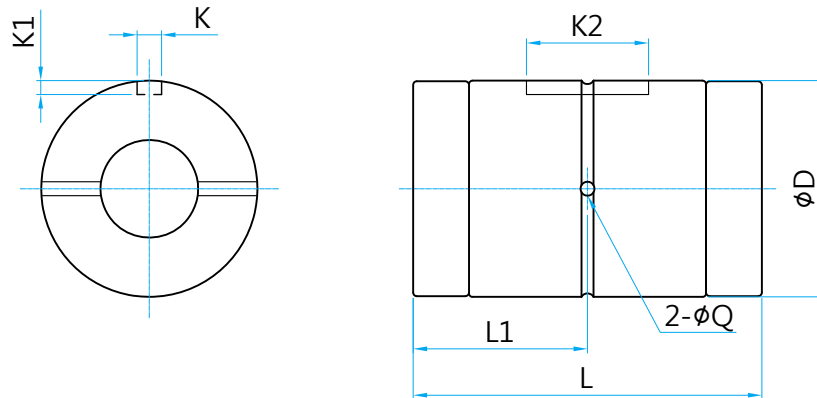
ϕd 25 이상

중공샤프트

(unit : mm)

| 형번 | ϕd | | $\phi d1$ | ϕh (중공축) | 기본정격하중 (kgf) | | 기본정격토크 (kgf.m) | | 정적허용모멘트 (kgf.m) | | 무게 (kg) | | |
|-------|----------|-------------|-----------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------|------------|------|------|
| | 축경 | 공차 | | | C | C ₀ | C _T | C _{0T} | MA1 | MA2 | 너트 | 표준축 | 중공축 |
| SLF6 | 6 | 0 -0.015 | 5.25 | 2 | 137 | 225 | 0.46 | 0.76 | 0.39 | 3.48 | 0.04 | 0.22 | 0.18 |
| SLF8 | 8 | 0 -0.015 | 7.27 | 3 | 137 | 225 | 0.6 | 0.99 | 0.39 | 3.82 | 0.05 | 0.4 | 0.33 |
| SLF10 | 10 | 0 -0.018 | 8.97 | 4 | 285 | 397 | 1.62 | 2.25 | 0.95 | 8.53 | 0.1 | 0.6 | 0.51 |
| SLF13 | 13 | 0 -0.015 | 11.82 | 7 | 396 | 540 | 2.89 | 3.94 | 1.5 | 12.46 | 0.12 | 1.03 | 0.88 |
| SLF16 | 16 | 0 -0.018 | 14.72 | 8 | 545 | 849 | 4.77 | 7.43 | 3.71 | 26.09 | 0.23 | 1.56 | 1.25 |
| SLF20 | 20 | 0 -0.021 | 18.63 | 10 | 724 | 1109 | 7.9 | 12.09 | 5.53 | 38 | 0.3 | 2.44 | 1.82 |
| SLF25 | 25 | 0 -0.021 | 23.43 | 15 | 1003 | 1593 | 21.99 | 43.01 | 10.35 | 68.59 | 0.46 | 3.8 | 2.92 |
| SLF30 | 30 | 0 -0.025 | 28.53 | 16 | 1160 | 1980 | 30.26 | 62.93 | 15.68 | 93.27 | 0.63 | 5.5 | 3.93 |
| SLF40 | 40 | 0 -0.025 | 37.3 | 20 | 2972 | 4033 | 105.37 | 176.05 | 36.59 | 246.34 | 1.4 | 9.7 | 6.75 |
| SLF50 | 50 | 0 -0.030 | 47.05 | 26 | 4086 | 5615 | 179.89 | 304.35 | 51.58 | 428.72 | 2.8 | 15.2 | 11.4 |

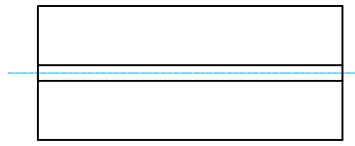
SLT



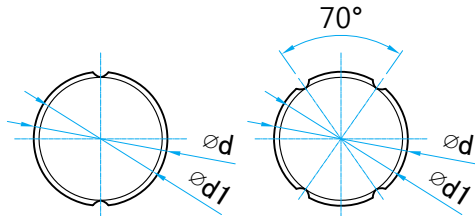
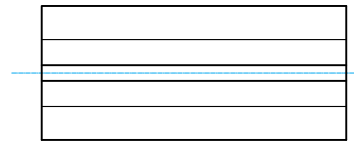
(unit : mm)

| 축경 (ϕd) | 형번 | ϕD | L | L1 | K | K1 | K2 | ϕQ | 볼 열수 |
|--------------------|-------|----------|-----|------|-----|---------|------|----------|------|
| | | | | | H8 | +0.05/0 | | 오일홀 | n |
| 6 | SLT6 | 14 | 25 | 12.5 | 2.5 | 1.2 | 10.5 | 1 | 2 |
| 8 | SLT8 | 16 | 27 | 13.5 | 2.5 | 1.2 | 10.5 | 1.5 | 2 |
| 10 | SLT10 | 21 | 33 | 16.5 | 3 | 1.5 | 13 | 1.5 | 2 |
| 13 | SLT13 | 24 | 36 | 18 | 3 | 1.5 | 15 | 1.5 | 2 |
| 16 | SLT16 | 31 | 50 | 25 | 3.5 | 2 | 17.5 | 2 | 2 |
| 20 | SLT20 | 35 | 56 | 28 | 4 | 2.5 | 29 | 2 | 2 |
| 25 | SLT25 | 42 | 71 | 35.5 | 4 | 2.5 | 36 | 3 | 4 |
| 30 | SLT30 | 47 | 80 | 40 | 4 | 2.5 | 42 | 3 | 4 |
| 40 | SLT40 | 64 | 100 | 50 | 6 | 3.5 | 52 | 4 | 4 |
| 50 | SLT50 | 80 | 125 | 62.5 | 8 | 4 | 58 | 4 | 4 |

표준 샤프트



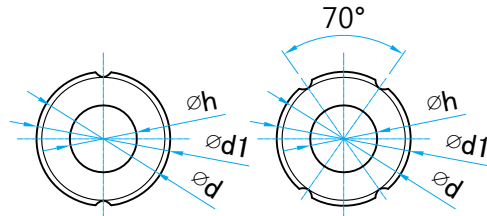
중공샤프트



ϕd 20 이하

ϕd 25 이상

표준 샤프트



ϕd 20 이하

ϕd 25 이상

중공샤프트

(unit : mm)

| 형번 | ϕd | | $\phi d1$ | ϕh (중공축) | 기본정격하중 (kgf) | | 기본정격토크 (kgf.m) | | 정적허용모멘트 (kgf.m) | | 무게 (kg) | | |
|-------|----------|-------------|-----------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------|------------|------|------|
| | 축경 | 공차 | | | C | C ₀ | C _T | C _{0T} | MA1 | MA2 | 너트 | 표준축 | 중공축 |
| SLT6 | 6 | 0 -0.015 | 5.25 | 2 | 137 | 225 | 0.46 | 0.76 | 0.39 | 3.48 | 0.02 | 0.22 | 0.18 |
| SLT8 | 8 | 0 -0.015 | 7.27 | 3 | 137 | 225 | 0.6 | 0.99 | 0.39 | 3.82 | 0.02 | 0.4 | 0.33 |
| SLT10 | 10 | 0 -0.018 | 8.97 | 4 | 285 | 397 | 1.62 | 2.25 | 0.95 | 8.53 | 0.04 | 0.6 | 0.51 |
| SLT13 | 13 | 0 -0.015 | 11.82 | 7 | 396 | 540 | 2.89 | 3.94 | 1.5 | 12.46 | 0.05 | 1.03 | 0.88 |
| SLT16 | 16 | 0 -0.018 | 14.72 | 8 | 545 | 849 | 4.77 | 7.43 | 3.71 | 26.09 | 0.13 | 1.56 | 1.25 |
| SLT20 | 20 | 0 -0.021 | 18.63 | 10 | 724 | 1109 | 7.9 | 12.09 | 5.53 | 38 | 0.19 | 2.44 | 1.82 |
| SLT25 | 25 | 0 -0.021 | 23.43 | 15 | 1003 | 1593 | 21.99 | 43.01 | 10.35 | 68.59 | 0.3 | 3.8 | 2.92 |
| SLT30 | 30 | 0 -0.025 | 28.53 | 16 | 1160 | 1980 | 30.26 | 62.93 | 15.68 | 93.27 | 0.4 | 5.5 | 3.93 |
| SLT40 | 40 | 0 -0.025 | 37.3 | 20 | 2972 | 4033 | 105.37 | 176.05 | 36.59 | 246.34 | 0.85 | 9.7 | 6.75 |
| SLT50 | 50 | 0 -0.030 | 47.05 | 26 | 4086 | 5615 | 179.89 | 304.35 | 51.58 | 428.72 | 1.8 | 15.2 | 11.4 |

사용상의 주의

10. 유의사항

- 10.1) 볼스플라인 너트는 조립되어 납품되므로 임의로 분해하지 마십시오.
분해시 강구의 탈착, 리턴피스의 손상등을 야기하여 너트가 손상될 수 있습니다.
- 10.2) 볼스플라인 너트는 구름운동을 통해 부드럽게 운동하기 때문에 자중에 의해 흘러 내릴 수 있습니다. 따라서 너트가 조립된 조립품을 다룰 때는 자유낙하 하지 않도록 고정해야 합니다.
- 10.3) 망치등으로 두들기지 마십시오. 볼스플라인 너트는 리턴부위가 플라스틱 재질이어서 충격에 약합니다. 너트를 너트하우징에 삽입할 때는 전용 지그를 만들어 삽입시기 바랍니다. 지그에 관한 내용은 11 페이지를 참고하여 주시기 바랍니다.
- 10.4) 이물질과 작은 파편들이 너트에 혼입되지 않도록 하여야 합니다. 이러한 물질이 너트에 혼입되면 너트의 정도과 수명에 영향을 미칠 수 있습니다. 먼지나 기타 이물질이 들어갈 것이 예상되는 경우 자바라를 씌우거나 벽을 세워 너트와 오염지역을 분리할 수 있도록 해야 합니다.
- 10.5) 볼스플라인 너트는 80° 이하에서 사용토록 설계되었습니다. 고온에서의 사용은 너트의 수명에 악영향을 미칠 수 있습니다.
- 10.6) 쿨런트가 볼스플라인 너트 내부에 유입 되는 환경에서는 쿨런트의 종류에 따라 기능에 문제를 일으킬 수 있습니다.
- 10.7) 진동이나 클린룸, 진공등의 특수한 환경에서 사용은 두기텍으로 문의하여 주시기 바랍니다.