



안전한 사용을 위하여

사용전에 반드시 읽어주십시오.
공통주의사항에 대해서는 본문을 확인하여 주세요.

여기에 기록되어 있는 주의사항은 당사제품을 안전하고 정확하게 사용하여 인체에 발생 할 수 있는 위험을 미연에 방지하기 위한것입니다. 주의사항은 취급의 부주의로 인하여 발생 할 수 있는 인체에의 위해 및 재산상의 손실의 크기에 따라 표시하며 「위험」, 「경고」, 「주의」 3가지로 구분됩니다.

안전에 관련된 중요한 내용이므로 반드시 숙지하여 주십시오.

 위험	 경고	 주의
취급상의 부주의로 사망, 중상과 같은 위험을 초래할 가능성이 크게 예상되는 경우	취급상의 부주의로 사망, 중상과 같은 위험을 초래할 가능성이 크게 예상되는 경우	취급상의 부주의로 인체에의 장해 및 물적 손해를 초래할 가능성이 예상되는 경우

또, 노동안전위생법, 그외의 안전규칙에 대하여도 반드시 지켜 주십시오.

더욱이 주의에 기재된 사항 일지라도 상황에 따라 중대한 결과를 초래할 가능성이 있습니다.

모두 중요한 내용을 기재하고 있으므로 반드시 지켜 주십시오.

경고

● 볼스크류, 액츄에이터는 바르게 선정하여 주십시오.

여기에 기재된 제품은, 사용되고 있는 조건이 다양하기 때문에 그 시스템의 적합성의 결정은 전체 시스템의 설계자나 사양의 결정책임자가 필요에 따라 분석, 테스트를 하여 결정하여 주십시오.

이 시스템의 소기의 성능, 안정성의 보증은 시스템의 적합성을 결정한 사람의 책임으로 간주합니다. 이후에도 최신 제품 카탈로그나 자료에 따라 사양의 모든 내용을 검토하여 기기고장의 가능성에 대한 상황을 고려하여 시스템을 구성하여 주십시오.

● 충분한 지식과 경험을 가지고 있는 사람이 취급하여 주십시오.

- 사용전에 본 카탈로그, 취급설명서를 필독하여 주십시오.
- 볼스크류는 절대 분해하지 말아 주십시오. 불순물이 투입되어 정도의 저하나 사고의 원인이 될 수 있습니다. 부득이한 사정으로 분해를 하신 경우에는 당사에 보내 주십시오. 유상으로 수리 및 재조립을 해드립니다.
- 볼스크류를 기계장치에 설치, 분해시에는 낙하방지조치, 기계장치 가동부의 고정 등의 처리가 되어있는지를 확인하신 후 작업하여 주십시오.

● 여기에 기재된 제품은 주로 일반산업기계용으로 사용하는 것들입니다. 다음에 기재한 조건과 환경에서 사용하실 경우에는 안전대책에 대한 충분한 고려는 물론 사전에 당사에 문의하여 주십시오.

- 명기된 사양이외의 조건 및 환경, 실외에서의 사용.
- 원자력, 철도, 항공기, 차량, 선박, 의료기, 음료나 식품에 접촉하는 기계에 사용.
- 인체나 재산에 큰영향이 예상되어 특별한 안전이 요구되는 용도에 사용.

● 볼스크류의 축부분 및 축단부는 회전부위이며, 휘말릴 위험이 있으므로 작동중에는 절대 손으로 접촉하지 마십시오.

● 본제품은 병기,무기관련등 군사용도에 사용되지 않도록 유의하여 주십시오.



볼스크류 / 공통 주의사항 ①

사용전에 반드시 읽어 주십시오.
『안전한 사용을 위하여』도 함께 확인 해 주십시오.

설계상의 주의

! 경고

●사용회전속도에 대하여

본카탈로그의 허용회전속도의 항목을 참조하며, 허용회전속도 이하로 사용하여 주십시오.

기재된 수치 이상의 DmN치에서 사용하시면, 순환부품이 파손되어 운전불능이 될뿐만 아니라, 종축의 경우에는 볼의 탈락에 의해 헤드 등의 낙하사고로 이어질 위험성이 있습니다.

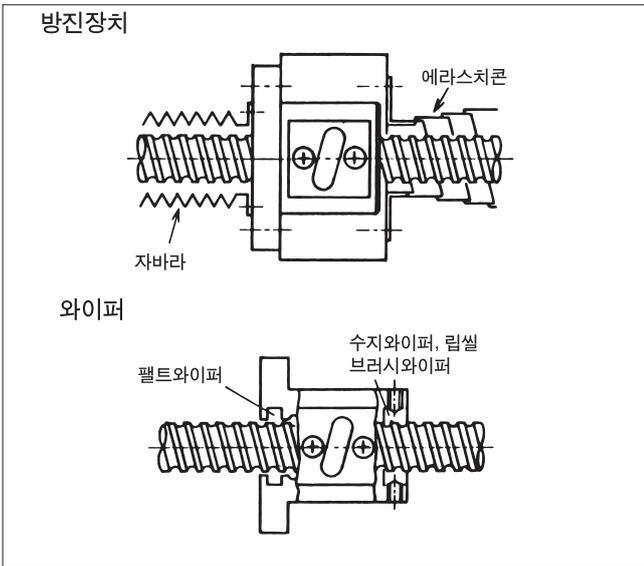
! 주의

●방진카바에 대하여

볼스크류에 이물질이 들어갈 위험성이 있는 경우에는, 자바라나 에라스치콘(철재 자바라)등의 방진카바를 부착해 주십시오.

또, 너트양단에 와이퍼를 장착하면 더욱 효과적입니다.

이물질등이 들어가면 작동불량, 이상소음, 이상진동, 조기마모, 조기 박리 등의 이상발생의 원인이 됩니다.



●편하중에 대하여

시스템 설계시, 볼스크류에 레이디알 하중 및 모멘트 하중이 직접 걸리지 않게 주의하여 주십시오.

일부 볼에 부하가 크게 걸리면 수명을 저하시키는 원인이 됩니다.

●볼스크류의 조합에 대하여

볼스크류를 기계장치에 조립하는 경우에는 나사축에 너트가 부착된 상태에서 장착 할 수 있도록 설계하여 주십시오.

축으로부터 너트를 분리 할 경우 순환로 밖으로 볼이 탈락되어, 순환부품의 파손으로 이어집니다.

너트를 분리할 수 밖에 없는 경우에는 당사에 문의하여 주십시오.

사용·조립상의 주의

! 경고

●오버런 시키지 말아 주십시오.

볼스크류의 너트를 오버런시켜 스트로크 끝단에서 충격을 받으면 강구에 압축흔적이 발생하여 작동불량의 원인이 됩니다.

또한, 축 양끝단이 가공되어 있는 경우에는 강구 순환부품을 손상시켜 운전불능이 되는 경우가 있습니다.

●조립정도에 유의하여 주십시오.

볼스크류, 베어링, 가이드, 너트하우징 등의 상호조합 불량 또는 직각도 불량에 의한 모멘트 하중은 작동불량, 이상음, 이상진동, 조기수명 단축의 원인이 될 뿐만 아니라 회전할 피로에 의한 나사 축을 파손시키므로 중대한 사고로 이어질 우려가 있어 주의하여 주십시오.

●자중낙하에 주의하여 주십시오.

볼스크류는 마찰계수가 낮기 때문에 축 또는 너트의 자중에 의해 회전낙하 하는 경우가 있습니다.

손가락의 끼임등에 주의하여 주십시오.

! 주의

●너트를 분리시키지 말아주십시오.

너트로부터 볼이 탈락된 경우, 축과 너트를 분리시킨 경우 당사에 보내주십시오.

또 표준재고 볼스크류에는 축단추가공을 위하여 너트의 분리가 가능한 시리즈가 있습니다. 해당시리즈에는 너트분리용 슬리브가 부착되어 있습니다.

사용설명서를 상세히 읽고 취급해 주십시오.

●이물질이 들어가는것에 주의하여 주십시오.

기계장치의 조립과정에는 나사축에 이물질이 부착되지 않게 카바등으로 덮어 주십시오.

이물질등이 부착된 경우 작동불량의 원인이 됩니다.

●나사축에 베어링, 풀리 등의 부품을 장착하는 경우, 타격 등의 충격이 가해지지 않도록 주의하여 주십시오.

나사축의 휨이 발생원인이 됩니다.

부주의로 충격이 가해진 경우에는 나사축의 커플링 지그부착부등의 외경에 인디게이터를 대고 흰 곳이 있는지 확인한 후 조립하여 주십시오.

●사용온도 한계내에서 사용하여 주십시오.

사용온도 한계는, 통상 60℃ 이하에서 설계되어 있습니다.

사용온도 한계를 초과하여 사용하면 윤활부품 및 씰 부품에 손상의 우려가 있습니다.

특수환경에서 사용하는 경우에는 당사에 문의하여 주십시오.



볼스크류 / 공통 주의사항 ②

사용전에 반드시 읽어 주십시오.
『안전한 사용을 위하여』도 함께 확인 해 주십시오.

윤활

! 주의

●윤활제의 종류

특별히 지정하지 않는한, 너트 내부에는 윤활제로 알바니아 구리스 S2가 주입되어 있습니다.

또 한, 나사축에 도포되어 있는 방청유는, 윤활성을 겸비하고 있으므로, 그상태로 사용이 가능합니다.

하기 이외의 윤활제의 교환이나 방청유를 닦아내지 말아 주십시오.

구리스

용도	상 품 명	회사명
일반용	알바니아 구리스 S2	소화셀석유
	말템프PS No.2 구리스	협동유지
평온도범위용	말템프LRL3구리스	협동유지
제발진용	구로다C구리스	구로다정공
	구로다S구리스	구로다정공

윤활유

용도	상 품 명	회사명
일반용	다후니메카닉오일	출광흥산
	모빌팩토리오일	모빌석유

주)구리스 및 오일의 상품명은 각사의 등록상표 입니다.

관리

! 주의

●보관방법에대하여

가능한 온도차이가 나지 않는 실내에 보관하여 주십시오.

보관상태는, 당사의 출하포장대로 수평상태로 하여 주십시오.

또한, 먼지의 투입이나 녹발생의 방지를 위하여, 불필요하게 포장을 개봉하거나, 내부포장을 개봉하지 말아주십시오.

점검 · 주의

! 주의

●윤활제의 상황 확인과 구리스의 도포

볼스크류의 윤활제는, 기계장치의 조립과정에 먼지나 이물질의 부착 및 작업성을 고려하여 너트 내부에만 주입되었을뿐, 지정되지 않은 부분의 나사축에는 도포하지 않습니다.

나사축 사이즈 및 나사축 길이에 따라, 너트 내부의 구리스 양으로는 부족한 경우도 있습니다. 너트를 왕복시킨 후, 나사축 전면에 구리스가 충분히 묻었는지를 확인하고, 부족한 경우에는 축에 추가로 도포하여 주십시오.

●윤활제의 점검, 보급

윤활제의 점검은 이동후 2~3개월 후에 하고, 오염이 되었을 경우, 이전의 구리스를 제거하고 새로운 구리스 도포를 권장합니다.

그 이후의 점검, 보충기간은 통상 1년마다 합니다만, 사용환경에 따라 차이가 있으므로 적정기간을 설정하여 주십시오.

보급하는 윤활제는, 초기 주입된 것과 동일한 윤활제를 사용하여 주십시오.

너트에 급유구가 없는 사양에는, 나사축 구름부위에 직접 도포하고 너트 내부에 충분히 보충하여 되도록 하여 주십시오.

너트에 급유구가 있는 사양에는, 급유구 또는 급유기(구리스 니뿔 등)로 필요한 양을 보급하여 주십시오.

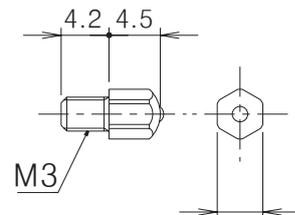
구리스 보급후에는 테이블을 스트로크 전구간에 작동하여 구리스가 충분히 도포 되도록 하여 주십시오.

나사축 측면에 묻어있는 구리스는 닦아 주십시오.

급유구 사이즈에 대하여는 각사이즈의 형상수치를 참조하여 주십시오.

급유구에 장착가능한 구리스 니뿔은 M3용, M6용, R1/8용을 준비하고 M용 및 R1/8용은 JIS규격에 의거한 형상으로, M3용은 하기의 표시 형상으로 되어있습니다.

M3용 구리스 니뿔



KURODA 볼스크류

높은 신뢰, 높은 정도

KURODA 볼스크류는 오랜 게이지 제조 기술의 축척을 배경으로 엄정하게 온도관리가 이루어 지고 있는 공장에서 연삭, 조립, 검사가 행해지고 있으므로 고정도와 고신뢰성을 갖고 있습니다.

높은 전달 효율

볼스크류는 미끄럼나사와는 비교 할 수 없는 90% 이상의 높은 전달효율을 갖고, 소요 토크는 1/3이하 입니다. 따라서 직선운동을 회전운동으로 변환하는것이 용이 합니다.

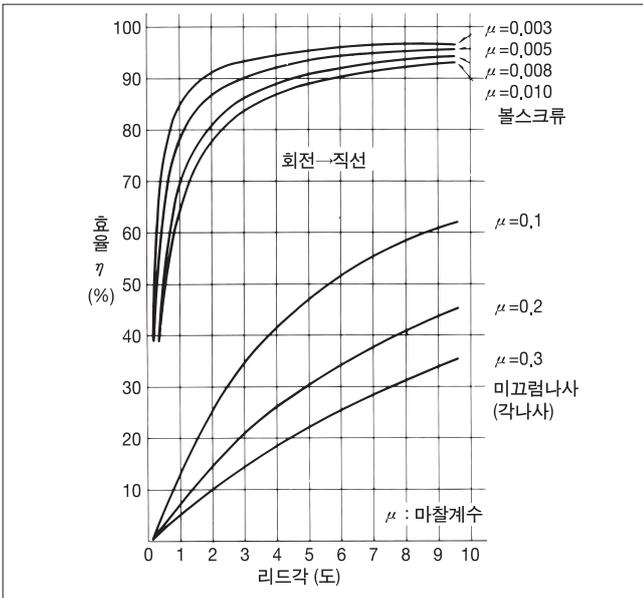
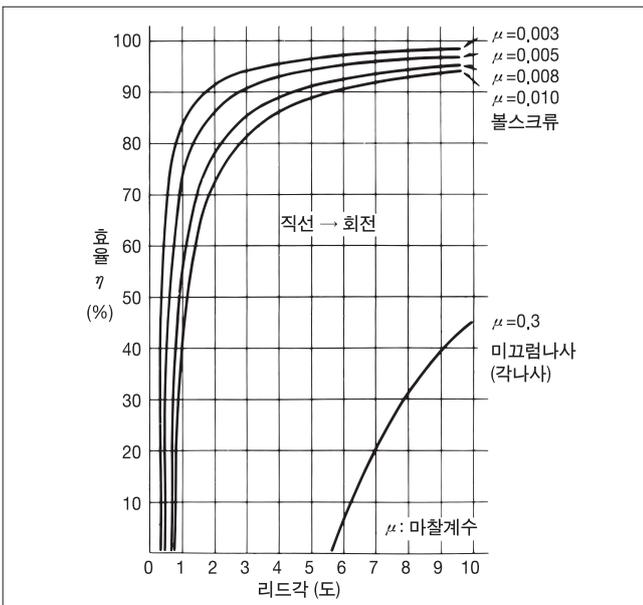


그림1 볼스크류의 기계 효율



뛰어난 내구성

KURODA 볼스크류는, 염선된 재료와 적절한 열처리, 고도의 제품기술로 가공되므로 우수한 내구성을 유지 합니다.

적은 축방향 클리어런스

KURODA 볼스크류는 고딕아치구 형태를 적용하고 있어, 축방향 클리어런스를 최대한 작게 조절이 가능하고 가볍게 회전하는 것이 가능합니다. 또한 예압을 부여함으로써 축방향 클리어런스를 0으로 해서 강성을 높이는 것도 가능합니다.

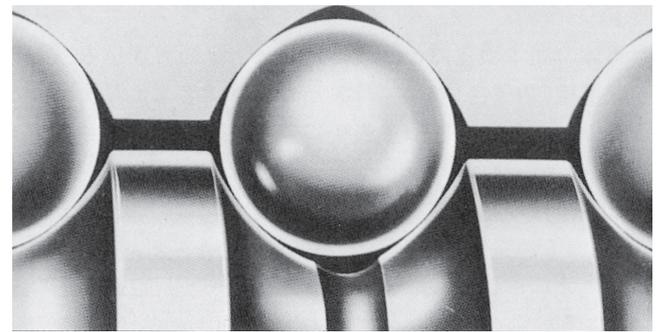


그림2 볼스크류의 접촉 구조

미세한 이송이 가능

강구에 의한 구름접촉임으로 기동 마찰이 극히적고 저속에서도 미끄럼 나사와 같이 스틱슬림을 발생시키지 않고, 정확한 미세 이송이 가능합니다.

고속 운전이 가능

높은 회전 효율과 적은 자기발열성에 의해 고속회전이 가능합니다.

보수가 용이

강구에 의한 구름접촉임으로 보통의 사용조건에서는 정기적으로 구리스를 공급하는 것으로도 충분합니다.

다양한 제품군

KURODA 볼스크류는 기기, 장치소형화, 정밀화, 고속화등 다양화된 요구에 대응하고자 초미니츄어 볼스크류, 대리드 볼스크류(축경 : 리드=1:3), 표준재고 볼스크류 GE·GK·GG·GP·HG·GY·GW시리즈(축단 미가공품)등 풍부한 기종으로 대응하고 있습니다.

구조

볼스크류는, 나사축과 너트 사이에 강구를 넣어 구름운동을 하며 순환하는 구조로 되어 있습니다.

KURODA 볼스크류는 4종류의 순환방식을 표준으로 하고 있습니다.

■ 튜브 방식

일반적인 볼스크류의 순환방식으로, 순환부로서 굽은 튜브를 사용합니다. 이 방식은 픽업튜브로부터 안내받은 강구가 축의 홈을 1권반, 2권반, 3권반 회전한 후 다시 순환부에 안내 되어지는 것을 끝으로 하나의 사이클을 구성합니다. 부하 능력을 증가시키기 위해서 하나의 너트에 2권반의 순환부를 3열까지 조합하는 것이 가능합니다.

■ 앤드캡 방식

너트의 양단에 취부된 앤드캡에, 강구를 견져올려 되돌려 기능을 유지하는 순환방식입니다.

너트본체에 강구가 왕래하기 위해서는 관통구멍이 열려 있습니다. 대리드 사이즈(예,나사축경의 2~3배등)에 채용되고 있습니다.

■ 디플렉터 방식

현재까지 제작되고 있는 볼스크류의 순환방식중에서 가장 콤팩트하고 회전 밸런스가 우수하며, 신뢰성이 높은 제품입니다. 나사축과 너트사이를 전동하는 강구는 너트내부에 삽입되어 있는 디플렉터에 유도되며, 1리드씩 순환하여 한 사이클을 구성 합니다.

■ 앤드디플렉터 방식

너트 양단에 조립된 앤드디플렉터에 강구를 걸러 취소기능을 유지하는 순환방식입니다. 본체에는 강구가 왕복하도록 관통관이 열려 있습니다.

이 방식은, 부드러운 강구의 흐름을 하도록 설계하여, 무리없이 강구를 순환시키는 구조로 되어 있습니다.

이에 따라 고속주행성과 정숙성을 실현하고, 한층더 콤팩트한 너트형상으로 되어 있습니다.

중간 리드(예,나사축경의 1~1.5배등)에 채용되고 있습니다.

재료와 열처리

나사구면의 경도는 볼스크류의 특성상 수명에 큰영향을 미칩니다. 또한 축강도는 전동축으로서의 요구를 만족시키지 않으면 안됩니다. 그러므로 볼스크류는 통상 우측표에 표시되어 있는 재료로 최저기준 경도를 58HRC로 하여 58~62HRC에 표면 열처리를 하고 있습니다. 더욱이 내열성, 내식성이 요구되는 경우에는 스테인레스강(SUS440C)을 사용하여 경도를 56~59HRC로 열처리 경화시키는 것이 가능합니다.

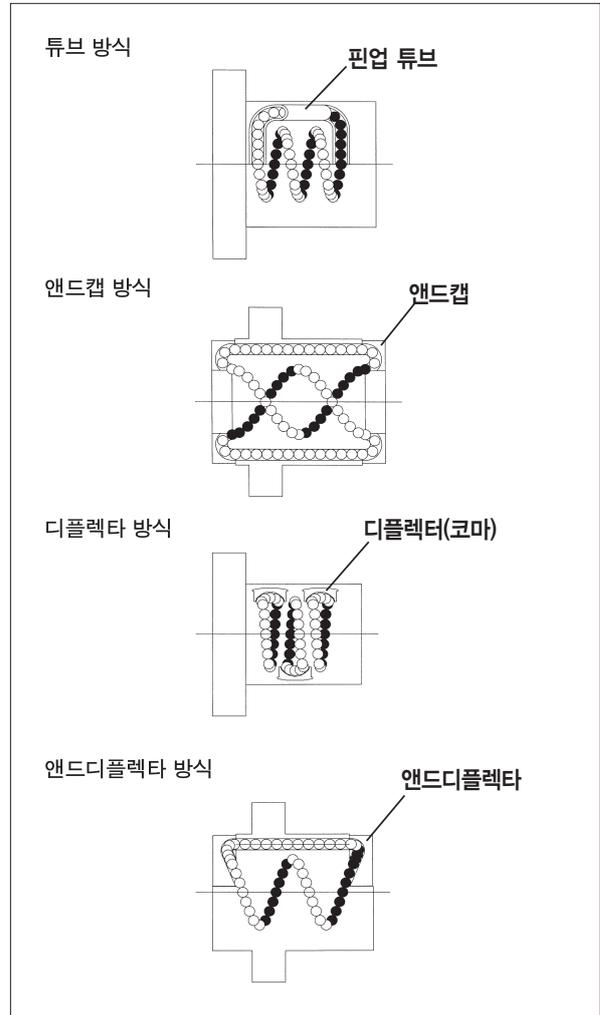


그림3 순환방식

표1 재료와 열처리

●연삭볼스크류

	재 료	열 처 리	경 도
너 트	크롬몰리브덴강 SCM420	침탄열처리	58~62HRC
나 사 축	크롬몰리브덴강 SCM415 SCM420	침탄열처리	58~62HRC
	크롬몰리브덴강 AISI 4150HV	유도가열처리	58~62HRC

●전조볼스크류

	재 질	열처리 방법	경 도
나사축	S45C S55C	유도가열처리	56~62HRC
너 트	SCM420	침탄열처리	58~62HRC
강 구	SUJ2	열처리	60HRC이상

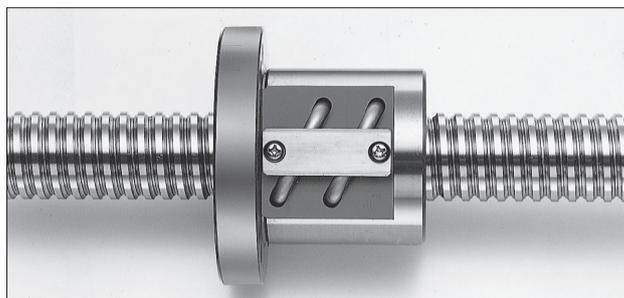
형식

■ 너트형식

싱글너트

너트 한개의 가장 간단한 형식입니다.

통상적으로는 경미한 축방향 클리어런스 상태에서 사용되지만, 나사 축과 너트의 나사구의 정도관리를 높이기 위하여 축방향 클리어런스를 제거하여 예압을 주는 것이 가능합니다. 싱글너트 예압타입은, 정밀위 치결정을 필요로 하는 반도체 제조장치, 조립로봇, 측정기기, 소형NC공작기계 등 경, 중하중의 경·보통 예압용에 적합합니다.



인테그랄 너트

너트의 나사부를 부하측과 예압측으로 나누어, 예압 상당량 오프셋하여 예압을 주는 것으로 더블 너트의 부하측과 예압측의 너트를 일체화한 제품입니다. 일체화에 따라 짧고 안정된 강성과 양호한 작동성을 얻을 수 있습니다. 보통예압 이상의 예압에 적합하고 중하중 이상의 모든기계, 장치 등에 적합합니다.



더블너트

부하측과 예압측의 너트를 설계, 서로 반대방향으로 회전시켜 소정의 예압을 부여한 후 너트사이에 핀을 넣어 고정시킨 제품입니다. 인테그랄너트 보다 많은 사이즈에 대응 가능하며 정밀위치결정과 함께 높은 강성을 필요로 하는 기계, 장치 등에 중하중 이상의 중, 고예압용에 적합합니다.



■ 플렌지형식

플렌지 형식은 다음과 같습니다.

형식기호	A	B	C	
플렌지형식	 각형	 단형	 환형	 환형
형식기호	D	E	F	
플렌지형식	 일면절단형	 각형 (카운터보링 없음)	 이면절단형	

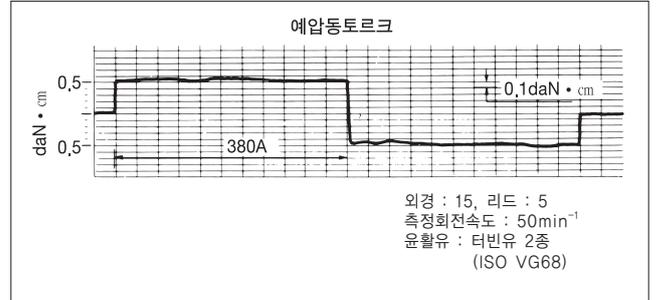
특주 제작 사양

실장기, 반도체·액정제조장치 및 클린 로봇, SEM관련장치, 소형공작기계, 의료관련장치, 자동차관련 설비 등 각종 산업계의 다양한 요구에 대응하고자, **KURODA**에서는 초정밀 볼스크류(C0급이상) 고속주행 대응, 스텐레스제 특수환경용 볼스크류, 긴 유지보수 및 환경대응의 볼스크류등 특수사양의 볼스크류도 제작하고 있습니다.

■ 초정밀 볼스크류(0.1 μ m /1 펄스의 이송이 가능)

초정밀한 미세이송을 할 경우 볼스크류의 토크 변동은 정도 저하의 원인이 되고, 기대한 정도가 얻어지지 않는 경우가 있습니다. 레이저 스캐너, SEM관련장치, 검사·분석장치 등에 있어서는 토크 변동이 이동 속도에 영향을 주어 고정도의 연속이송이 불가능합니다.

KURODA에서는 게이지 제조의 축척된 정밀가공기술을 활용한 자사제작의 나사 연삭반에 의한, 나사구형상·진원도·원통도를 정밀하게 관리하여 토크 변동을 최소화함에 따라 0.1 μ m /1 펄스의 이송이 가능한 볼스크류를 실현하였습니다.



■ 초정밀 볼스크류 (나사축의 전흔들림이 C0급의 1/4 ~ 1/3)

나사축의 힘이 전흔들림 허용수치내에 있으면, 일반적 구조에 있어 볼스크류의 양측에 설치된 강성이 있는 가이드에 따라 교정된, 특히 이송정도에 영향을 주지 않습니다만, 소형경량화된 안내 구조로의 장치와 컴팩트 설계를 고려한 간이가이드등으로 한 경우, 나사축의 힘은 이송정도를 악화시켜 피칭, 요잉 오차로하여 나타나는 경우가 있습니다.

KURODA에서는 독자의 특별한 가공방법에 따라 나사축 축심의 전흔들림이 C0급의 허용치의 1/4 ~ 1/3의 볼스크류도 제작합니다. 자세한 내용에 대하여는 당사에 문의하여 주십시오.

■ 고속대응 볼스크류

공작기계, 로봇 등 DmN수치70000을 초과하는 고속의 요구에 대응하는 볼스크류를 대응하고 있습니다.

표준화된 사양에는 본 카탈로그에 게재되어있는 고속정음 볼스크류 F시리즈를 시작으로, G시리즈(주문생산만)에 있어서도 각각의 DmN수치에 맞춘 고속대응 사양을 제작하고 있습니다.

세부사항에 대하여는, 당사에 문의하여 주십시오.

■ 특수환경용 볼스크류

● 올 스테인레스사양 볼스크류

진공, 크린룸, 내약품등 특수환경용에도 아웃트 가스가 적고 또한 내식성에 우수한 올 스테인레스제질의 볼스크류도 제작하고 있습니다. 세부사항에 대하여는 당사에 문의 하여 주십시오.

● 특수표면처리의 대응

내식성을 요구하는 환경에서 사용하는 경우에는, 방청능력이 있는 방청흑색피막 처리요구를 지시하여 주십시오.

방청흑색 피막처리의 피막두께는 1~2 μ m으로, 주행초기에 볼 접촉부는 벗겨지지만 그 후에도 방청효과는 유지됩니다.

따라서 높은 내식성이 요구되는 경우에는 방청흑색 피막처리에 볼 소 코팅을 부가한 사양, 그 외의 각종 표면처리에 대하여도 대응하고 있습니다.

세부사항에 대하여는 당사에 문의 하여 주십시오.

■ 윤활유니트 부착 볼스크류

윤활유니트 립씰은 볼스크류 너트의 양단부에 장착하여 너트 내부에 주입한 구리스를 적정량 축의 강구 구름면에 공급이 가능한 윤활장치입니다.

반도체,액정등 제조장치와 검사장치, 식품기계, 의료관련기기, 공작기계, 자동차생산설비에 구리스 급유의 유지보수기간을 연장할 수 있습니다.

윤활유니트 립씰의 세부 사양에 대하여는 본카탈로그 D14 PAGE를 참조바랍니다.

■ 각종 구리스 대응

KURODA에서는 크린룸에 대응하는 구리스를 처음으로 프레팅대책, 극압대응, 저온도범위외의 사양, 광온도범위외의 사양등 각종 사양에 부합되는 구리스를 사용하고 있습니다.

세부사항에 대하여는 당사에 문의 하여 주십시오.

■ 그 외 형상, 각종사양의 대응사례

KURODA에서는 표준화된 카탈로그 게재 이외의 형상, 사양도 대응하고 있습니다.

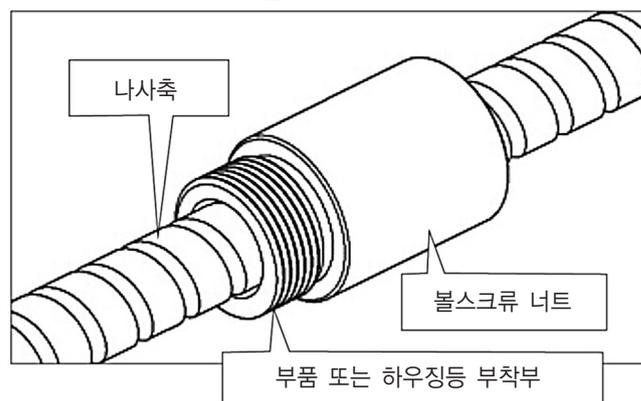
좌우볼스크류, 인치 계열의 리드, 중공스크류, 각형너트등 특수형상, 치차,스프라인,셀렉션(serration)등 부착된 나사축, 고부하에 대응하는 사양등 각종에 대응하고 있습니다.

세부사항에 대하여는 당사에 문의 하여 주십시오.

올 스테인레스사양의 재질

나사축, 너트, 강구	마텐자이트계 스테인레스강
순환부품	오스테나이트계 스테인레스강 석경화계 스테인레스강 등
기타볼트류	오스테나이트계 스테인레스강

● 특수너트 형상의 참고예



볼스크류 형식번호의 표시방법



① 볼스크류 시리즈

시리즈	재고 시리즈	주문생산	비고
F시리즈	FE/C7, FG·FZ/C5급	FR,FM,FZ/C3~C7급	※주문생산 시리즈의 R,OM,OMZ는 하기로 표시합니다. R:카타로그와 동일한 수치의 형상의 경우. OM:카타로그와 플렌지 형상이 다른 경우. OMZ:상기 이외의 경우. GT는 전조품으로 카탈로그 수치와 다른 경우에 적용.
D시리즈	DP/C3급	DR,DM,DZ/C0~C7급	
G시리즈	GE/C7급, GG·GK/C5급, GP/C3급	GR,GM,GZ/C0~C10급	
	GY/C10급(전조),GW/C7급(전조)	GT/C7또는C10급(전조)	
H시리즈	HG/C5급	-	

② 나사축경(단위:mm)을 두자리수 또는 알파벳으로 표시합니다.

- 나사축경이 한자리인 경우, 최초에 0 을 붙여 두자리로 표시합니다. (예)나사축경 5mm →05
- 나사축경이 세자리인 경우, 나사축경 100mm →A0, 125mm →C5로 표시합니다.

③ 볼스크류의 리드를 두자리수 또는 알파벳으로 표시합니다.

- 리드가 한자리인 경우, 최초에 0 을 붙여 두자리로 표시합니다. (예)나사축경 1mm →01
- 리드에 소수점 이하로 표시하는 경우는, 리드1.5mm →1F, 2.5mm →2F로 표시합니다.

④ 볼스크류 너트의 순환수

기호	순환수	적용순환방식	기호	순환수	적용순환방식
A	1.5권1열	튜브방식	H	1권2열	디플렉타방식
B	1.5권2열		J	1권3열	
C	1.5권3열		K	1권4열	
D	2.5권1열		L	1권5열	
E	2.5권2열		M	1권6열	
F	2.5권3열		P	사양참조	앤드디플렉타방식
G	3.5권1열		Q	사양참조	앤드캡방식
R	3.5권2열		Z	기타	기제이외의 경우 (너트없는경우포함)

⑤ 볼스크류 너트의 조합방식을 표시합니다.

기호	조합방식
S	싱글너트
T	인테그랄너트
D	더블너트(핀방식)
E	더블너트(스페이서방식)
F	플렌지조합더블너트(스페이서방식)
Z	기타(너트없는경우포함)

⑥ 플렌지형상을 기호로 표시합니다.

기호	플렌지형식
A, B, C, D, E, H	A7 PAGE를 참조바랍니다.
N	플렌지 없음(각형너트등)
Z	기타카탈로그외의형상(너트없는경우 포함)

⑦ 너트 몸체형상

기호	너트 몸체형상
A	등근형(튜브방식)
T	돌출형식(튜브방식)
U	매립형(튜브방식)
K	각너트형
D	디플렉타방식
G	가이드판방식
E	앤드캡방식
P	앤드디플렉타방식

⑧ 와이퍼종류

기호	와이퍼종류
P	플라스틱형
L	립실
F	펠트형
B	브러쉬형
N	와이퍼없음
S	롭실
Z	기타(너트없는경우포함)

⑨ 나사방향

기호	내용
R	오른나사
L	왼나사
Z	기타(너트없는경우포함)

⑩ 나사축전장(네자리수로 표시)

- 밀리미터(단위:mm)로 표시합니다. 소수점이 있는 경우는 소수점이하 버림.

⑪ 단말형상

기호	내용	적용
A	양단 미가공품	재고품
B	한단 완성품	재고품
X	양단 완성품	재고품, 주문생산품
D	양단 미가공품	GY시리즈로 촉만 주문하는 경우
Y	양단 완성품	

⑫ 나사부길이(네자리수로 표시)

- 밀리미터(단위:mm)로 표시합니다. 소수점이 있는 경우는 소수점이하 버림.

⑬ 정도등급을 표시합니다.

- C0, C1, C2, C3, C4, C5, C7으로 표시, C10은 『CA』 로 표시하여 주십시오.

⑭ 축방향 클리어런스

기호	클리어런스 수치
S	0mm(예압품)
F	0.005mm 이하
H	0.010mm 이하
M	0.030mm 이하
L	0.200mm 이하
Y	전조축방향 클리어런스 (GY/GW시리즈는 사양표참조)
Z	상기수치 이외의 경우

■ 재고연삭볼스크류 표시방법

축단 미가공품

■ GE, GG, GK, FE, FG시리즈 볼스크류

- 추가 가공이 없는 경우

<표시에>

GE/FE - - 나사축전장 A

GG/FG - - 나사축전장 A

형식번호

GK - - 나사축전장 X 나사부길이 -C5F

형식번호

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

GE/FE - - 나사축전장 X 나사부길이 -C7F

GG/FG/GK - - 나사축전장 X 나사부길이 -C5F

■ HG시리즈 볼스크류

- 추가 가공이 없는 경우

<표시에>

HG - - 나사축전장 A

형식번호

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

HG - - 나사축전장 X 나사부길이 -C5_H^F

한단 가공품

■ GP/DP시리즈 볼스크류

- 추가 가공이 없는 경우

<표시에>

GP - - 나사축전장 B-C3_F^S

DP - - 나사축전장 B-C3_F^S

형식번호

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

GP - - 나사축전장 X 나사부길이 -C3_F^S

DP - - 나사축전장 X 나사부길이 -C3_F^S

■ 재고전조볼스크류 표시방법

축단 미가공품

■ GY시리즈 볼스크류

[축·너트의 셋트]

- 추가 가공이 없는 경우

<표시에>

GY - - 나사축전장 A

└──────────────────────────────────┘
형식번호

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

GY - - 나사축전장 X 나사부길이 -CAY

[너트만]

나사축전장 이후는 생략합니다.

<표시에>

GY -

[축만]

- 추가 가공이 없는 경우

단말형상 표시기호를 D로 표기합니다.

<표시에>

GY ZZ - ZZZZ - 나사축전장 D

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

GY ZZ - ZZZZ - 나사축전장 X 나사부길이 -CAY

주) 나사축 외경 및 리드가 동일 축일 경우 너트형상에 따라 상호 상관성이 있습니다.

축단 미가공품

■ GW시리즈 볼스크류

[축·너트의 셋트]

- 추가 가공이 없는 경우

<표시에>

GW - - 나사축전장 A

└──────────────────────────────────┘
형식번호

- 추가 가공이 있는 경우

단말형상 표시기호를 X로 표기, 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

<표시에>

GW - - 나사축전장 X 나사부길이 -C7Y

■ 주문생산볼스크류 표시방법

■ 너트치수가 카탈로그와 동일한 경우

이 경우는, 형신번호는 그대로, 형신번호 이후는 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

〈표시에〉

GR/DR/FR - - 나사축전장 X 나사부길이 - 정도 축방향 클리어런스

형식번호

■ 너트장착 플랜지부의 치수, 형상이 카탈로그와 다른 경우

이 경우는, 형신번호를 GM/DM/FM으로 표기, 플랜지형식번호를 N 또는 Z, 형신번호 이후는 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

〈표시에〉

GM/DM/FM - ^N/_Z - 나사축전장 X 나사부길이 - 정도 축방향 클리어런스

형식번호

■ 상기 이외의 경우로 너트 동부의 변경 및 카탈로그 이외의 사이즈, 원나사 등의 경우

이 경우는, 형신번호를 GZ/DZ/FZ으로 표기, 필요한 곳을 변경한 후, 형신번호 이후는 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

〈표시에〉

GZ/DZ/FZ - Z - 나사축전장 X 나사부길이 - 정도 축방향 클리어런스

형식번호

■ 주문생산전조볼스크류 표시방법

■ 너트치수가 카탈로그와 다른 경우

이 경우는, 형신번호를 GY로 표기, 필요한 곳을 변경한 후, 형신번호 이후는 나사축전장, 나사부길이, 정도, 축방향 클리어런스를 표시합니다.

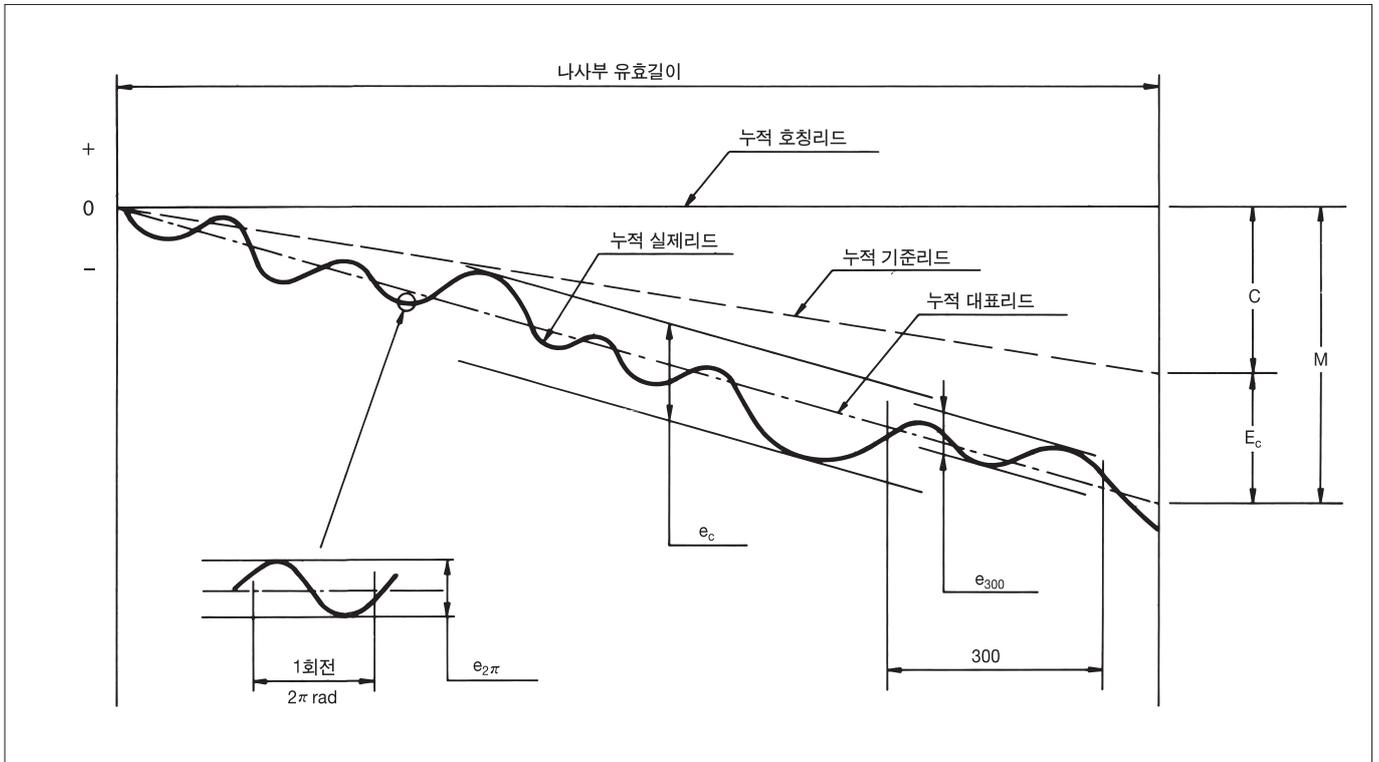
〈표시에〉

GT - Z - 나사축전장 X 나사부길이 - 정도 축방향 클리어런스

형식번호

리드정도

볼스크류의 리드정도는 JIS에 기준하며, 다음에 표시한 특성에 정의되어, 그 허용치를 표2, 표3 표시합니다.



용어의 의미

기준리드

일반적으로 호칭리드와 동일하지만 사용목적에 따라 의식적으로 호칭리드를 수정한 값을 취할 경우도 있습니다.

(예 : 호칭리드 10mm → 기준리드 9.9995mm)

누적기준리드 목표치 C

온도변화나 외부하중에 따라 나사축의 신축이 예상되는 경우에 미리 설정한 누적리드의 목표치로, 그 숫치는 실험과 경험에 의해 결정합니다. 목표치 C는 PAGE E20의 누적기준리드의 결정방법을 참고로 하여 설정하여 주십시오.

누적실리드

실제 볼스크류에 연속측정 또는 나사축의 축선을 포함한 임의의 단면상에 걸리는 측정에 따라 구한 누적리드

누적대표리드 M

누적실리드의 경향을 대표하는 직선. 볼스크류의 유효 이동량 또는 나사축의 나사부 유효길이에 대한 누적실리드를 표시한 곡선으로부터, 최소 2승법 또는 이와 유사한 근사법에 의해 구합니다.

누적대표리드오차 E_c

누적대표리드(M)로부터 누적 기준리드 목표치(C)를 뺀값.

변동

누적대표리드에 평행하게 그은 두개의 직선 사이의 누적실리의 최대폭으로 e_c , e_{300} , $e_{2\pi}$ 로 규정됩니다.

e_c : 볼스크류의 유효 이동량 또는 나사축의 나사부 유효길이에 대한 최대폭.

e_{300} : 나사축의 나사부 유효 길이 사이에 임의의 300mm 있어서의 최대폭.

$e_{2\pi}$: 나사축의 나사부 유효길이 사이에 임의의 1회전(2π rad) 있어서의 최대폭.(취보, 비틀거림)

■누적대표리드오차변동허용치

●정도등급 C0~C5

표2 누적대표리드오차(±E_c)와 변동(e_c)의 허용치

(단위 : μm)

나사부 유효길이(mm)	정도등급		C 0		C 1		C 2		C 3		C 4		C 5	
	초과	이하	±E _c	e _c										
—	315		4	3.5	6	5	9	6	12	8	15	11	23	18
315	400		5	3.5	7	5	10	7	13	10	17	13	25	20
400	500		6	4	8	5	11	7	15	10	19	13	27	20
500	630		6	4	9	6	12	9	16	12	20	16	30	23
630	800		7	5	10	7	14	10	18	13	24	17	35	25
800	1000		8	6	11	8	16	11	21	15	28	19	40	27
1000	1250		9	6	13	9	18	12	24	16	32	21	46	30
1250	1600		11	7	15	10	21	13	29	18	38	24	54	35
1600	2000				18	11	26	15	35	21	46	28	65	40
2000	2500				22	13	31	18	41	24	54	32	77	46
2500	3150				26	15	37	21	50	29	66	38	93	54
3150	4000				32	18	43	24	62	35	80	46	115	65
4000	5000								76	41	97	54	140	77
5000	6000												170	93

표3 변동허용치

(단위 : μm)

정도 등급	C 0		C 1		C 2		C 3		C 4		C 5	
항 목	e ₃₀₀	e _{2π}										
허 용 치	3.5	3	5	4	6	5	8	6	11	7	18	8

●정도등급 C7~C10

표4 누적리드 오차허용치

(단위 : mm)

C7 및 C10의 누적 리드오차는 JIS에 기준하여 나사축의 나사부 유효길이에 임의의 30mm에 있어서의 기준리드에 대한 리드오차의 허용치로 규정합니다.

정도 등급	C 7	C 10
누적리드오차	0,05/300	0,21/300

■정도등급과 축방향 클리어런스

정도등급과 축방향 클리어런스의 관계는 우측표에 표시합니다.

표5 정도등급과 축방향 클리어런스

기호	클리어런스 (mm)	너트표시	정도등급								
			C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 7	C 10	
S	0	더블너트	○	○	○	○	○	○	○	—	—
S	0	싱글너트	○	○	○	○	○	○	○	—	—
F	0.005이하		—	○	○	○	○	○	○	—	—
H	0.010이하		—	—	—	—	○	○	○	—	—
M	0.030이하		—	—	—	—	○	○	○	○	—
L	0.200이하		—	—	—	—	—	—	○	○	○

- ※ 인터그랄너트의 경우는 더블너트의 조합을 적용합니다.
- ※ 전조볼스크류 GY/GW시리즈는 위 표를 적용하지 않고 전조볼스크류의 각 페이지를 참조하십시오.
- ※ 상기 이외의 조정에 대해서는 별도 문의하여 주십시오.

■정도등급과 축길이의 제작범위

세장비율(축길이/축지름)가 큰경우에는 희망하는 나사 정도의 제작이 어려운 경우가 있습니다.

표6은 표준작업에서 제작 할 수 있는 최대 길이를 표시합니다. 제작 범위를 초과하는 경우에는 문의하여 주십시오.

표6 정도등급과 축길이 제작범위

(단위 : mm)

정도등급	나 사 축 외 경																
	4	6	8	10	12	15 · 16	20	25	28	32	36	40	45	50	55	63	70 · 80 · 100 · 125
C0	90	160	240	340	420	500	800	1100	1200	1600	1800	2000	2000	2000	2000	2000	—
C1	120	180	280	400	500	600	900	1300	1500	1800	2000	2200	2300	2800	3000	3000	3000
C2	120	180	280	400	500	600	1100	1600	1800	2200	2500	2800	3000	3600	4000	4500	4500
C3	140	210	340	480	600	700	1400	1800	2000	2500	2800	3200	3600	4000	5000	5200	5500
C4	140	210	340	480	600	800	1400	1800	2000	2500	2800	3200	3600	4000	5000	5200	5500
C5	140	210	340	500	700	1500	2000	2000	2200	2800	3100	3600	4100	4500	5500	5500	5500
C7	—	—	—	340	500	700	1500	2000	2300	2600	3200	3600	4600	5000	5500	5500	5500
C10	—	—	—	—	—	1500	2000	2300	2600	3600	4000	4600	5200	5500	5500	5500	5500

※ 단, 리드가 나사축 호칭 외경 보다 클 경우 제작가능 등급은 C2~C10이 됩니다.

볼스크류 기술자료

볼스크류 장착부정도

■ 볼스크류의 각부위 정도

볼스크류축의 지지부 축선에 대한 나사구면 및 부품장착부의 반경방향 원주 흔들림과 지지부 단면의 직각도의 공차는 각각의 표7과 표8에 따릅니다.

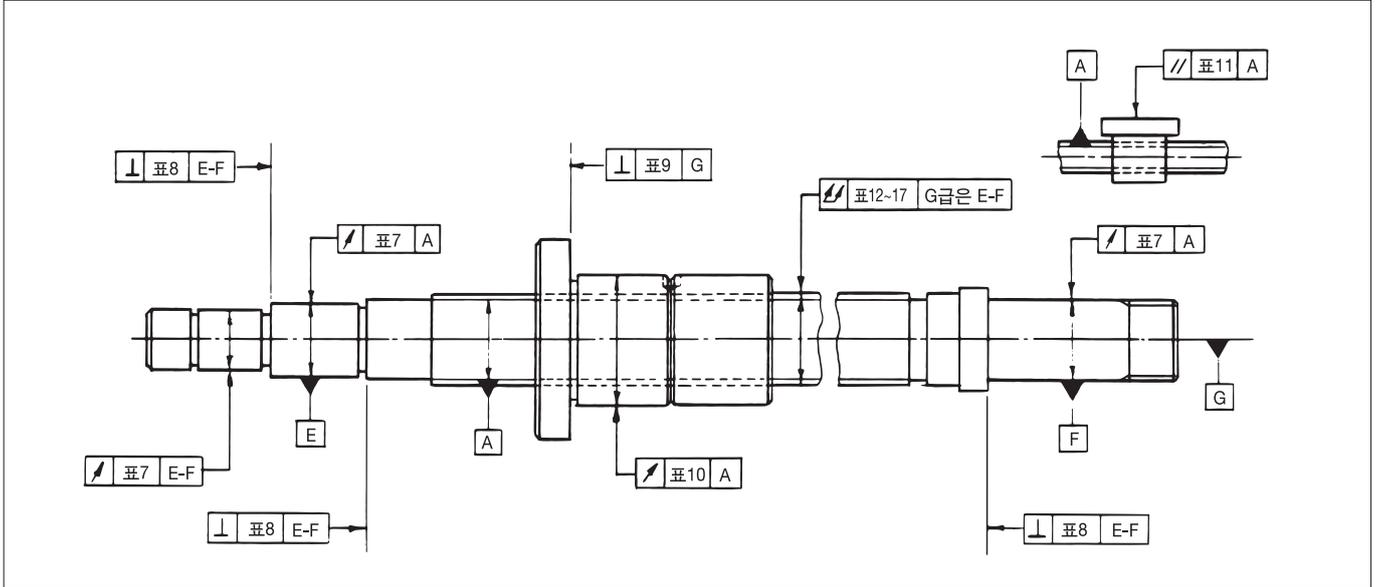


그림5 볼스크류의 장착부 정도(예시도)

표7 나사축 지지부 축선에 대한 나사구면의 반경 방향 원주 흔들림과
 나사축 지지부 축선에 대한 부품 장착부의 반경 방향 원주 흔들림 (단위 : μm)

나사축외경 (mm)		흔들림 공차 (최대)					
초과	이하	C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
	8	3	5	7	8	9	10
8	12	4	5	7	8	9	11
12	20	4	6	8	9	10	12
20	32	5	7	9	10	11	13
32	50	6	8	10	12	13	15
50	80	7	9	11	13	15	17
80	125		10	12	15	17	20

注) 이항목의 측정에는 나사축 축선의 흔들림의 영향이 포함되어 있으므로 그 보정이 필요합니다.

그 보정 방법으로 나사축전장과 지점과, 측정점간의 거리 (L1, L2)와의 비에 따라서 표12~17의 나사축 축선의 전흔들림 (공차)으로 부터 보정치를 구하여, 위표의(공차)에 더하여 적용합니다.

표8 나사축의 지지부 축선에 대한 지지부 단면의 직각도 (단위 : μm)

나사축외경 (mm)		직각도 공차 (최대)					
초과	이하	C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
	8	2	3	3	4	4	5
8	12	2	3	3	4	4	5
12	20	2	3	3	4	4	5
20	32	2	3	3	4	4	5
32	50	2	3	3	4	5	5
50	80	3	4	4	5	6	7
80	125		4	5	6	7	8

■ 너트의 장착부 정도

장착의 기준이 되는 나사축의 축선에 대한 너트 기준단면 및 플렌지 장착면의 직각도, 나사축의 축선에 대한 너트외주면(원통형 또는 평면형)의 반경방향 원주 흔들림 및 평행도의 공차는 각각 표9, 표10, 표11에 따릅니다.

표9 나사축 축선에 대한 너트 기준 단면 및 플렌지 장착면의 직각도 (단위 : μm)

너트외경 (mm)		직 각 도 공 차 (최 대)					
초과	이하	C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
	20	5	6	7	8	9	10
20	32	5	6	7	8	9	10
32	50	6	7	8	8	10	11
50	80	7	8	9	10	11	13
80	125	7	9	10	12	13	15
125	160	8	10	11	13	15	17
160	200		11	12	14	16	18
200	250		12	13	15	17	20

표10 나사축 축선에 대한 너트 외주면(원통형의 경우)의 반경방향 원주 흔들림 (단위 : μm)

너트외경 (mm)		흔 들 림 공 차 (최 대)					
초과	이하	C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
	20	5	6	7	9	10	12
20	32	6	7	8	10	11	12
32	50	7	8	10	12	13	15
50	80	8	10	12	15	17	19
80	125	9	12	16	20	23	27
125	160	10	13	17	22	26	30
160	200		16	20	25	29	34
200	250		18	23	28	33	38

표11 나사축의 축선에 대한 너트 외주면 (평면형 장착면의 경우)의 평행도 (단위 : μm)

장착기준길이 (mm)		평 행 도 공 차 (최 대)					
초과	이하	C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
	50	5	6	7	8	9	10
50	100	7	8	9	10	11	13
100	200		10	11	13	15	17

볼스크류 기술자료

■ 나사축 축심의 전흔들림

나사축 축심의 전흔들림의 허용치는 각각 표12~표17에 따릅니다.

표12 나사축축심의 전흔들림(C0)

(단위 : mm)

나사축외경		초과	—	8	12	20	32	50	80
나사축길이		이하	8	12	20	32	50	80	125
초과	이하								
—	125		0,015	0,015	0,015				
125	200		0,025	0,020	0,020	0,015			
200	315		0,035	0,025	0,020	0,020			
315	400			0,035	0,025	0,020	0,015		
400	500			0,045	0,035	0,025	0,020		
500	630			0,050	0,040	0,030	0,020	0,015	
630	800				0,050	0,035	0,025	0,020	
800	1000				0,065	0,045	0,030	0,025	
1000	1250				0,085	0,055	0,040	0,030	
1250	1600				0,110	0,070	0,050	0,040	
1600	2000					0,095	0,065	0,045	

표13 나사축축심의 전흔들림(C1)

(단위 : mm)

나사축외경		초과	—	8	12	20	32	50	80
나사축길이		이하	8	12	20	32	50	80	125
초과	이하								
—	125		0,020	0,020	0,015				
125	200		0,030	0,025	0,020	0,020			
200	315		0,040	0,030	0,025	0,020			
315	400		0,045	0,040	0,030	0,025	0,020		
400	500			0,050	0,040	0,030	0,025		
500	630			0,060	0,045	0,035	0,025	0,020	
630	800				0,060	0,040	0,030	0,025	
800	1000				0,075	0,055	0,040	0,030	
1000	1250				0,095	0,065	0,045	0,035	0,030
1250	1600				0,130	0,085	0,060	0,045	0,035
1600	2000					0,120	0,080	0,055	0,040
2000	2500						0,100	0,070	0,050
2500	3150						0,130	0,090	0,060
3150	4000							0,120	0,080

표14 나사축축심의 전흔들림(C2)

(단위 : mm)

나사축외경		초과	—	8	12	20	32	50	80
나사축길이		이하	8	12	20	32	50	80	125
초과	이하								
—	125		0,025	0,020	0,020				
125	200		0,035	0,030	0,020	0,025			
200	315		0,045	0,035	0,025	0,025			
315	400		0,050	0,045	0,035	0,030	0,025		
400	500			0,055	0,045	0,035	0,025		
500	630			0,065	0,050	0,040	0,030	0,025	
630	800				0,065	0,045	0,035	0,030	
800	1000				0,080	0,060	0,045	0,035	
1000	1250				0,105	0,070	0,050	0,040	0,030
1250	1600				0,140	0,095	0,065	0,050	0,035
1600	2000					0,130	0,090	0,065	0,045
2000	2500						0,110	0,080	0,055
2500	3150						0,140	0,100	0,065
3150	4000							0,130	0,090
4000	5000								0,110

표15 나사축 축심의 전흔들림(C3)

(단위 : mm)

나사축외경		나사축길이							
		초과	—	8	12	20	32	50	80
초과	이하	이하	8	12	20	32	50	80	125
		—	125		0,025	0,025	0,020		
125	200		0,035	0,035	0,025	0,020			
200	315		0,050	0,040	0,030	0,030			
315	400		0,060	0,050	0,040	0,035	0,025		
400	500			0,065	0,050	0,040	0,030		
500	630			0,080	0,055	0,045	0,035	0,030	
630	800				0,070	0,055	0,040	0,035	
800	1000				0,095	0,065	0,050	0,040	0,030
1000	1250				0,120	0,085	0,060	0,045	0,035
1250	1600				0,160	0,110	0,075	0,055	0,040
1600	2000					0,140	0,095	0,070	0,050
2000	2500						0,120	0,085	0,060
2500	3150						0,160	0,110	0,075
3150	4000						0,220	0,150	0,100
4000	5000							0,200	0,130

표16 나사축 축심의 전흔들림(C4)

(단위 : mm)

나사축외경		나사축길이							
		초과	—	8	12	20	32	50	80
초과	이하	이하	8	12	20	32	50	80	125
		—	125		0,030	0,030	0,030		
125	200		0,040	0,040	0,035	0,030			
200	315		0,055	0,050	0,040	0,035			
315	400		0,070	0,060	0,050	0,040	0,035		
400	500			0,075	0,055	0,050	0,040		
500	630			0,090	0,070	0,055	0,050	0,035	
630	800				0,080	0,065	0,055	0,040	
800	1000				0,100	0,070	0,060	0,050	0,035
1000	1250				0,130	0,090	0,070	0,055	0,040
1250	1600				0,170	0,120	0,080	0,060	0,045
1600	2000					0,150	0,110	0,080	0,060
2000	2500						0,130	0,100	0,070
2500	3150						0,180	0,130	0,090
3150	4000						0,240	0,170	0,120
4000	5000							0,220	0,150

표17 나사축 축심의 전흔들림(C5)

(단위 : mm)

나사축외경		나사축길이							
		초과	—	8	12	20	32	50	80
초과	이하	이하	8	12	20	32	50	80	125
		—	125		0,035	0,035	0,035		
125	200		0,050	0,040	0,040	0,035			
200	315		0,065	0,055	0,045	0,040			
315	400		0,075	0,065	0,055	0,045	0,035		
400	500			0,080	0,060	0,050	0,045		
500	630			0,090	0,075	0,060	0,050	0,040	
630	800				0,090	0,070	0,055	0,045	
800	1000				0,120	0,085	0,065	0,050	0,045
1000	1250				0,150	0,100	0,075	0,060	0,050
1250	1600				0,190	0,130	0,095	0,070	0,055
1600	2000					0,170	0,120	0,085	0,065
2000	2500						0,150	0,110	0,080
2500	3150						0,200	0,140	0,095
3150	4000						0,260	0,180	0,120
4000	5000							0,240	0,160
5000	6300							0,320	0,210

볼스크류 기술자료

예압토크

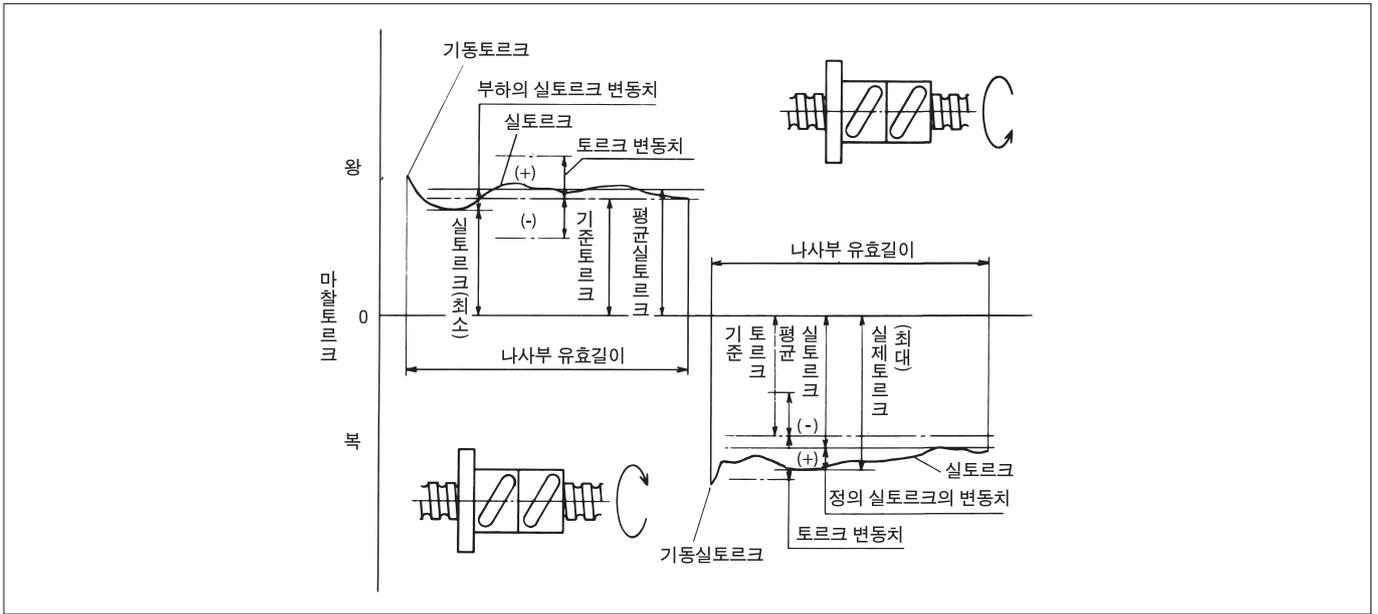


그림6 예압토크 특성

용어의 의미

예압

볼스크류 백래쉬의 감소와 강성의 증대를 위하여 일군의 강구를 삽입 하거나 또는 상호에 축방향으로 변위시킨 너트를 사용하는 것.

예압동토크

소정의 예압을 부여한 볼스크류를 외부 하중이 작용하지 않은 상태에서 나사축 또는 너트를 연속적으로 회전시키는데 필요한 동토크.

기준토크

목표로 설정한 예압동토크.

토크 변동치

목표로 설정한 예압동토크의 변동치.
기준토크에 대하여 정(正)또는 부(負)가 된다.

토크 변동율

기준토크에 대한 토크 변동치의 비율.

실토크

실제의 볼스크류에 대하여 측정된 예압동토크.

평균 실토크

나사부유효길이에서 너트를 왕복운동시켜 측정된 실토크의 최대치와 최소치의 산술평균치.

실토크 변동치

나사부유효길이에서 너트를 왕복운동시켜 측정된 최대 변동치.
평균실토크에 대한 정(正)또는 부(負)가 된다.

실토크 변동율

평균실토크에 대한 실토크 변동치의 비율.

측정조건

측정 회전속도 : 100min⁻¹

윤활유 점도 : ISO VG100

토크 변동율의 허용범위

표18 토크 변동율의 허용영역

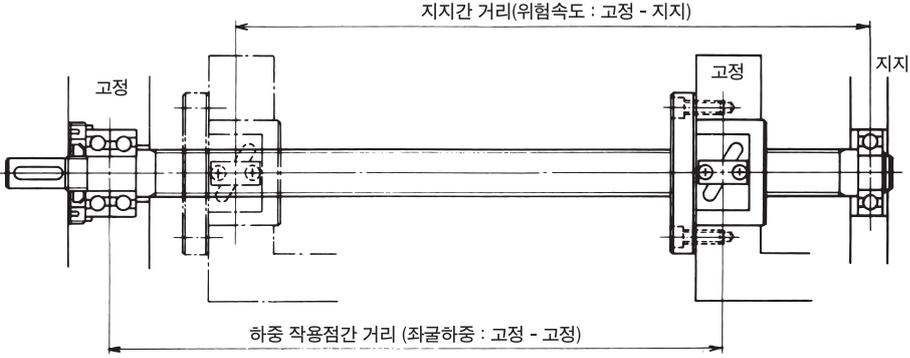
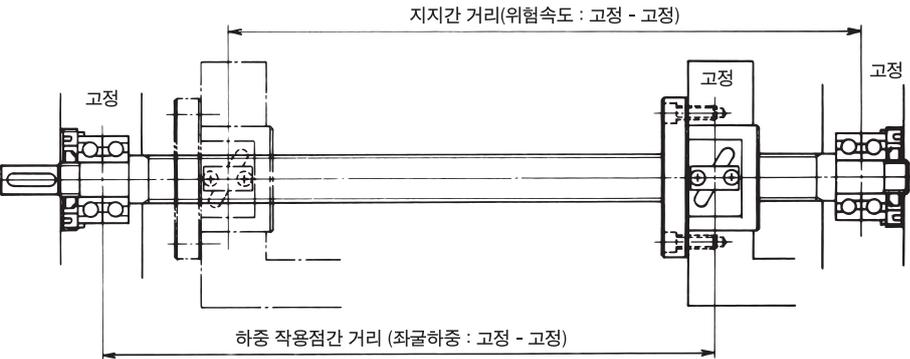
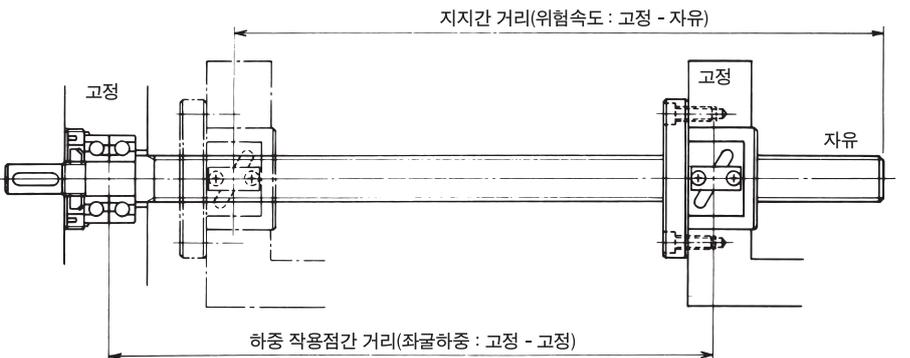
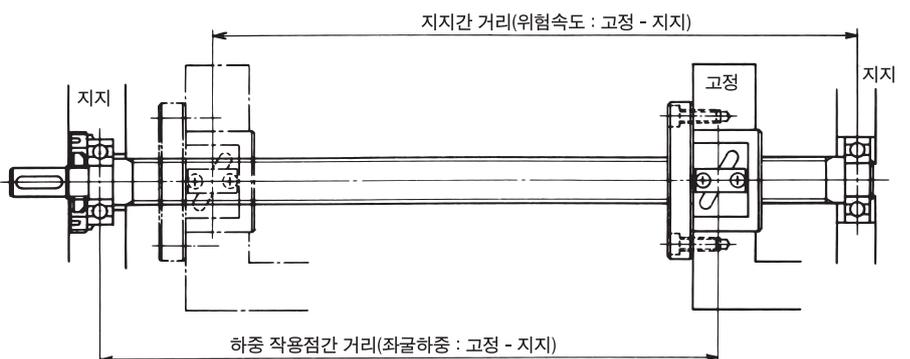
기준토크 (N · cm)	나사부유효길이(mm)												
	4000이하												
	세장비율 : 40 이하 정도등급					세장비율 : 60 이하 정도등급							
초과	이하	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C0	C1	C2	C3	C4	C5
20	40	±35%	±40%	±45%	±45%	±50%	±55%	±40%	±45%	±50%	±55%	±60%	±65%
40	60	±25	±30	±35	±35	±40	±45	±33	±38	±45	±45	±50	±50
60	100	±20	±25	±30	±30	±35	±35	±25	±30	±35	±35	±40	±40
100	250	±15	±20	±25	±25	±30	±30	±20	±25	±30	±30	±35	±35
250	630	±10	±15	±20	±20	±25	±25	±15	±20	±25	±25	±30	±30
630	1000	—	—	±15	±15	±20	±20	—	—	±20	±20	±25	±25

주) 세장비율은 나사축의 나사부길이(mm)를 나사축 외경(mm)로 나눈 값입니다.

나사축의 설계

■ 나사축의 설치 지지 방법

나사축의 대표적인 설치방법으로는 아래의 4종류가 있습니다. 설치방법의 차이에 따라 허용 축방향 하중과 위험속도에 대한 허용회전속도가 달라짐으로 가혹한 사용조건과 고정도를 필요로하는 경우에는 충분한 검토가 필요합니다.

설치 방법	적용 예
	<ul style="list-style-type: none"> ● 일반적인 설치방법 ● 중속회전~고속회전 ● 중정도~고정도
	<ul style="list-style-type: none"> ● 중속회전 ● 고정도
	<ul style="list-style-type: none"> ● 저속회전 ● 축이 짧은 경우 ● 중정도
	<ul style="list-style-type: none"> ● 저속회전~중속회전 ● 저정도~중정도

볼스크류 기술자료

볼스크류 기술자료

■ 허용 축방향하중

축방향하중에 대한 최소축경을 선정하기 위해 허용축방향하중 선도를 아래 그림에 표시합니다.

- (1) 사선은 나선축의 좌굴을 고려한 허용축방향 하중입니다.
나사축의 지지방법에 따라 각각의 수치를 읽어 주십시오.
- (2) 설치거리에 대한 평행한 선은 허용인장·압축하중입니다.
지지-지지의 수치에서 읽어 주십시오.
- (3) 설치거리에 대한 수직인 선은 표준적인 작업으로 제작 할 수 있는 나선축의 길이를 표시합니다. (PAGE E3의 표6 참조)

● 좌굴에 대응하는 허용축방향하중 : P

$P = \alpha P_k(N) \dots \dots \dots \textcircled{1}$

단,
 P_k : 좌굴하중(N)
 α : 안전계수($\alpha=0.5$)
 요구되는 안전성의 정도에 따라 안전율을 크게 설정할 필요가 있습니다.

일반적으로 긴축의 좌굴하중은 오일러식에 의해 산출하는 것이 가능합니다.

단, 세장비 l/k (k : 단면 2차반경)가 90이하의 경우는 랭카인(Rankine) 또는 테트마예르식(Tetmajer)을 적용하여 주십시오.

● 오일러식에 따른 좌굴하중 : P_k

$P_k = \frac{n\pi^2 EI}{l^2} (N) \dots \dots \dots \textcircled{2}$

단,
 P_k : 좌굴을 일으키기 시작하는 하중(N)
 l : 하중작용점간 거리(mm)
 E : 영률($2.06 \times 10^5 \text{N/mm}^2$)
 I : 나선축곡경단면의 최소2차 모멘트(mm^4)
 $I = \frac{\pi}{64} d^4$
 d : 나선축곡경(mm) 각형상 치수표 참조
 n : 볼스크류의 지지방법에 의한 결정계수
 지지-지지 $n=1$
 고정-지지 $n=2$
 고정-고정 $n=4$
 고정-자유 $n=0.25$

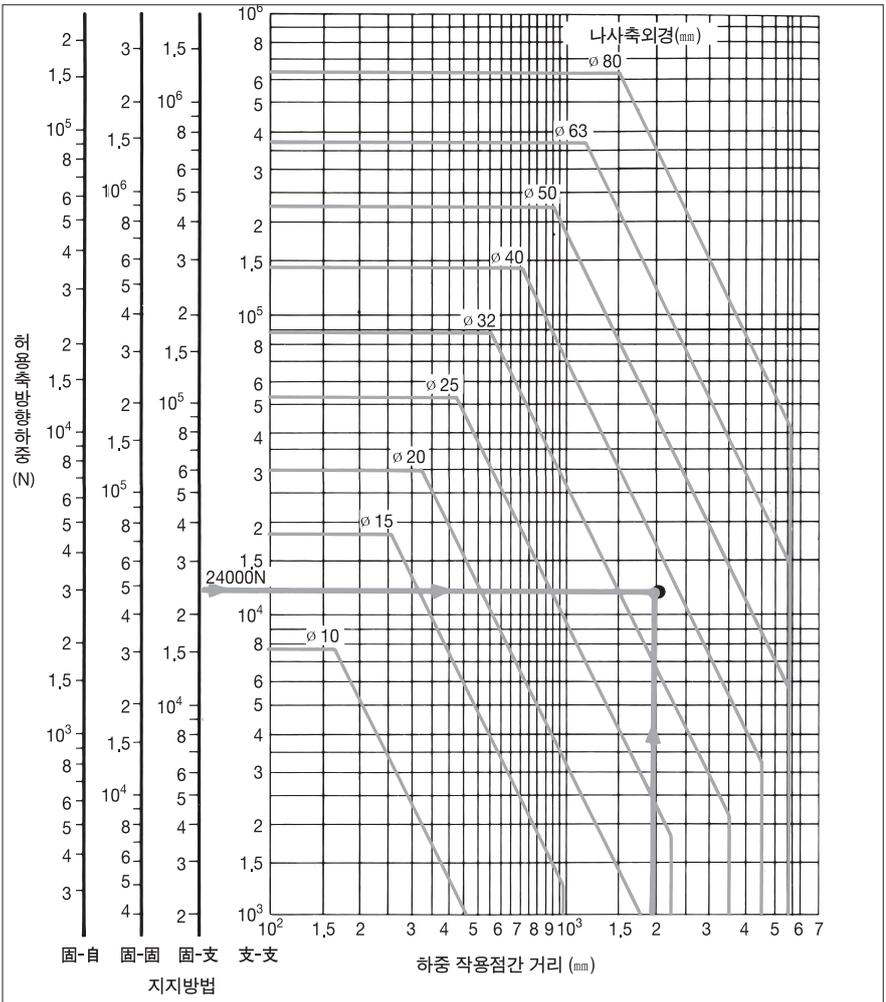


그림7 허용축 방향 하중 선도

- 예) 축경을 구하는 방법
 하중작용점간 거리가 2000mm로 고정-지지 하는 볼스크류에 축방향 최대하중 24000N에 압축하여 걸리는 경우의 축경을 구하는 방법
1. 하중작용점간 거리 2000mm로부터의 수직선과 고정-지지의 허용축 방향하중 24000N에서 하중 작용점간 거리에 대하여 수평한 선과의 교차점을 구합니다.
 2. 그 교차점보다 외측에 있는 선의 축경 40mm 이상을 선정합니다.

볼스크류 기술자료

■ 허용 회전속도

볼스크류의 허용회전속도에는 너트내를 순환하는 볼의 회전속도의 한 계로, DmN치와 회전축에 걸리는 위험속도를 적용하고 있습니다. 회전속도에 대한 최적의 축경을 선정하기 위해서 허용회전속도 선도표를 그림8를 에 표시합니다.

- (1) 사선은 위험 속도에서 구한 허용회전속도입니다.
나사축의 지지 방법에 따라 각각의 수치를 읽어 주십시오.
- (2) 지지간 거리에 대한 수평한 선은 회전속도의 한계로 DmN치로부터 구한 허용회전속도에서 지지-지지의 수치를 읽어 주십시오..
- (3) 지지간 거리에 대한 수직하한 선은 표준적 작업으로 제작 할수있는 나사축길이를 표시합니다. (PAGE E3의 표6 참조)

● 위험속도 : Nc

$$N_c = f_a \frac{60 \lambda^2}{2\pi \ell^2} \sqrt{\frac{EI \times 10^3}{\gamma A}} \quad (\text{min}^{-1}) \dots \dots \textcircled{4}$$

단,

ℓ : 지지간거리(mm) f_a : 안전계수(0.8)

E : 영률(2.06 × 10⁵N/mm²)

I : 나사축곡경 단면의 최소 2차모멘트(mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

d : 나사축곡경(mm) 각형상 치수표 참조

γ : 밀도 (7.8~10⁻⁶kg/mm³)

A : 나사축곡경 단면적(mm²)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

λ : 볼스크류의 지지방법에서 정한 계수

지지-지지 λ = π 고정-고정 λ = 4,730

고정-지지 λ = 3,927 고정-자유 λ = 1,875

● DmN치

◇ GR, GD, GE, GG, GK, GP, DP, HG 시리즈의 경우

$$DmN \leq 70000 \dots \dots \textcircled{3}$$

◇ GY, GW 시리즈의 경우

$$DmN \leq 50000 \dots \dots \textcircled{3}$$

◇ FR, FE/FG 시리즈의 경우

각 나사축 외경의 DmN치 및 최고회전 속도는 아래의 표와 같습니다.

단,

Dm : 축외경(mm) + A치(mm)

N : 최고회전 속도 (min⁻¹)

볼경	A치
0.8000	0.24
1.0000	0.30
1.2000	0.30
1.5875	0.30
2.0000	0.40
2.3812	0.60
2.7780	0.60
3.1750	0.80
3.9688	0.80
4.7625	1.00
6.3500	1.80
7.1438	2.00
7.9375	2.00
9.5250	2.40

나사축외경	리드	A치	N (Max.)	DmN
10	10	0.6	5000	53000
12	10	0.8	5000	64000
12	20	0.8	5000	64000
15	5	0.8	5000	79000
15	10	0.8	5000	79000
15	20	0.8	5000	79000
20	10	1.0	5000	105000
20	20	1.0	5000	105000
25	5	0.8	5000	129000
25	10	1.0	5000	130000
25	25	1.0	5000	130000
32	5	0.8	4000	131200
32	8	1.0	4000	132000
32	12	1.8	4000	135200
32	16	1.8	4000	135200
36	12	2.0	3500	133000
36	16	2.0	3500	133000
40	8	1.0	3200	131200
40	10	1.8	3200	133760
40	12	2.0	3200	134400
40	16	2.0	3200	134400

注) 상기 표의 DmN치를 초과하는 경우는 KURODA사에 문의하여 주십시오.

볼스크류 기술자료

볼스크류에 회전속도와 나사축이 갖는 고유 진동수와의 공진현상은 회전계의 지지간 거리 l 에 걸리는 축 자중에 의한 힘의 불균형으로부터 발생하는 것으로서, 고유 진동수에 해당하는 위험속도는 그 진동의 진폭을 증가시킵니다.

실제 볼스크류 사용에 있어서는 너트가 이동축베어링(이동베어링)의 역할을 하기 때문에 지지간거리 l 는 항상 변화하고 축의 힘도 변화함으로 식 ④ 의 위험속도는 일시적이며 안전성을 감안한 허용 회전속도로 고려해 주십시오.

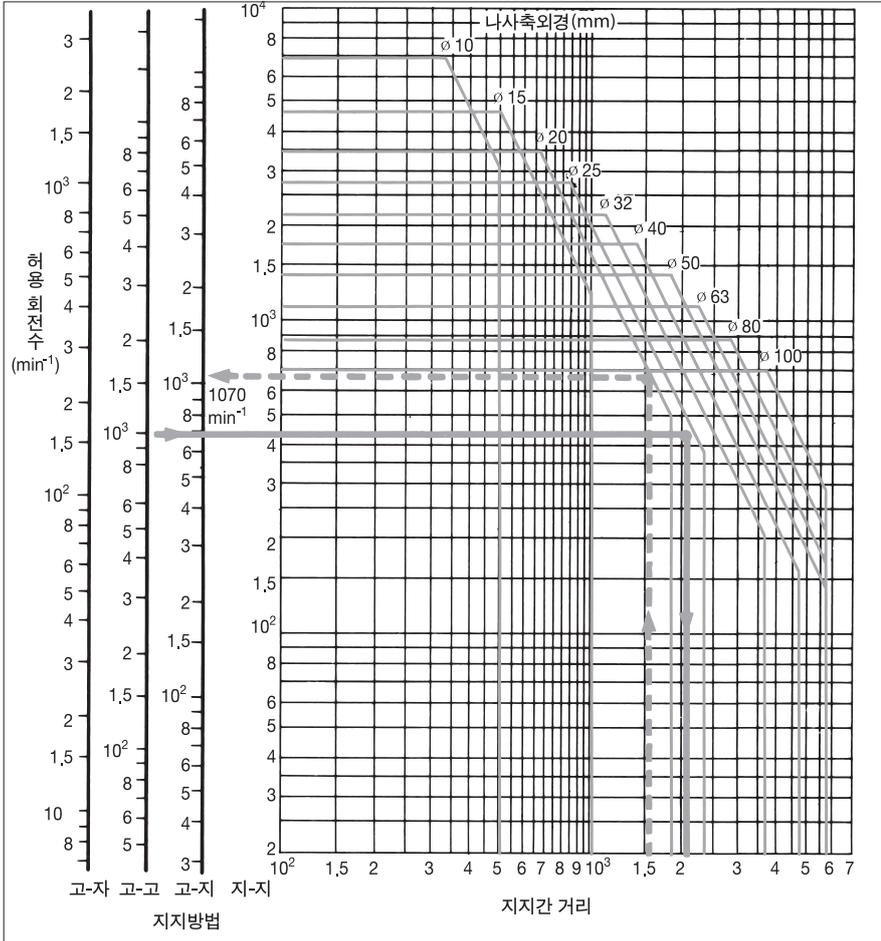


그림8 허용회전속도 선도표

예1. 허용회전속도를 구하는 방법

나사축 외경 20mm의 볼스크류를 지지간거리 1500mm로 고정-지지로 지지했을때의 허용회전속도를 구하는 방법

1. 지지간거리 1500mm의 수직선과 나사축외경 20mm의 선과의 교차점을 구한다.
2. 그 교차점의 고정-지지에 있어서의 허용회전속도의 눈금 1076min^{-1} 이 허용최고 회전속도입니다.

예2. 축경을 구하는 방법

지지간거리 2000mm로 고정-고정 할때 최고회전속도 1000min^{-1} 를 만족하는 축경을 구하는 방법.

1. 지지간거리 2000mm의 수직선과 고정-고정 눈금의 허용회전속도 1000min^{-1} 의 수평한 선과의 교차점을 구한다.
2. 그 교차점의 바깥쪽에 있는 선의 축경 25mm가 최고회전속도 1000min^{-1} 을 만족하는 축경이 됩니다.

수명설계

■ 볼스크류의 수명

볼스크류의 수명이란 볼의 전동면 또는 볼 중 어느 하나에 반복응력에 의한 피로 때문에 박리현상이 발생이 시작하기까지의 총회전수를 말합니다. 볼스크류의 수명은 기본동정격하중에서 구할 수 있습니다.

■ 수명시간

볼스크류에 요구되는 수명시간은 다음식으로 표시됩니다.

$$L_h = \frac{10^6}{60N_m} \left(\frac{C}{P_m f_w} \right)^3 \quad (\text{시간}) \dots \dots \dots \textcircled{5}$$

단,
 L_h : 수명시간(시간)
 C : 기본동정격하중(N) 각형상 수치표 참조
 P_m : 축방향평균하중(N)
 N_m : 평균회전속도(min^{-1})
 f_w : 회전계수

{	충격이없는 정속운전	$f_w=1.0\sim 1.2$
	보통운전	$f_w=1.2\sim 1.5$
	충격을 동반한 운전	$f_w=1.5\sim 2.0$

설정한 수명시간을 만족하는 기본동정격하중을 구하는 경우는 다음 식으로 표시됩니다.

$$C = \left(\frac{60L_h N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} P_m f_w \quad (N)$$

수명시간은 필요이상으로 길게하면 볼스크류의 치수가 커질 뿐만 아니라 가격도 높아집니다. 다음에 나타내는 수명시간을 대략적인 기준으로 참고하여 주십시오.

공작기계	20000시간
산업기계	10000시간
자동제어기기	15000시간
계측장치	15000시간

● 기본동정격하중 : C

기본동정격하중(C)이란 동일한 볼스크류를 운전했을 때 그중 90%가 박리현상을 일으키지 않고 회전 할 수 있는 수명이 100만회전(10^6 회전)이 되는 축방향하중을 말합니다.

기본동정격하중은 각형상치수표를 참고하여 주십시오.

● 축방향평균하중 P_m 과 평균회전속도 N_m

사용목적에 적합한 볼스크류를 선정하기 위해 다음의 수치를 결정하여 주십시오. 이와같은 사용조건을 정확히 결정하기는 매우 어려운 작업입니다만, 수명은 하중의 크기의 3승에 반비례하기 때문에 가능한 정확하게 구하면 선택의 범위가 넓어집니다.

(t ₁ +t ₂ +t ₃ =100%)		
축방향하중	회전속도	사용시간의 비율
P ₁ N (최대)	N ₁ min ⁻¹	t ₁ %
P ₂ N (상용)	N ₂ min ⁻¹	t ₂ %
P ₃ N (최소)	N ₃ min ⁻¹	t ₁ %

공작기계를 예로들면 최대하중 (P₁)은 "가장 큰 절삭을 할 경우의 하중" 상용하중 (P₂)은 "일반적인 절삭 상태의 하중" 최소하중 (P₃)는 "절삭이전 절삭공구의 이송 및 종료후의 반송시의 하중"이 됩니다. 이상의 수치로부터 축방향평균하중(P_m), 평균회전속도(N_m)는 다음의 식에 의하여 구해집니다.

$$P_m = \left(\frac{P_1^3 N_1 t_1 + P_2^3 N_2 t_2 + P_3^3 N_3 t_3}{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (N) \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

$$N_m = \frac{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \quad (\text{min}^{-1}) \dots \dots \dots \textcircled{7}$$

축방향최대하중(P₁)과 축방향최소하중(P₃)의 차이가 없는 경우 또는 하중이 거의 직선적으로 변화하는 경우는 다음의 식에 의해 근사치를 구하는 것이 가능합니다.

$$P_m \approx \frac{2P_1 + P_3}{3} \quad (N) \dots \dots \dots \textcircled{8}$$

볼스크류 기술자료

볼스크류 기술자료

■ 저속회전에 대한 수명

회전속도가 10min⁻¹보다 적은 저회전의 경우 기본동정격하중(C)보다 충분히 작은 값으로 그 수명을 만족시킵니다.

그러한 경우에는 다음 식에 나타내는 기본정정격하중(C₀)을 갖는 볼스크류를 선정하여 주십시오.

$$C_0 = f_a P_{\max} (N) \dots \dots \dots \textcircled{9}$$

단,
 P_{\max} : 축방향최대하중 (N)
 f_a : 안전계수

{	보통운전	$f_a = 1 \sim 2$
{	충격 · 진동이 있는 경우	$f_a = 2 \sim 3$
{	원활한회전을필요로하는 경우	$f_a = 3$ 이상

● 기본정정격하중 : C₀

기본정정격하중(C₀)은 어떤 크기의 정지하중에 의해 발생하는 강구와 나사구면의 영구변형량의 합이 강구경의 0.0001배가 되는 축방향하중입니다.

이러한 영구변형량으로는 대다수의 경우 사용상에 지장은 없습니다만, 고정도를 유지하고자 할 경우 및 특별히 원활한 회전을 요구하는 경우에는 정지하중 보다 충분히 상회하는 C₀치를 갖은 볼스크류를 선택하여 주십시오.

기본정정격하중은 카탈로그에 기재되어 있는 각형상치수표를 참조하여 주십시오.

■ 경도와 수명

내식성등의 요구에 의해 특수재료를 사용하여, 구면도면의 경도를 58~62HRC로 열처리 경화할 수 없는 경우는 기본동정격하중, 기본정정격하중이 경도의 저하에 따라 감소합니다.

경도의 저하가 있는 경우는 기본동정격하중 C', 기본정정격하중 C₀'은 경도계수를 각각 f_H, f_H'이라고 하면 다음식으로 표시됩니다.

$$C' = f_H C (N) \dots \dots \dots \textcircled{10}$$

$$C_0' = f_H' C_0 (N) \dots \dots \dots \textcircled{11}$$

표19 경도계수

경도 HRC	58이상	56	54	52	50	40	30	20	10
f _H	1.0	0.88	0.72	0.58	0.47	0.27	0.16	0.10	0.07
f _H '	1.0	0.83	0.61	0.45	0.32	0.14	0.07	0.03	0.02

■ 온도와 수명

표준재료(PAGE A6 표1. 참조)에서 볼스크류를 항상100℃이상에서 사용하는 경우 또는 단시간이라도 상당한 고온에서 사용하는 경우에는 재료의 조직이 변화하여, 기본동정격하중, 기본정정격하중이 온도의 상승에 따라 감소합니다. 단, 100℃까지의 운전온도에서는 영향을 받지 않습니다.

100℃이상에서 사용하는 경우는 기본동정격하중 C'', 기본정정격하중 C₀''은 온도계수를 각각 f_t, f_t'이라고 하면 다음식으로 표시됩니다.

$$C'' = f_t C (N) \dots \dots \dots \textcircled{12}$$

$$C_0'' = f_t' C_0 (N) \dots \dots \dots \textcircled{13}$$

표20 온도계수

온도℃	100이하	125	150	175	200	225	250	350
f _t	1.0	0.95	0.90	0.85	0.75	0.65	0.60	0.50
f _t '	1.0	0.93	0.85	0.78	0.65	0.52	0.46	0.35

정도설계

기계장치에 적합한 최적의 설계를 행함에 있어서 요구되어지는 기능·성과와 경제성을 충분히 고려해 이송나사계의 강성, 위치결정정도, 구동토크의 검토가 필요합니다.

■ 이송나사계의 강성

정밀기계, 장치에 걸리는 위치결정정도, 제어시의 응답성 등을 향상시키기 위해서는 이송나사계 각요소의 강성을 고려할 필요가 있습니다. 이송나사계의 강성(K)은 다음식으로 표시됩니다.

$$K = \frac{P}{\delta} \quad (N/\mu m) \dots\dots\dots ⑭$$

단,
 P : 이송나사계에 걸리는 축방향하중(daN)
 δ : 이송나사계의 축방향 탄성변위량(μm)
 또한 이송나사계의 강성과 각구성요소의 강성과의 사이에는 다음과 같은 관계가 있습니다.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_\ell} + \frac{1}{K_n} + \frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_h} \dots\dots\dots ⑮$$

단,
 K_ℓ : 나사축의 인장, 압축강성
 K_n : 너트의 강성
 K_b : 지지축베어링의 강성
 K_h : 너트장착부및 베어링 장착부의 강성

● 나사축의 인장, 압축강성 : K_ℓ

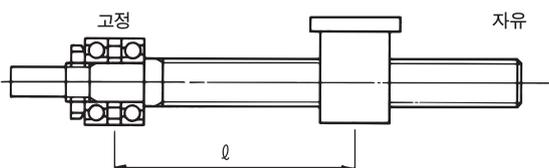
$$K_\ell = \frac{P}{\delta_\ell} \quad (N/\mu m) \dots\dots\dots ⑯$$

단,
 P : 축방향하중(N)
 δ_ℓ : 나사축의신축량 (μm)

나사축에 축방향외부하중이 부가되는 경우의 축방향의 신축량은 다음 식으로 표시됩니다.

이 축방향의 신축량은 직접 볼스크류의 백래쉬로서 나타납니다.

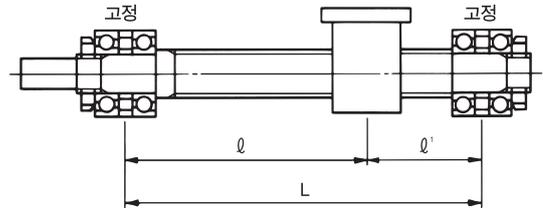
1. 고정-자유(지지방법)의 경우



$$\delta_\ell = \frac{4P\ell}{E\pi d^2} \times 10^3 \quad (\mu m) \dots\dots\dots ⑰$$

단,
 P : 축방향하중(N)
 E : 영률(2.06 × 10⁵N/mm²)
 D : 나사축곡경(mm)
 ℓ : 하중작용점간거리(mm)

2. 고정-고정(지지방법)의 경우



$$\delta_\ell = \frac{4P\ell\ell'}{E\pi d^2L} \times 10^3 \quad (\mu m) \dots\dots\dots ⑱$$

단,
 P : 축방향하중(N)
 E : 영률(2.06 × 10⁵N/mm²)
 d : 나사축 곡경(mm)
 ℓ, ℓ' : 하중작용점간거리(mm)
 L : 부착간거리(mm)
 ⑱식은 ℓ = ℓ' = L/2 의 경우 최대가 됩니다.

$$\left(\delta_\ell = \frac{PL}{E\pi d^2} \times 10^3 \right)$$

따라서 고정-고정의 경우 나사축의 신축량 최대치는 고정-자유에 비해 1/4배로 됩니다.

● 너트의 강성 : K_n

싱글너트(무예압)의 강성 : K_{ns}

볼스크류가 축방향하중을 받으면 강구와 나사축구면에 변형이 발생합니다.

축방향하중(P)과 축방향탄성변위량(δ_{ns})의 관계는 다음식으로 표시됩니다.

$$\delta_{ns} = \frac{2.6}{\sin \alpha} \left(\frac{Q^2}{D_b} \right)^{\frac{1}{3}} K \quad (\mu m) \dots\dots\dots ⑲$$

단,
 α : 강구와 나사축 구면과의 접촉각(45°)
 D_b : 강구경(mm)
 K : 정도, 구조에 따른 계수(1.4 ~ 1.6)
 Q : 강구 한 개당의 하중(N)

$$Q = \frac{P}{Z \sin \alpha}$$

P : 축방향하중(N)
 Z : 강구수

볼스크류 기술자료

기본동정격하중(C)의 30%에 해당하는 축방향하중이 가해졌을때의 탄성변위량으로부터 구한 강성이론치 K_{NS} 를 각시리즈 형상치수표에 기재되어 있습니다.

또한, 임의의 축방향하중(P)에 대한 강성치 K_{NS} 는 다음식으로 표시됩니다.

$$K_{NS} = K_{NS} \left(\frac{P}{0.3C} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (N/\mu m) \dots \dots \dots \textcircled{20}$$

단,
 C : 기본동정격하중 (N)
 P : 축방향하중(N)

또한, ⑳식의 δ_{NS} 는 싱글너트의 강성치 K_{NS} 및 기본동정격하중(C)을 사용하여 다음식으로 표시됩니다.

$$\delta_{NS} = \frac{(0.3C)^{\frac{1}{3}} P^{\frac{2}{3}}}{K_{NS}} \quad (\mu m) \dots \dots \dots \textcircled{21}$$

단,
 K_{NS} : 싱글너트의 강성이론치 (N/ μm)
 (각시리즈 페이지 참조)
 C : 기본동정격하중 (N)
 P : 축방향하중 (N)

예압너트의 강성 : K_{NW}

기본동정격하중(C) 1/15의 예압을 주어, 그 예압량의 약3배이하의 축방향하중을 가했을때의 탄성변위량으로부터 구한 강성이론치 K_{NW} 는 각시리즈의 형상치수표에 기재되어 있습니다. 산출함에 있어서는 너트의 강성을 포함한 강성시험결과를 기준으로 실용적인 값으로 기재되어 있습니다.

또한, 임의의 예압량에 대한 강성치 K_{NW} 는 다음식으로 구해집니다.

$$K_{NW} = K_{NW} \left(\frac{P_L}{\frac{1}{15}C} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (N/\mu m) \dots \dots \dots \textcircled{22}$$

단,
 P_L : 예압하중 (N)
 C : 기본동정격하중 (N)

백래쉬와 예압

볼스크류의 백래쉬는 축방향 클리어런스와 축방향하중에 의한 강구와 나사구 접촉점의 탄성변위량의 합입니다. 축방향탄성변위량은 적절한 예압을 설정함으로써 현저히 감소되어 강성을 높일 수 있습니다.

더블너트의 예압효과

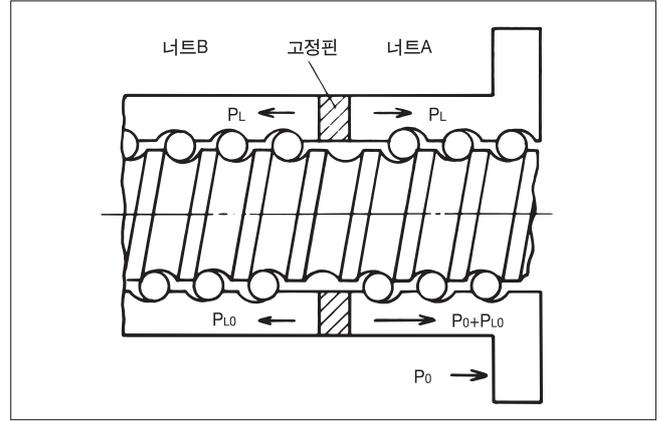


그림 9 더블너트에 의한 예압

그림 9, 10에 있어서 너트 A, B는 예압하중 P_L 에 의하여 δ_{nw0} 만큼 탄성변위된 상태를 나타내고 있습니다. 너트A에 외부하중 P_0 가 작용했을 때의 너트 A, B의 탄성변위는

$$\delta_{nwA} = \delta_{nw0} + \delta_{nw1}$$

$$\delta_{nwB} = \delta_{nw0} - \delta_{nw1}$$

또한 너트 A, B에 부가되는 하중은

$$P_A = P_L + P_0 - P_0' = P_0 + P_{L0}$$

$$P_B = P_L - P_0' = P_{L0}$$

그러므로 외부하중 P_0 는 너트B의 변위감소에 의해 P_0' 만큼 흡수되고, 너트A의 탄성변위가 작아집니다. 이 효과는 너트B의 탄성변위 δ_{nwB} 가 ZERO, 다시말해 외부하중에 따른 탄성변위가 δ_{nw0} 옆 너트B의 예압이 모두 풀릴때까지 작동합니다.

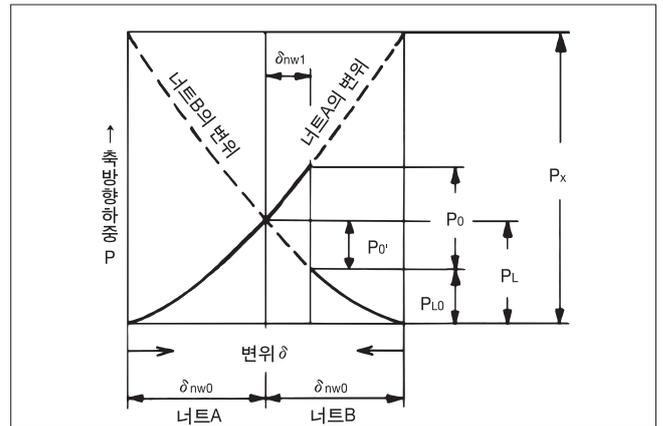


그림10 예압선도

적정예압량

헤르츠의 점접촉이론에 의해 축방향탄성변위량(δ_{nw0})은 축방향하중(P)의 2/3승에 비례하지만, 예압하중에 따른 탄성변위는

$$\delta_{nw0} = C \cdot P_L^{\frac{2}{3}}$$

한쪽의 예압이 풀릴 때의 외부하중에 따른 탄성변위는

$$2 \delta_{nw0} = C \cdot P_X^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{이차로 } \left(\frac{P_L}{P_X}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{2 \delta_{nw0}}{\delta_{nw0}} = 2$$

따라서 예압하중은

$P_X = 2.8P_L \approx 3P_L$ ㉓

단,

P_X : 예압해방하중 (N)

(한쪽의 너트의 예압이 ZERO로 된 경우)

축방향외부하중

P_L : 예압하중 (N)

식 ㉓에서 나타내듯이 예압 효과는 예압하중의 약3배까지 유지되므로, 예압량은 일반적으로 축방향최대하중의 1/3배가 됩니다. 한편 수명 및 효율성 측면에서 기본동정격하중의 1/20~1/10배를 취하는 것이 표준입니다.

예압량구분

	輕예압	普通예압	中예압	重예압
예압량	$\frac{1}{20}$ C이하	$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{15}$ C	$\frac{1}{15} \sim \frac{1}{10}$ C	$\frac{1}{10}$ C이상

C : 기본동정격하중 (N)

예압너트의 탄성변위곡선

그림11은 싱글너트(무예압)와 예압너트의 탄성변위곡선입니다. 예압너트의 탄성변위량은 예압하중 P_L 의 3배의 축방향하중 P_X 가 가해질때, 싱글너트(무예압)의 1/2이 됩니다.

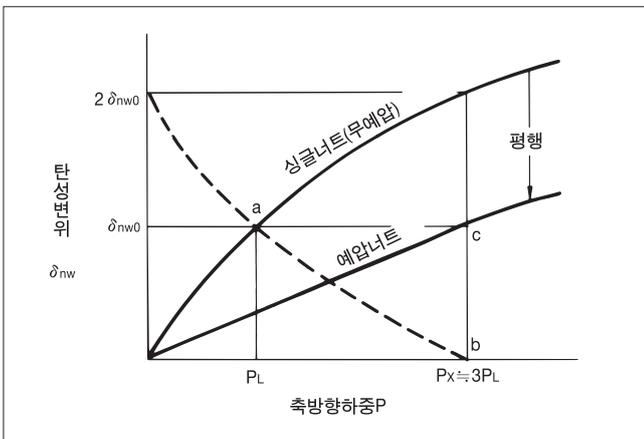


그림 11 너트의 탄성변위곡선

더블너트의 예압방식

예압은 보통 2개의 너트를 상호반대방향으로 잡아당기는 인장예압과 상호 너트를 볼트로 체결한 상태의 압축예압의 2가지 방식이 있습니다.

KURODA 정밀 볼스크류는 특히 지정이 없는 한 인장예압을 적용하고 있습니다.

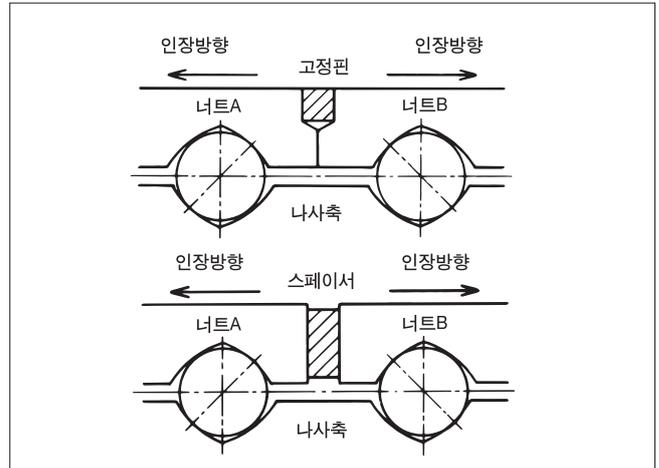


그림12 인장예압

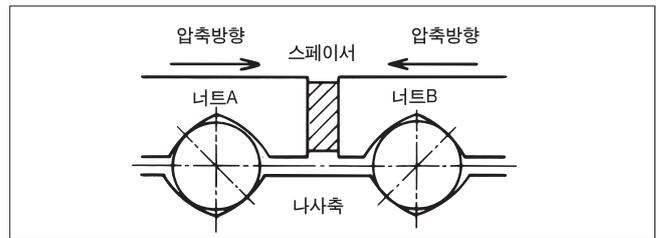


그림13 압축예압

● 핀방식 예압(KURODA 표준사양)

필요한 예압으로 조정한 2개의 너트사이에 핀을 끼워 넣어 소정의 예압을 유지하는 방식으로 인장예압이 가장 간단하고 확실한 방법입니다.

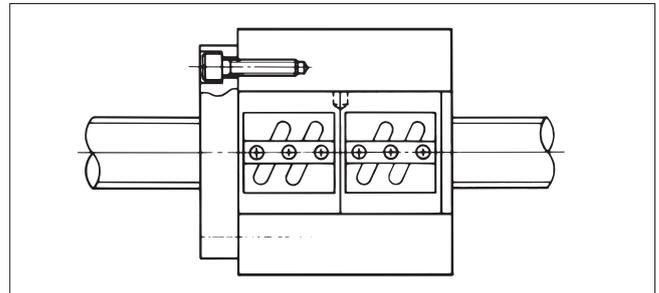


그림14 핀방식예압 (I)

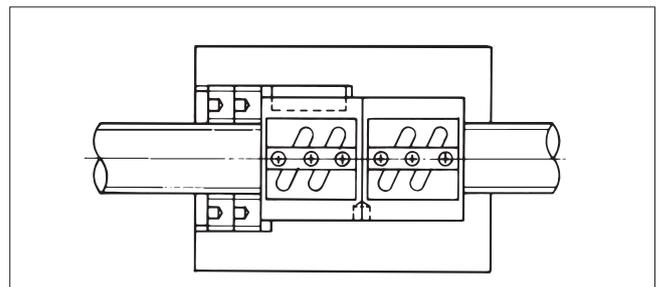


그림15 핀방식예압(II)

볼스크류 기술자료

볼스크류 기술자료

● 스페이서방식 예압

2개의 너트 사이에 존재하는 스페이서 두께로 예압량을 조정하는 방식으로 인장예압과 압축예압의 2가지 종류가 있습니다.

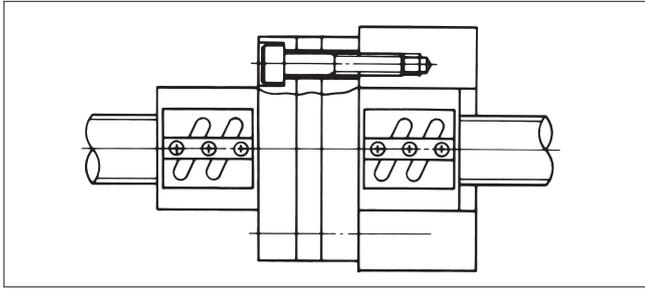


그림16 스페이서방식 예압(1)

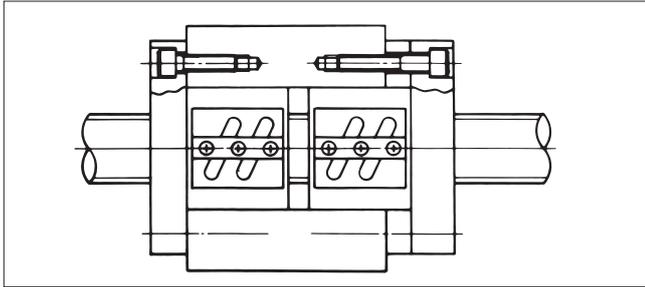


그림17 스페이서방식 예압(2)

인테그랄너트의 예압방식

1개의 너트로 예압을 거는 방식으로 너트의 중앙위치에서 예압량 만큼의 리드를 밀어 예압을 부여합니다.

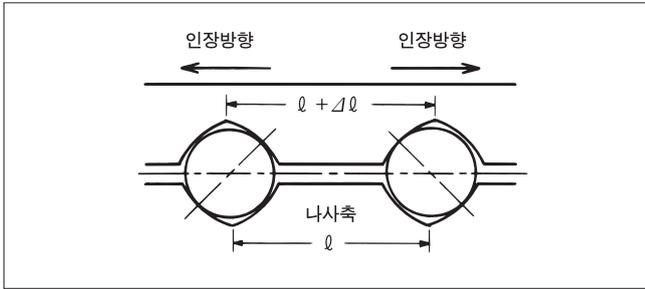


그림18 인테그랄너트의 예압

싱글너트의 예압방식

1개의 너트로 예압을 거는 방식으로 나사축과 너트의 나사구에 오버사이즈의 강구를 넣어 예압을 부여합니다.

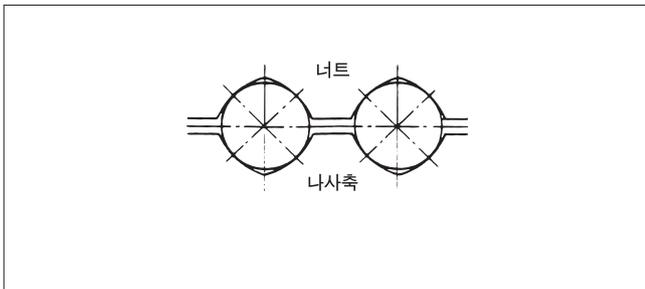


그림19 싱글너트의 예압

● 지지축베어링의 강성 : K_b

예압하중(P_L)을 부가한 베어링의 강성은 다음식으로 표시됩니다.

• 볼베어링의 강성

$$K_b = \frac{2.83P_L}{\delta_b} \text{ (N/}\mu\text{m)} \dots \dots \dots (24)$$

단,

P_L: 예압하중 (N)

δ_b: 예압하중에 대한 축방향 탄성변위량(μm)

앵글러 볼베어링의 축방향 탄성변위량은

$$\delta_b = \frac{2}{\sin \alpha} \left(\frac{Q^2}{D_b} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (}\mu\text{m)} \dots \dots \dots (25)$$

$$Q = \frac{P}{Z \sin \alpha}$$

스러스트 볼베어링의 축방향 탄성변위량은

$$\delta_b = 2.4 \left(\frac{Q^2}{D_b} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (}\mu\text{m)} \dots \dots \dots (26)$$

$$Q = \frac{P}{Z}$$

단,

δ_b: 축방향탄성변위량(μm)

α : 접촉각

D_b: 강구경(mm)

Q : 강구1개당의 하중(N)

Z : 강구수

P : 축방향하중(N)

• 롤러베어링의 강성

$$K_b = \frac{2.16P_L}{\delta_b} \text{ (N/}\mu\text{m)} \dots \dots \dots (27)$$

단,

P_L: 예압하중(N)

δ_b: 예압하중에 대한 축방향탄성변위량(μm)

롤러베어링의 축방향탄성변위량은

$$\delta_b = \frac{0.6}{\sin \alpha} \cdot \frac{Q^{0.9}}{\ell^{0.8}} \text{ (}\mu\text{m)} \dots \dots \dots (28)$$

$$Q = \frac{P}{Z \sin \alpha}$$

단,

δ_b: 축방향탄성변위량(μm)

α : 접촉각

Q : 롤러 한 개당의 하중(N)

Z : 롤러의 갯수

P : 축방향하중(N)

ℓ : 롤러의 유효접촉길이(mm)

● 너트 장착부 및 베어링 장착부의 강성 : Kh

설계시 너트브라켓, 베어링브라켓의 강성을 높이기 위해 브라켓의 두께, 취부면으로부터 볼스크류의 축중심까지의 거리를 충분히 고려하여 주십시오.

또한 너트의 장착볼트의 인장 변형을 무시할 수 없는 경우에는, PAGE E18 그림17에 나타내는 장착 방법을 선택하여 주십시오.

● 나사축의 비틀림 강성

나사축은 비틀림 모멘트(구동토크)에 의해 축선 주위에 비틀린 회전 변위를 일으킵니다. 이 비틀림량은 볼스크류의 축방향 변형량으로 다음식으로 표시합니다.

$$\delta_T = l \theta \frac{L}{2\pi} \dots \dots \dots \textcircled{29}$$

$$\theta = \frac{32T}{\pi d^4 G} \dots \dots \dots \textcircled{30}$$

단,

δ_T : 비틀림에 의한 축방향변형량(cm)

l : 작용점간거리(cm)

θ : 비틀림도(rad/cm)

L : 볼스크류의 리드(cm)

T : 비틀림 모멘트(N·cm)

d : 나사축의 곡경(cm)

G : 횡탄성계수 ($83 \times 10^5 \text{N/cm}^2$)

구동축에 있어 비틀림 정도가 과대하면 구동기구의 각부에 불균형을 초래하여 축계의 비틀림진동의 원인이 됩니다.

일반적인 구동축에서는 사용최대 비틀림 모멘트에 의한 비틀림도를 $4.36 \times 10^{-5} \text{(rad/cm)}$ 이내로 합니다.

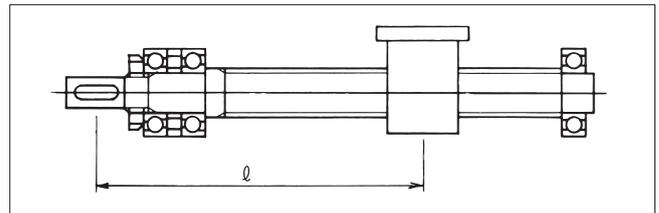


그림20

볼스크류 기술자료

■ 위치결정의 정도에 관한 유의점

위치결정 정도에 중요한 영향을 미치는 정도등급의 선정, 누적 기준리드의 결정 방법, 열변위 대책에 대하여 설명드리겠습니다.

● 기종별 정도등급 선정의 기준

요구되는 위치결정 정도에 적합한 볼스크류의 정도등급을 PAGE E3의 표2와 표3에서 선택하여 주십시오.

KURODA는 풍부한 실적에 기초하여, 아래의 표를 참고로한 선정을 추천합니다.

표21 볼스크류의 기종별 정도 등급에

기 종	NC 공작 기계								산업용 로봇					
	머시닝센터		프라이스반		선반		연삭반		방전가공기	펀치프레스	(NC루터기)	직교좌표형 (조립)	수직다관형 (조립)	스카라형 (조립)
	XY	Z	X	Z	X	Z	XY	Z						
정도 등급	C1~C3	C2~C5	C1~C3	C3~C5	C0~C2	C1~C3	C1~C3	C2~C5	C3~C5	C5~C7	C1~C5	C2~C5	C3~C5	

기 종	반도체 관련 장치					인쇄 관련		사무기기	
	노조광영장장치	이온주입장치 에칭장치	와이어본더	웨이퍼포터	전자부품삽입장치	전자색분해장치	전자조판기	칼라그래프프린터	자동제도기 X Y 프로터
정도 등급	C0~C1	C3~C7	C1~C2	C0~C2	C2~C7	C0~C2	C1~C3	C1~C3	C1~C3

● 누적기준리드의 결정 방법

일반적으로 볼스크류의 기준리드는 호칭리드와 동일하나 운전시의 온도상승에 따른 팽창 및 외부하중에 의한 축의 신축을 보정하는 경우에는 나사축의 기준리드를 마이너스축 또는 플러스축에 설정하는 경우가 있습니다. 이와 같은 경우에는 누적리드의 목표치를 지시해 주십시오. 일례로서 아래 표에 기종별 누적리드의 목표치를 표시합니다. 팽창을 보정하는 사용방법으로 장착시 볼스크류축에 예상력을 부여하는 경우가 있습니다.

표22 기종별 누적리드의 목표치 (단위: mm)

기종	축	누적리드의 목표치 (1m당)
NC선반	X	-0,02~-0,05
	Z	-0,02~-0,03
머시닝센터	X,Y	-0,03~-0,04

● 열변위 대책

볼스크류는, 그 구조상 미세한 미끄럼을 동반한 회전운동임으로 온도상승에 의한 열변위를 피할 수 없습니다. 또 온도상승은 사용조건에 따라 영향을 받습니다. 열변위의 크기는 다음식으로 표시합니다.

$$\Delta l = \rho t l \quad (\text{mm}) \quad \dots \dots \dots \textcircled{31}$$

단,
 Δl : 축방향열변위량 (mm)
 ρ : 열팽창계수 ($11,7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
 t : 나사축의 온도상승 ($^\circ\text{C}$)
 l : 나사부유효길이 (mm)

구동토크

볼스크류의 마찰특성과 구동모타의 선정

■ 마찰과 효율

볼스크류의 효율 η 는 나사의 역학적 모델의 해석에 의해 마찰계수를 μ 나사의 리드각을 β 로하면 다음식으로 표시됩니다.

● 회전력을 축방향력에 변환하는 경우(정작동)

$$\eta = \frac{1 - \mu \tan \beta}{1 + \mu / \tan \beta} \dots \dots \dots \textcircled{32}$$

● 축방향력을 회전력으로 변환하는 경우(역작동)

$$\eta' = \frac{1 - \mu / \tan \beta}{1 + \mu \tan \beta} \dots \dots \dots \textcircled{33}$$

■ 부하토크

구동원설계(모타 등)에 필요한 부하토크(정속구동토크)는 다음과 같습니다.

● 정작동

회전력을 축방향력으로 변환하는 경우의 토크

$$T = \frac{PL}{2\pi\eta} (N \cdot \text{cm}) \dots \dots \dots \textcircled{34}$$

단,
 T : 부하토크 (N · cm)
 P : 축방향외부하중 (N)
 L : 볼스크류의 리드 (cm)
 η : 볼스크류의 효율 (0.9)

● 역작동

축방향력을 회전력으로 변환하는 경우의 축방향 외부하중

$$P = \frac{2\pi T}{\eta' L} (N) \dots \dots \dots \textcircled{35}$$

단,
 P : 축방향외부하중 (N)
 T : 부하토크 (N · cm)
 L : 볼스크류의 리드 (cm)
 η' : 볼스크류의 효율 (0.9)

● 예압에 의한 마찰토크

예압을 부여함으로 발생하는 토크에서, 외부하중의 증가에 따라 예압너트의 예압하중은 풀려 예압에 따른 마찰토크도 감소합니다.

무부하의 경우

$$T_P = K \frac{P_L L}{2\pi} (N \cdot \text{cm}) \dots \dots \dots \textcircled{36}$$

$$K = 0.05(\tan \beta)^{-\frac{1}{2}}$$

단,
 P_L : 예압하중 (N)
 L : 볼스크류리드(cm)
 K : 내부마찰계수
 β : 리드각

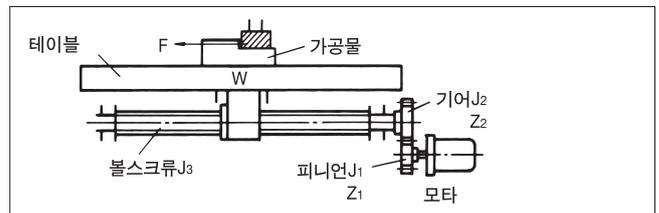
$$\beta \approx \tan^{-1} \left(\frac{L}{\pi D} \right)$$

D : 나사축외경 (cm)

■ 구동모타의 선정

다음의 조건을 만족하는 구동모타를 선정하여 주십시오.

1. 모타의 출력축에 걸리는 부하토크에 대하여 여유가 있을것.
2. 모타의 출력축에 걸리는 관성모멘트에 대하여 소요의 펄스속도로 기동, 정지가 가능할 것.
3. 모타의 출력축에 걸리는 관성모멘트에 대하여 소요의 가속, 감속시 정수를 얻을 수 있는 것.



도21

● 모타 출력축에 걸리는 정속 토크

외부하중에 대응하여 정속구동을 하기 위해 필요한 토크

$$T_1 = \left(\frac{PL}{2\pi\eta} + T_P \frac{(3P_L - P)}{3P_L} \right) \frac{Z_1}{Z_2} (N \cdot \text{cm}) \dots \dots \dots \textcircled{37}$$

단, $P \leq 3P_L$
 T₁ : 정속시 구동토크 (N · cm)
 P : 축방향외부하중 (N)
 $P = F + \mu Mg$
 F : 절삭력에 따른 슬러스트 반력 (N)
 M : 테이블 및 워크의 질량 (kg)
 μ : 요동면의 마찰계수
 g : 중력가속도 (9.8m/s²)
 L : 볼스크류의 리드 (cm)
 η : 볼스크류, 기어를 포함한 기계효율
 T_P : 예압에 기인하는 마찰토크 (N · cm) 式 36 참조
 P_L : 예압하중 (N)
 Z₁ : 피니언의 톱니바퀴
 Z₂ : 기어의 톱니바퀴

볼스크류 기술자료

● 모타 출력축에 걸리는 가속 토크

외부하중에 대응하여 가속구동을 하기위해 필요한 토크

$$T_2 = J_M \dot{\omega} = J_M \times \frac{2\pi N}{60t} \times 10^{-2} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \dots \dots \dots \text{③⑧}$$

$$J_M = J_1 + J_4 + \left(\frac{Z_1}{Z_2}\right)^2 (J_2 + J_3 + J_5 + J_6) \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2) \dots \dots \dots \text{③⑨}$$

단,

T_2 : 가속시의 구동토크 (N · cm)

$\dot{\omega}$: 모타축각가속도 (rad/s²)

N : 모타축회전속도 (min⁻¹)

t : 가속시간 (S)

J_M : 모타에 걸리는 관성모멘트 (kg · cm²)

J_1 : 피니언의 관성모멘트 (kg · cm²)

J_2 : 기어의 관성모멘트 (kg · cm²)

J_3 : 볼스크류의 관성모멘트 (kg · cm²)

J_4 : 모타의 회전자 관성모멘트 (kg · cm²)

J_5 : 이송체의 관성모멘트 (kg · cm²)

J_6 : 카플링의 관성모멘트 (kg · cm²)

M : 테이블과 가공물의 질량 (kg)

L : 볼스크류의 리드 (cm)

볼스크류, 기어 등 원통체의 관성모멘트

($J_1 \sim J_4, J_6$ 의 산출)

$$J = \frac{\pi \gamma}{32} D^4 l \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2) \dots \dots \dots \text{④①}$$

단,

D : 원통체의 외경 (cm)

l : 원통체의 길이 (cm)

γ : 재료의 밀도

$$\gamma = 7.8 \times 10^{-3} \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

$$J_5 = M \left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2) \dots \dots \dots \text{④②}$$

● 모타 출력축에 걸리는 총 토크

총토크 ③⑦, ③⑨의 합으로 구해집니다.

$$T_M = T_1 + T_2 \text{ (N} \cdot \text{cm)} \dots \dots \dots \text{④③}$$

단,

T_M : 모타 출력축에 걸리는 총토크 (N · cm)

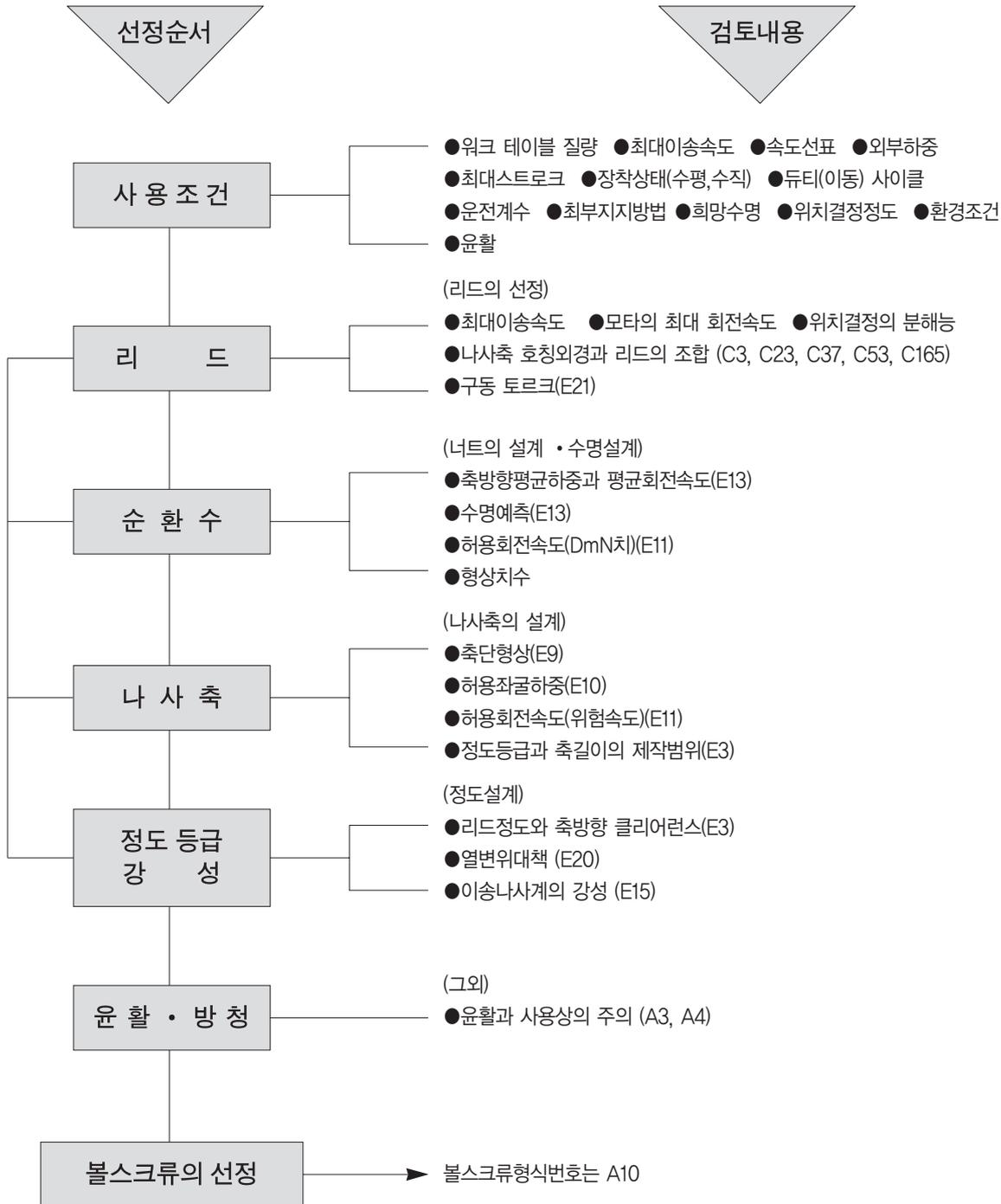
T_1 : 정속시의 구동토크 (N · cm)

T_2 : 가속시의 구동토크 (N · cm)

또한 모타의 가선택 후, ①토크 실효수치의 확인 ②가속시 정수의 확인 ③과부하 특성, 기동 · 정지의 반복에 대한 모타 과열 허용치를 확인하고 여유가 있어야 합니다.

볼스크류 선정가이드

볼스크류의 선정은 전술한 기본적인 검토사항을 기초로하여 여러방향에서 충분히 상호 관련성을 고려하여 시행착오를 반복해 가며 실시하게 된다. 따라서 그 순서를 일률적으로 결정하는 것은 불가능합니다만 일반적인 순서의 일례를 각각의 항목에 대한 주요한 검토내용 및 참조 페이지와 함께 아래와 같이 표기 하였습니다.



볼스크류 기술자료

볼스크류 기술자료

■ 볼스크류의 선정예

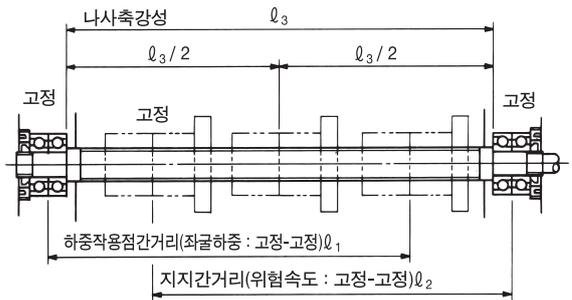
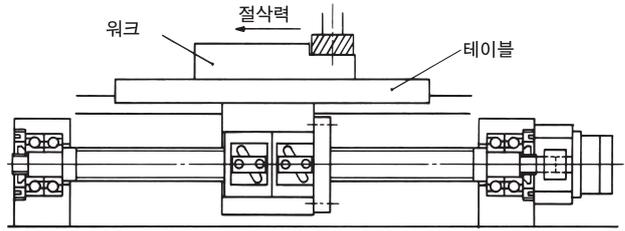
● 공작기계

〈사양〉

- 워크 테이블의 질량 $M = 1300$ (kg)
- 최대스트로크 $S_{max} = 800$ (mm)
- 이송속도 $V_{max} = 12000$ (mm/min)
- 직동안내 마찰계수 $\mu = 0.02$
- 부하조건

구 분	축방향하중 (N)	이송속도 (mm/min)	사용시간율 (%)
빠른 이송	300	12000	25
상용 절삭	5000	600	55
중 절삭	9000	120	20

- 위치결정정도 $\pm 0.04/800$ (mm)
- 희망수명 25000 (시간)
- 구동모타 $N_{max} = 2000$ (min⁻¹)
- 축단지방법 고정 - 고정



1. 리드(L)의 설정

모타의 최대회전속도와 이송속도에 따라

$$L \geq \frac{V_{max}}{N_{max}} = 6(\text{mm})$$

2. 너트의 설계

소요 기본동정격 하중과 허용 회전속도(DmN치)의 검토

〈리드 6의 경우〉

부하조건

구 분	축방향하중 (N)	회전속도 (min ⁻¹)	사용시간율 (%)
빠른 이송	300	2000	25
상용 절삭	5000	100	55
중 절삭	9000	20	20

부하조건에 따라 축방향평균하중(P_m), 평균회전속도(N_m)를 산출 (E13의 ⑥, ⑦식)하면

$$P_m = 2600(\text{N}) \quad N_m = 559(\text{min}^{-1})$$

소요 기본동정격하중(C)의 산출은

수명시간(L_h)25000시간, 운전계수(f_w) 1.2로 하고

E13의 ⑤식의 변형식을 사용하여

$$C = \left(\frac{60L_h N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} P_m f_w = 29420(\text{N})$$

적합한 사이즈로 최소경의 제품은 C150으로 부터

외경 36, 리드6, 순환수2.5권 3열 이 됩니다.

다음으로 허용회전속도로서의 DmN치(E11의 ③식)를 보면, 허용치 DmN ≤ 70000에 대하여

DmN = 36.8 × 2000 = 73600이 되어, 허용치를 초과함으로 본 사이즈는 부적합하다고 판단합니다.

따라서 리드를 8로 올려, 최대회전속도를 내려서 재검토를 합니다.

〈리드 8의 경우〉

부하조건

구 분	축방향하중 (N)	회전속도 (min ⁻¹)	사용시간율 (%)
빠른 이송	300	1500	25
상용 절삭	5000	75	55
중 절삭	9000	15	20

리드 6의 경우와 같은 방법으로 소요 기본동정격하중(C)를 산출하면 P_m = 2600(N) N_m = 419(min⁻¹) C = 26720(N)

적합한 사이즈로 최소경의 제품은 C148으로 부터 **외경 32, 리드8, 순환수2.5권 2열** 이 됩니다.

DmN치를 보면, DmN = 33 × 1500 = 49500이 되어 허용치를 만족하게 됩니다. 본 사이즈로 아래의 검토를 진행합니다.

3. 나사축의 설계

나사축길이(l) 및 허용축방향하중(P₀), 위험속도(N_c)의 검토

$$l = \text{최대스트로크} + \text{너트길이} + \text{여유량} + \text{양단가공길이}$$

$$= 800 + 145 + 80 + 175 = 1200 \text{로 가정}$$

허용축방향하중은 좌굴하중에 대하여 검토하여 하중 작용점간의 거리 l₁ = 930로 하여 E10의 ①, ②식에 따라

$$P_0 = 141400(\text{N})$$

되어, 사용조건을 충분히 만족합니다.

위험속도는 지지간거리 l₂ = 940로 하여 E11의 ④식에 따라

$$N_c = 6940(\text{min}^{-1})$$

임으로, 사용조건을 충분히 만족합니다.

4. 볼스크류의 강성

나사축의 강성(K_d)

베어링과의 접촉 단면간의 거리 $l_3=1005$ 로하여 축방향변위가 최대가 되는 $l_3/2$ 의 위치에서 산출합니다.

E15의 ㉔,㉕식에 따라

$$K_d = \frac{E\pi d^2}{l_3} \times 10^{-3} = 50(N/\mu m)$$

E : 영률 ($2.06 \times 10^5 N/mm^2$)

d : 나사축곡경(mm^2)

너트의 강성(K_{nw})

최대축방향하중의 1/3을 예압하중(P_L)로 하여 임의의 예압량에 대한 강성치 E16의 ㉖식을 사용하여

$$K_{nw} = K_{nw} \left(\frac{P_L}{\frac{1}{15}C} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 59 \left(\frac{300}{\frac{1}{15} \times 3230} \right)^{\frac{1}{3}} = 660(N/\mu m)$$

이상의 검토결과로 부터 너트의 형식번호는 C148에 따라

GR3208ED-DALR 이 선정됩니다.

5. 정도설계

누적대표리드의 방향성은 제어측에서 보정이 충분히 가능한 것으로 하여, 위치결정정도 $\pm 0.04/800$ 과 E3의 변동허용치(e_c)에 따라 C5($e_c=\pm 0.025$)를 선정합니다.

6. 볼스크류의 선정결과

볼스크류의 형식번호는 C148에 따라

GR3208ED-DALR-1200X0985-C5S 가 선정됩니다.

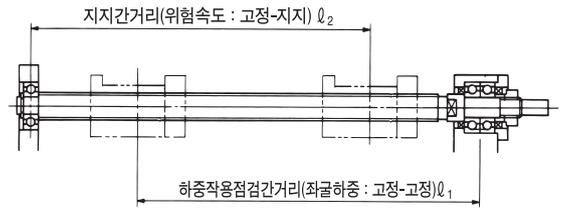
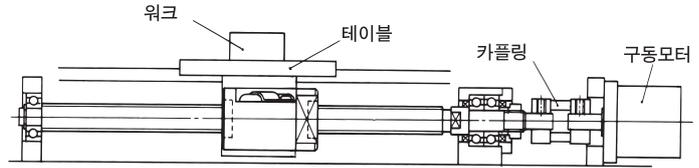
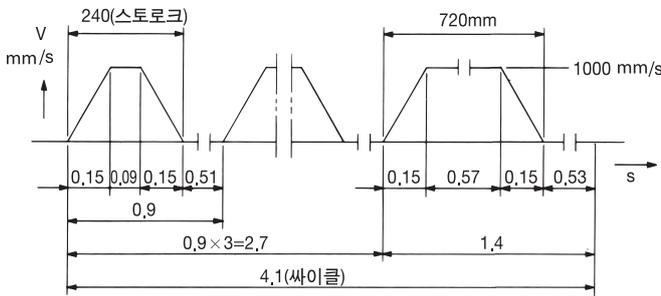
볼스크류 기술자료

볼스크류의 선정예

직교형 로봇X축

(사양)

- 워크 테이블의 질량 $M = 50 \text{ (kg)}$
- 최대 스트로크 $S_{\max} = 720 \text{ (mm)}$
- 이송속도 $V_{\max} = 1000 \text{ (mm/s)}$
- 가감속시정수 $t = 0.15 \text{ (s)}$
- 위치결정정도 $\pm 0.1/720 \text{ (mm)}$
- 반복정도 $\pm 0.01 \text{ (mm)}$
- 희망수명 $L_h = 30000 \text{ (시간)}$
- 직동안내마찰계수 $\mu = 0.02$
- 구동모타 $N_{\max} = 3000 \text{ (min}^{-1}\text{)}$
- 듀티 사이클 모델선도



1. 리드(L)의 설정

모타의 최대회전속도와 이송속도에 따라

$$L \geq \frac{V_{\max} \times 60}{N_{\max}} = 20 \text{ (mm)}$$

2. 너트의 설계

소요기본동정격하중과 허용회전속도(DmN치)의 검토 각동작 패턴에 있어서의 축방향하중의 산출

㉑ 가속시

$$\text{가속도}(\alpha) = \frac{V_{\max}}{t} \times 10^{-3} = 6.67 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{축방향하중}(P_a) = (M\alpha + \mu Mg) = 343 \text{ (N)}$$

(g : 중력가속도 9.8m/s²)

㉒ 정속시

$$\text{축방향하중}(P_b) = \mu Mg = 10 \text{ (N)}$$

㉓ 감속시

$$\text{축방향하중}(P_c) = (M\alpha - \mu Mg) = 324 \text{ (N)}$$

각동작패턴의 1사이클 중의 사용시간(s)

동작 패턴	㉑	㉒	㉓	총사용시간
사용 시간	0.6	0.84	0.6	2.04

리드20일 때의 부하조건

동작 패턴	㉑	㉒	㉓
축 방향 하중	343N	10N	324N
회 전 속 도	1500min ⁻¹	3000min ⁻¹	1500min ⁻¹
사 용 시 간 율	29.4%	41.2%	29.4%

부하조건으로부터 축방향평균하중(P_m), 평균회전속도(N_m)를 산출 (E13의 ⑥, ⑦식) 하면

$$P_m = 249 \text{ (N)} \quad N_m = 2118 \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

소요기본동정격하중(C)의 산출

희망수명에서 정지시간을 뺀 순수운전수명시간(L_{h0})는

$$L_{h0} = 3000 \left(\frac{2.04}{4.1} \right) = 14927 \text{ (시간)}$$

운전계수 f_w=1.2로 하여 E13의 ⑤식의 변형식을 사용하여

$$C = \left(\frac{260 L_{h0} N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times P_m \times f_w = 3700 \text{ (N)}$$

적합한 사이즈를 재고 볼스크류 GE, GG시리즈 (C86)에 따라 선정하면,

외경 15, 리드20, 순환수1.5권 1열 이 됩니다.

다음으로 허용회전속도로서의 DmN치(E11의 ③식)을 보면 허용치 DmN ≤ 70000이하에 대하여 DmN=15.8×3000=47400이 되어, 허용치를 만족하는 본 사이즈로 다음 검토를 진행합니다.

3. 나사축의 설계

나사축길이(l) 및 위험속도(N_c), 좌굴하중(P_k)의 검토

$$l = \text{최대스트로크} + \text{너트길이} + \text{여유량} + \text{양단가공길이} \\ = 720 + 62 + 60 + 78 = 920$$

허용축방향하중은 좌굴하중에 대하여 검토하여 하중작용점간의 거리

$$l_1 = 820 \text{로 하여 E10의 ①, ②식에 따라}$$

$$P_k = 7220(\text{N})$$

되어, 사용조건을 충분히 만족합니다.

위험속도는 지지간거리 $l_2 = 790$ 으로 하여 E11의 ④식(고정-지지)에 따라

$$N_c = 3024(\text{min}^{-1})$$

임으로, 사용조건을 충분히 만족합니다.

4. 정도설계

정도등급과 축방향 클리어런스의 검토

리드정도의 허용치(E3)에 따라 위치결정정도 $\pm 0.1/750\text{mm}$ 를 만족하는 등급은 C5(누적대표리드오차 $E_c=0.035$ 변동 $e_c=\pm 0.025$)가 됩니다.

축방향 클리어런스는 반복 위치결정정도 ± 0.01 임으로 0.005이하로 합니다.

5. 볼스크류 및 써포트유니트의 선정결과

재고볼스크류 축단말 미가공품 GG시리즈를 추가 가공하여 제작하므로, 형식번호는 C86에 따라

GG1520AS-BALR-1100A

또한 적합한 써포트유니트가 형식번호는 D5에 따라

BUK-12 가 선정됩니다.

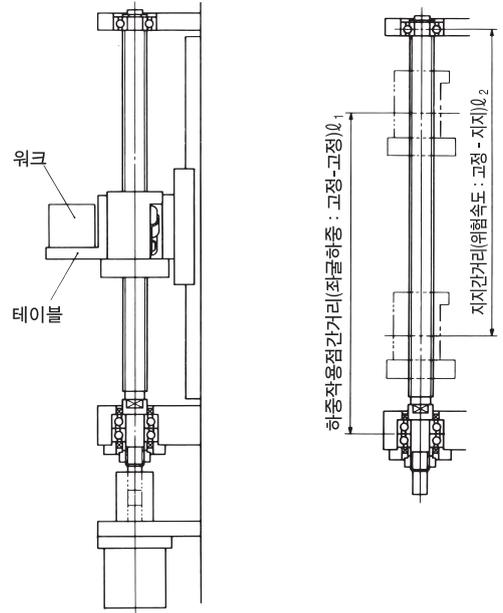
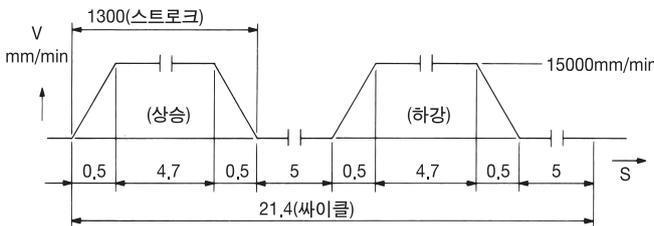
볼스크류 기술자료

■ 볼스크류의 선정예

● 승강장치

〈사양〉

- 워크 테이블의 질량 $M=100$ (kg)
- 최대 스트로크 $S_{max}=1300$ (mm)
- 이송속도 $V_{max}=15000$ (mm/min)
- 가감속시정수 $t=0.5$ (s)
- 반복정도 0.5 (mm)
- 희망수명 $L_h=20000$ (시간)
- 직동안내마찰계수 $\mu=0.02$
- 구동모타 $N_{max}=1500$ (min^{-1})
- 듀티 사이클 모델선도



1. 리드(L)의 설정

모타의 최대회전속도와 최고이송속도에 따라

$$L \geq \frac{V_{max}}{N_{max}} = 10$$

2. 너트의 설계

소요기본동정격하중과 허용회전속도(DmN치)의 검토 각동작 패턴에 있어서의 축방향하중의 산출

㉠ 상승가속시 및 하강감속시

$$\text{가속도}(\alpha) = \frac{V_{max}}{t \cdot 60} \times 10^{-3} = 0.5 (\text{m/s}^2)$$

$$\text{축방향하중}(P_a) = (Ma + Mg) = 1030 (\text{N})$$

(g : 중력가속도 9.8m/s²)

㉡ 정속시

$$\text{축방향하중}(P_b) = Mg = 980 (\text{N})$$

㉢ 상승감속시 및 하강가속시

$$\text{축방향하중}(P_c) = (Mg - Ma) = 930 (\text{N})$$

각동작패턴의 1사이클 중의 사용시간(s)

동작패턴	㉠	㉡	㉢	총사용시간
사용시간	1	9.4	1	11.4

리드10의 경우 부하조건

동작패턴	㉠	㉡	㉢
축 방향 하 중	1030N	980N	930N
회 전 속 도	750min ⁻¹	1500min ⁻¹	750min ⁻¹
사 용 시 간 율	8.8%	82.4%	8.8%

부하조건으로부터 축방향평균하중(P_m), 평균회전속도(N_m)을 산출 (E13의 ⑥, ⑦식) 하면

$$P_m = 980 (\text{N}) \quad N_m = 1368 (\text{min}^{-1})$$

소요기본동정격하중(C)의 산출

희망수명에 따라 정지시간을 뺀 순수운전수명시간(L_{h0})는

$$L_{h0} = L_h \left(\frac{11.4}{21.4} \right) = 10654 (\text{시간})$$

운전계수는 진동을 동반한 운전이 예상되므로

f_w=1.5로 하여 E13의 ⑤식의 변형식을 사용하여

$$C = \left(\frac{60 L_{h0} N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times P_m \cdot f_w = 14057 (\text{N})$$

적합한 너트사이즈를 반복정도 0.5를 만족시키는 전조볼스크류 GY시리즈 U너트(C237)에 따라 선정하면,

외경 25, 리드10, 순환수2.5권 2열 이 됩니다.

다음으로 허용회전속도로서의 DmN치(E11의 ③식)을 보면 허용치 DmN≤50000이하에 대하여 DmN=26.8×1500=40200로 허용내에 있어, 본 사이즈로 다음 검토를 진행합니다.

3. 나사축의 설계

나사축길이(l)의 설정 및 허용축방향하중(P_k)의 검토

$$l = \text{최대스트로크} + \text{너트길이} + \text{여유량} + \text{양단가공길이} \\ = 1300 + 92 + 60 + 118 = 1570(\text{mm})$$

허용축방향하중은 좌굴하중에 대하여 검토하여 하중 작용점간의 거리

$l_1 = 1440$ 로 하여 E10의 ①,②식에 따라

$$P_k = 16290(\text{N})$$

되어, 사용조건을 충분히 만족합니다.

위험속도는 지지간거리 $\delta_2 = 1420$ 으로 하여 E11의 ④식(고정-지지)에 따라

$$N_c = 1520(\text{min}^{-1})$$

임으로, 사용조건을 충분히 만족합니다.

4. 볼스크류 선정결과

볼스크류는 전조볼스크류를 GY시리즈-U너트를 추가 가공으로 형식 번호는 C237에 따라

GY2510ES-HULR-2000A 가 선정됩니다.

볼스크류 사양 DATA표 (SAMPLE)

회 사 명	(주) ***철공소	날 짜	
담당부서		담당자명	
주 소		Tel • Fax	
사용 기계 장치명	NC선반	시용장소	테이블 좌우 보내 Z축
첨부도면 • 구상도의 유무	<input checked="" type="checkbox"/> 유	매	<input type="checkbox"/> 없음

사용조건 (단위는 관계없음)

WORK TABLE 질량 (중량)	1000 kg							
지지가이드부의 종류	<input type="checkbox"/> 볼타입 (형번 :)			<input checked="" type="checkbox"/> 미끄럼타입				
사용상태	<input checked="" type="checkbox"/> 수평		<input type="checkbox"/> 수직		<input type="checkbox"/> 그외 (구체적:)			
TABLE의 최대속도	400 mm/s		TABLE 최대 스트로크		830 mm			
취부 지지방법	<input checked="" type="checkbox"/> 고정 - 고정(양고정)		<input type="checkbox"/> 고정 - 지지		<input type="checkbox"/> 고정 - 자유		<input type="checkbox"/> 지지 - 지지	
운동조건	<input checked="" type="checkbox"/> 축회전 - 너트이동		<input type="checkbox"/> 너트회전 - 너트이전		<input type="checkbox"/> 정작동			
	<input type="checkbox"/> 축회전 - 축이동		<input type="checkbox"/> 너트회전 - 축이동		<input type="checkbox"/> 역작동			
	진동의 유무	<input checked="" type="checkbox"/> 있음		<input type="checkbox"/> 없음		파동의 범위	20 mm	
진동충격의 정도								
희망 수명 시간	2000 시간							
운전상태 (A의 경우, B의 경우 중 한가지 종류를 선택하여 기입하여 주십시오.)								
<input type="checkbox"/> A의 경우 (축방향하중과 회전속도가 수단계로 구분되는 경우) 패턴수가 하기에 기입하지 못할 경우 별지를 첨부하여 주십시오.								
패턴수	축방향하중	TABLE 속도			시용시간 or 비율			
1	6000 N	100 mm/s			10 %			
2	3500 N	200 mm/s			65 %			
3	1500 N	400 mm/s			25 %			
<input type="checkbox"/> B의 경우(관성력의 영향이 큰 경우) 패턴수가 하기에 기입하지 못할 경우 별지를 첨부하여 주십시오.								
패턴수	스트로크	TABLE 속도	가속시간	정속시간	감속시간			
1								
2								
3								
윤활	<input checked="" type="checkbox"/> 구리스(MAKER)			<input type="checkbox"/> 오일(MAKER)				
사용환경	온도	크린도	습도	가스	액체	클린룸	진공	그외
	20 ℃		%		중			
CHANGE CONTROL	<input type="checkbox"/> 유		<input checked="" type="checkbox"/> 무					
사용모타명	(1축 모듈의 사용의 경우는 반드시 기입하여 주십시오.)							
사용량 / 모타								
Sample 사용일정								
양산시 사용수량								

볼스크류 제원

나사축외경	나사부방향		클리어런스		나사부깊이		예압량	
리 드	순환수		정도 등급		전장		요구토크트	
너 트 형 식	<input type="checkbox"/> 싱글	<input type="checkbox"/> 더블	<input type="checkbox"/> 인테그랄	플렌지형식			NTN조립방향	

보충설명 • 요구사항

KURODA 담당영업소	담당자

볼스크류 사양 DATA표

회 사 명		날 짜	
담당부서		담당자명	
주 소		Tel • Fax	
사용 기계 장치명		시용장소	
첨부도면 • 구상도의 유무	<input type="checkbox"/> 유	매	<input type="checkbox"/> 없음

사용조건 (단위는 관계없음)

WORK TABLE 질량 (중량)								
지지가이드부의 종류		<input type="checkbox"/> 볼타입 (형번 :)			<input type="checkbox"/> 미끄럼타입			
사용상태		<input type="checkbox"/> 수평		<input type="checkbox"/> 수직		<input type="checkbox"/> 그외 (구체적:)		
TABLE의 최대속도	mm/s	TABLE 최대 스트로크			mm			
취부 지지방법	<input type="checkbox"/> 고정 - 고정(양고정)	<input type="checkbox"/> 고정 - 지지		<input type="checkbox"/> 고정 - 자유		<input type="checkbox"/> 지지 - 지지		
운동조건	<input type="checkbox"/> 축회전 - 너트이동		<input type="checkbox"/> 너트회전 - 너트이전			<input type="checkbox"/> 정작동		
	<input type="checkbox"/> 축회전 - 축이동		<input type="checkbox"/> 너트회전 - 축이동			<input type="checkbox"/> 역작동		
	진동의 유무		<input type="checkbox"/> 있음	<input type="checkbox"/> 없음	파동의 범위		mm	
진동충격의 정도								
희망 수명 시간								
운전상태 (A의 경우, B의 경우 중 한가지 종류를 선택하여 기입하여 주십시오.)								
<input type="checkbox"/> A의 경우 (축방향하중과 회전속도가 수단계로 구분되는 경우) 패턴수가 하기에 기입하지 못할 경우 별지를 첨부하여 주십시오.								
패턴수	축방향하중		TABLE 속도			시용시간 or 비율		
1								
2								
3								
<input type="checkbox"/> B의 경우(관성력의 영향이 큰 경우) 패턴수가 하기에 기입하지 못할 경우 별지를 첨부하여 주십시오.								
패턴수	스트로크	TABLE 속도	가속시간	정속시간	감속시간			
1								
2								
3								
윤활	<input type="checkbox"/> 구리스(MAKER)			<input type="checkbox"/> 오일(MAKER)				
사용환경	온도	크린도	습도	가스	액체	클린룸	진공	그외
	℃		%		중			
CHANGE CONTROL	<input type="checkbox"/> 유		<input type="checkbox"/> 무					
사용모타명	(1축 모듈의 사용의 경우는 반드시 기입하여 주십시오.)							
사용량 / 모타								
Sample 사용일정								
양산시 사용수량								

볼스크류 제원

나사축외경	나사부방향	클리어런스	나사부깊이	예압량
리 드	순환수	정도 등급	전장	요구토크트
너 트 형 식	<input type="checkbox"/> 싱글 <input type="checkbox"/> 더블	<input type="checkbox"/> 인테그랄 플렌지형식		NTN조립방향

보충설명 • 요구사항

KURODA 담당영업소	담당자