

MOTION & CONTROL™
NSK

NSK

정밀구름베어링



SUPER PRECISION BEARINGS

정밀구름베어링

韓國NSK株式會社

인사말씀

최근 들어 가속되는 기술의 발전과 함께 전 지구적 테마로서 친 환경적 배려가 요구되고 있습니다.

NSK는 MOTION & CONTROL을 회사의 가치로 하여

탁월한 정밀 가공 기술을 구사하여 각 산업에 사용되는 기계의 성능 향상에 크게 공헌함과 함께

저 ENERGY화, 저 자원화에도 기여하고 있습니다.

NSK 정밀 베어링은 지금까지 다각적 시각으로 연구, 개발을 진행하여

생산 설비를 지탱하는 공작기계의 NEEDS에 대응하여 왔습니다.

그 결과, 공작 기계 및 반도체 제조 장치, 산업용 로봇등

다양한 용도의 제조 장치에 채용 되어 왔습니다.

그리고 오늘날에는 일본 및 유럽 각지에서 고정밀도,

고 신뢰성의 정밀 베어링을 생산, 전 세계에 공급하여 왔습니다.

이 카달로그는 다양한 용도와 형식의 정밀 베어링과 최신의 연구, 실험을 바탕으로 한

기술 자료를 소개하여 용도에 최적의 NSK 정밀 베어링을

사용 하실 수 있도록 편집 하였습니다.

NSK는 베어링의 리딩 메이커로서의

총합 기술력을 활용하여 새로운 가치를 제안 할 수 있도록

앞으로도 더 한층 더더욱 노력하여 나아가겠습니다.

MOTION & CONTROL™
NSK

전체목차

Part1. NSK 정밀 베어링

기술 써포트	P6
개발력	P8
생산력	P10

Part2. 정밀 베어링의 특징

강 재료의 장수명 기술	P14
세라믹스 전동체	P16
리테이너	P18
베어링 구성	P20
제품 라인업	P22
정밀 베어링의 각종 성능	P24

Part3. 베어링 선정

베어링 선정	P36
고속 주축용 베어링의 배열 예	P38
그외 베어링의 배열 예	P40
앵글러 볼 베어링의 특성	P42
원통 롤러 베어링의 특성	P44

Part4. 정밀 베어링 제품 소개

1. 앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링(표준 시리즈)	P48-60
-----------------------	--------

특징
호칭 번호 구성
베어링 치수표
미니어처 시리즈, 볼 스크류 써포트용 BSA시리즈
79계열
70계열
72계열

초고속 앵글러 볼 베어링(로바스트 시리즈)	P62-79
-------------------------	--------

특징
호칭 번호 구성
베어링 치수표
BNR19, BER19계열
BNR10, BER10계열
BNR19XE · 10XE, BER 19XE · 10XE계열(스핀 쇼트 II)
BNR29, BER29계열(광폭 시리즈)
BNR20, BER20계열(광폭 시리즈)

초고정도 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈-BGR)	P80-84
-------------------------------	--------

특징
호칭번호 구성
베어링 치수표
BGR19계열
BGR10계열
BGR02계열

2. 원통 롤러 베어링

원통 롤러 베어링	P88-97
-----------	--------

특징
호칭 번호 구성
베어링 치수표
복열 원통 롤러 베어링 (고강성 시리즈)
30계열
39계열
49계열
단열 원통 롤러 베어링(표준 시리즈)
10계열
초고속 단열 원통 롤러 베어링(로바스트 시리즈)
10계열
복열 원통 롤러 베어링(저발열 시리즈)
30계열
초고속 단열 원통 롤러 베어링(저발열 시리즈)
10계열

3. 스러스트 앵글러 볼 베어링

스러스트 앵글러 볼 베어링	P100-105
----------------	----------

특징
호칭 번호 구성
베어링 치수표
고속 스러스트 앵글러 볼 베어링(로바스트 시리즈)
BAR10계열
BTR10계열
복식 스러스트 앵글러 볼 베어링(TAC시리즈)
TAC29D계열
TAC20D계열

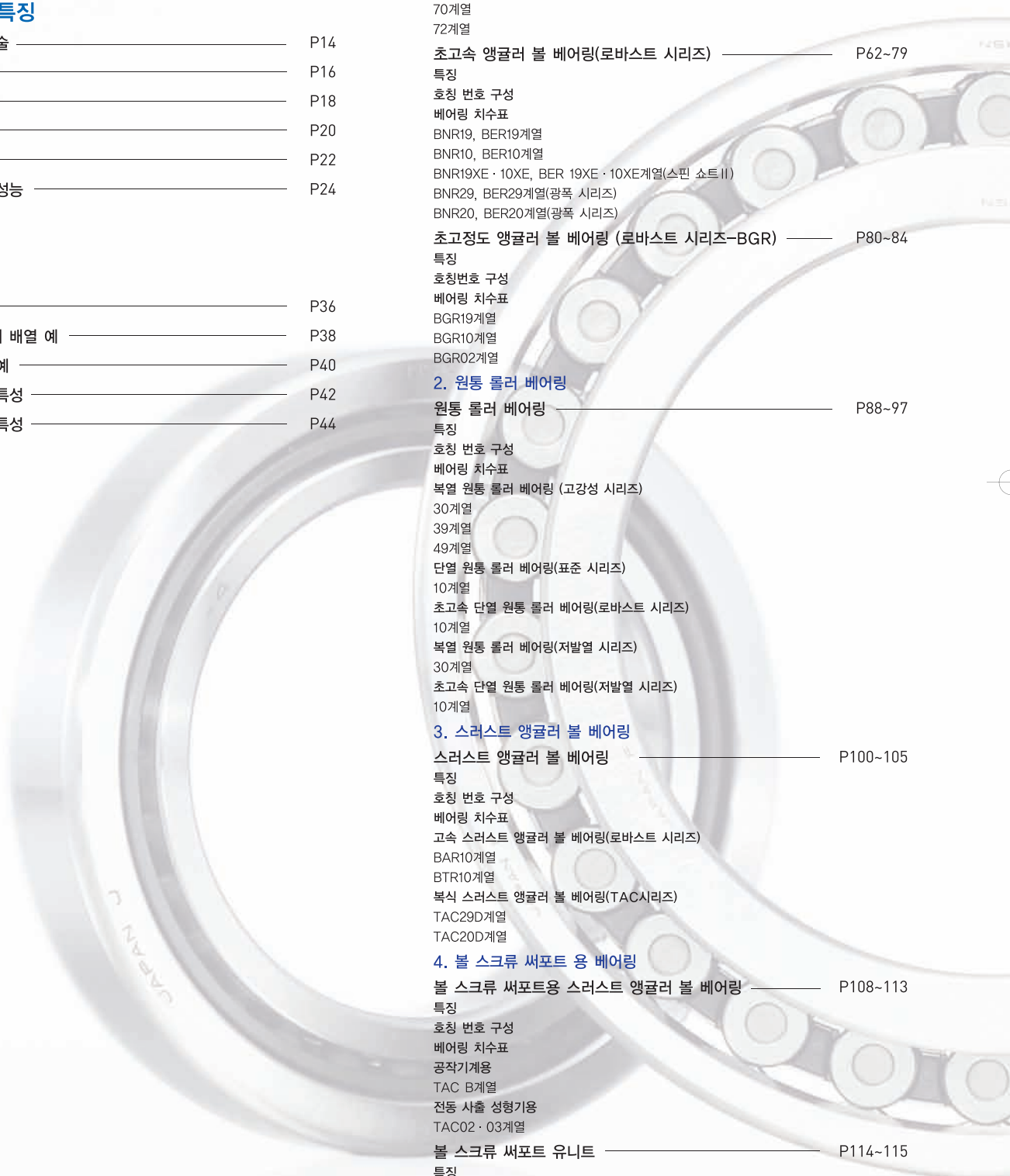
4. 볼 스크류 써포트 용 베어링

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링	P108-113
---------------------------	----------

특징
호칭 번호 구성
베어링 치수표
공작기계용
TAC B계열
전동 사출 성형기용
TAC02 · 03계열

볼 스크류 써포트 유니트	P114-115
---------------	----------

특징
호칭 번호 구성
치수표



5. 정밀 깊은 홈 볼 베어링

정밀 깊은 홈 볼 베어링	P118~120
특징	
호칭 번호 구성	
베어링 치수표	
T1X타입(폴리아미드 수지 리테이너)	
60 · 62 · 63계열	

6. 주변기기

계이지	P124~127
GR계이지	
특징	
치수표	
GTR계이지	
특징	
치수표	
GN계이지	
특징	
치수표	
베어링 모니터	P128
베어링 히터	P129
그리스 보급 시스템	P130~131
오일 에어 유니트	P132~133
셀 부착 스페이서	P134~135

Part5. 설계자료

1. 수명	P138~145
· 구름 피로 수명과 동정격하중	
· 신 수명 계산식	
2. 기본 정 정격 하중과 정 등가 하중	P146~147
3. 앵글러 볼 베어링의 조합	P148~151
· 조합의 특징과 방식	
· 만능 조합	
4. 예압과 강성	P152~169
· 예압 방식과 강성	
· 예압 하중과 강성표	
5. 허용 회전수	P170~171
6. 윤활	P172~175
7. 베어링의 정도	P176~183
· 래디얼 베어링의 정도	
· 테이퍼 내경의 정도	
· 스러스트 앵글러 볼 베어링의 정도	
8. 축 및 하우징의 설계	P184~188
· 축 · 하우징과 끼워 맞춤	
· 축 · 하우징의 정도와 치수	
· 조립 관계치수	
· 면취 치수	
9. 스페이서	P189~193
· 스페이서 치수	
· 노즐 타겟 위치	

Part6. 베어링의 취급

1. 베어링의 조립	P196~209
1. 베어링의 세척	
2. 관계 부품의 치수 확인	
3. 베어링의 조립	
4. 베어링 조립 후의 확인	
2. 운전 검사	P210~211
3. 초기 길들임 운전	P212~213

Part7. 베어링의 손상 진단

1. 베어링의 손상 사례와 대책	P216~219
2. 음향 · 진동의 진단	P220~225

Part8. 부록

축의 치수 허용차	P228~229
하우징 내경의 치수 허용차	P230~231
기본 공차 IT의 수치	P232~233
경도 환산표	P234
금속 재료의 물리적 · 기계적 성질	P235~236
사양 검토 의뢰의 포맷	P237
신 구 형번 대조	P238
조합형 앵글러 볼 베어링의 액시얼 클리어런스 측정 방법	P239

SUPER PRECISION BE



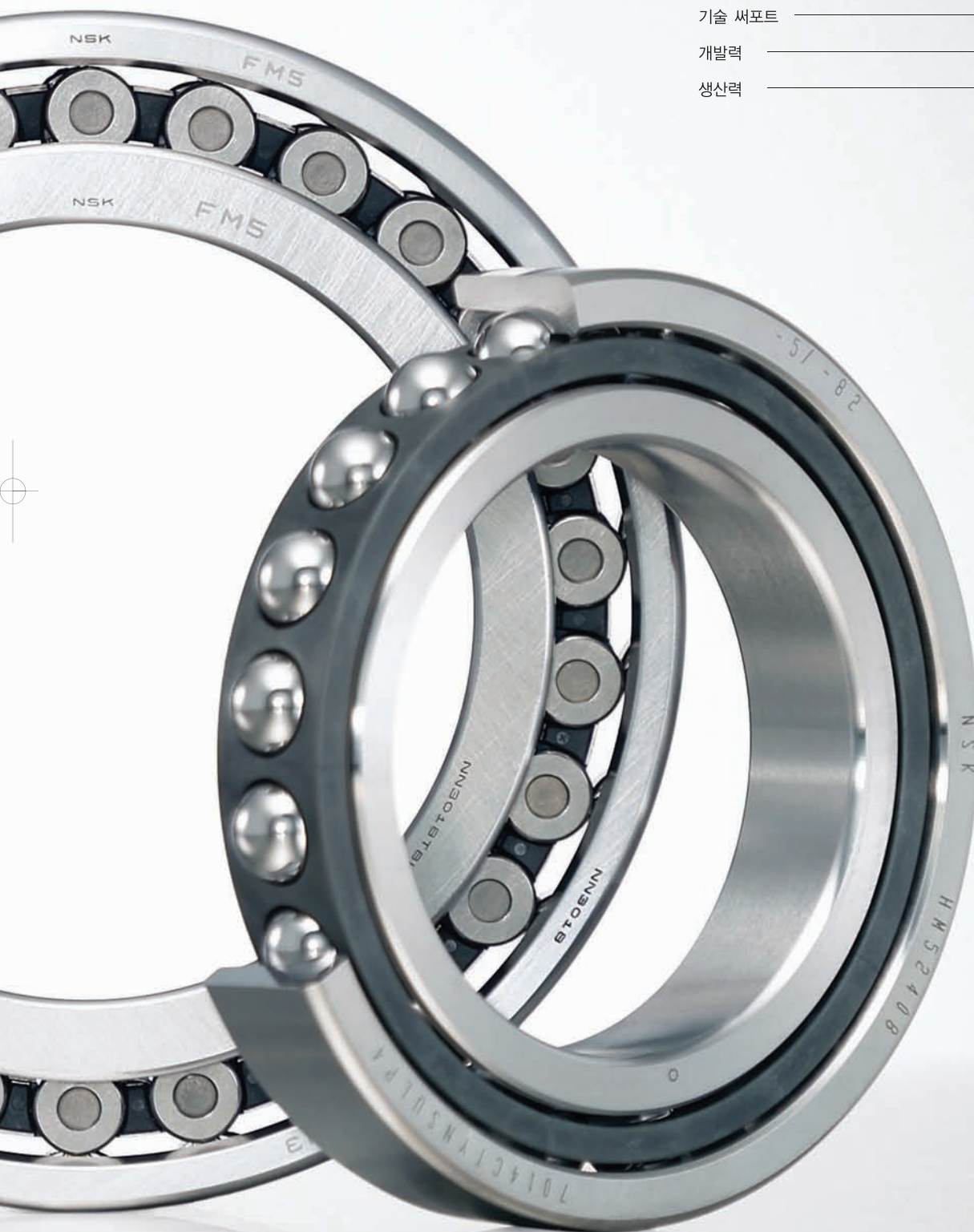
BEARINGS

Part 1

Contents

Part1. NSK 정밀 베어링

기술 서포트	_____	P6
개발력	_____	P8
생산력	_____	P10



Global 기술 씨포트

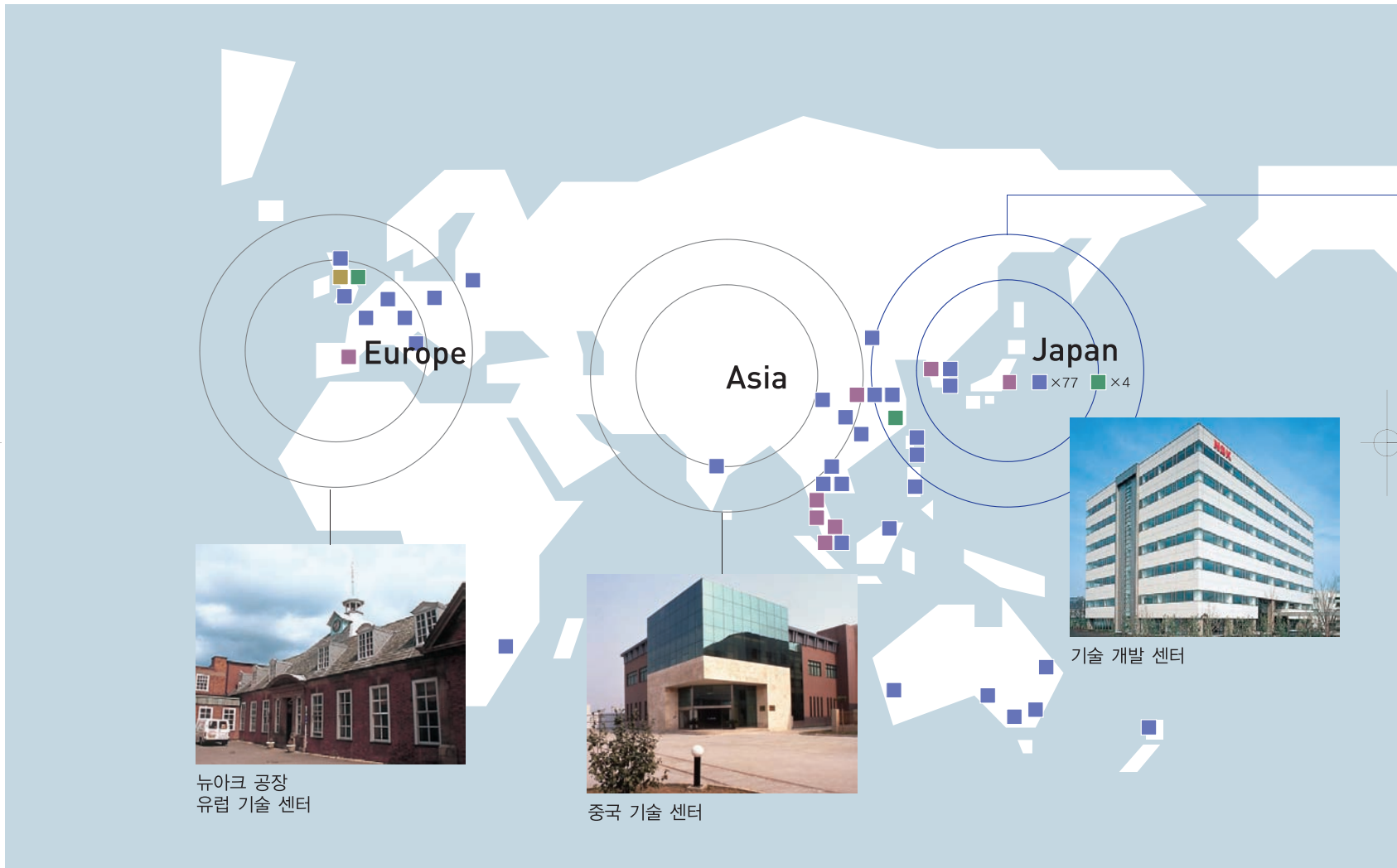
세계 어느 곳에서도 동등한 기술 씨포트 체제를

NSK는 세계 4극에 테크놀로지 센터를 설립하여, 이들 거점을 중심으로 세계에서 같은 레벨의 제품을 생산, 판매할 수 있도록 노력하고 있습니다.

판매거점에서는 높은 전문성을 갖춘 스태프가 유저의 요구사항을 탐색하여

테크놀로지 센터 및 생산 거점과 일체화 된 글로벌 네트워크 관리먼트를 추진하고 있습니다.

어떤 지역의 어느 유저의 요구에도 신속하며 최적화된 대응이 이루어 지도록 유저를 씨포트 하고 있습니다.



최적이며 고품질인 제품을 제공하는 글로벌 네트워크 관리먼트

세계의 주요 시장인 유럽, 미국, 아시아, 일본의 4개소에 테크놀로지 센터를 배치하여 그 곳을 중심으로 고도의 정보 네트워크를 구축하였습니다.

세계에서 전해지는 다양한 시장의 동향을 실시간으로 수집하여, 유저 요구에 최적화된 고품질의 제품을 공급하고 있습니다.




USER와 연결하는 정보 시스템

테크놀로지 센터의 또 다른 기능 테크니컬 씨포트


세계4극의 테크놀로지 센터는 NSK제품의 성능을 극한까지 끌어낼 수 있는 최적의 조건에서 사용할 수 있도록 지원하는 지원 센터로의 역할도 담당하고 있습니다.




The Americas



본사



후지사와 공장



미국 기술 센터

- 총괄거점
- 판매생산거점
- 기술거점

**USER 요구에 응한
커스터 마이즈화도 가능**

탁월한 개발력과 생산력을 구사하여 품질 및 코스트의 양면에서 유저를 만족시킬 수 있는 제품을 생산하고 있습니다.
또, 유저 요구에 따른 커스터화도 가능한 제품 공급 체제를 갖추고 있습니다.

**USER 요구에 명확하게
응답하는 글로벌 써포트**

NSK는 발주에서 납품까지를 완전히 시스템화 시킨 풀 유저 서포트 시스템을 갖추고 있습니다.
세계 각지에 산개된 대리점 망 및 판매거점에는 주요 제품의 재고를 상비하고 있습니다.
NSK의 철저한 써포트 체제로 필요하신 NSK 정밀 베어링을 최단기간에 공급할 수 있도록 준비하고 있습니다.



<http://www.nsk.com>

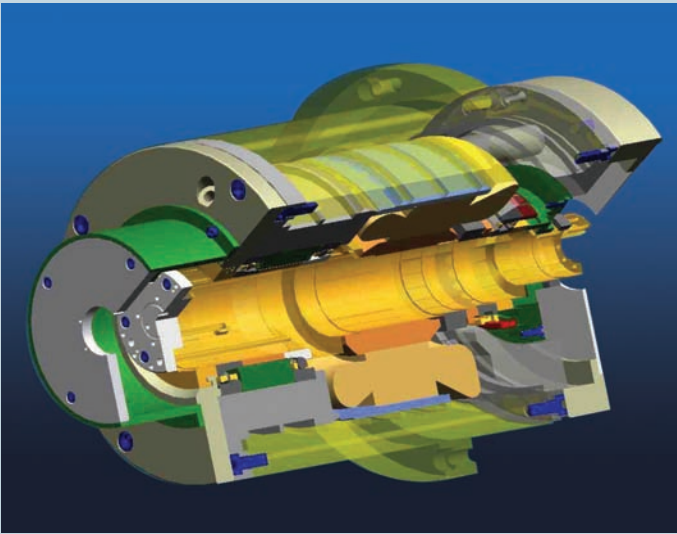
Development 개발력

트라이볼로지와 NSK의 키 테크놀로지

NSK의 키 테크놀로지는 트라이볼로지(마찰과 마모의 연구)에 있습니다.

트라이볼로지는 기계의 마찰과 마모를 감소시킴으로서 저 에너지화 · 저 자원화를 도모함과 더불어 기계의 트러블을 방지하며 신뢰성을 높이는 기술입니다.

NSK는 트라이볼로지를 핵으로한 4가지 키 테크놀로지를 기술의 중심으로 신제품의 개발에 매진하고 있습니다.



해 석 기 술

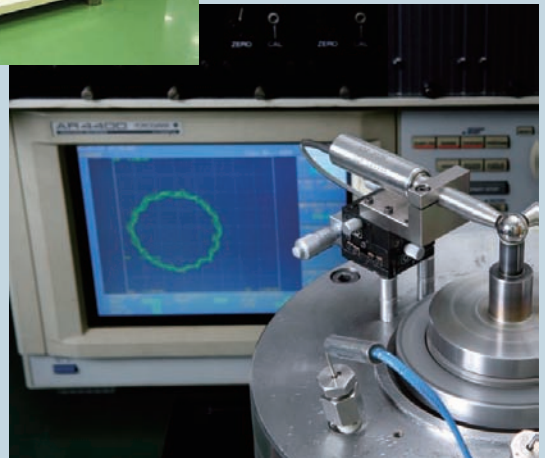
NSK는 트라이볼로지 기술을 디지털화한 소프트웨어 BRAIN(Bearing Analysis In NSK)을 독자 개발하여,마찰에 관련된 운동 및 성능의 시뮬레이션을 가능케 하였습니다.

이 데이터를 FEM(유한요소법)과 합쳐,고도의 CAE(Computer Aided Engineering)를 실현 하였습니다.



평 가 기 술

초 고정밀도 측정기를 사용한 나노 단위의 흔들림 측정 등의 고도 기술을 구사하여 어플리케이션에 적합한 평가기술을 확립하여,최근의 높아진 시장 요구에 대응할 수 있도록 최첨단의 제품 개발에 전력을 기울이고 있습니다.





윤활 기술

NSK는 키 테크놀로지인 트라이볼로지 기술을 극한까지 사용, 기계의 성능을 최대한으로 발휘할 수 있는 윤활 기술을 추구하고 있습니다. 이 기술은 저 에너지, 저 자원화에 공헌하여 지구 환경 보전에도 일조하고 있습니다.



재료 기술

보다 고성능의 제품을 만들기 위하여, 재료 기술의 연구 개발에 매진하고 있습니다. NSK 독자적 제품 소재에서 개발된 제품은 다양한 산업 분야에 있어서의 장수명화 및 메인テナンス 프리화에 공헌하고 있습니다.

Quality 생산력

세계에 자랑하는 최고 품질

NSK정밀 베어링은 세계 톱 레벨의 고 정밀도를 자랑합니다.

그 품질을 지탱하는 것은 최신 설비의 생산 라인과 독자의 생산 기술입니다.

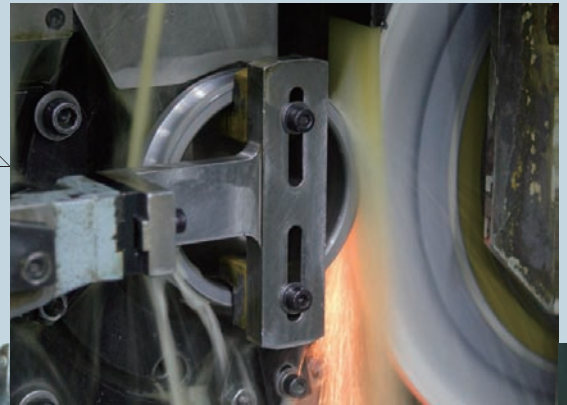
생산 공정에서는 세계 공통의 엄격한 품질 관리를 실현하고 있습니다.

이 철저한 품질 관리 시스템은 NSK가 세계에 자랑하는 고 품질을 실현 하였습니다.

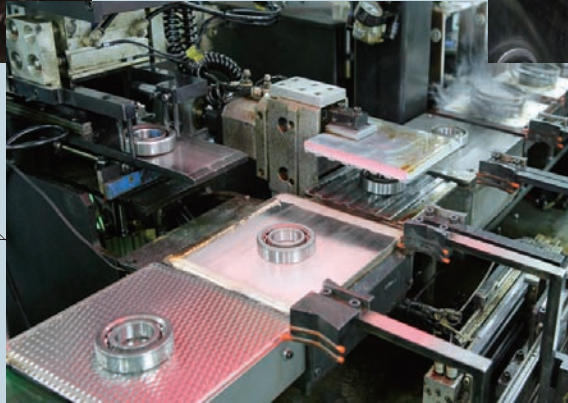
현재 일본과 영국의 글로벌 생산 거점에서 세계 각 지의 다양한 유저에 대응하는 고 정밀도의 제품 제공에 전력을 기울이고 있습니다.



1 열처리



4 조립



5 완성검사

세계에서 자랑하는 고정도의 생산기술

NSK정밀 베어링의 정도는 나노 미터의 세계를 추구하고 있습니다.

이런 고차원의 기술력을 100% 활용하여 세계 톱 레벨의 정밀도를 이룩하였습니다.



일본 및 영국에 위치한 글로벌한 생산거점

NSK정밀 베어링의 생산공장은 일본과 영국,NSK와 RHP의 우수한 노하우를 10년에 걸쳐 통합시켜 유저의 다양한 요망에 다각도로 대응하고 있습니다.



NSK 뉴야크 공장



NSK 후지사와 공장

2 연삭



3 부품검사



6 포장



NSK의 상징

NSK의 골드 박스는 세계 최고 수준의 정밀도를 보증하는 표식입니다.



철저한 품질관리와 환경 매니지먼트

NSK는 ISO9001 인증을 획득하였습니다. 세계 기준의 엄격한 품질 관리에 의해 제품 품질을 유지하고 있습니다. 또, 환경 문제도 최우선 사항으로 삼아 전사적으로 전개하고 있습니다.



ISO 인증취득



환경 ISO 인증취득

진화하는 고성능

종합 기술력을 자랑하는 베어링 메이커로서
안이하게 타협 하지 않는 설계 사상을 바탕으로
새로운 가능성을 추구하여 도전을 계속하고 있습니다.
그리고 최신의 재료 기술, 해석 기술을 융합하여
진정한 고성능이라고 부를 수 있는 정밀 베어링을 완성시켰습니다.
차세대의 Quaility는 NSK로부터 시작됩니다.



Part 2

Contents

Part2. 정밀 베어링의 특징

강재료 장수명화 기술	—————	P14
세라믹스 전동체	—————	P16
리테이너	—————	P18
베어링 구성	—————	P20
제품 LINE UP	—————	P22
정밀 베어링의 각종 성능	—————	P24



강재료 장수명화 기술

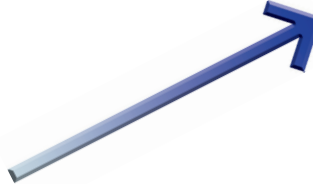
장수명 · 고성능 NSK베어링을 지탱하는 3가지 강재료

NSK는 획기적인 개재물 평가기술과 제강 기술을 확립,

장수명이며 고성능 베어링 재료를 개발하였습니다. 초고속 회전환경에 견디는 <SHX재>

고 하중환경에 높은 신뢰성을 가진 <EP강>, 다양한 일반 환경에서 장 수명을 실현하는 <Z강>.

이들 3가지 강 재료가 NSK 정밀 베어링을 지탱하고 있습니다.



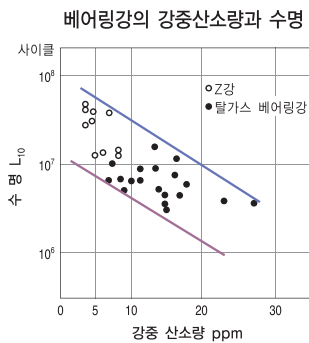
정밀 베어링의 표준재료 Z강

Z 강 표준 장수명 베어링강
종래 탈 가스 강의 1.8배의 피로수명

구름 베어링에 사용되는 고탄소 크롬 베어링강의 피로 수명은 비금속 개재물에 크게 의존하고 있습니다. 특히 피로 수명에는 산화물계 금속 개재물이 유해하여 이 문제점을 개량한 베어링 강이 [Z강]입니다.

• Z강의 특징

Z강은 강종의 산소량을 극한까지 감소시켰으며, 강종의 Ti, S 등 불순물을 크게 감소시킨 결과, 장수명화를 실현 하여 종래의 탈 가스강과 비교하여 수명이 1.8배로 향상 되었습니다.



• 채용 제품



NSK 표준 베어링 강으로 폭넓은 분야에 사용됨.

고하중 환경에서의 신뢰성 향상에 EP강

EP 강 초 장수명 · 고 신뢰성 베어링강
SUJ 2재의 3배의 피로 수명

획기적인 개재물 평가기술 개발과 제강 기술 확립에 의해 EP강이 탄생되었습니다. EP강은 베어링의 비약적인 신뢰성 향상을 실현한 베어링 강입니다.

• EP강의 특징

NSK가 개발한 비금속 개재물의 신 평가 기술에 의한 제강 기술의 개선에 의해, 장수명화를 이룩 하였습니다. 수명의 편차를 최소한으로 억제한 고 신뢰성 베어링 강입니다.

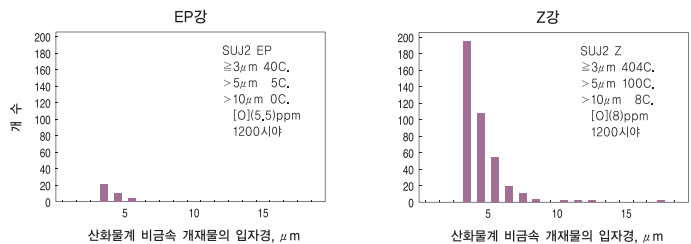
• 신평가 기술의 확립

구름 피로 수명에 유해한 산화물계 개재물을 정량적으로 평가하는 신 평가 기술 [영상 해석법]+[전자빔 용해 석출법]에 의한 [NSK-HSD법]을 확립 하였습니다.

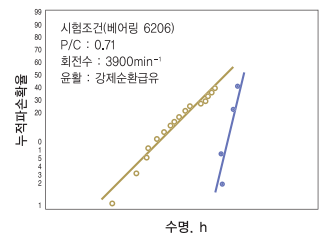
• 제강기술의 개선

Z강과 비교하여 청정도가 대폭 향상되어 비금속 개재물의 감소를 실현하였습니다.

화상해석의 의한 청정도 비교결과



수명 특성
내부 기점형 박리 수명 시험



• 채용제품



볼스크류 서포트용 베어링

초 고속 회전 환경에 적합한 SHX재

SHX재

초고속 · 초장수명 고속용 내열강
SUJ2재료의 4배의 피로수명 20%의 고속성 UP

SHX의 재료는 NSK의 재료 열처리 기술로 개발된 초 고속용 내열강입니다.

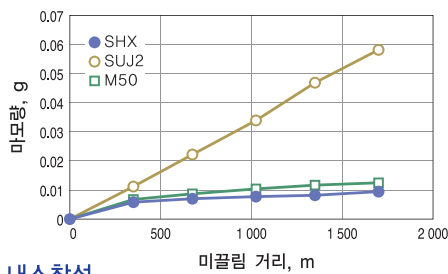
• SHX재의 특징

SHX는 300℃까지의 항공기 제트 엔진 주축 베어링에 채용되는 내열강 M50에 필적하는 내열성을 갖추었으며 내 마모성, 내 소착성, 수명 특성에 있어서는 M50재를 능가합니다. 또 내압흔성, 잔류 압축 응력 등의 특성도 매우 우수합니다.

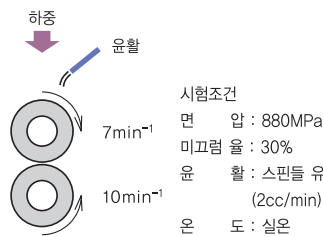
특허번호 : 제2961768호

마모 특성

각종 강재료의 마모특성 (2원통식 마모시험)

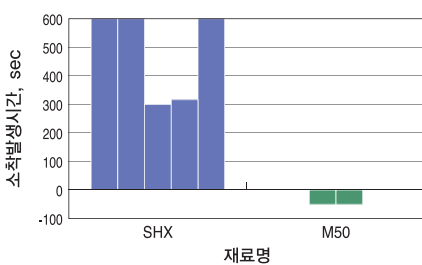


2원통식 마모시험 개요

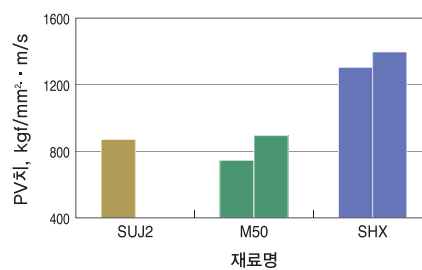


내소착성

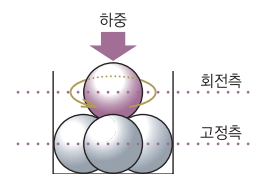
드라이 소착시험 (4구식시험)



소착 한계시험 (4구식시험)

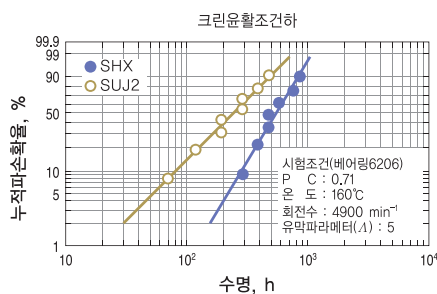


4구식 시험 개요

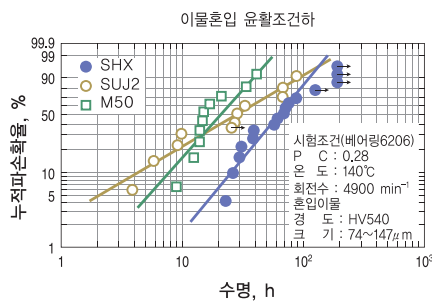


수명 특성

내부 기점형 박리 수명 시험



표면 기점형 박리 수명 시험



• 채용 제품



초고속 공작기계 주축용
초고속 로바스트 시리즈

세라믹스 전동체

고속화 · 저 발열 · 고 강성 · 고 신뢰성을 실현한 세라믹스 전동체

내열성, 내구성, 경량, 낮은 열팽창성, 절연성등.....

세라믹스는 여러가지 우수한 특성을 가진 신시대의 소재로서 그 응용 범위는 무한합니다.

NSK는 세라믹스의 한 종류인 질화규소(Si_3N_4)의 우수한 특성에 착안하여

오랜 시간에 걸쳐 축적한 베어링 기술에 의해 구름 베어링의

전동체에의 적용을 실현 하였습니다.

세라믹스 전동체 베어링은 금속제 전동체 베어링에서는 도달할 수 없는 초고속 회전

초 고정밀도를 실현하여 많은 유저분들께 평가받고 있습니다.



고속성 · 저 발열성

· 경량

강구와 비교하여 40% 경량이므로 전동체에 작용하는 원심력의 영향이 적으며 저 발열

· 낮은 선폽창 계수

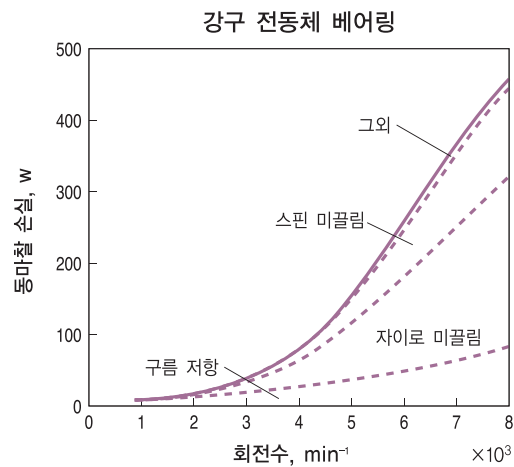
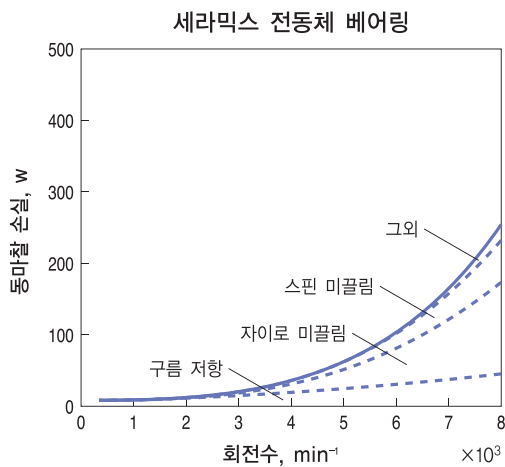
고속 회전에서 베어링 온도가 상승되었을 때에도 강구와 비교하여 예압하중이 낮으며 저발열

· 저마찰

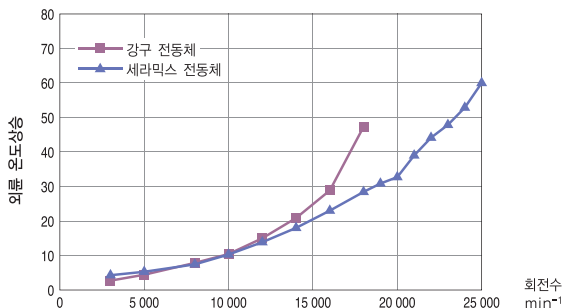
발열의 원인이 되는 운전시의 전동체 미끌림이 적고 저 발열임.

발열이 낮으며
초고속회전이 가능함

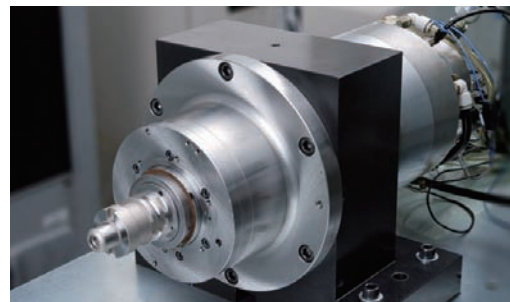
동 마모손실의 계산 결과



고속 회전시의 온도 상승 비교

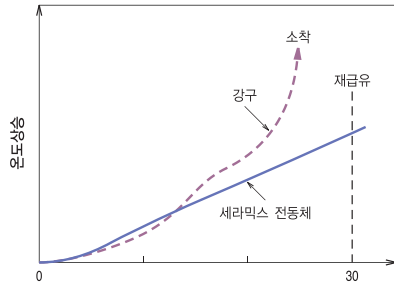


세라믹스 전동체 베어링을 사용하여 $d_m n$ 400만을 달성한 NSK 스피들



내 소착 특성

세라믹스 전동체는 강구와 비교하여 소착특성이 향상됩니다.



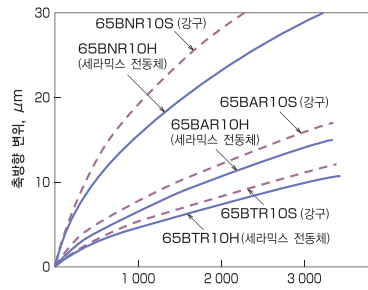
세라믹스 전동체를 사용한 펌파 스피들의 절삭사진



엔드밀 : $\phi 16$
 피질삭제 : A5052
 회전수 : $20,000\text{min}^{-1}$
 $2500\text{cm}^3/\text{min}$

고강성

강구와 비교하여 종탄성계수가 50% 크므로 베어링의 강성이 높고, 공작기계 주축용 베어링으로 최적입니다.



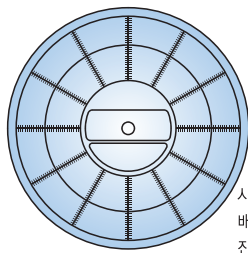
세라믹스 전동체를 사용한 펌파 스피들의 절삭사진



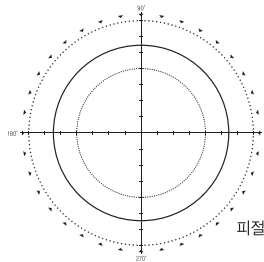
페이스밀 : $\phi 80$
 피질삭제 : S50C
 회전수 : $12,000\text{min}^{-1}$
 $504\text{cm}^3/\text{min}$

고정도

고품질 소재와 소결방법의 개량 및 장시간 축적한 전동체 제조기술을 활용하여 강제이상의 고정도 세라믹스 전동체를 제조하고 있습니다. 이런 고정도 세라믹스 전동체를 활용한 베어링으로 고정도 가공을 실현합니다.



사이즈 : 9/32"
 배율 : 50,000배
 진원도 현상



피질삭 진원도 0.14 μm
 1 $\mu\text{m}/\text{div}$



고배율(20만배)
 진원도 측정기



세라믹스 볼 베어링



세라믹스 롤러 베어링

리테이너

고속특징 · 마모특성이 우수한 엔지니어링 플라스틱 리테이너

엔지니어링 플라스틱 리테이너는 동합금 리테이너와 비교하여 경량으로(비중이 1/6)자기 윤활성이 우수하며,마찰계수가 적은 것이 특징입니다. 때문에 고속 회전시 베어링의 발열이 적고,고속 특성이 우수합니다.

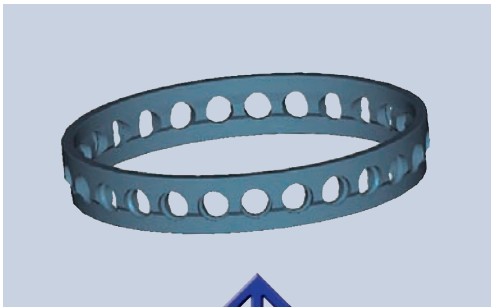
또,리테이너의 마모에 의한 그리스의 성능 저하가 적어, 공작기계의 주축용 베어링으로 채용 되고 있습니다.

앵글러 볼 베어링용 리테이너

전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너—(TYN)엔지니어링 플라스틱

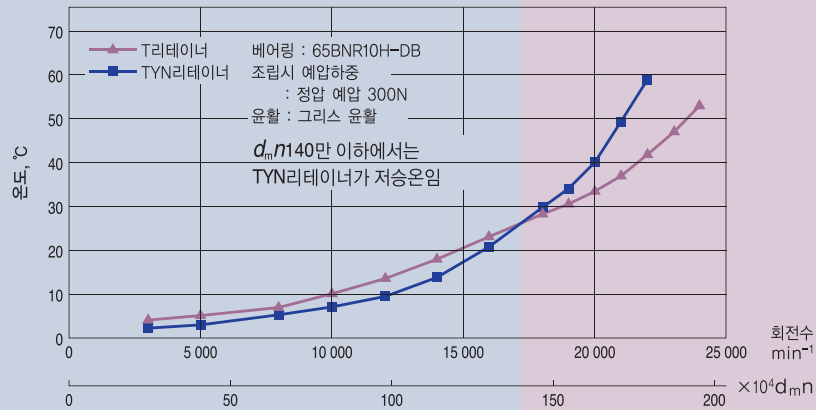
저소음

- NSK가 개발한 독자적 형상-마모 특성, 음향 특성이 우수하여, 그리스 윤활시의 효과가 우수합니다.
- 전동체 안내 채용-외륜 측 공간이 넓고,베어링 내부의 그리스 유지량이 많습니다.
- 그리스의 길들임 운전 시간이 짧고 길들임 운전시의 승온도 안정되어 있습니다. (외륜 안내 페놀 수지 리테이너와 비교)



[채용 제품]
초고속 앵글러 볼 베어링
로바스트 시리즈

리테이너 평가 시험결과



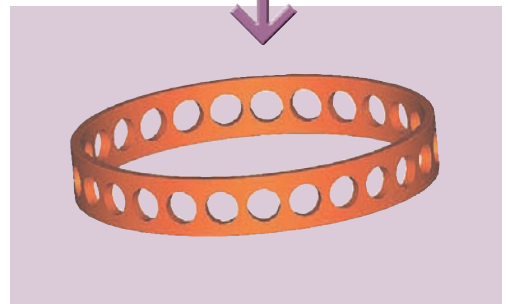
외륜 안내 페놀 수지 리테이너—(T, TR)

초고속

- 외륜 안내 채용—고속 영역에서 리테이너 회전이 인정되어 있음.



[채용 제품]
고정도 앵글러 볼 베어링 표준 시리즈
초고속 앵글러 볼 베어링 로바스트 시리즈



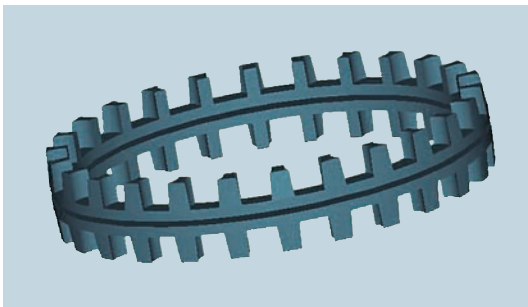


복열 원통 롤러 베어링용 리테이너

롤러 안내 PPS 수지 리테이너—(TB) 슈퍼 엔지니어링 플라스틱

고강성

- 롤러 안내 리테이너로서 강도 및 마찰 특성을 고려한 최적 설계를 실시하였습니다.
- 종래의 원통 폴리아미드 리테이너와 비교하여, 강도, 탄성율, 크립 특성, 피로특성이 우수합니다.
- 사용 한계 온도가 220℃로 매우 우수한 내열성을 가지고 있습니다.



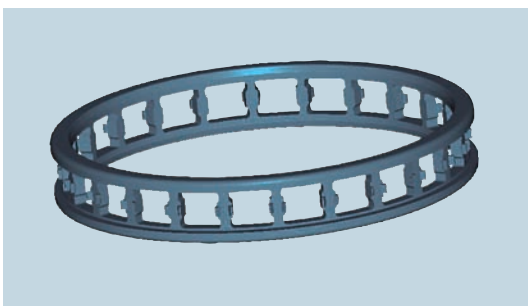
[채용 제품]
복열 원통롤러 베어링
고강성 시리즈

단열 원통 롤러 베어링용 리테이너

외륜 안내 PEEK 수지 리테이너—(TP) 슈퍼 엔지니어링 플라스틱

초고속

- 초 고속회전시의 리테이너 변형을 제어하여 안정된 회전상태를 유지합니다.
- 사용 한계 온도가 240℃로 매우 우수한 내열성을 가지고 있습니다.
- 미량 윤활에 최적화된 내마모 성능을 발휘합니다.
- 강도, 탄성율, 크립 특성, 피로 특성등이 매우 우수합니다.



[채용 제품]
초고속 단열 원통롤러 베어링
로바스트 시리즈

롤러 안내 동합금 리테이너 (MR, MR)

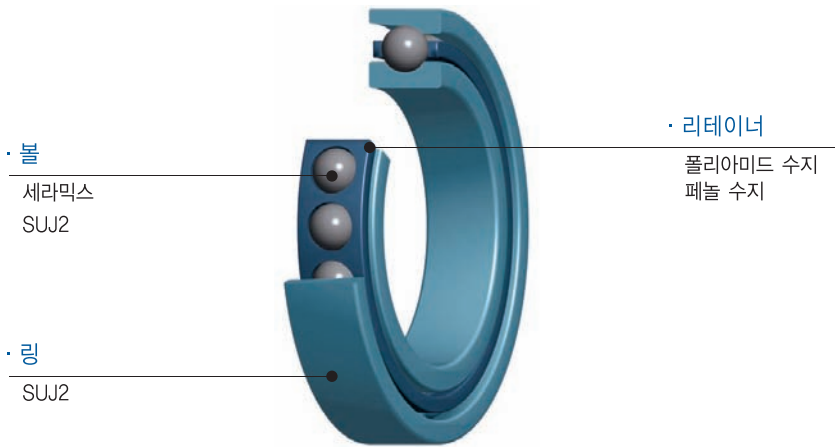
범용

- 내열성 · 강도가 우수한 고강성 리테이너입니다.

베어링 구성

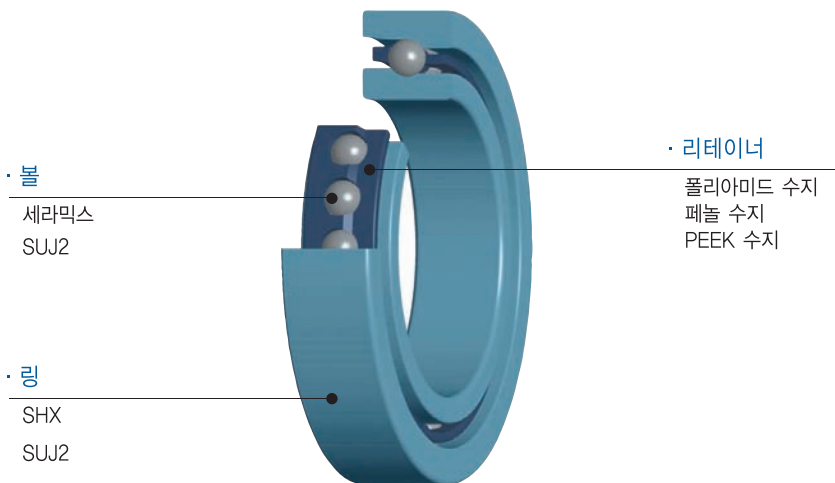
재료의 선정과 베어링 내부 설계를 최적화 한 NSK의 정밀베어링

앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)



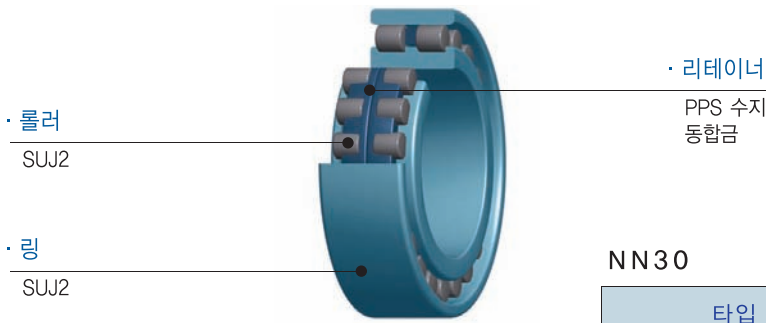
타입	링	볼	리테이너
SUJ2사양	SUJ2	SUJ2	폴리아미드46 (TYN) 페놀 (TR)
세라믹볼 사양	SUJ2	세라믹스	

앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)



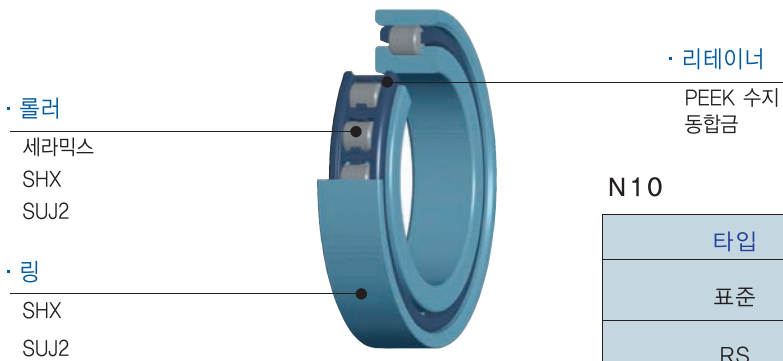
타입	링	볼	리테이너
S	SUJ2	SUJ2	폴리아미드46 (TYN) 페놀 (T)
H	SUJ2	세라믹스	PEEK (T42)
X	SHX	세라믹스	

원통 롤러 베어링



NN30

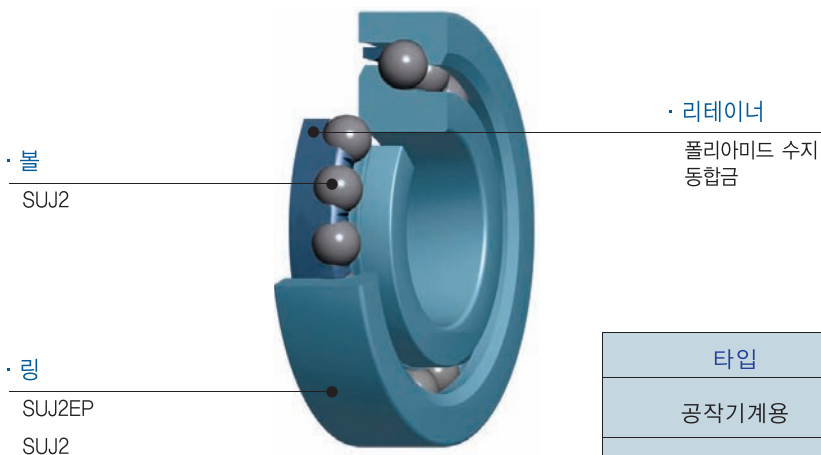
타입	링	볼	리테이너
표준	SUJ2	SUJ2	PPS (TB) 동합금 (MB)



N10

타입	링	볼	리테이너
표준	SUJ2	SUJ2	동합금 (MR)
RS	SUJ2	SUJ2	PEEK (TP)
RX	SHX	SHX	
RXH	SHX	세라믹스	

스러스트 앵글러 볼 베어링 (볼 스크류 써포트용 TAC 시리즈)



타입	링	볼	리테이너
공작기계용	SUJ2EP	SUJ2	폴리아미드66
전동 사출 성형기용	SUJ2	SUJ2	폴리아미드46 (T85) 동합금 (M)

제품 라인업

NSK 정밀 베어링은 고기능 베어링(로바스트 시리즈)을 시작으로 전용 베어링과 표준 베어링 시리즈를 라인 업 시켰습니다.

	<p>고정도 앵귤러 볼 베어링</p>	<p>표준 시리즈</p>
<p>표준 시리즈 ISO 기준의 NSK 정밀 베어링의 기본 시리즈</p> <ul style="list-style-type: none"> · 70계열, 79계열, 72계열 · 접촉각은 3종류 15° (C), 25° (A5), 30° (A) · 리테이너는 2종류 외륜 안내 페룰 수지 리테이너(T), 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너(TYN)을 용도에 따라서 선정 		
	<p>초고속 앵귤러 볼 베어링</p>	<p>로바스트 시리즈</p>
<p>로바스트 시리즈(BNR, BER) 고속회전 · 저온도 상승 · 초정밀 가공의 어플리케이션을 대상으로 개발한 고기능 시리즈</p> <ul style="list-style-type: none"> · 접촉각은 2종류 18° (BNR), 25° (BER) · 볼 재질은 2종류 강구(S), 세라믹스 구(H·X) · 리테이너는 2종류 외륜 안내 페룰 수지 리테이너(TR), 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너(TYN)를 용도에 따라서 선정 · 로바스트 시리즈는 $d_m n$ 300만을 넘어선 초고속 영역에도 대응가능 		
	<p>씰 부착 앵귤러 볼 베어링</p>	<p>전용 시리즈</p>
<p>전용 시리즈 그리스 봉입으로 취급성 향상, 공작기계용 스피들의 메인テナンス에도 최적</p> <ul style="list-style-type: none"> · 고정도 앵귤러 볼 베어링 표준 시리즈 · 초고속 앵귤러 볼 베어링 로바스트 시리즈 · 베어링 내경 $\phi 30 \sim \phi 100$mm의 70계열, 79계열에 대응 		
	<p>고속 스러스트 앵귤러 볼 베어링</p>	<p>로바스트 시리즈</p>
<p>로바스트 시리즈(BAR, BTR) 선반 주축등의 고속 고강성 용도로 개발된 고기능 시리즈</p> <ul style="list-style-type: none"> · 접촉각은 2종류 30° (BAR), 40° (BTR) · 볼 재질은 2종류 강구(S), 세라믹 전동체(H) 		
	<p>초 고정도 앵귤러 볼 베어링</p>	<p>로바스트 시리즈</p>
<p>로바스트 시리즈(BGR) 초고속 내면연삭반 주축, 고속 모터등의 정 예압용으로 개발된 고기능 시리즈</p> <ul style="list-style-type: none"> · 대상치수 베어링 내경 $\phi 6 \sim \phi 25$mm의 접촉각 15° · 볼 재질은 2종류 강구(S), 세라믹스 구(H·X) · 내외륜 비 분리 구조 · 만능 조합 DU, SU 대응 		

로바스트 시리즈는 NSK 정밀 베어링의 고성능 베어링 시리즈입니다.



초고속 단열 원통 롤러 베어링

로바스트 시리즈

표준 시리즈

로바스트 시리즈 표준 시리즈

머시닝 센터 주축등 고속 용도로 개발된 고성능 시리즈

- 리테이너는 2종류 동합금(MR), PEEK 수지(TP)
- 롤러 재질은 3종류 강재, SHX재, 세라믹스
- 초고속 로바스트 시리즈는 dmn 220만의 고속 회전이 가능

①동합금(MR)리테이너는 표준시리즈입니다.



복열 원통 롤러 베어링

표준 시리즈

고강성 시리즈

선반 주축등 고속 고강성 용도의 복열 원통 롤러 베어링

- 리테이너는 2종류 동합금(MB), PPS수지(TB)
- 외륜 오일 홀 · 오일 홈을 외륜 폭 중앙에 장비한 E44사양도 대응



볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링

전용 시리즈

공작기계용

공작기계의 볼 스크류 지지용 고강성 스러스트 앵글러 볼 베어링

- 접촉각 60°
- 강성, 수명에 맞추어 자유로운 만능 조합 선택이 가능함
- 전용 그리스 봉입품도 대응 가능
- 고방진 양측면 씬 부착, 고내수성 그리스 봉입품도 대응가능



볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링

전용 시리즈

전동 사출 성형기용

고부하 용량의 설계 사양 채용으로 조합열수의 삭감이 가능하여 동일 사이즈에서는 5배 수명 연장

- 내 · 외륜 비분리형으로 테이퍼 롤러 베어링 및 스러스트 자동 조심 롤러 베어링과 비교 취급이 용이함
- 볼 베어링의 최적 설계로 저 토크크화 실현
- 하중에 맞춘 만능 조합 선택이 가능



정밀 깊은 홈 볼 베어링

전용 시리즈

전용 시리즈

고속, 고정도 모터 주축에 최적한 깊은 홈 볼 베어링

- 리테이너는 2종류 전도체 안내 폴리ाम이드 수지 리테이너(T1X, TYA)
- 저소음 · 저진동이 요구되는 용도에 최적사양

초고속 앵귤러 볼 베어링

고속성과 저발열을 실현한 고기능 앵귤러 볼 베어링 — 로바스트 시리즈

Benefit Points

- 1 저발열을 실현
- 2 내소착성 향상
- 3 온도 로바스트성 향상
- 4 고속영역에서 안정된 회전을 실현

고성능

스핀 쇼트 II XE 타입
 오일 에어 윤활의 에어움을 개선한 저소음 베어링
 · 내 외륜 재료 : 고속용 내열강(SHX)
 · 세라믹스 전동체 사양
 · 회전수에 맞춘 리테이너의 선택이 가능
 · 외륜 안내 페룰 수지 리테이너 d_mn 250만 이하
 · 외륜 안내 PEEK 수지 리테이너 d_mn 250만 이상

로바스트 시리즈 X 타입
 초고속 회전으로 내마모·내소착 특성이 우수한 고기능 타입
 · 내외륜 재료 : 고속용 내열강(SHX)
 · 세라믹스 전동체 사양
 · 외륜 안내 페룰 수지 리테이너

로바스트 시리즈 H 타입
 고속·저발열의 고기능 사양
 · 내외륜 재료: 베어링강(SUJ2)
 · 세라믹스 전동체 사양
 · 회전수에 맞춘 리테이너의 선택이 가능
 · 전동체 안내 폴리이미드 수지 리테이너 d_mn 140만 이하
 · 외륜 안내 페룰 수지 리테이너 d_mn 140만 이상

로바스트 시리즈 S 타입
 가격 성능비가 우수한 베어링 강 전동체 타입
 · 내외륜 재료 : 베어링강 (SUJ2)
 · 강구 전동체 사양
 · 전동체 안내 폴리 아미드 수지 리테이너

고속성

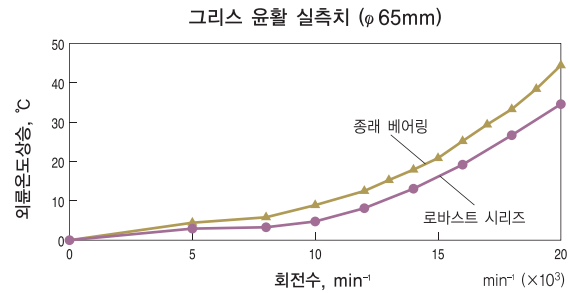
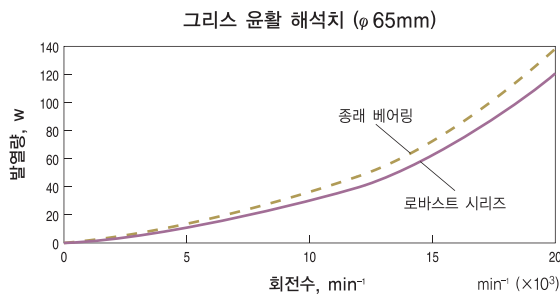
스핀 쇼트 II「XE」 타입의 특징

- 고속 성능 (정위치 예압)
 - 외통 냉각 조건하에서 $d_m n$ 250만 달성(무냉각시 $d_m n$ 270만)
- 정음화 실현
 - 측면 급유의 오일여어와 비교하여 3~5db 정음화 달성
- 주축 자세
 - 중·횡에 상관없는 안정 운전이 가능
- 에어랑 절감
 - 측면 급유의 오일여어와 비교하여 에어랑을 1/3으로 절감 가능

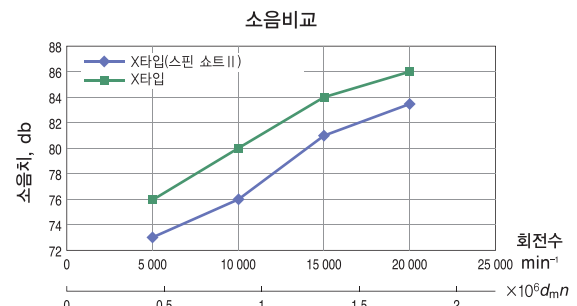
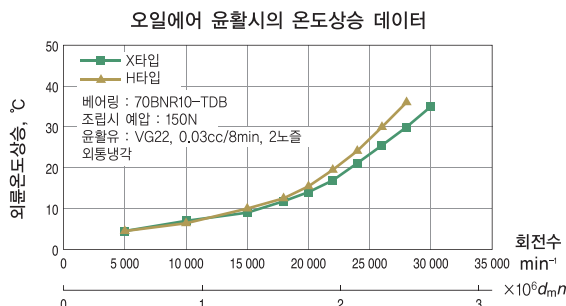
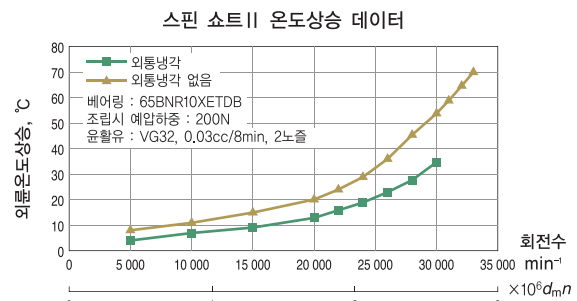
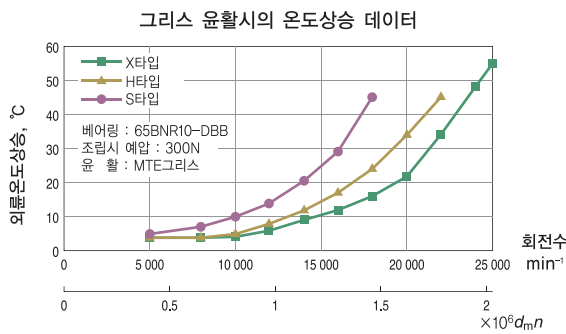


해석 데이터

해석 소프트웨어의 고속화에 의해 베어링 내부의 미끌림을 고려한 온도상승 시뮬레이션에 의한 최적설계. 로바스트 시리즈는 종래품과 비교하여 발열 증가가 극히 낮으며 안정된 운전 성능을 얻을 수 있습니다.



시험 데이터



로바스트 시리즈

표준 시리즈

고기능 원통 롤러 베어링

고속성과 고강성을 실현한 원통 롤러 베어링

Benefit Points

- 1 저발열을 실현
- 2 내소착성 향상
- 3 고속영역에서 안정된 회전을 실현

고성능

초고속 단일 원통 롤러 베어링
 로바스트 시리즈 RXH 타입
 고속영역에서의 내소착성을 개선한 시리즈의 최고급품
 · 내외륜 재료: 고속용 내열강(SHX)
 · 세라믹스 전동체 사양
 · 외륜 안내 PEEK 수지 리테이너

초고속 단일 원통 롤러 베어링
 로바스트 시리즈 RX 타입
 초고속 회전에서 내열·내마모 특성이 우수한 고기능 타입
 · 내외륜, 전동체 재료: 고속용 내열강(SHX)
 · 외륜 안내 PEEK 수지 리테이너

복열 원통 롤러 베어링
 고강성 시리즈
 신설계의 플라스틱 리테이너를 사용한 고기능 타입
 · 내외륜 재료: 베어링강(SUJ2)
 · 회전수에 맞춘 리테이너의 선택이 가능
 전동체 안내 PPS 수지 리테이너
 전동체 안내 동합금 리테이너

초고속 단일 원통 롤러 베어링
 로바스트 시리즈 RS 타입
 가격 성능비가 우수한 고속 타입
 · 내외륜, 전동체 재료: 베어링강 (SUJ2)
 · 외륜 안내 PEEK 수지 리테이너

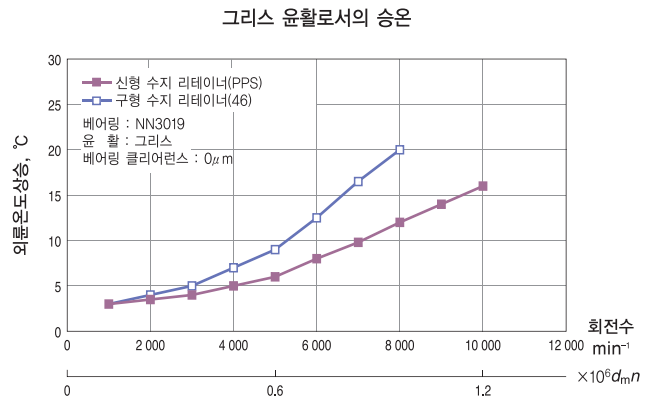
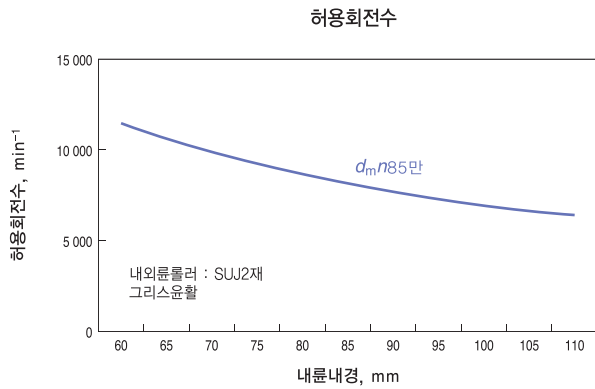
단일 원통 롤러 베어링
 표준 시리즈
 동합금 라테이너를 채용한 표준 사양
 가격 성능비가 우수한 고속 타입
 · 내외륜, 전동체 재료: 베어링강 (SUJ2)
 · 전동체 안내 동합금 리테이너

고속성

복열 원통 롤러 베어링 고강성 시리즈의 특징

· 장수명

내열성이 우수한 고강성 엔지니어링 플라스틱 "PPS 수지"를 채용함으로써 운전 초기 마모분을 감소시켜 그리스 수명이 항상 됩니다.



초고속 단일 원통 롤러 베어링 로바스트 시리즈의 특징

· 저발열

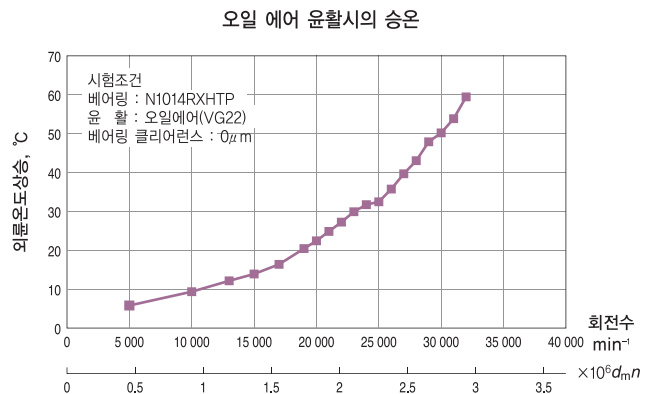
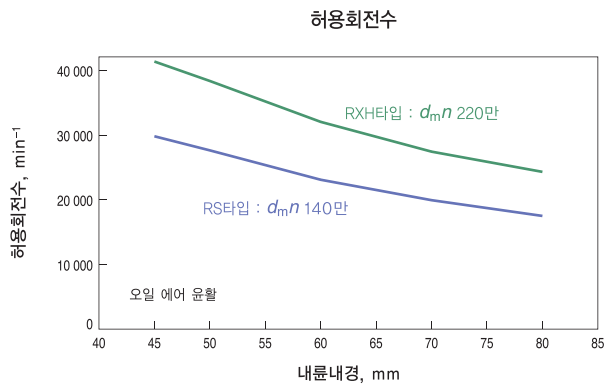
베어링 내부 형상, 리테이너 형상에 로바스트 설계를 적용하여, 저발열을 실현

· 내소착성 향상

「RX · RHX타입」에는 내소착성 특성면에서 압도적인 성능을 보유한 SHX재를 채용하였습니다.

· 고속화 실현

「RX · RX · RXH타입」의 리테이너에는 내열, 고강성 수지 "PEEK수지"를 채용하여 고속화를 실현하였습니다.
이 리테이너에 의해 초고속 영역($d_m n$ 200만이상)에서의 운전이 가능해 졌습니다.



로바스트 시리즈

고속 슬러스트 앵글러 볼 베어링

고속성과 고강성을 실현한 고기능 슬러스트 앵글러 볼 베어링 — 로바스트 시리즈

Benefit Points

- 1 고강성 실현
- 2 저발열을 실현
- 3 고정도 실현



고속 슬러스트 앵글러 볼 베어링 BTR10계열
 접촉각40°의 슬러스트 앵글러 볼 베어링.
 고강성과 저발열성을 양립시킴



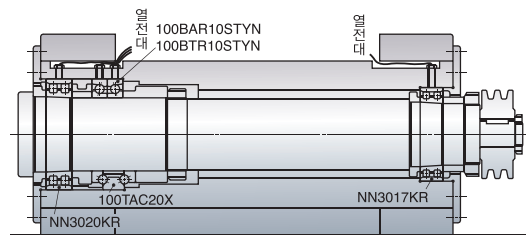
고속 슬러스트 앵글러 볼 베어링 BAR10계열
 접촉각30°의 고속 슬러스트 앵글러 볼 베어링.
 고속성을 더욱 향상 시킴



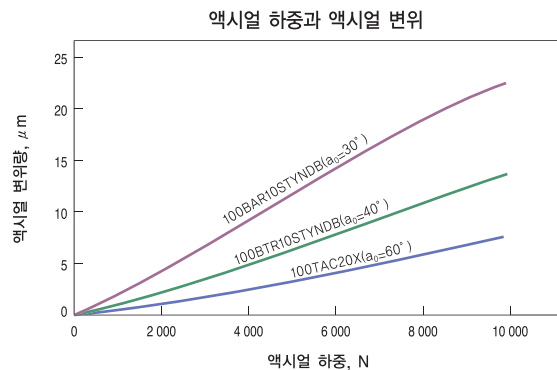
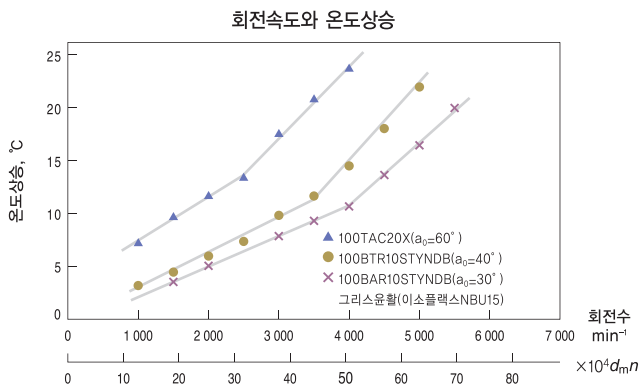
복식 슬러스트 앵글러 볼 베어링 TAC시리즈
 접촉각60°을 채용한 고강성 복식 슬러스트 앵글러 볼 베어링
 액시얼 강성이 향상됨.

주축 선반용 슬러스트 앵글러 볼 베어링의 특징

- **고정도**
 선반 주축에 요구되는 고정도에 맞추어, NSK의 경험을 살려 표준 고정도 사양화 하였습니다.
- **BAR, BTR⇔TAC를 상호 교환 시킬수 있음**
 필요에 따라 로바스트 시리즈(BAR, BTR)를 TAC시리즈로 변경 가능 (우측 그림 참조).



시험장치



초고정도 앵귤러 볼 베어링

고정도와 장수명을 양립시킨 초고속 내면 연삭반용 베어링 — 로바스트 시리즈(BGR)

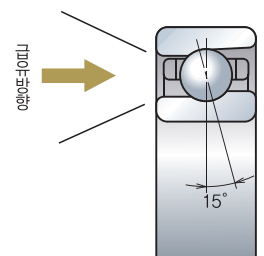
Benefit Points

- 1 최적 설계
- 2 취급성이 우수한 비분리구조
- 3 만능 조합형에 의한 자유배열



초고정도 앵귤러 볼 베어링 로바스트 시리즈(BGR)의 특징

- **최적 설계**
 윤활 성능의 향상을 위하여 외륜 안내형식 리테이너를 채용
 내륜 카운터 보아 구조로 오일 미스트의 베어링 내부에의 침입 경로를
 넓혀 안정된 급유를 선포트 합니다.
- **장수명화**
 고속용 내열강 SHX를 채용
- **용이한 취급성의 비분리형 구조**
 내외륜 비분리형 구조로 취급성이 향상됨
- **고정도 사양**
 표준의 베어링 정도는 ISO 2급 (ABMA ABEC9)을 채용
- **만능조합에 의한 자유로운 조합 선정**
 DB,DF,DT 조합이외의 자유로운 배열도 가능



전용 시리즈

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵귤러 볼 베어링(공작기계용)

고강성을 실현한 고기능 전용 베어링 — TAC B 시리즈

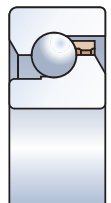
Benefit Points

- 1 장수명을 실현
- 2 저 토크 실현
- 3 취급성을 향상 시킴
- 4 고정도를 실현

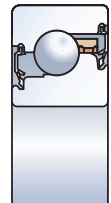


볼 스크류 써포트용 스러스트 앵귤러 볼 베어링(공작기계용)의 특징

- **장수명**
EP강 채용에 의해 장수명화를 실현
- **고강성**
전동체 수 증가 및 접촉각 60°도 적용으로 내 액시얼 강성을 향상시킴
- **저 토크**
테이퍼 롤러 베어링 및 원통 롤러 베어링과 비교하여 기동 토크가 적고 작은 구동력으로 높은 회전 정도를 실현
- **만능 조합에 의한 자유 조합**
DB, DF, DT 조합 이외에도 자유롭게 배열이 가능
전용 그리스(AS2 그리스) 봉입품도 대응
- **간편한 취급성**
고방진 접촉 싯 타입은 고 내수성 그리스를 봉입하여 작업의 간소화가 가능
만능 조합형(SU)를 표준으로 설정
- **고정도**
고정도의 신 설계 폴리아미드 리테이너를 채용



TAC B 단면도



밀봉 싯 부착형 TAC B 단면도

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵귤러 볼 베어링(전동 사출 성형기용)

설계 간소화 · 코스트 다운에 기여하는 고기능 전용 베어링 — TAC02 · 03시리즈

Benefit Points

- 1 고부하 용량하면서도 콤팩트 화를 실현
- 2 신뢰성의 향상
- 3 취급성을 향상 시킴
- 4 볼 베어링의 최적 설계로 토크 감소

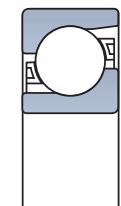


볼 스크류 써포트용 스러스트 앵귤러 볼 베어링(전동 사출 성형기용)의 특징

- **신뢰성 향상**
동일 사이즈와 비교하면 수명이 5배 증가함
- **취급성의 향상**
내외륜 비분리형이므로 테이퍼 롤러 베어링과 스러스트 자동조심 롤러 베어링과 비교하여 취급성이 대폭 향상 되었습니다.
- **설계 간소화 · 코스트 다운**
조립하면 필요 설정 예압치가 되도록 단면 차폭량을 조정한 베어링을 적용하여 예압 부하를 위하여 별도의 설계 및 가공이 불필요하며 코스트 절감에 기여
- **볼 베어링의 최적 설계로 토크가 감소됨**
볼베어링의 최적 설계로 저 토크를 실현함.
롤러 베어링을 적용하던 부위에 적용할 경우, 대폭의 토크 절감이 가능



공작기계용 전동사출 성형기용
써포트 베어링 비교



TAC03AT85
단면도

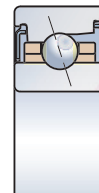
전용 시리즈

씰 부착 앵귤러 볼 베어링

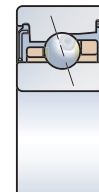
메인テナンス에 최적인 씰 부착 앵귤러 볼 베어링 — 로바스트 시리즈 표준 시리즈

씰 부착 앵귤러 볼 베어링의 특징

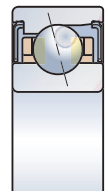
- **작업성 향상**
그리스가 미리 봉입되어 주축 조립시에 그리스를 봉입할 필요 없음
- **환경성 향상**
씰 부착 타입으로 그리스의 외부 비산을 방지함.



로바스트 시리즈
(TR리테이너)



로바스트 시리즈
(TYN리테이너)



표준시리즈
(TR리테이너)

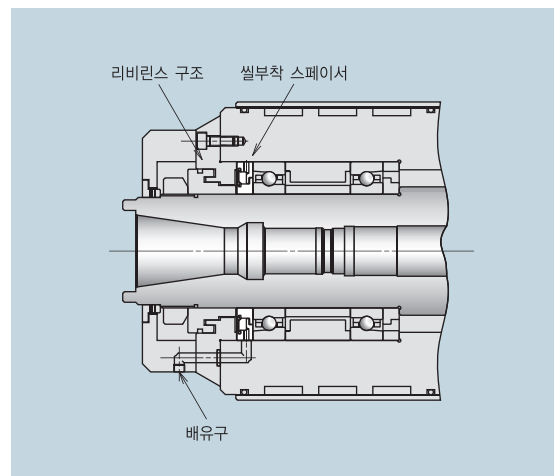
그외 상품

씰 부착 스페이서

이물질의 혼입을 방지하는 씰 부착 스페이서 — 공작기계 주축용 정밀 스페이서

씰 부착 스페이서의 특징

- **환경성 향상**
밀봉 씰 타입으로 그리스의 외부 비산을 방지
- **신뢰성 향상**
그리스 윤활로 특히 이물질이나 냉각수의 침입을 방지함



공작기계 주축용 고성능 그리스

MTS, MTE, ENS

그리스 3타입의 특징

- MTS** 증조제에 우레아를 사용하여 내열성이 우수한 고속회전용 그리스입니다.
- MTE** 내 하중성이 우수한 고속 회전용 그리스입니다.
- ENS** 친 환경성인 분해성 그리스입니다.



MTE와 MTS는 「1009류브 타입」과 「1kg캔타입」, ENS는 「2.5kg캔타입」을 판매중입니다.

그리스 성상

항목	시험조건	MTS	MTE	ENS	시험방법
증조제	—	우레아	Ba 콤플렉스	우레아	—
기 유	—	에스텔유 +합성 탄화 수소유	에스텔유	에스텔유	—
기유점도(mm ² /S) _j	40℃	22	20	32	JIS K2220 5.19
주 도	25℃, 60 W	2~3호	2호	2호	JIS K2220 5.3
적점(℃)	—	>220	>200	>260	JIS K2220 5.4
증발량(mass%)	99℃×22H	0.3	0.4	0.4	JIS K2220 5.6B
이유도(mass%)	100℃×24H	0.4	1.0	1.1	JIS K2220 5.7

베어링 선정에 관하여

정밀 베어링은 정도와 회전수, 강성이 특히 중요시되는 공작기계용으로 최적의 설계로 검토되어 있습니다.
정밀 베어링은 형식, 타입에 의해 성능 및 특성이 다르기 때문에 용도에 따라 선정할 필요가 있습니다.

베어링 선정의 씨포트에 관하여

NSK에서는 정밀 베어링의 성능이 100% 발휘되는 조건에서 사용하기 위해서 고객 대상의 베어링 선정의 씨포트를 실시하고 있습니다.
신기종 설계와 특별한 사용조건, 초고속 주축 등에서 사용되는 베어링을 선정하는 경우에는 NSK와 상담하여 주십시오.
당사는 고속 주축에 관하여 종합적인 기술과 경험·실적을 가지고 있습니다. 또한, 홈 페이지에서 최신 기술에 관하여도 소개하고 있습니다. 아울러 이용하여 주십시오.

기술 문의처

TEL : 02-3287-0300

홈 페이지

<http://www.nsk.com>

<http://www.kr.nsk.com>



Part 3

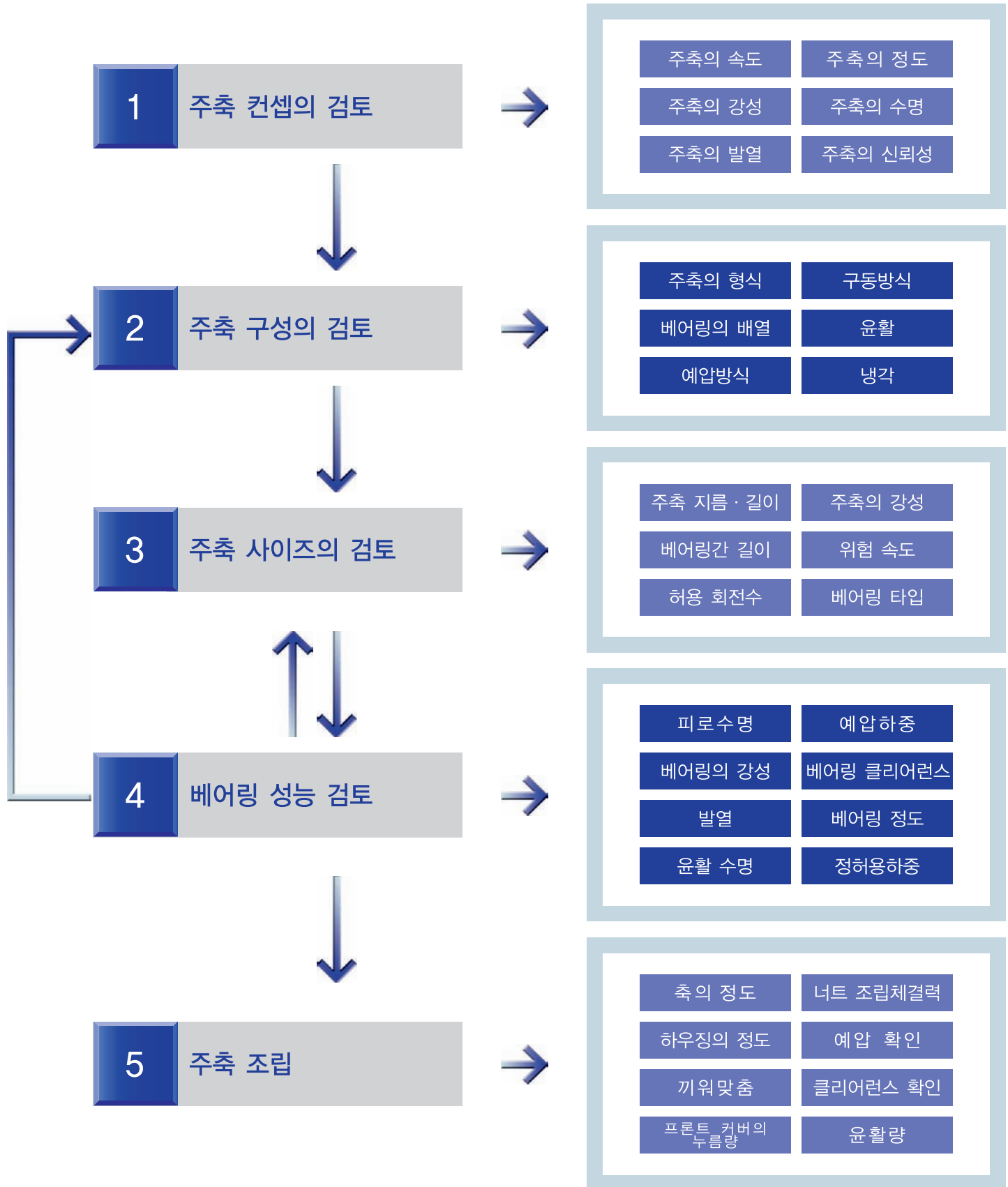
Contents

Part3. 베어링 선정	P36
고속 주축용 베어링의 배열 예	P38
기타 베어링의 배열 예	P40
앵귤러 볼 베어링의 특성	P42
원통 롤러 베어링의 특성	P44



베어링 선정

고속 스피ن들의 일반적인 베어링의 선정 예에 있어서,
그 과정과 검토 항목을 아래 그림과 같이 표시 하였습니다.



새로운 기계 혹은 특별한 사용 조건, 고속 주축 등에 사용되는 베어링을 선정하는 경우에는, NSK에 상담하여 주십시오.
(NSK는 고속 주축에 관하여 종합 기술을 가지고 있습니다.)

→ 새로운 주축 설계에 있어서, 베어링을 선정하기 전에 주축 성능의 컨셉을 정리하여, 어떤 성능을 가장 중시하는가 대략적으로 결정하고, 상세 검토를 수행합니다.
예를 들면, 강성 보다도 주축 속도를 중요시 여기는가, 주축 속도를 희생해도 보다 강성을 중요시 여기는가 등 어떤 목적을 최우선시 하여 검토하는가가 필요합니다.

→ 주축 컨셉이 정해지면, 실제의 주축 정도를 검토합니다.
베어링의 형식(볼 베어링 또는 원통 롤러 베어링) 혹은 배열(열수), 구동방식(벨트, 기어, 모터 직결, 빌트 인 모터), 윤활(그리스, 오일 에어, 오일 미스트, 제트) 등 주축의 컨셉에 알맞은 구성을 결정합니다.
참고로 주축 배열과 강성, 속도의 관계를 P38~P39에 설명하고 있으므로 참조하여 주십시오.

→ Part 3

→ 구성이 결정되면, 주축의 사이즈(축경, 길이, 베어링간 길이)를 검토합니다.
베어링의 허용 회전수와 주축의 강성, 위험 속도로부터 최적의 사이즈를 선택합니다.
베어링의 허용 회전수는 베어링 사이즈, 타입, 조합 열수, 윤활에 의해 변화하기 때문에 Part4~Part5를 참고하여 검토를 실시해 주십시오.

→ Part 4
Part 5

→ 베어링의 사이즈, 타입이 결정 되면 베어링의 상세 사양을 검토합니다.
베어링의 피로 수명, 베어링의 강성, 발열 등을 고려하고, 최적의 베어링 클리어런스(예압하중)을 선정합니다.
베어링의 클리어런스와 예압하중은 성능에 미치는 영향이 제일 커 고속화 될수록 더욱 중요해지므로 신중히 검토할 필요가 있습니다.
선정이 잘못되면, 조기 파손과 소착등의 문제가 발생합니다. 경우에 따라서는 4에서 3 혹은 4에서 2로 돌아가서 재 검토할 필요가 있습니다.

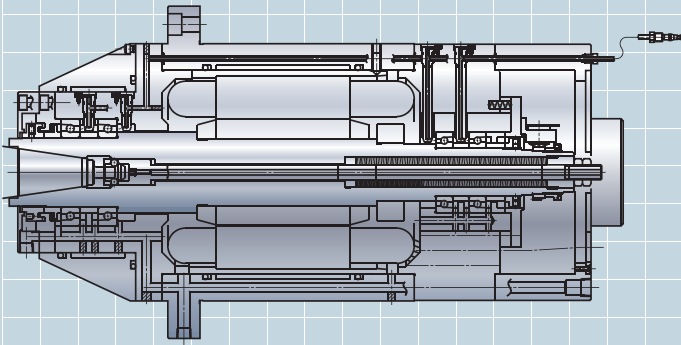
→ Part 5

→ 주축의 사양이 정해지면, 실제의 조립에 필요한 조건을 결정할 필요가 있습니다.
베어링을 설치하는 축, 하우징의 정도, 끼워맞춤, 고정할 때의 너트 조립 체결력, 실제 설치한 후의 베어링 예압과 클리어런스의 확인 등이 필요하게 됩니다.

→ Part 6

고속 주축용 베어링의 배열 예($d_m n$ 70만이상)

스피드($d_m n$)

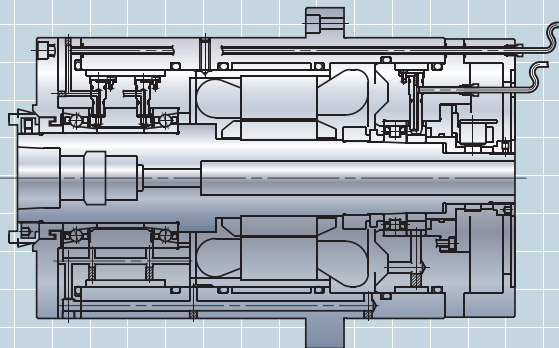


I 베어링 배열

프론트측: 초고속 앵글러 볼 베어링 2열(DT)
 리어측: 초고속 앵글러 볼 베어링 2열(DT)
 이 베어링 배열은 초고속 회전 주축에 적합 하며, 일반적으로 스프링 예압이 사용된다. 정위치 예압과 비교하여 강성은 낮아지지만 고속, 승온 성능이 우수하다.
 머시닝센터, 연삭 스피들, 고주파 스피들 등에 적용

오일 에어윤활
 $d_m n \nearrow 350$ 만

그리스 윤활
 $d_m n \nearrow 200$ 만



II 베어링 배열

프론트측: 초고속 앵글러 볼 베어링 2열(DB)
 리어측: 초고속 단일 원통 롤러 베어링
 (앵글러 볼 베어링의 정압, 정위치예압도 가능)
 이 베어링의 배열은 정위치 예압 방식으로 고속 회전이 가능하며, 주축 타입 I보다 래디얼 강성, 액시얼 강성이 높다. 축의 열팽창을 고려하고, 리어측에 스투스트 특성이 좋은 원통 롤러 베어링의 채용이 가능하다.
 머시닝센터 등에 적용

오일 에어윤활
 $d_m n \nearrow 250$ 만

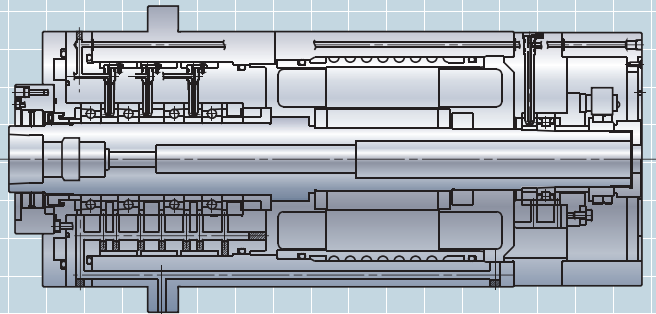
그리스 윤활
 $d_m n \nearrow 150$ 만

III 베어링 배열

프론트측: 초고속 앵글러 볼 베어링 4열(DBB)
 리어측: 초고속 단일 원통 롤러 베어링
 (앵글러 볼 베어링의 정압, 정위치예압도 가능)
 이 베어링 배열은 주축 타입 II에 비해 고속성이 떨어지지만, 래디얼 강성, 액시얼 강성이 우수하다.
 NC선반, NC프라이스반, 머시닝 센터 등에 적용

오일 에어윤활
 $d_m n \nearrow 220$ 만

그리스 윤활
 $d_m n \nearrow 130$ 만

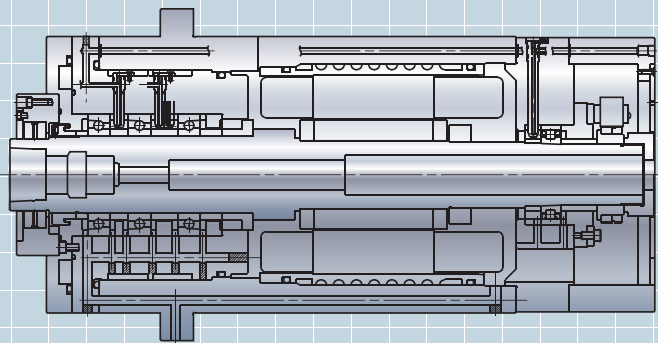


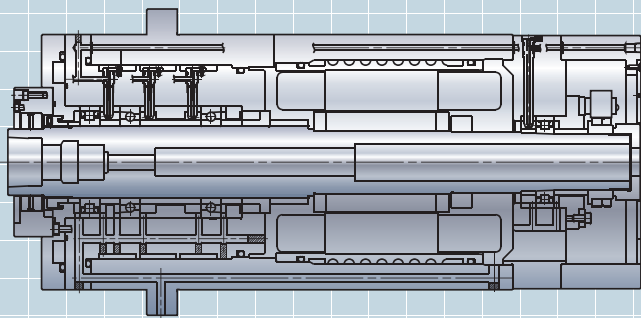
V 베어링 배열

프론트측: 초고속 앵글러 볼 베어링 3열(DBD)
 리어측: 초고속 단일 원통 롤러 베어링
 (앵글러 볼 베어링의 정압, 정위치예압도 가능)
 이 베어링 배열은 주축 타입 II에 대해 고속성이 떨어지지만, 래디얼 강성, 액시얼 강성이 우수하다. 주축 타입 III, IV에 비해서 고속성, 강성이 모두 떨어진다.
 NC선반, NC프라이스반, 머시닝센터 등에 적용

오일 에어윤활
 $d_m n \nearrow 180$ 만

그리스 윤활
 $d_m n \nearrow 120$ 만





IV 베어링 배열

프론트측: 초고속 단일 원통 롤러 베어링
 앵귤러 볼 베어링 2열(DB)

리어측: 초고속 단일 원통 롤러 베어링
 (앵귤러 볼 베어링의 정압, 정위치예약도 가능)

이 베어링 배열은 주축 타입III와 동등한 회전이 가능하고, 프론트측에 원통 롤러 베어링을 배치하고 있으므로, 래디얼 강성이 높고, 고속, 중 절삭이 가능한 배열이다.

NC선반, NC프라이스반, 머시닝센터 등에 적용

오일에어윤활

$d_m n \nearrow 220$ 만

그리스윤활

$d_m n \nearrow 130$ 만

VI 베어링 배열

프론트측 : 고강성 복열 원통 롤러 베어링
 고강성 스러스트 앵귤러 볼 베어링(DB)

리어측 : 고강성 복열 원통 롤러 베어링
 이 베어링 배열은 고속성은 떨어지지만, 래디얼 강성, 액시얼 강성이 가장 높고, 고강성 타입 베어링 배열이다.

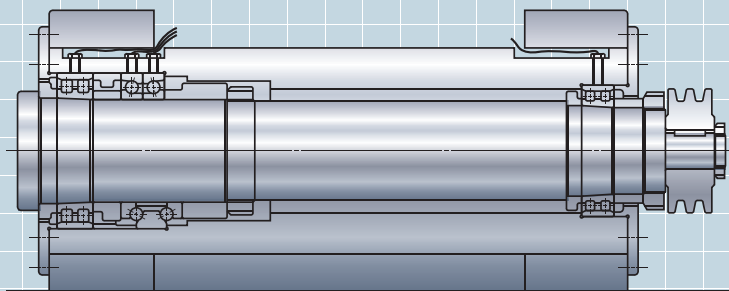
NC선반, NC프라이스반, 내경 연삭반, 머시닝 센터 등에 적용

오일에어윤활

$d_m n \nearrow 100$ 만

그리스윤활

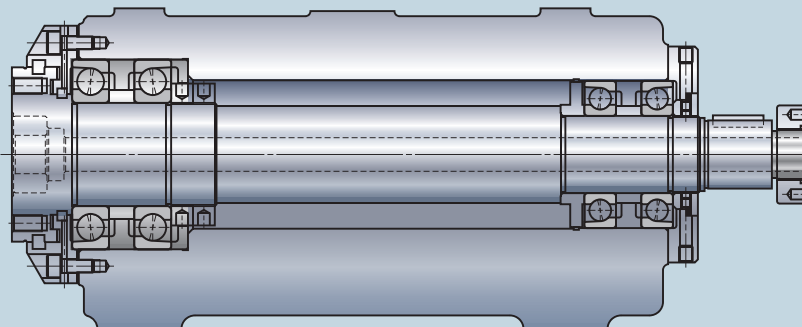
$d_m n \nearrow 80$ 만



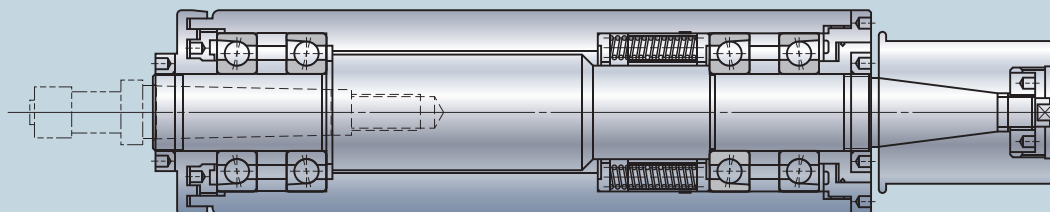
주축강성

기타 베어링의 배열 예

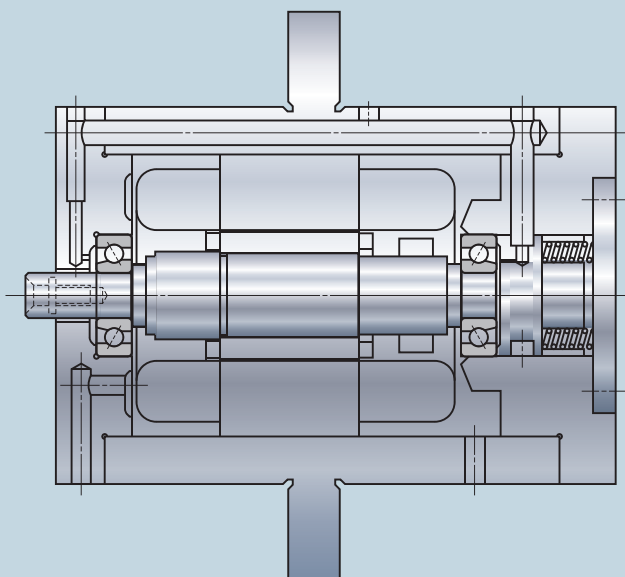
보링 헤드



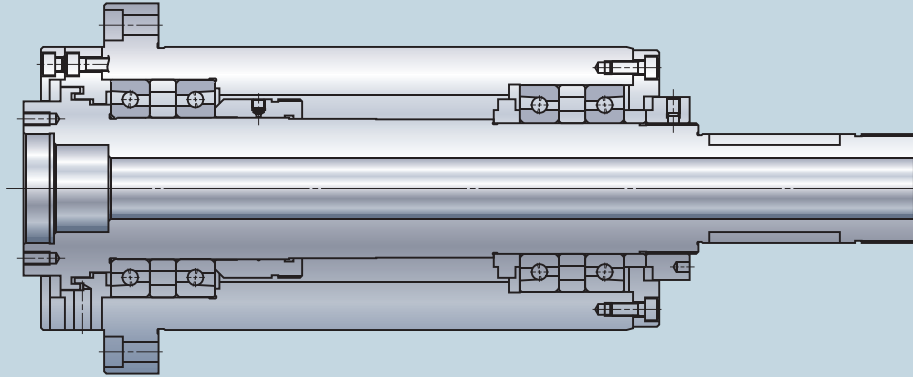
연삭 스피들



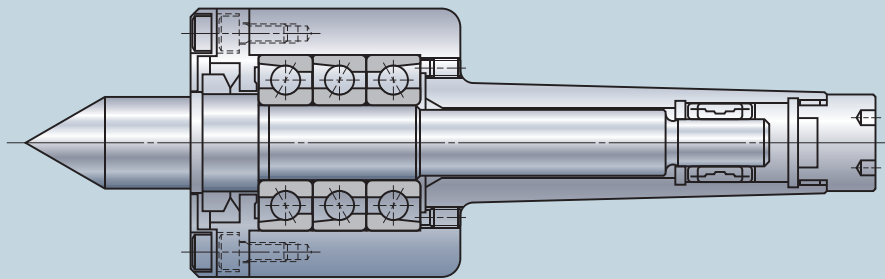
고주파 스피들



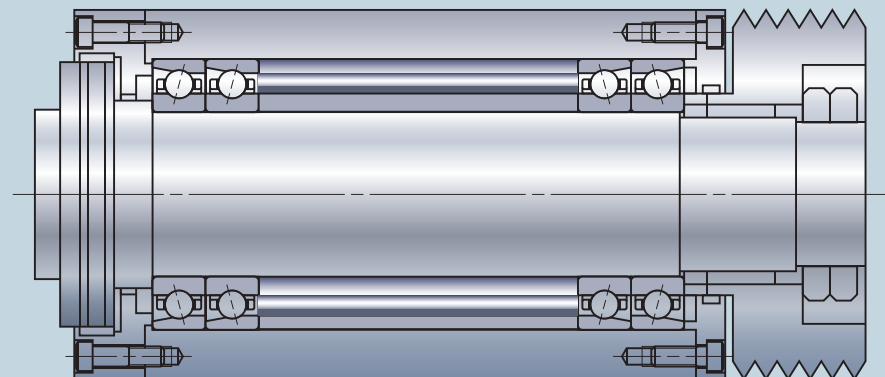
정밀 선반 스피들



회전 센터



워크 헤드 스피들



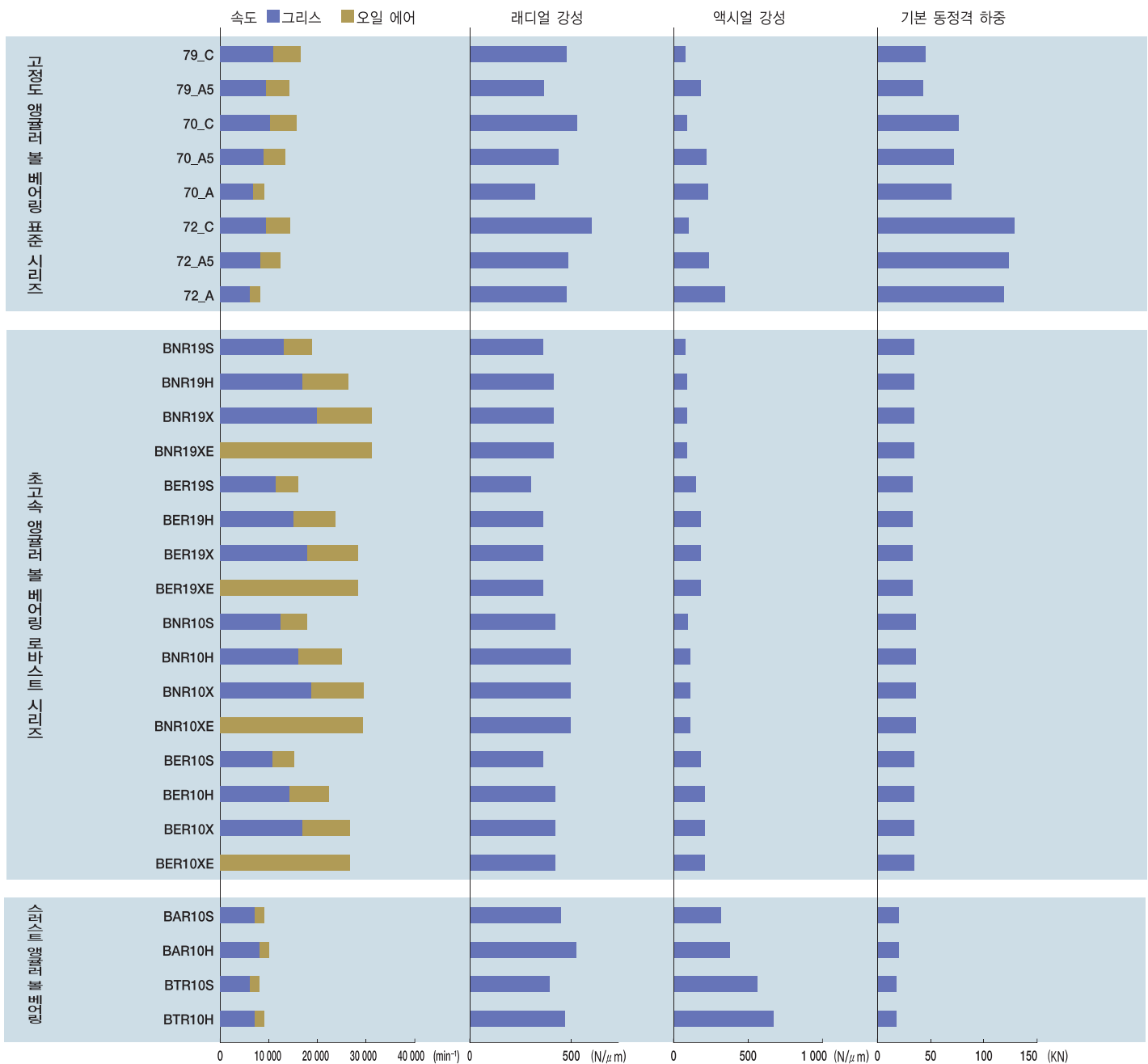
앵글러 볼 베어링의 특성

앵글러 볼 베어링의 큰 특징

- 접촉각을 가지고 있다.
- 2개 이상을 조합시켜 예압을 부하하여 사용한다.

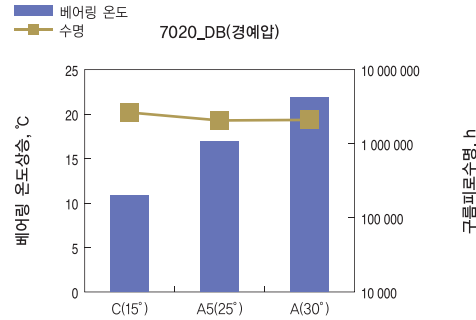
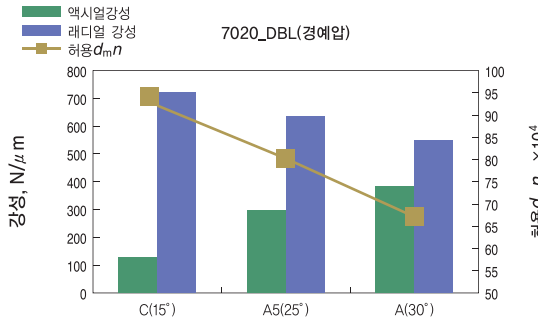
- 각각의 특성이 있어, 성능이 다른 앵글러 볼 베어링은 왼쪽의 2 항목을 고려하여 선정할 필요가 있습니다.
- 각 타입의 특성을 잘 이해하고, 용도·목적에 알맞은 최적한 선정을 위하여 본 항목에는 타입 별(시리즈 및 치수 계열)에 의한 성능과 접촉각, 예압 하중, 베어링 배열에 대한 특성을 소개합니다.

베어링 타입에 의한 성능 일람(내경 70mm, 2열 조합, 표준 예압(경 예압)에서의 비교)



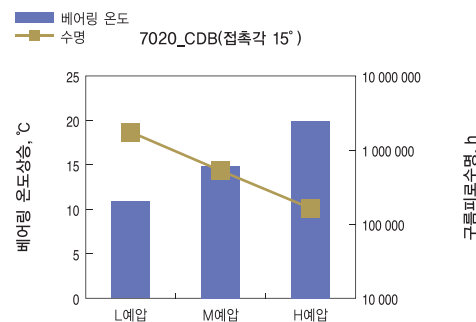
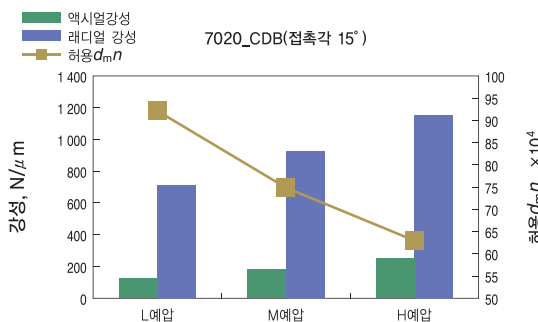
접촉각의 영향

- 앵귤러 볼 베어링은 접촉각이 커질수록 액시얼 하중의 부하능력이 커지며, 작아질수록 액시얼 하중의 부하능력이 작아집니다. 역으로 접촉각이 작아지면, 고속 회전에 적합하고, 래디얼 부하능력도 커집니다.
- 그래프는 7020에서 C(15°), A5(25°), A(30°)의 3종류의 접촉각의 강성, 허용 회전수, 온도 상승에 대하여 비교한 것입니다. 표준예압인 L예압에서 비교할 경우, 래디얼 강성, 온도 상승(발열)은 C각이 우수하고, A각이 떨어지는 결과로 확인 됩니다. 반대로 액시얼 강성은 A각이 가장 우수하여 C각의 약 3배정도의 강성을 확보할수 있으나, 허용 회전수는 저하됩니다.



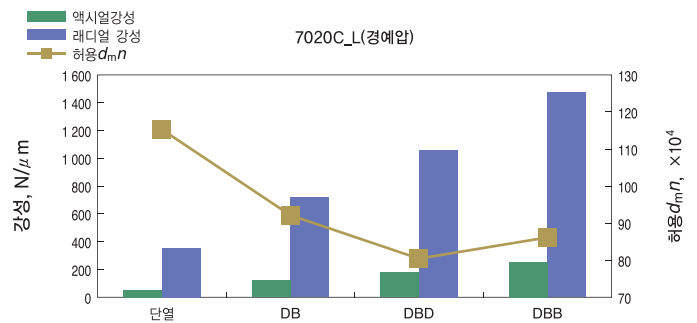
예압 하중의 영향

- 예압 하중은 접촉각과 같이 앵귤러 볼 베어링의 성능을 좌우하는 중요한 요인입니다. NSK에서는 표준 예압으로 EL(미예압), L(경예압), M(중(中)예압), H(중(重)예압)을 설정하고 있습니다. 그래프는 7020CDB 각 베어링의 예압별로 성능을 비교한 데이터입니다. 접촉각 7020CDB(접촉각 15°)이 같은 상태에서 예압하중이 커지면, 래디얼 강성, 액시얼 강성이 모두 올라가지만, 반대로 온도 상승(발열)은 높아지고, 수명, 허용회전수도 저하합니다. 강성을 확보하기 위해서는 회전수를 희생하고, 회전수를 확보하기 위해서는 강성을 희생할 필요가 있습니다. 과도한 예압하중에 고속 회전 시키면 소착이 발생하므로 주의가 필요합니다.



베어링 배열의 영향

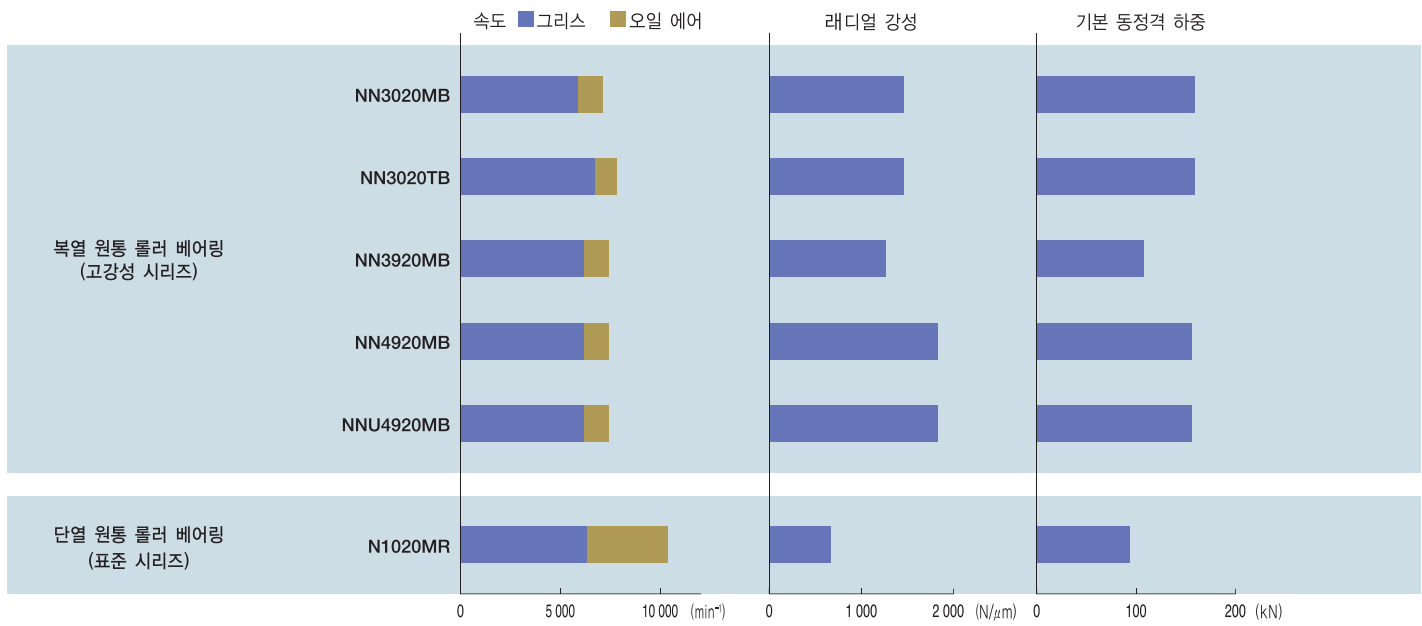
- 앵귤러 볼 베어링을 2개이상으로 조합하여 하나의 세트로는 사용하는 것을 조합 앵귤러 볼 베어링이라고 호칭 합니다. 조합에는 배면 조합(DB), 정면 조합(DF), 병렬 조합(DT)의 3가지의 형식이 있고, 열수는 임의로 설정하는 것이 가능합니다.
- 일반적으로는 2열, 3열, 4열의 조합이 많이 사용되고 있고, 동일한 배면조합에서 비교할 경우 베어링의 강성은 열수가 많으면 많을수록 커지고, 하중의 부하능력도 커지지만, 허용회전수는 작아집니다.



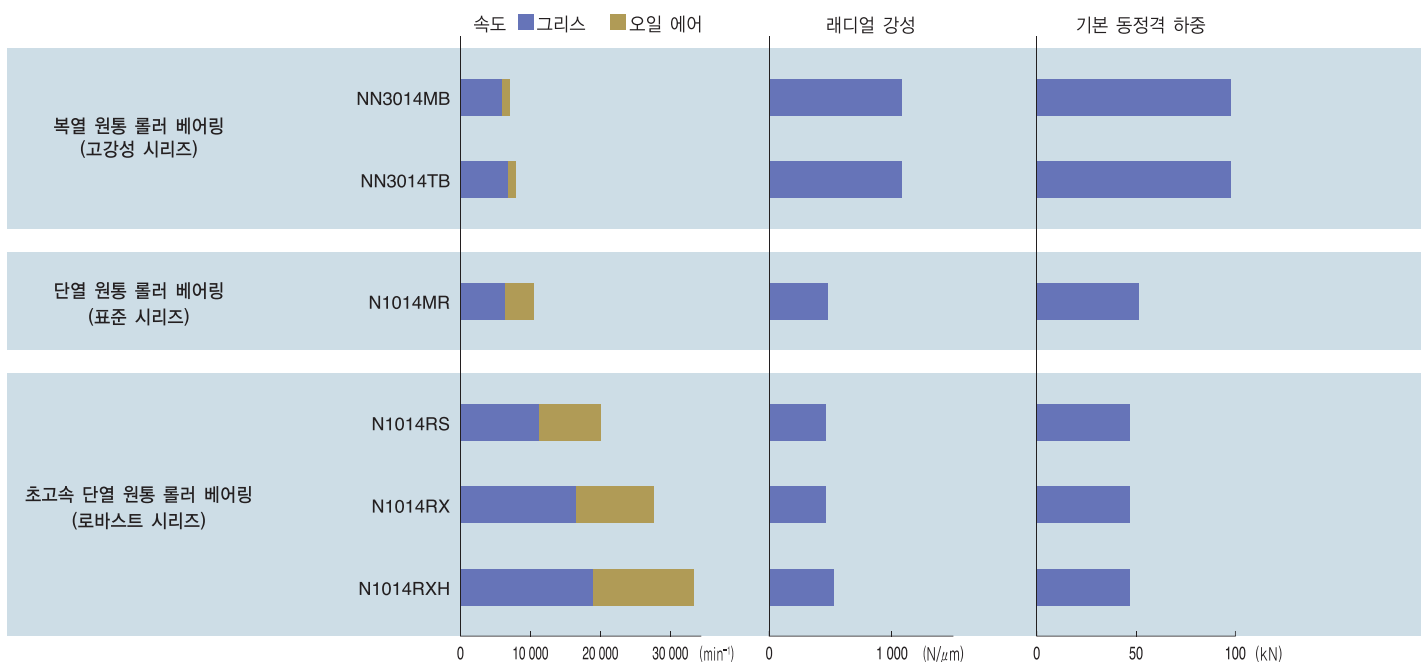
원통 롤러 베어링의 특성

- 래디얼 방향의 하중만 부하할 수 있는 원통 롤러 베어링은 앵글러 볼 베어링과 비교하여 래디얼 하중 부하 능력이 큰 것이 특징입니다. 복열 원통 롤러 베어링(NN, NNU타입)과 단일 원통 롤러 베어링(N타입)의 2종류를 대응하고 있습니다.
- 일반적으로 고강성 용도(주로 선반 용도)로는 복열 원통 롤러 베어링, 고속 용도(주로 머시닝 센터 용도)에는 단일 원통 롤러 베어링이 사용되고 있으며 본 항목에서는 타입별(시리즈 및 치수계열)에 의한 성능과 베어링 클리어런스 및 성능에 관한 원통 롤러 베어링의 특성을 소개합니다.

베어링 타입에 의한 성능 일람(내경 100mm에서의 비교)

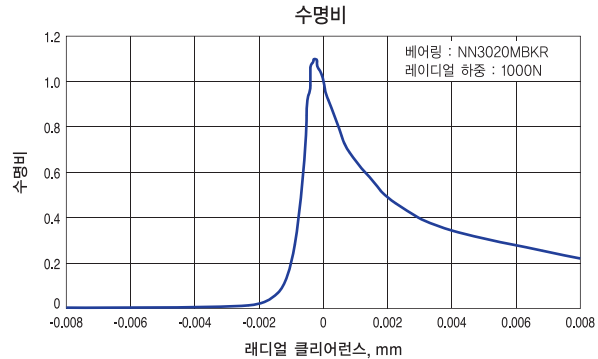
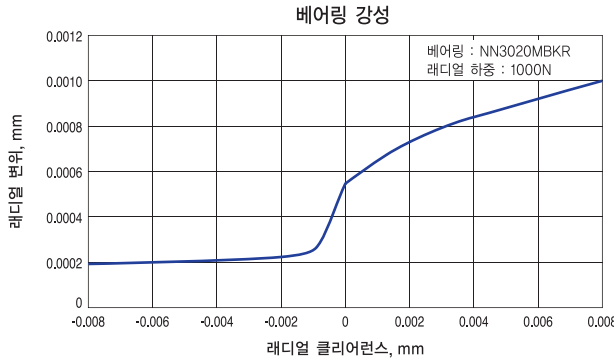


베어링 타입에 의한 성능 일람(내경 70mm에서의 비교)



래디얼 클리어런스의 영향

- 원통 롤러 베어링을 사용하는 경우, 성능을 좌우하는 래디얼 클리어런스의 관리가 필요합니다. 래디얼 클리어런스가 양(+)의 값이 되면 강성, 수명이 저하되지만, 운전중의 발열은 감소됩니다. 반대로 음(-)의 클리어런스로 설정하면, 강성은 커지지만, 수명은 급격히 저하합니다. 그래프를 보시면 강성은 $-3\mu\text{m}$ 이하에서는 큰 변화가 없이 수명만 감소되므로 강성 및 수명 모두 만족하는 최적의 클리어런스는 $0\mu\text{m}$ 부터 약간의 음(-)의 값의 클리어런스가 됩니다.
- 고속 회전시에는 운전시의 래디얼 클리어런스를 고려한 설치시의 래디얼 클리어런스를 선정할 필요가 있으므로 주의가 필요합니다.

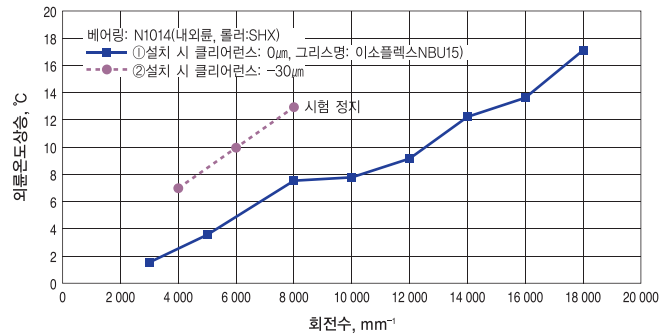


래디얼 클리어런스와 온도 상승의 관계

설치시의 래디얼 클리어런스를

- ① $0\mu\text{m}$
- ② $-30\mu\text{m}$

2종류로 온도상승을 비교한 결과를 우측 그래프에 나타내었습니다. $-30\mu\text{m}$ 은 승온, 고속한계 모두 ①과 비교 성능이 저하되어 설치 시 래디얼 클리어런스의 관리가 중요하다는 것을 알 수 있습니다.



원통 롤러 베어링의 성능을 최대한으로 발휘시키기 위해서, 설치시 래디얼 클리어런스를 손쉽게 조정할 수 있는 테이퍼 내경 베어링이 사용됩니다. 테이퍼 내경 베어링에는 래디얼 내부 클리어런스 CC9, CC0, CC1이 일반적으로 사용되고 있습니다. 간단히 사용법을 구분하여 설명 드립니다.

NSK 표준 클리어런스

•CC0 클리어런스

CC1 클리어런스의 상한치와 CC9 클리어런스의 하한치를 컷한 중간적인 래디얼 클리어런스로 가장 사용이 용이한 클리어런스 범위로 설정되어 있고, NSK의 테이퍼 내경 베어링의 표준 클리어런스로 채용하고 있습니다.

•CC1 클리어런스

종래부터 가장 많이 사용되고 있는 래디얼 클리어런스입니다. 단, 박육 베어링에 사용하는 경우에는 래디얼 클리어런스가 상한치의 경우 내륜을 테이퍼 축에 조립 체결하는 양이 커지므로, 축 간섭량에 의한 베어링 정도의 저하와 주축 내경 형상의 변형이 발생하는 경우가 있습니다.

•CC9 클리어런스

내경을 축 테이퍼에 조립 체결하는 양이 작아지므로, 상기의 정도 저하를 방지하는 것이 가능합니다. 래디얼 클리어런스가 하한치의 경우, 테이퍼 축에의 조립 체결량이 부족하여 하중 조건이나 고속 회전 정도에 따라서는 간섭량 부족에 의해 내경 끼워 맞춤면에 크립이 발생하는 경우가 있습니다.

1. 앵귤러 볼 베어링



고정도 앵귤러 볼 베어링

표준 시리즈



초고속 앵귤러 볼 베어링

로바스트 시리즈



초고속 앵귤러 볼 베어링

스핀 쇼트 II



초고정도 앵귤러 볼 베어링

BGR 시리즈

Angular Contact

앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)	48~60
특징	
호칭 번호 구성	
베어링 치수표	
미니어처 시리즈, 볼 스크류 써포트 용 BSA시리즈	
79계열	
70계열	
72계열	
초고속 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)	62~79
특징	
호칭 번호 구성	
베어링 치수표	
BNR19 BER19계열	
BNR10 BER10계열	
BNR19XE · 10XE, BER19XE · 10XE계열 (스핀 쇼트II)	
BNR29, BER29계열 (광폭 시리즈)	
BNR20, BER20계열 (광폭 시리즈)	
초고정도 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈-BGR)	80~84
특징	
호칭 번호 구성	
베어링 치수표	
BGR19 계열	
BGR10 계열	
BGR02 계열	

Ball Bearings

1. 앵글러 볼 베어링

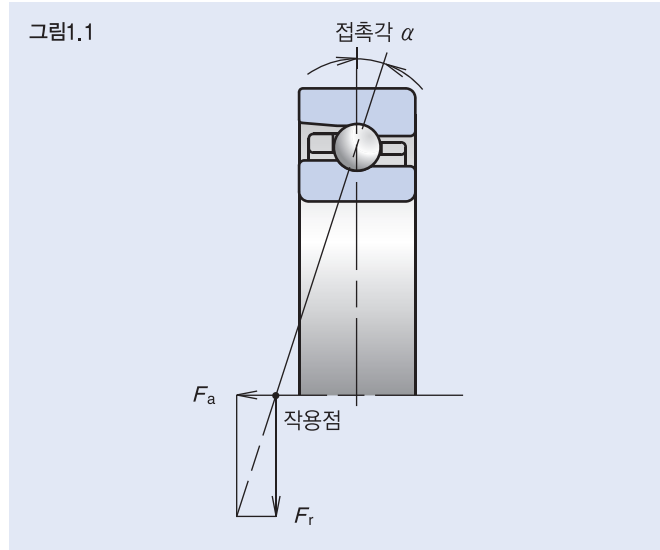
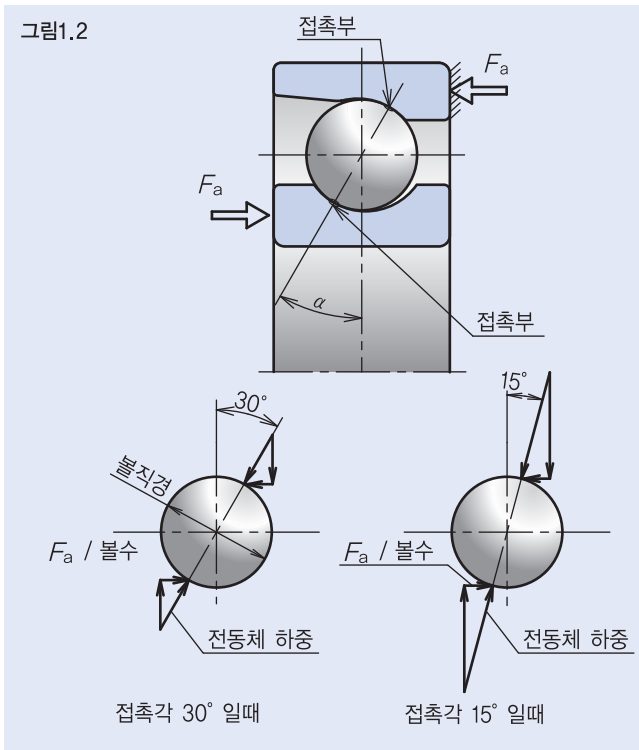
고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

특징

단일 앵글러 볼 베어링은 접촉각을 가지고 있으므로 래디얼 하중과 한 방향의 액시얼하중 또는 합성하중을 받는 경우에 적합하다.

구조상 래디얼 하중이 걸리면 액시얼 분력이 발생하므로 2개를 조합시켜 사용하거나, 2개 이상의 조합으로도 사용한다.

접촉각



앵글러 볼 베어링은 접촉각에 따라 같은 하중을 부하했을 때에도, 볼과 내륜, 외륜의 접촉부의 부하상태가 다르므로 탄성 변형량이나 접촉부의 응력이 달라진다.

그림 1.2에는 접촉각 15°와 30°에서 전동체의 부하 하중에 대하여 설명하고 있다.

베어링에 걸리는 액시얼 하중과 전동체 하중의 관계는

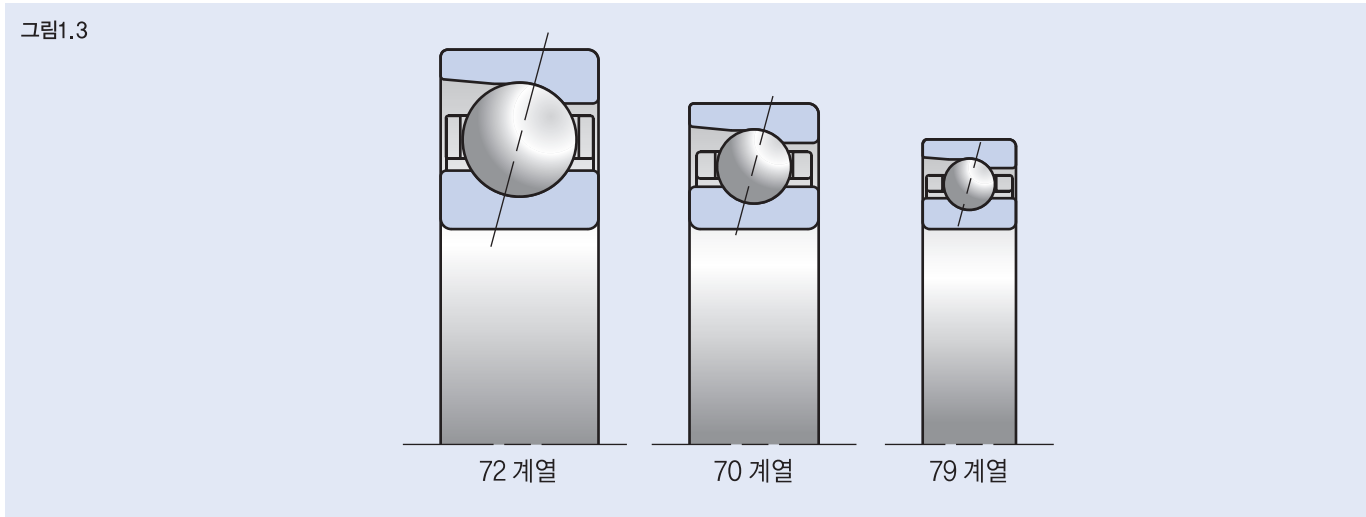
$$\text{전동체 하중} = F_a / (\text{볼수} \times \sin\alpha)$$

접촉각이 큰 만큼 전동체 하중은 작아지고 접촉부의 부하는 경감되어, 하중에 대한 변위량이 작아지므로 수명도 길어진다.

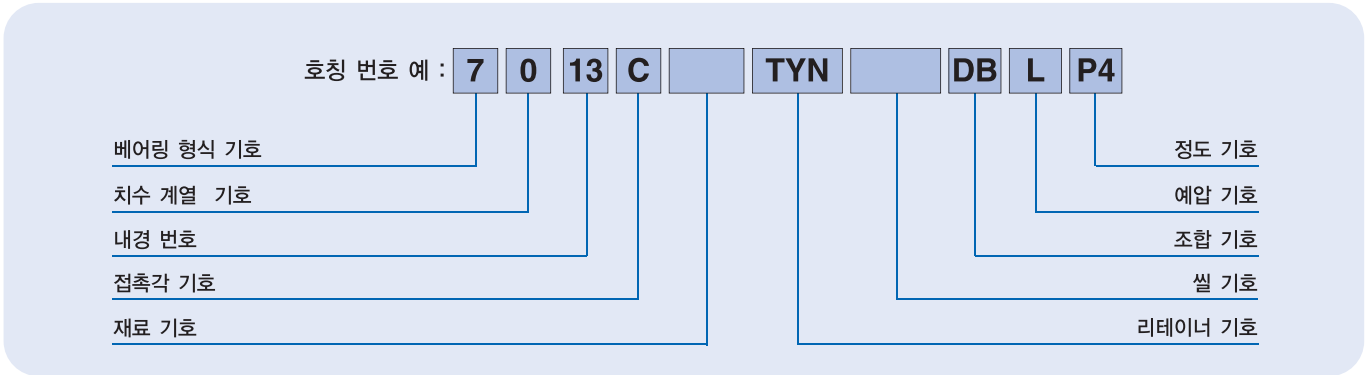
역으로 래디얼 하중을 부하할 경우에는, 접촉각이 작은 만큼 전동체하중은 작아져 접촉부의 부하는 경감된다.

(접촉각의 영향에 의한 성능차이는 42~43 페이지 참조)

치수 계열



고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈) 호칭 번호 구성



앵글러 볼 베어링 표준

호칭 번호	기호	설명	참조 페이지
7	베어링 형식기호	7 : 단일 앵글러 볼 베어링	42~43 · 48
0	치수 계열기호	9 : 19계열 0 : 10계열 2 : 02계열	42~43 · 48
13	내경기호	03이하 베어링 내경 00 : 10mm 01 : 12mm 02 : 15mm 03 : 17mm 04이상 베어링 내경 내경기호×5(mm)	50~60
C	접촉각 기호	C : 15° A5 : 25° A : 30°	42~43 · 48
[]	재료 기호	무기호 : 베어링 강(SUJ2) SN24 : 세라믹 볼(Si ₃ N ₄) ⁽¹⁾	14~17
TYN	리테이너 기호	TYN : 전동체 안내 폴리 아미드 수지 리테이너허용d _m n=140만 연속사용 온도한계=120°C TR : 외륜 안내 페놀 수지 리테이너연속사용 온도한계=120°C	18~19
[]	스플 기호	무기호 : 오픈 타입 V1V : 비접촉 고무스플 ⁽²⁾	32
DB	조합 기호	SU : 만능 조합 (단품) DU : 만능 조합 (2열) DB : 배면 조합 DF : 정면 조합 DT : 병렬 조합 DBD DFD DTD : 3열 조합 DBB DFF DBT DFT DTT : 4열 조합	42~43 148~151
L	예압기호	EL : 미예압 L : 경예압 M : 중예압 H : 중(重)예압 CP : 특수 예압 클리어런스 CA : 특수 액시얼 클리어런스	42~43 152~160
P4	정도기호	P2 : ISO2급 P4 : ISO4급 P5 : ISO5급 P3 : 특수급 (치수정도가 ISO4급으로 회전정도는 ISO2급) P4Y : 특수급 (내륜 내경, 외륜 외경 치수차는 NSK 특별관리로 나머지 부분은 ISO4급)	151 176~179

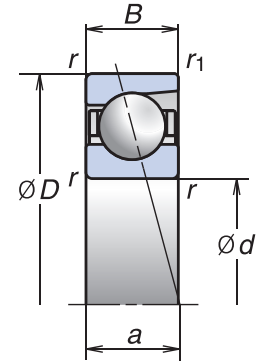
주 (1) 세라믹 볼 앵글러 볼 베어링은 79,70계열의 내경 10~100mm를 대응하고 있습니다.
 (2) 슐 부착 앵글러 볼 베어링은 SU조합, P3급을 표준으로 합니다.
 슐 부착 앵글러 볼 베어링은 79,70계열의 내경30~100mm를 대응하고 있습니다.

1. 앵귤러 볼 베어링

고정도 앵귤러 볼 베어링 (표준 시리즈)

70계열 호칭접촉각 $\alpha=15^\circ, 30^\circ$
72계열 호칭접촉각 $\alpha=15^\circ, 30^\circ$

내경 5~8mm

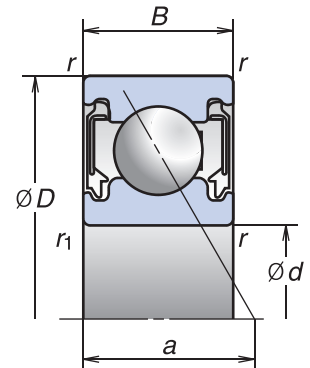


호칭 번호	주요 치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활
725C	5	16	5	0.3	0.15	1.700	0.660	0.545	3.91	4.5	110 000	167 000
725A	5	16	5	0.3	0.15	1.610	0.620	0.665	5.53	4.5	72 000	96 000
706C	6	17	6	0.3	0.15	2.150	0.845	0.765	4.54	5.5	100 000	153 000
706A	6	17	6	0.3	0.15	2.030	0.795	0.725	6.32	5.5	66 000	87 000
726C	6	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.8	92 000	140 000
726A	6	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.395	6.61	7.8	60 000	80 000
707C	7	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.4	89 000	135 000
707A	7	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.375	6.61	7.4	58 000	77 000
708C	8	22	7	0.3	0.15	3.550	1.540	1.300	5.51	12.0	77 000	117 000
708A	8	22	7	0.3	0.15	3.350	1.450	1.020	7.84	12.0	50 000	67 000
728C	8	24	8	0.3	0.15	3.600	1.580	1.330	6.14	16.0	72 000	110 000
728A	8	24	8	0.3	0.15	3.350	1.480	0.610	8.62	16.0	47 000	63 000

고정도 앵귤러 볼 베어링 (표준 시리즈)

10계열 호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$

내경 8~15mm



호칭 번호	주요 치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활
8BSA10T1X	8	22	7	0.3	0.15	2.350	0.840	0.805	12.2	11.0	40 000
10BSA10T1X	10	26	8	0.3	0.15	3.250	1.200	0.960	14.4	16.6	33 300
12BSA10T1X	12	28	9	0.3	0.15	3.600	1.430	1.710	16.0	18.7	30 000
15BSA10T1X	15	32	10	0.3	0.15	3.900	1.690	1.950	18.6	27.7	25 500

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

79계열

호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ$

내경 10~55mm

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립 관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

호칭 번호	주요 치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 역시열 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{0r} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7900C	10	22	6	0.3	0.15	3.00	1.52	1.23	14.1	5.1	0.010	—	71 900	109 400
7900A5	10	22	6	0.3	0.15	2.88	1.45	1.44	—	6.7	0.009	—	62 500	93 800
7901C	12	24	6	0.3	0.15	3.35	1.86	1.45	14.7	5.4	0.011	—	63 900	97 300
7901A5	12	24	6	0.3	0.15	3.20	1.77	1.71	—	7.2	0.011	—	55 600	83 400
7902C	15	28	7	0.3	0.15	4.75	2.64	1.93	14.5	6.4	0.016	—	53 500	81 400
7902A5	15	28	7	0.3	0.15	4.55	2.53	2.22	—	8.5	0.016	—	46 600	69 800
7903C	17	30	7	0.3	0.15	5.00	2.94	2.09	14.8	6.6	0.017	—	49 000	74 500
7903A5	17	30	7	0.3	0.15	4.75	2.80	2.21	—	9.0	0.017	—	42 600	63 900
7904C	20	37	9	0.3	0.15	6.95	4.25	3.20	14.9	8.3	0.036	—	40 400	61 500
7904A5	20	37	9	0.3	0.15	6.60	4.05	3.55	—	11.1	0.037	—	35 100	52 700
7905C	25	42	9	0.3	0.15	7.85	5.40	3.90	15.5	9.0	0.043	—	34 400	52 300
7905A5	25	42	9	0.3	0.15	7.45	5.15	4.40	—	12.3	0.043	—	29 900	44 800
7906C	30	47	9	0.3	0.15	8.30	6.25	4.40	15.9	9.7	0.049	○	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0.3	0.15	7.85	5.95	4.95	—	13.5	0.050	○	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0.6	0.3	12.1	9.15	6.60	15.7	11.0	0.074	○	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0.6	0.3	11.4	8.70	7.20	—	15.5	0.075	○	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0.6	0.3	15.1	11.7	8.40	15.7	12.8	0.109	○	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0.6	0.3	14.3	11.2	8.90	—	17.9	0.110	○	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0.6	0.3	16.0	13.4	8.55	16.0	13.6	0.129	○	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0.6	0.3	15.1	12.7	9.95	—	19.2	0.130	○	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0.6	0.3	16.9	15.0	9.45	16.2	14.2	0.130	○	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0.6	0.3	15.9	14.2	11.0	—	20.2	0.132	○	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1.0	0.6	19.1	17.7	11.0	16.3	15.5	0.182	○	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1.0	0.6	18.1	16.8	12.5	—	22.2	0.184	○	14 900	22 300

주 (1) 허용 역시열 하중에 대해서는 P147를 참조 하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조 하십시오.

세라믹볼사양의 허용회전수는 강구사양의 1.25배입니다.

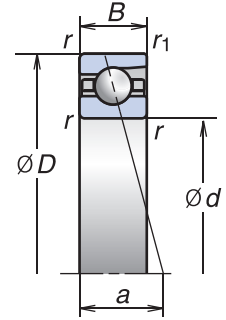
1. 앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

79계열

호칭접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ$

내경 60~280mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min^{-1})	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{Or} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7912C	60	85	13	1.0	0.6	19.4	18.7	11.5	16.5	16.2	0.195	○	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1.0	0.6	18.3	17.7	13.0	—	23.4	0.198	○	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1.0	0.6	20.2	20.5	12.5	16.7	16.9	0.208	○	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1.0	0.6	19.1	19.4	14.2	—	24.6	0.211	○	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1.0	0.6	28.1	27.8	17.3	16.4	19.4	0.338	○	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1.0	0.6	26.5	26.3	20.3	—	27.8	0.341	○	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1.0	0.6	28.6	29.3	18.0	16.6	20.1	0.358	○	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1.0	0.6	26.9	27.7	21.2	—	29.0	0.355	○	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1.0	0.6	29.0	30.5	18.7	16.7	20.7	0.377	○	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1.0	0.6	27.3	29.0	22.1	—	30.2	0.381	○	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1.1	0.6	39.0	40.5	25.9	16.5	22.7	0.534	○	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1.1	0.6	36.5	38.5	30.0	—	32.9	0.541	○	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1.1	0.6	41.5	46.0	29.1	16.6	23.4	0.568	○	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1.1	0.6	39.5	43.5	33.5	—	34.1	0.560	○	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1.1	0.6	42.5	48.0	30.0	16.7	24.1	0.597	○	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1.1	0.6	40.0	45.5	35.0	—	35.2	0.603	○	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1.1	0.6	50.0	54.0	33.0	16.5	26.1	0.800	○	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1.1	0.6	47.5	51.5	39.5	—	38.0	0.808	○	8 400	12 500
7921C	105	145	20	1.1	0.6	51.0	57.0	34.5	16.6	26.7	0.831	—	9 200	14 000
7921A5	105	145	20	1.1	0.6	48.0	54.0	41.0	—	39.2	0.820	—	8 000	12 000
7922C	110	150	20	1.1	0.6	52.0	59.5	35.5	16.7	27.4	0.867	—	8 900	13 500
7922A5	110	150	20	1.1	0.6	49.0	56.0	43.0	—	40.3	0.877	—	7 700	11 600
7924C	120	165	22	1.1	0.6	72.0	81.0	50.5	16.5	30.1	1.160	—	8 100	12 300
7924A5	120	165	22	1.1	0.6	67.5	77.0	59.5	—	44.2	1.150	—	7 100	10 600

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

세라믹 볼 사양의 허용 회전수는 강구사양의 1.25배입니다.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀구체 동공구

표준

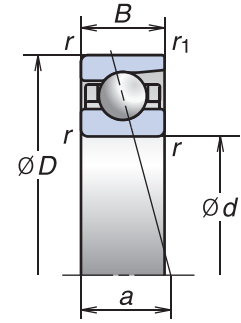
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 역시열 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	섀타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{Or} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7926C	130	180	24	1.5	1.0	78.5	91.0	55.0	16.5	32.8	1.500	—	7 500	11 300
7926A5	130	180	24	1.5	1.0	74.0	86.0	63.5	—	48.1	1.540	—	6 500	9 700
7928C	140	190	24	1.5	1.0	79.5	95.5	58.0	16.7	34.1	1.630	—	7 000	10 700
7928A5	140	190	24	1.5	1.0	75.0	90.0	68.0	—	50.5	1.630	—	6 100	9 100
7930C	150	210	28	2.0	1.0	102	122	74.0	16.6	38.1	2.960	—	6 400	9 800
7930A5	150	210	28	2.0	1.0	96.5	115	84.5	—	56.0	2.970	—	5 600	8 400
7932C	160	220	28	2.0	1.0	106	133	80.0	16.7	39.4	3.100	—	6 100	9 300
7932A5	160	220	28	2.0	1.0	100	125	93.5	—	58.3	3.120	—	5 300	7 900
7934C	170	230	28	2.0	1.0	113	148	88.5	16.8	40.8	3.360	—	5 800	8 800
7934A5	170	230	28	2.0	1.0	106	140	103	—	60.6	3.360	—	5 000	7 500
7936C	180	250	33	2.0	1.0	145	184	111	16.6	45.3	4.900	—	5 400	8 200
7936A5	180	250	33	2.0	1.0	137	174	127	—	66.6	4.940	—	4 700	7 000
7938C	190	260	33	2.0	1.0	147	192	115	16.7	46.6	4.980	—	5 200	7 800
7938A5	190	260	33	2.0	1.0	139	182	131	—	69.0	5.120	—	4 500	6 700
7940C	200	280	38	2.1	1.1	189	244	144	16.5	51.2	6.850	—	4 800	7 300
7940A5	200	280	38	2.1	1.1	178	231	169	—	75.0	6.920	—	4 200	6 300
7944C	220	300	38	2.1	1.1	190	256	235	16.7	53.8	6.665	—	4 500	6 800
7944A5	220	300	38	2.1	1.1	179	242	174	—	79.6	6.665	—	3 900	5 800
7948C	240	320	38	2.1	1.1	200	286	260	16.8	56.5	7.224	—	4 200	6 300
7948A5	240	320	38	2.1	1.1	189	270	193	—	84.3	7.224	—	3 600	5 400
7952C	260	360	46	2.1	1.1	256	365	340	16.6	64.5	11.936	—	3 800	5 700
7952A5	260	360	46	2.1	1.1	241	345	252	—	95.3	11.936	—	3 300	4 900
7956C	280	380	46	2.1	1.1	272	410	380	16.7	67.2	12.853	—	3 500	5 400
7956A5	280	380	46	2.1	1.1	256	390	283	—	99.9	12.853	—	3 100	4 600

1. 앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

70계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ, 30^\circ$

내경 10~75mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min^{-1})	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{0r} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7000C	10	26	8	0.3	0.15	5.30	2.49	2.16	12.6	6.4	0.019	—	63 900	97 300
7000A5	10	26	8	0.3	0.15	5.15	2.41	2.48	—	8.2	0.019	—	55 600	83 400
7000A	10	26	8	0.3	0.15	5.00	2.34	1.91	—	9.2	0.019	—	41 700	55 600
7001C	12	28	8	0.3	0.15	5.80	2.90	2.40	13.2	6.7	0.021	—	57 500	87 500
7001A5	12	28	8	0.3	0.15	5.60	2.79	2.82	—	8.7	0.021	—	50 000	75 000
7001A	12	28	8	0.3	0.15	5.40	2.71	2.13	—	9.8	0.021	—	37 500	50 000
7002C	15	32	9	0.3	0.15	6.25	3.40	2.63	14.1	7.6	0.030	—	49 000	74 500
7002A5	15	32	9	0.3	0.15	5.95	3.25	3.05	—	10.0	0.030	—	42 600	63 900
7002A	15	32	9	0.3	0.15	5.80	3.15	2.36	—	11.3	0.030	—	32 000	42 600
7003C	17	35	10	0.3	0.15	6.60	3.80	2.85	14.5	8.5	0.039	—	44 300	67 400
7003A5	17	35	10	0.3	0.15	6.30	3.65	3.35	—	11.1	0.040	—	38 500	57 700
7003A	17	35	10	0.3	0.15	6.10	3.50	2.59	—	12.5	0.040	—	28 900	38 500
7004C	20	42	12	0.6	0.3	11.1	6.55	4.80	14.0	10.1	0.067	—	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0.6	0.3	10.6	6.25	5.45	—	13.2	0.067	—	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0.6	0.3	10.3	6.10	4.20	—	14.9	0.068	—	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0.6	0.3	11.7	7.40	5.20	14.7	10.8	0.078	—	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0.6	0.3	11.1	7.10	5.95	—	14.4	0.077	—	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0.6	0.3	10.7	6.85	4.55	—	16.4	0.079	—	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1.0	0.6	15.1	10.3	6.85	14.9	12.2	0.114	○	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1.0	0.6	14.4	9.80	8.05	—	16.4	0.114	○	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1.0	0.6	13.9	9.45	6.20	—	18.8	0.116	○	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1.0	0.6	19.1	13.7	9.35	15.0	13.5	0.151	○	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1.0	0.6	18.2	13.0	11.4	—	18.3	0.151	○	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1.0	0.6	17.5	12.6	8.75	—	21.0	0.153	○	15 500	20 700

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

세라믹 볼 사양의 허용 회전수는 강구사양의 1.25배입니다.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	씰타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{0r} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7008C	40	68	15	1.0	0.6	20.6	15.9	10.6	15.4	14.7	0.189	○	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1.0	0.6	19.5	15.1	12.0	—	20.1	0.188	○	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1.0	0.6	18.8	14.6	9.15	—	23.1	0.191	○	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1.0	0.6	24.4	19.3	12.4	15.4	16.0	0.238	○	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1.0	0.6	23.1	18.3	14.5	—	22.0	0.250	○	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1.0	0.6	22.3	17.7	11.1	—	25.3	0.241	○	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1.0	0.6	26.0	21.9	13.9	15.7	16.7	0.259	○	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1.0	0.6	24.6	20.8	16.2	—	23.2	0.270	○	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1.0	0.6	23.7	20.1	12.5	—	26.8	0.262	○	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1.1	0.6	34.0	28.6	18.9	15.5	18.7	0.380	○	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1.1	0.6	32.5	27.2	21.8	—	25.9	0.383	○	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1.1	0.6	31.0	26.3	16.6	—	29.9	0.385	○	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1.1	0.6	35.0	30.5	19.9	15.7	19.4	0.405	○	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1.1	0.6	33.0	29.1	23.0	—	27.1	0.408	○	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1.1	0.6	32.0	28.1	17.6	—	31.4	0.410	○	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1.1	0.6	37.0	34.5	22.0	15.9	20.0	0.435	○	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1.1	0.6	35.0	32.5	25.4	—	28.2	0.455	○	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1.1	0.6	33.5	31.5	19.5	—	32.8	0.441	○	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1.1	0.6	47.0	43.0	26.8	15.7	22.1	0.606	○	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1.1	0.6	44.5	41.0	32.0	—	31.0	0.625	○	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1.1	0.6	42.5	39.5	24.6	—	36.0	0.613	○	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1.1	0.6	48.0	45.5	28.1	15.9	22.7	0.643	○	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1.1	0.6	45.5	43.5	33.5	—	32.1	0.652	○	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1.1	0.6	43.5	41.5	25.9	—	37.4	0.650	○	7 900	10 600

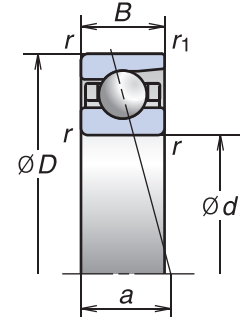
1. 앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

70계열

호칭접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ, 30^\circ$

내경 80~200mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min^{-1})	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{0r} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7016C	80	125	22	1.1	0.6	58.5	55.5	34.5	15.7	24.7	0.855	○	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1.1	0.6	55.5	52.5	41.0	—	34.9	0.880	○	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1.1	0.6	53.5	50.5	31.5	—	40.6	0.864	○	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1.1	0.6	60.0	58.5	38.0	15.9	25.4	0.898	○	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1.1	0.6	57.0	55.5	43.0	—	36.1	0.904	○	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1.1	0.6	54.5	53.5	33.0	—	42.0	0.907	○	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1.5	1.0	71.5	69.0	44.5	15.7	27.4	1.160	○	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1.5	1.0	68.0	65.5	52.0	—	38.8	1.170	○	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1.5	1.0	65.0	63.5	40.5	—	45.2	1.180	○	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1.5	1.0	73.5	73.0	47.0	15.9	28.1	1.210	○	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1.5	1.0	69.5	69.5	52.5	—	40.0	1.410	○	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1.5	1.0	67.0	67.0	40.5	—	46.6	1.230	○	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1.5	1.0	75.5	77.0	49.0	16.0	28.7	1.270	○	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1.5	1.0	71.0	73.5	57.5	—	41.1	1.450	○	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1.5	1.0	68.5	70.5	44.5	—	48.1	1.280	○	6 000	8 000
7021C	105	160	26	2.0	1.0	88.0	89.5	57.0	15.9	30.7	1.580	—	8 700	13 300
7021A5	105	160	26	2.0	1.0	83.5	85.0	66.5	—	43.9	1.820	—	7 600	11 400
7021A	105	160	26	2.0	1.0	80.0	81.5	51.0	—	51.2	1.600	—	5 700	7 600
7022C	110	170	28	2.0	1.0	106	104	68.5	15.6	32.7	1.940	—	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2.0	1.0	100	99.0	79.5	—	46.6	2.260	—	7 200	10 800
7022A	110	170	28	2.0	1.0	96.5	95.5	61.0	—	54.4	1.960	—	5 400	7 200
7024C	120	180	28	2.0	1.0	112	117	75.5	15.8	34.1	2.090	—	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2.0	1.0	106	111	87.5	—	49.0	2.430	—	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2.0	1.0	102	107	67.5	—	57.3	2.120	—	5 000	6 700

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

세라믹 볼 사양의 허용회전수는 강구사양의 1.25배입니다.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

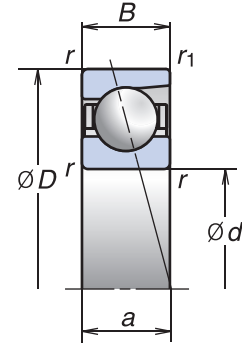
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	씰타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{Or} (정정격)						그리스 윤활	오일 윤활
7026C	130	200	33	2.0	1.0	129	137	86.0	15.9	38.6	3.220	—	7 000	10 700
7026A5	130	200	33	2.0	1.0	122	130	99.5	—	55.0	3.660	—	6 100	9 100
7026A	130	200	33	2.0	1.0	117	125	76.5	—	64.1	3.260	—	4 600	6 100
7028C	140	210	33	2.0	1.0	132	145	90.0	16.0	39.9	3.410	—	6 600	10 000
7028A5	140	210	33	2.0	1.0	125	138	104	—	57.3	3.870	—	5 800	8 600
7028A	140	210	33	2.0	1.0	120	133	80.5	—	67.0	3.440	—	4 300	5 800
7030C	150	225	35	2.1	1.1	151	168	105	16.0	42.6	4.150	—	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2.1	1.1	143	160	123	—	61.2	4.690	—	5 400	8 000
7030A	150	225	35	2.1	1.1	137	154	95.0	—	71.6	4.190	—	4 000	5 400
7032C	160	240	38	2.1	1.1	171	193	118	16.0	45.8	5.110	—	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2.1	1.1	162	183	138	—	65.6	5.710	—	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2.1	1.1	155	176	106	—	76.7	5.160	—	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2.1	1.1	205	234	149	15.9	49.8	6.880	—	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2.1	1.1	193	223	168	—	71.1	7.830	—	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2.1	1.1	186	214	129	—	83.1	6.940	—	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2.1	1.1	228	276	175	15.8	53.8	10.40	—	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2.1	1.1	216	262	195	—	76.6	10.40	—	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2.1	1.1	207	252	151	—	89.4	9.270	—	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2.1	1.1	247	305	192	15.9	55.2	11.20	—	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2.1	1.1	233	291	222	—	79.0	11.20	—	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2.1	1.1	224	280	172	—	92.3	11.30	—	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2.1	1.1	265	340	213	15.9	59.7	13.60	—	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2.1	1.1	250	325	245	—	85.0	13.70	—	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2.1	1.1	240	310	190	—	99.1	13.70	—	3 000	4 000

1. 앵글러 볼 베어링

고정도 앵글러 볼 베어링 (표준 시리즈)

72계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ, 30^\circ$

내경 10~105mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
7200C	10	30	9	0.6	0.3	5.40	2.61	2.16	13.2	7.2	0.032	57 500	87 500
7200A5	10	30	9	0.6	0.3	5.20	2.51	2.49	—	9.2	0.031	50 000	75 000
7200A	10	30	9	0.6	0.3	5.05	2.44	1.92	—	10.3	0.032	37 500	50 000
7201C	12	32	10	0.6	0.3	7.90	3.85	3.45	12.5	7.9	0.036	52 300	79 600
7201A5	12	32	10	0.6	0.3	7.65	3.70	3.55	—	10.1	0.036	45 500	68 200
7201A	12	32	10	0.6	0.3	7.45	3.65	2.72	—	11.4	0.030	34 100	45 500
7202C	15	35	11	0.6	0.3	8.65	4.55	3.85	13.2	8.8	0.045	46 000	70 000
7202A5	15	35	11	0.6	0.3	8.35	4.35	3.95	—	11.3	0.044	40 000	60 000
7202A	15	35	11	0.6	0.3	8.10	4.25	3.00	—	12.7	0.045	30 000	40 000
7203C	17	40	12	0.6	0.3	10.9	5.85	4.85	13.3	9.8	0.065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0.6	0.3	10.4	5.60	5.30	—	12.6	0.064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0.6	0.3	10.1	5.45	4.05	—	14.2	0.065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1.0	0.6	14.6	8.05	6.30	13.3	11.5	0.103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1.0	0.6	14.0	7.75	7.40	—	14.8	0.102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1.0	0.6	13.6	7.55	5.75	—	16.7	0.104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1.0	0.6	16.6	10.2	7.50	14.0	12.7	0.127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1.0	0.6	15.9	9.80	9.05	—	16.5	0.130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1.0	0.6	15.4	9.45	6.95	—	18.6	0.129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1.0	0.6	23.0	14.7	10.3	13.9	14.2	0.194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1.0	0.6	22.1	14.1	12.0	—	18.7	0.194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1.0	0.6	21.3	13.6	9.20	—	21.3	0.197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1.1	0.6	30.5	19.9	14.4	13.9	15.7	0.280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1.1	0.6	29.1	19.1	16.6	—	21.0	0.277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1.1	0.6	28.2	18.5	12.7	—	23.9	0.284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1.1	0.6	36.5	25.2	17.6	14.1	17.0	0.366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1.1	0.6	34.5	24.1	20.6	—	23.0	0.362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1.1	0.6	33.5	23.3	15.8	—	26.3	0.370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1.1	0.6	41.0	28.8	19.6	14.2	18.2	0.406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1.1	0.6	39.0	27.6	23.3	—	24.7	0.402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1.1	0.6	37.5	26.7	18.0	—	28.3	0.410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1.1	0.6	43.0	31.5	21.1	14.5	19.4	0.457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1.1	0.6	41.0	30.5	25.2	—	26.3	0.453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1.1	0.6	39.5	29.3	19.4	—	30.2	0.462	10 800	14 300

주 (1) 허용 액시얼 하중에 관하여는 P147를 참조 바랍니다.

(2) 허용 회전수의 적용에 관하여는 P170를 참조 바랍니다.

관련자료 참조페이지

- 동등가하중P139
- 정등가하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립 관련치수P186
- 노즐 타겟위치P192
- 그리스 봉입량P175

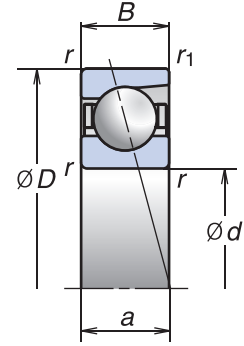
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r_1 (최소)	C_r (동정격)	C_{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
7211C	55	100	21	1.5	1.0	53.0	40.0	27.6	14.5	20.9	0.601	14 900	22 600
7211A5	55	100	21	1.5	1.0	50.5	38.0	32.5	—	28.6	0.596	13 000	19 400
7211A	55	100	21	1.5	1.0	49.0	37.0	25.0	—	32.9	0.609	9 700	13 000
7212C	60	110	22	1.5	1.0	64.0	49.0	34.0	14.4	22.4	0.780	13 600	20 600
7212A5	60	110	22	1.5	1.0	61.0	47.0	40.0	—	30.8	0.773	11 800	17 700
7212A	60	110	22	1.5	1.0	59.0	45.5	30.5	—	35.5	0.789	8 900	11 800
7213C	65	120	23	1.5	1.0	73.0	58.5	40.0	14.6	23.9	1.010	12 500	19 000
7213A5	65	120	23	1.5	1.0	69.5	56.0	46.5	—	33.1	1.000	10 900	16 300
7213A	65	120	23	1.5	1.0	67.5	54.0	36.0	—	38.2	1.020	8 200	10 900
7214C	70	125	24	1.5	1.0	79.5	64.5	43.0	14.6	25.1	1.090	11 800	18 000
7214A5	70	125	24	1.5	1.0	76.0	61.5	49.5	—	34.7	1.080	10 300	15 400
7214A	70	125	24	1.5	1.0	73.0	59.5	38.0	—	40.1	1.100	7 700	10 300
7215C	75	130	25	1.5	1.0	83.0	70.0	46.0	14.8	26.2	1.190	11 300	17 100
7215A5	75	130	25	1.5	1.0	79.0	66.5	53.0	—	36.4	1.180	9 800	14 700
7215A	75	130	25	1.5	1.0	76.0	64.5	40.5	—	42.1	1.200	7 400	9 800
7216C	80	140	26	2.0	1.0	93.0	77.5	54.5	14.7	27.7	1.430	10 500	16 000
7216A5	80	140	26	2.0	1.0	88.5	74.0	62.0	—	38.6	1.420	9 100	13 700
7216A	80	140	26	2.0	1.0	85.5	71.5	47.5	—	44.8	1.450	6 900	9 100
7217C	85	150	28	2.0	1.0	107	90.5	60.5	14.7	29.7	1.790	9 800	14 900
7217A5	85	150	28	2.0	1.0	102	86.5	70.0	—	41.4	1.790	8 600	12 800
7217A	85	150	28	2.0	1.0	98.5	83.5	53.5	—	47.9	1.800	6 400	8 600
7218C	90	160	30	2.0	1.0	123	105	72.0	14.6	31.7	2.200	9 200	14 000
7218A5	90	160	30	2.0	1.0	117	100	83.5	—	44.1	2.310	8 000	12 000
7218A	90	160	30	2.0	1.0	113	96.5	64.5	—	51.1	2.230	6 000	8 000
7219C	95	170	32	2.1	1.1	133	112	76.0	14.6	33.7	2.640	8 700	13 300
7219A5	95	170	32	2.1	1.1	127	107	87.0	—	46.9	2.630	7 600	11 400
7219A	95	170	32	2.1	1.1	122	103	67.0	—	54.2	2.670	5 700	7 600
7220C	100	180	34	2.1	1.1	149	127	88.5	14.5	35.7	3.180	8 300	12 500
7220A5	100	180	34	2.1	1.1	142	121	103	—	49.6	3.160	7 200	10 800
7220A	100	180	34	2.1	1.1	137	117	79.5	—	57.4	3.210	5 400	7 200
7221C	105	190	36	2.1	1.1	162	143	97.5	14.5	37.7	3.780	7 800	11 900
7221A5	105	190	36	2.1	1.1	155	137	111	—	52.4	3.770	6 800	10 200
7221A	105	190	36	2.1	1.1	150	132	85.0	—	60.6	3.820	5 100	6 800

1. 앵귤러 볼 베어링

고정도 앵귤러 볼 베어링 (표준 시리즈)

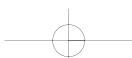
72계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 25^\circ, 30^\circ$

내경 110~150mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	계수 f_0	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
7222C	110	200	38	2.1	1.1	176	160	108	14.5	39.8	4.450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2.1	1.1	168	153	126	—	55.1	4.450	6 500	9 700
7222A	110	200	38	2.1	1.1	162	148	97.0	—	63.7	4.490	4 900	6 500
7224C	120	215	40	2.1	1.1	199	192	132	14.6	42.4	5.420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2.1	1.1	189	184	150	—	59.1	5.420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2.1	1.1	183	177	116	—	68.3	5.450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3.0	1.1	206	209	144	14.9	44.1	6.230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3.0	1.1	196	199	163	—	62.0	6.220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3.0	1.1	189	193	127	—	72.0	6.280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3.0	1.1	238	254	172	14.8	47.1	7.910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3.0	1.1	226	242	194	—	66.5	7.910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3.0	1.1	218	234	150	—	77.3	7.970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3.0	1.1	270	305	205	14.7	50.6	11.100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3.0	1.1	258	290	231	—	71.5	11.100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3.0	1.1	248	280	179	—	83.1	11.200	3 600	4 800

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조 바랍니다.
 (2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.



1. 앵귤러 볼 베어링

초고속 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

특징

최적 설계

해석기술을 활용한 최적의 로바스트 설계
전동체의 미끄럼을 고려한 온도 상승 시뮬레이션에 의한 최적 설계

장수명화

내열 · 내마모성이 우수한 신소재 SHX
극소 윤활상태에서의 소착한계를 향상시켜 고속화와 동시에 수명을 연장.

고정도

용도에 맞는 전동체 재료 선정
앵귤러 볼베어링 로바스트 시리즈는 고정도 세라믹 볼을 사용
고정도 P2시리즈
NSK의 경험을 활용한 고속화와 동시에 고정도 사양 대응

고속화

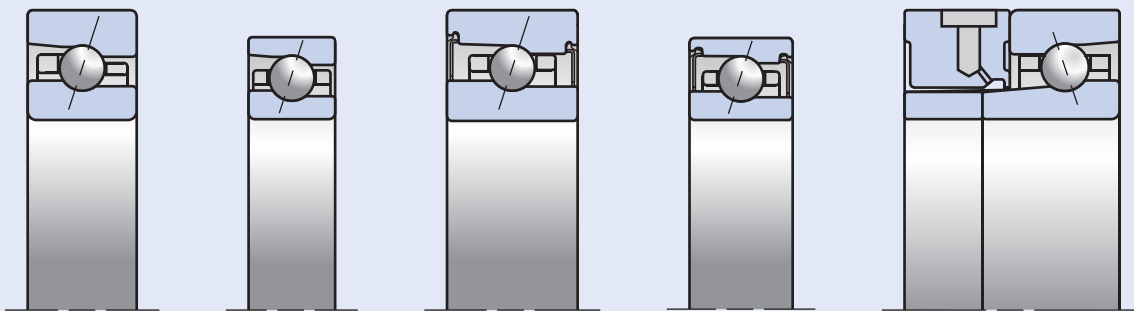
고속화 경향에 맞춘 리테이너 사양
고속화에 불가결한 경량화, 내열성, 고강성을 겸비한 저 마찰재료 엔지니어링
플라스틱 리테이너를 개발

정음화

고속 스피ndl의 정음화 (스핀 쇼트II)
오일 에어 윤활 특유의 바람소리를 제거

치수 계열

그림 1.4



BNR10
BER10계열

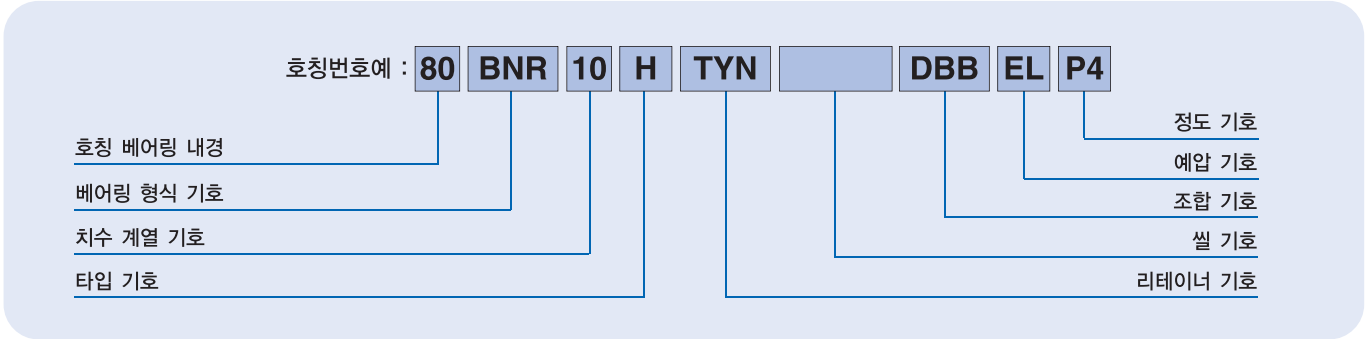
BNR19
BER19계열

BNR20
BER20계열

BNR29
BER29계열

스핀 쇼트II
(XE타입)

초고속 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈) 호칭 번호 구성



앵글러 볼 베어링
로바스트

		참조 페이지																		
80	호칭 베어링 내경	내경치수(mm) 64~79																		
BNR	베어링 형식 기호	BNR : 접촉각 18° BER : 접촉각 25° 42~43·48																		
10	치수 계열 기호	10 : 10계열 19 : 19계열 20 : 20계열 29 : 29계열(1) 42~43·62																		
H	타입 기호	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">타입</th> <th colspan="2">재 료</th> </tr> <tr> <th>내외륜</th> <th>전동체</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> <td>세라믹(Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> <td>세라믹(Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>XE(스핀소프트II)</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> <td>세라믹(Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	타입	재 료		내외륜	전동체	S	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)	H	베어링 강(SUJ2)	세라믹(Si ₃ N ₄)	X	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)	XE(스핀소프트II)	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)	14~17 24~25
		타입		재 료																
			내외륜	전동체																
		S	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)																
		H	베어링 강(SUJ2)	세라믹(Si ₃ N ₄)																
X	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)																		
XE(스핀소프트II)	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)																		
TYN	리테이너기호	TYN : 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너허용d _m n=140만 연속 사용 온도 한계 120°C T : 외륜 안내 페놀 수지 리테이너연속 사용 온도 한계=120°C 18~19																		
	씰기호	무기호 : 오픈타입 V1V : 비접촉 고무씰(1) 32																		
DBB	조합 기호	SU : 만능 조합(단품) DU : 만능 조합(2열) DB : 배면 조합 DF : 정면 조합 DT : 병렬 조합 DBD DFD DTD : 3열 조합 DBB DFF DBT DFT DTT : 4열 조합 42~43 148~151																		
EL	예압기호	EL : 미예압 L : 경예압 M : 중(中)예압 CP : 특수 예압 클리어런스 CA : 특수 액시얼 클리어런스 42~43 152~155 161~164																		
P4	정도기호	P2 : ISO2급 P4 : ISO4급 P5 : ISO5급 P3 : 특수급 (치수정도가 ISO4급으로 회전정도는 ISO2급) P4Y : 특수급 (내륜 내경, 외륜 외경 치수차는 NSK특별관리로 나머지 부분은 ISO4급) 151 176~179																		

주 (1) 20,29계열은 씰 부착 앵글러 볼 베어링만 대응하고 있습니다.
 (2) 씰 붙이 앵글러 볼 베어링은 SU조합형, P3급을 표준으로 합니다.
 씰 붙이 앵글러 볼 베어링은 BNR19, BNR29, BER19, BER29, BNR10, BNR20, BER10, BER20계열의 내경30~100mm사이즈를 대응하고 있습니다.

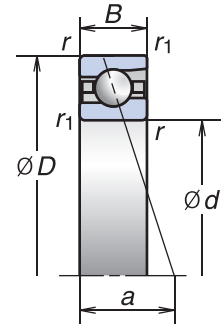
1. 앵귤러 볼 베어링

초 고속 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BNR19계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$

BER19계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 25~80mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셀타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
25BNR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.95	3.50	4.95	9.9	0.042	—	41 800	59 800
25BNR19H	25	42	9	0.3	0.15			3.25		0.038	—	53 800	83 600
25BNR19X	25	42	9	0.3	0.15			0.038		—	62 700	98 600	
25BER19S	25	42	9	0.3	0.15	5.70	3.40	5.90	12.3	0.042	—	35 900	50 800
25BER19H	25	42	9	0.3	0.15			3.95		0.038	—	47 800	74 700
25BER19X	25	42	9	0.3	0.15			0.038		—	56 800	89 600	
30BNR19S	30	47	9	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	10.8	0.048	○	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0.3	0.15			3.80		0.043	○	46 800	72 800
30BNR19X	30	47	9	0.3	0.15			0.043		○	54 600	85 800	
30BER19S	30	47	9	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	13.5	0.048	○	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0.3	0.15			4.60		0.043	○	41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0.3	0.15			0.043		○	49 400	78 000	
35BNR19S	35	55	10	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	12.3	0.072	○	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0.6	0.3			5.60		0.063	○	40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0.6	0.3			0.063		○	46 700	73 400	
35BER19S	35	55	10	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	15.5	0.072	○	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0.6	0.3			6.80		0.063	○	35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0.6	0.3			0.063		○	42 300	66 700	
40BNR19S	40	62	12	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	14.3	0.105	○	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0.6	0.3			7.10		0.092	○	35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0.6	0.3			0.092		○	41 200	64 800	
40BER19S	40	62	12	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	17.9	0.105	○	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0.6	0.3			8.65		0.092	○	31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0.6	0.3			0.092		○	37 300	58 900	
45BNR19S	45	68	12	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	15.2	0.125	○	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0.6	0.3			8.10		0.111	○	31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0.6	0.3			0.111		○	37 200	58 500	
45BER19S	45	68	12	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	19.2	0.125	○	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0.6	0.3			9.85		0.111	○	28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0.6	0.3			0.111		○	33 700	53 100	
50BNR19S	50	72	12	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	15.9	0.127	○	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0.6	0.3			9.10		0.111	○	29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0.6	0.3			0.111		○	34 500	54 100	
50BER19S	50	72	12	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	20.2	0.127	○	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0.6	0.3			11.0		0.111	○	26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0.6	0.3			0.111		○	31 200	49 200	

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀면 볼 베어링

로바스트

호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	씰타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활	
55BNR19S	55	80	13	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	17.5	0.178	○	20 800	29 700	
55BNR19H	55	80	13	1.0	0.6			10.6				0.158	26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1.0	0.6			10.6				0.158	31 200	48 900
55BER19S	55	80	13	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	22.2	0.178	○	17 800	25 200	
55BER19H	55	80	13	1.0	0.6			12.9				0.158	23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1.0	0.6			12.9				0.158	28 200	44 500
60BNR19S	60	85	13	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	18.3	0.190	○	19 400	27 600	
60BNR19H	60	85	13	1.0	0.6			11.2				0.170	24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1.0	0.6			11.2				0.170	29 000	45 600
60BER19S	60	85	13	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	23.4	0.190	○	16 600	23 500	
60BER19H	60	85	13	1.0	0.6			13.6				0.170	22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1.0	0.6			13.6				0.170	26 300	41 400
65BNR19S	65	90	13	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	19.1	0.204	○	18 100	25 900	
65BNR19H	65	90	13	1.0	0.6			12.3				0.181	23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1.0	0.6			12.3				0.181	27 100	42 600
65BER19S	65	90	13	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	24.6	0.204	○	15 500	22 000	
65BER19H	65	90	13	1.0	0.6			14.9				0.181	20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1.0	0.6			14.9				0.181	24 600	38 800
70BNR19S	70	100	16	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	21.8	0.328	○	16 500	23 600	
70BNR19H	70	100	16	1.0	0.6			17.1				0.292	21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1.0	0.6			17.1				0.292	24 800	38 900
70BER19S	70	100	16	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	27.8	0.328	○	14 200	20 000	
70BER19H	70	100	16	1.0	0.6			20.7				0.292	18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1.0	0.6			20.7				0.292	22 400	35 300
75BNR19S	75	105	16	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	22.6	0.348	○	15 600	22 300	
75BNR19H	75	105	16	1.0	0.6			18.0				0.310	20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1.0	0.6			18.0				0.310	23 400	36 700
75BER19S	75	105	16	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	29.0	0.348	○	13 400	18 900	
75BER19H	75	105	16	1.0	0.6			21.7				0.310	17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1.0	0.6			21.7				0.310	21 200	33 400
80BNR19S	80	110	16	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	23.4	0.366	○	14 800	21 100	
80BNR19H	80	110	16	1.0	0.6			18.9				0.326	19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1.0	0.6			18.9				0.326	22 200	34 800
80BER19S	80	110	16	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	30.1	0.366	○	12 700	17 900	
80BER19H	80	110	16	1.0	0.6			22.8				0.326	16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1.0	0.6			22.8				0.326	20 000	31 600

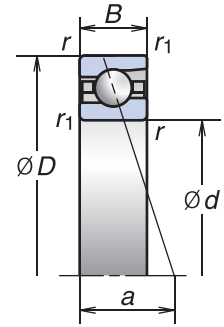
1. 앵귤러 볼 베어링

초 고속 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BNR19계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$

BER19계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 85~150mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	씰타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
85BNR19S	85	120	18	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	25.7	0.527	○	13 700	19 600
85BNR19H	85	120	18	1.1	0.6			24.8				17 600	27 400
85BNR19X	85	120	18	1.1	0.6			24.8				20 500	32 200
85BER19S	85	120	18	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	32.9	0.527	○	11 800	16 600
85BER19H	85	120	18	1.1	0.6			30.0				15 700	24 400
85BER19X	85	120	18	1.1	0.6			30.0				18 600	29 300
90BNR19S	90	125	18	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	26.5	0.552	○	13 100	18 700
90BNR19H	90	125	18	1.1	0.6			28.1				16 800	26 100
90BNR19X	90	125	18	1.1	0.6			28.1				19 600	30 700
90BER19S	90	125	18	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	34.1	0.552	○	11 200	15 900
90BER19H	90	125	18	1.1	0.6			34.0				14 900	23 300
90BER19X	90	125	18	1.1	0.6			34.0				17 700	28 000
95BNR19S	95	130	18	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	28.3	0.571	○	12 500	17 800
95BNR19H	95	130	18	1.1	0.6			32.5				16 000	24 900
95BNR19X	95	130	18	1.1	0.6			32.5				18 700	29 400
95BER19S	95	130	18	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	36.7	0.571	○	10 700	15 200
95BER19H	95	130	18	1.1	0.6			39.5				14 300	22 300
95BER19X	95	130	18	1.1	0.6			39.5				16 900	26 700
100BNR19S	100	140	20	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	29.5	0.770	○	11 700	16 700
100BNR19H	100	140	20	1.1	0.6			33.0				15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1.1	0.6			33.0				17 500	27 500
100BER19S	100	140	20	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	38.0	0.770	○	10 000	14 200
100BER19H	100	140	20	1.1	0.6			40.0				13 400	20 900
100BER19X	100	140	20	1.1	0.6			40.0				15 900	25 000
105BNR19S	105	145	20	1.1	0.6	38.5	36.5	53.0	31.5	0.795	—	11 200	16 000
105BNR19H	105	145	20	1.1	0.6			39.0				14 400	22 400
105BNR19X	105	145	20	1.1	0.6			39.0				16 800	26 400
105BER19S	105	145	20	1.1	0.6	37.0	35.0	62.0	40.9	0.795	—	9 600	13 600
105BER19H	105	145	20	1.1	0.6			42.0				12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1.1	0.6			42.0				15 200	24 000

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀구동 베어링

로바스트

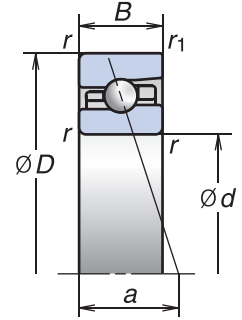
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셀타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
110BNR19S	110	150	20	1.1	0.6	39.0	38.0	55.5	31.1	0.838	○	10 800	15 400
110BNR19H	110	150	20	1.1	0.6			42.0		0.733	○	13 900	21 600
110BNR19X	110	150	20	1.1	0.6					0.733	○	16 200	25 400
110BER19S	110	150	20	1.1	0.6	37.5	36.5	65.0	40.3	0.838	○	9 300	13 100
110BER19H	110	150	20	1.1	0.6			44.0		0.733	○	12 400	19 300
110BER19X	110	150	20	1.1	0.6					0.733	○	14 700	23 100
120BNR19S	120	165	22	1.1	0.6	54.0	52.0	75.0	34.2	1.124	—	9 900	14 100
120BNR19H	120	165	22	1.1	0.6			49.0		0.949	—	12 700	19 700
120BNR19X	120	165	22	1.1	0.6					0.949	—	14 800	23 200
120BER19S	120	165	22	1.1	0.6	51.5	50.0	88.0	44.2	1.124	—	8 500	12 000
120BER19H	120	165	22	1.1	0.6			59.5		0.949	—	11 300	17 600
120BER19X	120	165	22	1.1	0.6					0.949	—	13 400	21 100
130BNR19S	130	180	24	1.5	1.0	59.5	58.5	85.0	37.2	1.477	—	9 100	13 000
130BNR19H	130	180	24	1.5	1.0			56.0		1.265	—	11 700	18 100
130BER19S	130	180	24	1.5	1.0	57.0	56.5	100	48.1	1.477	—	7 800	11 000
130BER19H	130	180	24	1.5	1.0			67.5		1.265	—	10 400	16 200
140BNR19S	140	190	24	1.5	1.0	60.0	61.5	89.5	38.8	1.567	—	8 500	12 200
140BNR19H	140	190	24	1.5	1.0			58.5		1.353	—	11 000	17 000
140BER19S	140	190	24	1.5	1.0	57.5	59.0	105	50.5	1.567	—	7 300	10 400
140BER19H	140	190	24	1.5	1.0			70.5		1.353	—	9 700	15 200
150BNR19S	150	210	28	2.0	1.0	77.0	78.5	114	43.2	2.459	—	7 800	11 200
150BNR19H	150	210	28	2.0	1.0			75.0		2.139	—	10 000	15 600
150BER19S	150	210	28	2.0	1.0	73.5	75.5	134	55.9	2.459	—	6 700	9 500
150BER19H	150	210	28	2.0	1.0			90.5		2.139	—	8 900	13 900

1. 앵글러 볼 베어링

초 고속 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BNR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER10계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 30~80mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
30BNR10S	30	55	13	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	13.3	0.124	○	33 000	47 100
30BNR10H	30	55	13	1.0	0.6			5.35		0.116	○	42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1.0	0.6			5.35		0.116	○	49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	16.3	0.124	○	28 300	40 000
30BER10H	30	55	13	1.0	0.6			6.50		0.116	○	37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1.0	0.6			6.50		0.116	○	44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	14.8	0.164	○	28 900	41 300
35BNR10H	35	62	14	1.0	0.6			6.70		0.154	○	37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1.0	0.6			6.70		0.154	○	43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	18.2	0.164	○	24 800	35 100
35BER10H	35	62	14	1.0	0.6			8.10		0.154	○	33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1.0	0.6			8.10		0.154	○	39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	16.2	0.204	○	26 000	37 100
40BNR10H	40	68	15	1.0	0.6			7.50		0.193	○	33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1.0	0.6			7.50		0.193	○	38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	19.9	0.204	○	22 300	31 500
40BER10H	40	68	15	1.0	0.6			9.10		0.193	○	29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1.0	0.6			9.10		0.193	○	35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	17.6	0.259	○	23 400	33 400
45BNR10H	45	75	16	1.0	0.6			8.35		0.246	○	30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1.0	0.6			8.35		0.246	○	35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	21.8	0.259	○	20 000	28 400
45BER10H	45	75	16	1.0	0.6			10.1		0.246	○	26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1.0	0.6			10.1		0.246	○	31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	18.4	0.281	○	21 600	30 800
50BNR10H	50	80	16	1.0	0.6			9.20		0.266	○	27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1.0	0.6			9.20		0.266	○	32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	23.0	0.281	○	18 500	26 200
50BER10H	50	80	16	1.0	0.6			11.1		0.266	○	24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1.0	0.6			11.1		0.266	○	29 300	46 200

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀구동 베어링

로바스트

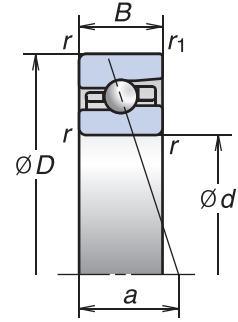
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	씰타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
55BNR10S	55	90	18	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	20.6	0.414	○	19 400	27 600
55BNR10H	55	90	18	1.1	0.6			11.7		0.393	○	24 900	38 700
55BNR10X	55	90	18	1.1	0.6			0.393		○	29 000	45 600	
55BER10S	55	90	18	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	25.7	0.414	○	16 600	23 500
55BER10H	55	90	18	1.1	0.6			14.1		0.393	○	22 100	34 500
55BER10X	55	90	18	1.1	0.6			0.393		○	26 300	41 400	
60BNR10S	60	95	18	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	21.5	0.443	○	18 100	25 900
60BNR10H	60	95	18	1.1	0.6			12.8		0.419	○	23 300	36 200
60BNR10X	60	95	18	1.1	0.6			0.419		○	27 100	42 600	
60BER10S	60	95	18	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	26.9	0.443	○	15 500	22 000
60BER10H	60	95	18	1.1	0.6			15.5		0.419	○	20 700	32 300
60BER10X	60	95	18	1.1	0.6			0.419		○	24 600	38 800	
65BNR10S	65	100	18	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	22.3	0.472	○	17 000	24 300
65BNR10H	65	100	18	1.1	0.6			13.9		0.447	○	21 900	34 000
65BNR10X	65	100	18	1.1	0.6			0.447		○	25 500	40 000	
65BER10S	65	100	18	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	28.0	0.472	○	14 600	20 700
65BER10H	65	100	18	1.1	0.6			16.8		0.447	○	19 400	30 400
65BER10X	65	100	18	1.1	0.6			0.447		○	23 100	36 400	
70BNR10S	70	110	20	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	24.5	0.645	○	15 600	22 300
70BNR10H	70	110	20	1.1	0.6			18.8		0.605	○	20 000	31 200
70BNR10X	70	110	20	1.1	0.6			0.605		○	23 400	36 700	
70BER10S	70	110	20	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	30.8	0.645	○	13 400	18 900
70BER10H	70	110	20	1.1	0.6			22.6		0.605	○	17 800	27 800
70BER10X	70	110	20	1.1	0.6			0.605		○	21 200	33 400	
75BNR10S	75	115	20	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	25.3	0.679	○	14 800	21 100
75BNR10H	75	115	20	1.1	0.6			19.7		0.638	○	19 000	29 500
75BNR10X	75	115	20	1.1	0.6			0.638		○	22 200	34 800	
75BER10S	75	115	20	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	31.9	0.679	○	12 700	17 900
75BER10H	75	115	20	1.1	0.6			23.7		0.638	○	16 900	26 400
75BER10X	75	115	20	1.1	0.6			0.638		○	20 000	31 600	
80BNR10S	80	125	22	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	27.5	0.921	○	13 700	19 600
80BNR10H	80	125	22	1.1	0.6			23.4		0.867	○	17 600	27 400
80BNR10X	80	125	22	1.1	0.6			0.867		○	20 500	32 200	
80BER10S	80	125	22	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	34.6	0.921	○	11 800	16 600
80BER10H	80	125	22	1.1	0.6			28.2		0.867	○	15 700	24 400
80BER10X	80	125	22	1.1	0.6			0.867		○	18 600	29 300	

1. 앵귤러 볼 베어링

초 고속 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BNR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER10계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 85~150mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활	
85BNR10S	85	130	22	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	28.4	0.962	○	13 100	18 700	
85BNR10H	85	130	22	1.1	0.6			24.5				0.906	16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1.1	0.6			24.5				0.906	19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	36.1	0.962	○	11 200	15 900	
85BER10H	85	130	22	1.1	0.6			29.5				0.906	14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1.1	0.6			29.5				0.906	17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	30.7	1.241	○	12 200	17 400	
90BNR10H	90	140	24	1.5	1.0			31.5				1.155	15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1.5	1.0			31.5				1.155	18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	38.8	1.241	○	10 500	14 800	
90BER10H	90	140	24	1.5	1.0			38.0				1.155	14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1.5	1.0			38.0				1.155	16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	31.3	1.298	○	11 700	16 700	
95BNR10H	95	145	24	1.5	1.0			32.5				1.209	15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1.5	1.0			32.5				1.209	17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	39.7	1.298	○	10 000	14 200	
95BER10H	95	145	24	1.5	1.0			39.5				1.209	13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1.5	1.0			39.5				1.209	15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	32.3	1.245	○	11 200	16 000	
100BNR10H	100	150	24	1.5	1.0			34.0				1.253	14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1.5	1.0			34.0				1.253	16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	41.2	1.245	○	9 600	13 600	
100BER10H	100	150	24	1.5	1.0			41.0				1.253	12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1.5	1.0			41.0				1.253	15 200	24 000
105BNR10S	105	160	26	2.0	1.0	41.0	41.0	59.5	34.5	1.698	—	10 600	15 100	
105BNR10H	105	160	26	2.0	1.0			39.0				1.585	13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2.0	1.0			39.0				1.585	15 900	25 000
105BER10S	105	160	26	2.0	1.0	39.0	39.5	70.0	43.9	1.698	—	9 100	12 900	
105BER10H	105	160	26	2.0	1.0			47.5				1.585	12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2.0	1.0			47.5				1.585	14 400	22 700

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀구동 베어링

로바스트

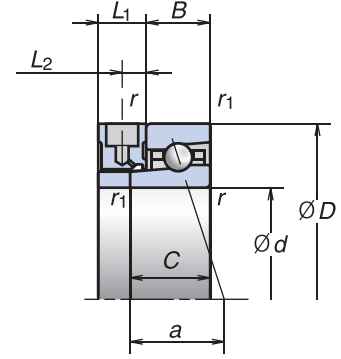
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	셸타입 대응품	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)					그리스 윤활	오일 윤활
110BNR10S	110	170	28	2.0	1.0	46.0	47.0	68.0	36.7	2.133	—	10 000	14 300
110BNR10H	110	170	28	2.0	1.0			44.5		1.996	—	12 900	20 000
110BNR10X	110	170	28	2.0	1.0			1.996		—	15 000	23 600	
110BER10S	110	170	28	2.0	1.0	44.0	45.0	79.5	46.7	2.133	—	8 600	12 200
110BER10H	110	170	28	2.0	1.0			54.0		1.996	—	11 500	17 900
110BER10X	110	170	28	2.0	1.0			1.996		—	13 600	21 500	
120BNR10S	120	180	28	2.0	1.0	47.5	50.5	73.5	38.4	2.286	—	9 400	13 400
120BNR10H	120	180	28	2.0	1.0			48.0		2.139	—	12 000	18 700
120BNR10X	120	180	28	2.0	1.0			2.139		—	14 000	22 000	
120BER10S	120	180	28	2.0	1.0	45.5	48.5	86.0	49.0	2.286	—	8 000	11 400
120BER10H	120	180	28	2.0	1.0			58.0		2.139	—	10 700	16 700
120BER10X	120	180	28	2.0	1.0			2.139		—	12 700	20 000	
130BNR10S	130	200	33	2.0	1.0	60.0	61.5	89.5	43.0	3.408	—	8 500	12 200
130BNR10H	130	200	33	2.0	1.0			58.5		3.194	—	11 000	17 000
130BER10S	130	200	33	2.0	1.0	57.5	59.0	105	54.6	3.408	—	7 300	10 400
130BER10H	130	200	33	2.0	1.0			70.5		3.194	—	9 700	15 200
140BNR10S	140	210	33	2.0	1.0	62.5	66.5	97.0	44.6	3.647	—	8 000	11 500
140BNR10H	140	210	33	2.0	1.0			63.5		3.419	—	10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2.0	1.0	59.5	64.0	113	56.9	3.647	—	6 900	9 800
140BER10H	140	210	33	2.0	1.0			76.5		3.419	—	9 200	14 300
150BNR10S	150	225	35	2.1	1.0	73.5	78.0	114	47.6	4.405	—	7 500	10 700
150BNR10H	150	225	35	2.1	1.0			74.5		4.129	—	9 600	15 000
150BER10S	150	225	35	2.1	1.0	70.0	75.0	99.5	60.8	4.405	—	6 400	9 100
150BER10H	150	225	35	2.1	1.0			90.0		4.129	—	8 600	13 400

1. 앵글러 볼 베어링

초고속 앵글러 볼 베어링 (스핀 쇼트 II)

BNR19XE · 10XE계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER10XE · 10XE계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 40~110mm



호칭 번호	주요치수 (mm)						스페이서 치수 (mm)		기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹) 오일 윤활
	d	D	B	C	r (최소)	r ₁ (최소)	L ₁ (참고)	L ₂ (참고)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				
40BNR19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.5	7.65	7.10	19.3	0.106	64 800
40BER19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.0	7.35	8.65	22.9	0.106	58 900
45BNR19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.1	8.70	8.10	20.2	0.128	58 500
45BER19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.6	8.35	9.85	24.2	0.128	53 100
50BNR19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.8	9.75	9.10	20.9	0.129	54 100
50BER19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.3	9.35	11.0	25.2	0.129	49 200
55BNR19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.4	11.4	10.6	22.5	0.182	48 900
55BER19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	13.8	10.9	12.9	27.2	0.182	44 500
60BNR19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.6	12.0	11.2	23.3	0.196	45 600
60BER19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.0	11.5	13.6	28.4	0.196	41 400
65BNR19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	15.2	13.2	12.3	24.1	0.209	42 600
65BER19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.5	12.6	14.9	29.6	0.209	38 800
70BNR19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.3	18.1	17.1	26.8	0.328	38 900
70BER19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.4	17.3	20.7	32.8	0.328	35 300
75BNR19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.6	19.0	18.0	27.6	0.348	36 700
75BER19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.7	18.2	21.7	34.0	0.348	33 400
80BNR19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	22.0	19.9	18.9	28.4	0.366	34 800
80BER19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.0	19.1	22.8	35.1	0.366	31 600
85BNR19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	29.4	26.3	24.8	30.7	0.506	32 200
85BER19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	28.1	25.2	30.0	37.9	0.506	29 300
90BNR19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	31.5	29.7	28.1	31.5	0.532	30 700
90BER19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	30.0	28.5	34.0	39.1	0.532	28 000
95BNR19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	35.5	34.5	32.5	33.3	0.589	29 400
95BER19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	34.0	33.0	39.5	41.7	0.589	26 700
100BNR19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	38.0	35.0	33.0	34.5	0.739	27 500
100BER19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	36.0	33.5	40.0	43.0	0.739	25 000
105BNR19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	41.0	41.0	39.0	36.5	0.758	26 400
105BER19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	39.5	47.5	45.9	0.758	24 000
110BNR19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	38.0	36.5	36.1	0.804	25 400
110BER19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	37.5	36.5	44.0	45.3	0.804	23 100

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186

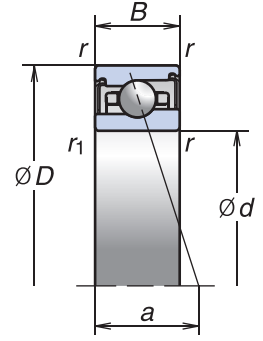
호칭 번호	주요치수 (mm)						스페이서 치수 (mm)		기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	C	r (최소)	r ₁ (최소)	L ₁ (참고)	L ₂ (참고)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				오일 윤활
40BNR10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.6	7.95	7.50	21.2	0.217	61 200
40BER10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.1	7.65	9.10	24.9	0.217	55 600
45BNR10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.7	9.00	8.35	22.6	0.273	55 000
45BER10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.2	8.60	10.1	26.8	0.273	50 000
50BNR10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	12.2	9.90	9.20	23.4	0.296	50 800
50BER10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.6	9.50	11.1	28.0	0.296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.1	12.5	11.7	25.6	0.433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	14.4	12.0	14.1	30.7	0.433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.6	13.7	12.8	26.5	0.463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.0	13.1	15.5	31.9	0.463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	16.2	14.8	13.9	27.3	0.493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.5	14.2	16.8	33.0	0.493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	22.3	19.8	18.8	29.5	0.660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	21.3	18.9	22.6	35.8	0.660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	22.6	20.7	19.7	30.3	0.697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	21.6	19.8	23.7	36.9	0.697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.5	24.5	23.4	32.5	0.939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.3	23.5	28.2	39.6	0.939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.8	25.7	24.5	33.4	0.988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.6	24.6	29.5	41.1	0.988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.0	33.0	31.5	35.7	1.250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	33.5	31.5	38.0	43.8	1.250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.5	34.5	32.5	36.3	1.300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.0	33.0	39.5	44.7	1.300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	36.0	36.0	34.0	37.3	1.359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.5	34.5	41.0	46.2	1.359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	41.0	41.0	39.0	39.5	1.707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	39.0	39.5	47.5	48.9	1.707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	46.0	47.0	44.5	41.7	2.139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	44.0	45.0	54.0	51.7	2.139	21 500

1. 앵글러 볼 베어링

초 고속 쉘 부착 앵글러 볼 베어링 (광폭 시리즈)

BNR29계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER29계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 30~80mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활		
30BNR29SV1V	30	47	11	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	11.8	0.057	36 400		
30BNR29HV1V	30	47	11	0.3	0.15			3.80				0.053	46 800
30BNR29XV1V	30	47	11	0.3	0.15			3.80					
30BER29SV1V	30	47	11	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	14.5	0.057	31 200		
30BER29HV1V	30	47	11	0.3	0.15			4.60				0.053	41 600
30BER29XV1V	30	47	11	0.3	0.15			4.60					
35BNR29SV1V	35	55	13	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	13.8	0.091	31 200		
35BNR29HV1V	35	55	13	0.6	0.3			5.60				0.081	40 000
35BNR29XV1V	35	55	13	0.6	0.3			5.60					
35BER29SV1V	35	55	13	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	17.0	0.091	26 700		
35BER29HV1V	35	55	13	0.6	0.3			6.80				0.081	35 600
35BER29XV1V	35	55	13	0.6	0.3			6.80					
40BNR29SV1V	40	62	14	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	15.3	0.120	27 500		
40BNR29HV1V	40	62	14	0.6	0.3			7.10				0.107	35 300
40BNR29XV1V	40	62	14	0.6	0.3			7.10					
40BER29SV1V	40	62	14	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	18.9	0.120	23 600		
40BER29HV1V	40	62	14	0.6	0.3			8.65				0.107	31 400
40BER29XV1V	40	62	14	0.6	0.3			8.65					
45BNR29SV1V	45	68	14	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	16.2	0.143	24 800		
45BNR29HV1V	45	68	14	0.6	0.3			8.10				0.128	31 900
45BNR29XV1V	45	68	14	0.6	0.3			8.10					
45BER29SV1V	45	68	14	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	20.2	0.143	21 300		
45BER29HV1V	45	68	14	0.6	0.3			9.85				0.128	28 400
45BER29XV1V	45	68	14	0.6	0.3			9.85					
50BNR29SV1V	50	72	14	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	16.9	0.144	23 000		
50BNR29HV1V	50	72	14	0.6	0.3			9.10				0.128	29 600
50BNR29XV1V	50	72	14	0.6	0.3			9.10					
50BER29SV1V	50	72	14	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	21.2	0.144	19 700		
50BER29HV1V	50	72	14	0.6	0.3			11.0				0.128	26 300
50BER29XV1V	50	72	14	0.6	0.3			11.0					

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

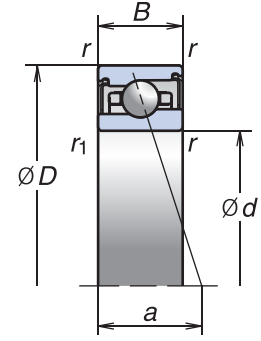
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	그리스 윤활
55BNR29SV1V	55	80	16	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	19.0	0.213	20 800	
55BNR29HV1V	55	80	16	1.0	0.6			10.6			26 700	
55BNR29XV1V	55	80	16	1.0	0.6			10.6			31 200	
55BER29SV1V	55	80	16	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	23.7	0.213	17 800	
55BER29HV1V	55	80	16	1.0	0.6			12.9			23 800	
55BER29XV1V	55	80	16	1.0	0.6			12.9			28 200	
60BNR29SV1V	60	85	16	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	19.8	0.228	19 400	
60BNR29HV1V	60	85	16	1.0	0.6			11.2			24 900	
60BNR29XV1V	60	85	16	1.0	0.6			11.2			29 000	
60BER29SV1V	60	85	16	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	24.9	0.228	16 600	
60BER29HV1V	60	85	16	1.0	0.6			13.6			22 100	
60BER29XV1V	60	85	16	1.0	0.6			13.6			26 300	
65BNR29SV1V	65	90	16	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	20.6	0.245	18 100	
65BNR29HV1V	65	90	16	1.0	0.6			12.3			23 300	
65BNR29XV1V	65	90	16	1.0	0.6			12.3			27 100	
65BER29SV1V	65	90	16	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	26.1	0.245	15 500	
65BER29HV1V	65	90	16	1.0	0.6			14.9			20 700	
65BER29XV1V	65	90	16	1.0	0.6			14.9			24 600	
70BNR29SV1V	70	100	19	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	23.3	0.381	16 500	
70BNR29HV1V	70	100	19	1.0	0.6			17.1			21 200	
70BNR29XV1V	70	100	19	1.0	0.6			17.1			24 800	
70BER29SV1V	70	100	19	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	29.3	0.381	14 200	
70BER29HV1V	70	100	19	1.0	0.6			20.7			18 900	
70BER29XV1V	70	100	19	1.0	0.6			20.7			22 400	
75BNR29SV1V	75	105	19	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	24.1	0.403	15 600	
75BNR29HV1V	75	105	19	1.0	0.6			18.0			20 000	
75BNR29XV1V	75	105	19	1.0	0.6			18.0			23 400	
75BER29SV1V	75	105	19	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	30.5	0.403	13 400	
75BER29HV1V	75	105	19	1.0	0.6			21.7			17 800	
75BER29XV1V	75	105	19	1.0	0.6			21.7			21 200	
80BNR29SV1V	80	110	19	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	24.9	0.425	14 800	
80BNR29HV1V	80	110	19	1.0	0.6			18.9			19 000	
80BNR29XV1V	80	110	19	1.0	0.6			18.9			22 200	
80BER29SV1V	80	110	19	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	31.6	0.425	12 700	
80BER29HV1V	80	110	19	1.0	0.6			22.8			16 900	
80BER29XV1V	80	110	19	1.0	0.6			22.8			20 000	

1. 앵글러 볼 베어링

초 고속 쉘 부착 앵글러 볼 베어링 (광폭 시리즈)

BNR29계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER29계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 85~100mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	
85BNR29SV1V	85	120	22	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	27.7	0.617	13 700	
85BNR29HV1V	85	120	22	1.1	0.6			24.8			17 600	
85BNR29XV1V	85	120	22	1.1	0.6			24.8			20 500	
85BER29SV1V	85	120	22	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	34.9	0.617	11 800	
85BER29HV1V	85	120	22	1.1	0.6			30.0			15 700	
85BER29XV1V	85	120	22	1.1	0.6			30.0			18 600	
90BNR29SV1V	90	125	22	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	28.5	0.653	13 100	
90BNR29HV1V	90	125	22	1.1	0.6			28.1			16 800	
90BNR29XV1V	90	125	22	1.1	0.6			28.1			19 600	
90BER29SV1V	90	125	22	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	36.1	0.653	11 200	
90BER29HV1V	90	125	22	1.1	0.6			34.0			14 900	
90BER29XV1V	90	125	22	1.1	0.6			34.0			17 700	
95BNR29SV1V	95	130	22	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	29.3	0.758	12 500	
95BNR29HV1V	95	130	22	1.1	0.6			32.5			16 000	
95BNR29XV1V	95	130	22	1.1	0.6			32.5			18 700	
95BER29SV1V	95	130	22	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	37.2	0.758	10 700	
95BER29HV1V	95	130	22	1.1	0.6			39.5			14 300	
95BER29XV1V	95	130	22	1.1	0.6			39.5			16 900	
100BNR29SV1V	100	140	24	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	31.5	0.902	11 700	
100BNR29HV1V	100	140	24	1.1	0.6			33.0			15 000	
100BNR29XV1V	100	140	24	1.1	0.6			33.0			17 500	
100BER29SV1V	100	140	24	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	40.0	0.902	10 000	
100BER29HV1V	100	140	24	1.1	0.6			40.0			13 400	
100BER29XV1V	100	140	24	1.1	0.6			40.0			15 900	

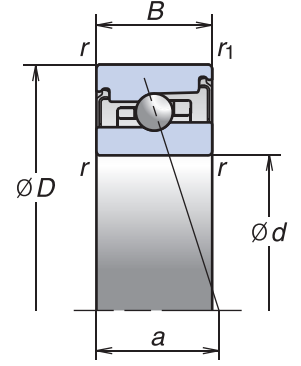
주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

초고속 실 부착 앵글러 볼 베어링 (광폭 시리즈)

BNR20계열 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$
BER20계열 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 30~50mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) <i>a</i>	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (최소)	<i>r</i> ₁ (최소)	<i>C</i> _r (동정격)	<i>C</i> _{0r} (정정격)				그리스 윤활	
30BNR20SV1V	30	55	16	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	14.9	0.150	33 000	
30BNR20HV1V	30	55	16	1.0	0.6			5.35			42 400	
30BNR20XV1V	30	55	16	1.0	0.6						49 500	
30BER20SV1V	30	55	16	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	17.9	0.150	28 300	
30BER20HV1V	30	55	16	1.0	0.6			6.50			37 700	
30BER20XV1V	30	55	16	1.0	0.6						44 800	
35BNR20SV1V	35	62	17	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	16.4	0.197	28 900	
35BNR20HV1V	35	62	17	1.0	0.6			6.70			37 200	
35BNR20XV1V	35	62	17	1.0	0.6						43 300	
35BER20SV1V	35	62	17	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	19.8	0.197	24 800	
35BER20HV1V	35	62	17	1.0	0.6			8.10			33 000	
35BER20XV1V	35	62	17	1.0	0.6						39 200	
40BNR20SV1V	40	68	18	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	17.8	0.242	26 000	
40BNR20HV1V	40	68	18	1.0	0.6			7.50			33 400	
40BNR20XV1V	40	68	18	1.0	0.6						38 900	
40BER20SV1V	40	68	18	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	21.6	0.242	22 300	
40BER20HV1V	40	68	18	1.0	0.6			9.10			29 700	
40BER20XV1V	40	68	18	1.0	0.6						35 200	
45BNR20SV1V	45	75	19	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	19.2	0.305	23 400	
45BNR20HV1V	45	75	19	1.0	0.6			8.35			30 000	
45BNR20XV1V	45	75	19	1.0	0.6						35 000	
45BER20SV1V	45	75	19	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	23.5	0.305	20 000	
45BER20HV1V	45	75	19	1.0	0.6			10.1			26 700	
45BER20XV1V	45	75	19	1.0	0.6						31 700	
50BNR20SV1V	50	80	19	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	20.1	0.330	21 600	
50BNR20HV1V	50	80	19	1.0	0.6			9.20			27 700	
50BNR20XV1V	50	80	19	1.0	0.6						32 400	
50BER20SV1V	50	80	19	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	24.7	0.330	18 500	
50BER20HV1V	50	80	19	1.0	0.6			11.1			24 700	
50BER20XV1V	50	80	19	1.0	0.6						29 300	

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.
 (2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

1. 앵글러 볼 베어링

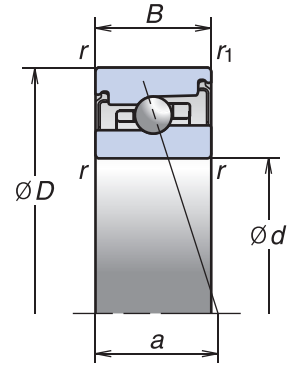
초 고속 쉘 부착 앵글러 볼 베어링 (광폭 시리즈)

BNR20계열
BER20계열

호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$

호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$

내경 55~100mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	
55BNR20SV1V	55	90	22	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	22.8	0.501	19 400	
55BNR20HV1V	55	90	22	1.1	0.6			11.7			24 900	
55BNR20XV1V	55	90	22	1.1	0.6			0.480			29 000	
55BER20SV1V	55	90	22	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	27.9	0.501	16 600	
55BER20HV1V	55	90	22	1.1	0.6			14.1			22 100	
55BER20XV1V	55	90	22	1.1	0.6			0.480			26 300	
60BNR20SV1V	60	95	22	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	23.6	0.535	18 100	
60BNR20HV1V	60	95	22	1.1	0.6			12.8			23 300	
60BNR20XV1V	60	95	22	1.1	0.6			0.512			27 100	
60BER20SV1V	60	95	22	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	29.1	0.535	15 500	
60BER20HV1V	60	95	22	1.1	0.6			15.5			20 700	
60BER20XV1V	60	95	22	1.1	0.6			0.512			24 600	
65BNR20SV1V	65	100	22	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	24.4	0.570	17 000	
65BNR20HV1V	65	100	22	1.1	0.6			13.9			21 900	
65BNR20XV1V	65	100	22	1.1	0.6			0.545			25 500	
65BER20SV1V	65	100	22	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	30.2	0.570	14 600	
65BER20HV1V	65	100	22	1.1	0.6			16.8			19 400	
65BER20XV1V	65	100	22	1.1	0.6			0.545			23 100	
70BNR20SV1V	70	110	24	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	26.6	0.764	15 600	
70BNR20HV1V	70	110	24	1.1	0.6			18.8			20 000	
70BNR20XV1V	70	110	24	1.1	0.6			0.724			23 400	
70BER20SV1V	70	110	24	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	33.0	0.764	13 400	
70BER20HV1V	70	110	24	1.1	0.6			22.6			17 800	
70BER20XV1V	70	110	24	1.1	0.6			0.724			21 200	
75BNR20SV1V	75	115	24	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	27.4	0.806	14 800	
75BNR20HV1V	75	115	24	1.1	0.6			19.7			19 000	
75BNR20XV1V	75	115	24	1.1	0.6			0.764			22 200	
75BER20SV1V	75	115	24	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	34.1	0.806	12 700	
75BER20HV1V	75	115	24	1.1	0.6			23.7			16 900	
75BER20XV1V	75	115	24	1.1	0.6			0.764			20 000	
80BNR20SV1V	80	125	27	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	30.2	1.115	13 700	
80BNR20HV1V	80	125	27	1.1	0.6			23.4			17 600	
80BNR20XV1V	80	125	27	1.1	0.6			1.061			20 500	
80BER20SV1V	80	125	27	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	37.4	1.115	11 800	
80BER20HV1V	80	125	27	1.1	0.6			28.2			15 700	
80BER20XV1V	80	125	27	1.1	0.6			1.061			18 600	

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀구동 베어링 로바스트

호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	
85BNR20SV1V	85	130	27	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	31.0	1.163	13 100	
85BNR20HV1V	85	130	27	1.1	0.6			24.5			1.107	16 800
85BNR20XV1V	85	130	27	1.1	0.6						1.107	19 600
85BER20SV1V	85	130	27	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	38.6	1.163	11 200	
85BER20HV1V	85	130	27	1.1	0.6			29.5			1.107	14 900
85BER20XV1V	85	130	27	1.1	0.6						1.107	17 700
90BNR20SV1V	90	140	30	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	33.7	1.521	12 200	
90BNR20HV1V	90	140	30	1.5	1.0			31.5			1.436	15 700
90BNR20XV1V	90	140	30	1.5	1.0						1.436	18 300
90BER20SV1V	90	140	30	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	41.8	1.521	10 500	
90BER20HV1V	90	140	30	1.5	1.0			38.0			1.436	14 000
90BER20XV1V	90	140	30	1.5	1.0						1.436	16 600
95BNR20SV1V	95	145	30	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	34.5	1.595	11 700	
95BNR20HV1V	95	145	30	1.5	1.0			32.5			1.506	15 000
95BNR20XV1V	95	145	30	1.5	1.0						1.506	17 500
95BER20SV1V	95	145	30	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	43.0	1.595	10 000	
95BER20HV1V	95	145	30	1.5	1.0			39.5			1.506	13 400
95BER20XV1V	95	145	30	1.5	1.0						1.506	15 900
100BNR20SV1V	100	150	30	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	35.3	1.650	11 200	
100BNR20HV1V	100	150	30	1.5	1.0			34.0			1.558	14 400
100BNR20XV1V	100	150	30	1.5	1.0						1.558	16 800
100BER20SV1V	100	150	30	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	44.1	1.650	9 600	
100BER20HV1V	100	150	30	1.5	1.0			41.0			1.558	12 800
100BER20XV1V	100	150	30	1.5	1.0						1.558	15 200

1. 앵귤러 볼 베어링

초고정도 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈-BGR)

특징

최적 설계

윤활 성능 향상을 위해 외륜 안내 리테이너를 적용.
내륜 카운터 보어 구조에 의해 오일 미스트 침입구를 확장시켜 안정적인 급유 루트를 써포트 함.

장수명화

고속용 내열강SHX과 세라믹 볼을 적용하여 수명특성이 향상됨(X타입에 적용)

취급성 향상

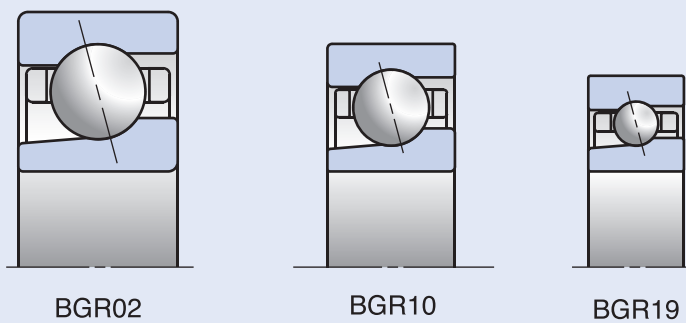
내륜 비분리 구조로 취급성 향상
어떤 조합으로도 대응 가능한 만능조합을 표준으로 적용

고정도

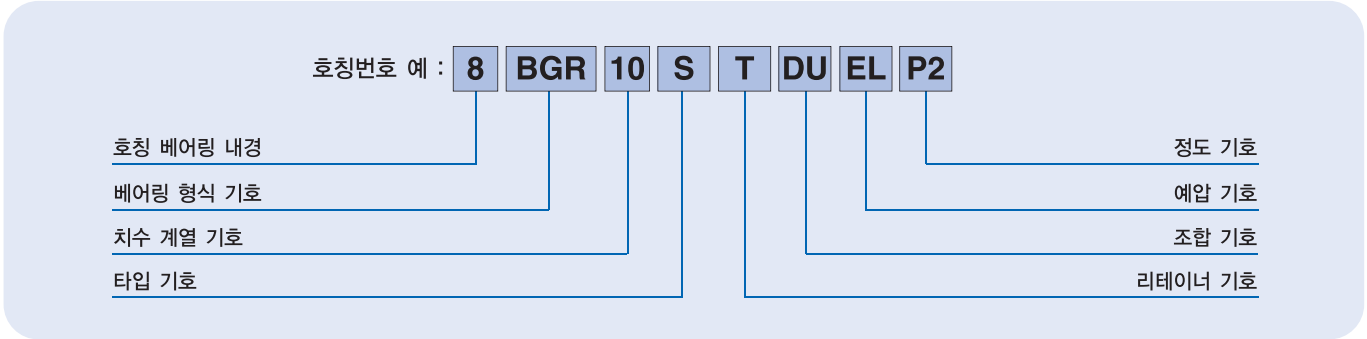
표준 정도로 ISO2급(ABMA ABEC9)을 대응

치수 계열

그림1.5



초고속 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈 BGR) 호칭 번호 구성



엔지니어링
제품
BGR

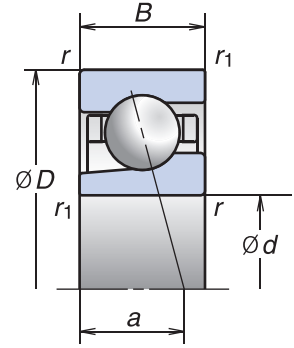
			참조 페이지														
8	호칭 베어링 내경	내경 치수(mm)	82~84														
BGR	베어링 형식 기호	BGR : 접촉각 15°	42~43·48														
10	치수 계열 기호	10 : 10계열 19 : 19계열 02 : 02계열	42~43·80														
S	타입기호	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">타입</th> <th colspan="2">재 료</th> </tr> <tr> <th>내외륜</th> <th>전동체</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> <td>세라믹(Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> <td>세라믹(Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	타입	재 료		내외륜	전동체	S	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)	H	베어링 강(SUJ2)	세라믹(Si ₃ N ₄)	X	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)	14~17 29
		타입		재 료													
			내외륜	전동체													
		S	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)													
H	베어링 강(SUJ2)	세라믹(Si ₃ N ₄)															
X	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si ₃ N ₄)															
T	리테이너 기호	T : 외륜 안내 페놀수지 리테이너.....연속 사용 온도 한계=120℃	18~19														
DU	조합 기호	SU : 만능 조합(단품) DU : 만능 조합(2열)	42~43 148~151														
EL	예압 기호	EL : 미예압	42~43 152~155·165														
P2	정도 기호	P2 : ISO2급, P4 : ISO4급, P3 : 특수급 (치수 정도가 ISO 4급으로 회전 정도는 ISO 2급)	176~179														

1. 앵귤러 볼 베어링

초고정도 앵귤러 볼 베어링(로바스트 시리즈-BGR)

BGR19계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$
BGR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$

내경 6~25mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활	
10BGR19S	10	22	6	0.3	0.15	2.03	0.78	0.93	5.1	0.010	100 000	138 000	
10BGR19H	10	22	6	0.3	0.15			0.61			0.009	119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0.3	0.15			0.009			138 000	188 000	
12BGR19S	12	24	6	0.3	0.15	2.28	0.95	1.14	5.4	0.011	88 900	123 000	
12BGR19H	12	24	6	0.3	0.15			0.74			0.010	106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0.3	0.15			0.010			123 000	167 000	
15BGR19S	15	28	7	0.3	0.15	3.25	1.35	1.67	6.4	0.016	74 500	103 000	
15BGR19H	15	28	7	0.3	0.15			1.09			0.014	88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0.3	0.15			0.014			103 000	140 000	
17BGR19S	17	30	7	0.3	0.15	3.40	1.50	1.86	6.6	0.017	68 100	93 700	
17BGR19H	17	30	7	0.3	0.15			1.21			0.015	80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0.3	0.15			0.015			93 700	128 000	
20BGR19S	20	37	9	0.3	0.15	4.75	2.16	2.66	8.3	0.036	56 200	77 200	
20BGR19H	20	37	9	0.3	0.15			1.73			0.033	66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0.3	0.15			0.033			77 200	106 000	
25BGR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.40	2.76	3.40	9.0	0.043	47 800	65 700	
25BGR19H	25	42	9	0.3	0.15			2.22			0.039	56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0.3	0.15			0.039			65 700	89 600	

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

정밀공작기계

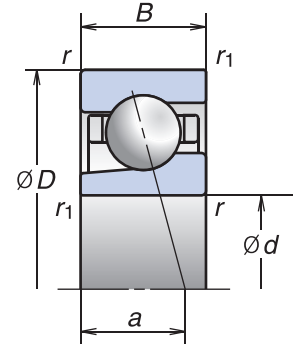
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활	
6BGR10S	6	17	6	0.3	0.15	1.42	0.43	0.51	4.5	0.006	140 000	192 000	
6BGR10H	6	17	6	0.3	0.15			0.34			0.005	166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0.3	0.15			0.34			0.005	192 000	261 000
7BGR10S	7	19	6	0.3	0.15	1.60	0.52	0.62	4.7	0.008	124 000	170 000	
7BGR10H	7	19	6	0.3	0.15			0.40			0.007	147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0.3	0.15			0.40			0.007	170 000	231 000
8BGR10S	8	22	7	0.3	0.15	2.37	0.80	0.97	5.5	0.012	107 000	147 000	
8BGR10H	8	22	7	0.3	0.15			0.63			0.011	127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0.3	0.15			0.63			0.011	147 000	200 000
10BGR10S	10	26	8	0.3	0.15	3.50	1.27	1.55	6.4	0.019	88 900	123 000	
10BGR10H	10	26	8	0.3	0.15			1.00			0.016	106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0.3	0.15			1.00			0.016	123 000	167 000
12BGR10S	12	28	8	0.3	0.15	3.85	1.48	1.80	6.7	0.021	80 000	110 000	
12BGR10H	12	28	8	0.3	0.15			1.17			0.018	95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0.3	0.15			1.17			0.018	110 000	150 000
15BGR10S	15	32	9	0.3	0.15	4.20	1.72	2.12	7.6	0.029	68 100	93 700	
15BGR10H	15	32	9	0.3	0.15			1.37			0.026	80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0.3	0.15			1.37			0.026	93 700	128 000
17BGR10S	17	35	10	0.3	0.15	4.45	1.93	2.39	8.5	0.038	61 600	84 700	
17BGR10H	17	35	10	0.3	0.15			1.55			0.035	73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0.3	0.15			1.55			0.035	84 700	116 000
20BGR10S	20	42	12	0.6	0.3	7.45	3.35	4.10	10.2	0.066	51 700	71 000	
20BGR10H	20	42	12	0.6	0.3			2.67			0.059	61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0.6	0.3			2.67			0.059	71 000	96 800
25BGR10S	25	47	12	0.6	0.3	7.90	3.75	4.65	10.8	0.076	44 500	61 200	
25BGR10H	25	47	12	0.6	0.3			3.05			0.068	52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0.6	0.3			3.05			0.068	61 200	83 400

1. 앵귤러 볼 베어링

초고정도 앵귤러 볼 베어링 (로바스트 시리즈-BGR)

BGR02계열 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$

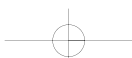
내경 10~25mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활
10BGR02S	10	30	9	0.6	0.3	3.60	1.33	1.62	7.2	0.032	80 000	110 000
10BGR02H	10	30	9	0.6	0.3			1.06			95 000	140 000
10BGR02X	10	30	9	0.6	0.3			0.029			110 000	150 000
12BGR02S	12	32	10	0.6	0.3	5.30	1.99	2.46	7.9	0.036	72 800	100 000
12BGR02H	12	32	10	0.6	0.3			1.60			86 400	128 000
12BGR02X	12	32	10	0.6	0.3			0.032			100 000	137 000
15BGR02S	15	35	11	0.6	0.3	5.80	2.34	2.90	8.8	0.045	64 000	88 000
15BGR02H	15	35	11	0.6	0.3			1.89			76 000	112 000
15BGR02X	15	35	11	0.6	0.3			0.040			88 000	120 000
17BGR02S	17	40	12	0.6	0.3	7.25	2.98	3.65	9.8	0.065	56 200	77 200
17BGR02H	17	40	12	0.6	0.3			2.39			66 700	98 300
17BGR02X	17	40	12	0.6	0.3			0.057			77 200	106 000
20BGR02S	20	47	14	1.0	0.6	9.70	4.10	5.10	11.5	0.103	47 800	65 700
20BGR02H	20	47	14	1.0	0.6			3.30			56 800	83 600
20BGR02X	20	47	14	1.0	0.6			0.091			65 700	89 600
25BGR02S	25	52	15	1.0	0.6	11.1	5.20	6.45	12.7	0.127	41 600	57 200
25BGR02H	25	52	15	1.0	0.6			4.20			49 400	72 800
25BGR02X	25	52	15	1.0	0.6			0.112			57 200	78 000

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147를 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.



2. 원통 롤러 베어링



복열 원통 롤러 베어링

고강성 시리즈



단열 원통 롤러 베어링

표준 시리즈



초고속 단열 원통 롤러 베어링

로바스트 시리즈

Cylindrical Ro

원통 롤러 베어링

원통 롤러 베어링88~97

특징

호칭 번호 구성

베어링 치수표

복열 원통 롤러 베어링 (고강성 시리즈)

30계열

39계열

49계열

단열 원통 롤러 베어링 (표준 시리즈)

10계열

초고속 단열 원통 롤러 베어링 (로바스트 시리즈)

10계열

복열 원통 롤러 베어링 (저발열 시리즈)

30계열

초고속 단열 원통 롤러 베어링 (저발열 시리즈)

10계열

Roller Bearings

2. 원통 롤러 베어링

특징

복열 원통 롤러 베어링은 공작기계 중에서도 특히 강성이 필요한 주축계에 사용된다. 단열 및 복열 원통 롤러 베어링과 함께 원통 내경 및 테이퍼 내경 타입이 있지만, 주축 고정축에 사용되는 복열 원통 롤러 베어링은 조립후 래디얼 내부 클리어런스를 조정하기 쉽고 확실한 설정이 가능한 테이퍼 내경 베어링을 사용하는 경우가 많다.

또한, 오일 윤활용 오일 홀 및 오일 홈을 외륜 폭 중앙에 장비한 형식 "E44" 사양도 대응하고 있다.

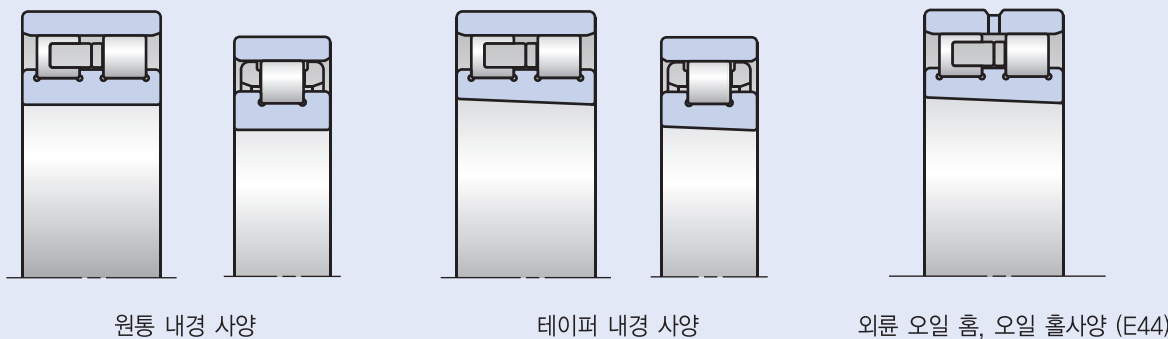
베어링의 형식에서 NN형식과 반대로 외륜측에 턱을 설치한 NNU형도 있지만 초기 길들임 운전시에 그리스 배출이 쉽고 또 오일 윤활시에는 베어링 내부에 오일이 잘 고이지않는 NN형이 많이 사용된다.

또한 박형타입의 경우에는 광폭 NN49계열 보다도 폭이 좁은 NN39계열이 발열이나 롤러의 안정성 면에서 유리하다. 원통 롤러 베어링의 리테이너는 동합금 리테이너가 일반적이지만, NN30계열에는 전동체 안내 PPS 수지 리테이너, 초고속 단열 원통 롤러 베어링 N10계열에는 외륜 안내PEEK 수지 리테이너가 사용되고 있다.

베어링형식	리테이너기호	사양	대응사이즈
NN형	MB	전동체 안내 동합금 리테이너	NN3005, NN3026~NN3040 NN3920~NN3956 NN4920~NN4940
	TB	전동체 안내 PPS 수지 리테이너	NN3006~NN3024
NNU형	MB	전동체 안내 동합금 리테이너	NNU4920~NNU4940
N형	MR	전동체 안내 동합금 리테이너	N1006~N1028
	TP	외륜 안내 PEEK 수지 리테이너	N1009~N1017

내경 사양 · 오일 홀

그림2.1

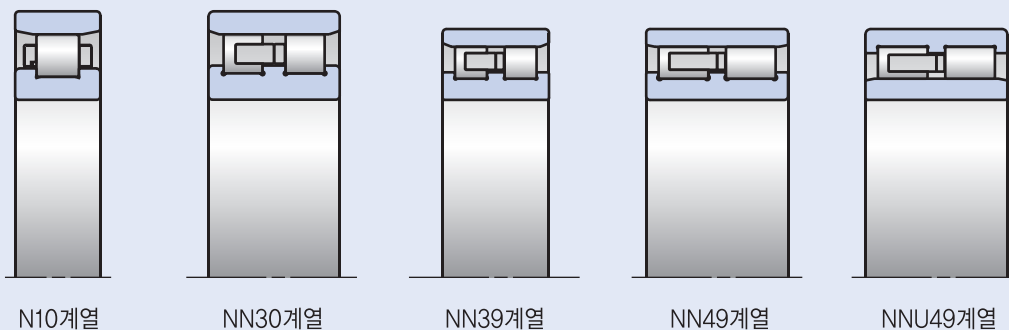


복열, 단열 원통 롤러 베어링과 함께 원통 내경, 테이퍼 내경의 두 타입이 있음.

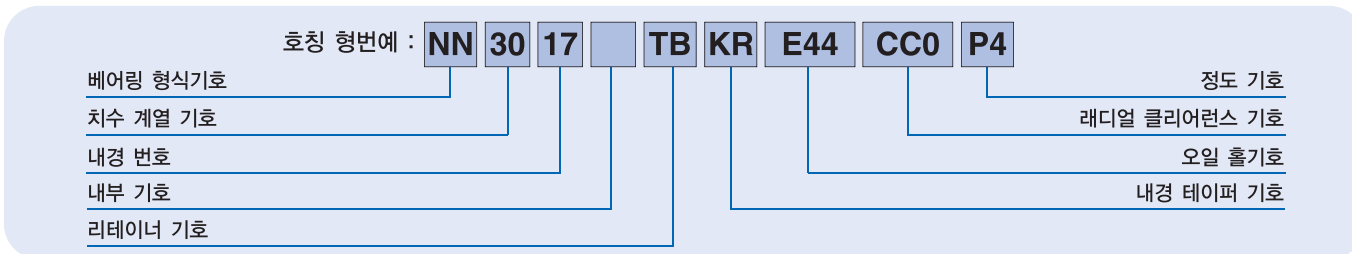
복열 원통 롤러 베어링에는 오일 윤활시 최적인 오일 홀, 오일 홈 (E44)을 장비한 설치된 사양도 있음.

베어링 형식 · 치수계열

그림2.2



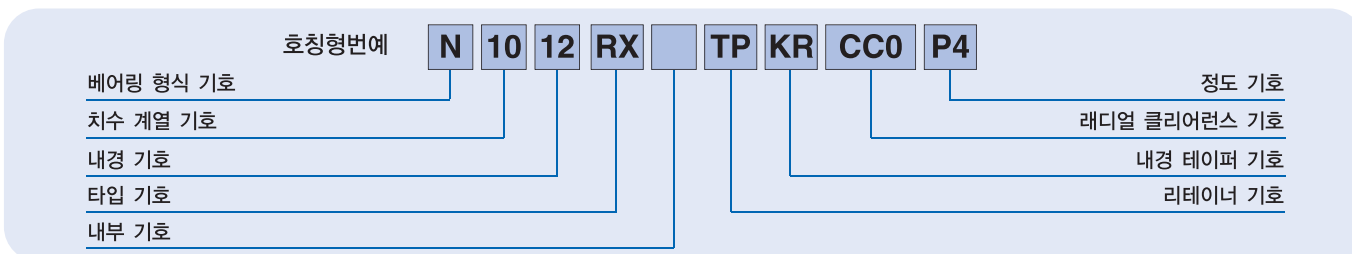
복열 원통 롤러 베어링 (고강성 시리즈) 호칭 번호 구성



			참조 페이지
NN	베어링 형식기호	NN : 복열 원통 롤러 베어링(내륜터크 사양) NNU : 복열 원통 롤러 베어링(외륜터크 사양)	44~45·88
30	치수 계열 기호	30 : 30계열 39 : 39계열 49 : 49계열	44~45·88
17	내경 번호	베어링 내경=내경기호×5(mm)	90~93
	내경 기호	무기호 : 표준 사양 Z : 저발열 사양	96
TB	리테이너 기호	TB : 전동체 안내 PPS수지 리테이너 MB : 전동체 안내 동합금 리테이너	18~19·26~27
KR	내경 테이퍼기호	무기호 : 원통 내경 KR : 내경1/12테이퍼	180~181
E44	오일 흘기호	무기호 : 오일 흘 없음 E44 : 외륜 표준 오일 흘, 오일 흡사양	90~93
CC0	래디얼 클리어런스 기호	CC1 : 원통 내경용 표준 클리어런스 CC0 : 테이퍼 내경용 표준 클리어런스 CCG : 특수 래디얼 클리어런스	44~45·169
P4	정도기호	P2 : ISO2급 P4 : ISO4급 P4Y : 특수급 (내륜 내경, 외륜 외경 치수차는 NSK 특별관리로 나머지 부분은 ISO4급)	151 176~181

인오토크 모바일 애플리케이션

단열 원통 롤러 베어링(표준 시리즈, 로바스트 시리즈) 호칭 번호 구성



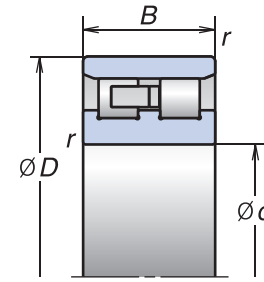
			참조 페이지															
N	베어링 형식기호	N : 단열 원통 롤러 베어링 (내륜터크 사양)	44~45·88															
10	치수 계열기호	10 : 10계열	44~45·88															
12	내경 번호	베어링 내경 = 내경 번호×5(mm)	94~95															
RX	타입 기호	무기호 : 표준 원통 롤러 베어링(내외륜 · 전동체재료 베어링 강(SUJ2)) RS · RX · RXH : 초고속 단열 원통 롤러 베어링(로바스트 시리즈)	14~17 26~27															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">타입</th> <th colspan="2">재료</th> </tr> <tr> <th>내외륜</th> <th>전동체</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> <td>베어링 강(SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>RX</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> </tr> <tr> <td>RXH</td> <td>고속용 내열강(SHX)</td> <td>세라믹(Si3N4)</td> </tr> </tbody> </table>		타입	재료		내외륜	전동체	RS	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)	RX	고속용 내열강(SHX)	고속용 내열강(SHX)	RXH	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si3N4)	
		타입			재료													
				내외륜	전동체													
RS	베어링 강(SUJ2)	베어링 강(SUJ2)																
RX	고속용 내열강(SHX)	고속용 내열강(SHX)																
RXH	고속용 내열강(SHX)	세라믹(Si3N4)																
내부 기호	무기호 : 표준 사양 Z : 저발열 사양	97																
TP	리테이너 기호	TP : 외륜 안내 PEEK 리테이너 사용 한계 온도 = 240℃ MR : 전동체 안내 동합금 리테이너 사용 한계 온도 = 300℃	18~19															
KR	내경테이퍼기호	무기호 : 원통 내경 KR : 내경1/12테이퍼	180~181															
CC0	래디얼 클리어런스 기호	CC1 : 원통 내경용 표준 클리어런스 CC0 : 테이퍼 내경용 표준 클리어런스 CCG : 특수 래디얼 클리어런스	44~45·169															
P4	정도기호	P2 : ISO2급 P4 : ISO4급 P4Y : 특수급 (내륜 내경, 외륜 외경 치수차는 NSK 특별관리로 나머지 부분은 ISO4급)	151 176~181															

2. 원통 롤러 베어링

복열 원통 롤러 베어링 (고강성 시리즈)

30계열

내경 25~200mm

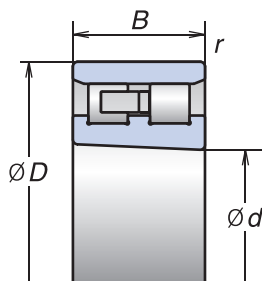


원통 내경

호칭 (¹) 번호	주요 치수 (mm)				기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수(²) (min⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
NN3005MBKR	25	47	16	0.6	25.8	30.0	41.3	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	67.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1.0	50.0	65.5	67.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	1.060	8 000	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1.1	119	186	113	1.540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1.1	119	186	113	1.440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1.1	122	194	118	1.630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1.1	122	194	118	1.520	8 000	9 400

주 (¹) 호칭 번호의 "KR"은 내륜 내경이 1/12 테이퍼 내경 사양을 나타냅니다. 따라서 원통 내경의 호칭 번호에는 "KR"을 넣지 않습니다.

(²) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.



테이퍼 내경

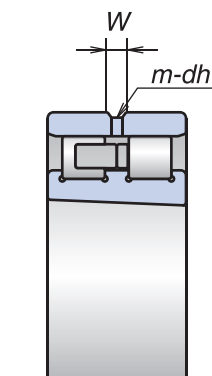
호칭 (°) 번호	주요 치수 (mm)				기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
NN3018MBKR	90	140	37	1.5	143	228	127	2.090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1.5	143	228	127	1.930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1.5	146	238	132	2.190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1.5	146	238	132	2.030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1.5	149	247	137	2.280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1.5	149	247	137	2.120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2.0	192	310	146	2.880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2.0	192	310	146	2.690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2.0	222	360	155	3.710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2.0	222	360	155	3.440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2.0	233	390	165	4.040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2.0	233	390	165	3.750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2.0	284	475	182	5.880	4 600	5 500
NN3028MBKR	140	210	53	2.0	298	515	192	6.340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2.1	335	585	206	7.760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2.1	375	660	219	9.410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2.1	450	805	236	12.80	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2.1	565	995	255	16.80	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2.1	595	1 080	265	17.80	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2.1	655	1 170	282	22.70	3 000	3 600

인공토포그래피

표준 오일 홀 치수표 (E44사양)

외륜폭		오일 홀경	오일 홈폭	홀수 m
초과	이하	dh	W	
—	30	2	3.5	4
30	40	2.5	5	
40	50	3	6	
50	60	4	8	
60	80	5	9	
80	120	6	12	
120	160	8	15	
160	200	10	18	
200	—	12	20	

단위 mm



관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 래디얼 클리어런스P169
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

2. 원통 롤러 베어링

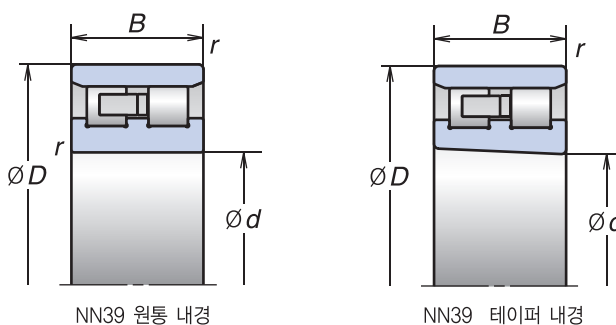
복열 원통 롤러 베어링 (고강성 시리즈)

39계열

내경 100~280mm

49계열

내경 100~200mm



NN39 원통 내경

NN39 테이퍼 내경

호칭 (1) 번호	주요 치수 (mm)				기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수(2) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
NN3920MBKR	100	140	30	1.1	106	182	130	1.32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1.1	110	194	135	1.50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1.1	114	207	140	1.41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1.1	138	251	153.5	1.99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1.5	173	325	167	2.64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1.5	201	375	178	2.97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2.0	262	490	195	4.47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2.0	271	520	205	4.75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2.0	280	550	215	5.01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2.0	340	655	232	7.76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2.0	345	680	243.5	7.46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2.1	420	815	259	10.60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2.1	440	895	279	11.40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2.1	460	975	300	12.10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2.1	670	1 380	335	21.40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2.1	695	1 460	355	22.70	2 300	2 800

주 (1) 호칭 번호의 "KR"은 내륜 내경이 1/12 테이퍼 내경 사양을 나타냅니다. 따라서 원통 내경의 호칭 번호에는 "KR"을 넣지 않습니다.

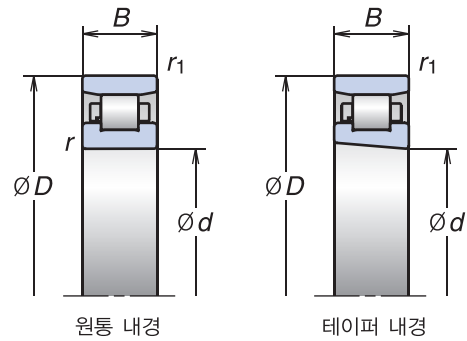
(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

2. 원통 롤러 베어링

단열 원통 롤러 베어링 (표준 시리즈)

10계열

내경 30~140mm



원통 내경

테이퍼 내경

호칭 (1) 번호	주요 치수 (mm)					기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	r ₁	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
N1006MR1KR	30	55	13	1.0	0.6	19.7	19.6	48.5	0.133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1.0	0.6	22.6	23.2	55	0.153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1.0	0.6	27.3	29.0	61	0.192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1.0	0.6	32.5	35.5	67.5	0.318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1.0	0.6	32.0	36.0	72.5	0.339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1.1	1.0	37.5	44.0	81	0.487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1.1	1.0	40.0	48.5	86.1	0.519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1.1	1.0	41.0	51.0	91	0.541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1.1	1.0	50.0	63.0	100	0.752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1.1	1.0	60.0	74.5	105	0.935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1.1	1.0	63.5	82.0	113	1.038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	1.067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1.5	1.1	88.0	114	127	1.200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1.5	1.1	83.0	114	132	1.260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1.5	1.1	93.0	126	137	1.320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2.0	1.1	109	149	146	1.670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2.0	1.1	126	173	155	2.070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2.0	1.1	139	191	165	2.190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2.0	1.1	172	238	182	3.320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2.0	1.1	164	240	192	3.810	4 600	7 500

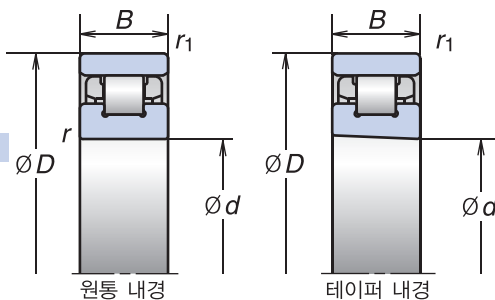
주 (1) 호칭 번호에 "KR"은 내륜 내경이 1/12 테이퍼 내경 사양을 나타냅니다. 따라서 원통 내경의 호칭 형번에는 "KR"을 넣지 않습니다.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

초고속 단일 원통 롤러 베어링 (로바스트 시리즈)

10계열

내경 45~85mm



관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 래디얼 클리어런스P169
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

호칭 (°) 번호	주요 치수 (mm)					기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ^(°) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	r ₁	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
N1009RSTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	16 000	23 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	21 000	30 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.228	23 000	36 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	72.5	0.283	15 000	21 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	72.5	0.283	20 000	27 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	72.5	0.246	21 000	34 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	13 000	19 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	18 000	25 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.324	19 000	30 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	12 000	18 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	17 000	23 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.385	18 000	28 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	11 000	17 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	16 000	22 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.451	17 000	27 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	10 000	16 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	15 000	20 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.564	16 000	24 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	9 900	15 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	14 000	19 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.585	15 000	23 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	9 200	14 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	13 000	17 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.812	14 000	21 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	8 800	13 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	12 000	17 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.826	13 000	20 000

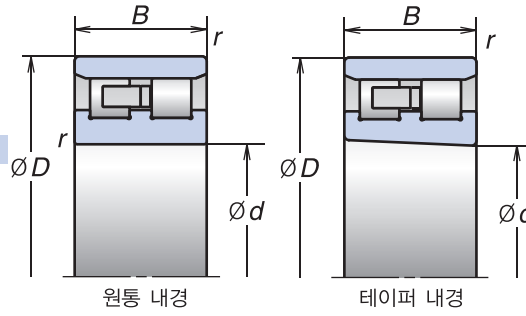
초고속 단일 베어링

2. 원통 롤러 베어링

복열 원통 롤러 베어링 (재발열 시리즈)

30계열

내경 30~120mm



관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 래디얼 클리어런스P169
- 조립관련 치수P186
- 노출 타겟 위치P192
- 그리스 봉입량P175

호칭 (°) 번호	주요 치수 (mm)				기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ^(°) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
NN3006ZTBKR	30	55	19	1.0	18.3	18.6	48.5	0.154	23 300	27 900
NN3007ZTBKR	35	62	20	1.0	23.3	25.0	55.0	0.198	20 400	24 500
NN3008ZTBKR	40	68	21	1.0	25.7	27.7	61.0	0.250	18 300	22 000
NN3009ZTBKR	45	75	23	1.0	29.7	32.5	67.5	0.331	16 500	19 800
NN3010ZTBKR	50	80	23	1.0	31.5	36.5	72.5	0.356	15 300	18 300
NN3011ZTBKR	55	60	26	1.1	41.0	48.5	81.0	0.523	13 700	16 400
NN3012ZTBKR	60	95	26	1.1	43.5	53.0	86.1	0.560	12 800	15 400
NN3013ZTBKR	65	100	26	1.1	46.0	58.0	91.0	0.600	12 000	14 500
NN3014ZTBKR	70	110	30	1.1	58.0	74.0	100.0	0.873	11 000	13 200
NN3015ZTBKR	75	115	30	1.1	57.5	74.5	105.0	0.915	10 400	12 500
NN3016ZTBKR	80	125	34	1.1	71.0	93.0	113.0	1.282	9 700	11 700
NN3017ZTBKR	85	130	34	1.1	74.5	101	118.0	1.350	9 300	11 100
NN3018ZTBKR	90	140	37	1.5	85.0	114	127.0	1.719	8 600	10 300
NN3019ZTBKR	95	145	37	1.5	89.0	123	132.0	1.803	8 300	9 900
NN3020ZTBKR	100	150	37	1.5	93.5	133	137.0	1.877	7 900	9 500
NN3021ZTBKR	105	160	41	2.0	118	161	146.0	2.342	7 500	9 000
NN3022ZTBKR	110	170	45	2.0	136	188	155.0	3.006	7 100	8 500
NN3024ZTBKR	120	180	46	2.0	142	203	165.0	3.282	6 600	7 900

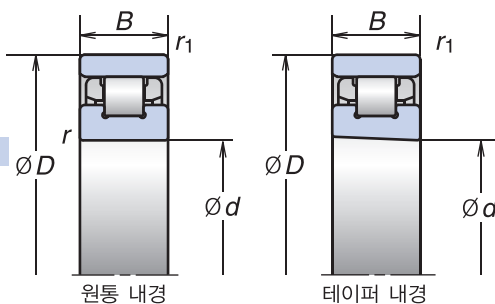
주 (°) 호칭 번호의 "KR"은 내륜 내경이 1/12 테이퍼 내경 사양을 나타냅니다. 따라서 원통 내경의 호칭 형번에는 "KR"을 넣지 않습니다.

(°) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

초고속 단일 원통 롤러 베어링 (저발열 시리즈)

10계열

내경 45~85mm



관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 래디얼 클리어런스P169
- 조립관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스봉입량P175

호칭 (1) 번호	주요 치수 (mm)				기본 정격 하중 (kN)		롤러 외접 원경 (mm) (참고)	질량 (kg) (참고)	허용 회전수(2) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)			그리스 윤활	오일 윤활
N1009RSZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	16 000	23 000
N1009RXZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	21 000	30 000
N1009RXHZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.220	23 000	36 000
N1010RSZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	15 000	21 000
N1010RXZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	20 000	27 000
N1010RXHZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.237	21 000	34 000
N1011RSZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	13 000	19 000
N1011RXZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	18 000	25 000
N1011RXHZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.313	19 000	30 000
N1012RSZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	12 000	18 000
N1012RXZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	17 000	23 000
N1012RXHZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.372	18 000	28 000
N1013RSZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	11 000	17 000
N1013RXZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	16 000	22 000
N1013RXHZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.437	17 000	27 000
N1014RSZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	10 000	16 000
N1014RXZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	15 000	20 000
N1014RXHZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.546	16 000	24 000
N1015RSZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.623	9 900	15 000
N1015RXZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.536	14 000	19 000
N1015RXHZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.565	15 000	23 000
N1016RSZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	9 200	14 000
N1016RXZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	13 000	17 000
N1016RXHZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.785	14 000	21 000
N1017RSZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	8 800	13 000
N1017RXZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	12 000	17 000
N1017RXHZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.796	13 000	20 000

주 (1) 호칭 번호의 "KR"은 내륜 내경이 1/12 테이퍼 내경 사양을 나타냅니다. 따라서 원통 내경의 호칭 번호에는 "KR"을 넣지 않습니다.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170를 참조하십시오.

초고속 단일 원통 베어링

정격치

3. 스러스트 앵귤러 볼 베어링



고속 스러스트 앵귤러 볼 베어링

로바스트 시리즈



복식 스러스트 앵귤러 볼 베어링

TAC 시리즈

Angular Contact Th

스러스트 앵귤러 볼 베어링

스러스트 앵귤러 볼 베어링100~105

특징

호칭 번호 구성

베어링 치수표

고속 스러스트 앵귤러 볼 베어링(로바스트 시리즈)

BAR10계열

BTR10계열

복열 스러스트 앵귤러 볼 베어링(TAC 시리즈)

TAC29D계열

TAC20D계열

스러스트 앵귤러 볼 베어링

rust Ball Bearings

3. 스러스트 앵글러 볼 베어링

특징

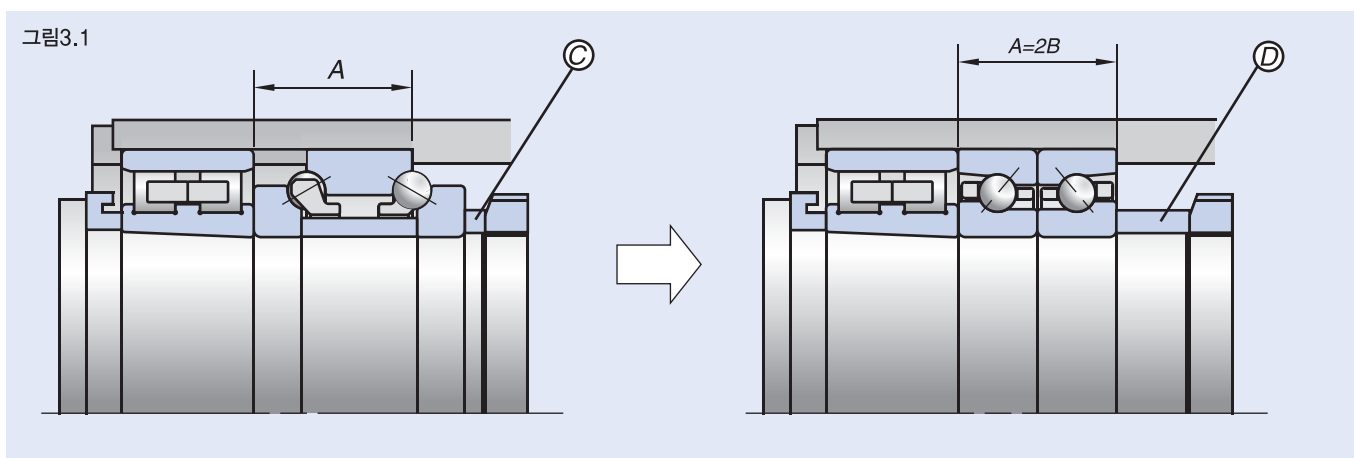
공작기계 주축의 스러스트 지지용으로 사용되는 볼 베어링은 우수한 고속성과 높은 강성이 요구된다. NSK에서는 이러한 용도의 기계 특성에 적합한 베어링 선정이 가능하도록 3종류의 베어링을 대응 하고있다.

이들 베어링은 모두 조립시에 베어링 외륜 외경과 하우징 내경과의 사이에 클리어런스가 생기도록, 다시 말해 래디얼 하중을 부하 하지 않도록 하기 위해 외륜 외경 치수차를 특수급(P4A급, P2A급)으로 관리하고 있다.

고속 스러스트 앵글러 볼 베어링 로바스트 시리즈는 고강성을 유지하면서 고속화를 가능하게 한 베어링이다. 볼경, 볼수는 TAC형과 동일하고 접촉각을 40° (BTR형), 30°(BAR형)로 하여 우수한 고속성, 저 발열성의 특징을 갖고 있다.

호환성

BAR, BTR은 종래 TAC20X계열을 사용하고 있는 주축에 쉽게 교체가 가능하도록 특수 폭치수를 적용하여 축과 하우징을 변경하지 않고 아래 그림의 스페이스 ㉔를 스페이스 ㉓로 교체하는 것만으로 베어링 타입변경이 가능하다.



접촉각

접촉각의 차에 따른 강성치를 비교하면 TAC > BTR > BAR의 관계이지만, 운전시의 외륜 온도상승에 대해서는 역순이므로,사용조건에 적합한 사양을 선정해 주십시오.

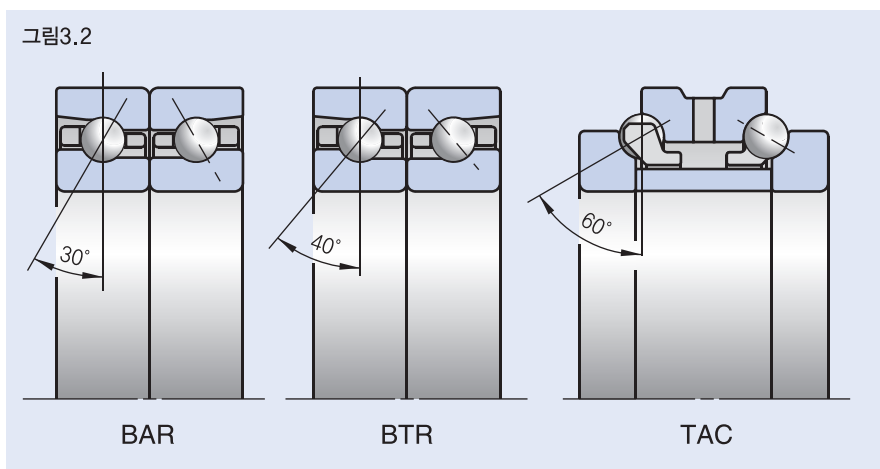
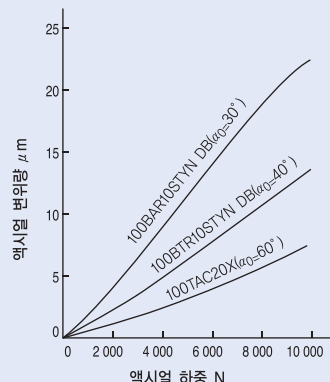
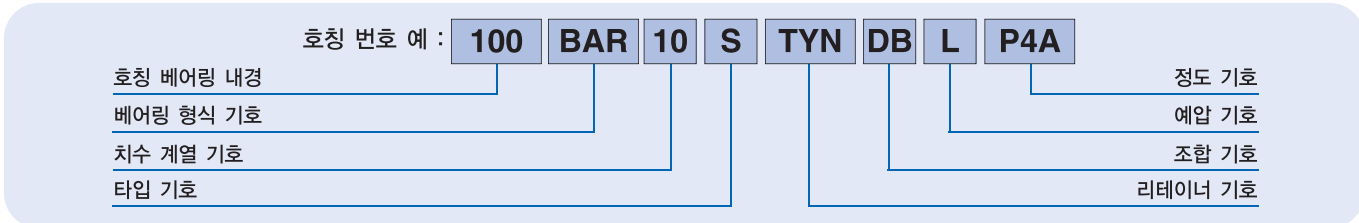


그림3.3 액시얼 하중과 액시얼 변위



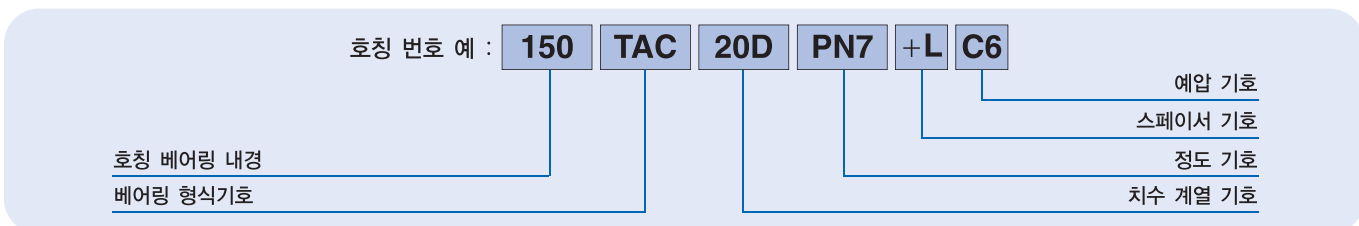
고속 스러스트 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)호칭 번호 구성



			참조 페이지
100	호칭 베어링 내경	내경 치수(mm)	102~104
BAR	베어링 형식 기호	BAR : 접촉각 30° BTR : 접촉각 40°	28·42~43·100
10	치수 계열 기호	10 : 내경치수, 외경치수 10계열, 특수 폭 치수	42~43·100
S	타입 기호	재 료	
		내외륜	전동체
		S H	베어링 강(SUJ2) 베어링 강(SUJ2) 세라믹(Si ₃ N ₄)
TYN	리테이너 기호	TYN : 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너 허용 $d_m r$ =140만 연속 사용 온도 한계 = 120°C 무기호 : 동 합금 리테이너 TYN 리테이너는 10계열에서 내경치수 150mm까지 대응 가능	14~17 28 18~19
DB	조합 기호	DB : 배면 조합	42~43·148~151
L	예압 기호	EL : 미예압 L : 경예압 CP : 특수 예압 클리어런스 CA : 특수 액시얼 클리어런스	42~43 152~155 166
P4A	정도 기호	P2A : 외경 치수 차가 특수로 나머지 부분은 ISO2급 P4A : 외경 치수 차가 특수로 나머지 부분은 ISO4급	182

스러스트 앵글러

복열 스러스트 앵글러 볼 베어링 (TAC시리즈) 호칭 번호 구성



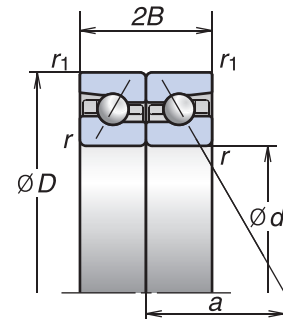
			참조 페이지
150	호칭 베어링 내경	내경치수(mm)	105
TAC	베어링 형식 기호	TAC : 스러스트 앵글러 볼 베어링 접촉각 60°	28·42~43·100
20D	치수 계열 기호	20D : NN30계열과 병용하여 사용됨 29D : NN39, NN49계열과 병용하여 사용됨	42~43·100
PN7	정도 기호	PN7 : 특수 정밀 정도	182
+L	스페이서 기호	내륜 스페이스 기호	—
C6	예압 기호	C6 : 그리스 윤활 표준 예압 C7 : 오일 윤활 표준 예압	42~43 152~155 167

3. 스러스트 앵글러 볼 베어링

고속 스러스트 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BAR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$
BTR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=40^\circ$

내경 50~105mm



호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활
50BAR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	14.7	27.7	18.4	25.7	0.272	11 600	14 700
50BAR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			12.6			13 100	16 200
50BTR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	17.4	31.5	21.5	34.1	0.272	10 000	13 100
50BTR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			15.5			11 600	14 700
55BAR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	18.2	35.0	23.4	28.9	0.412	10 400	13 200
55BAR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			16.0			11 800	14 500
55BTR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	21.6	40.0	26.4	38.3	0.412	9 000	11 800
55BTR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			19.7			10 400	13 200
60BAR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	18.9	38.0	25.5	30.4	0.420	9 700	12 300
60BAR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			17.5			11 000	13 600
60BTR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	22.4	43.5	25.8	40.4	0.420	8 400	11 000
60BTR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			21.5			9 700	12 300
65BAR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	19.5	41.5	27.7	31.8	0.447	9 100	11 600
65BAR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			19.0			10 400	12 800
65BTR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	23.1	47.0	27.3	42.5	0.447	7 900	10 400
65BTR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			23.3			9 100	11 600
70BAR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	26.9	55.0	37.5	34.7	0.601	8 400	10 600
70BAR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			25.5			9 500	11 700
70BTR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	32.0	63.0	35.0	46.3	0.601	7 300	9 500
70BTR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			31.5			8 400	10 600
75BAR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	27.3	58.0	39.0	36.1	0.634	7 900	10 000
75BAR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			26.7			9 000	11 100
75BTR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	32.5	65.5	36.5	48.4	0.634	6 900	9 000
75BTR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			33.0			7 900	10 000

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147을 참조하십시오.

(2) 허용 회전수에 대해서는 P170을 참조하십시오.

위 표에 기재된 허용회전수는 DB조합, EL예압 시의 값입니다.(L예압시는 ×0.85)

관련자료 참조페이지

- 동등가 하중P139
- 정등가 하중P146
- 예압과 강성P152
- 조립 관련 치수P186
- 노즐 타겟 위치P192
- 그리스 붓입량P175

호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활
80BAR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	32.0	68.5	46.5	39.4	0.875	7 400	9 300
80BAR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			32.0				
80BTR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	38.0	78.0	43.0	52.7	0.875	6 400	8 300
80BTR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			39.0				
85BAR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	32.5	71.5	48.5	41.1	0.971	7 000	8 900
85BAR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			33.0				
85BTR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	38.5	81.5	50.5	55.2	0.971	6 100	8 000
85BTR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			41.0				
90BAR10S	90	140	45	1.5	1.0	42.5	92.5	62.5	44.4	1.198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45	1.5	1.0			43.0				
90BTR10S	90	140	45	1.5	1.0	50.0	105	58.0	59.5	1.198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45	1.5	1.0			52.5				
95BAR10S	95	145	45	1.5	1.0	43.0	96.5	65.0	45.5	1.320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45	1.5	1.0			44.5				
95BTR10S	95	145	45	1.5	1.0	51.0	110	69.0	61.0	1.320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45	1.5	1.0			55.0				
100BAR10S	100	150	45	1.5	1.0	43.5	100	68.0	47.3	1.399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45	1.5	1.0			46.5				
100BTR10S	100	150	45	1.5	1.0	51.5	114	66.5	63.7	1.399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45	1.5	1.0			57.0				
105BAR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	49.5	115	78.0	50.6	1.740	5 700	7 200
105BAR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			53.5				
105BTR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	58.5	131	84.0	68.0	1.740	5 000	6 500
105BTR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			65.5				

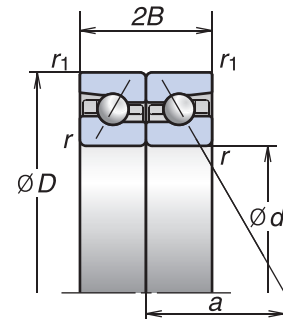
스러스트 앵플러
로바스트

3. 스러스트 앵글러 볼 베어링

고속 스러스트 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

BAR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$
BTR10계열 호칭 접촉각 $\alpha=40^\circ$

내경 110~200mm



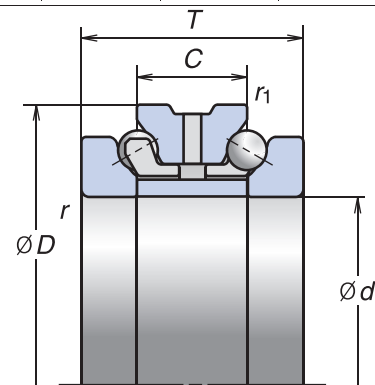
호칭 번호	주요치수 (mm)					기본정격하중 (kN)		허용 ⁽¹⁾ 액시얼 하중 (kN)	작용점 위치 (mm) a	질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)				그리스 윤활	오일 윤활
110BAR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	55.5	131	89.0	53.9	2.11	5 400	6 800
110BAR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			60.5			6 100	7 500
110BTR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	66.0	148	82.5	72.2	2.11	4 700	6 100
110BTR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			74.5			5 400	6 800
120BAR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	57.0	141	96.0	56.8	2.262	5 000	6 400
120BAR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			65.5			5 700	7 000
120BTR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	68.0	160	88.5	76.4	2.262	4 400	5 700
120BTR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			80.5			5 000	6 400
130BAR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	72.5	172	117	63.4	3.362	4 600	5 800
130BAR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			79.5			5 200	6 400
130BTR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	86.0	195	106	85.0	3.362	4 000	5 200
130BTR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			98.0			4 600	5 800
140BAR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	78.5	200	135	66.2	3.558	4 300	5 500
140BTR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	93.0	227	84.0	89.1	3.558	3 800	4 900
150BAR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	92.5	234	160	71	4.354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	110	267	104	95.5	4.354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	98.5	250	175	75.7	5.64	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	117	284	184	101.9	5.64	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	115	295	207	82.3	7.90	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	136	335	220	110.5	7.90	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	151	385	262	88.8	10.2	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	179	440	255	118.9	10.2	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	151	390	273	91.8	10.7	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	179	445	281	123.2	10.7	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	169	444	300	98.3	13.8	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	201	505	310	131.7	13.8	2 600	3 400

주 (1) 허용 액시얼 하중에 대해서는 P147을 참조하십시오.
 (2) 허용 회전수에 대해서는 P170을 참조하십시오.
 위 표에 기재된 허용회전수는 DB조합, EL예압 시의 값입니다.(L예압시는 ×0.85)

복열식 스러스트 앵글러 볼 베어링 (TAC 시리즈)

TAC29D계열 호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$
TAC20D계열 호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$

내경 140~280mm



호칭 번호	주요치수 (mm)						기본정격하중 (kN)		질량 (kg) (참고)	허용 회전수 ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	T	C	r (최소)	r ₁ (최소)	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)		그리스 윤활	오일 윤활
140TAC20D+L	140	210	84	42	2.0	1.0	145	525	8.750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2.0	1.0	116	465	6.600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2.1	1.1	172	620	10.700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2.0	1.0	118	490	7.000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2.1	1.1	185	680	13.000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2.0	1.0	120	520	7.350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2.1	1.1	218	810	17.700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2.0	1.0	158	655	10.700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2.1	1.1	281	1 020	23.400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2.0	1.0	161	695	11.200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2.1	1.1	285	1 060	24.400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2.1	1.1	204	855	15.700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2.1	1.1	315	1 180	31.500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2.1	1.1	210	930	17.000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2.1	1.1	213	980	18.300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2.1	1.1	315	1 390	31.500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2.1	1.1	320	1 470	33.500	1 400	1 600

주 (1) 위 표에 기재된 허용 회전수는 각 윤활 형식에 대한 추천 표준 예압(C6,C7)일 때의 값입니다.

4. 볼 스크류 써포트용 베어링



공작 기계용

TACB 시리즈



전동 사출 형성기용

TACO2 · 03 시리즈



공작 기계용

볼 스크류 써포트 유니트

Ball Screw Sup

볼 스크류 써포트용 베어링

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵귤러 볼 베어링108~113

특징

호칭 번호 구성

공작기계용

TAC B계열

전동 사출 성형기용

TAC02 03계열

볼 스크류 써포트 유니트114~115

특징

호칭 번호 구성

써포트 유니트 치수표

B / S 써포트

port Bearings

4. 볼 스크류 써포트용 베어링

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링

특징

정밀 볼 스크류 써포트용 고정도 스러스트 앵글러 볼 베어링은 종래의 앵글러 볼 베어링의 조합 베어링 또는 스러스트 베어링을 병용하여 배열한 베어링 구조와 비교해서 우수한 특징을 가지고 있다. 특히 공작기계나 전동 사출 성형기 등의 이송기구 고정도화에 적합한 제품이다.

공작기계 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링 TAC B

볼 수를 늘리고 접촉각을 60° 로 하여 액시얼 강성이 크다. 테이퍼 롤러 베어링이나 원통 롤러 베어링에 비해 기동 토크가 작으므로 작은 구동력으로 고정도의 회전이 가능하다.

신개발 폴리 아마이드 성형 리테이너를 적용하였다.

내 외륜 재료는 구름 피로 수명에 유해한 산화물계 개재물을 정량적으로 관리한 신소재 EP강을 적용하였다. (EP강은 대형 개재물을 감소시켜 청정도가 진공 용해재(VAR)를 상회 한다.)

양측 접촉 싺 부착 베어링은 고방진 사양 + 저 토크 성을 가진 DG 싺을 적용 하였으며,그리스는 고 내수성 WPH 그리스가 봉입된 사양이므로 취급성이 향상 되었고 조립이 간편해졌다.

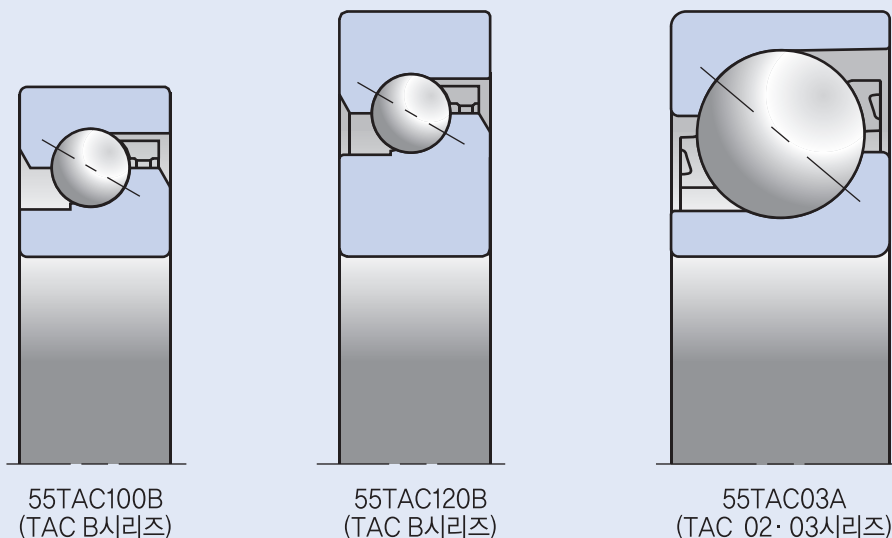
전동 사출 성형기용 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링 TAC02·03

전동 사출 성형기 등에 사용되는 고부하 구동용 대형 볼스크류를 써포트하는 전용 스러스트 앵글러 볼 베어링. 볼 베어링의 최적 설계를 실시하여 저 토크를 실현 하였으며,롤러 베어링을 사용하였을 경우와 비교하여 대폭의 토크 감소가 가능하다.

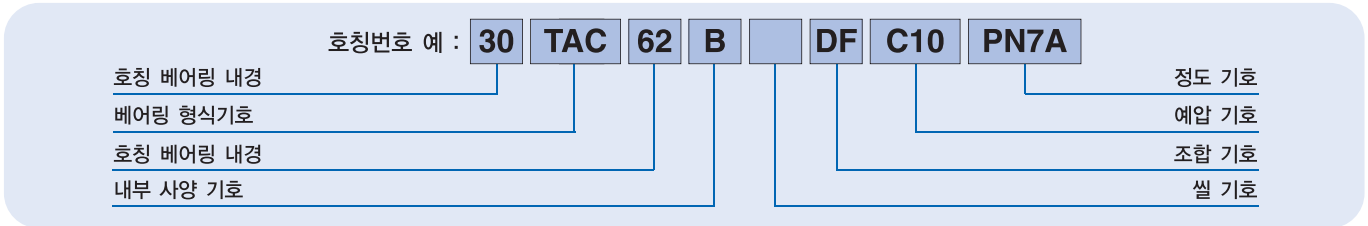
TAC02·03과 TAC B의 차이

전동 사출 성형기용 볼 스크류 써포트 베어링은 공작기계용 볼 스크류 써포트 베어링에 비해 높은 하중 조건하에서 사용된다. TAC02·03은 이러한 조건에 사용하는 것을 전제로 하여 TAC B와 비교하여 볼 경과 베어링 폭을 크게 하여 허용 부하 하중을 향상시킨 설계 사양을 적용하고 있다.

그림4.1



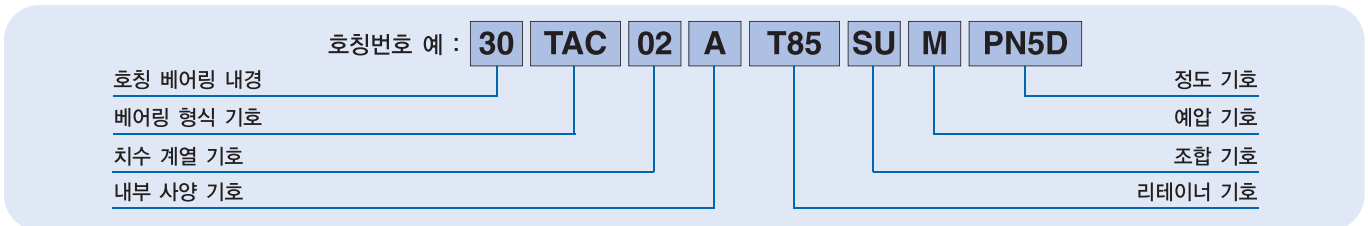
볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링(공작기계용) 호칭 번호 구성



호칭	기호	내용	참조 페이지
30	호칭 베어링 내경	내경치수(mm)	110~111
TAC	베어링 형식 기호	스러스트 앵글러 볼 베어링 접촉각 60°	30 · 108
62	호칭 베어링 외경	외경 치수(mm)	110~111
B	내부 사양 기호		—
	씰 기호	무기호 : 오픈 타입 DDG : 접촉 고무 씰	30
DF	조합기호	SU : 만능 조합(단품) DU : 만능 조합(2열) DB : 배면조합 DF : 정면 조합 DT : 병렬 조합 DBD DFD DTD : 3열조합 DBB DFF DBT DFT DTT : 4열조합	148~151
C10	예압 기호	C10 : 표준예압 C9 : 경 예압(저 토크 사양)	152~155 · 168
PN7A	정도 기호	PN7A : 표준 정도 (ISO4급상당) PN7B : 내 외경 치수차 특수 관리 정도 (ISO4급상당 SU조합전용)	183

주 (1) 씰 부착 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링은 SU조합, PN7B급을 표준으로 적용하고 있습니다.

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링(전동 사출 성형기용) 호칭 번호 구성



호칭	기호	내용	참조 페이지
30	호칭 베어링 내경	내경 치수(mm)	112~113
TAC	베어링 형식 기호	스러스트 앵글러 볼 베어링	31 · 108
02	치수 계열 기호	02 : 02계열 03 : 03계열	108
A	내부사양기호		—
T85	리테이너 기호	T85 : 폴리아미드 수지 리테이너 M : 동합금 리테이너	18~19
SU	조합기호	SU : 만능조합(단품)	148~151
M	예압기호	M : 표준 예압	152~155 · 168
PN5D	정도 기호	PN5D : 표준 정도 (ISO5 급상당)	183

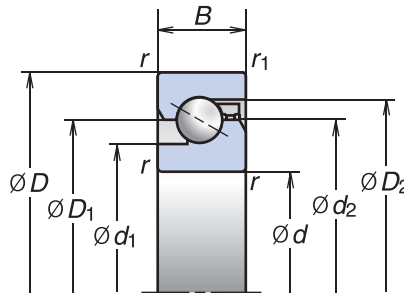
4. 볼 스크류 서포트 용 베어링

공작 기계용

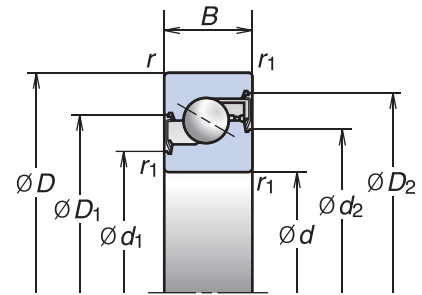
TAC B계열

호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$

내경 15~60mm



개방형



접촉 실형 DDG

(개방형)

호칭 번호	주요 치수 (mm)					치수 (mm)				추천 그리스 용량 (cc)	허용 회전수 ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂		그리스 윤활	오일 윤활
15 TAC 47B	15	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
17 TAC 47B	17	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
20 TAC 47B	20	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
25 TAC 62B	25	62	15	1.0	0.6	37	45	45	50.7	3.0	4 500	6 000
30 TAC 62B	30	62	15	1.0	0.6	39.5	47	47	53.2	3.2	4 300	5 600
35 TAC 72B	35	72	15	1.0	0.6	47	55	55	60.7	3.8	3 600	5 000
40 TAC 72B	40	72	15	1.0	0.6	49	57	57	62.7	3.9	3 600	4 800
40 TAC 90B	40	90	20	1.0	0.6	57	68	68	77.2	8.8	3 000	4 000
45 TAC 75B	45	75	15	1.0	0.6	54	62	62	67.7	4.2	3 200	4 300
45 TAC 100B	45	100	20	1.0	0.6	64	75	75	84.2	9.7	2 600	3 600
50 TAC 100B	50	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 100B	55	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 120B	55	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000
60 TAC 120B	60	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000

(접촉 실형)

호칭 번호	주요치수 (mm)					치수 (mm)				허용 회전수 ⁽¹⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	그리스 윤활
15 TAC 47B DDG	15	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
17 TAC 47B DDG	17	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
20 TAC 47B DDG	20	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
25 TAC 62B DDG	25	62	15	1.0	0.6	34.3	40.5	46.5	52.9	4 500
30 TAC 62B DDG	30	62	15	1.0	0.6	36.8	43	49	55.4	4 300
35 TAC 72B DDG	35	72	15	1.0	0.6	44.3	50.5	56.5	62.9	3 600
40 TAC 72B DDG	40	72	15	1.0	0.6	46.3	52.5	58.5	64.9	3 600
40 TAC 90B DDG	40	90	20	1.0	0.6	54	64	70	79.4	3 000
45 TAC 100B DDG	45	100	20	1.0	0.6	61	71	77	86.4	2 600

주 (1) 허용회전수는 C10 예압시 값입니다. C9예압일 경우는 각 값의 1.3배에 해당합니다.
이 값은 배열에 따른 영향을 받지 않습니다.

기본 동 정 격 하 중 Ca			한 계 액 시 열 하 중 (2)			질량 (kg) (참고)
1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT	1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
33.0	53.5	71.0	57.0	114	170	0.270
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842
63.0	102	136	104	208	310	0.778
63.0	102	136	104	208	310	0.714
67.5	109	145	123	246	370	1.230
67.5	109	145	123	246	370	1.160

기본 동 정 격 하 중 Ca			한 계 액 시 열 하 중 (2)			질량 (kg) (참고)
1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT	1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842

주 (2) 허용 액시열 하중은 한계 액시열 하중의 0.7배 입니다.

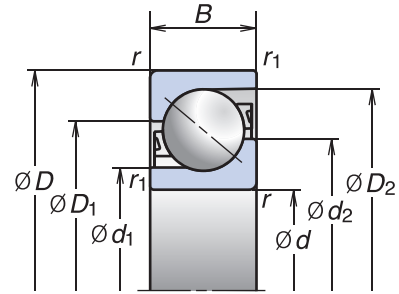
B / S 씨 포트
공작기계용

4. 볼 스크류 써포트용 베어링

전동 사출 성형기용

TAC 02·03계열

내경 15~120mm



호칭 번호	주요 치수 (mm)					치수 (mm)				추천 그리스 봉입량 (cc)	접촉각 (도)	허용 회전수 ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (최소)	r ₁ (최소)	d ₁	d _i	D ₁	D ₂			그리스 윤활	오일 윤활
15TAC02AT85	15	35	11	0.6	0.3	19.5	23.5	26.5	31.9	0.98	50	8 000	10 000
25TAC02AT85	25	52	15	1.0	0.6	30.5	36.6	40.4	47.4	3	50	5 100	7 000
TAC35-2T85	35	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	3 000	4 100
40TAC03AT85	40	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	3 000	4 100
45TAC03AT85	45	100	25	1.5	1.0	55.8	68.6	76.4	91.0	19	50	2 700	3 700
TAC45-2T85	45	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	2 500	3 300
50TAC03AT85	50	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	2 500	3 300
55TAC03AT85	55	120	29	2.0	1.0	67.1	82.7	92.3	110.1	32	50	2 200	3 000
60TAC03AT85	60	130	31	2.1	1.1	72.1	89.8	100.2	119.4	54	50	2 100	2 800
80TAC03AM	80	170	39	2.1	1.1	94.0	118.5	131.5	152.5	82	50	1 500	2 100
100TAC03CMC	100	215	47	3.0	1.1	122.5	156.9	158.1	188.1	120	55	1 200	1 600
120TAC03CMC	120	260	55	3.0	1.1	153.0	189.3	190.7	223.5	170	55	1 000	1 300

주 (1) 허용 회전수는 M예압을 적용하였을 경우의 값입니다.
이 값은 배열에 의한 영향을 받지 않습니다.

기본 동 정 격 하 중 C_a			한 계 액 시 열 하 중 ⁽²⁾		
1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT	1열로 액시열하중을 받는 경우 DF, DB	2열로 액시열하중을 받는 경우 DT, DFD, DBD, DFF, DBB	3열로 액시열하중을 받는 경우 DTD, DFT, DBT
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
18.8	30.5	40.5	11.5	22.9	34.5
33.5	54.5	72.0	22.7	45.5	68.0
102	166	220	75.5	151	226
102	166	220	75.5	151	226
120	195	259	91.5	183	274
150	243	325	116	232	350
150	243	325	116	232	350
171	278	370	133	266	400
196	320	425	152	305	455
274	445	590	238	475	715
365	595	795	231	460	690
430	700	930	295	590	885

⁽²⁾ 허용 액시열 하중은 한계 액시열 하중의 0.7배 입니다.

4. 볼 스크류 써포트 용 베어링

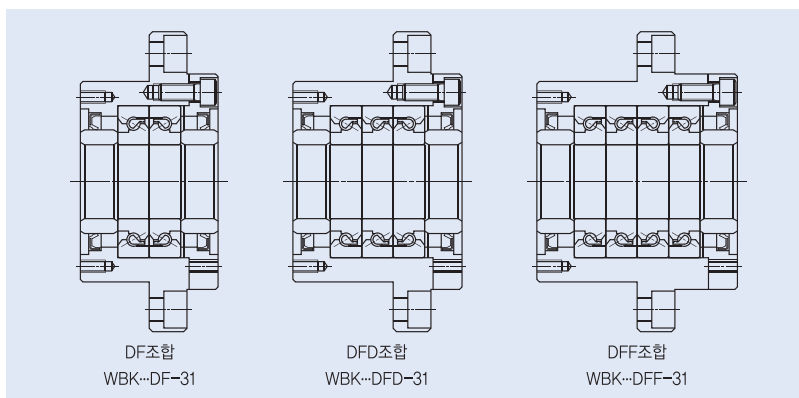
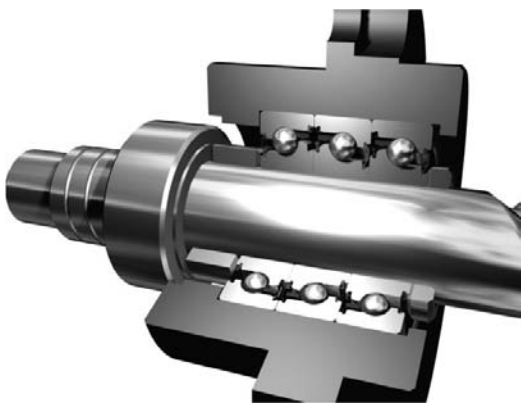
볼 스크류 써포트 유니트



고하중·공작 기계용 써포트 유니트는 볼 스크류의 지지 베어링으로서 최적의 기능과 구조를 가진 고정도, 고강성 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링(TAC 시리즈)를 채용하고 있습니다. 조합은 아래 그림의 3종류와 같습니다.

특징

- 방진을 고려한 설계 사상으로 귀사 볼 스크류 지지부의 설계가 간단합니다.
- 예압이 관리된 베어링이 조립 완료된 상태로 베어링의 조립에 관한 공정 생략이 가능합니다.



써포트 유니트 호칭번호	써포트 유니트부																
	d	D	D ₁	D ₂	L	L ₁	L ₂	A	W	X	Y	Z	D ₁ *	l*	V*	P*	Q*
WBK17DF-31	17	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK20DF-31	20	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK25DF-31	25	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK25DFD-31					81	48											
WBK30DF-31	30	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK30DFD-31					81	48											
WBK35DF-31	35	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK35DFD-31					81	48											
WBK35DFF-31					96	48											
WBK40DF-31	40	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK40DFD-31					81	48											
WBK40DFF-31					96	48											

참고 1. 강성

표에 나타난 강성치는 궤도륜과 전동체 간의 탄성 변형량에서 계산된 이론치입니다.

2. 기동 토크

표에 나타난 기동 토크는 예압 하중에 대한 베어링의 예압 기동 토크를 나타낸 것이며, 실패의 토크는 고려되지 않았습니다.

3. 유니트 조립부의 축 외경 치수 공차

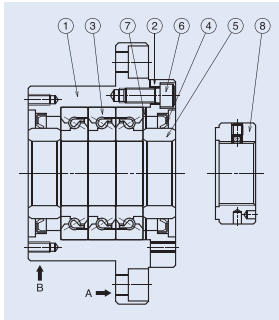
유니트 조립부의 축 외경 공차는 h5를 추천합니다.

써포트 유니트 호칭 번호 구성

호칭번호 예 : **WBK 30 DFD - 31**

써포트 유니트 기호 : WBK
호칭 베어링 내경 : 30

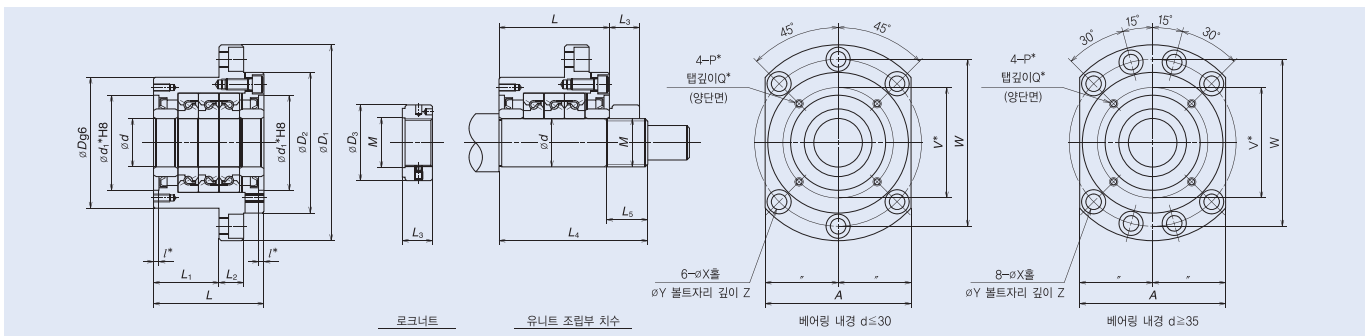
정리 추번 : DFD
베어링 조합 : DF : 2열조합, DFD : 3열조합, DFF : 4열조합



써포트 유니트 구성 부품

품번	부품명	개수
①	하우징	1
②	커버	1
③	볼스크류 써포트용 앵글러 볼 베어링	1세트
④	더스트 씬	2
⑤	칼라	2
⑥	예압 고정 볼트	6또는8
⑦	심	1세트
⑧	로크 너트	1

1. 베이스 부어의 조립은 A,B를 기준으로 하시기 바랍니다.
2. NSK 써포트 유니트는 고정도이며, 미리 예압 조정된 상태이므로, 부품번호 ①,②,③,④,⑤,⑥,⑦은 조립 되어있습니다. 분해는 삼가 주시기 바랍니다.
3. 베어링은 그리스가 봉입되어 있습니다.
4. 로크 너트⑧은 삼각 나사에 대한 단면 직각도를 엄격하게 관리한 볼 스크류 전용 너트입니다. 느슨해지지 않도록 회전 방지 소형 스크류로 체결하여 주시기 바랍니다.
로크 너트는 단품 판매도 가능합니다. 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링(TAC시리즈)에 관하여는 P110을 참조 바랍니다.



단위mm

기본동정격 하중 $C_a(N)$	합계 액시얼 하중 (N)	예압 하중 (N)	축 방향 강성 (N/ μ m)	기동 토크 (N·cm)	로크 너트부			유니트 조립부		
					M	D_3	L_3	d	L_4	L_5
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M17×1	37	18	17	81	23
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M20×1	40	18	20	81	23
28 500	40 500	3 150	1 000	23.0	M25×1.5	45	20	25	89	26
46 500	81 500	4 300	1 470	31.0				104		
29 200	43 000	3 350	1 030	24.0	M30×1.5	50	20	30	89	26
47 500	86 000	4 500	1 520	33.0				104		
31 000	50 000	3 800	1 180	28.0	M35×1.5	55	22	35	92	30
50 500	100 000	5 200	1 710	37.0				107		
50 500	100 000	7 650	2 350	55.0				122		
31 500	52 000	3 900	1 230	28.0	M40×1.5	60	22	40	92	30
51 500	104 000	5 300	1 810	38.0				107		
51 500	104 000	7 800	2 400	57.0				122		

참고 4. *인부 부품

*인 안내부 및 나사부는 NSK 표준 중공 볼 스크류용 씬 유니트의 조립에 사용됩니다만,방진 카바 및 멤퍼 등의 조립에도 사용됩니다.

5. 베어링에는 그리스가 봉입되어 있으므로 그대로 사용하여 주십시오.

B / S 써포트

전동사출 성형기용

5. 정밀 깊은홈 볼 베어링



정밀 깊은홈 볼 베어링

폴리아미드 수지 리테이너

Precision Deep Gro

정밀 깊은홈 볼 베어링

정밀 깊은 홈 볼 베어링118~120

특징

호칭 번호 구성

베어링 치수 표

T1X타입(폴리아미드 수지 리테이너)

60 · 62 · 63계열

정밀 깊은홈 볼 베어링

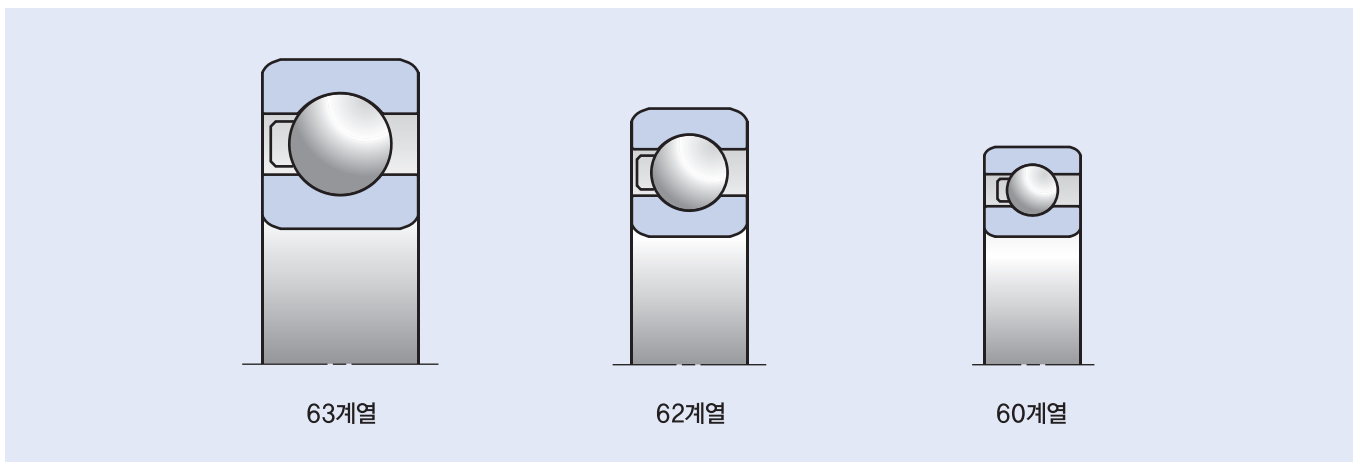
Deep Groove Ball Bearings

5. 정밀 깊은홈 볼 베어링

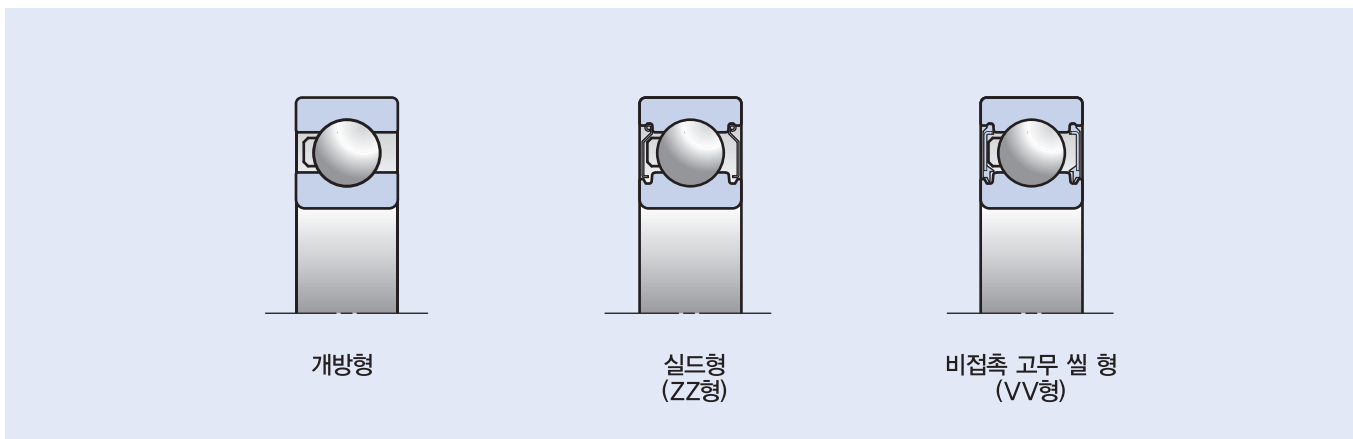
특징

- 래디얼 하중외에 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다.
- 마찰 토크가 적으며, 고속 회전하는 부분 및 저소음, 저진동이 요구 되는 곳에 적합하다.
- 이 베어링은 개방형 이외에 강판으로 실드한 베어링, 고무 실로 밀봉한 베어링이 있다.

치수 계열



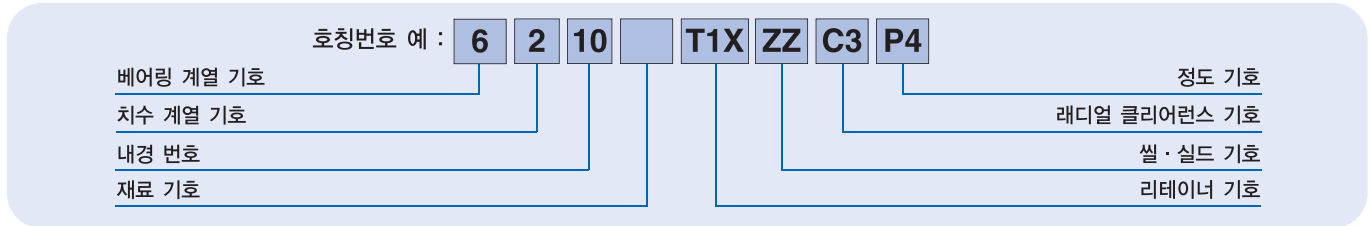
구조



리테이너

- **TIX** 내 마모성이 우수한 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너
- **TYA** 앵글러 볼 베어링에 채용되는 리테이너의 설계 사상과 공통화 된 우수한 고속성의 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너

정밀 깊은홈 볼 베어링의 호칭 번호 구성



호칭번호	구분	설명	참조 페이지
6	베어링 계열 기호	6:단열 깊은 홈 볼 베어링	118
2	치수 계열 기호	0:10계열 2:02계열 3:03계열	118
10	내경 번호	03이하 베어링 내경 00:10mm 01:12mm,02:15mm 03:17mm 04이상 베어링 내경 내경번호×5(mm)	120
	재료 기호	무기호:베어링 강(SUU2) SN24 :세라믹 볼 구(Si ₃ N ₄)	14~17
T1X	리테이너 기호	T1X : 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너 TYA: 전동체 안내 폴리아미드 수지 리테이너(고속 특수 사양)	118
ZZ	셸·실드 기호	무기호:개방 ZZ: 강판 실드 VV:비 접촉 고무 셸	118
C3	라디얼 클리어런스 기호	무기호: 보통 클리어런스 C3: 보통 클리어런스 보다 큰 클리어런스 CM: 전동기용 특수 클리어런스	—
P4	정도 기호	P2: ISO2급 P4:ISO4급 P5:ISO5급	176~179

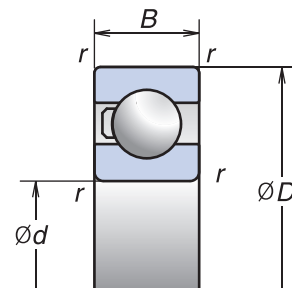
5. 정밀 깊은홈 볼 베어링

T1X타입(폴리아미드 수지 리테이너)

60 · 62 · 63계열

내경 10~50mm

개방형 실드타입 쉘타입
6000 ZZ VV



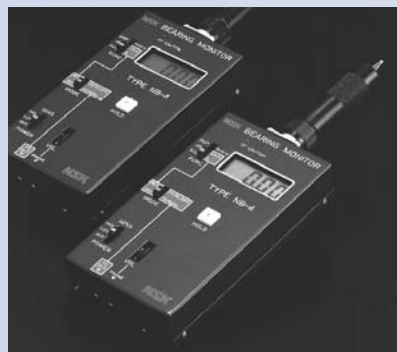
호칭 번호 (¹⁾)	실드형	셸형	주요 치수 (mm)				기본정격하중 (kN)		허용 회전수(²) (min ⁻¹)
			d	D	B	r	C _r (동정격)	C _{0r} (정정격)	
6000T1X	ZZ	VV	10	26	8	0.3	4.55	1.87	38 900
6200T1X	ZZ	VV	10	30	9	0.6	5.10	2.39	35 000
6001T1X	ZZ	VV	12	28	8	0.3	5.10	2.37	35 000
6201T1X	ZZ	VV	12	32	10	0.6	6.80	3.05	31 900
6301T1X	ZZ	VV	12	37	12	1.0	9.70	4.20	28 600
6002T1X	ZZ	VV	15	32	9	0.3	5.60	2.83	29 800
6202T1X	ZZ	VV	15	35	11	0.6	7.65	3.75	28 000
6302T1X	ZZ	VV	15	42	13	1.0	11.4	5.45	24 600
6003T1X	ZZ	VV	17	35	10	0.3	6.00	3.25	27 000
6203T1X	ZZ	VV	17	40	12	0.6	9.55	4.80	24 600
6303T1X	ZZ	VV	17	47	14	1.0	13.6	6.65	21 900
6004T1X	ZZ	VV	20	42	12	0.6	9.40	5.00	22 600
6204T1X	ZZ	VV	20	47	14	1.0	12.8	6.60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0.6	10.1	5.85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1.0	14.0	7.85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1.5	20.6	11.2	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1.0	13.2	8.30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1.0	19.5	11.3	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2.0	26.7	14.1	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1.0	16.0	10.3	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1.0	25.7	15.3	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2.5	33.5	18.0	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1.0	16.8	11.5	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1.0	29.1	17.9	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2.5	40.5	22.6	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1.0	20.9	15.2	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1.0	31.5	20.4	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1.0	21.8	16.6	10 800

주 (¹) 상기 시리즈는 고속 특수 사양으로서 TYA 리테이너 타입도 제작 가능하므로 NSK에 상담 바랍니다.

(²) 허용 회전수는 T1X 리테이너의 수치입니다. TYA의 경우에는 이 수치의 1.15배입니다.

정밀 가이드 베어링

6. 주변 기기



Peripheral Equ

주변기기

게이지	124~127
GR게이지	
특징	
치수표	
GTR 게이지	
특징	
치수표	
GN게이지	
특징	
치수표	
베어링 모니터	128
베어링 히터	129
그리스 보급 시스템	130~131
오일 에어 유닛	132~133
씰 부착 스페이서	134~135

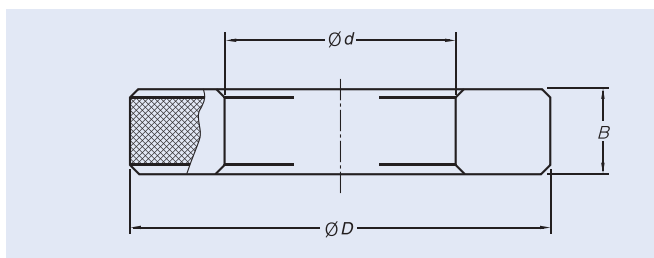
주변기기

ipment

1. 베어링의 조립

링 게이지 《GR》

하우징 내경 치수 측정용 기준 게이지



공작기계용 베어링을 고속에서 안정된 회전 운동을 시키기 위하여는 간섭량을 엄격하게 관리하는 것이 중요하며, 그 때문에 축의 외경 치수와 하우징의 내경 치수를 정확하게 측정할 필요가 있다.

NSK 링 게이지《GR》은 실린더 게이지를 사용하여 하우징의 내경을 0.001mm 단위로 측정하기 위한 기준 치수 마스터 게이지이다.

특징

- 실린더 게이지의 셋트를 안정되게 실시할 수 있다.
- 두께가 두꺼우므로 측정압을 무시할 수 있다.
- 특수 열처리 사양으로 치수의 시효 변화가 거의 없다.
- X방향 · Y방향에 0.001mm 단위로 정밀 측정 치수 결과를 마킹

대상 베어링					게이지 호칭번호	주요치수 (mm)			질량 (kg) (참고)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		d	D	B	
-	-	00	-	-	GR 26	26	75	20	0.6
02	-	01	-	-	GR 28	28	75	20	0.6
03	-	-	-	00	GR 30	30	80	20	0.7
-	-	02	-	01	GR 32	32	80	20	0.7
-	-	03	-	02	GR 35	35	85	20	0.7
04	-	-	-	-	GR 37	37	85	20	0.7
-	-	-	-	03	GR 40	40	90	20	0.8
05	-	04	-	-	GR 42	42	95	20	0.9
06	-	05	-	04	GR 47	47	95	20	0.8
07	-	-	-	05	GR 52	52	100	20	0.9
-	-	06	30	-	GR 55	55	100	20	0.9
08	-	07	35	06	GR 62	62	100	20	0.8
09	-	08	40	-	GR 68	68	110	20	0.9
10	50	-	-	07	GR 72	72	115	20	1.0
-	-	09	45	-	GR 75	75	115	20	0.9
11	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1.2
12	60	-	-	09	GR 85	85	130	25	1.5
13	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1.5
-	-	12	60	-	GR 95	95	140	25	1.6
14	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1.7
15	75	-	-	-	GR 105	105	150	25	1.8
16	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2.1
-	-	15	75	-	GR 115	115	165	25	2.1
17	85	-	-	13	GR 120	120	170	25	2.2
18	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2.3
19	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2.4
20	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2.5
21	105	19	95	-	GR 145	145	200	30	3.5
22	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3.6
-	-	21	105	18	GR 160	160	215	30	3.8
24	120	-	-	-	GR 165	165	220	30	3.9
-	-	22	110	19	GR 170	170	225	30	4.0
26	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3.8
28	140	-	-	21	GR 190	190	240	30	4.0
-	-	26	130	22	GR 200	200	250	30	4.1

테이퍼 게이지 《GTR30》

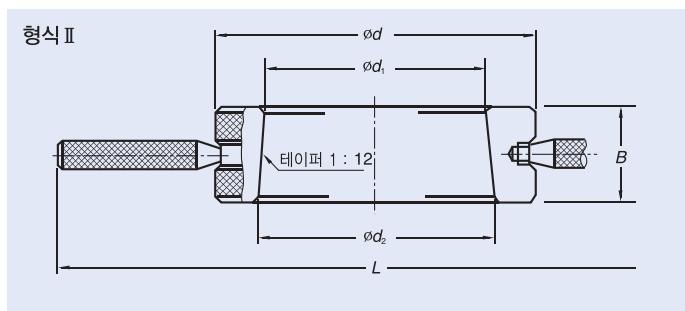
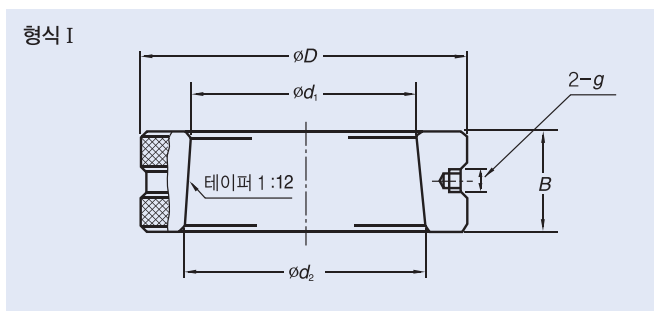
축 테이퍼 측정용 기준 게이지



테이퍼 내경형 복열 원통 롤러 베어링 NN30KR을 사용할 경우에는, 베어링 내경 테이퍼와 축의 테이퍼를 정확히 일치시키는 것이 중요하다. 베어링의 테이퍼는 높은 정밀도로 엄격하게 관리되어 제작하고 있다. 테이퍼 게이지《GTR30》은 그 내경을 베어링과 동일한 테이퍼로 정밀 가공한 게이지로 축의 테이퍼를 이 테이퍼 게이지에 맞추어 가공하므로써 베어링과의 정확한 조립이 가능하다.

특징

- 두께가 두꺼우므로 측정압을 무시할 수 있다.
- 특수 열처리 사양으로 치수의 시효 변화가 거의 없다.

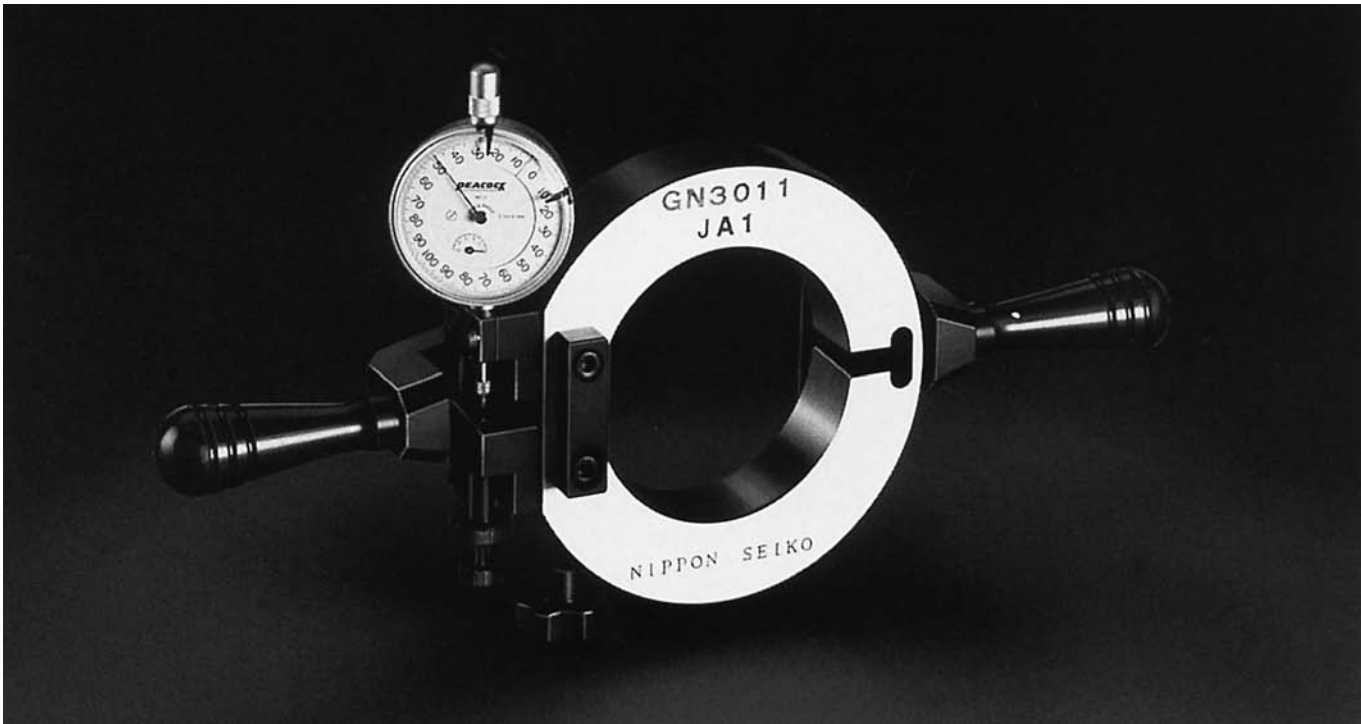


대상 베어링	게이지 호칭 번호	형식	주요치수 (mm)					질량 (kg) (참고)	
			d_1	d_2	D	B	L		g
NN3006KR	GTR3006	I	30	31,583	70	19	-	M3×0,5	0,5
NN3007KR	GTR3007	I	35	36,667	75	20	-	M3×0,5	0,5
NN3008KR	GTR3008	I	40	41,750	80	21	-	M3×0,5	0,6
NN3009KR	GTR3009	I	45	46,917	85	23	-	M5×0,8	0,7
NN3010KR	GTR3010	I	50	51,917	90	23	-	M5×0,8	0,8
NN3011KR	GTR3011	I	55	57,167	95	26	-	M5×0,8	0,9
NN3012KR	GTR3012	I	60	62,167	100	26	-	M5×0,8	1,0
NN3013KR	GTR3013	I	65	67,167	105	26	-	M5×0,8	1,0
NN3014KR	GTR3014	I	70	72,500	110	30	-	M5×0,8	1,3
NN3015KR	GTR3015	I	75	77,500	115	30	-	M5×0,8	1,3
NN3016KR	GTR3016	I	80	82,833	125	34	-	M5×0,8	1,8
NN3017KR	GTR3017	I	85	87,833	130	34	-	M5×0,8	1,9
NN3018KR	GTR3018	II	90	93,083	140	37	358	-	2,5
NN3019KR	GTR3019	II	95	98,083	145	37	363	-	2,6
NN3020KR	GTR3020	II	100	103,083	150	37	368	-	2,7
NN3021KR	GTR3021	II	105	108,417	160	41	376	-	3,5
NN3022KR	GTR3022	II	110	113,750	165	45	381	-	4,0
NN3024KR	GTR3024	II	120	123,833	170	46	386	-	3,9
NN3026KR	GTR3026	II	130	134,333	180	52	396	-	4,6
NN3028KR	GTR3028	II	140	144,417	190	53	406	-	5,0
NN3030KR	GTR3030	II	150	154,667	210	56	426	-	7,0
NN3032KR	GTR3032	II	160	165,000	220	60	436	-	7,8

주변 기기

6. 주변기기

GN 게이지 《GN30》 (복열 원통 롤러 베어링 NN30용) 잔류 래디얼 클리어런스의 정밀 측정용 게이지



테이퍼 내경형 복열 원통 롤러 베어링을 주축에 조립할 때는 축의 테이퍼를 베어링의 테이퍼내경에 정확히 맞추는 것과 조립후의 베어링 래디얼 클리어런스를 목표치에 정밀하게 관리하는 것이 중요하다.

잔류 래디얼 내부 클리어런스가 너무 크면 주축에 흔들림이 발생하여 가공 정도에 악영향을 미친다. 반대로 클리어런스가 너무 적게 되면 강성은 거의 변화가 없지만, 발열이 높아져 구름 피로 수명이 매우 짧아진다.(P155참조)

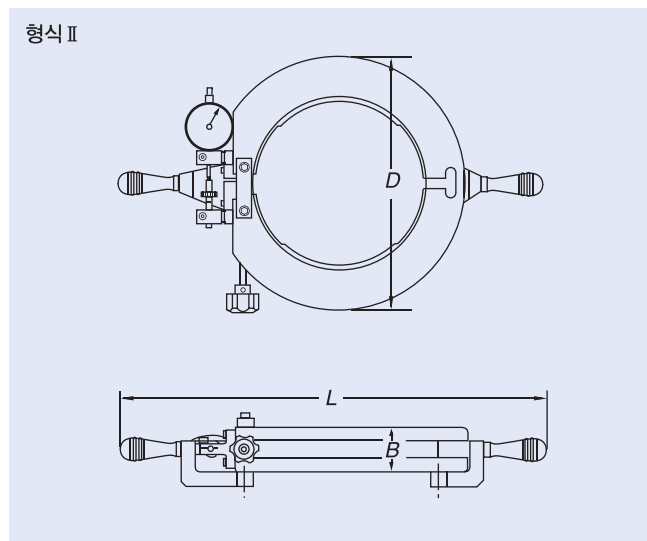
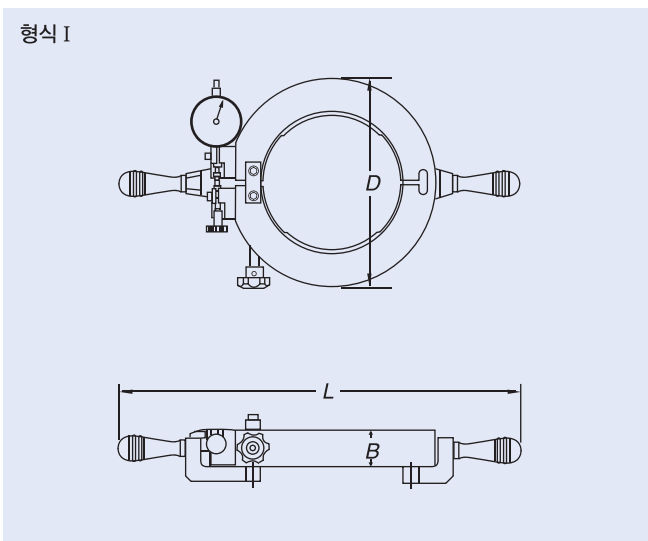
최근과 같이 주축의 고속화 고정도화가 급속히 진행될 경우 잔류 래디얼 내부 클리어런스의 관리도 더욱 엄격히 관리할 필요가 있지만, 지금까지는 래디얼 클리어런스 측정방법이 매우 어려웠으며, 숙련된 기술이 필요했다.

NSK가 개발한 복열 원통 롤러 베어링용 잔류 래디얼 내부 클리어런스 측정 치구 GN 게이지는 주축의 조립 작업을 단순화 시켜 조립 정도 향상에 기여한다.

(GN게이지를 사용할 때에는 내경 측정용 실린더 게이지가 필요합니다.)

특징

- 간단하며 안정된 정도로 측정할 수 있다.
- 외륜과 하우징의 간섭량에 의한 보정 등의 난해한 계산이 필요없다.
- 클리어런스가 (+)일 경우 뿐만 아니라, (-)클리어런스(예압 클리어런스)도 측정 가능하다.
- 모든 GN게이지는 측정압에 의한 보정량 검증을 실시된 상태로 출하하므로 정확한 측정치를 얻을 수 있다.

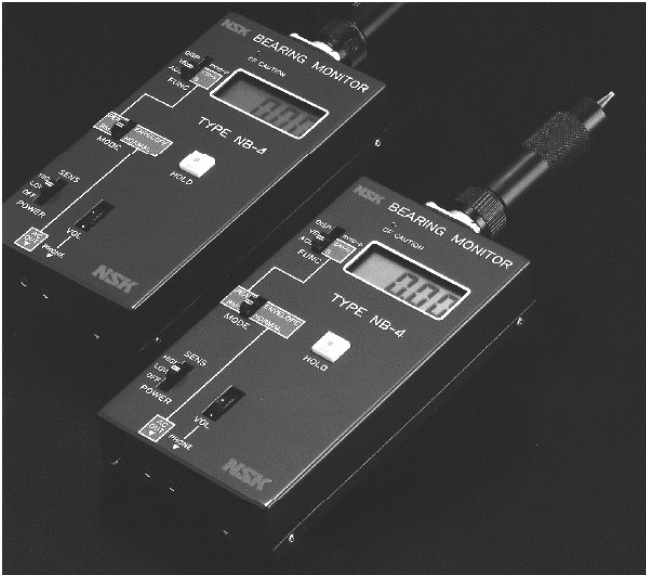


대상 베어링	게이지 호칭 번호	형식	주요치수(mm)			질량 (kg) 참고
			D	B	L	
NN3007	GN3007	I	102	23	292	1.3
NN3008	GN3008	I	108	23	297	1.4
NN3009	GN3009	I	115	23	305	1.5
NN3010	GN3010	I	120	23	310	1.6
NN3011	GN3011	I	131	26	324	2.1
NN3012	GN3012	I	138	26	329	2.2
NN3013	GN3013	I	145	26	335	2.4
NN3014	GN3014	I	156	30	347	3.0
NN3015	GN3015	I	162	30	353	3.1
NN3016	GN3016	I	175	33	374	4.2
NN3017	GN3017	I	185	33	381	4.3
NN3018	GN3018	I	195	35	393	5.2
NN3019	GN3019	I	204	35	399	5.6
NN3020	GN3020	I	210	35	411	6.1
NN3021	GN3021	I	224	39	419	7.1
NN3022	GN3022	I	233	44	433	8.5
NN3024	GN3024	II	254	44	470	7.5
NN3026	GN3026	II	280	50	492	9.5
NN3028	GN3028	II	289	50	500	9.5
NN3030	GN3030	II	314	54	520	12
NN3032	GN3032	II	329	54	540	13

주변기기

6. 주변기기

베어링 모니터 《NB-4》



회전기의 이상을 즉시 캐치하는 진동 모니터. 휴대 가능한 사이즈로 우수한 검출 감도에 풍부한 기능을 탑재한 NSK베어링 모니터 《NB-4》.진동 측정에 의한 회전 기계의 이상을 검출하는 휴대형 진단기입니다.

특징

- 측정한 진동파형을 출력할 수 있음(PC에 기록 가능)
- 엔벨로프 기능에 의해 베어링 궤도륜의 손상 검출이 가능함

NB-4 형 본체

즉시 진단
베어링에 손상이 발생되었을 경우 점멸함

기능 스위치
변위·속도·가속도의 3종류를 선택가능함

모드 스위치
실효치·피크치의 모드 변경, AC 출력의 모드도 동시에 변경 가능합니다.

감도 스위치
High-Low의 2단 변환 스위치입니다.

칼 코드
신축이 자유자재 하므로 측정작업에 편리합니다.코드를 분해하여 픽업과 본체를 직접 연결하는 것도 가능합니다.

자석 부착 픽업 (옵션)
자석을 분해하여 사용할 수 있습니다. (방수형)

플로브형 픽업

액정 표시
보기 쉬운 디지털 표시입니다. 과대 입력 및 전지의 부족, 모드 스위치의 선택 상태 등도 표시 가능합니다.

홀드 스위치
디지털 표시가 유지됩니다.

헤드폰 출력
베어링 및 기계의 진동음을 들을 수 있습니다.볼륨 조정도 가능합니다.

AC출력
노멀(진동 파형)과 엔벨로프(포락선파형)를 변환하여 출력할 수 있습니다.

픽업
고주파 특성이 우수하여,베어링의 진단에 최적입니다. 마그넷 타입의 픽업으로 교체도 가능합니다.

칼 코드를 플로브 형 픽업에 접속 가능합니다

NB-4형 본체와 픽업을 연결한 상태.

베어링 히터



베어링을 축에 열간 압입할 때, 베어링을 신속하고 균일하게 가열 가능. 오일이 불필요하므로 클린한 작업 환경하 작업이 가능합니다. 베어링 뿐만 아니라 기어와 같은 원형 금속 부품의 가열도 가능합니다.

특징

- 신속하게 각 부분을 균일하게 가열
- 가열용 오일이 불필요하며, 오일에 의한 환경 오염이 없다.
- 베어링 이외의 원형 부품의 열간 압입 작업에도 사용이 가능하다.

사용하기 쉬운 조작 패널

초소형 고감도 온도 센서와 연동하여, 가열 속도가 빠르며 검출 면적이 적어도 항상 정확한 온도를 실시간으로 디지털 표시가 가능합니다. 스타트, 스톱도 원터치로 가능하며, 타이머는 100분까지 설정이 가능합니다.

※ 온라인으로 원격 제어 가능한 외부 입출력 단자를 표준 장비하여 FA 화도 가능합니다.

우수한 안정성

온도 센서를 설치하지 않고 작업하여도 과열 및 장비의 이상이 발생한 경우에는 자동으로 동작을 긴급정지 시킵니다.

다양한 내경에 대응

베어링의 내경에 맞춘 I형 코어를 선택할 수 있어, 1대로 다양한 사이즈의 베어링에 대응 가능합니다.

최적의 조건으로 자동가열

베어링이나 사용하는 I형 코어에 의한 전기 특성의 변화를 자동적으로 감지하여, 항상 최적의 조건으로 가열할 수 있습니다.

또 50~100%까지 10%까지 출력을 임의로 설정 가능하므로 천천히 가열 해야하는 정밀한 베어링에도 최적입니다.



치수 예

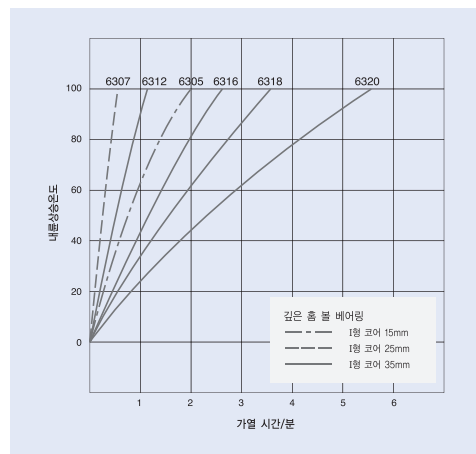
0110/0120

형식/용량	전원전압
0110 1KVA	100 V 1φ 50/60 Hz 공통
0120 1KVA	200 V 1φ 50/60 Hz 공통

베어링 적용 사이즈

MAX12 kg

가열 성능 곡선 예



주변기기

6. 주변기기

그리스 보급 시스템 파인루브 II

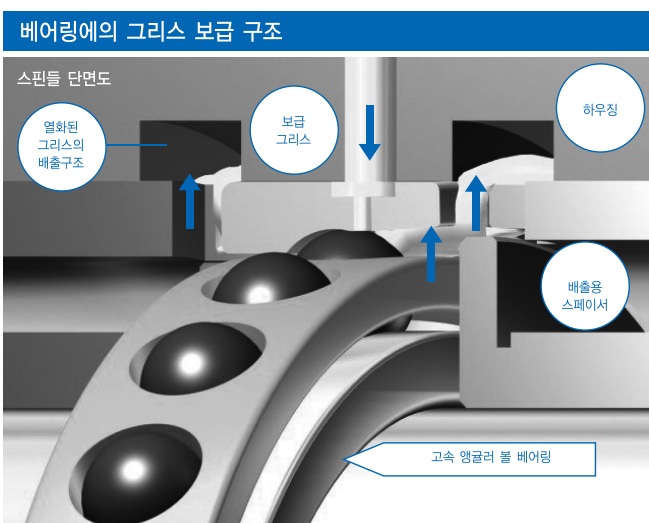


「파인루브 II」는 고속 회전시의 베어링에 극소량의 그리스를 일정한 간격으로 공급함과 동시에 열화된 그리스를 최적 형상의 스페이서를 이용하여 하우징 내에 가공된 그리스 배출구로 배출시킵니다. 이 기술이 세계 최초로 고속 영역에서의 그리스 윤활 적용을 가능케 하는 동시에 장수명화를 실현하여, 지금까지 가졌던 그리스 윤활에 대한 인식을 일신시키는 획기적인 제품입니다. 보다 빠르게, 보다 강하게, 보다 쾌적하게 「파인루브 II」가 윤활의 신시대를 리드 합니다.

특징

그리스 소착 수명을 연장하는 최적의 그리스 보급을 실현

d_m 180만(#40 20000 min⁻¹)의 스피드에서의 연속 사용하는 경우, 그리스의 소착 수명은 수백시간에 불과합니다. 베어링이 소착을 일으키기 까지 전에 사용회전수와 베어링의 크기에 최적량의 그리스를 보급시키자는 발상에서 태어난 것이 「파인루브 II」로 1만 시간 이상의 메인テナンス 프리화를 실현 합니다.

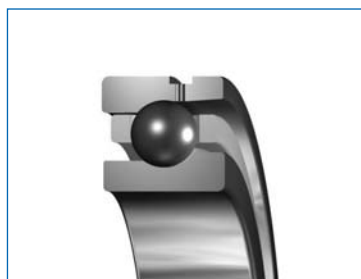


지금까지 스피들의 고속 영역은 오일 에어 윤활 및 오일 미스트 윤활이 대부분을 차지하였으나 환경을 중시하는 시대의 조류에 편승하여 소음·오일 미스트를 억제한 작업환경의 클린화와 저 에너지 화가 요구 되고 있습니다.

NSK는 오일 윤활에서는 실현 할 수 없는 이런 요망에 대응하기 위하여, 고속 주축용 그리스 보급 시스템 「파인루브 II」를 개발하여 세계 최초로 고속 영역에서의 그리스 윤활을 가능케 하였습니다.

보급량을 최적화하여 보급시의 온도상승을 방지

베어링 내부에 보급하는 그리스가 과다할 경우, 교반 저항에 의해 온도가 상승합니다. 「파인루브 II」는 온도 상승에 영향을 미치지 않도록, 그리스의 미량 토출 장치를 내장하였습니다.



그리스 보급 전용 베어링 형상

●그리스 보급 방법

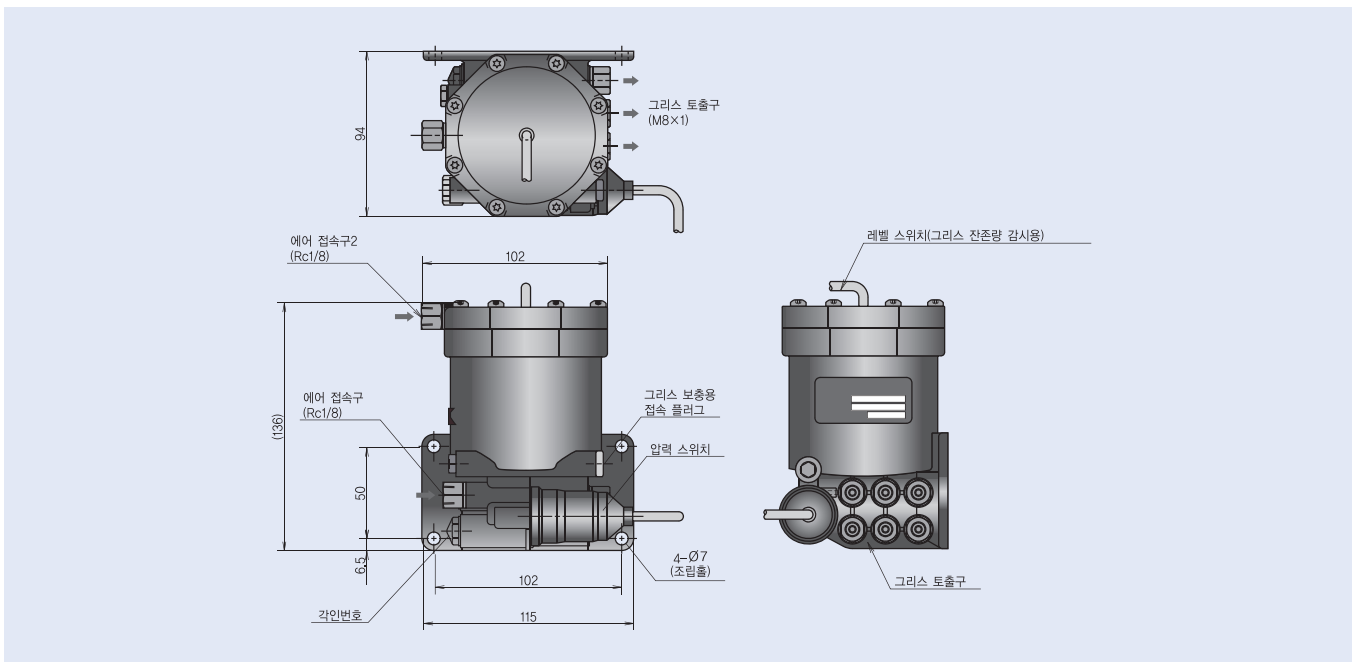
외륜의 궤도면 근처에 설치한 급유구로부터 미량의 그리스를 회전중에 일정한 간격으로 보급합니다.

보급량이 극히 미세하므로 베어링의 온도는 상승되지 않습니다.

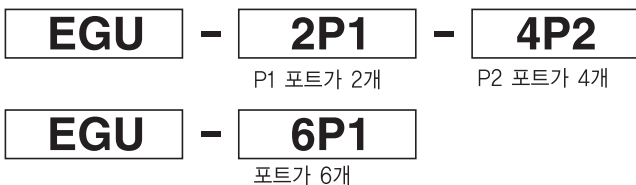
●그리스 배출 방법

카운터 보이측에 특수한 형상의 배출용 스페이서를 장비하여 불필요한 그리스를 배출하므로, 베어링 내부에 재혼입되지 않습니다.

사양



형식 번호

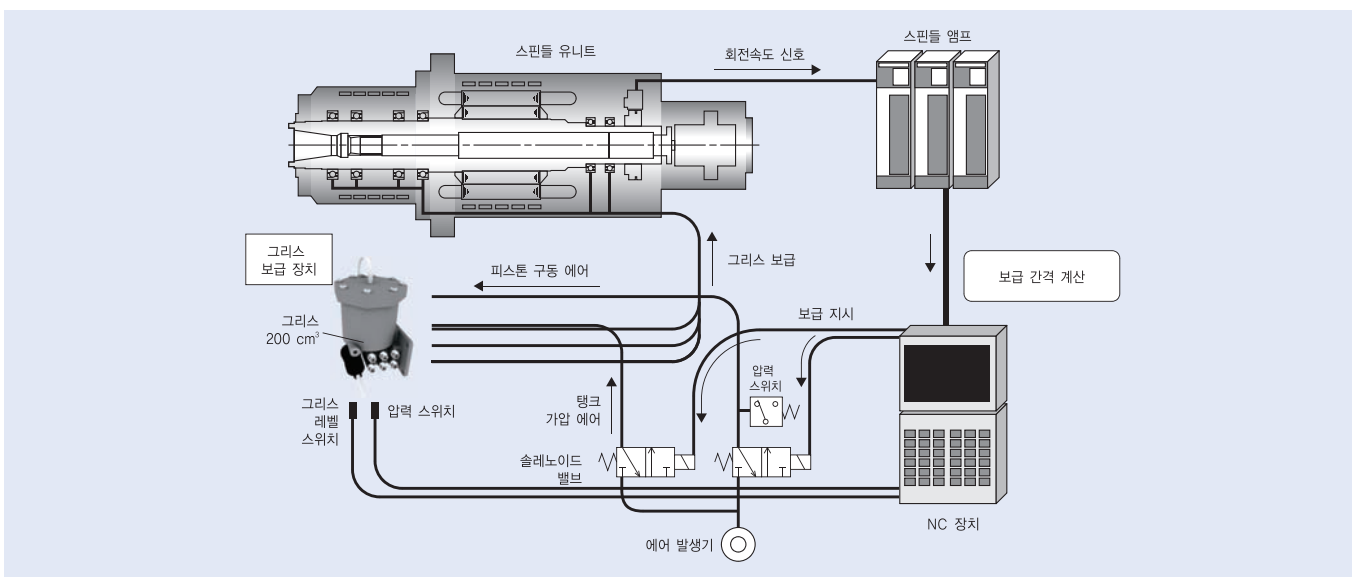


토출량 (cc/사이클)	코드 번호
0.01	P1
0.02	P2

스펙

항 목	사 양
에어 공급 압력	0.25~0.4MPa
토출량	0.01,0.02/베어링 1열
탱크 용량	200cc
감시 기능	그리스 잔존량 감지 및 압력 감지(승압 확인)
배관 길이	2.5m이내
봉입 그리스	MTE 그리스

시스템 계통도



주변기기

6. 주변기기

■오일 에어 윤활 유닛 파인 루브

특징

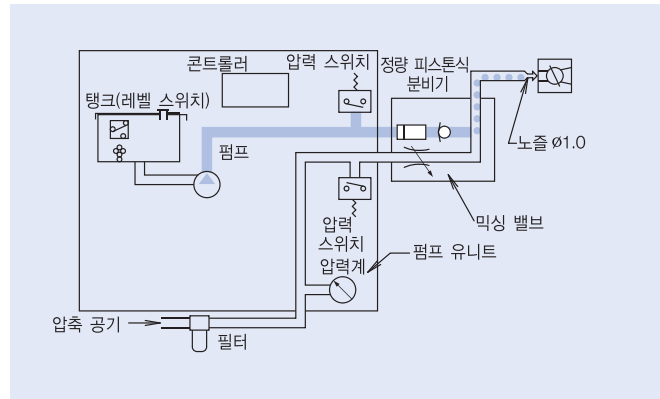
기술 혁신의 눈부신 진보와 더불어 공작기계의 분야에서도 여러 기술 개발이 진행되어 왔습니다. 특히 최근의 공작기계 주축의 고속화는 눈부시며, 이에 따른 베어링·윤활 방법의 개발이 요구되고 있습니다.

이런 요구에 대응하여 NSK는 <<오일 에어 윤활법>>을 실현시켜, 윤활 급유 장치<<파인 루브>>를 1984년에 제품화 하였습니다.

이후 파인 루브는 진화를 계속하여 수많은 공작기계에 채용, 그 우수한 성능과 높은 신뢰성을 평가받아 윤활 방법의 한 축으로써의 지위를 구축하였습니다.

NSK의 파인 루브는 펌프 유니트·믹싱 밸브·제어 장치 등을 세트로써 공급합니다.

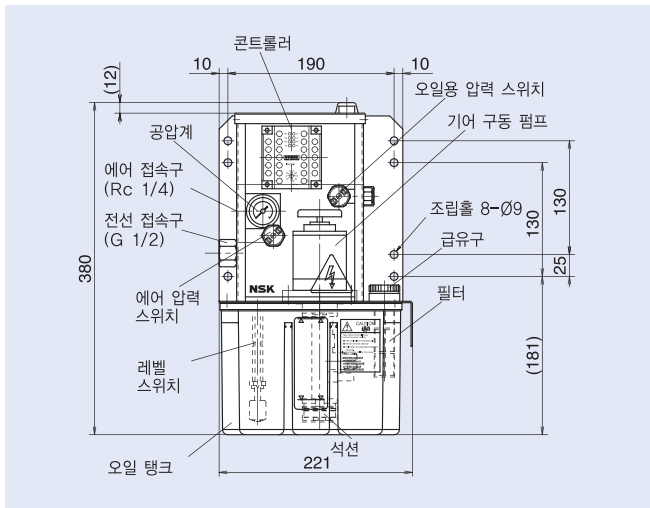
또, 제어 장치에 안전장치를 탑재하여 신뢰성 향상을 실현하였습니다.



[사용상의 주의]

- 압축공기는 0.2~0.4MPa의 청정하며 건조된 공기를 사용하여 주십시오
- 윤활유는 10mm²/s이상의 청정한 오일을 사용하여,이물질의 혼입은 기기의 수명을 단축시킬 수 있으므로 주의 바랍니다.
- 펌프 유니트와 믹싱 밸브사이의 오일 배관의 선정에는 주의가 필요합니다. 또, 배관 길이가 5M이상일 경우에는 NSK에 상담바랍니다.
- 믹싱 밸브에서 스피들까지의 오일 에어 배관 길이는 1.5~5M 까지로 하여 주십시오.

■ 펌프 유니트 OAEM



특징

- OAEM은 신개발 저점도 기어 구동 펌프를 채용 (사용 가능 오일 점도: 10~68mm²/s)
- 전용 컨트롤러에 의해 급유 간격은 10단계의 설정이 가능 (1,2,4,8,16,24,32,48,64,128분)
- 안전 장치로써 이하의 기능을 표준으로 장비
 - ① 윤활 오일의 유량을 감시하는 레벨 스위치
 - ② 컨트롤러에 공급되는 전원의 이상을 감지하는 회로
 - ③ 에어의 공급상태를 감시하는 에어용 압력 스위치
 - ④ 펌프 및 믹싱 밸브의 작동 상태를 감지함



형번 : OAEM
(컨트롤러 없는 타입 : OAEM-N)

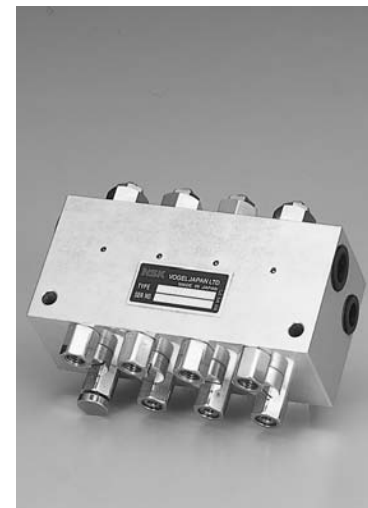
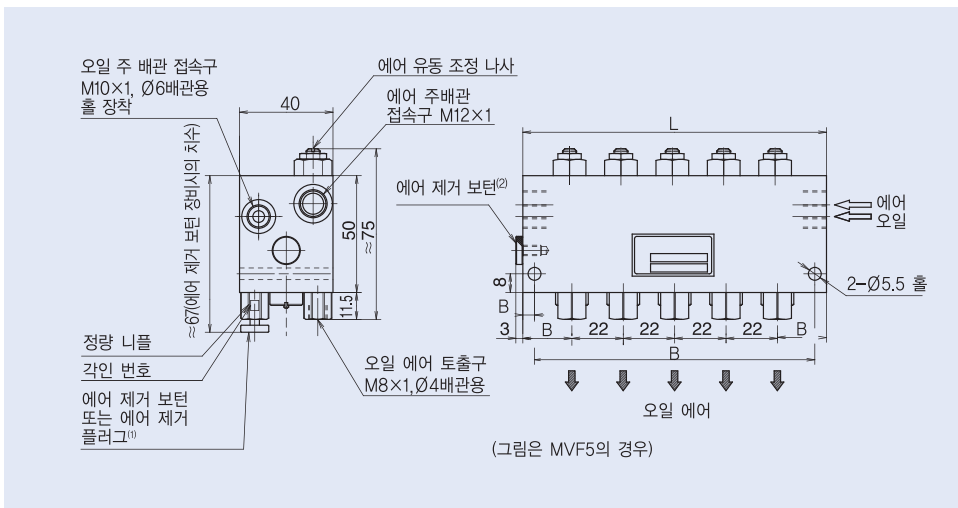
- 사용 윤활 오일 : 고속 스피들 오일 또는 터빈 오일
- 전원 : 100V
- 탱크 용량 : 2.7L
- 유효 유량 : 1.7L

오일용 압력 스위치

- 펌프 유니트 구성 부품 : 컨트롤러, 에어 압력 스위치, 오일 압력 스위치, 플로트 스위치 등

그 외, CE 마크 대응 저 코스트 펌프 유니트도 대응하고 있습니다. 펌프의 제어는 전용 컨트롤러 또는 기계 장치의 씨 센서로 제어 가능합니다.

■믹싱 밸브 MVF



특징

- 극소량의 오일을 정량 토출 시키는 피스톤 식 분배기가 조립되어 있습니다.
- 분배기의 토출량은 1 스트로크 당 0.01, 0.02, 0.03, 0.06cm³에서 선택할 수 있습니다.
- 사용 상황에 따라 토출구 수 및 토출량을 선택할 수 있습니다.

형식 번호	공급 공수	L	A	P	B
MVF1	1	42	10	22	21
MVF2	2	64	9.5	45	21
MVF3	3	86	8	70	21
MVF4	4	108	6.5	95	21
MVF5	5	130	5	120	21
MVF6	6	155	5	145	22.5

- 주 (1) 0.01 cm³/스트로크의 경우, 에어 제거 플러그를 사용하여 에어 제거 작업을 수행하여 주십시오.
0.03, 0.06 cm³/스트로크의 경우 에어 제거 보턴을 이 위치에 조립, 조작하여 에어 제거 작업을 실시하여 주십시오.
- (2) 0.03, 0.06 cm³/스트로크의 경우, 믹싱 밸브의 통상 운전시에는 에어 제거 보턴을 소정의 위치에 조립하여 보관하여 주십시오.

토출량cm ³ /스트로크	각인 번호	코드 번호
0.01	1	P1
0.03	3	P2
0.06	6	P3

■옵션 파츠

[압력 스위치]

OAG

- 에어 감시용, 오일 승압 감시용, 오일 탈압 감시용이 있습니다.
(에어 감시용 및 오일 승압 감시용은 OAEM에 탑재)



[오일 에어 센서]

- 믹싱 밸브에서 베어링에 공급하는 오일 입자를 감시함으로써 오일에어 윤활의 신뢰성을 향상시킬 수 있습니다.
- 설비는 오일 에어 배관에 설치하기 때문에 기존의 오일 에어 시스템에 설치하는 것도 가능합니다.



[오일 라인 필터]

OAV-02/03

- 오일 내의 이물질 제거
- 필터 : 3μm, 20μm의 2종류



[오일 라인 필터]

OAV-01

- 오일 에어 윤활 시스템상 오일 배관 분해가 필요한 경우, 에어 제거 작업이 간략화됩니다.



주변기기

6. 주변기기

공작 기계 주축용 실 부착 스페이서



특징

지금까지 스피들 내에 배치된 베어링에 이물질이 침입하는 것을 방지하기 위해 라비린스 스페이서를 설치 하였었습니다만, 내외륜 스페이서의 틈새가 크므로 베어링에 이물질이 침투하는 것을 완전히 막기는 어려웠습니다.

NSK는 스페이서에 실을 장비시켜 내외륜 스페이서의 틈새를 줄임으로써 이물질의 침입을 방지하였습니다. 또, 실과 라비린스의 이중 구조는 신뢰성 향상에도 크게 기여합니다.

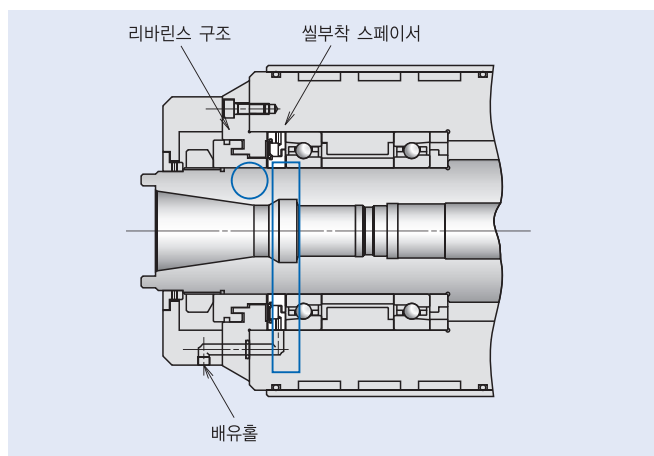
●환경성 향상

실 부착 사양이므로 그리스의 외부 비산을 방지 합니다.

●신뢰성 향상

실과 라비린스의 이중 구조로 이물질 및 쿨런트 침입을 방지합니다.

구성 예

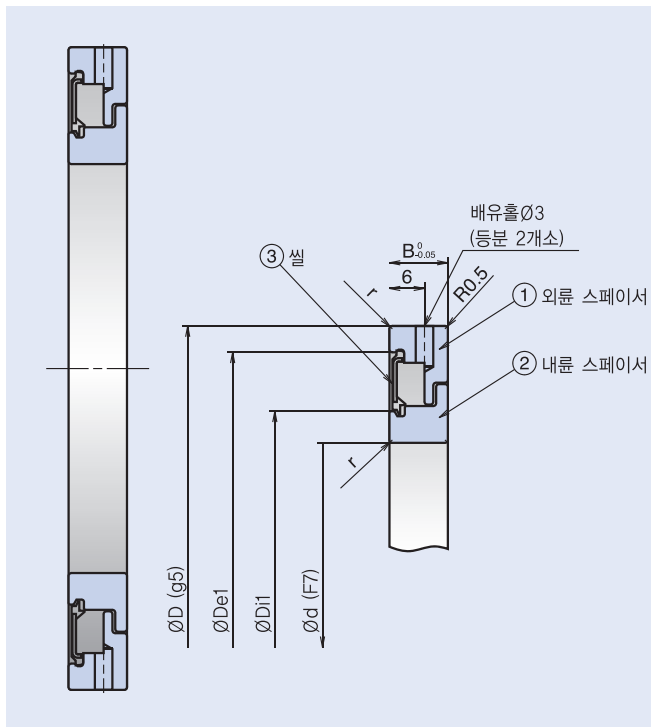


왼쪽 그림에서는 프런트 커버와 내륜 스페이서로 1단 라비린스 실을 구성, 그위에 실 부착 스페이서와 라비린스 구조를 추가하여 3단 실 구조로 보다 높은 신뢰성을 확보하였습니다.

치수표 (19계열)

호칭번호	내경 $\varnothing d$ (mm)	외경 $\varnothing D$ (mm)	폭 B (mm)	D_{i1} (mm)	D_{e1} (mm)	면취 r (mm)
X30-MTV19	30	47	10	34.3	43.7	0.3
X35-MTV19	35	55	10	39.2	51.2	0.6
X40-MTV19	40	62	10	46.4	58.8	0.6
X45-MTV19	45	68	10	50	64.3	0.6
X50-MTV19	50	72	10	55.2	68.2	0.6
X55-MTV19	55	80	10	61.7	75.4	1
X60-MTV19	60	85	10	66	80.8	1
X65-MTV19	65	90	10	71.7	84.8	1
X70-MTV19	70	100	10	77.5	93.8	1
X75-MTV19	75	105	10	82.2	99.4	1
X80-MTV19	80	110	10	87.5	103.9	1
X85-MTV19	85	120	10	94.8	112.7	1.1
X90-MTV19	90	125	10	98.8	118.9	1.1
X95-MTV10	95	130	10	103.8	123.7	1.1
X100-MTV19	100	140	10	111	131.9	1.1
X105-MTV19	105	145	10	116	136.3	1.1
X110-MTV19	110	150	10	121	141.3	1.1

사양

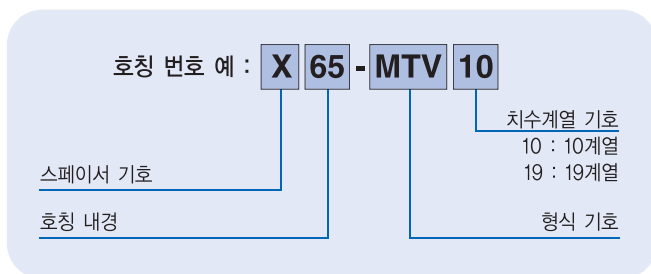


외륜 스페이서 재질	SUJ2
내륜 스페이서 재질	SUJ2
씰 재질	니트릴 고무, SECC

취급상의 주의

- 내륜 스페이서와 외륜 스페이서는 분리되기 때문에, 취급 시에는 씰의 탈락, 변형이 발생되지 않도록 주의하십시오
- 씰 볼이 스페이서와 같이 사용되는 베어링에는 만능 조합품 (P150~151참조)을 사용 바랍니다.

사양

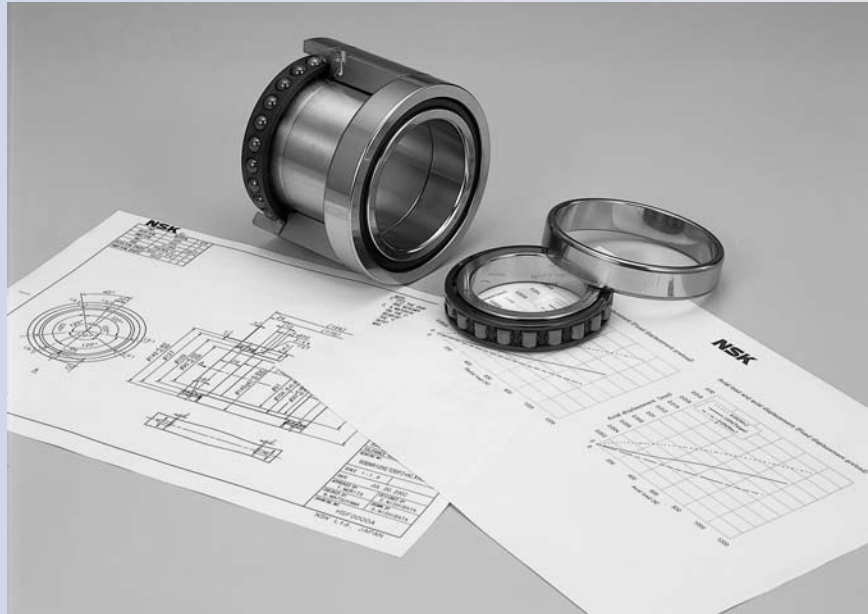


치수표 (10계열)

호칭번호	내경 $\varnothing d$ (mm)	외경 $\varnothing D$ (mm)	폭 B (mm)	$Di1$ (mm)	$De1$ (mm)	면취 r (mm)
X30-MTV10	30	55	10	36.8	49.2	0.5
X35-MTV10	35	62	10	41.6	56	0.5
X40-MTV10	40	68	10	47.5	62	0.5
X45-MTV10	45	75	10	53.5	69	0.5
X50-MTV10	50	80	10	58.5	74	0.5
X55-MTV10	55	90	10	64.4	82	0.5
X60-MTV10	60	95	10	69.4	87	0.5
X65-MTV10	65	100	10	73	92	0.5
X70-MTV10	70	110	10	80.8	101	0.5
X75-MTV10	75	115	10	85.8	106	0.5
X80-MTV10	80	125	10	91.4	114.6	0.5
X85-MTV10	85	130	10	96.4	119.6	0.5
X90-MTV10	90	140	10	103	127.8	0.8
X95-MTV10	95	145	10	108.5	134.5	0.8
X100-MTV10	100	150	10	112.5	137.8	0.8
X105-MTV10	105	160	10	120.4	148.5	1
X110-MTV10	110	170	10	124.6	155.5	1
X120-MTV10	120	180	10	134.6	165.5	1

주변기기

설계 자료



Technical Gui

Part 5

베어링의 취급

- 1. 수명138~145
 - 구름 피로 수명과 동정격 하중
 - 신수명 계산식
- 2. 기본 정정격 하중과 정등가하중146~147
- 3. 앵귤러 볼 베어링의 조합 방식148~151
 - 구름 피로 수명과 동정격 하중
 - 만능 조합 방식
- 4. 예압과 강성152~169
 - 예압 방식과 강성
 - 예압 하중과 강성표
- 5. 허용 회전수170~171
- 6. 윤활172~175
- 7. 베어링의 정도176~183
 - 래디얼 베어링의 정도
 - 테이퍼 내경의 정도
 - 스러스트 앵귤러 볼 베어링의 정도
- 8. 축 및 하우징의 설계184~188
 - 축·하우징과의 끼워 맞춤
 - 축·하우징의 정도와 치수
 - 조립 관계 치수
 - 면취 치수
- 9. 스페이서189~193
 - 스페이서 치수
 - 노즐의 분사 위치 설정

수명
정등가하중
앵귤러 볼 베어링의 조합방식
예압과 강성
허용 회전수
윤활
베어링의 정도
축 및 하우징의 설계
스페이서

de

1. 수명

구름 피로 수명과 기본 동정격 하중

베어링의 수명

구름 베어링에서 요구되는 기능은 각각의 용도에 따라서 다르나 정해진 기간동안 지속 되어야 한다. 베어링을 용도에 맞게 사용하여도 시간이 경과 됨에 따라 음향, 진동의 증가, 마모에 의한 정도 저하, 윤활 그리스의 열화, 구름면의 피로 손상 등에 의해 사용할 수 없게 된다. 이러한 베어링의 사용 불능이 발생하기까지의 기간이 넓은 의미로 베어링 수명이며, 각각 아래와 같이 불리고 있다.

- 음향 수명
- 마모 수명
- 그리스 수명
- 구름 피로 수명

이와 같은 수명 이외에, 베어링이 사용할 수 없게되는 현상에는 아래와 같은 것들이 있다.

- 소착
- 균열, 깨짐
- 궤도륜의 유해한 뜯김
- 밀봉 씰의 손상

위의 내용은 베어링의 고장으로서 수명과 구별되어야 할 성질의 것이며 베어링 선정상의 실수, 축·하우징과 주변의 설계 불량, 설치 불량, 사용방법 혹은 잘못된 보수방법 등에 기인하는 경우가 많다.

구름 피로수명 · 기본 정격수명

베어링이 하중을 받은 상태에서 회전 하면, 내륜, 외륜의 궤도면 및 전동체의 전동면은 끊임없이 반복 하중을 받으므로 재료의 피로 진전에 의하여 플레이킹이라 불리는 비늘형태의 손상이 궤도면 혹은 전동면에 나타난다. 이 최초의 플레이킹이 생기기까지의 총 회전을 구름 피로수명이라 하며, 좁은 의미로 수명이라 불릴 때가 많다.

베어링의 피로 수명은 치수, 구조, 재료, 열처리, 가공방법 등을 동일하게 한 수많은 베어링을 동일조건으로 운전해도 상당히 큰 산포가 발생한다. 이것은 재료의 피로 그 자체에 본질적으로 산포가 있기 때문이다. 따라서 이 수명의 산포를 통계적 현상으로 취급하기 위해서 다음과 같이 정의된 정격 피로 수명을 사용한다.

기본 정격 수명이란 한 집단의 동일 호칭번호 베어링을 같은 조건으로 회전시켰을 때, 그 중 90%의 베어링이 구름 피로에 의한 플레

이킹이 발생하지 않고 회전할 수 있는 총 회전을 말한다. 일정한 회전속도로 운전될 경우 기본 정격 수명을 총회전시간으로 나타내는 경우도 많다.

베어링의 수명을 검토하는 경우 이 피로 수명만을 생각하게 되는데 베어링에 요구되는 기능에 따라서는 어느 정도의 사용한도를 병행하여 고려할 필요가 있다. 예를 들면 그리스 봉입 베어링의 그리스 수명은 어느 정도 계산이 가능하다. 음향 수명이나 마모 수명 등은 베어링의 용도에 따라 사용 한도의 기준이 달라지므로 미리 경험적인 한도를 정해 놓는 경우가 많다.

기본 동정격 하중

구름 베어링의 부하 능력을 나타내는 기본 동정격 하중이란, 내륜을 회전시키고, 외륜을 정지시킨 조건으로 정격 피로수명이 100만 회전(10⁶rev.)에 달하게 되는 방향과 크기가 변동하지 않는 하중을 말한다. 래디얼 베어링의 경우에는 방향과 크기가 일정한 중심에 부하되는 래디얼 하중을 취하며, 스러스트 베어링의 경우에는 중심축에 일치한 방향으로 부하되는 액시얼 하중을 취한다. 기본 동정격 하중 C는 각각의 베어링에 대하여 래디얼 베어링에서는 Cr, 스러스트 베어링에서는 Ca로서 베어링치수표에 기재되어있다.

기본 정격수명

구름 베어링의 기본 동정격하중, 베어링 하중과 기본 정격수명 간에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 (10^6)$$

볼 베어링의 경우 :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right) \text{ (시간)}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} (10^6)$$

롤러 베어링의 경우 :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \text{ (시간)}$$

P : 동등가하중 (N)
 C : 기본 동정격하중 (N)
 n : 회전속도 (min⁻¹)

베어링이 일정 회전속도로 사용되는 경우에는 베어링의 피로수명은 시간으로 나타내는 편이 편리하다.

동등가하중

베어링에 작용하는 하중은 래디얼 하중과 액시얼 하중이 단독으로 가해질 경우도 있지만 실제로는 래디얼 하중과 액시얼 하중이 동시에 걸리는 합성 하중일 때가 많고, 그 크기와 방향이 변동할 때도 있다.

이와 같은 경우의 베어링 피로 수명계산 시에는 베어링에 걸리는 하중을 그대로 사용할 수가 없으므로 여러가지 회전조건이나 하중조건을 근거로, 베어링이 실제로 받게되는 피로수명과 같은 수명이 되도록 크기가 일정하고 베어링 중심을 통과하는 가상 하중을 생각한다. 이 가상 하중을 동등가 하중이라 한다.

등가 래디얼 하중을 P_r , 래디얼 하중을 F_r , 액시얼 하중을 F_a , 접촉각을 α 라고 하면 등가 래디얼 하중과 베어링 하중의 관계는 다음과 같다.

$$P_r = XF_r + YF_a$$

여기서, X : 래디얼(경방향) 하중계수 } 표 1.1 참조
 Y : 액시얼(축방향) 하중계수 }

액시얼 하중계수는 접촉각에 따라 바뀐다. 롤러 베어링의 경우 액시얼 하중의 크고 작음에 관계없이 접촉각은 일정하나, 단열 깊은 홈 볼베어링과 앵귤러 볼 베어링은 액시얼 하중이 커지면 접촉각도 커진다. 이 접촉각의 변화는 기본 정정격하중 C_{or} 와 액시얼 하중 F_a 의 비로 표현 가능하다. 따라서, 표1.1에서는 이 비율에 대응하는 접촉각에서의 경우의 액시얼 하중계수를 나타낸다. 앵귤러 볼 베어링에서도 접촉각이 25°, 30°, 40°로 커짐에 따라, 보통 사용조건에서는 접촉각의 변화가 액시얼 하중계수에서 주는 영향을 무시해도 지장이 없다.

래디얼 하중과 액시얼 하중을 동시에 받는 접촉각의 스러스트 베어링의 등가 액시얼 하중 P_a 는 다음과 같다.

$$P_a = XF_r + YF_a$$

표1.1 계수 X 및 Y 수치 $P=XF_r+YF_a$

호칭 접촉각	$i f_0 F_a^*$ C_{or}	e	단열·병렬 조합				배면·정면 조합			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0,178	0,38				1,47		1,65		2,39
	0,357	0,40				1,40		1,57		2,28
	0,714	0,43				1,30		1,46		2,11
	1,070	0,46				1,23		1,38		2,00
	1,430	0,47	1	0	0,44	1,19	1	1,34	0,72	1,93
	2,140	0,50				1,12		1,26		1,82
	3,570	0,55				1,02		1,14		1,66
5,350	0,56				1,00		1,12		1,63	
18	-	0,57	1	0	0,43	1,00	1	1,09	0,70	1,63
25	-	0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41
30	-	0,80	1	0	0,39	0,76	1	0,78	0,63	1,24
40	-	1,14	1	0	0,35	0,57	1	0,55	0,57	0,93
50	-	1,49	-	-	0,73	1	1,37	0,57	0,73	1
55	-	1,79	-	-	0,81	1	1,60	0,56	0,81	1
60	-	2,17	-	-	0,92	1	1,90	0,55	0,92	1

* i 는 배면조합·정면조합의 경우 2로,
 단열·병렬조합의 경우 1로 한다.

표1.2 다열조합의 기본정격하중

2열 조합 볼 베어링의 기본 정격 하중		3열 조합 볼 베어링의 기본 정격 하중		4열 조합 볼 베어링의 기본 정격 하중	
C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}
1개의 베어링의 1,62배	1개의 베어링의 2배	1개의 베어링의 2,15배	1개의 베어링의 3배	1개의 베어링의 2,64배	1개의 베어링의 4배

수명

1. 수명

복수개의 베어링을 전체로서 수명계산

1대의 기계에서 여러 개의 구름 베어링이 사용될 경우, 각각의 베어링에 부하되는 하중을 알 경우 각각의 베어링의 피로 수명을 구할 수 있다. 하지만 기계는 어느 한 부분의 베어링이 파손되어도 운전이 불가능해지는 것이므로 1대의 기계에서 사용되어지는 베어링 전체에 있어 피로 수명을 아는 것이 필요한 경우도 있다.

베어링의 피로수명은 각각의 편차가 상당히 크기 때문에 우리가 사용하고 있는 수명 계산식 $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ 은, 베어링의 90% 수명(다수의 베어링을 같은 조건으로 회전시켰을 때, 90%의 베어링이 도달할 수 있는 총회전수 또는 시간이며 기본정격수명이라고도 한다)을 나타낸다.

즉, 1개의 베어링에 대한 계산 피로 수명의 값은, 90%의 확률을 가지는 것이다.

복수개의 베어링 전체가, 어느 기간 견딜 수 있는 확률은 개개의 베어링이 같은 기간을 견딜 수 있는 확률의 제곱이 되므로, 복수개 베어링의 전체적인 기본 정격 수명은 각각의 베어링의 정격 피로 수명 중 가장 짧은 것에 의해서 정해지는 것이 아니라 이것보다 더욱 짧아지게 된다.

베어링의 기본 정격 수명을 $L_1, L_2, L_3 \dots$ 로 하고, 베어링의 전체적인 기본 정격 수명을 L 라고 하면, 아래와 같이 표현된다.

$$L = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1^{1.1}} + \frac{1}{L_2^{1.1}} + \frac{1}{L_3^{1.1}} + \dots\right)^{\frac{1}{1.1}}}$$

예압을 고려한 앵글러 볼 베어링의 수명계산

다열 조합에 대해, 각각의 베어링에 부하 되는 총 래디얼 하중(F_r)과 총 액시얼 하중(F_a)을 명확하게 하기 위해서는, 외부 래디얼 하중(F_{re}), 외부 액시얼 하중(F_{ae}) 및 예압 하중(F_{ao})을 고려해, 각각의 베어링의 하중 배분을 산출해야 한다.

이 때, $F_{a2} < 0$ 의 경우는 예압 누락 상태이며, $F_{a1} = F_{ae}, F_{a2} = 0$ 이 된다.

각각의 베어링에 부하되는 총 래디얼 하중(F_r)은, 총 액시얼 하중의 2/3에 비례한다.

각각의 베어링의 총 래디얼 하중(F_{r1}, F_{r2})은 아래의 식과 같이 된다.

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

동등가 하중은 각각 이하와 같이 계산된다.

$$P_{r1} = X F_{r1} + Y F_{a1}$$

$$P_{r2} = X F_{r2} + Y F_{a2}$$

X, Y 값은 표 1.1(P139)에서 얻을 수 있다.

각각의 기본정격수명(L_{10})은 아래와 같이 된다.

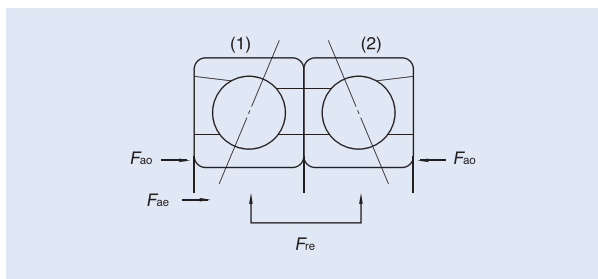
$$L_{10(1)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_r}\right)^3 (\text{시간})$$

$$L_{10(2)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_r}\right)^3 (\text{시간})$$

복수개 베어링의 전체적인 수명은 아래와 같이 된다

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{\frac{1}{1.1}}} (\text{시간})$$

DB조합의 경우



외부 래디얼 하중(F_{re})이 부하된 상태에서의, 총 예압 하중(F_{ap})은 아래의 식에 의해서 정해진다.

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{a0}}{2}$$

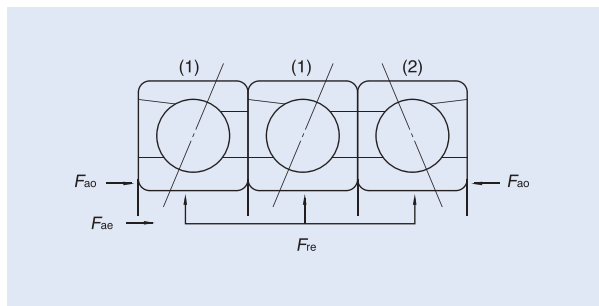
이 때, $F_{ap} < F_{ao}$ 의 경우는 $F_{ap} = F_{ao}$ 로 한다.

각각의 베어링에 대해, 외부 액시얼 하중이 부하된 상태에서의 총 액시얼 하중(F_{a1}, F_{a2})은 아래와 같이 된다.

$$F_{a1} = 2/3 F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{ae}$$

DBD 조합의 경우



외부 래디얼 하중(F_{re})이 부하된 상태에서의, 총 예압 하중 (F_{ap})은 아래의 식에 의해 정해진다.

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 + \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 + \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

이 때, $F_{ap1} < F_{ao}/2$ 의 경우는 $F_{ap1} = F_{ao}/2$ 가 되어, $F_{ap2} < F_{ao}/2$ 의 경우는 $F_{ap2} = F_{ao}$ 가 된다.

각각의 베어링에 대해, 외부 액시얼 하중이 부하된 상태에서의 총 액시얼 하중(F_{a1} , F_{a2})은 아래와 같이 된다.

$$F_{a1} = 0.4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} + 0.2F_{ae}$$

이 때, $F_{a2} < 0$ 의 경우는 예압 누락상태이며, $F_{a1} = F_{ae}/2$, $F_{a2} = 0$ 이 된다.

각각의 베어링에 부하되는 총 래디얼 하중(F_r)은 총 액시얼 하중의 2/3승에 비례한다.

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

동등가 하중은 각각 아래와 같이 계산된다.

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

X, Y 값은 표 1.1(P139)에서 얻을 수 있다.

각각의 기본 정격수명(L_{10})은 아래와 같이 된다.

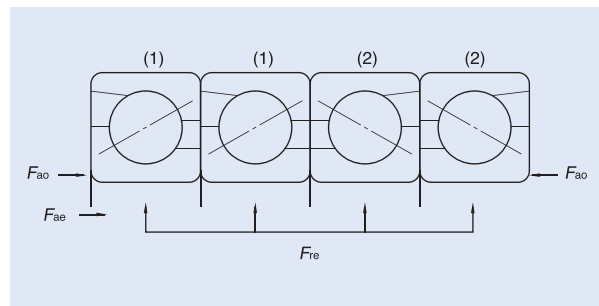
$$L_{10(1)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \text{ (시간)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \text{ (시간)}$$

복수개 베어링의 전체적인 수명은 아래와 같이 된다

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1/1.1}} \text{ (시간)}$$

DBB 조합의 경우



외부 래디얼 하중(F_{re})이 부하된 상태에서의, 총 예압하중(F_{ap})은 아래의 식에 의해 정해진다.

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

이 때, $F_{ap} < F_{ao}/2$ 의 경우는 $F_{ap} = F_{ao}/2$ 로 한다.

각각의 베어링에 대해, 외부 액시얼 하중이 부하된 상태에서의 총 액시얼 하중(F_{a1} , F_{a2})은 아래와 같이 된다.

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/6F_{ae}$$

이 때, $F_{a2} < 0$ 의 경우는 예압 누락상태이며, $F_{a1} = F_{a2}/2$, $F_{a2} = 0$ 이 된다.

각각의 베어링에 부하되는 총 래디얼 하중(F_r)은 총 액시얼 하중의 2/3승에 비례한다.

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} + \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} + \frac{F_{re}}{2}$$

동등가 하중은 각각 아래와 같이 계산된다.

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

X, Y 값은 표 1.1(P139)에서 얻을 수 있다.

각각의 기본정격수명(L_{10})은 아래와 같이 된다.

$$L_{10(1)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^6 \text{ (시간)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^6 \text{ (시간)}$$

복수개 베어링의 전체적인 수명은 아래와 같이 된다.

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{2}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1/1.1}} \text{ (시간)}$$

1. 수명

신수명 계산식

개요

최근, 과거와 비교해 베어링의 기술 개발이 급격하게 진행되면서, 베어링의 치수 정밀도나 재료 청정도가 비약적으로 향상되고 있다. 또, 필터링 기술 등 베어링 주변 기술의 진보의 결과, 비교적 깨끗한 사용 환경 하에서는 ISO화 된 수명 계산식으로부터 계산되는 값보다, 긴 피로 수명값을 가지게 되었다.

G. Lundberg, A. Palmgren에 의한 이론(이하 L-P이론)으로부터 완성된 종래의 수명 계산식은, 재료 내부 구름면 바로 아래의 동적 전단 응력에 의해 크랙이 발생해, 이 크랙이 진전되어 표면까지 이르러 플레이킹에 이른다고 하는 내부 기점형 플레이킹에만 대응하고 있다.

$$1n - \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_c^c \cdot N^e \cdot V}{Z^h}$$

이에 대해 NSK 신수명 계산식에서는 구름 피로수명을 내부 기점형 플레이킹과 표면 기점형 플레이킹의 발생 확률로 나누어 이론화하고 있다.

신수명 계산식의 구축

(1) 내부 기점형 플레이킹

구름 베어링이 내부 기점형의 플레이킹을 발생하는 조건은 클린 윤활 조건하에서 전동체와 궤도륜 사이에 충분한 유막이 발생되어 있는 것이 전제 조건이다.

그림 1.1은 세로축에 최대 접촉면압(Pmax), 횡축에 응력 반복수를 취해, 시험 조건마다의 L10 수명을 취합한 것이다.

그림중의 직선 L10 이론치는, 종래의 수명 이론 계산식으로부터 구한 이론선이다. 최대 접촉면압이 낮아짐에 따라, 실제의 수명이 종래의 수명 이론 계산값으로부터 장수명측으로 이동하고 있다. 즉 일정 이하의 하중에서는 구름 피로가 발생하지 않는다고 하는 피로 한계 하중 Pu의 존재를 예측시키는 것으로, 그림 1.2와 같이 정리된다.

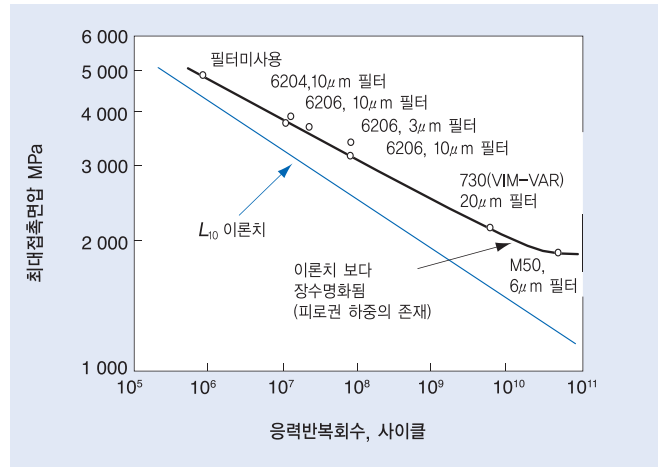


그림 1.1 클린 윤활 조건하에서의 수명 시험 결과

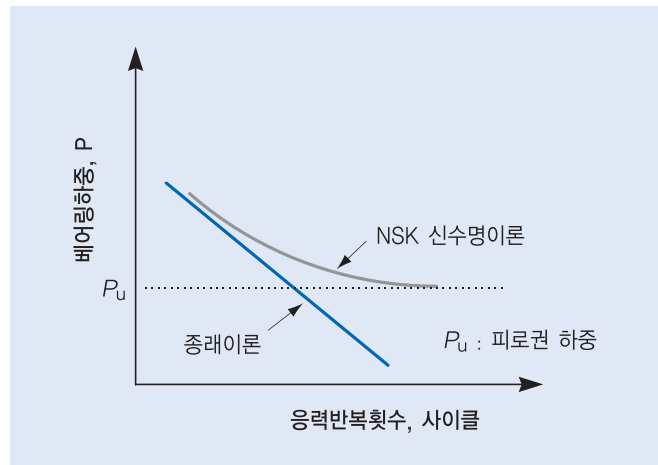


그림 1.2 피로 한계를 고려한 NSK 신수명 이론

(2) 표면 기점형 플레이킹

구름 베어링이 실제로 사용되는 조건에서는, 윤활제가 마모분, Burr, 주물용 모래 등의 이물로 오염되고 있는 경우가 많다.

윤활유 내에 이물을 혼입하고 있으면 궤도륜과 전동체에 이물이 부착되어, 궤도면 위와 전동체에 압흔이 생긴다. 압흔의 테두리에서는 응력 집중에 의한 미소한 크랙이 발생해, 이 크랙이 진전되어 플레이킹에 이르게 된다.

그림 1.3에 나타나듯이, 이물 혼입 윤활 조건하에서는 최대 접촉면압이 낮아지는 것에 따라 실제의 수명은 계산치보다 작아져, 수명 이론선보다도 단수명화 된다. 이 결과는 이물 혼입 윤활 조건하의 실제 수명이 최대 접촉면압의 저하에 따라서 훨씬 더 이론수명보다 짧아져 버리는 것을 나타내고 있다.

표 1.3 오염도 계수 a_c 의 값

	매우 청정	청정	보통	오염	심한 오염
a_c	1	0.8	0.5	0.4~0.1	0.05
적용 기준	10 μ m 미만 필터 관리	10~30 μ m 필터 관리	30~100 μ m 필터 관리	10~100 μ m 초과 필터 또는 필터 관리 미실시 (유욕, 순환 급유 타입등)	필터 없음 다량의 분진 혼입
적용 예	·전기 정보용 그리스 밀봉 베어링 등	·전동기용 그리스 밀봉 베어링 ·철도 차량용 그리스 밀봉 베어링 ·공작기계용 그리스 밀봉 베어링 등	·통상 사용 ·자동차 허브 유니트 베어링 등	·자동차 트랜스미션용 ·감속기용 ·토목 건설기계용 등	

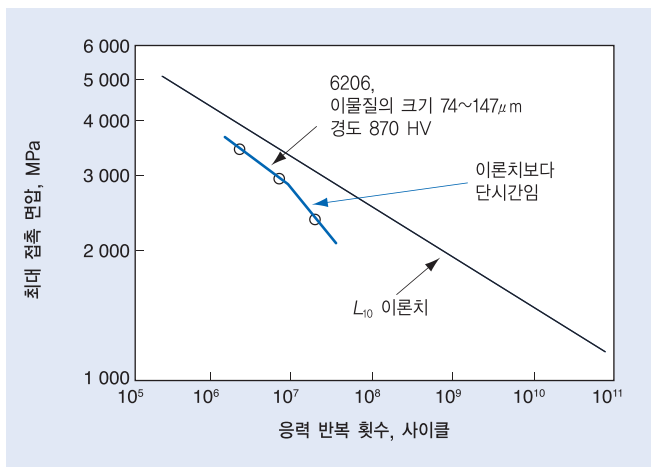


그림 1.3 이물 혼입 윤활 조건하에서의 수명 시험 결과

따라서, 신수명 계산식에서는 클린 환경하의 저하중 영역에서의 수명시험의 결과의 경향을 고려해, 횡축을 $(P - P_u) / C$ 의 함수로 하여, 윤활 파라미터의 영향을 받은 함수로서 정리한다. 또, 이물 환경 하에서는 이물의 종류, 형상의 영향이 베어링 하중이나 윤활 상태와 깊은 관계에 있어, 하중 파라미터로서 함수화할 수 있다고 가정해, 신수명 계산식의 횡축을 $(P - P_u) / C \cdot 1 / a_c$ 라고 정의해 정리했다.

아래에서 상기 이론에 근거한 표면 기점형 플레이킹식의 계산식을 나타낸다.

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^n} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_l)} - 1 \right\}$$

V: 응력 체적

표 1.3에 윤활유의 청정 상태를 오염도계수 a_c 의 값으로 정의한다.

그리스 윤활 시험이나 오일 필터를 사용한 클린 환경의 볼 베어링·롤러 베어링의 시험 결과, 종래의 계산 수명과 비교해 몇배의 장수명이 되는 결과를 얻었다.

한편, Hv350 이상의 경도를 가진 이물이 침입했을 경우, 궤도면에 압흔을 형성해 피로 손상이 진행되어 단시간에 플레이킹에 이르는 경우도 있다. 특히 이물 침입하의 볼 베어링, 롤러 베어링 시험의 결과, 종래의 계산 수명의 1/3~1/10으로 저하하였다.

이러한 시험 결과를 근거로 해 NSK 신수명 이론에서는, 오염도 계수 a_c 를 5 단계로 구분하였다.

(3) 신수명 계산식

신수명 계산식은, 내부 기점형 플레이킹과 이번에 도입한 표면 기점형 플레이킹을 조합한 아래의 식을 제안하였다.

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^n} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_l)} \right\}$$

$$L_{\text{able}} = a_1 \cdot a_{\text{NSK}} \cdot L_{10}$$

1. 수명

수명 보정 계수 a_{NSK}

수명 보정 계수 a_{NSK} 는 아래 식에서 나타나듯 윤활 파라미터 a_L 과 하중 파라미터 $(P-P_u)/C \cdot 1/a_c$ 의 함수로 하고 있다.

$$a_{NSK} \propto F \left\{ a_L \cdot \left(\frac{P-P_u}{C \cdot E a_c} \right) \right\}$$

NSK 신수명 이론에서는 오염도 계수 a_c 를 보정하는 것으로서 재료 · 열처리 향상에 의한 수명 연장 효과를 고려하고 있다.

또, 윤활 파라미터 a_L 는 유막 형성의 정도, 즉 윤활제와 운전 온도에 의해 좌우되기 때문에, 점도비k(=운전 점도 v /필요 점도 v_1)를 사용해, 윤활 조건이 양호(k 값이 커짐)하면 수명도 길어지게 된다.

신수명 계산식의 보정 계수 a_{NSK} 함수화 시킨 선도를 그림 1.4 및 1.5에 나타낸다.

또, 이 신수명 계산식은 상기 시험 결과를 기초로, 점 접촉과 선 접촉을 분리하여, 볼 베어링과 롤러 베어링의 경우에 대해 각각 나누어 고려하고 있다.

신수명 계산식 L_{able}

신수명 계산식의 개념은, 아래 식에서 나타나듯이, 하나의 계수로 단순화하여, 종래의 수명 계산식(L_{10})에 보정 계수(a_{NSK})와 신뢰도 계수(a_1 : 표 1.4)를 곱한 식이 된다.

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

표 1.4 신뢰도 계수

신뢰도(%)	90	95	96	97	98	99
신뢰도계수	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

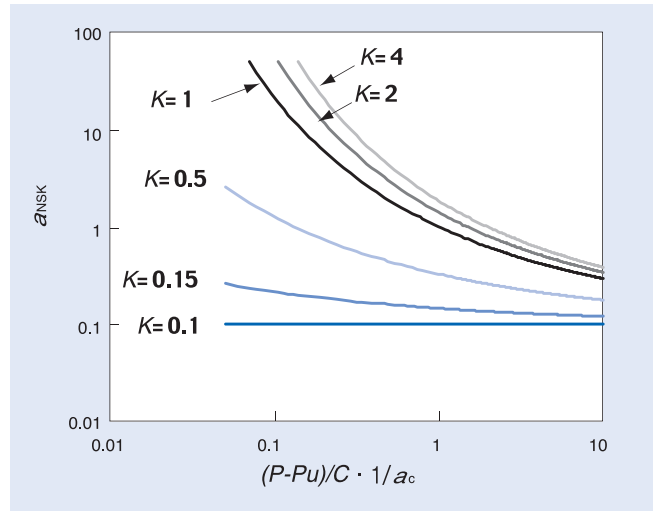


그림 1.4 볼 베어링의 신수명 계산식 선도

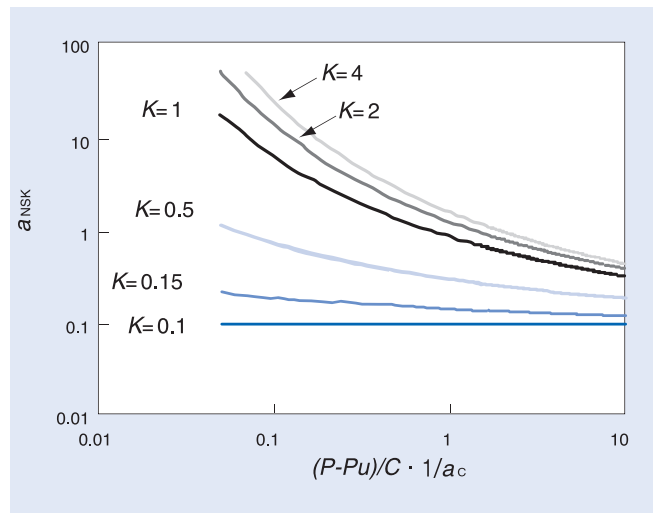


그림 1.5 롤러 베어링의 신수명 계산식 선도

계산 틀의 소개

NSK가 제안하는 신수명 방식에 의한 계산을 실시하는 경우에는, 펌사 Web 사이트(<http://www.nsk.com>) 를 이용하여 주십시오.

고속 베어링의 수명

베어링이 고속으로 운전되는 경우, 외부 하중 이외에 전동체에 작용하는 원심력에 의해 발생하는 베어링 내부 하중을 고려할 필요가 생긴다.

$d_m n$ 치로 80만을 넘는 고속 베어링의 사용 조건에서는, 전용 소프트웨어를 사용해 이 계산을 실시하고 있다.

베어링에 가해지는 하중 조건(라디얼 하중, 액시얼 하중, 전동체의 원심력 등)으로부터 각각의 전동체와 내 외륵간에 작용하는 힘의 평형, 접촉각의 변화를 계산하여 구하고 있다.

그리고 계산된 각각의 전동체를 내 외륵 궤도륵간의 하중을 기초로, 각 전동체 자체의 수명 계산을 실시하여, 마지막으로 베어링 단열의 수명을 계산한다.

※볼의 원심력을 고려한 수명 계산은, 컴퓨터에 의한 계산이 가능하게 됨에 따라 요구되어진 것으로, 실제로 각각의 전동체의 하중 계산을 하고 있다.

고속 조건으로 사용할 때의 수명 계산은 NSK에 상담해 주십시오.

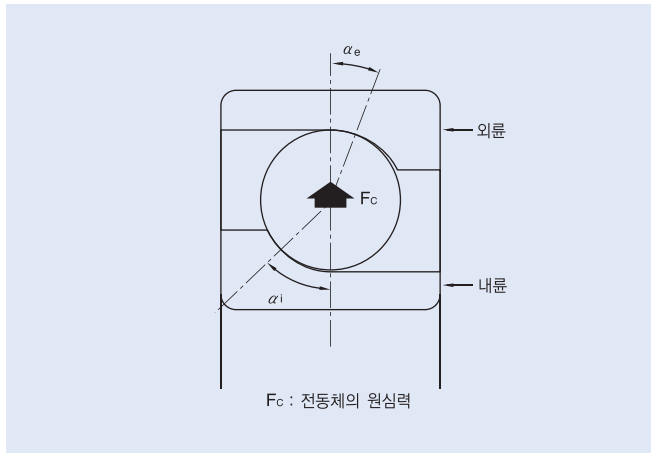


그림 1.6 원심력에 의한 접촉각 변화

세라믹 볼 베어링의 수명

세라믹 볼 베어링에 있어서의 정정격하중, 동정격하중 및 L_{10} 수명은 ISO 281 으로 정의되어 있지 않지만, 일반적으로 동일한 운전 조건으로 비교했을 경우, 세라믹 볼 베어링의 수명이 스틸 볼 베어링의 수명을 웃도는 경향이 있다.

이 경향은 특히 원심력의 효과가 크게 영향을 미치는 고속 회전시에 현저하게 나타난다.

2. 기본 정정격하중과 정등가하중

기본 정정격하중

구름 베어링이 과대한 하중을 받거나 순간적으로 큰 충격 하중을 받으면, 전동체와 궤도면과의 사이에 국부적인 영구 변형을 일으킨다. 그 변형량은 하중이 커짐에 따라 커져, 어느 한도를 넘으면 베어링의 원활한 회전을 방해하게 된다.

기본 정정격 하중이란, 최대 응력을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부 중앙에 있어서, 다음 계산상의 접촉 응력을 발생시키는 정하중을 말한다.

볼 베어링 : 4 200 MPa

롤러 베어링 : 4 000 MPa

이 접촉 응력을 받고 있는 접촉부에 있어서 전동체의 영구 변형량과 궤도의 영구 변형량의 합은, 전동체 직경의 약 0.0001배가 된다. 기본 정정격하중 C_0 의 값은, 각각의 베어링에 있어서 래디얼 베어링에서는 C_{or} , 스러스트 베어링에서는 C_{oa} 로서 베어링 치수표에 기재되어 있다.

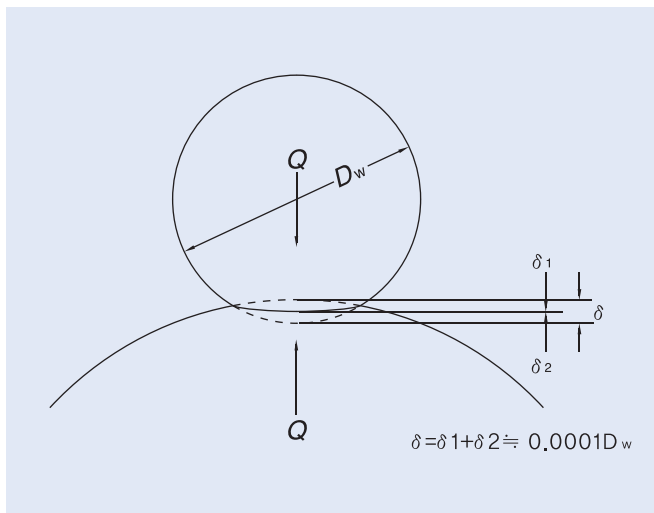


그림 2.1 압흔과 기본 정정격하중의 관계

정등가 하중

정등가 하중이란, 베어링이 정지하고 있는 경우, 실제의 하중 조건 하에서 생기는 최대의 접촉 응력과 동일한 접촉 응력을, 최대하중을 받는 전동체와 궤도와의 접촉부에 일으키게 할만 한 크기의 가상 하중을 말한다.

래디얼 베어링에서는, 베어링 중심을 통해 래디얼 하중을 취하고, 스러스트 베어링은 중심축에 일치한 방향의 액시얼 하중을 취한다.

래디얼 베어링의 경우 다음의 두식 중 큰 값을 취한다.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

$$P_0 = F_r$$

스러스트 베어링의 경우는

$$P_0 = X_0 F_r + F_a$$

표 2.1 계수 X_0 및 Y_0 의 값 : $P_0 = X_0 F_r + F_a$

접촉각	단열·병렬 조합		배면·정면조합		P_0 : 정등가 하중
	X_0	Y_0	X_0	Y_0	
15	0.5	0.46	1	0.92	X_0 : 정 래디얼 하중 계수
18	0.5	0.42	1	0.84	
25	0.5	0.38	1	0.76	Y_0 : 정 액시얼 하중 계수
30	0.5	0.33	1	0.66	
40	0.5	0.26	1	0.52	

단, 단열 또는 병렬 조합의 경우,

$F_r > 0.5 F_r + Y_0 F_a$ 때는 $P_0 = F_r$ 로 한다

정허용 하중계수

베어링에 허용되는 정등가 하중은, 기본 정정격 하중과 베어링에 요구되는 조건이나 베어링의 사용 조건에 따라서 다르다.

기본 정정격 하중에 대한 안전도를 검토하기 위한 정 허용 하중계수 f_s 는 다음식으로 정해진다.

$$f_s = (C_0 / P_0)$$

C_0 : 기본 정정격 하중

P_0 : 정등가 하중

표 2.2 정허용 하중 계수

베어링의 사용 조건	f_s 의 하한	
	볼 베어링	롤러 베어링
조용한 운전을 특별히 필요로 하는 경우	2.0	3.0
진동·충격이 있는 경우	1.5	2.0
보통 운전 조건의 경우	1.0	1.5

허용 액시얼 하중

베어링이 우수한 성능을 유지할 수 있도록, 정적인 허용 액시얼 방향하중을 NSK에서는 다음과 같이 설정하고 있다.

볼 베어링에 액시얼 하중이 걸리면 접촉각이 변화해, 볼과 궤도와 의 접촉부에 생기는 접촉 타원이 궤도 구도의 턱에 걸리는 한계하중 과 기본 정정격 하중 C_0 으로부터 정 스러스트 하중 Y_0 를 이용해 계산한 정 등가하중 P_0 의 한계치로부터 구할 수가 있다. 이중 낮은 값을 한계 축 방향하중으로 한다.

오랜 기간의 실적으로부터 한계 축 방향 하중에 안전율을 고려한 정적인 허용 스러스트 하중의 값을 설정해, 각각의 치수표에 기재하고 있다

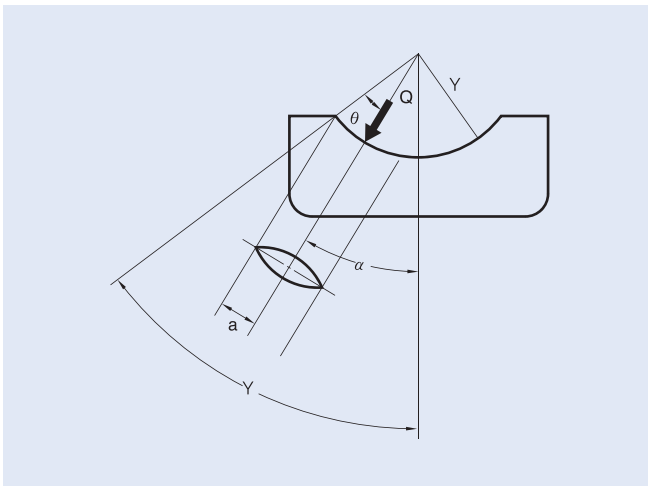


그림 2.2 접촉 타원에 걸리는 한계 스러스트 하중

3. 앵귤러 볼 베어링의 조합 방식

앵귤러 볼 베어링의 조합 방식

NSK는 정밀 앵귤러 볼 베어링을 2열, 3열또는 4열로 조합한 형태로 공급하고 있습니다. 앵귤러 볼 베어링을 주축의 고정축으로 사용하는 경우의 조합은 일반적으로 2열조합(DB), 3열조합(DBD) 또는 4열조합(DBB)가 있지만 이중 3열 조합의 경우는 베어링의 예압 하중 배분이 균등하지 않으므로 최적 예압 설정 범위가 좁고 고속 회전에는 부적합하다.

조합 베어링은 일체형으로 제조되기 때문에 서로 이웃하여 조합되면 소정의 예압이 얻어진다. 조합 베어링의 내경,외경치수의 상호차는 허용 차의 1/3이하가 되도록 관리되어있다.

표3.1 조합 베어링의 특징

	DB	DF	DT	DBD	DBB
하중방향	↔	↔	→	↔	↔
모멘트강성	◎	○	△	◎	◎
고속성	◎	◎	◎	△	○
발열	◎	◎	◎	△	○
강성	○	○	△	◎	◎

주요 조합 베어링의 특징

●배면 조합 DB

래디얼 하중과 양방향의 액시얼 하중을 부하할수있다.작용점거리가 크므로 모멘트 하중이 작용하는 경우 강성이 크다. 하지만, 하우징 정도가 나쁘고, 조립 오차(미스 얼라이먼트)가 있는 경우에는 모멘트 강성이 크기 때문에 내부 하중은 증가하여 조기 플레이킹 등의 손상이 발생하기 쉽다.

●정면 조합DF

작용점 거리가 작기 때문에 모멘트 하중에 대한 부하능력이 좋지않다. 하지만 조립오차에 의한 내부 하중의 증대를 억제할 수 있기 때문에 하우징 정도가 나쁜경우나 축강성이 작고 하중에 따른 축의 휨이 큰 경우등에 사용된다.

●병렬 조합DT

래디얼 하중과 한 방향 액시얼 하중만을 부하할수 있다. 하지만 부하 할 수 있는 액시얼 하중이 단열의 2배이므로 한 방향의 하중이 큰경우에 적용된다.

●3열 조합 DBD

래디얼 하중과 양방향 액시얼 하중을 부하할수 있다. 단, 베어링간의 예압 배분이 균등하지 않으므로 단열 베어링이 받는 내부하중은 2열축의 배가 된다. 고속 운전에서는 이 단열축의 내부 하중 증가가 원인이 되어 손상이 발생할 가능성이 있기 때문에 적절하지 않다.

●4열 조합 DBB

래디얼 하중과 양방향의 액시얼 하중을 부하할수 있다. 동일 클리어런스의 경우 DB조합에 비해 예압, 강성≈2배가 되어 허용 가능한 액시얼 하중도 크게된다.

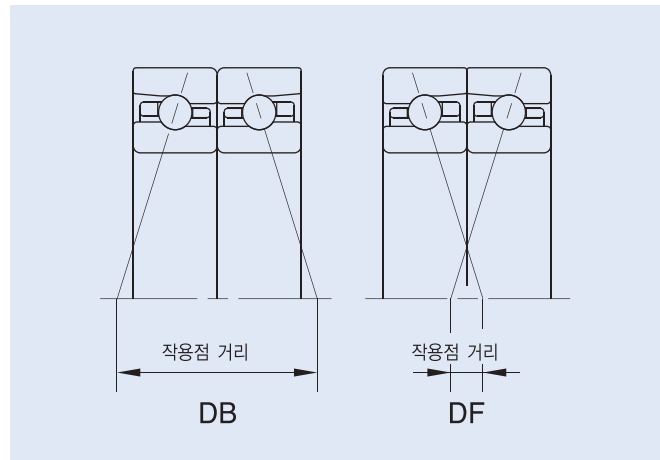


그림3.1 배면 조합 및 정면 조합의 작용점 거리

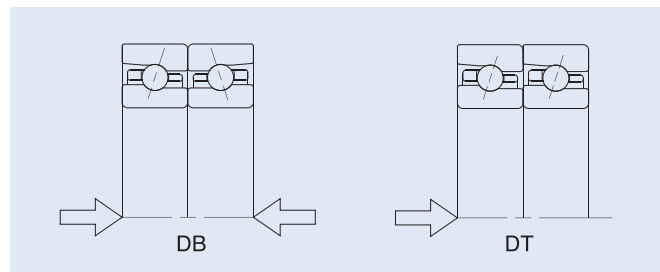


그림3.2 배면 조합 및 병렬 조합의 하중 부하 방향

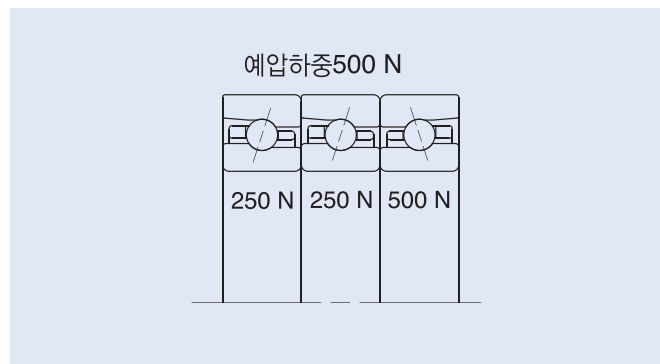


그림3.3 DBD조합의 내부 예압 하중의 분배

배면 조합 베어링과 정면 조합 베어링의 벤딩 비교

작용점 거리의 차이로 인해 배면 조합과 정면 조합은 모멘트 하중에 대한 변위량에 차이가 있다. 우측 그림과 같이 주축구성에 있어 고정축 앵귤러 볼 베어링(75BNR10XET)의 조합을 변경하여 주축단에 1000N의 하중을 부하하였을 때 주축단의 래디얼 변위량(σ_{DB} 및 σ_{DF})에 대해서 비교계산을 실시했다.

$$\sigma_{DB}=2.4079 \times 10^{-2}(\text{mm})$$

$$\sigma_{DF}=2.9853 \times 10^{-2}(\text{mm})$$

작용점 거리가 주축 벤딩에 영향을 미치는 것을 알수 있다.

앵귤러 볼 베어링의 조합 방식

조합 방향

조합 앵귤러 볼베어링은 조합 순서와 부하 방향이 중요하다. 우측 그림과 같이 표식 “V”가 베어링 외경 면에 표시되어 있으므로 이것을 확인 하여 조합 한다.이 표식이 V자를 그리는 것처럼 조합하면 베어링은 정확한 배열이 된다.

내륜 측면 또는 면취부에 래디얼 흔들림 최대위치를 나타내는 부호 “O”이 표시 되어있다.축의 편심 최대 위치와 정확하게 반대위치가 되도록 조립하면 최적의 회전 정도가 얻어진다.

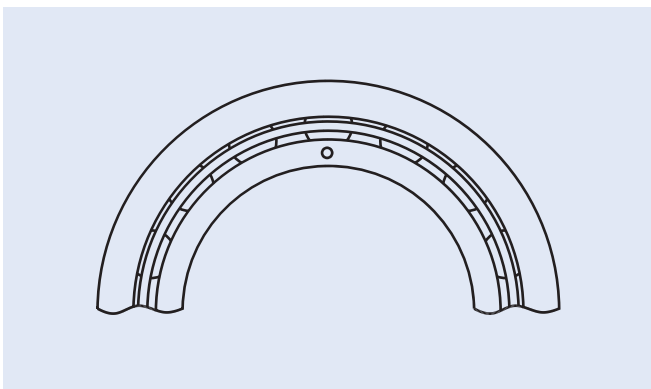


그림3.5 내륜의 래디얼 흔들림 최대 위치 부호

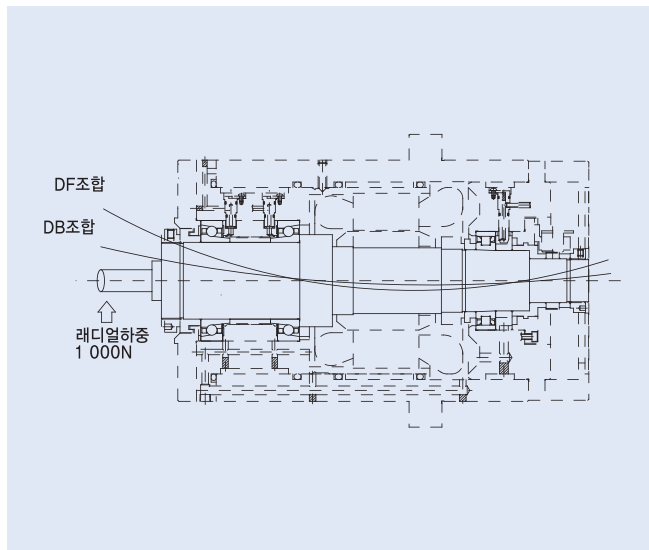


그림3.4 주축의 변위곡선

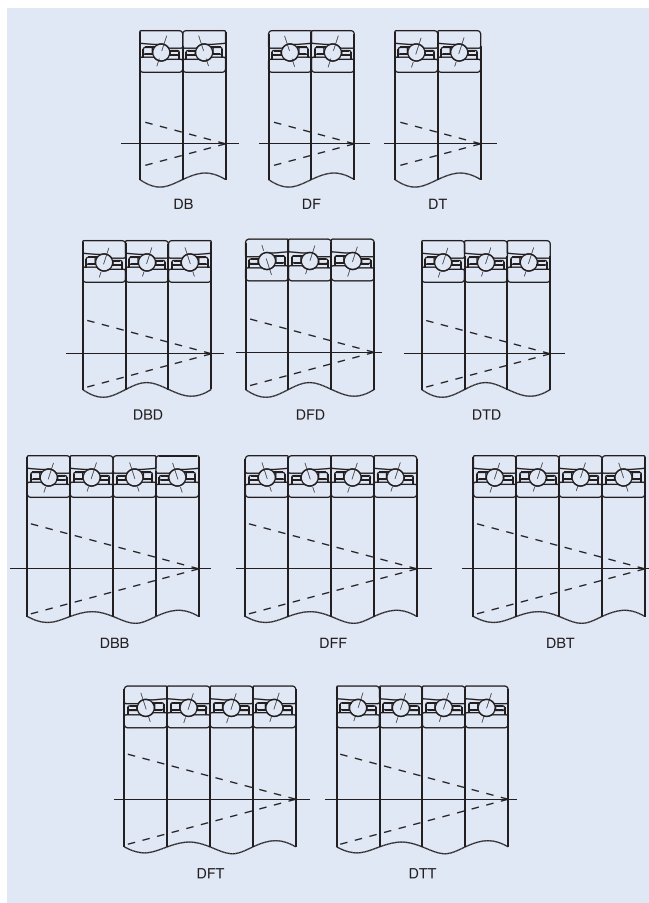


그림3.6. 앵귤러 볼 베어링의 조합방향

정면과 배면의 조합

3. 앵귤러 볼 베어링의 조합 방식

만능 조합

동일 호칭 번호인 베어링을 어떤 방식으로 조합해도 소정의 예압이 얻어지도록 정면,배면의 차폭을 동등하게 관리한 만능 조합 베어링을 제조하고 있다.이 경우 베어링의 설치 방향을 정확하게 조합할 수 있도록 베어링 단품의 외륜 외경면에 “V”표시가 되어있다. “V”표시의 선단은 내륜에 부하하는 액시얼 하중(접촉각)의 방향을 의미한다.

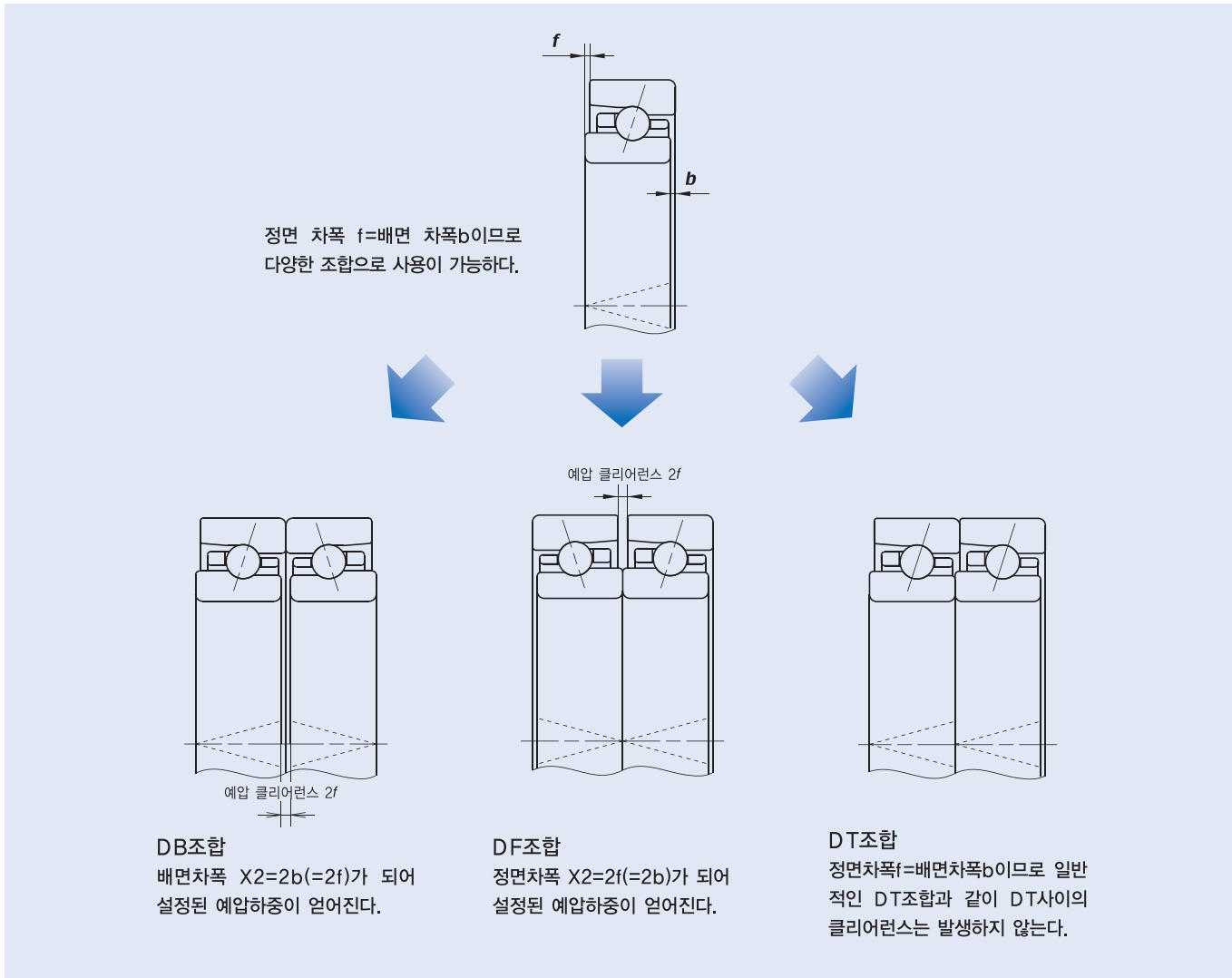


그림3.7 만능조합

SU조합과 DU조합의 차이점

NSK의 만능 조합 형식 에는 SU조합과 DU조합 2종류가 있으며, 각각의 특징을 아래에 나타내었다.

표3.2 SU조합형과 DU조합형의 특징

	SU	DU
베어링 열수	1	2
내외경 치수 상호차	-	허용치의 1/3이내로 관리함

만능 조합 SU 사양 사용시의 주의점

- 다열 조합으로 사용하는 경우는 각열의 내 외경 치수의 상호차를 맞추어 사용할 것을 추천합니다.
- 다열 조합에서 발생하는 내 외경 치수의 상호차를 줄이기 위해서 정도 P4Y급도 준비 되어 있습니다. P4Y급은 회전정도는 ISO 4급과 동일하며 내륜 내경 치수차와 외륜 외경 치수차를 특별 관리하여 만능 조합시의 랜덤 매칭에 유효합니다.
- P4Y급을 채용한 랜덤 매칭은 유효한 사용방법이나, $d_m n$ 150만을 초과하는 회전 영역에서는 미세한 축, 하우징의 간섭량 편차에 기인하여 내부하중에 차이가 발생되어 손상에 이를 가능성도 있습니다. 주의 바랍니다.

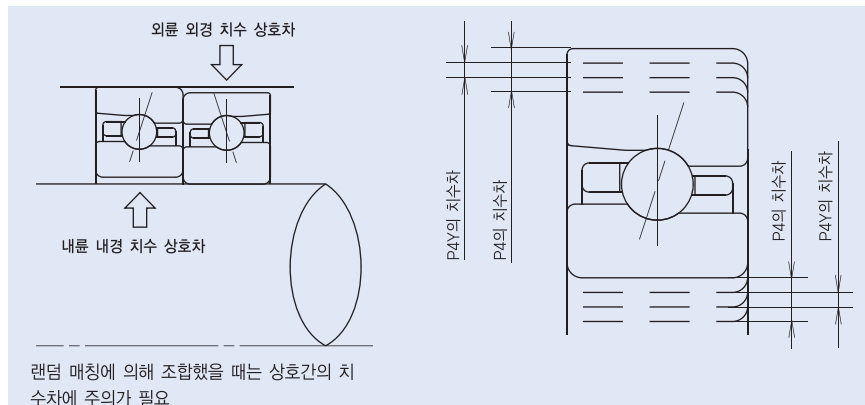


그림3.8 P4급과 P4Y급의 치수차

정밀배합 베어링의 정밀도

만능 조합 베어링(SU)의 조합 마크와 조합 방법

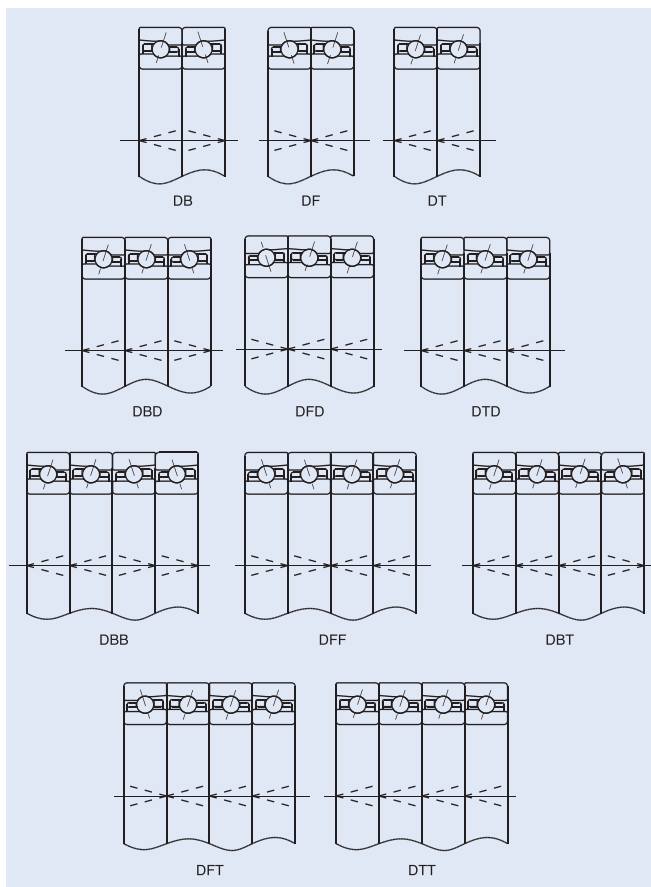


그림 3.9 만능 조합 베어링의 조합방향

내외경 치수 특수 정밀도 규격(P4Y)

표 3.3 내륜 내경 치수차 단위: μ m

베어링 내경 (mm)		P4		P4Y(중앙치 사양)	
초과	이하	상	하 상	하	
30	50	0	- 6	- 1	- 3
50	80	0	- 7	- 2	- 5
80	120	0	- 8	- 3	- 6
120	150	0	-10	- 3	- 7

※내경 치수 30 mm이하의 특수급도 상기 50mm 이하의 치수를 적용

표 3.4 외륜 외경 치수차 단위: μ m

베어링 내경 (mm)		P4		P4Y(중앙치 사양)	
초과	이하	상	하	상	하
50	80	0	- 7	- 2	- 6
80	120	0	- 8	- 2	- 6
120	150	0	- 9	- 3	- 7
150	180	0	-10	- 3	- 7
180	200	0	-14	- 4	- 9
200	215미만	0	-11	- 2	- 9

※외경 치수 50mm 이하의 특수급도 상기 80mm 이하의 치수를 적용

4. 예압과 강성

공작기계 주축의 강성을 검토할 때, 주축에 고정된 베어링이 스프링 역할을 한다고 간주할 수 있다. 주축의 끝 단에 액시얼 하중이 가해 질 때의 축의 변위는 고정축 베어링의 액시얼 강성에 의해 결정된다. 또한, 축의 선단부에 래디얼 하중을 부하하였을 때, 그 부분의 변위는 축의 휨 변형에 의한 것이라고 생각하는 것이 지배적이지만, 베어링의 변형도 무시할 수 없다.

높은 래디얼 강성이 필요한 경우에는 원통 롤러 베어링이 사용된다. 또, 액시얼 하중은 통상 앵귤러 볼 베어링으로 부하된다. 앵귤러 볼 베어링의 접촉각이 큰 만큼 액시얼 강성도 커진다.

사이즈가 같은 내경의 베어링에서는 전동체의 경이 작아도 전동체의 수가 많은 베어링(직경계열 "0" 또는 "9"인 것 혹은 BNR10 또는 BNR19계열)이 더 큰 강성을 갖는다.

공작기계 주축은 강성을 높게 하기 위해 베어링에 예압을 주어서 사용하는 것이 일반적이지만, 너무 예압이 크면 소착이나 플레이킹 등의 원인이 되므로 주의를 요한다. 또한 앵귤러 볼 베어링은 2개 또는 그 이상을 조합해서 사용하는 것도 강성을 크게 한다. 특히, 높은 강성이 요구되는 볼 스크류 써포트용 베어링에 대해서는 접촉각을 가능한 크게 하고 예압도 주축용에 비해 크게 한다. 2개 또는 3개의 베어링에서 액시얼 하중을 받도록 하는 것도 많다.

베어링의 예압 (예압의 목적)

공작기계 주축용 베어링에 예압을 주는 목적은 다음과 같다.

- 축의 회전 정도 향상
- 축의 강성 향상
- 축의 진동, 이음 방지
- 펄스 브리넬링 방지
- 전동체의 미끄럼(슬립), 공전 미끄럼, 자전 미끄럼의 방지
- 전동체의 위치 결정

일반적으로 앵귤러 볼 베어링이나 테이퍼 롤러 베어링 같이 2개 이상 조합해서 사용하는 베어링에 적용되지만, 원통 롤러 베어링도 래디얼 내부 클리어런스를 마이너스로 해서 예압을 주기도 한다.

(1) 정위치예압

정위치 예압은 조합된 베어링의 래디얼 방향의 상대위치가 사용 중에도 변하지 않는 예압으로 다음과 같은 방법이 있다.

1. 예압을 주기 위해, 미리 차폭치수 또는 액시얼 방향 클리어런스를 조정한 조합 베어링을 체결하여 사용하는 방법
2. 예압이 주어지도록 치수 조정을 한 스페이서나 심을 사용하는 방법 (그림 4.1)
3. 액시얼 방향 클리어런스가 조정 가능한 볼트, 너트 등을 이용하여 조립하는 방법. 이 경우, 적당한 예압 하중이 되도록 기동 마찰 모멘트를 측정하면서 조정한다. 단, 이 방법은 예압의 관리가 어렵고 베어링이 기울어지는 경우가 있으므로 정도를 요하는 공작기계 주축에는 적당하지 않다.

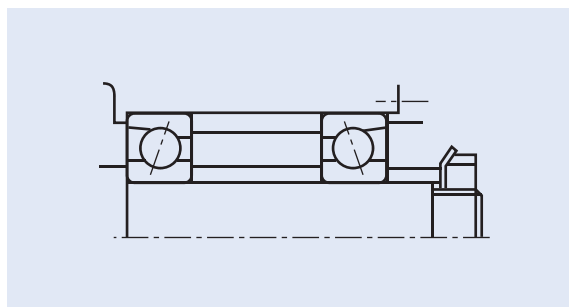


그림 4.1 정위치 예압의 사례

(2) 정압 예압

정압 예압이란 코일 스프링, 접시 스프링 등을 이용해서 적당한 예압을 베어링에 주는 방법이다. 베어링의 상대적인 위치가 사용 중에 변하지만 운전 중의 모든 조건에 걸쳐 거의 일정한 예압량을 유지하는 것이 가능한 예압 방법으로 고속 회전용 앵귤러 볼 베어링의 배열에 사용되고 있다.

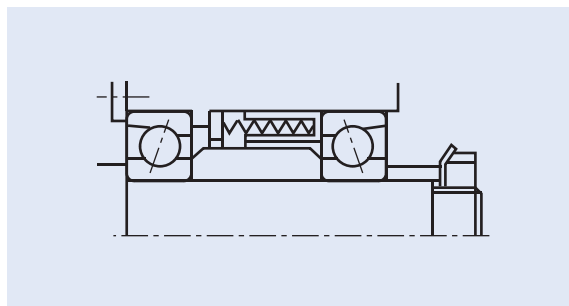


그림 4.2 정압예압의 예

예압에 의한 강성의 변화

정위치 예압과 액시얼 강성

그림 4.3의 조합 베어링의 내륜을 액시얼 방향으로 체결한다면 베어링A나 B는 각각 δ_{aoA} , δ_{aoB} 만 변위가 발생하여 내륜 간의 클리어런스 δ_{ao} 가 없어진다. 이 상태에서 예압 F_{ao} 이 가해지게 된다. 이렇게 예압이 가해진 베어링에 그림과 같이 액시얼 하중 F_a 이 가해질 경우의 베어링의 강성, 즉 하중과 변위의 관계를 나타내는 예압 선도는 그림4.4와 같다. 또한, DBD조합에 걸리는 예압과 예압선도를 그림4.5, 4.6에 나타내었다.

DB조합

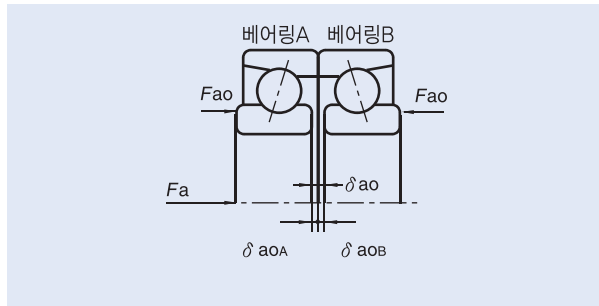
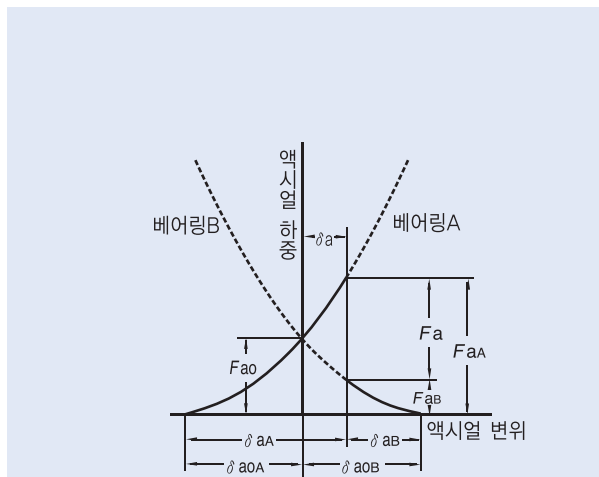


그림4.3 DB조합 베어링의 예압



- F_a : 외부로부터의 액시얼 하중
- F_{aA} : 베어링A에 부하되는 액시얼 하중
- F_{aB} : 베어링B에 부하되는 액시얼 하중
- δ_a : 조합 베어링의 변위량
- δ_{aA} : 베어링A의 변위량
- δ_{aB} : 베어링B의 변위량

그림4.4 정위치 예압(DB조합)의 예압 선도

DBD조합

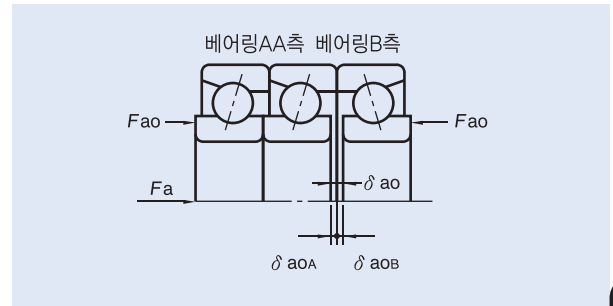
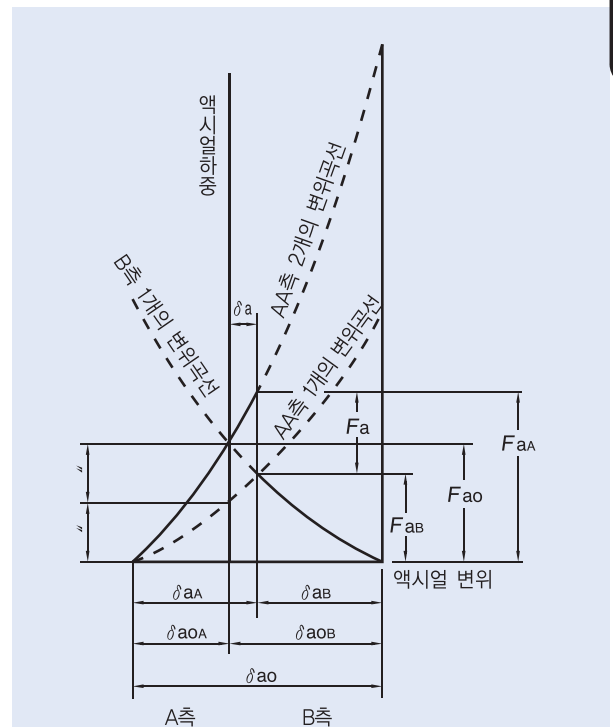


그림4.5 DBD조합 베어링의 예압



- F_a : 외부로부터의 액시얼 하중
- F_{aA} : 베어링A A에 부하되는 액시얼 하중
- F_{aB} : 베어링B에 부하되는 액시얼 하중
- δ_a : 조합 베어링의 변위량
- δ_{aA} : 베어링A A의 변위량
- δ_{aB} : 베어링B의 변위량

그림4.6 정위치 예압(DBD조합)의 예압 선도

정위치 정위치

4. 예압과 강성

정압 예압과 액시얼 강성

그림 4.7에 정압 예압이 가해진 베어링의 예압 선도를 나타내었다. 예압 스프링의 강성은 베어링의 강성에 비해 일반적으로 상당히 작으므로 스프링 변위 직선은 거의 가로축과 평행하다.

따라서, 정압 예압의 강성은 베어링 단품에 미리 예압량 F_{ao} 의 액시얼 하중을 준 경우의 베어링의 강성과 거의 같다.

정위치 예압, 정압 예압이 설정된 베어링이나 베어링 단품의 강성을 비교하면 그림 4.8과 같다.

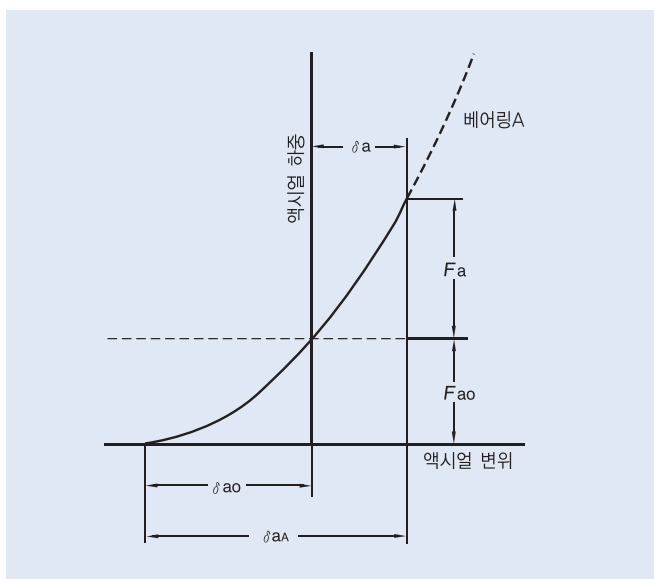


그림 4.7 정압 예압의 예압선도

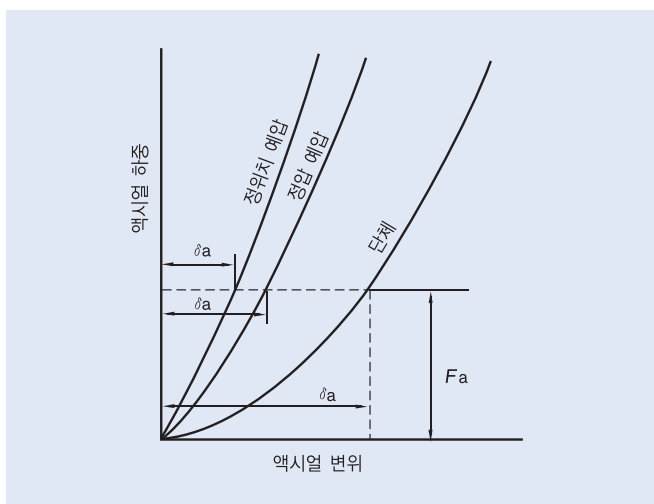


그림 4.8 예압 방법에 의한 강성의 비교

예압 방법의 비교

정위치 예압과 정압 예압을 비교하면 다음과 같다.

(1) 예압량이 같을 경우, 베어링의 강성을 증가시키는 효과는 정위치 예압이 크다. 즉, 다시 말하면 베어링 하중에 대한 변위는 정위치 예압이 작다고 할 수 있다.

(2) 정위치 예압에서는 운전 중의 축과 하우징의 온도차에 의한 액시얼 방향의 팽창량 차이, 내륜과 외륜과의 온도차에 의한 래디얼 방향의 열팽창의 차, 회전하는 전동체로 인한 원심력 등의 영향에 의해 예압량은 변한다. 정압 예압의 경우에는 축의 신축 등에 의한 스프링 하중의 변화가 상당히 작으므로 예압 하중의 변화는 무시해도 좋다.

따라서, 일반적으로 강성을 높이는 목적으로는 정위치 예압이 적절하고 고속 회전의 경우에는 정압 예압이 적절하다.

예압량

베어링의 예압을 크게 하면 강성은 높아진다. 그러나 다른 한편으로 수명의 저하, 발열의 증가, 그리고 극단적인 경우에는 마모나 소착 등의 불량 발생하기 쉽다. 따라서, 사용 용도나 조건에 맞게 신중하게 검토하여 필요 이상의 예압을 가하지 않도록 해야 한다.

주축의 고속화와 예압 (정위치 예압)

베어링이 고속으로 회전하면 원심력에 의한 내륜 팽창, 볼의 원심력에 의한 내부하중 발생, 내륜·외륜온도차 등에 의해 베어링 내부의 볼과 내륜·외륜궤도 사이의 접촉 면압이 증가한다. 또한, 앵글러 볼 베어링과 같이 접촉각을 갖는 베어링의 경우, 회전 중에는 스피니미끄럼이나 자이로 미끄럼 등 여러가지의 미끄럼이 발생하면서 구름 접촉을 한다. 이러한 미끄럼은 고속회전이 되면서 증가하고 때문에 접촉부의 발열은 커지고 윤활유의 점도는 낮아진다. 경우에 따라서는 유막이 끊어져 소착에 이르기까지도 한다. 다시 말하면, 저속회전시와 고속회전시의 접촉부 면압이 같다고 해도 고속회전시에는 미끄럼에 의한 발열은 커진다. 이러한 생각을 정량적으로 나타내는 Pv 값(P : 접촉부 면압, v : 미끄럼 속도)을 베어링의 구름 접촉부에 적용한다. Pv 를 일정하게 하려고 한다면 고속회전시는 저속회전시에 비해 미끄럼이 크므로 v 가 증가하기 때문에 P 를 감소시켜야 할 필요가 있다. NSK에서는 고속회전 중에 발생하는 베어링 내부의 접촉 면압 및 미끄럼을 컴퓨터로 계산함과 동시에 축적된 다수의 사내 시험 데이터와 사외 실적 등을 근거로 윤활 방법, 회전수에 따른 한계치 계수를 설정하고 이에 근거하여 예압 하중을 검토하고 있다. $d_m n$ 이 80×10^4 를 초과하는 고속회전일 경우, NSK에 문의해 주십시오.

특수 클리어런스 관련

NSK에서는 조합 앵글러 볼 베어링용 특수 클리어런스로 CA 또는 CP를 정하여 적용하고 있습니다.

CA : 액시얼 클리어런스...축방향으로 틈이 발생하는 클리어런스

CP : 예압 클리어런스...예압이 발생하는 클리어런스

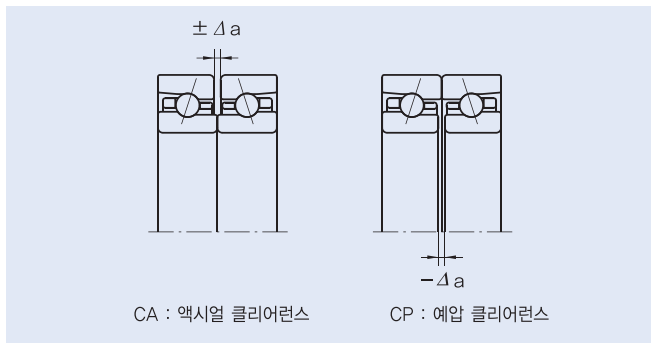


그림 4.9 특수 클리어런스

예압 조정

스페이서로 예압을 조정하는 경우(EL→ L, L→ EL)에는 각 예압 관련 측정 액시얼 클리어런스 차분량을 각각의 사이에 있는 스페이서로 조정 한다.(예압을 증가시킬 경우에는 내륜 스페이서를 가공하며 감소시킬 경우에는 외륜 스페이서를 가공한다.)

액시얼 클리어런스의 평균치(측정치)는 P156~P166을 참조, 또한, 액시얼 클리어런스 측정시 측정하중은 표4.1을 따른다.

표4.1 클리어런스의 측정하중

호칭베어링D(mm)		측정 하중(N)
초 과	이 하	
10	50	24.5
50	120	49
120	200	98
200	-	196

※10mm는 이 구분에 포함됨

원통 롤러 베어링의 내부 클리어런스

공작 기계 주축이 높은 회전정도와 강성을 갖기 위해서 베어링은 조립후 최소의 내부 래디얼 클리어런스 혹은 예압으로 사용된다. 통상, 원통 롤러 베어링은 조립후 래디얼 내부 클리어런스 조정을 쉽게 하기 위해 테이퍼 내경 베어링이 사용된다. 일반적으로 주축전축(고정축)에 사용되는 원통 롤러 베어링은 운전시 예압이 걸리도록 하고 주축 후축(자유축)에 사용되는 베어링은 운전시에 약간의 클리어런스가 생기도록 조립시 래디얼 내부 클리어런스를 조정한다. 조립

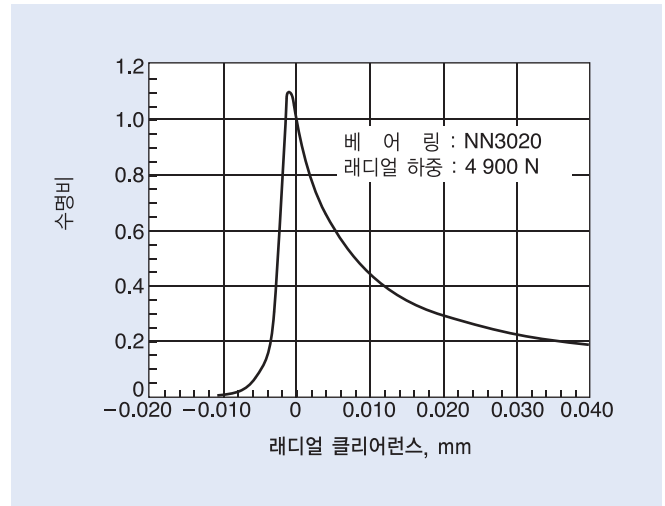


그림4.10 복열 원통 롤러 베어링의 래디얼 클리어런스와 구름 피로수명의 변화

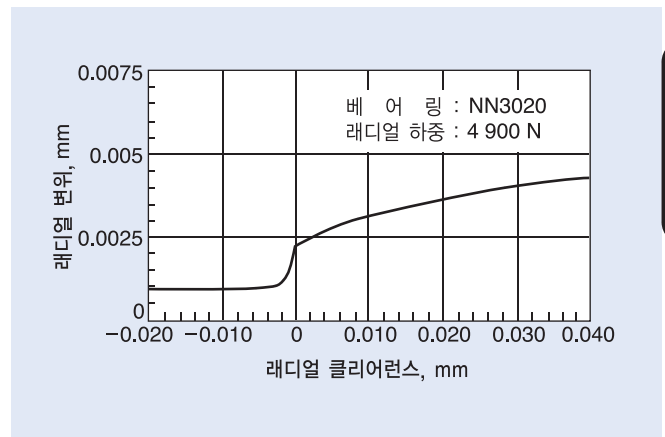


그림4.11 복열 원통 롤러 베어링의 래디얼 클리어런스와 강성의 변화

중요한 수치

후 래디얼 내부 클리어런스의 크기는 회전속도, 하중, 윤활, 베어링 사이즈, 요구되는 강성, 수명시간 등으로부터 결정한다.

원통 롤러 베어링의 래디얼 내부 클리어런스와 수명의 관계를 그림4.10에, 래디얼 내부 클리어런스와 래디얼 방향 탄성변위량의 관계를 그림4.11에 NN3020 (내경100mm 외경150mm 폭37mm)를 예로 나타내었다.

4.예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

고정도 앵글러 볼 베어링

(표준시리즈)

79계열 C각
호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H					
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)				
00	10	7	(5)	10	15	(2)	14	29	(-1)	19	59	(-6)	27
01	12	8.6	(4)	12	15	(2)	16	39	(-3)	24	78	(-8)	34
02	15	12	(3)	14	25	(0)	20	49	(-4)	26	100	(-11)	38
03	17	12	(3)	15	25	(0)	20	59	(-5)	30	120	(-12)	43
04	20	19	(1)	19	39	(-3)	26	78	(-8)	35	150	(-15)	48
05	25	19	(1)	21	39	(-2)	28	100	(-9)	43	200	(-17)	61
06	30	24	(0)	25	49	(-3)	33	100	(-8)	45	200	(-16)	65
07	35	34	(2)	29	69	(-2)	39	150	(-9)	55	290	(-18)	78
08	40	39	(1)	32	78	(-3)	42	200	(-12)	63	390	(-22)	88
09	45	50	(0)	37	100	(-5)	50	200	(-11)	66	390	(-21)	94
10	50	50	(0)	39	100	(-4)	51	250	(-13)	78	490	(-24)	111
11	55	60	(-1)	45	120	(-5)	58	290	(-15)	90	590	(-26)	127
12	60	60	(-1)	46	120	(-5)	60	290	(-15)	93	590	(-25)	128
13	65	75	(-2)	53	150	(-7)	71	340	(-16)	104	690	(-27)	146
14	70	100	(-4)	59	200	(-10)	79	490	(-22)	119	980	(-36)	168
15	75	100	(-4)	61	200	(-9)	79	490	(-21)	120	980	(-35)	171
16	80	100	(-4)	62	200	(-9)	80	490	(-21)	124	980	(-34)	173
17	85	145	(-6)	73	290	(-14)	98	640	(-25)	138	1 270	(-41)	191
18	90	145	(-3)	79	290	(-9)	102	740	(-23)	156	1 470	(-39)	219
19	95	145	(-3)	81	290	(-9)	105	780	(-24)	165	1 570	(-40)	231
20	100	195	(-5)	83	390	(-13)	112	880	(-28)	164	1 770	(-46)	231
21	105	195	(-5)	86	390	(-13)	116	880	(-27)	167	1 770	(-45)	235
22	110	195	(-5)	89	390	(-13)	120	930	(-27)	173	1 860	(-45)	244
24	120	270	(-8)	102	540	(-17)	135	1 270	(-35)	200	2 550	(-56)	278
26	130	320	(-10)	108	640	(-20)	148	1 470	(-38)	214	2 940	(-61)	302
28	140	320	(-10)	111	640	(-19)	150	1 470	(-37)	218	2 940	(-60)	309
30	150	395	(-7)	124	790	(-19)	168	1 790	(-41)	248	3 560	(-68)	351
32	160	425	(-8)	134	855	(-19)	179	1 930	(-39)	258	3 840	(-64)	361
34	170	485	(-9)	151	970	(-20)	200	2 180	(-40)	288	4 310	(-65)	403
36	180	595	(-12)	158	1 190	(-25)	211	2 650	(-48)	302	5 340	(-78)	425
38	190	605	(-12)	162	1 210	(-25)	217	2 790	(-49)	315	5 600	(-79)	443
40	200	785	(-16)	183	1 570	(-31)	244	3 570	(-58)	352	7 110	(-92)	493

79계열 A5각
호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H					
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)				
00	10	9.8	(2)	24	20	(1)	31	49	(-3)	44	100	(-6)	59
01	12	16	(1)	32	29	(0)	38	59	(-3)	52	120	(-7)	70
02	15	16	(1)	33	39	(-1)	46	78	(-4)	60	150	(-8)	76
03	17	19	(1)	34	39	(-1)	46	78	(-4)	62	150	(-8)	81
04	20	29	(0)	43	59	(-3)	60	120	(-6)	75	250	(-12)	103
05	25	34	(-1)	56	69	(-3)	70	150	(-7)	95	290	(-12)	123
06	30	39	(-1)	61	78	(-3)	77	150	(-6)	99	290	(-11)	131
07	35	50	(0)	70	100	(-3)	94	250	(-8)	127	490	(-15)	170
08	40	60	(-1)	72	120	(-3)	97	290	(-9)	139	590	(-16)	182
09	45	75	(-1)	87	150	(-4)	114	340	(-10)	160	690	(-17)	207
10	50	75	(-1)	94	150	(-4)	124	390	(-10)	175	780	(-18)	235
11	55	100	(-2)	112	200	(-5)	144	440	(-11)	198	880	(-19)	264
12	60	100	(-2)	117	200	(-5)	150	440	(-10)	198	880	(-18)	267
13	65	100	(-2)	125	200	(-5)	161	490	(-11)	223	980	(-18)	289
14	70	145	(-3)	138	290	(-7)	183	690	(-14)	249	1 370	(-24)	334
15	75	145	(-3)	142	290	(-7)	188	740	(-15)	267	1 470	(-24)	347
16	80	170	(-4)	156	340	(-8)	203	780	(-15)	274	1 570	(-25)	367
17	85	220	(-5)	172	440	(-9)	229	980	(-17)	306	1 960	(-28)	396
18	90	245	(-4)	188	490	(-8)	253	1 080	(-16)	340	2 160	(-27)	449
19	95	245	(-3)	195	490	(-8)	262	1 180	(-17)	363	2 350	(-28)	475
20	100	295	(-5)	197	590	(-10)	266	1 270	(-18)	346	2 550	(-31)	463
21	105	295	(-4)	203	590	(-9)	264	1 370	(-19)	368	2 750	(-32)	490
22	110	320	(-5)	222	640	(-10)	284	1 470	(-20)	391	2 940	(-33)	517
24	120	440	(-7)	244	880	(-13)	328	1 960	(-24)	441	3 920	(-39)	580
26	130	490	(-7)	262	980	(-14)	346	2 160	(-25)	460	4 310	(-41)	611
28	140	490	(-7)	273	980	(-13)	348	2 260	(-25)	479	4 510	(-41)	635
30	150	625	(-7)	308	1 250	(-14)	393	2 880	(-28)	540	5 860	(-47)	719
32	160	665	(-7)	330	1 330	(-14)	422	3 230	(-29)	592	6 290	(-47)	775
34	170	775	(-8)	376	1 550	(-15)	478	3 520	(-29)	653	7 110	(-48)	867
36	180	1 010	(-10)	397	2 020	(-19)	514	4 420	(-35)	693	8 830	(-57)	917
38	190	1 035	(-10)	409	2 070	(-19)	531	4 550	(-35)	717	9 110	(-57)	949
40	200	1 280	(-12)	453	2 560	(-22)	585	5 840	(-41)	801	11 620	(-66)	1 057

래디얼 강성 계산
액시얼 강성치에 표A의 계수를 곱하여
계산합니다.

A표	EL	L	M	H
15	6.5	6.0	5.0	4.5
18	4.5			
25	2.0			
30	1.4			
40	0.7			

다열 조합의 계산

예압하중, 액시얼 강성치는 각각 표B의

계수를 곱하여 계산합니다.

라디얼 강성치는 표A로 구해진 값에 표B

의 계수를 곱하여 계산합니다.

B표

예압계수	1.36	DBB
액시얼강성	1.48	2
라디얼강성	1.54	2

70계열 C각
호칭 접촉각 α=15° 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)
00	10	12	(3) 12	25	(0) 17	49	(-5) 23	100	(-12) 32
01	12	12	(3) 14	25	(0) 18	59	(-6) 26	120	(-14) 37
02	15	14	(3) 16	29	(-1) 20	69	(-7) 29	150	(-16) 43
03	17	14	(2) 16	29	(-1) 21	69	(-7) 31	150	(-16) 45
04	20	24	(0) 21	49	(-4) 28	120	(-12) 42	250	(-22) 59
05	25	29	(-1) 24	59	(-5) 32	150	(-14) 48	290	(-24) 68
06	30	39	(1) 29	78	(-3) 39	200	(-13) 59	390	(-24) 83
07	35	60	(-1) 36	120	(-7) 49	250	(-16) 68	490	(-28) 94
08	40	60	(-1) 39	120	(-6) 51	290	(-17) 77	590	(-30) 110
09	45	75	(-3) 43	150	(-8) 58	340	(-19) 85	690	(-33) 121
10	50	75	(-2) 46	150	(-8) 63	390	(-20) 96	780	(-34) 136
11	55	100	(-4) 51	200	(-11) 69	490	(-24) 102	980	(-40) 145
12	60	100	(-4) 53	200	(-10) 70	540	(-25) 110	1 080	(-42) 158
13	65	125	(-6) 61	250	(-13) 82	540	(-24) 117	1 080	(-39) 164
14	70	145	(-7) 68	290	(-14) 88	740	(-30) 135	1 470	(-48) 190
15	75	145	(-7) 70	290	(-14) 92	780	(-31) 144	1 570	(-49) 202
16	80	195	(-6) 76	390	(-14) 103	930	(-31) 152	1 860	(-52) 216
17	85	195	(-6) 78	390	(-14) 106	980	(-32) 161	1 960	(-52) 225
18	90	245	(-8) 87	490	(-18) 117	1 180	(-37) 172	2 350	(-60) 242
19	95	270	(-9) 93	540	(-19) 124	1 180	(-36) 176	2 350	(-58) 246
20	100	270	(-9) 97	540	(-18) 127	1 270	(-37) 187	2 550	(-60) 264
21	105	320	(-11) 103	640	(-21) 134	1 470	(-42) 198	2 940	(-67) 277
22	110	370	(-13) 104	740	(-25) 137	1 770	(-49) 203	3 530	(-78) 286
24	120	415	(-14) 116	830	(-26) 153	1 960	(-50) 225	3 920	(-79) 317
26	130	490	(-16) 126	980	(-29) 167	2 260	(-54) 244	4 510	(-85) 344
28	140	500	(-11) 132	1 000	(-24) 174	2 210	(-49) 254	4 420	(-81) 361
30	150	575	(-13) 141	1 150	(-27) 187	2 560	(-55) 276	5 100	(-88) 386
32	160	625	(-14) 147	1 250	(-29) 197	2 930	(-57) 288	5 840	(-90) 403
34	170	780	(-18) 160	1 560	(-35) 213	3 560	(-66) 309	7 150	(-104) 435
36	180	930	(-21) 179	1 860	(-39) 238	4 160	(-71) 342	8 320	(-111) 479
38	190	1 030	(-23) 188	2 060	(-42) 251	4 640	(-76) 360	9 340	(-119) 507
40	200	1 150	(-25) 198	2 300	(-45) 264	5 170	(-81) 379	10 350	(-126) 533

70계열 A5각
호칭 접촉각 α=25° 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)
00	10	19	(1) 29	39	(-2) 41	78	(-5) 51	150	(-10) 67
01	12	19	(1) 31	39	(-2) 45	100	(-6) 60	200	(-12) 81
02	15	19	(1) 33	39	(-1) 43	100	(-6) 65	200	(-11) 84
03	17	24	(0) 41	49	(-2) 52	120	(-7) 75	250	(-13) 99
04	20	39	(-1) 51	78	(-4) 68	200	(-10) 97	390	(-17) 128
05	25	50	(-2) 61	100	(-5) 79	200	(-9) 99	390	(-16) 133
06	30	60	(-1) 68	120	(-4) 89	290	(-10) 129	590	(-18) 171
07	35	75	(-1) 78	150	(-5) 107	390	(-12) 149	780	(-21) 198
08	40	100	(-2) 95	200	(-6) 127	440	(-12) 168	880	(-21) 223
09	45	100	(-2) 99	200	(-6) 132	490	(-13) 181	980	(-22) 238
10	50	120	(-3) 118	250	(-7) 154	590	(-14) 208	1 180	(-24) 278
11	55	170	(-4) 127	340	(-9) 170	780	(-18) 235	1 570	(-29) 307
12	60	170	(-4) 134	340	(-9) 179	780	(-17) 241	1 570	(-28) 317
13	65	195	(-5) 157	390	(-9) 196	880	(-18) 272	1 770	(-29) 356
14	70	245	(-6) 170	490	(-11) 218	1 080	(-20) 293	2 160	(-33) 390
15	75	245	(-6) 179	490	(-11) 229	1 180	(-21) 316	2 350	(-34) 418
16	80	320	(-6) 187	640	(-11) 245	1 470	(-23) 343	2 940	(-37) 448
17	85	320	(-5) 196	640	(-11) 257	1 470	(-22) 352	2 940	(-36) 462
18	90	390	(-7) 218	780	(-13) 275	1 770	(-25) 374	3 530	(-41) 494
19	95	415	(-7) 227	830	(-13) 287	1 860	(-25) 392	3 730	(-42) 525
20	100	415	(-7) 235	830	(-13) 299	1 960	(-26) 417	3 920	(-42) 548
21	105	490	(-8) 246	980	(-15) 317	2 260	(-28) 430	4 510	(-46) 571
22	110	590	(-10) 258	1 180	(-18) 330	2 650	(-33) 447	5 300	(-53) 588
24	120	635	(-10) 281	1 270	(-18) 361	2 940	(-33) 491	5 880	(-54) 654
26	130	785	(-12) 305	1 570	(-20) 396	3 430	(-36) 536	6 860	(-58) 710
28	140	785	(-9) 317	1 570	(-17) 406	3 660	(-33) 554	7 270	(-54) 729
30	150	930	(-11) 351	1 850	(-20) 446	4 070	(-37) 601	8 250	(-61) 800
32	160	1 080	(-12) 376	2 160	(-22) 482	4 700	(-40) 649	9 380	(-65) 858
34	170	1 270	(-14) 401	2 550	(-25) 514	5 900	(-47) 707	11 600	(-75) 929
36	180	1 550	(-16) 450	3 100	(-28) 577	6 820	(-50) 779	13 560	(-80) 1 028
38	190	1 660	(-17) 460	3 320	(-29) 599	7 560	(-53) 819	15 130	(-85) 1 084
40	200	1 850	(-18) 493	3 700	(-31) 631	8 360	(-56) 860	16 820	(-90) 1 141

()안의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미합니다.

4. 예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

고정도 앵글러 볼 베어링

(표준시리즈)

70계열 A각
호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$ 강구

래디얼 강성의 계산
액시얼 강성치에 표A의 계수를 곱하여 계산합니다.

A표	EL	L	M	H
15	6,5	6,0	5,0	4,5
18	4,5			
25	2,0			
30	1,4			
40	0,7			

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/μm)
00	10	25 (0)	44	100 (-5)	71	210 (-10)	94	330 (-15)	115
01	12	25 (0)	48	110 (-5)	78	220 (-10)	104	360 (-15)	127
02	15	25 (0)	50	110 (-5)	85	240 (-10)	113	390 (-15)	139
03	17	25 (0)	52	120 (-5)	91	250 (-10)	122	420 (-15)	151
04	20	25 (0)	58	130 (-5)	103	280 (-10)	139	470 (-15)	170
05	25	25 (0)	61	140 (-5)	111	290 (-10)	149	510 (-15)	183
06	30	50 (0)	85	190 (-5)	138	390 (-10)	180	640 (-15)	217
07	35	50 (0)	92	210 (-5)	150	420 (-10)	196	700 (-15)	237
08	40	50 (0)	100	220 (-5)	168	460 (-10)	220	760 (-15)	267
09	45	50 (0)	103	230 (-5)	175	480 (-10)	230	1 180 (-20)	324
10	50	50 (0)	110	250 (-5)	194	530 (-10)	255	1 270 (-20)	360
11	55	50 (0)	112	250 (-5)	196	880 (-15)	311	1 270 (-20)	360
12	60	50 (0)	116	250 (-5)	205	930 (-15)	327	1 370 (-20)	380
13	65	50 (0)	124	270 (-5)	224	980 (-15)	360	1 470 (-20)	417
14	70	50 (0)	127	270 (-5)	230	1 080 (-15)	370	2 060 (-25)	482
15	75	50 (0)	131	280 (-5)	241	1 080 (-15)	387	2 160 (-25)	505
16	80	100 (0)	168	760 (-10)	340	1 770 (-20)	464	3 040 (-30)	572
17	85	100 (0)	173	780 (-10)	355	1 860 (-20)	486	3 240 (-30)	600
18	90	100 (0)	174	780 (-10)	358	2 450 (-25)	542	3 920 (-35)	650
19	95	100 (0)	180	810 (-10)	372	2 550 (-25)	568	4 120 (-35)	680
20	100	100 (0)	185	840 (-10)	368	2 750 (-25)	595	4 310 (-35)	713
21	105	100 (0)	185	840 (-10)	388	2 750 (-25)	591	4 310 (-35)	707
22	110	100 (0)	180	1 320 (-15)	443	3 330 (-30)	620	5 980 (-45)	774
24	120	100 (0)	193	1 470 (-15)	486	3 630 (-30)	683	6 570 (-45)	853
26	130	100 (0)	200	1 470 (-15)	507	4 710 (-35)	772	7 940 (-50)	942
28	140	100 (0)	206	1 770 (-15)	557	5 300 (-35)	828	8 730 (-50)	1 005
30	150	200 (0)	256	1 830 (-15)	573	5 850 (-37)	876	11 700 (-60)	1 146
32	160	200 (0)	260	1 880 (-15)	591	5 545 (-35)	870	12 070 (-60)	1 143
34	170	200 (0)	262	2 669 (-20)	669	6 024 (-37)	899	12 048 (-60)	1 178
36	180	200 (0)	273	3 580 (-24)	778	7 157 (-40)	1 001	14 314 (-64)	1 311
38	190	200 (0)	276	3 851 (-25)	809	8 081 (-43)	1 060	16 162 (-69)	1 389
40	200	200 (0)	279	5 012 (-30)	902	13 314 (-60)	1 294	26 628 (-95)	1 708

()안의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미합니다.

다열 조합의 계산

예압 하중, 액시얼 강성치는 각각 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.
 래디얼 강성치는 표A로 구해진 값에 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.

B표

	DBD	DBB
예압계수	1.36	2
액시얼 강성	1.48	2
래디얼 강성	1.54	2

72계열 C각
호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
00	10	14 (3)	13	29 (-1)	18	69 (-8)	27	150 (-18)	38
01	12	19 (1)	16	39 (-3)	21	100 (-12)	33	200 (-22)	46
02	15	19 (1)	17	39 (-3)	23	100 (-11)	34	200 (-21)	48
03	17	24 (0)	19	49 (-4)	25	150 (-16)	42	290 (-28)	59
04	20	34 (-2)	23	69 (-7)	30	200 (-20)	49	390 (-33)	70
05	25	39 (1)	26	78 (-4)	36	200 (-14)	53	390 (-27)	76
06	30	60 (-1)	32	120 (-7)	43	290 (-20)	66	590 (-35)	94
07	35	75 (-3)	37	150 (-10)	50	390 (-25)	75	780 (-43)	108
08	40	100 (-5)	44	200 (-13)	60	490 (-29)	90	980 (-47)	126
09	45	125 (-7)	49	250 (-16)	67	540 (-30)	94	1 080 (-49)	132
10	50	125 (-7)	52	250 (-15)	69	590 (-31)	102	1 180 (-50)	143
11	55	145 (-8)	56	290 (-17)	74	780 (-38)	117	1 570 (-60)	163
12	60	195 (-11)	64	390 (-22)	86	930 (-42)	126	1 860 (-67)	179
13	65	220 (-12)	71	440 (-23)	95	1080 (-44)	141	2 160 (-70)	200
14	70	245 (-9)	75	490 (-20)	100	1 180 (-42)	148	2 350 (-69)	210
15	75	270 (-10)	81	540 (-21)	108	1 230 (-42)	157	2 450 (-68)	220
16	80	295 (-12)	83	590 (-24)	109	1 370 (-47)	159	2 750 (-76)	224
17	85	345 (-14)	88	690 (-27)	120	1 670 (-53)	177	3 330 (-85)	251
18	90	390 (-15)	97	780 (-29)	126	1 860 (-57)	187	3 730 (-90)	263
19	95	440 (-18)	98	880 (-33)	130	2 060 (-63)	192	4 120 (-99)	271
20	100	490 (-20)	101	980 (-36)	137	2 350 (-68)	202	4 710 (-107)	285
21	105	540 (-21)	108	1 080 (-38)	144	2 650 (-73)	216	5 300 (-114)	305
22	110	635 (-24)	117	1 270 (-43)	156	2 940 (-78)	228	5 880 (-121)	321
24	120	700 (-19)	128	1 400 (-38)	170	3 210 (-73)	247	6 350 (-116)	345
26	130	760 (-20)	138	1 520 (-39)	183	3 400 (-73)	262	6 740 (-116)	367
28	140	925 (-24)	152	1 850 (-45)	202	4 110 (-82)	288	8 300 (-131)	406
30	150	1 110 (-28)	167	2 220 (-51)	222	4 960 (-92)	318	9 970 (-145)	447

동인력 강구

72계열 A5각
호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
00	10	19 (1)	29	39 (-2)	41	100 (-7)	58	200 (-12)	74
01	12	29 (-1)	36	59 (-3)	49	150 (-9)	70	290 (-16)	92
02	15	34 (-1)	43	69 (-4)	57	200 (-11)	83	390 (-19)	111
03	17	39 (-1)	46	78 (-4)	60	200 (-11)	87	390 (-19)	116
04	20	60 (-3)	59	120 (-6)	73	290 (-14)	104	590 (-24)	140
05	25	75 (-2)	68	150 (-5)	90	340 (-12)	124	690 (-22)	167
06	30	100 (-3)	85	200 (-7)	107	440 (-15)	147	880 (-25)	192
07	35	125 (-4)	95	250 (-8)	118	590 (-18)	167	1 180 (-30)	218
08	40	145 (-4)	104	290 (-9)	136	740 (-20)	195	1 470 (-33)	258
09	45	170 (-5)	115	340 (-10)	147	880 (-22)	212	1 770 (-36)	280
10	50	195 (-6)	129	390 (-11)	163	980 (-23)	233	1 960 (-37)	306
11	55	245 (-7)	141	490 (-13)	181	1 180 (-26)	255	2 350 (-42)	337
12	60	295 (-8)	155	590 (-15)	202	1 470 (-29)	281	2 940 (-47)	374
13	65	345 (-9)	177	690 (-15)	221	1 670 (-30)	314	3 330 (-48)	414
14	70	390 (-8)	188	780 (-15)	238	1 860 (-30)	331	3 730 (-49)	438
15	75	415 (-8)	199	830 (-15)	253	1 960 (-30)	352	3 920 (-49)	466
16	80	465 (-9)	200	930 (-17)	258	2 160 (-33)	356	4 310 (-54)	472
17	85	540 (-10)	217	1 080 (-19)	283	2 450 (-35)	383	4 900 (-57)	507
18	90	635 (-12)	239	1 270 (-21)	304	2 940 (-39)	416	5 880 (-64)	556
19	95	685 (-13)	240	1 370 (-23)	308	3 140 (-42)	419	6 280 (-68)	557
20	100	785 (-14)	251	1 570 (-25)	325	3 530 (-45)	441	7 060 (-73)	587
21	105	885 (-15)	267	1 770 (-27)	348	3 920 (-48)	471	7 850 (-77)	624
22	110	980 (-16)	280	1 960 (-29)	368	4 410 (-51)	496	8 830 (-85)	676
24	120	1 140 (-15)	315	2 280 (-28)	409	5 180 (-52)	559	10 350 (-83)	736
26	130	1 200 (-15)	334	2 410 (-28)	435	5 500 (-52)	595	11 000 (-83)	788
28	140	1 480 (-18)	373	2 970 (-32)	481	6 650 (-58)	654	13 480 (-93)	870
30	150	1 810 (-21)	416	3 620 (-36)	532	7 990 (-64)	719	16 350 (-104)	960

()안의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미합니다.

4.예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

고정도 앵글러 볼 베어링

(표준 시리즈)

72계열 A각
호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$ 강구

내경번호	호칭베어링내경 (mm)	EL		L		M		H	
		예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
00	10	25	(0) 44	100	(-5) 71	210	(-10) 94	-	-
01	12	25	(0) 47	110	(-5) 78	220	(-10) 103	360	(-15) 125
02	15	25	(0) 50	110	(-5) 85	240	(-10) 114	390	(-15) 139
03	17	25	(0) 52	120	(-5) 90	250	(-10) 120	410	(-15) 145
04	20	25	(0) 55	260	(-10) 128	440	(-15) 155	650	(-20) 180
05	25	50	(0) 79	350	(-10) 160	580	(-15) 193	840	(-20) 223
06	30	50	(0) 85	380	(-10) 175	630	(-15) 210	910	(-20) 223
07	35	50	(0) 88	400	(-10) 184	660	(-15) 220	1 270	(-25) 285
08	40	50	(0) 95	440	(-10) 205	730	(-15) 246	1 470	(-25) 318
09	45	50	(0) 98	450	(-10) 212	1 080	(-20) 292	1 860	(-30) 363
10	50	50	(0) 103	480	(-10) 227	1 180	(-20) 314	2 060	(-30) 390
11	55	50	(0) 106	490	(-10) 235	1 670	(-26) 364	2 650	(-35) 438
12	60	50	(0) 110	510	(-10) 246	1 670	(-25) 380	2 750	(-35) 455
13	65	50	(0) 117	550	(-10) 270	1 860	(-25) 416	3 040	(-35) 500
14	70	100	(0) 150	1 080	(-15) 345	2 650	(-30) 480	3 920	(-40) 562
15	75	100	(0) 157	1 080	(-15) 366	2 750	(-30) 512	4 220	(-40) 598
16	80	100	(0) 154	1 080	(-15) 355	2 650	(-30) 494	4 020	(-40) 575
17	85	100	(0) 160	1 180	(-15) 370	3 430	(-35) 560	5 790	(-50) 678
18	90	100	(0) 162	1 670	(-20) 434	4 310	(-40) 615	5 980	(-50) 697
19	95	360	(-5) 248	1 670	(-20) 421	4 220	(-40) 595	6 670	(-55) 710
20	100	370	(-5) 252	1 670	(-20) 430	5 100	(-45) 645	7 650	(-60) 758
21	105	380	(-5) 260	2 260	(-25) 493	5 200	(-45) 665	8 920	(-65) 818
22	110	380	(-5) 266	2 350	(-25) 504	6 180	(-50) 720	10 200	(-70) 871
24	120	550	(-5) 320	2 840	(-25) 570	8 140	(-55) 843	11 570	(-70) 964
26	130	560	(-5) 340	3 730	(-30) 660	9 810	(-60) 942	13 530	(-75) 1 068
28	140	580	(-5) 352	5 000	(-36) 750	11 470	(-65) 1 022	15 490	(-80) 1 150
30	150	600	(-5) 366	5 000	(-35) 772	12 100	(-65) 1 063	16 500	(-80) 1 194

래디얼 강성의 계산

액시얼 강성치에 표A의 계수를 곱하여 계산합니다.

A표

	EL	L	M	H
15~18	6,5	6,0	5,0	4,5
18~25	4,5			
25~30	2,0			
30~40	1,4			
40~	0,7			

고정도 앵글러 볼베어링

(미니어처 시리즈)

70계열
호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 30^\circ$ 강구

72계열
호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ, 30^\circ$ 강구

내경번호	EL		L		M		H	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
725C	1,3	(10) 4,0	5,5	(7) 7,3	12,1	(4) 10,3	24,2	(0) 14,4
725A	5,0	(3) 18,5	10,3	(2) 23,8	24,5	(0) 32,6	49,0	(-3) 42,5
706C	1,5	(10) 4,3	7,9	(6) 8,3	15,1	(3) 11,1	30,3	(-2) 15,4
706A	4,9	(3) 18,6	16,8	(1) 28,7	24,4	(0) 32,8	48,8	(-3) 42,4
726C	1,8	(9) 5,1	9,2	(5) 9,6	17,6	(2) 12,8	35,2	(-3) 27,8
726A	3,7	(3) 18,4	16,2	(1) 30,8	34,0	(-1) 40,3	68,0	(-4) 52,4
707C	1,8	(9) 5,1	9,2	(5) 9,6	17,6	(2) 12,8	35,2	(-3) 17,8
707A	3,7	(3) 18,4	16,2	(1) 30,8	34,0	(-1) 40,3	68,0	(-4) 52,4
708C	4,2	(7) 7,5	14,1	(3) 12,2	28,6	(-1) 16,7	57,1	(-7) 23,3
708A	8,1	(2) 26,3	24,5	(0) 38,8	46,4	(-2) 48,9	92,8	(-5) 63,4
728C	4,2	(7) 7,5	14,1	(3) 12,2	28,5	(-1) 16,7	57,0	(-7) 23,3
728A	8,1	(2) 26,3	24,5	(0) 38,8	46,4	(-2) 48,9	92,9	(-5) 63,4

()안의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미합니다.

초고속 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈)

다열 조합의 계산
 예압 하중, 액시얼 강성치는 각각 표B의
 계수를 곱하여 계산합니다.
 래디얼 강성치는 표A로 구해진 값에 표B
 의 계수를 곱하여 계산합니다.

B표	DBD	DBB
예압 계수	1,36	2
액시얼 강성	1,48	2
래디얼 강성	1,54	2

BNR19S, BNR29S
 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M				
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)			
25	25	(0)	26	94	(-8)	43	188	(-16)	57
30	25	(0)	28	100	(-8)	48	200	(-15)	63
35	50	(0)	37	140	(-8)	55	280	(-17)	73
40	50	(0)	38	140	(-8)	57	280	(-16)	74
45	50	(0)	41	150	(-8)	62	300	(-16)	82
50	50	(0)	44	160	(-8)	68	320	(-16)	89
55	50	(0)	46	170	(-8)	71	340	(-16)	94
60	50	(0)	47	170	(-8)	74	340	(-16)	97
65	50	(0)	50	180	(-8)	79	360	(-16)	104
70	50	(0)	50	180	(-8)	80	360	(-16)	104
75	50	(0)	52	180	(-8)	83	460	(-19)	117
80	50	(0)	53	190	(-8)	86	474	(-19)	121
85	50	(0)	54	190	(-8)	88	646	(-24)	138
90	100	(0)	75	280	(-8)	110	709	(-21)	154
95	100	(0)	76	290	(-8)	110	768	(-22)	163
100	100	(0)	72	330	(-10)	110	871	(-26)	161
105	100	(0)	74	330	(-10)	120	898	(-26)	166
110	100	(0)	76	400	(-12)	130	925	(-26)	172
120	100	(0)	78	410	(-12)	130	1 275	(-33)	198
130	100	(0)	80	712	(-20)	160	1 408	(-35)	209
140	100	(0)	82	732	(-20)	160	1 508	(-36)	220
150	200	(0)	110	930	(-20)	185	1 894	(-38)	242

BER19S, BER29S
 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M				
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)			
25	25	(0)	42	150	(-8)	80	300	(-14)	105
30	25	(0)	47	160	(-8)	90	320	(-14)	116
35	50	(0)	61	210	(-8)	100	420	(-15)	132
40	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	137
45	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	152
50	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	164
55	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
60	50	(0)	78	270	(-8)	140	540	(-15)	181
65	50	(0)	82	290	(-8)	150	580	(-15)	196
70	50	(0)	83	290	(-8)	150	598	(-15)	198
75	50	(0)	86	300	(-8)	160	619	(-15)	206
80	50	(0)	88	310	(-8)	170	639	(-15)	214
85	50	(0)	90	310	(-8)	170	889	(-19)	245
90	100	(0)	120	430	(-8)	210	968	(-17)	273
95	100	(0)	130	440	(-8)	210	996	(-17)	282
100	100	(0)	120	520	(-10)	210	1 131	(-20)	279
105	100	(0)	120	530	(-10)	220	1 169	(-20)	290
110	100	(0)	130	550	(-10)	230	1 206	(-20)	301
120	100	(0)	130	680	(-12)	250	1 743	(-26)	351
130	100	(0)	135	972	(-16)	289	1 880	(-27)	368
140	100	(0)	135	1 002	(-16)	300	1 944	(-27)	381
150	200	(0)	175	1 308	(-17)	336	2 555	(-30)	428

()내의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미 한다.

공인된 기호

4.예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

초고속 앵글러 볼 베어링

(로바스트 시리즈)

래디얼 강성의 계산
 액시얼 강성치에 표A의 계수를 곱하여 계
 산합니다.

A표		EL	L	M	H
15	6,5	6,0	5,0	4,5	
18		4,5			
25			2,0		
30			1,4		
40	0,7				

BNR19H, BNR19X, BNR19XE, BNR 29H, BNR 29X
 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$ 세라믹 전동체

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M		
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
25	25	(0)	29	105 (-8)	51	210 (-16)	67
30	25	(0)	32	110 (-8)	55	220 (-15)	72
35	50	(0)	41	150 (-8)	64	320 (-17)	86
40	50	(0)	42	160 (-8)	66	320 (-16)	87
45	50	(0)	45	170 (-8)	72	340 (-16)	95
50	50	(0)	49	180 (-8)	78	360 (-16)	103
55	50	(0)	51	180 (-8)	82	360 (-16)	106
60	50	(0)	52	190 (-8)	85	380 (-16)	112
65	50	(0)	55	200 (-8)	91	400 (-16)	120
70	50	(0)	56	200 (-8)	92	400 (-16)	120
75	50	(0)	58	200 (-8)	96	525 (-19)	137
80	50	(0)	59	210 (-8)	99	542 (-19)	142
85	50	(0)	61	210 (-8)	100	744 (-24)	162
90	100	(0)	83	310 (-8)	130	804 (-21)	180
95	100	(0)	85	310 (-8)	130	873 (-22)	190
100	100	(0)	81	360 (-10)	130	994 (-26)	188
105	100	(0)	83	370 (-10)	130	1 026 (-26)	194
110	100	(0)	85	450 (-12)	150	1 058 (-26)	201
120	100	(0)	87	460 (-12)	150	1 469 (-33)	233
130	100	(0)	90	809 (-20)	158	1 625 (-35)	245
140	100	(0)	92	833 (-20)	195	1 744 (-36)	259
150	200	(0)	120	1 040 (-20)	214	2 166 (-38)	284

BER19H, BER19X, BER19XE, BER29H, BER29X
 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 세라믹 전동체

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M		
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
25	25	(0)	47	172 (-8)	96	342 (-14)	124
30	25	(0)	52	180 (-8)	100	360 (-14)	134
35	50	(0)	68	240 (-8)	120	480 (-15)	153
40	50	(0)	70	250 (-8)	120	500 (-15)	160
45	50	(0)	75	260 (-8)	140	520 (-15)	174
50	50	(0)	80	280 (-8)	150	560 (-15)	190
55	50	(0)	84	300 (-8)	160	600 (-15)	203
60	50	(0)	87	300 (-8)	160	600 (-15)	209
65	50	(0)	92	320 (-8)	180	650 (-15)	232
70	50	(0)	93	330 (-8)	180	689 (-15)	233
75	50	(0)	96	340 (-8)	190	713 (-15)	243
80	50	(0)	98	350 (-8)	190	738 (-15)	252
85	50	(0)	100	360 (-8)	200	1 032 (-19)	290
90	100	(0)	140	480 (-8)	240	1 110 (-17)	321
95	100	(0)	140	490 (-8)	250	1 143 (-17)	332
100	100	(0)	130	580 (-10)	250	1 302 (-20)	328
105	100	(0)	140	600 (-10)	260	1 346 (-20)	341
110	100	(0)	140	620 (-10)	260	1 390 (-20)	354
120	100	(0)	150	780 (-12)	300	2 023 (-26)	414
130	100	(0)	150	1 115 (-16)	340	2 185 (-27)	434
140	100	(0)	150	1 151 (-16)	353	2 261 (-27)	450
150	200	(0)	198	1 484 (-17)	393	2 948 (-30)	504

()내의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미 한다.

다열 조합의 계산

예압 하중, 액시얼 강성치는 각각 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.
 래디얼 강성치는 표A로 구해진 값에 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.

B표	DBD	DBB
예압 계수	1,36	2
액시얼 강성	1,48	2
래디얼 강성	1,54	2

BNR 10S, BNR 20S
호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M		
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
30	50	(0)	39	110 (-5)	52	220 (-13)	69
35	50	(0)	41	110 (-5)	55	220 (-12)	73
40	50	(0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
45	50	(0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
50	50	(0)	47	120 (-5)	64	249 (-12)	85
55	50	(0)	48	120 (-5)	67	302 (-14)	95
60	50	(0)	51	130 (-5)	71	345 (-15)	104
65	50	(0)	53	130 (-5)	75	364 (-15)	111
70	50	(0)	53	230 (-10)	93	505 (-20)	125
75	50	(0)	54	240 (-10)	96	520 (-20)	129
80	100	(0)	71	330 (-10)	110	606 (-19)	141
85	100	(0)	73	330 (-10)	110	622 (-19)	145
90	100	(0)	74	340 (-10)	120	823 (-24)	163
95	100	(0)	76	350 (-10)	120	846 (-24)	168
100	100	(0)	78	350 (-10)	120	870 (-24)	174
105	100	(0)	80	420 (-12)	130	1 054 (-27)	195
110	100	(0)	81	540 (-15)	150	1 144 (-29)	200
120	100	(0)	85	560 (-15)	160	1 208 (-29)	213
130	100	(0)	85	732 (-20)	166	1 508 (-36)	220
140	200	(0)	105	775 (-15)	178	1 606 (-31)	236
150	200	(0)	110	916 (-18)	190	1 917 (-35)	253

BER 10S, BER 20S
호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L		M		
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
30	50	(0)	63	220 (-8)	110	440 (-15)	140
35	50	(0)	67	240 (-8)	120	480 (-15)	153
40	50	(0)	72	250 (-8)	130	500 (-15)	165
45	50	(0)	73	250 (-8)	130	500 (-15)	166
50	50	(0)	77	270 (-8)	140	540 (-15)	180
55	50	(0)	80	350 (-10)	160	700 (-18)	205
60	50	(0)	84	380 (-10)	170	760 (-18)	222
65	50	(0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
70	50	(0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
75	50	(0)	90	510 (-12)	200	1 020 (-21)	263
80	100	(0)	120	620 (-12)	220	1 240 (-22)	290
85	100	(0)	120	640 (-12)	230	1 280 (-22)	300
90	100	(0)	120	650 (-12)	240	1 300 (-22)	305
95	100	(0)	130	670 (-12)	240	1 340 (-22)	316
100	100	(0)	130	690 (-12)	250	1 380 (-22)	327
105	100	(0)	130	910 (-15)	290	1 820 (-26)	369
110	100	(0)	130	930 (-15)	290	1 860 (-26)	379
120	100	(0)	140	980 (-15)	310	1 960 (-26)	403
130	100	(0)	140	1 002 (-16)	310	2 004 (-27)	389
140	200	(0)	180	1 098 (-13)	325	2 196 (-25)	421
150	200	(0)	180	1 274 (-15)	345	2 562 (-28)	444

()내의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미 한다.

공인된 기호

4. 예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

초고속 앵글러 볼 베어링

(로바스트 시리즈)

래디얼 강성의 계산
 액시얼 강성치에 표A의 계수를 곱하여 계
 산합니다.

A표		EL	L	M	H
15	6,5	6,0	5,0	4,5	
18		4,5			
25		2,0			
30		1,4			
40	0,7				

BNR10H, BNR10X, BNR10XE, BNR20H, BNR20X
 호칭 접촉각 $\alpha=18^\circ$ 세라믹 전동체

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L			M			
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
30	50	(0)	43	110	(-5)	59	240	(-13)	81
35	50	(0)	46	120	(-5)	63	240	(-12)	83
40	50	(0)	49	120	(-5)	68	240	(-11)	88
45	50	(0)	49	120	(-5)	69	240	(-11)	88
50	50	(0)	52	130	(-5)	73	279	(-12)	99
55	50	(0)	54	130	(-5)	76	341	(-14)	110
60	50	(0)	57	140	(-5)	82	391	(-15)	121
65	50	(0)	60	140	(-5)	87	413	(-15)	130
70	50	(0)	59	260	(-10)	110	578	(-20)	147
75	50	(0)	61	270	(-10)	110	597	(-20)	151
80	100	(0)	80	360	(-10)	130	684	(-19)	164
85	100	(0)	82	370	(-10)	130	703	(-19)	169
90	100	(0)	83	370	(-10)	130	938	(-24)	191
95	100	(0)	85	380	(-10)	140	965	(-24)	197
100	100	(0)	87	390	(-10)	140	993	(-24)	204
105	100	(0)	89	470	(-12)	160	1 209	(-27)	229
110	100	(0)	91	600	(-15)	170	1 315	(-29)	235
120	100	(0)	95	630	(-15)	180	1 391	(-29)	250
130	100	(0)	95	833	(-20)	195	1 745	(-36)	260
140	200	(0)	125	860	(-15)	206	1 829	(-31)	276
150	200	(0)	125	1 025	(-18)	221	2 194	(-35)	297

BER10H, BER10X, BER10XE, BER20H, BER20X
 호칭 접촉각 $\alpha=25^\circ$ 세라믹 전동체

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L			M			
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	
30	50	(0)	71	250	(-8)	130	500	(-15)	163
35	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	175
40	50	(0)	80	280	(-8)	150	560	(-15)	191
45	50	(0)	81	280	(-8)	150	590	(-15)	197
50	50	(0)	86	300	(-8)	160	630	(-15)	213
55	50	(0)	89	400	(-10)	190	800	(-18)	240
60	50	(0)	94	430	(-10)	200	860	(-18)	260
65	50	(0)	99	450	(-10)	210	950	(-18)	280
70	50	(0)	98	450	(-10)	210	950	(-18)	280
75	50	(0)	100	580	(-12)	240	1 160	(-21)	306
80	100	(0)	130	700	(-12)	260	1 460	(-22)	343
85	100	(0)	130	720	(-12)	270	1 510	(-22)	355
90	100	(0)	140	740	(-12)	280	1 540	(-22)	362
95	100	(0)	140	760	(-12)	290	1 590	(-22)	375
100	100	(0)	150	780	(-12)	300	1 640	(-22)	388
105	100	(0)	150	1 040	(-15)	330	2 080	(-26)	430
110	100	(0)	150	1 060	(-15)	340	2 120	(-26)	440
120	100	(0)	160	1 120	(-15)	370	2 240	(-26)	469
130	100	(0)	160	1 150	(-16)	370	2 302	(-27)	469
140	200	(0)	200	1 240	(-13)	380	2 476	(-25)	489
150	200	(0)	200	1 444	(-15)	403	2 957	(-28)	552

() 내의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미 한다.

초고정도 앵글러 볼 베어링 (로바스트 시리즈—BGR)

다열 조합의 계산
예압 하중, 액시얼 강성치는 각각 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.
래디얼 강성치는 표A로 구해진 값에 표B의 계수를 곱하여 계산합니다.

B표	DBD	DBB
예압 계수	1.36	2
액시얼 강성	1.48	2
래디얼 강성	1.54	2

BGR19S 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
10	25	(0)	15.2
12	25	(0)	16.8
15	25	(0)	16.6
17	25	(0)	17.5
20	25	(0)	18.1
25	25	(0)	20.6

BGR19H, BGR19X 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 세라믹 전동체

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
10	25	(0)	16.8
12	25	(0)	18.5
15	25	(0)	18.4
17	25	(0)	19.3
20	25	(0)	20.1
25	25	(0)	22.9

BGR10S 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
6	25	(0)	11.0
7	25	(0)	12.0
8	25	(0)	13.0
10	25	(0)	14.0
12	25	(0)	15.0
15	25	(0)	16.0
17	25	(0)	17.0
20	25	(0)	18.0
25	25	(0)	19.0

BGR10H, BGR10X 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 세라믹 전동체

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
6	25	(0)	12.6
7	25	(0)	13.7
8	25	(0)	14.4
10	25	(0)	15.9
12	25	(0)	16.9
15	25	(0)	18.0
17	25	(0)	19.0
20	25	(0)	20.0
25	25	(0)	21.6

BGR02S 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
10	25	(0)	14.5
12	25	(0)	15.2
15	25	(0)	16.2
17	25	(0)	16.7
20	25	(0)	17.4
25	50	(0)	25.3

BGR02H, BGR02X 호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 세라믹 전동체

호칭베어링내경 (mm)	예압하중 (N)	EL	
			액시얼강성 (N/ μ m)
10	25	(0)	16.0
12	25	(0)	17.0
15	25	(0)	18.0
17	25	(0)	18.6
20	25	(0)	19.4
25	50	(0)	28.1

4. 예압과 강성

예압 하중과 강성 (DB, DF조합)

고속 앵글러 볼 베어링

(로바스트 시리즈)

BAR10S
호칭 접촉각 $\alpha=15^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
40	210 (-5)	150	430 (-10)	200
45	210 (-5)	150	430 (-10)	200
50	220 (-5)	170	460 (-10)	220
55	230 (-5)	180	600 (-12)	250
60	240 (-5)	190	650 (-12)	270
65	250 (-5)	200	690 (-12)	290
70	250 (-5)	200	910 (-15)	320
75	260 (-5)	210	940 (-15)	330
80	340 (-5)	240	1 100 (-15)	360
85	350 (-5)	240	1 130 (-15)	370
90	360 (-5)	250	1 660 (-20)	430
95	360 (-5)	260	1 720 (-20)	450
100	370 (-5)	270	1 770 (-20)	460
105	380 (-5)	280	1 820 (-20)	470
110	390 (-5)	280	1 870 (-20)	490
120	390 (-5)	300	1 980 (-20)	520
130	390 (-5)	300	2 530 (-25)	550
140	580 (-5)	360	3 190 (-25)	655
150	580 (-5)	360	3 690 (-28)	690
160	590 (-5)	370	4 080 (-30)	720
170	600 (-5)	380	4 210 (-30)	750
180	605 (-5)	385	5 200 (-35)	800
190	610 (-5)	390	5 370 (-35)	830
200	610 (-5)	390	5 990 (-38)	860

BAR10H
호칭 접촉각 $\alpha=30^\circ$ 세라믹 전동체

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
40	230 (-5)	175	485 (-10)	230
45	230 (-5)	180	490 (-10)	235
50	245 (-5)	195	525 (-10)	255
55	255 (-5)	200	690 (-12)	290
60	270 (-5)	220	750 (-12)	320
65	285 (-5)	240	800 (-12)	340
70	285 (-5)	240	1 060 (-15)	375
75	290 (-5)	245	1 090 (-15)	390
80	380 (-5)	275	1 260 (-15)	420
85	390 (-5)	280	1 280 (-15)	430
90	400 (-5)	290	1 930 (-20)	510
95	405 (-5)	300	1 970 (-20)	520
100	420 (-5)	310	2 060 (-20)	550
105	420 (-5)	315	2 090 (-20)	555
110	440 (-5)	330	2 180 (-20)	580
120	455 (-5)	350	2 310 (-20)	620
130	455 (-5)	350	2 960 (-25)	650

BTR10S
호칭 접촉각 $\alpha=40^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
40	310 (-5)	260	700 (-10)	350
45	310 (-5)	260	700 (-10)	350
50	330 (-5)	290	760 (-10)	390
55	350 (-5)	310	800 (-10)	410
60	370 (-5)	330	860 (-10)	440
65	390 (-5)	350	910 (-10)	470
70	390 (-5)	350	1 560 (-15)	560
75	400 (-5)	360	1 610 (-15)	590
80	510 (-5)	400	1 820 (-15)	630
85	520 (-5)	420	1 880 (-15)	650
90	530 (-5)	430	2 830 (-20)	770
95	550 (-5)	450	2 930 (-20)	790
100	560 (-5)	460	3 030 (-20)	820
105	570 (-5)	470	3 120 (-20)	850
110	580 (-5)	490	3 210 (-20)	870
120	610 (-5)	520	3 420 (-20)	930
130	610 (-5)	520	4 410 (-25)	980
140	810 (-5)	600	5 310 (-25)	1 140
150	820 (-5)	605	5 370 (-25)	1 160
160	830 (-5)	615	5 480 (-25)	1 180
170	850 (-5)	635	7 280 (-30)	1 330
180	855 (-5)	640	9 080 (-35)	1 450
190	875 (-5)	660	9 390 (-35)	1 500
200	875 (-5)	660	11 290 (-38)	1 600

BTR10H
호칭 접촉각 $\alpha=40^\circ$ 세라믹스 구

호칭 베어링내경 (mm)	EL		L	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
40	350 (-5)	300	800 (-10)	410
45	355 (-5)	310	810 (-10)	415
50	375 (-5)	335	875 (-10)	450
55	395 (-5)	350	915 (-10)	475
60	425 (-5)	390	1 000 (-10)	520
65	450 (-5)	415	1 060 (-10)	560
70	450 (-5)	415	1 830 (-15)	670
75	460 (-5)	430	1 890 (-15)	700
80	570 (-5)	475	2 120 (-15)	745
85	580 (-5)	475	2 160 (-15)	780
90	600 (-5)	505	3 320 (-20)	910
95	605 (-5)	505	3 390 (-20)	940
100	630 (-5)	540	3 560 (-20)	980
105	640 (-5)	540	3 610 (-20)	1 010
110	665 (-5)	575	3 770 (-20)	1 040
120	700 (-5)	615	4 020 (-20)	1 115
130	700 (-5)	615	5 200 (-25)	1 170

()내의 수치는 측정 액시얼 클리어런스를 의미 한다.

예압 하중과 강성

복식 스러스트 앵글러 볼 베어링

(TAC 시리즈)

TAC20계열
호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	C6		C7		C8	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

TAC29계열
호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$ 강구

호칭 베어링내경 (mm)	C6		C7		C8	
	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)	예압하중 (N)	액시얼강성 (N/ μ m)
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

정밀한 강성

4. 예압과 강성

예압 하중과 강성

볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링

TAC B계열 (공작기계용)
호칭 접촉각 $\alpha=60^\circ$ 강구

C9예압

호칭형번	2열조합(DB혹은 DF)			3열조합(DBD혹은 DFD)			4열조합(DBB혹은 DFF)		
	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)
15TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
17TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
20TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
25TAC62B	1 490	733	0.09	2 030	1 050	0,12	2 980	1 465	0,17
30TAC62B	1 560	772	0.09	2 130	1 105	0,12	3 130	1 545	0,18
35TAC72B	1 785	890	0.10	2 430	1 275	0,14	3 570	1 780	0,21
40TAC72B	1 860	930	0.11	2 530	1 330	0,14	3 720	1 860	0,21
40TAC90B	2 370	1015	0.18	3 220	1 465	0,24	4 730	2 030	0,36
45TAC75B	2 010	1005	0.12	2 730	1 445	0,16	4 020	2 015	0,23
45TAC100B	2 880	1160	0.23	3 920	1 670	0,31	5 760	2 320	0,46
50TAC100B	3 010	1210	0.24	4 100	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC100B	3 010	1210	0.24	4 100	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56
60TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56

C10예압

호칭형번	2열조합(DB혹은 DF)			3열조합(DBD혹은 DFD)			4열조합(DBB혹은 DFF)		
	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)
15TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
17TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
20TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
25TAC62B	3 150	1 000	0.23	4 300	1 470	0,31	6 250	1 960	0,46
30TAC62B	3 350	1 030	0.24	4 500	1 520	0,33	6 650	2 010	0,49
35TAC72B	3 800	1 180	0.28	5 200	1 710	0,37	7 650	2 350	0,55
40TAC72B	3 900	1 230	0.28	5 300	1 810	0,38	7 850	2 400	0,57
40TAC90B	5 000	1 320	0.48	6 750	1 960	0,65	10 300	2 650	0,96
45TAC75B	4 100	1 270	0.29	5 600	1 910	0,40	8 250	2 550	0,59
45TAC100B	5 900	1 520	0.58	8 050	2 210	0,78	11 800	3 000	1,16
50TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27
60TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27

TAC02, 03계열 (전동 사출 성형기 용)
호칭 접촉각 $\alpha=50^\circ \sim 55^\circ$ 강구

M예압

호칭형번	2열조합(DB혹은 DF)			3열조합(DBT혹은 DFT)			4열조합(DBB혹은 DFT)		
	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)	예압하중 (N)	액시열강성 (N/μm)	기동토크 ⁽³⁾ (N·m)
15TAC02AT85	365	262	0.017	495	385	0,024	575	490	0,027
25TAC02AT85 ⁽¹⁾	1 440	520	0,113	1 960	755	0,153	2 260	950	0,175
TAC35-2T85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
40TAC03AT85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
45TAC03AT85	2 740	775	0,355	3 750	1 120	0,480	4 300	1 410	0,550
TAC45-2T85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
50TAC03AT85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
55TAC03AT85	4 100	945	0,650	5 600	1 370	0,880	6 500	1 720	1,000
60TAC03AT85	4 750	1 020	0,810	6 450	1 480	1,100	7 450	1 850	1,250
80TAC03AM	7 350	1 270	1,550	10 000	1 840	2,100	11 500	2 330	2,450
100TAC03CMC ⁽²⁾	1 000	830	0,105	1 400	1 240	0,147	1 600	1 575	0,166
120TAC03CMC ⁽²⁾	1 100	930	0,120	1 500	1 378	0,163	1 800	1 775	0,196

주 ⁽¹⁾ 25TAC02AT85는 H예압시의 수치

⁽²⁾ 100TAC03CMC, 120TAC03CMC는 EL예압시의 수치

⁽³⁾ 기동 토크는 그리스 윤활에 의한 수치를 나타냄, 오일 윤활의 경우에는 상기 표의 약 1.4배임.

원통 롤러 베어링의 래디얼 내부 클리어런스

테이퍼 내경 베어링의 비호환성 클리어런스

단위 μm

호칭베어링내경 (mm)	테이퍼 내경 베어링의 비호환성 클리어런스															
	CC9 ⁽¹⁾		CC0		CC1		CC2		CC ⁽²⁾		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
24 30	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30 40	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40 50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50 65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65 80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80 100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100 120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120 140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140 160	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160 180	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180 200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200 225	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225 250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250 280	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

주 (1) 클리어런스 CC9는 ISO의 정도 등급5급,4급의 테이퍼 내경 원통 롤러 베어링에 적용한다.

(2) CC는 원통 롤러 베어링의 비 호환성 보통 클리어런스의 기호임

원통 내경 베어링의 비호환성 클리어런스

단위 μm

호칭베어링내경 (mm)	원통 내경 베어링의 비호환성 클리어런스											
	CC1		CC2		CC ⁽²⁾		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
24 30	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30 40	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40 50	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50 65	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65 80	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80 100	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100 120	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120 140	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140 160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160 180	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180 200	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200 225	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225 250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250 280	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420

주 (2) CC는 원통 롤러 베어링의 비호환성 보통 클리어런스의 기호임

공인된 기호

5. 허용 회전수

허용 회전수

베어링 치수표에 기재된 허용 회전수는 스프링에 의해 가벼운 예압이 부하된 단체의 베어링이 경부하를 받아, 그 위에 베어링 부에서의 방열이 양호한 경우에 적용되는 참고치이다.

그리스 윤활에서의 허용 회전수는 고품질 그리스를 적량 붓입하는 것으로 달성 가능한 수치로 오일 윤활에서의 허용 회전수는 오일 에어 윤활 (혹은 오일 미스트 윤활)의 경우이다. 윤활유가 열을 효율적으로 배출하는 경우에는 보다 고 회전수에서의 운전이 가능하나 다량의 오일을 통과시켜 압송시킬 필요가 있어 동력 손실이 커진다.

단체의 베어링은 2열, 3열 혹은 4열로 조합시켜 사용할 경우, 혹은 주축 강성을 높이기 위해 예압을 높일 때에는 허용 회전수는 저하된다.

그리스 윤활의 경우에는 그리스 수명의 검토도 필요하기 때문에 NSK 상담 바랍니다.

속도 계수

정위치 예압에서 복수개의 베어링을 조합하여 사용할 경우의 속도 계수를 표5.1에 나타냈다. 이 때의 예압 하중은 축에 조립된 후의 예압을 의미한다. 고속 회전시에는 필요 간섭량이 크게되거나, 스페이스의 변형등의 영향으로 조립 시의 예압하중이 변화하기 때문에 액시얼 클리어런스를 스페이스로 조정할 필요가 있다.

표5.1 속도계수

	배 열	EL	L	M	H
DB		0.85	0.80	0.65	0.55
DBB		0.80	0.75	0.60	0.45
DBD		0.75	0.70	0.55	0.40

예압하중의 변화요소

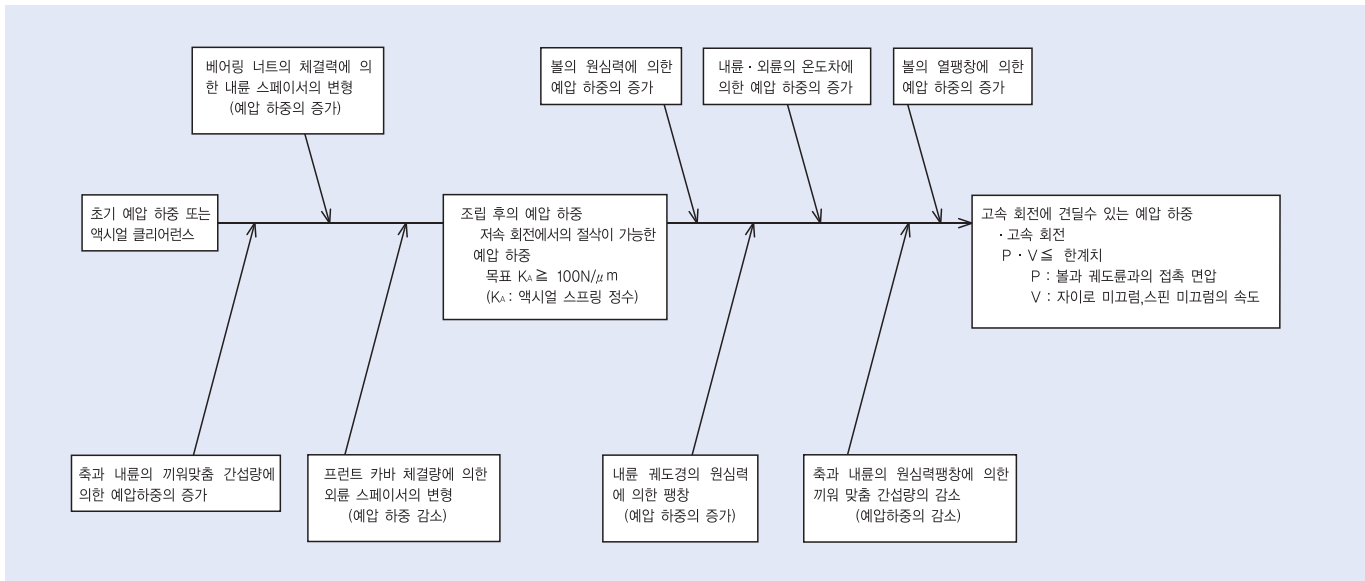


그림5.1 예압하중의 검토방법

허용 회전수에 영향을 미치는 요인

실제 베어링을 기계에 조립하여 사용하는 경우, 운전 조건에 따라 허용 회전수는 변화한다. 허용 회전수가 변화하는 요인을 아래에 나타내었다.

(1) 윤활 방식

항상 깨끗한 미량의 오일을 공급하는 오일 에어(또는 오일 미스트)윤활은 그리스 윤활에 비해 유막 두께를 충분히 확보할수 있기 때문에 허용 회전수는 증가한다.

제트 윤활은 다량의 오일을 공급하여 베어링의 발열을 효율적으로 제거하기 때문에 허용회전수를 더욱 증가시킬수 있다.

(2) 배열

베어링을 조합하여 사용하는 경우 열수에 따라 허용회전수는 변화한다. 열수가 증가하면 베어링 내부의 방열능력이 저하되어 허용 회전수는 저하한다.

(3) 예압 하중

조립시의 예압 하중이 큰 경우는 운전중에 궤도면과 전동체 사이의 접촉면압이 증가하여 베어링의 발열이 증가하게 된다. 또한, 발열이 증가함에 따라 운전시 내부 예압 하중은 더욱 증가하므로 손상이 발생하기 쉬워져 허용회전수는 저하한다.

원통 롤러 베어링도 운전중에 래디얼 클리어런스(-)가 되면 허용 회전수는 감소한다.

(4) 구동 방식

스핀들 주축의 구동 방식에 따라 베어링의 허용회전수는 변화한다.

빌트 인 모터 구동 방식은 스펙들 내부의 발열이 커지고, 외통냉각과 병용하면 베어링 내 외륜온도차가 커져 내부 하중이 증가하기 때문에 허용회전수는 저하한다. (그림5.2참조) 또한, 외통 냉각시에는 하우징과의 끼워맞춤량에 따라 허용회전수가 변화한다. (그림5.3참조) 이것은 베어링과 하우징의 열 팽창량이 달라 외륜의 끼워맞춤량이 틈새에서 간섭으로 변화하여 내부 예압 하중을 증대시키는 것이 원인이다.

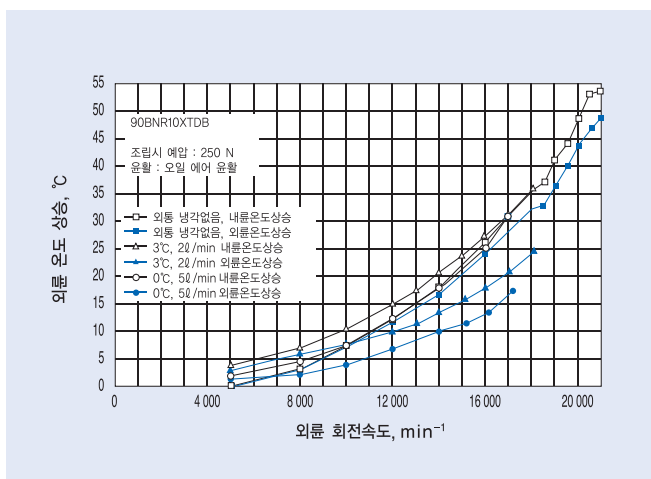


그림5.2 외륜 냉각에 의한 허용 회전수

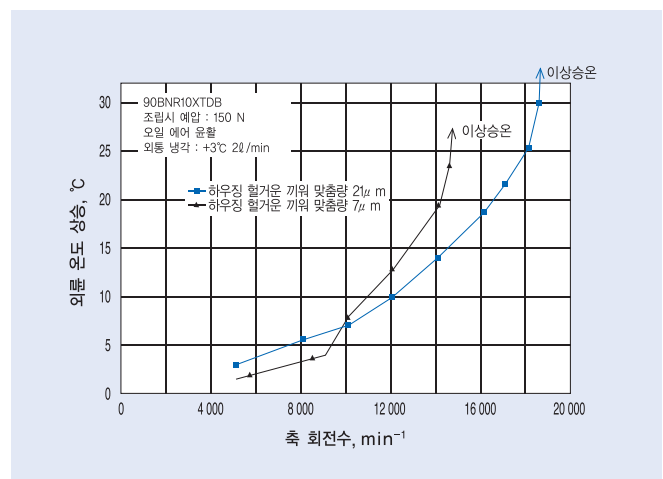


그림5.3 하우징의 간섭량에 의한 허용 회전수

6. 윤활

윤활의 목적

구름 베어링의 윤활 목적은 베어링 내부의 마찰 및 마모를 감소시켜 소착을 방지하는 것이다.

윤활의 효용은 다음과 같다.

(1) 마찰 및 마모의 감소

구름 베어링을 구성하는 궤도륜,전동체 및 리테이너 상호간에 접촉하는 부분에 있어 금속접촉을 방지하고 마찰 마모를 감소시킨다.

(2) 피로 수명의 연장

베어링의 구름 피로 수명은 회전중의 구름 접촉면이 충분히 윤활되어있을 때 증가한다. 반대로 오일의 점도가 낮고 윤활 유막의 두께가 불충한 경우에는 짧아진다.

(3) 마찰열의 반출,냉각

순환 급유법등에서는 마찰에 의해 발생한 열,혹은 외부로부터 전달된 열을 오일에 의해 반출 내각시켜 베어링의 과열을 방지하고 윤활유 자체의 열화를 방지한다.

(4) 기타

베어링 내부에 이물이 침입하는 것을 방지하고 녹이나 부식을 방지하는 효과도 있다.

윤활 방법

높은 가공정도가 요구되는 공작기계 주축은 단순히 고속회전이 가능한 것 뿐만 아니라 주축의 온도 상승을 억제하여 열변형을 적게하는 것이 중요한 과제이다.

베어링의 발열은 베어링의 종류와 하중에 따라 결정되는 하중 항목과 윤활 방법이나 회전 속도에 따라 결정되는 속도항목으로 분류된다.

하중 항목과 속도 항목에서는 속도 항목의 영향이 크지만 속도 항목이 작은 윤활 방법을 선정 하면 하중 항목의 영향도 무시할수 없다. 따라서 발열이 작은 베어링(하중 항목) 및 윤활 방법(속도 항목)의 선정이 중요하다.

실제 발열에 관해서는 윤활 방법 및 윤활 유량이 중요한 부분을 차지한다. 소량의 그리스에 의한 윤활은 낮은 코스트, 메인터보스 프리화 저 발열이 얻어지므로 많이 사용되는 윤활 방법이다.

또한 고속회전에 있어서 일정하게 낮은 운전 온도를 유지하기 위해서는 유량을 매우 적게 한 오일 에어 윤활법이 채용된다. 각 윤활의 특징을 표6.1에 나타낸다.

유량과 발열(동력손실)및 온도상승은 그림6.1에 나타내는 바와 같은 관계에 있다.그림6.1의 A 존은 윤활에 필요한 최소 유량 영역으로 오일의 교반 저항이 적기 때문에 발열량은 작게 된다.하지만,이 이상의 유량에서는 윤활 불량 때문에 온도가 상승하여 소착의 위험이 있기 때문에 주의가 필요하다.

윤활 유량이 많은 B 존에서는 유량의 증가와 함께 발열량도 증가하지만 어느 영역을 초과하면 오일이 발생 열의 일부를 외부로 방열하기 때문에 온도가 낮아진다.

베어링의 동마찰 토크(발열) $M=MI+Mv$

- 하중 항목(베어링의 형식이나 하중 항목에 의해 결정된다)
 - $MI=f \cdot F \cdot d_m$
 - f : 베어링 형식이나 하중에 의해 결정되는 계수
 - F : 하중
 - d_m : 베어링의 피치경
- 속도 항목(오일의 점도, 량, 회전속도에 의해 결정된다)
 - $Mv=f_0 \cdot (v_0 \cdot n)^{2/3} \cdot d_m^3$
 - f_0 : 베어링 형식과 윤활법에 의해 결정되는 계수
 - v_0 : 오일의 동점도
 - n : 회전속도

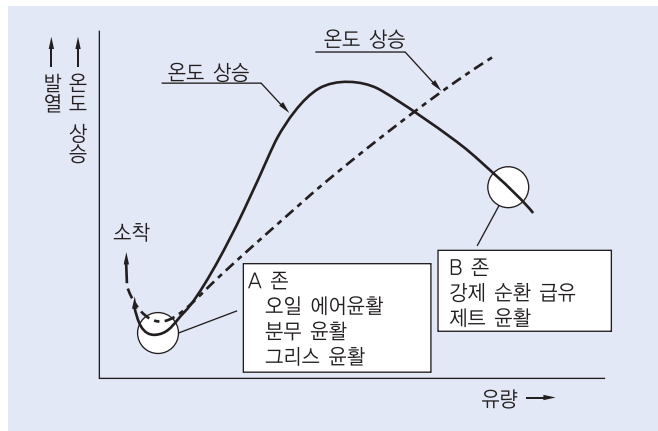


그림6.1 유량과 온도상승

표6.1 각각의 윤활 방법의 특징 비교

윤활방법	장 점	단 점
그리스 윤활	○저 코스트 ○간단히 온도상승을 낮출수 있다. ○메인テナンス 프리	○베어링에 봉입된 그리스가 열화되면 베어링의 소착으로 이어진다. ○먼지나 절삭액의 침입에 약하다.
오일 미스트 윤활	○새로운 오일이 항상 베어링에 공급되기 때문에 오일의 열화수명의 염려가 없다. ○먼지나 절삭액의 침입이 어렵다.	○미스트에 의한 주위의 오염 ○오일의 점도,온도등에 의해 급유량이 변동하기 때문에 적은량의 급유에 한계가 있다. ○오일이 공급되고 있는 여부를 확인하기 어렵다.
제트 윤활	○오일량이 많기 때문에 먼지나 절삭액의 침입이 어렵고 소착이 어렵다. ○오일의 냉각에 의해 베어링부의 온도를 어느정도 조절할수 있다.	○마찰손실이 크다. ○오일이 새기 때문에 수직형스핀들에 사용하기 어렵다. ○코스트 높다.
오일 에어 윤활	○정량 관리가 가능하기 때문에 최적유량으로 조절할수 있고 발열이 작다. ○발열이 작고 공냉효과가 있어 온도상승이 낮다. ○새로운 오일이 항상 베어링에 공급되기 때문에 오일의 열화수명의 염려가 없다. ○먼지나 절삭액의 침입이 어렵다. ○미스트에 의한 주위의 오염이 적다.	○가격이 약간 높다. ○베어링에 오일이 공급되고 있는 여부를 최종 확인하기 어렵다.

그리스 윤활

(1) 추천 그리스

기유가 광유인 리튬계 그리스는 점착성도 좋고 구름베어링용 그리스로서 우수한 특징을 갖고 있다. 이러한 그리스는 일반적으로 -10℃~+110℃의 온도범위에서 사용 가능 하다.

고속 회전에서 저온도 상승,장수명이 필요한 공작기계 주축용 그리스로서는 합성유 (디에스테르 ,디에스테르+광유)베이스의 주도 번호 2호 그리스가 적합하다.

(2) 그리스 수명

그리스 수명은 사용 온도에 크게 영향을 받으므로 분위기 온도를 포함한 베어링의 온도를 낮은 온도로 제어하는 것이 그리스의 장수명화로 직결된다.

와이드 렌지 그리스의 평균 그리스 수명 계산식은 다음과 같다.

$$\log t = 6.12 - 1.4n/N_{max} - (0.018 - 0.006n/N_{max})T$$

t : 평균 그리스 수명 (h)
 N_{max} : 베어링 허용 회전수 (min⁻¹)
 n : 사용 회전수 (min⁻¹)
 T : 베어링 운전 온도(℃)

(3) 고속 스프린들용 베어링의 그리스 봉입량

그리스 윤활에서 베어링을 고속으로 사용하는 경우, 그리스 봉입량은 베어링의 공간용적의 10~20%를 추천한다.그리스 봉입량이 많을 경우 특히 그리스 봉입 직후의 초기 운전중에 이상 발열을 발생시켜, 결과적으로 그리스 열화를 발생 시킬 우려가 있다. 이를 피하기 위하여 충분한 시간동안 길들임 운전을 실시할 필요가 있다.

NSK는 과거의 경험에서 윤활 성능에 지장을 주지 않는 범위에서 길들임 운전을 용이하게 하는 봉입량을 결정하고 있습니다. 그리스 봉입량의 추천치는(P175)에 나타내었다.

표6.2 그리스 명칭과 성능

명칭	메이커명	증조제	기유	기유점도 (mm ² /s) (40℃)	적점 (℃)	사용 허용온도 (℃)	주 용도
MTE	NSK	Ba 콤플렉스	에스텔 유	20	200	-30~+120	고속 스프린들베어링용 · 고속 원통 롤러 베어링 용
MTS	NSK	우레아	에스텔 유 +합성 탄화수소유	22	220	-40~+130	고속 스프린들베어링용
이소플렉스 NBU15	NOK 크류버	Ba 콤플렉스	디 에스텔유 +광유	20	250	-30~+120	스핀들 베어링용
멀티 템프 PS No.2	협동 유지	리튬	디 에스텔유 +광유	16	189	-50~+110	스핀들 베어링용
모빌렉스 2	모빌	리튬	광유	26	196	-10~+110	보링 헤드 회전 센터용
마르템프 LRL3	협동유지	리튬	테트라 에스텔유	37	208	-30~+130	스핀들 베어링용
스타브렉스 NBU8EP	NOK 크류버	Ba 콤플렉스	광유	105	220	-30~+130	고하중 원통 롤러 베어링용
알바니아 2	쇼와 셸 석유	리튬	광유	130	182	-10~+110	볼 스크류 써포트 베어링
ENS	NSK	우레아	테트라 에스텔유	32	260	-40~+160	모터 베어링용
WPH	NSK	디우레아	폴리 α 오레핀	96	259	-40~+150	볼 스크류 써포트 베어링

윤활

6. 윤활

윤활유

(1) 분무 윤활과 오일 에어 윤활 (미량 윤활)

분무 급유는 공기로 윤활유를 분무하여 베어링에 분사하는 방법으로, 오일 미스트 윤활법으로도 불리고 있다.

오일 에어 급유법은 미량의 윤활유를 정량 피스톤으로 간격적으로 토출하여 막싱 밸브에 의해 압축 공기 속으로 윤활유를 조금씩이나마 연속적으로 내보내 베어링에 공급하는 윤활법이다.

이들 미량 윤활에서의 추천 급유량을 그림 6.2에 나타내었다. 그림 6.2는 베어링 1개의 급유량을 나타낸 것으로 오일 미스트 윤활의 경우에는 배관에 따른 급유량의 편차, 스페이서 부위의 윤활유 누출을 고려할 필요가 있다.

또, $d_m n$ 치가 180만 이상의 고속 영역에서는 필요 급유량이 많아지므로 NSK에 상담해 주시기 바랍니다.

또 노즐 타겟 위치는 P192를 참조 바랍니다.

(1) 제트 윤활

제트 윤활은 $d_m n$ 이 100×10^4 를 넘어서는 고속 회전용 베어링에 사용된다.

1개에서 수개까지의 노즐에서 일정량의 압력으로 윤활유를 분사하여, 베어링 내부를 통과 한다. 고속의 경우, 베어링 부근의 공기가 베어링과 같이 회전하여 공기의 벽을 만드므로 윤활유의 노즐에서의 분사 속도는 내륜 외경면에서의 주속의 20%이상의 속도가 필요하다. 또, 동일 유량에 대해서 냉각의 편차를 적게 하기 위하여 노즐의 수는 많을수록 바람직하며, 열을 효과적으로 반출할 수 있도록 배유구를 크게 하거나, 강제 배유를 수행하는 등의 배려가 필요하다.

공작기계 주축 베어링에서는 설비는 커지나 초고속에서 안정되게 회전 시키는 방법으로 일부 채용되고 있다.(그림 6.3)

또, 노즐의 타겟 위치는 P192를 참조 바랍니다.

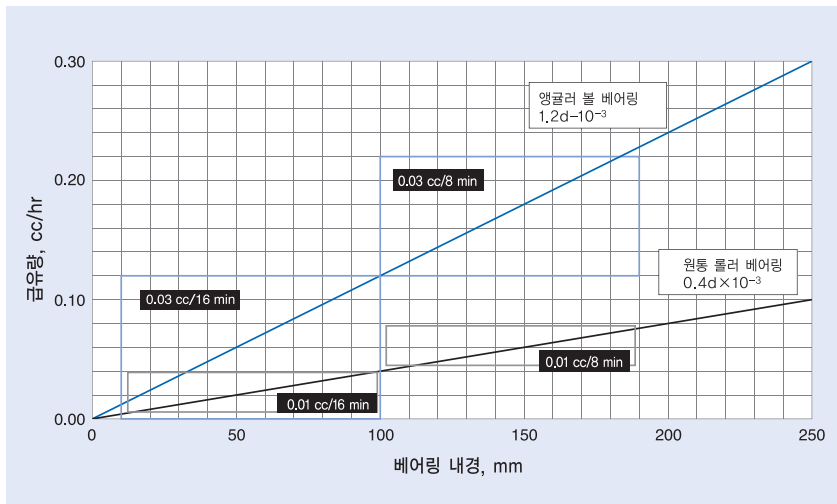


그림 6. 2 베어링 내경과 미량 윤활시의 추천급유량과의 관계

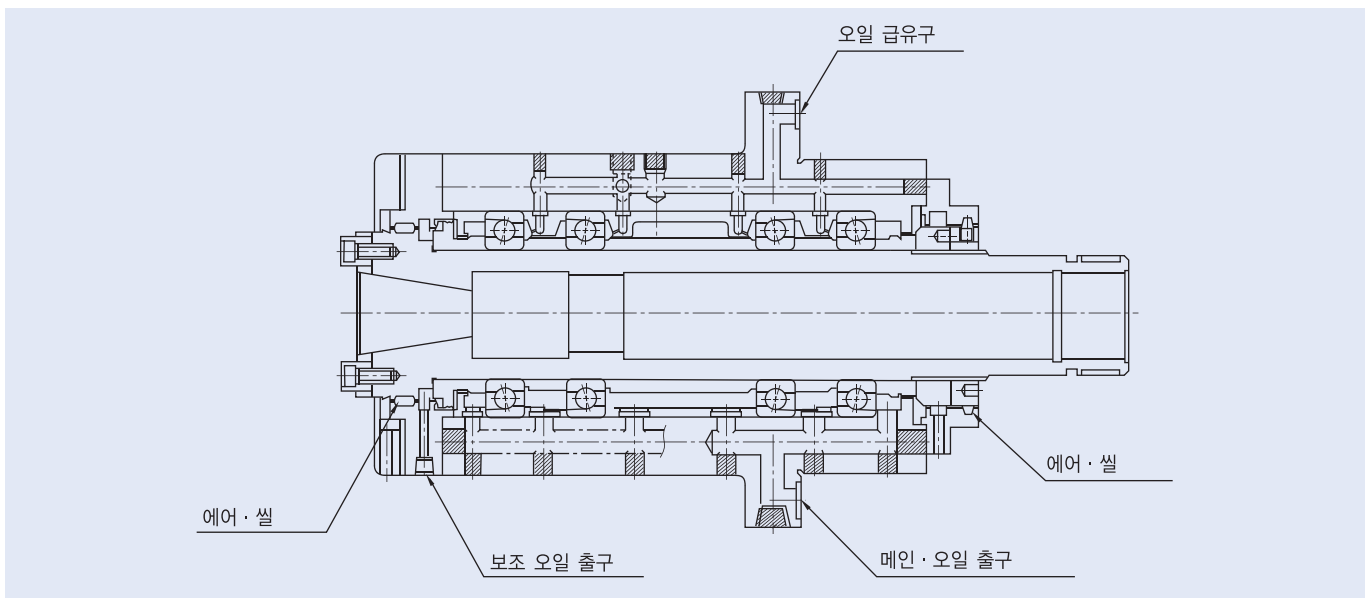


그림 6.3 제트윤활의 예

고속 스피들용 추천 그리스 봉입량

단위 : cc

내경번호	호칭 베어링 내경 (mm)	앵글러 볼 베어링 : 베어링 공간 용적의 15%				원통롤러 베어링 : 베어링 공간 용적의 10%			
		BNR19 BGR19 79계열	BGR10 70계열	BGR02 72계열	BNR10 BAR10 BTR10	NN49계열	NN39계열	NN30계열	N10계열
		X량	X량	X량	X량	X량	X량	X량	X량
5	5	-	-	0.03	-	-	-	-	-
6	6	-	0.04	0.07	-	-	-	-	-
7	7	-	0.07	-	-	-	-	-	-
8	8	-	0.12	0.10	-	-	-	-	-
00	10	0.06	0.13	0.16	-	-	-	-	-
01	12	0.06	0.14	0.23	-	-	-	-	-
02	15	0.11	0.18	0.29	-	-	-	-	-
03	17	0.13	0.24	0.41	-	-	-	-	-
04	20	0.23	0.44	0.68	-	-	-	-	-
05	25	0.27	0.52	0.85	-	-	-	0.4	-
06	30	0.31	0.69	1.2	0.58	-	-	0.6	0.4
07	35	0.48	0.98	1.7	0.78	-	-	0.8	0.6
08	40	0.75	1.2	2.1	0.92	-	-	1.0	0.7
09	45	0.83	1.5	2.6	1.2	-	-	1.3	1.0
10	50	0.91	1.6	3.0	1.2	-	-	1.4	1.1
11	55	1.1	2.4	3.9	1.7	-	-	2.0	1.5
12	60	1.2	2.6	4.8	1.8	-	-	2.1	1.6
13	65	1.3	2.6	5.7	1.9	-	-	2.2	1.6
14	70	2.1	3.6	6.5	2.8	-	-	3.2	2.4
15	75	2.3	3.6	7.0	2.9	-	-	3.5	2.5
16	80	2.4	5.1	8.7	3.8	-	-	4.7	3.5
17	85	3.5	5.3	11	4.0	-	-	4.9	3.7
18	90	3.6	6.6	13	5.5	-	-	6.5	4.5
19	95	3.6	6.8	16	5.7	-	-	6.6	4.7
20	100	4.9	7.2	19	6.1	5.4	4.5	6.8	4.9
21	105	5.1	9.0	23	7.6	5.6	4.6	9.3	5.9
22	110	5.2	12	27	9.1	5.7	4.8	11	7.5
24	120	7.9	12	31	9.8	8.4	6.5	12.5	8.1
26	130	9.0	18	34	15	11	8.5	18	12.4
28	140	9.9	20	42	17	12	9.3	20	12.9
30	150	14	25	53	22	24	14	23	-
32	160	16	34	-	26	20	15	29	-
34	170	14	42	-	33	21	15	38	-
36	180	22	51	-	46	28	23	51	-
38	190	27	47	-	50	30	24	54	-
40	200	39	76	-	61	44	35	69	-
44	220	42	-	-	-	-	37	-	-
48	240	41	-	-	-	-	40	-	-
52	260	77	-	-	-	-	70	-	-
56	280	80	-	-	-	-	75	-	-

XXTAC20(29)X(D)는 동시에 조립되는 복열 원통 롤러 베어링과 같은 량의 그리스를 봉입할 것을 추천한다.
 P173에 기재된 그리스를 사용하여, 그리스 봉입량을 중량으로 환산하는 경우에는 상기 봉입량에 비중0.93을 곱한다.
 볼 스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링의 추천 그리스 봉입량은 P110~113을 참조하여 주십시오.

175

7. 베어링의 정도

NSK 래디얼 베어링의 허용차 및 허용치는 ISO 492/199/582/1132-1, JIS B 1514(구름 베어링의 정도)에 근거 하고 있다. 앵글러 볼 베어링은 ABMA(아메리카 베어링 제조자 단체 규격)Standard 20에 규정된 ABEC5,7 및 9의 베어링도 제작하고 있다.

회전 정도에 규정된 항목의 개략적 의미와 측정 방법은 그림 7.1과 표 7.1에 나타내는 것과 같으며, ISO 5593, JIS B 0104(구름 베어링의 용어), JIS B 1515(구름 베어링의 측정방법)등에 상세히 설명되어 있습니다.

표7.1

회전정도	내륜	외륜	다이얼 게이지	
내륜의 래디얼 흔들림	K_{ia}	회전	정지	A
외륜의 래디얼 흔들림	K_{ea}	정지	회전	A
내륜의 액시얼 흔들림	S_{ia}	회전	정지	B ₁
외륜의 액시얼 흔들림	S_{ea}	정지	회전	B ₂
내륜의 옆 흔들림	S_d	회전	정지	C
외륜의 외경면의 기울기	S_p	-	회전	D

래디얼 베어링의 허용차 및 허용치

내륜

표7.2 내륜 (5급)

단위 : μm

d 호칭베어링내경 (mm)	$\Delta_{amp}^{(2)}$ 평면내 평균내경의 치수차		$V_{dp}^{(2)}$ 평면내 내경 부동 직경계열		$V_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균 내경의 부동	K_{ia} 내륜의 래디얼 흔들림	S_d 내륜의 옆 흔들림	$S_{ia}^{(4)}$ 내륜의 액시얼 흔들림	Δ_{Bs} 내륜의 폭치수차			V_{Bs} 내륜폭 부동	
	9	0,2,3	단체베어링 조합베어링	단체베어링					조합베어링 ⁽¹⁾				
초과	이하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	상	하	최대		
2.5	10	0	- 5	5	4	3	4	7	7	0	- 40	-250	5
10	18	0	- 5	5	4	3	4	7	7	0	- 80	-250	5
18	30	0	- 6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	5
30	50	0	- 8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
50	80	0	- 9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	6
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
120	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-380	8
180	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	10
250	315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	-500	13

표7.3 내륜 (4급)

단위 : μm

d 호칭베어링내경 (mm)	$\Delta_{amp}^{(2)}$ 평면내 평균내경의 치수차		$\Delta_{ds}^{(2)}$ 내경의 치수차		$V_{dp}^{(2)}$ 평면내 내경부동 직경계열		$V_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균 내경의 부동	K_{ia} 내륜의 래디얼 흔들림	S_d 내륜의 옆 흔들림	$S_{ia}^{(4)}$ 내륜의 액시얼 흔들림	Δ_{Bs} 내륜의 폭치수차			V_{Bs} 내륜폭 부동	
	9	0,2,3	상	하	상	하					상	하	최대		
초과	이하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	상	하	최대		
2.5	10	0	- 4	0	- 4	4	3	2	2.5	3	3	0	- 40	-250	2.5
10	18	0	- 4	0	- 4	4	3	2	2.5	3	3	0	- 80	-250	2.5
18	30	0	- 5	0	- 5	5	4	2.5	3	4	4	0	-120	-250	2.5
30	50	0	- 6	0	- 6	6	5	3	4	4	4	0	-120	-250	3
50	80	0	- 7	0	- 7	7	5	3.5	4	5	5	0	-150	-250	4
80	120	0	- 8	0	- 8	8	6	4	5	5	5	0	-200	-380	4
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	0	-250	-380	5
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	0	-300	-500	6

주 (1) 조합 베어링용으로서 제작된 각각의 궤도륜에 적용한다.

(2) 원통 내경 베어링에 적용한다.

(3) P3급 베어링은 NSK의 규격으로, 베어링 내경 및 외륜 외경의 치수차는 4급, 그외는 2급과 같다.

(4) 볼 베어링에 적용한다.

비고 1. 이 표에 정해진 원통 내경 베어링의 내경 허용차는 궤도륜 측면에서 면취 치수(최대)의 1.2배의 거리 이내에서는 적용하지 않는다.

2. AMBA규격 ABEC5, ABEC7, ABEC9의 허용차 및 허용치는 ISO(JIS)5급, 4급, 2급과 동일하다. AMBA규격은 앵글러 볼 베어링에 적용한다.

그림7.1 회전정도의 측정방법 (개략)

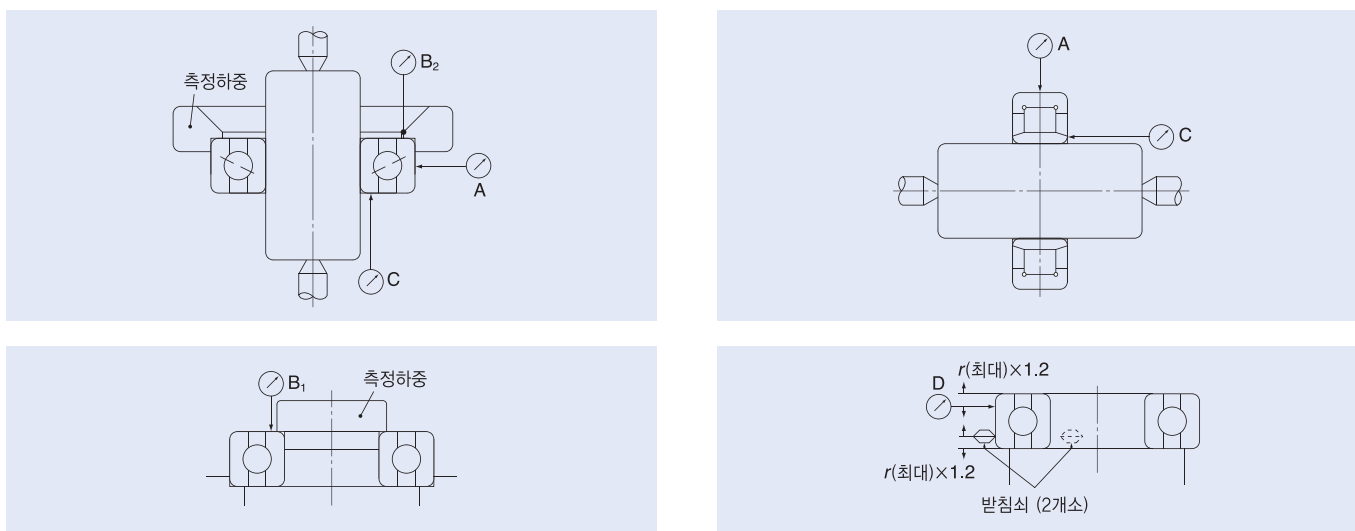


표7.4 내륜 (3급) (°)

단위 : μm

d 호칭베어링내경 (mm)	$\Delta_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균내경의 치수차		$\Delta_{ds}^{(2)}$ 내경의 치수차		$V_{dp}^{(2)}$ 평면내 내경 부동	$V_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균 내경의 부동	K_{ia} 내륜의 래디얼 흔들림	S_d 내륜의 옆 흔들림	$S_{ia}^{(4)}$ 내륜의 액시얼 흔들림	Δ_{Bs} 내륜의 폭치수차			V_{Bs} 내륜폭 부동
	상	하	상	하						단체베어링 조합베어링	단체베어링	(°) 조합베어링	
2.5 10	0	-4	0	-4	최대	최대	최대	최대	최대	0	-40	-250	1.5
10 18	0	-4	0	-4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18 30	0	-5	0	-5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30 50	0	-6	0	-6	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50 80	0	-7	0	-7	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80 120	0	-8	0	-8	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120 150	0	-10	0	-10	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150 180	0	-10	0	-10	7	3.5	5	4	5	0	-250	-380	4
180 250	0	-12	0	-12	8	4	5	5	5	0	-300	-500	5

표7.5 내륜 (2급)

단위 : μm

d 호칭베어링내경 (mm)	$\Delta_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균내경의 치수차		$\Delta_{ds}^{(2)}$ 내경의 치수차		$V_{dp}^{(2)}$ 평면내 내경 부동	$V_{dmp}^{(2)}$ 평면내 평균 내경의 부동	K_{ia} 내륜의 래디얼 흔들림	S_d 내륜의 옆 흔들림	$S_{ia}^{(4)}$ 내륜의 액시얼 흔들림	Δ_{Bs} 내륜의 폭치수차			V_{Bs} 내륜폭 부동
	상	하	상	하						단체베어링 조합베어링	단체베어링	(°) 조합베어링	
2.5 10	0	-2.5	0	-2.5	최대	최대	최대	최대	최대	0	-40	-250	1.5
10 18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18 30	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30 50	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50 80	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80 120	0	-5	0	-5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120 150	0	-7	0	-7	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150 180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	4	5	0	-250	-380	4
180 250	0	-8	0	-8	8	4	5	5	5	0	-300	-500	5

내륜 (4Y급)

내외경 치수 특수정도 (P4Y)

표7.6 내륜 내경 치수차

단위 : μm

베어링 내경		4급		4Y급(중앙치 사양)	
초과	이상	상	하	상	하
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

*베어링 내경 30mm이하의 특수급도 좌측 표 50mm이하의 수치를 채용한다. 4Y 급 정도는 NSK의 규격으로 베어링 내륜 내경 및 외륜 외경 치수차를 특수(중앙치 사양)으로 설정하여 다른 부분은 4급에 근거하고 있다. 베어링 내륜 내경 및 외륜 외경 치수의 편차를 제어 할수 있으므로 만능조합에 최적한 사양이다.

표 7.6의 치수

7. 베어링의 정도

레디알베어링의 허용차 및 허용치

외륜

표7.7 외륜 (5급)

단위 : μm

D 호칭베어링내경 (mm)		ΔD_{mp} 평면내 평균외경의 치수차		V_{Dp} 평면내 외경 부동		V_{Dmp} 평면 평균 내경의 부동	K_{ea} 내륜의 래디얼 흔들림	S_D 내륜의 옆 흔들림	$S_{ea} (^{\circ})$ 내륜의 액시얼 흔들림	ΔC_s 외륜폭의 치수차	V_{Cs} 외륜폭 부동
				9	0.2						
초과	이하	상	하	상		하	최대	최대	최대	같은 베어링의 내륜의 값과 (ΔB_s) 동일	최대
6	18	0	-5	5	4	3	5	8	8		5
18	30	0	-6	6	5	3	6	8	8		5
30	50	0	-7	7	5	4	7	8	8		5
50	80	0	-9	9	7	5	8	8	10		6
80	120	0	-10	10	8	5	10	9	11		8
120	150	0	-11	11	8	6	11	10	13		8
150	180	0	-13	13	10	7	13	10	14		8
180	250	0	-15	15	11	8	15	11	15		10
250	315	0	-18	18	14	9	18	13	18		11
315	400	0	-20	20	15	10	20	13	20	13	

표7.8 외륜 (4급)

단위 : μm

D 호칭베어링내경 (mm)		ΔD_{mp} 평면내 평균외경의 치수차		ΔD_s 외경의 치수차		V_{Dp} 평면내 외경 부동		V_{Dmp} 평면 평균 내경의 부동	K_{ea} 내륜의 래디얼 흔들림	S_D 내륜의 옆 흔들림	$S_{ea} (^{\circ})$ 내륜의 액시얼 흔들림	ΔC_s 외륜폭의 치수차	V_{Cs} 외륜폭 부동
						9	0.2						
초과	이하	상	하	상	하	최대		최대	최대	최대	같은 베어링의 내륜의 값과 (ΔB_s) 동일	최대	
6	18	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4		5	2.5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2.5	4	4		5	2.5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	5	4		5	2.5
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	5	4		5	3
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	6	5		6	4
120	150	0	-9	0	-9	9	7	5	7	5		7	5
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5	8	5		8	5
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6	10	7		10	7
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7	11	8		10	7
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8	13	10	13	8	

주 (1) 볼 베어링에 적용한다.

(2) P3급 베어링은 NSK의 규격으로, 베어링 내경 및 외륜 외경의 치수차는 4급, 그외는 2급과 같다.

비고 1. 이 표에 정해진 원통 내경 베어링의 내경 허용차는 궤도륜 측면에서 면취 치수(최대)의 1.2배의 거리 이내에서는 적용하지 않는다.

2. AMBA규격 ABEC5, ABEC7, ABEC9의 허용차 및 허용치는 각각 ISO(JIS)5급, 4급, 2급과 동일하다. AMBA규격은 앵글러 볼 베어링에 적용한다.

표7.9 외륜 (3급) (°)

단위 : μm

D 호칭베어링내경 (mm)		A_{Dmp} 평면내 평균외경의 치수차		A_{Ds} 외경의 치수차		V_{Dp} 평면내 외경 부동	V_{Dmp} 평면 평균 내경의 부동	K_{ea} 내륜의 라디얼 흔들림	S_D 내륜의 옆 흔들림	$S_{ea} (1)$ 내륜의 액시얼 흔들림	A_{Cs} 외륜폭의 치수차	V_{Cs} 외륜폭 부동
초과	이하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대		최대
6	18	0	-4	0	-4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	같은 베어링의 내륜의 값과 (A_{Bs}) 동일	1.5
18	30	0	-5	0	-5	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	50	0	-6	0	-6	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	80	0	-7	0	-7	4	2	4	1.5	4		1.5
80	120	0	-8	0	-8	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	150	0	-9	0	-9	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	180	0	-10	0	-10	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	250	0	-11	0	-11	8	4	7	4	7		4
250	315	0	-13	0	-13	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-15	0	-15	10	5	8	7	8		7

표7.10 외륜 (2급)

단위 : μm

D 호칭베어링내경 (mm)		A_{Dmp} 평면내 평균외경의 치수차		A_{Ds} 외경의 치수차		V_{Dp} 평면내 외경 부동	V_{Dmp} 평면 평균 내경의 부동	K_{ea} 내륜의 라디얼 흔들림	S_D 내륜의 옆 흔들림	$S_{ea} (1)$ 내륜의 액시얼 흔들림	A_{Cs} 외륜폭의 치수차	V_{Cs} 외륜폭 부동
초과	이하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대		최대
6	18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	같은 베어링의 내륜의 값과 (A_{Bs}) 동일	1.5
18	30	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	50	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	4	1.5	4		1.5
80	120	0	-5	0	-5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	150	0	-5	0	-5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	250	0	-8	0	-8	8	4	7	4	7		4
250	315	0	-8	0	-8	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-10	0	-10	10	5	8	7	8		7

외륜 (4Y급)

표7.11 외륜 외경치수차

단위 : μm

베어링 외경(mm)		4급		4Y급 (중앙치사양)	
초과	이하	상	하	상	하
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	215미만	0	-11	-2	-9

※베어링 외경 50mm이하의 특수급도 상기 표 80mm 이하의 수치를 채용한다.
4Y급 정도는 NSK의 규격으로 베어링 내륜 내경 및 외륜 외경 치수차를 특수(중앙치 사양)로 설정하여 다른 부분은 4급에 근거하고 있다. 베어링 내륜 내경 및 외륜 외경 치수의 편차를 제어 할수 있으므로 만능조합에 최적한 사양이다.

특수급의 정나

7. 베어링의 정도

원통 로울러 베어링 테이퍼 내경의 정도

테이퍼 내경의 정도

테이퍼 내경 원통 롤러 베어링의 테이퍼 내경의 정도는 ISO에 규정되어 있으나 이 규격에서는 테이퍼 내경의 허용차 범위가 상당히 넓으므로, 정밀급의 원통 롤러 베어링의 베어링에서는 NSK 독자적으로 보다 좁은 범위의 규격을 설정하고 있다.

과거부터의 실적으로부터 ISO규격 이내이나 설정상의 목표치가 다른 두가지 규격의 테이퍼 내경이 사용되고 있다.(그림 7.2참조)

(NSK는 테이퍼 내경 원통 롤러 베어링의 K테이퍼 품은 중지한 상태로 KR 테이퍼 내경품만 생산 대응하고 있다)

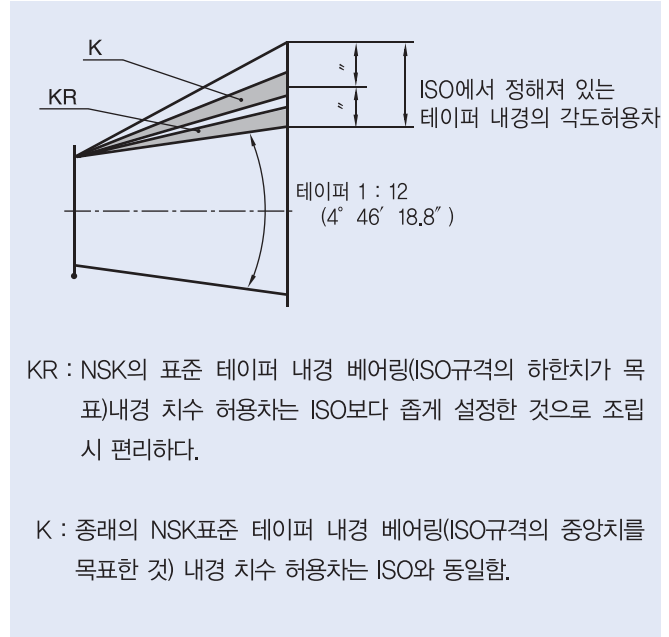


그림7.2 테이퍼 각도의 목표치

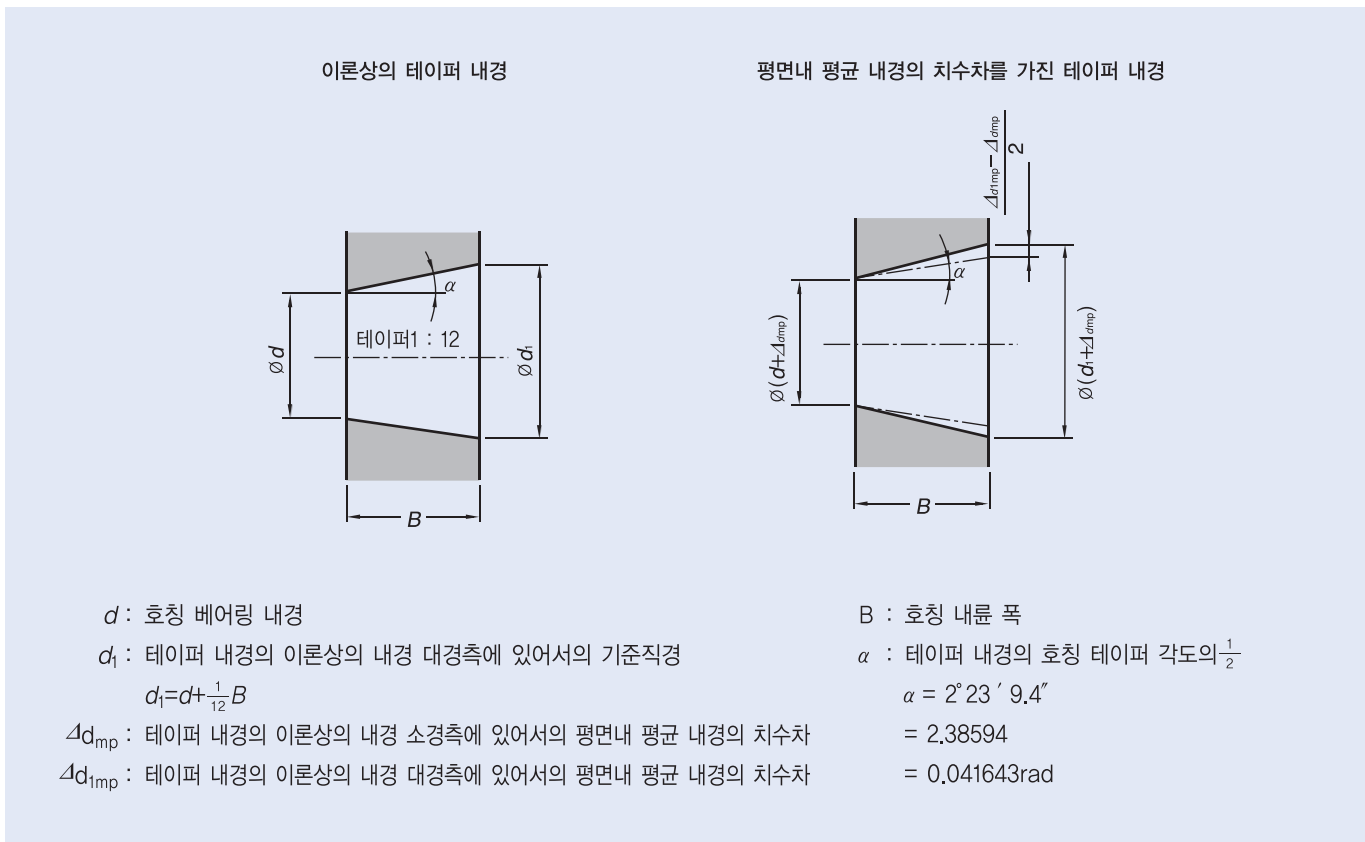


그림7.3 테이퍼구멍의 허용차 및 허용치

표7.12 KR 테이퍼 내경

단위 : μm

호칭베어링내경 d (mm)		내경 소경측에 있어서의 평면내 평균 내경의 치수차 Δ_{dmp}		(참고치) ⁽²⁾ $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		평면내 내경부동 ⁽¹⁾ V_{dp} 최대
초과	이하	상	하	상	하	
18	30	+13	0	+3	0	4
30	50	+16	0	+3	0	5
50	80	+19	0	+4	0	6
80	120	+22	0	+5	0	7
120	180	+25	0	+7	0	9
180	250	+29	0	+9	0	12

주 (1) 테이퍼 내경의 전 래디얼 평면에 적용합니다.

(2) 테이퍼 각도 허용차 $4^{\circ}46'18.8^{\circ+25}$

표7.13 K 테이퍼 내경

단위 : μm

호칭베어링내경 d (mm)		내경 소단측에 있어서의 평면내 평균내경의 치수차 Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		평면내 내경부동 ⁽¹⁾ V_{dp} 최대
초과	이하	상	하	상	하	
18	30	+21	0	+21	0	4
30	50	+25	0	+25	0	5
50	80	+30	0	+30	0	6
80	120	+35	0	+35	0	7
120	180	+40	0	+40	0	9
180	250	+46	0	+46	0	12
250	315	+52	0	+52	0	14
315	400	+57	0	+57	0	16
400	500	+63	0	+63	0	18

주 (1) 테이퍼 내경의 전 래디얼 평면에 적용합니다.

7. 베어링의 정도

스러스트 앵글러 볼 베어링의 허용차 및 허용치

고속 스러스트 앵글러 볼 베어링 (BAR · BTR형의 허용차 및 허용치 (4A급⁽¹⁾))

표7.14 내륜

단위 : μm

호칭베어링 내경 d (mm)	평면내 평균내경의 치수차 Δ_{dmp}		내경의 치수차 Δ_{ds}		평면내 내경부동 V_{dp} 직경계열		평면내 평균외경의 부동 V_{dmp}	내륜의 라디얼 흔들림 K_{ia}	내륜의 옆흔들림 S_d	내륜의 액시얼 흔들림 S_{ia}	내륜쪽 부동 V_{Bs}	내륜 또는 외륜의 조합 폭의 치수차 $\Delta_{Bs}(\Delta_{Cs})$						
	초과	이하	상	하	상	하						최대	최대	최대	최대	최대	상	하
— 50	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	3	0	-300					
50 80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	4	5	5	4	0	-500					
80 120	0	-8	0	-8	8	6	4	5	5	5	4	0	-500					
120 150	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	5	0	-750					
150 180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	5	0	-750					
180 250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	6	0	-1000					

표7.15 외륜

단위 : μm

호칭베어링 외경 D (mm)	평면내 평균외경의 치수차 Δ_{Dmp}		외경의 치수차 Δ_{Ds}		평면내 외경부동 V_{Dp} 직경계열		평면내 평균외경의 부동 V_{Dmp}	외륜의 라디얼 흔들림 K_{ea}	외륜의 옆흔들림 S_D	내륜쪽 액시얼 흔들림 S_{ea}	외륜쪽 부동 V_{Cs}					
	초과	이하	상	하	상	하						최대	최대	최대	최대	최대
— 80	-30	-37	-30	-37	7	5	3.5	5	4	5	3					
80 120	-40	-48	-40	-48	8	6	4	6	5	6	4					
120 150	-50	-59	-50	-59	9	7	5	7	5	7	5					
150 180	-50	-60	-50	-60	10	8	5	8	5	8	5					
180 250	-50	-61	-50	-61	11	8	6	10	7	10	7					
250 315	-60	-73	-60	-73	13	10	7	11	8	10	7					

주 (1) 4A급은 NSK의 자체 규격으로, 외륜 외경 허용차 이외에는 ISO 4급과 동일함.

복식 스러스트 앵글러 볼 베어링 (TAC형) 의 허용차 및 허용치 (7급⁽²⁾)

표7.16 내륜의 허용차, 허용치 및 외륜의 허용치 및 베어링 높이의 허용차

단위 : μm

호칭베어링 내경 d (mm)	내경의 치수차 Δ_{ds}		베어링높이의 치수차 Δ_{rs}		내륜(또는 외륜)의 라디얼 흔들림 K_{ia} (또는 K_{ea})	내륜의 옆흔들림 S_d	내륜(또는 외륜)의 액시얼 흔들림 S_{ia} (또는 S_{ea})
	초과	이하	상	하			
— 30	0	-5	0	-300	5	4	3
30 50	0	-5	0	-400	5	4	3
50 80	0	-8	0	-500	6	5	5
80 120	0	-8	0	-600	6	5	5
120 180	0	-10	0	-700	8	8	5
180 250	0	-13	0	-800	8	8	6
250 315	0	-15	0	-900	10	10	6
315 400	0	-18	0	-1200	10	12	7

주 (2) 7급은 NSK 자체 규격임.

표7.17 외륜의 허용차

단위 : μm

호칭베어링 외경 D (mm)	외경의 치수차 Δ_{Ds}	
	초과	이하
30 50	-25	-41
50 80	-30	-49
80 120	-36	-58
120 180	-43	-68
180 250	-50	-79
250 315	-56	-88
315 400	-62	-98
400 500	-68	-108
500 630	-76	-120

볼 스크류 서포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링의 허용차 및 허용치

공작 기계용

표7.17 TAC B계열

단위 : μm

호칭베어링내경 또는 호칭베어링외경 (mm)		내경의 치수차				외경의 치수차				내륜폭의 치수차 치수차		내륜 또는 외륜의 액시얼흔들림
		정도등급				정도등급				정도등급		
		PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A PN7B	PN7A PN7B	
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	최대
10	18	0	-4	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2.5
18	30	0	-5	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2.5
30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	0	-120	2.5
50	80	0	-7	0	-5	0	-7	0	-5	0	-150	2.5
80	120	0	-8	0	-6	0	-8	0	-6	0	-200	2.5

비고 외륜의 폭 치수차는 동일 베어링의 내륜 폭 치수차를 적용한다.

베어링의 정도는 PN7A를 표준으로 하고 있다. 래디얼 볼 베어링의 ISO4급에 상당하는 정도이지만, 내륜, 외륜의 액시얼 흔들림에 관하여는 보다 정밀한 공차를 적용하고 있다.

또, 만능조합형 베어링(SU)의 경우에는 내외경의 치수차를 더욱 엄격하게 관리한 PN7B를 적용하고 있다.

전동 사출 성형기용

표7.18 TAC 02·03계열

단위 : μm

호칭베어링내경 또는 호칭베어링외경 (mm)		내경의 치수차				외경의 치수차				내륜폭의 치수차		내륜 또는 외륜의 액시얼 흔들림
		정도등급										
		PN5D										
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	최대
10	18	0	-5	-	-	0	-80	0	-80	0	-80	5
18	30	0	-6	-	-	0	-120	0	-120	0	-120	5
30	50	0	-8	0	-7	0	-120	0	-120	0	-120	8
50	80	0	-9	0	-9	0	-150	0	-150	0	-150	8
80	120	0	-10	0	-10	0	-200	0	-200	0	-200	8
120	150	-	-	0	-11	-	-	-	-	-	-	-
150	180	-	-	0	-13	-	-	-	-	-	-	-
180	250	-	-	0	-15	-	-	-	-	-	-	-
250	315	-	-	0	-18	-	-	-	-	-	-	-

비고 외륜 폭의 치수차는 같은 베어링의 내륜 폭의 치수차를 적용한다.

베어링의 정도는 PN5D를 표준으로 하고 있다. 래디얼 볼 베어링의 ISO5급에 해당하는 정도이지만, 내륜, 외륜의 액시얼 흔들림은 보다 엄격한 규격을 채용하고 있다.

8. 축 및 하우징 설계

축 · 하우징과의 끼워 맞춤

정밀 베어링의 충분한 성능(회전 정도, 고속 성능, 저온도 상승)을 발휘시키기 위하여는 베어링 및 하우징등의 주변 부품에도 높은 정밀도가 요구된다.

베어링의 내외륜을 축 및 하우징에 일정량의 억지 끼워 맞춤량으로 조립할 때에는 축 및 하우징의 형상(진원도)가 베어링 궤도면에 전사되어 회전 정도에 영향을 미치게된다.

또, 원통도는 앵글러 볼 베어링을 몇 개 조합하여 사용할 때 각 베어링의 예압하중의 배분에도 영향을 미친다. 따라서 이들 정도에도 최대한 정밀도를 높여야 한다.

표8.1 축과의 끼워 맞춤(°)

베어링 형식	축외경(mm)		축외경(°) 공차(mm)		목표 끼워 맞춤(°)(mm)	
	초과	이하	최소	최대	최소	최대
스핀들주축용 베어링(°)	10	18	-0.003	0	0	0.002 T
	18	50	-0.004	0	0	0.0025T
	50	80	-0.005	0	0	0.003 T
	80	120	-0.003	0.003	0	0.004 T
	120	180	-0.004	0.004	0	0.004 T
	180	250	-0.005	0.005	0	0.005 T
볼스크류 섀프트용 스러스트 앵글러 볼베어링	10	18	-0.008	0	-	-
	18	30	-0.009	0	-	-
	30	50	-0.011	0	-	-
	50	80	-0.013	0	-	-
	80	120	-0.015	0	-	-

표8.2 하우징과의 끼워 맞춤(°)

베어링 형식	하우징내경(mm)		하우징내경(°)공차(mm)		목표 끼워 맞춤(°)(mm)	
	초과	이하	최소	최대	최소	최대
앵글러 볼베어링(고정축)	18	50	-0.002	0.002	0.002L	0.006L
	50	80	-0.0025	0.0025	0.002L	0.006L
	80	120	-0.003	0.003	0.003L	0.008L
	120	180	-0.004	0.004	0.003L	0.008L
	180	250	-0.005	0.005	0.005L	0.010L
앵글러 볼베어링(자유축)	18	50	0	0.004	0.006L	0.011L
	50	80	0	0.005	0.006L	0.011L
	80	120	0	0.006	0.009L	0.015L
	120	180	0	0.008	0.009L	0.015L
원통로울러 베어링	18	50	-0.006	0	0.002L	0.002T
	50	80	-0.007	0	0.002L	0.002T
	80	120	-0.008	0	0.002L	0.002T
	120	180	-0.009	0	0.002L	0.002T
	180	250	-0.011	0	0.002L	0.002T
볼스크류 섀프트용 스러스트 앵글러 볼베어링	10	18	-	-	-	-
	18	30	-	-	-	-
	30	50	0	0.016	-	-
	50	80	0	0.019	-	-
	80	120	0	0.022	-	-

주 (°) 상기 끼워 맞춤의 추천치는 표준적인 공작기계의 사용 조건에 적용하는 것으로 표준 $d_m n_{01}$ 80×10⁴이하의 사용조건에 적용합니다. 고속 고하중 또는 외륜 회전 용도에서 사용 되는 경우는 NSK에 상담바랍니다.

(°) 목표 끼워 맞춤치는 축과 하우징을 현품 맞추기로 조립하실때의 치수로 그렇지 않을 경우에는 각각 최소~최대의 사이에서 랜덤 메칭합니다.

(°) 상기 표는 앵글러 볼 베어링:70XX,79XX,72XX,BNR,BER과 스러스트 앵글러 볼 베어링 :BAR,BTR,TAC 및 원통 롤러 베어링 :N10XX,NN39XX,NN49XX에 적용 됩니다.

(°) 표의 기호 T는 억지 끼워 맞춤 L은 헐거운 끼워 맞춤을 나타냅니다.

테이퍼 내경 복열 원통 롤러 베어링은 내륜 테이퍼와 축 테이퍼가 맞지 않는 경우 롤러 2열의 좌우간 클리어런스 값이 틀리게 된다. 따라서 2열간의 하중부하가 균등하지 않게 되어, 강성 저하 및 내륜 궤도의 경사짐으로 인하여 원통 롤러의 운동이 불규칙하게 된다.

테이퍼 부는 사용하실 베어링과 현품 맞추기 가공을 실시하실 것을 추천 드리며, 접촉은 블루 용액이 80%이상의 전면 접촉상태가 되어야 하며, 베어링 조립부의 추천 정도, 표면 거칠기는 이하 표에 나타내었다.

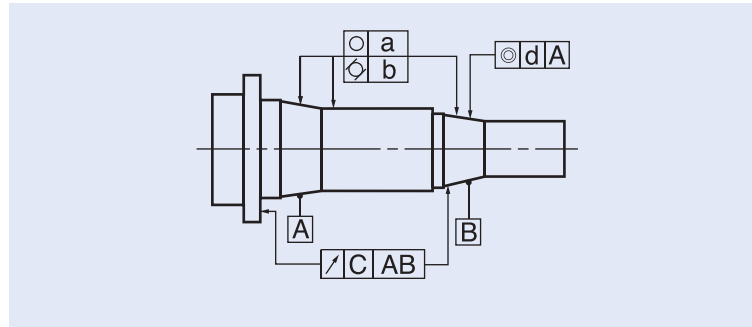


표8.3 축의 정도와 평균조도

축경 (mm)		허용공차등급과 조도치(μm)									
		진원도(원통도(○))		원통도(○)		흔들림(∧)		동축도(◎)		조도	
		a	b	c	d	R _a					
초과	이하	정도등급		정도등급		정도등급		정도등급		정도등급	
		P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
—	10	0.7	0.5	0.7	0.5	2	1.2	4	2.5	0.2	0.1
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.2	0.1
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.2	0.1
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.2	0.1
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.2	0.1
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.4	0.2
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.4	0.2
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.4	0.2
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	0.4	0.2

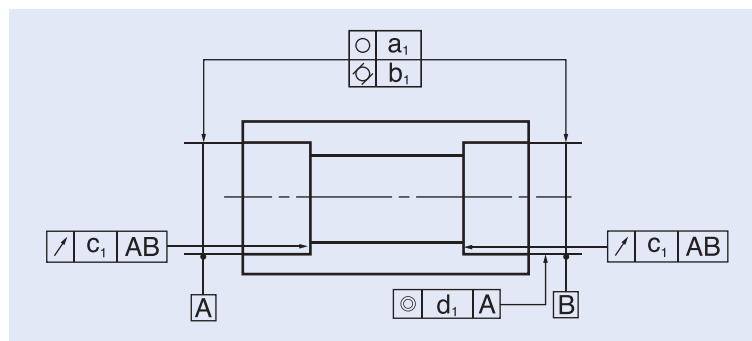


표8.4 하우징의 정도와 평균조도

하우징내경 (mm)		허용공차등급과 조도치(μm)									
		진원도(원통도(○))		원통도(○)		흔들림(∧)		동축도(◎)		조도	
		a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	R _a					
초과	이하	정도등급		정도등급		정도등급		정도등급		정도등급	
		P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.4	0.2
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.4	0.2
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.4	0.2
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.4	0.2
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.8	0.4
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.8	0.4
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.8	0.4
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	1.6	0.8
315	400	4.5	3.5	4.5	3.5	9	6.5	18	13	1.6	0.8

축 및 하우징 설계

8. 축 및 하우징 설계

설치관계치수

표8.5 앵글러 볼 베어링의 설치 관계치수

단위 : μm

호칭 베어링내경	치수계열 19, 29 79xx, BNR19, BER19, BNR29, BER29, BGR19, TAC29X					치수계열 10, 20 70xx, BNR10, BER10, BNR20, BER20, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					치수계열 02 72xx, BGR02				
	d_a (최소)	D_a (최대)	D_b (최대)	r_a (최대)	r_b (최대)	d_a (최소)	D_a (최대)	D_b (최대)	r_a (최대)	r_b (최대)	d_a (최소)	D_a (최대)	D_b (최대)	r_a (최대)	r_b (최대)
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.5	13.5	—	0.3	—
6	—	—	—	—	—	8.5	14.5	—	0.3	—	8.5	16.5	—	0.3	—
7	—	—	—	—	—	9.5	16.5	—	0.3	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	10.5	19.5	—	0.3	—	10.5	21.5	—	0.3	—
10	12.5	19.5	20.8	0.3	0.15	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	15	25	27.5	0.6	0.3
12	14.5	21.5	22.8	0.3	0.15	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17	27	29.5	0.6	0.3
15	17.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	20	30	32.5	0.6	0.3
17	19.5	27.5	28.8	0.3	0.15	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	22	35	37.5	0.6	0.3
20	22.5	34.5	35.8	0.3	0.15	25	37	39.5	0.6	0.3	26	41	42	1.0	0.5
25	27.5	39.5	40.8	0.3	0.15	30	42	44.5	0.6	0.3	31	46	47	1.0	0.5
30	32.5	44.5	45.8	0.3	0.15	36	49	50	1.0	0.5	36	56	57	1.0	0.5
35	40	50	52.5	0.6	0.3	41	56	57	1.0	0.5	42	65	67	1.0	0.6
40	45	57	59.5	0.6	0.3	46	62	63	1.0	0.5	47	73	75	1.0	0.6
45	50	63	65.5	0.6	0.3	51	69	70	1.0	0.5	52	78	80	1.0	0.6
50	55	67	69.5	0.6	0.3	56	74	75	1.0	0.5	57	83	85	1.0	0.6
55	61	74	75	1.0	0.5	62	83	85	1.0	0.6	64	91	94	1.5	0.8
60	66	79	80	1.0	0.5	67	88	90	1.0	0.6	69	101	104	1.5	0.8
65	71	84	85	1.0	0.5	72	93	95	1.0	0.6	74	111	114	1.5	0.8
70	76	94	95	1.0	0.5	77	103	105	1.0	0.6	79	116	119	1.5	0.8
75	81	99	100	1.0	0.5	82	108	110	1.0	0.6	84	121	124	1.5	0.8
80	86	104	105	1.0	0.5	87	118	120	1.0	0.6	90	130	134	2.0	1.0
85	92	113	115	1.0	0.6	92	123	125	1.0	0.6	95	140	144	2.0	1.0
90	97	118	120	1.0	0.6	99	131	134	1.5	0.8	100	150	154	2.0	1.0
95	102	123	125	1.0	0.6	104	136	139	1.5	0.8	107	158	163	2.0	1.0
100	107	133	135	1.0	0.6	109	141	144	1.5	0.8	112	168	173	2.0	1.0
105	112	138	140	1.0	0.6	115	150	154	2.0	1.0	117	178	183	2.0	1.0
110	117	143	145	1.0	0.6	120	160	164	2.0	1.0	122	188	193	2.0	1.0
120	127	158	160	1.0	0.6	130	170	174	2.0	1.0	132	203	208	2.0	1.0
130	139	171	174	1.5	0.8	140	190	194	2.0	1.0	144	216	223	2.5	1.0
140	149	181	184	1.5	0.8	150	200	204	2.0	1.0	154	236	243	2.5	1.0
150	160	200	204	2.0	1.0	162	213	218	2.0	1.0	164	256	263	2.5	1.0
160	170	210	214	2.0	1.0	172	228	233	2.0	1.0	174	276	283	2.5	1.0
170	180	220	224	2.0	1.0	182	248	253	2.0	1.0	188	292	301	3.0	1.5
180	190	240	244	2.0	1.0	192	268	273	2.0	1.0	198	302	311	3.0	1.5
190	200	250	254	2.0	1.0	202	278	283	2.0	1.0	208	322	331	3.0	1.5
200	212	268	273	2.0	1.0	212	298	303	2.0	1.0	218	342	351	3.0	1.5
220	242	282	287	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	263	301	306	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	283	341	345	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	304	360	365	2.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

표8.6 원통 롤러베어링의 설치 관계 치수

단위 : μm

호칭 베어링내경	치수계열 19 NN39, NN49, NNU49						치수계열10 (복열) NN30XX					치수계열 10(단열) N10XX				
	d_a (최소)	d_{1a} (최소)	d_c (최소)	D_a (최대)	r_a (최소)	r_a (최대)	d_a (최대)	d_{1a} (최소)	D_a (최대)	D_a (최소)	r_a (최대)	d_a (최소)	d_{1a} (최소)	D_a (최대)	D_a (최소)	r_a (최대)
25	—	—	—	—	—	—	29	29	43	42	0.6	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	35	36	50	50	1.0	35	36	51	49	0.5
35	—	—	—	—	—	—	40	41	57	56	1.0	40	41	57	56	0.5
40	—	—	—	—	—	—	45	46	63	62	1.0	45	46	63	62	0.6
45	—	—	—	—	—	—	50	51	70	69	1.0	50	51	70	69	0.6
50	—	—	—	—	—	—	55	56	75	74	1.0	55	56	75	74	0.6
55	—	—	—	—	—	—	61.5	62	83.5	83	1.0	61.5	61	83.5	83	1.0
60	—	—	—	—	—	—	66.5	67	88.5	88	1.0	66.5	66	88.5	88	1.0
65	—	—	—	—	—	—	71.5	72	93.5	93	1.0	71.5	71	93.5	93	1.0
70	—	—	—	—	—	—	76.5	77	103.5	102	1.0	76.5	76	103.5	102	1.0
75	—	—	—	—	—	—	81.5	82	108.5	107	1.0	81.5	81	108.5	107	1.0
80	—	—	—	—	—	—	86.5	87	118.5	115	1.0	86.5	86	118.5	115	1.0
85	—	—	—	—	—	—	91.5	92	123.5	120	1.0	91.5	91	123.5	120	1.0
90	—	—	—	—	—	—	98	99	132	129	1.5	98	97	132	129	1.0
95	—	—	—	—	—	—	103	104	137	134	1.5	103	102	137	134	1.0
100	106.5	108	115	133.5	131	1.0	108	109	142	139	1.5	108	107	142	139	1.0
105	111.5	113	120	138.5	136	1.0	114	115	151	148	2.0	114	114	151	148	1.0
110	116.5	118	125	143.5	141	1.0	119	121	161	157	2.0	119	119	161	157	1.0
120	126.5	128	137	158.5	154.5	1.0	129	131	171	167	2.0	129	129	171	167	1.0
130	138	140	148	172	169	1.5	139	141	191	185	2.0	139	140	191	185	1.0
140	148	150	158	182	180	1.5	149	151	201	195	2.0	149	150	203.5	194	1.0
150	159	162	171	201	197	2.0	161	162	214	209	2.0	—	—	—	—	—
160	169	172	182	211	207	2.0	171	172	229	222	2.0	—	—	—	—	—
170	179	182	192	221	217	2.0	181	183	249	239	2.0	—	—	—	—	—
180	189	193	205	241	234	2.0	191	193	269	258	2.0	—	—	—	—	—
190	199	203	217	251	245.5	2.0	201	203	279	268	2.0	—	—	—	—	—
200	211	214	228	269	261	2.0	211	214	299	285	2.0	—	—	—	—	—
220	231	234	—	289	281	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	251	254	—	309	302	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	271	275	—	349	338	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	291	295	—	369	358	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

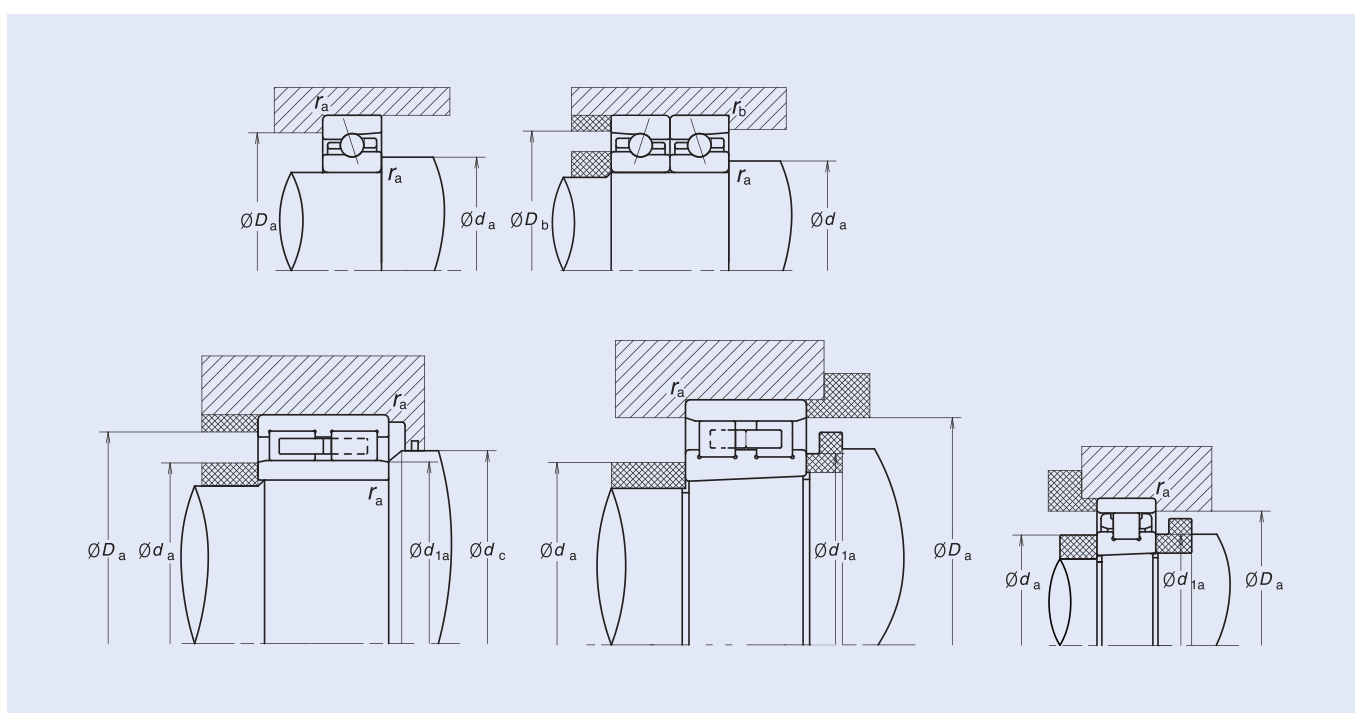


그림8.1 조립 치수도 예

축 및 외륜설계

8. 축 및 하우징 설계

면취치수의 허용 한계치와 축 또는 하우징의 모떼기 반경

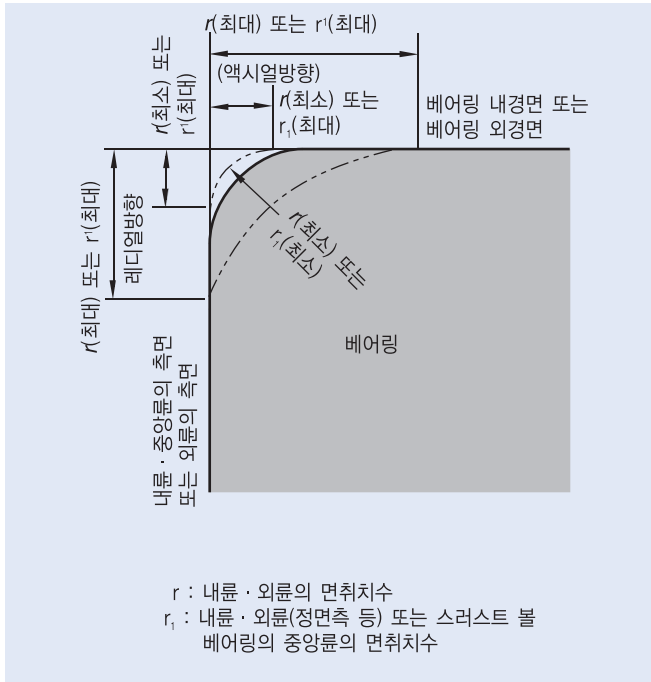


그림8.2 면취치수

비고 면취 표면의 정확한 형상은 규정되어 있지 않으나 액시얼 평면에서의 윤곽은 내륜 또는 중앙륜의 축면과 베어링 내경면, 또는 외륜의 축면과 베어링 외경면과의 접촉 반경 r (최소) 또는 r_1 (최소)의 가상 원호의 바깥으로 돌출되면 안된다.

표8.7 면취치수의 허용한계치

단위 : mm

내륜·외륜의 최소 허용 면취 치수 r (최소) 또는 r_1 (최소)	호칭 베어링 내경 d		내륜·외륜의 최대 허용면취치수 r (최대) 또는 r_1 (최대)		참고
	초과	이하	라디얼방향	액시얼방향	축 또는 하우징의 모떼기 반경 r_a
0.05	—	—	0.1	0.2	0.05
0.08	—	—	0.16	0.3	0.08
0.1	—	—	0.2	0.4	0.1
0.15	—	—	0.3	0.6	0.15
0.2	—	—	0.5	0.8	0.2
0.3	—	40	0.6	1	0.3
0.3	40	—	0.8	1	0.3
0.6	—	40	1	2	0.6
0.6	40	—	1.3	2	0.6
1	—	50	1.5	3	1
1	50	—	1.9	3	1
1.1	—	120	2	3.5	1
1.1	120	—	2.5	4	1
1.5	—	120	2.3	4	1.5
1.5	120	—	3	5	1.5

단위 : mm

내륜·외륜의 최소 허용 면취 치수 r (최소) 또는 r_1 (최소)	호칭베어링내경 d		내륜·외륜의 최대 허용면취치수 r (최대) 또는 r_1 (최대)		참고
	초과	이하	라디얼방향	액시얼방향	축 또는 하우징의 모떼기 반경 r_a
2	—	80	3	4.5	2
2	80	220	3.5	5	2
2	220	—	3.8	6	2
2.1	—	280	4	6.5	2
2.1	280	—	4.5	7	2
2.5	—	100	3.8	6	2
2.5	100	280	4.5	6	2
2.5	280	—	5	7	2
3	—	280	5	8	2.5
3	280	—	5.5	8	2.5
4	—	—	6.5	9	3
5	—	—	8	10	4
6	—	—	10	13	5
7.5	—	—	12.5	17	6
9.5	—	—	15	19	8
12	—	—	18	24	10
15	—	—	21	30	12
19	—	—	25	38	15

주 (1) 호칭 베어링 폭이 2mm이하 베어링의 액시얼 방향 r (최대)의 수치는 라디얼 방향의 수치와 동일한 수치를 적용한다.

9. 스페이서

스페이서 치수

앵글러 볼베어링(19·29·10·20·02계열)에 사용되는 표준 스페이서 치수를 이하에 나타내었다.

●보충●

스페이서 재료 SUJ2 또는 S**C재

사용하실 때는 스페이서 단면 평행도 = 0.003mm 이하

19 및 29계열

치수계열 19 및 29(79, BNR19, BER19, BNR29, BER29, BGR19) 표준 스페이서 치수표

단위 : mm

내경 번호	호칭 베어링내 경	베어링 외경	외륜 스페이서		내륜 스페이서		스페이서 면취
			외경 ⁽¹⁾	내경	외경	내경 ⁽²⁾	
00	10	22	21.5	17.5	14.5	10.5	0.2
01	12	24	23.5	19.5	16.5	12.5	0.2
02	15	28	27.5	23.5	19.5	15.5	0.2
03	17	30	29.5	25.5	21.5	17.5	0.2
04	20	37	36.5	31.5	26	20.5	0.2
05	25	42	41.5	36	31	25.5	0.2
06	30	47	46.5	41	36	30.5	0.2
07	35	55	54.5	48	42	35.5	0.3
08	40	62	61.5	54.5	47.5	40.5	0.3
09	45	68	67.5	60	53	45.5	0.3
10	50	72	71.5	66	56	50.5	0.3
11	55	80	79.5	72	64	55.5	0.5
12	60	85	84.5	77	68	60.5	0.5
13	65	90	89.5	82	73	65.5	0.5
14	70	100	99.5	91.5	79	70.5	0.5
15	75	105	104.5	96.5	84	75.5	0.5
16	80	110	109.5	101.5	89.5	80.5	0.5
17	85	120	119.5	110	95	85.5	0.5
18	90	125	124.2	116	100	90.5	0.5
19	95	130	129.2	120	106	95.5	0.5
20	100	140	139.2	129	112	100.5	0.5
21	105	145	144.2	133	117	105.5	0.5
22	110	150	149.2	138	122	110.5	0.5
24	120	165	164.2	152	133	120.5	0.5
26	130	180	179.2	166	144	130.8	0.8
28	140	190	189.2	176	154	140.8	0.8
30	150	210	209.2	193	167	150.8	1.0
32	160	220	219.2	213	175	160.8	1.0
34	170	230	229.2	214	188	170.8	1.0
36	180	250	249.2	231	200	180.8	1.0
38	190	260	259.2	242	206	190.8	1.0
40	200	280	279.2	255	225	200.8	1.0

주 (1) 외륜 스페이서 급유 방식(오일 미스트, 제트 윤활등)의 경우에는 베어링 외경 치수와 같은 치수로 하여 g5공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

(2) $d_{m,n}$ 70×10⁴이상의 고속 영역에서는 베어링 내경 치수와 같은 치수로 하여 F6공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

9. 스페이서

●보충●

스페이서 재료 SUJ2 또는 S* *C재

사용할 때는 스페이서 단면 평행도 = 0.003mm 이하

10 및 20계열 치수계열 10 및 20(70, BNR10, BER10, BNR20, BER20, BGR10) 표준 스페이서 치수표 단위 : mm

내경 번호	호칭 베어링 내경	베어링 외경	외륜 스페이서		내륜 스페이서		스페이서 면취
			외경 ⁽¹⁾	내경	외경	내경 ⁽²⁾	
00	10	26	25.5	21.5	14.5	10.5	0.2
01	12	28	27.5	23.5	17	12.5	0.2
02	15	32	31.5	27	20	15.5	0.2
03	17	35	34.5	29.5	23	17.5	0.2
04	20	42	41.5	35	27	20.5	0.3
05	25	47	46.5	40.5	32	25.5	0.3
06	30	55	54.5	47.5	38	30.5	0.5
07	35	62	61.5	54	43	35.5	0.5
08	40	68	67.5	60	48	40.5	0.5
09	45	75	74.5	66	55	45.5	0.5
10	50	80	79.5	71	60	50.5	0.5
11	55	90	89.5	81	66	55.5	0.5
12	60	95	94.5	86	69	60.5	0.5
13	65	100	99.5	91	74	65.5	0.5
14	70	110	109.5	98	83	70.5	0.5
15	75	115	114.5	105	85	75.5	0.5
16	80	125	124.2	112	93	80.5	0.5
17	85	130	129.2	117	99	85.5	0.5
18	90	140	139.2	126	104	90.5	0.8
19	95	145	144.2	131	109	95.5	0.8
20	100	150	149.2	136	114	100.5	0.8
21	105	160	159.2	144	121	105.5	1.0
22	110	170	169.2	153	128	110.5	1.0
24	120	180	179.2	166	136	120.5	1.0
26	130	200	199.2	177	150	130.8	1.0
28	140	210	209.2	190	160	140.8	1.0
30	150	225	224.2	203	172	150.8	1.2
32	160	240	239.2	217	183	160.8	1.2
34	170	260	259.2	230.5	199.5	170.8	1.2
36	180	280	279.2	250	210	180.8	1.2
38	190	290	289.2	261	221	190.8	1.2
40	200	310	309.2	278	232	200.8	1.2

주 (1) 외륜 스페이서 급유 방식(오일 미스트, 제트 윤활등)의 경우에는 베어링 외경 치수와 같은 치수로 하여 g5공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

(2) d_{mn} 70×10°이상의 고속 영역에서는 베어링 내경 치수와 같은 치수로 하여 F6공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

02계열

치수계열 02(72, BGR02) 표준 스페이서 치수표

단위 : mm

내경번호	호칭베어링내경	베어링외경	외륜스페이서		내륜스페이서		스페이서면취
			외경 ⁽¹⁾	내경	외경	내경 ⁽²⁾	
00	10	30	29.5	25	17	10.5	0.3
01	12	32	31.5	27	18	12.5	0.3
02	15	35	34.5	29	21	15.5	0.3
03	17	40	39.5	33	24	17.5	0.3
04	20	47	46.5	39	28	20.5	0.5
05	25	52	51.5	44	33	25.5	0.5
06	30	62	61.5	53	40	30.5	0.5
07	35	72	71.5	62	46	35.5	0.5
08	40	80	79.5	68	52	40.5	0.5
09	45	85	84.5	75	56	45.5	0.5
10	50	90	89.5	80	60	50.5	0.5
11	55	100	99.5	90	65	55.5	0.8
12	60	110	109.5	95	75	60.5	0.8
13	65	120	119.5	105	80	65.5	0.8
14	70	125	124.2	110	85	70.5	0.8
15	75	130	129.2	115	90	75.5	0.8
16	80	140	139.2	125	95	80.5	1.0
17	85	150	149.2	135	105	85.5	1.0
18	90	160	159.2	140	110	90.5	1.0
19	95	170	169.2	150	115	95.5	1.0
20	100	180	179.2	160	125	100.5	1.0
21	105	190	189.2	170	132	105.5	1.0
22	110	200	199.2	175	135	110.5	1.0
24	120	215	214.2	190	145	120.5	1.0
26	130	230	229.2	203	157	130.8	1.2
28	140	250	249.2	220	170	140.8	1.2
30	150	270	269.2	233	189	150.8	1.2

주 (1) 외륜 스페이서 급유 방식(오일 미스트, 제트 윤활등)의 경우에는 베어링 외경 치수와 같은 치수로 하여 g5공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

(2) $d_m n > 70 \times 10^4$ 이상의 고속 영역에서는 베어링 내경 치수와 같은 치수로 하여 F6공차 이하로 가공할 것을 추천한다.

9. 스페이서

노즐 타겟 위치

오일 에어, 오일 미스트, 오일 제트 유탄의 경우의 노즐 타겟 위치를 이하에 나타내었다.

단위 : mm

내경번호	호칭베어링내경	79시리즈		70시리즈		72시리즈		N10**MR (동합금시리즈)		N10**R (로바스트시리즈)	
		$\phi A(^{\circ})$	B	$\phi A(^{\circ})$	B	$\phi A(^{\circ})$	B	ϕA	B	ϕA	B
00	10	14.5	0.4	16.1	0.5	18.1	0.5	—	—	—	—
01	12	16.5	0.4	18.3	0.5	19.6	0.5	—	—	—	—
02	15	20.0	0.5	21.3	0.5	22.6	0.7	—	—	—	—
03	17	21.8	0.5	23.5	1.0	25.9	0.7	—	—	—	—
04	20	26.1	0.5	28.2	1.0	30.5	1.0	—	—	—	—
05	25	31.1	0.5	32.9	1.0	35.5	1.0	—	—	—	—
06	30	36.1	0.5	39.5	1.0	42.4	1.0	39.7	1.2	—	—
07	35	42.6	0.5	44.6	1.0	49.2	0.7	45.4	1.5	—	—
08	40	47.9	0.5	50.0	1.0	55.5	0.7	50.6	1.5	—	—
09	45	53.4	0.5	55.6	1.0	60.2	0.7	56.5	2.0	60.0	1.2
10	50	57.9	0.5	60.6	1.0	65.2	1.0	61.5	2.0	64.5	1.3
11	55	64.0	0.5	67.3	1.0	72.0	1.0	69.2	2.5	71.0	1.2
12	60	69.0	0.5	72.5	1.0	79.0	0.7	74.3	2.5	76.5	1.2
13	65	74.0	0.5	77.5	1.0	86.2	0.7	79.2	2.5	81.5	1.2
14	70	80.9	0.7	83.7	1.0	90.9	0.7	86.6	3.0	89.0	1.5
15	75	85.5	0.7	89.4	1.0	95.9	0.7	90.0	2.5	94.5	1.5
16	80	90.5	0.7	96.5	1.0	102.8	0.7	98.5	3.0	101.0	2.0
17	85	98.8	0.7	101.5	1.0	109.8	1.0	103.5	3.0	106.0	2.0
18	90	102.8	0.7	108.6	1.0	116.7	1.0	109.0	3.0	—	—
19	95	107.7	0.7	113.3	1.0	123.6	1.0	115.5	2.5	—	—
20	100	116.0	0.7	118.6	1.0	130.6	1.0	119.0	2.5	—	—
21	105	119.5	0.7	125.1	0.7	137.4	1.0	125.5	3.0	—	—
22	110	124.5	0.7	131.9	0.7	144.4	1.0	134.0	3.0	—	—
24	120	136.3	0.7	142.3	0.7	156.3	1.0	142.0	3.0	—	—
26	130	149.3	0.7	156.2	1.0	168.9	1.0	156.1	4.5	—	—
28	140	158.1	0.7	165.7	2.5	182.6	1.0	168.0	4.5	—	—
30	150	171.8	0.7	178.1	2.5	196.5	1.0	—	—	—	—
32	160	181.8	0.7	190.4	2.5	—	—	—	—	—	—
34	170	191.8	0.7	203.4	2.5	—	—	—	—	—	—
36	180	205.6	0.7	217.1	2.5	—	—	—	—	—	—
38	190	215.4	0.7	227.1	2.5	—	—	—	—	—	—
40	200	229.0	0.7	240.9	2.5	—	—	—	—	—	—

주 () 79시리즈, 70시리즈, 72시리즈의 노즐 타겟 위치는 DIN 규격 628-6에 근거를 두고 있습니다.

[주의]

- 일반적인 회전 속도의 경우에는 노즐을 주축과 평행하게 하면 적절한 유탄이 가능하나, 고속영역에서 운전할 경우에는 각도를 주는 것이 유리하다. (15°~20°)
이 같은 노즐의 경우 상세한 내용에 관하여는 NSK에 상담바랍니다.
- 스피널 내부에 오일이 적체됨에 따라 습동 부위가 발열하여 베어링에 손상을 입히지 않도록 적절한 배유 구조를 고려하여 주십시오.
- 오일은 유탄 유니트에 공급하기 전에 최대 5 μ m이하의 필터를 통과시키시는 것이 좋습니다.

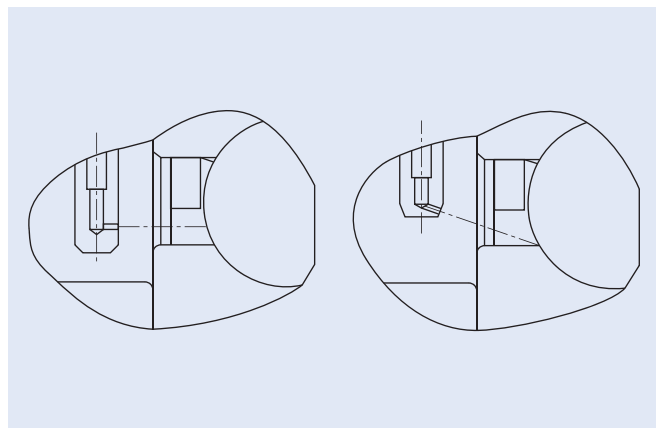


그림9.1 노즐의 각도

단위 : mm

호칭베어링내경	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B
6	—	—	—	—	—	—	9.0	0.4	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	10.5	0.4	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	12.0	0.5	—	—	—	—
10	—	—	—	—	13.5	0.4	14.5	0.5	17.0	1.0	—	—
12	—	—	—	—	15.5	0.4	16.5	0.5	18.0	0.5	—	—
15	—	—	—	—	18.5	0.5	20.0	1.0	21.0	1.0	—	—
17	—	—	—	—	20.5	0.5	22.5	1.5	24.0	0.5	—	—
20	—	—	—	—	25.0	0.8	26.5	0.8	28.3	0.5	—	—
25	31.0	0.5	—	—	30.0	0.8	31.5	0.8	33.2	1.0	—	—
30	35.5	0.5	39.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
35	42.0	0.5	44.5	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
40	48.0	0.5	50.0	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—
45	53.0	0.5	55.5	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
50	57.5	0.5	60.5	1.7	—	—	—	—	—	—	60.5	0.9
55	63.5	0.5	67.5	1.5	—	—	—	—	—	—	67.5	0.7
60	68.5	0.5	73.0	1.5	—	—	—	—	—	—	73.5	0.7
65	73.5	0.5	77.5	1.5	—	—	—	—	—	—	77.5	0.7
70	80.5	0.7	84.0	1.7	—	—	—	—	—	—	84.0	0.7
75	85.0	0.7	89.0	1.7	—	—	—	—	—	—	89.0	0.7
80	90.5	0.7	96.0	1.7	—	—	—	—	—	—	96.0	0.9
85	98.5	0.7	102.0	1.7	—	—	—	—	—	—	102.0	0.9
90	102.0	0.7	109.0	1.7	—	—	—	—	—	—	108.5	1.2
95	107.0	0.7	112.0	1.7	—	—	—	—	—	—	112.5	1.2
100	113.5	0.7	118.5	2.5	—	—	—	—	—	—	118.5	1.7
105	119.0	0.7	125.0	1.7	—	—	—	—	—	—	126.0	1.4
110	124.0	0.7	132.5	1.7	—	—	—	—	—	—	132.5	1.2
120	136.0	0.7	143.0	1.7	—	—	—	—	—	—	142.5	1.2
130	149.0	0.7	156.5	1.7	—	—	—	—	—	—	155.5	1.7
140	157.5	0.7	166.0	1.7	—	—	—	—	—	—	167	1.7
150	171.5	0.7	178.5	1.7	—	—	—	—	—	—	179.5	1.9
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	2.0
170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	205	1.7
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218	2.0
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	228	2.0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242	2.2

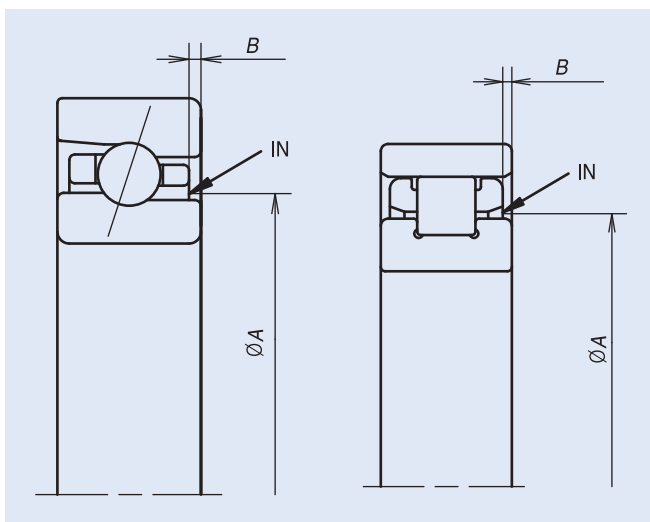


그림9.2 노즐 타겟 위치

스페이서

베어링의 취급



Bearing Hand

Part 6

베어링의 점검

안전검사

초기 길들임 안전

베어링의 취급

- 1. 베어링의 설치196~209
 - 1. 베어링의 세정
 - 2. 관계 부품의 치수체크
 - 3. 베어링 설치
 - 4. 베어링 설치 후의 체크
- 2. 운전검사210~211
- 3. 초기 길들임 운전212~213

ling

1. 베어링의 조립

조립 순서

베어링 설치의 정밀도는 정도, 수명, 성능에 크게 영향을 미친다. 그렇기 때문에 설계 및 조립 부문에서 베어링의 설치에 대해 충분히 검토하고, 작업 표준에 따라 설치 작업을 실시하는 것이 바람직하다. 작업 표준의 항목은 보통 다음과 같다.

1. 베어링의 세정
2. 관계 부품의 치수 확인
3. 설치
4. 베어링 설치 후의 확인

베어링의 포장은 설치 직전에 제거하는 것이 바람직하다. 고속에서 사용되는 베어링은 깨끗한 세정유로 씻어 베어링에 도포된 방청제를 제거한다. 방청제를 제거한 베어링은 녹이 발생하기 쉬우므로 그대로 방치해 두어서는 안 된다.

또한 그리스 봉입 베어링은 세정하지 않고 사용한다.

베어링의 설치 방법은 베어링 형식이나, 끼워 맞춤의 조건에 따라 다르다. 일반적으로 축회전의 경우가 많으므로, 내륜에는 역시 끼워 맞춤이 필요하다. 원통 내경 베어링에서는 프레스에 의한 압입이나 열간 압입으로 설치하는 경우가 많다.

베어링의 하우징에의 설치는, 일반적으로 헐거운 끼워맞춤이 많으나 외륜에 간섭량이 있는 경우 보통 프레스로 압입시킨다.

취급상의 주의

정밀 구름베어링은 정도·품질이 높고, 취급도 거기에 상응하는 신중함이 요구된다. 아무리 고성능의 베어링을 사용해도, 취급을 잘못하면 기대한 성능을 얻을 수 없다.

■ 베어링 및 주변환경의 세정

먼지는 미세한 것 이라도, 베어링에 악영향을 미치는 경우가 있다. 베어링 및 그 주위를 청결히 하여 먼지, 이물질의 침입을 막는다.

■ 취급은 조심스럽게 실시한다

취급 중에 베어링에 충격을 주면, 상처 및 압흔을 일으키고 사고의 원인이 된다. 심한 경우에는 깨지거나 절손을 일으키므로, 주의하지 않으면 안된다.

■ 적절한 취급 도구를 사용한다

그 자리에 있던 아무 기구로나 대용하는 것은 피하고, 적절한 기구를 사용한다.

■ 베어링의 녹에 주의한다

베어링을 취급하는 경우에는 손의 땀, 오일이 녹의 원인이 되므로, 청결한 손으로 취급하는 주의가 필요하다. 가능하면 장갑을 사용하면 좋다. 또한 부식성 가스등에 의한 베어링의 녹에 주의가 필요하다.

보관 방법

■ 베어링은 방청유를 도포하여 포장되어 있지만, 완전히 외부 공기의 접촉을 차단하기 위하여, 베어링 보관 장소는 습기가 없는 장소가 필요하다.

■ 보관은 청결한 상태에서 낮은 습도, 환풍이 잘 되고, 햇빛이 잘 들지 않는 장소를 선정하여, 로커나 선반을 사용하고, 적어도 바닥에서 30cm 이상의 높이의 장소에 놓아두고 보관하는 것이 좋다.

■ 수입 검사 등을 위해 포장을 푸는 경우에는, 이 후의 녹 방지 조치와 재 포장에 충분한 주의를 기울여 보관 하도록 하지 않으면 안된다.

1. 베어링의 세정

베어링 출하시에는, 수송 중 및 보관 중의 방진, 방청을 위해 방청유를 도포한다.

포장박스 개봉 후에는 우선 방청유로 세정할 필요가 있다.

(그리스 봉입 베어링이나 싺 부착 베어링 등, 일부 제품에 대해서는 세정할 필요가 없다.)

■ 세정 방법

1. 베어링의 세정액에는 일반적으로 백등유 및 경유 등을 사용한다.
2. 세정은 「1차 세정」 및 「사상 세정」으로 나누어, 각각의 용기에 망을 설치해 두고, 베어링이 세정 용기안의 먼지에 접촉하지 않도록 한다.
3. 1차 세정 용기 안에서 베어링을 회전시키는 것은 가급적 피하고, 브러쉬 등을 사용하여 대략 깨끗해졌을때 사상 세정으로 옮긴다.
4. 사상 세정 용기에서는 베어링을 세정액 안에서 조심스럽게 회전시킨다. 사상 용기의 세정유는 항상 청결하게 해 두는 배려가 필요하다.
5. 세정 후는 탈지를 실시한다. 그리스 윤활의 경우는 그리스 봉입 작업으로 옮긴다. 오일 에어 윤활 등의 경우는 가급적 회전시키지 않도록 하고, 주축에 설치한다. (그 사이, 윤활유 농도를 낮춘 용액을 베어링 표면과 내부에 얹게 도포할 것을 추천한다.)

2. 관계 부품의 치수체크

축과 하우징의 검사

■축·하우징은 깨끗하게 세정하고, 베어링 및 스페이서 소입시 상처·가공 burr·뽕김 등이 생기지 않도록 한다.

■축·하우징 치수는 베어링 내·외경과의 끼워맞춤에 적절한 값인지 확인한다. 축 및 하우징의 추천 끼워 맞춤은 P184에 기재되어 있다.

■측정(또는 설치)은 온도 관리가 가능한 항온실에서 실시한다. 측정 물의 온도가 충분히 안정된 상태에서 마이크로 미터 또는 실린더 게이지를 사용한다. (측정은 반드시 몇 개소를 실시한다.) 축 및 하우징의 추천 정도는 P185에 기재되어 있다.

스페이서의 검사

주축 내에 배열된 스페이서 등은 그 평행도를 0.003mm이하로 관리하는 것을 추천한다. (스페이서 평행도의 불량은 베어링에 경사를 발생시켜 정도 불량, 음향 불량을 발생시킨다.)

3. 베어링의 조립

그리스 윤활의 경우는, 그리스를 봉입한 베어링, 오일 에어(오일 미스트)윤활의 경우는, 탈지 세정 후의 베어링을 주축 또는 하우징에 설치한다.

설치 방법은 각각의 내·외륜 끼워맞춤에 따라 다르지만, 내륜 회전이 많은 공작 기계용 베어링의 경우, 내륜에 주로 억지 끼워맞춤을 실시하고, 원통 내경 베어링의 경우에는 일반적으로 열간 압입을 실시한다.

외륜은 헐거운 끼워 맞춤의 경우가 많으므로 설치하는 가능하지만, 보다 설치를 용이하게 하기 위해 하우징을 가열하는 방법도 유효하다.

테이퍼 내경 베어링에는 내륜을 직접 테이퍼 축에 고정한다 고속 회전에 있어서는 설치시의 래디얼 클리어런스의 관리가 필요하기 때문에 GN 게이지를 추천한다.

사용 방법에 대해서는 P202에 기재되어 있다.

1. 베어링의 설치

3.1. 원통 내경 베어링의 취급

(1) 프레스에 의한 압입방법

소형 베어링에는 프레스에 의한 압입 방법이 널리 채용되고 있다. 그림1.1에 표시하듯이 내륜에 받침쇠를 대고, 축의 턱에 내륜 측면이 밀착될 때까지 프레스로 조용히 밀어넣는다. 외륜에 받침쇠를 대고 내륜을 설치하는 것은, 궤도면에 압흔이나 상처의 원인이 되므로, 절대로 피하도록 한다.

또한 작업을 실시할 때 끼워 맞춤면에 오일 도포를 추천한다. 해머 등으로 두드려서 설치하는 방법은 정밀 베어링에 사용할 수 없다.

원통 롤러 베어링이나 테이퍼 롤러 베어링과 같은 분리형 베어링은, 내륜, 외륜을 각각 축 또는 하우징에 설치할 수 있다. 별도로 설치한 내륜 및 외륜을 조합할 때, 내륜, 외륜의 중심의 오차가 없도록 정확히 맞추는 것이 중요하다. 무리하게 밀어넣으면 궤도면에 뜯김 손상을 일으킬 우려가 있다.

(2) 열간 압입

간섭량이 큰 베어링에서는 압입력이 커지므로 압입 작업이 어려워진다. 따라서 베어링 내륜을 가열 팽창시켜, 축에 설치하는 열간 압입 방법이 널리 사용되고 있다. 열간 압입은, 베어링에 무리한 힘을 들이지 않고 단시간에 작업할 수 있다.

베어링의 가열 온도는 베어링의 치수 및 필요로 하는 간섭량 등으로부터 그림1.2를 참고로 해서 결정할 수가 있다.

열간 압입 방법에 있어서의 주의사항은 다음과 같다.

1. 베어링을 120°C 이상으로 가열하지 않는다.
2. 작업중에 내륜이 냉각되어, 설치가 곤란해지지 않도록 소요 온도보다 20°C~30°C 높게 베어링을 가열한다.
3. 설치후, 베어링이 냉각되면 축방향으로도 수축되므로 내륜과 축의 단부와의 사이에 클리어런스가 생기지 않도록, 축 너트나 그 외의 적당한 방법으로 밀착시켜 놓는다.

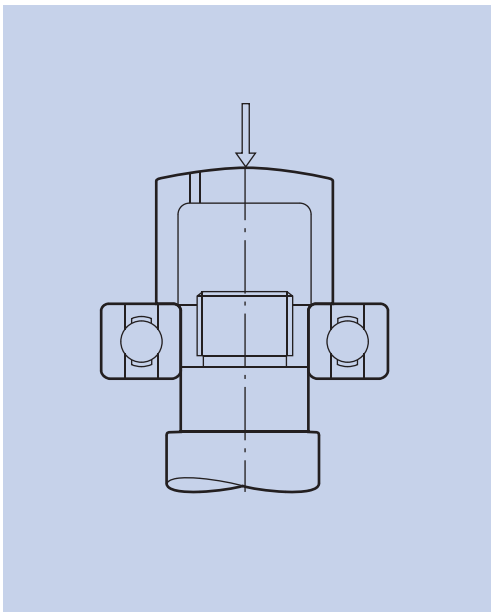


그림1.1 내륜의 압입

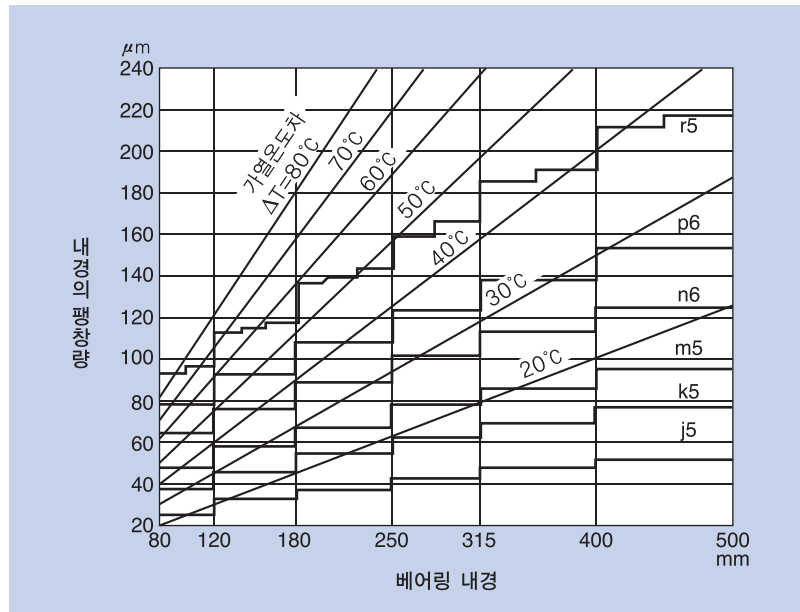


그림1.2 가열온도와 내륜의 팽창

3.2. 앵글러 볼 베어링 조립시의 주의사항

앵글러 볼 베어링은 구조상 1개로 한방향 액시얼 하중밖에 부하할 수 없다. 따라서 축 및 하우징에 조립할 경우에는 하중 부하가 가능한 방향과 역방향의 하중을 부하시키지 않는 조건하에 작업해야 한다.

조립 베어링의 경우 배면 조합과 정면 조합에서는 축 및 하우징에의 조립순서가 다르기 때문에 주의 하여야 한다.

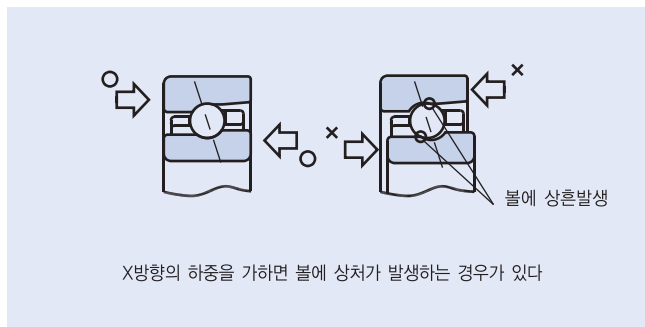


그림1.3 앵글러 볼베어링이 부하 가능한 하중의 방향

배면조합의 경우

- ① 축에 베어링을 삽입한다.
- ② 축너트를 체결하여, 예압을 가한다.
- ③ 하우징에 축과 베어링을 삽입하여, 프런트 커버로 고정한다.

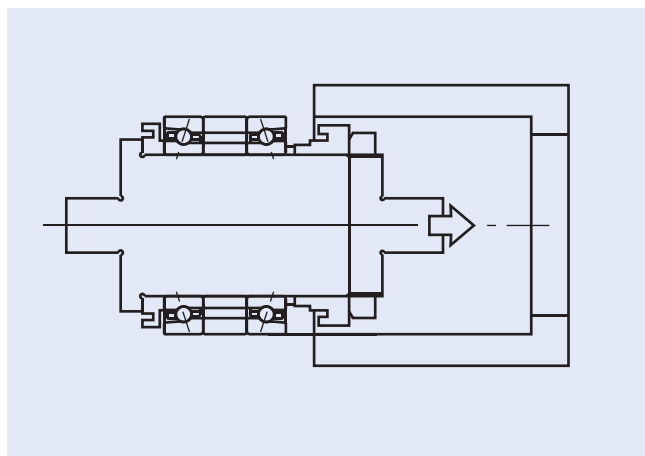


그림1.4 배면 조합의 설치

정면조합의 경우

- ① 하우징에 베어링을 삽입한다.
- ② 프런트 커버를 체결하여, 예압을 부하한다.
- ③ 축을 내륜에 삽입하여, 축너트를 체결한다.

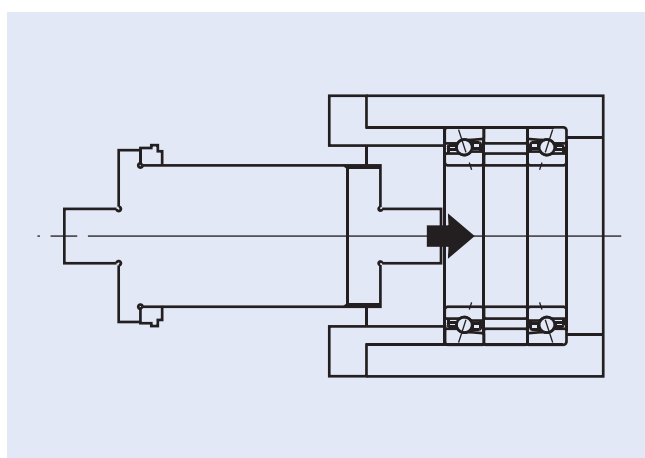


그림1.5 정면 조합의 설치

해체는 각각 역의 순서로 실시한다.

1. 베어링의 설치

3.3. 베어링의 조립 체결

(1) 내륜의 조립 체결

베어링의 내륜과 축을 고정하는 것은, 일반적으로 축에 나사산을 가공하여 너트로 조립 체결한다. 너트는 나사부와 단면과의 직각도가 중요하지만, 단품으로는 정도가 좋아도 축과 너트 사이의 틈새에 의해 조립시에 치우침이 발생하여 축 및 베어링이 비틀어져 버리기 때문에, 축의 회전 정도를 높이기 위해 조정이 필요하다. 너트는 충분히 조립 체결하여, 느슨해지는 일이 없도록 하는 것이 중요하다.

축너트 조립 체결력의 추천치는 표1.1에 표시한다.

너트의 기울어짐이나 나사부의 틈새에 의한 언밸런스를 피하기 위해서, 축과 슬리브 내경과의 큰 간섭량에 의해 축방향으로 고정하는 고정슬리브가 고속·고정도의 주축에 채용되는 사례가 많이 있지만, 너트에 비교해서 연속회전시 느슨해지기 쉬운 경향이 있기 때문에 정기적인 확인이 중요하다.

조합 앵글러 볼베어링 사이에 폭의 넓은 스페이서가 설치되어 있는 경우, 너트의 조립 체결력이 크면 내륜 스페이서가 변형하고, 조립시 예압량이 설정치보다 큰 값이 된다.

예압 하중 설정시 이 변형량을 고려하는 것이 필요하다.

(2) 외륜의 조립 체결

베어링의 외륜을 축방향으로 고정하는 것은 보통 고정용 커버를 볼트로 조립 체결한다. 이 때 조립 체결량이 과대하거나, 불균일하면 외륜궤도면에 변형이 발생한다.

그 사례는 다음과 같다.

그림1.6 : 외륜 외경을 고정용 커버의 안내면으로 이용하는 경우, 언밸런스한 조립 체결에 의한 초기 변형을 표시함

그림1.7 : 고정용 커버의 조립 체결량과 외륜궤도면의 변형

그림1.8 : 고정용 커버의 조립 체결력에 의한 외륜궤도면의 변형

이상으로부터 외륜을 고정하기 위해서는 고정용 커버와 하우징 단면과의 틈새는 0.01~0.05mm 정도로 조정하고, 볼트를 조립하는 것을 추천한다.

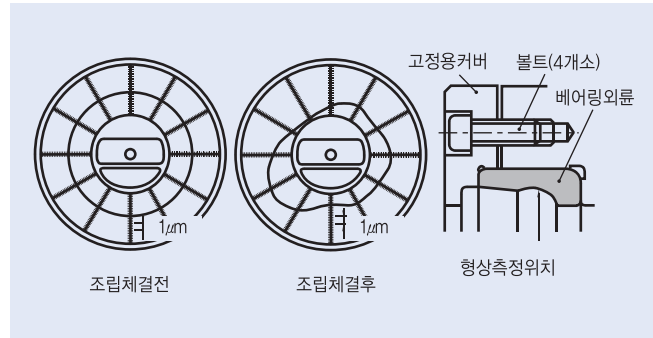


그림1.6 고정용 커버 조립체결에 의한 궤도면의 변형례

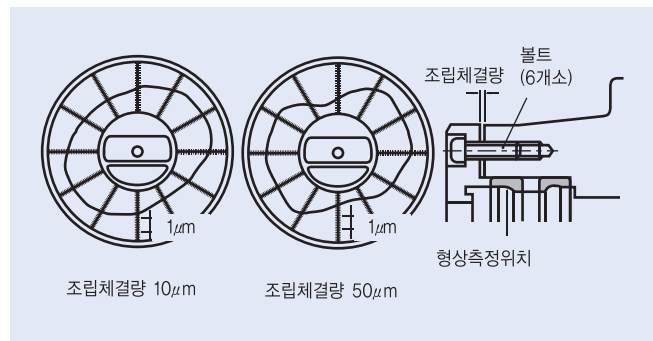


그림1.7 고정용 커버 조립체결량에 의한 궤도면의 변형예

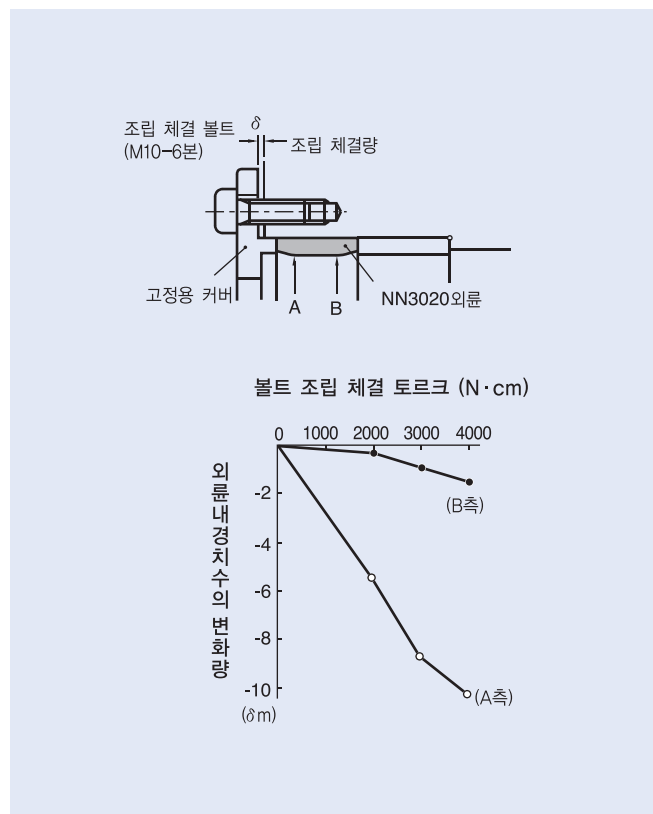


그림1.8 고정용 커버 조립 체결량에 의한 복열 원통롤러 베어링 외륜의 변형

표1.1 축너트 조립 체결과 고정용 커버 조립량

호칭베어링내경 (mm)	너트 조립체결력 (N)	너트 조립체결 토크 참고(N·m)	고정용커버의 조립체결량 (mm)
6	1 500	2	0.01 ~0.03
8			
10			
12			
15			
17			
20	4 900	17	
25			
30			
35	9 800	57	
40			
45			
50			
55			
60	14 700	132	
65			
70			
75			
80			
85	19 600	251	
90			
95			
100			
105			
110			
120			
130	29 400	649	
140			
150			
160			
170			
180			
190			
200	39 200	932	
220			
240			
260			
280			
300			

고속 회전에서 사용하여 축의 간섭량이 커질 경우에는, 압입력을 크게 하기 위해 너트 조립 체결력도 크게 할 필요가 있기 때문에 주의가 필요하다.

볼스크류 써포트용 스러스트 앵글러 볼 베어링(TAC B계열)의 경우는 예압 하중의 2.5~3배의 너트 조립 체결력을 추천한다.

■ 너트 조립 체결력의 환산식

$$T = 0.5F \cdot \{d_p \cdot \tan(p^* + \beta) + d_w \cdot \mu_w\} \times 10^{-3} \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

표의 너트 조립 체결 토크는 마찰계수 0.15로 계산된 값이다.

- T : 너트 조립 체결 토크 [N·m]
- F : 너트 조립 체결력 [N]
- d_p : 너트 유효경 [mm]
- p* : 너트면의 마찰각 p* = tan⁻¹μ_s
- μ_s : 너트면의 마찰계수
- d_w : 너트 자리의 마찰 토크 등가직경[mm]
- μ_w : 너트 자리의 마찰계수
- β : 너트의 리드각
- β = tan⁻¹(피치 / (3.142 · d_p))

■ 압입력의 계산식

$$K = \mu \cdot p_m \cdot \pi \cdot d \cdot B \quad [\text{N}]$$

$$p_m = \frac{E}{2} \frac{\Delta d}{d} \frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-k^2 k_0^2}$$

- μ : 끼워 맞춤면의 마찰계수
- p_m : 면압 [MPa]
- B : 축경 [mm]
- Δd : 유효 간섭량 [mm]
- E : 강의 종탄성계수 [MPa]
- k : 내륜의 후육비 (k = d/D_i)
- D_i : 내륜케도경 [mm]
- k₀ : 중공축의 후육비 (k_a = d_c/D_i)
- d₀ : 중공축의 내경 [mm]

1. 베어링의 설치

3.4. 원통 롤러 베어링의 설치

(1) 원통 롤러 베어링의 래디얼 클리어런스 측정 방법(GN게이지 사용)

GN 게이지는 테이퍼 내경 원통 롤러 베어링을 주축에 조립할 때, 축의 테이퍼를 베어링의 테이퍼에 정확히 조립하기 위해, 또 조립 후의 베어링의 래디얼 내부 클리어런스를 고정도로 관리하기 위한 측정기로, 특히 원통 롤러 베어링에 래디얼 예압을 부하하는 경우에 유효하다.

GN 게이지의 각부 명칭은 그림1.9와 같다.

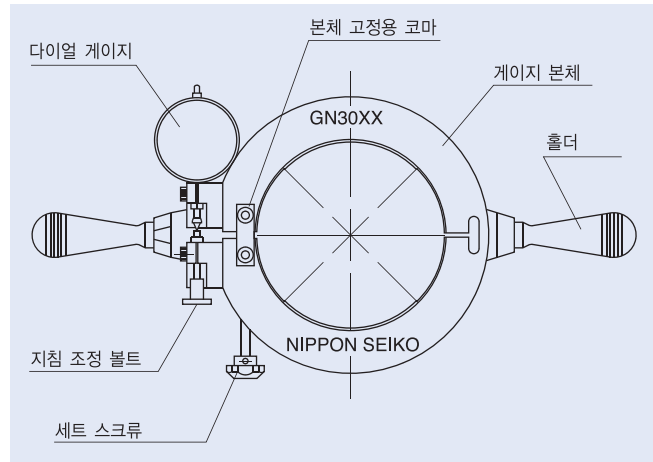


그림1.9 GN 게이지의 각부 명칭

GN 게이지 사용 방법

① 외륜을 하우징에 삽입

외륜 하우징의 끼워맞춤 추천치

클리어런스 $2\mu\text{m}$ ~ 간섭량 $2\mu\text{m}$

② 실린더 게이지의 0설정

하우징에 조립한 외륜과 축 및 내륜의 온도가 동일인지 확인하고, 실린더 게이지로 외륜의 궤도경을 수개소(보통 4개 정도) 측정한다. 그 평균치로, 실린더 게이지의 다이얼을 0으로 세팅한다.(그림 1.10)

③ GN 게이지의 내접원경의 조정

GN 게이지의 본체 고정용 코마의 볼트를 느슨하게 한다.

GN 게이지의 내경면에 실린더 게이지로 세트 스크류를 조정하고, 실린더 게이지의 다이얼을 0(②에 일치하는 값)이 되도록 세팅한다. (자중에 의한 변형의 영향이 발생하므로, GN 게이지 본체를 세운 상태에서 실시하는 것이 중요하다.)

④ GN 게이지의 보정량 설정

③의 상태로, GN 게이지의 다이얼의 지침이 적색 마크(게이지의 보정량)를 표시하도록 다이얼 게이지 지침 조정 볼트를 맞춘다. 단침은 눈금 2의 부근이 되는 것을 확인한다. (게이지의 보정량은 게이지의 측정압에 의한 롤러의 탄성 변형량을 보정하는 것이므로 모든 GN 게이지는 출하 시에 그 보정량을 결정하고 있다.)

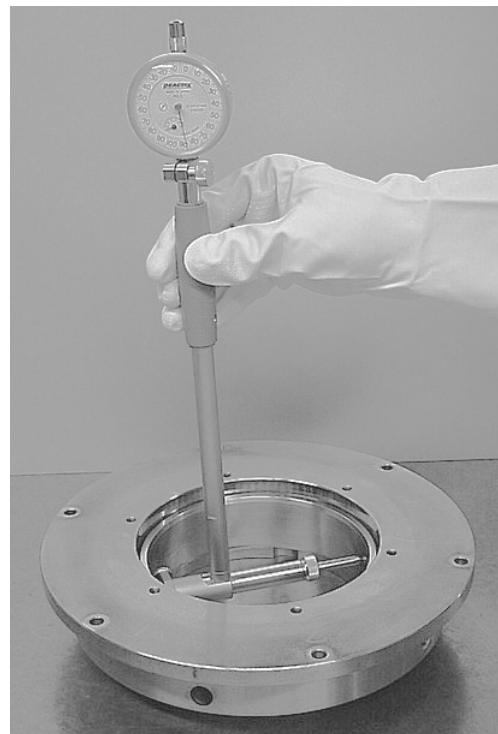


그림1.10 실린더 게이지 0설정

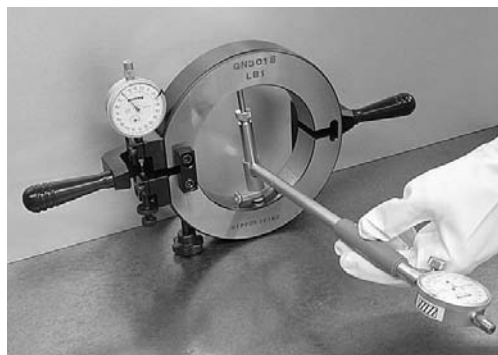


그림1.11 GN 게이지의 내접 원경의 조정

⑤ 내륜의 압입

내륜을 축에 삽입하고, 가볍게 축 너트를 체결한다. 이 시점에서 베어링은 세정하지만 그리스는 도포하지 않는다.

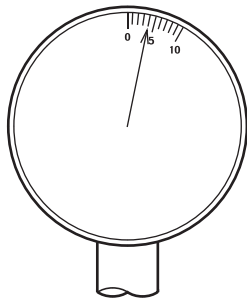
⑥ GN 게이지의 세팅

GN 게이지의 세트 스크류로 GN 게이지의 다이얼을 벌려(다이얼 게이지의 눈금은 약 0.2~0.3mm), 내륜의 중앙에 GN 게이지를 덮어 세트 스크류를 느슨하게 한다.

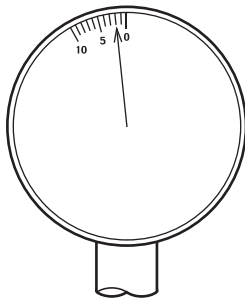
⑦ 눈금의 읽는 방법

GN게이지의 다이얼 게이지의 눈금을 읽는다. 이 때 다이얼 지침이 0에 대해서

- (예1) 시계 방향으로 눈금이 벗어날 경우 → 값의 1/2이 (+) 클리어런스
- (예2) 반 시계 방향으로 눈금이 벗어날 경우 → 값의 1/2이 (-) 클리어런스가 된다.



예1) 시계 방향으로 눈금 4의 위치
래디얼 클리어런스=+2 μ m



예2) 반 시계 방향으로 눈금 2의 위치
래디얼 클리어런스=-1 μ m

⑧ 조정방법

⑥과 동일하게, 세트 스크류로 GN 게이지의 다이얼이 충분할 때까지 벌려 내륜에서 뺐아, 주축 너트를 체결한다. 다이얼 게이지의 눈금이 원하는 클리어런스 값이 될 때까지 ⑥~⑧을 되풀이한다.

⑨ 스페이서 조정

측단과 NN30XXKR내륜 대경 측 단면과의 틈새를 블록 게이지로 측정한다. 측정은 원주상 3개소 이상을 측정하여, 평균값을 계산, 클리어런스 조정용 스페이서의 폭 치수는 이 값으로 사상 가공한다.

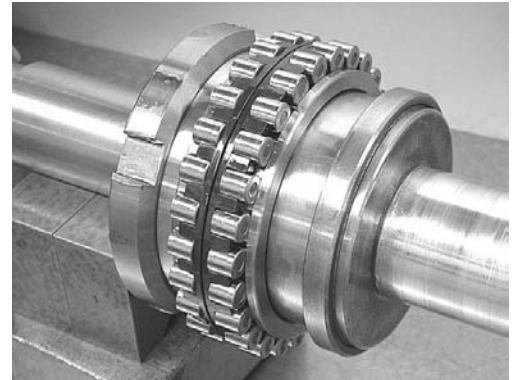


그림1.12 내륜의 압입

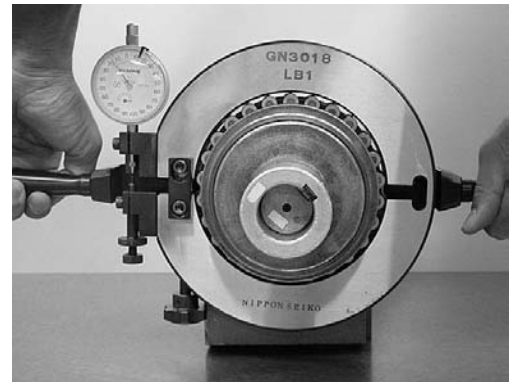


그림1.13 GN 게이지의 세팅



그림1.14 눈금 읽는 방법



그림1.15 스페이서 폭 치수의 측정

1. 베어링의 설치

(2) 원통 롤러 베어링의 래디얼 클리어런스 측정방법(GN게이지 미사용)

GN 게이지를 사용하지 않는 경우에는

- 하우징 간섭량에 의한 외륜 궤도경의 수축량(Δr_e)
- 축의 중공비를 고려, 간섭량에 의한 내경 궤도경의 팽창량(Δr_i)을 고려하여, 클리어런스 조정용 스페이서를 수정할 필요가 있다.

■ Δr 의 계산식

설치후 래디얼 클리어런스 Δr 으로 설정할 클리어런스 조정용 스페이서의 최종 치수 (L_a)는 이하의 식으로 계산한다.

$$L_a = L - K (\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e)$$

표1.2 축 중공비와 계수

축중공비 k_0	계수 K
45~55%	14
55~65%	15
65~75%	16

- L_a : 클리어런스 조정용 스페이서의 사상 치수
- L : 블록 게이지의 폭치수(⑤ 측정치)
- Δr_m : 외륜의 직경 방향 움직임량(④ 측정치)
- Δr : 설치후 래디얼 클리어런스
- Δr_e : 끼워맞춤에 의한 외륜 궤도경 수축량
- K : 계수(1/12 테이퍼 내경의 중공축에 의한 축의 수축량을 고려한 환산식)
- k_0 : (축 내경/축 외경)×100

■ Δr_e 의 계산식

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

(+의 부호의 값은 0으로 채움)

- D_h : 하우징 내경 치수
- D : 외륜 외경 치수(베어링 검사 성적표)
- h : 외륜 궤도경 수축률
(NN30, N10 시리즈는 0.62)
(NN39, NN49 시리즈는 0.7)

래디얼 클리어런스 Δr_m 의 측정 방법

①내륜을 축너트부에 삽입한다. (이 때 테이퍼 축부분 및 내륜 내경면은 유기용제로 탈지할 것을 추천한다.)

②외륜을 롤러 외접부에 조립하여, 다이얼 게이지를 외륜외경면에 접촉시킨다.

③스페이서 또는 축너트를 체결하고, 내륜을 평창시킨다. (그림1.16)

④외륜을 손으로 ↓ 하도록 누르고, 외륜의 직경 방향 움직임량을 다이얼 게이지로 측정한다. (※1) 외륜의 직경 방향 움직임량(Δr_m)이 약 $5\mu m$ 전후가 되기까지 ③,④의 작업을 되풀이한다. (※2) (그림1.17)

⑤ Δr_m 이 $5\mu m$ 전후로 설정되면, 축단부와 내륜 단면간 거리(L 치수)를 블록게이지, 두께 게이지 등을 사용하여 측정한다. (※3) (그림1.18)

비고

- ※1. 측정에 너무 시간이 걸리면 체온에 의해 외륜 온도가 상승하여 측정 오차가 발생하므로 장갑을 끼거나, 가능하면 단시간에 실시하는 것이 좋다.
- ※2. 직경방향 움직임량이 너무 크면 손으로 누를 때 외륜을 타원으로 변형시켜 측정오차가 나오기 쉬워지므로 $5\mu m$ 전후가 적당하다. ($5\mu m$ 는 어디까지나 참고기준으로, $1\sim 2\mu m$ 에도 상관없다.)
- ※3. L치수를 측정할 때, 결정된 값은 그림1.18처럼 되도록 약 50% 영역에 블록 게이지가 삽입되도록 한다. (축단부와 내륜 단면간에 약간의 경사가 발생하기 때문에)

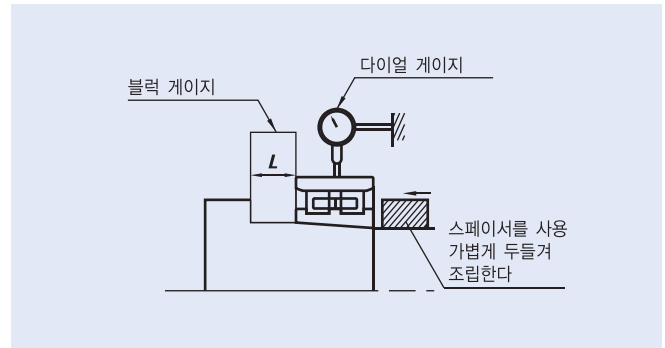


그림1.16 외륜의 삽입

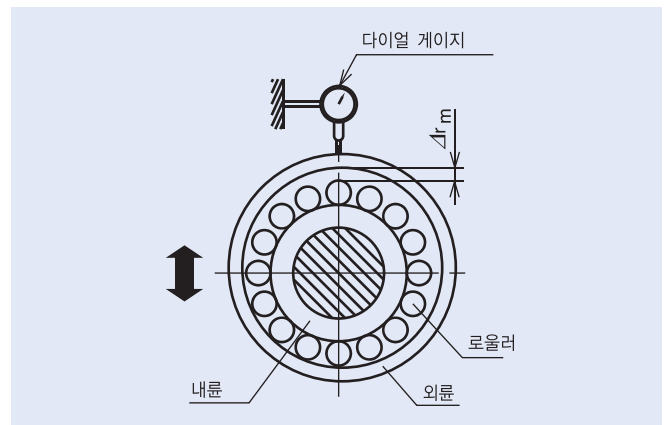


그림1.17 외륜 움직임량의 측정

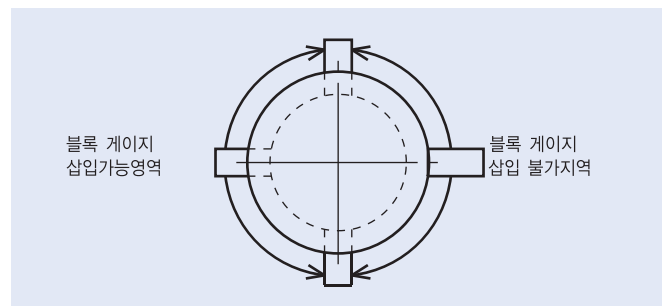


그림1.18 블록 게이지에 의한 폭치수측정

(계산례)

NN3020MBKR 형번을 조립한 후 래디얼 클리어런스 $\Delta r = -2\mu m$ 으로 설정코자 할 때

간섭량에 의한 외륜 궤도 수축량
외륜의 움직임량(④ 측정치)
블록 게이지 폭 치수(⑤ 측정치)

$\Delta r_e = 4 \mu m$ (역지 끼워맞춤량의 경우임, 클리어런스의 경우에는 0이 된다)
 $\Delta r_m = 7 \mu m$
 $L = 20.55 mm$

클리어런스 조정용 스페이서 최종 치수

$$L_a = 20.55 - 15 \times (0.007 - (-0.002) - 0.004)$$

$$= 20.56 - 0.075$$

$$= 20.475$$

부호에 주의

1. 베어링의 설치

3.5. 그리스 봉입방법

베어링 세정후 그리스를 봉입하는 절차

그리스 봉입 방법에 따라, 초기 길들임 운전시 승온이 불안정하게 되어 이상승온이 발생하는 경우가 있어, 길들임 운전 시간이 길어지거나 때때로 소착이 발생하는 경우도 있기 때문에, 사용 조건에 알맞은 적정 그리스의 적정량을 봉입할 필요가 있다. 이하에 봉입 방법을 추천한다.

1. 그리스 봉입전의 체크사항

베어링 내부에 이물이 함유되지 않았나 체크한다. 고속 주축용 베어링의 경우는 세정후, 탈지를 실시하고, 그리스를 봉입하는 것을 추천한다. 그 외의 어플리케이션에 사용하는 경우에도 베어링 내부에 부착되어 있는 방청유를 제거하는 방법을 추천한다.

2. 그리스 봉입시

적절한 그리스량을 봉입하기 위해서 그리스시에는 그리스 봉입기 사용을 추천한다. 봉입기는 그 봉입량이 명확히 읽을 수 있는 게이지가 부착되어 있는 것이 좋다.

3. 그리스 봉입량

- 고속 주축용 앵귤러 볼 베어링... 공간 용적의 15%±2%
- 고속 주축용 원통 롤러베어링 ... 공간 용적의 10%±2%
- 모터용 볼 베어링 공간 용적의 20~30%

각 베어링 형식, 호칭 형번의 추천치는 P175를 참고할 것

■ 볼 베어링에서의 봉입 방법

- (1) 각 볼간에 그리스를 균등하게 봉입한다. 리테이너의 안내형식이 외륜 안내 페널 수지 리테이너 등의 경우는, 리테이너 안내면에도 얇게 도포하는 것이 바람직하다.
- (2) 베어링을 손으로 회전시켜, 궤도면, 리테이너 내경부, 볼 사이와 안내면에 균등하게 그리스가 침투되도록 그리스를 전체에 봉입하도록 한다.

■ 원통롤러 베어링에서의 봉입방법

- (1) 봉입량의 80%정도의 그리스를 롤러 전동면에 균등하게 도포한다. 이때 리테이너의 내경부에는 너무 많이 봉입하지 않는 것이 바람직하다. 리테이너의 내측의 그리스는 길들임 운전 시에 확산되기 어렵고, 길들임 운전시 상승온도가 높아 길들임 운전시간이 길어지는 원인이 된다.
- (2) 롤러 전동면에 도포한 그리스를 롤러 단면부 및 리테이너와 롤러와의 접촉부, 포켓 입구부에 얇게발라 그리스를 균일하게 베어링 전체에 도포한다.
- (3) 봉입량의 20%정도의 그리스는 하우징에 설치된 외륜궤도면에 균일하게 얇게 도포한다.

그리스 봉입 상태

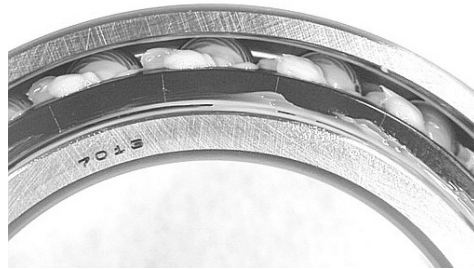


그림1.19 앵귤러 볼 베어링의 그리스 봉입 사례

그리스 봉입 상태



그림1.20 원통 롤러 베어링의 그리스 봉입 사례

4. 베어링 조립 후의 확인

4.1. 흔들림 정도

주축 정도 향상을 위해서는 부품 정도의 관리 뿐만 아니라 조립 공정의 정도 관리가 반드시 필요하다.

- 1 : 앵글러 볼 베어링의 외륜 단면의 액시얼 흔들림
외륜 단면을 가볍게 두드려 0.002mm이하(목표)가 되도록 조정
- 2 : 앵글러 볼 베어링의 기울기
축 너트의 경사를 조정하여 0.005mm이하(목표)가 되도록 조정 (그림 1.21 참조)
- 3 : 리어축 하우징 동심도
0.010mm이하

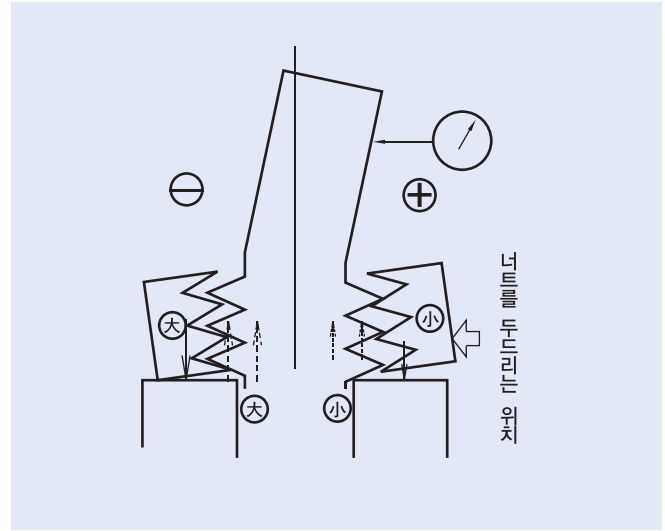


그림1.21 앵글러 볼 베어링의 경사 조정

이상의 목표 정도를 달성할 수 없는 경우, 한 번 분해하여 다시 부품 정도의 확인 바랍니다.

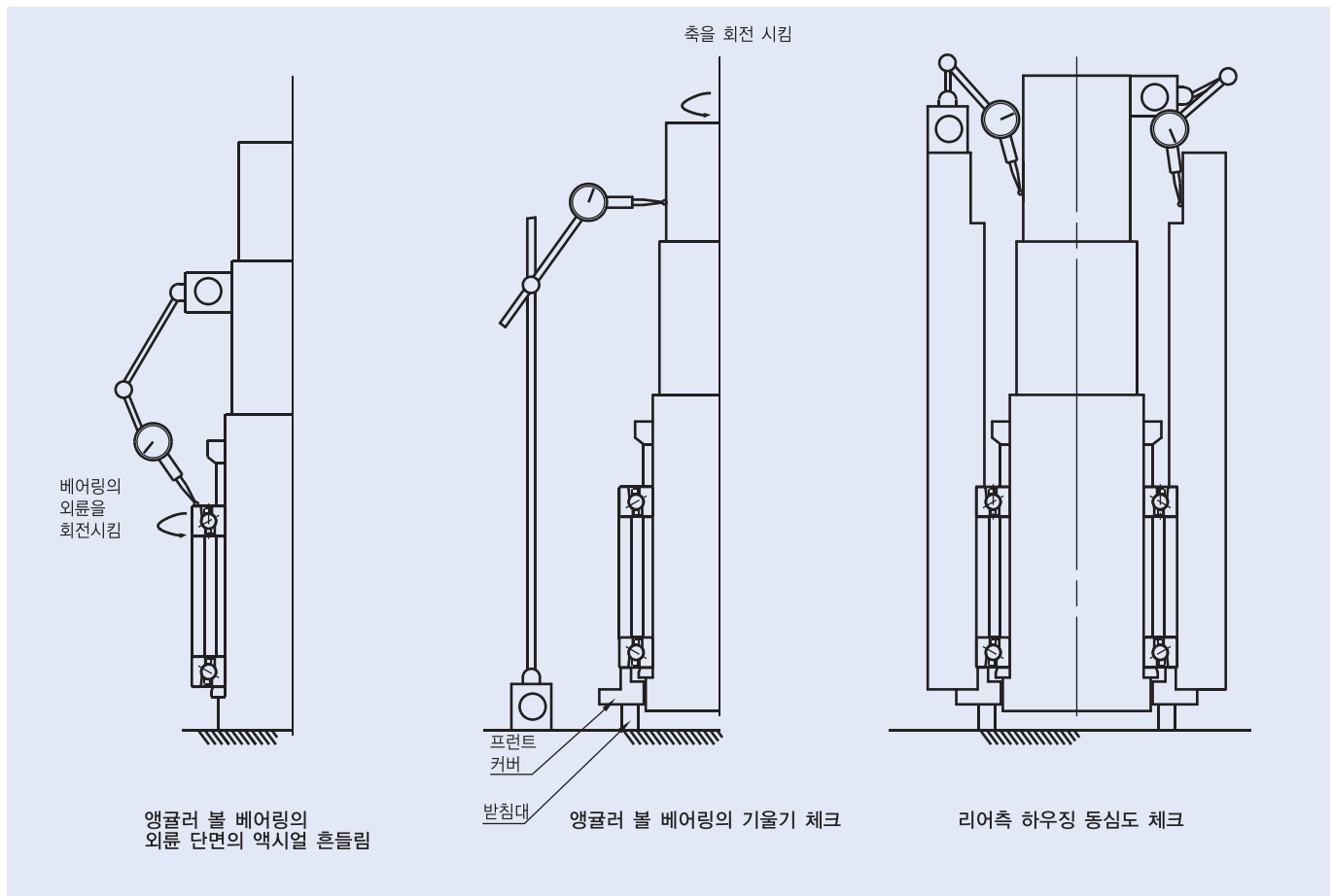


그림1.22 주축의 흔들림 정도

1. 베어링의 설치

4.2. 베어링 설치 후의 예압 하중의 관리

구름 베어링의 예압을 높게 설정하면 강성은 높아지나, 발열이 증대하고, 극단적인 경우에는 소착 등의 불량 발생하기 쉽다. 따라서 사용 조건에 알맞게 신중하게 검토하여 최적의 예압하중을 관리하는 것이 필요하다. 앵글러 볼 베어링의 예압 하중 측정방법을 아래와 같이 소개한다.

또한 원통 롤러 베어링의 래디얼 예압 하중은 설치 시에 GN 게이지를 사용하여 관리하는 것을 추천한다. (P202 참조)

앵글러 볼 베어링의 예압하중의 측정

주축 설치 후에 그 베어링의 예압하중을 확인하는 방법으로는 크게 기동 토크법, 스러스트 정적 강성법, 고유 진동수법의 3종류가 있다. 각 측정방법의 특징은 표 1.3에 정리한다.

표1.3 예압하중의 측정방법

	기동 토크법	스러스트 정적 강성법	고유 진동수법
장점	중예압에 적합 기동토크가 크면 측정오차가 작다	경예압에 적합	측정 정도가 높으며 반복성이 우수하다.
단점	경예압은 부적합 기동 토크가 작으면 측정치의 산포가 크다	중예압은 부적합 부하 장치가 대규모 베어링이외의 접촉부가 변형하기 쉬움	고정방법 등의 영향이 크다.

(1) 기동 토크법

[특징]

고속 주축용 베어링의 경우, 경예압에서 사용되는 경우가 많기 때문에 발생하는 기동 토크가 작아서, 측정 오차가 커진다.

[측정 방법]

기동 토크는 주로 접선력을 측정하여 계산한다.

(그림1.23 참조)

측정한 기동 토크와 예압 하중과의 관계로부터 예압 하중을 구한다. (그림 1.24 참조)

구름 접촉부의 유막 형성이 측정시 불안정하게 되면, 걸리는 현상이 발생한다. (접선력이 증가해도 좀처럼 회전하지 않아, 접선력을 천천히 높이면 갑자기 회전하는 현상) 이 때의 토크는 추정된 토크 계산치를 크게 벗어나는 경향이 있기 때문에 충분히 샘플링을 행하여, 과대한 측정치는 제외시킬 필요가 있다.

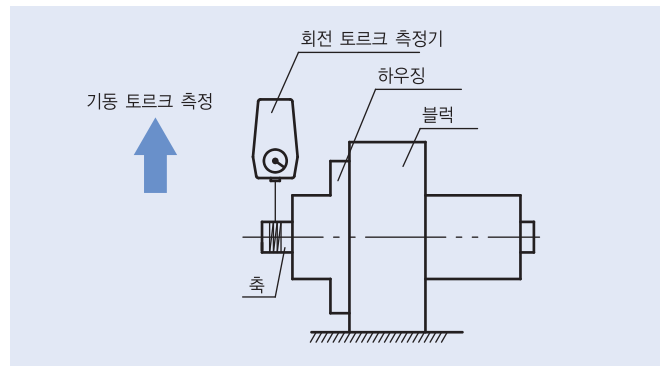


그림1.23 기동 토크법

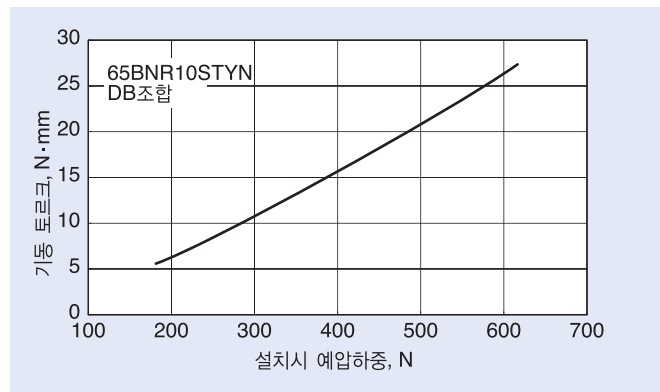


그림1.24 기동토크와 예압하중의 관계

(2) 스러스트 정적 강성법

[특징]

액시얼 강성이 큰 경우, 측정에 필요한 축력이 매우 커지게 되어, 부하 장치의 준비가 필요하다. (예: 액시얼 강성이 200N/μm의 경우, 10μm의 변위를 발생시키기 위하여 2000N의 하중이 필요하다.)

측정 하중이 크면 베어링 내부의 탄성 변형 이외에, 각 접촉부의 변형과 부품의 탄성 변형의 영향이 더해져 이론치보다 측정 강성이 저하되는 경향이 있으므로, 오차가 발생되기 쉽다.

[측정 방법]

축에 스러스트 하중을 부하하고 그 때의 축방향 변위량을 측정하여 예압 하중을 구한다. (그림 1.25 참조)

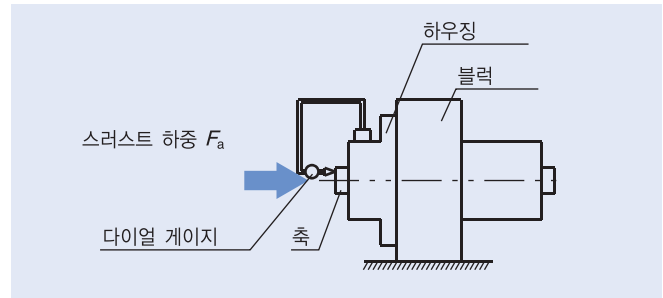


그림1.25 스러스트 정적 강성법

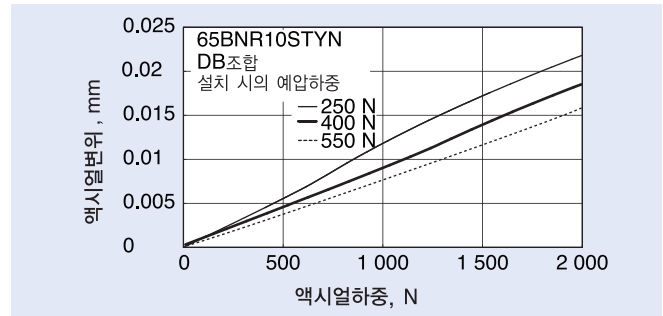


그림1.26 액시얼 변위와 예압하중의 관계

(3) 고유 진동수법

[특징]

가장 측정 감도가 높고 반복성이 우수하지만 고정 방법 등의 영향을 받기 쉽다.

[측정 방법]

축을 액시얼 방향으로 가진하여, 그 때 측정된 축의 공진주파수를 이용하여, 예압 하중을 구한다. (그림 1.27 참조)

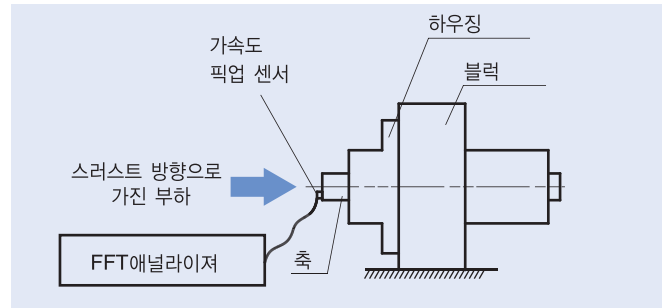


그림1.27 고유 진동수법

주축의 축방향 공진 주파수(Fz)의 측정

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1000$$

주축의 액시얼 스프링 정수(Ka)

조립 후 예압 하중

K_a : 베어링의 액시얼 스프링 정수
 F_z : 공진 주파수(Hz)
 m : 회전체의 질량(kg)

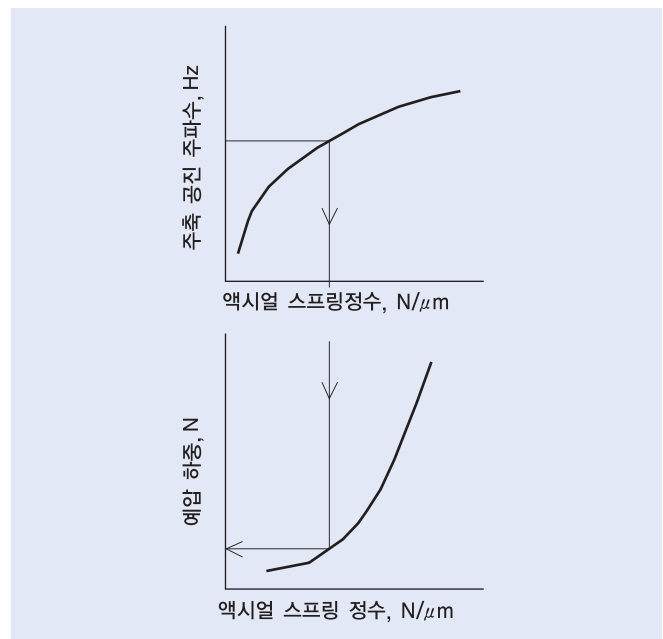


그림1.28 주축 공진 주파수와 액시얼 스프링 정수의 관계

2. 운전검사

운전검사

베어링의 조립이 끝나면, 그 조립이 정상적인지 아닌지 확인을 위해, 운전검사를 실시한다.

소형기기에서는 수회전시켜 원만하게 회전하는지 아닌지를 확인한다. 조사항목은, 이물이나 상처, 압흔등에 의한 걸림, 조립불량, 조립위치의 가공불량등에 의한 고르지못한 토크, 클리어런스 과소, 설치오차, 싺의 마모 등에 기인하는 토크 과대등이다. 이상이 없으면 동력운전을 실시한다. 고속회전의 경우는 동력운전전에 시운전을 실시한다. (p212~213참조)

동력 운전은 무부하, 저속에서 시동하여, 서서히 소정의 조건을 올려 정격 운전에 들어간다. 시운전중의 조사사항은 이상음의 유무, 베어링온도의 이동, 윤활제의 누유나 변색등이다.

시운전에서 이상을 발견했다면, 즉시 운전을 정지하고, 기계를 점검하고, 필요하다면 베어링을 분해하여 점검한다.

베어링온도는 일반적으로, 하우징의 외면의 온도로부터 추정 가능하지만, 오일 홀 등을 이용해서 직접 베어링 외륜의 온도를 측정하는 것이 가능하다면, 이상적이다.

베어링 온도는, 운전 개시후 서서히 상승하여, 통상 1~2시간에 정상 상태가 된다. 베어링이나 조립 등에 문제가 있다면, 베어링 온도는 빠르게 상승하여, 이상 고온이 발생하는 경우가 있다. 그 원인으로, 윤활제의 과다, 베어링 클리어런스의 과소, 조립 불량, 밀봉 장치의 마찰 과대 등을 들수있다. 고속 회전의 경우에는, 베어링 형식이나 윤활방법의 선정 오류등도 원인이 된다.

베어링의 회전음은 청음기등으로 확인한다. 높은 금속음이나 이상음, 불규칙 음 등은 이상을 나타내는 지표이며, 그 원인으로 윤활 불량, 축, 하우징의 정도불량, 베어링의 손상, 이물의 침입등이 있다.

상기의 이상현상에 관한 추정원인과 대책에 대하여는, 표2.1을 참고하길 바란다.

표2.1 베어링의 이상운전현상과 그 원인.대책

운전상태		추 정 원 인	대 책
소 음	높은 금속음 ⁽¹⁾	이상하중	끼워맞춤수정, 베어링 클리어런스 검토, 예압 조정 하우징 단부위치 수정등
		설치불량	축, 하우징 가공정도, 조립 정도 개선, 조립 방법 개선
		윤활제의 부족, 부적	윤활제보급, 적절한 윤활제선택
		회전부품의 접촉	라비린스등 접촉 부분수정
	규칙음	이물예의한 궤도면에 발생한 압흔, 녹, 상처	베어링 교환, 관계 부품 세정, 밀봉 장치 개선, 깨끗한 윤활제사용 베어링 교환, 취급주의
		브리넬링	베어링 교환, 취급에 주의
		궤도면의 플레이킹	베어링 교환
	불규칙음	클리어런스 과대	끼워맞춤 및 클리어런스 검토, 예압량수정
		이물침입	베어링 교환검토, 관계 부품 세정, 밀봉장치 개선, 깨끗한 윤활제사용
		볼상처, 플레이킹	베어링 교환
이상온도상승	윤활제과다	윤활제를 줄여서 적량화	
	윤활제 부족, 부적	윤활제 보급, 적절한 윤활제 선택	
	이상하중	끼워맞춤수정, 베어링클리어런스 검토, 예압 조정, 하우징 단부위치 수정등	
	조립불량	축, 하우징 가공정도, 조립 정도 개선, 조립 방법 개선	
	끼워맞춤면의 크립, 밀봉장치의 마찰과대	베어링 교환, 끼워맞춤 검토, 축, 하우징 수정, 밀봉 형식 변경	
진동대 (축흔들림)	브리넬링	베어링 교환, 취급주의	
	플레이킹	베어링 교환	
	조립불량	축, 하우징 단부의 직각도, 스페이스 측면 직각도 수정	
	이물침입	베어링 교환, 각 부품 세정, 밀봉 장치 개선 등	
윤활제의 누유대 변색대	윤활제과과대, 이물침입, 마모분발생·침입등	윤활제량의 적정화, 윤활제 교환과 선정 재검토, 베어링 교환 검토, 하우징 등의 세정	

아전역사

주⁽¹⁾ 중~대형의 원통 롤러 베어링과 볼 베어링에서, 그리스 윤활의 경우, 특히 겨울철이나 저온등의 환경조건에 따라서는, 삐걱임 음이 문제가 되는경우가 있다. 일반적으로는 삐걱임 음이 발생하여도 베어링의 온도상승은 없으며, 피로수명이나 그리스수명에의 영향은 없으므로, 베어링을 그대로 사용하여도 지장이 없다.

처음부터, 삐걱임 음의 발생이 염려되는 경우에는, NSK에 상담 바랍니다.

3. 초기 길들임 운전

운전 준비

베어링 설치 후 초기 길들임 운전을 실시할 경우는 이하와 같은 조정을 실시할 필요가 있다.

■밸런스 수정

회전체의 언밸런스는 원심력이 작용하여 반복 응력과 진동 발생의 원인이 된다. 특히 $d_m n$ 치가 100만을 넘는 고속 스피들에는 축 단품의 밸런스 수정 및 조립 완성 후의 밸런스 수정을 수행할 필요가 있다.

■스핀들의 조립

V 벨트 구동의 경우, 스피들 풀리와 모터 풀리의 센터링 오차 0.1mm이하를 목표로 조정한다. 커플링 결합의 경우, 커플링의 밸런스 정도를 높여 스피들 축과 모터 축의 편심 0.01mm이하를 목표로 조정한다.

초기 길들임 운전 방법

베어링 설치 후, 회전수를 급격히 상승시키면 급격한 승온이 발생하여, 베어링 손상의 원인이 된다.

특히 그리스 윤활의 경우, 초기에 봉입한 그리스가 충분히 교반되도록, 단계적으로 회전수를 상승시키는 길들임 운전이 필요 불가결하게 된다. 길들임 운전은 상온(15°C~25°C)에서 실시하고, 베어링 온도를 측정하면서 하는 것이 바람직하다.

길들임 운전중의 베어링 온도는 하우징 표면 온도로 최고 55°C(목표는 50°C가 바람직하다.)를 한도로 하고, 이 온도를 넘는 경우는 회전 정지 또는 감속하여 온도를 내린다. 또 길들임 운전에 있어서의 승온 경향은 원통 롤러 베어링이 승온이 높은 경향이 있기 때문에 동일 주축내에 앵글러 볼 베어링과 원통 롤러 베어링을 동시에 사용하는 경우는 증속의 타이밍을 원통 롤러 베어링에 맞추어 실시한다.

[주의]

오일 미스트 윤활, 오일 에어 윤활의 경우는, 그리스 윤활정도의 길들임 운전 시간이 필요없지만, 초기 운전시와 장기간 방치 후의 재운전할 경우에는 배관 내에 정체된 오일이 일시에 베어링 내부에 공급되어, 급격한 승온이 발생할 가능성이 있기 때문에 길들임 운전을 실시하는 것을 추천한다.

(1) 연속 길들임 운전

[특징]

저속 영역부터 천천히 회전수를 올려 가므로, 만약 주축에 불량이라도, 베어링 손상이 발생하기 전에 조기 발견이 가능하지만 길들임 운전이 시간이 걸린다.

최고속까지의 회전수를 분할하여, 「일정 회전수의 운전→승온→온도안정→회전수UP」을 되풀이하면서, 최고 회전수까지 도달하는 방법이다. 구체적으로는 최고 회전수를 10분할하고, 1~2시간 간격으로 회전수를 높이는 패턴이 일반적이다.

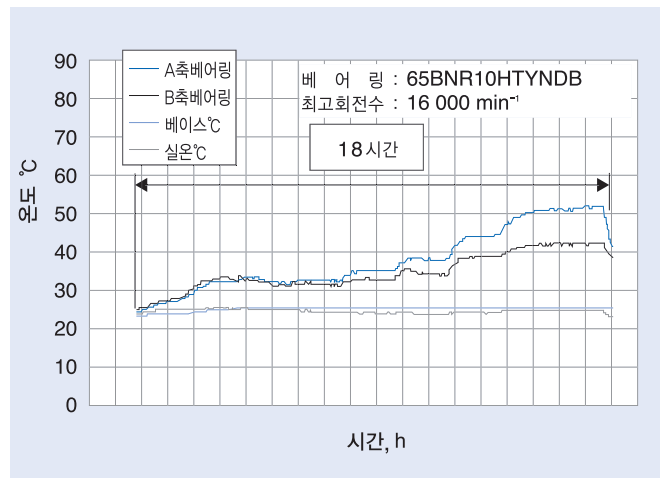


그림3.1 일정 속도의 길들임 운전시의 온도변화

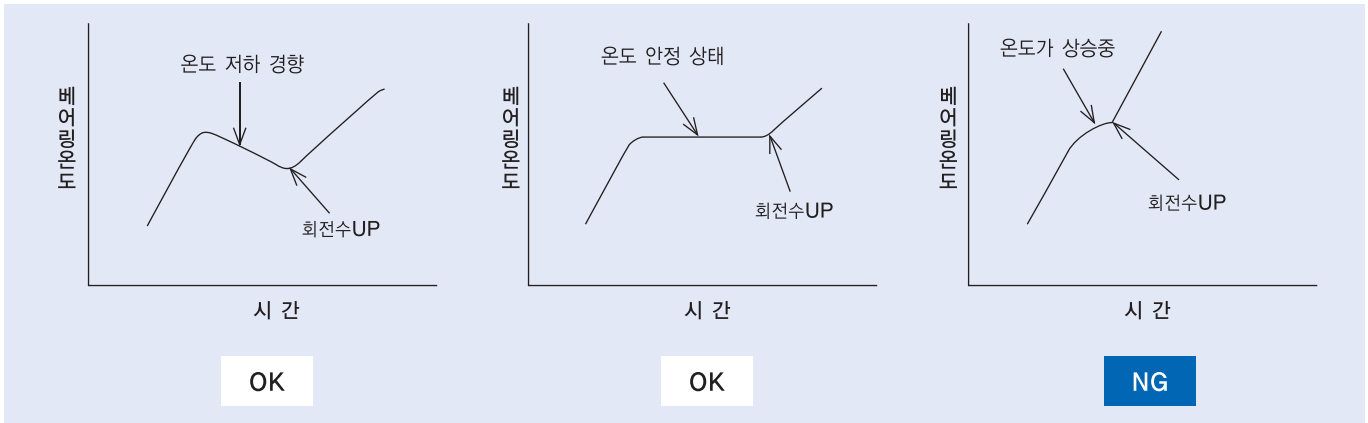


그림3.2 길들임 운전시의 회전수 UP

상기의 [NG]와 같은 온도 상승 특성이 됐을 경우에 회전수를 UP시킨다.

(2) 간격 길들임 운전

[특징]

회전 변동초기의 그리스의 베어링 내부 유동에 따른 이상승온이 발생하기 전에 정지시켜 온도를 안정화시키기 때문에, 일정속도의 길들임 운전에 비해 대폭의 시간단축이 가능하게 된다.

길들임 운전시의 분할수와 사이클수의 추천치는 스피들 구조와 배열조건 등에 의해 다르기 때문에, 실제 기계에서의 확인이 필요하다.

[운전 방법]

최고속까지의 회전수를 몇 단계로 분할하고, (8~10분할을 기준으로 한다) 0→분할회전수까지의 급가속운전을 실시한다.

급가속운전은 약 1분간을 1사이클로 하고, 각 회전수마다 10사이클 전후를 기준으로 설정하는 것이 바람직하다.

그림2.3의 승온 데이터는 최고회전수 16000회전을 8분할하여, 각각 10사이클의 급가속운전을 실시한 것이다.

사이클 스텝의 예를 그림2.4에 표시하였다.

또한 급가속운전 개시전에 500min⁻¹ 전후에서, 15분간 천천히 회전시켜 그리스를 유동시켜, 간격 운전 연습을 실시한다. 또한 최고 회전 도달 후는 그 회전수에 1시간정도 연속운전을 실시하는 것이 바람직하다.

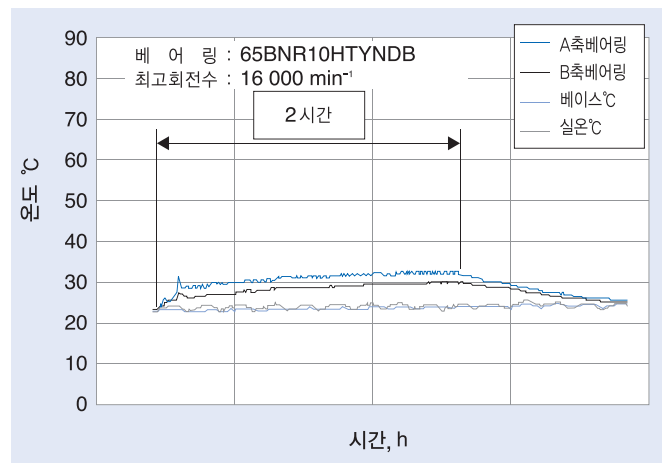


그림3.3 간격 길들임 운전, 길들임 운전시의 온도변화

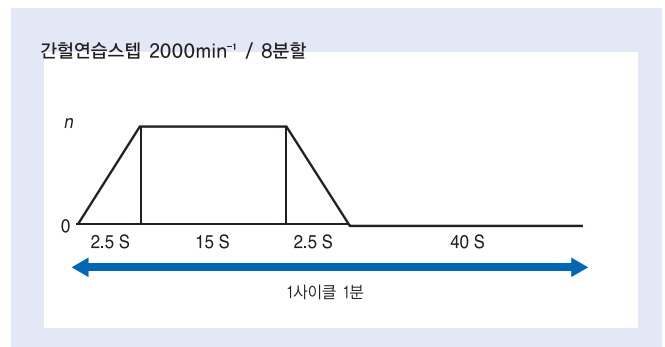
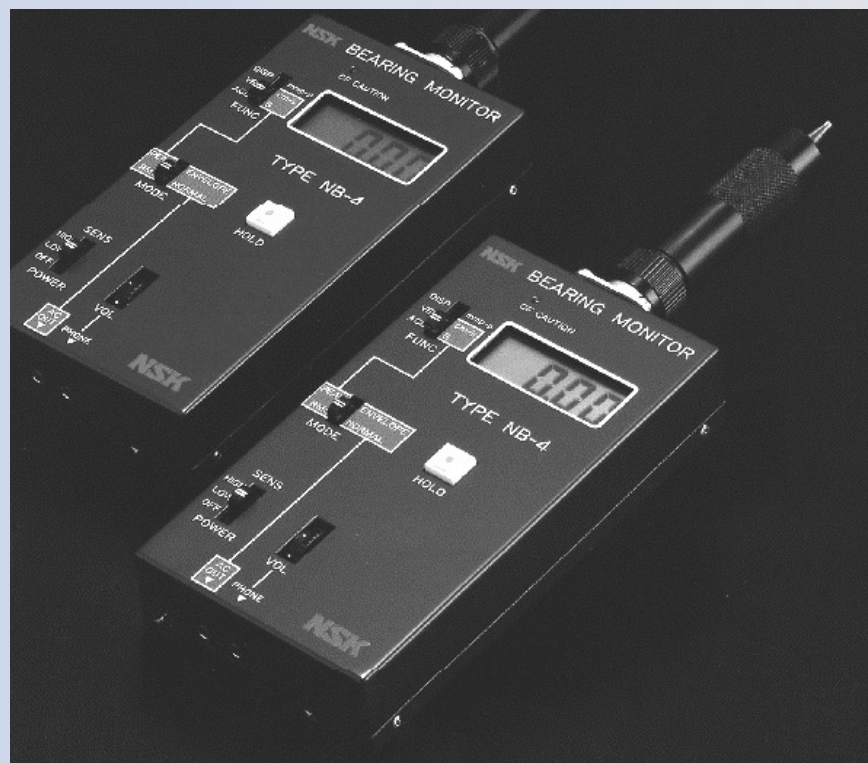


그림3.4 간격 길들임 운전 연습의 사이클 예

베어링의 고장진단



Bearing Failure

Part 7

베어링의 손상사례와 대책

이동 · 진동에 의한 진단

베어링의 손상진단

- 1. 베어링의 손상사례와 대책216~219
- 2. 음향 · 진동에 의한 진단220~225

Diagnosis

1. 베어링의 손상사례와 대책

보수 점검과 이상조치

베어링 본래의 성능을 양호한 상태에서, 최대한 길게 지속하기 위해 보수 점검을 실시한다. 이런 보수 점검을 통해 고장을 미연에 방지하고, 운전의 신뢰성을 확보하며, 생산성, 경제성을 높일수 있다.

보수는 기계의 운전 조건에 따른 작업표준에 의해 정기적으로 실시되는 것이 바람직하며, 운전상태의 감시, 윤활제의 보급 또는 교체, 정기 분해에 의한 검사 등에 걸쳐서 실시한다.

운전 중의 점검사항으로는, 베어링의 회전음, 진동, 습도, 윤활제의 상태등이 있다. 운전중에 이상을 발견한 경우에는, 표3.1을 참고하여, 원인을 확실히 하여 대책을 세운다. 필요에 따라 베어링을 분해하여 상세하게 조사한다.

베어링의 손상과 대책

일반적으로, 베어링은 올바르게 취급하면, 피로 수명에 달할때까지 장시간 사용 가능하지만, 의외로 사용이 불가능해지는 경우도 있다.

이런 조기손상은 피로 수명에 대하여 고장 또는 사고라고 부르고 있으며 조립, 취급, 윤활상의 부주의, 외부에서의 이물의 침입, 축, 하우징의 열 영향에 대한 검토 부족등에 기인하는 경우가 많다.






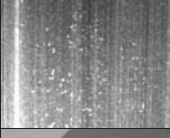






베어링 손상 상태에서 롤러 베어링 턱부의 뜯김에 대하여 예를 들면 그 원인으로서 생각해 볼 수 있는 것은, 윤활제의 부족, 부적합, 급배유구조의 결함, 이물의 침입, 베어링의 설치 오차나 축 처짐의 과대등이 있으며, 이러한 원인이 겹치는 경우도 있다.

따라서 손상 베어링만을 조사하더라도, 손상의 실제 원인을 아는 것은 어렵다. 하지만, 베어링의 사용기계, 사용조건, 베어링 주위의 구조를 파악한 후에, 사고 발생 전후의 상황을 알수 있으면, 베어링의 손상 상태와 어느 정도의 원인을 결합시켜 고찰하여 동류의 사고 재발을 방지할 수 있다.

표1.1에 대표적인 베어링의 손상사례에 대하여 원인 및 대책을 나타내었다.

표1.1 베어링의 손상과 그 원인, 대책

손상 형태	운전 상태	사 진	추정 원인	대 책
플레이킹	라디얼베어링의 궤도의 편측에만 플레이킹 발생		이상 액시얼하중 (자유축 베어링의 슬라이드 불량)	자유축 베어링의 외륜의 헐거운 끼워맞춤
	라디얼 볼 베어링에서 궤도에 대하여, 비스듬하게 플레이킹 발생 롤러베어링에서 궤도면 전동면의 끝부분 가까운 곳에 플레이킹 발생		조립 불량, 축의 휨, 센터링 불량, 축, 하우징의 정도불량	조립 및 센터링의 주의, 보다 큰 클리어런스의 선정, 축 하우징의 단부 직각도 수정
	궤도면에 전동체 피치 간격의 플레이킹 발생		조립시의 큰 충격 하중, 전동체 정지시의 녹, 원통 롤러 베어링의 조립상처	조립시 주의, 운전 정지 기간이 길 경우 녹방지 처리 실시
	궤도면, 전동면에 조기 플레이킹 발생		클리어런스의 과소, 과대 하중 윤활 불량, 녹 등 발생	적정한 간섭량, 베어링 클리어런스 선정, 적절한 윤활제의 선정
	조합 베어링의 조기 플레이킹 발생		예압 과대	적절한 예압량의 선정
뜯김	궤도면, 전동면에 뜯김 발생		초기의 윤활불량, 그리스 점도 과대 시동시의 과대한 가속도	급가속을 피한다. 저점도 그리스 사용

손상 형태	운전 상태	사 진	추정 원인	대 책
뜯김	롤러 단면과 턱 안내면과의 뜯김		윤활 불량, 조립 불량 엑시얼 하중 과대	적당한 윤활제의 선정, 조립 정도의 수정
파손	외륜 또는 내륜의 깨짐		과대한 충격 하중, 간섭량 과대, 축의원통도 불량, 슬리브 테이퍼 도 불량, 조립부 면취R대, 서멀 크랙의 발전, 플랫팅의 진전	하중조건 재검토, 적정 간섭량 적용, 축과 슬리브의 가공정도의 수정, 면취R의 수정(베어링의 면 취치수보다 작게)
	전동체의 깨짐, 턱 깨짐		플레이킹의 진전, 조립시 턱에의 충격, 운반 취급의 부주의	취급, 조립주의
	리테이너 파손		조립 불량에 의한 리테이너에의 이상하중부하, 윤활불량	조립 정도 수정 윤활방법 및 윤활제의 검토
압흔	궤도면에 전동체 피치 간격의 압 흔 (브리넬링) 발생		조립시의 충격하중, 정지시의 과 대 하중	취급주의
	궤도면, 전동면에 압흔		금속분말, 모래 등 이물혼입	하우징의 세정, 밀봉장치의 개 선, 깨끗한 윤활유의 사용
이상마모	펄스 브리넬링 (브리넬링에 닮은 현상)		운송중 등 베어링 정지시의 진 동, 진폭이 작은 유동 운동	축과 하우징의 고정, 윤활제로서 의 오일채용, 예압을 걸어 진동 을 경감시킴
	플랫팅. 끼워맞춤면에 적갈색의 마모분 을 동반하는 국부 마모 발생		끼워맞춤면에 미소한 클리어런 스가 발생되어 미끄럼 마모 발생	간섭량의 증대, 오일 도포
	궤도면, 전동면, 턱면, 리테이너 등의 마모		이물침입, 윤활부족, 녹 발생	밀봉 장치의 개선, 하우징의 세 정, 깨끗한 윤활제의 사용
	크립 발생. 끼워맞춤면에 뜯김마 모		간섭량 부족, 슬리브의 채결 부 족	끼워맞춤의 수정 스리브조립의 적정화
타붙음	궤도면, 전동체, 턱면, 리테이너 등의 마모, 턱면의 변색, 용착		클리어런스 과소, 윤활 불량, 조 립 불량	끼워맞춤, 베어링의(내부)클리어 런스 재검토, 적정 윤활제의 적 정량 공급, 조립 방법 및 조립관 계부품의 재검토
녹, 부식	베어링내부, 끼워맞춤면의 녹이 나 부식 발생		공기중 수분의 경로 발생. 플랫팅, 부식성 물질(특히 바니 쉬가스등) 침입	고온 다습의 조건에서는 보관에 주의 장기 운전 휴지시의 녹 방지대 책, 바니쉬 대책 그리스의 선정

● 이와 같은 증상이 발생되었을 때에는 NSK에 상담바랍니다.

1. 베어링의 손상사례와 대책

주행적과 하중의 상관관계

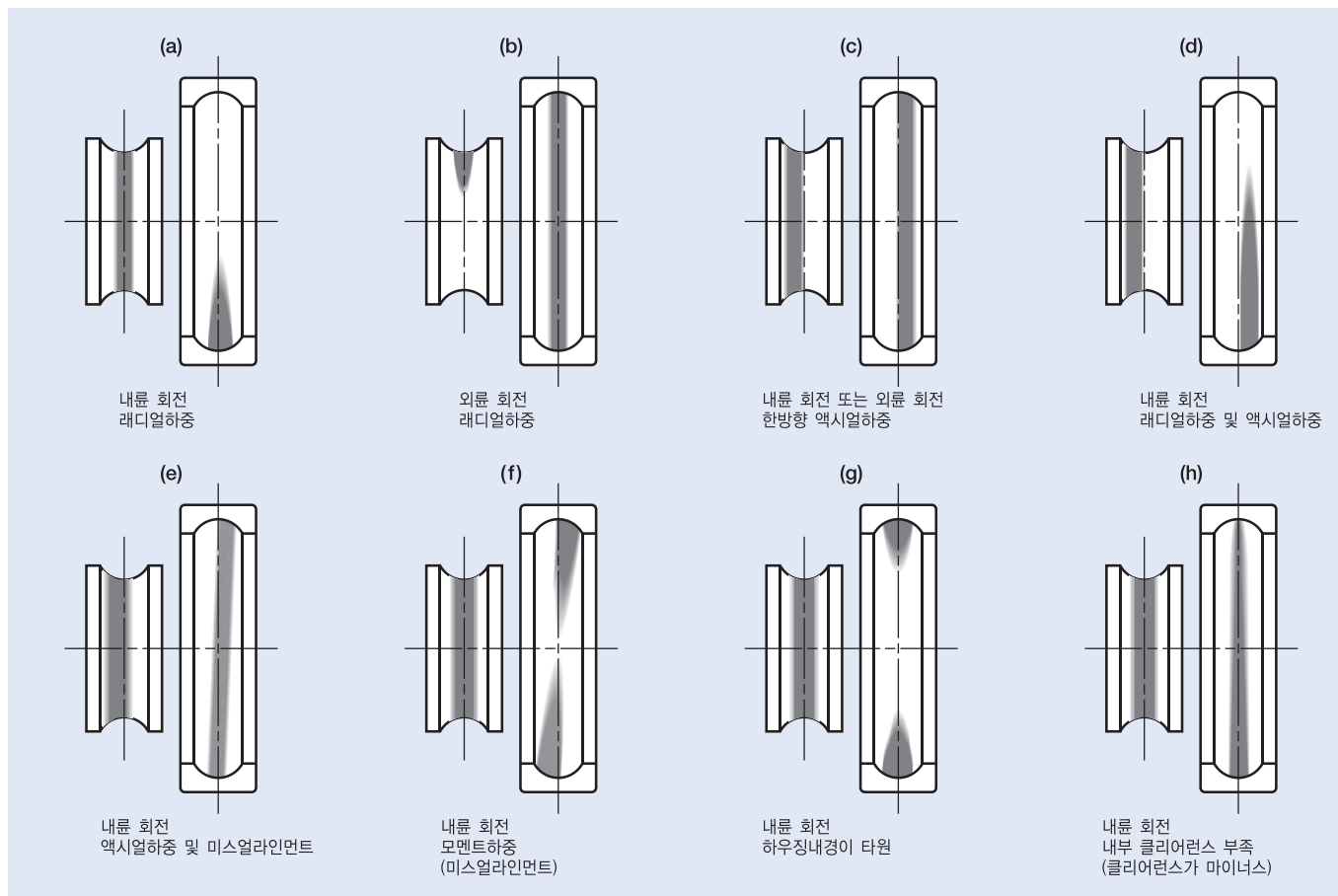


그림1.1 깊은 홈 볼 베어링의 대표적인 주행적

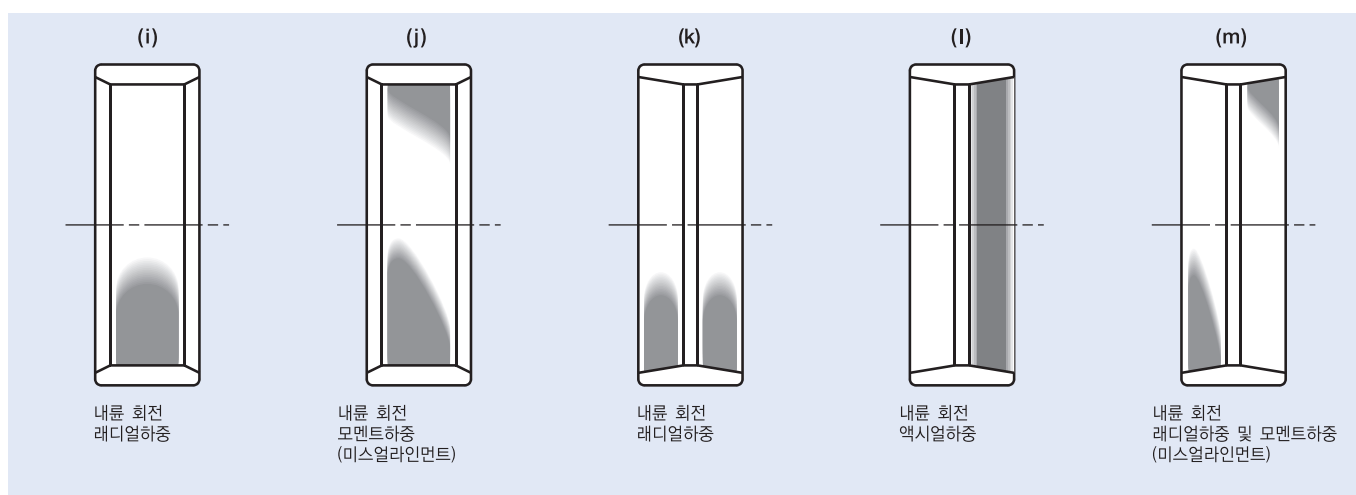


그림1.2 롤러 베어링의 대표적인 주행적

표1.2 손상진단 일람표

손상명칭	발생부위(현상)	원 인											비 고	
		취 급		베어링 주변			유 활		하 중		속 도			베어링 선정
		보 간	절 치	축 · 하우징	리테이너지 · 볼 · 이베	리 테 너	이베링	이베링외경	과 단 · 축간	머뭇네	과 소	고 속 · 급 가압순		
1. 플 레 이 킹	궤도면 · 전동면		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
2. 필 링	궤도면 · 전동면				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
	베어링 외경면(구름접촉의 경우)			<input type="radio"/> *	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						*상대회전부품
3. 뜯 김	롤러 단면 · 턱면		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		
	리테이너 안내면 · 포켓면		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
4. 스 미 어 링	궤도면 · 전동면				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
5. 깨 짐	궤도륜턱 · 롤러	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
6. 균 열 · 크 랙	궤도륜 · 전동체		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
	턱면 · 롤러단면 · 리테이너안내면 (써멀크랙)			<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
7. 리테이너의 손상	○(변형 · 절손)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
	(마모)		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		
8. 압 흔	궤도면 · 전동면(많은 미소압흔)				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>							
	궤도면(전동체 피치간격 압흔)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	
9. 피 팅	궤도면 · 전동면				<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
10. 마 모	궤도면 · 전동면 · 턱면 · 롤러단면		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
11. 프 레 팅	궤도면 · 전동면	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	베어링외내경 · 축면(하우징 · 축과의 접촉부)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>					
12. 펄 스, 브리넬링	궤도면 · 전동면	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					<input type="radio"/>	
13. 크 리 이 프	끼워 마춤면		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *	<input type="radio"/> *	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>		*헐거운끼워맞춤의 경우
14. 타 불 음	궤도륜 · 전동체 · 리테이너		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
15. 전 식	궤도면 · 전동면		<input type="radio"/> *	<input type="radio"/> *										*전동체를 통해서 통전
16. 녹 · 부 식	궤도륜 · 전동체 · 리테이너	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						
17. 설 치 상 처	궤도면 · 전동면		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>										
18. 변 색	궤도륜 · 전동체 · 리테이너					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>						

본 표는 가능성이 높다고 생각되는 원인을 일람표로 정리한 것입니다.

베어링의 손상사례와 대책

2. 음향 · 진동에 의한 진단

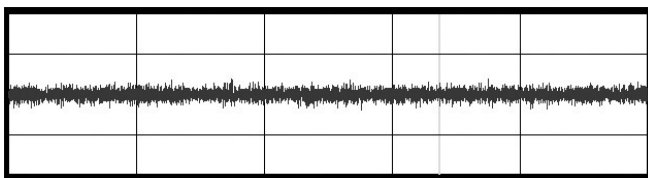
음향 · 진동의 분류

구름베어링을 회전시키면, 음, 진동을 동반한다. 이러한 음, 진동은 베어링의 형식, 조립 조건, 운전 조건등에 의해 발생하는 음질, 크기가 다르다. 구름 베어링 단품의 진동, 음향은 표에 나타나듯이, 4종류로 크게 나뉘어있으며, 거기에서 다시 몇가지로 분류된다. 단, 이러한 경계선은 절대적인 것이 아니며, 본질적인 음 또는 진동에 있어서도, 그 대소가 제작에 관계되거나, 역으로 제작에 관계하는 음 또는 진동이라도, 정상적인 경우에 완전히 없어지는 것은 아니다.

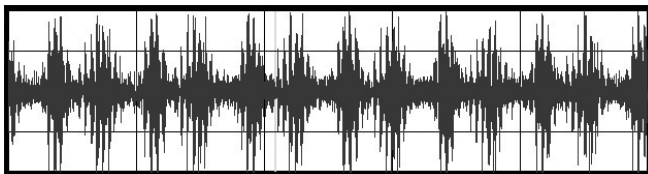
회전기계의 음, 진동을 녹음하여, 음, 진동분석을 실시하는 것으로, 음, 진동의 원인을 추정하는 것이 가능하다. 우측 그림과 같이 정상적인 베어링의 음향 파형은 음의 진폭이 작지만, 베어링에 손상이 있는 경우에는 진폭도 커지며, 일정간격으로 큰 피크를 확인할 수 있다. NSK에서는 회전기계의 이상이 진단가능한 진동 측정기, 베어링모니터-NB-4를 라인업하여, NB-4와 컴퓨터등의 녹음기기를 이용하여 진동 분석에 의한 원인 추정을 실시할 수 있다.

표2.1 구름베어링에서 발생하는 진동 · 음향의 분류표

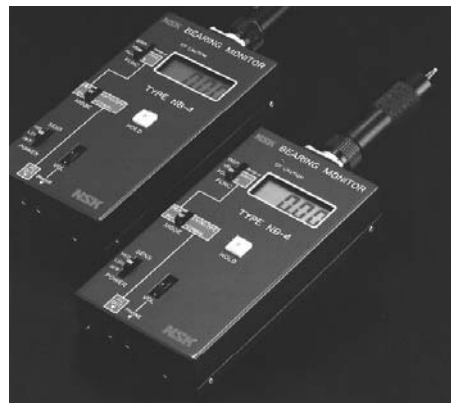
	음의 종류	진 동	음 색	특 색	
베어링의 구조에 의한 진동과 소음	레이스음	궤도론 고유진동	샤-, 슈-	연속음, 모든베어링에 발생하는 기본적인 음	
	전동체낙하음	궤도론 고유진동 리테이너 고유진동	뜨르르	특정의 간격으로 규칙적으로 발생. 대형베어링 황축에서 발생, 래디얼하중, 저회전시 발생	
	삐걱임 음	궤도론 고유진동	까-, 까- (금속성 삐걱임음)	단속적 혹은 연속, 주로 대형 원통 롤러 베어링(볼 베어링)에서 발생, 래디얼 하중, 그리스 윤활, 특정의 회전속도에서 발생	
	리테이너 모니터	CK음	리테이너 고유진동	찰락찰락	특정의 간격으로 규칙적으로 발생 모든베어링에서 발생
		CG음	리테이너 진동	자-아- 자-아-	단속적 혹은 연속, 특정의 그리스에서 발생
		충돌음	리테이너 고유진동	딸깍딸깍	특정의 간격으로 발생하나 조금 불규칙적, 래디얼하중, 회전초기에 발생
	구름음	전동체 통과 진동	골---골---	연속, 모든베어링, 래디얼하중에서 발생	
제작상	웨이브 음	웨이브 형상에 의한 진동	내륜	웅~~~~웅~~~~ 고~~고~~	연속음
			외륜		연속음이지만 가끔 사라지는 경우도 있음(볼)
			전동체		
손상	손상에 의한 진동	내륜	삐~~~~, 끼~~~~ 자~~~~	특정의 간격으로 규칙적으로 발생	
		외륜		규칙적이지만 가끔 없어지는 경우도 있음(볼)	
		전동체			
이물음	이물에 의한 진동	끼릭끼릭, 툃툃	불규칙		
기타	씰음	씰의 고유진동	삐~~~~	접촉 씰에서 발생	
	윤활제 음 (그리스 음)	—	쩍~쩍~(점도있는 소리)	불규칙	
	구름음	회전시 흔들림	f_r	골-, 골-	연속
			f_c	골-, 골-	연속
$f_r - 2f_c$			골-, 골-	연속	



정상적인 베어링의 음향파형



베어링에 손상이 있는 경우의 음향파형



진동측정기 베어링모니터 HB-4

발생 주파수(주파수 분석)			발생 원인(발생원)	저감 대책
원파형의 FFT		엔벨로프 후의 FFT (기본파)		
반경(각) 방향	축방향			
f_{RIN}, f_{MI}	f_{AIN}, f_{AM}	—	웨이브형상의 선택적 공진(구름마찰)	베어링 주변의 강성향상, 적절한 래디얼 클리어런스, 유점도 대, 고품질 베어링의 사용
f_{RIN}, f_{MI}	f_{AIN}, f_{AM}	Zf_c	전동체가 내륜 또는 리테이너와 충돌	래디얼 클리어런스 부족, 예압부하, 유점도 대
($\approx f_{R2N}, f_{R3N}$)	—	?	전동체의 미끄럼마찰에 의한 자려진동	래디얼 클리어런스 부족, 예압부하, 그리스 변경, 대책 베어링의 사용
(리테이너 고유진동수)		f_c	리테이너와 전동체 또는 궤도륜과의 충돌	예압부하, 유점도 과대, 조립오차
(리테이너 고유진동수)		?	리테이너 안내면의 마찰에 의한 자려진동	그리스변경, 대책 리테이너의 변경
(리테이너 고유진동수)		Zf_c	그리스의 저항에 의한 리테이너와 전동체의 충돌	래디얼 클리어런스 부족, 예압부하, 유점도 부족
Zf_c	—	—	전동체 통과에 동반된 내륜(축)변위	래디얼 클리어런스 부족, 예압부하
$nZf_i \pm f_r$ ($nZ \pm 1$ 산)	nZf_i (nZ 산)	—	내륜의 웨이브형상, 외경면의 웨이브니스	고품질 베어링 사용, 축외경면의 개선
nZf_c ($nZ \pm 1$ 산)	nZf_i (nZ 산)	—	외륜의 웨이브형상, 하우징내경면의 웨이브니스	고품질 베어링 사용, 하우징 내경면의 개선
$2nf_b \pm f_c$ ($2n$ 산)	$2nf_b$ ($2n$ 산)	—	전동체의 웨이브형상	고품질 베어링 사용
f_{RIN}, f_{MI}	f_{AIN}, f_{AM}	Zf_i	내륜손상, 압흔, 타흔, 녹, 플레이킹	교환, 베어링 취급주의
		Zf_c	외륜손상, 압흔, 타흔, 녹, 플레이킹	교환, 베어링 취급주의
		$2f_b$	전동체손상, 압흔, 타흔, 녹, 플레이킹	교환, 베어링 취급주의
f_{RIN}, f_{MI}	f_{AIN}, f_{AM}	(불규칙)	먼지, 이물의 침입	세정, 밀봉방법 개량
(실의 고유진동수)		(f_i)	실 접촉부의 마찰에 의한 자려진동	실변경, 그리스 변경
?	?	(불규칙)	윤활제의 기포의 소멸음 비산한 윤활제의 마찰음	(그리스 변경)
f_r	—	—	내륜의 편육	고품질 베어링 사용
f_c	—	—	볼의 상호차, 부등배에 의한 내륜(축)의 변위	고품질 베어링 사용
$f_r - 2f_c$	—	—	볼의 상호차에 기인한 상성의 이방성에 의한 비선형진동	고품질 베어링 사용

n : 정수
 f_r : 내륜(축)의 회전주파수(Hz)
 f_i : $f_i = f_r - f_c$ (Hz)
 Z : 전동체의 수
 f_c : 전동체의 공전주파수(Hz)
 f_b : 전동체의 자전주파수(Hz)
 f_{RIN} : 궤도륜의 반경 방향 굽힘 고유진동수(Hz)
 f_{AIN} : 궤도륜의 축 방향 굽힘 고유진동수(Hz)
 f_{MI} : 외륜 관성 모멘트계 각방향 고유 진동수(Hz)
 f_{AM} : 외륜 질량계 축 방향 고유 진동수(Hz)

이제부터는 진동 측정의 기본

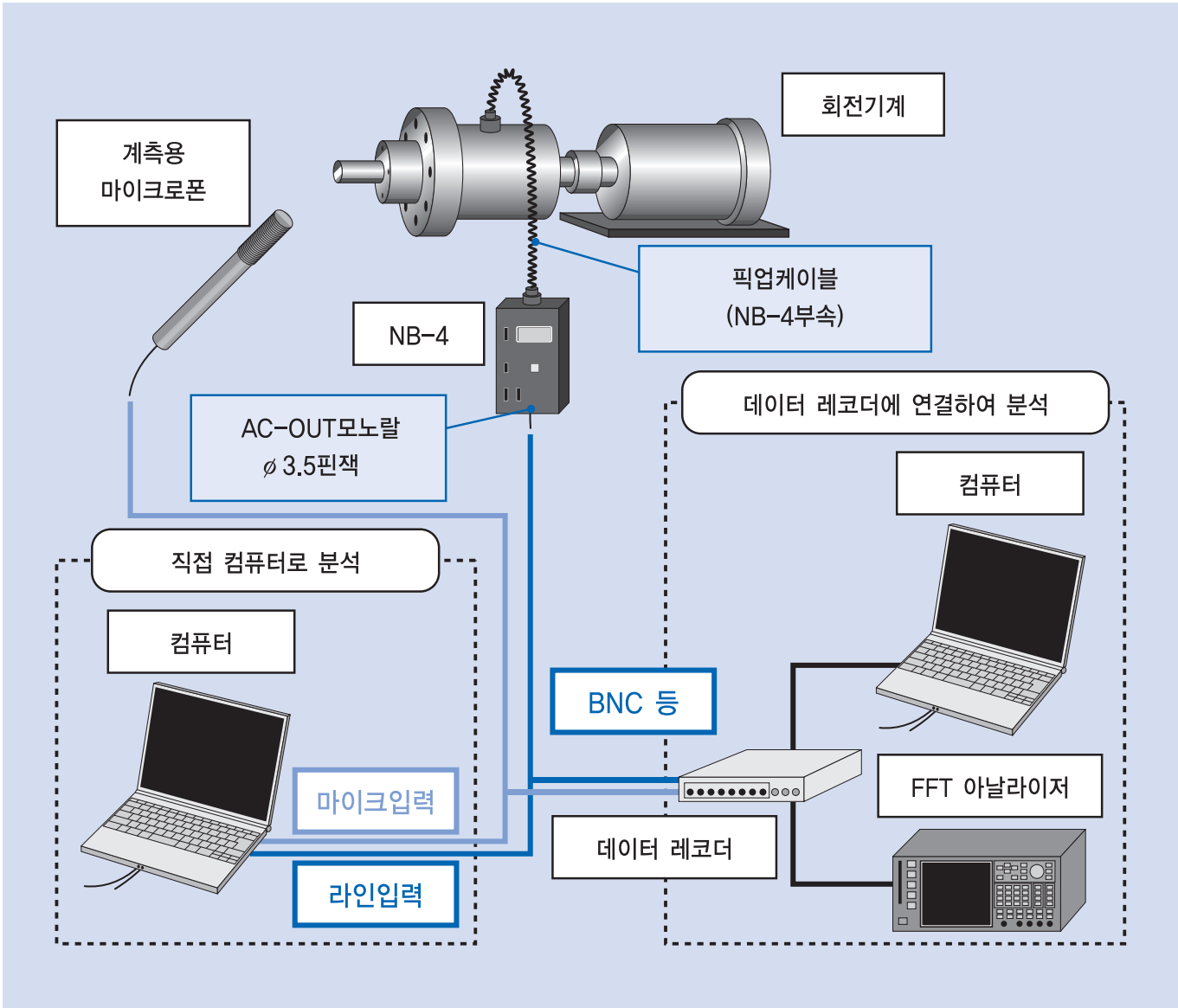
2. 음향 · 진동에 의한 진단

음향 · 파형에 의한 기록 방법

회전 기계의 음, 진동을 주파수 분석하는 것으로 이상 진동이 발생했을 때의 원인을 추정하는 것이 가능하다. 여기에서는 베어링모니터 NB-4(P128 참조)를 이용한 진동의 기록 방법과 마이

크를 이용한 음의 기록 방법을 소개한다. 기록할 때에는 정상시의 것과 이상시의 것을 양측 모두 녹음함으로써 이상 원인의 진단을 추정하기 위하여 필수적이다.

그림2.1 음 · 진동의 녹음 개략도



[음향 · 진동 파형 기록시의 주의점]

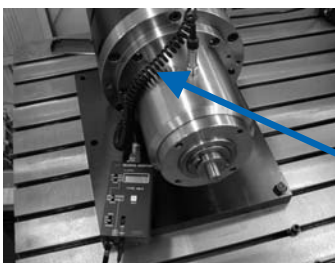
진동이나 음향을 기록하는 경우 이하에 주의하면, 나중의 데이터 분석이 용이해집니다.

- ① 외부의 진동, 음의 영향을 피하기 위하여, 주위에 있는 대형 진동원, 음원이 될만한 것들은 정지시켜둔다.
- ② 기계의 이상시의 상태와 정상시의 상태의 데이터 양쪽을 녹취한다.
- ③ 기록한 후 기록한 데이터를 들여보아서, 이상이 확인되는 지를 확인해둔다.
- ④ 기계의 회전수를 바꾸어(예를들면 100m⁻¹, 800m⁻¹, 2000m⁻¹ 등), 데이터를 녹취 하여둔다.

진동 기록법 (컴퓨터에 직접 진동 파형을 기록하는 경우)

준비물

- 베어링 모니터 NB-4
- 컴퓨터(라인 입력단자가 있으며, 파형 기록 소프트웨어가 설치되어 있는 것)
- 파형 데이터 기록용 모노랄 케이블(단축φ3.5핀잭)



픽업 케이블

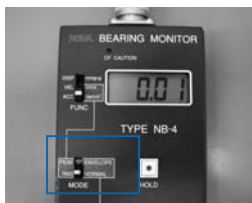
베어링 모니터-NB-4에 픽업 케이블을 접속하여, 픽업을 진동 측정하고자 하는 기계에 고정한다. 베어링의 진동을 측정하고 싶은 경우에는 베어링에 근접한 위치가 좋다.



AC-OUT

마이크입력

NB-4(AC-CUT)와 기록기기 (왼쪽 그림에서는 컴퓨터의 마이크입력단자*)를 모노랄케이블(NB-4축 φ3.5의 핀잭)접속한다.
※1 마이크 입력 단자로도 대응 가능 하지만, 진동의 크기에 따라서는 입력범위를 넘을 가능성이 있다.



회전 진동 녹음수 (노멀)



베어링 손상진동 녹음시 (엔벨로프)

NB-4에서 진동측정을 개시한다. 통상의 기계의 회전진동을 측정하는 경우, ACC-NORMAL으로, 베어링의 손상에 기인한 진동을 측정하고 싶은 경우에는 ACC-ENVELOPE (엔벨로프 분석*)에 맞춘다.

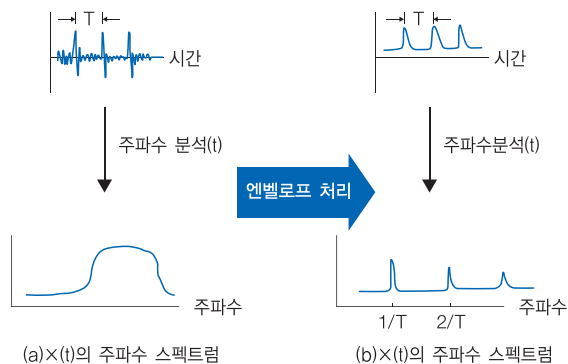
기록 소프트웨어로 진동 파형의 기록을 개시한다. 컴퓨터측의 기록 레벨을 조정하여, 입력 신호가 입력 범위를 넘지않도록 한다. 기록시간은 20초 이상이 좋다.

기록한 진동 파형 데이터를 보존한다. (보존하는 파일형식에 따라서는 일부의 진동 데이터가 손실될 가능성이 있으므로 주의)

기록한 진동 파형을 재생하여, 이상 진동이 포함되어 기록되어 있는지를 확인한다.

※2 엔벨로프 분석에 대하여

베어링의 궤도면이나 전동체에 손상이 있는 경우, 발생한 진동이 일정간격의 충격 진동이 되므로, 단순히 진동파형을 FFT분석하여도 손상의 주파수 성분을 검출하는 것은 불가능하다. 이런경우, 원래의 진동 파형을 엔벨로프 처리하여 주파수 분석하는 엔벨로프 분석 방법을 이용하는 것으로 손상 주파수 성분을 검출하는 것이 가능하다. 엔벨로프 분석은 기계에 엔벨로프 처리기능이 필요하다.



이 페이지는 2010년 10월 20일 판

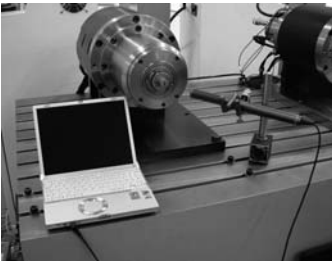
2. 음향 · 진동에 의한 진단

음의 녹음방법 (컴퓨터에 직접 녹음하는 경우)

준비물

계측용 마이크로폰

컴퓨터(마이크 입력 단자가 있으며, 녹음 소프트가 설치 되어있는 것)



마이크로 폰을 녹음기에 접속한다. 마이크로 폰은 기계의 음향을 더욱 좋게 수록 가능한 주파수특성을 가진 것을 사용하는 것이 좋다. 컴퓨터에 부속(내장)되어있는 마이크는, 사람 목소리의 녹음에는 적당하나, 기계의 음향 녹음에는 적당하지 않은 것이 대부분이므로 계측용 마이크로폰을 사용한다.



마이크로 폰은 측정하고자 하는 회전 기계로부터 적당한 거리를 떨어뜨린다. (너무 가까우면 회전중의 공기흐름에 영향을 받거나, 너무 멀면 녹음한 음의 레벨이 낮아진다) 이때 주변의 음이 유입되면 분석이 어려워지므로, 주변에 큰 음원이 되는 것은 정지시켜두는 편이 좋다. 마이크로폰에 단일 지향성 기능이 있다면, 단일 지향성 모드로 세트하므로써 주변의 음을 더욱 줄일 수 있다.

※3 마이크로폰의 주파수 특성

마이크로폰의 주파수 특성은 각각의 마이크로폰의 종류에 따라 다르다. 예를 들면 그림2.2의 마이크로폰은 60Hz이하에서는 감도가 저하하지만, 표2.3의 마이크로폰은 감도가 넓은 주파수 대역에 걸쳐서 일정한 특성을 나타낸다.

이 두가지의 경우, 넓은 주파수 대역에서 일정한 주파수특성을 갖고있는 그림2.3의 마이크로폰이 기계의 음향 측정에 적당하다.

그림2.2

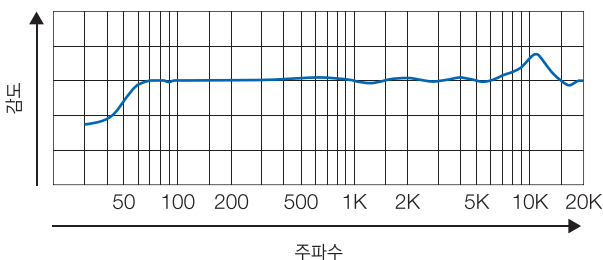
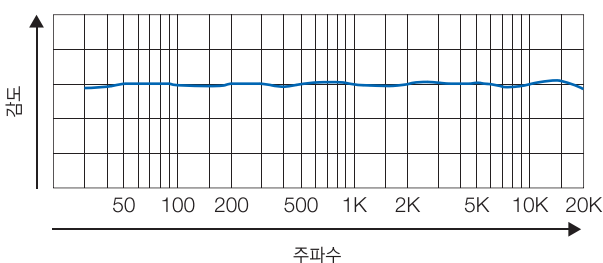


그림2.3



녹음기로 녹음을 개시한다. 컴퓨터 측의 녹음 레벨을 조정하여, 입력 신호가 입력 범위를 넘지 않도록 한다.

녹음한 음데이터를 보존한다. (보존하는 파일형식에 따라서는 일부 음데이터가 손실될 가능성이 있으므로 주의)

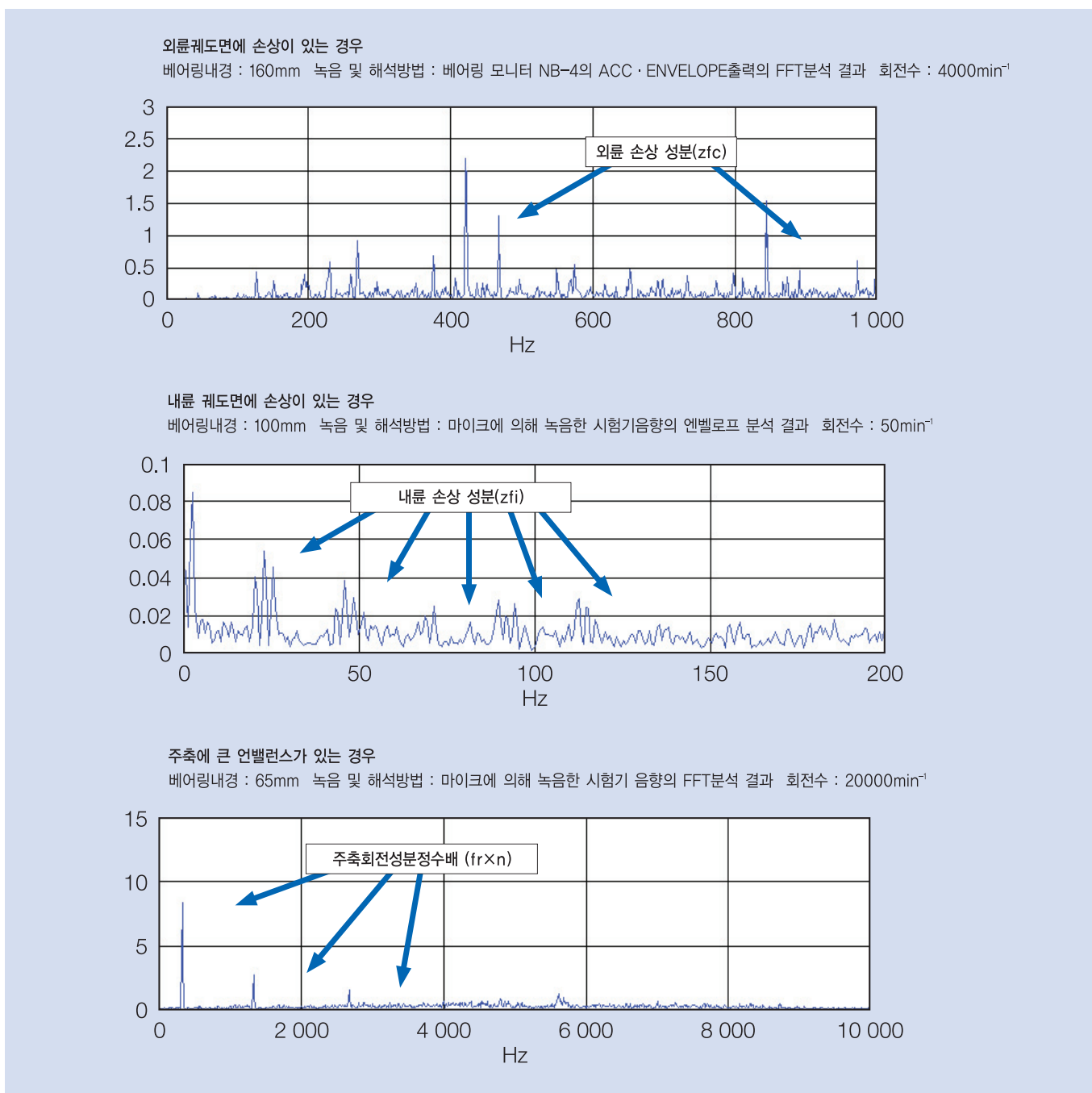
녹음한 음을 재생하여, 이상음이 포함되어 녹음되었는지 확인한다.

이렇게 하여 녹음한 WAV파일을 시판 되어 있는 FFT소프트를 이용하여 주파수분석 하는 것이 가능하다. 베어링 궤도면의 손상이나 웨이브 형상 등이 있는 경우의 진동, 혹은 음향 주파수는 그림 2.4 처럼 처리하는 것이 가능하다. FFT소프트로 주파수 분석을 실시한 결과, 이들의 주파수성분이 확인되는 경우에는 베어링이 손상되었을

가능성이 있다. 녹음한 WAV파일에 대하여 NSK가 분석을 실시하는 것도 가능하다. 이 경우, 정상음과 이상음의 양쪽을 녹음하여, 녹음한 음을 들으면 이상음이 들리는지 확인한다.

또 녹음상태가 불충분한 경우에는 회전기기의 음향, 진동파형의 주파수 분석이 잘되지 않는 경우가 있다.

그림2.4 FFT로 음향 진동주파수 분석결과의 예



이제부터는 진동음의 원인 진단

부록

Appendices

Part 8

부 록

축의 치수허용차	228~229
하우징 내경의 치수허용차	230~231
기본 공차IT의 수치	232~233
경도 환산표	234
금속 재료의 물리적·기계적 성질	235~236
사양 검토 의뢰 포맷.....	237
신·구형번 대조표	238
조합 앵귤러 볼 베어링의 액시얼 클리어런스 측정 방법.....	239

부록

축의 치수허용차

경의 구분(mm)		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
초과	이하													
3	6	- 30	- 20	- 10	- 4	- 4	0	0	0	0	0	0	± 2.5	± 4
		- 38	- 28	- 18	- 9	- 12	- 5	- 8	-12	- 18	- 30	- 48		
6	10	- 40	- 25	- 13	- 5	- 5	0	0	0	0	0	0	± 3	± 4.5
		- 49	- 34	- 22	-11	- 14	- 6	- 9	-15	- 22	- 36	- 58		
10	18	- 50	- 32	- 16	- 6	- 6	0	0	0	0	0	0	± 4	± 5.5
		- 61	- 43	- 27	-14	- 17	- 8	-11	-18	- 27	- 43	- 70		
18	30	- 65	- 40	- 20	- 7	- 7	0	0	0	0	0	0	± 4.5	± 6.5
		- 78	- 53	- 33	-16	- 20	- 9	-13	-21	- 33	- 52	- 84		
30	50	- 80	- 50	- 25	- 9	- 9	0	0	0	0	0	0	± 5.5	± 8
		- 96	- 66	- 41	-20	- 25	-11	-16	-25	- 39	- 62	-100		
50	80	-100	- 60	- 30	-10	- 10	0	0	0	0	0	0	± 6.5	± 9.5
		-119	- 79	- 49	-23	- 29	-13	-19	-30	- 46	- 74	-120		
80	120	-120	- 72	- 36	-12	- 12	0	0	0	0	0	0	± 7.5	±11
		-142	- 94	- 58	-27	- 34	-15	-22	-35	- 54	- 87	-140		
120	180	-145	- 85	- 43	-14	- 14	0	0	0	0	0	0	± 9	±12.5
		-170	-110	- 68	-32	- 39	-18	-25	-40	- 63	-100	-160		
180	250	-170	-100	- 50	-15	- 15	0	0	0	0	0	0	±10	±14.5
		-199	-129	- 79	-35	- 44	-20	-29	-46	- 72	-115	-185		
250	315	-190	-110	- 56	-17	- 17	0	0	0	0	0	0	±11.5	±16
		-222	-142	- 88	-40	- 49	-23	-32	-52	- 81	-130	-210		
315	400	-210	-125	- 62	-18	- 18	0	0	0	0	0	0	±12.5	±18
		-246	-161	- 98	-43	- 54	-25	-36	-57	- 89	-140	-230		
400	500	-230	-135	- 68	-20	- 20	0	0	0	0	0	0	±13.5	±20
		-270	-175	-108	-47	- 60	-27	-40	-63	- 97	-155	-250		
500	630	-260	-145	- 76	—	- 22	—	0	0	0	0	0	—	±22
		-304	-189	-120	—	- 66	—	-44	-70	-110	-175	-280		
630	800	-290	-160	- 80	—	- 24	—	0	0	0	0	0	—	±25
		-340	-210	-130	—	- 74	—	-50	-80	-125	-200	-320		
800	1 000	-320	-170	- 86	—	- 26	—	0	0	0	0	0	—	±28
		-376	-226	-142	—	- 82	—	-56	-90	-140	-230	-360		
1 000	1 250	-350	-195	- 98	—	- 28	—	0	0	0	0	0	—	±33
		-416	-261	-164	—	- 94	—	-66	-105	-165	-260	-420		
1 250	1 600	-390	-220	-110	—	- 30	—	0	0	0	0	0	—	±39
		-468	-298	-188	—	-108	—	-78	-125	-195	-310	-500		
1 600	2 000	-430	-240	-120	—	- 32	—	0	0	0	0	0	—	±46
		-522	-332	-212	—	-124	—	-92	-150	-230	-370	-600		

단위 : μm

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	경의 구분(mm)	
												초과	이하
+ 3	+ 6	+ 8	+ 6	+ 9	+ 13	+ 9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23	+ 27	3	6
- 2	- 2	- 4	+ 1	+ 1	+ 1	+ 4	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 15		
+ 4	+ 7	+10	+ 7	+10	+ 16	+12	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28	+ 34	6	10
- 2	- 2	- 5	+ 1	+ 1	+ 1	+ 6	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 19		
+ 5	+ 8	+12	+ 9	+12	+ 19	+15	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34	+ 41	10	18
- 3	- 3	- 6	+ 1	+ 1	+ 1	+ 7	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 23		
+ 5	+ 9	+13	+11	+15	+ 23	+17	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41	+ 49	18	30
- 4	- 4	- 8	+ 2	+ 2	+ 2	+ 8	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 28		
+ 6	+11	+15	+13	+18	+ 27	+20	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50	+ 59	30	50
- 5	- 5	-10	+ 2	+ 2	+ 2	+ 9	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 34		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+ 32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 60	+ 71	50	65
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 41		
+ 6	+12	+18	+15	+21	+ 32	+24	+ 30	+ 39	+ 51	+ 62	+ 73	65	80
- 7	- 7	-12	+ 2	+ 2	+ 2	+11	+ 11	+ 20	+ 32	+ 43	+ 43		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+ 38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73	+ 86	80	100
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 51		
+ 6	+13	+20	+18	+25	+ 38	+28	+ 35	+ 45	+ 59	+ 76	+ 89	100	120
- 9	- 9	-15	+ 3	+ 3	+ 3	+13	+ 13	+ 23	+ 37	+ 54	+ 54		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+ 43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 88	+103	120	140
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 63		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+ 43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 90	+105	140	160
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 65	+ 65		
+ 7	+14	+22	+21	+28	+ 43	+33	+ 40	+ 52	+ 68	+ 93	+108	160	180
-11	-11	-18	+ 3	+ 3	+ 3	+15	+ 15	+ 27	+ 43	+ 68	+ 68		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+ 50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+106	+123	180	200
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 77	+ 77		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+ 50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+109	+126	200	225
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 80	+ 80		
+ 7	+16	+25	+24	+33	+ 50	+37	+ 46	+ 60	+ 79	+113	+130	225	250
-13	-13	-21	+ 4	+ 4	+ 4	+17	+ 17	+ 31	+ 50	+ 84	+ 84		
+ 7	± 16	± 26	+27	+36	+ 56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+126	+146	250	280
-16			+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 94		
+ 7	± 16	± 26	+27	+36	+ 56	+43	+ 52	+ 66	+ 88	+130	+150	280	315
-16			+ 4	+ 4	+ 4	+20	+ 20	+ 34	+ 56	+ 98	+ 98		
+ 7	± 18	+29	+29	+40	+ 61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+144	+165	315	355
-18		-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+108	+108		
+ 7	± 18	+29	+29	+40	+ 61	+46	+ 57	+ 73	+ 98	+150	+171	355	400
-18		-28	+ 4	+ 4	+ 4	+21	+ 21	+ 37	+ 62	+114	+114		
+ 7	± 20	+31	+32	+45	+ 68	+50	+ 63	+ 80	+108	+166	+189	400	450
-20		-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+126	+126		
+ 7	± 20	+31	+32	+45	+ 68	+50	+ 63	+ 80	+108	+172	+195	450	500
-20		-32	+ 5	+ 5	+ 5	+23	+ 23	+ 40	+ 68	+132	+132		
—	—	—	—	+44	+ 70	—	+ 70	+ 88	+122	+194	+220	500	560
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+150	+150		
—	—	—	—	+44	+ 70	—	+ 70	+ 88	+122	+199	+225	560	630
—	—	—	—	0	0	—	+ 26	+ 44	+ 78	+155	+155		
—	—	—	—	+50	+ 80	—	+ 80	+100	+138	+225	+255	630	710
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+175	+175		
—	—	—	—	+50	+ 80	—	+ 80	+100	+138	+235	+265	710	800
—	—	—	—	0	0	—	+ 30	+ 50	+ 88	+185	+185		
—	—	—	—	+56	+ 90	—	+ 90	+112	+156	+266	+300	800	900
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+210	+210		
—	—	—	—	+56	+ 90	—	+ 90	+112	+156	+276	+310	900	1 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 34	+ 56	+100	+220	+220		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+316	+355	1 000	1 120
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+250	+250		
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+326	+365	1 120	1 250
—	—	—	—	0	0	—	+ 40	+ 66	+120	+260	+260		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+378	+425	1 250	1 400
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+300	+300		
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+408	+455	1 400	1 600
—	—	—	—	0	0	—	+ 48	+ 78	+140	+330	+330		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+462	+520	1 600	1 800
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+370	+370		
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+492	+550	1 800	2 000
—	—	—	—	0	0	—	+ 58	+ 92	+170	+400	+400		

부 록

하우징 내경의 치수 허용차

경의 구분(mm)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
초과	이하												
10	18	+ 43 + 32	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 6 - 5	+10 - 8	± 5.5	± 9
18	30	+ 53 + 40	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 8 - 5	+12 - 9	± 6.5	±10.5
30	50	+ 66 + 50	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+10 - 6	+14 -11	± 8	±12.5
50	80	+ 79 + 60	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+13 - 6	+18 -12	± 9.5	±15
80	120	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+16 - 6	+22 -13	±11	±17.5
120	180	+110 + 85	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+18 - 7	+26 -14	±12.5	±20
180	250	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+22 - 7	+30 -16	±14.5	±23
250	315	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+25 - 7	+36 -16	±16	±26
315	400	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+29 - 7	+39 -18	±18	±28.5
400	500	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+33 - 7	+43 -20	±20	±31.5
500	630	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	—	—	±22	±35
630	800	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	—	—	±25	±40
800	1 000	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	—	—	±28	±45
1 000	1 250	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	—	—	±33	±52.5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	—	—	±39	±62.5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	—	—	±46	±75
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	—	—	±55	±87.5

Part 1 | Part 2 | Part 3 | Part 4 | Part 5 | Part 6 | Part 7 | Part 8

단위 : μm

K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	경의 구분(mm)	
											초과	이하
+ 2 - 6	+ 2 - 9	+ 6 - 12	- 4 -12	- 4 - 15	0 - 18	- 9 -17	- 9 - 20	- 5 - 23	- 15 - 26	- 11 - 29	10	18
+ 1 - 8	+ 2 - 11	+ 6 - 15	- 5 -14	- 4 - 17	0 - 21	-12 -21	- 11 - 24	- 7 - 28	- 18 - 31	- 14 - 35	18	30
+ 2 - 9	+ 3 - 13	+ 7 - 18	- 5 -16	- 4 - 20	0 - 25	-13 -24	- 12 - 28	- 8 - 33	- 21 - 37	- 17 - 42	30	50
+ 3 -10	+ 4 - 15	+ 9 - 21	- 6 -19	- 5 - 24	0 - 30	-15 -28	- 14 - 33	- 9 - 39	- 26 - 45	- 21 - 51	50	80
+ 2 -13	+ 4 - 18	+ 10 - 25	- 8 -23	- 6 - 28	0 - 35	-18 -33	- 16 - 38	- 10 - 45	- 30 - 52	- 24 - 59	80	120
+ 3 -15	+ 4 - 21	+ 12 - 28	- 9 -27	- 8 - 33	0 - 40	-21 -39	- 20 - 45	- 12 - 52	- 36 - 61	- 28 - 68	120	180
+ 2 -18	+ 5 - 24	+ 13 - 33	-11 -31	- 8 - 37	0 - 46	-25 -45	- 22 - 51	- 14 - 60	- 41 - 70	- 33 - 79	180	250
+ 3 -20	+ 5 - 27	+ 16 - 36	-13 -36	- 9 - 41	0 - 52	-27 -50	- 25 - 57	- 14 - 66	- 47 - 79	- 36 - 88	250	315
+ 3 -22	+ 7 - 29	+ 17 - 40	-14 -39	- 10 - 46	0 - 57	-30 -55	- 26 - 62	- 16 - 73	- 51 - 87	- 41 - 98	315	400
+ 2 -25	+ 8 - 32	+ 18 - 45	-16 -43	- 10 - 50	0 - 63	-33 -60	- 27 - 67	- 17 - 80	- 55 - 95	- 45 -108	400	500
—	0 - 44	0 - 70	—	- 26 - 70	- 26 - 96	—	- 44 - 88	- 44 -114	- 78 -122	- 78 -148	500	630
—	0 - 50	0 - 80	—	- 30 - 80	- 30 -110	—	- 50 -100	- 50 -130	- 88 -138	- 88 -168	630	800
—	0 - 56	0 - 90	—	- 34 - 90	- 34 -124	—	- 56 -112	- 56 -146	-100 -156	-100 -190	800	1 000
—	0 - 66	0 -105	—	- 40 -106	- 40 -145	—	- 66 -132	- 66 -171	-120 -186	-120 -225	1 000	1 250
—	0 - 78	0 -125	—	- 48 -126	- 48 -173	—	- 78 -156	- 78 -203	-140 -218	-140 -265	1 250	1 600
—	0 - 92	0 -150	—	- 58 -150	- 58 -208	—	- 92 -184	- 92 -242	-170 -262	-170 -320	1 600	2 000
—	0 -110	0 -175	—	- 68 -178	- 68 -243	—	-110 -220	-110 -285	-195 -305	-195 -370	2 000	2 500

부록

기본 공차 IT의 수치

표준치수의 구분 (mm)		공 차 등 급								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
초과	이하	기본 공차의 수치 (μm)								
-	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200
800	1 000	11	15	21	28	40	56	90	140	230
1 000	1 250	13	18	24	33	47	66	105	165	260
1 250	1 600	15	21	29	39	55	78	125	195	310
1 600	2 000	18	25	35	46	65	92	150	230	370
2 000	2 500	22	30	41	55	78	110	175	280	440
2 500	3 150	26	36	50	68	96	135	210	330	540

비 고 1. 공차등급 IT14~IT18은기준치수 1mm이하에는 적용하지 않는다.
 2. 500mm를 넘는 기준치수에 대한 공차등급 IT1~IT5의 공차값은, 실험적 사용을 위해 포함한다.

공 차 등 급									표준 치수의 구분 (mm)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
기본 공차의 수치 (μm)									초과	이하
40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.00	1.40	-	3
48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80	3	6
58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20	6	10
70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70	10	18
84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30	18	30
100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90	30	50
120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60	50	80
140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40	80	120
160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30	120	180
185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20	180	250
210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10	250	315
230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90	315	400
250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70	400	500
280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	500	630
320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50	630	800
360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00	800	1 000
420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50	1 000	1 250
500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50	1 250	1 600
600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00	1 600	2 000
700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00	2 000	2 500
860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00	2 500	3 150

부 록

경도 환산표 (참고)

로크웰 C스케일 경도 (1471N)	비커스 경 도	브리넬 경도		로크웰 경도		쇼어 경도
		표 준 구	텅 스 텐 카바이드구	A스케일 하중 588.4N brale압자	B스케일 하중 980.7N 1.588mm 경(1/16in)구	
68	940	-	-	85.6	-	97
67	900	-	-	85.0	-	95
66	865	-	-	84.5	-	92
65	832	-	739	83.9	-	91
64	800	-	722	83.4	-	88
63	772	-	705	82.8	-	87
62	746	-	688	82.3	-	85
61	720	-	670	81.8	-	83
60	697	-	654	81.2	-	81
59	674	-	634	80.7	-	80
58	653	-	615	80.1	-	78
57	633	-	595	79.6	-	76
56	613	-	577	79.0	-	75
55	595	-	560	78.5	-	74
54	577	-	543	78.0	-	72
53	560	-	525	77.4	-	71
52	544	500	512	76.8	-	69
51	528	487	496	76.3	-	68
50	513	475	481	75.9	-	67
49	498	464	469	75.2	-	66
48	484	451	455	74.7	-	64
47	471	442	443	74.1	-	63
46	458	432	432	73.6	-	62
45	446	421	421	73.1	-	60
44	434	409	409	72.5	-	58
43	423	400	400	72.0	-	57
42	412	390	390	71.5	-	56
41	402	381	381	70.9	-	55
40	392	371	371	70.4	-	54
39	382	362	362	69.9	-	52
38	372	353	353	69.4	-	51
37	363	344	344	68.9	-	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	-	96.7	33
(16)	222	212	212	-	95.5	32
(14)	213	203	203	-	93.9	31
(12)	204	194	194	-	92.3	29
(10)	196	187	187	-	90.7	28
(8)	188	179	179	-	89.5	27
(6)	180	171	171	-	87.1	26
(4)	173	165	165	-	85.5	25
(2)	166	158	158	-	83.5	24
(0)	160	152	152	-	81.7	24

금속 재료의 물리적·기계적 성질

용도	재료	열처리	밀도 g/cm ³	비열 KJ/(kg·K)	열전도율 W/(m·K)	전기적 저항 μΩ cm	선팽창 계수 (0°C~100°C ×10 ⁻⁶ /°C)	종탄성 계수 MPa	항복점 MPa	인장 강도 MPa	연신율 %	경도 HB	비고	
베 어 링	SUJ2	퀀칭, 템퍼링	7.83	0.47	46	22	12.5	208 000	1 370	1 570 ~1 960	0.5이하	650 ~740	고 탄소 크롬 베어링 강2종	
	SUJ2	구상화 어닐링	7.86											7.83
	SAE4320 (SNCM420)	퀀칭, 저온 템퍼링	7.83		44	20	11.7		902	1 009	16	**293 ~375	니켈·크롬·몰리브덴강	
	SNCM815	퀀칭, 저온 템퍼링	7.89		40	35	-		-	*1 080 이상	*12 이상	*311 ~375	상 등	
	SUS440C	퀀칭, 저온 템퍼링	7.68	0.46	24	60	10.1	200 000	1 860	1 960	-	**580	마르텐사이트계 스테인레스강	
	SPCC	어닐링	7.86	0.47	59	15	11.6	206 000	-	*275 이상	*32 이상	-	냉간 압연 강판	
	S25C	어닐링		0.48	50	17	11.8		323	431	33	120	기계 구조용 탄소강	
	HBSC1		8.5	0.38	123	6.2	19.1	103 000	-	*431 이상	*20 이상	-	고장력 황동주물	

주 *JIS의 규격치 또는 참고치
 **로크웰 C스케일 경도로 나타내는 것이 보통이지만, 비교를 위해 브리넬 경도로 환산하여 나타내었다.
 참고 SUJ2, SCr420의 비례한은, 각각 833MPa(85kgf/mm²), 440MPa(45kgf/mm²)으로 한다.

부록

분류	재료	열처리	밀도 g/cm ³	비열 KJ/ (kg·K)	열전도율 W/ (m·K)	전기적 저항 μΩ cm	선팽창 계수 (0°C~100°C ×10 ⁻⁶ /°C)	중탄성계수 MPa	항복점 MPa	인장강도 MPa	연산율 %	경도 HB	비고	
축	S45C	퀀칭 650 템퍼링	7.83	0.48	47	18	12.8	207 000	440	735	25	217	기계 구조용 탄소강	
	SCr430	퀀칭 520~620 급냉				22	12.5	208 000	*637 이상	*784 이상	*18 이상	*229 ~293	크롬강	
	SCr440	퀀칭 520~620 급냉			23	*784 이상			*930 이상	*13 이상	*269 ~331	상 동		
	SCM420	퀀칭 150~220 공냉		0.47	48	21	12.8	-	*930 이상	*14 이상	*262 ~352	크롬·몰리브덴강		
	SNCM439	퀀칭 650 템퍼링			38	30	11.3	207 000	920	1 030	18	320	니켈·크롬·몰리브덴강	
	SC46	노말 라이징		-	-	-	-	-	206 000	294	520	27	143	저 탄소 주강
	SUS420J2	1038유냉 400공냉		7.75	0.46	22	55	-	200 000	1 440	1 650	10	400	마르텐사이트계 스테인레스강
하 우 징	FC200	주조	7.3	0.50	43	-	10.4	98 000	-	*200 이상	-	*217 이하	회주철	
	FCD400	주조	7.0	0.48	20	-	11.7		*250 이상	*400 이상	*12 이상	*201 이하	구상 흑연 주철	
	A1100	어닐링	2.69	0.90	222	3.0	23.7	70 000	34	78	35	-	공업용 순 알루미늄	
	AC4C	주조	2.68	0.88	151	4.2	21.5	72 000	88	167	7	-	사형 주물용 알루미늄 합금	
ADC10	주조	2.74	0.96	96	7.5	22.0	71 000	167	323	4	-	다이캐스트용 알루미늄 합금		
SUS304	어닐링	8.03	0.50	15	72	15.7~ 16.8	193 000	245	588	60	150	오스테나이트계 스테인레스강		

주 *JIS의 규격치 또는 참고치

**로크웰 C스케일 경도로 나타내는 것이 보통이지만, 비교를 위해 브리넬경도로 환산하여 나타내었다.

참고 SUJ2, SCr420의 비례한은, 각각 833MPa(85kgf/mm²), 440MPa(45kgf/mm²)으로 한다.

사양 검토 의뢰 포맷

사양 검토를 희망하시는 경우에는, 아래표의 기재 양식에 맞추어, 가까운 NSK대리점에 상담하여 주십시오.

정밀 베어링 사양 검토 의뢰서				
	귀사명	_____		
●사용조건	사용기계	[머시닝 센터 · 선반 · 내면 연삭반 · 모터 · 기타()]		
	기계형번	_____		
	사용개소	[주축, 볼 스크류 써포트]	[고정축 · 자유축]	
	주축자세	[종 · 횡 · 기타()]		
	베어링형식	해당하는 형식에 ○를 해주십시오.		
	앵글러 볼베어링	[표준 시리즈, 로바스트 BNR 시리즈 로바스트 BER 시리즈, 로바스트 BGR 시리즈]		
	원통 롤러 베어링	[단일 원통 롤러 베어링 초고속 로바스트 시리즈 복열 원통 롤러 베어링]		
	스러스트 앵글러 볼베어링	[주축 TAC 로바스트 BAR 시리즈 로바스트 BTR 시리즈]		
	깊은 홈 볼베어링	[스피들 모터용 고정도 깊은 홈 볼 베어링]		
	볼 스크류 써포트	[공작 기계용, 전동 사출 성형기용]		
	배열	[DB · DBD · DBB · DF · DFD · DFF · 기타()]		
	NSK 호칭번호	_____		
	타사 형번	_____		
	내경	_____ mm	외경	_____ mm
	외륜폭	_____ mm	내륜폭	_____ mm
	클리어런스	_____		
●하중조건	회전 속도	_____ min ⁻¹	라디얼 하중	_____ N
	모멘트	_____ N · mm	액시얼 하중	_____ N
●축 · 하우징조건	끼워맞춤 축	_____	끼워맞춤 하우징	_____
	재질 축	_____	재질 하우징	_____
	구동 방식	냉각 방식 _____ <small>(외통냉각 있음 · 없음)</small>	하우징 외경	_____ mm
	스페이서 길이	_____ mm	축의 중공경	_____ mm
			예압형식	_____ <small>(정위치예압 · 정압예압)</small>
		주변 온도 _____ N	윤활	_____
●희망치	희망 강성치	_____ N/um	희망 예압 하중	_____ N
			희망 수명	_____ hr
●특기사항	선정 · 검토에 전에 특기해야 할 항목이 있으면, 기입해주십시오. 첨부자료 (유 · 무)			

부 록

신·구 형번 대조표

베어링형식	신형번	구형번	주 기
고정도 앵글러 볼베어링	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN: 전동체 안내 폴리ाम이드46수지 리테이너 TY: 전동체 안내 폴리ाम이드 66수지 리테이너 EL←C2, L←C7 M←C8, H←C9
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	TYN: 전동체 안내 폴리ाम이드 46수지 리테이너 TY: 전동체 안내 폴리ाम이드 66수지 리테이너
	70xxA5TYN	70xxA5TY	
	72xxA5TYN	72xxA5TY	
	초고속 앵글러 볼베어링	xxBNR19STYN	xxBNC19TY
xxBNR10STYN		xxBNC10TY	
xxBNR19HTYN		xxBNC19SN24TY	
xxBNR10HTYN		xxBNC10SN24TY	
초고정도 앵글러 볼베어링	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: 내외륜 비분리구조 BNT: 내외륜 분리구조
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
불렬원통롤러베어링	NN30xxTB	NN30xxT	TB: 전동체 안내 PPS수지 리테이너 TP: 외륜 안내 PEEK수지 리테이너 T: 전동체 안내 폴리ाम이드 66수지 리테이너
초고속단열 원통롤러 베어링	N10xxRSTP	N10xxBT	
스러스트 앵글러 볼베어링	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN: 전동체 안내 폴리ाम이드 46수지 리테이너 TY: 전동체 안내 폴리ाम이드 66수지 리테이너
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	
	xxBTR10S	xxTAC20	TAC20(29): 복식 스러스트 앵글러 볼 베어링 BTR10S, BT19x: 스러스트 앵글러 베어링
	xxBT19X	xxTAC29	

불명확한 점은 NSK에 확인하여 주십시오.

조합 앵글러 볼 베어링의 액시얼 클리어런스 측정 방법

DB조합의 경우, 베어링을 아래 그림과 같이 내륜 스페이서를 분해한 상태에서 작업대 위에 두고 내륜에 측정 하중을 부하한다. 베어링을 충분히 안정시킨 후 다이얼 게이지의 0점설정을 실시한다.

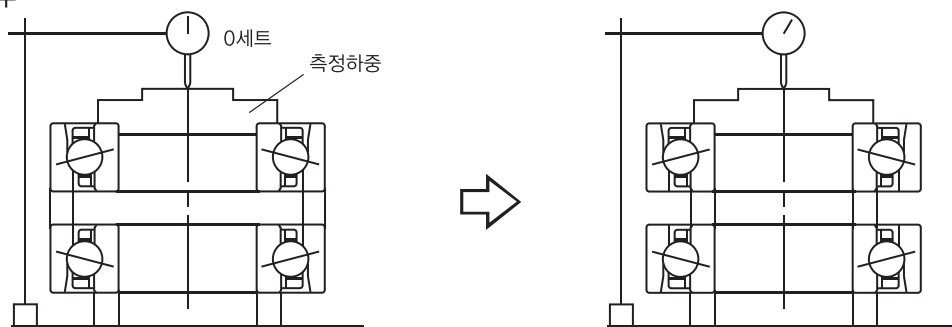
다음으로 같은 방법으로 외륜 스페이서를 분해하여, 내륜에 스페이서를 넣은 상태로 작업대에 두고, 같은 측정하중을 부하한다. 이때 다이얼 게이지의 눈금이 액시얼 클리어런스가 된다.(다이얼 게이지의 눈금이 플러스인 경우는, 축방향으로 클리어런스가 발생하는 클리어런스CA, 마이너스의 경우는, 예압이 발생하는 클리어런스CP)

DF조합의 경우는, 스페이서와 작업대의 위치가 DB와는 다르지만, 다이얼 게이지의 눈금 읽는 방법은 동일하다.

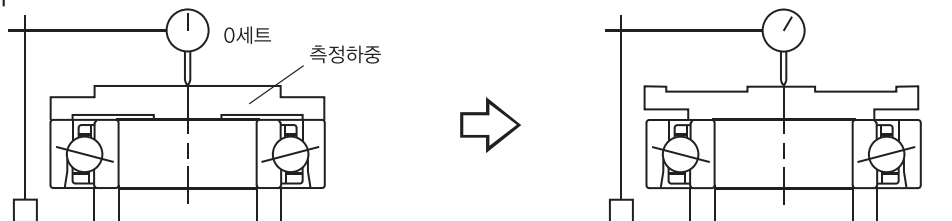
1열의 경우는, 각각 측정한 값을 서로 더하는 것으로 2열의 값으로 한다. 측정하중에 대하여는, P155 표4.1을 참조한다.

DB조합

2열의 경우

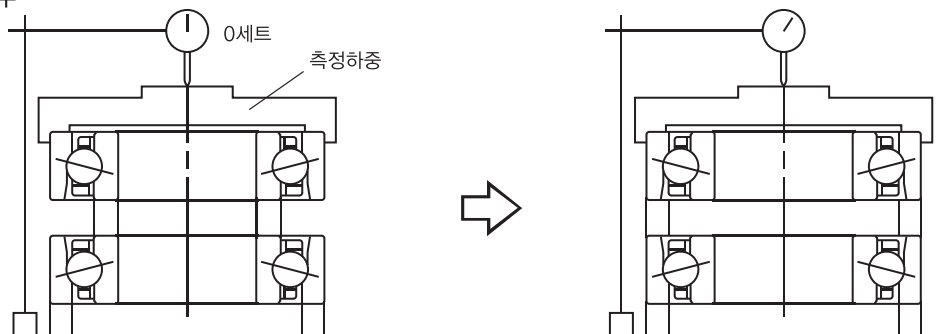


1열의 경우

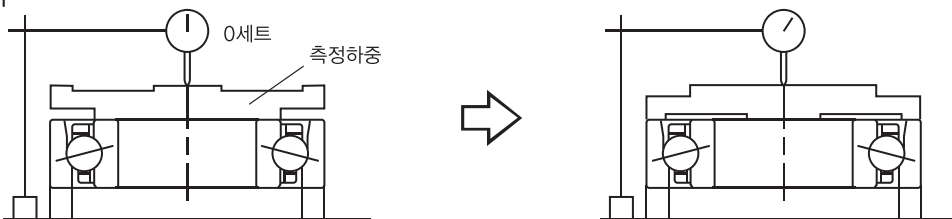


DF조합

2열의 경우



1열의 경우



韓國NSK株式會社

<http://www.nsk.com> <http://www.kr.nsk.com>

- 본 사 TEL : (02)3287-0300 FAX : (02)3287-0545
서울특별시 강남구 대치4동 892번지 Posco Center 서관 9층 135-777
- 공 장 TEL : (055)287-6001 FAX : (055)285-9982, 287-3901
경남 창원시 성산동 60번지 641-315
- 영남지점 TEL : (055)279-1540~8 FAX : (055)283-8181
경남 창원시 성산동 60번지 641-315
- 구미영업소 TEL : (054)473-0530(0514) FAX : (054)471-0535
경북 구미시 황상동 339-7번지 인동 드림뷰 상가동 312호 730-932

문의사항은 본사 · 지점 및 영업소로 문의 바랍니다.

NSK판매대리점

무단복제를 금합니다.

이 카탈로그의 내용은 기술적 진보 및 개량에 대응하여 제품의 외관, 사양 등이 예고없이 변경될 수 있습니다. 또 카탈로그의 제작에는 만전을 기하고 있으나 오기 및 탈자에 의한 손해배상 책임을 지지 아니하오니 널리 양해 바랍니다.

NSK는 외국환법 및 무역법 등에 의해 규제된 제품, 기술에 있어서는 법령에 위반하여 수출하지 않습니다. 규제에 해당하는 NSK제품을 수출, 수입하실 때에는 법에 근거하여 수출, 수입허가를 취득하여 주실 것을 부탁드립니다. 또, NSK제품을 수출, 수입하실 때에는 병기 및 무기에 사용되지 않도록 유의하시기 당부드립니다.