

베어링 핸드북 (기초편)



한국NSK주식회사

본 사 : 135-777 서울특별시 강남구 대치4동 892번지 Posco Center 서관 9층 TEL: 02) 3287-0300 FAX: 02) 3287-0545
영남지사 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지 TEL: 055) 279-1540~8 FAX: 055) 283-8161
공 장 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지 TEL: 055) 287-6001 FAX: 055) 2853-9982, 287-3901
<http://www.kr.nsk.com>

베어링 핸드북 (기초편)

한국NSK주식회사

목 차

1. 구름 베어링 입문	5
2. 구름 베어링의 용도	13
3. 구름 베어링 형식과 특징	21
4. 구름 베어링 주요 치수	37
5. 구름 베어링의 호칭 번호	45
6. 구름 베어링의 정도와내부 클리어런스	55
7. 구름 베어링의 끼워맞춤과클리어런스	65
8. 구름 베어링의 재료와 제조	75
9. 구름 베어링의 수명	85
10. 구름 베어링의 허용회전수	97
11. 구름 베어링의 윤활	103
12. 구름 베어링의 예압	115
13. 구름 베어링의 선정	127
14. 구름 베어링의 취급과 손상	137
부 록	147

1. 구름 베어링 입문

베어링(BEARING)이란? ①

기구(Mechanism)의 작동부분에서 다른 부분을 지지(Support) 또는 안내(Guide)하는 모든 장치를 의미.

기계 장치의 움직임에는 ①회전운동 ②직선운동 ③나선운동이 있으며, 그 중에 회전운동을 지지, 안내하는 것이 베어링.



①회전운동



②직선운동

③나선운동

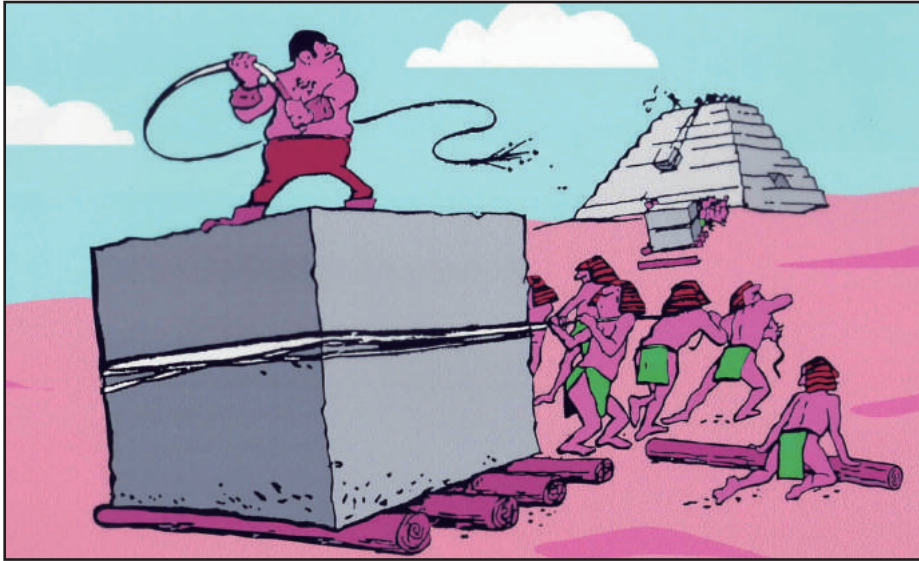
베어링(BEARING)이란? ②

베어링의 역할

- ① 축을 부드럽게, 가볍게 회전운동을 안내함.
- ② 하중을 지지함.
- ③ 회전축의 위치를 결정, 하중이 변하여도 그 위치를 변하지 않도록 한다.
- ④ 축을 고속으로 회전시킴.

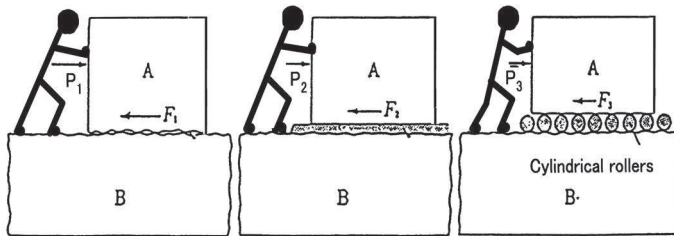
베어링의 역사

원통 롤러를 사용하여 운송(고대 이집트)



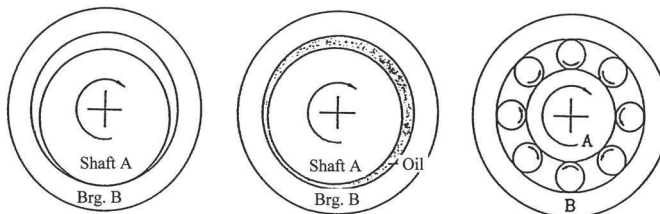
There is a relief in Nineveh (about 800 B.C.) like this picture in British Museum

미끄럼 운동과 구름 운동



미는힘 P는 저항력 F와 같은 크기로 방향이 반대임.
 $F_1 > F_2 > F_3$

미끄럼 운동과 구름 운동



미끄럼 베어링

미끄럼 베어링(오일 윤활)

구름 베어링

미끄럼 베어링과 구름 베어링

베어링의 종류

[구름 (ROLLING) 베어링]

볼이나 롤러와 같은 전동체를 매개로 회전.

[미끄럼(PLAIN) 베어링]

전동체를 사용하지 않고 축(SHAFT)과 베어링이 직접 미끄러져 회전.

일반적 의미의 베어링은 구름 베어링을 의미.

구름베어링의 특징

[미끄럼 베어링과의 비교]

- ① 기동마찰이 작고, 그 위에 동적 마찰과의 차이도 적음.
(정지 마찰계수 $10^{-2} \sim 10^{-3}$)
- ② 국제적으로 치수, 정도, 표시등의 표준화, 규격화가 진행되어 호환성이 있고, 교환 사용이 가능함.
- ③ 베어링 주변의 구조를 간략화 할수 있어, 보수점검이 용이함.
- ④ 일반적으로 레이디얼 하중과 액시얼 하중을 동시에 부하할 수 있음.
- ⑤ 고온 및 저온에서의 사용이 비교적 용이함. 유막 절단에 강하며, 클리어런스 변화에 둔감함.
- ⑥ 강성을 높이기 위하여 마이너스 클리어런스(예압)로 설정해도 사용 가능함.
미끄럼 베어링은 반드시 클리어런스(GAP)가 필요.

베어링은 얼마만큼 큰 하중을 지지하는가

예 1

체중 50kg의 여성이 신은
하이힐에 밟히면?

$$50\text{kg} / 2 \sim 3\text{cm}^2 = 17 \sim 25\text{kg/cm}^2$$

$$1\text{기압} \approx 1\text{kgf/cm}^2$$



17~25기압



**굉장히 아프다 !
멍이든다 !**



베어링은 얼마만큼 큰 하중을 지지하는가

비교예 2



심해6500

지진연구를 위하여 일본 근해의 심해까지 잠수가능 하도록 잠수 심도를 6500m 으로 설정함. (세계의 심해 98%에 도달 할 수 있는 잠수심도임) 현재 유인기로서 세계제일의 성능을 가지고 있음.

- 수심 6500m에서 1평방cm당 650kg의 수압을 받음.

650기압

즉사함!!

베어링이 지지하는 압력은

1mm²당 100~250 kgf

1만~2만5천 기압

1cm²당 10,000~25,000 kgf

상상을 초월하는 수치!!

베어링의 종류

베어링은 구름베어링 뿐만이 아님.

베어링에는 축과 베어링이 상호간에 미끄럼 접촉을 하는『미끄럼 베어링』 및 축과 베어링의 사이에 볼 이나 롤러를 넣어 구름 접촉을 하는『구름 베어링』이 있다.

미끄럼 베어링에는

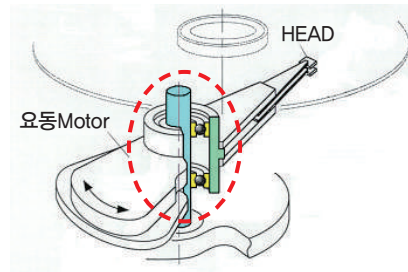
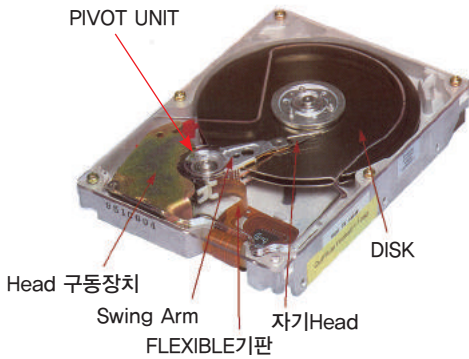
- 오일윤활 베어링 화이트 메탈, 동, 아연합금 등
 - 정압베어링 별도 설비의 펌프에서 승압 시킨 유체를 강제적으로 보내, 회전축을 부유시켜 지지하는 베어링.
 - 동압베어링 축의 회전에 의해 주위의 오일을 휘감아, 그 운동에 의한 유막을 형성, 유막의 위에서 축을 지지하는 베어링.
- 기체 베어링 높은 회전운동의 정밀도와 낮은 마찰에 의해 구름 베어링의 한계를 초월한 용도에 사용됨.
 - 정압베어링 초정밀 가공용 공작기계, 초정밀 측정기 등
 - 동압베어링 흠불이 베어링이 많고, 영상·정보기기 등
- 자기베어링 자력을 이용하여 축을 지지함.
- 자기 윤활성 베어링 오일함유 베어링, 플라스틱 베어링, 고체윤활제 베어링 등.

2. 구름 베어링의 용도

구름베어링의 주요 용도

볼 베어링의 주요 용도

HDD

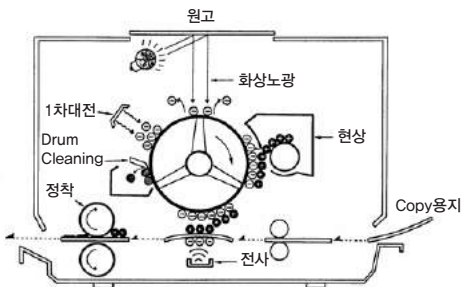


미니어처 베어링, PIVOT베어링

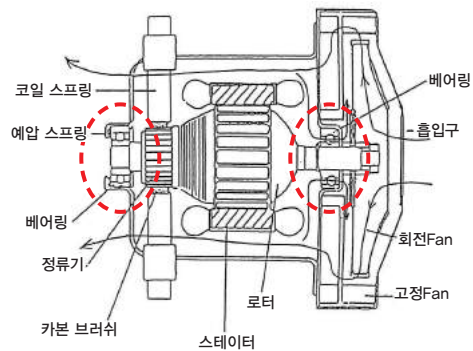
구름베어링의 주요 용도

복사기

Cleaner Motor



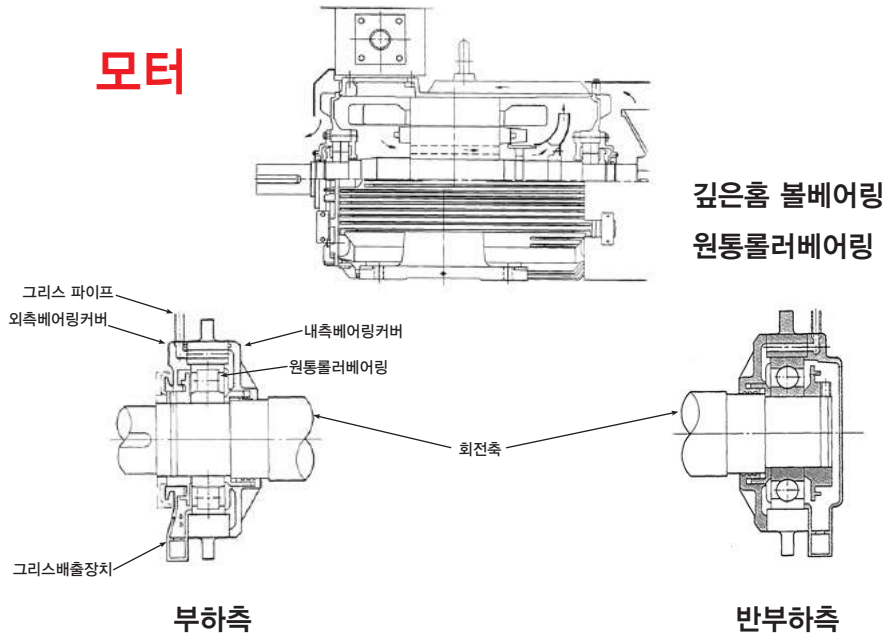
깊은홈 볼 베어링



깊은홈 볼 베어링

구름베어링의 주요 용도

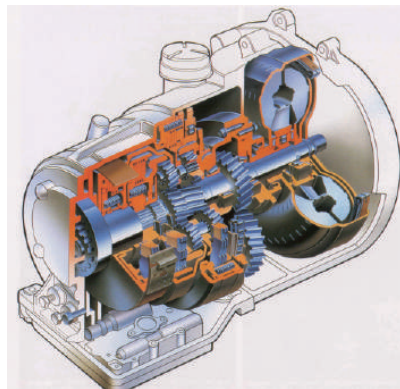
모터



구름베어링의 주요 용도

자동차용 베어링의 주요 용도

트랜스미션

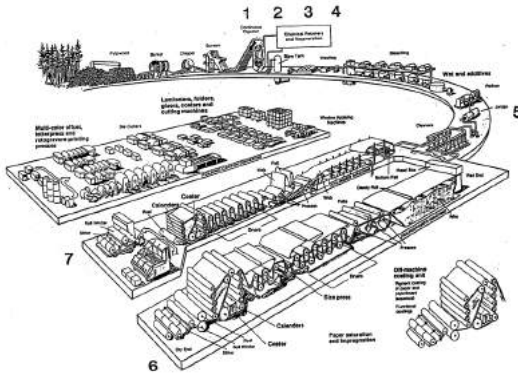


니들베어링
테이퍼롤러베어링

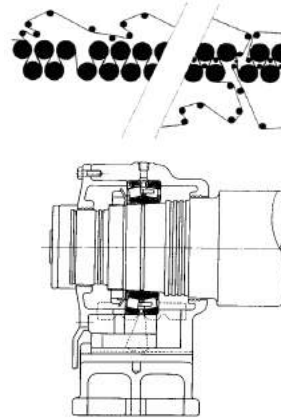
구름베어링의 주요 용도

롤러 베어링의 주요 용도

제지기계



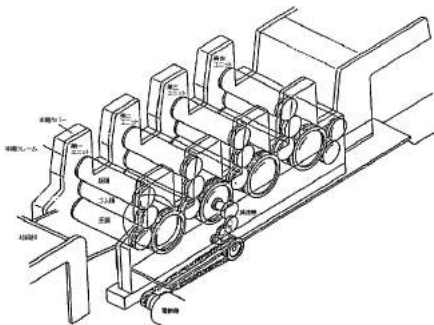
DRYER



자동조심 롤러 베어링 등

구름베어링의 주요 용도

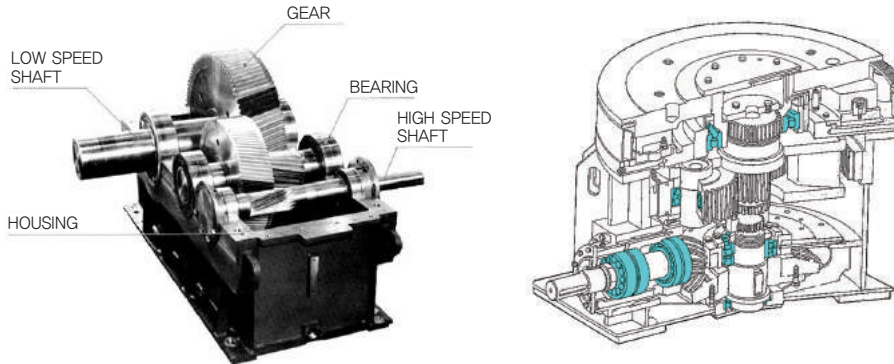
인쇄기계



테이퍼 롤러 베어링
니들 베어링 등

구름베어링의 주요 용도

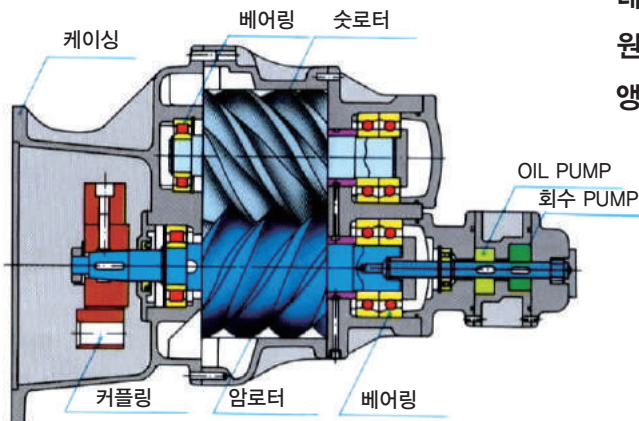
감속기



자동조심 롤러 베어링
테이퍼 롤러 베어링
원통롤러 베어링

구름베어링의 주요 용도

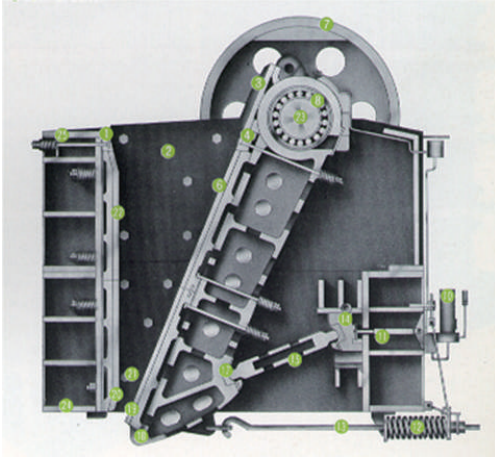
스크류 컴프레셔



자동조심 롤러 베어링
테이퍼 롤러 베어링
원통 롤러 베어링
앵글러 볼 베어링

구름베어링의 주요 용도

크러셔



자동조심 롤러 베어링

구름베어링의 주요 용도

철강설비



압연기 롤넵

- 롤넵 베어링
- 자동조심 롤러 베어링
- 원통롤러 베어링

연속주조설비

3. 구름 베어링 형식과 특징

구름 베어링의 분류 ①

구름 베어링의 형식에는 많은 종류가 있으며,
각각 고유의 특징을 가지고 있다.

전동체의 형식, 부하 하중의 방향에 따라 분류되는 경우가 일반적이다.

- ★ 전동체의 형식에 의한 분류 : 『**볼베어링**』 과 『**롤러 베어링**』
- ★ 부하를 받는 하중의 방향에 의한 분류 :
 - 레이디얼 베어링** : 주로 레이디얼 하중을 지지함. **접촉각 45도 이하**
 - 스러스트 베어링** : 주로 액시얼 하중을 지지함. **접촉각 45도 이상**
- ★ 전동체의 열수에 의한 분류 : 단열, 복열, 다열 등
- ★ 내륜 · 외륜중 한쪽이 분리 가능한 분리형과 비분리형
- ★ 특정 용도로 개발되었나 : 용도별의 분류 방법
- ★ 사이즈에 의한 분류 : 미니어처 베어링, 소경 베어링, 소형 베어링, 중형 베어링, 대형 베어링, 초대형 베어링.

베어링의 형식과 분류

크기에 따른 베어링의 분류

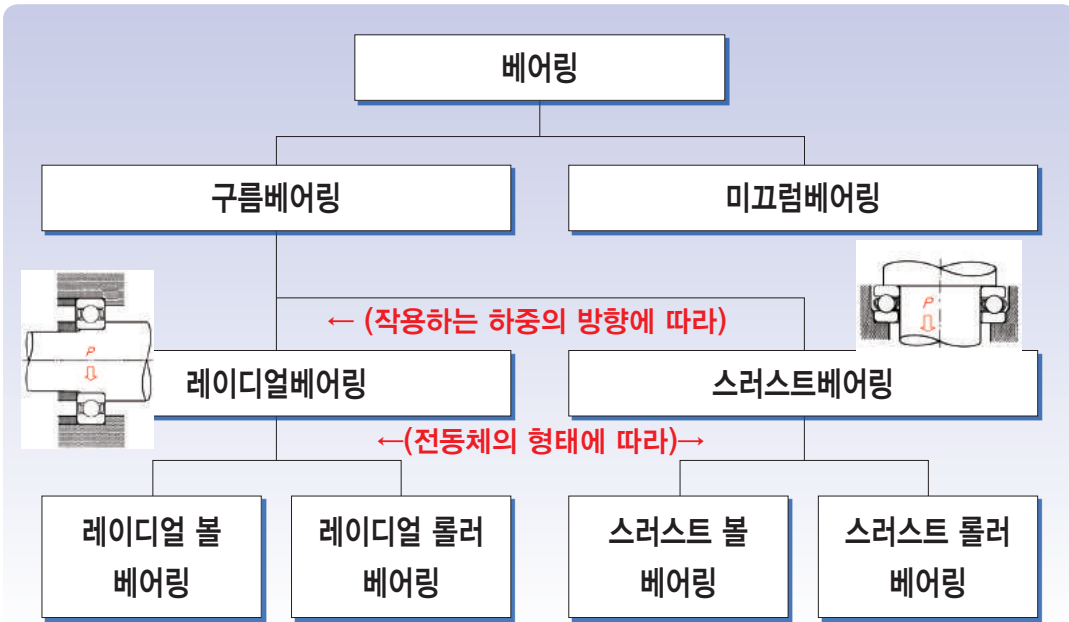
JIS B0104 구름베어링 용어

미니어처 베어링	: 베어링 외경 D 가 9mm미만 ~683, ~693, ~602X
소경 베어링	: 베어링 내경 d 가 10mm미만으로 베어링 외경 D가 9mm이상인것 684~, 694~, 603~
소형 베어링	: 베어링 내경 d 가 10mm이상으로 베어링 외경 D가 약80mm까지 6000~6010, 6200~6208, 6300~6307
중형 베어링	: 베어링 외경D 가 약 80mm에서 약180mm까지 6011~6024, 6209~6220, 6308~6317
대형 베어링	: 베어링 외경D가 약 180mm에서 약800mm까지 6830~68/630, 6928~69/600, 6026~60/530
초대형 베어링	: 베어링 외경 D가 약800이상 68/670~, 69/630~, 60/560~

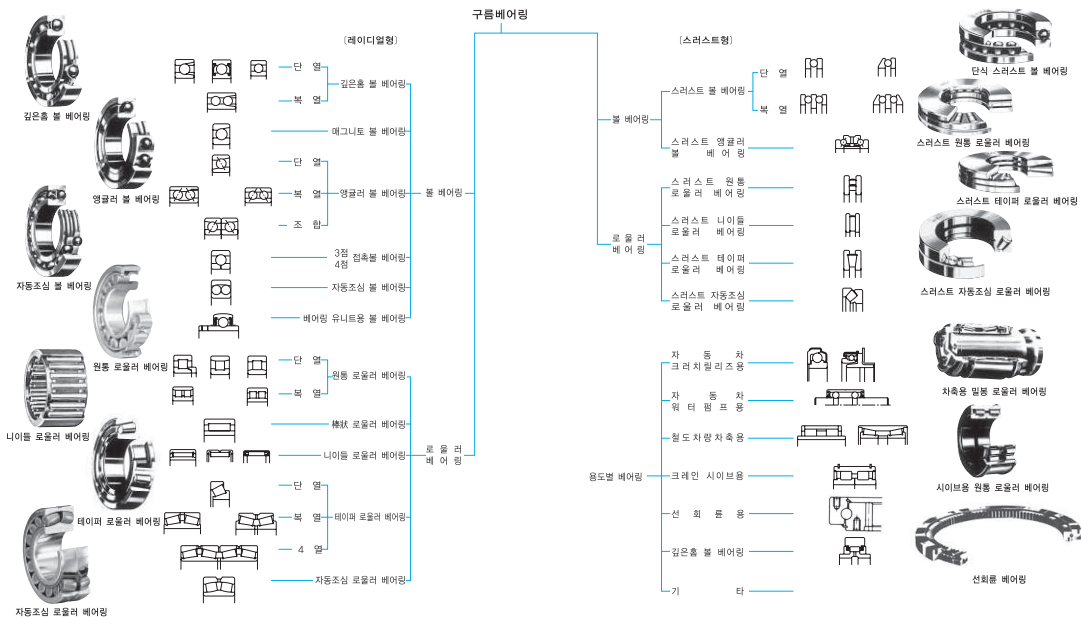
NSK 에서는 생산 공장의 관계로 이하와 같이 분류되어 있음.

미니어처 베어링	: JIS와 동일
소경 베어링	: JIS와 동일
소형 베어링	: 볼 베어링은 $d \geq 10$ 에서 $D \leq 200$. 롤러 베어링은 $d \geq 10$ 에서 $D < 180$.
대형 베어링	: 볼 베어링은 $200 \leq D < 400$.
초대형 베어링	: 볼 베어링, 롤러 베어링 모두 $D \geq 400$ 이상

구름베어링의 분류 ①



구름베어링의 분류 ②



구름 베어링의 명칭 ①

베어링은 일반적으로 아래와 같이

- 궤도륜(내륜 · 외륜)
- 전동체(볼 또는 롤러)
- 리테이너

로 구성된다.

다시 말하면, 2 개의 궤도륜의 사이에 몇 개의 전동체를 배치하고, 전동체를 상호간에 접촉하지 않도록, 리테이너로 일정한 간격을 유지 하면서 구름 운동시키는 구조로 되어 있다.

또한, 리테이너는 베어링의 취급시에 전동체의 탈락을 방지하는 역할도 하고 있다.

이상과 같이 구름 베어링에는 궤도륜, 전동체, 리테이너의 3대요소에 의해 구성되어나, 구름베어링 형식에 따라 각각의 형상이 다르다.

구름 베어링의 명칭 ②

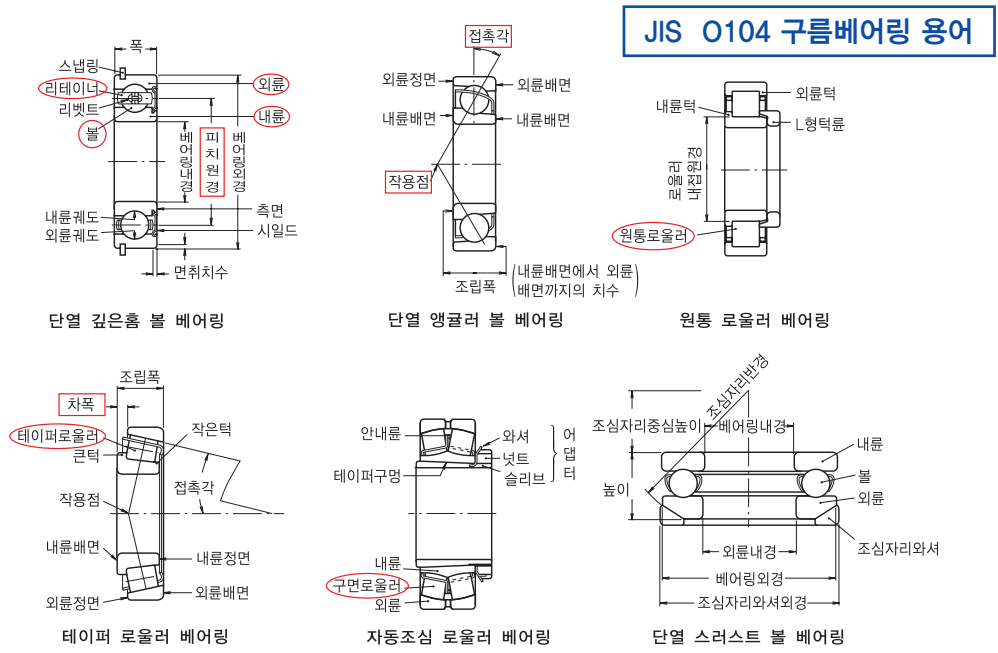


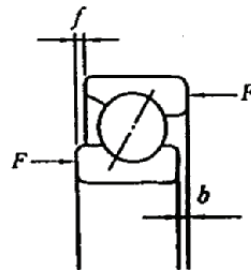
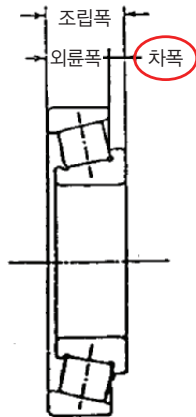
그림 1.1 베어링 각부의 명칭

구름 베어링의 명칭 ③

용어

차폭

단열 레이디얼 베어링의 조립폭과
외륜 폭 및 내륜 폭과의 차



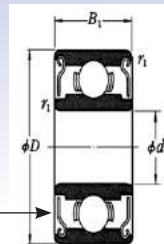
f : 정면차폭
 b : 배면차폭

구름 베어링의 명칭 ④

(1) RADIAL BEARING (단열 깊은홈 BALL BEARING의 경우)



외륜 (OUTER RING)
전동체 (ROLLING ELEMENTS)
리테이너 (CAGE)
내륜 (INNER RING)
SHIELD

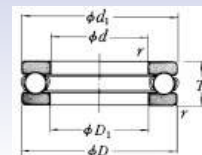


D : 외경
 d : 내경
 B : 폭
 T : 높이
 r : 면취

(2) THRUST BEARING (THRUST BALL BEARING의 경우)

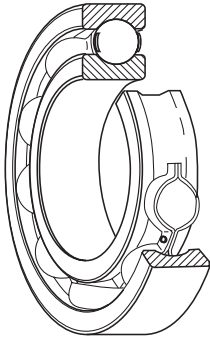


궤도륜
전동체 (ROLLING ELEMENTS)
리테이너 (CAGE)



구름베어링의 종류 ①

· 깊은 홈 볼 베어링

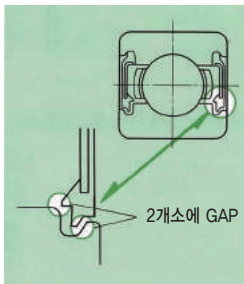


단열 깊은 홈 볼 베어링은 구름 베어링에서 **가장 대표적인 형식**으로 그 용도가 넓다. 내륜·외륜에 가공된 궤도홈은 구름 운동하는 볼의 반경 보다 약간 큰 반경의 반원상 단면으로 제작되어 있다.

레이디얼 하중 외에 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다. 마찰 토크가 적으며, 고속 회전하는 장소나 저 소음 및 저 진동이 요구되는 용도에 적합하다. 이 형식에는 개방형 외에 강판으로 실드한 베어링 및 고무 씨일로 **밀봉한 베어링** 혹은 외륜 외경에 스냅링을 장착한 베어링이 있다. 일반적으로 강판의 프레스 리테이너가 사용되며, **통상 그리스가 봉입되어 있다.**

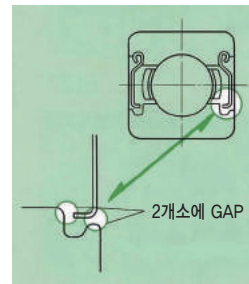
구름 베어링의 종류 ②

씨일 · 실드



씨일형

그리스 밀봉성 · 방진성은 양호
기동 토크가 적다.



실드형

비접촉형

고무 씨일

강판 실드

접촉형

우수한 그리스 밀봉성 · 방진성 · 방수성

구름 베어링의 종류 ③

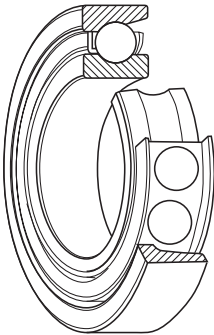
밀봉 볼 베어링의 특징

형식	실드형 (ZZ형)	비접촉 고무씨일형 (VV형)	접촉 고무 씨일형 (DDU형)
마찰 토크	小	小	ZZ형, VV형과 비교하여 큼
고속성	양호	양호	접촉씨일이므로 한계가 있음.
그리스 밀봉성	양호	ZZ형 보다 우수함	VV형 보다 약간 우수함.
방진성	양호	ZZ형보다 양호 (분진이 다소 존재하는 조건에서도 사용가능)	가장 우수함 (분진이 많은 조건에서도 사용가능함.)
방수성	부적절	부적절	양호 (비산조건에서도 사용가능)
사용온도범위 ⁽¹⁾	-10~+110℃	-10~+110℃	-10~+100℃

주⁽¹⁾ 표의 온도범위는 표준품을 대상으로 나타낸 것으로 내한, 내열성 그리스의 봉입 및 씨일의 재질에 따라서 범위가 넓어질 수 있다.

구름 베어링의 종류 ④

• 마그네토 볼 베어링



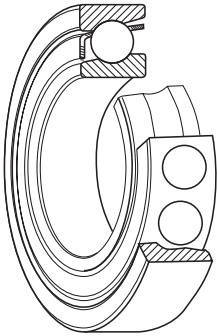
내륜의 홈은 깊은 홈 볼 베어링보다 궤도륜 홈이 다소 얇고, 턱이 없는 쪽의 외륜 내경은 외륜홈의 바닥에서부터 원통면으로 되어 있다. **외륜이 분리가능** 하여 베어링의 조립이 편리하다.

통상 2개의 베어링을 대칭시켜 사용한다.

베어링 내경이 4~30mm 정도의 소형 베어링 으로 주로 소형의 발전기(마그네토) 자이로, 계측기기 등에 사용된다.

일반적으로 동합금의 프레스 리테이너가 사용된다.

구름 베어링의 종류 ⑤



• 앵글러 볼 베어링

레이디얼 하중과 한방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다.

볼 및 내외륜의 접촉각은 15°, 25°, 30° 또는 40°이다. 접촉각이 클수록 액시얼 하중의 부하능력은 커지며 접촉각이 작을수록 고속회전에 유리하다.

통상, 2개의 베어링을 대칭시킨 상태로 내부 클리어런스를 조정하여 사용한다.

일반적으로 스틸 프레스 리테이너를 사용하나 접촉각 30°이하의 고정도 베어링은 주로 폴리 아미드 성형 리테이너가 사용된다.

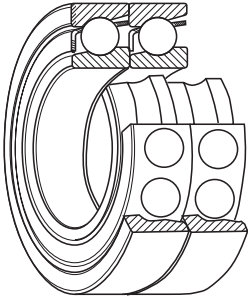
구름 베어링의 종류 ⑥

앵글러 볼 베어링의 조합 방식

그림 예	형 식	특 징
	배면조합형 DB (예) 7208 A DB	레이디얼하중과 양방향 액셀하중을 부하할 수 있다. 작용점거리 a_0 가 크기 때문에, 모멘트하중이 작용하는 경우에 적합하다.
	정면조합형 DF (예) 7208 B DF	레이디얼하중과 양방향의 축하중을 부하할 수 있다. 배면조합에 비해 작용점거리가 작기 때문에 모멘트하중에 대한 부하능력은 떨어진다.
	병렬조합형 DT (예) 7208 A DT	레이디얼하중과 한방향 액셀하중을 부하할 수 있다. 2개의 베어링에서 액셀하중을 받기 때문에, 한방향 하중이 큰 경우에 사용한다.

구름 베어링의 종류 ⑦

• 조합 앵글러 볼 베어링



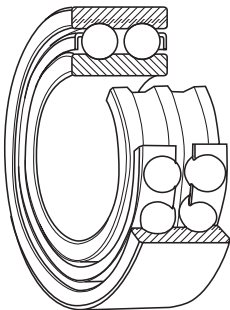
레이디얼 베어링을 2개 이상 조합시켜 SET 로 한 베어링을 조합 베어링이라고 하며, 통상 앵글러 볼 베어링끼리, 테이퍼 베어링끼리 조합시키는 경우가 많다.

조합의 종류로서 외륜의 정면을 조합한 정면 조합형 (DF형), 배면을 조합시킨 배면 조합형 (DB형), 같은 방향으로 조합시킨 병렬 조합형(DT형)이 있다.

DF형 및 DB형 조합의 베어링은 레이디얼 하중과 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다. DT형은 한 방향의 액시얼 하중이 클 경우 사용 되며, 2열 이상으로 조합하여 사용하는 경우도 있다.

구름 베어링의 종류 ⑧

• 복열 앵글러 볼 베어링

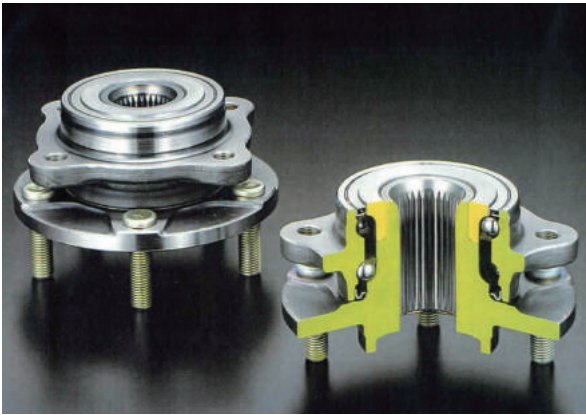


복열 앵글러 볼 베어링은 2개의 단열 앵글러 볼 베어링의 외륜 배면을 조합 하여 내륜 혹은 외륜을 각각 일체형으로 제작한 구조의 베어링이다.

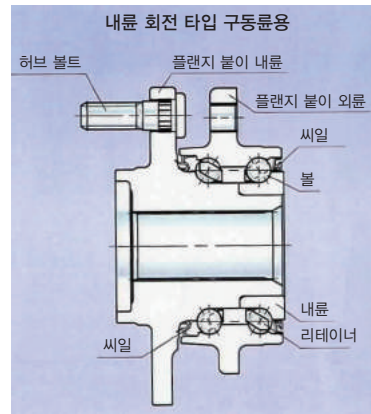
양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있으며, 모멘트 하중에 대한 부하능력이 있다.

구름 베어링의 종류 ⑨

허브 유니트 베어링

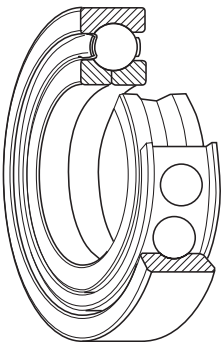


BWKH(볼 베어링)



구름 베어링의 종류 ⑩

• 4점 접촉 볼 베어링



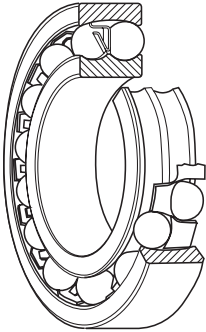
4점 접촉 볼 베어링은 **중심축에 수직인 평면으로 내륜이 2분할 되어 있다.**

내외륜 분리형의 단열 앵글러 볼 베어링이다. 1개의 베어링으로 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다.

볼과 내외륜은 35°의 접촉각 을 가지고 있다. 이 베어링 1개는 정면 조합 또는 배면 조합의 앵글러 볼 베어링을 대체 할 수 있다.

일반적으로 동합금 기계 가공 리테이너가 사용 되어진다.

구름 베어링의 종류 ⑪



• 자동 조심 볼 베어링

내륜은 2열의 궤도가 있으며 외륜의 궤도는 구면으로 되어있다. 구면의 곡률 중심은 베어링 중심과 일치하고 있기 때문에 **내륜, 볼 및 리테이너는 외륜에 대하여 자유로이 경사질 수 있다.**

축이나 하우징의 가공오차나 취급 불량 등에 의해 생기는 축심의 오차는 자동적으로 조정된다.

또, 내륜 테이퍼 내경의 베어링도 있어 아답터에 의해 조립된다.

구름 베어링의 종류 ⑫



• 원통 롤러 베어링

원통상의 롤러와 궤도가 선접촉을 하고 있는 단순한 형상의 베어링이다. **부하능력이 크고, 주로 레이디얼 하중을 부하한다.** 전동체와 궤도륜턱면과의 마찰이 적기 때문에 고속회전에 적합하다.

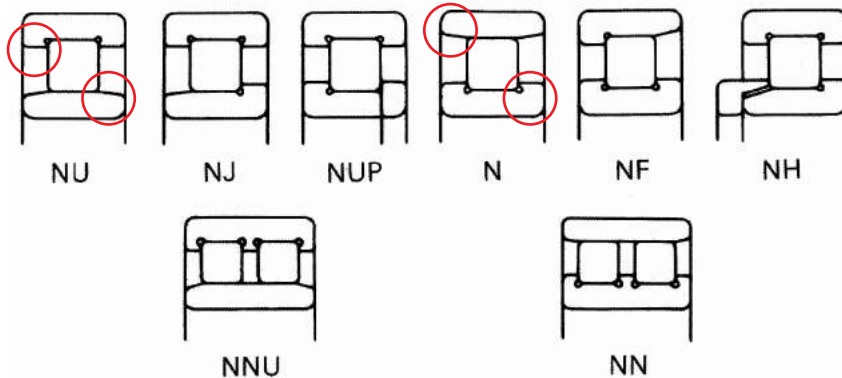
궤도륜의 턱면 유무에 따라 NU, NJ, NUP, N, NF 형 등의 단열 베어링 및 NNU, NN형의 복열 베어링이 있다. **내외륜은 모두 분리가 가능하다.**

내륜 또는 외륜에 턱면이 없는 형식의 원통 롤러 베어링은 내외륜이 액시얼 방향으로 상대적인 이동이 가능하므로, 자유축 베어링으로 사용된다.

내외륜의 어느쪽에 양쪽 턱면이 있고, 어느 한쪽이 한쪽만 턱이 있는 베어링은 한쪽 방향의 액시얼 하중을 일정량 부하할 수 있다.

구름 베어링의 종류 ⑬

단열 원통 롤러 베어링

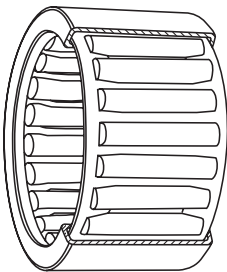


복열 원통롤러 베어링

복열의 원통 롤러 베어링은 레이디얼 하중에 대한 강성이 높고, 주로 공작기계의 주축에 사용된다.

구름 베어링의 종류 ⑭

• 니들 롤러 베어링



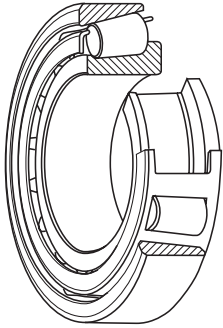
니들 롤러 베어링은 롤러의 길이가 직경의 3~10배, 직경이 5mm이하의 가늘고 긴 롤러가 다수 조립되어 있다. 따라서 베어링은 롤러 내접 원경에 대하여 외경의 비율이 작고, 비교적 큰 레이디얼 부하능력을 가지고 있다.

니들 롤러 베어링은 외륜이 특수 합금강판제의 쉘형 베어링, 절삭 궤도륜의 슬리드형 베어링 궤도륜이 없는 케이지&롤러, 캠 팔로워 형식의 베어링등이 있다. 또한 내륜유무 및 리테이너 유무등의 형식별 구분이 있다.

리테이너 붙이 베어링에는 주로 강판의 프레스 리테이너가 사용된다.

구름 베어링의 종류 ⑮

• 테이퍼 롤러 베어링



테이퍼 형태의 롤러가 전동체로 조립되어져 있고, 내륜의 큰턱이 전동체를 안내한다.

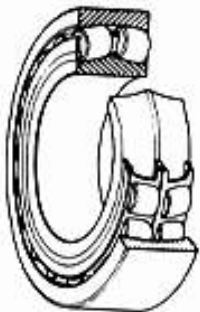
레이디얼 하중과 한쪽 방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있고, 부하능력이 크다.

앵글러 볼 베어링과 같이 통상 2개의 베어링을 대칭으로 사용한다. 이 경우, 내륜간 또는 외륜간의 간격을 액시얼 방향으로 조정하여 적절한 내부 클리어런스의 설정이 가능하다. 분리형이므로 내외륜을 각각 조립할 수가 있다.

접촉각의 크기에 따라 보통 경사형, 중경사형 및 급구배형 베어링이 있고, 롤러의 열수에 따라 복열 및 4열의 테이퍼 롤러 베어링도 있다.

구름 베어링의 종류 ⑯

• 자동 조심 롤러 베어링



복열궤도의 내륜과 궤도가 구면인 외륜과의 사이에 궤도면이 타원형인 롤러를 조립한 베어링이다.

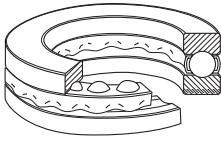
외륜 궤도면의 곡률중심은 베어링 중심과 일치하고 있기 때문에 자동 조심 볼 베어링처럼 조심성이 있다.

축 및 하우징의 처짐 및 축심의 오차를 자동적으로 조정하여, 베어링에 무리한 힘이 부하되지 않는다. 자동 조심 롤러 베어링은 레이디얼 하중 및 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다.

레이디얼 부하능력이 크고, 중하중 및 충격하중이 부하 되는 용도에 적합하다.

내륜 내경이 테이퍼 내경인 베어링은 직접 테이퍼 축에 조립하거나, 어답터 또는 해체 슬리브를 사용하여 원통 축에 조립한다.

구름 베어링의 종류 ⑰

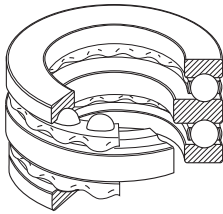


단식

• 스러스트 볼 베어링

궤도홈이 있는 궤도반 및 볼과 볼이 조립된 리테이너 로 구성 되어 있다. **축에 조립된 궤도반을 축 궤도반(내륜)이라고 하며, 하우징에 조립된 궤도반을 하우징 궤도반(외륜)이라 칭한다.** 복식의 베어링에는 중앙의 궤도반(중앙륜)을 축에 조립하여 사용한다.

단식 스러스트 볼 베어링은 한방향의 액시얼 하중을 받을수 있으며, 복식 베어링은 양방향의 액시얼 하중을 부하할 수 있다.

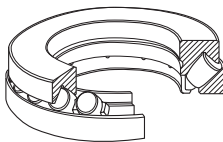


복식

조립 오차등의 영향을 감소시키기 위하여 하우징 궤도반에 조 심륜을 붙인 형식의 스러스트 볼 베어링도 있다.

소형 베어링은 주로 강판 프레스 리테이너가 사용 되며, 대형 베어링은 기계가공 리테이너가 사용된다.

구름 베어링의 종류 ⑱



• 스러스트 자동조심 롤러 베어링

궤도면이 타원형인 롤러를 경사지게 배열한 스러스트 베어링이다. 하우징 궤도반의 궤도가 구면형상이므로 베어링은 **조심성**이 있다.

스러스트 부하능력이 매우 크며, 액시얼 하중이 부하 되는 경우, 다소의 레이디얼 하중도 부하 가능하다.

강판 프레스 리테이너 및 동합금 기계 가공 리테이너 를 사용한다.

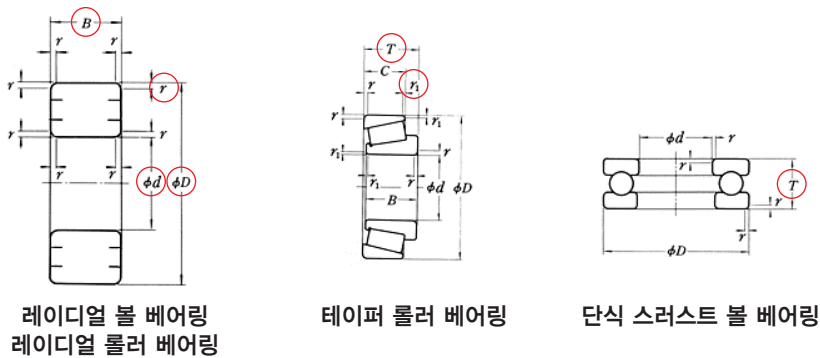
4. 구름 베어링 주요 치수

주요치수 ①

• 구름 베어링의 주요 치수란 ?

구름 베어링의 주요치수란 베어링 내경 d , 베어링외경 D , 베어링폭 B , 조립 폭(또는 높이) T , 면취 치수 r 등의 베어링 윤곽을 지시하는 치수로서 **베어링을 축 및 하우징에 조립 할 때의 중요 치수**이다. 표준품은 호환성을 갖는다. 국제규격(ISO 015), JIS B 1512(구름 베어링의 주요치수)

베어링 외경에 스냅 링을 조립하기 위한 홈치수, 스냅 링 치수도 JIS에 규정되어 있다.



베어링의 주요 치수 ②

내경 치수

구름 베어링의 주요치수로 불리는 내경, 외경, 및 폭 치수에 관하여는 **미터 계열과 인치계열이 있다.**

JIS에서는 미터 계열의 구름 베어링의 치수가 규정되어 있음.

내경 치수를 나타내는 내경 번호

『JIS B 1513』(구름 베어링의 호칭 치수)에 구름 베어링의 내경 치수와 내경을 나타내는 번호(내경 번호)의 규정이 내경 ϕ 0.6~2500mm까지 규정되어 있다.

내경번호	1~9	00 01 02 03	^{※1} 04~96	^{※2} /500~
내경치수 (mm)	1~9	10 12 15 17	20~480	500~

※ 1 내경 번호 04~96 의 경우 : 내경치수 = 내경번호 × 5

※ 2 500mm이상은 내경 번호 = /내경 치수

베어링의 주요 치수 ③

치수계열 (1)

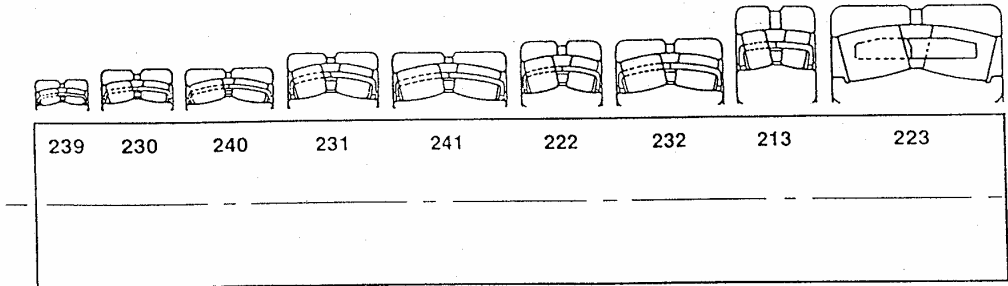


그림 4 시리즈에 의한 단면의 차이

같은 내경의 자동 조심 롤러 베어링이라도 시리즈별로 크기의 차이가 있으므로, 치수 계열에 따라 어떤 타입인지를 명확히 할 필요가 있다.

베어링의 주요 치수 ④

치수계열 (2)

외경 치수와 폭 치수의 결정에 관하여

구름 베어링은 동일 내경 치수에 대하여 다양한 외경 치수가 단계적으로 준비되어 있다. 또한, 동일 내경 치수, 외경 치수에 대해서도 다양한 폭 치수가 단계적으로 준비되어 있다. 결국 두 가지 치수(계열)의 조합에 따라서, 베어링의 단면 형상(주요 치수)을 결정한다.

- 직경 계열 : 기준이 되는 순서는 내경→외경→폭
 동일 내경치수에 대해서 각각의 다른 외경치수가 단계적으로 구비되어 있다. 이 같은 베어링외경을 결정하는 **1행의 숫자**를 직경계열이라고 한다.
- 폭 계열 :
 동일 내경치수, 외경치수에 대해서도 각각의 다른 폭 치수가 단계적으로 구비되어 있다. 이 같은 폭 또는, 높이를 결정하는 **1행의 숫자**를 폭(높이)계열 이라고 한다.
- 치수 계열 :
 폭(높이) 계열 기호와 직경계열기호를 순서대로 조합한 **2행의 숫자**를 치수계열 이라고 한다.

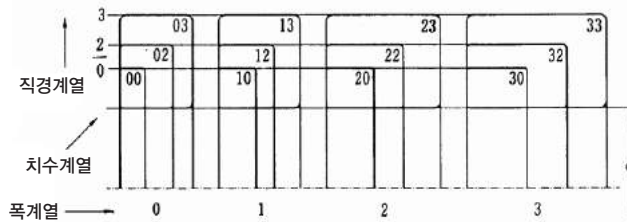
결국 이같은 치수계열(직경계열과 폭계열의 조합)에 의해 베어링 단면 현상과 내경치수에 대한 크기가 결정된다.

베어링의 주요 치수 ⑤

치수계열 (3)

직경계열0					직경계열2				직경계열3				직경계열4	
폭계열					폭계열				폭계열				폭계열	
0	1	2	3	4	0	1	2	3	0	1	2	3	0	2
치수계열					치수계열				치수계열				치수계열	
00	10	20	30	40	02	12	22	32	03	13	23	33	04	24

레이디얼 베어링의 단면 사이즈 예 (내경 d=120mm의 경우)

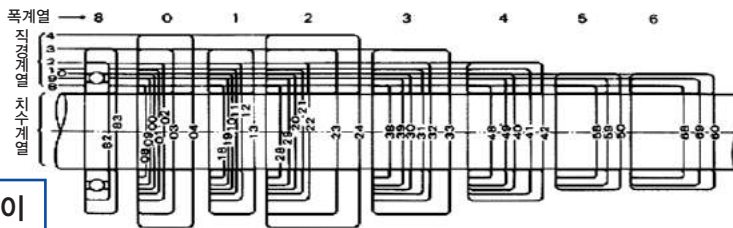


폭 계열, 직경 계열에 의한 치수 계열의 형성

베어링의 주요 치수 ⑥

치수계열 (4)

- 레이디얼 베어링의 경우 (직경계열 : 7,8,9,0,1,2,3,4 폭계열 : 8,0,1,2,3,4,5,6)



5. 구름 베어링의 호칭 번호

호칭번호

구름 베어링의 호칭 번호는 베어링형식, 주요 치수, 치수/회전 정도, 내부 클리어런스 그 외의 사양을 표시하는 명칭으로 **기본 번호**와 **보조 기호**로 구성 되어 있다.

기본번호:

베어링 계열 기호는 베어링의 형식 과 치수 계열 으로 구성되어 있다.

베어링 계열 기호의 맨 앞의 숫자, 또는 기호가 베어링의 형식을 나타낸다.

치수 계열은 폭 계열 과 직경 계열을 나타내는 2행의 숫자로 구성되어 있지만,

폭 계열을 나타내는 숫자는 생략되는 경우가 있다.

기본번호	베어링 계열 번호
	내경 번호
	접촉각 기호
보조 기호	내부 기호
	재료 기호
	리테이너 기호
	씨일 및 실드 기호
	조합 기호
	내부 클리어런스 기호
	정도등급 기호
	특수 사양 기호
	스페이서/ 슬리브 기호
그리스 기호	

표준 베어링의 기본 번호의 구성

베어링 계열 기호					내경 번호		접촉각 기호	
베어링 형식 기호		치수 계열 기호			④		⑤	
①	②		③					
		폭(높이)계열 기호		직경 계열 기호				
기호	구름 베어링 형식	기호	폭(높이)	기호	직경	번호	베어링 내경(mm)	기호=접촉각(도)
		8	小	7	小	1	1	
1	자동 조심 볼 베어링		↑	8	↑	9	9	(앵글러 볼 베어링) C=15
2	자동 조심 롤러 베어링	0		0			10	A5=25
2	스러스트 자동 조심 롤러 베어링	1		1			12	A=30
3	테이퍼 롤러 베어링	2		2			15	B=40
4	복열 깊은 홈 볼 베어링	3		3	↓		17	
5	복열 앵글러 볼 베어링	4		4	大		20	(테이퍼 롤러 베어링)
5	스러스트 볼 베어링	5					(번호의 5배가 내경)	
6	단열 깊은 홈 볼 베어링	6	大					
7	단열 앵글러 볼 베어링							
N*	단열 원통 롤러 베어링					96	480	C=약20
NN*	복열 원통 롤러 베어링					/500	500	
NA	너들 롤러 베어링					/2500	2500	D=약28

<주>

- *원통 롤러 베어링의 형식기호는 N,NN의 뒤에 붙는 기호에 의해 구별 된다.
EX)
NU, NNU : 외륜 양 턱 불이, 내륜 턱 없음
N, NN : 내륜 양 턱 불이, 외륜 턱 없음
NJ : 외륜 양 턱 불이, 내륜 한 쪽 턱
NF : 내륜 양 턱 불이, 외륜 한 쪽 턱
- ②폭(높이)계열 기호 ③직경 계열을 합해 치수 계열 기호 라고 함.
- ①②③ 을 합하여 베어링 계열 기호 라고 함
<참고> NSK 구름 베어링 종합 카탈로그 :P A55 (표 7.5 베어링 계열 기호)
- ②③④ 가 결정되면 주요 치수가 확정되도록 ISO규격이 규정되어져 있다.
<참고>NSK 구름 베어링 종합 카탈로그 :P A40~A49 (표 7.1~ 표 7.3)

베어링의 계열 기호

베어링 형식	베어링계열 기 호	형 식 기 호	치수계열기호		베어링 형식	베어링계열 기 호	형 식 기 호	치수계열기호	
			폭계열 기 호	직 경 계 열 기 호				폭계열 기 호 또는 높이계열 기 호	직 경 계 열 기 호
단열깊은흠 볼 베어링	68	6	(1)	8	복 열 원 통 로울러베어링	NNU49	NNU	4	9
	69	6	(1)	9		NN30	NN	3	0
	60	6	(1)	0	니 이 들 로울러베어링	NA48	NA	4	8
62	6	(0)	2	NA49		NA	4	9	
63	6	(0)	3	NA59		NA	5	9	
단열앵글러 볼 베어링	79	7	(1)	9		NA69	NA	6	9
	70	7	(1)	0	테 이 퍼 로울러베어링	329	3	2	9
	72	7	(0)	2		320	3	2	0
	73	7	(0)	3		330	3	3	0
자 동 조 심 볼 베어링	12	1	(0)	2		331	3	3	1
	13	1	(0)	3		302	3	0	2
	22	2	(2)	2		322	3	2	2
	23	2	(2)	3		332	3	3	2
단 열 원 통 로울러베어링	NU10	NU	1	0		303	3	0	3
	NU2	NU	(0)	2		323	3	2	3
	NU22	NU	2	2		자 동 조 심 로울러베어링	230	2	3
	NU3	NU	(0)	3	231		2	3	1
	NU23	NU	2	3	222		2	2	2
	NU4	NU	(0)	4	232		2	3	2
	NJ2	NJ	(0)	2	213 ⁽¹⁾	2	0	3	
	NJ22	NJ	2	2	223	2	2	3	
	NJ3	NJ	(0)	3	평 면 자 리 스 러 스투 볼 베어링	511	5	1	1
	NJ23	NJ	2	3		512	5	1	2
NJ4	NJ	(0)	4	513		5	1	3	
로울러베어링	NUP2	NUP	(0)	2		514	5	1	4
	NUP22	NUP	2	2	볼 베어링	522	5	2	2
	NUP3	NUP	(0)	3		523	5	2	3
	NUP23	NUP	2	3		524	5	2	4
NUP4	NUP	(0)	4	스 러 스투 자 동 조 심 로울러베어링	292	2	9	2	
볼 베어링	N10	N	1		0	293	2	9	3
	N2	N	(0)		2	294	2	9	4
	N3	N	(0)		3				
	N4	N	(0)	4					
로울러베어링	NF2	NF	(0)	2					
	NF3	NF	(0)	3					
	NF4	NF	(0)	4					

주 (1) 베어링계열기호 213은 203이 되어겠지만, 관용적으로 213으로 되어 있다.
비 고 폭계열 기호난에서 () 로 표시한 폭기호는 생략되어 있다.

JIS B 1513 참조

기본 번호의 문제 ①

다음 베어링의 기본 번호는 무엇입니까?

베어링 형식	내경	외경	폭	면취치수	기본 번호
자동조심 롤러 베어링	65	120	31	1.5	
자동조심 볼 베어링	5	19	6	0.3	
NU형 원통 롤러 베어링	300	420	72	3	

기본 번호의 문제 ②

다음 베어링의 주요 치수를 구해 주십시오.

	내경 d or d ₂	외경 D	조립폭, 높이 T or T ₁	내륜폭 B(B ₁)	외륜폭 C	면취 치수 r (최소)	
						내륜	외륜
7917A5TY			-				
HR32221J							
MR95ZZ1			-				
LM67043Rg/ LM67010Rg							
52313					-		

NSK 보조기호의 구성과 대표적 예 ①

번호	보조기호	설명
⑥	내부기호 J C CA EA E HR	테이퍼 롤러 베어링의 외륜 궤도 소단경, 각도, 폭을 ISO규정에 맞춘것 NSK 고부하 용량 자동조심 롤러 베어링 (프레스 리테이너, 안내륜 불이) NSK 고부하 용량 자동조심 롤러 베어링 (동합금 기계가공 리테이너, 안내륜 불이) NSK 고부하 용량 자동조심 롤러 베어링 (고강도 프레스 리테이너, 특대부하용량) NSK 고부하 용량 원통 롤러 베어링 (롤러 치수 및 롤러경 증대) NSK 고부하 용량 테이퍼 롤러 베어링 (베어링 계열 기호의 앞에 붙음) * 1
⑦	재료기호 -G- -H-	궤도륜 및 전동체가 침탄강 * 2 궤도륜 및 전동체가 스텐레스강 * 2
⑧	리테이너기호 M W T TY V	동합금 기계 가공 리테이너 프레스 리테이너 합성 수지 리테이너(원통 롤러 베어링) 합성 수지 리테이너(앵글러 볼 베어링) 리테이너 없음
⑨	씨일 및 드기호 Z ZZ DU V VV	한쪽 강판 실드 불이 * 3 양쪽 강판 실드 불이 * 3 한쪽 접촉 고무 씨일 불이 * 3 양쪽 접촉 고무 씨일 불이 * 3 한쪽 비접촉 고무 씨일 불이 * 3 양쪽 비접촉 고무 씨일 불이 * 3
⑩	궤도륜 형상기호 K K 30 E E4 N NR	내륜 내경 테이퍼, 기준 테이퍼 1/12 내륜 내경 테이퍼, 기준 테이퍼 1/30 궤도륜에 슬롯 또는 OIL HOLE 불이 외륜에 외경측 OIL HOLE 및 OIL GROOVE 불이 외륜 외경에 스냅링 자리 불이 외륜 외경에 스텝링 자리 및 스냅링 불이

(주)

- * 1 NSK의 테이퍼 롤러 베어링으로서는 HR(고부하 설계)이 된다.
- * 2 재료기호는 본래 소문자로 쓰나 대문자 표기의 경우는 하이픈(-)을 붙인다.
- * 3 NHK 베어링과 타사 베어링과의 씨일 및 실드 기호의 비교례를 표3에 나타내었다.

표3 씨일 및 실드 기호의 베어링 메이커 대표예)

씨일 및 실드 형식	NSK	NTN
강판 실드	ZZ	ZZ
비접촉 고무 씨일	W	LLB
접촉 고무 씨일	DD	LLU

(주) 베어링 메이커에 따라 세부 설계가 틀림

NSK 보조기호의 구성과 대표적 예 ②

번호	보조기호	설명
	조합기호 DB DF DT	배면 조합 정면 조합 병렬 조합
	내부 클리어런스 기호 (생략) C□ C□ C□ MC□ CM	CN 클리어런스 (레이디얼 베어링의 표준 클리어런스) C□ 클리어런스 (레이디얼 베어링의 등급 기호: □의 숫자 1~5로 등급이 변환) CC□ 클리어런스 (비호환성 원통 롤러 베어링의 클리어런스 등급기호: □의 숫자 1~5) MC□ 클리어런스 (소경: 미니어처 베어링의 클리어런스: □의 숫자 1~5) 전동기용 깊은 홈 볼 베어링 / 전동기용 원통 롤러 베어링의 클리어런스 * 4
	리테이너기호 M W T TY V	동합금 기계 가공 리테이너 프레스 리테이너 합성 수지 리테이너 (원통 롤러 베어링) 합성 수지 리테이너 (앵글러 볼 베어링) 리테이너 없음
	정도 등급 기호 (생략) P□	정도등급 JIS 0급 (보통 정도) 정도등급 JIS □급 (□의 숫자: 6×6, 5, 4, 2 로 갈수록 0급보다 고정도 JIS 6×6급은 테이퍼 롤러 베어링에서 폭 치수차가 고정도로 다른 부분은 0급
	특수 사양 기호 ×26 ×28 ×29 S11	치수 안정화 처리 베어링 (사용 온도 한계 150도 이하) 치수 안정화 처리 베어링 (사용 온도 한계 150도 이하) 치수 안정화 처리 베어링 (사용 온도 한계 150도 이하) 치수 안정화 처리 베어링 (사용 온도 한계 150도 이하)
	간좌 슬리브 기호 +K +L +KL H AH HJ	외륜 간좌 불이 내륜 간좌 불이 내외륜 간좌 불이 아답터의 형식 기호 해체 슬리브의 형식 기호 원통 롤러 베어링용 L형 턱의 형식 기호
	그리스 기호 AV2 D4M NS7 PS2	알바니아 그리스 NO.2 (SHOWA SHELL 석유제) * 5 도레이 실리콘 SH44M 그리스 (도레이 다우코닝 실리콘제) NS 하이루브 그리스 (협동 유지제) * 5 엘티 템프 PS NO.2 그리스 (협동 유지제) * 5

(주)

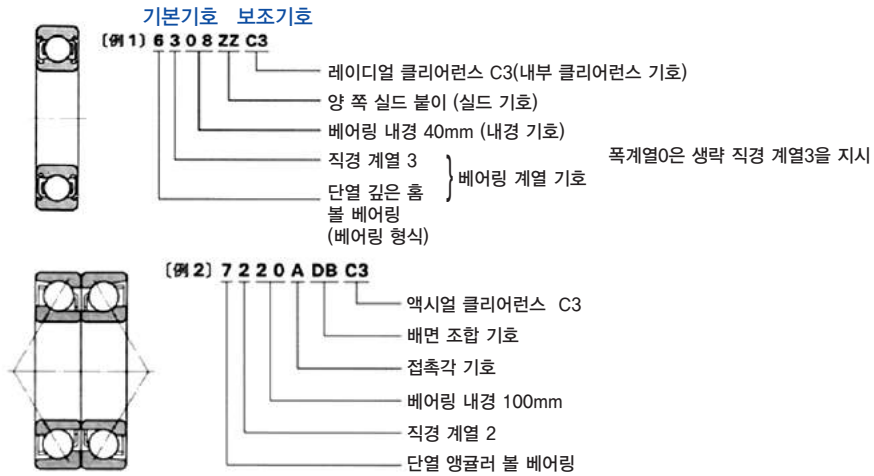
- * 4 NSK의 단열 깊은 홈 볼 베어링의 내부 클리어런스는 CM0이 표준임.
- * 5 NSK의 시판 밀봉 깊은 홈 볼 베어링의 표준 그리스
- * 6 NSK에서는 이외에도 다수의 보조기호를 정하고 있음.

(참고) NSK 구름 베어링 종합 카탈로그 참조 : PP A56~A57(표 7.6)

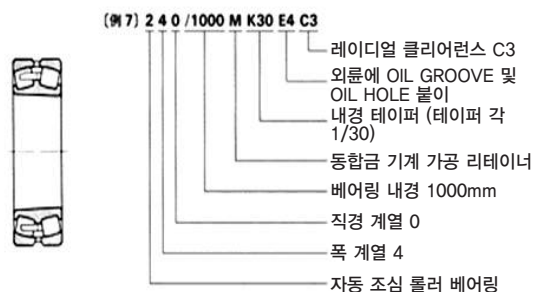
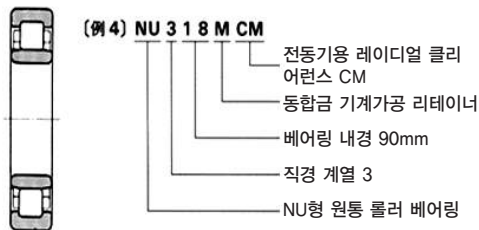
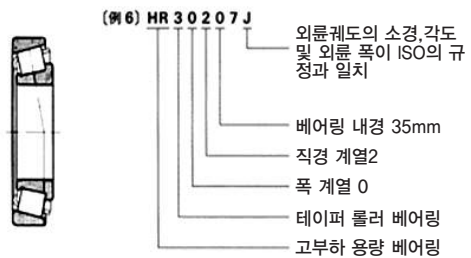
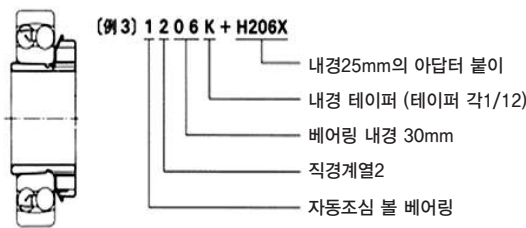
베어링의 호칭번호 예 ①

• 호칭 번호

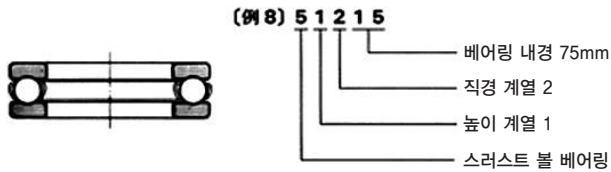
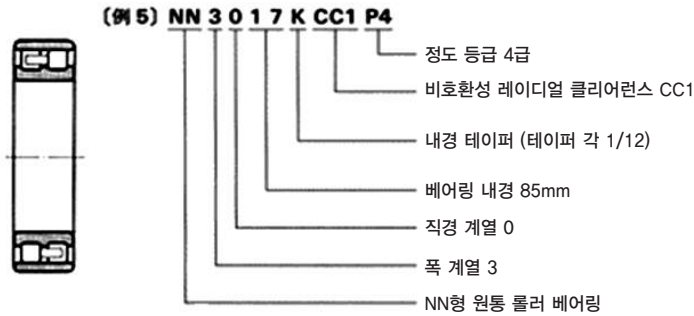
구름 베어링의 호칭 번호는 베어링의 형식, 주요 치수, 치수/회전 정도, 내부 클리어런스, 그외의 사양을 표시하는 명칭으로, 기본번호와 보조기호로 구성되어 있다.



베어링의 호칭번호 예 ②



베어링의 호칭번호 예 ③



ISO 355 규정의 새로운 치수 계열

ISO 355에 규정되어 있는 미터계열 테이퍼 로울러 베어링에는 종래부터 사용되고 있는 3XX 치수 계열에 따르지 않는 새로운 치수의 것이 있으며, 그 일부를 치수표에 기재했다. 외륜폭, 외륜계도의 소단경 및 접촉각이 ISO의 규정에 일치하고 있으며, 내륜 Assembly 및 외륜은 각각 국제적으로 호환성이 있다. 그 호칭번호는 종래의 미터계열과는 다르며 다음과 같은 구성으로 되어 있다.

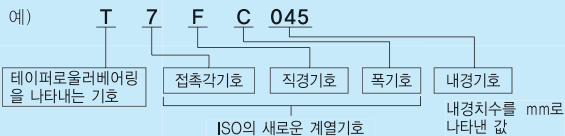


표1 접촉각계열

접촉각계열	α	
	초과	이하
1	미지정	
2	10°	13° 52'
3	13° 52'	15° 59'
4	15° 59'	18° 55'
5	18° 55'	23°
6	23°	27°
7	27°	30°

표2 직경계열

직경계열	$\frac{D}{d^{0.77}}$	
	초과	이하
A	미지정	
B	3.40	3.80
C	3.80	4.40
D	4.40	4.70
E	4.70	5.00
F	5.00	5.60
G	5.60	7.00

표3 폭계열

폭계열	$\frac{D}{(D-d)^{0.95}}$	
	초과	이하
A	미지정	
B	0.50	0.68
C	0.68	0.80
D	0.80	0.88
E	0.88	1.00

인치계 테이퍼 롤러 베어링의 호칭 번호와 구성 ①

하중한도부호	접촉각 기호	시리즈 번호	추번	추부호
□□	○	○○○	○○	□□
(輕) EL ↑ LL L LM M HM H ↓ (重) EH J T	(小) 1 ↑ 2 3 4 5 6 7 ↓ (大) 9	00 ~ 19 20 ~ 99 000 ~ 029 039 ~ 129	10 ~ 19 (컵) 30 ~ 49 (콘) . . .	B (플랜지 붙이) X (표준형 변경) WA (내륜 슬롯)

[□ = (영문자) ○ = (숫자)]

- 호칭 번호는 콘(내륜+롤러+ 리테이너)과 컵(외륜)으로 구별 된다. 베어링 전체의 호칭 번호는 이들 번호를 다음과 같이 합하여 표기 한다. (콘의 호칭 번호) / (컵의 호칭 번호)
- 호칭 번호에서 베어링 치수를 알기 위하여는 반드시 NSK베어링 종합 카달로그 C26~C33 Page의 색인표를 이용하여 그 베어링의 기재 Page(B136~B171 Page)을 찾는다. 이 색인표는 호칭 번호 숫자의 작은 순서대로 기재되어 있다.

인치계 테이퍼 롤러 베어링의 호칭 번호와 구성 ②

예 : LM11749 / LM 11710

C28항 우측의 표 → B136항에 기재

베어링 내경 d=17.462mm
베어링 외경 D=39.878mm

미터계 베어링에는 경(輕)하중용, 중(中)하중용, 중(重)하중용 등의 용어가 사용되어지나, 하중한도 기호는 이와 같은 의미로 경→중의 순서로 다음의 부호가 있다. EL, LL, L, LM, M, HM, H, HH, EH, J, T 최후의 T는 스티스트 베어링에만 사용된다.

접촉각 번호
시리즈의 접촉각을 나타내는 번호로 다음과 같이 구분되어 있다.

접촉각(°)	번호
0° ~ 24°	1
24° ~ 25°30'	2
25°30' ~ 27°	3
27° ~ 28°30'	4
28°30' ~ 30°30'	5
30°30' ~ 32°30'	6
32°30' ~ 36°	7
36° ~ 45°	8
45°~(스티스트베어링)	9

LM 1 1949

추부호
접미숫자인 추번호는 하나 또는 두개의 문자로 표준형의 외관 및 내부를 변경한 경우에 사용된다.
B 플랜지 붙이 외륜
X 표준형을 약간 변경시킨 것
WA 내륜의 배면에 슬롯이 있는 것 그 외 생략

추번
추부호를 제외한 끝에서 1,2번째의 숫자가 그 베어링의 내륜 또는 외륜의 고유숫자이다. 외륜의 추번은 10~19까지로, 그 시리즈의 최소 외경은 외륜을 10으로 한다. 내륜의 추번은 30~49까지로 그 시리즈의 최대 내경의 내경을 49로 한다.

시리즈 번호
1~3자리수까지 표시되어, 그 시리즈의 최대내경과의 관계는 다음과 같다.

시리즈중의 최대내경 (mm)		시리즈 번호
초과	이하	
0	25.4	00 ~ 19
25.4	50.8	20 ~ 99
		000 ~ 029
50.8	76.2	039 ~ 129

이하 생략

6. 구름 베어링의 정도와 내부 클리어런스

정도등급기호의 예

- 7220ADBP5
- NN3017KCC1P4
- 7016CTYDBC7P4
- 6305C2EP6

구름 베어링의 정도등급

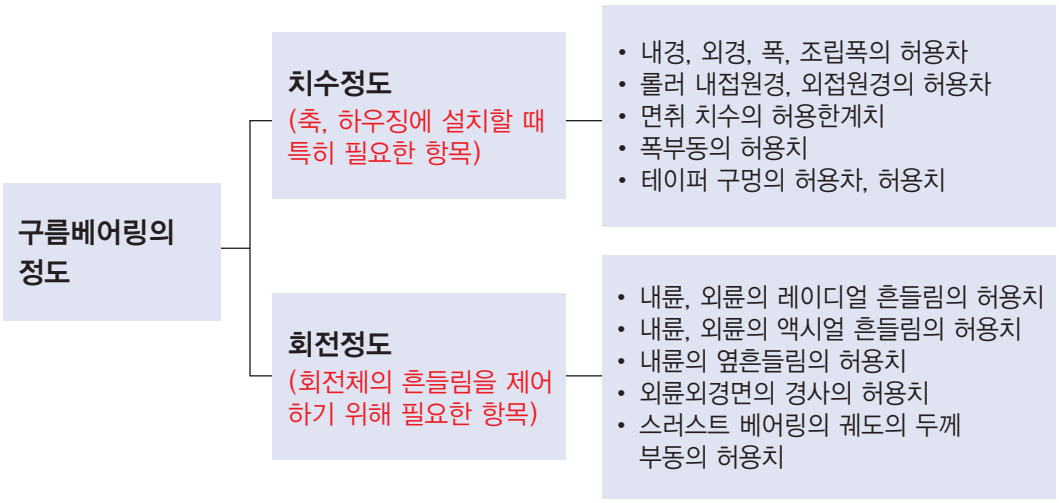
• 구름베어링의 정도에는
 · 치수정도
 · 회전정도
 가 있으며, 베어링의 정도등급은 JIS(ISO)에 의하여,
 JIS0 급
 (JIS 6X급)
 JIS6 급
 JIS5 급
 JIS4 급
 JIS2 급 **고정도**
 의 5등급이 정해져 있다.

JIS6X급은 테이퍼 롤러 베어링만 규정되어
 폭의 허용차를 0급

일반용도로는 대부분의 경우
 0급으로 사용가능하며,
 5급, 4급 등의 고정도는
 공작기계주축, 계기, 그 외의
 정밀기기류 및 항공기등의
 고속용도에 이용되어진다.

정도등급은 베어링 형식마다 규정되어
 있다.

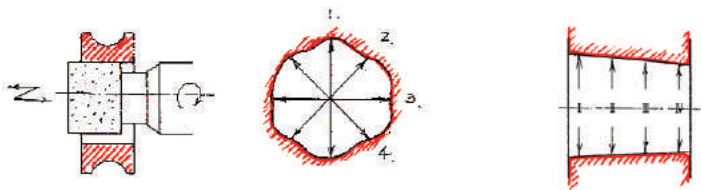
구름 베어링의 정도의 규정



구름베어링의 주요치수에 대한 허용차 및 허용치를 말하며, 회전정도는 JIS B 1514 (구름베어링의 정도)에 규정되어 있다.

치수차·치수허용차의 의미

베어링 내륜 내경치수 정도의 허용차/허용치의 예

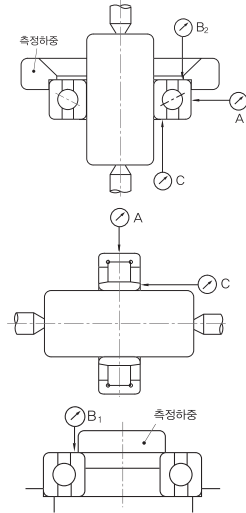


		측 정 치				6 2 0 3
		I	II	III	IV	허용차 · 허용치
측정 위치	1	+2	0	-2	-2	
	2	+1	-1	-3	-4	
	3	0	-2	-4	-7	
	4	-1	-3	-7	-11	17.000~16.992
평면내평균내경의 치수차	Δ_{dmp}	+0.5	-1.5	-4.5	-6.5	=0~-8
평면내내경부동 진원도	V_{dp}	3	3	5	9	最大 6 μ m

(원통도) 평면내평균내경의 부동 $V_{dmp} = 0.5 - (-6.5) = 7$ 6203의 허용치 : 최대6 μ m

회전정도

(참고) 회전정도에 규정되어 있는 항목의 개략의 의미와 측정법은 그림 8.1에 표시한대로이며, JIS B0104(구름베어링의 용어) JIS B1515(구름베어링의 측정방법)등에 자세히 설명되어 있다.



부 표

회 전 정 도	내륜	외륜	다이알 게이지
내륜의 레이디얼흔들림 K_{ra}	회전	정지	A
외륜의 레이디얼흔들림 K_{ra}	정지	회전	A
내륜의 액셀흔들림 S_{ia}	회전	정지	B, B ₁
외륜의 액셀흔들림 S_{ea}	정지	회전	B ₂
내륜의 옆흔들림 S_d	회전	정지	C
외륜외경면의 기울기 S_D	-	회전	D
스러스트베어링내륜·외륜의 궤도의 두께 부동 S_s, S_c	내륜또는외륜을 단독으로 회전		E

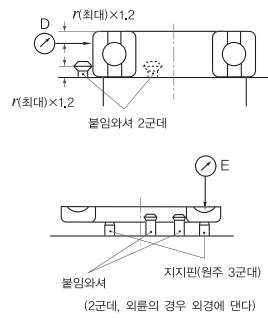
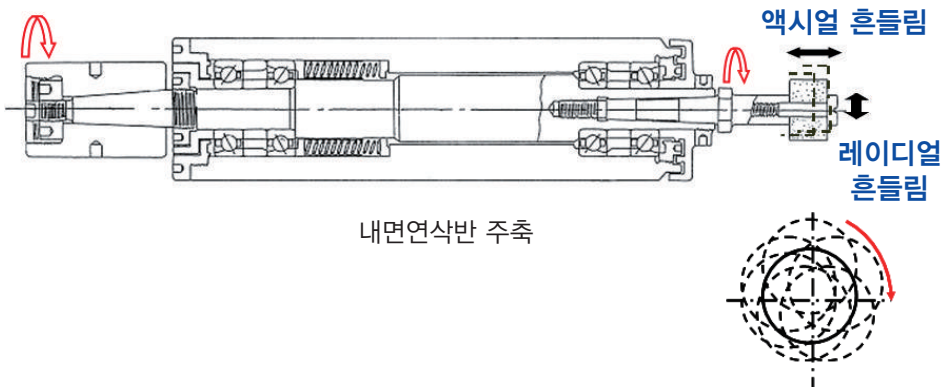


그림 8.1 회전정도의 측정방법(개략)

공작기계 주축 베어링의 예

베어링의 정도가 나빠서 축이 흔들림 → 지석이 흔들림 → 가공물의 정도가 떨어짐



[예] 정도등급 레이디얼 베어링 내륜의 허용차 · 허용치

호칭베어링내경 d (mm)	평면내경(내륜)의 치수차 ⁽¹⁾ Δ _{mp}														
	0급			6급			5급			4급			2급		
	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치
이하	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6 ⁽³⁾	0	-8	-7	0	-7	-5	0	-5	-4	0	-4	-3	0	-4	-3
2.5	0	-8	-7	0	-7	-5	0	-5	-4	0	-4	-3	0	-4	-3
10	0	-12	-10	0	-10	-8	0	-8	-6	0	-6	-5	0	-5	-4
30	0	-15	-12	0	-12	-9	0	-9	-7	0	-7	-5	0	-5	-4
80	0	-20	-15	0	-15	-10	0	-10	-8	0	-8	-6	0	-6	-5
120	0	-25	-18	0	-18	-13	0	-13	-10	0	-10	-8	0	-8	-7
150	0	-30	-22	0	-22	-15	0	-15	-12	0	-12	-10	0	-10	-8
180	0	-35	-25	0	-25	-18	0	-18	-14	0	-14	-11	0	-11	-9
250	0	-40	-30	0	-30	-20	0	-20	-15	0	-15	-12	0	-12	-10
315	0	-45	-35	0	-35	-23	0	-23	-17	0	-17	-13	0	-13	-10
400	0	-50	-40	0	-40	-25	0	-25	-18	0	-18	-14	0	-14	-11
500	0	-55	-45	0	-45	-30	0	-30	-22	0	-22	-17	0	-17	-14
630	0	-60	-50	0	-50	-35	0	-35	-25	0	-25	-19	0	-19	-15
800	0	-70	-60	0	-60	-40	0	-40	-28	0	-28	-21	0	-21	-17
1000	0	-80	-70	0	-70	-45	0	-45	-32	0	-32	-24	0	-24	-19
1250	0	-90	-80	0	-80	-48	0	-48	-35	0	-35	-26	0	-26	-21
1600	0	-100	-90	0	-90	-50	0	-50	-38	0	-38	-28	0	-28	-22
2000	0	-110	-100	0	-100	-55	0	-55	-40	0	-40	-30	0	-30	-23

6205P5의 내륜의 허용차
 Ø25 -6~0 μm
 →-25.994~25.000 mm

호칭베어링외경 D (mm)	내륜(또는 외륜)의 폭의 치수차 ⁽³⁾ Δ _{br} (또는 Δ _{cr})														
	0급			6급			5급			4급			2급		
	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치	상	하	허용치
이하	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6 ⁽³⁾	0	-120	-100	0	-100	-80	0	-80	-60	0	-60	-45	0	-45	-35
2.5	0	-120	-100	0	-100	-80	0	-80	-60	0	-60	-45	0	-45	-35
10	0	-150	-120	0	-120	-90	0	-90	-70	0	-70	-55	0	-55	-45
30	0	-180	-150	0	-150	-110	0	-110	-85	0	-85	-65	0	-65	-55
80	0	-200	-160	0	-160	-120	0	-120	-90	0	-90	-70	0	-70	-60
120	0	-250	-200	0	-200	-150	0	-150	-110	0	-110	-85	0	-85	-70
150	0	-300	-250	0	-250	-180	0	-180	-130	0	-130	-100	0	-100	-85
180	0	-350	-300	0	-300	-200	0	-200	-150	0	-150	-110	0	-110	-90
250	0	-400	-350	0	-350	-250	0	-250	-180	0	-180	-130	0	-130	-100
315	0	-450	-400	0	-400	-300	0	-300	-220	0	-220	-160	0	-160	-120
400	0	-500	-450	0	-450	-350	0	-350	-250	0	-250	-180	0	-180	-140
500	0	-550	-500	0	-500	-400	0	-400	-300	0	-300	-220	0	-220	-160
630	0	-600	-550	0	-550	-450	0	-450	-350	0	-350	-250	0	-250	-180
800	0	-700	-650	0	-650	-500	0	-500	-400	0	-400	-300	0	-300	-220
1000	0	-800	-750	0	-750	-600	0	-600	-500	0	-500	-400	0	-400	-300
1250	0	-900	-850	0	-850	-700	0	-700	-600	0	-600	-500	0	-500	-400
1600	0	-1000	-950	0	-950	-800	0	-800	-700	0	-700	-600	0	-600	-500
2000	0	-1100	-1050	0	-1050	-900	0	-900	-800	0	-800	-700	0	-700	-600

- 주 (1) 0.6mm는 이 치수 구분에 포함된다.
 (2) 원통구멍 베어링에 적용한다.
 (3) 외륜의 폭 치수차 및 폭부동은, 동일한 베어링의 내륜의 값을 취한다.
 또한 5급, 4급 및 2급의 외륜의 폭부동은 표8.2.2에 따른다.
 (4) 조합베어링으로서 제작된 각각의 웨드류에 적용한다.
 (5) 깊이를 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링등의 볼 베어링에 적용한다.
- 비 고 1. 이 표에 정해진 원통구멍베어링에서 베어링 내경의 상의 허용치는, 웨드류 측면에서 면적치수 r(최대)의 1.2배의 거리 이내에는 적용하지 않는다.

구름베어링의 정도등급

고정도용도

보통의 용도에는 대부분 0급의 정도로 충분한 기능을 얻을 수 있다.

고정도베어링이 적용되는 용도는? (참고)

요구성능 · 사용조건	용 도 예	베어링용도등급의 적용예
회전체의 흔들림 정도가 높게 요구되는 경우	VTR드럼스핀들 컴퓨터자기디스크 스팀들 공작기계주축 인쇄윤전기 롤 수직형선반등의 회전테이블 냉연지지 ROLL의 ROLL NECK 파라볼라안테나 선회자리	P5 P5, P4, P2 P5, P4, P2 P5 P5, P4 P4이상 P4이상
베어링의 회전속도가 매우 빠른 경우	치과용 스팀들 자이로스코프 고주파 스팀들 과급기(過給機) 원심분리기 제트엔진주축	CLASS 7P, CLASS 5P CLASS 7P, P4 CLASS 7P, P4 P5, P4 P5, P4 P4이상
베어링의 마찰과 그 변동이 적은 것이 요구되는 경우	자이로침발 서어보메카니즘 포텐시오메타	CLASS 7P, 4P CLASS 7P, CLASS 5P CLASS 7P

내부 클리어런스 기호의 예

- 6308ZZC3
- 607DDMC3
- 7220ADBC3
- NU318MCM
- NN3017KCC1P4
- 240/1000MK30E4C3

베어링의 내부 클리어런스

구름 베어링의 운전시에 있어서의 내부 클리어런스

피로 수명, 진동·소음, 발열등 베어링의 성능에 크게 영향을 미치는 요소로 형식·치수가 결정된 베어링에 중요 검토 요소

베어링의 내부 클리어런스란 ? 베어링의 내륜·외륜과 전동체 사이의 틈새 내륜, 외륜의 한쪽을 고정하여 다른 쪽 궤도륜을 상하 또는 좌우 방향으로 움직였을 때의 움직임량

레이디얼 클리어런스 레이디얼 방향의 움직임량
 액시얼 클리어런스 액시얼 방향의 움직임량

측정 클리어런스

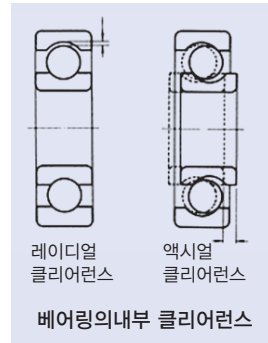
- 클리어런스 측정은 안정된 측정치를 얻기 위해 베어링에 규정된 측정 하중을 부하하여 측정
- 이론 내부 클리어런스(레이디얼 베어링에서는 **기하 클리어런스** 라고 함)의 수치 보다 약간 큼

이론 내부 클리어런스

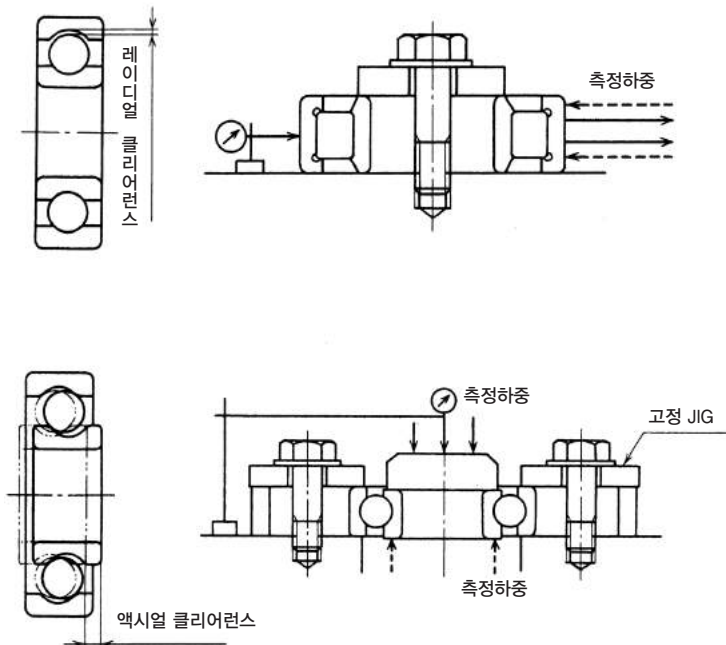
측정 하중에 의한 탄성 변형량(접근량)에 의한 클리어런스의 증가량을 보정하여 계산함

롤러 베어링에서는 측정 클리어런스 = 이론 클리어런스로 볼수 있음

클리어런스는 모두 μm 단위로 표시함



내부 클리어런스의 측정



내부 클리어런스와 규격 ①

단열깊은홀볼베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 : μm

호칭베어링내경 d (mm)	클리어런스									
	C 2		CN		C 3		C 4		C 5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10 only	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10 18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18 24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24 30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30 40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40 50	1	11	8	28	18	36	30	51	45	73
50 65	1	15	10	30	23	43	38	61	55	90
65 80	1	15	12	36	25	51	46	71	65	105
80 100	1	18	15	41	30	58	53	84	75	120
100 120	2	23	18	48	36	66	61	97	90	140
120 140	2	23	18	53	41	81	71	114	105	160
140 160	2	23	20	61	46	91	81	130	120	180

내부 클리어런스와 규격 ②

소경·미니츄어 볼 베어링의 내부 레이디얼 클리어런스

단위 : μm

클리어런스 기호	MC1		MC2		MC3		MC4		MC5		MC6	
클리어런스	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
	0	5	3	8	5	10	8	13	13	20	20	28

단열 깊은 홀 볼베어링의 전동기용 클리어런스

단위 : μm

호칭베어링 내경 d(mm)		클리어런스		비고	
초과	이하	최소	최대	추천끼워맞춤	
				축	하우징구멍
10(을포함)	18	4	11	js5(j5)	H6~7 또는 JS6~7 (J6~7)
18	30	5	12		
30	50	9	17	k5	
50	80	12	22		
80	100	18	30	m5	
100	120	18	30		
120	160	24	38		

7. 구름 베어링의 끼워맞춤과 클리어런스

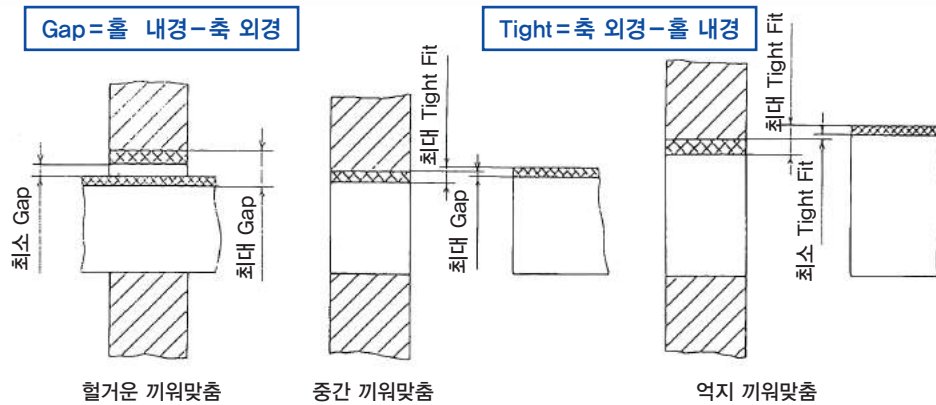
끼워맞춤 이란 ?

두개의 부품을 조립하여 기계부품을 조립할 경우, 일례로 축과 하우징 구멍 양자간의 치수의 차이가 Gap이 있는가? 혹은 Tight한가? 그 정도에 따라 양자간에 자유롭게 회전하던지 회전 상태가 무겁던지 하는 여부가 결정된다.

이런 양자간의 조립이전의 치수 차에 따른 Gap 또는 Tight한 치수 차이를 [끼워맞춤] 이라고 한다.

헐거움 : 홀내경 > 축외경

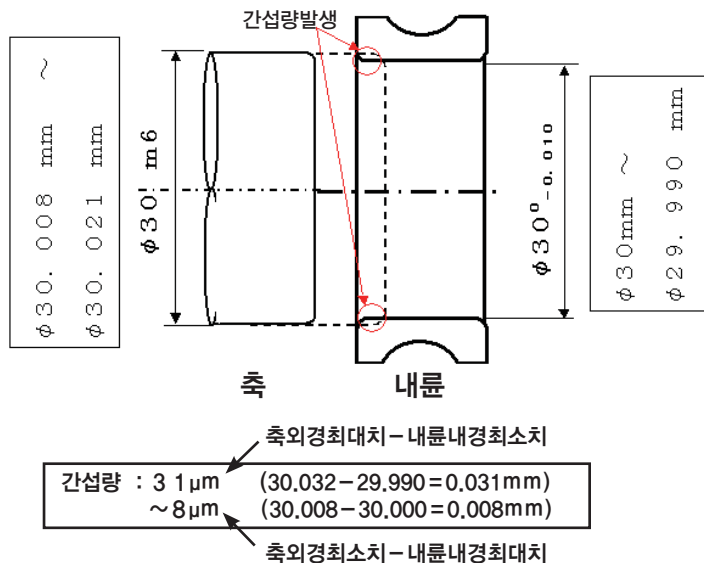
억지 : 축외경 > 홀내경



내륜과 축의 억지끼워맞춤, 간섭량

억지끼워맞춤

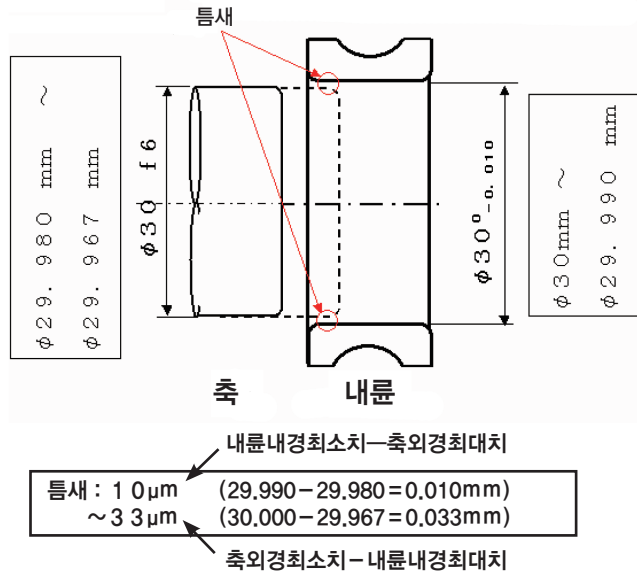
6206 내륜내경의 끼워맞춤



내륜과 축의 헐거운끼워맞춤, 간섭량

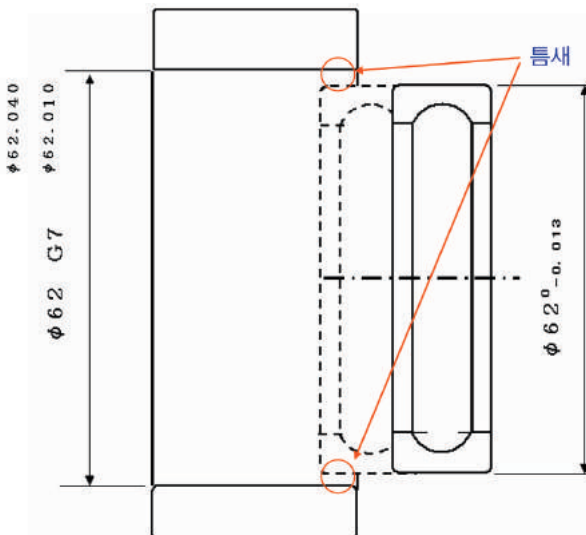
헐거운끼워맞춤

6206 내륜내경의 끼워맞춤



외륜과 하우징의 헐거운끼워맞춤

6206 외륜외경과 하우징과의 끼워맞춤



헐거운끼워맞춤

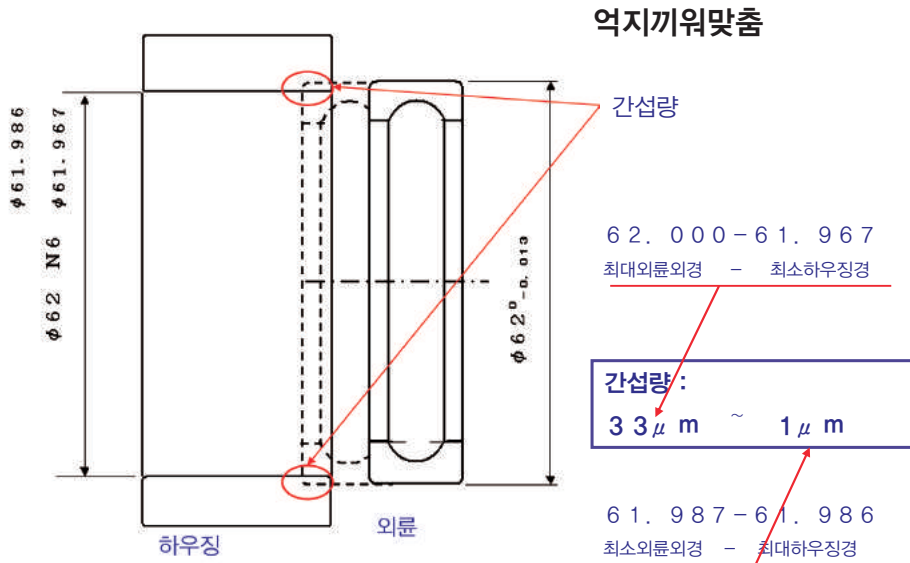
$62.040 - 61.987$
최대하우징경 - 최소외륜외경

틈새 : $54 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$

$62.010 - 62.000$
최소하우징경 - 최대외륜외경

외륜과 하우징의 억지끼워맞춤

6206 외륜외경과 하우징과의 끼워맞춤



끼워맞춤의 중요성

• 끼워 맞춤의 중요성

일반적으로 베어링의 조립에는

하중을 받아 회전하는 궤도륜에 적절한 억지 끼워 맞춤을 적용하여 축 또는 하우징에 끼워 맞춰 고정하는 것이 중요하다.

Gap(틈새)가 있는 헐거운 끼워 맞춤으로 조립할 수 없는 것은 왜 인지?

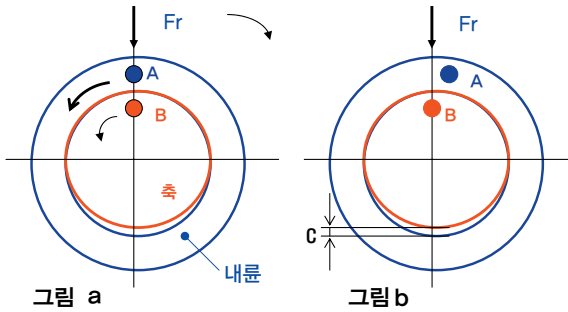
구름 베어링이 작은 량의 억지 끼워 맞춤량으로 조립된 상태로 내륜에 하중을 받아 회전하면 **내륜과 축 사이에 원주 방향의 유해 한 미끄러짐이 발생 하는 경우가 있다.** (크립 (Creep)이라고 칭해지는 궤도륜의 미끌림 현상)

크립은 외륜에도 발생한다. 크립이 한번 발생하면 끼워 맞춤면은 극심한 마모를 보여, 축 또는 하우징을 손상시키는 경우가 빈번하다.

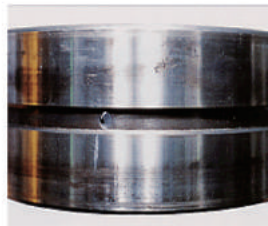
또, 베어링 내부에 마모분이 침입할 경우, 이상 발열이나 진동등의 원인이 되는 경우도 있다.

CREEP의 발생 메커니즘(내륜)

• 크립의 발생 메커니즘



내륜 크립 사례



외륜 크립 사례

내륜 회전 하중에서 내륜과 축의 사이에 Gap이 있는 경우에는 내륜 축의 원주 길이는 축의 원주 길이 보다 길어진다.

그림a처럼 내륜 쪽에 A, 축 쪽에 B의 마크를 붙여 두면 화살표 방향으로 회전할 때는 그림b처럼 A는B에 대하여 축의 회전 방향과 역방향으로 늦어지게 된다.

끼워 맞춤면의 Gap을 C라고 하면 1회전에 πC 만큼 축 방향으로 이동한다.

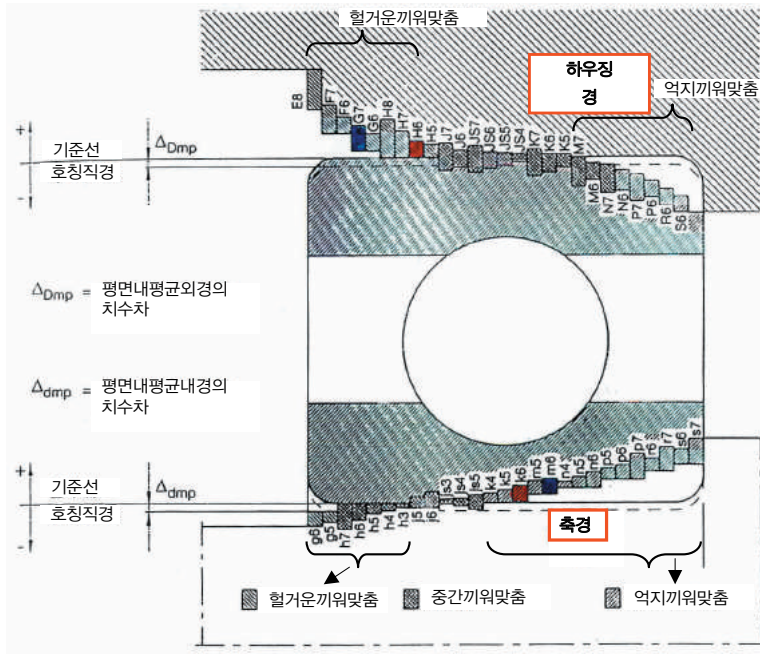
$$2\pi R_A - 2\pi R_B = \pi(2R_A - 2R_B) = \pi C$$

하중의 성질과 끼워맞춤

끼워맞춤의 선정은 베어링에 걸리는 하중의 방향과, 내륜·외륜의 회전상태에 따라 결정되며, 일반적으로 하기와 같다.

하중의 방향	베어링의 회전		하중 조건	끼워 맞춤	
	내 륜	외 륜		내 륜	외 륜
	회 전	정 지	내륜회전하중 외륜정지하중	역지끼워맞춤	헐거운끼워맞춤
	정 지	회 전			
	정 지	회 전	외륜회전하중 내륜정지하중	헐거운끼워맞춤	역지끼워맞춤
	회 전	정 지			
하중방향이 변동되거나, 불균형하중이 있을등, 하중방향이 일정하지 않는 경우	회전 또는 정지	회전 또는 정지	방향부정하중	역지끼워맞춤	역지끼워맞춤

축경 및 하우징경의 치수허용차



일반적인 축의 추천 끼워맞춤

조 건	적용예(참고)	축 경 (mm)			축 공차범위클래스	비 고	
		볼베어링	원통로울러베어링 테이퍼로울러베어링	자동조심로울러 베어링			
원 통 구 멍 베 어 링 과 축							
외 료 회 전 중 하	내률이 축상을 용이하게 움직일 필요가 있다. 내률이 축상을 용이하게 움직일 필요가 없다.	정지축의 차륜 텐션롤러, 권선기	모든 축경에 적용			g6 h6	정밀을 요하는 경우에는 g5, h6를 사용한다. 대형베어링인 경우, 베어링이 용이하게 이동할 수 있도록 r6 이라도 좋다.
내 료 회 전 중 하	경 하 중 또는 변동하중 (0.06C ₁₀ ^{3/4} 이하의 하중)	가전기구, 펌프 송풍기, 운반차 정 밀 기 계 공 작 기 계	18 이하 18~100 100~200	- 40이하 40~140	- - -	js5 js6(j6) k6	정도를 요하는 부분에는 5급을 쓰고, 베어링도 고정도의 것을 사용한다. 또 내경 18mm이하의 고정도 볼 베어링에는 h5를 사용한다.
		일반적베어링용 중 대 형 전 동 기 터 빈 펌 프 엔진의 주베어링 치차운통장치 목 공 기 계	18 이하 18~100 100~140 140~200 200~280	- 40이하 40~100 100~140 140~200	- 40이하 40~65 65~100	- 40이하 - 100~140	
또는 방 향 부 정 중 하	보통하중 (0.06~0.13C ₁₀ ^{3/4} 의 하중)	엔진의 주베어링 치차운통장치 목 공 기 계	18~100 100~140 140~200 200~280	40이하 40~100 100~140 140~200	40이하 40~65 65~100 100~140	n6 p6 r6	
	중 하 중 또는 충격하중 (0.13C ₁₀ ^{3/4} 를 넘는 하중)	철 도 차 량 산 업 차 량 전차의주전동기 건 설 기 계 분 쇄 기	- - - -	50~140 140~200 200초과 -	50~100 100~140 140~200 200~500	n6 p6 r6 r7	CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 필요로 한다.
축방향 하중만 작용		각종 베어링의 사용 범위	전 축 경			js6(j6)	-
테이퍼구멍베어링(슬리브 부착)과 축							
각각의 하중 조건	일반적베어링부위 철 도 차 량 전 동 축 목공기계주축	모든 축경에서 적용				h9/IT5 ^o h10/IT7 ^o	IT5, IT7 축의 형성편차 (진원도, 원통도)가 각각 IT5, IT7의 공차범위 권내에 있어야만 하는 것을 나타낸다.

일반적인 하우징의 추천 끼워맞춤

조		건	적 용 예(참고)	하우징구멍의 공차값클래스	외륜의 이동	비 고
일 체 형 하우징	외륜 회전 중	박육하우징에 큰 충격하중	자동차HUB베어링(모듈리 크레인의 주행차륜)	P7	외륜은 축방향 으로 이동할 수 없다.	-
		보통하중 중하중	자동차 HUB베어링(불 진동 스크린 편심축)	N7		
		경하중 변동하중	콘베어로울러 필차 텐션롤리	M7		
일 체 형 또 분 리 형 하우징	방향부정 하 중	큰 충격하중	전차의 주전동기		외륜은 원칙적 으로 축방향으로 이동할 수 없다.	외륜이 축방향으로 이동할 필요가 없는 경우
		보통하중 중하중	펌프 크랭크축의 주베어링, 중· 대형전동기	K7		
		보통하중 경하중	JS7(J7)	외륜은 축방향으 로 이동할 수 있 다.		
일 체 형 하우징	내륜 회전 중	모든하중	일반적인 베어링부위 철도차량의 하우징	H7	외륜은 액설방 향으로 용이하 게 이동할 수 있 다.	-
		보통하중 경하중	플러머블록	H8		
		축과 내륜이 고온이 되는 경우	제지용 건조기	G7		
일 체 형 하우징	방향부정 하 중	보통하중 경하중에서 특히 정밀회전을 필요 로 하는 경우	연삭스핀들의 후면 볼베어링 고속원심압축기의 자유축베어링	JS6(J6)	외륜은 액설방 향으로 이동할 수 있다.	하중이 큰 경우에는, K보 다 간섭량이 큰 끼워맞춤 을 적용한다. 특이 높은 정도가 요구되 는 경우에는 더욱 작은 허 용치를 용도마다 적용해서 끼워맞춤을 실시한다.
		연삭스핀들의 전면볼 베어링 고속원심압축기의 고정축베어링	K6	외륜은 원칙적 으로 축방향으 로 고정된다.		
		변동하중이고, 특히 정 밀한 회전과 큰 강성을 요구하는 경우	공작기계주축용원통 롤러베어링	M6 또는 N6	외륜은 축방 향으로 고정된다.	
일 체 형 하우징	내륜 회전 중	정속한 운전이 요구되 는 경우	가전기기	H6	외륜은 축방 향으로 용이하 게 이동할 수 있다.	-

내부 클리어런스와 끼워맞춤의 관계 ①

베어링 내부 클리어런스의 변화

베어링 내부 클리어런스는 끼워 맞춤 및 온도 조건 등에 의해 변화한다.

- 끼워 맞춤에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량

내륜 또는 외륜을 축 또는 하우징에 억지 끼워 맞춤으로 조립하면, 궤도륜이 압축 또는 팽창하여 레이디얼 클리어런스는 감소한다. 감소량은 개략적으로 억지 끼워 맞춤량의 70~90% 수준이다.

이론 내부 클리어런스에서 클리어런스의 감소량을 감소시킨 클리어런스를 **잔류 클리어런스**라고 칭한다.

내부 클리어런스와 끼워맞춤의 관계 ②

베어링 내부 클리어런스의 변화

베어링 내부 클리어런스는 끼워 맞춤 및 온도 조건 등에 의해 변화한다.

- **내륜·외륜의 온도차에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량**

베어링의 회전에 의하여 발생한 마찰 열은 축 및 하우징을 통하여 발산된다.외륜 쪽이 방열 조건이 좋다.

내륜 및 전동체의 온도는 외륜 보다 5~10°C 높다.

궤도륜의 열 팽창에 의하여 레이디얼 클리어런스는 감소한다.

이 클리어런스의 감소량 $\delta t \doteq \alpha \Delta t \cdot D_e$

유효 클리어런스 $\Delta = \Delta_f - \delta t$

Δ_f : 끼워 맞춤 후의 잔류 클리어런스

α : 선팽창 계수 = $12.5 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$

Δt : 내외륜 온도차 ($^\circ\text{C}$)

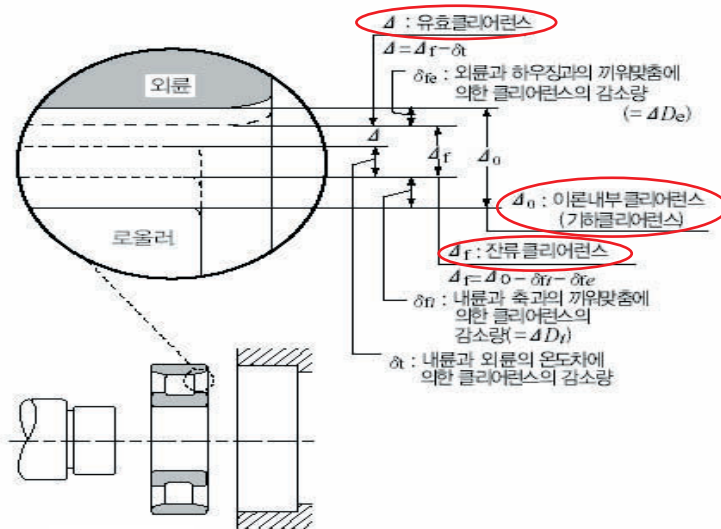
D_e : 외륜의 궤도경 (mm)

볼 베어링 $D_e \doteq (4D+d)/5$ (mm)

롤러 베어링 $D_e \doteq (3D+d)/4$ (mm)

베어링 클리어런스의 변화

베어링의 내부 클리어런스는 끼워 맞춤 및 운전중의 온도조건에 의해 변화한다.



베어링의 레이디얼 클리어런스의 변화

내부 클리어런스의 선정 ①

각 표에 보여지는 내부 클리어런스 가운데, **CN 클리어런스 값은**, 일반적인 사용조건에 결정되며, 이 값은 기준에 대하여 **C2, C1순으로 작아지며**, C3, C4, C5의 순으로 커진다.

일반적인 사용조건이란, 내륜에 간섭이 발생하는 베어링에, 보통하중($P=0.1C_r$)이하의 하중이 가해지고, **내륜의 회전수(min^{-1})**가, 베어링치수표의 **허용회전수의 약 50%이하**의 경우를 말한다.

또한, **전동기의 소음대책상**, 베어링의 **레이디얼 클리어런스의 범위를 가능한 작게 하여**, 클리어런스의 값을 작게 한 전동기용 단열 깊은 홈 볼 베어링 및 원통 롤러의 레이디얼 클리어런스도 정해져 있다.

내부 클리어런스의 선정 ②

- 일반적으로, 유효클리어런스는 0(ZERO)보다 약간 큰 클리어런스가 되도록 베어링의 클리어런스를 결정한다.

CN클리어런스 이외의 내부클리어런스의 선정예

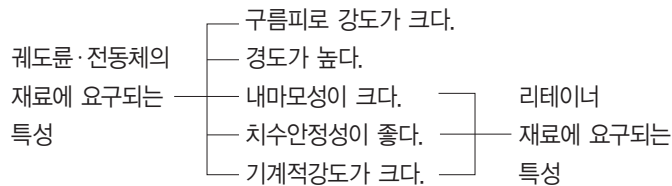
사 용 조 건	용 도 예	베어링클리어런스의예
축의 힘이 큰 경우	자 동 차 후 륜	C5 상당
중공축에 증기가 통과하는 경우나, ROLL이 가 열되는 경우	제 지 기 건 조 기 압연기테이블ROLLER	C3, C4 C3
충격·진동이 큰 경우, 내륜, 외륜 모두 억지끼워맞춤인 경우	차량용주전동기 진 동 스 크 린 액 체 축 이 음 트랙터중감속장치	C4 C3, C4 C4 C4
내륜, 외륜 모두 헐거운 끼워맞춤으로 하는 경우	압연기 Roll neck	C2 상당
회전시의 음향, 진동을 엄격하게 억제하는 경우	소형전동기(특수사양)	C1, C2, CM
축의 흔들림을 억제하는 등, 조립후의 클리어런스를 조정하는 경우	선 반 주 축	CC9, CC1

8. 구름 베어링의 재료와 제조

구름베어링의 재료

구름베어링의 **궤도륜과 전동체**는 **높은 접촉압력**을 반복하여 받으면서, 미끄럼을 수반하는 구름접촉을 하고 있다.

리테이너는 궤도륜과 전동체 모두 도는 그 어느쪽인가의 한쪽과 미끄럼 접촉을 하면서 인장력, 압축력을 받는다.



그외 가공의 용이성도 필요하며, 용도에 따라서는 내충격성, 내열성, 내식성 등도 요구된다.

궤도륜 · 전동체의 재료 ①

· 궤도륜 · 전동체의 재료(1)

궤도륜 및 전동체에는 일반적으로 고탄소크롬강이 사용된다. 대부분의 베어링에는 **SUJ 2**가 사용되며, 대형 베어링에는 **SUJ 3**가 사용된다.

SUJ 2의 화학성분은 모든 외국에서 베어링용 재료로서 규격화되어 있는 강, 예를 들면 AISI 52100(미국), DIN 100 Cr6(독일), BS 535A99(영국)등과 동등하다.

「강」이란 대부분의 철에 약간의 탄소와의 합금으로, 탄소량이 0.1%~2.1%이 함유되어 있는 것을 의미한다.

강이 되면, **상당히 단단해져 강인한 성질**을 갖는 조직이 된다.

탄소가 어느 정도의 함유된 강은「열처리」이라 하여 온도가 올려 급냉각하면 상당히 단단한 조직으로 변화한다.

그러므로「강」은 하중을 받는 강도부재로 꼭 필요한 재료이다.

궤도륜 · 전동체의 재료 ②

궤도륜 · 전동체의 재료(2)

압연기용 롤넥 베어링 등

내충격성을 더욱 필요한 경우에는, 베어링재료로서 크롬몰리브덴강, 니켈크롬몰리브덴강 등을 사용하여, 침탄 열처리에 의해 표면에서 적당한 깊이까지 경화시킨다.

적절한 경화깊이와 치밀한 조직, 적절한 표면경도 및 심부경도를 가진 **침탄 베어링**은, 베어링강을 이용한 베어링보다 뛰어난 내충격성을 가지고 있다.

NSK에는, **진공탈가스처리**를 실시한 것으로, **청정도가 높고, 함유산소량이 적은 양질의 재료**를 사용하고 더욱이 **적절한 열처리**를 실시하고 있기 때문에, 베어링의 **구름 피로수명은 현저하게 향상**되고 있다.

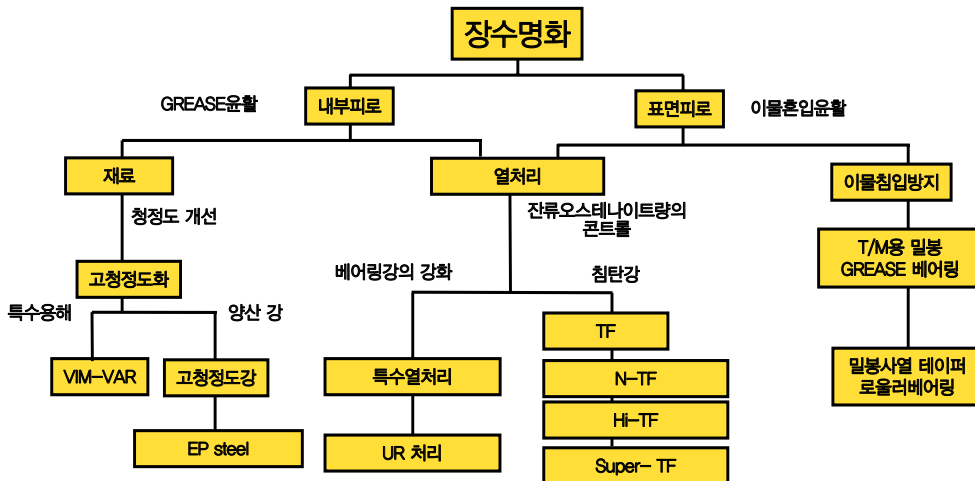
NSK장수명재: EP, HTF, STF

위에 기술한 강종외에 특수용도에는, **내열성이 뛰어난 고속도강, 내식성이 좋은 스테인레스강**등을 사용하는 경우도 있다.

항공기용 베어링 등

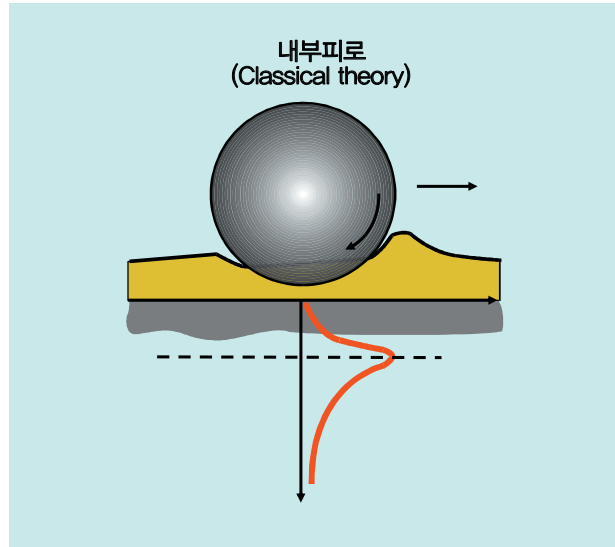
장수명 재료의 개발

장수명화 기술



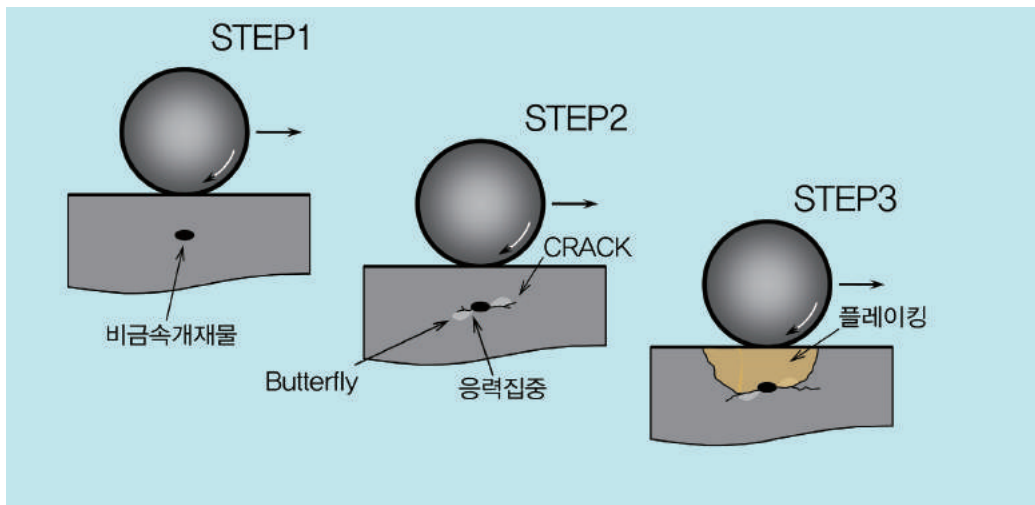
장수명 재료의 개발 ①

베어링에 걸리는 응력 분포



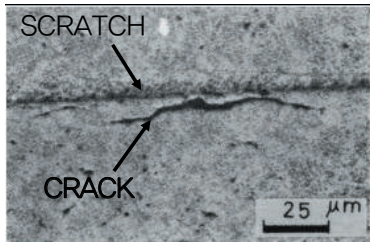
장수명 재료의 개발 ②

내부피로형 플레이킹 메카니즘

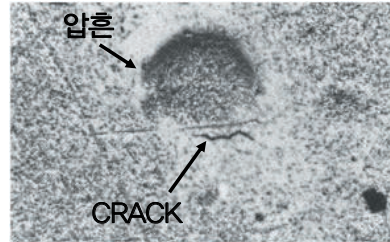


장수명 재료의 개발 ⑤

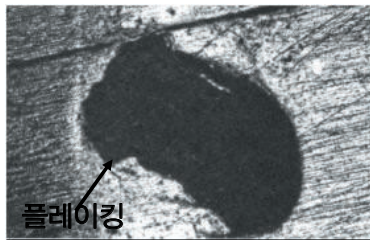
표면피로 플레이킹의 사례



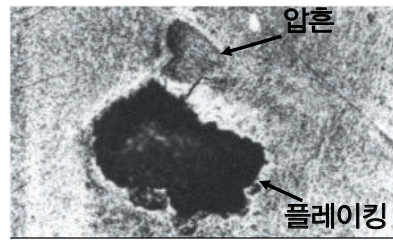
SCRATCH를 기점으로 CRACK이 발생



압흔을 기점으로 CRACK이 발생



최종적으로 플레이킹 발생



최종적으로 플레이킹 발생

리테이너의 재료 ①

• 리테이너 재료

리테이너는, 내·외륜, 전동체 사이에 발행하는 강한 압력이 가해지지 않기 때문에, 재료의 **경도는 낮아도 관계없다.**

그러나, 전동체와 리테이너는 미끄럼 접촉을 하기 때문에, 그 접촉부에서는 어느 정도의 **미끄럼마모**가 발생한다.

따라서 윤활이 나쁘면 마모량도 커지게 되며, 심할 경우에는 용착과 리테이너 파손이 발생할 수도 있다. 이를 방지하기 위해 리테이너에 사용되는 재료로는 **내마모성**이 있는 것을 선정할 필요성이 있다.

프레스 리테이너의 재료에는, **저탄소강**이 사용되며, 용도에 따라 황동판, 스테인레스강판도 사용된다.

기계가공 리테이너의 재료에는, **고력황동, 탄소강** 등이 사용된다.

그 외에, 합성수지(폴리아미드 수지 : 상품명 NILON)도 사용된다.

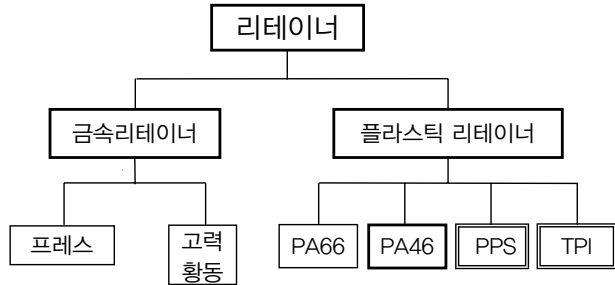
리테이너의 재료 ②

리테이너에는, 금속재와 플라스틱재가 있다.

플라스틱 리테이너는, 경량으로 복잡한 형상도 금형을 만들면 **대량으로 제조**가 가능하다.

또한, 그리스 윤활에 대하여, 프레스 리테이너보다도 **그리스 수명을 연장**되는 이점도 있다.

한편, 강도에 대해서는, 금속 리테이너가 유리하며, **롤러베어링과 고하중의 볼베어링**은 금속재가 사용된다.



리테이너 재료 일람

표준재료로서, PA66(**나일론66** 또는 폴리아미드66으로 불림)이 있으며, 전체 사용비율의 약 90%를 점한다. PA46, PPS는 PA66으로 대응되지 않는 **고온용**으로 사용하고 있다. **TPI**는 **250℃까지 사용**하며, 수지 중에서는 최고의 내열성이 있으나, 터보차저베어링, 공작기계 등의 제한된 용도에 사용되고 있다.

PPS는NSK가 **특허**를 취득한 것으로 타사에는 없는 재료이다.

리테이너의 재료 ③

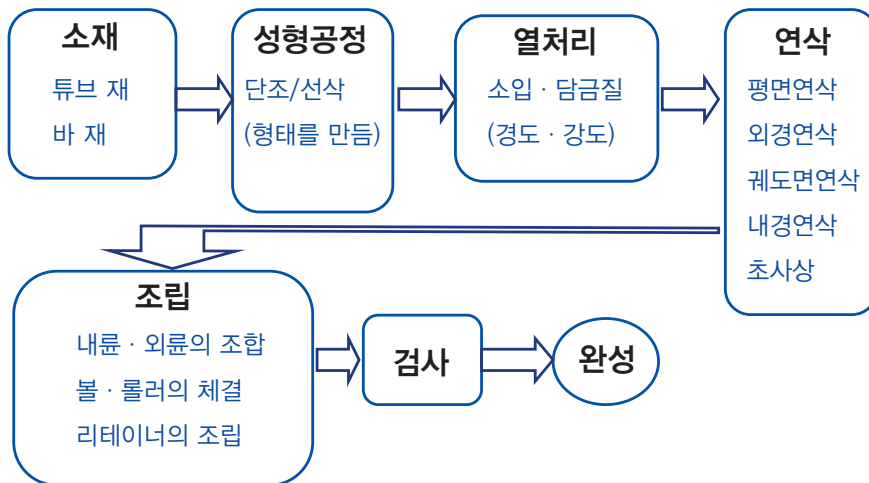
용도별

리테이너 재료	베어링 형식	용도	사용조건
PA66	볼 베어링 원통 롤러 니들(C&R)	가전, 전장 자동차, 공작기계 건설기계	~120℃, 12000rpm
PA46	볼 베어링 원통 롤러 니들(C&R)	자동차(A/T, T/F) 얼터네이터 건기주행감속기 섬유기계	~150℃, 18000rpm
PPS	볼 원통 롤러 니들(스러스트)	자동차(T/F) 터보 차저 스크류 콤프레셔 건설기계	~200℃, 13500rpm
TPI	볼(앵글러)	공작기계주축 터보 차저	40~60℃, 25000rpm 180~250℃, 13500rpm

볼베어링용 Seal 재료의 특징과 사용온도 범위

고무재료		니트릴고무	폴리아크릴 고무	실리콘 고무	불소계 고무
주요 특징		<ul style="list-style-type: none"> ○일반적인 SEAL 재료 ○내유성, 내마모성, 기계적 성질 우수 ○직사광선에 열화되기 쉬움 ○다른 고무보다 가격이 싸다 	<ul style="list-style-type: none"> ○내열성, 내유성이 우수 ○압축영구 및 변형이 큼 ○저온특성에 약함 ○고온재료로서 가격이 싼 	<ul style="list-style-type: none"> ○고도의 내열성과 저온특성을 가짐 ○압축영구 및 변형을 없애는 기계적 성질이 약하다. ○저아닐린점광유, 실리콘그리스, 실리콘유와의 팽윤에 주의 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○고도의 내열성을 가짐 ○내유성, 내약품성이 우수 ○저온특성은 니트릴과 동등수준
사용온도 범위 (°C)	비접촉 SEAL	-50~+130	-30~+170	-100~+250	-50~+220
	접촉 SEAL	-30~+110	-15~+150	-70~+200	-30~+200

구름 베어링의 제조공정



9. 구름 베어링의 수명

베어링의 수명

• 수명이란 ?

베어링은 용도에 대하여 바르게 사용하여도, 시간이 경과됨에 따라, 그 기능을 상실하여 사용할 수 없게 되어진다.

이 사용불가가 될 때까지의 기간을 **넓은 의미로의 베어링수명** 이라 한다.

음향수명(음향·진동의 증가)	}	용도에 의해 수명기준이 다르기 때문에 경험적인 실적으로 결정하는 경우가 많다.
마모수명(마모에 의한 정도 저하)		
그리스 수명(그리스의 열화)	}	대략의 예측계산이 가능
구름 피로의 수명(재료의 피로 손상)		

<수명과 고장은 구별되어야 함>

타붙음, 균열, 깨짐, 궤도륜의 유해한 뜯김, 밀봉씨의 파손,
베어링 선정의 잘못, 축·하우징과 주변의 설계불량, 설치불량,
사용방법·보수의 잘못

구름 피로 수명



베어링이 하중을 받으며 회전하면, 내륜·외륜의 궤도면 및 전동체의 궤도면은 끊임없이 반복하며 하중을 받기 때문에 **재료의 피로에 의해** 플레이킹(박리)라고 불리는 비늘형태의 손상이 궤도면 또는 전동면에 나타난다.

이 **최초의 플레이킹이 발생하기까지의 총회전수를, 구름피로수명**이라 하며, **좁은 의미로의 베어링 수명**이고 불릴 때가 많다.

구름 피로 수명 · 기본 정격하중

베어링의 피로 수명은 치수, 구조, 재료, 열처리, 가공방법등이 동일한 수많은 베어링을 동일 조건으로 운전하여도 상당히 큰 편차가 발생한다.(재료의 피로에 본질적인 편차가 있다)

이 때문에 다음과 같은 수명치를 ISO(JIS)에서 정의하여 기본 정격 수명이라고 부르고 있다.

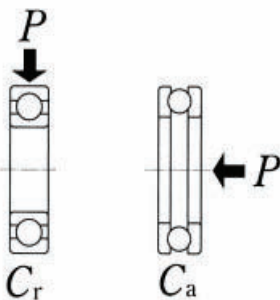
기본 정격 수명이란

동일 호칭 번호의 베어링을 동일한 조건에서 회전시켰을때 그중의 90%의 베어링이 구름 피로에 의한 플레이킹의 발생없이 회전하고 있는 총 회전수를 말한다.

매분 회전수(rpm)가 아님!!

일정 회전 속도로 운전되는 경우에는 기본 정격수명을 총 회전수로 나타낼수도 있다.

기본동정격하중이란



구름베어링의 부하능력을 나타내는 기본동정격하중 C란, 내륜을 회전시키고, 외륜을 정지시킨 조건으로, 정격피로수명이 100만회전(10^6 rev.)에 달하게 되는 방향과 크기가 변하지 않는 하중을 말한다.

레이디얼 베어링일 경우 방향과 크기가 일정한 경방향하중을 취한다.

스러스트 베어링의 경우, 중심축에 일치한 방향으로 일정한 축방향하중을 취한다.

기본동정격하중C는, 각각의 베어링에 대하여, 레이디얼 베어링에는 Cr, 스러스트 베어링에는 Ca로서 베어링 치수표에 기재되어 있다.

(C가 큰 베어링이 동등한 하중에 대하여 수명이 길다.)

기본동정격하중 Cr

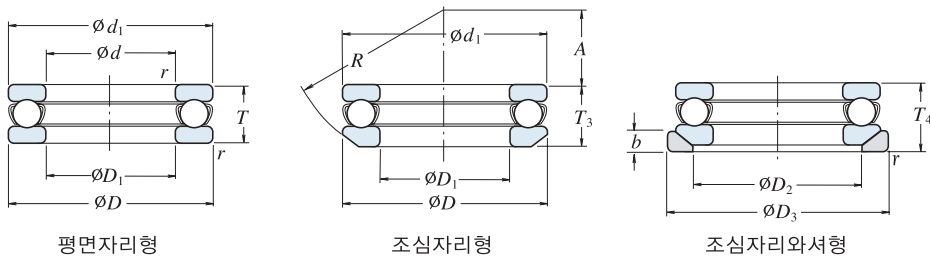
기본동정격하중 C_r 는, 각각의 베어링에 대하여, 레이디얼 베어링에는 C_r , 스러스트 베어링에는 C_a 로서 베어링 치수표에 기재되어 있다.

주요 치수 (mm)	기본 정격 하중 (N) {kgf}				계수 f_o	허용회전수 (rpm)			호칭 번호						
	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}		그리스윤활	오일윤활	개방형	시일드형	시일형					
d	D	B	r (최소)			개방형 Z·ZZ형 V·VV형	DU형 DDU형	개방형 Z형	개방형	시일드형	시일형				
50	65	7	0.3	6 400	6 200	655	635	17.2	9 500	5 300	11 000	6810	ZZ	W	DDU
	72	12	0.6	14 500	11 700	1 480	1 200	16.1	9 000	5 300	11 000	6910	ZZ	W	DDU
	80	10	0.6	15 400	12 400	1 570	1 260	16.1	8 500	—	10 000	16010	—	—	—
	80	16	1	21 800	16 600	2 220	1 700	15.6	8 500	4 800	10 000	6010	ZZ	W	DDU
	90	20	1.1	35 000	23 200	3 600	2 370	14.4	7 100	4 800	8 500	6210	ZZ	W	DDU
	110	27	2	62 000	38 500	6 300	3 900	13.2	6 000	4 300	7 500	6310	ZZ	W	DDU
55	72	9	0.3	8 800	8 500	900	865	17.0	8 500	4 800	10 000	6811	ZZ	W	DD
	80	13	1	16 000	13 300	1 630	1 350	16.2	8 000	4 500	9 500	6911	ZZ	W	DDU
	90	11	0.6	19 400	16 300	1 980	1 660	16.2	7 500	—	9 000	16011	—	—	—
	90	18	1.1	28 300	21 200	2 880	2 170	15.3	7 500	4 500	9 000	6011	ZZ	W	DDU
	100	21	1.5	43 500	29 300	4 450	2 980	14.3	6 300	4 300	7 500	6211	ZZ	W	DDU
	120	29	2	71 500	44 500	7 300	4 550	13.1	5 600	4 000	6 700	6311	ZZ	W	DDU

기본동정격하중 Ca

단식 스러스트 볼 베어링

스러스트 볼 베어링의 기본정격하중



주요 치수 (mm)	기본 정격 하중 (N) {kgf}				r (최소)	허용회전수 (min ⁻¹)		평면자리형				
	C_a	C_{oa}	C_a	C_{oa}		그리스윤활	오일윤활					
d	D	T	T_3	T_4								
55	78	16	—	—	0.6	35 000	93 000	3 600	9 500	2 800	4 300	51111
	90	25	27.3	30	1	70 000	159 000	7 150	16 200	2 200	3 200	51211
	105	35	39.3	42	1.1	115 000	244 000	11 800	24 900	1 600	2 400	51311
	120	48	50.5	55	1.5	181 000	350 000	18 500	35 500	1 300	1 900	51411
60	85	17	—	—	1	41 500	113 000	4 250	11 500	2 600	4 000	51112
	95	26	28	31	1	71 500	169 000	7 300	17 200	2 000	3 000	51212
	110	35	38.3	42	1.1	119 000	263 000	12 100	26 800	1 600	2 400	51312
	130	51	54	58	1.5	202 000	395 000	20 600	40 500	1 200	1 800	51412

기본정격수명의 계산 ①

구름베어링의 기본 동정격 하중, 베어링 하중과 기본 정격 피로수명의 사이에는 다음의 관계가 있다.

볼 베어링에는 $L_{10} = (C/P)^3$
 롤러 베어링에는 $L_{10} = (C/P)^{10/3}$

여기에서 L_{10} : 기본 정격 수명(106회전 단위)
 P : 베어링 하중(동등가 하중)(N)
 C : 기본 동정격 하중(N)

레이디얼 베어링은 Cr, 스러스트 베어링은 Ca 로 나타냄.

베어링이 일정한 회전 속도로 사용될 경우, 베어링의 기본 정격 수명은 시간으로 나타낼 때가 편리하다. 베어링의 기본 정격 수명을 $L_h(h)$ 로 하고 회전 속도를 $n(\text{min}^{-1})$ 으로 표시할 경우 다음과 같은 관계가 발생한다.

볼 베어링은 $L_h = (C/P)^3 \times 10^6 / 60 n$
 롤러 베어링은 $L_h = (C/P)^{10/3} \times 10^6 / 60 n$

베어링의 사용 조건으로서 베어링 하중 P , 회전 속도 n 및 기계에 사용되는 베어링의 수명으로서 피로 수명 L_h 를 채용한 경우의 C 는 이식에서 역산 가능하다.

→ 베어링 선정

기본 정격 수명의 계산 ②

기본 정격 수명 · 피로 수명 계수 · 속도계수

구분	볼 베어링	롤러 베어링
기본 정격수명	$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^3 = 500 fh^3$	$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} = 500 fh^{\frac{10}{3}}$
피로 수명 계수	$fh = fn \frac{C}{P}$	$fh = fn \frac{C}{P}$
속도계수	$fn = \left(\frac{10^6}{500 \times 60 n} \right)^{\frac{1}{3}}$ $= (0.03 n)^{-\frac{1}{3}}$	$fn = \left(\frac{10^6}{500 \times 60 n} \right)^{\frac{3}{10}}$ $= (0.03 n)^{-\frac{3}{10}}$

기본정격수명의 보정

수명보정계수 a_1, a_2, a_3

베어링용 강재의 개선 의해 피로수명도 연장되어 **유효상태**도 피로수명에 영향을 미친다는 사실이 밝혀졌다.
이러한 것들을 피로수명 계산에 반영시키기 위해, 하기의 보정계수를 이용해 정격 피로수명을 보정할 수 가 있다.

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10}$$

여기서

L_{na} : 신뢰도, 재료의 개선, 유효조건 등을 고려한 피로수명

L_{10} : 신뢰도90%의 기본정격수명

a_1 : 신뢰도 계수

a_2 : 베어링 특성 계수: 재료의 개선보정계수 1~

a_3 : 사용조건계수: 유효막의 형성(먼지, 수분, 온도, 속도, 유점도) 0.2~2

신뢰도계수 a_1 의 값(ISO, JIS에 규정되어 있음)

신뢰도(%)	90	95	96	97	98	99
A_1	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

베어링 하중 산정

축을 2개이상의 베어링으로 지지하였을때, 하중을 각 각의 베어링이 부담하는 비율은 하중의 부하점에 의해 변화한다.

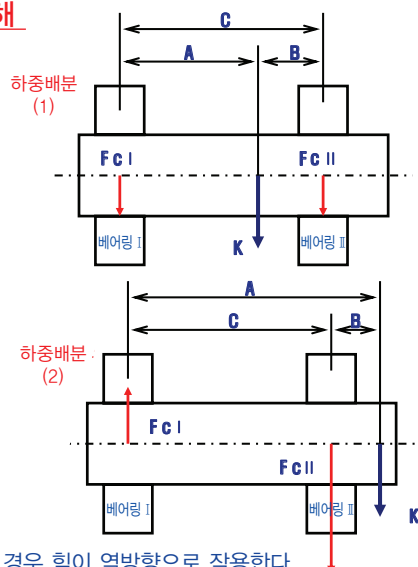
오른쪽 그림의 경우 베어링 I, 베어링 II에 부하되는 레이디얼 하중은 다음 식에 의하여 구할 수 있다.

$$F_{c\ II} = \frac{A}{C} K$$

여기에서 $F_{c\ I}$: 베어링 I에 부하되는 레이디얼 하중(N)

$F_{c\ II}$: 베어링 II에 부하되는 레이디얼 하중 (N)

K : 축하중(N)



Over Hang 하중의 경우 힘이 역방향으로 작용한다.

동등가하중 ①

베어링에 경방향하중 F_r 과 축방향하중 F_a 이 동시에 걸리는 경우,

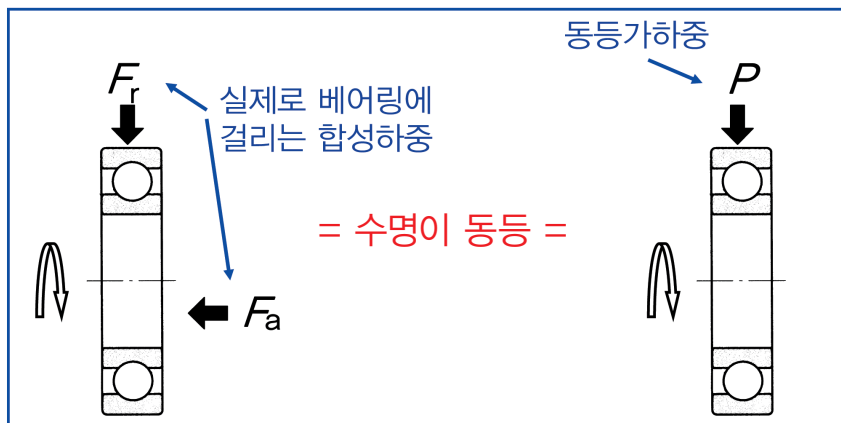
동등가하중을 구하여 계산한다.

동등가하중이란

여러가지 회전 조건이나 하중조건을 기초로 베어링이 실제로 받게 되는 피로수명과 같은 수명이 되도록, 크기가 일정하고 베어링 중심으로 통과 하는 가상하중

동등가하중 ②

레이디얼 베어링에 가해지는 합성하중과 동등가하중



동등가하중 ③

동등가하중의 산정

동등가하중의 산정

레이디얼 베어링의 동등가하중은 하기의 식에 의해 구해진다.

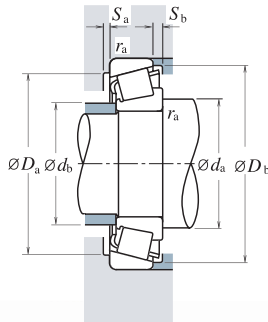
$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

- 여기서 P : 동등가하중 (N)
 Fr : 경방향하중 (N)
 Fa : 축방향하중 (N)
 X : 경방향하중계수
 Y : 축방향하중계수

X 및 Y의 값은, 치수표에 기재되어 있다.
 또한, $\alpha=0^\circ$ 의 레이디얼 베어링은 $P=Fr$ 로 한다.

동등가하중 ④

동등가하중의 산정 테이퍼롤러베어링



동등가하중

$$P = XF_r + YF_a$$

$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
X	Y	X	Y
1	0	0.4	Y_1

정등가하중

$$P_0 = 0.5F_r + Y_0F_a$$

단, $F_r > 0.5F_r + Y_0F_a$ 일때는,

$$P_0 = F_r \text{로 한다.}$$

e , Y_1 및 Y_0 의 값은, 하기표에 의한다.

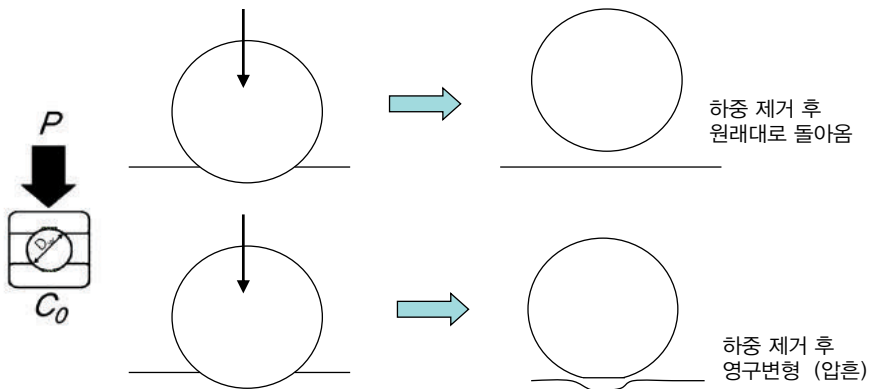
$e=0.29$

호칭번호	ISO355 치수계열 (참고)	실치관계치수 (mm)								작업점 위 치 (mm) a	정수 e	액하중계수		질량 (kg) (참고)	
		d_a (최소)	d_b (최대)	D_a (최대)	D_b (최소)	S_a (최소)	S_b (최소)	r_a (최대)	r_b (최대)			Y_1	Y_0		
30202 HR 30302 J	— 2FB	23 24	19 22	30 36	30 36	33 38.5	2 2	1.5 3	0.6 1	0.6 1	8.2 9.5	0.32 0.29	1.9 2.1	1.0 1.2	0.053 0.098
HR 30203 J 32203 HR 30303 J	2DB — 2FB	26 26	23 24	34 41	34 40	37.5 43	2 2	2 3	1 1	1 1	9.7 11.0 10.4	0.35 0.29 0.29	1.7 2.1	0.96 1.1 1.2	0.079 0.105 0.134
HR 32004 XJ HR 30204 C HR 30204 J	3CC — 2DB	28 29	24 26	37 41	35 37	40 44.5	3 2	3 3	0.6 1	0.6 1	10.6 13.0 11.0	0.37 0.55 0.35	1.6 1.1	0.88 0.60	0.097 0.122 0.127

기본정정격하중과 정등가하중 ①

베어링의 영구변형과 기본정정격하중

과대한 하중을 받으면 영구변형이 발생, 하중을 제거한 후의 접촉면에 미세한 압흔이 남아, 원래대로 돌아오지 않는다. 이 변형량이 있는 한도를 넘어가면, 베어링의 원활한 회전을 방해하게 된다. 즉 회전시 소음과 진동이 발생하여, 정도가 나빠지면 수명의 감소로 이어진다. 구름베어링에는 원활·정속한 회전을 하기 위해 허용되는 최대의 하중을 **기본정정격하중 C_0** 으로 정하고 있다.



기본정정격하중과 정등가하중 ②

기본정정격하중이란, 최대응력을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부의 중앙에 있어서, 다음의 계산상의 접촉응력을 발생시키는 정하중을 말한다.



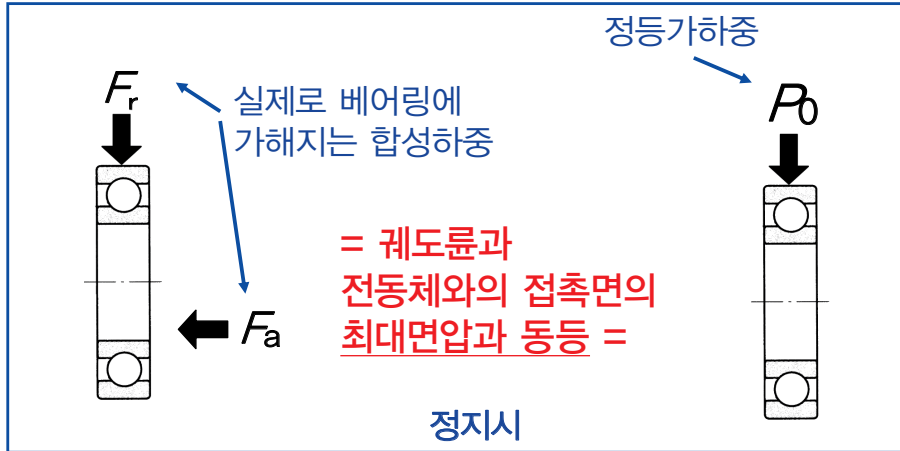
자동조심볼 베어링	4 600MPa
기타 볼 베어링	4 200MPa
롤러 베어링	4 000MPa

이 접촉응력을 받고 있는 접촉부에 있어서, 전동체의 영구변형량과 궤도의 영구변형량의 합은, 전동체 직경의 약 0.0001배가 된다.

기본정정격하중 C_0 의 값은, 각각의 베어링에 있어서, 레이디얼 베어링은 C_{or} , 스러스트 베어링은 C_{oa} 로서 베어링치수표에 기재되어 있다.

정등가하중 ③

레이디얼 베어링에 가해지는 합성하중과 정등가하중



10. 구름 베어링의 허용회전수

허용회전수에 대하여

베어링이 특히 고속에서 사용되는 예

- | | | |
|---|---|------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 공작기계 고주파 스피들 • 제트 엔진 주축 • 치과용 스피들 | } | [전용 베어링]
[고속대책] |
|---|---|------------------------|

카탈로그에 베어링 각각의 허용회전수가 기재되어 있다.

허용회전수란,

타붙음과 어느 한도이상의 발열을 일으키지 않고 베어링이 계속 운전할 수 있는 경험적인 속도 의 허용치

회전속도가 빨라짐에 따라, 베어링 내부의 마찰열과 과 윤활제의교반 저항에 의해 온도상승이 크게 된다.

베어링의 형식·치수, 리테이너의 형식·재료, 베어링 하중, 윤활방법, 베어링주변을 포함한 냉각상황 등에 따라 달라진다.

실제의 허용회전수는 카탈로그의 허용회전수를 보정할 필요가 있다.

베어링의 속도에 관한 한계를 판단하는 기준에는 $d_m n$ 값이 있다.

허용회전수

카탈로그의 허용회전수의 조건

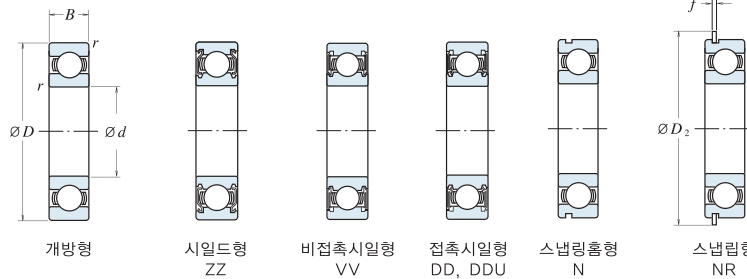
카탈로그 치수표에 기재되어 있는 허용회전수의 조건

- 표준설계의 베어링(전용베어링, 특수설계 제외)
- 보통하중조건($C/P \geq 12$, $F_a/F_r \leq 0.2$)에서의 운전
- 윤활법 그리스 윤활(고속에 해당하는 그리스 사용)
 oil 윤활(유욕윤활)
- 씨일·실드 베어링 접촉 타입
 비접촉 타입·오픈 타입

허용회전수

윤활법, 씨일의 영향

단열 깊은 홈 볼 베어링



주요치수 (mm)	기본정격하중 (kgf)		개수	허용회전수 (min ⁻¹)			호칭번호								
	C _r	C _{or}		개방형 Z·ZZ·V·VV형	DU형 DDU형	개방형 Z형	시일드형	시일드형	시일드형						
10	19	5	0.3	1720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV	DD
	22	6	0.3	2700	1270	275	129	14.0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV	DD
	26	8	0.3	4550	1970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV	DDU
	30	9	0.6	5100	2390	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV	DDU
	35	11	0.6	8100	3450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV	DDU
12	21	5	0.3	1920	1040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV	DD
	24	6	0.3	2890	1460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV	DD
	28	7	0.3	5100	2370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	—	—
	28	8	0.3	5100	2370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV	DDU
	32	10	0.6	6800	3050	695	310	12.3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV	DDU
	37	12	1	9700	4200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV	DDU

허용회전수

그리스의 영향

형명	베어링	종료제	기유	적용(도)	점도	사용온도범위(°C)	내진성	내수성	허용회전수(예외사용한계)(%)		
대포니코르나스 2 대포니코르나스 EP2 이탈리아로보틱스 A	출광출산	리리	플	광	유	199	280	-20~+110	중	강	60
			플	광	유	171	280	0~+80	중	강	60
			플	광	유	192	288	-10~+110	중	강	60
비코 325 엔코르 260 엔코르 B	엔트식유	리나	플	디	유	191	290	-50~+100	약	강	100
			플	디	유	210	260	0~+130	중	약	70
			플	디	유	245	280	-10~+100	중	약	70
엔코르 C 아라빈 RB300	나트	플	플	광	유	205	205	0~+100	중	약	70
			플	광	유	175	300	-10~+80	중	약	70
이소-플리소슈퍼 LDS18 이소-플리소 NBU15 이소-플리소로보틱스 NB52	NOK크류버	리바	플	디	유	199	280	-50~+110	약	강	100
			플	디	유	250	280	-30~+120	약	강	100
			플	디	유	258	280	-40~+130	약	강	90
스타플레그스 NBU12 파리올라 LS3/2 파리올라 DM	플	플	플	광	유	250	270	0~+130	중	강	70
			플	광	유	280	280	0~+200	중	강	60
			플	광	유	-	280	0~+200	중	강	70
NS하이비드 일렌트 PS2 일렌트 SC-A	리리	플	플	광	유	199	265	-40~+130	약	강	100
			플	광	유	189	280	-50~+110	약	강	100
			플	광	유	260이상	280	0~+160	중	강	60
일렌트 ET150 일렌트 MP2 아드리스	플	플	플	광	유	260이상	280	-10~+160	중	강	70
			플	광	유	198	270	-10~+110	중	강	70
			플	광	유	198	300	0~+110	중	강	70
일렌트 에마부르 8030 유니부르 DL1 일렌트 HDI	플	플	플	광	유	180	300	0~+110	중	강	70
			플	광	유	260이상	275	0~+110	중	강	60
			플	광	유	185	322	-10~+110	중	강	70
다이나믹스 2 다이나믹스 EP2 모부르그리스 29	리리	플	플	광	유	201	270	-10~+110	중	강	70
			플	광	유	185	273	0~+80	중	강	60
			플	광	유	188	240	-10~+110	중	강	70
내일그리스 B2 외이트그리스 WR3	비	플	플	광	유	-	280	0~+120	약	강	50
			플	광	유	247	238	-40~+130	약	약	100
일렌트 2 일렌트 3 일렌트 RA	리리	플	플	광	유	182	277	-10~+110	중	강	70
			플	광	유	183	240	-10~+110	중	강	70
			플	광	유	183	262	-20~+110	중	강	70
일렌트 EP2 비라이트 1 도플 1	리리	플	플	광	유	185	276	0~+80	중	강	60
			플	광	유	196	273	-10~+110	중	강	70
			플	광	유	238	281	-10~+130	중	강	80
에어유일 5 에어유일 7 에어유일 1SA	마	플	플	광	유	260이상	282	0~+120	중	강	70
			플	광	유	200이상	288	-50~+100	중	약	100
			플	광	유	234	294	-50~+160	약	강	60

허용회전수

하중의 영향

• 허용회전수의 보정

하중보정계수, 합성하중계수, 고속대책

하중보정계수

베어링하중P가 기본정격하중Cr의 8%를 넘는 경우($C_r/P < 12$)

합성하중보정계수

축방향하중Fa이 경방향하중Fr의 20%를 넘는 사용조건($F_a/F_r > 0.2$)

베어링 치수표에 기재되어 있는 허용회전수에 오른쪽 그림의 보정계수를 곱하여, **허용속도를 보정할 필요가 있다.**

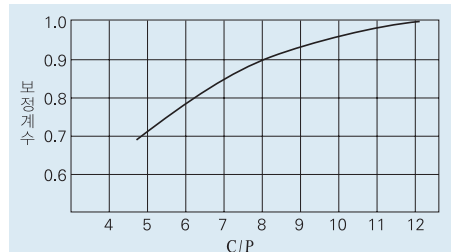


그림 6.1 베어링하중의 크기에 따른 허용회전수의 보정

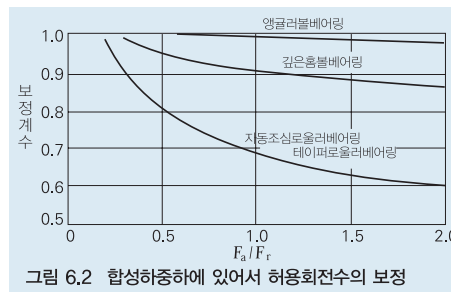


그림 6.2 합성하중하에 있어서 허용회전수의 보정

허용회전수

고속대책

• 허용회전수의 보정

고속대책

허용회전수가 넘는 사용조건에는, 베어링의 정도, (내부)클리어런스, 리테이너의 형식·재료 등에 있어서, 충분한 검토를 행하여 베어링을 선정해야 한다.

윤활방법에 있어서도, 강제순환급유법, 제트급유법, 분무급유법 또는 오일에어급유법 등을 채용할 필요가 있다.

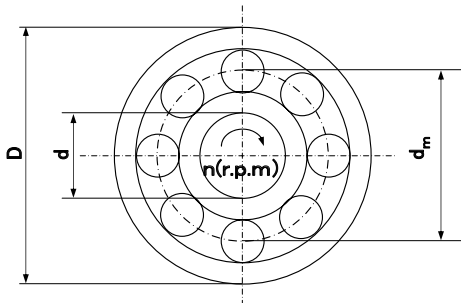
고속대책에 의한 허용회전수의 보정

베어링 형식	보정치
원통롤러베어링(단열)	2
니들롤러베어링(광폭제외)	2
테이퍼롤러베어링	2
자동조심롤러베어링	1.5
깊은홈볼베어링	2.5
앵글러볼베어링 (조합베어링은 제외)	1.5

이와 같이 고속조건에 대하여 검토가 필요한 경우에는, 허용회전수를 높게 선정할 수가 있다. 즉 베어링 치수표에 기재되어 있는 오일윤활의 경우의 허용회전수에 표의 보정값을 곱한 값까지 채택할 수 있다.

d_m · n 치와 허용회전수 ①

여러 실험을 실시하여 소착까지의 수치는 d_m · n의 크기에 의한다.
d_m · n치는 미끄럼 속도를 나타내며, 타붙음까지의 지표가 된다.



$$d_m \approx \frac{1}{2} (D+d) \text{ mm}$$

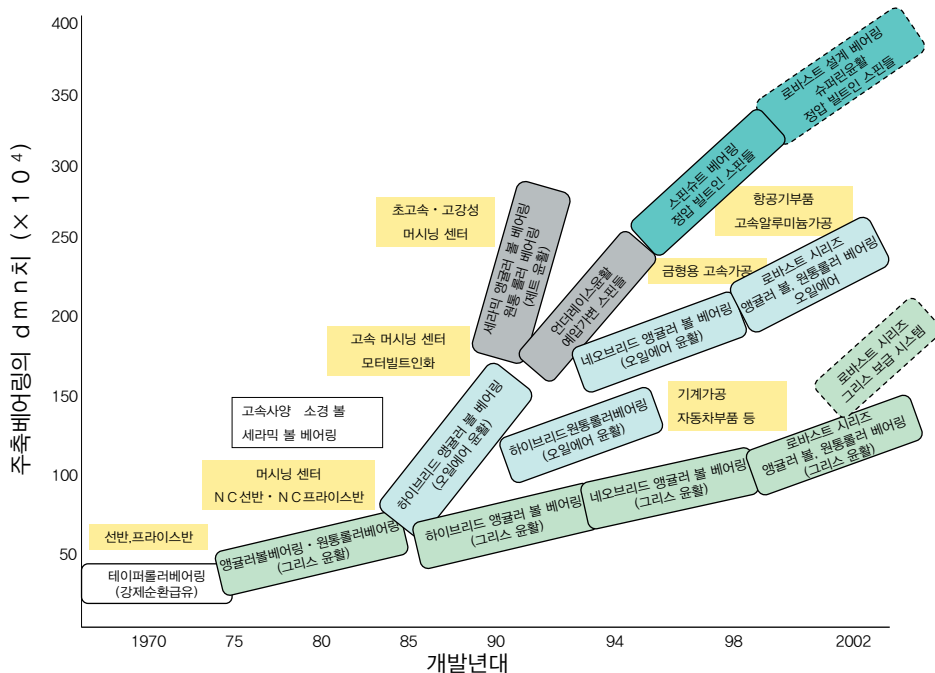
$$n; \text{min}^{-1} (\text{r.p.m})$$

D ; 외경치수

d ; 내경치수

d_m ; 전동체의 피치원경

d_m · n 치의 연대에 의한 추이례



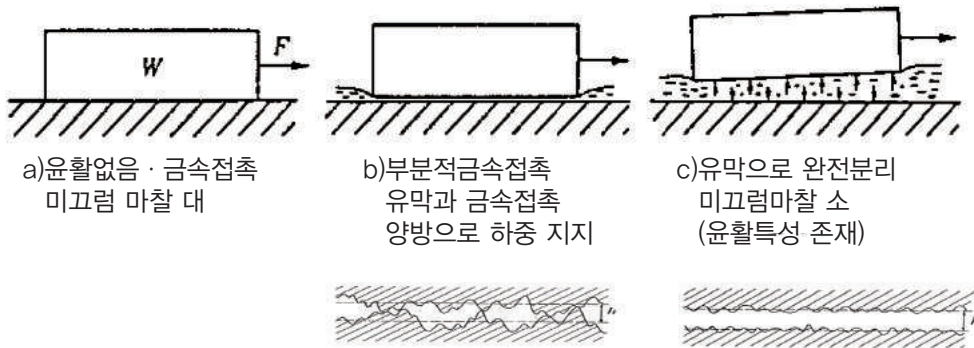
11. 구름 베어링의 윤활

윤활의 목적

윤활의 개념

• 윤활의 개념

상대적으로 움직이고 있는 2 물체의 직접접촉을 방지



**구름접촉면은 10000기압이상의 높은 압력.
그럼에도 유막은 형성되어 있다 !!!**

윤활의 목적

윤활의 효과

구름베어링의 윤활의 목적은, 베어링의 **마찰 및 마모를 줄이고, 타붙음을 방지**하기 위함이다.

윤활의 효과는 하기와 같다.

• 마찰 및 마모의 감소

베어링을 구성하는 궤도륜, 전동체 및 리테이너 상호간에 접촉하는 부분에 있어서, 금속접촉을 방지하고, 접촉하고 있는 부분의 마모, 마찰을 줄인다.

• 기본정격수명(피로수명)의 연장

베어링의 구름피로수명은, 회전중의 구름접촉면이 충분히 윤활되고 있는 경우에 길어진다. 반대로 윤활유의 점도가 낮고, 윤활유막의 두께가 불충분할 경우에는 짧아진다.

• 마찰열의 반출, 냉각

순환급유법 등에는 마찰에 의해 발생하는 열 또는 외부에서부터 오는 열을, 윤활유에 의해 냉각, 베어링의 과열을 방지, 윤활유 자체의 열화를 방지한다.

• 기타

베어링 내부에 이물이 침입하는 것을 방지, 또는 녹과 부식의 발생을 방지하는 효과도 있다.

윤활방법

베어링의 윤활 방법:

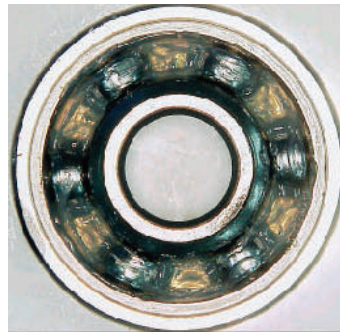
- ① 그리스 윤활
 - ② 오일 윤활
- 로 크게 분류

베어링의 기능을 충분히 발휘시키기 위해서는, 사용조건, 사용목적에 적합한 윤활방법을 적용해야 한다.

오일 윤활 : 윤활 만을 생각하면 우수하다.

그리스 윤활 : 베어링 주변의 구조를 간단화

단열깊은 홈 볼 베어링의 그리스 봉입된 상태



윤활방법

그리스윤활과 오일윤활의 비교

항목	그리스윤활	오일윤활
하우징구조밀봉장치	간략화할 수 있다.	조금 복잡해지며, 보수에 주의가 필요
회전속도	허용회전수는, 오일윤활의 경우의 65~80%	그리스윤활에 비해 높 회전속도에도 사용할 수 있다.
냉각작용 냉각효과	없다.	열을 효과적으로 방출할 수 있다. (순환급유법의 경우등)
윤활제의 유동성	떨어진다.	상당히 좋다.
윤활제의 교체	조금 번잡	비교적 간단
먼지의 여과	곤란	용이
윤활제의 누유 오염	누유에 의한 오염이 적다.	기름누유에 의한 오염을 싫어하는 곳에는 부적당하다.

그리스 윤활

•윤활 그리스

오일에 비교하여 복잡한 윤활설비가 불필요하며, 또한, 소량으로 사용가능하기때문에, 넓은 용도로 사용되고 있다.

그리스 윤활의 최대 특징: **사용하기 쉽고, 저가로 윤활이 가능**
 특히 구름베어링에는 80%가 윤활 그리스가 사용되고 있다.

•윤활 그리스

윤활 그리스는, 윤활유안에 증조제를 분산시킨 **반고체상**으로 되어 있다.

그리스의 구성

①기유(약 70~95%)	윤활 역할을 담당
②증조제(Thickener, 약5~30%)	윤활유를 고정, 유지하는 역할
③첨가제(수%)	기유의 움직임을 보조

그리스 윤활

기유

① 기유

광유 또는 합성유(실리콘유, 디에스테르유 등)이 사용된다.

그리스의 윤활성능은, 주로 기유의 윤활성능에 의해 결정된다.

기유의 점도가 특히 중요

저온 / 고속에는 : 저점도기유의 그리스
 고온/고하중에는 : 고점도기유의 그리스
 가 적절하다.

그리스 윤활

증조제

② 증조제

증조제는 얇은(0.1~100미크론) 섬유상 혹은 입자의 집합체로, **기유를 모세관현상으로 함유**하고 있다.

따라서 **기유는 증조제로부터 조금씩 배어나와 윤활작용**을 하고 있다.



금속비누계 증조제의 구조
(투과형전자현미경. x5000)

각종 금속비누, 벤토나이트 등의 무기질 증조제, 우레아, 불소화합물 등의 내열성 유기질 증조제 등이 사용되고 있다.

증조제의 종류와 **그리스의 적점**은 밀접한 관계가 있다. **적점이 높은 그리스**는 **사용가능 상한 온도가 높다.**

기유를 유지할 수 없는 온도

그리스의 내수성은 증조제의 내수성으로 결정됨.

그리스 윤활

첨가제

③첨가제

그리스에는 필요에 따라서 **산화방지제, 방청제, 극압제**등이 첨가된다.

중하중과 충격하중을 받는 사용조건 : 극압첨가제가 들어간 그리스
장시간 그리스 보급이 없는 경우 : 산화방지제가 들어간 그리스를 선정한다.

이종 그리스는 기본적으로 혼합해서는 안된다.

그리스의 조도

조도 : 그리스에 「부드러움」을 표시하는 값
조도번호가 작을수록, 조도의 수치가 클수록 그리스는 부드럽다.

조도번호	0호	1호	2호	3호	4호
조도 ¹⁾ $\frac{1}{10}$ mm	355~385	310~340	265~295	220~29	175~205
사용조건·용도	집중급지용 플래팅을 일으키기 쉬운 경우	집중급지용 플래팅을 일으키기 쉬운 경우 저온용	일반용 밀봉볼베어링	일반용 밀봉볼베어링 고온용	고온용 그리스로 시일하는 경우

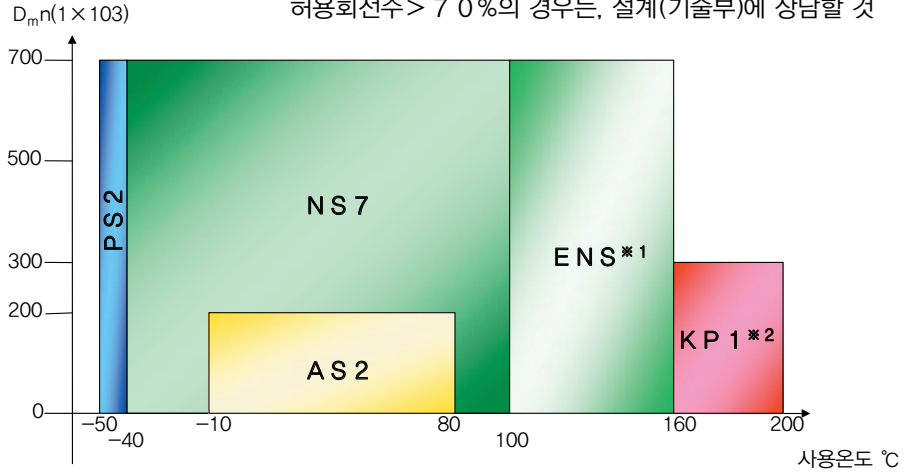
그리스 명칭과 그리스 코드

메이커명	명칭	코드
NOK 크루버 주식회사	이소 플렉스 슈퍼 LDS 18	D8S
	이소 플렉스 HBU 15	NB5
출광흥산 주식회사	이소 플렉스투파스 NB 5 2	TN5
	아폴로일오토렉스 A	ALA
옛소 석유	비콘 3 2 5	B3N
	아라켄 RB 3 0 0	RB3
협동유지	에마루브 8 0 3 0	E 8 0
	NS 하이류브	NS7
	파루막스 RBG	PMC
	말템프 PS No. 2	PS 2
	레이막스 AF-1	RA 1
코스모 석유	에드막스	U 4 7
	코스모 와이드 그리스 WR No. 3	WR 3
쇼화셀 석유	에어로셀 그리스 7	AG 7
	셀 알바니아 EP 그리스 2	AP 2
	셀 알바니아 S 1	AS 1
	셀 알바니아 S 2	AS 2
	셀 알바니아 S 3	AS 3
신월화학	NSK 크린그리스 LG 2	LG 2
	G-40M	G 4 M
신일본석유	ENS 그리스	ENS
	파이로녹크 유니버설 N 6 B	PN 6
다우코닝	몰리코드® FS-3 4 5 1 그리스	FS 3
듀폰	클라이덱스 GPL-5 2 4	K 2 4
토요레·다우코닝 실리콘	다우코닝® SH 3 3 L 그리스	D 3 L
	다우코닝® SH 4 4 M 그리스	D 4 M
일본그리스	니구루프 RSH	RSH
	니켈스 WR-S	WRS

그리스의 선정 ①

표준 추천 그리스(단열깊은홈 볼 베어링)

- 소착내구성을 고려하여, 사용조건을 선정한다.
- 속도: 허용회전수 ≤ 70%에 적용한다.
 허용회전수 > 70%의 경우는, 설계(기술부)에 상담할 것



(주) ※ 1 ENS : 아크릴 고무 씨일은 내에스테르 사양으로 할 것
 ※ 2 KP1 : 내부윤활방청유를 사용하지 않을 것

그리스의 선정 ②

표준추천 그리스 성상(단열깊은홈 볼 베어링)

코드	증조제 종류	기유종류	기유동점도 mm ² /s@40°C	혼화조도
PS2	리튬 비누	광유 + 에스테르 유	15	280
NS7	리튬 비누	에스테르 유	26	255
AS2	리튬 비누	광유	130	275
ENS	우레아	에스테르 유	32	275
KP1	PTFE	불소유	190	280

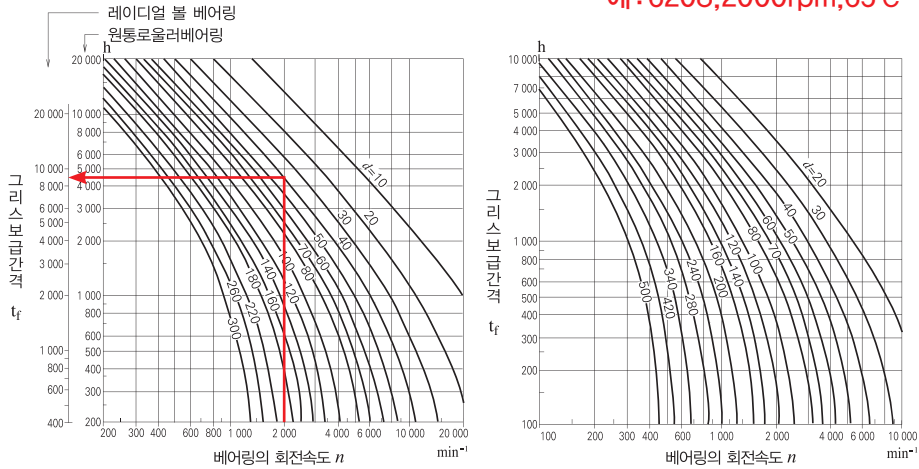
표준추천 그리스 성상(롤러 베어링)

코드	증조제 종류	기유종류	기유동점도 mm ² /s@40°C	혼화조도
PS2	리튬 비누	광유 + 에스테르 유	15	280
AP2	리튬 비누	광유	202	275
AS2	리튬 비누	광유	130	275
E80	우레아	광유	415	290

그리스의 보급 간격

- **그리스의 보급간격** 고품질의 그리스라 해도, 사용기간의 경과와 함께 성상은 열화되고, 윤활기능이 저하되기 때문에 적당한 그리스의 보급을 실시해야 한다.

예 : 6208, 2000rpm, 65°C



베어링 온도가 70°C를 넘는 경우에는 15°C 오를때에 그리스의 보급간격을 반감시킬 필요가 있다.

그리스 수명 ①

- **밀봉 볼 베어링의 그리스 수명**

단열 깊은 홈 볼 베어링에 그리스를 봉입하여, 씨일 또는 실드로 봉입된 볼 베어링의 그리스 수명은 하기의 식에 의해 추정할 수 있다.

범용 그리스 (70°C ≤ T ≤ 110°C)

$$\text{Log } t = 6.54 - 2.6n/N - (0.025 - 0.012n/N) T$$

광범위용 그리스 (70°C ≤ T ≤ 130°C)

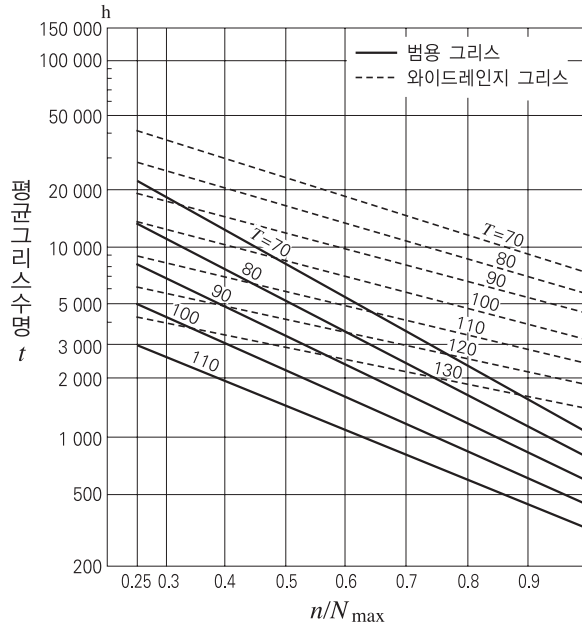
$$\text{Log } t = 6.12 - 1.4n/N - (0.018 - 0.006n/N) T$$

여기서

- t : 그리스 수명 (h)
- n : 회전수 (min⁻¹)
- N : 허용회전수(min⁻¹)
- T : 베어링 온도 (°C)
- P : 베어링 하중 (N)
- Cr : 기본동정격하중 (N)

그리스 수명계산식의 적용 범위
 T < 70°C일 경우, T = 70°C
 0.25 ≤ n/N ≤ 1
 (n/N < 0.25일 경우, n/N = 0.25)
 P/Cr ≤ 0.1

그리스 수명 ②



오일윤활의 종류

유욕법	저·중속회전의 경우에 많이 사용된다. - 일반적인 윤활
적하급유법	비교적 고속회전의 소형볼베어링 등에 많이 사용된다.
비산급유법	베어링에 직접 오일을 적시지 않고, 주변에 있는 치차나 회전링 등의 회전에 의해 생기는 비말에 의해 윤활하는 방법
순환급유	오일로 베어링부분의 냉각을 실시할 필요가 있는 고속회전의 사용조건에 대하여, 또는 주위온도가 고온의 용도에 대하여 이용된다.
제트급유법	고속회전용 베어링에 많이 사용되며, 제트 엔진 등에 사용된다.
분무급유	공기중 윤활유를 안개상태로 베어링에 뿜는 방법
오일 에어	미량의 윤활유를 정량 피스톤으로 간헐적으로 내뿜고, 혼합밸브에 의해 압축공기중의 윤활유를 서서히 빼내고, 연속적인 흐름으로 베어링에 공급하는 방법

윤활방법의 비교

윤활방법	윤활의 신뢰성			마찰 토크	온도상승	고속성	코스트	
	유막의 안정성	윤활제의 수명	내이물의 침입					
그리스 윤활	△	△	X	◎	○	○	◎	
오일 윤활	유 욕	○	○	△	x	x	X	○
	적하급유	△	○	△	△	△	△	○
	비산급유	△	○	△	△	△	△	○
	강제순환 급유	◎	◎	◎	X	◎	○	△
	제트 윤활	◎	◎	◎	x	◎	◎	x
	분무 급유	△	◎	○	○	○	○	△
	오일어어	○	◎	◎	○	○	◎	△

윤활유의 선정 ①

• 윤활유의 필요점도

베어링의 윤활유에는, ①내하중성능이 높고 ②산화안정성이 좋고 ③방청성능이 좋은 고도정제광유 또는 합성유가 사용된다.

윤활유의 선정에 있어서는,
운전운도에 있어 적당한 점도가 되는 오일의 선정이 가장 중요하다.

점도가 너무 낮으면, 유막형성이 불충분하여, 이상마모, 소착의 원인
점도가 너무 높으면, 점성저항에 의해 발열이 발생,동력손실이 커진다.

유막의 형성에는 베어링의 회전속도와 하중에도 영향을 미친다.

일반적으로,

회전속도가 높을수록, 저점도의 윤활유

하중이 클수록, 고점도의 윤활유

베어링이 대형이 될수록, 고점도의 윤활유를 사용한다.

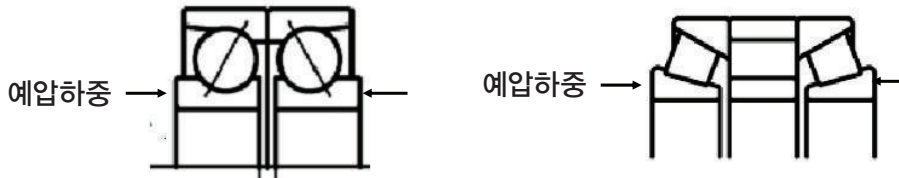
12. 구름 베어링의 예압

예압이란 ?

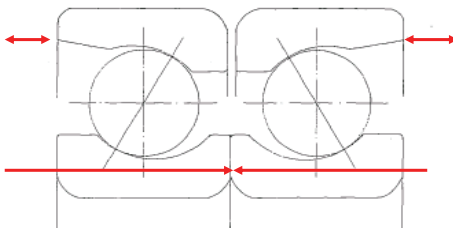
구름 베어링은 대부분의 경우 적절한 클리어런스가 있는 상태로 사용 되어 진다. 목적에 따라서는 (-) 클리어런스가 되도록 베어링을 조립하여 미리 베어링 내부에 내부 응력을 발생시킨 상태에서 사용 되는 경우도 있다.

이런 사용 방법을 **예압**이라고 한다.

앵글러 볼 베어링이나 테이퍼 롤러 베어링처럼 2개이상을 조합으로 사용하여 클리어런스를 조정하여 사용할 수 있는 형식의 베어링을 사용하는 경우가 일반적이다.

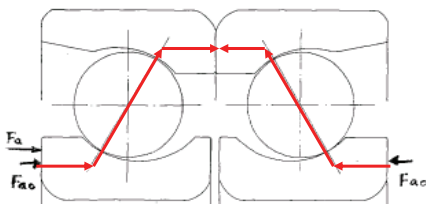


「클리어런스」와 「예압」



클리어런스 조합 베어링

외륜을 누르면 베어링 내부에 클리어런스가 발생함



예압 조합 베어링

내륜 끼리 누르면 힘이 내륜1-볼1-외륜1-외륜2-볼2-내륜2로 작용

예압의 목적 [예압의 주 목적과 대표적인 사용 사례]

1. 축의 레이디얼 방향 및 액시얼 방향의 **위치 결정을 정확히함**과 더불어 **축의 흔들림을 억제하는**역할을 수행함
 ……공작기계 주축용 베어링, 측정기용 베어링등
2. 베어링의 강성을 높이는 역할을 수행함
 ……공작기계 주축용 베어링, 자동차 허브 피니온용 베어링등
3. 액시얼 방향의 **진동 및 공진에 의한 이상음을 방지**하는 역할을 수행
 ……소형 전동기용 베어링등
4. **전동체의 선회 미끌림, 공전 미끌림 및 자전 미끌림을 제어**하는 역할
 ……고속 회전하는 앵글러 볼 베어링,스러스트 볼 베어링등
5. 궤도륵에 대하여 **전동체의 정확한 위치를 확보**하는 역할
 ……스러스트 볼 베어링 및 스러스트 자동 조심 롤러 베어링을 횡축 사용시

♣강성이 높다는 의미는?

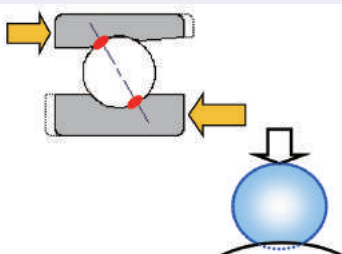
강성

물체가 외력에 대하여 종래의 형태를 유지하고자 하는 외력에 대한 변형 저항

축구공은 풍선보다 강성이 높다



베어링이 하중을 받으면 전동체와 궤도륵도 탄성 변형을 일으킴
 이 탄성변형량이 적으면 강성이 높다고 말함



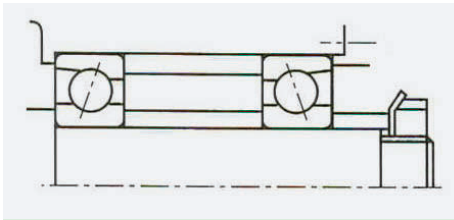
베어링의 강성이 높으면 → 하중이 걸려도 회전축의 위치 어긋남이 적음

일반적으로 롤러 베어링은 볼 베어링 보다 강성이 높고
 예압 베어링은 비 예압품 보다 강성이 높다.

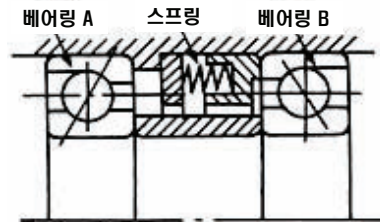
예압 방식

예압을 부하하는 방법은 2종류임 : 1. 정위치 예압 2. 정압 예압

1. 정위치 예압



2. 정압 예압



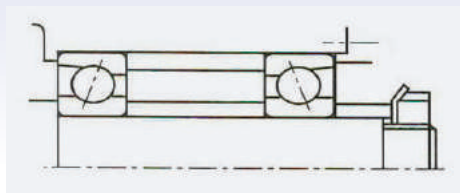
정위치 예압이란?

1. 정위치 예압법

차폭 치수 및 액시얼 클리어런스를 조정한 베어링을 체결함으로 베어링의 액시얼 방향의 상대적 위치가 사용중에도 변화하지 않음.

정위치 예압의 특징과 목적

- ☆ 큰 예압 하중을 부하할 수 있어 베어링의 강성을 높일 수 있다.
공작기계의 주축용 베어링, 자동차의 허브 피니온 베어링등.
- ☆ 예압 하중은 억지 끼워 맞춤량 이나 온도의 영향을 받음.
억지 끼워 맞춤량은 일정 목표치 이내로 관리할 필요가 있음



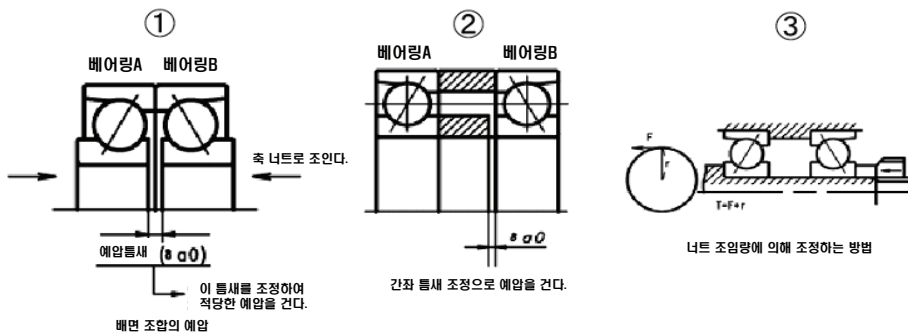
정위치예압 ①

여러 예압법

정위치예압의 여러가지

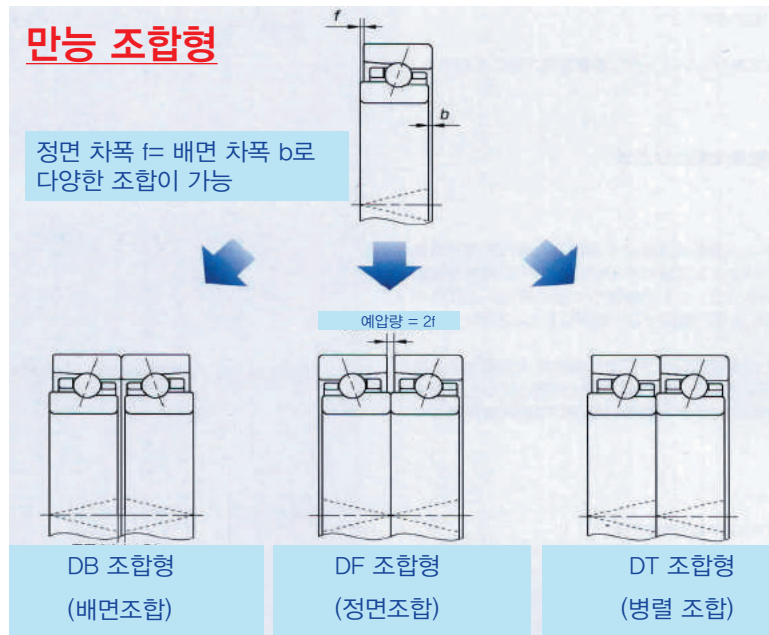
- ①차폭치수와 축방향 클리어런스를 조정한 조합 베어링을 사용하는 방법
- ②치수조정된 간좌를 사용하는 방법
- ③볼트·너트를 이용하여, 베어링을 축방향으로 체결하는 방법

→ 기동 토크를 측정하여 예압을 추정한다.



정위치 예압 ②

베어링 조합 사례



정압예압 ①

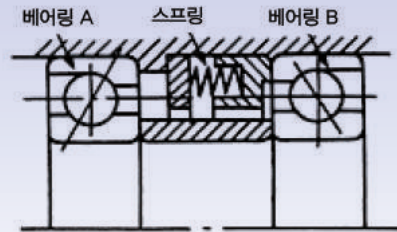
정압 예압의 특징

1. 정압 예압

코일스프링, 웨이브와셔와 같은 스프링을 이용하여 적절한 예압을 베어링에 부하하는 방법으로 사용중에 베어링의 상대적인 위치나 온도가 변화해도 항상 일정한 예압량을 유지할 수 있다.

정압 예압의 특징과 목적

- ☆운전 온도 상승에 의한 베어링의 예압 변화가 적다.
고속 회전의 공작기계(고주파 연삭 스피들)
- ☆큰 예압의 부하는 불가능하다.
일반적 용도에서는 진동이나 이상 음의 제어가 주목적임

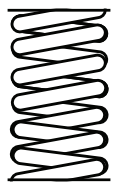


정압 예압

정압예압 ②

예압 스프링

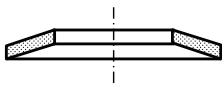
예압스프링



코일 스프링

선의 코일 형상(나선형)의 스프링

공작기계 스피들



판(접시)스프링

밑바닥이 없는 접시모양의 스프링

철도차량의 차축



파형 스프링

원주 모양의 얇은 판으로 파형으로된 스프링

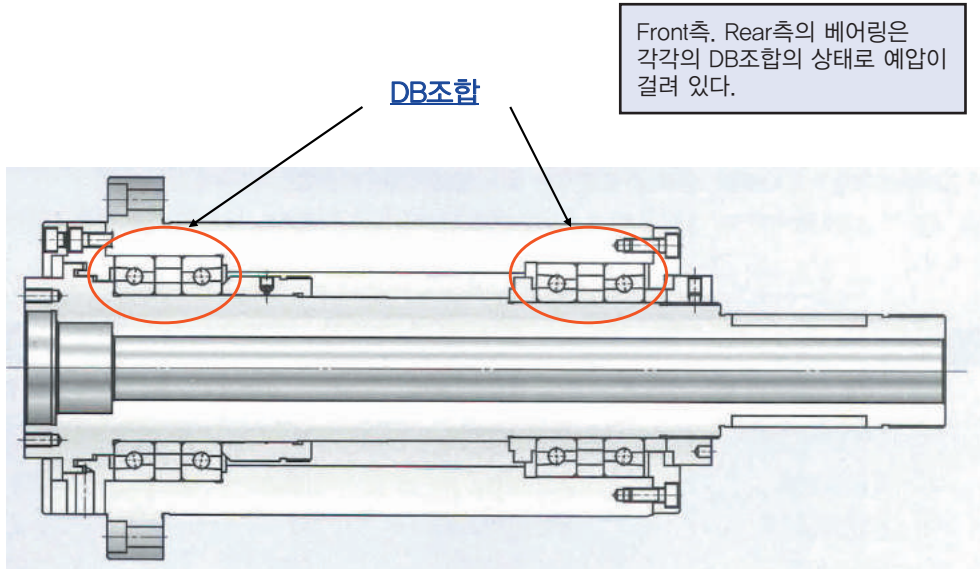
WAVE WASHER라고도 함

소형전동기

정위치예압 예 ①

정밀선반 스피들

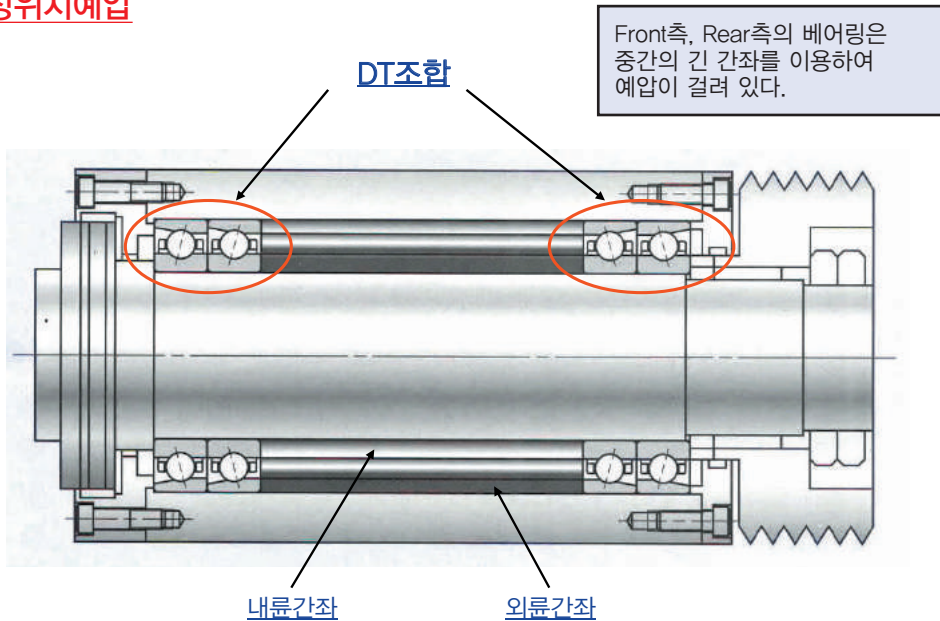
정위치예압



정위치예압 예 ②

Workhead 스피들

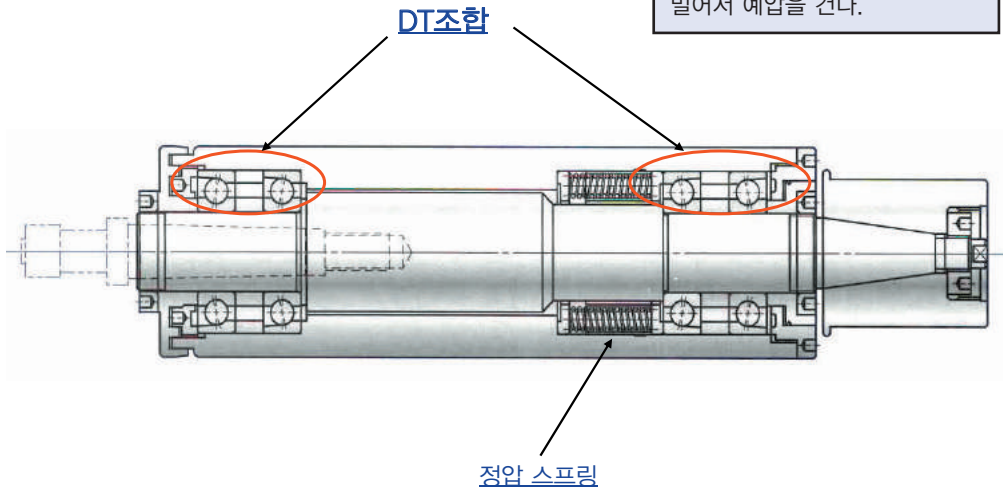
정위치예압



정압예압 예 ①

정압 예압의 특징

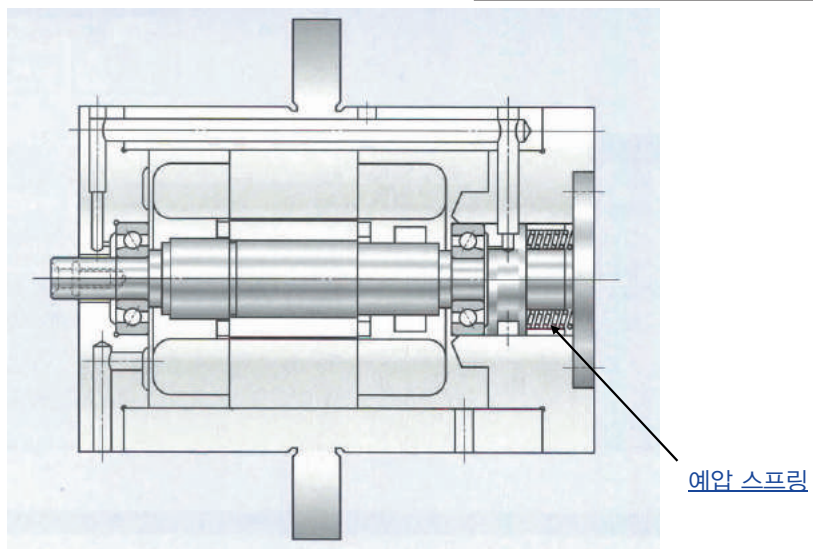
정압예압



정압예압 예 ②

고주파 스피들

정압예압



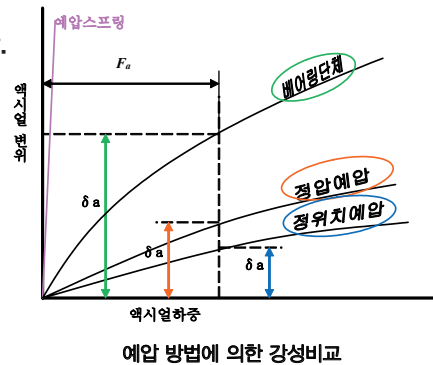
예압 방식의 차이에 의한 베어링 강성의 비교

정위치 예압과 정압 예압의 비교

1. 베어링의 강성을 증가 시키는 효과는 정위치 예압이 크다.
2. 정위치 예압은 운전상태의 영향을 받기 쉽다.
 - 베어링과 하우징의 온도차에 의한 액시얼 방향의 팽창량 차
 - 내륜과 외륜과의 온도차에 의한 레이디얼 방향의 열팽창 차
 - 하중에 의한 변위등의 영향에 의한 예압량의 변화
3. 정위치 예압의 경우에는
 - 축의 신축에 의한 스프링 하중의 차이가 거의 없다.
 - 예압하중의 변화는 무시 할 수 있다.

강성을 높이는 목적에는 정위치 예압이 적합하다.

고속회전의 경우
 액시얼 방향의 진동방지가 필요한 경우
 횡축에 슬러스트 베어링을 사용하는 경우는
 정압예압이 적합하다.



예압량의 기준 ① 고정도 조합 앵글러 베어링의 예압

랭크	EL (미예압)	L (경예압)	M (중예압)	H (중(重)예압)
72계열의 조합베어링				
단위 : N				
호칭번호	예압하중 EL (N)	예압하중 L (N)	예압하중 M (N)	예압하중 H (N)
7200 C	14	29	69	150
7201 C	19	39	100	200
7202 C	19	39	100	200
7203 C	24	49	150	290
7204 C	34	69	200	390
7205 C	39	78	200	390
7206 C	60	120	290	590
7207 C	75	150	390	780
7208 C	100	200	490	980
7209 C	125	250	540	1090
7210 C	125	250	590	1170
7211 C	145	290	780	1570
7212 C	195	390		
7213 C	220	440		
7214 C	245	490		
7215 C	270	540		
7216 C	295	590		
7217 C	345	690		
7218 C	390	780		
7219 C	440	880	2060	4120
7220 C	490	980	2350	4710

표에서 용도에 적합한 예압을 선정한다.
 공작기계등에서 많이 사용되는 P5 이상의 조합 앵글러 베어링

7205CP4의 경예압 하중

예압량 선정의 참고치
 연삭 스펀들, 머시닝 센터 주축 : L 이나 EL
 강성이 필요한 선반 주축 : M 정도

Dpw × n 치 (d_m n 치) 5.0 × 10⁴ 이상의 고속의 경우에는 엄밀한 검토가 필요

예압량의 기준 ②

주의!

예압량은 필요 이상으로 크게 하지 않는다.

예압이 필요 이상으로 크게 될 경우, 이상 발열, 마찰 모멘트의 증대, 피로 수명의 저하를 야기하므로 사용 조건, 예압의 목적을 고려하여 예압량을 결정한다.

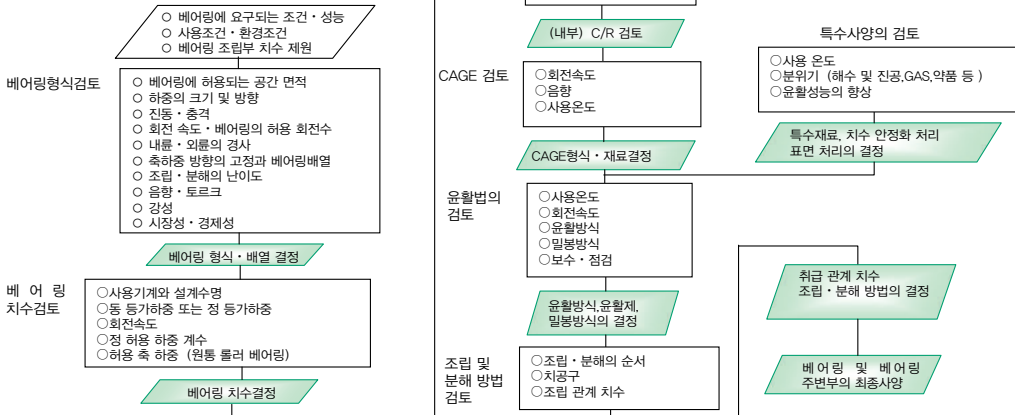
13. 구름 베어링의 선정

베어링선정의 개요 ①

USER의 NEED 파악이 POINT !!

베어링 선정을 기술에 의뢰할 때는 USER의 요구사항을 충분히 전달할 필요가 있다.

- 베어링에 요구되는 조건·성능
- 사용조건·환경 조건
- 베어링 조립 치수 제한



베어링 선정의 개요 ②

검토항목

베어링 선정에 있어서의 검토 항목 (용도에 최적인 베어링)

1. 베어링 형식·배열
2. 베어링 치수
3. 베어링의 정도 등급
4. 내부 클리어런스
5. 리테이너 (CAGE)·재료
6. 특수사항의 필요여부
(특수 재료, 치수 안정화 열처리, 표면처리)
7. 윤활 방법, 윤활제, 밀봉방법
8. 조립 관계 치수, 조립·분해 방법
9. 베어링 및 베어링 주변 구조의 최종 사양

베어링 선정에 있어 정해진 순서나 규칙은 없으나, 요구되는 조건·성능에 가장 관련 깊은 사항의 검토를 최우선으로 한다.

베어링 형식의 선정

베어링 형식을 선정할 경우, 검토할 항목에는 다음과 같은 내용이 있다.

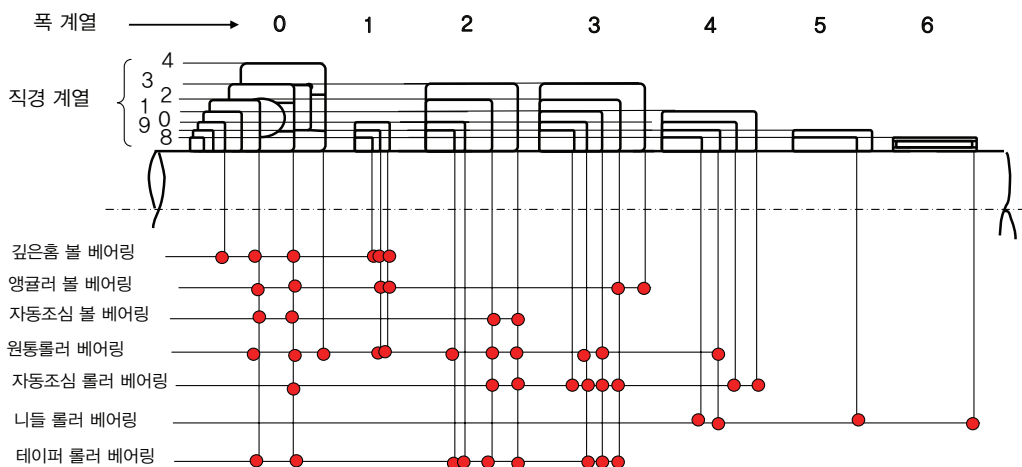
- | | | |
|--|---|-------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 베어링 공간 (취급부 치수) 2. 하중 (부하 능력) 3. 허용 회전수 | } | <u>최저한의 필요 항목</u> |
| <ol style="list-style-type: none"> 4. 내륜·외륜의 경사 5. 강성 6. 음향·토크 7. 회전 정밀도 8. 조립·분해 | | |

4~8항은 베어링이 사용되는 기계·장치에 따라 검토의 우선순위가 달라진다. BUT, 물론 모든 항목에 있어서 검토할 필요가 있다.

베어링 형식의 선정은 경험에 의한 부분이 많으므로, 실제의 검토시에는 과거의 실적을 충분히 조사한 위에 선정된 베어링의 형식이 적합한가의 가부를 검토하고 있다.

베어링 형식의 선정 ① 베어링 조립 공간용적의 고려

베어링을 조립하는 기계의 공간은 제한되어 있어 특히 구름 베어링을 조립하는 축의 치수는 베어링의 선정 이전에 결정되어 있는 경우가 대부분이다.



구름 베어링 형식별로 치수 계열의 제한이 있어, 그 중에서 공간 용적이 적합한 것을 선정한다.

베어링 형식의 선정 ② 하중의 크기와 방향의 고려

베어링 형식에 의한 부하 능력의 차를 고려한다.

	레이디얼 (경방향)부하능력				액시얼 (축방향) 부하능력			
	1	2	3	4	1	2	3	4
단열 깊은 홈 볼 베어링	→				→			
단열 앵귤러 볼 베어링	→				→	→		
원통 롤러 베어링(주)	→	→						
테이퍼 롤러 베어링	→	→	→		→	→	→	
자동 조심 롤러 베어링	→	→	→	→	→			

(주의)

RIB(턱)불이 원통 롤러 베어링은 어느 정도의 액시얼 하중 부하 능력이 있다.

베어링 형식의 선정 ③ 허용회전수의 고려

베어링 형식에 따른 허용회전수의 고려

	허용 회전수의 비교				
	1	4	7	10	13
단열 깊은 홈 볼 베어링	→	→	→	→	→
앵귤러 볼 베어링	→	→	→	→	→
원통 롤러 베어링	→	→	→		
니들 롤러 베어링	→	→	→		
테이퍼 롤러 베어링	→	→	→		
자동 조심 롤러 베어링	→	→	→		
스러스트 볼 베어링	→				

→ 유욕 윤활(OIL BATH)의 경우

→ 베어링 및 베어링 주변 구조에 고속회전 대책을 실시한 경우

허용 회전수는 베어링 치수·리테이너 형식·윤활 방법·하중 및 크기의 영향으로 상세 검토가 필요한 경우도 있습니다.

베어링 형식의 선정 ④

그 외의 검토항목

4. 내륜·외륜의 경사와 베어링 형식

베어링이 허용하는 경사각은 통상4' 이하로 내·외륜에 큰 경사각이 예상되는 경우 에는 자동 조심 볼 베어링, 자동조심 롤러 베어링, 베어링 UNIT등을 선정한다.

5. 강성과 베어링 형식

일반적으로 점접촉의 볼 베어링 보다 선 접촉의 롤러 베어링이 보다 강성이 높다. 볼 베어링에서도 「예압」을 부하함으로써, 베어링의 강성을 높일 수 있다.

6. 음향·토크와 베어링 형식

NSK에서는 깊은 홈 볼 베어링·원통 롤러 베어링 등에 관하여는 음향등급을 정해, 저소음 사양을 요구 받을 경우 저소음 사양을 선정할 필요가 있다. 저소음·저 토크가 요구되는 용도(전동기,계측기기)에는 볼 베어링이 적합하다.

7. 회전 정밀도와 베어링 형식

높은 흔들림 정밀도(공작기계), 고속 회전(과급기)에는 고정밀 베어링(5,4,2급) 깊은 홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링, 원통롤러 베어링이 적합하다.

8. 조립·분해와 베어링 형식

용도에 따라서는, 정기적으로 설비를 분해하여 점검할 필요가 있다. 이 경우, 내 외륜이 분리 가능한 베어링(원통 롤러 베어링, 니들 롤러 베어링, 테이퍼 롤러 베어링)또는 테이퍼 내경 베어링이 조립 및 분해하기 용이하다.

구름 베어링의 형식과 특징 일람

표 1.1 구름 베어링의 형식과 특징

구분	베어링형식	구름 베어링의 형식과 특징																			
		인접 베어링	중심 베어링	외륜 베어링	내륜 베어링	외륜 베어링	내륜 베어링	외륜 베어링	내륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링	외륜 베어링
특성	레이디얼하중	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	액셀 하중	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
방형	합성 하중	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	고속 회전	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
고정도	고정도	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	저소음	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
강성	저소음	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	저소음	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
내륜·외륜의 허용	기울기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	조심 작용	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
내륜·외륜의	분리	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	고정 작용	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
자유 작용	자유 작용	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	내륜 테이퍼구멍	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비고	특이 사항	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	참조 페이지	B5 B31	B5 B28	B47 B66	B47 B66	B47 B68	B73	B81	B81 B106	B81	B81	B241	B111	B111 B172 B331	B179	B203	B203	B231	B203 B220	-	B203 B224

○ 특이 가능 ○ 사용 가능 ○ 가능 ○ 조금 가능 × 불가 ← 원복방향만 → 양방향 ☆ 적용가능 ★ 적용가능, 단, 베어링의 기위양용면에서 축의 신축이 없도록 한다.

베어링 배열의 선정

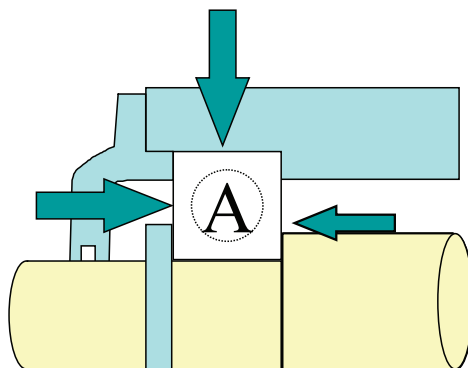
전반적 검토 사항

• 회전장치로서의 검토사항

일반적으로 축은 2개의 구름베어링으로 지지되고 있다.
베어링의 형식 및 배열을 고려하는 경우, 하기의 검토가 필요하다.

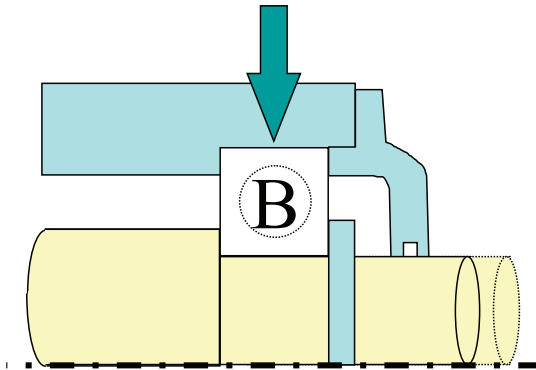
- 1) 온도변화에 따른 축의 팽창·수축
- 2) 베어링의 설치·해체의 용이성
- 3) 축의 휨이나 설치오차에 따른 내륜과 외륜의 기울기
- 4) 베어링을 포함한 회전계 전체로서의 강성과 예압법
- 5) 최적의 위치에서의 하중을 부하·전달

고정측 베어링



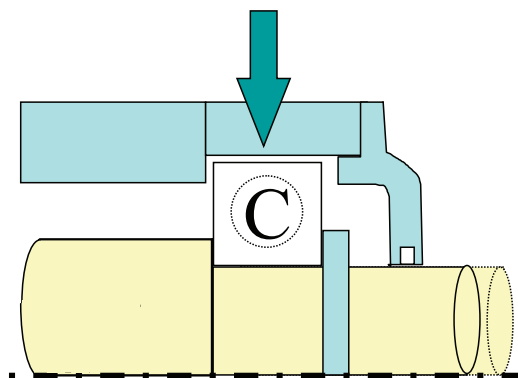
- 축 및 하우징에 고정
- 축방향으로 이동하지 않음
- 레이디얼·액시얼 하중을 부하함

자유측 베어링 (분리)



- 축의 열 팽창을 피할 수 있음
- 압입 및 헐거운 끼워맞춤이 가능
- 레이디얼 하중을 부하함

자유측 베어링 (비분리)

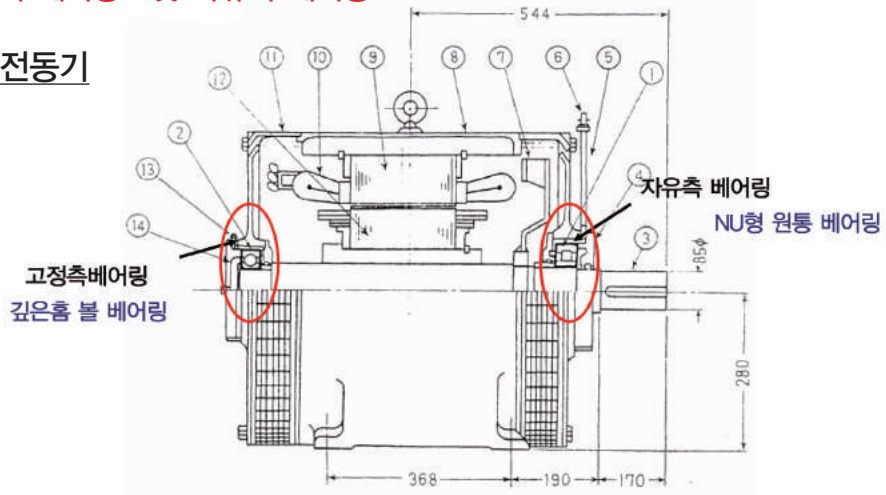


- 축의 열 팽창을 피할 수 있음
- 축 또는 하우징의 위를 축 방향으로 움직임 (헐거운 끼워맞춤)
- 레이디얼 하중을 부하함

베어링 선정의 사례(중형 전동기)

고정측 베어링A 및 자유측 베어링B

중형전동기



- 축의 열팽창이 있어도, 베어링에 이상 액시얼 하중이 발생되지 않는 표준 배열
- 조립 오차가 적은 경우나, 고속일 경우에 적합함

14. 구름 베어링의 취급과 손상

취급상의 주의 사항 ①

구름 베어링은 정밀 부품이므로 그 취급에 베어링의 정밀도에 상응하는 신중함을 필요로 한다.

고성능의 베어링을 사용하더라도 취급에 문제가 있을 경우 기대한 성능을 발휘할 수 없는 경우가 있다.
베어링의 조립 및 분해 시에는 다음과 같은 주의를 필요로 한다.

취급상의 주의 사항 ②

× 이물질, 상처, 녹

- (1) 베어링 및 주변부를 청결히 한다.
(이물질이 들어가지 않도록 한다)
- (2) 취급 시에는 최대한 신중을 기한다.
(강한 충격을 가하지 않도록 한다)
- (3) 적절한 취급용구를 사용한다.
(부적절한 공구사용은 피한다)
- (4) 베어링이 녹슬지 않도록 주의한다.
(장갑을 준비하여 손의 수분이 베어링에 붙지 않도록 주의하며, 부식성 가스에 주의한다)

조립상의 주의 사항 ①

× 베어링의 조립 불량은 정밀도, 수명, 성능에 영향을 미친다.

따라서 기계의 설계 및 조립을 수행하는 부문에서는 베어링 조립 방법을 충분히 검토하여 작업 표준에 따라 작업을 진행 하는 것이 요구된다.

통상의 작업표준 항목

1. 관계 부품의 세척
2. 관계 부품의 치수 및 완성 상태의 확인
3. 조립
4. 베어링 조립후의 상태 확인
5. 윤활제의 공급

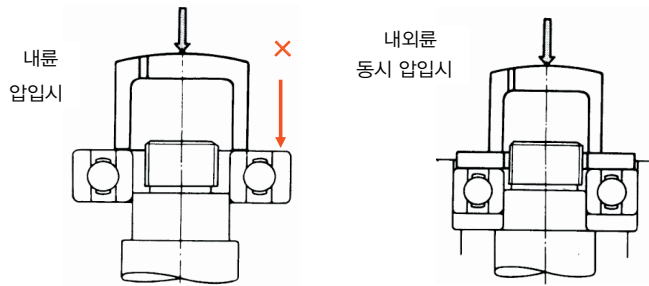
조립상의 주의 사항 ②

베어링과 관계부품의 세척

- 베어링의 포장은 조립 직전까지 개봉하지 않는다.
- 구름 베어링의 신품은 대부분 세척없이 그대로 조립가능함.
- 일반적으로 그리스 윤활의 경우에는 그대로 윤활 그리스를 충전한다.
- 오일 윤활의 경우에도 보통의 경우 특별히 세척할 필요는 없다.
- 계측용 또는 고속으로 사용되는 베어링은 깨끗한 세척유로 세정하여 베어링에 도포되어 있는 방청제를 제거한다.
- 그리스 밀봉 베어링의 경우, 세척하지 않도록 한다.

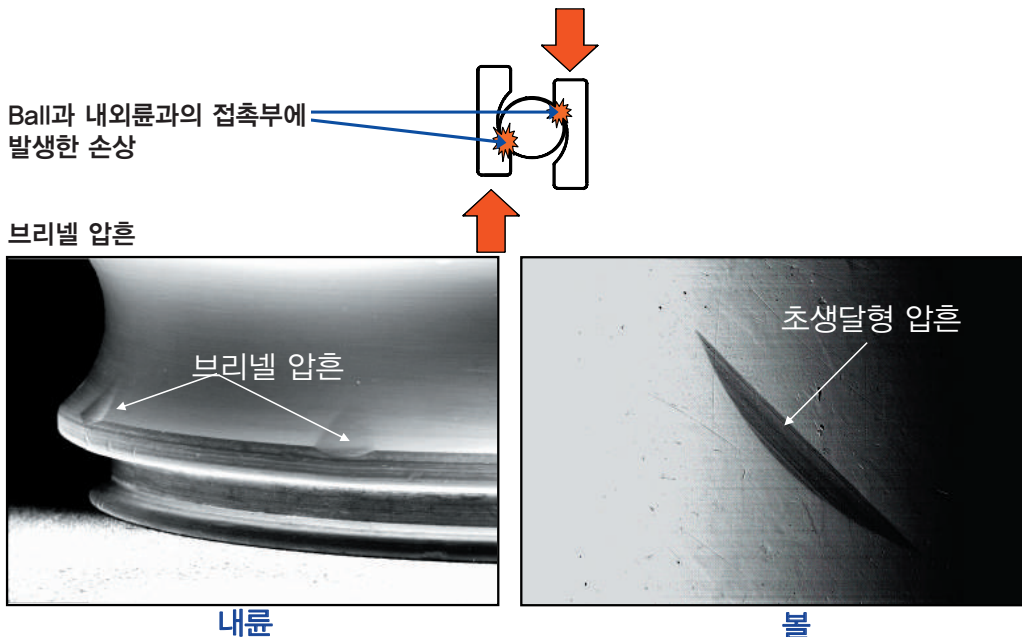
베어링의 조립

프레스에 의한 압입 소형 베어링에서 많이 사용



- 내륜 억지 끼워맞춤 : 외륜에 압입력 부하 금지
- 비 분리형으로 내륜, 외륜 모두 억지 끼워맞춤을 실시하는 경우 또는 자동 조심 볼 베어링 : 전용 도구를 사용하여 내륜·외륜을 동시에 삽입함.
- 작업을 실시할 경우에는 끼워 맞춤면에 오일을 도포할 것을 추천함.

Brinelling 압흔



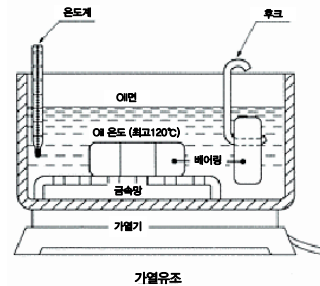
베어링의 조립

열팽창 끼워맞춤 방법

대형의 베어링에서 널리 이용되고 있다.
베어링에 무리한 힘을 들이지 않고, 단시간에 작업을 할 수 있다.

열팽창끼워맞춤 작업에 있어서의 주의사항

- ① 베어링을 120℃이상에서 가열하지 않는다.
- ② 오일통의 바닥에 직접 닿지 않도록, 베어링을 철망 받침대에 올려놓던가, 매어달기 등의 방법이 바람직하다.
- ③ 작업중의 내륜이 냉각되어, 설치가 곤란해지지 않도록, 소요온도보다 20℃~30℃ 높게 베어링을 가열한다.
- ④ 설치후, 베어링이 냉각되면 축방향으로도 수축되므로, 내륜과 축의 어깨와의 사이의 틈새가 생기지 않도록, 축너트나 그 외의 적당한 방법으로 밀착시켜 놓는다.



베어링의 조립

유도가열장치

• NSK 베어링 히터 (유도가열장치)

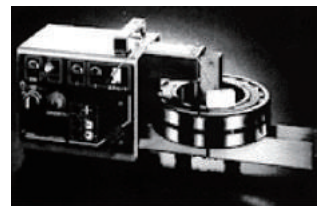
오일에 의한 열박음 방법외에 전자유도 작용을 이용한 베어링 히터가 널리 이용되고 있다.

베어링 히터는 여자 코일을 내장하고 있어 전류가 흐르면 전자유도작용에 의해 피가열체(베어링)에 전류가 흐르고, 그 자체 저항에 의해 발열한다.

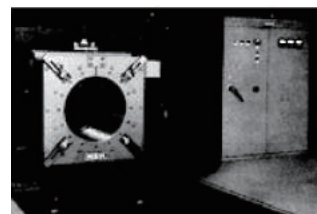
따라서, 불이나 오일을 사용하지 않고, 단시간에 균일하게 가열할 수 있으므로, 베어링의 열박음 작업을 능률적으로 청결하게 하는 것이 가능하다.

설치·해체가 비교적 많은 행하는 경우,

예를 들면, 압연기용 롤백용, 철도차량의 차축용 등의 원통롤러베어링에는, 내륜의 설치·해체에 전용 인덕션 히터를 이용하는 것이 좋다.



베어링 히터



인덕션 히터

베어링의 점검

주의사항

베어링의 점검 시 주의해야 할 것

1. 구름베어링 및 그 주변의 현황을 가능한 상세하게 기록할 것!
 더욱 좋은 방법: **사진촬영** 다만, 업체 등 소관부서로부터 필요한 **촬영허가**를 반드시 **사전에 받을 것**
2. **분해하는 순서를 따라서**, 가능한 상세하게 기록해 둘 것
 그리스의 잔존현황(잔존량·베어링내의 분포), 조사를 위한 윤활제채취



고장이 발견되었을 때의 원인추정한 것의 귀중한 정보가 됨.

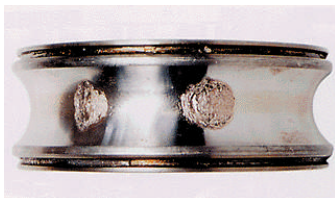
3. 마지막으로 베어링을 세정하고, 베어링 단품을 관찰할 것

베어링의 손상 : 플레이킹

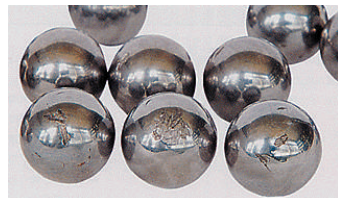
손상상태

베어링이 하중을 받아 회전하는 경우, 내륜·외륜의 궤도면 또는 전동체의 전동면이 구름피로에 의해 비늘모양으로 떨어지는 현상

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> •과대하중, 모멘트 하중 •이물의 침입, 물의 침입 •윤활불량, 윤활제 부적합 •베어링 클리어런스의 부적정 •축·HOUSING의 정도불량, HOUSING의 강성 불균형, 축의 변형(휨) 大 •녹, 브리넬링 등으로부터의 진전 	<ul style="list-style-type: none"> •하중의 크기의 확인과 사용베어링의 재검토 •밀봉장치의 개선, 정지시의 방청 •정정점도의 윤활제 사용, 윤활방법의 개선 •축·HOUSING의 정도 확인 •클리어런스 확인



내륜에 발생한 플레이킹



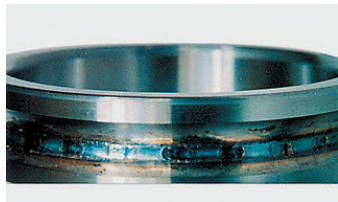
볼에 발생한 플레이킹

베어링의 손상 : 타붙음

손상상태

회전중에 급격히 발열하여 궤도륜, 전동체 및 리테이너가 변색, 연화, 용착하여 생긴 파손

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> • 윤활 불량 • 과대하중(예압과대) • 회전속도의 과대 • 클리어런스 과소 • 물·이물의 침입 • 축·HOUSING의 정도불량, 축의 힘 과 	<ul style="list-style-type: none"> • 윤활제 및 윤활방법의 검토 • 베어링 선정의 재검토 • 끼워맞춤, 베어링 클리어런스, 예압의 검토 • 밀봉장치의 개선 • 축·HOUSING의 정도 확인 • 설치방법의 개선



내륜의 발생한 타붙음



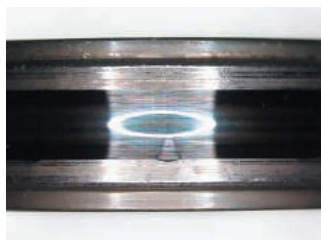
롤러 전동면에 발생한 타붙음

베어링의 손상 : 압흔

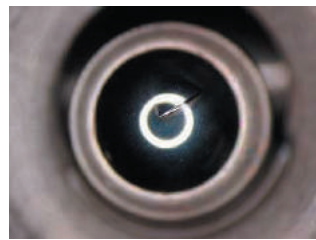
손상상태

금속의 미분, 이물질 등의 침입시, 궤도면에 생성되는 파임, 충격하중에 의한 전동체 피치간격으로 생긴 파임 (브리넬링 압흔)

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> • 금속분 등의 이물 침입 • 설치 또는 운송중의 충격 • 과대하중 	<ul style="list-style-type: none"> • HOUSING의 세정 • 밀봉장치의 개선 • 윤활제의 세정 • 설치 및 취급방법의 개선 • 운전시 충격하중의 방지



내륜에 발생한 압흔



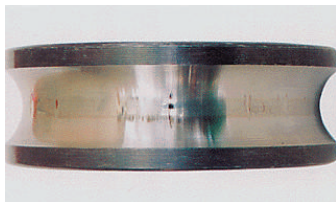
외륜에 발생한 압흔

베어링의 손상 : 펄스 브리넬링

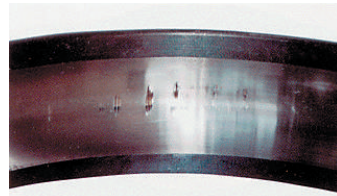
손상상태

전동체와 궤도면과의 접촉부에 있어서, 진동과 요동에 의한 마모가 진행되어 브리넬링 압흔과 비슷한 생긴 압흔

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> •운송중등 베어링 정지 중의 진동·요동 •진폭이 작은 요동운동 •윤활 불량 	<ul style="list-style-type: none"> •축과 HOUSING의 운송중의 고정 •예압에 의한 진동 감소 •적정한 윤활제의 사용



내륜에 발생한 펄스 브리넬링



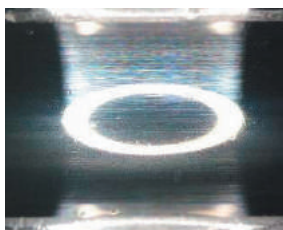
외륜에 발생한 펄스 브리넬링

베어링의 손상 : 마모

손상상태

마찰에 의해 전동체와 궤도면, 리테이너 포켓면 등이 닳아 있는 것

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> •이물의 침입 •녹, 전식으로부터의 발전 •윤활 불량 •전동체의 불규칙한 운동에 의한 미끄러짐 	<ul style="list-style-type: none"> •밀봉장치의 개선 •HOUSING의 세정 •윤활제의 충분한 세정 •윤활제 및 윤활방법의 점검 •미스얼라인먼트의 방지



내륜에 발생한 마모



외륜에 발생한 마모

베어링의 손상 : CREEP

손상상태

베어링의 끼워맞춤면에 틈새가 있을 경우, 끼워맞춤면과 상대적으로 미끄러지는 현상 CREEP을 생성시킨 끼워맞춤면은 거울면 혹은 흐린면을 나타내며, 뜯김마모를 동반.

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> • 간섭량 부족 또는 헐거운 끼워맞춤 • 슬리브의 체결 부족 	<ul style="list-style-type: none"> • 간섭량의 점검, 회전 방지 • 슬리브 체결의 적정화 • 축·HOUSING 정도의 검토 • 액시얼 방향의 예압 • 궤도륜의 측면 체결 • 끼워맞춤면의 접촉 혹은 윤활제 도포



외륜 (외경면) 에 발생한 CREEP



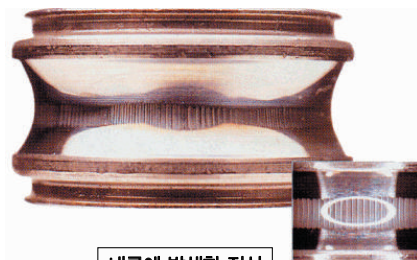
외륜 (측면)에 발생한 CREEP

베어링의 손상 : 전식

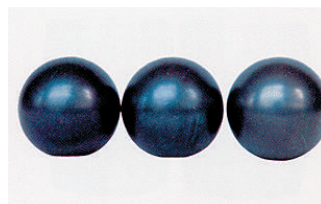
손상상태

회전중 베어링의 궤도륜과 전동체의 접촉부분에 전류가 흐르는 경우, 얇은 윤활유막을 통해 스파크를 일으켜, 그 표면이 국부적으로 용유하여 요철(凹凸)이 되는 현상으로 현저한 것은 배 꺾질형태, 줄무늬 모양의 요철(凹凸)이 나타난다.

원 인	대 책
<ul style="list-style-type: none"> • 외륜과 내륜간의 전위차 	<ul style="list-style-type: none"> • 베어링부에 전류가 흐르지 않도록 전기회로를 설치한다. • 베어링의 절연 혹은 통전 장치 설치



내륜에 발생한 전식



볼에 발생한 전식

부 록

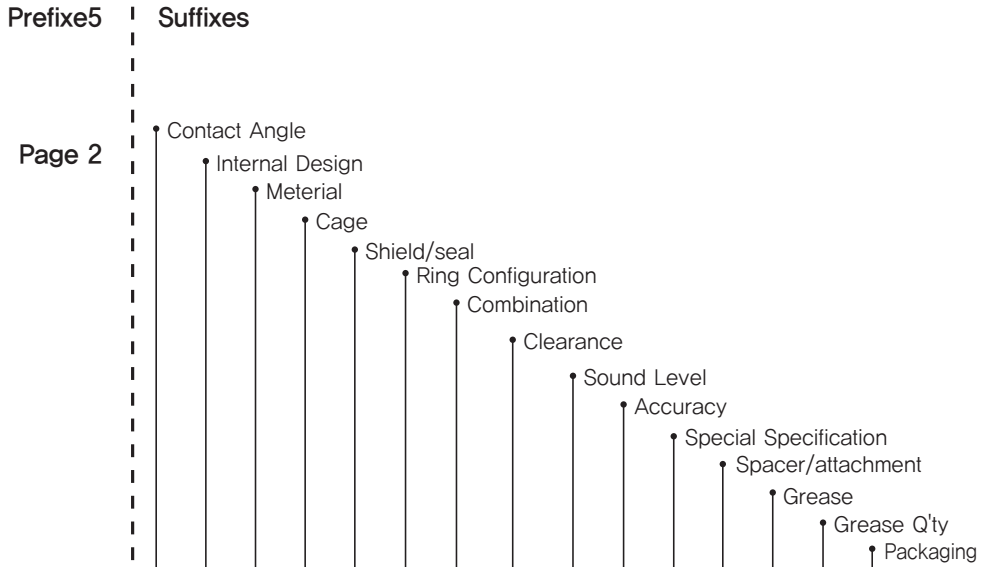
1. NSK대표 그리스 소개
2. NSK 접두어 접미어 요약

[부록] 1. NSK대표 그리스 소개

Grease기호	사용온도(°C)	증주제	기유	제조사	특징
NS7	-40~130	Li	POE	협동유지	NSK범용그리스
NSC	-30~140	Li	합성유	협동유지	전기전자용
AS2	-10~110	Li	광유	Shell석유	Alvania Grease
VTG	-50~110	Li	합성유	협동유지	VTR용
B3N	-50~100	Li	Diester	ExxonMobil	저온용
PS2	-50~110	Li	합성유	협동유지	저Torque용
D8S	-50~110	Li	Diester	NOK크류버	저온, 저Torque용
D4M	-30~130	Li	실리콘	코닝토레이	소경베어링 그리스
ECA	-40~160	Carbon	합성유	협동유지	통전 그리스
ENS	-40~160	DiUrea	POE	신일본석유	준고온용
EAM	-40~150	DiUrea	PAO	신일본석유	준고온, 저소음
EA3	-40~150	DiUrea	PAO	신일본석유	전장용 그리스
EA6	-40~160	DiUrea	PAO	신일본석유	전장용 그리스
HA1	-40~160	Urea	합성유	신일본석유	전장용 그리스
HAB	-40~160	DiUrea	에테르유	신일본석유	전장용 그리스
PMK	-10~130	Li	광유	협동유지	철강용 그리스
UME	-10~130	Urea	광유	Shell석유	자동차 미션용
WPH	-40~150	DiUrea	PAO	협동유지	B/S 서포트베어링용
NB5	-30~120	Ba	합성유	NOK크류버	스핀들베어링용
MTE	0~130	Ba	에테르유	NOK크류버	고속스핀들베어링용
MTS	0~130	Urea	에테르유	NOK크류버	고속스핀들베어링용
FE2	-40~190	PTFE	불소합성유	NOK크류버	고온용 그리스
KF1	-30~200	PTFF	불소유	NOK크류버	고온용 그리스
KPM	-20~230	PTFF	불소유	NOK크류버	고온용 그리스
LG2	-30~70	Li	탄화수소유	Shell석유	클린 그리스
DL2	-30~200	PTFE	불소유	DAIKIN	클린, 고온, 진공용
D3L	-60~120	Li	실리콘	코닝토레이	극저온 그리스
MRG	-	BNT	에테르유	Matsumura	방사선환경 그리스

*이외에도 각 사용조건에 알맞은 다양한 그리스를 적용하고 있습니다.

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약











	Page	3	3	4	5	6	7	8	9,10	11	12	13	13	14	15	16
Ball Bearing	○ 6208	A	A	g	J	Z	K	DB	C3	E	P6	X26	+K	AV2	K	5
Angular Contact Ball Bearing	∅ 7210	B	B	h	M	ZZ	K30	DF	C4	ER	P5	X28	+L	PS2	S	6
Cylindrical Roller Bearing	□ NU310	C	C	s	Y	DU	E	DT	CM	EF	P4	U	+KL	B32	L	
Tapered Roller Bearing	▭ 30206	D	M		F	DDU	E4	DR	CT	N	PB4			SRI	H	J
	▭ HR30204		X		T	V	N		CG8	NF	PA5			NS7		Q
Spherical Roller Bearing	▭ 22220		a		W	VV	NR		CA9		P4A					
Basic Number		Supplementary Symbols														

Remarks

1. NSK's Bearing Numbering System Is Summarized Above. To Simplify The Table, We Have Only Listed The Most Widely Used Symbols.
2. Please Contact NSK Engineers For Any Further Details About The Symbols.

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Prefix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	◻		
BL	○					Maximum Type Ball Bearing	BL308
HR				○		HR Series (Increased Capacity)	HR30210J
N			○				N308MC3E
NF			○				NF214WC3
NH			○				NH313MC3E
NJ			○				NJ207ETC3
NN			○				NN3009MBKRCCLP4
NNU			○				NNU3040KCCG95P5
NU			○				NU209WC2P6
NUP			○				NUP218M
F	Mini ○					Flanged (Metric Series:ISO)	F694MC4
MR	Mini ○					Metric	MR104MC3
SMR	Mini ○					Stainless Steel, Metric	
MF	Mini ○					Flanged, Metric	MF126ZZMC3
SMF	Mini ○					Stainless Steel, Flanged, Metric	
R	Mini ○					Inch	R4ZZMC2
SR	Mini ○					Stainless Steel, Inch	
FR	Mini ○					Flanged, Inch	FR156MC3
SFR	Mini ○					Stainless Steel, Flanged, Inch	
RW	Mini ○					Extended Inner Ring, Inch	RW144MC4P5
SRW	Mini ○					Stainless Steel, Extended Inner Ring, Inch	
FRW	Mini ○					Extended Inner Ring, Flanged, Inch	FRW2ZZMC37P
SFRW	Mini ○					Stainless Steel, Extended Inner Ring, Flanged, Inch	

Mini = bore diameter <10mm

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	◻		
Contact Angle							
A						Contact Angle 30°	7202A
A5	○					Contact Angle 25°	7007A5
B	○					Contact Angle 40°	7306B
C	○					Contact Angle 15°	7010C
C			○			Contact Angle 17°~24°	HR30306C
D			○			Contact Angle 24°~45°	30305D
Internal Design							
A	←————→					Internal Designs Different From The Standard (B, C, ...)	
a	←————→					Chamfer Dimensions Different From The Standard(a1, a2, ...)	6204a NU3222aC3
C					○	With C Type Pressed Cage	23226C
CA					○	With Machined Cage	22240CAME4
CD					○	With D Type Pressed Cage	21322CD
H					○	Increased Capacity With Glass Fiber Reinforced Nylon Cage	22310H
E			○			Increased Capacity	NU212ET
J				○		Outer Ring Raceway Dia. And Angle Comply With ISO/R355	HR30213J
U	○					Open Brg. With Seal Recesses	6209UC3
U			○			Countermeasure For Creak	NU314UM
UA			○			Countermeasure For Creak	NU328UAMCM
X				○		Dimension Series 20 And 29 The Major Dimensions Conform With ISO/R355	HR32008XJ
X	←————→		←————→			Bore, O. D. Or Width Are Changed By Less Than 1mm(X1, X2)	

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	△	◇		
Material							
g	←————→					Ring And Rolling Elements Made Of Case Hardened Steel	30305Dg
h	←————→					Ring And Rolling Elements Made Of Stainless Steel	6201h
s	←————→					Ring And Rolling Elements With Surface Treatments (Phosphoric Acid, ...)	571KV8151gS

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▭	◻		
Cage							
F	←————→					Steel Machined Cage (2 Pieces)	6314F
J	←————→					2 Piece Pressed Cage	
JC	○					2 Piece Pressed Cage For Quiet Application	6206JCVVCG15
JW	○					2 Piece Pressed / Welded Cage	6202JW
M	←————→					Copper-alloy Machined Cage (2 Pieces)	6219M
MA						Copper-alloy Rivetless Cage With Bent Tabs	NU320MAC3
MB			2-row ○			Copper-alloy, Two-split Cage (Crown Type)	NNU3012MBKR
MR			○			Copper-alloy Roller Guide Cage (2 Pieces)	
T	○	○				Phenol Cage	7220CT
T			○			Glass-fiber Reinforced Nylon	NJ208ET
TY		○				Glass-fiber Reinforced Nylon	7212ATY
T12	○			○	○	Glass-fiber Reinforced Nylon	6201T12VVCE
T1X	○			○	○	Glass-fiber Reinforced Nylon	
V	←————→					No Cage	
W	←————→					One Piece Pressed Cage	NU209WC3
Y	←————→					Brass-plate Pressed Cage	6202BYZZCG11

Omission of Cage Symbols

Cage Type		J	JW	W	Y	M
Ball Bearing	Single Row, Radial	○	○			
	Single Row, Angular					○
	Double Row, Radial			○		
	Double Row, Angular			○		
	Self-aligning			○		
	Thrust			○		
	Magmeto				○	
Roller Bearing	Tapered			○		
	Cylindrical					○*

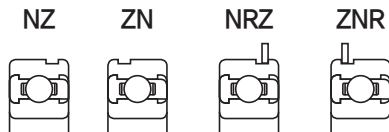
*but 02, 03, 04, 22, & 23 Must Carry "M" Symbol.

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	△	◇		
Shield/ Seal							
D	○					1-side Contact Seal	607DMC3
DD	○					Both Side D Seal	607DDMC3E
DU	○					1-side Contact Seal	6200DUCM
DDU	○					Both Side DU Seal	6200DDUC3E
DDW						Low Torque Seal	6203DDW
V	○					1-side Non-contact Seal	6202VC3E
VV	○					Both Side V seal	6202VVC3E
(DU□) (V□) (DDU□) (VV□)							
2	○					DU Without Air Vent	() DDU2C3
5	○					DU(V) Made Of Buna N For	() DDU5CM
7	○					DU(V) Made Of Fluoric Rubber	() VV7CM
8	○					DU(V) Made Of Acryl Ester Rubber	() DDU8C3
9	○					DU(V) Made Of Silicone Rubber	() DDU9CM
28	○					DU Made Of Arcyl Ester Rubber Without Air Vent	() DDU28C3
Z	○					1-side Shield, Unremovable	6203ZC2E
ZZ	○					Both Side Z Shield	6203ZZCM
Z1	○					Serial No. Of Z Shield	

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	◻		
Ring configuration							
E	○	○		○	○	Notch Or Oil Holes In Ring	6321EC4
E1			○			Outer Ring With Oil Holes And Groove	NU312WE1C4
E4				○		Outer Ring With Oil Holes And Groove	23022CDE4C3
N	←→			←→		Outer Ring With Snap Ring Groove	6204NC3
NX	←→			←→		Outer Ring With Different Snap Ring Groove Dimension(NX1, NX2, ...)	6206NX1C3
NR	←→			←→		Outer Ring With Snap Ring And Its Groove	6204NRC3
K	←→					Tapered Bore (1:12)	22332MKC3
K30	←→					Tapered Bore (1:30)	24032MAK30C3
KR	←→					Tapered Bore (1:12), Angular Allowance +9~+15", Internationally Interchangeable	NN3009MBKRCC9P4
NX	○	○	○		○	Those With Snap Ring Groove With Different Dimensions Than Those Of JIS.	
NC	○					Radial Ball Bearings With Creep Preventive Provision	



[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	◻		
Combination							
DB	←————→					Back-to-back Combination	7211CTDBC7P4
DF	←————→					Face-to-face Combination	7211ATDFC8P5
DT	←————→					Tandem Combination	7210CTDTP4
DBD	○						7007CTYDBC8P5
DFD	○						
DTD	○						
DBB	○						7014CTYDBBCP10P4
DFF	○						
DTT	○						
DBT	○						
DFT	○						
DU	○					Bearings With The Same Serial Number Can Be Combined As DB, DF, Or DT	7910CTDULP4
SU	○					Each Bearing Has Been Finished For Matching (Both Sides) So Any Combination Of Two Bearing Can Be Used. DB And DF With 2, 3, 4, Or 5 Rows.	7910CTSULP5
G	○	○				Each Bearing Has Been Adjusted For Matching (Both Sides) So That Any Combination Of Two Bearings Can Be Used.	7210BWG
DR	←————→					2 Bearings Without Offset Matching Adjustment	6304DUDR

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▭	◻		
Clearance							
C1			Inter*			Less Than C2	
C2			Inter*			Less Than Normal Clearance	6203ZZC2
No Mark			Inter*			Normal Clearance	6203ZZ
C3			Inter*			Larger Than Normal Clearance	6203ZZC3
C4			Inter*			Larger Than C3	NH412MC4
C5			Inter*			Larger Than C4	NH3330C5
CC9			Matched ○			Less Than CC1	NN3020MBKRCC9P4
CC1			Matched ○			Less Than CC2	NNU4940CC1P5
CC2			Matched ○			Less Than CC	NU210CC2
CC			Matched ○			Normal Clearance	NNU4924KCCP4
CC3			Matched ○			Larger Than CC	N212MCC3P5
CC4			Matched ○			Larger Than CC3	
CC5			Matched ○			Larger Than CC4	
MC1	Mini ○					Less Than MC2	684MC1
MC2	Mini ○					Less Than MC3	MR84ZZMC2
MC3	Mini ○					Normal Clearance	SFR188ZZMC3
MC4	Mini ○					Larger Than MC3	
MC5	Mini ○					Larger Than MC4	
MC6	Mini ○					Larger Than MC5	
CM	○					Standard Clearance For Quiet Electric Motors	6203VVCM
CM			○			Standard Clearance(Matched) For Quiet Electric Motors	N209MCM
CT			○			Standard Clearance(Interchgb) For Quiet Electric Motors	NU313MCT
C3**						Indication Of Clearance Symbol "C3" Is Omitted	

Inter* = Interchangeable
Mini = Bore diameter <10mm

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	◻		
Clearance =contd=							
CG□	○		○		○	Special Radial Clearance Median In μm	6011CG10
CCG□			○			Special Radial Clearance(Matched), Median In μm	NU313MCCG65EP6
C7		○				Light Preload	7208CTYDBC7P5
C8		○				Medium Preload	7207CTYDBC8P5
C9		○				Heavy Preload	7309ATDBC9P5
CA□		○		○		Special Axial Clearance Median In μm	7206BWDBCA10
CP□		○		○		Special Minus Axial Clearance(Preload), Median In μm	
EL		○				Extra Light Preload	
L		○				Light Preload	
M		○				Medium Preload	
H		○				Heavy Preload	
DUL		○				Universal Combination Within Pair, Light Preload	7009CTYDULP4
DUM		○				Universal Combination Within Pair, Medium Preload	7010CTYDUMP5
DUH		○				Universal Combination Within Pair, Heavy Preload	7209ATYDUHP5
SUL		○				Universal Combination, Light Preload	7012CTYSULP5
SUM		○				Universal Combination, Medium Preload	7209ATYSUMP5
SUH		○				Universal Combination, Heavy Preload	7213ATYSUHP5

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	△	◇		
Sound Level							
E	○		○		○	Quiet Bearing	6203C3E
(CE)	○		○		○	Quiet Bearing(Normal Clearance)	6203CE
ER	○		○			More Quiet Than E	6203VVC3ER
(CER)	○		○			More Quiet Than E(Normal Clearance)	6203CER
(CMR)	○		○			More Quiet Than E(Clearance For Quiet Electric Motors)	6203VVCMR
EF	○					More Quiet Than ER	
(CEF)	○					More Quiet Than ER(Normal Clearance)	
(CMF)	○					More Quiet Than ER(Clearance For Quiet Electric Motors)	
N					○	Quiet Bearing	30208N
NF					○	More Quiet Than N	30306CNF

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▢	◻		
Accuracy							
No Mark						ISO Class 0(Normal Class) : P0	
P6						ISO Class 6	6210CMP6
P5						ISO Class 5	6310VVC3P5
P4						ISO Class 4	6010P4
P2						ISO Class 2	
PB4				○		BAS Class 4(Special)	
PA1	○	○				ANSI ABEC 1	
PA3	○	○				ANSI ABEC 3	
PA5	○	○				ANSI ABEC 5	7008CTYDBC7PA5
PA7	○	○				ANSI ABEC 7	7209CTYDULPA7
PA9	○	○				ANSI ABEC 9	7209CTYDBC7PA9
PN3				○		NES Class 3, Equivalent to ANSI Class 3	
No Mark	Mini ○					ANSI ABEC 1	R2JZMC3
3	Mini ○					ANSI ABEC 3	R144MC33
5P	Mini ○					ANSI ABEC 5P	SR4ZMC35P
7P	Mini ○					ANSI ABEC 7P	
9P	Mini ○					ANSI ABEC 9P	
P4□						Add A, B, C... After Corresponding Running Accuracy Symbol P4(Partly P4)	7210CTDBC8P4B
P5□						Add A, B, C... After Corresponding Running Accuracy Symbol P5(Partly P5)	
UP						Super-high Accuracy	
P6**						Indication Of Accuracy Symbol "P6" Are Omitted	

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Suffix	Application					Definition	Example
	○	⊗	□	▧	□		
Special Specification							
X26	←—————→					Dimensional Stabilization Operating Temp. Max. 150℃	6310C4X26
X28	←—————→					Dimensional Stabilization Operating Temp. Max. 200℃	23226CAME4C3X28
X29	←—————→					Dimensional Stabilization Operating Temp. Max. 250℃	NU310C4X29
S11	←—————→					Dimensional Stabilization Of Outer And Inner Rings, Operating Temp. Max. 150/200℃	23226CAME4C3S11
-VS			○		○	Special Specifications For Vibratory Equipment	22320HE4C3-VS
U□	←—————→					Special Specifications	6207VVCMP4AU20
UR	←—————→					Special Heat Treatment	
TM □□□□			○			Traction Motor Specifications	
Spacer/ Attachment							
+K	←—————→					With Outer Ring Spacer	
+L	←—————→					With Inner Ring Spacer	
+KL□	←—————→					With Outer And Inner Ring Spacer (Width : □ Without Fraction)	7010CTDTP5+KL15
AH						Removal Sleeve Type Symbol	22215HK+AH315
H						Adapter Type Symbol	23024CDK+H3024
HJ						L-angle Ring Type Symbol	NJ210ETC3+HJ210E (=NH210ETC3)
Bearing Parts							
*A						Outer Ring Only	
*B						Inner Ring Only	
*0A						No Outer Ring (Ass'y Of Inner Ring, Rollers And Cage)	HR30205J*0A
*0B						One Set With No Inner Rings	280RV3901C4*0B
*S						One DU Seal	6210DU*S

[부록] 2. NSK 접두어 접미어 요약

Grease Quantity Code		Units in %					
		K	L	S	H	M	F
Miniature, Small-sized (Bore(10mm))	Both Shielded	20	30	50		65	
	Single Shielded		27	45			85
	Open		30	65			75
629 Only	Both Shielded	20	25	32	50		
	Single Shielded		20	30			85
	Open		25	45			75
Bore No. 00~08	Both Shielded	20	25	35	50	60	
	Single Shielded		25	35	50	60	85
	Open		30	55		70	85
Bore No. 09~	Both Shielded		20	30		55	
	Single Shielded			30		55	90
	Open			55			90

If The Grease Quantity Or Its Tolerance Is Special, Use X, Y, Z, A, B,
(These Are Registered By Engineering Division.)

Packaging Code	Packaging Type
5	Export Packing Of Individually Wrapped Bearings
6	Export Packing Of Roll- Wrapped Bearings
J	Standard Export Plain Package
Q	Export Roll Wrapping Of Extra Small Bearings

한국NSK주식회사

본 사 : 135-777 서울특별시 강남구 대치4동 892번지 Posco Center 서관 9층 TEL: 02) 3287-0300 FAX: 02) 3287-0545
영남지사 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지 TEL: 055) 279-1540~8 FAX: 055) 283-8161
공 장 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지 TEL: 055) 287-6001 FAX: 055) 2853-9982, 287-3901
<http://www.kr.nsk.com>

베어링 핸드북 (기초편)

