

---

# 구름베어링

---

CAT. NO. 1101b

韓國NSK株式會社は, 外國환 및 外國무역관리법, 그외의 수출관련법규에 의해, 규제되고 있는 제품·기술에 대하여는, 법령에 위반하여 수출하지 않는 것을 기본방침으로 하고 있습니다.

이 종합 Catalogue에 기재되어 있는 제품중에, 고정도(JIS 5급이상)의 베어링을 단품상태로 수출하는 경우에는, 韓國NSK株式會社로 문의하여 주시기 바랍니다.

## NSK 구름베어링종합 Catalogue(CAT. No. 1101b)의 발행에 즈음하여

평소 **NSK** 제품을 각별히 아껴주신데 대하여 깊이 감사드립니다.

구름베어링을 사용하는 각종기계·장치에 대한 시장의 요구는 점점 고도화, 다양화되고 있습니다. 따라서 중요한 기계요소인 구름베어링에 대해서도 고신뢰도, 메인テナンス 프리, 소형·경량화, 고속화, 특수환경에의 대응 등 다방면에 걸친 성능의 향상이 계속 요구되고 있습니다.

이러한 시기에 JIS 및 ISO 규격의 개정에 맞추어 구름베어링의 새로운 종합 Catalogue를 제작하였습니다. 여러분께서 충분히 이용하실 수 있도록 새로운 Catalogue를 보내드리고 있습니다. 이 Catalogue에는 여러 요구에 부응하기 위하여 최근의 실험과 연구에 바탕을 둔 기술내용과 많은 형식과 종류의 구름베어링을 기재하였습니다.

Catalogue 전면에는 베어링 전반에 걸친 공통적이고 다양한 기술사항과 베어링의 선정방법을 중심으로 기술하였으며 각 형식별 베어링 치수표의 그 형식 고유의 기술적인 내용을 보충 설명하여 놓았습니다. 베어링치수표에는 동일형식 베어링을 내경이 작은순서로 기재하였고, 또 설계상 참고되는 베어링의 정격 하중 허용회전수, 설치관계치수, 질량등을 각 베어링 호칭번호별로 기재하고 있습니다. 이들 단위에 관하여는 국제단위계(SI)를 기준으로 하였으며 공학단위계(중력단위계)도 함께 기재되어 있습니다.

또한 베어링의 주요치수, 정도에 관한 JIS의 개정에 따라 면취치수에 관해서는 최소치로 되어 있습니다.

새로운 Catalogue에 기재된 풍부한 **NSK** 베어링의 형식·종류중에서 여러분의 용도에 적합한 베어링을 선정하시는 데에 많은 도움이 되시기를 바랍니다.

# 總 目 次

## 해 설

	페이지		페이지
<b>1 구름베어링의 형식과 특징</b> .....	A 7	5.5 기본정정격하중과 동등가하중 .....	A32
1.1 형식과 분류 .....	A 7	5.5.1 기본정정격하중 .....	A32
1.2 형식과 특징 .....	A 7	5.5.2 정등가하중 .....	A32
<b>2 베어링의 선정의 개요</b> .....	A16	5.5.3 정허용하중계수 .....	A32
<b>3 베어링형식의 선정</b> .....	A18	5.6 원통로울러베어링의 허용액설하중 ..	A33
3.1 베어링공간과 베어링형식 .....	A18	5.7 응용계산예 .....	A34
3.2 하중과 베어링형식 .....	A18	<b>6 베어링의 허용회전수</b> .....	A37
3.3 허용회전수와 베어링형식 .....	A18	6.1 허용회전수의 보정 .....	A37
3.4 내륜·외륜의 기울기와 베어링형식 ..	A18	6.2 접촉고무시일형 불베어링의 허용회전수	A37
3.5 강성과 베어링형식 .....	A19	<b>7 베어링 주요치수와 호칭번호</b> .....	A38
3.6 음향·토오크와 베어링형식 .....	A19	7.1 주요치수 및 스냅링홈의 치수 .....	A38
3.7 회전정도와 베어링형식 .....	A19	7.1.1 주요치수 .....	A38
3.8 설치·분리와 베어링형식 .....	A19	7.1.2 스냅링홈 및 스냅링의 치수 .....	A38
<b>4 베어링배열의 선정</b> .....	A20	7.2 호칭번호 .....	A54
4.1 고정축 및 자유축 베어링 .....	A20	<b>8 베어링주요치수의 정도 및 회전정도</b> .....	A58
4.2 베어링배열의 적용예 .....	A21	8.1 베어링정도의 규정 .....	A58
<b>5 베어링치수의 선정</b> .....	A24	8.2 정도등급의 선정 .....	A81
5.1 베어링의 수명 .....	A24	<b>9 베어링의 끼워맞춤과 클리어런스</b> .....	A82
5.1.1 구름피로수명·기본정격수명 .....	A24	9.1 끼워맞춤 .....	A82
5.2 기본동정격하중과 피로수명 .....	A24	9.1.1 끼워맞춤의 중요성 .....	A82
5.2.1 기본동정격하중 .....	A24	9.1.2 끼워맞춤의 선정 .....	A82
5.2.2 사용기계와 설계수명 .....	A24	9.1.3 추천끼워맞춤 .....	A83
5.2.3 기본동정격하중에 따른 베어링		9.2 베어링의 내부 클리어런스 .....	A88
치수의 선정 .....	A25	9.2.1 내부 클리어런스의 규격치 .....	A88
5.2.4 온도에 의한 기본동정격하중의		9.2.2 내부 클리어런스의 선정 .....	A94
보정 .....	A26	<b>10 베어링의 예압</b> .....	A96
5.2.5 기본정격수명의 보정 .....	A27	10.1 예압의 목적 .....	A96
5.3 베어링하중의 산정 .....	A28	10.2 예압방법 .....	A96
5.3.1 하중계수 .....	A28	10.2.1 정위치예압 .....	A96
5.3.2 벨트 또는 체인 전동시의 하중 ..	A28	10.2.2 정압예압 .....	A96
5.3.3齒車전동시의 하중 .....	A29	10.3 예압과 강성 .....	A96
5.3.4 베어링에의 하중배분 .....	A29	10.3.1 정위치예압과 강성 .....	A96
5.3.5 변동하는 하중의 평균하중 .....	A29	10.3.2 정압예압과 강성 .....	A97
5.4 동등가하중 .....	A30	10.4 예압방법과 예압량의 선정 .....	A97
5.4.1 동등가하중의 산정 .....	A31	10.4.1 예압방법의 비교 .....	A97
5.4.2 앵글러블베어링 및 테이퍼로울러		10.4.2 예압량 .....	A98
베어링의 축방향분력 .....	A31		

	페이지
<b>11 축 및 하우징의 설계</b> .....	A100
11.1 축·하우징의 정도와 조도 .....	A100
11.2 베어링의 설치관계치수 .....	A100
11.3 밀봉장치 .....	A102
11.3.1 비접촉형식의 밀봉장치 .....	A102
11.3.2 접촉형식의 밀봉장치 .....	A104
<b>12 윤활</b> .....	A105
12.1 윤활의 목적 .....	A105
12.2 윤활방법 .....	A105
12.2.1 그리스 윤활 .....	A105
12.2.2 오일윤활 .....	A107
12.3 윤활제 .....	A110
12.3.1 윤활 그리스 .....	A110
12.3.2 윤활유 .....	A112
<b>13 베어링재료</b> .....	A114
13.1 궤도륜 및 전동체의 재료 .....	A114
13.2 리테이너의 재료 .....	A115
<b>14 베어링의 취급</b> .....	A116
14.1 취급상의 주의 .....	A116
14.2 설치 .....	A116
14.2.1 원통구멍베어링의 설치 .....	A116
14.2.2 테이퍼구멍베어링의 설치 .....	A118
14.3 운전검사 .....	A118
14.4 해체 .....	A121
14.4.1 외륜의 해체 .....	A121
14.4.2 원통구멍베어링의 해체 .....	A122
14.4.3 테이퍼구멍베어링의 해체 .....	A123
14.5 베어링의 점검 .....	A123
14.5.1 베어링의 세정 .....	A123
14.5.2 베어링의 점검과 판정 .....	A123
14.6 보수·점검 .....	A124
14.6.1 보수·점검과 이상처리 .....	A124
14.6.2 베어링의 손상과 대책 .....	A124
<b>15 테크니컬데이터</b> .....	A126
15.1 베어링의 축방향변위 .....	A128
15.2 끼워맞춤 .....	A130

	페이지
15.3 레이디얼 내부 클리어런스 액셀내부 클리어런스 .....	A132
15.4 예압과 기동토크 .....	A134
15.5 베어링의 동마찰계수·기타 .....	A136
15.6 윤활그리스의 종류와 성능 .....	A138

## 베어링치수표

베어링치수표 목차 .....	B 2
-----------------	-----

## NSK 제품소개·부표

<b>NSK</b> 제품소개·부표목차 .....	C 1
<b>NSK</b> 각종제품의 사진 .....	C 2
부표 1 국제단위계(SI)로 부터의 환산 .....	C 8
부표 2 N-kgf 환산표 .....	C10
부표 3 kg-1b 환산표 .....	C11
부표 4 °C - °F 온도환산표 .....	C12
부표 5 점도환산표 .....	C13
부표 6 inch-mm 환산표 .....	C14
부표 7 경도환산표 .....	C16
부표 8 금속재료의 물리적 기계적 성질 .....	C17
부표 9 축의 치수 허용차 .....	C18
부표 10 하우징 구멍의 치수 허용차 .....	C20
부표 11 기본공차 IT의 수치 .....	C22
부표 12 회전속도 $n$ 과 속도계수 $f_h$ .....	C24
부표 13 하중비 $C/P$ , 피로수명계수 $f_h$ 와 피로수명 $L \cdot L_h$ .....	C25
부표 14 inch계 테이퍼롤러베어링의 색인 .....	C26



# 1 구름베어링의 형식과 특징

## 1.1 형식과 분류

구름베어링(이하 베어링이라 함)은, 일반적으로 궤도륜, 전동체 및 케이지(RETAINER)로 구성되어 있고 주로 부하되는 하중의 방향에 의해 레이디얼 베어링과 스ラスト베어링으로 구분된다.

또한 전동체의 종류에 따라서 볼베어링과 로울러베어링으로 나눌 수가 있고 그 형상이나 특정 용도에 의해서도 분류할 수 있다.

대표적인 형식의 베어링에 대해서 각부의 명칭을 그림 1.1에 표시하였고 일반적인 구름베어링의 분류를 다음페이지 그림 1.2에 표시하였다.

은 특징을 갖고 있다.

- (1) 기동마찰이 작고, 동마찰과의 차이도 더욱 작다.
- (2) 국제적으로 표준화, 규격화가 이루어져 있으므로 호환성이 있고 교환사용이 가능하다.
- (3) 베어링의 주변 구조를 간략하게 할 수 있고 보수·점검이 용이하다.
- (4) 일반적으로 경방향 하중과 축방향 하중을 동시에 받을 수가 있다.
- (5) 고온도·저온도에서의 사용이 비교적 용이하다.
- (6) 강성을 높이기 위해 負의 클리어런스(예압상태)로 해서도 사용할 수 있다.

또한 구름베어링은 형식마다 각각 특징을 갖고 있다. 대표적인 구름베어링에 대해서 그 특징을 A10~A13페이지 및 표 1.1(A14~A15페이지)에 나타낸다.

## 1.2 형식과 특징

구름베어링은 미끄럼베어링과 비교하여 다음과 같

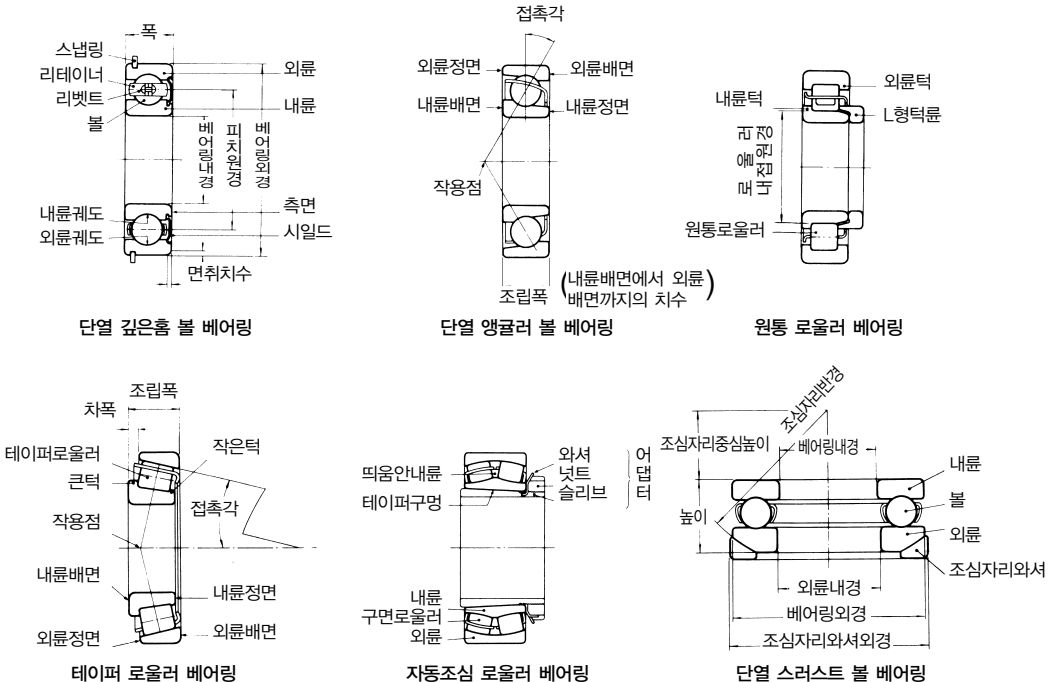


그림 1.1 베어링 각부의 명칭

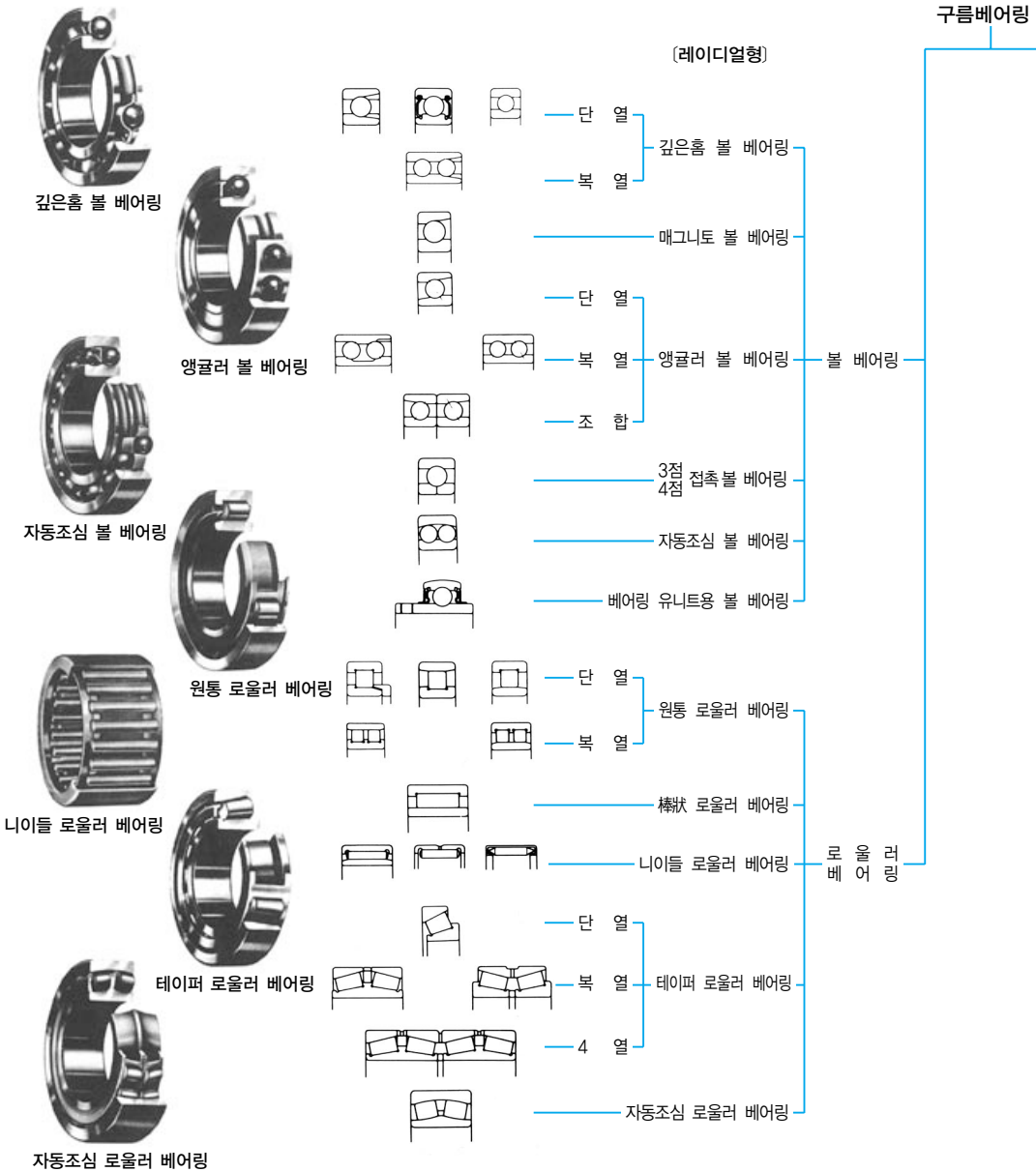
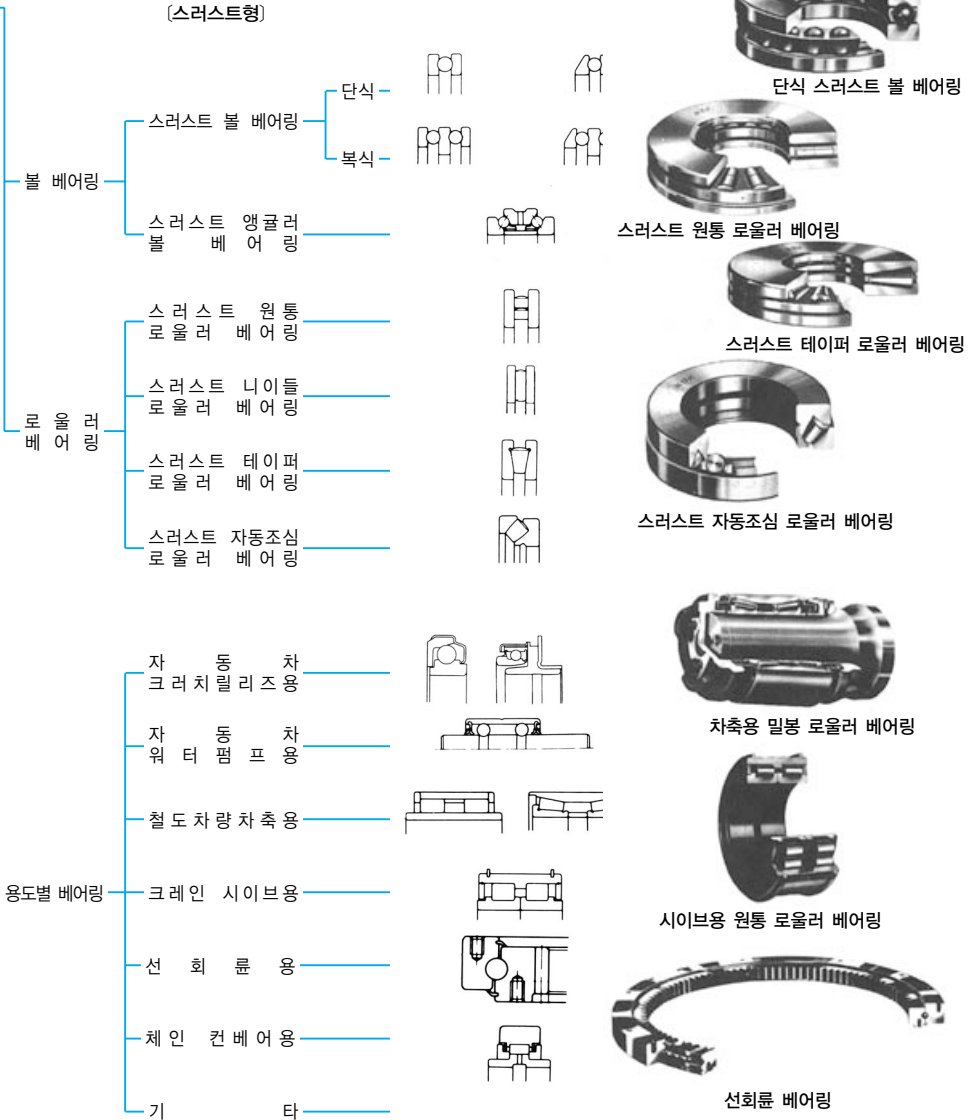
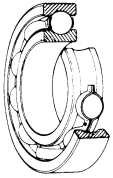


그림 1.2 구름





**단열깊은홈 볼 베어링**

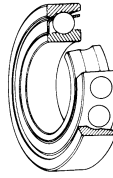


단열깊은홈베어링은 구름베어링 중에서 가장 대표적인 형식이고 그 용도가 넓다. 내륜·외륜에 설치된 궤도의 홈은 전동하는 볼의 반경보다 약간 큰 반경의 원호로 구성되어 있다.

이 베어링은 경방향 하중 이외에 양방향, 축방향 하중 어느쪽에도 견딜 수 있다. 마찰 토크가 적고 고속회전과 저소음, 저진동이 요구되는 용도에 가장 적합하다.

이 베어링은 개방형 외에 시일드 또는 고무시일로 밀봉한 베어링 혹은 외륜외경에 스냅링이 부착된 베어링이 있다. 일반적으로 강판의 프레스 리테이너가 사용되고 있다.

**단열앵글러 볼 베어링**

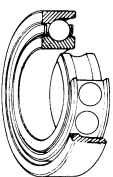


이 형식의 베어링은 경방향 하중과 한 방향의 축방향 하중을 부하할 수 있다. 볼과 내륜·외륜과는 15°, 25°, 30° 또는 40°의 접촉각을 갖고 있다.

접촉각이 클수록 축방향 하중의 부하 능력은 커지고 접촉각이 작은 만큼 고속회전에는 유리하다. 보통 2개를 짝지어 내부 클리어런스를 조정하여 사용한다.

일반적으로 강판인 프레스 리테이너를 사용하지만 접촉각이 30° 이하의 고정도의 베어링에는 주로 폴리아미드성형 리테이너가 사용되고 있다.

**매그네토 볼 베어링**

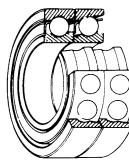


내륜의 홈은 깊은홈 볼 베어링보다 다소 얇고 턱이 없는 쪽의 외륜 내경은 외륜홈의 바닥에서부터 원통형으로 되어 있다. 따라서 외륜을 분리할 수 있으므로 베어링 부착이 편리하다.

보통 2개를 짝지어 사용한다. 베어링 내경이 4~20mm인 소형 베어링이다. 주로 소형발전기(magneto), 자이로(gyro), 계기등에 사용된다.

일반적으로 동합금의 프레스 리테이너가 사용되고 있다.

**조합베어링**

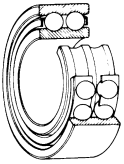


레이디얼 베어링을 2개이상 조합해서 1조로 한 베어링을 조합베어링이라 한다. 보통, 앵글러 볼 베어링끼리 혹은 테이퍼 로울러 베어링끼리의 조합이 많다.

조합의 종류로서 외륜의 정면을 맞춘 정면 조합(DF형), 배면을 맞춘 배면조합(DB형), 그리고 똑같은 방향의 병렬조합(DT형)이 있다.

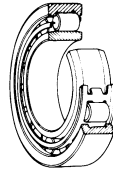
DF형 및 DB형 조합의 베어링은 경방향하중과 양방향의 축방향 하중을 부하할 수 있으며 DT형은 한방향의 축방향 하중이 클 경우에 쓰인다.

**복열앵글러 볼 베어링**



복열 앵글러 볼 베어링은 2개의 단열 앵글러 볼 베어링의 외륜배면을 맞추어 내륜 및 외륜을 각각 일체로 한 구조의 베어링이다. 따라서 양방향의 스러스트 부하능력을 갖고 있다.

**원통로울러 베어링**



원통상의 로울러와 궤도가 선접촉을 하고 있는 단순한 형상의 베어링이다. 부하능력이 크며 주로 경방향 하중을 부하한다. 전동체와 궤도륜턱과의 마찰이 적으므로 고속회전에 적합하다.

궤도륜 턱의 유무에 따라 NU, NJ, NUP, N, NF형 등의 단열 베어링 및 NNU, NN형의 복열 베어링이 있다.

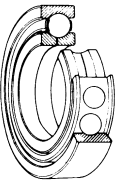
어느 것이나 내륜과 외륜은 분리할 수 있다.

내륜 또는 외륜에 턱이 없는 형식의 원통 로울러 베어링은 내륜·외륜이 축방향으로 자유롭게 움직일 필요가 있는 곳에 설치한다. 내륜 또는 외륜의 어느쪽에 양쪽턱이 있고, 나머지의 궤도륜이 한쪽에만 턱이 있는 원통 로울러 베어링은 한방향의 축방향 하중을 어느정도 부하할 수 있다.

복열 원통 로울러 베어링은 경방향하중에 대한 강성이 높으며 주로, 공작기계의 주축에 사용된다.

주로 강판인 프레스 리테이너와 동합금 기계가공 리테이너가 사용되지만, 일부에는 폴리아미드 성형 리테이너도 사용되고 있다.

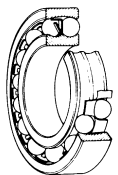
**4 점 접촉 볼 베어링**



4점 접촉 볼 베어링은 중심축에 수직인 평면으로 내륜이 2분할되어 있다. 내륜·외륜 분리형의 단열 앵글러 볼 베어링이다. 레이디얼 하중과 양쪽 방향의 액셀 하중을 부하할 수가 있는 볼과 내륜·외륜과는 35°의 접촉각을 갖고 있다. 이 베어링 1개로 정면조합 또는 배면조합 앵글러 볼 베어링을 대신할 수 있다.

일반적으로 동합금 기계가공 리테이너가 사용되고 있다.

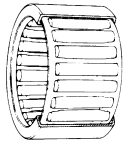
**자동조심 볼 베어링**



내륜은 2열의 궤도를 갖고 외륜의 궤도는 구면을 이루고 있다. 구면의 곡률중심은 베어링 중심과 일치하므로 내륜, 볼 및 리테이너는 외륜에 대해 원만한 조심성이 부여된다.

축과 하우징의 가공오차나 부착 불량 등에 의해서 생기는 축중심의 뒤틀림은 자동적으로 조정된다. 또한 내륜 테이퍼 구멍 베어링도 있고 어댑터에 의해 설치된다.

**니 이 들  
로울러 베어링**

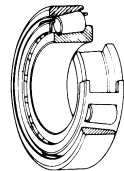


니이들 로울러 베어링은 길이가 직경 3~10배가 되는 가늘고 긴 로울러가 많이 들어 있다. 베어링은 로울러 내접원경에 비해 외경이 작아 비교적 큰 경방향 부하능력을 갖고 있다.

니이들 로울러 베어링에는 외륜이 특수합금강판제인 셸형 베어링과 기계가공 궤도륜의 슬리드형, 궤도륜을 생략한 케이지 & 로울러, 캠 팔로우어 형식의 베어링 등이 있다. 또 내륜과 리테이너의 부착 여부에 따른 형식과 구별이 있다.

리테이너가 부착된 베어링에는 주로 강판 프레스 리테이너가 사용된다.

**테 이 퍼  
로울러 베어링**



원추형의 로울러가 전동체로서 내장되어 있고, 내륜의 큰턱에 의해서 안내된다. 이 베어링은 경방향하중과 한방향의 축방향하중을 함께 받을 수가 있고 그 능력이 크다. 고부하용량 베어링으로서 로울러 치수와 로울러 수를 증가시킨 HR 시리즈가 있다.

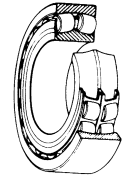
앵글러 베어링과 마찬가지로 보통 짝지어 사용한다. 이 경우 내륜끼리, 혹은 외륜끼리의 간격을 축방향으로 조정함에 따라 적당한 내부 클리어런스를 설정할 수가 있다.

분리형이기 때문에 내륜과 외륜을 따로따로 설치할 수가 있다.

접촉각의 크기에 따라 보통 경사각형, 중경사각형 및 급경사각형의 베어링이 있고, 로울러의 열수에 의해 복열 혹은 4열의 테이퍼 로울러 베어링도 있다.

일반적으로 강판의 프레스 리테이너가 사용되고 있다.

**자 동 조 심  
로울러 베어링**



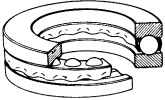
2열의 궤도를 갖는 내륜과 궤도가 구면인 외륜과의 사이에 궤도면이 나무통 모양의 로울러를 집어 넣은 베어링이다.

외륜궤도면의 곡률중심은 베어링 중심과 일치하므로 자동조심 볼 베어링과 같은 원리로 조심성이 있다. 따라서 축이나 하우징의 휨이 있을 경우, 혹은 축심이 일치하지 않는 경우에는 자동적으로 조정되어 베어링에 무리한 힘이 가해지지 않는다.

자동조심 로울러 베어링은 경방향하중과 양방향의 축방향 하중을 부하할 수 있으며 특히 레이디얼 부하능력은 상당히 커서 중하중, 충격하중이 걸리는 용도에 적합하다.

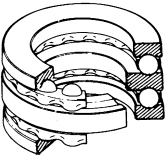
내륜내경이 테이퍼 구멍형인 베어링은 직접 테이퍼축에 설치하거나 어댑터 또는 해체슬리브를 사용하여 원통축에 설치한다. 리테이너에는 강판인 프레스 리테이너, 폴리아미드성형 리테이너, 동합금 기계가공 리테이너 등이 쓰인다.

**단식 스러스트  
볼 베어링**



볼이 전동하도록 홈을 가진 와셔 형태의 궤도륜과 볼을 조립한 리테이너로 구성되어 있다. 축에 설치할 궤도륜을 내륜이라고 하우징에 설치할 궤도륜을 외륜이라 부른다. 복식베어링에서는 중앙궤도륜(중앙륜)을 축에 설치해 사용한다.

**복식 스러스트  
볼 베어링**

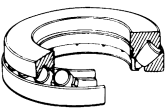


단식의 스러스트 볼 베어링은 한 방향의 축방향하중을 받으며 복식 베어링은 양방향의 축방향하중을 부하할 수가 있다.

설치오차등의 영향을 경감시키기 위해 외륜에 조심자리 와셔를 부착한 형식의 스러스트 볼 베어링도 있다.

소형베어링에는 주로 강판인 프레스 리테이너가 사용되며 대형베어링에는 동합금 기계가공 리테이너가 사용된다.

**스러스트 자동조심  
로울러 베어링**



전동면이 나무통모양의 로울러를 경사지게 배열한 스러스트 베어링이다. 외륜의 구도가 구면을 이루고 있으므로 조심성을 가지고 있다. 스러스트 부하능력은 상당히 크며, 축방향 하중이 가해질 경우에는 다소의 경방향하중도 부하할 수 있다.

리테이너에는 강판인 프레스 리테이너 동합금 기계가공 리테이너가 사용된다.

표 1.1 구름베어링의

베어링형식		볼린베어링	대그니븐베어링	윤활필요없음베어링	복합윤활필요없음베어링	조윤활필요없음베어링	4점접촉베어링	자동조심베어링	위윤활필요없음베어링	복합윤활필요없음베어링	한쪽편측이윤활필요없음베어링
특성	레이디얼하중										
	액설하중										
	합성하중										
부하용량	고속회전										
	고정도										
	저소음저토오크										
강성											
내륜·외륜의 허용기울기											
조심작용											
내륜·외륜의 분리											
고정측용											
자유측용											
내륜테이퍼구멍											
비고		짜지워 사용	접촉각 15°25'30° 40° 짜지워 쓰며 클리어런스 조정한다.		이 밖에 DF, DT조합이 있지만 자유측에는 사용할 수 없다.	접촉각은 35°임		N형 포함	NNU형 포함	NF형 포함	
참조페이지	B5 B31	B5 B28	B47	B47 B66	B47	B47 B68	B73	B81	B81 B106	B81	

범례 특히 가능 충분히 가능 가능 조금 가능 불가 한쪽방향만 양방향  
 적용가능 적용가능. 단, 베어링의 끼워맞춤면에서 축의 신축이 없도록 한다.

형식과 특징

턱원동로울러 베어링	니리울러 베어링	티리울러 베어링	복원·다열 티리울러 베어링	자동조심러 베어링	스러스트 베어링	조심서러스트 베어링	복스앵글 베어링	식스러스트 베어링	스러스트 원동로울러 베어링	스러스트 로울러 베어링	스러스트 자동로울러 베어링	트심조심러링	참고치
													-
													-
													-
													A18 A37
													A19 A58 A81
													A19
													A19 A96
													A18 각형식별해설
				☆		☆						☆	A18
☆	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	A19 A20
☆			☆	☆									A20 A21
	☆		★	★									A20 A21
				☆									A80 A118 A122
NUP형 포함		짜지워 사용하며 클리어런스 조정한다.	이밖에 KH, KV형이 있지만 함께 자유축에 사용할 수 없다.						스러스트 니어들 로울러 베어링을 포함			오일윤활로 사용한다.	
B81	B241	B111	B111 B172 B331	B179	B203	B203	B231		B203 B220	-		B203 B224	

## 2 베어링선정의 개요

구름베어링을 사용하는 각종기계장치, 기구등에 대한 시장의 중요성능이 점점 까다로워짐에 따라 베어링에 요구되는 조건, 성능도 점점 다양화되고 있다.

수많은 형식과 치수중에서 이들 용도에 가장 적합한 베어링을 선정하기 위해서는 여러 각도로 검토할 필요가 있다.

베어링 선정에 있어서는 먼저 軸系로서의 베어링 배열, 설치, 해체의 용이함 정도, 베어링을 위해 허용되는 공간, 치수, 베어링의 시장성등을 고려해서 베어링 형식을 일단 결정한다. 다음에 베어링을 사용할 각종 기계의 설계수명과 베어링의 내구한도를 비교 검토하면서 베어링의 치수를 결정해간다.

베어링 선정에 있어서 자칫하면 베어링의 피로수명

만을 생각할 수 있으나, 그리스의 열화에 의한 그리스 수명, 마모, 음향등에 대해서도 검토할 필요가 있다.

또한 용도에 있어서는 정도, 클리어런스, 리테이너의 형식, 그리스 등, 내부사양을 특히 고려하여 베어링을 선정할 필요가 있다. 그러나 베어링 선정에 일정한 순서나 규칙은 없다. 베어링에 요구되는 조건, 성능에 대해서 가장 많이 관련되는 사항의 검토를 우선으로 하는 것이 실제적이다. 새로운 기계나 특별한 사용조건·환경조건에서 사용되는 베어링을 선정하는 경우에는 NSK에 상담하여 주십시오.

일반적인 베어링 선정의 참고예로서, 그 과정을 그림 2.1에 표시했다.

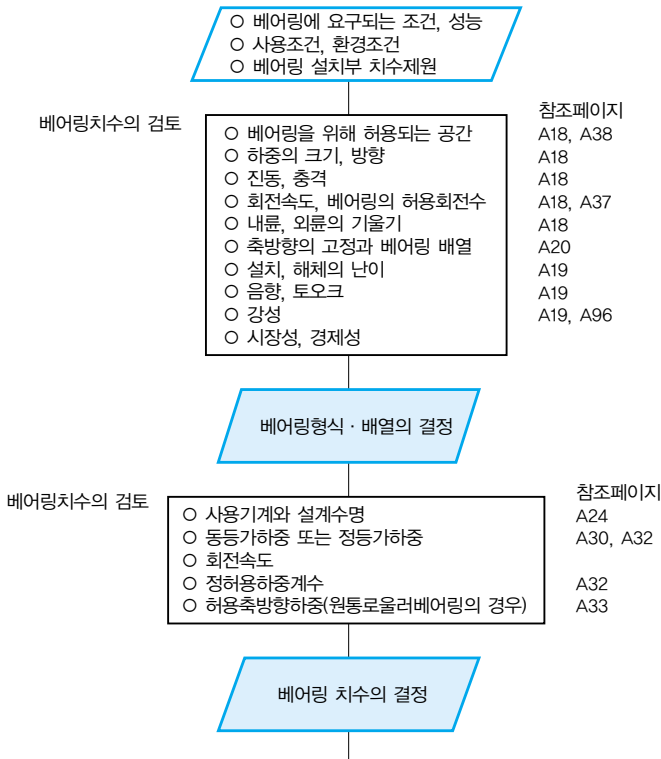
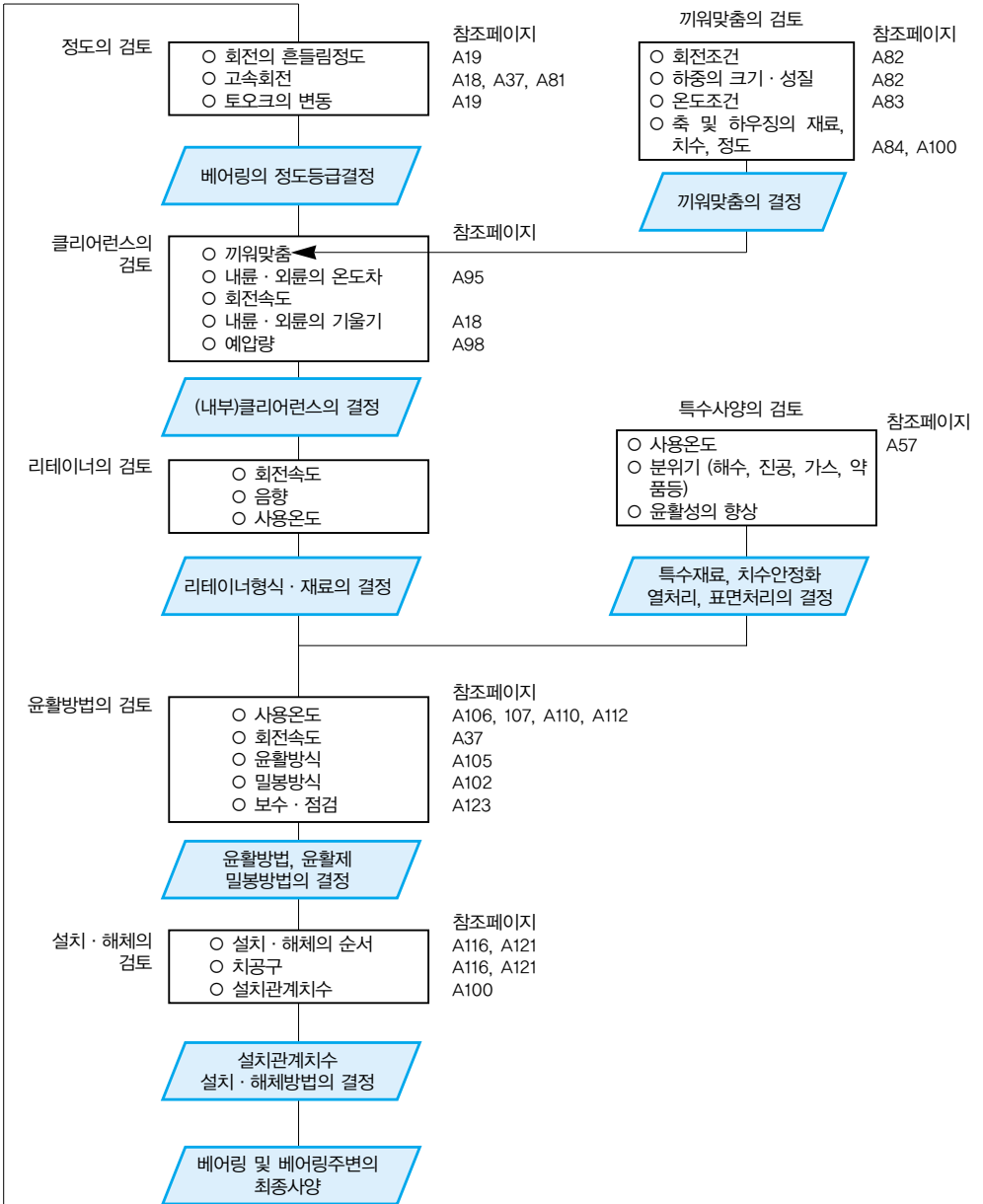


그림 2.1 구름 베어링





### 3 베어링 형식의 선정

#### 3.1 베어링 공간과 베어링 형식

구름베어링과 그 주변 설계에 허용되는 공간에는 제한이 있으며 이 범위내에서 베어링의 형식·치수를 선정해야만 한다.

대개의 경우, 기계의 설계상, 축경이 먼저 정해짐으로 내경을 기준으로 베어링을 선정하는 일이 많다.

구름베어링에는 표준화된 많은 형식과 치수계열이 있으므로 이 중에서 최적의 베어링 형식을 선정할 수가 있다. 그림 3.1에 레이디얼 베어링의 치수계열과 해당하는 베어링 형식을 정리했다.

#### 3.2 하중과 베어링 형식

베어링의 부하능력을 나타내는 기본정격하중(A24 피치 참조)과 그것에서 구해진 스러스트 부하능력과 베어링 형식별로 비교하면 대략 그림 3.2에 표시한 바와 같다. 따라서 동일치수 계열의 베어링을 비교했을 경우 볼 베어링에 비해 로울러 베어링 쪽이 부하능

력이 높으며, 충격하중이 걸리는 용도에는 로울러 베어링이 유리하다.

#### 3.3 허용회전수와 베어링 형식

구름베어링에 허용되는 최고의 회전수(rpm)는 베어링 형식에 치수, 리테이너의 형식, 재료, 베어링 하중, 윤활방법, 냉각상황등에 따라 달라진다. 일반적인 油浴윤활의 경우에 있어서 허용회전수가 높은 순으로 베어링 형식을 나열하면 대략 그림 3.3과 같다.

#### 3.4 내륜, 외륜의 경사와 베어링 형식

하중에 의한 축의 휨, 축과 하우징의 정도불량, 설치오차 등에 의해 베어링 내륜과 외륜 사이에 경사가 생긴다. 구름베어링에 허용되는 이 경사각은 베어링 형식이나 사용조건에 따라 달라지지만, 보통 0.0012 라디안(4') 이하의 작은 값이다.

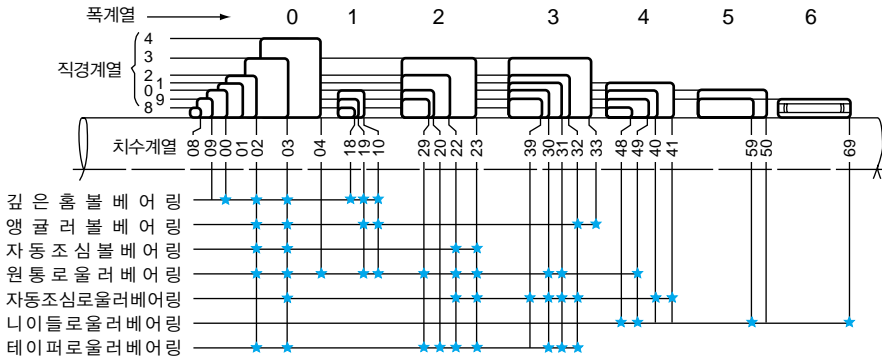


그림 3.1 레이디얼베어링의 치수 계열과 베어링 형식

베어링 형식	레이디얼부하능력				스러스트부하능력			
	1	2	3	4	1	2	3	4
단열깊은홀볼베어링	■	■	■	■	■	■	■	■
단열앵글러볼베어링	■	■	■	■	■	■	■	■
원통로울러베어링(1)	■	■	■	■	■	■	■	■
테이퍼로울러베어링	■	■	■	■	■	■	■	■
자동조심로울러베어링	■	■	■	■	■	■	■	■

주 (1) 턱볼이 원통 로울러 베어링은 어느정도의 스러스트 부하능력을 가지고 있다.

그림 3.2 베어링형식에 의한 부하능력비교

베어링 형식	허용회전수의 비교비율				
	1	4	7	10	13
깊은 홀볼 베어링	→	→	→	→	→
앵글러볼 베어링	→	→	→	→	→
원통로울러베어링	→	→	→	→	→
나이틀로울러베어링	→	→	→	→	→
테이퍼로울러베어링	→	→	→	→	→
자동조심로울러베어링	→	→	→	→	→
스러스트볼베어링	→	→	→	→	→

비고 → 는 油浴윤활의 경우  
 - -> 는 베어링 및 베어링주변 고속대책을 한 경우

그림 3.3 베어링형식에 의한 허용회전수의 비교

만약, 내륜, 외륜에 큰 경사가 예상될 경우에는 자동조심 볼 베어링, 자동조심 로울러 베어링, 베어링 유니트등, 조심성이 있는 베어링을 선정한다. (그림 3.4, 그림 3.5)

베어링의 허용경사각은 각 베어링 치수표 앞의 형식별 해설에 기재되어 있다.

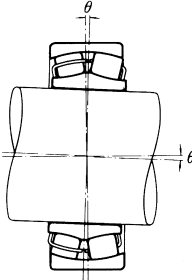


그림 3.4 자동조심 로울러베어링의 허용조심각

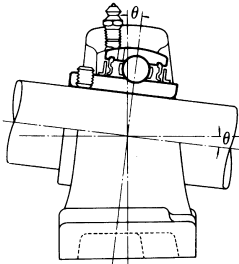


그림 3.5 볼 베어링유니트의 허용조심각

공작기계주축 등에서는 축의 강성과 함께 베어링의 강성도 높일 필요가 있으므로 볼 베어링보다 하중에 의한 변형이 적은 로울러 베어링이 선정되는 일이 많다. 또, 베어링을 마이너스 클리어런스 상태로해서 사용하는 예압법에 따라 베어링의 강성을 높일 수가 있다. 이 방법에는 앵글러 볼 베어링, 테이퍼 로울러 베어링등이 적합하다.

### 3.6 음향, 토오크와 베어링 형식

구름베어링은 정밀가공 기술에 의해 제작되므로 음향이나 토오크가 작다. 깊은홈 볼 베어링, 원통 로울러 베어링 등에는 용도에 따라 음향등급이 정해져 있고 또 고정도 미니어추어 볼 베어링에는 기동토오크가 규정되어 있다.

전동기나 계기등과 같이 저소음, 저토오크가 요구되는 기기에는 깊은홈 볼 베어링이 적합하다.

### 3.7 회전정도와 베어링 형식

공작기계주축등, 회전체의 흔들림의 정도가 높게 요구되거나, 과급기 등과 같이 회전속도가 빠른 용도에는 정도 등급이 5급, 4급, 2급등의 고정도 베어링이 사용된다.

구름베어링의 회전정도는 여러 항목에 대해 규정되어 있으며 베어링 형식에 따라 규정되어 있는 정도등급이 다르다. 베어링 형식별로 규격으로 정해져 있는 가장 높은 회전정도를 내륜의 레이디얼 흔들림에 대해 비교하면 그림 3.6과 같다.

따라서, 높은 회전정도가 필요한 용도에는 주로 깊은 홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링, 원통 로울러 베어링등이 적합하다.

### 3.8 설치·해체와 베어링 형식

원통 로울러 베어링, 니들 로울러 베어링, 테이퍼 로울러 베어링 등 내륜과 외륜을 분리할 수 있는 쪽이 설치·해체가 편리하다. 정기 검사 등에 의해 베어링의 해체·설치를 비교적 많이 하는 기계에는 상기와 같은 베어링 형식이 적합하다.

테이퍼 구멍형의 자동조심 볼 베어링, 자동조심 로울러 베어링(소형)등은 슬리브를 사용함에 따라 비교적 용이하게 설치·해체할 수 있다.

### 3.5 강성과 베어링 형식

구름베어링이 하중을 받으면 궤도와 전동체와의 접촉부에 탄성변형을 일으킨다. 베어링의 강성은 베어링 하중과 내륜, 외륜 및 전동체의 탄성변형량과의 비율에 의해 정해진다.

베어링 형식	JIS에서 규정되어 있는 최고의 정도	내륜레이디얼흔들림 허용치의 비교				
		1	2	3	4	5
깊은홈볼베어링	2급	→				
앵글러볼베어링	2급	→				
원통로울러베어링	2급	→				
테이퍼로울러베어링	4급	→				
자동조심로울러베어링	0급	→	→	→	→	→

그림 3.6 베어링형식에 의한 내륜레이디얼 흔들림 허용치의 비교

## 4 베어링 배열의 선정

일반적으로 축은 2개의 베어링으로 지지되며 베어링의 배열에 대해서 생각할 경우에는 다음과 같은 항목에 대해 검토가 필요하다.

- (1) 온도변화에 따른 축의 팽창, 수축대책
- (2) 베어링의 설치, 해체의 난이도
- (3) 축의 휨이나 설치 오차에 따른 내륜과 외륜의 기울기
- (4) 베어링을 포함한 회전계 전체로서의 강성과 예압법
- (5) 최적의 위치에서 하중을 부하해 전달할 것

### 4.1 고정축 및 자유축 베어링

배열한 베어링 중에서 1개만 고정축 베어링으로 정하여, 베어링을 축방향으로 위치를 정해 고정시키기 위해서 필요하다. 이 고정축에는 경방향하중과 함께 축방향 하중도 부하할 수 있는 형식의 베어링을 선정

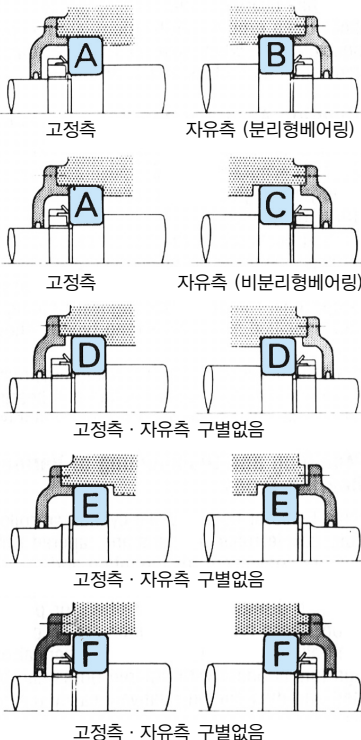
한다.

고정축 베어링을 제외한 다른 베어링은 경방향하중만을 부하하는 자유축 베어링으로 하고 온도변화에 따른 축의 팽창, 수축을 하지 않도록 하며, 축방향의 설치 위치 조정에도 이용한다. 온도변화에 따른 축의 신축대책이 충분하지 않으면 베어링에 이상 축방향 하중이 걸려 베어링 조기파손의 원인이 된다.

자유축 베어링으로서 내륜과 외륜을 분리할 수 있고, 축방향으로도 이동할 수 있는 형식의 원통 로울러 베어링(NU형, N형 등), 레이디얼 니어들 로울러 베어링등이 적합하며, 그것들을 사용하면 설치·해체가 용이한것도 많다.

비분리형 베어링을 자유축으로 사용할 경우는 보통 외륜과 하우징을 틈새 끼워 맞추기로 하여 운전중 축의 팽창을 베어링과 함께 피해주도록 한다.

또, 내륜과 축의 끼워맞춤면에서 피해주는 수도 있다. 베어링 간격이 짧고 축의 신축 영향이 적은 경우



**베어링 A**  
 깊은 홈 볼 베어링  
 조합 앵글러 볼 베어링  
 복열 앵글러 볼 베어링  
 자동 조심 볼 베어링  
 턱륜부착원통로울러베어링  
 (NH, NUP형)  
 복열테이퍼로울러베어링  
 자동 조심로울러베어링

**베어링 B**  
 원통로울러베어링(NU, N형)  
 니어들로울러베어링(NA형등)

**베어링 D, E<sup>(2)</sup>**  
 앵글러 볼 베어링  
 테이퍼로울러베어링  
 매그니토 볼 베어링  
 원통로울러베어링(NJ, NF형)

**베어링 C<sup>(1)</sup>**  
 깊은 홈 볼 베어링  
 조합 앵글러 볼 베어링  
 (배면조합)  
 복열 앵글러 볼 베어링  
 자동 조심 볼 베어링  
 복열테이퍼로울러베어링  
 (KBE형)  
 자동 조심로울러베어링

**베어링 F**  
 깊은 홈 볼 베어링  
 자동 조심 볼 베어링  
 자동 조심로울러베어링

주 (1) 그림은 외륜외경에서 축의 신축을 조정하도록 되어 있으나 내경측에서 조정할 수도 있다.

(2) 각 형식마다 베어링을 찍지어 사용한다.

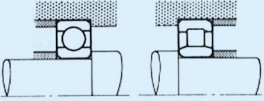
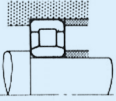
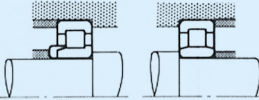
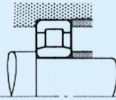
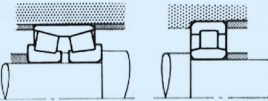
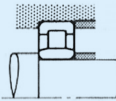
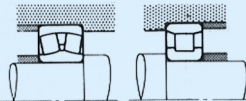
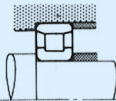
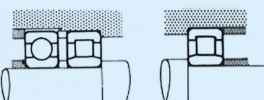
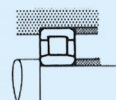
그림 4.1 베어링 배열과 베어링 형식

에는 한 방향으로만 축방향하중을 부하할 수 있는 앵글러 볼 베어링, 테이퍼 로울러 베어링 등을 짝지워 사용한다. 설치후의 축방향 클리어런스(축방향의 움직임 량)는 너트나 심 등으로 조정한다. 자유축, 고정축의 구별과 베어링 배열 및 베어링 형식을 그림 4.1에 정리하였다.

### 4.2 베어링 배열의 적용예

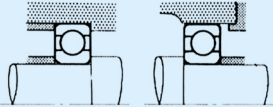
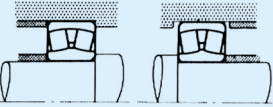
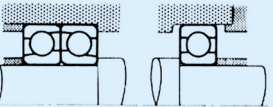
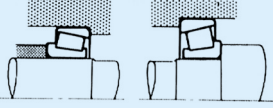
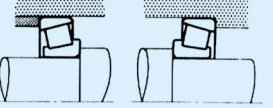
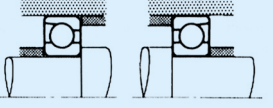
축계로서의 예압과 강성, 축의 신축, 설치오차등을 고려한 실제 베어링 배열의 대표적인 것을 표 4.1에 표시하였다.

표 4.1 대표적인 베어링 배열과 적용예

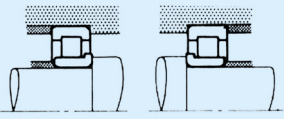
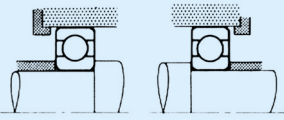
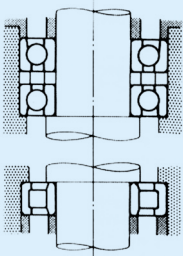
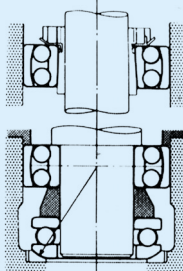
베 어 링 배 열		내 용	적 용 예 (참고)
고 정 축	자 유 축		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축의 신축이 있어도 베어링에 이상 축방향하중이 걸리지 않는 표준적인 배열이다.</li> <li>○ 설치오차가 적을 경우 고속용도에 적합하다.</li> </ul>	중형전동기, 송풍기 등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중(重)하중, 충격하중에 견디며, 축방향 하중도 어느정도 부하할 수 있다.</li> <li>○ 원통로울러베어링은 각 형식 모두 분리형이기 때문에 내륜, 외륜 모두 하우징과 축에 대해 꼭 끼이게 설치하고자 할 때에 적합하다.</li> </ul>	차량용 주전동기등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비교적 하중이 큰 경우에 사용된다.</li> <li>○ 고정축 베어링에 강성을 주기 위해, 배면설치를 이용한다.</li> <li>○ 축·하우징 모두 정도를 좋게하고 설치오차도 적게할 필요가 있다.</li> </ul>	재철용테이블로울러, 선반주축 등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 그다지 큰 축방향 하중이 걸리지 않는 경우로, 내륜, 외륜 모두 꼭 끼이게 설치하고자 할때에도 적용할 수 있다.</li> </ul>	제지기계 칼렌더를 디젤기관차 차축등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고속회전으로 경방향 하중이 크고, 또 축방향하중도 걸리는 용도에 적합하다.</li> <li>○ 깊은홈 볼 베어링의 외경과 하우징 내경과의 사이에 클리어런스를 주어 경방향하중이 걸리지 않도록 한다.</li> </ul>	디젤기관차 변속기 등

다음 페이지에 계속

표 4.1 대표적인 베어링 배열과 적용에 (계속)

베 어 링 배 열		내 용	적 용 예 (참고)
고 정 축	자 유 축		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 아주 일반적인 배열이다.</li> <li>○ 경방향하중 이외의 어느정도 축방향하중도 부하할 수 있다.</li> </ul>	양흡입형 소용돌이펌프 자동차변속기등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 설치오차나 축의 처짐이 있을때 가장 적합한 배열이다.</li> <li>○ 하중이 큰 일반기계, 산업기계 등에 많다.</li> </ul>	감속기, 제철소재이블로울러, 천정크레인 주행차륜차축등
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비교적 큰 축방향 하중이 좌우 어떤 방향에도 작용하는 경우에 적합하다.</li> <li>○ 조합 앵글러 볼 베어링 대신 복열 앵글러 볼 베어링을 사용할 수도 있다.</li> </ul>	워엄기어 감속기 등
고정축 · 자유축의 구별이 없는 경우		내 용	적 용 예 (참고)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중하중과 충격하중에도 견딜 수 있으므로 널리 이용되는 배열이다.</li> <li>○ 배면 설치는 특히 베어링간 거리가 짧고 모멘트 하중이 작용할 경우에 사용하면 좋다.</li> <li>○ 정면설치는 내륜에 팽끼이게 설치할 경우에는 설치가 용이하다. 또 일반적으로 설치오차가 있을때에 유리하다.</li> <li>○ 예압 상태에서 사용할 경우에는 예압의 크기와 클리어런스 조정에 주의가 필요하다.</li> </ul>	자동차差動齒車장치 피니언축, 자동차 전륜 · 후륜 워엄기어 감속기등
			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경방향 하중이 그다지 크지 않고 비교적 축방향 하중이 클때 고속용으로서 사용된다.</li> <li>○ 예압을 받는 축에 강성을 줄 경우에 적합하다.</li> <li>○ 모멘트 하중에 대해서는 정면 설치에 비해 배면 설치가 유리하다.</li> </ul>	연삭기의 지석축등

다음 페이지에 계속

고정측 · 자유측의 구별이 없는 경우	내 용	적 용 예 (참고)
 <p>NJ+NJ 설치</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 重하중 · 충격하중에 견딜 수 있다.</li> <li>○ 내륜 · 외륜 모두 팍 끼이게 설치할 때에도 사용할 수 있다.</li> <li>○ 운전중에 축방향 클리어런스가 너무 작아지지 않도록 주의를 요한다.</li> <li>○ NF형+NF형의 설치도 있다.</li> </ul>	<p>건설기계 종감속장치등</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한쪽 방향의 베어링 외륜측면에서 스프링을 사용하는 때도 있다.</li> </ul>	<p>소형전동기, 소형감속기, 소형펌프등</p>
세로형의 경우	내 용	적 용 예 (참고)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조합 앵글러 볼 베어링이 고정측</li> <li>○ 원통 로울러 베어링이 자유측</li> </ul>	<p>세로형 전동기 등</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조심 자리의 구면중심이 자동조심 볼 베어링의 중심에 일치하도록 한다.</li> <li>○ 상부 베어링은 자유측이다.</li> </ul>	<p>세로형 오브너(방직기) 등</p>

## 5 베어링 치수의 선정

### 5.1 베어링의 수명

구름베어링에 요구되는 기능은 각각의 용도에 따라 다르기는 하지만, 정해진 기간 동안 지속되어야 한다는 점이다. 베어링을 어떤 용도에 바르게 사용하여도 시간이 경과됨에 따라 음향·진동의 증가, 마모에 의한 정도 저하·윤활 그리스의 열화, 구름면의 피로손상 등에 따라 사용할 수가 없게 된다.

이 베어링이 사용불능이 되기까지의 기간이 넓은 의미로 베어링수명이며, 각각 음향수명, 마모수명, 그리스 수명, 구름 피로수명 등이라 불리고 있다.

이상과 같은 수명 이외에 베어링을 사용하기 어려워지는 현상에는, 타붙음, 균열, 깨짐, 궤도론의 유해한 뜯김, 밀봉시일의 손상 등이 있다. 이것들은 베어링의 고장으로서 수명과 구별되어야 할 성질의 것이며 베어링 선정의 잘못, 축, 하우징과 주변의 설계불량, 설치 불량, 사용방법 혹은 보수의 잘못등에 기인하는 경우가 많다.

#### 5.1.1 구름피로수명, 정격피로수명

구름베어링이 하중을 받아 회전하면, 내륜, 외륜의 궤도면 및 전동체의 전동면은 끊임없이 반복하여 하중을 받으므로 재료의 피로에 따라 플레이킹이라 불리는 비늘형태의 손상(그림 5.1)이 궤도면 혹은 전동면에 나타난다. 이 최초의 플레이킹이 생기기까지의 총회전수를 구름피로수명이라 하며, 좁은의미로 수명이라 불릴때가 많다.

베어링의 피로수명은 치수, 구조, 재료, 열처리, 가공방법 등을 동일하게 한 수많은 베어링을 동일조건으로 운전해도 상당히 큰 산포가 발생한다.(그림 5.2) 이것은 재료의 피로 그 자체에 산포가 있기 때문이다. 따라서 이 수명의 산포를 통계적 현상으로 취급하기 위해서 다음과 같이 정의된 정격피로수명을 사용한다.

정격피로수명이란 일군의 동일 호칭번호의 베어링을 동일운전조건으로 각각 회전시켰을때 그중 90%의 베어링이 구름피로에 의한 플레이킹을 일으키는 일 없이 회전할 수 있는 총회전수를 말한다. 일정한 회전속도로 운전될 경우에는 정격피로수명을 총회전시간으로 나타내는 경우도 많다.

베어링의 수명을 검토할 경우, 이 피로수명만을 생각하게 되는데 베어링에 요구되는 기능에 따라서는 어느 정도의 사용한도를 같이 생각해 볼 필요가 있다. 예를들면 그리스 봉입베어링의 그리스 수명(12장 윤

활 A107페이지 참조)은 대개 산정할 수가 있다. 음향수명이나 마모수명등은 베어링의 용도에 따라 사용한도의 기준이 달라지므로 미리 경험적인 한도를 정해 놓는 경우가 많다.

### 5.2 기본동정격하중과 피로수명

#### 5.2.1 기본동정격하중

구름베어링의 부하능력을 나타내는 기본동정격하중이란, 내륜을 회전시키고 외륜을 정지시킨 조건으로 정격피로수명이 100만 회전( $10^6 rev.$ )에 달하게 되는 방향과 크기가 변동하지 않는 하중을 말한다. 레이디얼 베어링일 경우는 방향과 크기가 일정한 경방향하중을 취하며 스러스트 베어링에서는 중심축에 일치한 방향으로 크기가 일정한 축방향하중을 취한다. 기본동정격하중  $C$ 는 각각의 베어링에 대하여 레이디얼 베어링에서는  $C_r$ , 스러스트 베어링에서는  $C_a$ 로서 베어링 치수표에 기재되어 있다.

#### 5.2.2 사용기계와 설계수명

구름베어링의 선정에 있어서 피로수명을 필요이상으로 길게 설정하면 그만큼 큰 베어링을 선정해야 하므로 오히려 경제적이지 못하다. 또 축의 강도, 강성,

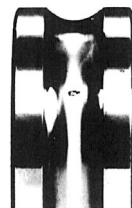


그림 5.1 궤도면의 플레이킹

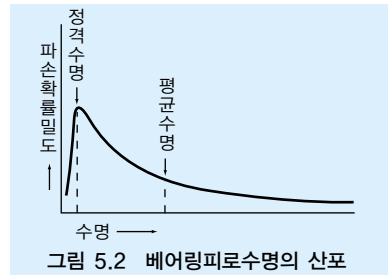


그림 5.2 베어링피로수명의 산포



표 5.1 피로수명계수  $f_h$ 와 사용기계

조 건	$f_h$ 의 값과 사용기계				
	~ 3	2 ~ 4	3 ~ 5	4 ~ 7	6 ~
때때로 또는 단기간 사용한다.	· 가정용청소기, 세탁기등의 소형 전동기 · 전동공구	· 농업기계			
상시 사용하지 않지만 확실한 운전이 요구된다.		· 가정용냉난방기의 전동기 · 건설기계	· 콘베어 · 엘리베이터		
불연속이지만 비교적 장시간 운전한다.	· 압연기 롤네크	· 소형전동기 · 데키크레인 · 일반하역크레인 · 피니온스텐더 · 승용차	· 공장전동기 · 공작기계 · 일반차차장치 · 진동부위 · 크래셔	· 크레인시브 · 콤팩트러 · 중요齒車장치	
1일 8시간이상의 상시 운전 혹은 연속의 장시간 운전한다.		· 에스컬레이터	· 원심분리기 · 공조설비 · 송풍기 · 수공기계 · 대형전동기 · 객차차축	· 광산호이스트 · 프레스 플라이휠 · 차량용주전동기 · 기관차차축	· 제지기계
24시간연속운전으로 사고에 의한 정지는 허용되지 않는다.					· 수도설비 · 발전소설비 · 광산배수펌프

설치치수등의 면에서 반드시 베어링의 피로수명만을 기준으로 할 수 없는 경우도 있다. 각종 기계에 사용되고 있는 구름베어링에는 사용조건에 따라 기준이 되는 설계수명이 있으며 경제적인 피로수명계수(표 5.2 참조)로 나타내면 표5.1과 같다.

로수명은 시간으로 나타내는 것이 편리하며, 자동차, 차량등은 일반적으로 주행거리(총회전수로 표시한다.

베어링의 정격피로수명을  $L_h(h)$ 로 하고, 회전속도를  $n(rpm)$ , 피로수명계수를  $f_h$ , 속도계수  $f_n$ 으로 하면 표 5.2와 같은 관계가 성립됨을 알 수 있다.

5.2.3 기본정격하중에 의한 베어링 치수의 선정

구름베어링의 기본동정격하중, 베어링하중과 정격 피로수명에는 다음과 같은 관계가 있다.

볼 베어링은  $L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \dots\dots\dots (5.1)$

로울러베어링은  $L = \left(\frac{C}{P}\right)^{10} \dots\dots\dots (5.2)$

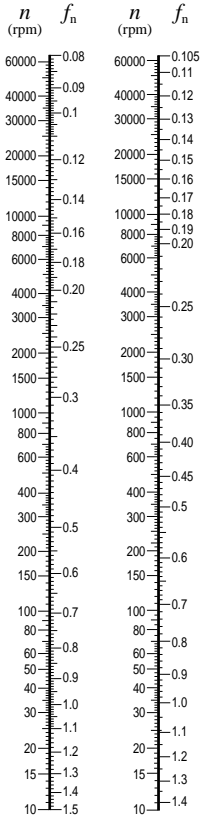
- 여기서 L : 정격피로수명( $10^6$  회전단위)
- P : 베어링하중(동등가하중) (N), {kgf} (A30페이지 참조)
- C : 기본동정격하중 (N), {kgf}
- 레이디얼 베어링에서는  $C_r$
- 스러스트 베어링에서는  $C_a$ 로 나타낸다.

베어링이 일정회전속도로 사용될 경우, 베어링의 피

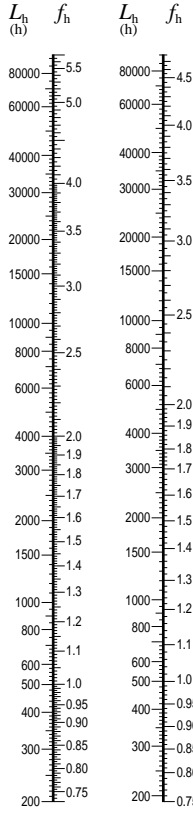
표 5.2 베어링의 정격피로수명, 피로수명계수 · 속도계수

구 분	볼 베어링	로울러 베어링
정 격 피로수명	$L_n = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 = 500f_h^3$	$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}} = 500f_h^{\frac{10}{3}}$
피로수명 계 수	$f_h = f_n \frac{C}{P}$	$f_h = f_n \frac{C}{P}$
속도계수	$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60n}\right)^{\frac{1}{3}} = (0.03n)^{-\frac{1}{3}}$	$f_n = \left(\frac{10^6}{500 \times 60n}\right)^{\frac{3}{10}} = (0.03n)^{\frac{3}{10}}$

비 고  $n, f_n \dots\dots\dots$  그림 5.3(A26페이지), 부표 12(C24페이지) 참조  
 $L_h, f_h \dots\dots\dots$  그림 5.4(A26페이지), 부표 12(C25페이지) 참조



볼베어링 로울러베어링  
 그림 5.3 회전속도와 속도계수



볼베어링 로울러베어링  
 그림 5.4 피로수명계수와 피로수명

베어링의 사용조건으로서, 베어링 하중  $P$  및 회전 속도  $n$ 을 주어, 기계에 사용되는 베어링의 설계수명으로 피로수명계수  $f_h$ 를 정할 경우

베어링에 필요한 기본동정격하중  $C$ 는 다음 식으로 구해진다.

$$C = \frac{f_h \cdot P}{f_n} \dots\dots\dots (5.3)$$

이  $C$ 를 만족시키는 베어링을 베어링치수표안에서 선정한다.

5.2.4 온도에 의한 기본동정격하중의 보정

고온에서 구름베어링을 사용할 경우에는 베어링의 경도가 떨어지며 상온에서 사용할 경우 보다도 피로수명이 저하한다. 따라서 기본동정격하중도 그것만큼 작게 산정하여 둘 필요가 있으며 다음과 같이 보정한다.

$$C_t = f_t \cdot C \dots\dots\dots (5.4)$$

여기서  $C_t$ : 사용온도에 의해 보정을 한 기본동정격하중 (N), {kgf}

$f_t$ : 온도계수(표 5.3)

$C$ : 기본동정격하중 (N), {kgf}

베어링을 120°C이상의 온도에서 사용할 경우, 대형 베어링은 치수 변화량이 크므로 치수안정화 처리가 필요하다. 그리고 치수 안정화 처리를 한 베어링의 기본동정격하중은 베어링 치수표에 기재된 기본동정격하중보다 낮게 되는 것도 있다.

표 5.3 온도계수  $f_t$ 의 값

베어링溫度 °C	125	150	175	200	250
溫度係數 $f_t$	1.00	1.00	0.95	0.90	0.75

5.2.5 정격피로수명의 보장

정격피로수명의 기본식은 전술했듯이

$$\text{볼 베어링은 } L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \dots\dots\dots (5.5)$$

$$\text{로울러베어링은 } L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10} \dots\dots\dots (5.6)$$

로 표시되며  $L_{10}$ 은 신뢰도 90%의 정격피로수명으로 정의되고 있다. 그러나 사용하는 기계에 따라 90% 이상의 높은 신뢰도를 갖도록 피로수명의 추정을 필요로 할 때도 있다.

한편 베어링용 鋼材의 개선에 의한 피로수명도 연장, 또한 탄성유체윤활이론의 연구에 의한, 궤도와 전동체와의 접촉부의 윤활유막의 두께가 피로수명에 영향을 미친다는 사실도 밝혀졌다.

이러한 것들을 피로수명 계산에 반영시키기 위해, 하기의 보장 계수를 이용해 정격피로수명을 보장할 수가 있다.

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \dots\dots\dots (5.7)$$

여기서  $L_{na}$  : 신뢰도, 재료의 개선 윤활조건 등을 고려한 피로수명

$L_{10}$  : 신뢰도 90%의 정격피로수명

$a_1$  : 신뢰도 계수

$a_2$  : 베어링 특성계수

$a_3$  : 사용조건계수

신뢰도계수  $a_1$ 은 90% 이상의 신뢰도에 대해 표 5.4의 값을 갖는다.

베어링 특성계수  $a_2$ 는 재료개선에 의한 피로수명의 연장을 보장하기 위한 계수로 1이상의 값을 갖는다.

**NSK**에서는 엄선한 진공 脫가스 베어링 鋼材를 전면적으로 채용하고 있다. 이 재료를 사용한 표준베어링을 당 연구소에서 시험한 결과, 상당한 수명개선의 효과가 있었다. 그리고 베어링 치수표에 기재된

기본동정격하중  $C_r$ ,  $C_a$ 는 재료 및 제조기술의 개량에 의한 수명연장의 효과를 고려한 수치이다. 따라서 5.7식을 이용하여 수명을 추정할 경우에는  $a_2=1$ 로 하면 된다.

사용조건계수  $a_3$ 는 베어링의 사용조건, 특히 윤활조건이 피로수명에 미치는 영향을 보정하는 계수이다.

베어링의 내륜과 외륜 사이에 기울어짐이 없고, 베어링의 운전중에 충분한 두께의 유막을 기대할 수 있는 경우에는  $a_3 \geq 1$ 로 할 수 있다. 그러나 다음과 같은 경우에는  $a_3 < 1$ 이 된다.

- 궤도륜과 전동체와의 접촉부에 있어서 윤활유의 점도가 낮은 경우
- 전동체의 원주속도가 매우 낮은 경우
- 베어링 온도가 높을 경우
- 윤활제속에 이물, 수분 등이 혼입되었을 경우
- 내륜과 외륜 사이의 경과가 클 경우

사용조건계수  $a_3$ 는 현재 미지의 분야가 많으며, 개개의 사용조건에 따라 정량적으로 나타내기는 어렵다. 또 베어링특성계수  $a_2$ 는, 사용조건에 영향이 있으면  $a_2$  및  $a_3$ 를 각각 독립계수로 취급하지 않고 ( $a_2 \times a_3$ ) 이 하나의 값으로 취급하는 방법도 있다. 이때 일반적인 윤활조건, 사용조건에서는 ( $a_2 \times a_3$ )의 값으로서 1을 취할수가 있지만 윤활유의 점도가 너무 낮은 경우에는 0.2정도의 작은 값까지도 될 수 있다.

베어링에 기울어짐등의 영향도 없고 고점도의 윤활유가 사용되 운전온도에서도 충분한 유체유막 두께가 확보될 경우에는 ( $a_2 \times a_3$ )의 값으로서 2정도를 취할 수가 있다.

기본동정격하중에 따른 베어링의 선정에 대해서는 각각의 용도에 적합한 신뢰도계수  $a_1$ 을 필요에 따라 고려하고, 종래의 동종기계에서의 윤활조건·온도조건·설치상태 등을 기준으로 하여, 기종별로 경험적으로 정해진  $\frac{C}{P}$  또는  $f_0$ 의 값으로 하는 것이 바람직하다.

더구나 정격피로수명을 구하는 기본식 (5.1), (5.2), (5.3) 및 (5.6)은 상당히 큰 하중이 작용하는 경우에는 전동체와 궤도와의 접촉부에 유해한 소성변형을 일으킬 우려가 있고, 레이디얼 베어링에서는  $P_r$ 가  $C_{or}$ (기본정정격하중) 또는  $0.5C_r$ 의 어느것이든 작은쪽의 치수를 초과할 경우, 스러스트 베어링에서는  $P_a$ 가  $0.5C_a$ 를 초과할 경우에는 적용할 수 없는 경우도 있습니다. 주의하여 주십시오.

표 5.4 신뢰도계수  $a_1$ 의 값

신뢰도(%)	90	95	96	97	98	99
$a_1$	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

5.3 베어링하중의 선정

베어링에 작용하는 하중은 일반적으로 베어링이 지지하는 물체의 중량, 회전체의 자중, 齒車나 벨트의 전달력 및 기계의 운전에 의해서 생기는 하중 등이다. 이들의 하중은 논리적으로 수치로 계산할 수 있는것도 있지만 계산이 곤란한 것도 있다. 또 기계는 운전중에 진동이나 충격을 동반하는 것이 많으며 베어링에 작용하는 모든 하중을 정확하게 구하기는 어렵다.

따라서 베어링하중을 보다 정확하게 구하기 위해, 계산할 수 있는 하중에 경험에 의해 얻어진 여러 계수를 고려한다.

5.3.1 하중계수

경방향하중이나 축방향하중이 계산에 의해 구해져도 실제로 베어링에 걸리는 하중은, 기계의 진동이나 충격에 의해 계산치보다 커지는 일이 많다. 이러한 하중은 다음 식으로 구하여진다.

$$\left. \begin{matrix} F_r = f_w \cdot F_{rc} \\ F_a = f_w \cdot F_{ac} \end{matrix} \right\} \dots\dots\dots (5.8)$$

여기서  $F_r, F_a$  : 베어링에 작용하는 하중 (N), {kgf}  
 $F_{rc}, F_{ac}$  : 이론적인 계산하중 (N), {kgf}  
 $f_w$  : 하중계수

하중계수  $f_w$ 는 표 5.5에 표시한 값을 기준으로 한다.

표 5.5 하중계수  $f_w$ 의 값

운 전 조 건	사 용 부 분 예	$f_w$
충격이 없는 원활한 운전일때	전동기, 공작기계 공조기계	1 ~1.2
보통운전일때	송풍기, 콤프레서 엘리베이터, 크레인 제지기계	1.2~1.5
충격·진동을 동반하는 운전일때	건설기계, 크래셔 진동스크린, 압연기	1.5~3

5.3.2 벨트 또는 체인전동일때의 하중

벨트 또는 체인에 의해서 동력을 전달할 때, 풀리(Pulley)나 스프로킷휠에 작용하는 힘은 다음 식으로 구한다.

$$\left. \begin{matrix} M = 9\,550\,000H/n \dots (N \cdot mm) \\ = 974\,000H/n \dots\dots (kgf \cdot mm) \end{matrix} \right\} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$P_k = M/r \dots\dots\dots (5.10)$$

여기서  $M$  : 풀리 또는 스프로킷휠에 작용하는 토크 (N · mm), {kgf · mm}

$P_k$  : 벨트 또는 체인의 유효전동력 (N), {kgf}

$H$  : 전동동력 (kW)

$n$  : 회전속도 (rpm)

$r$  : 풀리 또는 스프로킷휠의 유효반경 (mm)

벨트전동의 경우 풀리축에 걸리는 하중  $K_b$ 는, 유효전동력에 벨트의 인장력을 고려한 벨트계수  $f_b$ 를 곱하여 구한다. 벨트계수  $f_b$ 의 값은 벨트의 종류에 따라 표 5.6과 같은 값을 얻는다.

$$K_b = f_b \cdot P_k \dots\dots\dots (5.11)$$

체인전동일 경우는  $f_b$ 에 상당하는 값을 1.25~1.5로 한다.

표 5.6 벨트계수  $f_b$ 의 값

벨 트 의 종 류	$f_b$
齒車벨트	1.3~2
V 벨 트	2 ~2.5
평 벨 트 (텐션풀리付)	2.5~3
평 벨 트	4 ~5

5.3.3 齒車전동시의 하중

齒車 전동시, 치차에 걸리는 하중은 齒車의 종류에 따라 계산방법이 달라진다. 가장 간단한 평齒車의 예를 들어보면 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} M &= 9\,550\,000H/n \cdots (N \cdot \text{mm}) \\ &= 974\,000H/n \cdots \{\text{kgf} \cdot \text{mm}\} \end{aligned} \right\} \cdots (5.12)$$

$$P_k = M/r \cdots (5.13)$$

$$S_k = P_k \tan \theta \cdots (5.14)$$

$$K_c = \sqrt{P_k^2 + S_k^2} = P_k \sec \theta \cdots (5.15)$$

여기서  $M$  : 齒車에 작용하는 토크 (N·mm), {kgf·mm}

$P_k$  : 齒車의 접선방향의 힘 (N), {kgf}

$S_k$  : 齒車의 반경방향의 힘 (N), {kgf}

$K_c$  : 齒車의 걸리는 합성력 (N), {kgf}

$H$  : 전동동력 (kW)

$n$  : 회전속도 (rpm)

$r$  : 구동齒車의 Pitch 원반경 (mm)

$\theta$  : 압력각

이상과 같이 구해진 이론상의 하중 이외에 齒車의 정밀도에 의해서 생긴 진동, 충격이 가해지므로, 齒車 계수  $f_g$ 를 고려하여 논리적으로 齒車 계수를 곱한 값을 실제걸리는 하중으로 한다.

$f_g$ 의 값으로서는 보통 표 5.7의 값을 취한다. 더우기 진동을 동반할 때에는 하중계수를 이 齒車 계수에 곱하여 하중을 구한다.

표 5.7 齒車계수  $f_g$ 의 값

齒車의 마무리 정도	$f_g$
정 밀 연 삭 齒車	1 ~ 1.1
보 통 절 삭 齒車	1.1 ~ 1.3

5.3.4 베어링에의 하중배분

간단한 예로서 그림 5.5 및 그림 5.6과 같은 경우 베어링 I 및 베어링 II에 걸리는 경방향하중은 어떠한 경우이든 다음에 의해 구해진다.

$$F_{cI} = \frac{b}{c} K \cdots (5.16)$$

$$F_{cII} = \frac{a}{c} K \cdots (5.17)$$

여기서  $F_{cI}$  : 베어링 I에 걸리는 경방향하중 (N), {kgf}

$F_{cII}$  : 베어링 II에 걸리는 경방향하중 (N), {kgf}

$K$  : 축하중 (N), {kgf}

이들의 경우가 중복될 때에는 각각의 경우의 경방향하중을 구하고, 하중방향에 따라서 그 벡타의 합을 계산하면 된다.

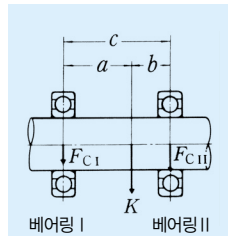


그림 5.5 레이디얼하중의 배분 (1)

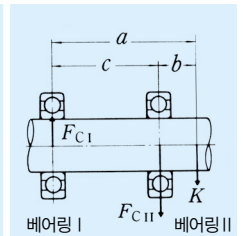


그림 5.6 레이디얼하중의 배분 (2)

5.3.5 변동하는 하중의 평균하중

베어링에 작용하는 하중이 여러가지로 변동할 경우, 그 변동하는 하중조건에서의 베어링의 피로수명과 같은 수명이 되도록 평균하중을 구하여, 피로수명을 계산한다.

- (1) 하중과 회전속도와의 관계가 단계적으로 구분되는 경우 (그림 5.7)
- 하중  $F_1$ 을 받아, 회전속도  $n_1$ 에서 작동시간  $t_1$
- 하중  $F_2$ 을 받아, 회전속도  $n_2$ 에서 작동시간  $t_2$
- ⋮
- 하중  $F_n$ 을 받아, 회전속도  $n_n$ 에서 작동시간  $t_n$

평균하중  $F_m$ 은 다음 식으로 구한다.

$$F_m = \sqrt[p]{\frac{F_1^p n_1 t_1 + F_2^p n_2 t_2 + \cdots + F_n^p n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \cdots + n_n t_n}} \cdots (5.18)$$

여기서  $F_m$  : 변동하는 하중의 평균치 (N), {kgf}

$P=3$  : 볼베어링의 경우

$P=10/3$  : 로울러베어링의 경우

또한, 평균회전속도  $n_m$ 은 다음 식에 의해 구한다.

$$n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \dots\dots\dots (5.19)$$

(2) 하중이 거의 직선적으로 변동할 경우(그림 5.8) 평균하중  $F_m$ 의 근사치는 다음 식에서 구할 수가 있다.

$$F_m \doteq \frac{1}{3} (F_{\min} + 2F_{\max}) \dots\dots\dots (5.20)$$

여기서  $F_{\min}$  : 변동하중의 최소치 (N), {kgf}  
 $F_{\max}$  : 변동하중의 최대치 (N), {kgf}

(3) 하중이 정현곡선적으로 변화할 경우(그림 5.9) 평균하중  $F_m$ 의 근사치는 다음 식을 이용할 수가 있다.

그림 5.9 (a)일때  $F_m \doteq 0.65F_{\max} \dots\dots\dots (5.21)$

(b)일때  $F_m \doteq 0.75F_{\max} \dots\dots\dots (5.22)$

(4) 회전하중과 정지하중이 있을 경우(그림 5.10)

$F_R$  : 회전하중 (N), {kgf}  
 $F_S$  : 정지하중 (N), {kgf}

근사치의 평균하중  $F_m$ 은 다음 식으로 구하여진다.

a)  $F_R \geq F_S$ 인 경우

$$F_m \doteq F_R + 0.3F_S + 0.2 \frac{F_S^2}{F_R} \dots\dots\dots (5.23)$$

b)  $F_R < F_S$ 인 경우

$$F_m \doteq F_S + 0.3F_R + 0.2 \frac{F_R^2}{F_S} \dots\dots\dots (5.24)$$

### 5.4 동등가하중

베어링에 작용하는 하중은 경방향하중과 축방향하중이 단독으로 가해질 경우도 있지만 실제로는 경방향하중과 축방향하중이 동시에 걸리는 합성하중일 때가 많고 그 크기와 방향이 변동할 때도 있다.

이와같은 경우, 베어링의 피로수명계산에 베어링에 걸리는 하중을 그대로 사용할 수가 없으므로 여러가지 회전조건이나 하중조건을 기초로 베어링이 실제로 받게 되는 피로수명과 같은 수명이 되도록, 크기가 일정하고 베어링중심을 통과하는 가상하중을 생각한다. 이 가상하중을 동등가하중이라 한다.

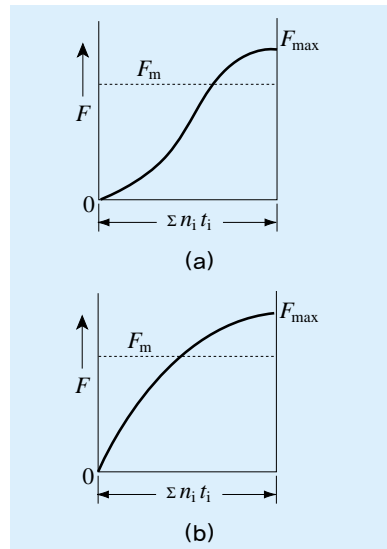


그림 5.9 정현곡선적으로 변동하는 하중

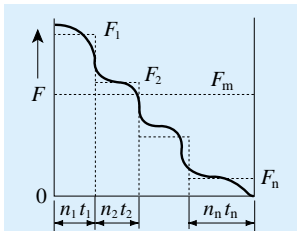


그림 5.7 단계적인 변동하중

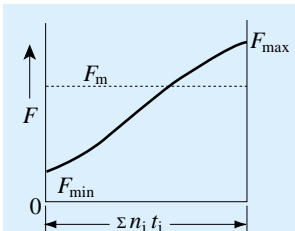


그림 5.8 단조로운 변동하중

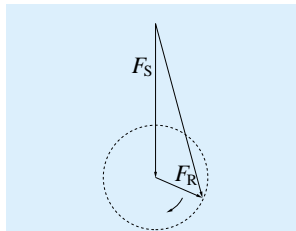


그림 5.8 회전하중과 정지하중

5.4.1 동등가하중의 산정

레이디얼 베어링의 동등가하중은 다음 식에 의해서 구하여진다.

$$P = XF_r + YF_a \dots\dots\dots (5.25)$$

여기서  $P$  : 동등가하중 (N), {kgf}  
 $F_r$  : 경방향하중 (N), {kgf}  
 $F_a$  : 축방향하중 (N), {kgf}  
 $X$  : 경방향하중계수  
 $Y$  : 축방향하중계수

$X$  및  $Y$ 의 값은 베어링이 치수표에 기재되어 있다 즉,  $\alpha=0^\circ$ 의 레이디얼 로울러 베어링에서는  $P = F_r$ 로 한다.

일반적인 스러스트 볼 베어링은 경방향하중을 받을 수는 없지만 스러스트 자동조심 로울러 베어링은 다소의 경방향하중을 부하할 수가 있다. 이 경우의 동등가하중은 다음 식으로 구하여진다.

$$P = F_a + 1.2F_r \dots\dots\dots (5.26)$$

단,  $\frac{F_r}{F_a} \leq 0.55$

5.4.2 앵글러 볼 베어링 및 테이퍼 로울러 베어링의 축방향분력

앵글러 볼 베어링 및 테이퍼 로울러 베어링 하중의 작용점은 그림 5.11에 표시한 바와 같이 접촉선의 연장 축중심선과의 교점이 된다. 작용점위치는 베어링 치수표에 기재되어 있다.

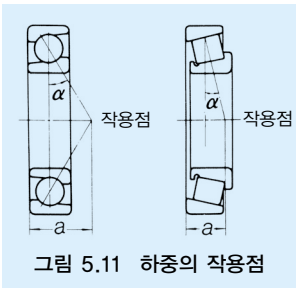


그림 5.11 하중의 작용점

이들 형식의 베어링에 경방향하중이 작용하면 축방향의 분력이 생기므로 똑같은 형식의 베어링을 짜지워 사용한다. 이 경우 축방향분력은 다음 식으로 구할 수가 있다.

$$F_{ai} = \frac{0.6}{Y} F_r \dots\dots\dots (5.27)$$

여기서  $F_{ai}$  : 축방향분력 (N), {kgf}  
 $F_r$  : 경방향하중 (N), {kgf}  
 $Y$  : 축방향하중계수

그림 5.12에서 베어링 I, 베어링 II에 각각 경방향 하중  $F_{r1}$ ,  $F_{r11}$ 가 걸리고 외부에서 그림의 화살표방향으로 축방향하중  $F_{ae}$ 가 작용한 경우를 생각한다. 축방향하중계수를 각각  $Y_1$ ,  $Y_{11}$ 로 하고, 경방향하중계수를  $X$ 로 하면, 동등가하중  $P_1$ ,  $P_{11}$ 는 다음식으로 구하여진다.

$$\left. \begin{aligned} F_{ae} + \frac{0.6}{Y_{11}}F_{r11} &\geq \frac{0.6}{Y_1}F_{r1} \text{ 일때는} \\ P_1 &= XF_{r1} + Y_1 \left( F_{ae} + \frac{0.6}{Y_{11}}F_{r11} \right) \\ P_{11} &= F_{r11} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.28)$$

$$\left. \begin{aligned} F_{ae} + \frac{0.6}{Y_{11}}F_{r11} &< \frac{0.6}{Y_1}F_{r1} \text{ 일때는} \\ P_1 &= F_{r1} \\ P_{11} &= XF_{r11} + Y_{11} \left( \frac{0.6}{Y_1}F_{r1} - F_{ae} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.29)$$

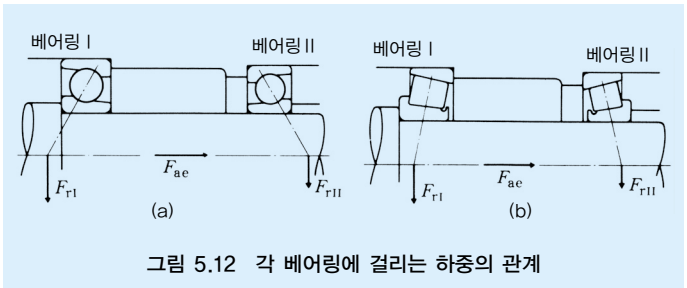


그림 5.12 각 베어링에 걸리는 하중의 관계

5.5 기본정정격하중과 동등가하중

5.5.1 기본정정격하중

구름베어링은 과도한 하중을 받거나 순간적으로 큰 충격하중을 받으면 전동체와 궤도면 사이에 국부적인 연구변형을 일으킨다. 그 변형량은 하중이 커짐에 따라 커지고, 어느 한도를 넘으면 베어링의 원활한 회전을 방해하게 된다.

기본정정격하중이란 최대응력을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부 중앙에 있어서 다음 계산상의 접촉응력을 발생시키는 것 같은 정하중을 말한다.

- 자동조심 볼 베어링 : 4600 MPa(469kgf/mm<sup>2</sup>)
- 기타 볼 베어링 : 4200 MPa(428kgf/mm<sup>2</sup>)
- 로울러 베어링 : 4000 MPa(408kgf/mm<sup>2</sup>)

이 접촉응력을 받고 있는 접촉부에 있어서 전동체의 연구변형량과 궤도의 연구변형량과의 합은 전동체 직경의 약 0.0001배가 된다. 기본정정격하중  $C_0$ 의 값은 각각의 베어링에 있어서 레이디얼베어링에서는  $C_{or}$ , 스러스트 베어링에는  $C_{oa}$ 로서 베어링치수표에 기재되어 있다.

더우기 ISO 규격의 기본정정격하중의 기준변경에 따라 볼 베어링에서는 새로운  $C_0$ 치가 종전치의 대략 0.8~1.3배가 되고, 로울러베어링에서는 대략 1.5~1.9배가 되고 있다. 그렇기 때문에 5.5.3에 표시한 정허용하중계수  $f_s$ 값도 개정되었으므로 주의하여 주십시오.

5.5.2 정등가하중

정등가하중이란 베어링이 정지하고 있는 경우(극저속회전, 저속유동을 포함) 실제의 하중조건하에서 생기는 최대의 접촉응력과 비슷한 접촉응력을, 최대하중을 받는 전동체와 궤도와의 접촉부에 일으키게 할만한 크기의 예상하중을 말한다. 레이디얼베어링은 베어링 중심을 통해 레이디얼하중을 취하고, 스러스트베어링은 중심축에 일정한 방향의 축방향하중을 취한다.

(a) 레이디얼베어링의 정등가하중

레이디얼베어링의 정등가하중은 다음 두가지 식에서 구한 값중 큰쪽의 값을 택한다.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a \dots\dots\dots (5.30)$$

$$P_0 = F_r \dots\dots\dots (5.31)$$

- 여기서  $P_0$  : 정등가하중 (N), {kgf}
- $F_r$  : 경방향하중 (N), {kgf}
- $F_a$  : 축방향하중 (N), {kgf}
- $X_0$  : 정경방향하중계수
- $Y_0$  : 정축방향하중계수

(b) 스러스트베어링의 정등가하중

$$P_0 = X_0 F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ \dots\dots\dots (5.32)$$

- 여기서  $P_0$  : 정등가하중 (N), {kgf}
- $\alpha$  : 호칭접촉각

단,  $F_a < X_0 F_r$ 일때는 이 식의 정확성은 저하된다. (5.30), (5.32)식의  $X_0, Y_0$ 의 값은 베어링치수표에 기재되어 있다.

또한,  $\alpha = 90^\circ$ 의 스러스트베어링에서는,  $P_0 = F_a$ 로 한다.

5.5.3 정허용하중계수

베어링에 허용되는 정등가하중은 기본정정격하중과 베어링에 요구되는 조건이나, 베어링의 사용조건에 따라서 다르다. 기본정정격하중에 대한 안전도를 검토하기 위한 정허용하중계수  $f_s$ 는 식(5.33)에 의해 구하며, 일반적으로 추천되는  $f_s$ 의 값을 표 5.8에 나타낸다.

정정격하중의 변경에 따라서, 특히  $C_0$ 값이 크게 되어있는 베어링에 대해서  $f_s$ 의 값이 변경되어 있으므로 적용에 충분한 주의가 요구된다.

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \dots\dots\dots (5.33)$$

- 여기서  $C_0$  : 기본정정격하중 (N), {kgf}
- $P_0$  : 정등가하중 (N), {kgf}

스러스트 자동조심 로울러 베어링에 있어서는 보통  $f_s \geq 4$ 로 한다.

표 5.8 정허용하중계수의  $f_s$ 값

베어링의 사용조건	$f_s$ 의 하한	
	볼베어링	로울러베어링
음이 조용한 운전을 특히 필요로 할 경우	2	3
진동, 충격이 있을 경우	1.5	2
보통운전조건인 경우	1	1.5



5.6 원통 로울러 베어링의 허용축방향하중

원통 로울러 베어링에서 내륜과 외륜에 턱이나 턱윤을 갖는 형식의 베어링은 경방향하중과 동시에 어느 정도의 축방향하중을 받을 수가 있다.

그 허용축방향하중은 로울러 단면과 턱면과의 미끄럼에 의한 발열, 타붙음 등에 의해 제약을 받는다.

직경계열 3인 베어링을 그리스윤활 또는 윤활유로, 연속적으로 부하시켰을 때의 허용축방향하중을 그림 5.13에 표시했다.

그리스윤활의 경우(실험식)

$$C_A = 9.8f \left\{ \frac{900(k \cdot d)^2}{n+1500} - 0.023 \times (k \cdot d)^{2.5} \right\} \dots (N) \dots (5.34)$$

$$= f \left\{ \frac{900(k \cdot d)^2}{n+1500} - 0.023 \times (k \cdot d)^{2.5} \right\} \dots (kgf)$$

오일윤활의 경우(실험식)

$$C_A = 9.8f \left\{ \frac{490(k \cdot d)^2}{n+1000} - 0.000135 \times (k \cdot d)^{3.4} \right\} \dots (N) \dots (5.35)$$

$$= f \left\{ \frac{490(k \cdot d)^2}{n+1000} - 0.000135 \times (k \cdot d)^{3.4} \right\} \dots (kgf)$$

여기서  $C_A$  : 허용축방향하중 (N), {kgf}  
 $d$  : 호칭베어링 내경 (mm)  
 $n$  : 베어링의 회전속도 (rpm)

$f$ : 부하계수		$k$ : 치수계수	
구분	$f$ 의 값	구분	$k$ 의 값
연속부하일때	1	베어링의 직경계열 2일 경우	0.75
간헐부하일때	2	베어링의 직경계열 3일 경우	1
단시간부하일때	3	베어링의 직경계열 4일 경우	1.2

또한, 원통 로울러 베어링에 안정된 내역설 하중을 발휘시키기 위해서는 베어링 및 베어링 주위에 다음과 같은 배려가 필요하다.

- 액설하중을 부하시킬 때에는 반드시 레이디얼 하중이 부하되고 있을 것
- 로울러 단면과 턱면 사이에 윤활제가 충분히 도포되도록 할 것
- 급압성이 높은 윤활제를 사용할 것
- 길들이기 운전을 충분히 할 것
- 베어링의 설치정도를 좋게 할 것
- 필요이상으로 레이디얼 클리어런스를 크게 취하지 않을 것

또, 베어링의 회전속도가 극히 낮은 환경, 허용회전수의 50%를 초과하게 되는 경우, 또는 내경 200mm를 초과하는 대형 원통 로울러 베어링인 경우엔 윤활, 냉각 등에 대해 각각 충분한 검토가 필요하다. 이러한 경우에는 **NSK**로 문의해 주십시오.

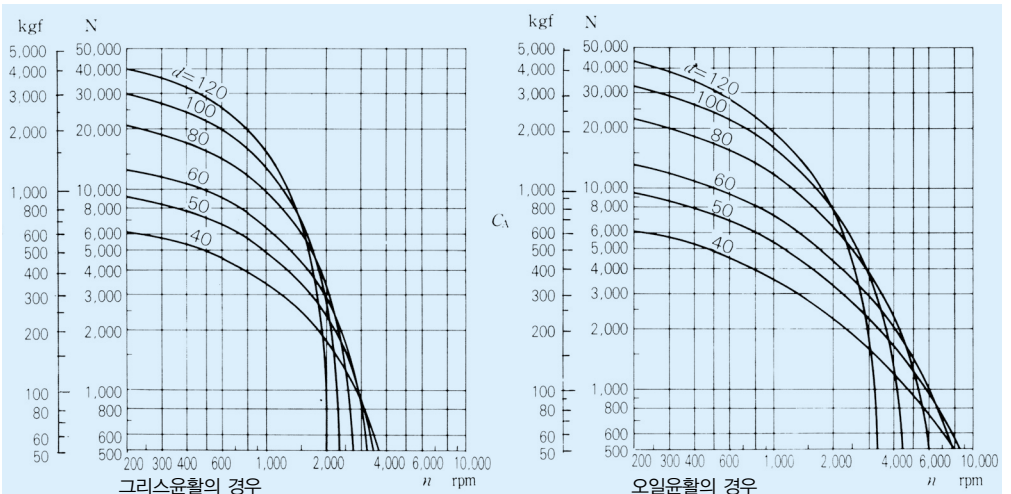


그림 5.13 원통로울러베어링의 허용축방향하중  
 직경계열 3인 베어링 ( $k=1.0$ ) 에 연속부하할 ( $f=1$ ) 경우

5.7 응용계산예

[예 1]

단열 깊은홈 볼 베어링 6208을, 경방향하중  $F_r=2500\text{N}$ , {255kgf}, 회전속도  $n = 900\text{rpm}$ 으로 사용할 경우의 기본정격수명계수  $f_h$ 를 구한다.

6208의 기본동정격하중  $C_r$ 는  $29100\text{N}$ , {2970kgf}, 이다(베어링치수표 B10페이지), 베어링에 걸리는 하중은 경방향하중뿐이므로 동등가하중  $P$ 는 다음식으로 된다.

$$P = F_r = 2500\text{N}, \{255\text{kgf}\}$$

회전속도  $n = 900\text{rpm}$ 일때 볼 베어링의 속도계수  $f_n$ 은 표 5.2(A25페이지)의 식 혹은 그림 (A26페이지)에서 다음 값이 얻어진다.

$$f_n = 0.333$$

이때의 피로수명계수  $f_h$ 는

$$f_h = f_n \frac{C_r}{P} = 0.333 \times \frac{29100}{2500} = 3.88$$

이 구해진다. 이 값은 보통 사용되고 있는 일반치 차장치, 공조설비등에 적합한  $f_h$ 의 값이고, 표 5.2의 계산식 혹은 그림 5.4(A26페이지)에 의하면 대개 29000시간에 상당한다.

[예 2]

베어링내경 50mm, 외경 100mm이하로 다음 조건을 만족하는 단열 깊은홈 볼 베어링을 선정한다.

경 방 향 하 중  $F_r = 3000\text{N}$ , {306kgf}

회 전 속 도  $n = 1900\text{rpm}$

정격피로수명  $L_h \geq 10000\text{h}$

$L_h \geq 10000\text{h}$ 가 되는 볼 베어링의 피로수명계수  $f_h$ 는  $f_h \geq 2.72$ 이다.

$f_n = 0.26$ ,  $P = F_r = 3000\text{N}$ , {306kgf}이므로

$$f_h = f_n \frac{C_r}{P} = 0.26 \times \frac{C_r}{3000} \geq 2.72$$

따라서,  $C_r \geq 2.72 \times \frac{3000}{0.26} = 31380\text{N}$ ,

{3200kgf}가 된다.

베어링치수표의 B12페이지에서 상기의 조건을 만족하는 베어링으로서, 6210을 선정한다.

[예 3]

(예1)의 조건에 축방향하중  $F_a=1000\text{N}$ , {102kgf}, 가 가해질 경우의  $\frac{C_r}{P}$  혹은 정격피로수명계수  $f_h$ 를 구한다.

단열 깊은홈 볼 베어링 6208에 경방향하중  $F_r$ 과 축방향하중  $F_a$ 가 걸릴 경우 동등가하중  $P$ 는, 다음 순으로 산정한다.

깊은홈 볼베어링 각 치수표상부의 대표에서  $f_o F_a / C_{or}$ 의 크기에 따라 결정된 경방향하중계수  $X$ , 축방향하중계수  $Y$  및 정수  $e$ 를 구한다.

볼 베어링 6208의 기본정격하중  $C_{or}$ 는  $17900\text{N}$ , {1820kgf} (B10페이지)이고

$$f_o F_a / C_{or} = 14.0 \times 1000 / 17900 = 0.782$$

$$e = 0.26$$

또,  $F_a / F_r = 1000 / 2500 = 0.4 > e$ 이므로

$$X = 0.56$$

$$Y = 1.67 \text{ (} Y \text{의 값은 비례보간법에 의한다)}$$

이 얻어진다.

따라서, 동등가하중  $P$ 는,

$$\begin{aligned} P &= X F_r + Y F_a \\ &= 0.56 \times 2500 + 1.67 \times 1000 \\ &= 3070\text{N}, \{313\text{kgf}\} \text{이 되고} \end{aligned}$$

$$\frac{C_r}{P} = \frac{29100}{3070} = 9.48$$

$$f_h = f_n \frac{C_r}{P} = 0.333 \times \frac{29100}{3070} = 3.16$$

이 구해진다.

이  $f_h$ 의 값은 볼 베어링에 대해서는 대개 15800시간에 상당한다.

[예 4]

231계열의 자동조심 로울러 베어링중에서 다음 조건을 만족하는 베어링을 선정한다.

경 방 향 하 중  $F_r = 45000\text{N}$ , {4590kgf}

축 방 향 하 중  $F_a = 8000\text{N}$ , {816kgf}

회 전 속 도  $n = 500\text{rpm}$

정격피로수명  $L_h \geq 30000\text{h}$

$L_h \geq 30000\text{h}$ 가 되는 로울러 베어링의 피로수명계수  $f_h$ 의 값은 그림 5.4(A26페이지)에서 3.45이상이다.

자동조심 로울러베어링의 동등가하중  $P$ 는

$F_a/F_r \leq e$  일때

$$P = XF_r + YX_a = F_r + Y_3 F_a$$

$F_a/F_r > e$  일때

$$P = XF_r + YF_a = 0.67F_r + Y_2 F_a$$

가 된다. (자동조심 로울러 베어링 각 치수표 상부의 부표참조)

$$F_a/F_r = 8\,000 / 45\,000 = 0.18$$

이고, 베어링치수표에서 알수 있듯이  $e$ 의 값은 231계열의 베어링은 0.3정도이며,  $Y_3$ 의 값은 2.2정도이다.

$$\begin{aligned} P &= XF_r + YF_a = F_r + Y_3 F_a \\ &= 45\,000 + 2.2 \times 8\,000 \\ &= 62\,600\text{N}, \{6\,380\text{kgf}\} \end{aligned}$$

가 된다. 피로수명계수  $f_h$ 에서 필요한 기본동정격하중은 다음과 같이 구한다.

$$f_h = f_n \frac{C_r}{P} = 0.444 \times \frac{C_r}{62\,600} \geq 3.45$$

$$\text{이므로, } C_r \geq 490\,000\text{N}, \{50\,000\text{kgf}\}$$

이  $C_r$ 의 값을 만족하는 231계열의 자동조심 로울러베어링에서 가장 작은 베어링은 23126C( $C_r=505\,000\text{N}$ ,  $\{51\,500\text{kgf}\}$ )이다.

베어링이 결정되면 다시  $Y_3$ 의 값을 식에 대입하여  $P$ 를 구한다.

$$\begin{aligned} P &= F_r + Y_3 F_a = 45\,000 + 2.4 \times 8\,000 \\ &= 64\,200, \{6\,550\text{kgf}\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \left( f_n \frac{C_r}{P} \right)^{10/3} \\ &= 500 \left( 0.444 \times \frac{505\,000}{64\,200} \right)^{10/3} \\ &= 500 \times 3.49^{10/3} \approx 32\,000\text{h} \end{aligned}$$

가 된다.

**[예 5]**

테이퍼 로울러 베어링 30305D와 HR30206J를 그림 5.14와 같이 배면설치로 사용하고 외륜배면 간의 거리를 50mm로 한다.

경방향하중  $F_r=5500\text{N}$ ,  $\{561\text{kgf}\}$  이외에 축방향하중  $F_{ac}=2000\text{N}$ ,  $\{204\text{kgf}\}$ 가 그림 5.14처럼 30305D에 걸릴때 각각의 베어링 정격피로수명을 구한다. 외륜의 회전속도  $n$ 은 600rpm으로 한다.

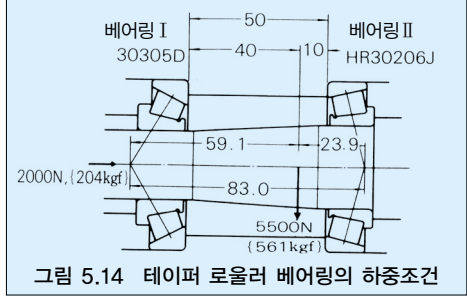


그림 5.14 테이퍼 로울러 베어링의 하중조건

경방향하중  $F_r$ 를 베어링 I, 베어링 II에 배분할 경우 테이퍼 로울러 베어링에서는 하중의 작용점위치를 고려하지 않으면 안된다. 베어링치수표에서 베어링 I, II의 작용점위치  $a$ 를 구하고, 경방향하중  $F_r$ 과 작용점의 위치관계를 구하면, 그림 5.14와 같이 된다.

따라서 베어링 I (30305D) 및 베어링 II (HR 30206J)에 걸리는 경방향하중은,

$$F_{rI} = 5500 \times \frac{23.9}{83.0} = 1584\text{N}, \{162\text{kgf}\}$$

$$F_{rII} = 5500 \times \frac{59.1}{83.0} = 3916\text{N}, \{399\text{kgf}\}$$

가 된다.

베어링치수표에서 다음 값이 구해진다.

베 어 링	기본정격하중 $C_r$ N, {kgf}	축방향하중계수 $Y_1$	정 수 $e$
베어링 I (30305D)	31500 {3200}	$Y_1 = 0.74$	0.81
베어링 II (HR 30206J)	43000 {4400}	$Y_{II} = 1.6$	0.38

테이퍼 로울러 베어링에 경방향하중이 작용하면 축방향의 분력이 생기므로 동등가 경방향하중을 구할때 이 축방향분력을 고려해야 한다. (5.4.2항 A31페이지 참조)

$$F_{ae} + \frac{0.6}{Y_{II}} F_{rII} = 2000 + \frac{0.6}{1.6} \times 3916 = 3468\text{N}, \{354\text{kgf}\}$$

$$\frac{0.6}{Y_I} F_{rI} = \frac{0.6}{0.74} \times 1584 = 1284\text{N}, \{131\text{kgf}\}$$

이므로, 이 베어링계로서는 축방향하중

$F_{ae} + \frac{0.6}{Y_{II}} F_{rII}$ 는 베어링 I에 작용하고 베어링 II에 는 가해지지 않는다. 베어링 I에 있어서

$$F_{rI} = 1584\text{N}, \{162\text{kgf}\}$$

$$F_{aI} = 3468\text{N}, \{354\text{kgf}\}$$

$$F_{aI} / F_{rI} = 2.2 > e = 0.81 \text{ 이므로}$$

동등가하중  $P_I = XF_{rI} + Y_I F_{aI}$   
 $= 0.4 \times 1584 + 0.74 \times 3468 = 3200\text{N}, \{326\text{kgf}\}$

피로수명계수  $f_h = f_n \frac{C_r}{P_I}$   
 $= \frac{0.42 \times 31500}{3200} = 4.13$

정격피로수명  $L_h = 500 \times 4.13^{\frac{10}{3}} = 56500\text{h}$

베어링 II에 있어서는

$$F_{rII} = 3916\text{N}, \{399\text{kgf}\}, F_{aII} = 0 \text{ 이므로}$$

동등가하중  $P_{II} = F_{rII} = 3916\text{N}, \{399\text{kgf}\}$

피로수명계수  $f_h = f_n \frac{C_r}{P_{II}} = \frac{0.42 \times 43000}{3916} = 4.61$

정격피로수명  $L_h = 500 \times 4.61^{\frac{10}{3}} = 81500\text{h}$   
 가 된다.

**[예 6]**  
 다음 조건에서 감속기용 베어링을 선정한다.  
 사용조건 :  
 경방향하중  $F_r = 245000\text{N}, \{25000\text{kgf}\}$   
 축방향하중  $F_a = 49000\text{N}, \{5000\text{kgf}\}$   
 회전 속도  $n = 500\text{rpm}$   
 치수조건 :  
 축 경 300mm  
 하우징내경 500mm이하

충격하중, 중하중이 가해짐과 축의 힘이 예상되므로 베어링 형식으로서 자동조심 로울러 베어링을 선정한다.

상기의 치수조건을 만족시키는 자동조심 로울러 베어링에는 다음 베어링이 있다. (B192페이지 참조)

d	D	B	호칭번호	기본정정격하중		정수 e	계수 Y <sub>3</sub>
				C <sub>r</sub> N	{kgf}		
300	420	90	<b>23960CA</b>	1 230 000	125 000	0.19	3.5
	460	118	<b>23060CA</b>	1 920 000	196 000	0.24	2.8
	460	160	<b>24060CA</b>	2 310 000	235 000	0.32	2.1
	500	160	<b>23160CA</b>	2 670 000	273 000	0.31	2.2
	500	200	<b>24160CA</b>	3 100 000	315 000	0.38	1.8

$F_a/F_r = 0.20 < e$  이므로, 동등가하중 P는,

$$P = F_r + Y_3 F_a$$

이다.

표5.1 피로수명계수  $f_h$ 와 사용기계에(A25페이지 참조)에서  $f_h$ 의 값은 3~5를 기준으로 한다.

$$f_h = f_n \frac{C_r}{P} = \frac{0.444 C_r}{F_r + Y_3 F_a} = 3 \sim 5$$

가 된다.

이므로,  $Y_3 = 2.1$ 로 가정하여 필요한 기본동정격하중  $C_r$  구하면

$$C_r = \frac{(F_r + Y_3 F_a) \times (3 \sim 5)}{0.444}$$

$$= \frac{(245000 + 2.1 \times 49000) \times (3 \sim 5)}{0.444}$$

$$= 2350000 \sim 3900000\text{N},$$

$$\{240000 \sim 400000\text{kgf}\}$$

가 되며, 이것을 만족하는 베어링은 23160CA, 24160CA이다.

## 6 베어링의 허용회전수

구름베어링에는 각각 어느 회전속도의 한계가 존재한다. 베어링을 운전했을 경우, 그 회전속도가 빨라짐에 따라 베어링내부의 마찰열에 의한 온도상승이 크게 된다. 회전속도의 한계는 타볼을 및 어느 한도이상의 발열을 일으키지 않고 베어링의 운전을 계속할 수 있는 경험적인 속도의 허용치이다. 따라서, 각 베어링의 허용회전수(rpm)는 베어링의 형식·치수, 리테이너의 형식·재료, 베어링하중, 윤활법, 베어링주변을 포함한 냉각상황 등에 따라 달라진다.

각 형식의 베어링치수표에는 베어링마다 그리스윤활과 오일윤활 때의 허용회전수(rpm)가 기재되어 있다.

그 값은 표준설계의 베어링을 보통의 하중조건( $C/P \geq 12, F_a/F_r \leq 0.2$  정도)하에서 각각 그리스윤활 혹은 오일윤활로 운전할 경우에 허용되는 회전수이다. 오일윤활의 값은 油浴潤滑이 기준이 되고 있다. 또 윤활제의 종류·성상에 따라서는 다른 성능은 뛰어나지만 고속회전에는 적합하지 않은 것도 있다. 따라서 베어링의 회전속도가 베어링의 치수표에 기재되어 있는 허용회전수의 70%를 넘을 경우에는 고속성능에 뛰어난 윤활그리스 혹은 윤활유를 선정할 필요가 있다.

[참고]

- 표12.2 각종 그리스의 일반적 성능(A110페이지)
- 표12.5 베어링의 사용조건과 윤활유의 선정예(A113페이지)
- 15.6장 윤활그리스의 종류와 성능(A138페이지)

### 6.1 허용회전수의 보정

베어링하중  $P$ 가 기본동격하중  $C$ 의 8%를 넘을 경우, 혹은 축방향하중  $F_a$ 가 경방향하중  $F$ 의 20%를 넘는 사용조건에서는 베어링치수표에 기재되어 있는 허용회전수에 그림 6.1 및 그림 6.2의 보정계수를 곱하여 허용회전수를 보정할 필요가 있다.

또, 베어링의 회전속도가 허용회전수를 넘는 사용조건에서는 베어링의 정도, (내부)클리어런스, 리테이너의 형식·재료 등에 대하여 충분한 검토를 하여 베어링을 선정한다. 윤활방법에 대해서도 강제순환급유법등을 채택할 필요가 있다.

이와같은 고속조건에 대하여 고려한 경우에는 허용회전수를 높게 할 수가 있다. 즉, 베어링치수표에 기재되어 있는 오일윤활의 경우의 허용회전수에 대략 표 6.1의 보정치를 곱한 값까지 채택할 수가 있다.

만약 이와같은 경우가 있으면 **NSK**에 상담해 주십시오.

### 6.2 접촉고무 시일형 볼베어링의 허용회전수

밀봉 볼 베어링중 접촉고무 시일형(DDU형)의 허용회전수는 주로 시일 先端의 접동속도에 따라 정해진다. 베어링치수표에는 그 값이 기재되어 있다.

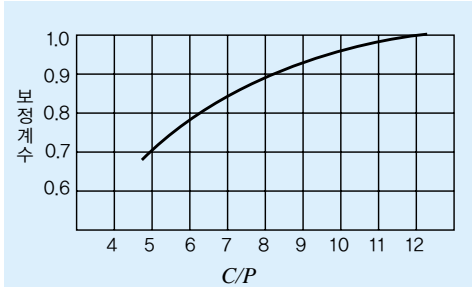


그림 6.1 베어링하중의 크기에 따른 허용회전수의 보정

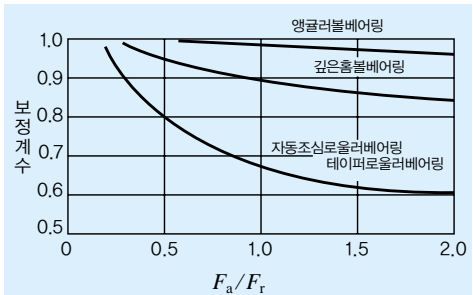


그림 6.2 합성하중하에 있어서 허용회전수의 보정

표 6.1 고속대책에 따른 허용회전수의 보정

베 어 링 형 식	보 정 치
원 통 로 울 러 베 어 링 (단열)	2
니 이 들 로 울 러 베 어 링 (팡목은 제외)	2
테 이 퍼 로 울 러 베 어 링	2
자 동 조 심 로 울 러 베 어 링	1.5
깊 은 홈 볼 베 어 링	2.5
앵 글 러 볼 베 어 링 (조합베어링은 제외)	1.5

## 7 베어링의 주요치수와 호칭번호

### 7.1 주요치수 및 스냅링홈의 치수

#### 7.1.1 주요치수

구름베어링의 주요치수란 그림 7.1~그림 7.5에 표시한 바와 같이 베어링내경  $d$ , 베어링외경  $D$ , 베어링의 폭  $B$ , 조립폭(또는 높이)  $T$ , 면취치수  $r$  등의 베어링 윤곽을 나타내는 치수이며, 베어링을 축 및 하우징에 설치할 때 필요한 치수이다.

국제규격(ISO15)에는, 이 주요치수의 전체계획이 결정되어 있고, JIS B 1512(구름 베어링의 주요치수)도 이것에 준거하고 있다.

레이디얼 베어링, 테이퍼 로울러 베어링 및 스톱스트 베어링의 주요치수와 치수계열은 표 7.1~표 7.3(A40~A49페이지)에 표시되어 있다.

베어링의 직경계열이란 표준의 베어링내경에 대한 단계적인 베어링외경의 계열을 말하며, 베어링의 치수 계열이란 폭 또는 높이계열과 직경계열을 조합한 것이다.

이 치수계열은 여러가지로 규정되어 있지만 이것은 표준화를 위해 준비한 것이고 현재, 실용되고 있는 것은 이들 치수군 전부는 아니다.

각각 주요치수표의 상부에는 대표적인 베어링형식과 베어링계열기호 (형식과 치수계열을 표시하는 기호, A55페이지 표 7.5 참조)가 기재되어 있다.

레이디얼베어링(테이퍼 로울러 베어링은 제외) 및 스톱스트 베어링의 단면치수가 치수계열에 따라 어떻게 다른지를 도시하면 그림 7.6 및 그림 7.7과 같다.

#### 7.1.2 스냅링홈 및 스냅링의 치수

베어링외경에 위치결정 스냅링을 설치하기 위한 스냅링홈의 치수도 JIS B 1512에 규정되어 있다. 또, 스냅링의 치수 및 정도는 JIS B 1509(구름베어링용 스냅링)에 규정되어 있다.

직경계열 8, 9 및 0,2,3,4 베어링에 대해서 스냅링홈 및 스냅링의 치수를 표 7.4(A50~A53페이지)에 표시했다.

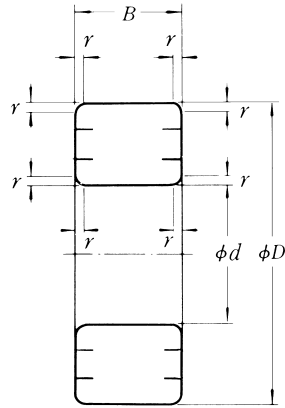


그림 7.1 레이디얼 볼 베어링  
레이디얼 로울러 베어링

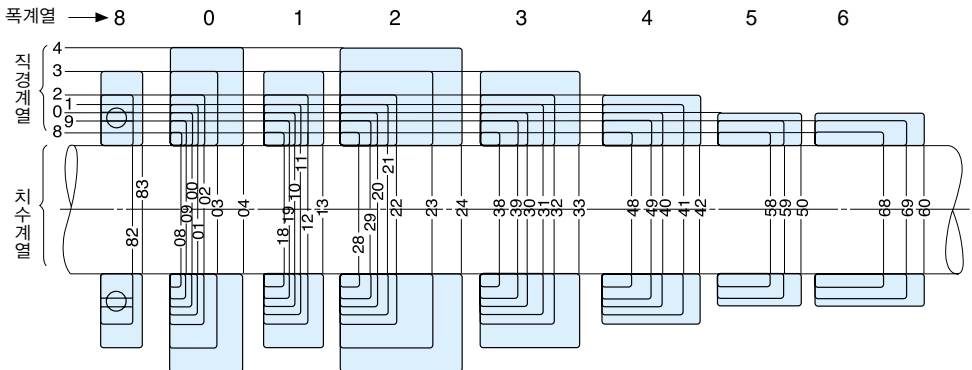


그림 7.6 레이디얼 베어링의 단면의 치수계열에 따른 차이(테이퍼 로울러 베어링은 제외)

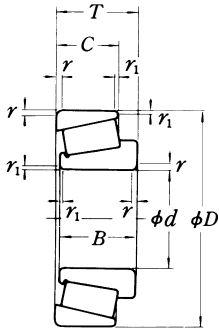


그림 7.2 테이퍼 로울러 베어링

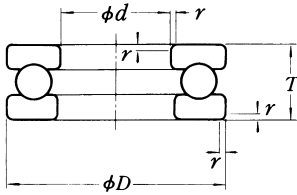


그림 7.3 단식 스러스트 볼 베어링

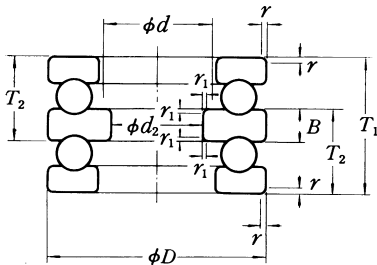


그림 7.4 복식 스러스트 볼 베어링

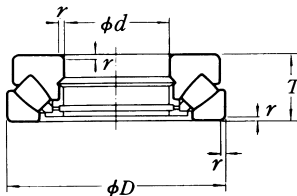


그림 7.5 스러스트 자동조심 로울러 베어링

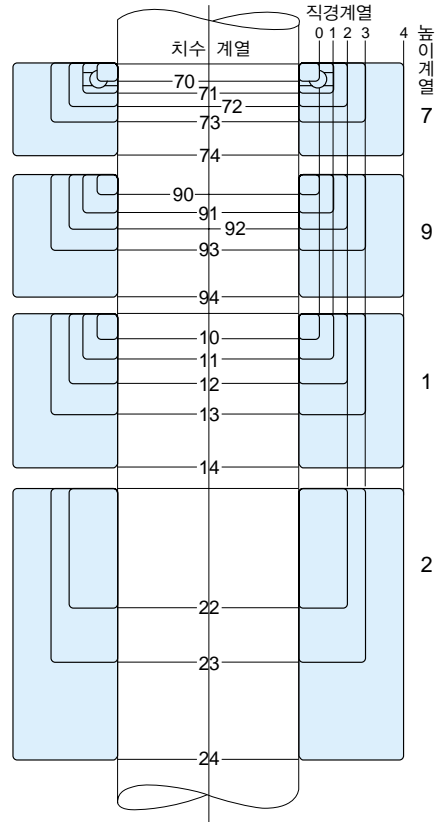


그림 7.7 스러스트베어링의 단면치수계열에 의한 차이 (직경계열 5는 제외)









21	105	175	21	33	42	56	69	84	101	111	2	190	27	36	-	50	65.1	85	1.5	2.1	225	37	49	53	77	87.3	2.1	3	260	60	100	4	4
22	110	180	22	33	42	56	69	84	101	111	2	200	28	38	40	58	70	85	-	2.1	240	42	53	57	80	92.1	3	280	65	108	4	4	
24	120	200	25	38	48	62	80	100	120	1.5	2	215	-	42	46	66	80	95	-	2.1	260	44	55	62	86	106	3	310	72	118	5	5	
26	130	210	25	38	48	64	80	100	120	1.5	2	230	-	40	46	64	80	100	-	3	280	48	58	66	93	112	3	340	78	128	5	5	
28	140	225	25	38	48	64	80	100	120	1.5	2	250	-	42	50	66	88	109	-	3	320	50	62	70	102	118	4	360	82	132	5	5	
30	150	230	31	46	60	80	100	120	150	2	2.1	270	-	45	54	73	96	118	-	3	340	-	48	58	96	128	-	4	380	86	136	5	5
32	160	270	34	51	66	86	109	120	150	2	2.1	290	-	48	58	80	104	128	-	3	340	-	68	79	114	136	-	4	400	88	142	5	5
34	170	280	37	56	72	96	118	120	150	2	2.1	320	-	52	62	86	112	140	-	4	380	-	75	88	126	150	-	4	420	92	145	5	5
36	180	300	37	56	72	96	118	120	150	2	3	340	-	55	65	92	120	150	-	4	400	-	78	92	132	155	-	4	440	95	150	5	5
38	190	320	42	60	78	104	128	150	180	3	3	360	-	58	70	98	128	160	-	4	420	-	80	97	138	165	-	5	460	98	155	6	6
40	200	340	44	64	82	112	140	150	180	3	4	400	-	65	78	108	144	180	-	4	460	-	88	106	145	180	-	5	480	102	160	6	6
42	220	370	48	69	88	120	150	180	210	3	4	440	-	70	85	120	160	200	-	5	500	-	95	114	155	195	-	5	580	112	170	6	6
44	240	400	50	74	96	128	160	180	210	4	4	480	-	80	90	130	174	218	-	5	540	-	102	123	165	206	-	6	620	122	180	6	6
46	260	440	57	82	106	146	180	210	240	4	5	500	-	80	90	130	176	218	-	5	580	-	108	132	175	224	-	6	670	132	200	7	7
48	280	460	57	82	106	146	180	210	240	4	5	540	-	85	98	140	192	243	-	5	620	-	109	140	185	236	-	7.5	710	150	236	7.5	7.5
50	300	500	63	90	118	160	200	240	270	5	5	580	-	92	105	150	208	258	-	6	670	-	112	135	200	258	-	7.5	750	155	250	9.5	9.5
52	320	540	71	100	128	176	218	240	270	5	5	620	-	92	118	165	224	280	-	6	710	-	118	165	212	272	-	7.5	800	165	265	9.5	9.5
54	340	580	78	106	140	192	243	270	300	5	6	660	-	95	122	170	230	290	-	6	750	-	125	170	234	300	-	7.5	850	180	280	9.5	9.5
56	360	600	78	106	140	192	243	270	300	5	6	700	-	95	135	175	236	300	-	6	790	-	135	175	236	300	-	7.5	900	190	300	9.5	9.5
58	380	620	78	106	140	192	243	270	300	6	6	720	-	103	140	185	256	315	-	6	820	-	138	185	243	308	-	7.5	950	200	315	9.5	9.5
60	400	650	80	112	145	200	250	300	330	6	6	760	-	109	150	200	272	335	-	7.5	850	-	136	190	250	315	-	9.5	980	206	325	12	12
62	420	700	88	122	165	224	280	330	360	6	6	790	-	112	165	200	280	345	-	7.5	900	-	145	200	265	345	-	9.5	1030	212	335	12	12
64	440	720	88	122	165	224	280	330	360	6	7.5	830	-	118	185	212	286	365	-	7.5	950	-	155	212	280	365	-	9.5	1060	218	345	12	12
66	460	760	95	132	175	243	300	360	400	7.5	8.5	870	-	125	170	224	310	385	-	7.5	980	-	160	216	290	375	-	9.5	1100	220	355	12	12
68	480	780	100	136	180	243	306	360	400	7.5	9.5	910	-	135	180	234	316	395	-	7.5	1030	-	170	216	290	375	-	9.5	1120	220	365	15	15
70	500	800	100	136	180	243	306	360	400	7.5	9.5	950	-	145	200	258	365	450	-	9.5	1090	-	180	233	325	412	-	12	1220	230	400	15	15
72	520	830	106	145	195	264	335	375	420	7.5	9.5	990	-	145	200	258	365	450	-	9.5	1150	-	190	258	335	438	-	12	1280	258	412	15	15
74	540	860	115	160	206	280	335	375	420	7.5	7.5	1030	-	150	206	272	365	475	-	9.5	1150	-	200	258	335	438	-	12	1360	272	438	15	15
76	560	900	122	170	218	300	375	420	450	7.5	7.5	1090	-	155	212	280	388	488	-	9.5	1220	-	200	272	335	462	-	15	1360	272	438	15	15
78	600	930	128	175	230	315	400	450	480	7.5	7.5	1150	-	165	230	300	412	515	-	12	1280	-	206	280	375	488	-	15	1420	280	450	15	15
80	620	960	136	185	243	335	412	450	480	7.5	7.5	1220	-	175	243	315	438	545	-	12	1360	-	216	300	400	515	-	15	1500	290	475	15	15
82	640	1000	140	190	258	365	438	480	510	9.5	9.5	1280	-	180	260	345	475	615	-	15	1500	-	216	300	400	515	-	15	-	-	-	-	-
84	660	1040	150	206	272	365	438	480	510	9.5	9.5	1360	-	180	260	345	475	615	-	15	1500	-	216	300	400	515	-	15	-	-	-	-	-
86	680	1080	155	212	272	375	475	510	540	12	12	1420	-	200	272	355	488	615	-	15	1600	-	220	315	438	600	-	19	-	-	-	-	-
88	700	1120	165	224	290	400	450	510	540	12	12	1500	-	218	280	375	515	650	-	15	1700	-	220	315	438	600	-	19	-	-	-	-	-
90	720	1160	165	224	290	400	450	510	540	12	12	1580	-	218	300	388	515	670	-	15	1780	-	280	388	500	650	-	19	-	-	-	-	-
92	740	1200	175	230	300	412	450	510	540	12	12	1660	-	230	315	412	530	710	-	15	1850	-	280	400	515	670	-	19	-	-	-	-	-
94	760	1240	180	243	315	438	480	545	580	12	12	1750	-	243	330	425	560	750	-	15	1950	-	300	412	-	-	-	19	-	-	-	-	-
96	780	1280	185	243	315	438	480	545	580	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	800	1320	190	258	335	450	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	820	1360	195	264	345	475	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
102	840	1400	200	272	365	475	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	860	1440	206	280	375	488	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	880	1480	212	286	395	488	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108	900	1520	218	300	412	488	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	920	1560	224	306	425	490	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	940	1600	230	315	438	490	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	960	1640	236	324	450	490	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	980	1680	243	330	462	490	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	1000	1720	249	339	475	490	510	580	610	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	1020	1760	256	348	488	490	510	580	61																								

표 7.2 테이퍼 로울러 베어링

테이퍼 베어링	329										320X			330			331											
	직경 계열 9										직경 계열 0						직경 계열 1											
	내경 번호 호	치수 계열 29										호칭베어링원경			치수 계열 20			치수 계열 30			호칭베어링원경			치수 계열 31				
		I					II					내륜		외륜		내륜		외륜		내륜		외륜		내륜		외륜		
		호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭	호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭	r(최소)		호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭	호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭	r(최소)		호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭	r(최소)		호칭 내륜폭	호칭 외륜폭	호칭 조립폭			
00 01 02	10 12 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28 32	11 12	-	-	11 12	13 14	-	-	13 14	0.3 0.3	0.3 0.3	-	-	-	-	-	-
03 04 22	17 20 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35 42 44	13 12	-	-	13 15	15 17	-	-	15 17	0.3 0.6	0.3 0.6	-	-	-	-	-	-	
05 28 06	25 28 30	11	-	-	11.6 12	9 12	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	47 52 55	15 16 17	11.5 13	15 20	17 16 20	14 16 20	17 20	0.6 1	0.6 1	-	-	-	-	-	-			
07 08 30	32 35 40	52	-	-	15 14	10 11.5 12	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6 0.6	58 62 68	17 18 19	13 14 14.5	17 18 19	-	-	21 17 22	1 1	1 1	75	26	20.5	26	1.5	1.5			
09 10 11	45 50 55	68 72 80	14	-	-	15 15 17	12 15 14	0.6 1	0.6 1	0.6 1	75 80 90	20 20 23	15.5 15.5 17.5	20 20 23	24 19 27	24 19 27	24 24 27	1 1	1 1	80 85 95	26 26 30	20.5 20 30	26 26 30	1.5 1.5	1.5 1.5			
12 13 14	60 65 70	85 90 100	16	-	-	17 17 20	14 14 16	1 1	1 1	1 1	95 100 110	23 23 25	17.5 17.5 19	23 23 31	27 21 25.5	27 21 31	27 27 31	1.5 1.5	1.5 1.5	100 110 120	30 34 37	30 26.5 29	30 34 37	1.5 1.5	1.5 1.5			
15 16 17	75 80 85	105 110 120	19	-	-	20 20 23	16 20 18	1 1.5	1 1.5	1.5 1.5	115 125 130	25 29	19 22	25 36 36	31 32.5 36	31 36 36	31 36 36	1.5 1.5	1.5 1.5	125 140	37 41	29 32	37 41	1.5 2.5	1.5 2			
18 19 20	90 95 100	125 130 140	22	-	-	23 23 25	18 18 20	1.5 1.5	1.5 1.5	1.5 1.5	140 145 150	32 32 32	24 32 32	32 32 39	32.5 32.5 32.5	39 39 39	39 39 39	2 2	1.5 1.5	150 160 165	45 49 52	35 48 48	45 49 52	2.5 2.5	2 2			
21 22 24	105 110 120	145 150 165	24	-	-	25 25 29	20 25 29	1.5 1.5	1.5 1.5	1.5 1.5	160 170 180	35 38 38	26 29 29	35 38 47	43 37 48	43 47 48	43 47 48	2.5 2.5	2 2	175 180 200	56 56 62	44 43 48	56 56 62	2.5 2.5	2 2			
26 28 30	130 140 150	180 190 210	30	-	-	32 32 38	25 32 30	2 2.5	1.5 2	1.5 2	200 210 225	45 45 48	34 34 36	45 45 59	55 44 46	55 44 46	55 56 59	2.5 2.5	2 2.5	-	-	-	-	-	-			
32 34 36	160 170 180	220 230 250	36	-	-	38 38 45	30 30 34	2.5 2.5	2 2	2 2	240 260 280	51 64	38 48	51 57 64	-	-	-	3 3	2.5 2.5	-	-	-	-	-	-			
38 40 44	190 200 220	260 280 300	42	-	-	45 45 51	34 39 39	2.5 3	2 2.5	2 2.5	310 310 340	64 70 76	48 53 57	64 70 76	-	-	-	3 3	2.5 2.5	-	-	-	-	-	-			
48 52 56	240 260 280	320 360 380	48	-	-	51 63.5 63.5	39 48 48	3 3	2.5 2.5	2.5 2.5	360 400 420	76 87 87	57 65 65	76 87 87	-	-	-	4 4	3 4	-	-	-	-	-	-			
60 64 68 72	300 320 340 360	420 440 460 480	-	-	-	76 76 76 76	57 76 76 76	4 4 4 4	3 3 3 3	3 3 3 3	460 480 -	100 100 -	74 74 -	100 100 -	-	-	-	5 5	4 4	-	-	-	-	-	-			

비 고 1. 이 표에 따르지 않는 계열의 것이 JIS(ISO)에는 규정되어 있음.  
 2. 직경계열9의 치수계열에 있어서, 구분 I은 JIS에 규정된 치수이고, 구분 II는 JIS(ISO)에 새로이 규정된 것임.  
 구분이 없는 곳은 JIS에 규정되어 있는 치수(D, B, C, T)에 따랐음.  
 3. 면취치수는 JIS에 따른 최소허용치수임, 정면측의 모서리에는 적용하지 않음.

의 주요치수

단위 : mm

302		322			332			303 또는 303D				313			323			테이퍼 베어링								
직경계열 2											직경계열 3											호칭베어링내경 d	내경 번호			
치수계열		치수계열			치수계열			면치치수		호칭베어링 내경 D	치수계열				치수계열			치수계열			면치치수					
02		22			32			내륜	외륜		03				13			23			r(최소)					
호칭 내륜	호칭 외륜	호칭 조립폭	호칭 내륜	호칭 외륜	호칭 조립폭	호칭 내륜	호칭 외륜				호칭 조립폭	호칭 내륜	호칭 외륜	호칭 조립폭	호칭 내륜	호칭 외륜	호칭 조립폭	호칭 내륜	호칭 외륜	호칭 조립폭	호칭 내륜			호칭 외륜		
D		B	C	T	B	C	T	B	C	T	r(최소)	B	C	T	B	C	T	B	C	T	r(최소)					
30	9	-	9.7	14	-	14.7	-	-	-	0.6	0.6	35	11	-	-	11.9	-	17	-	17.9	0.6	0.6	10	01		
32	10	9	10.75	14	-	14.75	-	-	-	0.6	0.6	37	12	-	-	12.9	-	17	-	17.9	1	1	12	01		
35	11	10	11.75	14	-	14.75	-	-	-	0.6	0.6	42	13	11	-	14.25	-	17	14	18.25	1	1	15	02		
40	12	11	13.25	16	14	17.25	-	-	-	1	1	47	14	12	-	15.25	-	19	16	20.25	1	1	17	03		
47	14	12	15.25	18	15	19.25	-	-	-	1	1	52	15	13	-	16.25	-	21	18	22.25	1.5	1.5	20	04		
50	14	12	15.25	18	15	19.25	-	-	-	1	1	56	16	14	-	17.25	-	21	18	22.25	1.5	1.5	22	/22		
52	15	13	16.25	18	15	19.25	22	18	22	1	1	62	17	15	13	18.25	-	24	20	25.25	1.5	1.5	25	05		
58	16	14	17.25	19	16	20.25	24	19	24	1	1	68	18	15	14	19.75	-	24	20	25.75	1.5	1.5	28	28		
62	16	14	17.25	20	17	21.25	25	19	25	1	1	72	19	16	14	20.75	-	27	23	28.75	1.5	1.5	30	06		
65	17	15	18.25	21	18	22.25	26	20.5	26	1	1	75	20	17	15	21.75	-	28	24	29.75	1.5	1.5	32	/32		
72	17	15	18.25	23	19	24.25	28	22	28	1.5	1.5	80	21	18	15	22.75	-	31	25	32.75	2	1.5	35	07		
80	18	16	19.75	23	19	24.75	32	25	32	1.5	1.5	90	23	20	17	25.25	-	33	27	35.25	2	1.5	40	08		
85	19	16	20.75	23	19	24.75	32	25	32	1.5	1.5	100	25	22	18	27.25	-	36	30	38.25	2	1.5	45	09		
90	20	17	21.75	23	19	24.75	32	24.5	32	1.5	1.5	110	27	23	19	29.25	-	40	33	42.25	2.5	2	50	10		
100	21	18	22.75	25	21	26.75	35	27	35	2	1.5	120	29	25	21	31.5	-	43	35	45.5	2.5	2	55	11		
110	22	19	23.75	28	24	29.75	38	29	38	2	1.5	130	31	26	22	33.5	-	46	37	48.5	3	2.5	60	12		
120	23	20	24.75	31	27	32.75	41	32	41	2	1.5	140	33	28	23	36	-	48	39	51	3	2.5	65	13		
125	24	21	26.25	31	27	33.25	41	32	41	2	1.5	150	35	30	25	38	-	51	42	54	3	2.5	70	14		
130	25	22	27.25	31	27	33.25	41	31	41	2	1.5	160	37	31	26	40	-	55	45	58	3	2.5	75	15		
140	26	22	28.25	33	28	35.25	46	35	46	2.5	2	170	39	33	27	42.5	-	58	48	61.5	3	2.5	80	16		
150	28	24	30.5	36	30	38.5	49	37	49	2.5	2	180	41	34	28	44.5	-	60	49	63.5	4	3	85	17		
160	30	26	32.5	40	34	42.5	55	42	55	2.5	2	190	43	36	30	46.5	-	64	53	67.5	4	3	90	18		
170	32	27	34.5	43	37	45.5	58	44	58	3	2.5	200	45	38	32	49.5	-	67	55	71.5	4	3	95	19		
180	34	29	37	46	39	49	63	48	63	3	2.5	215	47	39	-	51.5	51	35	56.5	63	60	7.5	4	3	100	20
190	36	30	39	50	43	53	68	52	68	3	2.5	225	49	41	-	53.5	53	36	58	77	63	81.5	4	3	105	21
200	38	32	41	53	46	56	-	-	-	3	2.5	240	50	42	-	54.5	57	38	63	80	65	84.5	4	3	110	22
215	40	34	43.5	58	50	61.5	-	-	-	3	2.5	260	55	46	-	59.5	62	42	68	86	69	90.5	4	3	120	24
230	40	34	43.75	64	54	67.75	-	-	-	4	3	280	58	49	-	63.75	66	44	72	93	78	98.75	5	4	130	26
250	42	36	45.75	68	58	71.75	-	-	-	4	3	300	62	53	-	67.75	70	47	77	102	85	107.75	5	4	140	28
270	45	38	49	73	60	77	-	-	-	4	3	320	65	55	-	72	75	50	82	108	90	114	5	4	150	30
290	48	40	52	80	67	84	-	-	-	4	3	340	68	58	-	75	79	-	87	114	95	121	5	4	160	32
310	52	43	57	86	71	91	-	-	-	5	4	360	72	62	-	80	84	-	92	120	100	127	5	4	170	34
320	52	43	57	86	71	91	-	-	-	5	4	380	75	64	-	83	88	-	97	126	106	134	5	4	180	36
340	55	46	60	92	75	97	-	-	-	5	4	400	78	65	-	86	92	-	101	132	109	140	6	5	190	38
400	65	54	72	108	90	114	-	-	-	5	4	420	80	67	-	89	97	-	107	138	115	146	6	5	200	40
460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	460	88	73	-	97	106	-	117	145	122	154	6	5	220	44
440	72	60	79	120	100	127	-	-	-	5	4	500	95	80	-	105	114	-	125	155	132	165	6	5	240	48
480	80	67	89	130	106	137	-	-	-	6	5	540	102	85	-	113	123	-	135	165	136	176	6	6	260	52
500	80	67	89	130	106	137	-	-	-	6	5	580	108	90	-	119	132	-	145	175	145	187	6	6	280	56
540	85	71	96	140	115	149	-	-	-	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	60
580	92	75	104	150	125	159	-	-	-	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320	64
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	340	68
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	360	72

주 (1) 급경사형 베어링 303D에 적용한다. DIN에서는 JIS의 303D에 상당하는 치수의 것을 313이라고 호칭하며, 내경 100mm이상은 치수계열 13의 것을 치수계열처럼 313이라고 하고 있다.

표 7.3 스투스트 베어링 (평면자리형)

스러스트볼베어링		511										512				522				
스러스트자동조심롤러베어링												292								
내경 번호	호칭베어링내경 $d$	직경계열 0						직경계열 1						직경계열 2						
		치수 계열			면취치수 $r$ (최소)	치수 계열			면취치수 $r$ (최소)	치수 계열				면취치수 $r$ (최소)	면취치수 $r_1$ (최소)					
		70	90	10		71	91	11		72	92	12	22			22				
		호칭높이 $T$			호칭높이 $D$	호칭높이 $T$			호칭높이 $D$	호칭높이 $T$				중양류						
														호칭내경 $d_2$	호칭두께 $B$					
4	4	12	4	-	6	0.3	-	-	-	-	-	16	6	-	8	-	-	-	0.3	-
6	6	16	5	-	7	0.3	-	-	-	-	-	20	6	-	9	-	-	-	0.3	-
8	8	18	5	-	7	0.3	-	-	-	-	-	22	6	-	9	-	-	-	0.3	-
00	10	20	5	-	7	0.3	24	6	-	9	0.3	26	7	-	11	-	-	-	0.6	-
01	12	22	5	-	7	0.3	26	6	-	9	0.3	28	7	-	11	-	-	-	0.6	-
02	15	26	5	-	7	0.3	28	6	-	9	0.3	32	8	-	12	22	10	5	0.6	0.3
03	17	28	5	-	7	0.3	30	6	-	9	0.3	35	8	-	12	-	-	-	0.6	-
04	20	32	6	-	8	0.3	35	7	-	10	0.3	40	9	-	14	26	15	6	0.6	0.3
05	25	37	6	-	8	0.3	42	8	-	11	0.6	47	10	-	15	28	20	7	0.6	0.3
06	30	42	6	-	8	0.3	47	8	-	11	0.6	52	10	-	16	29	25	7	0.6	0.3
07	35	47	6	-	8	0.3	52	8	-	12	0.6	62	12	-	18	34	30	8	1	0.3
08	40	52	6	-	9	0.3	60	9	-	13	0.6	68	13	-	19	36	30	9	1	0.6
09	45	60	7	-	10	0.3	65	9	-	14	0.6	73	13	-	20	37	35	9	1	0.6
10	50	65	7	-	10	0.3	70	9	-	14	0.6	78	13	-	22	39	40	9	1	0.6
11	55	70	7	-	10	0.3	78	10	-	16	0.6	90	16	21	25	45	45	10	1	0.6
12	60	75	7	-	10	0.3	85	11	-	17	1	95	16	21	26	46	50	10	1	0.6
13	65	80	7	-	10	0.3	90	11	-	18	1	100	16	21	27	47	55	10	1	0.6
14	70	85	7	-	10	0.3	95	11	-	18	1	105	16	21	27	47	55	10	1	1
15	75	90	7	-	10	0.3	100	11	-	19	1	110	16	21	27	47	60	10	1	1
16	80	95	7	-	10	0.3	105	11	-	19	1	115	16	21	28	48	65	10	1	1
17	85	100	7	-	10	0.3	110	11	-	19	1	125	18	24	31	55	70	12	1	1
18	90	105	7	-	10	0.3	120	14	-	22	1	135	20	27	35	62	75	14	1.1	1
20	100	120	9	-	14	0.6	135	16	21	25	1	150	23	30	38	67	85	15	1.1	1
22	110	130	9	-	14	0.6	145	16	21	25	1	160	23	30	38	67	95	15	1.1	1
24	120	140	9	-	14	0.6	155	16	21	25	1	170	23	30	39	68	100	15	1.1	1.1
26	130	150	9	-	14	0.6	170	18	24	30	1	190	27	36	45	80	110	18	1.5	1.1
28	140	160	9	-	14	0.6	180	18	24	31	1	200	27	36	46	81	120	18	1.5	1.1
30	150	170	9	-	14	0.6	190	18	24	31	1	215	29	39	50	89	130	20	1.5	1.1
32	160	180	9	-	14	0.6	200	18	24	31	1	225	29	39	51	90	140	20	1.5	1.1
34	170	190	9	-	14	0.6	215	20	27	34	1.1	240	32	42	55	97	150	21	1.5	1.1
36	180	200	9	-	14	0.6	225	20	27	34	1.1	250	32	42	56	98	150	21	1.5	2
38	190	215	11	-	17	1	240	23	30	37	1.1	270	36	48	62	109	160	24	2	2
40	200	225	11	-	17	1	250	23	30	37	1.1	280	36	48	62	109	170	24	2	2
44	220	250	14	-	22	1	270	23	30	37	1.1	300	36	48	63	110	190	24	2	2
48	240	270	14	-	22	1	300	27	36	45	1.5	340	45	60	78	-	-	-	2.1	-
52	260	290	14	-	22	1	320	27	36	45	1.5	360	45	60	79	-	-	-	2.1	-
56	280	310	14	-	22	1	350	32	42	53	1.5	380	45	60	80	-	-	-	2.1	-
60	300	340	18	24	30	1	380	36	48	62	2	420	54	73	95	-	-	-	3	-
64	320	360	18	24	30	1	400	36	48	63	2	440	54	73	95	-	-	-	3	-

비고 1. 치수계열 22, 23 및 24는 복식베어링의 치수계열임. 복식베어링은  $d_2$ 가 호칭베어링 내경이 된다.  
 2. 축케도받침·중양케도받침의 최대허용외경 및 하우징의 케도받침의 최소허용내경에 대하여는 생략한다.  
 (스러스트베어링의 베어링치수표 참조)

의 주요치수-1

단위 : mm

		513		523						514		524						스라스트블베어링							
		293								294								스라스트자동조심로우리베어링							
직경계열 3										직경계열 4										직경계열 5			호칭베어링내경		
호칭베어링외경 $D$	치수 계열						면취치수 $r_1$ (최소)	면취치수 $r_2$ (최소)	치수 계열										면취치수 $r_1$ (최소)	면취치수 $r_2$ (최소)	호칭높이 $T$	호칭높이 $d$	내경번호		
	73	93	13	23	중 앙 류				74	94	14	24	중 앙 류		74	94	14	24						중 앙 류	
	호칭높이								호칭높이															호칭높이	
	$T$								$T$															$T$	
						호칭내경 $d_2$		호칭높이 $B$												호칭내경 $d_2$		호칭높이 $B$			
20	7	-	11	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4				
24	8	-	12	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6				
26	8	-	12	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8				
30	9	-	14	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	00				
32	9	-	14	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	01				
37	10	-	15	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	02				
40	10	-	16	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	03				
47	12	-	18	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	04				
52	12	-	18	34	20	8	1	0.3	60	16	21	24	45	15	11	1	0.6	52	21	1	20				
																		60	24	1	25				
																		73	29	1.1	05				
60	14	-	21	38	25	9	1	0.3	70	18	24	28	52	20	12	1	0.6	85	34	1.1	30				
68	15	-	24	44	30	10	1	0.3	80	20	27	32	59	25	14	1.1	0.6	100	39	1.1	35				
78	17	22	26	49	30	12	1	0.6	90	23	30	36	65	30	15	1.1	0.6	110	42	1.5	40				
85	18	24	28	52	35	14	1	0.6	100	25	34	39	72	35	17	1.1	0.6	120	45	2	45				
95	20	27	31	58	40	12	1.1	0.6	110	27	36	43	78	40	18	1.5	0.6	135	51	2	50				
105	23	30	35	64	45	15	1.1	0.6	120	29	39	48	87	45	20	1.5	0.6	150	58	2.1	10				
																				55	11				
110	23	30	35	64	50	15	1.1	0.6	130	32	42	51	93	50	21	1.5	0.6	160	60	2.1	60				
115	23	30	36	65	55	15	1.1	0.6	140	34	45	56	101	50	23	2	1	170	63	2.1	12				
125	25	34	40	72	55	16	1.1	1	150	36	48	60	107	55	24	2	1	180	67	3	65				
																				70	14				
135	27	36	44	79	60	18	1.5	1	160	38	51	65	115	60	26	2	1	190	69	3	75				
140	27	36	44	79	65	18	1.5	1	170	41	54	68	120	65	27	2.1	1	200	73	3	80				
150	29	39	49	87	70	19	1.5	1	180	42	58	72	128	65	29	2.1	1.1	215	78	4	85				
155	29	39	50	88	75	19	1.5	1	190	45	60	77	135	70	30	2.1	1.1	225	82	4	90				
170	32	42	55	97	85	21	1.5	1	210	50	67	85	150	80	33	3	1.1	250	90	4	180				
190	36	48	63	110	95	24	2	1	230	54	73	95	166	90	37	3	1.1	270	95	5	200				
210	41	54	70	123	100	27	2.1	1.1	250	58	78	102	177	95	40	4	1.5	300	109	5	120				
225	42	58	75	130	110	30	2.1	1.1	270	63	85	110	192	100	42	4	2	320	115	5	24				
240	45	60	80	140	120	31	2.1	1.1	280	63	85	112	196	110	44	4	2	340	122	5	130				
																				140	26				
																				140	28				
250	45	60	80	140	130	31	2.1	1.1	300	67	90	120	209	120	46	4	2	360	125	6	150				
270	50	67	87	153	140	33	3	1.1	320	73	95	130	226	130	50	5	2	380	132	6	160				
280	50	67	87	153	150	33	3	1.1	340	78	103	135	236	135	50	5	2.1	400	140	6	30				
																				170	34				
300	54	73	95	165	150	37	3	2	360	82	109	140	245	140	52	5	3	420	145	6	180				
320	58	78	105	183	160	40	4	2	380	85	115	150	-	-	-	-	-	440	150	6	36				
340	63	85	110	192	170	42	4	2	400	90	122	155	-	-	-	-	-	460	155	7.5	190				
																				200	40				
360	63	85	112	-	-	-	4	-	420	90	122	160	-	-	-	6	-	500	170	7.5	220				
380	63	85	112	-	-	-	4	-	440	90	122	160	-	-	-	6	-	540	180	7.5	44				
420	73	95	130	-	-	-	5	-	480	100	132	175	-	-	-	6	-	580	190	9.5	240				
																				260	48				
440	73	95	130	-	-	-	5	-	520	109	145	190	-	-	-	6	-	620	206	9.5	56				
480	82	109	140	-	-	-	5	-	540	109	145	190	-	-	-	6	-	670	224	9.5	300				
500	82	109	140	-	-	-	5	-	580	118	155	205	-	-	-	7.5	-	710	236	9.5	60				
																				320	64				

표 7.3 스투스트 베어링 (평면자리형)

스러스트볼베어링		511										512		522					
스러스트자동조심로울러베어링												292							
내경 번호	베어링 내경 <i>d</i>	직경계열 0					직경계열 1					직경계열 2					면취치수	면취치수	
		치수 계열			면취치수	치수 계열			면취치수	치수 계열				면취치수					
		70	90	10		71	91	11		72	92	12	22						
		호칭높이			호칭높이	호칭높이			호칭높이				중앙류						
		<i>T</i>				<i>T</i>			<i>T</i>				호칭내경 <i>d<sub>s</sub></i>	호칭두께 <i>B</i>					
<i>D</i>	<i>T</i>	<i>r</i> (최소)	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>r</i> (최소)	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>r</i> (최소)	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>r</i> (최소)	<i>r</i> (최소)							
68	340	380	18	24	30	1	420	36	48	64	2	460	54	73	96	-	-	3	-
72	360	400	18	24	30	1	440	36	48	65	2	500	63	85	110	-	-	4	-
76	380	420	18	24	30	1	460	36	48	65	2	520	63	85	112	-	-	4	-
80	400	440	18	24	30	1	480	36	48	65	2	540	63	85	112	-	-	4	-
84	420	460	18	24	30	1	500	36	48	65	2	580	73	95	130	-	-	5	-
88	440	480	18	24	30	1	540	45	60	80	2.1	600	73	95	130	-	-	5	-
92	460	500	18	24	30	1	560	45	60	80	2.1	620	73	95	130	-	-	5	-
96	480	520	18	24	30	1	580	45	60	80	2.1	650	78	103	135	-	-	5	-
/500	500	540	18	24	30	1	600	45	60	80	2.1	670	78	103	135	-	-	5	-
/530	530	580	23	30	38	1.1	640	50	67	85	3	710	82	109	140	-	-	5	-
/560	560	610	23	30	38	1.1	670	50	67	85	3	750	85	115	150	-	-	5	-
/600	600	650	23	30	38	1.1	710	50	67	85	3	800	90	122	160	-	-	5	-
/630	630	680	23	30	38	1.1	750	54	73	95	3	850	100	132	175	-	-	6	-
/670	670	730	27	36	45	1.5	800	58	78	105	4	900	103	140	180	-	-	6	-
/710	710	780	32	42	53	1.5	850	63	85	112	4	950	109	145	190	-	-	6	-
/750	750	820	32	42	53	1.5	900	67	90	120	4	1000	112	150	195	-	-	6	-
/800	800	870	32	42	53	1.5	950	67	90	120	4	1060	118	155	205	-	-	7.5	-
/850	850	920	32	42	53	1.5	1000	67	90	120	4	1120	122	160	212	-	-	7.5	-
/900	900	980	36	48	63	2	1060	73	95	130	5	1180	125	170	220	-	-	7.5	-
/950	950	1030	36	48	63	2	1120	78	103	135	5	1250	136	180	236	-	-	7.5	-
/1000	1000	1090	41	54	70	2.1	1180	82	109	140	5	1320	145	190	250	-	-	9.5	-
/1060	1060	1150	41	54	70	2.1	1250	85	115	150	5	1400	155	206	265	-	-	9.5	-
/1120	1120	1220	45	60	80	2.1	1320	90	122	160	5	1460	-	206	-	-	-	9.5	-
/1180	1180	1280	45	60	80	2.1	1400	100	132	175	6	1520	-	206	-	-	-	9.5	-
/1250	1250	1360	50	67	85	3	1460	-	-	175	6	1610	-	216	-	-	-	9.5	-
/1320	1320	1440	-	-	95	3	1540	-	-	175	6	1700	-	228	-	-	-	9.5	-
/1400	1400	1520	-	-	95	3	1630	-	-	180	6	1790	-	234	-	-	-	12	-
/1500	1500	1630	-	-	105	4	1750	-	-	195	6	1920	-	252	-	-	-	12	-
/1600	1600	1730	-	-	105	4	1850	-	-	195	6	2040	-	264	-	-	-	15	-
/1700	1700	1840	-	-	112	4	1970	-	-	212	7.5	2160	-	276	-	-	-	15	-
/1800	1800	1950	-	-	120	4	2080	-	-	220	7.5	2280	-	288	-	-	-	15	-
/1900	1900	2060	-	-	130	5	2180	-	-	220	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-
/2000	2000	2160	-	-	130	5	2300	-	-	236	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-
/2120	2120	2300	-	-	140	5	2430	-	-	243	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-
/2240	2240	2430	-	-	150	5	2570	-	-	258	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-
/2360	2360	2550	-	-	150	5	2700	-	-	265	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-
/2500	2500	2700	-	-	160	5	2850	-	-	272	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-

비 고 1. 치수계열 22, 23 및 24는 볼식베어링의 치수계열임.  
 2. 축케도받침·중앙케도받침의 최대허용외경 및 하우징의 케도받침의 최소허용내경에 대하여는 생략한다.  
 (스러스트베어링의 베어링치수표 참조)

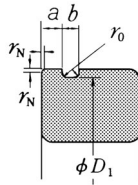


의 주요치수-2

단위 : mm

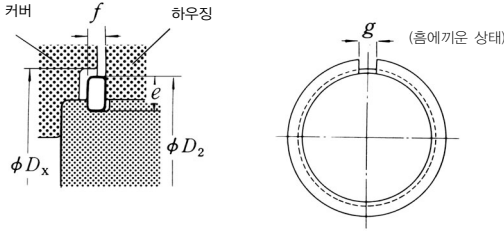
		513		523						514		524						스피스트베어링						
		293								294								스피스트자동차용 심로울러베어링						
직경계열 3										직경계열 4										직경계열 5			호칭 베어링 내경 번호	
호칭 베어링 번호 D	치수 계열						면 취 치 수	면 취 치 수	호칭 베어링 번호 D	치수 계열						면 취 치 수	면 취 치 수	호칭 베어링 번호 D	치수 계열		면 취 치 수	내 경 번호		
	73	93	13	23	중 앙 류					74	94	14	24	중 앙 류					95	호칭 높이				
	호 칭 높 이									호 칭 높 이									호 칭 높 이					
	T		중 앙 류		호칭높이					T		중 앙 류		호칭높이					T				호칭높이	
		d <sub>2</sub>		B		r(최소)		r <sub>1</sub> (최소)		D		T		중 앙 류		호칭높이		r(최소)						
540	90	122	160	-	-	-	5	-	620	125	170	220	-	-	-	7.5	-	750	243	12	340	68		
560	90	122	160	-	-	-	5	-	640	125	170	220	-	-	-	7.5	-	780	250	12	360	72		
600	100	132	175	-	-	-	6	-	670	132	175	224	-	-	-	7.5	-	820	265	12	380	76		
620	100	132	175	-	-	-	6	-	710	140	185	243	-	-	-	7.5	-	850	272	12	400	80		
650	103	140	180	-	-	-	6	-	730	140	185	243	-	-	-	7.5	-	900	290	15	420	84		
680	109	145	190	-	-	-	6	-	780	155	206	265	-	-	-	9.5	-	950	308	15	440	88		
710	112	150	195	-	-	-	6	-	800	155	206	265	-	-	-	9.5	-	980	315	15	460	92		
730	112	150	195	-	-	-	6	-	850	165	224	290	-	-	-	9.5	-	1000	315	15	480	96		
750	112	150	195	-	-	-	6	-	870	165	224	290	-	-	-	9.5	-	1060	335	15	500	/500		
800	122	160	212	-	-	-	7.5	-	920	175	236	308	-	-	-	9.5	-	1090	335	15	530	/530		
850	132	175	224	-	-	-	7.5	-	980	190	250	335	-	-	-	12	-	1150	355	15	560	/560		
900	136	180	236	-	-	-	7.5	-	1030	195	258	335	-	-	-	12	-	1220	375	15	600	/600		
950	145	190	250	-	-	-	9.5	-	1090	206	280	365	-	-	-	12	-	1280	388	15	630	/630		
1000	150	200	258	-	-	-	9.5	-	1150	218	290	375	-	-	-	15	-	1320	388	15	670	/670		
1060	160	212	272	-	-	-	9.5	-	1220	230	308	400	-	-	-	15	-	1400	412	15	710	/710		
1120	165	224	290	-	-	-	9.5	-	1280	236	315	412	-	-	-	15	-	-	-	-	-	750	/750	
1180	170	230	300	-	-	-	9.5	-	1360	250	335	438	-	-	-	15	-	-	-	-	-	800	/800	
1250	180	243	315	-	-	-	12	-	1440	-	354	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	850	/850	
1320	190	250	335	-	-	-	12	-	1520	-	372	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	900	/900	
1400	200	272	355	-	-	-	12	-	1600	-	390	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	950	/950	
1460	-	276	-	-	-	-	12	-	1670	-	402	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	1000	/1000	
1540	-	288	-	-	-	-	15	-	1770	-	426	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	1060	/1060	
1630	-	306	-	-	-	-	15	-	1860	-	444	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	1120	/1120	
1710	-	318	-	-	-	-	15	-	1950	-	462	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	1180	/1180	
1800	-	330	-	-	-	-	15	-	2050	-	480	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	1250	/1250	
1900	-	348	-	-	-	-	19	-	2160	-	505	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	1320	/1320	
2000	-	360	-	-	-	-	19	-	2280	-	530	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	1400	/1400	
2140	-	384	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1500	/1500	
2270	-	402	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1600	/1600	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1700	/1700	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800	/1800	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1900	/1900	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000	/2000	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2120	/2120	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2240	/2240	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2360	/2360	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2500	/2500	

표 7.4 스냅링 홈 스냅링의 치수 -1- 치수계열 18, 19의 베어링



적용 베어링		스냅링 홈									
호칭베어링내경 <i>d</i>	호칭베어링외경 <i>D</i>	홈경 <i>D<sub>1</sub></i> (최대) (최소)		홈의 위치				홈경 <i>b</i> (최대) (최소)		구석공굴림반경 <i>r<sub>0</sub></i> (최대)	
				베어링의 직경계열							
				18		19					
18	19	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)		
-	10	<b>22</b>	20.8	20.5	-	-	1.05	0.9	1.05	0.8	0.2
-	12	<b>24</b>	22.8	22.5	-	-	1.05	0.9	1.05	0.8	0.2
-	15	<b>28</b>	26.7	26.4	-	-	1.3	1.15	1.2	0.95	0.25
-	17	<b>30</b>	28.7	28.4	-	-	1.3	1.15	1.2	0.95	0.25
20	-	<b>32</b>	30.7	30.4	1.3	1.15	-	-	1.2	0.95	0.25
22	-	<b>34</b>	32.7	32.4	1.3	1.15	-	-	1.2	0.95	0.25
-	20	<b>37</b>	35.7	35.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
-	22	<b>39</b>	37.7	37.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
-	28	<b>40</b>	38.7	38.4	1.3	1.15	-	-	1.2	0.95	0.25
30	25	<b>42</b>	40.7	40.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
32	-	<b>44</b>	42.7	42.4	1.3	1.15	-	-	1.2	0.95	0.25
-	28	<b>45</b>	43.7	43.4	-	-	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
35	30	<b>47</b>	45.7	45.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
40	-	<b>52</b>	50.7	50.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
-	35	<b>55</b>	53.7	53.4	-	-	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
45	-	<b>58</b>	56.7	56.4	1.3	1.15	-	-	1.2	0.95	0.25
50	40	<b>65</b>	60.7	60.4	1.3	1.15	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
-	45	<b>68</b>	66.7	66.4	-	-	1.7	1.55	1.2	0.95	0.25
55	50	<b>72</b>	70.7	70.4	1.7	1.55	1.7	1.55	1.6	1.3	0.25
60	-	<b>78</b>	76.2	75.8	1.7	1.55	-	-	1.6	1.3	0.4
-	55	<b>80</b>	77.9	77.5	-	-	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4
65	60	<b>85</b>	82.9	82.5	1.7	1.55	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4
70	65	<b>90</b>	87.9	87.5	1.7	1.55	2.1	1.9	1.6	1.3	0.4
75	-	<b>95</b>	92.9	92.5	1.7	1.55	-	-	1.6	1.3	0.4
80	70	<b>100</b>	97.9	97.5	1.7	1.55	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4
-	75	<b>105</b>	102.9	102.1	-	-	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4
85	80	<b>110</b>	107.9	107.1	2.1	1.9	2.5	2.3	1.6	1.3	0.4
90	-	<b>115</b>	112.9	112.1	2.1	1.9	-	-	1.6	1.3	0.4
95	85	<b>120</b>	117.9	117.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4
100	90	<b>125</b>	122.9	122.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4
105	95	<b>130</b>	127.9	127.1	2.1	1.9	3.3	3.1	1.6	1.3	0.4
110	100	<b>140</b>	137.9	137.1	2.5	2.3	3.3	3.1	2.2	1.6	0.6
-	105	<b>145</b>	142.9	142.1	-	-	3.3	3.1	2.2	1.6	0.6
120	110	<b>150</b>	147.9	147.1	2.5	2.3	3.3	3.1	2.2	1.6	0.6
130	120	<b>165</b>	161.9	161.3	3.3	3.1	3.7	3.5	2.2	1.6	0.6
140	-	<b>175</b>	171.8	171.3	3.3	3.1	-	-	2.2	1.6	0.6
-	130	<b>180</b>	176.8	176.3	-	-	3.7	3.5	2.2	1.6	0.6
150	140	<b>190</b>	186.8	186.3	3.3	3.1	3.7	3.5	2.2	1.6	0.6
160	-	<b>200</b>	196.8	196.3	3.3	3.1	-	-	2.2	1.6	0.6

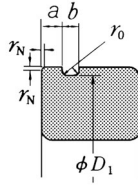
비 고 외륜의 스냅링홈쪽의 면치수  $r_N$ 의 최소허용치는 다음과 같다.  
 치수계열 18의 베어링 외경 78mm이하는 0.3mm, 베어링 외경 78mm를 초과하는 것은 0.5mm  
 치수계열 19의 베어링 외경 47mm이하는 0.3mm, 베어링 외경 47mm를 초과하는 것은 0.5mm



단위 : mm

호칭번호	스냅링				홈에 끼운 상태 (참고) 조립후 새 틈새 g (약)	스냅링 외경 D <sub>2</sub> (최대)	커버 단부내경 (참고) D <sub>x</sub> (최소)
	단면높이 e		두께 f				
	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)			
NR 1022	2.0	1.85	0.7	0.6	2	24.8	25.5
NR 1024	2.0	1.85	0.7	0.6	3	27.8	27.5
NR 1028	2.05	1.9	0.85	0.75	3	30.8	31.5
NR 1030	2.05	1.9	0.85	0.75	3	32.8	33.5
NR 1032	2.05	1.9	0.85	0.75	3	34.8	35.5
NR 1034	2.05	1.9	0.85	0.75	3	36.8	37.5
NR 1037	2.05	1.9	0.85	0.75	3	39.8	40.5
NR 1039	2.05	1.9	0.85	0.75	3	41.8	42.5
NR 1040	2.05	1.9	0.85	0.75	3	42.8	43.5
NR 1042	2.05	1.9	0.85	0.75	3	44.8	45.5
NR 1044	2.05	1.9	0.85	0.75	4	46.8	47.5
NR 1045	2.05	1.9	0.85	0.75	4	47.8	48.5
NR 1047	2.05	1.9	0.85	0.75	4	49.8	50.5
NR 1052	2.05	1.9	0.85	0.75	4	54.8	55.5
NR 1055	2.05	1.9	0.85	0.75	4	57.8	58.5
NR 1058	2.05	1.9	0.85	0.75	4	60.8	61.5
NR 1063	2.05	1.9	0.85	0.75	4	64.8	65.5
NR 1065	2.05	1.9	0.85	0.75	4	67.8	68.5
NR 1068	2.05	1.9	0.85	0.75	5	70.8	72
NR 1072	2.05	1.9	0.85	0.75	5	74.8	76
NR 1078	2.2	2.1	1.12	1.02	5	82.7	84
NR 1080	2.25	2.1	1.12	1.02	5	84.4	86
NR 1088	2.25	2.1	1.12	1.02	5	89.4	90
NR 1090	2.25	2.1	1.12	1.02	5	94.4	96
NR 1095	2.25	2.1	1.12	1.02	5	99.4	101
NR 1100	2.25	2.1	1.12	1.02	5	104.4	106
NR 1105	4.04	3.89	1.12	1.02	5	110.7	112
NR 1110	4.04	3.89	1.12	1.02	5	115.7	117
NR 1118	4.04	3.89	1.12	1.02	7	120.7	122
NR 1120	4.04	3.89	1.12	1.02	7	125.7	127
NR 1125	4.04	3.89	1.12	1.02	7	130.7	132
NR 1130	4.04	3.89	1.12	1.02	7	135.7	137
NR 1140	4.04	3.89	1.7	1.6	7	145.7	147
NR 1145	4.04	3.89	1.7	1.6	7	150.7	152
NR 1150	4.04	3.89	1.7	1.6	7	155.7	157
NR 1165	4.85	4.7	1.7	1.6	7	171.5	173
NR 1175	4.85	4.7	1.7	1.6	10	181.5	183
NR 1180	4.85	4.7	1.7	1.6	10	186.5	188
NR 1190	4.85	4.7	1.7	1.6	10	196.5	198
NR 1200	4.85	4.7	1.7	1.6	10	206.5	208

표 7.4 스냅링 홈 스냅링의 치수 -2- 직경계열 0, 2, 3, 4의 베어링

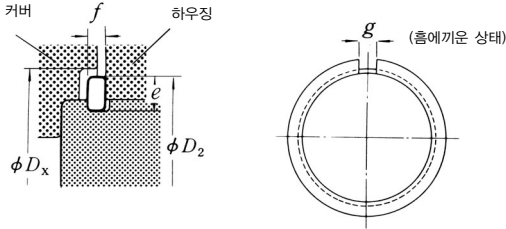


적용 베어링					스냅링 홈									
호칭 베어링 내경 <i>d</i>				호칭 베어링 외경 <i>D</i>	홈 경 <i>D</i> <sub>1</sub>		홈의 위치 <i>a</i>				홈 폭 <i>b</i>		구석공굴림 반경 <i>r</i> <sub>0</sub>	
치수 계열							베어링의 치수 계열							
0	2	3	4				0		2, 3, 4					
				(최대)	(최소)	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)	(최대)		
10	-	-	-	<b>26</b>	24.5	24.25	1.35	1.19	-	-	1.17	0.87	0.2	
12	-	-	-	<b>28</b>	26.5	26.25	1.35	1.19	-	-	1.17	0.87	0.2	
-	10	9	8	<b>30</b>	28.17	27.91	-	-	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
15	12	10	9	<b>32</b>	30.15	29.9	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
17	15	10	-	<b>35</b>	33.17	32.92	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
-	-	12	10	<b>37</b>	34.77	34.52	-	-	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
-	17	-	-	<b>40</b>	38.1	37.85	-	-	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
20	-	15	12	<b>42</b>	39.75	39.5	2.06	1.9	2.06	1.9	1.65	1.35	0.4	
22	-	-	-	<b>44</b>	41.75	41.5	2.06	1.9	-	-	1.65	1.35	0.4	
25	20	17	-	<b>47</b>	44.6	44.35	2.06	1.9	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	
-	22	-	-	<b>50</b>	47.6	47.35	-	-	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	
28	25	20	15	<b>52</b>	49.73	49.48	2.06	1.9	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	
30	-	-	-	<b>55</b>	52.6	52.35	2.08	1.88	-	-	1.65	1.35	0.4	
-	-	22	-	<b>56</b>	53.6	53.35	-	-	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	
32	28	-	-	<b>58</b>	55.6	55.35	2.08	1.88	2.46	2.31	1.65	1.35	0.4	
35	30	25	17	<b>62</b>	59.61	59.11	2.08	1.88	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
-	32	-	-	<b>65</b>	62.6	62.1	-	-	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
40	-	28	-	<b>68</b>	64.82	64.31	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
-	35	30	20	<b>72</b>	68.81	68.3	-	-	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
45	-	32	-	<b>75</b>	71.83	71.32	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
50	40	35	25	<b>80</b>	76.81	76.3	2.49	2.29	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
-	45	-	-	<b>85</b>	81.81	81.31	-	-	3.28	3.07	2.2	1.9	0.6	
55	50	40	30	<b>90</b>	86.79	86.28	2.87	2.67	3.28	3.07	3.2	2.7	0.6	
60	-	-	-	<b>95</b>	91.82	91.31	2.87	2.67	-	-	3	2.7	0.6	
65	55	45	35	<b>100</b>	96.8	96.29	2.87	2.67	3.28	3.07	3	2.7	0.6	
70	60	50	40	<b>110</b>	106.81	106.3	2.87	2.67	3.28	3.07	3	2.7	0.6	
75	-	-	-	<b>115</b>	111.81	111.3	2.87	2.67	-	-	3	2.7	0.6	
-	65	55	45	<b>120</b>	115.21	114.71	-	-	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	
80	70	-	-	<b>125</b>	120.22	119.71	2.87	2.67	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	
85	75	60	50	<b>130</b>	125.22	124.71	2.87	2.67	4.06	3.86	3.4	3.1	0.6	
90	80	65	55	<b>140</b>	135.23	134.72	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	
95	-	-	-	<b>145</b>	140.23	139.73	3.71	3.45	-	-	3.4	3.1	0.6	
100	85	70	60	<b>150</b>	145.24	144.73	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	
105	90	75	65	<b>160</b>	155.22	154.71	3.71	3.45	4.9	4.65	3.4	3.1	0.6	
110	95	80	-	<b>170</b>	163.65	163.14	3.71	3.45	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	
120	100	85	70	<b>180</b>	173.66	173.15	3.71	3.45	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	
-	105	90	75	<b>190</b>	183.64	183.13	-	-	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	
130	110	95	80	<b>200</b>	193.65	193.14	5.69	5.44	5.69	5.44	3.8	3.5	0.6	

주 (1) 이 스냅링 및 적용하는 베어링의 스냅링홈에 대하여는 JIS에 규정이 없음.

비고 1. 이 스냅링홈의 치수 계열 00, 82 및 83의 베어링에는 적용하지 않는다.

2. 외륜의 스냅링홈쪽 면취치수 *r*<sub>N</sub>의 최소허용치는 0.5mm로 한다. 단, 직경계열 0의 베어링 외경 35mm이하에 대해서 0.3mm로 한다.



단위 : mm

호칭번호	스넵 링				흠에 끼운 상태		단부내경 (참고) $D_x$ (최소)
	단면높이 $e$		두께 $f$		조립후 틈새 $g$ (약)	스넵링 외경 $D_2$ (최대)	
	(최대)	(최소)	(최대)	(최소)			
NR 26 <sup>(1)</sup>	2.06	1.91	0.84	0.74	3	28.7	29.4
NR 28 <sup>(1)</sup>	2.06	1.91	0.84	0.74	3	30.7	31.4
NR 30	3.25	3.1	1.12	1.02	3	34.7	35.5
NR 32	3.25	3.1	1.12	1.02	3	36.7	37.5
NR 35	3.25	3.1	1.12	1.02	3	39.7	40.5
NR 37	3.25	3.1	1.12	1.02	3	41.3	42
NR 40	3.25	3.1	1.12	1.02	3	44.6	45.5
NR 42	3.25	3.1	1.12	1.02	3	46.3	47
NR 44	3.25	3.1	1.12	1.02	3	48.3	49
NR 47	4.04	3.89	1.12	1.02	4	52.7	53.5
NR 50	4.04	3.89	1.12	1.02	4	55.7	56.5
NR 52	4.04	3.89	1.12	1.02	4	57.9	58.5
NR 55	4.04	3.89	1.12	1.02	4	60.7	61.5
NR 56	4.04	3.89	1.12	1.02	4	61.7	62.5
NR 58	4.04	3.89	1.12	1.02	4	63.7	64.5
NR 62	4.04	3.89	1.7	1.6	4	67.7	68.5
NR 65	4.04	3.89	1.7	1.6	4	70.7	71.5
NR 68	4.85	4.7	1.7	1.6	5	74.6	76
NR 72	4.85	4.7	1.7	1.6	5	78.6	80
NR 75	4.85	4.7	1.7	1.6	5	81.6	83
NR 80	4.85	4.7	1.7	1.6	5	86.6	88
NR 85	4.85	4.7	1.7	1.6	5	91.6	93
NR 90	4.85	4.7	2.46	2.36	5	96.5	98
NR 95	4.85	4.7	2.46	2.36	5	101.6	103
NR 100	4.85	4.7	2.46	2.36	5	106.5	108
NR 110	4.85	4.7	2.46	2.36	5	116.6	118
NR 115	4.85	4.7	2.46	2.36	5	121.6	123
NR 120	7.21	7.06	2.82	2.72	7	129.7	131.5
NR 125	7.21	7.06	2.82	2.72	7	134.7	136.5
NR 130	7.21	7.06	2.82	2.72	7	139.7	141.5
NR 140	7.21	7.06	2.82	2.72	7	149.7	152
NR 145	7.21	7.06	2.82	2.72	7	154.7	157
NR 150	7.21	7.06	2.82	2.72	7	159.7	162
NR 160	7.21	7.06	2.82	2.72	7	169.7	172
NR 170	9.6	9.45	3.1	3	10	182.9	185
NR 180	9.6	9.45	3.1	3	10	192.9	195
NR 190	9.6	9.45	3.1	3	10	202.9	205
NR 200	9.6	9.45	3.1	3	10	212.9	215

7.2 호칭번호

구름베어링의 호칭번호는 베어링의 형식, 주요치수, 치수·회전정도, 내부클리어런스, 그 밖의 사양을 표시하는 호칭이며 기본번호와 보조기호로 구성되어 있다.

일반적으로 많이 쓰이는 베어링의 주요치수는 ISO 규격의 주요치수 전체 계획에 준하고 있는 경우가 많고, 그 표준형 베어링의 호칭번호는 JIS B 1513(구름베어링의 호칭번호)에 규정되어 있다.

베어링의 사양을 자세히 구분할 필요가 있기 때문에 NSK에서는 JIS 이외의 보조기호를 병용하고 있다. 호칭번호를 구성하는 기본번호중 베어링의 형식, 치수계열을 나타내는 베어링계열기호는 표7.5에 의한다.

기본번호 및 보조기호의 배열과 대표적인 번호 그리고 기호의 내용을 표 7.6(A56~A57페이지)에 표시했다.

또, 접촉각기호 및 보조기호에 대해서는 해당하는 것만을 좌로부터 차례로 배열한다. 참고로 호칭번호의 예를 다음과 같이 표시했다.

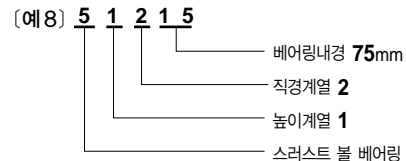
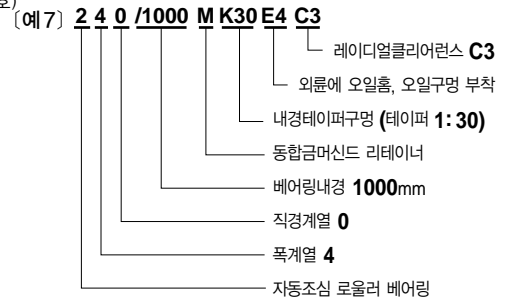
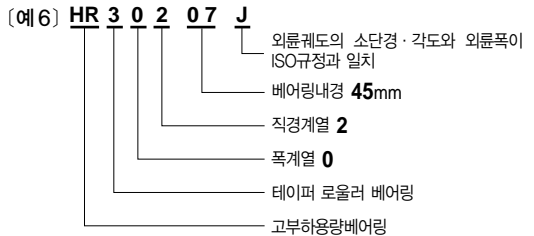
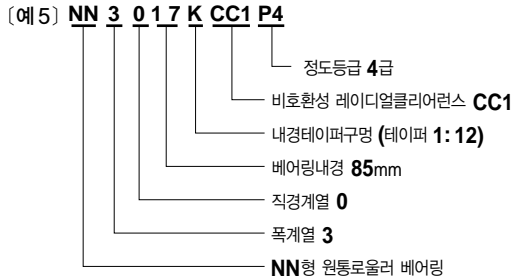
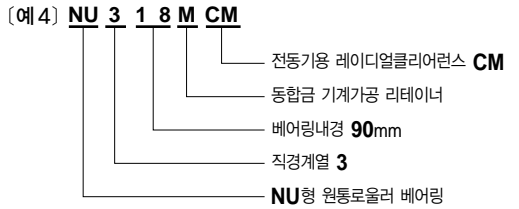
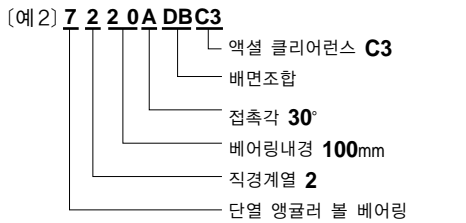
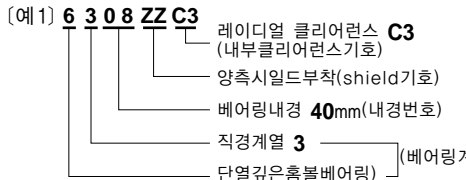


표 7.5 베어링 계열기호

베어링형식	베어링계열 기 호	형 식 기 호	치수계열기호		베어링형식	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	
단열깊은 홈 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	테 이 퍼 로울러베어링	329	3	2	9	
	70	7	(1)	0		320	3	2	0	
	72	7	(0)	2		330	3	3	0	
	73	7	(0)	3		331	3	3	1	
자 동 조 심 볼 베어링	12	1	(0)	2		302	3	0	2	
	13	1	(0)	3		322	3	2	2	
	22	2	(2)	2		332	3	3	2	
	23	2	(2)	3		303	3	0	3	
단 열 원 통 로울러베어링	NU10	NU	1	0		자 동 조 심 로울러베어링	230	2	3	0
	NU2	NU	(0)	2			231	2	3	1
	NU22	NU	2	2	222		2	2	2	
	NU3	NU	(0)	3	232		2	3	2	
	NU23	NU	2	3	213 <sup>(1)</sup>		2	0	3	
	NU4	NU	(0)	4	223		2	2	3	
	NJ2	NJ	(0)	2	평 면 자 리 스 러 스투 볼 베어링		511	5	1	1
	NJ22	NJ	2	2			512	5	1	2
	NJ3	NJ	(0)	3			513	5	1	3
	NJ23	NJ	2	3			514	5	1	4
NJ4	NJ	(0)	4	522		5	2	2		
NUP2	NUP	(0)	2	523		5	2	3		
NUP22	NUP	2	2	524	5	2	4			
NUP3	NUP	(0)	3	스 러 스투 자 동 조 심 로울러베어링	292	2	9	2		
NUP23	NUP	2	3		293	2	9	3		
NUP4	NUP	(0)	4		294	2	9	4		
N10	N	1	0							
N2	N	(0)	2							
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 2030이 되어겠지만, 관용적으로 213으로 되어 있다.  
비 고 폭계열 기호난에서 ( )로 표시한 폭기호는 생략되어 있다.

표 7.6 베어링 호칭 번호의

기 본 번 호													
베어링계열기호(1)		내경번호		접촉각기호		내 부 기 호		재 료 기 호		리테이너기호		외 관	
												시일·시일드 기 호	
기 호	내 용	번 호	내 용	기 호	내 용	기 호	내 용	기 호	내 용	기 호	내 용	기 호	내 용
68	단열깊이옴볼 베어링	1	내경 1mm		(앵글러 블베어링)	A	내부설계가 표준과 다른 것	g	케도룬, 전동체가 침탄강	M	동합금 가공 리테이너	Z	편촉강판
69		2	2	A	표준접촉각 30°	J	테이퍼롤러베어링의 외륜궤도의 소단경·각도와 외륜폭이 ISO규정과 일치하는 것					ZS	시일드부착
60		3	3										
70	단열앵글러	⋮	⋮										
72	볼베어링	⋮	⋮	A5	표준접촉각 25°							ZZ	양촉강판
73		9	9									ZZS	시일드부착
12	자동조심	00	10					h	케도룬, 전동체가 스테인레스강				
13	볼베어링	01	12	B	표준접촉각 40°					W	대강판 1매 프레스 리테이너		
22		02	15									DU	편촉접촉 고무시일 부착
		03	17										
NU10	원통로울러 베어링	/22	22	C	표준접촉각 15°		(고부하용량베어링)			T	합성수지 리테이너		
NJ2													
N3		/28	28			C						DDU	양촉접촉 고무시일 부착
NN30		/32	32			CA	자동조심 로울러베어링			V	리테이너없음		
NA48	나이들로울러 베어링	04(3)	20			CD							V
NA69		05	25		(테이퍼로울러베어링)	H							
320	테이퍼(2) 로울러베어링	06	30	생략	접촉각 17°이하	E	원통로울러베어링					VV	양촉비접촉 고무시일 부착
322		⋮	⋮										
323		⋮	⋮										
230	평면자리	88	440	C	접촉각 약 20°	H	스러스트 자동조심 로울러베어링						
222	스러스트	92	460										
223	볼베어링	96	480										
		/500	500	D	접촉각 약 28°								
511	스러스트	/530	530			HR(*)	테이퍼로울러베어링						
512	자동조심	/560	560										
513	로울러베어링	⋮	⋮										
292		⋮	⋮										
293		/2 360	2 360										
294		/2 500	2 500										
		⋮	⋮										
기호 및 번호는 JIS와 같다.						NSK기호						NSK기호	
베어링에 표시한다.										표시하지 않는다.			

주 (1) 베어링계열기호는 표7.5에 의한다.  
 (2) ISO의 새로운 계열의 테이퍼로울러베어링의 기본번호에 대해서는 B111페이지 참조  
 (3) 내경번호 04부터 96까지는, 내경번호를 5배하면 내경치수(mm)가 된다. (복식스러스트 볼베어링은 제외)  
 (4) HR은 베어링 계열기호의 앞에 붙는다.



내 용 배 열

보 조 기 호

기 호		조합기호		내부클리어런스기호		정도등급기호		특수사양기호		스 페 이 서 · 슬리이브기호		그리스기호			
기호		번호		내용		기호		내용		기호		내용			
K	내륜내경 테이퍼구멍 기준테이퍼 1:12	DB	배면조합	C1	C2클리어런스보다 소	생략	JIS 0급		차수안정화 처리한 베어링	+K	외륜스페이서 부착	AV2	Alvania 2		
				C2	CN클리어런스보다 소							P6	JIS 6급	X26	사용온도한계 150°C 이하
K30	내륜내경 테이퍼구멍 기준테이퍼 1:30	DF	정면조합	C3	CN클리어런스	P6X	JIS 6X급		사용온도한계 200°C 이하						
				C4	CN클리어런스보다 대									X28	사용온도한계 200°C 이하
E	궤도륜에 흠집이나 오일구멍부착	DT	병렬조합	C5	C4클리어런스보다 대	P5	JIS 5급		사용온도한계 250°C 이하			+KL	내륜·외륜스페이서부착	NS7	NS하이류브
				CC1	CC2클리어런스보다소							P4	JIS 4급	S11	자동조심 (로울러베어링)
E4	외륜에 오일 홀(외경측), 오일구멍부착			CC2	CC클리어런스보다 소	P2	JIS 2급		사용온도한계 200°C 이하						
				CC	표준적인클리어런스							ABMA 테이퍼로울러 베 어 링	HJ	L형턱륜의 형식기호	
N	외륜외경에 스텝링홀부착			CC3	CC클리어런스보다 대	생략	CLASS 4								
				CC4	CC3클리어런스보다대										PN2
NR	외륜외경에 스텝링홀, 스텝링부착			MC1	MC2클리어런스보다소	PN3	CLASS 3								
				MC2	소경·미니어처로울러 베어링										PN0
NR	외륜외경에 스텝링홀, 스텝링부착			MC3	표준적인클리어런스	PN00	CLASS 00								
				MC4	MC3클리어런스보다대										
NR	외륜외경에 스텝링홀, 스텝링부착			MC5	MC4클리어런스보다대										
				MC6	MC5클리어런스보다대										
NR	외륜외경에 스텝링홀, 스텝링부착			CM	전동기용 깊은홀 볼 베어링의 클리어런스										
				CT	전동기용										
NR	외륜외경에 스텝링홀, 스텝링부착			CM	원통 로울러 베어링의 클리어런스										

일부 JIS와 같음      JIS와 같음      NSK기호 일부 JIS와 같음      JIS와 같음 일부NSK기호      NSK기호 일부 JIS와 같음

원칙으로 베어링에 표시한다.

베어링에 표시하지 않는다.

## 8 베어링 주요치수의 정도 및 회전정도

### 8.1 베어링정도의 규정

구름베어링 주요치수에 대한 허용차 및 허용치와 회전정도는 JIS B1514(구름베어링의 정도)로 규정되어 있으며, 허용차 및 허용치는 각각 다음과 같은 항목에 대해 규정되어 있다.

구름베어링 정도 등급에는 보통정도인 JIS 0급이

외에 정도가 높아짐에 따라 JIS 6X급(테이퍼롤러 베어링), 6급, 5급, 4급, 및 2급이 있고, 2급이 JIS에서는 가장 고정도이다. 이들의 정도는 ISO규격에 준하고 있다.

베어링형식마다 적용되는 정도등급과 그등급의 비교대조를 표 8.1에 표시했다.

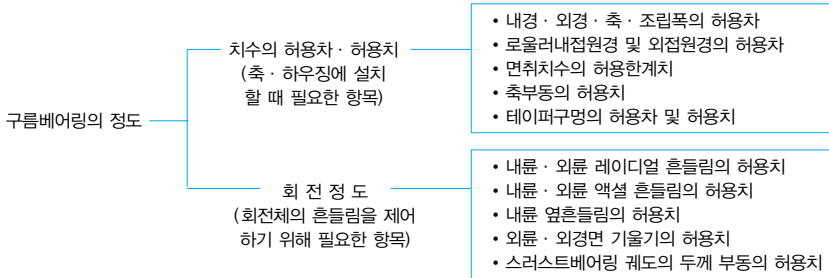


표 8.1 베어링형식과 정도등급의 적용

베 어 링 형 식		적 용 정 도 등 급					적용표	참 페이지	
깊 은 홈 볼 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	JIS 2급	표 8.2	A60~A63		
앵 굴 러 볼 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	JIS 2급				
자 동 조 심 볼 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급상당	JIS 5급상당	-	-				
원 통 로 울 러 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	JIS 2급				
니 이 들 로 울 러 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	-				
자 동 조 심 로 울 러 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급상당	JIS 5급상당	-	-				
테이퍼롤러 베 어 링	미 터 계	JIS 0급, 6X급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	-	표 8.3	A64~A67	
	인 치 계	ABMA CLASS 4	ABMA CLASS 2	ABMA CLASS 3	ABMA CLASS 0	ABMA CLASS 00	표 8.4	A68~A69	
마 그 네 토 볼 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	-	-	표 8.5	A70~A71		
스 러 스톱 볼 베 어 링	JIS 0급	JIS 6급	JIS 5급	JIS 4급	-	표 8.6	A72~A73		
스러스트자동조심로울러베어링	JIS 0급	-	-	-	-	표 8.7	A73		
비 크 리 스 (단 위) (단 위)	ISO <sup>(1)</sup>	Normal Class	Class 6	Class 5	Class 4	Class 2	-	-	
	DIN <sup>(2)</sup>	P0	P6	P5	P4	P2	-	-	
	ANSI/ ABMA <sup>(3)</sup>	볼 베 어 링	ABEC 1	ABEC 3	ABEC 5(CLASS 5P)	ABEC 7(CLASS 7P)	ABEC 9(CLASS 9P)	표 8.2	A60~A63
		로울러베어링	RBEC 1	RBEC 3	RBEC 5	-	-	(표 8.8)	(A74~A77)
	테이퍼롤러베어링	CLASS 4	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 0	CLASS 00	(표 8.4)	(A68~A69)	

주 (1) 국제표준규격 (2) 독일규격 (3) 아메리카 베어링 제조자단체규격  
비 고 먼취치수의 허용한계치는 표 8.9(A78 페이지)에, 테이퍼구멍의 허용차 및 허용치는 표 8.10(A80 페이지)에 따른다.

[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 $K_{ia}$	회전	정지	A
외륜의 레이디얼흔들림 $K_{ea}$	정지	회전	A
내륜의 액셜흔들림 $S_{ia}$	회전	정지	B <sub>1</sub>
외륜의 액셜흔들림 $S_{ea}$	정지	회전	B <sub>2</sub>
내륜의 옆흔들림 $S_d$	회전	정지	C
외륜외경면의 기울기 $S_D$	-	회전	D
스러스트베어링내륜·외륜의 궤도의 두께 부동 $S_i, S_e$	내륜또는외륜을 단독으로 회전		E

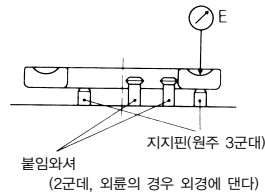
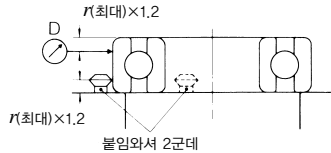
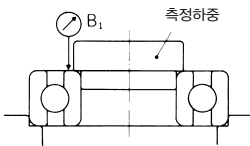
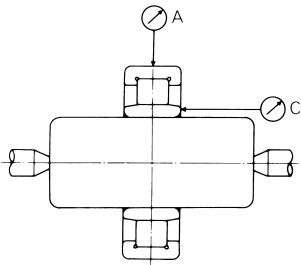
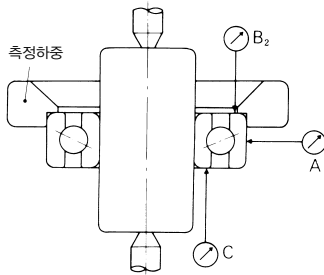


그림 8.1 회전정도의 측정방법(개략)

표 8.2 레이디얼베어링(테이퍼롤러  
표 8.2.1 내륜의 허용차 및 허용치와

호칭베어링내경 <i>d</i> (mm)		평균내평균내경의 치수차 <sup>(1)</sup>										내경의 치수차 <sup>(2)</sup>			
		$\Delta_{dmp}$										$\Delta_{ds}$			
		0 급		6 급		5 급		4 급		2 급		4급		2 급	
												직경계열			
												0, 1, 2, 3, 4			
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
0.6 <sup>(1)</sup>	2.5	0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 4	0	- 2.5	0	- 4	0	- 2.5
2.5	10	0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 4	0	- 2.5	0	- 4	0	- 2.5
10	18	0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 4	0	- 2.5	0	- 4	0	- 2.5
18	30	0	- 10	0	- 8	0	- 6	0	- 5	0	- 2.5	0	- 5	0	- 2.5
30	50	0	- 12	0	- 10	0	- 8	0	- 6	0	- 2.5	0	- 6	0	- 2.5
50	80	0	- 15	0	- 12	0	- 9	0	- 7	0	- 4	0	- 7	0	- 4
80	120	0	- 20	0	- 15	0	- 10	0	- 8	0	- 5	0	- 8	0	- 5
120	150	0	- 25	0	- 18	0	- 13	0	- 10	0	- 7	0	- 10	0	- 7
150	180	0	- 25	0	- 18	0	- 13	0	- 10	0	- 7	0	- 10	0	- 7
180	250	0	- 30	0	- 22	0	- 15	0	- 12	0	- 8	0	- 12	0	- 8
250	315	0	- 35	0	- 25	0	- 18	-	-	-	-	-	-	-	-
315	400	0	- 40	0	- 30	-	- 23	-	-	-	-	-	-	-	-
400	500	0	- 45	0	- 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	630	0	- 50	0	- 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	800	0	- 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	1 000	0	- 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 000	1 250	0	- 125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 250	1 600	0	- 160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 600	2 000	0	- 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

내륜(또는 외륜)의 폭의 치수차 <sup>(3)</sup> $\Delta_{Bs}$ (또는 $\Delta_{Cs}$ )							내륜(또는 외륜)폭부동 $V_{Bs}$ (또는 $V_{Cs}$ )										
날개 베어링			조합 베어링 <sup>(4)</sup>				내륜(또는 외륜) <sup>(3)</sup>		내 륜								
0 급		5 급		2 급		0 급		0 급		6 급		5 급		4 급		2 급	
6 급		4 급				6 급		6 급		4 급		4 급		2 급			
상	하	상	하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
0	- 40	0	- 40	0	- 40	0	-	12	12	5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 120	0	- 40	0	- 40	0	- 250	15	15	5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 120	0	- 80	0	- 80	0	- 250	20	20	5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 120	0	- 120	0	- 120	0	- 250	20	20	5	3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 150	0	- 120	0	- 120	0	- 380	25	25	6	4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 150	0	- 150	0	- 150	0	- 250	25	25	6	4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	- 200	0	- 200	0	- 200	0	- 380	25	25	7	5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 250	0	- 250	0	- 250	0	- 500	30	30	8	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 250	0	- 250	0	- 250	0	- 380	30	30	8	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 300	0	- 300	0	- 300	0	- 500	30	30	10	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 300	0	- 300	0	- 300	0	- 500	30	30	10	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 350	0	- 350	0	-	0	- 500	35	35	13	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 400	0	- 400	0	-	0	- 630	40	40	15	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 450	0	-	0	-	0	- 630	50	45	15	6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0	- 500	-	-	-	-	-	-	60	50	-	-	-	-	-	-	-	-
0	- 750	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	- 1 000	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	- 1 250	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	- 1 600	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	- 2 000	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 궤도륜에 적용한다.  
 (5) 깊은 홈 볼 베어링, 양공러 볼 베어링등의 볼 베어링에 적용한다.  
 비 고 1. 이 표에 정해진 원통구멍베어링에서 베어링 내경의 상의 허용차는, 궤도륜 측면에서 면취치수  $r$ (최대)의 1.2배의 거리내에는 적용하지 않는다.

베어링은 제외)의 허용차 및 허용치  
외륜폭의 허용차 및 허용치

평면내내경부동 <sup>(2)</sup> $V_{dp}$										평면내평균내경의 부동 <sup>(2)</sup> $V_{dmp}$						
0 급			6 급			5 급		4 급		2 급		0 급	6 급	5 급	4 급	2 급
직경계열			직경계열			직경계열		직경계열		직경계열						
9	0, 1	2,3,4	9	0, 1	2,3,4	9	0,1,2,3,4	9	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4						
최 대			최 대			최 대		최 대		최대		최대	최대	최대	최대	최대
10	8	6	9	7	5	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5		
10	8	6	9	7	5	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5		
10	8	6	9	7	5	5	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5		
13	10	8	10	8	6	6	5	4	2.5	8	6	3	2.5	1.5		
15	10	8	13	10	6	6	5	4	2.5	8	6	3	2.5	1.5		
19	15	11	15	10	9	9	7	6	4	11	9	5	3.5	2		
25	25	15	19	19	11	10	8	8	5	15	11	5	4	2.5		
31	25	15	23	23	14	13	10	10	5	19	14	4	3	2.5		
31	25	15	23	23	14	13	10	10	5	19	14	4	3	2.5		
38	38	23	28	28	17	15	12	12	6	23	17	8	4	4		
44	44	26	31	31	19	18	14	—	—	26	19	—	—	—		
50	50	30	38	38	23	23	18	—	—	30	23	—	—	—		
56	56	34	44	44	26	26	—	—	—	34	26	—	—	—		
63	63	38	50	50	30	—	—	—	—	38	30	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

단위 :  $\mu\text{m}$

내륜의 레이디얼 흔들림 $K_{ra}$					내륜의 옆흔들림 $S_d$			내륜의 액셀 흔들림 <sup>(3)</sup> $S_{ra}$			호칭베어링내경 $d$ (mm)	
0 급	6 급	5 급	4 급	2 급	5 급	4 급	2 급	5 급	4 급	2 급		
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대		
10	5	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5	0.6 <sup>(1)</sup> 2.5	2.5
10	7	4	2.5	1.5	7	3	1.5	7	3	1.5		
13	8	4	3	2.5	8	4	1.5	8	4	1.5	18	30
15	10	5	4	2.5	8	5	1.5	8	5	1.5	30	50
20	10	5	4	2.5	8	5	1.5	8	5	1.5	50	80
25	13	6	5	2.5	9	5	2.5	9	5	2.5	80	120
30	18	8	8	2.5	10	6	2.5	10	6	2.5	120	150
30	18	8	8	2.5	10	6	2.5	10	6	2.5	150	180
40	20	10	8	2.5	11	7	4	13	8	5	180	250
50	25	13	—	—	13	—	—	15	—	—	250	315
60	30	15	—	—	15	—	—	20	—	—	315	400
65	35	15	—	—	15	—	—	—	—	—	400	500
70	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	630
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	630	800
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	1 000
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 000	1 250
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 250	1 600
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 600	2 000

비 고 2. ABMA Std20-1987의 개정에 따라, ABEC 1·RBEC 1, ABEC 3·RBEC 3, ABEC 5·RBEC 5, ABEC 7 및 ABEC 9는 각각 0급, 6급, 5급, 4급 및 2급에 상당한다.

표 8.2 레이디얼베어링(테이퍼롤러)  
표 8.2.2 외륜의 허용차 및 허용치

호칭베어링외경 D (mm)		평면내평균외경의 치수차 $\Delta D_{mp}$					외경의 치수차 <sup>(2)</sup> $\Delta D_s$								
		0 급		6 급		5 급		4 급		2 급		4급			
												직경계열		2 급	
												0, 1, 2, 3, 4			
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하				
2.5 <sup>(1)</sup> 6 18	6 18 30	0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 4	0	- 2.5	0	- 4		
		0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 4	0	- 4	0	- 2.5		
		0	- 9	0	- 8	0	- 6	0	- 4	0	- 4	0	- 4		
30 50 80	50 80 120	0	- 11	0	- 9	0	- 7	0	- 6	0	- 4	0	- 4		
		0	- 13	0	- 11	0	- 9	0	- 7	0	- 4	0	- 4		
		0	- 15	0	- 13	0	- 10	0	- 8	0	- 5	0	- 5		
120 150 180	150 180 250	0	- 18	0	- 15	0	- 11	0	- 9	0	- 5	0	- 5		
		0	- 25	0	- 18	0	- 13	0	- 10	0	- 7	0	- 7		
		0	- 30	0	- 20	0	- 15	0	- 11	0	- 8	0	- 8		
250 315 400	315 400 500	0	- 35	0	- 25	0	- 18	0	- 13	0	- 8	0	- 8		
		0	- 40	0	- 28	0	- 20	0	- 15	0	- 10	0	- 10		
		0	- 45	0	- 33	0	- 23	-	-	-	-	-	-		
500 630 800	630 800 1 000	0	- 50	0	- 38	0	- 28	-	-	-	-	-	-		
		0	- 75	0	- 45	0	- 35	-	-	-	-	-	-		
		0	- 100	0	- 60	0	-	-	-	-	-	-	-		
1 000 1 250 1 600 2 000	1 250 1 600 2 000 2 500	0	- 125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		0	- 160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		0	- 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		0	- 250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

주 (1) 2.5mm는 이 치수구분에 포함된다.  
 (2) 스냅링이 부착되지 않은 경우에 적용한다.  
 (3) 깊은홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링등의 볼 베어링에 적용한다.  
 (4) 0급 및 6급의 외륜폭부동은 표 8.2.1에 따른다  
 비 고 1. 이 표에 정해진 베어링 외경의 下的 허용차는, 궤도를 측면에서 면취치수 r(최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.  
 2. ABMA Std20~1987이 개정에 의해, ABEC 1·RBEC 1, ABEC 3·RBEC 3, ABEC 5 RBEC·5, ABEC 7및 ABEC 9는 각각 0급, 6급, 5급, 4급 및 2급에 상당한다.

베어링은 제외)의 허용차 및 허용치

평면내평균외경의 치수차 <sup>(2)</sup> $V_{Dp}$													평면내평균외경의 부동 <sup>(2)</sup> $V_{Dmp}$																						
0 급				6 급				5 급			4 급		2급		0 급	6 급	5 급	4 급	2 급																
개방베어링		시밀·시밀 드 베어링		개방베어링		시밀·시밀 드 베어링		개방베어링		개방베어링		개방베어링																							
직경계열		직경계열		직경계열		직경계열		직경계열		직경계열		직경계열																							
9	0, 1	2,3,4	2,3,4	9	0, 1	2,3,4	0,1,2,3,4	9	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	9	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4	0,1,2,3,4																	
최 대				최 대				최 대			최 대		최대		최대	최대	최대	최대	최대																
10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5
10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5	10	8	6	10	9	7	5	9	5	4	4	3	2.5	6	5	3	2	1.5
12	9	7	12	10	8	6	10	6	5	5	4	3	7	6	4	2.5	1.5	12	9	7	12	10	8	6	10	6	5	5	4	3	7	6	4	2.5	1.5
14	11	8	16	11	9	7	13	7	5	6	5	4	8	7	4	3	2	14	11	8	16	11	9	7	13	7	5	6	5	4	8	7	4	3	2
16	13	10	20	14	11	8	16	9	7	7	6	5	10	8	5	4	3	16	13	10	20	14	11	8	16	9	7	7	6	5	10	8	5	4	3
19	15	11	26	16	12	9	20	10	8	8	7	6	11	9	6	5	4	19	15	11	26	16	12	9	20	10	8	8	7	6	11	9	6	5	4
23	17	13	30	19	14	10	25	11	9	9	8	7	13	10	7	6	5	23	17	13	30	19	14	10	25	11	9	9	8	7	13	10	7	6	5
31	23	17	38	25	19	14	30	13	10	10	9	8	17	13	9	7	6	31	23	17	38	25	19	14	30	13	10	10	9	8	17	13	9	7	6
38	28	20	48	33	25	18	38	15	11	11	10	9	21	15	10	8	7	38	28	20	48	33	25	18	38	15	11	11	10	9	21	15	10	8	7
44	31	23	54	38	28	20	44	18	13	12	11	10	23	17	12	9	8	44	31	23	54	38	28	20	44	18	13	12	11	10	23	17	12	9	8
50	35	26	60	41	31	22	50	20	14	13	12	11	25	19	13	10	9	50	35	26	60	41	31	22	50	20	14	13	12	11	25	19	13	10	9
56	39	29	66	45	35	25	56	23	16	14	13	12	27	21	14	11	10	56	39	29	66	45	35	25	56	23	16	14	13	12	27	21	14	11	10
63	44	33	75	51	38	28	63	26	18	16	15	14	30	23	15	12	11	63	44	33	75	51	38	28	63	26	18	16	15	14	30	23	15	12	11
94	63	46	125	75	56	41	94	35	25	21	19	18	45	34	21	16	15	94	63	46	125	75	56	41	94	35	25	21	19	18	45	34	21	16	15
125	84	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125	84	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

단위 :  $\mu\text{m}$

외륜의 레이디얼 흔들림 $K_{ea}$					외경면의 외경가울기 $S_D$			외륜의 액셀 흔들림 <sup>(3)</sup> $S_{ea}$			외륜폭부동 <sup>(4)</sup> $V_{Cs}$			호칭베어링외경 $D$ (mm)	
0 급	6 급	5 급	4 급	2 급	5 급	4 급	2 급	5 급	4 급	2 급	5 급	4 급	2 급		
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	초 과	이 하
15	8	5	3	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	5	2.5	1.5	2.5 <sup>(1)</sup>	6
15	8	5	4	1.5	8	4	1.5	8	5	1.5	5	2.5	1.5	18	18
15	9	5	4	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	5	2.5	1.5	30	30
20	10	7	5	2.5	8	4	1.5	8	5	2.5	5	2.5	1.5	50	50
25	13	8	5	4	8	4	2.5	10	6	4	6	3	1.5	80	80
35	18	10	6	5	9	5	2.5	11	7	5	7	4	2.5	80	120
40	20	11	7	5	10	5	2.5	13	7	5	8	5	2.5	120	150
45	23	13	8	7	10	5	4	14	8	6	8	6	3	150	180
50	25	15	10	7	11	5	5	15	10	7	9	7	4	180	250
60	30	18	11	7	13	8	5	18	10	7	11	7	5	250	315
70	35	20	13	8	13	10	7	20	13	8	13	8	7	315	400
80	40	23	—	—	15	—	—	23	—	—	15	—	—	400	500
100	50	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	630
120	60	30	—	—	18	—	—	25	—	—	18	—	—	630	800
140	75	—	—	—	20	—	—	30	—	—	20	—	—	800	800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 000
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 000
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 250
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 600
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 500

표 8.3 미터계 테이퍼 로울러 베어링의 허용차 및 허용치

표 8.3.1 내륜내경의 허용차 및 회전정도의 허용치

호칭베어링내경 <i>d</i> (mm)		평면내 평균내경의 치수차 $\Delta_{dmp}$						내경의 치수차 $\Delta_{ds}$		평면내 내경부동 $V_{dp}$				평면내 평균내경의 부동 $V_{dmp}$			
		0 급 6X급		6 급 5 급		4 급		4 급		0 급 6X급	6급	5급	4급	0 급 6X급	6급	5급	4급
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
10	18	0	- 8	0	- 7	0	- 5	0	- 5	8	7	5	4	6	5	5	4
18	30	0	-10	0	- 8	0	- 6	0	- 6	10	8	6	5	8	6	5	4
30	50	0	-12	0	-10	0	- 8	0	- 8	12	10	8	6	9	8	5	5
50	80	0	-15	0	-12	0	- 9	0	- 9	15	12	9	7	11	9	6	5
80	120	0	-20	0	-15	0	-10	0	-10	20	15	11	8	15	11	8	5
120	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-13	25	18	14	10	19	14	9	7
180	250	0	-30	0	-22	0	-15	0	-15	30	22	17	11	23	16	11	8
250	315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-18	35	-	-	-	26	-	-	-
315	400	0	-40	0	-30	0	-23	0	-23	40	-	-	-	30	-	-	-
400	500	0	-45	0	-35	0	-27	0	-27	-	-	-	-	-	-	-	-
500	630	0	-50	0	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	800	0	-75	0	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

비고 1. 이 표에 정해진 베어링 내경에서 下的 허용차는, 궤도륜측면으로부터 면취치수 *r*(최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.  
 2. 허용차의 일부는, **NSK** 규격에 따른다.

표 8.3.2 외륜외경의 허용차 및 회전정도의 허용치

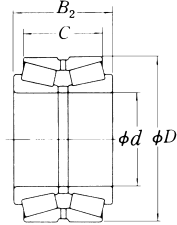
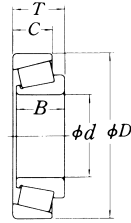
호칭베어링내경 <i>D</i> (mm)		평면내 평균외경의 치수차 $\Delta_{Dmp}$						외경의 치수차 $\Delta_{Ds}$		평면내 외경부동 $V_{Dp}$				평면내 평균외경의 부동 $V_{Dmp}$			
		0 급 6X급		6 급 5 급		4 급		4 급		0 급 6X급	6급	5급	4급	0 급 6X급	6급	5급	4급
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
18	30	0	- 9	0	- 8	0	- 6	0	- 6	9	8	6	5	7	6	5	4
30	50	0	-11	0	- 9	0	- 7	0	- 7	11	9	7	5	8	7	5	5
50	80	0	-13	0	-11	0	- 9	0	- 9	13	11	8	7	10	8	6	5
80	120	0	-15	0	-13	0	-10	0	-10	15	13	10	8	11	10	7	5
120	150	0	-18	0	-15	0	-11	0	-11	18	15	11	8	14	11	8	6
180	180	0	-25	0	-18	0	-13	0	-13	25	18	14	10	19	14	9	7
180	250	0	-30	0	-20	0	-15	0	-15	30	20	15	11	23	15	10	8
250	315	0	-35	0	-25	0	-18	0	-18	35	25	19	14	26	19	13	9
315	400	0	-40	0	-28	0	-20	0	-20	40	28	22	15	30	21	14	10
400	500	0	-45	0	-33	0	-23	0	-23	45	-	-	-	34	-	-	-
500	630	0	-50	0	-38	0	-28	0	-28	50	-	-	-	38	-	-	-
630	800	0	-75	0	-45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	1 000	0	-100	0	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

비고 1. 이 표에 정해진 베어링 외경에서 下的 허용차는, 궤도륜측면으로부터 면취치수 *r*(최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.  
 2. 허용차의 일부는, **NSK** 규격에 따른다.



단위 :  $\mu\text{m}$

내륜레이디얼흔들림 $K_{ia}$				내륜의 옆흔들림 $S_d$		내륜의 액심흔들림 $S_{ia}$
0 급 6X급	6급	5급	4급	5급	4급	4급
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
15	7	3.5	2.5	7	3	3
18	8	4	3	8	4	4
20	10	5	4	8	4	4
25	10	5	4	8	5	4
30	13	6	5	9	5	5
35	18	8	6	10	6	7
50	20	10	8	11	7	8
60	25	13	10	13	8	10
70	30	15	12	15	10	14
70	35	18	14	19	13	17
85	40	20	—	22	—	—
100	45	22	—	27	—	—



단위 :  $\mu\text{m}$

외륜레이디얼흔들림 $K_{ea}$				외경의 옆흔들림 $S_D$		외경의 액심흔들림 $S_{ea}$
0 급 6X급	6급	5급	4급	5급	4급	4급
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
18	9	6	4	8	4	5
20	10	7	5	8	4	5
25	13	8	5	8	4	5
35	18	10	6	9	5	6
40	20	11	7	10	5	7
45	23	13	8	10	5	8
50	25	15	10	11	7	10
60	30	18	11	13	8	10
70	35	20	13	13	10	13
80	40	23	15	15	11	15
100	50	25	18	18	13	18
120	60	30	—	20	—	—
120	75	35	—	23	—	—

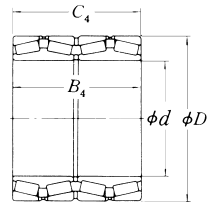
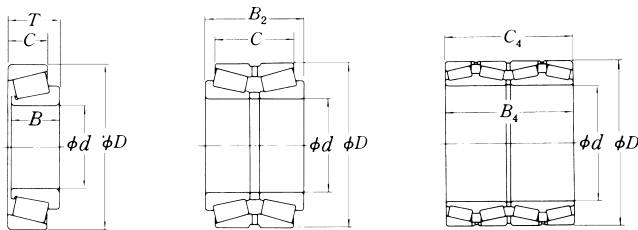


표 8.3 미터계 테이퍼  
표 8.3.3 폭, 조립폭 및

호칭베어링 내경 $d$ (mm)	내륜폭의 치수차 $\Delta B_s$						외륜폭의 치수차 $\Delta C_s$						조립폭의 치수차 $\Delta T_s$					
	0 급		6X급		5 급		0 급		6X급		5 급		0 급		6X급		5 급	
	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
10 18	0	-120	0	-50	0	-200	0	-120	0	-100	0	-200	+200	0	+100	0	+200	-200
18 30	0	-120	0	-50	0	-200	0	-120	0	-100	0	-200	+200	0	+100	0	+200	-200
30 50	0	-120	0	-50	0	-240	0	-120	0	-100	0	-240	+200	0	+100	0	+200	-200
50 80	0	-150	0	-50	0	-300	0	-150	0	-100	0	-300	+200	0	+100	0	+200	-200
80 120	0	-200	0	-50	0	-400	0	-200	0	-100	0	-400	+200	-200	+100	0	+200	-200
120 180	0	-250	0	-50	0	-500	0	-250	0	-100	0	-500	+500	-250	+150	0	+350	-250
180 250	0	-300	0	-50	0	-600	0	-300	0	-100	0	-600	+350	-250	+150	0	+350	-250
250 315	0	-350	0	-50	0	-700	0	-350	0	-100	0	-700	+350	-250	+200	0	+350	-250
315 400	0	-400	0	-50	0	-800	0	-400	0	-100	0	-800	+400	-400	+200	0	+400	-400
400 500	0	-450	-	-	0	-800	0	-450	-	-	0	-800	+400	-400	-	-	+400	-400
500 630	0	-500	-	-	0	-800	0	-500	-	-	0	-800	+400	-500	-	-	+500	-500
630 800	0	-750	-	-	0	-800	0	-750	-	-	0	-800	+600	-600	-	-	+600	-600

비 고 1. 로울러부착 내륜의 유효폭  $T_1$ 은, 로울러부착 내륜을 외륜마스타와 조합시켰을때의 조립폭을 말한다.  
외륜의 유효폭  $T_2$ 는, 외륜을 로울러부착 내륜마스타와 조합시켰을때의 조립폭을 말한다.



**로울러 베어링의 허용차**

**조합쪽의 허용차**

단위 :  $\mu\text{m}$

로울러부착내륜의 유효폭의 치수차 $\Delta T_{1s}$				외륜의 유효폭의 치수차 $\Delta T_{2s}$				베어링의 조합쪽의 치수차 $\Delta B_{2s}$ $\Delta B_{4s} \cdot \Delta C_{4s}$				호칭베어링내경 $d$ (mm)	
0급		6X급		0급		6X급		복렬베어링전등급		4열베어링전등급			초과    이하
상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하		
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+200	-200	-	-	<b>10</b>	<b>18</b>
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+200	-200	-	-	<b>18</b>	<b>30</b>
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+200	-200	-	-	<b>30</b>	<b>50</b>
+100	0	+50	0	+100	0	+50	0	+300	-300	+300	-300	<b>50</b>	<b>80</b>
+100	-100	+50	0	+100	-100	+50	0	+300	-300	+400	-400	<b>80</b>	<b>120</b>
+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0	+400	-400	+500	-500	<b>120</b>	<b>180</b>
+150	-150	+50	0	+200	-100	+100	0	+450	-450	+600	-600	<b>180</b>	<b>250</b>
+150	-150	+100	0	+200	-100	+100	0	+550	-550	+700	-700	<b>250</b>	<b>315</b>
+200	-200	+100	0	+200	-200	+100	0	+600	-600	+800	-800	<b>315</b>	<b>400</b>
-	-	-	-	-	-	-	-	+700	-700	+900	-900	<b>400</b>	<b>500</b>
-	-	-	-	-	-	-	-	+800	-800	+1000	-1000	<b>500</b>	<b>630</b>
-	-	-	-	-	-	-	-	+1200	-1200	+1500	-1500	<b>630</b>	<b>800</b>

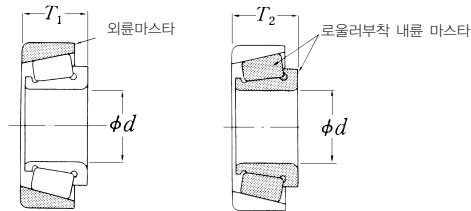


표 8.4 인치계 테이퍼 로울러 베어링의 허용차 및 허용치

표 8.4.1 내륜내경의 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

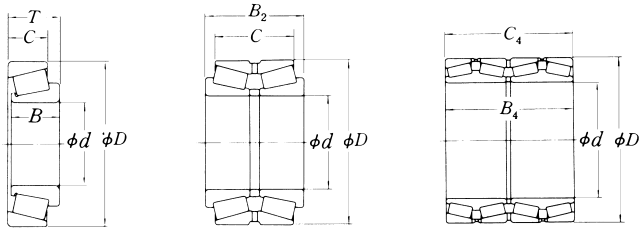
호칭베어링내경 $d$				내경의 치수차 $\Delta ds$					
초 과		이 하		CLASS 4, 2		CLASS 3, 0		CLASS 0, 0	
(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4	상	하	상	하	상	하
—	—	<b>76.200</b>	3.0000	+ 13	0	+13	0	+8	0
<b>76.200</b>	3.0000	<b>266.700</b>	10.5000	+ 25	0	+13	0	+8	0
<b>266.700</b>	10.5000	<b>304.800</b>	12.0000	+ 25	0	+13	0	—	—
<b>304.800</b>	12.0000	<b>609.600</b>	24.0000	+ 51	0	+25	0	—	—
<b>609.600</b>	24.0000	<b>914.400</b>	36.0000	+ 76	0	+28	0	—	—
<b>914.400</b>	36.0000	<b>1 219.200</b>	48.0000	+102	0	+51	0	—	—
<b>1 219.200</b>	48.0000	—	—	+127	0	+76	0	—	—

표 8.4.2 외륜외경의 허용차 및

호칭베어링외경 $D$				외경의 치수차 $\Delta Ds$					
초 과		이 하		CLASS 4, 2		CLASS 3, 0		CLASS 00	
(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4	상	하	상	하	상	하
—	—	<b>266.700</b>	10.5000	+ 25	0	+13	0	+8	0
<b>266.700</b>	10.5000	<b>304.800</b>	12.0000	+ 25	0	+13	0	+8	0
<b>304.800</b>	12.0000	<b>609.600</b>	24.0000	+ 51	0	+25	0	—	—
<b>609.600</b>	24.0000	<b>914.400</b>	36.0000	+ 76	0	+38	0	—	—
<b>914.400</b>	36.0000	<b>1. 219.200</b>	48.0000	+102	0	+51	0	—	—
<b>1 219.200</b>	48.0000	—	—	+127	0	+76	0	—	—

표 8.4.3 조립폭 및

호칭베어링내경 $d$				단열 베어링의 조립폭의 치수차 $\Delta Ts$							
초 과		이 하		CLASS 4		CLASS 2		CLASS 3		CLASS 0,00	
(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4	상	하	상	하	$D \leq 508,000(\text{mm})$		$D > 508,000(\text{mm})$	
(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4	상	하	상	하	상	하	상	하
—	—	<b>101.600</b>	4.0000	+203	0	+203	0	+203 -203	+203 -203	+203 -203	+203 -203
<b>101.600</b>	4.0000	<b>304.800</b>	12.0000	+356	-254	+203	0	+203 -203	+203 -203	+203 -203	+203 -203
<b>304.800</b>	12.0000	<b>609.600</b>	24.0000	+381	-381	+381	-381	+203 -203	+381 -381	—	—
<b>609.600</b>	24.0000	—	—	+381	-381	—	—	+381 -381	+381 -381	—	—



내륜 · 외륜의 레이디얼 흔들림의 허용치

단위 :  $\mu\text{m}$

내륜의 레이디얼 흔들림 및 외륜의 레이디얼 흔들림 $K_{fa}$ 및 $K_{ea}$				
CLASS 4	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 0	CLASS 00
최 대	최 대	최 대	최 대	최 대
51	38	8	4	2
51	38	8	4	—
51	38	18	—	—
76	51	51	—	—
76	—	76	—	—
76	—	76	—	—

조합폭의 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

복열 베어링(KBE형)의 조합폭의 치수차 $\Delta_{B2S}$						4열베어링(KV형)의 조합폭의 치수차 $\Delta_{B4S}, \Delta_{C4S}$	
CLASS 4		CLASS 2		CLASS 3		CLASS 0,00	CLASS 4,3
상	하	상	하	$D \leq 508,000(\text{mm})$	$D > 508,000(\text{mm})$		
+406	0	+406	0	+406 -406	+406 -406	+406 -406	+1524 -1524
+711	-508	+406	-203	+406 -406	+406 -406	+406 -406	+1524 -1524
+762	-762	+762	-762	+406 -406	+762 -762	— —	+1524 -1524
+762	-762	—	—	+762 -762	+762 -762	— —	+1524 -1524

표 8.5 매그니토 볼 베어링의 허용차

표 8.5.1 내륜의 허용차·허용치 및 외륜폭의 허용차·

호칭베어링내경 <i>d</i> (mm)	평면내평균내경의 치수차 $\Delta_{dmp}$						평면내내경부동 $V_{dp}$			평면내평균내경의 부동 $V_{dmp}$			내륜(또는외륜)폭의 치수차(1) $\Delta_{Bs}$ (또는 $\Delta_{Cs}$ )			
	0 급		6 급		5 급		0급	6급	5급	0급	6급	5급	0급, 6급		5급	
초과 이하	상	하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대	상	하	상	하
<b>2.5 10</b>	0	- 8	0	-7	0	-5	6	5	4	6	5	3	0	-120	0	- 40
<b>10 18</b>	0	- 8	0	-7	0	-5	6	5	4	6	5	3	0	-120	0	- 80
<b>18 30</b>	0	-10	0	-8	0	-6	8	6	5	8	6	3	0	-120	0	-120

주 (1) 외륜폭의 치수차 및 폭부동은 같은 베어링의 내륜값에 의한다.

비 고 이 표에 정한 베어링 내경의 위의 허용차는 궤도륜측면에서 면취치수 *r*(최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.

표 8.5.2 외륜의 허용차

호칭베어링내경 <i>D</i> (mm)	평면내평균외경의 치수차 $\Delta D_{mp}$									평면내외경부동 $V_{Dp}$					
	베어링계열 E						베어링계열 EN								
	0 급		6 급		5 급		0 급		6 급		5 급		0급	6급	5급
초과 이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	최대	최대	최대
<b>6 18</b>	+ 8	0	+7	0	+5	0	0	- 8	0	-7	0	-5	6	5	4
<b>18 30</b>	+ 9	0	+8	0	+6	0	0	- 9	0	-8	0	-6	7	6	5
<b>30 50</b>	+11	0	+9	0	+7	0	0	-11	0	-9	0	-7	8	7	5

비 고 이 표에 정한 베어링 외경의 위의 허용차는 궤도륜측면에서 면취치수 *r*(최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.

및 허용치

허용치와 조립폭의 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

내륜(또는외륜)폭부동(1) $V_{Bs}$ (또는 $V_{Cs}$ )		조립폭의 치수차 $\Delta T_s$		내륜의 레이디얼흔들림 $K_{ia}$			내 륜 의 옆 흔들림 $S_d$	내 륜 의 액셀흔들림 $S_{ia}$
0 급 6 급	5 급	0급, 6급, 5급		0급	6 급	5 급	5 급	5 급
최대	최대	상	하	최대	최대	최대	최대	최대
15	5	+120	-120	10	6	4	7	7
20	5	+120	-120	10	7	4	7	7
20	5	+120	-120	13	8	4	8	8

및 허용치

단위 :  $\mu\text{m}$

평면내평균외경의 부동 $V_{Dmp}$			외륜의 레이디얼흔들림 $K_{ea}$			내 륜 의 액셀흔들림 $S_{ea}$	외경면의 외경기울기 $S_D$
0급	6급	5급	0급	6급	5급	5급	5급
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
6	5	3	15	8	5	8	8
7	6	3	15	9	6	8	8
8	7	4	20	10	7	8	8

표 8.6 스텝볼 베어링의 허용차 및 허용치

표 8.6.1 축궤도받침의 허용차·허용치 및 회전정도의 허용치

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d$ 또는 $d_2$ (mm)		평면내평균내경의 치수차 $\Delta d_{mp}$ 또는 $\Delta d_{2mp}$				평면내내경부동 $V_{dp}$ 또는 $V_{d2p}$		축궤도받침 또는 중앙궤도받침 및 하우징궤도받침의 궤도두께 부동(1) $S_f$ 또는 $S_e$			
		0급, 6급, 5급		4급		0급 6급 5급	4급	0급	6급	5급	4급
초과	이하	상	하	상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대
-	18	0	- 8	0	- 7	6	5	10	5	3	2
18	30	0	- 10	0	- 8	8	6	10	5	3	2
30	50	0	- 12	0	-10	9	8	10	6	3	2
50	80	0	- 15	0	-12	11	9	10	7	4	3
80	120	0	- 20	0	-15	15	11	15	8	4	3
120	180	0	- 25	0	-18	19	14	15	9	5	4
180	250	0	- 30	0	-22	23	17	20	10	5	4
250	315	0	- 35	0	-25	26	19	25	13	7	5
315	400	0	- 40	0	-30	30	23	30	15	7	5
400	500	0	- 45	0	-35	34	26	30	18	9	6
500	630	0	- 50	0	-40	38	30	35	21	11	7
630	800	0	- 75	0	-50	-	-	40	25	13	8
800	1 000	0	-100	-	-	-	-	45	30	15	-
1 000	1 250	0	-125	-	-	-	-	50	35	18	-

주 (1) 복식베어링에서는  $d_2$ 의 구분에 의하지 않고, 같은 직경계열에서 같은  $D$ 의 단식베어링의  $d$ 의 구분에 의한다.  
또, 하우징궤도받침의 궤도두께부동,  $S_e$ 는, 평면자리 베어링에만 적용한다.

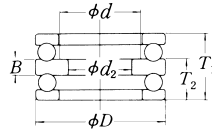
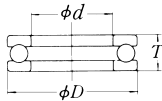




표 8.6.2 하우징케도발침의 외경의 허용차 · 허용치 및 조심자리와서 외경의 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링 외경 또는 조심자리와서 호칭외경 $D$ 또는 $D_3$ (mm)		상평면내평균내경의 치수차 $\Delta D_{mp}$				평면내외경부동 $V_{Dp}$		조심자리와서 외경의 치수차 $\Delta D_{3s}$			
		평면자리형		조심자리형		0급 6급 5급	4급	0급, 6급			
		0급, 6급, 5급	4급	0급, 6급							
초 과	이 하	상	하	상	하	상	하	상	하		
10	18	0	-11	0	-7	0	-17	8	5	0	-25
18	30	0	-13	0	-8	0	-20	10	6	0	-30
30	50	0	-16	0	-9	0	-24	12	7	0	-35
50	80	0	-19	0	-11	0	-29	14	8	0	-45
80	120	0	-22	0	-13	0	-33	17	10	0	-60
120	180	0	-25	0	-15	0	-38	19	11	0	-75
180	250	0	-30	0	-20	0	-45	23	15	0	-90
250	315	0	-35	0	-25	0	-53	26	19	0	-105
315	400	0	-40	0	-28	0	-60	30	21	0	-120
400	500	0	-45	0	-33	0	-68	34	25	0	-135
500	630	0	-50	0	-38	0	-75	38	29	0	-180
630	800	0	-75	0	-45	0	-113	55	34	0	-225
800	1 000	0	-100	-	-	-	-	75	-	-	-
1 000	1 250	0	-125	-	-	-	-	-	-	-	-
1 250	1 600	0	-160	-	-	-	-	-	-	-	-

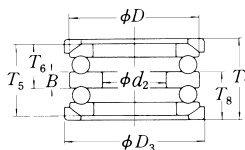
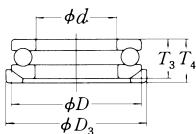


표 8.6.3 스러스트 볼 베어링의 높이 및 중앙궤도받침의 높이 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d^{(1)}$ (mm)		평면자리형				조심자리형				조심자리와셔부착				중앙궤도받침의 높이의 치수차 $\Delta B_s$	
		높이 $T_2$ 의 치수차 $\Delta T_2$ 또는 $\Delta T_{2s}$		높이 $T_1$ 의 치수차 $\Delta T_{1s}$		높이 $T_3, T_6$ 의 치수차 $\Delta T_{3s}$ 또는 $\Delta T_{6s}$		높이 $T_3$ 의 치수차 $\Delta T_{3s}$		높이 $T_4, T_8$ 의 치수차 $\Delta T_{4s}$ 또는 $\Delta T_{8s}$		높이 $T_7$ 의 치수차 $\Delta T_{7s}$			
		0급, 6급, 5급, 4급		0급, 6급, 5급, 4급		0급, 6급		0급, 6급		0급, 6급		0급, 6급			
초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
-	30	0	-75	+50	-150	-	-75	+50	-150	+50	-75	+150	-150	0	-50
30	50	0	-100	+75	-200	0	-100	+75	-200	+50	-100	+175	-200	0	-75
50	80	0	-125	+100	-250	0	-125	+100	-250	+75	-125	+250	-250	0	-100
80	120	0	-150	+125	-300	0	-150	+125	-300	+75	-150	+275	-300	0	-125
120	180	0	-175	+150	-350	0	-175	+150	-350	+100	-175	+350	-350	0	-150
180	250	0	-200	+175	-400	0	-200	+175	-400	+100	-200	+375	-400	0	-175
250	315	0	-225	+200	-450	0	-225	+200	-450	+125	-225	+450	-450	0	-200
315	400	0	-300	+250	-600	0	-300	+250	-600	+150	-275	+550	-550	0	-250

주 (1) 복식베어링에서는, 같은 직경계열로서 같은  $D$ 의 단식베어링의  $d$ 의 구분에 따른다.

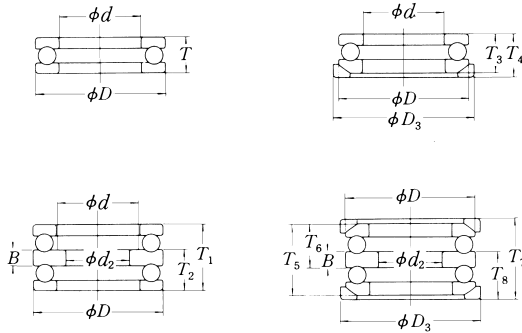


표 8.7 스텝 자동조심 로울러 베어링의 허용차 및 허용치

표 8.7.1 축궤도받침의 허용차·허용치 및 높이의 허용차(0급) 단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d$ (mm)		평면내평균내경의 치수차 $\Delta d_{mp}$		평면내 내경부동 $V_{dp}$	참 고			
					축궤도받침의 연속틀림 $S_d$	베어링 높이의 치수차 $\Delta T_s$		
초과	이하	상	하	최대	최대	상	하	
<b>50</b>	<b>80</b>	0	-15	11	25	+150	-150	
<b>80</b>	<b>120</b>	0	-20	15	25	+200	-200	
<b>120</b>	<b>180</b>	0	-25	19	30	+250	-250	
<b>180</b>	<b>250</b>	0	-30	23	30	+300	-300	
<b>250</b>	<b>315</b>	0	-35	26	35	+350	-350	
<b>315</b>	<b>400</b>	0	-40	30	40	+400	-400	
<b>400</b>	<b>500</b>	0	-45	34	45	+450	-450	

비 고 이 표에 정한 베어링 내경이 위의 허용차는, 궤도받침측면에서 면취치수  $r$ (최대)의 1.2배의 거리이내에는 적용하지 않는다.

표 8.7.2 하우징궤도받침의 허용차(0급)

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링외경 $D$ (mm)		평면내평균외경의 치수차 $\Delta D_{mp}$	
		상	하
<b>120</b>	<b>180</b>	0	-25
<b>180</b>	<b>250</b>	0	-30
<b>250</b>	<b>315</b>	0	-35
<b>315</b>	<b>400</b>	0	-40
<b>400</b>	<b>500</b>	0	-45
<b>500</b>	<b>630</b>	0	-50
<b>630</b>	<b>800</b>	0	-75
<b>800</b>	<b>1 000</b>	0	-100

비 고 이 표에 정하는 베어링 외경의 하의 허용차는, 궤도 받침측면에서 면취치수  $r$ (최대)의 1.2배의 이내에는 적용하지 않는다.

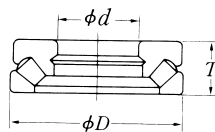


표 8.8 계기용 볼 베어링의 허용차  
(ABMA규격 CLASS  
(1) 내륜의 허용차, 허용치

호칭베어링내경 <i>d</i> (mm)	평면내평균내경의 치수차 $\Delta_{dmp}$		내경의 치수차 $\Delta_{ds}$		평면내내경부동 $V_{dp}$		평면내평균내경부동 $V_{dmp}$		내륜(또는외륜) $\Delta_{Bs}$	
	CLASS 5P CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P CLASS 9P	상 하
초과 이하	상 하	상 하	상 하	상 하	최대	최대	최대	최대	상 하	
- 10	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	0 -25.4	
10 18	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	0 -25.4	
18 30	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	0 -25.4	

주 (1) 2개의 조합으로 차폭조정하는 베어링에 적용한다.  
비 고 CLASS 3P(인치계열)와 미터계열 계기용 정밀베어링의 허용차 및 허용치에 관하여는 NSK에 상담하여 주십시오.

(2) 외륜의 허용차

호칭베어링외경 <i>D</i> (mm)	평면내평균외경의 치수차 $\Delta_{Dmp}$		외경의 치수차 $\Delta_{Ds}$			평면내외경부동 $V_{Dp}$			평면내평균외경부동 $V_{Dmp}$		
	CLASS 5P CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P		CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P		CLASS 9P	CLASS 5P CLASS 7P		CLASS 9P
			개방베어링	시일·시일드 베어링		개방베어링	개 방 베어링		시일· 시일드 베어링	개 방 베어링	
초과 이하	상 하	상 하	상 하	상 하	상 하	최대	최대	최대	최대	최대	최대
- 18	0 -5.1	0 -2.5	0 -5.1	0 -6.1	0 2.5	2.5 5.1	1.3	2.5 5.1	1.3	2.5 5.1	1.3
18 30	0 -5.1	0 -3.8	0 -5.1	0 -6.1	0 3.8	2.5 5.1	2	2.5 5.1	2	2.5 5.1	2
30 50	0 -5.1	0 -3.8	0 -5.1	0 -6.1	0 3.8	2.5 5.1	2	2.5 5.1	2	2.5 5.1	2

주 (1) 플렌지 부착 베어링의 플렌지폭부동에도 적용한다.  
(2) 플렌지 배면에 적용한다.

및 허용치(인치계열)  
5P, 7P, 9P)  
및 외륜폭의 허용차

단위 :  $\mu\text{m}$

폭의 치수차 (또는 $\Delta C_s$ )		내륜폭부동 $V_{Bs}$			내륜레이디얼흔들림 $K_{ia}$			내륜액설흔들림 $S_{ia}$			내륜연흔들림 $S_d$		
조합베어링(1)		CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P
상	하	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대
0	-400	5.1	2.5	1.3	3.8	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3
0	-400	5.1	2.5	1.3	3.8	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3	7.6	2.5	1.3
0	-400	5.1	2.5	1.3	3.8	3.8	2.5	7.6	3.8	1.3	7.6	3.8	1.3

및 허용치

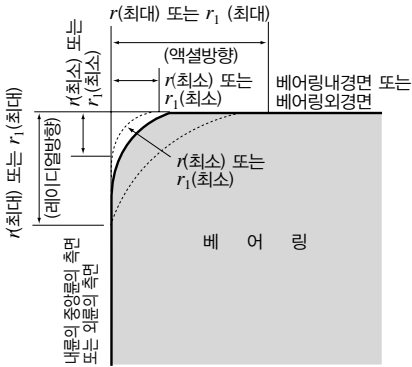
단위 :  $\mu\text{m}$

외륜폭부동(1) $V_{Cs}$			외경면기울기 $S_D$			외륜의 레이디얼흔들림 $K_{ea}$			외륜의 액설흔들림 $S_{ea}$			플렌지외경 의치수차 $\Delta D_{is}$	플렌지폭의 치수차 $\Delta C_{is}$	액 설 흔들림(2) $S_{ea1}$		
CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	CLASS 5P	CLASS 7P	CLASS 9P	플 렌 지 부 착				
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	상	하	상	하	최대
5.1	2.5	1.3	7.6	3.8	1.3	5.1	3.8	1.3	7.6	5.1	1.3	0	-25.4	0	-50.8	7.6
5.1	2.5	1.3	7.6	3.8	1.3	5.1	3.8	2.5	7.6	5.1	2.5	0	-25.4	0	-50.8	7.6
5.1	2.5	1.3	7.6	3.8	1.3	5.1	5.1	2.5	7.6	5.1	2.5	0	-25.4	0	-50.8	7.6

표 8.9 면취치수의 허용한계치 (미터계)

표 8.9.1 레이디얼 베어링(테이퍼 롤러 베어링은 제외)의 면취치수의 허용한계치

단위 : mm



r : 내륜 · 외륜의 면취치수  
 r<sub>1</sub> : 내륜 · 외륜(정면측동) 또는 슬러스트  
 볼 베어링 중앙륜의 면취치수

비고 면취표면의 정확한 형상은 규정하지 않지만 액설평면에 있어서의 그 윤곽은 내륜 또는 중앙륜의 측면과 베어링내경면, 혹은 외륜의 측면과 베어링외경면과의 접하는 반경 r(최소) 또는 r<sub>1</sub>(최소)의 가상원호 밖으로 나가서는 안된다.

내륜 · 외륜의 최소허용 면취치수 r(최소) 또는 r <sub>1</sub> (최소)	호칭베어링내경 d		내륜 · 외륜의 최대허용면취치수 r(최대) 또는 r <sub>1</sub> (최대)		참고 축또는하우징의 모떼기 반경 r <sub>a</sub>
	초	이 하	레이디얼방향	액설방향 <sup>(1)</sup>	최대
<b>0.05</b> <b>0.08</b> <b>0.1</b>	-	-	0.1 0.16 0.2	0.2 0.3 0.4	0.05 0.08 0.1
<b>0.15</b> <b>0.2</b>	-	-	0.3 0.5	0.6 0.8	0.15 0.2
<b>0.3</b>	-	40	0.6 0.8	1 1	0.3
<b>0.6</b>	-	40	1 1.3	2 2	0.6
<b>1</b>	-	50	1.5 1.9	3 3	1
<b>1.1</b>	-	120	2 2.5	3.5 4	1
<b>1.5</b>	-	120	2.3 3	4 5	1.5
<b>2</b>	-	80 220	3 3.5 3.8	4.5 5 6	2
<b>2.1</b>	-	280	4 4.5	6.5 7	2
<b>2.5</b>	-	100 280	3.8 4.5 5	6 6 7	2
<b>3</b>	-	280	5 5.5	8 8	2.5
<b>4</b> <b>5</b>	-	-	6.5 8	9 10	3 4
<b>6</b> <b>7.5</b> <b>9.5</b>	-	-	10 12.5 15	13 17 19	5 6 8
<b>12</b> <b>15</b> <b>19</b>	-	-	18 21 25	24 30 38	10 12 15

주 (1) 베어링폭이 2mm이하인 베어링의 액설방향의 r(최대)의 값은 레이디얼 방향의 값과 같은 것으로 한다.

**표 8.9.2 테이퍼 로울러 베어링의 면취치수의 허용한계치**

단위 : mm

내륜 · 외륜의 최소 허용 면취치수 $r$ (최소)	호칭베어링내경 또는 외경 <sup>(1)</sup> $d$ 또는 $D$		내륜 · 외륜의 최대 허용 면취치수 $r$ (최대)		참 고
					축 또는 하우징의 모떼기 반경 $r_a$
	초 과	이 하	레이디얼방향	액설방향	최대
<b>0.15</b>	—	—	0.3	0.6	0.15
<b>0.3</b>	—	40	0.7	1.4	0.3
	40	—	0.9	1.6	
<b>0.6</b>	—	40	1.1	1.7	0.6
	40	—	1.3	2	
<b>1</b>	—	50	1.6	2.5	1
	50	—	1.9	3	
<b>1.5</b>	—	120	2.3	3	1.5
	120	250	2.8	3.5	
	250	—	3.5	4	
<b>2</b>	—	120	2.8	4	2
	120	250	3.5	4.5	
	250	—	4	4	
<b>2.5</b>	—	120	3.5	4	2
	120	250	4	5.5	
	250	—	4.5	6	
<b>3</b>	—	120	4	5.5	2.5
	120	250	4.5	6.5	
	250	400	5	7	
	400	—	5.5	7.5	
<b>4</b>	—	120	5	7	3
	120	250	5.5	7.5	
	250	400	6	8	
	400	—	6.5	8.5	
<b>5</b>	—	180	6.5	8	4
	180	—	7.5	9	
<b>6</b>	—	180	7.5	10	5
	180	—	9	11	

주 (1) 내륜은  $d$ 의 구분에 따르고, 외륜은  $D$ 의 구분에 따른다.

**표 8.9.3 스러스트 베어링의 면취치수의 허용한계치**

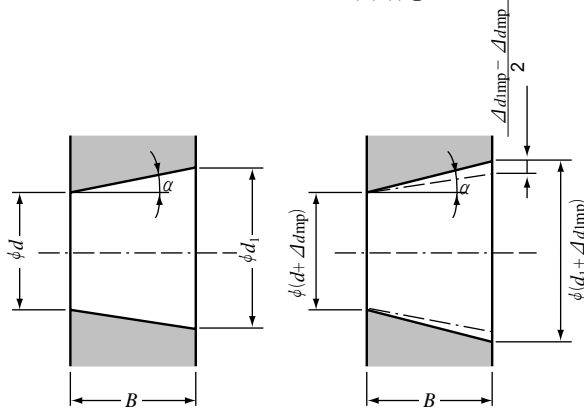
단위 : mm

내륜(또는 중양륜) · 외륜의 최소 허용 면취치수 $r$ (최대) 또는 $r_1$ (최대)	내륜(또는 중양륜) · 외륜의 최대 허용 면취치수 $r$ (최대) 또는 $r_1$ (최대)		참 고
			축 또는 하우징의 모떼기 반경 $r_a$
	레이디얼방향 및 액설방향	최 대	
<b>0.05</b> <b>0.08</b> <b>0.1</b>	0.1	0.05	0.05 0.08 0.1
	0.16	0.08	
	0.2	0.1	
<b>0.15</b> <b>0.2</b> <b>0.3</b>	0.3	0.15	0.15 0.2 0.3
	0.5	0.2	
	0.8	0.3	
<b>0.6</b> <b>1</b> <b>1.1</b>	1.5	0.6	0.6 1 1
	2.2	1	
	2.7	1	
<b>1.5</b> <b>2</b> <b>2.1</b>	3.5	1.5	1.5 2 2
	4	2	
	4.5	2	
<b>3</b> <b>4</b> <b>5</b>	5.5	2.5	2.5 3 4
	6.5	3	
	8	4	
<b>6</b> <b>7.5</b> <b>9.5</b>	10	5	5 6 8
	12.5	6	
	15	8	
<b>12</b> <b>15</b> <b>19</b>	18	10	10 12 15
	21	12	
	25	15	

표 8.10 테이퍼 구멍의 허용차 및 허용치 (0급)

이론상의 테이퍼구멍

평면내 평균내경의 치수차를 갖는 테이퍼구멍



$d$  : 호칭베어링 내경

$d_1$  : 테이퍼구멍의 이론상 대단에 있어서의 기준직경

기준테이퍼비  $\frac{1}{12}$ 에서는  $d_1 = d + \frac{1}{12} B$

기준테이퍼비  $\frac{1}{30}$ 에서는  $d_1 = d + \frac{1}{30} B$

$\Delta_{dmp}$  : 테이퍼구멍의 이론상 소단에 있어서의 평면내 평균내경이 치수차

$\Delta_{d1mp}$  : 테이퍼구멍의 이론상 대단에 있어서의 평면내 평균내경의 치수차

$V_{dp}$  : 평면내 내경부동

$B$  : 호칭 내륜폭

$\alpha$  : 테이퍼 구멍의 호칭테이퍼 각도의 1/2

$\frac{1}{12}$  테이퍼의 경우  $\alpha = 2^\circ 23' 9.4''$   
 $= 2.38594^\circ$   
 $= 0.041643 \text{ rad}$

$\frac{1}{30}$  테이퍼의 경우  $\alpha = 57' 17.4''$   
 $= 0.95484^\circ$   
 $= 0.016665 \text{ rad}$

기준테이퍼비  $\frac{1}{12}$  테이퍼 구멍

단위 :  $\mu\text{m}$

$d$ (mm)	$\Delta_{dmp}$		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		$V_{dp}^{(1)(2)}$
	상	하	상	하	
초 과 이 하					최 대
18 30	+ 33	0	+ 21	0	13
30 50	+ 39	0	+ 25	0	16
50 80	+ 46	0	+ 30	0	19
80 120	+ 54	0	+ 35	0	22
120 180	+ 63	0	+ 40	0	40
180 250	+ 72	0	+ 46	0	46
250 315	+ 81	0	+ 52	0	52
315 400	+ 89	0	+ 57	0	57
400 500	+ 97	0	+ 63	0	63
500 630	+110	0	+ 70	0	70
630 800	+125	0	+ 80	0	-
800 1 000	+140	0	+ 90	0	-
1 000 1 250	+165	0	+105	0	-
1 250 1 600	+195	0	+125	0	-

주 (1) 테이퍼구멍의 전 레이디얼 평면에 적용한다.

(2) 직경계열 7 및 8에는 적용하지 않는다.



기준테이퍼비  $\frac{1}{30}$  테이퍼 구멍

단위 :  $\mu\text{m}$

$d$ (mm)		$\Delta d_{\text{mp}}$		$\Delta d_{\text{mp}} - \Delta d_{\text{mp}}$		$V_{dp}^{(1)(2)}$
초과	이하	상	하	상	하	최대
80	120	+20	0	+35	0	22
120	180	+25	0	+40	0	40
180	250	+30	0	+46	0	46
250	315	+35	0	+52	0	52
315	400	+40	0	+57	0	57
400	500	+45	0	+63	0	63
500	630	+50	0	+70	0	70

주 (1) 테이퍼구멍의 전 레이디얼 평면에 적용한다.

(2) 직경계열 7 및 8에는 적용하지 않는다.

비고 내경이 630mm를 초과하는 경우에는 **NSK** 와 상담하여 주십시오.

8.2 정도등급 선정

통상적인 용도에 있어서는 대부분 0급정도로 충분한 기능을 얻을 수 있지만, 다음과 같은 용도에 있어서는 5급, 4급 혹은 그 이상의 높은 정도의 베어링이 적합하다. 표8.11에 베어링이 요구되는 성능, 사용조건에 따른 용도예와 정도등급을 참고로 정리하였다.

표 8.11 고정도베어링의 적용례(참고)

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

## 9 베어링의 끼워맞춤과 클리어런스

### 9.1 끼워맞춤

#### 9.1.1 끼워맞춤의 중요성

구름베어링이 적은 간섭량으로 축에 설치되어, 내륜에 하중을 받아 회전하면, 내륜과 축과의 사이에서 원주방향으로 유해한 미끄럼을 일으키는 경우가 있다.

크리이프(Creep)라고 불리는 궤도륜의 이러한 미끄럼현상은, 끼워맞춤면에 간섭량이 부족한 경우, 하중점이 원주방향으로 이동함으로써 궤도륜이 축 또는 하우징에 대해서 원주방향으로 위치가 벗어나는 현상이다. 크리이프가 한번 발생하면, 끼워맞춤면은 현저하게 마모되어, 축 또는 하우징을 손상시키는 경우가 많다. 또 베어링내부에 마모분이 침입하기도 해서 이상발열 진동등의 원인이 되는 경우도 있다.

따라서 보통 베어링의 끼워맞춤에 있어서는 하중을 받아 회전하는 궤도륜에 적절한 간섭량을 주어, 축 또는 하우징에 고정시키고 운전중의 크리이프를 방지하는 것이 중요하다. 이 크리이프는 베어링을 축방향으로 체결한 것만으로는 방지할 수 없는 경우도 많다. 단, 정지하중을 받는 궤도륜에는 일반적으로 간섭량을 주지 않아도 좋다. 또 사용조건 또는 설치·해체의 난

이도에 따라서는, 내륜, 외륜에 간섭량을 주지 않고 끼워맞춤을 하는 경우도 있다. 이 경우 크리이프가 예상되는 끼워맞춤면의 손상에 대해서 윤활 또는 그외의 다른 배려가 필요하다.

#### 9.1.2 끼워맞춤의 선정

##### (1) 하중의 성질과 끼워맞춤

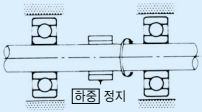
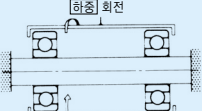
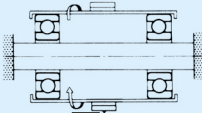
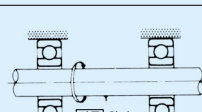
끼워맞춤의 선정은 베어링에 걸리는 하중방향과 내륜·외륜의 회전상태에 따라 결정되며, 일반적으로는 표9.1에 의한다.

##### (2) 하중의 크기와 간섭량

내륜의 간섭량은 레이디얼하중이 걸리면 감소된다. 내륜의 간섭량의 감소량은 일반적으로 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} \Delta d_r &= 0.08 \sqrt{\frac{d}{B}} F_r \times 10^{-3} \dots \dots (N) \\ \Delta d_r &= 0.25 \sqrt{\frac{d}{B}} F_r \times 10^{-3} \dots \dots \{kgf\} \end{aligned} \right\} \dots \dots (9.1)$$

표 9. 1 하중의 성질과 끼워맞춤

하중의 방향	베어링의 회전		하중 조건	끼워맞춤	
	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 있는등, 하중방향이 일정하지 않는 경우	회전 또는 정지	회전 또는 정지	방향부정하중	역지끼워맞춤	역지끼워맞춤

여기서,  $\Delta d_r$ : 내륜 간섭량의 감소량 (mm)

$d$ : 호칭베어링내경 (mm)

$B$ : 호칭내륜폭 (mm)

$F_r$ : 베어링에 작용하는 레이디얼 하중 (N) {kgf}

따라서 하중에 대한 유효간섭량  $\Delta d$ 는 식(9.1)에서 구해진 값보다 크게할 필요가 있다.

레이디얼하중이, 기본정정격하중  $C_{or}$ 의 20%를 넘는 중하중의 경우에는 간섭량이 부족해지는 것이 경험되고 있으며 이 경우에는 식(9.2)에 의해 필요한 최소간섭량을 구한다.

$$\left. \begin{aligned} \Delta d \geq 0.02 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots (N) \\ \Delta d \geq 0.2 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots \{kgf\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9.2)$$

여기서,  $\Delta d$ : 필요한 효과 간섭량 (mm)

$F_r$ : 베어링에 걸리는 레이디얼 하중 (N) {kgf}

$B$ : 호칭내륜폭 (mm)

**(3) 베어링과 축 및 하우징과의 온도차에 의한 간섭량의 변화**

베어링내륜의 끼워맞춤면의 간섭량은 운전중에 있어서의 베어링의 온도상승에 의해서 감소된다. 지금, 베어링내부의 온도와 하우징주위의 온도와의 온도차를  $\Delta T(^{\circ}C)$ 라고 하면, 축을 적극적으로 냉각시킬 경우 축과 내륜과의 끼워맞춤면의 온도 차는 대략 (0.1~0.15)  $\Delta T$ 라고 가정할 수 있다. 따라서 이 온도차에 의한 내륜의 간섭량의 감소량  $\Delta d_T$ 는 식(9.3)에서 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta d_T &= (0.10 \sim 0.15) \Delta T \cdot \alpha \cdot d \\ &\approx 0.0015 \Delta T \cdot d \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9.3) \end{aligned}$$

여기서,  $\Delta d_T$ : 온도차에 의한 간섭량의 감소량 (mm)

$\Delta T$ : 베어링내부와 하우징 주위와의 온도차( $^{\circ}C$ )

$\alpha$ : 베어링강의 선팽창계수 $\approx 12.5 \times 10^{-6}$  ( $1/^{\circ}C$ )

$d$ : 호칭베어링 내경 (mm)

또, 외륜과 하우징과의 사이에서는 양자의 온도차 및 팽창계수의 차에 따라서 역으로 간섭량이 증가하는 경우도 있다.

**(4) 유효간섭량과 끼워맞춤면의 가공정밀도**

끼워맞춤면의凹凸(요철)은 끼워맞춤 작업시 놀리

여지므로 유효간섭량은 겹보기 간섭량보다 작아진다.

이 겹보기간섭량의 감소량은, 끼워맞춤면의 거칠기 정도에 따라 다르지만, 일반적으로 유효간섭량은, 다음의 식에 의해 구할 수 있다.

$$\text{연삭축에는 } \Delta d = \frac{d}{d+2} \Delta d_a \dots\dots\dots (9.4)$$

$$\text{선삭축에는 } \Delta d = \frac{d}{d+3} \Delta d_a \dots\dots\dots (9.5)$$

여기서,  $\Delta d$ : 유효간섭량 (mm)

$\Delta d_a$ : 겹보기 간섭량 (mm)

$d$ : 호칭베어링 내경 (mm)

식(9.4), (9.5)에 의하면, 내경 30~150mm 정도의 베어링에서는, 유효간섭량은 겹보기 간섭량의 약 95%정도가 된다.

**(5) 끼워맞춤에 의한 응력과 궤도륜의 팽창·수축 간섭량을 주어 베어링을 축 또는 하우징에 설치하면, 궤도륜은 팽창 또는 수축하여 응력이 발생한다.**

간섭량이 지나치게 크면 궤도륜이 파손되는 경우가 있으므로, 기준치로서 간섭량의 최대를 축径의 7/10000 이하로 하는것이 안전하다.

끼워맞춤면의 면압, 궤도륜의 팽창·수축량 및 원주방향의 응력은 15.2항 끼워맞춤(1) (A130~A131 페이지)에 표시된 식으로 계산할 수 있다.

**9.1.3 추천끼워맞춤**

앞에서 기술했던 것과 같이 용도에 맞는 끼워맞춤을 선정하려면, 베어링하중의 성질, 크기, 온도조건, 베어링의 설치·해체등의 모든 조건을 고려해야만 한다.

하우징이 박육인 경우, 또는 중공축에 베어링을 설치하는 경우에는 보통보다 간섭량을 크게할 필요가 있다. 분리형 하우징은, 때때로 베어링의 외륜을 변형시키는 경우가 있으므로 외륜을 억지끼워맞춤을 할 필요가 있을 경우에는 분리형 하우징의 채용을 피하는 편이 좋다. 또 진동이 큰 사용조건에서는 내륜·외륜을 억지끼워맞춤(tight fitting)으로한다.

가장 일반적인 추천 끼워맞춤을 표9.2~표9.7에 표시한다. 특별한 사용조건인 경우에는 **NSK**에 상담해 주십시오. 또, 축이나 하우징의 정도 및 거칠기에 대해서는, 뒤에 기술하는 11.1항(A100페이지)를 참조해 주십시오.

표 9.2 레이디얼베어링의 축과의 끼워맞춤

조 건	적용예(참고)	축 경 (mm)			축 의 공차범위클래스	비 고	
		볼베어링	원통로울러베어링 테이퍼로울러베어링	자동조심로울러 베어링			
원 통 구 멍 베 어 링 과 축							
외 회 회 전 중 하	내륜이 축상을 용이하 게 움직일 필요가 있다.	정지축의 차륜	모든 축경에 적용			g6	정밀을 요하는 경우에는 g5, h6를 사용한다. 대형베어링인 경우, 베어링이 용이하게 이동할 수 있도록 r6 이라도 좋다.
	내륜이 축상을 용이하 게 움직일 필요가 없다.	텐션롤리, 권선기				h6	
내 륜 회 전 중 하	경 하 중 또는 변동하중 ( $0.06C_r^{(1)}$ 이하의 하중)	가전기구, 펌프	18이하	-	-	js5	정도를 요하는 부분에는 5급을 쓰고 베어링도 고정도의 것을 사용한다. 또 내경 18mm이하의 고정도 볼 베어링에는 h5를 사용한다.
		송풍기, 운반차	18~100	40이하	-	js6(j6)	
		정밀기계	100~200	40~140	-	k6	
		공작기계	-	140~200	-	m6	
또는 방 향 부 정 중 하	보통하중 ( $0.06\sim 0.13C_r^{(1)}$ 의 하중)	일반적베어링응용	18이하	-	-	js5~6(j5~6)	단열테이퍼로울러베어링 및 단열앵글러 볼베어링의 경우 에는 k5, m5 대신에 k6, m6을 사용할 수 있다.
		중대형전동기	18~100	40이하	40이하	k5~6	
		터빈	100~140	40~100	40~65	m5~6	
		펌프	140~200	100~140	65~100	m6	
		엔진의 주베어링	200~280	140~200	100~140	n6	
		치차운동장치	-	200~400	140~280	p6	
		목공기계	-	-	280~500	r6	
축방향 하중만 작용	각종베어링의 사 용 부 위	철도차량	-	50~140	50~100	n6	CN클리어런스보다 큰 클리어 런스의 베어링을 필요로 한다.
		산업차량	-	140~200	100~140	p6	
		전차의주전동기	-	200초과	140~200	r6	
		건설기계	-	-	200~500	r7	
테이퍼구멍베어링(슬리브 부착)과 축							
각각의 하중 조건	일반적베어링부위	모든 축경에서 적용			h9/IT5 <sup>(2)</sup>	IT5, IT7 축의 형상편차 (진원도, 원통도)가 각각 IT5, IT7의 공차범위 권내에 있어야만 하는것을 나타낸다.	
	철도차량 전동축 목공기계주축				h10/IT7 <sup>(2)</sup>		

주 (1)  $C_r$ 는 사용할 베어링의 기본동정격하중을 나타낸다.  
 (2) IT수치에 관해서는 부표 11(C22페이지)를 참조하여 주십시오.  
 비고 이 표는  $\sigma_{H\lim}$ 의 중심축에 적용한다.

표 3.3 스러스트베어링의 축과의 끼워맞춤

조 건	적용예(참고)	축 경 (mm)	축 의 공차범위클래스	비 고	
축방향 하중만 작용	선 반 주 축	모든 축경에 적용	h6 또는 Js6(j6)	-	
합성하중 (스러스트하중 및 심로울러베어링)	내륜정지하중	분쇄기	모든 축경에 적용		js6(j6)
	내륜회전하중 또는 필프정제기	사출기	200이하		k6
		200~400	m6		
	방향부정하중	사출기	400초과		n6

표 9.4 레이디얼베어링의 하우징구멍과의 끼워맞춤

조		건	적용예(참고)	하우징구멍의 공차범위클래스	외륜의 이동	비 고
일체형 하우징	외륜회전중 하중	박육하우징에 중하중 큰 충격하중	자동차HUB베어링(로울러 크레인의 주행차륜)	P7	외륜은 축방향 으로 이동할 수 없다.	-
		보통하중 중하중	자동차 HUB베어링(볼) 진동 스크린 편심축	N7		
		경하중 변동하중	콘베어로울러 휠차 텐션폴리	M7		
일체형 또는 분리형 하우징	방향부정중 하중	큰 충격하중	전차의 주전동기	K7	외륜은 원칙적 으로, 축방향으로 이동할 수 없다.	외륜이 축방향으로 이동할 필요가 없는 경우
		보통하중 중하중	펌프, 크랭크축의 주베어링, 중·대형전동기			
	내륜회전 중 하중	모든하중	일반적인 베어링부위 철도차량의 하우징	H7	외륜은 액설방 향으로 용이하게 이동할 수 있다.	-
보통하중 경하중		플러머블록	H8			
축과 내륜이 고온이 되는 경우		제지용 건조기	G7			
일체형 하우징	방향부정 중 하중	보통하중, 경하중에서 특히 정밀회전을 필요 로 하는 경우	연삭스핀들의 후면 볼베어링 고속원심압축기의 자유축베어링	JS6(J6)	외륜은 액설방 향으로 이동할 수 있다.	-
		연삭스핀들의 전면볼 베어링 고속원심압축기의 고정축베어링	K6	외륜은 원칙적 으로 축방향으로 고정된다.	하중이 큰 경우에는, K보다 간섭량이 큰 끼워맞춤 을 적용한다. 특히 높은 정도가 요구되 는 경우에는 더욱 작은 허용 차를 용도마다 적용해서 끼워맞춤을 실시한다.	
	내륜회전 중 하중	변동하중이고, 특히 정 밀한 회전과 큰 강성을 요구하는 경우	공작기계주축용원통 로울러베어링	M6 또는 N6	외륜은 축방 향으로 고정된다.	-
정속한 운전이 요구되 는 경우		가전기기	H6	외륜은 축방 향으로 용이하게 이동할 수 있다.		

비 고 1. 이 표는 주철 또는 강재하우징에 적용한다. 경합금재하우징에 대해서는, 상기표의 끼워맞춤보다 간섭량을 크게 한다.  
2. 셀링니어들 로울러 베어링등의 특수한 끼워맞춤 등에 대해서는, 각각의 베어링치수표의 앞장설명문을 참조해 주십시오.

표 9.5 스러스트베어링의 하우징구멍과의 끼워맞춤

조	건	적용베어링	하우징구멍의 공차범위클래스	비 고
축방향하중만 작용		스러스트 볼 베어링	클리어런스 0.25mm 이상	보통의 경우
			H8	정도를 요하는 경우
		스러스트자동조심 로울러베어링 급구배 테이퍼 로울 러 베어링	외륜은 레이디얼 방 향에 클리어런스를 준다.	레이디얼하중을 다른 베어링에서는 부하하 는 경우
합성하중	외륜정지하중	스러스트자동조심 로울러베어링	H7 또는 JS7(J7)	-
			K7	보통의 경우
	외륜회전하중 또는 방향부정하중		M7	비교적 레이디얼하중이 큰 경우

표 9.6 인치계열 테이퍼 로울러 베어링의 축과의 끼워맞춤

(1) 정도등급 CLASS 4, CLASS 2 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건		호칭베어링내경 $d$				베어링내경의 치수허용차 $\Delta d_s$		축 의 치수허용차		비 고	
		초 과		이 하		상	하	상	하		
		(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내 륜 회 전	보 통 하 중	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 38	+ 25	일반적으로, $d \leq 152.4\text{mm}$ 인 베어링은 CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 사용한다.	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	+ 64	+ 38		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+127	+ 76		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+190	+114			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 64	+ 38		일반적으로 CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 사용한다. ※는 평균간섭량으로서 0.0005d 정도의 값을 채용한다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	*	*		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+51	0	*	*			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+381	+305				
외 륜 회 전	충격이없는 보 통 하 중	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 13	0	내륜은 축방향으로 이동이 불가능하다. 중하중, 충격하중이 걸리는 경우에는 상란(上欄)을 적용한다.	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	+ 25	0		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+ 51	0		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+ 76	0			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	0	-13		내륜은 축방향으로 이동이 가능하다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	0	-25		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+51	0	0	-51			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	0	-76				

(2) 정도등급 CLASS 3, CLASS 0<sup>(1)</sup>의 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건		호칭베어링내경 $d$				베어링내경의 치수허용차 $\Delta d_s$		축 의 치수허용차		비 고	
		초 과		이 하		상	하	상	하		
		(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내 륜 회 전	정 밀 공 작 기 계 의 주 축	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 30	+18	-	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	+ 30	+18		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+ 64	+38		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+102	+64			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	-	-		최소간섭량은 0.00025d 정도가 되어야 한다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	-	-		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+25	0	-	-			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	-	-				
외 륜 회 전	정 밀 공 작 기 계 의 주 축	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 30	+18	-	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	+ 30	+18		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+ 64	+38		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+102	+64			

주 (1)  $d$ 가 304.8mm를 초과하는 베어링에는 CLASS 0은 없다.

표 9.7 인치계열 테이퍼 로울러 베어링의 하우징과의 끼워맞춤

(1) 정도등급 CLASS 4, CLASS 2 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건	호칭베어링외경 $D$				베어링외경의 치수허용차 $\Delta D_s$		하우징내경의 치수허용차		비 고	
	초 과		이 하		상	하	상	하		
	(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내륜 회전하중	자유측 또는 고정측에 사용할 경우	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	+76	+51	외륜은 축방향으로 용이하게 이동할 수 있다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	+76	+51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+152	+102	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+229	+152	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 있다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	+25	+0	외륜은 축방향으로 이동할 수 있다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	+25	+0	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+15	+25	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+76	+51	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	-13	-38	원칙적으로 외륜은 축방향에 고정된다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	-25	-51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	-25	-76	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	-25	-102	
외륜 회전하중	보통하중 외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	-13	-38	외륜은 축방향에 고정된다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	-25	-51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	-25	-76	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	-25	-102	

(2) 정도등급 CLASS 3, CLASS 0<sup>(1)</sup>의 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건	호칭베어링외경 $D$				베어링외경의 치수허용차 $\Delta D_s$		하우징내경의 치수허용차		비 고	
	초 과		이 하		상	하	상	하		
	(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내륜 회전하중	자유측에 사용	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+38	+25	외륜은 축방향으로 용이하게 이동할 수 있다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+38	+25	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+64	+38	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+89	+51	
	고정측에 사용	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+25	+13	외륜은 축방향으로 이동할 수 있다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+25	+13	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+51	+25	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+76	+38	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 있다.	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+13	0	원칙적으로 외륜은 축방향에 고정된다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+25	0	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+25	0	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+38	0	
외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	0	-13	외륜은 축방향에 고정된다.	
	304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	0	-25		
	304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	0	-25		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	0	-38		
외륜 회전하중	보통하중 외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+13	0	-13	-25	외륜은 축방향에 고정된다.
		152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	-13	-25	
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	-13	-38	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	-13	-38	
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	-13	-51			

주 (1) 베어링내경  $D$ 가 304.8mm를 초과하는 베어링에는 CLASS 0은 없다.

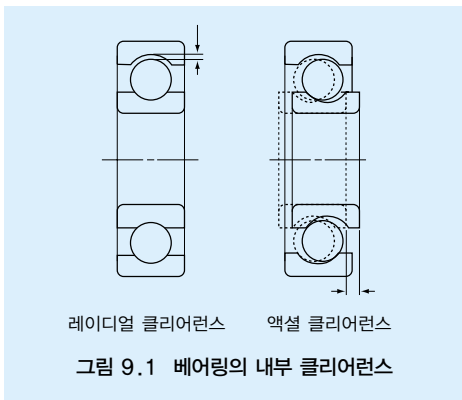
9.2 베어링의 내부클리어런스

9.2.1 내부클리어런스와 규격치

구름베어링의 운전중에 있어서의 내부클리어런스(클리어런스라고도 한다.)의 크기는 피로수명, 진동·소음, 발열등 베어링의 성능에 크게 영향을 미친다.

따라서, 내부클리어런스의 선정은 형식·치수가 정해진 베어링에 있어서 중요한 검사항목의 하나이다.

그 내부 클리어런스란, 베어링의 내륜·외륜과 전동체와의 사이의 유격량이다. 즉 내륜, 외륜의 어느쪽의 한쪽을 고정하고, 다른쪽의 궤도륜을 상하 또는 좌우 방향으로 움직였을때의 움직임량이다. 레이디얼 방향 및 축방향의 움직임량을, 각각 레이디얼 클리어런스, 액셀 클리어런스라고 한다. (그림9.1)



일반적으로, 안정된 측정치를 얻기 위해서 베어링에 규정된 측정하중을 주고 클리어런스를 측정한다. 그렇기 때문에, 측정된 클리어런스값은, 이론 내부클리어런스 (레이디얼 베어링에서는 기하클리어런스라고도 한다.)값과 비슷하기는 하지만 측정하중에 의한 탄성변형량(접근량)만큼 크게 된다(측정클리어런스라고 하여 구별하기도 한다). 따라서 이론내부클리어런스는, 이 탄성변형에 의한 클리어런스와 증가량을 보정해서 구하게 된다. 로울러 베어링에서는, 이 탄성변형량이 적으므로 무시할 수가 있다.

일반적으로 설치하기전의 베어링클리어런스는 이론 내부클리어런스의 값으로 규정되어 있다.

표9.8에 베어링 형식별 클리어런스의 적용표를 종합해서 표시한다.

표 9.8 베어링형식과 레이디얼 내부클리어런스의 적용표

베 어 링 형 식		표의번호	참조페이지
깊은홈볼베어링		표9.9	A89
소경 볼 베어링 · 미니츄어 볼 베어링		표9.10	A89
매그니토 볼 베어링		표9.11	A89
자동조심 볼 베어링		표9.12	A90
깊은홈볼베어링 원통로울러베어링	전 동 기 용	표9.13.1	A90
		표9.13.2	A90
원통로울러베어링	원통구멍베어링(비호환성)	표9.14	A91
	테이퍼구멍베어링(비호환성)		
자동조심로울러 베 어 링	원 통 구 멍 베 어 링	표9.15	A92
	테 이 퍼 구 멍 베 어 링		
복열 및 조합 테이퍼 로울러 베어링		표9.16	A93
조합 앵글러 볼 베어링 <sup>(1)</sup>		표9.17	A94
4점 접촉 볼 베어링		표9.18	A94

주 (1) 액셀클리어런스의 값으로 표시한다.



표 9.9 깊은홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경		클리어런스									
d(mm)		C2		CN		C3		C4		C5	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10 <sup>mm</sup>	18	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	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	510
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	690
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	760
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	840

비 고 측정클리어런스로서 사용할 경우, 측정하중에 의해서, 발생하는 레이디얼 클리어런스의 증가량을 보정해야 하며 그 클리어런스 보정량은 아래표에 의한다. 또 C2클리어런스의 클리어런스보정량중, 작은쪽은 최소클리어런스에, 큰쪽은 최대클리어런스에 적용한다.

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경		측정하중	클리어런스의 보정량					
d(mm)			(N)	[kgf]	C2	CN	C3	C4
초과	이하	C2			CN	C3	C4	C5
10 <sup>(1)</sup>	18	24.5	2.5	3~4	4	4	4	4
18	50	49	5	4~5	5	6	6	6
50	280	147	15	6~8	8	9	9	9

주 (1) 10mm는 이 치수구분에 포함된다.

비 고 280mm를 넘는 수치에 관해서는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

표 9.10 소경볼베어링·미니츄어볼베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

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

비 고 1. 표준 클리어런스는 MC3이다.  
2. 측정클리어런스로서 사용할 경우 아래표의 보정량을 더한다.

단위 :  $\mu\text{m}$

클리어런스 보정량	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	클리어런스	1	1	1	1	2

또한 측정하중은 다음과 같다.  
미니츄어볼베어링 \*의 경우 2.5N(0.25kgf)  
소경볼베어링 \*의 경우 4.4N(0.45kgf)  
\*의 구분에 대해서는 B31페이지 표1 참조

표 9.11 매그니토볼베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경		베어링계열	클리어런스	
d(mm)			최소	최대
초과	이하			
2.5	30	EN	10	50
		E	30	60

표 9.12 자동조심 볼 베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	원통구멍 베어링의 클리어런스										테이퍼구멍 베어링의 클리어런스									
	C2		CN		C3		C4		C5		C2		CN		C3		C4		C5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
2.5 6	1	8	5	15	10	20	15	25	21	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 24	4	14	10	23	17	30	25	39	34	52	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55
24 30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62
30 40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72
40 50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79
50 65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99
65 80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123
80 100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144
100 120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170
120 140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175	40	68	60	98	90	130	120	165	155	205
140 160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210	45	74	65	110	100	150	140	191	180	240

표 9.13 전동기용베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

표 9.13.1 전동기용 깊은홀 볼 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	클리어런스		비 고	
	CM		추천끼워맞춤	
초과 이하	최소	최대	축	허우징구멍
10 (올코환)	18	4	11	js5(j5)
18	30	5	12	
30	50	9	17	
50	80	12	22	k5
80	100	18	30	
100	120	18	30	m5
120	160	24	38	

비 고 측정하중에 의해 발생하는 레이디얼 클리어런스의 증가량은, 표9.9 비교의 CN 클리어런스의 보정량과 같다.

표 9.13.2 전동기용 원통로울러 볼 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	클리어런스						비 고	
	호환성 CT		비호환성 CM		추천끼워맞춤		추천끼워맞춤	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	축	허우징구멍		
24 40	15	35	15	30	k5		JS6~7 (J6~7) 또는 K6~7	
40 50	20	40	20	35				
50 65	25	45	25	40				
65 80	30	50	30	45	m5			
80 100	35	60	35	55				
100 120	35	65	35	60				
120 140	40	70	40	65	n6			
140 160	50	85	50	80				
160 180	60	95	60	90				
180 200	65	105	65	100				

표 9.14 원통로울러베어링 · 슬리드형니어들 로울러베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	원통구멍베어링의 호환성 클리어런스										원통구멍베어링의 비호환성 클리어런스											
	C2		CN		C3		C4		C5		CC1		CC2		CC <sup>(1)</sup>		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
— 10	0	25	20	45	35	60	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 24	0	25	20	45	36	60	50	75	65	90	5	15	10	20	20	30	35	45	55	75	65	75
24 30	0	25	20	45	36	60	50	75	70	95	5	15	10	25	25	35	40	50	45	60	70	80
30 40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40 50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50 65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140	5	20	15	35	35	50	55	75	90	110	130	140
65 80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165	10	25	20	40	40	60	70	90	95	110	130	150
80 100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100 120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120 140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140 160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160 180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180 200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200 225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225 250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250 280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420
280 315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485	20	60	60	120	120	180	205	265	265	325	410	470
315 355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535	20	65	65	135	135	200	225	295	295	360	455	520
355 400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600	25	75	75	150	150	225	225	330	330	405	510	585
400 450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665	25	85	85	170	170	255	285	370	370	455	565	650
450 500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735	25	95	95	190	190	285	315	410	410	505	625	720

주 (1) CC는, 원통 로울러 베어링 · 슬리드형 니어들 로울러베어링의 비호환성 표준형 클리어런스의 기호이다.

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	테이퍼 구멍베어링의 비호환성 클리어런스													
	CC9 <sup>(1)</sup>		CC1		CC2		CC <sup>(2)</sup>		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10 24	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	55	65	75	85
24 30	5	10	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80	90	95
30 40	5	12	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40 50	5	15	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50 65	5	15	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65 80	10	20	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80 100	10	25	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100 120	10	25	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120 140	15	30	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140 160	15	35	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160 180	15	35	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180 200	20	40	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200 225	20	45	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225 250	25	50	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250 280	25	55	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475
280 315	30	60	60	120	120	180	205	265	265	325	325	385	470	530
315 355	30	65	65	135	135	200	225	295	295	360	360	430	520	585
355 400	35	75	75	150	150	225	255	330	330	405	405	480	585	660
400 450	40	85	85	170	170	255	285	370	370	455	455	540	650	735
450 500	45	95	95	190	190	285	315	410	410	505	505	600	720	815

주 (1) 클리어런스 CC9는 JIS 정도등급 5급, 4급의 테이퍼구멍 원통로울러베어링에 적용한다.

(2) CC는 원통 로울러 베어링 · 슬리드형 니어들 로울러 베어링의 비호환성 표준형 클리어런스의 기호이다.

표 9.15 자동조심 로울러 베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		원통구멍 베어링의 클리어런스										테이퍼구멍 베어링의 클리어런스									
		C2		CN		C3		C4		C5		C2		CN		C3		C4		C5	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
<b>24</b>	<b>30</b>	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95	20	30	30	40	40	55	55	75	75	95
<b>30</b>	<b>40</b>	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100	25	35	35	50	50	65	65	85	85	105
<b>40</b>	<b>50</b>	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
<b>50</b>	<b>65</b>	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
<b>65</b>	<b>80</b>	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200
<b>80</b>	<b>100</b>	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225	55	80	80	110	110	140	140	180	180	230
<b>100</b>	<b>120</b>	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260	65	100	100	135	135	170	170	220	220	280
<b>120</b>	<b>140</b>	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300	80	120	120	160	160	200	200	260	260	330
<b>140</b>	<b>160</b>	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350	90	130	130	180	180	230	230	300	300	380
<b>160</b>	<b>180</b>	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390	100	140	140	200	200	260	260	340	340	430
<b>180</b>	<b>200</b>	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430	110	160	160	220	220	290	290	370	370	470
<b>200</b>	<b>225</b>	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470	120	180	180	250	250	320	320	410	410	520
<b>225</b>	<b>250</b>	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520	140	200	200	270	270	350	350	450	450	570
<b>250</b>	<b>280</b>	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570	150	220	220	300	300	390	390	490	490	620
<b>280</b>	<b>315</b>	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630	170	240	240	330	330	430	430	540	540	680
<b>315</b>	<b>355</b>	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690	190	270	270	360	360	470	470	590	590	740
<b>355</b>	<b>400</b>	130	220	220	340	340	450	450	600	600	750	210	300	300	400	400	520	520	650	650	820
<b>400</b>	<b>450</b>	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820	230	330	330	440	440	570	570	720	720	910
<b>450</b>	<b>500</b>	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900	260	370	370	490	490	630	630	790	790	1 000
<b>500</b>	<b>560</b>	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1 000	290	410	410	540	540	680	680	870	870	1 100
<b>560</b>	<b>630</b>	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1 100	320	460	460	600	600	760	760	980	980	1 230
<b>630</b>	<b>710</b>	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1 190	350	510	510	670	670	850	850	1 090	1 090	1 360
<b>710</b>	<b>800</b>	210	390	390	580	580	770	770	1 010	1 010	1 300	390	570	570	750	750	960	960	1 220	1 220	1 500
<b>800</b>	<b>900</b>	230	430	430	650	650	860	860	1 120	1 120	1 440	440	640	640	840	840	1 070	1 070	1 370	1 370	1 690
<b>900</b>	<b>1000</b>	260	480	480	710	710	930	930	1 220	1 220	1 570	490	710	710	930	930	1 190	1 190	1 520	1 520	1 860
<b>1000</b>	<b>1120</b>	290	530	530	780	780	1 020	1 020	1 330	-	-	530	770	770	1 030	1 030	1 300	1 300	1 670	-	-
<b>1120</b>	<b>1250</b>	320	580	580	860	860	1 120	1 120	1 460	-	-	570	830	830	1 120	1 120	1 420	1 420	1 830	-	-
<b>1250</b>	<b>1400</b>	350	640	640	950	950	1 240	1 240	1 620	-	-	620	910	910	1 230	1 230	1 560	1 560	2 000	-	-

표 9.16 복열 및 조합 테이퍼 로울러 베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		클 리 어 런 스											
		C1		C2		CN		C3		C4		C5	
		-		C1		C2		CN		C3		C4	
조 과	이 하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
—	18	0	10	10	20	20	30	35	45	50	60	65	75
18	24	0	10	10	20	20	30	35	45	50	60	65	75
24	30	0	10	10	20	20	30	40	50	50	60	70	80
30	40	0	12	12	25	25	40	45	60	60	75	80	95
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	65	0	15	15	35	35	55	60	80	80	100	110	130
65	80	0	20	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	0	25	25	50	50	75	80	105	105	130	155	180
100	120	5	30	30	55	55	80	90	115	120	145	180	210
120	140	5	35	35	65	65	95	100	130	135	165	200	230
140	160	10	40	40	70	70	100	110	140	150	180	220	260
160	180	10	45	45	80	80	115	125	160	165	200	250	290
180	200	10	50	50	90	90	130	140	180	180	220	280	320
200	225	20	60	60	100	100	140	150	190	200	240	300	340
225	250	20	65	65	110	110	155	165	210	220	270	330	380
250	280	20	70	70	120	120	170	180	230	240	290	370	420
280	315	30	80	80	130	130	180	190	240	260	310	400	460
315	355	30	80	80	130	140	190	210	260	290	350	450	510
355	400	40	90	90	140	150	200	220	280	330	390	510	570
400	450	45	95	95	145	170	220	250	310	370	430	560	620
450	500	50	100	100	150	190	240	280	340	410	470	620	680
500	560	60	110	110	160	210	260	310	380	450	500	700	770
560	630	70	120	120	170	230	290	350	420	500	570	780	850
630	710	80	130	130	180	260	310	390	470	560	640	870	950
710	800	90	140	140	200	290	340	430	510	630	710	980	1 060
800	900	100	150	150	210	320	370	480	570	700	790	1 100	1 200
900	1 000	120	170	170	230	360	410	540	630	780	870	1 200	1 300
1 000	1 120	130	190	190	260	400	460	600	700	—	—	—	—
1 120	1 250	150	210	210	280	450	510	670	770	—	—	—	—
1 250	1 400	170	240	240	320	500	570	750	870	—	—	—	—

비 고 액셀 내부 클리어런스  $\Delta_a = \Delta_r \cot \alpha \approx \frac{1.5}{e} \Delta_r$

$\Delta_r$  : 레이디얼 내부 클리어런스

$\alpha$  : 접촉각

$e$  : 정수(베어링치수표에 기재)

표 9.17 조합앵글러 볼 베어링의 액셀 내부클리어런스(축정클리어런스)

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		액셀 내부클리어런스											
		접촉각 30°						접촉각 40°					
		CN		C3		C4		CN		C3		C4	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
-	10	9	29	29	49	49	69	6	26	26	46	46	66
10	18	10	30	30	50	50	60	7	27	27	47	47	67
18	24	19	39	39	59	59	79	13	33	33	53	53	73
24	30	20	40	40	60	60	8	14	34	34	54	54	74
30	40	26	46	46	66	66	86	19	39	39	59	59	79
40	50	29	39	39	69	69	89	21	41	41	61	61	81
50	65	35	60	60	85	85	110	25	50	50	75	75	100
65	80	38	63	63	88	88	115	27	52	52	77	77	100
80	100	49	74	74	99	99	125	35	60	60	85	85	100
100	120	72	97	97	120	120	145	52	77	77	100	100	125
120	140	85	115	115	145	145	175	63	93	93	125	125	155
140	160	90	120	120	150	150	180	66	96	96	125	125	155
160	180	95	125	125	155	155	185	68	98	98	130	130	160
180	200	110	140	140	170	170	200	80	110	110	140	140	170

비고 이 표는 정도등급 0급 및 6급의 베어링에 적용한다. 5급이상의 베어링 및 접촉각 15°, 25°의 베어링의 액셀 클리어런스에 대해서는 NSK에 상담하여 주십시오.

표 9.18 4접촉 볼 베어링의 액셀 내부클리어런스 (축정클리어런스)

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		액셀 내부클리어런스							
		C2		CN		C3		C4	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10	18	15	55	45	85	75	125	115	165
18	40	26	66	56	106	96	146	136	186
40	60	36	86	76	126	116	166	156	206
60	80	46	96	86	136	126	176	166	226
80	100	56	106	96	156	136	196	186	246
100	140	66	126	116	176	156	216	206	266
140	180	76	156	136	196	176	246	226	296
180	220	96	176	156	226	206	276	256	326
220	260	115	196	175	245	225	305	285	365
260	300	135	215	195	275	255	335	315	395
300	350	155	235	215	305	275	365	345	425
350	400	175	265	245	335	315	405	385	475
400	500	205	305	285	385	355	455	435	525

### 9.2.2 내부 클리어런스의 선정

각 표에 표시한 클리어런스중에서, CN클리어런스의 값은, 일반적인 사용조건에 맞도록 정해져 있으며, 이값을 기준으로해서 작은쪽은 C2, C1의 순으로 작은값이 되며, 큰쪽은 C3, C4, C5의 순으로 커지도록 되어 있다

일반적인 사용조건이란, 내륜을 간섭량을 가지고 설치한 베어링에, 보통하중( $P=0.1C_r$ ) 이하의 하중이 가해지고 내륜의 회전수(rpm)가 베어링치수표의 허용회전수의 약 50%이하가 되는 경우를 말한다.

또한 전동기의 소음대책상, 베어링의 레이디얼 클리어런스의 범위를 가능한한 작게하고, 또한 클리어런스의 값도 적게 채용한 전동기용 깊은홈 볼 베어링 및 원통로울러 베어링의 레이디얼 클리어런스도 정해져 있다. (표9.13.1 및 표9.13.2)

베어링 내부클리어런스는 끼워맞춤이나 운전중의 온도조건등에 따라서 변하기 때문에 로울러베어링의 레이디얼 클리어런스를 예로서 해서 클리어런스의 변화를 그림9.2에 표시한다.

#### (1) 끼워맞춤에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량과 잔류클리어런스

내륜 또는 외륜을 축 또는 하우징에 간섭량을 주어 설치하면, 궤도륜은 팽창 또는 수축하고, 레이디얼 클리어런스는 감소된다. 이 감소량은 베어링의 형식, 치수, 축 또는 하우징의 형상·치수에 따라 다르지만, 대략 간섭량의 70~90%이다.(A130페이지, 15.2항의끼워맞춤(1) 참조), 이룬내부클리어런스  $\Delta_1$ 에서 이 끼워맞춤에 의한 클리어런스의 감소량을 뺀 클리어런스를 잔류클리어런스  $\Delta_r$ 라고 한다.

(2) 내륜·외륜의 온도차에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량과 유효클리어런스

베어링의 회전에 따라 발생한 마찰열은 축 또는 하우징을 통해서 방출된다. 일반적으로는 축보다 하우징 쪽이 방열조건이 좋기 때문에, 외륜쪽이 온도가 낮고, 내륜 및 전동체의 온도는, 외륜보다 5~10℃ 높아진다. 또 중공축에 열기가 통해서 베어링에 축으로 부터 열이 전해진 경우 또는 고속회전의 경우 등에서는, 내륜, 외륜의 온도차는 더욱 커진다. 내륜과 외륜에 온도차가 있으면, 궤도륜의 열팽창의 차에 의해서, 레이디얼 클리어런스는 감소한다. 이 대략적인 감소량은 다음 식에서 구할 수 있다.

$$\delta_i \approx \alpha \Delta_t D_e \dots\dots\dots(9.6)$$

단  $\delta_i$  : 내륜·외륜의 온도차에 의한 레이디얼클리어런스의 감소량(mm)

$\alpha$  : 베어링강의 선팽창계수 $\approx 12.5 \times 10^{-6}(1/^\circ\text{C})$

$\Delta_t$  : 내륜·외륜의 온도차 (°C)

$D_e$  : 외륜의 궤도경 (mm)

$$D_e \approx \frac{1}{5}(4D+d) \text{ 볼 베어링의 경우 (mm)} \dots\dots\dots(9.7)$$

$$D_e \approx \frac{1}{4}(3D+d) \text{ 로울러베어링의 경우 (mm)} \dots\dots\dots(9.8)$$

잔류클리어런스  $\Delta_f$ 로부터 이  $\delta_i$ 를 뺀 클리어런스를 유효클리어런스  $\Delta$ 라고 한다.

이론적으로는 이 유효클리어런스  $\Delta$ 가 아주 근소한 마이너스 일 때, 피로수명은 가장 길어지지만, 실용적으로도 이 이상적인 상태를 유지하며, 베어링을 사용하는 것은 곤란하다. 또 마이너스의 클리어런스량이 커지면, 피로수명의 저하가 현저해지기 때문에 일반적으로는 유효클리어런스가 0보다 조금 큰 값이 되도록 베어링 클리어런스를 선정한다.

단열앵귤러 볼베어링, 테이퍼로울러베어링 등을 주로 마주보게 해서 사용하는 경우에도 예압을 주어 사용하는 경우를 제외하고, 유효클리어런스는 아주 작게 되도록 한다.

또 한쪽에 턱면이 있는 원통로울러베어링을 2개를 마주보게해서(對向시켜) 사용하는 경우에는 운전중 축의 팽창을 고려해서 축방향에 미리 적당한 클리어런스를 줄 필요가 있다.

참고로, 표.9.19에 CN클리어런스 이외의 클리어런스 선정예를 표시한다. 특수한 사용조건인 경우에는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

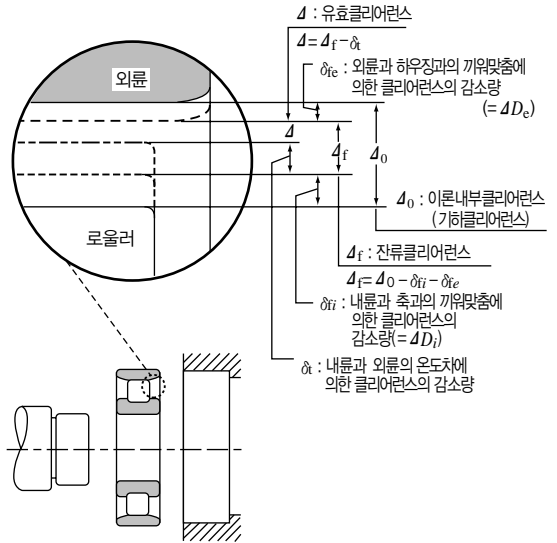


그림 9.2 베어링의 레이디얼 클리어런스의 변화

표 9.19 CN클리어런스 이외의 내부클리어런스의 선정예

사 용 조 건	용 도 예	베어링클리어런스에
축의 힘이 큰 경우	자 동 차 후 른	C5 상당
중공축에 증가기 통과하는 경우나, ROLL이 가열되는 경우	제 지 기 건 조 기	C3, C4
	압연기테이블ROLLER	C3
충격·진동이 큰 경우, 내륜, 외륜 모두 억지끼워맞춤인 경우	차량용주전동기	C4
	진 동 스 크 린	C3, C4
	액 체 축 이 음	C4
	트랙터중감속장치	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

## 10 베어링의 예압

구름베어링은 대부분의 경우 운전상태에 있어서 적당한 클리어런스를 갖고 사용된다. 목적에 따라서는 베어링을 설치했을때, 부(負)의 클리어런스가 되도록 미리 내부응력을 발생시킨 상태에서 사용하는 경우가 있다. 이와같은 사용방법을 예압이라고 하며, 앵귤러 볼 베어링이나 테이퍼 로울러 베어링과 같이 2개를 마주보게 하고 클리어런스의 조정을 할 수 있는 베어링에 적용되는 경우가 많다.

### 10.1 예압의 목적

예압의 주된 목적과 대표적인 사용예는 다음과 같다.

- (1) 축이 레이디얼 방향 및 액셀방향의 위치결정을 정확하게 함과 동시에 축의 진동을 억제하기 위하여 실시한다.……공작기계의 주축용 베어링, 측정기 베어링 등
- (2) 베어링의 강성을 높이기 위하여 실시한다.……공작기계의 주축용베어링, 자동차의 디퍼랜셜피니언용 베어링 등
- (3) 축방향의 진동 및 공진에 의한 이음을 방지하기 위하여 실시한다.……소형 전동기용 베어링 등
- (4) 전동체의 선회미끄럼, 공전미끄럼 및 자전미끄럼을 억제하기 위하여 실시한다. ……고속회전하는 앵귤러 볼 베어링, 스러스트 볼 베어링 등
- (5) 케도륜에 대해서, 전동체를 바른 위치로 유지하기 위하여 실시한다. ……스러스트 볼 베어링이나 스러스트 자동조심 로울러 베어링을 횡축으로 사용하는 경우 등

### 10.2 예압방법

#### 10.2.1 정위치예압

정위치예압은 서로 마주보는 베어링의 축방향의 상대적 위치가 사용중에도 변화하지 않는 예압방법으로, 다음과 같은 방법이 있다.

- (1) 예압을 주기 위하여 미리 차폭치수 (A7페이지 그림1.1 참조) 또는 축방향 클리어런스를 조정 한 조합베어링을 설치해서 사용하는 방법
- (2) 예압을 주도록 치수를 조정한 간좌나 Shim을 사용하는 방법(그림10.1)
- (3) 축방향 클리어런스를 조정할 수 있는 볼트·너트등을 설치하여 사용하는 방법. 이 경우 적당

한 예압량이 되도록, 기동토크를 측정하면서 조정한다.

#### 10.2.2 정압예압

정압예압이란, 코일스프링, 접시모양스프링 등을 이용해서, 적정의 예압을 베어링에 주는 방법이다. 베어링의 상대적인 위치가 사용중에 변화하여도, 예압량을 거의 일정하게 유지할 수 있는 예압방법이다(그림10.2).

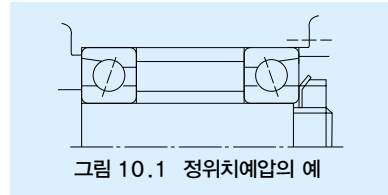


그림 10.1 정위치예압의 예

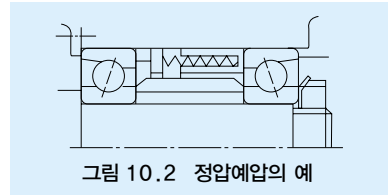


그림 10.2 정압예압의 예

### 10.3 예압과 강성

#### 10.3.1 정위치예압과 강성

그림10.3의 조합베어링의 내륜을 축방향으로서 설치하면, 베어링 A 및 B는, 각각  $\delta_{ao}$ 만큼 변위해서 내륜간의 클리어런스  $2\delta_{ao}$ 가 없어진다. 이 상태에서 예압  $F_{ao}$ 가 주어진 것이 된다.

이 예압된 베어링에 그림에서 보는것과 같이 액셀 하중  $F_a$ 가 가해진 경우의 베어링의 강성, 즉 하중과 변위와의 관계를 나타내는 예압선도를 그림10.4에 표시하였다.

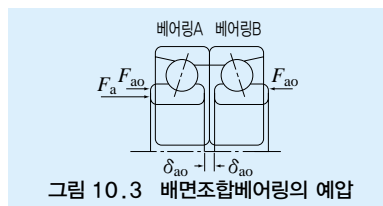


그림 10.3 배면조합베어링의 예압



### 10.3.2 정압예압과 강성

그림10.5는 정압예압된 베어링의 예압선도를 나타낸다. 예압스프링의 강성은, 베어링의 강성에 비교해서 일반적으로 아주 작기 때문에, 스프링의 변위직선은 거의 횡축으로 평행해진다. 따라서 정압예압의 강성은 베어링 단품에 미리 예압량  $F_{ao}$ 의 액셀 하중을 가했을 경우의 단품베어링의 강성과 거의 비슷하다.

정위치예압, 정압예압된 베어링 및 베어링단품의 강성을 비교하면 그림10.6과 같이 된다.

외륜과의 온도차에 의한 레이디얼 방향의 열팽창의 차, 하중에 의한 변위 등의 영향에 의하여, 예압량이 변화한다. 정압예압인 경우에는, 축의 신축등에 의한 스프링 하중의 변화가 상당히 적기 때문에, 예압하중의 변화는 무시할 수 있다.

따라서 일반적으로 강성을 높히는 목적에는, 정위치예압이 적당하며, 고속회전인 경우, 축방향의 진동방지가 필요한 경우, 횡축에서 스러스트 베어링을 사용하는 경우등에는 정압예압이 적합하다.

## 10.4 예압방법과 예압량의 선정

### 10.4.1 예압방법의 비교

그림10.6에 예압방법에 의한 강성의 비교를 표시하였다. 정위치 예압과 정압예압을 비교하면 다음과 같다.

- (1) 예압량이 비슷한 경우, 베어링의 강성을 증가시키는 효과는 정위치예압쪽이 크다. 즉 베어링하중에 대한 변위량은 정위치예압쪽이 적다.
- (2) 정위치예압에서는 운전중의 축과 하우징과의 온도차에 의한 액셀방향의 늘어남의 차, 내륜과

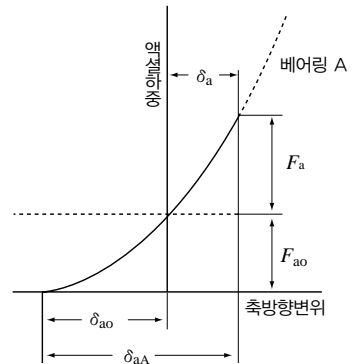
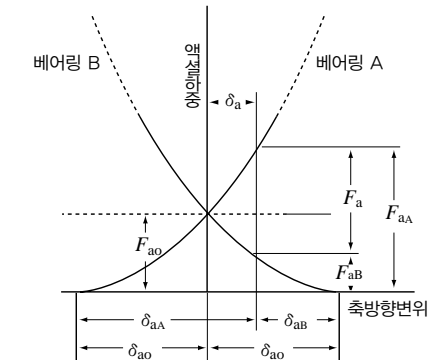


그림 10.5 정압예압의 예압선도



$F_a$  : 외부로부터의 액셀하중       $\delta_a$  : 조합베어링의 변위량  
 $F_{aA}$  : 베어링A에 부하되는 액셀하중       $\delta_{aA}$  : 베어링A의 변위량  
 $F_{aB}$  : 베어링B에 부하되는 액셀하중       $\delta_{aB}$  : 베어링B의 변위량

그림 10.4 정위치예압의 예압선도

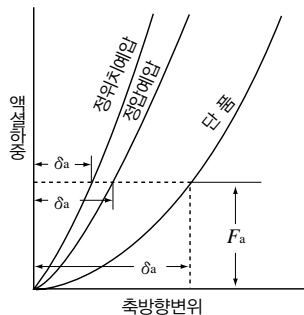


그림 10.6 예압방법에 의한 강성의 비교

10.4.2 예압량

예압량을 필요이상으로 크게 취하면 이상발열, 마찰 모멘트의 증대, 피로수명의 저하 등을 초래하므로, 사용조건, 예압의 목적 등을 고려해서 예압량을 결정할 필요가 있다.

(1) 조합앵글러 볼 베어링의 예압하중

공작기계주축 등에 많이 사용되는 P5이상의 고정도 조합 앵글러 볼 베어링(접촉각 15°)의 평균예압하중을 표10.2에 나타내었다.

또 축과 내륜, 하우징과 외륜과의 끼워맞춤 목표치를 표10.1에 표시했는데, 하우징과의 끼워맞춤은 고정축 베어링에서는 목표 클리어런스의 하한, 자유축베어링에서는 상한을 목표로 하도록 한다.

예압량의 기준치로서는 연삭스핀들이나 머시닝센터 주축베어링 등에서는 통상 경압 또는 미소예압이, 강성이 필요한 선반 주축용 베어링에서는 중예압 정도가 일반적이다.  $D_{pw} \times n$ 치( $d_m n$ 치)  $50 \times 10^4$ 을 초과하는 고속회전일때는 보다 엄밀한 검토를 통해 예압을 선정할 필요가 있기 때문에 **NSK**에 상담해 주십시오.

표 10.1 예압을 주고 사용하는 고정도 조합앵글러 볼베어링의 끼워맞춤의 목표치

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$			호칭베어링외경 $D(\text{mm})$		
초과	이하	목표간섭량	초과	이하	목표클리어런스
-	18	0~2	-	18	-
18	30	0~2.5	18	30	2~6
30	50	0~2.5	30	50	2~6
50	80	0~3	50	80	3~8
80	120	0~4	80	120	3~9
120	150	-	120	150	4~12
150	180	-	150	180	4~12
180	250	-	180	250	5~15

표 10.2 조합앵글러

표 10.2.1 79계열의 조합베어링

단위 : N {kgf}

호칭번호	예 압 하 중							
	微予壓 C2		輕予壓 C7		中予壓 C8		重予壓 C9	
7900 C	2.55 (0.26)	16.7 (1.7)	29.4 (3.0)	63.5 (6.5)				
7901 C	5.40 (0.55)	19.6 (2.0)	41.0 (4.2)	78.5 (8.0)				
7902 C	5.40 (0.55)	24.5 (2.5)	54.0 (5.5)	118 (12)				
7903 C	5.40 (0.55)	29.4 (3.0)	54.0 (5.5)	127 (13)				
7904 C	7.35 (0.75)	42.0 (4.3)	88.5 (9.0)	177 (18)				
7905 C	8.85 (0.90)	44.0 (4.5)	98.0 (10)	216 (22)				
7906 C	8.85 (0.90)	54.0 (5.5)	118 (12)	235 (24)				
7907 C	14.7 (1.5)	88.5 (9.0)	177 (18)	365 (37)				
7908 C	19.6 (2.0)	98.0 (10)	226 (23)	480 (49)				
7909 C	23.5 (2.4)	127 (13)	265 (27)	540 (55)				
7910 C	23.5 (2.4)	137 (14)	284 (29)	590 (60)				
7911 C	23.5 (2.4)	137 (14)	294 (30)	635 (65)				
7912 C	29.4 (3.0)	167 (17)	335 (34)	735 (75)				
7913 C	29.4 (3.0)	167 (17)	345 (35)	785 (80)				
7914 C	49.0 (5.0)	226 (23)	540 (55)	1 080 (110)				
7915 C	49.0 (5.0)	255 (26)	540 (55)	1 080 (110)				
7916 C	49.0 (5.0)	255 (26)	540 (55)	1 080 (110)				
7917 C	73.5 (7.5)	365 (37)	735 (75)	1 570 (160)				
7918 C	83.5 (8.5)	400 (41)	835 (85)	1 670 (170)				
7919 C	83.5 (8.5)	410 (42)	835 (85)	1 860 (190)				
7920 C	98.0 (10)	470 (48)	980 (100)	2 060 (210)				

표 10.2.2 70계열

호칭번호	예 압	
	微予壓 C2	輕予壓 C7
7000 C	5.40 (0.55)	28.4 (2.9)
7001 C	5.90 (0.60)	31.5 (3.2)
7002 C	6.35 (0.65)	34.5 (3.5)
7003 C	6.85 (0.70)	37.5 (3.8)
7004 C	12.7 (1.3)	68.5 (7.0)
7005 C	13.7 (1.4)	73.5 (7.5)
7006 C	18.6 (1.9)	98.0 (10)
7007 C	24.5 (2.5)	127 (13)
7008 C	28.4 (2.9)	147 (15)
7009 C	34.5 (3.5)	177 (18)
7010 C	38.0 (3.9)	196 (20)
7011 C	49.0 (5.0)	265 (27)
7012 C	54.0 (5.5)	275 (28)
7013 C	59.0 (6.0)	305 (31)
7014 C	73.5 (7.5)	390 (40)
7015 C	78.5 (8.0)	410 (42)
7016 C	93.0 (9.5)	490 (50)
7017 C	98.0 (10)	540 (55)
7018 C	118 (12)	635 (65)
7019 C	127 (13)	635 (65)
7020 C	127 (13)	685 (70)

(2) 스러스트볼 베어링의 예압하중

스러스트 볼 베어링이 비교적 고속으로 회전하고 있을때, 볼은 선회전미끄럼을 일으키기 쉽다. 볼이 선회전 미끄럼을 일으키지 않도록 필요한 최소 액셀하중은 다음 식 10.1 및 식 10.2에서 구한 값중에서, 큰쪽의 값을 취한다.

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{100} \left( \frac{n}{N_{\max}} \right)^2 \dots\dots\dots (10.1)$$

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{1000} \dots\dots\dots (10.2)$$

- 여기서  $F_{a \min}$  : 최소 액셀하중 (N) {kgf}
- $C_{oa}$  : 기본정액셀정격하중 (N) {kgf}
- $n$  : 베어링의 회전속도 (rpm)
- $N_{\max}$  : 베어링의 허용회전수(오일윤활) (rpm)

(3) 스러스트 자동조심 로울러베어링의 예압하중

스러스트 자동조심 로울러 베어링은 사용중에 로울러와 외륜 궤도면과의 미끄럼에 의해서 뜯김등의 손상을 일으키는 경우가 있다. 이 미끄럼을 일어나게 하지 않기 위해서 필요로 하는 최소 액셀하중  $F_{a \min}$ 은 다음 식에 의해서 구할 수 있다.

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{1000} \dots\dots\dots (10.3)$$

볼베어링의 예압하중

의 조합베어링

단위 : N{kgf}

하 중			
中予壓 C8	重予壓 C9		
59.0 {6.0}	127 {13}		
63.5 {6.5}	137 {14}		
73.5 {7.5}	157 {16}		
78.5 {8.0}	167 {17}		
137 {14}	294 {30}		
147 {15}	325 {33}		
206 {21}	430 {44}		
275 {28}	590 {60}		
305 {31}	635 {65}		
375 {38}	785 {80}		
410 {42}	885 {90}		
540 {55}	1 180 {120}		
590 {60}	1 230 {125}		
635 {65}	1 370 {140}		
835 {85}	1 720 {175}		
835 {85}	1 810 {185}		
1 030 {105}	2 260 {230}		
1 080 {110}	2 350 {240}		
1 320 {135}	2 750 {280}		
1 370 {140}	2 940 {300}		
1 420 {145}	3 050 {310}		

표 10.2.3 72계열의 조합베어링

단위 : N{kgf}

호칭번호	예 압 하 중			
	微予壓 C2	輕予壓 C7	中予壓 C8	重予壓 C9
7200 C	5.40 {0.55}	28.4 {2.9}	59.0 {6.0}	127 {13}
7201 C	8.35 {0.85}	44.0 {4.5}	93.0 {9.5}	196 {20}
7202 C	9.30 {0.95}	49.0 {5.0}	98.0 {10}	216 {22}
7203 C	11.8 {1.2}	63.5 {6.5}	127 {13}	275 {28}
7204 C	16.7 {1.7}	88.5 {9.0}	177 {18}	380 {39}
7205 C	19.6 {2.0}	108 {11}	216 {22}	460 {47}
7206 C	29.4 {3.0}	147 {15}	315 {32}	685 {70}
7207 C	39.0 {4.0}	206 {21}	420 {43}	885 {90}
7208 C	49.0 {5.0}	255 {26}	540 {55}	1 130 {115}
7209 C	54.0 {5.5}	284 {29}	590 {60}	1 270 {130}
7210 C	59.0 {6.0}	315 {32}	635 {65}	1 370 {140}
7211 C	73.5 {7.5}	390 {40}	835 {85}	1 770 {180}
7212 C	93.0 {9.5}	490 {50}	1 030 {105}	2 160 {220}
7213 C	108 {11}	590 {60}	1 180 {120}	2 550 {260}
7214 C	118 {12}	635 {65}	1 320 {135}	2 750 {280}
7215 C	127 {13}	685 {70}	1 420 {145}	2 940 {300}
7216 C	147 {15}	735 {75}	1 570 {160}	3 350 {340}
7217 C	167 {17}	885 {90}	1 810 {185}	3 900 {400}
7218 C	196 {20}	1 030 {105}	2 160 {220}	4 500 {460}
7219 C	206 {21}	1 080 {110}	2 260 {230}	4 800 {490}
7220 C	235 {24}	1 230 {125}	2 550 {260}	5 500 {560}

## 11 축 및 하우징의 설계

### 11.1 축·하우징의 정밀도와 거칠기

축이나 하우징의 정도불량이 있는 경우 베어링도 그 영향을 받아, 필요한 성능을 발휘할 수가 없다. 예를 들면 설치부의 턱에 정도불량이 있으면, 베어링의 내륜·외륜간에 경사를 일으키고, 베어링하중 외에 모서리에 집중하중(edge load)이 가해지며, 베어링의 피로수명을 저하시킬 뿐만아니라 리테이너의 파손, 타 붙음 등의 손상을 일으키는 원인이 될 수도 있다.

또 하우징은 외부하중에 의한 변형이 적고, 베어링을 충분히 지지할 수 있도록 강성이 있는것이 필요하다. 강성이 높을수록 베어링의 음향이나, 하중배분등에 유리하다.

일반적인 사용조건으로는, 끼워맞춤면의 가공은 선삭가공 또는 정밀 보오링가공 등으로도 좋지만, 회전진동이나 음향에 대한 요구가 엄격한 적용부위나 하중조건이 가혹한 경우에는 연삭가공이 필요하다.

일체형하우징에 베어링을 2개이상 배열시킨 경우 하우징의 끼워맞춤면은 관통구멍으로 가공할 수 있도록 설계한다. 분리형하우징에서는, 두께가 얇은 외륜을 변형시킬 수 있으므로, 가공상 주의가 필요하다.

표 11.1 축·하우징의 정도와 조도

항 목	베어링등급	축	하우징구멍
진원도공차	0급, 6급	$\frac{IT3}{2} \sim \frac{IT4}{2}$	$\frac{IT4}{2} \sim \frac{IT5}{2}$
	5급, 4급	$\frac{IT2}{2} \sim \frac{IT3}{2}$	$\frac{IT2}{2} \sim \frac{IT3}{2}$
원통도공차	0급, 6급	$\frac{IT3}{2} \sim \frac{IT4}{2}$	$\frac{IT4}{2} \sim \frac{IT5}{2}$
	5급, 4급	$\frac{IT2}{2} \sim \frac{IT3}{2}$	$\frac{IT2}{2} \sim \frac{IT3}{2}$
턱 의 흔들림 공차	0급, 6급	IT3	IT3~IT4
	5급, 4급	IT3	IT3
끼워맞춤면의 거칠기 $R_a$	소형베어링	0.8	1.6
	대형베어링	1.6	3.2

비 고 변경법에 의한 일반적인 추천이며, 베어링의 정밀도에 대응하여 기본공차 IT의 등급을 선정한다.

IT수치에 대하여는, 부표11(C22페이지)을 참조하여 주십시오.

또한 하우징구멍에 간섭량을 가진 베어링의 외륜을 설치하는 경우 및 두께가 얇은 베어링의 내륜·외륜을 설치하는 경우등에는 축·하우징의 정밀도가 베어링 궤도면에 주는 영향이 크므로 더욱 정밀도를 향상시킬 필요가 있다.

일반적인 사용조건으로서의 축·하우징의 정밀도와 거칠기는 표11.1의 값으로 한다.

### 11.2 베어링의 설치관계치수

베어링을 축 또는 하우징에 설치해서 축방향에 위치를 결정할 경우 베어링측면이 접하는 축의 턱 또는 하우징의 내경턱은 축 중심에 대해서 직각으로 끝마무리 되어야만 한다. (표11.1 참조)

또 테이퍼 로울러 베어링 정면축의 하우징 내경은 케이지와외의 접촉을 피하기 위해 베어링 외경면과 평행하게 가공한다.

또 축 또는 하우징의 모서리 반경은 베어링의 모뎀기부분과 간섭되지 않도록 주의할 필요가 있다. 따라서 구석의 모서리 반경  $r_a$ 는 베어링의 모뎀기치수  $r$  또는  $r_1$ 의 최소치를 초과하지 않는 값으로 한다.

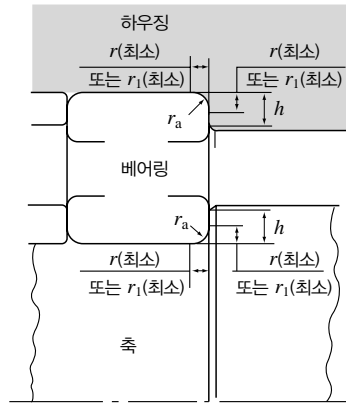


그림 11.1 레이디얼 베어링의 모뎀기치수와 축·하우징의 모서리반경과 턱의 높이

레이디얼베어링에 대한 축의 어깨 및 하우징의 어깨의 높이는, 궤도륜의 측면에 충분히 접촉시키고, 또한 해체공구 등이 접촉될 수 있는 높이로 한다. 그 최소값은 표11.2에 의한다. 베어링의 설치관계치수는 이 턱의 높이를 고려한 직경으로 베어링치수표에 기재하였다. 특히 액셀하중을 부하하는 테이퍼로울러 베어링이나 원통로울러 베어링에서는 턱부위를 충분히 지지하는 턱의 치수와 강도가 필요하다.

또한  $h$  및  $r_a$ 의 값은, 축 또는 하우징의 구석의 공굴림이, 그림 11.2의 (a)의 경우에 적용되어 그림 11.2의 (b)와 같이 축을 연삭사상할 때의 피해주기치수는, 보통 표 11.3의 값에 의한다.

표 11.2 축 및 하우징의 구석의 공굴린 반경과 레이디얼 베어링에 대한 턱높이(미터계)

단위 : mm

내륜 또는 외륜의 면취치수	축 또는 하우징		
	구석의 공굴린 반경	어깨높이 $h$ (최소)	
$r$ (최소) 또는 $r_1$ (최소)	$r_a$ (최대)	깊은흡볼베어링 <sup>(1)</sup> 자동조심볼베어링 원통로울러베어링 <sup>(1)</sup> 슬리드형니어들 로울러베어링	앵글러볼베어링 테이퍼로울러베어링 <sup>(2)</sup> 자동조심로울러베어링
0.05	0.05	0.2	—
0.08	0.08	0.3	—
0.1	0.1	0.4	—
0.15	0.15	0.6	—
0.2	0.2	0.8	—
0.3	0.3	1	1.25
0.6	0.6	2	2.5
1	1	2.5	3
1.1	1	3.25	3.5
1.5	1.5	4	4.5
2	2	4.5	5
2.1	2	5.5	6
2.5	2	—	6
3	2.5	6.5	7
4	3	8	9
5	4	10	11
6	5	13	14
7.5	6	16	18
9.5	8	20	22
12	10	24	27
15	12	29	32
19	15	38	42

주 (1) 액설하중을 부하시키는 베어링에서는, 이 값보다 충분히 큰 어깨높이를 필요로 한다.

(2) 큰 액설하중이 걸리는 경우에는, 이 값보다 충분히 큰 어깨높이를 필요로 한다.

비고 1. 슬러스트 베어링에 대하여도, 이 구석의 공굴린 반경이 적용된다.

2. 베어링치수표에는, 설치관계치수로서 어깨높이가 아니고 어깨직경으로 기재되어 있음.

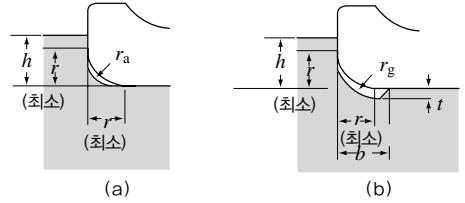


그림 11.2 베어링의 면취치수와 축의 구석의 공굴린 치수와 형상

표 11.3 축을 연삭사상하는 경우의 피해주기치수

단위 : mm

내륜 또는 외륜의 면취치수 $r$ (최소) 또는 $r_1$ (최소)	피해주기치수		
	$t$	$r_g$	$b$
1	0.2	1.3	2
	0.3	1.5	2.4
	0.4	2	3.2
2	0.5	2.5	4
	0.5	2.5	4
	0.5	2.5	4
3	0.5	3	4.7
	0.5	4	5.9
	0.6	5	7.4
6	0.6	6	8.6
	0.6	7	10

스러스트베어링의 경우 외세의 지지면을 충분하게 넓힐 필요가 있고, 지지면의 직각도 좋게 하지 않으면 안된다.

하우징의 어깨의 직경  $D_a$ 는, 볼의 피치원경보다 작게 취하고, 축의 어깨의 직경  $d_a$ 는, 볼의 피치원경보다 큰 치수로 한다. (그림11.3)

스러스트 로울러 베어링에서는, 로울러의 접촉길이 전면을 지지하는 치수로 하는것이 바람직하다. (그림 11.4)

어깨의 직경  $d_a$  및  $D_a$ 는, 베어링형식별로 각각의 베어링 치수표에 기재되어 있다.

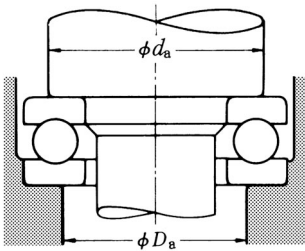


그림 11.3 스러스트 볼 베어링의 지지면의 직경

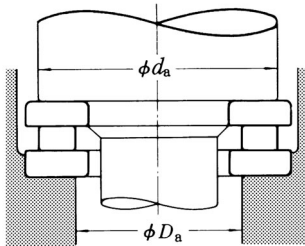


그림 11.4 스러스트 로울러 베어링의 지지면의 직경

### 11.3 밀봉장치

밀봉장치는, 외부로부터의 먼지, 수분, 금속분 등 베어링에 유해한 것의 침입을 방지하고, 베어링 부분에 보유하는 윤활제의 누유를 방지하는 것이다. 따라서 밀봉장치는 모든 운전조건에 대해 항상 밀봉, 방진의 목적을 다하는 것이어야만 하며, 또 이상한 마찰이나 타붙음 등을 일으키는 것이어서는 안된다. 동시에 분해, 조립, 보수등을 용이하게 할 수 있는 것이 요구된다.

각각의 용도에 대응하여 윤활방법과 아울러 검토하여, 적절한 밀봉장치를 선정하는 것이 필요하다.

#### 11.3.1 비접촉형식의 밀봉장치

축과 접촉하는일 없이 마찰부분이 없는 밀봉장치로서는 오일홀, 플링거, 라비린스 등의 형식이 있다. 원심력이나 작은 클리어런스를 이용해서 밀봉의 목적을 다할 수 있다.

##### (1) 오일홀

오일홀 형식은 축과 하우징 카바와의 작은 틈새와 그 부분에 설치한 여러개의 홀에 의해서, 밀봉작용을 실시하는 것이다. (그림11.5 (a) (b)) 저속인 경우를 제외하고, 오일홀만으로는 윤활제의 누설방지 효과가 적기 때문에, 플링거나 라비린스와 병용하는 경우도 많다. (그림11.5(c)) 오일홀에 점도 200정도의 그리스를 채워두면 어느정도 방진효과가 있다.

축과 하우징과의 클리어런스는 작을수록 밀봉효과는 오르지만, 운전중에 양자가 접촉해서는 안되므로 표11.4에 표시하는 정도의 값을 채용한다.

홀폭은 3~5mm정도로 하고 깊이는 4~5mm 정도가 좋다. 홀수는 홀만으로 밀봉할 경우 3개 이상으로 한다.

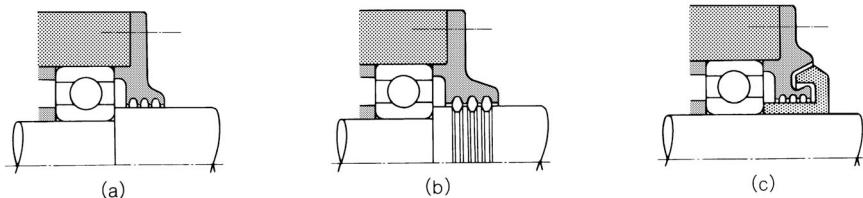


그림 11.5 오일홀의 예

(2) 플링거(슬링거)

축에 설치한 회전체의 원심력에 의해, 오일누출방지, 방진작용을 시키는 밀봉형식이다.

하우징 내측에 플링거를 설치한 그림11.6(a), (b)는 오일의 누유방지를 주 목적으로 한 것으로, 비교적 먼지가 적은 환경에서 사용된다. 그림11.6(c), (d)는 외부로부터의 먼지나 수분의 침입을 플링거의 원심력으로 막고 있다.

(3) 라비린스

축과 하우징의 사이에 작은 클리어런스를 갖는 요철의 조합으로 특히 고속축의 오일누유방지에 적합하다.

조립을 용이하게 하기 위하여 그림11.7(a)가 많이 사용되지만, 그림11.7(b), (c)의 쪽이 밀봉성은 좋다. 그러나 하우징 또는 카바를 분리형 또는 조립식으로 할 필요가 있다.

반경방향 및 축방향의 라비린스 클리어런스는 보통 표11.5에 표시하는 정도로 한다.

표 11.4 오일흡형식의 축과 하우징과의 클리어런스

단위 : mm

축의 호칭직경	반경방향의 클리어런스
50이하	0.25~0.4
50초과 200이하	0.5~1.5

표 11.5 라비린스의 클리어런스

단위 : mm

축의 호칭직경	라비린스 클리어런스	
	반경방향	액셀방향
50이하	0.25~0.4	1~2
50초과 200이하	0.5~1.5	2~5

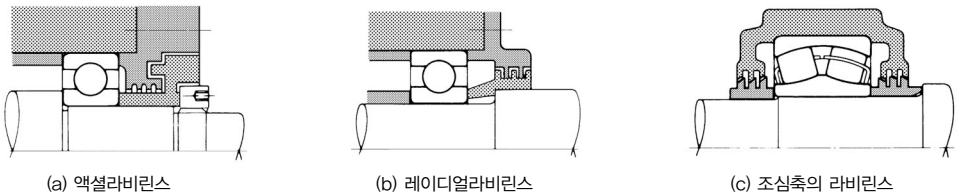
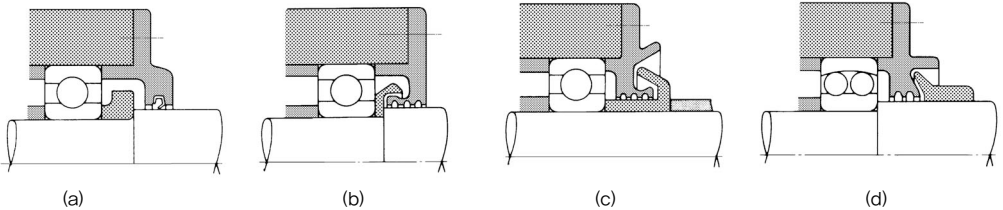


그림 11.7 라비린스의 예

11.3.2 접촉형식의 밀봉장치

합성고무, 합성수지, 펠트 등의 접촉선단이 축과 마찰접촉을 시키면서 밀봉작용을 실시하는 형식으로 합성고무 리프를 갖는 오일시일이 가장 일반적이다.

(1) 오일시일

외부로부터 먼지, 수분, 이물 등이 침입하기 쉬운 부분 또는 하우징내의 윤활제의 누유방지 부분에 많은 오일시일이 사용되고 있다. (그림11.8, 그림11.9)

오일시일에는 수없이 많은 형식과 치수가 표준화되어 있으며 (JIS B 2402 참조), 그 중에서도 적정한 긴박력을 갖기 위하여 스프링을 조합한 것이 많다. 따라서 축의 편심, 또는 불규칙 회전운동에 대해서도 어느 정도 적용할 수 있다.

시일리프의 재료로서는 일반적으로 니트릴·아크릴·실리콘·불소의 합성고무, 사불화에틸렌 수지 등이 사용된다. 허용온도의 상한은 상기의 재료의 순서로 높아지고 있다.

시일리프와 축과의 사이에 유막이 없으면 마모, 발열을 일으키기 쉽기 때문에 설치시에는 시일부분에 오일을 도포할 필요가 있다.

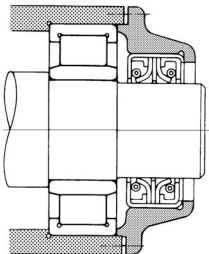
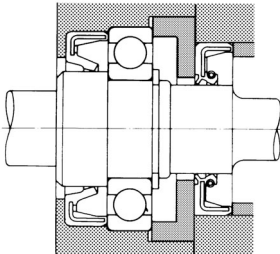


그림 11.9 오일시일사용예 (1)

또 운전중에는 접동면에 하우징내의 윤활제가 아주 조금 스며나오고 있는 듯한 상태가 바람직하다.

오일시일의 허용周速은 시일의 형식, 접동면의 사상 정도, 밀봉대상액, 온도조건, 축의 편심의 정도 등에 따라서 다르다. 사용온도 범위는 리프의 재료에 의해 제한된다. 조건이 좋은 경우의 허용주속과 사용온도 범위는 표11.6에 나타내는 값이 기준치가 된다.

주속이 큰 경우나 내압이 높을 때에는 축의 접동부를 좋게 사상할 필요가 있으며 축의 편심도 0.02~0.05m이하로 하는 편이 좋다.

축의 접동부의 경도는 내마모성을 높이기 위하여 열처리 또는 경질크롬도금 등에 의해 HRC 40이상으로 할 필요가 있으며, 가능하면 HRC 55이상이 바람직하다.

축의 주속에 의해 요구되는 접동부의 표면조도의 기준치를 표11.7에 나타낸다.

(2) 펠트시일

펠트시일은 전동축 등에 오래전부터 사용되고 있었지만, 오일의 누유나 침투도 어느정도 피하기 어렵기 때문에 그리스윤활인 경우에 방진목적으로 밖에 사용되지 않는다. 축의 주속이 큰(4m/s 이상) 경우에도 적당하지 않기 때문에 용도에 맞는 합성고무로 바뀐 것이 바람직하다.

표 11.6 오일시일의 허용주속과 사용온도범위

시일의 재료		허용주속(m/s)	사용온도범위(°C)!
합성고무	니트릴계	16이하	-25 ~ +100
	아크릴계	25이하	-15 ~ +130
	실리콘계	32이하	-70 ~ +200
	불소계	32이하	-30 ~ +200
사불화에틸렌수지		15이하	-50 ~ +220

주 (1) 단시간의 운전시간에서는 사용온도범위의 상한을 20°C 정도 높게 취할수가 있다.

표 11.7 축의 주속과 접동부의 조도

주속(m/s)	표면조도 $R_a$
5이하	0.8
5~10	0.4
10초과	0.2



## 12 윤 활

### 12.1 윤활의 목적

구름베어링의 윤활목적은 베어링 내부의 마찰 및 마모를 줄이고, 타붙음을 방지하는데 있다. 윤활의 효용은 다음과 같다.

#### (1) 마찰 및 마모의 감소

베어링을 구성하는 궤도륜, 전동체 및 리테이너의 상호 접촉하는 부분에 있어서 금속접촉을 방지하고 마찰, 마모를 줄인다.

#### (2) 피로수명의 연장

베어링의 구름 피로수명은 회전중의 구름접촉면이 충분히 윤활되어 있을때는 길어진다. 역으로 오일의 점도가 낮고, 윤활유막의 두께가 불충분한 경우에는 짧아진다.

#### (3) 마찰열의 방출, 냉각

순환급유법 등에서는 마찰에 의해 발생한 열 또는 외부로부터 전해지는 열을 오일에 의해 방출, 냉각해서 베어링의 과열을 방지하고 윤활유자체의 열화를 방지한다.

#### (4) 기 타

베어링내부에 이물질이 침입하는 것을 방지하고 또는 녹이나 부식의 발생을 막는 효과도 있다.

### 12.2 윤활방법

베어링의 윤활법은 그리스윤활과 오일윤활로 크게 나뉘어진다. 베어링의 기능을 충분히 발휘시키기 위해서는 그 사용조건, 사용목적에 보다 적합한 윤활법을 사용하는 것이 우선이다.

윤활을 생각하면, 오일윤활이 우수하지만, 그리스윤활은 베어링주변의 구조를 간략화할 수 있는 장점이 있다. 그리스윤활과 오일윤활과의 득실을 비교해서 표 12.1에 표시한다.

표 12.1 그리스윤활과 오일윤활의 득실

항 목	그리스윤활	오일윤활
하우징구조밀봉 장치	간략화할 수 있다.	조금복잡해지며, 보수에 주의가 필요
회전속도	허용회전수는, 오일윤활의 경우의 65~80%	그리스윤활에 비해 높은회전속도에도 사용할 수 있다.
냉각작용 냉각효과	없다.	열을 효과적으로 방출할 수 있다.(순환급유법의 경우등)
윤활제의 유동성	떨어진다.	상당히 좋다.
윤활제의 교체	조금 번잡	비교적간단
먼지의 여과	곤잡	용이
윤활제의 누유 오염	누유에 의한 오염이 적다.	기름누유에 의한 오염을 싫어하는 곳에는 부적당하다.

#### 12.2.1 그리스 윤활

##### (1) 하우징내로의 그리스의 충전량

하우징내로 충전하는 그리스량은 베어링의 회전속도, 하우징의 구조, 공간용적, 그리스 명칭, 분위기 등에 의해 다르다. 온도상승을 극도로 싫어하는 공작기계의 주축용베어링 등에서는 그리스의 충전량을 작게 하지만, 일반적인 기준은 다음과 같이 한다.

우선 베어링내부에는 충분한 그리스를 채운다. 이때 리테이너 안내면 등에도 그리스를 채울 필요가 있다. 다음에 하우징 내부의 축 및 베어링을 제외한 공간용적에 대해서

1/2~2/3(허용회전수의 50% 이하의 회전일때)

1/3~1/2(허용회전수의 50% 이상의 회전일때)

정도의 양을 충전한다.

(2) 그리스의 보급

일반적으로 그리스를 한번 충전하면 장기간 보급하지 않아도 좋지만, 운전조건에 따라서는 가끔 그리스의 보급 또는 교환을 필요로 할 수도 있다. 따라서 하우징의 설계에는 이 점을 배려할 필요가 있다.

보급간격이 짧은 경우, 하우징의 적당한 위치에 보급구 및 배출구를 설치하고 열화된 그리스가 새로운 그리스로 바뀌어 질 수 있도록 한다. 예를 들면 그리스 보급측의 하우징 공간을, 그리스섹터에 따라 여러 군데에 칸막이 해놓고 하나의 칸막이 안에만 충전된 그리스가 베어링 내부로 흘러 들어가도록 한다.

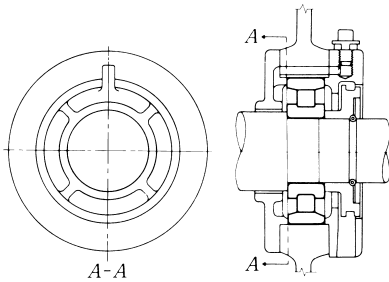


그림 12.1 그리스 섹터와 그리스밸브의 병용예

베어링내부로부터 배출된 그리스는 그리스밸브에 의해 하우징밖으로 배출된다(그림12.1). 그리스밸브를 사용하지 않을 경우에는 배출측의 하우징공간을 넓혀 놓고, 오래된 그리스를 여기에 모으고 정기적으로 커버를 떼어낸다.

(3) 그리스의 보급간격

고품질의 그리스라 해도 사용기간의 경과와 함께 성상은 열화되고, 윤활기능이 저하되기 때문에, 적당한 그리스의 보급을 실시하여야만 한다. 그리스의 보급간격을 운전시간으로 표시하면 그림12.2의 (1), (2)가 대략적인 기준치가 된다. 그림12.2는 베어링온도가 70°C 이하인 경우에 적용할 수 있지만, 70°C를 넘을 경우에는 베어링 온도가 15°C 오를때에 그리스의 보급간격을 반감시킬 필요가 있다.

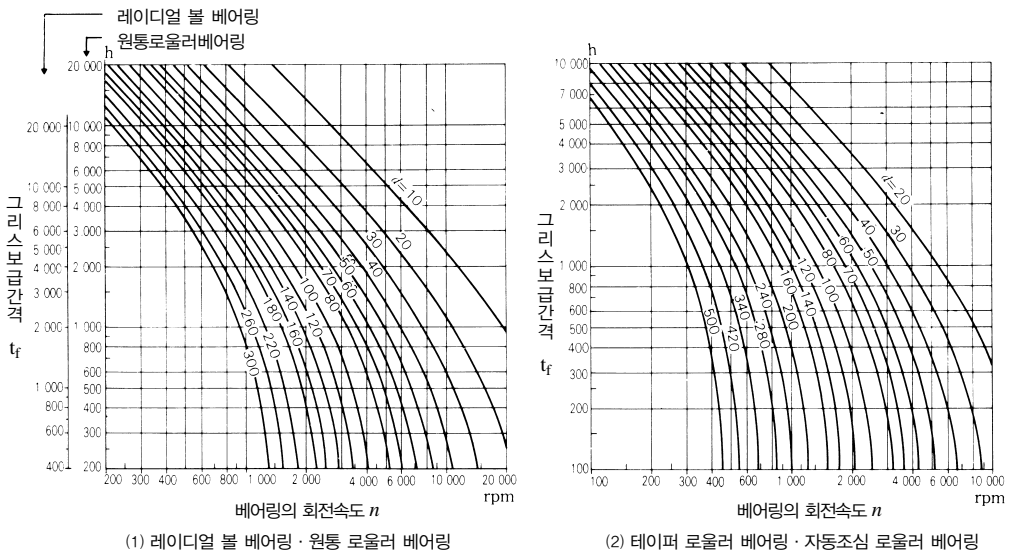


그림 12.2 그리스의 보급간격

(4) 밀봉 볼 베어링의 그리스 수명

단열깊은축 볼 베어링에 그리스를 붓입하고, 시일 또는 시일드로 밀봉한 볼 베어링의 그리스 수명은 식(12.1), 식(12.2) 또는 그림12.3에 의해 추정할 수 있다.

(범용 그리스<sup>(1)</sup>)

$$\log t = 6.54 - 2.6 \frac{n}{N_{\max}} - \left( 0.025 - 0.012 \frac{n}{N_{\max}} \right) T \dots\dots\dots(12.1)$$

(와이드 레인지 그리스<sup>(2)</sup>)

$$\log t = 6.12 - 1.4 \frac{n}{N_{\max}} - \left( 0.018 - 0.006 \frac{n}{N_{\max}} \right) T \dots\dots\dots(12.2)$$

여기서  $t$  : 평균그리스 수명 (h)  
 $n$  : 베어링의 회전속도 (rpm)  
 $N_{\max}$  : 그리스유회환의 허용회전수 (rpm)  
 (베어링 치수표의 ZZ형식, VV형의 수치)  
 $T$  : 베어링의 운전온도 (°C)

또한 식(12.1) 및 식(12.2) 또는 그림12.3의 적용 범위는 대강 다음 식과 같다.

(a) 베어링의 회전속도  $n$

$$0.25 \leq \frac{n}{N_{\max}} \leq 1$$

$$\frac{n}{N_{\max}} < 0.25 \text{ 일 때는 } \frac{n}{N_{\max}} = 0.25 \text{ 로 한다.}$$

(b) 베어링의 회전온도  $T$

범용 그리스<sup>(1)</sup>의 경우  $70^\circ\text{C} \leq T \leq 110^\circ\text{C}$

와이드레인지 그리스<sup>(2)</sup>의 경우  $70^\circ\text{C} \leq T \leq 130^\circ\text{C}$

$T < 70^\circ\text{C}$  일 때는  $T = 70^\circ\text{C}$  때의 로 한다.

(c) 베어링의 하중

베어링 하중은 기본동정격 하중  $C_r$ 의 1/10 정도 혹은 그 이하로 한다.

주 (1) -10~110°C 정도로 사용되는 것이 많은 광유계의 그리스 (예 리튬그리스 등)

(2) -40~130°C 정도의 넓은 온도 범위에서 사용되는 합성유계 그리스

12.2.2 오일 윤활

(1) 油浴법

油浴법은 저속, 중속회전의 경우에 많이 사용되는 일반적인 윤활방법이다. 오일면은 원칙적으로 최하위의 전동체의 중심에 있도록 한다. 오일게이지를 설치하고 오일면을 용이하게 확인할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.(그림12.4)

(2) 적하급유법

적하급유법은 비교적 고속회전의 소형 볼 베어링등에 많이 사용되는 방법이며, 그림12.5에 표시하듯이 可視式의 오일에 기름이 저장되어 있다. 적하하는 오일량은 상부의 나사에 의하여 조절된다.

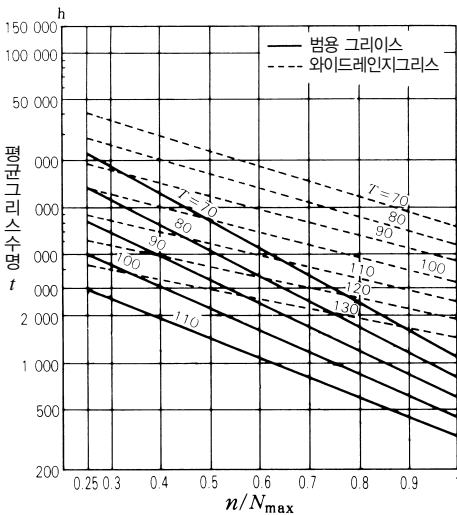


그림 12.3 밀봉 볼 베어링의 그리스 수명

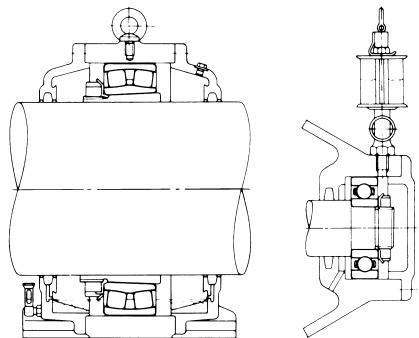


그림 12.4 油浴법의 예

그림 12.5 적하급유법의 예

(3) 비산급유법

비산급유법은, 베어링을 직접 오일에 적시지 않고 주위에 있는 치차나 회전링 등의 회전에 의해 생기는 비말에 의해 베어링을 윤활하는 방법이다. 자동차의 변속기나 차동차장치등에는 널리 사용되고 있다. 그림 12.6에 차차장치의 일례를 표시한다.

(4) 순환급유법

오일로 베어링부분의 냉각을 실시할 필요가 있는 고속회전의 사용조건에 대해서, 또는 주위가 고온의 용도에 대해서 순환급유법이 많이 사용된다. 그림 12.7(a)에 표시했듯이 우측 급유 파이프로 부터의 오일은, 일정레벨이 되면 좌측의 배출관으로 흘러 탱크로 되돌아온다. 냉각된 오일은 다시 펌프나 필터를 통해서 급유된다. 오일이 하우징내에 너무 쌓이지 않도록, 배유관을 급유관보다 훨씬 크게 한다.

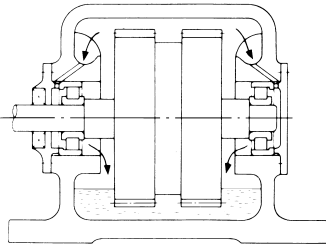


그림 12.6 비산급유법의 예

(5) 제트급유법

제트급유법은 고속회전용베어링에 널리 사용되고 있으며, 예를들면 제트엔진과 같이  $d_m \cdot n$ ( $d_m$ :전동체피치원경 mm×회전수rpm)이 100만을 넘는 베어링등의 윤활방식이다. 한개 내지 여러개의 노즐로부터 일정한 압력으로 윤활유를 분사해서 베어링 내부를 관통시킨다. 그림 12.8은 일반적인 제트급유의 일례로, 내륜과 리테이너와의 안내면을 향해서 오일을 분사하고 있다. 고속인 경우 베어링부근의 공기가 베어링과 함께 돌며 공기의 벽을 만들기때문에 윤활유의 노즐로부터의 분출속도는, 내륜외경면(리테이너 안내면이기도 하다)의 주속의 20%이상의 속도가 필요하다. 노즐수가 많은 쪽이 동일유량에 대해서 많은쪽이 냉각의 정도도 적고, 효과도 크다. 제트급유법에서는 유량이 많기 때문에 오일의 교반저항을 적게하고, 열을 효과적으로 배출하도록, 배출구를 크게하거나 강제배유를 실시하는 등의 배려가 바람직하다.

(6) 분무급유법

분무급유법은, 공기중 윤활유를 안개상태로 해서 베어링에 뿜는 방법으로 오일미스트 윤활법이라고도 불리우고 있다. 분무급유법의 주요이점은,

- (a) 윤활유가 소량이기 때문에 교반저항이 적고, 고속회전에 적합하다.
- (b) 베어링부분에서부터 누유되는 오일이 적기 때문에, 설비나 제품의 오염이 적다.
- (c) 항상 새로운 윤활유를 공급할 수 있고, 베어링 수명을 길게 할 수 있다.

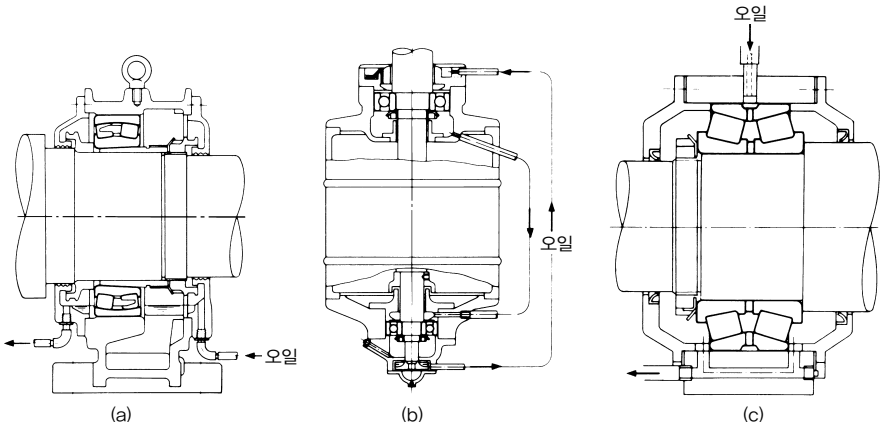


그림 12.7 순환급유법의 예

등이다. 따라서 공작기계의 고속스핀들, 고속회전펌프 또는 압연기 롤네킹용 베어링 등의 윤활에 사용되고 있다. (그림12.9)

또한 대형베어링에 대한 분무급유법에 대해서는 **NSK**에 상담해 주십시오.

(7) 오일어어급유법

오일어어 급유법은 미량의 윤활유를 정량 피스톤으로 간헐적으로 내뿜고, 혼합밸브에 의해 압축공기중의 윤활유를 서서히 빼내고 연속적인 흐름으로 베어링에 공급하는 윤활법이다.

오일어어 급유법의 주요특징은

- (a) 오일의 미소정량관리가 가능하기 때문에 최적 유량으로 관리할 수 있으며 발열이 적어 고속회전에 적합하다.
- (b) 미량의 오일이 연속적으로 공급되기 때문에 베어링 온도가 안정된다. 또 오일은 급유관 벽면을 통하여 흘러가기 때문에 분위기 오염이 매우 적다.
- (c) 항상 새로운 오일이 베어링에 보내어지기 때문에 오일의 열화를 걱정하지 않아도 된다.
- (d) 스프인들 내부에 압축공기가 항상 보내어지고 있기때문에 스프인들의 내압이 높고 외부로부터의 먼지나 절삭액이 침입하기 어렵다.

따라서 공작기계 주축에 많이 이용되고 있으며, 기타 고속회전 용도에도 채용되고 있다.(그림12.10)

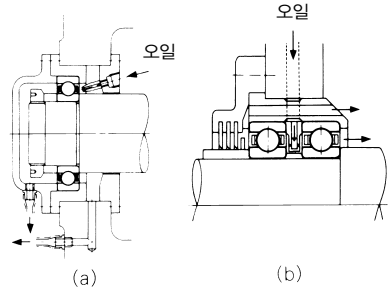


그림 12.9 분무급유법의 예

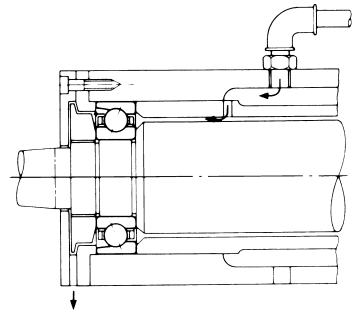


그림 12.10 오일어어 급유법의 예

### 12.3 윤 활 제

#### 12.3.1 윤활그리스

그리스는 기유, 증조제 및 첨가제로 구성되는 반고체상의 윤활제이다. 그리스의 종류와 일반적인 특성을 표12.2에 표시한다. 같은 종류의 그리스라도 제품명에 의한 성능의 차가 크기 때문에 선정상의 주의가 필요하다.

##### (1) 기 유 (Base Oil)

그리스의 기유에는 광유 또는 실리콘유, 지에스텔유 등의 합성유가 사용된다.

그리스의 윤활성능은, 주로 기유의 윤활성능에 따라 결정되므로, 윤활유 선정의 경우와 마찬가지로 기유점도를 중시하지 않으면 안된다.

일반적으로 저온 또는 고속에는 저점도기유의 그리스가 적합하며, 고온 또는 고하중에는 고점도기유의 그리스가 적합하다. 그러나 그리스에서는 증조제도 윤활성능에 관계하므로 윤활유의 경우와 동일하게 취급할 수는 없다.

##### (2) 증조제

윤활그리스의 증조제로서 각종 금속비누외에 벤트나이트 등의 무기질증조제 또는 우레아 불소화합물 등의 내열성 유기질증조제가 사용된다.

증조제의 종류와 그리스의 적점(1)과는 밀접한 관계가 있으며, 일반적으로는 적점이 높은 그리스는 사용가능의 상한온도가 높다. 그러나 고적점증조제를 사용한 그리스라도, 기유의 내열성이 낮은 경우에는 그 상한온도는 낮아진다.

그리스의 내수성은 증조제의 내수성에 의해 결정된다. 나트륨비누 그리스나 나트륨비누를 포함한 혼합기 그리스는 물이 튀는곳이나 고온도의 사용부분에서는 유화되므로, 사용에 적당치 않다.

##### (3) 첨가제

그리스에는 필요에 따라 산화방지제, 방청제, 극압제 등이 첨가되고 있다.

중하중이나, 충격하중을 받는 사용조건에서는, 극압첨가제가 들어간 그리스를 사용하고 또 장기간 그리스를 보급하지 않는 경우에는 산화방지제가 들어간 그리스를 선정한다.

명칭 (통칭)	리튬 그리스		
	리튬 비누		
증조제			
기유			
성능	광 유	지에스텔유 多價에스텔유	실리콘유
적 점℃	170~195	170~195	200~210
사용온도범위℃	-12~+110	-50~+130	-50~+160
허용회전수(%)	70	100	60
기계적안정성	양호	양호	양호
내 압 성	중	중	약
내 수 성	양호	양호	양호
방 청 성	양호	양호	열
비 고	각종 구름베어링용으로 가장 용도가 넓다.	저온특성, 마찰특성이 뛰어나다. 계기용 소형베어링, 소형전동기용베어링에 적합하다. 단, 절연부쉬에 의한 녹발생에는 주의를 요한다.	주로 고온용에 사용한다. 고속, 저속, 고하중조건이나, 미끄럼 부분이 많은 베어링(로울러베어링 등)에 적합하지 않다.

##### (4) 조 도

조도는, 그리스의 「부드러움」을 표시하는 값이며 사용중의 유동성을 나타내는 기준이 된다. 표12.3에 그리스의 조도 번호, 조도와 사용조건과의 일반적관계를 표시한다.

##### (5) 다른그리스의 혼합

원칙적으로 제품명이 다른 그리스를 혼합해서는 안 된다. 다른 종류의 증조제를 사용한 그리스를 혼합하면, 그리스 구조를 파괴할 수 있다. 또 증조제가 같은 종류의 그리스라도, 첨가제등이 다르기 때문에 서로 악영향을 미칠수가 있다.

주 (1) 적점이란, 규정된 작은 용기중에서 그리스를 가열한 경우, 그리스가 유통상태가 되어 적하되도록 하는 온도

표 12.2 각종 그리스의 일반적 성능

나트륨 그리스 (하이버 그리스)	칼슘 그리스 (컵 그리스)	혼합 그리스	복합기그리스 (복합 그리스)	非 비누기 그리스	
나트륨비누	칼슘비누	Na+Ca비누 Li+Ca비누등	Ca복합비누 Al복합비누 Li복합비누등	우레아, 밴트나이트 카본블랙, 불소화합물 내열성유기화합물등	
광 유	광 유	광 유	광 유	광 유	합성유(지에스텔유, 多價에스텔유, 실리코유, 합성탄화수소유, 불소유)
170~210 -20~+130 70 양호 중 열 양호~열	70~90 -20~+60 40 열 약 양호 양호	160~190 -20~+60 70 양호 강~중 Na인것은 열 양호~중	180~300 -20~+130 70 양호 강~중 양호 양호~중	230~ -10~+130 70 양호 중 양호 양호~열	230~ ~+220 40~100 양호 중 양호 양호~열
장점유상과 단점유상이 있다. 장점유상의 그리스는 고속에서는 쓰지 못한다. 물, 고온도조건에 대하여 주의를 요함.	고점도의 광유를 기유로 하고, Pb, 비누등의 극압 첨가제를 사용한 그리스는 내압성이 크다.	대형볼베어링, 로울러베어링에 사용된다.	내압성, 기계적 안정성이 크다.	광유를 기유로 한 그리스는 중고온용에 사용하고, 합성유를 기유로 한 그리스는 저온유 혹은 고온용으로 사용된다. 실리코유 및 불소유를 기유로 한 그리스는 방청성 및 음향성능이 떨어지는 것도 있다.	

주 (1) 베어링치수표에 기재되어 있는 그리스윤활의 허용회전수에 대한 사용한계를 %를 나타내고 있다.

비고 각성능은 명칭에 의한 차가 크다.

표 12.3 그리스의 조도와 사용조건·용도

조도번호	0 호	1 호	2 호	3 호	4 호
조도(1) $\frac{1}{10}$ mm	355~385	310~340	265~295	220~250	175~205
사용조건·용도	집중급지용 플렛팅을 일으키기 쉬운 경우	집중급지용 플렛팅을 일으키기 쉬운 경우 저온용	일반용 밀봉볼베어링	일반용 밀봉볼베어링 고온용	고온용 그리스로 시일하는 경우

주 (1) 조도 : 규정중량의 원추형 콘이 그리스에 침입한 깊이 (1/10mm 단위)를 나타내며, 수치가 클수록 부드러움.

### 12.3.2 윤활유

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

윤활유의 선정에 있어서는 운전온도에 있어 적절한 점도가 되는 오일의 선정이 우선 중요하다. 점도가 너무 낮으면 유막형성이 불충분해지고, 이상마모, 타블음의 원인이 된다. 반대로 점도가 너무 높으면, 점성저항에 의해 발열하거나 동력손실을 크게 한다. 유막의 형성에는, 베어링의 회전속도나 하중도 영향을 미친다. 일반적으로 회전속도가 빠를수록 저점도유를 사용하고, 하중이 커질수록, 또는 베어링이 대형이 될수록, 고점도의 윤활유를 사용한다.

보통의 사용조건에서 운전중의 베어링 주위 오일온도에 있어서 표12.4에 표시하는 점도가 기준치가 된다. 선정의 참고로서 윤활유의 온도와 점도와의 관계를 그림 12.11에 나타낸다. 베어링의 사용조건에 있어서의 윤활유의 선정예를 표12.5에 표시한다.

표 12.4 베어링 형식과 윤활유의 필요점도

베어링의 형식	회전시의 동점도
볼 베어링 · 원통 로울러베어링	13mm <sup>2</sup> /s 이상
테어퍼로울러베어링 · 자동조심 로울러베어링	20mm <sup>2</sup> /s 이상
스러스트 자동조심 로울러베어링	32mm <sup>2</sup> /s 이상

비 고 1mm<sup>2</sup>/s=1cSr(Centistoke)

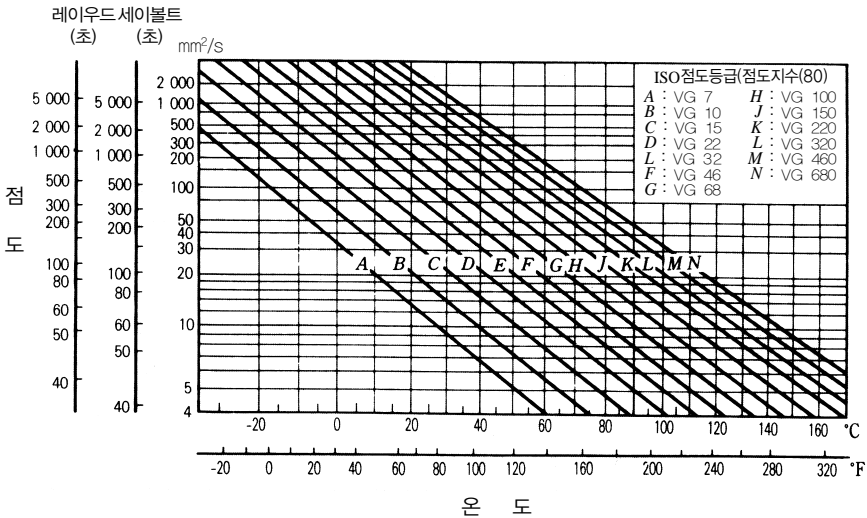


그림 12.11 윤활유의 점도와 온도와의 관계



**오일의 교환주기**

오일의 교환주기는 사용조건이나 유량등에 의해 다르다.

일반적으로 운전온도가 50℃이하에서 먼지등이 적은 양호한 환경아래서 사용되는 경우는 1년에 1번정도의 교환으로 좋다. 그러나 온도가 100℃정도 되는

경우에는 3개월마다 또는 그 이내에서 교환하도록 한다. 또 수분의 침입이 있는 경우나 오일급유유회에서 이물질의 침입이 있는 경우에는 더욱 더 교환의 주기를 짧게할 필요가 있다. 명칭이 다른 윤활유의 혼합은 그리이스의 경우와 마찬가지로 피하여만 한다.

**표 12.5 베어링의 사용조건과 윤활유의 선정예**

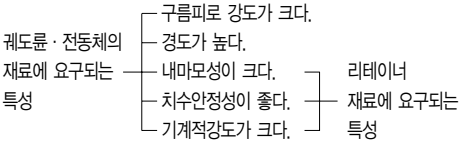
운 전 온 도	회 전 속 도	경하중 또는 보통하중	중하중 또는 충격하중
-30~0℃	허 용 회 전 수 이 하	ISO VG 15, 22, 32 (냉동기유)	-
0~50℃	허용회전수의 50%이하	ISO VG 32, 46, 68 (베어링유 터 빈 유)	ISO VG 46, 68, 100 (베어링유 터 빈 유)
	허용회전수의 50~100%	ISO VG 15, 22, 32 (베어링유 터 빈 유)	ISO VG 22, 32, 46 (베어링유 터 빈 유)
	허 용 회 전 수 이 상	ISO VG 10, 15, 22 (베어링유)	-
50~80℃	허용회전수의 50%이하	ISO VG 100, 150, 220 (베어링유)	ISO VG 150, 220, 320 (베어링유)
	허용회전수의 50~100%	ISO VG 46, 68, 100 (베어링유 터 빈 유)	ISO VG 68, 100, 150 (베어링유 터 빈 유)
	허 용 회 전 수 이 상	ISO VG 32, 46, 68 (베어링유 터 빈 유)	-
80~110℃	허용회전수의 50%이하	ISO VG 320, 460 (베어링유)	ISO VG 460, 680 (베어링유 기 어 유)
	허용회전수의 50~100%	ISO VG 150, 220 (베어링유)	ISO VG 220, 320 (베어링유)
	허 용 회 전 수 이 상	ISO VG 68 10 (베어링유 터 빈 유)	-

- 비 고
1. 허용회전수는 베어링치수표에 기재되어 있는 오일윤활의 경우의 값을 사용한다.
  2. 냉동기유(JIS K2211), 베어링유(JIS K2239), 터빈유(JIS K2213), 기어유(JIS K2219) 참조
  3. 위 표의 왼쪽란에 표시하는 온도범위에서 운전온도가 고온인 경우는 고점도의 오일을 사용한다.
  4. 운전온도가 -30℃이하 또는 110℃이상인 경우에는 **NSK**에 상담해 주십시오.

### 13 베어링재료

구름베어링의 궤도륜과 전동체는 높은 접촉압력을 반복하여 받으면서, 미끄럼을 수반하는 구름접촉을 하고 있다. 리테이너는 궤도륜 및 전동체 모두 또는 그 어느쪽인가의 한쪽과 미끄럼 접촉을 하면서 인장력, 압축력을 받는다.

따라서 베어링의 궤도륜, 전동체 및 리테이너의 재료에는 주로 다음에 표시하는 특성이 요구된다.



그외 가공의 용이성도 필요하며, 용도에 따라서는 내충격성, 내열성, 내식성등도 요구된다.

#### 13.1 궤도륜 및 전동체의 재료

궤도륜 및 전동체에는, 일반적으로 고탄소 크롬 베어링 강(표13.1)이 사용된다. 대부분의 베어링에는 표13.1에 표시되는 JIS 강종가운데 SUJ2가 사용되고, 대형베어링에는 SUJ3가 사용된다. SUJ2의 화학구분은 모든 외국에서 베어링용 재료로서 규격화되어 있는 강, 예를들면 AISI52100(미국), DIN 100 C<sub>4</sub>6(서독), BS 535A99(영국)등과 동등하다.

내충격성을 더욱더 필요로 하는 경우에는 베어링재로서 크롬강, 크롬몰리브덴강, 니켈크롬몰리브덴강 등을 사용하여 침탄 열처리에 의해 표면에서 적당한 깊이까지 경화시킨다. 적절한 경화깊이와 치밀한 조직, 적절한 표면경도 및 심부경도를 가진 침탄베어링은 베어링강을 이용한 베어링보다 뛰어난 내충격성을

표 13.1 고탄소크롬베어링강의 화학성분 (주요성분)

규격	기호	화 학 성 분 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4805	SUJ 2	0.95~1.10	0.15~0.35	0.50 이하	0.025 이하	0.025 이하	1.30~1.60	0.08 이하
	SUJ 3	0.95~1.10	0.40~0.70	0.90~1.15	0.025 이하	0.025 이하	0.90~1.20	0.08 이하
	SUJ 4	0.95~1.10	0.15~0.35	0.50 이하	0.025 이하	0.025 이하	1.30~1.60	0.10~0.25
ATSM A 295	52100	0.98~1.10	0.15~0.35	0.25~0.45	0.025 이하	0.025 이하	1.30~1.60	0.10 이하

표 13.2 침탄베어링용 강외의 화학성분 (주요성분)

규격	기호	화 학 성 분 (%)							
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
JIS G 4052	SCr 420H	0.17~0.25	0.15~0.35	0.55~0.90	0.030 이하	0.030 이하	—	0.85~1.25	—
	SCM 420H	0.17~0.25	0.15~0.35	0.55~0.90	0.030 이하	0.030 이하	—	0.85~1.25	0.15~0.35
	SNCM 420H	0.17~0.25	0.15~0.35	0.60~0.95	0.030 이하	0.030 이하	0.35~0.75	0.35~0.65	0.15~0.30
	SNCM 420H	0.17~0.25	0.15~0.35	0.40~0.70	0.030 이하	0.030 이하	1.55~2.00	0.35~0.65	0.15~0.30
JIS G 4103	SNCM 815	0.12~0.18	0.15~0.35	0.30~0.60	0.030 이하	0.030 이하	4.00~4.50	0.70~1.00	0.15~0.30
ATSM A 534	8620	0.18~0.23	0.15~0.35	0.70~0.90	0.035 이하	0.040 이하	0.40~0.70	0.40~0.60	0.15~0.25
	4320	0.17~0.22	0.15~0.35	0.45~0.65	0.035 이하	0.040 이하	1.65~2.00	0.40~0.60	0.20~0.30
	9310	0.08~0.13	0.15~0.35	0.45~0.65	0.035 이하	0.040 이하	3.00~3.50	1.00~1.40	0.08~0.15

표 13.3 고온베어링용 고속도강의 화학성분 (주요성분)

규격	기호	화 학 성 분 (%)											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Co	W
AISI	M50	0.77~0.85	0.25 이하	0.35 이하	0.015 이하	0.015 이하	3.75~4.25	4.00~4.50	0.90~1.10	0.10 이하	0.10 이하	0.25 이하	0.25 이하

갖고 있다. 일반적인 침탄베어링용강의 화학성분을 표 13.2에 표시한다.

NSK에서는 진공탈가스처리를 실시한 것으로 청정도가 높고, 함유산소량이 적은 양질의 재료를 사용하고 더욱이 적절한 열처리를 실시하고 있기 때문에 베어링의 구름 피로수명은 현저하게 향상되고 있다.

위에 기술한 강종외에 특수용도에는 내열성이 뛰어난 고속도강, 내식성이 좋은 스테레스강등을 사용하는 경우도 있다. 이들의 대표적인 강의 화학성분을 표 13.3및 표13.4에 표시한다.

### 13.2 리테이너 재료

프레스리테이너의 재료에는 표13.5에 표시하는 것과 같은 저탄소강이 사용되며, 용도에 따라 황동판, 스테인레스강판도 사용된다. 머신드 리테이너의 재료에는 高力황동(표13.6), 탄소강(표13.5)등이 사용된다. 그외에 합성수지도 사용된다.

표 13.4 구름베어링용 스테인레스강의 화학성분 (주요성분)

규격	기호	화 학 성 분 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
JIS G 4303	SUS 440C	0.95~1.20	1.00 이하	1.00이하	0.040 이하	0.030 이하	16.00~18.00	0.75이하
SAE J 405	51440C	0.95~1.20	1.00 이하	1.00이하	0.040 이하	0.030 이하	16.00~18.00	0.75이하

표 13.5 리테이너용강판 및 탄소강 화학성분 (주요성분)

구분	규격	기호	화 학 성 분 (%)				
			C	Si	Mn	P	S
프레스리테이너용강판	JIS G 3141	SPCC	0.12 이하	—	0.50 이하	0.04 이하	0.045 이하
	BAS 361	SPB 2	0.13~0.20	0.04 이하	0.25~0.60	0.03 이하	0.030 이하
	JIS G 3311	S 50 CM	0.47~0.53	0.15~0.35	0.60~0.90	0.03 이하	0.035 이하
머신드리테이너용구조용탄소강	JIS G 4051	S 25 C	0.22~0.28	0.15~0.35	0.30~0.60	0.03 이하	0.035 이하

비고 표중의 BAS는 일본 베어링공업회규격이다.

표 13.6 머신드 리테이너용 高力황동의 화학성분

규격	기호	화 학 성 분 (%)								
		Cu	Zn	Mn	Fe	Al	Sn	Ni	불순물	
									Pb	Si
JIS H 5102	HBsC1	55.0 이하	나머지부분	1.5 이하	0.5~1.5	0.5~1.5	1.0 이하	1.0 이하	0.4 이하	0.1 이하
JIS H 3250	C6782	56.0~60.5	나머지부분	0.5~2.5	0.1~1.0	0.2~2.0	—	—	0.5 이하	—

비고 HBsC1을 개량한 재료도 사용하고 있다.

## 14 베어링의 취급

### 14.1 취급상의 주의

구름베어링은 정밀부품이기 때문에 취급도 거기에 상응하는 신중함이 요구된다. 아무리 고성능의 베어링을 사용해도, 취급을 잘못하면 기대한 성능은 얻을 수 없다. 베어링 취급상의 주의사항은 다음과 같다.

**(1) 베어링 및 주변을 깨끗이 할 것**

먼지는 눈에 보이지 않는 작은 것이라도, 베어링에 대해서 나쁜영향을 주므로, 베어링 및 그 주변을 깨끗이 해서 먼지가 들어가지 않도록 한다.

**(2) 취급은 조심스럽게 실시한다.**

취급중에 베어링에 강한 충격을 주면, 가스 압흔을 일으키고 사고의 원인이 된다. 심한 경우에는 빠지거나 깨지거나 하므로, 주의하지 않으면 안된다.

**(3) 적절한 취급용구를 사용한다.**

그 자리에 있던 아무 용구로나 대응하는 것은 피하고, 적절한 용구를 사용할 필요가 있다.

**(4) 베어링의 녹에 주의한다.**

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

### 14.2 설 치

베어링설치의 양부는 정도, 수명, 성능에 영향을 미친다. 그렇기 때문에 설계 및 조립부문에서 베어링의 설치에 대해 충분히 검토하고, 작업표준에 따라 설치 작업을 추진하는 것이 바람직하다.

작업표준의 항목은 보통 다음과 같다.

- (1) 베어링 및 관계부품의 세정
- (2) 관계부품의 치수 및 사상상황의 체크
- (3) 설치
- (4) 베어링 설치후의 체크
- (5) 윤활제의 공급

베어링의 포장은 설치직전에 푸는것이 바람직하다. 일반적으로 그리스윤활의 경우에는 베어링을 세정하지 않고, 그대로 윤활그리스를 충전한다. 오일윤활로 사용하는 경우라도 보통 세정할 필요는 없지만, 계기용 또는 고속에서 사용되는 베어링 등은 깨끗한 세정유로 씻어 베어링에 발라져 있는 방청제를 제거한다.

방청제를 제거한 베어링은 녹이 발생하기 쉬우므로, 그대로 방치해 두어서는 안된다.

또는 그리스 봉입 베어링은 세정하지 않고 사용한다. 베어링의 설치방법은 베어링형식이나, 끼워맞춤의 조건에 따라 다르다. 일반적으로 축회전의 경우가 많으므로, 내륜에는 억지끼워맞춤이 필요하다. 원통구멍 베어링에서는 프레스에 의한 압입이나 열팽창에 의한 끼워맞춤으로 설치하는 경우가 많다. 테이퍼구멍의 경우에는 테이퍼축에 직접 설치하거나, 슬리브를 이용해서 설치한다. 베어링의 하우징에의 설치는, 일반적으로 헐거운 끼워맞춤이 많은데, 외륜에 간섭량이 있는 경우, 보통 프레스로 봉입시킨다.

베어링의 하우징에의 설치는, 일반적으로 헐거운 끼워맞춤이 많은 외륜에 간섭량이 있는 경우 보통 프레스로 압입시킨다. 또 베어링을 냉각해서 설치하는 냉각끼워맞춤의 방법도 있는데, 이때의 냉각제로서는 드라이아이스 등을 사용한다. 이때 베어링의 표면에는 공기중의 수분이 응결되므로, 적절한 방청처리가 필요하다.

#### 14.2.1 원통구멍베어링의 설치

**(1) 프레스에 의한 압입방법**

소형베어링에서는 프레스에 의한 압입방법이 널리 채용되고 있다. 그림14.1에 표시하듯이 내륜에 받침쇠를 대고 축의 턱에 내륜 측면이 밀착될 때까지 프레스로 조용히 밀어넣는다. 외륜에 받침쇠를 대고 내륜을 설치하는 것은, 궤도면에 압흔이나 굽힌자극 등의 원인이 되므로, 절대로 피하여만 한다.

또한 작업을 실시할 때 끼워맞춤면에 오일을 발라 두면 좋다. 부득이하게 햄머 등으로 두드려서 설치하는 경우에도 받침쇠를 내륜에 대고 작업한다. 이 방법은 자주 베어링 손상의 원인이 되므로, 간섭량이 작은 경우에 실시하고 간섭량이 큰 경우나 중형·대형의 베어링에는 사용해서는 안된다.

깊은홀 볼 베어링과 같은 비분리형베어링이고 내륜, 외륜 모두 억지끼워맞춤으로 설치할 필요가 있을 경우에는 그림14.2에 표시한 것과 같은 받침쇠를 사용해서 나사나 유압으로 내륜, 외륜을 동시에 밀어넣는다. 자동조심 볼 베어링에서는, 외륜이 기울기 쉬우므로 억지끼워맞춤 경우가 아니어도, 마찬가지로 받침쇠를 끼워 설치하면 좋다.

원통로울러베어링이나 테이퍼로울러베어링과 같은 분리형 베어링에서는 내륜, 외륜을 각각 축 또는 하우

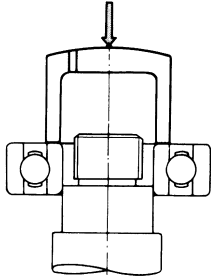


그림 14.1 내륜의 압입

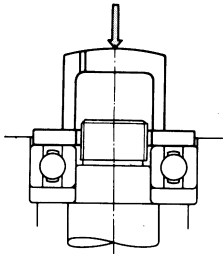


그림 14.2 내륜·외륜의 동시 밀어넣기

징에 설치할 수 있다. 따라서도 설치한 내륜 및 외륜을 조합할 때, 내륜, 외륜의 중심의 오차가 없도록 조심히 맞추는 것이 중요하다. 무리하게 밀어넣으면 전동면에 뜯김 손상을 일으킬 염려가 있다.

(2) 열팽창 끼워맞춤방법

대형베어링에서는 압입에 요구되는 힘이 크므로, 압입작업이 어려워진다. 따라서 오일중에서 베어링을 가열 팽창시켜, 축에 설치하는 열팽창 끼워맞춤방법이 널리 사용되고 있다. 이 방법에 따르면, 베어링에 무리한 힘이 들지않고 단 시간에 작업을 할 수 있다.

베어링의 가열온도는, 베어링의 치수 및 필요로 하는 간섭량 등으로부터 그림14.3을 참고로 해서 결정할 수가 있다.

열팽창끼워맞춤 작업에 있어서의 주의사항은 다음과 같다.

- (a) 베어링을 120°C 이상으로 가열하지 않는다.
- (b) 오일통의 바닥에 직접 닿지 않도록 베어링을 철망 받침대에 올려놓는다, 매어달기 등의 방법이 바람직하다.
- (c) 작업중의 내륜이 냉각되어, 설치가 곤란해지지 않도록 소요온도보다 20°C~30°C 높게 베어링을 가열한다.
- (d) 설치후, 베어링을 냉각되면 축방향으로도 수축되므로 내륜과 축의 어깨와의 사이에 클리어런스가 생기지 않도록, 축너트나 그 외의 적당한 방법으로 밀착시켜 놓는다.

NSK 베어링 히터(유도가열장치)

오일에 의한 열박음 방법외에 전자유도 작용을 이용한 NSK 베어링 히터(C5페이지 참조)가 널리 이용되고 있다. NSK 베어링 히터는 여자 코일을 내장하고 있어 전류가 흐르면 전자유도작용에 의해 피가열체(베어링)에 전류가 흐르고 그 자체 저항에 의하여 발열한다. 따라서, 불이나 오일을 사용하지 않고 단시간에 균일하게 가열할 수 있으므로 베어링의 열박음 작업은 능률적으로 청결하게 하는 것이 가능하다.

압연기의 롤백크용, 철도차량의 차전용 등의 설치·해체가 비교적 많이 행하는 경우, 예를들면, 원통롤러베어링에서는, 내륜의 설치·해체에 NSK 전용유도 가열 장치를 이용하면 좋다.(A122페이지 참조)

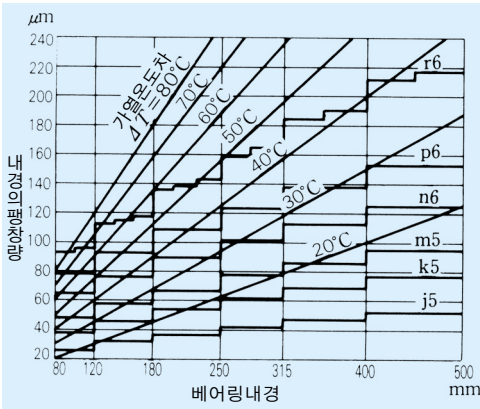


그림 14.3 가열온도와 내륜의 팽창량

14.2.2 테이퍼구멍 베어링의 설치

테이퍼구멍 베어링은 직접 테이퍼 축에 고정시키든가, 어댑터 또는 해체슬리브(sleeve)를 사용해서 원통축에 설치한다(그림14.4 및 그림14.5).

대형자동조심 로울러 베어링에서는 유압을 이용해서 설치작업을 행하는 것이 많다. 그림14.6은 유압너트를 이용해서 슬리브를 밀어넣어 설치하는 예이며, 그림14.7은 슬리브에 오일구멍을 설치해서 가압한 오일을 끼워맞춤면으로 이송시키면서 볼트로 슬리브를 밀어 넣는 방법이다.

자동조심 로울러 베어링은 표14.1의 압입량을 기준으로 해서 레이디얼 클리어런스의 감소량을 측정하면서 베어링을 설치한다. 클리어런스의 측정에는 클리어런스게이지를 사용하지만, 그때 그림14.8에 표시하는 것과 같이 두가지 예의 클리어런스를 동시에 측정해서 거의같은 측정치를 얻을 수 있도록 주의할 필요가 있다.

베어링의 치수가 커지면 축에 설치했을때 외륜이 자중등에 의해 타원상으로 변형된다. 변형베어링의 최하부에서 클리어런스를 측정하면 진클리어런스보다 크게 측정된다. 이 잘못된 레이디얼(내부)클리어런스를

써서 표14.1을 기준으로 설치하면 간섭량이 과대해지고, 실제적인 잔류클리어런스가 과소해지는 수가 있으므로, 주의하여야만 한다.

이와같은 경우, 그림14.9와 같이 수평방향의 횡의 위치에서의 2군데 클리어런스 a, b와 최하부의 클리어런스 C와의 총합의 반을 잔류클리어런스로 해도 좋다.

자동조심 볼 베어링을 어댑터를 사용해서 축에 설치할 때는, 잔류클리어런스가 과소해지는 것을 막기 위하여 외륜이 용이하게 조심될 수 있을 정도의 클리어런스를 확보하여야만 한다.

14.3 운전검사

베어링의 설치가 끝나면, 그 설치가 정상인지 아닌지를 확인하기 위하여 운전검사를 실시한다. 소형베어링에서는 손으로 돌려 원활하게 회전하는지 확인한다. 조사항목은 이물질이나 굽힌자국, 압흔등에 의한 걸림, 설치불량, 설치자리의 가공불량 등에 의한 회전토오크 클리어런스 감소, 설치오차, 시일의 마모등에 기인하는 토오크 과대 등이다. 이상이 없으면 동력운전을 실시한다.

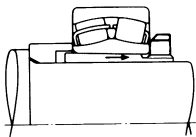


그림 14.4 어댑터에 의한 설치

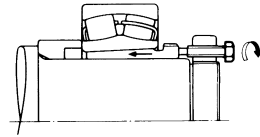


그림 14.5 해체슬리브에 의한 설치

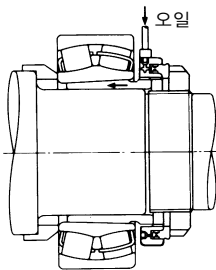


그림 14.6 유압너트를 사용한 설치

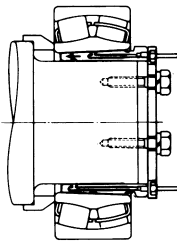


그림 14.7 특수슬리브를 사용한 유압에 의한 설치

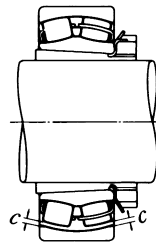


그림 14.8 자동조심 로울러 베어링의 클리어런스측정

표 14.1 테이퍼구멍 자동조심 로울러 베어링의 설치

단위 : mm

호칭베어링내경 <i>d</i>		레이디얼(내부) 클리어런스의 감소량		축방향의 삽입량				최소잔류클리어런스	
초 과	이하	최 소	최 대	테이퍼 1:12		테이퍼 1:30		CN 클리어런스	C3 클리어런스
				최 소	최 대	최 소	최 대		
30	40	0.025	0.030	0.40	0.45	—	—	0.010	0.025
40	50	0.030	0.035	0.45	0.55	—	—	0.015	0.030
50	65	0.030	0.035	0.45	0.55	—	—	0.025	0.035
65	80	0.040	0.045	0.60	0.70	—	—	0.030	0.040
80	100	0.045	0.055	0.70	0.85	1.75	2.15	0.035	0.050
100	120	0.050	0.060	0.75	0.90	1.9	2.25	0.045	0.065
120	140	0.060	0.070	0.90	1.1	2.25	2.75	0.055	0.080
140	160	0.065	0.080	1.0	1.3	2.5	3.25	0.060	0.100
160	180	0.070	0.090	1.1	1.4	2.75	3.5	0.070	0.110
180	200	0.080	0.100	1.3	1.6	3.25	4.0	0.070	0.110
200	225	0.090	0.110	1.4	1.7	3.5	4.25	0.080	0.130
225	250	0.100	0.120	1.6	1.9	4.0	4.75	0.090	0.140
250	280	0.110	0.140	1.7	2.2	4.25	5.5	0.100	0.150
280	315	0.120	0.150	1.9	2.4	4.75	6.0	0.110	0.160
315	355	0.140	0.170	2.2	2.7	5.5	6.75	0.120	0.180
355	400	0.150	0.190	2.4	3.0	6.0	7.5	0.130	0.200
400	450	0.170	0.210	2.7	3.3	6.75	8.25	0.140	0.220
450	500	0.190	0.240	3.0	3.7	7.5	9.25	0.160	0.240
500	560	0.210	0.270	3.4	4.3	8.5	11.0	0.170	0.270
560	630	0.230	0.300	3.7	4.8	9.25	12.0	0.200	0.310
630	710	0.260	0.330	4.2	5.3	10.5	13.0	0.220	0.330
710	800	0.280	0.370	4.5	5.9	11.5	15.0	0.240	0.390
800	900	0.310	0.410	5.0	6.6	12.5	16.5	0.280	0.430
900	1 000	0.340	0.460	5.5	7.4	14.0	18.5	0.310	0.470
1 000	1 120	0.370	0.500	5.9	8.0	15.0	20.0	0.360	0.530

비 고 상기표의 레이디얼클리어런스의 감소량은 보통 클리어런스의 베어링일때의 값이다.  
C3클리어런스의 베어링인 경우, 레이디얼클리어런스의 감소량으로서 이 최대치를 기준으로 한다.

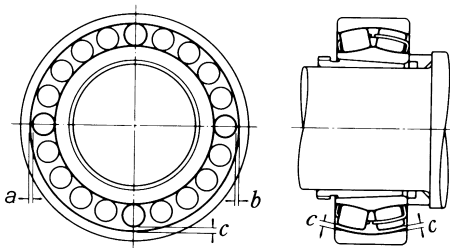


그림 14.9 대형자동조심 로울러 베어링의 클리어런스측정

대형기계에서는 손회전을 할 수 없으므로 무부하에 서 시동하고, 곧 동력을 끊고 관성운전을 실시한다. 진 동, 음, 회전부품의 접촉의 유무등에 대해서 이상이 없 는것을 확인하고, 그 다음에 동력운전에 들어간다.

동력운전은 무부하, 저속으로 시동하여 서서히 소정 의 조건으로 올려 정격운전에 들어간다. 시운전중의 조사항목은 이상 음의 유무, 베어링온도의 추이, 윤활 제의 누출이나 변색등이다. 시운전에서 이상이 발견되 면 곧 운전을 중지하고 기계를 점검하는데 필요하다면 베어링을 떼어내고 점검한다.

베어링온도는 일반적으로는 하우징의 외면 온도에서부터 추측할 수 있지만, 오일층 등을 이용해서 직접 베어링 외륜의 온도를 측정할 수가 있다면 보다 더욱 적절하다. 베어링온도는 운전개시후 서서히 상승해서 보통 1~2시간 내에 정상상태가 된다. 베어링이나 설치등에 맞지않는 점이 있다면 베어링온도는 급격히 상승해서 이상고온으로 되는 수가 있다. 그 원인으로는 윤활제의 과다, 베어링클리어런스의 과소, 설치 불량, 밀봉장치의 마찰과대 등을 들 수 있다. 또 고속

회전의 경우에서는 베어링형식이나 윤활방법의 선정의 착오등도 원인이 된다.

베어링의 회전음은, 청음기 등으로 조사한다. 높은 금속음이나 이상음, 불규칙음 등은 이상을 나타내는 것이므로, 그 원인으로서 윤활불량, 축·하우징의 정도불량, 베어링의 손상, 이물질의 침입등이 있다.

상기의 이상현상에 관한 추정원인과 대책에 대해서는 표14.2를 참조로 한다.

표 14.2 베어링의 異常운전상태와 그 원인·대책

운 전 상 태		추 정 원 인	대 책
소 음	높은금속음(1)	이상하중	끼워맞춤의 수정, 베어링 클리어런스의 검토, 예압의 조정, 하우징 어깨위치 수정등
		설치불량	축·하우징의 가공정도, 설치정도의 개선, 설치방법의 개선
		윤활제의 부족, 부적합	윤활제의 공급, 적절한 윤활제의 선택
		회전부품의 접촉	라비린스등 접촉부분의 수정
	규 칙 음	이물에 의한 구도륜에 생긴 압흔, 녹, 기스	베어링교환, 관계부품의 세정, 밀봉장치의 개선, 깨끗한 윤활제의 사용
		브리넬링	베어링교환, 취급주의
		궤도륜의 플레이킹	베어링교환
	불 규 칙 음	클리어런스 과대	끼워맞춤 및 베어링 클리어런스의 검토, 예압량의 수정
		이물의 침입	베어링교환검토, 관계부품의 세정, 밀봉장치의 개선, 깨끗한 윤활제의 사용
		불의 기스, 플레이킹	베어링교환
이상온도상승	윤활제의 과다	윤활제를 줄여 적량화, 고체그리스의 선택	
	윤활제의 부족, 부적합	윤활제의 보급, 적절한 윤활제의 선택	
	이상하중	끼워맞춤의 수정, 베어링클리어런스 검토, 예압조정 하우징 어깨위치의 수정 등	
	설치불량	축·하우징의 가공정도, 설치정도의 개선, 설치방법의 개선	
	끼워맞춤면의 크리프 밀봉장치의 마찰과대	끼워맞춤의 검토, 베어링 교환 축, 하우징의 수정, 밀봉 형식의 수정	
진 동 대 (축의 요동)	브리넬링	베어링 교환, 취급주의	
	플레이킹	베어링교환	
	설치불량	축·하우징의 어깨의 직각도, 스페이서측면 직각도의 수정	
	이물의 침입	베어링교환, 각 부품세정, 밀봉장치의 개선등	
윤활제·누유대 변 색 대	윤활제의 과다, 이물침입, 마모분의 발생·침입 등	윤활제 양의 적정화, 베어링교환의 검토, 윤활제의 교환과 선정의 검토, 하우징등의 세정	

주 (1) 중~대형의 원동 로울러 베어링이나 볼 베어링에서 그리스 윤활의 경우, 특히 동절기나 저온등의 경우 조건에 따라서는 빠꺼리는 음이 문제가 될 수 있다. 일반적으로는 빠꺼리는 음이 발생하여도 베어링의 온도상승, 피로수명, 그리스 수명등에의 영향은 없으므로, 베어링을 그대로 사용하여도 지장이 없다. 사전에 빠꺼리는 음의 발생에 우려될 것 같은 경우에는 **NSK**에 상담하여 주십시오.



## 14.4 해 체

베어링의 해체는 정기점검이나 베어링을 교환할 때 등에 실시된다. 해체 후 그 베어링을 재사용 할 때 또는 베어링의 상태를 조사할 필요가 있는 경우에는 해체도 설치와 마찬가지로 정성껏 실시하고 베어링 및 각 부품을 손상시키지 않도록 주의해서 취급할 필요가 있다. 특히 억지끼워 맞춤을 한 베어링의 해체는 작업이 어려워지므로 베어링주위의 구조에 대해서는, 설계 단계에서 용이하게 떼어낼 수 있도록 충분히 고려해둔다. 필요에 따라 해체 용구를 설계, 제작해두는 것도 중요하다.

해체할 때는 도면에 따라 해체방법 순서를 검토하고, 베어링의 끼워맞춤 조건등도 조사해서 해체 작업에 안전을 기하여야만 한다.

### 14.4.1 외륜의 해체

억지끼워맞춤을 한 베어링을 떼어내려면 그림14.10에 표시하듯이 미리 하우징에 외륜압출 볼트용 나사를 원주상의 여러곳에 설치해 놓고 볼트를 균등하게 조이면서 떼어낸다. 이들의 볼트구멍에는 보통은盲栓을 해둔다. 원추 로울러 베어링 등의 분리형 베어링 등에서는 그림14.11과 같이 하우징의 어깨에 여러곳에 notch를 설치해 놓고 받침쇠를 이용해서 프레스로 떼어내든가 가볍게 두드려서 떼어낸다.

### 14.4.2 원통 구멍의 베어링의 해체

내륜의 해체는 프레스에 의해 잡아뽑을 수 있다면 가장 간단하다. 이때, 인발력을 내륜에서 받을 수 있도록 주의한다(그림14.12).

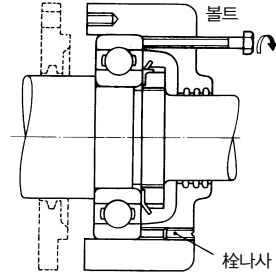


그림 14.10 압출용나사에 의한 외륜의 해체

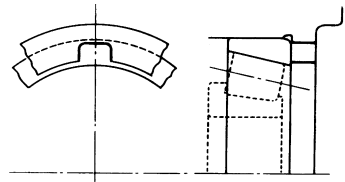


그림 14.11 해체용의 깎아낸 홈

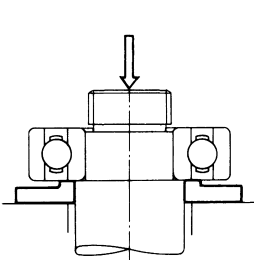


그림 14.12 프레스에 의한 내륜의 해체

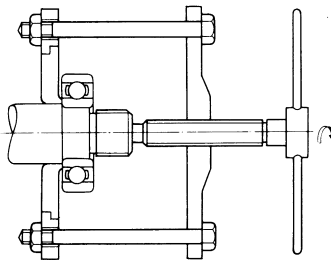


그림 14.13 인발치구에 의한 내륜의 해체(1)

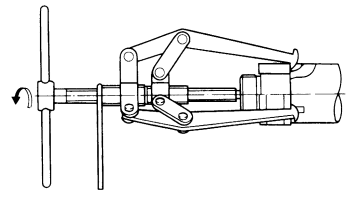


그림 14.13 인발치구에 의한 내륜의 해체(2)

또 그림14.13이나 그림14.14 같은 인발치구도 자주 사용된다. 모두 인발치구의 날이 내륜의 측면에 충분히 길리도록 하지 않으면 안된다. 그렇기 때문에 축의 어깨의 치수를 고려하거나 어깨가 있는 곳에 인발치구를 위한 홈을 가공하는 등의 연구가 바람직하다(그림14.14)

대형베어링의 내륜해체에 유압법이 있다. 축에 설치한 오일구멍을 통해서 유압을 걸어 잡아 빼는 것을 용이하게 하는 방법이다. 폭이 넓은 베어링에서는 인발치구를 병용해서 해체작업을 실시한다.

또 NU형, NJ형 원통 로울러 베어링의 내륜 해체에는 유도가열법을 이용할 수 있다. 이 방법은 단시간내에 국부적인 가열을 실시해서 내륜을 팽창시키고 잡아 빼는 방법이다(그림14.15).

이들 베어링의 내륜을 수없이 많이 설치할 필요가 있는 경우에도 유도가열법이 사용되고 있다.

14.4.3 테이퍼 구멍 베어링의 해체

비교적 소형인 어댑터 베어링의 해체에서는 그림 14.18과 같이 축에 설치한 스톱퍼로 내륜을 지탱하고 너트를 여러차례 되돌린 후 멈춤조절나사를 이용해서 슬리이브를 햄머로 두드려서 떼어낸다. 그림14.16은 해체 슬리이브를 잡아빼는 작업으로 너트의 조임에 의해 실시한다. 작업이 곤란한 경우에는 그림14.17과 같이 너트에 원주상 여러곳에 볼트 구멍을 뚫어놓고 볼트나사 넣기에 의해 슬리이브를 잡아뽑도록 한다.

대형베어링에서는 유압을 이용하면 해체는 더욱 용이해진다. 그림14.19는 테이퍼 축에 뚫려진 유압에 가압된 오일을 이송하고 내륜을 팽창시켜서 베어링을 떼어내는 방법이다. 작업중에 갑자기 베어링이 빠질수가 있으므로 스톱퍼로서 너트등을 이용하면 좋다. 그림14.20은 유압너트를 이용한 슬리이브 인발법이다.

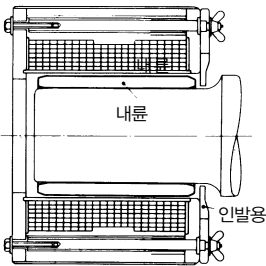


그림 14.15 내륜의 유도가열장치

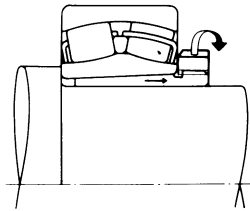


그림 14.16 해체슬리이브의 인발(1)

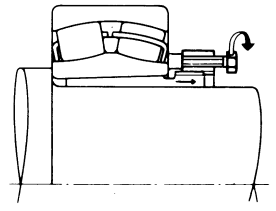


그림 14.17 해체슬리이브의 인발(2)

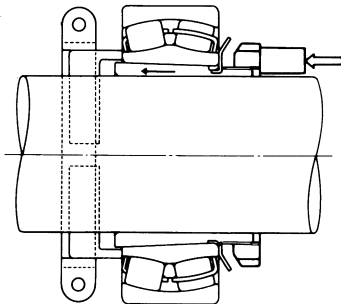


그림 14.18 스톱퍼를 사용한 어댑터 해체

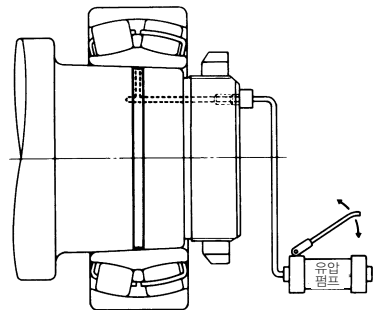


그림 14.19 유압법에 의한 해체

## 14.5 베어링의 점검

### 14.5.1 베어링의 세정

베어링을 떼어내고 점검할 경우에는 우선 베어링의 외관을 기록에 남긴다. 윤활제의 잔존량을 확인하고 조사를 위해 윤활제를 채취한 후 베어링을 세정한다. 세정제로서는 일반적으로 경유나 백등유가 사용된다.

해체된 베어링의 세정은 粗洗淨과 仕上洗淨으로 나누어 실시한다. 각각의 용기에는 쇠그물의 밀받침을 설치해 놓고 베어링이 직접 용기 아래의 먼지에 접촉하지 않도록 한다. 粗洗淨할때 이물질이 붙은 채로 베어링을 회전시키면 전동면에 상처를 낼 수가 있으므로 주의하지 않으면 안된다. 粗洗淨의 油浴에서는 브러시를 사용하든가 해서 윤활그리스나 부착물을 떨어뜨리고 대충 깨끗해지고 나면 사상세정으로 옮긴다.

仕上洗淨은 베어링을 세정유중에서 회전시키면서 조심스럽게 실시한다. 또한 세정유는 항상 깨끗하게 해두는 배려가 필요하다.

### 14.5.2 베어링의 점검과 판정

떼어낸 베어링의 재사용이 가능한지 어떤지를 판정하기 위해서 베어링을 잘 세정한 후 검사한다. 궤도면, 전동면, 끼워맞춤면의 상황, 리테이너의 마모상태, 베어링 클리어런스의 증가, 치수정도의 저하등에 대해서 손상·이상의 유무를 주의깊게 점검한다. 비분리형인 소형베어링등에서는 내륜을 한손으로 수평으로 지지하고 외륜을 돌려 결림의 유무를 확인한다.

테이퍼 롤러 베어링등의 분리형베어링 등에서는 전동체나 외륜의 궤도면을 별개로 조사할 수 있다.

대형 베어링에서는 손회전을 할 수 없으므로 전동체, 궤도면, 리테이너, 턱부의 주변등 외관을 주의해서 조사한다. 베어링의 중요도가 높아질수록 한층 더 신중하게 검사하지 않으면 안된다.

재사용이 가능한지 어떤지의 판정은 베어링의 손상 정도나 기계의 성능, 중요도, 운전조건, 다음 점검까지의 기간등을 고려해서 결정하게 된다. 그러나 다음과 같은 결함이 있으면 베어링의 재사용을 할 수 없으므로 새로운 베어링으로 바꾸어야만 한다.

- (a) 내륜, 외륜, 전동체, 리테이너의 어느쪽이 빠졌거나 깨져있는 경우
- (b) 궤도륜, 전동체의 어느쪽인가를 플레이킹이 있는 경우
- (c) 궤도면, 턱, 전동체에 현저한 갈아먹힘이 있는 경우
- (d) 리테이너의 마모가 현저하든가 리벳트풀림이 심한 경우
- (e) 궤도면, 전동체에 녹, 흠이 있는 경우
- (f) 궤도면, 전동체에 심한 압흔이나 타흔이 있는 경우
- (g) 내륜내경면 또는 외륜외경면에 현저한 크리프(creep)가 있는 경우
- (h) 열에 의한 변색이 심한 경우
- (i) 그리스 봉입베어링으로 시일판, 시일드판의 파손이 현저한 경우

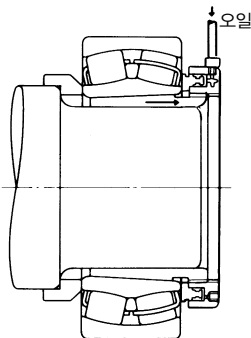


그림 14.20 유압너트를 이용한 해체

14.6 보수·점검

14.6.1 보수·점검과 이상처리

베어링본래의 성능을 양호한 상태에서 가능한한 오래 유지하기 위하여 보수와 점검을 시행한다. 그렇게 함으로써 고장을 미연에 방지하고 운전의 신뢰성을 확보하여 생산성, 경제성을 높일수가 있다.

보전은 기계의 운전조건에 맞는 작업 표준에 따라 정기적으로 실시하는 것이 바람직하며 운전상태의 감시 윤활제의 보급 또는 교체, 정기 분해에 의한 검사 등에 걸쳐 실시한다.

운전중의 점검항목으로서는 베어링의 회전음, 진동, 온도, 윤활제의 상태등이 있다. 운전중에 이상한 상태가 발견된 경우에는 표14.2를 참고로 원인을 확인하고 대책을 세운다. 필요에 따라서는 베어링을 떼어내고 상세하게 조사한다. 해체후의 요령에 대해서는 전항 14.5 베어링의 점검을 참조한다.

**NSK** 베어링 모니터(베어링 이상예지장치)

운전중인 베어링의 이상 징후를 여지하는 것은 조업상 극히 중요하다.

**NSK**베어링모니터(C5페이지 참조)는 운전중인 베어링의 자동을 감시하고 이상 징후가 나타나면 정보를 발하고 또는 자동적으로 기계를 정지 시킴으로서 사고를 미연에 방지함과 동시에 보전의 합리화에 도움이 되는 장치이다.

14.6.2 베어링의 손상과 대책

일반적으로 구름베어링은 바르게 취급하면 피로수명에 이르기까지 오래 사용할 수 있지만 의외로 빨리 손상되어 사용에 견딜수 없게 되는 경우가 있다. 이 조기 손상은 피로수명에 대해 고장 또는 사고라고 불리우는 성질의 사용한도이며 설치, 취급, 윤활상의 배려의 불충분, 외부로부터 이물질침입, 축·하우징의 열영향에 대하여 검토 불충분 등에 기인하는 수가 많다.

베어링의 손상상태로서, 예를들어 로울러 베어링의 궤도륜 턱부의 깊어먹음에 대해서 말하자면 그 원인으로서는 생각할 수 있는 것은 윤활제의 부족·부적합, 급배유 구조의 결함, 이물질의 침입, 베어링의 설치오차나 축의 휨의 과대 등이 있으며, 또 이들의 원인이 중복되는 경우도 있다.

따라서 손상베어링만을 조사해도 손상의 참된 원인을 안다는 것은 어려운 일이다. 그러나 베어링의 사용기계, 사용조건, 베어링 주변의 구조를 알고나서 사고발생전의 상황을 이해한다면 베어링의 손상상태와 몇개의 원인을 연결하고 고려하여 동류의 사고발생을 방지하는 것은 가능하다. 표14.3에 베어링의 손상예의 대표적인 것에 대한 원인 및 대책을 표시하였다.

표 14.3 베어링의 손상과 그 원인·대책

손상상태	원인	대책
<b>플레이킹</b> 레이디얼 베어링의 궤도의 한쪽에만 플레이킹	이상 액설하중	자유축 베어링 외륜의 끼워맞춤을 헐거운 끼워맞춤으로 한다.
궤도의 원주방향대칭위치에 플레이킹	하우징의 진원도불량	이분할하우징인 경우 특히 주의, 하우징 내경면의 정도수정
레이디얼 볼 베어링에서 궤도에 대해 비스듬히 플레이킹 로울러 베어링에서 궤도면, 전동면의 단부 근처에 플레이킹	설치불량, 축의 휨, 중심내기불량 축·하우징의 정도불량	설치주의, 중심내기주의 큰 클리어런스의 베어링을 선정한다. 축·하우징 턱의 직각도 수정
궤도에 전동체퍼치 간격의 플레이킹	설치시 커다란 충격하중 운전휴지시의 녹 원통로울러베어링의 조립시 굽힌자국	설치에 주의 운전휴지가 장기일때 방청처리
궤도면, 전동면의 조기플레이킹	클리어런스 과소, 과대하중 윤활불량, 녹등	적정의 끼워맞춤, 베어링 클리어런스를 선정한다. 윤활제를 다시 선정한다.
조합베어링의 조기플레이킹	예압과대	예압량의 적정화

손 상 상 태	원 인	대 책
<b>값아먹음</b> 궤도륜, 전동면의 값아먹음	초기의 윤활불량 그리스가 너무 단단하다. 시동시의 가속도 대	연성 그리스사용 급격한 가속을 피한다.
스라스트 볼 베어링의 궤도면에 나선 상의 값아먹음	궤도륜이 평행하지 않다. 회전속도가 너무 빠르다.	설치를 수정하고, 예압을 건다. 적정의 베어링형식을 선정한다.
로올러 단면과 턱안내면의 값아먹음	윤활불량, 설치불량 액셀하중 대	적정의 윤활제를 선정한다. 설치의 수정
<b>파 손</b> 외륜 또는 내륜의 깨짐	과대한 충격하중, 간섭과대 축의 원통도불량, 슬리브 테이퍼도 불량, 설치부구석의 rounding 대, 써멀클랙의 발전, 플레이킹의 진전	하중조건의 재인식, 끼워맞춤의 적정화, 축이나 슬리브의 가공정도의 수정, 구 석의 rounding을 면취치수보다 작 게 한다.
전동체의 깨짐 턱홈손	플레이킹의 진전 설치시의 턱에로의 타격 윤반취급의 부주의에 의한 악화	취급, 설치주의
리테이너 파손	설치불량에 의한 리테이너의 이상하중 윤활불량	설치오차를 작게한다. 윤활법 및 윤활제 검토
<b>압 흔</b> 궤도면에 전동체 피치간격의 압흔 (브리넬링)	설치시의 충격하중 정지시에 과대하중	취급주의
궤도면, 전동면의 압흔	금속분, 모래등 이물질의 맞물림	하우징의 세정, 밀봉장치의 개선, 깨끗한 윤활제의 사용
<b>이상마모</b> 펄스브리넬링 (브리넬링과 비슷한 현상)	운송중이나 베어링정지중의 진동진폭 이 작은 요동운동	축과 하우징을 고정한다. 윤활제로서 오일을 사용한다. 예압을 주고 진동을 경감한다.
플레팅 끼워맞춤면에 적갈색의 마모분을 수반한 국부마모	끼워맞춤면이 미스튬새로 인한 미끄럼 마모	간섭량을 크게 한다. 오일을 바른다.
궤도면, 전동면, 턱면, 리테이너등의 마모	이물질의 침입, 윤활불량, 녹	밀봉장치의 개선, 하우징의 세정, 깨끗한 윤활제를 사용한다.
크리프 끼워맞춤면의 값아먹음 마모	간섭량 부족 슬리브의 간섭량 부족	끼워맞춤의 수정 슬리브의 체결을 적정으로 하게 한다.
<b>타붙음</b> 궤도면, 전동면, 턱면의 변색, 연화용착	클리어런스과소, 윤활불량, 설치불량	끼워맞춤, 베어링클리어런스의 재조정, 적정윤활제를 적중공급 설치방법 및 설치관계품의 재검토
<b>전 식</b> 궤도면에 빨래판모양의 요철	통전에 의한 스파크로 용融	통전을 피하기 위한 어스의 채용, 베어링의 절연
<b>녹, 부식</b> 베어링내부, 끼워맞춤면등의 녹이나 부식	공기중의 수분의 결로 플레팅 부식성물질의 침입	고온, 다습한 곳에서는 보관에 주의, 장기간운전후지시에는 방청대책 바니스, 그리스의 선정

## 15 테크니컬 데이터

15.1 베어링의 축방향변위 .....	A128~A129
(1) 깊은홈 볼 베어링·앵귤러 볼 베어링의 접촉각과 축방향변위 .....	A128~A129
(2) 테이퍼 로울러 베어링의 액셀하중과 축방향변위 .....	A128~A129
15.2 끼워맞춤 .....	A130~A133
(1) 끼워맞춤면과 면압, 최대응력 및 궤도경의 팽창·수축량 .....	A130~A131
(2) 축과 내륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 .....	A130~A131
(3) 하우징구멍과 외륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 .....	A130~A133
15.3 레이디얼내부 클리어런스와 액셀내부 클리어런스 .....	A132~A133
(1) 단일깊은홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스와 액셀 클리어런스 .....	A132~A133
(2) 복열 앵귤러 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스와 액셀 클리어런스 .....	A132~A133
15.3 예압과 기동토크 .....	A134~A135
(1) 테이퍼 로울러 베어링의 액셀하중과 기동 토크 .....	A134
(2) 앵귤러 베어링·복식스러스트 앵귤러 볼 베어링의 .....	A134~A135
예압하중과 기동 토크	
15.4 베어링의 마찰계수·기타 .....	A136~A137
(1) 베어링형식과 마찰계수 .....	A136
(2) 전동체의 자전주속도 및 공전주속도 .....	A136
(3) 레이디얼 내부 클리어런스와 피로수명 .....	A136~A137
15.5 윤활그리스의 상품명과 성능 .....	A138~A141

양 기 호 의 내 용 과 단 위

양기호	내 용	단 위
$a$	접촉타원장반경	(mm)
$b$	접촉타원단반경	(mm)
$C_r$	레이디얼 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
$C_{or}$	레이디얼 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
$C_a$	스러스트 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
$C_{oa}$	스러스트 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
$d$	축경, 베어링내경	(mm)
$D$	하우징내경, 베어링외경	(mm)
$D_e$	외륜궤도경	(mm)
$D_i$	내륜궤도경	(mm)
$D_o$	하우징외경	(mm)
$D_{pw}$	전동체피치(원)경	(mm)
$D_w$	전동체의 직경	(mm)
$e$	테이퍼 로울러의 단면과 턱과의 접촉위치	(mm)
$E$	종탄성계수(베어링강) 208 000MPa{21 200kgf/mm <sup>2</sup> }	(mm)
$E(k)$	$k = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2}$ 을 母數로 한다. 제2종완전원뿔곡분	
$f_0$	베어링 각 부분의 형상 및 적용하는 응력수준에 따라 정하는 계수	
$f(\varepsilon)$	$\varepsilon$ 의 관수	
$F_a$	액셀하중, 예압하중	(N) {kgf}
$F_r$	레이디얼하중	(N) {kgf}
$h$	$D_e/D$	
$h_o$	$D/D_o$	
$k$	$d/D_i$	
$K$	베어링의 내부설계에 의해 결정된 정수	
$L$	유효클리어런스 0에 있어서의 피로수명	
$L_{we}$	로울러의 유효길이	(mm)
$L\varepsilon$	유효클리어런스 $\Delta$ 에 있어서의 피로수명	
$m_o$	내륜 · 외륜의 궤도곡률중심간거리 $r_i + r_e - D_w$	(mm)
$M$	마찰 토크	(N · mm){kgf · mm}
$M_s$	스핀 마찰	(N · mm){kgf · mm}

양기호	내 용	단 위
$n_a$	전동체의 자전수	(rpm)
$n_c$	전동체의 공전수, 리테이너의 회전수	(rpm)
$n_e$	외륜의 회전수	(rpm)
$n_i$	내륜의 회전수	(rpm)
$P_m$	끼워맞춤면의 면압	(MPa) {kgf/mm <sup>2</sup> }
$P$	베어링하중	(N) {kgf}
$Q$	전동체하중	(N) {kgf}
$r_e$	외륜의 궤도반경	(mm)
$r_i$	내륜의 궤도반경	(mm)
$v_a$	전동체의 자전주속도	(m/s)
$v_c$	전동체의 공전주속도	(m/s)
$Z$	1열당 전동체의 수	
$\alpha$	접촉각(레이디얼 볼베어링에 액셀하중이 걸렸을때)	(°)
$\alpha_o$	초기의 접촉각(기하)(앵글러 볼 베어링의 내륜 · 외륜을 축방향으로 밀었을 때)	(°)
$\alpha_R$	초기의 접촉각(기하)(앵글러 볼 베어링의 내륜 · 외륜을 경방향으로 밀었을 때)	(°)
$\beta$	로울러 테이퍼각의 1/2	(°)
$\delta_a$	내륜 · 외륜의 축방향의 상대변위량	(mm)
$\Delta_a$	액셀내부 클리어런스	(mm)
$\Delta_d$	내륜과 축과의 유효간섭량	(mm)
$\Delta_r$	레이디얼내부 클리어런스	(mm)
$\Delta D$	외륜과 하우징과의 유효간섭량	(mm)
$\Delta D_e$	끼워맞춤에 의한 외륜궤도경의 수축량	(mm)
$\Delta D_i$	끼워맞춤에 의한 내륜궤도경의 팽창량	(mm)
$\varepsilon$	부하율	
$\mu$	구름베어링의 동마찰계수	
$\mu_e$	로울러단면과 턱과의 마찰계수	
$\mu_s$	접촉각의 미끄럼 마찰계수	
$\alpha_{max}$	끼워맞춤면의 최대응력	(MPa) {kgf/mm <sup>2</sup> }

15.1 베어링의 축방향변위

- (1) 깊은홈 볼 베어링 · 앵글러 볼 베어링의 접촉각  $\alpha$ 와 축방향변위  $\delta_a$   
(그림15.1~그림15.3)

$$\left. \begin{aligned} \delta_a &= \frac{0.00044 \left( \frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha} \dots \dots (N) \\ \delta_a &= \frac{0.002 \left( \frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha} \dots \dots (kgf) \end{aligned} \right\} (mm)$$

$$Q = \frac{F_a}{Z \sin \alpha} \quad (N), (kgf)$$

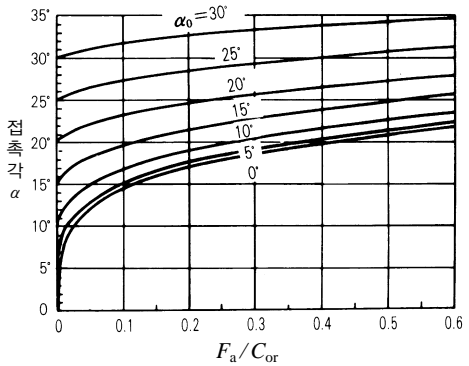


그림 15.1 깊은홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링의  $F_a/C_{or}$ 과 접촉각

- (2) 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중  $F_a$ 와 축방향변위  $\delta_a$  (그림15.4)

$$\left. \begin{aligned} \delta_a &= \frac{0.000077 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}} 0.8 \dots (N) \\ \delta_a &= \frac{0.0006 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}} 0.8 \dots (kgf) \end{aligned} \right\} (mm)$$

비 고 실제의 액설변위는 축 · 하우징의 두께 및 재질과 베어링과의 끼워맞춤에 따라 다르다. 따라서 이러한 조립조건에 의한 액설변위에 대해서는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

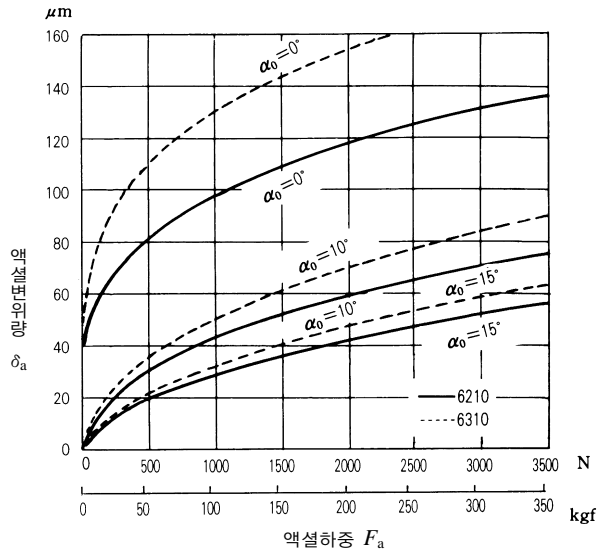


그림 15.2 깊은홈 볼 베어링의 액설하중과 축방향변위



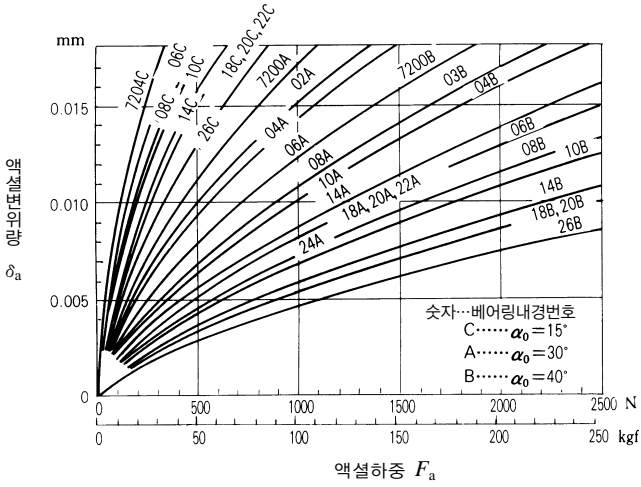


그림 15.3 앵글러 볼 베어링의 액설하중과 축방향변위

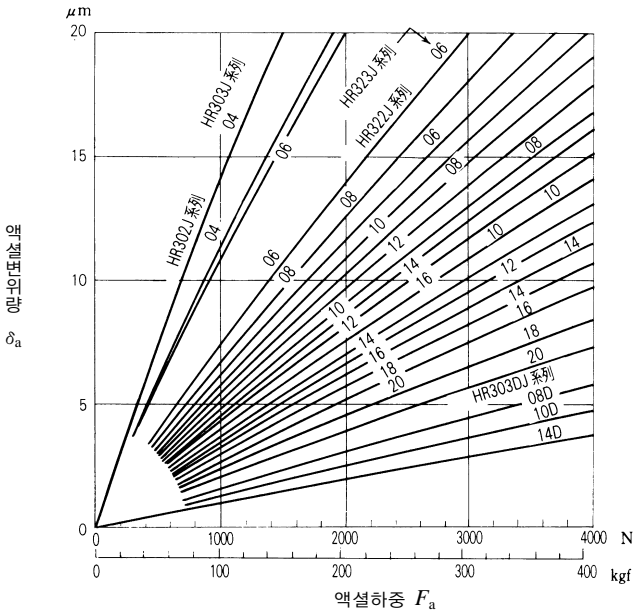


그림 15.4 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중과 축방향변위

15.2 끼워맞춤

표 15.1 끼워맞춤면의 면압, 최대응력 및 팽창·수축량

- (1) 끼워맞춤면의 면압  $P_m$ , 최대응력  $\sigma_{max}$ , 내륜궤도경팽창량  $\Delta D_i$  및 외륜궤도경수축량  $\Delta D_e$ . (표 15.1, 그림 15.5, 그림 15.6)
- (2) 축과 내륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 (표15.2)
- (3) 하우징구멍과 외륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 (표15.3)

구 분	축과 내륜	하우징구멍과 외륜
면압 $P_m$ (MPa) {kgf/mm <sup>2</sup> }	중실축의 경우	하우징외경 $D_o \neq \infty$ 인 경우 $P_m = \frac{E \Delta D}{2 D} \frac{(1-h^2)(1-h_0^2)}{1-h^2 h_0^2}$
	$P_m = \frac{E \Delta d}{2 d} (1-k^2)$	$D_o = \infty$ 인 경우 $P_m = \frac{E \Delta D}{2 D} (1-h^2)$
최대응력 $\sigma_{max}$ (MPa) {kgf/mm <sup>2</sup> }	내륜내경끼워맞춤면의 원주방향응력이 최대 $\sigma_{max} = P_m \frac{1+k^2}{1-k^2}$	외륜내경면이 원주방향응력이 최대 $\sigma_{max} = P_m \frac{2}{1-h^2}$
내륜궤도경 팽창량 $\Delta D_i$ (mm) 외륜궤도경 수축량 $\Delta D_e$ (mm)	중실축의 경우 $D_i = \Delta d \cdot k$	$\Delta D_o \neq \infty$ 인 경우 $\Delta D_e = \Delta D \cdot h \frac{1-h_0^2}{1-h^2 h_0^2}$ $D_o = \infty$ 인 경우 $\Delta D_o = \Delta D \cdot h$

비 고 축 및 하우징재의 종탄성계수와 포와슨비는, 내륜, 외륜의 값과 같은 것으로 한다.

참 고 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>=0.102kgf/mm<sup>2</sup>

표 15.2 축과 내륜과의 끼워맞춤

호칭치수의 구 분 (mm)	베어링(0급)의 평면내평균 내경의 치수차 $\Delta d_{mp}$	축 의 허 용 역 클 라 스															
		f6		g5		g6		h5		h6		js5		j5			
		틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량		
조과 이하	상 하	최대	최소	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대		
3 6	0 -8	18 2	9 4	12 4	5 8	8 8	3 11	3 13									
6 10	0 -8	22 5	11 3	14 3	6 8	8 8	4 12	4 13									
10 18	0 -8	27 8	14 2	17 2	8 8	11 8	4 12	4 13									
18 30	0 -10	33 10	16 3	20 3	9 10	13 10	4.5 14.5	4 15									
30 50	0 -12	41 13	20 3	25 3	11 12	16 12	5.5 17.5	5 18									
50 65	0 -15	49 15	23 5	29 5	13 15	19 15	6.5 21.5	7 21									
65 80	0 -15	49 15	23 5	29 5	13 15	19 15	6.5 21.5	7 21									
80 100	0 -20	58 16	27 8	34 8	15 20	22 20	7.5 27.5	9 26									
100 120	0 -20	58 16	27 8	34 8	15 20	22 20	7.5 27.5	9 26									
120 140	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
140 160	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
160 180	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
180 200	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
200 225	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
225 250	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
250 280	0 -35	88 21	40 18	49 18	23 35	32 35	11.5 46.5	16 42									
280 315	0 -35	88 21	40 18	49 18	23 35	32 35	11.5 46.5	16 42									
315 355	0 -40	98 22	43 22	54 22	25 40	36 40	12.5 52.5	18 47									
355 400	0 -40	98 22	43 22	54 22	25 40	36 40	12.5 52.5	18 47									
400 450	0 -45	108 23	47 25	60 25	27 45	40 45	13.5 58.5	20 52									
450 500	0 -45	108 23	47 25	60 25	27 45	40 45	13.5 58.5	20 52									

비 고 1. 축과 내륜과의 끼워맞춤에 따른 응력이 과대하게 되는 허용범위부분 수치에 대하여는 생략한다.  
2. 금후, j5공차역에 대신하여, js공차역이 추천된다.

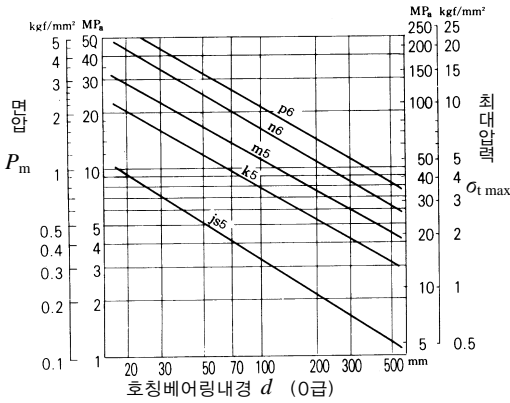


그림 15.5 각 끼워맞춤에 있어서 평균간섭량에 따른 면압  $P_m$ 과 최대응력  $\delta_{t \max}$

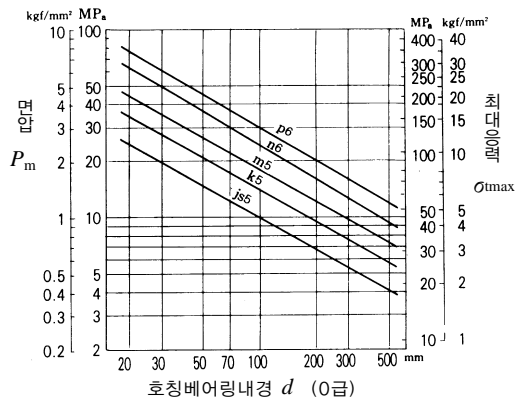


그림 15.6 각 끼워맞춤에 있어서 평균간섭량에 따른 면압  $P_m$ 과 최대응력  $\delta_{t \max}$

에 있어서 간섭량과 틈새

단위 :  $\mu\text{m}$

별 간섭량과 틈새												호칭치수의 구분 (mm)							
js6		j6		k5		k6		m5		m6		n6		p6		r6		초과	이하
최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6
4.5	12.5	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10
5.5	13.5	3	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	18
6.5	16.5	4	19	2	21	2	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	30
8	20	5	23	2	25	2	30	9	32	9	37	-	-	-	-	-	-	30	50
9.5	24.5	7	27	2	30	2	36	11	39	11	45	-	-	-	-	-	-	50	65
9.5	24.5	7	27	2	30	2	36	11	39	11	45	20	54	-	-	-	-	65	80
11	31	9	33	3	38	3	45	13	48	13	55	23	65	37	79	-	-	80	100
11	31	9	33	3	38	3	45	13	48	13	55	23	65	37	79	-	-	100	120
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	63	113	120	140
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	65	115	140	160
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	68	118	160	180
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	77	136	180	200
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	80	139	200	225
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	84	143	225	250
16	51	16	51	4	62	4	71	20	78	20	87	34	101	56	123	94	161	250	280
16	51	16	51	4	62	4	71	20	78	20	87	34	101	56	123	98	165	280	315
18	58	18	58	4	69	4	80	21	86	21	97	37	113	62	138	108	184	315	355
18	58	18	58	4	69	4	80	21	86	21	97	37	113	62	138	114	190	355	400
20	65	20	65	5	77	5	90	23	95	23	108	40	125	68	153	126	211	400	450
20	65	20	65	5	77	5	90	23	95	23	108	40	125	68	153	132	217	450	500

표 15.3 하우징과 외륜과의 끼워맞춤

호칭치수의 구분 (mm)		베어링(0급)의 평면내평균 내경의 치수차 $\Delta D_{mp}$		하우징구멍의 허용역													
				G7		H6		H7		H8		J6		JS6		J7	
초과	이하	상	하	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소
<b>6</b>	<b>10</b>	0	- 8	28	5	17	0	23	0	30	0	13	4	12.5	4.5	16	7
<b>10</b>	<b>18</b>	0	- 8	32	6	19	0	26	0	35	0	14	5	13.5	5.5	18	8
<b>18</b>	<b>30</b>	0	- 8	37	7	22	0	30	0	42	0	17	5	15.5	6.5	21	9
<b>30</b>	<b>50</b>	0	- 11	45	9	27	0	36	0	50	0	21	6	19	8	25	11
<b>50</b>	<b>80</b>	0	- 13	53	10	32	0	43	0	59	0	26	6	22.5	9.5	31	12
<b>80</b>	<b>120</b>	0	- 15	62	12	37	0	50	0	69	0	31	6	26	11	37	13
<b>120</b>	<b>150</b>	0	- 18	72	14	43	0	58	0	81	0	36	7	30.5	12.5	44	14
<b>150</b>	<b>180</b>	0	- 25	79	14	50	0	65	0	88	0	43	7	37.5	12.5	51	14
<b>180</b>	<b>250</b>	0	- 30	91	15	59	0	76	0	102	0	52	7	44.5	14.5	60	16
<b>250</b>	<b>315</b>	0	- 35	104	17	67	0	87	0	116	0	60	7	51	16	71	16
<b>315</b>	<b>400</b>	0	- 40	115	18	76	0	97	0	129	0	69	7	58	18	79	18
<b>400</b>	<b>500</b>	0	- 45	128	20	85	0	108	0	142	0	78	7	65	20	88	20
<b>500</b>	<b>630</b>	0	- 50	142	22	94	0	120	0	160	0	-	-	72	22	-	-
<b>630</b>	<b>800</b>	0	- 75	179	24	125	0	155	0	200	0	-	-	100	25	-	-
<b>800</b>	<b>1000</b>	0	-100	216	26	156	0	190	0	240	0	-	-	128	28	-	-

주 (\*) 간섭량의 최소치를 나타낸다.  
비 고 급후, J의 공차역에 대신하여 JS의 공차역이 추천된다.

표 15.4 정수 K의 값

15.3 레이디얼클리어런스와 액셀클리어런스

내경번호	K의 값			
	160XX	60XX	62XX	63XX
<b>00</b>	-	-	0.93	1.14
<b>01</b>	0.80	0.80	0.93	1.06
<b>02</b>	0.80	0.93	0.93	1.06
<b>03</b>	0.80	0.93	0.99	1.11
<b>04</b>	0.90	0.96	1.06	1.07
<b>05</b>	0.90	0.96	1.6	1.20
<b>06</b>	0.96	1.01	1.07	1.19
<b>07</b>	0.96	1.06	1.25	1.37
<b>08</b>	0.96	1.06	1.29	1.45
<b>09</b>	1.01	1.11	1.29	1.57
<b>10</b>	1.01	1.11	1.33	1.64
<b>11</b>	1.06	1.20	1.40	1.70
<b>12</b>	1.06	1.20	1.50	1.76
<b>13</b>	1.06	1.20	1.54	1.82
<b>14</b>	1.16	1.29	1.57	1.88
<b>15</b>	1.16	1.29	1.57	1.95
<b>16</b>	1.20	1.37	1.64	2.01
<b>17</b>	1.20	1.37	1.70	2.06
<b>18</b>	1.29	1.44	1.76	2.11
<b>19</b>	1.29	1.44	1.82	2.16
<b>20</b>	1.29	1.44	1.88	2.25
<b>21</b>	1.37	1.54	1.95	2.32
<b>22</b>	1.40	1.64	2.01	2.40
<b>24</b>	1.40	1.64	2.06	2.40
<b>26</b>	1.54	1.70	2.11	2.49
<b>28</b>	1.54	1.70	2.11	2.59
<b>30</b>	1.57	1.76	2.11	2.59

- (1) 단열깊은홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스  $\Delta_r$  액셀클리어런스  $\Delta_a$  (그림15.7)

$$\Delta_a \approx K \Delta_r^{1/2} \quad (\text{mm})$$

여기서

$$K = 2(r_e + r_i - D_w)^{1/2} \quad (\text{표15.4})$$

- (2) 복열앵글러 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스  $\Delta_r$  액셀클리어런스  $\Delta_a$  (그림15.8)

$$\Delta_a = 2 \sqrt{m_0^2 - (m_0 \cos \alpha_R - \frac{\Delta_r}{2})^2} - 2m_0 \sin \alpha_R \quad (\text{mm})$$

에 있어서 간섭량과 틈새

단위 :  $\mu\text{m}$

클래스별 간섭량과 틈새														호칭치수의 구분 (mm)					
JS7		K6		K7		M6		M7		N6		N7		P6		P7		최고	이하
틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대		
15	7	10	7	13	10	5	12	8	15	1	16	4	19	4	21	1	24	<b>6</b>	<b>10</b>
17	9	10	9	14	12	4	15	8	18	1*	20	3	23	7	26	3	29	<b>10</b>	<b>18</b>
19	10	11	11	15	15	5	17	9	21	2*	24	2	28	9	31	5	35	<b>18</b>	<b>30</b>
23	12	14	13	18	18	7	20	11	25	1*	28	3	33	10	37	6	42	<b>30</b>	<b>50</b>
28	15	17	15	22	21	8	24	13	30	1*	33	4	39	13	45	8	51	<b>50</b>	<b>80</b>
32	17	19	18	25	25	9	28	15	35	1*	38	5	45	15	52	9	59	<b>80</b>	<b>120</b>
38	20	22	21	30	28	10	33	18	40	2*	45	6	52	18	61	10	68	<b>120</b>	<b>150</b>
45	20	22	21	37	28	17	33	25	40	5	45	13	52	11	61	3	68	<b>150</b>	<b>180</b>
53	23	35	24	43	33	22	37	30	46	8	51	16	60	11	70	3	79	<b>180</b>	<b>250</b>
61	26	40	27	51	36	26	41	35	52	10	57	21	66	12	79	1	88	<b>250</b>	<b>315</b>
68	28	47	29	57	40	30	46	40	57	14	62	24	73	11	87	1	98	<b>315</b>	<b>400</b>
76	31	53	32	63	45	35	50	45	63	18	67	28	80	10	95	0	108	<b>400</b>	<b>500</b>
85	35	50	44	50	70	24	70	24	96	6	88	6	114	28	122	28	148	<b>500</b>	<b>630</b>
115	40	75	50	75	80	45	80	45	110	25	100	25	130	13	138	13	168	<b>630</b>	<b>800</b>
145	45	100	56	100	90	66	90	66	124	44	112	44	146	0	156	0	190	<b>800</b>	<b>1000</b>

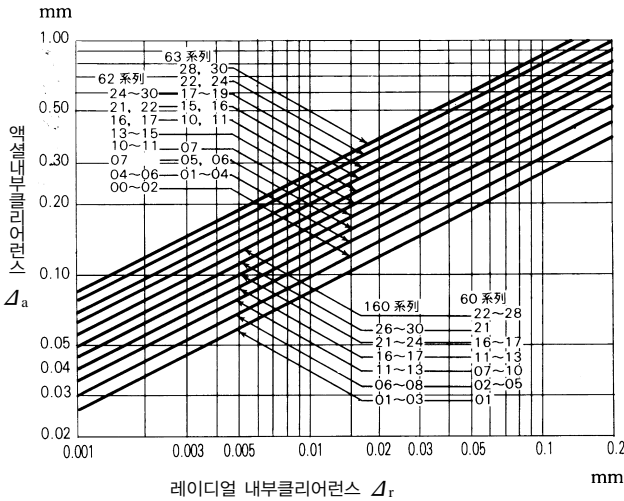


그림 15.7 단열깊은홈 볼 베어링의  $\Delta_r$ 과  $\Delta_a$

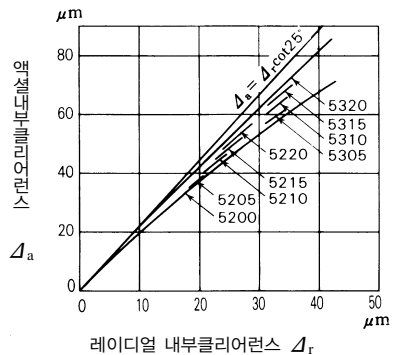


그림 15.8 복열앵글러 볼 베어링(52·53계열)의  $\Delta_r$ 과  $\Delta_a$

15.4 예압과 기동마찰토크

(1) 테이퍼롤러베어링의 액설하중  $F_a$ 와 기동토크  $M$  (그림15.9, 그림15.10)

$$M = e \mu_e F_a \cos \beta \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서  $\mu_e : 0.20$

호칭번호가 같은 베어링을 마주 보게하여 사용했을 경우, 예압하중에 의한  $M$ 은  $2M$ 이 된다.

(2) 앵글러 볼 베어링 · 복식스러스트 앵글러 볼베어링의  $F_a$ 와 기동토크  $M$

(그림15.11, 그림15.12)

$$M = M_s Z \sin \alpha \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서  $M_s$  : 스피ن 마찰

$$M_s = \frac{3}{8} \mu_s Q a E(k) \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서  $\mu_s : 0.15$

호칭번호가 같은 베어링을 2개 조합하여 사용했을 경우, 예압하중에 의한  $M$ 은  $2M$ 이 된다.

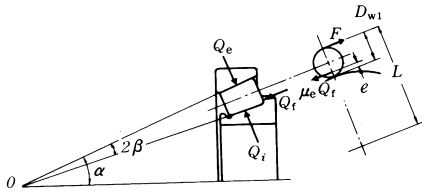


그림 15.9 e, beta의 관계그림

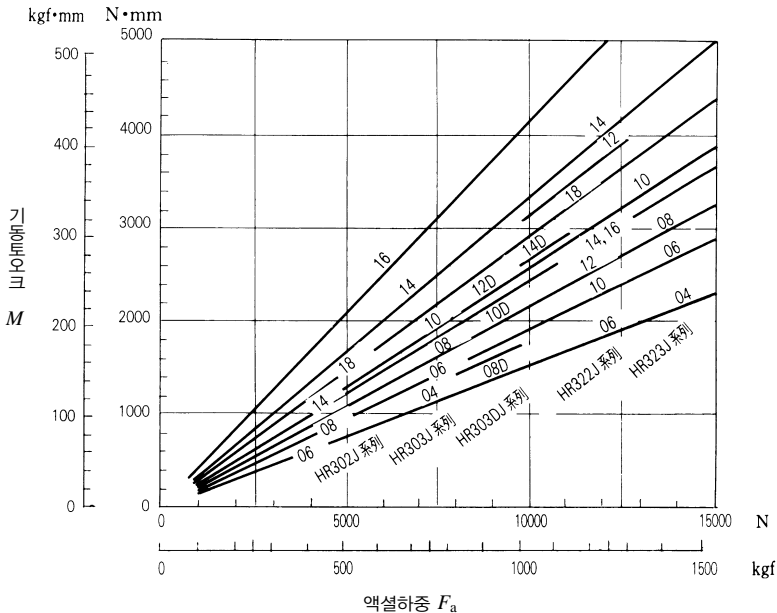


그림 15.10 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중과 기동토크

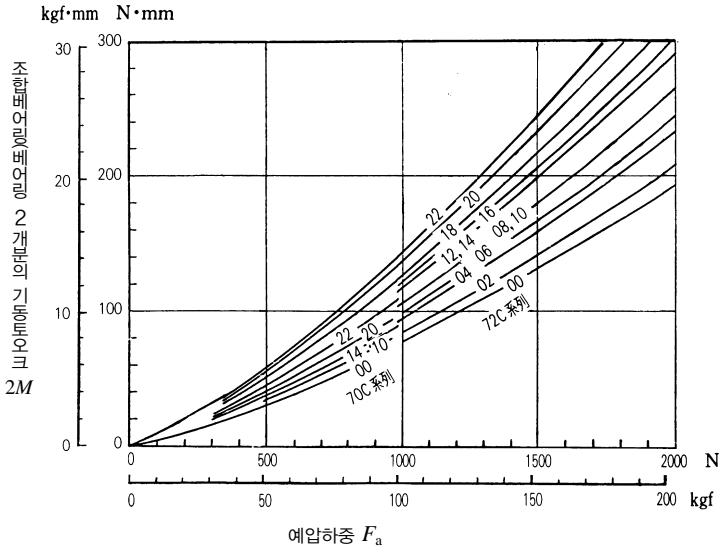


그림 15.11 앵글러 볼 베어링( $\alpha=15^\circ$ )의 배면 또는 정면조합에 있어서의 예압하중과 기동토크

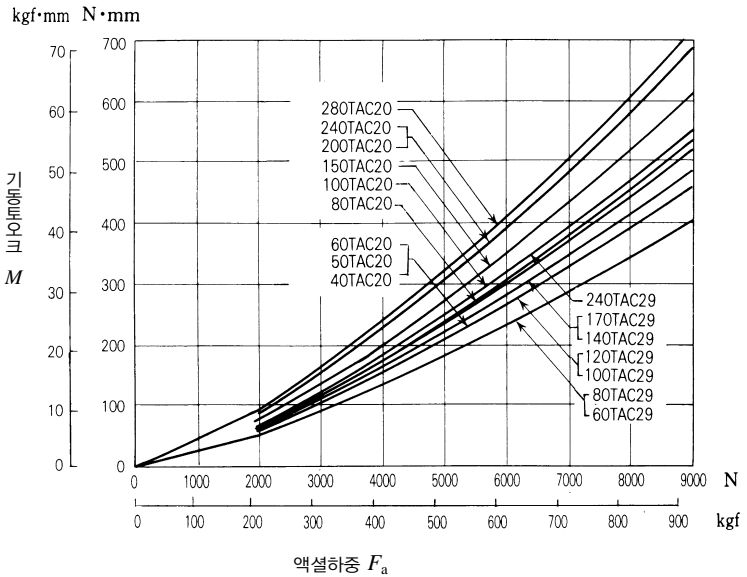


그림 15.12 복식스러스트 앵글러 볼 베어링의 예압하중과 기동토크

15.5 베어링의 마찰계수 · 기타

(1) 베어링형식과 마찰계수  $\mu$

$$\mu = \frac{M}{P \cdot \frac{d}{2}}$$

베어링 형식	$\mu$ 의 개략치
깊은홈 볼 베어링	0.0013
앵귤러 볼 베어링	0.0015
자동조심 볼 베어링	0.0010
스러스트 볼 베어링	0.0011
원통 로울러 베어링	0.0010
테이퍼 로울러 베어링	0.0022
자동조심 로울러 베어링	0.0028
리테이너부 니이들 로울러 베어링	0.0015
총로울러형 니이들 로울러 베어링	0.0025
스러스트 자동조심 로울러 베어링	0.0028

(3) 레이디얼클리어런스( $\Delta_r$ )과 피로수명(L)

(그림15.3)

레이디얼클리어런스  $\Delta_r$ 과 부하율  $\varepsilon$ 의 관수  $f(\varepsilon)$ 와 의 사이에는 차식이 성립한다.

깊은홈 볼 베어링의 경우

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_w^{1/3}}{0.00044 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{2/3}} \dots \dots \dots (N)$$

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_w^{1/3}}{0.002 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{2/3}} \dots \dots \dots (\text{kgf})$$

원통로울러베어링의 경우

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_{we}^{0.8}}{0.000077 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{0.9}} \dots \dots \dots (N)$$

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_{we}^{0.8}}{0.0006 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{0.9}} \dots \dots \dots (\text{kgf})$$

레이디얼클리어런스  $\Delta_r$ 일때의 부하율  $\varepsilon$ 와  $f(\varepsilon)$  및  $L_c/L$ 의 관계는 표 15.7에 표시한대로이다.

상식으로부터  $f(\varepsilon)$ 를 구하고  $\varepsilon$  및  $L_c/L$ 을 알 수 있다.

(2) 전동체의 자전주속도  $v_a$  및 공전주속도  $v_c$

표 15.6 전동체의 자전주속도 및 공전주속도

구 분	내륜회전 · 외륜정지	외륜회전 · 내륜정지
자 전 수 $n_a(\text{rpm})$	$-\left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
자 전 주 속 도 $v_a(\text{m/sec})$	$-\frac{\pi \cdot D_w}{60 \times 10^3} \left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\frac{\pi \cdot D_w}{60 \times 10^3} \left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
공 전 수 $n_c(\text{rpm})$	$+\left(1 - \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\left(1 + \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
자 전 주 속 도 $v_c(\text{m/sec})$	$+\frac{\pi \cdot D_{pw}}{60 \times 10^3} \left(1 - \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\frac{\pi \cdot D_{pw}}{60 \times 10^3} \left(1 + \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$

비 고 1. ±부호는 시계방향회전일때 +, 반시계방향회전일때 -로 한다.  
2. 전도체의 공전수 및 공전주속도는, 각각 리테이너의 회전수 및 회전주속도와 같아진다.



표 15.7  $\epsilon$ 와  $f(\epsilon)$ ,  $L_\epsilon/L$

$\epsilon$	깊은홈 볼 베어링		원통 로울러 베어링	
	$f(\epsilon)$	$\frac{L_\epsilon}{L}$	$f(\epsilon)$	$\frac{L_\epsilon}{L}$
0.1	33.713	0.294	51.315	0.220
0.2	10.221	0.546	14.500	0.469
0.3	4.045	0.737	5.539	0.691
0.4	1.408	0.889	1.887	0.870
0.5	0	1.0	0	1.0
0.6	-0.859	1.069	-1.133	1.075
0.7	-1.438	1.098	-1.897	1.096
0.8	-1.862	1.094	-2.455	1.065
0.9	-2.195	1.041	-2.929	0.968
1.0	-2.489	0.948	-3.453	0.805
1.25	-3.207	0.605	-4.934	0.378
1.5	-3.877	0.371	-6.387	0.196
1.67	-4.283	0.276	-7.335	0.133
1.8	-4.596	0.221	-8.082	0.100
2.0	-5.052	0.159	-9.187	0.067
2.5	-6.114	0.078	-11.904	0.029
3	-7.092	0.043	-14.570	0.015
4	-8.874	0.017	-19.721	0.005
5	-10.489	0.008	-24.903	0.002
10	-17.148	0.001	-48.395	0.0002

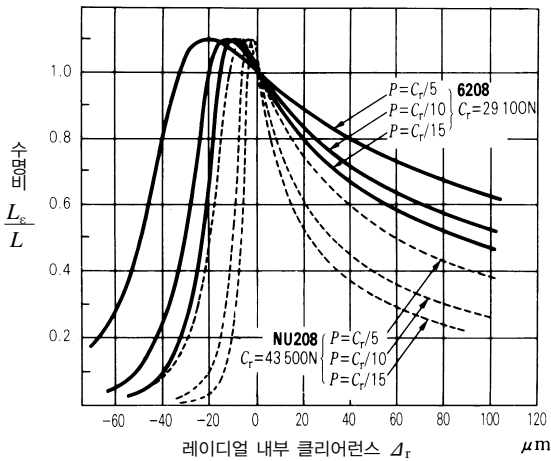


그림 15.13 레이디얼 내부클리어런스와 수명비

15.6 윤활그리스의 명칭과 성능

표 15.8 윤 활 그 리 스 의 명 칭 과

명 명	메이커명	증 조 제	기 유	적점(°C)
대프니크로넥스 2 대프니크로넥스 EP2 아플로일오투렉스 A	출 광 흥 산	리 리 리 리 트 롬 컴 플렉스	통 통 통 통 통 통 광 광 광 에 스텔 유 유 유 유	198 171 192
비콘 325 앤독크 260 앤독크 B  앤독크 C 아라펜 RB300	잇 소 석 유	리 나 나 나 트 롬 컴 플렉스 나 트 롬 컴 플렉스 리 트 롬 + 칼슘	디 광 디 에 스텔 유 유 유 유 유 유 유 광 광 광	191 210 245  260이상 175
이소·플렉스슈퍼 LDS18 이소·플렉스 NBU15 이소·플렉스토파즈 NB52  스타플렉스 NBU12 바리엘타 L55/2 바리엘타 IMI	NOK크류버	리 리 리 바 롬 컬 클렉스 바 롬 컬 플렉스 바 롬 컬 플렉스 불 소 화 합 불 소 화 합	디 디 디 에 에 에 스 스텔 스텔 유 유 유 + + + 광 광 광 성 성 성 탄 탄 탄 화 화 화 수 수 수 소 소 소 유 유 유	190 250 258  250 - -
NS하이루브 말텐프 PS2 말텐프 SC-A  말텐프 ET150 원루버 MP2 어드렉스  말막스 에마루브 8030 유니루브 DL1 알믹스 HDI	협 동 유 지	리 리 우 우 레 리 레 리 레  칼 슈 컬 플렉스 우 리 레 알 미 늄 컴 플렉스	통 통 아 통 통 아 아 통 통 통 통 통  광 광 광 광 광 광 광 광 광	190 189 260이상  260이상 198 198  180 260이상 185 247
다이너막스 2 다이너막스 EP2 모투로그리스 29  내열그리스 B2 와이드그리스 WR3	코스모석유	리 리 리 비 나 트 롬 텔레프타라메이트	통 통 통 통 통 통 광 광 광 에 스텔 유 유 유 유 + + + 광 광 광	201 185 188  - 247
알바니아 2 알바니아 3 알바니아 RA  알바니아 EP2 션라이트 2 토롬 R  에어로셀 5 에어로셀 7 에어로셀 15A	소 화 셸 유	리 리 리 리 리 리 플 리 우 레  마 이 크 로 겔 마 이 크 로 겔 불 소 화 합	통 통 통 통 통 통 통 통 통 통 통 통  광 광 광 광 광 광 광 디 에 스텔 유 유 유 유 유 유 유 유 유	182 183 183  185 196 238  260이상 260이상 234

주 (1) 온도범위의 상한 또는 하한에 근접한 곳 또는 진공상태등의 특수환경에서 사용할 경우에는 **NSK**에 상담하여 주십시오.  
 (2) 단시간운전인 경우, 냉각조건이 양호한 경우에는 그리스의 보급이 적절하다면 이 한계를 넘어 사용할 수 있다.

성능 참고 표

점 도	사용온도범위 <sup>(1)</sup> (°C)	내압성	내수성	허용회전수 <sup>(2)</sup> 에대한사용한계 (%)
280	-20~+110	중	강	60
280	0~+ 80	강	강	60
288	-10~+110	중	강	60
290	-55~+100	약	강	100
250	0~+130	중	약	70
280	-10~+100	중	약	70
205	0~+100	중	약	70
300	-10~+ 80	중	강	70
280	-50~+110	약	강	100
280	-30~+120	약	강	100
280	-40~+130	약	강	90
270	0~+130	중	강	70
280	0~+200	중	강	60
280	0~+200	중	강	70
255	-40~+130	약	강	100
280	-50~+110	약	강	100
280	0~+160	중	강	60
280	-10~+160	중	강	70
270	-10~+110	중	강	70
300	0~+110	강	강	70
300	0~+110	강	강	70
275	0~+110	강	강	60
322	-10~+110	강	강	70
335	0~+120	강	강	60
270	-10~+110	중	강	70
273	0~+ 80	강	강	60
240	-10~+110	중	강	70
280	0~+120	중	강	50
238	-40~+130	약	약	100
277	-10~+110	중	강	70
240	-10~+110	중	강	70
252	-20~+110	약	강	70
276	0~+ 80	강	강	60
273	-10~+110	중	강	70
281	-10~+130	중	강	80
282	0~+120	중	강	70
288	-55~+100	약	강	100
294	-50~+160	약	강	60

다음페이지 계속

명 병	메이커명	증 조 제	기 유	적점(°C)
G 40M G 30L FG 721	신 월 화 학	리 리 통 불 소 화 합 통 물	실 리 콘 유 실 리 콘 유 플 로 르 실 리 콘 유	210 210 254
몰리코드 FS 3451	다 우 코 닝	불 소 화 합 물	플 로 르 실 리 콘 유	260이상
클라이덱스 240AC 클라이덱스 283AC	듀 흥	불 소 화 합 물 불 소 화 합 물	퍼·플로르폴리에틸유(불소유) 퍼·플로르폴리에틸유(불소유)	- -
SH 44M SH 33L SH 41	토 오 레 닝 다 우 코 닝 실 리 콘	리 리 통 리 리 통 carbonblack	실 리 콘 유 실 리 콘 유 실 리 콘 유	210 210 -
니퀘스 SL	일본그리이스	리 통	테트라에스테르유+디에스텔유	194
닛페코 MP2 닛페코 LLP	일 본 광 유	리 통 리 통	광 에 스 텔 유 에 스 텔 유	195 198
ENS 멀타녹크와이드 2 멀타녹크디럭스 2	일 본 석 유	우 레 아 리튬+나트륨텔레프타라메이트 리튬+나트륨텔레프타라메이트	데 트 라 에 스 테 르 유 + 광 유 디 에 스 텔 유 + 광 유	260 215 200
멀타녹크그리스 2 멀타녹크우레아		리 우 레 아	광 유 광 유	200 260이상
파이로녹크 2 파이로녹크유니버설 N-6B 에피녹크 그리스 NO.2 다이아몬드멀티퍼파스 2		우 레 아 리 리 통 리 통	광 유 광 유 광 유	260이상 260이상 180 192
모빌릭스 2 모빌그리스 22 모빌플렉스 47 모빌그리스 28		리 리 통 리 리 통 칼 쉘 컴 플렉 스 벤 트 나 이 트	광 에 스 텔 유 + 광 유 광 유 합 성 탄 화 수 소 유	190 192 260이상 260이상

주 (1) 온도범위의 상한 또는 하한에 근접한 곳 또는 진공상태등의 특수환경에서 사용할 경우에는 **NSK** 에 상담하여 주십시오.  
 (2) 단시간운전의 경우 냉각조건이 양호한 경우에는, 그리스보급이 적절하다면 이 한계를 넘어 사용할 수 있다.

점 도	사용온도범위 <sup>(1)</sup> (°C)	내압성	내수성	허용회전수 <sup>(2)</sup> 에대한사용한계 (%)
260	-30~+160	약	강	60
300	-60~+120	약	강	60
293	0~+180	중	강	70
285	0~+180	중	강	70
282	0~+200	중	강	70
229	0~+200	중	강	70
260	-30~+160	약	강	60
300	-60~+120	약	강	60
280	0~+180	약	강	40
245	-40~+130	약	강	100
275	0~+110	중	강	60
231	-40~+130	약	강	100
276	-40~+160	약	강	100
280	-40~+120	약	강	100
280	0~+120	중	강	70
280	-10~+110	중	강	70
290	-10~+130	중	강	80
280	0~+130	중	강	70
280	0~+130	중	강	70
288	0~+ 80	중	강	70
278	-10~+110	중	강	70
280	-10~+110	중	강	70
274	-40~+120	약	강	100
280	-10~+100	중	강	60
280	-40~+140	중	강	70