

구름 베어링- I (Rolling Bearing- I)

한국폴리아세탈(주)
KOREA POLYACETAL CO., LTD.

KPAC

서울시 중구 소공로 94, 14층 (소공동, OCI빌딩)
14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel +82-2-728-7400 Fax 82-2-714-9235 www.gpac-kpac.com

1. 베어링(Bearing)

1-1. 개요

축과 하우징 사이의 상대운동을 원활하게 하며 축으로부터 전달되는 하중을 지지하는 기계요소이다. 베어링과 만나는 축 부분을 저널(journal)이라고 한다. 베어링 부분에서는 마찰로 인한 열이 발생하고 동력손실이 수반된다.

1-2. 베어링 분류(접촉방식에 따른)

- (1) 미끄럼 베어링(sliding bearing) : 축과 베어링 사이의 윤활유에 의하여 유막이 형성되어 미끄럼 마찰이 일어난다.
- (2) 구름 베어링(rolling bearing) : 전동체에서 구름 마찰이 일어난다.

1-3. 미끄럼 베어링과 구름 베어링의 비교

| 구 분 | 미끄럼 베어링 | 구름 베어링 |
|-------|--------------------|-----------------------------|
| 기동 토크 | 유막 형성이 늦을 경우에 크다. | 기동 토크가 작다. |
| 충격 흡수 | 유막에 의한 감쇠력이 우수하다. | 감쇠력이 작아 충격흡수력이 작다. |
| 간편성 | 제작 시 전문지식이 필요하다. | 설치가 간편하다. |
| 강성 | 작다. | 크다. |
| 운전속도 | 공진속도를 지나 운전할 수 있다. | 공진속도 이내에서 운전해야 한다. |
| 고온 | 윤활유의 점도가 감소한다. | 전동체의 열팽창으로 고온 시 냉각장치가 필요하다. |
| 규격화 | 자체 제작하는 경우가 많다. | 표준형 양산품이며, 호환성이 높다. |

2. 구름 베어링(Rolling Bearing)

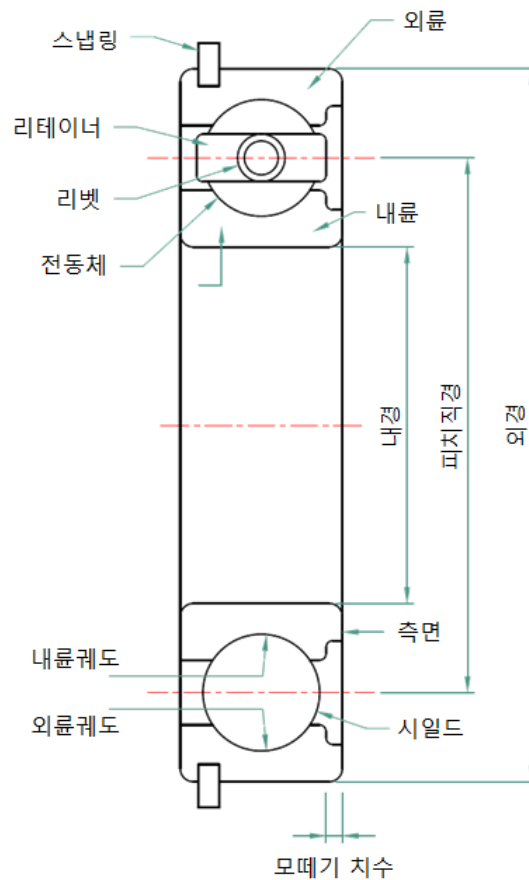
2-1. 특징

- (1) 구름 접촉을 하므로 마찰계수 및 기동저항이 작으며 발열도 작다.
- (2) 규격화된 치수로 생산되기 때문에 교환이 쉽고 사용이 간편하다.
- (3) 소음이 발생하기 쉽고, 외부 충격을 흡수하는 능력이 작다.

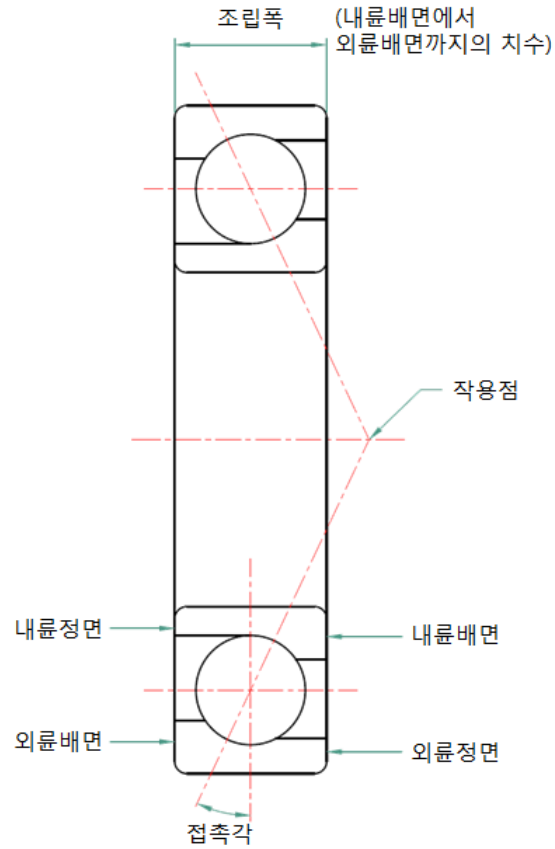
2-2. 구조

- (1) 레이디얼 베어링
 - 내륜(inner race), 외륜(outer race), 전동체(rolling element), 리테이너(retainer)로 구성
 - 1) 내륜과 외륜: 전동체가 구르는 궤도이며, 내륜은 축과 결합하고 외륜은 하우징과 결합한다.
 - 2) 리테이너: 케이지(cage)라고도 하며 전동체를 부분적으로 감싸주어 전동체가 몰리지 않도록 간격을 고르게 유지시켜 전동체끼리 서로 접촉하는 것을 방지한다.
- (2) 스러스트 베어링
 - 회전륜(inner ring washer), 정지륜(outer ring washer), 전동체, 세퍼레이터(separator)로 구성

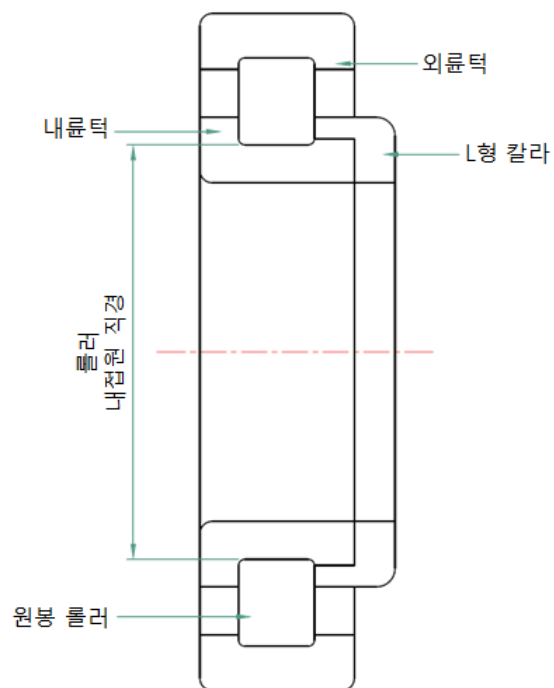
- 1) 회전륜과 정지륜: 전동체가 구르는 궤도이며, 회전륜은 축과 결합하고 고정륜은 하우징과 결합한다.
 - 2) 세퍼레이터: 전동체가 물리지 않도록 간격을 고르게 유지하고 전동체끼리 서로 접촉하는 것을 방지한다.
- (3) 접촉각
- 1) 내륜과 외륜(또는 회전륜과 고정륜)이 전동체와 접촉하는 점을 잇는 직선이 회전축에 수직한 직선과 이루는 각을 말한다.
 - 2) 호칭 접촉각: 외력을 가하지 않은 상태에서 접촉하기 시작하는 접촉각을 말한다.
 - 레이디얼 베어링: 호칭 접촉각 $< 45^\circ$
 - 스러스트 베어링: 호칭 접촉각 $> 45^\circ$



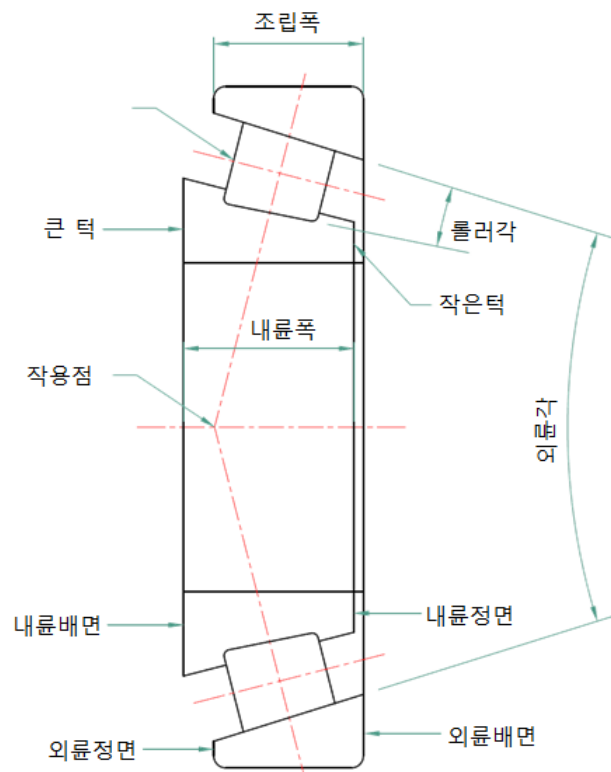
<단열 깊이 하부 베어링>



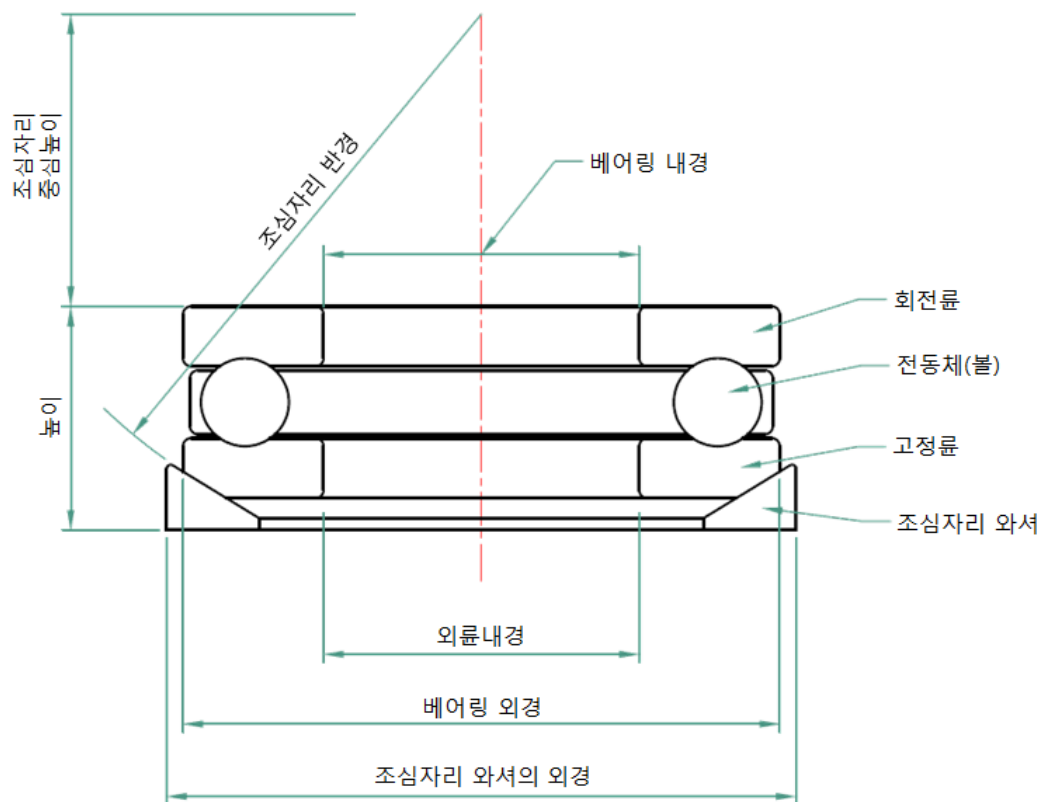
<단열 앵글러 볼 베어링>



<원통 롤러 베어링>



<테이퍼 롤러 베어링>



<단열 스러스트 볼 베어링>

[그림] 1. 구름 베어링의 구조와 명칭

2-3. 구름 베어링의 분류

(1) 전동체 모양에 의한 분류

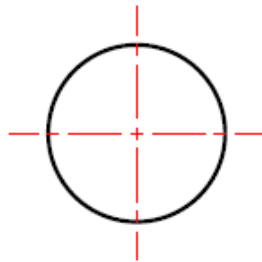
1) 볼 베어링(ball bearing)

전동체가 볼이며, 점접촉을 하기 때문에 마찰저항이 적어 고속 및 고정밀 회전축에 적합하다.

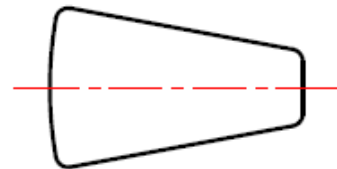
2) 롤러 베어링(roller bearing)

→ 전동체가 롤러이며, 롤러의 모양에 따라 원통 롤러(cylinder roller), 테이퍼 롤러(tapered roller), 구면 롤러(spherical roller), 침상 롤러(needle roller)로 구분한다.

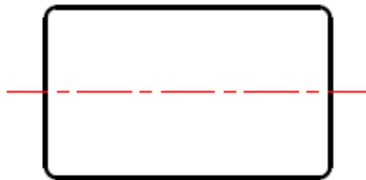
→ 전동체가 선접촉을 하므로 하중을 지지하는 면적이 커져 중하중용으로 적합하다.



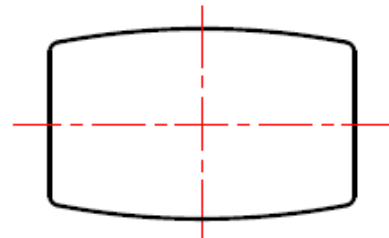
(a) 볼(ball)



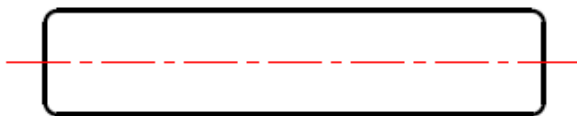
(d) 원추 롤러(tapered roller)



(b) 원통 롤러(cylinder roller)



(e) 구면 롤러(spherical roller)



(c) 침상 롤러(needle roller)

[그림] 2. 전동체의 형상

(2) 지지 하중의 방향에 의한 분류

1) 레이디얼 베어링(radial bearing)

2) 스러스트 베어링(thrust bearing)

- (3) 전동체 배열의 열수에 의한 분류
 - 1) 단일 베어링(single row bearing)
 - 레이디얼 베어링에서 전동체가 배열되는 열수가 1열인 경우
 - 2) 복렬 베어링(double row bearing)
 - 레이디얼 베어링에서 전동체가 배열되는 열수가 2열인 경우
- (4) 궤도륜의 분리 여부에 따른 분류
 - 1) 분리형 베어링(separable bearing)
 - 궤도륜(내륜과 외륜 또는 회전륜과 고정륜)의 분리가 가능하다.
 - 2) 비분리형 베어링(non-separable bearing)
 - 궤도륜(내륜과 외륜 또는 회전륜과 고정륜)을 분리할 수 없다.
- (5) 양쪽으로 축방향 하중 지지 여부에 따른 분류
 - 1) 단식 스러스트 베어링(single direction thrust bearing)
 - 스러스트 베어링에서 한쪽 방향의 스러스트 하중을 받는 경우
 - 2) 복식 스러스트 베어링(double direction thrust bearing)
 - 스러스트 베어링에서 양쪽 방향의 스러스트 하중을 받는 경우

2-4. 종류

- 2-4-1. 단일 깊은 홈 볼 베어링(deep groove ball bearings)
 - (1) 구름 베어링 중 가장 일반적인 형태로 가격이 저렴한 비 분리형 베어링이다.
 - (2) 반경방향 하중을 지지하며, 내륜과 외륜의 턱에 의하여 약간의 축방향의 하중 지지 가능하다.
 - (3) 볼형태의 전동체가 점접촉을 하므로 마찰토크가 적어 동력손실이 적고 고속회전 가능하다.

- 2-4-2. 앵귤러 볼 베어링(angular contact ball bearing)
 - (1) 고정밀도 고속회전에 적합하게 개발된 비 분리형 베어링이다.
 - (2) 반경방향 하중과 축방향 하중을 동시에 지지 가능하다.
 - (3) 하중지지 능력을 높이기 위해 깊은 홈 볼 베어링보다 많은 수의 볼을 넣을 수 있게 궤도륜의 한쪽 턱을 낮게 하였으며, 축방향 하중 지지능력을 높이기 위하여 궤도륜의 다른 쪽 턱을 높고 두껍게 한다.
 - (4) 공작기계의 주축에 주로 사용한다.
 - (5) 단일 앵귤러 볼 베어링은 한쪽 축방향 하중만 받을 수 있으며, 양쪽 축방향 하중을 받게 하기 위해서는 두 개를 짝지어 사용하거나 다른 베어링에 덧붙여 사용한다.
 - (6) 접촉각이 커질수록 축방향 하중 지지능력이 커지며, 작아질수록 고속회전에 유리하다.

2-4-2-1. 조합 앵귤러 볼 베어링

- 두 개의 베어링을 조합하여 사용하는 경우가 많으며 결합방법에 따라 정면조합(DF), 배면조합(DB), 병렬조합(DT)으로 구분한다.

(1) 배면조합(DB)

- 1) 외륜의 두꺼운 부분끼리 맞대는 결합이다.
- 2) 양쪽 축방향 하중과 반경방향 하중을 받을 수 있으며 적정량의 예압이 필요하다.
- 3) 유효 하중점 사이의 거리가 멀어 큰 모멘트 하중이 작용하는 곳에 적합하다.
- 4) 내륜에 너트를 체결하여 예압의 부여가 가능하다.

(2) 정면조합(DF)

- 1) 외륜의 얇은 부분끼리 맞대는 결합이다.
- 2) 양쪽 축방향 하중과 반경방향 하중을 받을 수 있으며 적정량의 예압이 필요하다.
- 3) 유효 하중점 사이의 거리가 가까워 모멘트에 대응하는 힘이 줄어드는 반면 설치오차로 인한 경사각을 허용한다.
- 4) 외륜을 눌러서 예압을 부여한다.

(3) 병렬조합(DT)

- 1) 한쪽 방향으로 작용하는 큰 축방향 하중을 분산하여 지지하며, 반경방향 하중도 지지가 가능하다.
- 2) 각 베어링에 동일한 하중을 분배한다.

2-4-2-2. 복렬 앵글러 볼 베어링

- (1) 앵글러 볼 베어링을 2열로 배열하여 일체형으로 만든 것이다.
- (2) 설치가 간단하며, 조합된 단열 베어링보다 폭 치수가 작아서 설치공간이 감소한다.
- (3) 모멘트 하중과 양쪽으로 작용하는 축방향 하중을 지지한다.
- (4) 고속회전이나 고정도 회전의 관점에서 단열 앵글러 볼 베어링이나 조합 앵글러 베어링보다 열세이다.

2-4-3. 자동조심 볼 베어링(self-aligning ball bearing)

- (1) 복렬로 구성된 비분리형 베어링으로 내륜 궤도가 두 개로 분리되며, 외륜이 구면인 공용궤도이다.
- (2) 축이나 하우징이 기울어질 경우 외륜의 궤도면이 구면궤도를 따라 기울어져 경사각을 보정하는 조심작용을 한다.
- (3) 허용 조심각은 $1.5^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 이며, 설치오차를 피할 수 없는 경우 또는 축이 휘기 쉬운 경우 등 허용 경사각이 비교적 클 때 사용한다.
- (4) 내경이 원통인 경우 기호가 없고, 내경이 테이퍼진 경우 뒤에 K로 표시한다.

2-4-4. 매그니토 베어링(magneto ball bearing)

- (1) 외륜의 한쪽에만 턱이 있는 외륜 분리형 구조로 설치와 해체가 용이하다.
- (2) 두 개를 반대방향으로 짝지어 사용한다.
- (3) 내연기관의 발전용으로 개발되어 붙여진 이름이다.

2-4-5. 원통 롤러 베어링(cylindrical roller bearing)

- (1) 분리형 베어링으로 전동체(롤러)가 내외륜에서 선접촉을 하므로 하중 지지용량이 크고 반경방향으로 강성이 높다.
- (2) 롤러 베어링 중에서 가장 큰 회전속도를 사용할 수 있다.
- (3) 내륜과 외륜의 턱이 붙은 상태와 배열에 따라 여러 가지 형식을 갖는다.

2-4-6. 자동조심 롤러 베어링(self-aligning roller bearing)

- (1) 복렬 베어링이며, 전동체로 비대칭 롤러를 사용한 베어링과 대칭인 롤러를 사용한 베어링이 있다.
- (2) 전동체가 롤러이기 때문에 하중 지지력이 크다.
- (3) 외륜의 공용의 구면궤도로서 조심작용을 한다.
- (4) 내륜은 중간 턱으로 분리된 이중궤도를 갖는다.
- (5) 허용 조심각은 베어링의 종류에 따라 다르며, 대개 $1^{\circ} \sim 2.5^{\circ}$ 이다.

2-4-7. 테이퍼 롤러 베어링(tapered roller bearing)

- (1) 내외륜 분리형으로 설치 및 해체가 용이하다.
- (2) 전동체는 내륜의 턱에 안내되어 구배진 궤도를 구른다.
- (3) 한쪽방향으로 작용하는 축방향 하중과 반경방향 하중을 동시에 지지할 수 있다.
- (4) 앵귤러 볼 베어링과 마찬가지로 2개가 대응되어 사용되거나 여러 개가 조합된 복합 베어링으로 사용된다.
- (5) 내경 구멍은 원통형이다.
- (6) 단일 베어링은 접촉각에 따라 표준 접촉각, 중간 접촉각, 급 접촉각으로 구분되며, 복렬 베어링은 배열방법에 따라 외방향과 내방향으로 구분된다.
- (7) 테이퍼 롤러 베어링의 조합은 배면조합, 정면조합, 병렬조합으로 구분되며 조합 앵귤러 볼 베어링과 같은 개념으로 사용한다.

2-4-8. 니들 롤러 베어링(needle roller bearing)

- (1) 단일분리형 베어링이며, 전동체는 길이가 직경의 3~10배 정도로 가늘고 긴 롤러 형태이다.
- (2) 내경에 비하여 외경이 작아 설치공간이 작고 경량화에 좋으며 강성이 크고 정밀도가 높다.
- (3) 반경방향 하중만 받으며 자유 측 베어링으로 사용한다.
- (4) NA계열은 내륜이 있고, RNA계열은 내륜이 없어서 축에 직접 접촉한다.

2-4-9. 스러스트 볼 베어링(thrust ball bearing)

- (1) 분리형 베어링으로 고정륜, 회전륜, 전동체와 이것의 간격을 유지하는 세퍼레이터로 구성된다.
- (2) 회전륜은 축에 고정, 고정륜은 하우징에 고정된다.
- (3) 경사에 민감하나 축방향 하중을 견고하게 지지한다.
- (4) 축방향 하중만을 지지하며, 반경방향 하중은 지지할 수 없다.
- (5) 고속회전에 부적합하며, 축경사를 흡수해야 할 경우 외륜과 접촉하는 조심자리와 와셔를

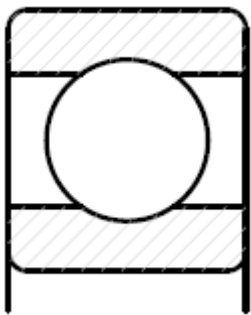
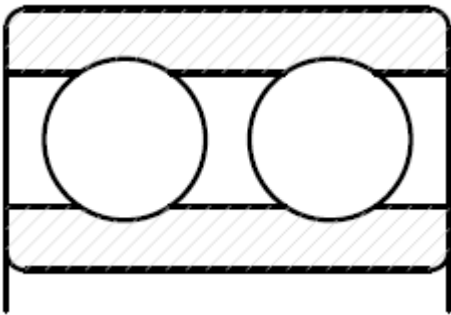
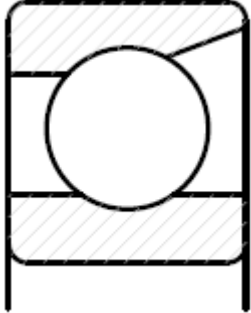
사용한다.

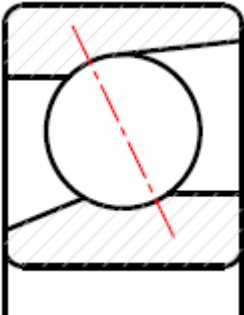
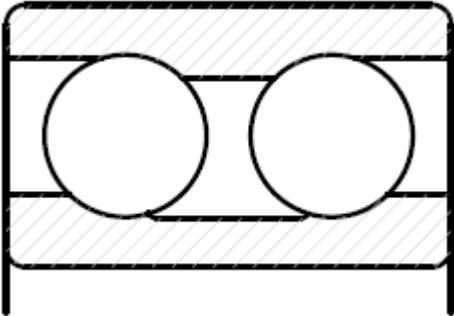
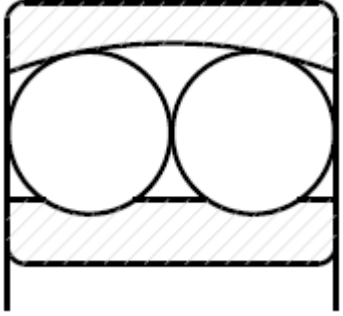
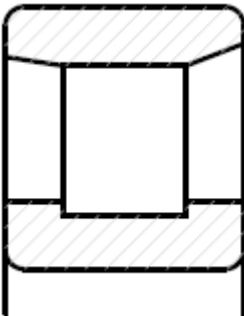
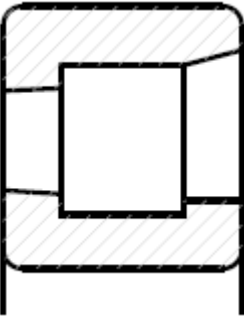
- (6) 단식(single direction)의 경우에는 한쪽 방향으로 작용하는 축방향 하중을 받으며, 회전륜은 축에 고정되고 고정륜은 하우징에 고정된다.
- (7) 복식(double direction)의 경우에는 양쪽 축방향 하중을 받으며, 수직축의 경우 전동체의 상하(또는 수평축의 경우에는 좌우)에는 고정륜이 하우징에 고정되고 가운데 부분에는 회전륜이 축에 고정된다.
- (8) 하우징과 결합하는 고정륜의 형태에 따라 평면자리형, 조심자리형, 조심와셔붙이형으로 구분한다.

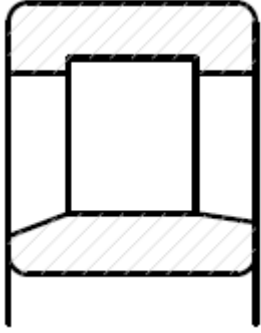
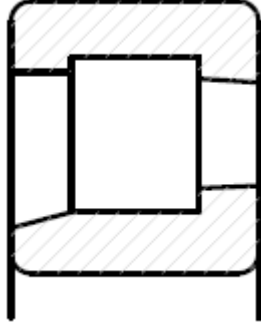
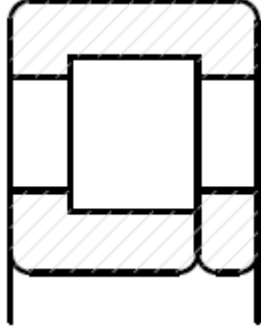
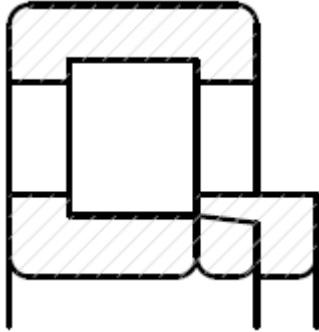
2-4-10. 스러스트 자동조심 롤러 베어링(self-aligning thrust roller bearing)

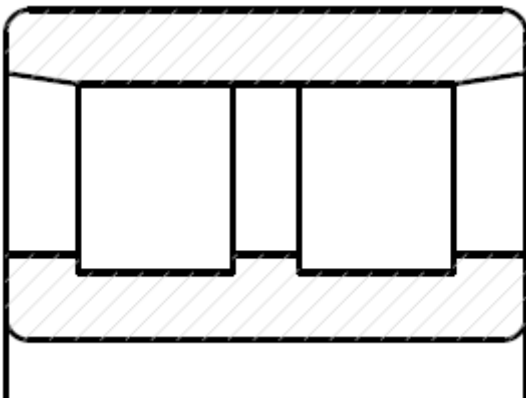
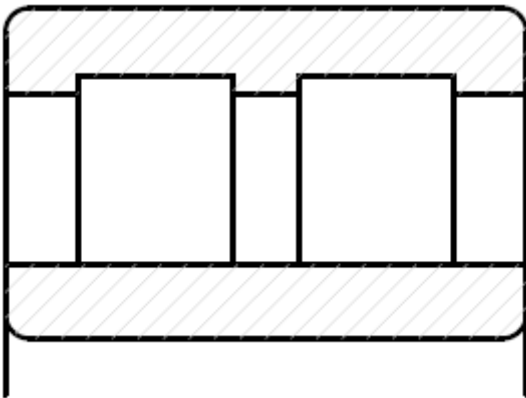
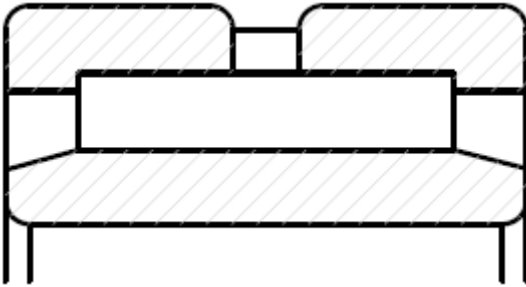

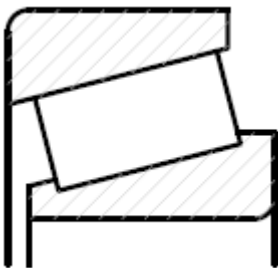
- (1) 큰 축방향 하중을 받을 수 있으며, 외륜궤도가 구면으로서 자동조심성이 있다.
- (2) 설치오차 및 축의 힘을 받아주며, 고속회전에는 부적합하다

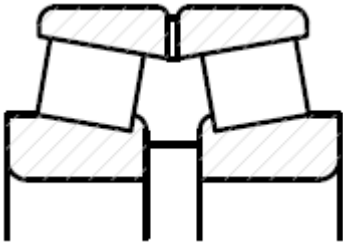
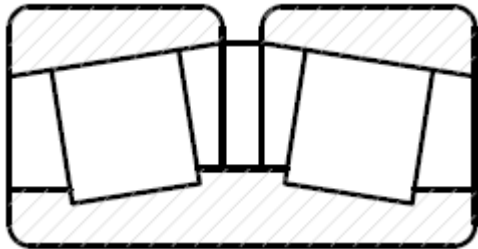
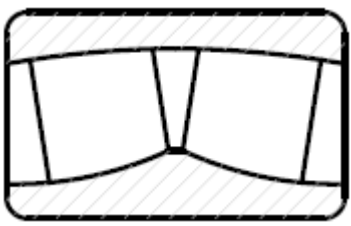
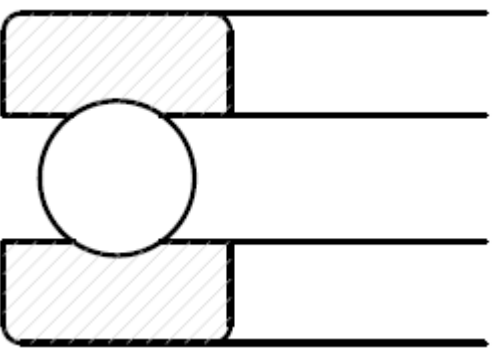
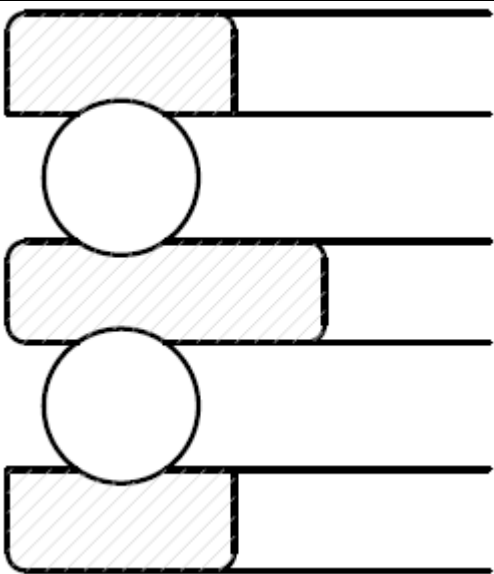
[표] 1. 베어링의 단면약도 및 특징

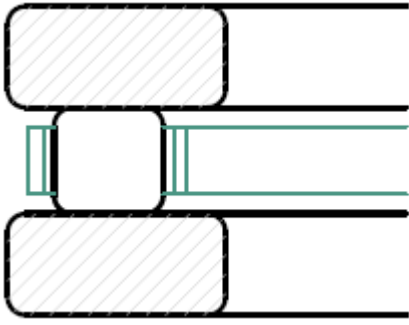
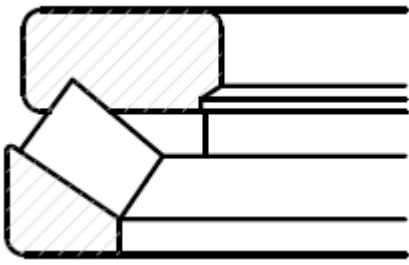
| 레이디얼 볼 베어링의 단면약도 및 특징 | | | |
|-----------------------|----|--|---------|
| 구분 | | 단면약도 | 특징 |
| 깊은 홈 볼 베어링 | 단열 |  | 비분리형 |
| | 복렬 |  | |
| 매그니토 베어링 | 단열 |  | 분리형 베어링 |

| | | | |
|---------------|----|---|-------------------------------------|
| 앵글러 볼 베어링 | 단열 |  | 비분리형 |
| | 복렬 |  | 그림은 볼을 넣는 홈이 있는 경우이며, 홈이 없는 경우도 있다. |
| 자동조심 볼 베어링 | 복렬 |  | 복렬, 비분리형, 외륜궤도면은 구면 |
| 원통 롤러 베어링 | 단열 |  | 외륜턱이 없다. 내륜 양쪽 턱 붙이 |
| | |  | 외륜 한쪽 턱붙이 내륜 양쪽 턱붙이 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | |  | 외륜 양쪽 턱붙이 내륜 턱이 없다. |
| | |  | 외륜 양쪽 턱붙이 내륜 한쪽 턱붙이 |
| | |  | 외륜 양쪽 턱붙이 내륜 한쪽 턱붙이 내륜 이완 리브붙이 |
| | |  | 외륜 양쪽 턱붙이 내륜 한쪽 턱붙이인 NJ형에 내륜 L형 이완 리브붙이를 한 것 |

| | | | |
|---------------|----|--|---|
| | 복열 |  | 외륜턱이 없다. 내륜 양쪽 턱붙이 |
| | |  | 외륜 양쪽 턱붙이 내륜턱이 없다. |
| 니들 롤러 베어링 | 단열 |  | 내륜턱이 없다. 외륜 양쪽 턱붙이 |
| | |  | 내륜이 없다. 전동체가 축에 직접 접 촉, 외륜 양쪽 턱붙이 |
| 테이퍼 롤러 베어링 | 단열 |  | 분리형 테이퍼 롤러 |

| | | | |
|---------------------|-----------|--|---|
| | 복렬 내향형 |  | 테이퍼 롤러 두 줄의 궤도륜을 갖는 외륜 1개, 2개의 내륜 |
| | 복렬 외향형 |  | 테이퍼 롤러 두 줄의 궤도륜을 갖는 내륜 1개, 2개의 외륜 |
| 자동조심 롤러 베어링 | 복렬 |  | 비분리형 외륜궤도 구면 |
| 스러스트 베어링의 단면약도 및 특징 | | | |
| 구분 | 단면약도 | | 특징 |
| 스러스트 볼 베어링 | 단식 |  | 분리형, 평면자리 한쪽으로 작용하는 축방 향 하중 |
| | 복식 |  | 분리형, 평면자리 양쪽으로 작용하는 축방 향 하중 |

| | | | |
|----------------|----|--|-------------------------------|
| 스러스트 롤러 베어링 | 단식 |  | |
| | 복식 |  | 분리형, 평면자리, 단식, 하우징에 반구면 궤도 |

2-5. 규격 및 치수표기

[표] 2. 베어링 호칭번호의 구성

| 기본기호 | | | | 보조기호 | | | | | | |
|----------|-------------------------|----------------|-----------|-----------|------------|--------------|-------------|----------|------------|----------|
| 계열기호 | | | 안지름 번호 | 적축각 번호 | 리테이너 기호 | 시일기호 실드기호 | 궤도륜 형상기호 | 조합 기호 | 내부틈새 기호 | 등급 기호 |
| 형식 기호 | 치수기호 | | | | | | | | | |
| | 폭계열 또는 높이계열 기호 | 직경 계열 기호 | | | | | | | | |

2-5-1. 기본기호

(1) 형식기호

1) 베어링의 형식에 따라 정해진 번호 또는 기호이다.

ex) 1, 2, 3, 4 → 복렬 베어링

6, 7 → 단열 베어링

N → 원통 롤러 베어링

(2) 치수계열 기호

1) 베어링의 치수는 안지름, 바깥지름, 폭(또는 높이)이 기본이다.

2) 폭계열 기호(스러스트 베어링에서는 높이계열 기호)와 바깥지름계열 기호를 조합한 것이다.

3) 베어링의 치수규격은 안지름을 기준으로 각각의 안지름에 대하여 여러 가지 크기의 폭과 바깥지름을 조합한 것으로 구성되어 있다.

4) 두 자리 수로 나타내며, 첫 번째 숫자는 폭계열(또는 높이계열) 수이며, 두 번째 숫자는 지름계열 수로 나타낸다.

5) 베어링의 치수계열 종류

- ① 레이디얼 베어링의 치수계열(테이퍼 롤러의 치수계열제외)
- ② 테이퍼 롤러 베어링의 치수계열
- ③ 스러스트 베어링 치수계열

6) 폭기호 또는 높이기호

- ① 각각의 내경에 대하여 단계적으로 폭을 정한 것이다.
- ② 폭계열 숫자가 혼동이 없는 범위 내에서 생략되는 경우가 있다.
- ③ 레이디얼 베어링에서는 (8) → (9) → 0 → 1 → 2 → 3 → (4) → (5) → (6) 순으로 폭이 커진다.
- ④ 스러스트 베어링에서는 (7) → (8) → (9) → (0) → 1 → 2 → 3 → 4 → (5) → (6) 순으로 높이가 커진다. (※ 괄호 안의 숫자는 잘 안 쓰이는 계열을 의미한다.)

7) 직경기호

- ① 각각의 내경에 대하여 바깥지름을 단계적으로 정한 것이다.
- ② 안지름에 대하여 바깥지름이 클수록 하중 지지력이 높아진다.
- ③ (7) → (8) → (9) → 0 → 1 → 2 → 3 → 4 순으로 외경이 커진다.
- ④ 0 및 1 → 특별 경하중, 2 → 경하중, 3 → 중간하중, 4 → 무거운 중하중형

(3) 안지름 부여방법

- 1) 크기에 따라 다르며 기호를 붙이는 방법은 다음과 같다.

[표] 3. 안지름 번호 부여방법

| 안지름 범위 [mm] | 안지름 치수 | 안지름 기호 | 예 |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 10[mm] 미만 | 반지름이 정수인 경우 반지름이 정수아닌 경우 | 반지름 /반지름 | 2[mm]이면 2 2.5[mm]이면 /2.5 |
| 10[mm]이상 20[mm]미만 | 10[mm] 12[mm] 15[mm] 17[mm] | 00 01 02 03 | |
| 20[mm]이상 500[mm]미만 | 5의 배수인 경우 5의 배수가 아닌 경우 | 안지름을 5로 나눈 수 /안지름 | 40[mm]이면 08 28[mm]이면 /28 |
| 500[mm]이상 | | /안지름 | 560[mm] /560 |

2-5-2. 보조기호

- (1) 리테이너 기호 : 리테이너의 재질, 제조방법 등을 나타낸다.

- M : 동합금 리테이너
- W : 강판을 프레스 압연한 리테이너
- T : 플라스틱 리테이너
- V : 리테이너 없음.(롤러로 짝 찬 베어링)

- (2) 실(seal) 및 실드(shield) 기호 : 밀봉 형태에 따라 붙이며 개방형에는 표시기호가 없다.

- U : 한쪽면 비접촉 실
- UU : 양쪽면 비접촉 실
- D : 한쪽면 접촉 실

- DD : 양쪽면 접촉 실
- (3) 궤도륜 형상 기호 : 내륜 또는 외륜 형상의 특징을 나타낸다.
- (4) 조합기호 : 베어링을 짝지어 사용할 때의 기호이다.
 - DB : 배면조합
 - DF : 정면조합
 - DT : 병렬조합
 - KB : DB 조합에서 외륜에 스페이서가 붙은 경우
- (5) 내부틈새 기호 : 내륜 및 외륜 사이에 있는 볼의 틈새를 나타내며 첨자의 숫자가 커질수록 내부틈새가 크기가 커진다. CN은 보통 크기의 내부틈새를 나타내며, 일반적으로 기호를 쓰지 않는다. 틈새의 크기를 부등호로 나타내면 다음과 같다.
 $C1 < C2 < CN < C3 < C4 < C5$
- (6) 정밀도 등급기호 : 숫자가 작아질수록 정밀도가 높다.
 0급(보통급), 6급(상급), 5급(정밀급), 4급(초정밀급), 2급(극초정밀급)
 정밀도 순서 : 기호 없음(0급 또는 일반급) < P6X < P6 < P5 < P4 < P2

2-6. 베어링 선정 시 검토항목

- (1) 하중
 - 1) 하중을 받는 방향에 따른 분류
 - ① 반경방향 하중
 - ② 축방향 하중
 - ③ 합성 하중
 - 2) 베어링 종류와 지지할 수 있는 하중
 - ① 스러스트 베어링 → 축방향 하중
 - ② 일부 레이디얼 베어링 → 반경방향 하중과 다소간의 축방향 하중
 - ③ 깊은 홈 볼 베어링 → 약간의 축방향 하중
 - ④ 앵귤러 볼 베어링이나 테이퍼 롤러 베어링의 조합 → 양쪽으로 작용하는 축방향 하중
 - 3) 고속회전인 경우 → 볼 베어링, 고하중인 경우 → 롤러 베어링 선정
- (2) 베어링 설치공간
 - 1) 축의 크기 및 설치공간 내에서 베어링 및 기타 부품들이 조립 가능하도록 형식, 배열, 치수 등을 결정해야 한다.
- (3) 허용경사각
 - 1) 허용경사각 : 베어링 내외륜 사이의 상대적 기울어짐을 말한다.
 - 2) 설치오차 또는 큰 진동으로 인하여 큰 경사가 예상되는 경우에는 자동조심 볼 베어링, 자동조심 롤러 베어링을 사용한다.
 - 3) 배면 또는 정면조합된 앵귤러 볼 베어링, 스러스트 볼 베어링 등은 경사가 허용되지 않는다.

(4) 베어링 강성

- 1) 베어링 하중에 의한 전동체의 탄성변형률로서 계의 진동에 영향을 미친다.
- 2) 롤러 베어링의 강성은 볼 베어링에 비해 크다

(5) 회전정밀도

- 1) 높은 정밀도가 요구되는 경우 축의 불평형량(unbalance)을 줄이고, 베어링 선정 시 깊은 홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링, 원통 롤러 베어링을 사용한다.

(6) 회전소음

- 1) 정밀 베어링은 소음이 적다.
- 2) 저소음이 요구되는 경우에는 깊은 홈 볼 베어링을 사용한다.

(7) 허용회전수

- 1) 설계하고자 하는 기계의 회전속도가 허용범위 안에 들어가는가 확인하다.
- 2) 작용하중, 윤활 및 냉각방식, 베어링 형식에 영향을 받는다.
- 3) 반경방향 하중만 받고 고속회전이 요구될 때는 깊은 홈 볼 베어링 또는 원통 롤러 베어링을 사용한다.
- 4) 높은 강성과 고속회전이 요구될 때는 전동체를 세라믹 볼로 대체하기도 한다.

(8) 베어링 수명

- 1) 하중과 사용 회전수에 따라 달라진다.

(9) 설치와 해체

- 1) 기계의 조립 및 보수 등으로 인한 설치와 해체가 용이해야 한다.
- 2) 설치해체가 빈번한 곳에는 원통 롤러 베어링(N, NU형), 니들 베어링, 테이퍼 롤러 베어링을 사용한다.
- 3) 슬리브(sleeve)와 락 너트(lock nut)를 사용하면 설치, 해체가 용이하다.

2-7. 베어링 배열

- (1) 베어링은 회전축의 축방향 위치를 고정하는 역할을 담당하는 베어링과 회전축의 축방향 이동을 흡수하는 역할을 담당하는 베어링으로 분류한다.
- (2) 축방향 위치를 고정하는 역할에 따라 자유측 베어링, 고정측 베어링, 반고정 베어링으로 분류한다.

2-7-1. 고정측과 자유측 베어링 배열

- (1) 베어링 중 1개는 고정측 베어링으로 정하고 다른 베어링은 자유측으로 정한다.
- (2) 원칙적으로 정정계(statically determinate system)가 되도록 한다.
- (3) 고정측 베어링
 - 1) 축의 위치결정을 담당하는 베어링이다.

- 2) 내륜과 회전축의 결합 그리고 외륜과 하우징의 결합에 있어 회전축이 축방향으로 움직이지 않도록 설치한다.
- 3) 반경방향 하중과 양쪽으로 작용하는 축방향 하중을 지지한다.
- (4) 자유측 베어링
 - 1) 설치오차, 온도변화, 진동 등을 흡수하기 위하여 축방향으로 이동이 가능하도록 설치한다.
 - 2) 축방향 하중을 받지 않는다.
 - 3) 자유측에 사용되는 비분리형 베어링은 내륜과 외륜 중 어느 한쪽을 축방향 이동이 가능하도록 헐거운 끼워맞춤을 하고 다른 한쪽은 고정한다.
 - 4) 자유측에 사용되는 분리형 베어링은 내륜과 외륜 모두 축과 하우징에 각각 축방향으로 움직이지 않도록 고정하며, 축방향 이동은 전동체와 궤도륜 사이에서 가능하다.

2-7-1-1. 자유측에 사용되는 베어링과 설치 방법

자유측에는 분리형 베어링과 비분리형 베어링 모두 사용될 수 있으나 고정방법은 다르다.

- (1) 자유측에 분리형 베어링을 사용하는 경우
 - 1) 내륜과 외륜을 모두 축방향으로 고정시킨다.
 - 2) 전동체가 외륜(또는 내륜)에서 축방향으로 이동하므로써 자유측 베어링의 역할을 수행한다.
- (2) 자유측에 비분리형 베어링을 단독으로 사용하는 경우
 - 1) 내륜 또는 외륜 중 어느 한쪽(일반적으로 외륜)을 헐거운 끼워맞춤으로 하여 축방향 이동이 가능하도록 틈새를 두어야 한다.
 - 2) 일반적으로 회전운동을 하지 않는 외륜을 축방향으로 고정하는 것보다 회전운동을 하는 내륜을 축방향으로 고정하는 것이 충격이나 발열의 관점에서 유리하다.
 - 3) 사용 예 : 깊은 홈 볼 베어링이나 스페이셜 롤러(자동조심롤러) 베어링 등을 사용한다.
- (3) 자유측에 분리형 베어링을 조합하여 설치하는 경우
 - 1) 높은 회전정밀도가 요구되는 경우 자유측에 앵귤러 콘택 볼 베어링을 배면조합하고 외륜을 헐거운 끼워맞춤을 하여 축방향 이동이 가능하도록 틈새를 둔다. 이 경우 고정측은 앵귤러 콘택 볼 베어링을 배면조합하고 축방향으로 고정시킨다.

2-7-1-2. 고정측에 사용되는 베어링과 설치 방법

축방향 하중의 크기와 요구되는 축의 회전정밀도에 따라 고정측에 사용되는 베어링을 결정한다. 내륜과 외륜 모두 축방향으로 이동하지 못하도록 고정한다. 베어링이 여러 곳에서 반경방향 하중을 지지하더라도 축방향 하중은 한 곳에만 작용하도록 고정측 베어링을 설계한다. 축방향 하중을 지지하는 고정측 베어링을 여러 곳에 설치하는 경우 축에 예압이 발생하고 운전 중에는 회전축이 축방향으로 탄성변형을 하여 불안정을 초래하게 된다.

(1) 회전 정밀도가 요구되지 않는 경우

- 1) 회전 정밀도가 문제되지 않고 간단히 설치하고자 할 때에는 고정측에 비분리형 베어링을 단독으로 사용한다.
- 2) 내외륜과 전동체 사이의 틈새가 있으므로 약간의 축방향이동이 발생하며 회전 정밀도가 낮다.
- 3) 사용 예 : 깊은 홈 볼 베어링이나 스페리컬 롤러(자동조심롤러) 베어링 등을 사용한다.

(2) 회전 정밀도가 요구되는 경우

- 1) 보통의 회전 정밀도가 요구 되는 경우 → 고정 측에 복렬 앵귤러 콘택 볼 베어링을 사용한다.
- 2) 아주 높은 회전 정밀도가 요구되는 경우 → 내외륜과 전도체 사이의 틈새를 조정할 수 있도록 같은 종류의 분리형 베어링(앵귤러 콘택 볼 베어링 또는 테이퍼 롤러 베어링)을 대칭으로 고정 측에 설치한다.
- 3) 축방향 하중이 클 경우 병렬조합을 추가하는 경우도 있다.
- 4) 조합과 배열의 용어 차이는 쌍을 이루는 베어링끼리 바로 연결해 있는 지 여부로 판단한다. 연결하면 조합이라 한다.

(3) 축방향 하중이 작고 약간의 축방향 이동이 허용되는 경우

- 1) NUP형 원통롤러 베어링을 고정 측으로 사용하는 것도 가능하나, 축방향 하중이 작을 때에만 허용된다.

(4) 스러스트 베어링을 사용하여 축방향 고정을 하는 경우

- 1) 레이디얼 베어링은 모두 자유측으로 하여 반경방향 하중만 지지하고, 스러스트 베어링은 축방향 하중만 지지하여 회전축을 축방향으로 고정시키는 경우이다.
- 2) 일반적으로 스러스트 베어링은 레이디얼 베어링 근처에 설치한다.
- 3) 레이디얼 베어링과 스러스트 베어링을 조합하여 베어링군을 형성하므로써 레이디얼 하중과 스러스트 하중을 동시에 받을 수 있게 설계할 수도 있다.
- 4) 축 방향 하중이 한쪽방향으로 작용할 지라도 반대방향의 충격 등을 고려하여 반드시 두 방향으로 고정하여야 한다.

2-7-2. 반고정 베어링 배열

반고정 베어링은 조정식 베어링과 이동식(자유식) 베어링으로 구분하나, 통상적으로 조정식 베어링을 의미한다.

(1) 조정식 베어링의 종류

- 1) 이 배열은 축방향 하중이 큰 경우 또는 운전 중 축방향 하중이 양쪽으로 변동하여 작용하는 경우에 고정측, 자유측 구분 없이 베어링을 사용한다.
- 2) 내외륜의 위치를 정밀하게 조정하면서 설치한다고 하여 조정식 배열이라고 한다.
- 3) 축 방향으로 변동하는 하중에 대비하여 통상 반고정 베어링은 보통 두 개를 대응해서

쌍으로 배열한다.

- 4) 한 쪽의 반고정 베어링은 한쪽으로 작용하는 축방향 하중만을 지지하고, 또 다른 쪽에 있는 반고정 베어링은 다른 쪽으로 작용하는 축방향 하중을 지지함으로써 축방향 위치가 결정된다. 즉, 축방향 하중이 바뀌는 경우 하중을 지지하는 베어링이 바뀌게 된다.

(2) 자유식 베어링의 종류

- 1) 저속으로 회전하는 축을 축방향으로 정확하게 안내할 필요가 없을 때 자유식 베어링 배열 (이동식 베어링 배열)을 함으로써 저비용의 경제적 생산을 할 수 있다.
- 2) 모든 베어링의 외륜(또는 내륜)이 하우징에 대해 약간 움직일 수 있도록 하여 축이 축방향으로 약간의 이동이 가능하도록 한다.
- 3) 과도한 축방향 하중과 고속회전을 피하여 과도한 열이 발생하지 않도록 하여야 한다.

[표] 4. 반고정 베어링의 역할 및 쓰임

| 역할 | 베어링 특징 및 사용형태 | 사용되는 베어링 | 비고 |
|--------------|---------------|---|--|
| 반고정 (조정식) | 분리형/단독 | 앵귤러 볼 베어링 테이퍼 롤러 베어링 | - 반고정(조정식)에서 주로 사용되는 베어링 |
| | | 매그니토 볼 베어링 | - 전동기에 사용 |
| | | 원통롤러 베어링 | - NJ 내륜 한쪽 턱 없음 - NF 외륜 한쪽 턱 없음 |
| | 비분리형/단독 | 깊은 홈 볼 베어링 | |
| 자유식 (이동식) | 비분리형/단독 | 깊은 홈 볼 베어링 자동조심 롤러 베어링 자동조심 볼 베어링 | - 축방향 하중이 작은 곳 - 두 베어링 모두 축방향 이동 가능하도록 틈새를 둔다 |

본사

04532, 서울특별시 중구 소공로 94 (OCI빌딩, 14층)
Tel. 02-728-7481 Fax. 02-714-9235

연구소

15850, 경기도 군포시 고산로 166, 104동 201호 (당정동, SK벤티움)
Te Tel. 031-436-1300 Fax. 031-436-1301

Headquarters

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7481 Fax. +82-2-714-9235

EU & America Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7467 Fax. +82-2-714-9235

Asia Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7491 Fax. +82-2-714-9235

China Sales

上海聚醚醚化工贸易有限公司
上海市长宁区天山路1717号SOHO天山广场2幢T2-903C室(200051)
Tel. +86-21-6237-1977 ; E-mail: cpac.sales@gpac-kpac.com

Disclaimer: 1. 상기 자료는 본 제품에 대해 당사의 현재 기술 수준에서 측정된 것이며, 측정 방법 및 조건에 따라 변경될 수 있습니다. 본 제품에 고객에 의해 안료 및 기타 첨가제가 사용된 경우 상기 자료는 적용되지 않습니다. 본 제품은 (치)의학 Implants 용으로는 적합하지 않으며, 고객은 안전 및 보건 기준에 따라 본 제품을 사용해야 합니다. 제품 사용의 결정 및 책임은 고객에게 있으며, 상기 자료는 법적 소송 및 근거자료로 활용될 수 없습니다.

2. 상기 성형수축률은 당사 시험편 금형을 이용하여 특정 사출조건에 한하여 측정된 수치이므로, 측정조건에 따라 다소 변동될 수 있습니다. 귀사에서 제작하고자 하는 금형의 경우 두께, 디자인, 사출기, 사출조건 등이 당사 시험편 금형과 상이하여 상기 수축률과 차이가 있을 수 있으므로, 귀사의 설계조건, 사출성형조건 등을 충분히 검토하신 후 필요 시 보정하여 적용하시기 바랍니다. 제작하고자 하는 금형과의 수축률 차이가 발생할 경우 당사에서는 어떠한 법적 책임도 질 수 없으며, 모든 책임은 귀사에 있음을 분명히 밝혀 드립니다.