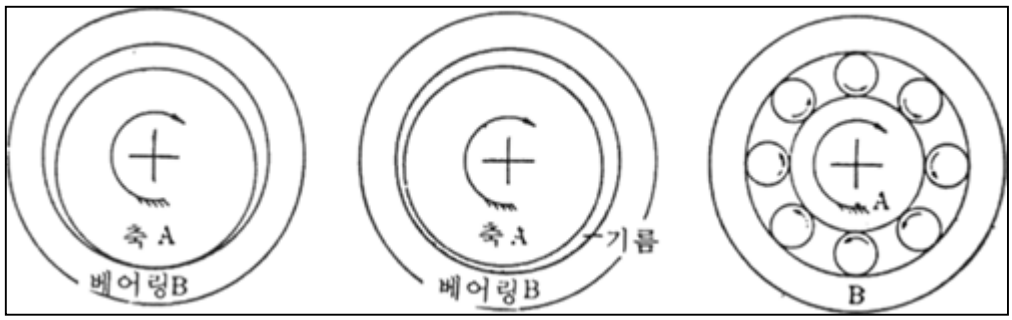
베 어 링

구름 베어링 과 미끄럼 베어링

미끄럼 베어링의 종류에는



(a) 미끄럼 베어링 (b)미끄럼 베어링 (c)구름 베어링

그림(a)와 같이 축 A 와 베어링 B 사이에 기름이 필요없는 윤활성 재료를 사용한 자기윤활 베어링과 다공질 재료에 기름을 침투시킨 함유 베어링이 있으며, 그림(b)와 같이 축과 베어링 사이의 공간에 축의 회전에 의해 유막을 자동적으로 형성하는 동력학적 유체윤활 베어링과 외부에서 압력유를 공급하여 회전축을 부상시키는 정역학적 유체윤활 베어링이 있다. 또 자석의 흡인력과 반발력을 이용하여 회전축을 부상시키는 자기(Magnatic)베어링이과 기름 대신에 공기등을 사용한 기체(gas)베어링이 사용되고 있다.

구름 베어링은 그림(c)의 A 와 B 이 사이에 볼(Ball)을 넣은 볼 베어링과 로울로를 넣은 로울러 베어링이 있다. 구름 베어링의 볼과 로울러는 미끄럼 베어링에서의 기름과 같은 역할을 한다.
그렇다고 기름이 필요없는 것은 아니다. 실제로 구름 베어링은 구름운동 이외에 미끄럼 운동을 하는 부분도 있으므로 기름을 사용하여야만 마찰을 적게 하고 고속에도 견딜 수 있다.

구름베어링의 성능은 고속회전, 허용하중, 수명, 크기, 강성, 마찰, 음향중 어느한가지도 이상적으로 설계,제작,설치,조정된 미끄럼 베어링을 따르지 못한다. 그럼에도 불구하고, 구름 베어링 공업이 발전을 계속하고 있는 것은 사용방법이 쉽고, 경제성이 좋다는 이점 때문이다. 미끄럼 베어링이 이론진도형 진보를 하는 데 비해, 구름 베어링은 경험선도형의 진보를 하기 때문에 구름 베어링은 미끄럼 베어링을 따라가는 형태이며 대체 제품을 개발하고, 생산성, 규격성, 호환성,취급의 용이성, 경제성의 장점을 살려 발전해 오고 있다.

구름 베어링 과 미끄럼 베어링 의 특성

아래 표에서 보는 것처럼 기계적 성능이나 사용중 성능에 많은 불리한 점을 가진 구름베어링이 미끄럼 베어링에 비해서 많이 사용되고 있는 이유는

(1) 윤활의 편리

유막 의존성이 적기 때문에 대부분의 사용 개소는 간단한 그리이스로 완전히 할 수가 있다는 것이고

(2) 교환의 용이

구름 베어링이 국제적으로 호환성이 있어 고장시에 쉽게 교환할 수가 있을 뿐만 아니라, 미끄럼 베어링이 소손시 기계의 회전축까지 교환할 필요가 있는 것에 대하여 구름 베어링은 교환시 문제점이 거의 없다는 것이며

(3) 사용상, 취급상 편리라고 하는 경제성 때문이다.

특 성			구름 베어링	미끄럼 베어링
기계적 성질	하중	충격	접촉면이 적어 부적합	적합
		변동	적합	유막이 파단 될 시 손상 발생
		기동	양호	유막형성이 늦을 시 손상 발생
	마찰		회전중의 동마찰계수는 어느것이나 10^{-3} 정도로 양자가 거의 같다	
	베어링체적		축경에 대한 베어링 외경이 크다	축경에 대한 베어링 외경이 작다
사용중의 특성	진 동		전동체의 탄성지지 대문에 진동감쇠는 작다.	유체역학적 진동 감쇠는 크다
	음 향		비교적 크다	비교적 작다
	수명과파손		재료의 피로에 의한 수명 고속일때는 타붙음에 의한 파손도 있다.	유체역학적으로 수명이 무한하고, 파손은 타붙음 마모가 주이고, 고하중일때는 박리도 있다.
	설치오차		비교적 민감	비교적 둔감
	먼지영향		수명,마모 특히 음향에 민감	베어링 합금의 매입성 때문에 비교적둔감
경제성	보 수		주로 그리이스윤활로 보수가 간단	주로윤활급유로 누설방지를 위한 노력이 크다
	비 용		표준형 양산품은 일반적으로 싸다	자가제작이 쉽고 약간 비싸다
	선택성		전문 메이커제로 규격화되어 있기 때문에 임의의 치수 베어링은 제작,구입이 곤란	자가제작이 쉽고, 임의의 치수 베어링 제작,구입이 쉽다
특수환경	고 온		베어링에 고온재료를 사용, 고온한계는 높고 오히려 윤활제의 내고온성이 한계로 된다	베어링 재료에 내열재로를 사용하기 어렵기 때문에 일반적으로 고온한계는 낮다
	저 온		저온시동의 특성이 양호	윤활유의 점도증가와 응고 때문에 저온 특성이 불량

제 일 감 속 기
WWW.JEILREDUCER.CO.KR

주요 치수 와 호칭 번호

베어링 치수

(1) 치수의 선정

기계에 필요한 피로수명을 결정하면, 수명 계산식을 사용하여 피로수명과 동등가하중에서 베어링에 필요한 기본 동정격하중을 구하여 이 값을 갖는 베어링 치수를 베어링 메이커나 카다록에서 선정하고, 베어링의 외경, 내경, 폭이 기계의 허용공간 범위내에 있으면 된다.

만일, 선정된 베어링이 커서 기계에 설치할 수 없으면 베어링 형식의 변경, 조합 베어링의 사용, 베어링의 교환주기의 단축 등을 고려해야 한다.

(2) 주요 치수

베어링의 주요치수란? 베어링 내경(Bearing Bore Diameter), 외경(Outside Diameter), 폭 또는 높이, 모떼기 치수등의 윤곽을 나타내는 치수이다.

주요치수는 국제적 호환성과 경제적 생산을 위하여 국제표준화기구(ISO)에 표준화 되어 있으며, ISO 에 준하여 JIS, KS 에서 규격화하고 있다. 이 규격에 의한 베어링을 기본베어링이라고 부른다

이외에 제각기 특유한 주요치수를 가진 특수 베어링도 있다.

호칭 번호

베어링의 호칭번호란 형식, 주요치수 회전정도, 클리어런스, 기타 사양을 표시하기 위해 일군의 베어링에 대하여 주어지는 [호칭명]이다.

베어링의 종류는 약 10만여종으로 추정하고 있으나 호칭번호는 하나하나의 종류를 식별하도록 숫자와 알파벳 문자로 조합되어 있다

일반적으로 호칭번호는 형식과 주요치수를 나타내는 기본번호와 그외의 사양을 나타내는 보조기호(Supplementary Number)로 구성되어 있는데 아래와 같다

호칭번호	해당기호	설 명	호칭번호	해당기호	설명
6308 ZZ C3	C3	레이디얼 클리어런스	1206K+H206	H206	내경 25mm 의 아답터 붙음
	ZZ	양측 시일드 붙음		K	내경 테이퍼구멍 (테이퍼 1/12)
	08	베어링 내경 40mm		06	베어링 내경 30mm
	3	직경계열 3		2	직경계열 2
	6	단열 깊은홈 볼 베어링		1	자동조심 볼 베어링

< 호칭번호의 예 >

베어링의 끼워 맞춤

1. 끼워맞춤의 중요성

베어링이 보유하고 있는 기능 및 특성 등을 적절히 발휘하려면, 베어링 내륜과 축과의 끼워맞춤 및 베어링 외륜과 하우징과의 끼워맞춤이 그 사용 용도에 따라 적합하여야 한다. 따라서 적절한 끼워맞춤을 선정하는 것은 용도에 적합한 베어링을 선정하는 것과 마찬가지로 중요한 것이며, 적절하지 못한 끼워맞춤은 베어링 조기 파손의 원인이 된다.
일반적으로 적절하지 못한 끼워맞춤으로 발생하는 현상은 크리이프 현상, 궤도륜의 깨짐, 궤도면에 나타나는 전동체 피치 간격의 압흔 등이 있다.
*크리이프 현상은 간섭량이 거의 없이 축에 설치되는 경우에 발생하는 것으로 내, 외륜이 축이나 하우징에 대하여 원주 방향의 상대적인 이동이 나타나 끼워맞춤면의 긁힘, 발열 및 마모가 발생하고 그로 인한 금속입자가 베어링 내부로 유입되면 베어링의 수명을 감소 시킬 수 있다.
간섭량이 과대한 경우 궤도륜에 발생하는 과다한 원주 응력으로 심할 경우 궤도륜이 원주 방향으로 깨질 수 있으며, 베어링 틈새의 감소로 인하여 전동체와 궤도륜 사이에 과다한 응력이 발생하여 전동체와 접촉하는 궤도륜에 볼의 피치 간격으로 눌림 자국이 발생할 수 있다.

2 끼워맞춤의 선정

베어링의 궤도륜에 대해 `작용 하중의 방향이 상대적으로 회전하고 있는가 또는 정지하고 있는가'는 베어링의 끼워맞춤을 선정하는데 있어서 가장 기본적인 조건이다.
만일 궤도륜에 대해 작용 하중의 방향이 상대적으로 회전하고 있다면 그 궤도륜에 관한 하중은 `회전 하중'이라고 하며, 이에 반해 궤도륜에 대해서 작용 하중의 방향이 정지하고 있다면 그 궤도륜에 관한 하중은 `정지하중'이라고 한다.
여러 가지 기계중에는 사용 조건이 그다지 단순하지 않고, 베어링 궤도륜에 대해서 `회전 하중'인지 `정지하중'인지를 결정하지 못할 경우가 있다. 가령 고속 회전의 회전자를 갖는 기계에서는 회전자의 중량에 의해 일정한 하중이 가해져 회전자의 동적 불균형에 의한 회전 하중이 발생한다. 이 합성된 하중에 기계의 작동 하중이 가해지면 합성된 베어링의 하중 방향은 더욱 변동하게 되므로, 끼워맞춤의 선정에 신중을 기하여야 한다.

<작용 하중의 성질에 따른 끼워맞춤 조건>

운전 조건	적용 예	하중 조건	끼워맞춤
내륜 회전 / 외륜 정지 하중 방향은 일정	중량이 축에 가해지는경우 자동차 구동륜	내륜 회전 하중 외륜 정지 하중	내륜 :억지 끼워맞춤필요 외륜 :헐거운 끼워맞춤 가능
내륜 정지 / 외륜 회전 하중 방향이 외륜과 일체로 회전	큰 불형형 하중이 외륜에 가해지는 경우		
내륜 정지 / 외륜 회전 하중 방향은 일정	자동차 종동륜 콘베이어 아이들러	내륜 정지 하중 외륜 회전 하중	내륜 :헐거운 끼워맞춤 가능 외륜 :억지 끼워맞춤필요
내륜 회전 / 외륜 정지 하중 방향이 내륜과 일체로 회전	원심 분리기 진동 스크린		

베어링의 틈새

베어링의 내부 틈새는 내륜 또는 외륜의 어느 한 쪽을 고정시키고, 다른 쪽의 궤도륜을 상하 또는 좌우 방향으로 움직였을 때의 움직임량을 말하여 KS B 2102 에 규정되어 있다. 내부 틈새는 외력을 가하지 않은 상태에서의 내륜 및 외륜의 상대적인 변위량으로 변위량의 방향에 따라 경방향 틈새와 축방향 틈새로 구분된다.

베어링의 운전시 내부 틈새가 적정하지 않을 경우에는 피로 수명 및 진동, 발열 등에 영향을 미치므로 내부 틈새의 올바른 선정이 매우 중요하다.

이론적으로 운전 상태에서 베어링의 틈새는 약간의 마이너스 틈새를 갖는 것이 피로 수명이 가장 길게 되나, 이러한 상태에 이르게 하는 것은 현실적으로 매우 힘들다. 즉 베어링의 내부 틈새는 끼워맞춤, 온도차에 의한 열 팽창량의 차이, 하중에 의한 변형 등에 의해 변화하기 때문에 운전 조건의 적절한 평가 및 해석이 내부 틈새의 선정에 반영되어야 한다.

1. 내부 틈새의 선정

베어링의 틈새는 보통의 사용 조건에 적합한 보통급 틈새와 이 보통급 틈새보다 작은 C2 급, 보통급보다 큰 C3 급, C4 급, C5 급 등이 있다. 당사에서는 전동기에서 특히 요구되는 소음의 최소화를 위해 경험적인 틈새의 규격인 CM 급 틈새가 있으며, 이 CM 급 틈새는 경방향 틈새의 범위를 가능한 한 작게하고, 또한 틈새의 값도 작게 하였다.

소경 베어링의 틈새는 MC1 급에서 MC6 급의 틈새가 있으며 숫자가 클수록 틈새의 값도 크다. 소경 베어링은 MC3 급 틈새가 보통급 틈새이다.

2. 틈새 변화

설치하기 전의 베어링 틈새와 설치된 후 운전 온도에서의 틈새(운전 틈새)사이에는 차이가 있다. 축을 확실하게 안내하기 위해서는 가능한 한 운전 틈새를 작게 해야 한다.

베어링은 설치할 때 끼워맞춤 때문에 틈새가 감소하게 된다. 또한 대부분의 경우 운전하는 동안 외륜보다 내륜의 온도가 더 높아지므로, 경방향 틈새가 줄어들게 된다. 따라서 설치전의 틈새는 일반적으로 운전 틈새보다 큰 틈새를 가지고 있어야 한다.

베어링 윤활 (사용조건과 윤활유 선정)

1. 윤활이란?

윤활의 정의는 `상대 운동하는 두 물체 사이에 어떤 물질을 개입시켜 그 운동을 원하는 만큼 원활하게 하는 작용'으로 되어 있다.

구름 베어링은 구름과 미끄럼 운동을 수반하므로 소음, 마모, 열이 발생하는 것을 방지하기 위하여 오일이나 그리이스로 윤활하며, 특별한 경우에는 고체 윤활제를 사용하기도 한다. 윤활제의 양과 종류는 운전 속도, 온도, 환경 등에 의해 선정되며, 수명이 다 되었거나 오물의 침입으로 더러워진 윤활제는 그 성능도 떨어지므로 적당한 간격으로 교환, 재급유하여야 한다

2. 윤활 목적

베어링 윤활의 주된 목적은

- 하중을 전달하는 부분에 윤활막을 형성하여 금속 간의 접촉을 방지함으로써 마모와 조기 피로를 방지하고 장수명을 보장하는 것이다.
- 저소음이나 저마찰처럼 운전에 바람직한 특성을 향상 시킬 수 있다.
- 냉각 작용을 하며, 특히 순환 급유 방식등으로 내부에서 발생한 열을 외부로 방출시키므로써 베어링의 과열 방지 및 윤활유 자신의 열화를 방지한다.
- 이물의 침입을 막고 녹과 부식을 방지한다.

3. 윤활 방법

베어링의 윤활 방법은 그리이스 윤활과 오일 윤활의 2 가지가 있다. 베어링의 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 사용 조건과 사용 목적에 적합한 윤활 방법을 사용하는 것이 대단히 중요하다.

윤환의 질적인 면을 보면 오일 윤활이 여러 가지 장점이 있어 그리이스 윤활에 비하여 우수하나, 그리이스 윤활이 많이 사용되고 있는 것은 베어링이 내부에 그리이스를 가질 수 있는 공간을 갖고 있으며, 밀봉 장치가 간단하다는 등의 장점이 있기 때문이다.

구분	그리이스 윤활	오일 윤활
윤활성	양호	매우양호
냉각효과	없음	순환 급유식인 경우 냉각효과 있음
밀봉장치	간단	복잡
윤활제 누설	적다	많다
윤활제 교환	곤란	용이
이물질 제거	불가능	용이
점검주기	길다	짧다

베어링 손상의 원인 과 대책

손 상 상 태		원 인	대 책
 플레이킹 (Flaking) 현상	레이디얼 베어링 궤도의 한쪽에만 생김 복열 베어링 궤도의 한쪽에만 생김	이상 스러스트 하중	자유단 베어링 외륜의 끼워맞춤을 헐겁게 하고 축의 열팽창을 고려하여 축방향 클리어런스를 확보한다.
	레이디얼 보올 베어링에서 궤도에 대해 경사져서 생김	설치불량, 축의처짐, 편심	설치시 주의, 클리어런스가 큰 베어링을 선택
	로울러 베어링에서 궤도, 전동체 모서리부분에 생김	축, 하우징의 정밀도 불량	축, 하우징 턱의 직각도 수정
	궤도면, 전동체에 조기발생	클리어런스과소, 과대하중 윤활불량, 녹	적당한 끼워맞춤, 클리어런스 조정, 윤활제의 올바른 선택
	조합된 베어링에 조기발생	예압 과대	예압량의 적정화
 긁힘	궤도의 긁힘	초기 윤활불량, 그리이스가 경질임. 시동시 가속도가 큼	연질 그리이스 사용, 급격한 가속 피함
	스러스트 보올 베어링의 궤도가 나선형으로 긁힘	궤도륜이 평행하지 않다.회전속도가 큼	다시 설치하여 예압을 줌 적당한 베어링 형식의 선택
	로울러 단면과 턱면과의 긁힘	윤활불량, 설치불량, 큰 스러스트 하중	다시 설치한다. 적당한 윤활제 사용
 파 손	내륜 또는 외륜의 파손	큰 충격하중, 간섭량 과다. 축의 원통도 불량, 슬리이브 테이퍼도 불량, 설치부의 모떼기 과다, 열크랙의 발생, 플레이킹 현상의 진전	하중조건의 정확한 계산 적정한 끼워맞춤, 축이나 슬리이브의 가공 정밀도 수정. 모떼기 치수를 작게 한다.
	전동체의 파손 턱의 결손	플레이킹 현상의 진전, 설치시 턱에 타격, 운반, 취급 부주의로 낙하	취급, 설치 주의
	리테이너 파손	설치불량에 의한 이상하중 윤활 불량	설치오차를 작게 한다. 윤활방법과 윤활제 검토

 눌린자국	궤도면에 전동체 피치간격의 자국	설치시의 충격하중, 정지시의 과대 하중	취급상 주의
	궤도면, 전동면의 자국	금속 미립자, 모래 등의 침입	깨끗한 윤활제 사용 하우징의 세척, 밀봉장치의 개선
 이상마모	폴스 브리넬링 (False brinelling)	베어링 정지중의 하중, 진폭이 작은 요동 운동	축과 하우징을 고정한다. 윤활제는 오일사용, 예압을 주어 진동을 줄임
	후렛팅(Fretting)	끼워맞춤면의 미소한 틈새에 의해서 생기는 미끄럼 마모	간섭량을 크게 하고 기름을 바른다.
	궤도면, 전동면, 턱, 리테이너의 마모	이물침입, 윤활불량, 녹	밀봉장치의 개선, 하우징의 세척, 깨끗한 윤활제 사용
	크리이프 현상	간섭량 부족	끼워맞춤의 수정, 슬리이브를 적당히 조정한다.
 용 착	궤도면, 전동체, 턱면의 변색, 연화되어 용착함	클리어런스 과소, 윤활불량, 설치불량	끼워맞춤과 클리어런스 검토, 깨끗한 윤활제 공급
 전식	궤도면에 요철이 생김	전류가 흘러 스파크로 용융	절연제로 전류 차단
 녹,부식	베어링 내부, 끼워맞춤에 녹이 나거나 부식됨	공기중 수분의 침입, 후렛팅, 부식성 물질의 침입	고온 다습한 곳에서는 보관에 주의, 장기간 보관시는 방청