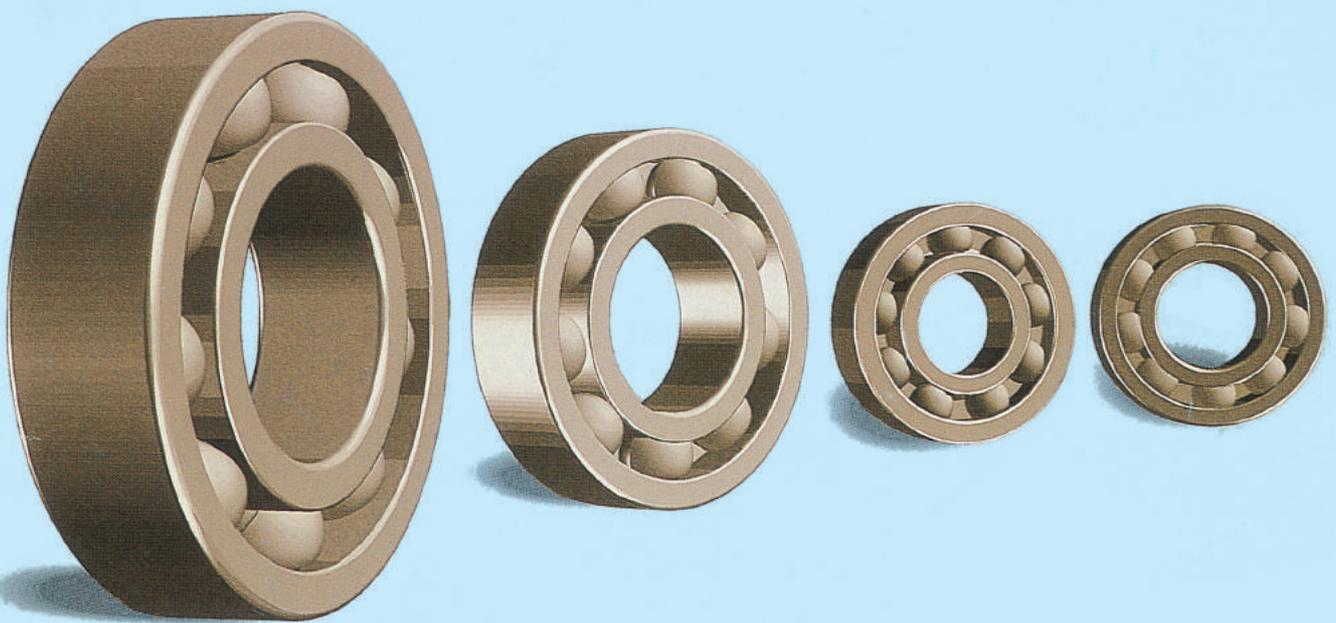


NSK

NEW BEARING DOCTOR



New BEARING Doctor의 발행에 즈음하여

평소 **NSK** 제품을 각별히 아껴주심에 감사드립니다.

금번 폐사의 소책자 「구름베어링의 올바른 취급을 위하여」를 베어링손상 예를 추가한 칼라사진과 조기손상을 방지하기 위해 사용조건에 적당한 베어링 선정, 올바른 설치와 취급, 적절한 윤활등 베어링의 취급과 보수관리의 지침을 가지고 새롭게 계획하였습니다.

아울러 표제를 「New BEARING Doctor」로 변경하였습니다.

또한, 취급, 보수관리등의 자세한 사항에 대해서는 구름베어링 카탈로그(CAT. No. 140)를 참조하여 주십시오.

베어링은 본래의 구름 피로에 의한 플레이킹 수명과는 별도로 취급 및 보수관리가 불충분함으로 인하여 의외로 조기손상하여, 사용에 견딜수 없게 되는 경우도 있습니다.

조기손상의 예방 또는 손상이 발생한 경우의 그 원인 및 대책에 이 소책자가 참고가 되기를 바랍니다.



New BEARING Doctor 목차

1. 서론	3	7. 베어링의 손상과 대책	9
2. 베어링의 취급	3	7.1 플레이킹 (Flaking)	10
2.1 취급상 주의	3	7.2 필링 (Peeling)	12
2.2 설치	3	7.3 뜯김 (Scoring)	13
2.3 운전검사	3	7.4 스미어링 (Smearing)	15
3. 베어링의 보수관리	5	7.5 깨짐 (Fracture)	17
4. 운전점검과 이상처치	5	7.6 균열, 크랙 (Cracks)	18
4.1 베어링의 회전음	5	7.7 리테이너의 손상 (Retainer Damage)	20
4.2 베어링의 진동	5	7.8 압흔 (Denting)	22
4.3 베어링의 온도	5	7.9 피팅 (Pitting)	23
4.4 윤활제의 효과	5	7.10 마모 (Wear)	24
4.5 윤활제의 선정	5	7.11 프레팅 (Fretting)	25
4.6 윤활제의 보급과 교환	7	7.12 펄스 브리넬링 (False Brinelling)	26
5. 베어링점검	7	7.13 크리프 (Creep)	27
6. 주행적과 하중의 상관관계	8	7.14 타붙음 (Seizure)	28
		7.15 전식 (Electrical Corrosion)	29
		7.16 녹·부식 (Rust and Corrosion)	30
		7.17 조립흠 (Mounting Flaws)	31
		7.18 변색 (Discoloration)	32
		부표 손상진단일람표	33

1. 서 론

구름베어링이 운전중에 파손등의 결함이 발생한 경우 그 기계 및 설비가 정지하기도 하고 기능이 저하되는 등 여러가지 부적합한 상황이 발생합니다. 예상외로 조기에 베어링이 파손하기도 하고, 이상이 발생하여 문제가 되는 경우가 많기 때문에 발생의 원인을 단기일내에 추정하고, 대책을 실시할 필요가 있습니다.

파손베어링을 잘 관찰하여 윤활조건 및 그 설치주위를 조사하고, 더욱이 사고에 다다른 경과를 자세하게 조사해보면 그 파손원인이 베어링

의 선정, 취급, 윤활상의 배려가 불충분하거나 축 또는 하우징의 검토부족등의 원인을 들 수 있습니다.

그러한 원인에 의해 베어링은 의외로 조기손상하여 사용에 견딜 수 없게 되는 경우도 있습니다. 그 조기손상은 베어링 본래의 수명인 구름피로에 의한 플레이킹수명(베어링수명)과 다른 고 고장이라 불리우는 베어링수명과는 구별하고 있습니다.

2. 베어링의 취급

2.1 취급상의 주의

구름베어링은 정밀한 기계의 한 요소이기 때문에 취급에도 신중함이 요망됩니다. 아무리 고성능의 베어링을 사용하여도 취급을 잘못하면 기대하는 성능을 얻을 수 없는 경우가 있습니다. 따라서 베어링의 취급상, 다음의 주의가 필요하게 됩니다.

- (1) 베어링 및 그 주변을 청정하게 한다. (이물이 들어가지 않도록 한다)
- (2) 취급은 신중하게 다룬다.(강한 충격을 주지 않도록 한다)
- (3) 적절한 취급용구를 사용한다. (다용도의 공구사용은 피한다)
- (4) 베어링이 녹이나지 않도록 주의한다. (장갑을 사용해서 손의 땀이 묻지 않도록 한다. 부식성가스에 주의한다)

2.2 설 치

베어링설치의 양부(良否)는 베어링의 정도, 수명, 성능에 영향을 주기 때문에 베어링설치에 대해서 충분한 검토를 부탁드립니다. 즉, 다음의 항목을 포함한 작업표준에 따라 설치작업이 진행되도록 해 주십시오.

- (1) 베어링 및 관계부품의 세정
- (2) 관계부품의 치수 및 연마상태 확인
- (3) 설치방법
- (4) 베어링 설치방법후의 확인
- (5) 윤활제의 공급

베어링 설치방법에서는 일반적으로 축회전의 경우가 많기 때문에 내륜은 억지끼움, 외륜의 하우징 설치는 헐거운 끼움으로 되어 있습니다.

2.3 운전검사

베어링 설치가 끝난 후 그 설치가 정상적인지 아닌지 확인하기 위해 운전검사를 실시합니다. 표2.1에 운전검사방법을 나타냈습니다. 이 운전검사에서 이상을 발견했을때는 바로 운전을 중지하고 기계를 점검할 필요가 있습니다. 그 원인과 대책에 대해서는 표 2.2를 참조해 주십시오.

표 2.1 운전검사방법

기 계 구 분	운 전 방 법	검 사 항 목
소 형 기 계	수동회전 운전 검사결과에 이상이 없으면 동력운전으로 들어간다.	<ul style="list-style-type: none"> ● 걸림 (이물, 가스·압흔에 의한다) ● 불규칙한 회전토크 (설치불량에 의한다) ● 토크과대 (틈새과소나 설치오차등에 의한다)
	동력운전 무부하, 저속에서 시동하여 천천히 소정의 조건으로 올려서 정격운전을 한다.	이상음의 유무확인 베어링온도의 추이 윤활제의 누유, 변색
대 형 기 계	동력저속운전 무부하에서 시동한 후 바로 동력을 끊고 저속운전을 한다. 검사결과에 이상이 없으면 동력운전으로 들어간다.	진동, 소음등
	동력운전 소형기계의 동력운전에 따른다.	소형기계의 검사항목에 의한다.

표 2.2 이상운전상태와 그 원인·대책

운 전 상 태		추 정 원 인	대 책
소 음	높 은 금 속 음	이상하중	끼워맞춤의 수정, 베어링 클리어런스의 검토, 예압의 조정, 하우징 어깨 위치의 수정등
		설치불량	축·하우징의 가공정도, 설치정도의 개선, 설치방법의 개선
		윤활제의 부족, 부적합	윤활제의 보급 또는 적절한 윤활제의 선택
		회전부품의 접촉	라비린스등 접촉부분의 수정
	규 칙 음	이물에 의해 케도면에 생긴 압흔 늑, 가스	베어링교환, 관계부품의 세정, 밀봉장치의 개선, 깨끗한 윤활제의 사용
		브리넬링 압흔	베어링교환, 취급주의
		케도면의 플레이킹	베어링교환
	불 규 칙 음	클리어런스과대	끼워맞춤 및 베어링 클리어런스의 검토, 예압량의 수정
		이물의 침입	베어링교환의 검토, 관계부품의 세정, 밀봉장치의 개선, 깨끗한 윤활제의 사용
		볼의 가스, 플레이킹	베어링교환
이 상 온 도 상 승	윤활제의 과다	윤활제를 줄여 적량화, 굳은 그리이스를 선택한다.	
	윤활제의 부족, 부적합	윤활제의 보급, 적절한 윤활제의 선택	
	이상하중	끼워맞춤의 수정, 베어링 클리어런스의 검토, 예압의 조정, 하우징어깨 위치의 수정등	
	설치불량	축·하우징의 가공정도, 설치정도의 개선, 설치방법의 개선	
	끼워맞춤면의 크리이프 밀봉장치의 마찰과대	베어링교환, 끼워맞춤의 검토, 축·하우징의 수정, 밀봉형식의 변경	
진 동 대 (축의 흔들림)	브리넬링 압흔	베어링교환, 취급주의	
	플레이킹	베어링교환	
	설치불량	축·하우징 어깨의 직각도, 간좌측면의 직각도 수정	
	이물의 침입	베어링교환, 각부품세정, 밀봉장치의 개선등	
윤 활 제 의 누 출 대 변 색 대	윤활제의 과다, 이물침입, 마찰부의 발생·침입등	윤활제 양의 적정화, 베어링교환의 검토, 윤활제의 교체와 선정의 검토, 하우징 등의 세정	

3. 베어링의 보수관리

구름베어링 본래의 성능을 양호한 상태로 가능한 길게 유지하기 위해서는 보수·점검을 실시하는 것이 필요합니다. 이 보수·점검은 고장을 미연에 방지하는 차원에서 중요하고 기계의 운전 조건에 따른 작업표준에 따라 정기적으로 이루어지는 것이 요망되고 일반적으로 다음의 방법이 채용됩니다.

(1) 운전상태에서의 점검

베어링의 회전음·진동·온도의 점검과 윤활제의 성상점검, 윤활제의 보급 또는 교환시기에 대해 판단합니다. 상세한 사항은 4항에 나타냈습니다.

(2) 베어링의 점검

기계의 정기점검이나 교체에 의해 해체된 베어링을 충분히 관찰하고 궤도면의 상황이나 손상의 유무, 재사용의 가부를 점검합니다. 상세한 사항은 5항에 나타냈습니다.

4. 운전점검과 이상처치

운전중의 점검항목으로서는 베어링의 회전음, 진동, 온도, 윤활제의 상태등이 있고 다음과 같습니다. 운전중에 이상 상태를 발견했을 경우 앞에서 서술한 표2.2를 참조해 주십시오.

4.1 베어링의 회전음

운전중의 베어링회전음은 청음기 등을 이용, 소리의 크기와 음질을 조사합니다. 베어링의 약간의 플레이킹등의 손상이라도 이상음이나 불규칙음을 청음기로 구별하여 들을 수 있습니다.

4.2 베어링의 진동

베어링의 이상은 운전중의 기계의 진동측정에 의해 알수가 있습니다. 특별한 진동측정기(주파수 분석기등)를 이용하면 진동의 크기, 주파수분포에 의해 이상내용을 추정할 수가 있습니다. 측정 한 수치는 베어링의 사용조건이나 픽업의 설치위치등에 의해 달라지기 때문에 각 기계의 측정치를 활용해 판정기준을 결정해 들 필요가 있습니다.

또 운전중의 베어링 진동의 형태로부터 이상을 예지하는 것은 작업상 중요합니다. 이를 위한 장치에 대해서는 **NSK** 팜플렛 Pr. No. 410(베어링 모니터)를 참조해 주십시오.

4.3 베어링의 온도

베어링온도는 일반적으로 하우징외면의 온도로부터 추측할 수 있습니다만 오일구멍등을 이용해 직접 베어링외륜의 온도를 측정할 수 있으면 보다 효과적입니다.

통상, 베어링온도는 운전개시후 서서히 상승, 1~2시간내에 정상상태로 됩니다. 베어링의 정상온도는 기계의 열용량, 방열량, 회전수 및 하중에 따라 달라집니다.

윤활, 설치등에 불량이면 베어링온도는 급격히 상승하고 이상 온도가 되는 일이 있습니다. 이러한 때는 운전을 정지해 대책을 수립할 필요가 있습니다.

4.4 윤활제의 효과

베어링윤활의 목적은 베어링을 구성하는 궤도륜, 전동체 및 리테이너에 상호 접촉하는 부분, 즉, 궤도면, 전동면 및 미끄럼면에 유막을 형성시켜 그 면끼리 직접 접촉하는 것을 방지하는 것이며 다음과 같은 효과가 있습니다.

- (1) 마찰 및 마모의 감소
- (2) 피로수명의 연장
- (3) 마찰열의 방출, 냉각
- (4) 이물질침입 방지
- (5) 녹 및 부식 방지

4.5 윤활제의 선정

베어링의 윤활방법에는 그리이스윤활과 오일윤활로 크게 구분됩니다. 베어링의 기능을 충분히 발휘시키기 위해 그 사용조건, 사용목적에 적합한 윤활방법을 사용하는 것이 중요합니다. 그리이스윤활과 오일윤활의 장단점을 표4.1에 나타냈습니다.

표 4.1 그리이스 윤활과 오일윤활의 장단점

항 목	그 리 이 스 윤 활	오 일 윤 활
하 우 징 구 조 밀 봉 장 치	간략화할 수 있다.	약간 복잡하며, 보수에 주의가 필요
회 전 속 도	허용회전수는 오일윤활의 경우 65~80%	그리이스 윤활에 비하여 고회전수에서도 사용가능
냉 각 작 용 냉 각 효 과	없음	열을 효과적으로 방출할 수 있다. (순환급유법의 경우등)
윤 활 제 의 유 동 성	좋지 않음.	상당히 좋음
윤활제의 교환	약간 번잡	비교적 간단
이 물 여 과	곤란	용이
윤 활 제 의 누 유 오 염	누유에 의한 오염이 적다.	누유에 의한 오염을 피해야 하는 부분에 부적합

(1) 그리이스윤활

그리이스는 기유, 증조제 및 첨가제로 된 윤활제입니다. 선정에 있어서는 베어링 사용조건에 적합한 그리이스를 선택하는 것이 필요합니다.

특히 같은 종류의 그리이스라도 제품에 따른 성능의 차이가 큰 경우도 있으며 선정에 있어서 주의가 필요합니다.

그리이스의 조도와 용도에 대해서 표4.2에 설명합니다.

(2) 오일윤활

오일윤활에는 유육법, 적하급유법, 비산급유법, 순환급유법, 제트급유법, 분무급유법 및 오일 에어급유법이 있으며 그리이스윤활보다 고속 또는 고온의 용도에 적합합니다. 특히 열을 외부로 방출할 필요가 있는 경우에는 오일윤활이 적합합니다.

오일윤활에서는 베어링의 운전온도에 있어 적절한 정도로 된 윤활유의 선정이 중요합니다. 일반적으로는 회전속도가 빠른만큼 저점도오일을 사용하며 하중이 큰 만큼 고점도의 윤활유를 사용합니다.

보통의 사용조건에서는 그 운전온도에 있어 표4.3에 나타난 필요점도가 기준이 됩니다.

참고로 선정에 있어 윤활유의 온도와 점도와의 관계가 그림4.1에 나타나 있으며 베어링의 사용조건에 있어 윤활유의 선정예를 표4.4에 나타냅니다.

표 4.3 베어링형식과 윤활유의 필요점도

베어링의 형식	운전시의 동점도
볼 베어링, 원통 로울러 베어링	13mm ² /s이상
테이퍼 로울러 베어링, 자동조심 로울러 베어링	20mm ² /s이상
스러스트 자동조심 로울러베어링	32mm ² /s이상

비고 1mm²/s=1cSt (센티스토크)

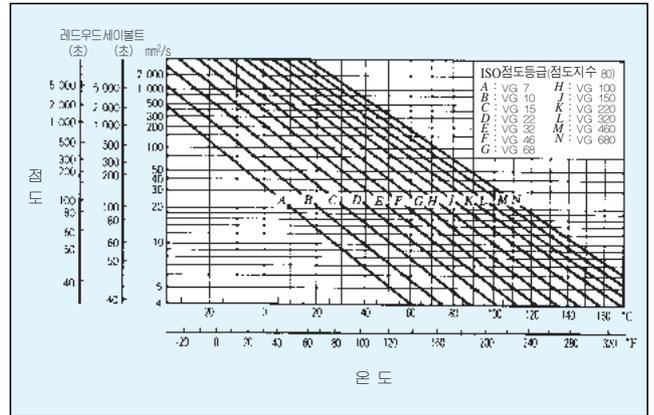


그림 4.1 윤활유의 점도와 온도와의 관계

표 4.2 그리이스 조도(稠度)와 용도 예

조도 번호	0 호	1 호	2 호	3 호	4 호
조도 (1/10mm)	355~385	310~340	265~295	220~250	175~205
용도 예	집중급유용 프레팅을 일으키기 쉬운 경우	집중급유용 프레팅을 일으키기 쉬운 경우 저온용	일반용 밀봉 볼 베어링	일반용 밀봉 볼 베어링 고온용	고온용 그리이스로 시일 하는 경우

* 稠度 : 규정중량의 원추형콘이 그리이스에 침입한 깊이(1/10mm단위)를 나타내며 수치가 클수록 부드러움.

표 4.4 베어링의 사용조건과 윤활유의 선정예

운전 온도	회전 속도	경 하중 또는 보통 하중	중 하중 또는 형격 하중
-30 ~ 0°C	허용회전수이하	ISO VG15, 22, 32 (냉동기유)	-
	허용회전수의 50%이하	ISO VG 32, 46, 68 (베어링오일, 터빈유)	ISO VG 46, 68, 100 (베어링오일, 터빈유)
0 ~ 50°C	허용회전수의 50~100%	ISO VG 15, 22, 32 (베어링오일, 터빈유)	ISO VG 22, 32, 46 (베어링오일, 터빈유)
	허용회전수이상	ISO VG 10, 15, 22 (베어링오일)	-
50 ~ 80°C	허용회전수의 50%이하	ISO VG 100, 150, 220 (베어링오일)	ISO VG 150, 220, 320 (베어링오일)
	허용회전수의 50~100%	ISO VG 46, 68, 100 (베어링오일, 터빈유)	ISO VG 68, 100, 150 (베어링오일, 터빈유)
80 ~ 110°C	허용회전수이상	ISO VG 32, 46, 68 (베어링오일, 터빈유)	-
	허용회전수의 50%이하	ISO VG 320, 460 (베어링오일)	ISO VG 460, 680 (베어링오일, 기어오일)
80 ~ 110°C	허용회전수의 50~100%	ISO VG 150, 220 (베어링오일)	ISO VG 220, 320 (베어링오일)
	허용회전수이상	ISO VG 68, 100 (베어링오일, 터빈유)	-

비고 1. 허용회전수는 NSK가탈로그 CAT.No.140의 베어링치수표에 기재되어 있는 윤활유의 경우의 값을 사용한다.
 2. 냉동기유(JIS K2211), 베어링오일(JIS K2239), 터빈유(JIS K2213), 기어오일(JIS K2219) 참조
 3. 상기 표의 왼쪽란에 나타난 온도 범위에서 운전온도가 고온측의 경우에는 고점도 오일을 사용한다.

4.6 윤활제의 보급과 교환

(1) 그리이스의 보급간격

그리이스는 사용시간의 경과와 함께 성상이 열화하여 윤활기능이 저하함으로 적절한 시기에 그리이스보급을 해야할 필요가 있습니다. 그리이스 보급간격은 베어링의 형식, 치수, 회전속도 등에 따라 다릅니다. 그림4.2에 운전시간에 따른 그리이스보급간격의 기준을 설명합니다.

즉, 그림4.2에서 베어링온도가 70°C을 넘을 경우에는 베어링온도가 15°C 올라갈때마다 그리이스보급간격을 반감시킬 필요가 있습니다.

(2) 윤활유의 교환주기

윤활유의 교환주기는 사용조건 및 유량등에 따라 다릅니다. 일반적으로 운전온도가 50°C이하로 이물질이 적은 양호한 환경하에서 사용되는 경우에는 1년에 1회정도로 교환합니다. 오일온도가 100°C정도가 되는 경우에는 3개월 또는 그 이전에 교환합니다.

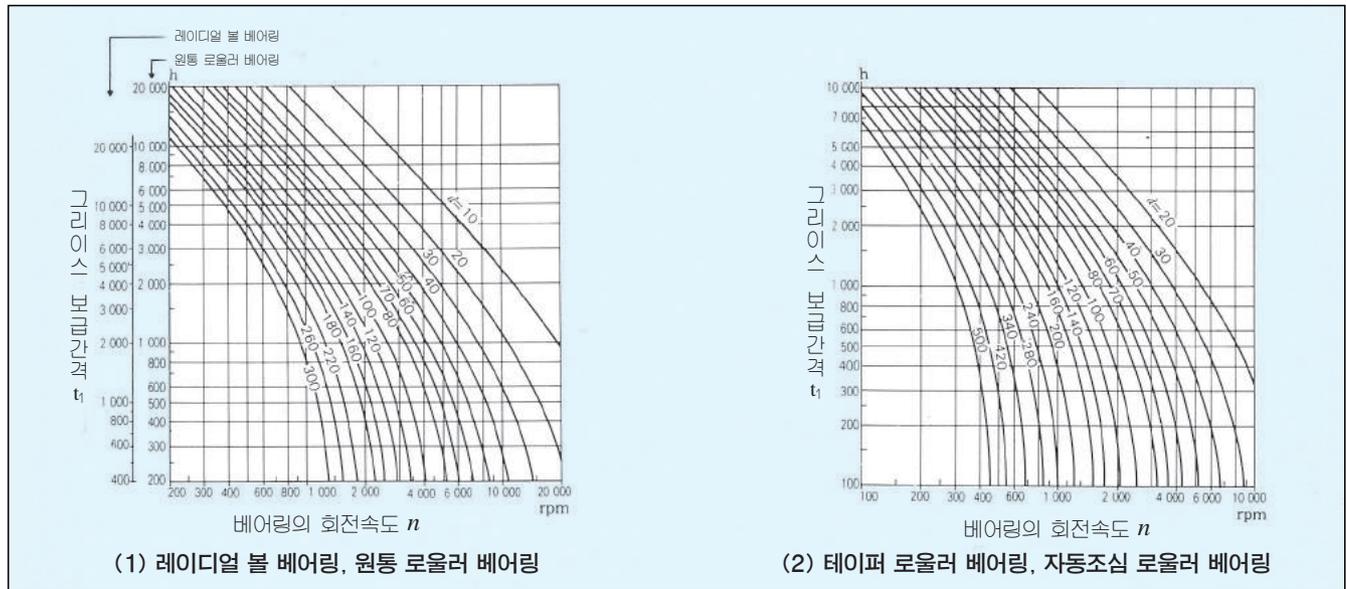


그림 4.2 그리이스의 보급간격

5. 베어링의 점검

설비의 정기점검, 운전검사 및 주변부품의 교환시에 해체된 베어링을 검사하여 재사용 가부 또는 사용현황의 양부(良否)에 대하여 판정합니다.

해체된 베어링은 외관을 잘 살펴 기록합니다. 윤활제의 잔존량을 확인하고 조사를 위해 시료를 채취한 후 베어링을 세정합니다.

다음에 궤도면, 전동면, 끼워맞춤면의 상황, 리테이너의 마모상태 등 손상, 이상유무에 대하여 점검합니다. 특히 궤도면의 주행적 관찰에 대해서는 6항을 참조하여 주십시오.

베어링의 재사용 가부 판정은 베어링 손상의 정도 및 기계의 성능, 중요도, 운전조건, 점검주기를 고려하여 결정하게 됩니다. 점검결과 베어링에 손상, 이상이 있을때는 7항의 베어링의 손상과 비교하여 원인을 확인, 대책을 세워 주십시오. 점검결과 다음과 같은 결함이 있는 경우에는 베어링의 재사용은 불가능하므로 새 베어링과 교체하여야 합니다.

- (1) 궤도륜, 전동체, 리테이너의 어딘가에 균열 또는 깨진 부분이 있다.
- (2) 궤도륜, 전동체 어딘가에 플레이킹이 있다.
- (3) 궤도면, 턱, 전동체에 현저한 뜯김이 있다.
- (4) 리테이너의 마모가 현저하던가, 리벳의 풀림이 심하다.
- (5) 궤도면, 전동체에 녹, 기스가 있다.
- (6) 궤도면, 전동체에 뚜렷한 압흔이 있다.
- (7) 내륜내경면 또는 외륜외경에 뚜렷한 크리이프가 있다.
- (8) 열에 의한 변색이 심하다.
- (9) 그리이스봉입 베어링의 사일판 및 사일드판의 파손이 심하다.

6. 주행적과 하중의 상관관계

베어링이 회전하면 내륜, 외륜의 궤도면은 전동체와의 구름접촉으로 주행적이 어두운면으로 나타납니다. 주행적이 궤도면에 나타나는 것은 이상현상은 아닙니다. 주행적에 의해 부하조건을 알 수 있기 때문에 베어링 해체시 궤도면의 주행적에 관해서 주의깊게 관찰하여 주십시오.

주행적을 잘 관찰하면, 레이디얼 하중만을 받은 경우, 큰 액설 하중을 받은 경우, 모멘트하중을 받은 경우 혹은 하우징에 극단적인 강성 불균형이 걸렸던 경우등을 알 수 있습니다. 베어링에 예상외에 하중이나 설치오차가 컸다는등의 점검이 가능해져 베어링 손상원인 추정의 단서가 됩니다.

깊은홈 볼 베어링에 있어서 부하조건에 의해 생기는 주행적을 그림6.1에 나타내었습니다.

(a)는 내륜회전으로 레이디얼하중만 받는 가장 일반적인 주행적입니다. (e)~(h)에 나타난 주행적은 베어링에 악영향을 주어 수명을 짧게 하는 경우가 많습니다.

로울러 베어링의 주행적에 있어서도 마찬가지로, (i)는 내륜회전하중에서 사용된 원통 로울러 베어링에 올바르게 레이디얼하중이 가해질 때의 외륜주행적, (j)는 내륜과 외륜의 상대적인 기울어짐과 축의 휨이 큰 경우의 주행적으로 궤도면의 주행적은 그 폭 방향에 나타나고 부하권의 출입구에서는 주행적이 경사져 있습니다. 복열 테이퍼 로울러 베어링에서는 내륜회전으로 레이디얼하중만을 받은 경우 외륜의 주행적은 (k)에, 액설하중만을 받는 경우 (l)에 나타났습니다.

내륜과 외륜의 상대적인 기울기가 큰 상태에서 레이디얼하중을 받은 경우 2열의 궤도면의 180도 어긋난 위치에 주행적이 생깁니다.

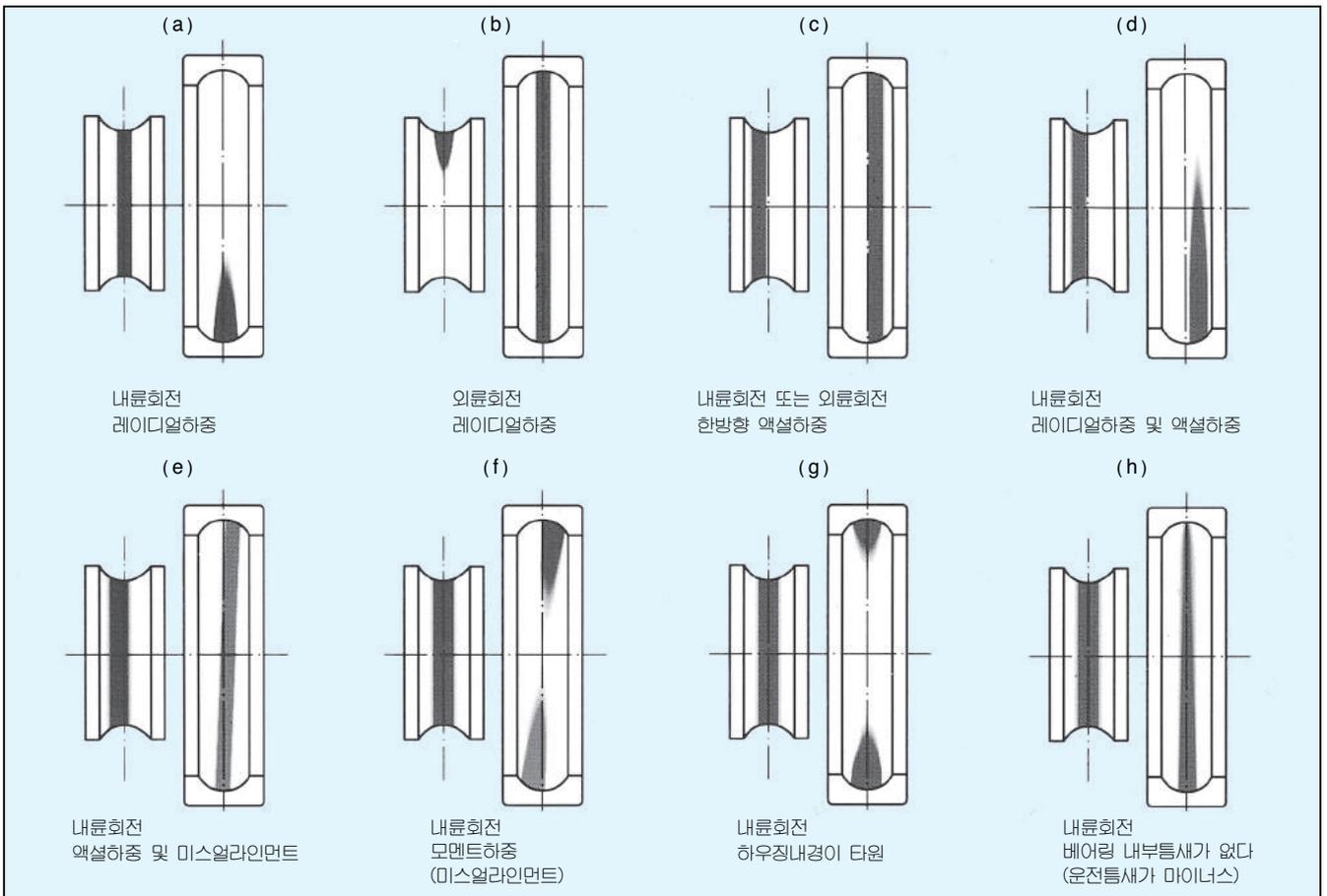


그림 6.1 깊은홈 볼 베어링의 대표적인 주행적

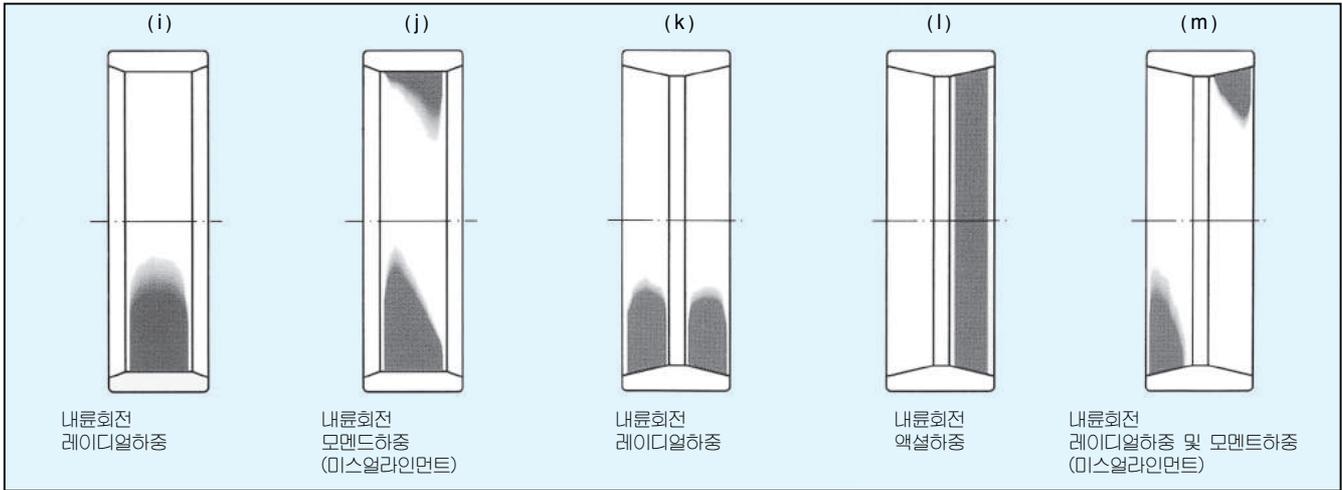


그림 6.2 로울러 베어링의 대표적인 주행적

7. 베어링의 손상과 대책

구름베어링은 선정에 문제가 없고 올바르게 취급하면 베어링수명에 이를때까지 오래 사용하는 것이 가능합니다. 이러한 경우의 손상상태는 플레이킹(박리)이 됩니다.

한편, 의외로 단시간내에 손상되어 사용할 수 없게 되는 조기 손상이 있습니다. 이러한 조기손상의 원인으로서서는 취급, 윤활상의 배려가 불충분하고, 게다가 이물의 침입, 베어링의 설치오차, 축의 과도한 휨, 축 또는 하우징의 검토부족등이 있고, 이러한 원인은 대체적으로 중복되어 나타난다고 할 수 있습니다.

따라서 베어링의 사용기계, 사용조건, 베어링 주위의 구조를 잘 파악하고 사고발생전후의 상황을 알면 베어링의 손상상태와 몇 종류의 원인을 묶어 고려함으로써, 같은종류의 사고발생을 막는 것이 가능합니다.

베어링의 손상예와 대책에 관하여 7.1~7.18항에 나타내었습니다. 베어링의 손상원인을 추정하는 자료로서 사용하여 주십시오. 또한 손상진단에 있어서는 부록의 [손상진단 일람표]를 참고해 주십시오.

7.1 플레이킹 (FLAKING)

손상상태	원인	대책
베어링이 하중을 받아 회전할때 내륜·외륜의 궤도면 또는 전동체의 전동면이 구름피로에 의해 비늘모양으로 떨어지는 현상	<p>과대하중 설치불량 (미스얼라인먼트) 모멘트하중 이물의 침입, 물의 침입 윤활불량, 윤활제의 부적합 베어링통새의 부적정 축·하우징의 정도불량, 하우징의 강성불균형, 축의 변형(휨)대 녹, 부식, 스미어링, 압흔(브리넬링)으로부터 진전</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 하중의 크기의 확인과 사용베어링의 재검토 ● 설치방법의 개선 ● 밀봉장치의 개선, 정지시의 방청 ● 적정점도의 윤활제 사용, 윤활방법의 개선 ● 축·하우징의 정도 확인 ● 틈새 확인



사진 1-1

- 앵귤러 볼 베어링의 내륜
- 궤도면의 반원에 걸쳐 발생한 플레이킹
- 절삭액 침입에 의한 윤활불량이 원인



사진 1-2

- 앵귤러 볼 베어링의 내륜
- 궤도에 대하여 비스듬히 발생한 플레이킹
- 설치시 축과 하우징의 미스얼라인먼트에 의해 발생



사진 1-3

- 깊은홈 볼 베어링의 내륜
- 궤도면에 발생한 볼피치의 플레이킹
- 설치시 충격하중에 의한 압흔에서 진전



사진 1-4

- 앵귤러 볼 베어링의 내륜
- 궤도면에 생긴 볼피치의 플레이킹
- 운전정지시의 충격하중에 의한 압흔으로부터 진전



사진 1-5

- 사진 1-4의 외륜
- 궤도면에 발생한 불피치의 플레이킹
- 운전정지시의 충격하중에 의한 압흔에서 진전



사진 1-6

- 사진 1-4의 볼
- 볼 표면의 플레이킹
- 운전정지시의 충격하중에 의한 압흔에서 진전



사진 1-7

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 한쪽옆에만 발생한 원주전체 플레이킹
- 과대 액설하중에 의한 것

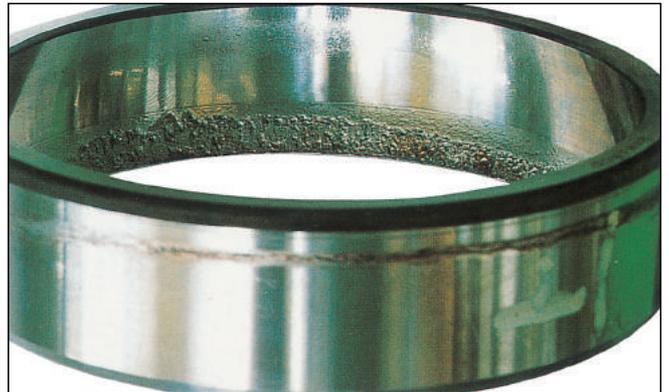


사진 1-8

- 사진 1-7의 외륜
- 궤도면의 片側에 발생한 원주전체 플레이킹
- 과대 액설하중에 의한 것



사진 1-9

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 한쪽옆에만 발생한 플레이킹
- 윤활불량에 의한 것



사진 1-10

- 원통 로울러 베어링의 로울러
- 전동면의 축방향에 생긴 초기 플레이킹
- 설치불량에 의한 조립기스에서 진전

7.2 필링 (PEELING)

손상상태	원인	대책
미세한 마모를 수반한 어두운 면을 나타낸다. 어두운 면에는 표면으로부터 미소한 크랙이 5~10 μ m깊이 정도까지 많이 있으며 미소탈락(미소박리)를 광범위하게 일으킨다.	윤활제의 부적합 윤활제에의 이물침입 윤활불량에 의한 면거침 상대회전부품의 표면 조도	<ul style="list-style-type: none"> ●윤활제의 선정 ●밀봉장치의 개선 ●상대회전부품의 표면조도의 개선

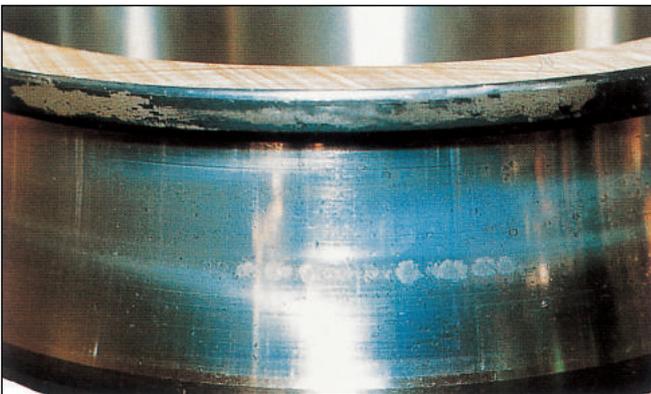


사진 2-1

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 중앙에 발생한 등근형태의 필링
- 윤활불량에 의한 것



사진 2-2

- 사진 2-1의 모양의 확대



사진 2-3

- 사진 2-1의 구면로울러
- 전동면 중앙에 발생한 등근형태의 필링
- 윤활불량에 의한 것

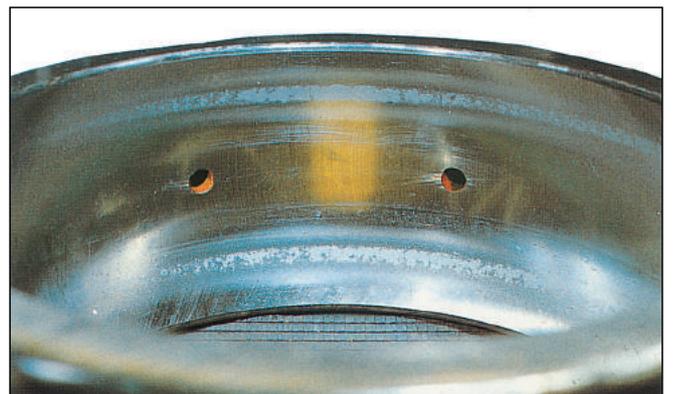


사진 2-4

- 자동조심 로울러 베어링의 외륜
- 전동면상하 전체에 발생한 필링
- 윤활불량에 의한 것

7.3 뜯김 (SCORING)

손상상태	원인	대책
뜯김은 전동면에 생긴 부분적인 미소한 타블음의 모임으로 생긴 표면의 손상 캐도면, 전동면의 원주방향 선형태의 기스로올러 단면의 사이클로이드형태의 기스로올러 단면에 접하는 턱면의 뜯김	과대하중, 과대예압 윤활불량 이물의 혼입 내륜, 외륜의 경사, 축의 휨 축, 하우징의 정도불량	<ul style="list-style-type: none"> ● 하중의 크기 확인 ● 예압의 적정화 ● 윤활제, 윤활방법의 개선 ● 축, 하우징의 정도확인



사진 3-1

- 자동조심 로올러 베어링의 내륜
- 내륜 큰 턱면에 발생한 뜯김
- 급가속도에 의한 로올러의 미끄러짐이 원인



사진 3-2

- 사진 3-1의 구면로올러
- 로올러 단면에 발생한 뜯김
- 급가속도에 의한 로올러의 미끄러짐이 원인

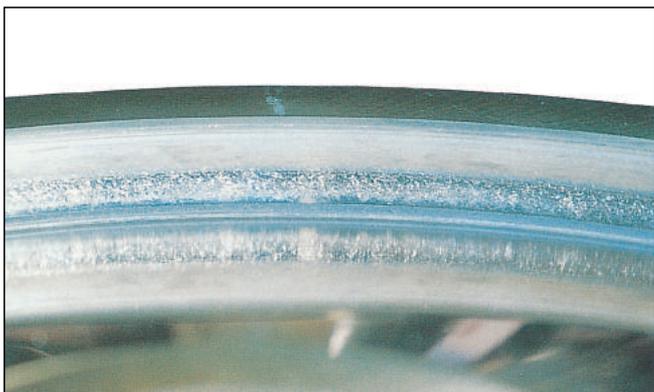


사진 3-3

- 스테이퍼 로올러 베어링의 내륜
- 내륜 턱면에 발생한 뜯김
- 마모분혼입, 과대하중에 의한 유막파괴가 원인



사진 3-4

- 복열 원통 로올러 베어링의 로올러
- 로올러 단면에 발생한 뜯김
- 윤활불량, 과대액설하중에 의한 것



사진 3-5

- 스테인리스 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 내륜 턱면에 발생한 뜯김
- 이물의 혼입, 과대액설하중에 의한 것



사진 3-6

- 사진 3-5의 구면로울러
- 로울러 단면에 발생한 뜯김
- 이물의 혼입, 과대액설하중에 의한 것



사진 3-7

- 깊은홈 볼 베어링의 리테이너
- 강판 프레스 리테이너 포켓에 발생한 뜯김기스
- 이물침입에 의한 것

7.4 스미어링 (SMEARING)

손상상태	원인	대책
스미어링은 궤도면 또는 전동면에서 구름에 따른 미끄러짐과 유막 파괴로 발생하는 미세한 타블음의 모임에 의한 표면의 손상 용착(溶着)을 수반하는 먼거짐을 발생시킴	고속 경하중 급가속도 윤활제의 부적합 물의 침입	<ul style="list-style-type: none"> ●예압의 개선 ●베어링 클리어런스의 개선 ●유막성능이 좋은 윤활제의 사용 ●윤활방법의 개선 ●밀봉장치의 개선



사진 4-1

- 원통 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 원주방향에 발생한 스미어링
- 윤활그리이스의 봉입과다에 의한 로울러의 미끄러짐이 원인

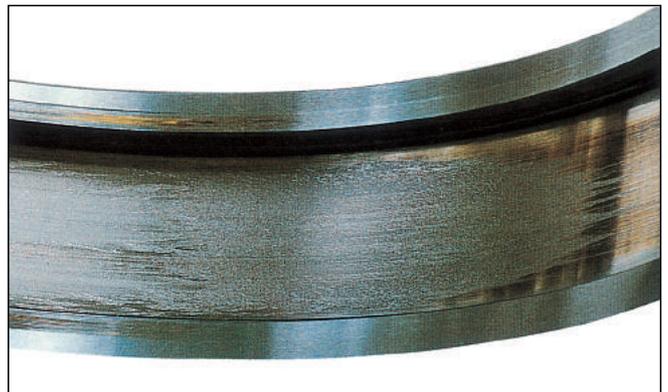


사진 4-2

- 사진 4-1의 외륜
- 궤도면의 원통방향에 발생한 스미어링
- 윤활그리이스의 봉입과다에 의한 로울러의 미끄러짐이 원인



사진 4-3

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 원주방향에 발생한 스미어링
- 윤활불량에 의한 것

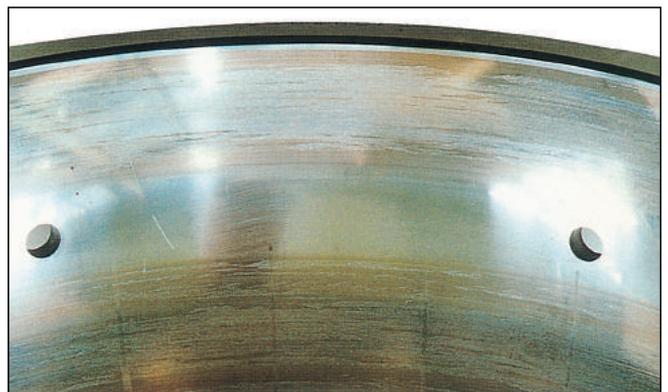


사진 4-4

- 사진 4-3의 외륜
- 궤도면의 원주방향에 발생한 스미어링
- 윤활불량에 의한 것

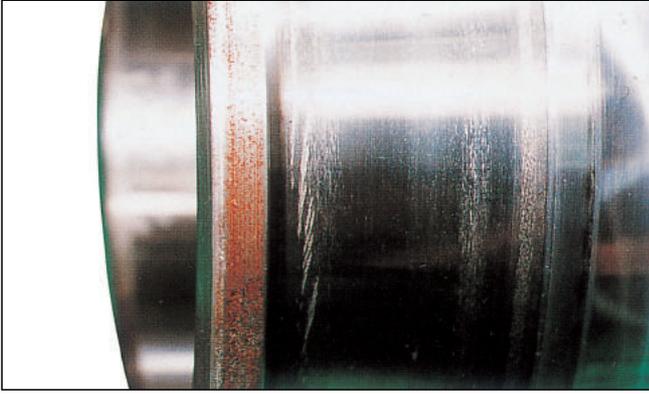


사진 4-5

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면의 원주방향에 발생한 부분적 스미어링
- 윤활불량에 의한 것

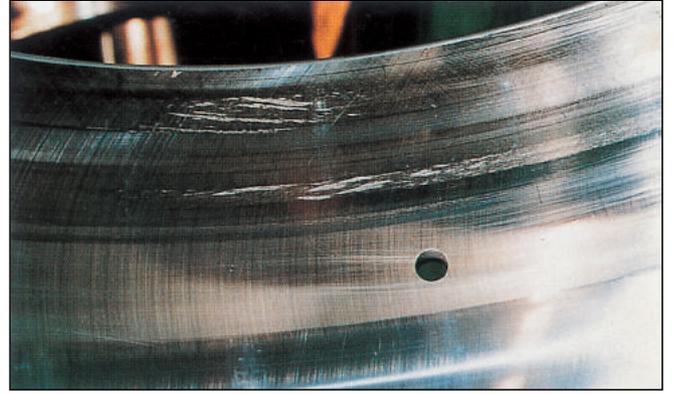


사진 4-6

- 사진 4-5의 외륜
- 궤도면의 원주방향에 발생한 부분적 스미어링
- 윤활불량에 의한 것



사진 4-7

- 사진 4-5의 구면로울러
- 궤도면의 종양에 발생한 스미어링
- 윤활불량에 의한 것

7.5 깨짐 (FRACTURE)

손상상태	원인	대책
깨짐은 궤도륜의 턱 또는 로울러의 모서리의 국부적인 부분에 충격 또는 과대하중이 가해짐으로써 작은 입자로 깨지는 것을 말한다.	설치시의 타격 과대하중 낙하등의 취급불량	<ul style="list-style-type: none"> ● 설치방법의 개선 (열박음, 적절한 치공구의 사용) ● 하중조건의 검토 ● 베어링 턱의 백업을 충분히 한다.

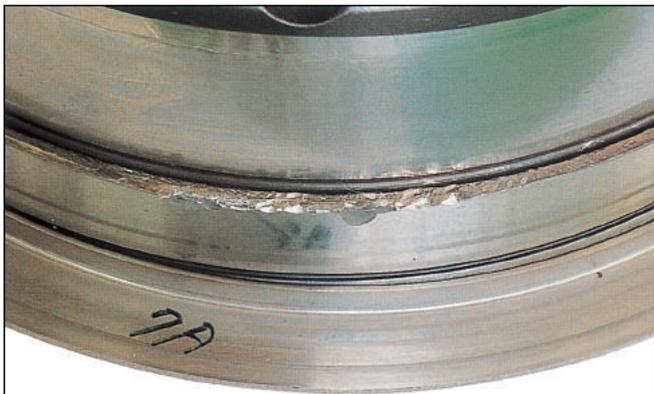


사진 5-1

- 복열 원통 로울러 베어링의 내륜
- 중턱부에 발생한 깨짐
- 설치시 과대하중에 의한 것

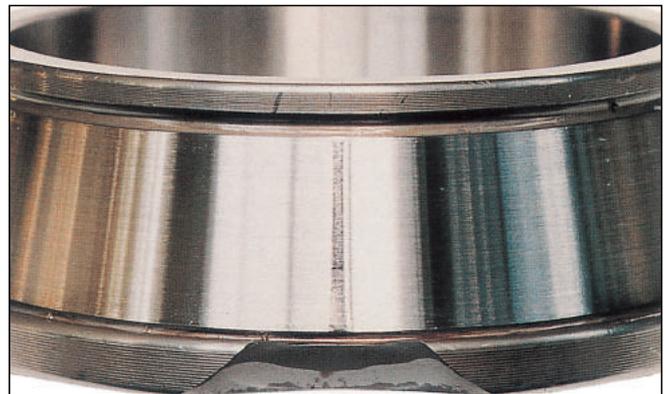


사진 5-2

- 테이퍼 로울러 베어링의 내륜
- 큰턱에 발생한 깨짐
- 설치시의 큰 충격에 의한 것



사진 5-3

- 스러스트 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 큰턱에 발생한 깨짐
- 반복하중에 의한 것



사진 5-4

- 솔리드형 니들 로울러 베어링의 외륜
- 외륜턱에 발생한 깨짐
- 과대하중에 의한 로울러의 경사가 원인

7.6 균열, 크랙 (CRACKS)

손상상태	원인	대책
<p>균열은 궤도륜 또는 전동체가 파손되는 것을 말한다.</p> <p>연속사용하면 균열로 발전하게 되는 크랙도 포함한다.</p>	<p>과대 간섭량.</p> <p>과대하중, 충격하중.</p> <p>플레이킹의 진전.</p> <p>궤도륜과 설치부와의 접촉에 의한 발열, 프레팅.</p> <p>크리이프에 의한 발열.</p> <p>테이퍼축의 테이퍼각 불량</p> <p>축의 원통도 불량</p> <p>축의 면취반경이 베어링의 면취치수보다 크기 때문에 발생하는 베어링 면취와의 간섭</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 간섭량의 적정화 ● 하중조건 확인 ● 설치방법 개선 ● 축형상의 적정화

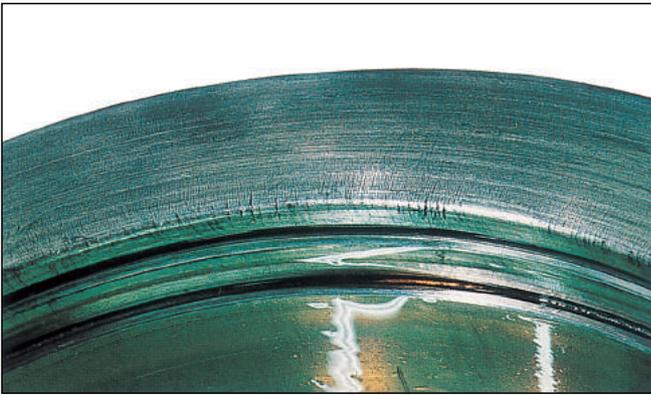


사진 6-1

- 복열 원통 로울러 베어링의 외륜
- 외륜측면에 발생한 새털크랙
- 외륜측면과 상대부품의 접촉 미끄럼에 의한 이상발열이 원인



사진 6-2

- 스러스트 테이퍼 로울러 베어링의 로울러
- 로울러 머리부 단면에 발생한 새털 크랙
- 윤활불량에 의한 내륜턱과의 발열이 원인

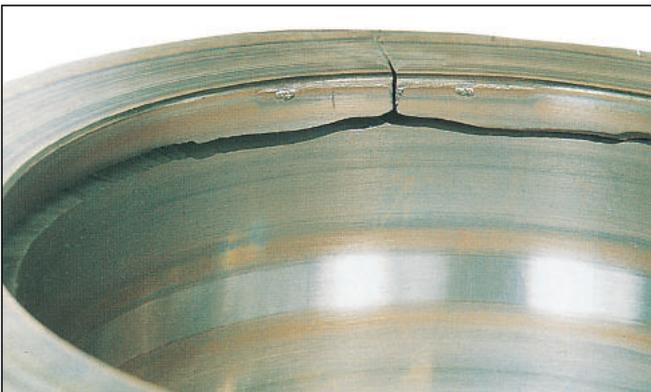


사진 6-3

- 복열 원통 로울러 베어링의 외륜
- 궤도면에 발생한 플레이킹을 기점으로 한 축방향과 원주방향의 균열
- 충격기스에 의한 플레이킹으로부터의 발전



사진 6-4

- 외륜을 사용 복열 원통 로울러 베어링의 외륜(외륜회전)
- 외경면에 발생한 균열
- 외륜의 회전불량에 의한 플랫(FLAT) 마모와 발열이 원인



사진 6-5

- 사진 6-4의 외륜의 কে도면
- 외경면의 균열이 কে도면으로 진전되고 있음



사진 6-6

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- কে도면의 발생한 축방향의 균열
- 축과 내륜의 온도차에 의한 끼워맞춤의 큰응력이 원인



사진 6-7

- 사진 6-6의 내륜의 파단면
- কে도면 바로 아래에 기점이 확인됨

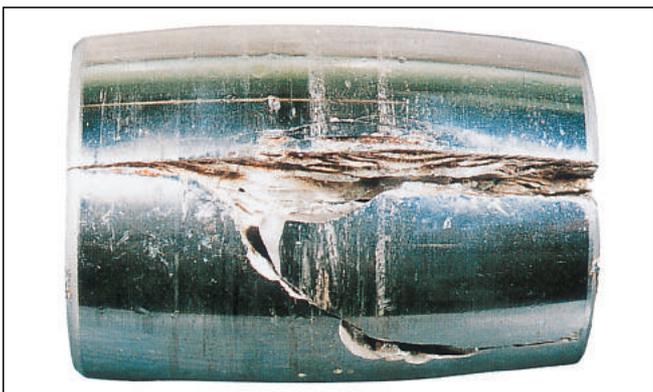


사진 6-8

- 자동조심 로울러 베어링의 로울러
- 전동면에 발생한 축방향의 균열

7.7 리테이너(RETAINER)의 손상

손상상태	원인	대책
리테이너의 손상에는 리테이너의 변형, 절손, 마모등이 있음. 리테이너기둥의 절손 단면부의 변형 포켓면의 마모 안내면의 마모	설치불량 (베어링의 미스얼라인먼트) 취급불량 모멘트 하중 대 충격, 진동 대 회전속도의 과대, 급 가감속 윤활불량 온도상승	<ul style="list-style-type: none"> ● 설치방법의 확인 ● 하중, 회전, 온도 조건의 확인 ● 진동의 저감 ● 리테이너 선정의 검토 ● 윤활제, 윤활방법의 검토



사진 7-1

- 깊은 흠 볼 베어링의 리테이너
- 강판 프레스 리테이너의 포켓부 절손



사진 7-2

- 앵글러 볼 베어링의 리테이너
- 주철 기계가공 리테이너의 포켓기둥의 절손
- 내외륜의 경사진 설치에 의한 리테이너에의 이상하중의 작용이 원인

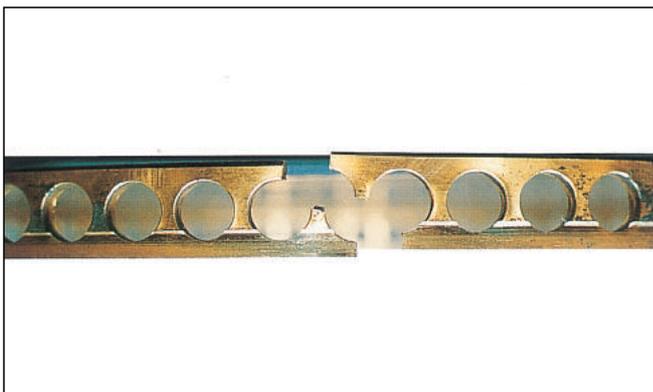


사진 7-3

- 앵글러 볼 베어링의 리테이너
- 횡동 주물 기계가공 리테이너의 포켓부의 절손



사진 7-4

- 테이퍼 로울러 베어링의 리테이너
- 강판 프레스 리테이너 기둥의 절손



사진 7-5

- 앵글러 볼 베어링의 리테이너
- 강판 프레스 리테이너의 변형
- 취급불량에 의한 충격하중이 원인



사진 7-6

- 원통 로울러 베어링의 리테이너
- 황동 주물 기계가공 리테이너 단면부의 변형
- 설치시의 큰 충격에 의한 것

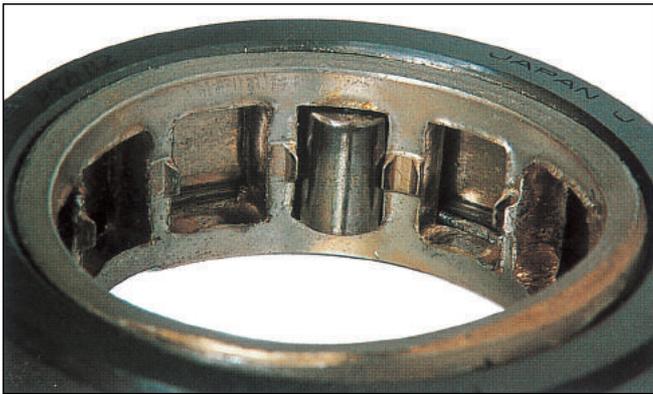


사진 7-7

- 원통 로울러 베어링의 리테이너
- 황동 주물 기계가공 리테이너 포켓의 마모와 변형

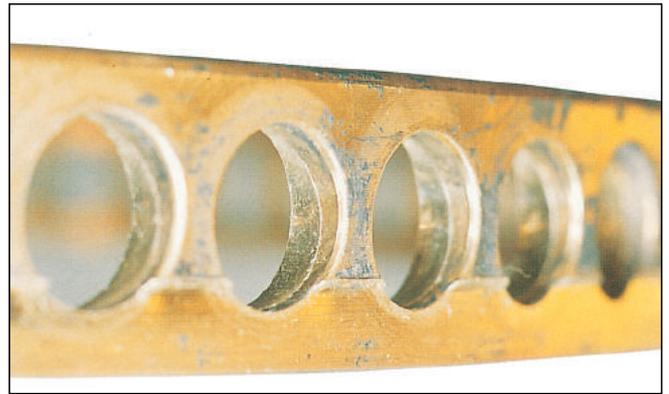


사진 7-8

- 앵글러 볼 베어링의 리테이너
- 황동 주물 기계가공 리테이너 포켓면 및 외경면에 발생한 단부마모

7.8 압흔 (DENTING)

손상상태	원인	대책
금속의 미분, 이물질등의 침입시 궤도면 또는 전동면에 생성된 파임. 설치시등의 충격에 의해 전동체 피치간격으로 생긴 파임(브리넬링 압흔)	금속분등의 이물질 침입 설치 또는 운송중의 충격 과대하중	<ul style="list-style-type: none"> ● 하우징의 세정 ● 밀봉장치의 개선 ● 윤활유의 세정 ● 설치 및 취급방법의 개선



사진 8-1

- 복열 테이퍼 로울러 베어링이 내륜
- 궤도면에 생성된 무수한 미소압흔
- 이물질의 침입에 의한 것



사진 8-2

- 복열 테이퍼 로울러 베어링이 외륜
- 궤도면에 생성된 무수한 미소압흔
- 이물질의 침입에 의한 것

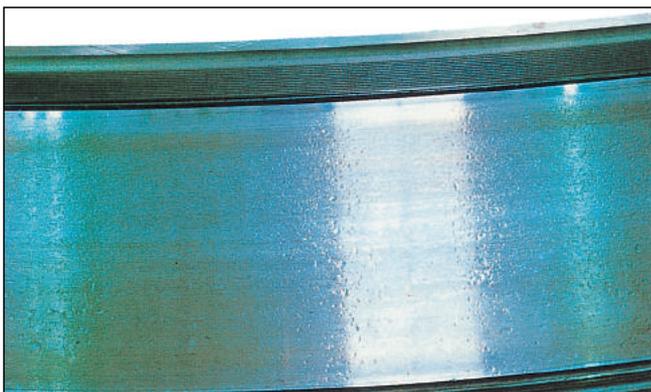


사진 8-3

- 테이퍼 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면 전체에 생성된 무수한 대소압흔
- 이물질의 침입에 의한 것



사진 8-4

- 사진 8-3의 테이퍼 로울러
- 전동면 전체에 생성된 많은 대소압흔
- 이물질의 침입에 의한 것

7.9 피팅 (PITTING)

손상상태	원인	대책
궤도면 또는 전동면에 생성된 둔한 광택의 피팅면	윤활제내의 이물질의 침입 공기중 수분의 결로 윤활불량	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀봉장치의 개선 ● 윤활유의 충분한 세정 ● 적절한 윤활제 사용

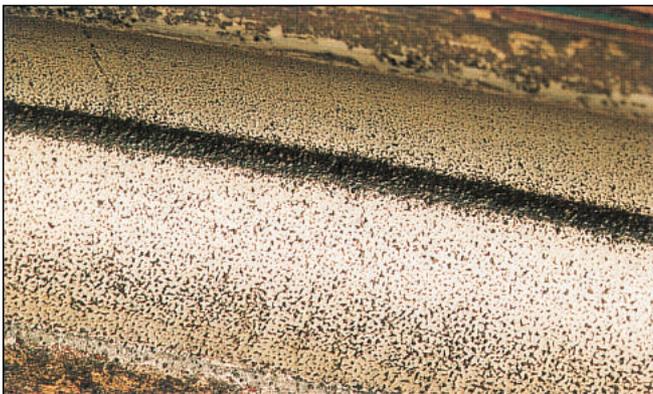


사진 9-1

- 선회륜 베어링의 외륜
- 궤도면에 생성된 피팅면. 피팅부분은 침식되어 있다.



사진 9-2

- 사진 9-1의 볼
- 전동체에 생성된 피팅면

7.10 마 모 (WEAR)

손 상 상 태	원 인	대 책
마모는 마찰에 의해 궤도면 또는 전동면, 로울러 단면, 턱면과의 리테이너 포켓면등 이 닳아 있는 것	이물의 침입 녹, 전식으로부터의 발전 윤활불량 전동체의 불규칙한 운동에 의한 미끄러짐	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀봉장치의 개선 ● 하우징의 개선 ● 윤활유의 충분한 세정 ● 윤활제 및 윤활방법의 점검 ● 미스얼라인먼트의 방지



사진 10-1

- 원통 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 파상마모와 전식에 의한 다수의 피트(PITS)
- 전식으로부터의 발전



사진 10-2

- 자동조심 로울러 베어링의 외륜
- 부하측 궤도면에 생성된凹凸이 있는 파상마모
- 정지중의 반복 진동하에서 이물침입에 의한 것

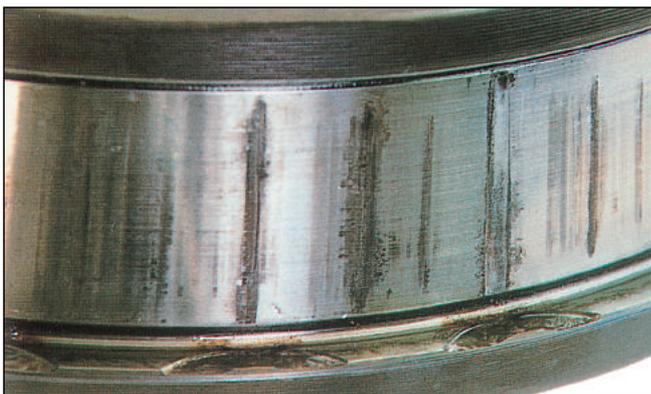


사진 10-3

- 복열 테이퍼 로울러 베어링의 내륜
- 턱면에 생성된 단부마모와 궤도면의 프레팅 마모
- 정지중의 과대하중하에서 프레팅이 진전한 것



사진 10-4

- 사진 10-3의 테이퍼 로울러
- 로울러 두부단면에 생성된 단차마모
- 정지중의 과대하중하에서 프레팅이 진전한 것

7.11 프레팅 (FRETTING)

손상상태	원인	대책
<p>두면간의 상대적 반복미소, 미끄러짐에 의해 생성된 마모</p> <p>케도륜과 전동체와의 접촉부 및 끼워맞춤면에 생성된다.</p> <p>적갈색 또는 흑색의 마모분을 발생시키기 때문에 프레팅 부식이라고 한다.</p>	<p>윤활불량</p> <p>작은 진폭의 요동운동</p> <p>간섭량 부족</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 적정 윤활제의 사용 ● 예압설정 ● 간섭량의 점검 ● 끼워맞춤면에 윤활제의 도포



사진 11-1

- 깊은홈 볼 베어링의 내륜
- 내경면에 생성된 프레팅
- 진동에 의한 것



사진 11-2

- 앵글러 볼 베어링의 내륜
- 내경면 전체에 생성된 현저한 프레팅
- 간섭량 부족에 의한 것

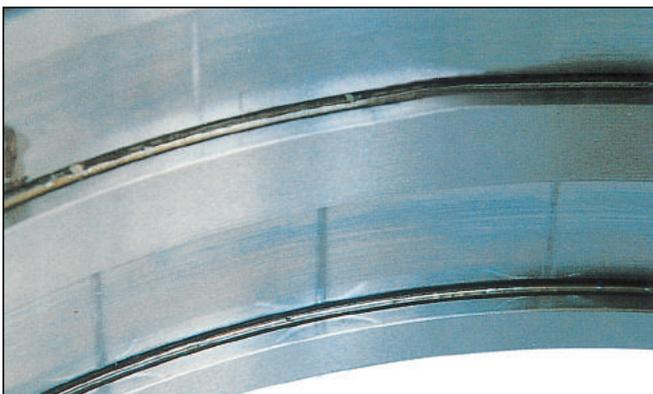


사진 11-3

- 복열 원통 로울러 베어링의 외륜
- 케도면에 로울러 피치간격으로 생성된 프레팅

7.12 펄스 브리넬링 (FALSE BRINELLING)

손상상태	원인	대책
프레팅중 전동체와 궤도륵과의 접촉부분에 있어서 진동과 요동에 의한 마모가 진행하여 브리넬링압흔과 비슷한 압흔을 생성시킨다.	운송등 베어링 정지중의 진동, 요동. 진폭이 작은 요동. 윤활불량.	<ul style="list-style-type: none"> ● 축과 하우징의 운송중의 고정 ● 내·외륵의 분리포장에 의한 운송 ● 예압에 의한 진동 경감 ● 적절한 윤활제의 사용

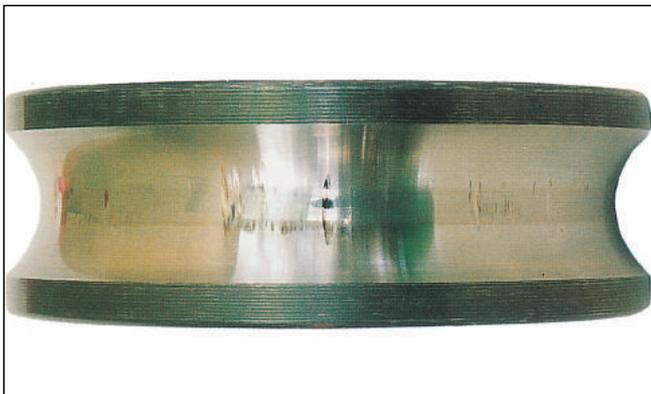


사진 12-1

- 깊은홈 볼 베어링의 내륵
- 궤도륵에 생성된 펄스 브리넬링
- 회전정지시 외부로부터의 진동에 의한 것



사진 12-2

- 사진 12-1의 외륵
- 궤도륵에 생성된 펄스 브리넬링
- 회전정지시 외부진동에 의한 것



사진 12-3

- 스테인리스 볼 베어링의 외륵
- 궤도면에 발생한 볼 피치 펄스 브리넬링
- 작은 요동각의 반복요동에 의한 것



사진 12-4

- 원통 로울러 베어링
- 전동면에 생성된 펄스 브리넬링
- 운전정지시 외부로부터의 진동에 의한 것

7.13 크리이프 (CREEP)

손 상 상 태	원 인	대 책
<p>크리이프는 베어링의 끼워맞춤면에 틈새가 생겼을 때 끼워맞춤면이 상대적으로 미끄러지는 현상을 말함.</p> <p>크리이프를 생성시킨 끼워맞춤면은 거울면 혹은 흐린면을 나타내며 뜯김마모를 동반하는 경우도 있다.</p>	<p>간섭량 부족 또는 헐거운 끼워맞춤 슬리브의 체결 부족</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 간섭량의 점검, 회전방지 ● 슬리브 체결의 적정화 ● 축, 하우징 정도의 검토 ● 액셀방향의 예압 ● 궤도류의 측면 체결 ● 끼워맞춤면의 접착 ● 끼워맞춤면의 윤활제 도포



사진 13-1

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 내경면에 생성된 뜯김을 동반한 크리이프
- 간섭량 부족에 의한 것

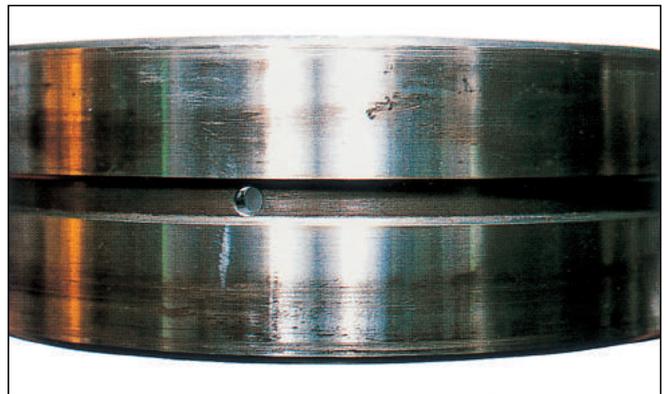


사진 13-2

- 자동조심 로울러 베어링의 외륜
- 외경면 전체에 생성된 크리이프
- 외륜과 하우징의 헐거운 끼워맞춤에 의한 것

7.14 타붙음 (SEIZURE)

손상상태	원인	대책
회전중에 급격히 발열하여 궤도륜, 전동체 및 리테이너가 변색, 연화, 용착하여 파손에 이른다.	윤활불량 과대하중(예압과대) 회전속도의 과대 클리어런스 과소 물, 이물의 침입 축, 하우징의 정도 불량, 축의 휨	<ul style="list-style-type: none"> ● 윤활제 및 윤활방법의 검토 ● 베어링 선정의 재검토 ● 끼워맞춤, 베어링 클리어런스, 예압의 검토 ● 밀봉장치의 개선 ● 축, 하우징의 정도점검 ● 설치방법의 개선



사진 14-1

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면이 변색 용착하여 리테이너 마모분이 압연부착되어 있다.
- 윤활부족에 의한 것



사진 14-2

- 사진 14-1의 구면(球面) 로울러
- 로울러 전동면이 변색, 용융되어 리테이너 마모분이 부착되어 있다.
- 윤활부족에 의한 것

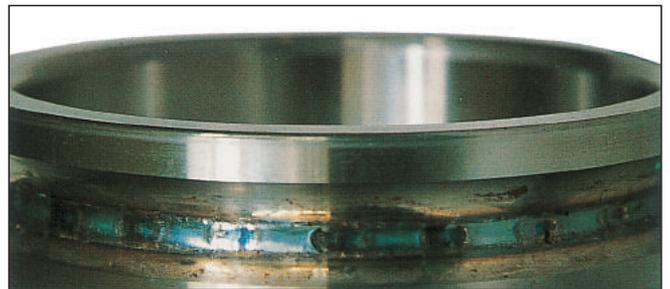


사진 14-3

- 앵글러 볼 베어링의 내륜
- 궤도면에 변색, 볼 피치간격으로 용융흔적이 생성되어 있다.
- 예압 과대에 의한 것



사진 14-4

- 사진 14-3의 외륜
- 궤도면이 변색, 볼 피치간격으로 용융흔적이 생성되었다.
- 예압 과대에 의한 것



사진 14-5

- 사진 14-3의 리테이너, 볼
- 리테이너가 용융파손되어 볼은 변색, 용융되어 있다.
- 예압 과대에 의한 것

7.15 전 식 (ELECTRICAL CORROSION)

손 상 상 태	원 인	대 책
전식은 회전중 베어링의 궤도륜과 전동체와의 접촉부분에 전류가 흐르는 경우 얇은 윤활유막을 통해 스파크를 일으켜 그 표면이 국부적으로 용융하여 뒤틀리는 현상 현저한 것은 배 겹질형태, 줄무늬 모양의 뒤틀림이 나타난다.	내, 외륜간의 電位差	<ul style="list-style-type: none"> ● 베어링부에 전류가 흐르지 않도록 전기 회로를 설치한다. ● 베어링의 절연(絶緣)



사진 15-1

- 테이퍼 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 줄무늬 모양의 전식



사진 15-2

- 사진 15-1의 테이퍼 로울러
- 전동면에 생성된 줄무늬 모양의 전식



사진 15-3

- 원통 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 피트(PITS)를 동반한 띠모양의 전식

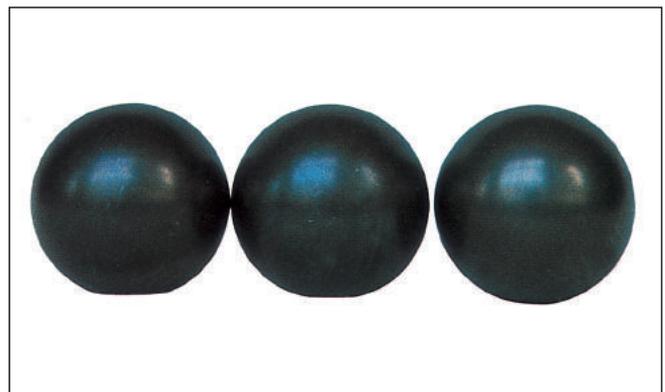


사진 15-4

- 깊은홈 볼 베어링의 볼
- 전동면 전체에 어두운 색상을 생성한 전식

7.16 녹, 부식 (RUST AND CORROSION)

손상상태	원인	대책
베어링의 녹·부식에는 궤도륜, 전동체의 표면의 피트(PITS) 모양의 녹, 배 깎질형태의 녹, 전동체 간격과 같은 피치 녹, 전면적인 녹 및 부식	<ul style="list-style-type: none"> 물, 부식성 물질(바니쉬 가스)의 침입 윤활제의 부적합 수증기 응결에 의한 물방울의 부착 고온다습시의 운전정지 운송중의 방청불량 보관상태의 부적정 취급 부적정 	<ul style="list-style-type: none"> 밀봉장치의 개선 윤활방법의 검토 운전정지중의 방청처리 보관방법의 개선 취급주의



사진 16-1

- 원통 로울러 베어링의 외륜
- 궤도면 및 턱면에 생성된 녹
- 수분의 침입에 의한 윤활불량이 원인

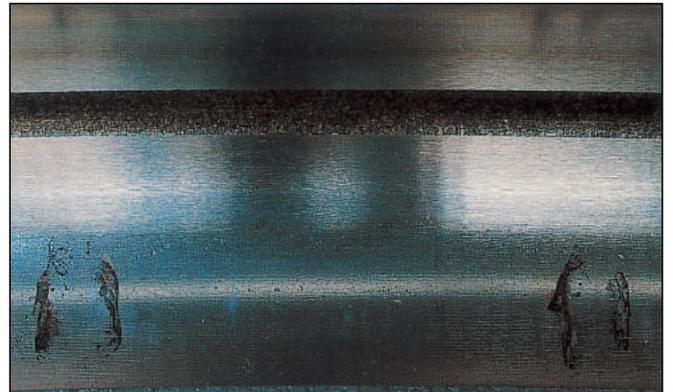


사진 16-2

- 선회륜 베어링의 외륜
- 궤도면에 생긴 볼 피치간격의 녹
- 운전 정지중의 수분의 응결에 의한 것



사진 16-3

- 자동조심 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 로울러 피치간격의 녹
- 윤활제중의 수분등의 침입에 의한 것



사진 16-4

- 자동조심 로울러 베어링의 로울러
- 전동면에 생성된 피트(PITS) 형태의 녹, 부식된 부분이 있다.
- 보관중의 수분의 응결에 의한 것

7.17 조립흠 (MOUNTING FLAWS)

손상상태	원인	대책
설치, 분해등 취급시 궤도면 및 전동면에 생성된 축방향의 선형태흠	설치, 분해시의 내, 외륜의 경사 설치, 분해시의 충격하중	<ul style="list-style-type: none"> ● 적절한 치공구의 사용 ● 프레스기 사용에 의한 충격하중의 방지 ● 설치시의 센터링

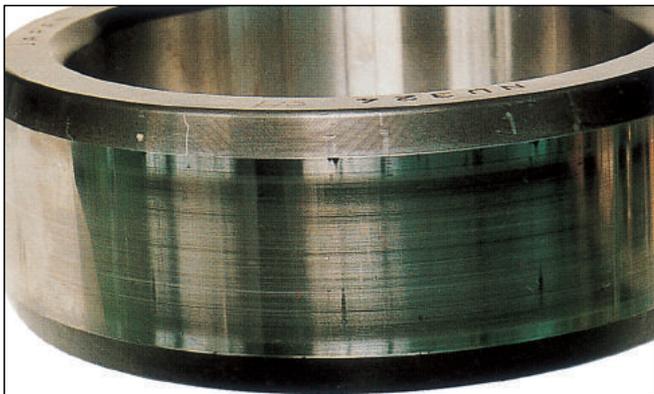


사진 17-1

- 원통 로울러 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 축방향 흠
- 설치시 내, 외륜의 기울어짐에 의한 것

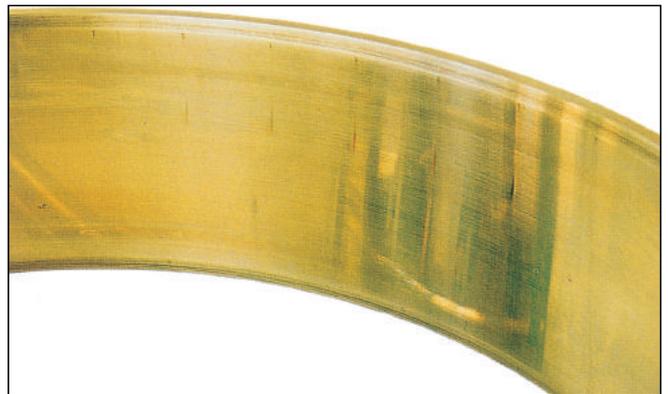


사진 17-2

- 복열 원통 로울러 베어링의 외륜
- 궤도면 전체에 생성된 로울러 피치 선형태의 흠
- 설치시 내, 외륜의 경사에 의한 것



사진 17-3

- 원통 로울러 베어링의 로울러
- 전동면에 생성된 축방향의 흠
- 설치시 내, 외륜의 경사에 의한 것

7.18 변 색 (DISCOLORATION)

손 상 상 태	원 인	대 책
온도상승과 윤활제와의 반응에 의해 궤도륜, 전동체, 리테이너가 변색하는 것	윤활불량 윤활제와의 반응에 의한 기름의 탐, 과다한 온도상승	●윤활방법의 개선

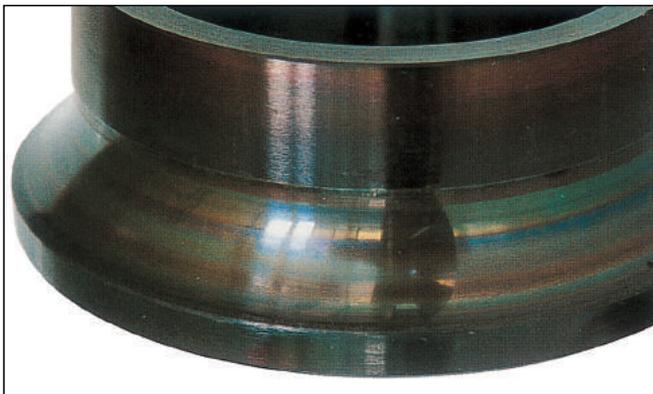


사진 18-1

- 앵글러 볼 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 靑紫色의 변색
- 윤활불량에 의한 발열이 원인

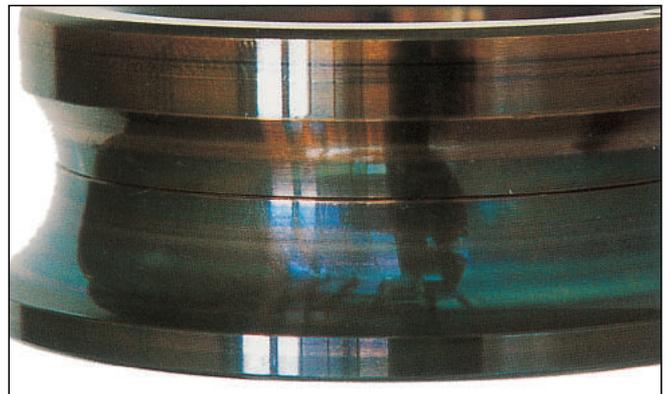


사진 18-2

- 4점접촉 볼 베어링의 내륜
- 궤도면에 생성된 청자색의 변색
- 윤활불량에 의한 발열이 원인

부표. 손상진단일람표

손상명칭	발생부위(현상)	원인											비고		
		취급		베어링주변			윤활		하중			속도		베어링산정	
		보관·운송	설치	축·하우징	밀봉장치·물·이물	온도	윤활제	윤활방법	과대·형격	모멘트	과소	고속·급가감속			요동·진동·정지
1. 플레이킹	케도면·전동면		○	○	○		○	○	○	○				○	
2. 필링	케도면·전동면				○		○	○			○	○			
	베어링외경면(구름접촉의 경우)			○*	○		○	○							
3. 뜯김	로울러단면·턱면		○	○	○		○	○	○	○		○			*상대회전부품
	리테이너안내면·포켓면		○		○		○	○							
4. 스미어링	케도면·전동면				○		○	○			○	○			
5. 깨짐	케도륜턱·로울러	○	○	○					○	○					
6. 균열, 크랙	케도륜·전동체		○	○		○			○	○					
	턱면·로울러단면·리테이너안내면(서멀크랙)			○				○	○	○					
7. 리테이너의손상	(변형·절손)		○	○					○	○					
	(마모)		○		○		○	○	○	○		○			
8. 압흔	케도면·전동면(많은 미소압흔)				○			○							
	케도면(전동체 피치간격 압흔)	○	○						○				○		
9. 피팅	케도면·전동면				○		○	○							
10. 마모	케도면·전동면·턱면·로울러단면		○		○		○	○							
11. 프래팅	케도면·전동면	○	○	○			○	○	○			○	○		
	베어링외내경·축면(하우징·축과의 접촉부)		○	○					○						
12. 필스, 브리넬링	케도면·전동면	○					○	○					○		
13. 크리이프	끼워맞춤면		○	○		○	○*	○*	○			○			*할거운끼워맞춤의 경우
14. 타블음	케도륜·전동체·리테이너		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15. 전식	케도면·전동면		○*	○*											*전동체를 통해서 통전
16. 녹, 부식	케도륜·전동체·리테이너	○	○		○	○	○	○							
17. 설치흔	케도면·전동면		○	○											
18. 변색	케도륜·전동체·리테이너					○	○	○							

본 표는 가능성이 높다고 생각되는 원인을 일람표로 정리한 것입니다.

NSK
한국NSK주식회사
NSK KOREA Co.,Ltd.

본 사 : 135-777 서울특별시 강남구 대치4동 892번지
Posco Center서관 9층
TEL : (02)3287-0300(代) FAX : (02)3287-0445
영남지점 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지
TEL : (055)279-1540~8 FAX : (055)283-8181
공 장 : 641-315 경남 창원시 성산동 60번지
TEL : (055)287-6001 FAX : (055)285-9982, 287-3901

http : //www.kr.nsk.com

