



## BEARING 을 오래 사용하는 방법

- ▷ Bearing 을 너무 자주 교환하고 있지는 않는가?
- ▷ Bearing 사용에 신빙성을 부여하기 위하여 다음 10 가지 사항을 확인하라.
- ▷ Engineer 들은 Bearing 온도를 반드시 확인해 보아야 한다.
- ▷ 정상 온도 보다 높은 Bearing 회전 온도는 Bearing 수명에 심각한 영향을 미친다.

생산 공장에서 제조 설비의 중요한 기계에 Bearing 손상이 발생했다면, 이는 심각한 생산 손실을 초래할 것이므로 매우 심각한 문제이다.

비록 Bearing 의 수명이 지난 수십년간 많이 향상되었다 할지라도 Engineer 들은 Bearing 은 자주 교환해 주어야 한다고 생각하고, 이는 가끔은 옳다.

Bearing 운전 수명에 영향을 미치는 요인은 Load 의 크기, Load 의 방향(Radial, Axial[thrust], 양방향의 결합), Shaft 의 회전속도, Bearing size, 운전 환경(온도 및 수분), 윤활(Type 및 방법), Seal 의 종류와 상태, Shaft alignment, Bearing 분해 조립 기술, Shaft 와 Bearing housing 의 일치, 가동 정밀도 등이 있다.

문제 및 손상이 분명한 경우의 문제를 해결 과정에 있어서도 상기와 동일한 요인에 대한 검토가 이루어져야 한다.

- ▷ 공장 설비가 설계 Data 이상으로 가동되거나, 운전 Load 상태에 영향을 미치고 있지는 않는가?
- ▷ 사용 Bearing 이 Axial 축 Load 보다 Radial 축 Load 에 더 적합하지 않는지?
- ▷ 또는 설비의 운전 환경이 반대로 Bearing 수명에 영향을 미치지 않는가?

수분 함유된 물질이 Bearing rolling way 에 유입되면 Oil film 을 손상시키고, 높은 Stress 를 유발한다. Bearing 운전 온도가 과도히 높은 경우에는 적절한 윤활이 불가능하다.

Bearing 손상에 대한 가장 보편적인 자료가 여기에 있다. 다음 11 가지 사항은 Bearing 수명을 연장하는 중요한 자료가 될 것이다. 일단 문제를 바로 안다면, 반복 되는 문제를 예방할 수 있을 것이다.

### 1. 잘못된 BEARING 윤활

윤활은 Bearing 손상의 가장 큰 요인이다. Bearing 은 Oil bath, Cir' system, Oil 분사, Grease 등으로 윤활된다. 고속 및 고온 또는 두 요인 모두로 인해 일부 기계는 추가 보증된 Oil 윤활 System 을 적용한다. 그러나 이결정은 추가된 비용 문제와 조화를 이루어야 한다. 결과적으로 Bearing 교환주기가 잦아진다. Grease 는 다양한 Base oil, 농축 장치, 첨가물 그리고, 다양한 농도로 사용할 수 있다. 이들 Grease 의 다양한 종류로 인해 잘못된 적용이 발생할 수 있다.

윤활은 회전면을 분리해 준다. 즉, 금속대 금속의 접촉을 방지, 마찰을 방지, 마모를 방지하는 역할을 담당한다. 윤활유는 부식, 수분, 열을 방지한다.

Oil 의 가장 중요한 특성은 점도이다. 점도는 Oil 의 Strenght 이며 Working surface 를 분리하는 Oil film 을 만드는 Oil 의 특성이다. Rolling Bearing 의 Working surface 는 Rolling element 와



Raceway, Rolling element 와 Guiding surface(Cage pocket, Flange, Guide ring) 그리고 Cage piloting surface 를 말한다.

Bearing 의 적정 윤활을 위해서는 운전 온도에 적합한 점도를 가진 Oil 이 요구된다. Bearing roll 과 Raceway 의 Surface 를 살펴보자. 지나치게 광택이 있거나, 광택이 없는 외형은 Working surface 가 불충분한 윤활이나, 지나친 가동 온도로 인한 점도 불량으로 접촉하고 있다는 증거이다. 가죽 또는 Orange 껍질같은 Surface 는 Metal to Metal 접촉의 또 다른 증거이다.

이런 문제를 피하기 위해서는 設置時 뿐아니라 기계 유지 보수 동안에도 제작자가 명기한 윤활유의 종류 및 윤활량을 준수해야 한다.

## 2. 다른 성상의 윤활제 혼합사용

만약 다른 특성의 Grease 를 혼합 사용한다면 윤활 실패를 피할 수 없다. 예를들어 Polyurea 와 리튬에 기초한 Grease 을 혼합하여 사용하면 빠르게 Bearing 손상이 발생할 것이다. 걸죽하거나 묽은 Grease 는 윤활 문제 발생의 또다른 표시이다. 원래 농도 보다 더 짙은 Grease 는 잘못된 Mixing 의 결과이다. Grease 의 색깔 또한 확인이 필요하다. 예를 들어 만약 초기 Grease 가 Green 이었다가 시간이 흐른후 갈색으로 변했다면, 다른 특성의 Grease 가 혼합된 것이다. 다른 특성의 Grease 를 혼합하여 사용하는 것은 많은 경우 Bearing 손상의 주요한 원인이 된다.

## 3. 너무 많거나 적은 윤활

많은 Engineer 들의 잘못된 개념중의 하나는 적은 윤활량보다 많은 윤활이 좋다는 것이다. 그러나 양 방법 모두 바람직하지 않다. 적은 윤활은 Metal to Metal 접촉을 발생시키고, 많은 윤활은 Rolling element 가 여분의 Grease 를 배출하는 과정에서 마찰로 인한 열을 발생시킨다. 적절한 양의 Grease 을 주입하기 위해서는 제작 업체의 Manual 에 따른다.

이 사항은 Grease 뿐아니라 Oil bath type 의 윤활에도 적용된다. 적당한 Oil 량을 유지하기 위해서는 Oil seal 의 점검이 필요하다. Oil seal 파손은 Oil 누유로 그다음, Bearing 의 Life time 감소, Bearing 교환으로 이어지게 된다.

## 4. 윤활유의 부식과 Oil 오염

수분 함유등 오염된 Grease 의 점검 및 확인은 매우 어렵지만, 이는 많은 Bearing 손상의 원인을 제공한다. 먼지, 모래 그리고 물은 가장 흔한 Oil 오염 물질이고, 산 또는 Oil 의 산성화는 Bearing 의 윤활 이상을 발생케 한다. 이들 요인들은 윤활막을 손상시키고, 점도를 감소시킬뿐아니라 Bearing 표면을 산성화 시키고, Oil film 을 약화시킨후 수천개의 아주작은 연마 물질을 발생시킨다. 오염을 유발시키는 고형질은 Bearing 요소의 손상을 야기시키는 최대의 적이다.

이들 물질의 크기에 따라서 윤활의 석질을 볼수 있거나 느낄수 있다. 윤활유 제작 업체와 자체 실험을 통한 윤활유의 표본 분석은 이를 예방할 수 있는 가장 좋은 방법이다. 이 분석은 함유된 고체 물질의 양, 특성, 함유 경로를 나타낼 수 있다. 수분 함유 대책의 가장 좋은 방법은 기계 운전 환경의 청결과 건조한 환경이다. 만약 이런 환경이 이루어지지 않는다면, Seal 이나 Shield 이 장착된



Bearing 을 사용하는 것이 좋다. 또한 마모된 Bearing housing 도 교체가 필요하다. 만약 습기가 문제가 된다면 녹 방지 대책이 강구된 윤활유를 사용 하는 것이 좋다.

기계 가동 환경이 좋지않는 경우는 때로 잦은 Oil 보충 또는 교환으로 극복할 수 있다. 그러나 이 과정에서 너무 많은 Oil 을 보충하는 위험이 있다. 적정 Grease 양의 관리는 여분의 Grease 를 배출하기 위한 Plug 를 이용하여 주기적으로 보충된 양만큼의 Grease 를 제거하여, 항상 깨끗한 적절 Grease 를 재 보충하는 방법으로 일정 관리할 수 있다. Oil 윤활 System 은 적절한 온도, 오염되지 않은 깨끗한 Oil 을 계속적으로 주입할 수 있는 좋은 방법이다.

## 5. 회전 기계의 MISALIGNMENT

Bearing 조기 손상의 가장 큰 요인중의 하나는 기기의 Shaft 와 Bearing housing bore 사이의 Misalignment 이다. 일부 Bearing 은 약간의 misalignment 를 허용할 수 있다. 심각한 Misalignment 는 과도한 진동 및 동하중을 유발케한다.

Belt 구동 motor, 또는 기타 기계의 경우는 과도 Belt 장력이 불필요한 동하중을 야기하기 때문에 주의해야 한다. Slip 을 피할 정도의 적당한 장력으로 조절하는 것이 좋다. Bearing misalignment 문제를 해결하는 방법으로는 Bearing housing 에 Shim 을 끼우는 방법이 있다. 특히 하나의 Shaft 에 두 개 또는 여러 개의 Bearing 이 장착되어 있는 기계의 경우, Shaft 가 Bent 되지 않고 일직선상에 놓여 있어야 한다.

## 6. 변형된 BEARING HOUSING BORE

만약 Housing bore 가 변형되어 기하학적인 원(진원)에서 벗어났다면, 이는 과도한 동하중이나 마모의 결과이다. 이 문제는 Bearing housing 이 평평하지 않은 기초위에 설치되었을 때 발생한다. 예를 들어 Bearing housing 이 굴곡이 있는 표면위에 설치된다면 Housing 은 뒤틀리게 될 것이고 Housing bore 는 확장될것이다.

만약 Bearing housing bore 가 변형되어 진원에서 벗어난 것으로 의심이 된다면, 새 Bearing 으로 교환하기 전, 설치 표면을 확인 수정해야 한다. Metal Bearing 의 설치에서도 동일한 원칙이 적용된다. Bearing housing 의 높이를 조절할 때, Bed 와 접촉되는 Bearing housing 의 밑면이 완전히 면접촉이 되도록(단지 1 Inch 의 몇분의 일이라도 면접촉에서 벗어나지 않도록) Shim 으로 Pillow block 을 완전히 지지해줘야 한다. 만약 Block 의 중심부 일부가 지지되지 않을 경우 Bearing bore 는 뒤틀릴것이고 다른 손상의 원인을 제공할 것이다.

## 7. 부적절한 내부 공차

내부적으로, Bearing 은 구성품의 열팽창을 고려하여 아주 작은 공차가 주어지게 된다. Radial 방향으로 설치된 Bearing 은 반경 아래 방향의 동하중에 영향을 받는다. 내부 공차는 Rolling element 최 상부와 Outer raceway 사이의 총 거리를 말한다.

Rolling bearing 은 C3 등으로 특징 지어지는 공차 계열이 주어지게 된다. 만약 내부 공차가 부적절하다면 과도한 열을 유발될 것이다. 온도는 Oil 의 점도에 영향을 끼치고 Oil 불량을 유발시킬 것이다. 또한 최악의 경우, 내부 마찰이 심해져서 Bearing 열화가 발생할 것이다. Bearing 교환은 최초에



설치된 것과 동일한 내부 공차를 가진 Bearing 으로 교체되도록 주의하여야 한다. Shaft 불량 으로 인한 간섭은 Bearing 내부 공차에 직접적으로 영향을 미친다. 만약 Shaft 의 Journal 부위가 너무 굵다면 Bearing 을 재 설치하기전, 재 가공이 먼저 이루어 져야 한다.

## 8. BEARING ARRANGEMENT

Bearing arrangement 는 보통 Radial 방향으로 지지되는 두 Bearing 지지 system 으로 구성된다. Bearing 들은 Housing 내에서 지지되면서 한 Bearing 은 축방향 또는 Shaft ass'y 의 Shoulder 부위에 설치되고, 다른 Bearing 은 열 팽창을 고려 하여 축방향으로 Free 하게 설치된다. 이들 두 Bearing 은 Hold 와 Free, Fixed 와 Floating 그리고 Thrust 와 Radial 로서 명명된다.

만약 Arrangement 가 Shaft 열팽창을 고려하지 않았다면, 그 당연한 결과로서 Thrust load 와 가동중 온도 상승이 발생할 것이다. Hold Bearing 은 Radial, Axial 의 양방향 Load 모두를 감당해야 한다. Axial, Radial 양 방향 모두를 수용할수 있는 Bearing type 은 다양 하고, 운전 속도와 윤활 방법에 의해 영향을 받는다.

## 9. 변형된 SEAL, SHIELD

Seal 또는 Shield 가 장착된 Bearing 은 부 주의하게 설치시 손상을 입는다. 손상된 Seal, Shield 는 Bearing cage 의 기능에 영향을 미쳐, 수분이 Rolling element 와 Bearing cage 사이로 들어올 수 있다. Seal 손상을 방지하기 위해서 Bearing 설치시 항상 다음에 기술한 Bearing 설치 방법을 고려해야 한다.

Sealed, Shield Bearing 을 개조하려고 해서는 않된다. 정상적으로 Sealed, Shield Bearing 의 Life time 을 위해 Seal 을 유지시켜야 하고, 이 Bearing 은 윤활의 재 충전이 필요치 않다. 특별한 상태를 위해서는 Seal & Shield 제거시, 특히 Cage 등의 Bearing 구성품이 물리적으로 손상될 수 있으나, Seal 또는 Shield 가 Bearing 으로 부터 분리 사용되기도 한다.

만약 성공적으로 제거된다면 Sealed or shield Bearing 이라도 Open Bearing 으로 간주, 더많은 양의 Grease 충전이 필요하다. 만약 Grease 충전이 이루어지지 않거나, 다른 특성의 Grease 가 충전되었다면, 해당 Bearing 은 윤활 불량으로 조기 손상될 것이다. 가장 좋은 방법은 상황에 적합한 Bearing 을 사용하는 것이다.

## 10. 적은 SHAFT DIA.

Bearing 은 고정된 Bearing housing 내에 설치된 것이 가장 적합하다. 정상적으로 Bearing inner ring 은 Shaft 상에 조립되고 Outer ring 은 Housing 에 적당한 공차를 가지고 위치한다. Bearing 과 Shaft 는 결합된 Ass'y 로서 회전한다. 이들 사이의 치수 관계에서 일정 압력이 생기고, Shaft 상의 Bearing inner ring 의 Grip 작용이 일어난다.

이 Holding power 는 간섭되는 양(접촉 표면적)에 달려있고, 조립 부위의 마찰력에 의존한다.

Bearing 이 Shaft 에 제대로 조립되기 위해서는 정확한 Shaft dia.가 요구된다. 만약 Shaft dia.가 너무 크다면, 내부 공차가 줄어들 것이며, 너무 작다면 Bearing 은 Shaft 에서 조금씩 회전(Slip)할 것이고, Bearing bore 와 Shaft 의 마모는 촉진될 것이다.



이때 마찰 열이 발생해서 작동 온도는 증가 하고, 수분으로서 작용 하는 불순물이 발생할 것이다. 이상태는 Shaft 의 모양과 Size 를 복구함으로 재생이 가능하다.

Taper shaft 상에 조립된 Tapered bore Bearing 이나 Adapter sleeve mounting Bearing 의 경우, 헐거움은 Bearing 이 제대로 조립되지 않았음을 의미 한다. 이 경우 Bearing 을 무작정 Retightening 해서는 않된다. 만약 Shaft 가 마모되었다면, 도면상의 모양과 치수로 재 가공한후, 적당한 Holding power 로 Bearing 을 교환해야 한다.

### 11. BEARING 파손의 다른 요인

이들 열가지는 가장 흔한 Bearing 파손 요인이지만, 이외에도 Bearing 의 상태에 영향을 미치는 요인들은 수백 가지가 있다. 예를들어 현장 기술자는 Floating shaft 에 Bearing 을 조립시, 부적절한 Holding power 로 설치할 수 있다.

다른 흔한 요인은 Load 한계를 잘못 적용하거나, 자동 조심 Bearing 을 사용해야할 위치에 Rigid Bearing 을 사용하는등, Bearing 의 잘못된 선정에 있다.

비록 이런 문제들의 일부가 조기 발견된다하더라도 다른 부분들의 발견은 아주 늦다. 예를들어 만약 현장 기술자가 고속 Fan 근처나 안에서 Bearing 을 교환 설치했다면, Bearing 으로의 Air 흐름이 압력 불균형을 유발시켜 Housing 으로부터 Oil 을 밀어낼 것이다.

이를 방지하기 위하여 조절벽을 설치하여 영향 받는 Bearing 으로부터 Air 의 흐름을 차단시켜야 한다. Bearing 문제의 대부분은 위에서 언급한 열가지 방법으로 해결할 수 있다. 따라서 기계의 가동 온도, 기계 진동, Bearing 상태, 윤활유의 표본 분석등 Multiparameter 상태 감시 Program 의 도입이 필요하다. 상태 감시를 위한 여분의 노력은 미생산 손실 및 기계 운휴 기간을 단축하여 생산성 향상에 크게 기여할 것이다.

(끝)