

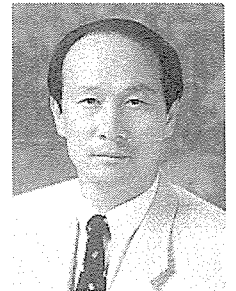
Y2K 문제해결 과정중에 있어서 공급업체는 양면성을 갖는다. 이는 곧, Y2K 문제의 해결은 공급업체가 할 수밖에 없다는 점과 반면에 공급업체는 Y2K 문제가 새로운 사업을 장을 제공하고 있으므로 이를 기회로 삼으려고 한다는 점을 가리킨다. 이 때문에 Y2K 문제 해결을 담당하는 실무자들은 공급업체의 중요성을 인식하며, 또한 공급업체와 협상력을 가져야 함을 염두에 두어야 한다. 공급업체와 협상력은 바로 해당설비의 Y2K 문제 해결에 대한 기술적 근거들을 정확하

게 확보하고 있어야 비로소 확보 될 수 있다.

셋째, Y2K 문제를 해결하는 것은 그 자체 중요한 과제이다. 하지만 현재 Y2K 문제와 관련하여 벌어지고 있는 상황은 대외적으로 드러낼 수 있는 근거들을 요구하고 있다. 즉, Y2K 문제해결 활동이 적절히 수행되었는지를 여부를 고객사나 은행, 정부기관 등에 보여야할 경우가 많이 생기고 있다. 이러한 이유 때문에 Y2K 문제해결의 과정중에 발생하는 성과물을 명확히 문서화하여 보유하고 있어야 한다.

## STEAM TURBINE의 MAINTENANCE 및 유지관리의 유의사항 ②

### THE FACTORS AFFECTING MAINTENANCE OF STEAM TURBINE



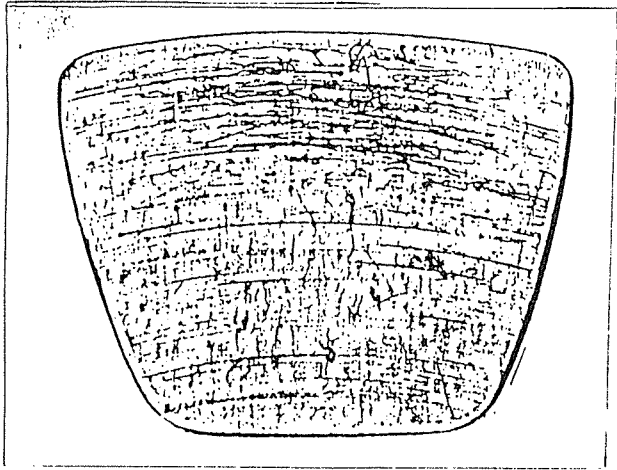
대표이사 이 용 규  
 퍼시픽 기계기술(주)  
 T:(0662)651-4060~2

#### 1. 서론

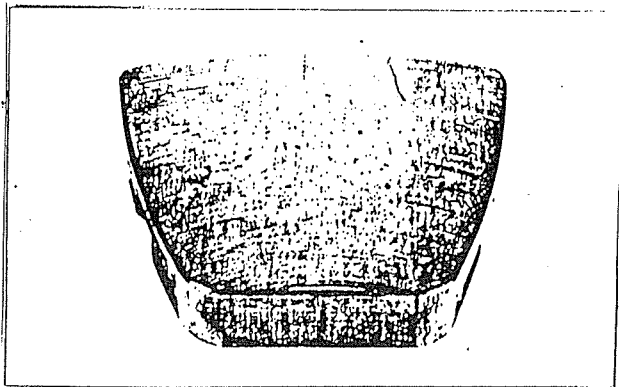
전회(VOL. 10)에서는 STEAM TURBINE 및 GENERATOR에 발생하는 BEARING TROUBLE 의 유형중 전식(ELECTRICAL DISCHARGE)에 의한 PITTING 현상을 설명한 바 있으며, 이어서 금번호에서는 BEARING TROUBLE의 다른 유형인 SCORING, WIPING, CRACKING 등에 대해 그 원인과 대책을 살펴보고 또한 현장에서 기기 운전시 혹은 분해 조립시 부주의로 TROUBLE을 야기시킬 수 있는 기타 요인들에 대해서도 설명드리고자 한다. 참고로 이러한 내용들은 당사의 현장 MAINTENANCE 경험들을 근간으로 하고, 외국의 문헌들을 참고 하였음을 밝혀두고자 한다.

#### 2. SCORING(긁힘) 현상

BEARING 표면의 축방향 혹은 원주방향 홈에는 보통 순환 OIL에 의해 운반된, 마모를 일으킬 수 있는 불순물 입자가 존재하며, SIZE가 작은 입자들은 BEARING과 JOURNAL 사이를 유동하면서 간헐적으로 접촉하여 큰 문제를 일으키지는 않으나 SIZE가 큰 입자들은 부드러운 BEARING 표면을 긁어, 결국은 큰 흔적을 남기게 된다. FIG. 1은 조립시 이물질 혼입으로 인해 START-UP 과정에서 일어난 긁힘 현상인 바, 입자 이동이 HIGH SPEED에서의 경우보다 훨씬 더 불규칙적임을 보여주고 있으며, FIG 2는 HIGH SPEED 상태에서의 SCORING을 보여주고 있다.



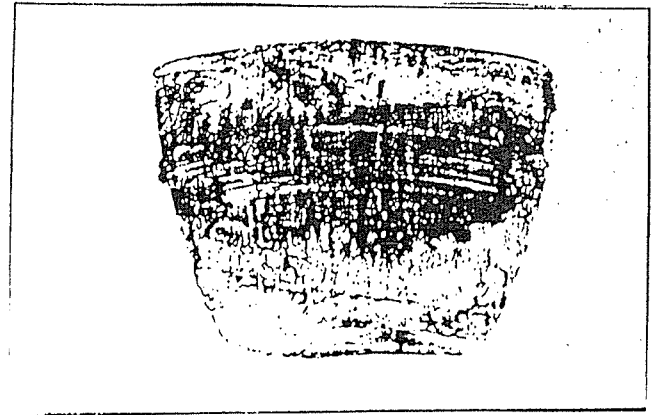
<그림 1>



<그림 2>

가볍게 SCORING된 것은 큰 문제가 되지는 않지만, 그로 인해 거칠어진 정도가 OIL FILM의 두께를 초과해서는 안되며 일반적으로 0.01~0.05mm 범위이다.

BEARING 표면에 과다하게 불순물 입자들이 박혀 있으면 JOURNAL 부위에 SCORING을 가져오고, SHAFT 재질이 Cr을 함유한 STEEL일 때는 매우 심각한 상태의 파손 원인이 되므로 BEARING은 필히 교체되어야 한다. 1mm 이상 되는 큰 입자들이 BEARING 표면에 박히면, STEEL JOURNAL 혹은 THRUST COLLAR와의 작용에 의해 BLACK SCAB이라 불리는 단단한 형태의 돌기물을 형성하게 되고(FIG. 3)이 SCAB은 상대편 STEEL 표면에 심각한 손상을 일으키는 원인이 되며 WIRE WOOL이라 불리는 특이한 형태로 깎여 나가게 된다. 이러한 현상은 START-UP시에 일어나며, SCAB 형성은 윤활제 상태와 SHAFT, COLLAR의 금속조직에 따라 민감하게 달라진다.



<그림 3>

크롬 혹은 망간을 1% 넘게 함유하는 STEEL은, 특히 BEARING SLIDING 속도가 20m/s 이상인 고속기계에서 BLACK SCAB을 형성한다.

SHAFT 표면에 경질 크롬 PLATING을 하는 것은 일반적으로 이러한 문제를 해결하는데 효과적인 것으로 인식되고 있으며, 기계 조립시 BEARING 표면 오염이나, OIL 통로의 막힘등이 없도록 충분히 주의를 기울여야만 한다.

SCORING이 생겼을 때 상태가 심한 경우에는 신 품으로 BEARING을 교환해야 하며, 이때 JOURNAL 부위, OIL 통로, FILTER 등을 깨끗이 청소하고, OIL을 교환해야만 한다. 상태가 그렇게 심하지 않을 경우에는 그대로 사용할 수 있지만, 역시 BEARING과 JOURNAL 표면은 깨끗이 청소하고, CLEARANCE에 영향이 없는지를 잘 CHECK해야 한다.

### 3. WIPING(문드러짐) 현상

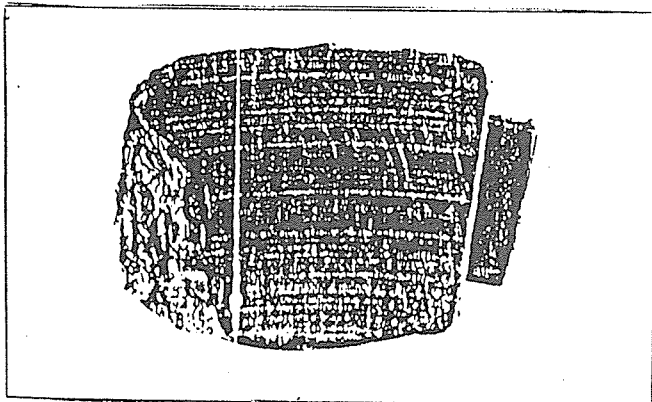
BEARING 재질은 상대 표면에 적합하여 큰 손상없이 가벼운 금속 접촉을 허용하도록 선택되어 왔으며, 그 표면은 연마에 의해 매끄럽게 광택이 나도록 되어 있으나, 심한 조건 예를 들면 MISALIGNMENT 등에 의해 녹고, 문드러지는 현상에 대비해야만 하며, 주석이나 납 등을 BASE로 하는 WHITEMETAL(BABBITS)이 이 목적에 사용되고, 흔히 볼 수 있는 경우, 한쪽 끝이 가볍게 문드러지는 경우에는 이 목적을 달성했다고 볼 수 있을 것이다. 심각하게 WIPING이 되는 경우, ALIGNMENT에 좀더 주의를 기

올려야 하며, BEARING 손상이 잦아 진다면 좀 더 검토가 필요하다.

예를 들어 WIPING이 JOURNAL BEARING의 전 원주 방향으로 일어나거나(TOP&BOTTOM쪽에 동시에)하면, BEARING 조립시 CLEARANCE 조정이 부적절했다는 이야기이다. COLD 상태의 MACHINE을 빠르게 START하는 과정에서 TIGHT한 CLEARANCE로 사용하는 경우 일어나는 문제는 OIL FILM내에서 열이 발생하여 BEARING HOUSING보다도 SHAFT 온도가 더 빨리 상승함으로써 문제가 야기된다. SHAFT의 DIFFERENTIAL 팽창은 일시적인 BEARING CLEARANCE의 저하를 일으키고 MIN.CLEARANCE 부위에서 금속대 금속 접촉을 일으켜 심각한 상태가 일어나게 된다.

이는 STEAM TURBINE의 SLOW RUN, WARMING-UP시 각별히 유의해야함을 명시한다. BEARING이 부피가 큰 HOUSING을 가진 경우 온도 상승에 시간이 많이 걸리며 SHAFT가 HOLLOW일 경우 훨씬 빨리 온도가 올라가는 효과가 있다.

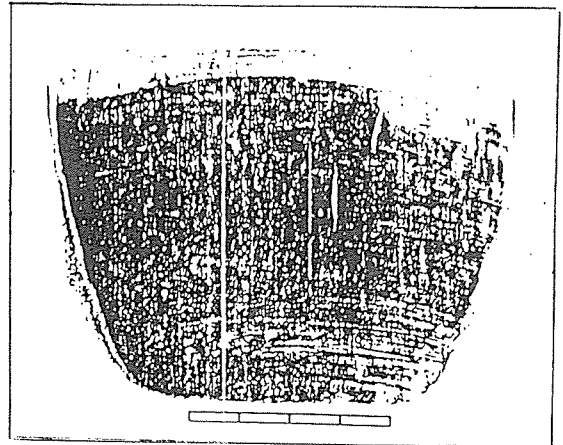
TILTING PAD TYPE JOURNAL BEARING에서는 문제가 더 심각한데, START-UP시 PAD에서 HOUSING으로 가는 열 흐름이 특히 적어서 PAD가 안쪽으로 확장되는 결과를 가져오기 때문이다. WIPING은 특히 START, STOP 과정에서 OVERLOADING에 의해 일어나며(FIG. 4) OIL FILM이 전제하는 한 BEARING은 안전하게 돈다는 것을 보여준다.



<그림 4>

FIG. 5는 저속 중하중 상태에서 오랜시간 가동하

여 생긴 현상인바 WIPING이 일어났을 뿐만 아니라, 얇은 OIL FILM에서 국부적인 고온 현상이 결과적으로 표면 손상을 가져온 것이다.



<그림 5>

고하중, 저속에 의한 WIPING을 극복하는 일반적인 방법은 OIL 강제순환 방식이다. TILTING PAD THRUST BEARING에서 고압 OIL은 원형 GROOVE에 들어와서 유압 BEARING으로써 작용한다. WIPE의 넓이는 모든 PAD에서 비슷하며, 결과적으로같은 PAD높이와 BEARING의 GOOD ALIGNMENT가 중요하다는 것을보여준다.

#### 4. CRACKING(균열) 현상

WHITEMETAL에 OVERLOAD가 걸리면 FATIGUE(피로)에 의한 균열이 발생하며, 주기적으로 반복하중을 받는 ENGINE BEARING에서 볼 수 있고, 때로는 TURBINE 등에서도 발생한다.

이러한 현상은 기계가 CRITICAL SPEED 가까이에서 오랜시간 가동되었거나 COUPLING ALIGNMENT가 잘못 되었을 경우 그 원인이 될 수 있으나 후자의 경우는 VIBRATION이 먼저 상승하므로 FATIGUE DAMAGE가 일어나기 전에 BALANCING을 다시 하거나, ALIGNMENT를 다시 해야 할 것이다. FATIGUE DAMAGE의 특성은 CRACK이 BONDING 부위까지 도달하며, 화이트 메탈을 따라 모재에 부착되어 있는 접촉 부위를 이탈시키는 방향으로 진행되며, 남아있는 WHITEMETAL은 떨어져나간 조각에 의

해 침식 영향을 받는다.

WHITEMETAL의 피로 강도는 온도 증가에 따라 감소한다. 따라서, OIL 공급 압력의 부분적 저하가 OVERHEATING을 가져오고 기계내에서 FATIGUE 손상을 가져온다. 다시 말해서, FATIGUE CRACKING은 운전 온도에서 BEARING 재질의 피로 강도를 초과하는 동하중이 작용 할 때 생기는 것이며 용융점이 낮은 WHITEMETAL 같은 재질에서는 특히 고온에서 크게 피로 강도가 저하하므로 과열만으로도 FATIGUE FAILURE가 일어나는 것이다.

다른 이유로는 OVERLOADING이나 SHAFT가 진원이 아닌 경우에도 생길 수 있다.

CRACKING이 발생했을 때는 ALIGNMENT, SHAFT DEFLECTION, OVERLOADING등 원인요소를 찾아 제거하고, 재질이 나쁜 것으로 판명되면 강한 재질로 재선정해야 한다.

## 5. 기타 BEARING TROUBLE 유발 요인

### 가. CORROSION(부식)

COPPER-LEAD, LEAD-BRONZE 합금에 함유된 LEAD의 부식이나 LEAD BASE WHITEMETAL의 부식은 운전중 형성된 산 함유 OIL 산화물이 원인이 되며, 물이나 COOLANT LIQUID가 LUBE OIL속에 침투하거나 OIL 첨가제의 용해에 의해 생긴다. 거친 마찰로 인해 표면이 벗겨지거나 이 물질에 의한 굽힘 등에 의해 부식이 진행될 수 있다. OIL CONDITION을 지속적으로 CHECK하고, OIL속 수분은 제거되어야 한다.

### 나. 부적절한 기계 조립

조립시 부적절한 조치들이 BEARING 손상을 가져올 수 있으며 그 유형은 다음과 같다.

- 1) 두께가 얇은 BEARING HOUSING내에서 부적절한 간섭을 받도록 조립된 경우에는 FRETTING DAMAGE(침식)가 일어남.
- 2) 지나친 간섭을 받도록 무리하게 조립하면 BEARING 내경이 뒤틀림.
- 3) BEARING 결합면이 비틀어지거나, 벌어지거나 하면 OVERHEATING의 원인이 됨.
- 4) 불균일한 BEARING 마모로 인해 발생한

MISALIGNMENT나 SHAFT의 변형.

- 5) 조립중 BEARING과 HOUSING 사이에 이물질이 들어가면 BEARING 내경 비틀림과 국부적 OVERHEATING을 일으킴. 따라서, 상기와 같은 유형의 BEARING TROUBLE을 막기 위해서는 부적절한 조치들의 개선과 HOUSING DESIGN의 수정, MISALIGNMENT의 수정등이 필요하다.

### 다. 부적합한 운할

부적절한 OIL PUMP 용량, OIL GALLERY 혹은 OIL 통로의 구경, 부정확한 GROOVE DESIGN, OIL 공급의 우발적인 장애 혹은 정지 등에 의해 BEARING TROUBLE이 야기될 수 있다.

## 6. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 BEARING TROUBLE은 그 원인과 발생 형태가 다양하므로 무엇보다도 먼저 정확한 원인을 파악하고 근본적인 해결을 시도해 나가는 것이 동일 유형의 TROUBLE을 예방할 수 있는 지름길이라 할 수 있겠다. 각 항에서 되풀이 강조된 사항들을 요약하면 아래와 같으며, 기기의 운전 및 유지보수에 많은 참고가 되리라 생각한다.

- 1) 기기의 주기적인 점검과 기록 유지 · 이상징후 발견시 즉각적인 대응 필요
- 2) 분해 조립시의 청결 유지
- 3) LUBE OIL의 주기적인 분석으로 상태 관리 철저
  - 이물질 혼입 방지, OIL 온도, 압력 유지 관리 등
- 4) 기기 정지시마다 CASING, ROTOR등 주유 부분 잔류자기 측정
  - 필요시 탈자기 작업 수행
- 5) 철저한 ALIGNMENT 작업
- 6) 분해 조립 PROCEDURE 준수
  - CLEARANCE 관리 철저
- 7) 운전 PROCEDURE 준수
  - 급작스런 START, STOP은 금물
- 8) 각종 CHECK DATA의 관리 철저