



냉각수펌프 모터베어링의 전식현상 발생사례

신 흥 태/현대건설
htshin@hdec.co.kr

1. 서언

모터에서의 축전압은 모터축을 중심으로 한 자속분포가 완전히 대칭되지 않아 발생하는 고주파 전압으로써, 이 전압에 의해 Rotor와 연결되는 베어링을 통하여 폐회로가 형성되면서 전류가 흐르게 된다. 축전압이 일정값 이상이 되면 모터 베어링에 전식(電氣腐蝕, Electric Corrosion)현상이 발생되고, 이로 인해 모터베어링 유막이 국부적으로 파괴되어 결국 베어링 손상을 초래한다고 알려져 있다.

본 고에서는 최근 필자가 경험한 발전소의 1.4MW급 수직형 냉각수 순환펌프(Circulation Water Pump)의 모터 축전류로 인해 발생한 베어링 전식현상 사례를 소개하고자 한다.

2. 모터베어링 사고발생 상황

발전소 시운전 및 상업운전 초기에 순환수 펌프

가 정상적으로 운전되던 중 Motor Thrust Bearing 온도가 수분만에 순간적으로 정상상태에서 105℃ 이상으로 급격히 상승하여 펌프가 Trip되는 사태가 수차례 발생하였다. 아래 표 1은 상기한 펌프 Trip 및 베어링 사고일지를, 그림 1은 손상차수 3차시 펌프가 Trip 되기 전후의 Motor Bearing 온도추이를 나타낸 것이다.

3. 모터베어링 사고분석 및 수리

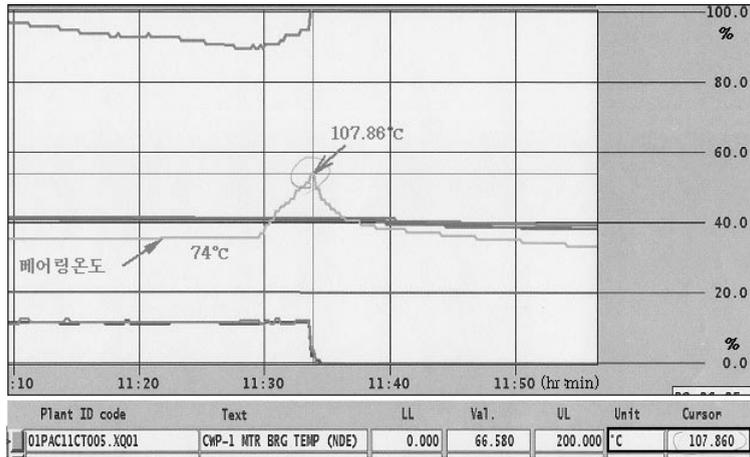
3.1 모터베어링 분해 및 점검

펌프 Trip후 모터 상부 Bearing Casing을 분해하여 내부를 점검한 결과 그림 2 및 그림 3과 같이 모터 상부의 Thrust Bearing Pad, Thrust Bearing Guide Pad 및 Thrust Collar 하부면이 심하게 손상되었음이 발견되었다.

또한 모터 상부베어링 윤활유를 냉각시키기 위해 베어링케이싱 내부에 설치된 냉각기 및 베어링케이싱 내부를 점검한 결과 그림 4와 같이 일부

<표 1> 베어링 사고 일지

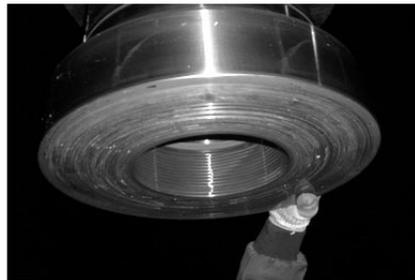
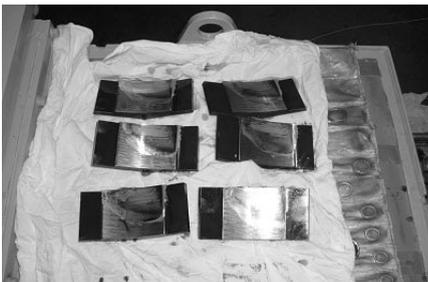
손상차수	손상모터	손상일시	손상 내용	손상 원인	조치 사항
1	CWP #1	Mar 12	Bearing Pad, Guide Pad 및 Thrust Collar 손상	냉각수 부족 등이 원인으로 추측되기도 하였으나 결국 근본 원인은 전식현상으로 밝혀짐	Strainer 청소, Pad 및 Thrust Collar 가공, Insulation Sheet 설치.
2	CWP #1	May 26			
3	CWP #1	Jun 28			
4	CWP #1	Sep 9			
5	CWP #2	Nov 21			
6	CWP #1	Dec 11			



[그림 1] 베어링 사고전후의 베어링 온도추이



[그림 2] Thrust Bearing Pad의 손상 표면



[그림 3] Guide Pad 및 Thrust Collar의 손상 표면

냉각기 코일과 베어링케이싱 내부가 서로 접촉되어 접촉부위가 검게 탄 흔적이 발견되었다.

본 모터는 설계, 제작 당시부터 축전류에 의한 베어링 손상방지를 위하여 그림 5와 같이 모터 상부 Endshield와 Bearing Cover의 냉각수 파이프 관통부분에 이미 절연이 반영되었다.

3.2 사고 원인분석



그러나 위의 그림 4에서 볼 수 있듯이 모터 상부 베어링 냉각기와 베어링 케이싱 내부가 접촉되어 그림 6과 같이 축전류 회로가 형성됨으로 인해 모터상부 Thrust Bearing Pad와 Thrust Collar 하부 간, Thrust Bearing Guide Pad와 Thrust Collar 측면 간에 전기 Spark가 발생되었음을 알 수 있었다.

특히 Thrust Collar 측면도 손상되었는데 그 이유는 베어링 냉각기가 Guide Pad와 이와 근접한 부품인 Shroud와 접촉되어 “Shaft Thrust Collar Guide Pad Shroud 냉각기”의 경로로 축전류가 흘러 Spark가 발생된 것으로 추측된다.

이러한 전식현상으로 인해 Thrust Bearing Pad, Guide Pad, Thrust Collar의 표면에 흠집이 생기고 표면이 거칠어졌으며, 발생한 금속입자가

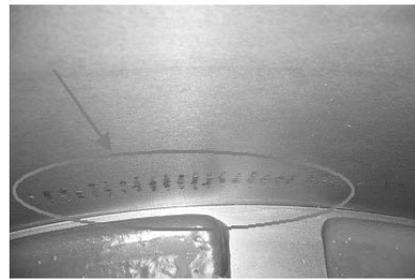
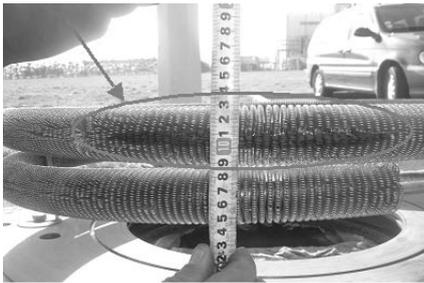
베어링 윤활유를 오염시키고 윤활유의 윤활기능을 현저히 저하시킴으로써 베어링이 과열되고 Pad에 Rubbing을 발생시킨 것으로 판단된다.

본 사고의 주원인인 모터 상부 베어링 냉각기와 Bearing Casing 내부가 접촉된 것은 베어링 냉각기가 견고하게 고정되지 않아서 발생한 것이다.

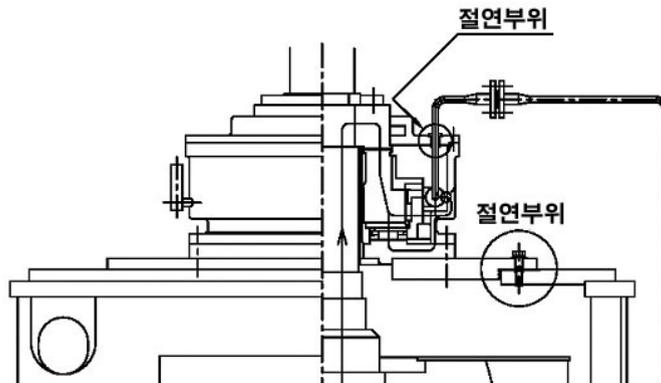
3.3 수리 및 보완

손상된 Thrust Bearing Pad, Guide Pad, Thrust Collar는 금속주조, Babbit면 황삭, 가공, 연마, Polishing 및 Lapping 등의 공정을 거쳐 수리하여 설치하였다.

또한 베어링 케이싱 내부 및 Shroud 외부 등 축전류 회로가 형성될 수 있는 접촉 가능성 부분을 그림 7과 같이 절연물(Epoxy Glass Plate 및



[그림 4] 베어링 냉각기 및 베어링 케이싱 내부 접촉으로 인한 전식



[그림 5] 절연된 모터상부 Endshield 및 Bearing Cover의 냉각수관 관통부위

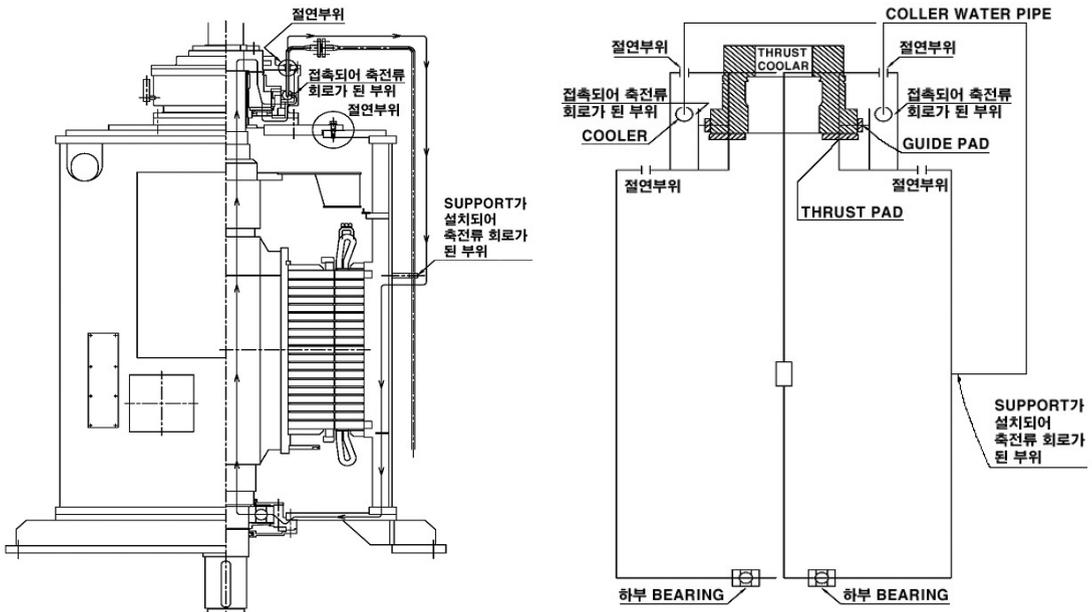
Nomax)을 사용하여 차단하였다.

3.4 추가 방지대책

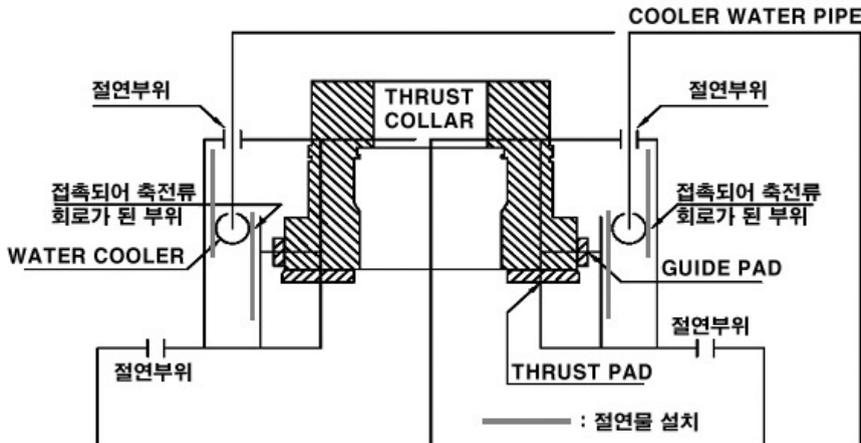
본 모터는 모터 상부 Endshield와 Bearing Cover의 냉각수 파이프 관통부분에 각각 절연을 실시하여 축전류에 대한 대비를 하였으나 Shaft

하부에 Brush 설치 및 접지할 경우, Shaft에서 발생한 축전류를 Brush를 통해 배출될 수 있어 보다 안정성을 확보할 수 있으리라 생각된다.

또한 본 모터의 축전류 방지 장치의 건전성 여부를 검증하기 위해서는 베어링 냉각기에 연결되는 냉각수 파이프라인을 해체한 후 냉각수 인입파이



[그림 6] 축전류 흐름경로



[그림 7] 절연물 설치



프와 상부 베어링케이싱 간의 절연저항을 측정할 수 있다.

4. 결론

본 고에서는 중대용량 냉각수 펌프 모터에서 발생한 축전류에 의한 전식현상 사례를 간단히 소개하였다. 상부 베어링 냉각기와 베어링 케이싱 내부가 접촉됨으로써 발생한 축전류는 수차례 베어링 및 Thrust Collar에 치명적인 손상을 초래하였다.

이에 대한 대책으로써 축전류 회로를 형성시키는 상부 베어링 냉각기와 베어링 케이싱 내부의 접촉을 효과적으로 차단하기 위해 절연물을 설치

하였으며, 그 결과 축전류에 의한 베어링손상은 재발되지 않았다.

그러나 베어링 손상의 원인이 전식으로 판명될 때까지 수차례 Thrust Bearing Pad, Guide Pad, Thrust Collar 를 수리하였으며, 이로 인해 경제적 손실은 물론 수리기간동안 펌프운전이 불가함으로써 발전소 시운전 스케줄에도 심각한 영향을 받았다.

따라서 축전류 발생을 최소화하고, 또한 축전류 회로가 형성되지 않도록 면밀히 검토 및 설계하고 아울러 시공에 주의를 기울여 전식현상을 사전에 방지하는 것이 경제적, 공기적 측면에서 최선의 길일 것이다. (KIPEC)