

# 급수펌프의 이상진동에 대한 원인분석 고찰

## Investigation on Root Cause for High Vibration of Feed Water Pump in a Coal-Fired Power Plant

양경현† · 배춘희\* · 조성태\*

K. H. Yang, C. H. Bae and S. T. Cho

### 1. 서 론

발전소의 보일러에 고온·고압의 급수를 이송하기 위해 사용되는 설비인 급수펌프(BFP; Boiler Feed water Pump)는 설치 및 조립불량, 사용되는 급수의 온도와 압력에 의한 케이싱 이상 팽창문제, 연결 배관으로부터 받는 외력작용으로 인한 펌프 이상변형 등으로 인한 고진동 발생이 발생할 수 있는 환경에 놓여있다. 만일 이러한 이상현상이나 고장이 발생한다면 발전소가 정지되어야 할 정도의 치명적인 문제로 확대될 수 있으므로 급수펌프의 안정적이고 신뢰성 높은 운영과 유지는 반드시 필요한 사안이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 급수펌프가 일정시간 운전시간의 경과 후 펌프축이 휘면서 과도 진동으로 인해 대상 기기가 정지된 사례를 기술 하였다. Shaft 지지베어링을 포함하는 일체형 케이싱이 초기 응력을 가진 배관계와 연결되었을 경우 펌프 케이싱의 변형과 이로 인한 펌프 회전축계의 rubbing과 과도진동으로 전개될 수 있음을 규명하고자 하였다. 이러한 과도 현상은 보통 현장에서 문제가 발생한 후 원인분석을 실시하기 때문에 관련 기기들은 정지하거나 정비를 위해 분해된 상태가 되어 대상설비의 가동상태를 재현할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서 과거 가동시 기록과 현장에서 발견된 사실에 근거하여 원인을 도출하는 과정과 결과를 기술하였다.

### 2. 시스템 개요 및 문제점

† 교신저자; 정회원, 한전 전력연구원  
E-mail : yohanll@kepcoco.kr  
Tel : (042)865-7552, Fax : (042)865-7539  
\* 정회원, 한전 전력연구원

### 2.1 시스템 개요

관련 발전소에는 3대의 급수펌프가 설치되어 2대는 상시 가동, 1대는 정지중 대기상태로 운영되고 있다. Table 1은 대상 급수펌프의 간략 사양을 보여 주고 있다.

Table 1. Brief specification of the BFP

Item	Specification
Capacity	495 m <sup>3</sup> /h (minimum: 110)
Temperature	183.9 °C
NPSH	7.2 m
Number of step	10 steps
Number of pump rotation	2980 rpm
Weight of pump	7600 kg
Weight of electric motor	16900 kg

### 2.2 문제점

급수펌프 3대중 가운데 위치한 두 번째 펌프에서만 rubbing에 의한 과도 진동이 발견되었고, 정지 후 상태를 점검한 결과 회전축의 휨(bending)현상이 발생하는 경우가 두 번이나 발생하였다.

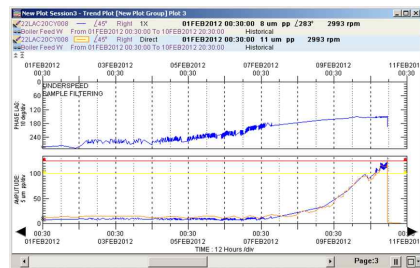


Fig. 1 Trend of shaft vibration of the BFP

발전소 관계자들은 나름대로 고진동, thermal bending, 과도한 pre-stretch align 상황에서 잦은 기동정지가 원인인 것으로 진단하여 축 정렬과 펌프 케이싱에 대한 warming-up을 위한 구조개선을 통해 진동을 저감하고자 하였으나 개선 적용 후 동일 펌프에서 일정한 가동시간이 경과하자 과도한 진동이

발생하는 현상이 발생하였다(Fig. 1).

### 3. 현장 점검에 근거한 원인분석

대상설비의 가동상태를 재현할 수 없는 문제점이 있기 때문에 다음과 같이 과거 가동상태의 기록과 현장에서 발견된 사실에 근거하여 원인을 도출하였다.

(1) 펌프와 연결배관의 폴립상태에서 초기 유격이 존재하고 있어 조립시 응력작용에 의해 펌프 케이싱에 응력이 작용하고 있었다(Fig. 3 and Table 3).



Fig. 3 Flange of discharge line over the BFP

Table 3. Force acted to the nozzle

Measurement value	Design value	Code value
over 2800 kgf	770 kgf	2000 kgf

(2) 펌프와 연결배관의 연결 상태에서 급수 공급시 배관 열팽창에 의해 펌프 케이싱의 기초부가 이동됨으로써 배관 열팽창에 의해 케이싱이 변형되고 있음을 확인하였다(Fig. 4).

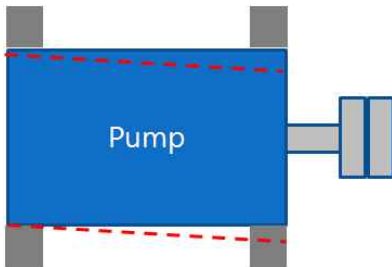


Fig. 4 Behavior of the BFP casing support

(3) 상온상태에서의 커플링 접합상태와 (2)의 조건에서 커플링 접합상태를 측정된 결과 온도변화에 따른 접합면 변화를 확인함으로써 측정렬의 변화를 확인할 수 있었다(Fig. 5).

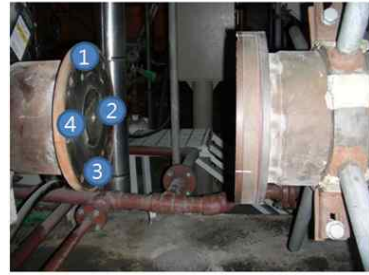


Fig. 5 BFP coupling

(4) 케이싱의 변형에 의해 회전축 및 balance disk의 gap에 변화가 발생함으로써 추력을 받아주는 역할이 충분하지 못해 시간경과에 따라 회전축이 추력베어링 쪽으로 근접하면서 결국 진동 상승이 발생하는 현상이 나타났다(Fig. 6). 또한 대상기기는 설계 임계속도가 회전속도와 충분한 여유가 없기 때문에 위의 현상은 임계속도가 저하되도록 할 수 있어 급격한 진동상승에 영향을 미칠 수 있음을 확인할 필요성도 가지게 된다.

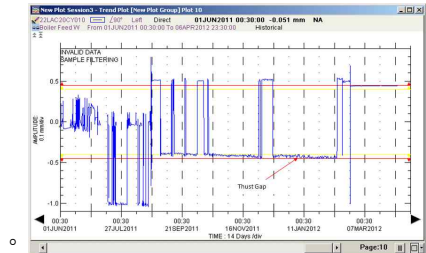


Fig. 6 Variation of thrust bearing gap in the BFP

### 4. 결론

본 연구에서는 급수펌프가 rubbing에 의한 과도진동 후 펌프축이 휘어지는 현상은 현장 점검에 근거하여 다음과 같이 원인을 도출하였다.

Shaft 지지베어링을 포함하는 일체형 케이싱은 연결배관계에 의한 구조적 응력작용으로 변형되었고, 이로 인해 펌프의 추력방지를 위한 valance disk의 gap이 유지되지 못하고 축이 추력베어링 방향으로 밀리게 된다. 이때 valance disk의 rubbing 현상으로 진동이 상승하면서 회전축이 휘어지게 되었음을 도출하였다. 또한 이러한 현상으로 회전축의 임계속도가 저하되면 펌프의 회전수 영역 쪽으로 이동함으로써 진동의 급상승에 영향을 미칠 수 있는 가능성까지도 확인할 필요가 있음을 제기하였다.