

수직 장축펌프 진동개선사례 고찰

A Study on the Vibration Improvement of Plant Vertical Pump

김원택† · 송우석* · 장영기**

Wontaek Kim, Woosok Song, Youngki Chang

1. 서 론

원자력 발전소에서는 다양한 종류의 수직펌프가 수백대 사용되고 있는데, 이런 기기들은 대부분 예방정비 및 주기적인 상태감시를 통하여 정비활동이 수행되고 있다.

이들 기기 중에 발전소 초기부터 고진동이 발생하여 여러 차례 개선활동이 수행되었지만 장기간에 걸쳐 고진동이 해소되지 않은 펌프전동기에 대하여 해석을 통한 고진동 개선 사례를 소개한다.

2. 현황 및 검토내용

2.1 현황

(1) 운전 현황

해외사가 제작하여 표 1과 같이 발전소에 설치한 6대의 펌프전동기에서 1987년 시운전 이후 공통적으로 반복하여 고진동이 발생해 왔으며 고진동 위치는 전동기 상부에서 주로 발생하였다.

Table 1 Equipment Specifications

구분	내용	비고
제작사	해외사	
동기속도	1200 RPM, 6극	
정격운전속도	1198 RPM	
용량	3,800kW, 380.8A	
베어링 종류	전동기 상부 : 가이드베어링, 스톱베어링 전동기 하부 : 가이드베어링	
전동기 중량	16,300kg	

† 교신저자; 한국수력원자력(주)
E-mail : kwtaek@khnp.co.kr
Tel : 042-870-5673, Fax : 042-870-5689

* 한국수력원자력(주) 중앙연구원

** 한국수력원자력(주) 중앙연구원

2.2 검토 내용

(1) 운전 중 진동

고진동시 전동기 상부측 진동은 정지요구값(100 μ m)까지 상승하였으며, 진동주파수 분석결과 주 성분은 그림 1과 같이 회전주파수와 유사 성분으로 기타 특이사항은 확인되지 않았다.

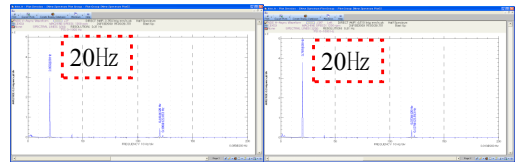


Figure Spectrum(L:Ver., R:Hor.)

(2) 고유 진동수

전동기의 고유진동수를 확인하기 위해 그림 2의 충격시험(Impact 시험) 및 그림 3의 감속시 데이터를 취득하였다. 그 결과 전동기구조물의 고유진동수(18.7Hz)가 운전주파수(19.8Hz)에 5% 수준 이격하여 근접 존재하는 것으로 확인되었다.⁽¹⁾

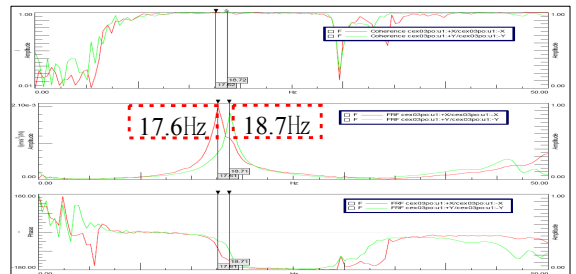


Figure 2 Motor Impact Test

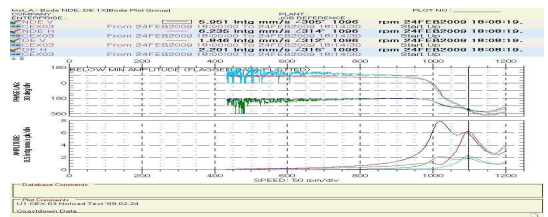


Figure 3 Motor Coast Down Data

(3) 전동기 모드형상

통상 수직펌프에서 나타나는 낮은 주파수의 고유진동수는 전동기 대비 취약한 전동기 지지대의 영향으로 발생한다.

그러나, 그림 4와 같이 이 사례는 전동기 공진 발생시 진동거동 확인 결과 배관방향 및 직각 방향의 진동모드 모두 전동기 상부로 갈수록 진폭이 상승하는 형태로 스탠드 영향보다 전동기 프레임 자체가 전체 진폭에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

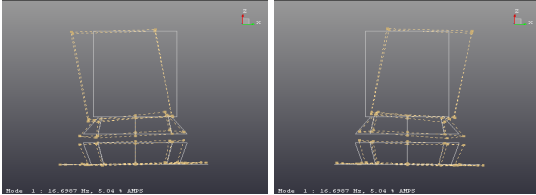


Figure 4 First Mode Shape(Pipe Dir.)

통상적인 산업계 규정상 펌프나 안착된 베이스를 포함한 구조물의 설계시 고유진동수는 운전속도와 20% 이상의 이격을 권고하고 있다.⁽²⁾ 현장에서는 여건상 임시로 와서 삽입 등을 통해 강성을 조정하여 그림 5와 같이 전동기 고유진동수를 16~17Hz로 이격, 공진영향을 줄이도록 하였다.

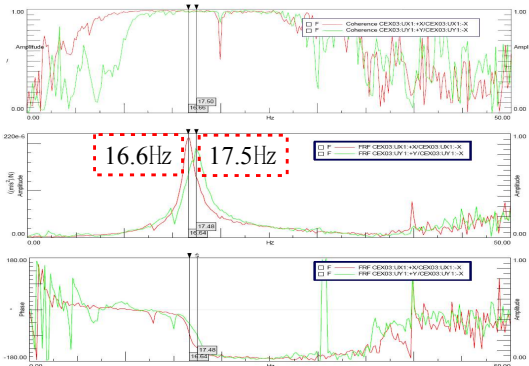


Figure 5 Motor Impact Test

(4) 전동기 스탠드

전동기를 강체로 가정하고 현 스탠드를 간략히 모델 해석을 수행한 결과 그림 6과 같이 1,2차 모드는 수평, 수직방향 약 42Hz로 나타났다.

과거 무부하 시험 및 해석 역산결과 개략적 전동기 고유진동수도 20Hz근처에 있음을 예상할 수 있으며, 이를 바탕으로 전동기와 스탠드 조립후 고유진

동수를 24Hz 이상으로 확보하기 위한 전동기 자체 고유진동수를 산출하면 1차 모드가 약 33Hz이상 되어야 하는 것으로 확인되었다.

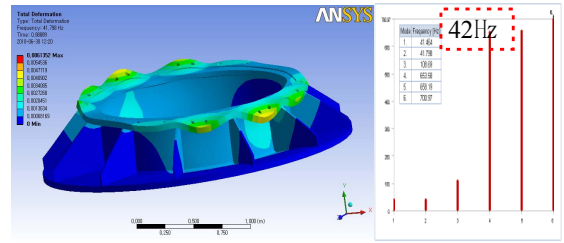


Figure 6 Motor Stand Mode Analysis

3. 결 론

본 사례는 전동기 프레임 자체의 고유진동수가 운전주파수에 근접하여 가진되어 공진이 발생한 경우로, 현장 여건상 운전주파수 이상으로 고유진동수 상향이 불가하였다.

이에 따라 고유진동수를 하향 이격하기 위해 임시적으로 베이스 강성 조정을 통해 공진영향을 줄였으나, 근본적인 해결을 위해서는 전동기프레임 자체의 강성보강을 통해 1차 고유진동수를 33Hz 이상 높여 이격하는 것이 필요한 것으로 결론되었다.

참고 문헌

- (1) 전력연구원, 고진동 원인분석 기술지원보고서, 2009
- (2) API Standard 610 10th Ed., Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries, October 2004.