

에너지 플랜트 COP 입상 펌프의 고진동 원인 규명 Root Cause Analysis for High Vibration of COP Vertical Pump

박인선† · 김태희* · 신동민* · 이정섭* · 황태규**

Park In Sun, Kim Tae Hee, Shin Dong Min, Lee Jeong Seob and Hwang Tae Gyu

1. 서 론

일반적으로 입상의 펌프는 흡입 및 토출에 따른 유체변동이 심하고 기계, 구조, 전기적인 진동이 복합적으로 일어나며 이러한 진동은 발전소나 에너지 플랜트의 가동률을 저하시키는 주된 문제가 된다.

최근에는 예방보수 및 이용률 향상을 위하여 유체 및 구조진동에 의한 진동원인을 분석하는 프로그램과 모니터링을 통해 기계상태를 진단하는 기술개발이 활발히 이뤄져 현장에 적용되고 있으며 펌프의 대형화, 고출력 및 고속화에 따른 진동의 분석방법과 해석방법의 개발이 지속적으로 수행되고 있다.

이 연구는 열병합 발전소에서 응축수 이송을 위해 사용되는 COP(Condensate Pump) 입상 펌프의 고진동으로 인한 잦은 운전정지의 원인을 찾기 위해 RCA(Root Cause Analysis)를 수행하였다.

COP 는 입상으로 115℃의 응축수를 160 m³/hr 로 서비스하며 운전속도는 1785RPM 이다.

2. 진동시험

2.1 펌프 모달 시험

펌프의 진동 특성을 파악하기 위해 펌프 하부 축계와 펌프 베이스 상부의 모달 시험을 실시하였다.

모달 시험은 입상펌프 축계의 시험을 위하여 크레인으로 공중에 매단후 임팩트 햄머를 이용하여 가진 했으며 Figure 2와 같이 고유진동수는 54.5Hz였다.

모터 프레임과 모터의 고유진동수는 펌프 베이스에 설치 후 시험하였으며 고유진동수는 29.0Hz였다.

† 교신저자; 정희원, 현대건설 연구개발본부

E-mail : tankpark@hdec.co.kr

Tel : 031-280-7367

* 현대건설

** 한국조선해양기자재연구원

2.2 펌프 ODS 평가

ODS(Operational Deflection Shape)는 펌프 운전 시 모터의 진동패턴과 공진부를 찾기위해 시행하였으며 결과는 Figure 4와 같다.

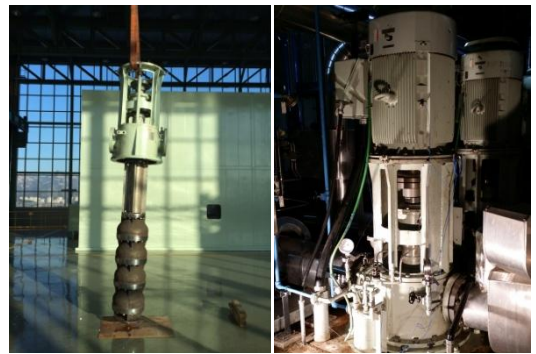


Figure 1 Modal Test of COP

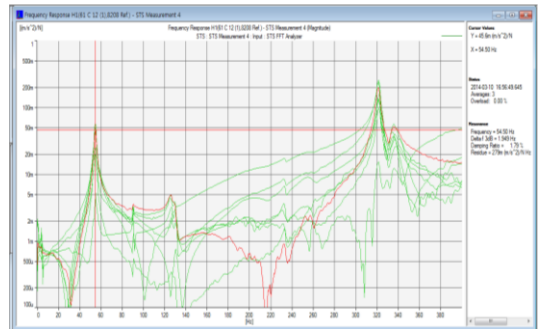


Figure 2 Frequency Response of COP

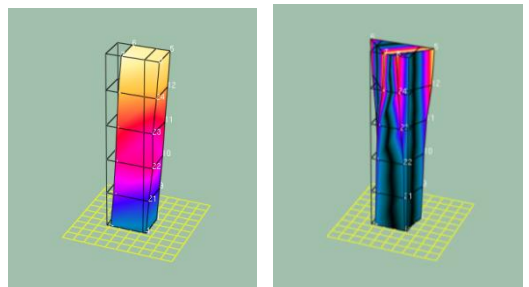


Figure 3 Modal Analysis of COP Motor

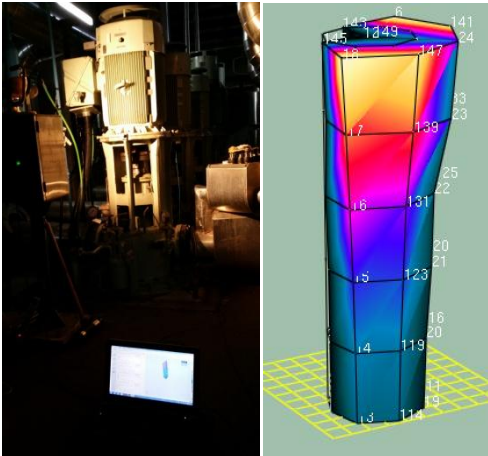


Figure 4 ODS of COP Motor

ODS 평가결과 모달 시험 결과와 같이 29.0Hz에서 최대 변위가 발생하였으며 모터상부에 공진으로 판단된다.

3. 진동해석

해당 펌프의 설계변경을 위해 유한요소법을 이용한 검증 실시하였다. 펌프 시스템의 고유진동수 해석을 위한 모델링은 UG NX를 이용하여 수행하였으며 해석은 ANSYS Workbench를 이용하였다. Figure 5는 펌프의 유한요소모델이며 펌프내부 응축수의 격자모델을 생성하였다.

펌프의 경계조건은 지면과 고정되는 Discharge Elbow 하부의 자유도를 구속하고 배관의 양쪽 플랜지 부위에 경계조건을 설정했다. 모터의 질량은 Point Mass(590Kg)를 적용하였다.

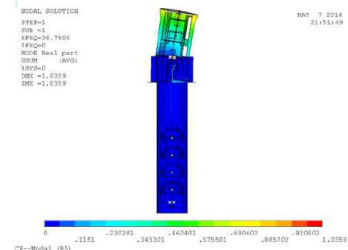


Figure 5 Finite Element Model for COP Analysis

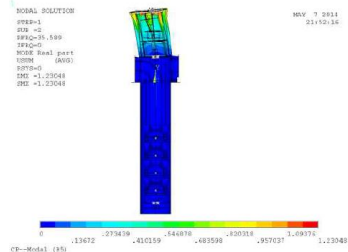
해석결과는 Table 1과같이 1차 모드가 26.78Hz로 모달 및 ODS평가와 유사한 결과를 보였다. Figure 6은 펌프의 진동 특성을 나타낸다.

Table 1 Mode Analysis Results

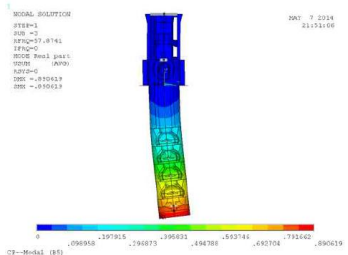
Mode	Frequency
1st	26.78Hz
2nd	35.60Hz
3rd	57.87Hz



a. Vibration 1st Mode



b. Vibration 2nd Mode



c. Vibration 3rd Mode

Figure 6 Mode Shapes of COP

4. 결론

COP 입상 펌프의 고진동 문제의 원인규명을 위해 모달 시험과 ODS 평가를 실시하였으며 모터상부의 공진을 확인하였다. 설계 변경을 위해 해석적 검증을 실시하였으며 검증된 해석 모델을 바탕으로 운전속도에서 $\pm 10\sim 20\%$ 의 분리여유를 갖는 회피설계를 통해 진동문제를 해결할 예정이다. 또한 변경된 펌프의 축계 진동영향을 함께 검토하여 구조변경시 발생하는 진동문제를 최소화 할 예정이다.