 **효성에바라주식회사**


2002 유체기계연구개발 발표회(연세대), 펌프진단사례발표

---


## 입형펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진사례

2002년 12월 06일(금)

김 병수 과장

 **효성에바라주식회사**

Saturday, Oct 05, 2002

 **효성에바라주식회사**

## 입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

---

### 목 차

1. 개요
2. 원인 분석
3. 진동 저감 대책 및 결과
4. 해수 레벨의 변화에 따른 펌프 진동의 측정치
5. 유한요소법을 이용한 펌프 진동해석 결과
  - 5.1 최초 원 설계(Original Design)에 대한 진동해석 결과
  - 5.2 하부 양수관 보강 후의 진동해석 결과
6. 결론

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

1. 개요

- 공공 기관에 설치되어 운전중인 해수(Sea Water) 이송용 대형 입형 펌프의 특정 해수 레벨(Level)에 따른 높은 진동의 발생으로 인하여 이에 대한 원인 분석 및 진동 저감을 실시함.

2. 원인 분석

- 토출 구경  $\phi 900\text{mm}$ 인 1상식 입형 펌프의 전동기 상부에서 측정된 진동 값이  $40\mu\text{m} \sim 350\mu\text{m}$ 까지 증감을 나타냄.
- 실시간 데이터로 그 원인을 분석한 결과, 조수 간만의 차이로 인하여 작동 유체인 해수의 레벨 변화에 따라 펌프의 진동 값도 변화함.
- 특히 특정 해수 레벨에서 진동이 급격히 증가하여 감소하는 현상을 확인함.

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

2. 원인 분석

- 상기의 이상 진동현상을 이론적으로 분석하기 위하여, 상용 유한요소 프로그램인 MSC/PATRAN 및 MSC/NASTRAN을 사용하여 펌프의 모델링 및 진동해석을 실시함.
- 펌프의 진동해석 결과, 펌프의 진동문제에 영향을 미치는 하부 양수관의 5차 mode의 고유진동수 값이 32 Hz이며, 해수의 레벨에 따른 유체 질량이 부가 질량(added mass)효과를 나타내어 하부 양수관의 강성 값이 13Hz ~ 17Hz까지 변화된 것으로 추정
- 펌프의 운전주파수인 15Hz 영역에서 진동이 증폭되어 높은 진동을 유발한 것으로 판단함.

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

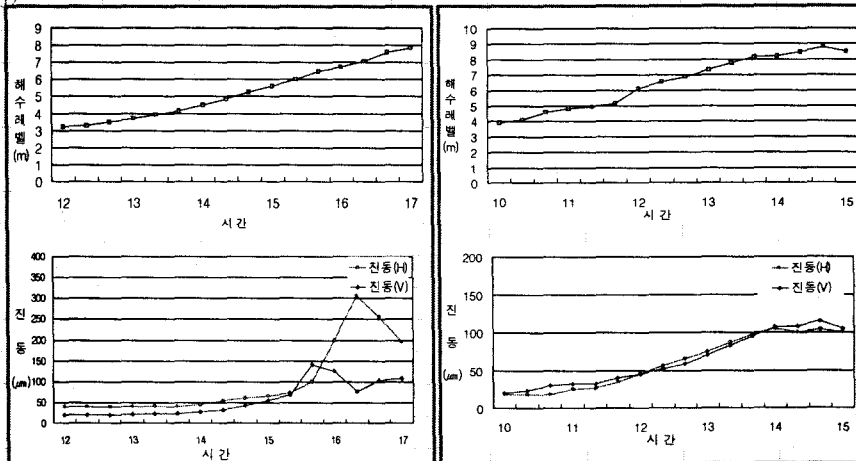
3. 진동 저감 대책 및 결과

- 해석 결과를 바탕으로 당사에서는 해수의 레벨에 따른 펌프 양수관이 공진범위를 벗어나도록 하부 양수관에 리브(Rib)의 보강을 실시하였음(공진회피대책 실시).
- 리브(Rib)보강에 따른 5th의 이론적인 강성 값도 36.8Hz의 강성 증가를 나타냄.
- 해수의 레벨에 따른 부가질량을 고려하면, 17Hz로 강성 변화가 있음을 예측할 수 있었음.
- 리브 보강의 수정작업 후에 현장에 재설치 하였으며, 운전 결과는 최대 진동 값이 100 $\mu$ m로 진동 저감 효과를 나타내었음.

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

4. 해수 레벨 변화에 따른 펌프 진동 측정치



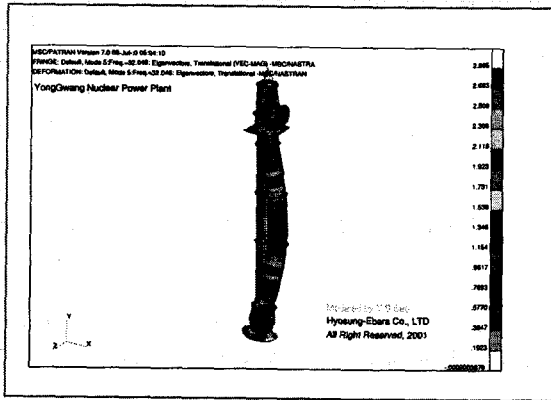
최초 펌프 진동 측정치

리브 보강 후 펌프 진동 측정치

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

51 최초 원 설계(Original Design)에 대한 진동해석 결과

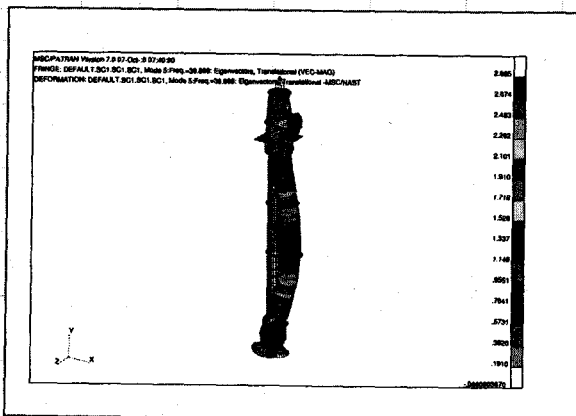


Mode No.	Natural Frequency [Hz]
1 <sup>st</sup>	4.145
2 <sup>nd</sup>	4.597
3 <sup>rd</sup>	10.705
4 <sup>th</sup>	13.586
5 <sup>th</sup>	32.046

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

52 이후 양수관 보강 후의 진동해석 결과



Mode No.	Natural Frequency [Hz]
1 <sup>st</sup>	6.131
2 <sup>nd</sup>	6.421
3 <sup>rd</sup>	10.780
4 <sup>th</sup>	14.250
5 <sup>th</sup>	36.898

Saturday, Oct 05, 2002

입형 펌프의 해수레벨에 따른 양수관의 공진 사례

6. 결론

- 특히 서해안 지역은 해수의 조석간만의 차가 심하며, 해수 레벨의 변화에 따른 해수의 부가질량 효과를 고려한 설계가 이루어져야 함.
- 기본 설계단계에서 유한요소 진동해석 소프트웨어를 이용한 정교한 진동해석이 필요하며, 고유진동수에 미치는 해수레벨을 검토하여야 함
- 특히 이러한 사례는 이론적으로 비교적 오래 전부터 발생 가능성이 예상되어 왔으나, 실제 발생한 사례는 매우 드문 편임.
- 기본설계단계에서의 진동해석의 중요성을 확인할 수 있는 사례였음.