

# 발전소 대형 수직 펌프 고진동 원인 고찰

## Study on cause for high vibration of large Vertical pump in power plant

장용희† · 김경순\* · 김두영\* · 배춘희\* · 양경현\* · 안누리\*

Yong-hee Jang, kyung-sun Kim, Doo-yung Kim, Chun-hee Bae,

Kyung-hyun Yang, Noo-ri An

### 1. 서 론

발전소에서는 증기터빈을 이용하여 발전기를 구동시켜 전력을 생산하는데, 저압터빈을 거쳐 일을 마치고 회수된 증기는 응축시켜 다시 사이클에 이용된다. 이렇게 증기를 다시 물로 만들기 위해 많은 유량의 냉각수를 필요로 하게 되고, 이외에도 추가로 냉각을 필요로 하는 곳에 냉각수를 공급해야만 한다. 여기에 많은 유량의 해수가 사용되며, 순환수펌프(circulation water pump)라 불리는 대용량의 수직형 전동기와 펌프들이 이 목적으로 설치되어 운전되고 있다. 이 펌프에서 예상치 못한 고진동이 발생한 현상에 대하여 이러한 진동현상을 분석하고 해석적인 방법으로 접근하여 고진동의 원인을 고찰하였다.

### 2. 진동데이터 분석

#### 2.1 정지상태의 고유진동수 측정

정지상태에서 1호기 B, 2호기 A, B 펌프의 flow 방향과 flow ver. 방향의 고유진동수를 측정하였다.

Table 1. Measured Natural frequency

Direction	Unit 1-B	Unit 2-A	Unit 2-B	
			Support	
			Yes	No
Flow	8.75Hz	8.75Hz	9.5Hz	8.5Hz
Flow ver.	11Hz	11Hz	11Hz	11Hz

#### 2.2 Mode 시험

구조 해석 시 현장조건을 비교분석하기 위해 정지 상태에서 1호기 B, 2호기 A, B 펌프의 모드시험을 수행하였다.

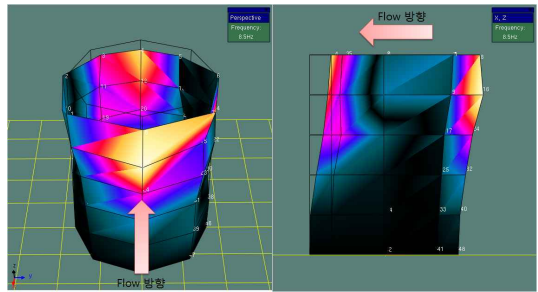


Figure 1. CWP 2-B mode shape at 8.5Hz flow direction  
Figure 2. CWP 2-B mode shape at 8.5Hz in flow ver. direction

#### 2.3 운전상태의 축과 케이싱의 진동 측정

1호기 pump는 양호한 상태이며, 2호기는 support를 제거하자 냉각수 흐름방향으로 케이싱 진동이 상승하였다.

Table 2. Measured shaft and casing vibration value at 7.5Hz

Unit		Shaft (um p-p)		Casing (mm/s)	
		X	Y	Flow	Flow ver.
1-A		18.3	39.0	2.37	0.498
		104.9	26.8	1.31	0.451
2-B	Support	134.9	51.5	2.51	0.784
	No support	175.3	51.2	6.23	0.763

† 교신저자; 정회원, 한전 전력연구원  
E-mail : jyongh1106@kepco.co.kr  
Tel : (042)865-5554, Fax : (042)865-7539  
\* 한전 전력연구원

### 3. 유한요소해석

#### 3.1 유한요소법에 의한 해석

펌프의 모드해석을 수행하고 목표 고유진동수를 만족하기 위하여 모델을 개선하였고 3D 모델링하여 모터부, 모터 스탠드, 곡관부 각 해석 부위에 적합한 유한요소를 생성하였다. 전체 84590메쉬와 84918 노드로 모델링 하였다. 설비의 재료특성이 밀도  $7850kg/m^3$ , 곡관부와 모터 스탠드의 영계수 200GPa, 모터부의 영계수 20000GPa이다. 그 후 모델의 Mode 해석을 진행 한 후 얻은 고유진동수를 목표로 한 고유진동수를 만족시키기 위하여 모델을 개선하였다.

곡관부와 모터 스탠드에 Rib를 보강하여 다음의 표와 같이 고유진동수가 나왔다.

Table 3. Natural frequency

Mode shape	개선 전 (Hz)	개선 후(Hz)
Flow	8.5	11.0
Flow ver.	11.0	11.9

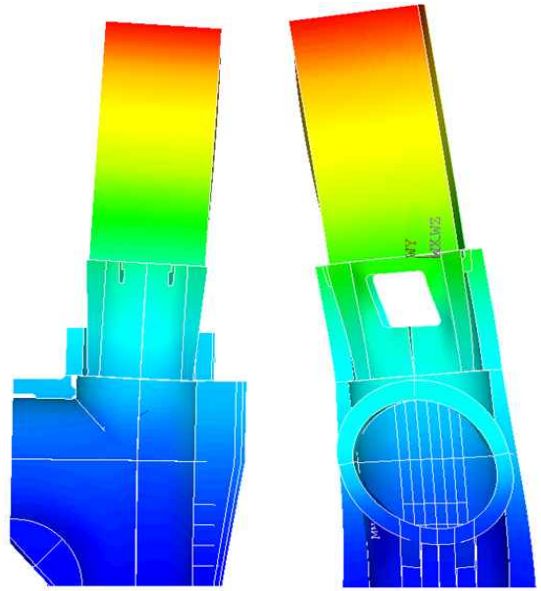


Figure 5. 개선 후 Mode shape in flow direction  
Figure 6. 개선후 Mode shape in flow ver. direction

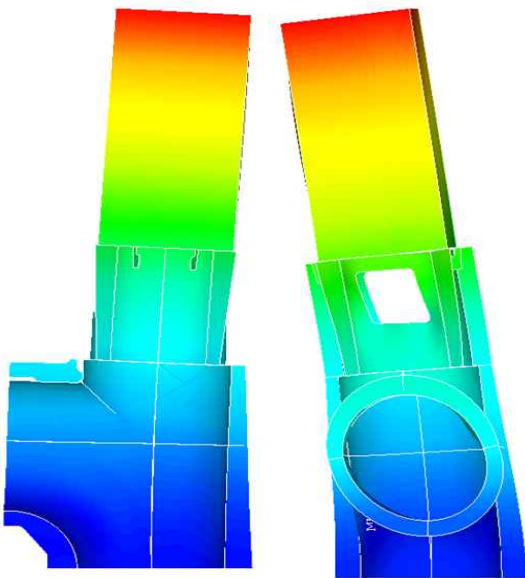


Figure 3. 개선 전 Mode shape in flow direction  
Figure 4. 개선전 Mode shape in flow ver. direction

### 3. 결 론

1. 정지상태의 모드시험을 하고 고유진동수를 측정하고 운전상태의 진동분석을 하여 고진동 원인을 고찰하였다.
2. 펌프의 모드 해석을 수행하고 Rib를 보강하여 목표 고유진동수를 만족하기 위해 유한요소해석을 하였다.
3. 공진을 피하는 가장 중요한 변수는 지지강성의 설계에 있다. Rib를 보강하여 곡관부와 모터 스탠드의 지지강성이 증가되도록 최적의 구조변경안을 제시함으로써 펌프의 고진동 문제를 해소할 예정이다.