

# 원자력발전소 해수순환수펌프 단자함 이상 진동에 관한 고찰

## Study on abnormal junction box's vibration of electric motor for nuclear power plant

구 재량†  
Koo, Jae Raeyang

### 1. 서 론

원자력의 발전소 해수순환수펌프는 바닷물을 이용하여 Condenser에 유입되는 저압터빈의 배출증기를 응축시키는 설비이며 해수순환수펌프의 성능은 발전기 출력에 직접적인 영향을 미친다.

해수순환수펌프는 1호기에 6대가 병렬운전하고 있으며 불시정지로 인하여 원자력 출력기준 5Mw의 출력손실이 발생하였으며 본 고에서 전동기 단자함에 고진동이 발생하여 불시정지된 해수순환수펌프의 원인 및 대책에 관하여 기술한다.

### 2. 해수순환수펌프의 불시정지

#### 2.1 해수순환수펌프 구조

해수순환수펌프는 Shaft, Impeller와 전동기, 전동기 단자함으로 구성되어 있으며 Shaft에는 슬리브베어링이 부착되어 있으며 Impeller의 개수는 4개이다.

전동기는 전력을 공급하여 Shaft을 회전시키며 전동기 단자함에는 차동계전전류기 등 전동기를 보호하는 전기설비가 부착되어 있다.

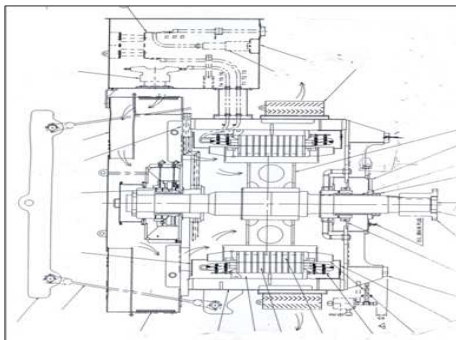


Fig. 1 Electric Motor

#### 2.2 해수순환수펌프의 불시정지

6대의 해수순환수펌프가 병렬 운전 중 1대가 갑자기 불시정지하였으며 출력이 약 5Mw 감발되었으며 불시정지된 펌프 조사결과 전동기 단자함의 차동계전전류기의 A상 CT가 절단되어 있었으며 절단면 조사결과 반복적인 진동에 의한 피로파괴로 분석되었다.



Fig. 2 Cutting of A Phase CT

### 3. 전동기 단자함의 이상진동

#### 3.1 전동기 단자함 진동측정

운전 중 6대의 전동기 단자함에 대하여 정면, 측면 상/중/하를 측정하였으며 진동측정결과 아래의 표와 같이 나타났다

Table 1 Electric Motor Junction Box's Vibration  
(단위 :  $\mu$ mPP)

구분		#1	#2	#3	#4	#5	#6
정면	상	850	800	820	890	870	880
	중	1,000	950	920	930	980	980
	하	800	780	770	770	750	760
측면	상	400	420	430	400	420	430
	중	600	570	580	590	580	570
	하	550	600	560	580	590	560

운전 중 해수순환수펌프 전동기 단자함의 진동측정결과 단자함의 진동은 매우 크게 나타났으며 정면, 측면의 중앙부위에서 진동값이 가장 크게 나타났는데, 이에대한 원인은 판의 진동특성으로 분석되었다.

† 구 재량: 한국전력공사 전력연구원  
E-mail : kjrforyou@kepeco.co.kr  
Tel : (042) 865-7557, Fax : (042) 865-5444

### 3.2 주파수 별 진동특성분석

운전 중 전동기 단자함에 대한 주파수 분석결과 5.4Hz, 21Hz, 43Hz가 주 성분으로 나타났으며, 전동기 단자함 정면은 21Hz, 측면은 5.4Hz가 크게 나타났다.

Table 2 Characteristic Frequency

구분		주파수별 진동크기( $\mu\text{mPP}$ )		
		5.4Hz	21Hz	43Hz
정면	상	120	93	22
	중	156	404	60
	하	116	122	28
측면	상	314	60	24
	중	130	80	32
	하	544	104	32

주파수 분석결과 5.4Hz는 해수순환펌프의 운전 주파수, 21Hz, 43Hz는 Impeller에서 유발되는 Passing Frequency의 1, 2차 성분이었다.

### 3.3 전동기 단자함의 동특성 시험

전동기 단자함의 동특성 파악을 위하여 고유진동수 측정을 수행하였으며, 측정결과 20Hz, 43Hz가 나타났으며, 이 고유진동수와 Impeller Passing Frequency에서 유발되는 주파수가 일치하는 공진형상으로 분석되었다.

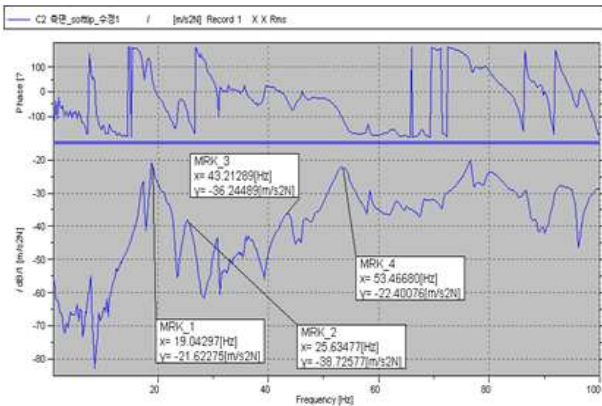


Fig. 3 Natural Frequency at Junction Box's Front

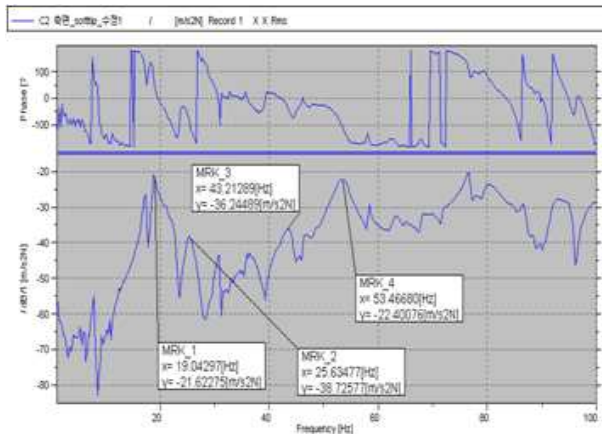


Fig. 4 Natural Frequency at Junction Box's Side

### 3.4 전동기 단자함의 구조해석

위의 시험 결과를 바탕으로 전산해석을 실시하였으며, 해석결과 1차 고유진동수 21Hz, 2차 고유진동수 43Hz로 나타났으며 시험결과와 일치하였다.

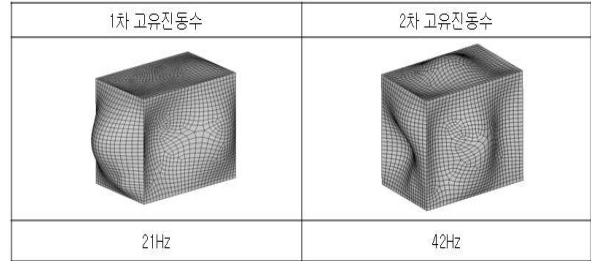


Fig. 5 Frequency Result at Computational analysis

### 3.5 전동기 단자함 설계변경

판의 두께를 현재 3.5mm에서 5mm, 측면에 두께 3mm, 폭과 길이 30mm인 T자형 보강재를 부착하여 전산해석한 결과 고유진동수는 각각 34Hz, 84Hz로 증가하였으며 Impeller Passing Frequency를 회피 할 수 있었다.

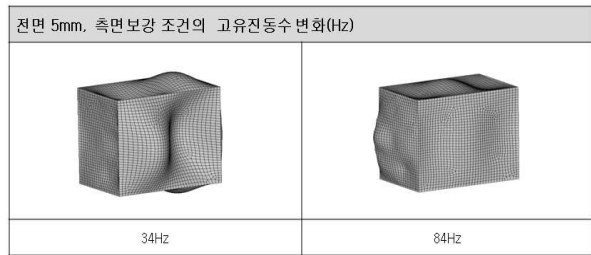


Fig. 6 Frequency Result after re-modeling

### 3.6 설계 변경 후 측정결과

해수순환펌프 전동기 단자함의 진동은 1,000 $\mu\text{mPP}$ 에서 116 $\mu\text{mPP}$ 로 저감되었으며, 5.4Hz, 21Hz, 43Hz의 진동진폭이 약 10 ~ 15배 정도 저감되었다.

## 4. 결 론

원자력발전소 해수순환펌프 전동기 단자함의 고 진동은 단자함 고유진동수와 Impeller Passing Frequency가 일치하는 공진현상이었으며 전산해석을 통하여 최적의 설계변경을 도출하여 적용결과 설비 운전의 신뢰성을 확보 할 수 있었다.