

화력발전소 저압터빈 케이싱 이상진동 원인분석

Cause Analysis of abnormal in Low Pressure Turbine Casing in Thermal Power Plant

구재량†(전력연구원) · 이두영*(전력연구원) · 이옥륜*(전력연구원)
· 김희수*(전력연구원) · 김동환*(전력연구원)

Koo, Jae Raeyang, Lee, Doo Young, Lee, Wook Ryun, Kim, Hee Soo, Kim, Dong Hwan

Key Words : Low Pressure Turbine(저압터빈), Abnormal Vibration(이상진동), Resonance(공진)

ABSTRACT

발전기 출력의 약 60%을 담당하는 저압터빈의 케이싱은 복수기와 연결되어 있으며 외부케이싱과 내부케이싱으로 구성되어 있다.

저압터빈 케이싱은 사용연수의 증가에 따른 경년열화로 인하여 터빈 기초 지지대의 침하, 케이싱 볼트의 느슨해짐 등 외부의 여러 가지 환경변화에 의하여 고유진동수가 저하된다

본고에서는 우리나라 화력발전소 저압터빈 케이싱의 고유진동수 변화에 의하여 터빈 운전 주파수와 일치하는 공진현상이 발생하고 발전설비 운전 신뢰성에 영향을 미치고 있는데 이에 대한 원인 분석과 최소한의 비용으로 공진현상을 저감하고 운전 신뢰성을 확보한 사례에 대하여 기술한다

발생하여 과도한 이상진동 현상이 발생한다

이에 본 고에서는 공진에 의한 터빈 케이싱 진동의 원인 분석을 실시하고 저압터빈 케이싱 교체가 아닌 최소의 비용으로 공진 현상을 해소한 사례에 대하여 기술한다

기 호 설 명

HP TBN : 고압터빈

LP : 저압터빈

μm_pp : μm Peak to Peak

1. 서 론

저압터빈은 고중압 터빈에서 유입되는 증기를 이용하여 터빈을 회전시켜 발전을 담당하는 장치로 발전기 출력의 약 60%을 담당한다.

저압터빈은 외부케이싱과 내부케이싱으로 구성되어 있으며 콘크리트 기초위에 설치한다.

저압터빈 케이싱은 사용연수의 증가에 의한 경년열화로 인하여 기초대의 침하, 케이싱 볼트의 느슨해짐 등 많은 외부 환경에 의하여 고유진동수의 변화가 발생하여 터빈 운전 주파수인 60Hz와 공진이

2. 이상진동 현황

2.1 정상 운전 중 진동현황

아래 그림은 저압터빈 케이싱을 나타내며 각 위치별로 진동을 측정하였다.

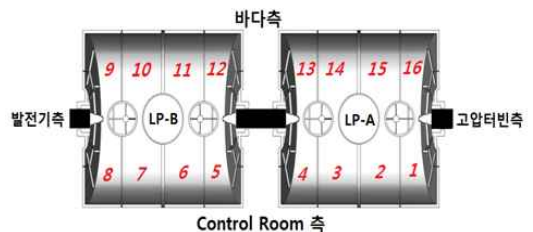


Fig. 1 Schematic of Turbine Casing

† 구재량 : 한전전력연구원

* 한전전력연구원

Table 1 Vibration of Turbine Casing(um_pp)

일시/ 위치	2008	2010.06	2012.03	2012.09	
1	283	134	188	174	LP-A
2	432	198	311	221	
3	514	211	331	226	
4	300	142	201	147	
5	69	65	72	57	
6	127	101	128	83	LP-B
7	119	103	144	83	
8	75	66	92	51	
9	180	191	16	28	
10	291	310	25	42	
11	287	316	45	37	LP-A
12	194	205	28	20	
13	55	25	130	75	
14	94	40	149	106	
15	78	42	211	121	
16	45	37	191	90	

위의 표에서 나타나듯이 LP-A의 진동이 크게 나타나 운전 중 진동특성 분석과 유한해석을 실시하였다.

2.2 운전 중 진동특성 분석

터빈 케이싱의 고유진동수는 정지중과 운전중의 고유진동수가 다르며 운전부하에 따라 고유진동수는 변화한다.

운전중에는 터빈이 60Hz로 회전하여 고유진동수는 직접적으로 측정이 불가능하여 계통 주파수의 변화에 따른 터빈의 회전수 변화와 케이싱 진동 변화를 분석하여 고유진동수의 존재영역을 분석하였다.

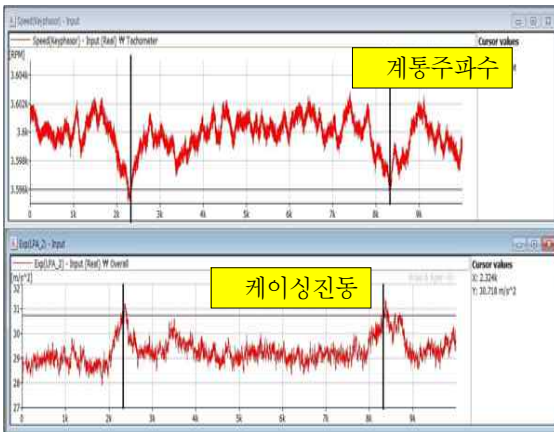


Fig. 2 Measure of Vibration

2.3 케이싱 진동 동특성 해석

저압터빈 케이싱의 설계 자료를 이용하여 모델링

전산해석을 수행하였다.

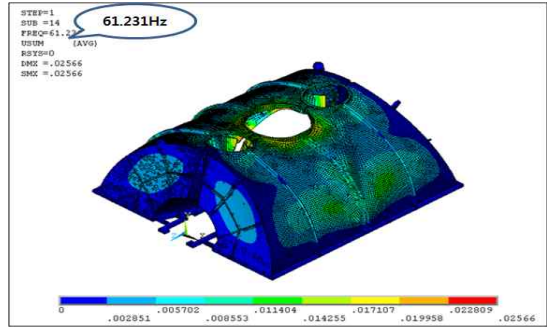


Fig. 3 Result of FEM

위의 그림에서 나타나듯이 저압터빈 케이싱의 고유진동수는 61.23Hz로 운전 주파수인 60Hz에 근접해 있는 것으로 확인되었다.

3. 터빈케이싱 고유진동수 변경

3.1 강성증가에 고유진동수 변화

케이싱 강성증가에 의한 고유진동수 변경은 강성 증가에 의한 고유진동수 상승효과와 질량 증가에 의한 고유진동수 감소효과가 비슷하여 고유진동수 변경에 한계가 있으며, 또한 케이싱의 용접에 의한 변형을 고려하면 강성증가 방안은 현실성이 없는 것으로 나타났다.

3.2 질량증가에 고유진동수 변화

케이싱 질량증가에 의한 고유진동수 변경은 케이싱의 용접을 최소한으로 하면서 Shell 구조상 강성증가가 없고 질량 증가에 의한 고유진동수 감소효과만 나타나므로 질량을 증가 시키는 방향으로 결정하였으며 부가질량은 아래 그림처럼 제작 부착하기로 결정하였다.

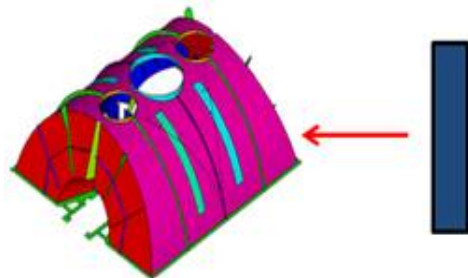


Fig. 4 Design of add mass

3.3 부가질량 부착 후 고유진동수 예측

보강판재의 길이, 폭, 두께를 결정하여 유한해석을 이용하여 고유진동수 변화를 예측하였다.

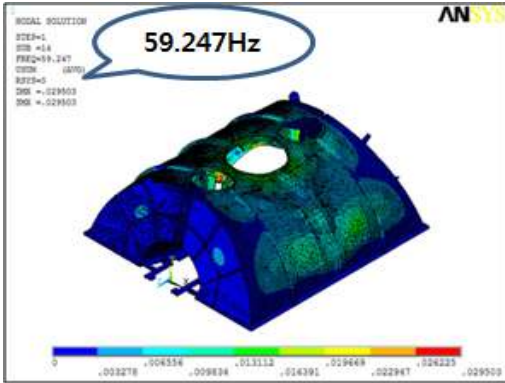


Fig. 5 Result of FEM after add mass Installation

위의 결과에서 나타나듯이 케이싱의 고유진동수는 약 2Hz 정도 감소하는 것으로 나타났다.

4. Mass Plate 부착 후 진동측정

4.1 운전 중 진동측정결과

부기질량 부착 후 정상 출력 중 진동을 측정하였으며 아래 표에 그 결과를 나타냈다.

Table 2 Result of Vibration (μm_{pp})

위치	부착 전	부착 후	
2	232	63	LP-A
3	261	73	
14	202	54	
15	164	56	
6	101	34	LP-B
7	107	28	
10	62	10	
11	70	11	

4.2 운전 중 고유진동수 변화 분석

운전 중 앞에서 언급한 방법으로 고유진동수 분석결과 LP-A의 고유진동수 변화는 약 3.4Hz, LP-B 고유진동수 변화는 약 1.1Hz감소한 것으로 나타났다.

5. 결 론

저압터빈 케이싱의 고유진동수는 기초 지지대의

지반침하, 볼트의 장력 변화등에 의하여 고유진동수가 변화하며, 이에 터빈의 운전주파수와 일치하는 공진이 발생하여 이상진동이 발생한다

본 연구사례는 최소의 비용과 시간으로 공진현상을 해결하여 운전 신뢰성을 확보 할 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1). B. J. Lee, 1999, "Rotor Mechanical Vibration and Maintenance Handbook for Field Engineer" (I)", Kepco
- (2). B. J. Lee, 1999, "Rotor Mechanical Vibration and Maintenance Handbook for Field Engineer" (III)", Kepco
- (3). H. Y. Jung, H.J. Kim, D. S. Kim, D. S. Koo, B. K. Choi. "Noise Blocking Panel for Transformer's Vibration and Noise Analysis ", Journal of the Korean Society for Power System Engineering 2006, V.10.no4, page 80, 5.2 Vibration Transfer Ratio
- (4). J. S. Lee, J. E. Kim, Y. Y, "Phase Optimum Design Technique's Appliance Availability Research", Journal of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering 2006, V.16.no2 page 116, 2 Frequency Response Function