

Study about Boiler Vibration in Thermal Power Plant

배춘희† · 김두영 * · 양경현 * · 장용희 *

Bae chun hee, Kim doo young, Yang kyung hun and Jang young hee

1. 서 론

500MW 이상의 대용량화력발전소는 일반적으로 석탄을 연료로 사용하여 발전을 하고 있으며, 사용되는 탄의 종류에 따라 다양한 문제점들이 발생하고 있다. 특히 탄의 종류 및 연소 조건에 따라 연소진동이 발생할 경우 관련되는 수많은 변수로 인해 진동 발생경로 규명 과 해결에 많은 시간이 소요 되고 대책의 한계 때문에 많은 어려움이 있어왔다. 그러나 그동안 많은 실험과 경험 덕분에 상당한 부분의 연소진동 발생 경로가 규명되어왔으나, 아직도 많은 부분의 연소진동이 해결되지 않은 상태이다. 그런데 최근 해외발전소에서 600MW 용량의 발전소에 석탄 대신 중유를 사용하여 연소 하던 중 변경된 연소 및 보일러 크기 조건 때문에 보일러에 고진동이 발생하여 시운전이 불가능한 상태가 발생하였다.

2. 진동 특성

2.1 보일러 구성도

보일러는 순수저장 탱크에서 운반되어 튜브 내부를 흐르는 순수에 노(Furnace) 에서 열을 가하여 튜브 내부에 흐르는 순수를 고온고압증기로 만들어 터빈을 구동시켜 전력을 생산하는 역할을 한다. 아래 그림1은 해외 00 발전소의 보일러의 형상도이다.

2.2 진동 발생 위치 및 특성

발전소가 건설을 마치고 시운전을 하던 중 400MW 영역에서 보일러에 큰 진동이 발생하였고, B&K PULSE 시스템을 사용하여 진동을 측정 한 결과 진동은 그림1에서 알수 있듯이 보일러 본체 및

Back Pass에서 각각 발생하였고, 진동크기는 최대 60mm/s 로서 기준치인 5mm/s를 크게 초과하여 발생하였으며, 주파수 및 크기는 아래 Table 1과 같다.

2.3 진동과 부하와의 관계

시운전 기록을 조사한 결과 아래 그림 2 에서 알수 있듯이 진동은 부하에 관계없이 불규칙적으로 발생하였고, 시간이 지나면서 점점 낮은 부하에서 진동이 발생하는 것으로 보아 발전소 부하 와 진동 간의 특이 관계는 없었다.

2.3 보일러 노내부 Acoustic Frequency

보일러 노 내부 Acoustic Frequency를 측정하기 위해 마이크로폰을 보일러 벽 외부에 설치하고, Impact Hammer 와 B&K Pulse 시스템을 사용하였다. 보일러 정지 후 노 내부 온도가 300℃ 로 냉각된 조건에서 노 내부 Acoustic Frequency 측정 결과 20Hz 로 나타났고, 이를 실제 보일러 연소시 보일러 노 내부 온도인 1250℃ 인 경우로 환산한 결과 아래 Table 2에서와 30Hz 임이 확인되었다.

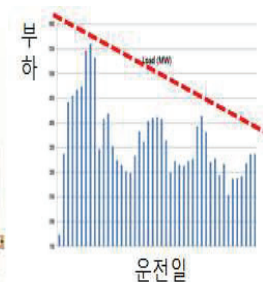
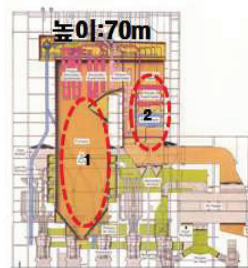


Figure 1 보일러 형상도 Figure 2 진동/부하관계

Table 1 Put table title put table title

Location	Frequency	Velocity
Furnace	30Hz	63 mm/s
Back Pass	37.7Hz	10 mm/s

† 교신저자; 정회원, 전력연구원
E-mail : baech@kepco.co.kr
Tel : 042-865-7555, Fax : 042-865-7538
* 전력연구원

Table 3 Acoustic Frequency in Furnace

Location		Acoustic Frequency(Hz)	
		350 °C	1250 °C
C Level	Right	20.3	31
	Left	20.29	31

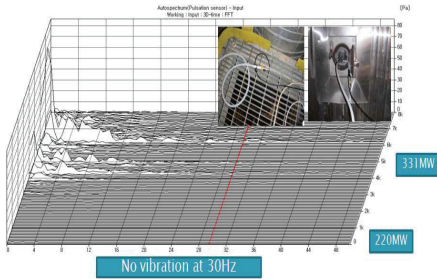


Figure 3 Vortex Test in Furnace

2.4 Press Pulsation test in furnace

그림3에서 알수 있듯이 맥동 센서를 보일러 벽에 그림3과 같이 설치하여 220MW에서부터 진동이 발생한 330MW 까지 노내부 Pressure Pulsation을 측정한 결과 10Hz 이하에서 주로 발생하였고, 20Hz 영역 이상에서는 거의 발생하지 않았다. 특히 보일러에서 크게 발생한 30Hz 진동 성분은 거의 발생하지 않음을 확인하였다.

3. 고진동 원인 및 대책

3.1 고진동 원인

Back Pass(2)에서 발생하는 진동은 연소가스의 흐름에 의해 발생하는 Vortex 주파수(37Hz)가 보일러 후단부 통로 음향주파수(37Hz)와 일치하여 발생하는 공진이고, 보일러 본체(1)에서 발생하는 진동은 연소시 보일러 형상에 따라 발생하는 Sondhauss 주파수(30Hz)가 보일러 노 내부 음향주파수(30Hz)와 일치하고, 보일러 노내부 온도가 너무 높은 관계로 그림 4와 같이 노내부 열음향 특성이 진동 불안정역에 놓여 있어 고진동이 발생하였다.

3.2 보일러 진동 저감 대책

본체진동을 저감하기 위해서는 보일러 노 내부 크기를 변경하여 음향주파수를 변경해야 하나, 불가

능함으로 연소용 공기 입구 위치를 기존 전단에서

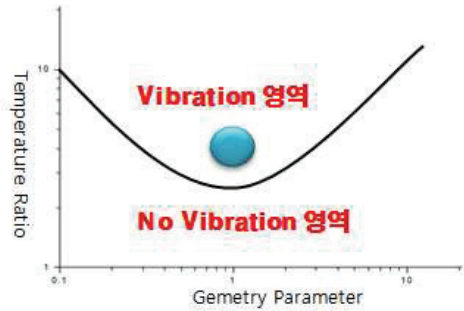


Figure 4 개선전 열음향 진동 곡선

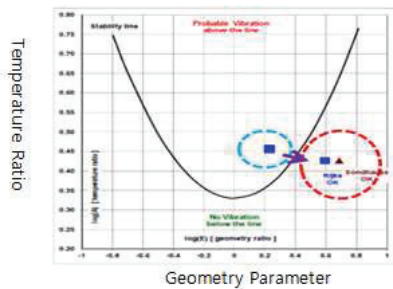


Figure 5 개선 후 열음향 진동곡선

후단으로 변경하여 연소시 발생하는 Sondhauss 주파수를 30Hz에서 44Hz로 변경하고, 연소용 오일 온도를 조정하여 보일러 노 내부 온도를 낮추어 그림 5와 같이 열음향 특성을 진동안정영역으로 이동한 결과 진동은 68mm/s에서 2mm/s 이하로 저감되었다. 또한 Back Pass 통로에 Plate를 설치하여 통로내부에서 발생하는 음향주파수를 50Hz로 변경한 결과 진동은 10mm/s에서 1.5mm/s 이하로 크게 저감되었다.

3. 결론

500MW 이상 대형 중유전소 보일러에서 발생하는 열음향 진동 발생 경로를 규명하였고 연소시 발생하는 열음향 진동은 보일러의 형상과 보일러 노 내부 온도와 밀접한 관계가 있음을 확인하였다.