

소구경 배관계의 진동 저감 대책 연구

Vibration Control of Small Size Piping System

정진우* · 정찬건* · 배춘희**
 Jin Woo Jung, Chan Gun Chung

1. 서론

유연탄을 사용하는 500MW 대용량 발전소는 일반적으로 기저 부하용으로 설계되어 시간 과 계절에 관계없이 일정한 전력을 생산하게 된다. 그러나 최근 계절 및 시간 대 별로 전력 수요가 일부 변동되어 대용량 유연탄 발전소가 500MW~380MW 영역에서 운전 되고 있다. 일정한 부하에서 운전이 될 경우에는 시스템이 안정되기 때문에 별다른 문제가 없으나, 부하가 변동되게 되면 증기 및 유체 유량이 변동되고, 터빈 밸브를 작동 시키는 작동유가 변동되어 주증기 배관, 급수 배관 및 오일 배관에서 내부 유체의 속도 변화에 따라 진동이 발생하게 된다.

특히 부하가 변동되게 되면 터빈 주요 밸브가 작동 되면서 작동유가 불규칙적으로 공급되어 배관에 과도한 진동이 발생하게 되어 밸브 와 배관 연결부위가 손상되는 현상이 발생하고, 이로 인해 터빈 작동유 오일 탱크의 수위가 떨어져 발전정지에 거의 근접하는 사례가 발생되곤 하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 소구경 배관계에 발생하는 과도 진동 특성을 규명하고 이를 해소하기 위한 대책에 대하여 연구하였다.

2. 배관계 형상

2.1 배관계 구성 형상

Figure 1 과 2는 소구경 배관계의 형상을 보이고 있다. Figure 1에서 알 수 있듯이 소구경 배관계는 터빈 작동 밸브에 연결되어 있고, 일정 간격



Figure1. 형상

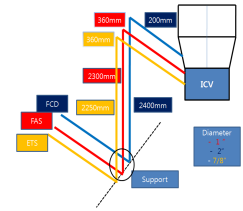


Figure2. 구성도

으로 강성 지지용 지지장치가 설치되어 있다. 또한 그림 2에서 알 수 있듯이 배관계는 2", 1" 그리고 7/8" 의 3가지 크기로 구성되어 있다.

2.2 배관계 진동 측정 결과

밸브가 작동되지 않는 상태에서는 배관계의 진동이 10mm/s 이하로 매우 양호하였으나, 밸브가 작동 되면은 배관계의 진동이 300mm/s 로 10배의 증가 되었으며, Figure 3 은 밸브 작동 전. 후 진동 상태를 보여주고 있다.

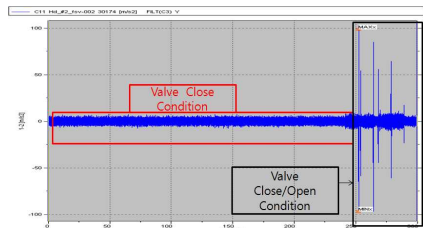


Figure 3. 밸브 작동 전후 진동 특성

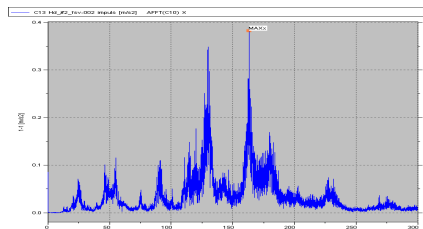


Figure 4. 밸브 작동 시 진동 특성

Table 1 밸브 작동시 진동 발생 주파수 특성

† 주저자 : 한국남부발전(주)
 E-mail : jinwoo@kospo.co.kr
 Tel : 070-7713-1312, Fax : 070-7713-1943
 * 공동저자1의 소속: 한국남부발전(주)
 ** 공동저자2의 소속: 전력연구원

주파수 (Hz)	163	130	91	55	179
mm/s	382	340	110	115	168

Table 2 밸브 정지시 진동 발생 주파수 특성

주파수 (Hz)	163	119	89	55	180
mm/s	16	73	4	58	15

주 진동 주파수는 Figure 4 및 Table 1 에서 알 수 있듯이 90Hz에서 180Hz 영역에서 발생되고 있고 163Hz에서 최대 382mm/s 의 진동이 발생되고 있다.

2.3 배관계 고진동 발생 원인

Table 1과 2에서 알 수 있듯이 주 진동 주파수인 163Hz 와 180Hz 진동 성분은 밸브 작동 전.후에 모두 발생하고 있고, 밸브 작동전에 주 진동 성분이었던 119Hz 성분은 밸브 작동시 발생하지 않았고, 배관 동특성 시험을 한 결과 배관계의 고유진동수는 101Hz, 163Hz, 그리고 295Hz로 나타났다. 즉 밸브 작동시 배관계에는 90Hz에서 180Hz 영역의 과도한 진동이 발생하고 이 힘이 배관계에 전달되며, 이때 배관계의 고유진동수인 163Hz 와 공진이 발생되어 배관계에 380mm/s의 과도한 진동이 발생하고 있다. 그러나 배관계의 고유진동수성과 관계가 없는 130Hz 진동 이 크게 발생하고 있는 것은 밸브의 고유진동수가 130Hz 영역에 있으며, 이것이 공진에 의해 증폭 되어 배관계에 전달되고 있음.

2.4 배관계 고진동 저감 대책

배관계의 진동 기준은 ASME OM PART 3에 의해 175mm/s 이며 최대 진동이 380mm/s 이므로 진동 저감 대책이 필요하다. 배관계 진동을 저감 하기 위해서는 밸브 작동시 발생하는 진동 요인을 제거 하든지, 아니면 배관계의 고유진동수를 변경 해야 하는데, 현장 여건상 밸브에서 발생하는 진동 특성은 변경 할수 없으므로 배관계의 고유진동수를 변경해야 한다. 배관계 고유진동수를 변경하기 위해 배관계의 해석 모델을 Figure 5와 같이 생성하고 현장 동특성 시험결과를 해석 모델에 적용하여 경계조건을 일치화 했다.

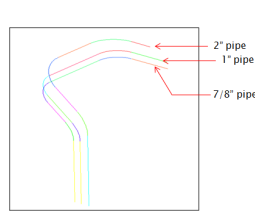


Figure 5. 배관형상

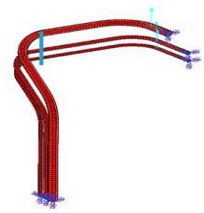


Figure 6. 배관모델

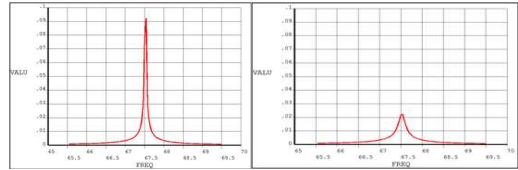


Figure 5. 초기 진동 Figure 5. 개선후 진동

배관계의 강성 및 감쇠 크기 변경을 위해 진동이 가장 큰 개소에 댐퍼를 설치하고 배관계의 응답해석을 수행한 결과 배관계의 진동은 80% 이상 저감되어 80mm/s 의 진동이 발생되어 기준치를 만족하게 되었다.

3. 결 론

터빈 작동 밸브에 연결되는 배관계에는 밸브 작동시 발생하는 과도한 충격력에 의해 배관에 진동이 발생하며, 발생하는 주 진동은 대부분 공진에 의해 발생한다. 배관계의 공진을 해소하기 위해서는 배관계 지지점 위치 변경 또는 추가를 통해 동특성을 개선해야 하며, 배관계의 열응력을 고려하여 많은 지지점을 고정할수 없을 경우에는 배관계의 감쇠크기를 증가시키면 진동은 크게 저감된다.

REFERENCES

1. D.E. Coles, "The law of wake in the Turbulent Boundary Layer", *J. Fluid Mech., Vol., 1, pp. 191 -226* (1956).
2. Atsushi Okajima, 1982, "Strouhal Number of Rectangular Cylinders", *J. Fluid Mech., Vol., 123, pp. 379 -398* (1993).
3. Tamotsu Igarashi, "Flow Characteristics around a Circular Cylinder with Slit," *Bulletin of the JSME, Vol. 25, No.207.Sep., pp. 1389.*(1982).