

EFD를 이용한 곡관부 배관계에 발생하는 유체진동 해석

The Analysis of Piping Vibration by EFD

배춘희*, 조철환*, 양경현* 박영필**

Chun-Hee Bae, Cheul-Whan Cho, Kyeong-Hyeon Yang, Young Pil Park

ABSTRACT

In this paper, Firstly, it is shown that the high vibration source of piping system is the pulsation transmission of pipe line element, such as, orifice plate, valves and the control valve is a broad band source and the branch wall and the cavity have vortex frequency. Secondly, in order to decrease the turbulence vibration of piping system, the practical analysis of piping flow by EFD have been developed and its effectiveness is investigated as applying it at piping system practically.

1. 서 론

밸브와 Reducer로 조합된 곡관배관계에 진동이 발생할 경우에는 배관내부 유체유동에 의하여 발생하는 진동 주파수를 분석하여 배관계의 고유진동수와 근접되지 않도록 배관계 지지장치 위치를 바꾸어 공진영역에서 벗어나게 함으로써 진동을 저감하는 방법이 지금까지 주로 사용되어 왔다. 그러나 이러한 방법은 배관내부 유동에 의해 발생하는 진동 주파수가 일정하거나 단순할때는 효과가 있으나 Vortex 나 난류에 의해 발생하는 진동주파수처럼 주파수 영역이 광역화 될 경우에는 구조 변경이 어렵고 때로는 배관계 전체를 바꾸어야 하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에 배관 내부 유체 유동에 의해 발생하는 진동 주파수의 특성을 변화하게 하여 난류 및 Vortex 요인을 제거하고, 유동특성을 단순

화 시켜 배관계 내부에 흐르는 난류를 제거함으로써 진동을 저감시키는 방법이 있는데 여기에 그 방법을 소개한다.

2. 곡관 배관계서 발생하는 진동 특성

2.1 유량 공급 계통

발전소 급수계통은 급수저장탱크, 급수펌프, 급수 흡입측 배관계, 급수 토출측 배관계, Minimum Control Valve 등으로 구성되어 있다. 급수저장탱크에 저장되어있는 급수는 급수펌프를 통해 보일러로 보내져, 가열후 증기가 되어 터빈에서 전력을 생산하는데 이때 기동직후에는 100%의 유량이 보일러에 필요없으므로 출력이 1/4부하까지는 펌프에서 토출되는 유량 가운데 일정량은 보일러로 보내고 일정량은 Minimum Control Valve를 통해 급수저장탱크로 순환시키고 있는데 여기를 흐르는 양은 부하와 밀접한 관계가 있다. 이때 흡입배관 내부 유체의 특성은 발전설비의 용량에 따라 다르나 본 연구에서 인용한 것

* 정회원, 한전 전력연구원

** 정회원, 연세대학교

은 온도가 150°F 이고 압력은 3kg/cm², 설계 유량은 557 l/sec 이다.

2.2 곡관 배관계 에서 발생한 문제점
 배관계에 최대 3000 μ mPP의 진동이 발생되어 배관계의 안정성을 저해하고 있었을 뿐만 아니라 아래 배관계 모델에서 알 수 있듯이 짧은 곡관 배관계에 3개의 밸브와 2개의 Reducer가 설치된 관계로 배관계에 매우 큰 난류성 진동이 발생하여 배관계에 설치된 밸브의 유량조정용 Stem을 손상시키는 사고가 발생하여 배관계의 안정적 운영에 매우 어려움이 있었음.

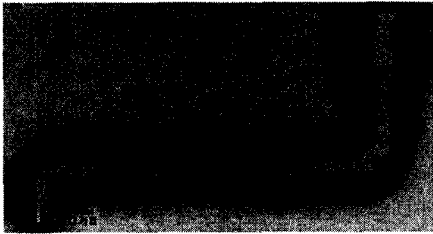


Fig. 1 배관계 모델

2.3 곡관 배관계 에서 발생한 진동 특성
 배관계에 발생하는 진동 특성을 분석하기 위해 Fig. 1의 곡관 배관계 에서 진동을 측정 한 결과 Fig. 2, Fig. 3 과 같이 저주파에서부터 고주파수 까지 매우 등 상당히 넓은 광역밴드로서 진동이 발생되고 있었다. 진동 크기는 위치에 따라 차이가 있었으나 저주파수 범위에서는 최대 진동 값이 1000 μ mPP 이상 이었고 고주파 영역에서는 500 μ mPP 수준이었다. 진동 저감을 위한 준비 단계로 배관계에서 발생되고 있는 진동의 특성, 발생 원인등에 대한 분석을 시작하였다. 현장에서의 배관내 유동

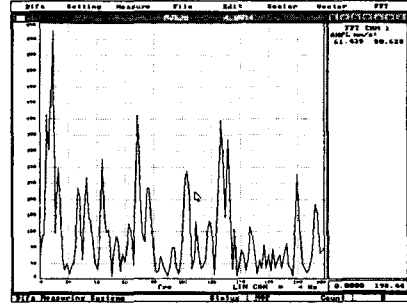


Fig. 2 수평방향 진동

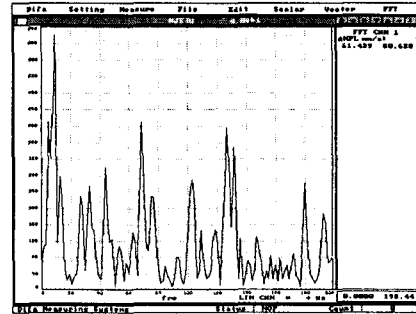


Fig. 3 Axial 방향 진동

상태를 관찰한 결과 비규칙적인 Shock 성 소리가 들렸다. 가장 먼저 의심할 수 있는 것이 배관계 내부에 공기가 흡입되었거나 급수의 혼합증기화 가능성이었다. 공기 흡입가능성에 대하여 조사한 결과 이미 공기 추출밸브를 설치하였기 때문에 가능성이 없었다. 따라서 여기서 발생하는 대부분의 진동 요인은 배관계 내부에서 발생하는 난류 때문으로 추론하게 되어 일르 규명하기 위해 유동해석을 수행하였다.

3. 곡관배관계 유동해석

해석 대상 모델은 Fig. 1 과 같이 3개의 밸브와 2개의 Reducer가 조합된 배관계 이며 해석에는 유동해석 전문프로그램인

EFD.LAB을 사용하였다.
 해석 영역은 대칭조건을 고려하여 전체 모델의 1/2만 해석하였으며 배관계 내부 벽 부위에는 상세한 Grid 가 생성되도록 Fig. 4와 같이 하였다.

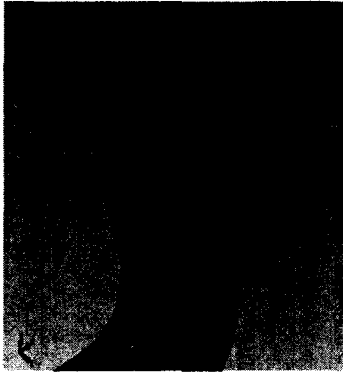


Fig. 4 해석영역 Grid 형상

해석은 현재의 운전 조건을 고려하여 일차적으로 3개 모든 밸브의 개도를 100% open 한 상태에서 수행하고 2차적으로는 현재 재순환시 사용하고 있는 60% open 상태에서 수행하였다.



Fig. 5 개도 100%인 경우 Stream line

상기 Fig. 5와 같이 밸브 개도를 100% open 했을 경우에도 배관계 직경이 가장 작은 부위에서 최대속도 1.9m/sec가 발생하며, 파이프가 굽어지는 부분 및 단면적이 급격히 변하는 부위에서 비교적 심한 와류가 발생됨을 알수 있다. 2차적으로 모든 밸

브의 개도가 60%인 경우 아래 Fig. 6 과 같이 속도가 증가하여 최대 5.96m/s에 이르며 대부분의 영역에서 매우 심한 와류가 발생됨을 알수 있다.



Fig. 6 개도 60%인 경우 Stream line

5. 결 론

이상에서 얻어진 결과를 가지고 요약한 결과 아래와 같다

- (1) 배관계에 설치된 밸브 및 오리피스에서 발생하는 pulsation source 및 source strength를 확인하였으며
- (2) 곡관배관계에 설치된 밸브에서는 개도에 따라 직선배관계에서 보다는 심한 와류가 발생되며
- (3) 연속된 valve에서 발생하는 진동 주파수는 broad band 임을 알수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) Blevin R.D. 1977, flow induced vibration, Van Nostrand Reinhold, New York.
- (2) Pulsation Analysis Seminar, setember 19, 1994-setember 21, 1994.
- (3) JOHN E. K. FOREMAN. 1990, Sound analysis and noise control
- (4) M. S. HOWE, 1998, Acoustic of Fluid-Structure Interactions