

# 음향 신호를 이용한 밸브 내부 누설 특성에 관한 연구

## Study on the Characteristics of the Internal Leakage in a Valve using Acoustic Signal

김에녹† · 채장범\* · 김윤철\*\*

E Noch Kim, Jang Bom Chai and Yun Chul Kim

### 1. 서 론

원자력 발전소에서 밸브 내부 누설은 운전 시 안전과 발전 효율에 중요한 영향을 미치기 때문에 밸브 내부 누설을 진단하여 대처하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 밸브 누설을 비침투적인 방법으로 음향을 측정하여 진단을 하는데 있어서 진단의 민감도와 정확도를 높이기 위하여 밸브의 특성과 누설에 따른 신호의 특성 연구를 수행하였다. 밸브에 누설이 발생 시 측정 위치에 따른 음향 신호 특성 및 누설량에 따른 음향 신호의 특성이 실험을 통하여 제시되었다.

### 2. 실험 장치 및 방법

누설 실험의 대상이 되는 밸브는 원자력 발전소에서 유량 조절용으로 사용하는 교축형 글로브 밸브로 선정하였고, 다양한 누설 시험을 위하여 유량과 압력을 제어 할 수 있도록 밸브와 펌프를 설치하였다. 유량계가 측정하지 못하는 작은 유량의 누설이 발생된 경우는 누설된 유량의 무게를 직접 측정하여 누설량을 정확하게 측정하는 장치를 제작하여 실험을 수행하였다. Figure 1에 누설 시험 장치의 계략도를 나타내었다. 밸브에서 내부 누설 음향의 측정은 밸브 몸체 외벽의 여러 지점에 음향 센서를 부착하여 취득하였다.

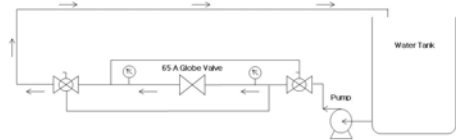


Figure 1 Schematic Diagram of Experimental set-up

### 3. 밸브 내부 누설 신호 특성

#### 3.1 측정 위치에 따른 누설 신호

밸브 누설에 의하여 음향 신호가 발생하면 음향 신호는 밸브 전체에 퍼져 전달된다. Figure 2는 대상 밸브와 음향 센서를 부착한 위치를 나타내고 있으며 Figure 3은 누설 유량이 일정할 때 각 위치에서의 측정된 음향 신호의 파워 스펙트럼을 보여준다. Figure 3에서 나타난 것과 같이 누설 유량이 일정하더라도 측정 위치에 따라 주파수 성분과 음향 파워의 크기가 달라지는 것을 알 수 있다. Table 1에 측정된 위치에 따른 파워를 표시하였다. 즉, 누설을 감시하기 위해서는 누설에 민감한 위치를 찾아내는 것이 중요하고, 특히 누설량을 예측하기 위해서는 측정 위치에 따라 에너지 크기가 다르기 때문에 센서 위치 선정 및 해석에 주의가 기울여야한다.



Figure 2 Sensor locations

† 교신저자; 정회원, 아주대학교 기계공학과 대학원

E-mail : [act1215@ajou.ac.kr](mailto:act1215@ajou.ac.kr)

Tel : 031-219-2930, Fax : 031-219-2930

\* 아주대학교 기계공학과

\*\* ㈜ 엠앤디

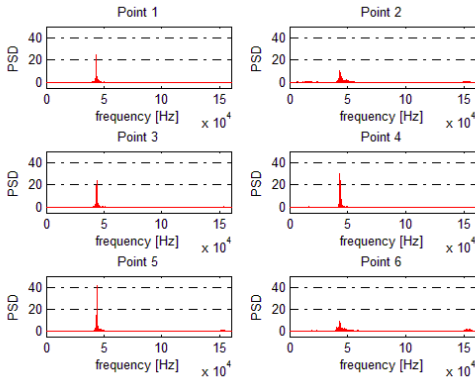


Figure 3 Power Spectral Density

Table 1 Power of measured signal

Measurement location	Power
point 1	0.0281
point 2	0.0494
point 3	0.0328
point 4	0.0435
point 5	0.0478
point 6	0.0297

### 3.2 내부 누설과 누설 음향 신호 파워 관계

밸브의 내부 누설로 인한 음향 신호는 밸브의 위치에 따라 다르다는 것을 보았다. Figure 4는 일반적으로 음향 신호 측정 위치로 추천되었던 지점 A에서 측정한 신호와 본 실험을 통하여 찾은 최적의 위치 B에서 측정한 실험 결과를 보여준다. 지점 A에서 측정한 신호의 음향 파워는 누설량이 증가하면서 증가하는 것을 알 수는 있었으나 그 증가의 관계가 뚜렷하게 나타나지 않고 있다.(Figure. 4(a)) 그에 반하여 지점 B에서 측정한 신호의 음향 파워와 누설량의 관계는 상당히 밀접한 관계를 보이고 있다.(Figure. 4(b)) 다음에는 노이즈를 제거 후 음향 파워와 누설량의 관계를 보았다. 지점 A에서 취득한 신호에서는 노이즈 제거 영향이 큰 차이를 보이지 않았으나,(Figure. 4(c)) 지점 B에서 취득한 신호를 살펴보면 노이즈 제거로 인하여 누설량이 적은 경우 음향 파워와 누설량의 관계가 더욱 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다.(Figure. 4(d))

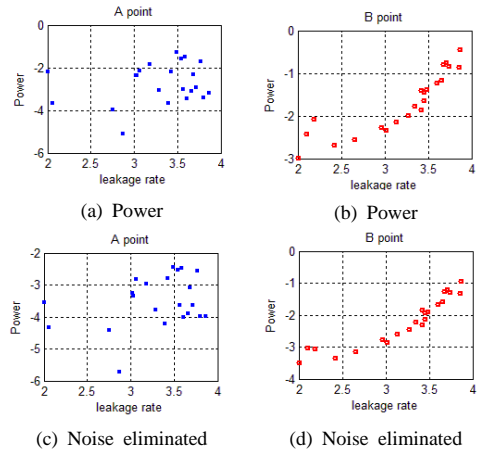


Figure 4 Acoustic Power According to the Leakage Rate (Point A & B)

## 4. 결 론

본 논문에서는 밸브 누설 시 발생하는 누설 음향 신호를 음향 센서를 이용하여 측정할 때 측정 위치에 따른 누설 신호와 내부 누설량과 음향 신호 파워와의 관계에 대해 연구를 수행하였다. 누설 음향 신호를 음향 센서를 이용하여 측정할 경우 중요하게 고려되어야 할 사항으로는

첫째 밸브에 누설이 발생하면 누설량이 같은 경우에도 누설 음향의 측정 위치에 따라 누설 음향 파워는 다르기 때문에 누설 음향 신호에 가장 민감하게 반응하는 측정 위치를 찾는 것이 중요하다.

둘째 센서 위치에 따라 누설량과 파워의 관계가 달라지기 때문에 누설량을 평가하기 위해서는 누설량과 음향 파워가 밀접한 지점에서 측정이 이루어져야 하며 노이즈를 제거하였을 때 누설량 평가는 좋은 결과를 주는 것을 확인하였다. 특히 누설량이 적은 경우에는 노이즈 제거의 영향이 크게 나타났다.