

# 초저압 미세압력 진동방지 밸브의 유동특성에 관한 연구

## A Study on the Flow Characteristics of Micro Pressure Valve to Prevent Vibration

\*이석준<sup>1</sup>, #김수태<sup>1</sup>, 김영만<sup>2</sup>, 박성호<sup>1</sup>

\*S. J. Lee<sup>1</sup>, #S. T. Kim(stkim@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>, Y.M. Kim<sup>2</sup>, S. H. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>(주)프로세이브

Key words : Low Pressure Valve, Magnetic Force, Average Velocity by Stroke, Flash Back

### 1. 서론

선박의 내부는 여러 개의 연료 저장탱크로 구성되어 있다. 이 저장탱크에는 인화성 유체가 저장되어 있어 내부압력변화와 외부조건에 의해서 유증기가 발생하게 된다. 유증기 역시 인화성 물질이기 때문에 화재의 원인이 될 수 있어 저장탱크의 배관에 안전밸브를 설치하여야 한다. 안전밸브는 대기중으로 방출되는 유증기의 역화를 차단하여 안전사고 등의 위험을 방지하는 역할을 한다. 역화(Flash back)라 함은 밸브에서 연속적으로 방출되는 유증기에 외부조건에 의하여 화염이 발생하였을 때 이 화염이 관로를 타고 역행하는 것을 지칭한다.

그리고 발생하는 유증기를 아무런 장치 없이 대기중으로 방출하게 되면 현재 심각하게 대두되고 있는 환경오염에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 안전밸브의 설치를 의무화하고 있다.<sup>[1]</sup>

이전의 중력식과 스프링구동식 압력 진공 밸브의 경우 열림 초기의 과도한 압력상승, 최소배출속도 유지, 채터링 및 해머링 발생에 의한 화염역화 가능성 등의 문제점이 국제적으로 제기되고 있다.

방출되는 유증기의 역화를 방지하기 위해서는 밸브의 설정 압력인 0.14bar에서 분출 속도가 30m/s 이상이 유지가 되어야 역화로부터 안전하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 중력식 릴리프밸브와 마그네틱 릴리프밸브를 AMESim으로 모델링하고 동특성 해석을 수행하여 중력식 밸브의 특성과 마그네틱 밸브의 특성을 비교 검토하고자 한다. 그리고 ANSYS를 이용하여 릴리프 밸브의 열림 정도에 따른 유동해석을 수행하여 압력구배에 따른 배출유동속도가 안전한 지를 검토하고자 한다.

### 2. 릴리프 밸브 유동특성 해석

#### 2.1 회로도 및 해석조건

Fig. 1은 안전밸브의 유동특성을 해석하기 위하여 중력식 밸브와 마그네틱 밸브를 모델링한 그림이다.<sup>[2]</sup> 밸브가 열릴 때의 압력은 0.14bar이고 유증기의 역화 방지를 위하여 배출속도는 30m/s 이상을 유지하여야 한다.<sup>[3]</sup>

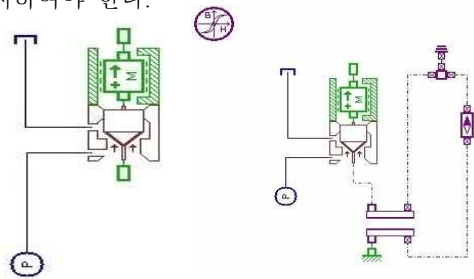


Fig. 1 Modeling of gravity (left) and magnetic (right) type of relief valve

#### 2.2 해석결과

중력식과 마그네틱식 밸브 모두 0.14bar의 압력에서 밸브가 열리는 것을 확인하였다. Fig. 2는 중력식 밸브가 열림에 따른 증기 압력과 배출속도에 대한 결과이다.

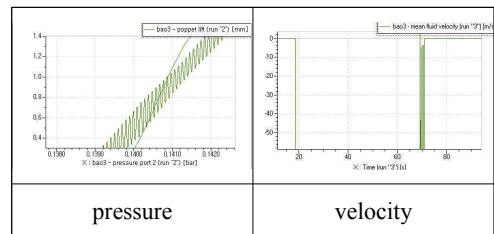


Fig. 2 Gas pressure and velocity at the outlet of gravity type relief valve

중력식 밸브에서 증기의 배출속도는 압력이 강하면서 간헐적으로 30m/s 이하의 속도로 떨어지며 해머링 현상이 발생하는 것을 확인하였다.

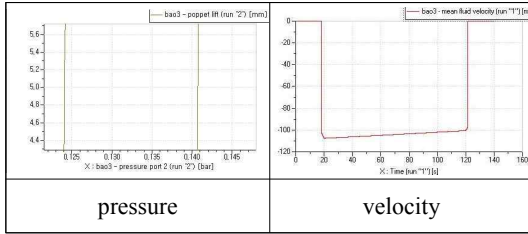


Fig. 3 Gas pressure and velocity at the outlet of magnetic type relief valve

Fig. 3은 마그네틱 릴리프 밸브의 해석결과 0.14 bar에서 열려 0.12bar에서 닫히는 것을 확인하였고, 마그네틱식 밸브에서 증기의 배출속도는 110m/s에서 점차 줄어들어 100m/s에서 마그네틱의 힘으로 한 번에 닫히는 것을 확인하였다.

### 3. 밸브의 유동해석을 통한 안전성 판단

밸브의 표준모델인 내경 100mm의 모델을 선정하여 유한요소해석을 수행하였다. 밸브의 최대 열림량이 10mm부터 시작하여 8mm, 6mm, 4mm, 2mm 등 총 5가지 경우에 대하여 해석하였으며, 입구에는 밸브의 설정압력인 0.14bar를 적용하였다. 아래 그림 Fig. 4는 이때의 유동형상과 속도분포를 나타내고 있다.<sup>[4]</sup>

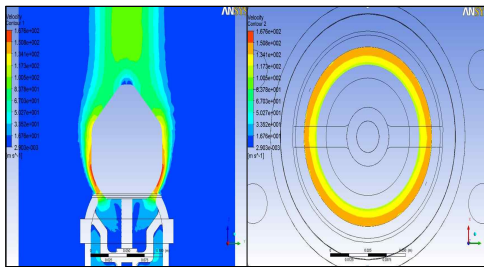


Fig. 4 Flow analysis of relief valve

해석결과 10mm일 때 131.3m/s, 8mm일 때 133.3m/s, 6mm일 때 132.1m/s, 4mm일 때 134.9m/s, 2mm일 때 134.6m/s로 열림량이 작을수록 유속이 증가하고 있으나, 증가량은 작게 나타나고 있다.

Fig. 5는 표준모델을 포함한 6가지 사이즈 모델들에 대한 평균유속을 나타내고 있다. 모든 모델에서 안전 배출속도인 30m/s를 충분히 만족시키며 이에 따라 밸브가 안전성을 확보하고 있음을 확인할 수 있었다.

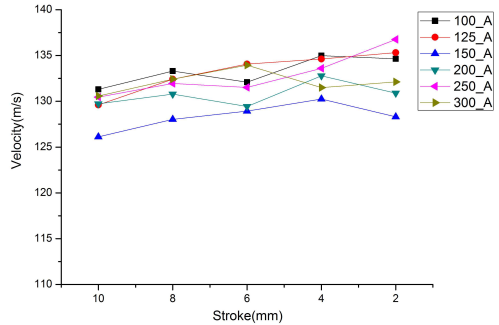


Fig. 5 Flow velocity according to the stroke of relief valve

### 4. 결론

초 저압 미세압력 진동방지 릴리프밸브의 유동 안정성을 확보하기 위하여 중력식과 마그네틱식 릴리프밸브에 대한 해석을 수행하여, 해석 결과 중력식 릴리프 밸브보다 마그네틱 릴리프 밸브의 성능이 우수하고 포핏의 무게감량과 안전성을 보장함을 알 수 있었다.

진동방지 릴리프 밸브의 유동특성에 있어서 해석결과가 어느 경우에도 증기의 배출속도가 30m/s보다 충분히 크게 나타나므로 밸브의 안정성을 확인하였다. 중력식 밸브의 경우 밸브가 닫히면서 해머링이 발생하는 현상이 나타나고 있으나, 마그네틱식의 경우 압력이 서서히 감소하다가 한 번에 닫히는 것을 확인할 수 있어 마그네틱식 릴리프밸브를 사용하는 것이 안정하다고 판단된다.

### 참고문헌

1. KR technical information “VOC Management Plan 비치요건의 안내” 17 February 2010
2. J&F Solution "AMESim S/W를 이용한 유압시스템 설계" December 2010
3. 조규식, 이정오 “자석을 이용한 유압직동형 릴리프 밸브에 관한 연구” 대한기계학회논문집 제1권 제2호, pp.65~72, 1977
4. “CFD(Computation Fluid Dynamics)과정 (CFX Basic) 1st Edition” 28 April 2009