한국소음진동공학회 2013년 추계학술대회논문집, pp. 693~694

전자식 제어 밸브의 구조와 브레이크 오일에 따른 소음 예측

Electronic Control Valve noise Prediction based on the Structure and Brake fluid

김준종* · 이재철* · 양원석* · 송시몬* · 박준홍*†

Junejong Kim, Jaecheol Lee, Wonseok Yang, Simon Song and Junhong Park

1. 서 론

전자제어 밸브(solenoid valve)는 차량 바퀴의 제동력을 제어하는 ABS(Anti-lock Brake System), ESC(Electronic Stability Control)의 주요부품이며, 바퀴로 전달되는 브레이크 오일의 압력을 초당 수십 번의 제어를 통하여 제동력이나 구동력을 차단/복원 시키는 핵심 부품이다. 그런데 이 밸브가 작동하는 과정 중 에서 소음이 발생한다. 일반적으로 제어 밸브에서는 불안정한 유동에 의해 제어밸브의 부품들이 공진하여 발생하는 기계적 진동 소음과 공동(Cavity)에서의 질량유량 변동과 고체 경계에서의 운동량 변화에 의해 발생하는 소음 등이 있으며, 현재 이러한 소음들을 저감하기 위한 연구는 계속 진행되고 있다.

본 논문에서는 전자제어 밸브 작동 과정 중 발생하는 이상 소음의 원인을 분석하기 위해 밸브의 소음 유발 추정부품이라 예상되는 아마추어의 모드 해석을 상용코드를 사용하여 해석 하였으며, 밸브 작동 시 아마추어의 감쇠 계수를 계산하였다.

2. 본 론

2.1 아마추어 모드 분석

(1) 아마추어 단순 모델 해석

밸브 소음유발 추정부품인 아마추어의 1차 모드를 시뮬레이션을 통해 확인하기 위하여 상용코드인 ANSYS를 사용하였다. 해석에 사용된 모델은 밸브에서 아마추어를 따로 분리하여 부품의 실제 모델의 치수를 기준으로 단순화 하여 제작하였다. 모드 해석에 필요한 경계조건은 밸브가 열리고 닫히는 작동 과정을 고려하여 설정하였다. 밸브가 열릴 때는 아마추어의 상단부분에 고정조건을 부여하여 해석하였다. 반대로 밸브가 닫힐 때는 아마추어의 하단부분에 고정 조건을 부여하여 해석하였고, 각각의 경계조건 별 아마추어의 1차 모드를 확인하여 실제 밸브에서 나는 소음의 주파수와 비교하였다.

(2) 아마추어 실제 모델 해석

아마추어 단순모델을 이용한 모드 해석 결과를 토대로 아마추어 실제 모델의 모드 해석을 진행하였다. 모드 해석에 적용되는 경계조건은 단순모델 해석조건과 동일하게 적용하였다. 밸브가 열리고 닫히는 과정을 고려하여 각각 아마추어의 상단부분과 하단부분에 고정조건을 부여하여 해석하였고, 아마추어의 경계조건 별 1차 모드를 확인하였다. 실제 모델 모드해석 결과를 토대로 단순 모델 결과와 실제 밸브에서 나는 소음 주파수와 비교하였다.

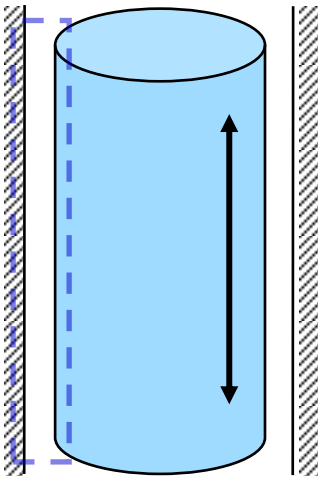

Figure 1 Simple Model of Armature & Sleeve

† 교신저자; 정회원, 한양대학교 기계공학과
E-mail : jpark@hanyang.ac.kr
Tel : (02)2220-0424 , Fax (02)2298-4634
* 한양대학교 기계공학과

2.2 아마추어의 감쇠계수 계산 및 음의 기울기 확인

(1) 아마추어 감쇠계수 계산

아마추어의 감쇠계수를 계산 하기 위하여 실제 사용되고 있는 전자식 제어 밸브 모델 치수를 고려하여 모델링 하였다. Figure 1과 같이 아마추어를 실린더라고 가정하여 단순화 작업을 하였다. 아마추어와 아마추어를 감싸는 슬리브 사이에 있는 브레이크 오일은 1차원 Couette flow라 가정하여 속도 형상을 계산 하였다. 이 결과를 토대로 아마추어의 전단력을 계산하여 아마추어의 감쇠계수를 계산 하였고, 그에 따른 감쇠 영향을 확인하였다.

(2) 브레이크 오일에 따른 감쇠계수 계산

자동차 브레이크 오일은 제조사 마다 다른 물성을 가지고 있다. 따라서 브레이크 오일에 따른 아마추어의 감쇠계수를 계산하였다. 계산 방법은 앞서 진행한 아마추어 감쇠계산 방법과 동일한 방법으로 진행하였다. 그 결과 브레이크 오일이 달라짐에 따라 아마추어의 감쇠계수가 달라짐을 확인할 수 있었고, 브레이크 오일 마다 아마추어에 작용하는 감쇠영향이 다름을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 전자제어 밸브의 작동과정 중 발생하는 소음의 원인을 확인하기 위해 소음유발 추정 부품인 아마추어의 모드 해석을 수행하여 경계조건별 1차 모드를 확인하고, 실제 밸브에서 발생하는 소음 주파수와 비교하였다. 또한 밸브가 작동할 때 아마추어의 감쇠계수를 단순화 된 모델로 계산하여 확인하였고, 그에 따른 아마추어에 작용하는 감쇠영향을 확인하였다. 또한 브레이크 오일을 바꿔가면서 그에 따른 아마추어의 감쇠계수도 확인하여 브레이크 오일마다 감쇠영향이 다름을 확인하였다. 그 결과로 밸브 작동할 때 나는 소음이 아마추어에 의한 소음일 수 있다는 가능성을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] H. Schilichting, Boundary Layer Theory, 6th Edition, McGraw-Hill, New York, 1968.

[2] A.-R.A. Khaled, K. Vafai, The effect of the slip condition on Stokes and Couette flows due to an oscillating wall: exact solutions