

평판형 동흡진기를 이용한 선형 압축기의 구조진동 저감

Reduction of Structural Vibration of a Linear Compressor using a Plate-type Dynamic Absorber

전수홍* · 정의봉†

Soo Hong Jeon and Weui Bong Jeong

1. 서 론

냉장고의 냉동 사이클을 위하여 왕복동식 압축기가 널리 사용되어 왔다. 최근에는 에너지 효율이 더욱 향상된 선형 압축기가 많이 사용되고 있다. 선형 압축기는 공진 현상을 이용하여 효율성을 높이고 있지만 이와 동시에 높은 레벨의 진동을 발생 시킨다. 따라서 선형 압축기의 거동에 의한 진동을 효과적으로 줄일 수 있는 기구의 설계가 필요하다.

본 논문에서는 선형 압축기의 거동을 바탕으로 평판형 동흡진기를 설계하였다. 그리고 동흡진기가 설치된 압축기의 구조진동이 저감됨을 실험으로 확인하였다.

2. 선형 압축기 거동 분석

선형 압축기의 진동 특성을 알아보기 위하여 운전 중인 상태에서 가속도를 측정하였다. 압축기의 운전 주파수는 59.5Hz로 설정하였으며, 냉매가 흐르지 않는 공기 중에서 실험을 실시하였다. 가속도 센서는 3축을 사용하였으며, Fig. 1과 같이 6개의 지점에 대하여 측정하였다. 센서는 압축기 셀 바깥면의 4개의 지점과 ear-mount 중심 부분의 2개 지점에 부착하였다. 측정 장비는 LMS Test.Lab을 사용하였으며, 0~128 Hz까지 0.5 Hz간격으로 100회의 averaging으로 측정하였다.

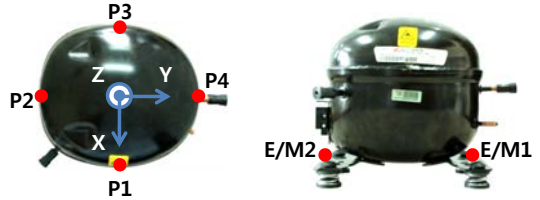


Fig. 1. Measuring points on a linear compressor

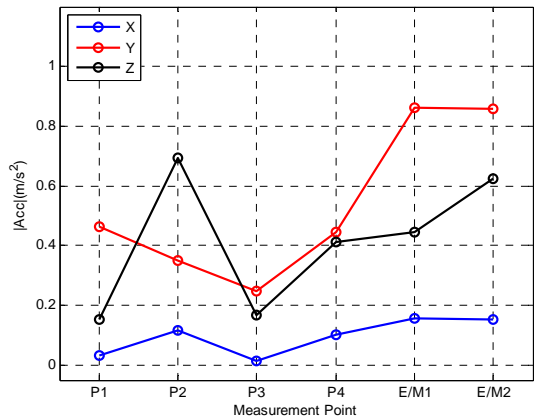


Fig. 2. Accelerations of measuring points at 59.5Hz

운전 주파수인 59.5 Hz에 대한 각 측정 지점의 가속도 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 측정 결과로부터 x방향과 y방향 가속도의 ear-mount 부분이 다른 측정 지점의 가속도 보다 높다는 것을 알 수 있었다. 그리고 z방향 가속도는 P2 지점과 ear-mount2 부분이 다른 부분에 비하여 높은 경향을 나타내었다.

측정 결과로부터 압축기의 거동을 알아보기 위하여 셀 중심의 가속도를 계산해보았다. 압축기 질량 중심을 G, 측정점을 q라고 할 때, 두 지점의 가속도 사이의 변환행렬은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

† 교신저자; 정희원, 부산대학교 기계공학부

E-mail : wbjeong@pusan.ac.kr

Tel : 051-510-3088 , Fax : 051-517-3805

* 부산대학교 대학원 기계공학부

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & z_{Gq} & -y_{Gq} \\ 0 & 1 & 0 & -z_{Gq} & 0 & -x_{Gq} \\ 0 & 0 & 1 & y_{Gq} & x_{Gq} & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 x_{Gq} , y_{Gq} , z_{Gq} 는 질량 중심에서 측정점을 향한 방향벡터의 각 성분을 나타낸다.

여러 측정점을 이용하여 셀 중심 가속도를 계산하면 오차를 줄일 수 있으므로 식 (2)와 같이 최소자승법을 이용하여 셀 중심 가속도를 구하면 Table 1과 같은 결과를 얻을 수 있다. 결과로부터 회전에 대한 x성분의 가속도가 가장 큰 것으로 계산되었으며, 압축기 거동에 주된 영향을 줄 것으로 예측할 수 있었다. 이를 바탕으로 기동 상태의 압축기 전체의 운전 중 거동 형상을 등고선의 형태로 Fig. 3과 같이 표현하였다. 그림으로부터 가장 거동이 크게 나타나는 부분은 ear-mount 부분인 것으로 판단할 수 있었다.

$$\{\ddot{x}\}_G = ([T]^T [T])^{-1} [T]^T \{\ddot{x}\}_q \quad (2)$$

Table 1. Centroidal accelerations of the linear compressor (m/s^2)

\ddot{u}_G	\ddot{v}_G	\ddot{w}_G	$\ddot{\theta}_x$	$\ddot{\theta}_y$	$\ddot{\theta}_z$
-0.046	0.306	-0.017	5.461	-0.379	1.016

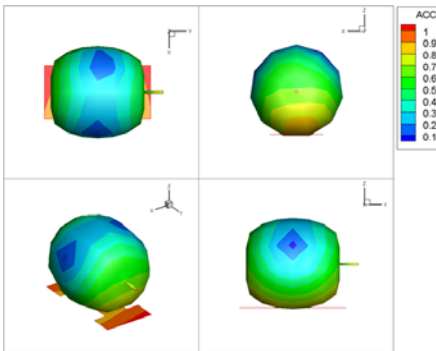


Fig. 3. Operating deflection shape of linear compressor at 59.5Hz

3. 평판형 동흡진기 부착 실험

선형 압축기 거동 실험을 바탕으로 x방향의 회전

성분에 큰 효과를 나타낼 수 있는 평판형 동흡진기를 Fig. 4와 같이 설계하였다. 동흡진기의 길이는 50 mm, 너비는 30 mm, 질량은 60 g이다. 제작된 동흡진기를 x방향의 회전 가속도의 영향을 가장 많이 받는 ear-mount 부분에 부착하고 앞서 지정한 6 지점에 대하여 가속도를 측정하였다.

각 지점의 가속도 측정 결과는 Fig. 5와 같다. 측정 결과로부터 x방향에서는 E/M1 지점에서 72.7% 저감되었고, y방향에서는 E/M2 지점에서 59.1% 저감되었으며, z방향에서는 E/M1 지점에서 83.6% 저감되었다는 사실을 확인할 수 있었다.

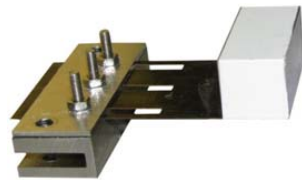


Fig. 4. Plate-type dynamic absorber

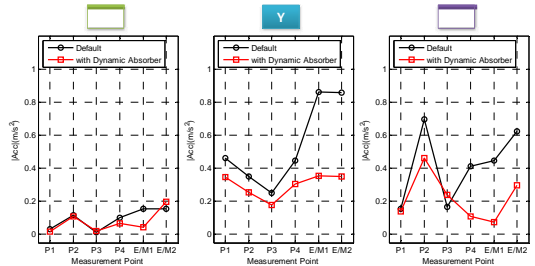


Fig. 5. Comparison of accelerations according to installation of dynamic absorber

4. 결 론

선형 압축기의 진동 저감을 위하여 거동을 분석하고 x방향의 회전 성분이 압축기 진동에 크게 기여한다는 사실을 확인하였다. 주요 진동 성분의 레벨을 줄이기 위하여 평판형 동흡진기를 설계하였다. 설계된 동흡진기를 선형 압축기에 부착하고 셀의 각 부분에 대한 가속도를 측정하였다. 측정 결과로부터 최대 83.6%의 높은 진동 저감 효과를 확인하였다. 따라서 본 논문을 통하여 설계된 평판형 동흡진기를 선형 압축기에 설치하면 높은 구조진동 저감효과를 기대할 수 있을 것이다.