

압축기 흡입배관 압력 맥동 특성 실험 분석

Experimental analysis of pressure pulsation characteristics of the compressor suction line

오한음* · 정의봉† · 안세진** · 김민성*

Han-Eum Oh, Weui-Bong Jeong, Se-Jin Ahn and Min-Sung Kim

1. 서 론

일상생활 속 다양한 가전제품들은 구동하면서 여러 이유로 인하여 소음을 유발하게 된다. 그 중 에어컨, 냉장고 등은 내부에 냉매를 이용하여 구동하는 대표적인 제품들이다. 이들은 기계적인 소음이 소음의 주요한 원인이 되는 다른 가전제품과는 달리, 냉매의 유동에 기인한 소음을 발생시킨다.

냉매가 압축기를 통해 압축되고 토출되는 과정에서 압축기 내부에 위치한 밸브의 거동으로 인하여 압력 맥동이 발생하게 되는데, 이는 압축기에 부착되어있는 배관을 가진하여 진동 및 소음을 발생시키게 된다. 따라서 본 연구에서는 냉매공급장치를 이용하여 압축기 흡입 배관 내에서 발생하는 압력 맥동의 특성에 대해 알아보려고 한다.

2. 본 론

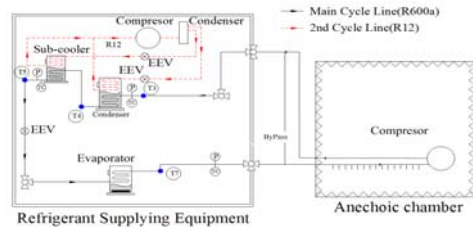
2.1 실험 장치 및 구성

특정 사이클 조건으로 조절할 수 있으며, 이 조건을 연속적으로 운전할 수 있는 냉매공급장치를 이용하여 실험을 수행하였다. Fig. 1(a)은 전체 실험 구상도이다. 구상도의 왼쪽부분에는 냉매공급장치를, 오른쪽부분에는 무향실을 나타내고 있다.

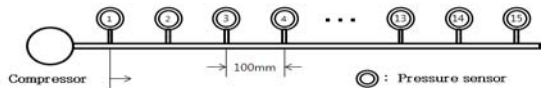
냉매공급장치는 크게 주 사이클과 보조 사이클로 구성되어있다. 주 사이클은 측정하고자 하는 대상인 압축기를 대상으로 하는 사이클이며 보조 사이클은

주 사이클의 과냉기 및 응축기를 조절하기 위한 사이클이다.

Fig. 1(b)는 무향실 내부에 위치한 실험구성의 개략도를 나타내고 있다. 압축기가 구동 할 시의 흡입 배관의 동압을 측정하기 위해 100mm 간격으로 총 15개의 압력 센서를 설치하였다.



(a) Diagram of experimental apparatus



(b) Measurement of pressure in suction line

Fig 1. Experimental setup

2.2 실험 조건

실험 시, 사용하였던 냉매는 R600a이다. 특정 사이클 조건 하에서 실험 데이터를 얻기 위하여 증발기의 온도 32.2℃, 과냉기 온도 25.0℃, 압축기 흡입 배관의 정압 57.09kPa, 압축기 토출 배관의 정압 738.23kPa의 조건으로 유지한 후, 실험을 수행하였다. 그리고 흡입배관의 외경은 8mm, 내경은 6mm이다.

2.3 음파분리

압력 맥동의 특성을 파악하기 위해 음파분리 기법을 사용하였다. 음파분리를 하는 방법은 다음과

† 교신저자; 정희원, 교신저자 소속
E-mail : wbjeong@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-2337, Fax : (051)517-3805
* 부산대학교 대학원 기계공학부
** 정희원, 위덕대학교 기계전기공학부

같다. Fig. 2은 배관 내에서 두 점을 이용하여 압력을 측정하는 개략도이며, 그에 따른 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

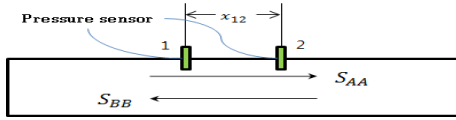


Fig 2. Setup of decomposition theory

$$S_{AA} = \frac{S_{11} + S_{22} - 2C_{12}\cos kx_{12} + 2Q_{12}\sin kx_{12}}{4\sin^2 kx_{12}} \quad (1)$$

$$S_{BB} = \frac{S_{11} + S_{22} - 2C_{12}\cos kx_{12} - 2Q_{12}\sin kx_{12}}{4\sin^2 kx_{12}} \quad (2)$$

여기서, S_{AA} 와 S_{BB} 는 입사파와 반사파의 자기스펙트럼(Auto spectrum)이며, S_{11} 과 S_{22} 는 1번과 2번 지점에서의 자기스펙트럼이다. C_{12} 와 Q_{12} 는 1번과 2번 사이의 상호 스펙트럼(Cross spectrum)의 실수부와 허수부의 값이다. k 는 파수(Wave number)를 나타내고, x_{12} 는 1번과 2번 센서 사이의 거리를 나타낸다.

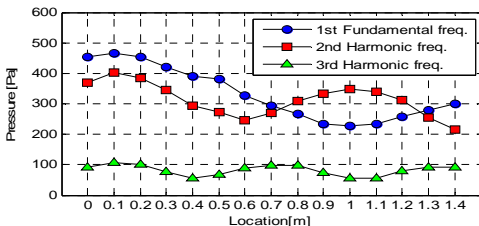
그리고 입사파의 압력과 반사파의 압력의 크기는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$p_i = \sqrt{S_{AA}} \quad (3)$$

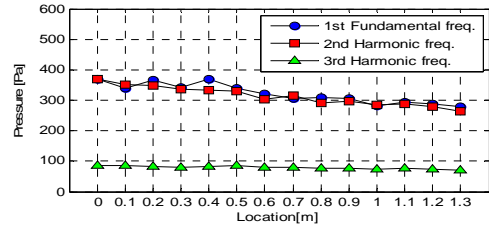
$$p_r = \sqrt{S_{BB}} \quad (4)$$

3. 결 과

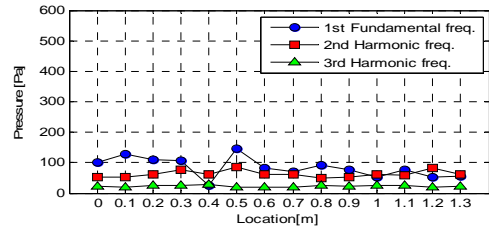
각 압력 센서에서 측정된 압력의 시간 데이터를 푸리에 변환을 통하여 확인한 결과, 압축기 내 밸브의 작동 주파수가 56.5Hz의 조화 주파수인 것을 확인하였다. 이를 이용하여 센서 간 1차, 2차, 3차 작동 주파수에서의 압력 크기를 구하였고, 각 센서에서의 압력 데이터를 음파분리 기법을 통하여 입사파와 반사파의 압력 크기를 구하였다.



(a) Magnitude of measured wave



(b) Magnitude of incident wave



(c) Magnitude of reflected wave

Fig. 3 Pressure level at the position of each sensor

Fig. 3(a)는 압력센서에서 측정된 신호에 대해서 압력 크기를 나타낸 것이다. 1차에서 2차, 3차 작동 주파수로 올라가면서 파장이 배수로 짧아지는 것을 볼 수 있다. Fig. 3(b)와 Fig. 3(c)는 음파분리 후, 입사파와 반사파에 대해서 압력 크기를 나타낸 것이다. 입사파의 경우 압축기에서 멀리 떨어져 있을수록 압력의 크기가 선형적으로 작아짐을 확인할 수 있었고, 반사파의 경우에는 특정 몇몇 점을 제외하고 압력이 거의 일정하게 유지하는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

향후, 흡입배관 내의 진동 및 소음 저감을 위한 머플러 설계를 위한 기초 연구로, 냉매공급장치를 이용하여 맥동 특성을 알아보았다. 특정 사이클 조건 하에서 압축기를 구동하였고, 압축기에 부착되어 있는 흡입배관에서의 압력을 각 압력 센서의 위치 별로 측정하였다. 그 결과 배관 내 압력 맥동이 있음을 확인하였고, 이를 바탕으로 음파분리 기법을 통하여 입사파와 반사파를 분리하였다. 입사파의 경우 압축기로부터 거리가 멀수록 선형적으로 압력의 크기가 감소하였으며, 반사파의 경우 압력의 크기가 거리가 상관없이 거의 일정하게 유지하였다.