

과냉도에 따른 모세관 입구단에서의 냉매 상태 변화가 냉장고 냉매 소음에 미치는 영향의 실험적 분석

Experimental analysis of the effect of phase change at the entrance of a capillary tube by sub-cooling control on refrigerant-induced noise

오영후*, 김민성**, 한형석***, 정의봉†

Young-Hoo Oh, Min-Seong Kim, Hyung-Suk Han, Weui-Bong Jeong

1. 서 론

에어컨, 냉장고 등은 작동 중 냉매의 유동을 수반하는 대표적인 가전제품이다. 기계적 소음이 주 소음원인 다른 기기들과는 달리 냉매의 유동을 수반하게 되는 이 제품들은 냉매의 유동에 의한 소음이 발생하게 된다. 특히 온도 및 압력 조건에 의해 기상과 액상이 공존하는 2상이 형성되어 유동을 하게 될 경우 불연속적인 유동이 발생하게 되고, 그에 따라 불규칙한 소음이 발생하게 된다. 냉매의 상태에 영향을 주는 많은 요인들이 있지만 모세관 입구단에서 냉매의 상태는 사이클의 과냉도에 의해 결정된다. 과냉도가 크면 고온 고압의 증기상태인 냉매가 과냉액의 단상이 되고 과냉도가 작으면 액상과 기상이 공존하는 2상 상태가 된다. 본 논문에서는 모세관 입구단에서 과냉도에 따라 냉매의 상태를 변화시키고 이에 따른 냉매소음의 변화에 대해 실험적으로 분석해보고자 한다.

2. 실험 장치 및 조건

2.1 장치 구성

실제 냉장고의 내부를 보면 냉매 배관은 냉장고

† 교신저자; 정회원, 부산대학교 기계공학부
E-mail : wbyeong@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-2337, Fax : (051)510-3805

* 부산대학교 대학원 기계공학부
** 부산대학교 대학원 기계공학부
*** 국가기술품질원 함정센터

의 후면부에 위치하고 배관과 후면 평판 사이 공간에는 발포재로 채워져 있다. 배관에 냉매가 흐르게 되면 배관에서는 소음 및 진동이 발생하게 된다. 이는 발포재를 통해 캐비닛 후면의 평판으로 전달되고 평판의 진동에 의해 소음이 외부로 방사된다.

실험 장치는 Fig.1과 같이 모세관 영역을 무향실 내부에 구성하고, 모세관 외의 장치들은 무향실 외부에 설치하여 외부소음의 영향을 최소화할 수 있도록 구성하였다. 소음 측정 시 냉장고의 캐비닛 후면에서 소음이 발생하는 상황과 비슷한 조건으로 실험을 하기 위해서 방사판을 제작하였다. 방사판은 알루미늄 소재의 금속으로 제작하였고, 앵글로 구조를 만들어 방사판을 부착, 고정하였다. 방사판은 냉장고에서 캐비닛 후면의 평판의 역할을 하게 되며, 냉장고에서 사용되는 발포재를 사용하여 배관과 부분적으로 접합시켰다.

2.2 실험 조건

실제 냉장고에 사이트 글라스를 설치하여 관찰한

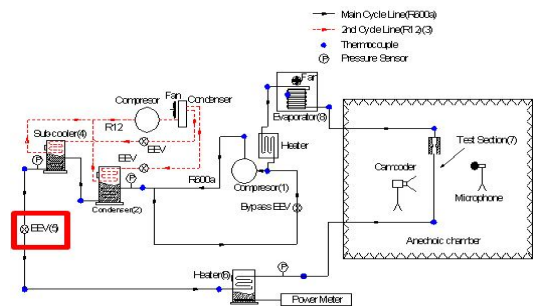


Fig 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

결과 모세관 입구단에서 냉매가 2상 상태임을 확인하였다. 실제 냉장고에서 측정된 소음은 특정 주파수 범위에서 변화가 심하게 나타난다. 모세관 입구에서의 냉매상태와 이러한 변동음의 관계를 알아보기 위해 모세관 입구 냉매 상태가 단상일 때와 2상일 때의 소음을 냉매공급장치를 이용하여 실험하였다.

실험에 사용된 냉매공급장치는 저압, 고압 및 과냉도를 바꿈으로써 사이클을 조절할 수 있다. 모세관 입구단에서 냉매의 상은 사이클의 과냉도에 의해 변화시킬 수 있다. 따라서 저압, 고압 조건을 일정하게 유지시키고 과냉도를 조절하여 모세관 입구단에서 냉매의 상태를 조절할 수 있도록 Table.1과 같은 실험 조건을 구성하였다.

3. 결과

모세관 입구단의 냉매 상태가 각각 단상과 2상일 때 소음을 측정하였다. 방사관의 중심에서 30cm 떨어진 지점에서 PCB사의 378B02모델의 마이크로폰을 사용하여 소음을 측정하였다. Fig.2는 2가지 조건에서 측정된 1/3 옥타브 스펙트럼을 1초 간격으로 1분간의 데이터를 평균하여 나타낸 것이다. 일부 주파수 대역을 제외한 전 주파수 영역에 대해서 모세관 입구단에서 냉매가 2상으로 유입될 때가 단상으로 유입될 때보다 소음 레벨이 더 크다. 또한 Fig.3은 1분간의 데이터의 주파수별 표준편차를 구한 것이다.

모세관 입구단에서 냉매가 단상일 때 표준 편차 값이 1이하로 비슷한 값을 유지하는 반면, 2상일 때는 표준 편차의 값이 크며 315~4kHz 대역에서 그 값의 변화가 크게 나타나 소음의 변동이 크다는 것을 확인할 수 있다.

Table 1. Test Condition.

phase of refrigerant	High pressure (gauge)	Low pressure (gauge)	subcool temperature (°C)
single phase	3.5	0.62~0.66	7
two phase	3.5	0.62~0.66	0

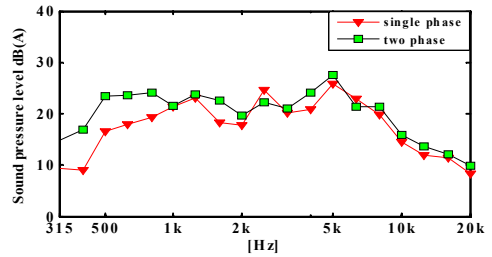


Fig 2. a comparison of 1/3 octave spectra of single phase flow and two phase flow

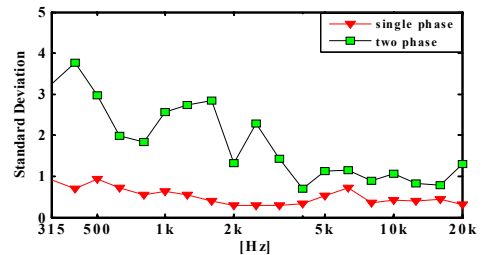


Fig 3. a comparison of standard deviation of SPL about single phase flow and two phase flow

4. 결론

모세관 입구단에서 냉매의 상태에 따라 발생하는 냉매소음의 변화를 알아보는 실험을 하였다. 모세관 입구단에서 냉매의 상태를 다르게 하여 소음을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 냉매공급장치를 이용하여 모세관 입구에서의 냉매 상태가 2상일 때와 단상일 때 실험한 결과 2상 상태일 때 변동음이 큰 것을 알 수 있었다. 실제 냉장고에서 모세관 입구단의 냉매의 상태는 2상 상태이다. 따라서 냉장고에서 발생하는 변동음은 모세관 입구단에서의 냉매의 상태와 관련이 있음을 알 수 있다.

(2) 모세관 입구단에서 냉매가 단상으로 유입될 때보다 2상 상태로 유입될 때에 소음의 크기가 작고 변동이 작다. 따라서 실제 냉장고를 제작할 때 과냉도를 충분히 확보하여 모세관 입구에서 냉매의 상태를 단상으로 만들면 냉매 소음을 줄일 수 있을 것이다.