

# 모세관 형상이 냉장고 냉매소음에 미치는 영향의 실험적 분석

## Experimental analysis of the effect of capillary-tube design on the refrigerant-induced noise

김민성\* ·한형석\*\* ·정의봉†

Min-Sung Kim, Hyung-Suk Han and Weui-Bong Jeong

### 1. 서 론

냉동 사이클은 크게 압축기, 응축기, 팽창장치 그리고 증발기 요소로 구성된다. 이 중에서 팽창 장치는 냉매의 압력강하를 위한 요소로서 냉장고에서는 모세관을 주로 사용한다. 모세관은 관의 안지름이 아주 작고 길이가 안지름에 비해 매우 길다. 그래서 큰 유동저항으로 인해 냉매액이 관을 통과해 갈수록 압력이 떨어지고 주위로부터 열을 흡수하여 일부 냉매가 증발하게 된다.

이러한 교축작용으로 인해 모세관 끝단에서는 액체와 기체가 동시에 존재하는 2상 상태로 냉매가 흐르게 되고, 복잡한 유동 양식으로 인해 소음 및 진동이 유발될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 냉매 공급 장치를 구성하여 냉동 사이클을 구현하고 모세관 형상이 냉매소음에 미치는 영향을 실험적으로 분석하고자 한다.

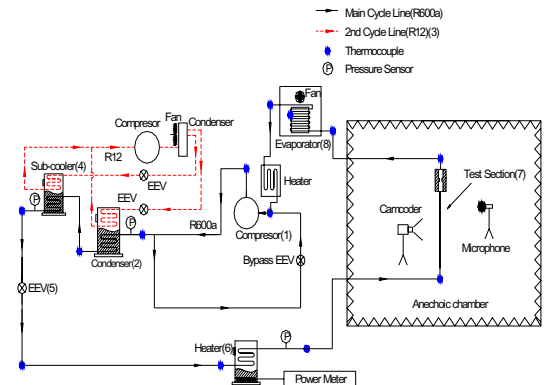
### 2. 실험 장치 및 방법

#### 2.1 실험 장치 및 구성

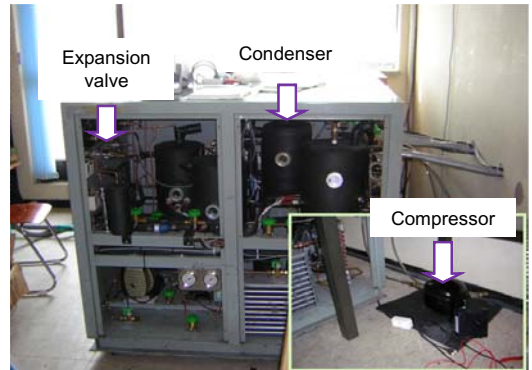
냉장고에서의 열역학적 사이클 조건을 연속적으로 운전할 수 있는 냉매 공급 장치를 이용하여 실험을 수행하였다. Fig. 1(a)는 냉매 공급 장치와 무향실을 포함한 전체적인 실험 구성도를 보여주고 있다. 실험 구성도의 왼쪽부분은 냉매 공급 장치를 나타내고 있다.

냉매 공급 장치는 시험 유니트(Test Unit)가 설치되어 있는 무향실과 연결되어 냉장고와 동일한 사이클 상태의 냉매를 시험 유니트에 공급한다. Fig. 1(b)는 무향실 옆에 설치된 냉매 공급 장치를 보여주고 있다.

Fig. 1(a)의 오른쪽은 무향실을 나타내고 있다. 무향실 내부에 지그를 제작하여 모세관 시료를 설치하였다. 그리고 모세관 형상에 따른 소음 및 진동 신호를 측정하였다.



(a) Diagram of test setup



(b) Refrigerant Supplying Equipment

Fig. 1 Test Setup & Experimental Apparatus

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

## 2.2 모세관 형상

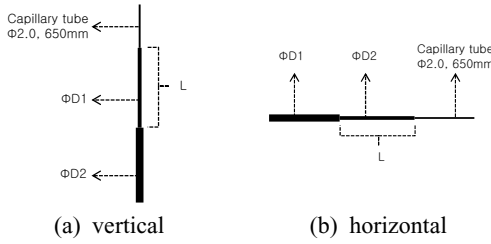


Fig. 2 Capillary tube sample

Table 1 Test Conditions

	방향	다단 여부	D1 [mm] 외경(내경)	D2 [mm] 외경(내경)	L [mm]
case1	수직	X	Φ6.35 (Φ4.95)	Φ6.35 (Φ4.95)	200
case2		O	Φ3.0 (Φ1.6)	Φ4.76 (Φ3.56)	
case3	수평	O	Φ3.0 (Φ1.6)	Φ4.76 (Φ3.56)	200

모세관 형상에 대한 파라미터는 2가지로 고려하였다. 하나는 다단의 적용 여부이고 다른 하나는 모세관이 놓인 방향이다. 이는 실제 수직관과 수평관의 경우 중력의 영향으로 2상 상태가 되었을 때 형성되는 내부 유동양식에 차이가 있기 때문이다. 고려된 모세관 형상 및 사양은 Fig. 2와 Table 1과 같다. 다단 및 방향에 따른 영향과 함께 구조 전달에 의한 소음을 평가하기 위해 발포재 유, 무에 따른 실험을 수행하였다.

## 3. 모세관 형상에 따른 냉매소음 평가

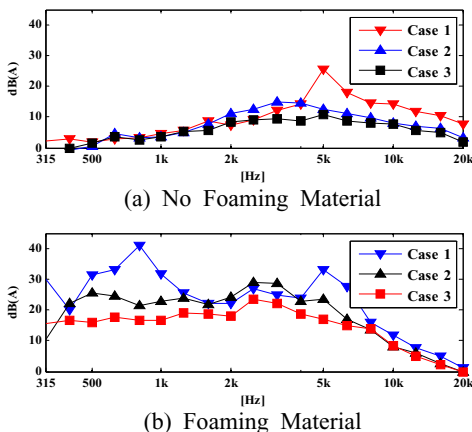


Fig. 3 Average 1/3 spectra of sound pressure level

Table 2 SPL Overall Level (315~20kHz)

	방향	다단 여부	발포재유	발포재유
case1	수직	X	27.8	43.4
case2		O	22.2	35.9
case3	수평	O	19.4	30.2

정상 상태에서의 사이클 형성 조건은 모세관 출구온도 4℃, 고압 0.5MPa, 저압 0.18MPa, 유량 4kg/hr 이다. 동일한 사이클 조건하에서 발포재 유, 무에 따른 차이를 보면 발포재가 있을 경우 모든 실험 조건에서 소음 레벨이 전체적으로 증가함을 볼 수 있다.

각 실험 조건별로 보면, 수직 방향일 때 다단 적용 유, 무에 따라 비교해 보면 다단을 적용할 경우 5kHz 대역에서의 소음레벨이 감소함을 볼 수 있다. 그리고 다단을 적용한 수평 시료(Case2)와 수직 시료(Case3)를 비교해보면 발포재가 없는 경우 2~5kHz대역에서 수직 시료가 더 높게 나온 것을 알 수 있으며, 발포재가 있을 경우에는 거의 모든 주파수 대역에서 수평 시료의 소음레벨이 작은 것을 알 수 있다.

실험 결과를 통해 다단을 적용한 경우에 고주파 대역의 소음 레벨이 낮아진 것을 알 수 있다. 그리고 동일하게 다단을 적용한 경우라도 모세관이 수평으로 놓인 경우에 소음 레벨이 더 낮음을 알 수 있다.

## 4. 결 론

모세관 형상이 냉매소음에 미치는 영향을 실험적으로 분석하였다. 다단을 적용할 경우 고주파에서의 냉매소음이 감소하였다. 그리고 다단을 적용하면서 모세관을 수평으로 놓을 경우 넓은 대역에 걸쳐서 냉매소음이 감소하는 것을 알 수 있었다.

소음을 고려한 모세관 설계 시, 다단의 적용과 함께 모세관이 놓이는 방향에 대한 고려도 필요하다고 할 수 있다.