

# 냉장고 R134a 냉매소음 예측 프로그램 개발

## Development of the Graphic User Interface Program for the prediction of the refrigerant-induced noise at the Refrigerator with R134a

김민성\* · 김태훈\*\* · 정의봉†

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

### 1. 서 론

기존에는 2상유동양식선도를 이용하여 관내에서 발생하는 냉매소음에 대해 예측하는 정도였다. 하지만 유동양식선도만으로는 소음예측에 한계가 있으며 상대적인 소음 크기를 비교할 수 없는 어려움이 있다. 이러한 어려움으로 인해 실제 증발기 설계단계에서 냉매소음을 고려하기 쉽지 않다. 그래서 소음관점에서 2상 유동양식과 소음간의 직접적인 관계를 표현할 수 있는 선도가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 냉매소음선도 개발을 위해서 냉장고 운전조건과 유사한 사이클 조건을 구현하고, 다양한 사이클 조건하에서 냉매소음을 측정하였다. 그리고 수집된 실험 데이터를 이용하여 냉매소음선도를 개발하였다. 그리고 이를 이용하여 냉장고 증발기 입구 배관에서 발생하는 냉매소음을 예측하기 위한 프로그램을 개발하였다.

### 2. 실험 장치 및 방법

특정 사이클 조건에서 R134a 냉매가 흐르는 배관의 소음을 측정하기 위해서 실험 장치를 구성하였다. Fig. 1은 실험 장치 개요도이다. 실험 장치의 구성은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. Fig. 1에서 왼쪽 부분은 냉매 공급 장치를 나타낸다. 냉매 공급장치는 압축기, 응축기, 팽창장치, 그리고 압축기 등으로 이루어져 있으며 특정 사이클 조건을 연속적으로 구현하기 위해서 제작되었다. 이 장치를 이용하여 냉매의

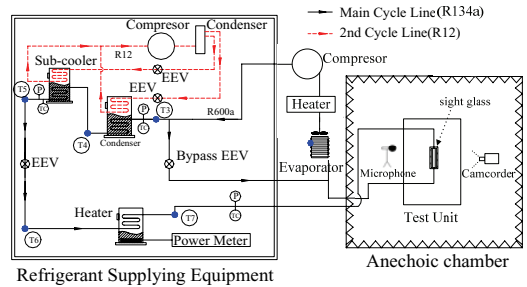


Fig. 1 Schematic diagram of test setup

고압 및 저압 그리고 건도 등을 일정하게 유지함으로써 특정 사이클 조건을 구현하였다. Fig. 1에서 오른쪽 부분은 냉매소음측정을 위한 무향실 부분이다. 주 사이클의 팽창장치를 통과한 냉매는 소음측정이 이루어지는 무향실 내부로 유입된다. 무향실에서, 사이트글라스를 통해 유동양식을 관찰하고 동시에 소음을 측정하였다. 냉매공급장치를 이용하여 무향실에 흐르는 배관의 저압, 건도, 유량 조건을 바꿔가며 실험을 수행하였다. 실제 냉장고의 사이클 조건을 고려하여 건도는 0.1~0.47, 유량은 3~12kg/hr 그리고 저압은 0.26~0.43MPa 범위에서 사이클 조건을 구현하고 동시에 소음을 측정하였다.

### 3. 냉매소음 예측 프로그램 개발

#### 3.1 R134a 냉매 소음 선도

소음선도개발을 위해서 Taitel & Dukler의 유동양식지도에서 사용된 기체 쿠타테라제수와 마티넬리수를 사용하였다. 쿠타테라제수와 마티넬리수에 대한 정의는 식 (1), (2)와 같다.

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

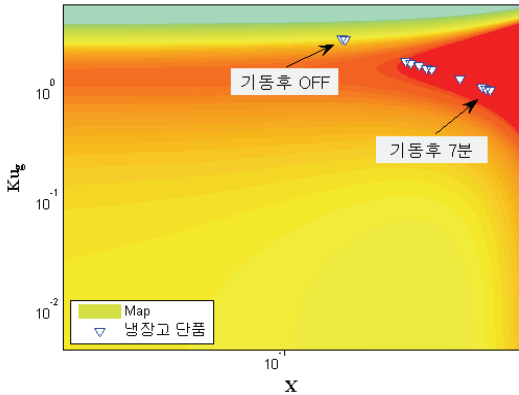


Fig. 2 Noise pattern map for R134a

$$Ku_g = \frac{j_g \rho_g^{1/2}}{[g(\rho_f - \rho_g)\sigma]^{1/4}} \quad (1)$$

$$X = \left(\frac{1-x}{x}\right)^{0.875} \left(\frac{\rho_g}{\rho_l}\right)^{0.5} \left(\frac{\mu_l}{\mu_g}\right)^{0.125} \quad (2)$$

실험 데이터를 바탕으로 쿠타테라제수와 마티넬리수에 대응되는 소음값을 이용하여 회귀 분석을 통해 근사식을 구하였다. 그리고 이를 바탕으로 소음 선도를 개발하였다. 소음레벨은 쿠타테라제수와 마티넬리수를 종속변수로 하는 2차 다항식으로 모델링하였으며 이를 선도로 표현하면 Fig. 2와 같다. 개발된 냉매소음선도위에 운전 시간에 따른 실제 냉장고 단품의 사이클 위치를 Fig. 2에 표시해 보았다. 구동 초기에 소음이 크게 나타나는 것과 한 주기의 냉동 사이클이 끝나는 지점에서 소음이 작게 나타나는 경향은 실제 냉장고 단품의 실험 결과와 유사함을 알 수 있었다.

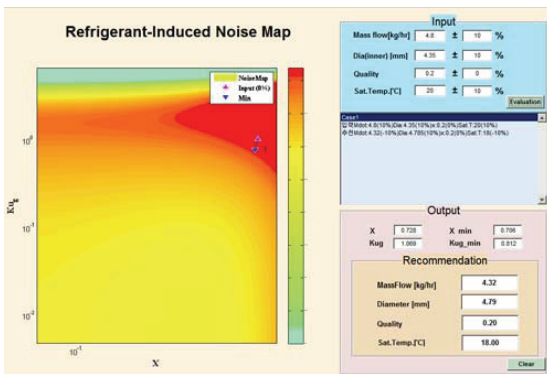


Fig. 3 Refrigerant noise prediction program

### 3.2 냉매소음 예측 프로그램

3.1절에서 개발된 R134a 냉매 소음지도를 바탕으로 냉매소음을 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 크게 사용자가 설계조건을 입력하는 부분과 정해진 설계 가능 범위 내에서 소음이 상대적으로 작은 설계값을 제시해주는 부분으로 나뉘어 있다. 사용자는 적절한 설계가능 범위를 지정해 줌으로써 현재 기본 설계 사양에서 어떤 방향으로 설계 변경을 하면 냉매소음을 저감할 수 있는 지 예측할 수 있다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 유동양식만으로는 예측하기 어려운 냉매소음을 예측하기 위해서 냉매소음선도를 개발하였다. 그리고 이를 이용하여 설계단계에서 사용 가능하도록 예측 프로그램을 만들었다. 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 냉매공급장치 등의 실험 구성을 통하여 여러 냉동 사이클 조건을 구현하고 그에 따른 유동양식 및 소음을 관찰하였다. 실험 데이터를 이용하여 상대적 소음을 판별할 수 있는 소음선도를 개발하였으며 냉장고 단품 실험결과를 적용해본 결과 유사한 소음 경향이 예측됨을 알 수 있었다.

(2) 사용자로부터 설계 조건을 입력받아서 현재 소음맵에서의 위치와 해당 설계 범위에서 저소음 설계 조건을 제안할 수 있는 냉매소음예측 프로그램을 개발하였다. 물론 실제 냉장고 사이클에서 환경을 제외한 다른 설계 조건들(건도, 유량 등)을 바꾸는 것은 쉽지 않다. 하지만 향후 냉장고에서 사이클에 대한 능동제어가 적용되어 건도 및 유량 등을 변경할 수 있다면 유용한 저소음 설계 틀이 될 것으로 기대된다.

### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0021800)