

가정용 레인지 후드의 소음저감에 관한 연구

A Research on the Noise Reduction of Range Hood for Household

홍 병 국* · 송 화 영* · 이 동 훈** · 이 창 근*** · 김 동 윤***

Byung-Kuk Hong, Hwa-Young Song, Dong-Hoon Lee, Chang-Kun Lee, Dong-Yun Kim

Key Words : Noise Reduction(소음 저감), Normal Incidence(수직입사), Perforated Plate System(다공판 시스템), Range Hood(레인지 후드), Sound Absorption Coefficient(흡음계수), Sirocco Fan(시로코 팬)

ABSTRACT

This paper introduces a study for the noise reduction of a range hood for household. Generally, range hoods have a built-in sirocco fan from which squawky noises are generated. Though the squawky noises have low noise level, these kinds of noises make most of the users nervous. For the purpose of noise reduction, in this study, a perforated plate system is installed in the fan housing of range hood. From the experimental results, it is confirmed that the noise level emitted from the range hood is decreased above 2dB(A) in all frequency regions due to the effect of noise reduction by perforated panel system.

1. 서 론

경제 성장과 소득 수준의 증대와 웰빙 열풍으로 인해 종전에는 크게 문제화 되지 않았던 거주 공간 쾌적성 및 실내 공기질 개선 문제가 삶의 질 향상에 큰 비중을 차지하고 있다. 주거 공간에서 실내 공기의 주된 오염물은 실내 건축자재에서 발생하는 유기화합물(volatile organic compounds, VOCs)과 요리시 사용하는 가스연료로부터 발생하는 이산화질소(NO)와 취기이다.⁽¹⁾ 이러한 실내 오염물질을 제거하기 위해서 자연환기, 공기 청정기와 주방환기 시설인 레인지 후드를 이용한다. 이 중 어느 가정에서나 요리시 발생하는 오염물질을 제거하기 위해 국부 환기 시스템인 레인지 후드를 사용한다. 현재 레인지 후드의 제작 기술은 성능보다는 주방기구의 일부로서 레인지 후드의 외관 및 주방기구와의 조화를 중점으로 선정하고 있다. 그러나 생활환경 개선 요구의 증대로 인하여 레인지 후드 기능의 개선과 저소음화에 대한 요구가 높아지고 있다. 가정용 레인지 후드에 주로 사용되는 팬은 시로코팬(sirocco fan)으로서, 시로코팬의 기의 모양과 설치 방향은 효율, 가압정도, 풍량 등을

결정하는 중요한 인자 이지만, 이는 소음 발생의 정도와 밀접한 관련이 있다.⁽²⁾ 레인지 후드의 저소음화를 위해 팬 형상의 변형, 팬의 공력소음 발생에 관한 수치적 연구, 그리고 레인지 후드의 진동에 의해 발생하는 소음을 제진체를 이용하여 소음을 저감시킨 연구 사례⁽³⁻⁵⁾가 발표 되었다. 그러나 이러한 저소음화 연구결과가 레인지 후드 상용제품에 채용되지 못하고 있으며, 대부분의 사용자들은 레인지 후드 작동시 발생하는 소음에 대해서 많은 불만을 표출하고 있는 실정이다. 유럽 선진국의 가정용 레인지 후드의 소음 성능은 매우 정돈한 것으로 알려져 있으며, 실내소음이 NC-35를 만족하는 제품도 판매되고 있는 실정이다.

일반적으로 소음방지를 위하여 널리 쓰이는 대표적인 흡음재로는 유리섬유와 폴리우레탄 폼을 들 수 있다. 이들 흡음재는 음에너지의 소산을 촉진시키기 위하여 내부구조가 다공형이거나 복잡한 음전파 경로를 갖도록 되어 있어 우수한 흡음 성능을 갖는다. 그러나 소음저감과 레인지 후드 팬의 설계 변형에 드는 비용과 시간을 단축하기 위해서, 환경공해와 인체의 호흡기에 치명적인 피해를 가하며, 법적으로 사용 규제를 받고 있는 유리섬유나, 조리 기구의 열에 의해 화재의 문제 때문에 폴리우레탄 폼을 사용할 수 없는 것이 현실이다. 또한 회전기계인 팬에서 발생하는 저주파 소음의 저감을 위해서는 효과적이지 못하다. 따라서 이와 같은 기존 흡음재의 문제점을 해결하기 위해서 선행 연구자들은 얇은 철판에 구멍을 뚫어 만든 다공판과 공동을 조합한 다중 다공판 시스템의 흡음성능 예측과 측정을 통해 다공판 시스템

* 서울산업대학교 에너지환경대학원 에너지시스템공학과 석사과정
E-mail : bkhong@snut.ac.kr

Tel : (02)970-6331, Fax : (02) 979-7331

* 서울산업대학교 에너지환경대학원 에너지시스템공학과 석사과정

** 서울산업대학교 에너지환경대학원 에너지시스템공학과

*** (주)액타 기술연구소

의 흡음성능을 입증한 바 있다.^{6~7)}

따라서 본 연구에서는 레인지 후드의 소음저감을 위해 비산과 화재의 염려가 없는 다공판 시스템을 이용하였다. 두개의 마이크로폰이 부착된 임피던스관에 레인지 후드의 회전수 변화에 따른 각 단별 소음을 녹음하여 스피커를 통하여 임피던스관내로 소음을 전파시켜, 다공판의 공극율과 공동의 깊이변화에 따른 흡음성능을 예측하고 측정하여 상호 비교하였다. 또한 KS C IEC 60704-2-13⁽⁸⁾에 준하여 레인지 후드 소음측정을 실시하였고, 다공판 시스템의 설치전과 후의 소음을 측정하여 소음저감 결과를 흡음율과 비교하였다.

2. 실험

Fig. 1은 실험에 사용된 임피던스관과 측정기기에 대한 개략도를 나타낸 것이다. 임피던스관은 60mm x 60mm인 정사각형이며, 길이 1300mm 그리고 두께 10mm인 아크릴 판으로 제작하였다. 관의 입구측에는 스피커가 부착되어 있으며, 출구측에는 시험대상체인 다공판이 설치되어 있다. 측정주파수의 상한 범위는 3200Hz로 하였으나, 본 연구에 쓰인 사각형 임피던스관의 등가지름이 67.7mm 이므로 고차모드에 의한 차단주파수를 감안하면, 평면파 음장조건을 유지하는 주파수의 상한범위는 2900Hz가 된다. 대상음원에 대한 다공판의 흡음성능을 알아보기 위해 레인지 후드에 장착된 시로코팬의 회전수별 소음을 녹음하여 임피던스관내로 같은 레벨의 음압을 입사하여 흡음성능을 측정하였다.

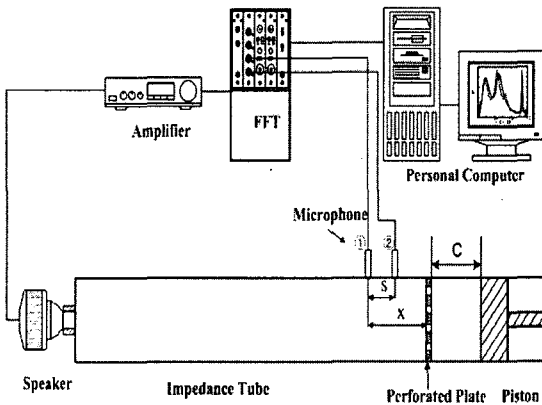


Fig. 1 Experimental setup for sound absorption coefficient measurement.

흡음계수는 임피던스관의 두 지점에 설치된 두 개의 마이크로폰간의 음향전달함수 측정값으로부터 음향임피던스를 구한 후, 식 (1)에 대입하여 구하였다. 마이크로폰은 1/4인치 압력형 마이크로폰을 사용하였으며, 다공판으로부터 첫 번째 마이크로폰까지의 거리와 두 마이크로폰의 간격은 각

각 $x=100\text{mm}$ 그리고 $s=40\text{mm}$ 로 하였다.

$$\alpha_n = \frac{4\text{Re}(z)}{(1 + \text{Re}(z))^2 + (\text{Im}(z))^2} \quad (1)$$

실험에 사용된 다공판은 두께 $t=1\text{mm}$ 이고 지름 $d_h=1\text{mm}$ 인 구멍을 공극율 $\sigma=2\%$, $\sigma=5\%$ 그리고 $\sigma=10\%$ 가 되도록 제작하였다. 또 다공판의 재질은 일반 강재로 하였다.

Fig. 2는 KS C IEC 60704-2-13⁽⁸⁾에 준하여 제작한 가정용 레인지 후드 소음측정 실험장치이다. 레인지 후드 전방에서 소음 측정시 배출 유동소음이 회절되는 것을 방지하기 위해 칸막이벽과 덕트형 소음기를 제작하여 출구에 설치하였다. 팬 하우징 측면에 다공판을 설치하여 레인지 후드 시로코 팬의 회전수가 890RPM, 1150RPM 그리고 1400RPM 일 때 단일 다공판의 공극율을 변화시키면서, 공동 깊이가 60mm와 120mm의 조건에서 다공판 시스템 설치 전과 후에 대하여 레인지 후드 전방으로 방사되는 소음을 측정하였다.

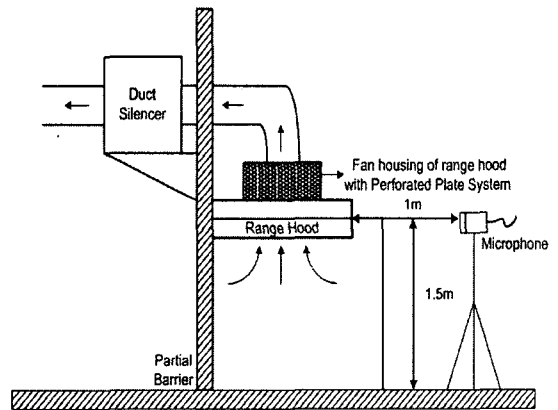


Fig. 2 Experimental setup for noise measurement of range hood.

3. 결과 및 고찰

Fig. 3은 레인지 후드가 1400RPM으로 운전될 때의 소음스펙트럼을 임피던스관에 입사시킨 상태에서 공동깊이 $c=60\text{mm}$ 로 고정하고 단일 다공판 흡음시스템의 공극율만을 변화시키면서 흡음계수를 측정하고 계산한 결과이다. 다공판의 제원은 $t=1.0\text{mm}$ 그리고 $d_h=1\text{mm}$ 이다. 결과에서 저주파수대역을 제외하면 측정결과와 계산결과는 전반적으로 잘 일치하는 것으로 판단된다. 또 공극율이 증가할수록 흡음성능의 피크값은 점차 감소하면서 피크치의 주파수는 고주파쪽으로 이동하는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 레인지 후드가 1400RPM으로 운전될 때의 소음스펙트럼을 임피던스관에 입사시킨 상태에서 공동깊이 $c = 120mm$ 로 고정하고 단일 다공판 흡음시스템의 공극율만을 변화시키면서 흡음계수를 계산하고 측정한 결과이다. 다공판의 제원은 $t = 1.0mm$, $d_h = 1mm$ 이다. 이 결과에서도 공극율이 증가함에 따라서 흡음계수의 첫 번째 피크값은 감소하고 피크 주파수는 고주파수 대역으로 이동하는 것을 볼 수 있다.

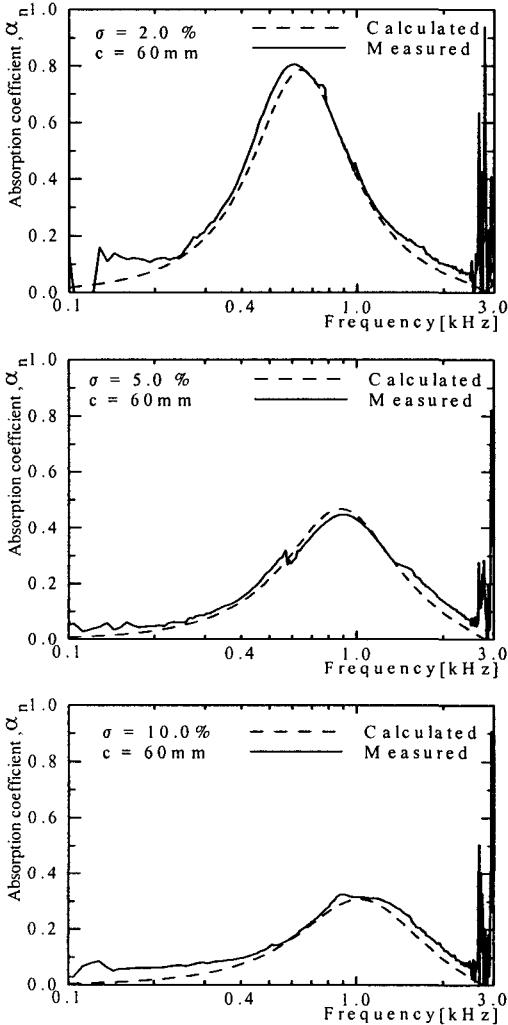


Fig. 3 Comparison between the measured and calculated absorption coefficients for various porosities of single perforated plate with cavity depth of 60mm

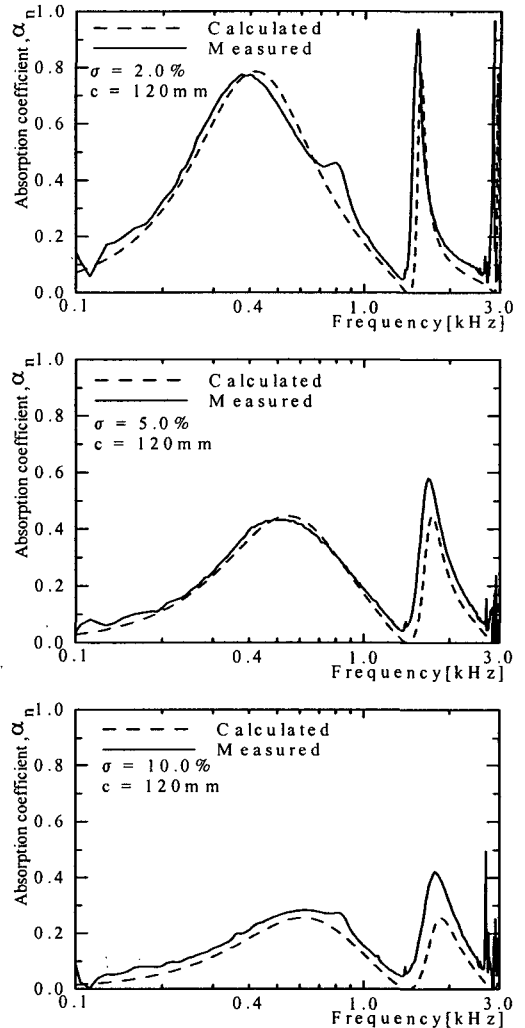


Fig. 4 Comparison between the measured and calculated absorption coefficients for various porosities of single perforated plate with cavity depth of 120mm

이상의 연구결과를 이용하여 공동 깊이가 60mm와 120mm로 조절할 수 있는 레인지 후드 일체형 다공판 시스템을 제작하여 레인지 후드 팬 하우징 측면에 부착하여 소음저감 정도를 측정하였다. 소음 측정결과로부터 레인지 후드 시로코팬의 운전 회전수인 890RPM, 1150RPM 그리고 1400RPM 모두에서 공극율이 2.0%가 가장 좋은 소음저감 효과를 나타냈으며, 그 중 공동깊이가 120mm일 때가 소음저감 효과가 더 좋았다. Fig. 5는 팬의 운전별 회전수와 다공판의 제원이 $\sigma = 2.0\%$, $t = 1.0mm$, $d_h = 1mm$ 이고, 공동깊이 $c = 120mm$ 인 다공판 시스템을 레인지 후드 측면에 설치하였을 때와 설치하지 않았을 때의 소음 스펙트럼을 비교 도시한 결과이다.

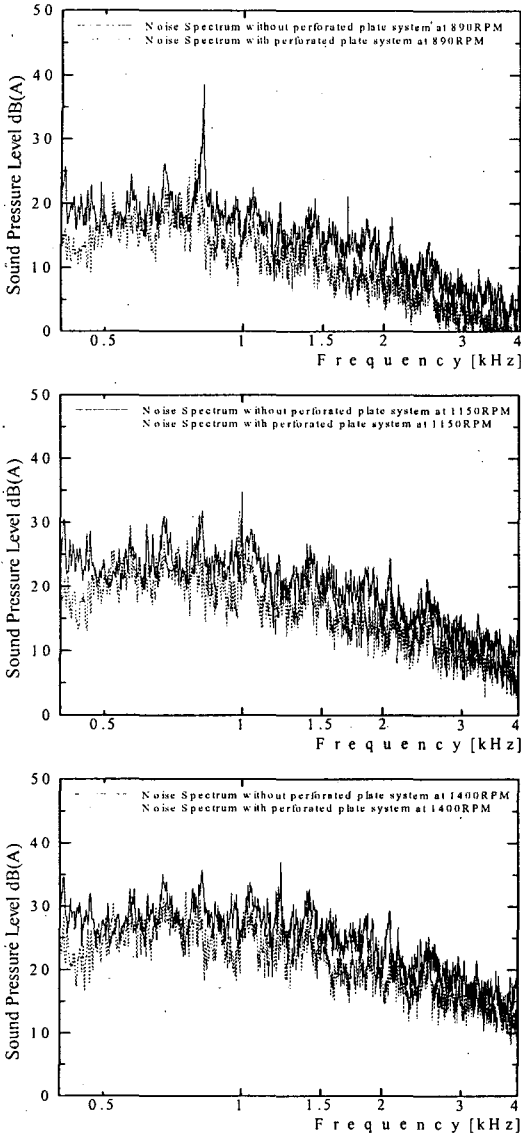


Fig. 5 Comparison of the noise spectra for range hood with and without perforated plate system

결과에서 레인지 후드의 전방으로 방사되는 소음은 회전수가 증가함에 따라 소음레벨도 증가하는 것을 알 수 있다. 다공판 시스템을 설치한 후의 각 회전수 별 소음레벨은 다공판 시스템으로 인하여 모든 주파수에서 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 저주파인 400~500Hz 대역은 평균 8 dB(A)의 저감량이 나타났고, 회전수별 Overall 저감량은 2 dB(A)로 동일하였다.

4. 결론

(1) 다공판 시스템은 공극율이 증가할수록 흡음성능의 피크 값은 점차 감소하면서 피크치의 주파수는 고주파 영역으로 이동하는 것을 알 수 있었다. 또한 같은 공극율 조건에서 공동 깊이가 증가하면 흡음계수의 차이는 없지만 흡음대역이 저주파 대역으로 이동하는 것을 알 수 있었다.

(2) $\sigma = 2.0\%$ 그리고 공동깊이 120mm인 다공판 시스템을 레인지 후드 실제 제품에 적용하여 운전 회전수별로 소음을 측정한 결과, 모든 주파수에서 소음이 감소하였으며, 특히 저주파수 대역인 400~500Hz 대역에서 8 dB(A) 정도의 소음저감 효과를 얻었고, Overall 저감량은 2 dB(A)였다.

후 기

본 연구는 산업자원부 공통핵심기술개발사업의 연구비지원으로 수행된 연구결과로서 지원에 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

- (1) 배귀남, 2004, "실내공기 오염물질과 인체 위해도 평가", 설비/공조·냉동·위생, 1월호 pp.41~51.
- (2) 김두훈, 1994, "공조설비의 소음·진동", 한국소음진동공학회 논문집 제4권, 제2호, pp. 116~123.
- (3) 김철호 등, 2005, "렌지 후드용 개선된 시로코 팬의 소음특성 변화", 춘계학술발표회 논문집, 한국소음진동공학회, pp. 209~212.
- (4) 전완호 등, 2002, "시로코 팬의 공력소음 발생에 관한 수치적 연구", 한국소음진동공학회 논문집 제12권, 제1호 pp. 42~47.
- (5) 김철호 등, 2004, "주방 환기 시스템에서 렌지 후드의 소음 감소 방안", 춘계학술발표회 논문집 한국소음진동공학회, pp. 848~851.
- (6) 이동훈, 허성춘, 권영필, 2002, "전달행렬법을 이용한 다중 다공판 시스템의 흡음성능 예측", 한국소음진동공학회 논문집 제 12권 제 9호, pp.709~716.
- (7) D.H.Lee and Y.P.Kwon, 2004, "Estimation of the Absorption Performance of Multiple Layer Perforated Panel Systems by Transfer Matrix Method", Journal of Sound and Vibration, Vol.278, pp.847~860
- (8) KS C IEC 4074-2-13 가정용 및 이와 유사한 전기 기의 소음 측정 방법-제2-13부:레인지 후드의 개별 요구 사항