

주방 환기 시스템에서 렌지 후드의 소음 감소 방안 Noise Reduction of Range Hood in Kitchen Ventilation System

김철호* · 최영석**

Cheol-Ho Kim and Young-Seok Choi

Key Words : Range hood(렌지 후드), noise reduction(소음 저감)

ABSTRACT

This paper studied a method for minimizing the noise level emitted from range hoods. Range hoods were used for discharging various hazardous materials generated during household cooking to the outdoors, thus preventing them from being diffused through rooms in the house since they are the main cause of air pollution within dwellings. This study assumed that static pressure was not applied at the discharge outlet of the range hood. As such, the range hood was installed on the wall without the use of a connecting duct or other connectors attached to its discharge outlet. The vibration having the greatest influence on the noise level was determined by measuring the vibration at the front side of the hood where the acoustic emission was at its maximum. A method was then proposed to reduce the noise by simply suppressing the vibration at the vibrating part.

1. 서 론

주택의 환기설비는 주방의 가열 조리용 배기, 화장실의 냄새제거, 욕실과 세면장의 습기제거를 주된 목적으로 하고 있다. 지금까지 이들 환기에는 국소방식의 제3종 환기설비를 사용하는 것이 일반적으로 이들 배기를 위한 환기 설비에 대해서는 외벽면에 설치되어 있는 환기 레지스타 정도로 경시되어 온 경향이 있다. 그러나 최근 생활환경 개선 요구의 증대로 인하여 주방 환기 설비 중 후드 기능의 개선과 저소음화에 대한 요구가 점차 늘어가고 있으며 이러한 요구에 대하여 렌지 후드에 사용되는 팬의 고품량, 저소음화의 필요성이 더욱 요구되어지고 있는 실정이다.

렌지 후드의 실질적인 저소음화를 위하여 렌지 후드에 들어가는 팬의 성능개선에 치중하여 연구가 이루어지고 있으며 전완호, 백승조, 김창준[1]은 시로코 팬의 공력 소음에 관하여 다루었으며, 또한 전완호, 류호선, 송성배, 손상범[2]은 후드 겸용 전자 렌지 시로코 팬의 유동 및 소음특성에 관하여도 연

구를 하였다. 또한 주방 후드의 보급 공기에 대한 영향에 대하여 정현중, 한화택[3]은 여러 보급 공기에 대한 후드의 포집 성능에 관하여 기술하였으며 Richard T. Swierczyna and Paul A. Sobiski[4]는 적절한 주방 환기를 위하여 후드의 위치와 종류 그리고 덕트의 직경과 경로의 결정에 대하여 기술하였다. 그리고 Tang-jen Liu and Mig-Shing Young[5]는 렌지 후드에서 걸러주는 오염물 제거에 관하여 기술하였다.

실제 렌지 후드의 운전 시 배출구 쪽으로 걸리는 압력 및 오염물의 부착에 의하여 정압이 상승하게 되고 풍량은 줄어들고 팬의 회전 속도는 올라가게 되며 이로 인하여 소음이 증가하는 경향이 있다. 그러나 본 연구는 팬의 성능 개선 및 유로의 변경 등을 고려하기 이전에 렌지 후드의 간단한 구조변경만을 이용하여 소음을 줄이고자 하였으며 렌지 후드는 벽에 장착하고 배출구를 열어 놓은 상태에서 수행하였다.

렌지 후드의 소음은 크게 팬의 회전에 의한 영향과 렌지 후드 판넬의 구조적 진동에 의한 영향으로 볼 수 있었으며 팬의 회전에 의하여 공기가 날개를 통과할 때 발생하는 날개 통과 소음의 영향은 렌지 후드 배출구의 배출 덕트 연결로 제거할 수 있었으며 구조적 진동은 렌지 후드의 전면에 제진재를 부착하는 방법을 통하여 전체적으로 약 4dB의 소음 저감을 가져왔다.

* 책임저자, 정회원, 한국생산기술연구원
E-mail : cheolho@kitech.re.kr
Tel : (041) 589-8315, Fax : (041) 589-8310

** 한국생산기술연구원

2. 렌지 후드의 소음 특성

2.1 소음 측정 방법

(1) 렌지 후드 자체의 소음 측정

본 연구에서 사용된 주방용 렌지 후드는 Fig. 1과 같다. 폭은 900mm, 높이는 420mm이며 안쪽에 시로코 팬이 장착이 되며 팬 구동 시 아래쪽에서 연기를 포집하여 위쪽으로 배출하는 구조로 되어 있다. 운전은 약, 중, 강 of 3가지 세기로 동작한다.

소음은 전방 1m 거리에서 측정하였으며 마이크로폰은 B&K 4190 1/2" free field microphone을 사용한 측정 시스템을 이용하여 분석하였다.

(2) 벽에 장착된 렌지 후드 소음 측정

렌지 후드를 실제 경우와 같이 운전하기 위하여 Fig. 2와 같이 벽에 고정을 하였다. 이때 렌지 후드는 양 옆으로 서랍장에 고정이 되며 또한 뒤쪽은 벽면에 고정이 된다. 아래쪽은 가스 렌지와 같은 조리기가 위치하게 되며 배출구는 위쪽으로 위치한다. 배출구에 내압이 걸리지 않는다는 가정 하에 배출구에 덕트를 연결하지 않고 개방하였다. 공기 배출에 의한 영향으로 소음이 상승하는 경향을 볼 수 있었으나 본 연구에서는 소음 저감에 대한 상대적 비교만을 제시하였다.

소음 측정은 렌지 후드로부터 1m 전방에서 마이크로폰을 이용하여 측정을 하였으며 장비는 렌지 후드 자체 소음측정 때와 같다.

2.2 렌지 후드 소음 특성

(1) 벽에 장착하지 않은 상태의 소음

렌지 후드는 약, 중, 강 of 3가지 세기로 동작이 되며 이때의 팬의 회전수는 각각 약 730, 1050, 1500 rpm으로 측정되었다.

렌지 후드는 기존에 소음 측정에 대한 규격이 정확하게 나와 있지 않기에 기존 환풍기 소음 측정의 규격을 따라 1m 거리에서 측정하였으며 측정된 값을 Table 1에 나타내었다.

(2) 벽에 장착된 상태의 소음 특성

렌지 후드를 벽에 장착 한 후 1m 전방에서 소음을 측정하였다. 약, 중, 강 of 운전에서 각각 측정을 하였으며 이때의 소음도를 Fig. 3에 나타내었으며

Table 1 SPL of range hood

단위 : dBA

Direction	Low	Middle	Max
Front	45.9	51.6	59.3
Left	40.5	48.5	57.0
Right	39.1	48.1	56.1

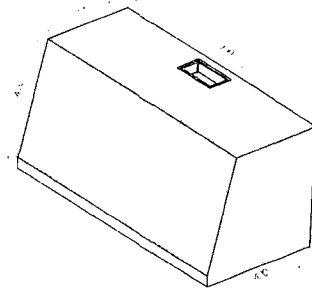


Fig. 1 Schematic diagram of range hood

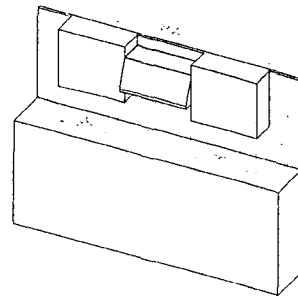


Fig 2 Range hood mounting on the wall

약, 중, 강 운전에서 각각 45.2, 52.9 그리고 60.1 dBA로 나타났다.

그림에서 보면 알 수 있듯이 1/3 옥타브 125Hz 밴드의 소음은 약, 중, 강 of 경우 크기가 그다지 변화가 없으며 나머지 주파수 밴드는 운전 세기가 강해지면 전체적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 약 운전 시는 125 Hz 대역, 중 운전 시는 1000 Hz 대역 그리고 강 운전 시는 1600 Hz 대역의 소음이 가장 크게 나타났다.

Fig. 4는 2000Hz까지의 주파수별 소음을 나타낸 그림이다. 120Hz의 성분은 약, 중, 강 of 운전에서 모두 나타나고 있는 것을 볼 수 있으며 팬 모터에 의한 전기적 소음이다. 또한 1034Hz와 1477Hz 성분은 운전 시 팬의 회전에 의하여 나타나는 날개 통과 주파수 성분이며 약 운전 시의 팬 날개 통과 주파수는 성분은 나타나지 않았다.

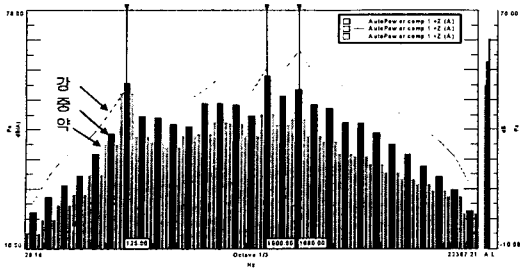


Fig. 3 $\frac{1}{3}$ octave band noise of range hood on the wall

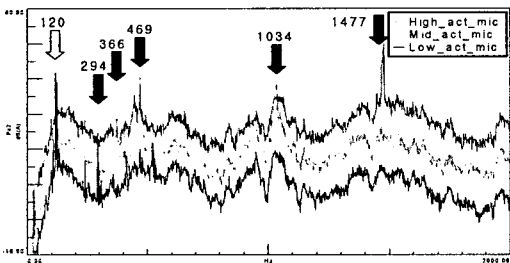


Fig. 4 Narrow band noise of range hood on the wall

팬의 날개 통과 주파수로서 실험 시 렌지 후드 배출구 개방에 의하여 나타났으나 배출구 쪽에 덕트를 연결하고 시험을 수행 시 없어지는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 이러한 팬 날개통과 주파수에 대한 저감은 제외하였다.

3. 렌지 후드의 진동 특성

3.1 진동 측정 방법

렌지 후드는 양 옆면과 뒷면은 벽에 고정되어 장착되기 때문에 진동은 앞면 (900 x 420mm) 만을 Fig. 5와 같이 50mm 간격으로 모두 36지점의 측정점을 선정하여 진동을 측정하였다.

3.2 진동 특성

Fig. 6은 렌지 후드의 앞면 36지점의 진동을 측정하여 평균을 취하여 나타낸 그래프이다. 그래프를 보면 앞서 측정된 소음과 같은 경향을 나타내고 있으나 소음측정에서 나타나지 않은 240Hz에서의 피크가 나타나고 있다. 그러나 이 성분은 120Hz의 하모닉 성분으로 소음으로 변환되는 에너지는 거의 없는 것으로 나타났다. 그리고 나머지 120, 295, 370, 470Hz는 소음에서 나타난 성분과 같은 것을 알 수 있으며 이중 120Hz 성분을 제외한 나머지 성분의 팬의 회전에 의한 영향으로 팬의 성능향상에 다루도록 하겠다.

Fig. 7은 Fig. 6에서 나타난 진동 성분 중 120Hz

진동 모드를 나타낸 것이다. 상용 프로그램을 사용하여 앞판의 진동 모우드를 해석한 결과 120 Hz에서 같은 형태의 진동 모우드가 나타나는 것을 확인하였으며 Fig. 8에 나타내었다.

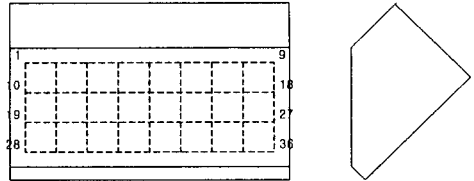


Fig. 5 Measuring points of front panel

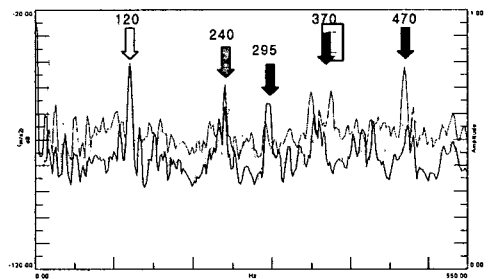


Fig. 6 Averaged vibration spectrum of front panel

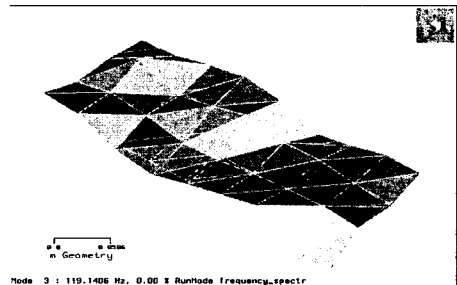


Fig. 7 Vibration at 120 Hz

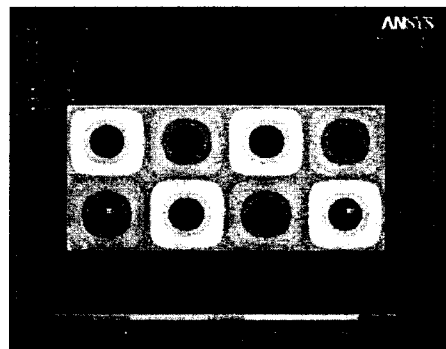


Fig. 8 Vibration mode at 120Hz by ANSYS

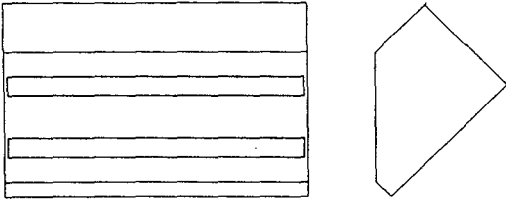


Fig. 9 Sticking of anti-vibration material

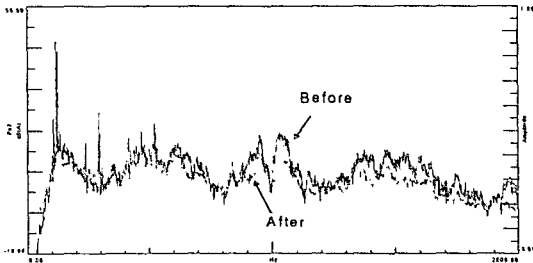


Fig. 10 SPL of range hood (730rpm)

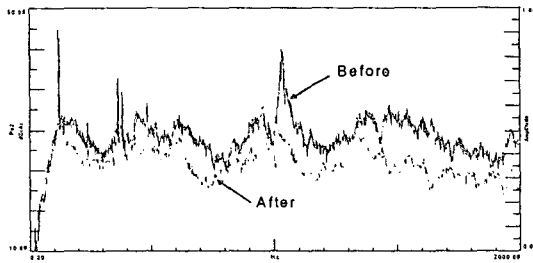


Fig. 11 SPL of range hood (1050rpm)

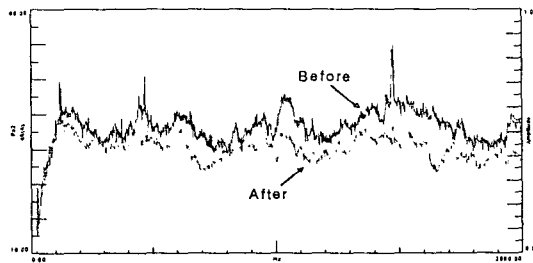


Fig. 12 SPL of range hood (1500rpm)

4. 렌지 후드의 구조 변경

4.1 전면 판넬의 제진

앞서 언급하였듯이 측정된 진동 성분 중 120Hz 성분이 크게 나타나고 있다. 이 성분은 소음에서 팬 모터의 전기적 소음으로 나타나고 있으나 진동 측정 및 분석 결과 저감시켜야 할 성분으로 나타났다. 이 진동을 감소시키기 위하여 렌지 후드 전면 판넬 안쪽에 폭 70mm 길이 700mm의 제진재를 접착하

였다. 접착 위치는 Fig. 9와 같이 전면 판넬에서 120Hz 성분 진동의 최고 위치를 잇는 위치로 가로로 2줄로 부착하였다. 실제의 경우 렌지 후드의 구조적 변경이 필요하나 렌지 후드 제작에 시간이 많이 걸리는 관계로 제진재를 부착하는 방법으로 소음 저감을 예측하였다.

4.2 제진 후의 소음

렌지 후드 소음 중 120 Hz 성분의 저감을 위하여 렌지 후드 전면 판넬에 제진재를 부착하고 소음을 측정하였다. 제진재의 부착 후의 진동 형태를 확인하였으며 각각의 경우를 Fig. 10, 11, 12에 나타내었다.

그림에서 보듯이 120Hz 성분은 5dB 정도 감소를 하였으며 1000Hz 이상의 주파수 성분에서는 전체적으로 최고 8dB 정도 저감된 것을 볼 수 있다. 전체적으로 약, 중, 강 운전 시 45.2, 52.9, 60.1dB에서 각각 4.5, 4.4, 4.0dB의 소음 저감을 가져왔다.

4. 결론

렌지 후드의 팬 성능개선의 차원이 아닌 간단한 구조적인 변경을 통하여 소음 저감 방안을 제시하였다. 실제적으로 사용되는 사용자 입장에서 소음, 진동을 측정하여 소음 성분을 분석하였으며 전면의 진동 분포 측정과 간단한 제진재의 부착을 통하여 소음저감을 이루었으며 차후, 팬의 성능 향상을 통한 저소음화가 더욱 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) 전완호, 백승조, 김창준, 2002, "시로코 팬의 공력소음 발생에 관한 수치적 연구", 한국소음진동 공학회지, 제12권 1호, pp.42-47
- (2) 전완호, 류호선, 송성배, 손상범, 2003, "후드겸용 전자레인지 시로코팬의 유동 및 소음특성에 관한 연구", 유체기계저널, 제7권, 제1호, pp.17-23
- (3) 정현중, 한화택, 2000, "보급공기가 주방배기시스템의 성능에 미치는 영향", 공기조화 냉동공학회 동계학술발표회 논문집, pp.170-174
- (4) Richard T. Swierczyna and Paul A. Sobiski, 2003, "The effect of makeup air on kitchen hoods", ASHRAE Journal, Vol.45, No.6
- (5) Tang-Jen Liu and Ming-Shing Young, 2002, "Eliminating contaminants with a piezoelectric transducer in the design of low-cost smart kitchen range hoods", IEEE SENSORS JOURNAL, Vol.2, No.4