

# 부가적인 흡음재 장착에 따른 진공청소기의 소음 및 흡음특성 연구

## A Study on Noise and Acoustic Absorption Characteristics of a Vacuum Cleaner on the lines of Additional Acoustic Absorbent

\*#정지원<sup>1</sup>, 조태정<sup>1</sup>, 최명진<sup>1</sup>

\*# J. J. Jung<sup>1</sup> (jw79800@hanmail.net), T. J. Cho<sup>1</sup>, M. J. Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 경희대학교 기계공학과

Key words : Fan Motor, Acoustic Absorbent, The White Noise

### 1. 서론

현대 가정에 있어서 진공청소기는 집안 구석구석에 있는 먼지를 빨아들이고 청소하는, 특히 가정주부들에게는 그 무엇보다도 필요한 가전제품으로 자리 잡았다. 하지만 이러한 진공청소기의 보급과 더불어 여전히 풀어야 할 숙제가 남아있는데, 바로 진공청소기의 소음문제이다. 진공청소기의 소음은 팬 모터의 진동소음, 브러쉬 흡입소음, 본체의 유체소음, 그리고 배기소음 등으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 진공청소기의 백색 소음을 중심으로 흡음재의 종류 및 소음 측정 위치에 따른 흡음 성능 및 소음저감 특성을 알아보았다.

### 2. 진공 청소기의 소음 및 흡음특성

#### 2.1 팬 모터의 소음특성

진공청소기의 주소음중에 원심팬(centrifugal)에 의해서 발생되는 팬소음이 가장 지배적이다. 진공청소기의 팬 모터에서의 소음은 불연속 주파수 소음으로서 각종 회전기계의 날개 또는 치차 등과 주변공기와의 상호간섭으로 인하여 발생하며 순음(pure tone)의 특성을 갖는다.

일반적으로 팬의 소음특성은 고유음향파위레벨로 나타낼 수 있다. 고유음향파위레벨은 팬 성능곡선의 피크치, 즉 최고 효율점에서 작동되어 질 때 기준유량과 기준압력에서 발생하는 소음으로 정의하며, 그 크기는 팬의 형식과 날개크기에 따라 다르다. 즉 날개가 큰 대형팬일수록 소형팬에 비하여 파워레벨은 낮다. 또한 운전중에 팬의 날개수와 회전수에 따라 강한 순음을 발생하는 주파수를 갖게 되는데 이 주파수를 날개통과주파수(blade passing frequency)라 하며 다음 식으로 구한다.

$$f_1 = zk/60 \text{ [Hz]} \quad \text{----} \quad z = \text{축의 회전속도[rpm]}, k = \text{날개수}$$

#### 2.2 흡음재 및 흡음원리

흡음재는 재료 자체에서 음을 소산시켜 소음을 저감시키는 음향재료이며 그 종류와 특성에 따라 일반적으로 Table. 1과 같이 구분되어 진다.

Table 1 흡음재의 종류 및 특성

종류	흡음특성
다공질 흡음재 (Porous absorber)	섬유형태이며 이론적으로 흡음하려는 주파수의 길이에 1/4의 두께가 되어야 흡음이 가능하고 고역(High Frequency)에 흡음대용력이 강함.
유공판 흡음재 (Perforated absorber)	다공질흡음재의 흡음특성과 비슷하며, 구멍의 크기가 미세할수록 저음특성이 좋아짐.
공명구조 흡음재 (Resonance absorber)	흡음 주파수 대역특성이 매우 단순한 것이 특징이다. 주로 70Hz~300Hz대역에서 좁고 폭이 높은 흡음 대역을 보여준다.
판상 흡음재 (Membrane panel absorber)	판상이 떨림으로 인해 떨림을 유도한 주파수가 에너지변환을 함으로 인해서 흡음되며 저역만 흡음하는 음향기구(Acoustics Tools)형태
반사재 (Diffuser)	여러 가지 음향적 역할을 수행하는 것이 특징이다. 흡음, 반사, 난반사 등의 역할을 수행하는데 미디어공간에서 특히 탁월한 음향적 능력을 발휘

흡음재료는 주로 실내의 잔향 시간을 줄이며, 메아리 등의 음향장에 현상을 없애고, 실내의 음압레벨을 줄이기 위하여 사용된다.

음에너지가 고체를 진동시켜 기계에너지로 변형되거나 다공질인 흡음재로 중 공기의 점성에 의해 열에너지로 변형하는 경우나 건조한 대기 중에서 고주파음의 분자흡수가 높아지는 경우로써 감쇠되는 현상을 흡음감쇠라고 말한다.

대개 음에너지의 흡음률은 주파수가 클수록 높고, 대개 동일 주파수일지라도 기온이 높을수록 낮고 상대습도가 높을수록 낮다.

흡음은 파동에너지가 열에너지의 형태인 비가역적 변화를 말한다. 어떤 재료에 음파가 한번 충돌하면 음에너지의 10%가 재질에 흡수되고 90%가 반사되었다고 할 경우 그 재질의 흡음률은 0.1이며, 고주파 음과 파장이 짧은 음은 흡수되기가 쉽지만 저주파 음은 흡수가 어렵다.

### 3. 흡음재의 장착에 따른 소음저감실험

#### 3.1 실험장비 및 소음측정방법

실험장비로는 크게 정격전압 220V, 정격주파수 60Hz, 정격 소비전력 1,450W, 흡입일률 450W인 진공청소기(vacuum cleaner)와 마이크로폰 및 Labview를 이용한 Portable pulse system으로 나뉜다.

소음을 측정하기 위한 방법으로 Fig. 1과 같이 무향실내에서 소음을 측정하였다. 측정위치로는 진공청소기의 전면과 측면(좌측), 배기구, 상부에서 각각 약 1m 떨어진 위치이다.

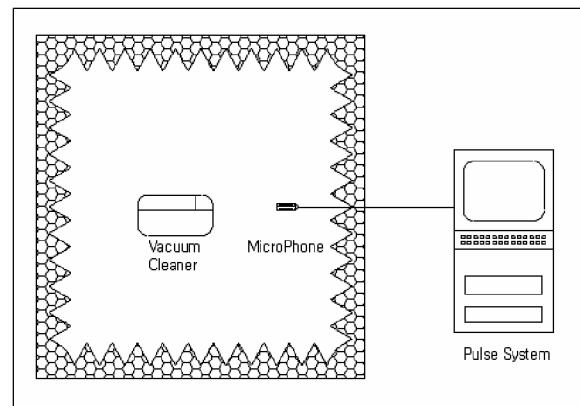


Fig. 1 실험장치 및 장비 구성도

흡음재를 장착하지 않은 상태에서 측정한 후에 여러 흡음재들을 장착하여 비교하여 소음 측정하였다.

각 방향에서 마이크로폰으로 수집된 신호는 흡음실 외부 조절실에 설치된 소음계(level meter)로 연결되고, 소음계로부터의 신호는 주파수 및 소음 분석을 위해 Pulse System으로 보내진다. KS-C9101에 의한 소음치는 소음계 청감 보정회로 A 특성으로 표시하게 되어 있었으므로 진공청소기 통청 소음 데시벨 값은 dB(A)로 측정된 값을 표시한다.

3.2 부가적인 흡음재 장착에 따른 소음특성

Table 2 무향실에서의 소음측정 결과

	전면	배기구	측면	상부
진공 청소기 (흡음재 x)	78.9	83.4	78.2	69.1
계란판 스폰지	67.9	72.0	70.5	71.4
EPDM 흡음매트	74.2	74.0	71.4	67.4
신슐레이터 흡음패드	69.8	73.7	69.1	68.2
마블 흡음패드	69.6	71.8	70.6	66.5
유공판 스폰지 흡음패드	72.4	72.7	72.9	67.3
불연 스폰지 흡음패드	71.1	74.0	72.8	70.5
폴리에스터 흡음패드	70.5	72.3	71.3	71.2

부가적인 흡음재 장착에 따라 Table. 2에서의 같은 결과가 나왔으며, 각 흡음재별로 주파수 및 시간에 따른 소음측정결과를 그래프 화하였으나 흡음재를 장착하지 않은 경우와 전체적으로 많은 소음감쇠를 보인 마블 흡음패드 두 가지의 경우만 배기구 쪽의 결과를 Fig. 2와 Fig. 3에서 보기로 한다.

진공청소기의 팬모터의 소음특성은 전주파수대역에 걸쳐서 백색소음이 발생하며 간간히 피크소음이 발생하는 것을 알 수 있다.

많은 공기를 흡입 및 배출하는 진공청소기의 전면부와 후면부에서 소음진폭(dB)이 컸으며, 1000Hz이상의 대역에서 소음이 비교적 높게 나타났다.

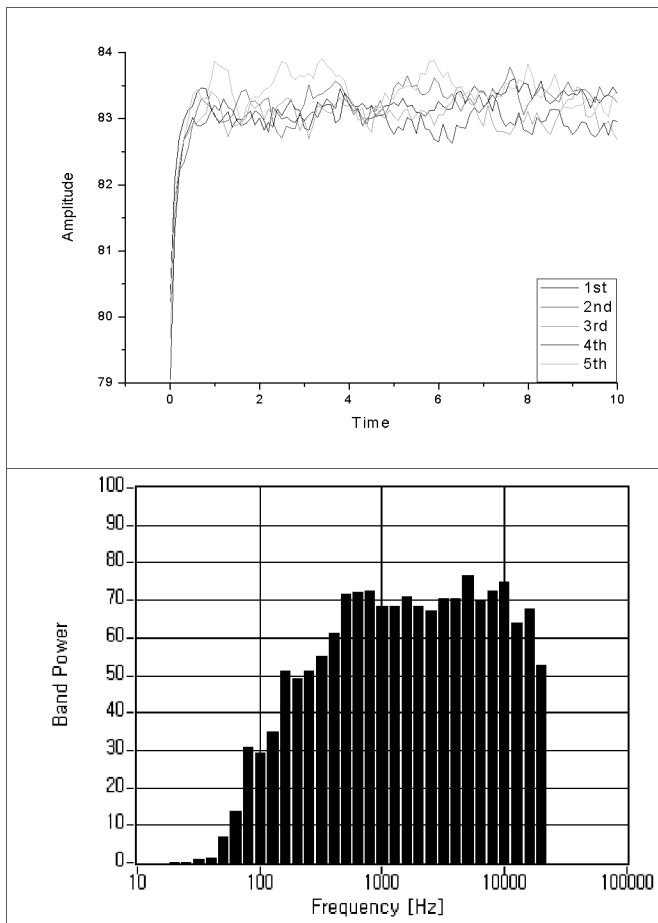


Fig. 2 흡음재를 부착하지 않은 경우의 배기구

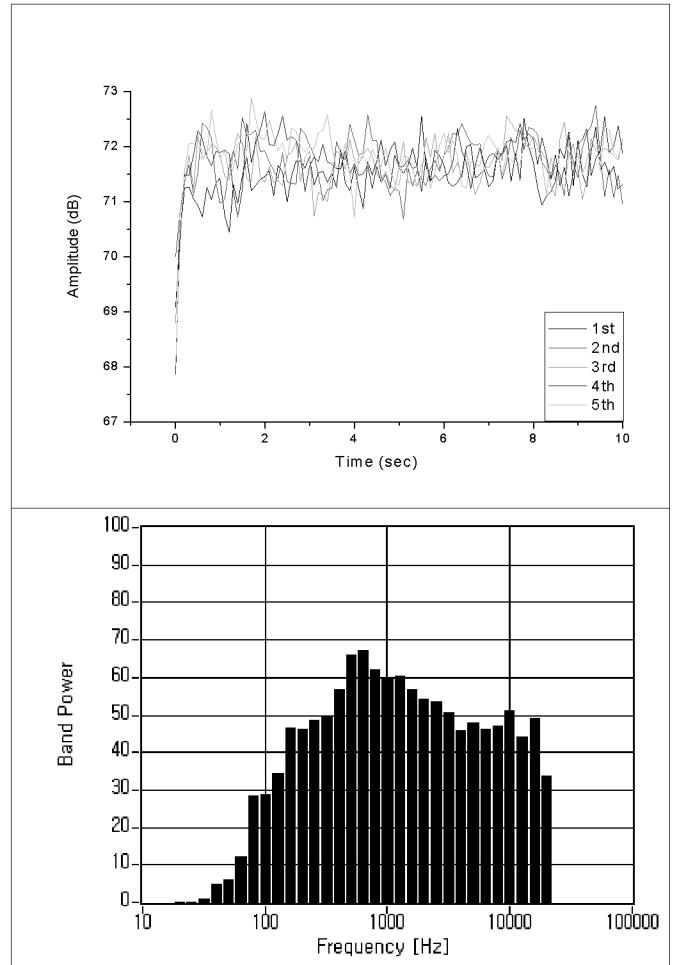


Fig. 3 흡음재를 부착한 경우의 배기구 (마블 흡음패드)

4. 결론

본 연구를 통해 진공청소기의 주소음원인 팬 모터에 의한 소음특성 및 여러 흡음재를 장착함에 따른 흡음특성에 대해 알 수 있었다.

흡음재 유무에 따른 청소기의 소음은 앞쪽의 진공상태가 되는 부근보다 뒤쪽의 공기통로에서 상당한 효과를 보이며, 소음은 1000Hz이상의 대역에서 현저하게 줄어든다.

여러 흡음재중에서 가장 탁월한 효과를 보인 흡음재는 마블 흡음패드로서 마찬가지로 배기구에서의 소음저감효과가 매우 컸다.

이번 연구에서의 여러 흡음재에 장착에 따른 진공청소기 소음 저감 실험결과는 앞으로 지속적인 연구에 대한 기초자료가 될 것이다.

참고문헌

1. 이동훈, "공학도를 위한 소음공학(이론과실무)" 도서출판 아진 pp.47-48
2. 이규성 등, "소음.진동공학" 형설출판사 pp207-209
3. 최인환, 채희권, "진공청소기용 팬모터의 소음저감대책에 관한 연구," 한국소음진동공학회논문집, 94, 67-72, 1994.
4. 김정훈, 조태정, 정지원, 최명진, 이순걸 "흡음재의 종류에 따른 진공청소기의 흡음 특성 연구" 한국소음진동공학회 논문