

업라이트 청소기의 소음·진동 원인 규명

Certification of Up-Right Cleaner Noise & Vibration

이선훈* · 정재은* · 김지형* · 윤정민* · 오재응†

Sun-Hun Lee, Jae-Eun Jung, Ji-Hyung Kim, Jung-Min Yoon, Jae-Eung Oh

1. 서 론

업라이트 청소기는 카펫용 청소기로서 주로 미주 지역에서 많이 사용되고 있다. 일반 진공 청소기와 다르게 업라이트 청소기는 카펫의 먼지를 효과적으로 제거하기 위해 Agitator 를 이용해 카펫과의 연속 충돌을 일으키는 원리를 이용한다. 이로 인해 기존의 진공 청소기는 공기 흡입에 의한 소음만 발생한다면, 업라이트 청소기는 카펫과의 연속 충돌에 의한 소음이 더해져 높은 불쾌감을 조성하여 저소음화를 위한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 저소음화를 위해 업라이트 청소기의 메커니즘 분석 및 Source Identification 에 의해 소음·진동 원인을 규명하였다.

2. 실험적 방법에 의한 소음원 규명

2.1 청소기 작동 중 소음·진동 특성 분석

업라이트 청소기의 소음·진동 특성 분석을 위하여 헤드 좌·우측 및 중앙, 청소기 본체 모터 등 ACC 4 개, 표준 위치 소음, 헤드 및 본체 근접 위치 소음 등 MIC 3개를 이용하여 측정하였다. 측정 결과 1000Hz 이하 영역에서 소음·진동이 가장 높고, Agitator와 카펫의 연속 충돌이 일어나는 헤드 진동이 본체 진동보다 높으며, 표준 위치 소음은 헤드 근접 위치 소음과 주파수 응답 특성이 유사하게 나타났다. 이로 인해 연속 충돌에 의한 헤드의 진동이 소음으로 방사되는 것으로 판단하여 헤드 근접 위치 소음과 헤드 진동을 기준으로 청소기의 특성을 분석한다.

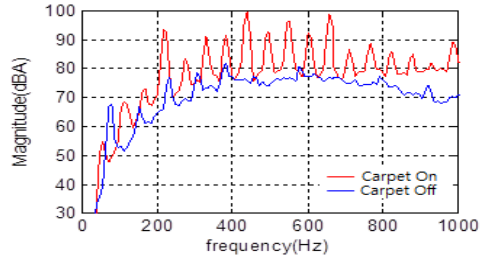


Fig 1. Head Noise by Contact State

연속 충돌이 일어나는 경우에 따른 업라이트 청소기의 소음·진동 변화 특성을 알아보기 위해 카펫 접촉·비접촉 상태에 따라 측정을 실시하였다. 측정 결과 접촉은 비접촉 상태보다 헤드의 진동이 높고, 헤드 근접 위치 소음 또한 접촉 상태가 높게 나타났다. Fig.1에 접촉 상태에 따른 헤드 근접 위치 소음을 나타냈으며, 접촉시 헤드 모터 회전 주파수 56Hz로부터 배수 성분들이 피크로 나타났다. 또한, 비접촉시 헤드 모터 회전 주파수는 접촉시 왼쪽으로 Shift 된 것을 볼 수 있다. 이는 접촉시 Agitator 와 카펫의 연속 충돌로 헤드 모터 회전시 저항이 발생하여 나타난 것으로 판단된다.

청소기는 공기 흡입에 의해 먼지를 흡입하는데 업라이트 청소기의 본체 모터가 그 역할을 수행한다. 공기를 흡입하는 본체 모터는 헤드 모터의 RPM보다 월등히 높으므로 본체 모터 소음의 영향을 배제할 수 없다. 이를 위해 헤드와 본체를 따로 작동시킨 소음을 Fig.2에 Tonality로 비교해 보았다.

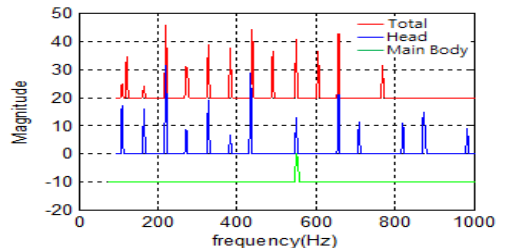


Fig 2. Tonality Comparison

† 교신저자 ; 한양대학교 기계공학부

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-0452 , Fax : 02-2299-3153

* 한양대학교 기계공학과

** 한양대학교 기계공학과

Fig.2를 통해 전체 작동은 헤드의 순음과 다수의 동일 주파수에서 피크를 나타내지만, 본체의 순음과는 본체 모터 회전 주파수에서만 동일한 피크를 나타내 헤드의 영향이 큰 것을 확인하였다.

지금까지 업라이트 청소기 소음은 헤드의 영향이 지배적인 것을 알았지만, 구체적으로 어느 부위에서 소음원이 나타나는지는 모르므로, 목적 주파수 선정을 통해 소음원 규명이 필요하다. 목적 주파수는 Fig.1의 헤드 모터 회전 주파수 56Hz의 배수 성분과 헤드의 모달 테스트팅 비교를 통해 216, 328, 384, 440, 496, 552, 600, 656 Hz 등 8개 주파수를 선정하였다.

2.2 Source Identification에 의한 소음원 규명

Source Identification은 Sound Intensity, ODS를 일컫는다. Sound Intensity는 단위 면적을 통과하는 에너지를 측정함으로써 소음원을 찾을 수 있고, ODS(Operational Deflection Shape)는 특정한 운동 상태에 있는 기계 구조물의 변형 형상 및 크기를 구조물상에 센서를 부착하여 그 신호로부터 직접 분석해내는 방법이다.

Source Identification(Sound Intensity, ODS)를 측정하기 위해 대상인 헤드에 Mesh(격자)를 구성해야 한다. 격자는 헤드의 크기에 맞추어 0.03m로 구성하였다.

Sound Intensity는 업라이트 청소기의 헤드 위에서 음압의 차이를 이용하기 위해 두 개의 마이크로폰으로 각 격자의 Node 점에서 측정 후 8개 목적 주파수에 따른 결과를 보았다. 그 결과 328Hz를 제외한 7개 목적 주파수는 헤드 우측 베어링에서만 소음원이 나타나며, 216, 328, 440Hz 등 3개의 주파수는 Agitator에서 소음원을 나타내는 결과를 Fig.3에 제시하였다.

ODS의 격자 구성은 Sound Intensity와 동일한 크기이며, 마이크로폰 대신 가속도계를 부착하여 각 Node 점에서 진동을 측정하였다. 그 결과 8개 목적 주파수 모두 헤드 우측 베어링과 Agitator에서 변형이 크게 나타났으며 이를 Fig.4에 제시하였다.

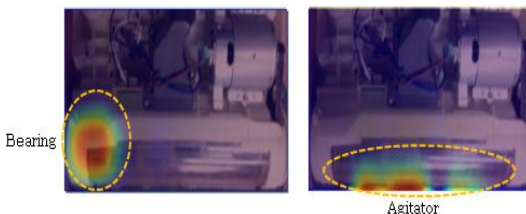


Fig 3. Sound Intensity Results of Head

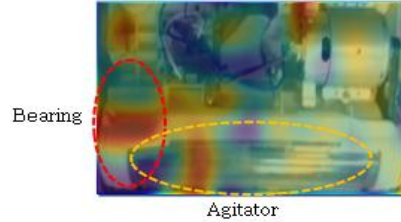


Fig 4. ODS Results of Head

Fig.4의 ODS 결과는 우측 베어링과 Agitator 외에도 헤드 모터 및 모터의 반대편에서도 구조물의 변형이 발생하지만, Sound Intensity에서는 나타나지 않으므로 소음원으로 고려하지 않는다.

3. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 업라이트 청소기는 1000Hz 이하 영역에서 높은 소음·진동 피크를 나타냄
- (2) 업라이트 청소기 소음은 헤드의 영향이 지배적이며, 헤드 모터 회전 주파수 56 Hz의 배수 성분이 소음·진동의 피크 성분임을 확인함
- (3) Source Identification(Sound Intensity, ODS)에 의해 8개 목적 주파수 확인 결과 헤드 우측 베어링과 연속 충돌이 일어나는 Agitator가 소음원임을 규명함

후 기

본 연구 논문을 읽어 주셔서 감사합니다.