

실험적 방법과 이론적 방법의 비교를 통한 진공청소기용 Fan Motor의 진동소음 해석

김재열(조선대), 곽이구* (조선대 대학원), 양동조(조선대 대학원), 김우진(조선대 대학원)

주제어 : Fan Motor in Vacuum Cleaner(진공청소기용 팬모터), Laser Vibration Measurement(레이저 진동측정), Aerodynamic Sound(공력소음), BPF(Blade Passing Frequency), Flow Analysis(유동해석)

진공청소기는 가전 제품 중에서 인간의 일상생활에서 꼭 필요한 가전제품의 하나이다. 그러나, 성능 향상을 위한 과도한 회전 속도 때문에 큰 소음을 유발하며 그로 인해서 사용자에게 소음으로 인한 스트레스나 피로누적 등의 큰 불편을 초래하고 있다. 이것은 진공청소기내에 있는 팬 모터가 30000 ~ 35000 rpm으로 고속회전을 통해서 축에 연결되어 있는 임펠러를 회전시켜 공기를 흡입, 배출시키는 일련의 작동을 하면서 여러 가지 진동 및 유체소음을 일으키기 때문이다. 이러한 진공청소기용 팬모터의 소음 저감 연구는 국내외 관련회사 및 연구소에서 활발히 진행되고 있다. 하지만 대부분 유동해석 등의 이론적인 방법의 소음분석에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 측정을 통한 실험적인 방법의 소음분석은 접촉식 가속도계를 사용한 소극적인 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 진공청소기 팬 모터의 공력소음 및 주요 소음 원인을 규명하기 위해서 우선 3차원 레이저 측정기를 이용하여 모터 케이싱, 베어링, 정류자, 브러쉬 등의 진동모드를 측정하고, 진공청소기 모터의 원심팬의 유동장을 해석하여 진동데이터와 유동 데이터를 비교하여 진공청소기용 Fan Motor의 공력소음 및 주요 소음의 원인을 분석 하였다.

본 논문에서는 35000 rpm으로 회전하는 진공 청소기용 팬 모터의 3차원레이저 진동 측정기를 이용한 Motor Casing 진동 측정과 유동장 해석을 통한 공력 소음 예측 등을 수행하여 유체의 유동에 따른 소음과 진동의 연관성을 분석하였고, 소음의 원인을 규명하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 3차원레이저 진동측정기(PSV300)를 이용하여 측정된 전체 케이싱의 진동 데이터를 분석한 결과 교류전원 주파수를 제외하고 문제시되는 주파수는 12.4kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz로 확인되었으며 12.4kHz는 정류자와 브러쉬간의 접촉에 의한 주파수이며, 5kHz, 10kHz, 15kHz의 주파수는 임펠러의 디퓨저간의 BPF 소음으로 확인되었다. 2. 2차원으로 모델링한 진공청소기 팬 모터를 FLUENT를 이용하여 유동장을 해석하고 속도장, 압력장, 그리고 디퓨저의 force 변동을 고찰 해 본 결과 디퓨저와 임펠러 사이에서 가장 큰 속도의 변화와 높은 압력 등을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 디퓨저의 force 변동 그래프를 PSV 300으로 측정한 진동데이터와 비교해보면 두 측정치에서 5kHz 주기로 고주파수 영역에서 높은 피크 값을 확인 할 수 있었고, 이는 임펠러와 디퓨저 사이에서 각 깃이 접할 때마다 일종의 공명을 일으켜서 발생하는 주파수임을 확인하였다.

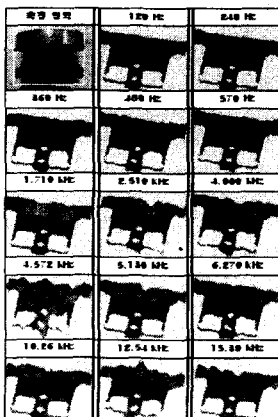


Fig. 1 Vibration Measurement of Fan Motor in Vacuum Cleaner

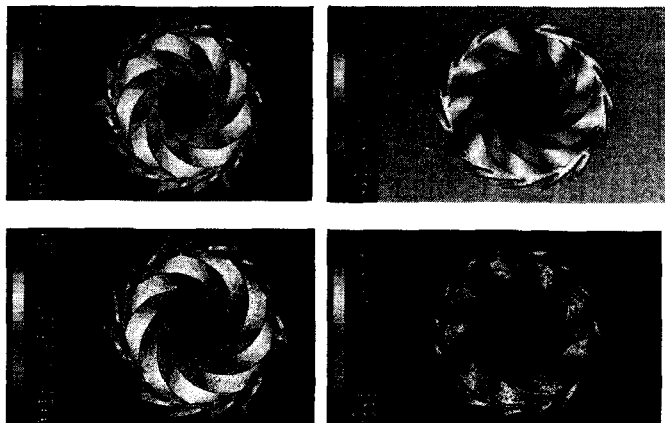


Fig. 2 Flow Analysis of Fan Motor in Vacuum Cleaner