

### 1. 머리말

디지털 가전제품에 있어서의 소음진동을 생각 하는 관점은 철저하게 사용자 위주가 되어야 함 에는 이견이 있을 수 없다. 여기에서의 사용자는 각각의 제품에 따라 다를 수 있으나, 대부분의 가 전제품의 경우는 여성이 주 사용고객이 된다고 할 수 있다.

최근까지만 해도 가전제품 뿐만 아니라 자동 차 등의 경우에도 제품을 생산하는 생산자 위주 의 제품이 사용자에게 제공 되어졌고, 사용자는 몇 가지의 선택 범위 내에서 제품을 선택할 수 있 었다. 그러나, 이제는 더 이상 제품의 선택기준 을 생산자가 주도하는 것이 허용 되지 않음을 실 감하게 되는 시기가 되었다.

따라서 그 제품의 사용자가 어떤 기대치를 가 지고 있느냐에 초점을 맞추어야 함을 알 수 있으 며, 사용자 또한 적극적으로 표현하고 있음을 알 수 있다.

또 다른 중요한 판단기준이 되는 것은, 그 제품 의 사용, 운전 환경에 대한 정의가 명확하여야 한 다는 것이다. 가전제품의 경우에는 그 사용 환경 에 따라 몇 가지로 나누어 생각 할 수 있다.

주거공간 및 사무공간 내에서 운전 되는 제품

과 건물의 밖에서 운전 되는 제품으로 나눌 수 있 으며, 또 다른 분류로는 사용자의 의지와 무관하 게 운전 되는 제품과 사용자의 의도에 의해서 운 전 되고 정지하는 제품으로 나눌 수도 있다. 이러 한 운전 환경에 대한 다양성에 따라 소음진동의 고려 범위 또는 기술적인 적용성이 달라지게 된 다는 것을 알 수 있다.

디지털 가전제품에 있어서의 소음진동 기술은 사용자의 관점에서 또한 운전 환경의 관점에서 기술적인 계획과 구현이 이루어져야 하고, 따 라서 그러한 관점을 바탕으로 하여 고객과의 대화 가 이루어져야 한다.

이 글의 구성은 디지털 가전제품에서의 소음 진동 기술 동향 및 응용사례를 중심으로 제품 별 로 구분하여 그 특징과 소음진동 기술의 사례로 구성하였다.

디지털 가전제품의 각 제품 별 소음진동 관련 필요기술은 아래의 표 1과 같다.

### 2. 제품별 소음진동 기술통향

#### 2.1 에어컨

에어컨의 경우, 실외기를 아파트 외벽에 설치 하는 것이 점점 제한됨에 따라 아파트 베란다 안

\*정희원, E-mail : jman.joo@samsung.com, Tel : 031)218-5040

표 1 Technical Fields for Home Appliance Products

| Product                                               | Elements & Appearance                                                                                           | Fields                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Refrigerator<br>Air-conditioner<br>And<br>Compressors | Fan Noise<br>Refrigerant Noise<br>Pipe Layout Design<br>Motor Noise<br>Vibrating Noise<br>Building/Office Noise | Aero-Dynamics, Aero-Acoustics<br>Fluid Induced Vibration<br>Structural Vibration & Acoustical Coupling<br>Electro-Mechanical Noise<br>Vibration Absorption and Mounts<br>Acoustical Analysis(FEM/BEM) |
| Washing Machine                                       | Operating Vibration<br>Operating Noise<br>Water Supply/Drainage<br>Pump and Motor Noise<br>Drying Fan Noise     | Dynamics(Rigid/Flexible Structure)<br>Damping and Mounting Design<br>Structural Vibration<br>Strength and Solid Mechanics<br>Fluid Dynamics and Aero_Acoustics                                        |
| Vacuum Cleaner                                        | Motor Noise<br>Motor Unit Design<br>Cyclone<br>Fan and Impeller Noise                                           | Electromagnetic Force and Vibration<br>Acoustical Analysis(FEM/BEM)<br>Aero-Acoustics and Fluid Dynamics<br>Structural Vibration and Mounting                                                         |
| All Products                                          | Sound Quality                                                                                                   | Room Acoustics, Signal Processing<br>Psychoacoustics, Sound Quality Metrics<br>Jury Evaluation and Ergonomic                                                                                          |

쪽으로 들어오게 되면서 에어컨 실외기의 소음은 소비자에게 더욱 밀접한 품질사항으로 여겨지게 되었다.

제품의 저소음화는 일반적으로 제품 원가를 상승시키고, 때때로 시스템의 성능 효율의 저하를 요구하기도 한다. 에어컨의 지속적인 평가 하락으로 인한 원가 절감의 요구, 소비자 수준 향상에 따른 제품의 고성능, 고효율화 요구들은 제품의 저소음화와 함께 똑같이 고려해야 되는 중요한 사항들이다. 또한, 베란다 안쪽으로 실외기가 설치되면서 실외기 사이즈의 콤팩트화 및 슬림화까지 요구되고 있으며, 이는 실외기 저소음화에 더욱 더 큰 악재로 등장하였다.

에어컨 실외기의 주요 구성요소는 냉매를 압축시키는 압축기, 압축된 냉매를 열교환을 통해 응축시키는 응축기, 열교환을 효율적으로 이루어지게 하는 팬과 팬 구동모터, 냉매를 이송시키는 파이프 그리고 구성품을 지지해주는 샷시로 구성된다. 에어컨 실외기의 저소음화는 에어컨의 성능과 큰 밀접한 관계를 가지며, 때때로 성능

을 낮추어서 소음을 줄여야 하는 상반된 문제에 직면하게 된다.

에어컨에서 발생하는 주요 소음 진동원으로는 압축기, 팬, 모터, 냉매 등이 있으며 각각의 소음 진동 전파경로는 다음과 같다.

**(1) 압축기 :** 압축기는 냉매를 압축시켜서 토출하는 기능을 수행하며, 이때 발생한 토출맥동이 소음 진동을 발생시킨다. 발생된 소음은 표면을 통하여 직접 방사되기도 하며, 진동은 바닥이나 파이프를 타고 실외기를 전체를 가진한다. 토출맥동의 경우 에어컨에서 가장 큰 소음진동원으로 배관을 통하여 실내기까지 전달되기도 한다.

**(2) 팬 :** 팬은 회전하면서 공기를 유동시키며 이때 팬이 공기를 가르면서 나는 풍절음과 공기마찰에 의한 송풍소음(유체소음)이 발생한다. 이러한 유체소음은 유로가 협소하거나 단면적이 급격히 변화할 때 크게 증폭되기도 한다. 팬과 공기의 유동에 의해서 발생하는 유체소음은 실내기 소음의 대부분을 차지하고 있다.

**(3) 팬 구동 모터 :** 모터는 전자기력에 의해 회

전하면서 전자기적 소음을 발생하며, 때때로 이상소음을 발생시킨다. 제품의 고급화로 압축기와 유체소음이 줄어들게 되면서 상대적으로 부각이 되는 것이 모터에 의한 소음으로, 최근 원가 절감을 위해 구조물이 취약해지면서 더욱 더 큰 문제로 부각되고 있다.

**(4) 냉매음:** 열교환기나 냉매를 이송하는 파이프 내에서는 냉매의 상변화가 이루어지면서 냉매소음이 발생한다. 냉매소음은 일반적으로 소음레벨이 작은 수준이며 실내기에서 주로 문제가 된다. 일반적인 운전 시에는 잘 들리지 않는 것이 보통이나, 취침시 또는 실내기의 정음모드에서 실사용자의 불평사항으로 부각되기도 한다.

위와 같은 소음진동을 저감하기 위하여 여러 가지 기술이 적용된다. 압축기에 대해서는 압축기 자체의 소음을 저감하기 위하여 저소음 압축기를 지속적인 연구를 수행하여야 하며, 에어컨에 장착 될 때 진동을 절연하고 배관의 형상을 최적화하여 진동이 실외기 케이스로 전달되는 것을 최소화 하며, 압축기실 주변에 흡차음재를 적용하여 소음을 차폐시킨다. 압축기의 토출 맥동

을 줄이기 위해서 내부 구조를 변경하고 머플러를 장착하기도 하며, 이러한 대부분의 소음진동을 줄이기 위한 일련의 행위는 대부분 원가를 상승시키는 결과를 초래한다.

웬 소음 저감방안으로는 저소음 웬의 설계 및 시스템에 적용 관련한 유로의 개선 활동과 웬의 크기를 증가시키고 속도를 낮추는 방법이 일반적이다. 웬 크기를 증가시킬 경우, 실외기가 커져서 장착성이 나빠지는 단점이 있으므로, 요구 풍량을 만족하면서 크기도 작고 소음도 낮은 저소음 웬을 개발하는 것이 최근 연구개발의 동향이다.

생활수준의 향상, 소비자의 고급화와 더불어서 공조제품 시장에서 판매량이 확대되고 있는 제품 중의 하나가 시스템 에어컨이다. 시스템 에어컨은 하나의 실외기로 다량의 실내기를 가동할 수 있는 에어컨으로, 고급주택이나 중형 빌딩에 시스템 에어컨을 설치하는 경우가 많다. 최근에는 중앙 집중식 냉난방에 비해 층마다 개별적으로 냉난방을 할 수 있다는 장점으로, 대형 빌딩에도 시스템 에어컨이 설치되는 사례가 증가하고 있다.

대형 빌딩에 대규모로 설치되는 경우, 시스템 에어컨의 소음진동 문제는 주요한 이슈 사항 중의 하나이다. 설치 전 실외기의 적절한 운전 환경을 예측하지 못하고 시공할 경우, 제품의 냉난방 성능이 저하되거나 소음이 비정상적으로 증가하는 문제가 발생하기도 한다. 예를 들면 집중적으로 모여서 운전되는 실외기 들은 과도한 열부하를 받기도 하며, 건물의 구조에 따라 국부적으로 소음을 크게 증가시키는 경향도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 설치 전 소음 및 열에 대한 환경 영향평가를 수행하여 대규모 클레임을 사전에 방지하는 것이, 시스템 에어컨에 있어서 중요한 기술이라 할 수 있다.

그림 2는 대형 건물(삼성전자 연구소, 수원)에 설치되는 시스템에어컨의 소음을 예측하여, 건물의 특성에 적합한 에어컨의 배치 및 저소음화

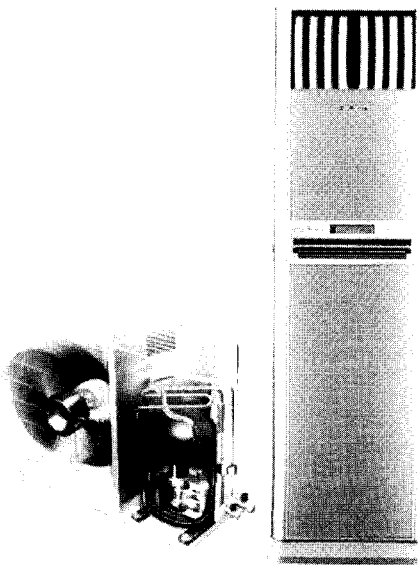


그림 1 가정용 스펠드형 에어컨의 일례

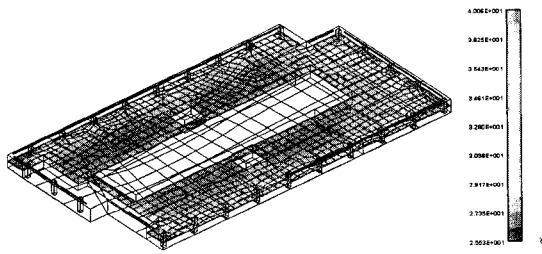


그림 2 시스템에어컨 소음 예측

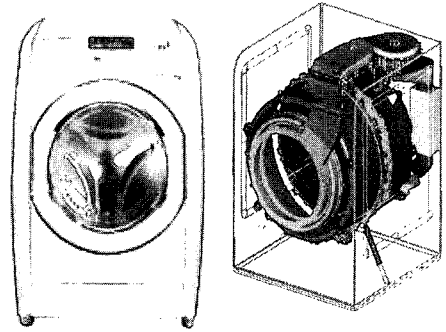


그림 3 드럼세탁기 동역학 해석 모델

를 위한 시스템설계 등에 적용한 일례이다.

## 2.2 드럼세탁기

소비수준의 향상과 치열한 시장 경쟁의 상황에서 세탁기 제품 역시 고급화와 기능화의 추세에 있으며, 특히 최근 드럼세탁기 제품의 출시와 업체의 적극적인 마케팅 전략에 따라 시장은 고급 드럼세탁기 비중이 점차 커가고 있다. 아파트 위주의 주거환경의 변화와 상대적으로 고가인 드럼세탁기에 대한 소비자의 기대수준 증가와 맞물려 세탁기 제품의 소음 및 진동 수준은 제품 경쟁력에 있어서 매우 중요한 요소로 자리잡고 있다.

세탁기의 소음 및 진동의 일차적인 원인은 세탁물을 포함한 세탁조의 회전에 의한 가진력이라고 할 수 있다. 특히 고속 회전의 탈수 운전시 세탁물 불평형 질량에 의한 가진이 세탁기 진동과 안정성에 가장 큰 영향을 끼친다. 세탁기 소음 역시 과도한 진동에 의한 구조 방사음이 일차적인 원인이다. 따라서 세탁기 소음 및 진동수준을 저감하기 위한 기술 전략은 다음과 같이 요약 된다.

(1) 구동부 : 비교적 큰 하중을 구동하기 위하여 대용량의 모터를 채용하며, 모터 구동시 발생하는 전자기 소음을 저감하기 위한 저소음 모터 설계 기술이 필요하며, 최근 일본 및 국내 업체를 위주로 직접구동방식의 모터 채용이 증가하고 있는 추세이다.

(2) 구조 설계 : 세탁기는 내부의 구동부와 세탁조가 외부의 프레임(케이스)에 현가 시스템에

의해 지지되는 구조가 대부분이다. 고속회전에 의한 가진을 전달 수 있는 구동축 및 지지부의 강도를 확보하고 적절한 윤활 및 공차 설계기술이 필요하다. 특히 내부 진동계(세탁조 및 현가장치)의 동특성 최적 설계 기술이 세탁기의 진동 특성 결정인자이므로 이를 위한 세탁조 강도 확보, 평형추 설계, 현가특성설계(현가 스프링 최적화, 감쇠요소 설계)를 통한 내부 요소의 진동 최적화와 외부 프레임으로의 진동전달 최소화 기술이 필요하다. 또한 현가시스템을 통하여 전달된 진동은 외부 프레임을 가진하여 사용자가 직접 체험하는 소음 및 진동의 원인이 되므로, 프레임의 강성을 확보하기 위한 구조 설계 기술이 중요하다. 이를 위한 구조 해석 기술 및 제조, 조립 기술 등이 필요하며, 진동방사소음을 최소화하기 위한 설계도 아울러 필요하다.

드럼세탁기의 보급률이 높고 에너지 규제가 비교적 심한 유럽의 경우, 비교적 소용량의 제품 위주임에도 불구하고 고속회전(탈수운전, 1800rpm)을 위하여 고중량 구조로 설계되고 있다. 한편, 대용량 위주의 미주 시장에서는 목재가 옥구조설치를 고려한 설계가 요구되고 있다.

(3) 센싱 및 제어 : 진동 저감을 위하여 일차적으로 가진력을 최소화하는 것이 가장 최선의 전략이라고 할 수 있으며, 일반적으로 고속탈수회전 이전 단계에서 세탁물의 불평형을 감지하고

이를 최소화하기 위한 제어운전이 적용된다. 이를 위하여 진동 감지 센서 개발 또는 간접적인 센싱 기술 개발, 그리고 세탁물의 최적 배치를 위한 운전 제어 알고리즘 개발이 필요하다. 저소음 세탁기에 대한 시장요구가 높은 일본의 경우, 별도의 저소음 운전 기능을 적용하여 저회전수 탈수 운전 및 세밀한 불평형 제어 등의 기능을 가진 제품을 출시하고 있는 실정이다.

(4) 이외에도 급수 및 배수 소음과 고속회전에 의한 유동소음해석 기술이 요구되며, 모터 및 펌프 마운트의 방진구조설계, 흡차음재 적용 등이 요구된다. 한편, 일부 제품의 경우 동흡진기 등 적극적으로 진동을 저감하기 위한 시도를 발견할 수 있다.

### 2.3 냉장고

90년대 이후 국내에서 양문형 냉장고가 개발되어 확산된 이래, 고부가가치의 프리미엄 냉장고에 대한 시장이 급성장하면서 고효율화와 더불어 친환경 제품에 대한 요구가 증가하고 있다. 냉장고가 실내에 위치하여 24시간 운전된다는 점을 고려할 때, 자연 냉매에 대한 연구 뿐만 아니라 저진동/저소음화에 대한 연구도 꾸준히 진행되어 오고 있다. 최근 발표된 소비자 보호원 자료를 살펴보면, 국내 3사(삼성/LG/대우)에서 출시되는 양문형 냉장고의 소음이 30dB 이하를 기록하여, 30dB 이상을 기록한 해외 유명 브랜드보다 기술 수준이 상당히 발달해 있음을 알 수 있다.

일반적으로 냉장고의 소음은 크게 압축기 소음, 냉기 순환용 냉동실 팬소음, 압축기 및 응축기 냉각용 기계실 팬소음과 냉매 유동 소음 등으로 분류할 수 있다. 팬에 의한 소음은 비교적 저주파수 대역에 주로 분포하며, 압축기 소음은 이보다 높은 주파수 대역에 존재하고, 냉매 유동 소음은 전 주파수 대역에 걸쳐서 고르게 분포하는 것으로 알려져 있다.

저소음 팬 설계를 위하여, 사용 목적에 맞게 팬의 형상을 설계하는 연구와 함께, 냉장고의 특성에 적합한 적용성을 높이는 연구가 진행되어 오고 있다. 압축기 소음은 기구부의 진동에 의해 발생하는 소음과 음향 공진에 의해 발생하는 소음 등으로 나눌 수 있다. 또한, 흡입 밸브의 개폐시 발생하는 타격음을 줄이기 위해서 밸브의 형상과 재질에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있다. 이와 같은 압축기 자체의 소음을 줄이는 노력과 함께, 냉장고 기계실 벽면에 흡음재와 차음재를 적용하여 압축기 소음을 줄이는 방법도 고려되고 있다. 또한 냉매가 지나가는 유로를 최적화하여 냉매 유동 소음을 줄이는 연구도 진행되고 있지만, 아직 해결 방안을 찾기에는 많은 노력이 필요할 것으로 예상된다.

냉장고의 진동은 주로 압축기 자체에서 발생하는 진동으로, 흡입/토출 파이프와 고무 마운트(grommet)을 통해 냉장고 전체에 전달된다. 압축기 진동원으로 예측되는 부품의 재설계를 통해 발생하는 진동을 저감시키는 방법이 고려되는데, 대표적으로 불평형 질량이 회전력에 의해 발생하는 진동을 저감시키기 위해서 웨이트 발런스(weight balancer) 설계가 중요하다. 소음 및 소비전력을 저감하는 데 탁월한 성능을 가진 BLDC(brushless DC) 압축기의 경우 압축기의 운전주파수가 냉장고에서 요구되는 조건에 따라 바뀌기 때문에, 구조 및 방진 등의 설계에 많은 주의가 요구된다.

다음은 냉장고 주 소음원인 압축기 소음을 저감시키기 위해 적용된 사례를 간단히 소개한다. 가청 주파수 대역의 전체 소음 레벨을 줄이는 것이 중요하나, 압축기에서 주로 발생하는 고주파수 대역 소음은 전체 소음 레벨에 대한 기여도가 작다 하더라도 소비자의 귀에는 굉장히 거슬리게 들린다. 이를 줄이기 위한 노력으로 실험적 해석과 CAE를 이용한 해석을 통해 전달계에 대한 적절한 변경을 통해 전체 소음 레벨은 물론이고,

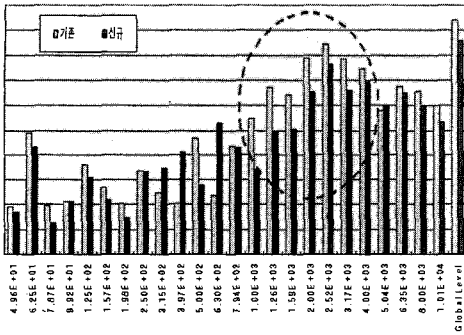


그림 4 고주파수 대역 소음 저감 사례

해당 고주파수 대역의 소음도 저감시킨 사례를 보여준다.

## 2.4 진공청소기

어느 가정에서나 생활 필수품으로 자리 잡고 있는 진공 청소기를 사용하는 데 있어서의 가장 큰 괴로움은 바로 '소음'이라는 조사결과는 더 이상 새로운 사실이 아니다. 청소 중에 전화를 받을 수 없다던가 TV 시청이나 다른 생활 활동을 함께 할 수 없다는 사실은 소비자들의 불만을 가져오게 되었고, 이에 따라 단지 흡입력과 디자인으로만 선택되어지던 청소기가 '저소음'이라는 기능으로 구매되기 시작한 것이다. 이미 가전 회사들이 오래 전부터 저소음 청소기를 만들기 위해 많은 노력을 경주 해 왔고, 지금도 상당한 프로젝트들이 진행 되고 있다. 최근의 한 외국회사에서 상품화되어 출시된 저소음 청소기가 대표적인 제품일 것이다.

청소기의 대표적인 소음원으로는 3만 ~ 4만 rpm으로 회전하며 흡입력을 발생 시키는 웬모터이다. '윙~', '짹~' 하는 소리를 발생하며, 그 소리의 크기도 문제가 될 뿐 아니라, 음질의 관점에서 아주 좋지 못하다. 이 소리로 인하여 소비자들은 "머리가 아프다" 또는 "신경질적인 반응이 나온다" 라고 괴로움을 호소한다. 이를 저감하기 위하여 다양한 형상의 웬 날개 형상을 가진 청

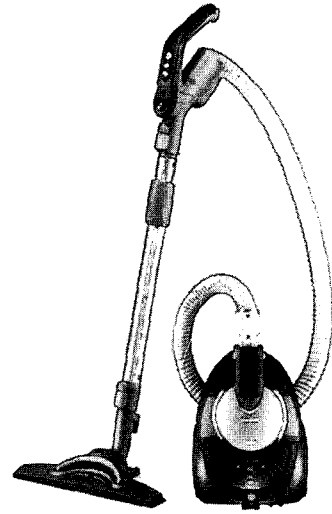


그림 5 은나노 펫 청소기 VC-PBS711

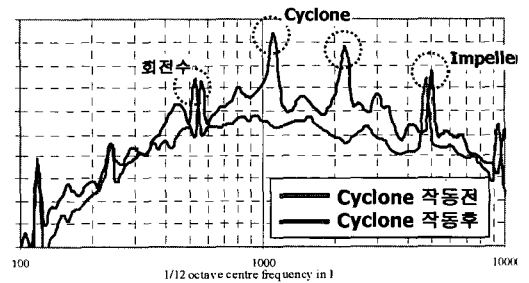


그림 6 진공청소기의 소음특성

소기를 만들어 저소음화를 구현하고 있다. 이런 연구를 진행하기 위하여 음원 가시화 및 각종 소음시험 뿐만 아니라 CFD를 이용한 유체소음의 예측 및 현상파악의 방법들도 동원하고 있다. 학계 및 제조사를 중심으로 이미 7~8년 전부터 연구되어온 주제로 아직도 해결해야 될 사항이 많이 남아 있다.

또한, 청소기의 흡입 브러쉬에서 발생하는 소음도 무시할 수 없다. 강한 유속으로 인해 조그마한 유체의 불균형성에도 소음이 발생한다. 최근에는 사용자의 편리성을 고려한 다양한 형태의 브러쉬를 제작하여 소비자에게 공급하고 있어 다양한 형태에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히

터보 팬을 이용하여 다른 기구물을 움직여 먼지 떨어뜨리거나 쓸기등의 기능을 구현하는 브러쉬의 경우에는 특히 소음이 심히며, 이를 저감하기 위해 헨설계나 유로설계에 있어 전산해석 및 각종 시험이 동원되어 활용되고 있다.

청소기의 소음은 음원의 크기를 줄이는 방법 외에도 소음의 전파를 차단하기 위해 각종 흡음재 및 제진재를 개발 적용하여 저소음화를 달성하기도 한다. 구조적으로 강성을 보강하기 위한 다양한 방법들이 동원되며, 다중 셀을 갖고 있는 제품이 출시되기도 한다. 헨 모터 주변을 난연성 흡음재로 둘러싸서 소음의 전파를 차단하기도 한다. 사용되는 흡음재는 유로의 형성을 차단하기도 하기 때문에 흡음과 유로의 양면을 함께 고려하여 연구해야 한다.

최근 2~3년 전부터는 먼지봉투 없는 청소기가 출시되고 있으며, HEPA 필터를 장착하여 위생적인 공기를 배출시키는 부가기능을 가진 청소기들이 속속 제품화 되고 있다. 공기 저항을 일으키는 배출 필터의 적용으로 청소기 헨 모터 공기 배출구쪽의 압력이 상승하여 소음은 더 커지는 현상이 발생하게 되었고, 이에 따라 각 가전회사에서는 기존의 형태를 수정 보완하여 배압 조건에 적절히 작동하는 제품을 출시하고 있다. 최근 이와 같은 사이클론 청소기가 진공 청소기의 주류를 형성하고 있으며, 새로운 청소기의 소음원

으로 등장하고 있어서, 이를 줄이기 위한 노력도 경주되고 있는 실정이다.

이상에서 언급한 다양한 저소음 적용 방법들은 제품의 흡입력의 저하 및 원가상승과 연관되어 있어, 단순한 기술로써가 아니라, 상호 연계되어 진화하고 발전해 나아가고 있다.

### 3. 디지털 가전제품과 음질

#### 3.1 음질(Sound Quality) 도입 배경

소음 분야에 종사하는 많은 연구자들은 오랫동안 단순히 A-weighted 음압만을 이용하여 소음 분석을 수행하여 왔으며, 현재에도 대부분의 경우에 주류를 이루고 있다. 당시에는 단순히 소음량을 저감한다는 데에만 관심이 맞추어져 있었으므로 A-weighted 음압만을 이용하는 경우에도 연구 개발에 큰 무리가 없었다. 그러나 전체적인 음압 수준이 점점 내려가면서 더 이상 A-weighted 음압 수준만으로는 소음을 평가할 수 없게 되었다.

음질에 대한 관심이 높아지기 시작한 것도 이 즈음이다. 초기에 음질 분석을 처음으로 산업 현장에서 이용한 것은 선진 자동차 회사들이었다. 그들은 일부 제품들이 분명히 더 높은 음압을 가지고 있으면서도 소비자로부터 좋은 평가를 받고 있는 이유를 알아내기 위해 처음으로 음질의 개념을 도입하기 시작하였다.

근래에는 가전제품에도 음질에 관한 많은 기술이 적용되기 시작하고 있다. 이것은 사회의 발달과 건강에 대한 관심의 증대로 인해 집안에 위치한 여러 가전제품에 대해 상당히 높은 수준의 사용 편의성과 안락함을 요구되게 되었기 때문이다.

특히 소음의 경우에는 제품이 작동되는 한 무소음을 실현하기는 현실적으로 불가능하다고 하겠다. 따라서 이제는 그 동안의 수치적인 저소음 설계에서 벗어나 소비자가 느끼는 소리라는 개념에서 제품의 설계를 수행해야 할 필요가 제

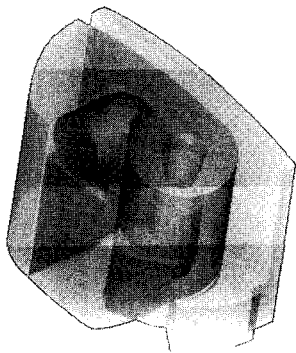


그림 7 진공청소기의 cyclone 예

기되고 있다. 결국 아무리 소리가 크게 발생하더라도 소비자가 듣기 싫다고 느끼지 않는다면 그것은 아무런 문제가 되지 않는다는 관점이다.

음질해석이란 측정기의 기계적 수치가 아니라 사람이 소리를 듣고 느끼게 되는 느낌에 의해서 소리를 분석하는 기술이다. 또한 최근에서 소리의 음질에 관한 관점을 뛰어넘어 제품을 사용하는 사용자의 전체적인 감성을 연구하고 해석함으로써, 소비자가 해당 제품을 사용하면서 느끼게 되는 만족감을 증대시키고, 이를 통해 제품의 경쟁력도 함께 향상시키고자 노력하고 있다.

### 3.2 적용 사례 : 냉장고

Negative sound의 특성을 가진다. 따라서 아무 소리도 나지 않는다면 더 이상 냉장고 소음에 대해서 고민할 필요가 없을 수도 있다. 그러나 현실적으로 아무 소리도 없는 제품을 개발하는 데에는 한계가 있다. 더구나 냉장고와 같은 가전제품의 경우에 일반적으로 소음을 완벽하게 차단하기 위한 흡차음 조치를 취하게 되면 열효율이 급격하게 나빠지면서 소비전력이 상승하게 된다. 따라서 지속적인 기술 개발을 통해 소비전력과 소음 모두를 낮추기 위한 연구가 계속되고 있다.

이러한 노력의 결실로 근래에 출시되는 냉장고들은 과거에 비해 매우 훌륭한 정숙성을 가지게 되었다. 그러나 제품의 소음 수준이 거의 일반가정의 암소음보다 낮은 수준에 이르게 되면서 심야에 귀에 거슬리는 소리가 난다는 소비자 불만이 등장하게 되었다. 특히 대부분의 경우, 이러한 소비자 불만은 일반적인 음압 (A-weighted SPL) 측정 방식을 이용해서는 설명을 하기가 어렵다.

당사에서는 냉장고 소음에 대한 실제 소비자의 청음 평가를 수행하기 위하여, 4종류의 냉장고에 대하여 30명의 일반 소비자들을 평가 패널로 하여 냉장고를 소음에 대한 만족도를 blind test 형태로 진행하였다. 그림 7의 결과에서 알 수 있듯이, 선정된 4 종류의 냉장고에 있어서 냉장고 전, 후

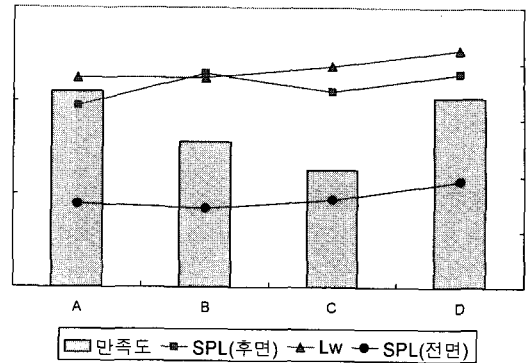


그림 8 소비자 만족도와 소음 수준

표 2 Zwicker Parameters

| Metrics    | A     | B     | C     | D     |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| Loudness   | 4.1   | 3.6   | 4.3   | 4.0   |
| Sharpness  | 0.608 | 0.795 | 0.837 | 0.642 |
| Roughness  | 0.214 | 0.203 | 0.203 | 0.190 |
| F/Strength | 0.116 | 0.150 | 0.111 | 0.077 |
| 만족도        | 3.51  | 2.60  | 2.10  | 3.39  |

면의 음압이나 음향파워(Lw)는 소비자 만족도와 별다른 상관 관계를 가지지 못하고 있다.

따라서 가능한 모든 인자들을 대상으로 만족도 평가 결과와의 상관 관계를 분석한 결과, 가장 큰 영향을 미친 인자를 찾을 수가 있었다. 이 결과에 따라 실제 제품 설계 인자 분석을 통해 제품의 개선 설계를 진행하였으며, 모델 B와 C 모두 A와 D 수준으로 개선 됨을 확인하였다.

## 4. 결론

디지털 가전제품은 우리의 생활과 매우 밀접한 관련이 있으며, 특히 소음진동은 그 제품의 만족도를 결정하는 가장 중요한 요인임에 틀림이 없다. 디지털 가전제품의 개발에 있어 소음진동 응용기술을 더욱 심화, 확대함으로써 소비자의 생활에 행복을 더해주는 가전제품을 제공하는 데 노력을 경주하여야 한다. ☞