

노래방용 스피커의 화재원인 해석



글 | 최충석
전기안전연구원
전기재해연구 수석연구원,
공학박사

1. 머리말

문명화된 사회에서 전기는 비중과 가치 면에서 가장 우수한 에너지라는 것에 대해 이의를 제기할 사람은 그리 많지 않을 것이다. 전기는 사용하는 사람, 장소, 목적 등에 따라 다양한 활용성을 갖고 있다.

특히 최근에 전기의 사용은 정보, 통신 등 활용의 폭이 더욱 더 넓어지고 있으며 삶의 가치를 높이는 원천적 에너지로서의 확고한 위치로 구축되었다. 초기의 전기 에너지는 단지 조명, 전열, 동력 등 고소비형 에너지 구조라면, 최근의 경향은 저 전력으로 고부가가치를 창출하는 광통신 및 조명, 음향 등으로 활용의 폭이 무한으로 확장되고 있다. 그 중에서 대표적인 것 중의 하나가 스피커이다.

스피커는 전기적인 신호를 공기의 진동으로 바꾸어 사람의 귀에 소리로 느낄 수 있도록 하는 장치이다. 이때 사람이 들을 수 있는 주파수를 가청주파수라 하며 대략 20~20,000Hz이다. 스피커는 기본적으로 '플레밍의 왼손 법칙'을 응용한 것으로 영구 자석 내부의 보이스 코일에 전류를 흘려 보내 전류의 방향에 따라 코일을 앞과 뒤로 움직이도록 한 것이다. 그 끝에 원형 판을 부착하여 그 판이 앞뒤로 움직이면 공기의 진동이 생겨 소리가 발생한다.

소리는 신호의 주파수와 전류의 세기에 따라 높고 낮은 소리, 작고 큰 소리가 다르게 재생되며 그 크기는 판의 움직이는 거리에 따라 결정된다. 즉 스피커는 우리의 일상생활과 매우 밀접한 환경에 노출되어 있고 현대의 문화 욕구 충족과 어울려 다양한 분야로 활용되고 있다.



그런데 과학적인 접근과 안전적인 측면이 고려되지 못하고 부적절하게 회로를 변경하고 확장함에 따라 크고 작은 사고가 증가하고 있다. 대표적인 사고는 난청을 유발시키는 것이고, 다음으로 스피커의 과부하를 유발시킬 수 있는 불필요한 조명 또는 장치에 의한 사고이다.

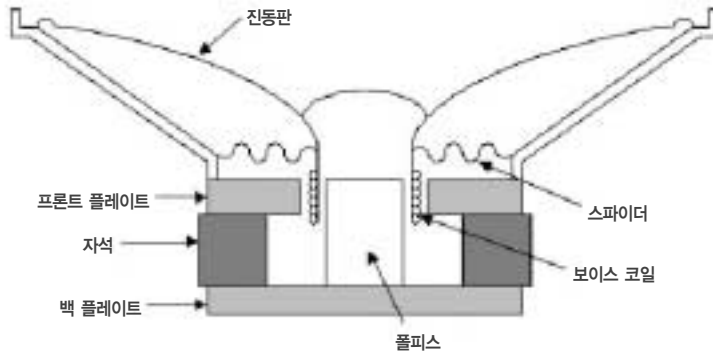
따라서 본 논고에서는 노래방용 스피커로 가장 많이 사용되는 용량의 기본 구조, 구성 요소 등을 설명하고 사고 현장에서 수거된 스피커의 외형 및 탄화 패턴, 금속 구조 특성을 분석하여 사고 원인을 밝히고자 한다.

2. 스피커의 구조, 구성 및 종류

가. 기본 구조

스피커는 라우드 스피커(loudspeaker)의 줄임말이며, 기본적으로 인클로저(enclosure)라는 스피커의 외함과 그 안의 모든 유닛을 포함한다. 스피커는 전화기의 수화기를 응용한 것으로 원리는 동일하며 일반적으로 무빙 코일(moving coil) 스피커가 많이 사용된다. 특수한 경우에는 정전형(electrostatic) 스피커와 리본(ribbon) 스피커, 압전형(piezoelectric) 스피커 등이 쓰이며 진동면이 얇은 박막형 스피커도 사용된다. 박스에 조립하지 않은 상태의 스피커를 스피커 유닛(unit) 혹은 드라이버(driver)라고 부른다.

무빙 코일 스피커는 [그림 1]과 같이 영구 자석을 링으로 구성하고 자석의 상, 하에 각각 프론트 플레이트, 백 플레이트를 설치하여 폴 피스(보텀 플레이트)와 함께 자기 회로를 구성한다. 폴 피스와 프론트



■ 그림 1-1. 무빙 코일 스피커의 구조(예)

플레이트의 사이에 간격을 만들어 갭(gap)이 형성되는데, 이곳에 보빈에 감은 보이스 코일을 설치하고 이를 지지하기 위하여 스파이더(spider)를 사용한다. 진동 면적을 넓혀 효율을 높이기 위하여 진동판을 보빈에 접촉하며 진동판은 스피커 프레임에 유연한 재료의 에지(edge)를 사용하여 지지한다. 진동판 가운데 부분에는 더스트 캡(dust cap)이라는 뚜껑을 씌우며, 진동판 형상 및 더스트 캡의 형상은 고음에서의 지향성, 분할 진동의 발생 등을 결정하는 요소가 된다.

한편 그림에서 자석과 폴 피스의 위치가 바뀌어 폴 피스 위치에 영구 자석이 설치되고 자석 위치에 플레이트 링이 설치되는 경우도 있다.

나. 구성 요소

스피커는 전기 신호를 음성 신호로 변환하기 위해 다양한 요소의 구성품이 필요하며, 그들의 물리적인 특성의 조화가 우수한 소리를 재현할 수 있다. 대표적인 것이 외함, 에지, 개스킷(gasket), 콘 페이

퍼(cone paper), 프레임, 캡, 댐퍼, 보이스 코일, 자석, 플레이트 등이 있다.

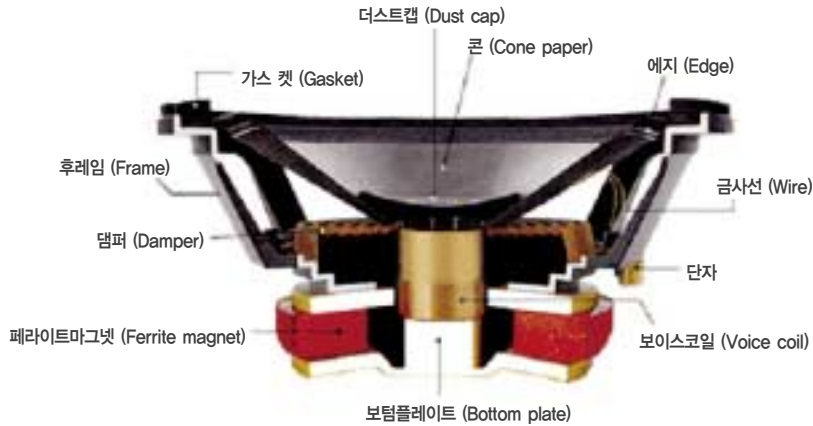
(1) 외함

외함의 사용은 공간에서 저음역의 음량을 만들고, 폐쇄된 공간에서 많은 양의 음량을 만들어 내기 위해 생긴 것으로 보면 된다. 고음영역 부분은 외함이 없어도 재생에는 문제가 없다. 내부 구조 형태에 따라 여러 방식으로 소리를 방출시킨다.

완전 밀폐형 스피커로 음을 들으면 약간 무거운 느낌이 들지만 중후한 멋이 있고, 고음역에서는 부족한 듯하나 안정감 있는 소리가 재생되므로 클래식 음악 감상에 우수한 특성을 나타낸다.

(2) 에지

콘 페이퍼를 잘 떨리게 하는 것으로 부드럽고 탄성이 우수해야 한다. 과거에는 종이 에지를 사용했으나 최근에는 고무 및 합성수지로 만든 에지가 많이 사용된다.



■ 그림 1-2. 무빙 코일 스피커의 구조(예)

에지의 부드러움과 탄성이 우수하지 못하면 콘 페이퍼가 잘 떨어지 못한다. 에지는 콘 페이퍼와 같은 재질로 일체형으로 된 픽스 에지와 따로 분리된 프리 에지가 있다.

(3) 개스킷

에지와 프레임 사이에 있으며 에지가 유닛에서 벗어나지 않도록 고정시켜 주는 것이다. 유닛을 외함에 고정시킬 때 개스킷에 나사를 박아 고정시켜 사용된다.

(4) 콘 페이퍼

콘 페이퍼(콘지) 또는 진동판이라고 일컬어지며 콘지가 떨어져 공기가 진동을 해 소리가 나는 것이다. 에지와 더불어 매우 중요한 곳이며, 콘지는 얇고 질길수록 스피커 성능이 우수하고 일반적으로 종이 가 많이 사용된다. 하지만 습기에 취약하다는 것 때문에 최근에는 합성 재료, 금속판 등을 사용하는 경우가 많다.

(5) 프레임

스피커 유닛의 골격이라고 할 수 있으며 유닛을 전체적으로 고정시키는 부분이다. 우퍼(저음용)에 사용하는 프레임은 반사음이 나올 수 있도록 되어 있다. 하지만 그 외에 반사음이 적은 미드 레인지(중음), 트위터(고음)의 경우 거의가 프레임이 밀폐되어 있다.

(6) 캡

스피커 내로 이물질이 들어가는 것을 막는 것으로서 캡에 따라 음질에도 많은 차이가 있으므로 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 때로는 음의 출력을 방해하는 경우가 발생하므로 캡이 없는 스피커도 있다.

(7) 댐퍼

콘 페이퍼와 보이스 코일 사이에 있어 콘 페이퍼(콘지)가 제대로 떨어질 수 있도록 해주며 진동을 조절하는 역할도 하나, 때로는 저음 쪽의 출력을 방해하기도 한다.

(8) 보이스 코일

음성신호를 받아 진동을 큰 페이퍼로 전달시키는 것으로 가장 중요한 요소 중 하나이며, 밀도가 높은 것일수록 좋은 제품이다. 만일 보이스 코일이 제대로 움직여 주지 않는다면 당연히 콘 페이퍼가 제대로 떨릴 수 없고 그렇게 되면 음질에 아주 나쁜 영향을 준다. 그렇기 때문에 코일과 코일 사이에 빈공간이 없도록 하고 촘촘히 감는 것이 좋다. 보이스 코일의 경우 고장이 거의 없는 편이라 예지나 콘 페이퍼의 관리만 잘 하면 영구적으로 사용할 수 있다.

(9) 영구 자석

자석은 영구 자석과 전자석 두 종류가 있다. 전자석은 코일에 직류 전류를 흘려 사용하는 것이며, 영구 자석은 알니코(알루미늄, 니켈, 코발트, 철 등을 주성분으로 소량의 동과 티타늄이 혼합하여 제조된 합금 자석), 페라이트, 코발트 등으로 제작된다.

현재 영구 자석이 주로 사용되며 알니코보다 수명이 길지만 성능이 떨어진다. 유닛의 중심 역할을 하는 것이며 보이스 코일이 위 아래로 움직이도록 하는 것이다. 자력의 밀도가 떨어지게 되면 음압 및 진동에 상당한 영향을 주기 때문에 매우 중요하다.

다. 스피커의 종류

스피커는 유닛의 구조에 따라 콘형, 돔형, 혼형, 콘텐서형 등이 있으며, 유닛의 기능에 따라 저음용, 고음용, 중음용 등으로 구분한다.

(1) 유닛의 구조에 따른 분류

(가) 콘형

원추형 모양이며 가장 많이 만들어지는 재래형

스피커 유닛이다. 출력 음압이 평탄하고 지향 특성도 정면이나 측상에서 레벨의 저하가 없고 임피던스 특성도 비교적 일정하여 가장 안정된 소리를 낸다.

콘형 진동판의 면적이 크면 낮은 주파수 쪽으로 이동하기 때문에 저음역의 재생에 유리하다. 그러나 고음 재생할 때는 음질이 맑지 않으며 중저음은 무난하게 재생된다. 구경이 작고 콘형 진동판 면적이 좁으면 최저 진동 주파수는 높아져서 재생 범위는 높은 쪽으로 벗어나게 되므로 이런 경우 저음역대 보다는 고음 재생이 잘 된다.

(나) 평면형

평면으로 디자인된 유닛으로 진동판에 직접 보이스 코일을 붙인다. 보이스 코일의 위치를 우퍼(저음용), 미드 레인지(중음), 트위터(고음)와 같게 하기 쉽기 때문이다. 이것은 일반적으로 사용되는 스피커와는 달리 위상 특성을 조절하기 우수하다는 평가가 있다. 그러나 사람의 귀는 재래식 콘형에 오랫동안 익숙해져 있기 때문에 아직은 큰 호응을 얻지 못하고 있다.

(다) 콘텐서형

정전형이라고 불리며 싱글형과 푸시풀형이 있다. 높은 입력 임피던스와 매칭시키기 위해 트랜스가 필요하며 외부 전원이 필요한 것이 많이 있다. 높은 바이어스 전압이 인가되어야 구동할 수 있기 때문이다. 그러나 전원이 필요하지 않은 제품도 있으며, 정전형 바이올린, 피아노 등 독주곡을 감상할 때 이상적이다.

(라) 리본형

음을 재생시킬 때 정교한 음질 특성을 갖고 있는 유닛으로 주로 고음역인 트위터(고음)에 많이 사용되고 전면 구동이 잘 되는 특징이 있다.



(마) 돔형

재생되는 음질이 고르게 확산되는 특징을 갖고 있어 중음이나 고음용 유닛에 많이 사용되고 있다. 기본적으로 콘형과 같은 상태로 만들어지는데 재질로는 알루미늄, 베릴륨, 티타늄과 특수한 금속이 사용된다. 이를 하드돔이라고 하며 섬유에 플라스틱을 부착시켜 제작된 것이 소프트 돔형이다.

(2) 유닛의 기능에 따른 분류

(가) 저음형

보통 우퍼(woofer)라고 부르는데 다른 스피커 유닛보다 훨씬 크며 낮은 음을 들려준다. 저음 대역을 커버하는 우퍼는 콘트라베이스나 오르간의 낮은 소리 등이 잘 들리도록 하기 위해 외함의 밑쪽에 설치한다.

(나) 고음형

높은 음을 맞은 것을 트위터라고 하며 바이올린, 피콜로 등 높은 소리를 재생하는 데 사용된다. 트위

터는 다른 스피커보다 구경이 적고 고음 재생이 우수하다. 보통 1~1.5인치 정도가 이상적인 크기인데 그 이상이 될 때는 주파수 특성이나 방향성이 문제가 되어 높은 소리의 재생이 좋지 않게 된다. 일반적으로 트위터는 외함의 위쪽에 고정시켜 설치한다. 돔형 트위터는 높은 주파수에서 찌그러짐이 없이 재생되고 고급형의 스피커에 많이 사용되며 방향성도 좋아 멀리 떨어져 있어도 콘형 보다는 좋은 소리를 들려준다.

리본형 트위터는 말 그대로 리본 모양으로 생겼으며 가청 대역 이상의 주파수까지 무리없이 부드럽게 느낄 수 있는 것이 특징이다. 공기를 직접 움직이기 때문에 과도 특성도 우수하고 진동판이 전면 구동한다. 혼형 트위터는 나팔식으로 만든 트위터로 음질 특성이 우수하며 작은 유닛에 나팔처럼 생긴 혼을 붙인 것을 말한다.

(다) 중음형

저음과 고음 사이의 소리를 재생하는 유닛을 말한다. 제작사에 따라 고음 유닛과 저음 유닛에서 중음을 처리하게 만든 경우도 있다. 기준치는 일상 생활의 대화 정도로 생각하면 된다. 보통 스피커에서 좋은 스피커가 어떤 것이냐 하는 것은 중음 재생이 얼마나 깨끗하게 들리는지의 여부에 따라 다르다고 해도 지나치지 않다.

특히 클래식 음악에서 실내악을 연주한다면 중음 특성은 더욱 중요한 요소이다. 음악을 감상할 때 귀로는 잘 구분되지 않지만 중음 재생이 뛰어난 스피커를 사용하면 음질의 특성을 정확히 감상할 수 있다.

(다음 호에 계속됩니다) 