

음향 이론 2-1(소리)

2007 년 3 월 23 일

2-1. 소리의 변화

소리는 주변의 영향을 많이 받고 섞이기 때문에 주음과 간섭음을 구분해 내기는 무척 힘들다. 이런 현상에 의해 주변의 영향과 소리간의 간섭에 의해 전혀 다른 소리가 발생하게 하기도 한다.

2-2. 흡음과 차음

실내의 음향 특성은 소리가 달는 부분의 벽 재료에 따라 달라지며 공간의 크기와 형태에 따라 달라지게 된다. 공간 벽에 음파가 부딪치게 되면 음에 존재하는 에너지의 일부는 반사되고 나머지는 흡음되어 감소되는 부분과 주파수와 간벽 재료에 따라 투과되는 부분이 있다. 벽에 입사되는 에너지에 대한 반사 에너지와의 비를 반사율(reflection)이라고 하며 흡음 에너지와 투과 에너지를 더한 것과 입사 에너지와의 비를 흡음률(absorption)이라고 한다. 이때의 투과 에너지를 투과율(transmission)이라고 한다. 투과율은 벽의 구조와 재료에 따라서 달라지며 완전 흡음인 경우에 흡음률은 1 이고, 완전 반사의 경우에는 0 으로 정의 된다. 때문에 소음이 없는 조용한 환경에서 순수한 음을 즐기기 위해서는 외부로부터의 소음을 차단하여야 하고 실내에서 재생한 음이 외부로 새어나가서 다른 사람에게 방해가 되지 않도록 해야 한다. 왜냐하면 청취자가 원하지 않는 모든 소리는 잡음으로 정의 되기 때문이다. 이것을 우리는 소음이라고 한다. 이때 소리를 차단하는 것을 차음(insulation) 또는 방음이라고 하며 벽의 구조나 재료에 따라서 차음되는 정도가 달라진다. 벽에 의해서 음을 차단할 경우에 차음되는 정도는 벽의 단위 면적당의 중량과 주파수에 비례하는 질량의 법칙(Mass law)이 있다. 이 법칙에 의하면 무거운 벽일수록, 그리고 주파수가 높을수록 차음 성능이 좋아진다. 벽이 어느 정도의 차음 능력을 갖는가는 투과 손실(Transmission Loss; TL)로 정의한다.

$$TL = 20 \log \frac{P_i}{P_t} [\text{dB}]$$

여기에서 P_i 는 입사음의 에너지이고, P_t 는 투과 에너지를 나타낸다.

2-3. 음의 회절

음이 투과되지 않은 제한적 공간 크기의 장벽에 음이 입사한 경우에 장벽의 그늘(shadow)이 되는 부분으로 음이 들어오는 현상을 회절(diffraction)이라고 한다

2-4. 야외 음향(outdoor acoustics)

야외에서의 음은 실내와 달리 반사체가 없는 것이 특징이며, 온도나 바람의 영향을 받아서 전달되는 소리의 변화가 많은 공간이다.

•역 자승의 법칙

자유음장(free field)이란 장애물이나 음의 반사가 없는 음장을 말한다.

자유 음장에서의 점 음원에 의해 만들어지는 음향 레벨은 그 거리가 2 배가 되면 6dB 씩 감소하며, 이것을 역 자승 법칙(inverse square law)이라고 한다.

$$\text{레벨 차} = 10 \log \left(\frac{d_1}{d_0} \right)^2 = 20 \log \left(\frac{d_1}{d_0} \right)$$

여기에서 d_0 는 기준 거리이며, d_1 은 음압 레벨 측정 지점에서의 거리이다.

2-5. 소음

소음(noise)이란 원하지 않는 모든 소리를 통칭한 음(unwanted sound)이다.

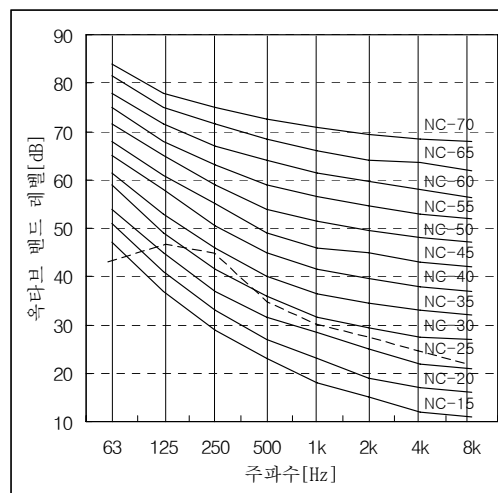
•소음의 평가 기준

소음의 평가 기준으로는 옥타브 밴드 분석 값에 대하여 회화의 청취 방해 데이터로부터 Beranek 가 정의한 NC(Noise Criteria) 곡선을 사용하며 소음 환경 평가 기준을 표로 나타낸다.

NC-20~30	아주 조용, 규모가 큰 회의실
NC-30~35	조용, 대화 거리 약 10m
NC-35~40	대화 거리 약 4m, 전화 지장 없음
NC-40~50	보통 소리로 대화거리 2m, 약간 큰 소리로 4m 까지 가능, 전화가 곤란할 때가 있음
NC-50~55	약간 큰소리로 2m 거리에서 대화 가능, 전화가 조금 곤란
NC-55 이상	아주 시끄럽다. 전화 곤란

소음의 NC 값을 구하는 방법은

- 소음을 옥타브 분석하여, 밴드 레벨(dB)을 구한다.
- 밴드 레벨(dB)의 값을 NC 곡선의 그래프 상에 주파수 대역별로 기입 한다.
- 각 밴드의 NC 값을 구하여, 그 최대값을 소음의 NC 값으로 한다.



NC 곡선

2-6. 선행음 효과(Hass Effect)

청취자로부터 약 3m 떨어진 지점에 Left, Right 의 스피커를 배치하고 똑 같은 신호를 가하면 음상은 청취자의 정면에 생기게 된다. 그러나 Right 스피커의 세기를 줄이면 Left 스피커 쪽으로 음상은 이동하게 된다. 반대로 두 개의 스피커에서 같은 세기의 신호를 보내고 한쪽의 스피커를 멀리 이동시키면 가까운 스피커 쪽으로 음상이 생기게 된다. 두 신호의 시간차가 1~30ms 범위에서 이러한 현상이 발생되며 시간차가 50ms 이상이 되면 우리는 에코(Echo)로서 느끼게 된다.

신호를 각각의 스피커에 역위상(Out of phase)으로 보내고 세기가 같은 신호를 스피커에 공급하면 음상은 두 스피커 사이의 중앙에 위치하기도 하고 머리 안이나 머리 뒤 쪽에서 나타나게 할 수도 있다. 이 때 한 쪽 스피커의 레벨을 서서히 줄이면 음상이 수평 이동(Shift image)하다가 어느 레벨 이상으로 차이가 나게 되면 음상은 한 쪽 스피커를 넘어 이동하게 된다. 이것이 스테레오 시스템의 기본 원리이며 제 1 파면 효과(first wave effect), 선착 효과(precedence effect), 청각 억제 효과(inhibition effect)라고도 한다.

•지연 시간의 설정

스피커가 앞 뒤로 있고 청취자가 스피커로부터 일정한 거리를 두고 앉아 있을 경우 지연기를 사용하지 않고 음을 청취 한다면 청취자는 소리의 직접음을 듣는 것이 아니라 하스 효과에 의해 청취자의 가까이에 설치되어 있는 스피커로부터 소리가 재생되어 부자연스러운 느낌이 들게 된다. 이 경우 스피커 시스템에 지연기(Delay)를 이용하여, 5~30ms 를 지연시키면 음상이 중앙에 정위되어 스피커의 존재를 느끼지 못하게 되고 음상이 자연스럽게 된다. 또한 직접음의 레벨보다는 지연시킨 음의 레벨이 10dB 높아도 같은 현상이 생긴다. 스피커 시스템의 지연시간은 다음식으로 저의 할 수 있다.

$$t = \text{거리} / 340\text{ms} + 20\text{ms}$$

2-7. 칵테일 파티 효과(Cocktail Party Effect)

두 귀 효과에서 가장 특징 있는 성질로써 혼잡한 가운데서 많은 사람들의 목소리나 잡음이 섞인 상대방의 목소리를 알아 듣고 이야기 할 수 있는 현상을 말한다. 다수의 음원이 공존할 때 두 귀를 가지고 있기 때문에 각각의 음원을 공간적으로 따로 따로 분리하여 듣고, 특정인의 말을 알아 듣는 것이 용이하다는 원리이다.

2-8. 마스킹(Masking)

2 개의 음이 동시에 존재할 경우에 한쪽의 음이 다른 한쪽의 음에 의해 은폐되어 들리지 않게 되는 현상을 마스킹 현상(Masking Effect)이라고 한다. 마스킹 현상에서 방해하는 음을 마스커(Masker)라고 하며 방해 받는 음을 마스키(Maskee)라고 한다.

두 음이 제시되는 조건에 따라서 동시 마스킹(Simultaneous Masking)과 시간 마스킹(Temporal Masking)으로 구분된다.