

방송필수 음향기술 - 11

다양하고 빠르게 변화하는 방송미디어의 흐름 속에 방송음향은 날이 눈부신 발전을 거듭해오고 있다. 방송제작에 있어 진보된 음향제작기술은 상당히 중요한 경쟁력이며, 이것을 달성하기 위해서는 단지 최신의 음향장비만으로는 불가능하다. 즉, 기본적으로 음향에 대한 지식과 경험을 바탕으로 한 엔지니어의 능력이 필수인 것이다. 바로, 이 글은 방송음향엔지니어들이 실질적으로 방송에 이상적인 음향을 만드는데 필요한 지식과 정보, 그리고 더 나아가 방송음향관련 행정담당자에게도 쉽게 음향에 대한 이해를 돕는 실무 지침서가 되는 것을 목적으로 한다.

지난 장에서는 음향의 종류에 대해 알아보았다. 이번 장에서는 건축음향에 대해 자세히 알아보겠다.

건축음향(建築音響 : architectural acoustics)의 개념

건축음향은 건축물과 관련된 공간의 소리를 다루는 분야이다. 보통 건물의 실내만을 생각하기 쉽지만, 건축물과 관계된 실외의 환경적인 요소도 모두 포함한다. 구체적으로는 건물 구조설계뿐만이 아니라 잡음(雜音), 진동(振動)을 억제하는 구조재(構造材), 벽, 바닥, 천장 재질에 대한 연구와 실제적용, 그리고 인테리어에 반사판, 흡음판, 덕트 내의 소음을 제거하는 기구인 사운드 트랩(sound trap) 등을 사용하여 건물 내에 최적의 음향환경과 청취조건을 조성하기 위한 기술분야로, 디자인과 건설의 감각적인 요소들이 음향성질에 많은 영향을 끼친다.

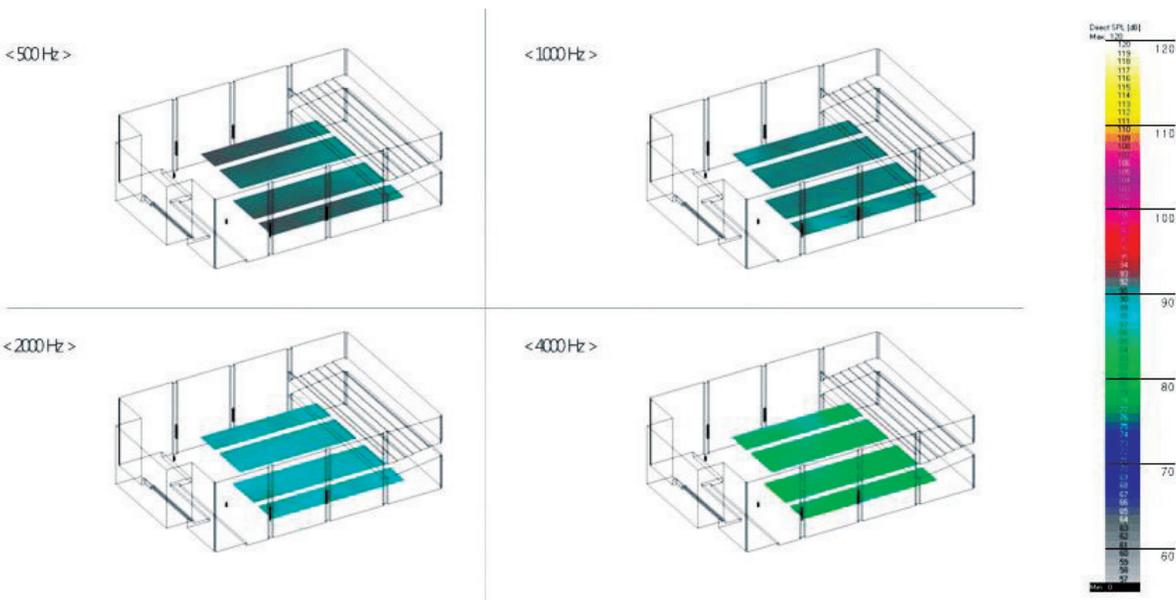


그림 1. 주파수에 따른 건물내의 음압분포 시뮬레이션

음향에서 보통 마이크, 믹서, 프로세서, 앰프, 스피커와 같은 전기음향분야만을 생각하는데, 적합한 건축음향의 기초가 없다면 전기음향은 무의미하다. 또한 이것은 현대의 눈부신 과학기술의 발전으로 부각되었던 것이 아니다. 아주 오랜 옛날에도 기본적인 의사전달을 위하여 소리를 확장하는데 건축음향기술이 연구되었고 그러한 결과물들이 전 세계에 존재한다. 이러한 것에 대한 이해를 돕기 위해 하나의 예를 들어본다.



그림 2. 마야 유적지 불경기장

멕시코 마야 유적지 불경기장은 앞뒤의 건축물에 왕과 왕의 손님이 자리 잡는다. 음향을 고려해 지은 경기장이기 때문에 왕과 왕의 손님은 먼 거리에 떨어져 앉아 있어도 우수한 건축음향 설계로 서로 대화를 할 수 있다. 말하면 전체가 잘 들릴 수 있도록 설계가 되어 있다. 이처럼 과거에도 인간은 건축물에 음향을 고려하여 설계와 공사를 했으며, 역으로 또한 음향을 위해 건축적인 부분을 고려하고 있는 것이다.

이렇게 건축음향은 전기음향과 마찬가지로 음향에서 매우 중요한 분야이다. 일단 완성된 건물에서 음향상태가 좋지 못할 경우 다른 어느 부분보다도 수정에 힘이 들기 때문에 계획할 때부터 충분히 검토되어야 한다. 대부분 강당이나 학교, 교회 등에 대한 음향적 검토의 필요성은 잘 알고 있으나, 아파트나 사무실 건물에서 충분히 해결할 수 있었던 음향상의 문제들은 그대로 감수하는 경우가 많다. 건축음향에서, 세부적으로 관계된 요소들도 다양한데, 대표적으로 외부 디자인과 내부 인테리어와 같은 감각적인 요소들은 음향 성질에 많은 영향을 끼친다. 즉, 대지의 선정과 그에 따른 이용방법, 건물 내의 각 공간들의 수평적, 수직적인 연관관계, 재료와 구조의 선택, 방의 형태 등 모든 것이 음향과 관계된다.

건축음향 적용분야

건축음향은 그림과 같이 다양한 분야가 존재한다. [그림 3]의 분야들은 단지 가장 일반적이고 대표적인 예를 말한 것이다. 이보다 실제로는 공간음향 중에 무향실, 자동차내 진동 소음 등을 포함한 훨씬 다양한 건축음향의 분야들이 존재한다. 여기서 공간음향을 연구하는 필수적인 분야인 무향실에 대해 좀 더 알아보자. 무향실(無響室, anechoic room)은 천장, 벽, 바닥 등으로부터의 음반사가 0에 가깝게 설계한 '음향 측정용 방'을 의미한다. 외부 소음을 차단하기 위하여 충분한 두께의 콘크리트 외벽을 쌓고, 진동이 건물 따위의 구조물에 전달되는 것을 막는 바닥의 방진(防振)을 위해 일정공간이 떠 있는 부상구조(浮床構造, floating structure)로 하며, 벽 내부

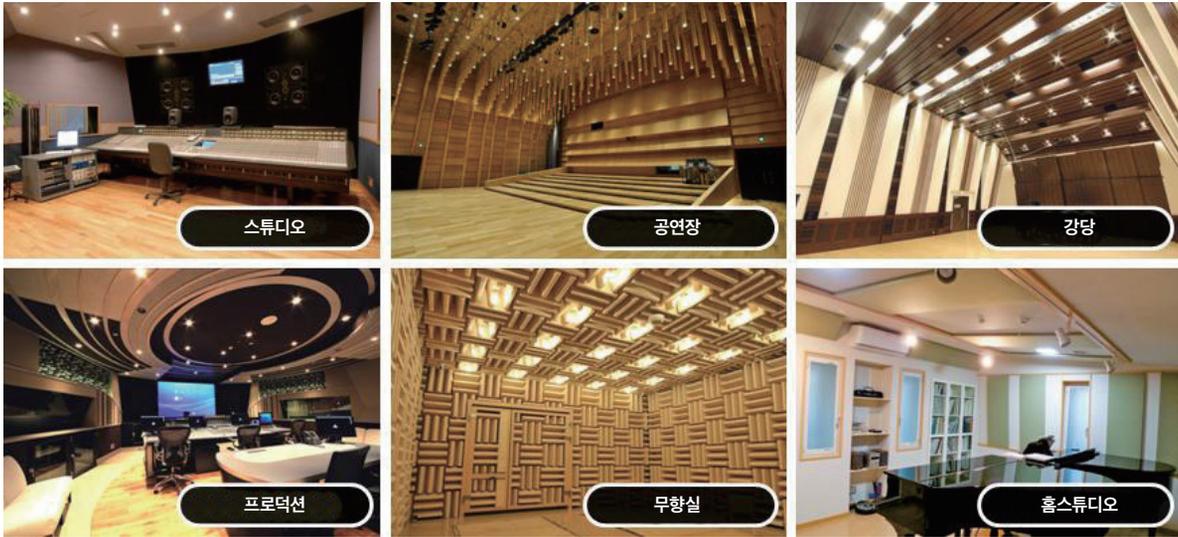


그림 3. 건축음향의 대표적인 예

는 10~20cm 두께의 유리섬유 등을 바른다. 무향실이 필요한 이유는 음향 스펙트럼이나 음의 지향성 등의 측정은 자유공간(自由空間, free space, 소리를 전달하는 매질이 균질한 공간)에서 해야 할 필요가 있기 때문이다. 야외에서는 소음이나 바람의 영향을 받으므로 정확한 음향측정이 어렵다. 그래서 자유음장(自由音場)과 같은 측정실이 필요하다. 무향실 내에는 1,000Hz 이상의 음은 거의 100% 흡수되지만 그래도 100Hz 이하의 음은 재료의 흡음률(吸音率)이 감소하므로 반향이 생긴다. 그래서 벽 안쪽에 길이 수십cm의 쐐기 모양으로 만든 유리섬유 등을 배열하여 음을 흡수시키는 방식을 취하기도 한다.

건축음향의 필수음향 요소

건축음향에서 음향의 특성상 필수적으로 알아야 하는 요소들이 있다.

방음(防音 : sound proof)

방음은 안의 소리가 밖으로 새어 나가거나 밖의 소리가 안으로 들어오지 못하도록 막는 것을 의미한다. 건축음향에서 방음은 소리가 통하기 어려운 물질로 막는 기술이다. 기본적으로는 벽의 질량을 늘리기로 방음 효과를 거두는데 그것은 한계가 있다. 그러므로 거기에서 벽, 바닥, 천장을 이중화함으로써 큰 효과를 가져오도록 하고 있다.

흡음(吸音 : acoustic absorption)

흡음은 소리를 반사하지 않도록 하는 흡수하는 기술이다. 물리적으로 설명하면 음파가 매질(媒質)을 통과할 때나 물체 표면에 닿을 때, 매질이나 물체가 음파를 빨아들임으로써 소리 에너지가 감소하는 현상을 말한다.

일반인들은 쉽게 방음과 흡음을 동일로 구분하여 사용하는데 다시 정리하면 방음은 소리를 막는 것이고 흡음은 소리를 빨아들이는 것이다. 이러한 방음과 흡음에 대한 건축적인 설계뿐만이 아니라 다양한 건축음향자재들에 대해 알아보자.

건축음향자재(acoustic treatment)

건축음향의 자재에는 크게 흡음과 방음에 사용되는 다양한 구조와 재질을 가진 것들이 있다. 몇 가지 예를 들어, 이러한 자재들이 어떻게 음향적인 문제들을 해결하고 있는지 알아보자. 스튜디오와 같이 작은 공간은 매우 효과적인 표면이 뒷벽 반사를 간섭하는 음들



그림 4. 다양한 건축음향자재

을 분산시킨다.

그러므로 스튜디오에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 2개의 전지향성 분산 표면을 사용한다. 이렇게 함으로써 반사를 방해하는 것은 흡음 또는 분산으로 제어할 수 있다. 작은 실내에서는 자주 반사를 방해하는 흡음 대신에 분산을 사용하여 주변 음장을 제공한다. 실내의 표면에서 개별적으로 듣는 이에 가까울 때, 매우 효과적인 분산표면이 필요하다.



그림 5. 흡음벽 처리

그림은 스튜디오뿐만 아니라 일반 공연장의 관객석의 흡음처리(acoustic treatment, 吸音處理)를 보여주고 있다. 이것은 외부로부터 들어온 소음이나 실내에서 발생한 소음이 실내에서 증가되어 소음레벨이 상승하는 것을 방지한다. 또한 잔향에 의하여 실내 발생음이 길게 남아서 크게 느끼게 되는 것을 방지한다. 더욱이, 반복 반사에 의하여 리버브와 같은 소음이 전달되는 것을 방지한다.

이상적인 건축음향설계

좋은 건축음향의 조건을 측정하는 주요 3요소는 잔향감, 음량감, 공간감이다. 잔향감은 원래 소리에 없는 음으로, 공간에서 발생한 공간 왜곡(spatial distortion)이다. 이러한 왜곡 효과는 경우에 따라 좋은 현상이 될 수도 있으며 반면에 나쁜 현상이 될 수도 있다. 이상적인 실내음향 상태는 울림이 적당하고 음성이 명료하게 들리는 것이다. 울림이 있으면 기분이 좋지만 강당과 같은 공간에서 느끼는 울림은 음성의 명료도를 저하시킨다. 쉽게 얘기해서 고성당의 잔잔한 울림소리는 전통과 역사적인 느낌을 자아내어 음향적으로도 매우 독특한 특성이 될 수 있다. 그러나 일반적으로 잔향이 많은 건물은 원음이 퍼지게 하여 명료도가 떨어지고 오래 듣게 되면 귀가 쉽게 피곤해진다. 이러한 현상들은 특히, 음악을 연주할 경우에는 잔향이 없으면 일련의 음들이 불연속적으로 나오게 되고 아주 건조한

음악이 된다. 그러므로 음악의 장르와 성격에 따라서 각 음 사이를 잔향이 적절하게 연결시켜 주어야 더 풍부하게 들리게 된다. 반면에 잔향이 너무 많으면 음악의 명료성도 떨어지므로 적절하게 사용해야 한다.



그림 6. 교회 천정의 흡음처리

적절한 잔향의 시간은 실내의 체적에 비례하고, 표면적과 평균 흡음률에 반비례한다. 정보를 전달하는 강연, 발표와 같은 음성전달의 경우 잔향이 너무 많으면 명료도가 나빠지므로 잔향시간을 짧게 하는 것이 좋다. 반면에 음악의 경우는 잔향이 부족하면 음의 풍부함이 없고, 특정악기의 경우 잔향시간이 긴 것이 좋은 경우도 있다. 이와 같이 실내의 사용 목적에 따라서 잔향시간의 최적 값이 달라진다. 실내의 체적에 따른 적절한 잔향시간은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$t = \frac{0.162V}{-2.30S \log_{10}(1-\bar{\alpha}) - 4mV}$$

*참조 : t : 잔향시간(초), S : 실내표면적(m²), V : 실용적(m³), $\bar{\alpha}$: 평균흡음율, m : 감쇄계수. 잔향시간은 방의 넓이 · 형태 · 벽의 흡음률 등에 따라 다름.



그림 7. 방송국의 흡음처리

실내에서 소리를 내어 정상상태에 도달하면 그 소리를 멈추게 한 다음, 음향 에너지 밀도가 거기서 $1/10^6$ 이 되기까지의 시간이 잔향시간이다. 잔향이 지속되는 시간은 실내의 음원을 정지시킨 후 음의 에너지는 대수적(對數的)으로 감쇄하는데, 일정한 장소에 있어서, 실내공간의 소리 에너지가 (처음의 $1/1,000,000$, 음압으로 $1/1,000$)60dB(데시벨)의 감쇄가 생기기까지의 시간을 말한다. 잔향시간은 다른 표현으로 '여운시간(餘韻時間) 또는 여음시간(餘音時間)'이라고도 한다.

잔향시간과 잔향감

잔향감은 반드시 잔향시간에 비례하지 않는다. 잔향시간은 체적에 비례하고 실내표면적과 평균 흡음률에 반비례한다. 따라서 잔향 시간을 2배로 하기 위해서는 공간을 두 배로 늘리거나 흡음 처리하여 평균 흡음률을 절반하는 것을 의미한다. 그러나 이것은 완전히 다른 물리현상이며 같은 잔향 시간이라도 청감적인 느낌은 완전히 다르다. 참고로 우리가 생활하고 있는 일상공간의 잔향 시간의 범위는 청취룸에서 0.2 ~ 0.5초, 음악당은 1.0~3.5초로 그 범위가 넓다.

홀이나 강당과 같은 넓은 공간에서 음향감을 증가시키기 위해서는 이러한 특성이 이용된다. 무대에서 먼 좌석에서는 직접음은 상당히 감쇄되므로 작아지지만, 직접음에 이어서 50ms 이내의 초기 반사음을 가능한 한 많이 보강할 수 있도록 실내 형상을 설계하면, 뒤 좌석에서도 충분한 음향으로 음악을 들을 수 있다. 참고로 반사음을 잘 활용하면 좋은 확산감을 얻을 수 있다. 반사음의 발생 방향에 주목하면, 실내 측면에 반사되어 옆 방향부터 도래하는 음을 옆 방향 반사음이라고 하고, 그 이외의 천정, 바닥, 뒤 벽 등으로부터 오는 반사음을 정중면 반사음(non-lateral refraction)이라고 한다. 확산감은 반사음이 가진 좋은 효과이며, 옆 방향 반사음의 양에 관계되고 반사음의 지연시간 등도 영향을 미친다. 직접음에 대한 초기 반사음의 시간지연을 초기 지연 시간이라고 한다. 확산감은 일반적으로 초기 지연 시간이 길고 옆 방향 반사음의 양이 많을수록 커진다. 확산감은 잔향 시간과는 거의 관계가 없고, 옆 방향 반사음과 관계가 있는 것이다.

건축음향에서의 주요문제 요소

건축음향에서의 대표적인 음향적인 문제는 에코와 플러터 에코가 있다. 직접음이 들린 후에 분리되어 반사음이 들리는 것을 에코(echo)라고 하며, 이것을 잔향과 구별하여 사용하고 있다. 음성 신호는 짧은 음이 연속하여 반복되므로 에코가 많으면 명료도가 떨어진다. 반면에 음악에서는 소리에 시간차가 생겨서 리듬이 달라지게 되어 연주하기 어렵게 되므로 실내음향장애 중에서 가장 좋지 않은 현상이다. 플러터 에코(flutter echo)는 천장과 마루, 양측벽면과 같은 것들이 서로 평행하고 밀도가 높은 재질의 반사가 쉬운 견고한 벽면에서 소리가 평행면 사이를 다중 반사하여 음이 들리는 것을 말한다. 추가적으로 음향초점(sound focus)과 데드 포인트(dead point)가 있는데, 음향초점은 어느 특정부분의 긴 오목한 곡면에 소리가 반사되어 음이 집중되어 특정부분에서 음압레벨이 상승하는 현상을 말한다. 이와 반대로 특정 장소에서 음압레벨이 낮게 형성되는 것을 데드 포인트(dead point)라 한다. 결론적으로 이러한 음향적인 문제들은 적합한 설계와 건축음향자재들로 해결할 수 있으므로, 반드시 사전에 건축음향 설계 시에 검토되어야 하는 부분들이다. 

참고

www.sona.co.jp, <http://www.advancedacoustics-uk.com>, www.rpg europe.com, 인테리어 용어사전