

## Acoustic design techniques(음향 설계기법)

### Acoustic Requirements of Speech and Music (연설과 음악회의 음향적 요구사항)

많은 현대 강당들은 음향설계자들에게 의미 있는 도전을 제시한다. 이는 근본적으로 같은 공간이 연설회와 음악회 모두에 적합한 융통성 있는 요구를 의미하기 때문이다. 불행하게도, 이런 두 가지 행위의 음향적인 요구사항은 다를 뿐만 아니라 많은 어려운 결정을 해야 하는 설계자들에게 갈등을 남기기도 한다.

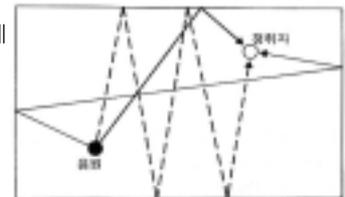
### Requirements for Speech (강연회의 요구사항)

이곳(강연회장 or 연설장)의 목표는 실내에 있는 모든 객석에 명강의를 명료하게 전달하는 것이다. 각 음절마다 따로 들리고 소리가 섞여서 뭉개지지 않아야하고 강연자는 굳이 들으려고 노력하지 않아도 충분히 들을 수 있게 크게 말해야한다. 청중이 듣는 소리는 벽체와 천장으로부터의 초기 반사와 실의 **다중반사**<sup>1)</sup>에 의해 발생한 **잔향음**<sup>2)</sup>이 섞여서 객석으로 곧장 직접음이 전달된 것이다.

직접음은 화자와 청중사이의 거리와 관계가 있어 거리가 가까워지면 소리는 더 커질 것이다. 잔향음은 원음이 60dB만큼 떨어질 때까지 (즉, 원음의 100만분의 일로 떨어지는데) 걸리는 시간으로 측정되어왔다. 이 주기는 일반적으로 화자와 청중사이의 거리와는 관계가 없다. 그대신에 실의 부피와 실의 표면과 재질의 흡음율과 관계가 있다. 그리고 또한 주파수와 관계가 있다.

연구자료에 따르면, 중주파수에서 1.1초 정도의 **잔향시간(Reverberation Time: RT)**<sup>3)</sup>은 중간크기의 공간에서 작게 연설하는 경우에 적절하고, 잔향시간은 저주파수에서는 너무 많이 길어져서는 안 된다. 왜냐하면 '**차폐**<sup>4)</sup>로 알려진 효과에 의해서 소리가 명료하게 들리지 않기 때문이다. 양호한 초기 반사로 이러한 특징은 보다 명확해진다.

- 1) **다중반사** : 반사의 회수가 많아질수록 소리가 이동한 거리가 길어지므로 음파가 늦게 도착하게 되고 약해지게 된다.

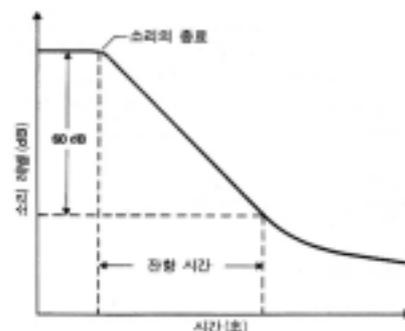


- 2) **잔향** : 음원으로부터의 소리가 멈춘 뒤에도 소리가 계속해서 들리는 현상. ex)교회

cf) **반향(echo)** : 소리의 지연된 반사이다. 즉, 잔향과 동일한 현상이나 직접음을 보강해주는 반사음이 강하고 지연되면 원래의 소리가 불분명해지고 혼돈을 가져오게 된다.

- 3) **잔향시간(Reverberation Time: RT)** :

원음의 레벨이 60dB감소할 때까지 걸린 시간.  
원음의 세기가 100만분의 일로 떨어지는 것과 같다.



- 4) **차폐(masking)** : 두 음의 진동수의 차·강도가 크게 다를 때 약한 음이 들리지 않는 현상.

화자의 목소리와 액센트를 명확하게 인식할 수 있고 어떤 소리의 정보도 이해할 수 있는 한 연설의 실제적인 질에 대한 청중의 기대는 그리 중요하지 않다.

### Requirements for Music (음악회를 위한 요구사항)

반면에, 음악회 청중들은 다양한 스타일과 다양한 지역의 음악을 위해 상당히 개선된 특별한 음질을 기대한다.

음악을 감상하는데 있어서 많은 주관적인 요소들이 있다. 그리고 이러한 요소들이 표출됨에 따라 조건이 매우 다양해진다. 많은 음향적인 연구의 문제는 이러한 주관적인 조건과 양을 정할 수 있는 디자인적 관점과 연관이 있다. 이런 조건들은 온기, 혼합, **명료도**<sup>5)</sup> 등을 포함한다. Barron의 책에서 강당설계에 대해 다음과 같이 언급했다.

“..... 명료도는 음악적으로 세심한 부분을 감상할 수 있을 정도로 적절해야한다.....잔향에대한 인식이 적절해야 청중은 자신이 소리로 둘러싸였다고 인식할 것이다. 청중은 음향적인 경험을 친숙하게 받아들이고 소리가 적절한 소리의 세기를 가진 것으로 판단해야한다.”

명료도가 연설에 있어서 필수적인 반면에 음악에 있어서 우리는 음의 개별적인 확산이 더 많이 섞이기를 원한다. 음악 강당에 있어서 과도한 명료도는 음악가들의 연주를 더욱 힘들게 하는 원치 않는 보잉이나 불쾌한 소음을 유발하여 깨질 것 같거나 무미건조하거나 음색이 두드러지는 것 같은 개인적인 느낌을 준다.

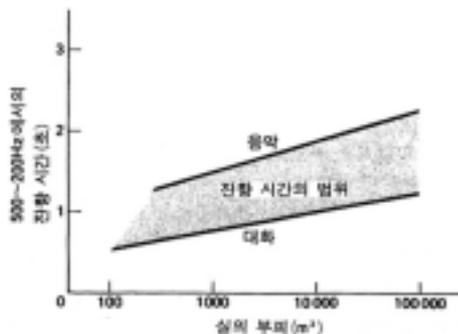
이로부터 얻을 수 있는 단편적인 결론은 **연주를 위한 실은 연설을 목적으로 하는 실보다 잔향시간이 더 길어야한다**는 것이다. 대형 콘서트홀에서는 잔향시간이 2.4초까지 발생한다. 그리고 최신 콘서트홀의 잔향시간은 대부분 2초이다. 최근 받아들여진 최적 범위는 객석마다 8~10m<sup>2</sup>의 부피를 가지는 경우 1.8초~2.2초이다. 대부분의 경우 단기적으로는 이익이 될 수 있지만 음악에 있어서는 선의 명료도가 중요하기 때문에 논쟁의거리가 될 수 있다. 그리고 실내 음악홀은 대체적으로 더욱 건조하다.

지난 몇 년간 주관적인 감동에 관해 행해진 연구에서는 초기의 측면 반사의 중요성이 강조되고 있다. 측면 반사음은 직접음이 도달한 후에 처음 80ms 이내로 청중에게 도달하는 측면 벽으로부터의 소리이다. 예를 들어, 이러한 논리는 직사면체 공간이 부채꼴 형태의 공간보다 청중의 이목을 집중시킬 수 있는 이유를 설명한다. 공간의 온기는 저음의 응답과 관계가 있고, 음악 강당은 이를 둘러싸고 더 낮은 단부에서는 잔향시간이 더 긴 경향이 있다.<sup>7)</sup>

5) **명료도** : 음성을 어느 정도 정확하게 알아들을 수 있는가를 나타내는 단어.

\*결정요소 : 수신점에서의 소리크기, 전송특성, 잔향시간, 소음 등.

### 6) 적정 잔향시간



\* 이상적인 잔향시간

① 대화 : 1초 정도가 적절.

- 짧은 잔향시간은 대화의 명료도를 위하여 필요.

② 음악 : 2~3초 정도가 적절.

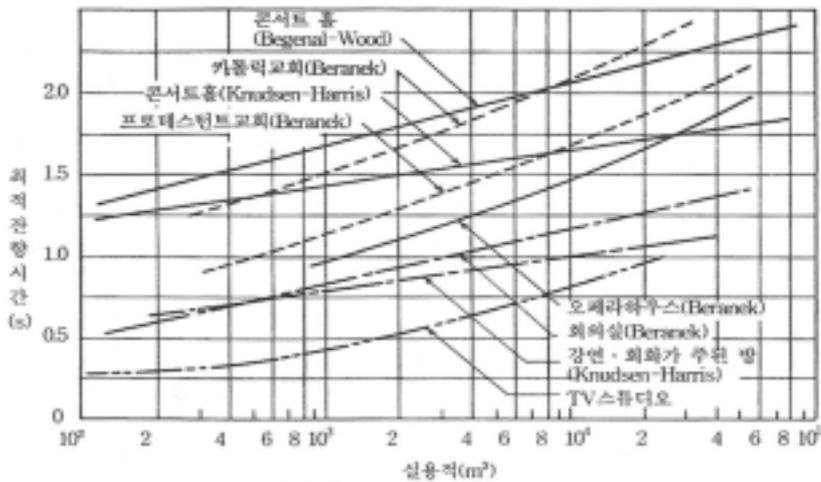
만약에 6초 이상이 되면 동굴에 들어온 느낌을 받게 된다.

다른 차이점은 연설은 기본적으로 음역이 좁은(500Hz에서 4kHz) 반면에 음악은 폭넓은 주파수(20Hz~20kHz)로 구성될 수 있다는 것이다.

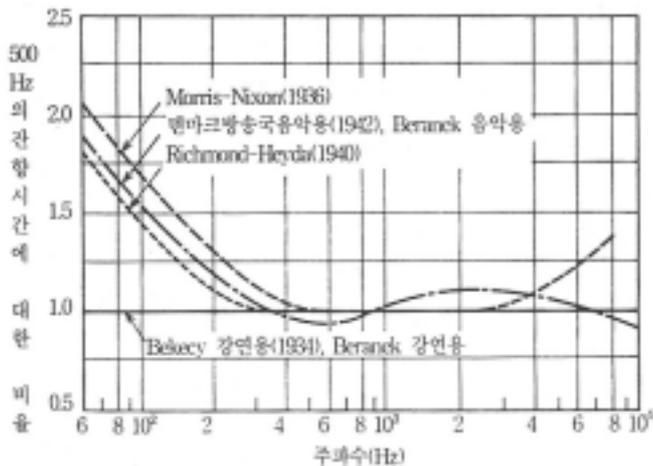
### The Conflict

만약에 강당의 부피 또는 잔향시간을 바꾸는 표면의 특성을 조정할 수 없다면, 강당은 강연회와 음악회에 완전히 이상적인 공간일수 없음이 분명하다. 일반적으로 사용되는 것이 우선시 되어야 한다. 만약에 전자음의 확산이 일반적으로 사용되지 않는다면, 강연회의 목적에 부합된다고 할 수 있다.

7)



- 실의 목적별 최적 잔향시간과 실용적의 관계 -



- 주파수에 따른 최적 잔향시간의 차이 -