

# 다목적 홀에서의 프론트필 스피커의 필요성

송덕근\*, 강준상\*\*, 노정규\*\*\*, 이선희\*\*\*\*© 정회원

## The need of Front-fill Speaker in the Multipurpose Hall

Deoggeun Song\*, Joonsang Kang\*\*, Jungkyu Rho\*\*\*, Seon-Hee Lee\*\*\*\*©

### 요 약

영상을 적극적으로 사용하는 종교 시설과 같은 장소에서는 스크린 높이에 따라 메인 스피커의 높이가 결정된다. 이로 인해 ‘음상불일치’와 ‘저음부스텝’과 같은 음향 장애 요인이 발생하여 시각적으로 좋은 자리인 앞 좌석이 음향적으로는 좋지 않은 장소가 되고 만다. 이러한 음향적 장애를 최소화하기 위해서는 프론트필(Front-fill) 스피커를 적극적으로 도입할 필요가 있으며, 스크린 때문에 높아진 메인 스피커와의 거리 및 음압 차이에 따라 적합한 용량을 결정해야 한다.

프론트필 스피커를 적극적으로 사용하여 음상일치(音像一致)를 구현함으로써 음의 집중도를 높이고, 고음(高音) 유입이 상대적으로 부족한 앞좌석에 중고음을 보강하여 주파수 응답을 고르게 구현할 수 있다. 멀티미디어 환경에서 주요 좌석인 앞쪽 열에 메인 스피커의 부족한 부분을 보완하여 더 쾌적한 음향 환경을 구현하기 위해 프론트필 스피커를 적극적으로 도입할 필요가 있으며, 이에 대한 구체적인 기준안 제시가 필요하다.

**Key Words** : Sound Localization, Front-Fill Speaker, Inverse Square Law, Comb-Filtering

### ABSTRACT

Active use of images in the same place as the religion according to the height of the screen is determined by the height of the main speakers. This causes the ‘sound image mismatch’ and ‘bass boost’ sound like a failure occurs. Front seats are good seats in visual acoustics is a bad place.

To minimize these obstacles acoustical speakers to actively apply the front fill needed. Higher sound pressure difference between the main speaker and the distance must be determined in accordance with the appropriate capacity.

Actively using the front speakers to the sound image field by implementing the agreement to increase the concentration of sound. The relatively high inflow enhance alto lacking the front seat can be implemented evenly in the frequency response. Column in front of the main seat of the main speakers to supplement the deficiencies can be implemented more comfortable acoustic environment. Front fill speaker needs to be actively introduced, thereby presenting a detailed estimate, is needed.

## I. 서 론

멀티미디어 시스템이 발전함에 따라 스크린에 영상 투영을 하면서 행사를 진행하는 음향 환경이 많아지는 추세이다. 이런 대표적인 곳이 종교 시설이다.

멀티미디어 환경에서는 스크린 등의 외부 조건으로 인해 최상의 음향 조건을 갖추기는 어렵다. 특히 메인 스피커의 위치는 스크린에 가려진다는 이유로 천장이나 측벽에 가까워지게 마련이다. 따라서 객석에서 음의 명료성의 중요한 요소인 음상일치(音像一致)는 요원하게 되며, 가장 좋아야 할

앞좌석은 음향적으로 가장 좋지 않은 장소 중 한 곳으로 고찰되고 만다.

이런 음향적인 불일치를 해소하기 위해 강단 앞부분에 프론트필 스피커를 설치하여 메인 스피커와 적절한 조화를 이루으로써 음향적인 환경을 개선하고 있다. 하지만 스크린의 크기에 따른 메인 스피커와 프론트필 스피커의 상관 관계를 물리적이거나 심리적 요소에 맞추어 정리한 실제적인 지침은 부족한 실정이다. 이러한 지침이 마련된다면 적합한 프론트필 스피커 용량 산출로 인해 더 나은 음향 환경을 제공할 수 있을 것이다.

※ 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부)지원으로 수행되었습니다.

\* (주)인코바

\*\* 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 방송통신융합프로그램

\*\*\* 서경대학교 이공대학 컴퓨터과학과

\*\*\*\* 서울과학기술대학교 정보통신대학 전자IT미디어공학과 © 교신저자 : (@seoultech.ac.kr)

접수일자 : 2013년 10월 1일, 수정완료일자 : 2013년 11월 12일, 최종 게재 확정일자 : 2013년 11월 13일

## II. 본 론

### 2.1 외부 조건들에 따른 스피커의 위치 결정

대형 종교 시설은 음향만큼이나 영상매체를 많이 활용하고 있으며, 상황 증계 및 다양한 영상매체 송출 등에는 대형 전광판을 사용하고 있다. 영상매체를 적극적으로 사용함에 따라 메인 스피커를 스크린에 가리지 않기 위해 음향 조건과는 상관없이 스크린보다 높게 설치하는 실정이다. (그림1 참조)

이런 메인 스피커의 설치 높이는 강대상의 높이와 강사의 키, 그리고 스크린의 높이를 합친 것보다 높이 설치되어야 스피커에 스크린이 가려지는 것을 방지할 수 있다.(표1 참조) 강대상의 높이와 강사의 키는 거의 평균적으로 설정할 수 있으나, 스크린은 홀의 크기와 용도에 따라 달라지기 때문에 이에 따라 스피커의 설치 높이를 조정해야 한다.

스크린 상단에 설치되는 스피커는 음향적으로 최적의 위치에서 벗어나게 된다. (그림2 참조)

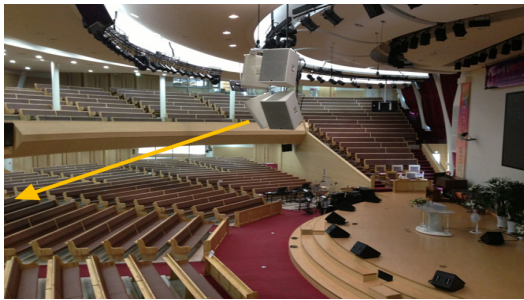


그림 1. 멀티미디어를 활용하는 교회

표 1. 스크린의 크기에 따른 메인 스피커의 높이

스크린 크기 (인치)	스크린 폭 (m)	스크린 높이 (m)	메인스피커 높이 (m)
150	3.32	1.87	4.87
200	4.42	2.49	5.49
250	5.53	3.11	6.11
300	6.64	3.74	6.74

\* 강대상 높이 + 강사의 키 + 여유 폭 + 스크린 크기 = 메인 스피커의 하단 높이

강대상 높이 : 0.8m, 강사 키 : 1.8m

여유 폭 : 0.4m로 가정함.



그림 2. 메인 스피커의 높이 산정 방식

### 2.2 음향의 장애 요소

음향과 영상이 조화를 이루는 멀티미디어 환경에서는 스크린과 같은 외부적인 요소에 따라 최적의 스피커 위치가 아닌 다른 위치에 설치할 수밖에 없게 된다. 이런 경우 다양한 음향적인 문제가 발생하게 되는데, 그 중의 대표적인 음향 장애 현상으로 ‘음상불일치’와 ‘저음의 부스팅 현상’을 들 수 있다. 음상정위(Sound Localization)는 음의 위치를 정하는 것으로[1], 사람이 인식하는 음의 위치와 보이는 음을 동일하게 하는 것을 음상일치라 한다. 이렇게 하면 더 또렷한 음의 집중도를 실현할 수 있다. 하지만 음과 상이 불일치할 경우 소리는 들리지만 집중도는 현저하게 떨어지게 된다.

음향 시스템에서 재생이 요청되는 주파수 응답의 특성은 30Hz~18kHz, ± 3dB[2]이며, 이런 주파수 응답이 모든 좌석에 구현될 수 있도록 스피커의 위치를 정해야 한다. 메인 스피커가 홀의 전반적인 부분을 커버하여 음향 성능을 구현하며, 그렇지 못한 좌석들은 보조 스피커로 보완해야 한다[3].

#### ■ 음상불일치

스크린에 따라 메인 스피커의 높이가 올라감에 따라 앞좌석에 앉은 청중은 강사는 바로 앞에 있지만, 소리는 위쪽에서 들리는 현상을 겪게 된다. 이렇게 음(音)이 되는 스피커와 상(相)이 되는 강사가 일치하지 않으면 명료성이 현저히 떨어진다. (그림3 참조)

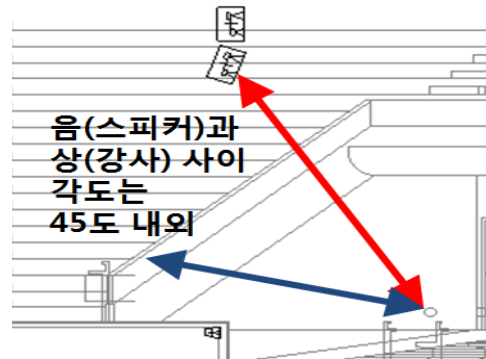


그림 3. 전형적인 음상불일치 디자인

#### ■ 저음 부스팅 현상

메인 스피커는 홀의 전체적인 공간에 균일한 소리를 방사해야 하므로, 메인 스피커의 지향점은 홀의 2/3 이상을 지향하여 고른 음압 분포를 확보하도록 시스템 설계를 한다. 하지만 스피커가 상부로 올라갈수록 스피커가 커버하는 공간이 좁아지고, 스피커의 특성상 앞좌석에는 고음 방출이 적어져 상대적으로 저음이 부스팅되는 현상이 발생한다. 이러한 현상을 줄이기 위해 저음을 낮추면 홀 전체의 저음 방출이 낮아지는 문제가 발생하게 된다. 이렇게 앞좌석의 저음 부스팅 현상은 음의 명료성을 좌우하는 고음의 유입이 적어 음의 명료성을 떨어뜨린다.

강대상에서 3.5m 떨어진 지점부터 1m 간격으로 9개의 마

이크를 설치하여 스크린 250인치를 설치하는 경우의 메인 스피커의 주파수(100Hz, 500Hz, 1kHz)에 따른 음압 변화를 살펴보았다. (그림4, 그림5 참조) 1kHz에 비교하여 100Hz와 500Hz는 부스팅되어 있으며, 이는 메인스피커의 지향각에서 벗어난 지점이므로 당연한 현상이다.

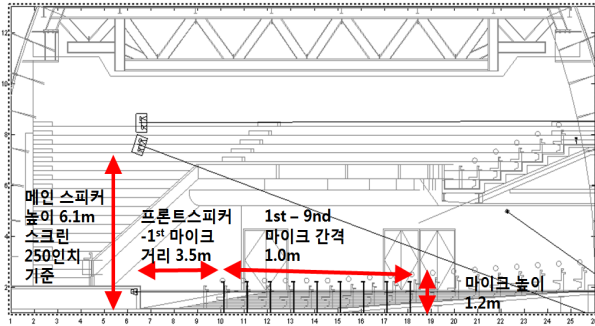


그림 4. 메인 스피커와 프론트필 스피커의 위치

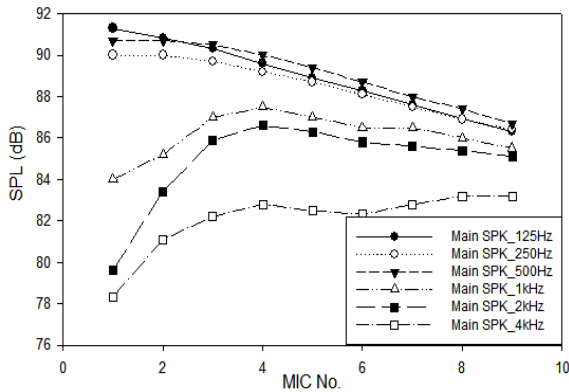


그림 5. 좌석에 따른 메인 스피커의 음압 변화 (250인치 스크린 적용 기준)

### 2.3 프론트필 스피커의 필요성

스크린에 따른 메인 스피커의 높이 상승으로 발생하는 음향 장애를 해소하기 위해서는 프론트필 스피커를 설치해야 한다. 이러한 프론트필 스피커는 적절한 음압을 확보하여 메인 스피커와 조화를 이뤄야 자연스러운 음장을 형성할 수 있다.

메인 스피커는 마이크 4번부터 안정적인 음압 분포를 보이며, 프론트필 스피커는 거리에 따라 역이상법칙(Inverse Square Law)에 따라 음압이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 이런 경우, 메인 스피커는 전체적인 공간의 음압을 확보하기 위해서는 앞좌석만을 위해 조정하기 어렵고, 프론트필 스피커의 음압을 보강하여 마이크 1-4번 지역의 음압을 보강할 수 있다. 또한 Mic 1-2번 지역은 메인 스피커보다 큰 음압이 유입되므로 음상을 메인 스피커에서 프론트필 스피커 쪽으로 낮춤으로 음상불일치 현상을 줄일 수 있다.[4] (그림6 참조)

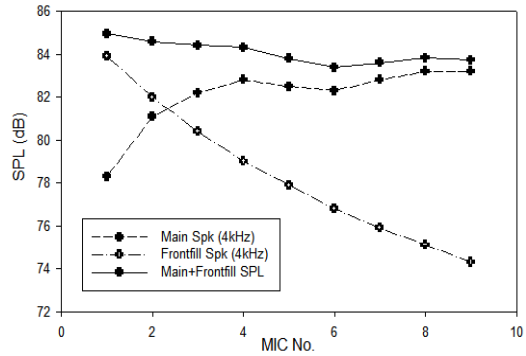


그림 6. 좌석에 따른 메인 스피커와 프론트필 스피커의 음압 (4kHz 기준)

또한 메인 스피커와 프론트필 스피커 사이의 시간차가 크게 발생함으로써 콤펙터링(Comb-Filtering) 현상이 강하게 일어나게 된다.[5](그림7 참조) Mic No2. 좌석에서 딜레이 조정 전에 7ms의 시간차이 발생으로 70Hz부터 140Hz 간격으로 콤펙터링이 발생한다. 딜레이를 적용하지 않는 경우에는 프론트필 스피커의 재생 범위에서 벗어난 210Hz 부근에서 콤펙터링이 발생한다. 하지만 프론트필 스피커에 7ms 딜레이를 추가함으로써 이런 콤펙터링 발생을 최소화할 수 있다. (그림8 참조)

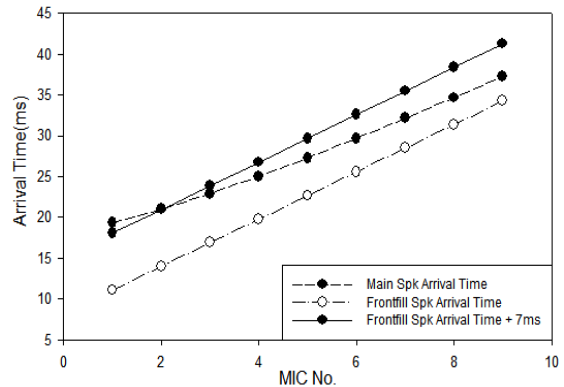


그림 7. 좌석에 따른 메인 스피커와 프론트필 스피커의 도달 시간

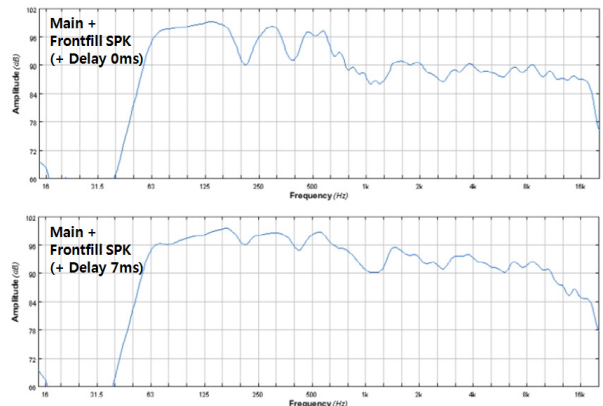


그림 8. MIC No.2의 주파수 응답 (딜레이 미적용과 딜레이 7ms 적용)

앞좌석을 위해 프론트필 스피커를 설치함으로써 메인 스피커에서 부족한 중-고음을 제공하여 고른 음압 분포를 구현할 수 있다. 또한 메인 스피커와 프론트필 스피커 사이에서 음의 도달하는 거리의 차이로 발생하는 콤피터링 현상은, 메인 스피커의 음압 도달 시간에 맞추어 프론트필 스피커에 딜레이를 적용함으로써 최소화할 수 있으며, 음상일치도 구현할 수 있다.

### Ⅲ. 결 론

영상을 적극적으로 사용하는 종교 시설과 같은 장소에서는 스크린의 높이에 따라 메인 스피커의 높이를 결정한다. 이로 인해 ‘음상불일치’와 ‘저음부스텝’과 같은 음향 장애 요인이 발생함으로써 시각적으로 좋은 자리인 앞 좌석은 음향적으로는 좋지 않은 장소가 되고 만다. 이러한 장애를 최소화하기 위해서는 프론트필 스피커를 적극적으로 도입할 필요가 있으며 스크린 때문에 높아진 메인 스피커와의 거리 및 음압 차이에 따라 적합한 용량을 결정해야 한다. 이렇게 프론트필 스피커를 적용함으로써 음상일치(音像一致)를 구현하여 음의 집중도를 높이고, 상대적으로 고음(高音) 유입이 부족한 앞좌석에 고른 주파수 응답을 구현하여 더 쾌적한 음향 환경을 구현할 수 있다.

### 참 고 문 헌

[1] Jens Blauert, Spatial Hearing, The MIT Press, 37p, 1997  
 [2] Gary D. Davis 외 1인, The Sound Reinforcement Handbook, Hal Leonard Publishing Co., 20p, 1990  
 [3] Bob McCarthy, Sound Systems:Design and optimization, Focal Press, 205p, 2010  
 [4] Floyd E. Toole, Sound Reduction, Focal Press, 86p, 2008  
 [5] F. Alton Everest, Master Handbook of Acoustics, McGraw-Hill, 372p, 2001

### 저자

송 덕 근 (Deoggeun Song)



**정회원**  
 · 1999년 2월 : 서울시립대학교 환경공학 학사졸업  
 · 2001년 2월 : 서울시립대학교 도시환경 공학부 소음진동 전공 석사졸업  
 · 2011년 8월 : 서울과학기술대학교 NID 융합대학원 방송통신과정 박사 수료

<관심분야> : 방송통신, 음향학

강 준 상 (Joonsang Kang)



**정회원**  
 · 2012년: 서울과학기술대학교 케이블공학과 졸업  
 · 2012년~현재: 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 석사과정

<관심분야> IT융합, 방송통신, 위성통신

노 정 규 (Jungkyu Rho)



**정회원**  
 · 1991년 : 서울대학교 계산통계학과 학사 졸업  
 · 1993년 : 서울대학교 전산학과 석사 졸업  
 · 1999년 : 서울대학교 전산학과 박사 졸업

· 2002년~현재 : 서경대학교 컴퓨터학과 교수

<주관심분야> : 분산처리, 방송/통신 데이터 처리 기술

이 선 희 (Seonhee Lee)



**정회원**  
 · 1982년 : 동국대학교 대학원 전자공학과 공학석사졸업  
 · 1990년 : 동국대학교 대학원 전자공학과 공학박사졸업  
 · 1982년~1990년 : 유한대학교 전자과 교수

· 1997년~1998년 : California State Univ. Sacramento 교환 교수

· 1990년~현재 : 서울과학기술대학교 매체공학과 교수

<관심분야> : 디지털음향, 디지털방송제작기술, 응용전자회로