

# 이리 S교회의 전기음향성능 평가에 관한 연구

## A Study on the Electrical Acoustics Characteristics of I-ri S Church

한성규† · 김재수\*

Han, Sung-Kyu · Kim, Jae-Soo

### 1. 서 론

1895년부터 시작된 국내 교회건축은 과거에는 소규모의 형태에서 최근 사회가 발전함에 따라 신도수의 증가로 인해 대형 교회가 많이 건립되고 있는 실정이다. 이러한 교회는 목사님의 설교 말씀 외에도 연주회, CCM콘서트, 연극 등의 여러 가지 많은 공연이 한가지 장소에서 이루어지고 있기 때문에 음향적 문제점이 발생하고 있다. 본 S교회 본당의 경우 초기 건립 시 무분별한 흡음재의 사용과 불규칙한 성가대의 위치로 인하여 건축음향 성능을 측정했을 때 잔향시간이 너무 짧아 매우 건조하게 느껴서 경건함이 퇴색되고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 전기음향을 사용하여 교회의 음향특성을 조절하고 있으나 많은 문제점이 발생하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 전기음향의 음향특성을 측정하여 이를 분석하고자 하였다.

### 2. 개요 및 측정방법

#### 2.1 S교회의 개요

이리 S교회는 전북 익산시 마동에 위치하고 있으며, 본당은 체적이 16,000m<sup>3</sup>으로 총 2350명의 인원을 수용할 수 있는 대규모 교회건축물 중 하나이다. 표 1.은 S교회의 제원과 마감재 표이다.

표 1. S교회의 제원

구 분	제 원	마감재		
면적	1층	약 1,698m <sup>2</sup>	벽	그라스울+흡음재+목재 석고보드+페인트
	2층	약 800m <sup>2</sup>		
체적	약 16,000m <sup>3</sup>	천장	석고보드+페인트	
길이	약 47.7m	통로	그라스울+천+목재	
폭	약 46.3m	바닥	카펫	목재플로링+콘크리트

#### 2.2 S교회의 내부 형태 및 전기음향 제원

이리 S교회의 특징은 목사님의 설교 외에도 여러 가지 공연이 이루어질 수 있는 다목적 홀의 개념도 가지고 있다. 또한 성가대의 위치가 무대 바로 뒤쪽에 붙어있어 다른 교회와 차이가 있다. 이는 마치 음악공연 시 뒤에 코러스가 있는 형태를 띄고 있으며, 실제로도 합창의 예도 여러 가지 음악공연이 이루어짐을 알 수 있다.



(a) 무대 정면 모습

(b) 성가대 모습

(c) Milo 스피커

(d) 700HP 스피커

그림 2. S교회의 내부 및 스피커 모습

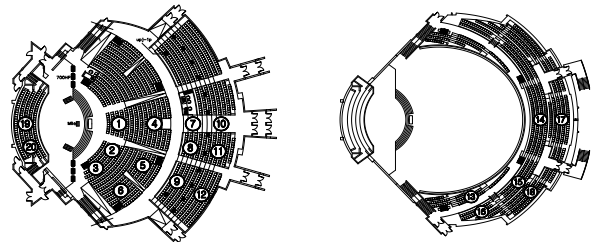
표 2. 스피커의 제원

제조회사	모델명	설치 개수	출력
메이어 사운드 (MEYER SOUND)	Milo	21개	3935W
	700HP(우퍼)	6개	2250W
	upj-1p	14개	300W

위의 그림 2.는 이리 S교회 본당 내부 형태와 사용된 스피커의 모습이며, 표 2.는 실험에 쓰인 스피커의 제원을 나타내고 있다.

#### 2.3 전기음향성능 측정방법

대상 S교회는 평면이 대칭이므로 홀의 무대를 기준으로 그리드(Grid)를 설정하여 비교적 고르게 분포되도록 20개소의 수음점을 선정하였다.



(a) 1층 평면도

(b) 2층 평면도

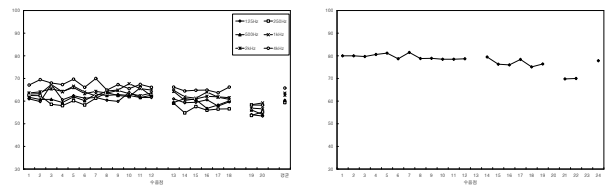
그림 3.대상 S교회의 각 층 평면도 및 수음점의 위치

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, S교회의 본당 내에 설치된 스피커는 객석쪽으로 천장에 메이어사운드(MEYER SOUND)사의 Milo 스피커가 21개, 단상 밑에 설치된 700HP 우퍼가 6개, 2층 발코니 밑에 설치된 upj-1p 스피커가 14개로 총 41개의 스피커를 설치하였고, 마이크로폰 높이는 1.2m로 하여 각 벽면과 최소 1m이상 이격시켜 측벽 반사에 의한 영향이 미치지 않도록 하였다. 대상 S교회의 각 층 평면도 및 수음점의 위치는 그림 3.과 같다.

### 4. 분석 및 고찰

#### 4.1 음압레벨 (SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 그림 6.은 연구대상인 S교회의 음압레벨의 실측치를 좌석별로 음압레벨과 dB(A)로 나누어 수음점별로 비교 분석한 결과이다.



(a) 주파수별 음압레벨

(b) 청감보정 음압레벨(dB(A))

그림 5. S교회의 음압레벨

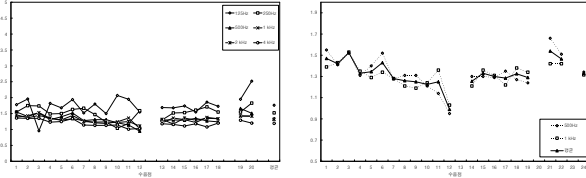
그림 5.의 (a)를 보면 500Hz에서 평균 60.32dB, 표준편차가 2.42dB로 나타났으며, (b)의 경우, 각 좌석별 음압레벨(dB(A))을 살펴보면 평균 77.83dB(A), 표준편차가 3.20dB(A)로 나타나 좌석

† 한성규 : 원광대학교 건축공학과, 석사과정  
sk90672443@hanmail.net / (063)857-6712  
\* 김재수 : 원광대학교 건축공학과, 교수

별 음압레벨차가 어느정도 있는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 과도한 흡음과 거리 감쇠로 인해 예배당 뒤쪽으로 갈수록 음압레벨이 낮아지기 때문이다.

#### 4.2 잔향시간(RT, Reverberation Time)

잔향시간은 울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수며 정상상태의 음에너지 밀도가 60dB 감쇠하는데 소요되는 시간으로 정의된다. 그림 6.은 S교회의 잔향시간 실측치를 수음점별로 비교·분석한 결과이다.



(a) S교회의 좌석별 잔향시간 (공석) (b) 500Hz와 1kHz평균 (공석)

그림 6. S교회의 잔향시간 비교

그림 6.에서 500Hz의 잔향시간 분포 형태를 살펴보면 좌석별 잔향시간의 평균이 1.34초, 표준편차는 0.16초로 나타났으며, 500Hz와 1kHz를 평균한 잔향시간은 1.33초 이다. S교회의 체적이 약 16,000 m<sup>3</sup>이므로 Beranek이 주장한 그림 8.의 적정 잔향시간에 비교해본 결과, 최적 잔향시간은 1.78초 인 것으로 나타났다. 이러한 결과로 무릎 어불 때, 교회 본당 내의 울림을 보완해주기 위해 설치된 전기음향역시 충분한 잔향시간을 확보하지 못하고 있음을 알 수 있다. 따라서 공석 시 S교회의 잔향시간이 너무 짧으며, 만약 만석이 되면 잔향시간은 이보다 더 짧아져 설교, 악기연주, 콘서트 등의 공연을 할 경우 풍부한 울림이 부족하게 되고, 음이 건조하게 느껴질 것으로 사료된다.

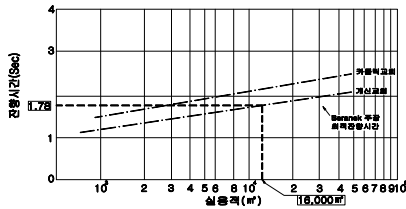


그림 7. 각 실의 잔향시간 범위표(500Hz와 1000Hz의 평균)

#### 4.3 음성명료도(D50, Definition)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D50은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음이 직접음을 보강하는 명료도를 좋게 하는 것으로, 음과 총에너지의 비인 Definition 또는 Deutlichkeit라고 말한다. 그림 9.는 음성명료도 실측치를 수음점별로 비교·분석한 결과이다.

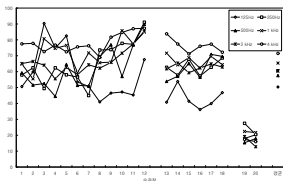


그림 9. S교회의 좌석별 D50 (공석)

그림 9.를 보면 500Hz에서 음성명료도(D50)는 평균 57.55%, 각 좌석별 편차는 17.83%로 나타나 비교적 높게 나타났다. 음악당의 경우 적정 음성명료도가 30~40%이므로 이리 S교회는 음성정보전달이 중요한 회의실에 더 적합할 것으로 판단된다. 또한, 좌석별 편차도 너무 심하여 예배당 전체에서 일정한 음성명료도는 확보할 수 없는 것으로 나타났다. 따라서 설교나 집회활동이 주목적인 S교회의 경우 목사님의 말씀을 선명하게 들을 수는 있지만 울림이 부족해 경건함과 신성함의 연출 및 각종 공연이나 행사가 어려울 것으로 판단된다.

#### 4.4 음악명료도(C80, Clarity)

음악에 대한 명료도 지수(Clarify Index)인 C80은 콘서트홀에서 음악

에 대한 명료도를 나타내기 위한 지수로 너무 클 경우 연주음이 너무 건조하고 딱딱해져 충분한 음량과 음색으로 이를 감상하기 어려워지기 때문에 음향설계 시 음성명료도와 함께 고려해야 할 평가지수이다. 그림 10.은 음악명료도 실측치를 수음점별로 비교·분석한 결과이다.

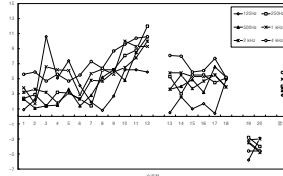


그림 10. S교회의 좌석별 C80 (공석)

그림 10.을 보면 500Hz에서 음악명료도(C80)는 평균 3.45dB 표준편차 3.52dB로 나타나 Jordan이 제안한 음악당의 허용범위인 ±2dB을 상회하고 있다. 또한 좌석별로 편차가 심하여 여러 가지 공연이나 음악을 감상하기에는 적합하지 않음을 알 수 있다. 따라서, 스피커로 보완된 본당의 악기연주나 각종 전기음향을 이용한 공연 시 음악명료성을 확보하지 않고 있어, 풍부하고 웅만한 음악을 감상할 수 없을 것으로 사료된다.

#### 4.5 음성전달지수(RASTI, Rapid Speech Transmission Index)

실내에서 음성 전달의 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서, 그림 11.은 각 수음점별 음성전달지수 실측치를 비교·분석한 결과이다.

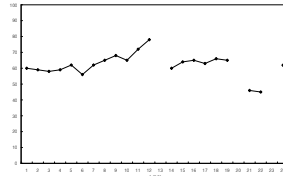


그림 11. 좌석에 따른 음성전달지수 (공석)

그림 12.를 보면 정상적인 음성전달 평가지수인 RASTI는 S교회의 경우 61.90%로 나타났다. 이러한 결과를 표 3.의 RASTI 평가기준에 비교해보면 “Good (잘 들린다.)”에 해당하는 것을 알 수 있다. 이는 잔향시간이 짧기 때문에 발생하는 현상으로 무대에서 발생한 소리가 소음 등에 의해 왜곡되지 않고 잘 들릴 수 있을 것으로 판단된다.

표 3. RASTI 평가기준

RASTI(%)	평가 척도
0~32	Bad (전혀 알아듣지 못한다.)
32~45	Poor (잘 알아듣지 못한다.)
45~60	Fair (노력하면 들을 수 있다.)
60~75	Good (잘 들린다.)
75~100	Excellent (아주 편안하게 들을 수 있다.)

### 5. 결 론

본 연구는 이리 S교회를 대상으로 전기음향에 따른 물리적 음향 성능을 측정·분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

이리 S교회는 과도한 흡음재 사용과 성가대의 위치선정으로 인해 전기음향에 의한 물리적 평가지수인 SPL, RT, EDT, C80, D50, RASTI 등이 교회의 음향특성에 맞지 않는 것으로 나타났다. 특히 잔향시간의 경우 최적잔향시간인 1.78초보다 0.44초 적은 1.34초로 나타나 교회보다는 음성전달이 중요하게 여겨지는 회의실에 적합한 것으로 나타났다. 또한, 이리 S교회는 설교 외에도 음악연주, CCM콘서트, 부흥회 등 많은 공연이 이루어지고 있으나 잔향시간이 너무 짧아 종교적 감흥을 일으키기에는 많은 문제점이 있다고 할 수 있다.

이러한 연구는 익산에 위치한 S교회를 대상으로 현장실험을 통한 전기음향의 음향특성을 살펴본 것이나 향후 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 음향적 결함을 찾아 이를 해결한다면 음향적으로 우수한 교회로 거듭 날 수 있을 것으로 사료된다.