

발코니를 갖는 원불교 대법당의 음향특성에 관한 연구

A Study on the Acoustic Characteristics of Won Buddhist Sanctums having a balcony

서정석* 한경연* 김재수**
Seo, Jung-Seok Han, Kyeong-Yeon Kim, Jae-Soo

Abstract

Since its foundation of Won-Buddhism in 1916 there established around 500 Temple-Halls in both domestic and overseas areas, and it is a native religion that currently on its development of edification activities. As for Won-Buddhism which being under rapid development likely as such going, together with its expansion of the religious influence, there required more broader spaced grand sanctum at where the large-scaled religious events are able to perform. According to this, Balcony-styled plane form is on increasing trend from the internal plane form of Won Buddhism Sanctum.

On such viewpoint, this study hereby intends to grasp the character of room acoustics through on-the-spot survey about the objects of 3 Won Buddhism Sanctums which equipped with mutually different characters of the balconies already built, and willing to furnish the fundamental material which enables to improve acoustic capability when design Won Buddhism Sanctum equipped with balcony in the future.

키워드 : 원불교 대법당, 발코니 형, 실내음향

Keywords : Won Buddhist Sanctum, Balcony Type, Room Acoustic

1. 서 론

원불교는 1916년 개종이래 국내외 500여개의 교당을 설립하고 교화활동을 전개하고 있는 민족종교이다. 이렇듯 빠르게 발전하고 있는 원불교는 교세의 확장과 더불어 대규모의 종교의식이 행해질 수 있는 넓은 공간의 대법당이 요구되어지고 있다. 이에 따라 원불교 대법당 내부의 평면형태에서 발코니형의 평면형태가 증가

되고 있는 추세이다. 이러한 발코니형의 평면형태는 한정된 공간 안에서 단층형의 평면보다 많은 객석을 확보하는 이점을 가지고 있어 중대규모의 원불교 대법당의 수용인원을 만족할 수 있지만 발코니의 영향에 의하여 많은 음향적 결함을 가지고 있다.

따라서 발코니를 갖는 원불교 대법당의 음향특성을 파악하여 중대규모의 원불교 대법당 음향설계시 음향설계 기초자료로 활용한다면 발코니로 인하여 발생될 수 있는 많은 음향적 결함에 대하여 사전에 대처할 수 있고 이로 인하

* 정회원, 원광대학교 건축학부 석사과정

** 정회원, 원광대학교 건축학부 부교수, 공학박사

여 원불교만의 독창적인 종교의식의 음향적 특징을 교도들에게 전달 할 수 있을 것으로 사료된다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 기존에 건설된 서로 다른 특성을 가진 발코니를 갖는 3개 원불교 대법당을 대상으로 현장측정을 통해 실내음향의 특성을 파악하여 향후 발코니를 갖는 원불교 대법당 설계시 음향 성능을 향상시킬 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 측정방법 및 개요

2.1 원불교 대법당의 개요

원불교 대법당의 실내음향 특성은 대상 대법당의 규모, 평면형태, 용적, 실내표면과 마감재료 등에 영향을 크게 받는다. 원불교 대법당 중 건물체적 1,000㎡이상의 규모를 가지고 있는 발코니형 대법당 3개소를 선정하였고, 대상 원불교 대법당의 개요는 <표1>과 같다.


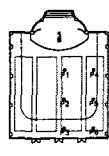
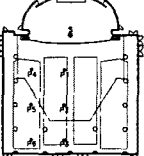

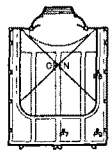
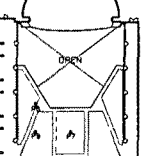
표1 대상 원불교 대법당의 개요

대법당		K 대법당	J 대법당	B 대법당
구분	1층면적(㎡)	2546	4857	8388
	2층면적(㎡)	641	2058	6006
	체적(㎡)	10948	33768	62710
	길이/폭/천정고(m)	22.3/11.9/4.3	28.5/20.5/6~6.8	28.4/33/7.5
	좌석수(석)	350	800	1440

2.2 측정 방법

측정 대상 원불교 대법당의 평면이 대칭에 가까운 형태이므로 실의 중심선을 기준으로 한 측면을 대상으로 각 열과 거리를 고려하여 1층 객석부분에 6개씩, 2층 객석부분에 각 2, 3, 4개로 비교적 고르게 분포되도록 총 8, 9, 10개의 측정 지점을 선정하였다. 발코니를 갖는 원불교 대법당의 평면형태와 측정 지점의 위치는 다음 <표2>와 같다.

표 2. 대상 원불교 대법당의 평면도와 측정지점

	K 대법당	J 대법당	B 대법당
기준층			
발코니층			

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, 음원은 ISO에서 제안하는 무지향성 스피커(DO12 : Omni-Directional Speaker)를 사용하였고 마이크로폰 높이는 1.2m로 하였으며 각 벽면과 마이크로폰은 최소 1m 이상 이격시켜 측벽 반사에 의한 영향이 미치지 않도록 하였다.

측정용 음원은 MLS(Maximum-Length Sequence) 음원을 사용하여 배경소음에 대한 영향을 어느 정도 배제할 수 있었다. 측정에 사용된 측정기기는 01dB사의 Symphonie 중에서 dBBA1I를 사용하였으며 다음과 같다.

- ① Omni-Directional Speaker
- ② Power Amplifier
- ③ Realtime Frequency Analyzer
- ④ Notebook Computer
- ⑤ Microphone & Pre-amplifier

측정기기의 구성 및 배열은 <그림1>과 같고 실제측정사진은 <그림2>와 같다.

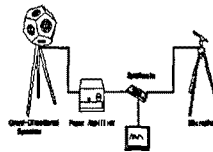


그림1. 측정기기구성 및배열

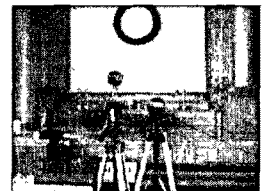


그림2 실제 측정 사진

III. 각 원불교 대법당별 임펄스응답

3.1 임펄스응답(Impulse Response)

발코니를 갖는 원불교 대법당에서 측정된 임펄스응답은 소리가 변화하는 임펄스의 합(sum)으로 공간이 갖는 음향적 특성을 나타낼 수 있는 모든 정보를 갖고 있으며 이 측정 결과로부터 RT, EDT, D50, C80, RASTI 같은 실내음향의 물리적 평가지수를 산출할 수 있다.

측정대상 원불교 대법당별 발코니 하부에 위치한 수음점 3번 지점과 발코니 상부에 위치한 수음점 7번 지점에서 측정한 임펄스응답은 <표 3>과 같다.

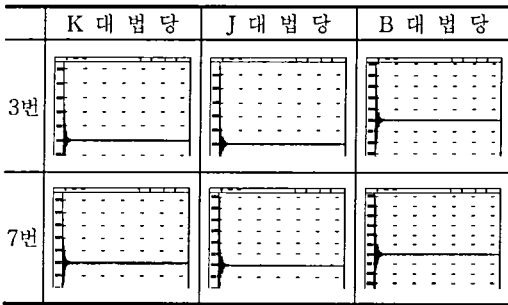


표 3 임펄스응답 (수음점 3번, 7번)

IV. 분석 및 고찰

4.1 음압레벨(SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다.

<그림3>은 3개의 실험대상 원불교 대법당에서 실측한 음압레벨(dB(A))을 좌석별로 비교한 결과이다.

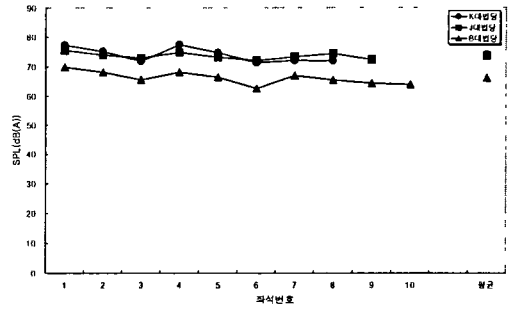


그림 3 좌석별 음압레벨(dB(A))

<그림3>에서 보면 대법당의 체적이 큰 B대법당(6271.0m³)이 66.1dB(A)로 가장 낮게 나타났으며 음원으로부터 거리가 멀어질수록 음압레벨값이 낮아짐을 알 수 있다. 각 대법당별 음압레벨의 표준편차는 3dB 이내로 나타나 비교적 균일한 음압분포를 보이고 있다.

4.2 잔향시간(RT)

울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수인 잔향시간은 60dB 감쇠하는 데까지 소요되는 시간으로 짧으면 명료도가 좋아지지만 음악등에서는 풍부한 울림이 부족하게되고, 반대로 너무 길어지면 명료도가 나빠져서 듣기가 거부하게 된다.

<그림4>는 3개의 실험대상 원불교 대법당에서 실측한 잔향시간(sec)을 주파수별로 비교한 결과이고 <그림5>는 좌석별로 비교한 결과이다.

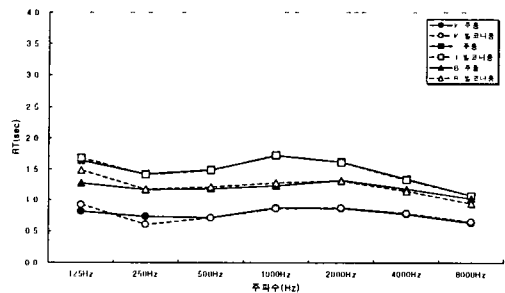


그림 4. 주파수별 잔향시간(sec)

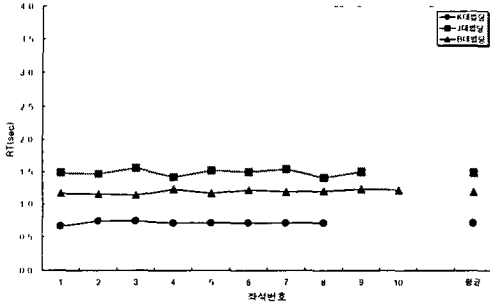


그림 5 좌석별 잔향시간(sec)

<그림4>에서 원불교 대법당의 주층과 발코니층의 잔향시간을 비교해 보면 500Hz를 기준으로 고주파수 영역에서는 유사한 값을 가지고 있으나 저주파수 영역에서는 편차가 벌어지는 것을 알 수 있다 이는 저주파수의 파장이 커지는 특성에 의하여 발코니 상부 좌석과 하부 좌석에 영향을 주기 때문으로 사료된다. 또한 잔향시간이 긴 대법당보다 짧은 대법당에서 발코니에 의한 저주파수 편차가 커지는 것을 알 수 있다

<그림5>에서 500Hz의 좌석별 잔향시간 분포를 살펴보면 표준편차 0.05초 이하로 비교적 균일한 분포를 보이고 있다.

4.3 초기감쇠시간(EDT)

울림의 양을 나타내는 또다른 평가지수인 초기감쇠시간은 10dB 감쇠할 때까지 시간으로 정의되고, 약간의 강도나 분리된 반사로부터 정해지며 측정위치에 따라 크게 달라지는 잔향의 주관적 지수이다.

<그림6>은 3개의 실험대상 원불교 대법당에서 실측한 초기감쇠시간(sec)을 주파수별로 비교한 결과이고 <그림7>은 좌석별로 비교한 결과이다

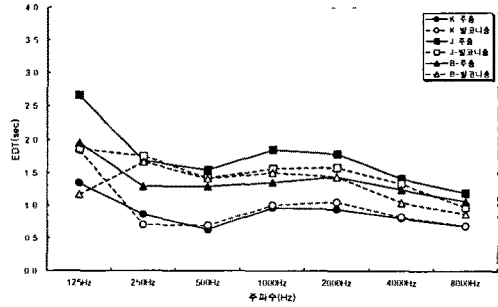


그림 6. 주파수별 초기감쇠시간(sec)

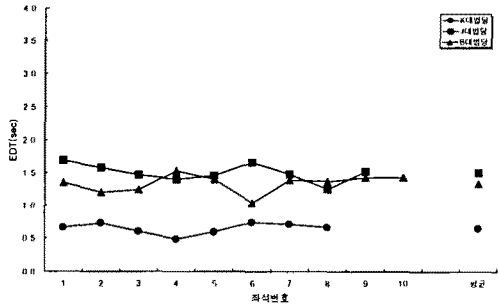


그림 7. 좌석별 초기감쇠시간(sec)

<그림6>에서 보면 초기감쇠시간의 주파수별 분포형태는 잔향시간과 달리 전주파수 영역에서 편차를 보이고 있다. 또한 그림7에서처럼 좌석별 초기감쇠시간의 분포형태도 좌석마다 편차가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 약간의 강도나 분리된 반사로부터 정해지는 초기감쇠시간의 특성에 의하여 발코니의 영향을 크게 받는 것으로 사료된다

4.4 음성명료도(D50)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D₅₀은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음과 총에너지의 비로 나타낸다.

<그림8>은 3개의 실험대상 원불교 대법당에서 실측한 음성명료도(%)를 주파수별로 비교 분석한 결과이고 <그림9>는 좌석별 음성명료도를 비교 분석한 결과이다.

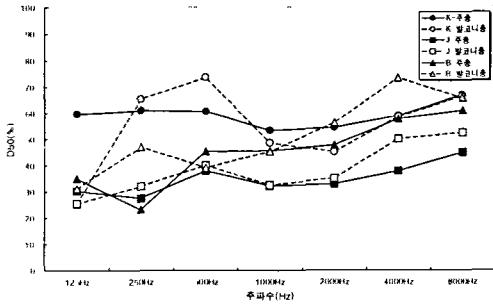


그림 8 주파수별 음성명료도(%)

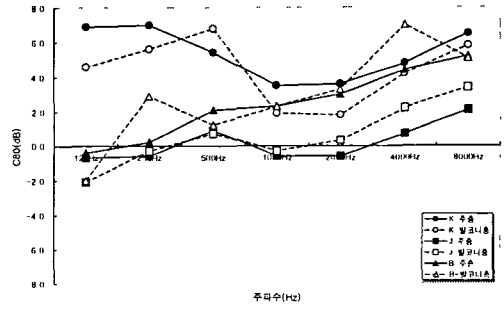


그림 10 주파수별 음악명료도(dB)

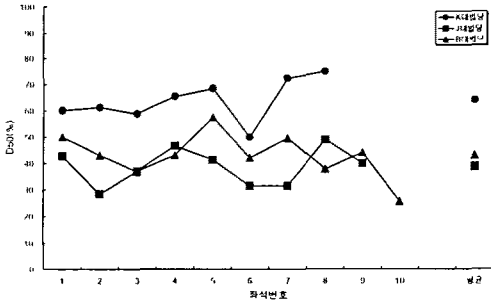


그림 9 좌석별 음성명료도(%)

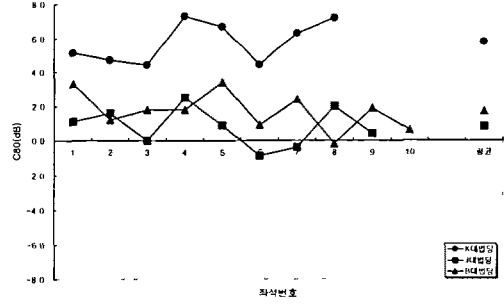


그림 11 좌석별 음악명료도(dB)

<그림8>에서 보면 음성명료도의 주파수별 분포형태는 500Hz에서 J대법당은 발코니층의 음성명료도가 주층보다 높게 나타나고 있으나 B대법당에서는 주층의 음성명료도가 발코니층보다 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 체적이 큰 B대법당의 경우 높은 천장으로 인해 발코니층에 유효한 초기반사음이 영향을 적게 미치고 있으나 J대법당은 작은 체적으로 인해 발코니층에 도달하는 직접음과 초기반사음이 적절하게 음성명료도에 영향을 주는 것으로 사료된다

<그림9>에서 보여지는 좌석별 음성명료도의 평균값을 살펴보면 가장 작은 체적의 K대법당은 63.8%로 높은 음성명료도를 보여주고 있으며 발코니층은 주층보다 70%이상의 높은 명료도를 나타내고 있다. 반면 J,B대법당은 38.6%, 42.8%의 낮은 음성명료도를 나타내고 있다

4.5 음악명료도(C₈₀)

음악에 대한 명료도지수(Clarify Index)인 C₈₀을 발코니를 갖는 원불교 대법당에서 실측한 결과를 가지고 주파수별, 좌석별로 살펴보면 다음 <그림10>, <그림11>과 같다.

<그림10>에서 주층과 발코니층에서 주파수별 음악명료도를 살펴보면 음성명료도가 가장 높았던 K대법당은 500Hz에서 낮은 음악명료도를 보여주며 발코니 상부층이 주층보다 낮은 음악명료도를 나타내고 있다. 그림11에서 보면 J,B대법당은 0.8dB, 1.7dB로 ±2dB이내의 만족할 만한 음악명료도를 보이고 있으나 K대법당은 5.8dB의 낮은 음악명료도를 보임을 알 수 있다. 특히 측벽부와 발코니 상부좌석은 평균이하의 음악명료도를 나타내고 있다. 이는 음성명료도에 유리한 50ms이내의 직접음과 초기반사음 갖고 있는 작은 체적의 발코니층이 주층보다 음악명료도에서는 만족할 만한 음에너지비를 얻을 수 없기 때문으로 사료된다.

4.6 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성의 전달에 따른 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서 실측치에 의한 발코니를 갖는 원불교 대법당의 좌석별 음성전달지수(%)는 <그림12>와 같다

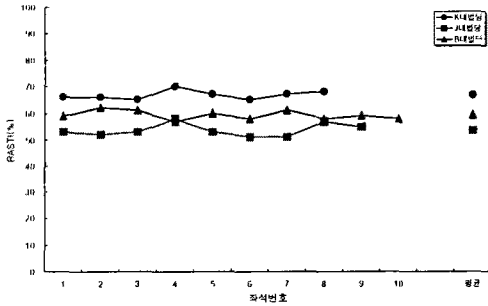


그림 12 좌석별 음성전달지수(%)

<그림12>에서 발코니층을 비교해 보면 음성 전달지수는 발코니층 상부좌석이 하부좌석보다 높거나 같은 음성전달지수를 나타내고 있다. 특히 작은 체적을 갖는 K대법당의 경우 발코니 상부좌석과 측벽부가 발코니 하부좌석보다 높은 음성전달지수를 보이고 있다. 이는 짧은 잔향시간을 갖는 작은 체적의 대법당에서 낮은 천장과 측벽으로 인하여 직접음을 보강해주는 것으로 사료된다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 3개의 발코니를 갖는 원불교 대법당을 선정하여 현장 측정을 실시함으로써 대상 실내 공간의 음향특성을 살펴보았다

측정결과를 분석해 본 결과 체적이 큰 J,B대법당의 경우 잔향시간이 길어지며 이에 의한 명료도 값이 낮아지며 발코니 상부좌석과 하부좌석사이의 물리적 파라미터값이 큰 편차를 보이지는 않는 것을 알 수 있다. 반면 체적이 작은 K대법당은 짧은 잔향시간으로 인한 명료도가 증가하고 있으나 발코니 상부좌석과 하부좌석의 물리적 파라미터값의 편차가 크게 나타나고 있다. 특히 저주파수 영역에서는 많은 편차를 보이고 있다. 이는 작은 체적 내에 발코니로 나뉜 상부좌석과 하부좌석 사이에서 서로 다른 공간적 특성에 의해 나타나는 음향적 결함으로 사료된다 따라서 짧은 잔향시간의 발코니를 갖는 원불교 대법당의 음향설계시 발코니 상부좌석과 하부좌석에 대한 충분한 음향적 고려가 필요할 것이다

본 연구를 통해 얻은 발코니를 갖는 원불교 대법당의 물리적 파라미터를 기초로 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 발코니부의 형태 및 마감재료에 대한 비교 분석이 이루어진다면 향후 발코니를 갖는 원불교 대법당의 계획시 발코니가 갖는 음향적 결함을 해결할 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

1. 서정석, 한경연, 김재수 ; “원불교 대법당의 음향특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 제23권2호 pp901~904, 2003 10.
2. 한경연, 서정석, 김재수 ; “청감실험을 통한 원불교 대법당의 음향특성 제안에 관한 연구”, 한국주거학회 추계학술발표대회 제14권 pp59~65, 2003.11.