

야외 공연장의 음향특성에 관한 실험적 연구

정 은 정^{*†}, 김 재 수^{*}

(주)한일 엠이씨 부설 기술연구소, ^{*}원광대학교 건축공학과

An Experimental Study on the Acoustics Characteristics of Outdoor Performance Hall

Eun Jung Jung^{*†}, Jae Soo Kim^{*}

R&D Institute, Hanil M.E.C, 15-1, Yangpyung-dong 3-ga, Yeongdeonpo-gu, Seoul 150-103, Korea

^{*}Department of Architecture Engineering, Wonkwang University, Iksan Shin-yong dong, Korea

ABSTRACT: The recently those of various gatherings or events are gradually increasing not only at the general public performance hall but also at the outdoor performance hall. However, since the most of the domestic outdoor performance halls are being designed and executed without the proper consideration and care for Acoustic Characteristic thereat, a satisfying acoustic management are not established due to above reason.

From this point of view, this study presents the basic data that will increase the sound performance in designing of the outdoor performance hall, by conducting the comparative analysis on the architectural sound characteristics through the field survey on to the 3 outdoor performance halls that have different characteristics, in order to present the appropriate standards.

Key words: Outdoor Performance Hall(야외 공연장), Acoustic Characteristics(음향 특성)

기 호 설 명

- SPL : 음압레벨
 - RT : 잔향시간
 - EDT: 초기감쇠시간
 - D50 : 음성명료도
 - C80 : 음악명료도
 - RASTI: 음성전달지수
-

1. 서 론

야외 공연장은 자연 속에서 공연할 수 있는 공간을 구축하고 새로운 개념의 공연미학을 창출할 수 있어 각종 집회나 행사 등이 일반 공연장에서 뿐만 아니라 야외 공연장에서도 늘어가고 있다.

따라서 야외공연장의 음향특성이 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있으나 국내에는 야외 공연장에 대한 기초 자료가 없는 실정이다. 이로 인하여 국내 대부분의 야외 공연장은 음향적 특성의 고려와 배려보다는 디자인 컨셉과 형태적인 미를 추구하여 설계·시공되고 있기 때문에 완공 후

† Corresponding author
Tel.: +82-2-6340-3037; fax: +82-2-6340-3039
E-mail address: eunjung.jung@himec.co.kr

관객들이 만족할만한 음향상태를 갖기가 어려운 것이 현실이다.

이러한 관점에서 본 연구는 서로 다른 특성을 가진 3개의 야외공연장을 대상으로 현장 측정을 통해 건축음향특성을 파악하여 계획 설계 및 시공 단계에서부터 야외 공연장의 음향성능을 향상시킬 수 있는 유용한 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 야외 공연장의 음향 성능 측정

야외 공연장의 음향특성을 파악하기 위하여 각 각 익산시의 W대학, 전주시 S 전당, 전북 삼례읍의 W대학에 위치한 A, B, C 야외 공연장을 대상으로 음향특성을 파악하였다.

2.1 대상 야외공연장의 개요

A와 C 야외 공연장은 대학문화를 엿볼 수 있는 곳으로서 연극, 사물놀이 등 다양한 장르의 음악공연이 이루어지는 장소이며, B 야외 공연장은 지역에서 대표되는 예술공간으로서 일반 야외 공연장과 달리 월드컵 응원 및 대형 콘서트가 열리기 때문에 수용인원이 일반 야외 공연장에 비해 3~4배에 달하는 특징을 갖고 있다.

Table 1 대상 야외 공연장의 제원

야외공연장	A	B	C
구분			
stage	182m ²	373.04m ²	192.28m ²
무대최고높이	8.1m	23.85m	6m
객석바닥면적	1530m ²	1494.8m ²	143.5m ²
수용인원	2500여명	7000여명	1684명

Table 2 대상 야외공연장의 마감재료

구분	마감재료
shell	파이프 주름관
A,C (공통)	shell 내부
무대바닥	몰탈 위 수성페인트
객석(계단)	우레탄
A	객석(평지)
	우레탄
C	객석(의자)
	플라스틱 의자
B	무대 막
	PVDF 0.8T
	무대 벽
	몰탈 위 수성페인트 마감
	무대바닥
	에폭시 도장
	객석(계단)
	콘크리트 위 석회손 마감
	객석(의자)
	황등석 물갈기

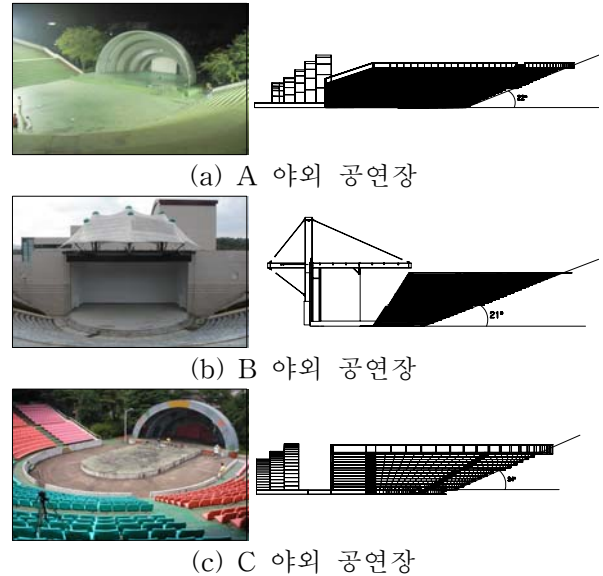
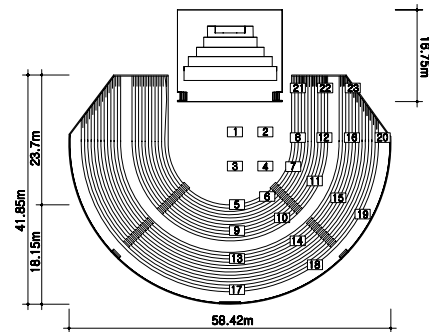


Fig.1 각 야외 공연장의 모습

측정대상 야외 공연장의 모습은 다음 Fig.1과 같으며 각 공연장의 객석은 21°~24°의 일정한 기울기를 갖고 있었다.

2.2 물리적 음향특성 측정방법

수음점의 위치 및 개소는 각 대상 야외공연장의 현재 음향상태를 알기 위하여 목적이므로 각 야외 공연장의 크기와 형태를 고려하여 무대 및 객석의 중심을 기준으로 그리드(grid)를 설정해 일정한 간격으로 10~23개소의 수음점을 선정하였다. 무지향성 음원의 위치는 공연이 이루어지는 무대 중앙에서 1.5m 높이의 위치로 고정한 상태에서 측정하였으며, 각 야외 공연장의 평면 형태 및 음원과 수음점의 위치는 Fig.2와 같다.



(a) A 야외 공연장

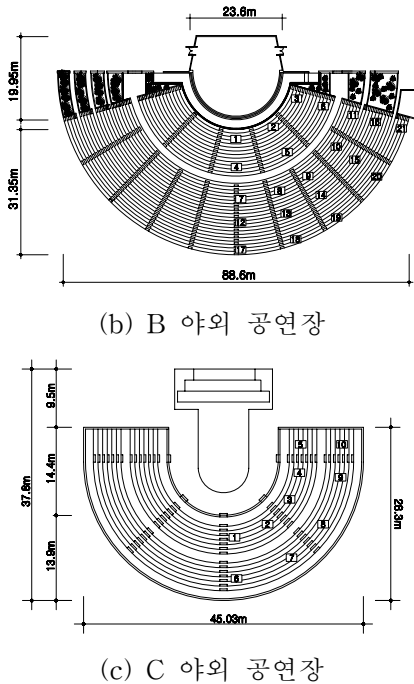


Fig.2 각 야외 공연장의 평면형태 및 수음점 위치

각 대상 야외공연장은 관객이 부분적으로 연가자를 둘러싸고 관람하는 평면형식인 오픈스테이지와 유사하다. 객석은 계단식으로 공연장의 주위는 나무로 둘러싸고 있다. 측정기기는 01dB사의 Symphonie 중에서 dBBATI를 사용하였으며, 다음 Fig.3은 측정기기의 구성 및 배열이다.

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, 음원은 ISO에서 제안하는 무지향성 스피커(DO12:Omni-Directional Speaker)를 사용하였고 마이크론은 최소 1.2m로 하였다. 측정용 음원은 MLS(Maximum-Length sequence)음원을 사용하여 배경소음에 대한 영향을 어느 정도 배제할 수 있었다.

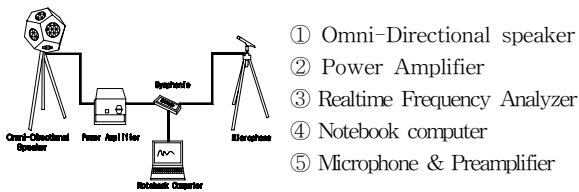


Fig.3 측정기기 구성 및 배열

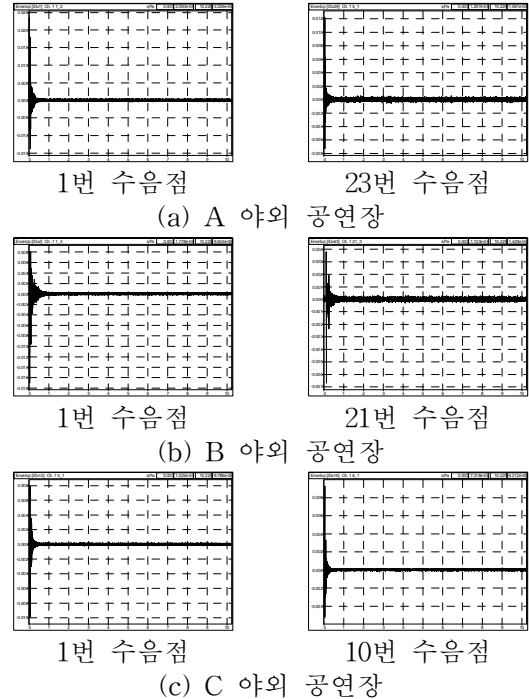


Fig.4 각 야외 공연장의 Impulse Response

3. 분석 및 고찰^{1), 2), 3)}

3.1 임펄스 응답(Impulse Response)

임펄스 응답은 소리가 변화하는 합(sum)이며 공간이 갖는 음향적 특성을 나타낼 수 있는 모든 정보를 가지고 있으며 이 측정 결과로부터 RT, EDT, C₈₀, D₅₀, RASTI와 같은 건축음향의 물리적 평가지수를 산출할 수 있다. 야외 공연장에서 측정된 임펄스 응답은 Fig.4와 같다.

B 야외 공연장의 경우 맨 뒷줄 수음점인 17~21번 수음점은 야외라는 특성과 함께 거리감쇠가 너무 크고 수음점간의 거리가 너무 멀어 음향 성능을 평가할 수 있는 임펄스 응답이 왜곡되어 음향 성능을 측정할 수 없었다.

3.2 음압레벨(SPL, Sound Pressure Level)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 객석의 음압분포는 소리의 직접음과 초기반사음 에너지의 양에 따라 결정된다.

Fig.5는 대상 야외 공연장의 음압레벨(dB(A))

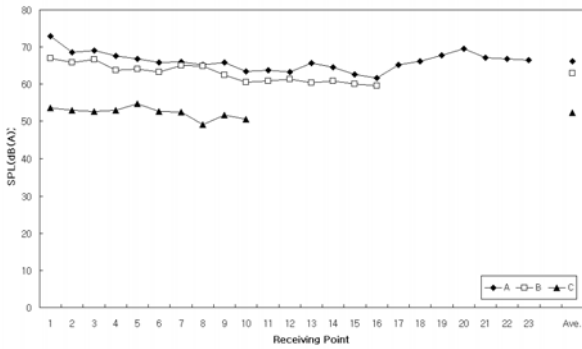


Fig.5 대상 야외공연장의 좌석별 SPL 비교

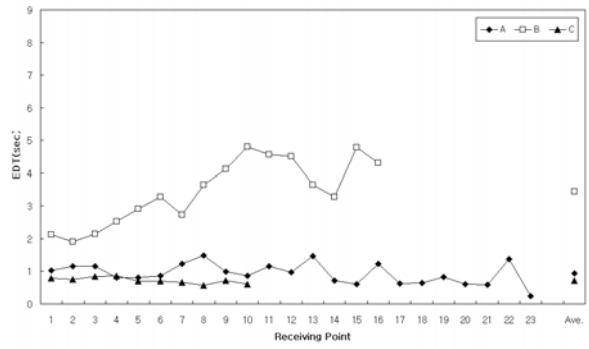


Fig.7 대상 야외공연장의 좌석별 EDT 비교

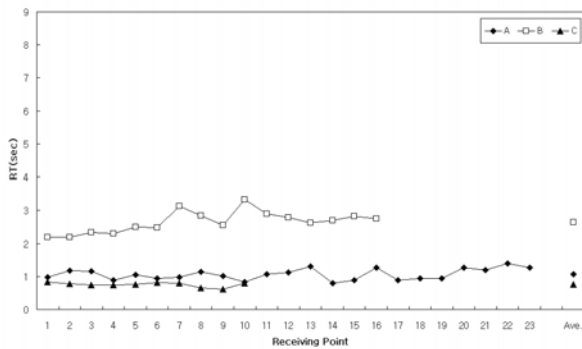


Fig.6 대상 야외공연장의 좌석별 RT 비교

의 실측치를 좌석별로 비교분석한 결과이다.

Fig.5에서 좌석별 음압레벨분포를 살펴보면 음원으로부터 거리가 멀어질수록 음압레벨이 낮아짐을 알 수 있으며, 좌석별 표준편차는 2.5dB(A) 이내로 나타나 비교적 균일한 음압분포를 보이고 있다. 또한 야외 공연장별로 살펴보면 A 야외 공연장의 경우가 평균 66.2dB(A)로 가장 높게 나타났으며, 이와 유사한 구조를 가진 C 야외 공연장은 52.34dB(A)로 가장 낮게 나타났다.

3.3 잔향시간(RT, Reverberation Time)

잔향시간은 울림의 양에 대해 가장 중요한 평가지수이며 정상상태의 음이 60dB 감쇠하는 데까지 소요되는 시간으로 정의된다.

Fig.6은 대상 야외 공연장의 잔향시간 실측치를 좌석별로 비교 분석한 결과이다.

Fig.6을 보면 500Hz에서 야외 공연장의 좌석별 잔향시간 평균값을 살펴보면 A와 C 야외 공연장의 평균이 각각 1.06초, 0.76초로 나타나 음성위주의 공연을 하기에는 적합하나 음악 공연시에는 잔향에 의한 울림이 부족한 것으로 나타났다. 이는 야외 공연장의 특성상 소리에너지가 자유공간

처럼 퍼져나가며, 천정, 측벽 및 후벽에 의한 음의 확산이나 반사가 없기 때문에 사료된다.

하지만 B 야외 공연장의 경우 평균 2.65초로 나타나 Jordan이 제안한 잔향시간의 허용 한도인 1.4~2.8초 범위에 있어 A와 C 야외 공연장에 비해 적절한 잔향시간을 보이고 있음을 알 수 있다.

3.4 초기감쇠시간(EDT, Early Decay Time)

또다른 울림의 지수인 EDT는 정상상태에서 음원을 정지시킨 후 10dB 감쇠할 때까지의 시간으로 정의되고, 약간의 강도나 분리된 반사로부터 정해진다.

Fig.7은 대상 야외 공연장의 초기감쇠시간 실측치를 좌석별로 비교 분석한 결과이다.

Fig.7을 보면 500Hz에서 A, B, C 야외 공연장의 초기감쇠시간은 각각 0.93초, 3.46초, 0.72초이며 표준편차는 각각 0.17초, 0.99초, 0.1초로 나타났다. 일반적인 홀의 경우 EDT가 RT보다 짧게 나타나는데 반해 야외 공연장에서는 자유공간으로 음이 전달되기 때문에 음의 확산과 반사가 효과적으로 이루어지지 않아 초기음에너지가 쉽게 감쇠되지 않았기 때문에 EDT가 RT보다 길게 나타난 것으로 사료된다.

3.5 음성명료도(D₅₀, Difinition)

50ms까지의 반사음이 직접음을 보강하여 명료도를 좋게하는 것으로서, Fig.8은 음성명료도 실측치를 좌석별로 비교 분석한 결과이다.

Fig.8에서 보면 500Hz에서 A, B, C 야외 공연장의 음성명료도의 평균은 61%, 47.8%, 60.4%로

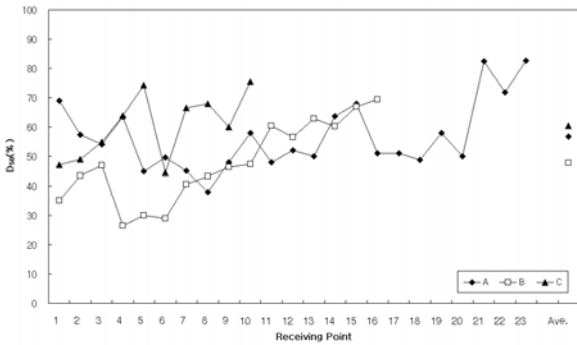


Fig.8 대상 야외공연장의 좌석별 D₅₀ 비교

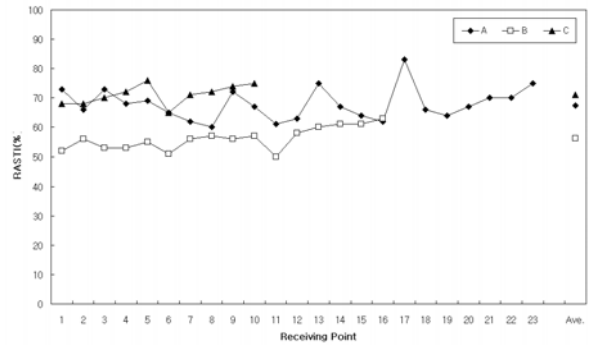


Fig.10 대상 야외공연장의 좌석별 RASTI 비교

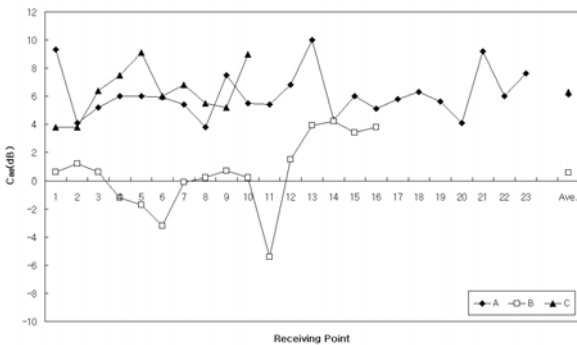


Fig.9 대상 야외공연장의 좌석별 C₈₀ 비교

비교적 높은 음성명료도를 나타냈다. 일반적으로 다목적홀에서 음악당의 경우 30~40% 정도면 음성에 대한 명료도를 확보할 수 있으므로 현재 야외 공연장에 적합한 명료도 수준을 나타내고 있음을 알 수 있다.

특히 B 야외 공연장의 경우 무대 후벽에 의해 충분한 크기로 반사된 음들이 전달되어 객석 뒤쪽으로 갈수록 음성명료도가 높아진 것으로 사료된다.

3.6 음악명료도(C₈₀, Clarity)

D₅₀과 유사한 개념으로 음악에 대한 명료도지수(Clarity Index)인 C₈₀을 Fig.9와 같이 각 좌석별 음악명료도 실측치를 비교 분석한 결과를 나타냈다.

Fig.9에서 좌석별 음악명료도의 평균을 살펴보면 A 야외 공연장은 6.1dB, B 야외 공연장은 0.54dB, C 야외 공연장은 6.31dB로 나타났다. A와 C 야외 공연장은 Jordan이 제안한 콘서트홀의 허용범위인 ±2dB에 근접하지 못하여 음악을 풍부하고 명료하게 감상하기는 매우 어렵다고 판단된다.

그러나 A 야외 공연장은 +6/-2dB 범위 안에 있어 Percussive 악기(피아노, 드럼, 전자악기, 실로폰) 등과 같은 연주는 가능하며 빠른 Rock and Roll 등의 음악은 감상할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 B 야외 공연장은 ±2dB에 근접하여 만족할만한 음악명료도를 보이고 있으나 가장 뒷줄 수음점 중 13~16번 수음점은 음악당과 같은 만족할만한 음에너지비를 얻을 수 없지만 음악 감상에는 큰 무리가 없을 것으로 사료된다.

3.7 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성 전달의 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서, Fig.10은 각 좌석별 음성 전달지수 실측치를 비교 분석한 결과이다.

Fig.10에서 각 야외 공연장의 음성전달지수 평균은 A 야외 공연장은 67.9%, B 야외 공연장은 56.2%, C 야외 공연장은 71.1%로 나타나 RASTI 평가기준⁴⁾에 의해 A와 C 야외 공연장은 “Good(잘 들린다)”로 평가되고, B 야외 공연장은 “Fair(노력하면 들을 수 있다)”로 평가되었다.

4. 결론

본 연구는 서로 다른 특성을 가진 3개 야외 공연장을 대상으로 현장 측정을 통해 건축음향 특성을 비교·분석하여 야외 공연장 설계시 음향성능을 향상시킬 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 음압레벨(SPL)의 경우 3개의 야외 공연장에

서 공통적으로 음원으로부터 거리 감쇠의 특징을 보였다. 서로 유사한 구조를 가진 C 야외 공연장이 A 야외 공연장에 비해 음압레벨이 낮게 측정되었는데 이는 쉘의 크기가 상대적으로 작아 무대의 음이 객석쪽에 효과적으로 반사시키지 못했기 때문으로 사료된다. 따라서 C 야외 공연장은 다른 야외 공연장에 비해 상대적으로 음량감이 적어 풍부한 음악 및 음성공연의 확보가 어려울 것으로 보인다.

2. 잔향시간(RT)의 경우 무대의 후벽과 측벽이 있는 B 야외 공연장은 음악감상을 함에 있어 적절한 잔향시간을 보였으나 A와 C 야외 공연장은 천장 및 벽에 의한 반사음이 없어 잔향시간이 짧게 측정되었다. 따라서 적절한 음량감의 확보 및 공연에 필요한 잔향시간을 길게 하기 위해서는 전기음향적 조절이 필요하리라 사료된다.

3. 음성명료도(D₅₀)의 경우 3개 야외 공연장 모두에서 기준치를 상회하는 값을 나타냈으며, 음악명료도(C₈₀)의 경우 B 야외 공연장이 Jordan이 제안한 콘서트홀의 허용범위인 ±2dB에 근접하여 음악을 풍부하고 명료하게 감상할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 무대 형태가 다르고 일정한 각도를 가진 야외 공연장을 대상으로 이루어진 실험으로 현 상태에서 야외 공연장에 대한 객관적인 판단을 내리기에는 무리가 있었지만 무대의 두터운 후벽과 측벽이 만족할만한 물리적 평가지수에 영향을 준 것으로 판단된다. 따라서 설계시 무대의

후벽과 측벽의 형태 및 두께, 쉘의 크기를 고려한다면 훨씬 관객들에게 만족할 수 있는 공간을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 논문의 결과를 토대로 얻은 야외 공연장의 물리적 파라미터를 기초로 하여 향후 보다 다양한 형태를 가진 야외 공연장의 현장측정을 실시하고 동일한 공간에서 관객들이 느끼는 주관적 반응을 통한 청감평가 결과를 비교·분석한다면 그 결과들이 축적되어 야외 공연장의 설계시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Eun Jung Jung, et al., 2006, A Study on the acoustic characteristics of the outdoor performance hall, Architectural Institute of Korea, Autumn Science Presentation Conference Vol. 26. p.677~680
2. Eun Jung Jung, et al., 2006.11, A Study on the acoustic characteristics of outdoor performance hall in SORI Art Center, Korean Society Environmental engineers, Conference for Science Presentation p.153
3. Eun Jung Jung, et al., 2006.11, A Study on the acoustic characteristics of Small-sized outdoor performance hall, Conference for Science Presentation p. 153
4. Kim, J. S., 2004, Architectural Acoustic Design, Sejin Co., p.209