

D 문화체육센터 소공연장의 음향특성에 관한 연구 An Study on the Acoustics Characteristics of D's Small Performance Hall

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

Abstract

The purpose of this research is furnishing of basic material for acoustic planning hereafter, after understanding the acoustic merits and demerits through measuring and analyzing on room acoustic of small performance hall.

As the result of the measurement, those physical evaluation indexes such as SPL, RT, EDT, D_{50} , C_{80} , RASTI have being kept the satisfiable acoustic condition for the service of performance hall. Therefore, as small performance hall is regarded as equipped with sufficient volume of sound, reverberatory feeling and diffusive feeling, it judges as an excellent performance place, also it is considered that it could be utilized as a useful material when design so similar performance hall, hereafter.

키워드 : 소공연장, 실내음향, 무지향스피커

Keywords : Small performance hall, Room acoustics, Omnidirectional speaker

I. 서 론4)

최근 사회의 발달과 문화의 발달로 풍요로운 문화생활을 누리려는 사람들의 증가로 문화예술공간에 대한 요구가 높아지고 있다. 이로 인해 이러한 공간의 기능적인 면과 미적인 면이 더욱더 강조되어지고 필요성이 요구되어지고 있다. 또한 대공연장과는 달리 무대의 느낌이 그대로 전달되어질 수 있는 소공연장의 요구도 갈수록 늘어나고 있다. 그러나 이러한 소규모 공연장들은 많은 음향적인 결함들을 가지고 있는 실정이다.

* 정회원, 원광대학교 건축학부 석사과정

** 정회원, 원광대학교 건축학부 부교수, 공학박사

이러한 관점에서 본 연구는 소공연장을 대상으로 현장측정을 실시함으로써 실내음향특성을 파악코자 하였다. 이렇게 분석된 자료는 향후 소공연장의 음향설계시 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

II. 측정방법 및 개요

2.1 공연장의 개요

본 연구대상 공연장은 악기연주, 음악공연, 뮤지컬, 오페라등의 공연을 수용할 수 있도록 계획된 다목적 공연장으로서 체적은 약 2,865㎡로 객석수는 374석으로 이루어져있다.

다음 표1.은 공연장 내부 마감재료와 주파수 별 흡음률자료이며, 그림1.은 공연장의 사진이다

표1. 공연장의 마감재료 및 흡음률데이터

대구분	소구분	재료	125	250	500	1k	2k	4k
바닥	객석	관객+의자	0.18	0.21	0.46	0.46	0.51	0.50
	몽로	3mm 비닐쉬트마감	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05
벽체	흡음 벽체	25mm Fiber glass 지정무늬목Sheet 마감	0.1	0.33	0.6	0.7	0.75	0.8
	화산체	80mm F G 보드2겹 지정무늬목 쉬트마감	0.18	0.12	0.08	0.06	0.06	0.06
천정	천정	80mm F G 보드2겹 지정무늬목 쉬트마감	0.18	0.12	0.08	0.06	0.06	0.06
무대	무대벽체 천정	9mm 합판	0.28	0.22	0.17	0.09	0.1	0.11
	무대바닥	stage	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.07
기다		문	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
		창문	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
		갈바	0.2	0.12	0.08	0.06	0.04	0.04

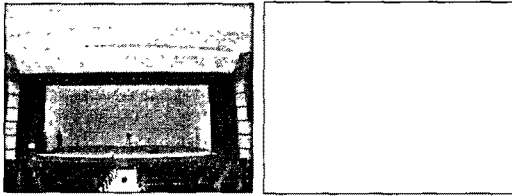


그림 1 공연장의 사진

2.2 측정방법 및 측정기기 구성도

대상 공연장의 형태가 대칭이므로 실의 중심을 기준으로 각 열과 거리를 고려하여 그리드(Grid)를 설정해 객석부분에 6개소의 측정점을 선정하였다

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, 음원은 ISO에서 제안하는 무지향성 스피커(DO12 : Omni-Directional Speaker)¹⁾를 사용하였고 높이는 1.5m로 하였다. 마이크로폰의 높이는 1.2m로 하였고 각 벽면과 마이크로폰은 최소 1m이상 이격시켜 측벽 반사에 의한 영향이 미치지 않도록 하였으며 평면과 수음점의 위치는 그림 2와 같다.

1) 모든 방향에 한결같이 소리를 방사하는 음원 및 음의 입사 방향에 감도가 변화되지 않는 수음기의 지향성을 나타내는 말로, 옛날에는 무지향성이라고 말했지만, 최근에는 전지향성이라고 말하게 되었다

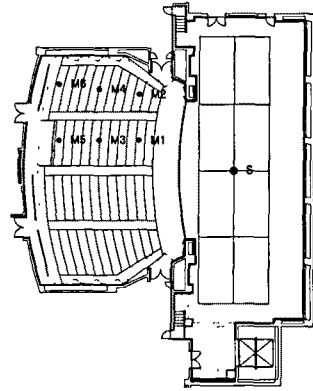


그림2. 공연장의 평면도

측정용 음원은 MLS(Maximum-Length Sequence) 음원을 사용하여 배경소음에 대한 영향을 어느 정도 배제할 수 있었고, 측정기기는 01dB사의 Symphonie 중에서 dBBATI를 사용하였다.

측정기기의 구성 및 배열은 그림3.과 같으며 측정시 음원과 수음점의 모습은 그림4와 같다.

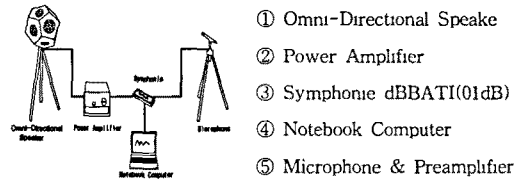


그림3 측정기기 구성 및 배열

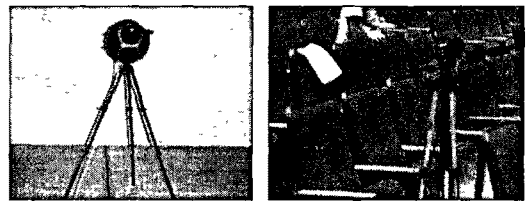


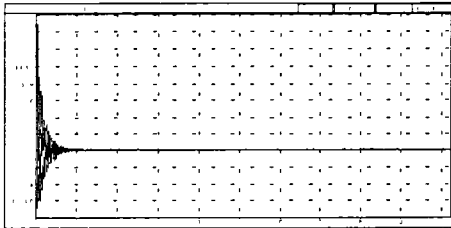
그림4. 측정시 음원과 수음점

III. 공연장의 임펄스응답

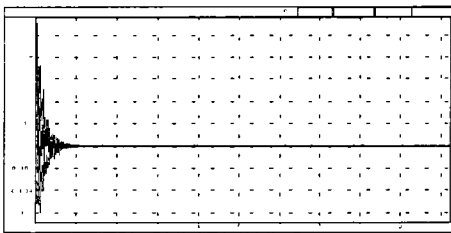
3.1 임펄스 응답(Impulse Response)

소리가 변화하는 합(sum)이며 임펄스 응답은 공간이 갖는 음향적 특성을 나타낼 수 있는 모

은 정보를 가지고 있으며 이로부터 RT, EDT, D₅₀, C₈₀, RASTI, BR 등과 같은 음에너지의 시간적 분포에 관한 평가지수들을 산출하여 실내음향 특성 및 에코(Echo) 발생 여부를 판단할 수 있다. 공연장의 중앙에 위치한 수음점 3번과 5번의 임펄스응답은 그림5 와 같다.



(a) 3번 좌석



(b) 5번 좌석

그림5 공연장의 Impulse Response

그림5를 보면 공연장의 Impulse Response에서 echo 현상이 발생하지 않음을 알 수 있다.

IV. 분석 및 고찰

4.1 음압레벨(SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 6개소의 수음점에서의 좌석에 따른 주파수별 음압레벨을 파악해보면 그림6 과 같다.

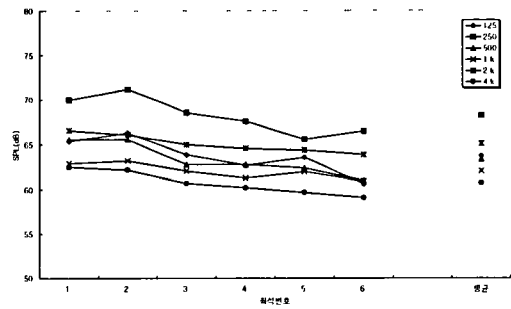


그림6 좌석에 따른 공연장의 음압레벨(SPL)

그림을 보면 각 수음점간 음압레벨 차가 ± 2 dB 이내로 나타나 상당히 균일한 음압분포를 보이고 있다 또한 500Hz를 기준으로 비교해보면 표준편차가 1.85dB로 나타나 각 좌석에서 아주 균일한 음압레벨 분포를 나타내고 있어 만족할만한 음향상태를 보여주고 있음을 알 수 있다.

4.2 잔향시간(RT, Reverberation Time)

울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수인 잔향시간은 6개소의 수음점에서 좌석에 따른 주파수별 잔향시간을 파악해보면 그림7.과 같다

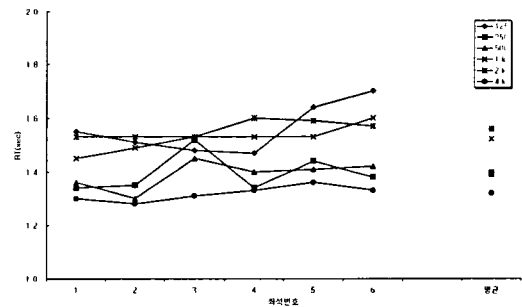


그림7 좌석에 따른 공연장의 잔향시간(RT)

홀의 잔향시간에 대한 평가기준인 500Hz를 기준으로 비교해보면 각 좌석별 평균이 1.39초이며 표준편차는 0.05초로 나타나 좌석에 따른 잔향시간의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

대상 공연장의 잔향시간과 기존에 연구에서 제안되었던 최적잔향시간을 비교한 것은 그림8 과 같다.

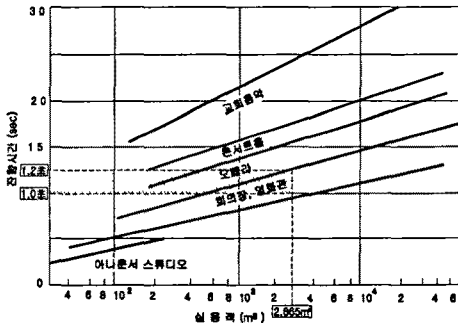


그림8 공연장의 최적잔향시간

공연장의 체적이 약 2,865m³이므로 만석시 500Hz에서 최적잔향시간이 약1.0~1.2초 정도면 회의, 영화, 악기연주, 음악공연등 다양한 장르의 공연이 가능하리라 사료된다. 따라서 향후 만석시가 되면 청중에 의해 소리에너지가 상당부분 흡수되기 때문에 소공연장의 잔향시간은 만족할만한 잔향감을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

4.3 초기감쇠시간(EDT, Early Decay Time)

잔향의 또 다른 주관적 평가지수인 초기감쇠시간은 6개소의 수음점에서 좌석에 따른 주파수별 초기감쇠시간을 파악해보면 그림9.와 같다

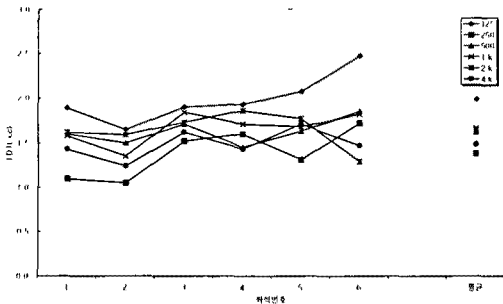


그림9 좌석에 따른 공연장의 초기감쇠시간(EDT)

그림을 보면 500Hz에서 각 좌석별 평균이 1.62초로 나타났으며 초기감쇠시간의 편차가 0.14로 나타나고 있어 만족할만한 음향상태를 보여주고 있음을 알 수 있다.

4.4 음성명료도(D₅₀, Definition)

50ms까지의 반사음이 직접음을 보강하여 명료도를 좋게 하는 평가지수인 D₅₀은 6개의 수음점에서 좌석에 따른 주파수별 음성명료도를 파악해보면 그림10 과 같다.

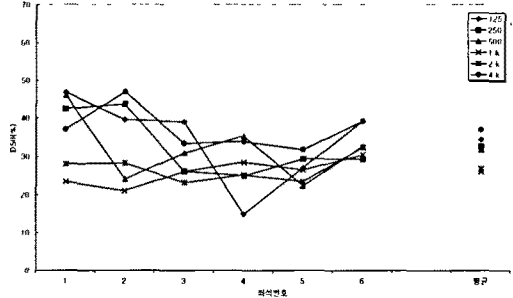


그림10 좌석에 따른 공연장의 음성명료도(D₅₀)

그림을 보면 500Hz에서 6개 좌석의 평균이 31.9%, 표준편차가 8.5%로 나타나고 있음을 알 수 있다.

일반적으로 음악당의 경우 30~40%정도면 음성에 대한 명료성을 확보할 수 있으며, 실제 공연이 이루어지는 만석시가 되면 훨씬 높은 음성명료도를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

4.5 음악명료도(C₈₀, Clarity)

음악에 대한 명료도 평가지수(Clarify Index)인 C₈₀은 6개의 수음점에서 좌석에 따른 주파수별 음악명료도를 파악해보면 그림11.과 같다.

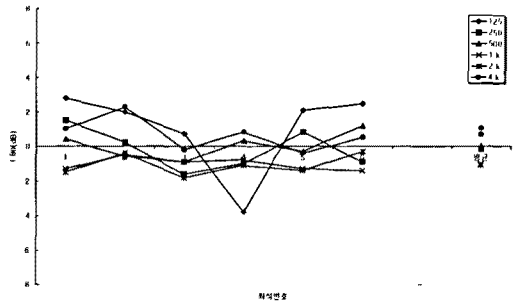


그림11 좌석에 따른 공연장의 음악명료도(C₈₀)

그림을 보면 500Hz에서 각 좌석별 평균값이 0dB임을 알 수 있으며, 음악명료도의 편차가 0.8dB로 나타나 음악명료도가 가장 이상적으로

나타나고 있다. 따라서 충분한 음량과 음색으로 공연을 감상할 수 있는 값으로 판단된다.

4.6 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성 전달의 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서의 평가지수인 RASTI는 6개 수음점의 좌석에 따른 음성명료도를 파악해보면 그림12.와 같다.

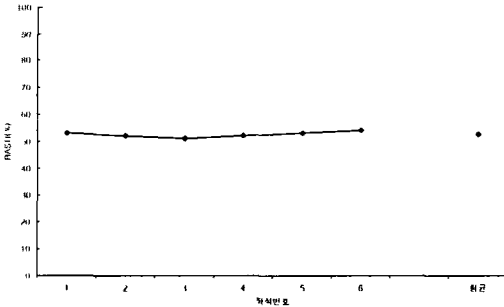


그림12 좌석에 따른 공연장의 음성전달지수(RASTI)

그림을 보면 6개 수음점의 RASTI 평균이 52.5%로 나타나고 있다. 이러한 값은 표2.를 기준하여 보면 Fair(노력하면 들을 수 있다)로 평가됨을 알 수 있다

표 2 RASTI 평가기준

RASTI(%)	Rating Scale
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)

그러나 이는 공식시의 실측값으로 향후 만석시가 되면 훨씬 높아질 것으로 사료된다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 소공연장을 대상으로 현장측정을 실시함으로써 실내 음향특성을 파악코자

하였으며 그 결과는 다음과 같다.

측정결과 물리적 음향 평가 지수인 음압레벨 분포(SPL), 잔향시간(RT), 초기감쇠시간(EDT), 음성명료도(D₅₀), 음악명료도(C₈₀), 음성전달지수(RASTI)등을 살펴보면 만족할만한 음향상태를 유지하고 있음을 알 수 있다. 특히 잔향시간은 공식시 500Hz에서 1.39초로 측정되었으나 만석시는 소공연장의 특성을 충분히 반영할 수 있는 잔향시간을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 소공연장의 용도에 맞는 충분한 음량감과 잔향감 및 확산감을 갖는 우수한 공연장이라 판단된다.

본 연구는 문화예술공간의 질의 향상을 위하여 소공연장을 대상으로 현장실험을 통해 음향특성을 살펴보았다 앞으로 이러한 연구가 지속되고 자료가 축적된다면 향후 소공연장의 음향설계시 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김재수 ; 건축음향설계, 세진사, 2004.3.
2. 김재수, 양만우 ; 건축음향설계방법론, 도서출판 서우, 2001.9.
3. 윤희경, 서정석, 김재수 ; “D 대공연장의 실내 음향특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 23권 2호,2003 10
4. 윤희경, 김재수 ; “컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 오페라하우스의 건축음향설계”, 제4회 영·호남 건설 기술 심포지움 논문집 pp335~pp362, 2002 10 11
5. 김재수, 양만우 ; “대형 실내체육관의 음향특성과 시뮬레이션에 관한 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 21권 1호 pp493~496, 2001 4
6. 장재희, 이상우 외1 ; “예술의 전당 오페라 하우스의 음향성능평가에 관한 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 12권 2호 pp353~pp356, 1992 10 24
7. FR Watson, Acoustics of Buildings, John Wiley & Sons, Inc, 1948
8. Heinrich Kuttruff, Room Acoustics, Elsevier Applied Science, 1991
9. James P Cowan, Handbook of Environmental Acoustics, Van Nostrand Reinhold, 1994