

대학교내 음악연습실의 음향특성에 관한 연구

A Study on Acoustic Characteristics of Music Practice Room in the University

정 철 운†·정 은 정, 주 덕 훈*·김 재 수**

Jung, Chul-Woon·Jung, Eun-Jung·Ju, Duck-Hoon·Kim, Jae-Soo

Key Words : 음악연습실(music practice room), 실내음향(room acoustic), 최적잔향시간(the optimum reverberation time)

ABSTRACT

Recently, since there appear the quality improvement in both educational and cultural level at the college campus also, thus the lecture room is requiring by the students where the intimacy degree among the students can be raised, also a smoother interaction between the professor and the student is able to be generated. Particularly in case of College of Music, the Practical Technique Training Rooms such as Orchestral Music Room, Pipe Music Concert Room, Music-Part Practice Room are more important for the interaction between Professor and Student or Student attends at the lesson, than the lecture rooms of any other colleges. Likewise, while such music practice room should be designed with consideration of the acoustic characteristics, so as to obtain the feel as if hear it performs at a music hall, but since the most of music practice room was designed with consideration of the convenience of construction work and its economical efficiency only, it has been exposed with many acoustic defects after the completion of construction. Therefore in this thesis, it has grasped the physical acoustic characteristics on the object of the two orchestral music rooms, pipe music concert room and ensemble practice room, among the newly constructed practice rooms of the Music College, W University, and it is considered that it could be utilized as the fundamental data on the base of this material when designing of the college music practice room, for the future.

1. 서 론

최근 교육 및 문화수준의 질적 향상이 대학에서도 나타나 학생들간의 친밀도를 높일 수 있고, 교수와 학생들의 보다 원활한 상호작용을 할 수 있는 강의실이 학생들 사이에서 요구되고 있다. 음악대학의 경우 관현악실, 관악합주실, 파 트연습실과 같은 실기연습실은 다른 단과대학의 강의실보다 교수와 학생 또는 연습에 임하는 학생들 사이의 상호작용이 중요하다. 또한 음악연습실은 음악홀에서 연주 할 때와 동일한 느낌을 얻을 수 있도록 음향특성에 대한 고려가 필요 하지만 선행연구¹⁾ 결과 대부분의 음악 연습실은 잔향시간이 너무 짧아 일반적인 수업 및 강연을 듣기에는 적합하나 음악 감상과 연주활동을 하기에는 부적절한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 대학에 신축된 음악대학의 연습실 중 관현악실 두 곳과 관악합주실, 앙상블 연습실을 대상으로 물리적 음향특성을 파악하였으며 향후 이 자료를 토대로 대학 음악연습실의 설계시 기초적인 자료로 활용 될 것으로 사료된다.

2. 측정 방법 및 개요

2.1 연구대상 체조연습장의 개요

음악연습실의 음향특성은 규모, 평면형태, 체적, 실내표면과 마감재료 등에 영향을 크게 받는다. 측정대상 음악연습실은 대학교 내에 위치하고 있으며, 실의 용도와 체적에 따라 4개의 음악실을 대상으로 실험하였고 각 음악실의 체원과 마감재료는 표 1.과 표 2.와 같다.

표 1. 대상 음악연습실의 체원

구 분	바닥면적	층고	체적
관현악실(A)	226.6m ²	4m	906.4m ³
관현악실(B)	193.29m ²	4m	773.16m ³
관악합주실	91.16m ²	4m	364.64m ³
앙상블 연습실	42.6m ²	2.5m	106.5m ³

표 2. 대상 음악연습실의 마감재료

구 분	바닥	벽	천장
관현악실(A)	T7.5 목재후로링	유공+ 페브릭천마감, 무늬목시트	T15 흡음텍스
관현악실(B)	T3 비닐계타일	유공+ 페브릭천마감, 무늬목시트	
관악합주실		유공+ 페브릭천마감	
앙상블 연습실		유공+ 페브릭천마감	

† 정 철 운, 원광대학교 건축음향연구실
E-mail : roony78@nate.com
Tel : (063) 857-6712, Fax : (063) 843-0782

* 원광대학교 건축학부 석사과정
** 원광대학교 건축학부 교수, 공학박사

2.2 물리적 음향특성 측정방법

음악연습실의 평면이 대칭에 가까운 형태이므로 실의 중심을 기준으로 그리드(Grid)를 설정해 일정한 간격으로 모두 2~8개의 측정점을 선정하였다. 음원의 위치는 실의 중심에 가깝게 고정한 상태에서 측정을 실시하였으며, 음악연습실의 평면형태 및 측정점의 위치는 다음 그림 1.과 같다.

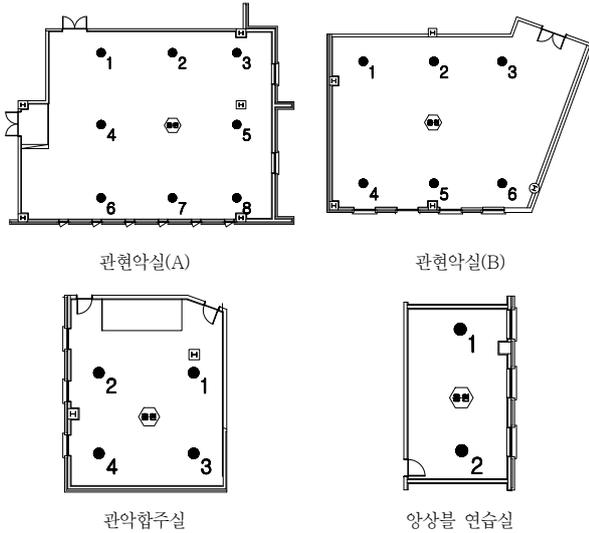


그림 1. 대상 음악연습실의 평면

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, 음원은 ISO에서 제안하는 무지향성 스피커(DO12)를 사용하였고, 높이는 1.5m, 마이크로폰 높이는 1.2m 로 하였다. 측정용 음원은 MLS(Maximum-Length Sequence) 음원을 사용하여 배경소음에 대한 영향을 어느 정도 배제할 수 있었다. 측정기기는 01dB사의 Symphonie의 dBBA1프로그램을 사용하였다. 측정기기의 구성 및 배열과 실제 측정사진은 그림 2.과 같다.



- ① Omni-Directional Speaker
- ② Power Amplifier
- ③ 01dB Symphonie
- ④ Notebook Computer
- ⑤ Microphone &Preamplifier

(a) 측정기기 구성 및 배열



(b) 측정 장면

그림 2. 측정기기의 구성 및 측정 장면

3. 분석 및 고찰

3.1 임펄스 응답 (Impulse Response)

대상 음악연습실에서 측정된 임펄스 응답은 소리가 변화하는 임펄스의 합(Sum)으로 공간이 갖는 음향적 특성을 나타낼 수 있는 모든 정보를 가지고 있으며 이 측정 결과로부터 RT, EDT, D50, C80, RASTI와 같은 건축음향의 물리적 평가지수를 산출할 수 있다. 각 음악연습실에서 측정한 임펄스 응답은 그림 3.과 같다.



그림 3. 임펄스 응답(Impulse Response)

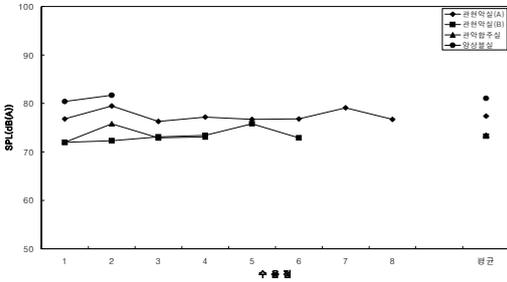
그림을 살펴보면 모든 연습실의 임펄스 응답이 초기음 이후 반사음이나 잔향이 없는 형태로 나타남을 알 수 있다.

3.2 음압레벨 (SPL)

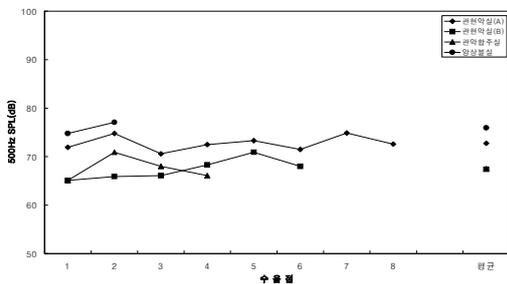
음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태가 매우 중요한 의 미를

맞는다. 실 전체의 균등한 음압분포는 소리의 직접음과 초기반사음에너지의 양에 따라 결정된다.

그림 4.는 대상 음악연습실의 음압레벨(dB(A))을 수음점 별로 비교 분석한 결과이다.



(a) 대상 음악연습실의 SPL (dB(A))



(b) 대상 음악연습실의 500Hz에서의 SPL (dB)

그림 4. 대상 음악연습실의 SPL

그림 4.(a)에서 보면 체적이 가장 작은 앙상블 연습실이 평균 81.1dB(A), 표준편차 0.92dB(A)로 음압레벨이 가장 높게 나타났으며, 관악합주실은 평균 73.5dB(A), 관현악실 A, B는 73.3~77.4dB(A), 표준편차는1.21~1.35dB(A)로 나타났다. 일반적으로 실의 크기가 작을수록 실정수(R)가 작아 높은 음압레벨을 유지하지만 체적이 커 실정수(R)가 큰 관현악실의 음압레벨이 높게 나타난 이유는 마감재료인 무늬목 시트의 반사성 특성에 인한 결과로 사료된다. 그림 4.(b)의 500Hz에서 수음점별 음압레벨도 위에서 언급한 특성을 그대로 반영하고 있다.

3.3 잔향시간(RT, Reverberation Time)

잔향시간은 울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수이며 정상상태의 음이 60dB 감쇠하는데 까지 소요되는 시간으로 정의된다. 그림 5.는 대상 음악연습실의 잔향시간 실측치를 500Hz를 기준으로 비교 분석한 결과이다.

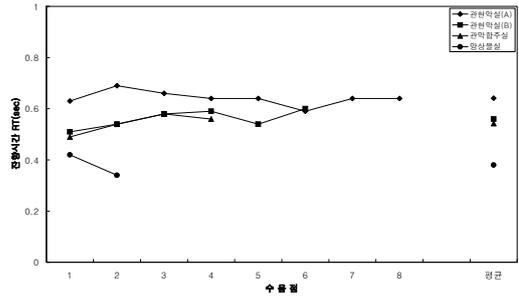


그림 5. 대상 음악연습실의 500Hz에서의 RT(sec)

실내음향에서 가장 중요시되는 500Hz의 잔향시간을 살펴 보면 앙상블 연습실이 평균 0.38초로 가장 낮게 나타났으며, 관현악실과 관악합주실도 0.64초 이하의 매우 짧은 잔향시간을 나타냈다. 이는 실의 체적에 비해 흡음성능이 뛰어난 마감재료의 과도한 사용 때문인 것으로 사료된다.

대상 음악연습실의 최적 잔향시간을 관악기와 현악기 및 타악기를 포함한 실내악의 목적과 앙상블 연습실의 음악평균 목적으로 하여 각 체적별 500Hz를 기준으로 그림 6.과 같이 결정하였다.

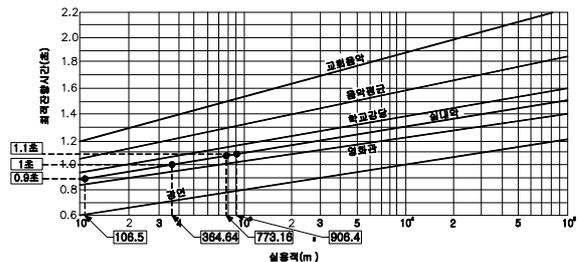


그림 6. Kundsen이 제안한 최적 잔향시간

실의 사용목적과 크기에 의해 결정되는 최적의 잔향조건을 만족하려면 적절한 마감재료를 선정하여 설계하고, 그 소요량과 배치를 음향적 입장에서부터 결정하여야한다. 관악합주실과 관현악실(A), (B)은 체적이 약 364.64 ~ 906.4m³이고 앙상블 연습실의 체적이 106.5m³로서 실내악의 목적으로 500Hz에서 최적 잔향시간²⁾³⁾이 약 0.9 ~ 1.1초를 유지하는 것이 적정 잔향시간이라고 사료되지만 실험대상 음악연습실의 잔향시간은 평균 0.38 ~ 0.64초로 그림 7.과 같이 최적 잔향시간보다 못 미치게 나타나 실의 체적과 용도를 고려하지 않고 과도한 흡음재를 사용했다고 판단되며 음악연습시 음향적 결함이 발생 할 수 있을 것이라 사료된다.

2) Vern O. Kundsen and Cyril M. Harris ; "Acoustical Designing in Architecture", JOHN WILEY & SONS.INC.,1955
 3) M.David Egan ; "Concepts in Architectural Acoustics", Mcgraw-hill book company, 1972, p40

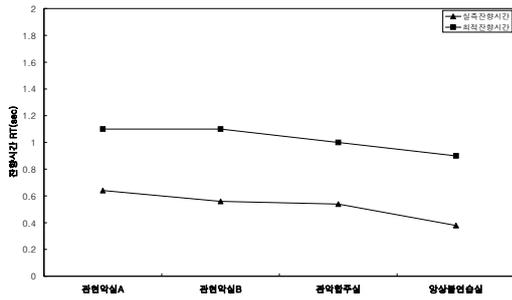


그림 7. 실측잔향시간과 최적잔향시간 비교

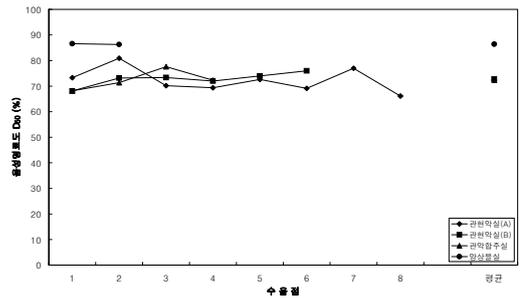


그림 9. 대상 음악연습실의 500Hz에서의 D50 (%)

3.4 초기감쇠시간 (EDT, Early Decay Time)

또 다른 울림의 지수인 EDT는 정상상태에서 음원을 정지시킨 후 10dB 감쇠할 때까지의 시간으로 정의되고, 약간의 강도나 분리된 반사로부터 정해진다. 그림 8.은 대상 각 음악연습실의 초기감쇠시간 실측치를 500Hz를 기준으로 비교 분석한 결과이다.

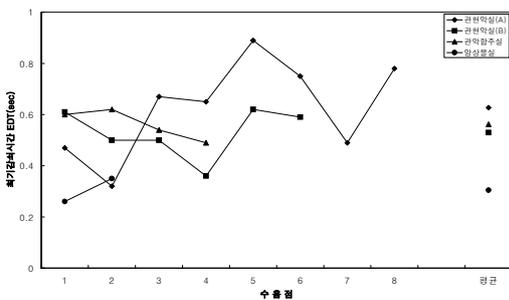


그림 8. 대상 음악연습실의 500Hz에서의 EDT(sec)

그림 8.을 보면 500Hz에서 초기감쇠시간(EDT)은 실의 체적이 가장 큰 관현악실 A의 경우 0.63초로 가장 높게 나타났으며, 체적이 가장 작은 양상블 연습실의 경우 0.31초로 매우 낮게 나타났다. EDT는 실의 형상에 대해 매우 민감하게 반응하고 측정위치에 따라 현저하게 달라지는 특성을 갖기 때문에 각 수음점 별로 주파수별 잔향시간과는 전혀 다른 특성 및 분포를 보이고 있다.

3.5 음성명료도(D50)

회화의 명료도에 관한 지수 중 강연을 대상으로 하는 D50은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 반사음이 직접 음을 보강하여 명료도를 좋게 하는 것으로서, 그림 9.는 음성명료도 실측치를 500Hz를 기준으로 분석한 결과이다.

일반적으로 다목적 홀에서 연주나 강연의 경우 D50은 55~60%가 적당하나 대상 음악연습실의 경우 500Hz에서 D50이 평균 72%이상의 결과를 보였고, 실의 체적이 작고 실정수(R)가 작은 양상블 연습실의 경우 86.45%, 표준편차는 0.21%로 나타나 매우 높은 음성 명료도를 나타내었다. 이는 잔향시간이 짧은 결과로써 음성명료도는 확보되었지만 음악적 연주 및 감흥을 얻기는 어려울 것으로 사료된다.

3.6 음악명료도(C80)

음악에 대한 명료도를 나타내기 위한 지수인 C80은 (Clarity Index) 너무 클 경우 연주음이 너무 건조하고 딱딱해져 충분한 음량과 음색으로 이를 감상하기 어려워진다. 그림 10.은 각 음악연습실의 500Hz를 기준으로 음악명료도를 분석한 결과이다.

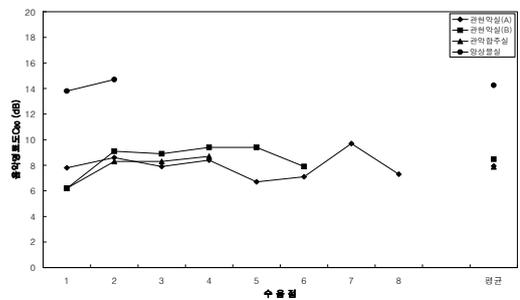


그림 10. 대상 음악연습실의 500Hz에서의 C80 (dB)

그림 10.을 보면 500Hz에서의 음악명료도는 양상블 연습실이 평균 14.25dB로 나타났으며, 관현악실과 관악합주실 또한 7.88~8.48dB로 높게 나타났다. 일반적으로 Blown Instruments(불어 울리는 악기)는 0/-2dB, Bowed Instruments(활을 가진 악기)는 +2/-2dB가 적절한 음악명료도 값이지만 대상 음악 연습실은 모두 이를 훨씬 초과하고 있음을 알 수 있다. 따라서 음악을 감상하거나 연주 시 풍부하고 충분한 느낌을 인식하기는 불가능한 공간임을 알 수 있다.

3.7 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성의 전달에 따른 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서 실측치에 의한 음성 전달 지수의 분포형태를 비교 분석한 결과는 그림 11.과 같다.

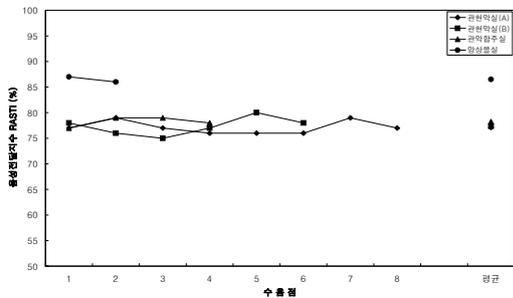


그림 11. 대상 음악연습실의 음성전달지수 (RASTI)

그림 11.을 보면 음성전달지수가 평균 77.13 ~ 86.50%로 나타났고, 표준편차는 1.75%로 미만으로 나타났으며 음원과의 거리가 가장 가까운 앙상블 연습실의 음성전달 지수가 가장 높게 나타났다.

위와 같은 결과로 미루어볼 때 음성전달 지수는 RASTI 평가기준에 의해 표 3.과 같이 “아주 편하게 들을 수 있다.”로 평가되었다. 따라서 음악연습실에서 발생하는 원음이 왜곡되지 않고 잘 들을 수 있을 것으로 사료된다.

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 편하게 들을 수 있다.)

4. 결 론

대학의 음악연습실의 음향특성을 분석해 본 결과는 다음과 같다.

1. 음악연습실의 음압레벨이 평균 73.3~81.1dB(A), 표준편차는 1.21~1.35dB(A)로 나타나 균일한 음압레벨분포를 보이고 있으며, 실정수(R)가 큰 관현악실의 음압레벨이 높게 나타난 이유는 마감재료인 무늬목 시트의 반사성 특성에 인한 결과로 사료된다.

2. 실험 대상 음악연습실 모두 실의 사용목적과 체적에 따른 최적의 잔향시간에 비해 훨씬 못 미치는 평균 0.38~0.64초로 나타났으며, 이로 인해 음성 명료도 및 음

성전달 지수는 높지만 음악명료도에 대해서는 음악 감상 및 연주 시 풍부하고 충만한 느낌을 인식하기에는 불가능한 공간임을 알 수 있다.

3. 현장 실험을 통해 체적이 서로 다른 음악연습실의 음향특성을 살펴본 결과 과도한 흡음재료의 마감으로 인해 실의 사용목적과 크기에 의해 결정되는 최적의 잔향조건을 만족시키지 못한 채 음향적 결함을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 얻어진 물리적 파라메타를 기초로 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 가청화의 결과를 비교 분석 한다면 향후 이와 유사한 음악연습실의 설계시 최적의 잔향시간을 결정하는데 유용한 자료로 활용 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) 김재수 ; 건축음향설계(개정판), 세진사, 2004.3.
- (2) 김재수, 양만우 ; 건축음향설계방법론, 도서출판 서우, 2001.9.
- (3) 국정훈, 정은정, 정철운, 김재수 ; “중·고등학교 음악실의 음향특성에 관한 연구”, 대한환경공학회 추계학술발표대회, 2006.11
- (4) 국정훈, 정철운, 김재수 ; “실내수영장의 음향특성에 관한 실험적 연구”, 대한환경공학회 추계학술발표대회, 2006.11
- (5) Vern O. Kundsens and Cyril M. Harris ; "Acoustical Designing in Architecture", JOHN WILEY & SONS.INC.,1955
- (6) M.David Egan ; "Concepts in Architectural Acoustics", Mcgraw-hill book company, 1972
- (7) Heinrich Kuttruff, Room Acoustics, Elsevier Applied Science, 1991