

창덕궁 인정전 앞 공간의 음향 특성

Acoustical Characteristics of the Front Yard of Injeongjeon Hall at Changdeokgung Palace

이신영* · 김수연* · 전진용*

Sin Young Lee, Su Yeon Kim, Jin Yong Jeon

Key Words : Acoustical Characteristics(음향특성), Computer Simulation(컴퓨터 시뮬레이션)

ABSTRACT

In this research, we investigated the acoustical characteristics of the front yard of Injeongjeon hall at Changdeokgung Palace, a Korean traditional building which is on record as the world cultural inheritance of UNESCO. Acoustical measurements and computer simulation were fitted in order to judge the appropriateness of musical performances in the space. The front part of the stage area, where musicians will perform, is made of a stone platform. The eaves of Injeongjeon hall is located behind the platform.

1. 서론

현재 남아있는 조선의 궁궐 중 그 원형이 가장 잘 보전되고 자연과의 조화로운 배치가 탁월한 점에서 1997년 유네스코 세계문화유산으로 등록된 한국 전통건축물 창덕궁내의 인정전 앞 실외공간에서 아름다운 경치와 조화를 이루는 연주공간으로 승화시키기 위한 시도가 이루어지고 있다. 한강엔 전통건축물을 다른 용도로 이용하여 건축물의 훼손을 우려하는 시선들도 있지만 단순히 멀리서 바라만보고 아낀다고 보존되는 것은 아니다. 단순히 시각적인 아름다움에서만 그치는 것이 아니라 아름다운 소리와 함께하여 창덕궁의 아름다움을 배가 시킬 수 있다면 보다 많은 사람들의 관심과 발길 속에서 오래도록 함께 할 것이다.

음악 연주가 시도되어질 인정전 앞의 전체 공간은 가로가 68m, 세로가 56m로 총면적 약 3,808m²로 박스형 타입의 비교적 큰 공간이다. 바닥과 계단은 단단한 돌로 이루어져 있고, 나무기둥과 처마로 주위가 둘러싸여있다. 무대 공간으로 사용될 인정전 바로 앞의 무대 공간은 바닥에서부터 약 2m정도 높은 단에 있으며, 무대 뒤에 인정전 건물이 위치하고 있다.

본 연구에서는 인정전의 음악 연주 공간으로서 적합성을 판단하기 위해 현장 측정과 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 실외공간의 음향특성을 분석하였다. 현장 측정을 통하여 실내 연주공간과는 달리 연주 공간이 외부와 개방되어 있기 때문

에 온도와 습도, 배경소음(도로교통소음, 새소리, 바람소리)에 의해 음향적인 영향을 많이 받는다는 것을 알게 되었다.

실외공간의 음향조사는 Choumouzladou⁽¹⁾, Vassilantonopoulos⁽²⁾ 등에 의해 연구가 이루어졌으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 연구가 병행되어졌다. 본 연구에서도 현장 측정을 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 음의 분포를 예측하고 음향특성을 조사하였다.

2. 현장 측정

2.1 배경소음의 측정

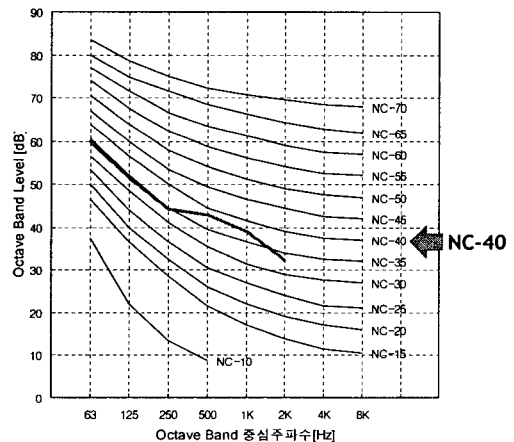


Fig 1. 배경소음 측정

* 한양대학교 건축공학과 석사과정
E-mail : webmaster@2sin0.com
Tel : (02) 220-1755, Fax : (02) 2291-1733

* 한양대학교 건축공학부 석사과정

* 한양대학교 건축공학부 부교수

창덕궁 인정전은 근접한 위치에 도로가 있기 때문에 도로 교통소음의 영향을 많이 받는다. 인정전 앞 공간에서 실외 연주를 할 경우 실내연주공간에 비해 새소리와 바람소리와 같은 주변 배경소음에 무방비로 노출되어 있기 때문에 B&K의 SLM(Sound Level Meter) 2260으로 측정된 결과 배경소음이 Fig 1.과 같이 NC-40(Noise Criteria Curves)으로 다른 실내연주공간의 기준(NC-20)에 크게 못 미치기 때문에 배경소음 차음을 위한 대책이 필요하다.

2.2 무대 음향의 측정

무대로 사용될 인정전 앞 공간은 가로 31m, 세로 11m로 총면적이 341m²로 비교적 큰 무대이다. 따라서 무대음향을 측정하기에 앞서 넓은 무대의 어느 부분을 활용할 것인가에 대한 문제에 직면하게 된다. 본 연구에서는 Fig 2.와 같이 객석과 근접한 무대 앞부분과 인정전 처마와 근접한 뒷부분을 case 1과 case 2로 각각 나누어 stage support, ST1 측정을 실시하였다.

ST1은 Gade⁽³⁾가 제안한 무대음향 파라미터로 연주 시 연주자간에 상호 소통이 얼마나 잘 이루어지는지 나타낼 수 있는 지표이다. 따라서 각각의 case에 대해 오케스트라 배치 시 솔로 연주 악기 또는 보컬 위치(S1, S3)와 앙상블 악기 위치(S2, S4)를 가정하여 수음점을 위치하였다.

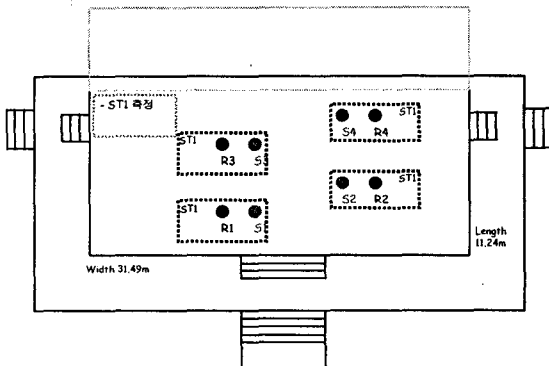


Fig 2. 무대 ST1 측정 위치

2.3 객석 음향의 측정

객석으로 계획된 인정전 무대 앞 공간에 Fig 3.과 같이 17개 지점을 선정하였다. 객석의 음향특성을 조사하기 위해 음향분석 프로그램 Addition을 활용하였으며, 전주파수 대역에 동일한 음압을 내보내는 Swept sine을 사용하였다.

음원의 위치는 무대에서 연주 시 예상되는 솔로 위치를 임의로 선정하여 무지향성 스피커로 출력하였다.

수음은 AKG 414 마이크로폰을 이용하였으며, 바람의 영

향으로 소음이 첨가되어 바람소리를 흡음하는 윈드실드를 마이크로폰에 설치하여 측정하였다.

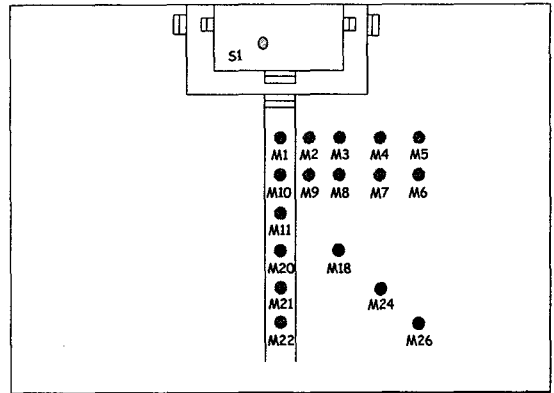


Fig 3. 객석 측정 17개 지점

3. 현장 측정 결과 및 분석

3.1 Support-100ms, ST1

무대 ST1 측정 결과 Fig 4. 와 같이 처마 가까이에 위치한 후 무대인 case 2에서 무대 앞부분 case 1보다 측정값이 평균 3.5dB 가량 더 크게 나타났다. 인정전 앞 공간에서 반사음을 유도할 수 있는 구조체는 돌로 이루어진 바닥을 제외하고는 인정전 건물의 처마가 있다. 따라서 case 2는 처마로부터 반사음이 유도되어 case 1보다 ST1값이 높게 나타났다 것으로 판단된다. 즉, 측면 반사음이 유도되기 힘든 인정전 앞 공간의 구조상 연주자를 무대 앞쪽에 배치한다면 무대 뒤쪽에 배치했을 경우보다 상대적으로 연주자간에 서로의 연주음을 듣기 힘들어 질 것이라 예상된다.

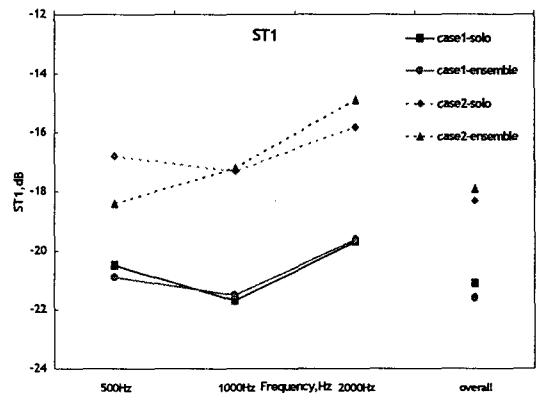


Fig 4. 무대 배치에 따른 ST1

3.2 Reverberation Time, T

인정전의 잔향시간은 Fig 5.와 같이 중주파수 대역(500Hz, 1000Hz)에서 공석시 평균 1.65초로 나타났다. 일반 실내 콘서트홀의 적정 잔향시간이 만석시 중주파수 대역에서 1.6~2.4초인 것을 고려할 때 인정전의 경우 만석시 잔향시간이 1.65초보다 다소 짧아지겠으나 오케스트라 및 실내악 공연을 야외에서 하기에 적합한 잔향시간이라고 할 수 있다. 그러나 저주파수 대역, 특히 125Hz 대역에서는 객석부의 위치마다 편차가 크게 나타나 객석 위치마다 음향적 차이가 발생할 것으로 예상된다.

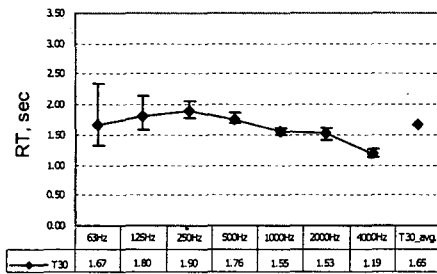


Fig 5. T30 주파수 대역별 분석

3.3 Clarity, C

명료도 지표인 C80을 측정된 결과 Fig 6.과 같이 객석부 위치마다 편차가 크게 나타났으며 전주파수 대역 평균값이 7.4dB로 측정되었다.

위 명료도 값은 챔버 오케스트라 공연을 하는 콘서트홀의 적정한 명료도 수준⁽⁴⁾인 -2~2dB보다 훨씬 선회하는 값으로 적정 잔향시간 유지와 함께 높은 명료도가 보장되기 때문에 성악 등의 보컬 공연 또한 적합할 것으로 예측 된다

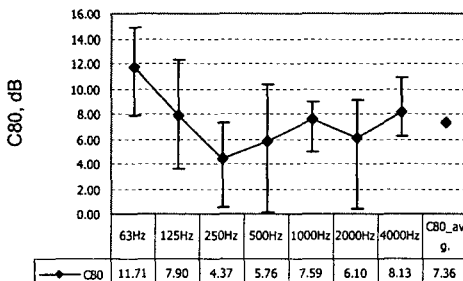


Fig 6. C80 주파수 대역별 분석

3.4 Echo

공간의 음향특성을 나타내는 Impulse Response 분석결과 Fig 7. 과 같이 decay curve(감쇠곡선)에서 음이 감쇠하다가 특정 시간대역에서 증폭이 되는 것이 발견되었다. 이와 같은 결과는 음이 감쇠하다가 Echo가 발생하는 지점에서 음이 증폭되는 현상이라 할 수 있다.

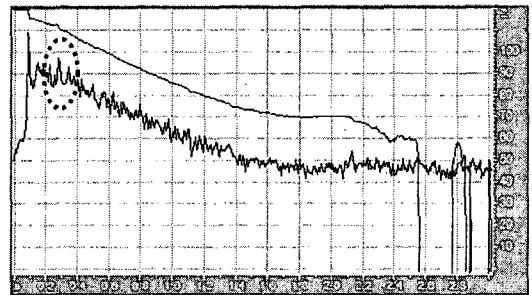
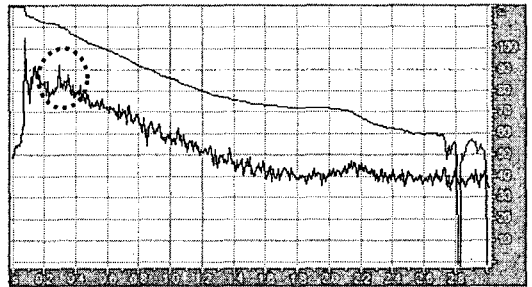


Fig 7. Echo 발생지점 Decay curve(객석 M5, M6지점)

4. 컴퓨터 시뮬레이션

4.1 컴퓨터 모델링

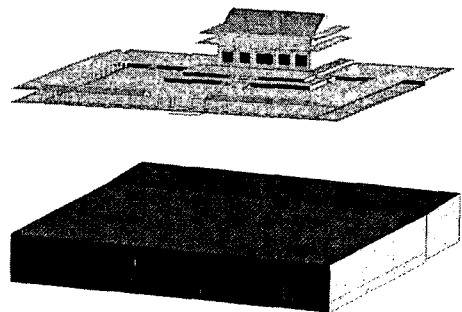


Fig 8. 인정전 모델링 (위) 3D 페이스로 마감 (아래)

건축음향 예측 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램인 Odeon을 이용하여 인정전 앞 공간의 음향특성분석을 하기 위하여 AUTO CAD 프로그램으로 Fig 8.(위)와 같이 인정전과 앞 공간을 모델링하였다. Odeon을 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션 분석을 하기 위해서는 사방이 닫힌 공간으로 이루어져야하기 때문에 Fig 8.(아래)와 같이 외부와 개방된 공간은 하나의 layer로 선정하여 3D 페이스로 마감 하였다.

4.2 컴퓨터 시뮬레이션

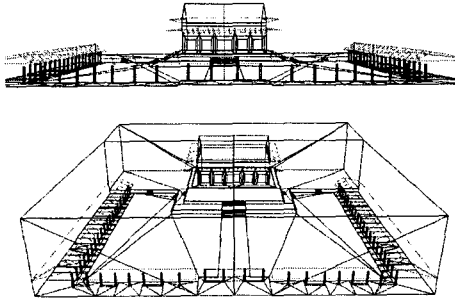


Fig 9. Odeon프로그램을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션

Odeon 프로그램을 이용한 시뮬레이션의 경우 Gade의 연구⁽⁵⁾를 통해 어느 정도 세부적으로 면을 나누어 모델링을 할 경우 간단하게 모델링을 한 시뮬레이션 측정값에 비해 실측정치와의 오차를 줄일 수 있는 결과에 따라 인정전 모델링을 Fig 9과 같이 세부적으로 총 1986개의 면으로 나누었다. 크게 바닥, 기둥, 처마, 인정전 등 총 4개로 구성되었으며 각각을 구성하는 면의 흡음률에 맞게 면의 재료를 선정하였다. 음원은 현장측정시와 동일한 Solo 위치에 두고 시뮬레이션을 실시하였다.

인정전의 객석 부분을 0.5m 간격 Grid로 나누어 SPL(A)를 분석한 결과 Fig 10. 에서와 같이 특정 부위에 음이 집중되는 현상이 나타났다. 따라서 이 부분에서의 수음은 Echo로 들리게 된다.

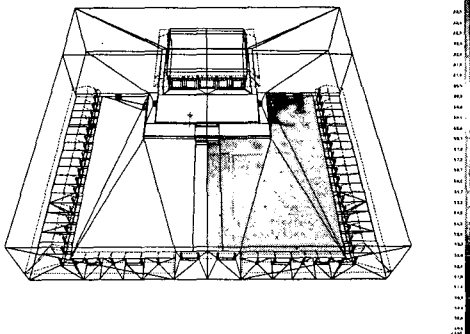


Fig 10. 객석부분 SPL(A) Grid 분석

6. 결론

지금까지 인정전 앞 실외공간에서의 음향특성을 현장 측정과 시뮬레이션을 통하여 연구한 결과 실내공간과는 달리 배경소음에 노출되어있어 보다 정온한 공연 환경을 위해서는 기본적으로 배경소음 차단을 위한 방안이 제시되어야 할 것이다.

현장 측정 결과와 같이 인정전 앞 공간 무대의 연주자 배치는 인정전 처마와 근접한 뒤쪽으로 하여 인정전 처마의 영향을 통해 ST1을 최소화하여 연주자간의 Communication 이 잘 이루어지도록 배치해야하나 이 경우 연주단 높이(2m)에 의해 객석 최전열이 시야확보를 위해 후방으로 더 후퇴되어야 하는 단점이 있다.

잔향시간은 1.65초 정도로 오케스트라 및 실내악의 연주가 가능할 것으로 보이고 명료도의 경우 7.36정도로 명료도가 높아 가사전달이 필요한 성악이나 오페라의 연주가 적당할 것으로 보인다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 음의 분포를 살펴본 결과 특정 부위에 음이 집중되고 측면에 나열된 기둥에 의한 에코가 발생되고 있는 현상이 발견 되었다.

본 연구조사는 창덕궁 인정전이라는 실외공간에서의 음향적인 특성을 알아보기 위한 과정이었으므로 향후 시뮬레이션 상에서 기존의 건축물은 보존하면서 가변식의 반사판이나 확산체를 이용하여 음의 집중과 Echo 현상을 제거하는 방안을 찾고 실 공간에 적용하기위한 개선 대책이 강구되어야 할 것이다.

참고 문헌

- (1) Chourmouzladou, P & Kang, J., "Acoustic Simulation of Ancient Greek and Chinese Performance Space", Proceedings of the IOA, Vol. 24, Pt. 4, 2002.
- (2) Vassilantonopoulos, S.L. and Mourjopoulos, J.N., "A Study of Ancient Greek and Roman Theater Acoustics" Acta Acustica Vol. 89 (2003) p. 123-135.
- (3) Gade, A. C., Investigations of musician's room acoustic conditions in concert halls I : Methods and laboratory experiments, Acustica 69, pp.193-203, 1989a.
- (4) Barron. M., Auditorium acoustics and architectural design Chapman & Hall/Routledge, London, (1993)
- (5) Gade, A. C., Lisa, M., Lynge. C., Rindel. J. H., "Roman Theatre Acoustics; Comparison of acoustic measurement and simulation results from the Aspendos Theatre, Turkey" ICA, IV-2953, 2004.