

천장 형태에 따른 Vineyard형 음악당의 음향성능 변화 Change of acoustic performance of vineyard-type concert halls according to the ceiling form

이국현† · 김재수*

Lee, Kook-Hyun, Kim, Jae-Soo

1. 서론

최근 시민들의 의식 수준의 향상으로 여러가지 공연이 가능한 다목적 홀보다는 한가지 목적에 특화된 음악당의 건립이 늘고 있다. 그러나 국내에 건립된 음악당은 프로세니움 아치를 갖는 Shoebox형태가 대부분이며, 관객과의 친밀성이 장점인 Vineyard 형의 공연장은 전무한 실정이다. 따라서 Vineyard 형 공연장의 음향특성에 대한 자료가 없어 그에 대한 연구가 요구되고 있다. 또한, 선행 연구¹⁾ 된 자료를 보면 Vineyard형 공연장 평면의 특성상 좌석별 편차가 클 것으로 예상되므로 천장을 통한 음의 확산이 매우 중요시 요구되기 때문에 세밀한 천장설계가 필요하다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 Vineyard 형 음악당의 설계도면을 토대로 천장의 변화를 통해 음향 시뮬레이션을 이용하여 음향성능의 변화를 파악하였으며, Vineyard형 공연장에 가장 적합한 천장 형태를 파악해보고자 하였다.

2. 측정방법 및 개요

2.1 연구대상 Vineyard 형 공연장의 개요

본 연구대상 Vineyard 형 공연장의 음향 특성은 규모, 평면형태, 체적, 실내표면과 마감 재료 등에 영향을 크게 받는다. 대상 Vineyard 형 공연장의 형태 및 제원은 그림 1 및 표 1.과 같다.

표 1. 대상 Vineyard 형 공연장의 제원

구분	장소	Case 1.	Case 2.	Case 3.
제	체적	약 15,000m ³	약 16,500m ³	약 13,800m ³
	길이	약 38m		
	폭	약 27m		
원	천정고	약 12.7m	약 13.5m	약 11.7m
	좌석수	약 1,294석		

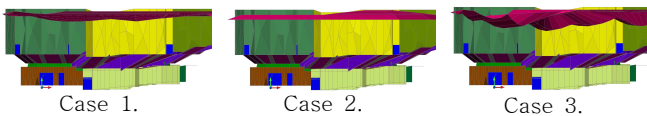


그림 1. 연구대상 음악당에 설치된 가변시스템

* Case 1.의 경우 기본 설계 도면을 토대로 Modeling 된 것으로 약간의 구배가 있는 형태이며, Case 2.는 약간 오목한 형태를 나타내고 있다. Case 3.의 경우 음의 확산이 잘 이루어지도록 천장 구배가 있는 모습이다.

2.2 Computer simulation 개요

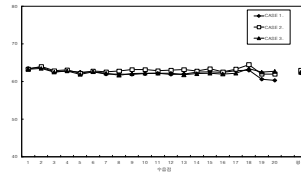
연구대상 Vineyard 형 공연장의 음압분포 및 실내음향 파라메

타의 예측분석은 음선추적법(Ray-tracing method)과 허상법(Image model method)에 의한 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며 사용 프로그램은 Odeon 4.21이다. 음향시뮬레이션에서 확산방법은 Lambert Method, 음선수는 4,010개, Impulse Response 길이는 1,000ms, Transition Order는 3으로, 각 좌석별 음향평가지수는 만석시를 기준으로 평가하였다. 시뮬레이션 방법은 ISO에서 제안하는 무지향성 음원을 사용하였으며, 마감재료와 각 수음점은 선행연구와 동일하게 하여 천장형태의 변화에 따라 평가하였다.

3. 분석 및 고찰

3.1 음압레벨 (SPL)

500Hz에서 홀의 Case별 음압레벨을 분석한 결과는 그림 2. 와 같다.



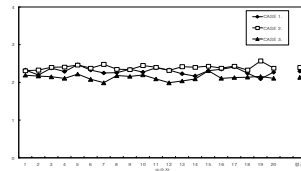
	Case 1.	Case 2.	Case 3.
평균	62.3 dB	62.9 dB	62.4 dB
표준 편차	0.82 dB	0.61 dB	0.50 dB

그림 2. 500Hz에서 음악당의 Case 별 음압레벨 비교(dB)

그림 2.를 보면 500Hz에서 Case별 음압레벨의 평균이 62.3~62.9dB의 범위내에서 변화하고 있으며, 표준편차는 Case 1.은 0.82dB, Case 2.는 0.61dB, Case 3.은 0.50dB로 나타났다. 따라서 각 Case에서 표준편차가 ±2dB를 만족하여 균일한 음압레벨을 보일 것으로 판단된다. 이러한 결과를 볼때 체적이 큰 공간의 경우 천장의 변화를 통해서 음압레벨은 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다.

3.2 잔향시간 (RT)

500Hz에서 홀의 Case별 잔향시간을 분석한 결과는 그림 3. 과 같다.



	Case 1.	Case 2.	Case 3.
평균	2.30 초	2.40 초	2.13 초
표준 편차	0.09 초	0.06 초	0.07 초

그림 3. 500Hz에서 음악당의 Case 별 잔향시간 비교(sec)

그림 3.을 보면 500Hz에서 Case별 잔향시간은 만석시 2.13~2.40초로 다르게 나타남을 알 수 있다. 이러한 이유는 같은 마감재료를 사용하더라도 체적이 변화 하였기 때문인 것으로 판단된다. 위의 각 Case 별 결과 값을 최적 잔향시간 표를 통해 그 목적을 파악해 본 결과는 그림 4.와 같다.

† 이국현: 원광대학교 건축공학과 석사과정
yi4150@nate.com
(063)857-6712

* 김재수: 원광대학교 건축공학과 교수

1) Vineyard형 음악당 건립을 위한 기본 설계안의 음향성능 검토

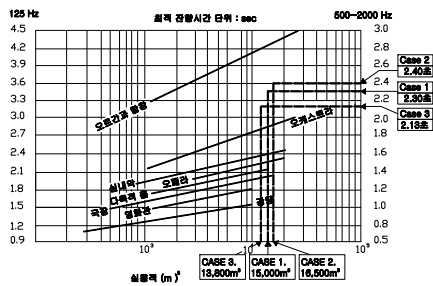
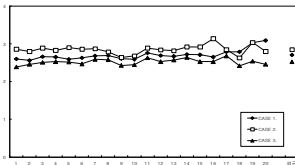


그림 4. 적정 잔향시간 범위

그림 4.를 보면 500Hz에서 Case 1.은 2.30초, Case 2.는 2.40초, Case 3.는 2.13초로 나타났다. 이와 같이 각 Case별로 잔향시간의 차이가 나는 이유는 음악당의 체적이 변화하였기 때문으로 사료되며, 동일한 마감재료를 사용하였기 때문에 체적이 클 경우 잔향시간이 길게 나타남을 알 수 있다. 따라서 Case 1~3 모두 오케스트라와 오르간과 합창 사이에 있다. 따라서 본 음악당은 음의 울림이 요구되는 100명 이상의 심포니 오케스트라 공연에 적합한 것으로 사료된다. 위의 결과에서 나타난 잔향시간의 차이는 체적이 변화하였기 때문인 것으로 인간이 느끼는 잔향감, 울림의 정도는 거의 비슷할 것으로 사료된다.

3.3 초기감쇠시간(EDT)

500Hz에서 홀의 Case별 초기감쇠시간을 분석한 결과는 그림 5. 와 같다.

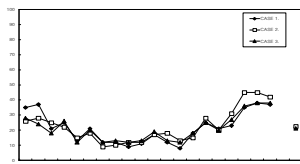


	Case 1.	Case 2.	Case 3.
평균	2.71 초	2.85 초	2.52 초
표준 편차	0.14 초	0.12 초	0.08 초

그림 5. 500Hz에서 음악당의 Case 별 초기감쇠시간 비교(sec)
 그림 5.를 보면 설계의 기준이 되는 500Hz에서 Case 1.은 2.71초, Case 2.는 2.85초 Case 3.은 2.52초로 나타나 잔향시간과 같이 체적의 변화에 따라 초기 감쇠시간의 차이가 나타남을 알 수 있다. 표준편차의 경우 Case 3.의 경우 0.08초로 가장 낮게 나타나 천장의 구배를 통해 음이 각 수음점으로 골고루 확산됨을 알 수 있다. 따라서 Case 1,2. 보다 Case 3.의 천장구조에서 각 수음점 별로 보다 균일한 초기감쇠시간을 보임을 알 수 있다.

3.4 음성명료도 (D₅₀)

500Hz에서 홀의 Case별 음성명료도를 분석한 결과는 그림 6. 과 같다.



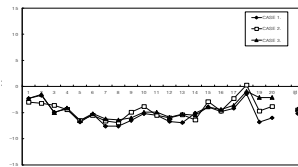
	Case 1.	Case 2.	Case 3.
평균	21.5 %	22.5 %	21.2 %
표준 편차	10.2 %	11.2 %	8.8 %

그림 6. 500Hz에서 음악당의 Case 별 음성명료도 비교(D₅₀)
 그림 6.을 보면 500Hz에서 음성명료도는 Case 1.은 21.5%, Case 2.는 22.5%, Case 3.은 21.2%로 나타났다. 일반적으로 음악 홀의 경우 500Hz에서 음성명료도는 경우 30~40%가 권장된다. 따라서 본 음악당은 그 기준은 만족하

지 못하고 있다. 그러나 대상 음악당에서 가요등의 공연이 아닌 심포니 오케스트라등의 음성이 전혀 사용되지 않는 연주만 이루어 진다면 큰 무리는 따르지 않을 것으로 판단된다. 또한 표준편차는 Case 3.의 경우 8.8%로 가장 낮게 나타나 Case 1,2보다 음이 각 수음점으로 골고루 확산됨을 알 수 있다. 그러나 Case 3.은 상당히 큰 표준편차를 나타내는 결과이므로, 천장구배 외에 따로 메달기 확산체 설치하여 그 기준을 만족시킬수 있도록 개선이 필요할 것으로 판단된다.

3.5 음악명료도(C₈₀)

500Hz에서 홀의 Case별 음악명료도를 분석한 결과는 그림 7. 과 같다.



	Case 1.	Case 2.	Case 3.
평균	-5.18 dB	-4.50 dB	-4.32 dB
표준 편차	1.83 dB	0.78 dB	1.70 dB

그림 7. 500Hz에서 음악당의 Case 별 음악명료도 비교(dB)

그림 7.을 보면 500Hz에서 음악명료도는 Case 1.은 -5.18dB, Case 2.는 -4.50dB, Case 3.은 -4.32dB로 나타났다. 일반적으로 500Hz에서 음악적 명료도의 경우 ±2.0dB 정도이다. 본 음악당은 천장의 변화에도 불구하고 그 기준은 만족하지 못하고 있다. 이러한 이유는 평면형태와 천장구배에 의한 유효반사 음이 부족하여 나타나는 현상으로 사료된다. 따라서 천장구배 외에 따로 메달기 확산체 설치하여 그 기준을 만족시킬수 있도록 개선이 필요할 것으로 판단된다. 또한 메달기 확산체 설치 시 세밀한 검토가 필요하며, 확산판의 크기 설치각도 두께 등에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 천장 변화를 통해 Vineyard형 음악당의 가장 적합한 실내 음향 특성을 파악하고자 하였으며 연구결과는 다음과 같다.

1. 연구대상 음악당에서 천장변화를 통해 SPL, RT, EDT, D₅₀, LF, C₈₀ 등의 평가지수에 대해 평가해본 결과 천장 변화를 통해 그 값이 다르게 나타났으며, Case 3.의 구배가 있는 천장구조의 경우 음의 확산이 많이 되어 C₈₀, D₅₀, EDT등에서 편차가 줄어들어 Case 1,2보다 좋아진 음향성능을 나타냈다. 따라서 Vineyard형의 공연장 설계 시 각각의 공연장에 맞는 천장구조에 대한 구배가 중요할 것으로 판단된다.
2. 천장구배가 있어 Case 1,2보다 나은 음향성능을 나타내는 Case 3.의 천장구조에도 불구하고 D₅₀, C₈₀의 경우 편차가 크게 나타났다. 따라서 천장구조 변경만으로는 음향적 결함이 예상되므로 메달기 확산체 설치가 필요한 것으로 나타났다. 따라서 천장의 확산판 설치 시 확산판의 크기 설치각도 두께 등을 고려하여 설계된다면 오케스트라 공연을 함에 있어 관객과의 친밀도가 좋으며 넓은 공간감을 갖는 등 음악공연에 뛰어난 공연장이 될 것으로 판단된다. 이러한 연구는 향후 이와 비슷한 Vineyard형 공연장의 건축 음향 설계 시 유용한 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.