한국소음진동공학회 2009년 추계학술대회논문집, pp.737~738

가청화를 이용한 Y 문예회관 소공연장의 음향성능 평가

Evaluation of Acoustic Performance for Small Performance Hall, Y Literary Art Hall using Auralization

김 대 군†·박 영 지*·김 재 수**
Kim Dae-Goon, Park Yeong-Ji and Kim Jae-Soo

1. 서 론

최근 사람들의 문화 의식 수준이 높아지면서 여러 공연에 대한 관심이 높아져가고 있다. 이에 따라 여러 지역 자치 단체에서는 지역민의 욕구 충족과 그 지역을 대표할 수 있는 문화 예술 공간을 마련하기 위해 다목적 홀 건립이 증가하고 있는 실정이다. 그러나 이러한 다목적 홀은 음향 전문가의 도움없이 건축 디자인적인 면과 경제적 측면만을 고려하여 설계되므로 건립 후 음향적 결함이 발생하여 많은 어려움을 겪고 있다. 이에 본 연구는 Y군에 건립되는 소공연장을 대상으로 연극, 강연 세미나 등 음성 중심의 다목적 홀로 설계하고자 마감재료 및 천장·측벽 등을 변경하여 목적에 부합되도록 하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 최적의 건축 음향적 요소를 제시하고자 하였다.

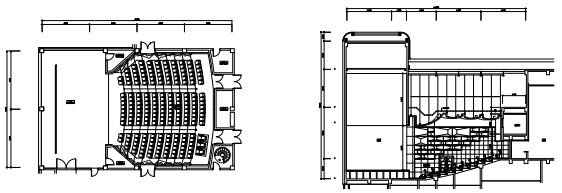
2. 소공연장의 개요 및 시뮬레이션

2.1. 대상 소공연장의 개요

본 연구대상 소공연장의 음향특성은 규모, 평면형태, 용적, 실내표면과 마감재료 등에 영향을 크게 받는다. 대상 소공연장의 제원과 형태는 표 1. 및 그림 1.과 같다.

표 1. 대상 소공연장의 제원

구 분	제 원	구 분	제 원
길 이(m)	20	폭(m)	15
높 이(m)	6.3	객석수	200석
체 적(㎥)	2,977	표면적(㎡)	1,632



(a) 평면도 (b) 단면도

그림 1. 대상 소공연장의 형태

† 김대군; 원광대학교 건축공학과 석사과정
viewer1017@naver.com
(063)857-6712
* 박영지; 원광대학교 건축공학과 박사과정
** 김재수; 원광대학교 건축학부 교수

2.2. 시뮬레이션 방법

대상 소공연장의 음압분포 및 실내음향 파라메타의 예측 분석은 3차원 컴퓨터 시뮬레이션인 Odeon ver.4.21을 사용하였다. 수음점은 그림 2.와 같이 객석부분에 총 8개소를 선정하였으며 음원의 높이는 1.5m 의 위치로 고정된 상태에서 실시하였으며, 수음점의 높이는 1.2m로, 음원의 파워 출력은 표 2.와 같이 설정하였다.

표 2. 시뮬레이션에 사용된 음원의 주파수별 PWL

음 원	주파수(Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
PWL(dB)	113.4	114.35	106.14	101.45	102.99	96.82

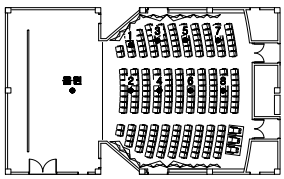


그림 2. 대상 소공연장의 수음점 위치

2.3. 최적 잔향시간 산출

대상 소공연장은 음악적인 요소보다는 강연적인 요소에 중점을 둔 다목적 홀이며 그림 3.의 최적 잔향시간표에 의해 적정 잔향시간을 보면 다목적 홀에서의 적정 범위는 500Hz 에서 1.24초 정도가 적당한 것으로 나타났다.

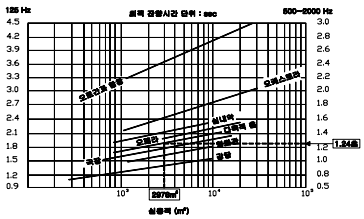
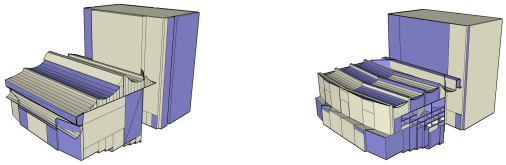


그림 3. 최적 잔향시간 범위

2.4. 확산판 설치 및 마감재료의 변경

대상 소공연장의 경우 개선전은 흡음성이 적은 마감 재료를 사용하여 실용적에 비해 잔향시간이 긴 1.69초로 나타났다. 따라서 개선 후는 천장 및 후벽의 계획 및 마감 재료의 변경으로 1.24초의 최적잔향시간을 나타낼 수 있도록 하였다. 그림 4. 및 표 3.은 대상 소공연장의 개선 전·후의 투시도 및 개선후 반사판과 개선 전·후 변경된 마감 재료이다.



(a) 개선 전 3D Modeling (b) 개선 후 3D Modeling

그림 4. 개선 전·후 대상 소공연장

표 3. 대상 소공연장의 마감재료 및 흡음률

(a) 개선전 마감재료 및 흡음률								
위치		마감 재료	주파수(Hz)					
			125	250	500	1k	2k	4k
무대	바닥	단풍나무플로링	0.2	0.15	0.1	0.09	0.09	0.09
	벽, 천장	석고보드+텍텀 위 패브릭마감	0.28	0.35	0.29	0.38	0.5	0.65
측벽	반사벽	MDF+금속쉬트마감	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.06
후벽	흡음벽	리브	0.1	0.25	0.3	0.42	0.36	0.31
객석	객석	통기성 천의자+관객	0.25	0.4	0.55	0.65	0.65	0.6
	통로	무늬목 부착 보드	0.19	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
천장	마감	F.G보드+지정흡음천	0.14	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02
기타	문	레자방음문	0.06	0.13	0.1	0.1	0.1	0.1
(b) 개선된 마감재료 및 흡음률								
측벽	반사벽	THK12 불연무기질 판넬	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.06
	흡음벽	천연석영흡음패널	0.53	0.78	0.65	0.52	0.37	0.4
후벽	흡음벽	AL WAFFLE 유공판 + 무늬목 시트	0.55	0.68	0.85	0.8	0.78	0.75

3.분석 및 고찰

3.1 음압레벨(SPL, Sound Pressure Level)

개선 전·후 SPL을 분석한 결과는 그림 5.와 같다.

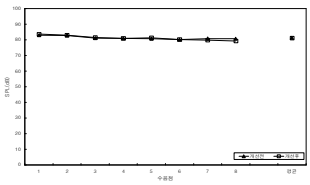


그림 5. 개선전·후 음압레벨 분포도(500Hz)

500Hz에서 개선 전·후의 음압레벨은 음원과의 거리가 가까운 수음점에서 높은 음압레벨을 유지하지만 거리가 멀어질수록 거리감쇠로 인해 점차 낮아지고 있음을 알 수 있으며, 개선 전·후 음압레벨 차는 ±3dB 이내이고 표준편차가 0.99~1.50dB로 나타나 모든 좌석에서 균일한 음량감을 느낄 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 잔향시간(RT, Reverberation Time)

개선전·후 RT를 분석한 결과는 그림 6.과 같다.

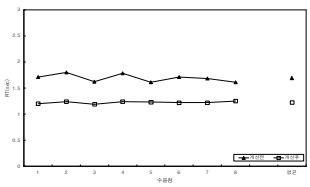


그림 6. 개선전·후 RT 분포도(500Hz)

500Hz에서 개선 후의 잔향시간은 평균 1.23초로 목표설계 잔향시간인 1.24초를 충분히 만족하고 있으며 표준편차 또한 0.02로 나타나 거의 모든 좌석에서 일정한 소리의 울림을 느낄 수 있음을 알 수 있다.

3.3 음성명료도(D_{50}, Definition)

개선 전·후 D_{50}을 분석한 결과는 그림 7.과 같다.

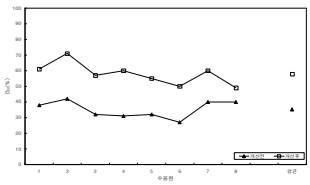


그림 7. 개선전·후 D_{50} 분포도(500Hz)

500Hz에서 개선 전의 D_{50}은 평균 35.25%, 표준편차 5.42%이고 개선 후는 평균 57.88%, 표준편차 6.98%로 나타났다. 연극이나 강연 등의 경우 바람직한 D_{50}은 55~60%를 권장하고 있으며 대상 소공연장은 이러한 목적을 완벽히 만족시키고 있음을 알 수 있다.

3.4 음악명료도(C_{80}, Clarity)

개선전·후 C_{80}을 분석한 결과는 그림 8.과 같다.

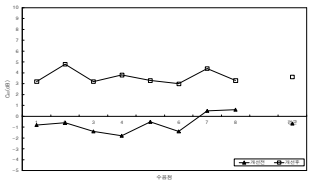


그림 8. 개선전·후 C_{80} 분포도(500Hz)

500Hz에서 개선 전의 C_{80}은 평균 -0.68dB, 표준편차 0.88dB이고 개선 후는 평균 3.68dB, 표준편차 0.65dB로 나타났다. 소공연장의 목적은 강연이나 연극 등의 음성정보 전달이므로 RT를 짧게 하여 D_{50}을 크게 하여 C_{80}은 높게 평가되었다. 또한 현대음악의 경우 C_{80} +4/-2dB을 평가의 기준으로 삼기 때문에 현대음악을 연주할 경우 음악적 명료도를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 현재 건립단계에 있는 소공연장을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 개선 전·후 실내 공간의 음향성능을 평가해보았다. 그 결과 물리적 음향 평가 지수인 SPL, RT, EDT, D_{50}, C_{80}, RASTI 등을 살펴보면 개선 전은 음악홀에 적합한 상태로 연극 및 음성전달 등의 목적을 두고 있는 대상 소공연장의 특성에 부합되지 못하였지만 개선 후는 모든 평가지수에서 만족할 만한 음향상태를 보이고 있어 대상 소공연장의 목적에 부합됨을 알 수 있었다. 따라서 향후 연구대상 소공연장이 음향설계에 맞게 완공되어지면 실제 현장 측정을 통한 물리적 음향 평가지수와 본 연구에서의 예측한 값을 비교·분석한다면 추후 계획될 다른 다목적 홀의 음향설계에 있어 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.