

영광문화예술회관 대공연장 건축음향설계

The Architectural Design for Grand Performance Hall, Yeonggwang Literary Art Hall

정인모†·김재수*

Jeong, In-Mo, Kim, Jae-Soo

1. 서론

최근 사람들의 생활수준 향상과 여가문화의 확대에 인하여 공연 장르는 점차 다양화되고 있으며 더불어 이를 수용할 있는 다목적 홀의 건립이 증가하고 있는 실정이다. 이러한 다목적 홀에서 다양한 공연이 이루어지기 위해서는 설계단계에서부터 충분한 음향적인 검토가 이루어져야 한다. 그러나 대부분의 공연장에서 음향적인 측면보다는 미적·경제적인 측면만을 우선 시 하여 건립 후 많은 음향적 결함이 발생하고 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 현재 건립단계에 있는 다목적 홀을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 최적화된 음향성을 갖는 공연장을 설계하고자 하였다. 그리고 분석된 결과를 토대로 무대 가동반사판의 설치 유·무에 따라 음향성의 변화를 비교하여 다목적 홀의 최적 음향성기준에 맞는 음향상태를 제시하고자 하였다.

2. 대상 대공연장의 개요

대상 대공연장은 전남 영광군에 건립되어질 공연장으로서 계획되었으며 대공연장의 제원 및 마감재료의 주파수별 흡음률은 표 1. 및 표 2. 와 같다.

표 1. 대상 대공연장의 제원

구분		제원
체적 (m ³)	가동 반사판 미설치 시(V)	약 12,063m ³
	가동 반사판 설치 시(V)	약 7,745m ³
폭(m)		19.07
길이(m)		32.95
천정고(m)		21.90
객석수		657석

표 2. 대상 성악 레슨실의 개선 전후 마감재료

위치	마감 재료	주파수(Hz)						
		125	250	500	1k	2k	4k	
무대	바닥	단풍나무 플로팅	0.10	0.25	0.10	0.10	0.07	0.07
	벽	도장 마감	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
		폴리에스터 흡음재 50T	0.28	0.68	0.98	0.91	0.81	0.48
	천정	건축-단열뿔철	0.01	0.09	0.15	0.25	0.45	0.66
		무대 가동 반사판	0.14	0.11	0.10	0.06	0.05	0.05
객석	바닥	디럭스타일	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
		만석시	0.44	0.51	0.61	0.63	0.60	0.56
	벽	MDF+부너목시트	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.06
		이중타공흡음판	0.20	0.47	1.00	0.95	0.45	0.35
		측벽 확산체	0.18	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15
		방음문	0.06	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10
		시창	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
천정	반사	천정 확산체	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
	흡음	이중타공흡음판	0.20	0.47	1.00	0.95	0.45	0.35

무대 가동반사판 유·무에 따른 대공연장의 평면 및 단면의 형태는 그림 1. 및 그림 2. 와 같다.

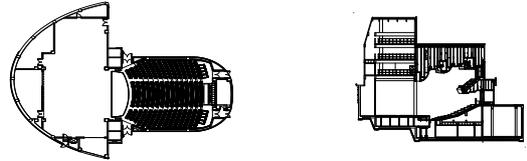


그림 1. 무대 가동반사판 미설치 시 대공연장의 평·단면도

3. 음향 시뮬레이션 및 측정방법

3.1 Computer Simulation 개요

연구대상 대공연장의 음압분포 및 실내음향 파라메타의 예측 분석은 음선추적법(Ray-tracing method)과 허상법(Image model method)에 의한 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며 사용프로그램은 Odeon 4.21이다. 시뮬레이션 방법은 ISO에서 제안하는 무지향성 음원을 무대부 바닥면으로부터 1.5m높이에, 수음점은 모두 16개를 선정하여 바닥면으로부터 1.2m높이에 위치하였다. 음원 및 수음점의 위치는 그림 2.와 같다.

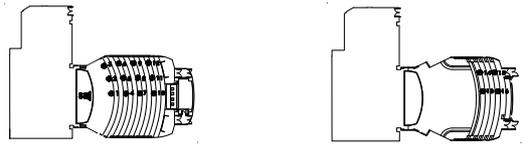


그림 3. 대상 대공연장의 음원 및 수음점 위치

4. 분석 및 고찰

4.1 음압레벨(SPL)

실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음의 세기를 나타내는 음압레벨의 분포 상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 16개의 수음점에서 주파수별 SPL을 분석한 결과는 그림 5. 와 같다.

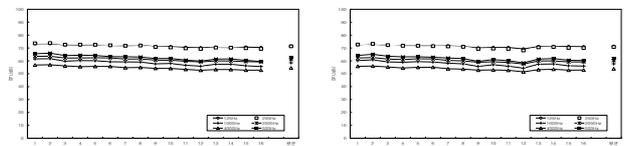


그림 5. 무대 가동반사판 설치 유·무에 따른 음압레벨(dB)

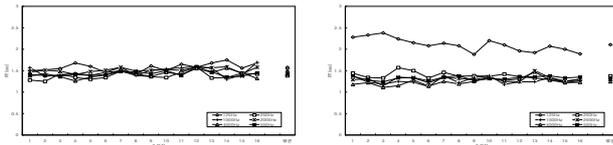
그림 5. 를 보면 평균의 기준이 되는 500Hz에서 음압레벨이 반사판 설치 시 62.54dB, 반사판 미설치 시 61.82dB로 나타났으며 표준편차는 반사판 설치 시 1.98dB, 반사판 미설치 시 1.80dB로 나타났다. 따라서 반사판 설치 유·무에 따른 16개의 수음점에서 균일한 음압레벨 분포를 보여 일정한 음량감을 느낄 수 있을 것으로 사료된다.

† 정인모 : 영광대학교 건축공학과, 석사과정
bless20c@naver.com (063)857-6712

* 김재수 : 영광대학교 건축공학과, 교수

4.2 잔향시간(RT)

울림의 양에 대한 가장 중요한 지수인 잔향시간을 정상상태의 음이 60dB 감쇠하는데 까지 소요되는 시간으로 정의 된다. 4개의 수음점에서 실측치와 예측치의 500Hz의 잔향시간을 측정한 결과는 다음과 같다.



(a) 반사판 설치 시 (b) 반사판 미설치 시
그림 6. 무대 가동반사판 설치 유·무에 따른 잔향시간(RT)

그림 6. 을 보면 평균의 기준이 되는 500Hz의 잔향시간은 반사판 설치 시 1.43초, 반사판 미설치 시 1.33초로 나타났다. 따라서 반사판 설치 시와 미설치 시의 경우 0.1초 정도의 잔향시간을 가변할 수 있는 것으로 판단된다. 이러한 결과값을 토대로 최적잔향시간표를 이용하여 반사판 설치 시와 미설치 시 대공연장의 성능을 살펴보면 그림 7. 과 같다.

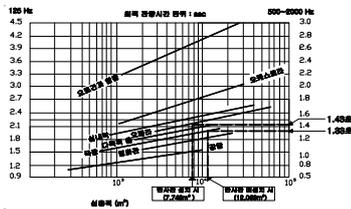
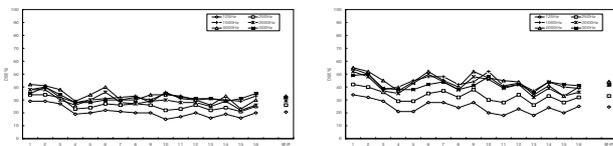


그림 7. 개선 전·후 수음점에 따른 잔향시간 비교(500Hz)

그림 7. 을 보면 반사판의 유무에 따라 극장에서부터 오페라 정도의 잔향시간을 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 반사판 설치 시 풍부하고 웅만한 음악공연을 감상할 수 있으며, 반사판 미설치 시 명료한 음성을 사용하는 강연, 연극 등의 공연을 만족하여 다목적 홀로서 매우 적합할 것으로 사료된다.

4.3 음성명료도(D50)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D50 (Definition)은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음과 총 에너지 비를 말한다. 각 주파수별 음성명료도(D50)를 분석한 결과는 그림 9. 와 같다.

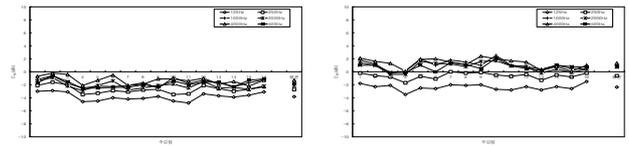


(a) 반사판 설치 시 (b) 반사판 미설치 시
그림 9. 무대 가동반사판 설치 유·무에 따른 음성명료도(D50)

그림 9. 를 보면 500Hz에서 D50의 평균은 반사판 설치 시 32%, 반사판 미설치 시 42%로 나타났다. 따라서 반사판 설치 유무로 인한 음성명료도는 약 10%정도 차이가 나는 것으로 나타났다. 일반적으로 음악당에서 바람직한 D50은 30~40%가 권장되는데 대상 대공연장의 경우, 반사판 설치 시와 미설치 시 모두 30~40%에 만족하여 공연장에서 다양한 공연이 이루어 질 경우, 적절한 울림과 동시에 명료한 음성을 들을 수 있는 것으로 판단된다.

4.4 음악명료도(C80)

C80은 음악에 대한 명료도 지수(Clarify Index)로서 16개의 수음점에서 주파수별 음악명료도(C80)를 분석한 결과는 그림 10. 과 같다.



(a) 반사판 설치 시 (b) 반사판 미설치 시
그림 10. 무대 가동반사판 설치 유·무에 따른 음악명료도(C80)

그림 10. 을 보면 500Hz를 기준으로 할 때 반사판 설치 시 수음점간 평균 음악명료도가 -1.83dB로 나타났으며, 반사판 미설치 시는 평균 음악명료도가 0.75dB로 나타났다. 일반적으로 음악당내에서 C80의 적정허용값은 ±2dB인데 반사판 설치 시와 미설치 시 모두 이 범위안에 속하므로 공연장에서 각종 공연 시 충분한 음량감으로 음악을 감상할 수 있을 것으로 사료된다.

4.5 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성 전달의 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서의 평가지수는 RASTI를 분석한 결과는 그림 12.와 같다.

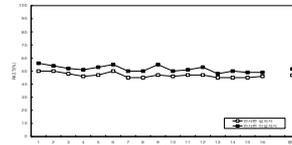


그림 11. 무대 가동반사판 설치 유·무에 따른 음성전달지수(RASTI)
그림 11. 을 보면 다목적 홀의 500Hz 대역의 RASTI는 반사판 설치 시 평균값이 47%, 반사판 미설치 시 평균값은 52%로 나타났다. 이러한 결과를 표 11. 의 평가기준에서 보면 반사판 설치 유무에 따른 음성전달지수가 Fair (노력하면 들을 수 있다.)로 평가됨을 알 수 있다. 따라서 반사판 설치 시와 미설치 시 모두 무대에서 발생하는 소리를 객석에서 왜곡되지 않고 잘 들을 수 있을 것으로 사료된다.

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.)

5. 결론

연구 결과, 반사판 설치 시와 미설치 시 모두 물리적 음향 평가 지수인 SPL, D50, C80, RASTI 등의 평가지수는 만족할 만한 음향상태를 보이고 있었으며 잔향시간(RT)의 경우 무대 가동반사판의 유무에 따라 약 0.1초 정도의 가변을 할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 반사판 미설치 시에는 음성을 많이 사용하는 강연, 극장, 연극 등에 적합한 것으로 나타났으며, 반사판 설치 시에는 반사판을 통한 음의 확산으로 인하여 오페라나 콘서트 등 음악을 사용하는 공간으로 적합한 것으로 나타났다. 따라서 연구대상 대공연장의 경우 다목적 홀로서 강연, 연극 및 오페라 등의 다양한 공연을 충분히 소화할 수 있으리라 판단되며 이와 유사한 대공연장의 음향설계 시 유용한 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.