

마산 315 아트센터 대·소공연장의 음향성능 평가

Evaluation of acoustical performance of the Large and Small halls in Masan 315 Art Center

장형석·김용희*·전진용**

Hyung Suk Jang, Yong Hee Kim and Jin Yong Jeon

1. 서론

마산 시민들의 오랜 숙원인 시민회관이 지난 2008년 5월 20일 마산 315 아트센터의 이름으로 개관하였다. 목표했던 공연장의 음향성능을 확보하기 위해 다양한 음향평가 및 예측기법이 사용되는데, 본 논문에서는 315 아트센터 대극장 및 소극장의 음향성능을 컴퓨터 시뮬레이션, 축소모형과 현장 측정을 통해 평가하였으며, 음향평가 시의 고려사항에 대해 논의하고자 한다.

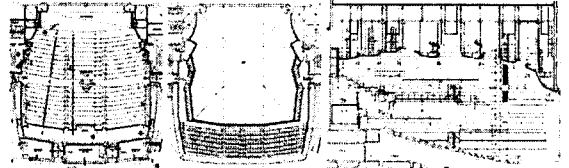
2. 대극장

2.1 건축개요

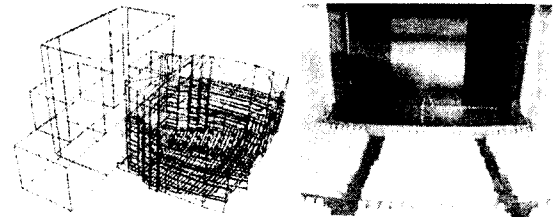
대극장은 1,182석의 다목적 공연장으로 폭이 넓은 직사각형 평면에 축면발코니가 있는 2층의 구조로 설계되어 있다. 그림 1은 대극장의 평면 및 단면을 나타낸다. 실내 용적은 14,650m³이고, 좌석당 용적은 12.4m³/석이다. 프로세니움 폭과 높이는 17m x 10m이고 무대부 면적은 1,318m²이다. 가변음향 설비로는 오케스트라 셸, 오케스트라 피트 및 천장의 흡음배너가 사용되었다. 오케스트라 피트의 바닥 면적은 90m²이다. 가변음향 요소에 따라 1.4~1.8초의 만석시 잔향시간의 확보가 음향설계의 목표였다.

2.2 컴퓨터 시뮬레이션 및 1:50 축소모형

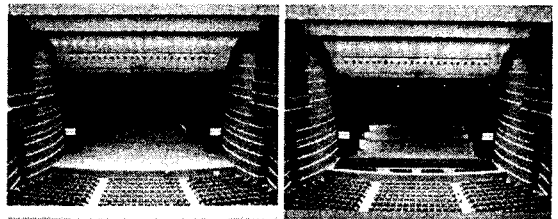
대극장의 음향성능을 예측하기 위해 그림 2와 같이 시뮬레이션 모델과 축소모형을 구축하였다. 오케스트라 셸을 사용한 반사모드와 배너를 사용한 흡음모드를 고려하여 가변음향성능을 평가하였다. 표 1은 잔향시간의 예측 및 측정 결과를 나타낸다. 초기안의 경우 가변잔향 범위에 따라 설계목표를 확보할 수 있었으나, 콘서트 모드의 만석시 잔향시간이 부족한 것으로 나타났다. 따라서 최종안에서는 측벽의 면밀도 증가를 통해 반사성능을 증가시켰으며, 객석후열까지 반사음이 효과적으로 전달되도록 천장반사판을 설계하였다.



(a) 1st floor (b) 2nd floor (c) Section
Fig. 1 Floor plans and section of the grand hall



(a) Computer simulation (b) 1:50 scale model
Fig. 2 Acoustical model of the grand hall



(a) Reflection mode (b) Absorption mode
Fig. 3 The completed grand hall

2.3 현장 측정

완공 후 그림 3과 같이 모드별로 현장측정을 실시하였다. 사용되는 가변음향 요소의 조합에 따라 콘서트/뮤지컬/오페라

Table 1. RT variation of the grand hall

Mode		Concert	Musical	Opera	가변범위
		설계 목표	1.8초내외	1.4초내외	-
설	오케스트라 셸	O	X	X	
	오케스트라 피트	X	X	O	
정	내민 무대	O	O	X	
	흡음배너	X	O	O	
RT (Occ. Mid freq.)	초기	1.42초	0.97초	1.05초	0.45초
	축소모형	1.54초	1.36초	-	0.18초
	시뮬레이션	1.81초	1.42초	-	0.39초
	최종안	1.77초	1.45초	1.53초	0.32초

† 교신저자: 한양대학교 토목공학과
E-mail : caf2hs@naver.com
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

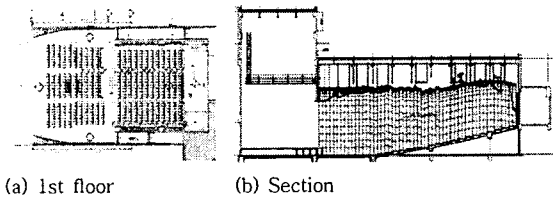
* 한양대학교 건축환경공학과
** 한양대학교 건축공학부 교수

모드로 구분하였으며, 각각의 설계목표와 현장 측정결과는 표 1과 같다. 측정치의 만석시 잔향시간은 Hidaka 등(JASA, 2000)의 연구를 참조하여 공석시 측정결과로부터 계산하였다. 그 결과 설계목표로 했던 1.4~1.8초 내외의 범위를 만족하는 1.45~1.77초 범위를 나타냈다. 한편 연주자 1인의 흡음력은 $0.48m^2$ 로 계산하고 콘서트 모드에서 무대 위 연주자가 92명 배치되었을 때의 잔향시간은 약 1.71초인 것으로 사료된다. 공석시 주파수 대역별 잔향시간은 그림 4의 (a)와 같다. 대극장의 평균 G 값과 처음비율(BR)은 각각 4.8dB와 1.14로 나타나, 따뜻하고 충분한 음압을 확보한 것으로 사료된다. 공간감 지표인 LF_{E4} 와 $1-IACC_{E3}$ 는 각각 0.23과 0.61로 높게 나타났다.

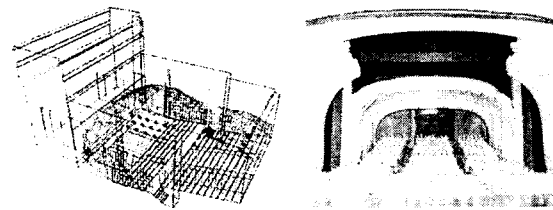
3. 소극장

3.1 건축개요

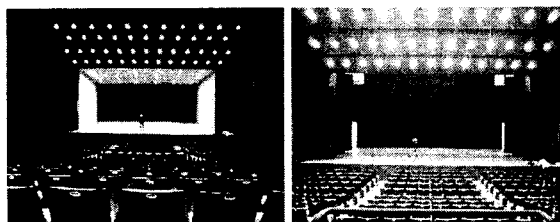
소극장은 485석의 다목적 공연장으로 길이가 긴 직사각형 평면에 단층의 구조로 설계되어 있다. 측벽에는 물결모양의 확산벽면이 형성되어 있다. 그림 5는 소극장의 평면 및 단면을 나타낸다. 실내 용적은 $4,400m^3$ 이고, 좌석당 용적은 $9.1m^3/석$ 이다. 프로세니엄 폭과 높이는 15.5m x 6.5m이다. 가변음향장치는 무대 측벽반사판과 천장흡음배너이며, 객석부 열간격은 1m, 좌석의 폭은 0.55m로 설계되었다. 가변음향 요소에 따라 1.0~1.4초의 만석시 잔향시간의 확보가 음향설계의 목표였다.



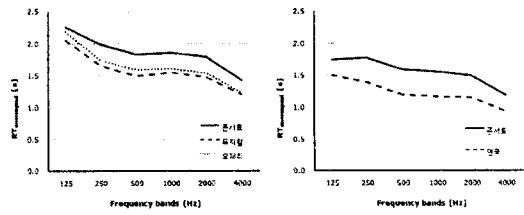
(a) 1st floor (b) Section
Fig. 5 Floor plan and section of the small hall



(a) Computer simulation (b) 1:25 scale model
Fig. 6 Acoustical model of the small hall



(a) Reflection mode (b) Absorption mode
Fig. 7 The completed small hall



(a) The grand hall (b) The small hall
Fig. 4 RT by frequency bands (unoccupied)

3.2 컴퓨터 시뮬레이션 및 1:25 축소모형

소극장의 음향성능을 예측하기 위해 그림 6과 같이 시뮬레이션 모델과 축소모형을 구축하였다. 무대 측면반사판을 폐쇄한 반사모드와 천장 흡음배너를 사용한 흡음모드를 고려하여 가변음향 성능을 평가하였다. 표 2는 잔향시간의 예측 및 측정 결과를 나타내며, 시뮬레이션 결과 초기안과 최종안이 유사한 것으로 나타났다. 최종안에서는 측벽의 곡면 프로파일의 수정, 천장 반사판 등이 추가되었다.

2.3 현장 측정

그림 7은 완공된 소극장의 모습을 나타낸다. 사용되는 가변음향 요소의 조합에 따라 콘서트/드라마 모드로 구분하여 현장측정을 실시하였으며, 각각의 설계목표와 현장 측정결과는 표 2와 같다. 현장측정 결과 설계목표인 1.0~1.4초 내외의 범위를 만족하는 1.13~1.53초의 범위를 나타냈다. 콘서트 모드에서 무대 위 연주자가 44명 배치되었을 때의 잔향시간은 약 1.44초인 것으로 사료된다. 공석시 주파수 대역별 잔향시간은 그림 4의 (b)와 같다. 소극장의 평균 G 값과 처음비율(BR)은 각각 10.1dB와 1.10으로 나타나, 대극장과 마찬가지로 따뜻하고 충분한 음압을 확보할 것으로 사료된다. 공간감 지표인 LF_{E4} 와 $1-IACC_{E3}$ 는 각각 0.25와 0.62로 역시 높게 나타났다.

4. 토의 및 결론

본 논문에서는 시뮬레이션, 축소모형과 현장측정을 통해 마산 315 시민회관 대극장 및 소극장의 음향성능을 평가하였다. 각 공연장은 초기 설계목표에 부합하는 음향성능을 보유한 것으로 나타났다.

Table 2. RT variation of the small hall

		Mode	Concert	Drama	가변범위
설 정	무대 측면반사판		O (평행)	X (수직)	
	무대 천장반사판		O	X	
	흡음배너		X	O	
		설계 목표	1.4초내외	1.0초내외	0.40초
RT (Occ. Mid freq.)	초기 안	축소모형	1.38초	1.04초	0.34초
	시뮬레이션	1.50초	1.32초	0.18초	
	최종 안	시뮬레이션	1.35초	1.02초	0.38초
	현장측정	1.51초	1.13초	0.38초	