

소규모 오페라 하우스의 확산설계 - 세종문화회관 M-씨어터

Diffuser design of the small opera house - M-Theater in Sejong Performing Arts Center

한송이† · 이평직* · 서춘기* · 전진용**

Song Ih Han, Pyoung Jik Lee, Chun Ki Seo and Jin Yong Jeon

1. 서론

공연장의 리모델링은 기존 구체를 이용하기 때문에 음향 성능의 향상을 기대하기에는 상당적인 제약이 뒤따르며, 이에 따라 충분한 음향적 검토 없이 단순히 실내 마감재료를 교체하는 수준에서 리모델링이 진행된다면, 그 효과는 미미할 수밖에 없다. 따라서 효과적인 리모델링을 위해서는 현 상황에 대한 면밀한 분석과 더불어 요구되는 음향성능의 구현을 위한 설계요소의 검토가 필수적이다. 본 논문에서는 기존의 세종문화회관 소극장이 M-씨어터로 변화된 위한 음향 리모델링 사례를 통해, 소규모 오페라 하우스를 위한 리모델링의 프로세스에서 음향성능을 확보하기 위해 주요하게 진행되었던 확산설계를 소개하고자 한다.

2. 건축개요 및 음향설계 목표

2.1 음향설계 목표

최근 세종 체임버홀의 음향 리모델링에 따라 기존 소극장의 기능이 중복되며, 노후한 시설과 음향 환경으로 인해 새로운 공연 공간으로 전환의 필요성이 제기되어 왔다. 소극장의 리모델링 방향은 다음의 세 가지로 요약할 수 있다.

- 1) 뮤지컬 및 연극 등 종합공연물을 위한 전문 공연장
- 2) 배우와 관객간의 친밀도가 높은 공연장
- 3) 객석의 증대를 통해 높은 수익 창출이 가능한 공연장

인접한 대극장과 체임버홀과의 역할 분담을 위해 주요 공연장르는 뮤지컬 및 연극으로 설정하였고, 종합 공연물을 수용하기 위해 프로세니엄 형식의 무대 형식을 유지하였다. 이에 따라 뮤지컬과 소규모 오페라를 소화할 수 있는 오케스트라 피트와 실내악과 중편성 오케스트라 등 클래식 공연을 수용하기 위한 오케스트라 웬을 계획하였다. 이와 같은 가변음향 요소를 통해 잔향시간 등 공연장의 음향환경을 사용목적에 따라 능동적으로 변화시키고자 하였다. 또한 체임버홀(456석)이 기

Table 1. RT range by the hall usage

연극/뮤지컬	실내악	오페라
0.7 ~ 1.0	1.4 ~ 1.6	1.2 ~ 1.4

존 좌석 규모(447석)와 비슷하게 조정됨에 따라 중규모 극장의 역할을 수행하고 수익성을 높이도록 좌석수의 증가를 계획하였다. 이에 따라 적절한 잔향 개선을 위해 추가적인 용적의 확보가 필요하였다. 한편, 콘서트홀과는 달리 종합 공연을 위해서는 배우와 관객간의 친밀도가 높게 설계될 필요성이 있으므로, 이를 위해 말발굽형의 발코니석을 계획하여 측면 발코니 좌석에 의해 시각적으로 둘러싸는 느낌을 형성하도록 계획하였다. 표 1은 상기의 음향설계 방향에 따라 설정된 각 모드별 목표 잔향시간을 나타낸다.

2.2 건축개요

리모델링한 M-씨어터의 평면과 단면은 그림 1과 같으며,

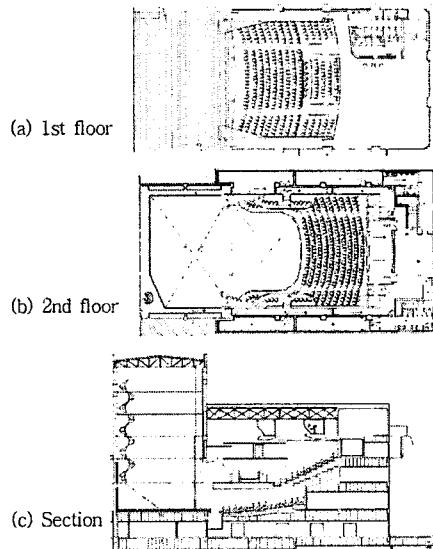


Fig. 1 Plans and section of the hall

Table 2. Architectural detail

객석부 용적 (V, m ³)	좌석수 (N)	V/N (m ³ /석)	높이 (H, m)	너비 (W, m)	길이 (L, m)
2,800	639	4.4	12.5	15.5	21.2

* 반사판 상부 용적 포함 용적 4,800 m³ (V/N= 7.5m³/석)

† 교신저자: 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : hse0601@nate.com
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과
** 한양대학교 건축공학부 교수

표 2는 건축재원을 표시하였다. 1층에는 오케스트라 피트를 설치하였으며, 공연의 종류에 따라 내민 무대 또는 확장 객석으로 사용할 수 있도록 계획하였다. 객석의 시야확보를 위해 기존 바닥보다 기울기를 증가시켰으며, 좌석에는 엇갈림 배치를 적용하였다. 잔향 증가를 위해 천장고를 대폭 증가시키고자 하였으나, 열린 천장으로만 구성하는 것으로 최종 설계되었다. 천장반사판 하부의 실내용적은 2,800m³이며, 좌석당 용적은 4.4m³/석이다. 천장반사판 사이의 공간이 열려있는 구조로서, 천장내부의 용적을 포함할 때 실내용적은 4,800m³이 되며, 이때의 좌석당 용적은 7.5m³/석이다. 객석 후열부의 음압보강을 위해 천장반사판을 설계하였으며, 음선분석을 통해 첫 번째 반사판은 객석 전체를, 두 번째 반사판은 1층 후열과 2, 3층을, 세 번째 반사판은 2층 후열과 3층의 객석에 유효하도록 위치 및 각도를 조정하였다. 잔향확보를 위해 천장 반사판과 측벽재료로 GFRG (Glass-fiber Reinforced Gypsum)을 사용하여 저주파 대역에서도 충분한 반사 성능을 유지하도록 계획하였다.

3. 확산체 설계

3.1 확산체 프로파일

확산체는 공연장의 음향적 장애를 예방할 수 있으며, 부드러운 잔향감쇠에 기여하고, 입체감과 현장감을 조성하여 음질을 향상시키는 역할을 한다. 그림 2는 설계에 적용된 확산체 프로파일을 나타내고 있으며, 확산음장 조성을 위해 측벽과 발코니 프론트에 확산체를 설치하였다. 다양한 주파수 대역에서의 확산효과를 유도하기 위해 크기와 형태가 다른 박스형 모듈을 적용하였다. 그림 2의 (a)와 같은 모듈을 125 Hz의 반파장에 해당하는 1.4 m 길이의 정사각형 평면에 배치하였다. 단면형태는 수직 및 수평방향 모두 중앙부에서 최대, 경계부분에서 최소 높이를 갖도록 설계 되었다. 따라서 무대에서 전달되는 초기음이 다양한 방향으로 난반사되며, 특히 확산체의 중앙 하부에서 반사되는 초기반사음은 객석에 전달되어 풍부한 공간감이 조성되도록 하였다. 고주파 대역에서의 추가적인 확산효과를 위해 각 모듈의 표면에는 요철을 추가하여 GFRG로 제작되었다.

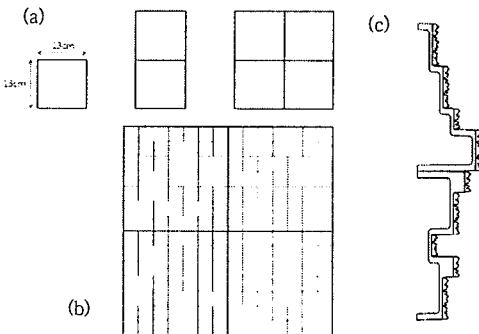


Fig. 2 Diffuser profile. (a) module, (b) plan and (c) section

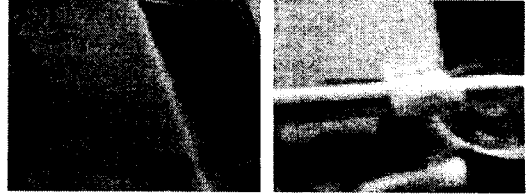


Fig. 3 Scattering coefficient measurement of the diffuser

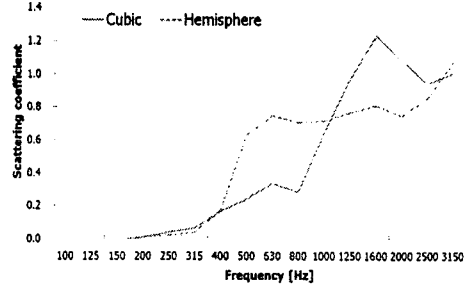


Fig. 4 Result of scattering coefficients for cubic and hemisphere diffusers

3.2 확산율 측정

확산계수 측정은 ISO 17497-1 방법론에 따라 그림 3과 같이 1:10 축소 잔향실에서 진행되었다. 측정결과 그림 4와 같이 설계에 사용된 cubic 형상 확산체의 평균 확산계수 (500Hz에서 3.15kHz까지의 평균)가 약 0.75로서 이전 연구에서 높은 확산 성능을 갖는 것으로 나타난 직경 40 mm의 반구형 확산체와 유사한 것으로 나타났다.

3.3 축소모형 평가

확산체 설치 유무에 따른 축척모형 측정 결과, 확산체를 설치할 경우 흡음면적이 증가함에 따라 RT는 0.1초 정도 감소하지만, EDT는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그림 5와 같이 임펄스 리스펀스 상에서 강한 반사음들이 작은 반사음으로 확산되어 부드러운 음압감쇠 패턴을 나타냈다.

4. 결론

본 연구에서는 세종문화회관 소극장을 음향 리모델링하여 소규모 오페라 하우스로 개선하는 설계요소와 확산설계에 대해 논의하였다. 확산체는 ISO 측정방법에 의해 설계되었으며 1:25 축소모형을 이용하여 그 성능을 평가하였다. 본 설계 사례를 바탕으로, 향후 다양한 음향공간의 리모델링시 효과적으로 확산 성능이 개선될 것으로 사료된다.

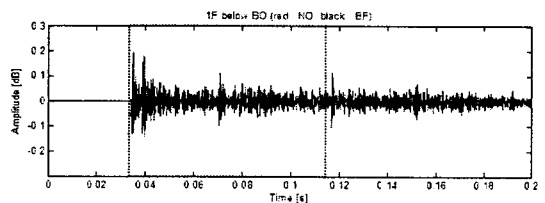


Fig. 5 Impulse response comparison by diffuser installation