

# 세라믹 확산체를 이용한 소규모 홀의 음향설계-세라믹 팔레스 홀

## Acoustical design of the concert hall using ceramic diffusers - The Ceramic Palace Hall

김용희† · 류중관\* · 전진용\*\*

Yong Hee Kim, Jong Kwan Ryu and Jin Yong Jeon

### 1. 서론

본 연구는 세라믹 팔레스 홀의 음향설계 사례를 통해 소규모 콘서트 홀의 음향설계 방법을 제시하는 것을 목적으로 한다. 또한 음향설계시 중요하게 고려하였던 무대 반사판 및 측벽의 도자확산체 등의 건축요소가 실내음향특성에 어떻게 영향을 미치는가에 대해 알아보고자 한다.

### 2. 기본 형상 설계

#### 2.1 건축개요 및 음향설계 목표

본 홀은 정신지체장애학교에 건설되었으며, 장애자용 객석과 2층 발코니 객석을 포함하여 440명의 관객을 수용하는 소규모 콘서트 홀이다. 건축개요는 표 1과 같다. 잔향시간은 소규모 리사이틀 홀로서 초기계획에서는 만석시 1.5초 이상을 확보하도록 계획하였으며, 음향 성능은 축소모형과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 예측하였다.

#### 2.2 형태 및 규모설계

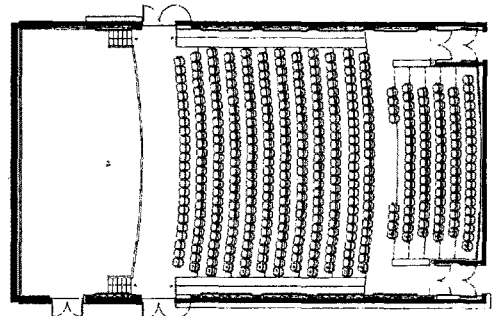
공연장의 평면은 전통적인 콘서트홀과 같이 Shoebox 형태로 정하여 측면 반사음으로 인한 공간감과 잔향감이 충분하도록 유도하였다. 그림 1은 이 홀의 평면과 단면을 보여준다.

Table 1. Architectural detail of the hall

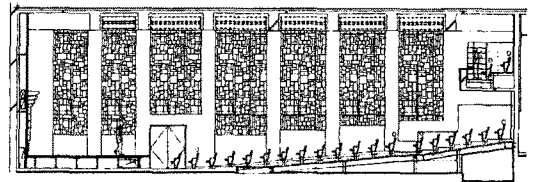
구분	내용	구분	내용
객석면적	355m <sup>2</sup>	평균 폭(W)	16m
무대면적	105m <sup>2</sup>	평균 높이(H)	8m
실용적	3,200m <sup>3</sup>	무대에서 객석최후벽까지의 거리(L)	20m
객석수	440석	H/W	0.5
좌석당 용적	7.3m <sup>3</sup> /석	L/W	1.2

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

\* 일본 산업기술종합연구소  
\*\* 한양대학교 건축공학부 교수



(a) 1st floor plan



(b) Section

Fig. 1 Floor plan and section of the hall

초기계획과는 달리 결과적으로 홀의 내부 건축치수 중, 홀의 높이(H)/폭(W)은 0.5로 폭에 비해 높이가 너무 낮아 충분한 잔향확보에 어려움이 있어, 천장을 개방함으로써 보완하였다. 길이(L)/폭(W)은 1.2로 양호한 것으로 나타났다.

홀이 건축계획상 지하에 위치하면서 건물 기초 하부가 암반으로 이루어져, 초기계획에서의 측면 발코니가 제거되는 등 음향적으로 매우 중요한 적정 실용적을 위한 공간의 충고 확보가 초기 음향설계에 있어서 최대의 관건이었다. 이에 따라 내부천장을 마감하는 대신, 시각적으로는 차단이 되고, 음이 충분히 투과할 수 있는 그릴(Grille)을 그림 2와 같이 천장에 매다는 형식으로 계획하였다. 그 결과 좌석 당 용적을 10% 이상 추가적으로 확보할 수 있었다.

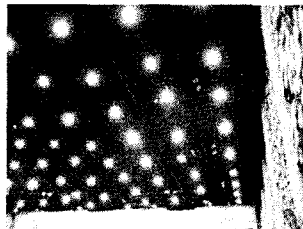


Fig. 2 Open type ceiling grille

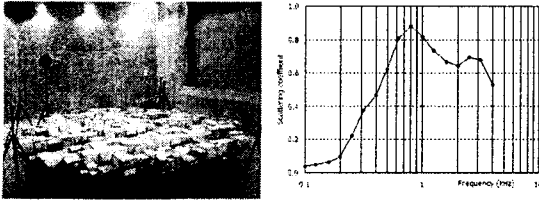


Fig. 3 Scattering coefficient of the ceramic diffuser in a real scale

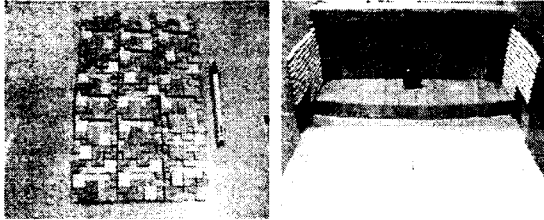


Fig. 4 Scale model diffuser and hall

### 2.3 확산설계

충고저하에 따라 상대적으로 멀어진 벽간거리에 대해 충분한 공간감과 잔향감을 위하여 내부 마감은 흡음재의 사용 없이 모든 내부 마감 재료를 반사재로 설계하였다. 객석의자는 등판 뒤 마감이 나무로 제작되고 등판 높이도 비교적 낮은 제품을 선정하여 객석의자의 흡음력을 최소화 하였다. 장방형의 실의 형태와 상대적으로 넓은 폭을 가진 공간 내부에 반사음을 유도하고 Echo 방지와 확산감을 위해, 그림 1의 (b)와 같이 측벽에 박스형상의 확산체를 계획하였다. 확산체의 음향성능은 ISO 17497-1에 의해 모형과 실물의 확산계수를 측정하였다. 그림 3은 실물 확산체에 대한 잔향실에서의 확산계수 측정 결과를 나타내며, 확산체 프로파일의 선정 후 그림 4와 같이 확산체의 유효설치 위치와 음향 성능은 축소모형을 이용하여 평가하였다. 확산체는 반사성능이 뛰어난 도자기로 제작되었으며, 그림 5와 같이 초기 도자기 형태는 안으로 굽은 표면형상(concave)이었으나, 점차 밖으로 튀어나온 형상(convex)으로 개선되었다.

## 3. 음향 평가

### 3.1 컴퓨터 시뮬레이션

공연장의 음향성능은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 표 2와 같이 만석시 RT 1.8초, C80 0.1dB로 예측되었다. 한편  $LF_{E4}$ 는 0.26으로서 공간감이 매우 큰 것으로 예상되었다.

### 3.2 현장 측정

완공 후 객석 및 무대에서 현장측정을 실시했으며, 그 결과는 표 3과 같다. 공석시 객석에서의 RT는 1.61초, EDT는 1.66초, C80은 -0.7dB로서 시뮬레이션 예상치에 비해 다소 낮은 수치를 보였다. 이것은 컴퓨터 시뮬레이션과 실제 확산체

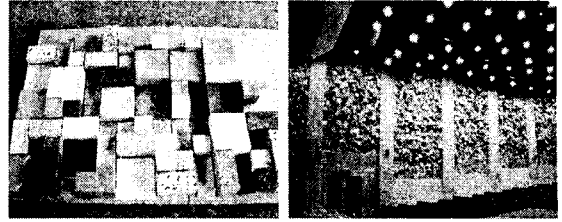


Fig. 5 Early ceramic diffuser sample and the hall

의 흡음율과 확산계수 차이에 따른 후기잔향의 영향에 의한 것으로 사료된다. 공간감 지표인  $LF_{E4}$ 와  $1-IACC_{E3}$ 는 각각 0.24와 0.64로 충분한 공간감을 보유한 것으로 나타났다. 또한 ITDG는 11ms로 음향적으로 친밀한 홀로 평가된다. 한편 무대 음향 측정결과 ST1은 -10dB로서 연주자에게 도움이 되는 초기반사음이 충분할 것으로 예상된다.

### 3.3 음향전문가 및 연주자 평가

튜닝콘서트와 개관기념 연주회에 참석한 음향전문가와 연주자를 통해 세라믹 팔레스 홀의 주관적인 음향 성능을 평가할 수 있었다. 음향전문가들은 “도자기의 표면으로 인해 시각적으로 차가운 느낌이 있으나, 연주를 듣게 되자 따뜻하고 부드러운 소리의 조화에 매료되었다”고 평가하였다. 연주자들은 “피아니시모가 전달되고, 연주자들의 모든 기량을 드러내는 홀” 혹은 “청중과의 교감이 원활한 홀”로 평가하였다.

## 4. 토의 및 결론

본 연구에서는 세라믹팔레스홀의 사례를 통해 확산체를 이용한 소규모 홀의 음향설계 과정을 논의하였다. 형태에 있어서 결과적으로 Shoebox로 단순하게 나타났으나, 설계과정에서 건물의 형태 및 규모의 산정, 음향적 가변구조에 따른 적정 음향특성 목표치의 선정, 풍부한 잔향감과 공간감, 확산감을 위한 내부마감 설계 및 실내외장 개선을 위한 건축요소의 도입이 주요하게 고려되었다. 시뮬레이션 및 현장 측정 결과 초기 설계목표에 근접하는 음향환경이 형성되었으며, 주관 평가 결과 잔향감 및 명료도, 공간감, 친밀감 등 모든 음향적 요소에서 높은 선호도를 보였다. 특히 개관 공연시 음향 전문가와 연주자들의 평가결과, 충고저하로 감소된 실용적을 고려하였을 때 풍부한 잔향감과 공간감을 형성하였으며, 풍부한 고음과 부드러운 음색을 갖춘 것으로 평가되었다.

Table 2. Acoustical parameters from the computer simulation

	RT(만석,s)	EDT(공석,s)	C80(dB)	$LF_{E4}$
Average	1.80	1.75	0.1	0.26

Table 3. Acoustical parameters from the field measurement

	RT(공석,s)	EDT(공석,s)	C80(dB)	$LF_{E4}$	$1-IACC_{E3}$
Average	1.61	1.66	-0.7	0.24	0.64