# 枚方市総合文化芸術センターの音響設計

## Acoustical design of Hirakata Performing & Visual Arts Center

中川　浩一*1

## 1. はじめに

枚方市総合文化芸術センターは1971年開館の枚方市市民会館の機能移転プロジェクトとして計画され、文化芸術による広域的な集客や交流を図るとともに、市の魅力向上や市駅周辺の賑わいを創出する拠点施設として2021年9月にオープンした。「文化芸術の場」と「豊かな緑」が織り成す空間をコンセプトに、屋上や軒先の緑化、中庭、芝生広場等により緑と建築の融合が図られており、1468席の大ホール、325席の小ホール、イベントホール、リハーサル室、美術ギャラリー等の施設から成る。

本稿では壁面にレンガ積み仕上げを採用した各ホールを中心に、遮音計画、室内音響計画について報告する。

表-1　建築概要

| | |
|---|---|
| 所在地 | 大阪府枚方市新町2丁目1-60 |
| 建築主 | 枚方市 |
| 設計監理 | 日建設計<br>（設計時音響設計協力：永田音響設計） |
| 施工 | 建築　前田建設工業<br>電気設備　栗原工業<br>空調・衛生設備　新菱冷熱工業<br>舞台機構設備　三精テクノロジーズ<br>舞台照明設備　パナソニックLSエンジニアリング<br>舞台音響設備　ヤマハサウンドシステム<br>植栽　前田造園 |
| 面積 | 13,146.62㎡/6,906.76㎡/14,383.75㎡<br>（敷地/建築/延床） |
| 構造 | RC造、SRC造、S造 |
| 工期 | 2018年10月～2021年5月 |

写真-1　施設外観

*1　NAKAGAWA Koichi：株式会社日建設計　エンジニアリング部門　設備設計グループ　環境デザインスタジオ
アソシエイト、博士（工学）

## 2. 遮音計画

室内騒音許容値は、各空間の用途から、大・小ホールNC-20、イベントホールNC-25、リハーサル室NC-30とした。各室が平面的に近接して配置されていることから、防振遮音構造とエキスパンション・ジョイントの組合せで遮音性能を確保する方針とした。防振遮音構造は室配置と費用対効果を考慮して小ホールとリハーサル室に設け、さらにエキスパンション・ジョイントで小ホールと他室間の遮音性能を高めている（**図-1**）。

小ホールの防振遮音構造は仕上面でもあるレンガ壁を浮遮音層として使用している（**図-2、写真-2**）。防振ゴムで支持した鉄骨フレームに下地金物を取り付けてレンガを積んでおり、耐震対策はハット型の耐震ストッパー付き防振ゴムを使用し、水平方向の振れ止めとしている。

イベントホールは1階の大開口を開放することで隣接するエントランスホールと一体空間になる狙いがあり、遮音上の配慮として、1階の開口部分は移動間仕切壁＋客用出入扉（ガラス引戸）の2重とし、2階のガラス面は15mm＋15mmの合わせガラスとした（**写真-3**）。

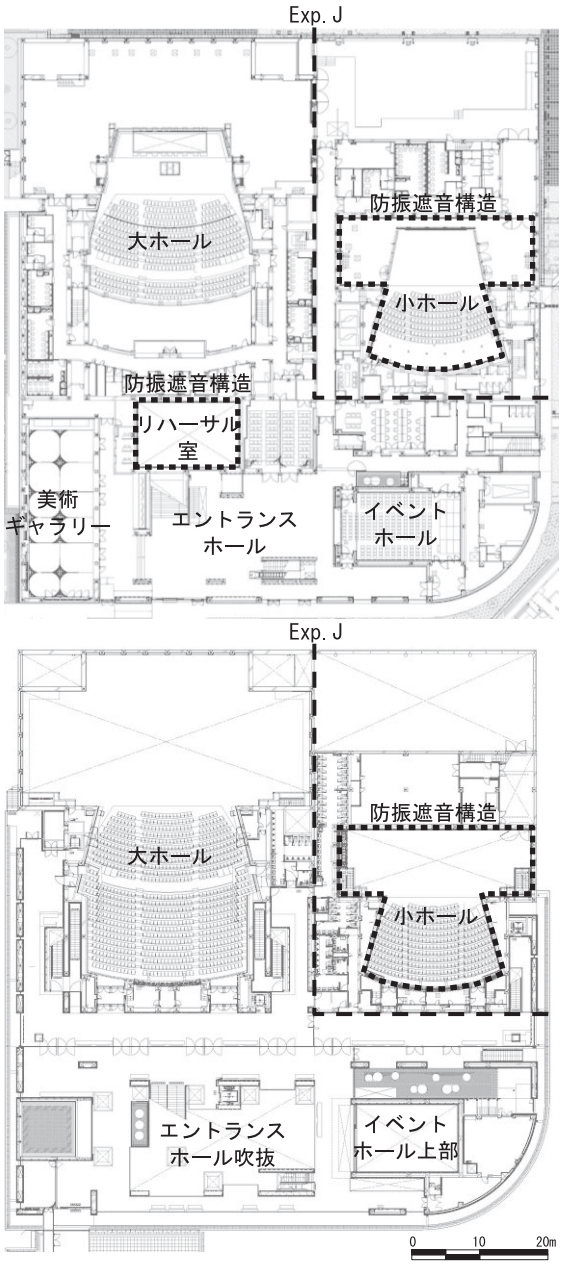



図-1　1階平面図（上）、2階平面図（下）

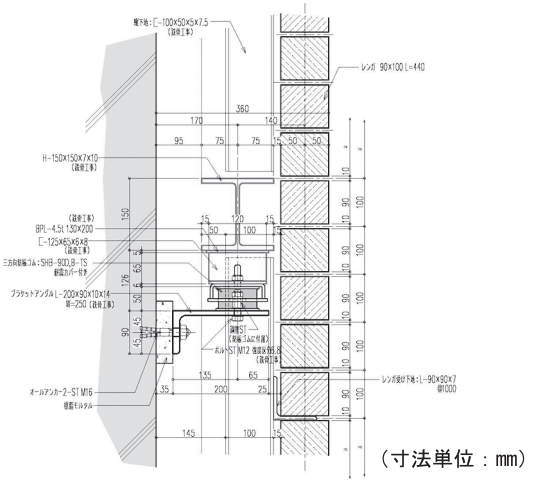



図-2　レンガ防振遮音壁（小ホール）

写真-2　レンガ防振遮音壁の施工状況（小ホール）

写真-3　イベントホール（1階大開口、2階ガラス面）

## 3. 室内音響計画

### 3. 1　大ホール

生音コンサートを主目的としつつ多様な演目に対応する２層バルコニー形式のホールである。初期反射音の十分な確保を目的として、舞台音響反射板で作られる舞台と客席が連続した一体の空間となるような形状を基本とし、天井高さと客席幅のプロポーションを考慮した平断面形状とした。舞台と客席が近い、臨場感溢れるコンパクトな空間を指向したことから、響きに必要な室容積を確保するため、シーリングスポット置場は音響的に透明な作りとし、客席側空間の一部としている。客席壁面はレンガ積みとし、客席後壁は、後述の放射パネル吸音率および椅子吸音力の測定結果を元に施工段階で吸音量の調整を行い、１・２階は反射、３階は吸音性仕上げとした。門型２層構造・自走式の舞台音響反射板を採用しており、より多くの反射音が得られるように反射板から客席にかけて連続する庇状の反射面を設けると共に、反射板の仕上げにもレンガを用いることで、舞台と客席が、形状とともに仕上げもシームレスに連続し音響的にも視覚的にも一体化するよう計画した。プロセニアム周囲のスピーカや、フロントサイド投光部は露出型とし、背後の面も反射面として利用している。

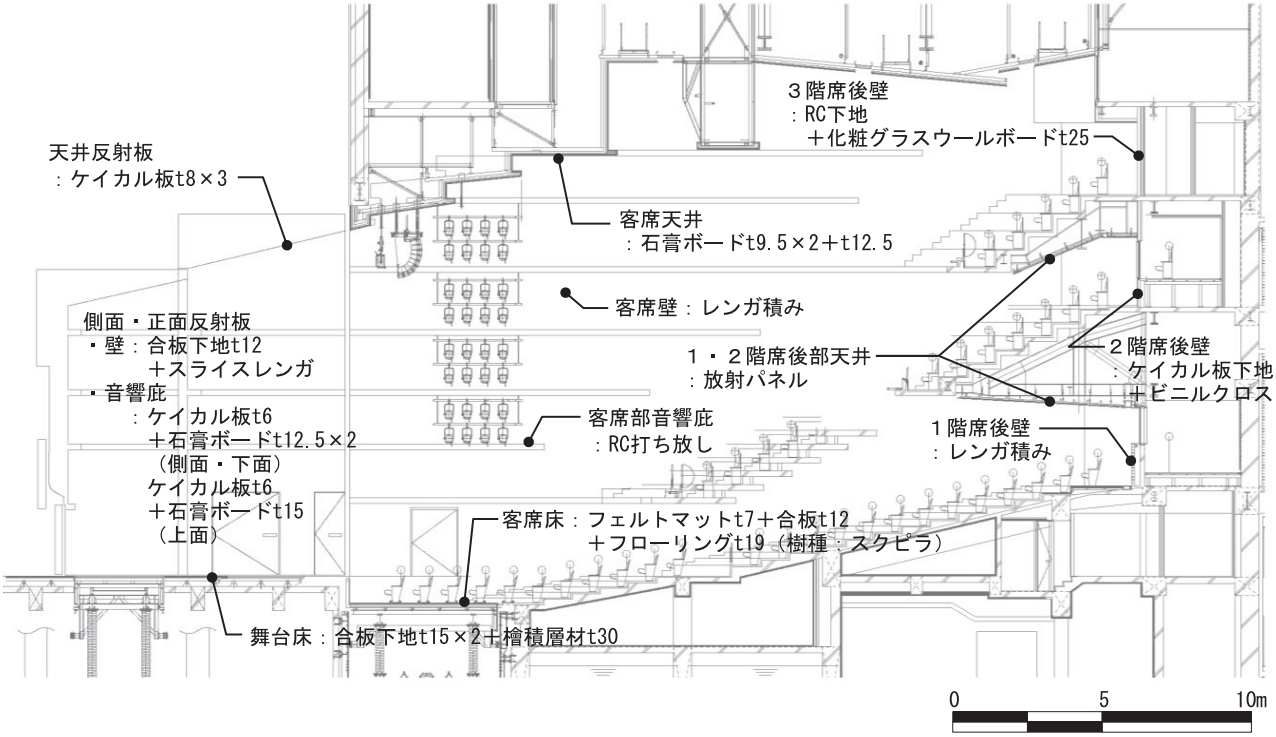



図-3　大ホール断面図（各部位の仕上げ材料）

写真-4　大ホール

写真-5　大ホール（舞台から客席を見る）

### 3.2　小ホール

音楽や演劇公演、発表会など、多様な演目に対応するワンスロープ形式のホールである。舞台と客席の一体感を得る狙いから、舞台を客席が取り囲む雰囲気づくりのため、側壁が扇形に広がる形状を採用した。この平面形状はエコー障害の防止にも寄与している。大ホールと同様に舞台と客席の連続性・一体空間化を基本方針としつつ、大ホールに比べて規模が小さいため、庇形状は用いず、客席側壁・天井、および舞台音響反射板の形状調整により、初期反射音が客席にできるだけ均一に分布するよう計画した。客席側壁はレンガ積みとし、客席後壁はレンガの透かし積みの背後にグラスウールを設置して吸音仕上げとした。舞台音響反射板は正面・側面・天井の各反射板を分割収納する方式で、正面・側面反射板の仕上げは木レンガとすることにより、反射板重量の過大化を避けながら、舞台と客席における壁の拡散形状と視覚上の統一を図っている。プロセニアム周囲のスピーカや、フロントサイド投光部は大ホールと同様に露出型とすることで、背後の面を反射面として利用している。

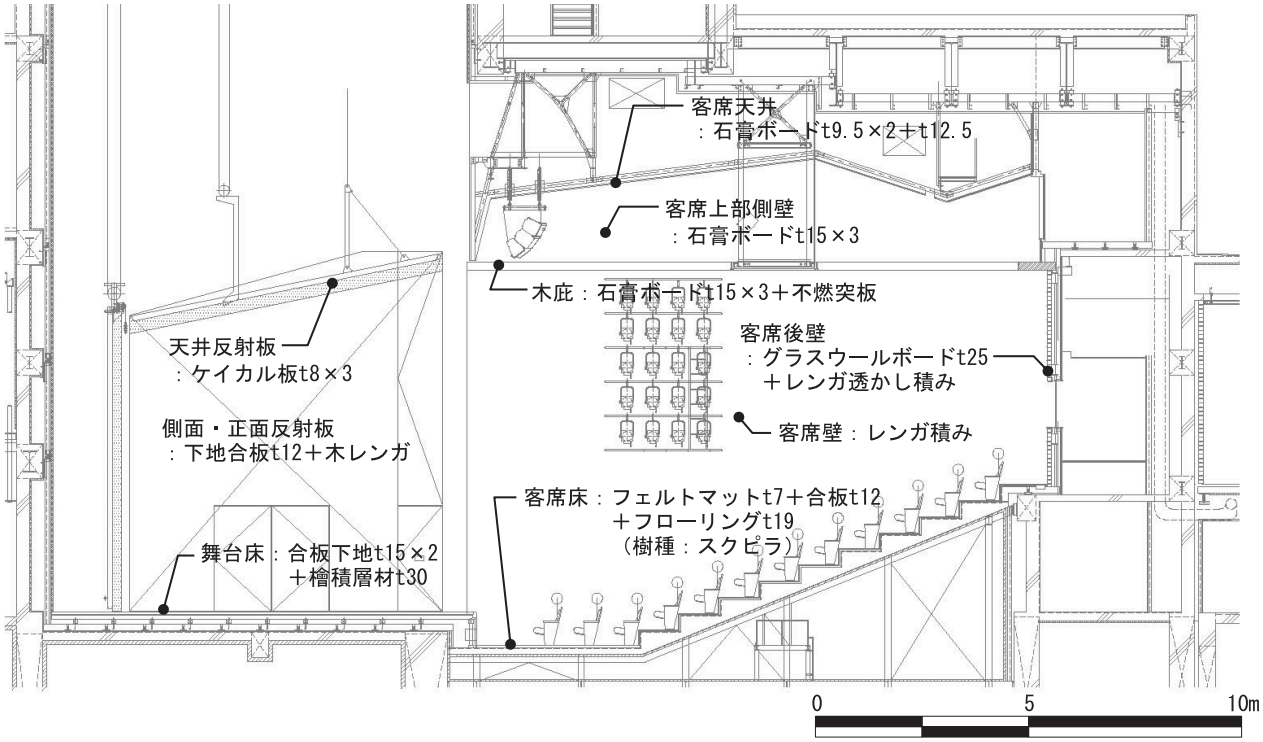



図-4　小ホール断面図（各部位の仕上げ材料）

写真-6　小ホール

写真-7　小ホール（舞台から客席を見る）

### 3.3　イベントホール

小規模の演劇、音楽、講演会、レセプションなどに対応する平土間形式のホールである。フラッターエコー軽減のため、対向する平行壁面は凹凸のあるレンガ積み仕上げとし、ギャラリーより上部の空間について、壁面および上階スラブの下面を吸音仕上げとして響きの調整を行った。ギャラリー通路間には上方からの反射音付与のために天井パネルを設け、これを傾斜させることで床との間のフラッターエコー軽減に配慮している。

### 3.4　リハーサル室

フラッターエコー軽減と適切な響きの確保のため、壁面はガラス窓、鏡、出入口扉、空調用制気口を除くほぼ全面を吸音仕上げとし、天井は反射性の仕上げで折れ形状とした。

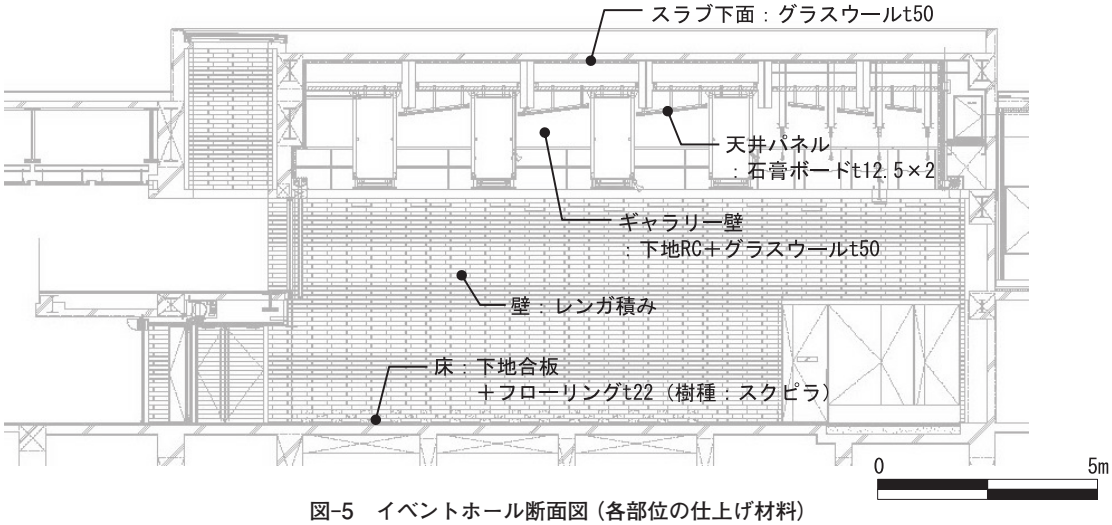



図-5　イベントホール断面図（各部位の仕上げ材料）

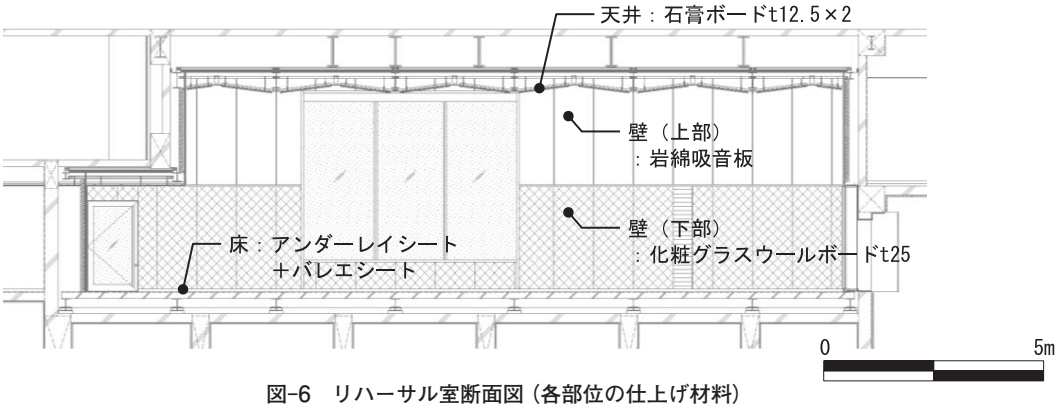



図-6　リハーサル室断面図（各部位の仕上げ材料）

写真-8　イベントホール

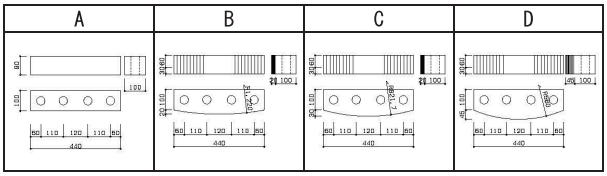
写真-9　リハーサル室

## 3. 5　レンガ壁

大・小・イベントホールの壁面はレンガ積み仕上げを採用した。レンガは低音域まで反射する剛性の高い材料であり、積み方による凹凸で拡散面が形成しやすい。各ホールとも音の散乱を意図し、表面の平らなレンガと、曲率の異なる複数種の曲面レンガ（大ホール：3種類，小・イベントホール：2種類）を組み合わせてランダムな凹凸を持つ壁面とした（**写真-10**、**表-2**）。

写真-10　レンガ壁（大ホール）

表-2　ホール壁に使用されたレンガ一覧（寸法単位：mm）




## 3. 6　放射パネル

本計画ではドラフトによる不快感や高低差による温度ムラの対策として、国内のホールでは初となる放射冷暖房システムを採用し、快適な鑑賞環境の実現に取り組んだ。放射パネルは天井高さが比較的低い大ホール内のエリア（1・2階席の後部エリア）の天井面と、大・小ホールの座席背面に設置している。

大ホール天井面の放射パネルは1mm厚のアルミ製で、放射性能・意匠性を考慮し、山型スパンドレルが採用された（**図-7**）。薄い金属板を用いた内装の吸音特性を確認するため、施工段階で放射冷暖房システムメーカーの実験施設において残響室法吸音率測定を実施した。測定は、放射パネル材の背後に空気層を持つ試験体（**写真-11**）と、同様の構造の石膏ボード（9.5mm厚）による試験体について行い、周囲枠とパネル支持材のみの試験体との差として吸音率を求めた。両試験体の周波数特性は類似の傾向で，放射パネルは石膏ボードに比べて帯域全体にわたり0.1程度大きい吸音率を示した（**図-8**）。

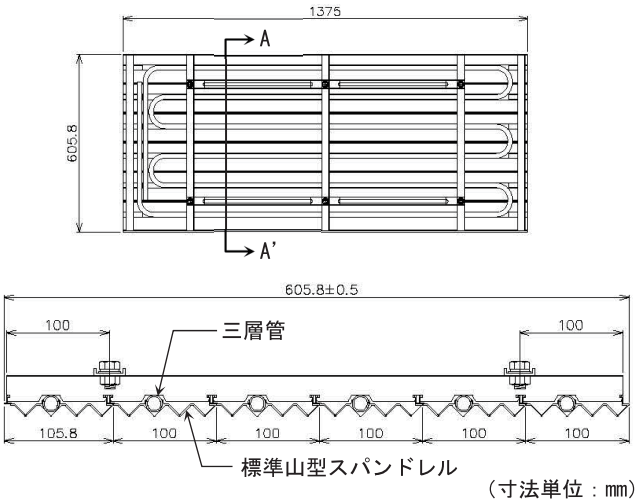



図-7　天井放射パネル（上：平面図　下：A-A'断面図）

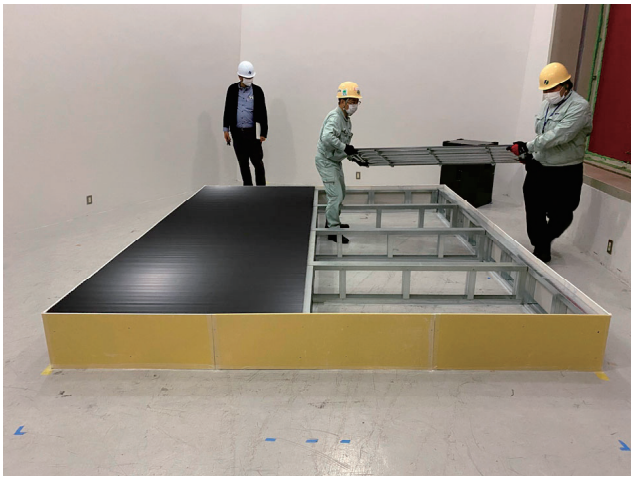


写真-11　放射パネル試験体

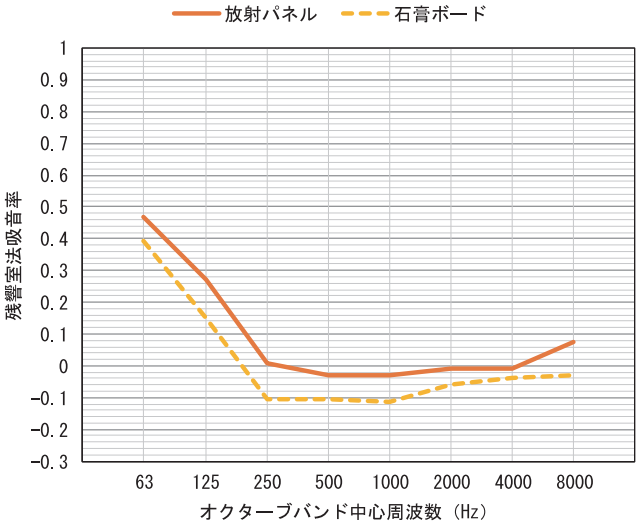



図-8　放射パネルおよび石膏ボードの吸音率測定結果

放射パネル組込椅子（**写真-12**）についても施工段階で日本建築総合試験所において残響室法吸音力測定を行った。測定結果を**図-9**に示す。放射パネルはアルミパンチングパネルであるが、有孔板特有の吸音特性の影響は特には現れていないようであった。

**写真-12　放射パネル組込椅子**

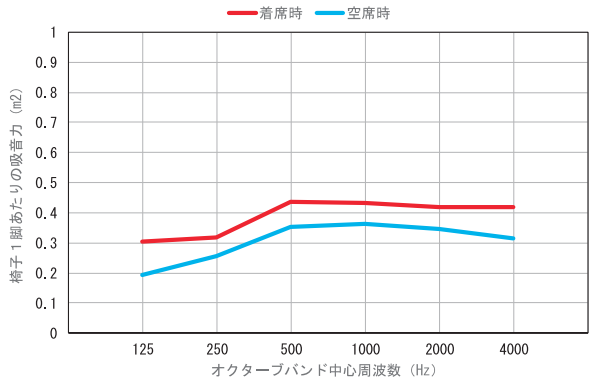



**図-9　放射パネル組込椅子の吸音力測定結果**

金属板によるビリツキ防止にも配慮し、設計・施工の各段階で、モックアップ近傍で大音量の試験音（スイープノイズ）を再生し、ビリツキの発生しやすい周波数や箇所の特定、防止対策の検討を行い、施工に反映した。竣工時のビリツキ試験では、スイープノイズに対してビリツキが若干発生したが、バンドノイズや大音量の音楽再生に対しては発生しないことを確認した。

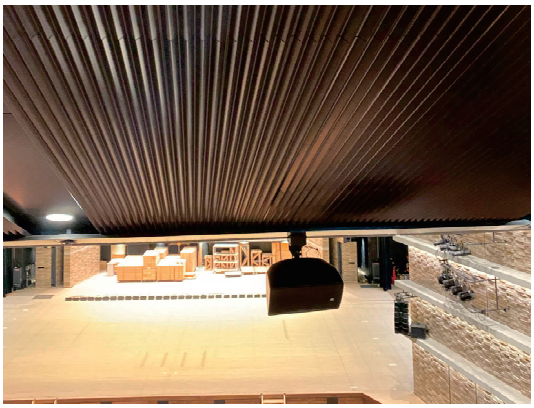


**写真-13　大ホールの天井放射パネル（2階席頭上）**

## 4.　音響特性

### 4. 1　室内騒音

空調騒音は大ホール、小ホール、イベントホールともNC-20、リハーサル室はNC-30であり、ホール周囲のWC流水音は感知できない。

### 4. 2　遮音性能

大～小ホール間でD-85以上、大ホール～リハーサル室間でD-85以上、小ホール～イベントホール間でD-80以上の性能が得られている（**図-11**、**図-12**）。

### 4. 3　残響時間

測定結果を**図-10**に示す。大ホールでは舞台音響反射板設置時と幕設備時の残響時間（500 Hz、空席時）の差が0.5秒であった。

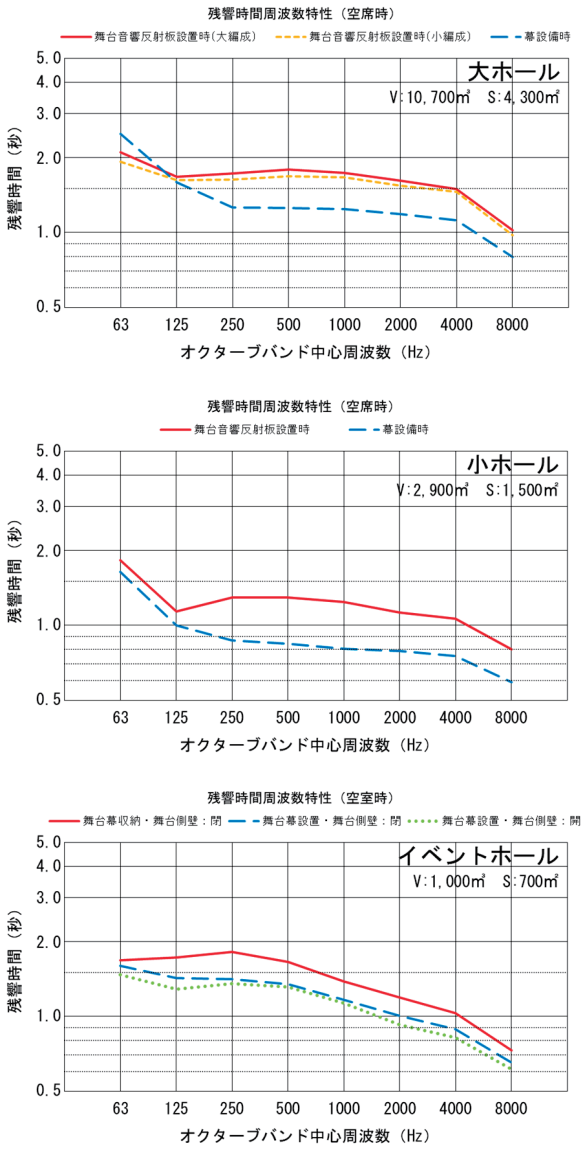
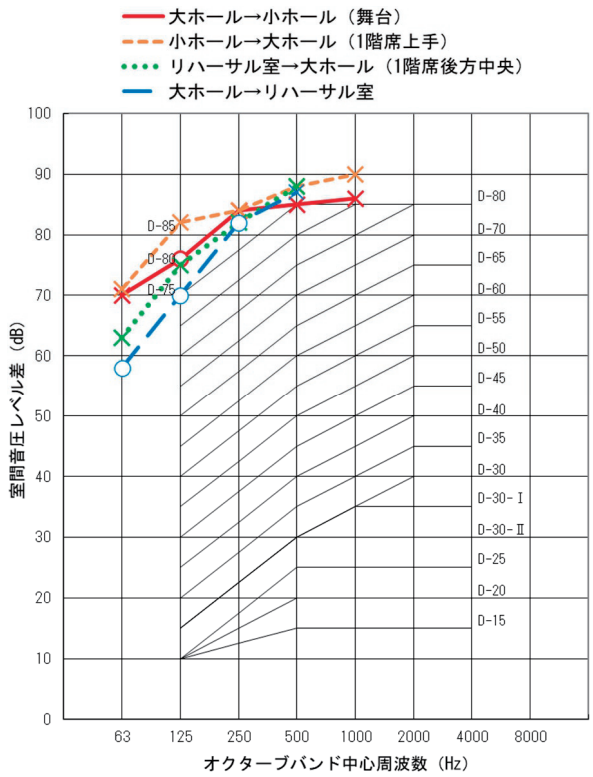
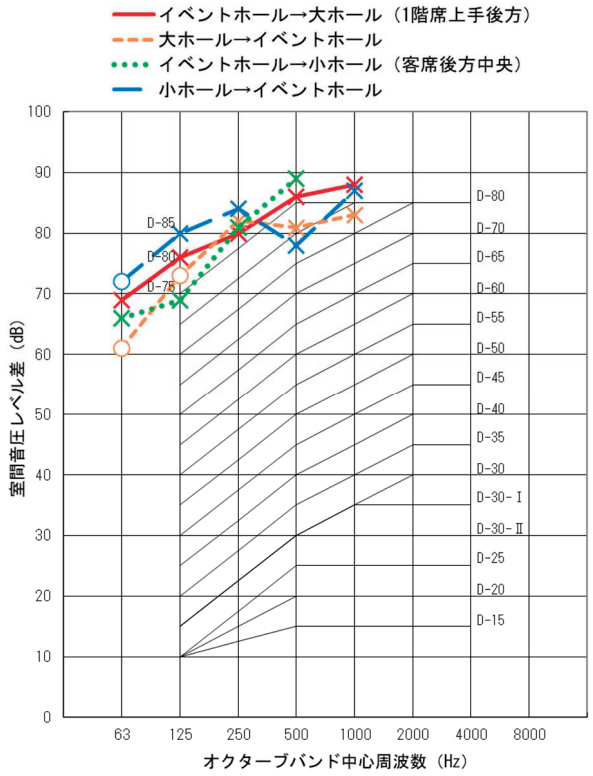



**図-10　各ホールの残響時間測定結果**




※×印は暗騒音との差。実際の遮音性能はこの値以上であることを示す。

図-11　遮音性能測定結果（大・小ホール関連）




※×印は暗騒音との差。実際の遮音性能はこの値以上であることを示す。

図-12　遮音性能測定結果（イベントホール関連）

## 5. おわりに

レンガを内装材として用い、かつ防振遮音層としても利用するホールは、本計画と同時期に進行していた別の事例[1)]はあるものの比較的珍しいと思われる。その理由は、レンガを一つずつ積み上げなければならない施工上の手間の他に、前述の通り音の反射・散乱の上で効果的である一方、目地部分の充填が十分でなければ吸音機構や遮音上の弱点となることへの懸念があるものと推察する。その意味で本建物は大変チャレンジ精神にあふれたプロジェクトであり、設計者の提案を了解いただき竣工まで見守ってくださった枚方市の皆様、難工事とその管理をご担当いただいた施工者の皆様にこの場を借りて感謝申しあげる。

オープン直前の大ホールでリハーサルを行ったプロオーケストラのメンバーの方々に、リハーサル後に感想を聞かせていただいたところ、複数名の方から「解像度のよさ」「クリア」「ピュア」「ストレートに伝わる」といったコメントをいただいた。いずれもレンガ壁の反射性・拡散性による効果と捉えており、レンガ内装の音響的な良さが演奏家にも感じられるホールとなったのではないかと考えている。

オープン後の現在、建物内の見学希望の申し込みが多いが、稼働率が非常に高いためになかなか空き時間がないとの関係者の声もあり、注目を集めつつ順調に運用されている様子が伺える。今後も市民に愛される建物として、末永く利用されていくことを心から願っている。

**【参考文献】**

1) 中川浩一：アクリエひめじの音響設計，日本音響学会春季研究発表会講演論文集，pp.597-598，2022.

**【執筆者】**

*1　中川 浩一
（NAKAGAWA Koichi）