

# 静岡市清水文化会館「マリナート」の音響設計 —シューボックス型コンサートホールの音響を追求した多目的ホール—\*

○宮崎秀生, 山下真次郎, 岸永伸二 (ヤマハ), 買手正浩, 富高隆 (大成建設)

## 1 はじめに

静岡市清水文化会館「マリナート」は1,513席の大ホールを核とし、292席の小ホール、リハーサル室、練習室等からなる複合文化施設である。PFI(Private Finance Initiative)事業の本プロジェクトは、老朽化した清水文化センターを建替え、オペラ、バレエ、コンサート、ミュージカル等の多様な舞台芸術に対応できる多目的施設を整備し、文化活動の場と高次高質な芸術文化の鑑賞機会を市民に提供することを目的としている。筆者らは、プロポーザルの段階から設計または施工チームの一員として、遮音・騒音制御、室内音響、電気音響に関して検討を行った。施設概要を表1に示す。

表1 施設概要

名称	: 静岡市清水文化会館 (愛称: マリナート)
所在地	: 静岡市清水区松原町 214
建築主	: 清水文化事業サポート会社
設計	: 楨総合計画事務所・大成建設設計 JV
音響設計	: ヤマハ S T 開発センター(当時)
施工	: 大成建設・鈴与建設 JV
構造	: RC 造 (一部 SRC 造、S 造)
階数	: 地下1階～4階
工期	: 2010年3月～2012年4月

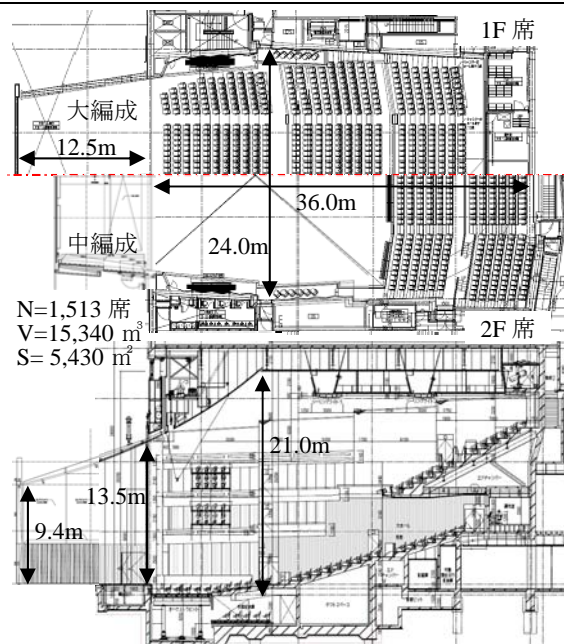


図1 大ホール平断面図及び諸元

## 2 大ホールの音響設計

### 2.1 設計コンセプト

図1に大ホールの平衡断面図及び諸元を示す。大ホールは要求水準に従って「無目的と揶揄された従来型の多目的ホールとは一線を画すホールとする」ため、地元企業が主体の事業者サイド(運営を含む)の方針として、音楽・生音を重視した高水準の多目的ホールを目標とした。このためシューボックス型を基本形状とし、その特徴である舞台と客席の一体感や、豊かな残響感・拡がり感を創り出す音場を追求した。

### 2.2 反射板形式：最適音楽空間の実現

#### 1) 残響感と音量感、明瞭性の両立

豊かな響きを創り出すため、舞台天井高及び客席天井高を十分に確保することで、 $10\text{m}^3$ 以上の気積を確保した。また第1、2シーリング照明部位は部屋として空間を区切ることを避け、客席上部に設置した浮反射板上スペースに照明を設置した。これにより室容積をより確保することで上部の残響生成空間を確保している。図2に残響時間測定値を示す。空席時で2.1秒(平均吸音率19%:250-2KHz平均)と音楽演奏に最適な値が得られている。

残響と同時に、十分な直接音群を確保するため奥行きのある客席を2層構造とし急勾配の客席段床とした。これにより舞台への良好な視野も確保している。また舞台天反から客席天井に向かって連続的な曲面天井を設け、客席全体に初期反射音を行き渡らせている。

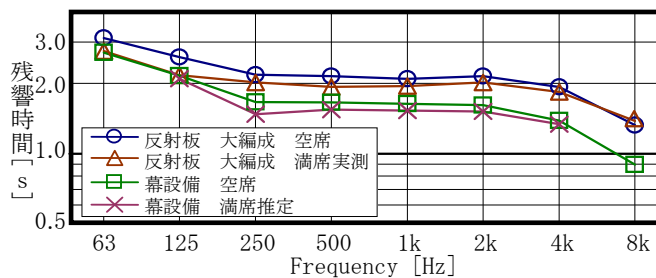


図2 残響時間周波数特性

\* Acoustical Design of the Shizuoka city Shimizu Cultural Hall “MARINART” –Multi purpose hall with well-designed features of a shoebox style, by MIYAZAKI, Hideo, YAMASHITA, Shinjiro, KISHINAGA, Shinji (YAMAHA Corp.), KAITE, Masahiro and TOMITAKA, Ryu (TAISEI Corp.).

## 2) 側方反射音の確保

1,500 席規模の客席では室幅が大きくなりがちで側壁からの十分な反射音を得られない懸念がある。そこで基本形をシューボックス型として側壁からの連続的な反射音を確保しつつ、舞台から中通路までは側壁の平面形を連続させ、中通路から後壁にかけては平面的に若干中央へ絞り込むことで反射音が客席へ集まる形状とした。その上で側壁に音響庇を設置して反射音を客席へ落とし込むことを検討した(図3)。

拡がり感と相関のある LE 値が側壁形状によりどの程度改善するかを音響シミュレーションにより検討した結果を表2に示す。音響庇により主階席で1%の改善効果が見られる。更に検討を進めると、サイドバルコニー席を設置することでより側方反射音の増強が期待できたため、設計を進める中でこの方向へと転換した。計算結果を表2及び図4に示す。フラット形状と比較して2%の改善が認められる。

図5に LE 値の測定結果を示す。最終的に主階席で22%と良好な値を得ている。

## 3) 側壁の剛性と拡散

客席への初期反射音に重要となる1F、2Fの側壁は、広帯域に亘る反射音を得るためと、特に低音域の残響を確保するためにコンクリート壁に内装仕上げのボードを直貼り施工とした(図6)。またより均一な反射音を得るために側壁は約900mm幅の山型形状を基本とし、更に高音域を拡散させカラーレーションを抑えるためにランダムリブを表面に取り付けた。この結果、残響時間は低域が伸びたクセのない周波数特性が得られている(図2)。

## 4) 舞台音場の設計

舞台側反および正反は演奏のし易さを考慮し、内傾させて演奏者への反射音の戻りを確保した。また側反の内傾面はランダムリブ構成で反射音の拡散化をはかり、演奏者間でお互いの音を聴き取り易い音場を意図した。

更にピアノやチェロなどの楽器の「音の鳴り」をよくするために舞台床には木材による楽器製作技術の一つである ARE 処理を施した桧板と杉板(下地)を用いている<sup>[1]</sup>。ARE による舞台床での音響効果は既に聴感実験により、「音量感が上昇する」、「明るくクリアになる」などの効果を確認している。

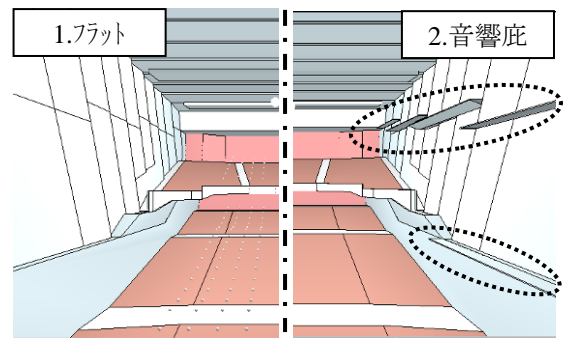


図3 側壁形状の比較検討

表2 LE 値[%]の側壁形状による比較

平均値	1. フラット	2. 音響庇	3. バルコニー席
全体	20.74	21.09	22.0
1F 席	22.07	22.73	24.3
2F 席	15.91	15.17	16.1

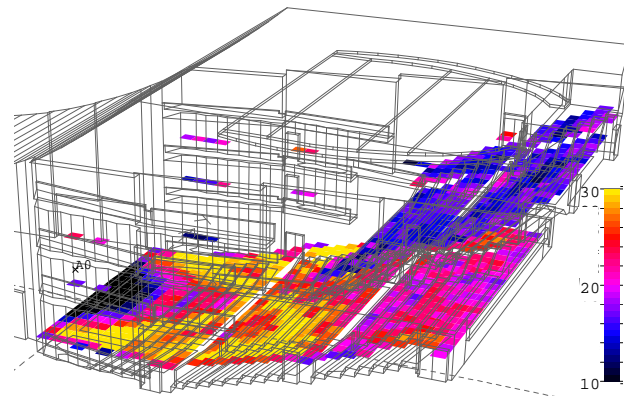


図4 最終形状のLE値[%]特性

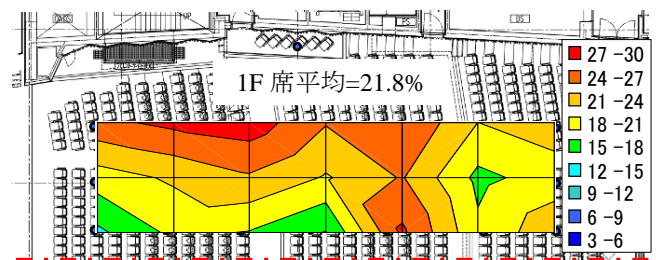


図5 反射板形式LE値[%]実測結果

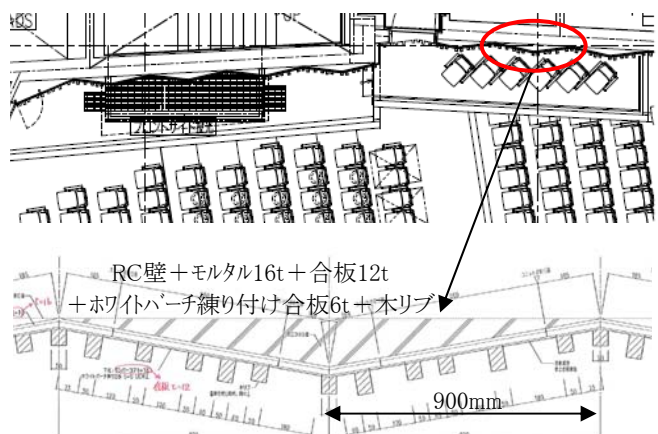


図6 側壁形状詳細図

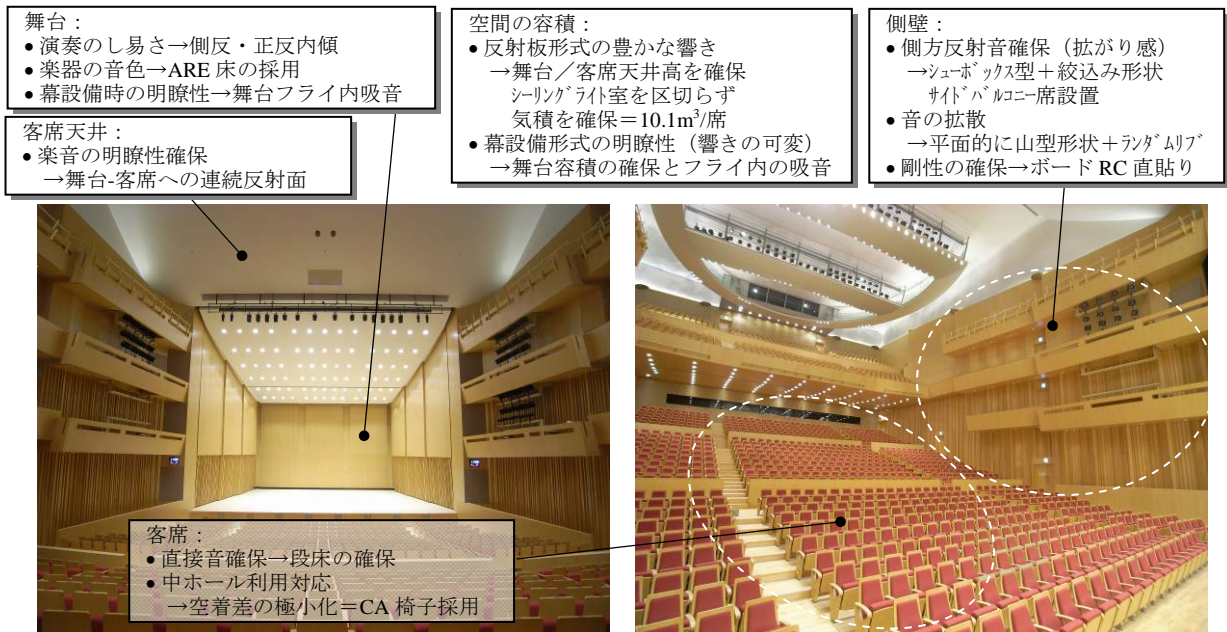


図7 大ホールの音響設計概要

### 5) 中ホール利用時への対応

要求水準書で700席程度の利用(中ホール利用)が求められた。この対応として1階席後方通路より前方の席のみを利用する形態とした。この時、2F席エリアの観客による吸音力が減ることで、満席時の残響時間に違和感をもつことが懸念された。そこで観客数による残響時間の変化を緩和させるために空着差の小さい客席椅子を検討した。CA(Conservation of absorption)椅子<sup>[2]</sup>の概念を取り入れた椅子の検討により空席時と満席時(80%着席実測値)の残響時間差は0.1秒に抑制されている(図3)。

#### 2.3 幕設備形式：明瞭な拡声音の実現

明瞭性がより重要となる幕設備形式では、プロセニウム開口面積の変化幅拡大化と舞台袖や舞台フライズを十分に吸音することで、残響時間は1.6秒(平均吸音率23%)と響きが抑えられた特性となっている。表3に明瞭度指標であるSTIの測定結果を示す。音響設備使用時には0.6以上と高い明瞭度が得られており、講演会等の電気音響を用いる演目に対応した特性となっている。

以上、図7に設計概要をまとめる。

### 3 小ホールの音響設計

小ホールは、演劇と音楽の機能バランスを追求した使いやすい市民ユースの多目的ホールである。ホール内観を写真2に、音響上のポイントを図8に示す。

表3 電気音響設備利用時のSTI特性

対象室	舞台形式	測定結果	
		平均値	標準偏差
大ホール	幕設備	0.61 (Good)	0.03
	反射板	0.56 (Fair)	0.03
小ホール	幕設備 (カーテン使用)	0.74 (Good)	0.03

写真2 小ホール内観

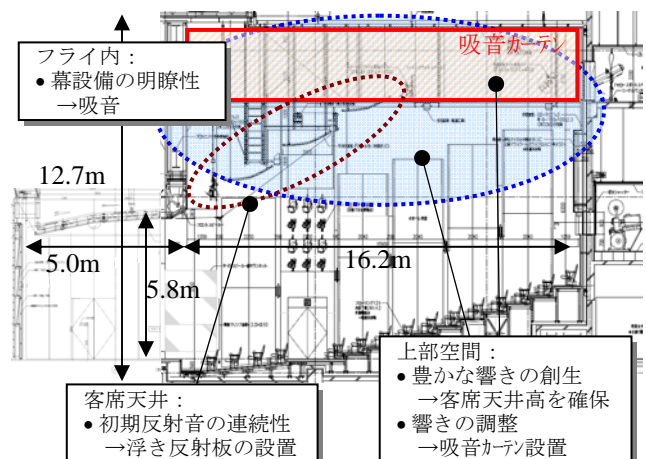


図8 小ホール音響設計概要

舞台天反の高さは 6m と比較的 low に設定されている。これは建築上の制約もあるが、音響的には演奏しやすく親密感のある舞台を目的としている。一方、音楽演奏に対して良好な空間感・残響感を得るため、客席は天井を張らずに空間を大きく設定し十分な室容積を確保する形態とした。しかし、この状態では天井反射板と客席天井反射面が連続せず、側方反射音と比較して正面方向からの十分な初期反射音を得られない。このため、演奏者（楽器）の音像や明瞭度を改善するため、客席上部に浮き音響反射板を設置することで上方からの連続的な初期反射音を得るようにした。反射面の形状や傾きは図 9 に示す音響シミュレーションにより確認した。残響時間の実測結果を図 10 に示す。反射板形式で、空席時に 1.4 秒（平均吸音率 20%）と室内楽に適した特性が得られている。

幕設備形式では空席時 1.0 秒（平均吸音率 26%）と明瞭性が確保された音場といえる。STI は音響設備使用時に 0.74 と高い明瞭度が得られている（図 8）。

なお客席上部のギャラリーに設置した吸音カーテン（約 100 m<sup>2</sup>）は 0.1 秒の残響可変幅をもち、吸音調整に用いることができる。

#### 4 遮音、騒音制御

図 11 に本施設の遮音構造と主要室での NC 値、及び主な室間遮音性能を示す。本施設から 30m の距離に JR 東海道本線の軌道があり、貨物列車走行時のホールへの固体振動音の伝播が懸念された。提案段階から振動測定を行い対策を検討した結果、線路側地下部には発砲系部材を用いた防振地下壁を設置し、機械室を線路側の地下階に持ってくることでブロッキングマスとしての効果を期待した。また小ホールは浮構造を採用し線路側の 2 階へ配置した。更にリハーサル室や練習室は浮構造を採用し線路側の 1 階レベルに配置した。このようにすることで、大ホールを線路から離隔距離を確保して配置した。以上の結果、貨物列車走行時に大・小ホールにおいては NC-15、リハーサル室においても NC-20 をクリアしている。また大・小ホール間については Dr-80 と十分な遮音性能が確保されている。

#### 5 おわりに

本施設は 2012 年 8 月 1 日に地元演奏者で構

成された記念オーケストラによるベートーヴェン第九交響曲で正式に幕を開けた。竣工後 3 ヶ月間のテストランで反射板形式でのオーケストラ演奏を始め、オケピットを利用した演目、音響設備を利用した演目など様々なテストコンサートを実施してきた。演奏者、観客の双方から音響については好評を得ている。市民による文化・芸術活動の創造・発表の場として大いに利用されると期待が高い。

最後に静岡市はじめ、設計、施工、維持管理、舞台技術、企画運営に携われたコンソーシアムの関係各位に謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] 境他, 日本音響学会講演論文集, 1993.3
- [2] 宮崎他, 日本音響学会講演論文集, 2010.9

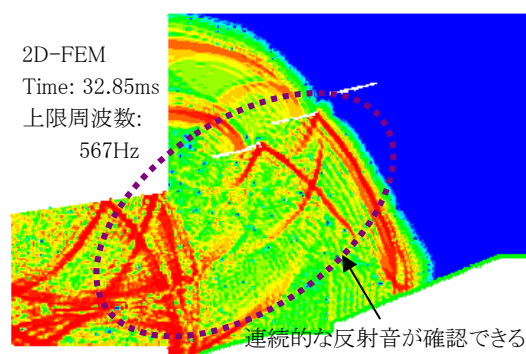


図 9 波動音響による浮反射板形状の検討

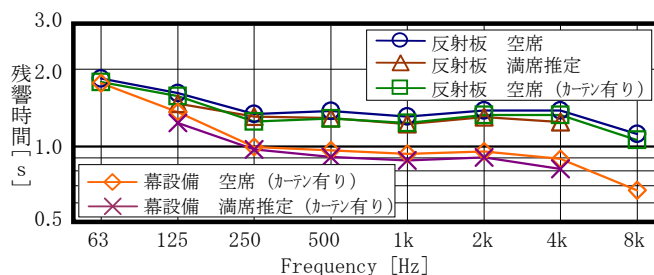


図 10 小ホール残響時間測定結果

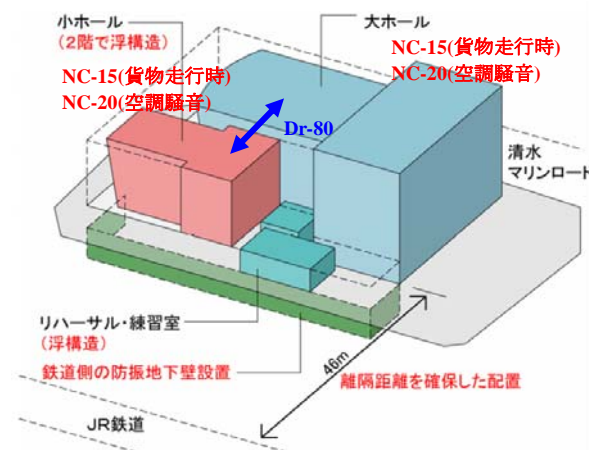


図 11 各室の遮音構造と騒音レベル