

## 東海市芸術劇場の音響設計

— 親密感と残響感を重視した走行式反射板を有する多目的ホール —\*

○高橋顕吾、山下真次郎、岸永伸二（ヤマハ）

## 1 はじめに

東海市芸術劇場は市の新しい文化芸術の発信・創造の拠点の場となる文化施設として、太田川駅西側に建設された再開発ビル「ユウナル東海」の中に平成27年10月4日オープンした。

文化施設は1026席の大ホール(市民利用～本格的な舞台芸術まで対応)と274席の多目的ホール(市民イベント主体)、及びリハーサル室・大中小練習室・バンドスタジオ(各種練習～発表会まで対応)から構成されている。

表1 施設概要

所在地：愛知県東海市大田町下浜田 137 番地
施主：東海市
設計：(株)アール・アイ・エー
音響設計：ヤマハ(株)音響営業統括部(当時)
施工：西松建設(株)
構造・階数：SRC・一部S造、地下1階・地上5階
工期：2013年5月～2015年9月

## 2 大ホールの音響設計

市民利用を前提とした“演じやすくかつ鑑賞しやすいホール”を目指して、舞台上の音声が客席の隅々までに伝わり易くするとともに、音楽演奏時に適度な響きが得られるように、親密感と残響感のバランスに着目した音場を構成している。また舞台設備については、幕設備形式での演出上の制約が生じにくい走行式の音響反射板を導入するとともに、市民からプロユースまで様々なニーズや使い勝手に対応できる最新のデジタル音響システムを構築している。平断面と内観を図1に示す。

## 2.1 室内音響

## (1) 親密感のあるコンパクトな客席構成

囲い型のバルコニー構成と十分な床勾配の確保により、客席奥行き寸法を29m以下に抑えるとともに、最後列まで舞台が観やすく直接音が届きやすい客席レイアウトとしている。またサイドバルコニー席も視野と生音を重視して段床で構成している。

## (2) 隅々まで音声が伝わり易い壁・天井形状

直接音に続いて音量感に寄与する初期反射音が客席全域に均一に到来するように客席空間を矩形平面ベースの直線状の側壁で構成するとともに舞台と客席を連続的な反射面で構成している。特に走行反射板については三連の反射板を階段状に構成することで反射音を散乱させ、分布の均一化を図っている。

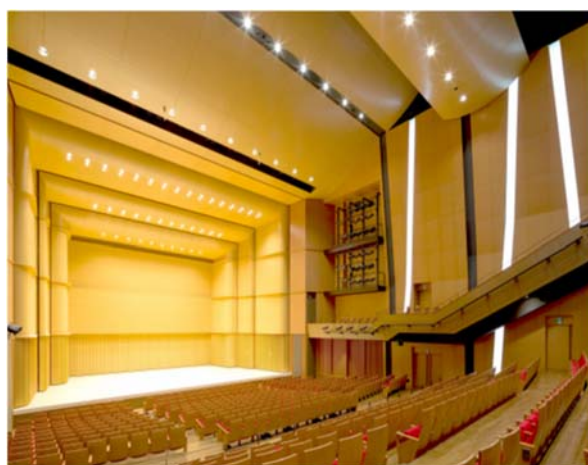
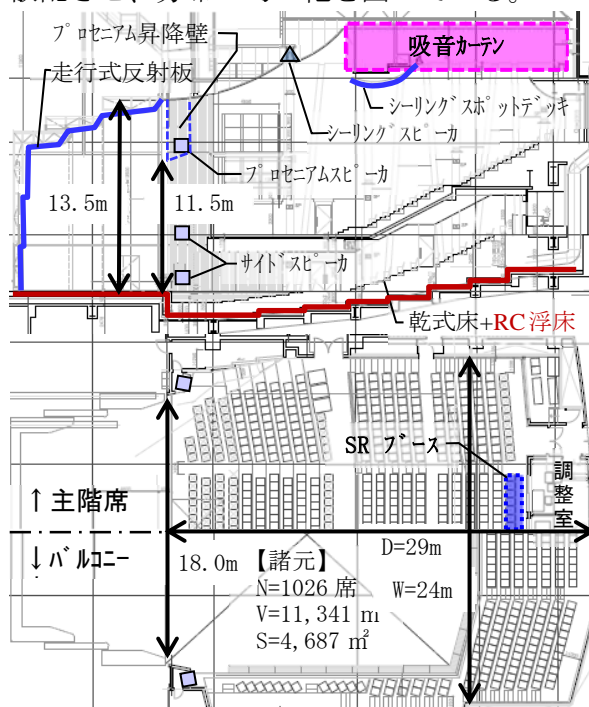


図1 大ホール平断面・内観

\* Acoustical design of TOKAI CITY ARTS THEATRE - Consideration of intimacy & reverberance in the multi-purpose hall with traveling orchestra shell -, by TAKAHASHI Kengo, YAMASHITA Shinjiro and KISHINAGA Shinji (YAMAHA Corp.)

### (3) 明瞭度と残響感の両立

上記(1)(2)により明瞭度を確保した上で、音楽演奏時に必要な残響感を得るため、客席天井をシーリングスポットスペース上部まで高くして室容積(気積11m<sup>3</sup>以上)を確保している。さらに側壁上部を内傾させるとともにシーリングスポットデッキ下面を凸曲面で構成することで、側方および上方からの初期反射音を補強している。

### (4) シミュレーションによる上記の検証

断面形状での波動解析結果を図2に示す。これより走行式反射板の階段状の反射面により初期反射音が散乱する様子や、シーリングスポットデッキ下面からの反射音が正面バルコニー席に到来する様子が伺える。

基本形状での幾何音響解析結果を図3に示す。これより客席天井高のアップによりG値は多少下がるものの、側壁の内傾によりC80とLE値が改善していることが確認された。

## 2.2 最新のデジタル音響システム

講演～軽音楽をはじめ、演劇～ミュージカルまで様々な催事に適応可能な高品位かつ操作性・拡張性の高いシステムであり、市民から舞台専門技術者まで様々な利用者のニーズに対応できる仕様とした。核となるデジタルオーディオネットワークの概念を図4に示す。

### (1) 高品位なデジタル伝送

デジタル卓およびプロセッサをデジタルオーディオネットワーク(Ethernet準拠/Dante方式)により接続することで、ノイズレスでクリアな音質を実現している。

### (2) 自由度と拡張性を高める I/O ポート配置

音響調整室、アンプ室、及び舞台内に I/O ポート(RJコネクタ)を設け、任意の位置で音響卓と入出力端子(AD/DA内蔵 I/O-Box)を接続可能とすることで自由度と拡張性の高いシステムを構築している。なお舞台袖操作架には市民や会館職員でも容易にオペレートできるように音響調整卓ではなくボリューム端子のみのコントロールパネルを採用している。

### (3) 充実したスピーカシステム

客席全体に均一で明瞭な拡声ができるようにプロセニアムアーチと昇降壁内にサイド・プロセニアムスピーカを適正に配置している。なお反射板形式ではプロセニアム昇降壁が天井内に格納されるため、シーリングスピーカを別途配置している。

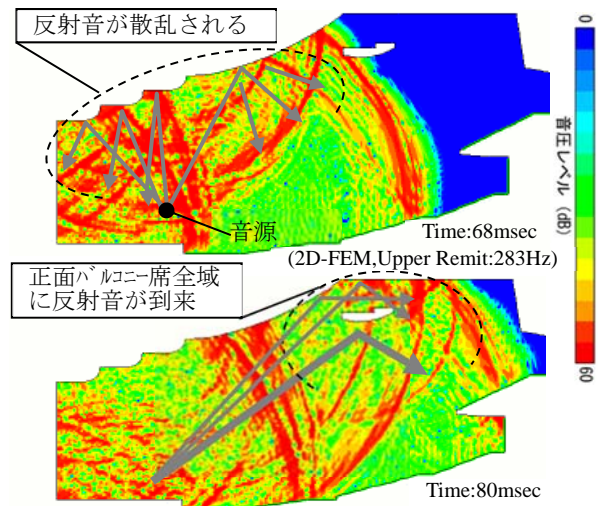


図2 波動解析結果

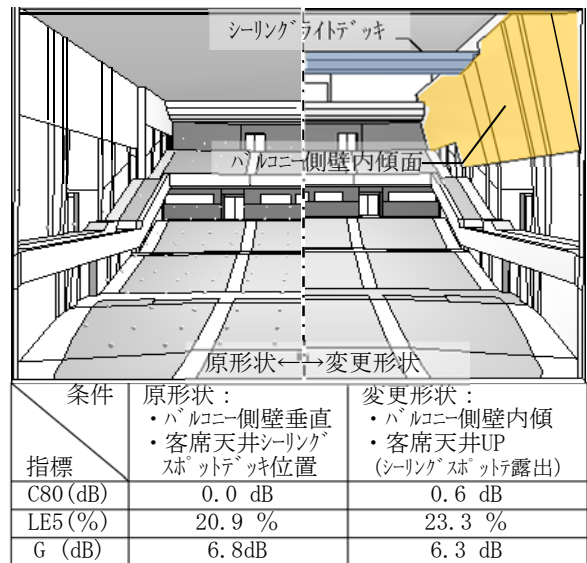


図3 幾何音響解析結果

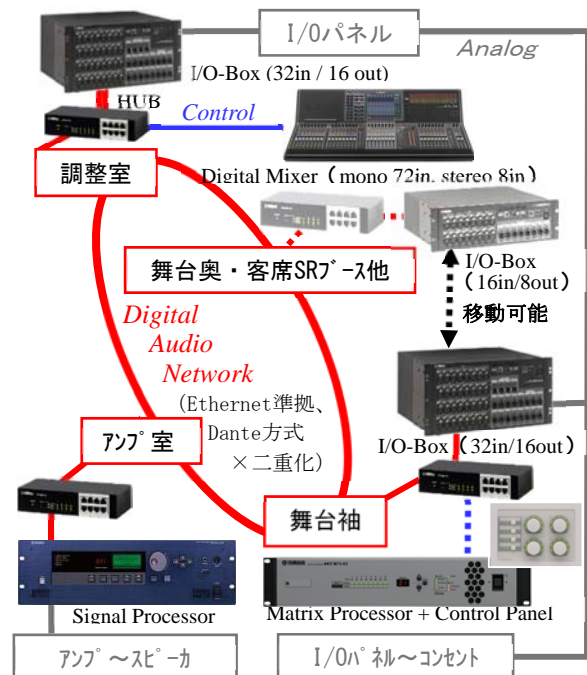


図4 デジタルオーディオネットワーク概念図

### 2.3 測定結果

反射板形式(側壁上部の吸音カーテン収納)での残響時間(250~2KHz 平均)は2.1~1.9秒(平均吸音率17~19%:空席実測値~満席計算値)と、音楽演奏に十分な響きが確保されている。幕設備形式(吸音カーテン設置)での残響時間(同)は1.5~1.4秒(平均吸音率23~25%:同)と、講演や演劇向けの適度に抑えられた響きとなっている(図5)。なお吸音カーテン有無では約0.1秒変化する。

反射板形式でのG値は10m以遠で6→5dB前後とBarronの理論値と同等の値に収束している(図6)。LE値も22%と大きく、十分な拡がり感が期待できる(図7)。

幕設備形式でのSTIは生音(無指向性スピーカ使用時)で0.58(評価:Fair)、音響設備使用時で0.61(評価:Good)と、いずれも良好な特性が得られている(図8)。

## 3 多目的ホールの音響計画

直方体空間をベースに客席椅子と舞台設備を自由に設定可能とすることで、演劇~音楽会~平土間イベントまで、幅広い市民文化活動が可能なイベントホールとして計画されている。平断面を図9に示す。

### 3.1 室内音響

内装天井を高く(キャットウォークを露出)することで室容積を確保した上で、昇降舞台上部と技術ギャラリー壁面に吸音幕を設置することで、各種使用形態に適したライブネス(響き)を設定可能としている。また、キャットウォークの床下を反射面で構成することにより上方からの初期反射音を確保している。

### 3.2 電気音響

客席後部のオープンタイプの調整スペースと舞台背後の簡易操作ラックをデジタルオーディオネットワークで接続することにより自由度と利便性の高いシステムとしている。また、任意の位置に移動可能な可搬型のスピーカとすることで、舞台・客席形態に応じてサービスエリアを自由に設定可能としている。

### 3.3 測定結果

残響時間は吸音幕収納時に1.3~1.2秒(空席実測値~満席計算値)と、音楽演奏時に適度な響きが得られている。一方、幕設置時は0.8~0.75秒(同)と、講演会等に適した短めの特性となっている。また平土間形式でも1.7

~1.0秒(幕収納~設置)と様々な催事に対応可能な可変幅が確保されている(図10)。

STIは生音(無指向性スピーカ使用時)で0.57~0.69(幕収納~設置)、音響設備使用時0.62~0.67(同)と、良好な特性(Fair~Good)が得られている。またLE値も幕収納時に18%と適度な値が得られている(表2)。

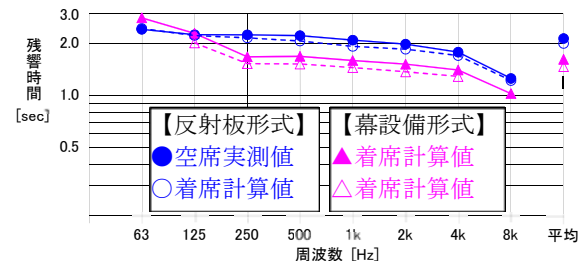


図5 残響時間測定結果

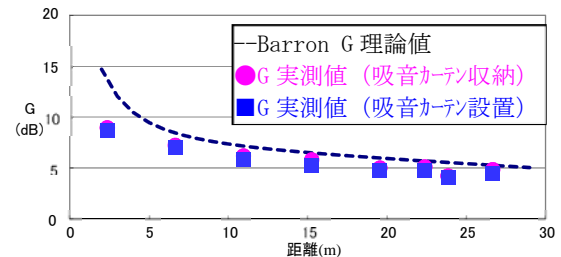


図6 G値測定結果

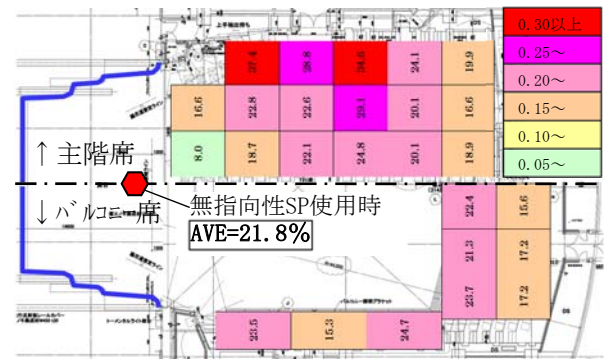


図7 LE値測定結果



図8 STI測定結果

## 4 リハーサル・練習室・スタジオの音響計画

リハーサル室・練習室は、各ホール上演に向けた舞台稽古や発表会その他、演劇・ダンス・吹奏楽等の練習を想定しており、中庸な響きをベースに吸音幕によりライブネスを調整可

能としている。またスタジオは電気系のバンド演奏を想定したデッドな音場としている。

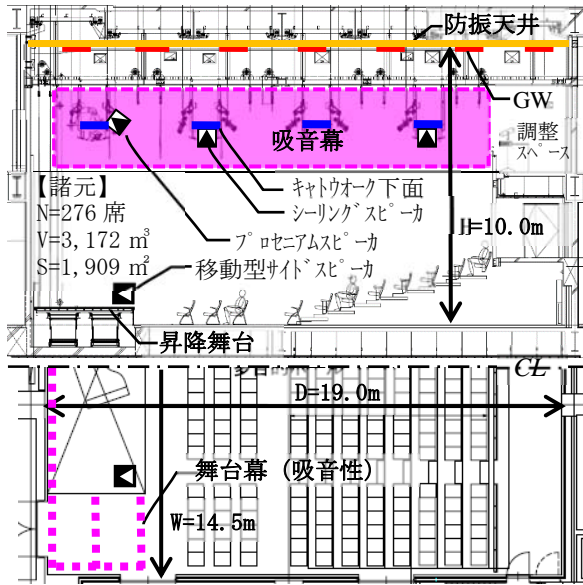


図9 多目的ホール平面断面

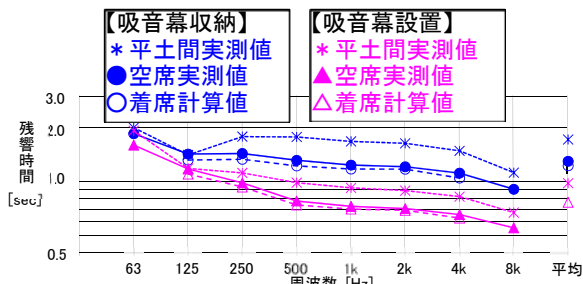


図10 残響時間測定結果

表2 STI・LE値測定結果

指標	条件	12面体SP使用時	音響設備使用時
STI	幕収納	0.57	0.69
	幕設置	0.62	0.67
LE5	幕収納	18.4 %	—

表3 リハーサル・練習室・スタジオの残響時間

室名	想定用途	RT(s) / $\alpha^*$ (吸音カーテン収納～設置)
リハーサル室	リハ、発表会	1.3～1.1s / 0.22～0.26
大練習室		1.4～0.9s / 0.18～0.27
中練習室1	演劇・ダンス、生楽器練習、他	1.0～0.7s / 0.18～0.26
中練習室2		0.7～0.4s / 0.24～0.37
小練習室		0.8～0.5s / 0.17～0.24
バンドスタジオ	バンド練習	0.5～0.3s / 0.21～0.31

\*) 各値は250～2kHzの平均

## 5 遮音・騒音計画

本文化施設はマンション・商業施設を含めた再開発ビル内に併設されており、文化施設内の各室間だけでなく周辺施設への影響にも配慮した遮音・騒音計画としている。

### 5.1 遮音・騒音対策

配置計画は核となる大ホール(3～5F)と多目的ホール(1～2F)を上下に離隔するとともに大ホールは浮床、多目的ホールは防振天井を採用している。これにともない走行式反

射板のレールも防振支持(舞台床支持用と反射板支持用の2つの防振ゴムを使用)としている。また、リハーサル室・練習室・スタジオについては大ホールの周囲に平面的に分散するとともに、大・中練習室2は浮床、中練習室1とバンドスタジオについては浮構造を採用している。また文化施設からマンションへの固体音伝搬に配慮して、マンション棟周囲をExp. jointにより振動絶縁している。

### 5.2 測定結果

上記の対策により、遮音性能については、大ホール～多目的ホール間でDr-75以上、同～大練習室間でDr-65、同～リハーサル室・バンドスタジオ間でDr-85以上、各練習室間でDr-70～85と、目標性能が確保されている。設備騒音についても大ホール・リハーサル室でNC-20、各練習室でNC-30～35と、十分な静けさが確保されている。

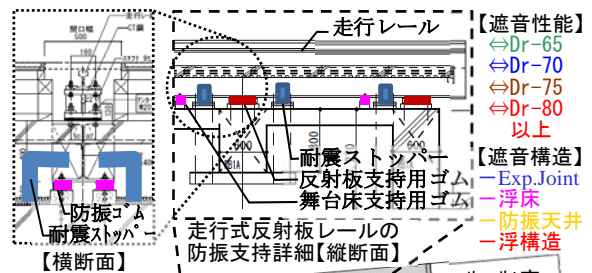


図11 遮音・騒音計画(4F)

## 6 まとめ

本施設はオープン後様々な用途に利用されており、出演者からも音響について概ね好評を得ている。特に大ホールでは大型走行式反射板とこれを取り囲む近い客席構成を生かした親密感のある良好な音場が実現されている。今後も市民による文化・芸術活動の拠点施設として大いに活用されることを期待したい。