

三條市体育文化会館の音響設計

—音楽・講演会～運動利用まで「重ね使い」可能なマルチホール—*

○高橋顕吾、日根野翔太（ヤマハ）

1 はじめに

本施設はアリーナ棟（メイン・サブアリーナ、他）とホール棟（ホール、楽屋兼練習室、他）からなるスポーツと文化の拠点施設であり、かつての交流機能が失われつつある中心市街地に、スポーツや文化を通じてこれまで以上の交流や賑わいを創出するための多彩な市民活動の拠点となる施設づくりが求められた。そして限られたリソースの中で従来スポーツ・文化という枠組みにとらわれず、様々な利用状況に合せた柔軟な施設運用を可能とするため、「重ね使い」をコンセプトに位置付け、これを実現するために多数の仕掛けを盛り込んでいる。

ホール棟の中核をなすマルチホール（最大500席）も様々な市民による「重ね使い」に応じて反射板・幕設備形式から平土間形式、さらには舞台・客席の分割利用まで、できるだけ多くの利用形態に転換できるように多数の変換機構を導入している。また、市内に音楽演奏に適した施設がないことから、特に反射板形式については、プロユースの音楽リサイタルを可能とすべく専用ホールに劣らない音響性能が得られるように検討している。当グループは基本設計の段階からマルチホールを中心にホール棟の音響コンサルを担当した。ホール棟の施設概要を表1に示す。

表1 ホール棟施設概要

所在地: 新潟県三條市荒町二丁目1番3号
施主: 三條市
設計: (株)環境デザイン研究所
音響コンサル: ヤマハ(株)空間音響グループ
施工: 加賀田・桑原・樟特定共同企業体
構造・階数: RC・S造、地上3階
工期: 2018年3月～2019年10月

2 室内音響

上述の「重ね使い」を具現化するためマルチホールにおいては、反射板・幕設備形式の他に平土間およびプロセニウム反射板形式まで変換できるように①反射板、②幕設備の他、③移動観覧席（客席中央1F席）、④折畳み席

（客席前方ピット席）、⑤組立床（ピット上部、前舞台兼用）、および⑥可動間仕切壁（舞台開口部）を導入している（図1参照）。設計段階ではこれらの機構や建築・設備条件のため、舞台フライズの高さや客席前方の室幅に制約が生じ、舞台開口部での天井高や客席中央部での室幅の変化（平断面上の段差）による音場の分離が音響上の大きな課題となった。

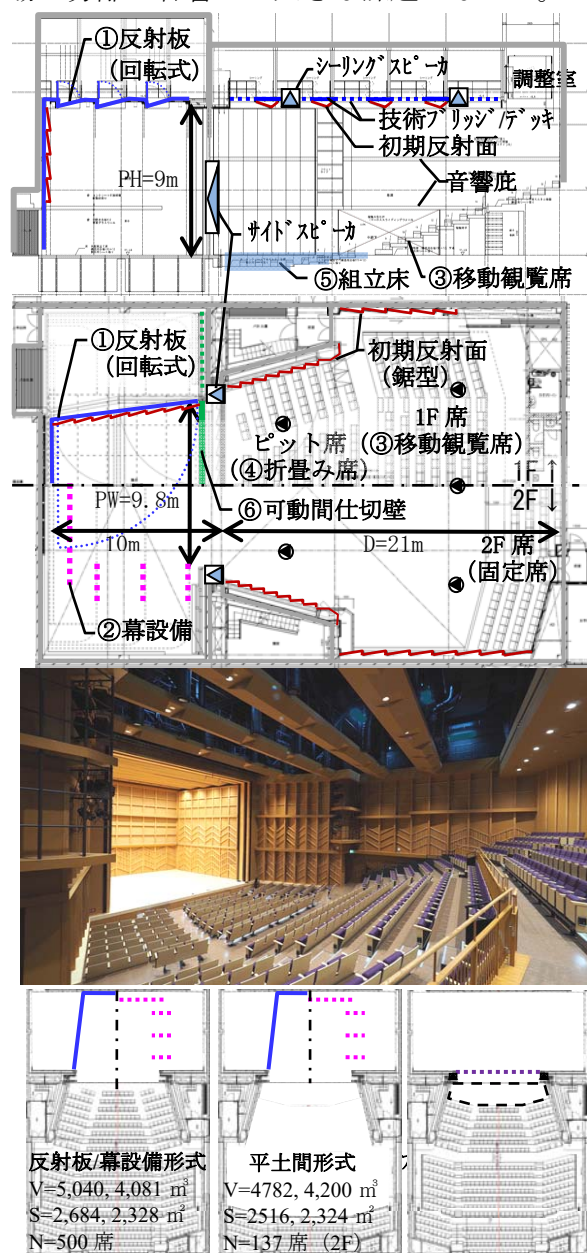


図1 マルチホール平断面・内観・形式

* Acoustical design of the Sanjo City Sports and culture hall - The multi-hall that can be multiused from music/lectures to exercise -, by TAKAHASHI Kengo, HINENO Shota (YAMAHA Corp.)

2.1 音楽リサイタルと重ね使いの両立

重ね使いを前提としながら音楽ホールに近い音響性能を確保するため以下の対策を施している。まず縦断面上の舞台～客席間での音場の分離を是正するため、プロセニアムの開口幅 (PW=10m) に対して、開口高を十分確保 (PH=9m) している。また、反射板形式での十分な残響時間 (目標 1.5 秒) を確保するとともに平土間形式でのライブネスを抑制するため、客席上部の内装天井をなくして室容積 (気積 10 m³) を確保している。その上で、側壁・天井の段差の影響を是正して音場を均一にするために客席側壁を初期反射音の連続性を重視した鋸型の平面形状で構成するとともに、客席上部に反射面を兼ねた音響・照明用の技術ブリッジを配置している。さらに反射板形式での側方反射音 (目標 LE=20%) を確保するため側壁に2段の音響庇と技術デッキを設けている。

客席については、舞台からの直接音が大きくかつ明瞭 (目標 C80=0dB, STI=0.6) になるように、奥行寸法を小さく設定 (D=21m) した上で、段床勾配を十分確保するとともに舞台が見えやすい座席レイアウト (中央席千鳥、壁際席斜め配置) としている。ちなみに、ピット席についても移動観覧席と同タイプの折畳み席を用いることで、適度な吸音と座り心地、および収納性に配慮している。

舞台機構については、回転式反射板と引割幕を採用することで、舞台転換を容易にするとともに側方・天井反射板の開き角を調整可能としている。

上記以外の重ね使いへの対応として、舞台開口部には舞台・客席分割利用時の遮音性能と前舞台利用時の反射板機能を兼ね備えた可動間仕切壁を設けている。

2.2 音響解析による検証

設計最終形状を検討するための幾何音響解析の結果を図2に示す。

内装形状の最適化により楽音の明瞭度 (C80) が-1.4dB、側方反射音 (LE) が17.3%と、いずれも目標値に近い特性が得られている。そして、回転式の側方反射板の開き角を設計位置から6度開いた場合は、C80 が-1.2dBと変化は僅か (+0.2dB) であるが、LEについては17.8%と、0.5%増加 (1~2F席で0.5~0.6%増) することが確認されている。

2.3 回転式反射板の開き角による音場調整

上記より、側方反射板の開き角により C80 と LE 値に変化が認められたため、施工段階に回転式反射板の開き角による音場調整を行うこととした。なお意匠・機能上の制約から側方反射板の開き角は3度を上限としている。

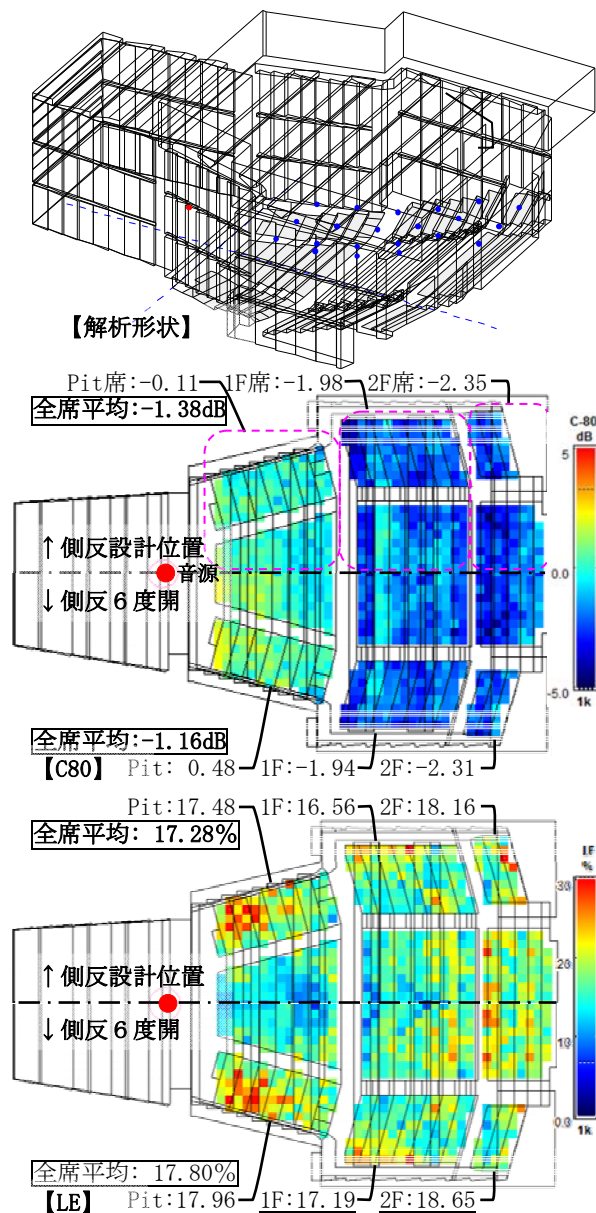


図2 幾何音響解析結果

(1) ヴァイオリン試奏

ヴァイオリン (VL) 演奏により、側方反射板の開き角による聴感印象の変化を確認し、側方を設計位置から3度開くと客席での初期反射音が増加して、聴感上「一体感」や「包まれ感」が増える印象であることが確認されている。ちなみに天井反射板を設計位置から約10度開くと舞台からの反射音が減少し、響きが乏しくなる印象である。

(2) 音響インテンシティ測定

さらに反射音の到来方向を視覚的に確認す

るために 1F 席中央 (A 点) と 2F 席中央 (B 点) で音響インテンシティを測定～可視化している (図 3 参照)。

A 点では側反を設計位置から 3 度開くと、舞台方向からの反射音が増加している様子が伺える。また、B 点 (側反 3 度開) では A 点と比べて側壁方向からの反射音が増加している様子が伺える。これは LE 解析結果 (1F 席 < 2F 席) に合致するとともに VL 試奏時の聴感印象を補完する結果といえる。

以上より側反の開き角は、拡がり感・包まれ感の向上が期待できる「3 度開いた状態 (天反は設計位置)」を基準位置に設定している。

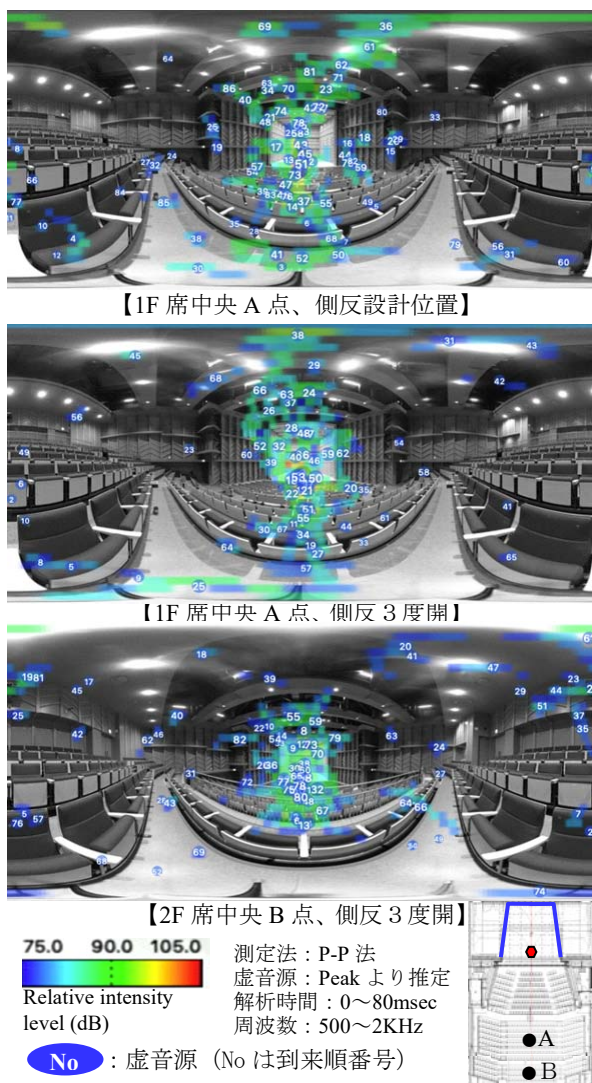


図 3 音響インテンシティ測定結果

2.4 測定結果

反射板形式 (側反設計位置) では残響時間が 1.5~1.4 秒 (平均吸音率 $\alpha=18\sim19\%$; 空席実測値~満席計算値) と、音楽演奏に適した十分な響きが確保されている (図 4 参照)。また、初期反射音についても C80 が 0~0.1dB (側反設計位置~3 度開)、LE が 19~20% (同)

と、いずれも目標値と同等の良好な特性が得られている (図 5~6 上段)。

一方、幕設備形式では残響時間が 1.1~1.0 秒 ($\alpha=23\sim24\%$; 同) と、講演会や演劇に適した抑えられた響きになっている。

また、ピット~1F 席を収納した平土間形式では 1.4~1.6 秒 ($\alpha=19\sim17\%$; 舞台幕設備~反射板設置) と、最もライブな状態でも残響過多が回避されている。

この他、舞台開口を閉じて前舞台を設置したプロセニウム反射板形式では 1.4~1.3 秒 ($\alpha=19\sim20\%$; 空席~満席) と、小規模の音楽発表会が可能な適度な響きが確保されている (この状態で引割緞帳を閉じると集会や会議向けの短い響きが期待できる)。

以上より、反射板形式では音楽ホール並みの残響感や拡がり感が、その他の形式でも様々な重ね使いにおいて適正な残響や明瞭性が期待できる音場が実現されている。

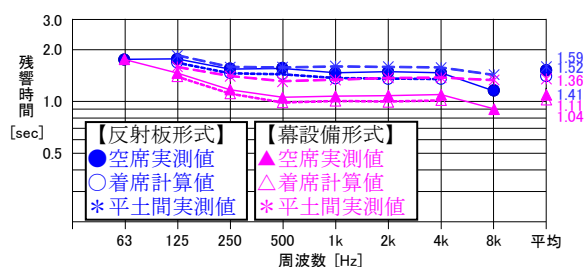


図 4 残響時間測定結果

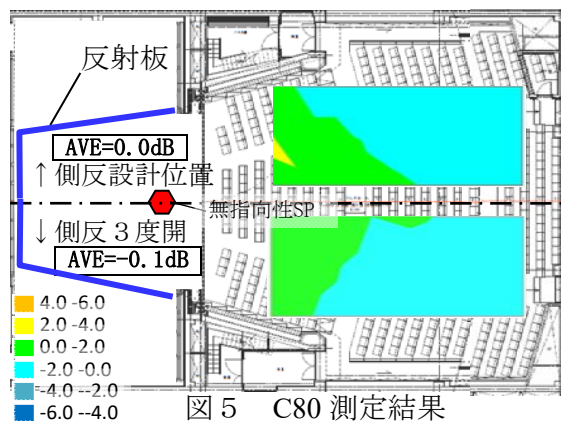


図 5 C80 測定結果

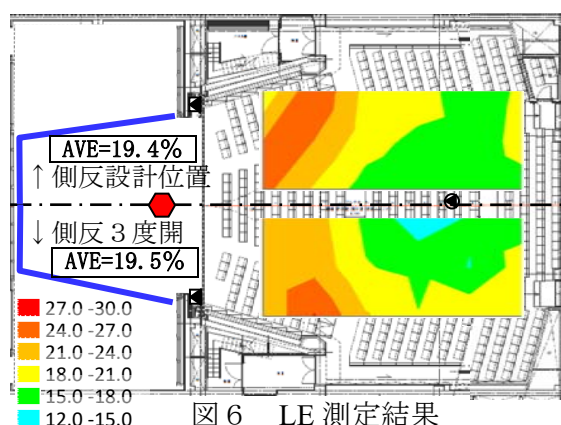
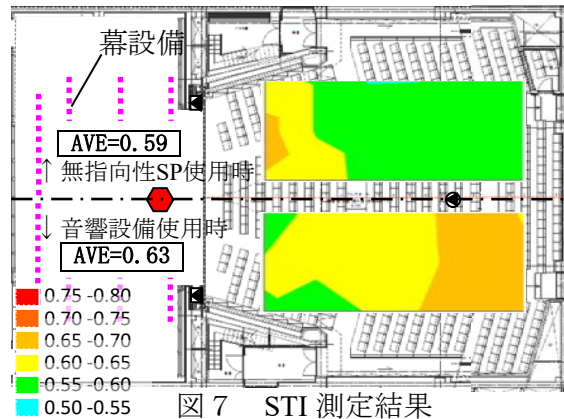


図 6 LE 測定結果

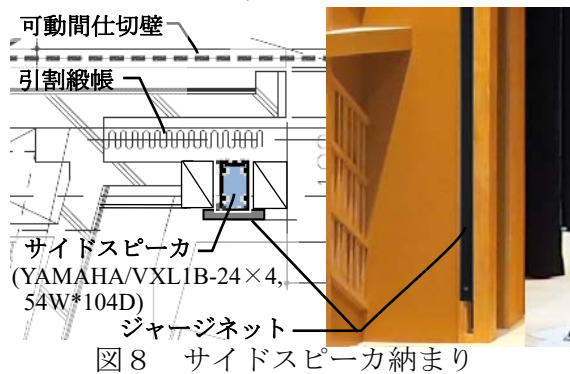
3 電気音響

日常の重ね使いに応じた様々な舞台・客席形態において、均一かつ明瞭な拡声ができるように、大臣柱に並列したラインアレイスピーカを核とする拡声システムとしている。

サイドスピーカは使用頻度が高い舞台上演目におけるスピーチ・カゲアナの明瞭度の確保と音圧分布の均一化に特化してトーンズイレ型ラインアレイスピーカ（YAMAHA VXL1B-24×4 連結, L/R）を採用している。



棒状スピーカを大臣柱の端部に4段重ねて配置することで客席椅子の有無にかかわらず均一なサービスを可能としている。その際、スピーカは極力隙間なく埋め込むことで意匠性と音響性能（バッフル効果）の両立を図っている（図1、8参照）。また、演劇や平土間イベント等での効果音・BGM再生やサイドスピーカの拡声補助のために客席上部ブリッジにシーリングスピーカ（同IF2108×5台）を分散配置している。その他、軽音楽等での大音量PAや平土間イベント時の任意の位置での拡声のために移動型スピーカ（同DXR12×2段+DXS15XLF, L/R）を用意している。



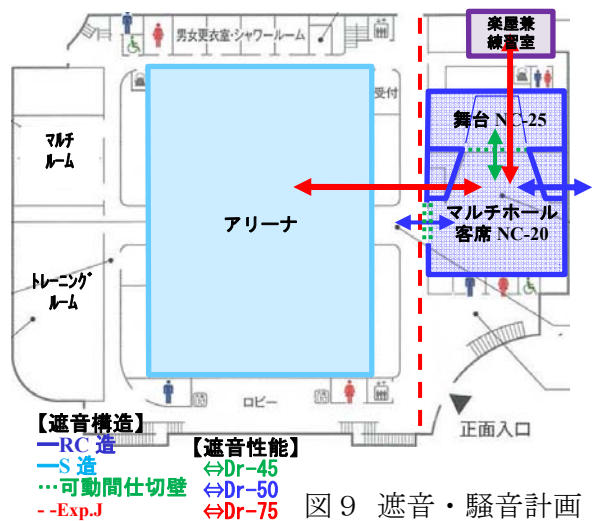
幕設備形式でのSTI測定結果を図7に示す。生音（無指向性スピーカ使用時）のSTIが0.59（評価：Fair）、音響設備使用時のSTIが0.63（評価：Good）と、特に音響設備使用時に客

席全域で良好な特性が得られている（図7参照）。

4 遮音・騒音計画

ホールとアリーナの同時使用に対応できる遮音性能（Dr-75 目標）を確保するため、ホール周囲入口を二重の防音扉で構成するとともに、ホール棟とアリーナ棟の間に Exp. J を設けている。また、重ね使いの一環でホールとアリーナとの一体利用、舞台と客席の分割利用のために客席下手側壁および舞台開口に高遮音の可動間仕切壁を設けている（図9参照）。

これらにより室間遮音についてはホール～アリーナ・楽屋兼練習室間で Dr-75、ホール～屋外間で Dr-50 と、十分な遮音性能が確保されている。ホール周りの入口についても二重扉で Dr-45～50、舞台開口部（可動間仕切壁一枚）で Dr-40 と、必要十分な性能が確保されている。また、設備騒音については機械・ダクト類の消音対策の徹底により NC-20～25 と、十分な静けさが得られている。



5 まとめ

本ホールは音楽から運動利用までの「重ね使い」に対応すべく様々な可変機構が導入されており、各用途で最適化が図られている。

特に室内音響については設計段階での音響解析による形状検討とともに、施工最終段階での音響測定や VL 試奏による音場調整により所期の音響性能が実現されている。

施設オープン時の様々の催しや音楽リサイタルにおいても概ね好評が得られている。今後もスポーツ・文化活動の活発化と市民の交流を育む拠点としての発展を期待する。