

小金井市民交流センターの音響設計 —意匠と音響を融合させた楕円空間—*

○宮崎秀生, 佐原伸一, 山川高史, 岸永伸二 (ヤマハ株)

1 はじめに

小金井市民センターは、施設の中核となる578人収容の大ホールを始めとし、202人収容（可動席）の小ホール、練習室、等からなる複合施設である。小金井市は、クラシック音楽の人口が多く活発な活動が行われており、また演劇等の様々な舞台芸術についても活動が盛んな文化地域である。このような地域性を考慮し、本施設は市民による文化・芸術活動の創造・発表の場、公的行事の場としての役割に加え、優れた文化・鑑賞の場としても重要な役割を担うことになり、高度な性能が要求された。音響検討は、これらの施設の位置づけを把握した上で、遮音・騒音制御、室内音響に関して実施した。施設概要を表1に示す。

表1 施設概要

所在地	: 東京都小金井市本町 6-14-45
建築主	: 独立行政法都市再生機構
設計・監理	: ヘルム・アクト環境計画設計共同体 株式会社総合設備コンサルタント
音響設計	: ヤマハS T開発センター(当時)
施工	: 鹿島建設 (建築) 日本電設・浅海 JV (電気) 朝日工業社・川崎設備 JV (機械)
構造	: SRC 造
階数	: 地下1階～4階
工期	: 2006年1月～2010年12月

写真1 施設外観



2 室内音響設計

2.1 概要

施設全体の基本形状は、写真1および後述の図1に示す断面図の様に施設の中央に楕円錐が配置されている。施設の中核である大・小ホールはこの楕円の中に配置されており、デザイン上の特徴であるこの楕円基本形状を積極的に利用しながら、音響集中などの音響障害を回避する拡散形状を検討した。

2.2 大ホールの室内音響設計

図1に室内形状及び内装の基本コンセプトを、図2に大ホールの平面図を示す。

大ホールは多目的ホールではあるが、生の音楽演奏に対してもコンサートホール並みの十分な音響性能を目標にした。その為、500席規模のホールとしては音響反射板による舞台空間を幅・奥行共に大きくとっている。またワインヤードに似た客席構成を取り入れることで意匠的にも音響的にも舞台と客席との一体感のあるホールとし、小規模とはいえ座席の場所により異なる視野、響きが楽しめるホールを意図した。

室内音響設計のポイントは、①楕円形状に起因する音響集中の回避と音場の拡散、②音楽演奏時の十分な残響感、③明瞭性の確保、④拡がり感の確保、として形状、内装の検討を行った。

“①”に関しては、側壁下部（1F席側壁）に関しては凸曲面で構成し、上部に関しては反射音の焦点を作らないよう壁面を分割して平面的に山型形状とし、さらに各壁面に異なる倒れ角度を与えて上部空間に向って広がる形状としている。また散乱のため奥行の異なる（最大300mm程度）不等間隔リブを側壁面の約半分の面に配置した。天井面に関しては十分な拡散が得られる様に凸曲面としている。2次元の幾何音響シミュレーションによ

* Acoustical Design of the Koganei Civic Center –Ellipse space where the balance between the acoustical and architectural design are well considered, by MIYAZAKI, Hideo, SAWARA, Shinichi, YAMAKAWA, takashi and KISHINAGA, Shinji (YAMAHA corp.).

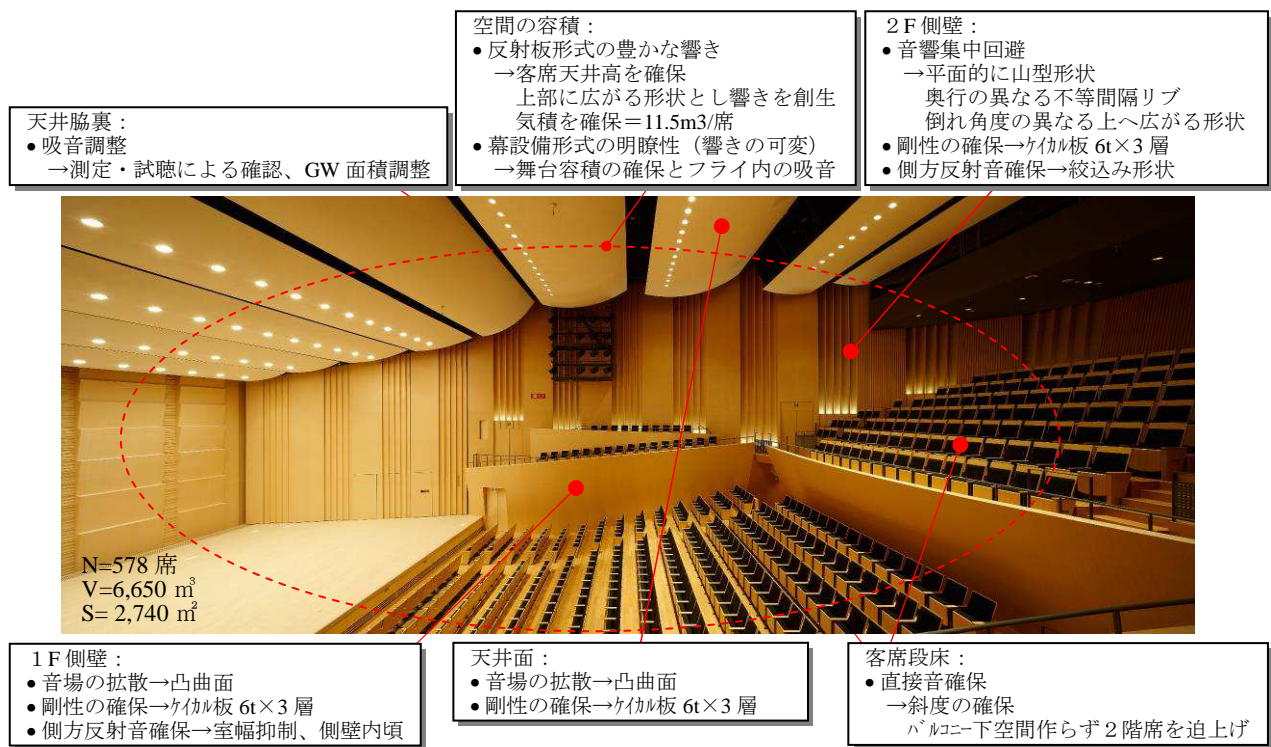


図1 大ホールの音響設計概要

り波面の拡散の様子を検討した結果を図3に示す。音源は舞台上空に設定している。側壁からの反射音は楕円の焦点からずれた方向に反射している様子が分かる。

“②”に関しては、客席天井高を確保し、基本形状である楕円錐に合わせて上部に向って広がる形状とすることで、上部で豊かな響きを作り出している。また気積も 11.5m³/席と、コンサートホールとしても十分な容積を確保している。“③”に関しては、明瞭な直接音を確保するために客席段床の斜度を確保し、かつバルコニー下空間を作らずに2階席を迫上げるタイプとした。また1F客席室幅を抑制することで十分な初期反射音を確保している。特に幕設備形式時の明瞭性に関しては、舞台空間を確保し、かつ舞台フライ内部を十分に吸音することで響きを抑えた音場としている。また客席天井脇上部に吸音調整用のグラスウールを設置しているが、最終的な吸音面積は現場測定および試聴を行い決定した。

“④”に関しては、1F客席については強い側方反射音を得るため、室幅を最小 14.5mにまで抑え、内傾する側壁形状とした。また2F客席に関しては側方からの反射音を確保するため、楕円平面形状を利用し後方に絞り込む形とした。低域まで反射音を確保するため壁はケイカル板 6t の三枚張りとし剛性を

確保している。

残響時間特性を図4に、初期反射音特性を図5、6に示す。残響時間は反射板形式時に1.9秒（平均吸音率19%）、LE5は26.3%と十分な拡がり感が得られている。また幕設備形式時の残響時間は1.3秒（平均吸音率24%）、明瞭度指標であるD50の値は平均54.3%と十分な可変幅が得られている。

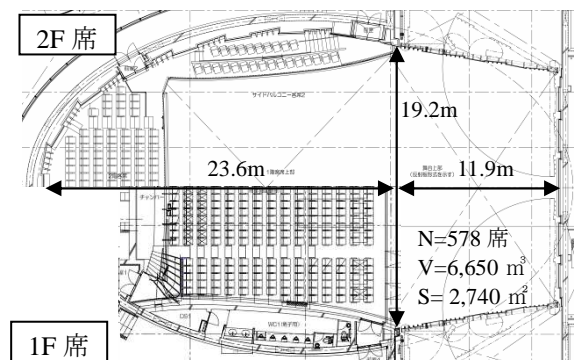


図2 大ホール平面図

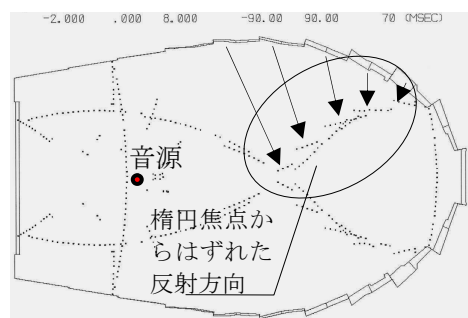


図3 2次元幾何音響シミュレーション

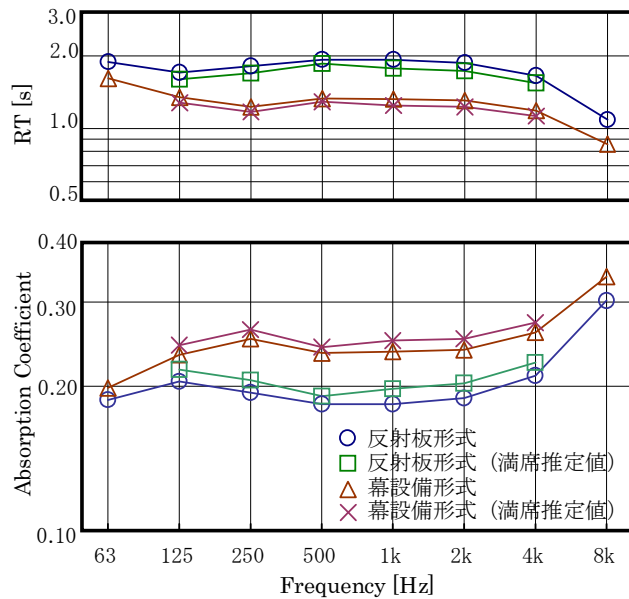


図4 大ホール残響時間及び平均吸音率

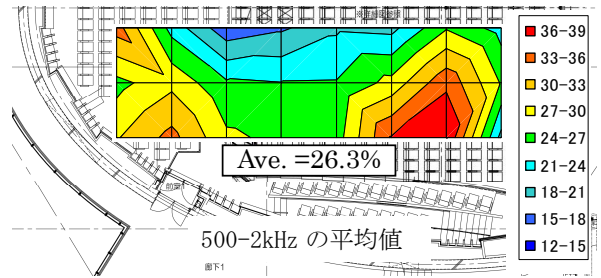


図5 反射板形式 LE5 測定結果

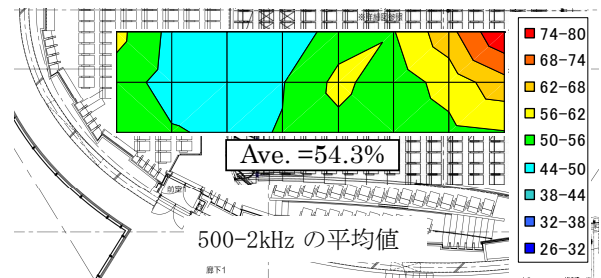


図6 幕設備形式 D50 測定結果

2.3 小ホールの室内音響設計

小ホールの音響設計コンセプトを図7に示す。小ホールも大ホールと同様楕円錐の中に配置されており、側壁形状は凹曲面を基本としている。そこで音響集中を回避するために、平面的に側壁を分割して各パネルの角度を変えて段差をつけ、更に断面的にもパネル毎に角度を変えて上方へ傾斜させることで、焦点をずらしている。

小ホールの用途は、比較的演劇や軽音楽など明瞭性を要する演目が主となることより、平均吸音率を高めに設定した(24%空席時)。内装に関しては、意匠的には側壁部は色合いの変化を付けたいという要望があり、また音響的には広帯域で吸音したいという要望があった。そこで、壁面はパンチングメタル背後にグラスウール設置を基本仕様とし、パンチングメタルの開口率を上から下に向かって低

くすることで両者の融合を図った。吸音面は上部の開口率が20%以上の部分(約1/3)とし、その下部に関してはボードを裏打ちして反射面としている。これにより上部の残響を抑え、側方反射音を客席へ戻している。

ステージ後壁：

- 側方反射音確保
- 横方向への拡散

天井面：

- 音場の拡散
- ダクト、設備による拡散

側壁：

- 音響集中回避→平面的に段差
- 倒れ角度の異なる上へ広がる形状
- 明瞭性の確保→上部をパンチングメタル+GW
- 側方反射音確保→下部反射性

図7 小ホール音響設計概要

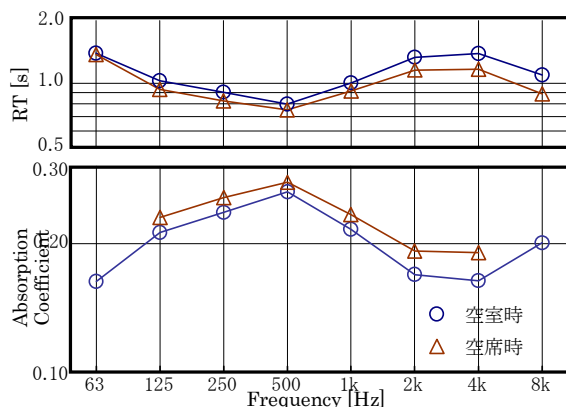


図9 小ホール残響時間及び平均吸音率

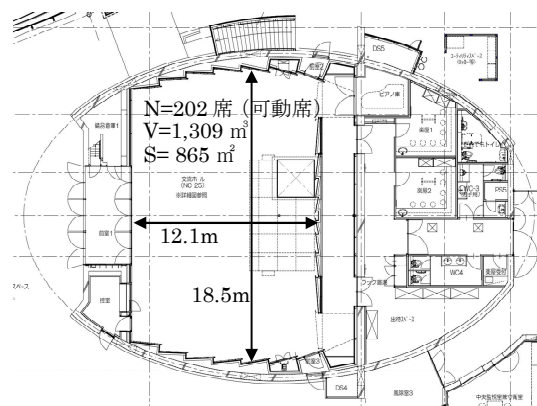


図8 小ホール平面図

2.4 練習室の音響設計

施設の一部を構成する楕円形状の外周に位置する練習室は、基本形状に凸曲面を持つ(図10)。音場の拡散のため、この形状を積極的に活かした不整形の基本形状とした。また天井面に関しても傾斜させることで、三次元的にモードの立ちにくい音場としている。吸音面は、練習等で使用しやすい方向性のない分散配置とし、さらに平行対向面でのフラッターエコー等の発生を抑えるよう配慮した。

各室の用途を想定し、それぞれに応じた響きを設定し、特に練習室1, 2については、吸音調整機構としてカーテン等を設けることで、用途の幅を広げるよう配慮した(表2)。なお、練習室2は可動間仕切りにより空間を2つに分けて使うことも可能となっている。

3 騒音・遮音設計

図11に各部屋の遮音構造と、主要室の各種設備使用時のNC値及び主要室間の遮音性能を示す。

練習室については、全室浮構造を採用し、防音扉もT-3及びT-4の2重扉とすることで、練習室間及び練習室周りとの遮音性能を確保する仕様とした。空調ダクト、設備配管の振動絶縁処理や、室間のクロストークに対しても、消音器の配置、並びに自転車駐輪場側の遮音ダクト等、必要な対策をとった。

ホール運営上多くの催事でホールを同時使用できることは重要である。そこで、コストバランスを考慮しながら、多くの催事で同時使用可能なよう、遮音上の配慮を行った。すなわち、1)形状が単純で室面積の小さい市民交流ホールに浮構造を採用すること、2)高度遮音で問題となる低音域に注目し、文化ホールの床スラブ仕様をボイドスラブと同厚の短版スラブとすることを基本遮音構造とした。さらに、3)客席下チャンバーを介した客席床、GW浮床により、高度な遮音性能を実現しうる仕様とした。

このような高遮音の基本構造に対して、側路伝搬経路で十分な遮音性能を確保するため、両室の客席防音扉・舞台裏扉による騒音伝搬遮断に加え、伝搬経路上の階段室への扉設置、ホワイエ等における天井等の吸音により、伝搬経路での騒音減衰も図っている。また小ホール機械室はホールに隣接するため機械室に

浮床を採用している。

以上の設計により、NC値および主要室間の遮音性能について十分な性能が確保されている。

4 おわりに

本施設は2011年5月より一般利用を開始し、既に様々な用途に利用されている。ホールの音響体験会にも協力頂いた演奏者からも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、今後も大いに利用されることを期待したい。

最後に本プロジェクトの設計、施工に携わられた関係各位に謝意を表します。

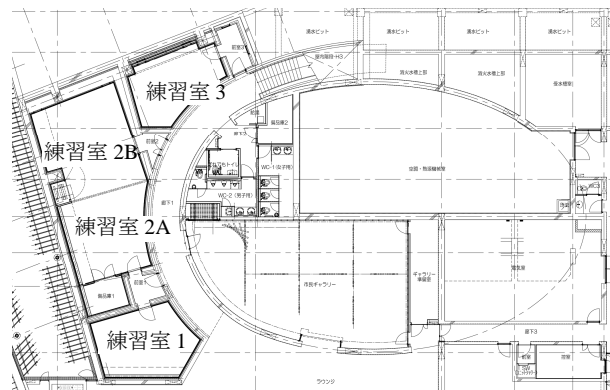


図10 地下1階(練習室)平面図

表2 練習室の残響時間及び平均吸音率

部屋、条件	RT(s)	$\bar{\alpha}$	想定用途
練習室1	ロールスクリーン無し	0.51	室内楽練習
	ロールスクリーン有り	0.43	
練習室2	カーテン無し	0.63	合唱練習 ダンス、会議
	カーテン有り	0.54	
練習室3	0.37	0.26	バンド演奏

*各値は250Hzから2kHzの平均値。

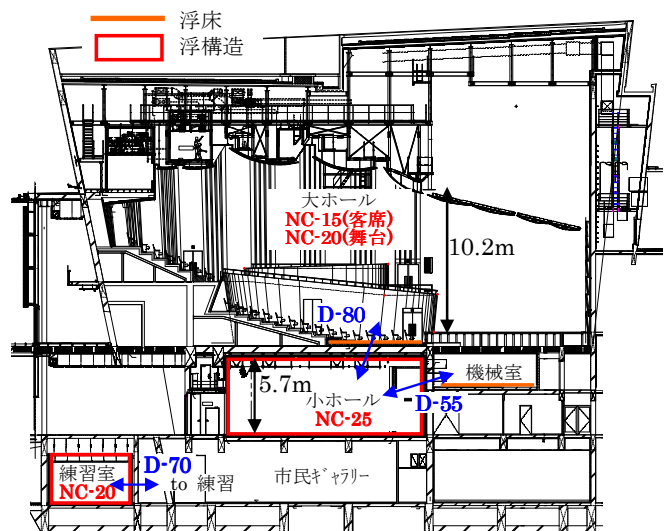


図11 設備騒音・遮音特性