

「ラポルトすず」 珠洲市多目的ホールの音響設計 —地域性を考慮した多機能ホールの室形態と内装仕様の検討例—*

○高橋顕吾、清水寧（ヤマハ ST 開発センター）

1. はじめに

本施設は街づくりの拠点として計画された珠洲市初の本格的な舞台をもつホール建築であり、大／小ホール、音ミュージアム、多目的ルーム、アトリエ工房などで構成されている（図1参照）。

珠洲市は能登半島最北に位置する地方都市であるが、大陸に近いためその歴史は長く伝統芸能（民謡、狂言等）が多数存在し、市民レベルの音楽活動（邦楽、吹奏楽等）も盛んである。

このような背景のもと、大ホールの設計においては音楽を中心としながらも、市民ユースにおける幅広い用途と使い勝手に対応可能な多機能性が重視された。

また、能登半島は国内有数の珪藻土の産出地でもあり、今回の施設建設に際して施主側の要望により、地元の珪藻土の音響特性を調査し、その音響的付加価値（弱い吸音性）を見出すとともに内装材（ソフトな反射音を得られる“柔らかい反射板”）としての応用を試みた。

本報では、大ホールの室形態と内装仕様を中心に音響設計の内容を報告する。

2. 施設全体の遮音騒音計画

■**遮音構造**：高齢化対策の一環でバリアフリーを重視し、各室を低層で構成するとともにアイランド状に分散配置している。これは遮音設計上も合理的なレイアウトであり、これによりホール～周囲のロビー間で十分な遮音性能（D-50）が確保されている（図2参照）。

■**設備騒音**：機械室も独立して配置されており、大ホール空調系統は地下ピットを經由して接続されている。この地下ピット内での十分な消音対策と吹出し・吸込み口での風切り音対策により空調騒音は舞台・客席ともNC-20以下と、音楽演奏に対応可能な十分な静けさが確保されている。その他、大ホール周辺の屋外機やトイレ、エレベータ等の設備騒音についても問題ないレベルに低減されている（図3参照）。

表1. 大ホール諸元

名称	： 珠洲市多目的ホール		
所在地	： 石川県珠洲市飯田町1丁目1-8		
建築主	： 珠洲市		
設計・監理	： 長谷川逸子・建築計画工房		
音響設計	： ヤマハ(株)ST開発センター		
施工	： 鹿島・林特定建設工事共同企業体		
竣工	： 2006年3月	開館	： 2006年7月
収容人員(N)	： 534席	容積(V)	： 5710m ³
表面積(S)	： 2180m ²	V/N	： 10.7m ³ /人

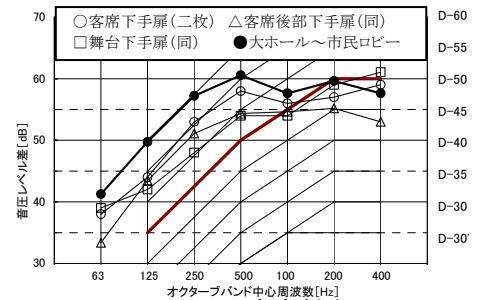


図2. 遮音性能

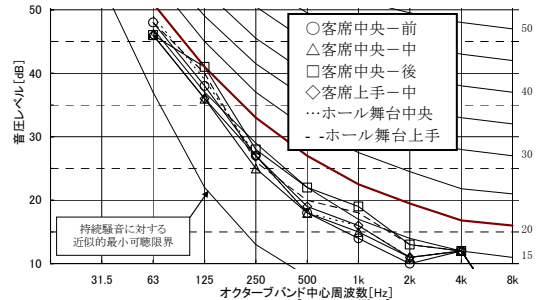


図3. 空調騒音

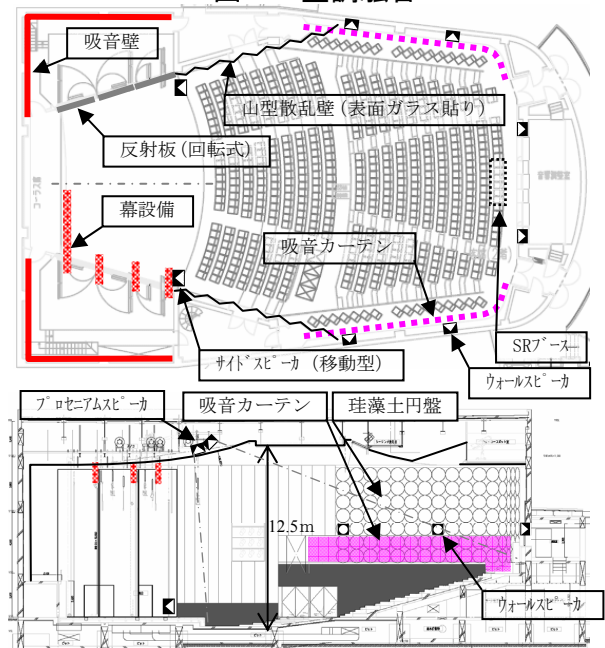


図4. 大ホール平断面

* Acoustic design of LA PORTE SUZU performing-arts center, - An example of studies for room shape and interior in a multipurpose hall considered with its localities -, by K.Takahashi, Y.Shimizu (YAMAHA Center for Advanced Sound Technologies).

3. 大ホール音響計画

大ホールの諸元を表1、平断面を図4に示す。

■断面形状：主用途である音楽演奏時の「豊かな響き」を確保するため、舞台及び客席の天井高を可能な限り高くすることで一人当たりの室容積を十分確保している ($V/N=10.7\text{m}^3$)。

■平面形状：舞台～客席での「一体感」「臨場感」が得られるように変則六角形の平面形状を採用し、客席奥行き寸法を20m程度に納めている（舞台ソリスト位置～客席後壁：約23m）。

また、客席中央～後部を逆扇形とし、側壁方向から到来する反射音エネルギーを強くするとともに、客席中央部分の天井を高く ($H=12.5\text{m}$) することで、天井からの初期の反射音を減らして「拡がり感」を得られやすくしている。

■客席構成：吸音力の小さい椅子（約 0.3m^2 / 脚）を導入するとともに十分な段床勾配と千鳥状の客席配置を採用することで、全ての席で直接音を得られやすくしている（これにより視野も良好で見えにくい席は全く無い）。

■内装仕様：客席前部の側壁はボード表面にガラスを積層して剛性を高くするとともに山型形状としている。これにより低音域までしっかり反射させるとともに適度に散乱させている。

また、バルコニー側壁～後壁は円形のボード上に珪藻土を左官塗りした“珪藻土円盤”を配置するとともに、円盤の隙間にGWを挿入している。珪藻土円盤の適度な反射と、吸音・反射の分散配置による散乱効果により、後壁からのエコー防止、音場の均一化、さらに包まれ感の向上を目指した。参考までに珪藻土単体の吸音特性と珪藻土円盤の収まりを付図1に示す。

■舞台機構：プロセニウム形式での講演会、軽音楽等の各種用途に対応するため回転式反射板を導入するとともに「残響時間の低減」を意図して舞台袖の壁面を吸音処理している。その他、客席での響きを調整するためバルコニー側壁に吸音カーテンを導入している。

■波動音響解析結果：上記の平面形状、散乱処理、及び反射・吸音配置の効果を確認するため、過渡応答解析結果（2次元FEM解析による）を可視化した（図5参照）。これより①舞台上音源～客席最後部までの距離を極力短くすることで聴衆に直接音が到来しやすくなっていること、②客席前部の側壁部分を山型散乱形状とすることで、適度に散乱しながら客席全体に初

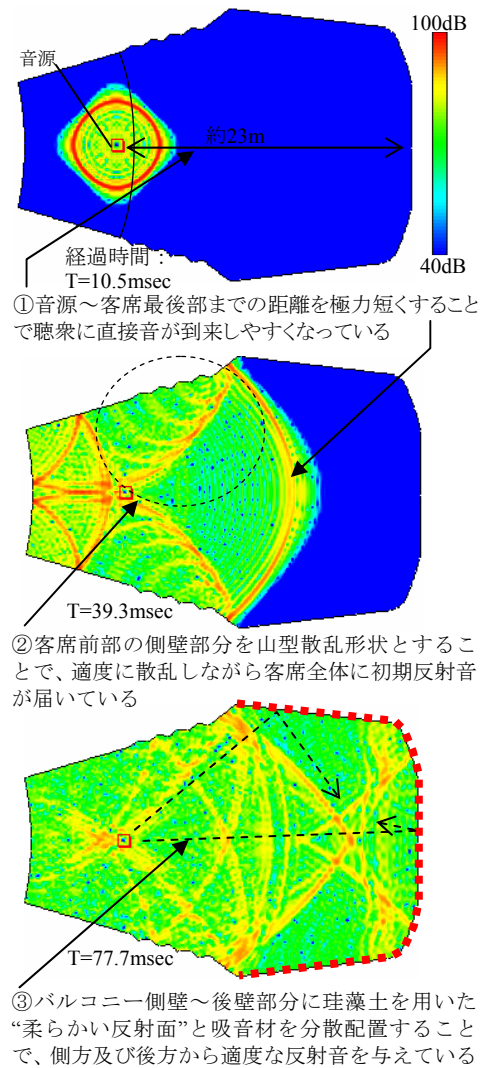


図5. 波動解析結果

(2次元有限要素法による過渡応答解析)

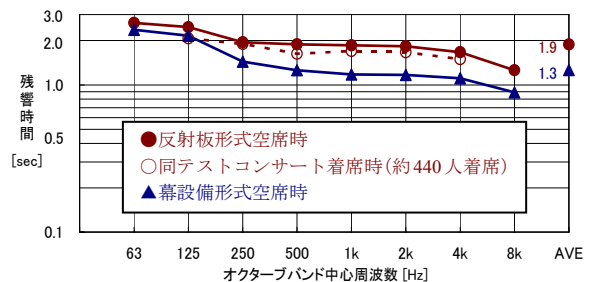


図6. 残響時間周波数特性

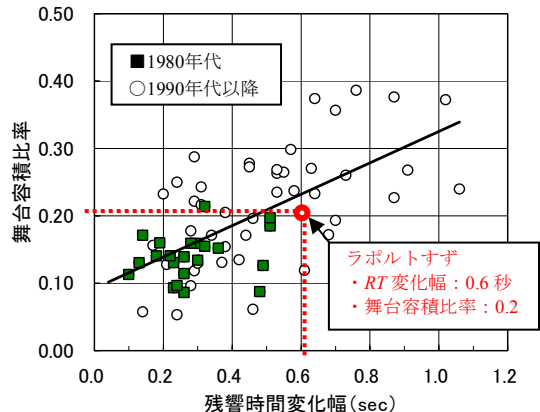


図7. 多目的ホール水準評価との比較 (反射板形式と幕設備形式でのRT変化幅)

期反射音が届くこと、さらに③バルコニー側壁～後壁部分に珪藻土円盤を用いた“柔らかい反射面”と吸音材を分散配置することで、側方及び後方から適度な反射音を与えていることが分かる。

■電気音響設備：サイドスピーカは自由度の高い移動型を採用しており、各ユニットは露出されている。これにより通常の壁収納型に比べて設置音場の悪影響が受けにくくなっている。

プロセニアムスピーカは単独で客席全域へのサービスを可能としており、これによりコンサート時のカゲアナ等において、サイドスピーカを使わずに簡易な拡声が可能となっている。

また、ウォールスピーカが側壁、及び後壁に埋め込まれており、演劇や映写会等でのサラウンド再生が可能である。

その他、客席後部に SR 専用ブース（折りたたみ席、回線、電源）が用意されており、持込みシステムにも対応可能となっている。

4. 大ホール音響測定結果

■残響時間：舞台及び客席の天井高（室容積）を確保することで反射形式での残響時間 RT が 1.9 秒と、音楽演奏に適した「豊かな響き」が確保されている。

また、舞台袖壁面の吸音処理により幕設備形式での RT が 1.3 秒まで低減されており、講演会、軽音楽等に適した響きに抑えられている。

さらに客席の吸音カーテンにより 0.1 秒程度低減可能となっている（図 6 参照）。

上記結果と一般的な多目的ホールにおける反射板～幕設備形式での RT 変化幅を比較した結果を図 7 に示す^[1]。これよりワンルーム化と反射板設置時の舞台容積の確保により大きな RT 変化幅が得られていることが分かる。

■明瞭度：客席奥行き寸法を抑えたこと、十分な段床勾配を確保し千鳥状の客席配置を採用したことで、幕設備形式での D 値特性 D_{50} が 52.5～54.3%（客席吸音カーテンなし～あり）と十分な明瞭性が得られている。

また、電気音響設備使用時は 65.7%と、更に 9 ポイント程度向上している（図 8 参照）。

■初期反射音：客席後部を逆扇形とし側壁方向からの反射音を強くしたこと、さらに客席中央部分の天井を高くし、天井方向からの反射音を弱めたことで、側方反射音特性 LE_5 は 23.3%と、音楽演奏空間の目安である 20%を上回っている。特に主階席の中通路より後ろでは 24.6%、バル

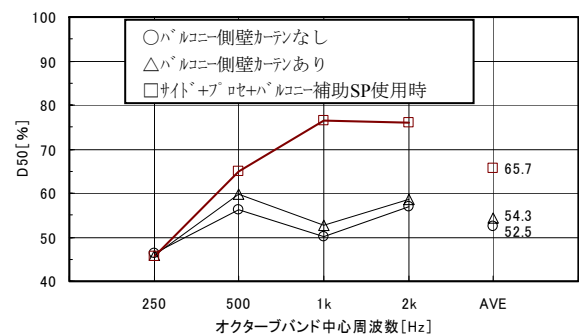


図 8. D 値特周波数性（幕設備形式）

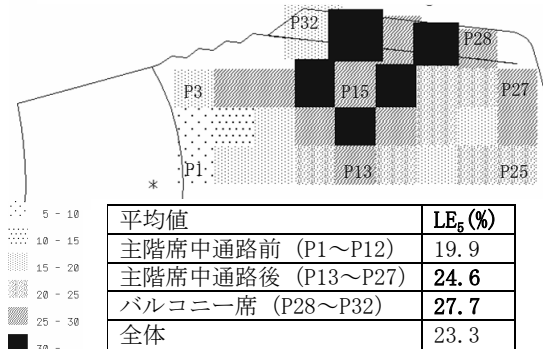


図 9. 側方反射音特性（反射板形式）

コニー席で 27.7%と、音楽専用ホール並みの特性となっている（図 9 参照）。

■電気音響：上述の D 値特性の他、伝送周波数特性が偏差 8.7dB 以下（目安±5dB）、音圧分布が 7.5dB 以下（目安±3dB）と、十分な特性が確保されており、聴感上も音質・音量ともに良好である。

5. まとめ

中核をなす大ホールは街づくりの拠点として、音楽を中心としながらも講演・式典～映写会まで幅広い用途に対応できるよう「音楽主体の多機能ホール」として計画された。高い音響性能と十分な音場可変性が得られる六角形ベースのワンルーム型の室形態を採用するとともに、地元産の珪藻土を“音響的に柔らかい反射板”として応用している。最終的な音場は残響感と拡がり感と明瞭性が高いレベルで融合された特性となっている。

オープン前のテストコンサートでは、生楽の演奏によりホールの音響性能の高さが確認された。また、オープン後の評判も良好で、県内外の演奏家から高い評価をうけている。

最後に、ご指導・協力を賜りました設計・施工関係各位に深謝します。

【参考文献】

[1] 奏他、ホール音響基本性能の水準評価と設計指針、日.音.講.論.,2003.03

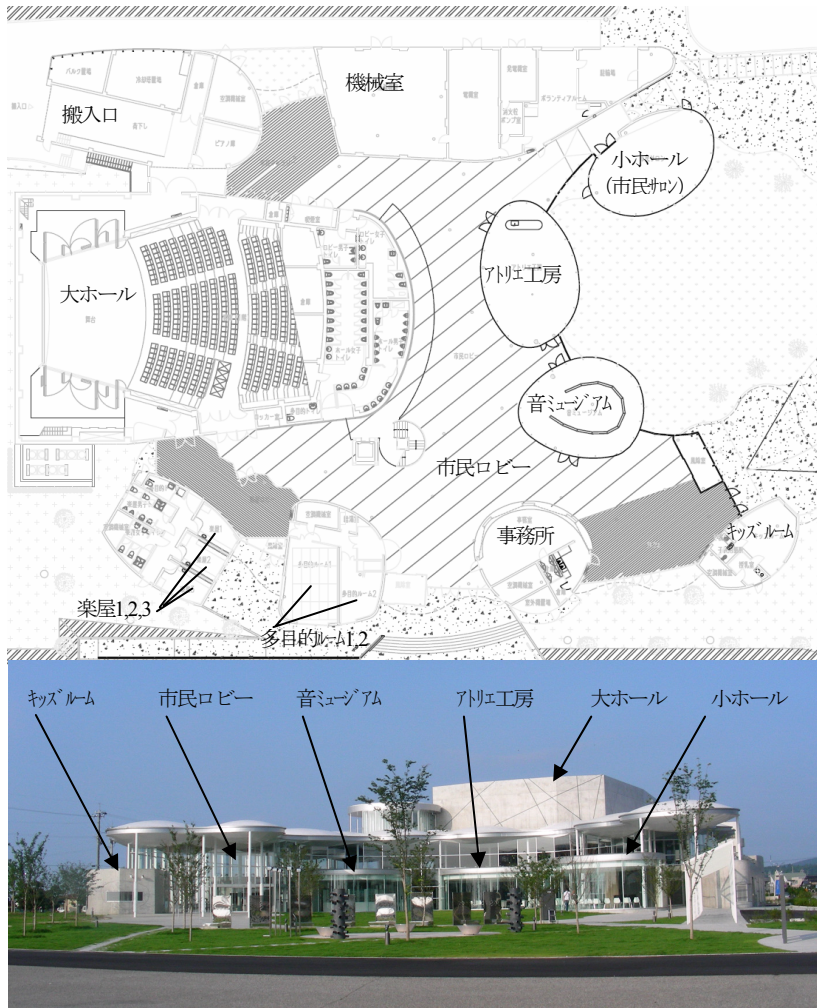


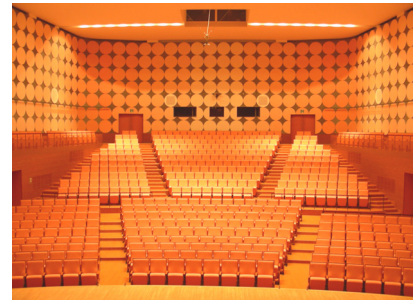
図1. 施設レイアウト及び外観



反射板形式

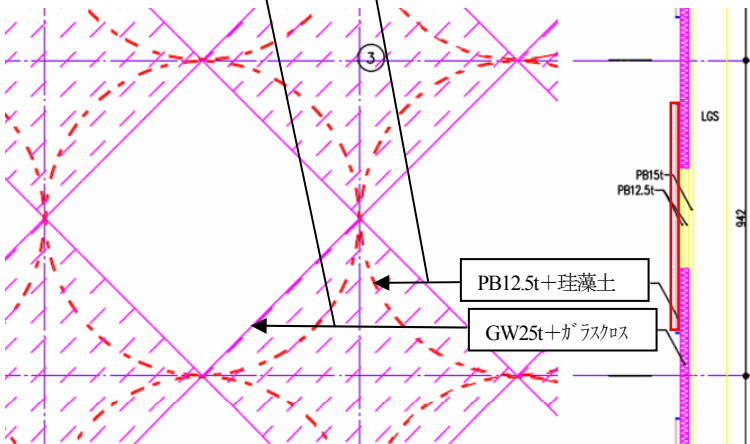
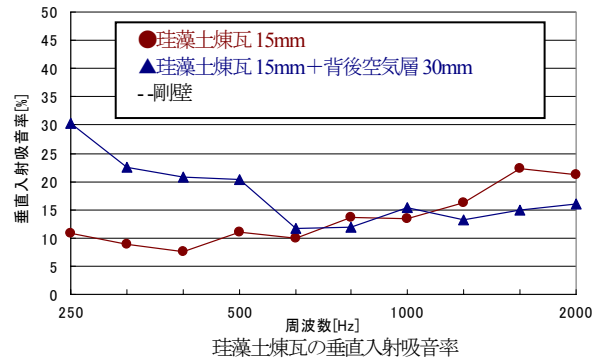
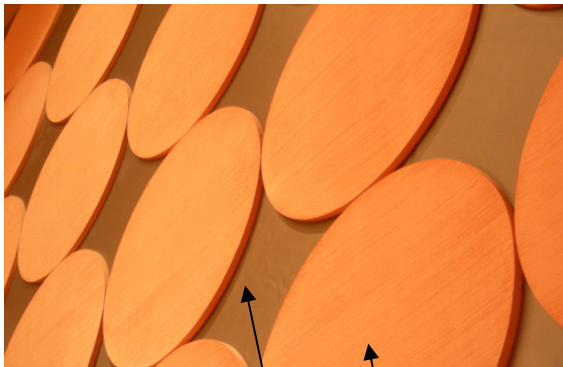


幕設備形式



客席

写真1. ホール内観



付図1：珪藻土の垂直入射吸音率と珪藻土円盤の収まり

【補足】
 珪藻土は植物プランクトンの死骸が長い時間かかって化石化して出来た土であり、粒子の直径が数～数十μmで、0.1～1.0μmの無数の細孔が形成されている。そのため、吸水性、吸着性に優れている。
 音響性能の調査のため珪藻土の日干し煉瓦の垂直入射吸音率を測定した。
 250Hz 以上で 10～20%の吸音率を示しており、高い周波数ほど大きくなる傾向である。コンクリートやボード等の剛壁に比べると高音域ほど反射率が小さく、ソフトな反射音が見られる“柔らかい反射板”としての応用が考えられる。