

音楽ホールの電気音響特性の予測と実測値の比較検討結果に関する報告

吉武 敏陽*

Toshiharu Yoshitake

1. はじめに

本工事は大阪府堺市の北東部に位置する南海電鉄北野田駅前に計画された第一種市街地再開発事業で、街区1に商業駐車場施設、高層住宅施設および公益文化施設を有する。本報告は、上記の公益文化施設（SRC造 地上9F 地下1F 延10,000m²）内の、音楽を主目的とした多機能ホール（401+5人席：舞台部約270m²+客席部約330m²）における、電気音響設備の音響特性シミュレーション解析結果と実測値に関する考察と、電気音響設備の施工上の注意点について報告する。

2. 多機能ホール設備概要

本ホールの設備概要を以下に記す。

【舞台機構設備】

音楽会用の音響反射板形式から、演劇・公演会用のプロセニウム形式への転換が可能である。舞台等の形成に必要な照明、道具および幕等の各種バトンを配備しており、客席部側面パネルには各種演目にあわせて残響時間を調整できる電動式残響時間可変装置を有する。

【舞台照明設備】

音楽会用および演劇用として舞台部にはボーダー・サスペンションライト等を、舞台前方にはシーリング・ピンスポット等の各種ライトを有する。

【舞台映像設備】

音楽会、講演会、演劇および映写会等の各種イベントに対応する支援設備として、映像機器架、液晶プロジェクター、16mm映写機、客席後方・舞台袖カラーカメラおよび楽屋等モニター等を有する。

【舞台音響設備】

各種イベントに対応する支援設備として、固定式のプロセニウムスピーカ、カラムスピーカ、その他の移動式スピーカ、モニタースピーカ、3点吊マイク等の各種マイク、インカム設備、および各種電源設備から成る。

3. 電気音響設備の音響特性シミュレーション解析

(1) 目的

スピーカ等の電気音響設備の仕様・機種を選定し、そ

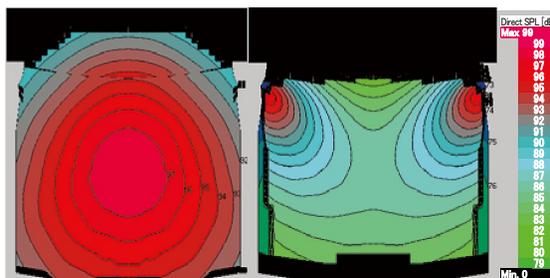


図-1 500 Hzにおける音圧分布（左図：プロセニウムスピーカのみ、右図：カラムスピーカのみ）

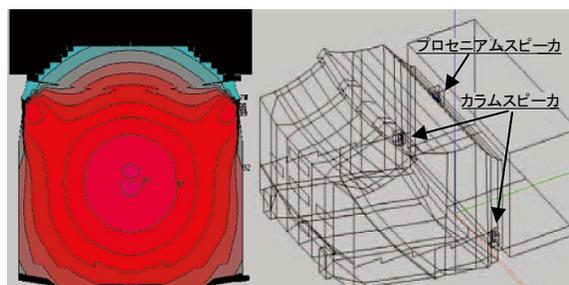


図-2 500 Hzにおける音圧分布の合成特性（左図：全スピーカの合成特性、右図：スピーカ配置図）

の設備設定でのホール内のカバーエリアや音圧分布の状態を検証し、施工の際の最適な設置角度・高さを検討するため、音響特性シミュレーション解析を実施した。

(2) 方法

常設のプロセニウムスピーカおよびカラムスピーカを対象とし、500 Hzと2 kHzの2つの周波数における定常音音圧分布に関してシミュレーション解析を実施した。

(3) 結果および考察

設計目標偏差8 dBに対し、シミュレーション解析結果は、500 Hzで4.0 dBを、2 kHzで5.0 dBを示し、いずれの周波数においても設計目標を満足した。500 Hzでの結果を例として図-1および図-2に示す。

これらの結果から、選定したスピーカはホールの規模・形状に対し適正な仕様・機種であることを確認した。

4. 電気音響設備の音響特性の実測定

(1) 目的

竣工時に電気音響特性を評価するため、上記のシミュレーション解析を行った定常音音圧分布を含め、次項に示す測定項目について実測定を行った。

(2) 測定項目と方法

- ① 伝送周波数特性：各周波数帯でフラットな特性の音源を再生し、原音に忠実な再生ができていないかを判定した。
- ② 定常音音圧分布：500 Hzと2 kHzのオクターブバンドノイズを再生し、音圧分布の均一性を確認した。
- ③ 安全拡声利得：マイクロホンを使用して拡声を行った場合のハウリングに対する安全性の指標として、

* 関西（支）北野田（出）

計測を行った。

- ④ 最大再生音圧：歪み感がなく、拡声機器が安定した状態で再生し得る最大音圧を測定した。
- ⑤ 残留雑音レベル：最大再生音圧レベルに設定し、入力フェーダーを絞り切り、代表点の騒音レベルを測定した。

なお、②の定常音音圧分布の測定結果をもとに、3に示したシミュレーション解析結果の検証を行った。

(3) 結果

定常音音圧分布の結果を表一に示す。また、図一3に測定結果と測定ブロックを示す。他の測定項目の結果は省略するが、全項目に関して良好な結果が得られた。

表一 定常音音圧分布の実測定結果

| 周波数 | 音圧分布 | 偏差 | 設計目標偏差 |
|--------|-------------------|--------|--------|
| 500 Hz | -3.5 dB ~ +0.5 dB | 4.0 dB | 8 dB |
| 2 kHz | -5.0 dB ~ ±0.0 Hz | 5.0 dB | 8 dB |

5. 定常音音圧分布の予測値と実測値の比較・考察

定常音音圧分布は、設計目標を満足し、良好な結果が得られた(表一)。また、シミュレーションによる予測値は、500 Hzと2 kHzにおいて共に実測値と同値を示したことから、予測精度が良好であったことがわかった。

しかしながら、各測定地点でのデータを比較すると、必ずしも一致していなかった。これは天井・壁面、座席などによる反射や吸音の影響を受けたためと考えられる。

シミュレーションの目的は、先に述べたとおり、電気音響設備機器の仕様・機種や設置場所・角度を検討するためであるので、建築音響(吸音や残響等)を無視して行っている。ゆえに、予測結果は実測結果と一致しない場合もある。この点を十分に理解した上で、実施工時の建築音響に関するデータを十分に把握し、電気音響機器の調整を実施する必要がある。

6. 電気音響設備の施工上の注意点

(1) ノイズ対策

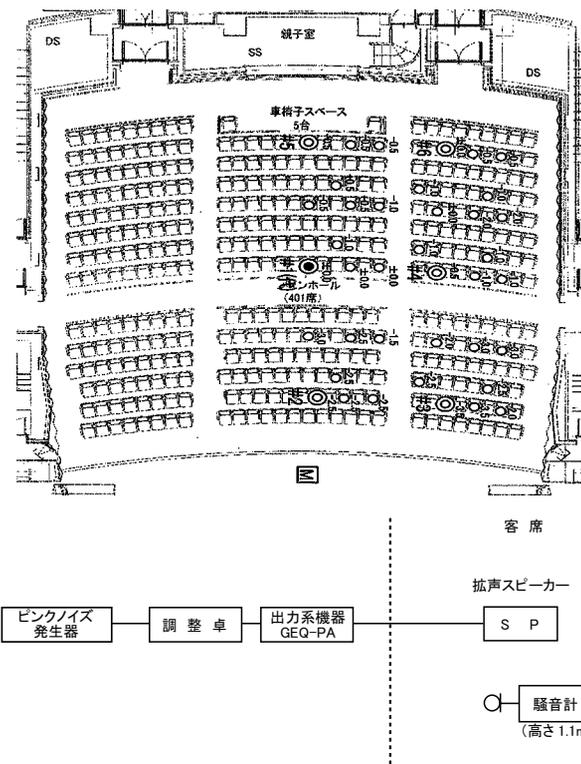
電気音響の施工において、重要ポイントはノイズ対策であり、近年はこの問題が顕著化ようになってきた。以下に一般的な原因と当現場での具体的な対策を記す。

① 外線ケーブルへのノイズの進入

- ・マイクケーブルを金属配管、高シールド仕様とした。
- ・調光ケーブルは強電ケーブルとの十分な離隔を確保し、交差する場合は直交のみとした。
- ・調光ノイズ障害を避けるため、上手と下手の各舞台袖の音響用配線を調光配線とは独立して各々施工した。

② 電源ラインからのノイズの進入

元設計よりノイズカットトランスが計画されており、



図一3 縦断曲線部

メーカーと協議の上、最良の環境で設置した。

③ 接地線からのノイズの進入

接地線が高インピーダンスの状態ではノイズ発生リスクが大きくなる。また、他の接地線からの誘導防止のため離隔が必要となる。当工事では専用接地極より接地母線(IV 100 mm²)を敷設し、離隔も十分確保した。

(2) スピーカの施工

スピーカは、シミュレーション解析結果を基に設定した設置場所・角度で確実に施工しなければならない。しかし、実施工では他の建築部材との干渉が生じたり、吊下げ用鋼材等を要する場合も多い。当現場においても、カラムスピーカの位置については、意匠上の検討から施工上の検討まで様々な調整を加え、施工を行った。

7. おわりに

本公益文化施設は、紹介した音楽ホールの他に、下階に200人規模の平土間のホール、リハーサル室、更にはその下階にギャラリー等が重層に配置された特殊な建物である。そのため、建築的にも設備的にも音・振動対策については非常に特異なものであったが、建築・設備の全てにおいて設計仕様以上の建物音響性能を有する施設として完成させることができた。

施工に際して、様々な御指導ならびに御協力を頂きました(株)東畑建築事務所様、堺市様、各協力業者の皆様へ改めて御礼を申し上げます。また、本稿を作成するにあたり、資料提供および専門的なアドバイスを頂きましたJATO(株)様に謹んで御礼を申し上げます。