

「博多座」の音響設計*
—演劇専用ホールの音響条件の検討—

○清水寧, 渡辺隆行, 山川高史, 川上福司 (ヤマハ音響技術開発室)

1. 始めに 「博多座」^{*1)}は、松竹を始めとした製作会社5社と福岡市が運営する全国で初めての商業劇場として、博多中心部の中洲川端に建設された。建築設計は日本設計が、音響設計は設計側のコンサルタントとして、ヤマハ音響技術開発室が担当した。体制と主要な音響諸元を表-1に示す。音響設計においては、隣接した地下鉄からの振動・騒音の低減、多様な演出と運営形態に対応可能な電気音響計画、演劇における室内音響計画が主要課題となった。本稿では、音響計画の概要を述べると共に、地下鉄に対する振動騒音対策、室内音響計画、測定結果について述べる。

2. 音響計画 音響設計において検討を行った主要課題を表-2に示す。特に、興行時の運営・制作上必要な電気音響計画は、施工側に舞台特殊設備コンサルタントが組織され、設計側との検討を行いながら進められた。

3. 地下鉄の振動・騒音対策と騒音制御 建設地は地下鉄に近接した交通の至便性など、好立地条件の下で計画されたが、躯体からわずか約9mに位置する地下鉄からの固体音を振動加速度レベルで約20dB (63Hz) 減衰させる必要が生じた。

振動対策は振動パワーレベル(Lw)^{*2)}による調査結果から、①地下鉄軌道からの地中伝搬振動とコンコースを介して直接伝搬する振動の絶縁、②ホール一次遮音層の剛性アップ、③ホール部分での振動絶縁からなる3段階の減衰を検討し、表-3に示す対策を決定した。①、③は振動パワーの減衰を、②はインピーダンスの増加による振動加速度レベルの低減を意図している。

4. 室内音響計画 音響家の意見や制作者の音に対する考え方の多様性から、制作会社によって音響の評価が異なることが設計上の課題となった。

「響き」に関連する平均吸音率 ($\bar{\alpha}$) を見ても0.25~0.5^{*3)}まで広範囲な状況で使用されており、コンサートホールのように一義的に決めるのは困難である。演劇専用ホールの「響き」に対する評価を総合すると、台詞における評価の違いから演劇形態に応じて表-4のような $\bar{\alpha}$ 目標値の設定

Table 1 Outline of Hakataza

施主:	下川端東地区市街地再開発組合
建築設計:	株式会社日本設計
運営:	株式会社博多座
業務協力:	演劇興行(松竹・東宝・コマ・明治座・御園座)
竣工:	平成11年2月
工事:	大林、他7社による建設共同企業体
容積:	10008.4m ³
表面積:	4318.5m ²
収容人員:	1490人
平均吸音率:	0.3 (空室、250~2k Hzの平均)
残響時間:	1.1 sec. (空室、250~2k Hzの平均)

Table 2 Main items of the acoustical design

項目	対応方法
地下鉄の振動・騒音対策	・高剛性地中連壁+Exp.J ・1次遮音層の剛性アップ ・ホールの浮構造 (舞台機構の防振)
遮音計画	・リハーサル室・練習室の浮構造化
室内音響	・舞台・客席間の距離 ・ホール形態 (バルコニー形式) ・バルコニー下客席の音場支援 ・平均吸音率 $\bar{\alpha}$ (空室; 0.3)
電気音響	・音質を重視したスピーカ設置方法 ・PA/効果音用システム (効果卓、PA卓) ・バックステージシステム (独立制御、他)

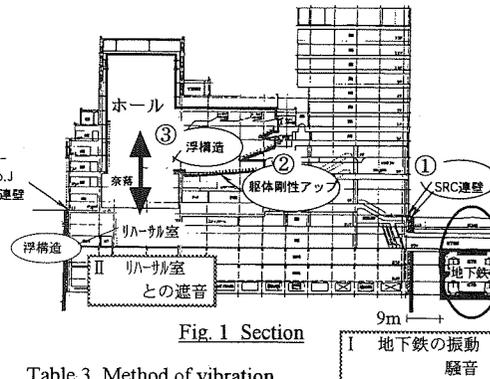


Fig. 1 Section

Table 3 Method of vibration reduction to the subway vibration

減衰要素	対策方法
①地中連続壁 + Exp.J	・山留め連壁 (800mm, OWS連壁) ・Exp.J (防振ゴム+発泡材) 効果量見込み: 5~7 dB
②一次遮音層の剛性アップ	・躯体厚のアップ (RC 250mm) 効果量見込み: 数 dB
③固体音の絶縁	・浮構造 (RC+防振材+PB15×3) 効果量見込み: 10~13 dB

*Acoustical Design of "Hakataza" theater - Consideration on the acoustical design of the Drama theater - by Y. Shimizu, T. Watanabe, T. Yamakawa and F. Kawakami (YAMAHA Acous. T & D Div.)

定が必要となる。本施設は、肉声を音源とし初期反射音を必要とする歌舞伎から、ほとんど「響き」を必要としない電気音響主体のミュージカル迄、広範囲な演劇に使用される。「響き」の設定については歌舞伎の大道具による初期反射音の増加を考慮して、幕設備（標準状態）の $\bar{\alpha}$ を0.3に設定し、①音量感の確保（容積の低減）、②直接音の分布を重視したホール形態（客席に迫り出した2階・3階席）③バルコニー下客席の音場支援による改善、等を意図して設計を行った。最終的に図-2に示すホール形態を決定した。

効果音や拡声で重要なスピーカについては、収納や前面の仕様による音質劣化を最小化するため、ホール内に露出した音響条件と等価なスピーカ収納方法と音響透過性のフロントグリル仕様を検討した。フロントグリルのリブ仕様については、各種リブ形態と周波数特性の変動の検討結果からリブの形態とスピーカ位置を定量化した形態係数(k)を導入し^{*4)}、制作側から提案があったリブ形態の形態係数($k=0.76, \theta \leq 45^\circ$)を目標に検討を行った。リブ形態の最終案と原案における周波数特性の比較を図-3に示す。

5. 測定結果 竣工後の測定における主要な音響特性を表-5に示す。地下鉄通過時の振動加速度レベルは図-4で示すように、当初の目標を満たす加速度振動レベル約20dBの減衰からNC-20以下の静けさが実現された^{*5)}。室内音響特性については、残響時間1.1秒(空室)の特性が得られただけでなく、図-5で示すバルコニー下の音圧分布からも明らかなように、音場支援の使用により2dBの改善が得られた。

6. 終わりに 計画段階から専門家のアドバイスを受けるなど、ソフトを制作する側との数度にわたる打合せ・検討により、劇場の浮構造化や残響時間の最適調整、音質を徹底して追及した有孔リブが実現し、高水準の劇場空間となった。開場公演の歌舞伎においても、都会の中の劇場とは思えない静寂性、迫力ある音量感や明瞭性が体感できる演劇空間が誕生した。

設計段階から施工段階まで演劇に関する音響のアドバイスを頂いた辻亨二氏を始め、松竹、福岡市、日本設計、工事関係者の各位に感謝します。参考文献：*1)博多座 開場記念誌99/5 *2)渡辺,他 日本音響学会建音研資料AA95-12,平成7.5 *3)清水,他 日音学講論集91/3 p.633-p.634,等 *4)渡辺,他 日本音響学会講演論文集99/9 *5)山川,他 日本音響学会講演論文集99/9

Fig. 5 Distribution of SPL with & without AAS Points

Table 4 Target $\bar{\alpha}$ for various drama style

$\bar{\alpha}$ の目安	施設例	特徴
デッド指向 0.3 - 0.4	例) 湘南台文化センター	・台詞を主体とした演劇が制作される劇場 ・中/小規模ホール
中庸 約0.3	商業劇場	・ロングランを主体とした劇場 ・大ホール
ライブ指向 0.2 - 0.25	例) 新潟市民芸術文化会館 演劇ホール 彩の国演劇ホール	・響きが必要なオペラの公演や音楽の要素を含む劇場 ・大/中/小規模ホール

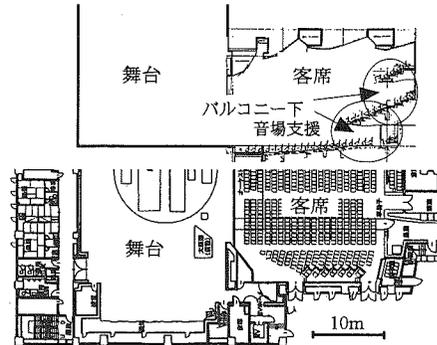


Fig. 2 Section & Plan of the Hall

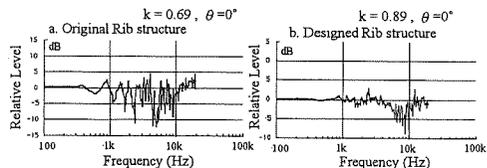


Fig. 3 Frequency response of the Speaker

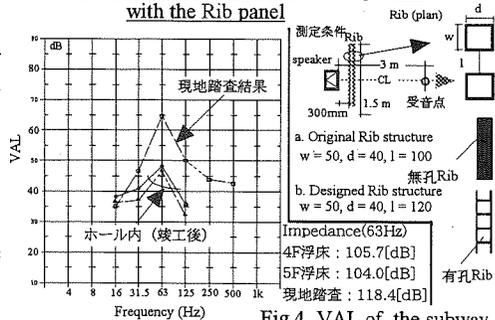


Fig. 4 VAL of the subway

Table 5 Results of Measurement

項目	音響特性	項目	音響特性
地下鉄の振動・騒音	NC-20以下	残響時間	1.1 sec.
空調騒音	NC-20以下	平均吸音率	0.3
リハ練習室、等との遮音	D-85	D値	60%以上
		音圧分布	-5dB以内

