

1/20 縮尺音響模型実験について

Experimental Study of 1/20 Acoustic Scale Model for Concert Hall



上田泰孝 Yasutaka UEDA^{*1}・吉田卓彌 Takumi YOSHIDA^{*1}・佐藤富士男 Fujio SATO^{*1}
野本利英 Toshihide NOMOTO^{*1}・小沢純子 Junko OZAWA^{*2}

研究の目的

これまで1/10縮尺の音響模型実験が一般的であったが、昨今ハイレゾデバイスが発達によりより高周波数を扱うことが比較的容易となった。今回日本青年館・日本スポーツ振興センタービルの中にある日本青年館ホールの音響検討に1/10縮尺音響模型実験より2倍の高周波数となる1/20縮尺模型実験を実施した。1/20縮尺の音響模型実験用材料の選定、音響模型の制作手法、模型実験機器（スピーカー）の基本性能、模型実験による検討事例の紹介、完成後の音響指標について模型実験との比較結果および適用限界などについて知見を得ることを目的として実施した。

研究の概要

音響模型実験用の音源スピーカーについては、過去に放電パルススピーカー³4)およびプラズマスピーカー⁵、最近ではMEMSスピーカーが報告されている。ハイレゾ用スピーカーを用いオリジナル12面体スピーカーを製作し、無指向性音源装置についての基本特性について確認した。模型用客席は、実物客席の背および座の傾きにできる限り添うよう制作した。吸音性能試験より座にフェルト（t2）を2枚重ねとし、背はフェルト1枚とした。音響模型は、CADデータからNC加工機を用いて分割製作したものを実験室でパズルのように組み立てた後、周囲の補強、照明、電源、窒素注入口、測定器用の開口など細部を作りながら実験が可能な状態にした。

2階席で観測されたフラッターエコー現象の原因特定とその対策について追加検討を行った。ホールの上下は拡散性の高い天井と客席床であり、前後はステージ反射板と客席段床で同様に拡散性が高いことが解る。しかし側壁は並行面であるため、側壁間で繰り返し反射していると仮定した。音響コンサルタントおよび設計者と議論を重ね、デザイン性や通路幅の確保と側壁反射のそれぞれを網羅し側壁に傾斜壁を設置することにした。エコータイムパターンも初期に比べ変わっている事が確認できた。最後に完成後の残響時間およびエコータイムパターンについて比較を行った。

結論

反射板設置時の残響時間について比較的良い対応が見られた。反射板が無い状態の残響時間については、ステージ上の複雑な吊物類を模型内で再現しないと正確な数値は得られない。どの程度模擬すべきか引き続き本音響模型により今後検証する予定である。エコータイムパターンの比較において視覚的ではあるが、模型実験は反射音構造を比較的よく捉えていた。今後C値などほかの音響指標でも比較する予定である。2階席において音響模型実験で観測されたフラッターエコーは確認できなかった。側壁形状変更の効果はあったものとする。その他今回の1/20縮尺音響模型実験について以下のメリットがあった。

①安価なハイレゾオーディオ用のスピーカーの組み合わせで音源スピーカーとして利用可能

②模型製作には金型などを制作するNC旋盤を利用した。CAD図から製作図に反映でき、曲線の加工も容易である。

基にしたBIMデータでは細かい凸凹が多数あるため、幾何音響シミュレーションの室形モデルを制作するときのようにシンプルな形状に修正した。どの程度簡素化すれば良いのかであるが、目標とする周波数が実スケールで2000 Hzであれば、波長である約20 cm以下についてはひとまず簡素化しても良いと考えたと床の蹴上程度は模擬するということになる。

③測定時間の短縮

④室形の部分変更が容易である。1/20縮尺であるため加工しやすい3mmベニヤ板で十分な反射が得られる。

⑤変更範囲が小さくて済むため、部分変更を行いながら実験が可能であった。

1/20スケールであったため窒素置換に有する時間が短い。今回は酸素濃度2%にするのに20～30分であった。また一度窒素置換をすれば酸素濃度を維持していた。これはスケールが小さいため置換容量が少なく、シンプルなボックスカバー加工ができたことによる機密性によると考えている。これまで音響模型実験は室形状が確定してから実施するものという認識であったが、この1/20スケールであれば部分変更が容易であるため、設計の初期段階から導入して音響検討が可能である。