

岡崎市民会館の大規模改修に伴う音響設計 —客席天井撤去による耐震対策時の音響検討例—*

○宮崎秀生，岸永伸二（ヤマハ），中川浩一（日建設計）

1 はじめに

岡崎市民会館は、昭和42年の開館から約50年が経過し、施設の老朽化が目立つようになり、施設の利便性やバリアフリー対策、環境対策においても、時代の流れや利用者のニーズに応えられなくなっていた。このような状況のなか、ホール新設についても検討されたが、構造体の耐震性には問題がないことが調査により確認されたため、既存施設を有効に活用するという観点から天井の耐震化を含めた大規模改修に踏み切ることとなった。耐震改修案件は近年増えており、特に天井落下対策に関して多くの会館が対応に迫られている。天井の耐震化手法としては、既存補強、耐震天井利用、準構造化など幾つかの方法が提案されており^[1]、本案件では既存内装天井を撤去し、直天井化する手法が取られた。この他、ホール利便性改善の観点から、舞台面積を拡張、また椅子の前後幅を増やすこととした。そのため最大収容人数（座席数）を減らすことになった。同時にホール全体の音響計画についても見直すこととなり、改修前測定で明らかとなった音響上の問題点を改善するために、上記改修項目と合わせ内装仕様の改修方法についても設計段階で詳細な検討を行った。施設外観写真及び概要を写真1、表1に、ホール内観及び図面を写真2、図1、2に示す。

2 設計段階での音響検討

2.1 施工前の音響性能調査

対策前の音響上の問題点を把握するため、元音場の音響測定を行った。その結果、室内音響に関しては、天井高が低く容積が小さいことと内装壁に吸音面が多いことに起因する残響感不足や、扇形状に起因する中央付近の側方反射音不足といった問題点が確認された。また騒音に関しては、吹き出し風速が速いことで風切り音が大きいこと、降雨時に雨音が場内で聞こえることなどが確認された。改修前の室内音響

写真1 施設外観



表1 施設概要

名称	: 岡崎市民会館 あおいホール
所在地	: 愛知県岡崎市六供町字出崎 15 番地 1
建築主	: 岡崎市
設計監理	: 日建設計 日建設計コンストラクション・マネジメント
音響設計	: ヤマハ空間音響グループ、日建設計
施工(建築)	: 鴻池・杉林 JV
構造	: RC 造 (一部 S 造)
階数	: 地下2階、地上5階
工期	: 2015年6月～2016年8月

写真2 ホール内観 (改修前後)



* Acoustic Design for the renovation of the Okazaki Shiminkaikan –Acoustic studies for earthquake-proof measure by removing ceilings, by MIYAZAKI, Hideo, KISHINAGA, Shinji (YAMAHA) and NAKAGAWA, Koichi (Nikken Sekkei Ltd.).

指標値及び空調騒音の測定結果を図5～7に示す。なお測定結果は後述の改修後の結果と合わせて表示している。

2.2 改修方針の概要

改修の方針としては上記の様に、A.天井耐震強化、B.使い勝手の改善、という建築改修に合わせて、C.室内音響性能の改善、D.場内騒音の低減、といった音響性能上の改修についても行う方針となった。各改修の方法としては、“A”は天井撤去、“B”は舞台拡大及び座席幅拡張、“C”は天井撤去による容積拡大による気積の拡大及び内装の吸音面減、また室内形状の見直し、“D”はダクトレイアウトの見直し及び遮音性能の向上、とした。

2.3 室内音響に関する詳細検討

設計段階では、各改修方法による音響上の改善度合いを検証するため、音響シミュレーションにより比較検討を行った。

1) 残響時間に関する検討

元音場の残響感不足を改善する方法としては、①：座席仕様の変更+座席数減、②：客席天井面Up、客席前方上反射板追加、③：後方吸音面を拡散面に変更、④：舞台反射板隙間埋め+天反連続性改善、⑤：通路部カーペット剥がし、とし、それぞれの効果を残響計算により推定した。結果を表2にまとめる。これらの改修により0.2秒前後の残響延長が期待できることが分かった。最終的には⑤のカーペットは歩行音対応のため貼り換えて残している。なお、天井を撤去することで、屋根のALC面が露出することになり、表面は補修及び剥離防止処理をするものの、ALC特有の気泡による吸音過多が懸念された。そこで施工段階でサンプルを作成し、垂直管による吸音率測定を行い、想定以上の吸音特性では無いことを確認した。

2) 反射音密度に関する検討

改修前測定にて判明した上記課題点を改善するため、意匠設計との調和も踏まえつつ各種改修方法を想定し、その効果を3次元CADシミュレーション(CATT Acoustic)により確かめた。検討した改修方法は、①：客席天井面Up、客席前方上反射板追加、②：①+舞台反射板隙間埋め、天反の連続性改善、③：①+花道部に反射板追加、④：①+側壁に反射面追加、⑤：①+後方吸音面を拡散面に変更、⑥：①+A

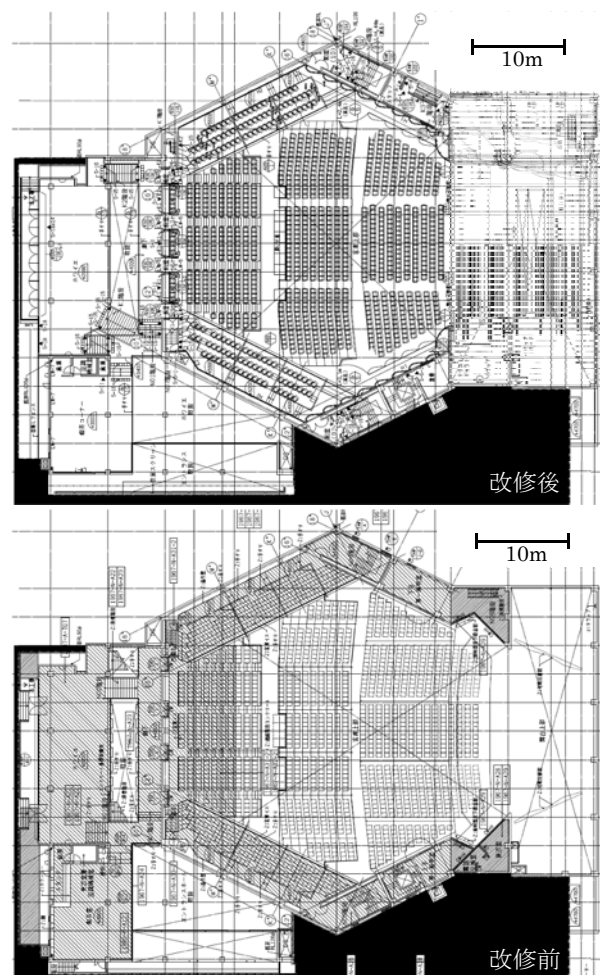


図1 平面図(改修前後)

～E合成、とした。結果を図3(LE値)及び

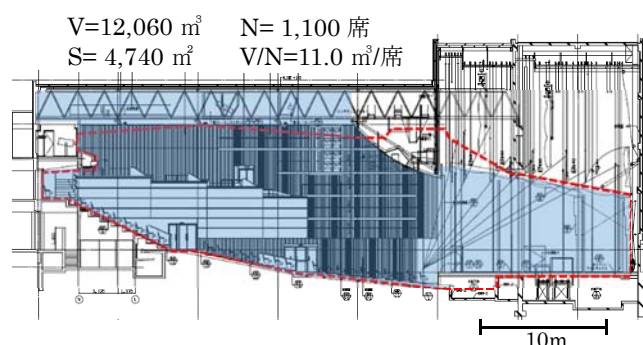


図2 断面図(赤破線：改修前)

表2 改修方法の比較(残響時間)

部位	対策案	残響時間改善幅
①座席	・椅子仕様変更(吸音増) ・座席数減(185席減)*	× -0.05秒前後(全帯域)
②天井	・内装天井撤去(ALC面)	△ +0.1秒前後(中～高域) +0.4～0.5秒(125Hz)
③後壁	・吸音面を拡散壁に変更	△ +0.1秒前後(中～高域)
④反射板	・反射板の隙間を埋める	▲ +0.03～0.04秒(全帯域)
⑤客席床	・カーペット撤去	▲ +0.02～0.03秒(中～高域)
⑥合成	・①～⑤の合成	○ +0.2秒前後(中～高域) +0.4秒前後(125Hz)

*:検討時点の席数減少分。最終的にはビット部含め456席減。

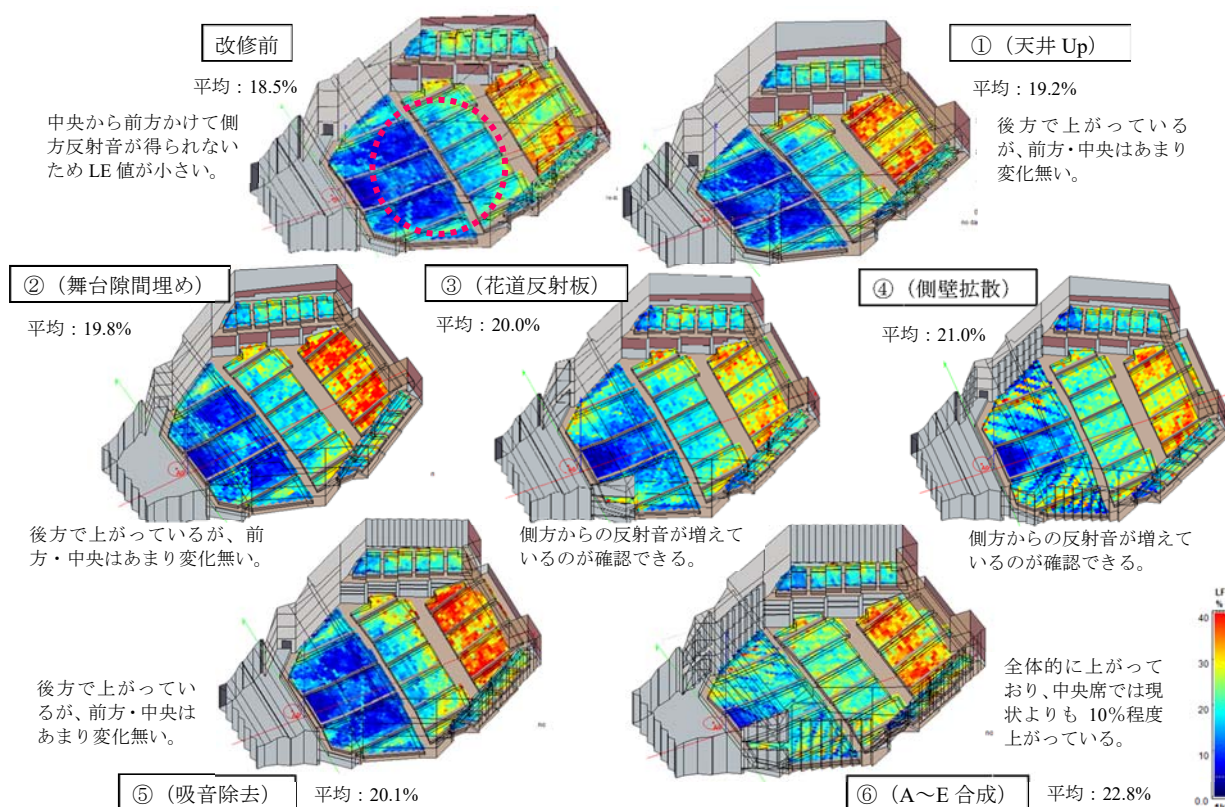


図3 改修方法の比較 (LE 値)

表3にまとめる。残響時間の結果と合わせ検討を行い、最終的にこれら全ての改修方法を取り入れることとした。なお側壁については更なる側方反射音の増強のため、音響底を追加している。

2.4 その他検討事項

1) 天井撤去に伴う懸念事項

改修前は ALC パネルの遮音性能により、雨音や屋外騒音が場内に漏れていた。内装天井が無くなることで更なる遮音欠損が想定されたため、防水層と ALC パネルとの間に、制振効果も期待した断熱材（硬質ウレタンフォーム 30t）とボード（フレキシブルボード 6t×2）を追加した。

2) 空調設備の更新

改修前は吹出口位置の偏りがあり風速が速く風切り音の影響が大きかった。そのため、ダクトレイアウトを見直し、屋外ダクトスペースを設けてダクトサイズを拡大しかつ偏りを無くすことで風速を下げ、また消音チャンバーを追加して空調騒音の軽減を図った。

3) 使い勝手の改善

改修前は、舞台空間が若干狭いといった課題が挙げられていた。そこで、客席前方部のオーケストラピットを設置可能であった位置まで舞台及びフライを増設し、舞台面積を広げることとした。また用途拡大を図り、正面反射板の

表3 改修方法の比較 (各種指標値)

部位	対策案	G 値	LE 値	ST 値
①天井	内装天井撤去	×	▲	▲
		-0.8dB	+0.7%	-0.2dB
②反射板	反射板隙間埋め	△	▲	○
		+0.7dB	+0.6%	+2.5dB
③花道	花道部扇形改善 (反射面追加)	▲	△	▲
		+0.1dB	+0.8%	-0.3dB
④側壁	側壁部扇形改善 (拡散面追加)	▲	○	▲
		+0.1dB	+1.8%	+0.0dB
⑤後壁	吸音面を拡散壁に変更	△	△	▲
		+0.5dB	+0.9%	+0.2dB
⑥合成	①～⑤合成	△	○	○
		+0.4dB	+4.3%	+2.4dB

奥行きは、大編成から小編成まで3段階の変更が可能とした。これらの変更により座席数が減少（計456席減）し、残響時間は表2の検討段階より延長する方向となっている。以上をまとめて図4に示す。

3 改修後の音響測定結果

3.1 室内音響特性

残響時間（平均吸音率）、G 値、LE 値の測定結果を図5、6に改修前と比較して示す。残響時間は中域で0.2～0.3秒延び、特にLE値は客席中央で大きく改善している。どの結果も設計時の推定値に近い結果が得られている。

3.2 騒音特性

空調騒音の測定結果を改修前と比較して図7に示す。改修前のNC-30～35に対して、NC-20～25の結果が得られている。

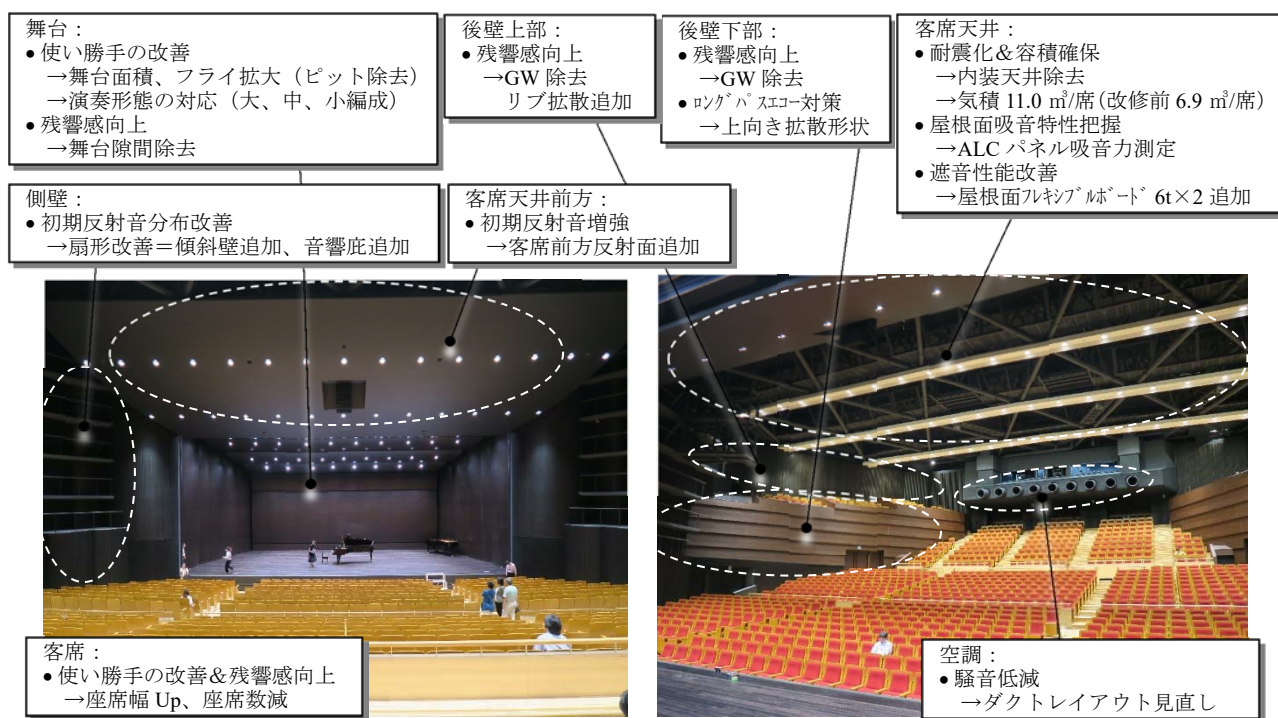


図4 大規模改修の概要

4 おわりに

本施設は平成 28 年 10 月 1 日にリニューアルオープンした。11 月には、改修前から続いている井上道義指揮、名古屋フィルによる岡崎市民クラシックコンサートが開催された。井上氏は改修前のホールでも指揮されており、以前より音響が改善された、舞台上の楽器のバランスも良い、等のコメントを頂いた。市民の芸術活動の場として大いに利用されることを期待したい。最後に施主をはじめ本プロジェクトの実現に携われた関係各位に謝意を表します。

参考文献

- [1] 天井の耐震改修事例集，建築性能基準推進協会，2016.9

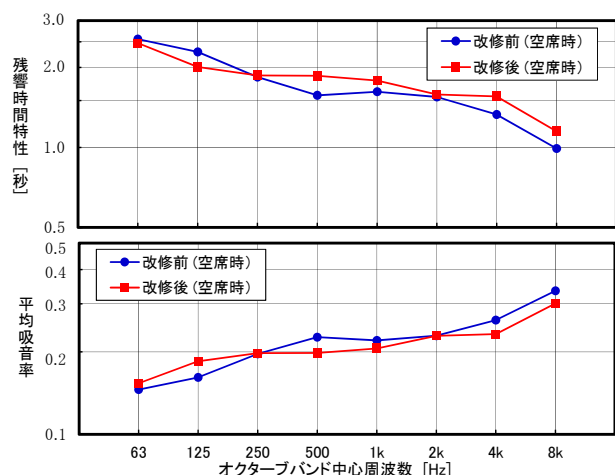


図5 残響時間測定結果 改修前後比較

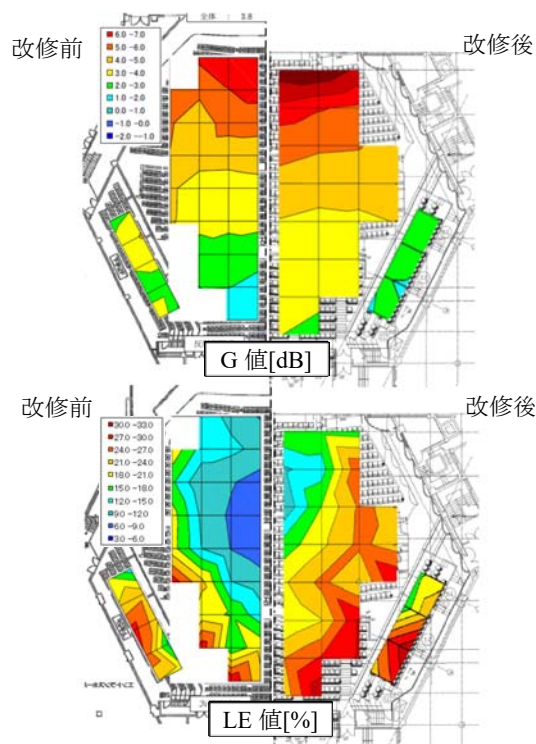


図6 G 値、LE 値測定結果 改修前後比較

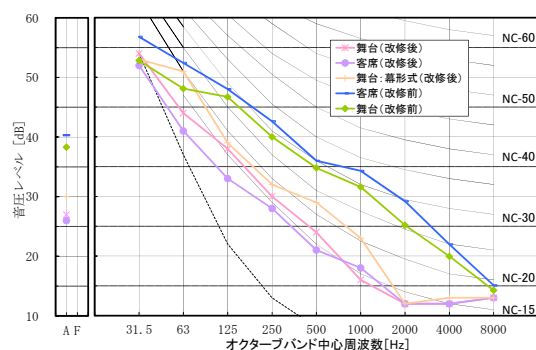


図7 空調騒音測定結果 改修前後比較