

広島学院 講堂・聖堂の音響設計

Auditorium & Chapel of Hiroshimagakuin

Acoustic Design of Auditorium & Chapel

正会員 ○荒木邦彦*

正会員 長野武**

正会員 須田修司**

安井千絵**

寺谷啓史**

○ARAKI Kunihiko*

CHONO Takeshi**

SUDA Shuuji**

YASUI Chie**

TERATANI Keiji**

* 音響デザイン研究所

** 竹中工務店設計部

* Acoustic design research lab Co.,LTD.

** TAKENAKA Corporation



「人を一つに結び・神学の精神に触れる空間」の音響設計

講堂・聖堂の設計にあたり、「お話しの声が明瞭に伝わる」「音楽演奏が豊かに伝わる」ことを目標として計画した。室内音響の性能は主に空間の形とデザインで創られることから、設計の初期段階から建築の設計と音響の設計を同時に行った。音響デザインには、室内音響シミュレーションシステム^{※1}をツールとして用いた。

講堂はステージと客席の一体感を創出するためにプロセニアムを設けず、3枚の浮天井により舞台と客席が繋がる空間を演出した。天井からの反射音は客席での音圧を向上させて声や楽器の音の通りを良くする効果が期待できるので、浮天井の高さや角度を建築のデザインとあわせて検討した。また電気音響設備は一般的にメインスピーカをプロセニアム周辺に集中配置することが多いが、本計画では式典や講演時の再生音は全席に均一で明瞭性の高い音響性能を得るため、指向性の強い小型スピーカを分散配置して個々に制御できるようにした。音楽演奏の対応としてステージに簡易な手動反射板を開閉できる計画とし、オルガン・ピアノ・吹奏楽等の演奏に適した音場造りをサポートしている。電子式オルガンの専用スピーカ位置は、講堂の壁・天井を使って豊かな反射音をつくりだせる位置を決めた。

聖堂は天井の高さ・角度を設計することにより明瞭な響きを目指し、お話しは明瞭に聴こえ、オルガン演奏は豊かに響く空間を目標とした。聖堂の電子式オルガン用スピーカは天井の反射音を良好に使える位置に設置した。



所在地：広島県広島市
 主な用途：学校（講堂・聖堂）
 敷地面積：45,110.98m²
 建築面積：1,719.16m²
 延床面積：3,517.94m²
 キーワード：教育施設・講堂・聖堂

Location : Hiroshima-si
 Main Use :High School
 Site Area : 45,110.98 m²
 Building Floor Area : 1,719.16 m²
 Total Floor Area : 3,517.94 m²
 Keywords : Educational facilities Auditorium Chapel

講堂の音響設計

ホールや講堂の音響性能には、どの客席からもほぼ同じ距離にある天井が重要なエレメントであると考えている。当講堂も、天井の高さ、角度、形状などが少し変化するだけで大きく音響のイメージが変わるため、天井の設計に多くの時間をかけた。

(天井のデザイン)

お話しや音楽演奏を客席によく伝える（音の通りをよくする）ために、3枚の浮天井を使ってステージから客席に初期反射音を良好に届ける形を設計した。音の通りに重要な要素は、「直接音から50msec以内に届く反射音が直接音を補助すること」である。右に示した浮天井の有無によるエコータイムパターン（図2）を比較すると、浮天井が有る場合は上述した反射音が大幅に増え、音の通りがよくなったことがわかる。また、この反射音が増強された結果、浮天井が有る場合は、無い場合と比べて音圧が上昇して客席内を均一に分布する様子が見える（図1）。音楽演奏音についても天井の効果で演奏音がより大きく聴こえるようになり、音の豊かさを表現できるようになった。

(壁のデザイン)

扇型に開いた壁面は、客席に有効に反射音を返さないうえに、後壁や対向する壁などに反射して客席に戻るロングパスエコーが発生する。このため、エコー発生経路である後壁と側壁一部は吸音面として有害な反射音を防いでいる。

(電気音響システム)

スピーカを浮天井の「どぶ」と天井面に30カ所分散配置し、マルチ再生方式により場内が均一な音場となるように計画した。システムの設計には電気音響シミュレーション（図3）を用いてカバーエリアを3次元で確認した。音の定位はステージ方向になるようにシステム調整し、教室になる2階席の2室は分割して拡声できるように設定している。

聖堂の音響設計

聖堂は、黄色い線（図4）で示す山形の天井によって発生する音の集中やフラッターエコーが懸念された。シミュレーションで確認した結果、天井勾配が浅くなると床面との間で反射音が集中することが判明した（検討案1）。このため、天井を反射したエコーが床に集中して戻らず、天井から壁上部を経由して反射音を届ける天井勾配を決定した（検討案2）。この結果、聖堂の響きが空間の上方で心地よく残り、豊かな残響と明瞭性の良い響きが得られた。また、オルガンのスピーカ音を天井に直接当てることで、上方からの反射音を増やしてオルガン演奏の豊かな余韻を作り出すことにも成功した。

※1 室内音響シミュレーションシステム「ASPECT」検討結果

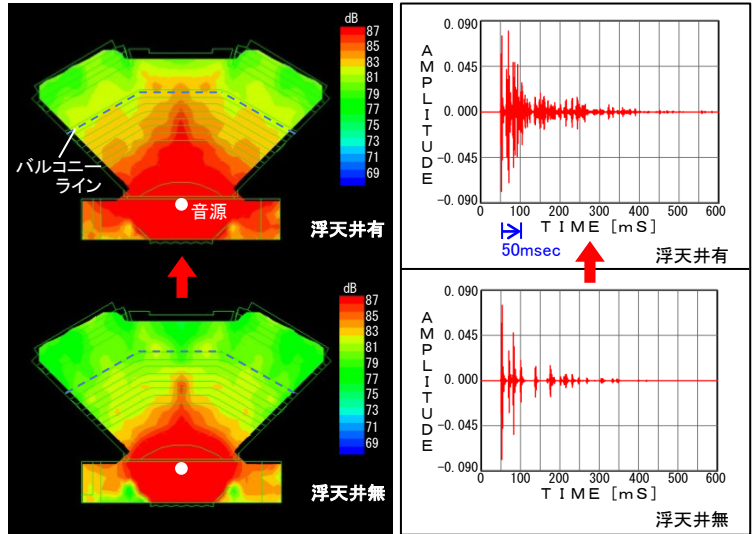
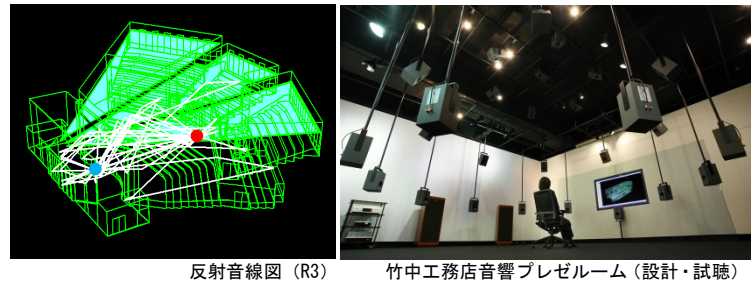


図1 音圧分布（1階席・AP） 図2 エコータイムパターン（R3・500Hz）



反射音線図 (R3) 竹中工務店音響プレザールーム（設計・試聴）

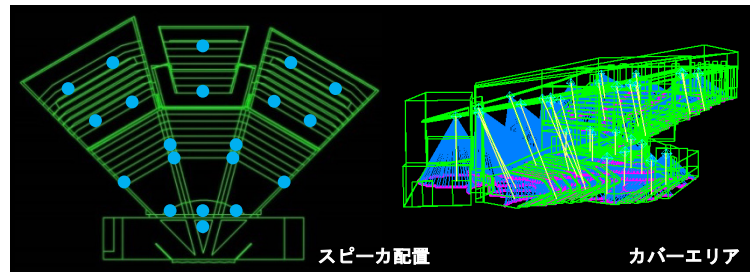


図3 電気音響シミュレーション

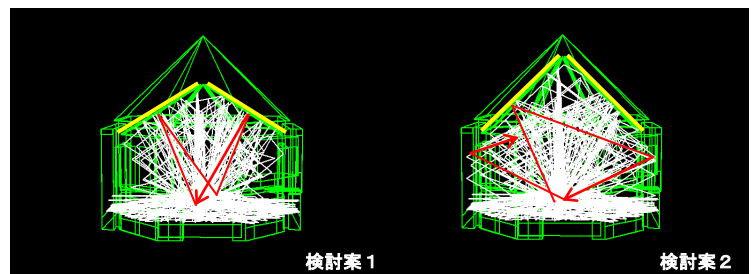
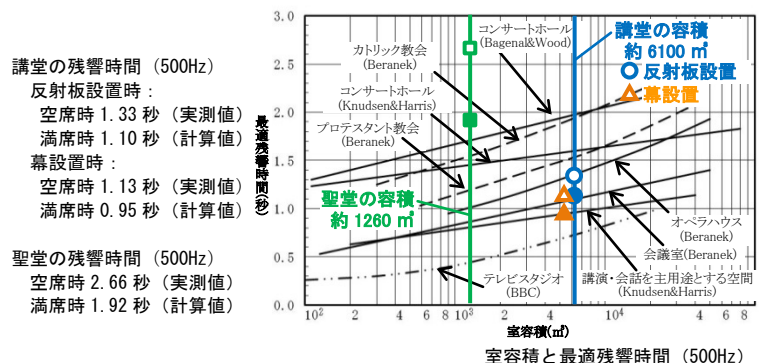


図4 反射音線図（天井検討）



室容積と最適残響時間（500Hz）