

2012 年 7 月度 建築音響研究会 開催報告

7 月度の研究会は、猛暑の中、キャンパスプラザ京都にて開催されました。発表件数は 7 題、参加者は計 27 名でした。

平成 24 年環境音響研究賞受賞者による招待講演 2 題を含め、多岐にわたる分野に関するご発表があり、大変活発で興味深い議論が行われました。

次回も引き続き多数のご参加を期待しております。

■ 開催概要

日 時 平成 24 年 7 月 31 日 (火) 13:00~18:00
場 所 キャンパスプラザ京都 (京都)
京都府京都市下京区西洞院通塩小路下ル
参加者 27 名



■ 発表題目および内容概要 (テーマ: 一般)

1. 陽的でコンパクトな高精度 FDTD 法による音空間レンダリング

○土屋隆生, 石井琢人 (同志社大), 大久保寛 (首都大学東京)

【概要】本報告では、波動方程式を直接差分化した CE-FDTD 法による音空間レンダリングについて検討を行っている。CE-FDTD 法はセル内の参照点を増やすことで、陽的でコンパクトに高精度化が行える。その一手法である IWB 法を用いると、カットオフ周波数がナイキスト周波数と一致するため、理想的な条件で離散化が可能となる。一定の音質を確保するレンダリングについて必要計算機資源を GPU で計測したところ、IWB 法のメモリ量は標準の WE-FDTD 法の約 30%、計算時間は約 14%で済むことが示された。さらに、IWB 法で室容積約 4,500 m³ の空間のレンダリングをサンプリング周波数 40kHz で行ったところ、32GPU のクラスタを用いて 2 秒間のインパルス応答を約 12 時間で計算できた。また、インパルス応答を 21 点で計算し、オーケストラ曲を畳み込んだ後、21ch のスピーカアレイシステムから出力したところ、本手法で高音質かつ高精細な可聴化が行えることが確認された。

2. スプライン要素を用いた有限要素法による音場解析のための分散誤差低減法

○奥園健, 大鶴徹, 富来礼次 (大分大), 岡本則子 (有明高専)

【概要】有限要素法 (FEM) による効率的な音場解析のためには、空間と時間の離散化により生じる分散誤差の低減が重要である。本稿では、空間離散化による分散誤差低減にのみ着目し、スプライン要素を用いた FEM による時間・周波数領域解析手法のための分散誤差低減法を提案した。まず、1 次元の分散誤差解析を用い、任意の無次元波数で分散誤差を最小化する要素行列の数値積分点の導出手法を示す。提案法によれば、周波数・時間領域解析ともに、従来法より分散誤差が低減すること、さらに、時間領域解析では安定条件の緩和と反復法の収束性改善効果が得られることを明らかにした。

3. 壁面の拡散性を考慮した矩形室の残響理論

○佐久間哲哉 (東京大・新領域)

【概要】前半では鏡像法に基づき、鏡面反射場として矩形室の残響理論を近似的に導いた。その際、波動モードと整合するように鏡像音源を軸近傍・面近傍・斜方向音源群に分け、各々の指数減衰を仮定する。後半では壁面の乱反射率を導入し、鏡面反射場と拡散反射場からなる非拡散音場の残響理論を定式化した。鏡面反射場は前半の理論式に乱反射率を含む見かけ上の吸音率 (鏡面吸音率) を代入して導出される。一方、拡散反射場

は反射行程で鏡面反射場のエネルギーが乱反射率に応じて完全拡散音場に遷移するモデルを仮定する。最後に、導出された理論式に基づき、矩形室のアスペクト比と吸音分布が異なる条件で、壁面散乱が残響減衰に及ぼす影響を例示し、その傾向を確認した。

4. 円筒型 MPP 空間吸音体の吸音特性に関する実験的研究—内部に円筒状の芯を入れた場合—

○藤田翔太，阪上公博（神戸大），矢入幹記（鹿島技研），豊田恵美（小林理研），森本政之（神戸大）

【概要】微細穿孔板(Microperforated panel:MPP)は通常、剛壁の前面に設置され、MPP と剛壁の間の空気層とで共鳴器を構成し、吸音するものであるが、筆者らは背後に剛壁を必要としない MPP 空間吸音体を提案してきた。そのうちの 1 つに、MPP を円筒型に成型して空間吸音体とした、円筒型 MPP 空間吸音体(CMSA)がある。CMSA は共鳴周波数で吸音率のピークを示すとともに、低音域でも 0.3 程度の吸音率を示し、空間吸音体として有効に使用することが可能である。今回はその CMSA の吸音性能の改善の試みとして、CMSA の内部に円筒状の芯を挿入した、芯入り円筒型 MPP 空間吸音体(CMSA with Core)を提案し、その吸音特性を実験により検討した。

5. 背後空気層が一様でない膜構造の吸音特性—数値解析による検討—

○遠藤一真，堀之内吉成，高橋大武（京都大）

【概要】音響材料として膜を用いる際にはよく背後に空気層を設けられる。これまでの研究においては背後空気層が一様な深さを持つ前提のものがほとんどであった。そこで一様でない背後空気層をもつ二次元の膜構造の吸音特性について数値解析によって検討した。また、背後空気層の形状を変化させ背後空気層が吸音特性に与える影響についても検討した。結果として一様でない背後空気層を持つ膜構造の吸音特性は一様な場合の吸音特性と比べ中音域において吸音率のピークとディップが減少することがわかった。

6. 【招待講演】微細穿孔板（MPP）を利用した空間吸音体の提案とその音響特性

○阪上公博（神戸大，平成 24 年環境音響研究賞受賞）

【概要】微細穿孔板(Microperforated panel:MPP)は基本的には剛壁に対して設置し共鳴吸音を利用するものであるが、筆者らは背後構造を持たない MPP 空間吸音体を提案してきた。これらは、2 枚または 3 枚の MPP を、空気層を介して平行に配置し、背後構造を持たないパネル状として用いる DLMPP, TLMPP を着想の原点とし、その後、これらにハニカムを挿入したものなどのバリエーションを提案、検討してきた。近年では、MPP を円筒形に立体的に成形した空間吸音体を提案し試作実験を行った。本稿では、これら一連の MPP 空間吸音体に関する研究について、主な結果を挙げてレビューした。

7. 【招待講演】建築の音場予測と境界積分方程式

○河井康人（関西大，平成 24 年環境音響研究賞受賞）

【概要】1970 年代中頃、当時京都大学の(故) 寺井俊夫博士が建築における音場予測の分野で最初に導入した境界積分方程式法は、今日大きく発展を遂げ幅広く利用されるに至っている。境界積分方程式法は概念が少し難しい部分もあり、また、その特異点の処理方法など数値解析上煩雑になる点はあるものの、境界値のみを考慮すれば良いことから、未知関数の次元が下がる利点がある。実際の音場予測においては、FDTD 法や有限要素法の方が有望な場合も多々あるが、適切に使い方を考えれば、薄い物体を含む音場や開領域問題などで非常に鋭い切れ味を示す方法である。本稿では、境界積分方程式法の基本的な考え方を述べた後、著者によるこれまでの研究成果を振り返りながら建築の音場解析に関する種々の問題解決手法としての可能性について触れてみた。

☆建築音響研究会の別刷(バックナンバー)に関する問合せ先：

担当幹事 (<http://asj-aacom.acoustics.jp/backnumber.html>) までご連絡下さい。