

## 審査の結果の要旨

氏名 朝倉 巧

本論文は、音・振動の波動性を考慮できる数値解析手法である時間領域有限差分 (Finite-Difference Time-Domain : FDTD) 法を用いて、建築の音響性能として重要である壁体の遮音性能を精度よく予測し、さらにその遮音の効果を聴感的に評価するためのツールを提案することを目的としている。

騒音問題は、モータリゼーションの発達にともなう各種交通騒音、社会基盤設備や建物の建設、保守、更新にともなう建設工事騒音等の要因により、様々な技術分野における騒音低減技術の進歩にも関わらず、いまだに大きな社会的問題となっている。このような状況の中、建築居室における音環境を静穏に維持し、またプライバシーが確保された状態に保つためには、建物の外周壁および界壁の適切な遮音設計が重要である。

壁体の遮音性能は、質量則やコインシデンス効果等、明快な物理法則によって記述されるが、実際の建物では、壁体に付帯する窓、扉、換気口等、様々な設備に生じる音響的な隙間が遮音性能の低下を招く。そのため、壁体の総合的な遮音性能を容易に予測することはできない。

そこで本論文では、波動数値解析手法の一つである FDTD 法を用いて建物における壁体構造の遮音を音響—振動連成問題として定式化し、遮音性能を精度よく解析する方法を示すと同時に、音響透過損失の実験結果と比較することにより、解析手法の妥当性を確認した。さらに、実際の室内を想定して遮音の効果を聴感的に確認・評価できるシステムを提案した。

本論文の構成は以下に示すとおりである。

序論では、研究の背景、目的について述べ、本論文の構成を示している。

第 1 章では、本研究で用いる解析手法である、FDTD 法を用いた音響—振動連成解析について、その理論および具体的な計算方法を説明している。音響的隙間を解析するために技術的に必要となる不等間隔メッシュへの適合方法およびその妥当性の確認、壁体における振動伝搬で考慮すべきエネルギー損失のモデル化について述べている。

第 2 章では、界壁および窓に用いられる構造材料について、それらの遮音性能に関する

音響—振動連成解析を行い、実測結果と比較している。はじめに、振動解析の準備段階としてそれぞれの材料の損失係数測定を行い、基礎的なデータの収集を行っている。

次いで、実験的に得られた物性データを音響—振動連成解析に取り込み、残響室—残響室法を模擬した数値解析を行っている。通常の振動解析では、板材の内部損失が考慮されるが、本論文で特に着目している板ガラスを用いた構造では、材の内部損失よりも周辺支持材によるエネルギー減衰が主要な成分となる。そこで、ガラスを用いた構造には周辺支持によるエネルギー減衰を主に考慮した解析としている。解析結果は実測データとの比較によりその妥当性の検証を行っており、本論文における解析スキームの妥当性を示している。

第3章では、扉、窓サッシ等の開口部に起因する音響的な隙間を解した伝搬特性について解析を行い、実験結果と比較している。はじめに、壁体に生じる隙間は遮音欠損の主要な要因となるため、これらの影響を定量的に把握することが必要であることを述べ、次いで、窓サッシを対象として、可動部周辺に生じる典型的な形状の隙間を介した音響伝搬特性の特徴をまとめている。さらに、実験室及び現場に設置された窓サッシ及びドアパネルを対象に、隙間を介した透過音に関する実測と数値解析を行い、両者の比較によって解析の妥当性を検証している。

また、壁体構造の遮音性能向上に資する応用的検討として、窓サッシおよびドアパネル可動部分の吸音処理の効果について解析及び実験を行い、透過音低減に有効であることを述べている。

第4章では、第2章及び第3章で確認した解析方法を応用し、建築の遮音性能評価のための可聴化シミュレーションシステムの提案を行っている。提案するシステムは、空間的に音源が移動する交通騒音を対象とし、壁体に対する方向別の音響伝搬・透過特性を詳細にシミュレートし、音源の移動に応じて動的に重ね合わせることによって、時々刻々の透過音の印象をシミュレートできるシステムであることを述べている。

第5章では、本論文の内容を総括し、今後の検討課題について述べている。

以上を要約するに、本論文は、各種壁体構造の遮音性能を高精度に予測可能な音響—振動連成解析手法およびその適用方法を提案し、その有効性を示すとともに、遮音の評価に資する可聴化シミュレーションシステムの提案を行うものである。遮音設計及び遮音対策において、開口部に起因する隙間透過音の影響が大であることは従来より指摘されながら、それを定量的に予測する手法は示されてこなかった。本論文は、開口部の影響を含め、壁体の遮音性能を精度よく予測、評価する方法を示しており、建築環境工学の発展に寄与するところが極めて大である。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。