

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 菅原 彬子

本論文は、「パラメトリックスピーカを用いた材料の吸音特性の測定法に関する研究」と題し、強力超音波の非線形性を利用して可聴周波数領域において非常に鋭い指向性を実現するパラメトリックスピーカを音源として、材料の吸音特性を計測する手法を提案するものである。

騒音制御・室内音響設計の観点から、材料の吸音性能の把握は極めて重要である。実験室や現場において、有限の大きさをもつ材料の吸音特性を計測する際、試料端部からの回折波や周囲の境界面からの反射波との干渉の影響を軽減するため、測定周波数に応じた幾何的な制約が必要であった。本論文では、この制約を緩和し、簡便かつ汎用性の高い測定法を実現するために、音源として鋭い指向性を有するパラメトリックスピーカを用いることを提案している。この手法により、音波を材料に局所的に入射し、不要な反射波や回折波の影響を低減することができる。本論文では、非線形性を有するパラメトリックスピーカの音源特性に着目して理論的・実験的検討を行い、材料の吸音特性の計測法および適用条件を示しており、以下に述べる 7 章でその内容をまとめている。

第 1 章では、研究の背景と目的について述べ、本論文の構成を示している。

第 2 章では、本論文に関連する既往研究をまとめている。本論文では、音源として超指向性スピーカを用いることで不要な反射や回折を低減した測定法を提案しているが、ベースとなる測定原理は従来法に従う。そこで本章では、本論文に関連した材料の吸音特性の測定法について既往研究を述べている。また、音源として用いるパラメトリックスピーカの可聴音生成原理である非線形波動方程式の基礎事項および既往研究をまとめている。

第 3 章では、材料の計測にパラメトリックスピーカを用いるための予備検討として、音源の基本性能を把握し適用条件を考察するために行った数値解析お

よび実験について述べている。パラメトリックスピーカを計測に用いる際には、擬音と呼ばれる現象が発生し、計測誤差に大きな影響を及ぼすが、本章では計測精度向上のために擬音の影響を回避する必要があることを、実験的検討によって確認している。

第 4 章では、擬音による計測誤差を低減するために、フォノニック結晶の適用、超音波音源信号の位相反転駆動という 2 つの方法を提案し、その効果を実験的に確認している。

第 5 章では、材料の垂直入射吸音特性を実験室実験および現場実験で計測する方法について検討している。パラメトリックスピーカを音源とした計測に、第 4 章で提案した 2 つの擬音の低減手法を適用することで、試料の端部回折の影響とともに擬音による計測誤差も低減できることを確認し、材料の垂直入射吸音特性の測定精度を定量的に確認することにより提案手法の妥当性を検証している。

第 6 章では、材料の斜入射吸音特性を実験室実験および現場実験で計測する方法について検討している。斜入射吸音特性の計測に音源信号の位相反転駆動を適用する際、超音波音圧を低減する幾何学的範囲を拡大することにより精度よい測定が可能となることを実験的に確認した。その方法を無響室および現場実験での計測に適用し、入射角が大きい場合や音源－試料間距離が離れている場合など、従来の計測法では精度の確保が難しい条件においても、提案手法によれば精度よい計測が可能となることを確認している。

第 7 章では、6 章までに述べた研究成果を取りまとめ、今後の課題と展望について述べている。

以上に述べたように、本論文は、材料の吸音特性の測定法として、超指向性をもつパラメトリックスピーカを音源として用いた新しい測定法を提案するものである。本提案手法は、有限面積試料の端部回折および測定試料以外の境界面からの不要な反射音の影響の回避・低減に有効であることから、材料の吸音特性測定のための一つの有効な手段を与え、建築音響工学の発展に大きく寄与するものである。

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。