



Title	消音器など音響系の音場解析法に関する研究
Author(s)	田中, 俊光
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34961
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・（本籍）	た 田	なか 中	とし 俊	みつ 光
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7 1 6 2	号	
学位授与の日付	昭和 61 年 3 月 18 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
学位論文題目	消音器など音響系の音場解析法に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 林 卓夫			
	(副査)			
	教授	吉信 宏夫	教授 福岡 秀和	教授 瀬口 靖幸
	教授	小倉 敬二		

論文内容の要旨

本研究は、消音器の消音性能設計や車室の低騒音化設計などにおいて重要な課題となっている音場解析問題を、電子計算機を用いて数値解析する方法について検討したもので、少ない入力データの作成手間と短い計算時間で計算できる合理的な音場解析法の開発とその実用化を目的としている。

まず、気流を伴わない 3 次元音場の有限要素解析法をとりあげ、未知状態量としての音圧に対する 3 次元直交座標系における離散マトリックスを導出し、吸音壁を有する 3 次元音場をガラーキン法により有限要素解析する手法を提示した。このマトリックスを用いた大形電子計算機用プログラムを開発して計算を実行し、精度を確かめるとともに、3 次元膨張型消音器の消音性能を計算して 1 次元理論解や 2 次元軸対称解との比較を行ない、これらの理論では対処し得ない 3 次元解析が必要であることを示した。また大形消音器内部の音圧分布を計算し、実測値と計算値とが良く一致することを確認し、3 次元音場有限要素解析の妥当性、有用性を示した。

ついで、気流を伴う 3 次元音場の有限要素解析法をとりあげ、ガラーキン法により、音圧を未知変数とする 3 次元直交座標系における離散マトリックスを導出する手法を提示した。そして、これを用いたプログラムを開発して計算を行ない、理論解と比較することにより計算精度と要素分割粗さとの関係を明らかにするとともに、気流が膨張型消音器の消音量に及ぼす影響を限界周波数を越えた周波数領域にまでわたって数値計算により示した。このプログラムの開発により、気流の媒質流動効果が消音性能に及ぼす影響を含めた 3 次元消音器の消音性能解析が可能となった。

第 3 番目には、2 次元音場の境界要素解析法について検討し、要素内の形状関数として、0 次、1 次、及び 0 次と 1 次とを組み合わせたそれぞれの場合のマトリックス成分の導出法を提示するとともに、異

種媒質からなる音場の解析に有用な手法として領域分割法を提案した。これらの理論に基づくプログラムを作成して数値計算を行ない、各形状関数の組み合わせと計算精度との関係を見出すとともに、領域分割法の妥当性を確かめた。さらに有限要素法と較べて入力データの作成手間や計算時間が大幅に低減できることを確認し、本手法の有用性を明らかにした。

第4番目には、境界要素法により導いた離散方程式を伝達マトリックス形に変換して音場解析を行なう手法を提案した。すなわち、境界要素法により導いた各部分系の離散方程式を伝達方程式に変換した後、これらを合成することにより全体系に対する伝達マトリックスを算出して消音量の解析を行なう方法である。この方法を用いたプログラムを開発して計算を実行し、要素分割の粗さと計算精度との関係を明らかにするとともに、消音性能計算に対して、高効率で高精度な計算能力を持つことを確かめた。この方法により、全体を一領域として解く場合と比較して、大規模音場を小さな計算容量で扱うことが可能となるばかりでなく計算時間の短縮化をはかることができるようになった。

最後に上述の境界要素解法と、伝達マトリックス形境界要素解法との3次元音場問題への拡張をはかり、これまでの理論に従ったプログラムの開発を行なって計算精度を確かめるとともに、実問題としての建設機械の運転室内音場解析と、二葉式容積型圧縮機配管系に設置された大形消音器の消音性能解析に適用し、実運転時の実測値と計算値との比較を行なって両者の一致性を確認した。

以上、本研究によって、複雑な形状を有する音場やいくつかの異なった吸音率を持つ境界面から構成された音場、さらにはその内部に気流が存在する音場の音圧応答解析を容易に行なうことが可能となり、消音器の消音性能解析問題や、あるいは車室や運転室内の音場問題を解明するための有効な道具を提供することができるようになった。

論文の審査結果の要旨

本論文は、消音器の消音性能設計や車室の低騒音化設計などで重要な音場解析を、電子計算機を用いて行う方法について研究したものである。

著者は先ず、第2章で、吸音壁を有する場合のように、エネルギー吸収を伴う3次元音場を取り扱い、ガラーキン法により、有限要素解析する手法を提示した。これを用いて、3次元膨張形消音器の消音性能を計算し、従来の1次元あるいは2次元の軸対称理論と比較して、3次元解析の必要であることを示した。また、大型消音器内部の音圧分布を計算し、実働時の実測値とよく一致することを確認している。

第3章では、気流を伴う3次元音場を取り扱い、その基礎式を導いた後ガラーキン法を適用し、有限要素解析する方法を提案している。また、この手法を用い、膨張形消音器の消音量に及ぼす気流の影響を明らかにしている。

第4章では、2次元音場の境界要素法による解析法について述べている。境界要素内の形状関数としては、音圧、粒子速度をそれぞれ0次または1次関数とした場合の離散化マトリックスの導出方法を示し、異種媒質から成る音場の解析に有効な領域分割法を提案している。これによって、有限要素法に比

べて、計算時間が大幅に軽減できることを確認している。

第5章では、2次元音場の伝達マトリックス形解法を提案している。すなわち、消音量の解析には、消音器出入口間の伝達特性が分かれば十分であることに注目し、境界要素法で導いた部分系の離散方程式を伝達方程式に変換して、全体系の消音量の解析を行う方法を提案した。これにより、大規模音場を小さな計算機容量で扱うことが可能になった。

第6章では、上記の方法を3次元音場問題解析へ拡張する手法を示している。この手法を用いて、建設機械の運転室内音場、あるいは、二葉式容積型圧縮器配管系に設置された大型消音器の消音量を解析し、実測値と計算値がよく一致することを確認している。

以上のように、本研究は、公害問題等で重要な課題となっている機械の騒音、およびその消音手法の解析について重要な指針を与えるものであり、学位論文として十分価値あるものと認める。