

氏 名	夏 放 嶋
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 177 号
学位授与の日付	平成 10 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科・専 攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	境界要素法を用いたエンクロージャ内—外連成音場の 3 次元解析 とその制音に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 山 本 鎮 男 教 授 大 住 晃 教 授 中 西 博 教 授 中 岡 明 助教授 曾 根 彰

論 文 内 容 の 要 旨

機械から発生した音波は、エンクロージャ内部空間に放射されたのち、エンクロージャの壁厚を透過して大気に放出されるものと、エンクロージャの開口部から大気に放出されるものがある。両者によって大気に放出された音波は合成されて大気に伝播して騒音を惹起する。

今までに、この種の研究として田中章三〔1994 年、論文題目“境界要素法を用いた機械の低騒音化機構の解析に関する研究”、博士（工学）〕の研究があるが、この研究は 2 次元の解析によって行われたものであり、現実の 3 次元音場の状況を定量的に把握することはできなかった。

そこで、本研究では、開口部を有するエンクロージャの制音効果を定量的に予測するため、3 次元境界要素法を用いてエンクロージャの内部—外部空間連成音場解析を行った。さらに、エンクロージャ開口部より流出する音波を制御するためにパッシブ制音装置の提案を行い、その有効性を実験と数値解析より明らかにした。

本論文では、以下に述べる 4 章から構成される。

第 1 章は序論であり、本研究の背景、および従来の研究経過を述べ、機械の騒音をエンクロージャで制音する際の現状での課題点を明確にすると共に、本研究の目的を明らかにしている。

第 2 章は、3 次元境界要素法を用いてエンクロージャの内部—外部空間連成音場解析を行った。この解析手法に基づいて数値解析の精度および本解析の妥当性を検討したうえ、機械から発生した騒音が内部空間から開口部を通じて外部空間へ放出する様子を定量的に明らかにした。また、これに伴って、2 次元と 3 次元解析結果の比較を行い両者の違いを明らかにした。

第 3 章では、第 2 章で確立した解析手法によってエンクロージャの内部—外部音場の挙動を明らかにすることができたので、本章では開口部から放出される音波を制御するパッシブ制音装置を考案した。開口部を有するエンクロージャに対し、騒音低減のための遮音性能と、排熱のための通気性能との両立が求められる。このパッシブ制音装置は加工が容易であるとともに、メンテナンスが容易であることが要求される。ここで提案したパッシブ制音装置はエンクロージャ開口部周辺に、吸音ボックスを設けて、吸音ボックス内の気柱の共振に伴った位相の反転に伴った制音効果とこのボックス内壁に貼布した織物によって騒音吸収を計ったものである。模型実験とシミュレーションを行い、この装置によって所定の制音効果が得られることを確認した。

第 4 章は、本論文の結論であり、各章で得られた結果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、エンクロージャ空間より発生した音波がエンクロージャ内部空間で乱反射して、開口部より大気に放出される過程を3次元境界要素法で解析する手法を導出している。

1994年同研究室の博士後期学生が2次元の境界要素法で同じ問題を解析して、これによって音場の特性を定性的に把握している。本論文では、音場の特性を定量的に把握するために、これを3次元で解析できるように拡張している。

2次元と3次元では、音場特性は定性的には相似であるが、定量的には両者の間にはかなり大きな差があり、今回この差を明らかにすることができた。

2次元から3次元へと次元が増えて生じる数値処理のむずかしさを解決するために導入された手法に獨創性があり、学問的に評価することができる。

次に、このような音場の特性が明らかとなったので、エンクロージャ開口部より放出する音波を制御して、制音をはかる手法を提案している。

提案された制音装置は、分岐管共振の原理を開口部周辺に設けた吸音ボックスに応用したもので、メンテナンスを主体として考案されたものである。この制音装置は周波数軸上離散的であるが、有効であることが実験的に証明されている。

以上により本論文は、学術性と実用性の両面を備えていると判断した。

本学位論文作成の基礎となった発表論文

- (1) 夏 放鳴、山本鎮男、曾根 彰、増田 新、田中彰三、境界要素法を用いたエンクロージャの内部-外部空間連成系の3次元音場解析、日本機械学会論文集(C)、64巻、621号、pp.1634-1641、1998
- (2) 夏 放鳴、山本鎮男、曾根 彰、増田 新、田中彰三、田中浩彦、エンクロージャ内-外空間が連成した音場のパッシブ制音、日本機械学会論文集(C)、64巻、627号、pp.4248-4255、1998