

平成 29 年 8 月 2 日

埼玉工業大学大学院工学研究科長殿

学位論文審査委員会

主 査 趙 希 禄



副 査 小 西 克 享



副 査 福 島 祥 夫



副 査 皆 川 佳 祐



副 査 高 坂 祐 顕



学位（博士）論文及び最終試験の審査結果について（報告）

専攻名：博士後期課程 システム工学 専攻

学籍番号：1421002

院生氏名：胡 月

論文題目：空気の粘性減衰がコーンスピーカの振動と
音響特性に及ぼす影響に関する研究

上記の学位（博士）論文について、平成 29 年 8 月 2 日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨 *別添の通り

2 審査意見：

本論文は、最近注目されている高品質なコーンスピーカの研究開発のために新たな数値解析と検証技術を開発することを研究目的とする。まず、空気の粘性減衰を考慮した振動と音響の連成解析法を独自に提案して、節点変位を共通な未知数として、振動と音響を含んだ系全体の運動方程式が得られて、従来の音響解析では解決できなかった空気の粘性減衰効果を考慮した振動と音響の強連成解析問題が解決できた。さらに、コーンスピーカの開発にとって重要な設計要因であるコーンやエッジなどの部品が音響特性に及ぼす影響を解明するため、独自に開発した振動と音響の強連成解析プログラムを使い、コーンスピーカの振動と音響の連成問題を解析して、従来のコーンスピーカ設計では解明できていなかったコーンの特性やエッジ特性などによるコーンの変位振幅の特性の挙動への影響や、

スピーカのボイスコイル周りの空気の挙動などの問題が解決できた。最後に、コーンスピーカのコーンとエッジの材料の最適設計と、コーン形状の最適設計を行い、コーンスピーカの音圧周波数特性の平坦化が実現できた。したがって、本論文は今後のコーンスピーカの研究開発と技術発展に寄与するものがあり、学術面にとどまらず、応用的価値を有するものと認められ、また論文の最終審査および口頭試問により、本人は当該分野に関する学力も博士（工学）の学位に相応しいものであることを確認し、本審査委員会は本論文を博士（工学）の学位論文として合格と判定した。

3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学

学術

4 学位を授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

① 学位論文及び最終試験の判定

合格

不合格

2) 意見

本審査委員会は博士後期課程システム工学専攻 1421002 胡月から申請がなされた論文「空気の粘性減衰がコーンスピーカの振動と音響特性に及ぼす影響に関する研究」について、厳正な審査を行い、全員一致で学位論文および最終審査を合格と判定し、胡月に博士（工学）学位を授与することが適当であるとの結論に達した。

平成 29 年 8 月 3 日
埼玉工業大学大学院工学研究科博士後期課程

学位（博士）論文要旨

所属・氏名	専攻名	学籍番号	氏名
	システム工学専攻	1421002	胡月
研究指導教員名	システム工学専攻	趙希祿	(印)
研究指導補助教員名	工学専攻		(印)
論文題目	空気の粘性減衰がコーンスピーカの振動と音響特性に及ぼす影響に関する研究		

要旨の内容

本論文では、「空気の粘性減衰がコーンスピーカの振動と音響特性に及ぼす影響に関する研究」を題にして、以下の7章からなる。

第一章は序論であり、本研究の背景を述べ、コーンスピーカの振動と音響特性に関する従来の研究成果を概説し、また空気の粘性減衰による影響の重要性と従来の研究成果をまとめ、本研究の研究目的と研究内容を述べた。

第二章では、本研究第一歩として、コーンスピーカの研究開発問題を取り扱い、コーンスピーカの構成と基本特性について述べて、コーンスピーカの計測実験システムの確立を中心とし、インパルスハンマ及びインパルス信号による加振実験を行い、スピーカの音圧周波数特性を評価することができた。また、コーンの形状の影響を検討するため、コーンの代表的形状として、パラボリックコーンスピーカ、ストレートコーンスピーカとパラカーブトコーンスピーカを用いて、3種類のコーンの音圧周波数特性の測定し、その音響特性の変化が確認できた。

第三章では、空気の粘性減衰を考慮した振動と音響の連成解析法を開発するため、節点変位を共通な未知数として、振動と音響を含んだ系全体の運動方程式が得られた。なお、構造と音場の未知数は節点変位となっており、要素間で共通な節点に作用する力の合力を求めることで、直接に計算する周波数範囲すべての節点変位と要素圧力が計算でき、変位と圧力の周波数応答特性グラフが得られるようになった。

第四章では、コーンやエッジなどの部品が音響特性に及ぼす影響を解明するため、独自に開発した空気の粘性減衰を考慮した振動と音響の連成解析プログラムを使い、コー

ンスピーカの振動と音響の連成問題を解析して、従来の音響解析では解決できなかった空気の粘性減衰効果を考慮したコーンスピーカの振動と音響の連成解析問題が解決できた。また、本解析結果を計測実験の結果と比較して、よく一致した結果を得ることが判った。

第五章では、独自に開発した空気の粘性減衰効果を考慮したコーンスピーカの振動と音響の連成解析プログラムを用い、コーンスピーカの周波数応答特性を解析して、スピーカのボイスコイル周りの空気の挙動について、従来の解析で確認できなかった空気の動く方向をはっきり確認することができた。さらに本章の解析により、コーンスピーカの設計にとって重要なファクターであるコーンの特性やエッジ特性などによるコーンの変位振幅の特性の挙動への影響が明らかになった。

第六章では、まず、コーンスピーカのコーンとエッジの材料の最適設計を行い、コーンとエッジのヤング率と密度を設計変数とし、最適なコーンとエッジの物性を求め、得られた最適解はコーンの分割振動で生じるピークやディップなどを抑え、振動特性の平坦化が実現できた。さらに、スピーカの重要部品であるコーンの形状の最適設計を行い、その音圧周波数特性の平坦化が実現できた。

第七章では、本研究から得られた結論をまとめた。