

ヘルムホルツ共鳴器列の特性制御システムの開発

工学研究科建築学専攻 寺尾研究室 200770150 服部康章

研究概要： 空気調和・換気系ダクトにおいて、吸音材をはじめとする多孔質材料を用いた騒音低減手法では低周波数域の騒音に対応できない。そこで、本研究では低周波数領域の制御性、挿入箇所の自由度、耐候性、また管路抵抗が小さいなどの優れた性質を持つ、ヘルムホルツ共鳴器を用いた手法を新たに開発し、騒音低減を図る。

研究目的： 概要で述べた共鳴器の音響特性制御システムに必要な共鳴器内シリンダー・ステップモータ機構を用いた容積制御による共鳴周波数調整機能、渦巻きバネによる共鳴の鋭さ調整機能および絞り機構を用いた開口面積制御機構による音響消散率調整機能を有する共鳴器チューナーの試作と、4 マイクロホン手法による透過波スペクトルの分離検出および目標スペクトルに対応する共鳴器パラメータ調整自動化コンピュータプログラムの開発を行い、実験によりそれらの有効性について調べる。

研究成果： 写真1に試作した共鳴器チューナーの写真を示す。共鳴器シリンダ内のピストンをステップモータにより上下させることで、容積を可変制御する。写真2にはチューナーネック部の可変機構について示す。絞り機構と渦巻きバネを用い、ネックの開口面積と挿入した渦巻きバネのバネ板間隔をそれぞれのステップモータで写真のように調整する。図1には試作した共鳴器チューナーの調整と透過波スペクトルや消散率を計測するプログラム使用時の画面を示す。

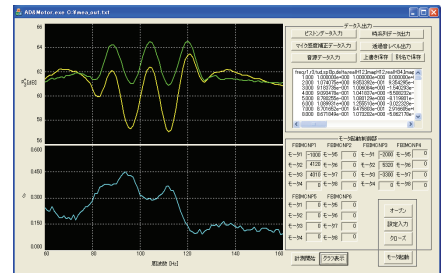
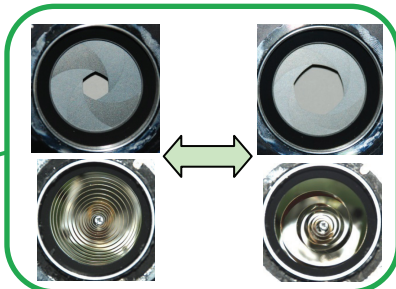


写真1 調整用チューナー

写真2 ネック部の可変機構

図1 計測・調整プログラム

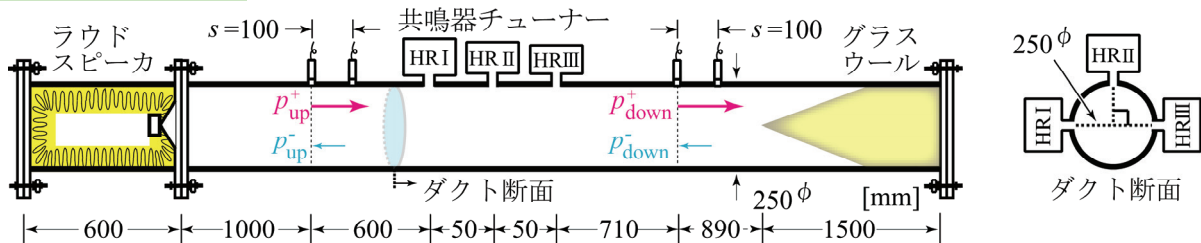


図2 実験装置

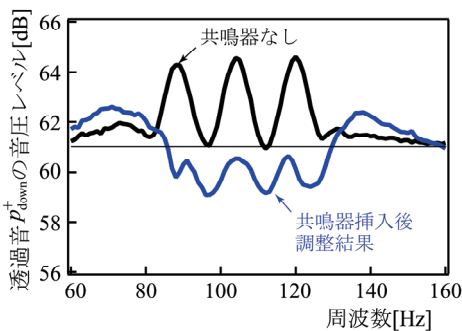


図3 実験結果

開発した共鳴器チューナー3台と計測・調整プログラムを用い、システムの制御性について実験を行う。図2にその実験装置を示す。共鳴器チューナーはダクト軸方向に50mm、ダクト断面方向に角度を90°変えて配置する。ダクトの終端はチューナーの基礎的性質を調べるため無反射条件に近い低反射端とした。図3にその結果を示す。共鳴器を挿入しないときの透過波スペクトルの90, 105, 120Hzのピーク値を低減させることを目標とする。最終的にそれぞれの共鳴器チューナーの共鳴周波数と消散率を調整することで、目標とする周波数の透過音レベルを61dB以下に低減させることができた。

まとめ： ダクト系におけるヘルムホルツ共鳴器音響特性の最適化調整に必要な共鳴器チューナーを試作した。とくに抵抗制御機能および開口面積可変機構を組み込んだ共鳴器チューナーの性能は共鳴の鋭さと消散率調整に実用上十分な可変範囲を持つことを確認した。また、透過波スペクトル計測および共鳴器パラメータ調整コンピュータプログラムを開発し、共鳴器チューナー3台を用いた試行実験において調整作業自動化の主要ルーチンの実装を達成した。

感想： プログラム開発や実験において、ある程度「こうなるだろう」と予測をたてて取り組むことが重要となりますが、予測外の結果が得られた時なぜそうなったかという原因の追究に苦労しました。