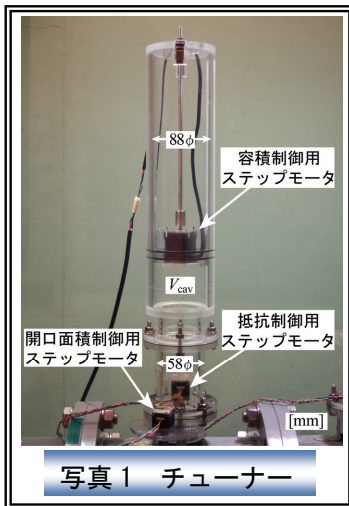


通気ダクト系騒音低減用共鳴器のチューニング装置に関する研究

工学研究科建築学専攻 寺尾研究室 200970102 鈴木誠人

研究概要： 空気調和ダクト系低周波数域の騒音制御手段としてヘルムホルツ共鳴器は優れた性質を持つが、一般技術者にはそのパラメータ調整が困難であり活用されていない。そこで、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： 専門知識を持たない一般技術者でも共鳴器パラメータの調整を可能とする共鳴器チューナーおよび自動化コンピュータプログラムからなる共鳴器チューニング装置の開発を行い実験および数値解析によりその有効性を確認する。また、共鳴器を導入しない場合に比べ、透過音は共鳴周波数では大きく低減するものの、その高低両側で逆に増大する現象が生じる。この現象について、物理実験および三次元境界要素法数値解析により調べる。



研究成果： 開発した共鳴器チューナー（写真1）を図1に示すダクトに取付け制御実験を行う。ここでは透過音スペクトルの卓越ピークの6つをとりあげ、その低減を目的とした。チューニング作業における試行錯誤過程を省略するため、チューニング制御用音圧観測において副次的に得られるダクト内音圧分布を用い、共鳴器の効果が最も大きくなる音響インピーダンス最大位置に共鳴器チューナーi, ii, iii, iv, v および vi を設置し騒音制御実験を行った。抵抗制御前の数値解析結果および実験結果を図2 および図3に示す。低減目標とした周波数では大きく透過音が低減したもののその周辺周波数で逆に増大する副作用が生じた。図4に94Hz付近の音響インピーダンスの虚部である音響リアクタンスについて調べた結果を示す。副作用が生じた88Hz および101Hzにおいてはポート3と共鳴器開口の音響リアクタンス X_3 と X_{HR} の和が0すなわち、音圧反射率の位相 $\angle r_2 = 0$ （図5）となり副作用が生じることがわかった。図3に副作用を抑えるため抵抗制御を行った結果を青で示す。これにより副作用が抑えられ透過音の平滑化が確認できる。

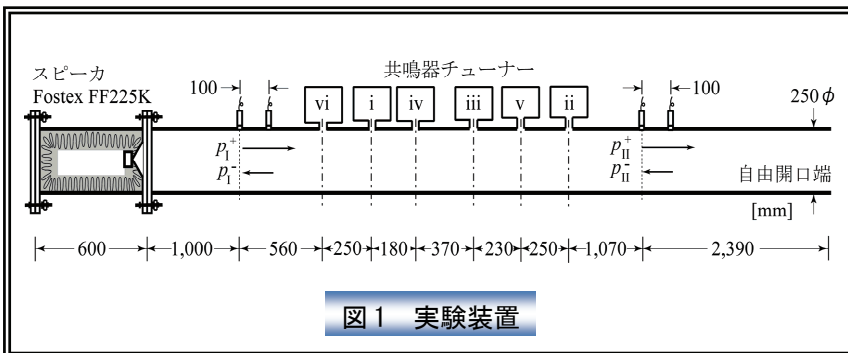


図1 実験装置

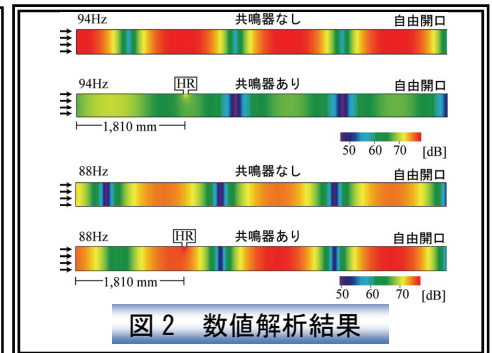


図2 数値解析結果

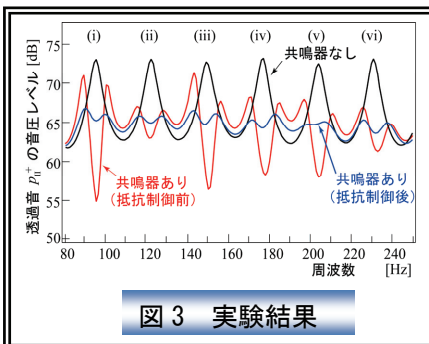


図3 実験結果

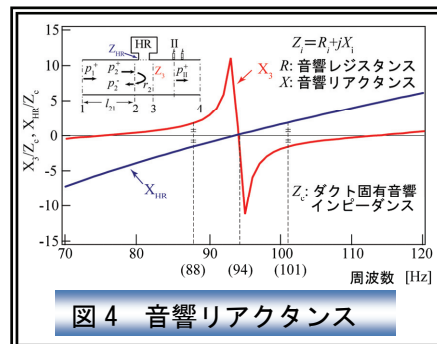


図4 音響リアクタンス

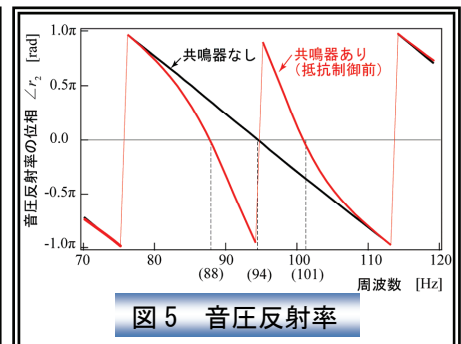


図5 音圧反射率

まとめ： 一般技術者の共鳴器利用を容易にするため共鳴器チューニング（共鳴器容積，共鳴器抵抗，ネック開口面積調整機能）装置を開発した。その有効性について物理実験を行い透過音制御が難しい反射性ダクトにおいて実用上十分な調整範囲を持つことを確認した。副作用現象について理論，物理実験および三次元境界要素法により調べた結果，共鳴器取付位置ダクトの音響リアクタンスと共鳴器開口のそれとの和が0，すなわち，音圧反射率の位相が0となることが原因であることがわかった。また，その対策として共鳴器抵抗による共鳴の鋭さの調整が有効であることを示した。