

研究概要報告書

資料 - 6

(1/2)

研究題目	消音器内部空間の共鳴音による気流速度乱れ成分の選択増幅と気流音の卓越化現象	報告書作成者	小嶋 直哉
研究従事者	小嶋 直哉          和泉 晴夫		
研究目的	<p>自動車騒音のうちの一つである排気系の騒音を低減するためには、消音器を取り付けることが有効な方法である。しかし、近年のエンジンの高速度化・高出力化に伴い、消音器内部での流速が70m/s以上と非常に高速となる場合がある。消音器がこのような高速気流を伴う場合、消音器開口部から気流騒音が発生し、その結果として期待される消音効果を得ることが困難となってしまう。従って、消音器を設計する際には単に音響理論に基づく消音特性を対象とするのではなく、気流音の発生についても考慮しなくてはならない。このためには気流音の発生現象を調査するとともに、その発生状況及び発生条件を明確にする必要がある。</p> <p>消音器の気流音について、特定の条件において気流音が急に増大するいわゆる気流音の卓越化現象が発生することがわかった。この現象は噴流が直管に衝突するときの気流音の発生特性と類似している。しかし、これらの報告では気流速度が低速域での実験がほとんどであり主に流体力学的観点からの解析が進められている。しかし実際の消音器においては、噴流-空洞-直管系における空間の音響特性と流体力学特性とを結びつけて考察することが極めて重要であると考えられる。また流速が高速域において、気流音の卓越化が発生する原因として考えられる音から流れへのフィードバック現象の発生について検討する必要がある。</p> <p>本研究の目的としては、まず気流音の卓越化の発生特性と消音器の寸法との関連について調査し、気流音と空洞内の速度変動との関係を明らかにする。さらに卓越化の発生原因であるフィードバック現象を確認し、この発生原因を解明することにより、気流音の発生を抑えた消音器を設計する際の指針を明らかにする。</p>		

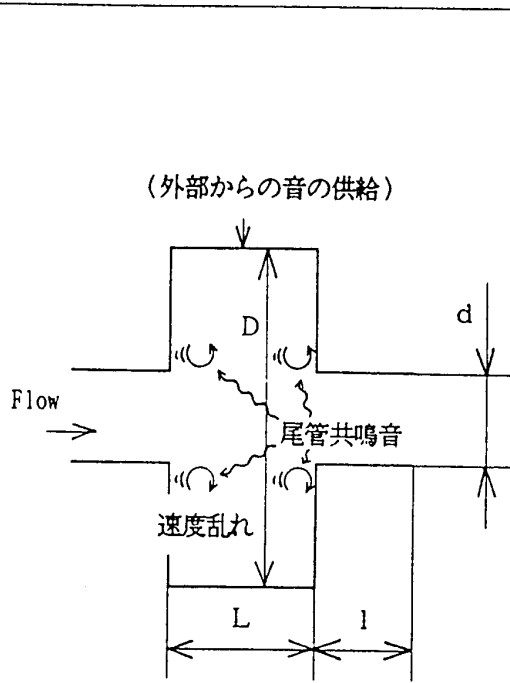
## 研究内容

本研究では、代表的な消音器の形状として単純空洞型消音器(付図1)から発生する気流音について実験を行った。消音器に流速45m/sの定常気流を導入し、消音器の空洞長 $L$ を0mmから徐々に増加させた場合、ある特定の条件において、消音器から発生する気流音の音圧レベルが急激に増大する現象が現れる。この現象は、 $L/d < 3$ の比較的空洞長の短い範囲で起こっており、気流音の卓越化と定義する。

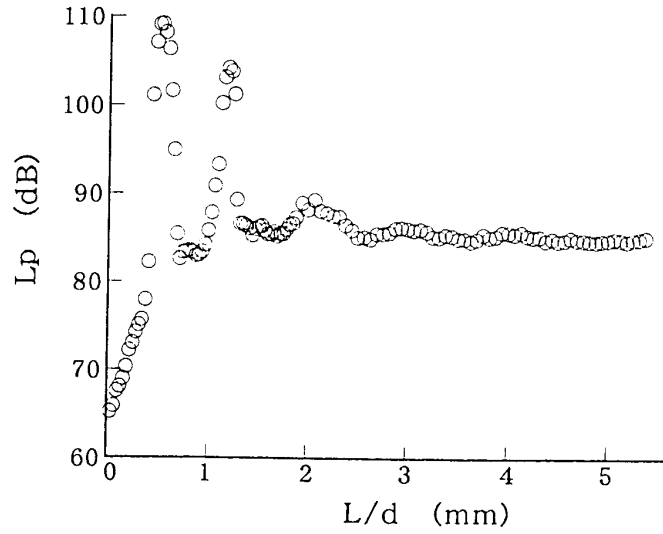
まずこの気流音の発生状態について調査した。消音器の空洞長を変化させた場合について、消音器から発生する騒音を付図2に示す。空洞長が短い範囲で騒音からの放射音の音圧レベルが急激に増大しており、いわゆる気流音の卓越化が発生していることが確認できる。ここで気流音の周波数特性を解析し、その結果を付図3に示す。図より、気流音の中で最も高い音圧レベルを占めるピークは尾管共鳴音周波数と一致し、そこで次に、この尾管共鳴音によるピークの音圧レベルとその周波数の変化を調査した。その結果を付図4に示す。空洞長が長くなるに従って、周波数が一定の規則に沿って降下し、降下している途中で音圧レベルが最大になる。この現象は図において3回確認できる。一方、気流音の卓越化が発生しているとき、3種類の空洞長を持つ消音器において空洞内で測定した速度変動の周波数特性を付図5に示す。図より、 $L/d$ が0.52及び1.24の消音器においては速度変動に顕著なピークが見られる。この原因としては、空洞内で一定周波数を持つ渦輪が発生していることが推測できる。この渦輪の確認と渦輪の位相差についても検討した。しかし、この渦輪の周波数は尾管共鳴周波数に近く、尾管共鳴と強く関係していることが推測できる。

ここで音から流れへの帰還作用(フィードバック)が考えられる。つまり、空洞内の気流により、尾管共鳴音が誘起され、この音が空洞入口の噴流剪断層を刺激し、尾管共鳴周波数と同じ周波数の渦輪を強く励起し、この渦輪が空洞内を移動して尾管入口部に衝突することにより、尾管共鳴音をさらに増幅させ、増幅された尾管共鳴音は空洞入口部の噴流剪断層に影響を与えるという、音から流れへの帰還作用が発生していると考えられる。

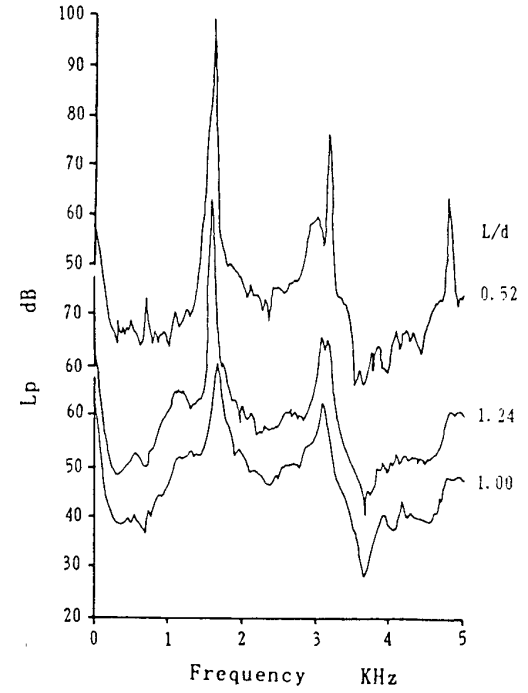
このフィードバック現象の解明のために、消音器空洞内部にスピーカにより音を強制入力し、この時の空洞内部での速度変動についての調査を行った。この結果を付図6に示す。図において音を入力していない場合には顕著なピークは発生しておらず、音を入力することにより顕著なピークが現れ、これは気流音の卓越化が発生しているときと同様の特性を持つことがわかる。また、気流音の卓越化が発生しているときと音で強制加振するときの空洞内の速度変動のコンターマップを付図7に示す。ここでも両者がほぼ同じ分布であることがわかる。音を空洞内に入力することにより気流音の卓越化が発生している場合と、同じ特性を持つことが言える。空洞内に音で加振する事により、気流音の卓越化が発生するときの音から流れへの帰還作用を確認することができたと言える。



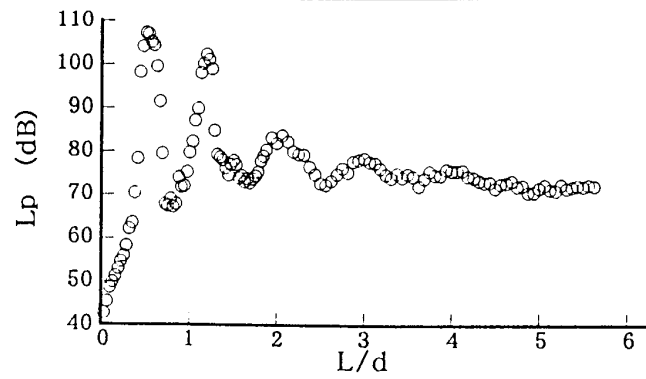
付図1 供試消音器形状と尾管共鳴音の卓越化現象



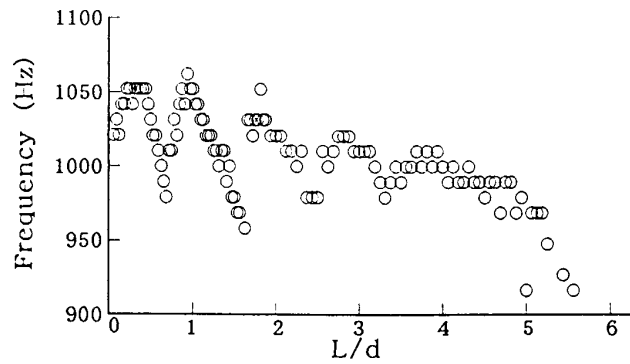
付図2 空胴長が変化する場合の消音器から発生する気流音のオーバーオール値



付図3 3種類の空胴長での消音器から発生する気流音のスペクトル

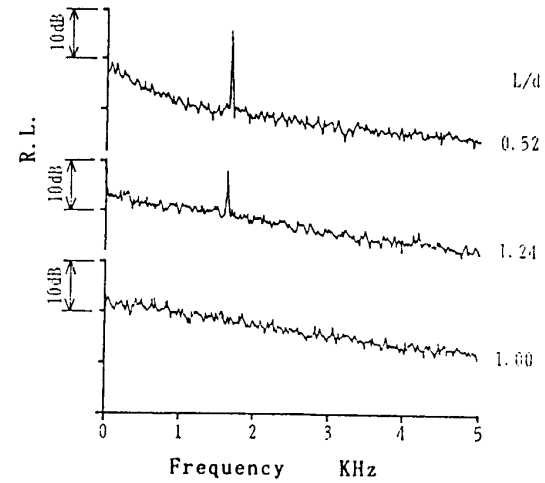


(a) 空胴長の変化が音圧レベルの変化に与える影響

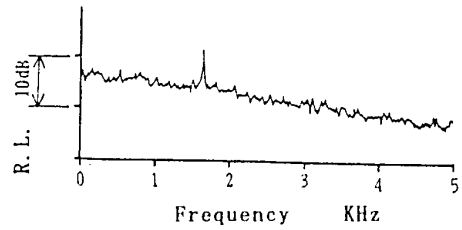


(b) 空胴長の変化が周波数の変化に与える影響

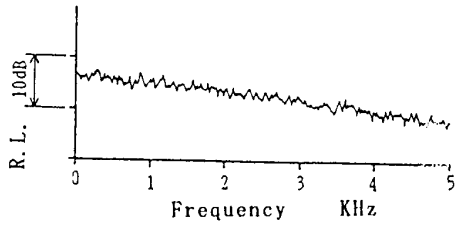
付図4 消音器から発生する尾管共鳴音の音圧レベルと一次成分周波数の変化



付図5 3種類の空胴長において卓越化発生時の消音器空胴内部での速度変動の周波数特性

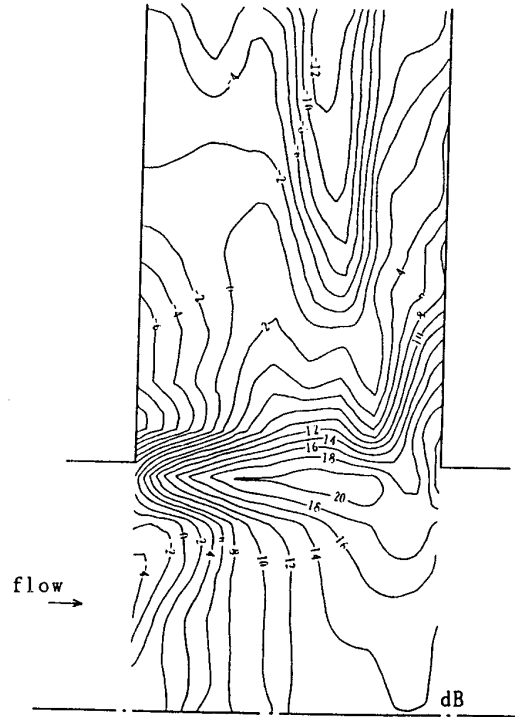


(a) 音入力あり  
入力周波数 1580Hz

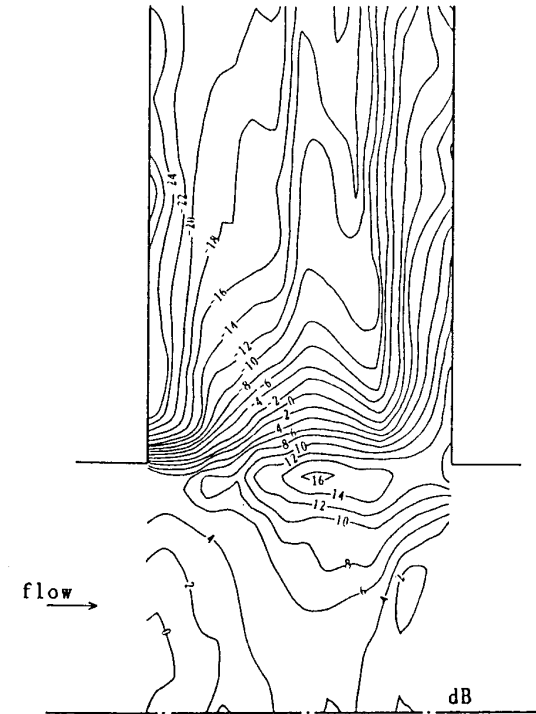


(b) 音入力なし

付図6 空胴内に音を入力した場合と  
入力しない場合の速度変動の周波数特性  
尾管長  $l=95\text{mm}$



(a) 卓越化発生時



(b) 音入力時  
入力周波数 1580Hz

付図7 消音器空胴内部の速度変動レベルの分布  
(1580Hz成分)  
尾管長  $l=95\text{mm}$

(注：フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に使用下さい)