

機械構造システム 工学専攻		紹介教官氏名	蒔田 秀治教授
申請者氏名	飯田 明由		

論文要旨(博士)

論文題目	乱流後流の空間相関長を用いた空力音スペクトルの予測
------	---------------------------

(要旨 1,200字程度)

産業界では、フロンや各種の薬品の取り扱いはじめ、環境と調和の取れた技術開発を進めていくことが求められている。騒音問題も環境問題の主要なテーマであり、高速車両から発生する空力騒音の低減はその一例である。他にも空調機、コンピュータ等多くの流体関連機器において、空力騒音の低減が望まれている。従来、空力騒音の低減技術は経験則に基づくものが中心であり、各製品毎の技術課題として個別対応によって騒音を低減してきた。しかし、そのような対応は限界に近づき、ブレークスルーが必要となっている。

そこで、本研究では、一様流中に置かれた円柱から発生する空力音の性質を実験的に調べ、空力音の予測及び低減方法について検討した。

まず初めに、Curle の理論に基づき、円柱表面の圧力変動と空力音の関係について考察を行った。ここでは、円柱から発生する空力音が、円柱スパン方向の構造に依存すると考え、円柱表面の圧力変動のスパン方向の空間相関長を用いて、空力音スペクトルを予測する方法を提案した。特に、本提案方法は乱流場の渦の構造性を考慮し、従来、定数として扱われていた空間相関長を表面圧力変動のコヒーレンスを用いて周波数領域に拡張したことに特徴がある。これにより、空力音スペクトルの予測が可能になるとともに、大規模な渦から空力音が発生することが明らかになり、渦スケールの違いが空力音の発生に寄与していることを示した。

提唱する予測手法をレイノルズ数  $10^4 \sim 10^5$  の場合に適用した結果、空力音の予測値はカルマン渦の5倍程度の周波数まで測定値とよく一致し、予測方法の有効性が確認された。

次に、本研究で提案した相関長のレイノルズ数依存性について検討した。一様等方性乱流場の理論を拡張し、円柱スパン方向のコヒーレンスが正規関数で近似できることを実験的に示し、さらにこの結果を用いて、相関長がレイノルズ数の平方根に逆比例することを明らかにした。また、相関長と剥離せん断層の不安定波の関係について考察し、相関長は不安定波と同じように、剥離境界層の運動量厚さと密接に関連のあることを示した。

最後に、表面圧力変動と流れ場（特に渦度）の関係を明らかにするため、円柱後流の渦度及び静圧変動と空力音の相関計測を行った。その結果、後流中の渦度を表面圧力変動を引き起こす源、すなわち空力音源と考えた場合、音源が  $X/D=1.5 \sim 2.0$ 、 $Y/D=\pm 0.4$  付近に局在することが明らかとなった。このことから空力音の発生には、剥離せん断層が大きな役割を果たしていることが定量的に明らかになるとともに、剥離せん断層を厚くして、せん断強度を抑制することにより、空力音を低減することができることがわかった。また、静圧変動計測による空力音源の探査手法を提案し、渦度測定との比較から、その有効性を確認した。静圧変動計測は渦度と比較して、容易であり、校正も簡単なことから野外での実験や製品開発現場において有効である。