

NACA0018翼から発生する離散周波数騒音に 関する流体力学的研究

中 野 朋 則*

Investigation on Flow Around NACA0018 Airfoil and the Tonal Noise Mechanism

by Tomonori NAKANO

騒音環境の改善は大きな社会的問題であるが、そのうち流体力学的原因によって発生する騒音（流体騒音）の低減が、最近話題になっている。このような流体騒音は、その発生メカニズムが十分に明らかにされていないことから、その改善策についての検討がしにくいのが現状である。このことを踏まえて、本研究では、風車、送風機などの流体機械にしばしば使われる代表的翼型であるNACA0018翼の騒音発生機構とその周りの流れ構造を明らかにすることを目的として実験的研究を行った。

本論文は、第1章：緒言、第2章：NACA0018翼の流れと騒音特性、第3章：離散周波数騒音の測定と周期的流れ構造の解明、第4章：液晶膜を用いたせん断応力計測の風洞実験、そして第5章：結言の計5章から構成されている。

第1章は、本研究の背景である離散周波数騒音の研究の歴史について纏めたものである。これまでに行われた離散周波数騒音研究は、騒音計測と定性的流れの可視化研究が多く、流れ場に関する定量情報に基づいて評価された結果は、わずかであることを述べた。さらに、本研究における非接触定量計測法としての粒子画像流速計測法（PIV）と液晶によるせん断応力計測法についての一般的知見について示した。最後に、本研究の目的と論文構成が記されている。

第2章は、NACA0018翼周りの流れ場と騒音特性について纏めた結果である。まず、実験に使用した低騒音風洞、速度計測法としてのPIV技術、せん断応力液晶法による表面流れの可視化法について詳しく説明した。続いて、NACA0018翼から発生する騒音レベル、スペクトル、圧力分布、はく離、再付着点、平均速度分布、変動速度分布についての詳細な計測結果を示した。これらの実験結果によると、NACA0018の騒音特性は、迎角 6° 付近で強い離散周波数騒音が発生し、その周波数は2.2 kHz付近であることが示された。一方、そのときの流れ場は、層流境界層の形成とはく離、再付着、そして乱流境界層の発達を伴う複雑な流れ場であり、特に 6° では翼圧力側の後縁付近まで層流境界層が発達し、その後流に周期的な渦放出流れが形成されることを示した。このような周期的流れの発生は、圧力面の後縁付近から発生すること、また、その発生周波数は離散流派数騒音のそれと良く一致することを明らかにした。

第3章では、前章で示したNACA0018翼後流に形成される周期的渦構造と離散周波数騒音の関係を、騒音と速度の相関係数を新たに計測することで詳しい検討を行った。実験結果によると、騒音と速度の相関係数の分布は、迎角 6° のとき、翼圧力面側に周期的渦構造が形成されることを見出した。この構

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 (株)ミツバ

[新潟大学博士 (工学) 平成18年9月授与]

造の発生位置では、騒音と速度変動の強い相関を示しており、NACA0018 翼の圧力面側からの騒音発生を意味するものである。以上の結果から、離散周波数騒音の発生機構は、圧力面に沿うはく離境界層の不安定波が下流方向に成長する際に、フィードバック機構によって擾乱が周期的渦構造に増幅し、周期的騒音を発生すること、ならびに騒音の発生位置は翼圧力面側の後縁付近であると考えた。

第 4 章は、せん断応力液晶を用いた表面流れの可視化法を定量計測法へ拡張することを目的とした研究である。すなわち、二次元ポアゼイユ流れを用いて、既知のせん断応力と液晶の示す色彩変化の関係

を校正し、また、ステレオカメラ法を適用することで、せん断応力の方向と大きさを決定した。なお、この方法は、任意曲面上のせん断応力を計測することが可能である点が有効でもある。計測例として、平板上円柱周りの非定常流、平板乱流境界層、NACA0018 翼表面流れに適用し、その有効性を示した。

第 5 章は、第 2 章から第 4 章までの研究成果を総括したものである。

終わりに、本研究の遂行ならびに学位論文の執筆に当たり、ご指導とご鞭撻を賜りました藤澤延行教授に深く感謝申し上げます。