

## 6. 騒音計測技術の研究

航空宇宙技術研究所 航空推進研究センター クリーンエンジン技術研究グループ  
石井達哉、長井健一郎、生沼秀司、武田克己

### Research on Noise Measurement Technologies

Tatsuya Ishii, Kenichiro Nagai, Hideshi Oinuma and Katsumi Takeda

National Aerospace Laboratory, Aircraft Propulsion Research Center, Clean & Quiet Engine Group

#### 1. はじめに

エンジン、機体等から発生する空力騒音低減には、音源についての情報(音源位置、周波数、音圧、音響モードなど)を高精度で求めることが必要である。音源の情報は低騒音化対策の指針となるとともに対策にかかる費用と時間を削減するからである。クリーンエンジン技術研究グループは平成13年度から航空安全・環境適合性技術(ASET)研究に参加し、騒音の計測評価技術に関わる研究を担当している。研究ではエンジン内部音響モード計測と放射音源探査を主な課題として取り上げている。音響モード計測では、ジェットエンジンのファン側から発生する音響モードをファンダクト内面に分散させたセンサ群を用いて分離する。放射音源探査では、マイクロホンアレイ法を機体、エンジン、回転翼など様々な試験対象に適用しながら、計測技術と分析精度の向上を図る。本報では、ジェットエンジンの回転音響モード計測とマイクロホンアレイによる放射音源探査を中心として過去1年間の研究活動を紹介する。

#### 2. 研究活動報告

##### 2-1. 音響モード計測用ダクト

当所保有のYJ69ターボジェットエンジンを使った昨年度の予備計測結果を基に、エンジンのファン上流を伝播する回転音響モードとセンサ配置を検討した。その結果、80%回転数を上限とし、軸方向に3列合計64箇所圧力変換器を設置する構造を採用し、計測用ダクトを製作した(図1)。今年度中の試験実施を予定している。

##### 2-2. 小型エンジン付半載模型風洞実験

風洞内に設置する模型から発せられる音源探査を目的とし、模型と共に気流中にマイクロホンアレイを置いて音源探査計測を試みた。図2-1に装置全景を示す。気流音を抑制するために、最大32個の小型マイクロホンを薄板に二次元分布させたマイクロホンアレイを製作し、小型ジェットエンジン(AMT社製Olympus推力190N)付半載翼模型の風洞試験に使用した。多点同時計測と周波数領域法による音源探査コー

ドを組み合わせて、エンジン排気側音源及びエンジン吸入側音源を分析した結果、排気側及び吸気側音源を高い信号雑音比で抽出することができた。音源分析例を図2-2に示す。吸入ダクト近傍にある音源の存在が顕著に捉えられている。なお、本実験は当所風洞技術開発センター及び川崎重工業(株)と協力して大型低速風洞にて実施された。

##### 2-3. ヘリコプタ BVI 騒音風洞実験

緩降下するヘリコプタにおいて、動翼端から出る渦が後から来る動翼と干渉(Blade Vortex Interaction: BVI)することで音が発生する。BVI音発生機構を調べるべく、当所大型低速風洞にて音源探査計測が実施された。図3にBVI音源計測時の装置写真を示す。計測ではヘリコプタ模型の右半分下方に41個の小型マイクロホンを薄板上に分布させた。本実験では二つの異なる計測法が試行された。一つは通常の周波数領域法のための計測であり、動翼を含む平面内の音圧分布の時間平均が得られる。もう一つはBVI音の時間波形の周期性に注目し、ピーク音の時間位置から音源位置を逆算する方法であり、音源位置の移動を追跡することができる。本実験は当所流体科学研究センター、風洞技術開発センター及び三菱重工業(株)との協力のもとで実施された。

##### 2-4. 飛翔体通過音計測

風洞模型の音源探査を移動音源に拡張して三次元空間を移動する飛翔体の各部から出る音を分析するための試みとして、ジェット実験機にマイクロホンアレイ上空を通過させる実験を試みた。実験で用いた機体は、推力8kg級小型ジェットエンジン(Jet Cat社製P-80)を1基搭載し、最高時速250kmで飛行するラジコンジェット機である(図4-1)。同機をマイクロホンアレイの上方2~3mの地点を水平飛行させて、マイクロホンアレイ通過前後の音を同時収録する。音計測のために41個の圧電型マイクロホンで構成される寸法1m×1mのマイクロホンアレイ板を滑走路中央に設置した。アレイ板

よりも上流には水平及び垂直のレーザー光線の格子が存在し、機体がこれらのレーザー光線のいずれかを遮ることを検出する仕組みとなっている(図4-2)。マイクロホンの信号に加えてレーザー格子の信号を解析することで、機体の通過時刻、高度、水平位置及び進入速度を求めることとした。本実験は北海道広尾郡大樹町にある多目的航空公園で、大樹町及びサガミ堂(有)の協力により実施された。

2-5. その他の試験

上記騒音計測試験に加えて、垂直離着陸輸送機(VTOL機)のリフトファンルーバー模型騒音計測(図5)、小型ジェットエンジンを使った騒音能動制御実験を実施している。騒音能動制御法に関しては、小型ジェットエンジンに波形相殺による騒音低減を試みた結果、翼通過成分10dB程度の低減を見た。



図1 YJ69エンジンと音響モード計測用ダクト



図2-1 小型エンジン付半載模型とマイクロホンアレイ (NAL大型低速風洞)

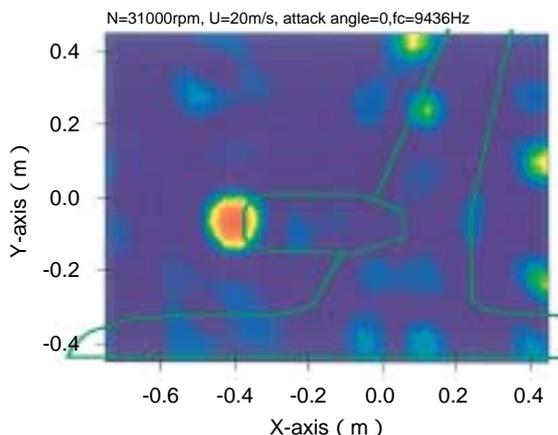


図2-2 音源分析例(エンジン吸入側9440Hz)

3. まとめ

ASET研究の中で騒音計測技術の研究を担当しており、過去1年間の研究活動を概説した。本研究はエンジン騒音にとどまらず、回転翼騒音、機体騒音、各種移動音源など適用範囲が広く、今後の発展が期待される。

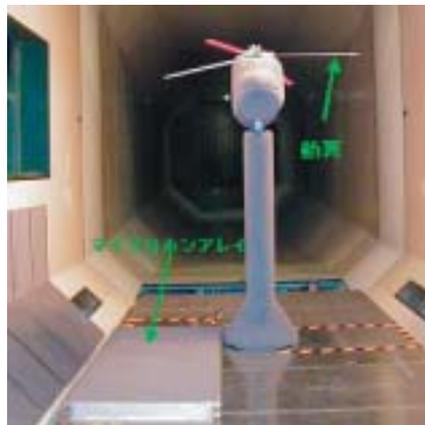


図3 ヘリコプタBVI音源探査計測 (NAL大型低速風洞)



図4-1 ジェット実験機

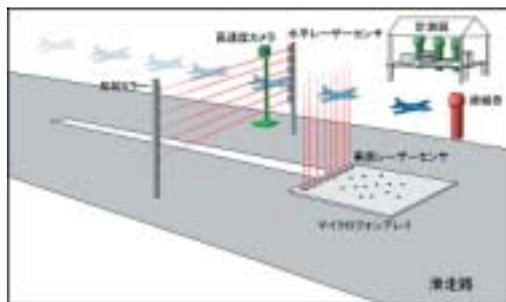


図4-2 実験装置概要(大樹町多目的航空公園)

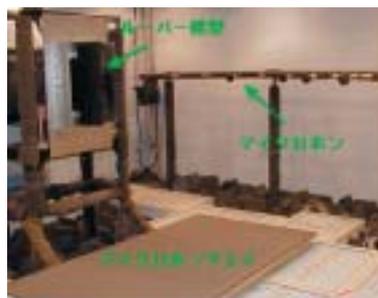


図5 VTOLルーバー模型騒音計測 (NAL無響風洞)