

# 翼型剥離能動制御用電磁アクチュエータアレーの開発

Active Control of Separation around an Airfoil, MEL001-R & D of Electromagnetic Actuator Array

産総研 菊島、阿部、瀬川、吉田、JAXA 西澤

**はじめに** MEL001 を用いた能動制御翼の開発を目的として、本研究では、能動制御に必要な諸条件を抽出し、条件に適したセンサ、アクチュエータの設計・開発を行う。本報告では、能動制御翼の全体像を示すと共に、剥離抑制用に設計・試作した小型軽量電磁アクチュエータの駆動性能について述べる。

**能動制御翼の設計** 剥離等の抑制を目的とした能動制御翼の必要条件として以下の設計指標を設ける。

- 1) 翼重量は、強度を劣化させることなく在来翼と比較して等価以下にする。
- 2) 翼形状の不要な突起箇所を設けない。
- 3) 吹き出し吸い込みを行うアクチュエータの無駄時間を最小とする。
- 4) 組込むセンサ、アクチュエータは小型軽量かつ高性能を維持させる。

上記目標を達成するため、にアルミ製外皮を CFRP (炭素繊維強化プラスチック複合材料) に変更する。アルミニウム (比重  $2.7\text{kg/m}^3$ ) を CFRP (比重  $1.6\text{kg/m}^3$ ) に変更することにより対象翼 (MEL001: 翼玄 300mm、翼長 500mm、肉厚 1mm) の重量は約 400g 軽量化できる。CFRP を使用し試作した翼を図 1 に示す。骨組部分はアルミニウム (肉厚 5mm) で制作しており、骨組間のスペースにセンサ、アクチュエータを組み込む構造とした。図ではセンサに圧電ファイバ、マイクロホンを組み込んでいるが最近の研究成果としてドップラ式光ファイバによる圧力計測が可能であることが明らかとなったので今後は光ファイバ計測に移行する。アクチュエータとしては、電磁式アクチュエータを小型高出力が得られるように改良したものを翼長方向に 12 台 (吐出口間隔 17.5mm) 取り付けしている。

**電磁アクチュエータの開発** CFRP 化することで軽くなった重量をアクチュエータに割り振るとアクチュエータ 1 台の重量は 20g 以下、さらに、吐出流量 100Hz 時 5m/sec 以上、圧縮部内圧 2 気圧 (密閉時) となる電磁型アクチュエータの開発が目標となる。吐出口の間隔は 17.5mm であることから全体の形状を 20mm 程度となるようにした。さらに、往復動させることからシリン

ダ両端が吐出口となるようにしている。

アクチュエータの駆動原理としては、スピーカ、モータ等で採用されているコイル部分を駆動させる方法を採用せず、磁石をピストンとして駆動させる。この方法を採用することでピストン部に電流を供給する必要がなくなる。さらに、吸引、反発を 1 つのコイル内で同時に発生させる機構を採用している。すなわち、両端にコイルを巻き、巻き線方向を反転することにより鉄心代わりに挿入した磁石は左右で吸引、反発両方の力を受け通常の 2 倍の力を発生させることになる。

図 2 に試作・設計した電磁アクチュエータの外観を示す。鉄心代わりに使用した駆動磁石は 9mm × 3mm のネオジウム磁石 2 個、コイルはオーディオアンプとのインピーダンスを合わせるため線径 0.15mm のエナメル線を左右 100 ターンとしている。このアクチュエータを 40Hz の正弦波で駆動させ、吐出口 5mm 上方の吹き出し流量を熱線流速計で計測した一例を図 3 に示す。黒線は両端にダンパを入れたもの、赤線は拘束ゴムにより磁石を中立位置に固定したものであるが両者ともに目標とした流量以上の吐出流量が確認できる。

**まとめ** 小型軽量電磁アクチュエータの試作・開発を行った。在来の電磁方式とは異なる駆動方法を採用することにより目標とした吐出流量の確保が実現できた。今後は、当該アクチュエータと光ファイバセンサを用いた制御システムの開発に着手する。



図 1 CFRP 製軽量能動制御翼外観

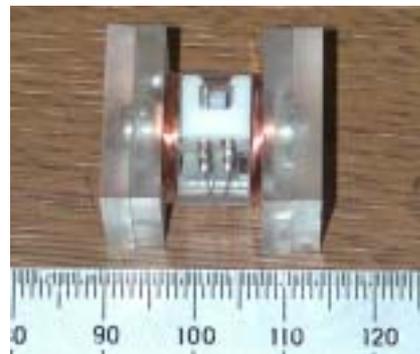


図 2 電磁アクチュエータ外観

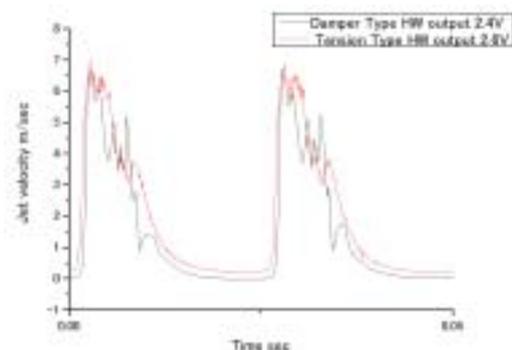


図 3 吐出流量 (40Hz 時)