

剥離能動制御システムの翼模型への適用

Application of active separation control system to a wing model

JAXA 西澤 啓、高木正平、産総研 阿部裕幸、瀬川武彦、吉田博夫

1. はじめに

スマートウィングの構築を目指し、剥離の能動制御システムの研究開発を進めている。前年度は、傾斜板上の剥離流れに対し、順流・逆流を識別する片持ち梁型センサとスピーカを利用した吹き出し・吸い込みアクチュエータを用いて原型制御システムを構築した。今年度は、個別のデバイス開発と並行して、上記センサ、ジェット型アクチュエータ、ならびにパソコンなどの基本要素から構成される制御システムを組み込んだ翼模型を構築し、その基本的特性について検証実験を行った。

2. 実験装置および実験方法

翼模型を Fig.1 に示す。翼型は NACA0015、翼弦長 $c=400\text{mm}$ 、スパン長 $b=300\text{mm}$ である。主流流速は $U_\infty=10\text{m/s}$ 、翼弦長と主流流速に基づくレイノルズ数は $R=2.8 \times 10^5$ である。3 個の小型スピーカ（ 8Ω 、定格 2W ）が前縁部に内蔵され、前縁（ $x/c=0$ ）に設けた微小孔（直径 0.5mm 、 y 方向間隔 10mm ）から吹き出し・吸い込み攪乱を与えることができる。スピーカには正弦波電圧を印加した。翼上面には流れ方向に圧力孔が設けられており、スキャニバルブにより圧力分布を計測した。下面の圧力分布は直接計測できないため、負の迎え角を与えたときの上面側圧力分布を計測し、これを下面側圧力分布とみなした。また、圧力分布を積分し揚力係数 C_L を算出した。剥離による逆流の検出には微細なシリ

コン片のたわみを電圧に変換できる片持ち梁センサ (Cantilever sensor、以下 CS) を使用した。CS は $x/c=0.7$ の位置に設置した。

3. 結果と考察

Fig.2 に制御有り無しにおける圧力分布を比較する。迎え角は $\alpha=19^\circ$ である。アクチュエータ駆動条件は周波数 $f=100\text{Hz}$ 、出力 $V_j=1.9\text{m/s}$ である。ここで、出力 V_j は無風時に攪乱導入孔真上で計測した速度変動の実効値を示す。制御無しの自然状態では明らかに翼上面の圧力分布はフラットで、ほとんど前縁から剥離していることがわかるが、制御有りの場合、前縁付近の圧力が回復し、サクションピークが大きくなる。Fig.3 に制御有り無しにおける CS 出力波形を示す。自然状態では逆流を示す負の電圧となっているが、制御時には乱れが増加するとともに時間平均的に正の出力を示し、逆流が抑制されたことがわかる。Fig.4 に制御有り無しにおける C_L の迎え角依存性を示す。自然状態では $\alpha \approx 15^\circ$ で失速するが、迎え角の増加とともに再び C_L が増加する。また、失速時の揚力係数がよく知られた二次元翼のものに比べ 2 割程度低い値を示している。これらの傾向は翼のアスペクト比が小さいため翼端渦の影響を受けることによる。制御有りの場合、失速角以上の迎え角において C_L は自然状態に比べ高い値を示し、最大で 30% 程度 C_L 値が増加した。

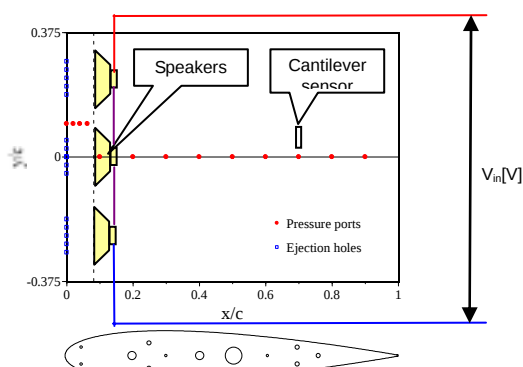


Fig.1 Smart wing model

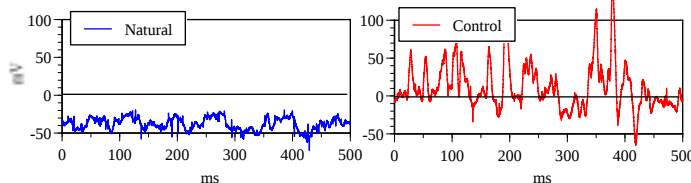


Fig.3 Instantaneous waveforms of CS output

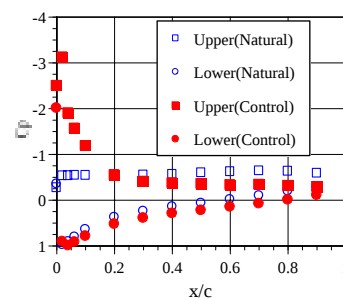


Fig.2 C_p distributions

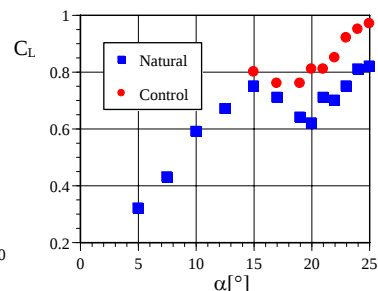


Fig.4 C_L vs. α