室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

非定常運動するデルタ翼の低速空力特性

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター
	公開日: 2016-04-26
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 上田, 祐士, 髙木, 正平
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008784

非定常運動するデルタ翼の低速空力特性

○　上田　祐士（航空宇宙機システム工学コース　4年）
高木　正平（航空宇宙機システム研究センター　教授）

1.　研究背景・目的

室蘭工業大学の航空宇宙機システム研究センターでは、自律型超音速無人機の開発を進めている。これまでに超音速機形態の低速無人機の初飛行は成功したが、着陸時など低速時における空力特性が不安定であるという課題が顕在化してきた。その理由としては、離発着時の低速時において必要な揚力を得るために迎角を十分に大きくしなければならないため、翼上面で流れが剥離しやすく非定常な揚力・抗力変化が生じてしまうといった問題点が挙げられる。さらに、非定常な原因となる横風、突風、乱気流の影響も考慮し、それらが飛行に与える影響を抑えなければならない。つまり、デルタ翼を持つ航空機が安定して離着陸できるよう、低速時におけるデルタ翼の空力特性について研究する必要がある。

そこで本研究ではデルタ翼の空力特性を改善・制御することを目的として、デルタ翼の定常および非定常空力特性の評価と、音響励起による空力特性の改善・制御の評価を行った。音響励起による制御性能は、6 軸力覚センサによる空気力計測により評価した。

2. 実験方法

本実験ではデルタ翼の低速飛行状態を模擬するため、水平回流式低速風洞を用いた。空気力計測は 6 分力天秤（Nitta 製 IFS-67M25A25-I40）を用いた。一様流流速は 21.6[m/s]で、平均空力翼弦長（90[mm]）に基づくレイノルズ数は 1.3×10^5 である。また、デルタ翼の非定常運動を模擬するために模型の下部にステッピングモーター（CRK543APB-H100）を取り付け、模型を迎角 0°～30° の間でピッチング運動させながら空気力計測を行った（図 1）。

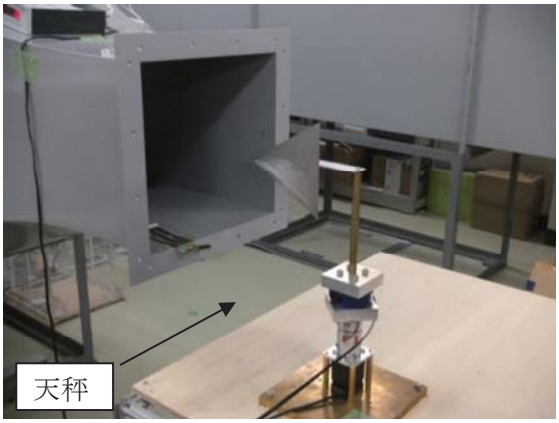

図 1 実験風景

図 2 音響励起実験

さらに、デルタ翼の低速非定常空力特性の改善を行うために、本実験ではまず定常状態において音響励起がデルタ翼の空力特性に与える影響を検証した。音波はデルタ翼上面側と下面側から放射して計測を行った（図 2）。励起周波数は、迎角 0°～14° では 1000Hz、15°～24° では 500Hz、25°～30° では 250Hz の正弦波状の音波により音響励起を行った。

3. 実験結果

3.1 定常空力特性

迎角を一定に保った場合のデルタ翼の揚力係数については、高迎角時にも明確な失速が見られず滑らかな曲線となっており、デルタ翼の揚力特性が顕著に表れている。抗力係数についても滑らかな曲線を描いており、高迎角ほど抗力係数の増加率が大きくなっていることが分かる(図3)。従って、本実験で使用したデルタ翼模型でも低速時におけるデルタ翼の飛行特性を模擬できることがわかる。

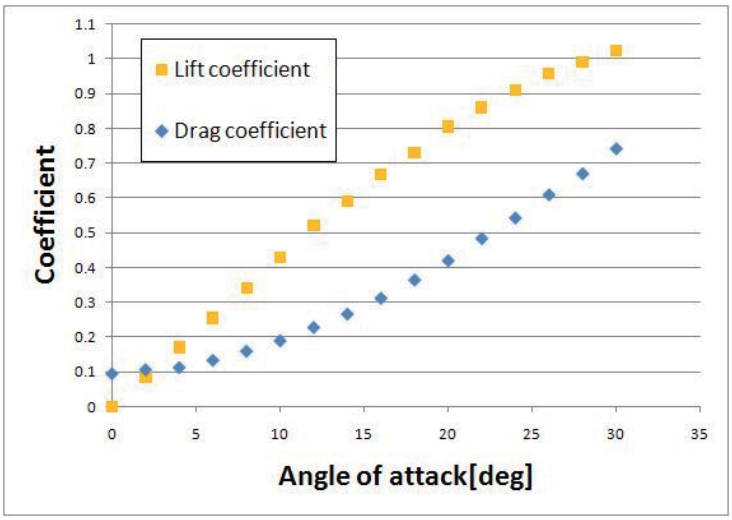

図 3 デルタ翼の定常空力特性

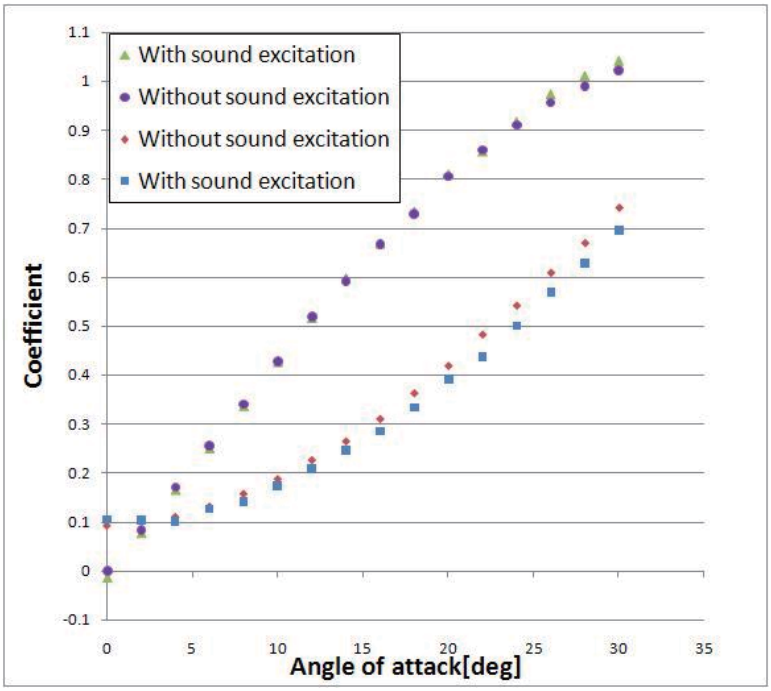

図 4 デルタ翼の音響励起による揚抗比改善

3.2 音響励起による定常空力特性の改善

図4は、デルタ翼下面側から音波を放射した場合の計測結果である。揚力係数については音響励起がない場合と顕著な差は見られないが、抗力係数については励起によって明確に抗力の低減効果があることが分った。この効果は、デルタ翼上面に生じる前縁剥離渦の回転方向と同じ方向から音波によって剥離が助長され、抗力係数の改善に繋がったと考えられる。結果的に、8～9%の揚抗比改善を実現することができた。しかし、デルタ翼上面側から音波を放射した場合、改善効果が小さいことが分かった。

3.3 非定常空力特性

迎角 0°～30° を 2 秒で往復させた場合の空気力計測結果を見ると、非定常運動によって揚力係数と抗力係数の変動が定常状態に比べ大きく、迎角が急変し始める低迎角や高迎角時には特に顕著である（図5）。この結果は、離着陸時のデルタ翼機の非定常運動を制御する場合は、定常運動時に比べてさらに大きな空力制御が必要であることを示唆している。

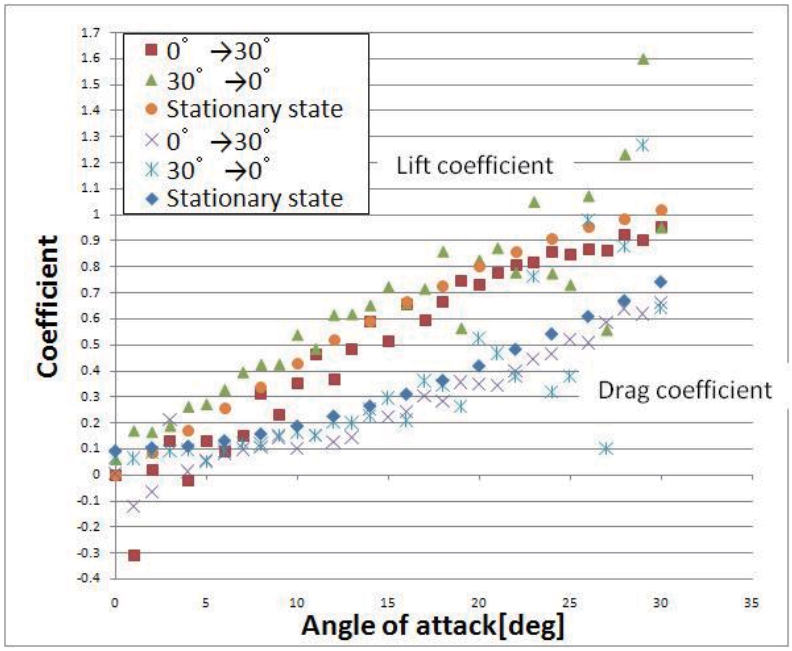

図 5 デルタ翼の非定常空力特性

4. まとめ

本研究は、デルタ翼の低速時における空力特性の改善を目的とした。今回の実験では音響励起により定常状態における空力特性の改善を実現することができた。しかし、実際の機体で音響励起を行うのは困難が伴うことから、今後ピエゾ-素子や MEMS（微小電気機械デバイス）などを用いた新しい制御法模索する必要がある。また、非定常運動するデルタ翼の非定常空力特性も評価することができた。

以上の成果を踏まえ、今後更なる揚抗比改善を目指し、最終的に 3.3 で述べた非定常空力特性の改善の実現に向けて研究を進めていく。