



小翼列によるアクティブ制御を搭載したラジコン機 風洞試験

メタデータ	言語: jpn 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: 高木, 正平, 田中, 清隆, 上田, 祐士 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008843

小翼列によるアクティブ制御を搭載したラジコン機風洞試験

- 高木 正平 (航空宇宙機システム研究センター 教授)
- 田中 清隆 (航空宇宙システム工学専攻 博士前期1年)
- 上田 祐士 (航空宇宙システム工学専攻 博士前期2年)

1. 研究背景および目的

現行の小型無人機は予期せぬ突発的な外乱に対しての安全飛行の対策が十分とは言い難い。汎用ラジコン機の主翼前縁近傍の境界層は層流であり、対気流角の急変により翼上面の流れが大規模に剥離しやすく、失速して墜落の危険に晒される。従来の剥離制御技術は強靱性、小型化、省電力化など克服すべき問題を抱える。ロバスト性を有し、必要な時のみ流れを制御できるような Active 制御機構が求められている。

本研究の最終目的は、ラジコン飛行機の失速を検知し、必要に応じて境界層を乱流化させ失速回復させる Active 制御手法を考案し、それらを実装して飛行実証することである。今年度は昨年の風洞試験によって得られたボルテックスジェネレータ (VG と略記) による Active 制御の効果を実機に搭載し飛行実証を行った。ここでは、飛行実証の前段階として実施した風洞試験について報告する。

2. ボルテックスジェネレータを用いた Active 制御

平成 25 年度に実施したセンター所有の小型低乱風洞試験では、VG を用いた Active 制御についてその効果を確認した。その実施形態は、翼弦長の 30%位置に 40mm 間隔で左右 8 個ずつ取り付けられた VG を旗のように主流に対して $\pm 30^\circ$ 往復運動させることによって強い縦渦を導入することで剥離を制御する。VG の往復振動にはサーボモーターを使用し、振動周波数は最大 3.5Hz まで振動させることができる。図 1 に VG による Active 制御を行ったときの六分力天秤で評価した迎角に対する揚力と抗力係数特性を示す。

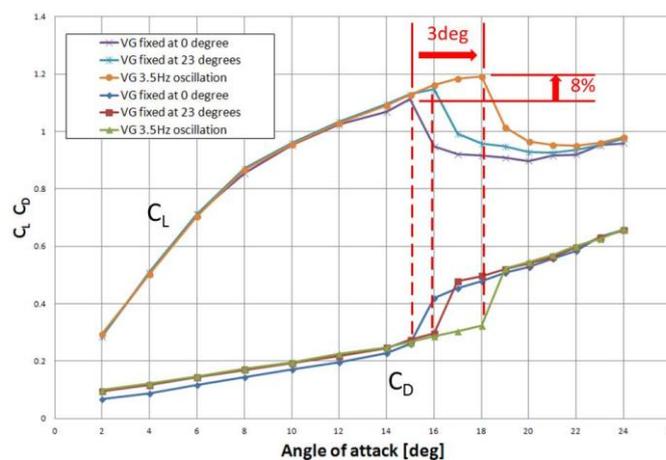


図 1 失速特性

図 1 から、VG を 3.5Hz で振動させたときと振動させなかったときを比較すると、揚力係数は約 8% の増加し、失速迎角は 3° 上昇していることがわかる。今年度は、風洞試験で明らかにした VG による Active 制御をラジコン機に搭載し、その効果を検証した。

3. VG を搭載したラジコン機の風洞試験

2月23日から28日の期間、首都大学東京の大气開放型の回流式低速風洞を借用し、VGを搭載したラジコン機の風洞試験を行った。図2に示す機体は市販されているカルマートアルファ40トレーナーEP/GP（京商）を使用し、主翼はVGと制御機器を搭載するために独自に設計・製作したものをを用いた。表1に機体諸元を示す。

図3および図4に搭載したリン青銅板のVGの寸法と外観を示す。VGは65mm間隔で配置し、片翼7個の合計14個取り付けられた。VGを往復運動させる動力源はラジコン用サーボモーターを使用し、ラジコン受信機に接続することで遠隔操作が可能となっている。なお、往復周波数は3.5Hzで振動させた。

この風洞試験では6分力天秤による揚力や抗力などの力計測、オイルフロー法による剥離流の可視化を行い、実証飛行を行う前の基本特性を把握することが狙いである。

表1 機体諸元

全長	1300 mm
翼幅	1600 mm
翼弦長	270 mm
翼型	オリジナル準対称
全備重量	約 2650 g



図2 実験使用機体

4. 実験結果

図5にVGを作動させたときとさせなかったときの迎角に対する失速特性を示す。この特性は、ラジコン機のプロペラを停止した状態で、流速を7.5m/sのときの結果である。この図から、VGの往復運動の有無にかかわらず揚力係数および抗力係数はほぼ一致していることがわかる。また、図6および図7にスモークワイヤー法による可視化の結果を示す。図5から失速迎角は 18° であることが確認できたため、この迎角におけるVGの効果によって翼上面の流れを観察した。図6および図7からVGの動作に関係なく流れはほぼ同じであることがわかる。以上から、今回の実験では、昨年度実施した風洞試験から得られた効果を確認することができなかった。

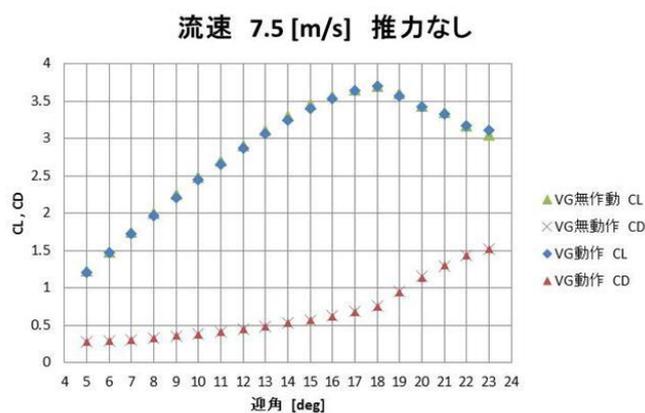


図5 ラジコン機失速特性

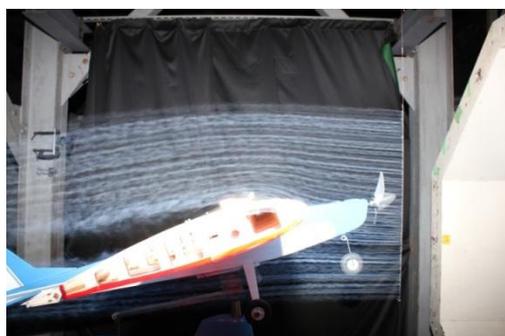


図6 迎角 18° 、VG制御なし

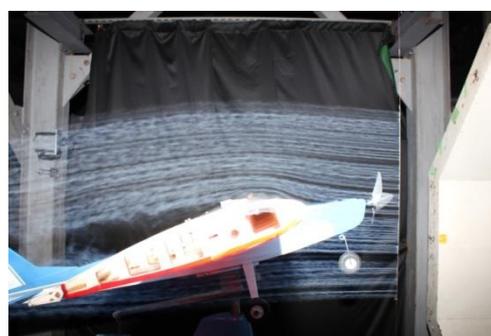


図7 迎角 18° 、VG制御あり

5. 考察

今回の首都大学東京における風洞試験からは期待していた効果が得られなかった。この原因としては現在も考察中であるが、考えられる原因としては、昨年度実施した風洞試験翼模型の大きさとVGの取り付け位置を相似形のままラジコン機主翼を設計したことが挙げられる。これによって、主翼上面を流れる流体の剥離位置が上流側に移動してしまい、既に流れが剥離している位置でVGを動作させていたことになる。そのため、揚力係数だけでなく、抗力係数にも影響を与えない結果となったと考えられる。以上の考察をふまえ、今後は風洞試験においてさらなる検証を行っていく予定である。