

第 53 回飛行機シンポジウム に参加して

池野 裕貴
Hiroki IKENO

機械システム工学専攻修士課程 2015 年度修了

1. はじめに

2015 年 11 月 11 日～11 月 13 日に松山市総合コミュニティセンターで開催された「第 53 回飛行機シンポジウム」に参加し、私は「複数電極を用いたプラズマアクチュエータの性能向上とその応用」というテーマで発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

近年、機械的可動部を持たない新たな流体制御機器として注目され研究が行われているのが、図 1 に示す DBD プラズマアクチュエータである。これは図 1 に示すように、誘電体を二枚の電極で挟み電極間に数 kHz、数 kV の交流電圧を印加することで、バリア放電により誘電体表面にプラズマが生成され、電場により運動するプラズマ中のイオンと中性粒子が衝突することで、誘電体表面に沿った一方の流れが誘起されるデバイスである。

現在航空機に使用されている翼周りの流体制御機器として、吹き出しフラップやボルテックスジェネレータなどがあるが、これらの機器には複雑な機械構造による振動の原因や翼内容積の減少、定常飛行時の抗力増加などの問題を有している。そこで DBD プラズマアクチュエータを用いた翼周りの流体制御が研究されており、高迎角での境界層剥離の抑制が可能であることは知られている。しかしながら、そのためには大型の電源装置が必要となり、小型飛行機への搭載が困難なことから、小型飛行機に搭載できる電源装置での境界層剥離抑制が求められている。そのため、DBD プラズマアクチュエータの性能向上が実用化への課題となっている。

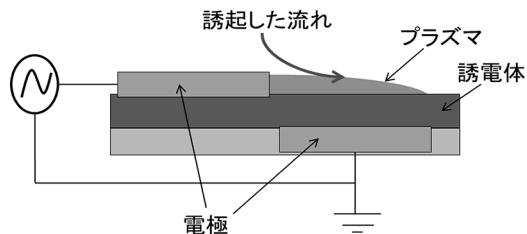
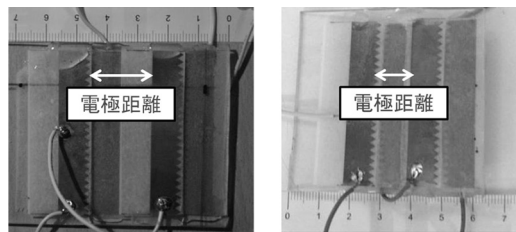


図 1 プラズマアクチュエータの構造



(a)multi1(電極距離20mm) (b)multi2(電極距離10mm)

図 2 作製したマルチプラズマアクチュエータの試験モデル

DBD プラズマアクチュエータの性能を向上させるために、DBD プラズマアクチュエータの電極配置に着目し、その違いが性能に及ぼす影響を調査した。そのため、図 2 に示すような流れ方向に電極を複数配置したマルチプラズマアクチュエータを作成した。また、マルチプラズマアクチュエータの電極端面形状には三角波形のものを使用している。これは、これまでの研究により、電極端面を三角波形にすることで性能向上することがわかっているためである。

これら 2 つのアクチュエータから誘起される流れの流速をピトー管により測定することで性能評価を行った。

2.2 流速測定実験

流速測定は上部電極端面から 11 mm 下流に設置したピトー管によって行った。ピトー管はステップモータにより移動させ、図 3 に示す構成で流速測定を行った。

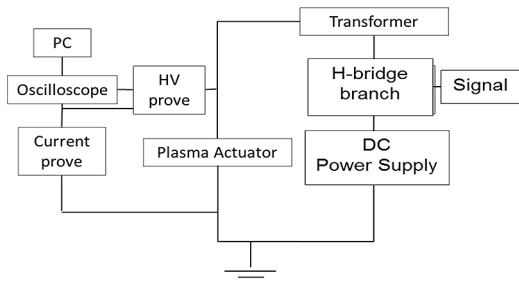


図3 実験装置の構成

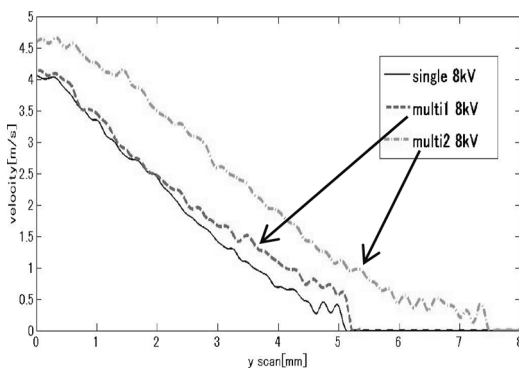


図4 高さ方向の流速測定結果

印加電圧 8 kVp-p 時の高さ方向の流速測定結果を図4に示す。図4より、電極距離が小さい multi 2 では従来のアクチュエータである single に比べ、誘起流速値が増加していることが確認できる。

2.3 ANSYS FLUENT による CFD 解析

プラズマアクチュエータを翼に適用した際の効果を調べるために、ANSYS FLUENT により CFD 解析を行った。翼型は NACA 0012 を用い、レイノルズ数は 6.6×10^3 である。翼の一部の境界条件を変更することで、プラズマアクチュエータを適用した際の効果を疑似した。なお、プラズマアクチュエータによる誘起速度は 7 m/s とした。図5に解析結果を示す。グラフ中の 10% などのプロットは、プラズマアクチュエータの翼前縁からの適用位置を示している。

図5より、プラズマアクチュエータを適用していない normal のプロットに比べ、迎角の大きい 10 度

付近では翼前縁から 20% にプラズマアクチュエータを適用することで、CL が増大していることが確認できる。

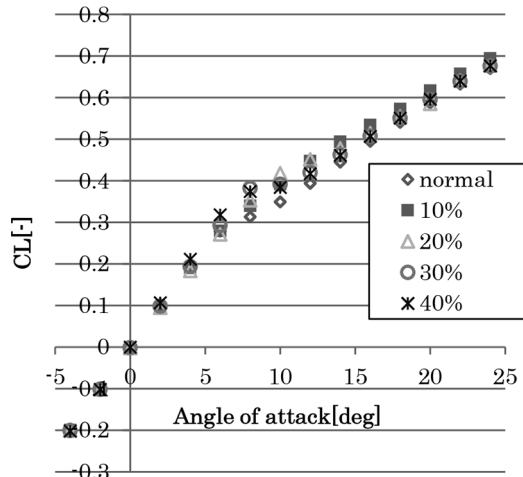


図5 揚力係数の解析結果

2.4 まとめ

本研究では、プラズマアクチュエータの電極配置に着目し、複数電極が性能に及ぼす影響を調査した。電極距離が小さい場合、流れが増幅され誘起流速値が増加し性能向上することが確認できた。また、ANSYS FLUENT による CFD 解析では、プラズマアクチュエータを翼に適用することで、CL が改善されることを確認した。また、プラズマアクチュエータの適用位置は翼前縁にすることで、効果が大きくなることがわかった。

3. おわりに

私にとって初めての学会発表であったため緊張することもあったが、とても貴重な経験をすることができ、非常に有意義なものでした。最後に、ご指導をいただいた大津広敬先生、実験を行うにあたり、お世話になった Prof. Andrea Cristofolini, Gabriele Neretti, Paolo Seri, ならびにボローニャ大学でお世話になった皆様には厚く御礼申し上げます。