

K3-49

プラズマアクチュエータを 2 つ設置した時の誘起流れの特性

Characteristics of induced flow by dual placed plasma actuator

○和田健太郎¹, 佐々木良輔¹, 大竹智久², 本橋龍郎²

*Kentaro Wada¹, Ryouyusuke Sasaki¹, Tomohisa Ohtake², Tatsuo Motohashi²

Abstract: Velocity distributions induced flow by single placed plasma actuator and double placed plasma actuator were measured with hot wire anemometer for make clear interference of the flow between the plasma actuators. As a result, maximum velocity of the induced flow by actuators is faster than one by single actuator. the velocity distribution spread through the height direction. it is thought that the induced flow by the first plasma actuator is accelerated in the second plasma actuator.

1. 緒言

これまでプラズマアクチュエータ (以下 PA) に関する研究が多く行われている. 東京大学椿野らの報告^[1]によると, PA を翼面上に 2 つ Fig 1 のように配置した場合は単数配置に比べてより高い迎え角まで流れの剥離を抑制でき, より低電圧で単数の場合と同等の剥離抑制効果が得られる. しかし, これまでの研究では PA を 2 つ設置することによって PA 間の流れにどのような影響を及ぼすかまで明らかになっていない.

そこで本研究では 2 つの PA を水平に設置することにより誘起流れがどのような影響を受けるのかを明らかにすることを目的として, 単数設置した場合と 2 つ設置した場合の速度分布を熱線風速計を用いて測定し, PA を 2 つ設置することによって誘起速度に対してどのような影響が出るのかを調査し考察をおこなった.

2. 実験装置および方法

PA の概略図を Fig.1 に示す. PA の電極として厚さ 70 μm の銅テープ, 誘電体として 50 μm のポリミドテープを 5 枚重ねた. この PA の形状は小森らの研究^[2]を参考にしている. PA には $\pm 3.5\text{ kV}$, 16 kHz の交流電圧を印加した. これをアクリル板に設置して定温度型熱線風速計を使って誘起流れの平均速度分布を測定した. Fig.2 において誘起流れ方向に対して上流側を PA1, 下流側を PA2 とする.

熱線には長さ 1 mm 直径 5 μm のタングステン線を使用した. PA1 個の場合では, Fig 2 の座標系で $X = 15\text{ mm}$ の位置に熱線プローブを置き, $Y = 0 \sim 4\text{ mm}$ の間で 0.2 mm 間隔で測定した. PA2 個の場合は, PA2 の平均速度分布を熱線風速計を使用し 1 個の場合と同じ条件で測定している. PA2 個の場合, アクチュエータ間隔 W は, $W = 20, 60, 80, 100\text{ mm}$ とする.

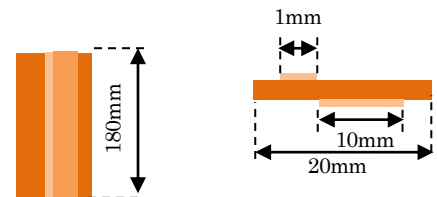


Fig.1 Experimental apparatus

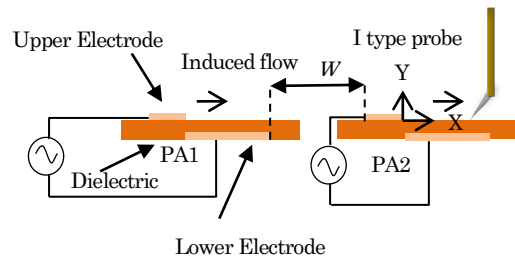


Fig.2 Experimental apparatus

3. 実験結果および考察

3-1. 単数の場合の平均速度分布について

Fig.3 は PA が単数の場合の平均速度分布である. 誘起速度は, PA から Y 方向に 0.2~2.5 mm の範囲に分布していて, 徐々に誘起速度が増していき, $X = 1.2\text{ mm}$ の時に最大誘起速度 0.66 m/s を記録した. 今回のデータは, 眞鍋らの研究^[3]によるデータとその特徴が一致しているため妥当と言える.

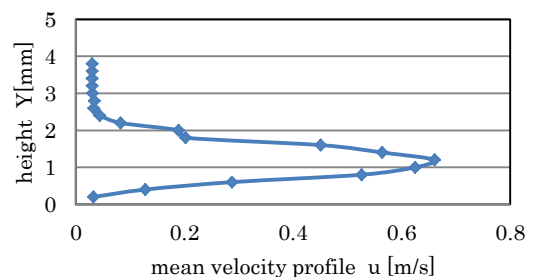


Fig.3 Velocity distribution of one PA

1 : 日大理工・学部・航宇 2 : 日大理工・教員・航宇

3-2.単数の場合 2 個設置時の平均速度分布の比較

Fig4 は $W = 20, 60, 80, 100$ mm それぞれの場合 PA2 の平均速度分布を一覧にまとめたものである。単数の場合と比べると、 $Y = 0$ 付近では平均誘起速度が増加し、 $Y = 1 \sim 2$ mm 付近で最大誘起速度をとり、その後減少していくという基本変化に大きな違いは見られないが、PA を 2 つ設置したいずれの場合も単数の場合に比べて最大誘起速度が増加している。このことから PA1 で誘起された流れが PA2 において加速されると考えられる。また平均速度の Y 方向の分布は単数の場合と比べてより Y 方向に広がり、特に $Y = 3 \sim 5$ mm において平均速度にばらつきがみられる。Fig5 の乱れ度のグラフでも単数の場合の乱れが 13 % 以下なのに対し、2 個設置の場合は、20~30 % となっている。これは、PA1 で誘起された流れの影響と考えられる。PA1 で誘起された流れは、PA2 に影響を及ぼす流れとそのまま拡散する流れに分かれると推測でき、. 拡散する流れの影響を受けて平均速度分布が拡大すると考えられる。また拡散する流れと PA2 で誘起された流れが干渉、もしくは外乱の影響で $Y = 3 \sim 5$ mm においての平均速度にばらつきが出た可能性があるが、今回の実験だけでは判断できなかった。

3-3. 最大誘起速度と PA 間隔 W の関係について

Fig 6 は、 $W = 20, 40, 80, 100$ mm それぞれの場合の最大誘起速度を単数の場合の最大誘起速度で割って無次元化したものと PA 間隔 W の関係を示したものである。 $W = 0 \sim 40$ mm では、最大誘起速度は増加していき、 $W = 40$ mm で、単数の場合の約 2 倍の値になる。その後は、徐々に減少していき $W = 10$ mm で 1 に近い値となった。

これらの結果から単純に PA 間隔が近いほど強く影響を及ぼしあうわけではなく ± 3.5 kV, 16kHz の場合は、 $W = 40$ mm の場合に PA2 の誘起速度に対して最も影響を及ぼし、 $W = 10 \sim 11$ mm 程度でその影響はなくなる。

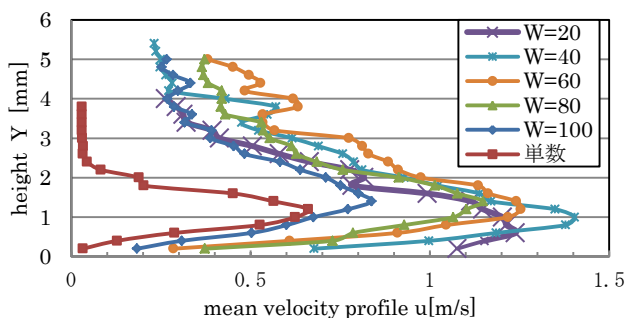


Fig.4 Velocity distribution of dual Pas

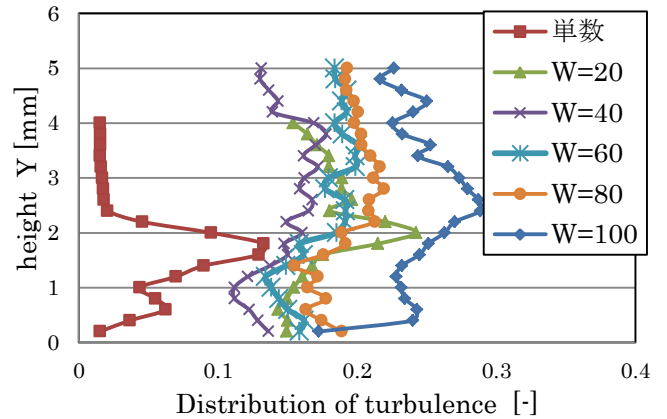


Fig.5 Distribution of disorder

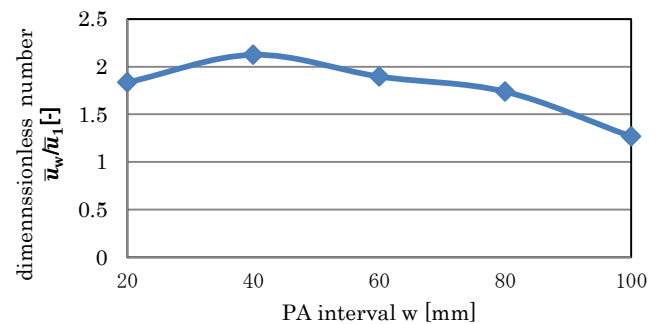


Fig.6 the maximum induce velocity and relation of the PA interval

4. 結論

PA を単数設置と 2 つ設置の場合に平均速度分布を比較して以下のことがわかった。

- PA1, PA2 がそれぞれが影響を及ぼしあい、PA1 で誘起された流れは PA2 で加速される。
- ± 3.5 kV, 16kHz の場合、 $W = 40$ mm のときに最も影響を受け、誘起速度が大きくなる。
- $W = 10 \sim 11$ mm 付近で PA1 の PA2 の誘起速度に対する影響はなくなる。
- PA を 2 つ設置することにより平均速度分布は拡大する。

参考文献

[1] 椿野大輔, 田中義輝, 藤井孝蔵, : “プラズマアクチュエータを用いた翼前縁のはく離の制御における位置及び個数の影響”, 73 巻, 727 号, 日本機械学会論文集 (2007).

[2] 小森瑛, 柳田祥之: “パルス変調を用いた SDBD プラズマアクチュエータが誘起する流れ”, 平成 20 年度航空宇宙工学科卒業論文, pp.4-5.

[3] 眞鍋賢司, 安原重紀: “DBD プラズマアクチュエータによる平板翼の剥離の抑制”, 平成 20 年度航空宇宙工学科卒業論文.