

レーザードップラー流速計(LDV)を用いた プラズマアクチュエータ空気流速分布計測

日大生産工(院) ○米田 直輝, 日大生産工 高橋 栄一

1. はじめに

地球温暖化は重大な課題であり, 温室効果ガスの低減は急務である. その中でもメタンは微量でも大気中に放出されると二酸化炭素の約 80 倍の 20 年間地球温暖化係数を持つことからその抑制が解決すべき課題として存在している.

一方, プラズマアクチュエータ(以下, PA)は誘電体バリア放電に基づく, 機械的な可動部のない簡易な構造で電氣的な空気流を誘起できる流体デバイスでありこれまで空力分野におけるエネルギー効率向上のため, 剥離流れの制御や摩擦抵抗低減に関する研究が行われてきた¹⁾. しかし, そのバリア放電が併せ持つ酸化能力はあまり注目されていなかった.

そこで, 本研究では PA の様な誘電体バリア放電をメタンスリップの様な低濃度メタンガスの処理に応用することを目指している. PA の可動部が無く空気を輸送する特徴を活かせばコンパクトで静音な処理を実現できる可能性を有する. しかし, 一般にプラズマはその生成に大きなエネルギーを要するため触媒の併用, つまりある程度的高温環境における PA の動作が求められる.

高温環境下の PA に関する研究に関して Erfani らは PA の表面温度を -40°C , 20°C , 120°C と変化させそれぞれの場合での流速を PIV 計測によって計測した²⁾. その結果, PA 表面温度が高いほど, 誘起される空気流速が早くなることを報告している.

一方, 触媒併用温度を想定すると先行研究よ

りも高温環境が想定されるが, その様な温度で誘起空気流を評価した報告例は無い. そこで本研究ではより高温環境において PA の性能評価を行うことを目的としている. 本発表では準備段階として室温環境下において Laser Doppler Velocimetry (LDV)を用いた流速計測を行い, トレーサ粒子の違いによる影響を調べたので報告する.

2. 実験装置及び実験方法

Fig.1 に PA の断面図を示す. PA は誘電体バリア放電に基づき 2 つの電極と間の誘電体からなる構造となっている.

本 PA では, 誘電体はアルミナ, 露出電極に銅テープ, 埋め込み電極にはタングステン焼結材を用いている. 露出電極に高周波高電圧の交流を印加すると露出電極から埋め込み電極に向けて沿面放電プラズマが伸展し, 誘起流が発生する.

流速はカノマックス社製スマート LDV を用いた. トレーサ粒子として加湿器から供給した霧滴とゴッドボールという中空シリカ(鈴木油脂 B-6C)の 2 種類を用い, 流速の比較を

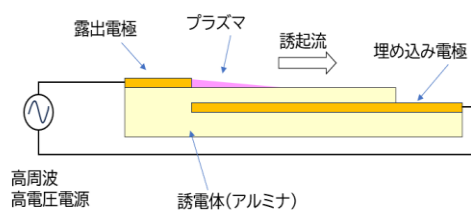


Fig.1 PA の断面図

Measurement of plasma actuator induced air flow using Laser Doppler Velocimetry (LDV)

Naoki YONEDA, Eiichi TAKAHASHI

行った。

Fig.2 に実験装置の概要を示す。デンシケータ内部に設置された PA に対し外部から LDV の交差するレーザー光を入射した。この交差点で形成された干渉縞によるトレーサ粒子の散

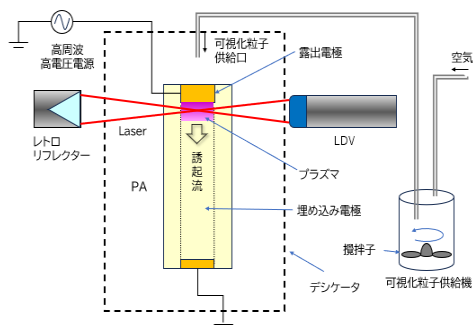


Fig.2 実験装置概略図

乱光を検出することで流速が計測される。レトロリフレクターはこの前方散乱光を有効に LDV に戻すために設置されている。また、LDV 計測は、PA 表面から 3 mm、露出電極から下流に 4 mm の位置で、PA に平行な速度成分を 60 秒間実施し、その間に検出された流速のヒストグラムを得た。

3. 実験結果

Fig.3 に実験結果を示す。Fig.3(a)はトレーサ粒子として霧滴を用いた場合、(b)はゴッドボールを用いた場合の検出された流速の時間変化を表しており、(c)はそれぞれ 2 種類のトレーサ粒子を導入した場合の流速分布を比較したヒストグラムを表している。water が霧滴, hollow silica がゴッドボールに対応する。ヒストグラムデータ取得前に LDV のモニター計測において散乱光のフリンジ強度から予想された最適速度範囲を調整し、霧滴の場合 0.024~0.24[m/s], ゴッドボールの場合は 0.12~1.2[m/s]とした。

Fig.3(a)からわかる様に、霧滴を用いた場合は時間的に流速が不安定であり、(c)においても顕著に流速が遅い。一方、ゴッドボールを用

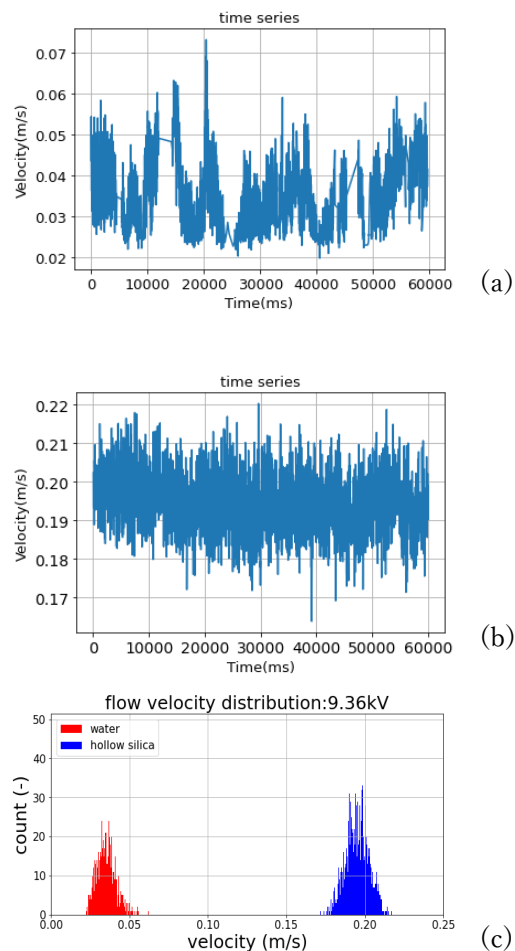


Fig.3 実験結果

いた場合 (Fig.3(b))には安定している。これは、霧滴をトレーサ粒子に用いた場合、PA の放電が影響を受けたためと考えられる。高温環境における計測では、蒸発も懸念されるため、トレーサ粒子としてはゴッドボールの使用が好ましいと考えられる。

4. まとめ

PA の高温環境での実験に先立ち、室温におけるトレーサ粒子の影響を調べた。霧滴を用いることによる誘起流阻害効果を確認した。

参考文献

- 1) 深瀉康二, 山田俊介, 石川仁, プラズマアクチュエータの基礎と研究動向, ながれ (2010), p. 243-250
- 2) R.Erfani, et.al., Exp. Therm. and Fluid Sci. 42 (2012), p.258-264