

## CH-OH PLIF와 Stereoscopic PIV계측법을 이용한 난류예혼합화염의 관찰

최 경 민<sup>†</sup> · M. Tanahashi\* · T. Miyauchi\*

### Simultaneous Measurements of CH-OH PLIF and Stereoscopic PIV in Turbulent Premixed Flames

Gyung-Min Choi, Mamoru Tanahashi and Toshio Miyauchi

#### Abstract

Simultaneous CH and OH planar laser induced fluorescence(PLIF) and stereoscopic particle image velocimetry(PIV) measurements have been developed to investigate the local flame structure of turbulent premixed flames. The developed simultaneous two radical concentrations and three component velocity measurements on a two-dimensional plane was applied for relatively high Reynolds number turbulent premixed flames in a swirl stabilized combustor. All measurements were conducted for methane-air premixed flames in the corrugated flamelets regime. Strong three-dimensional fluctuation implies that misunderstanding of the flame/turbulent interactions would be caused by the analysis of two-component velocity distribution in a cross section. Furthermore, comparisons of CH-OH PLIF and three-component velocity field show that the burned gases not always have high-speed velocity in relatively high Reynolds number turbulent premixed flame.

**Key Words** : Turbulent Premixed Flame (난류예혼합화염), CH-OH PLIF(CH-OH 레이저 여기형광법), Stereoscopic PIV(스테레오스코픽 입자화상유속계)

#### 1. 서 론

희박예혼합연소는 NOx배출량의 저감이 가능한 연소기법으로서 가스터어빈 등의 실용연소기에 이용되고 있다. 그러나 희박예혼합연소에서는 화

염의 불안정성과 진동연소가 문제로 대두되어 [1], 이용가능한 운전범위가 한정되어 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연소기 주변의 연소상태를 계측하여, 국소화염구조에 관한 상세한 정보를 얻는 것이 매우 중요하다. 난류화염에 있어서 화염구조를 계측하는 기법으로서 OH 또는 CH 라디칼의 평면 레이저 유기 형광법(PLIF)이 널리 이용되어 왔다[2]. CH와 OH라디칼의 특성을 이용한 동시측정으로 난류화염의 국소화염구조에 관한 유의한 정보를 얻을 수 있다.

한편, 난류연소장의 난류특성을 계측하는 방법으로 입자화상유속계가 빈번히 사용되어 왔다.

---

<sup>†</sup> 부산대학교 기계공학부  
E-mail : choigm@pusan.ac.kr

\* Aerospace and Mechanical Engineering,  
Tokyo Institute of Technology

대부분은 2차원계측이었으나, 복잡한 3차원구조를 갖는 연소기내의 유동장을 해석하기 위해서는 3차원계측이 가능한 스테레오스코픽 PIV법이 유효하다. 이와 같은 계측을 통하여 화학종에 관한 정보와 함께 3차원 속도장을 동시에 계측함으로써 난류예혼합화염의 국소화염구조를 상세히 조사하는 것이 가능해진다.

따라서 본 연구에서는 CH-OH PLIF와 스테레오스코픽 PIV의 동시계측법을 확립하여, 난류예혼합화염에 적용함으로써 난류예혼합화염의 국소화염구조를 설명하는 것을 목적으로 한다.

## 2. CH-OH PLIF 및 Stereoscopic PIV

본 연구에서 사용된 CH라디칼 및 OH라디칼의 PLIF 및 Stereoscopic PIV 동시계측 시스템의 개략을 Fig. 1에 나타내었다. CH의 PLIF계측에는 여기밴드로서 390.30nm부근의  $B^2\Sigma^- - X^2\Pi(0,0)$  진동밴드의  $Q_1(7,5)$  흡수선을 검출밴드로는 420-440nm의 A-X(1,1),(0,0) 밴드와 B-X(0,1) 밴드를 사용하였다. 레이저 시스템은 XeCl 엑시머 레이저(Lambda Physik, LPX110i, 308nm, 200mJ/pulse)와 색소레이저(Lambda Physik, Scanmate2)로 구성되어, 약 23-25mJ/pulse의 펄스광을 발진한다. 형광은 필터(KV418)를 이용하여 배경광을 제거한 후, ICCD 카메라(Andor Technology, DH734-25U-03)로 계측하였다. OH의 PLIF계측시스템은 Nd-YAG 레이저(Spectra-Physics, Quanta Ray PRO-110, 532nm, 350mJ/pulse)와 색소레이저(Sirah Precisionscan)으로 구성되어, 282.93nm로 5mJ/pulse의 펄스광을 발진한다. A-X(1,0),(0,0) 밴드( $\lambda=306-320$ nm)로부터의 OH형광을 필터(WG-305, UG-11)를 이용하여 배경광을 제거한 후, ICCD 카메라(PI-MAX, 512RB-G1)로 촬영하였다. CH PLIF용과 OH PLIF용 ICCD 카메라의 광축은 각각 레이저 시트광에 직교하고, 연소기를 중심으로 대향하도록 설치하였다.

스테레오스코픽 PIV의 계측시스템은 더블펄스 Nd:YAG 레이저(New Wave Research, 532nm, 100mJ/6ns), 2대의 CMOS 카메라(Vision Research, Phantom V5.0) 및 광학계로 구성된다. 더블펄스 Nd:YAG 레이저는 약 12mJ/pulse의

펄스광을 발진한다.

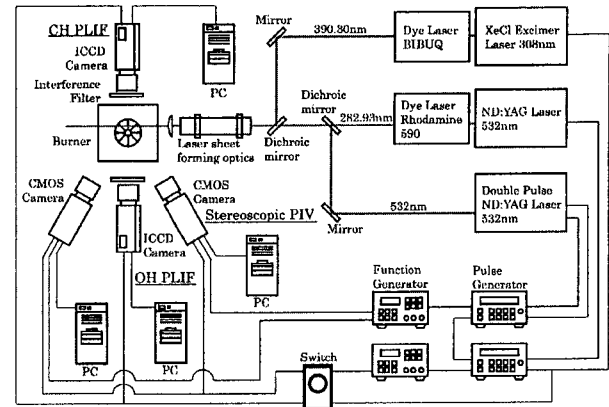


Fig. 1 Schematic of simultaneous CH-OH PLIF and stereoscopic PIV measurements

## 3. 난류예혼합화염의 관찰

그림2는 CH-OH PLIF와 Stereoscopic PIV의 동시계측한 결과를 나타내고 있다. 여기서 속도장의 컬러는 3차원속도방향을 나타낸다. CH 및 OH라디칼화상(31mmX31mm)으로부터 매우 복잡한 화염구조가 관찰되며, 속도장(16.2mm X16.2mm) 또한 매우 복잡한 분포를 나타내고 있다.



Fig. 2 CH-OH fluorescence images and three-component velocity maps in turbulent premixed flames(CH(left), OH(middle), velocity(right))

## 참 고 문 헌

- 1) Shih, W. P., Lee, J. and Santanvicca, D. A., Stability and Emissions Characteristics of a Lean Premixed Gas Turbine Combustor, Proc. Combust. Inst. 26:2771-2778, 1996.
- 2) Renfro, M. W., King, G. B. and Laurendeau, M., Scalar Time-series Measurements in Turbulent CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> Nonpremixed Flames: CH, Combust. Flame, 122:139-150, 2000.