

난류 확산화염의 계측 위치에 따른 화염자발광 특성에 대한 연구

권민준* · 이창엽** · 김세원**†

A Study on chemiluminescence characteristics of a turbulent flame for different measurement location

Minjun Kwon*, Changyeop Lee**, Sewon Kim**†

ABSTRACT

The flame chemiluminescence is a good tracer of flame statement. In this study, the characteristics of flame chemiluminescence(OH*, CH*, C₂*) according different measuring locations using photomultiplier(PMT), spectrometer and CCD camera. Measurements are made for OH*, CH*, C₂* radicals in gas & light oil diffusion flames. At turbulent nonpremixed combustion mode, the equivalence ratio is varied. The experimental results showed that measuring location affects the result of flame chemiluminescence.

Key Words : Turbulent flame, Chemiluminescence, Radical, OH, CH, C₂, Equivalence

화석연료의 고갈과 환경오염 문제로 인해 세계적으로 연소시스템의 고효율화, 저공해화가 이슈가 되고 있다. 이에 따라 실시간으로 화염상태를 계측하여 버너 운전조절을 통해 최적의 화염상태를 유지하는 연소컨트롤(combustion control)기법에 대한 관심이 높아지고 있다. 일반적인 feed back control system은 크게 센서와 액추에이터, 프로세서로 나눌 수 있다. 그러나 연소시스템에 대한 센서는 일반적으로 배기가스 stack에서 suction probe를 이용하여 계측하는 방식이며 이러한 방식은 배기가스의 Stack으로의 이동시간, 프로브를 통한 계측시간, 센서의 안정화 시간을 필요로 하기 때문에 응답속도가 비교적 느리다. 응답속도가 느린 센서를 적용한 컨트롤 시스템은 자체 에러가 생길 가능성이 있으며 이에 따라 불안정한 컨트롤영역이 발생할 가능성이 있다. 따라서 화염에서 발생하는 자발광에 대해 연소과정 중 화학반응하는 특정 화학종의 라디칼의 계측을 통한 광학적 계측방법이 대두되었고, 이러한 광학적 계측방법은 화염을 직접계측하며, in-situ방식으로서 연소시스템에 큰 영향을 주지 않는다는 장점이 있다. 본 연구에서는 이러한 광학적 계측기법을 일반적인 연소시스템에 적용하기 위해 계측위치별 신호 특성에 대한 연구를 수행하였다.

Fig. 1은 실험장치의 개념도로서 버너를 운전하는 연소시스템과 화염상태를 관측하는 계측장치로 구성된다.

연소시스템은 일반 상용버너로서 난류 확산 화염 연소기와 연소로, 공기 및 연료공급시스템으로 구성된다. 또한 계측장치는 화염자발광을 집광하여 광파이버(optical fiber)로 전달하는 optical head와 자발광 분석을 위한 spectrometer, 화염라디칼을 측정하기 위한 광학필터(optical bandpass filter)와 PMT(photomultiplier tube), 자발광 분포를 계측하기 위한 광학필터(optical bandpass filter)와 CCD camera로 구성하였다. 또한 화염상태를 진단하기 위한 portable gas analyzer를 배기단에 설치하여 실시간으로 계측하였다.

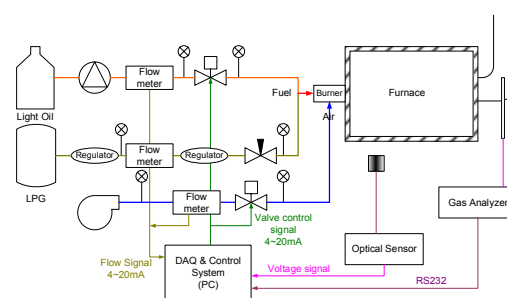


Fig. 1 Schematic of Experimental System

* 한양대학교 기계공학과

** 한국생산기술연구원

† 연락처, swkim@kitech.re.kr

TEL : (041)589-8535 FAX : (041)-589-8323

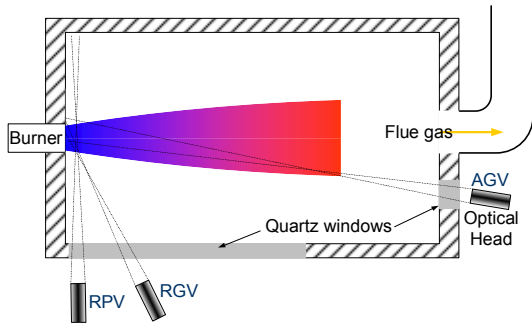


Fig. 2 Location & Focus of Optical Head

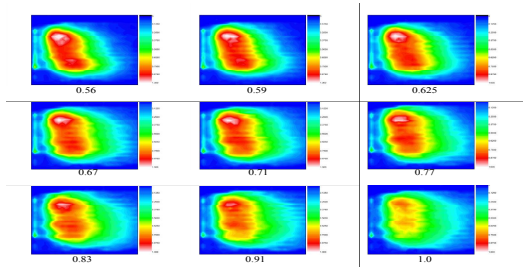


Fig. 6 Distribution of C2* for each equivalence ratio at oil flame

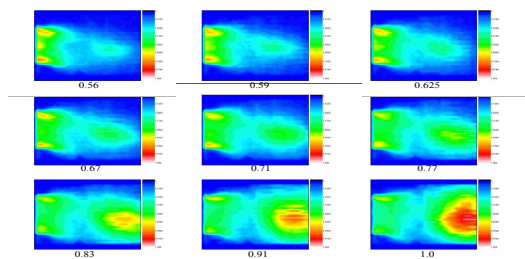


Fig. 3 Distribution of CH* for each equivalence ratio at gas flame

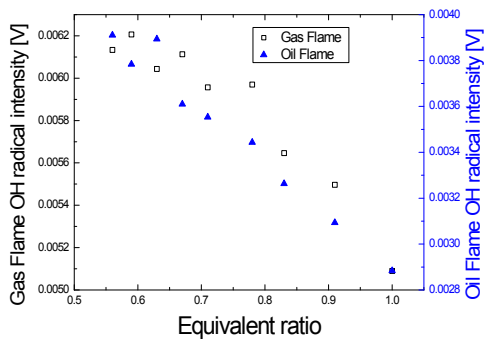


Fig. 7 OH radical Intensity at AGV

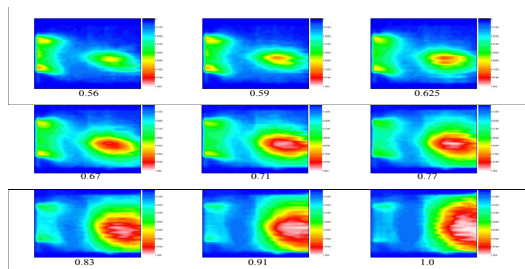


Fig. 4 Distribution of C2* for each equivalence ratio at gas flame

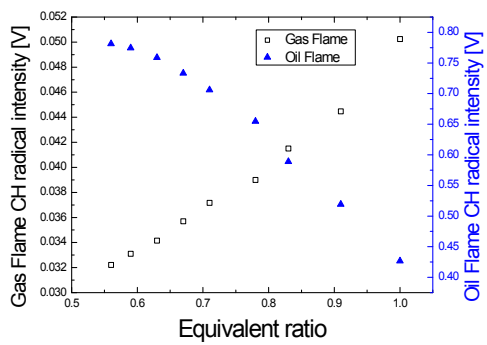


Fig. 8 CH radical Intensity at AGV

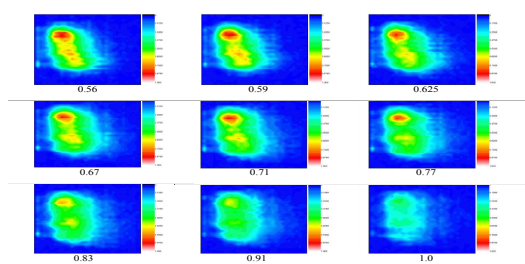


Fig. 5 Distribution of CH* for each equivalence ratio at oil flame

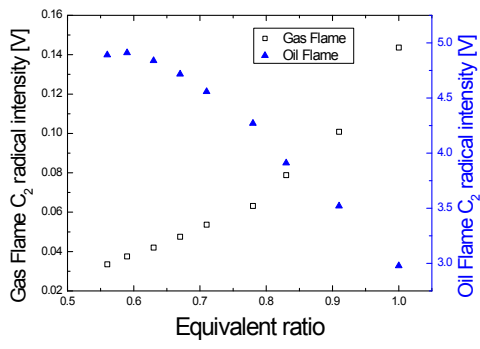


Fig. 9 C₂ radical Intensity at AGV

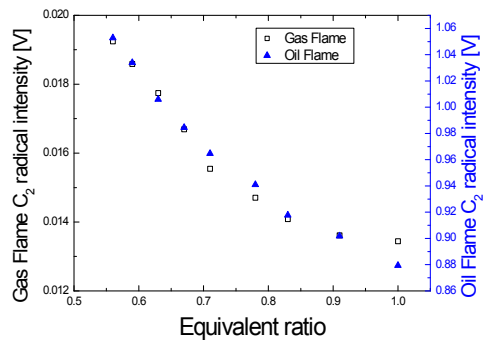


Fig. 12 C₂ radical Intensity at RGV

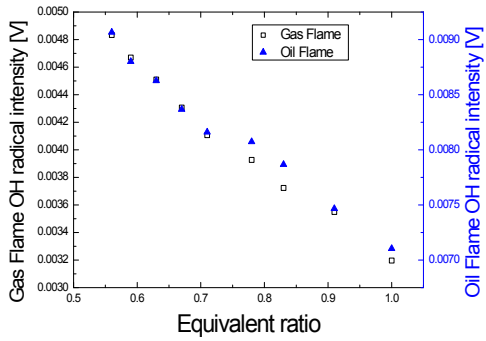


Fig. 10 OH radical Intensity at RGV

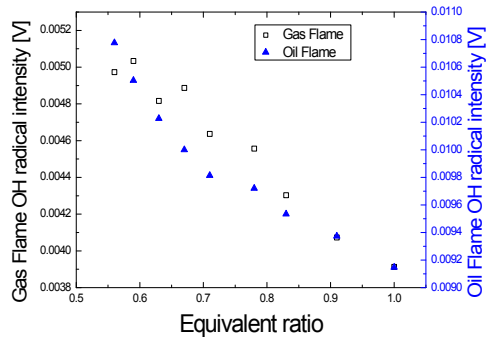


Fig. 13 OH radical Intensity at RPV

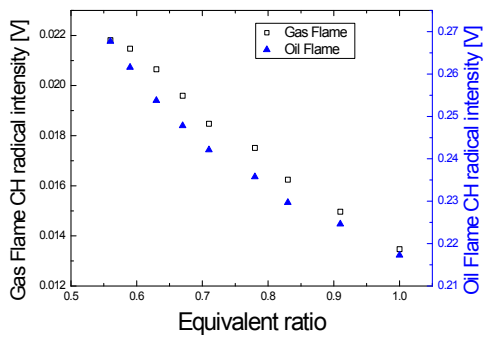


Fig. 11 CH radical Intensity at RGV

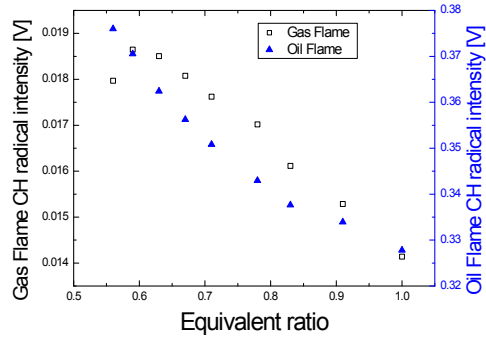


Fig. 14 CH radical Intensity at RPV

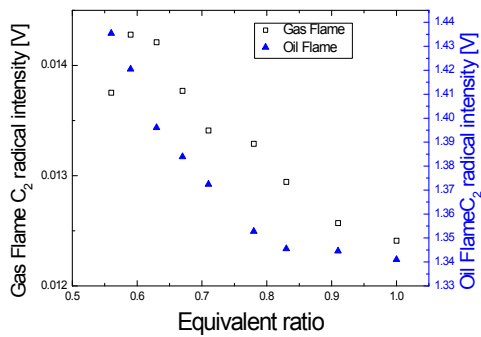


Fig. 15 C₂ radical Intensity at RPV

일반 상용버너의 가스연료, 액체연료의 난류확산화염에 대하여 계측 위치별로 화염라디칼분포, 각 위치에서의 당량비별 라디칼강도, PMT를 이용한 개별 라디칼 강도측정에 대한 결과는 Fig. 3부터 Fig. 15에 나타났다. 그림에서 보는바와 같이 화염 당량비에 따라 라디칼의 분포가 달라지며 이는 계측위치에 따른 자발광 계측 결과에 영향을 미치지만 OH*의 경우 그 영향이 제일 작게 나타난다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 에너지 자립융합원천기술개발사업 연구 과제입니다. (No. 20122020100090)

참고 문헌

- [1] 한국생산기술연구원, 2005, “초 저공해 연소를 위한 실시간 능동제어 시스템 개발” 에너지·자원기술개발사업 보고서
- [2] 신명철, 김세원, 류태우, 2005, “난류확산화염에서의 라디칼 자발광 계측에 관한 연구”, 대한기계학회 2005년도 추계학술대회 논문집
- [3] 한국생산기술연구원, 2006, “초 저공해 연소를 위한 실시간 능동제어 시스템 개발” 에너지·자원기술개발사업 보고서
- [4] B. Higgins., M. Q. McQuay., F. Lacas., J. C. Rolon., N. Darabiga., S. Candel., 2001, “Systematic Measurements of OH Chemiluminescence for Fuel-lean, High-pressure, Premixed, Laminar Flames,” Fuel Vol.80, pp. 67~74.
- [6] J. Kohima., Y Ikeda., T. Nakajima., 2000, “Spatially Resolved Measurement of OH*,”

CH*, and C₂* Chemiluminescence in the Reaction Zone of Laminar Methane/air Premixed Flames,” Proc. of the Combustion Institute, Vol.28, pp.1757~1764