

# 수소 함유량에 따른 합성가스(H<sub>2</sub>/CO)-공기 예혼합 화염의 배출특성 연구

정병규\* · 최종민\*\* · 이기만\*\*\*†

## A Study on the Emission Characteristics of Syngas(H<sub>2</sub>/CO)-Air Premixed Flame according to the H<sub>2</sub> contents

Byeong Jeong\*, Jongmin Choi\*\*, Keeman Lee\*\*\*†

### ABSTRACT

This study reports the results of an experimental investigation of emission and temperatures from the syngas-air premixed flame with a various mixture composition in the region of large equivalence ratios. The effects of hydrogen contents and equivalence ratios on the flame velocity, which reported before, and emission of syngas fuel are examined. In this study, representative syngas mixture compositions (H<sub>2</sub>:CO) such as H<sub>2</sub>:CO=10:90, 25:75, 50:50 and 75:25 and equivalence ratios from 0.5 to 5.0 have been conducted. The emissions of syngas fuel were measured by the high precision analyzer with enclosure configuration and the adiabatic temperatures are calculated by used Chemkin basis. The NO<sub>x</sub> emission level is coincided relatively well with the adiabatic temperature distributions in lean mixture conditions, but for rich mixture conditions NO<sub>x</sub> level was also increased again even though the adiabatic temperature decreases. Such an increasing characteristics in rich mixture conditions is coincided well with the tendency that rather the flue gas temperature increases.

**Key Words** : Syngas(합성가스), Hydrogen content(수소함유량), Equivalence ratios(당량비), Emission(오염물질배출), Flue gas temperature(배기가스온도)

최근 전 세계적으로 화석연료 고갈로 인한 에너지 부족현상과 산성비, 지구온난화 등 환경문제를 해결하기 위한 노력이 진행되고 있다. 이러한 노력중 하나로 이전에는 발열량이 낮아 저급의 연료로만 여겨졌던 합성가스(syngas) 연료를 활용하는 것이 있다. 합성가스는 제철소 및 정유사 공정의 부생가스, 매립지 바이오가스 그리고 석탄의 가스화 공정 등에서 생산되는 혼합가스 등이 있는데, 이 합성가스를 본격적인 산업용으로 활용하기 위한 핵심기술로 연소특성 향상에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

석탄가스화를 통해 얻어진 연료를 적용하는 사례가 석탄가스화복합발전(IGCC)분야인데 이곳에서 사용되는 주 연료가 고체인 석탄을 가스화 시켜 생산한 석탄가스화 합성가스 연료이다.

이 합성가스는 발열량은 낮아 저급 연료로 분류

되지만, 연료의 주요 성분이 수소(H<sub>2</sub>)와 일산화탄소(CO)로 연소효율과 연소배가스 배출성능이 우수한 것으로 알려져 있다. 그런데 주성분인

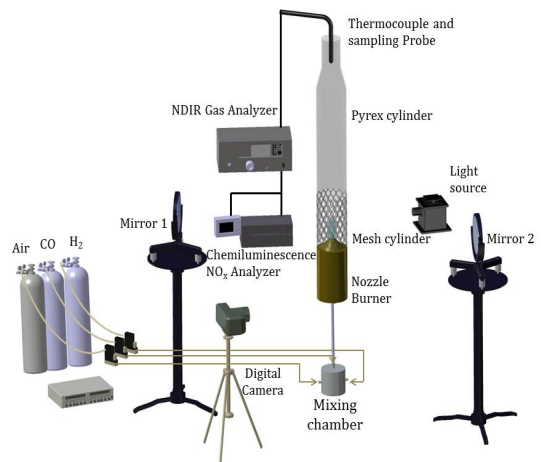


Fig. 1 Experimental Set-up and enclosure method for emission sampling

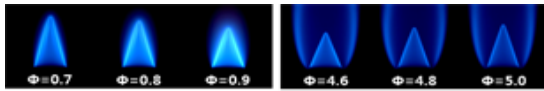
\* 순천대학교 우주항공공학과

\*\* (주) 아성프라텍

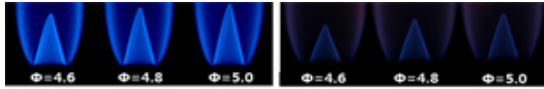
\*\*\* 순천대학교 기계우주항공공학부

† 연락저자, [kmlee@scnu.ac.kr](mailto:kmlee@scnu.ac.kr)

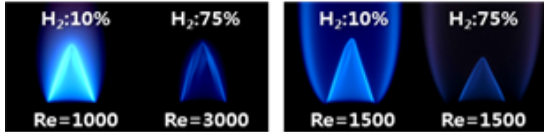
TEL : (061)750-3828 FAX : (061)-750-3820



Lean and rich condition at same Re=950 for H<sub>2</sub>:CO=10:90

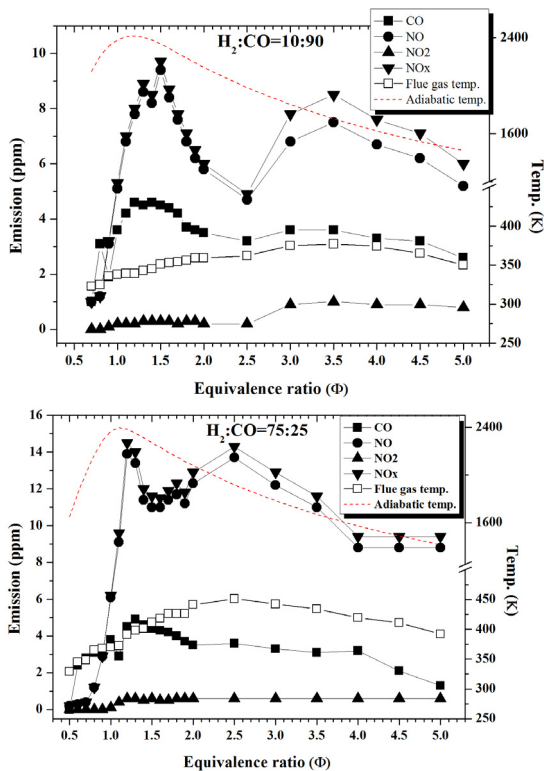


Low(10%) and high(75%) H<sub>2</sub> content at same Re=1500



Lean & rich and low & high H<sub>2</sub> content of  $\Phi=1.0, \Phi=4.0$

**Fig. 2** Flame shape for various conditions and compositions.



**Fig. 3** Emission of syngas-air premixed flame

수소는 연소속도가 매우 빠르고 이들 조성의 변화가 연소기의 주요 성능인 점화 및 역화현상, 화염불안정 등 연소성능에 큰 영향을 미칠 것으로 판단이 된다.

이에 이러한 합성가스 연료 연소기의 안정성과 최적화된 설계정보를 도출하기 위해서는 혼합가

스의 조성비와 당량비 변화에 따른 화염의 전파속도와 구조에 관한연구가 가장 먼저 파악되어야 할 중요한 연구 분야이다.

Fig. 1은 본 연구에서 사용된 실험 장치의 개략도를 도시한 것이다.[1] 배기가스 측정은 화염에 aeration효과를 주고 주위류에 의한 외부 교란을 방지하기위해 버너위에 mesh와 Pyrex로 제작된 실린더를 위치하였다. 또한 화염으로부터의 영향을 고려해 화염으로부터 충분한 거리에 Probe를 장착해 배기가스를 측정하였다. NDIR 방식의 연소가스측정기(Model: MGA5, MRU Int Lnc)로 일반 화학종 농도를 측정했고, NO<sub>x</sub> 전용 분석기(Model: 200AH, TELEDYNE Int)로 NO<sub>x</sub>를 측정하였다.

Fig. 2는 본 연구에서 수행된 실험에서 직접 촬영된 화염의 이미지다. 여러 조건에서 화염의 형상의 나타내고 있는데 동일 조성과 레이놀즈수에서 상대적으로 희박영역인 경우 당량비가 증가할수록 연소속도가 증가하여 화염의 크기가 작아지고, 과농영역에서는 당량비가 증가하면 연소속도가 줄어 화염의 크기가 커지는 것을 알 수 있다. 또한 수소의 함유량이 증가하면 연소속도가 빨라지는데 이에 대한 원인으로 USC-II mechanism을 통한 수치해석으로 설명한바 있다.[2]

Fig. 3은 각 조성과 당량비에 따른 배기가스의 특성을 나타내고 있다. 본 연구를 통해 나타난 연소 오염물질의 배출성향을 계산된 단열화염 온도가 최대인 지점에서 질소산화물인 NO<sub>x</sub>가 가장 높게 측정이 되었다.

## 후 기

본 연구는 2013년도 정부(교육과학기술부)재원인 한국연구재단 연구비의 지원을 받아 수행된 연구입니다(NRF-2011-0009856).

## 참고 문헌

- [1] B.G.Jeong, K.M.Lee "A Study on the Laminar Burning Velocity of Synthetic Gas of Coal Gasification(H<sub>2</sub>/CO)-Air Premixed Flames", Trans. of Korean Hydrogen and New Energy Society(2012. 10), Vol.23, No.5, pp. 493-502.
- [2] B.G.Jeong, K.M.Lee, S.R.Lee, "Laminar Flame Speed Measurements and Flame Structure Differences of Syngas(H<sub>2</sub>/CO)-Air Mixture in Lean and Rich Conditions", Asia-Pacific Conference on Combustion, Proceedings of ASPACC 2013, pp. 112
- [3] Stephen R. Turns, "an introduction to combustion : concepts and applications" McGrawHill College, 1999