

# 정적 연소실 내 R134a 및 메탄 예혼합 화염의 전파 특성

최병철\* · 박준성\*\*

## Characteristics of Premixed Flame Propagations of R134a/Methane in a Constant Volume Combustion Chamber

Byung Chul Choi\*, June Sung Park\*\*

### ABSTRACT

The characteristics of the outward-propagating premixed flames of stoichiometric mixtures of R134a/methane/oxygen/nitrogen have been experimentally investigated in a constant volume combustion chamber. Three regimes of the expanding flames were categorized based on the flame behavior.

**Key Words** : Premixed Flame, Outward-Propagating Spherical Flame, Laminar Burning Velocity, Buoyancy-Induced Instability, Near-Flammability Limit

본 실험적 연구는 하나의 가시화된 정적 챔버 내 구형 화염들에 대하여 R134a/메탄/산소/질소의 다양한 혼합비에 따른 층류연소속도, 부력으로 유발된 불안정성 그리고 가연한계 부근의 특성들을 조사하는 데에 그 목적을 두고 있다.

그 연소실 내에 연료와 산화제의 기체상 예혼물들은 대기압과 상온에서 당량비  $\Phi = 1$ 로 일정하게 고정하여 분압 법칙에 따라 제조되었다. 그리고 R134a/메탄/산소/질소의 혼합기 내에서 각 화학 성분의 조성 비율들을 변동시켜서 실험을 수행하였다. 여기서, 그 이중 연료들에서 각 단일 성분의 몰분율의 총합에 대비한 R134a에 대한 몰분율의 비율을  $R_R = X_{R134a}/(X_{CH_4} + X_{R134a})$ 로 정의하였다. 동일한 방법으로 그 산화제들 중에 산소에 대한 몰분율의 비율을  $R_O = X_{O_2}/(X_{N_2} + X_{O_2})$ 로 정의하였다.

$R_O = 0.20$ 으로 고정된 산화제 조건에서,  $R_R = 0.30$  (a),  $0.60$  (b) 그리고  $0.75$  (c)의 연료 조건에 대하여 대표적인 경과 시간에서 획득된 슐리엔 이미지들을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1a는  $t = 10-30$  ms로 시간이 증가함에 따라 그 중심에서 연소실의 내벽을 향하여 전파되고 있는 전형적인 구형 화염의 거동을 보여준다. 그 화염들은 거의 완전한 구형으로 전파되는 것으로 보이지만,  $t =$

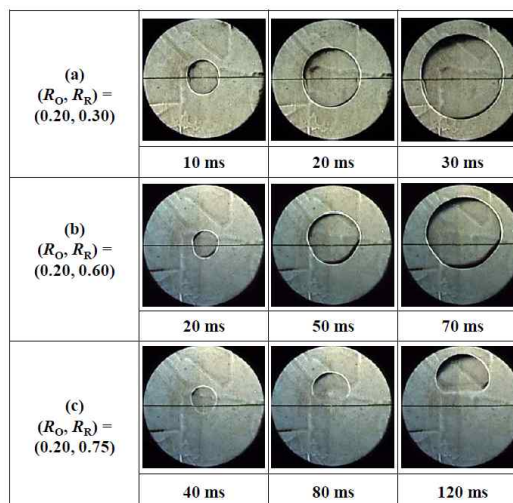


Fig. 1 Schlieren images for certain time intervals for  $R_R = 0.30, 0.60,$  and  $0.75$  at  $R_O = 0.20$ .

30 ms의 화염 이미지를 보면, 그 화염은 전체적으로 상부를 향하여 약간 치우쳐진 것을 관찰할 수 있다. Fig. 1b에서,  $R_R = 0.60$ 으로 냉매의 비율이 증가된 예혼합기의 초기 조건에서 점화에 의해 생성된 그 화염은  $t = 20-70$  ms에 따라 점차적으로 중력의 반대 방향으로 떠오르면서 동시에 바깥으로 전파되는 거동이 분명하게 나타났다.  $R_R = 0.75$ 로 냉매의 비율이 더 증가되면, Fig. 1c와 같이, 그 화염의 전파 특성은  $t = 40-$

\* (사)한국선급 선박·플랜트기술센터

\*\* (사)한국선급 기관/기자재연구팀

† 연락처, [byungchul.choi@hotmail.com](mailto:byungchul.choi@hotmail.com)

TEL : 010-2819-4558

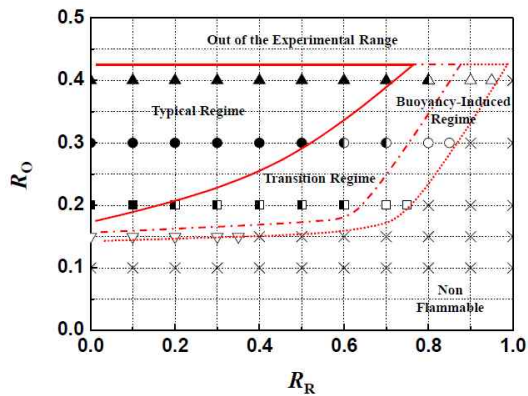


Fig. 2 Different regimes for the experimental conditions of  $R_R$  versus  $R_O$ .

120 ms로 상대적으로 더 긴 시간 동안에 구형 화염의 상부만 유지된 채로 마치 반구형의 모양으로 그 중앙의 전극봉의 위치보다 훨씬 위쪽으로 떠올라 버리는 화염 전파 현상을 보였다. 게다가 그 하부는, 그 이미지들 상에서 뚜렷이 나타나지는 않았지만, 그 화염의 내부로 오목하게 솟아올랐다.

본 실험 장치에서  $R_O$  및  $R_R$ 의 변화에 따라 수행된 매핑 데이터를 Fig. 2에 나타내었다. 실험적인 관찰에 의한 화염의 동적 특성들을 바탕으로, 그 바깥으로 전파하는 화염들은 3 가지의 영역으로 분류되었다. 시간에 따른 그 화염의 반경들이 완전한 구형으로 나타나는 초기 조건들은 (1) 전형적인 영역 (Typical Regime)이고, 닫힌 기호들로 표시하였다. 그 화염이 중앙의 전극봉 위로 떠오르게 되는 초기 조건들은 (2) 부력 유도 영역 (Buoyancy-Induced Regime)으로서 열린 기호들로 표시하였다. 그 두 영역 사이에 초기 조건들은 (3) 천이 영역 (Transition Regime)으로서 반닫힌 기호들로 표시하였다.

한편으로 그 스파크 점화에 의한 화염 생성이 불가능한 비인화성 혼합기의 조건들을  $\times$  기호로 표시하였다.  $R_O \geq 0.5$ 의 산소가 부화된 산화제에서 대부분의  $R_R$ 의 초기 조건들은, 그 화염 온도의 지나친 상승으로 전극봉의 열적 변형을 초래할 수 있었기 때문에 본 실험의 범위에서 제외되었다.

## 후 기

This research was supported by a grant from the LNG Plant R&D center funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) of the Korean government.

The authors would like to express their sincere gratitude to Prof. Jeong Park (Pukyong National University, Republic of Korea) for permitting the use of his laboratory facilities during this experiment.

## 참고 문헌

- [1] B.C. Choi, Y.M. Kim, "Thermodynamic Analysis of a Dual Loop Heat Recovery System with Trilateral Cycle Applied to Exhaust Gases of Internal Combustion Engine for Propulsion of the 6800 TEU Container Ship", Energy Vol. 58, 2013, pp. 404-416.