

내부재순환 무화염 연소 기술을 위한 기초 연구

A Basic Study for Internal Recirculation of the Flameless Combustion

최중균*, 황승식**, 정태용**, 신동훈**†

Chong-Gun Choi*, Seung-Sik Hwang**, Tae-Yong Chung**, Donghoon Shin**†

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyse, the basic parameters through experimentally and with CFD modelling, internal recirculation of the flameless combustion of natural gas. The test rig is made up of a vertical combustion chamber of circle cross section. The inner dimensions of the chamber are 0.2 m x 1 m (diameter x height). And CFD simulations of the combustion chamber have been performed using FLUENT 14.0. Some results of this study present the basic parameters and data of flameless combustion.

Key Words : Flameless combustion, Internal Recirculation, CFD, mild combustion

무화염 연소는 fig. 1과 같이 극단적인 배가스 순환을 통한 결과로 연소반응 영역이 분포하고, 연소 peak 온도가 낮아지는 연소기술이다. 연소의 peak 온도가 낮아짐으로 fig. 2와 같이 thermal NO_x의 발생이 억제되고, 배가스의 재순환을 통해 CO의 산화를 유도할 수 있다.

본 연구에서는 무화염 연소 기술에 필요한 배가스의 재순환은 연료, 산화제 및 배가스의 유동을 제어하여 단순하거나 혹은 별도의 장치 없이 내부에서 달성하기 위한 기초연구를 진행하였다. 이를 위해 연소로의 초기 모델로 아래의 fig. 3과 같이 선정하였다. 또한, 연료의 공급위치, 산화제의 공급 방식과 위치, 유량, 온도 등 여러 변수에 대한 실험이 가능하도록 실험 장치를 크게 세 부분 상부와 하부 및 연소로로 분리 제작하였다. 또한, 산화제, 연료 또는 산화제와 연료의 예혼합가스의 주입을 여러 가지 노즐형태를 통해 공급 할 수 있도록 하였다.

실험에 따른 로내의 온도 분포를 보기 위해 열전대(Thermo-couple)가 로 벽면에서부터 로 중심까지 이동할 수 있도록 하였다.

하지만, 운전에 영향을 주는 여러 인자에 대한 실험은 제한적일 수 있다. 이에 본 연구에서는

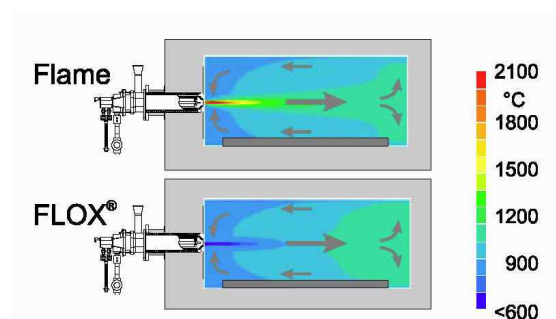


Fig. 1 Temperature Distributions of Stable Flames and Flameless Combustion (Wuenning J.G. [1])

초기모델의 실험을 통해 무화염 연소조건을 달성한 후 이 결과를 바탕으로 전산 유체역학(CFD) 해석 모델의 검증 및 개발을 시도하였다. 전산유체역학을 통한 해석은 유동에 대해서는 k-ε 모델을 적용하고, 복사모델은 DO (Discrete Ordinates) 모델을 이용하였다. 또한, 복사특성을 고려하기 위해 WSGGM(Weighted Sum of Gray Gases Model)을 적용하였다[3]. 화학반응에 대해서는 단순화된 연소모델 즉, 2~3개로 구성된 화학반응식과 상세 연소반응 모델(본 연구에서는 28개의 식)을 사용하여 해석하였다. 또한, 기초연구에서는 모든 연료는 메탄으로 선정하였으며, 그에 따라 화학반응과 관련된 모델을 선정하였다. fig. 4는 속도장에 대한 CFD해석 결과 중 일부를 나타 낸 것으로 현재까지의 결과로는 무화염 연소를 완벽하게 만들어주기 어려운 형태로

* 국민대학교 일반대학원

** 국민대학교 기계시스템공학부

† 연락처, d.shin@kookmin.ac.kr

TEL : (02)910-4818 FAX : (02)-910-4839

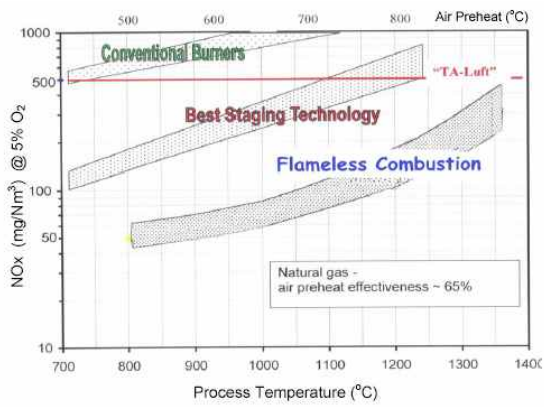


Fig. 2 NOx emission of conventional, staging and flameless burners[2]

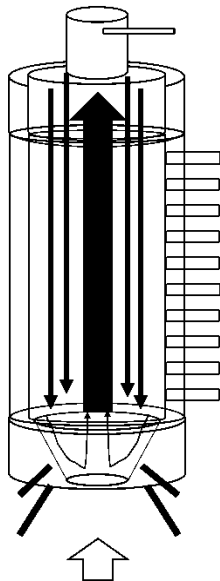


Fig. 3 The Concept Models in this Study

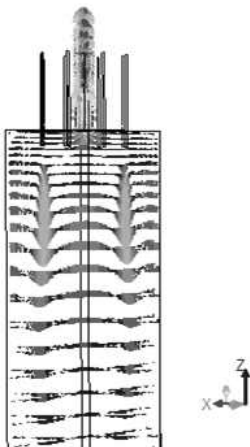


Fig. 4 Results of CFD

나타났다. 이에 추가적인 연구로 노즐의 위치와 사이즈에 따른 유동의 변화를 해석 및 실험해야 한다.

본 연구의 결과로 내부재순환을 통한 무화염 연소기술 적용을 위한 기초데이터 및 일부 인자를 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 에너지인력양성사업의 일환(20114010100070)과 지식경제부 산업원천기술 개발사업의 일환(10033389)으로 수행되었습니다.

Reference

- [1] Wuenning J.G., "Flameless Combustion in the Thermal Process Technology", 2000, Second International Seminar on High Temperature Combustion.
- [2] Guillou E., "Flame Characteristics and Application of Flameless Combustion", Master of Science, 2008.
- [3] Fluent 6.3 Manual