

# 스윙 예혼합 버너의 공기유입 속도가 NO 배출특성에 미치는 영향에 관한 수치해석

박준호\* · 조천현\* · 손채훈\*\* · 조주형\*\* · 김한석\*\*

## A Numerical Study on Effects of an Air Inflow Velocity on NO<sub>x</sub> emission from a Swirl Premixed Burner

Junho Park\*, Cheon Hyeon Cho\*, Chae Hoon Sohn\*\*, Ju Hyeong Cho\*\*, Han Seok Kim\*\*

### ABSTRACT

A correlation between an air inflow velocity and NO<sub>x</sub> emission is investigated numerically. The area of a swirl premixed burner is controlled geometrically to increase or decrease an air inflow velocity. When an air velocity increases, mixedness at the burner exit is improved and NO emission at the liner exit is reduced. Although the area of an air slit is the same, NO emission shows discrepancy due to difference of air slit shapes.

**Key Words** : Swirl Premixed Flame, EV Burner, Air slit, Nitrogen Oxide

가스터빈은 전력생산을 위한 효율적인 연소시스템 중의 하나로서, 다양한 탄화수소계열의 연료가 사용되며 연소과정에서 수많은 유해배출물이 생성된다. 특히, 질소산화물(NO<sub>x</sub>)은 광화학 스모그, 산성비 및 인체의 호흡기질환을 유발하는 것으로 알려져 있다. 전 세계적으로 유해 배출물에 대한 규제가 강화되고 있고 이에 대응하기 위한 저공해 연소기의 개발은 필수적이다.

천연가스는 현재 셰일가스를 포함한 풍부한 매장량을 바탕으로 강화되는 환경규제 속에서 주목받고 있는 연료이다. 천연가스는 배기가스 발생량이 적고, 출력대비 이산화탄소의 배출량이 가장 적지만 높은 연소온도로 인한 다량의 질소산화물을 생성한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 가스터빈 제작사에서는 희박 예혼합 연소방식을 적용하여 NO<sub>x</sub> 배출량을 상당부분 감소시켰다 [1].

ABB/Alstom사의 EV버너(EnVironmental Burner)는 Double cone의 형상을 가지고 있다. EV버너는 별도의 선회기 없이 slit을 통과한 공기가 버너 내부에서 swirl을 형성한다. 형성된 강한 swirl은 버너출구 영역에서 vortex

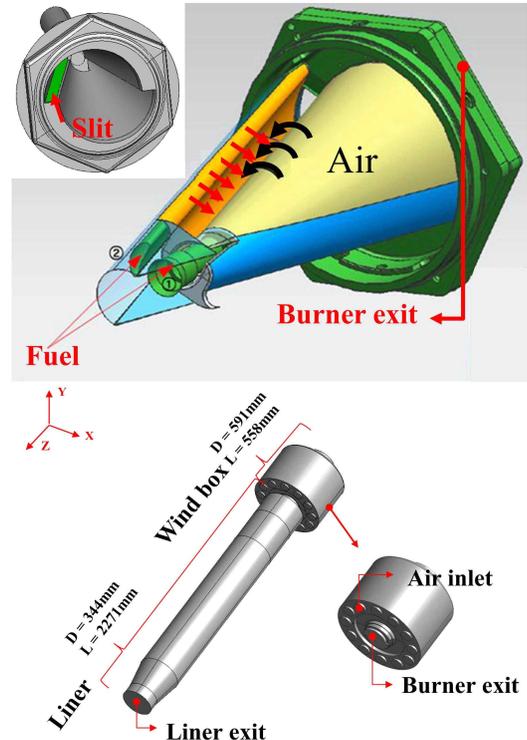


Fig. 1 Schematic of a swirl premixed burner and a numerical model of a combustor

\* 세종대학교 기계공학과

\*\* 한국기계연구원

† 연락처자, [chsohn@sejong.ac.kr](mailto:chsohn@sejong.ac.kr)

TEL : (02)3408-3788 FAX : (02)-3408-4333

breakdown에 의한 재순환 영역을 형성하고 이는 별도의 flame holder없이도 예혼합 화염을 안정화 시킨다[2, 3].

본 연구에서는 스웰 예혼합 버너의 공기유입 속도가 공기/연료 혼합특성과 NOx 배출특성에 미치는 영향을 수치해석적으로 조사하였다. 범용 열 유체 해석코드인 ANSYS FLUENT를 이용하여 지배방정식에 대한 계산을 수행하였다.

버너 air slit의 크기를 변경시켜 면적을 증가 또는 감소시켰다. Air slit의 상부는 fuel lance영역이며, 하부는 버너의 출구 방향이다. Air slit의 기하학적 형상을 그대로 유지시키고 면적을 약 22% 감소 시켰을 때 공기유입 속도는 약 20% 증가하였다. 공기유입 속도의 증가로 swirl강도가 증가하였으며 동시에 liner출구 방향으로의 축 방향 속도가 증가하였다. 또한, 혼합특성의 경우 공기의 유속이 증가 할수록 향상되었으며 air slit의 상부에 비해 하부영역의 크기를 감소시켰을 때 그 효과는 향상되었다.

연소기 내부 온도분포의 경우, 공기유입 속도를 변화시켜도 화염 및 liner출구에서의 온도는 모든 경우에서 동일하였으나, 증가한 축 방향 속도로 인해 화염의 형상이 변화하였다.

본 연구에서는 thermal, prompt, N<sub>2</sub>O intermediate mechanism에 의한 NO생성을 고려하였다. air slit의 공기유속이 증가 할수록 liner 출구에서의 NO는 더 낮게 예측되었다. 면적을 약 22%감소시킨 경우, NO는 약 20% 감소하였다. 이러한 NO 배출량의 감소는 화염의 형상변경에 따른 고온영역의 감소와 공기유속의 증가로 인한 혼합특성의 향상에 따른 결과인 것으로 판단된다. 동일한 air slit의 면적감소 효과를 나타내는 다양한 설계변경 안에 대해, 연소기 내부의 유동특성 및 NO배출량은 모두 상이하므로 추후 저공해 연소기의 설계시 air slit의 형상을 중요한 변수로 고려해야 할 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 부분적으로 2014년도 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원의 지원(과제명: 100 MW급 가스터빈 upgrade 적용 열유동/연소 해석 및 연소 시스템 운영 기술 개발)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고 문헌

- [1] F. Peter, Z. Martin, L. Rudolf, B. Stefano, M. Christian, " Development and Design of Alstom's Staged Fuel Gas Injection EV burner for NOx Reduction", paper No. GT2007-27730 ASME Turbo Expo Power for Land, Sea and Air, Montreal, Canada, May, 2007.
- [2] C.O. Paschereit, E. Gutmark, "The Effectiveness of passive Combustion Control Methods", paper NO. GT2004-53587 ASME Turbo Expo Power for Land, Sea and Air, Vienna, Austria, June, 2004.
- [3] Y. Huang, V. Yang, "Dynamics and Stability of Lean premixed Swirl-stabilized Combustion", Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 35, 2009, pp. 293-364.

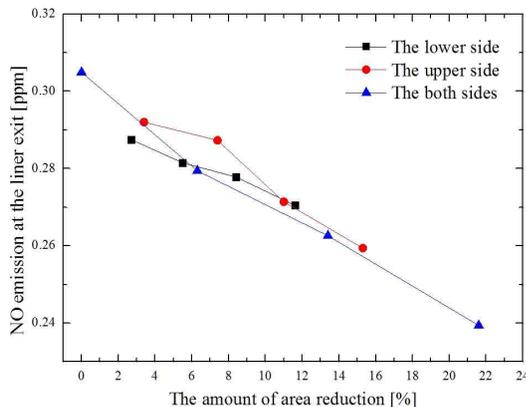


Fig. 2 NO emissions calculated at the liner exit