

15MW급 부분에혼합 초저 NO_x 가스연소기에 관한 실험적 연구

권민준* · 신명철**† · 김세원** · 이창엽**

Experimental Study on 15MW partially premixed Low NO_x burner

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

ABSTRACT

In this study, combustion characteristics for 20t/h water tube boilers are studied. The burner by applying The fuel staging technology, the air staging technology, the partially premixed technology, the separated flame technology and the flame inner recirculation technology was designed. This study was to determine the combustion characteristics for the three types of burners. It is found that the result of flame temperature measurement is less than 1300°C at the all flame region. also, emissions of NO_x and CO are found to be 15.8 ppm and 18.9 ppm, respectively.

Key Words : NO_x(질소산화물), Ultra low NO_x burner(초 저 NO_x 버너), CO(일산화탄소), Water Tube Boiler(수관식 보일러)

최근 녹색성장 및 에너지 절약 기술에 대한 관심이 고조 되고 있음과 동시에 연소설비에 대한 강화된 NO_x 규제와 이산화탄소 발생량 저감과 관련된 교토협약 실시 등에 따라 최근 화석연료 사용에 따른 보일러등 연소시스템의 고효율화 및 환경문제 해결에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

특히 천연가스과 같은 청정연료를 사용하는 연소시스템의 저 NO_x 연소기에 대해 대형보일러에 적용되는 연소기의 경우 국내 연구가 미미한 실정이다.

보일러 적용 연소기의 경우 고 효율화 기술을 포함한 저공해 화 기술을 동시에 이루어 내야 한다. 그러나 고 효율화를 위한 연소기술은 공해물질(NO_x 등)의 생성을 추구하는 현상을 보이므로 두 가지 기술을 분리한 기술개발은 무의미하다고 할 수 있다.

중대형 산업용 보일러의 경우 수관식 보일러형식의 보일러가 주로 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 20t/h급 수관식 보일러를 대상으로 15MW급 연소기 시스템을 적용한 저 NO_x 연소기에 대하여 최적화 설계와 연소특성에 대하여 파악하고자 한다.

본 연구는 20t/h급 수관식 보일러를 대상으로 연구를 수행하였으며, 본 연구에 적용된 연소기에 적용된 기술은 Fig. 1과 Fig. 2에 나타난 바와

같이 연료다단(Fuel staging)기술, 공기다단(Air staging)기술, 부분 예혼합 연소기술, 분할화염 연소기술 및 배기가스내부재순환(Flame Inner Recirculation)기술이며 본 연구진은 이러한 NO_x 저감 기술들을 통합 최적화하여 버너 설계를 수행하였다. 연료 다단기술은 중앙의 메인노즐을 통해 연료가 공급되고 공기출구 외부에 스퍼드를 설치하여 연료를 공급하는 구조를 통해 연료다단 구조를 적용하였고, 메인노즐을 통해 공급된 연료는 공기와 혼합하여 공급하는 구조를 적용하여 부분 예혼합 연소기술을 적용하였다. 이러한 구조를 통해 분할 화염의 형성을 유도하였다.

배기가스 내부 재순환 기술은 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 공기 출구에 공기역학적 구조를 이용하여 차압으로 인한 유동형성으로 연소실내부의 배기가스를 흡입하여 배기가스재순환을 유도하였고, 화염형성을 통하여 내부 배기가스 재순환을 유도하여 NO_x의 저감을 유도하였다.

Table 1은 본 연구에 적용된 연소기의 연소특성을 파악하기 위하여 적용된 실험조건을 나타내었다. 상기한 바와 같이 연소용량은 15MW연소기를 적용하였고, 사용연료는 상용 LNG를 사용하였다. 또한 본 연구는 총 3가지 연소기를 적용하였고, type 1과 type 2의 두가지 형식의 연소기가 적용되었으며 type 3의 경우 type 2 연소기에 FIR기술을 적용하여 실험을 수행하였다.

Fig. 3은 type 1버너의 100% 부하에서의 화염 온도 측정한 결과이다. 마찬가지로 Fig. 4와 Fig. 5는 각각 type 2와 type 3의 결과를 나타냈다고 럽에 나타난 바와 같이 거의 모든 화염 영역에서

* 한양대학교 기계공학과

** 한국생산기술연구원

† 연락처, mcshin@kitech.re.kr

TEL : (041)589-8527 FAX : (041)-589-8548

화염온도는 1300°C 이하로 나타났다.

Fig. 6은 각각 버너의 부하에 따른 NOx 배출 결과를 나타냈다. type 1과 type 2의 경우 type 1의 NOx 배출결과가 더 낮게 나타났으며, type 3의 경우 FIR 기술의 적용으로 NOx 배출량이 가장 낮게 나타났다. 그 결과 최대 부하에서 NOx 15.8ppm, CO 18.9ppm으로 배출가스 농도를 배출하였다.

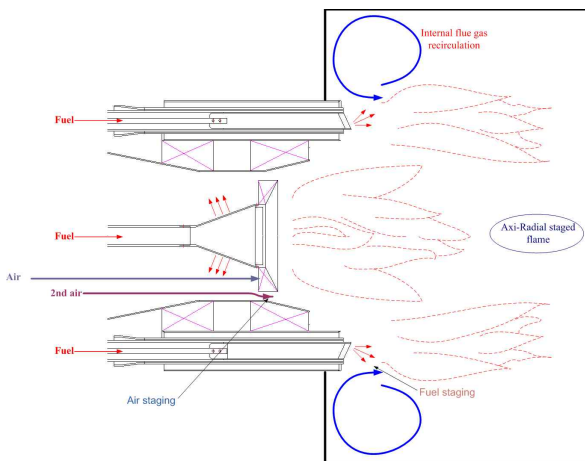


Fig. 1 Schematic diagram of Low NOx burner

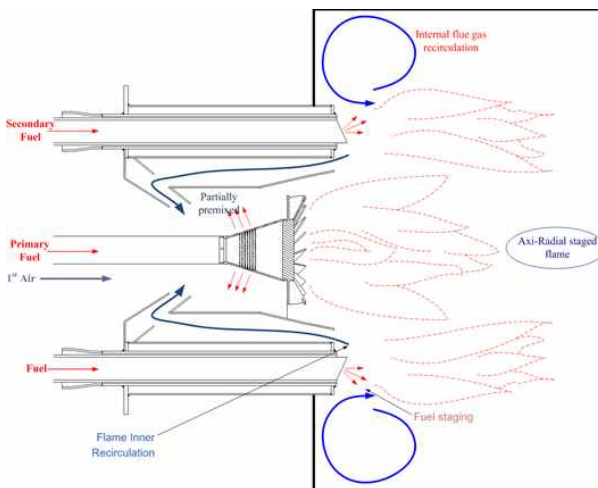


Fig. 2 Schematic diagram of FIR Low NOx burner

Table 1 Experimental condition

Burner capacity	15MW
Fuel	Natural Gas (commercial LNG)
Target boiler	20t/h water tube boiler
Load condition	20% ~ 100%

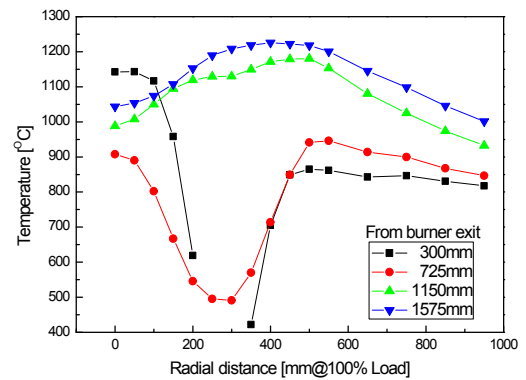


Fig. 3 Temperature results of type 1 burner

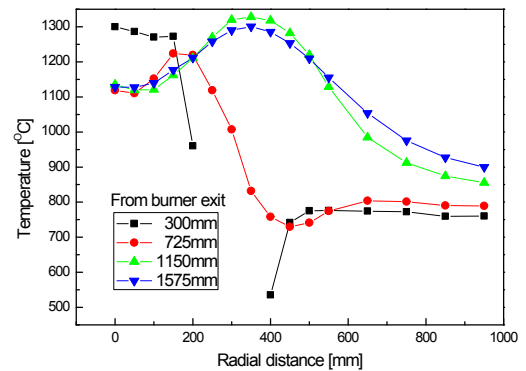


Fig. 4 Temperature results of type 2 burner

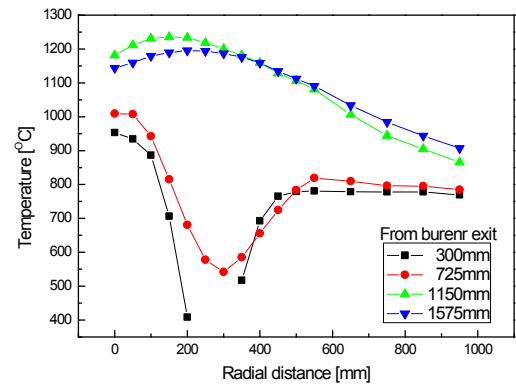


Fig. 5 Temperature results of type 3 burner(FIR)

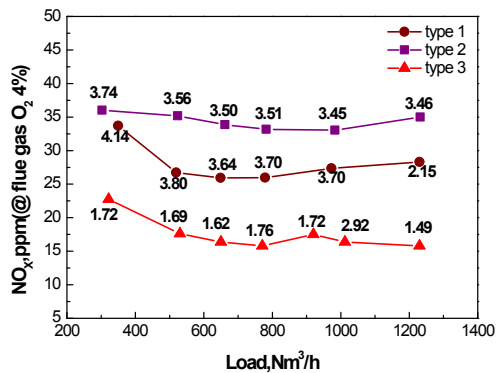


Fig. 6 NOx emissions of each burners

후 기

본 연구는 지식경제부 에너지자원기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Hwang, C. H. and Lee, C. E., "Performance evaluation of large eddy simulation for recirculating and swirling flows," Transactions of KSME B, Vol. 30, No. 4, 2006, in press.
- [2] Industrial Burners handbook, C. E. Baukal, CRC Press.
- [3] Boilers and Burners Design and Theory, Frederick F. Ling, Springer
- [4] Drake, M. C., Ratcliffe, J. W., Blint, R. J., Carter, C. D., Laurendeau, N. M., "Measurements and modeling of flamefront NO formation and super-equilibrium radical concentrations in laminar high-pressure premixed flames," Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 23, 1990, pp. 387-395.
- [5] Correa, S. M., "A review of NOx formation under gas-turbine combustion conditions," Combustion Science and Technology, Vol. 87, 1992, pp. 329-362.
- [6] Hwang, C. H., Hyun, S. H., Tak, Y. J. and Lee, C. E., "The effects of residence time and heat loss on NOx formation characteristics in the downstream region of CH₄/air premixed flame," Transactions of the KSME B, Vol. 31, No. 1, 2007, pp. 99-198.
- [7] Lee, C. E., Oh, C. B. and Kim, J. H., "Numerical and experimental investigations of

the NOx emission characteristics of CH₄-air coflow jet flames, Fuel, Vol. 83, 2004, pp. 2323-2334.