

에너지 절약 및 이산화탄소 포집을 위한 축열식 순산소 연소로 개발

오정석* · 노동순* · 이대근* · 홍성국* · 양제복* · 고창복* · 이은경*

Energy Saving and Development of an Industrial Regenerative Oxy-Fuel Combustion Furnace for CO₂ CaptureJeongseog Oh^{*†}, Dongsoon Noh^{*}, Daegeun Lee^{*}, Sungkook Hong^{*}, Jebok Yang^{*}, Changbok Ko^{*}, Eunkyung Lee^{*}

ABSTRACT

In recent years, the usage of fossil fuels has caused problems of climate change and global warming. Because the combustion of fossil fuels is related to the production of greenhouse gases (CO₂, CH₄, etc.), new technology in the field of combustion is needed in order to handle the crisis of climate change and the global warming. As one of the efforts to reduce the emission of greenhouse gases, the concept of regenerative oxy-fuel combustion for energy efficiency and carbon capture was suggested. In the current study, the development of an industrial regenerative oxy-fuel combustion furnace was introduced, which has been being performed at Korea Institute of Energy Research (KIER).

Key Words : Industrial burner, Regenerative furnace, Oxy-fuel combustion, Pyrolysis, Carbon capture

한국에너지기술연구원(이하 예기연)은 원자력을 제외한 에너지 전 분야를 다루는 국내 유일의 정부출연 연구기관이다. 본 기관이 다루는 에너지 관련 연구 분야는 에너지 효율 향상 연구부문, 신재생에너지 연구부문, 기후변화 및 온실가스 대응부문, 청정연료 연구부문 등이 있다.

현재 에너지 변환 및 활용과정에서 가장 많이 사용되고 있는 방법 중 하나는 연소이다. 연소기는 가정 및 산업 전 분야에서 폭넓게 활용되고 있다. 본 연구에서는 예기연에서 다루는 여러 연소관련 연구 분야 중 순산소 연소를 활용한 연소로 기술 개발에 관해 다루고자 한다.

순산소 연소는 산화제로 공기 중의 질소를 제거하여 산소 비율을 높여 사용하는 연소 방법이다. 산화제 중 산소 비율이 높아 공기를 이용한 연소에 비하여 화학반응이 빠르고 단일화염온도가 높으며 화염전파속도가 빠른 특징을 가지고 있다 (그림 1 참고) [1].

이러한 특징으로 인하여 고온이 요구되는 유리 및 세라믹 제조분야, 저급연료를 이용하여 석회석을 소결하는 시멘트 제조분야, 반응기 내에서의 화학반응을 이끌어내는 정유 및 석유화학 분

야, 코크스와 철광석으로 철을 만드는 제철분야, 높은 추력이 요구되는 항공우주분야 등에서 순산소 연소가 활용되고 있다.

근래에 들어 기후변화를 일으키는 지구온난화 현상과 관련하여 원인 물질로 이산화탄소가 지목되면서 이산화탄소 포집 기술의 일환으로 순산소 연소 기술이 주목 받기 시작했다 [2,3].

아래의 화학반응식은 도시가스의 주성분인 메탄과 산소 연소 시의 반응과정을 나타내고 있다.

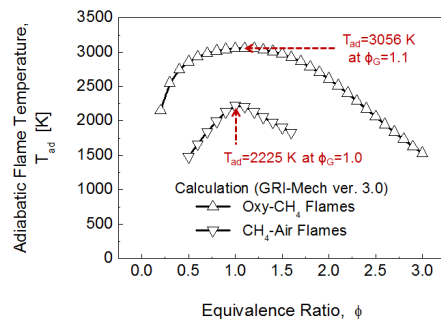
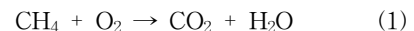


그림 1. 공기를 이용한 연소와 순산소 연소 시 단일화염온도 비교결과 [1]

* 한국에너지기술연구원 에너지효율연구단

† 연락처, jeongs5@kier.re.kr

TEL : (042)860-3479 FAX : (042)-860-3133

표 1. 이산화탄소 포집 및 저장 기술 [2,3]

기술구분	내용
포집	화석연료 배기가스 중에서 이산화탄소를 분리하는 기술 (연소 후, 연소 전 및 연소 중 포집 기술로 구분)
수송	고농도로 포집한 이산화탄소를 탱크로리, 파이프라인, 선박 등을 통해 저장소 또는 전환 플랜트로 이송하는 기술
처리, 저장, 전환 등	이송된 이산화탄소를 지중에 저장하거나 화학적, 생물학적 방법을 통해 화학소재 또는 연료 등으로 전환, 재활용하는 기술

위 식 (1)에서 보듯 순산소 연소는 연소 후 배기가스를 응축하여 물을 제거하면 바로 이산화탄소만 남기에 산업공정의 연소과정에서 지구온난화물질을 효율적으로 제거할 수 있는 장점이 있다. 또한 공기 중의 질소가 연소반응에 관여하지 않아 질소산화물 발생 가능성이 낮고 반응에 관여하지 않는 질소를 가열하는데 열이 낭비되지 않아 에너지를 절약할 수 있는 장점도 있다.

에기연 에너지효율연구단 소속 신연소 그룹에서는 이산화탄소 포집에 대응하기 위한 순산소 연소로를 개발(과제 책임자: 노동순)하고 있다.

그림 2는 기초적인 연소동특성을 연구하기 위한 실험실 규모(10 kW)의 연소로와 수치해석적 예측결과(왼쪽부터 속도장, 온도장, 이산화탄소 농도장) 및 자발광 측정 결과이다 [2,4].

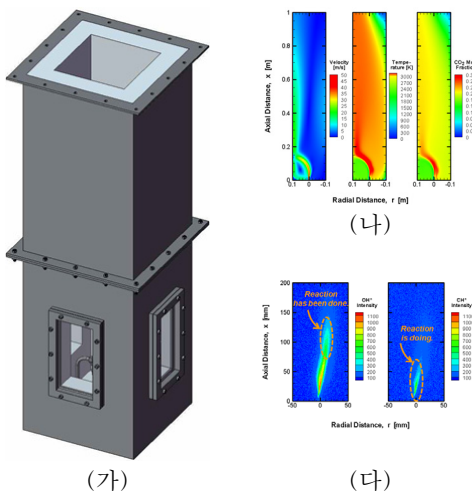


그림 2. 순산소 공업로 연구결과: (가) Lab scale 급 순산소 공업로 형상, (나) 수치해석적 결과, (다) 자발광 측정결과 [2,4]



그림 3. 한국에너지기술원 내에 설치된 0.5 MW 파일럿 플랜트 급 순산소 연소로 사진 [2]

기초적인 연소동특성 실험을 통해 연료의 조성 성분 변화, 배기가스 재순환, 연료 및 산화제의 예열 효과에 따른 화염의 거동을 분석하고 있다. 이를 바탕으로 파일럿 플랜트 급의 연소로에 적용하고 있다.

그림 3은 에기연 원내에 설치되어 있는 0.5 MW 파일럿 플랜트급 순산소 연소로 사진이다. 파일럿 플랜트 급에서 실 운영을 통하여 순산소 연소방법을 연소로에 적용하였을 경우 기기의 안정성을 확보하고 문제점들을 보완하는 연구를 진행 중이다. 궁극적으로 실제 현장에서 사용할 수 있는 연소로를 개발하기 위한 연구를 수행하고 있다.

후 기

본 연구는 한국에너지기술연구원의 주요사업으로 수행한 결과입니다 (B3-2421-05).

참고 문헌

- [1] J. Oh, D. Noh, "Laminar burning velocity of oxy-methane flames in atmospheric condition", Energy, Vol. 45, 2012, pp. 669-75.
- [2] 오정석, "온실가스 저감을 위한 순산소 공업로 기술," 에너지&기후변화, 에너지관리공단, 2012, vol. 430, No. 03, pp. 118-129.
- [3] 에너지관리공단 신·재생에너지센터, "신·재생에너지 R&D 전략 2030 시리즈 - 04 석탄이용", 북스힐, 2008
- [4] 오정석, 노동순, 이대근, 양제복, 고창복, "평행 슬롯 제트 메탄-산소 확산화염 특성", 제 43회 한국연소학회 추계학술대회, 2011, pp. 17-22.
- [5] J. Oh, D. Noh, "Lifted flame behavior of a non-premixed oxy-methane jet in a lab-scale slot burner", Fuel, vol. 103, 2013, pp. 862-868.