

목재폐기물 소각로에서 2차 공기 노즐 개조를 통한 CO감소에 대한 연구

최우성* · 최중균* · 정태용* · 신동훈*

Research of the CO reductions through the secondary air nozzle retrofit in an wood waste incinerator

Woo Sung Choi*, Chonggun Choi*, Tae-Young Chung*, Donghoon Shin**

우리나라는 에너지 수요의 95%를 수입에 의존하는 에너지 소비 국가이다. 화석에너지 고갈 및 지구 온난화에 대한 해결을 위해 대체 에너지의 개발 필요성 증대로 바이오매스의 가치가 증가하고 있다. 폐목재는 접착제와 도료의 영향으로 목재에 비해 휘발성이 높지만, 기본적인 특성이 나무와 같아 연소를 통해 에너지원으로 활용이 가능하다. 목재 폐기물 소각로는 연소 과정에서 CO, H₂, HCs와 같은 불완전 연소 생성물을 생성하게 된다. 이러한 오염물의 배출량을 제어하기 위한 많은 연구자들의 연구가 진행되어 왔다.^[1] 기존연구의 결과로 연료의 크기, 발열량, 수분 함유량 및 공기량에 의해 연소 특성이 보고되고 있다.^[2] 2차 공기는 일반적으로 노즐을 통해 분사되는데, 노즐의 설계 및 구성에 따라 그 특성이 변한다. 소각로내 주입되는 2차 공기는 연소가스의 유동 및 2차 연소실에서의 연소반응에 많은 영향을 주는 것으로 보고되고 있다.^{[3][4]} 따라서 2차 공기 노즐의 제어를 통해 CO배출량의 저감이 가능하다.

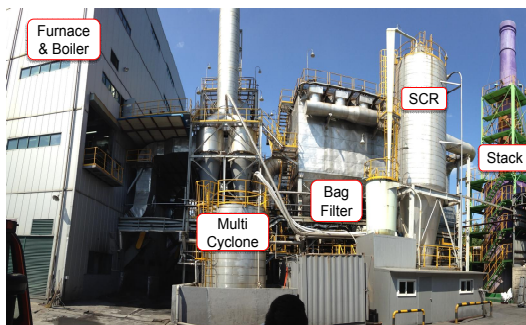


Fig. 1 An wood waste incinerator facility

Fig. 1은 목재폐기물 소각 시설의 전경이다. 폐목재는 분쇄과정을 거친 후 공기와의 혼합을 통해 소각로에서 연소된다. 그리고 열교환 과정을 거쳐 증기를 생산한 후 폐가스는 멀티사이클론과 백필터를 거쳐 회분을 제거하게 된다. 또, 폐가스에 존재하는 SO_x, NO_x, CO 등의 오염물질은 SCR과 탈황설비를 통해 제거된 후 대기로 방출된다.

본 연구에서는 연료 투입량 기준으로 150톤/일이고, 스팀 생산량 기준으로 35 톤/h 규모로 현재 운전 중인 목재폐기물 소각로에 대한 연구를 진행하였다. 해당 설비에서는 규제치를 초과하는 CO가 발생하는 상황이었으며, 본 연구에서는 이를 저감하기 위해 2차공기의 제어를 통해 달성하고자 하였다. 이를 위해 현장 확인과 전산해석을 통해 개선방안을 도출하고 실험을 통해 검증하였다.

NOZZLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A		○	○	X	○	○	X	X	○	○	X	○	○	
B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C		○	○	X	X	○	○	X	X	○	X	X	○	○
D	X	X	○	○	X	X	○	X	X	○	X	○	X	X

Fig. 2 The retrofitted secondary air nozzle

Fig. 2는 전산해석을 통해 도출된 2차 공기노즐의 개조안이다. 기존에는 14개의 노즐로 구성된 2차 공기 노즐이었으나 2차 공기의 유속증가와 이로 인한 혼합효과를 위해 노즐의 수를 줄였다. 이는 Fig. 2에서 와 같이 상호간 교차하는 노즐 C와 D에 의해 2차 연소실에서의 공기과 미연소가스 성분의 혼합을 보다 활발히 일어나도록 하였다.

Fig. 3과 Fig.4는 전산해석을 통해 2차 노즐의 개조 전 과 개조 후 운전 상태에 대한 해석 결과이다. 개조 전에는 연소로내 유동이 불균일하고 1차 연소가스와 2차공기와의 혼합이 충분히 이루어지지 못하였다. 혼합이 충분히 이루어지지 않

* 국민대학교 일반대학원 기계공학과

† 연락처자, d.shin@kookmin.ac.kr

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

은 결과 미연소 가스 성분인 CO가 잔류했다. 이를 해결하기 위해 2차 공기 노즐을 Fig.2 와같이 개조한 조건에 대한 전산 해석을 수행하였다.

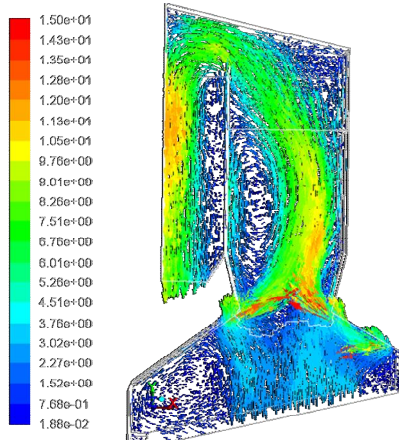


Fig. 3 Before retrofit

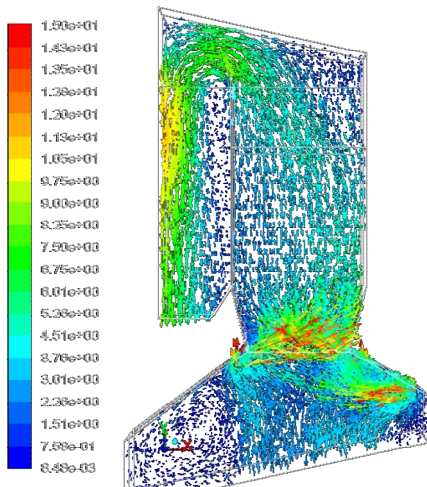


Fig. 4 After retrofit

그 결과는 Fig. 4와 같이 2차 로내 유동이 균일해지는 것을 확인하였다. 2차 연소실에서 공기와 미연소가스의 혼합의 증가로 연소가 보다 빠르고 균일하게 일어났고, 그 결과로 CO가 저감되는 것을 확인하였다.

확인된 전산해석 결과를 바탕으로 2차 노즐을 개조한 후 실제 운전 상황에서 실험을 진행하였다. 실험 데이터는 개조 전/후 각각 2달간의 운전 데이터이며, stack에서 측정된 결과이다. 실험 결과 CO의 배출량은 노즐 개조 전 96.3ppm에서 노즐 개조 후 43.4ppm 으로 저감되는 것을 확인하였다.

본 연구는 운전 중인 소각로에서 2차 공기 노즐의 개조만으로 CO 발생 저감을 달성하였다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 에너지인력양성사업(20134040200580) 및 산업융합원천기술개발사업(10044583)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Ryu C., Yang Y.B., Khor A., Yates N., Sharifi V., Swithenbank J., "Effect of fuel properties on biomass combustion: Part I. Experiments—fuel type", equivalence ratio and particle size," Fuel, 85, 1039–1046, 2006
- [2] Yang Y.B., Ryu C., Khor A., Yates N., Sharifi V., Swithenbank J., "Effect of fuel properties on biomass combustion. Part II. Modelling approach—identification of the controlling factors," Fuel, 84, 2116–2130, 2005
- [3] Liscinsky D. True B. Holdeman J., "Experimental investigation of crossflow jet mixing in a rectangular duct," 29th Joint Propulsion Conference and Exhibit, 1993
- [4] Ryu C., Choi S., "Design consideration for cross jet air mixing in municipal solid waste incinerators," International Journal of Energy Research, 21, 695–706, 1997