

역방향 2차공기 주입 연소로에서의 연소실 높이 효과에 대한 연구

오남균* · 신정훈** · 최중균** · 신동훈*†

A Study on the effect of combustion chamber aspect ratio of the reverse secondary air injection combustion furnace

Namkyun Oh*, Junghoon Shing**, Chonggun Choi**, Donghoon Shin*†

해마다 석탄, 석유 등의 에너지 자원의 소비가 증가하고 있고 이에 대해 발생하는 환경오염을 줄이기 위해 각종 규제를 하고 있다. 특히 연소 시 발생하는 NO_x 와 SO_x 는 공해 물질로 바뀌어 인체에 악영향을 미치게 되기 때문에 강력하게 규제하고 있다. 세계적으로 공해물질 배출 규제가 강화되고 있고 많은 연구자들이 배출 저감을 위해 많은 연구가 진행되고 있다.^[1] 선행 연구에서는 2차 공기의 유량을 제어하거나 2차 공기 노즐의 크기를 변경하여 연소로 내부의 온도와 가스 분포를 측정하였다. 본 연구에서는 연소로의 높이에 따른 2차 공기의 영향에 대해 연구하기 위해 1차 공기 투입과 상부에서 수직 방향으로 2차 공기를 투입하여 내부의 온도 및 가스 분포를 분석하였다.

Fig. 1은 실험 연소로의 개략도를 나타내었다. 실험에 사용한 장치의 로내 크기는 150mm(X) × 150mm(Y) × 800mm(Z)이며, 실제 소각로 모사를 위해 건조단, 연소단, 후연소단을 고려하여 1번, 2번, 3번, 4번 버너를 사용하였다. 연료는 LPG를 사용하였고 2번과 3번 버너로만 투입하였다. 1차 공기 유량과 2차 공기 유량, 연료 유량은 Table. 1과 Table. 2와 같이 투입하였고 공기는 압축 공기를 사용하였다. 연료와 공기 유량 제어를 하기 위해 MFC를 이용하였고, 부상화염의 방지를 위해서 Metal fiber 버너를 사용하였다.^[2]

연소로의 높이(Z)는 800mm에서 500mm로 높이를 150mm씩 변경하면서 실험을 진행하였다. 온도 측정 지점은 X방향으로 35mm, 75mm, 115mm이고 Y방향으로 35mm, 75mm, 115mm 지점에 각각 12개 위치해있다. 연소실내 온도 측정은 k-type thermocouple을 이용해 측정하였고, 각 지점에서 가스 농도 측정은 MRU SWG 200-1을 사용하였다.

Fig. 2는 Case1과 Case2의 연소로 중심에서의

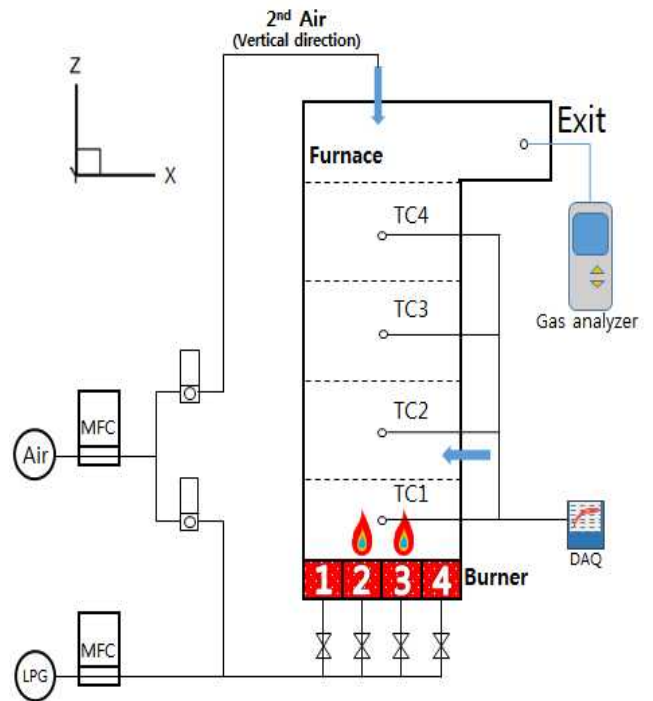


Fig. 1 Schematic diagram of combustion^[2]

Table. 1 Experimental conditions of flow rate at the burner

	Position of burner	Flow conditions(lpm)
Primary Air	burner 1	4
	burner 2	19
	burner 3	50
	burner 4	4
LPG	burner 2	2
	burner 3	2

O_2 농도분포를 나타낸 것이다. W방향으로 커질수록 출구에 가까운 쪽이다. 공통적으로 좌측 상부에서 2차공기가 투입 되고 있으므로 산소 농도가 높은 것을 볼 수 있다. 오른쪽의 분포도는 연소로 높이가 가장 큰 경우인데 400mm이상의 높이에서 O_2 농도가 높은 것을 볼 수 있다. 이는 2차

* 국민대학교 기계시스템공학부
 ** 국민대학교 일반대학원 기계공학과
 † 연락처, d.shin@kookmin.ac.kr
 TEL : (02)910-4818 FAX : (02)910-4839

Table. 2 Experimental conditions of flow rate at the Secondary air nozzle

	Position of nozzle	Flow conditions(lpm)
Secondary Air	A1 nozzle	18
	A4 nozzle	18

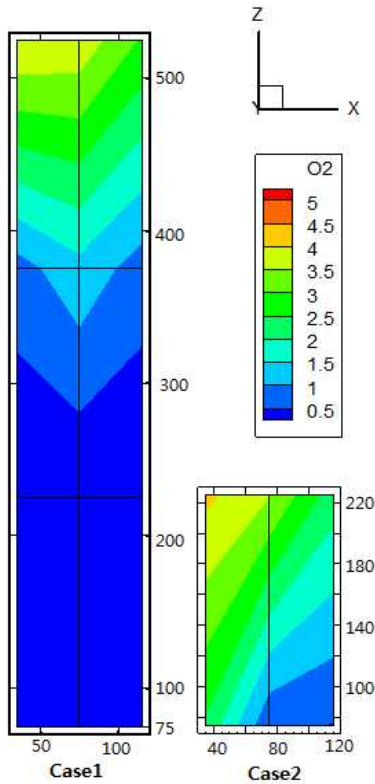


Fig. 2 O₂ distribution Contour in Case1, Case2

공기가 약 100mm 정도의 침투깊이를 갖는 것으로 보인다. 반면에 Case2의 산소 농도를 보면 전반적으로 연소로 내의 O₂ 농도가 높은 편이며 Case1에 비해 좌측 하단부까지 영역이 넓어져 있는 것을 볼 수 있다. 이는 상부에서 수직으로 2차 공기가 분사 되어 하단부까지 도달한 것으로 알 수 있다. 여기에서 2차 공기는 버너부분까지 내려 왔다가 출구로 돌아서 나가는 것을 알 수 있다.

Fig. 3는 연소로 중심에서의 CO 농도 분포이다. 하단부의 버너 근처에서 농도가 높은 것으로 보이고, 연소로의 상부로 갈수록 농도가 낮아진다. 좌측은 Case2에서의 CO 농도 분포이다. 전반적으로 내부의 농도가 매우 낮은 편이고 상부로 갈수록 농도가 낮아지고 2차 공기 투입부 근처에서 농도가 제일 낮은 것을 볼 수 있다.

연소로 내의 온도 분포는 Fig. 4에 나타내었다. Case1에서는 주로 버너 상부(버너 1)에서 화염이

연소하여 온도가 높게 보이며 연소로의 중간부분

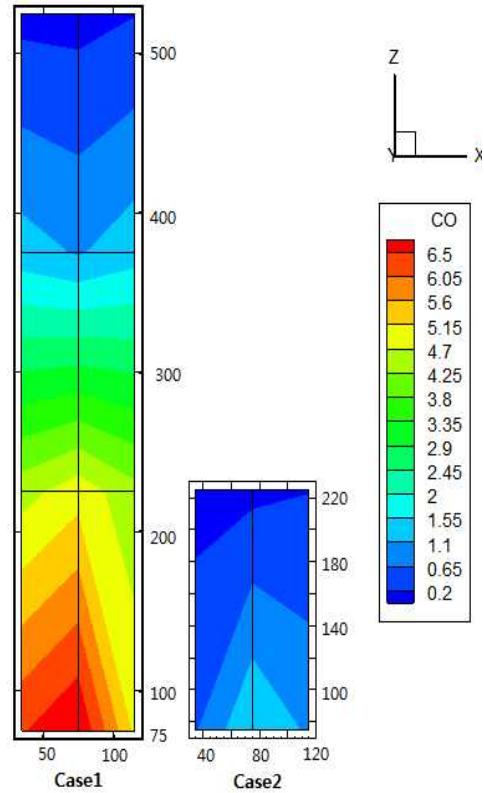


Fig. 3 CO distribution Contour in Case1, Case2

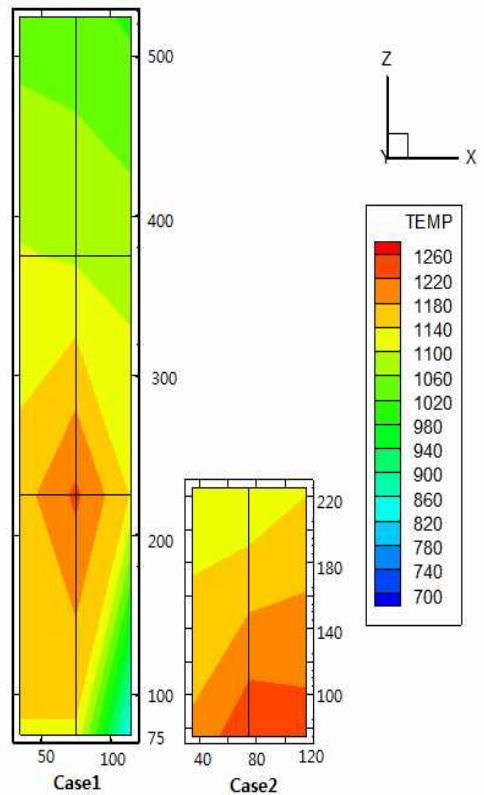


Fig. 4 Temperature distribution Contour in

Case1, Case2

에 화염이 위치하여 집중적인 높은 온도 분포를 볼 수 있다. 연소로 높이가 낮은 Case2는 전체적으로 내부 온도가 높은 편이며 2차 공기가 영향 주어 연소로 우측 부분보다 좌측이 온도가 낮은 것을 알 수 있고, 이를 통해 2차공기가 좌측 버너 부분까지 내려왔다가 출구로 나가는 것을 알 수 있다.

효과적인 연소가 일어나는 소각로를 알아 보기 위해 소각로의 높이에 따라 내부의 온도 및 가스 분포를 측정하였다. 연소로의 높이가 낮을수록 2차 공기의 침투깊이가 길고 이에 따른 O_2 , CO , 온도의 분포가 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 높은 연소로에서는 2차 공기와 연소가스가 만나는 지점에서 온도가 높아 산소 농도가 낮아지고 CO 가 줄어드는 지점임을 알 수 있었다. 하지만 낮은 연소로에서는 열손실이 적어져 완전연소가 일어나 CO 농도가 전체적으로 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 본 연구에 대한 결과는 추후 실험시 공해물질이 적게 나오고 효율적인 소각로 높이로 실험이 가능하도록 활용될 수 있다.

후 기

본 연구는 한국 에너지 기술 평가원의 인력양성사업(No.20134040200580)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 에너지경제연구원, "에너지통계월보", 에너지경제연구원., Vol. 31-03, 2015, pp. 4-15.
- [2] Woo Sung Choi, Chonggun Choi, Donghoon Shin, "Studies on reduction of NO according to the direction of the secondary air", Combust. Inst. 2015, pp. 241-243.