

## 석탄/바이오매스 혼합 연소를 통한 연소 특성 평가

채태영\* · 이재욱\* · 강별\* · 김세민\* · 양 원\*†

### Co-firing Characteristics of Biomass in a Coal Combustion System

Taeyoung Chae\*, Jaewook Lee\*, Byeol Kang, Semin Kim, Won Yang\*†

석탄화력발전의 전력 생산량의 경우 전 세계의 약 40% 이상을 차지하고 있는 중요한 발전 수단이다. 한국 발전량의 경우, 14년 기준으로 원자력 30.0%, 석탄 39.3%, LNG 20.4%, 석유 1.4%, 기타 8.9%를 차지하고 있다. 현재 ‘제7차 전력수급기본계획’을 통해 신규 석탄화력발전소 20기 건설 예정할 예정이고 발전 비율도 40%를 유지 할 계획이다. 또한, 원전 13기, 석탄 20기, LNG 14기 건설할 예정으로 총 60조원이 소요될 전망이다. 그러나, 발전 산업에서 CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, soot 등 유해 배출 가스 문제는 지속적인 해결 과제이다. 이 중 NO<sub>x</sub>의 경우, 90% 이상 화석 연료에 의해 인위적으로 생성되는 대표적인 유해 물질이다. 그래서 NO<sub>x</sub> 생성을 감축시키기 위한 연구가 다방면으로 여러 과학자들에 의해 계속 진행되고 있다. 국내의 경우, 신재생에너지 의무 할당제(RPS)에 기반을 둔 화석연료 감축 정책이 2012년부터 시행되고 있다. 그러므로 신재생 연료 사용의 연료다변화 발전을 통한 실질적인 유해물질 저감이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 화력 발전에서 신재생 연료 혼소는 주요한 유해 물질 감축 기술 중 하나이다. 본 연구는 국내 석탄화력발전의 대부분을 차지하고 있는 미분탄 화력 발전소에서 기존 주 연료인 석탄의 일부를 신재생 에너지의 활용 및 RPS 의무 할당제의 실질적 대비를 위한 바이오매스 또는 폐기물 에너지 등의 다양한 연료로 전환하는 기술에 관한 것이다. 이와 함께, 재연소 기술을 활용하여 로내에서 NO<sub>x</sub> 농도를 저감함과 동시에, 혼소 기술의 최적화를 통해 기존 설비의 연소효율 감소 및 발생 가능한 보일러 운전 장애를 개선하고 발전효율 penalty를 최소화하여 연료비 절감 또는 신재생 에너지 활용 증대를 도모하는 기술이다. 실험 결과 석탄/신재생연료 연소 시 혼소 및 재연소율이 증가 할수록 NO<sub>x</sub> 생성율은 감소하는 것을 볼 수 있었다. 또한, 바

이오매스 투입량이 증가할수록 NO<sub>x</sub> 감소량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 단순 혼소의 경우 바이오매스 내 포함된 N의 감소에 의한 NO<sub>x</sub> 감소효과와 바이오매스의 빠른 탈휘발에 의해 N과 O<sub>2</sub>의 반응을 방해하는 효과에 의한 NO<sub>x</sub> 감소 효과만 작용하기 때문에 NO<sub>x</sub>감소에 한계 있다. 그러나 재연소의 경우 단순 혼소 시 발생하는 NO<sub>x</sub> 감소 효과에 더하여 초기 연료 감소에 의한 NO<sub>x</sub> 감소 효과와 연소 후 생성된 NO<sub>x</sub>를 재연소 구간에서 환원 시키는 효과가 추가로 발생하기 때문에 NO<sub>x</sub> 감소에 더 효과적인 것을 확인 할 수 있었다.

Table 1. Composition of the coal/biomass

Fuel	Proximate analysis(%wet)				Ultimate analysis(%wet)				
	M	VM	FC	Ash	C	H	O	N	S
Com.	3.1	31.2	53.0	12.7	67.2	4.7	10.3	1.4	0.6
Tra.	9.2	83.9	6.7	0.2	48.5	6.3	35.1	0.7	0.0
WP	9.8	59.6	15.9	14.8	38.8	4.6	31.3	0.8	0
PKS	7.7	73.5	17.8	1.0	43.2	5.2	42.6	0.3	0
EFB	9.3	70.5	19.2	1.1	41.1	6.0	31.6	1.1	0
WS	1.2	81.0	16.0	2.0	58.7	6.1	31.1	1.1	0.0
TB									



Fig. 1 Experimental set-up (80 kW)

\* 한국생산기술연구원  
고온에너지시스템그룹

† 연락처자, yangwon@kitech.re.kr  
TEL : (041)589-8265 FAX : (041)-589-8323



Fig. 2 Experimental set-up (1 MW)

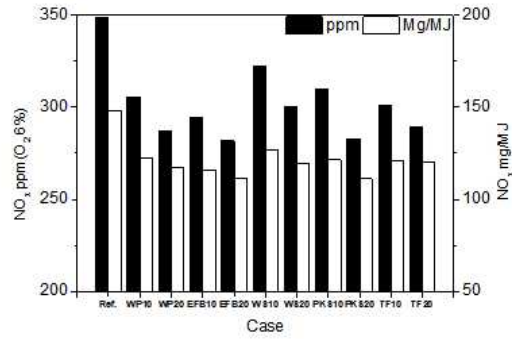


Fig. 5 연소로 출구 NOx 농도

실험 결과 Reference case의 slagging, fouling 경향이 가장 낮게 나타났다. Ash deposition의 경우 석탄/바이오매스 혼소 조건에서 높은 경향성을 나타내었다. 연소로 내부 온도 분포는 모든 실험 조건이 유사한 경향을 나타내었다. 혼소의 경우 초기 연소로 초기 온도는 낮고 후단으로 갈수록 높아지는 현상이 발생하였다. PKS, WS의 경우 연소로 후단부 온도가 증가하는 구간 발생 하였다. (불순물, 입도 영향) 혼소 및 재연소 조건에서 연소로 내부 온도가 전체적으로 기본 연소 조건과 유사한 결과를 나타내었다. 재연소 조건의 경우, OFA 연소로 인한 연소로 후단부 온도 상승 하였다. NOx emission의 경우 reference case가 가장 높고 reburning 이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 혼소율이 증가할수록, NOx 농도는 감소함 바이오매스의 경우, 석탄에 비해 낮은 N 포함되었기 때문에 사료 된다. 재연소 조건의 경우 NOx 감소 폭이 혼소에 비해 크다. 이것은 재연소 영역에서 NOx 환원 효과가 나타나기 때문이다.

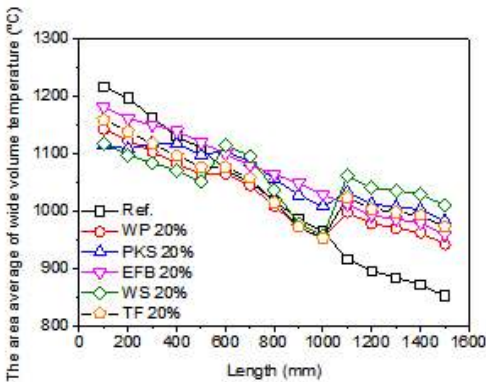


Fig 3 연소로 내부 온도 분포

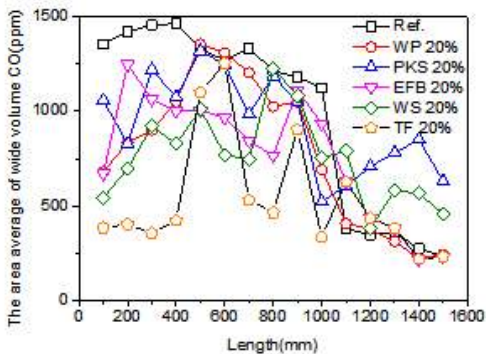


Fig 4 연소로 내부 CO 농도 분포