

2F4) 석탄/바이오매스 혼합연소의 대기오염 영향 Effect of Co-combustion of Biomass on Emissions in Pulverized Coal Furnaces

이시훈 · 현주수 · 임영준 · 박영옥 · 김성철¹⁾

한국에너지기술연구원 청정에너지기술연구부, ¹⁾전력연구원

1. 서 론

세계는 전체 에너지 수요의 약 80%를 화석연료에 의존하고 있으며 화석연료중 약 50%는 석탄에 의존하고 있다. 국내의 경우에도 전체 전력 생산의 약 30% 정도는 계속 석탄으로 유지될 전망이다. 환경 문제가 21세기의 중요한 테마로 부상하면서 화석연료 사용에 의한 유해 대기오염물질의 배출이 문제가 되고 있으며 그 규제는 점차 강화되어 최근에는 SO₂와 NO_x에 강화된 규제가 적용되고 있고 CO₂의 규제도 구체화되고 있다.

바이오매스는 석탄과 oil 다음으로 세계에서 세 번째로 풍부한 에너지원이다. 세계 에너지의 약 14%에 해당하는 1,250백만TOE를 차지하고 있다. 개발도상국의 경우에는 전체 에너지의 약 35%를 바이오매스가 공급하고 있고 선진국의 경우에도 중요한 에너지원으로 자리잡고 있어서 미국에서만 약 70백만 TOE, 유럽의 경우에는 국가마다 다르지만 20~40백만TOE를 바이오매스가 공급하고 있다(Sami et al., 2001; Williams et al., 2001).

바이오매스 연료의 가장 큰 장점은 환경친화적이라는 것이다. CO₂에 관한한 neutral로 인정되고 있으며 황함량이 적기 때문에 SO₂ 발생이 적어 특히 고유황 석탄과 혼소하는 경우 효과를 얻을 수 있다. 바이오매스에 함유되어 있는 알칼리 물질은 SO₂를 제거하는 효과가 있다. 또한 바이오매스가 갖고 있는 질소성분은 연소과정에서 NH radical(특히 NH₃)로 전이되기 때문에 NO를 환원시켜 제거하는데 사용되어 NO_x 제거효과도 있는 것으로 보고되고 있다(Sami et al., 2001; Williams et al., 2001).

본 논문에서는 바이오매스 연료의 특성을 소개하고 바이오매스 연소실험과 자료조사를 통한 문제점과 대책 그리고 바이오매스 연소시스템 개발현황을 소개하여 향후 국내에서도 화석연료연소의 대체연료로 바이오매스를 중요하게 다루게 되는 경우를 대비하고자 한다.

2. 연구 방법

지금까지의 바이오매스 연구현황을 조사, 분석하였다. 미국에서는 대규모 energy crop을 만들어 이용하고 있으며 유럽에서는 2005년부터 발전소에 12%까지 혼합하는 것을 규정하였고 일본에서도 현재 이 용기술을 개발하고 있다.

실험장치 사진을 다음 그림 1에 나타내었다. 사용한 바이오매스는 톱밥이며 동일한 입열량을 기준으로 15%까지 혼합하여 실험하였다. 연소기는 수평형의 선회연소시스템이며 coal feeder와 bio-feeder를 별도로 설치하여 사용하였고 열교환기, data acquisition system 등을 설치하여 사용하였다. 석탄 사용량은 7kg/hr를 기준으로 하였으며 사용한 석탄은 중국산 대동탄이다.

3. 결과 및 고찰

다음 그림 2에 연소실험의 대표적인 결과를 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 동일 입열량에서 톱밥의 혼합율이 증가할수록 CO의 발생이 낮아지고 연소온도가 높아져 연소효율이 증가하는 것을 알 수 있으며 반대로 SO₂와 NO_x는 감소하는 것을 알 수 있다. 연소온도가 증가함에도 불구하고 NO_x 발생이 낮아지는 톱밥을 석탄주입부의 후단에 주입하여 fuel staging 효과를 갖기 때문이다.

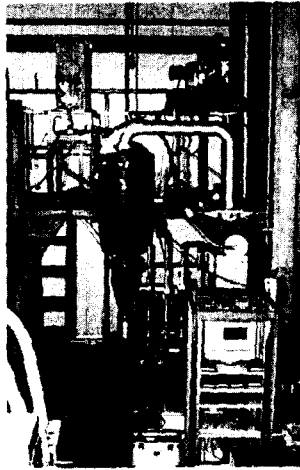


Fig. 1. Photograph of bench scale experimental apparatus.

4. 결 론

석탄과 바이오매스 혼합연료 co-firing은 NO_x와 SO_x를 저감한다는 장점이 있으며 CO₂ emission을 감소시키는 효과를 갖는다. 미국의 경우 DOE와 EPRI에서 주관하고 유럽 EU에서 주관하는 co-firing 연구결과 대규모의 utility에 적용하는 경우 유효할 뿐만 아니라 환경적으로도 매우 유효하다는 결론이 도출되었다.

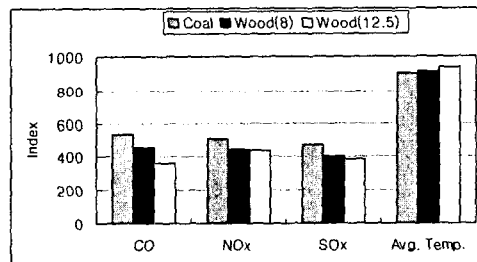


Fig. 2. Results of co-combustion of biomass and coal in bench scale cyclonic combustion system.

Co-firing은 연료값을 낮추고 폐기물을 감소시키며 토양과 물의 오염을 막는 효과가 있다. 그러나 기술적으로 해결하여야 하는 문제가 있다. 첫 번째 문제는 회분의 알칼리 성향으로 인한 fouling 문제이다. 회분의 용착은 열전달을 방해하고 결과적으로 부식의 원인이 된다. 석탄의 연소에서 만들어진 회분의 용착과 비교하면 바이오매스의 회분 용착은 보다 dense 하고 따라서 제거하기가 더 어렵다. 두 번째는 기존의 PC boiler에 주입하기 위해서는 최대 입자크기가 정해져야 하며 이를 위해서는 보다 많은 연구가 필요하다는 것이다. 그러나 이러한 문제는 경제적인 것과 연결되어 고려되어야 하는 사항이며 이보다 더 근본적인 문제는 연소특성 해석이다. 세 번째는 분쇄시스템의 고찰이다. 바이오매스 연료의 혼합비를 증가시키고 연소특성을 좋게 하기 위해서는 석탄과 다른 종류의 분쇄시스템이 선정되어야 한다. 많은 문제점에도 불구하고 석탄과 바이오매스의 혼합연료의 사용은 발전소 utility에 사용할 수 있는 가장 가능성이 큰 잠재력을 갖고 있다고 결론지을 수 있다.

참 고 문 헌

- Sami, M., Annamalai, K. and Wooldridge, M., 2001, *Progress in Energy and Combustion Science*, 27, 171-214.
- Williams, A., Pourkashanian, M. and Jones, J.M. 2001, *Progress in Energy and Combustion Science*, 27, 587-610.