

음식물쓰레기로부터 제조한 분체연료의 연소에 의한 에너지회수 특성

*김 상국¹⁾, 권 효리²⁾

Energy recovery characteristics by combustion of pulverized fuel made from food waste

*Sanguk Kim, Hyolee Kwon

Abstract : Food waste contains almost no heavy metals and high fuel ratio 0.14-0.17 that makes it a good candidate for solid fuel. Thermogravimetric analysis showed that volatile matter volatilizes at 200-400°C, and ignition temperature is 460°C. Combustion efficiency measured from energy balance before and after combustion was over 99%. Pulverized fuel made from food waste is a new and renewable energy which contribute to low carbon green economic growth.

Key words : Food waste(음식물쓰레기), Pulverized fuel(분체연료), Steam generation rate(스팀발생량), Flue gas(연소배가스), Temperature profile(온도분포)

Nomenclature

- Fo : feed rate of the fuel, kg/hr
- Ho : heating value of the fuel, kcal/kg
- Ff : generation rate of the fly ash, kg/hr
- Hf : heating value of the fly ash, kcal/kg
- Fb : generation rate of the bottom ash, kg/hr
- Hb : heating value of the bottom ash, kcal/kg

1. 서론

국내 생활쓰레기의 23%를 차지하고 있는 음식물쓰레기의 발생량은 2001년 기준으로 약 11,237톤/일이다. 음식물쓰레기의 3성분은 지역과 계절에 따라 다소의 차이가 있지만 하나의 예는 수분 79.36%, 회분 2.99%, 가연분 17.65%이다⁽¹⁾. 종래의 음식물쓰레기의 처리방법은 퇴비화, 사료화, 혐기성소화에 의한 메탄가스발생등이다. 고정탄소/휘발분으로 정의되는 연료비(fuel ratio)는 탄화도가 높은 무연탄의 경우 12이상이며 유연탄은 4-7이지만 음식물쓰레기로부터 제조한 분체연료는 0.14 -0.17이다. 따라서 착화가 매우 용이하고 좌의 함량이 작기 때문에 연소에 요구되는 시간도 비교적 짧은 장점이 있으며 음식물쓰레기는 중금속등에 의하여 오염이 되어 있지 않기 때문에 청정연료를 제조가 가능하다. 본 연구에서는 분체연료를 제조하여 최대 200kg/hr의 분체연료를 처리할 수 있는 로에서 연소하여 연소 및 에너지회수 특성을 조사하였다.

2. 분체연료 제조

음식물쓰레기로부터 비닐등 이물질질을 제거하

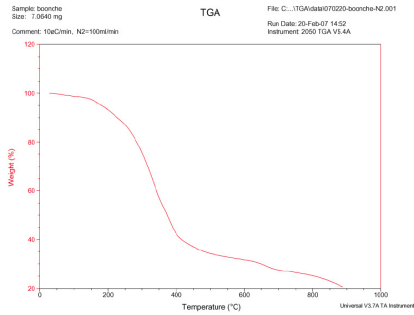
고 탈수과정을 거치면서 탈수케이크와 탈리액중고액분리기에서 분리된 슬러지는 건조기로 보내어 함수율 12%이하로 건조한다. 건조물은 분쇄기에서 30mesh이하로 분쇄하여 분체연료를 제조하였다.

2.1 분체연료의 특성

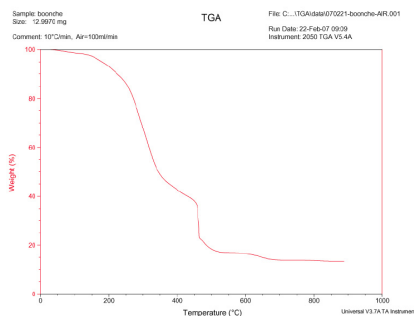
분체연료는 탄소 45-47%, 수소 5-7%, 질소 3%, 산소 30-33%, 유황분 0.15-0.25%로 구성되어 있으며 저위발열량은 약 4,000kcal/kg 이다. 중금속인 As, Cd, Cr, Pb, Hg는 거의 검출되지 않았다. 분체연료중 휘발분은 65-69%, 고정탄소는 9-12% 이며 회분은 11-13%이었다. 분체연료 연소시 중요한 물성중 하나는 휘발 및 착화온도이다. 이를 위하여 열중량분석을 하였다. 승온속도는 10°C/min이며 carrier gas로 각각 질소 및 공기를 사용하였으며 그래프는 각각 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. Fig. 1로부터 열중량감소구간 즉 휘발성물질의 휘발구간은 200-400°C임을 알 수 있으며, Fig. 2로부터 460°C에서 중량이 급격히 감소하였으며 이 온도가 착화온도로 해석된다.

3. 분체연료 연소에 의한 에너지회수

분체연료 연소에 의한 에너지회수설비는 음식물쓰레기 중간처리물 저장조, 버너 및 연소로, 분체연료 정량 feeder, 보일러, 백필터, 열교환기, 굴뚝, 분쇄기, 건조기, 분체연료저장조 및 feeder, 제어장치로 구성된다.



**Fig. 1 TGA curve for pulverized fuel
(carrier gas = nitrogen)**



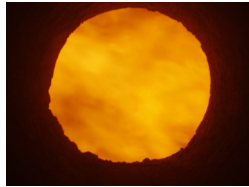
**Fig. 2 TGA curve for pulverized fuel
(carrier gas = air)**

3.1 연소특성

버너에서 분체연료 연소사진은 Fig. 3과 같으며 연소로 중간부에서의 화염은 Fig. 4와 같다.



Fig. 3 burner flame



**Fig.4 Flame at the
middle of the combustor**

회재분석결과는 Table 1과 같다. 비산재는 백필터에서 시료를 채취하였으며 바닥재는 연소로 하부에서 채취하였다.

Table 1 Ash analysis

고형연료의 연소효율을 식(1)과 같은 에너지수지로부터 계산하였다.

$$\eta = 100 \times \left[1 - \frac{F_f \times H_f + F_b \times H_b}{F_0 \times H_0} \right] \quad [1]$$

분체연료의 회분이 11-13%이며 회재중 가연성 성분의 함량이 낮아 연소효율은 99%이상이었다.

3.2 에너지회수 특성

분체연료 공급량 155-167[kg/hr], 과잉공기비 1.5-2.0에서 설비를 운전하였다. 스팀발생량은 약

항목	공업분석(%)				화학 분석	
	수분	휘발분	회분	고정 탄소	Na (%)	Cl (%)
비산재	0.79	2.69	96.48	0.04	2.1	3.1
바닥재	0.33	8.67	90.91	0.09	1.1	1.6

600[kg/hr]이었으며, 스팀온도는 140-143°C, 이때 스팀압력은 3.0-3.4[Kgf/cm²]이었다. 과잉공기비를 낮게 유지하면서 운전한 결과로 산소농도가 8.9%에서 이산화탄소 농도는 10.96%이었으며, 산소 7.7%에서 이산화탄소는 11.77%이었다. CO, NO 농도는 초기 한때 100ppm을 상회하였으나 낮은 과잉공기비와 안정된 연소상태에서 30ppm 이하로 운전하였으며 SO₂농도는 10ppm이하로 매우 낮았다. 대기오염공정시험방법에 의한 다이옥신 분석결과 농도는 0.05, 0.18[ng I-TEQ/Sm³]이었다. 에너지 회수설비에서의 온도분포는 Fig. 5와 같다.

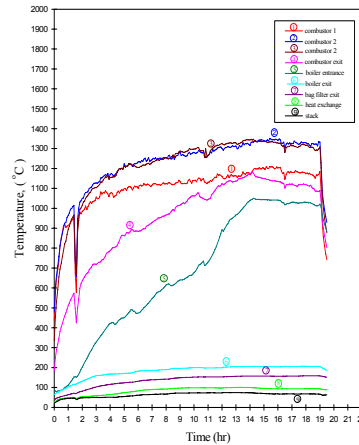


Fig. 5 Temperature profile

References

- [1] 배재근, 2001, "지역폐기물의 효과적인 처리를 위한 심포지움" pp. 85-104, 한밭대학교.