

5TPD 분류층 액상폐기물 가스화기의 운전특성

이정목, 김성현, 김나량, 정석우, 주지선
고등기술연구원 Plant Engineering센터

Operating Characteristics of Liquid Wastes in a 5TPD Entrained Bed Gasifier

Jung Muk Lee, Soung Hyoun Kim, Na Rang Kim, Seok Woo Jung, Ji Sun Ju
Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

1. 서 론

폐기물을 대상으로 하는 가스화용융공정은 환경문제와 에너지효율 문제를 동시에 접근할 수 있는 공정으로서 폐기물의 잔존에너지 재활용 측면과 다이옥신 발생이 없고 SOx/NOx 발생도 현저히 감소시킬 수 있는 측면에서 향후 연소반응에 근거한 공정을 점차 대체할 것으로 예측되고 있다.

본 센터에서는 “가연성 폐기물처리용 5톤/일급 가스화용융 공정기술개발”의 과제를 과학기술부 국가지정연구실사업을 통해 수행 중에 있는데, 현재 진행중인 연구는 최대 10기압에서 조업 가능한 분류층(Entrained bed)방식의 가스화용융설비에서 폐유, 중질잔사유등과 같은 액상폐기물을 대상으로 운전 및 공정기술개발을 수행하고 있다.

본 연구에서는 자체 설계/제작한 5톤/일 용량의 분류층 가스화기를 이용하여 국내에서 발생하는 액상폐기물을 대상으로 1400 ~ 1450℃, 5kg/cm²의 운전조건에서 나타나는 가스화기의 운전특성을 고찰하였다.

2. 실험 방법

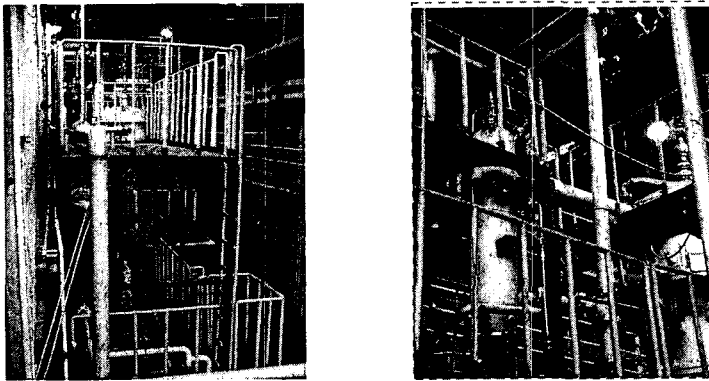
본 실험에서 사용된 실험장치는 5톤/일의 처리용량으로서 액상 및 슬러리상(액상과 입자상의 혼합물) 폐기물 공급설비, 가스화용융로, 배가스 처리설비, 폐수처리시스템, 그리고 유틸리티 공급설비로 구성되어 있으며 [그림 1]에 5TPD 가스화용융시스템 전경을 나타내었고 [그림 2]에 시스템 구성도를 나타내었다.

본 실험에서 사용한 시료인 액상폐기물은 선박세척후 발생된 물질로서, 탄소성분 84.47%, 수소성분이 10.18%, 황성분이 8.28%로 구성되어 있으며, 발열량등 시료의 성분 특성을 [표 1]에 나타내었다.

액상 및 슬러리상 폐기물 공급설비에서는 전처리를 거친 액상폐기물이 가스화용융로 하부에 설치된 액상 및 슬러리버너로 각각 투입되고 공기를 이용하여 투입노즐에서 액상폐기물을 분무시켜 가스화기 내로 공급하였다. 버너는 액상폐기물의 가스화를 위해 설계한 것으로 가스화에 필요한 산화제도 이 버너를 통해 가스화기로 투입하였다. 가스화용융로는 배출

가스의 체류시간이 4~5sec 정도로 설계되어 운전시 이러한 조건에 유지되도록 실험을 실시하였고, 압력은 5kg/cm²로 조절하였다. 배가스 처리설비는 습식세정설비로서 가스화기에서 배출되는 1200℃ 이상의 배출가스가 Spray Chamber에서 수분사하여 냉각되고, 배출가스에 함유된 입자상 물질은 Venturi Scrubber에서 제거된 후, 최종 배출가스는 Flare Stack에서 처리하였다. 폐수처리시스템은 에멀전형 고분자 응집제를 이용한 침전설비로서 배가스 세정시 발생하는 폐수를 고분자 응집제와 교반시킨 후 침전조에서 응집된 입자를 침전시키고, 침전이 일어나지 않는 입자는 다시 Filter bag에서 제거되고 Filter bag을 통과한 폐수는 다시 Scrubber로 재순환되었다. 발생가스의 조성은 가스분석기로 연속측정 하였으며, 발생된 가스량은 V-cone meter를 이용하여 측정하였다. 미반응된 Dust의 양은 실험후 Filter Bag 및 Demister에서 포집된 것을 측정하였다. [그림 3]에 가스화 용융시스템 공정흐름도를 나타내었다.

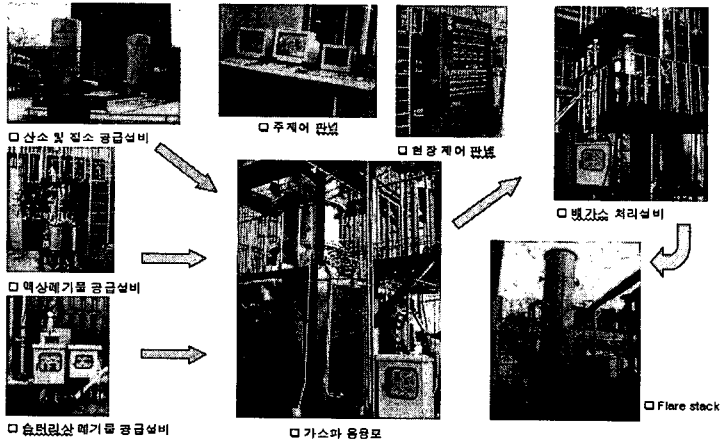
가스화기의 예열은 LPG를 이용하여 24시간 이상 실시하였으며, 예열시 가스화기 내부 내화재의 온도는 1300℃ 범위로 가열하였다. 가스화기내 반응조건은 전처리한 액상폐기물을 투입하면서 가스화기 내부온도를 최고 1400~1450℃ 범위로 유지하였다.



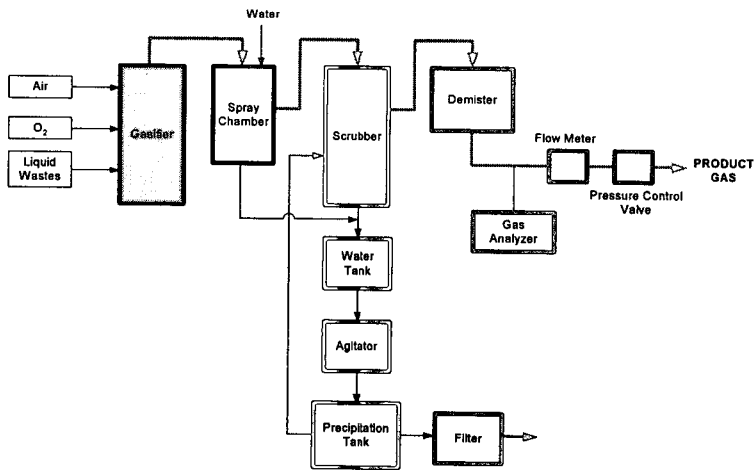
[그림 1] 5TPD 가스화 용융시스템 전경

[표 1] 액상폐기물의 물성치

Proximate Analysis(%)	Moisture	0.00
	Volatile Matter	80.92
	Ash	0.07
	Fixed Carbon	19.01
Ultimate Analysis(%)	C	84.47
	H	10.18
	N	0.00
	S	5.28
	O	0.00
	Ash	0.07
Gross heating value(kcal/kg)	10,081	



[그림 2] 가스화 용융시스템 공정구성도



[그림 3] 가스화 용융시스템 공정흐름도

3. 결과 및 고찰

실험은 가스화기 예열후 8시간 이상 연속으로 운전하였으며, [그림 4], [그림 6]에 전형적으로 나타나는 가스화기의 특성을 나타내었다. [그림 4]에 나타난 바와 같이 가스화기 운전 온도는 액상폐기물 투입량과 산소량의 조절을 통하여 가스화기 내부를 1400~1450℃ 내외로 유지하였으며 [그림 6]에 CO, CO₂, H₂의 농도분포를 나타내었으며, 그때 나타난 CO와 CO₂ 및 H₂의 농도는 각각 28%, 5%, 38%로 안정적인 결과를 보였다.

가스화기 내부온도 변화는 [그림 4]에 나타난 바와 같이 연소조건에서 1300℃정도를 유지하다가 가스화조건에서는 1400~1450℃ 내외로 안정적으로 유지하였다.

[그림 5]에는 연소조건과 가스화조건에서의 배출가스 조성을 나타내었다. 그림에서 보듯이 연소조건에서 CO는 약 25%, H₂는 20~25%, CO₂는 약 10%의 조성 비율을 보였다. 가스화조건에서는 H₂가 35~37%로 급격하게 증가하였으며, CO는 가스화조건 초기에는 거의 조성변화를 보이지 않다가 이후 30%로 증가하는 경향을 보였다. CO₂는 가스화조건이후 5%로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 액상폐기물의 투입량을 40kg/hr에서 83kg/hr로 증가시킴으로서 배출가스의 조성이 변한 것으로 판단된다.

[그림 6]에서는 가스화조건이후 배출가스 조성을 나타내었다. CO는 30~33%, H₂는 38%, CO₂는 약 6%로 안정적인 조성을 나타내었다. 또한 [그림 7]에 가스화조건에서의 안정적인 H₂S와 NH₃의 조성을 나타내었다. 그림에서 보듯이 NH₃는 150ppm을 유지하였고 H₂S의 농도는 360~440ppm을 유지하다 NaOH 분사후 약 190ppm으로 절반가량이 감소하였다.

또한 5톤/일 용량의 가스화기 운전에서는 Soot에 의한 가스화기 후단의 압력조절 valve, 유량측정용 V-cone meter의 폐색현상과 분석기 line에서의 막힘현상이 현저히 감소하였다. 이러한 결과는 가스화용융시스템의 용량 증가로 인하여 배출가스의 유속이 증가하여 가스화기 후단에 설치된 Wet Scrubber에서 분진이 효과적으로 제거된 것으로 판단된다. 하지만 분진제거 효율을 현재보다 높이기 위해서는 Wet Scrubber에서 발생하는 미스트를 적절히 제거하기 위한 연구개발이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 액상폐기물을 대상으로 본 센터에서 설계 제작한 5톤/일 용량 처리규모의 가스화기를 이용하여 1400~1450℃, 5 kg/cm²의 운전조건에서 가스화 반응 특성을 조사하였다.

실험결과 액상폐기물 83kg/hr 조건에서 CO 33 %, H₂ 38 %의 안정적인 가스조성을 얻을 수 있었다.

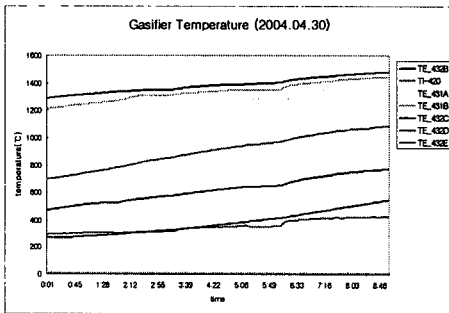
Soot의 발생량은 현저히 감소하였으나 미스트를 적절히 제거할 수 있는 설비에 대한 연구개발이 향후 필요할 것으로 판단된다. 이에 따라 향후 반응기형상 변화, 투입방식의 변경 등에 따른 가스화특성 연구를 수행해 나갈 계획이다.

감 사

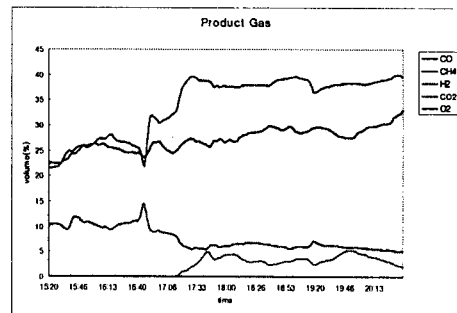
본 연구는 과학기술부 산하 한국과학기술평가원에서 지원한 국가지정연구실 “가연성 폐기물처리용 5톤/일급 가스화용융 공정기술개발” 과제의 일환으로 추진되었습니다. |

참고문헌

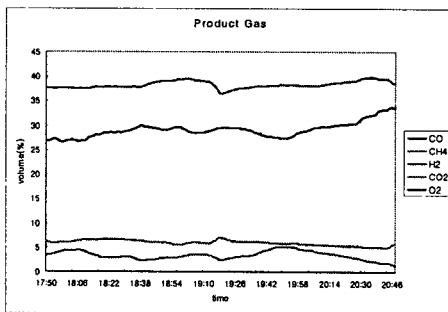
1. Fumihiko Tamamushi, Mikio Shimojo and Naggatoshi Fujii, "Study of Heavy Oil Gasification for IGCC", JSME International Journal, Series B, Vol.41, No. 4, 1998.
2. Manfred Gross, Joachim Wolff, "Gasfication of Residue as a Source of Hydrogen for Refining Industry in India", 2000 GTC, San Francisco, Oct 8-11, 2000.



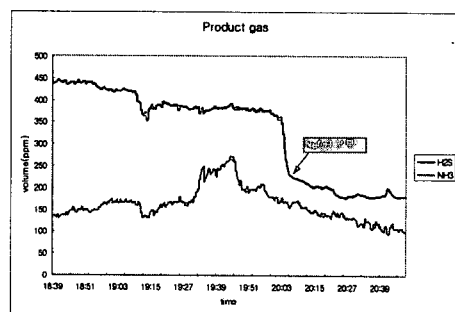
[그림 4] 전형적인 가스화기 온도분포



[그림 5] 전형적인 배출가스 조성분포



[그림 6] 가스화조건에서의 배출가스 조성분포



[그림 7] H₂S 및 NH₃ 조성분포