

## 열가소성 수지의 가스화 특성 연구

\*박 현서<sup>1)</sup>, \*\*김 용운<sup>2)</sup>

### A study on characteristic of gasification of thermoplastic resin using tube furnace

\* Hyunseo Park, \*\* Yongwoon Kim

\* Dept. of Environmental Science, Jeonju Univ.

#### 1. 서론

인구 증가와 산업의 발달에 따라 산업 및 소비 활동에 필연적으로 발생하는 폐기물은 그 종류 및 발생량도 급증하게 되었으며, 특히 폐플라스틱은 기공성, 경량성, 강인성등 많은 장점과 대량생산성으로 많이 활용 하였다. 하지만 폐플라스틱을 환경적으로 무해하면서 안정적으로 처리하는 열적 처리기술 중에서 폐플라스틱을 자원의 관점에서 재활용을 극대화할 수 있는 방법으로 열분해 가스화를 들 수 있다.

폐기물의 열분해 가스화 기술은 고온의 온도를 이용해서 다양한 폐기물들을 전처리 없이 동일한 반응로 내에서 매우 효율적으로 처리할 수 있기 때문에 21세기 환경산업의 새로운 기술로 각광을 받고 있다. 열분해 가스화 기술은 폐기물에 존재하는 가연성물질이 열분해 또는 가스화되어 연료가스로 전환 후 재활용하는 형태로 되어진다.

본 연구에서는 Tube furnace를 사용하여 열가소성물질의 가스화 실험시 가스화하기 위한 적정처리 실험온도를 설정하고, 가스화 반응시 발생하는 재생에너지의 가스발생량을 측정하여 에너지의 효율성을 측정하고자 하였다. 이때, 가스화 생성물의 수율에 영향을 미치는 반응변수로는 온도변화를 주어 가스화 특성을 살펴보고자 하였다.

인용표기는 참고문헌의 내용<sup>(1)</sup>과 같이 하고, 아라비아숫자를 괄호로 표기하며 글자모양은 위첨자입니다.

#### 2. 실험장치 및 실험방법

본 실험에서는 시중에서 가장 많이 사용되고 플라스틱중 열가소성 물질을 사용하였으며, 열분

해 및 가스화 실험시 사용된 장치(Tube furnace)를 사용하였다.

Tube furnace는 시료주입부, Tube 관, Power Supply, Control Unit로 구성되어있다. Tube관을 냉각시키기 위해 필요한 Water Circulator, 열분해와 가스화 실험시 주입하는 질소 가스와 공기를 주입할 수 있는 가스주입부, 실험시 배출되는 배기가스를 포집할 수 있는 포집부로 구성되어있다.

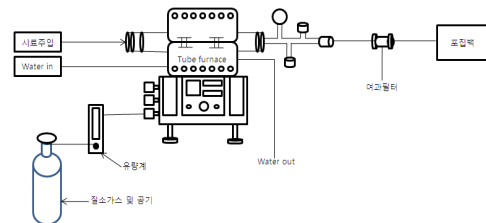


Fig 1. Schematic diagram of tube furnace apparatus

Tube furnace에 시료를 주입하고, Control Unit으로 온도설정 후, Water Circulator를 가동하여 계속 물의 순환을 확인하였다. 열분해 실험시에는 N<sub>2</sub> gas를 Purge하여 열분해 조건을 만들어 주었으며, 가스화 실험시에는 Air를 주입하였으며. 실험시 배출되는 가스는 용매포집법을 이용하여 포집하였다. 실험 조건은 승온율은 5°C/min으로 300 ~ 800°C로 하였으며, Retention time은 10min으로 설정하였다. N<sub>2</sub> gas는 100ml/min으로 purge하였으며, 공기량은 시료의 이론공기량을 계산하여 주입하였다. 포집된 가스

는 Micro GC(Varian사의 CP-4900s)로 H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>와 탄화수소계를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 원소분석 및 TG-DTA 분석

열가소성 물질의 물질인 PE, ABS수지의 원소분석을 위해 Elemental Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH, Germany)을 이용하였으며, 결과 data를 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Ultimate Analyzer of thermoplastic resin

	N	C	S	H	O
PE	0.00	86.52	0.00	12.68	0.62
PP	4.31	85.25	0.79	4.68	1.57

열가소성 물질의 온도변화의 따른 중량의 변화를 관찰하고 가스화 실험시 반응온도를 설정하기 위하여 TG-DTA실험을 실시하였다. 이 Fig 2,3에 나타난 바와 같이 PE의 경우 300℃에서 450℃까지 1차반응이 나타났고, 620℃까지 2차 반응 후 중량의 변화는 나타나지 않았다. ABS수지의 경우 280℃에서 분해가 1차 반응이 시작되었으며, 625℃이후까지 2차반응 후 더 이상 중량의 반응은 일어나지 않았다.

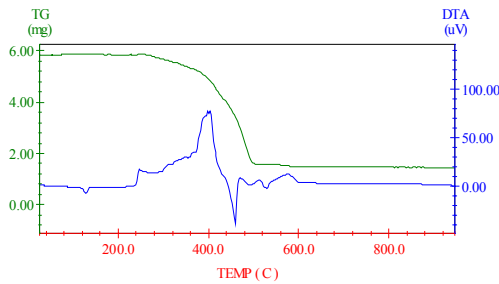


Fig. 2 TG-DTA curve of PE

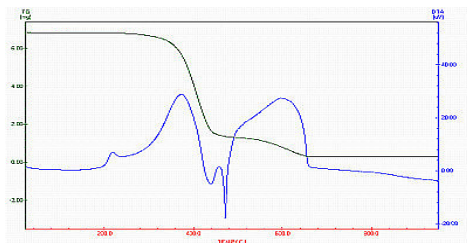


Fig. 3. TG-DTA curve of ABS resin

#### 3.2 Tube furnace를 이용한 가스화 결과

본 실험 결과 열가소성 수지의 가스화 실험시 각각의 온도별로 Retentime을 10분간 유지 후 물질수지를 계산하여 다음 Table 2에 나타내었으며, PE의 가스화 실험 후 포집한 가스분석 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 2. Result of Mass balance

(unit : wt%)

	온도(℃)	Pyrolysis	
		고/액상	기상
Poly Ethylene	300	99.82	0.18
	400	87.05	12.95
	500	80	20
	600	77.68	22.32
	700	72.71	27.29
	800	63.64	36.36

(unit : wt%)

	온도(℃)	Gasification (m = 1.0)	
		고/액상	기상
Poly Ethylene	300	99.76	0.24
	400	31.62	68.38
	500	23.09	76.91
	600	22.89	77.11
	700	22.03	77.97
	800	21.37	78.63

Table 3. Result of Gas analyzer after gasification

(unit : Vol%)

	온도(℃)	Gasification (m = 1.0)			
		H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Poly Ethylene	300	-	-	-	-
	400	51.28	28.54	1.22	27.26
	500	42.04	32.24	1.08	25.9
	600	42.08	30.88	1.09	24.64
	700	50.29	24.69	1.17	23.93
	800	64.65	13.31	1.45	19.22

### 4. 결론

PE의 열분해 실험시 물질수지의 변화는 400℃부터 물질이 13% 가스화 된 후 800℃까지 36.36%로 물질이 가스화 되었다. 가스화 반응시에는 400℃에.68.38%로 가스화로 전환된 후 80

0℃까지 78.63%로 가스화 되었다. PE의 가스화 후 가스분석 결과를 보았을 경우, H<sub>2</sub>는 51.28%에서 64.65%까지 증가하였으며 CO<sub>2</sub>역시 1.22%에서 1.45%까지 증가하였다. CO는 28.54%에서 13.31%로 감소하였으며 CH<sub>4</sub>역시 27.26%에서 19.22%로 감소하였다.

### References

1. Park SH, Kim CG, Kim SJ (2006) Characteristics of PE gasification by Steam Plasma. J. Ind Eng. Chem Vol 12. No.2:216-223
2. Malkow T (2004) Novel and innovative pyrolysis and gasification technologies for eergy efficient and environmentally sound MSW disposal. Waste Manag 22(1):53-79