

열경화성 수지의 가스화 특성 연구

박 현서, *정 재관, 이 환노, 유 병수

A study on gasification of thermosetting resins

Hyun-Seo Park, *Jae-Kwan Jung, Hwan-No Lee, Byung-Soo yoo

I. 서론

다양한 산업 분야에서 플라스틱의 사용에 의해 대량의 폐플라스틱이 발생하며 생산과정에서 에너지를 많이 필요로 하고 리사이클 시에도 많은 문제를 야기한다. 특히 생산자재, 건축자재나 포장자재 등에 대량 사용되는 열경화성 수지 복합재료는 강도, 내열성, 내약품성 및 장기 신뢰성 등이 우수하나 리사이클 시에는 이들 특성이 오히려 큰 장벽으로 장애가 되고 있다. 한편, 일본은 배출자 책임과 확대 생산자 책임(EPR)을 규정한 순환형 사회 형성 추진기본법을 2000년 제정하고 ‘폐기물 등’의 유용성에 착안하여 사용원료 플라스틱 등의 순환적인 이용을 유도하였다. 이들 관련 개별법으로는 자원 유효 이용 촉진법, 용기포장 리사이클법, 가전 리사이클법, 건설 리사이클법, 자동차 리사이클법 및 그린 조달법 등이 있다. 기술적인 면에서는 재생품으로서의 이용기술(material recycle), 화학공업 재료로서의 재이용기술(chemical recycle), 열에너지 회수기술(thermal recycle) 및 생분해성 등의 환경 적합성을 가지는 플라스틱 신재료 개발 등 다방면으로의 기초 및 실용화 연구가 활발하다. 현재 실용화된 리사이클 방법은 시멘트의 원 연료로 이용하거나 분쇄품을 충전재로 재이용하고 있는 정도이다. 그러나 이들 모두 매립처리보다 코스트가 높으므로 복합재료의 리사이클을 널리 보급하기 위해서는 저비용의 리사이클 기술 개발이 필요하다.

본 연구에서는 가스화 system을 이용 열경화성 수지의 적정 처리를 위한 기초적인 성분 및 성분 분석을 통하여 열경화성 수지의 특성을 조사하고 또한, 향후 최적 가스화 조건의 설정과 운전 및 재이용 기술과 열에너지 회수 기술의 기초 자료로 활용하는데 목적을 두고 있다.

II. 실험장치 및 실험

본 실험에서는 tube furnace를 이용하여 열경화성 수지의 온도에 따른 가스화의 발생가스를 포집한 후 MICRO - GC로 분석하였으며, 전체 설비는 Fig. 1에 나타내었다.

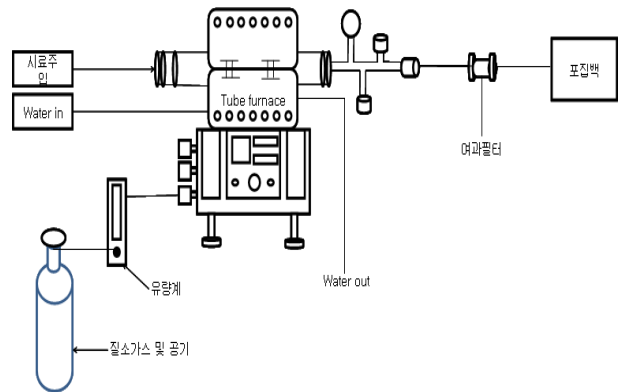


Fig 1. Schematic diagram of tube furnace apparatus

실험방법은 tube furnace의 온도를 각각 1000~1400℃ 까지 100℃간격으로 설정하였으며, air를 purge시켰다. 2mm이하로 파쇄 후 시료를 순도 99.9%의 알루미늄나 보트에 담아 tube furnace의 tube관에 넣고, 1시간 동안 각각의 온도에서 유지시켜 발생하는 Gas를 포집백을 이용하여 포집하였다. 각각의 온도에서 발생하는 가스화 배가스는 GC를 이용하여 분석하였으며, GC의 운전조건은 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. Experimental conditions for GC measurement

GC-TCD-A	<ul style="list-style-type: none"> - Model : CP-4900s - initial Pressure : 100kPa - detector : 70℃ - column : molecule 5A - carrier gas :
GC-TCD-B	<ul style="list-style-type: none"> - Model : CP-4900s - initial Pressure : 100kPa - detector temperature : 70℃ - column : PPQ - carrier gas : Argon

III. 결과 및 고찰

1. 원소분석 및 TG-DTA 분석 결과

열경화성 수지의 대표적 물질로는 FRP, 멜라닌 수지를 분석하기 위해 Elemental Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH, Germany)을 이용하였으며, 결과 data를 Table 2.에 나타내었다.

Table 2. Ultimate Analysis of thermosetting resin (unit : wt%)

	N	C	S	H	O	Ash
FRP	0.08	51.73	0.27	3.18	16.65	28.09
melamine resin	28.71	41.08	0.65	1.03	28.52	0

열경화성 수지의 열역학적 분석 결과를 기초로 하여 온도에 따른 시료의 중량변화를 관찰, 반응온도와 조성 에 대한 자료를 살펴보기 위하여 승온속도에 따른 TG-DTA실험을 실시하였으며, 분석을 통해 열경화성 수지의 실질적인 열분해 온도를 결정하였다. 결과 data를 Fig. 2~3에 나타내었다.

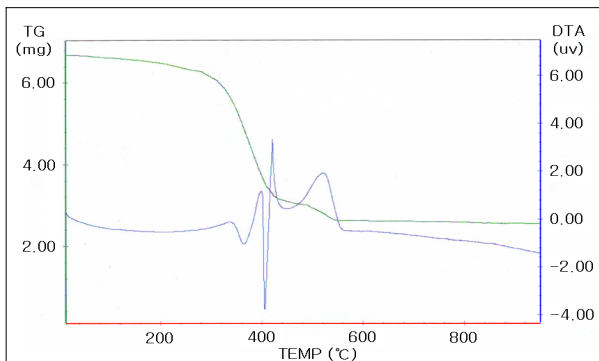


Fig. 2 TG-DTA curve of FRP

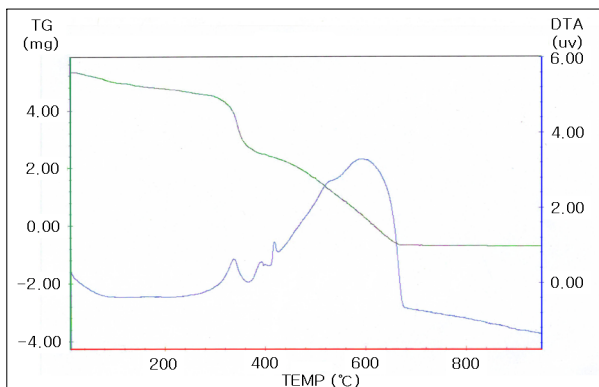


Fig. 3. TG-DTA curve of melamine resin

2. Tube furnace를 이용한 가스화 결과

본 실험 결과 열경화성 수지의 가스화 공정상의 물질 수지 관계를 Table 3에 나타내었다. 전체적으로 가스화 온도가 증가함에 따라서 고상의 비율은 감소하는 반면 기/액상의 비율이 증가하는 경향을 보였다.

Table 3. Result of Mass balance (unit : wt%)

	Temperature (°C)	gasification (m=1.0)	
		solid	gas/liquid
FRP	1000	31.60	68.40
	1100	31.15	68.85
	1200	30.98	69.02
	1300	30.85	69.15
	1400	30.72	69.28

IV. 결론

가스화 system을 이용 열경화성 수지의 적정 처리를 위한 기초적인 성분 및 정상 분석을 통하여 열경화성 수지의 특성을 조사하였다.

References

1. Seungmoon Lee : Hydrogen-rich fuel gas production from refuse plastic fuel pyrolysis and steam gasification, Waste Manag 11:191-196(2009)
2. Ho-Soo Lee, Sung-keun Bae : Combustion kinetics of sewage sludge and combustible wastes, Waste Manag 11:203-207 (2009)
3. 이건모, 정현오, 이재기 : Bench 규모 회분식 반응기에서의 차르 스팀 가스화, 아주대학교 환경공학과
4. 신현길, 성벽과정 : 스팀을 사용한 석탄의 가스화에 관한 연구, 서울대학교 화학공학과
5. 박현서, 권순상 : 폐기물 열분해 가스화 특성, 한국 열분해용융공학회 논문집, pp 148-160, 2002
6. Mariko Ishiwatari, ken ji sato and Toshisuke Hirane : pyrolysis of polypropylene-Effect of Temperature on production mechanism of monomer, Eng. Uni of Tokyo Vol. 42, 181-184 (1983)