

알루미늄규산염촉매의 수지분해특성

김명국, 김철웅

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《공해는 자연환경을 오염시켜 여러가지 질병을 발생시키는 주요한 근원이며 공해현상을 막기 위한 사업은 단순한 기술실무적인 사업이 아니라 인민들의 생명과 건강을 보호증진시키는 중요한 정치적인 사업, 인민적인 사업입니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 311페이지)

파수지의 처리문제는 환경을 보호하고 폐설물을 재자원화하는데서 매우 중요하게 제기되는 문제의 하나이다. 지금 세계적으로 파수지를 재자원화하기 위한 여러가지 방법들이 개발되고 해당한 공업체계가 완성되어 그 실용성이 나타나고있다.[2-5] 우리 나라에서도 파수지로 인한 환경오염을 막고 그것을 화학공업의 기초원료와 에너기로 재순환하기 위한 사업이 힘있게 벌어지고있으며 여기에서 파수지를 분해하여 휘발유와 디젤유를 생산하는것이 중요한 자리를 차지하고있다.

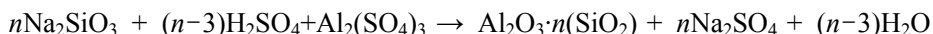
파수지의 대부분은 열가소성수지이므로 파수지의 액화에서 열분해가 일반적인 방법으로 되고있는데 열분해만으로는 생성물의 질이 떨어지고 거둬들이 높지 못하므로 촉매로 갱질하여야 질 좋은 생성물을 얻을수 있다.

접촉분해촉매로 비석계렬의 분자채촉매를 리용한 자료는 많이 알려져있지만 무정형 알루미늄규산염을 리용한 자료는 거의 없다.

우리는 알루미늄규산염촉매를 제조하고 그것의 파수지분해특성에 대하여 고찰하였다.

실험 방법

촉매는 류산알루미늄에 규산소다를 작용시켜 만들었다.



알루미늄규산염촉매에서 $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ 는 질량비로 87 : 13되게 하였다.

해당 조성에 맞게 하려면 식에서 n 이 11정도 되여야 한다.

합성한 알루미늄규산염을 세척, 려과한 후 성형하고 건조(120°C , 3h), 소성(550°C , 5h)하여 촉매로 리용하였다.

알루미늄규산염촉매의 물성은 진밀도($\rho_{\text{진}}$)와 겉밀도($\rho_{\text{겉}}$), 비표면적($S_{\text{비}}$), 평균기공체적($\bar{V}_{\text{기}}$), 평균기공반경(\bar{r})들을 측정하여 평가하였다.

파수지원료로 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티롤(PS)을 리용하였다. 수지분해는 열분해로(500°C)와 접촉분해로(400°C)에서 선행연구방법[1]으로 진행하였다.

수지분해특성에 대한 평가는 열질량분석기(《TG-50H》)에서, 수지분해생성물에 대한 평가는 푸리에변환적외선분광기(《FTIR-8101》)를 리용하여 진행하였다.

실험결과 및 해석

합성한 알루미늄노규산염촉매의 물성은 표 1과 같다.

표 1. 알루미늄노규산염촉매의 물성

$\rho_{\text{전}}/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	$\rho_{\text{겔}}/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	$S_{\text{비}}/(\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1})$	$\bar{v}_{\text{기}}/(\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1})$	\bar{r}/nm
2.92	2.31	198	0.09	0.91

폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티롤(PS)수지들의 열 및 접촉분해에 대한 열분석곡선은 그림 1과 같다.

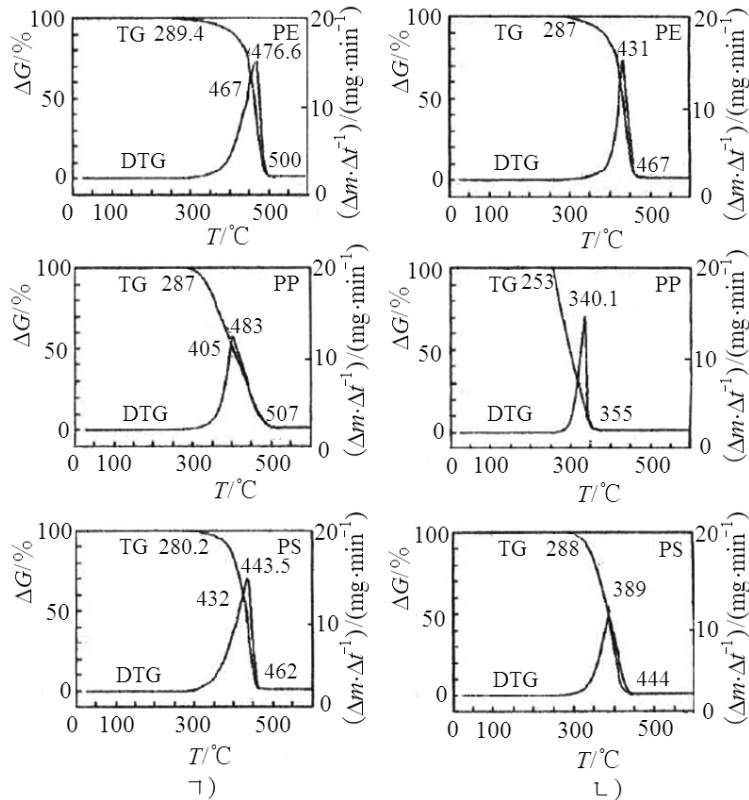


그림 1. 수지들의 열분해(Γ) 및 접촉분해(L)에 대한 열분석곡선

그림 1에서 보는바와 같이 접촉분해는 모든 수지들에 대하여 열분해보다 분해가 시작되는 온도($T_{\text{시}}$), 분해속도가 최대인 때의 온도($T_{\text{최}}$), 분해가 끝날 때의 온도($T_{\text{마}}$)가 더 낮아졌다. 특히 PP분해시 $\Delta T_{\text{최}}=142.9^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{\text{마}}=152^{\circ}\text{C}$ 로서 분해온도저하효과가 제일 크다. 알루미늄노규산염촉매의 작용은 생성물의 조성에서도 뚜렷이 나타난다.

열질량분석법으로 규정한 파수지분해생성물의 류출온도구간은 표 2와 같다.

표 2. 파수지분해생성물의 류출온도구간

성분	$T/^{\circ}\text{C}$	성분	$T/^{\circ}\text{C}$
휘발유	상온~126	디젤유	168~230
등유	126~168	윤활유	230~420

표 2에 따르는 수지들의 열분해생성물과 접촉분해생성물의 조성을 표 3과 4에 주었다.

표 3. 열분해생성물의 조성(%)

PE				PP				PS			
휘발유	등유	디젤유	윤활유	휘발유	등유	디젤유	윤활유	휘발유	등유	디젤유	윤활유
39.3	17.7	32.8	10.2	45.7	18.3	30.8	5.2	60.4	19.1	17.0	3.5

표 4. 접촉분해생성물의 조성(%)

PE				PP				PS			
휘발유	등유	디젤유	윤활유	휘발유	등유	디젤유	윤활유	휘발유	등유	디젤유	윤활유
56.6	15.4	27.1	0.9	63.5	17.5	18.7	0.3	60.2	18.2	21.1	0.5

그림 1로부터 모든 수지들에 대하여 알루미늄규산염촉매의 분해활성이 뚜렷이 나타난다는것을 알수 있다. 특히 이것은 PP수지에서 더 뚜렷하다.

열분해생성물의 조성(표 3)과 접촉분해생성물의 조성(표 4)을 대비적으로 고찰하여 보면 접촉분해생성물은 열분해생성물에 비해 휘발유류분이 상대적으로 많이 증가하고 디젤유와 윤활유류분은 감소한다. 이것은 알루미늄규산염촉매에서 중질유성분의 저분자화가 가능하다는것을 보여준다.

그림 2에 파수지들의 열 및 접촉분해생성물의 IR흡수스펙트르를 보여주었다.

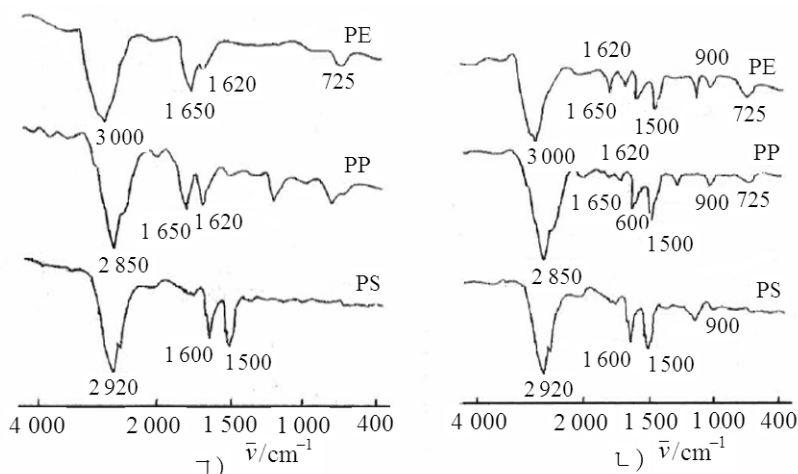


그림 2. PE, PP, PS의 열분해생성물(가) 및 접촉분해생성물(나)에 대한 IR흡수스펙트르

그림 2의 가)에서 보는바와 같이 모든 수지들에서 3 000~2 850cm⁻¹부근에서 C-H결합의 원자가진동흡수띠가 나타났다. 한편 PE, PP에서는 기본주사슬인 -CH₂기가 725cm⁻¹에서 관측되지만 PS에서는 관측되지 않았다. 또한 PE, PP에서는 불포화화합물의 존재구역인 1 650~1 620cm⁻¹에서 진동흡수띠가 나타났으나 공액벤졸리인 C=C의 특성진동흡수띠는 나타나지 않았다. 그러나 PS에서는 방향족화합물의 존재구역인 1 500, 1 600cm⁻¹에서 큰 진동흡수띠가 나타났다.

이상의 결과로부터 PE, PP의 열분해생성물에는 불포화화합물이 많이 존재하며 PS의 열분해생성물에는 방향족화합물이 많이 존재한다는것을 알수 있다.

또한 그림 2의 나)에서 보는바와 같이 접촉분해생성물에서는 불포화화합물의 존재구

역인 $1\ 620$, $1\ 650\text{cm}^{-1}$ 에서 흡수띠는 크게 감소하며 방향족화합물의 존재구역인 $1\ 500$, $1\ 600\text{cm}^{-1}$ 에서 흡수띠가 증가한다. 이것은 알루미노규산염 촉매에 의하여 올레핀계 화합물들의 방향족화합물로의 고리화와 이성화가 진행된다는것을 의미한다.

한편 PS에서는 $1\ 125$, 950cm^{-1} 에서 새로운 흡수띠가 나타났는데 이것은 치환기들의 수와 위치에 관계된다고 생각된다. 다시말하여 접촉분해시에는 생성물중에 단량체뿐 아니라 벤졸이나 에틸벤졸 등이 많이 포함되기때문일것이다.

이상의 결과로부터 알루미노규산염 촉매가 수지들의 분해활성을 높일뿐 아니라 생성되는 기름의 질도 개선시킨다는것을 알수 있다.

맺 는 말

우리는 알루미노규산염 촉매를 제조하고 그것의 수지분해특성에 대하여 고찰하였다. 알루미노규산염 촉매는 3종의 수지들(PE, PP, PS)에 대하여 분해활성을 나타내며 기름의 질도 개선한다. 촉매활성은 PP수지분해에서 가장 크게 나타난다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성 종합대학학보(자연과학), 55, 2, 117, 주체98(2009).
- [2] C. Poornipatpong et al.; Energy, 82, 850, 2015.
- [3] M. Sarker et al.; ARPN Journal of Science and Technology, 3, 4, 449, 2013.
- [4] M. Sarker et al.; Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications, 1, 1, 2011.
- [5] Yasuaki Ueki et al.; ISIJ International, 48, 12, 1670, 2008.

주체107(2018)년 10월 5일 원고접수

Plastic Cracking Characteristics of Aluminosilicate Catalyst

Kim Myong Guk, Kim Chol Ung

We prepared aluminosilicate catalyst and considered its plastic cracking characteristics. Aluminosilicate catalyst has the cracking activity on three kinds of plastics(PE, PP PS) and also improves the quality of product. The activity of catalyst is the best in the PP plastic cracking.

Key words : aluminosilicate, waste plastic