

**DGEBA/MDA/Zeolite 계의 경화반응 속도론**  
(Cure Kinetics of DGEBA/MDA/Zeolite System)

이재연 · 심미자\* · 김상욱  
서울시립대학교 화학공학과 · \*생명과학과

제올라이트는 골격성분을 이루는  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  정사면체 중 일부가  $(\text{AlO}_4)^5$  정사면체로 대체됨으로써 발생하는 다공성 입체 구조 및 정전기적 인력으로 인해 양이온 교환특성, 흡착 및 분자체 특성, 촉매 특성, 탈수 및 재흡수 특성, 높은 공극률로 인한 낮은 비중 등의 물리적 특성을 가지는 결정성 알루미늄실리케이트 광물이다. 이러한 특성을 이용하여 석유화학 공업에서는 접착개질, MTG 공정, xylene의 이성질화 공정 등에서 촉매로 사용하고 있으며, 환경 분야에서는 양이온 교환특성을 이용하여 폐수 중의 중금속 제거하거나, 흡착특성을 이용하여  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  및 유기용제 등의 제거에 활용하고 있다. 이 외에도 각종 가스의 건조제, 합성세제의 builder로 사용되었던 STPP의 대체물질, 토질 개량제 등 많은 분야에서 사용되고 있다.

본 연구에서는 국내에서 대량으로 산출되는 천연 제올라이트를 에폭시 수지의 충전제로 첨가하여 의료용 복합재료로 활용하기 위한 연구를 하였다. 일반적으로 무기 충전제를 고분자에 도입함으로써 cost-down 효과와 함께 탄성을, 경도, 내마모성 등이 증가하며, 단열, 치수 안정성 등의 효과도 나타난다.

에폭시 수지 복합재료의 경화반응 속도론을 연구하기 위해서 diglycidyl ether of bisphenol A (DGEBA)형 에폭시 수지에 경화제로 사용된 4,4'-methylene dianiline (MDA)는 30 phr으로 고정하였고, 천연 제올라이트 0~100 phr을 혼합하였다. 잘 혼합된 시료 7~10 mg 평량하여 DSC cell에 넣은 후 승온적 진행방법에 의해 분석하였고, 이 결과들을 isoconversional 식에 대입함으로써 경화반응 속도론 parameter 값들을 결정하였다.

$$E_a = -R \frac{d(\ln q)}{d(T^{-1})} \quad : \text{isoconversional equation}$$

여기서,  $q$ 는 승온속도,  $E_a$ 는 활성화 에너지이고,  $R$ 은 기체상수이며,  $T$ 는 어떤 전환율에 도달했을 때의 온도이다. 각 전환율에서  $\ln(q)$ 와  $1/T$ 의 관계는 직선으로 나타나며, 직선의 기울기로부터 활성화 에너지를 계산한다.

1. J. Y. Lee, M. J. Shim and S. W. Kim, J. Ind. Eng. Chem., 4, 1 (1998)
2. J. Y. Lee, H. K. Choi, M. J. Shim and S. W. Kim, J. Ind. Eng. Chem., 4, 7 (1998)
3. J. Y. Lee, Y. W. Song, M. J. Shim and S. W. Kim, Mater. Chem. Phys., 50, 256 (1997)