

산무수물 경화 에폭시 수지의 기계적 성질 (Mechanical Properties of an Anhydride-Cured Epoxy Resin)

금오공과대학교 고분자공학과 : 김득수, 이종근

서론

일반적으로 산업전반에 널리 사용되고 있는 에폭시 수지의 물성 개선에 있어 중요한 점은 에폭시 수지와 경화제와의 혼합비로 알려져 있다. 이런 이유로 이미 에폭시/아민계에 대한 혼합비의 효과는 여러번 연구되어왔고^{1, 2} 최근에는 에폭시/산무수물계에 대해서도 연구가 진행중이다.³ 특히, 경화후의 물성을 연구하는데 있어 동역학적 방법으로 1차전이(유리전이)와 2차전이를 관찰함으로써 시료의 물리적인 특성을 이해하려는 연구들이 진행되고 있다.^{1, 3, 5} 또한, 유리전이온도 이상에서 관찰되는 저장탄성계수는 고무탄성이론에 근거하여 경화된 시료의 경화 밀도와 기계적 성질과의 관계를 이해하는데 사용되고 있다.^{2, 4} 본 연구에서는 에폭시/산무수물계의 혼합비에 따른 최적의 물성을 찾기 위해, 서로 혼합비가 다른 에폭시/산무수물계에 대하여 동역학적 방법을 이용하여 경화 후 물성에 대한 연구를 수행하고 각 조성에서의 기계적 성질을 조사하여 보았다.

실험방법

본 연구에서는 DGEBA(diglycidyl ether of bisphenol A, n=0.11) 에폭시 수지와 MTHPA(methyl tetrahydrophthalic anhydride)와 HHPA(hexahydrophthalic anhydride)가 무게비로 6:4인 경화제를 에폭시 과량인 100/30, 100/50, 100/70, 당량비인 100/90 그리고 경화제가 과량인 100/110의 비율로 혼합하고 여기에 경화촉진제로 BDMA(N, N-dimethyl benzyl amine)와 2E4MZ-CN(1-cyanoethyl-2-ethyl-4-methyl imidazole)을 1.5phr 첨가하여 균일하게 혼합하였다. 혼합된 시료는 먼저 105°C에서 10시간 경화를 시켰고, 다시 이들의 유리전이온도 이상인 160°C에서 5시간 후경화를 시켰다. 모든 시편은 질소 분위기에서 몰드를 이용하여 만들어졌다. 경화된 시료에 대하여 DMA(dynamic mechanical analyzer, DuPont983)를 사용하여 -150~250°C까지 2°C/min의 승온속도로 각 시편의 동역학적 성질을 관찰하였으며, 이들의 충격강도 및 인장응력에 관한 실험이 각각 수행되었다.

실험결과

DMA에 의한 경화 후 물성조사에서 관찰된 유리전이온도는 BDMA를 촉진제로 사용한 경우는 당량비인 100/90에서 가장 높았으며, 2E4MZ-CN의 경우는 에폭시가 과량으로 혼합될수록 증가하였다. 에폭시/산무수물간의 반응은 주반응인 에스터 형성반응과 함께 에테르 형성반응이 일어나는 것으로 알려져 있다. 따라서, 유리전이온도의 이와같은 변화는 2E4MZ-CN이 BDMA에 비해 에폭시가 과량인 경우 효과적으로 에테르 형성반응이 일어나기 때문으로 생각된다. 또한 고무상에서의 저장 탄성계수로부터 계산된 가교점 사이의 분자량(\overline{M}_c)은 이러한 유리전이온도의 변화와 밀접한 관계가 있다는 것을 알 수 있으며, 그리고 여기서 계산된 \overline{M}_c 과 기계적 성질과의 관계도 살펴보았다.

참고문헌

- 1) J. D. Keenan, J. C. Seferis, and J. T. Quinlivan, *Appl. Polym. Sci.*, **24**, 2375 (1979).
- 2) F. Meyer, G. Sanz, A. Eceiza, I. Mondragon and J. Mijovic, *Polymer*, **36**(7), 1407 (1995).
- 3) P. Guerrero, K. De la Caba, A. Valea, M. A. Corcuera and I. Mondragon, *Polymer*, **37**(11), 2195 (1996).
- 4) J. A. Schroeder, P. A. Madsen and R. T. Foister *Polymer.*, **28**, 929 (1987).
- 5) T. Takahama, P. H. Geil, *J. Polym Sci ; Polym. Lett. Edit.*, **20**, 453 (1982).