

저밀도 폴리에틸렌의 전기적 성질에 미치는 첨가제 및 산화의 영향

이현수 한상옥 이덕술
(인하대) (충남대) (인하대)

Influence of Additives and Oxidation of Properties of Low Density Polyethylene

Hyun-Soo Lee, Sang-Ok Han, Deok-Chul Lee
(Inha Univ.) (Chungnam Univ.) (Inha Univ.)

1. 서론

고분자 재료는 절연체로서 성능은 기본적으로 유전성과 절연성으로 나누어진다. 유전성은 선행 연구자들에 의하여 잘 밝혀져 있고, 물질론적으로도 명확히 이해되어지고 있지만 절연 성능에 관하여서는 실용적인 면이 앞서고 있는 감이 있고 아직도 불명확한 점이 많이 남아있다.(1~3)

특히 고분자 재료의 절연성능을 결정하는 전기전도 기구에 관하여 많은 연구가 수행되어 왔지만 고분자 특유의 복잡한 고체구조, 제조 공정에서 혼입하는 불순물 등의 영향으로 일관성 있는 해석을 내릴 수는 없다. 또한 PE는 사용 목적에 따라 시료의 열화를 막기 위하여 산화방지제를 첨가한다든지 기타 전기적인 특성을 개선하기 위하여 광안정제, 착색제, 대전방지제 등을 첨가하고 있기 때문에 이들의 첨가제나 촉매전사가 PE의 전기전도 특성에 커다란 영향을 주고 있다.(4) 제조된 PE는 공기중의 산소에 의하여 산화되기 때문에 전기전도도가 변하게 된다.(5,6) Fisher에 의하면 저밀도 폴리에틸렌(LD-PE)를 산화하면 도전율이 감소한다고 보고하고 있다.(4)

본 연구에서는 산화방지제, 대전방지제등을 첨가하여 제작한 PE시료의 전기전도 특성을 검토하고 과도전류 특성, TSC 및 유전 특성의 측정을 통하여 불순물 및 산화가 LDPE의 전기 전도에 미치는 효과에 미치는 효과에 관해서 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료

본 실험에서 사용한 시료는 밀도가 0.929 인 LD - PE 소립형원료에 산화방지제인 Irganox 1035 를 중량비 0.1 %, 0.2 %, 0.3 % 를 첨가하여 120 (°C)에서 두께 30 (µm)의 필름상으로 혼합사출 급랭시켜 제작하였다.

2.2 산화장치

Ozone 은 알루미늄 전극 간에 고전압을 가하여 방전을 일으킨 상태에서 그 사이에 일정량의 산소를 흘려 얻었다. 산화도는 적외선 분광에 의한 1720 (Cm⁻¹) 의 C = O 기 흡수계수로 부터 평가하였다. 산화 장치의 개략도는 그림1 에 나타내었다.

3. 실험결과

3.1 산화 및 미산화 LD - PE 의 유전특성

LD - PE 는 본래 무극성이기 때문에 미산화 LD - PE 에서는 tanδ 는 잘 관측되지 않는다. 그러나 산화되면 C = O 기가 생겨서 및 본산에 의하여 C = O 기의 영구쌍극자의 탈분극에 의한 tanδ 의 피크가 -110 (°C), 0(°C) 부근에서 나타난다. 그림2 에서 보는 바와 같이 이 피크는 산화에 따라 크게 증가하고 있다.

3.2 불순물 첨가 LD - PE 의 TSC

PE의 전기전도에 미치는 첨가제의 영향은 첨가제의 종류나 양에 크게 의존하고 있다. 그림3 은 Irganox 1035, AS-1 및 순수LDPE의 TSC 를 나타낸것이다.

Irganox 1035나 AS-1를 첨가한 LD - PE 는 순수 LD - PE 에 비하여 비교적 큰TSC 를 나타낸다. AS-1은 화학구조가 Ca²⁺를 Ion 공급원으로 작용하고 있기 때문에 대전전류의 증대 원인이 되고 있으며 또한, 음

극으로 부터 전자주입 현상에 의하여 벌크 내에서의 전기전도가 증가하고 있다. 따라서 첨가제는 전류증대와 동시에 공간 전하의 증대를 갖기 때문에 이로 인하여 TSC 도 순수한 LD-PE 보다 크게 증대하는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

- 1) 산화에 의하여 도입된 C=O 기는 산화된 LD-PE 의 대전전류에 Hopping 작용으로 전기전도도 및 이동도에 영향을 주고 있다.
- 2) 대전방지제인 AS-1을 첨가하므로 전류가 증가하는 것은 AS-1이 Ion (Ca^{2+})공급원으로서 작용하기 때문이다.
- 3) 산화 LD-PE 의 C 피크는 C=O 기의 영구쌍극자의 말본극에 의하는 것을 알 수 있다.
- 4) LDPE의 $\tan\delta$ 는 산화됨에 따라 C=O 기가 증가하여 그 피크치도 증가함을 알 수 있다.

5. Reference

- 1) 이덕술, "고분자 캐리어의 트래핑 현상에 관한 연구", 대한전기학회지, Vol. 26, No. 4, 1977
- 2) D. Ronarch and S. Haridoss, "Depolarization - Current Study of Low-Density Polyethylene Containing an Antioxidant", J. Appl. Phys., 52(10), pp. 5916-1920, 1981
- 3) I. Tanaka and Y. Iruishi, "High Field Conduction in Polyethylene", Trans. IEE, Japan, Vol. 89, pp. 673-682, 1969
- 4) P. Fisher and P. Rohl, "Transient Currents in Oxidized Low-Density Polyethylene", Progr. Colloid Polymer Sci., 62, pp. 149-153, 1977
- 5) T. Mizutani and M. Ieda, "Carrier Transport in High-Density Polyethylene", J. Phys. D. Appl. Vol. 12, pp. 291-296, 1979
- 6) D.K. Davies, "Carrier Transport in Polythene", J. Phys. D. Appl., Vol. 5, pp. 162-168, 1972

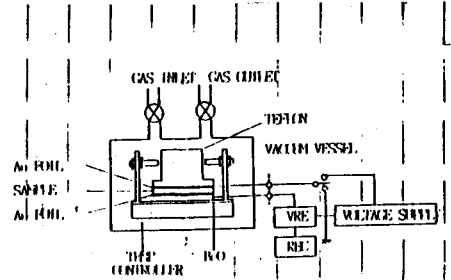


Fig. 1. Schematic diagram of charging apparatus.

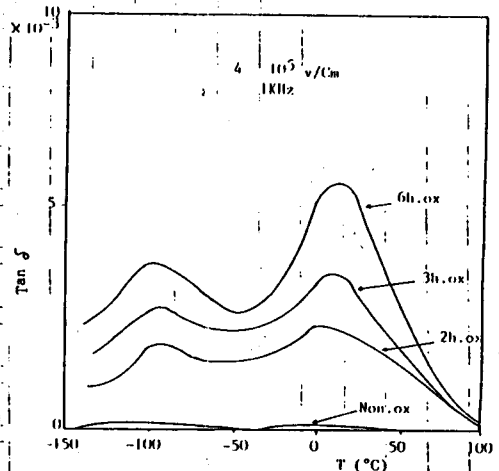


Fig. 2. Dielectric characteristics of Oxidized LDPE.

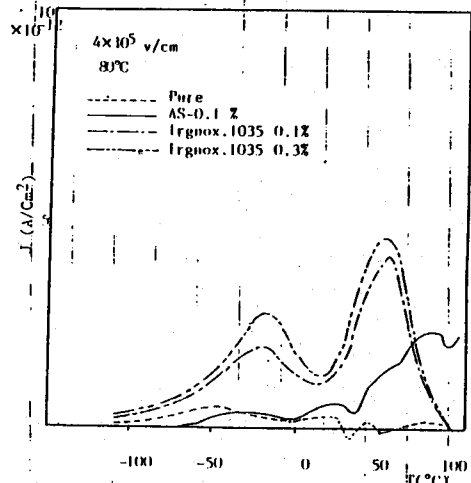


Fig. 3. TSC spectra for pure LD-PE and different concentrations of Irqnox.1035 in LDPE.