

## 내열성 폴리에틸렌 (PE-RT)의 전기적 특성

김원중, 김태영, 간혜승, 권순재, 서광석  
고려대학교

### Electrical Properties of Polyethylene of Raised Temperature

Won Jung Kim, Tae Young Kim, Hye Seoung Gan, Soon Jae Kwon, and Kwang S. Suh  
Korea Univ.

**Abstract :** In this study, electrical properties of polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT) have been studied through an examination of AC conductivity, dielectric constant, and space charge distributions. A dielectric constant was investigated by Dielectric Analyzer (DEA). Measurements of space charge distributions for PE-RT were carried out using Pulsed Electroacoustic (PEA) techniques, and it was possible to observe the negative charge near the cathode overlapped with the positive induced charge peak, the polarity of which remains unchanged after a short circuit.

**Key Words :** PE-RT, PEA, space charge distributions, dielectric constant

### 1. 서 론

일반적으로 폴리에틸렌은 내충격성이 뛰어나고 가공 및 사용이 용이한 장점으로 인하여 현재 많은 분야에 널리 사용되고 있다 [1]. 폴리에틸렌은 중합방법에 따라 여러 종류의 폴리에틸렌이 만들어지는데, 그중에서 가교폴리에틸렌은 (cross-linked polyethylene, XLPE) 우수한 전기절연 특성으로 인해 전력케이블의 주요 절연재료로 오래전부터 사용되어왔다 [2]. 그러나 XLPE의 단점인 환경적인 문제로 인하여 이를 대체하기 위한 여러 연구가 진행 중이다. 최근 주목받고 있는 재료 중의 하나는 내열성 폴리에틸렌 (polyethylene of raised temperature resistance, PE-RT)을 들 수 있는데, 이는 가공 방법과 분자 구조를 달리하는 방법을 사용하여 기존의 폴리에틸렌 (PE)의 고유한 특성을 가지고 있으면서도 강도 및 내열성을 향상시킨 소재이다. 특히 폴리에틸렌과는 다르게 환경 친화적인 재료이기 때문에 XLPE를 대체 가능할 것으로 기대되고 있다.

본 연구에서는 PE-RT의 기본적인 전기적 특성인 전기 전도도 및 공간전하분포를 측정하여 전력케이블의 절연피복 재료로 사용가능성을 확인하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 시편 제작

공간전하 분포 및 유전상수의 측정을 위한 시편 제작은

먼저 hot press (Carber Lab. Corp.)를 이용하여 700  $\mu\text{m}$  두께의 쉬트로 압축 성형하여 제조하였다.

공간전하 분포 측정을 위해서는 이 시편을 지름 90 mm 디스크 형태 타입으로 가공후 시편의 양면에 지름이 18 mm이고 80  $^{\circ}\text{C}$  100시간 동안 진공처리한 반도체성 전극을 silicon oil을 사용하여 부착하였다 [3]. 유전상수의 측정을 위해서는 앞서 제작한 쉬트 형태의 시편을 지름 40 mm의 디스크 형태로 가공하여 사용하였다. 그 후 시편의 접촉 저항을 줄이기 위해 시편의 양면을 실버 페이스트 처리하였다.

#### 2.2 시험 장치

공간전하 분포는 전기음향 펄스법 (PEA method)을 이용하여 측정하였으며, 그림 1에 공간전하 분포 측정 장치의 개략도를 나타내었다. 공간전하 분포의 측정은 그림 1에 나타낸 상부 전극에 10 kV/mm부터 40 kV/mm까지의 직류 전기장을 10 kV/mm씩 단계적으로 증가시켜 각각 30분 동안 전압을 인가한 후 폭이 10 ns이고 크기가 2 kV인 전기 펄스를 가하여 시편 내부에 축적된 공간전하의 분포와 각 단계에서 30분간 인가한 전압을 제거한 직후의 잔류 공간전하 분포를 오실로스코프를 이용해 측정하였다.

유전상수는 DEA (Dielectric Analyzer, GmbH CONCEPT40, Novocontrol Co., Germany) 장비를 사용하여 상온에서 주파수  $10^{-1} \sim 10^6$  Hz의 범위에서 측정하였다.

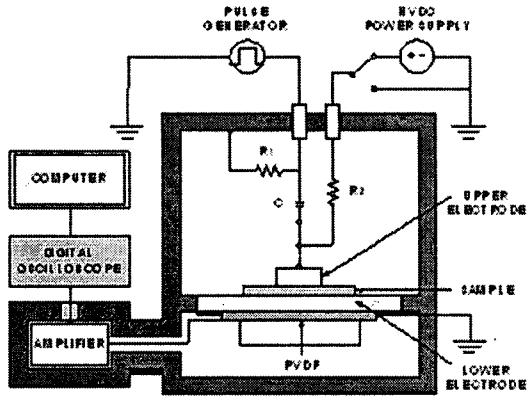


그림 1. PEA 장비의 개략도.

### 3. 결과 및 검토

그림 2는 PE-RT에 10 kV/mm부터 40 kV/mm까지의 전기장을 각각 30분 동안 인가한 후 측정된 전하분포 결과이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 PE-RT는 전압을 인가하면 음전극 위치에 동종전하가 생성되고, 전압이 증가함에 따라 측정되는 동종전하량도 증가함을 확인할 수 있었다. 이는 PE-RT를 제조할 때 사용하는 금속축매 잔사로 인해 전하가 빠져나가지 못하고 시료 내부에 트랩 (trap)되는 것으로 판단된다.

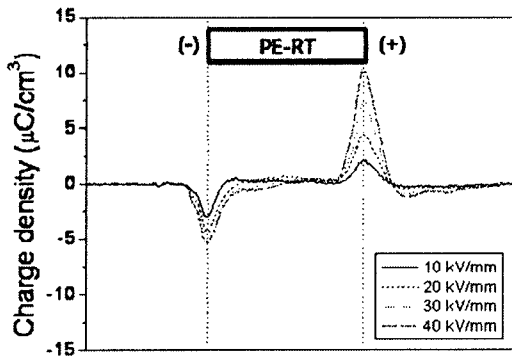


그림 2. PE-RT의 공간전하 분포. (30분간 전압 인가 후)

그림 3은 전압을 제거한 직후의 잔류전하분포 결과를 나타낸 것으로서, 전압을 제거한 후에도 측정된 음전하가 전극을 통해 방출되지 않고 트랩 (trap)되는 것을 확인할 수 있었고, 전력케이블의 절연재료를 사용하기 위해서는 금속축매를 효과적으로 제거하는 방법이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

유전상수는 XLPE가 1 kHz에서 2.2인데 반해 PE-RT의 경우 1.83으로 낮게 측정되었다.

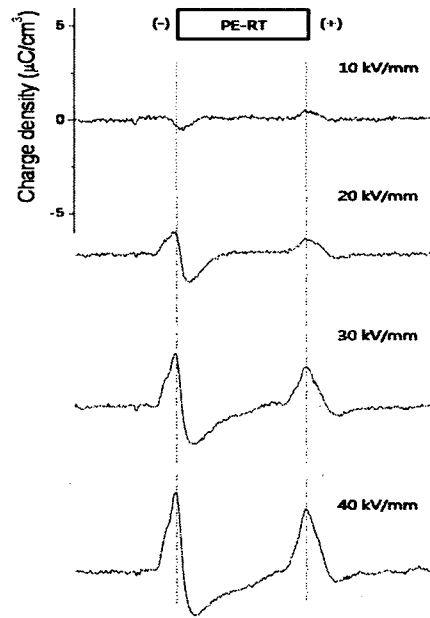


그림 3. PE-RT 잔류공간전하 분포. (전기장 제거 직후)

### 4. 결론

전력케이블의 절연재료를 사용되고 있는 XLPE의 대체 가능성을 파악하기 위하여 내열성 폴리에틸렌 (PE-RT)의 공간전하 분포 및 잔류전기전도도를 측정하였다. 공간전하 분포 측정결과, PE-RT는 제조시 사용되는 금속축매의 영향으로 시료 내부에 음전하가 축적되는 것을 확인하였고, 이는 전압 제거 직후에도 쉽게 빠져나가지 못하였다. 그리고 PE-RT의 유전상수는 1 kHz에서 1.83으로 측정되었다.

### 참고 문헌

- [1] Andrew J. Peacock, "Handbook of Polyethylene: Structures, Properties, and Applications", CRC Press, p. 459, 2000.
- [2] J. I. Hong, P. Winberg, L. S. Schadler, and R. W. Siegel, "Dielectric properties of zinc oxide / low density polyethylene nanocomposites", Materials Letters, Vol. 59, p. 473, 2005.
- [3] 김원중, 김태영, 고정우, 김윤상, 박창모, 서광석, "폴리아닐린-DBSA/폴리스타이렌 블렌드의 전하 이동 현상", 대한전기학회논문지, 53권, 6호, p. 305, 2004.