

가전설비용 절연재의 유전열 분석

정진수, 정종욱, 이건호, 배석명
한국전기안전공사 전기안전연구원

The Dielectric Analysis of Insulators for Home Appliances

Jin-Soo Jung, Jong-Wook Jung, Gun-Ho Yi, Seok-Myung Bae
Electrical Safety Research Institute, KESCO

Abstract : This paper describes the dielectric analysis of several insulators for home appliances. The dielectric characteristics of ABS(acrylonitrile butadiene styrene) were tested in relative permittivity, dielectric loss($\tan\delta$) and specific resistance and compared with those of the other 4 insulators of PE(polyethylene) series.

As a result, the relative permittivity of only the ABS slightly decreased with temperature. In the case of the $\tan\delta$, the ABS showed higher dielectric loss than the other insulators but more excellent thermal performance. In addition, its changing pattern in specific resistance was very similar to that in $\tan\delta$.

Key Words : dielectric analysis, relative permittivity, dielectric loss, specific resistance

1. 서론

대표적인 가전설비용 절연재인 ABS 수지는 냉장고, 선풍기, 세탁기, TV 등에 널리 활용되고 있으며, 국내시장에서는 약 40[%]의 점유율을 나타내고 있다. ABS 수지는 가공성, 내충격성은 물론 내열성에서는 우수한 특성을 갖지만, 화학적 특성이 다른 절연재에 비해 열악하다고 알려져 있다.

본 논문에서는 최적의 가전설비용 절연재를 선정하기 위해 몇 가지 절연재에 대한 유전열 특성을 시험 후 비교·분석하였다.

2. 실험

2.1 시료선정 및 시편제작

본 시험에는 현재 가전설비용 절연재로 널리 활용되고 있는 ABS 및 4종의 PE 계열 시료(LLDPE, LDPE, MDPE, HDPE)를 사용하였다. 시편제작에는 핫프레스를 이용하였으며, 이 때 지나친 가열로 인한 시료의 특성변질을 방지하기 위해 ASTM에 명시된 가열한도 및 시간에 준해 가공하였다.

2.2 장치구성 및 실험절차

시편의 유전열 분석에는 Novocontrol사의 WinDETA를 사용하였으며, 이 장치의 개요도를 그림 1에 나타내었다.

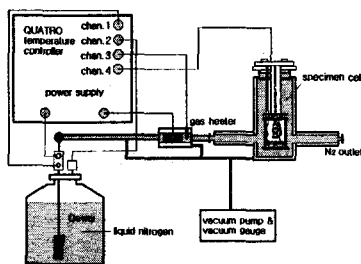


그림 1. 실험장치 구성.

각 시편은 직경 20[mm]인 두 황동제 원형전극간에 완전 밀착·삽입됨으로써 전극과 시료간 공극 발생으로 인한 실험 오차를 억제하였으며, 실험시 온도는 -20[°C]부터 100[°C]까지 5[°C]씩, 주파수는 10⁰[Hz]부터 10⁷[Hz]까지 증가시키면서 각 시료별 비유전율, $\tan\delta$ 및 고유저항을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 온도 및 주파수에 따른 유전율

온도 및 주파수를 증가시키면서 ABS와 4종의 PE 계열 시편의 유전율을 측정하여 그림 2에 나타내었다.

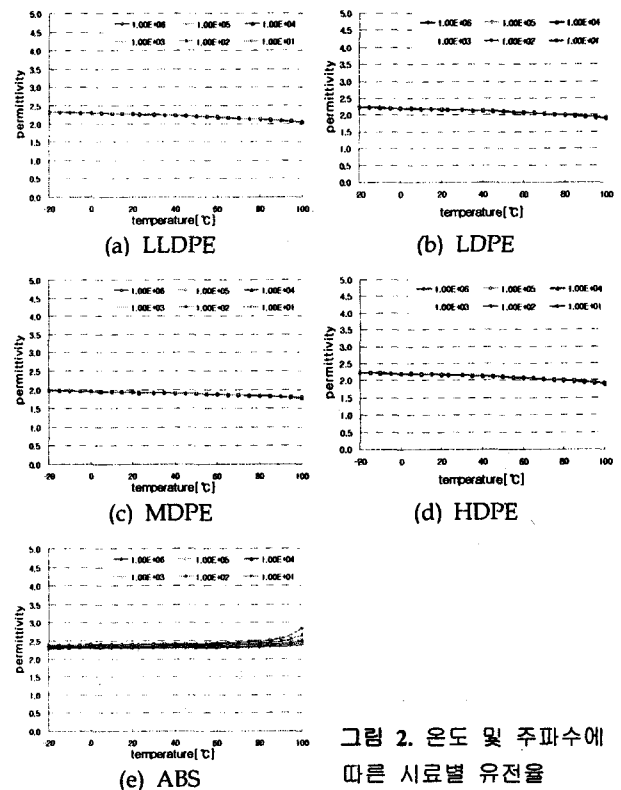


그림 2. 온도 및 주파수에 따른 시료별 유전율

유전율 측정 결과, PE 계열의 절연체는 1.7~2.3 사이의 값으로 주파수에는 무관하고 온도에 따라서는 미소하게 감소하는 경향을 나타내었으나, ABS만이 2.3~2.9 사이의 값으로 미소한 감소 경향을 나타내었다.

3.2 온도 및 주파수에 따른 $\tan\delta$

온도 및 주파수를 증가시키면서 ABS와 4종의 PE 계열 시편의 $\tan\delta$ 를 측정하여 그림 3에 나타내었다.

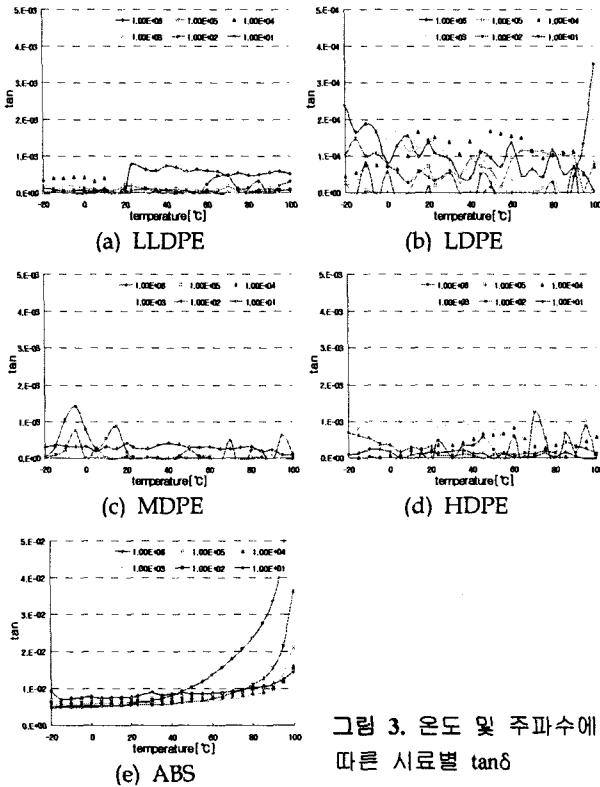
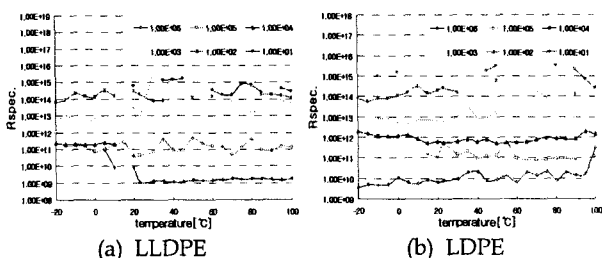


그림 3. 온도 및 주파수에 따른 시료별 $\tan\delta$

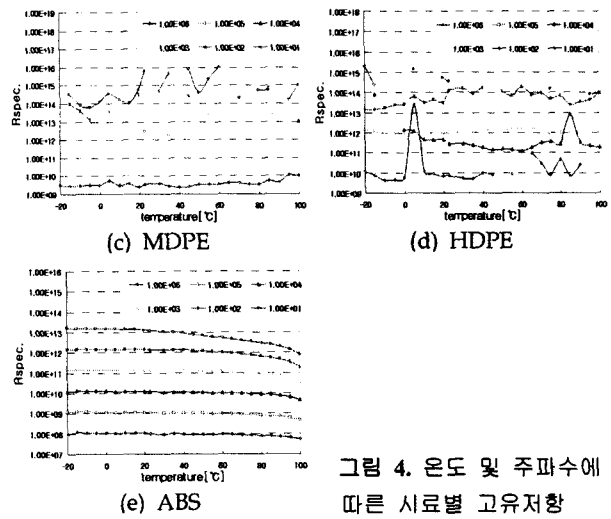
$\tan\delta$ 측정 결과, PE 계열의 절연체는 2.0E-3 이하의 값이 측정된 반면, ABS의 경우에는 1.0E-3 이하의 값을 보여 PE 계열보다 손실면에서 불리한 특성을 나타내었다. 또한, ABS는 온도 및 주파수에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, PE 계열의 절연체는 대부분 일정한 패턴 없이 불규칙한 리핑(leaping) 현상을 나타내었으며, 이는 열적으로 ABS보다 약한 PE 계열의 필릿을 열적으로 압축가공시, 분자쇄의 일부가 변형되었기 때문으로 생각된다.

3.3 온도 및 주파수에 따른 고유저항

온도 및 주파수를 증가시키면서 ABS와 4종의 PE 계열 시편의 고유저항을 측정하여 그림 4에 나타내었다.



(a) LLDPE (b) LDPE



(c) MDPE (d) HDPE (e) ABS

그림 4. 온도 및 주파수에 따른 시료별 고유저항

고유저항 측정 결과, ABS를 제외한 시료에서는 $\tan\delta$ 측정시와 동일한 이유로 인한 리핑현상이 관찰되었으나, 이에도 불구하고 전체적인 경향은 온도와는 무관하게 주파수에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. ABS의 경우에는 비교적 일정한 패턴으로 온도와 주파수에 따라 역시 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 온도증가에 따라 재료의 높아진 에너지준위로 인해 방출된 전자가 전기적 캐리어 역할을 하기 때문이라고 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 가전설비용 절연재의 절연재의 성능을 개선하기 위한 연구로서, ABS 및 4편의 PE 계열 시료에 대한 유전율, $\tan\delta$, 고유저항에 대해 비교·분석하였다.

유전율의 측정 결과, ABS만이 주파수와 온도에 약간의 영향을 받는 것으로 나타났으며, $\tan\delta$ 의 경우, ABS의 경우 PE 계열보다 손실면에서 불리한 특성을 나타내었다. 또한, ABS는 온도 및 주파수에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, PE 계열의 절연체는 대부분 일정한 패턴 없이 불규칙한 리핑현상을 나타내었다. 고유저항의 경우에도 $\tan\delta$ 의 경우와 비슷하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] H.R. Roh, "A Study on the Performance Characteristics Test of Distribution Facilities(final report)," KEPRI, January 2001, pp.13-14.
- [2] J. McMurry, Fundamentals of Organic Chemistry (3rd. edition), Brooks/Cole Publishing Company, pp. 432-434, 1994.
- [3] H.R. Kwak, A Study on Electrical Properties of Uniaxially Drawn Polyethylene Terephthalate Films, p19, 1985.