

계면을 갖는 흡습된 XLPE시료에서의 유전특성과 온도의존성

김동식, 이종복*, 황보승**, 박대희
 원광대학교, 호원대학교*, 호남대학교**

Temperature Dependency and Dielectric Properties of Humid XLPE sheet with li

Kim Dong-Shick, Lee Jong-Bok*, Hwang Bo-Seung**, Park Dae-Hee
 Wonkwang Univ., Howon Univ*, Honam Univ**.

Abstract - In this paper, humidity and temperature were carried out on XLPE sheet and XLPE/semi sheet. We measured voltage, temperature dependency and dielectric properties of humid dielectric materials. Dielectric losses of XLPE(A,B)/semi with and without humidity were 4.2×10^{-4} and 3.6×10^{-4} , 2.8×10^{-4} and 3.2×10^{-4} , respectively, at room temperature. On the condition that humidity and semiconductors exist, we confirmed that dielectric properties had been influenced on semiconductor and humidity.

XLPE 시료의 유전특성을 온도, 압력, 전압의존성에 의해 각각 평가하였다.

2. 본 론

2.1 시료 및 실험

본 실험에서 사용한 XLPE는 2가지로 A, B Type으로 두께가 0.81mm(A)와 0.88mm(B)이며, 반도체층은 두께 40μm의 필름이다. 시료의 전처리로는 XLPE를 충분히 건조기내에서 건조한 후에 에틸알콜로 세척한 후 각각 측정하였다. 또한 시료의 흡습 특성은 XLPE를 수조에서 70℃로 200시간동안 흡습시킨 후에 측정하였다.

유전측정의 전극구조는 지름 49.5mm의 주 전극, 지름 79.1mm의 guard ring전극, 하부전극으로 지름 100.4mm를 사용하였다. 시료에 대한 온도의존성은 주 전극내의 히터에 의해서 실온에서 90℃까지 상승시키면서 측정하였다. 유전손실측정장치는 Capacitance bridge(Tettex instrument 2881)를 사용하였다. 전극의 압력은 2(N/cm²)이고, 측정 인가전압은 500[V]로 하였다.

2.2 실험 결과

절연재료의 유전특성은 흡습과 온도에 크게 좌우되는 것으로 본 실험에서는 각각 시료에 대하여 유전특성의 온도의존성과 흡습시킨 시료와 비교시험을 행하였다.

1. 서 론

전력케이블에 사용되는 가교폴리에틸렌(이하 XLPE)은 전기적 및 기계적 특성이 뛰어나 가장 널리 사용되고 있으나, 장기적인 신뢰성의 측면에서 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 전력케이블의 절연성능을 향상시키기 위하여 반도체층이나 계면에 있어서의 많은 현상등을 연구하고 있으나 아직도 확실한 개선안의 제시가 얻어지지 않은 실정에 있다.

특히 전력케이블 및 접속부에 있어서 이종의 절연계면을 갖는 구조로서 절연체/절연체, 반도체/절연체층등이 흔히 응용되고 있으며, 흡습에 의한 절연성능의 저하는 절연시스템에 있어서 치명적으로 절연사고를 일으킨다. 이와 같이 계면이 존재하는 절연부는 대부분의 절연사고의 시발점이 되어 절연성능을 저하시키며, 계면에 수분의 작용은 절연성능을 급속하게 저하시키고 있다. 따라서 이들의 절연계면과 수분에 의해 나타나는 전기적인 현상과 물성적으로 미치는 영향의 파악은 품질개선 및 신뢰성의 확보라는 측면에서 많은 연구가 필요하며, 이 같은 연구결과는 절연두께의 저감도 가능하다.

전력케이블에 있어서 절연시스템의 절연성능의 향상은 절연/반도체층간의 계면관리는 매우 중요하고 계면구조에서의 전기적인 물성에 대하여 검토해야할 과제가 많으며, 많은 연구가 진행되어 왔다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 전력케이블에 사용되는 XLPE와 반도체층의 계면현상과 계면에 있어서 수분이 갖는 전기적인 특성을 평가하기 위해서 반도체를 갖는

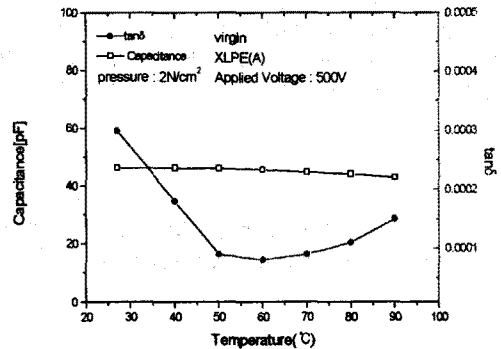


그림 1. XLPE(A)의 유전특성과 온도의존성

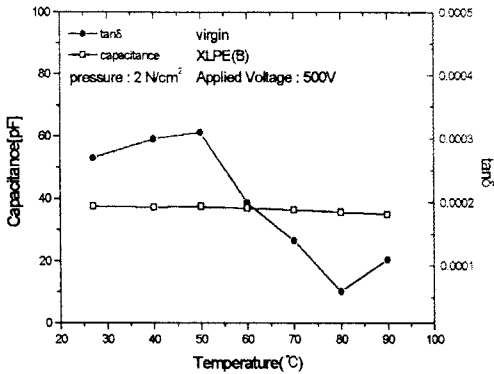


그림 2. XLPE(B)의 유전특성과 온도의존성

그림 1은 XLPE(A)의 정전용량과 $\tan \delta$ 의 변화를 나타냈다. A의 정전용량과 $\tan \delta$ 는 46.2(pF), 3×10^{-4} 로 측정되었다.

그림 2은 XLPE(B)의 정전용량과 $\tan \delta$ 의 온도의존성을 나타냈다. B의 정전용량과 $\tan \delta$ 는 37.5(pF), 2.7×10^{-4} 로 측정되었다.

그림 1,2에서 보는 바와 같이 정전용량은 온도에 따라 약간의 감소를 나타내었는데 유전손실의 온도의존성은 A, B 모두 온도증가와 함께 증가하는 경향을 나타냈다. 각 시료의 유전율은 A, B가 2.2, 1.95로 계산되어졌다. 동일한 XLPE에 있어서 유전율, 유전손실의 차는 고분자내의 첨가제에 의한 영향으로 예측되어진다.

다음의 실험은 XLPE에 반도체층을 갖는 경우에 각 시료에 대하여 유전특성과 온도의존성을 평가하였다.

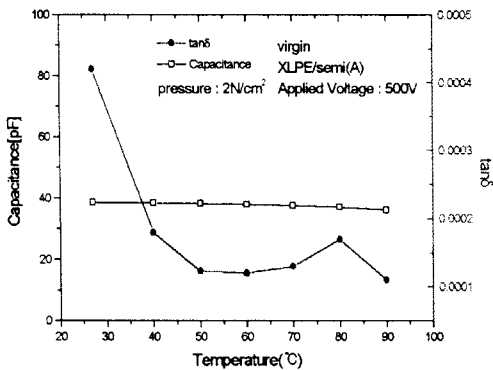


그림 3. XLPE(A)/semi의 유전특성과 온도의존성

그림 3은 XLPE(A)/semi의 유전손실과 정전용량의 온도의존성을 나타냈다. 정전용량은 38.7(pF)이고 $\tan \delta$ 는 4.2×10^{-4} 로 나타났다. 이때의 유전상수는 1.93으로 계산되어졌다.

그림 4는 XLPE(B)/semi의 유전손실과 정전용량의 온도의존성을 나타냈다. 정전용량은 39.3(pF)이고 $\tan \delta$ 는 2.8×10^{-4} 로 나타났다. 이때의 유전상수는 2.13으로 계산되었다.

계면을 갖지 않는 시료에 비해 정전용량은 증가하나 온도에 의한 변화는 거의 없다고 볼 수 있었다. 유전손실은 거의 비슷한 추이로 변화한 것을 알 수 있었다.

본 결과로부터 반도체층을 갖는 XLPE의 정전용량은 온도에 의한 영향이 거의 없는 것을 볼 수 있었으나 계면을 갖지 않는 시편에 비해 정전용량이 작아지는 것을 알 수 있었다. 유전손실은 온도의 변화에 의해 큰 폭으로 변하고 반도체층을 갖지 않는 시료에 비해 커지는 것을 알 수 있었다.

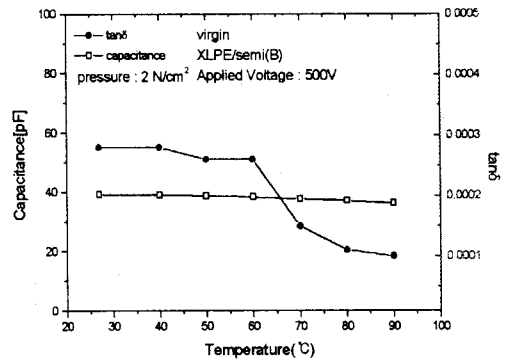


그림 4. XLPE(B)/semi의 유전특성과 온도의존성

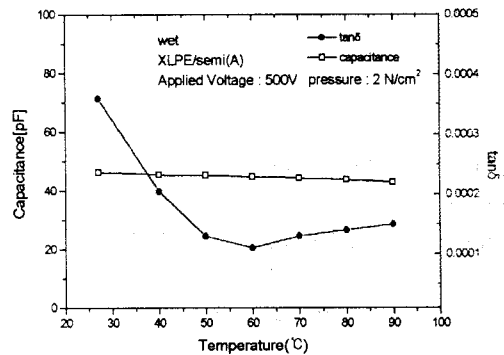


그림 5. 흡습된 XLPE(A)/semi의 유전특성과 온도의존성

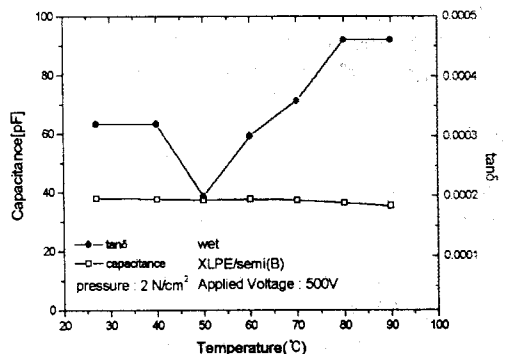


그림 6. 흡습된 XLPE(B)/semi의 유전특성과 온도의존성

(참고 문헌)

그림 5는 흡습된 XLPE(A)/semi로 정전용량은 46.3(pF)로 흡습되지 않은 시료에 비해 커지나 온도의 변화에는 크게 영향을 받지 않는 것을 보여주고 있다. 그러나 유전손실은 3.6×10^{-4} 로 상온에서는 흡습되지 않은 시료에 비해 잠시 적게 나타나지만 전체적으로는 온도 상승과 함께 저하하는 것을 보여주고 있다.

그림 6은 흡습된 XLPE(B)/semi로 A와는 다르게 정전용량은 37.9(pF)로 나타나 흡습되지 않은 XLPE(B)/semi에 비해 작아지나 유전손실은 3.2×10^{-4} 으로 1.1배 정도로 커지는 것을 알 수 있었다. 이러한 점을 미루어 보아 수분이 침투하면 유전손실이 커지는 것을 확인하였다.

다음은 이번 실험에 있어서의 각 시료의 유전상수를 표 1로 나타내었다.

[1] Dang, C., Parpel, J.L., Crine, J.P. "Electrical Aging of Extruded Dielectric Cables - Review of Existing Theories and Data," accepted for publication, IEEE Transactions on EI, 1996.
 [2] T. W. Dakin. "Electrical Insulation Deterioration Treated as a Chemical Rate Phenomenon", AIEE Transactions, Vol. 67, 1948.
 [3] P. Metra and A. Lombardi, "Discussion on the Behavior of the Extended Cables in Water", Proceedings of 1976 IEEE T&D Conference, pp. 346-352, 1976
 [4] L. A Dissado and J. C. Fothergill, "Electrical Degradation and Breakdown in Polymers", IEE, Materials and Devices Series Peter Peregrinus Ltd, 1992

표. 1 유전상수의 비교
(실온에서)

	유전상수
XLPE(A)	2.2
XLPE(B)	1.95
XLPE(A)/semi	1.93
XLPE(B)/semi	2.13
humid XLPE(A)/semi	2.3
humid XLPE(B)/semi	2.06

3. 결 론

XLPE 시료와 XLPE/semi 시료의 유전특성과 온도 의존성의 실험을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) XLPE가 반도체층과 계면을 이루면 유전특성은 불안정한 상태로 나타내며, 온도에 따라 큰 폭으로 변화하는 것을 알 수 있었다.
- 2) 흡습된 XLPE/semi의 유전특성은 흡습되지 않은 XLPE/semi에 비해 많이 저하하는 것을 보여주고 있다.
- 3) XLPE(A)/semi와 XLPE(B)/semi의 유전특성관계를 비교하면 비록 유전상수는 전체적으로 XLPE(A)/semi가 높지만 흡습과 $\tan \delta$ 를 종합적으로 평가하면 XLPE(A)/semi가 더 나은 유전특성을 나타내었다.
- 4) 이와 같이 반도체과 수분은 절연체의 유전특성에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

본 연구는 기초전력공학공동연구소의 연구비(과제번호: 98중기-05)에 의하여 수행되었습니다