

# 계면을 갖는 흡습된 PET필름의 유전특성과 온도의존성 Dielectric Properties and Temperature Dependency of Humid PET Films with Interface

김성탁, 김동식, 강무성', 류부형'' 박대희  
원광대학교' 전기공학부, LG산전'', 동국대학교 안전공학과''

Sung-Tag Kim', Dong-Shick Kim, Moo-Sung Kang', Boo-Hyung Ryu'', Dae-Hee Park  
School of Electrical Engineering Wonkwang University,  
LG Industrial System Co.,' Dept. of Safety Eng., Dongguk University''

## Abstract

In this paper, we were evaluated dielectric properties and temperature dependency in aging semifilm and PET film. According to humidity, dielectric properties of PET film increased, but  $\tan \delta$  presented a constant transition. According as temperature increased,  $\tan \delta$  increased from  $1.9 \times 10^{-3}$  to  $2.76 \times 10^{-3}$  and capacitance increased from 244.1[pF] to 297.5[pF].

## 1. 서 론

전력기기의 절연구조는 절연성능을 향상시키기 위하여 이중의 절연구조를 갖는 시스템이 폭넓게 사용되고 있으며[1,2], 금속/절연, 절연/절연, 절연체/반도전층과 같은 절연구조로서 초고압 전력 기기에 많은 응용이 되고 있다. 그러나 이같은 이중의 절연계면은 절연향상을 목적으로 하고 있으나, 계면에서의 많은 절연사고가 발생되어 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 초고압 전력케이블에 있어서 절연사고는 케이블의 이중계면부분에서와 케이블의 종단부 및 중간 접속부의 절연체/절연체, 반도체/절연층에서의 계면에서 많은 사고가 발생되고 있다[3]. 이와같이 계면이 존재하는 곳에서 대부분 절연사고의 시발점되어져 절연성능을 저하시킨다[4-6]. 이러한 계면에서의 절연파괴사고는 주로 장시간에 걸쳐서 열화가 진전되어 일어나는 것으로서 이같은 현상을 파악하기 위해 계면 및 반도체층을 갖는 필름의 온도,진입의존성을 각각 평가하였다.

## 2. 실험

본 실험에 사용된 시료는 PET(Polyethylene terephthalate, SR-75, SKC Co.)필름이며, 반도체층은 동선특수재료에서 제작한 체적저항이  $1000 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 필름을 사용하였다.

반도전 필름의 두께는  $40\mu\text{m}$ 이고, PET필름의 두께는  $75\mu\text{m}$ 로 하였다.

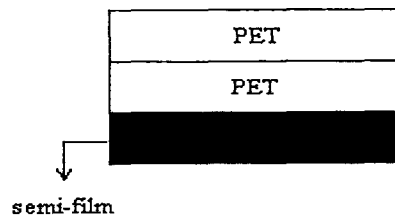


그림 1. 시편의 구조

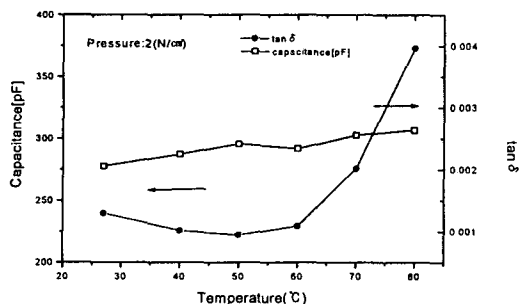
Fig. 1 Schematic Diagram of Specimen

시편의 구조는 그림 1과 같은 PET/PET/SEMI(이하P/P/S)필름의 계면을 갖고

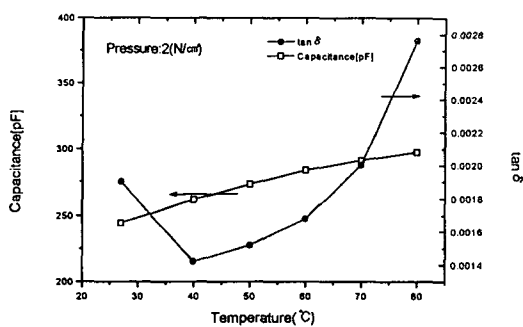
두께는 190 $\mu\text{m}$ 이다. 시편은 200시간동안 water bath에서 흡습시켰다.

이와같이 얻어진 시료의 유전특성은 Capacitance bridge(Tettex 2881)를 사용하고, 사용된 전극은 지름 49mm의 주전극과 지름 79.1[mm]의 guard ring전극으로 구성된 상부 전극과, 지름 100.4[mm]의 하부 전극을 갖는 전극장치와 시료의 가열은 주전극내의 히터를 이용하여 가열하였다.

측정 온도의 범위는 27[ $^{\circ}\text{C}$ ]에서 80[ $^{\circ}\text{C}$ ]까지 상승시키면서 측정하였고, 압력은 상부전극을 이동시켜 일정한 2[N/cm $^2$ ]을 가한 상태에서 인가 전압은 AC 250, 500, 750[V]로 하였다.



(a)



(b)

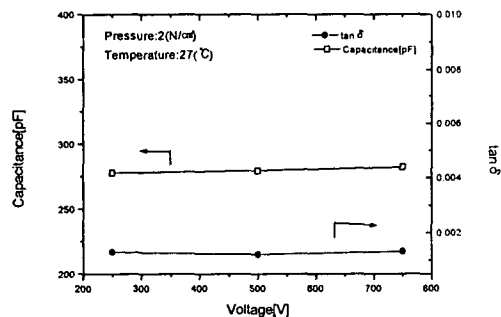
그림 2. Virgin 시편(a)과 aging된 시편(b)의 유전특성

### 3. 실험 결과 및 고찰

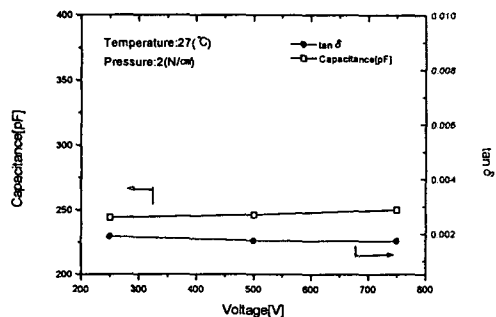
절연재료의 유전특성은 흡습과 온도에 크게 의존되는 것으로 본 실험에서는 각각의 시료에 대해

여 유전특성의 온도의존성과 열화시킨 시료와의 비교시험을 각각 행하였다.

그림 2는 Virgin 시료와 200시간 열화시킨 P/P/S시료의 커패시턴스와  $\tan \delta$ 의 변화를 나타내었다. Virgin P/P/S필름의 정전용량과  $\tan \delta$ 는 실온하에서 각각 277.55[pF],  $1.29 \times 10^{-3}$ 로 얻어졌다. 또한 P/P/S의 유전율은 3.09로 계산되었다. P/P/S필름의  $\tan \delta$ 는 실온에서 50 $^{\circ}\text{C}$ 까지는 감소하다가 60 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 부터 급격하게 증가하는 경향을 보이고 있다. 정전용량은 온도증가와 함께 선형적으로 증가하는 경향을 나타내고 있다. 열화된 P/P/S필름의 정전용량과  $\tan \delta$ 는 실온하에서 244.1[pF],  $1.9 \times 10^{-3}$ 로 얻어졌다. 유전율은 2.72로 계산되었다. 열화된 P/P/S필름도  $\tan \delta$ 가 온도 50 $^{\circ}\text{C}$ 이상에서는 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이같은 결과로부터 각 시료의 유전특성은 온도가 증가함에 따라  $\tan \delta$ 은 급격한 변화를 나타내나, 정전용량은 선형적으로 증가하며, 특히 흡습되어진 시료는 Virgin 보다도 큰 증가를 나타내고 있다. 이와같이 그림(a)(b)에서 보는



(a)



(b)

그림 3. Virgin 시편(a)과 aging된 시편(b)의 전압의존성

바와 같이 두 시료 모두 온도가 증가함에 따라  $\tan \delta$ 가 증가하는 것을 나타냈다.

그림 3는 Virgin 시료와 200시간 열화 시킨 시료의 유전특성의 전압의존성을 나타내었다. Virgin P/P/S필름의 정전용량과  $\tan \delta$ 와 열화된 P/P/S필름의 정전용량과  $\tan \delta$ 는 각각 전압의 증가에 따라 그다지 변화하는 모습을 보이지 못하고 있다. Virgin 필름의 정전용량과  $\tan \delta$ 는 각각 250[V], 500[V], 750[V]에서 277.5[pF],  $1.29 \times 10^{-3}$ 과 279.1[pF],  $1.21 \times 10^{-3}$ 과 281.8[pF],  $1.31 \times 10^{-3}$ 의 값을 나타냈고, 열화된 필름도 각각 244.1[pF],  $1.9 \times 10^{-3}$ 과 246.5[pF],  $1.74 \times 10^{-3}$ 과 250.1[pF],  $1.72 \times 10^{-3}$ 을 나타냈다. 이와같이 그림(a)(b)에서 보는 바와 같이 두 시료 모두 전압의존성을 그다지 보이지 않고 있다. 이러한 이유는 흡습기간이 짧은 점과 실제 전력케이블과 같은 전력기기 등에서 연속 과전 전계를 30[kV/cm]정도로 가하는 것에 비하여 본 측정조건 전계가 낮기 때문에 증가하는 모습을 거의 나타나지 않는 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

PET (Polyethylene Terephthalate) 필름을 이용하여, 절연/절연/반도전 구조에서의 유전특성을 살펴보았다.

- 1) 온도 변화에 따른 유전특성을 실험하였다. 두시료 모두 커패시턴스는 온도가 증가함에 따라 큰 변화를 나타내지 않았으나  $\tan \delta$ 는 온도가 증가함에 따라 증가하였다.
- 2) 유전특성의 전압의존성을 측정된 결과 두 시료모두 유전특성은 250~750[V]범위내에서 전압의존성을 보이지 않았다.
- 3) 시료의 흡습의존성을 측정하였다. PET/PET/Semi의 흡습의존성은 기간이 짧은 관계로 큰 영향을 시료에 미치지 못하였다.

#### [참고문헌]

[1] J. Unsworth and Y. Li, ; "Thermal Degradation of Epoxy/Silica Composites Monitored via dynamic Mechanical Thermal Analysis", Journal of Applied Polymer Science,

Vol.46, pp.1375 - 1379, 1992

[2] S.N.Gubanski, et al ; "Swedish Research on the Application of Composite Insulations in Outdoor Insulation" IEEE Electrical Insulation Magazine September/October, Vol. II, No. 5, pp. 24-31, 1995

[3] Y. Li, et al ; "Degradation of Epoxy Insulation Under Combined High Humidity and Elevated Temperature" Proceedings of the 4th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials July 3-8, 1994

[4] Y.Mizuno, Y.Mitsuyama, M.Nagao, M.Kosaki " Dielectric Properties of Ethylene-propylene Rubber in Cryogenic Temperature Region" Proceedings of the 4th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, Brisbane, Australia, pp. 475-478, July, 1994

[5] S.N.Gubanski, et al ; "Wettability of Naturally Aged Silicone and EPDM Composit Insulator" IEEE PES 90WM 02507 PWRD,1990

[6] L. A. Dissado, et al, Electrical Degradation and Breakdown in Polymers, Peter Peregrinus, London, 1992

본 연구는 기초전력공학연구소의 연구비(과제 번호:98-중기-05)에 의하여 수행되었습니다.