

ELBOW ARRESTER HOUSING용 고무절연재료의 절연특성

°전 영준, 유재일, 김진우, 서동철^{a)}, 박대희^{a)}
 평일산업(주)기술연구소, a) 원광대학

Dielectric Properties of Rubber Materials for Elbow Arrester Housing

Young-Jun Jeon, Jae-Il Yoo, Jin-Woo Kim, Dong-Chul Seo^{a)}, Dae-Hee Park^{a)}

Pyung-Il Ind.Co., R&D Lab.

a) Wonkwang University

Abstract

EPDM has excellent electric characteristics and so that it has been rapidly finding use is high voltage applications in recent years. At present EPDM is widely used for insulator of cable and accessories, and further the commercial use of Premolded housing for elbow surge arrester is started.

In this paper, we have measured the temperature, pressure and voltages dependence of $\tan\delta$ in EPDM. As a results, dielectric characteristics($\tan\delta$) increases slightly with increasing the temperature. However, it is almost independent of the pressure and voltages.

1. 序論

플라스틱 절연재료의 전기적인 물성은 전력기기의 고전압화에 있어서 중요한 역할을 하고 있으며, 장기적인 신뢰성 및 안전성을 좌우한다. 기기에 있어서 절연기술은 설계적인 측면과 재료적인 측면으로 나눌수 있으며, 전자의 경우는 최적의 절연구조를 갖도록 전계의 분포를 완화와 weak point를 예측할수 있도록 하며, 후자는 절연설계에서 얻어진 전계 및 구조적인 면을 고려하여 절연물의 선정에 있다. 전력기기에 사용되어 지는 절연재료는 일반적으로 고무소재가 많이 사용되고 있으며, 특별히 내환경성 및 내열성이 요구되는 부분에는 고무계가 사용되고 있다.

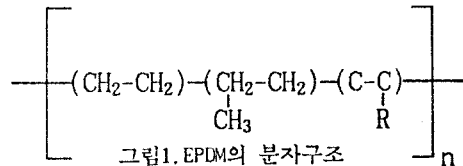
최근에 고전압용의 절연재료는 고무계의 수요가 증가하고 있는 추세와 함께 많은 절연특성에 관한 연구가 진행되고 있다. 고무계중에서 EPR과같은 절연재료는 고무분자내에 불포화결합이 없고, 내오존특성이 우수하고, 분자내에 극성기가 없으며, 내열성이 우수하다. 또한 전기적인 특성도 폴리에틸렌과 같이 우수하여, 전선재료는 물론 전기절연부품에 많이 사용되고 있다. 그러나 EPR은 분자내에 불포화결합이 없기 때문에 가류가 대단히 어려운 점이 있어서, 불포화결합을 갖는 제3의 성분을 넣은 고무가 EPDM으로 절연부품

의 재료로 많이 사용되고 있다. 고무계의 절연재료는 전선 22kV급의 절연체로써 사용되고 있으나, 주로 접속부품은 단 말부와 같은 절연부품에 많이 이용되고 있다.

본 연구는 지중배전용의 Loadbreak System의 Elbow Surge Arrester에 사용되는 절연부품의 개발로 고무계 절연재료의 전기적인 물성의 결과를 보고한다. 사용되는 고무재료는 반도체성계와 절연계의 EPDM이 있으며, 반도체의 EPDM은 도체의 접속부분의 전계완화효과 외함의 차폐용으로 각각 사용된다. 절연EPDM은 Elbow외함의 절연용에 사용되고 있다. 이와 같이 절연부품에 사용되는 절연, 반도체재료의 요구특성은 전기적인 특성으로 체적저항, 절연파괴강도, 유전특성이 있다. 본 보고에서는 EPDM Sheet상의 $\tan\delta$, 유전율, 정전용량등의 유전특성을 평가하고 그의 인가압력, 온도 및 인가전압의 의존성을 검토하였다.

2. 試料 및 試驗方法

사용한 시료는 EPDM으로 분자구조는 그림 1과 같다.



EPDM은 비극성인 탄소와 수소로 구성되는 Ethylene과 Propylene이 Random하게 공중합되어 있는 비결정성 고무이며, 주쇄가 포화공유 결합을 하고 있기 때문에 안정성이 우수하다. 특히, 비극성 탄화 수소결합을 하고 있기 때문에 전기적으로도 우수하다. 측정시료는 두께가 1mm이고, 구성은 반도체층과 절연층을 겹친 상태로 준비 하였다. 유전특성은 Tettex설비와 주전극이 50mm의 크기를 각각 사용하였다. 유전특성의 측정시의 전압은 500, 750, 1000, 1250V를 각각 인가하고, 전극간의 입력은 2, 4, 6, 8(N/cm²)를 가한후에 압력의 의존성을 검토하였다. 또한, 온도의존성은 히터전극을 이용하여, 실온, 40, 60, 80, 110℃에서 각각 유전특성을 측정하였다.

3. 試驗結果

3.1 유전특성의 전압의존성

절연재료의 열화는 사용전압하에서도 재료의 유전손실이 발생되어 일으키는 것으로, 일정압력하에서 EPDM의 유전특성의 전압의존성의 평가는 중요하다. 그림 2는 2(N/cm²)의 압력하에서 tanδ의 전압의존성을 나타냈다. 그림에서 알수 있는 것은 인가전압이 높아짐에 따라서 500(V)에서 tanδ는 3.8 X 10⁻³(%)로 약간 감소되는 것을 나타내고 있다. 또한 이때의 정전용량은 42.6(pF)로 거의 변화는 없었다. 이와같은 결과는 전압에 의한 유전특성이 안정한 값을 갖는것을 알수 있다.

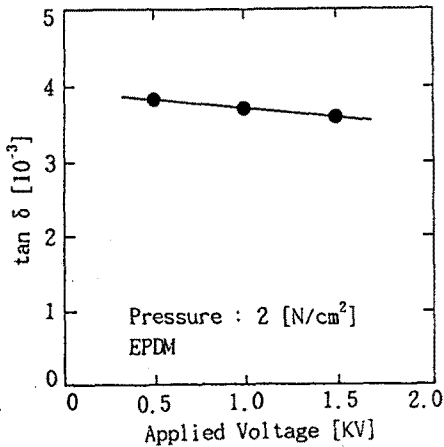


그림2. EPDM의 tanδ 전압의존성

고전압하에서의 절연재료는 대개 반도체층과 함께 겹쳐서 사용되는 경우가 많다. 따라서, 다음에는 반도체/절연층이 겹친 상태에서 유전특성의 전압의존성을 평가하였다. 그림 3은 일정압력 2(N/cm²)하에서 반도체/절연EPDM층의 인가전압의 의존성이다. 이때 각 시료의 체적고유저항 값은 반도체EPDM의 경우 3.0 X 10⁹(Ω·cm)이고, 절연 EPDM은 5.0 X 10¹²(Ω·cm)으로, 각 시료를 겹쳤을때는 절연EPDM과 거의 같았다.

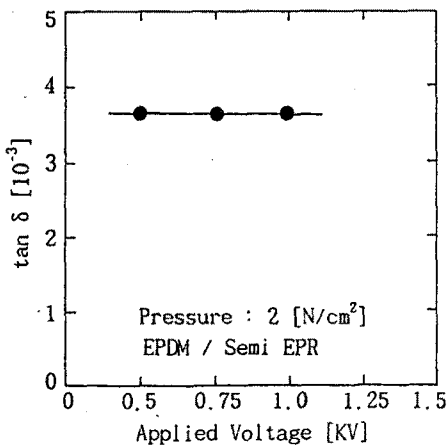


그림3. EPDM/SemiEPDM의 tanδ 전압의존성

이와같이 시료를 겹쳤을때 tanδ의 값은 3.6X10⁻³(%)이고, 정전용량은 39.0(pF)로 전압에 의존하지 않고 일정하게 나타났다. 이와같은 결과는 EPDM재료상으로부터 영향을 미치는 것보다는 두께의 의존성으로부터 나타나는 것으로 사료된다. EPDM의 유전율은 2.3으로 폴리에틸렌과 비슷한 값으로, EPR보다는 낮은 값을 나타내고 있다.

3.2 유전특성의 압력의존성

고무절연재료는 전기부품내에서 탄성을 갖고, 절연기능을 갖는 것으로, 다른 재료와 함께 하나의 부품으로 조립되어진다. 따라서 항상 압력이 가해지는 조건하에서 조립되고 절연의 기능을 갖는 것으로 유전특성의 압력의존성을 평가하였다.

그림 4는 절연EPDM에 500(V)를 인가한후-전극간의 압력을 2~8(N/cm²)가하면서 tanδ의 결과이다. 이 결과로부터 알수 있는 것은 tanδ의 값은 압력에 의존치 않고 일정한 값 3.6 X 10⁻³(%)를 나타내고 있다.

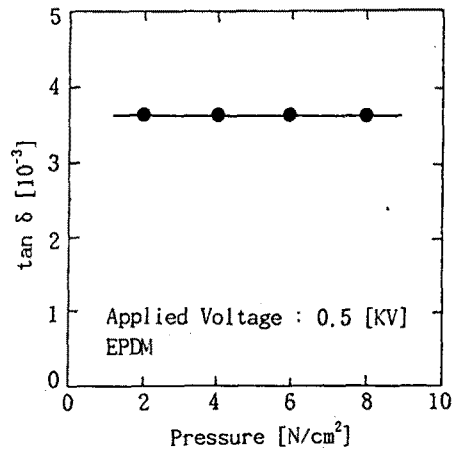


그림4. EPDM의 tanδ 압력의존성

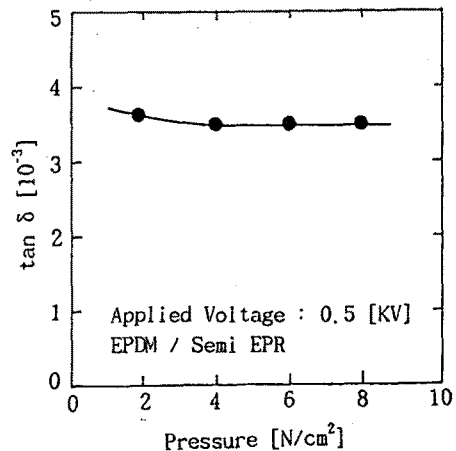


그림5. EPDM/SemiEPDM의 tanδ 압력의존성

그림 5는 반도체/절연EPDM을 겹친상태에서 500(V)를 인가한후 전극간의 압력을 2~8(N/cm²)가하면서 tanδ의 결과이

다. 이 결과로부터 알수 있는 것은 $\tan\delta$ 의 값은 압력의 증가와 함께 약간 저하하는 경향을 나타내고 있으며, $3.6 \times 10^{-3}(\%)$ 를 나타내고 있다. 이와같은 결과는 시료의 겹친 부분의 계면의 Gap의 감소로 나타나는 결과로 사료된다. 이와같은 유전특성은 압력의존성을 통하여 볼때, EPDM의 재료가 기계적인 응력이 가해져도 안정한 특성을 갖는다는 것을 알수 있었다.

3.3 유전특성의 온도의존성

절연부품의 사용조건은 내부 및 외부의 영향에 의해서 일정한 온도가 가해지거나, 이상온도가 발생되어 진다. 이와같은 관점에서 유전특성의 온도의존성을 평가하였다. 그림 6은 $4(N/cm^2)$ 의 일정압력, $500(V)$ 의 일정전압하에서 절연EPDM의 온도의존성의 결과이다. 실온하에서 $\tan\delta$ 는 $3.5 \times 10^{-3}(\%)$ 를 나타내나, 온도의 상승과 함께 급격한 증가를 나타내고 있다.

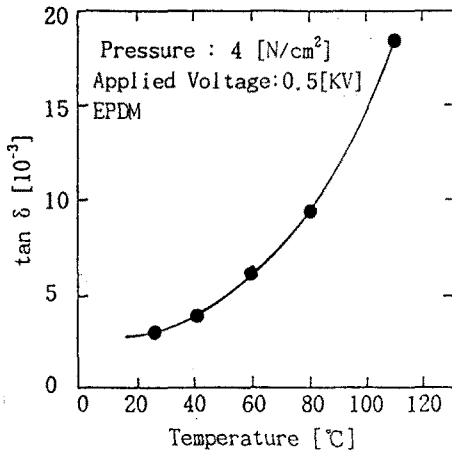


그림6. EPDM의 $\tan\delta$ 온도의존성

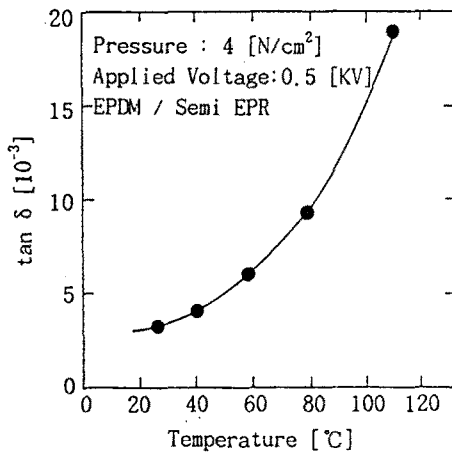


그림7. EPDM/SemiEPDM의 $\tan\delta$ 온도의존성

다음에는 반도체/절연EPDM의 시료에 $4(N/cm^2)$ 의 일정압력, $500(V)$ 의 일정전압하에서 절연EPDM의 온도의존성의 결과를 그림 7에 나타냈다. 이 결과도 마찬가지로 $\tan\delta$ 는 온도의 상승과 함께 급격한 증가를 나타내고 있다. 이와같은 온도의 상승과 함께 $\tan\delta$ 의 증가는 고무Chain이 열자극에 의해서 운동을 함으로 나타나는 것으로 사료된다.

4. 結論

본 시험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) EPDM의 유전특성은 인가전압과 압력에 의존치 않고 일정한 값을 나타내는 안정된 절연재료로 사료된다.
- 2) 그러나 온도의 상승과 함께 유전특성은 급격하게 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 고온 $110^\circ C$ 에서는의 경우 실온에 비해서 약 6배정도 증가하고 있다
- 3) 체적저항 및 유전특성은 반도체/절연EPDM이 겹쳐지는 경우 절연EPDM의 특성이 나타난다.

参考文献

- 1) R. J. Arhart : IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 9, No. 5, September/October 1993, pp. 31
- 2) R. J. Arhart : IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 9, No. 5, November/December 1993, pp. 11
- 3) 關口 外: "Prefab式附屬品用 고무 材料의 特性" 昭和電線 Review, Vol. 21, No. 3, 1971
- 4) 安藤 外: "고무·플라스틱케이블의 力學的諸問題에 대하여" 昭和電線 Review, Vol. 27, No. 1, 1977

본 과제는 한국전력공사 기술개발자금의 지원을 받아 수행한 사업임