

표면 오손상태에 따른 폴리머 애자  
하우징 재료의 누설전류 특성

Leakage Current on Surface of Artificially Polluted Composite Insulators

김재훈\*, 이병성\*\*, 조성수\*\*, 박강식\*\*\*, 한상욱\*  
충남대학교\*, 전력연구원\*\*, 대덕대학\*\*\*

J.H.Kim\*, B.S.Lee\*\*, S.S.Cho\*\*, K.S.Park\*\*\*, S.O.Han\*  
ChungNam National University., KEPRI\*\*, TaeDuk College\*\*\*

Abstract

This paper introduces the characteristic of leakage current flowing through surface of polluted composite insulation materials. For recording of aged polymer insulations, data acquisition system(DAS) was developed. These materials were wetted in NaCl solution(each 0.1 wt%, 0.4 wt%). And we boiled them during 24 hours. We measured the leakage current and weight changing of them, each 5 hours. As a result of this experiment, we could know that the leakage current of aged insulation materials was increased by boiling time.

1. 서 론

애자의 하우징 재료로 사용되고 있는 폴리머는 자연상태에서 장시간 경과하면 환경적인 스트레스가 원인이 되어 손상을 받게 된다. 이러한 표면의 오손이나 손상 상태에 따라 전기적인 특성이 변하게 된다.

누설전류 파형은 표면 특성에 따라 서로 다른 섬락전압을 보일 뿐만 아니라 애자 표면 발수성에 의존하여 상당히 변할 수 있다.1) 이 누설전류 파형 분석은 애자 성능 해석을 위해 유용한 정보를 제공해 준다고 판단된다. 또한, 애자 표면을 흐르는 누설전류는 염분 함량뿐만 아니라 오손물의 분포, 오손층의 습분율과 애자표면의 방전 거동을 등에 대한 정보를 제공하여준다. 따라서 수많은 연구자들에 의해 누설전류 측정의 방법으로 오손조건하에서 옥외에 설치된 애자에 대한 감시시스템을 개발하려는 시도가 있다.2)

본 실험에서는 표면오손 상태에 따른 폴리머 애자 하우징의 표면 누설전류 변화 특성을 고찰하고자 측정시스템을 구성하였으며, 실제 애자재료로 많이 사용되는 시료를 선택하여 누설전류

를 측정하여 분석하였다.

실험 결과로 표면 상태와 전기적 특성의 상관성을 파악할 수 있으며, 폴리머 애자의 장기적인 수명예측에 활용될 수도 있을 것이다.

2. 실험

2.1 시료준비

폴리머 재료의 오손상태에 따른 특성 변화를 고찰하기 위해 애자 재료로 사용되는 EPR을 선택하였다. 시료는 60 × 60 × 5 mm의 판상형태로 제작하였다. 시료의 무게는 약 25 (± 0.005)g 정도이며, 4개를 준비하였다.

2.2 실험방법

준비된 시료를 각각 2개씩 0.1 wt%, 0.4 wt%농도의 NaCl 용액에 침적하여 24시간동안 끓였다. 이 시료를 매 5시간마다 꺼내어 시료의 수분 흡수량을 관찰하기 위해 중량의 변화를 측정하였으며, 이로 인해 야기되는 누설전류의 변화를 측정하였다. 연속적인 실험을 하기 위해 10분 이내로 모든 측정을 완료한 후, 이 시료를 다시 끓는 NaCl 용액 속에 넣었다. 이러한 방법으로 24시간동안 열화시킨 이들 시료를 꺼내어 진

공오븐에서 65°C의 온도로 건조를 하였다. 이 온도는 통계적으로 볼 때 고분자 애자가 옥외에 설치되었을 경우 자연상태에서 받게 되는 최고의 온도이다.

### 2.3 장치구성

애자 하우징 재료의 표면으로 흐르는 누설전류 측정을 위해 그림 1과 같이 측정장치를 구성하였다.

그림 2는 열화된 표면의 전기적인 특성의 변화를 관찰하기 위해 구성된 전극이다. 측정에 사용된 전극은 keithley사에서 제공되는 전극을 이용하였다. 또한 외부로 부터의 영향을 배제하기 위해 최대한으로 차폐를 하여 측정하였다.

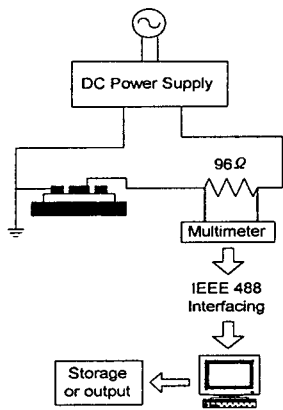


그림 1. 측정 장치의 개략도

시료

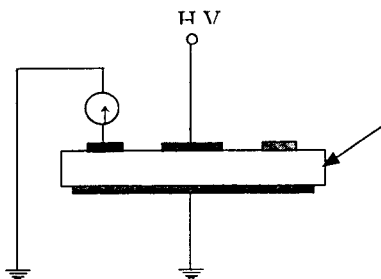
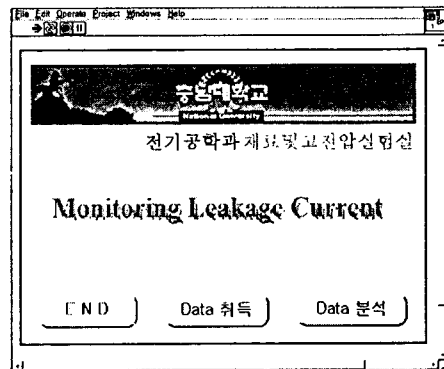


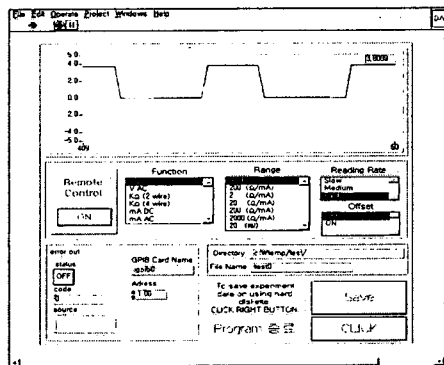
그림 2. 전극의 구성

시료의 오손상태를 평가하기 위해서는 측정 전극으로 나오는 신호를 취득하여 분석하는 작업이 중요하다.

그림 3은 누설전류를 신호를 취득하고 분석하는 프로그램의 기본 화면이다. 전압을 인가한 상태에서 시료를 장시간 동안 가속 열화하면서 시료의 특성변화를 관찰하기 위해 사용된 프로그램프로그램이다. 이 프로그램을 통해 측정하고자 하는 누설전류에 관한 데이터를 수집하고 분석, 저장할 수 있다.



(a)



(b)

그림 3 데이터 취득 시스템

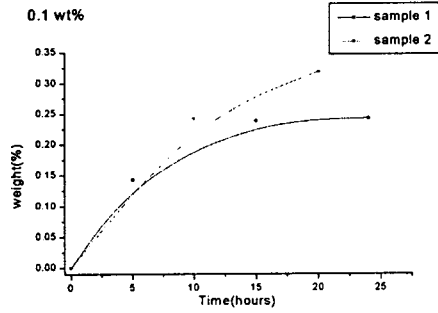
## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 중량변화 측정

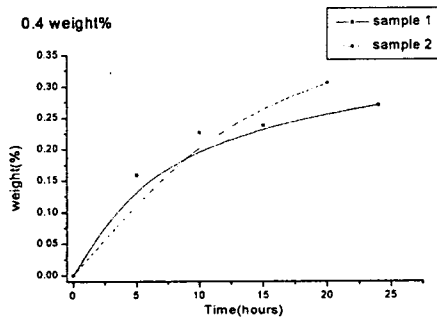
두 개의 동일시료에 대해 열화시간에 따른 중량 변화량을 그림 4에 나타내었다. 시료는 열화 시간에 따라 수분 흡수량의 증가로 중량이 점차 증가하다가 어느 정도 시간이 지난 후에는 포화됨을 알 수 있었다. 또한 NaCl 농도에 따라 초기에는 농도가 높을수록 수분 흡수율이 증가하였는데, 시간이 지남에 따라 농도의 영향을 적게 받음을 알 수 있었다.

또한, 24시간 열화 후 시료를 65°C 오븐에서

건조시키면서 중량변화를 관찰하였다. 대체로 건조시간에 비례하여 중량이 감소하였으며, NaCl 농도가 높을수록 중량감소율이 낮았다.



(a) 0.1 wt%



(b) 0.4 wt%

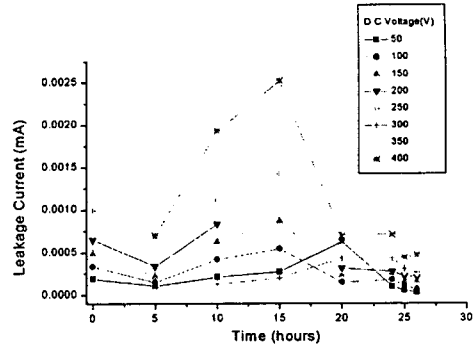
그림 4 열화시간에 따른 시료의 중량변화

### 3.2 누설전류 측정

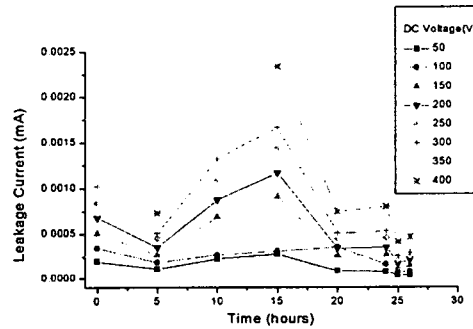
시료를 열화시키면서 특성 변화를 관찰하기 위해 일정한 간격으로 누설전류를 측정하였다. 이때 시료 표면에 수분이 관찰되지 않은 상태에서 측정하였다. 그림 5에서 시료의 열화시간에 따른 누설전류 변화를 보여주고 있다. 대체로 인가전압에 비례하여 표면 누설전류값이 증가하였다. 15시간 동안 열화시켰을 때까지는 누설전류가 증가했으나, 그 이후에 누설전류가 감소하여 대체로 일정한 값을 유지하였다. 이는 폴리머 재료의 특성을 반영하는 것으로 어느 수준까지는 자기회복 특성을 가지고 있다는 것을 의미한다.

또한 NaCl 수용액의 농도에 따라 누설전류값은 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 표면의 오손

물이 부착되더라도 도전성 물질이 이동할 수 있도록 표면의 수분이 충분히 공급되지 않으면 전기적인 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.



(a) 0.1 wt%



(b) 0.4 wt%

그림 5 열화시간에 따른 표면 누설전류의 변화

## 4. 결 론

폴리머 재료의 열화특성 평가의 일환으로 수행된 본 연구를 통해서 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 예자의 성능에 영향을 미칠 수 있는 표면 특성 평가 방법을 위해서는 장기간의 누설전류 데이터를 확보할 수 있는 시스템을 구성하였다.
- 장기간 사용에 의해 시료의 표면이 오손이 되었더라도 건조상태에서는 전기적인 특성이 크게 변하지 않았다. 따라서 시료 표면의 오손이나 손상의 정도를 파악하기 위해서는 도전성 성분이 이동할 수 있는 적절한 수분의 공급하여 수

행할 필요가 있다.

감사의 글

본 논문은 한국전력공사의 연구비 지원에 의하여  
기초전력공학공동연구소 주관으로 수행되었음

5. 참고문헌

1. M.A.R.M. Fernando, "Analysis of Leakage Current Wave Forms for Field-aged and New Composite Insulators" CEIDP, pp350-353, 1997
2. S.M. Gubanski, "Leakage Current Patterns on Artificially Polluted Composite Insulators" CEIDP, pp394-397, 1996
3. 김재훈 외, "복합 고분자 애자의 열화진단 데이터 분석 기법" 대한전기학회 하계학술대회 논문지, 1999.7
4. M. Sato, A. Nakajima, T. Komukai. "Spectral Analysis of Leakage Current on Contaminated Insulators by Auto Regressive Method". IEEE ICPEDM, 1998.
5. Hideo Hirose, "A Method to Estimate the Lifetime of Solid Electrical Insulation", IEEE EI vol. EI-22, No.6, 1987
6. R.S.Gorur, L.A.Johnson and H. Hervig, "Contamination Performance of Silicone Rubber Cable Terminations", IEEE Trans. Power Delivery, 1994
7. IEC 1109 "Composite Insulator for ac Overhead Lines with a Normal Voltage Greater than 1,000V", 1992