열화된 고분자애자의 카올린 오손에따른 표면방전특성

박재준, 가평현, 서의원, 정명연, 김희동*, 송일근*
중부대학교, 한전전력연구원*

Characteristics Leakage Current of Surface Discharge according to Kaolin Contamination by Deteriorated Polymer Insulators

Jae-Jun Park , Pyung-Hyun Ga, Ui-Won Seo, Myeong-Yeon Jung, and il-Kwen Song*,Hee-Dong Kim*,
Joongbu Uni, KEPRI*

Abstract

The paper presents the results of using the fundamental and the low frequency harmonic components of leakage current to study aging of EPDM insulator for contaminated condition by kaolin. The largeer the leakage current during 200ms,the higher harmonic component at 60hz. The harmonic component at 60hz and the odd order harmonics is increase relation without Kaolin Conent. Arcing on the surface was always associated with distortion in the leakage current; hence the low frequency components of the leakage currnent can be used as a means to evaluate the surface degration. Both the fundamental and 3rd & 5th harmonics increase dry-band activity.

Key Words : Leakage Current, Harmonics ,Odd Harmonic , Polymer Insulator , Pollution

1. 서 론

고분자 애자는 매우 가볍고 우수한 오손성능 및 가격면에서도 경제적이므로 국내.외적인 전력회사에서 각광 받고 있는 실정이다.
오손된 고분자 애자가 고장이 발생하면 송전 및 배전시스템의 전력 품질에 주요한 원인이 되어 왔다. 그중 EPDM((Ethylene Propylene Diene Monomer: 이하 EPDM이라고 한다.) 고분자애자의 고장원인 및 과정 그리고 섬락메커니즘에대한 여러연구자의 진행이 있어왔다.[4,6]

오손물질이 고분자애자 표면에 묻게되어 세정되지 않으면 배전계통 뿐만아니라 송.변전 계통에서도 고장 사고의 원인이 되어 고장이 발생하게 된다. 최근의 연구에서는 고분자애자의 섬락을 미연에 방지하기 위해stochastic analysis기법을 이용한 고분자애자 섬락예지를 통하여 세정기간과 열화 정도와 같은 새로운 기법을 연구하여 왔다[1].

본 연구에서는 해안을 낀 대규모 공장지대의 환경적인 오손을 모의하기 위하여 일정한 소금의양과 카올린양의 변화에따른 누설전류파형과 표면에 흐르는 누설전류의 고조파 분석을 연구하였다.

여러경우의 환경적인 조건하에서 고분자애자 표면 열화 정도 및 오손상태 및 오손종류를 누설전류 파

형과 스펙트럼분석 그리고 표면방전현상과 관련하여 연구하였다.

2. 실 험

2.1 실험장치

누설전류의 계측는 이전의 논문과 같은 장치을 이용하여 클린포그 방법으로 실행하였다.

지름이100mm인 배전용 EPDM고분자 현수애자를 가지고 사용하였으며, 이미 오염지역에서 서비스되어 열화가 상당히 진행된 고분자애자 (주문진)에 소금과 카올린으로 구성된 오손물을 미리오손시켰다.오손물의 구성은 소금20g으로 일정하게 하였고 카올린의 양은 증류수 1000ml당 10g,30g,50g으로 하였다. 건조후 일정전압 16kV(60Hz)을 포그 후(클린포그)에 인가 하였다. 포그의 적용과 동시에 누설전류의 계측이 이루어졌다.

누설전류는 고전압을 인가하여 고분자애자의 표면을 통하여 접지로 흐르는 전류가 전기저항 100[Ω]의 전압강하의 누설전류파형을 입력하게 된다. 100[Ω]의 전압강하값을 차동푸르브(ADP305, Lecroy ,100:1)에서 디지털오실로스코프(wave runner, 500MHz,500MS/s, Lecroy)로 입력되어진다. 입력된 아날로그신호는 파형을 디스플레이하고, 인터페이스 랜카드를 통하여 0.1[msec] 샘플링주기를 갖는 A/D변환기를 경유하여 원격으로 데이터를 컴퓨터로 매 200ms동안의 누설전류 파형이 획득하게 된다. 획득된 데이터는 필터링의 과정을 걸친후 Matlab 6.5을 통하여 FFT 처리하였다. 시간에 따른 누설전류 파형의 최대값과 1고조파로부터 8고조파까지 스펙트럼분석이 이루어졌다. 결국, 시간에 따른 기본파에대한 3고조파, 5고조파의 왜곡율을 구하게 된다.

3. 결과 및 고찰

3-1.누설전류의 분석

EPDM 고분자애자는 현장에서 서비스된지(주문진) 약 4년도 정도 되었으며 배전용으로 서비스 되었기 때문에 열화가 상당히 이루어진 상태의 시료를 본 실험 재료로 사용하였다.

인가전압은 $16KV_{RMS}$을 인가한 후(1KV/s) Salt Fog의 개시와 동시에 누설전류 계측장치를 통하여 측정이 이루어졌다. 배전전압은 13.2KV이지만 실험실에서 인가전압은 과전압16KV (112%)을 인가하여 실험실상에서 실측하였다.

클린포그시 초음파 가습기를 통하여 전압인가로부터 약 300분정도까지 연속 분무하였고, 데이터획득장치를 통하여 200ms씩 컴퓨터로 저장되어지고 저장된 데이터는 Offset 과정과 FIR 디지털 필터를 이용하여 노이즈를 제거 하였다.

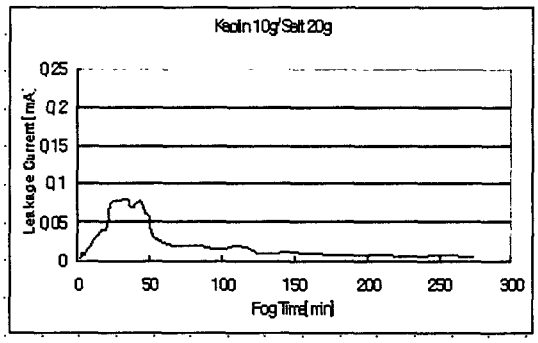

그림1. Clean Fog시간에따른 누설전류파형의 최대값의 변화(카올린10g)

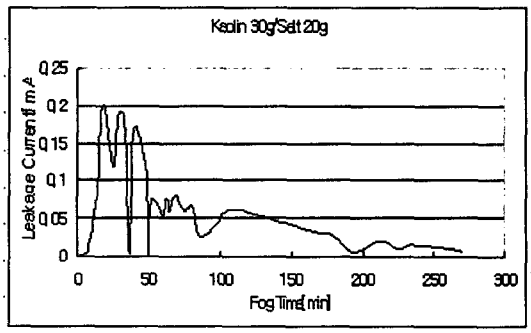

그림2. Clean Fog시간에따른 누설전류파형의 최대값의 변화(카올린30g)

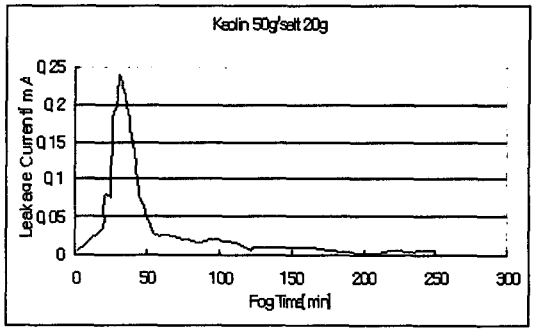

그림3.Clean Fog시간에따른 누설전류파형의 최대값의 변화(카올린50g)

그림1~그림3까지의 경우 누설전류파형의 최대값 변화를 나타내었다. 오손된 고분자애자에 16KV를

인가하여 측정한 결과 열화초기로부터 300분까지 누설전류의 변화치는 0.0032~0.07mA(카올린10g); 0.0012-0.2mA(카올린:30g); 0.002-0.23mA(카올린 60g) 범위내의 누설전류 최대치를 계측할 수 있었다. 35분 근방의 경우 최대값의 피크는 갖는 것은 건조상태에 있는 소금이 표면의 전기전도에 크게 기여하고 있으며, 표면의 아크방전의 원인이 되고 있다. 또한 카올린의 양이 많아질수록 누설전류의 크기도 크게되었고,오손의 정도가 누설전류 및 표면의 열화에 기여하고있음을 볼수 있었다.

3-2. 누설전류파형의 고조파 분석[2],[3],[5],[7],[8]

(1) 클린포그

전압인가로부터 약 300분정도까지의 누설전류파형에대한 고조파분석을 위하여 Matlab 6.5의 도구을 사용하여 FFT 알고리즘을 이용하였다.그림4~7까지는 기본파 및 3고조파 그리고 5고조파에대한 전압인가초기로부터 300분까지의 고조파의 변화양상을 나타내었다. 누설전류파형의 최대값에서 볼 수 있는 것처럼 , 35분정도에서 최대값의 고조파의 크기를 나타내었고 그리고 클린포그가 연속적으로 분무되어짐에따라 표면의 전도도가 점가 떨어져서 누설전류 및 고조파 성분의 크기도 작아짐을 볼 수있다.

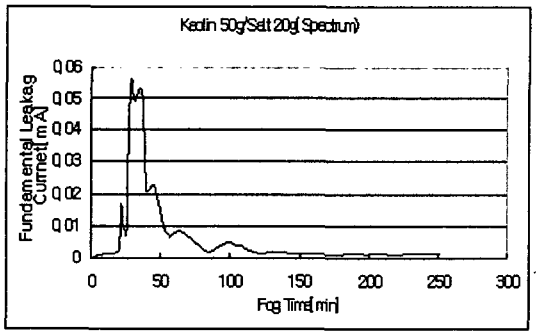

그림4.기본파의 누설전류(카올린50g)

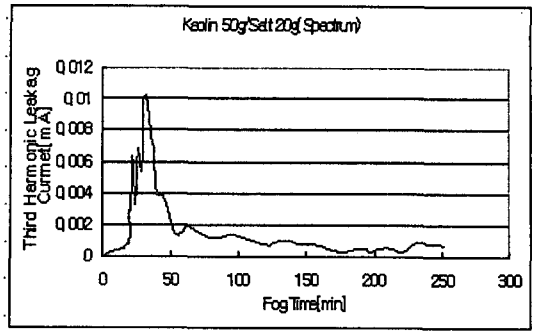

그림5. 3고조파의 누설전류(카올린50g)

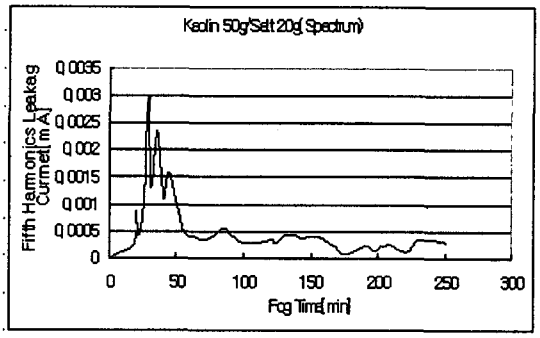

그림6. 5고조파의 누설전류(카올린50g)

4. 결 론

본 연구에서는 다음과 같은 결론을 유추할수있었다. 200ms동안 누설전류가 더욱 크면 클수록 60Hz에서 고조파의 성분이 컸다 .고조파의 성분중에서도 홀수 고조파성분이 카올린의 양에 관계없이 증가되었고 열화가 진행됨에따라 기본파를 비롯 3고조파 및 5고조파의 경우도 어느 일정시간이 지나면 거의 일정한 크기를 갖고있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(02524) 주관으로 수행된 과제

참고 문헌

[1] Jae Jun Park,etal "A Flashover Prediction Method for Contaminated Insulators using a Stochastic Analysis of Leakage Current", Japanese Journal of Applied Physics ,Vol.43, No.5A,2004, pp.2693-2696,2004.5

[2] 박재준,김정부"환경조건에 따른 EPDM고분자 애자의 누설전류과 스펙트럼분석", 2004년도 한국전기전자재료학회 춘계학술대회,2004
[3] 박재준외 5인,"여러환경조건에의한 Silicon애자의 표면열화진단기술, 2004년도 한국전기전자재료춘계학술대회,2004
[4] M.Sato, A.Nakajima, T.Komukai, "Spectral Analysis of Leakage Current on Contaminated Insulators by Auto Regressive Method",IEEE, pp64~66,1998
[5] Ayman H. El-Hag, Shesha H. Jayaram and Edward A. Cherney, "Influence of Shed Parameters on the Aging Performance of Silicone Rubber Insulators in Salt-fog" IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 10, pp : 655-664, August 2003.
[6] Felix Amarh, George G. Karady, and Raji Sundrarajan "Linear Stochastic Analysis of Polluted Insulator Leakage Current" IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 17, pp : 1063-1069, OCTOBER 2002.
[7] A.H.El-Hag, S.Jayaram and E.A.Cherney ,"Fundamental and Low Frequency Harmonic of Leakage Current as a Diagnostic Tool to Study Aging of RTV and HTV Silicon Rubber in Salt Fog", IEEE Trans. DEL,Vol.10,pp128-136,2003