

여러 가지 오손에 따른 고분자애자의 표면방전 스펙트럼 분석

박재준*

목 차

- I. 서론
- II. 본론
- III. 결론
- 참고문헌
- Abstract

I. 서론

고분자 복합재료는 옥외 및 서지 어레스터의 하우징 및 옥외용 애자에 대해 사용량이 크게 증가되고 있는 실정이다. 이들 재료들은 경량이고 부서지는 일이 없으며 경제적인 면에서 우위에 있다. 그러나 상대적으로 화학적인 결합이 약하며, 열적 환경적인 영향을 많이 받는다. 고분자애자의 표면오손에 의한 표면방전이 특히 영향을 많이 받고 있다. 이들은 자기애자에 비하여 표면방전에 민감하기 때문에 주기적인 절연의 감시, 오손의 조사가 요구되고 있다.

여러 연구자들은 고분자애자의 오손에 대한 표면평가 및 섬락의 예지⁽¹⁾에 대한 평가를 하여왔다. 그렇지만 고분자애자의 화학적인 효과 측정 및 누설전류의 측정에 집중되어 왔다⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾. 표면 누설전류의 표면방전의 특성에 대한 연구는 크게 진행하여 오지 않았다. 그러나 최근의 표면

방전 모니터링의 기법은, 특히 매우 고주파에서, 절연평가를 위해서 매우 유용한 도구로 되고 있다⁽²⁾. 이런 이유로 본 연구에서는 고분자애자의 접지단에 고주파전류센서를 설치하여 표면방전의 모니터링을 위한 선행으로 실험실상에서 자연상태와 최대한 같은 현상을 몇 가지 모의하여 실험을 실시하였다.

II. 본론

2.1. 실험장치 및 방법

고주파전류센서(High Frequency Current Transformer; 이하HF-CT라한다)을이용한 계측은 그림1에서 나타낸 실험장치를 이용하였다. 지름이 100mm인 배전용 EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer)고분자 현수애자를 가지고 사용하였다. 환경조건은 소금(20g, 일정)과 카올린(10g, 30g, 50g) 그리고 증류수(1000ml)을 정량화하여 혼합한 물

* 중부대학교 전기전자공학과 부교수
본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(02524) 주관으로 수행된 과제임.

질을 고분자애자의 표면을 오손시킨 후 자연 건조하였다. 일정전압 20kV을 인가한 후, 초음파가습기(Ultra Sonic Humidifier, 400cc/hr, 연속연무)를 이용하여 안개 및 염무를실시 후 HF-CT 신호계측을 실시하였다.

HF-CT은 -3dB에서 600Hz~30MHz까지 밴드폭을 갖는 센서로서 옥외환경에서도 사용이 가능하도록 된 독일형제품(LDIC사)을 사용하였고, Digital Oscilloscope(wave runner 500MHz, 500 MS/s, Lecroy)로 입력되어진다. 입력된 analog신호는 파형을 디스플레이하고, 인터페이스 Lan Card를 통하여 25MS/s 샘플링주기를 갖는 A/D 변환기를 경유하여 원격으로 데이터를 컴퓨터에서 매 20μs동안의 HF-CT의 파형을 획득하게 된다. 획득된 데이터는 Matlab 6.5을 통하여 FFT 처리 와 웨이블렛 변환기법을 통하여 각각의 환경조건에 대한 신호의 특징을 추출하게 된다.

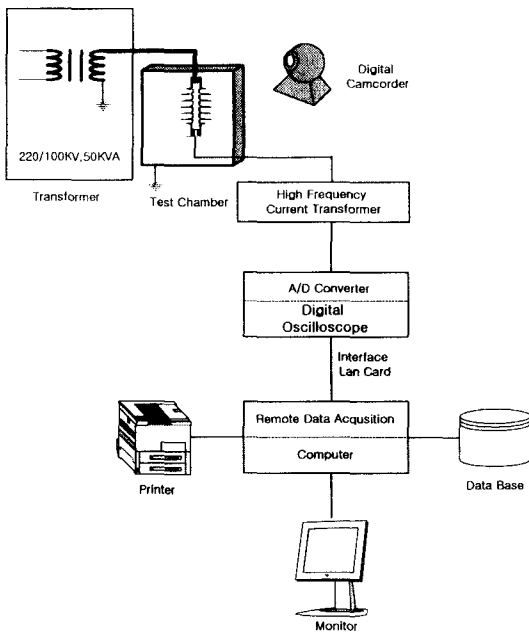
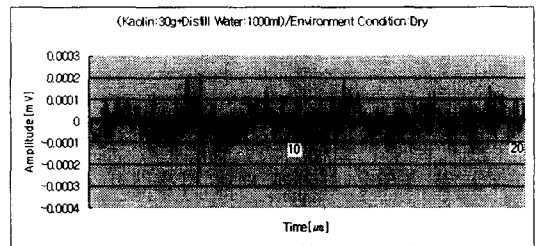


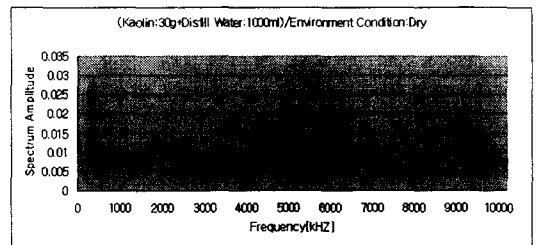
그림1.그림1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1. The whole system diagram

2.2. HF-CT의 파형과 스펙트럼 분석

HF-CT은 600HZ~30MHZ의 주파수 범위를 갖는 센서로서 그림2(a)에서는 카올린만을 오손시킨 경우의 건조상태에서 표면방전시 발생된 고조파전류센서 전압의 진폭신호를 나타내고 있다. 소금으로 오손되지 않은 경우는 미약한 방전을 나타내었다. 그림2(b)의 경우는 거의 방전이 발생되지 않은 신호파형으로 스펙트럼의 분석의 경우에서도 피크의 발생이 350kHz에서 미약하게 발생되었고 10MHz까지 미약한 주파수 범위를 갖고 있다. 10MHz까지 미약한 주파수 범위를 갖고 있다.



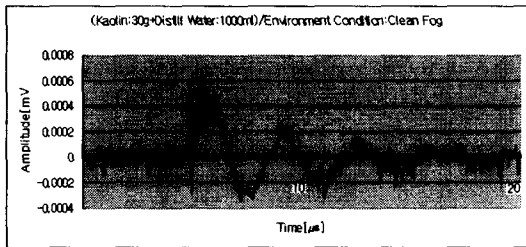
(a) 카올린 30g으로 오손된 HF-CT의 파형 (소금:0g)



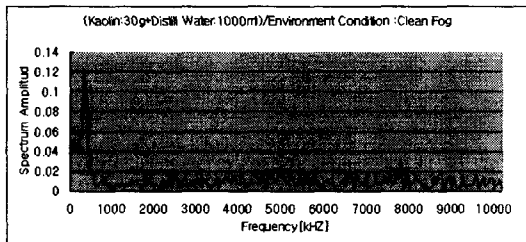
b) FFT

그림2. 카올린30g으로 오손된 경우의 HF-CT 신호파형 및 FFT(환경조건 : 건조상태, 전압인가 28분 후)

그림3(a)는 카올린30g 만을 오손시킨 상태에서 안개를 발생시켜 환경조건을 습도가 94%을 갖도록 조성하였으며, 시간영역에 대한 HF-CT의 전압신호파형 나타내고 있다. 습도가 포함된 경우 표면방전시 전압펄스 파형이 증가되었고, 그림3(b)의 경우는 그 파형에 대한 스펙트럼의 분석 결과를 나타내었다. 건조상태에 비하여 350kHz의 스펙트럼의 진폭이 크게 증가되는 주파수 분석을 알 수 있었다.



(a)HF-CT 진폭(V-t)



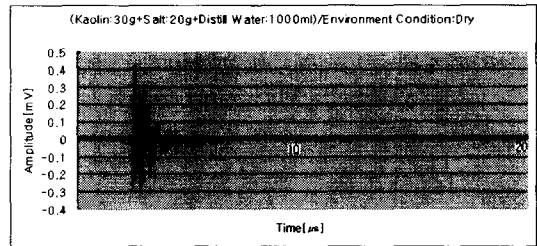
(b)FFT

그림3.카올린30g을 오손한 경우의 HF-CT 신호파형 및 FFT(환경조건 : 안개상태, 전압인가 9분 후)

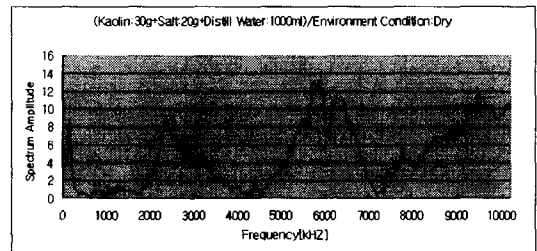
그림4(a)는 카올린30g+소금20g을 증류수 1000ml로 혼합 오손물질로 표면을 오손시킨 경우 환경적인 조건을 건조상태로서 저습도로 하였으며, 고분자애자의 표면방전을 HF-CT로 측정한 펄스파형을 나타내고 있다. 전형적인 지수함수적으로 감쇄되는 펄스파형을 나타내고 있다. 그림4(b)의

경우는 HF-CT의 펄스파형에 대한 스펙트럼의 분석 결과를 나타내고 있다.

그림4(b)의 스펙트럼에서 4개의 주파수 피크값 (150kHz, 2.4MHz, 5.9MHz, 9.5MHz)을 갖는 스펙트럼의 분포를 나타내고 있다. 염분이 포함된 오손경우 펄스 진폭의 최대값 크기 비율은 2000 정도로서 큰 변화를 나타내었다. 스펙트럼의 분석에서도 염분이 존재하지 않은 경우에는 주파수의 피크값이 350kHz근방에서 발생하였지만, 염분이 들어간 경우 표면방전 시 고주파방전이 발생되고 있음을 알 수 있었다.



(a)카올린 30g으로 오손된 HF-CT의 파형 (소금:20g)

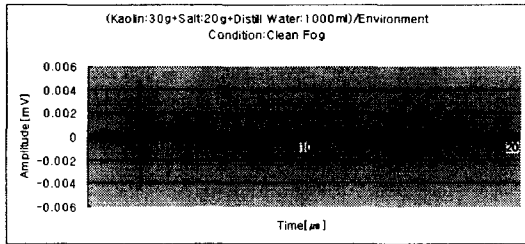


(b)FFT

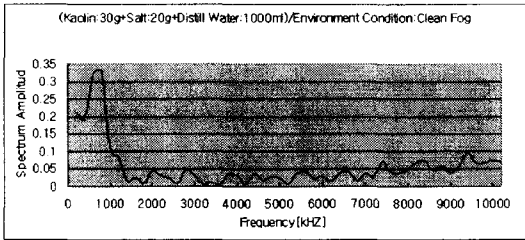
그림4. 카올린30g+소금20g을 혼합한 오손물질로 오손된 애자의 표면방전시 HF-CT 파형 및 FFT(환경조건: 건조상태, 전압인가 8분)

그림5(a) 카올린과 소금을 혼합한 오손물질로 오손시킨 표면을 환경조건을 안개적용으로 94% 인 고습도로 저공한 경우 HF-CT의 시간영역에

대한 전압의 펄스 파형을 나타내고 있다. 그림 5(b)에서는 파형에 대한 스펙트럼의 분석결과를 나타내고 있다. 소금이 포함되지 않고 카올린으로 오손만 시킨 경우에 비하여 스펙트럼의 피크 값이 증가되었으며, 스펙트럼의 발생도 고주파 영역인 800kHz에서 발생되었다.



(a) 카올린 30g으로 오손된 HF-CT의 파형 (환경조건: 안개, 소금: 20g)



(b) FFT

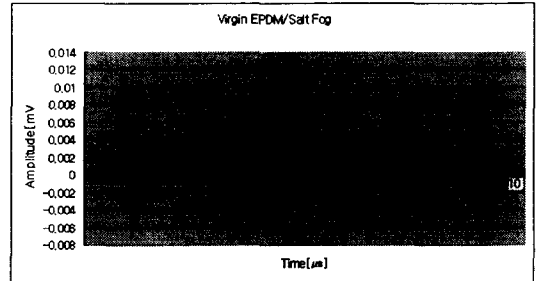
그림5. 카올린30g+소금20g을 혼합한 경우 HF-CT 신호 및 FFT(환경조건: 안개, 전압인가 17분)

그림6(a)은 신제품 EPDM 고분자애자를 염무 환경상태에서 초당 2kV/s 일정하게 승압하여 섬락 시킨 경우 섬락직전의 HF-CT 신호파형을 나타내고 있다.

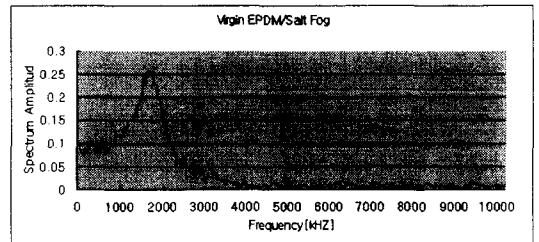
펄스 파형이 지수 함수적인 패턴으로서 고분자애자가 열화가 많이 진행된 경우에 비하여 펄스 duration time이 작았다.

그림6(b)에서는 섬락직전의 파형에 대한 스펙

트럼의 분포를 나타내고 있으며, 발생피크 주파수는 1.7MHz에서 피크를 갖는 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다.



(a) 염무로 오손시킨 신제품애자의 HF-CT의 파형(환경조건: 염무, 소금: 20g)



(b)

그림6. 신제품 EPDM 고분자 애자의 섬락직전 HF-CT 신호파형 및 FFT (환경조건: 염무, salt: 20g)

이상의 결과로부터 카올린오손만을 적용한 경우는 주변환경을 건조상태로 유지하였을 경우 신호파형이 미약하였고, 소금이 포함된 경우 건조상태 신호파형은 상대적으로 큰 코로나 방전이 발생되었다. 스펙트럼의 변화역시 주파수 발생영역이 고주파 영역으로 이동되는 큰 차이를 발견하였다. 환경의 변화를 안개로 적용한 경우 카올린만 오손된 경우와 소금이 포함된 오손의 경우 스펙트럼 변화역시 발생주파수 피크의 영역에는 변화가 없지만 주파수 크기의 비율은 2.83배 만

크게 나타내었다.

또한 신폼의 애자의 경우는 염무 인가시 파형은 전형적으로 지수함수 패턴을 갖고 있으며, 스펙트럼의 분포는 1MHz-2.4MHz 범위 스펙트럼을 나타내었다. 중심주파수는 1.8MHz 이었다.

III. 결론

여러 가지 오손처리 후 건조상태와 안개(고습도) 그리고 염무 등 환경조건을 모의하여 표면방전의 결과를 HF-CT의 전압파형과 주파수 스펙트럼을 분석하였다.

각 환경조건 및 오손의 종류에 따라 표면방전의 주파수 성분은 열화된 고분자애자의 표면에 오손된 물질의 종류 및 환경조건에 따라 즉, 건조상태와 고습도인 안개시 각기 다른 표면방전과 주파수와는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

한국전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, 2004.

- [4] M. Hikita, M. Miyata, S. Kurihara, S. Ohtsuka, Y. Hashimoto & S. Higashi, Discussion on discharge mechanism based on leakage current measurements of outdoor polymeric insulating materials in salt-fog test, *IEEE(2002 Annual Report conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena)*, 2000, pp.375-378.
- [5] Chris S. Richards, Carl L. Benner, Karen L. Butler-purry, & B. Don Russell, Electrical behavior of contaminated distribution insulators exposed to natural wetting, *IEEE Transaction on Power Delivery, Vol.18*, 2003, pp.551-558.

참고문헌

- [1] Jae-Jun Park, 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.
- [2] I.A.D. Giriantari & T.R. Blackburn, Frequency characteristics of PD waveforms on polluted composite insulator surfaces, *E-3*, pp.391~394.
- [3] 박재준, "환경조건에 따른 EPDM고분자애자의 누설전류파형과 스펙트럼분석", 「2004년

Spectrum Analysis of Surface Discharge for Polymer Insulator According to Various Contamination

Jae-Jun Park*

Abstract

Investigation of surface discharge characteristics of surface leakage on polluted EPDM insulator have been performed. This work was performed utilizing High Frequency Current Transformer to monitor surface discharge. It was found that there were significant variation in the surface discharge waveform frequency spectrum, depending both on the surface discharge magnitude and more importantly on the duration of surface discharge activity.

Key words: EPDM, Spectrum Analysis, Various Contamination

* Professor, Dept. of Electrical Electronics Engineering, Joongbu University