

고주파전류센서를 이용한 고분자애자의 표면방전 평가

박재준
중부대학교

Assesment of Surface Discharge for Polymer Insulator using High Frequency Current Transformer

Jae-Jun Park
Joongbu University

Abstract - Investigation of surface discharge characteristics of surface leakage on polluted EPDM insulators have been performed. This work was performed utilizing high frequency CT's 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.

runner 500MHz,500MS/s, Lecroy)로 입력되어진다. 입력된 analog신호는 파형을 디스플레이하고, 인터페이스 Lan Card를 통하여 25MS/s 샘플링주기를 갖는 A/D변환기를 경유하여 원격으로 데이터를 컴퓨터에서 매 20us 동안의 HF-CT의 파형을 획득하게 된다. 획득된 데이터는 Matlab 6.5을 통하여 FFT 처리 와 웨이블렛 변환기법을 통하여 각각의 환경조건에 대한 신호의 특징을 추출하게된다.

1. 서 론

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 받고있다. 이들은 자기애자에 비하여 표면방전에 민감하기 때문에 주기적인 절연의 감시,오손의 조사 가 요구되고 있다.

여러 연구자들은 고분자애자의 오손에 대한 표면평가 및 섬락의 예지⁽¹⁾에 대한 평가를 하여왔다. 그렇지만 고분자애자의 화학적인 효과 측정 및 누설전류의 측정에 집중되어왔다⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾. 표면 누설전류의 표면방전의 특성에 대한 연구는 크게 진행하여 오지 않았다. 최근의 표면방전 모니터링의 기법은 ,특히 매우고주파에서,절연평가를 위해서 매우 유용한 도구로 되고 있다⁽²⁾. 이런 이유로 본 연구에서는 고분자애자의 접지단에 고주파전류센서를 설치하여 표면방전의 모니터링을 위한 선행으로 실험실에서 자연상태와 최대한 같은 현상을 몇가지 모의하여 실험을 실시하였다.

2. 본 론

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 사용하였으며, 상태를 나타내었다. 환경조건은 소금(20g;일정)과 카올린(10g,30g,50g) 그리고 증류수(1000ml)을 정량화하여 혼합한 물질을 표면에 오손에 오손시킨후 자연건조하였다. 일정전압 20kV을 인가한후 초음파 가습기(Ultra Sonic Humidifier, 400cc/hr, 연속연무)를 이용하여 clean 및 salt fog을 실시후 HF-CT의 신호의 계측을 실시하였다.

HF-CT은 -3dB에서 600Hz~30MHz까지 밴드폭을 갖는 센서로서 옥외환경에서도 사용이 가능하도록 된 독일형 제품(LDIC사)을 사용하였고, Digital Oscilloscope (wave

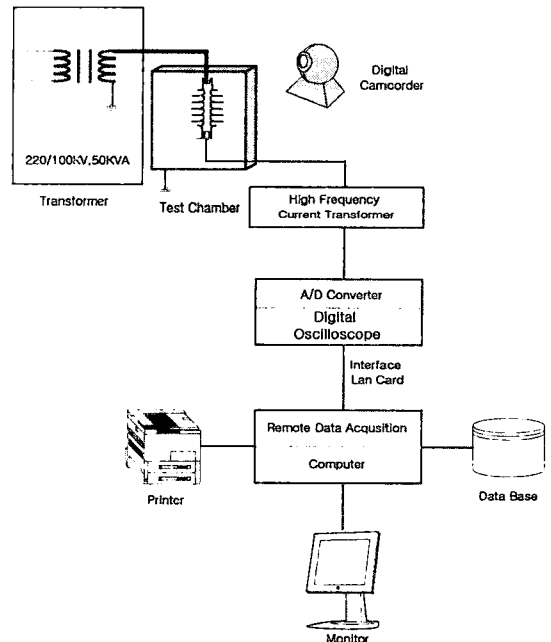
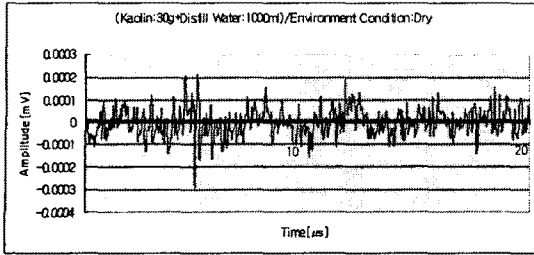


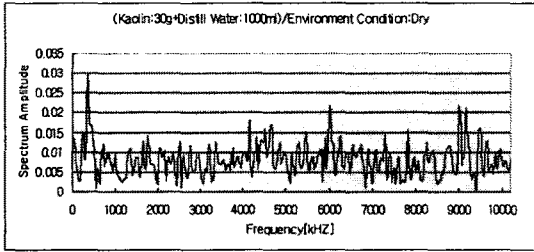
그림1.그림1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1. The whole system diagram

2.2 HF-CT의 파형과 스펙트럼 분석

HF-CT은 600HZ~30MHZ의 주파수 범위를 갖는 센서로서 그림 2(a)에서는 시간에대한 전압의 신호를 나타내고있다. 그림2(b)에서는 350KHZ에서 최대값을 갖고 그후 10MHZ까지 미약한 주파수 범위를 갖고있다.



(a)HF-CT 진폭(V-t)

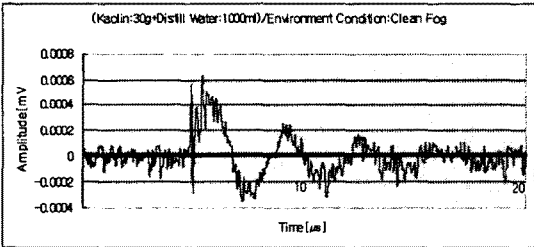


(b)FFT

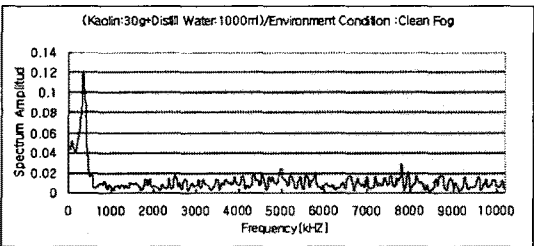
그림2. 카올린30g을 혼합한 경우의 건조상태에서 HF-CT 신호 및 FFT(전압인가 28분후)

그림3(a)는 카올린만을 오손시킨 상태에서 클린포그의 환경시 즉, 습도가 94%를 갖은 상태에서 HF-CT의 시간에 대한 전압의 신호를 나타내고 있다.

3(b)에서는 350kHz에서 피크값을 갖는 스펙트럼의 분포를 갖고 있었다.



(a)HF-CT 진폭(V-t)

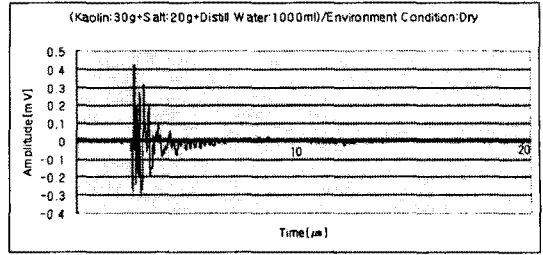


(b)FFT

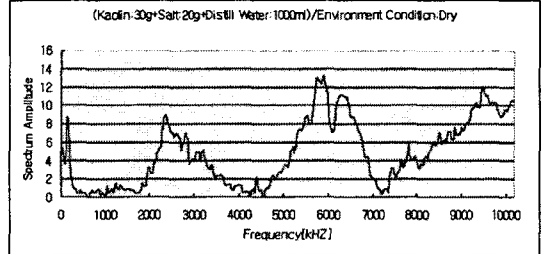
그림3. 카올린30g을 혼합한 경우의 Clean Fog 상태에서 HF-CT 신호 및 FFT(전압인가 9분 후)

그림4(a)는 카올린과 소금을 혼합한 오손물질로 오손시킨 표면을 주변환경을 건조상태로 습도가 저습도인 경우 HF-CT의 시간에 대한 전압의 신호를 나타내고 있다.

4(b)에서는 4개의 주파수 피크값(150kHz, 2.4MHz, 5.9MHz, 9.5MHz)을 갖는 스펙트럼의 분포를 나타내고 있다.



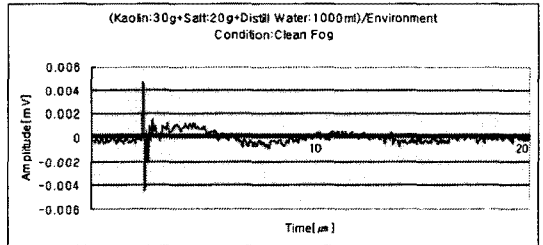
(a)HF-CT 진폭(V-t)



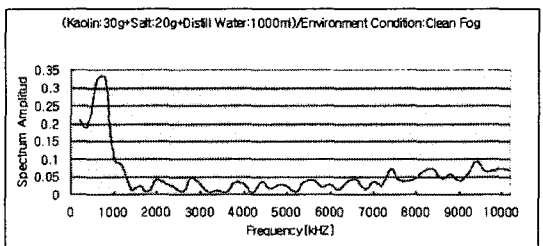
(b)FFT

그림4. 카올린30g+소금20g을 혼합한 경우의 건조상태에서 HF-CT 신호 및 FFT(전압인가 8분)

그림5(a) 카올린과 소금을 혼합한 오손물질로 오손시킨 표면을 주변환경을 클린포그상태로 습도가 고습도 94%인 경우 HF-CT의 시간에 대한 전압의 신호를 나타내고 있다. 4(b)에서는 800kHz의 피크값을 갖는 주파수 스펙트럼의 분포를 나타내고 있다.



(a)HF-CT 진폭(V-t)

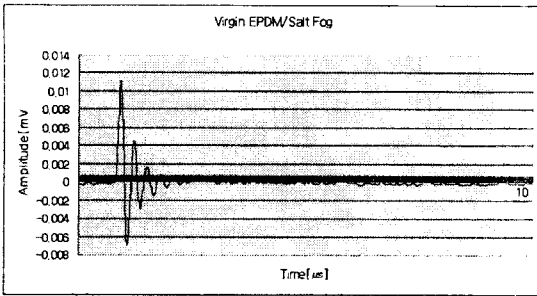


(b)FFT

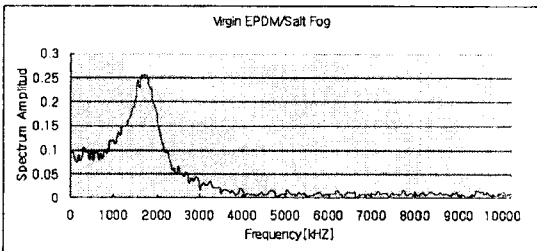
그림5. 카올린30g+소금20g을 혼합한 경우의 Clean Fog 상태에서 HF-CT 신호 및 FFT(전압인가 17분)

그림6(a)은 신품EPDM고분자에자를 염무환경상태에서 초당 2kV/s 일정하게 승압하여 섬락시킨 경우 섬락직전의 HF-CT 신호파형을 나타내고 있다.

그림6(b)에서는 섬락직전의 주파수는 1.7MHz에서 피크를 갖는 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다.



(a)



(b)

그림6. Virgin EPDM 고분자 애자의 섬락직전 HF-CT 신호파형 및 FFT (Salt Fog)

그림2에서부터 그림6까지의 경우 카운린만을 오염시킨 경우 주파수의 피크는 350kHz를 나타내었고, 소금을 포함한 오손물질을 오손시킨 경우 주파수의 피크값이 상대적으로 높았으며, 건조의 경우 코로나방전의 경우로 약 470kHz의 주파수의 피크를 나타내었다. 건조보다 습도가 있는 경우 또는 염무시 표면방전이 빈번히 발생되어 고주파의 주파수를 발생.

3. 결 론

여러 가지 오손처리 후 건조상태와 클린포그(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 크린포그 시 각기 다른 표면방전과 주파수와는 밀접한 관계가 있음을 알수있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(02524) 주관으로 수행된 과제임.

[참 고 문 헌]

[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 and T.R.Blackburn, Frequency Characteristics of PD Waveforms on Polluted Composite Insulator Surfaces, E 3, pp.391~394

[3] 박재준, 환경조건에 따른 EPDM 고분자애자의 누설전류파형과 스펙트럼분석, 2004년 한국전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, 2004

[4] M. Hikita, M. Miyata, S. Kurihara, S. Ohtsuka, Y. Hashimoto and 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), pp.375-378, 2002

[5]. Chris S. Richards, Carl L. Benner, Karen L. Butler purry, and B. Don Russell, "Electrical Behavior of Contaminated Distribution Insulators Exposed to Natural Wetting" IEEE TRANSACTION ON POWER DELIVERY, vol. 18, pp. 551 558, 2003.