

HF-CT센서를 이용한 고분자애자의 오손특성*

박재준**

목 차

- I. 서론
- II. RFID의 정의 및 응용사례
- III. SCM 글로벌 요인의 선행 연구
- IV. 통합된 SCM의 고객화
- V. RFID 한계점과 유통산업의 향후방향
- VI. 실증연구
- VII. 결론
- 참고문헌
- Abstract

I. 서론

고분자애자는 경량이며 그리고 강하여 쉽게 부서지지 않는 재질로 이루어져 있다. 그렇지만 자외선, 열, 표면오손 효과에 의하여 그리고 특히 표면방전에 의하여 손상을 입을 수 있는 상대적으로 화학적 결합력이 약하게 되어있다[1]. 그들은 자기 및 유리애자에 비하여 표면방전 효과에 더욱더 민감하고 그리고 주기적인 절연조건평가와 열화영향 그리고 오손에 대한 의존성의 모니터링이 필요한 것이다. 애자의 접지 끝단에 HF-CT을 이용하여 고분자애자의 카울린 오손및 환경조건에 대한 표면방전시 누설전류의 파형을 모니터링 방법이 편리한 방법이다. 그러나 변전

소와 같은 코로나 방전으로부터 간섭문제가 지속적으로 영향을 받게된다. 그렇지만 간섭을 줄일 수 있는 고주파 전류센서를 사용할 수 있음을 나타낸 것이다. 여러 연구자들은 [2][3]그러한 애자의 오손영향을 평가하여왔다. 최근에는 누설전류 모니터링 기법은[4] 특히 고주파전류, 절연을 평가하는데 매우 민감한 도구로 사용하고 있다. 본 연구에서는 여러 환경조건 즉 청정지역 환경, 해안을 낀 산업공업단지 오손환경 그리고 해안가의 환경을 모의하기위하여 자체 제작된 챔버 환경을 안개, 염무, 건조상태 그리고 카울린 오손된 표면에 안개를 적용하였다. 환경조건에 의해 표면에 흐르는 누설전류 특성을 HF-CT를 이용하여 오손환경에 대한 전류파형 및 주파수 스펙트럼을 연구하였다.

* 본 연구는 산업자원부 지원에 의하여 기초전력연구원(02524) 주관으로 수행된 과제임

** 중부대학교 전기전자공학과

II. 실험

2.1. 실험장치 및 방법

고주파전류센서(High Frequency Current Transformer; 이하 HF-CT라 한다)를 이용한 계측기법을 이용하였다. 환경조건은 소금(20g:일정)과 카올린(10g, 30g, 50g) 그리고 증류수(1000ml)을 정량화하여 혼합한 오손물질을 표면에 오손에 오손시킨 후 자연 건조 하였다. 일정전압 20kV을 인가한 후 초음파 가습기(Ultra Sonic Humidifier, 400cc/hr, 연속연무)를 이용하여 안개(clean fog) 및 염무(salt fog)을 적용 후 HF-CT 센서의 신호를 계측하였다.

HF-CT은 -3dB에서 600Hz~30MHz까지 밴드폭을 갖는 센서로서 옥외환경에서도 사용이 가능하도록 된 독일형 제품(LDIC사)을 사용하였다. 신호계측은 Digital Oscilloscope(wave runner 500MHz, 500MS/s, Lecroy)로 입력되어진다. 입력된 analog신호는 파형을 디스플레이하고, 인터페이스 Lan Card를 통하여 25MS/s 샘플링주기를 갖는 A/D 변환기를 경유하여 원격으로 데이터를 컴퓨터에서 매 20 μ s동안의 HF-CT의 파형을 획득하게 된다. 획득된 데이터는 Matlab 6.5을 통하여 FFT 처리를 통하여 각각의 환경조건에 대한 신호의 주파수 특징 및 누설전류 변화치를 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

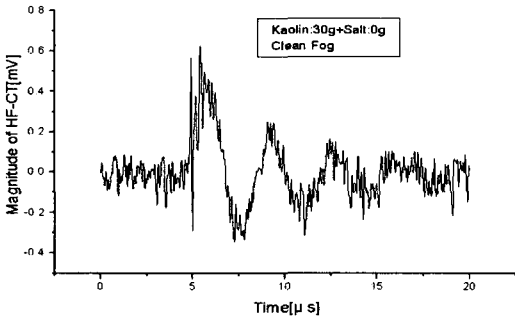
본 연구에서는 오손된 고분자애자의 표면 누설전류는 표면방전시 고주파의 스펙트럼에서 의

미 있는 변화가 있음을 알았다. 이에 본 연구에서는 고주파전류센서(High Frequency-Current Sensor; 이하 HF-CT라 한다)를 이용하여 여러 가지 표면오손으로 인한 표면방전시 접지 측으로 흐르는 누설전류를 계측하였다. 기법은 오히려 고분자 애자의 끝부분인 접지로 흐르는 전류신호가 HF-CT센서를 통하여 표면방전의 현상을 모니터링하기가 쉬운 기법중 하나이다. 코로나방전으로부터 간섭받기 쉬운 장소에서 오히려 간섭을 줄일 수 있는 방법이다. 5가지 오손 및 실험환경의 변화를 HF-CT 진폭값 변화와 주파수분석을 검토하였다. Kaolin:30g+Salt:0g/Clean Fog, Kaolin:30g+Salt:20g/Dry state, Kaolin:30g+Salt:20g/Clean Fog, Virgin EPDM /Salt Fog

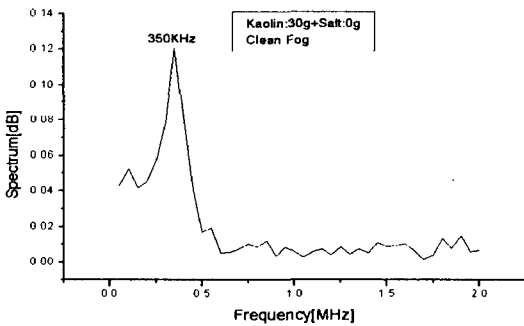
3.1. Kaolin: 30g + Salt :0g / Clean Fog

인공적인 오손 Slurry는 카올린 와 소금으로 혼합된 오손물질을 발라서 자연건조 후 실험에 사용하였다. 그림1에서는 해안지역이 아닌 내륙 공장지역을 모델로 모의하기 위하여 소금성분을 배제하고, 순수 카올린 성분만의 효과를 관찰하기 위하여 계측하였다. 카올린의 함량은 증류수 1000ml에 30g를 혼합하여 용기에 고분자애자가 충분히 잠기도록 하여 오손하였다. 건조상태에서 교류20kV 전압을 인가 후, 증류수를 이용하여 안개 만들어 챔버의 환경조성을 실시하였다. 그림1(a)는 누설전류가 HF-CT를 걸쳐 고주파전류신호로 변환되어 나타낸, 시간영역의 방전펄스 파형을 나타내고 있다. 진폭의 크기는 상대적으로 미약하며, 감쇄진동하는 형태의 파형을 갖는다. 실험할 때의 습도는 94%로서 연속분무를 실시하였다 그림 1(b)에서는 주파수분석을 나타내고 있다. 중심주파수는 350kHz이며, 200~400kHz

의 주파수 범위를 갖고 있다. 그림1은 카올린30g을 혼합한 경우의 Clean Fog상태에서 HF-CT 신호 및 FFT(전압인가 9분 후)을 나타내고 있다.



(a) Pulse Waveform of HF-CT



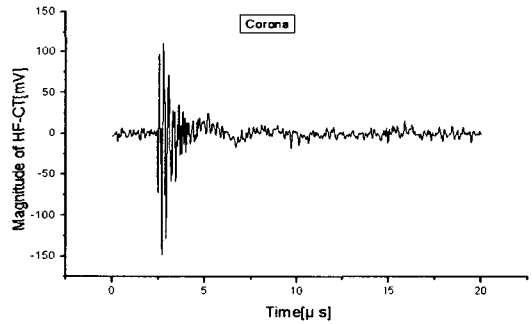
(b) Spectrum Analysis

(그림 1) Kaolin Contamination Characteristics of case without Salt Contamination (Applied Voltage Time: 9 minute)

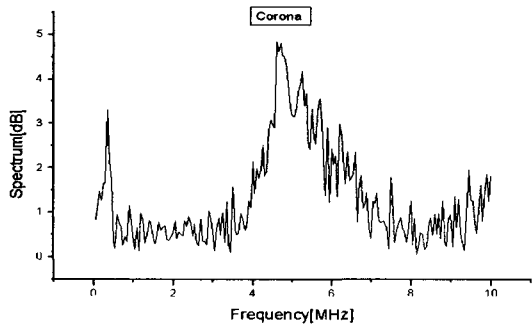
3.2. Kaolin:30g+Salt:20g /Dry state

그림 2에서는 카올린 30g+소금20g을 혼합하여 오손시킨 slurry에 침수하여 오손시킨 후, 자연 건조 후 실험에 사용하였다. 실험환경 조건으로는 20kV로 일정하게 전압을 인가하였고, 고분자

에자에 안개와 같은 환경이 아니라 건조 상태의 환경을 모의하여 계측을 실시하였다. 표면이 건조하므로 코로나 방전이 발생되어 코로나방전 신호파형을 계측하였다. 그림1(a)의 경우는 소금의 오손없이 순수카올린만을 오손시킨 애자표면에 안개를 적용한 경우 0.6mV를 나타내었고, 그림 2(a) 신호파형에서는 같은 양의 카올린이지만 소금을 포함시켜, 건조상태의 환경조건을 유지하였다. 그 결과 표면방전보다도 코로나 방전이 발생되었으며, HF-CT진폭의 큰진폭 크기로 500mV를 나타내었다. 그림2(b)의 경우시간영역에 대한 주파수영역으로의 분석결과를 나타내었다. 이는 2개의 스펙트럼 피크를 갖고 있으며, 그 중 하나는 5MHz의 중심주파수를 갖는 스펙트럼이고, 또



(a) Pulse Waveform of HF-CT



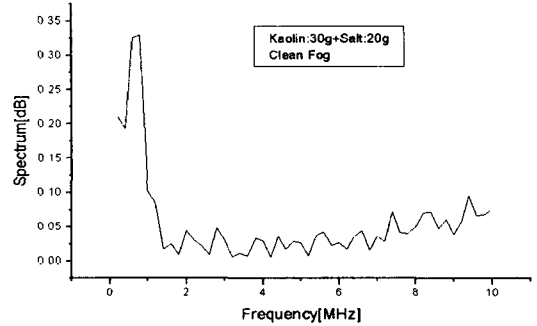
(b) 주파수 분석

(그림 2) Characteristics of Corona Discharge

다른 하나는 13MHz의 중심주파수를 갖는 스펙트럼으로 분석되었다.

3.3. Kaolin:30g+Salt:20g/Clean Fog

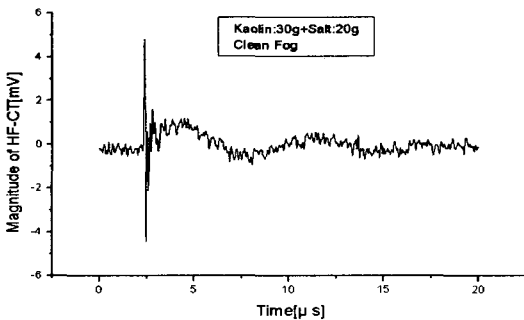
같은 양의 카올린20g 과 소금의 양 20g을 갈게 하여, 고분자에자를 오손시킨 후 환경조건을 안개적용 후 표면 방전이 발생하였다. 환경조건을 건조한 상태인 경우 코로나 방전이 발생되었지만, 환경조건을 안개로 주어지게 되면 표면방전이 발생되었다. 이러한 환경조건의 차이에 따라, 방전양상이 다름을 알 수 있었다. 그림 3(a)는 시간영역에서 표면시 아크방전의 HF-CT 파형을 나타내었다. 원래 고분자에자의 표면에서 발생된 방사전자파는 수백MHz인 VHF영역의 주파수 특성을 갖고 있다. 표면방전 시 발생된 주파수가 600~30MHz을 갖는 범위의 방전이 발생되면 진폭크기는 크게 될 것이지만, 아크방전과 같은 고주파의 방전은 실제로 센서에서 데이터의 제한적인 획득만이 이루어지고 있다고 사료된다. 그렇다고 하더라도 최대의 진폭은 5mV의 크기를 나타내었다. 그런 파형의 주파수 특성은 그림 3(b)에서 나타낸 바와 같이 중심 주파수는 800kHz를 갖고 있다.



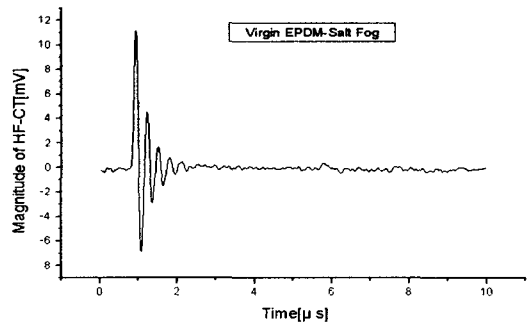
(b) Frequency Analysis
(Fig 3) Kaolin Contamination
Characteristics of Kaolin:30g+Salt:20g
(Clean Fog)

3.4. Virgin EPDM /Salt Fog

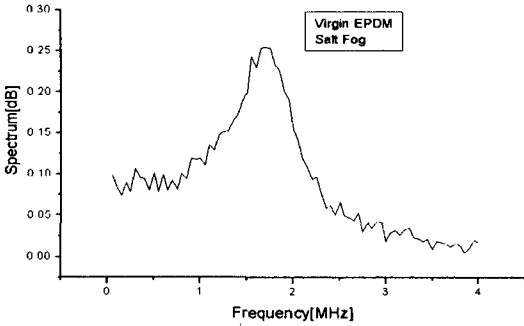
그림 4에서는 열화 되지 않는 신품의 EPDM 고분자에자를 실험재료로 사용하였다. 신품의 경우 초기에는 HF-CT의 신호계측이 어려웠고 26kV에서 비로서 신호를 계측할 수가 있었다. 32kV에서 코로나가 발생되었고 61kV에서 섬락이 발생되었다. 펄스양상을 보면 섬락 이전까지도 발수성의 상태를 그대로 유지하였고, 발생된 펄스의 경우 극히 단발성의 duration time이 거의 없는 급상승 급강하의 펄스양상을 가지다가, 코로나가 심해지면 방전펄스의 크기가 커지면서 duration time이 커지는 패턴을 볼 수가 있었다.



(a) Pulse Waveform of HF-CT



(a) Pulse Waveform of HF-CT



(b) Frequency Analysis
(Fig 4) Contamination Characteristics of Virgin EPDM/Salt Fog

그림 4(a)는 시간영역에서 진동하는 파형으로 지수 함수적으로 감쇄되는 신호이다. 그림4(b)의 경우는 주파수의 특성을 나타내고 있다.

이상의 결과로서, 순수한 카울린 오손만을 실시하는 경우와 같은 양의 카울린에 소금을 포함한 오손경우와의 비교로서 순수한 카울린 오손만의 경우는 HF-CT의 진폭의 크기는 0.6mV를 나타내었고, 소금을 포함한 오손의 경우는 5mV로서 8.3배 크기차이를 나타내었다. 오손의 경우도 카울린의 효과보다도 소금의 효과가 대단히 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 주파수 스펙트럼의 결과 순수한 카울린 오손만의 경우 중심주파수는 350kHz이며, 200~400kHz의 주파수 범위를 갖고 있지만, 소금이 들어간 오손의 경우 주파수 범위도 600kHz~30MHz로서 중심주파수는 800kHz를 나타내었다. 또 다른 환경조건의 경우 소금으로 오손이 되었지만 건조 상태를 유지한 경우는 또 다른 방전형태를 나타내었다. 즉 코로나 방전을 발생하게 된 것이다. 열화 된 고분자애자와 신평애자와의 오손의 비교로서 신평애자는 인가전압상승의 경우 열화 된 애자에 비하여 상대적으로 코로나의 발생이 어려웠고, 염무를 인가하더라도 코로나방전의 발생을 나타낸 것이다. 이로써 고분자애자의 경우 오손물의 종류에 따라 방

전양상이 다르지만 환경 조건에 따라서도 방전양상이 달라짐을 볼 수 있다.

IV. 결론

HF-CT 센서를 이용한 고분자애자의 표면오손물종류에 대한 방전특성과 주위환경 조건의 변화에 따른 방전특성을 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

카울린 자체만의 오손은 누설전류 크기가 소금을 포함한 오손에 비하여 상대적으로 낮게 나타나 결과로 보아 소금의 영향이 오손의 결정적임을 확인할 수 있었다. 또한 환경조건에 따라 표면방전과 코로나방전의 양상으로 구분되어 졌고, 주파수분석의 결과 습도가 있는 경우가 없는 경우에 비하여 고주파영역에서 발생됨을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] J. P. Reynders, I. R. Jandrell, Review of aging and recovery of silicone rubber insulation for outdoor use, *IEEE Trans. on Dielect. and Electrical Insulation*, Vol.6, No.5, 1999.
- [2] E. A. Cherney, R. S. Gorur, RTV silicon rubber coating for outdoor, *IEEE Trans. on Dielectric and Electrical Insulation*, Vol.6, No.5, 1999.
- [3] D. Birtwhistle, P. Blackmore, A. Krivdal, Monitoring the condition of insulator

shed materials in overhead distribution network, *IEEE Trans. on Dielectric Insulation*, Vol.6, No.5, 1999.

- [6] Jae-Jun Park, Tae-Kyu Yang, Harmonics analysis of leakage current waveform and surface discharge for epdm polymer insulator, *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineering*, Vol.17, No.9, 2004, p.1013.

Contamination Characteristics of Polymer Insulator using High Frequency Current Transformer

Jae-Jun Park*

Abstract

Investigations of high frequency current transformer(HF-CT) waveform characteristics of the surface leakage on kaolin polluted EPDM polymer insulators have been performed. This work is part of a program aimed at examining the potential for HF-CT waveform characteristics analysis to provide information about the environment contaminants and environment condition of polymer insulators. The investigation reported examined the HF-CT waveform characteristics at high frequencies. The use of high frequency measurements for on-line applications reduces electrical inference. This work was performed utilizing HF-CT to monitor of surface polluted discharge. It was found that HF-CT waveform frequency spectrum, magnitude depend on importantly the duration of the surface discharge activity.

Key Words: High frequency current transformer, Polymer insulator, FFT, Kaolin surface contamination, Environment condition

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

