

고분자 애자 오손정도의 전자파 신호 분석

*박재준, **최인혁, *정명연, *이승욱, *서의원, *가평현

*중부대학교, **한전전력연구원

Signal Classification of Electromagnetic Wave for Contaminated Degree on Polymer Insulator

*Jae-Jun Park, **In-Hyuk Choi, *Myeong-Yeon Jung, *Seung-Wook Lee, *Euy-Won Seo, *Pyeong-Hyeon Ka
*Joongbu University, **KEPRI

Abstract

Recently, diagnosis techniques have been investigated to detect a partial discharge associated with a dielectric material defect in a high-voltage electrical apparatus. However, the properties of detection technique of PD aren't completely understood because the physical process of PD. Therefore, this paper analyzes the process on Surface Discharge of Polymer Insulator using Wavelet transform. Wavelet transform provides a direct quantitative measure of spectral content in the time-frequency domain. As it is important to develop a non-contact method for detecting the Contamination Degree, this paper analyzes the electromagnetic waves emitted from PD using Wavelet transform. This paper experimentally shows the process of PD as a two-dimensional distribution in the time-frequency domain. This method is shown to be useful for detecting prediction of contamination degree.

Key Words :electromagnetic wave, Partial Discharge, Polymer Insulator, Feature Extraction, Wavelet Transform

1. 서론

옥외용 고분자애자에 대한 새로운 모니터링 기법이 오손이 심한 지역의 변전소나 송배전선 애자에 필요 되어지고 있다. 종래의 모니터링 기법으로서는 많은 시간과 인력이 투입되는 경우가 보편적이다. 그리고 섬락예지를 위하여 누설전류의 피크값이 어느 설정된 이상값보다 크게 되면 섬락이 발생될 것으로 예지하였다.⁽⁴⁾ 또 다른 기법으로, 장기간동안 누설전류의 피크값을 기록하여 오손의 심각정도나 섬락 접근정도를 결정하기 위하여 피크의 통계적인 분포를 사용하였다.⁽¹⁾ 그러나 오늘날에서는 다양한 표면연화 및 섬락에 대한 예지 및 진단기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾

그러나 본 연구에서는 기존의 누설전류기법에서 한층 진일보된 비접촉식 수신용 안테나를 이용하여 복잡한 지역과 광범위한 지역에서 효율적인 고분자 애자의 오손정도를 진단하기위하여 본 연구를 착수하였다. 착수된 연구는 가공된 챔버 내 설치된 고분자애자에 인위적으로 카울린과 소금을 혼합후 증류수에 혼합하여 인공 오손실시 후 방사전자파와 스펙트럼 그리고 부분방전전하량을 동시에 측정 후 전자파 신호에 대한 카울린의 오손정도에 대한 특징추출을 위하여 다우비치 이산웨이블릿 변환기법에 적용 후 각각의 통계적인 파라미터의 특징을 추출하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

고분자애자의 오손 도를 달리하여 오손정도에 따른 애자의 표면 및 아크방전 시 발생된 방사 전자파를 계측하기 위한 측정시스템은 그림1에서 나타내었다. 오손정도의 모의는 카올린양의 변화 10g,30g,50으로 변화하였고, 소금의 양은 20g으로 일정하게 1000ml에 혼합하였다. 지름이 100[mm]인 배전용 EPDM고분자 현수애자를 사용하였으며, 이미 오염지역에서 서비스되어 열화가 상당히 진행된 애자(포항, 1997년~2001년)를 사용하였다.

안개는 초음파가습기(Ultra Sonic Humidifier, 400[cc/hr], 연속연무)를 이용하였고 14kV까지 단계적으로 승압 후 일정하게 인가하였다. 안개를 적용한 시간은 약 10분에서 15분 내의 동안 적용하였다. 전압을 일정하게 인가한 후 안개를 적용 후, 동시에 수신용 100~1600MHz 광대역 무지향성 안테나를 이용, 애자표면의 방사전자파를 포착하게 된다. 방사된 전자파는 RG400 이중 절연된(double insulated)동축케이블을 통하여 SMA와 N타입의 코넥터로 전송되어 각각 디지털오실로스코프(wave runner LT342L, Lecroy) 와 스펙트럼 분석기(Agilent, E7402A.30HZ~3GHz)로 입력되게 된다. 동시에 표면방전 시 발생된 방전전하량과 위상을 파악하기 위하여 IEC 60270에 따른 HAFLEY TE571시스템의 PDA를 이용하여 부분방전 방전전하량과 위상을 동시에 계측하였다. 디지털 오실로스코프로 방사전자파가 입력되어 측정된 전자파신호는 컴퓨터로 입력되어 데이터를 저장하게 된다. 동시에 방사전자파의 스펙트럼의 변화를 분석하기 위하여 스펙트럼 분석기를 통하여 측정하였다.

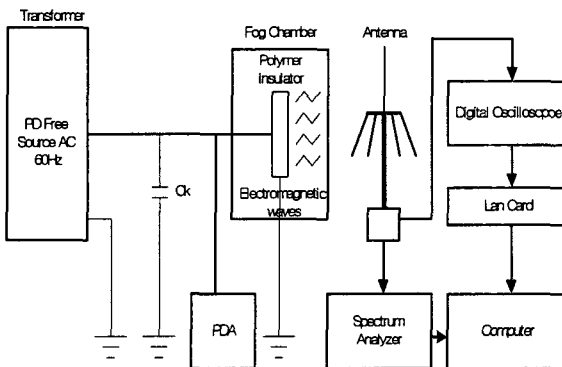
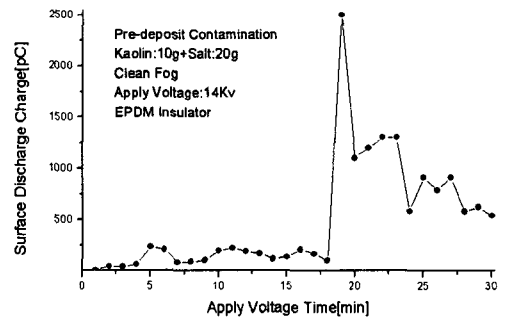


그림1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1. The whole system diagram

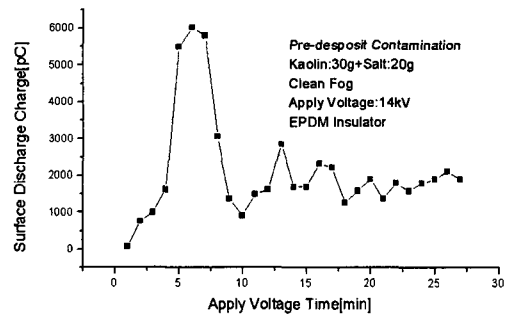
3. 결과 및 고찰

3-1.오손정도의 변화에 따른 부분방전 전하량

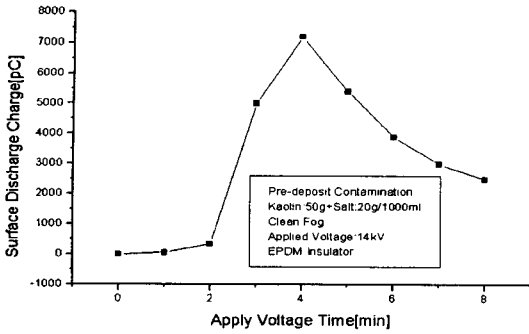
그림2의 경우 카올린 양 10g, 30g, 50g의 변화에 따라 고분자애자 표면에 오손을 실시 후 건조시켰다. 카올린의 효과를 알기위하여 안개를 챔버에 적용 후 계측을 실시하였다. 그 결과 그림(a)는 10g 카올린 함량에 대한 표면방전 시 부분방전 전하량의 변화를 나타내고 있다. 안개적용 후 16분에 이르러 부분방전 전하량의 크기가 급증하였고, 그림(b) 카올린 함량이 30g 될 때 즉, 오손의 정도가 크면 클수록 부분방전 전하량의 크기가 전반적으로 크고, 그림(c)의 경우 카올린 50g 경우 역시 전반적으로 부분방전 전하량이 가장 크다. 또한 방전 전하량의 증가양상으로 오손정도가 크면 클수록 방전전하량의 증가도 짧아짐을 알 수 있었다.



(a)10g

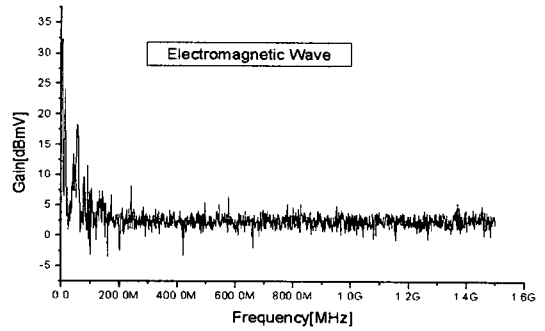


(b)30g



(c)50g

그림2. 카올린 함량변화에 따른 부분방전전하량

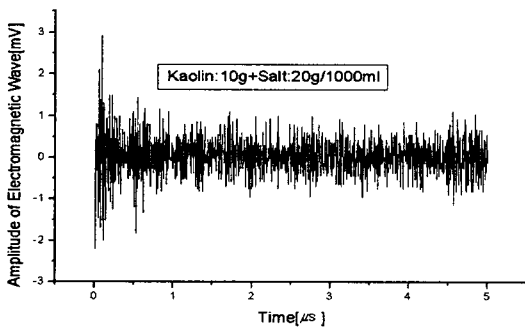


(b)카올린 10g의 스펙트럼

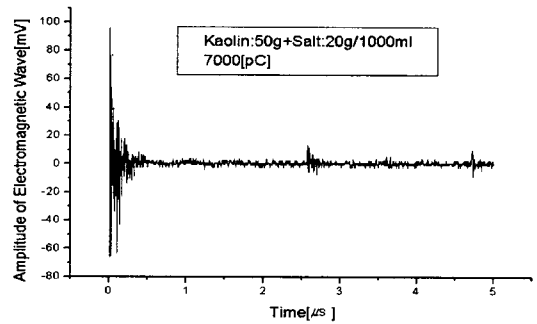
그림 3.카올린 10g의 방사전자파 및 스펙트럼

3-2. 표면방전시 방사전자파

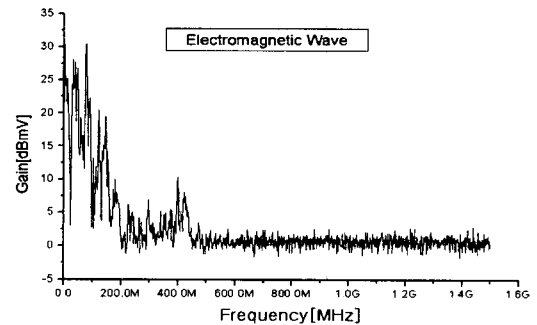
부분방전시 발생된 방사전자파는 광대역이며, 이 광대역의 전자파를 검출하는데 있어서 Diamond 제품인 수신용 100 ~ 1600MHz 광대역 무지향성 안테나에 의해 그림3과 그림4의 방사전자파를 수신하였다. 그림3(a)의 경우는 카올린 10g 오손시 안개가 자욱할 때의 형상처럼 될 때 애자 표면의 방사전자파의 수신파형으로서 또한 그림3(b)의 경우는 카올린의 함량을 50g 으로 될 때 발생된 전자파의 수신된 파형이다. 그림3(a)의 경우 방전전하량이 적을 때 방사전자파의 주성분으로 검출되고 있으며, 방전량이 증가되어 7000pC으로 증가되면 아크를 동반한 표면방전으로서 저주파인 100MHz이하의 주파수는 크게 증가되었고, 또한 100MHz ~ 400MHz의 주파수는 다소 증가되었다.



(a) 카올린 10g의 경우 방사전자파



(a)카올린 50g의 방사전자파



(b) 카올린 50g의 스펙트럼

그림4.카올린 50g의 방사전자파 및 스펙트럼

3-3. 웨이블렛 변환을 이용한 방사전자파 신호 특징추출

웨이블렛 변환기법을 이용하여 카올린 변화에 따른 여러 개의 통계적인 파라미터를 이용하여 다음과 같은 특징을 추출 할 수 있었다. 카올린 함량에 따라 웨이블렛 변환 계수의 최대값 및 평균값은 그 차이를 분명히 알 수 있었다. 왜도

와 침쇄도의 차이는 카올린의 함량이 적을때 즉, 오손도가 낮을 때 왜도의 값은 작았고, 카올린의 함량이 높을때 즉, 오손의 정도가 높을때 상대적으로 값이 높았다. 더불어 침쇄도의 경우 카올린의 함량이 낮을 때 분포의 중심이 낮았고, 카올린의 함량이 높을때 한쪽으로 치우침이 크게 나타났다.

표1. 특징추출 파라미터의 종류.

	최대값	평균값	분산	왜도	침쇄도
Kaolin:10g	0.0004 ~ 0.0012	1 E - 0 4 ~ 1.6E-04	5E-09 ~ 2E-08	1.5~4.5	5~30
Kaolin:30g	0.001 ~ 0.008	1.57E-04 ~ 5E-04	1E-08 ~ 8E-06	1.5~8	5~150
Kaolin:50g	0.0097 ~ 0.1	5.29E-04 ~ 2E-03	2E-07 ~ 1E-05	2~10	10~140

4. 결 론

고분자애자의 오손정도를 진단하기위하여 방사 전자파의 측정기법으로서 환경오손의 모의를 통하여 카올린 함량의 변화에 따른 전자파의 측정이 이루어졌다. 또한 스펙트럼 분석기를 통하여 주파수를 분석할 수 있었다. 우리는 다음과 같은 몇가지의 결론을 얻을 수 있었다.

첫째: 오손도와 방사전자파 진폭의 크기와 부분방전전하량과는 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있었다. 10g의 경우 수 2-3mV, 50g의 경우 50mV-100mV이상의 방사전자파의 크기를 갖고 있었다.

둘째: 스펙트럼 분석 시 오손도가 증가될수록 저주파의 성분이 크게 증가되었고(100MHz이하), 한편으로 고조파의 성분도 증가되었다. 이는 표면의 아크방전의 영향에 기여됨으로 사료됨.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(02524) 주관으로 수행된 과제임. 감사의 글 내용이 들어가는 부분입니다.

참고 문헌

[1] Jae Jun Park, Young Chul Song, Doo Hyun Choi, "A Flashover Prediction Method for Contaminated Insulators using a Stochastic

Analysis of Leakage Current", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.43, No.5A, pp2693-2696, 2004. 5

[2] M.Sato, A.Nakajima, T.Komukai, "Spectral Analysis of Leakage Current on Contaminated Insulators by Auto Regressive Method", IEEE, pp64~66, 1998

[3] 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.

[4] Felix Amarrh, 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.

[5] Masatake Kawada, Masakazu Wada, Zen-Ichiro Kawasaki, Kenji Matsu-ura, "Time-Frequency Analysis of Partial Discharge Phenomena in SF6 gas using Wavelet Transform", T.IEEE Japan , Vol 117-B, No.3, 1997