

LDPE에서 전기트리에 수반된 부분방전 펄스의 특성

박 영국, 배 민호, 강 성화, 임 기조, *박 대희
충북대학교 전기공학과, *원광대학교 전기재료공학과

Properties of PD Pulses accompanying with Electrical Tree in LDPE

Y. G. Park, M. H. Bae, S. H. Kang, K. J. Lim, *D. H. Park

Dept. of Elect. Engineering, Chungbuk Univ., *Dept. of Elect. Material Engineering, Wounguag Univ.

Abstract - Property of insulation of electric machine is severely affected by process of electrical tree growing.

Partial discharges(PD) have been used to determine degradation of insulations. In this paper, PD quantities detected and analyzed are PD magnitudes, repetition rates, phase angle distribution of PD pulses, and wavelet transformation. The wavelet transformation is an extended method of fourier transformation. The fourier transformation is a powerful tool for signal analysis, but it can't include informations for time. However the wavelet transformation analysis can include on the informations of time and frequencies at the same time.

This paper discusses correlation between process of electrical tree growing and characteristics of PD in LDPE specimens.

1. 서 론

전기 기기의 수명은 절연성능에 의존하는 경우가 많으며, 절연파괴는 단시간 파괴보다는 장기간 열화 현상에 의한 파괴가 대부분인 것으로 알려져 있다. 전기트리 현상은 장기 열화현상의 보편적인 현상으로 전기기기의 절연성능에 상당한 영향을 미치기 때문에, 전기트리 현상을 연구하므로써 전기기기의 절연 수명을 예측하는 것이 가능하며, 전기기기의 절연 성능을 개선하는 효과를 얻을 수 있다[1],[2],[3].

전기트리의 성장은 주로 광학적 방법에 의하여 관측되어져 왔지만, 전기기기에 사용되는 절연재료는 대부분 불투명하거나 반투명하기 때문에 트리의 진전길이를 광학적 방법에 의해서만 관측하는 것은 상당히 어렵다[4]. 따라서 부분방전의 계측에 의한 전기트리의 발생유무와 진전양상을 측정하는 것이 바람직하다.

부분방전 펄스는 전기기기의 절연성능과 트리의

발생유무 등을 측정하는데 이용되고, 부분방전 전하량, 발생빈도수, 발생위상각 등을 측정하므로써 전기기기의 절연수명을 예측하는데 이용될 수 있다 [5],[6]. Wavelet Transform은 최근에 부분방전 신호의 해석에 도입된 기법으로써 부분방전 펄스의 시간 영역의 정보와 함께 주파수영역의 정보를 동시에 해석할 수 있는 장점을 지니기 때문에 부분방전 펄스 신호를 보다 효과적으로 관측할 수 있다[7],[8].

본 연구에서는 LDPE 시편을 제작하여 전기트리의 진전형상을 관측하여 전기트리의 진전 특성을 관측하고, 동시에 전기트리의 진전시에 발생하는 부분방전 펄스를 측정하여 제특성을 검토하였으며, 디지털 오실로스코프를 이용하여 부분방전 펄스를 받아들여 Wavelet 해석을 하였다.

2. 실 험

본 실험에서 사용한 실험장치의 Block Diagram을 그림 2.1에 나타내었다.

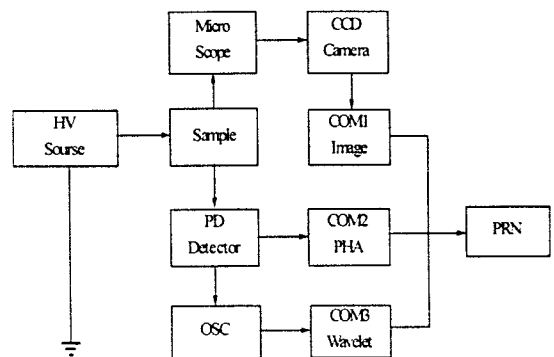


그림 2.1 실험장치의 블록도

사용전극은 트리의 발생이 용이한 침-평판 구조를 선정하였으며, 평판 전극을 접지측 전극으로 하였다. 시편에서 발생한 전기트리의 진전양상을 광학 현미경과 CCD 카메라를 사용하여 관측하고 컴퓨터에서 화상처리를 하였으며, PD 계측기에서 부

분방전 신호를 계측하여 컴퓨터2에서 신호를 분석하고, 부분방전 전하량, 발생 빈도수, 발생 위상각 등을 계산하였으며, PD 계측기의 신호를 오실로스코프로 받아들여 컴퓨터3으로 Wavelet 해석을 하였다. 전극 간격은 2mm이며, 주위 온도는 23℃, 습도는 75%RH이었다. 전압은 각각의 전압에서 30초간 유지시킨 후 부분방전 신호를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

전극에서 개시된 전기트리를 Vented Tree라 하며, 크게 가지형트리, 부쉬형트리, 준부쉬형 트리 등으로 분류할 수 있다.

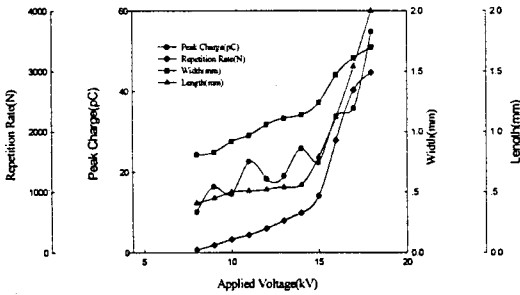


그림 3.1 가지형 트리의 진전양상과 부분방전 펄스의 특성

그림 3.1은 트리의 진전형태가 가지형태를 갖는 트리의 부분방전 펄스의 특성과 트리의 진전양상을 나타낸 것이다. 가지형 트리는 가로방향의 진전에 비하여 세로방향의 진전이 지배적인데, 본 실험에서는 트리의 개시초기에는 부쉬형 트리와 거의 유사한 형태를 가지며, 발생초기에 급격히 상승한 가로 방향의 트리 길이는 인가전압의 상승에 따라서 서서히 성장하고, 세로방향의 진전은 트리의 개시와 초기단계에서 급격히 성장하지만, 그 이후에는 서서히 상승하고, 인가전압이 약 14 [kV]에 이르면, 지수함수적으로 진전하며 인가전압이 19 [kV]에 달하면 그 길이가 가로 방향의 길이 보다 더 길어지고, 더욱 성장하다가 대전극에 이르러서 결국 절연과피에 도달하게 된다.

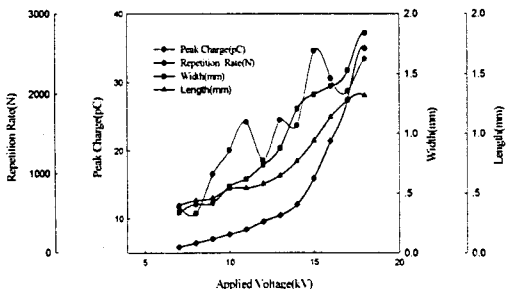


그림 3.2 준부쉬형 트리의 진전양상과 부분방전 펄스의 특성

그림 3.2는 준부쉬형 트리의 진전양상과 그 부분방전 펄스의 특성을 인가전압에 따라 도시한 것이며, 본 실험에서의 준 부쉬형 트리는 가지형 트리의 성장양상과 거의 유사하였으나, 트리가 진전함에 따라서 발생한 부분방전 전하량과 부분방전 펄스의 발생 빈도수 등의 특성은 부쉬형 트리와 유사한 경향을 나타내고 있다. 트리의 세로방향의 길이는 트리가 개시된 초기에는 가로방향의 길이보다 더 길게 나타났지만, 그 이후에 전압이 상승함에 따라서 지수함수적으로 증가하지만 가로방향의 성장속도 보다 느린 것으로 나타났다.

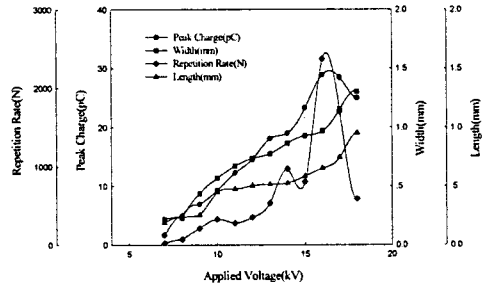


그림 3.3 부쉬형 트리의 진전양상과 부분방전 펄스의 특성

그림 3.3은 인가전압의 상승에 따른 부쉬형 트리의 진전양상과 그에 따른 부분방전 펄스의 특성을 도시한 것으로 방전 전하량은 전압의 상승과 더불어 선형적으로 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 약간 불규칙한 분포를 보이지만, 그 증가 양상은 준부쉬형 트리와 거의 유사하며, 초기의 증가양상은 오히려 더 급격한 것을 알 수 있다. 트리의 진전양상은 인가전압의 상승과 더불어 거의 선형적으로 진전하는 양상을 보이고 있다.

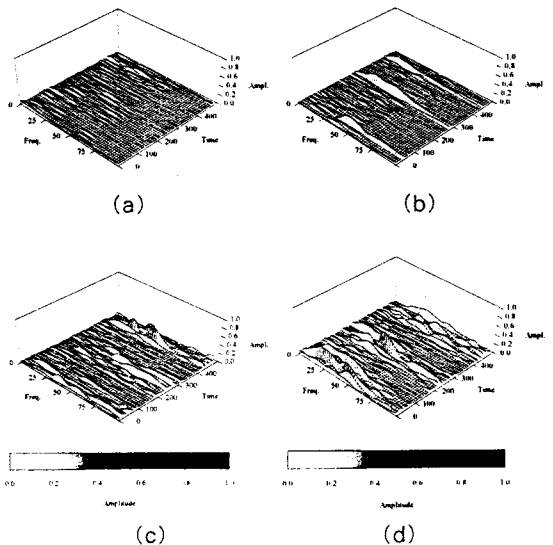


그림 3.4 가지형 트리 PD펄스의 Wavelet변환

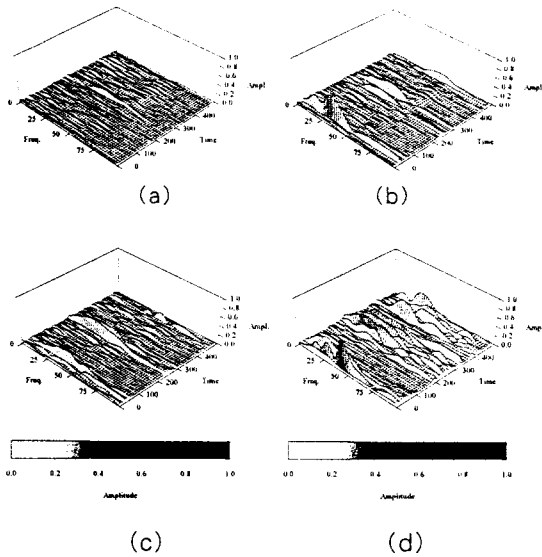


그림 3.5 준부쉬형 트리 PD펄스의 Wavelet변환

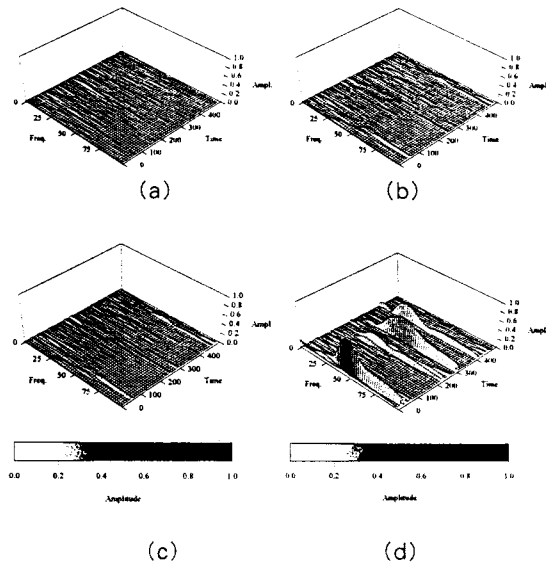


그림 3.6 부쉬형 트리 PD펄스의 Wavelet변환

그림에서 3.4는 가지형 트리, 3.5는 준부쉬형 트리, 3.6은 부쉬형 트리의 경우를 나타내며 (a)는 트리의 개시전압에서의 PD 펄스, (b), (c), (d)는 각각 10[kV], 15[kV], 20[kV] 일 때 발생된 PD펄스를 Wavelet 변환한 것이다.

PD 신호를 Wavelet 변환 함으로써, 그림의 X축에 도시된 주파수 영역에 대한 정보를 명료하게 볼수있으며, Y축의 시간영역은 한주기($\times 0.72^\circ$)를 나타내며, PD 펄스가 발생된 발생 위상각에 대한 정보를 나타내고, Z축은 발생된 PD 펄스의 에너지를 나타낸다. Wavelet 해석한 결과 가지형 트리의 펄스 발생 빈도수가 가장 많이 나타났으며, 부쉬형 트리는 발생 빈도수가 작으나 그 에너지가 상대적

으로 큰 것으로 나타났다. 또한 가지형 트리와 준부쉬형 트리가 트리 발생 초기부터 PD펄스의 위상각이 넓게 분포되고 에너지도 큰 반면, 부쉬형 트리의 PD펄스는 15[kV]이상에서 에너지가 큰 펄스가 군소적으로 발생하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

LDPE 시편을 제작하여 전기트리의 진전형상을 관측하여 전기트리의 진전 특성을 관측하고, 동시에 전기트리의 진전시에 발생하는 부분방전 펄스를 측정하여 제특성을 검토하였으며, PD신호를 Wavelet 변환함으로써 PD 신호의 특성을 더욱 명확하게 관측하는 것이 가능하였다.

가지형 트리, 준부쉬형 트리, 부쉬형 트리에 따른 부분방전 펄스와 Wavelet해석을 행하므로써 각각에 대한 특성을 검토하고 이해함으로써, 광학적 방법에 의한 전기트리의 직접적인 관측을 행하지 않고도 전기트리의 진전양상이나 패턴을 예측하는 것이 가능하다.

본 연구는 한국전력공사와 기초전력공동연구소의 지원에 의하여 수행되었으며 감사드립니다.
(과제번호 : 94-지-10)

[참 고 문 헌]

- [1] Eugene J. McMahon, "A Tutorial on Treeing", IEEE Trans. Electr. Insul, Vol. EI-13 NO 4, pp277-285, 1978
- [2] C. Laurent and Mayoux, "Analysis of the Propagation of Electrical Treeing Using Optical and Electrical Methods", IEEE Trans. Vol. EI-15, pp33-42, 1980.
- [3] R. M. Eichhorn, "Treeing in Solid Extruded Electrical Insulation", IEEE, Transaction, EI, Vol EI-12, No.1, pp2-18, 1976.
- [4] John. H. Mason, "Enhancing the Significance of PD Measurements", IEEE, Transaction, EI, Vol.2, No.5, pp876-888, 1995.
- [5] N. Yoshimura and F. Noto, "Effects of DC Prestressing on Tree Initiation in Polyethylene with and without Needle-Shaped Void", IEEE Trans. Vol. EI-19 NO.2 pp 135-140. 1994
- [6] Tatsuki Okamoto and Toshikatsu Tanaka, "Auto-correlation Function of PD Pulses under Electrical Treeing Degradation", IEEE, Transaction, EI, Vol.2, No.5, pp857-865, 1995
- [7] K. Arii, Proceeding of PRL&DT on PAS, May 26-27, pp107-110, 1995.
- [8] 山田道夫, 數理科學, No354, pp11-17, 1992.