

절연애자의 상태에 따른 Leakage Current 및 관련 현상에 관한 연구

이지철*, 최광범*, 이동준*, 어수영*, 심종태*, 류철휘**, 구자윤**
(주)태광이엔시*, 한양대학교**

Study of Leakage Current for Inspecting Faulty Porcelain Insulator

Ji-Chul Lee*, Kwang-Beom Choi*, Dong-Zoon Lee*, Soo-Young Eo*, Jong-Tae Shim*, Chul-Whi Ryu**, Ja-Yoon Koo**
Taegwang E&C*, Hanyang University**

Abstract - 절연애자의 표면에 흐르는 누설전류는 애자의 상태를 알 수 있는 중요한 요소 중의 하나이다. 본 논문에서는 정상애자, 코팅 벗겨진 애자, 크랙 애자의 각각의 누설전류량을 시간에 따른 Trend로 비교 분석하였다. 또한, 열화상 카메라를 이용하여 애자 표면의 열 분포를 측정하였다.

코팅 벗겨진 애자, 크랙난 애자에 비해 Leakage Current 값이 상대적으로 작고, Saturation 되는 시간도 훨씬 짧은 것을 알 수 있었고, 초기 30분 동안 Leakage Current의 값이 급격히 줄어드는 것을 알 수 있었다. FFT 경우 특정 주파수의 크기가 변하는 것을 알 수 없었다.

1. 서 론

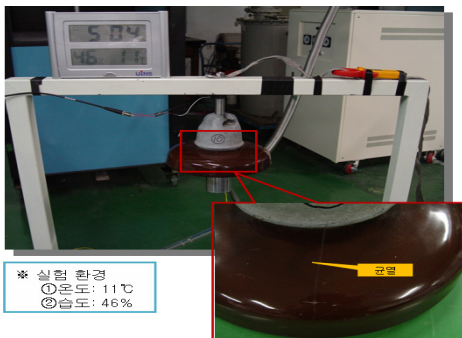
절연 애자는 제작상의 불량 또는 장기간의 운전에 의하여 불순물이 애자 표면에 부착하게 되면, 절연 애자의 누설거리와 표면 저항의 감소로 인해서 정상 일때 보다 큰 누설전류가 흐르게 된다. 누설전류는 애자의 절연열화와 절연과피의 근본적인 원인이 되므로 애자의 설계시 애자 재료 표면의 누설전류의 변화를 반드시 고려해야 한다[1,2].

본 논문에서는 고전압 실험을 할수 있는 챔버를 구축하였고, 습도에 따른 애자의 전기전도 특성을 분석하기 위해 증류수에 정상애자, 코팅 벗겨진 애자, 크랙 애자를 함침 시킨 후 시간에 따른 누설전류량의 Trend 를 비교 분석하였고, 오실로스코프의 FFT기능을 이용하여 고조파 분석 및 열화상 카메라를 이용한 애자 표면의 열 분포 측정을 수행하였다.

2. 본 론

2.1 실험 장치 구성

실험용 챔버는 아래 그림과 같이 폭 1 m × 높이 1 m 로 제작하였다. 애자는 K사의 36000LB 를 이용하여 실험을 진행하였다. 오실로스코프는 Lecroy 3GHz 20Gs/S , 열화상 카메라는 FLIR THERMACAM TM E4 모델을 사용하였다. 실험실 환경은 온도 11°C, 습도 46%이며, 상온에서 실험하는 것으로 실험을 진행하는 동안 약간의 습도 변화는 있었다. 실험 조건 및 방법으로는 애자 3개를 연결하였으며, 현수애자의 개수 별 전압 분담률을 고려하여 35kV를 인가 하였으며, 애자는 tab water에 침수한 후 실험을 하였다. 측정 시간은 180분 동안 매 3분 간격으로 데이터를 취득하였다.

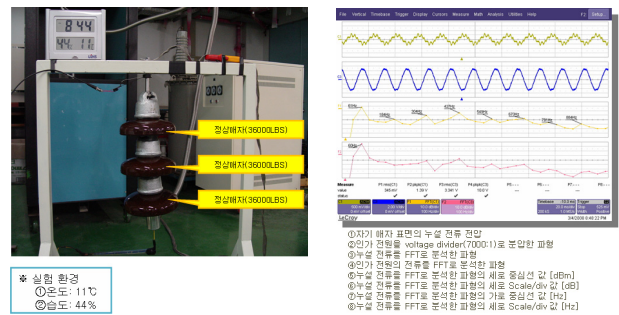


<그림 2.1> 실험용 챔버

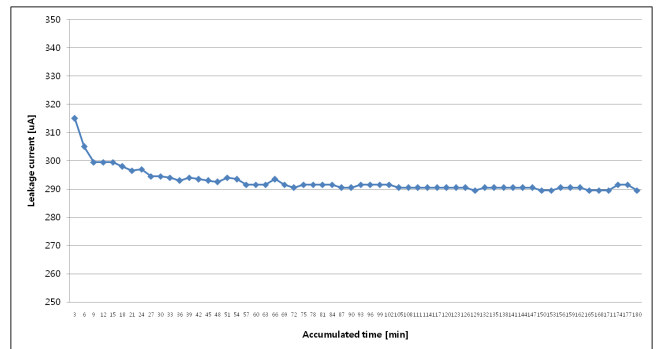
2.2 실험 결과

2.2.1 정상 애자

정상애자 36000LBS 3개를 그림 2.2와 같이 연결 한 후 tab water에 침수 후, 35kV 까지 인가하였다. 측정 시간은 누설 전류 값이 saturation 되는 약 180분으로 매 3분 간격으로 데이터를 취득하였다. 정상애자의 경우 그림 2.3과 같이 침수 후 초기 측정값은 약 314uA이며,



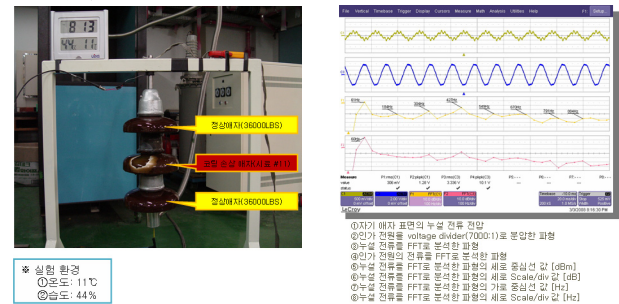
<그림 2.2> 정상애자의 누설전류 측정 셋팅 및 FFT 화면



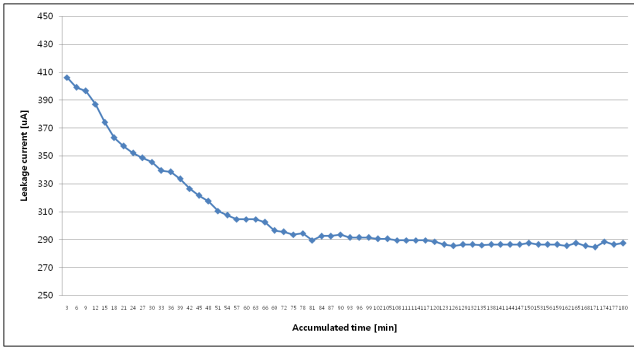
<그림 2.3> 정상애자의 Leakage Current

2.2.2 코팅 벗겨진 애자

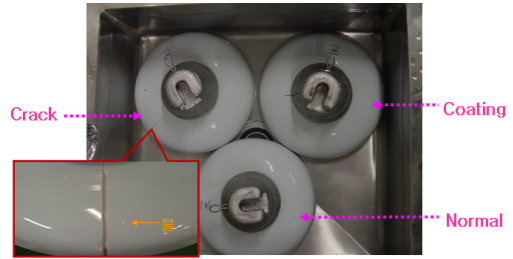
코팅 벗겨진 애자 36000LBS 3개를 그림 2.4와 같이 연결 한 후 tab water에 침수 후, 35kV 까지 인가하였다. 측정 시간은 누설 전류 값이 saturation 되는 약 180분으로 매 3분 간격으로 데이터를 취득하였다. 코팅 벗겨진 애자의 경우 그림 2.5과 같이 침수 후 초기 측정값은 약 400uA이며, 초기 60분 동안 Leakage Current의 값이 급격히 줄어드는 것을 알 수 있었다. FFT 경우 특정 주파수의 크기가 변하는 것을 알 수 없었다.



<그림 2.4> 코팅 벗겨진 애자의 누설전류 측정 셋팅 및 FFT 화면



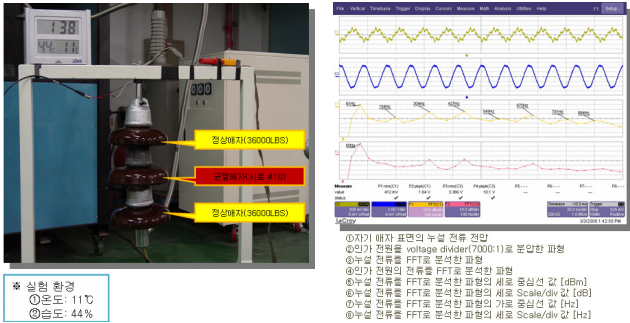
<그림 2.5> 코팅 벗겨진 애자의 Leakage Current



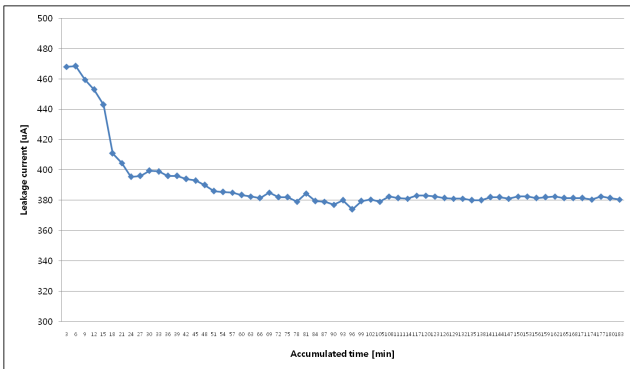
<그림 2.8> 정상애자와 인위적으로 심하게 손상 가한 애자

2.2.3 크랙난 애자

크랙난 애자 36000LBS 3개를 그림 2.4와 같이 연결 한 후 tab water 에 침수 후, 35kV 까지 인가하였다. 측정 시간은 누설 전류 값이 saturation 되는 약 180분으로 매 3분 간격으로 데이터를 취득하였다. 크랙난 애자의 경우 그림 2.5과 같이 침수 후 초기 측정값은 약 466uA이며, 초기 60분 동안 Leakage Current의 값이 급격히 줄어드는 것을 알 수 있었다. 또한, 크랙난 애자의 경우 초기 Leakage Current 값이 클 뿐만 아니라 그 값이 떨어지는 기울기가 가장 급격한 것을 알 수 있었다. FFT 경우 특정 주파수의 크기가 변하는 것을 알 수 없었다.



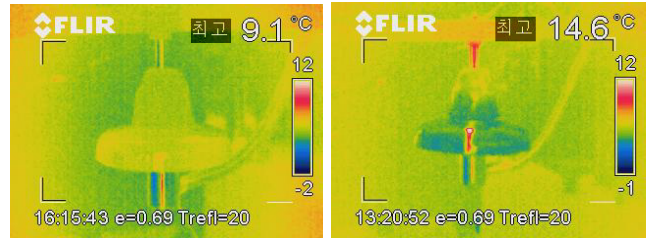
<그림 2.6> 크랙난 애자의 누설전류 측정 셋팅 및 FFT 화면



<그림 2.7> 크랙난 애자의 Leakage Current

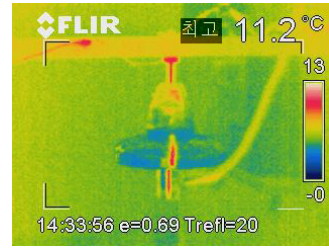
2.3 애자 표면의 열 분포 비교

기존의 실험 시료로는 열화상 카메라를 이용한 애자 표면의 열 분포를 보기 어려워 그림 2.8과 같이 애자 표면을 인위적으로 심하게 손상을 가했다. 그 결과 그림 2.9와 같이 손상된 애자에서는 표면 온도 분포가 다름을 알 수 있었다. 하지만, 실제 송전 선로에서는 발생 할 수 있을 가능성이 거의 없을 것으로 사료된다.



(a) 정상 애자

(b) 코팅 손상 애자



(c) 크랙 애자

<그림 2.9> 열화상 카메라를 이용한 애자 표면의 온도 분포 측정

3. 결 론

절연 애자의 상태에 따른 Leakage Current, FFT 분석, 애자 표면의 온도 분포를 비교 분석한 결과 다음과 같다.

첫째, 정상애자의 경우 Leakage Current 초기 측정값은 314uA이며, 약 30분간 그 크기가 급격하게 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한, FFT분석값이나 애자의 표면 온도 분포에서는 특별한 현상을 관찰 할수 없었다.

둘째, 손상된 애자의 경우 정상애자에 비해 Leakage Current의 값이 큰 것을 알 수 있었고, 초기 30분동안 그 값이 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있었다. 애자 표면 온도 분포의 경우 애자 표면이 아주 극심하게 손상되지 않는 이상 특이점을 발견할 수 없을 것으로 사료된다. FFT값의 변화 역시 특이점을 찾을 수 없을 것으로 사료된다.

셋째, 습도 변화에 따른 애자의 Leakage Current 변화 및 관련 현상을 정밀 실험을 추가적으로 해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 전력산업연구 개발사업(R-2005-1-402-01) 전력용 텔레메트릭스 선로측 센서 및 네트워크장치 기반 구축 과제에 의해 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

[1] J. S .T, "Insulator for High voltage", Peter Peregrinus Ltd, pp118-131, 1990
 [2] 박영국, "옥외 애자용 재료의 표면 전기전도 특성", Journal of the KIEE, Vol.11, No10, pp758-762, 1998
 [3] Yangchun, "Study of Corona Discharge Pattern on High Voltage Transmission Lines for Inspecting Faulty Porcelain Insulators", IEEE Transactions on power delivery. vol. 23, No2. April 2008