

## 옥외 절연물의 전기적 특성 평가를 위한 오손주기시험법

### A Pollution Cycle Method to Evaluate the Electrical Properties of Outdoor Insulators

이원영\*, 최남호\*, 한상옥\*, 박강식\*\*, 최태식\*\*\*

(Lee Won Yeong\*, Choi Nam Ho\*, Han Sang Ok\*, Park Gang Sik\*\*, Choi Tea Sik\*\*\*)

#### Abstract

In this research, a experiment was performed to evaluate the electrical properties of outdoor insulator with the pollution cycle method. Cycle test methods such as DCM of STRI, IEC 61109 compared with pollution cycle method. Using climatic properties of Korea peninsula, we could get the optimal condition for the pollution cycle method. As the factor, clean and saline fog, voltage, rainfall and drying was chosen. The applied voltage is 13.2 kV, the salinity of salt solution was changed from 0.1 wt% to 1.5 wt% and one cycle is about 4 hours. To ensure the reproducibility and reliability, experiments repeated 4 times. The leakage current was measured with LabVIEW and the ESDD was measured with brushwiping method. This experiment could ensure superiority of pollution cycle method which developed through the result of this experiment and we could know the relationship between ESDD, leakage current and relative humidity.

Key Words : pollution cycle method, leakage current, ESDD

#### 1. 서론

국내의 전력계통에 있어서 오손 요인은 크게 다음과 같이 구분 될 수 있다. 첫째, 삼면이 바다인 반도이며 해안선이 긴 지리·지형적 요인으로 인해 염해에 노출될 가능성이 크다. 둘째, Monsoon 및 장기간의 건기에 따라 누적 오손이 발생하기 쉬우며, 여름철에는 태풍의 영향으로 인해 내륙 심부까지 오손되는 경향이 있다. 셋째, 산업의 발달에 따라 각종 대기환경과 관련하여 오염정도가 점차 증대되고 있다. 이에 더해 각종 산업단지 및 대도시의 지리적 조건으로 인해 염해 및 공해의 혼제로 synergy effect 등이 발생 가능하며, 최근 이에 대한 많은 연구가 진

행되고 있다.

선진 외국의 경우, 오손에 대한 절연물의 특성 변화를 평가하기 위하여 각국의 기후적 특성을 고려한 시험 및 시험주기를 선정하여 적용 중에 있으며 가장 대표적인 사례로는 STRI의 DCM을 예로 들 수 있다.

북미 및 유럽 지역의 경우, 기후적 유사성으로 인해 기존의 시험 및 평가법을 직접 활용하는 것이 가능하지만, 우리 나라의 경우 북미 및 유럽 등과의 현격한 기후 특성 차이로 인해 국외의 사례를 직접 적용하는 것은 타당하지 못하다.

따라서, 본 연구에서는 우리 나라의 각종 기후인자 및 사고 통계에 대한 분석을 통하여 최적의 오손주기를 선정하고, 실험실 규모의 실증 실험을 통해 주기에 따른 오손도 및 절연물의 전기적 특성 변화를 관찰하여 유용성을 입증하고자 한다. 또한 오손도 증가 및 습윤에 따른 누설 전류의 변화 추이를

\* 충남대학교 전기공학과  
(대전시 유성구 공동 충남대학교,  
Fax : 042-823-7970, E-mail : in2@cnu.ac.kr)  
\*\* 대덕대학  
\*\*\* 대전기능대학

관찰하여 습윤과의 관계를 알아보고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 오손액

본 실험에 사용된 오손액은 다음과 같은 조성을 지니고 있다. 오손액은 증류수 1 l 에 NaCl(1, 5, 10, 15 g)을 첨가시켜 제작하였다.

### 2.2 실험장치의 구성

오손상태에서 배전용 애자의 누설전류 특성을 측정 분석하기 위해 IEC 61109를 근간으로 하여 fog test chamber를 구성하였다. 누설전류의 측정을 위해 A/D보드를 사용하여 다채널로 입력을 효율적으로 처리하였다. 측정 프로그램은 실제 디지털 멀티미터와 유사한 user interface를 갖도록 하였으며, 실험의 편의성을 위해 일정 시간 동안만 데이터를 획득하여 파일에 저장하는 기능을 추가하여 사용의 편의성을 도모하였다. 각각의 시료에 대해 13.2 kV를 인가하였으며, 염무는 60~100 cc/min., 주수는 1.2~1.5 l/min.의 조건을 유지하며 실험을 진행하였다.

### 2.3 오손방법 및 시험

우리 나라는 4계절이 뚜렷하게 나타나는 온대성 기후의 특징을 가진다. 여름은 덥고 겨울은 추우면서도 대륙에 비하여 강수량이 많으며, 장마와 태풍의 영향을 받는다. 대체적으로 태풍은 6~10월중에 주로 발생한다. 연강수량은 세계적으로 볼 때 비교적 습윤한 지역에 속한다.

연강수량은 남부지방이 1,500mm, 중부지방이 1,300mm 정도가 된다. 계절적으로 연 강수량의 50~60%가 여름에 내리고, 5~10%가 겨울에 내린다. Fig. 1에는 우리 나라 30년 평균 강수량과 전력설비 사고 그래프를 보여주고 있다.

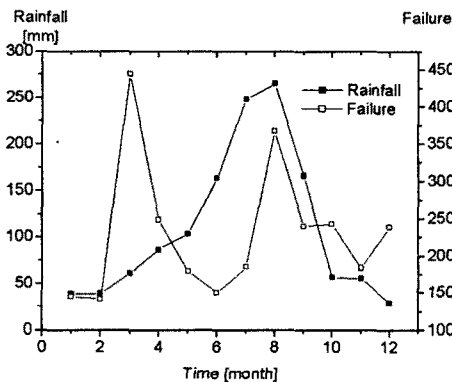


Fig. 1 Graph of rainfall & failure

Fig. 1에서 보는 바와 같이 우리 나라는 7월에서 9월 사이에 강수량이 집중되어 있는 것을 볼 수 있다. 그러나, 사고건수를 보면 3월과 8월경에 사고가 많이 발생하고 있다. 3월경에 발생하는 사고들은 강수에 의한 것보다는 11월부터 2월까지 장기간에 걸친 건조기를 통해 누적된 오손물들이 습윤되어 발생하는 것이라고 생각되어 지고, 8월경에 발생하는 사고는 태풍의 영향에 의해 해안의 염분입자들이 애자에 부착되어 발생하는 것이라고 생각되어진다.

위와 같은 우리 나라의 기후 특성에 대한 분석을 통해 Fig. 2와 같은 오손주기를 도출하였다. 염무 및 건조의 반복을 이용하여 절연물 표면의 ESDD를 제어하였으며, 2회의 염무 및 건조를 반복한 후 clean fog를 이용한 습윤을 통해 불철의 농무 및 세수에 의한 오손층의 습윤현상을 모의하고자 하였다. 또한 여름철에 집중되는 강우 및 태풍의 영향을 모의하기 위하여 주수 및 염무 주기를 적절히 설정하였다.

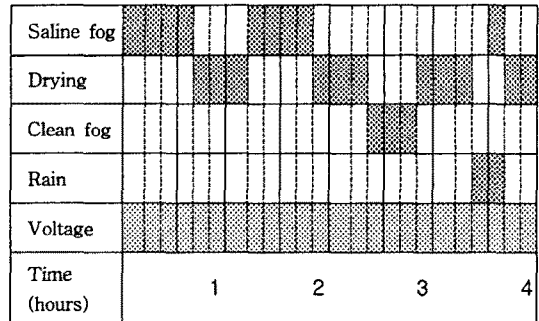


Fig. 2 One cycle of Pollution Cycle Method

### 2.4 시료

본 실험에 사용된 시료들은 254 mm 자기 애자, 유리 애자, 내무 애자 그리고 폴리머 애자를 사용하였다. 이 실험은 재현성을 위해 시료를 동시에 같이 실험하였다. 또한, 시간변화에 따른 ESDD의 누적치를 측정하기 위해 254 mm 자기 애자를 사용하였다. ESDD값을 구하는 식은 식(1)과 같다.

$$ESDD = \frac{S_a V}{A} \quad [\text{mg}/\text{cm}^2] \quad (1)$$

$$S_a = (5.7 \sigma_{20}) 1.03 \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

여기서,

$\sigma_{20}$  is volume conductivity in 20°C [S/m]

$V$  is the volume of the suspension [ $\text{cm}^3$ ]

$A$  is the area of the cleaned surface [ $\text{cm}^2$ ]

Table 1은 애자별 특성을 나타낸 것이다. 폴리머 애자는 다른 애자들에 비해 누설거리가 길어 전계강도가 약한 것을 볼 수 있다.

Table 1 Outdoor insulator properties

insulator	applied voltage	leakage distance	electric field
254 mm porcelain insulator	13.2 kV	310 mm	42580 V/m
254 mm anti fog type porcelain insulator	13.2 kV	430 mm	30698 V/m
254 mm glass insulator	13.2 kV	310 mm	42580 V/m
suspension type polymer insulator	13.2 kV	870 mm	15172 V/m

Fig. 3은 시간 변화에 따른 ESDD값의 변화 추이를 나타낸 것이다. cycle이 증가하면서 ESDD의 값이 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. ESDD값은 매주기 종료시 254 mm 표준 자기 애자를 사용하여 필세법으로 측정하였다. 이 실험에서 사용되어진 254 mm 표준 자기 애자의 표면적은 800  $\text{cm}^2$ 이다.

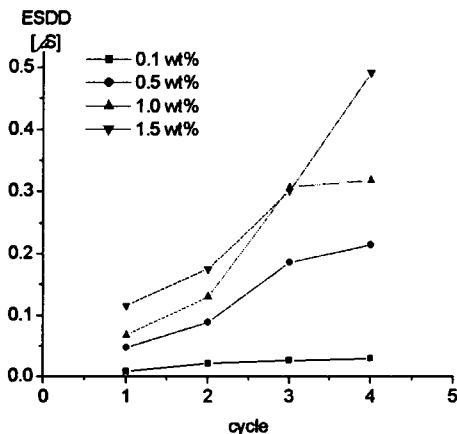


Fig. 3 ESDD value on conductivity variety

### 2.5 실험 결과 및 고찰

Fig. 4~6은 염무의 전도도 및 절연물의 종류에 따른 누설전류 추이를 보이고 있다. 그림을 통해 알

수 있는 것과 같이, 누설전류의 크기는 절연물의 누설거리에 따라 현격한 차이를 보임을 알 수 있었다. 즉, 870 mm의 누설거리를 갖는 polymer insulator의 경우 극히 낮은 준위의 누설 전류만이 관찰되었으며, 습윤, 건조, 오손도의 증가에 따른 특성 변화가 극히 미미하였다.

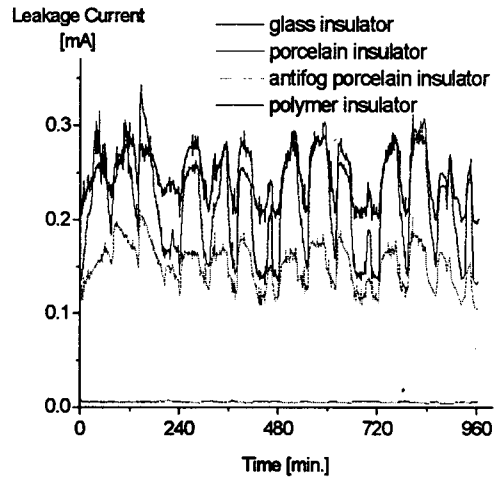


Fig. 4 leakage current on time of 0.1 wt%

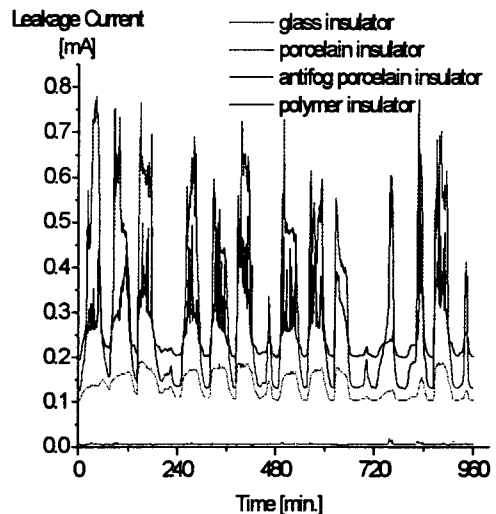


Fig. 5 leakage current on time of 0.5 wt%

유리, 자기, 내무형 자기 애자의 경우에 있어서도 누설 거리의 크기에 따라 누설 전류의 값이 차이를 보이는 특성이 관찰되었으며, 오손도의 증가에 비해

습윤 정도에 따른 변화 추이가 매우 큼을 알 수 있었다. 한편, Fig. 6 1.5 wt%의 경우에는 시간 및 오손도의 증가에 따라 전체적인 누설전류의 크기가 증대됨을 알 수 있었다.

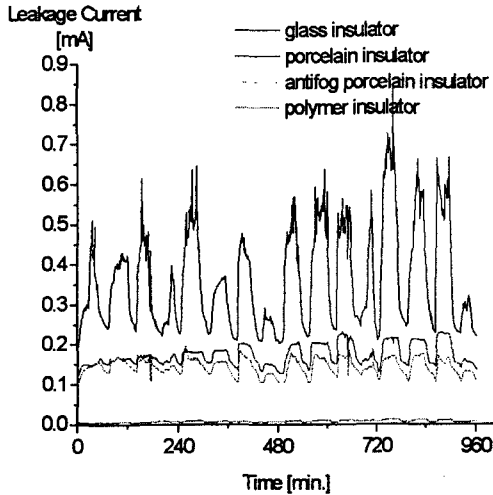


Fig. 6 leakage current on time of 1.5 wt%

### 3. 결론

본 연구는 우리 나라의 기후적 특성에 적용할 오손주기시험법을 개발하여 옥외 절연물의 전기적 특성을 평가하기 위해 실행되었다. 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

우리 나라 강수량과 사고 데이터를 비교 분석하여 실험실 규모의 실증 실험을 통해 주기에 따른 오손도 및 절연물의 전기적 특성 변화를 관찰할 수 있는 오손주기를 개발하였다.

절연물의 오손시에는 전기적인 특성변화가 나타나지 않았으나, 습윤과 함께 오손시킬 때는 전기적인 특성변화가 일어나 누설전류가 상승하였다.

염분함량이 적을 경우에는 시간에 따른 누설전류의 크기 변화가 극히 미미한 반면, 염분함량이 많은 경우에는 시간에 따른 누설전류의 크기가 증대됨을 알 수 있다. 그리고, 오손도의 증가에 비해 습윤 정도에 따른 변화추이가 매우 크다.

### 참고 문헌

[1]. IEC 61109, "Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V-Definitions, test methods and

acceptance criteria", 1992

- [2]. IEC 60507, "Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems" 1991
- [3]. "Guide for visual identification of deterioration & damages on suspension composite insulators" STRI Guide 5, 98/1
- [4]. Ravi S. Gorur, "Outdoor insulators", inc., 1999
- [5] 최남호 외3인, "염진해 오손물질의 성분과 전기적 특성", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp 1654-1659, 1999.
- [6] 김재훈 외4인, "표면 오손상태에 따른 폴리머 애자 하우징 재료의 누설전류 특성", 한국전기전자재료학회 '99 추계학술 대회 논문집, pp 648-651, 1999
- [7]. 조성수 외1인, "LabVIEW를 이용한 배전용 폴리머 애자의 누설전류 측정 및 분석 프로그램 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 C권, pp 1969-1971, 2000.
- [8] 최남호 외3인, "오손조건에 따른 옥외절연물의 전기적 특성", 한국전기전자재료학회 2000년도 추계학술대회 논문집, pp 464-470, 2000.