

## 오손조건에 따른 옥외절연물의 전기적 특성

### Electrical Properties of Outdoor Insulator with the Difference of Contaminated Condition

최남호\*, 구경완, 박강식, 한상욱

N.H. Choi, K.W. Koo, K.S. Park, S.O. Han

#### Abstract

This paper present the result of the investigation, electric properties of outdoor insulators with the difference of contaminated condition. In general, the humidity and the amount of soluble salts such as NaCl, MgCl<sub>2</sub> are the most dominant factor. A mini-fog chamber with transparent acryl and the standard contamination solution with kaoline was used. The kaoline was applied with sprayer to get the specific ESDD and NSDD value, then the specimen was dried and installed horizontally. And to measure the leakage current and the ambient condition, such as relative humidity and temperature, a DAS system was developed with LabView. From the result, we could know the influence of contaminated condition. Contaminated area and pattern has a close relationship with the electrical properties of outdoor insulator.

Key Wards(중요용어) : Contamination, Leakage current, ESDD, NSDD

#### 1. 장 서 론

국내의 송전선로에 있어서 애자류에 의한 사고율은 1997년을 기준으로 할 경우 약 19%를 점유한다. 이중 염진해에 의한 사고는 전체의 2.1%점유하는 낮은 비율을 갖는다.

그러나, 염진해오손에 의한 사고는 낙뢰, 빙설해 등과 더불어 예측이나 대비가 무척 곤란한 특성을 지니며, 낙뢰에 비해 넓은 지역에 걸쳐 발생되므로 송전선로는 물론 광역의 전력계통에 영향을 미치게 된다. 또한, 빙설해에 비하여 비교적 단시간에 발생(급속오손)되어 전체적인 전력계통의 운영에 막대한 영향을 미치게 되며, 송배전설로의 기초설계에도 직접적인 관련성을 지니게 된다.

국내의 전력설비는 반도라는 지리 및 지형적 요인으로 인해 비교적 해염의 영향을 크게 받는 편이며, 기후적인 면에 있어서도 11월에서 2월에 걸친 장기간의 건기를 통해 누적오손 발생되기 쉽고, 3월에서 4월에 걸쳐 농무나 안개비 등과 같은 습윤조건이 수시로 발생되어 누적오손에 의한 섬락사고의 위험을 지니고 있다. 한편, 여름과 가을철에 집중적으로 발생하는 태풍으로 인해 급속오손에 의한 사고 위험도 비교적 큰 것으로 판단된다.

아울러, 최근에는 뚜렷한 몬순의 영향으로 발생하는 봄철 황사의 정도가 점차 증대되고 있어 불용성 오손물과 수용성 오손물에 의한 상승작용도 우려되고 있다.

환경적인 측면에 있어서는 국내는 물론 주변국의 공업화로 인해 전체적인 대기질이 악화되어 가고 있으며, 여천, 온산, 울산 등과 같은 대표적인 국내

\* 충남대학교 전기공학과  
(대전광역시 유성구 궁동 충남대학교,  
Fax: 042-823-7970  
E-mail : crow@hanat.cnu.ac.kr )

공업단지에서는 공해와 관련된 것으로 보이는 일련의 사고가 발생하기도 하였다.

실제의 송배전 선로에 적용중인 절연물은 IEC, ES 등의 시험규격에서 적용중인 오손시험방법을 통해 얻을 수 있는 것과는 상이한 형태의 오손형상이 다수 발생되고 있으며, 이러한 경우 전체적인 절연물의 절연특성 또한 상이한 특성을 지닐 수밖에 없다.

따라서, 본 연구에서는 오손형상에 따른 옥외 절연물의 전기적 특성을 실험실 조건하에서 평가하고자 기존의 IEC 시험규격의 조건을 일부 적용하여 일련의 실험 및 분석을 수행하였다.

## 2.장 실험

### 2.1 시료

오손조건에 따른 옥외 절연물의 전기적 특성을 평가하기 위하여 본 연구에서는 190mm 배전용 현수에 자를 사용하였다. 오손액을 제조하기 위해 사용한 kaolin clay는 Table 1과 같은 특성을 지닌다.

Table. 1 Material properties of hydrous aluminum silicate

Particle size distribution			
size	percent	IEC Spec.	
minus 2 micron	92%	0.1 - 0.2	18%
minus 1 micro	86%	0.4 - 1.0	50%
0.3 micron	midium	2.0 - 10	84%
Chemical analysis			
Element	Weight %	IEC Spec.	
SiO <sub>2</sub>	44.30	40 - 50	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37.90	30 - 40	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.20	0.3 - 2.0	

### 2.2 실험장비

오손조건에 따른 옥외 절연물의 전기적 특성을 평가하기 위하여 간이형 챔버를 사용하였다. Fig.1은 본 연구를 위해 사용된 간이형 챔버를 보이고 있다.

Fig.2는 오손된 애자에 습윤과정에 따른 전기적 특성의 변화를 관찰하기 위하여 사용된 측정 및 보호 회로를 보이고 있다.

측정 및 보호회로를 위해서는 0.01% 이하의 오차를 지니는 고정밀 측정용 저항과 측정회로를 보호를 위한 제너다이오드가 사용되었다. 또한, 외부노이즈에 의한 영향을 최대한 제거하기 위하여 철제 차폐

(shield)함을 사용하였다.

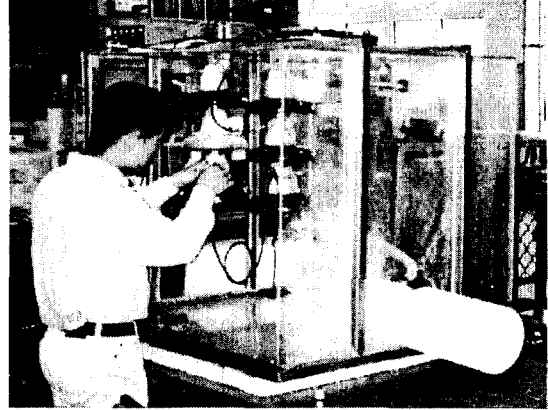


Fig.1 Conditioning chamber for humidification

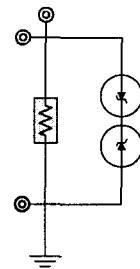
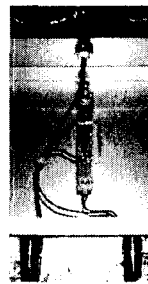


Fig.2 Measuring and protection circuit

Fig.3은 습윤에 따른 전기적 특성과 상대습도의 변화를 정량화하기 위하여 사용된 Galltec사의 TFK80J, 온·습도 변환기를 보이고 있다.

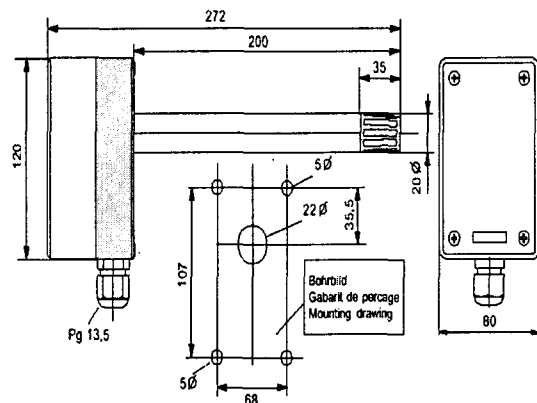


Fig.3 Relative humidity and temperature transmitter

Fig.4는 측정 및 PC와의 Interface를 위해 작성된 다채널 디지털멀티메타 프로그램을 보이고 있다.

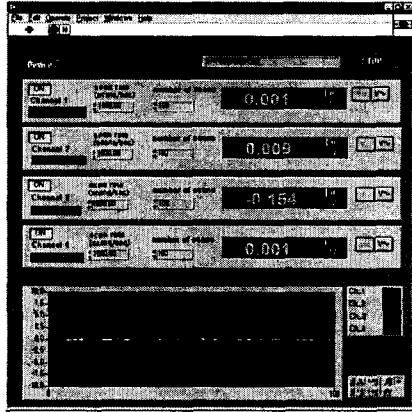


Fig.4 Multi-channel digital multimeter

### 2.3 실험조건

본 연구에서는 실험 대상으로 선정된 190 mm 현수애자를 적절한 조건으로 오손시키기 위하여 sprayer를 이용한 방법을 선정하였으며, 실험 후 등가염분부착밀도(ESDD)와 전기적 특성과의 관련성 조사를 위해 필세법으로 세정 후 전도도를 측정하였다.

시료에는 직류고전압, 4kV를 인가하였으며 초음파 진동식 가습기를 이용하여 약 400 cc/hr의 증류수를 900×900×900mm의 간이형 챔버에 공급하여 시료를 습윤시켰다.

## 3.장 결 과

### 3.1 각도변화

실제의 자연환경 하에서는 풍향이나 풍속등과 같은 다양한 환경요인으로 인해 부분적으로 오손되는 경우가 많으며, 이러한 경우 애자의 전표면이 균일하게 오손되는 규격시험법의 경우와는 매우 상이한 특성을 나타내는 것이 일반적인 특성이다.

Fig. 5는 90, 180, 270 °의 애자 하면만을 오손시킨 경우, 습윤에 따른 절연물의 전기적 특성변화를 보이고 있다.

Fig. 5를 통해 알 수 있는 바와 같이 오손면적의 증대에 따라 누설전류는 매우 급격히 증대되는 경향을 나타내었다. 하면전체가 오손된 경우 이러한 특성은 더욱더 두드러지게 관찰되었다.(1시간 경과 후  $0.4 \times 10^{-4}A$ 까지 1차적으로 증가)

Fig.6은 Fig.5와 동시에 온습도 변환기를 통해 측정된 상대습도의 변화추이를 보이고 있다.

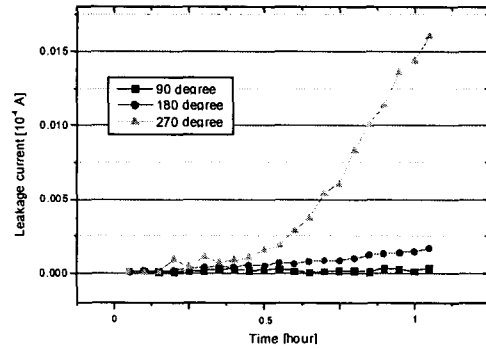


Fig. 5 Electric properties of insulators with contaminated condition

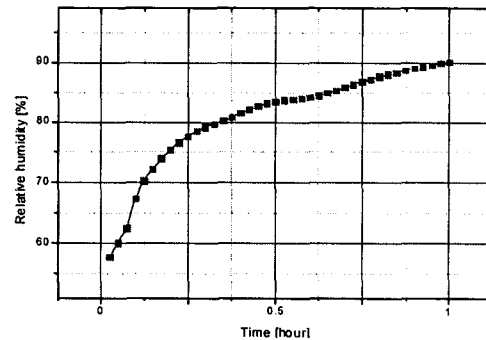


Fig. 6 The relative humidity of chamber with humidification

Fig.6을 통해 0.5시간 경과 후 상대습도가 약 80 - 85%의 범위로 조정됨을 알 수 있다. 한편 이때에 오손조건에 따른 누설전류의 크기도 확연히 구별되는 특성을 지니는 것으로 나타났다.

### 3.2 상하부오손

일반적인 누적오손현상은 현수형으로 배치된 애자의 하부에서 그 경향성이 두드러진 것으로 알려져 있다. 즉, 강우시 현수형으로 배치된 애자류의 상부는 대부분 우세효과에 의해 세정되어진다.

한편, 부유오손물이 중력의 영향으로 낙하될 경우에는 현수형으로 배치된 애자의 상부만이 집중적으

로 오손되는 특성을 지닌다.

즉, 애자는 청결, 상부오손, 하부오손, 전체오손으로 대별되는 오손조건을 지닐 수 있다. 이러한 특성을 고려하여 본 연구에서는 위와 같은 오손조건에 따른 절연물의 전기적 특성에 대한 실험을 수행하였다.

Fig. 7은 청결, 상부오손, 하부오손, 전체오손에 따른 절연물의 전기적 특성 변화를 보이고 있다.

일반적인 오손물은 바람의 영향을 적을 경우, 중력의 영향에 의해 낮아지게 되며 본 실험조건하에서도 수분입자는 대기중에 부유된 후 중력으로 인해 낮하중 애자의 상부표면을 습윤시키게 된다.

그러나, 하부의 표면에 습윤되는데는 비교적 장시간이 소요되며 하면에 습윤될 경우 전체적인 누설전류의 크기가 급격히 증대되는 특성을 나타내게 된다.

아울러, 본 연구에서 적용한 오손액은 kaolin을 포함하는 오손액으로 일반적인 불용성 오손물이 지나는 흡습성 및 보습성을 지님으로써 수용성 염이 용해되어 전기전도도에 기여할 수 있는 수분을 확보하고 유지하는 특성을 나타낸다.

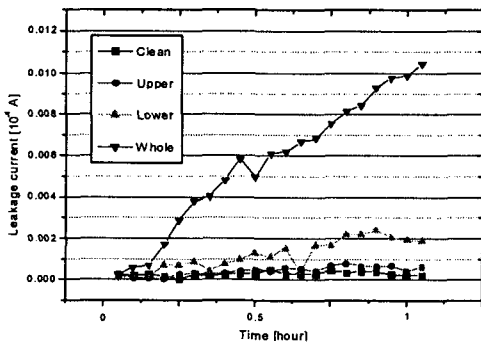


Fig. 7 Leakage current with the difference of contaminated condition

이와 같은 특성으로 인해 상부만 오손된 경우에 비하여 하부만 오손된 시료의 누설전류의 크기가 큰 경향성을 지닌다.

#### 4. 장 결 론

오손조건에 따른 옥외절연물의 전기적 특성에 관한 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었

다.

1. 실제 옥외환경에서 발생 가능한 다양한 오손조건을 가정하고 이를 실험 및 평가할 수 있는 실험장치를 고안 및 제작하고, 각종의 실험조건을 적절히 선정하였다.

2. 하면 오손부의 증대에 따른 절연물의 전기적 특성변화를 통해 오손면적과 전기적 특성의 관련성을 도출하였다.

3. 상부, 하부 및 상하부 전면 오손에 따른 절연물의 전기적 특성변화를 통해 부분적 오손에 따른 절연물의 전기적 특성을 살펴보았다.

#### 참고 문헌

- [1]. 최남호, 박강식, 한상욱, "불용성 오손물에 의한 절연물의 전기적 특성에 관한 연구", 한국전기전자재료학회 하계학술대회 논문집, 2000, pp691-694
- [2]. "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구, -1 차년도 중간보고서", 한국전력공사, 1999. 10.
- [3]. "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구, -2 차년도 중간보고서", 한국전력공사, 2000. 10.
- [4]. Nam Ho Choi, Kang Sik Park, Sang Ok Han, "The Aging Effects of EPDM Due to UV and Salt Fog", Proceedings of ICEE98, Vol. 2, pp. 681-684