

**불용성 오손물에 의한 절연물의 전기적 특성에 관한 연구**

한상옥\*, 장태인\*\*, 강지원\*\*, 조성배\*\*  
 충남대\*, 전력연구원\*\*

**The Electric Properties of Insulators Due to Non-soluble Contaminant**

S.O.Han\*, T.I.Jang\*\*, J.W.Kang\*\*, S.B.Cho\*\*  
 Chungnam Nat'l Univ., KEPRI

**Abstract** - This paper present the result of the investigation, the electric properties of insulators due to non-soluble contamination. In general, the humidity and the amount of soluble salts such as NaCl, MgCl<sub>2</sub> are the most dominant factor. Though the non-soluble do not distribute on conductivity of contaminant layer, that has the hygroscopic property. For this study, we make a mini-fog chamber with transparent acryl and the kaoline was used for non-soluble contaminant. 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 a DAS system was developed with LabView. With the result, we could know the influence of non-soluble content and the relationship between NSDD and ESDD.

**1. 서 론**

일반적인 오손현상은 자연적인 요인에 기인하게 되며 이로 인해 광범위한 지역에 대해 영향을 미치게 되며, 오손으로 인해 사고가 발생할 경우 복구 및 재송전을 위해서는 막대한 시간, 노력, 비용 등이 필요로 된다.

국내의 전력계통은 크게 다음과 같은 오손 요인의 영향을 받고 있다.

- 지리·지형적 요인
  - : 삼면이 바다이며 비교적 해안선이 길다.
- 기후적 요인
  - : 비교적 뚜렷한 몬순의 영향하에 있다.
  - : 봄철 황사의 영향하에 놓인다.
  - : 수회에 이르는 태풍의 내습을 받는다.
- 환경적 요인
  - : 대기환경의 오염정도가 점차 증가되는 추세이다.

이상과 같은 요인으로 안정성 및 신뢰성이 우선적으로 고려되어야 하는 대규모 전력설비에 대해서는 수년간 실물 애자에 대한 염분부착량을 측정하고 그 결과를 토대로 절연설계를 하는 것이 일반적인 경향이다.

기존의 오손사고는 대부분 염해에 의한 것으로 알려져 있으나, 최근에는 해안에 위치한 각종의 공업단지나 도시의 경우 염해 및 공해가 공존할 경우 상승효과를 일으킬 수 있으며 그 파급효과를 감안하여 관련된 많은 연구가 진행 중에 있다.

최근에는 황사량이 급격히 증가하여 불용성 오손물이 전력설비에 미치는 영향에 대한 관심이 점차 증대되어

가고 있다.

본 연구에서는 NSDD(Non Soluble Deposit Density)를 중심으로 시간 경과 및 ESDD의 변화에 따른 절연물 표면의 누설전류 변화를 통해 그 특성을 평가하였다. 누설전류의 측정을 위해서는 NI사의 LabView를 사용한 DAS program 및 보호회로 등을 구성하였다.

**2. 실 험**

**2.1 fog chamber**

그림 1은 본 연구에 적용된 mini fog chamber 및 측정 시스템의 개략도를 보이고 있다. 크게 전원, chamber, fog발생부, 측정부, 분석부로 구성되며 다이오드를 사용한 간단한 형태의 보호회로를 적용하였다.

chamber는 관측성과 전기절연성을 감안하여 투명아크릴을 사용하여 900×900×900 mm의 크기로 제작하였다.

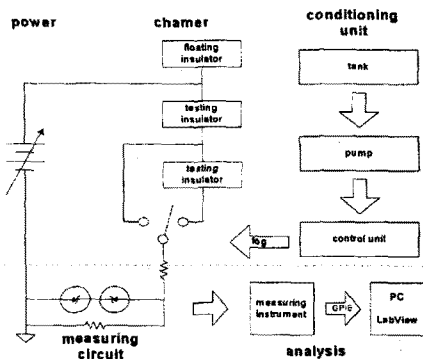


그림 1. fog chamber의 개략도

**2.2 DAS program**

누설전류의 안정적인 측정을 위하여 Fluke사의 멀티메터로 측정된 데이터를 NI사의 IEEE 488 interface card를 사용하여 pc와 인터페이스를 구성하고 LabView를 이용하여 관리용 프로그램을 작성하였다.

프로그램은 사용상의 편이를 고려하여 Fluke 멀티메터의 기능을 유지하도록 하였으며 전체적인 추이분석을 위해 데이터 곡선이 화면에 디스플레이 될 수 있도록 처리하였다. 그림 2는 프로그램의 front panel을 보이고 있다.

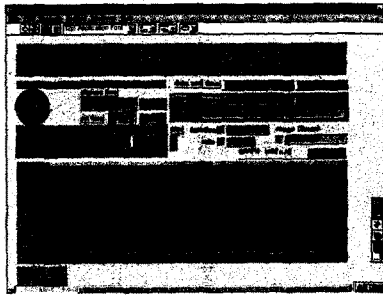


그림 2. 누설전류 측정 프로그램

### 2.3 시료

본 연구에서는 우리나라의 22.9kV 배선선로에서 주로 적용되고 있는 191mm 자기재 현수애자를 사용하여 실험을 수행하였다. 일반적인 191mm 자기재 현수애자의 특성은 다음의 표와 같다.

표 1. 191mm 자기재 현수애자의 특성

항 목		성 능
상용 주파 건조 섬락 전압치		65 kV
상용 주파 주수 섬락 전압치		35 kV
충격 섬락 전압치 (1.2 × 50 μs)	정극성	115 kV
	부극성	115 kV
유중파피전압치		90 kV
누 설 거 리		210 mm 이상

## 3. 결 과

### 3.1 fog test

그림 3은 카올린을 사용하여 고체오손층을 조성하지 않고 특정 농도의 NaCl 수용액을 도포 및 건조후 증류수를 사용하여 습윤한 경우의 결과를 보이고 있다.

습윤시간은 60분으로 하였으며 시간당 350 cc의 증류수를 초음파식 가습기를 사용하여 챔버내부로 인입시켜 시료를 습윤시켜 주었다.

습윤전 오손시키지 않은 시료의 경우 오손시킨 시료에 비해 극히 낮은 값을 갖음을 알 수 있었다.

한편 불용성 물질을 함유하지 않는 오손층을 적용하였을 경우 오손액 진하면 진할수록 방전현상에 의한 데이터의 떨림현상이 초기에 발생하는 것으로 관측되었으며 0.5wt% 이상의 오손액을 사용한 경우 세정효과에 의해 증감이 반복되는 경향을 나타내었다.

그림 4를 통해 알 수 있는 바와 같이 절연물 표면의 누설전류는 ESDD 뿐만 아니라 NSDD에 따라 크게 변화되는 특성을 갖음을 볼 수 있다.

이러한 경향성은 낮은 ESDD치를 갖는 시료의 경우에는 그다지 큰 영향을 나타내지 않지만 ESDD치의 증가

에 따라 그 영향이 크게 증가함을 알 수 있었다.

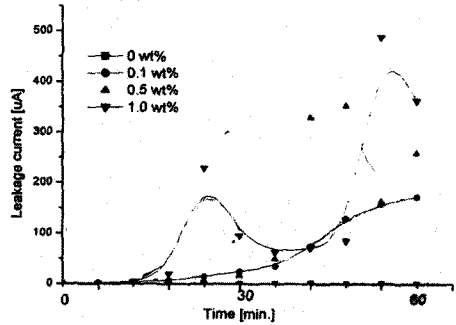


그림 3. 누설전류 측정치 (kaoline = 0)

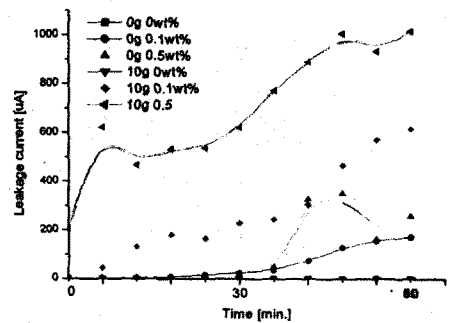


그림 4. kaoline에 따른 누설전류 측정치

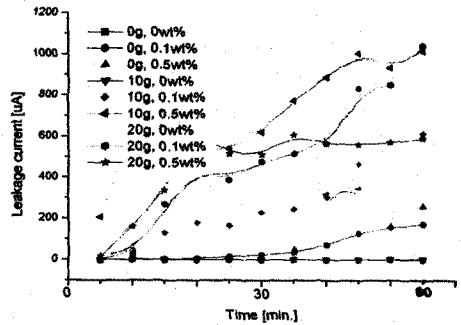


그림 5. kaoline에 따른 누설전류 측정치

그림 5은 kaoline을 각각 0, 10, 20g을 포함하는 오손액을 적용한 경우의 누설전류값을 비교한 결과이다.

그림 6은 kaoline을 각각 0, 10, 40g 포함하는 오손액을 적용한 경우의 누설전류값을 비교한 결과이다.

NSDD(kaoline) 및 ESDD(NaCl)의 변화에 따른 전체적인 누설전류의 경향성을 통해 NSDD 성분이 육외 절연물의 오손특성에 커다란 영향 및 그 경향성을 파악할 수 있었다.

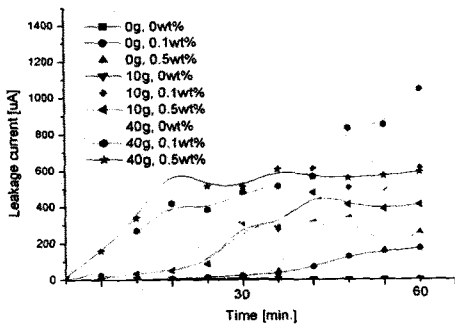


그림 6. kaoline에 따른 누설전류 측정치

#### 4. 결 론

불용성 오손물에 의한 절연물의 전기적 특성에 관한 본 연구를 통하여 kaoline의 함량이 오손액의 전기 전도도에는 커다란 영향을 미치지 못하나, 실제의 옥외상황을 가정한 농무 조건하에서는 커다란 영향을 발휘함을 알 수 있었다.

이러한 경향성은 불용성 오손물의 흡습특성에 기인한 것으로 보인다. 즉, 수요성 오손물에 의해 극심하게 오손된 절연물의 경우도 건조한 경우에는 절연성능의 저하가 그다지 크지 않다. 그러나 습윤시에는 절연성능이 크게 저하되게 된다.

본 연구를 통해 수행된 실험결과에서도 낮은 ESDD치를 갖는 시료에 있어서는 누설전류의 차가 그다지 심하지 않았음을 알 수 있다. 그러나 ESDD치의 증가에 따라 불용성 오손물을 함유한 시료의 표면 누설전류치가 상대적으로 매우 큰 것을 알 수 있다.

#### [ 참고 문헌 ]

[1] George G.Karady, A.Vincent Rayappa, Mukund Muralidhar, Don L.Ruff, "A New Method for Pre-Contamination and Testing of Non-ceramic Insulators", Conference Record of the 1996 IEEE on EI, 1996

[2] M.A.Sens, P.dos Santos, J.H.Mason and S. Nunes, "Climatic Ageing Tests on Polymeric Power Cable Terminations", CEPTEL

[3] Sioe T.Mak, G.E.Lusk, "Contaminated Environment Testing of Cable Terminations", IEEE/PES, 1979

[4] N.Sugawara, H.Murakami, S.Ito and H.Nakauchi, "Discharge or Leakage Current of Ice Accreted Insulators at Close to Flashover Voltage in High Conductivity Fog", IEEE conference on EI and DP, 1997

[5] Seog-Hyen Kim, Reuben Hackam, "Effects of Saline-water Flow Rate and Air Speed on Leakage Current in RTV Coatings, IEEE PD, Vol.10, No.4, 1995

[6] J.R.Fonseca, A.L.Tan, V.Monassi, W.S.Junqueira,

"Effects of Agricultural Fires on the Performance of Overhead Transmission Lines", IEEE PD, Vol.5, No.2, 1990

[7] R.J.Chang, Minesh Shah, Linas Mazeika, Albert Tsai, Minoru Takaseki, "Design of Insulators for Severe Contamination", Proceedings of the 5th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, 1997

[8] J.Y.Chen, R.J.Chang, "Field Experience with Overhead Distribution Equipment under Severe Contamination", IEEE Trans. PD, Vol.11, No.3 1996

[9] M.Farzaneh, J.Kiernicki, "Flashover Performance of IEEE Standard Insulators under Ice conditions", IEEE, 1996

[10] G.Ramos N, M.T.Campillo R, K.Naito, "A study on the characteristics of various conductive contaminants accumulated on high voltage insulators", IEEE Trans. PD, Vol.8, No.4, 1993

[11] C.Lozano, R.Diaz, G.Ramos, "Patterns of Pollution on Insulators: Clustering by Seasonal Variation and Exposure Period", IEEE Trans. PD, Vol.5, No.1, 1990

[12] N.Alame.A, S.Shihab, "A Model for Calculating the Field Distribution of Polluted Post Insulators during Flashovers", IEEE

[13] Krystian Chrzan, Zbigniew Pohl, "Hygroscopic Properties of Pollutants on HV Insulators", IEEE EI Vol.24 No.1 1989

[14] Hisakazu Matsuda, Hiroshi Komuro, Kazuhiko Takasu, "Withstand Voltage Characteristics of Insulator String Covered with Snow or Ice", IEEE PD, Vol.6, No.3, 1991

[15] O.E.Gouda, "Influence of Pollution on H.V. Insulators", Conference Record of the 1990 IEEE International Symposium on EI, 1990

[16] C.N.Richards, J.D.Renowden, "Development of a Remote Insulator Contamination Monitoring System", IEEE PD, Vol.12, No.1, 1997

[17] Liang Xidong, Cheng Xupeng, Xue Jiaqi, "Effective Contaminant Deposit Density-A New Concept of the Pollution Level of Composite Insulators", Proceedings of the 4th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, 1994