

국부오손이 옥외절연물의 전기적 특성에 미치는 영향

(Influence upon electrical properties of outdoor insulators with non-uniformity contamination)

이원영* · 최남호* · 박강식** · 한상옥*

(Won-Yeong Lee · Nam-Ho Choi · Kang-Sik Park · Sang-Ok Han)

*Chungnam Univ. **Deaduk collage

Abstract

Since th three sides of korea peninsula are surrounded by the sea, electric apparatus are greatly contaminated by the salt generated by the typhoon, seasonal wind, sea wind and sea fog. This contamination causes electric power apparatus to fail. Thus in this paper, we investigated to influence upon electrical properties of outdoor insulators with non-uniformity contamination in the experimental condition because The contamination of outdoor insulator highly depended wind property. In the service condition, insulator was not uniformly contaminated. From the flashover test for the 254 mm suspension insulator, we could determine the influence non-uniform contamination on the electrical property of insulators. Through the experiment, we convinced to occur flashover from non-uniform contamination region of outdoor insulator. Contaminated area and pattern has a close relationship with the electrical properties of outdoor insulator.

1. 서 론

국내의 송전선로에 있어서 애자류에 의한 사고율은 1997년을 기준으로 할 경우 약 19 %를 점유한다. 이중 염진해에 의한 사고는 전체의 2.1 %를 점유하는 낮은 비율을 갖는다. 그러나, 삼면이 바다인 우리 나라는 태풍, 계절풍 해풍, 해무(sea fog) 등에 의한 오손물의 부착으로 인해 염해에 의한 사고가 발생한다. 염해에 의한 사고는 전력계통의 사고 중 비중이 큰 것은 아니지만, 한번 발생하면 피해지역이 방대하고 정전구역이 넓어 복구에 많은 시간과 인력이 소요되고, 최근의 고도정밀 산업의 발전으로 요청되는 안정적인 전력공급을 크게 저해하는 실정이다. 또한 계절풍이나 해풍의 경우에는 일정한 방향을 가지고 불기 때문에 옥외용 절연물을 국부적으로 오손시키는 특성을 지니고 있다.

옥외용 절연물의 경우에는 위에서 언급한 것처럼 바람의 특성에 크게 의존한다. 부유 오손물을 함유한 바람이 불 경우, 오손물의 부착율은 애자의

형상, 부유 오손물의 크기 및 밀도, 풍속 등에 의해 결정된다.

애자를 향한 공기의 흐름은 정점(stagnation point)을 기준으로 갈라지게 되지만, 공기에 비해 상대적으로 큰 밀도를 지니는 오손물은 상대적으로 완만한 경로를 거치게 되고, 이러한 특성은 밀도와 크기가 큰 오손물에 있어서 더욱 두드러지게 발생한다.

하지만, 단순 구조를 벗어나 실물 애자와 같은 복잡한 구조의 경우에 있어서는 와류의 영향이 보다 크다고 할 수 있다. 와류는 일반적으로 애자 측면과 하면에서 발생되며, 주름이나 갭이 깊은 경우에 더 많이 발생한다.

불균등 오손은 크게 상하부 불균등 오손과 하면의 불균등 오손으로 나누어 살펴볼 수 있다. 현수형 배치인 경우, 태풍 등에 의해 급속오손이 발생하면 상부면이 하부면에 비하여 크게 오손되는 특성을 갖게 되며, 장기간의 건기 후 일정량 이상의 강우가 발생할 경우에는 우세효과에 의해 상부면의 오손도가 급감함으로써 하부면이 상부에 비해 큰 오손도

를 지니게 된다.

이와 같은 불균등 오손에 의한 절연물의 전기적 특성을 평가하기 위하여 본 연구에서는 가슴에 따른 누설전류 특성과 오손섬락 특성에 대한 분석을 수행하였다.

2. 실험

2.1. 시 료

본 연구에서 사용된 시료는 254 mm 표준 자기애자를 사용하였으며, 오손액은 0.05 S/m 이하의 체적 전도도를 갖는 물 1,000 g당 40 g의 불용성 첨가물(kieselguhr, kaolin, tonoko 등)을 첨가하고, 실험에 따라 적정량의 NaCl을 첨가하여 오손층의 전도도를 제어하였다.

2.2. 측정 장치 및 방법

충격섬락전압은 절연물의 재료적, 전기적 특성에 비해 기하학적 형상에 크게 의존한다. 이와 같은 특성을 감안하여 본 연구에서는 100 kV, 20 kVA의 교류 고전압 발생장치를 활용하였다.

건조상태인 경우, 오손정도는 절연물의 전기적 특성에 큰 영향을 미치지 못하지만, 습윤상태인 경우에는, 오손여부는 물론 오손도에 따라 절연물의 전기적 특성은 크게 변화된다.

실제의 경우에 있어서도 대부분의 오손섬락(contamination flashover) 사고는 새벽과 같이 응축이나, 안개 등의 현상이 주로 발생하는 새벽이나 이슬비가 내리는 경우에 집중적으로 발생한 것으로 보고되고 있다.

이와 같은 습윤과정의 중요성을 감안하여 IEC 60507은 습윤과 관련하여 매우 까다로운 실험조건을 규정하고 있다. 그러나, 이와 같은 규정조건은 고도의 장비를 활용하는 경우에 있어서도 재현성이 매우 낮은 특성을 갖는다.

이에 본 연구에서는 ES 131의 상용주파 이슬내전압 시험법에 따라 오손정도에 따른 절연물의 전기적 특성을 평가하였다. 상용주파 이슬내전압 시험법은 시료를 10~12시간 동안 -10~15 °C의 저온에 보관 후 꺼낼 경우, 실온과의 격차에 따른 응축습윤이 발생함을 활용한 시험방법이다.

본 연구에서는 측정 결과의 신뢰성 증대를 위하

여 각 시료에 대해 50회 이상의 반복실험을 수행함으로써 오손도에 따른 절연물의 전기적 특성변화를 관찰하였다.

2.3. 결과 및 고찰

옥외의 환경조건에 노출되는 경우의 오손특성은 공기역학적 특성에 크게 의존한다. 즉, IEC 60507 등에 의한 균등오손실험 조건은 현실성이 결여된 면이 없지 않다.

그림 1은 가슴시 상하부 오손차에 따른 누설전류의 변화추이를 보이고 있다.

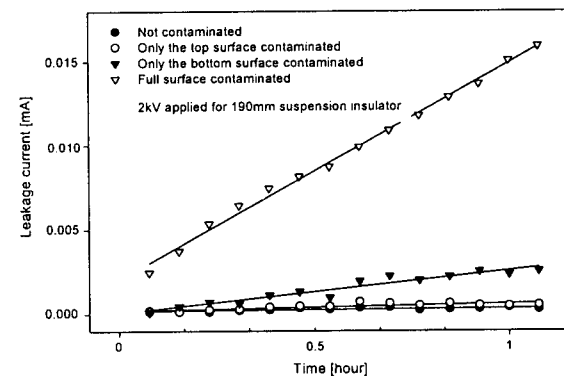


그림 1. 불균등 오손에 따른 누설전류의 차이
Fig. 1. Difference of leakage current with nonuniform contamination

상부면만이 오손된 시료는 비오손 시료와 유사한 누설전류 특성을 보였으며, 하부면만이 오손된 시료는 상부오손 시료에 비해 누설전류가 급격히 증대되는 경향을 보였다. 그러나, 이들의 경우 항상 누설거리중 일부는 고저항 영역을 유지하고 있어 누설전류의 크기는 미미한 수준에 그친 것으로 보인다. 또한, 현수식 배치로 인해 상부면은 가슴시 수막층의 형성이 용이한데 비해 하부면은 1시간 이상 가슴시에도 수막층이 형성되지 않는 특성을 보였다. 이와 같은 습윤특성으로 인해 상부오손 시료는 하부오손 시료에 비해 낮은 수준의 누설전류가 발생한 것으로 판단된다. 그림 2는 상하부 오손차에 따른 섬락전압 특성을 보이고 있다.

섬락전압 특성은 그림 2에 보인바와 같이 상부면이 하부면에 비해 상대적으로 크게 오손된 경우, 균등오손의 경우에 비해 다소 큰 섬락전압을 보인 데 비하여, 하부면이 상부면에 비해 크게 오손된 경우

에는 섬락전압이 매우 높은 특성을 나타내었다. 그러나, 전체적으로 0.3 ~ 3.0에 이르는 극심한 상하부 불균등 오손시의 경우에도 1.0 ~ 1.17배 정도의 미소한 차이만이 관찰되었음에 주목해야 할 것으로 보인다.

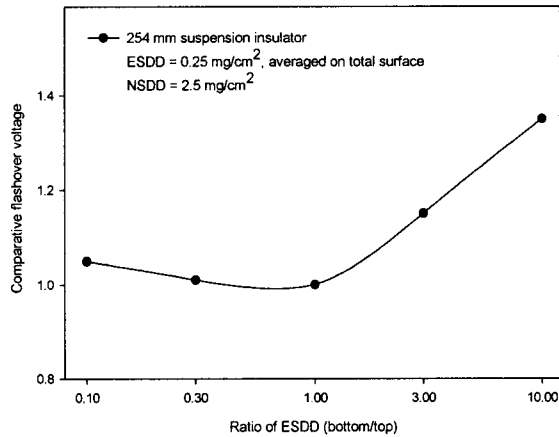


그림 2. 상하부 불균등 오손에 따른 섬락전압의 차이
Fig. 2. Difference of flashover voltage with nonuniform contamination of top and bottom

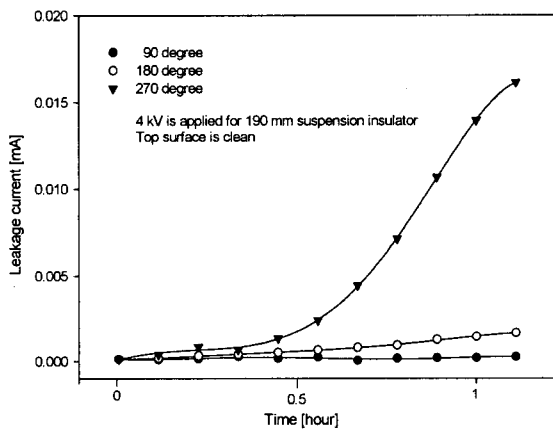


그림 3. 불균등 오손에 따른 누설전류의 차이
Fig. 3. Difference of leakage current with nonuniform contamination

그림 3은 하부면의 불균등 오손 및 가습에 따른 누설전류 특성을 보이고 있다. 초기의 경우, 오손면적에 따른 누설전류의 차가 매우 미미하였으나, 270° 오손된 시료의 경우, 가습시간의 증대에 따라 하부면이 습윤되어 누설전류 값이 급격히 증

대되는 경향을 보인데 반해, 90° 및 180° 오손된 시료의 경우, 습윤에도 불구하고 비교적 큰 저항률을 유지함을 알 수 있었다.

표 1. 불균등 오손의 영향을 결정하기 위한 섬락 시험의 실험조건

Table 1. Experimental condition for flashover test to determine the influence of nonuniform contamination

Distribution on bottom surface				Average on total surface
ESDD of contaminated part, mg/cm ²	0.05	0.10	0.20	0.030
	0.1	0.20	0.40	0.061
	0.2	0.40	0.80	0.120
	0.3	-	-	0.180

표 1은 하면 불균등 오손에 따른 섬락특성 분석을 위한 실험조건을 보이고 있다.

그림 4는 표 1의 조건을 이용한 오손섬락 실험결과를 보이고 있다. 하부면 불균등 오손의 경우에 있어서도 상하부 불균등 오손의 경우에서와 같이 누설전류 특성과는 별개의 섬락전압 특성이 관찰되었으며, 오손면적 증대에 따른 섬락전압 또한 큰 차이를 나타내지 않았다.

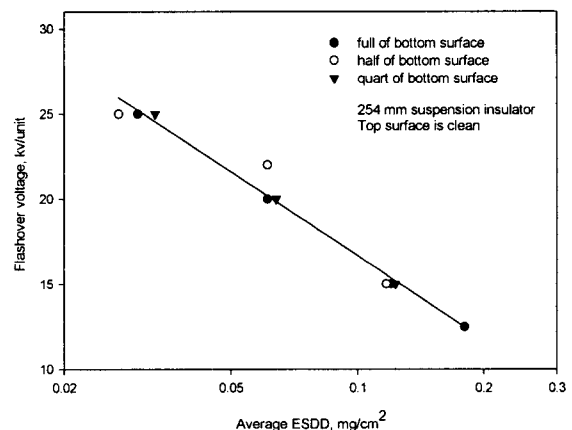


그림 4. 불균등 오손에 따른 섬락전압의 차이
Fig. 4. Difference of flashover voltage with nonuniform contamination

3. 결 론

옥외 절연물을 오손시키는 주요 요인중 바람의 경우에는 직접적으로 오손물의 부착에 관련이 있을 뿐만 아니라, 오손물의 부착 방향까지도 영향을 미치고 있다. 이러한 결과를 토대로 본 논문에서는 불균등 오손에 따른 전기적 특성에 미치는 영향에 대해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 실제 옥외환경에서 발생 가능한 다양한 오손 조건으 가정하고 이를 실험 및 평가할 수 실험장치를 고안 및 제작하고, 각종의 실험조건으 적절히 선정하였다.

2. 절연물의 형상에 따른 공기역학적 특성, 기후·환경요인 등으로 인해 IEC 60507 등과 같은 시험법과는 달리 불균등 오손이 발생하는 현장의 특성을 감안하여 상하부 및 하부 불균등 오손에 따른 누설전류 특성 및 섬락전압 특성을 통하여, 불균등 오손이 절연물의 전기적 특성변화에 미치는 영향을 파악할 수 있었다

참 고 문 헌

- [1] “送變電備의 鹽害對策”, 電氣協同研究 第 20卷 第 2号”, 電氣協同研究會-變電設備耐鹽設計專門委員會, 1979. 9.
- [2] “'99 配電設備 故障豫防 및 解決對策“, 韓國電力公社 配電處, 2000.4
- [3] “電力設備의 鹽塵害對策에 關한 研究(III) - 綜合編“, 韓國電力公社 技術研究院, 1988. 6
- [4] 金勢喜, 鄭銅元, 丘成宗, 金鍾常, “耐鹽設計와 鹽害汚損 Map 作成研究“, 韓國電力公社 技術研究院, 1988.
- [5] “鹽塵害 汚損程度 및 基準定立에 關한 研究 - 2次年度 中間報告書“, pp. 3-4, 韓國電力公社, 2000. 10.
- [6] “ES 131 - 애자시험방법“, 한국전력공사, 1998. 6
- [7] 최남호, 한상옥, “해안도달거리에 따른 서해안 지역 염해 오손물의 분포특성“, 대한전기학회 논문지, 제 50권 6호, pp 276~280, 2000. 6.
- [8] Ravi S. Gorur, Edward A. Cherney, Jeffrey T. Burnham, “Outdoor Insulators“, pp 145~163, Ravi S. Gorur, Inc., 1999