

송전용 현수애자의 인공오손 평가

Evaluation of Artificially Contaminated Suspension Insulators for Transmission

김찬영*, 최인혁**, 홍동석**, 김범수**
우석대학교*, 전력연구원**

Chan Young Kim*, In Hyuk Choi**, Dong Suk Hong**, Beom Soo Kim**
Woosuk University*, KEPRI**

Abstract

This paper presented the results of evaluation of artificially contaminated suspension insulators for transmission lines. The suspension insulators were contaminated with kaolir and clay which were included various amount of natural salt. The degree of contamination were evaluated by measuring equivalent salt deposit density(ESDD). Then, the leakage currents were measured as a function of applied voltage, degree of contamination, humidity.

Key Words : Suspension Insulator, Artificial contamination, Kaolin, Equivalent Salt Deposit Density

1. 서 론

본 연구에서는 애자에 대한 인공오손시험을 통해 애자의 신뢰성을 평가하고자 한다.

일반적으로 세라믹 재질의 특성은 경년에 따라 거의 변하지 않는다. 그러나 세라믹 재질의 특성이 거의 변화되지는 않음에도 불구하고, 애자의 표면에 부착된 오손물에 의한 고장은 종종 보고되어 왔다. 특히 해안지역에 설치된 애자에 염분이 부착되어 절연파괴되는 빈도는 청정지역에 설치된 애자와 비교해 높은 것으로 나타나고 있다.

애자의 표면에 부착되는 염분은 장기간에 걸쳐 누적되기도 하고, 폭풍이나 태풍 등에 의하여 급속도로 진전되기도 하며, 우천에 의한 자연세정으로 부착된 염분량이 감소되기도 한다. 또한 애자에 부착되는 오손도는 애자의 종류와 지역에 따라 큰 차이를 보이고 있는 것도 현실이다.

애자의 오손도를 평가하는 가장 좋은 방법은 지역별 오손 데이터를 지속적으로 확보하는 것이다.

그렇지만 오손도 평가는 단순 반복적인 작업이기 때문에 많은 노동력과 시간을 필요로 한다.

이와같은 오손도 평가의 어려움을 극복하기 위해, 애자에 대한 인공오손을 통해 전기적 특성을 시험하고, 현장결과와 상관관계를 규명하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 애자를 정해진 절차에 따라 오손시켜 전기적 측정 결과와 비교하여 분석하였다.

2. 본 론

2.1 애자의 인공오손 시험방법

애자에 대한 인공오손 시험방법은 매우 다양하다. 따라서 오손방법을 선택함에 있어서 지역, 환경, 용도 등에 적합한 시험방법을 선택하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 국제전기기술위원회(IEC)에서 제안하였고, 세계적으로 가장 많이 사용되는 방법인 등가염분부착밀도(Equivalent Salt Deposit Density, ESDD) 측정법을 사용하였다. 이 연구에서는 물에 Kaolin, 황토 등의 비용해성 물질과 식염을 넣은 오손물을 만들고 애자를 함침하여, 염분

우석대학교 반도체전자자동차공학부
(전북완주군 삼례읍 후정리 490)
Fax: 063-291-9312
E-mail : kimcy@woosuk.ac.kr

과 비용해성 물질이 애자에 부착되도록 한 다음, 건조시켜 교류전압을 인가하고 애자표면에 흐르는 누설전류를 측정하였다. 또한 애자 표면을 등가염분 부착밀도에 따라 오손등급을 평가하였다. 그림 1에는 애자를 인공오손 시키는 방법 및 특성화시키는 방법을 차트로 나타냈다.

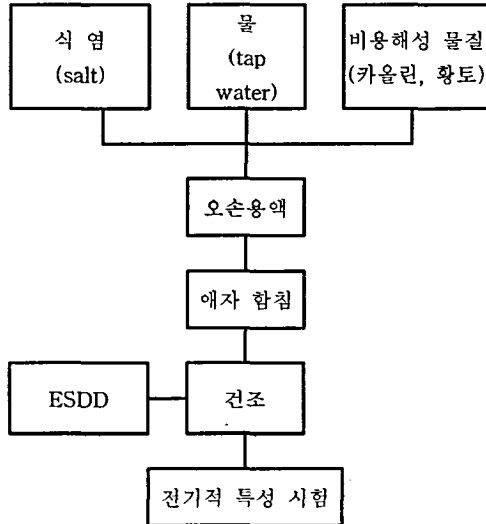


그림 1. 애자의 인공오손 시험법

2.2 카울린 및 황토

카울린은 일본(Junsei Chemical Co., Ltd.)에서 제공된 것을 사용하였고, 황토는 진라북도 고창군 상하면에서 채취하여 그림 2의 과정을 거쳐 준비한 정제된 황토를 사용하였다. 황토를 수돗물(tap water)에 세척하고 sieve # 18(1 mm)을 사용하여 미세한 황토만을 걸러 80℃의 챔버에서 5일 정도 건조시킨 다음 칭량하여 사용하였다.

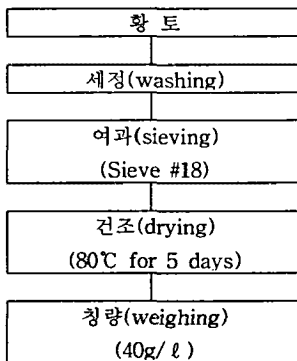


그림 2. 황토의 정제과정

2.3 인공오손액

인공오손액은 수돗물에 일정량의 카울린 또는 황토를 혼합하고 식염량을 증가시켜 가면서 표 1~2에서와 같이 12종류를 준비하였다.

표 1. 카울린을 이용한 인공오손액

시료번호	물의 량 (ℓ)	카울린 (g)	식염량 (g)	물 1ℓ 당의 식염량
1-1	20	800	500	25.0 g/ℓ
2-1	20	800	750	37.5 g/ℓ
3-1	20	800	1,000	50.0 g/ℓ
4-1	20	800	1,250	62.5 g/ℓ
5-1	20	800	1,500	75.0 g/ℓ
6-1	20	800	2,000	100.0 g/ℓ

표 2. 황토를 이용한 인공오손액

시료번호	물의 량 (ℓ)	황 토 (g)	식염량 (g)	물 1ℓ 당의 식염량
1-2	20	800	500	25.0 g/ℓ
2-2	20	800	750	37.5 g/ℓ
3-2	20	800	1,000	50.0 g/ℓ
4-2	20	800	1,250	62.5 g/ℓ
5-2	20	800	1,500	75.0 g/ℓ
6-2	20	800	2,000	100.0 g/ℓ

2.4 인공오손시험

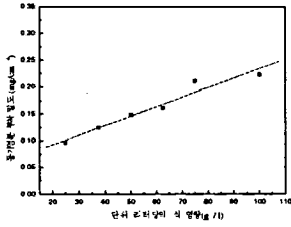
인공오손액에 25,000 lbs와 36,000lbs 애자를 15초 동안 함침하여 애자의 표면에 인공오손액이 부착되도록 한 다음 음지에서 건조시켰다.

2.5 시험결과

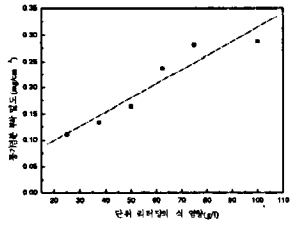
2.5.1 등가염분 부착밀도 측정

애자의 표면에 부착된 오손물을 200ml의 증류수로 세정하고, 오손물의 전도도를 측정하여, 애자의 표면적으로 나누어 등가염분 부착밀도를 계산하여 오손도를 측정하였다.

오손물을 만들때 물의 단위 리터당에 포함되는 식염량이 증가할수록 등가염분부착밀도가 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나 식염량이 1 리터당 100g 이상 포함되는 경우에는 등가염분부착밀도가 포화되는 경향이 있는 것으로 판단되었다. 비용해성 물질로 사용된 카울린과 황토의 실험결과가 약간 다른 경향을 나타냈다. 카울린보다는 황토를 사용하였을 경우에 등가염분부착밀도가 높은 것으로 확인되었다. 즉 식염량을 100g/ℓ를 첨가하였을 경우에 카울린을 사용한 애자는 C급으로, 황토를 사용한 애자는 D급으로 오손되었다. 이와 같이 오손등급의 차이는 카울린과 황토의 표면장력의 차이 때문인 것으로 판단된다. 그리고 황토보다는 카울린에서 데이터 분포가 균일하였다. 이것은 황토보다 카울린의 입자 크기가 균일하기 때문으로 판단된다. 또한 애자의 종류별 관찰에서 25,000 lbs보다는 36,000 lbs의 애자에서 염분 부착밀도가 적은 것으로 나타났다. 이것은 애자표면의 상태(유약상태)가 다르기 때문으로 판단된다. 그림 3은 식염량에 따른 등가염분 부착밀도를 나타냈다.



(a) 카울린



(b) 황토

그림 3. 식염량에 따른 등가염분분무착밀도(25,000 lbs)

2.4.2 누설전류 측정

2.4.2.1 비오손 애자의 건조 및 분무시의 누설전류 측정

오손되지 않은 애자의 누설전류를 측정한 후에, 애자의 표면에 증류수를 분무하여 젖게 한 후에 누설전류를 다시 측정하였다. 그림 4~5에서와 같이 비오손애자의 누설전류는 분무 후에 교류전압 10 kV에서 약 10% 정도의 증가하였지만 그 폭이 크지는 않았다. 따라서 오손되지 않은 애자의 누설전류로 판단하였을 경우에 우천시에서 신뢰성이 있는 것으로 판단된다.

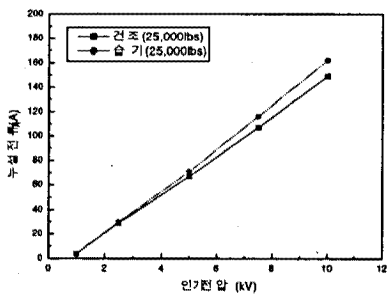


그림 4. 분무에 의한 비오손 애자의 누설전류 변화 (25,000 lbs)

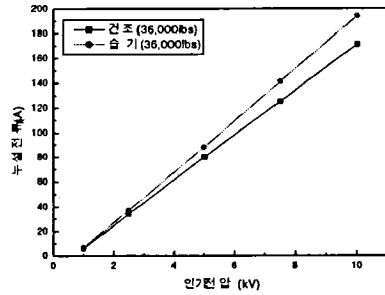


그림 5. 분무에 의한 비오손 애자의 누설전류 변화(36,000 lbs)

2.4.2.2 비오손 및 오손 애자의 건조상태 누설전류

그림 6~7은 오손되지 않은 25,000 lbs와 36,000 lbs 현수애자의 건조상태 누설전류이고 그림 8~11은 각각 카울린과 황토로 오손된 애자의 건조상태 누설전류 측정값이다. 따라서 건조상태에서는 애자가 오손이 되었다 하더라도 누설전류의 변화가 매우 적다는 것을 알 수 있다.

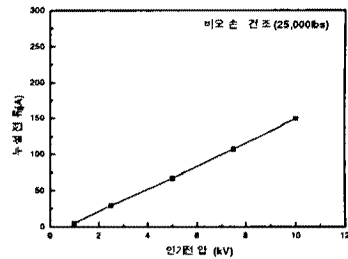


그림 6. 비오손애자의 건조시 누설전류(25,000 lbs)

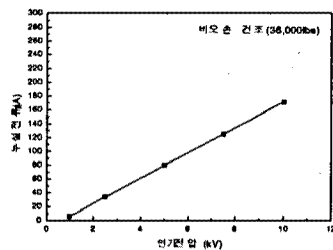


그림 7. 비오손애자의 건조시 누설전류(36,000 lbs)

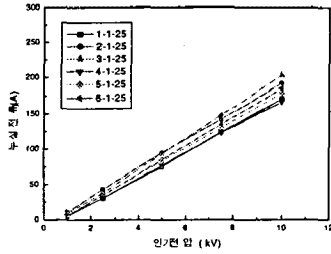


그림 8. 오손애자의 건조시 누설전류(25,000 lbs, 카울린)

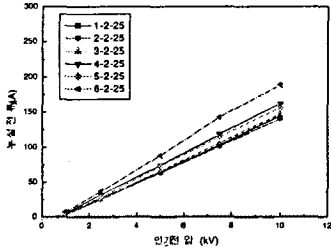


그림 9. 오손애자의 건조시 누설전류(25,000 lbs, 황토)

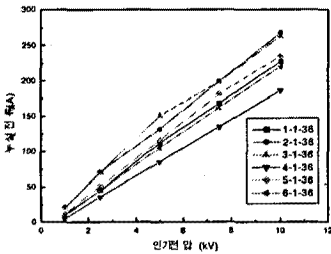


그림 10. 오손애자의 건조시 누설전류(36,000 lbs, 카울린)

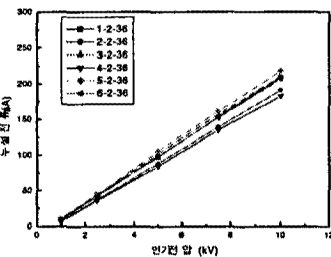


그림 11. 오손애자의 건조시 누설전류(36,000 lbs, 황토)

2.4.2.3 오손된 애자의 건조 및 흡습시의 누설전류 측정

그림 12~13은 각각 B급 및 C급으로 오손된 애자의 건조상태의 누설전류 및 증류수를 분무하여

애자의 표면이 젖었을 경우의 누설전류 변화를 관찰한 그래프이다. 그림에서와 같이 그습된 애자의 표면에 분무하고 측정한 누설전류는 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다.

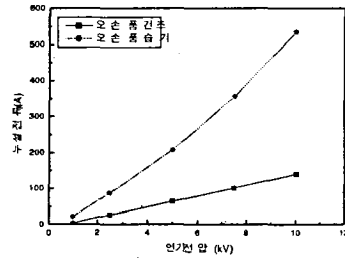


그림 12 오손등급 B급

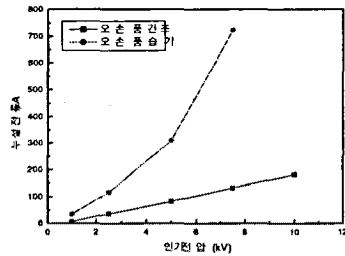


그림 13 오손등급 C급

3. 결론

가. 애자에 대한 인공오손을 실시하여 식염량에 따른 오손등급을 평가하였다.

- (1) 식염량이 1 리터당 100g 이상 포함되는 경우에는 등가염분부착밀도가 포함되는 경향이 있었다.
- (2) 비용해성 물질로 사용된 카울린과 황토의 실험결과가 약간 차이가 있었다. 즉 카울린보다는 황토를 사용하였을 경우에 등가염분부착밀도가 높은 것으로 나타났다.
- (3) 황토보다는 카울린에서 데이터의 분포가 적었다.

나. 비오손 애자 및 오손 애자에 대한 건조상태, 인공오손상태, 증류수를 분무하였을 경우에 누설전류를 각각 측정하였다.

- (1) 비오손애자의 누설전류는 분무 후에 교류전압 10 kV에서 약 10% 정도의 증가하였지만 이것은 큰 증가는 아닌 것으로 판단되었다. 따라서 오손되지 않은 애자의 우천에 따른 누설전류는 크지 않을 것으로 판단된다.
- (2) 오손된 애자의 건조상태 누설전류는 오손되지 않은 애자와 큰 차이는 없었으나, 애자의 표면에 분무하고 측정한 누설전류는 급격하게

증가하였다. 따라서 오손된 경우라도 건조상태일 경우에는 누설전류에 큰 영향을 미치지 않지만 습도가 높거나 우천시에는 누설전류가 증가한다는 것을 추정할 수 있다. 따라서 현장 누설전류 측정시에는 습도와 같은 주위환경과 관련하여 측정하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- [1] 심용보외, "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구", 한국전력공사 전력연구원, 최종보고서 '02전력연-단146, pp. 71-87, 2002
- [2] 이위문외, "전력설비의 염진해대책에 관한 연구(III)", 한국전력공사 기술연구원, 종합편 KRC-84S- J09, pp. 58-499, 1988
- [3] K. Naito et al., "Test Method and Results for Recent Outdoor Insulation in Japan", IEEE Transaction on Dielectric and Electrical Insulation, Vol. 6 No. 5, pp. 732-742, October, 1999
- [4] T. Sorqvist and A.E. Vlastors, "Hydrophobicity and leakage current statistics of polymeric insulators long-term exposed, to coastal contamination", Conference Record of the 1996 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Montreal, Quebec, Canada, June 16-19, pp. 335-338, 1996
- [5] Liang Xidong et al., "Application and Evaluation of Composite Insulators in China", Korea-China Int'l Joint Symposium", KERI pp. 83-96, 2001
- [6] Sogo Matsui et al., "State of the Art of Insulator Technology for Transmission Lines in Japan", CIGRE SC22, Sendai Meeting, pp. 19-27, 1997
- [7] K. Takasu, "Measurement of Insulator Contamination and Artificial Contamination Test Techniques on Insulator String", CRIEPI, Yokosuka Res. Lab, June 1999