

염분 오손 자동측정에 관한 연구

곽 회로, 김 한상⁰, 권 동진, 이 동준, 김 경화, 조 국희
승실대학교 전기공학과

A Study on the Automatic Measurement of Salt Contamination

Hee-Ro Kwak, Han-Sang Kim⁰, Dong-Jin Kweon, Dong-Zoon Lee, Kyoung-Wha Kim, Kug-Hee Cho
Dept. of Electrical Engineering, Soong Sil University

Abstract

In this paper, the automatic device for measuring the salt contamination on insulators was developed. The device consists of electronic insulators, measuring system, monitoring system, and printer.

It was shown that the level of salt contamination measured by the developed device is similar to that measured by the brush cleaning method.

Therefore, the developed automatic measuring device can be used in field, in order to predict the cleaning time of insulators and prevent the failure due to the salt contamination.

1. 서론

송·배전선이나 말·변전소 등에 사용되고 있는 예자류에 해수의 미립자가 부착되면 함유된 수분이 증발한 후 해수 중의 염분만이 남게 되고, 이것의 반복과정에 의하여 염분은 예자표면에 누적되어 염해사고를 일으킨다. 염해사고가 발생하면 사고복구에 많은 시간과 인력이 소요된다. 현재, 예자에 대한 집짐은 염분부착량을 필세법으로 측정하여 오손등급 한계치를 초과할 것으로 예상되면 구간별로 예자를 세정하고 있는데, 이 방법은 작업자나 작업환경에 따라 오차가 발생할 가능성이 크기 때문에 신뢰성에 문제가 있다.^[1]

본 연구에서는 예자표면에 전극이 배치되어 누설전류를 온라인으로 상시 감시할 수 있는 염분검출용 예자를 이용하여 자동으로 염분오손량을 측정할 수 있는 장치를 개발하였다. 이 장치는 염분량이 예자에 부착된 상태에서 증기로 습윤하고 그때의 누설전류를 측정하여 오손도를 자동기록한다. 따라서, 예자에 누적된 염분량을 자동으로 장기간 측정할 수 있고, 이 결과는 측정 현장에서 주 컴퓨터로 온라인 송신이 가능하다. 본 연구에서 개발한 염분오손량 측정장치의 신뢰도를 입증하기 위해 오손등급별로 급속오손시켜 염분부착밀도에 따른 측정오손량의 관계를 확인하였으며, 예자의 세정시기에 도달할 때까지 일정한 염분량을 계속 누적시키고, 온라인으로 예자의 오손 진행여부를 측정하

여 예자의 세정시기를 예측하였다.

2. 실험장치

본 연구에서 구성한 실험장치는 염분검출용 예자와 측정장치 및 PC와 통신부분으로 크게 구분할 수 있으며, 그림 1에 염분오손도 측정시스템을 나타내었다.

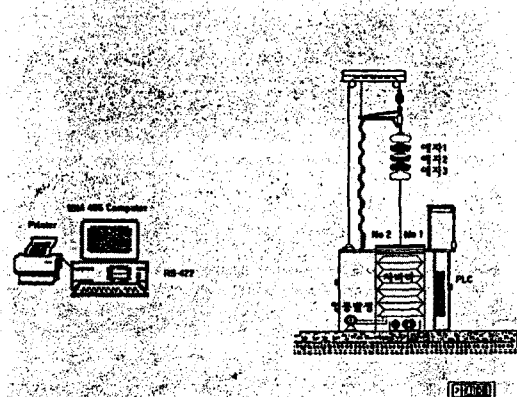


그림 1 염분오손도 측정시스템
Fig. 1 Measuring system of salt contamination

2.1 염분검출용 예자

염분검출용 예자는 실제 사용되는 254[mm] 현수예자와 같은 전량과 표면적(상면 550[cm²], 하면 800[cm²])을 가지고 있으며, 예자표면에 백금으로 된 노출전극을 가지고 있다. 이 전극들은 예자표면의 염분오손량에 상당하는 누설전류를 측정하는데 사용되며, 주전극과 중간전극으로 구분되어 방사구조로 설치되어 있다.

중간전극은 0.25[mm]의 너비와 0.25[mm]의 간격으로 주전극 사이에 13개 설치되어 있다. 이것은 측정표면을 늘리고, 주전극과 중간전극의 단락을 방지하며, 전류가 주전극사이에 흐르게 한다.^[2] 염분 검출용 예자는 측정값의 신뢰도를 높이기 위해 3개를 수직으로 연결하였으며, 그 상단과 하단에는 일반 현수예자를 1개씩 설치하였다. 그림 2에 염분검출용 예자를 나타내었다.

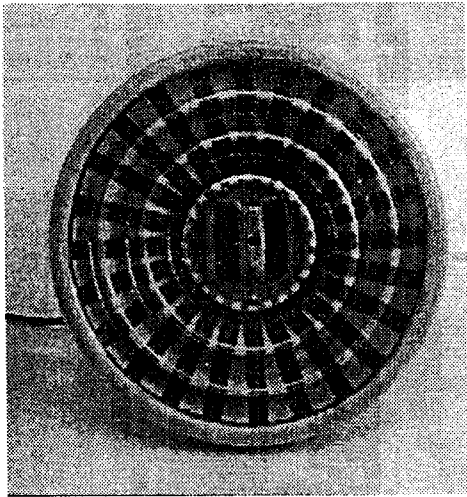


그림. 2 염분검출용 애자
Fig. 2 Insulator for detecting salt

2.2 염분 측정장치

염분 측정장치는 애자운송기구, 증기실, 급수장치, 열풍발생기, 자바라로 나눌 수 있으며 다음과 같은 기능을 가지고 있다.

애자운송기구는 정상시에는 염분검출용 애자가 측정기 본체의 외부에 애자 송강용 와이어 로프(Wire rope)에 의하여 지지되어 있다가, 염분부착량을 측정할 경우에는 증기실 내부로 이동시키는 장치이다.

염분검출용 애자는 건조된 상태에서 전기 전도도를 측정할 수 없기 때문에 증기실에서 습윤한다. 증기발생장치의 내부에는 증기발생용 히터(Heater)가 설치되어 있다.

열풍발생기는 측정 종료시에 증기실 내부를 건조시키고, 염분검출용 애자가 10[°C]이하일 경우에도 오손도 측정이 용이하도록 애자하면을 예열하는데 사용된다.

그리고, 자바라는 염분오손량 측정시에 외부의 습도나 온도의 변화를 줄이는데 사용된다.

또한, PLC시스템은 전원 unit, CPU unit, Computer link unit, 입력 unit, 출력 unit, A/D 변환 unit로 구성되어 있다.^[3]

3. 실험방법

본 장치에서는 각 단계별 동작내용이 PC의 모니터에 나타난다. 따라서 작업현장에 나가지 않더라도 PC의 모니터 상으로 작동 진행여부를 감시할 수 있다. 측정이 시작되면 증기를 발생시키기 위한 첫 단계로 증기발생 자동제어에 의해 증기실은 적당하게 증기가 충전되어지고 충전과정이 완료되면 측정장치의 증기실이 열리면서 애자가 하강한다.

애자하강이 완료되면 증기실이 닫히고 애자의 온도가 10[°C]이하의 경우에도 측정이 용이한 온도가 되도록 습윤에 앞서 열풍발생기에 의해 애자를 가열한다. 가열 후 애자를 습윤시키기 위

해 자바라가 상승된 상태에서 습윤되며, 습윤이 완료되면 자바라가 하강하고, 외기 및 증기실 내부온도, 애자온도 및 애자의 전극저항을 측정한다.

측정이 완료되면 애자를 건조시키고, 완료 후 애자를 원상태로 복구시킨다.

그리고, 증기실 내부의 습기를 제거하기 위하여 자바라를 상승시킨 후 건조가 실시되며, 건조가 완료되면 자바라가 하강되면서 1회분의 시험이 종료된다.

그림 3에 각 단계별 내용을 Block Diagram으로 나타내었다.

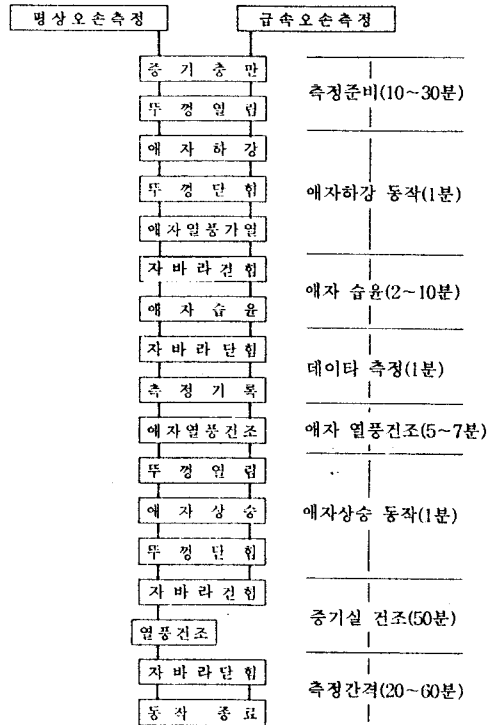


그림. 3 자동측정 동작 흐름도

Fig. 3 Flow-chart of automatic measurement

4. 실험결과 및 고찰

그림 4는 기존의 필세법과 염분오손 자동측정 장치의 실험결과를 비교한 것으로, 각 오손등급에 해당되는 염분량(분무시 미부착량을 고려하여 A용액 : 100[mg], B용액 : 150~200[mg], C용액 : 250~300[mg], D용액 : 450~500[mg]을 물 10[cc]에 용해함)으로 애자를 오손시킨뒤, 염분오손 자동측정 장치로 염분량을 측정된 값과 측정후 필세법으로 애자에 오손된 염분량을 물 200[cc]로 새정하여, 그 새정된 염분량을 직독식 염분계로 측정해본 결과, 염분오손 자동측정 장치로 측정된 값과 필세법으로 측정된 값이 비슷하게 측정되었다.

필세법 측정의 염분량이 염분오손 자동측정 장치에 비해 다소 적은 것은, 측정봉이나 측정용기 등에 따른 오차가 발생되기 때

문이다. 하지만 기존에 사용하던 필세법과 거의 비슷한 염분량이 추출되었기 때문에, 이 염분오손 자동측정장치의 신뢰도를 입증할 수 있었다.

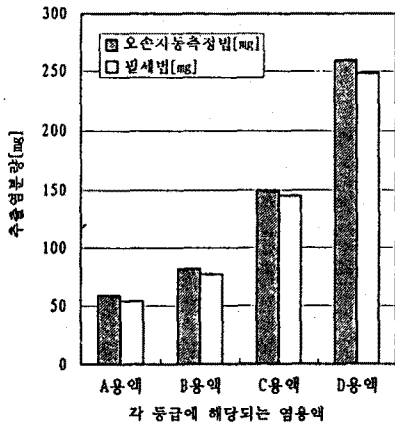


그림 4 오손등급에 따른 추출 염분량
Fig. 4 Measurement of salt with contamination class

그림 5는 각 등급별로 예자의 오손 진행여부를 알기위하여, 각 등급에 해당하는 일정한 염분량을 5회로 나누어 누적 오손시킨 것으로 우선, 측정해 앞서 예자를 깨끗이 세정한 후, 각 등급에 해당하는 염분량을 10[cc]의 물에 용해시킨 뒤, 분무기를 이용해서 약 2[cc]씩 5회로 나누어, 예자하면에서 약 30[cm]의 거리를 두고, 상부각도 45°로 향하여 분무시켰다.

그림을 보면 누적분무량 횟수가 증가할수록 염분량이 누적되어 각 오손등급기준(A등급: 0~0.063[mg/cm²], B등급: 0.063~0.125[mg/cm²], C등급: 0.125~0.25[mg/cm²], D등급: 0.25~0.5[mg/cm²])에 근접함을 알 수 있었고, 따라서 예자의 누적오손 진행여부를 알 수 있었다.

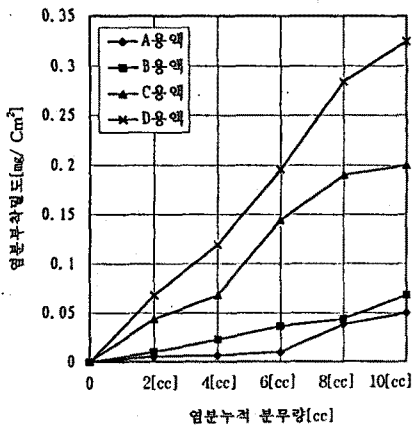


그림 5 염분누적 오손에 따른 염분부착밀도
Fig. 5 Density of salt with accumulative salt contamination

그림 6은 각 오손등급에 해당하는 일정한 염분량을 누적 오손시킴에 따른 절연저항을 나타낸 것으로, 각 등급별로 누적 오손된 염분량이 증가할수록 절연저항값이 감소하였다.

따라서, 오손이 심할수록 예자의 절연저항이 급격히 저하됨을 알 수 있었다.

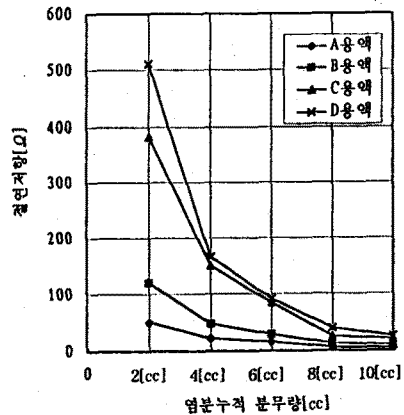


그림 6 염분 누적오손에 따른 절연저항
Fig. 6 Insulation resistance with accumulative salt contamination

5. 결론

본 연구에서는 현장예자와 동일조건으로 예자에 누적된 염분량을 자동으로 장기간 측정할 수 있고, 측정결과를 온라인으로 주 컴퓨터로 송신이 가능하며, 상시 염해를 감시할 수 있는 염분오손 자동측정 장치를 개발하였다.

개발된 염분오손 자동측정 장치로 측정한 오손도가 필세법으로 측정한 오손도와 비슷하므로 개발된 장치의 신뢰도를 입증하였다.

따라서, 각 등급에 해당하는 일정한 염분량을 계속 누적시키 각 오손등급 한계치에 이르는지 확인하였으며, 온라인으로 예자의 오손진행 여부를 알 수 있기 때문에, 예자의 세정시기를 예측할 수 있어, 염해에 의한 설비사고를 예방할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 李位文 외, "진력설비의 염전해 대책에 관한 연구(Ⅲ)," 한전기술연구원 보고서, pp.8~27, 1988.
- 郭熙魯·金漢相·權東慶 등, "염전해 측정용 전자식예자의 목성에 관한 연구," 한국조명·전기설비학회 추계학술 발표회, pp.83~86, 1994.
- 곽희로 등, "염분오손도 측정장치 개발," 한국전력공사 보고서, pp.1~70, 1995.
- D.G.Tamaskar, "Operation Experience of Salt Contaminated High-Volt Insulator," IEEE journal-EL, Vol.56, No.3, pp.164~170, 1976.
- 李斗石, "送電線用 碍子の 鹽塵害 汚損特性에 관한 研究," 인세대 하위논문, pp.1~80, 1987.
- "Study of pollution problem," NGK insulator Ltd, TN-68003, pp.3~112, 1968.