

발전주파수 및 전도도를 통한 오손도 자동측정

Automatic Measurement of the Degree of Contamination with Electric Conductivity and Oscillating Frequency

최남호*, 구경완, 이명섭, 한상옥, 정재기

N.H. Choi, K.Y. Koo, M.S. Lee, S.O. Han, J.G. Jung

Abstract

To reduce the maintenance expense, and the possibility of electric outage and accident, we should optimize the outdoor insulation system. And for the optimization, accurate measurement for the degree of contamination with climatic conditions, such as wind, rain, and drought, should be carried. However the classical measuring method, brush wiping, has some problems in the aspect of man power, reliability, and expense. In this paper, we propose two type apparatus, which could detect the degree of contamination on insulators in outdoor insulation system, such as transmission and distribution line insulator and bushing. One use the leakage current, and the other use the oscillating frequency to check the degree of contamination. To avoid the oxidation of electrode AC source, and the low degree of contamination was applied. From the result of this investigation we could get the good relationship between the degree of contamination and the leakage current and oscillating frequency

Key Wards(중요용어) : Contamination, Conductivity, Oscillating frequency, Automatic measurement

1. 장 서 론

대부분의 송·배전 선로는 그 고유의 특성 및 규모 등의 조건에 의해 가공선로의 형태를 띠게 되며, 이로 인해 불가피하게 옥외의 환경에 노출되어 오손의 영향하에 놓이게 된다.

국내의 전력설비에 있어서, 오손의 중요 요인으로 는 반도라는 지리 및 지형적 요인을 들 수 있다. 즉, 해안선이 비교적 길고 다수의 전력설비가 해안에 위치함으로써 염해에 노출되기 쉽다. 또한, 몬순 및 태풍 등으로 인해 다량의 염류가 내륙으로 유입되기 용이한 기상조건도 지니고 있다.

아울러, 최근에는 봄철의 황사가 그 정도를 더해가

고 있으며, 생활수준의 향상과 산업의 발달에 따라 각종의 환경적 오손요인이 급격히 악화되어가고 있다.

이상의 현황으로 인해, 오손에 의한 전력설비의 사고 및 이에 따른 경제적 손실을 방지하기 위해서는 기상조건, 환경조건 등을 중심으로 한 전력설비에 대한 오손도의 측정 및 경향성 파악 등이 가장 큰 과제로서 대두되었다.

지역에 따른 오손도를 설정하고자한 과거의 연구에 있어서는 국내외를 막론하고 주기적 수동 측정법을 적용하는 것이 일반적인 추세였다. 그러나, 수동측정법의 경우 다음과 같은 다양한 문제점을 내포하고 있어 자동 오손도 측정법을 통한 고정확도의 수시 오손도 측정이 요구되고 있다.

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

첫째, 막대한 인력을 요구한다. 전력설비의 경우, 해안 지역을 중심으로 위치한 발전소로부터 내륙에 위치한 대규모의 도시 및 공단과 같은 전력소비지로의 송전 및 배전계통은 물론 변전소 등과 같은 각종의 전력설비의 위치를 고려하여야 한다. 또한 우리나라는 비교적 적은 면적의 국토에 비해, 긴 해안선과 다양한 기후조건을 나타내고 있다.

둘째, 측정의 오차가 크다. 측정결과를 토대로 한 최적의 오손등급선정을 위해서는 측정결과와 신뢰도 확보가 최대의 관건이 될 것이다. 그러나 수동측정방법에 있어서는 측정시점을 동일하게 하는 것은 곤란하며, 측정조건이 상이하다. 또한, 측정자간의 측정방법 차로 인해 측정결과와 신뢰도가 저감되게 된다.

셋째, 측정 결과의 신뢰도 향상을 위해서는 단기간 내에 전 개소에 대한 측정을 수행해야 하므로 막대한 인력이 동시에 투자되어야 한다. 즉, 경제적 측면에서의 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 수동 오손도 측정방법을 대체하고, 이미 개발된 몇몇 자동 오손도 측정장치의 결점을 보완한 형태의 자동 오손도 측정장치를 제안하고자 한다.

2. 장 실험

2.1 원리 및 장치

Fig.1은 전도도를 이용하여 염진해 오손정도를 측정장치의 센서부에 대한 개념도를 보이고 있다.

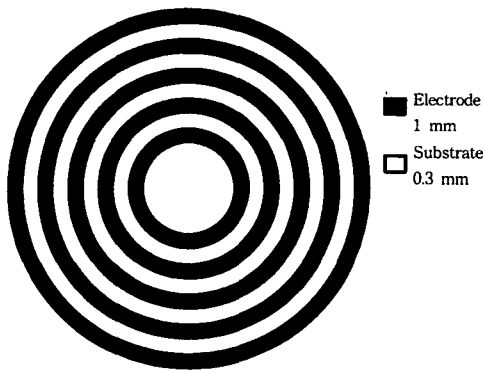


Fig. 1 Sensing part of conductivity sensor

전도도를 이용한 염진해 오손도 측정장치는 Fig.1에 보인바와 같이 내경 60mm, 외경 180mm의 원판형 절연체(글라스 에폭시; FR-4) 기판 위에 50개의

동심원전극을 에칭을 통해 제작하였다. 한편 입력은 AC 40V를 사용하였으며 각각의 전극은 배면의 전극을 통해 교번하여 접속시켜 사용이 용이한 구조를 갖도록 하였다.

한편 동으로 제작된 전극은 내식성 등의 특성을 고려하여 금도금 처리되었으며 전압인가후 습윤에 따른 누설전류의 변화추이는 10kΩ의 기준저항을 통하여 관측되었다.

Fig.2는 발진주파수를 이용한 오손도 측정장치의 회로도를 보이고 있다.

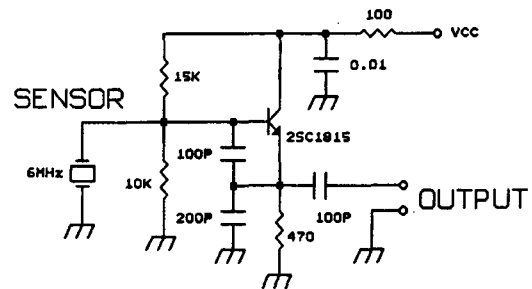


Fig.2 Circuit for the oscillating frequency type contamination sensor; Colpitts oscillator

수정진동자의 경우 표면에 부착되는 질량에 의해 그 발진주파수가 달라지는 것을 이용하였다. 발진주파수는 질량이 커질수록 처음 주파수보다 작아지므로, 누적된 염분의 양이 많으면 그 주파수가 낮아지게 된다.

2.2 방법 및 조건

전도도를 이용한 센서의 경우 앞서 밝힌 바와 같이 10kΩ의 기준저항을 이용하여 전압의 추이를 관찰하고 이를 환산하여 누설전류의 변화추이를 관찰하였다.

실험을 위해 3000μS의 전도도를 갖는 NaCl수용액을 제작하였으며 센싱부에 분무시킨 후, 습윤조건에 따른 시료간의 오차를 방지하기 위하여 동시에 실험되는 3개의 시료를 모두 30분간 drying oven으로 건조처리하여 초기조건을 동일하게 설정하였다.

또한, 일반적인 누설전류와 상대습도 및 온도는 밀접한 관련성을 지니므로 온도 및 습도의 변화추이도 동시에 관찰하였다.

수정진동자의 한쪽 면을 외부로 노출시켜 누적되는 염분을 측정하게 하였으며, 초기주파수를 측정하고 일정 농도의 오손액을 분사, 완전 건조시킨 후 주파

수의 변화를 측정하여 비교하였다.

이때 수정진동자는 6MHz, 직경 14mm로 사용하였으며, Fig.2에서와 같이 콜피츠(colpitts)발진회로를 사용하였다.

3.장 결 과

3.1 전도도센서

Fig.3은 전도도센서를 이용한 오손도 측정결과를 보이고 있다. 본 실험에서 사용한 조건은 $3000\mu\text{S}$ 의 오손용액을 제조하여 1~5회 센서부에 분무, 건조후 가습기를 사용하여 간이형 챔버내에서 습윤시켰으며 실험후 센서부에 부착된 염분의 양을 정량화 하기 위하여 400cc의 증류수를 이용하여 $72\pi\text{ cm}^2$ 의 면적을 세정하여 3.0, 4.0, 4.4 μS 의 전도도를 얻었다.

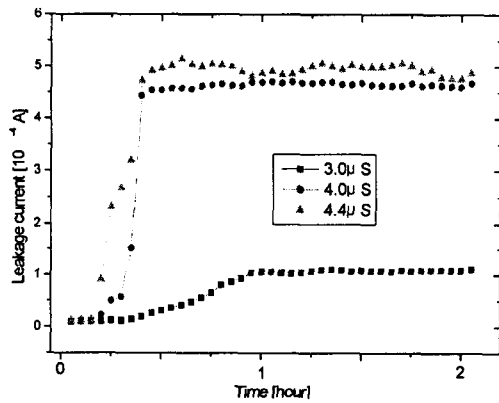


Fig. 3 Leakage current with the difference of contamination degree

오손정도에 따른 누설전류의 패턴은 1시간 경과이후 매우 안정적인 특성을 나타내었으며, 전체적인 오손정도의 판단을 위해서는 약 30분 정도의 습윤과정이 필요한 것으로 보인다.

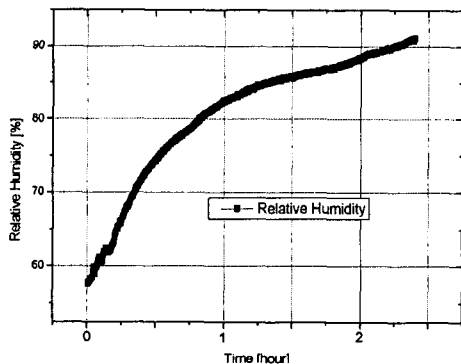


Fig. 4 Relative humidity with time

Fig. 4 는 Fig.3의 누설전류와 동시에 Galltec사의 TFK80J 온습도변환기를 이용하여 측정된 상대습도를 보이고 있다.

3.2 진동자센서

Fig.5 및 Table. 1은 진동자를 이용하여 오손정도를 발진주파수를 통해 측정된 결과를 보이고 있다.

Table. 1 Oscillating frequency with the difference in contamination degree

Conductivity	Oscillating frequency
clean	5988.908
1.3	5988.441
1.6	5988.031
2.2	5987.669
3.1	5986.406
3.4	5985.985

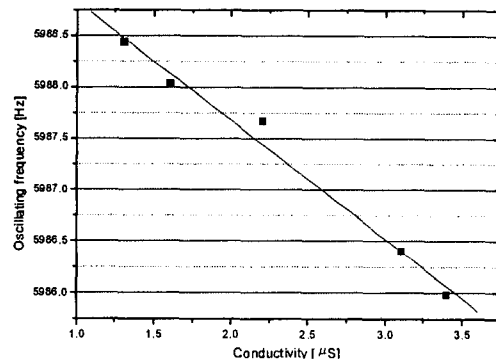


Fig. 5 Oscillating frequency with the difference in contamination degree

IEC 60507의 표준오손액(kaoline 40g per 1 liter water, and 1wt% NaCl, $\approx 1500\mu\text{S}$)을 sprayer를 이용하여 진동자에 분무하고 Fig. 2의 Colpitts oscillator 회로 및 주파수 측정장치를 이용하여 발진주파수의 변화를 관측하였다.

또한, 발진주파수의 변화를 기존의 유사연구에서 사용되어온 등가염분부착밀도(ESDD)와 비교 검토하기 위하여 동시에 glass plate에 부착된 오손물을 400cc의 증류수로 세정 후 전도도를 통해 오손물의 양을 정량화 하였다.

전도도 센서는 일정 이상의 습도가 유지되거나, 별도의 습윤장치를 포함하는 경우 적용상 문제점이 없을 것으로 보인다.

그러나, 본 실험을 통해 얻어진 결과를 바탕으로는 약 80%이상의 습도를 필요하므로 건조기의 경우 새벽을 제외한 타시간대에는 적절한 동작특성이 확보되지 않을 수 있다.

이에 대한 해법으로는 펌터모듈을 적용하여 응축, 습윤시키는 방법이 있으나 별도의 전원, 제어 및 센서장치를 필요로 함을 과거의 연구를 통해 숙지한 바 있다.

발전주파수를 이용한 오손도 센서는 오손물의 누적에 따른 응답특성은 비교적 우수하지만 습윤시에는 동작특성이 매우 불량한 점이 가장 큰 단점으로 밝혀졌다.

자동 오손도 측정장치의 개발을 위해서는 추가적인 연구를 통하여 이상의 문제점들에 대한 검토를 수행함으로써 다양한 옥외환경에서의 우수한 동작특성을 확보하는 것이 절실히 필요로 되고 있다.

4. 장 결 론

전도도 및 발전주파수를 통한 오손도 자동측정장치의 개발에 관한 본 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 동심환형의 전도도를 이용한 오손도센서를 예칭공정을 통해 제작하였으며, 금도금을 통해 적절한 내구성을 확보할 수 있었다.
2. 본 연구를 통해 제작된 전도도 센서를 이용하여 표면에 부착된 염의 양과 누설전류간의 관련성을 보였으며, 상대습도 변화에 따른 누설전류의 경향성을 통해 최소 30분여의 습윤(상대습도 ≍ 80%)을 통해 오손정도에 대한 평가가 가능함을 보였다.
3. 발전주파수를 통한 오손도 측정장치를 이용하여 표면부착량과 발전주파수간의 선형적인 관련성을 보임으로써 염해, 진해 및 공해 등과 같은 다양한 오손에 대한 자동 오손도 측정장치의 가능성을 보였다.

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
- [5]. 최남호, 박강식, 한상욱, “지리적 영향에 따른 염해 오손무질의 분포에 관한 연구”, 한국전기전자재료학회 하계학술대회 논문집, 2000, pp695-698
- [6]. “배전용 고분자 애자의 경년열화 설비 구축 및 진단 시스템 개발연구”, 한국전력공사, 1997.8
- [7]. “송변전설비의 염해대책”, 일본 전기협동연구회, 전기협동연구 제 20권 2호
- [8]. “97송전설비 고장분석 및 대책(가공송전선로 고장사례분석)”, 한국전력공사 송변전처 송전운영부, 1998.3