

## 지리적 영향에 따른 염해 오손물질의 분포에 관한 연구

### The Distribution of Salt Contamination with the Influence of Geographical Condition

최남호\*, 국연호\*\*, 조성인\*\*, 박강식#, 한상옥\*  
Choi Nam Ho, Kook Yern Ho, Jo Sung In, Han Sang Ok

#### Abstract

This paper present the result of the investigation, the distribution of salt contamination with the influence of geographical condition. To get the ESDD data, a conventional brush washing method was adapted, and IC(ion chromatography) was used to measure the quantity of anions, such as  $Cl^-$  and  $SO_4^{2-}$ . And we make an analysis on the distribution of salt contamination with the increase of distance from shore. With 10 month ESDD data, we seek the 95% ESDD value with interpolation method. With these analyses, we had obtained the formulation concerned with the distance from sea. And could know the composition of contamination.

**Key Words(중요용어)** : contamination, salt, ESDD, geographical condition, ion chromatography

#### 1. 서론

전력설비에 대한 주요 오손 요인으로는, 지리 및 지형적 영향, 기후 및 계절적 영향, 환경적 영향 등으로 나누어 살펴볼 수 있다.

우리나라는 반도라는 지리적, 지형적 요인으로 인해 염해에 의한 영향에 매우 쉽게 노출되게 되며, Monsoon 및 태풍 등과 같은 기후적 요인에 의해서도 오손의 영향을 받게 되며 대표적 현상으로는 봄철의 황사현상, 태풍의 내습 등을 들 수 있다.

한편, 최근에는 산업의 발달에 따라 그 심각성이 더해져 가고 있는 환경적 요인에 의한 오손이 커다란 문제로 부각되고 있다.

기존의 오손사고는 대부분 염해에 의한 것으로 알려져 있으나, 최근에는 해안에 위치한 각종의 공업단지나 도시의 경우 염해 및 공해가 공존할 경우 상

승효과를 일으킬 수 있으며 그 파급효과를 감안하여 관련된 많은 연구가 진행 중에 있다.

이상과 같은 현황을 고찰해 볼 때, 오손에 의한 전력설비의 사고 및 이에 따른 경제적 손실을 방지하기 위해서는 지리조건, 기상조건, 환경조건 등에 따른 오손특성을 파악하는 것이 필요로 된다.

아울러, 현실성을 고려하여 측정지점의 수를 제한하게 되는 경우에는 측정지점간의 미측정지점에 대한 수치를 적절한 수치해석방법(보간법)을 적용하여 산출하는 것이 필요로 된다.

본 연구에서는 ESDD 측정결과를 바탕으로 전국 7개지역의 주요 음이온 성분을 IC를 사용하여 구하고 상호간의 특성을 비교검토하였다.

보간법을 사용하여 95% ESDD값(대표값)을 계산하고 이들 데이터에 대해 다시 뉴턴 보간법을 적용하여 해안도달거리에 따른 특성을 분석하여 다항방정식을 도출하여 미측정지점들에 대한 오손도 추정

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

을 가능하도록 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 측정

염진해 오손도를 측정하는 방법은 크게 수동측정법과 자동측정법으로 나누어 볼 수 있다. 본 연구에서는 필세(brush wiping)를 이용한 수동측정방법을 사용하였다.

세정을 위해서 400 cc의 증류수를 사용하였으며 세정에 따른 전도도의 변화분을 온도보정 후 ESDD 산출공식에 적용하여 단위면적당 염분밀도를 얻었다.

### 2.2 시료 및 설비

염진해 오손도를 측정하는 방법은 크게 수동측정법과 자동측정법으로 나누어 볼 수 있다. 본 연구에서는 필세(brush wiping)를 이용한 수동측정방법을 사용하였다.

측정설비는 그림 1에 보인바와 같이 254 mm 자기재 현수애자 3개를 직렬로 연결하여 중앙의 애자에 대해 실제 사용될 경우와 유사한 배치조건을 형성시키고 비교적 기후조건에 영향을 적게 받는 중앙 애자의 하면에 대한 데이터를 취득하였다.

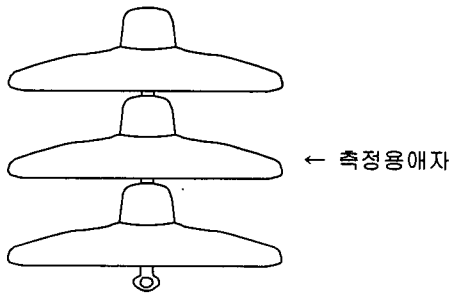


그림 1. 측정용 시료의 배치도

## 2.3 분석

### 2.3.1 성분분석

해염의 구성은 표 1과 같으며 염에 따라 전도도에 기여하는 정도도 각기 다르다. 본 연구에서는 금속

성양이온 외에  $Cl^-$ 와  $SO_4^{2-}$ 의 함량을 정량적으로 측정하기 위하여 Metrohm Ion Chromatoraph를 사용하여 전국의 7개소에 대하여 분석하였다.

표 1. 해수 1 kg중 염류의 질량

Salt	Weight [g]	%
NaCl	27.213	77.75
MgCl <sub>2</sub>	3.807	10.08
MgSO <sub>4</sub>	1.658	4.74
CaSO <sub>4</sub>	1.260	3.60
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.863	2.46
CaCO <sub>3</sub>	0.123	0.35
MgBr <sub>2</sub>	0.076	0.22
etc		
계	35.000	100

### 2.3.2 데이터분석

측정에 있어 현실적인 제약에 의해 염진해 오손도 측정지역 및 측정주기는 적절히 조절되어야 할 필요가 있다. 하지만 오손도 맵을 작성하거나 측정지점이 아닌 지역에 대한 오손도 값도 필요하게 되며 이를 해결하기 위해서는 적절한 데이터 처리가 요구된다.

본 연구에서는 이와 같은 데이터 처리를 위해 보간법을 적용하였다. 보간법이란 주어진 데이터 점들의 정보로부터, 그 점들 사이의 정보를 유추하는 수치적 방법이다. 실제 n개의 데이터가 존재할 경우 n-1차의 다항방정식을 얻을 수 있으나 95% ESDD값을 산정할 경우 차수에 따라서는 측정데이터 범위를 넘어서는 값을 갖을 수도 있으며 음의 값을 갖을 수도 있다.

이러한 점을 제거하기 위하여 본 연구에서는 1차에서 n-1차에 이르는 각 방정식의 그래프를 관찰한 후 비정상적인 수치를 지니지 않도록 고려하였다.

## 3. 결과

### 3.1 오손성분

표 2는  $Cl^-$  및  $SO_4^{2-}$ 의 분석데이터를 보이고 있다. 표 1을 통해 알 수 있는 바와 같이  $SO_4^{2-}$ 와  $Cl^-$ 는 주로 결합하는 금속성양이온이 다르다. 전체적인 두

음이온간의 비율을 통해 살펴보면 약 1:1에서 5:1 정도의 분포를 갖음을 알 수 있다. 관련분야에 대한 기존의 연구들이 공통적으로 지적하고 있는 특성으로 Na와 Mg의 해안도달거리에 따른 분포를 들 수 있다. 본 연구를 통해 분석된 두 음이온의 경우도 Na 및 Mg와 같은 해안거리에 따른 특성을 갖음을 알 수 있었다.

표 2. 지역별 음이온 오손성분

이름(해안거리)	Cl <sup>-</sup> [ppm]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [ppm]
A (0.05km)	50.974	18.734
B (0.03km)	151.037	29.026
C (0.01km)	76.500	15.459
D (1.5km)	11.129	8.147
E (7.0km)	9.402	8.640
F (0.3km)	38.883	8.078
G (7.0km)	2.221	3.310

### 3.2 데이터분석

본 연구에서는 경북 울진지역을 중심으로 속초, 강릉, 동해, 삼척지역의 측정지점에 대한 분석을 수행하였다.

또한 앞서 밝힌바와 같이 데이터 처리를 위해 보간법을 적용하였고, 계산의 편의를 위해 3차 다항방정식을 이용하기로 하였다.

다항방정식의 차수를 선정하는데 있어서는 과거 국내의 연구사례에서 적용한 95%를 적용하였다. 이때 데이터의 수를 10개라고 가정하면 최고 9차의 다항방정식을 사용할 수 있다.

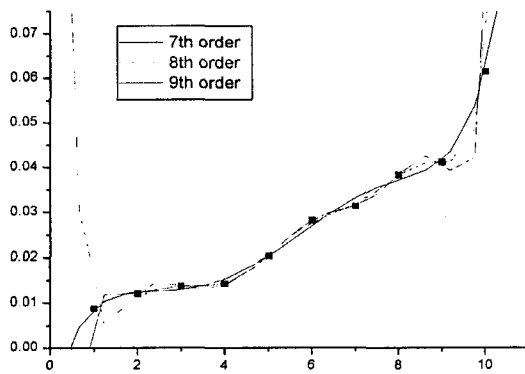


그림 2. 보간법을 사용해 구한 다항방정식 (7차, 8차, 9차)

그림 2는 울진의 1개소에서 10개월간 측정된 데이터를 오림차순으로 정렬하고 보간법을 사용하여 7차, 8차, 9차의 방정식을 구하고 그 그래프를 그린 것이다. 다음 식은 3차 다항방정식을 가정한 경우의 수식이다.

$$f(x) = A + B_1 x + B_2 x^2 + B_3 x^3$$

where,  $A = 0.00498$   
 $B_1 = 0.00393$   
 $B_2 = -4.80707E-4$   
 $B_3 = 6.22708E-5$

그림 3은 10개의 데이터에 대해 3차 다항방정식을 적용하여 도출된 곡선을 보이고 있다.

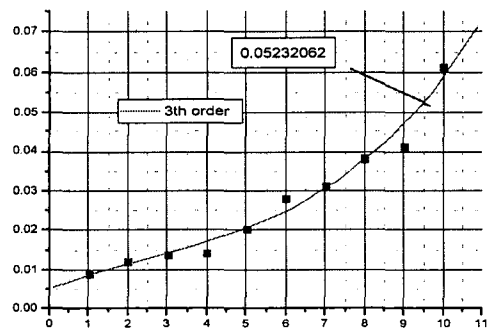


그림 5. 수식 및 그래프 결과 비교

이때 95% ESDD 값은  $f(9.5) = 0.05232062$  로 구해진다. 같은 방법으로 인근 측정지점의 대표치를 계산한 후 이들 데이터에 대해 재차 보간법을 적용하여 해안거리에 따른 방정식을 도출하였다.

다음 식은 4개의 대표값으로부터 보간법을 사용하여 구한 3차 다항방정식이다.

$$f(x) = A + B_1 x + B_2 x^2 + B_3 x^3$$

where,  $A = 0.088$   
 $B_1 = -0.042$   
 $B_2 = 0.00665$   
 $B_3 = -3.38065E-4$

#### 4. 결론

지리적 조건에 따른 염진해 오손물질의 분포에 대한 연구를 통하여 다음과 같은 몇몇 결론을 얻을 수 있었다.

1. 염진해 오손물의 성분중 Mg, Na 등의 금속성양이온과 결합하여 해염의 주성분을 이루는  $SO_4^{2-}$ 와  $Cl^-$ 의 비율은 해안도달거리에 따라 비교적 일정한 특성은 나타냄을 알 수 있었다.

2. 특정지점에 대한 10개월분 데이터에 대한 대표값, 즉 95% ESDD값을 보간법을 사용하여 산출할 수 있었다. 또한, 이들 대표값을 이용하여 울진지역에서의 해안도달거리에 따른 ESDD값 곡선방정식을 오차의 가능성을 최소화하여 도출할 수 있었다.

3. 강원도지역의 8개 측정지점의 10개월분 데이터 분석을 통하여 각 지점별 대표값을 선정하고 해안도달거리에 따른 특성을 도출할 수 있었으며 전국을 대상으로하여 수행된 오손물 성분분석결과와 매우 잘 부합되는 특성을 지님을 알 수 있었다.

#### 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", CEPPEL
- [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

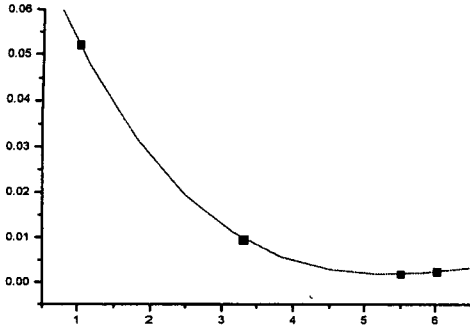


그림 6. 해안거리에 따른 오손도 특성 (울진군)

데이터에 대한 비교평가를 위하여 속초, 강릉, 동해, 삼척 등의 측정지점의 대표치를 바탕으로 다음과 같은 해안 도달거리별 특성을 파악하였다.

그림 7은 강원도지역의 거리에 따른 오손도의 경향을 보이고 있다.

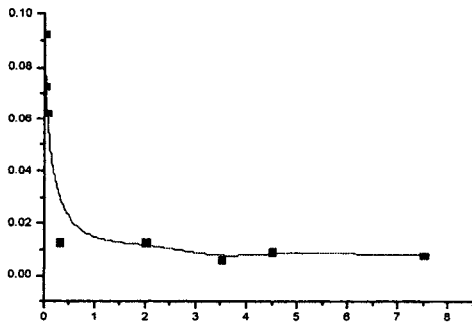


그림 7. 해안 거리에 따른 오손도 (강원도)

그림 7의 경우 7개의 데이터를 이용하여 1차에서 6차의 방정식을 도출할 수 있으나 해안도달거리 1km 이내의 경우와 1km이상의 경우 매우 상이한 패턴을 지니고 있다.

이와 같은 경향성은 앞서 성분분석을 통해 제시되었던 두 음이온의 경우에서도 관찰될 수 있었다.

현재 10개월여의 데이터를 기반으로 데이터처리를 수행하고 있으나 약 20 ~ 30개월 정도의 데이터가 축적될 경우에는 비교적 정확한 지역별 혹은 해안거리별 염진해 오손도 방정식의 도출이 가능할 것으로 보인다.