

통계 처리 기법을 활용한 염해 오손도 예측

최남호*, 한삼옥*, 박강식**, 구경완³, 김종서⁴
 *충남대학교, **대덕대학, ³영동대학교, ⁴한밭대학교

A Prediction on the Salt Contamination Degree with Statistical Analysis

N.H. Choi, S.O. Han, K.S. Park, K.W. Koo, J.S. Kim
 Chungnam Nat'l Univ., Daeduk College, Youngdong Univ., Hanbat Nat'l Univ.

Abstract - The degree of contamination on outdoor insulator is one of the most important factors for the determination of insulation level. And the salt, NaCl, is known as the most dangerous contaminants in the most region of the world. As shown through the preceding study, we could find the close relationship between the generation and deposition of salt contaminants and the meteorological conditions. To analyze the relationship, we monthly measured the ESDD for some sites with brush wiping method, and daily measured the density for one site with the automatic measuring apparatus. And, with the measured data and the meteorological data from KMA(Korea Meteorological Administration), we analyzed the relationship between the two factors with regression method. Through the results of this investigation, we could quantify the comparative contribution of the climatic factors for the pollution level of outdoor insulator, and the results could be used as a useful reference for the maintenance of overhead lines and substations.

1. 서 론

해안지역을 중심으로 옥외용 전력설비의 안정성 확보를 위하여 각 지역의 오손특성, 즉 오손도(Pollution level)를 규명하기 위한 많은 연구가 수행된 바 있으며, 최근에는 해염 오손물 뿐만 아니라, 진해 오손물이나 공업 오손물의 발생 및 부착기구와 이들 오손물의 부착 및 습윤에 따른 각종 절연물의 전기적 특성변화에 대한 연구가 수행되어 왔다.

특히, 일본의 경우에는 1950년대 초에서부터 최근까지 電氣協同研究會 및 電氣學會에서 산하 전문위원회를 중심으로 20여편에 이르는 연구보고서를 발표한 바 있으며, 최근에는 電力中央研究所와 電力會社, 그리고 NGK 등을 중심으로 관련분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

또한, CIGRE와 IEC 등의 관련분야 국제학회의 경우에 있어서도 CIGRE Study Committee 33(Power System Insulation Coordination)산하의 WG04(Contamination of Insulator)와 IEC의 Technical Committee 36(Insulators), Technical Committee 42(High-voltage Testing Techniques) 등을 중심으로 인공오손시험 및 직류오손시험 등에 관련된 국제규격작성을 중심으로 활발한 활동을 수행 중에 있다.

한편, 한국전력공사에서는 1960년대 후반부터 염해오손을 중심으로한 몇몇 연구를 수행한 바 있으며, 1988년에는 약 300여 개소의 지점에 대한 염해오손도 측정데이터를 바탕으로 내오손 보수기준(설계기준-3910), 내오손 기준(설계기준-3900), 염(진)해 대책(설계기준-2920) 등을 제정 또는 개정한 바 있다.

이상을 통해 확인한 바와 같이 국내외의 기존 연구들

은 옥외 전력설비의 절연설계를 위한 지역별 오손도 선정 및 오손정도에 따른 절연물의 전기적 특성 평가를 주목적으로 수행되었으며, 각종의 연구결과들은 전력설비의 절연설계를 위한 기초자료로서 전력계통의 안정성 증대에 크게 기여한 바 있다.

그러나, 이상의 연구를 통해 얻어진 주요 결과중 하나인 오손기준은 각종 전력설비의 중요도 및 오손도 측정 데이터를 활용한 통계분석을 통하여 얻어진 값이므로 선로의 설계 및 건설을 위한 지표로서는 적절히 활용될 수 있으나, 선로의 운용을 위한 지표로서는 그 신뢰성이 충분하지 못한 것이 사실이다.

따라서, 일부 선진국에서는 오손특성에 대한 분석결과 및 전력선로에 대한 운용 경험 등을 바탕으로 오손도 관측시스템을 구축하여 오손에 의한 사고를 방지하고 전력계통의 신뢰도 향상을 꾀하고 있다.

한편, 국내에서는 오손특성에 대한 이해를 바탕으로 오손도 관측시스템의 필요성을 절감하고 극소수의 지점을 대상으로 자동오손도 측정장치를 운용하고 있으며, 천문학적 규모의 초기 투자비용 등으로 인해 실용적인 수준의 오손도 관측시스템 구축은 요원한 실정이다.

기존의 국내의 연구결과를 통해 밝혀진 바와 같이 염해 오손물의 발생, 옥외 절연물에 대한 오손물의 부착, 절연물의 습윤 등과 같이 오손섬락기구에 있어 중요한 위치를 점하고 있는 주요 인자들은 기후요인이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 오손기구에 대한 이해를 바탕으로 기후·환경인자와 염해 오손도 측정 데이터(ESDD)에 대한 통계분석을 수행하고 그 결과를 바탕으로 고도의 신뢰도 하에서 염해 오손도의 예측이 가능함을 확인하고자 하였다.

2. 측정 및 분석

2.1 측 정

통계분석을 위한 염해 오손도 측정은 크게 수동측정과 자동측정으로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 수동측정의 대상지역은 분석결과에 대한 신뢰도 확보를 위하여 각 해안별로 1개소씩 총 4개소가 선정되었으며, 필세법(brush wiping method)을 활용하여 1개월 단위로 약 3년여에 걸쳐 측정되었다. 한편, 자동측정은 측정설비의 특성에 따라 한국전력공사 765kV실증시험장 구내를 대상으로 1999년 11월(1개월)에 측정된 데이터를 활용하였다.

수동측정을 위한 측정설비는 배전장주를 중심으로한 전력용 구조물에 설치되었으며 측정용 시료는 254mm 자기계 표준예자가 활용되었다. 한편, 자동측정을 위한 측정설비는 NISHUMU Electronics사의 전자식예자가 활용되었다.

2.2 분석

다중선형회귀모형은 단순선형회귀모형을 일반화한 형

Table 1 Information for measuring site

site	Dist. to sea	Note
A	100 m	near to road, direct to sea
	4,000 m	far from the source
B	500 m	near to generating station, hill
	5,000 m	far from the source
C	100 m	near to generating station
	4,000 m	far from the source
D	300 m	near to sea



Fig.1 Map for measuring site distribution, 3 manual measuring site and a automatic measuring site

태로 기본적인 회귀모형의 특성에는 차이가 없다. 종속 변수를 Y라 하고 p개의 독립변수를 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ 라고 할때 다중선형회귀모형은 다음의 식(1)과 같이 정의된다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon \quad \text{식 (1)}$$

여기서, Y는 ESDD를 나타내는 종속변수 X_1, X_2, \dots, X_p 는 각종의 기후 변수 ϵ 는 잔차

위의 식에서 회귀계수 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 의 추정방법은 단순회귀모형과 동일한 최소자승법이 이용되며, 본 연구에 있어서는 SPSS를 활용하여 회귀분석을 수행하였고, 통계분석 결과에 대한 평가 지표로서 상관계수(r)를 활용하였다. 일반적으로, 공학 및 자연과학 분야에 있어 상관계수가 0.7~1의 값을 갖는 경우, 독립변수와 종속변수 사이에는 매우 강한 상관성이 있으며, 0.4~0.7의 값을 갖는 경우에는 의미있는 상관성이 존재함을 의미한다.

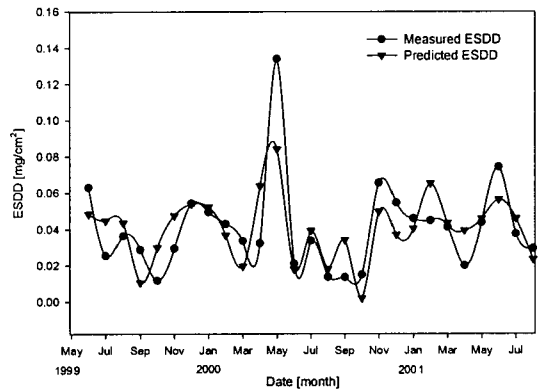
3. 결과 및 고찰

3.1 수동측정데이터(월별) 분석

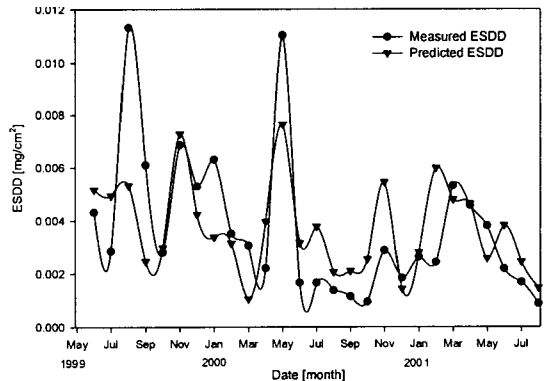
Table 2는 A지역의 해안지역에서 측정된 월별 염해오염도와 각종 기후요인간의 상관성을 보이고 있다. 또한, Fig. 2의 (a)와 (b)는 각각 A지역에 있어서 해안지역과 내륙지역에 대한 월별 오존도 수동측정 결과 값과 기후·환경 데이터를 활용하여 추정된 오존도 예측치 간의 상관관계를 제시하고 있다.

Table 2 Information for measuring site

	ESDD	Temp.	WV	RH	Precip.	Pressure	WD
ESDD	1.000	-0.280	0.617	-0.422	-0.369	0.355	0.044
Temp.		1.000	-0.456	0.882	0.496	0.965	-0.469
WV			1.000	-0.582	-0.310	0.567	0.459
RH				1.000	0.584	-0.927	-0.352
Precip.					1.000	-0.445	-0.545
Pressure						1.000	0.373
WD							1.000



(a) 100 m to sea coast

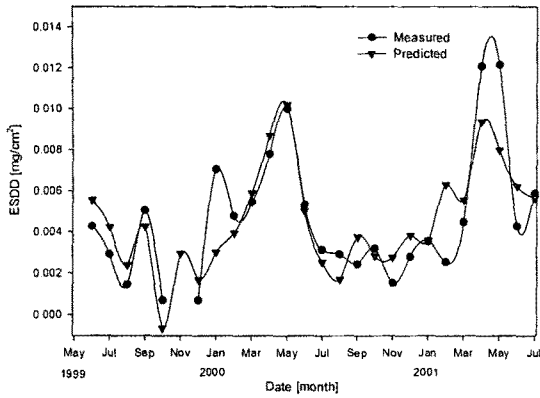


(b) 4,000 m to sea coast

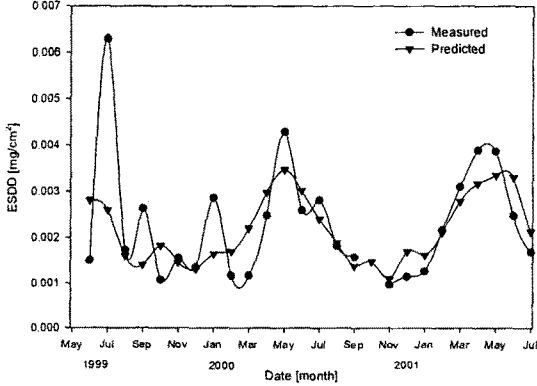
Fig. 2 The results of multiple linear regression on A

Fig. 2의 결과를 통해 확인 가능한 바와 같이 필세법을 활용한 월별 실측치와 다중회귀분석을 활용한 예측치 간의 연관성이 다중회귀분석을 통한 예측의 가능성을 확인할 수 있었다. 실제로, Fig. 2 (a)의 경우 예측치와 실측치간에는 약 80%의 상관성 존재함을 본 연구를 통해 정량적으로 확인할 수 있었다. 이와 같은 경향은 Table 1에 제시된 B, C 지점에 있어서도 유사하게 관찰되었다. 그러나, 월별 수동측정 데이터를 활용한 경우 Fig. 2 및 Fig. 3을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 극대치에서의 편차가 매우 크며, 일부지점 및 시점에 있어서는 예측치와 측정치가 전혀 다른 경향을 지님을 확인할 수 있었다.

이와 같은 현상은 일반적인 기상현상의 지속기간 및 발생빈도가 수동측정의 주기에 비해 매우 짧은 특성에 기인한 것으로 판단된다.



(a) result of B, 5,000 m to sea



(b) result of C, 4,000 m to sea

Fig. 3 The results of multiple linear regression on B and C

이에 본 연구에서는 D지점을 대상으로 자동오손도 측정장치를 활용하여 일별 오손도를 측정하고, 측정데이터 및 기후데이터를 활용한 회귀분석을 수행하였다. Fig. 4는 일별 오손도 및 일별 기후데이터를 활용한 다중회귀 분석 결과를 보이고 있다.

다음의 Fig. 4를 통해 확인할 수 있는 바와 같이 전체적인 오손도의 변화추이는 매우 우수한 특성을 나타내었으나 상관계수, 극치에 있어서의 편차 등에 있어서는 뚜렷하게 개선된 특성이 도출되지 않았다.

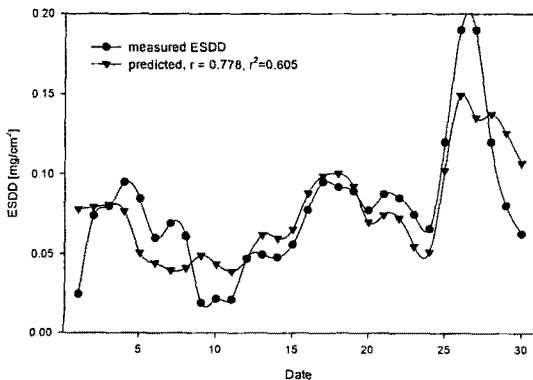


Fig. 4 The results of multiple linear regression on D

이에 본 연구에서는 일본 및 한국전력공사의 연구들 통해 증명된 풍속과 오손도간의 연관성 및 과거연구사례를 참조하여 Fig. 5와 같이 일부 개선된 결과를 얻을 수 있었다.

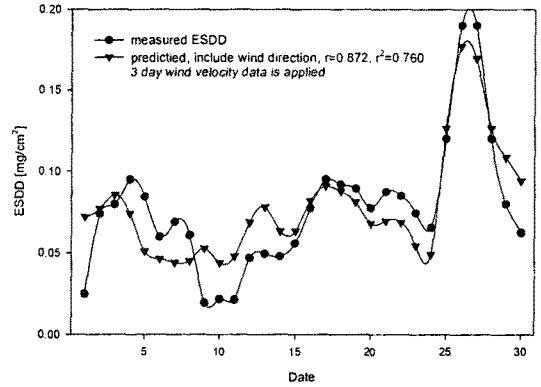


Fig. 5 The result of regression analysis on D with old climatic condition, for three day

또한, 오손도관측 시스템의 구축으로 과거의 오손도데이터가 활용 가능한 경우 Fig. 6과 같이 90% 이상의 신뢰도 하에서 오손도에 대한 예측이 가능함을 확인할 수 있었다.

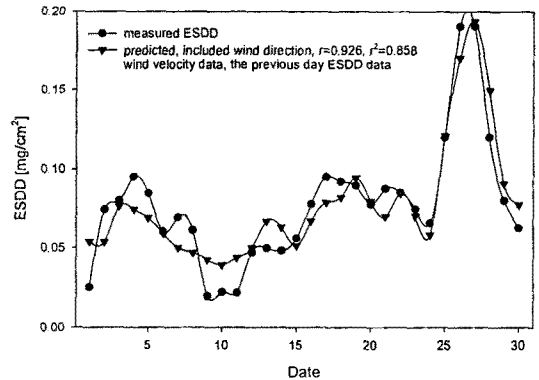


Fig. 6 The result of regression analysis on D with old contamination level data

3. 결 론

통계처리 기법을 활용한 염해 오손도 예측을 위해 수행된 본 연구의 결과를 통하여 각종 기후환경요인과 오손도 간의 연관성을 정량적으로 파악할 수 있었으며, 오손기구에 대한 제정립 등을 통하여 90% 이상의 신뢰도를 갖는 오손도 예측기법을 정립할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. S. T. Looms, "Insulators for high voltages", Peter Percgrinus Ltd., 1930
- [2] Ravi S. Gorur, Edward A Cherney, Jeffrey T. Burnham, "Outdoor Insulators", pp 145~163, Ravi S. Gorur, Inc., 1999
- [3] James, F. Hall, T. Paul Mauldin, "Wind tunnel studies of the insulator contamination process", IEEE Trans. on Electrical Insulation, EI-16, No 3, 1981. 6, pp 180 - 188