

DB 분석을 통한 옥외 절연물의 오손 및 기후특성 분석

김도영*, 김재훈*, 이원영*, 박두기*, 한상옥*, 박강식**
 충남대학교*, 대덕대학**

Contamination and Climate Property Analysis of Outdoor Insulator by DB Model

Do-Young Kim*, Jae-Hoon Kim*, Won-Young Lee*, Doo-Ki Park*, Sang-Ok Han*, Kang-Sik Park**
 Chungnam National University*, Daeduk Collage**

Abstract - The degree of contamination on outdoor insulator is one of the most importance factors to determine the pollution level of outdoor insulations, and the sea salt is known as the most dangerous pollutant. As shown through the preceding study, the generation of salt pollutant and the pollution degree of outdoor insulator have a close relation with meteorological conditions, such as wind velocity, rainfall, and so on.

So, in this paper, we have made database using the past meteorological data and ESDD(equivalent salt deposit density) and then we predicted the pollution degree in the future after analyzing currently meteorological data of database.

1. 서 론

대부분의 전력설비는 옥외에 시설되어 있기 때문에 기후 요인으로 인한 오손이 불가피하다. 오손에 의한 전력설비의 사고는 서해안 정전사고에서 볼 수 있듯이 피해 범위가 광범위한 뿐만 아니라 복구에 많은 시간과 인력, 비용이 소요된다.

따라서 오손에 의한 전력설비의 사고가 발생했을 때의 피해를 최소화하기 위해 사고가 발생하는 오손 시점을 정확히 예측하고 대비하는 것이 필요하며 이에 따른 유지·보수가 적절한 시기에 수행되어야만 한다. [1-2]

선행 연구 결과에 의하면 풍향, 풍속, 강우 등의 기후 요인이 오손도에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며 기후 요인이 오손도에 미치는 영향을 분석한 전례가 있다.[3-6]

이에 본 연구에서는 ESDD데이터와 기후 데이터를 활용하여 기후인자가 오손도에 미치는 영향을 확인하였다. ESDD 데이터는 한국전력공사 고창 765 kV 실증시험장에 설치되어 매일 12시간 간격으로 오손도가 측정되는 자동오손도측정장치를 활용하여 매일 측정된 데이터를 활용하였으며 기상청의 일일 기후 자료 중 오손도와 밀접한 관련성을 지닌 것으로 생각할 수 있는 기온, 풍속, 습도, 강수량 및 이슬점 등을 활용하여 다중선형회귀 분석을 수행하였다. 그러나 신뢰도가 낮아 신뢰도를 높이기 위한 방안으로 11월과 12월 각각, 11월과 12월을 이어진 구간으로 분석을 하여 회귀방정식을 얻었으며 이를 변형 적용하여 신뢰도의 변화를 살펴보았다.

또한 새로운 방법으로 오손도를 예측하기 위하여 데이터베이스를 활용하였다. 이는 과거의 ESDD 데이터와 기후데이터를 데이터베이스화하여 과거의 데이터를 분석함으로써 현재 및 미래의 기상자료를 통해 미래의 오손도를 예측하는 시스템으로 실측치와 비교 결과 신뢰성이 있음을 확인하였다. 아울러 오손도가 급격히 상승 혹은 감소하는 구간에 대하여 풍정의 개념을 도입하여 오손도를 예측하였다.[7-9]

2. 관련이론 및 예측기법

2.1 다중회귀분석

선형회귀모형에서 고려하고자 하는 독립변수의 수가 2개 이상인 경우를 다중선형회귀모형(multiple linear regression model)이라 하고, 이 모형을 분석하는 방법을 다중선형회귀분석(multiple linear regression analysis)이라고 한다. 실제적인 문제를 해결하기 위해서는 독립변수가 2개 이상인 경우가 자주 발생하며, 이 경우에 자주 사용된다. 종속변수를 Y라 하고 p개의 독립변수를 X_1, X_2, \dots, X_p 라고 할 때 다중선형회귀모형은 다음의 식과 같이 정의한다.[10]

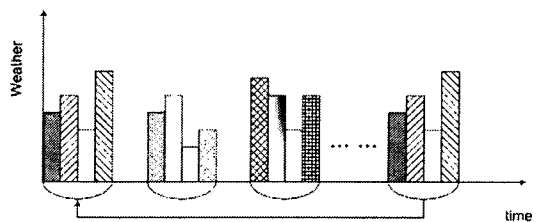
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon$$

여기서,

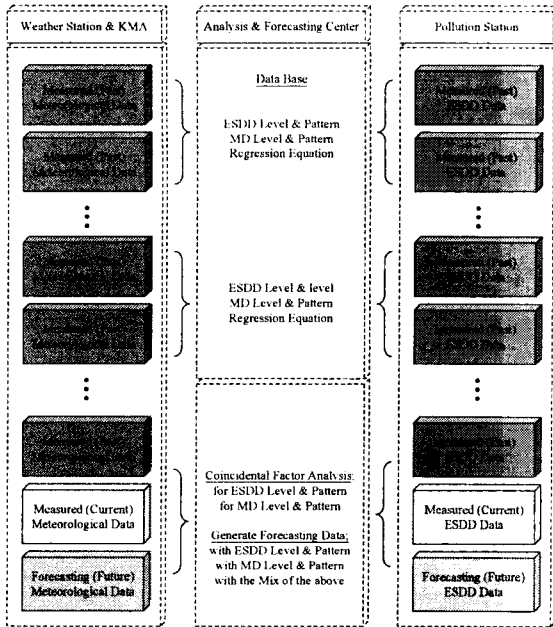
- Y : ESDD
- X_1 : 기온
- X_2 : 이슬점
- X_3 : 습도
- X_4 : 풍속
- X_5 : 강수
- ϵ : 잔차

2.2 DB화에 따른 ESDD 예측

오손도를 예측하기 위한 방법의 일환으로 DB(데이터베이스, Data Base)를 구축하였다. DB에는 과거에서 현재까지의 기후정보와 ESDD 데이터가 포함되어 있다. DB모델은 과거의 기후정보를 바탕으로 오손이 발생했을 당시의 ESDD 데이터를 찾아 기억하며 이를 토대로 오손도를 예측한다. 이러한 방법을 통하여 오손이 발생했을 당시의 기후정보와 현재의 기후정보를 비교하여 현재의 기후가 과거 어느 시점의 기후와 비슷한 특성을 보일 때 과거의 ESDD를 찾아 보며 증으로써 과거와 유사한 기후특성이 현재에 나타날 때 과거의 ESDD를 바탕으로 미래의 오손 정보를 취득할 수 있다.[8]



(a) Comparison of weather information



(b) Algorithm of DB model

그림 1. 과거의 데이터를 활용한 DB 모델의 개략도
Fig 1. Outline of DB using past meteorological data

3. 결과 및 고찰

먼저 11, 12월에 얻어진 기후 및 ESDD데이터를 바탕으로 다중회귀 분석을 수행하였다. 이 때 얻어진 각각의 계수로써 다중회귀방정식을 완성하였으며 이렇게 완성된 다중회귀 방정식을 다른 달의 분석에 응용함으로써 ESDD가 변화하는 추이를 살펴보았다.

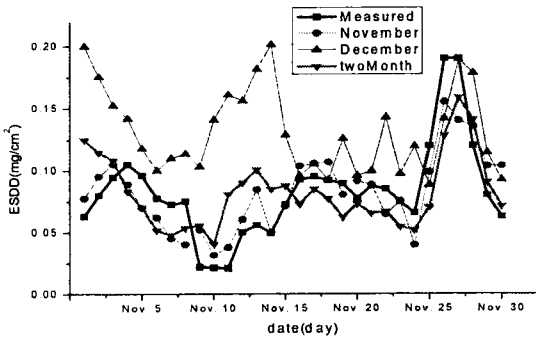


그림 2. 1999년 11월 회귀분석결과
Fig 2. A result of multiple linear regression analysis in Nov. 1999

그림 2는 12월 및 11, 12월 두 달간의 데이터를 바탕으로 다중회귀분석을 행하여 얻어진 다중회귀 방정식을 11월의 데이터에 적용하여 이때의 ESDD 예측값을 살펴본 것이다. 실제 측정된 값을 기준으로 각각 1개월 단위로 분석 및 11월과 12월을 연속구간으로 회귀방정식을 적용하여 분석한 결과이다. 위의 그림에서 보여지듯이 11월의 데이터에 12월의 다중회귀방정식을 수행하였을 경우 전반부에는 그 오차범위가 상당히 크지만 후반부에는 비교적 잘 맞는 것을 볼 수 있다. 또한 11월과 12월을 이어진 구간으로 다중회귀를 수행하였을 때 신뢰도가 비교적 높은 것을 확인할 수 있다.

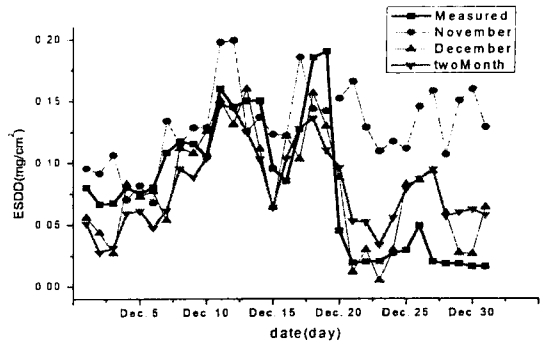


그림 3. 1999년 12월 회귀분석결과
Fig 3. A result of multiple linear regression analysis in Dec. 1999

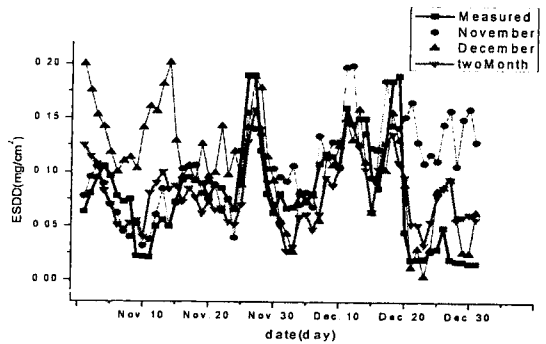


그림 4. 1999년 11~12월 회귀분석결과
Fig 4. A result of multiple linear regression analysis in Nov. to Dec. 1999

그림 3과 4는 그림 2와 마찬가지로 각각의 다른 다중회귀 방정식을 적용하여 예측치를 분석한 결과이다. 그림 3에서 보여지듯 12월의 데이터에 11월의 데이터를 적용하였을 경우 전반부에는 비교적 일치하나 후반부에는 오차범위가 매우 큰 것을 볼 수 있다. 또한 11월과 12월 각각 1개월 단위로 분석한 결과와 11, 12월의 연속된 구간분석에서 볼 수 있듯이 각각의 월 데이터에 각각의 다중회귀방정식을 적용하는 것에 비해 11, 12월을 연속된 구간으로 다중회귀분석을 수행하여 얻어진 방정식을 적용하였을 경우 신뢰도가 매우 향상됨을 알 수 있었다.

또한 과거의 ESDD 및 기후데이터를 바탕으로 만들어진 DB를 통하여 ESDD가 급증 또는 급감하는 구간을 나누어 구간별 기후데이터를 분석하였으며 분석된 결과를 바탕으로 하여 최대점의 ESDD 값을 계산하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$(\text{예측 ESDD}) = \Delta \text{ESDD} \times \frac{\text{풍정}}{\text{평균풍정}}$$

이때 풍정의 개념을 도입하였으며 ESDD값이 상승하기 전의 ESDD와 값이 상승한 후의 ESDD값의 차이, 즉 ΔESDD 를 사용하여 데이터를 예측하였다. 표 1, 2는 각각 11월, 12월 ESDD데이터의 각 구간별 분석 결과를 나타낸 것이며 그림 5와 그림 6은 분석결과를 나타낸 그림이다.

표 1. 1999년 11월 구간별 ESDD 분석결과
Table 1. A result of the separate section analyzing ESDD in Nov. 1999

11월 구간 분석			
상승 구간	상승전 ESDD	상승후 ESDD	차이(Δ ESDD)
	0.065	0.190	0.125
	풍정(풍속)	풍정(풍속 ²)	풍정(풍속 ³)
	0.933	0.870	0.812
	예측된 상승 ESDD		
	0.194	0.163	0.146
감소 구간	감소전 ESDD	감소후 ESDD	차이(Δ ESDD)
	0.19	0.0625	0.1275
	풍정(풍속)	풍정(풍속 ²)	풍정(풍속 ³)
	1.47	2.161	3.177
	예측된 감소 ESDD		
	0.087	0.059	0.040

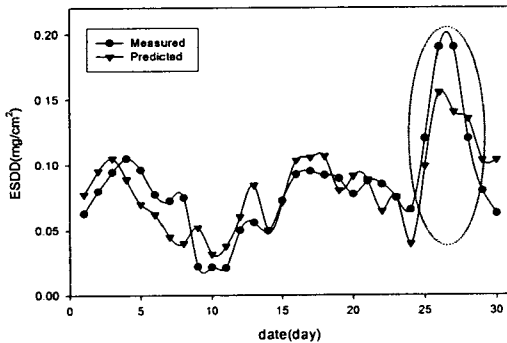


그림 5. 1999년 11월 구간별 ESDD 분석결과
Fig 5. A result of the separate section analyzing ESDD in Nov. 1999

표 2. 1999년 12월 구간별 ESDD 분석결과
Table 2. A result of the separate section analyzing ESDD in Dec. 1999

12월 구간 분석			
상승 구간	상승전 ESDD	상승후 ESDD	차이(Δ ESDD)
	0.085	0.185	0.100
	풍정(풍속)	풍정(풍속 ²)	풍정(풍속 ³)
	1.368	1.871	2.560
	예측된 상승 ESDD		
	0.173	0.153	0.139
감소 구간	감소전 ESDD	감소후 ESDD	차이(Δ ESDD)
	0.190	0.045	0.145
	풍정(풍속)	풍정(풍속 ²)	풍정(풍속 ³)
	1.5	2.25	3.375
	예측된 감소 ESDD		
	0.0867	0.059	0.040

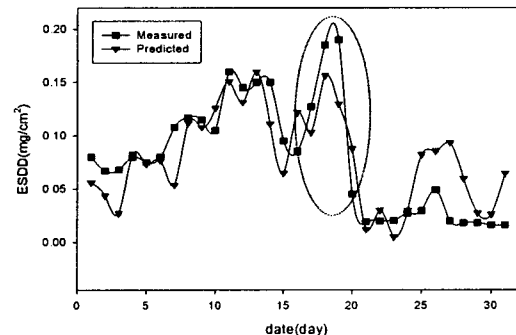


그림 6. 1999년 12월 구간별 ESDD 분석결과
Fig 6. A result of the separate section analyzing ESDD in Dec. 1999

표 1에서 실측된 최대값이 0.19일때 구간을 분석하여 풍정의 개념으로 계산된 ESDD가 비슷한 값을 나타내는 것을 볼 수 있다. 풍속을 그냥 적용한 경우와 풍속을 각각 제곱, 세제곱 하여 계산된 식에 비해 풍속을 그대로 적용하였을 경우 실제 최대 ESDD값과 계산된 예측값이 각각 0.19와 0.194로 비슷함을 알 수 있었다. 마찬가지로 하강시의 ESDD 역시 0.0625, 0.087로 실측된 값과 계산을 통해 예측된 값이 유사함을 볼 수 있으며 12월의 분석결과 역시 실측된 값과 예측된 값이 유사하게 나오는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 과거의 기후자료와 ESDD데이터로 구축된 DB에서 기후자료를 분석함으로써 ESDD의 예측이 가능함을 확인하였다.

4. 결 론

11월과 12월에 측정된 데이터를 바탕으로 다중회귀분석을 활용하였다. 이를 통해 얻어진 회귀방정식을 다른 데이터에 적용하여 신뢰도 및 경향을 추가적으로 분석하였으며 11월과 12월을 이어진 구간으로 하여 분석을 행하였을 경우가 신뢰도가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 기후 및 ESDD 데이터를 DB화하여 과거의 기후조건으로부터 현재의 기후조건을 분석하여 오손도를 예측하였으며 ESDD가 크게 상승하는 구간과 다시 감소하는 구간을 나누어 풍정의 개념을 도입하여 상승시 및 감소시의 ESDD를 분석하였다. 그 결과 실측된 값과 계산을 통하여 얻어진 예측값이 상당히 유사한 값을 지닌 것을 알 수 있었으며 DB에서 기후자료를 분석함으로써 ESDD의 예측이 가능함을 확인하였다, 따라서 보다 정확한 예측을 위해서는 보다 많은 자료를 DB화 하여 운영하는 것이 필요하다.

본 논문은 2003년도 전력산업연구개발사업 지원으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최남호, 박강식, 한상욱, "통계처리기법을 활용한 옥외 절연물의 염해 오손률 누적특성 분석", 전기학회논문지, 제 51권 1호, pp. 39~45, 2002. 1.
- [2] "碍子の汚損に關する環境條件の解析 碍子附着鹽分量の海岸距離特性及びこれと氣象條件の關係について", 電力中央研究所 技術第一研究所報告 研究報告 : 73020, 電力中央研究所, pp. 4~31, 昭和 48年 9月
- [3] "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구 [최종보고서]", 한국전력공사, pp. 3~4, 2002. 3.
- [4] 최남호, 한상욱, 박강식, "통계적 처리방법을 이용한 동해안 염해 오손률의 분포특성" 대한전기학회 논문지, 제 50권 3호, pp 130-136
- [5] 최남호, 한상욱, "해안도달거리에 따른 서해안 지역 염해 오손률의 분포특성", 전기학회논문지, 제 50권 6호, pp. 276~280, 2001. 6.
- [6] 최남호, "통계치리에 의한 염해 오손의 분포특성 해석", 충남대학교, pp. 20~75, 2002. 2
- [7] "變電所汚損がいの條件付き確率に基づく判別關數をいた洗淨時期自動決定法.", IEE Japan Vol. 118-B, No. 5, 1998, pp.593-598
- [8] S. Goto, "Automatic decision making of timing of insulator washing in coastal substations by pollution prediction through event matching model", IEEE, 1998
- [9] S. Goto, "Automatization of human decision making for washing time of polluted insulators in substations", SICE Conference, 1995
- [10] 김우철, "일반통계학", 영저문화사, 1997