

Development of an Expert Technique and Program to Predict the Pollution of Outdoor Insulators

金 載 勳[†] · 金 周 漢* · 韓 相 玉**
 (Jae-Hoon Kim · Ju-Han Kim · Sang-Ok Han)

Abstract - Recently, with the rapid growth of industry, environmental condition became worse. In addition to outdoor insulators in seashore are polluted due to salty wind. Also this pollution causes the flashover and failure of electric equipments. Especially the salt contaminant is one of the most representative pollutants, and known as the main source of the accident by contamination.

As well known, the pollution has a close relation with meteorological factors such as wind velocity, wind direction, temperature, relative humidity, precipitation and so on. In this paper we have statistically analyzed the correlation between the pollution and the meteorological factors. The multiple regression analysis was used for the statistical analysis; daily measured equivalent salt deposit density(dependent variable) and the weather condition data(independent variable) were used. Also we have developed an expert program to predict the pollution deposit.

A new prediction system using this program called SPPP(salt pollution prediction program) has been used to model accurately the relationship between ESDD with the meteorological factors.

Key Words : Outdoor Insulator, Pollution, Prediction, Regression analysis, ESDD, SPPP

1. 서 론

산업 발달에 의해 전력수요의 급증에 따른 가공 송전선로의 최적화와 경제성이 증가하고 있는 추세이다. 따라서 초고압 가공송전선로의 절연시스템 설계 시, 정격 전압이나 정격 용량 등과 같은 선로 특성은 매우 중요한 지표라 할 수 있다.[1-2] 그러나, 대부분의 전력설비는 옥외에 시설되어 있기 때문에 환경적, 기후적 요인으로 인한 절연열화가 불가피하다. 특히, 기후적 오손에 의한 전력설비의 사고는 피해 범위가 광범위하기 때문에 신속한 대응이 불가능할 뿐만 아니라 복구에 많은 시간과 인력 그리고 비용이 소요된다. 따라서, 해당 지역의 오손도는 역시 절연시스템 설계 시 고려해야 할 중요한 요소 중 하나이다.[3-4]

특히, 해안지방에서는 해안으로부터 불어오는 바람에 포함된 염분을 띄는 미립자가 절연물 표면에 부착하여 절연 성능에 영향을 미친다. 부착물은 세우(細雨)가 발생하거나 다습(多濕)한 경우 대기에 존재하는 수분을 흡수하여 고전도성 물질의 얇은 막을 형성하게 되고 이러한 층을 따라 누설 전류가 발생하여 결국은 전력설비의 고장을 초래한다.[9]

하지만 오손에 의한 사고의 경우 발생확률이 작으며, 정량적인 측정이나 정확한 예측 등이 곤란하여 국외 선진국의 경우에 있어서도 일정 수준 이상의 신뢰성을 갖는 시스템을

구축하지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 오손에 의한 전력 설비의 사고가 발생했을 때의 피해를 최소화하기 위해 사고가 발생하는 오손 시점을 정확히 예측하고 대비하는 것이 필요하며 이에 따른 유지·보수가 적절한 시기에 수행되어야만 한다.[10]

다수의 선행 연구 결과를 통해 알려진 바와 같이 해염은 오손사고를 유발하는 가장 큰 요인이며, 염해 오손물의 발생 및 옥외 절연물에 대한 부착은 지형적 특성 및 기후적 특성과 밀접한 연관성을 갖는다. 이러한 특성으로 인한 막대한 규모의 오손관련 사고를 경험한 주요 선진국들은 오손현상의 중요성에 대한 인식을 바탕으로 그 특성을 규명하고자 다수의 연구를 수행한 바 있다.[3-4]

특히, 일본의 경우, 전기협동연구회와 전기학회, 전력중앙연구소를 비롯한 학술·연구 기관은 물론, 동경전력, 중부전력 등의 전력회사 및 NGK 등을 중심으로 1950년대 이래로 옥외 절연물의 소손과 관련한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 1965년대 이후에는 각종 전문위원회의 설립 및 운영을 통하여 초고압 송전 시스템의 절연설계기법을 확립한 바 있다.[5-8]

한편, 전력중앙연구소를 중심으로 한 각종 기후환경 요인에 따른 염해 오손도 예측기법의 이론적 기틀을 기반으로 하여 오손 측정 시스템의 개발에 관한 연구를 수행하였으며 이를 통해 사이트를 구축하고 여기서 얻어지는 데이터를 DB화하여 오손측정 전문가 시스템을 만든 후, 이를 상용화하고자 하는 시도가 이루어지는 등 최근 가장 활발한 연구 활동이 이루어지고 있다.

또한, 사가(Saga)대학을 비롯한 몇몇 대학을 중심으로 다중회귀분석을 활용한 오손도 예측 기법 및 Event Matching

† 正 會 員 : 忠南大學校 工大 電氣工學科 · 博士課程

E-mail : geez011@cnu.ac.kr

* 正 會 員 : 忠南大學校 工大 電氣工學科 · 博士課程

** 正 會 員 : 忠南大學校 工大 電氣工學科 教授 · 工博

接受日字 : 2006年 9月 11日

最終完了 : 2006年 11月 23日

Model을 활용한 오손도 예측기법 등에 대한 실험실 수준의 연구가 1990년대 후반에 이르러 활발히 전개되고 있다.

한편, 국내의 경우에는 한국전력공사를 중심으로 1969~1972년에 걸쳐 9개소, 1976~1978년에 걸쳐 80개소에 대한 오손도 측정 및 분석을 수행하였고, 1980년대에 들어서는 300여 개소의 지점에 대한 오손도 측정을 통하여 해안도달 거리별 오손등급 및 오손맵 등과 같은 구체적인 연구결과를 도출한 바 있다.

또한, 1999~2002년에 걸쳐 전국의 130여 개소에 대한 오손도 측정 및 분석을 통하여 1980년대의 측정 및 분석결과를 근간으로 운용되고 있는 한국전력공사의 오손관련 각종 규정을 검증 및 개정하고자 하는 노력이 진행된 바 있다.[10]

하지만, 주요 선진국의 경우 우수한 오손진단평가 기술을 활용하여 전력설비에 대한 유지·보수 시기를 정기적인 진단을 통해 최적화하고 있으나 관련분야의 평가기술 미비로 고비용이 소요되는 비합리적인 유지보수 정책을 유지하고 있으며 국내의 유지보수 및 대응 시스템은 매우 후진적인 특성을 지니고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 오손에 의한 전력설비의 사고를 예방할 수 있으며 고품질의 전력공급을 위한 고도의 신뢰성을 지닌 오손도 예측기법의 정립을 꾀하였다. 또한, 이를 평가하기 위해 기후·환경요인과 오손도 간의 상관관계에 대한 분석 및 정량화를 행하였으며 오손 예측 평가 프로그램을 개발하여 예측기법의 신뢰도를 증대시키는데 목표를 두었다.

2. 이론 및 분석방법

2.1 오손도 평가 시스템

본 연구에서는 선행연구사례를 기반으로 하여 해안으로부터 불어오는 바람에 의한 송변전설비의 오손도를 측정하기 위해 해안에 근접한 지역인 고창 765kV 실증 시험장을 선정하였는데 이는 해안으로부터 1km 이내의 지역으로써 이들 지역은 염해에 특히 취약하고 급속오손에 보다 노출되어 있다.

오손도 측정을 위해 그림 1과 같이 애자를 설치하여 중간에 위치한 애자를 측정 시료로서 사용하는데, 이는 우세효과를 고려하여 현장에 설치된 애자와 동일한 염분 부착 특성을 측정하기 위함이다.

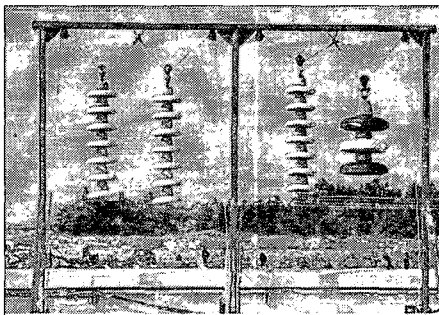


그림 1 현장에 설치된 오손도 측정용 애자
Fig. 1 Insulation for measuring ESDD in field

그림 2는 기후 측정 장치로서 풍속, 풍향, 온도, 상대습도, 대기압, 강우량 등 현장의 기후 데이터를 취득하였다. 실시간 기후인자를 취득할 수 있도록 기후 측정 설비에 RS 232 C 포트를 TCP/IP 인터넷 기반의 PC와 연결하여 on-line으로 데이터를 수집할 수 있도록 하였으나, 본 연구에서는 여건상 on-line이 아닌 일정기간 저장된 기후 데이터를 사용하였다.

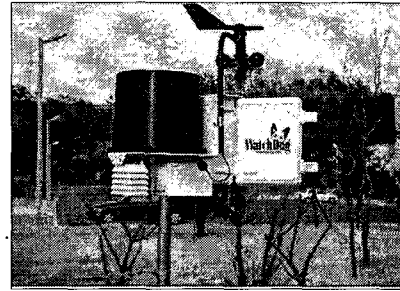


그림 2 기후측정 시스템
Fig. 2 System for measuring weather condition

한편, 기후 인자, 특히, 오손에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 풍속 및 강우와 오손도 간의 상관관계를 분석하기 위해 1400 × 2000 × 2500 [mm] 크기의 인공오손설비를 제작하였다. 기계적 특성을 확보를 위해 철 구조물을 적용하였으며, 전기 절연성 및 내후성이 우수한 아크릴을 활용하여 벽면을 구성하였다. 본 연구에서는 스웨덴의 STRI에서 수행된 풍동실험(wind tunnel test)을 모의하여 가습기, air blower를 이용하여 챔버 내부에 설치한 애자에 염분이 부착되도록 하였다. 이때, 인공 오손을 위해 해수와 비슷한 수준의 10wt% NaCl의 용액을 사용하였으며, air compressor를 이용하여 강우 및 풍향을 제어하였다. 또한, 인공 강우를 위해 철 구조물에 노즐을 설치하였고, 유량계를 통하여 인공 강우의 양을 쉽게 제어할 수 있도록 하였다. 강우에 의한 실험은 KS C 3801의 애자시험방법의 주수섬락실험에 따라 노즐과 애자의 수평 및 수직거리의 1 m로 유지하고 주수각도는 약 45°로 유지하였으며, 일정 강우가 노즐을 통하여 나오도록 유량계를 설치하여 관측하였다. 그리고 애자 전체가 강우에 영향을 받도록 하기 위해 10 [cm] 간격으로 노즐을 연결하였으며, 분사되는 강우가 애자에 직접적으로 닿지 않도록 하기 위해 노즐의 분사구경을 최소화하였다. 그림 3은 기후 인자와 오손도 간의 상관관계를 위해 구축된 인공오손설비의 구성도를 보여주고 있다.

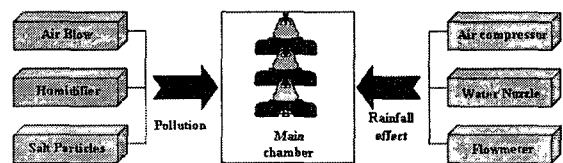


그림 3 인공오손설비 구성도
Fig. 3 Construction of artificial pollution equipment

2.2 기후와 오존도 간의 상관관계

본 연구에서는 각종 기후·환경조건에 따른 옥외 절연물의 오존기구에 대한 이해를 바탕으로 기후와 오존도 간의 상관관계 분석을 위해 오존도를 종속변수(dependent variable)로 기후·환경인자를 독립변수(independent variable)로 설정하였으며 종속변수와 독립변수간의 관련성을 정량적으로 도출하기 위하여 회귀분석을 수행하였다.

회귀분석은 종속변수 및 독립변수의 수에 따라 단순회귀분석과 다중회귀분석으로 구분되며, 오존현상과 같은 일반적인 자연현상은 다수의 요인에 의해 특정한 현상이 발생하는 특성을 지니므로 다수의 독립변수를 회귀모형에 포함시키는 다중회귀분석의 적용을 통한 관계성 분석이 불가피 하다.

다중회귀분석은 단순회귀분석에 비하여 오차분산(error variance)을 줄이고 종속변수에 대한 보다 충실한 설명이나 예견을 행하는 것이 가능하며, 다른 독립변수의 값을 통제된 상태에서 특정 독립변수가 종속변수에 독립적으로 행사하는 영향력을 측정할 수 있다. 따라서 각 독립변수가 종속변수에 미치는 효과의 상대적인 비교와 보다 정밀한 인과관계의 분석이 가능한 장점을 지니고 있다.

다중선형회귀모형은 단순선형회귀모형을 일반화한 형태로 회귀모형의 기본특성은 차이가 없다. 즉, 종속변수를 Y라 하고 p개의 독립변수를 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ 라고 할 때 다중선형회귀모형은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \dots + \beta_pX_p + \varepsilon \quad (1)$$

여기서, $\beta_0 \sim \beta_p$ 는 회귀계수

$X_1 \sim X_p$ 는 독립변수, 각종 기후조건

Y는 종속변수, 오존도

ε 는 오차

위 식을 통해 알 수 있는 바와 같이 p개의 독립변수와 종속변수(Y) 간의 관계식, 즉, 회귀모형의 신뢰도를 확보하기 위해서는 회귀계수를 정확하게 추정하는 것이 요구되며, 이 과정에서 최소자승법(least square method)이 활용되어 진다. 본 연구에서는 데이터 처리의 신뢰성 확보를 위하여 다양한 분야의 통계처리에 널리 활용되고 있는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)를 활용하였으며, 독립변수로는 강수량, 온도, 습도, 풍속, 풍향 등과 같이 국내외의 선행 연구사례를 통해 그 관련성이 증명된 바 있는 기후·환경 인자들을 선정하였다.[9]

2.3 오존도 예측 시스템

본 연구에서는 기후와 오존도 간의 상관관계 분석을 통한 신뢰성의 평가를 검증하기 위해 Database(DB) 기반의 오존 예측 시스템을 구축하여 보다 효율적이며 오존사고에 능동적으로 대처할 수 있도록 하였다.

그림 4는 본 연구에서 개발한 오존도 예측 프로그램인 SPPP(salt pollution prediction method)의 흐름을 보여주고 있으며, 그림 5는 SPPP의 알고리즘을 보여주고 있다. 즉, 현재 기후 상황을 인식하여 과거 데이터 DB로부터 이와 비슷한 추이를 찾아내어 ESDD값 예측한다.

SPPP는 고 신뢰도의 다중선형회귀분석을 적용하여 개발

하였으며, 다중 예측 분석을 가능하도록 제작되었다. 여기서, DB는 과거에 측정된 esdd 데이터를 특정 확장자(*.txt 또는 *.esdd 등)로 저장한 것으로 esdd 측정 시, 애자 오존에 영향을 미치는 기후 인자(풍속, 풍향, 습도, 온도 등)역시 포함하여 구축하였다.

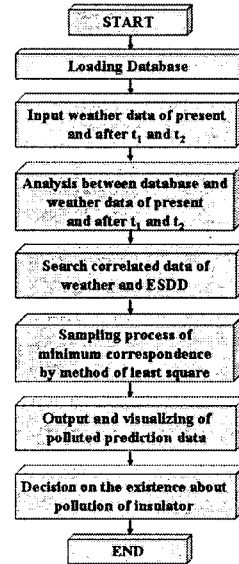


그림 4 오존도 예측 프로그램 순서도
Fig. 4 Flow chart of SPPP

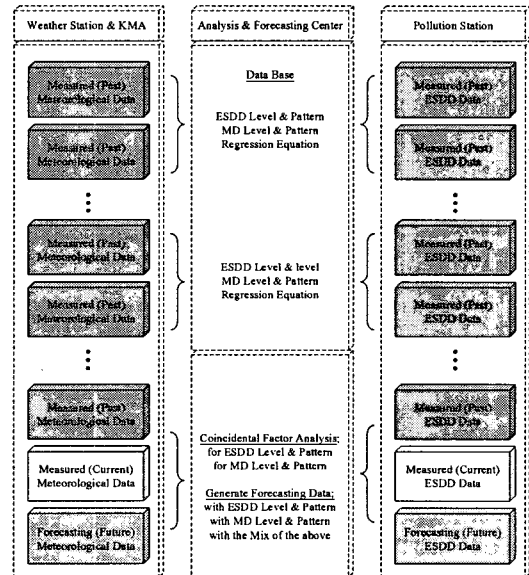


그림 5 오존도 예측 프로그램 알고리즘
Fig. 5 Algorithm of SPPP

그림 6은 오존도 예측 프로그램 알고리즘 중 데이터 비교·분석을 통한 최적 데이터 출력 알고리즘과 절연물의 오존 판단에 대한 알고리즘을 보여주고 있다.

앞에서 설명한 바와 같이 ESDD값을 예측하기 위해 현재의 기후데이터와 유사한 이벤트 값을 DB로부터 검색하고 가장 유사한 이벤트의 ESDD값을 제시한다. 또한, 예측된 ESDD로부터 오존판단 유무를 수행한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 오손도 평가 및 분석

풍속의 변화에 따른 ESDD값은 그림 8에서 보여주고 있다. 풍속을 2~6 [m/s]까지 0.5[m/s] 간격으로 증가시켰을 때 ESDD값을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 풍속 4.5m/s까지는 ESDD가 그다지 크게 증가하지 않고 증가폭이 작음을 알 수 있으나, 풍속 5 [m/s]부터 ESDD가 급증하였다. 즉, ESDD값이 풍속의 약 세제곱에 비례하여 증가함을 확인하였다.

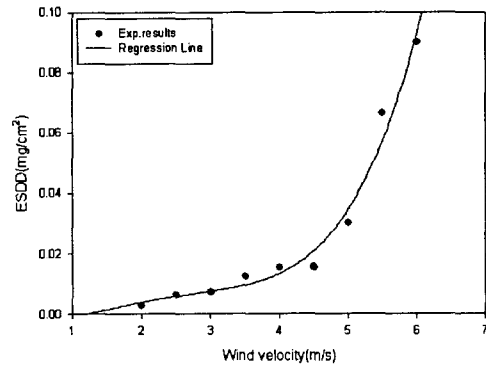


그림 8 풍속의 변화에 따른 ESDD
Fig. 8 ESDD by variation of wind velocity

또한, 오손시간의 누적에 따른 ESDD값을 그림 9에서 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 오손이 지속함에 따라 ESDD값이 증가하다가 포화되었다. 즉, 오손이 계속 지속되더라도 애자에 부착되는 오손량은 한정됨을 알 수 있었다.

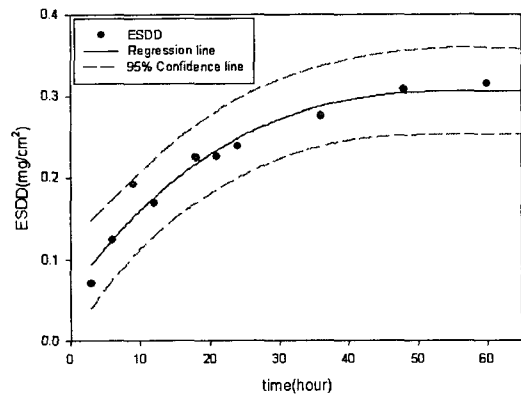


그림 9 누적 오손에 따른 ESDD
Fig. 9 Analysis for rainfall of DB

다음으로, 풍속과는 달리 오손도의 감소에 영향을 크게 미치는 강우 시 애자의 세정상태를 모의하기 위하여 관련 규정에 따라 오손정도에 따른 절연물의 오손특성을 평가하였다. 이러한 우세효과를 모의하기 위해 침전법을 이용하여 애자 상면 및 하면을 균일하게 오손시켰다. 인공 오손된 애자를 이용한 강우와 ESDD의 실험결과를 그림 10에서 보여주고 있다. 그림 10은 제작된 wt[%]별 표준시료를 시간당

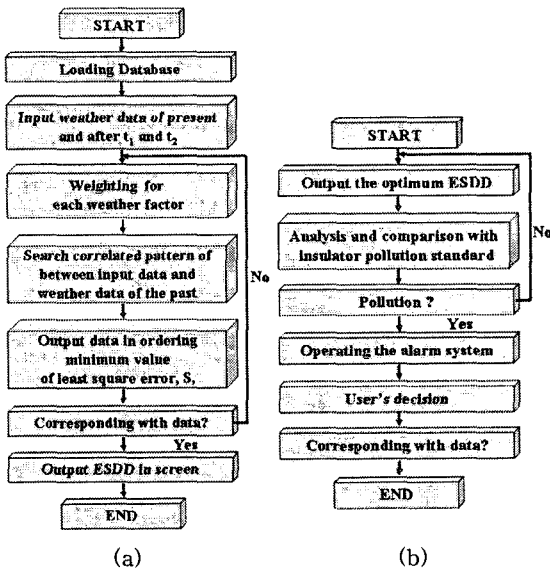


그림 6 (a) 최적 데이터 출력 알고리즘
(b) 오손 판단 알고리즘
Fig. 6 (a) Algorithm for most suitable result
(b) Algorithm for pollution estimation

그림 7은 기후인자 DB 분석에 있어서 여러 인자 중 일례로 강우에 대한 분석을 보여 주고 있다. 풍속, 풍향, 온도, 습도 역시 강우에 대한 분석과 동일하며, 바람은 벡터임을 고려하여 풍속과 풍향을 연계하여 분석하였다. 풍향은 해풍, 육풍 등 바람의 방향을 충분히 고려해 정수화 하였다.

기상요인별 오손도 예측을 위해 기상청으로부터 취득한 현재 및 미래의 기상자료입력을 통해 DB 검색하여 입력한 현재의 기상데이터 패턴과 흡사한 과거 기상데이터 및 ESDD를 출력한다.

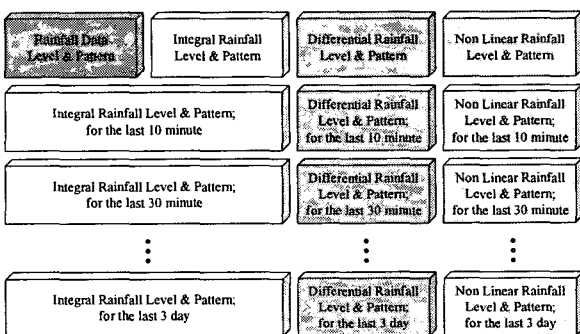


그림 7 강우에 대한 분석
Fig. 7 Analysis for DB of Rainfall Factor

또한, 분석된 각각의 기상데이터는 가중치를 부여해 유사한 상황을 검색 후 부합도의 최소값 순으로 ESDD값을 출력하도록 하였다. 즉, 부합도가 작을수록 유사한 패턴으로 인식된다. 그 결과를 프로그램에서는 화면에 표시하고 그래프화하여 쉽게 인식이 가능하도록 구현하였다.

30[ml]인공 강우에 노출시켰을 때의 ESDD값을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 오존액의 농도와 관계없이 강우에 의해 모든 애자가 깨끗하게 세정되었다.

또한, 10~30[ml/hr]의 인공 강우를 설정하여 강우량에 따른 ESDD를 관찰하였다. 그 결과를 그림 11에서 보여주고 있는데, 같은 시간동안 강우량이 많을수록 애자의 세정이 빨라져 ESDD값이 급속히 감소하였다. 즉, 강우량이 많고 강우시간이 지속될수록 절연물의 ESDD값은 감소함을 확인할 수 있었다.

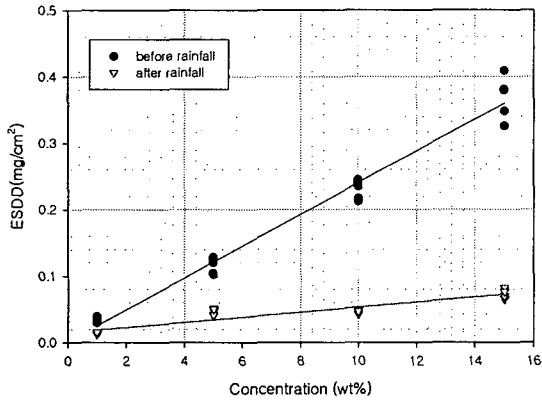


그림 10 세정전후의 ESDD
Fig. 10 ESDD before/after washing insulator

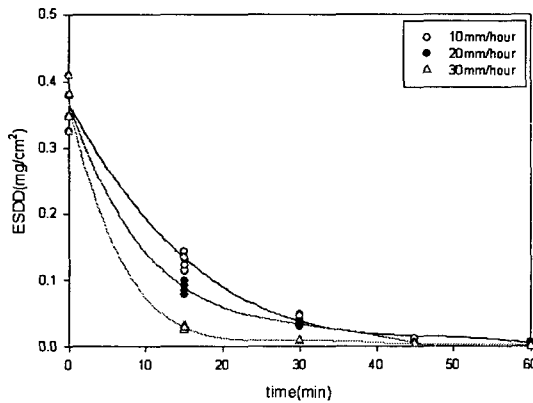


그림 11 강수량에 따른 ESDD
Fig. 11 ESDD by precipitation

3.2 기후와 오존도 간의 상관관계 분석

본 연구에서는 고창 지역에서 측정된 ESDD 데이터 및 기후인자를 이용하여 다중회귀분석을 수행하였다. 다중회귀분석을 위하여 SPSS로 통계처리를 하였다.

표 1은 그 결과의 일부로서 ESDD와 기후인자 간의 상관계수를 보이고 있다.

표 1을 통해 제시된 상관계수를 통해 분석에 활용된 기후인자들 중 풍속이 ESDD와 가장 밀접한 연관성을 지니고 있음을 확인할 수 있었으나, 강수량의 경우 40%미만으로 기대에 미치지 못하는 연관성을 나타내었다.

표 1 ESDD와 기후인자간의 상관관계

Table 1 Relationship between ESDD and meteorological factors

	ESDD	Temp.	D.P.	R.H.	W.V	Precipi.
ESDD	1.000	-0.754	-0.681	0.198	0.486	0.371
Temp		1.000	0.910	-0.281	-0.558	-0.432
D.P			1.000	0.140	-0.466	-0.345
R.H				1.000	0.282	0.217
W.V					1.000	0.532
Precipi.						1.000

※ W.V. : wind velocity, R.H. : relative humidity
D.P. : dew point, Precipi. : rain fall

식 (2)는 표 1의 내용을 활용하여 도출한 다중선형회귀모형을 보이고 있다

$$Y_i = 1.744 - 0.00832x_1 + 0.0258x_2 - 0.0172x_3 + 0.00086x_4 + 2.1 \times 10^{-5}x_5 \quad (2)$$

여기서, Y_i 는 i 번째 측정된 ESDD

$x_1 \sim x_6$ 는 각각 온도, 3일간 풍속의 세제곱, 상대습도, 강수량, 풍향

그림 12는 이상의 과정을 통하여 실제 측정된 ESDD값과 선형다중회귀모형을 통해 SPSS 통계처리로 나타낸 분석결과를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 측정치와 예측치 간에 92% 이상의 상관성을 확보할 수 있었다.

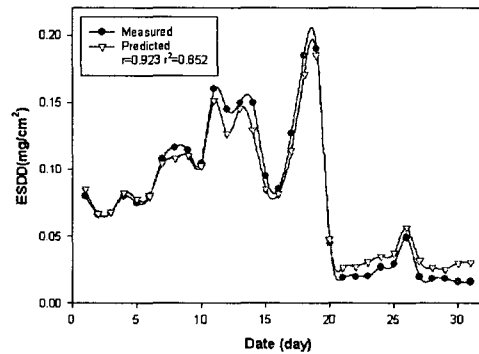


그림 12 다중선형회귀 분석결과
Fig. 12 Result of multiple linear regression analysis

3.3 오존도 예측 프로그램

본 연구에서는 이상의 결과와 같이 구성된 DB를 이용하여 오존도 예측 프로그램을 구현하였다. 프로그램 언어로는 Microsoft社의 Visual Basic을 이용하였으며, 프로그램의 명칭은 SPPP(Salt Pollution Prediction Program)라 하였다. 본 프로그램은 ESDD 및 기후 데이터를 DB화하여 효율적인 패턴검색과 그 결과를 사용자가 쉽게 알아 볼 수 있도록 그래픽화한 특징을 가지고 있다. 또한, IBM-PC호환기종에서 사용가능하며 어느 OS(operating system)에서든지 구애받지 않고 실행할 수 있도록 Visual C++ 6.0로 제작하였다. 그리고, DB를 구축함에 있어서 본 프로그램의 특성을 살리기 위해 *.esdd과 *.txt 파일로 데이터를 저장할 수 있게 하였다.

데이터의 양이 상당히 많음을 고려하여 각 esdd 파일들을 묶어서 데이터 관리를 손쉽게 할 수 있도록 하나의 binary 포맷 파일로 저장가능하게 하였고 이 파일을 본 프로그램에서는 *.besdd라 명명하였다.

그림 13은 현재와 미래의 기후 데이터를 입력하였을 때 축적된 DB를 통해 과거 유사한 패턴의 기후에서의 ESDD 패턴을 분석하는 것을 보여주고 있으며, 그림 14는 패턴 분석을 통하여 가장 유사한 패턴의 기후 및 ESDD값의 결과를 보여주고 있다. DB를이 검색하여 결과를 출력하는 interval은 사용자가 임의로 조정할 수 있도록 제작하였다. 하지만, 현재나 미래의 데이터를 입력하는 부분은 수동적으로 행하여야 한다. 따라서, SPPP가 on-line화 되어 자동적으로 현재 및 미래의 데이터를 읽고 분석할 필요가 있다.

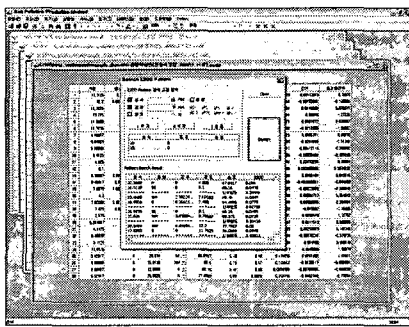


그림 13 기후 데이터의 패턴분석
Fig. 13 Analyzing pattern of DB

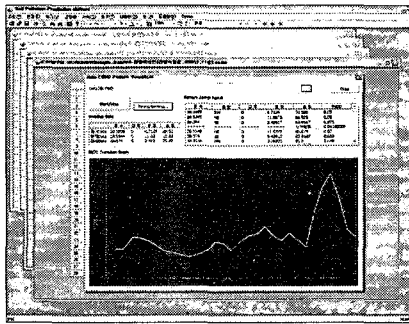


그림 14 패턴분석에 따른 ESDD
Fig. 14 ESDD due to analyzing pattern

DB는 과거로부터 현재의 기후 및 오손데이터를 바탕으로 구축된 데이터베이스를 활용한다. 따라서 과거의 기후 및 오손데이터를 로딩하여 확인할 수 있으며 현재의 기후 및 오손데이터의 입력 역시 가능하다. 저장된 데이터를 불러올 경우 기온, 강수, 풍향 및 풍속 등의 기후 조건과 전일 및 현재의 오손도를 함께 표시하였으며 이를 바탕으로 예측값을 산출하였다. 아울러 예측치와 현재 ESDD의 비교를 위해 잔차를 확인할 수 있다.

또한 SPPP의 주 목적인 기후조건 검색을 통한 미래의 오손데이터 예측을 가능하게 하기 위하여 기후조건을 입력하여 조건에 맞는 기후데이터를 검색함으로써 미래의 오손도

를 예측하고 도출이 가능하다. 기후데이터의 검색은 풍속, 강우 및 온도를 주 조건으로 하여 이루어지도록 하였으며 검색을 통해 부합도가 가장 높은 경우의 ESDD를 보여주어 그 경향을 그래프로 확인할 수 있다.

따라서, 이러한 예측 프로그램의 활용을 통하여 애자의 오손에 대한 예측이 가능하며 이를 통해 애자세정 등 같은 옥외 절연물의 오손섬락을 미연에 방지하고, 유지·보수비용을 절감할 수 있음은 물론 전력설비의 안정화를 통하여 전력계통의 신뢰도 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

옥외 절연물의 오손도 예측 기법을 개발하기위해 수행된 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 오손도 측정을 위해 오손도 측정시스템을 구축하여 애자의 오손도를 측정하였으며, 기후 데이터를 취득하기 위해 기후 측정시스템을 구축하여 풍속, 풍향, 온도, 상대습도, 대기압, 강우 등과 같은 기후 데이터를 수집하였고, 실시간 on-line으로 데이터를 수집할 수 있는 기반을 마련하였다.

2. 인공오손 실험을 위해 인공오손챔버를 구축하여 기후인자, 특히, 풍속과 강우가 오손도에 미치는 영향을 분석한 결과, 절연물의 오손도는 약 풍속의 세제곱에 비례하여 증가하고 오손 지속시간에 비례하여 증가하다가 포화되어 더 이상 오손되지 않으며, 또한 강우에 의해 오손도가 감소되는 우세효과를 확인할 수 있었다.

3. 오손도 예측기법 중 상당한 공신력을 가지고 있어 여러 분야에서 예측의 통계기법으로 사용되고 있는 다중선형 회귀분석을 수행하여 풍속과 오손도 간의 연관성, 즉, 오손도는 풍속의 세제곱에 비례한다는 점을 고려하고 오손도 관측시스템의 구축에 따라 당일 오손도를 확인 가능한 경우, 기상예보 데이터를 활용한 오손도 예측의 가능성 및 그 신뢰도를 검토하여 전일의 ESDD를 적용해 다중선형 회귀분석을 적용한 결과 상관계수 $r=0.926$, 결정계수 $r^2=0.858$ 의 고신뢰성을 확보할 수 있었다.

4. 고 신뢰성의 오손도 예측기법을 오손도 예측 프로그램(SPPP)에 적용하여 DB 기반의 오손 예측 평가시스템을 구축하였으며, 오손도 예측 평가시스템은 on-line에서 사용이 가능하도록 제작하였다. 또한, 각 기상데이터에 가중치를 부여하여 기상 예보치에만 의존하던 기존의 방법을 개선한 다중 예측를 통한 분석 또한 가능하도록 하였다.

5. 향후 많은 양의 데이터 추가를 통한 DB구축 및 프로그램 개선을 통해 절연물의 세정주기 및 점검·보수주기를 정함으로써 경험에 의존했던 기존의 방법에 비해 보다 효율적인 오손예측이 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] “送電線路の 碍子 鹽塵害 對策(第1報)”, 電氣協同研究 第 13券 第 4号”, 電氣協同研究會-碍子鹽塵害對策專門 委員會, pp. 28~76, 昭和 32年 8月
- [2] “送電線路の 碍子 鹽塵害 對策(第2報)”, 電氣協同研究 第 15券 第 2号”, 電氣協同研究會-碍子鹽塵害對策專門 委員會, pp. 12~97, 昭和 34年 8月
- [3] “碍子の 汚損に 關連する 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
- [4] “碍子の 汚損に 關連する 環境條件の 解析-最大鹽分付 着量の 推定”, 電力中央研究所 技術第一研究所報告 研 究報告 : 73056, 電力中央研究所, pp. 2~34, 昭和 49年 1月
- [5] “變電設備の 耐鹽設計”, 電氣協同研究 第 35券 第 3号”, 電氣協同研究會-變電設備耐鹽設計專門委員會, pp. 10~ 15, 昭和 54年 9月
- [6] “かいしの 汚損特性に 關する 現狀技術の 調査”, 電氣 學會技術報告(Ⅱ部) 第450号, 電氣學會-碍子汚損特性環 境要因調査專門委員會, pp. 3~5, 1993年 1月
- [7] “送變電設備の 耐鹽對策”, 電氣協同研究 第 20券 第 2 号”, 電氣協同研究會-鹽害對策專門委員會送變電分科會, pp. 56~93, 昭和 39年 4月
- [8] “絶縁・電氣環境技術研修コース - 汚損設計” 電力中央 研究所, pp. 10~20, 平成 7年 9月
- [9] 최남호, 구경완, 한상옥, “회귀분석을 활용한 옥외 절연 물의 오손도 예측”, 전기학회논문지, 제52권 3호, pp. 137~143, 2003. 3
- [10] “염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구 [최종보고 서]”, 한국전력공사, pp. 3~4, 2002. 3.
- [11] “옥외 송·변전설비의 신뢰성 향상을 위한 염해 오손 도 예측기법 개발 [최종보고서]”, pp.125~139, 한국전 력공사, 2004. 11
- [12] 최남호, 박강식, 한상옥, “통계처리기법을 활용한 옥외 절연물의 염해 오손물 누적특성 분석”, 전기학회논문지, 제 51권 1호, pp. 39~45, 2002. 1.
- [13] 최남호, “통계처리에 의한 염해 오손의 분포특성 해 석”, 충남대학교, pp. 20~75, 2002. 2

저 자 소 개



김재훈 (金載勳)

1997년 충남대학교 전기공학과 졸업(학사)
 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사)
 2000-2003년 (주)진로산업 기술연구소
 주임연구원
 충남대학교 전기공학과 박사과정수료
 현재 대덕대학 전기과 겸임교수
 Tel : 042-821-7604
 Fax : 042-821-8895
 E-mail : geez011@cnu.ac.kr



김주한 (金周漢)

2003년 충남대학교 전기공학과 졸업(학사)
 2005년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사)
 충남대학교 전기공학과 박사과정수료
 Tel : 042-821-7604
 Fax : 042-821-8895
 E-mail : rykiel76@cnu.ac.kr



한상옥 (韓相玉)

1974년 충남대학교 공업교육과(전기)졸업.
 1986년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학박).
 1985년 독일 하노버대 객원교수
 1989년 일본 나고야대 객원교수
 현재 충남대학교 전기공학과 교수
 Tel : 042-821-5655
 Fax : 042-821-8895
 E-mail : sohan@cnu.ac.kr