

## 송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램 개발

(The Development of Lightning Outage Rate Calculation Program)

강연옥\* · 심용보 · 권동진 · 곽주식

(Yeon-Woog Kang · Eung-Bo Shim · Dong-Jin Kweon · Ju-Sik Kwak)

### 요 약

송전선로에 발생하는 정전은 산업계에 큰 영향을 미치고 있다. 특히 낙뢰에 의한 송전선로의 사고는 50[%]를 넘고 있다. 송전선로에 발생하는 낙뢰에 의한 정전을 줄이기 위해서는 경제적인 관점을 고려하여 보강대책을 수립하는 것이 중요하다. 송전선로의 신뢰도는 보통 연간 100[km]당 몇 건의 낙뢰에 의한 사고가 발생하는가에 의해 결정되므로, 낙뢰에 대한 보호 대책을 수립하기 위해서는 뇌 사고율을 정확하게 예측하는 것이 필요하다. 낙뢰에 의한 절연물의 섬락현상은 대단히 복잡한 전기자기적 현상이다. 또한 송전선로의 뇌 사고율을 계산하기 위해서는 수많은 반복계산이 요구된다. 따라서 프로그램의 개발이 요구되며, 본 논문에서는 송전선로 뇌 사고율 계산을 위한 기본 개념 및 개발된 프로그램을 검증하였다.

### Abstract

The outages of transmission lines give big damages to the industrial world. Lightning outages occupy above 50[%] among the outages of transmission lines. To decrease the lightning outage rates, it is necessary to try countermeasures considering economical points. For the lightning protection of power transmission lines, it is very important to accurately predict the lightning outage rate because the reliability criterion for transmission line is normally specified as the number of flashovers per 100[km] per year. The phenomenon of an insulator flashover by a lightning stroke is a very complex electromagnetic event. And to calculate the lightning outage rates of transmission lines, so many calculation should be repeated because there are many overhead lines and power lines. Therefore it is necessary to develop a program for it. In this paper, we briefly introduce the basic concept for lightning outage calculation algorithm and the program.

Key Words : Shielding Failure, Back Flashover, Lightning Outage Rate

### 1. 서 론

\* 주저자 : 한전 전력연구원 선임연구원  
Tel : 042-865-5863, Fax : 042-865-5804  
E-mail : wgkang@kepri.re.kr  
접수일자 : 2008년 8월 6일  
1차심사 : 2008년 8월 8일  
심사완료 : 2008년 8월 18일

국가 산업이 고도화되면서 전력공급의 신뢰성 향상에 대한 국가적인 요구가 증대되고 있다. 또한 일반 가정에서 컴퓨터 등 정보화 기기의 확대 보급으로 순간정전도 허용하지 않으려는 국민들의 요구가

증가하고 있다. 일반적으로 송전선로의 신뢰도는 낙뢰에 의한 송전선로 사고율에 의해 결정된다. 한편에서는 계통의 중요성과 경제성을 고려하여 송전전압에 따라 표 1과 같이 연간 100[km]당 사고율로 송전선로 사고율의 제한 목표치를 설정하여 설계에 반영하고 있다[1].

표 1. 전압계급에 따른 송전선로 뇌 사고율 목표치  
Table 1. Target of lightning outage by voltage class

[건/100[km] · 년]

전압 계급	뇌 사고율 제한 목표치
765[kV]	0.35
345[kV]	1.0
154[kV]	2.0

낙뢰에 의한 사고율을 목표치 이하로 억제하기 위해서는 송전선로의 내뢰 설계시 낙뢰에 의한 사고율을 가능한 한 정확하게 예측하는 것이 중요하다. 또한 운전중인 송전선로의 사고율을 낮추기 위한 각종 내뢰 대책을 수립하는 경우에도 사고율 저감효과를 정확히 예측함으로써 경제성과 신뢰성을 동시에 고려하는 효과적인 투자가 필요하다.

낙뢰에 의한 송전선로의 사고는 송전선로에 낙뢰가 맞았을 때 철탑과 송전선 사이의 공기에서 섬락이 발생하는 대단히 복잡한 전기자기적 현상으로서 가스방전, 급격히 변화하는 전자계, 도체와 철탑에 발생하는 코로나의 비선형 특성, 주파수와 전류에 영향을 받는 대지의 임피던스 특성 등이 포함된다. 이렇게 복잡한 현상을 해석하기 위하여 일반 산업계에서는 현상을 단순화하고 선형화하여 낙뢰에 의한 사고율을 예측 계산하는 것이 일반적이지만, 이것 또한 계산과정이 복잡하여 컴퓨터를 이용한 계산이 요구된다.

본 논문에서는 송전선로에 발생하는 뇌 사고율의 계산 알고리즘, 개발된 뇌 사고율 예측계산 프로그램을 소개하고 계산 결과와 고장실적을 비교 검토하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 뇌 사고율 발생 메커니즘

송전선로는 그림 1과 같이 철탑, 전력을 공급하는 전력선, 낙뢰로부터 전력선을 보호하는 가공지선, 철탑과 전력선을 절연시켜주는 애자로 구성된다. 또한 낙뢰로 인한 섬락으로부터 애자를 보호하기 위해 아킹혼이 설치된다. 낙뢰의 진전방향은 그림 2와 같이 대지, 가공지선, 전력선의 3가지 경로로 구분되며 대지로 진전하는 낙뢰는 송전선로의 사고에 영향을 미치지 않지만, 가공지선 및 전력선으로 진전하는 낙뢰는 사고를 유발할 수 있다.

낙뢰에 의해 송전선로에 발생하는 사고율을 계산하기 위해서는, 송전선로 경과지의 낙뢰 발생 빈도 및 낙뢰 크기에 대한 분석이 선행되어야 하며, 이를 기본으로 차폐실패 사고율과 역섬락 사고율을 각각 계산하여야 한다.

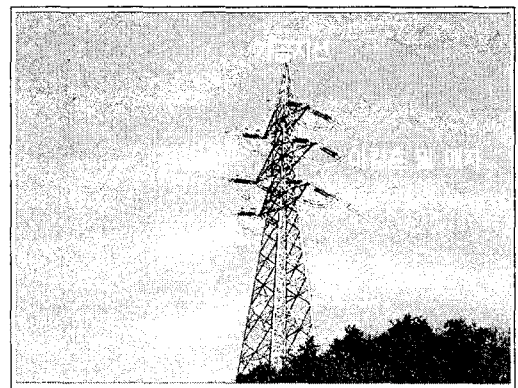


그림 1. 송전선로 형상  
Fig. 1. Sample tower shape

낙뢰에 의해 송전선로에 발생하는 사고를 방지하는 대표적인 대책은 전력선 위에 가공지선을 설치하여 낙뢰가 전력선에 도달하지 않도록 차폐하는 방법이다. 송전선로를 설계하는 경우에는 내뢰 설계뿐만 아니라 도체와 철탑 사이에 절연을 유지하도록 절연 설계를 하여야 하기 때문에 낙뢰를 완전히 차폐하도록 철탑을 설계하는 것은 경제성을 고려할 때 현실적으로 어렵다. 따라서 일부 낙뢰는 가공지선이 설

송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램 개발

치되었음에도 불구하고 전력선에 도달하여 전력선의 상승된 전위가 아킹흔을 섬락시킴으로써 사고를 유발한다. 이러한 현상을 차폐실패 사고라 한다. 대부분의 낙뢰는 가공지선이 전력선을 차폐함으로써 사고를 방지하고 있다.

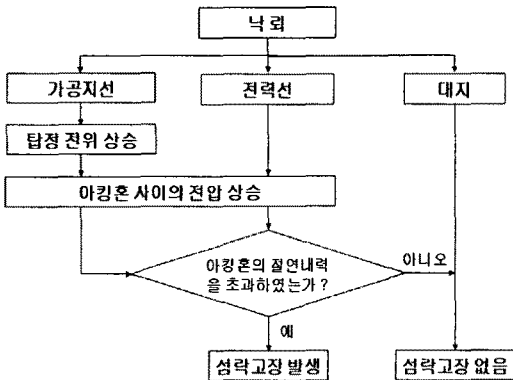


그림 2. 뇌격에 의한 송전선 섬락발생 흐름도  
Fig. 2. Transmission line flashover due to lightning

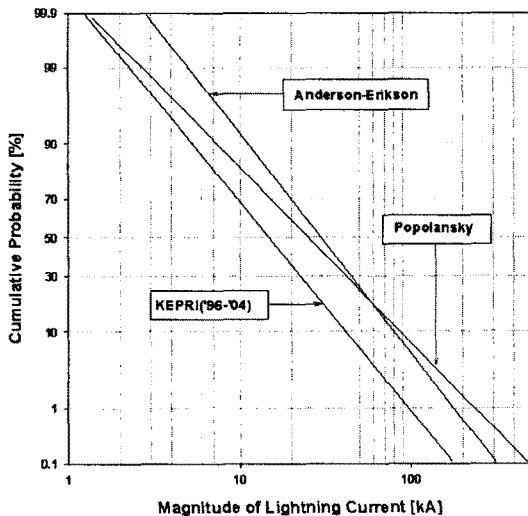


그림 3. 뇌격전류 크기의 누적확률 분포곡선  
Fig. 3. Cumulative frequency distribution of peak current amplitudes in downward flashes

그림 3에서 알 수 있는 것과 같이 국내의 경우 100 [kA] 이상의 낙뢰가 발생할 확률은 1[%] 이하로 작다[2]. 그렇지만 큰 뇌격 전류를 갖는 낙뢰는 가공지

선이 효과적으로 차폐하더라도 차폐된 뇌격 전류가 철탑 전위 자체를 크게 상승시켜 아킹흔을 섬락시키는데, 이것을 역섬락 사고라 한다.

송전선로에서의 차폐실패 사고와 역섬락 사고는 모두 구름으로부터 방전된 낙뢰가 철탑의 영향권 이내로 근접함에 따라 발생하는 현상으로, 연간 뇌우 일수로부터 송전선로에 떨어지는 낙뢰수를 구하여야 한다. 이 데이터는 송전선로 뇌 사고율 계산에서 아주 중요한 파라미터로서 이 데이터의 오차는 전체 뇌 사고율 계산 오차와 비례하게 된다.

일반적인 이론에 의하면 높은 구조물이 낮은 구조물 보다 자주 낙뢰에 맞으며, 수직 구조물의 2배 거리에 떨어져 있는 낙뢰를 구조물이 끌어당김으로써 피뢰침 주변의 시설물, 가축 및 인간을 보호하게 된다. 이것이 그림 4와 같은 피뢰침 설계의 기본 원리이다[3].

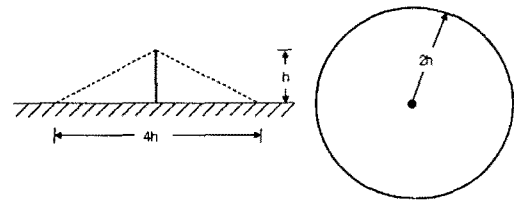
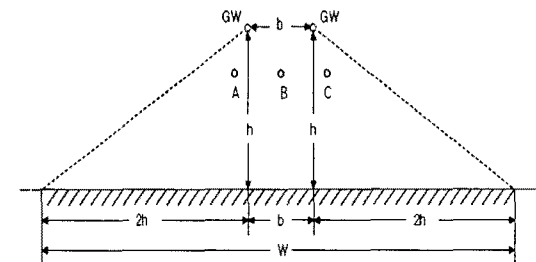


그림 4. 피뢰침의 보호 범위  
Fig. 4. Protective shadow of a lightning rod

피뢰침의 보호범위 원리를 확장하면 그림 5와 같이 낙뢰에 대한 가공 송전선로의 전기적인 영역을 구할 수 있다.



GW : 가공지선 위치 A, B, C : 상도체 위치  
W : 송전선로의 전기적인 영역의 폭

그림 5. 가공 송전선로의 낙뢰에 대한 전기적인 투영 영역  
Fig. 5. Electrical shadow width of an overhead power line

Whitehead는 가공 송전선로의 전기적인 투영영역의 폭  $W$ 에 관해 더 복잡하게 등가화를 검토하였고, 자기적인 결합 데이터와의 상관관계를 더욱 정밀하게 반영할 수 있는 식 (1)을 제안하였다[4].

$$W = b + 4h^{1.09} \quad (1)$$

여기서  $b$  : 가공지선 사이의 거리  
 $h$  : 가공지선 평균 높이

식 (1)은 송전선로에의 낙뢰수를 계산하는데 사용되며, 연간 100[km]당 송전선로에의 낙뢰수는 식 (2)와 같이 표현될 수 있다[4].

$$N_L = 0.12T(b + 4h^{1.09}) \quad (2)$$

여기서  $N_L$  : 연간 100[km]당 송전선로에의 낙뢰수  
 $T$  : 연간 뇌우일수

### 2.2 차폐실패 사고 계산 알고리즘

낙뢰는 방전현상으로 구름에서 시작하여 대지나 대지위의 물체에 도달함으로써 끝난다. 초기 단계에서는 대지의 물체에 영향을 받지 않고 낙뢰가 진전하지만, 구름으로부터 방출된 전하가 뇌격전류를 따라 대지에 근접함에 따라 대지 위에 있는 물체 표면의 전계는 증가하게 된다. 따라서 최종적으로는 대지로 진전하는 뇌격전류와 물체 사이의 임의의 거리에서, 물체 표면 공기의 절연을 파괴시키는 임계 전계값에 도달하게 되고 대지로 진전된 낙뢰는 대지위의 물체로 방전하게 된다. 이 거리  $S$ 를 뇌격흡인거리(Striking distance)라고 하며, 이것은 송전선로의 차폐실패 사고율을 계산하기 위한 EGM(Electro-geometric) 모델의 중요한 개념이다[3].

뇌격흡인거리는 낙뢰가 접근하는 채널에서 전하의 함수이다. Golde는 뇌격흡인거리가 뇌격 전류의 함수임을 가정하였으며, Whitehead는 일련의 분석 작업을 통해 식 (3)을 발표하였다[3].

$$S = 10 \cdot I^{0.65} \quad (3)$$

여기서  $S$  : 뇌격흡인거리  
 $I$  : 뇌격전류

그림 6은 하나의 가공지선과 하나의 전력선을 기준으로 설명하는 전기기하학 모델로서 차폐실패 메커니즘을 설명하는 단순화된 모델이다. 도체에 낙뢰가 맞았을 경우, 도체의 전위 상승에 의해 섬락을 발생시키는 최소 뇌격 전류 크기에 의해 뇌격 흡인거리  $S$ 를 식 (3)에 의해 구할 수 있으며, 이 거리  $S$ 에 따라 그림 3과 같은 모델을 구성할 수 있다.

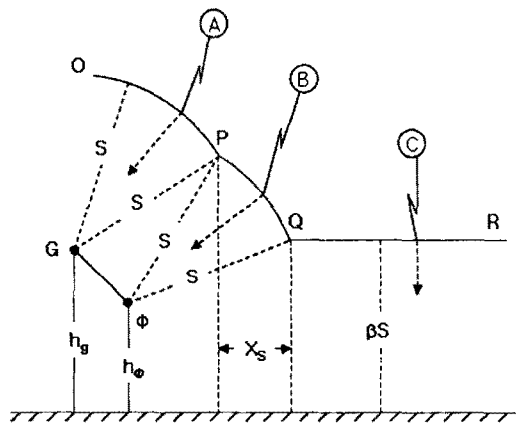


그림 6. 차폐실패 계산을 위한 전기기하학 모델  
 Fig. 6. EGM model for shielding failure calculation

그림 6에서 원호 OP상에 접근하는 낙뢰 ①은 가공지선 G로부터 뇌격흡인거리  $S$ 에 위치하고, 전력선  $\phi$ 로부터는  $S$ 를 초과한 위치에 있기 때문에 가공지선으로 낙뢰가 흡인된다. 선 QR상으로 접근하는 낙뢰 ②도 전력선  $\phi$ 로부터는 뇌격흡인거리  $S$ 를 초과한 위치에 있기 때문에 대지의 거리  $\beta S$ 로 점프할 것이다. 이 때, 계수  $\beta$ 는 대지의 뇌격흡인거리가 전선의 뇌격 흡인거리와는 다르다는 가능성을 허용한다. 본 프로그램에서는  $\beta$ 값을 EHV 선로에서 0.8, UHV 선로에서 0.67을 적용 하였다. 낙뢰 ③은 차폐선과 대지의 거리가 뇌격흡인거리를 초과한 위치로 접근하므로, 원호 PQ에 도달하자마자 전력선으로 흡인된다. 가공지선에 의해 낙뢰가 차폐되지 않고 전력선에 낙뢰가 맞는 범위  $X_s$ 를 비차폐 거리라 한다[4]. 임계 뇌격 전류의 크기를 점점 증가시키면 뇌

## 송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램 개발

격 흡인거리가 증가하여 비차폐 거리  $X_S$ 는 감소하게 되고  $X_S$ 가 0이 되는 뇌격전류 크기를 구할 수 있다. 차폐실패를 일으키는 최소 뇌격전류 및 최대 뇌격전류의 크기, 차폐되지 않는 거리  $X_S$ 를 구하면, 식 (4)에 의해 차폐실패 사고율을 계산할 수 있다.

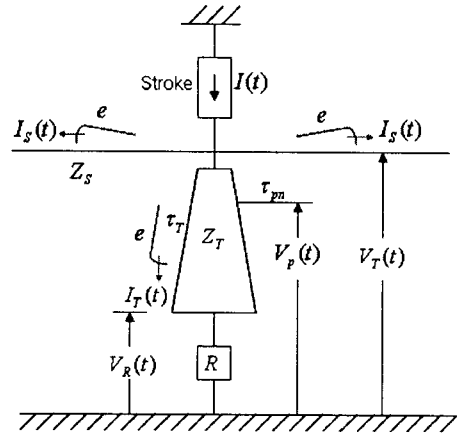
$$N_{SF} = N_L \frac{X_S}{2} (P_{\min} - P_{\max}) \quad (4)$$

- 여기서  $N_{SF}$  : 연간 100[km]당 차폐실패사고율
- $X_S$  : 비보호 범위
- $P_{\min}$  : 차폐실패를 일으키는 최소 뇌격전류 크기 이상의 낙뢰가 발생할 확률
- $P_{\max}$  : 차폐실패를 일으키는 최대 뇌격전류 크기 이상의 낙뢰가 발생할 확률

### 2.3 역섬락 사고 계산 알고리즘

낙뢰가 가공지선에 맞았을 때 발생하는 현상들을 설명하는 회로 성분들을 설정한 후, 낙뢰한 의한 송전선로의 역섬락 사고율을 계산해야 한다. 철탍의 뇌격에 의한 탑정전위 계산을 위한 등가회로는 그림 7과 같다[4].

낙뢰가 철탍의 상부에 맞았다고 가정하면, 그림 5에서처럼 철탍 상부에는 가공지선의 써지 임피던스 및 철탍의 써지 임피던스에 의해 전압  $e$ 의 크기를 갖는 이동파(Traveling wave)가 발생하며 철탍 및 가공지선을 따라 이동한다. 철탍의 써지 임피던스와 대지의 써지 임피던스는 차이가 있으므로 철탍을 따라 이동한 파중 일부는 대지로 흘러가고 일부는 반사하여 철탍 상부로 이동하며, 철탍 상부로 이동한 파중 일부는 가공지선으로 이동하고 일부는 철탍을 따라 대지로 이동을 반복한다. 또한 가공지선을 따라 이동한 파중 일부는 인접철탍에서 반사하여 되돌아온다. 이러한 진행파는 철탍 상부 및 철탍 암의 전압에 영향을 미치게 된다. 이러한 영향을 고려하여 계산된 철탍 암의 전압과 전력선 전압의 차가 아킹흔의 내전압을 초과하게 되면 섬락이 발생한다.



- $Z_S$  : 가공지선 써지임피던스
- $Z_T$  : 철탍 써지임피던스
- $R$  : 철탍 타각접지저항
- $I(t)$  : 뇌격전류원
- $V_T(t)$  : 임의의 시간  $t$ 에서의 탑정전압
- $\tau_T$  : 탑정에서 철탍하부까지 뇌격전류의 전파시간
- $V_R(t)$  : 임의의 시간  $t$ 에서의 타각접지저항의 전압
- $\tau_{pm}$  : 탑정에서 철탍 암까지 뇌격전류의 전파시간
- $V_p(t)$  : 임의의 시간  $t$ 에서의 철탍 암의 전압

그림 7. 낙뢰에 의한 철탍전위 계산을 위한 등가회로  
Fig. 7. Equivalent circuit for tower top voltage

따라서 철탍 암의 전압을 상승시켜 아킹흔을 섬락시킬 수 있는 임계 뇌격전류를 계산하고, 그러한 임계 뇌격전류가 송전선로에 발생할 확률을 구하면 식 (5)에 의해 역섬락 사고율을 계산할 수 있다.

$$N_{BF} = N_L \cdot P(I_C) \quad (5)$$

- 여기서  $N_{BF}$  : 연간 100[km]당 역섬락 사고율
- $P(I_C)$  : 역섬락을 일으키는 임계 뇌격전류 이상의 낙뢰가 발생할 확률

### 2.4 뇌 사고율 예측계산 프로그램

송전선로의 낙뢰에 의한 사고율을 정확하게 계산하기 위해서는 철탍, 전력선, 도체 정보뿐만 아니라 송전선로 경과지의 낙뢰정보, 지형정보 등을 필요로 한다. 또한 계산과정이 복잡하고 많은 반복계산이 요구되므로 컴퓨터 프로그램을 이용한 계산이 요구된다.

지형정보를 효과적으로 이용하기 위하여, 본 프로그램은 MicroSoft사의 VisualBasic 6.0 언어를 주축으로, ESRI사에서 개발된 컴포넌트 형태의 Software인 MapObject를 GIS(Geographic Information System) Engine으로 사용하여 개발 하였다.

일반적으로 1개의 송전선로는 수십기의 철탑에서 많게는 백기 이상의 철탑으로 구성된다. 각각의 철탑은 형상이 서로 다르므로 낙뢰에 의한 써지 전압에 영향을 미치는 써지 임피던스가 다를 뿐 아니라, 철탑이 위치한 지형의 대지경사각 및 접지저항도 상이하다. 따라서 본 프로그램에서는 운전중인 송전선로의 뇌 사고율을 계산시보다 정밀한 뇌 사고율 계산 및 낙뢰에 취약한 철탑에 대한 분석이 가능하도록 철탑 각각의 정보를 데이터베이스로 구축하여 각각의 철탑에 대한 뇌 사고율을 계산하는 알고리즘을 적용하였다. 또한 신규 송전선로의 뇌 사고율 예측 계산시에도 개별 철탑정보를 읽어 들여 계산하는 방식을 채택함으로써, 낙뢰가 많이 발생하는 지역 및 대지 저항률이 높은 지역의 뇌 사고율 영향평가를 가능하게 하였으며, 이에 따라 경제적이고 신뢰도 높은 송전선로 경과지 선정이 가능하게 되었다.

개발된 송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램은 그림 8과 같다. 주요 기능은 현재 운전중인 송전선로의 뇌 사고율 계산, 신규 건설예정인 송전선로의 뇌 사고율 예측계산, 철탑별 뇌 사고율 평가 및 낙뢰정보 분석 기능이다.

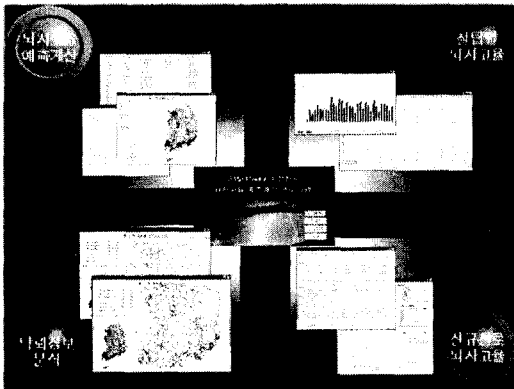


그림 8. 송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램  
Fig. 8. Lightning outage rate calculation program

그림 9에서 알 수 있는 것과 같이 송전선로에 구성된 각각의 철탑정보를 데이터베이스로 구축하고, 각각의 철탑이 위치한 좌표에 따라 지형정보(대지 경사각)를 구하여 뇌 사고율을 계산하는 알고리즘으로 구성하였다.

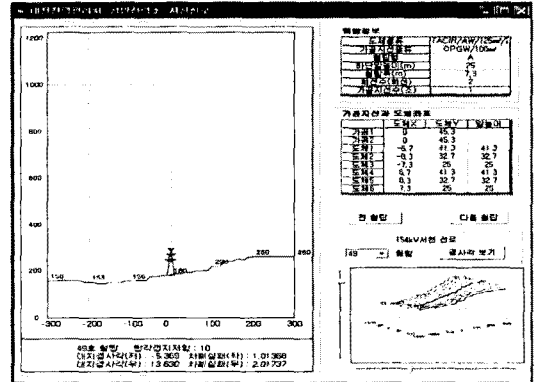


그림 9. 철탑 및 지형정보 검색 화면  
Fig. 9. A picture of tower information and hillside angle

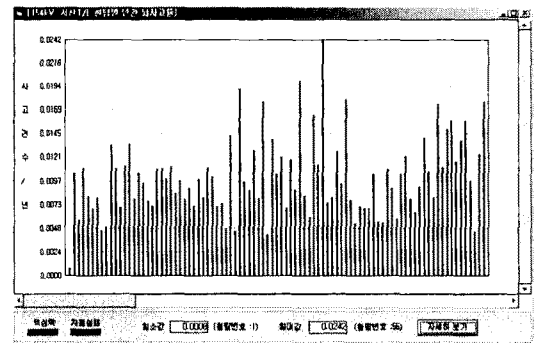


그림 10. 철탑별 뇌 사고율 계산결과 검색 화면  
Fig. 10. A picture of lightning outage calculation results of each tower

이에 따라, 그림 10과 같이 송전선로중 낙뢰에 취약한 철탑 및 구간을 알 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 신규 송전선로 설계시에는 뇌 사고율을 송전선로 건설 이전에 평가하여 적절한 철탑 접지시공, 가공지선에 의한 차폐각 설계를 가능하게 함으로써 내뢰 보강에 따른 추가 비용을 줄일 수 있다. 또한 운전중인 선로에서도 낙뢰에 취약한 철탑을 집중 보강함으로써 경제적인 보강 설계가 가능하게 되었다.

송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램 개발

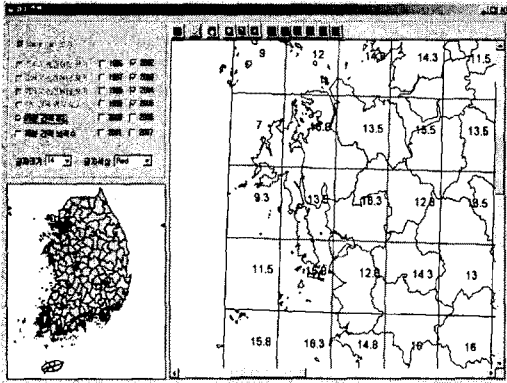


그림 11. 낙뢰정보 검색 화면  
Fig. 11. A picture of lightning information

또한, 개발된 본 프로그램에서는 그림 11에서 알 수 있는 것과 같이 한전에서 1996년부터 2007년까지 측정된 낙뢰 정보를 검색함으로써 낙뢰에 취약한 지역에 대한 분석으로 합리적인 내뢰설계에 활용이 가능하게 되었다.

개발된 송전선로 뇌사고율 예측계산 프로그램의 알고리즘의 타당성 검토를 위하여, 한전에서 운전중인 선로중 33개 선로의 고장실적과 프로그램을 이용한 계산 결과를 비교하였다. 1999년부터 2005년까지 이들 33개 송전선로에서 낙뢰에 의해 7년간 발생한 고장과 프로그램을 이용하여 계산한 뇌 사고율을 비교한 결과는 표 2와 같다.

표 2에서 알 수 있는 것과 같이 이들 33개의 송전선로는 7년간 총 105건의 고장이 발생하였으며, 프로그램으로 계산한 결과는 약 109건으로서 상당히 정확히 계산됨을 알 수 있다.

그러나 그림 12에서 알 수 있는 것과 같이 전체적으로 대부분의 송전선로의 뇌 사고율은 현장의 고장 실적과 프로그램의 계산 결과가 유사하게 일치하고 있지만, 일부 송전선로는 계산치와 고장 실적과 큰 편차를 나타내고 있다. 154[kV] 송전선로의 뇌 사고율 설계 목표치는 연간 100[km]당 1건이므로, 25[km] 송전선로의 경우 설계 목표치가 연간 0.25건이다. 따라서 25[km] 송전선로가 특정해에 1건의 고장이 발생하였다면 설계치의 4배의 고장이 발생한 것으로 분석된다. 다만, 낙뢰 현상이 자연현상으로 통계적인 편차가 상당히 심하고, 이것을 완전히 반

영하기 어려운 점을 고려하더라도 일부 선로의 불일치는 면밀히 검토하여 개선할 사항이다. 따라서 본 프로그램의 신뢰성 검증을 위해서는 계산 알고리즘 및 데이터에 대한 보다 면밀한 분석이 필요하다고 판단된다.

표 2. 송전선로별 뇌사고 실적과 계산치 (1999~2005년)

Table 2. Field records and calculation results of lightning outages in each transmission line

선로명	선로 고장 [km]	7년간 고장[건]	
		계산치	고장실적
1	25.1	1.7	6
2	15.9	6.2	3
3	33.4	2.2	2
4	40.1	1.7	3
5	8.2	3.7	2
6	24.3	2.8	3
7	7.9	0.4	1
8	29.0	11.9	7
9	18.7	2.2	1
10	11.1	0.9	1
11	26.6	2.9	4
12	7.2	0.6	1
13	17.4	1.6	3
14	41.3	3.3	5
15	15.7	1.1	1
16	45.7	3.4	2
17	21.7	3.0	3
18	14.2	5.6	4
19	21.1	1.8	2
20	16.7	1.3	3
21	15.9	2.4	3
22	10.5	3.6	2
23	8.7	3.6	1
24	20.7	0.9	3
25	25.0	2.7	4
26	16.4	0.9	3
27	21.5	1.2	4
28	22.9	1.3	1
29	29.1	14.4	1
30	27.5	14.9	17
31	19.0	1.3	1
32	24.2	1.7	5
33	25.6	2.0	3
합 계		109	105

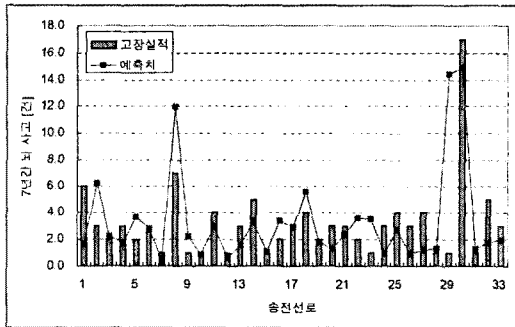


그림 12. 33개 송전선로 낙뢰사고 실적과 계산치의 비교  
 Fig. 12. Comparison of field records and calculation results of lightning outages in 33 of transmission lines

### 3. 결 론

송전선로의 신뢰도 향상을 통한 안정적인 전력공급을 위해서는 낙뢰에 취약한 송전선로의 뇌 사고율 분석이 필요하며, 낙뢰에 취약한 첩탑을 선별하여 경제적인 내뢰 대책을 수립하여야 한다.

본 논문에서는 송전선로 뇌 사고율 계산을 위한 기본 알고리즘 및 개발된 프로그램을 간략히 소개하였으며, 개발된 프로그램의 알고리즘 타당성 검증을 위해 한전에서 운전중인 33개 선로의 고장실적과 계산 결과를 비교하였다. 프로그램의 신뢰성은 상당히 높은 것으로 분석되었으며, 본 프로그램의 적용을 통해 송전선로의 내뢰 대책 수립시 차폐실패 사고율과 역섬락 사고율 분석을 통해 각각의 사고에 적합한 대책수립 방안 검토가 가능하게 되었다. 또한 신규 송전선로의 건설시에도 설계시점에서 쉽게 뇌 사고율을 예측 계산함으로써 경제적이고 신뢰성 높은 설계가 가능하리라고 판단된다.

전 세계적인 기후 변화에 따라 우리나라의 기후가 변화될 가능성이 있으며, 이에 따라 낙뢰의 발생빈도도 높아질 것으로 예측된다. 따라서 자연재해에 취약한 가공 송전선로의 신뢰성 높은 전력공급을 위해서는 기후 변화에 대비하여 낙뢰 현상에 관한 기초연구 수행이 필요하며, 이러한 연구 결과를 반영한 송전선로 뇌 사고율 예측계산 프로그램의 보완이 필요하다.

### References

- [1] 전력연구원, "송전 설계기준 제·개정 및 보완연구", 최종보고서, 2001.
- [2] E. B. Shim, J. W. Woo, S. O. Han, J. D. Moon, "Lightning Characteristic in Korea and Lightning Performance of Power Systems", Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002: Asia Pacific. IEEE/PES, Volume 1, pp 534-539, 2002.
- [3] P. Chowdhuri, "Electromagnetic Transients on Power Systems", Second Edition, Research Studies Press LTD, Baldock, Hertfordshire, England, 2004.
- [4] "Transmission Line Reference Book 345(kV) and Above", Second Edition, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, 1987.

### ◇ 저자소개 ◇

#### 강연욱 (姜鍊旭)

1966년 10월 5일생. 1988년 충남대학교 전기공학과 졸업. 1990년 충남대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 한전입사. 현재 한전전력연구원 전력계통연구소 선임연구원  
 Tel : (042)865-5863  
 E-mail : ywkang@kepri.re.kr

#### 심응보 (沈應輔)

1959년 12월 23일생. 1982년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1998년 충남대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2006년 충남대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1982년 한전입사. 현재 한전전력연구원 전력계통연구소 수석연구원.  
 Tel : (042)865-5860  
 E-mail : ebshim@kepri.re.kr

#### 권동진 (權東震)

1963년 1월 20일생. 1986년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 1992년 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1995년~현재 한전전력연구원 전력계통연구소 책임연구원.  
 Tel : (042)865-5862  
 E-mail : djkweon@kepri.re.kr

#### 곽주식 (郭周植)

1972년 1월 10일생. 1994년 충북대학교 공대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년~현재 한전전력연구원 전력계통연구소 선임연구원.  
 Tel : (042)865-5868  
 E-mail : kwakjs@kepri.re.kr