

연소화염 존재 시 수직형 모델 전력선의 섬락 특성

(Flashover Characteristics of Vertical-type Model Power Line in the Presence of Combustion Flame)

김인식*

(In-Sik Kim)

요 약

전력선이 통과하는 지역에서 발생한 산불은 계통 섬락사고의 원인이 되고 있다. 본 연구에서는 연소화염에 의한 전력선의 절연내력 저하특성을 알아보기 위해 직류 및 교류 전압 인가 시, 연소화염과 고전압 도체의 수평거리(s)를 변화시켰을 때, 수직형 모델 전력선에 대한 섬락특성을 조사하였다. 실험 결과, 수평거리(s)가 작은 범위에서는 화염이 모델선로의 섬락전압을 크게 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 섬락전압의 저하요인을 해석하기 위해 화염주변의 상대공기밀도가 고려되었으며, 화염이 존재하는 경우에는 그 영향이 매우 크게 나타남을 알 수 있었다.

Abstract

A forest fire in the area of power line installations may be caused by flashover disturbances in power systems. In this study, experiments were conducted so as to investigate the reduction in dielectric strength caused by combustion flame, and flashover characteristics in the simulated condition of vertical-type model power lines were examined by making shorter and longer the horizontal distance(s) between combustion flame and high-voltage conductors under the application of 60[Hz] a.c. and d.c. high-voltages. As the results of the experimental investigation, it is demonstrated that flame can reduce flashover voltages of the model air-gap in shorter range of the horizontal distance(s).

Relative air density is considered in order to analyze the reduction causes of the flashover voltages, and it can be seen that the relative air density has a great influence on the flashover characteristics under the presence of combustion flame.

Key Words : Flashover Characteristics, Model Power Line, Combustion Flame

* 주저자 : 경일대학교 제어전기공학부
Tel : 053-850-7143, Fax : 053-850-7602
E-mail : iskim@kiu.ac.kr
접수일자 : 2009년 2월 23일
1차심사 : 2009년 3월 2일
심사완료 : 2009년 3월 17일

1. 서 론

오늘날 우리나라의 전력시스템은 점차 고전압·대용량화 추세에 있으며, 이러한 전력계통에서는 정전사고에 대한 신뢰성확보가 가장 주요한 운용 목표

가 되고 있다. 계통의 정전사고는 매우 다양하며, 보통 인위적인 요인과 자연적인 요인으로 대별할 수 있다.

자연현상에 기인한 송전선로의 정전사고로는 주로 낙뢰와 화재이다. 하절기는 낙뢰로 인한 사고가, 동절기는 건조한 기후로 인해 산불화재에 의한 섬락 사고가 많이 발생된다.

산림청 통계에 따르면, 우리나라에서 지난 2000년부터 2005년까지 발생한 산불은 총 3,444건이며, 피해면적은 35,171[ha]인 것으로 발표되고 있다[1]. 전력선의 절연내력에 영향을 미칠 수 있는 고온화염의 형태는 거대한 산불로부터 송전선로 아래에서 쓰레기소각으로 인한 소규모 화염에 이르기까지 매우 다양하다. 이러한 고온 화염이 전력선 아래에 존재하면, 화염의 상부에 있는 송전선로는 절연내력이 크게 저하되어, 선간섬락 또는 전력선과 대지 간 섬락 사고를 일으킬 수 있는 조건이 형성된다. 따라서 계통의 신뢰도 항상 측면에서 전력선 아래나 주변의 화염이 전력선에 접근하는 경우에 대한 섬락특성은 매우 주요한 문제가 되고 있다.

외국의 경우 청명한 날씨에도 불구하고 간혹 지락 사고로 추정되는 고장이 초고압 장거리 송전선로에서 관측되고 있다. 이러한 불명확한 정전사태는 주로 송전선로 인근에서 발생한 화염에 의한 것으로 보고되고 있다[2-3].

한편 우리나라의 송전선로는 현재 대부분 가공방식을 채용하고 있으며, 전 국토의 70[%]인 산지를 통과하고 있다. 이러한 가공전선로 부근에서는 산불을 비롯하여, 쓰레기소각, 논밭두렁 태우기, 과수원의 나뭇가지 태우기 등에 의한 다양한 종류의 화염이 발생될 수 있기 때문에, 전력선의 섬락특성에 미치는 화염의 영향에 대한 연구의 필요성을 느낀다.

따라서 본 연구에서는 전력선 인근에 연소화염이 존재할 때, 이들 화염이 전력선의 절연특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 수직형 모델전력선을 채택하였다. 안정된 소규모 화염 상부에 전력선 모델도체를 배치하고, 도체와 화염의 수평거리를 변화시켰을 때 모델전력선에 대한 직류 및 교류 섬락전압을 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 화염과 모델선로의 배치 및 실험장치

가공선로의 도체배치는 지지물 형태에 의해 결정되며, 보통 수직형과 수평형으로 구분된다. 수평형 도체배치는 장방형철탑, 문형철탑, 우두형철탑 등에서 채용되며, 도체의 지상 높이는 낮게 할 수 있으나, 전선로의 부지가 커지는 단점이 있다.

한편, 수직형 도체배치는 4각철탑에서 많이 채용되며, 도체의 지상 높이는 증가되지만, 전선로 통과 부지가 적은 장점이 있어 주로 2회선 선로에서 많이 채용되고 있다. 그림 1은 대표적인 수직형 가공선로의 도체배치를 나타낸 것이다.

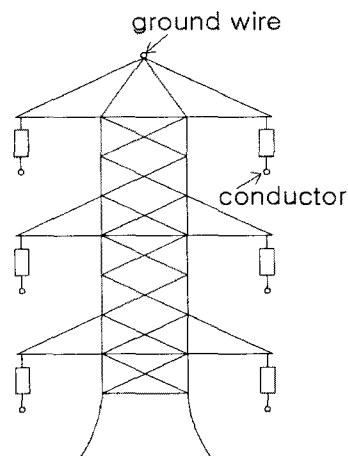


그림 1. 수직형 가공선로의 도체배치도
Fig. 1. Schematic diagram of vertical-type conductors of overhead lines

그림 2는 수직형 모델도체와 화염의 배치관계를 나타낸 것이다. 여기서 갭 길이 (d)는 두 도체사이의 수직거리이며, 화염 높이 (h)는 두 도체의 중심과 화염의 중심사이 거리이다. 화염의 접근에 의한 섬락 전압의 영향을 조사하기 위해 본 실험에서는 화염과 도체의 수평거리 s 를 변화시켰다.

본 연구에서 섬락전압의 측정값은 동일한 조건에서 5회 측정하여 그 평균을 취하였다.

그림 2에서 수직배치인 두 도체사이 단상 교류(또는 직류) 고전압을 인가하여 절연파괴특성을 조사할

연소화염 존재 시 수직형 모델 전력선의 섬락 특성

때, 상부도체(A)에 고전압이 인가된 경우를 'A형 모델선로', 하부도체(B)에 고전압이 가해진 경우를 'B형 모델선로'라고 하였다.

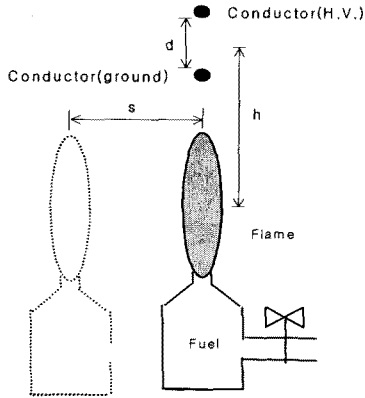


그림 2. 수직형 모델도체와 화염의 배치도
Fig. 2. Schematic diagram of the vertical-type model conductors and flame shapes

2.2 화염의 연소현상 및 온도특성

연소화염의 연료는 파라핀오일을 사용하였다. 이는 석유계 연료이며, 주성분은 탄화수소이다. 화염의 크기는 전압이 인가되지 않는 상태에서 육안으로 관찰하여 폭 0.5[cm], 높이 3[cm] 정도로 안정하게 유지하였다.

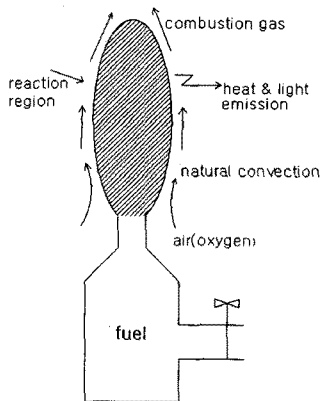


그림 3. 파라핀 화염의 연소현상
Fig. 3. Combustion phenomena of the paraffine-oil flame

그림 3은 일반 중력장에서 화염의 연소현상을 나타낸 것이다. 연료와 공기(또는 산소)가 화염에 공급됨으로서, 그림 3과 같이 화염은 반응영역에서 화학반응이 일어나 빛과 열을 방사한다. 자연대류에 의해 연소가스는 상부로 이행하므로 보통 화염상부에서 고온이 발생된다.

그림 4는 파라핀 화염의 주위공기에 대한 등온선 분포를 나타낸 것이다. 그림 4에서 x, y축의 원점에 높이 3[cm]인 연소화염이 위치하고 있으며(빛금형상 부분), x축은 화염으로부터 수평거리[cm]이며, y축은 수직거리[cm]를 나타내고 있다. 이로부터 화염에 대한 수평방향의 온도구배는 수직방향에 비해 매우 급격한 것을 알 수 있다.

이것은 화염이 연소될 때 화염의 측면 또는 아래에서 유입된 공기는 연료와 혼합하여 화학적 연소과정이 일어나고, 연소 후의 고온공기는 그림 3과 같이 상승기류를 형성하는 특성 때문이라고 생각된다.

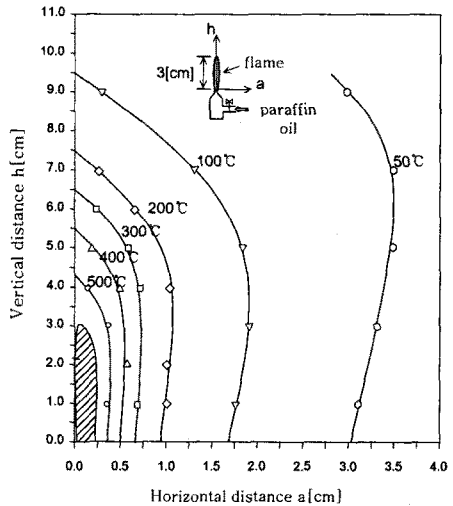


그림 4. 파라핀 화염 주위의 등온선 분포곡선
Fig. 4. Isothermal lines around the paraffine-oil flame

화염 주위의 온도측정 시 100[°C]이하의 낮은 온도는 서미스터(thermister) 온도계로 측정하였으며, 고온부는 약 1,600[°C]까지 측정 가능한 백금-백금 로지움 열전대 온도계(thermometer)를 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 교류전압 인가시의 섬락특성

그림 5은 화염높이 $h=6[cm]$ 을 일정하게 하였을 때, 수평거리 s 에 따른 A형 모델선로의 교류 섬락전압 특성을 나타낸 것이다. 여기서 도체의 갭 길이 d 는 1, 2, 3, 4, 및 5[cm]이며, 수평거리 s 는 0[cm]에서 5[cm]까지 변화시켰을 때, 교류 섬락전압(실효값)을 나타낸 것이다.

그림 5에서 보는바와 같이 갭 길이 d 와 수평거리 s 가 증가함에 따라 교류 섬락전압은 높아지는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 5에서 $s=0[cm]$ 에서 $s=2[cm]$ 범위에서는 s 가 증가함에 따라 교류 섬락전압은 비교적 크게 상승하고 있으나, $s=3[cm]$ 이상에서는 s 가 증가하여도 섬락전압은 거의 일정한 것으로 나타났다.

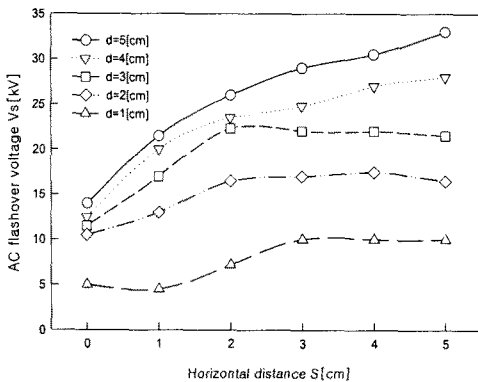


그림 5. A형 모델선로의 교류 섬락전압 특성
Fig. 5. Characteristics of a.c. flashover voltages in A-type model conductors

표 1은 A형 모델선로의 교류섬락 전압을 상대값 [%]으로 표시한 것이다. 이는 연소화염으로부터 가장 먼 곳에 위치한 $s=5[cm]$ 일 때의 섬락전압을 기준값(100[%])으로 하였을 때, 각각의 s 에 대한 교류섬락전압(%)이다.

표 1에서 보는 바와 같이 $s=0[cm]$ 일 때 평균 섬락전압은 48.6[%]이며, 이는 기준값 $s=5[cm]$ 에 비해 약

1/2정도이다. 그리고 s 가 증가함에 따라 섬락전압은 상승하여 $s=1[cm]$ 에서 63.0[%], $s=2[cm]$ 에서 84.2[%]로 비교적 크게 증가하였으나, $s=3[cm]$ 및 $s=4[cm]$ 에서는 각각 96.3[%] 및 97.8[%]로서 기준값 $s=5[cm]$ 와 거의 동일한 값을 나타내고 있다. 이는 수평거리 s 가 증가함으로써 도체주변의 상대공기밀도가 변화하기 때문이라고 생각된다.

표 1. A형 모델선로의 교류섬락전압(상대값) 비교
Table 1. Comparisons of a.c. flashover voltages in A-type model conductors

갭 길이 d 거리 s	d=1 [cm]	d=3 [cm]	d=5 [cm]	평균 [%]
s=5 [cm]	100	100	100	100
s=4 [cm]	100	101	92.4	97.8
s=3 [cm]	100	101	87.8	96.3
s=2 [cm]	72.0	102	78.7	84.2
s=1 [cm]	45.0	79.0	65.1	63.0
s=0 [cm]	50.0	53.5	42.4	48.6

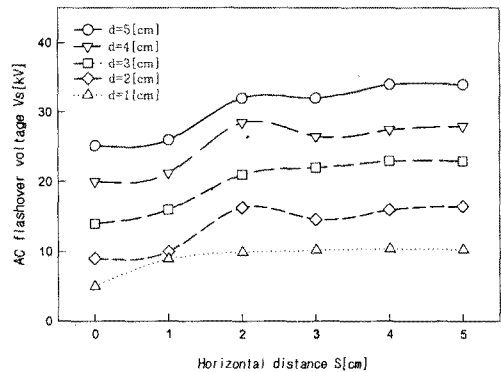


그림 6. B형 모델선로의 교류 섬락전압 특성
Fig. 6. Characteristics of a.c. flashover voltages in B-type model conductors

그림 6은 일정한 화염높이 $h=6[cm]$ 에서, 수평거리 s 에 따른 B형 모델선로의 교류 섬락전압 특성을 나타낸 것이다.

그림 6에서도 $s=0[cm]$ 에서 $s=2[cm]$ 범위에서는 수

연소화염 존재 시 수직형 모델 전력선의 섬락 특성

평거리 s 가 증가함에 따라 교류 섬락전압은 비교적 크게 상승하고 있으나, $s=3[\text{cm}]$ 보다 큰 영역에서는 수평거리 s 가 증가하여도 섬락전압은 거의 일정한 것으로 나타났다.

표 2는 B형 모델선로의 교류섬락전압을 상대값 [%]으로서 표시한 것이다. 표 2에서 $s=0[\text{cm}]$ 일 때 평균 섬락전압은 61.1[%]로서 최소이며, $s=1[\text{cm}]$ 에서 77.4[%], $s=2[\text{cm}]$ 에서 93.8[%]로서 s 가 증가함에 따라 비교적 크게 증가하고 있으나, $s=3[\text{cm}]$ 및 $s=4[\text{cm}]$ 에서는 각각 96.2[%] 및 100[%]가 되어 기준값과 거의 같게 된다. 이는 표 1과 거의 유사한 경향을 보이고 있다.

그리고 표 1과 표 2를 비교해 보면, B형 모델선로의 섬락전압이 A형 모델선로에 비해 높은 것으로 나타나고 있다. 비교적 화염의 영향이 현저하게 나타나는 $s=0[\text{cm}]$ 에서 $s=2[\text{cm}]$ 까지 영역에서 비교해 보면, B형 선로의 섬락전압이 A형 선로에 비해 $s=0[\text{cm}]$ 에서 12.5[%], $s=1[\text{cm}]$ 에서 14.4[%], $s=2[\text{cm}]$ 에서 9.6[%] 높은 것을 알 수 있다.

이는 고전압 도체에서 발생된 코로나풍(corona wind)에 의한 화염형상의 왜곡과 냉각작용이 발생되어 도체주변의 상대공기밀도의 변화에 기인하는 것으로 생각된다[4].

표 2. B형 모델선로의 교류섬락전압(상대값) 비교
Table 2. Comparisons of a.c. flashover voltages in B-type model conductors

거리 s \ 갭 길이 d	거리 s			평균 [%]
	$d=1[\text{cm}]$	$d=3[\text{cm}]$	$d=5[\text{cm}]$	
$s=5[\text{cm}]$	100	100	100	100
$s=4[\text{cm}]$	100	100	100	100
$s=3[\text{cm}]$	99.0	95.6	94.1	96.2
$s=2[\text{cm}]$	96.1	91.3	94.1	93.8
$s=1[\text{cm}]$	86.4	69.5	76.4	77.4
$s=0[\text{cm}]$	48.5	60.8	74.1	61.1

3.2 직류전압 인가시의 섬락특성

그림 7은 화염높이 $h=6[\text{cm}]$ 을 일정하게 하였을 때,

수평거리 s 의 변화에 따른 A형 모델선로의 직류섬락전압특성을 나타낸 것이다. 여기서 갭 길이는 $d=1[\text{cm}]$, $3[\text{cm}]$ 및 $5[\text{cm}]$ 이며, 수평거리 $s=0[\text{cm}]$ 에서 $s=5[\text{cm}]$ 까지 변화시켰을 때, 직류 정극성 및 부극성 전압에 대한 섬락전압을 표시한 것이다.

그림 7에서 보는바와 같이 일반적으로 $s=0[\text{cm}]$ 에서 $s=2[\text{cm}]$ 까지는 s 에 비례하여 직류섬락전압이 증가되고 있다. 그러나 $s=3[\text{cm}]$ 이상에서는 s 가 증가하여도 섬락전압은 거의 변화되지 않는 것으로 나타났다. 한편 그림 7에서 $d=5[\text{cm}]$ 에 대한 직류 정극성 섬락전압 측정 시, 고전압 도체의 코로나로 인한 코로나풍이 발생되어 화염이 소화되는 현상이 나타났기 때문에 $s=3[\text{cm}]$ 까지만 측정이 가능하였으며, 이를 ☆ 표로서 나타내었다.

표 3은 직류 부극성에 대한 A형 모델선로의 섬락전압을 상대값[%]으로 표시한 것이다. $s=0[\text{cm}]$ 일 때 평균 섬락전압은 54.9[%]이며, $s=1[\text{cm}]$ 에서 61.5[%], $s=2[\text{cm}]$ 에서 91.0[%]으로서 s 가 증가함에 따라 섬락전압은 비교적 크게 증가하였다. 그러나 $s=3[\text{cm}]$ 및 $s=4[\text{cm}]$ 에서는 각각 98.7[%] 및 100[%]으로서 기준값 $s=5[\text{cm}]$ 와 거의 동일하게 나타났다.

이러한 특성은 교류전압인가 시와 같이 수평거리 s 의 증가에 따라 도체주변에서 상대공기밀도의 변화에 기인하는 것으로 생각된다.

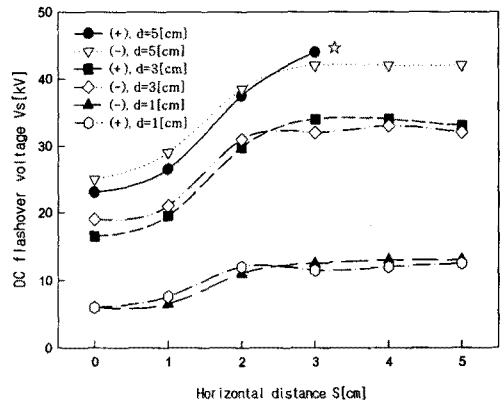


그림 7. A형 모델선로의 직류 섬락전압 특성
Fig. 7. Characteristics of d.c. flashover voltages in A-type model conductors

표 3. A형 모델선로의 직류(-)섬락전압(상대값) 비교
Table 3. Comparisons of d.c.(-) flashover voltages in A-type model conductors

갭길이d 거리s	d=1[cm]	d=3[cm]	d=5[cm]	평균[%]
s=5[cm]	100	100	100	100
s=4[cm]	100	102	100	100
s=3[cm]	96.1	100	100	98.7
S=2[cm]	84.6	96.8	91.6	91.0
s=1[cm]	50.0	65.6	69.0	61.5
s=0[cm]	46.1	59.3	59.5	54.9

그림 8은 일정한 화염높이 h=6[cm]에서, 수평거리 s에 따른 B형 모델선로의 직류섬락 전압특성을 나타낸 것이다. 갭 길이는 d=1[cm], 3[cm] 및 5[cm]이며, 수평거리 s=5[cm]까지 변화시켰을 때, 섬락전압을 직류 정극성 및 부극성에 대해 표시하였다.

그림 8에서도 그림 7과 같이 s=0[cm]에서 s=2[cm]까지는 수평거리 s에 비례하여 섬락전압은 증가되고 있으나, s=3[cm]이상에서는 s가 증가하여도 섬락전압은 거의 일정한 것으로 나타났다.

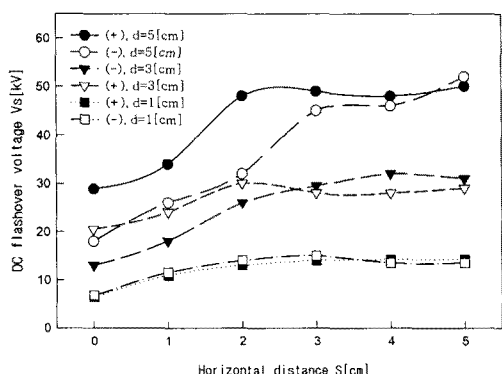


그림 8. B형 모의선로의 직류 섬락전압 특성
Fig. 8. Characteristics of d.c. flashover voltages in B-type model conductors

표 4는 직류 부극성에 대한 B형 모델선로의 섬락 전압을 상대값[%]으로 표시한 것이다. 표 4에서 보

는 바와 같이 s=0[cm]일 때 평균 섬락전압은 42.2[%]이며, s=1[cm]에서 64.4[%], s=2[cm]에서 82.4[%]로서 s가 상승함에 따라 섬락전압은 비교적 크게 증가되고 있다. 그러나 s=3[cm] 및 s=4[cm]에서는 각각 93.6[%] 및 96.8[%]로서 기준값과 거의 동일하게 나타났다.

표 4. B형 모델선로의 직류(-)섬락전압(상대값) 비교
Table 4. Comparisons of d.c.(-) flashover voltages in B-type model conductors

갭길이d 거리s	d=1[cm]	d=3[cm]	d=5[cm]	평균[%]
s=5[cm]	100	100	100	100
s=4[cm]	100	102	88.4	96.8
s=3[cm]	101	93.5	86.5	93.6
s=2[cm]	102	83.8	61.5	82.4
s=1[cm]	85.1	58.1	50.0	64.4
s=0[cm]	50.3	41.9	34.6	42.2

표 3 및 표 4에서 알 수 있는바와 같이, B형 모델 선로가 A형 모델선로에 비해 일반적으로 섬락전압이 낮은 것으로 나타났다. s=1[cm]인 경우를 제외하고 B형 선로는 A형 선로에 비해 섬락전압이 s=0[cm]에서 12.7[%], s=2[cm]에서 8.6[%] 낮게 나타났다.

또한 그림 8에서도 s=0[cm]에서 s=2[cm]까지 영역에서 정극성 및 부극성 전압에 대한 섬락전압을 비교해 보면, d=3[cm] 및 d=5[cm]에서 부극성이 정극성보다 섬락전압이 낮은 것으로 나타났다. 이는 하부 도체의 극성에 따라 양이온(positive ion)으로 대전된 연소화염과의 사이에 정전인력이 작용하기 때문이라고 생각된다[4].

3.3 상대습기밀도의 영향

L. Paris, R. Cortina 등은 대기압 공기 중에서 갭 계수를 사용하여 장갭(long gap)에 대한 플래시오버 전압에 대한 실험식을 발표하였으며, L. Aicher는 기상상태에 의한 플래시오버전압의 관계식을 다음 식

(1)과 같이 나타내고 있다[5-6].

$$V_s = V_t \frac{H}{\delta} \quad (1)$$

여기서 H 는 습도보정계수, δ 는 상대공기밀도, V_s 는 표준상태에서의 플래시오버전압, V_t 는 임의 기상상태의 플래시오버전압을 나타낸다.

화염이 존재할 경우, 섬락전압 값에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 δ 이며, 습도는 최소가 되므로 습도보정계수의 영향은 매우 적어 무시할 수 있으므로, 식 (1)은 다음 식 (2)와 같이 표시된다. 여기서, p 는 기압[mmHg]이며, t 는 온도[°C]이다.

$$V_t = V_s \frac{0.392p}{273+t} \quad (2)$$

따라서 플래시오버전압은 온도 t 에 반비례하고, 기압 p 에 비례한다.

그림 9는 대기압 공기의 온도변화에 따른 상대 섬락전압의 관계를 나타낸 것이다. 수평거리 $s=0$ [cm] 일 때의 도체 주변의 온도는 약 300[°C] 정도이며, 이는 그림 9에서 이 때의 섬락전압은 표준상태인 20 [°C]에 비해 약 50[%] 감소되는 것을 알 수 있다. 온도가 약 600[°C]정도로 상승하게 되면, 그림 9에서 보는 바와 같이 섬락전압은 약 1/3로 감소하게 될 것이다.

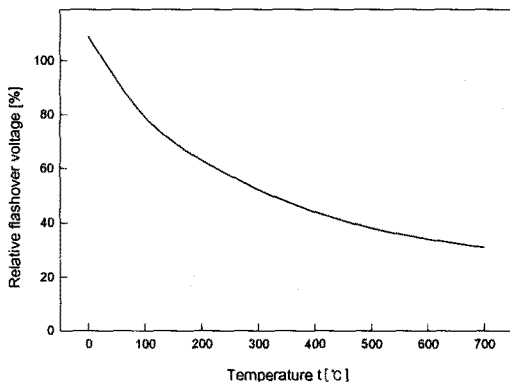


그림 9. 온도와 상대섬락전압의 관계
Fig. 9. Relationships between relative flashover voltages and temperature

따라서 화염이 존재하지 않는 정상적인 기상상태의 보정계수는 대개 10[%]이내지만 화염이 존재하는 경우에는 그 영향이 매우 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

직류 및 교류 고전압 인가 시, 연소화염과 고전압 도체의 수평거리를 변화시켰을 때, 수직형 모델 전력선의 섬락특성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 수평거리 $s=0$ [cm]에서 $s=2$ [cm]까지는 s 가 증가함에 따라 교류 섬락전압은 비교적 크게 상승하였으나, $s=3$ [cm]이상에서는 s 가 증가하여도 교류섬락전압은 거의 일정한 것으로 나타났다. 실험결과, 화염의 영향이 나타나는 $s=0$ [cm], 1 [cm] 및 2[cm]에 대한 A형 및 B형 모델선로의 교류섬락전압 평균값은 각각 54.8[%], 70.2[%] 및 89.0[%]인 것으로 나타났다.
- (2) B형 모델선로의 교류 섬락전압은 A형 모델선로에 비해 높은 것으로 나타났다. 실험결과, B형 선로의 섬락전압은 수평거리 $s=0$ [cm], 1[cm] 및 2[cm]에서 각각 12.5[%], 14.4[%] 및 9.6[%] 높은 것으로 나타났다. 이는 고전압 도체에서 발생된 코로나풍에 의해 화염형상의 왜곡과 주변공기의 냉각작용에 의한 상대공기밀도의 변화에 기인하는 것으로 생각된다.
- (3) 수평거리 $s=0$ [cm]에서 $s=2$ [cm]까지는 s 가 증가함에 따라 부극성 직류 섬락전압은 비교적 크게 상승하였으나, $s=3$ [cm]이상에서는 s 가 증가하여도 직류섬락전압은 거의 일정한 것으로 나타났다. 실험결과, 화염의 영향이 나타나는 $s=0$ [cm], 1[cm] 및 2[cm]에 대한 A형 및 B형 모델선로의 부극성 직류섬락전압 평균값은 각각 48.5[%], 62.9[%] 및 86.7[%]인 것으로 나타났다.
- (4) 선로의 전압인가 형태에 따라 직류 섬락전압에는 극성효과가 나타났다. 실험결과, B형 모델선로에서 부극성에 대한 섬락전압이 정극성인 경우보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다. 이는

고전압 도체의 전압극성파 양이온으로 대전된 연소화염과의 사이에 정전인력이 작용하기 때문이라고 생각된다.

- (5) 화염이 존재하지 않는 정상적인 기상상태에서의 상대공기밀도 등에 의한 섬락전압의 보정 계수는 대개 10[%]이내지만, 화염이 존재하는 경우에는 그 영향이 매우 크게 나타남을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 다양한 형태의 화재에 취약한 지역에서 선간 이격거리, 지상 높이 등 전선로의 절연설계 시에 기초 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] Web Site of Forest Ministry in Korea, Data of Forest Fire Information System , " <http://sanfire. forest go. kr>.
- [2] H. J. West, D. W. McMullan, "Fire Induced Flashovers of EHV Transmission Lines," IEEE-PES Winter Meeting, New York, Paper A73047-2, February 1978.

- [3] J. R. Fonseca. and A. L. Tan, "Effects of Agricultural Fires on the Performance of Overhead Transmission Lines," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 5, No. 4, pp. 687-693, 1990.
- [4] In-Sik Kim, "Flashover Characteristics of the Horizontal Air Gaps Caused by Combustion Flames," Journal of KIIEE, Vol. 16, No. 1, pp.27-34, January 2002.
- [5] L. Paris, R. Cortina, "Switching and Lighting Impulse Discharge Characteristics of Large Air Gaps and Long Insulator String", IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, vol. PAS 87, No. 4, pp. 947-957, 1968.
- [6] L. Aicher, "Variations in the Dielectric Strength of Air", Allis-Chalmers Electrical Review, Third Quarter, 1949.

◆ 저자소개 ◆

김인식 (金寅湜)

1953년 10월 3일생. 1974년 영남대 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1990~1991년 미국 University of Southern California Visiting Scholar. 현재 경일대학교 제어전기공학부 교수.