

가로등 지중전선로의 위험성 연구

백동현*, 이종언**, 전지용***

경원대학교 소방방재공학과*, 공주대학교 전기공학과**, 아주자동차대학 자동차제어진단기술***

A Study on the dangerous for street righting underground line

Dong-Hyun Baek*, Jong-Eon Lee**, Ji-Yong Chun***

Kyungwon University*, Kongju University**, Ajou Motor College***

Abstract - 가로등 누전으로 인한 많은 인명피해 발생에 따른 가로등 지중전선로의 위험성을 실측한 것으로 지역별 접지저항값은 많은 차이가 있었으며 지락지점으로부터 멀어지면 전위차는 현저히 감소하였다. 실제 대지로 빗물의 유입이 많은 장마철에서도 인접 철구조물로 가상되는 Pipe의 대지전위 상승값은 우려 할 만큼 위험한 수치에 이르지 않았다. 또한 IEC의 안전전압규정은 인체가 완전히 젖어 있는 상태에서 25[V]이하로 규정하고 있는바 이를 확인하였다. 지락지점에서 일정한 거리를 두고 측정한 접지극이나 구조물에 대한 누설전류의 값은 매우 미미하였으며, 지중전선의 지락전류는 220[V]에서 200[mA]까지 허용되어도 가능한 것으로 확인되었다.

1. 서 론

전기의 발달과 이용은 국가산업 발전의 근본으로 우리생활에 많은 변화를 가져왔다. 우리 눈에 보이지 않는 전기는 전기설비나 기구등의 설치와 사용에 대하여 잘 이해하고 확인하여야 하는데 그렇지 못한 경우나 부주의 때문에 누전이나 감전사고가 발생한다.

누전이 된다고 해서 반드시 화재가 발생하는 것은 아니나 접촉저항이 커진 부분이 전류가 흐르게 되면 과열되어 발화하게 되는 경우가 많으므로 이를 예방하기 위해 누전차단기의 설치를 권장하고 있다. 또한 누전이나 감전으로부터 보호받기 위해 가전기구나 전선로는 접지를 하고 있으나 접지저항을 낮게 하지 않으면 위험을 방지할 수 없다. 근래 가로등에 의한 감전사고로 많은 인명피해를 가져와 도시시설물에 대한 관심이 증가하고 각종 안전장치가 개발되어 적용되고 있으나 관리 인력과, 경제적 부담의 한계 등이 있다. 따라서 가로등 지중전선로의 누전으로 인한 실태를 현장조사하여 그 위험성에 대하여 논하고자 한다.

2. 본 론

2.1 누전감지 및 안전장치의 설치

미국이나 일본에서는 분기회로에 지락차단장치(누전차단기)를 설치하지 아니하고 분기회로에 과전류차단기를 설치하고 있다. 누전차단기의 설치하는 기계 기구의 연결 1차 지점이나 콘센트에 내장되도록 일부 제한적으로 규정하고 있고 가로등 설비에 대한 규정은 없으며 국제 IEC 규정에서는 제외되어 있다.

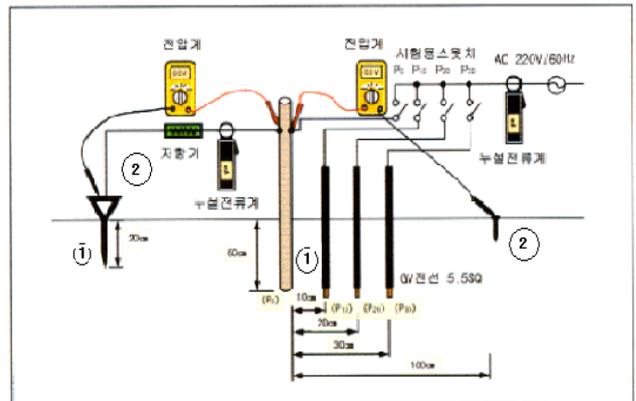
즉 미국이나 일본에서는 누전차단기의 동작 특성에 의한 오동작의 원인 때문에 부하 기계 기구의 1차 지점에 설치하도록 하고 있는 것이며 전선로의 보호는 대지 전압이 110[V]인 점을 감안하여 TN-S(N상) 접지방식이나 비접지 방식으로 감전 및 화재를 예방하고 있는 것이다.

그러나 우리나라에서는 전압을 승압하여 상간의 전압은 380[V]이고 대지간의 전압은 220[V]이므로 미국과 같이 TN-S 접지방식(N상)을 사용할 수가 없으며 TN-S 접지방식(N상)을 사용하기 위하여는 2차적으로 발생할 재해에 대한 많은 연구가 필요할 것이다.

2.2 전위의 측정

가로등 지중전선로의 절연과피로 인한 대지의 전위상승을 측정하기 위한 모의실험에는 IV 8[mm] 전선을 사용하였다. 전선 끝부분에서 30[mm]씩 피복을 제거한 후 지표면에서 깊이 60[cm]로 천공하고 10[cm], 20[cm], 30[cm] 이격하여 그림 1.과 같이 전선을 삽입하고 220[V], 60[Hz]의 전원을 인가하였다.

지락지점에서 10[cm] 이격된 거리에 1[m]의 접지봉을 대지에서 60[cm] 깊이로 묻고 지락지점에서 10[cm] 이격된 거리에 길이 12[cm]의 감지극을 설치하여 측정한다. 다른 접지봉과 지표 감지극은 IEC에서 규정된 유효접촉전압 측정방법과 동일하게 1[m] 이격하여 설치한 후 측정한다.



〈그림 1〉 전위의 측정

표 1.은 누설전류와 전위를 실측한 것으로 ①~①과 ②~②의 전위는 매우 낮아 국제안전전압인 25[V]보다 매우 적은 것으로 나타났다.

〈표 1〉 누설전류와 전위 실측

구 분		실 측 결 과				비 고
누설전류mA		47.2	75	102.6	210	측정범위
전위상승 V	지표 감지극	1.8	3.4	4.3	7.5	② ~ ②
	접지봉	3.5	6.4	7.2	15.8	① ~ ①

지중전선로에 절연손상이 발생된 지점으로부터 10[cm], 20[cm], 30[cm] 거리에 금속체가 매설되어 있는 것을 가정하여 구성한다. 또 대지의 습도함유량에 따라 대지 저항율이 다르므로 비가 내린 경우와 건조한 경우로 분리하여 측정하였다. 측정장소는 대지고유저항의 차이를 고려하여 15개 장소에서 실험하였고 대지의 접지저항은 측정당시의 값으로 하였다.

CENELEC HD637S1 부속서 G의 실험방법에서는 임의의 전압 공급을 위하여 전압조정기를 사용하는 II, III과 같은 방법이 있다. 이와 같은 방법은 가로등의 특성상 우리나라는 110[V], 220[V]로 정해져 있기 때문에 실시하지 않았으며 인체의 모의방법 및 접촉전압의 측정방법은 IEC 61936-1에서 규정하고 있는 방법으로 측정하였다. 실측 실험시 인체의 내부저항은 IEC에서 정하고 있는 500[Ω]과 IEEE 및 NEC에서 정하고 있는 1,000[kΩ]으로 하였다.

2.3 분전합 누설전류와 전위분포

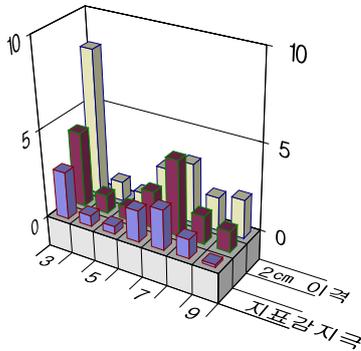
표 2.는 강남 00대로의 가로등 분전합에서 측정된 누설전류값과 전위분포를 측정된 것이다. 이 때 값은 지락지점에 있는 인접 철구조물로부터 2[cm], 10[cm] 이격된 거리의 전위분포이며 전위는 지락지점의 지표감지극 전위를 나타낸다.

〈표 2〉 누설전류값과 지락시 거리별 전위분포

설비위치	누설 전류값	2cm 이격	10cm 이격	지표감지극 전위	비 고
○○대로 3	69mA	8.30V	4.27V	2.7V	
○○대로 4	3.62mA	1.11V	1.04V	0.62V	
○○대로 5	1.87mA	0.83V	0.75V	0.44V	
○○대로 6	60mA	2.7V	2.1V	1.8V	
○○대로 7	58mA	3.4V	4.3V	2.3V	
○○대로 8	35mA	1.9V	1.6V	1.1V	단상 3선식
○○대로 9	56mA	2.2V	1.2V	0.15V	

표 2.에서 누설전류값은 각 장소별 제어함에서 측정된 것으로 누설 전류값이 다른 것은 토양성분의 차이에 따른 대지저항값이 다르기 때문으로 생각된다.

그림 2.는 측정 장소별 거리에 따른 전위값변화로 지락지점으로부터 거리가 멀어질 수록 전위가 낮아짐을 알 수 있다.



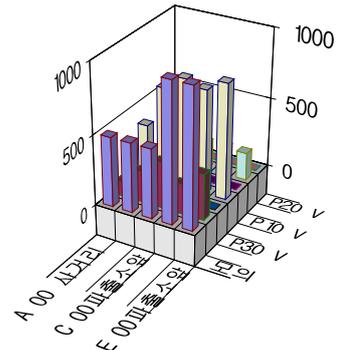
〈그림 2〉 전위값 변화

2.4 지역별 예상접촉전압

표3.은 지역별 예상접촉전압이다. 이때 A는 전압115[V]를 인가하였으며 B, C, D, E는 220[V]를 인가하였으나 B, D는 228.4[V], C, E에서는 228.7[V]의 전압이 측정되었다. 그림 3.에 나타낸 바와 같이 지락지점에서 멀어질 수록 전위값이 감소하는 것을 알 수 있으나 D지역에서는 증가하고 있다. 이는 지하의 매설물 또는 토양에 기인된 것으로 볼 수 있는데 추후 규명되어야 할 것이다.

〈표 3〉 지역별 예상접촉전압

지역	모의 저항	Pipe 접지값	접지 저항값	P0 V	P10 V	P20 V	P30 V
A 00 사거리	495	100	380	98.3	4.05	1.98	1.57
B 00오거리	495	215	680	200.8	14.5	14.23	6.33
C 00파출소앞	495	325	780	195.1	1.7	0.7	0.03
D 00오거리	987	210	740	200.7	5.1	4.5	6.51
E 00파출소앞	987	325	820	197.2	1.8	0.8	0.9



〈그림 3〉 지역별 예상접촉전압

3. 결 론

본 연구는 가로등 지중전선로의 누전으로 인한 위험성을 알아보기 위하여 현장에서 측정된 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인체가 완전히 젖어 있는 상태에서 25[V]이하로 규정하고 있는 IEC의 안전전압규정은 적절한 규정임을 확인하였다.
2. 분전함 지락시 장소에 따라 누설전류의 차이가 많았으며 지락지점으로부터 멀어질 수록 전위가 낮았다. 지락지점의 예상접촉전압 위험도는 높았으나 지락지점으로부터 10[cm] 이격된 부분에서 많은 차이가 발생하였고 그 이후 거리에서는 변화가 적었다.
3. 가로등 지중전선로에 일괄적으로 적용하고 있는 전기설비기술기준 제 16조 제1항에 대해서는 KSC IEC 60364에서 제외하고 있는 것과 같이 별도의 규정으로 적용하는 것이 바람직하다.

〔참 고 문 헌〕

[1] 전기설비기술기준, 산업자원부, 2006.
 [2] 저압전로의 지락보호에 관한 기술지침, 대한전기협회, 2004.
 [3] 남상린·이원교저, 전기설비의 설계 및 시공, 동일출판사, 2005.
 [4] 광두환·이성일저, 전기안전공학, 연학사,1991.
 [5] 감전제해와 방지대책, 대한전기협회, 1987.
 [6] 김성모·이형수역, 접지기술입문, 동일출판사, 1995.