

가로등의 전기설비 현장실태조사

(On-site Survey of the Street Lighting Facilities)

김한상* · 배석명 · 김종민

(Han-Sang Kim · Suk-Myong Bae · Chong-Min Kim)

Abstract

The case where a drain cannot flow backwards, a sewer institution can be unmanageable in this, and a road is under water momentarily by local heavy rain by the climate phenomenon in spite of not being a lowlands belt has occurred well more than recently. By the flooded road, since it is in the state which has some human bodies at hand, when a short circuit occurs in street lighting pole which is the electric institution thing of a road, the danger of an electric shock accident becomes higher.

In this paper, it was going to show improvement plan for grasping the brittle factor of street lighting pole electricity facilities through the on-site survey of street lighting pole electricity facilities, and improving this.

1. 서론

일반적으로 감전사고는 특고압이나 고압에서 위험이 높은 것으로 인식되고 있으나, 실제로 재해통계에 의하면 저압의 전기시설물에서 발생하는 감전사고가 더 많으며 특히 감전에 취약한 하절기에 많이 발생하는 것으로 나타나고 있다[1].

최근 이상기후현상에 따라 국지적으로 내리는 폭우는 상습 침수되는 저지대가 아닌데도 불구하고 하수의 역류, 하수시설이 이를 감당하지 못하여 순간적으로 도로가 물에 잠기는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 이렇게 침수된 도로에서는 인체의 일부가 수중에 있는 상태이므로 도로의 전기시설물인 가로등에서 누전이 발생할 경우 감전사고의 위험성은 한층 높아진다.

실제로 지난 2001년도에 서울과 경기 지역에 내린 집중호우로 길 가던 시민들이 잇따라 전기에 감전되어 사망하는 사고가 있었다.

본 논문에서는 가로등 전기설비의 현장실태조사를 통하여 가로등 전기설비의 취약요인을 파악하고 이를 개선하기 위한 방안을 제시하고자 하였다.

2. 현장실태조사 및 취약요인

2.1 실태 조사의 개요

실태조사는 전국의 시, 군, 구 등 7개 지역에 걸쳐 하절기에 조사하였으며, 조사내용으로는 인입선의 경우 시공방법, 전선의 공장, 물리적 영향에 의한 파손가능성이며, 가로등용 분전반의 경우 하단부의 지상고, 방수방습처리, 외함의 감전위험성, 내부의 회로구성, 접지시공

방법 등이며, 분기회로용 배선의 경우 지중전선 매설경로상의 특이사항, 분기회로의 공장 등이며, 가로등주의 경우 등주내부의 시공상태, 배선기구 설치현황, 등주접지시공상태, 전선의 종류, 등주내의 물기침입가능성 등에 대하여 실태조사를 하였다.

2.1 인입선의 시설실태

2.2.1 전선관의 물기침입

변압기에서 인출된 가로등용 인입선은 합성수지관, 금속관 등의 전선관에 의해 인입되는데 이때 관내에 우수의 침입을 방지하기 위하여 그림 1과 같이 전선관의 끝부분에 엔트런스캡을 설치하여야 하는데 현장실태조사결과 그림 2와 같이 가로등 분전반의 인입선에 물기가 침입할 우려가 있도록 설치되어 있는 경우도 있다.

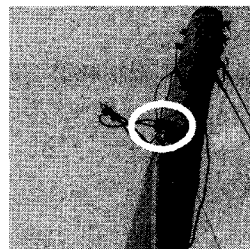


그림 1 엔트런스캡
Fig 1 Entrance Cap

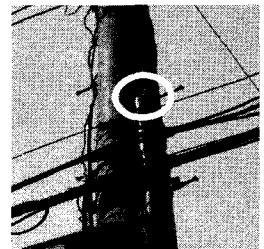


그림 2 물기침입
Fig 2 Penetration of wet

2.2.2 노출된 인입선의 물리적 손상

인입주와 분전반 사이에 가로등용 인입선이 노출될 경우 외부의 물리적인 손상의 우려가 있다. 그림 3은 그러한 예를 나타낸다.



그림 3 노출된 가로등 인입선
Fig 3 Exposed service wire

2.2 가로등용 분전반

2.2.1 분전반의 설치높이

가로등 분전반은 하단부의 지상고가 낮은 경우 하절기에 갑작스런 폭우 등에 의해 침수될 우려가 있어 일정한 높이 이상으로 설치하여야 한다. 특히, 상습적으로 침수되는 저지대의 경우에는 분전반의 설치높이를 최소한 1m 이상으로 유지하여야 한다. 현장실태조사결과 58, 73, 51, 60cm 등으로 지상고가 미흡한 곳도 상당수 있었다(그림 4 참조).

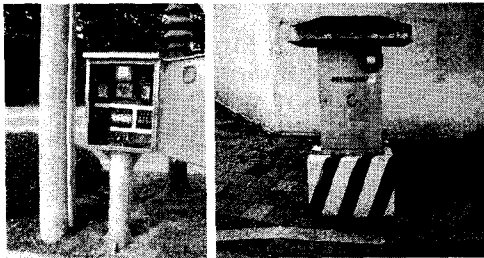


그림 4 가로등 분전반
Fig 4 Street lighting panelboard

2.2.2 분전반내 물기침입

분전반 하단부의 지중전선의 입출구는 전선관의 말단부분이 지면보다 높게 설치하고 방수처리 등을 함으로써 침수시의 물기침입과 역류를 방지할 수 있다. 현장 실태조사결과 대부분의 설치장소에서는 그림 5와 같이 지면과 전선관의 말단부분의 높이가 같게 설치되어 지중전선관으로 물이 유입될 우려가 있었으며 방수처리시공을 한 경우는 거의 없는 것으로 나타났다.

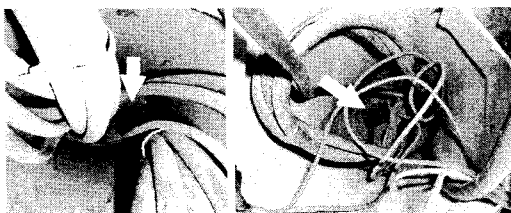


그림 5 지면과 같게 설치된 전선관
Fig 5 The height of a conduit tube is equal to ground

2.2.3 분진, 진동에 의한 영향

가로등분전반은 사용특성상 도로변에 위치함에 따라 통행차량에 의한 매연, 분진, 진동에 노출되어 있기 때문에 이를 고려한 시공상의 대책이 요구된다. 청결한 상태를 유지하는 분전반도 있지만 비교적 설치된 지 오래된 분전반의 경우 내부에 축적된 분진이 심각하며 이는 분전반 내 각종 전기기기의 수명을 저하시키고 설비 사고의 원인이 되고 있다(그림 6).

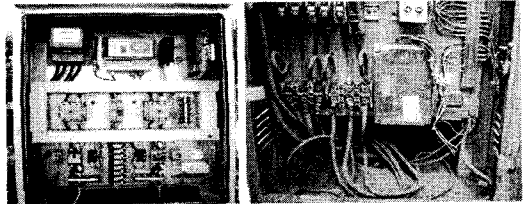


그림 6 분전반의 내부
Fig 6 The inner part of the panelboard

2.2.4 분전반 외함의 감전보호대책

분전반은 외함의 재질이 금속의 도전부이며 길가에 설치되므로 분전반 내에서 지락차단장치의 1차측에서 누전시에는 분전반의 외함에 전압이 그대로 유지되므로 지나가던 행인이 접촉할 경우에는 감전보호대책이 전혀 없는 실정이다. 따라서, 분전반 외함은 절연물로 에워싸는 등의 직접접촉에 대한 보호대책이 강구되어야 한다. 실태조사결과 이러한 보호가 된 곳도 있으나 노출도전부가 있는 채로 시공된 경우도 있다(그림 7)



그림 7 분전반외함의 절연상태
Fig 7 The insulation condition of panelboard

2.2.5 분전반의 접지시공실태

분전반 내에는 외함의 접지선, 가로등주로 인출되는 연결접지선이 함께 접속되기 때문에 접지선 상호간의 접속상태가 불완전할 경우 감전보호대책에 문제가 발생하게 된다.

그림 8과 같이 별도의 접지용단자대를 통하여 모든 접지선을 접속한 경우도 있으나, 분전반 외함에 접속하고 또한, 부식이 진행되어 완전한 접속상태가 유지되기 어려운 사례도 있었다.



그림 8 분전반의 접지시공상태
Fig 8 The grounding condition of panelboard

또한, 그림 9와 같이 분전반 외함의 접지선이 외부에 노출되어 시공된 사례도 있는데 이러한 경우 노출된 접지선의 물리적인 손상 등에 의해 단선이 되면 감전사고의 위험이 있다. 따라서, 가로등의 접지선은 반드시 가로등분전함의 내부에 은폐하여 시공하여야 한다.



그림 9 노출된 접지선
Fig 9 The exposed grounding wire

2.3 가로등의 전기설비

2.3.1 점검구의 설치위치

가로등의 점검구는 설치높이가 일반적으로는 60cm 이상이지만 하천변, 저지대 등 상습침수지역에 설치하는 경우에는 분전반 및 등주 점검구(안정기)의 높이를 1m 정도의 고위치에 설치하는 것이 바람직하다. 현장실태조사결과 그림 10과 같이 점검구의 설치위치가 지역마다 다를 뿐만 아니라 특히, 바닥에 가깝게 설치된 경우도 있었다.

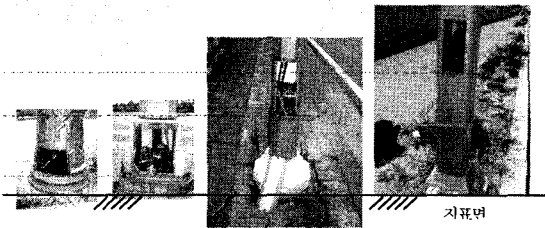


그림 10 점검구의 설치높이
Fig 10 The height of inspection aperture

2.3.2 가로등등주 내 물기침입

가로등등의 내부바닥에 설치된 전선관으로 물이 침입할 경우에는 지중전선관 속에 항상 물이 차있게 되므로 지중전선의 수명이 단축되고 건전상태에서도 누설전류로 인해 누전차단기의 불필요한 동작의 원인이 된다. 현장 실태조사결과 그림 11과 같이 거의 모든 설치장소에서는

전선관의 끝부분은 지면과 동일한 높이로 시설되어 있어 침수방지에 미흡한 시공상태를 나타내고 있다.



그림 11 전선관의 설치높이
Fig 11 The height of conduit tube

2.3.3 가로등등주 내 배선의 접속상태

가로등등주 내의 배선은 1차측에서 인입된 전선, 2차측으로 인출되는 전선, 가로등등의 조명등용 전선이 접속된다. 현장실태조사결과 그림 12와 같이 배선접속부는 주로 테이핑에 의하며 배선접속부를 고정시키지 않은 상태로 되어있어 가로등등의 외함에 접촉된 상태로 사용하는 경우가 많다. 이 상태에서 밀폐된 가로등등주 내부에서 하절기의 온도상승으로 인해 테이프가 이완되어 충전부가 노출되는 위험이 있으며 등주가 침수시에는 접속부에 물기가 침입하여 가로등등주 외함에 충전전압이 유지될 가능성이 있다.

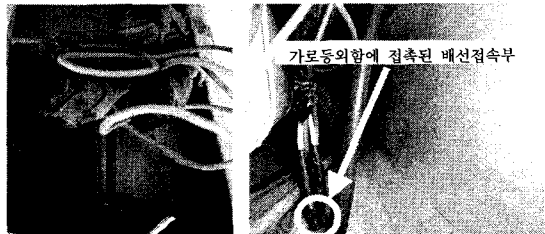


그림 12 등주내 전선의 접속
Fig 12 The connection of the wire in a pole

2.3.4 가로등등의 접지시공

가로등등의 접지의 현장실태조사결과 접지선의 시공상태가 그림 13과 같이 가로등등의 외부에 접지선이 노출되거나 등주외함의 접지가 불완전한 시공사례가 많으며 또한, 안정기외함에 접지시공을 하지 않은 경우도 있다.



그림 13 잘못 시공된 접지
Fig 13 The mistaken ground wire

2.3.5 등주 내부의 부식

현재 가로등주는 내부가 전선관 역할을 하며 현장실태조사결과 시설된 지 오래된 일부 가로등주의 내부는 그림 14와 같이 심하게 부식되어 녹이 슬어 등주 내부의 표면에 날카로운 돌기가 형성된 경우가 있다. 특히, 등주의 꼭대기에 있는 조명기구의 전구선이 절연전선인 경우에는 전선피복이 물리적으로 손상될 우려가 있다.

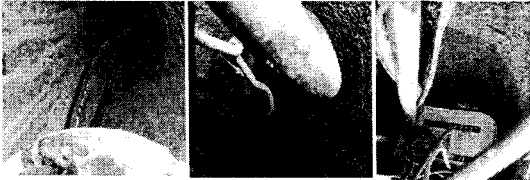


그림 14 부식된 등주내부
Fig 14 The corroded inside of an pole

2.3.6 가로등주의 절연보호

가로등주의 외함은 금속의 도전부로 내부에서 누전될 경우 누전전압은 등주 외함에 유기될 수 있으므로 등주의 표면을 절연물로 보호함으로써 감전사고를 방지할 수가 있다. 현장실태조사결과 그림 15와 같이 등주의함이 절연된 경우와 노출된 경우가 혼재하고 있다.

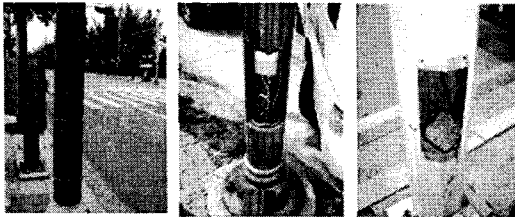


그림 15 등주외함의 절연상태
Fig 15 The insulation condition of pole

2.4 지락차단장치의 적용실태

전로의 절연열화나 피복손상 등으로 인해 발생하는 누전이나 지락전류가 전로의 외부로 유출되어 화재, 인축의 감전 또는 전로나 기기에 손상 등 각종 전기장애를 일으킬 우려가 있는 경우에는 이를 예방하기 위하여 그 전로에는 지락차단장치를 설치할 것을 의무화하고 있다. 가로등은 도로에 설치되어 불특정 다수인이 쉽게 접촉할 우려가 있으며 특히, 침수시에는 감전위험성이 높으므로 감전보호를 위하여 지락차단장치는 매우 중요하다.

2.4.1 국내기준의 관련내용

전기설비기술기준에서는 기본적으로 제45조인 지락차단장치의 시설에서 금속제외함을 가지는 사용전압이 60V를 넘는 지압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장

치를 시설할 것을 규정하고 있다.

2.4.2 지락차단장치 적용실태

가로등의 지락차단장치는 분전반, 가로등주에 설치를 하는데 현장실태조사결과 지자체마다 적용하고 있는 회로구성에 차이가 있다. 지락차단장치의 적용사례를 살펴보면 다음과 같다.

1) 적용사례 1

그림 16과 같이 분전반 내 분기회로용 누전차단기는 정격감도전류가 500mA이며, 2차측의 각각의 가로등주 내부에는 정격감도전류가 15mA 또는 30mA인 인체감전보호용 누전차단기를 설치한 경우이다.



그림 16 적용사례 1
Fig 16 The case 1

회로구성은 그림 17과 같으며 지중전로에서 지락사고가 발생할 때에는 경우에 따라 인체감전위험성이 있다.

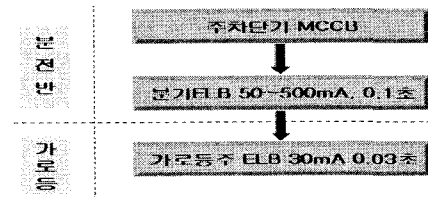


그림 17 회로구성
Fig 17 The Composition of a circuit

2) 적용사례2

분전반 내 분기회로용 누전차단기는 그림 18과 같이 정격감도전류는 100mA, 동작시간은 0.1초인 일반누전차단기를 설치하였고 개별 가로등주에는 누전차단기를 설치하지 않은 경우로서 회로구성은 그림 19와 같다. 이러한 회로구성은 지중전로 및 개별 가로등주에서의 지락사고 발생시 인체감전위험성이 있다.



그림 18 적용사례 2
Fig 18 The case 2

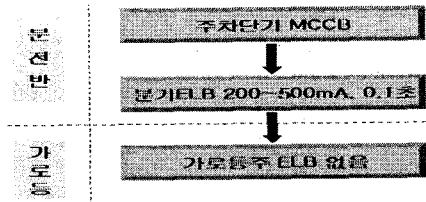


그림 19 회로구성
Fig 19 The Composition of a circuit

3) 적용사례 3

그림 20은 분전반의 분기회로용 및 개별 가로등주에 모두 인체감전보호용 누전차단기를 한 경우로 회로구성은 그림 21과 같다. 회로구성상 개별등주 및 지중전로의 감전보호에 문제가 없으나 지중전로의 공장이 긴 경우 고유누설본에 의한 오동작의 우려가 있으므로 유지관리상 유의하여야 한다.

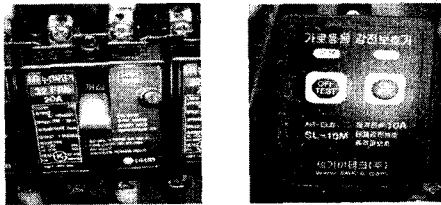


그림 20 적용사례 3
Fig 20 The case 3

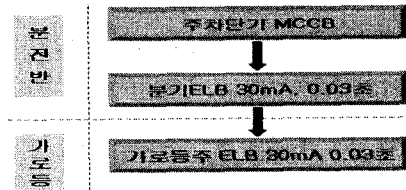


그림 21 회로구성
Fig 21 The Composition of a circuit

2.4 지락차단장치의 직결사용

국내에 사용되는 가로등의 경우 가로등주 내부의 전선접속이 테이핑에 의한 경우가 많고 경간이 긴 경우에는 지중간선의 충전전류, 오랜 사용기간에 의한 누설전류의 증가로 인해 습기가 많은 하절기의 경우 누전이 아닌데도 불구하고 가로등 회로에 설치된 누전차단기가 자주 동작하여 유지관리상의 불편을 초래함으로써 누전차단기의 1, 2차측을 직결사용하는 사례가 많은 실정이다.

그림 22는 가로등을 점등한 상태에서 분기회로에 흐르는 누설전류를 측정한 결과로서 측정 시기는 6월달로 맑고 건조한 날씨였으며 분기회로당 250W, 7개 등주가 사용되고 있었다. 누설전류는 2.18mA~10.4mA로 다양하게 측정되었다. 인체감전보호용의 누전차단기는 일반적으로

20mA 내외에서 차단되기 때문에 습도가 높은 하절기 등에는 누전차단기가 얼마든지 오동작 될 가능성이 있다.

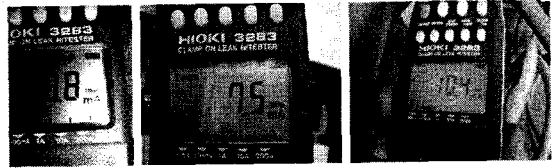


그림 22 가로등 분기회로의 누설전류 측정결과
Fig 22 The leakage current measurement result of a circuit

다음 그림 23은 분전반 내 회로의 직결사용 예를 나타낸 것으로 누전차단기의 1차측에서 인출하여 배선용 차단기를 사용한 경우와, 누전차단기와 배선용 차단기의 2차회로를 변경하여 사용하는 사례이다.



그림 23 누전차단기를 직결사용한 사례
Fig 23 The example which connected the elb directly

3. 가로등 전기설비 개선방안

본 논문에서는 가로등 전기설비의 현장실태조사를 실시한 후 파악된 취약요인에 대하여 다음과 같은 개선방안을 제시하고자 한다.

1) 인입선의 지락차단사고 예방대책

변압기와 가로등 분전반 사이의 인입선은 1차측에 과전류보호장치만이 설치되어 인입선의 지락시 변압기의 소손이나 주변의 감전사고의 위험이 있어 가로등용 인입선의 지락사고에 대한 대책이 필요하다.

2) 가로등 전기설비의 침수방지대책

가로등용 분전반 및 가로등주의 점검구의 설치높이는 일반적으로는 60cm 이상이지만 하천변, 저지대 등 상습 침수지역에 설치하는 경우에는 분전반 및 등주 점검구(안정기)의 높이를 1m 정도의 고위치에 설치하는 것이 바람직하다.

3) 가로등주의 방수시공대책

국내 가로등주 내부의 배선접속방법은 테이핑처리되어 충전부 노출에 의해 등주누전위험성이 있으며 안정기 2차측의 절연전선 사용에 의한 물리적손상위험이 있다. 따라서, 가로등주 내에 방수함을 설치하고 함 내에 전선의 접속부와 누전차단기를 설치하여야 하며 안정기의 2차측 배선은 반드시 케이블을 사용토록 하여야 한다. 전

선의 접속시에는 전선의 허용전류에 의하여 접속부분의 온도상승 값이 접속부 이외의 온도상승 값을 넘지 아니하도록 하여야 하며, 접속부분은 절연물과 동등 이상의 절연효력이 있는 것으로 충분히 피복하여야 한다.

4) 가로등주의 접지시공

개별접지 없이 연접접지만으로 시공된 가로등주는 한 등주에서 누전이 될 경우 인접한 다른 등주에 영향을 미치게 되므로 반드시 개별접지와 연접접지가 동시에 이루어져야 한다.

5) 전기설비 외함의 직접접촉에 대한 보호

도로가에 설치된 분전반은 내부에 습기, 분진, 진동의 영향을 받게 되며 분전반 자체회로 특히, 누전차단기의 전원측부에서 지락이 발생시에는 분전반 외함에 누전전압이 유기되므로 감전사고의 위험이 있으며 가로등주의 노출도전부도 등주 내에 배선기구, 전선이 설치되어 있어 누전시 감전위험성이 있다. 따라서, 분전반의 외함은 이중 절연으로 시공하여 감전위험성을 예방하여야 한다.

6) 가로등 분전반의 지락보호장치 적용개선방안

가로등에 적용된 누전차단기의 정격과 회로구성에 있어서 지역별, 설치년도에 따라 차이가 있다. 따라서 현재의 감전보호를 위한 누전차단기의 적용에 관하여 “가로등주 우선차단에 의한 회로로 구성된 개선방안을 제시하고자 한다. 즉, 가로등분전반에서의 분기회로용 주개폐기는 30mA, 0.03초의 누전차단기를 적용하고 개별 등주에는 15~20mA, 0.03초의 누전차단기를 적용함으로써 개별 등주에서의 누전시 해당 가로등주의 누전차단기가 먼저 차단되도록 함으로써 사고범위와 정전범위를 국한시키는 장점이 있다. 다만, 충전전류 및 누설전류를 제한하기 위하여 분기회로 경간을 일정거리로 제한(300m 이하)하고 또한 테이핑에 의한 현행의 배선접속방법을 개선하여야 한다. 그림 24는 가로등 우선차단을 위한 회로구성방안을 나타낸다.

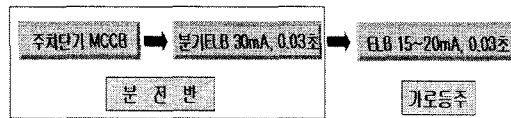


그림 24 가로등분기회로의 개선방안
Fig 24 The improvement of branch circuit

-감사의 글-

이 논문은 2006년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전기안전공사, “재해통계분석”, pp50~53, 2005
- [2] 전기설비기술기준, 산업자원부 고시
- [3] 한국전기안전공사, “전기설비기술기준(제16조1항, 제245조) 개선방안 수립”, 2006