

현장조사를 통한 도로시설물의 감전위험성

(A research on the actual conditions of the electric shock hazard of a electrical facilities on the road)

장태준*, 정연하*, 노영수*, 곽희로*, 최충석**

(Tae-Jun Jang*, Yeon-Ha Jung*, Young-Su Roh*, Hee-Ro Kwak*, Chung-Seog Choi**)

* : 숭실대학교, ** : 전기안전연구원

(* : Soongsil, ** : ESRI)

Abstract

본 논문에서는 도로시설물의 감전 위험성의 실태를 파악하기 위하여 신호등, 공중전화, 입간판, 에어컨 실외기를 현장 조사하였다. 취득된 자료에 의거하여 도로시설물의 실태를 감전 위험성 측면에서 정밀하게 분석하였다. 조사결과, 규정이 미비하여 많은 시설물들이 올바르게 설치되어 있지 않기 때문에 감전의 위험성이 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 감전 예방의 관점에서 도로시설물의 설치 및 관리에 대한 구체적인 규정을 설정하는 것이 필요하다.

1. 서 론

전기에너지는 그 고유한 장점 때문에 도처에서 이용되고 있으며 인간생활을 윤택하게 한다고 인식되고 있다. 그러나 그 이면에는 전기 이용의 부정적인 면도 존재하는데, 여기에는 전기 감전에 의한 인명피해, 누전에 의한 화재 그리고 정전으로 인한 물질 피해 등이 포함된다.

전기재해 중 감전사고의 경우 전기설비의 이상요인에 의해 전기설비, 충전부, 인체, 대지 등이 전기회로를 구성하는데 여기에 전류가 흐르면 인체는 저항체로 작용하여 열적 내상을 입게 된다. 따라서 대부분 감전사고자는 전기로 인한 화상을 입게 되며 호흡곤란에 의한 심장마비나 2차 사고로 인해 귀중한 생명을 잃기도 한다.

도로에 있는 전기시설물 중 신호등, 공중전화 부스, 입간판, 에어컨 실외기는 인간생활에 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 이러한 설비들이 외부에 설치되어 있어 보행자가 쉽게 접촉하여 감전사고가 발생할 가능성이 높다. 또한 이러한 시설물은 환경적으로 열화되기 쉽고 보호시설의 미비 및 고장, 관리소홀 등에 의하여 감전의 위험성이 증대된다.

본 논문에서는 감전사고 예방의 관점에서 신호등, 공중전화 부스, 입간판, 에어컨 실외기의 문제점을 개선하기 위하여 현장조사를 실시하고 취득된 데이터를 검토하여 각각의 시설의 설치 및 관리에 대한 기준을 제안하였다.

2. 도로시설물의 설치 규정

2.1 신호등 설비

도로시설의 확충과 교통량 증가와 더불어 교통제어를 위한 신호등설비가 확충되고 있는 추세이다. 신호등은 경찰에서 관리하고 있으며 제어기 및 보호장치, 실제 교통제어를 하는 신호등주로 구분할 수 있다.

2.1.1 신호등 분전함

교통신호등의 제어장치가 수납된 금속제 외함은 전기설비기술기준 제 254조 교통신호등의 시설에 의거하여 제3종 접지공

사를 실시하여야 한다^[3]. 또한, 교통신호등의 제어장치의 전원측에는 전용 개폐기 및 과전류 차단기를 각 극에 시설하여야 하며 또한 교통신호등 회로의 사용전압이 150V를 넘는 경우 전로에 지기가 생겼을 때에는 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하도록 의무화 하고 있다. 이는 설비보호와 더불어 비전문가 및 국민의 안전을 위한 최소한의 차단시설을 규정한 것이다. 한국산업규격(KS C4613) 누전차단기의 적용범위는 주파수 60 Hz의 교류 600 V 이하인 전로의 지락 보호에 사용하는 정격 전류 2~500 A 이하의 전류 동작형 누전차단기(이하 누전 차단기라 한다.)에 대하여 규정한다^[4]. 여기에서 말하는 누전 차단기란 지락 검출 장치, 트립 장치, 개폐 기구 등을 절연물 용기 안에 1조로 조립한 것을 말하는 것으로 지락 검출 장치, 트립 장치, 개폐 기구를 분리하여 사용하는 구조인 것은 조립한 상태로 이 규격을 적용한다.

야간에 신호등 분전함 내부를 보기 위해 설치되는 내부 등은 한국산업규격(KS C7524) 도로교통 신호기용 전구의 항목에 도로 교통법에 따라 설치된 신호기에 사용하는 백열전구에 대하여 규정하도록 의무화 하고 있다^[5]. 이 때 설치되는 전구의 성능은 기준이 정하는 실험을 통해 베이스 접촉강도가 3N·m의 비틀림 모우멘트에 견디어야 하고 휘도 비는 10 이상 50이하의 범위에 있어야 한다. 이외에도 초특성, 수명특성, 광속유지율 등을 규정하고 있다. 또한, 감전예방을 위해 절연저항은 1MΩ 이상이어야 한다. 전구내부는 가스봉입하고 2중 코일 전구에서 안전을 위해 도입선에 적어도 한쪽에 적당한 퓨즈를 넣도록 규정하고 있다. 백열전구의 특성을 규정하는 한국산업규격(KS) D6542, D6603, D6201 등이 있다.

2.1.2 신호등주

교통신호등주의 접지에 있어서 전기설비 기술기준 제 36조 기계기구의 철대 및 외함의 접지에 의거하여 전로에 시설하는 기계기구의 철대 및 금속제 외함에는 400V 미만의 저압용의 것에는 3종접지공사를 400V 이상의 것에는 특별 제3종 접지공사를 고압-특별고압의 것에는 1종 접지공사를 하도록 규정하고 있다^[6].

2.2. 공중전화 부스(통신 설비)

유선을 이용한 공중전화 시설이 최근에는 이동전화의 급격

한 보급으로 줄어들고 있는 추세이다. 기존 시설이 철거되고 있지만 많은 곳에서 공중전화가 이용되고 있다. 옥외 시설물은 줄어들고 옥내 사용을 목적으로 한 공중전화 이용시설은 아직도 많이 남아 있다. 따라서 기존 도로전기시설물로서 설치된 공중전화 부스의 이용 빈도가 감소하여 관리가 소홀하거나 노후되어 위험요소가 증가하였으며, 이에 대한 현장실태 분석이 요구되고 있다. 도로전기시설물로서의 통신설비인 공중전화부스는 크게 차단 및 개폐장치 및 공중전화 부스 및 접지 시설, 전화로 구분할 수 있다.

2.2.1 차단 및 개폐장치

공중전화 부스의 차단기는 전기설비 기술기준 제 42조 과전류차단기용 퓨즈 등에 준하여 정격전류의 1.1배에 견디고 전기설비기준이 제시한 정격전류에 따라 차단시간에 동작하도록 규정한다⁷⁾. 또한, 과전류차단기로 저압 전로에 사용하는 배선용 차단기는 배선용 차단기는 정격전류에 1배의 전류로 자동적으로 동작하지 아니하여야 되고, 정격전류 이상의 전류가 흐르면 전기설비기준이 제시한 정격전류에 따른 차단시간을 규정하고 있다. 저압전로에 시설하는 과전류차단기는 이를 시설하는 곳을 통과하는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다.

스위치는 전기설비 기술기준 제 41조 개폐기의 시설에 준하여 설치하도록 규정하고 있다⁸⁾.

2.2.2 공중전화 부스 및 접지시설

공중전화 부스는 외부의 환경요인으로부터 전화를 보호하기 위한 목적으로 시설되며 내부에는 야간에도 사용이 가능하도록 내부 등을 시설하고 있는 것이 일반적이다. 또한, 이러한 시설은 외부 사람들의 접촉이 빈번하고 낙뢰 등 외부 위험으로부터 보호하기 위해 전기설비기술기준 제 36조 기계기구의 철대 및 외함의 접지의 기준에 준하여 접지공사를 실시하여야 한다.

2.2.3 공중전화기

공중전화기는 사람의 손에 자주 닿는 부분으로 전기설비 기술기준 제 36조에 준하여 시설이 이루어 져야 하며 설치 후 유지관리의 중요성이 대두된다.

2.3 입간판(이동 광고판)

국내에 불법으로 시설된 입간판은 거리의 환경을 해치고 행인들의 접촉 시 감전의 위험을 가지고 있다. 특히 지정된 관리자가 없어 위험에 노출된 부분이 안전관리의 범위에 있지 않아 이에 대한 대책마련이 시급한 실정이다. 입간판은 차단 및 개폐장치 및 입간판으로 구분할 수 있다.

2.3.1 차단 및 개폐장치

입간판은 일반적으로 부하말단에 설치되며 사용전압은 보통 220V이다. 부하말단에 임시배선의 방법으로 설치되는 특징을 가진다. 전기설비기술기준 제 42조 과전류차단기용 퓨즈 등에 준하여 설치되어야 하고 저압전로에 시설하는 과전류차단기는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다. 또한, 개폐기류는 전기설비기술기준 제 41조 개폐기의 시설에 준하여

선로 중에 개폐기를 시설하는 경우 각 극에 설치되어야 한다.

2.3.2 입간판

옥외 시설물로서 크기의 제한이 없으며 설치 등 규제 기준이 마련되어 있지 않아 가장 많은 위험요소를 내포하고 있다. 외함 재질이 금속제인 경우 일반적으로는 접지시설을 하여야 하며 대안으로서는 옥외 시설물 전용 누전차단기를 시설해야 한다. 외함이 도전성을 가진 재질로 되어 전류가 누설될 위험성이 있는 경우 접지플러그 등 외함접지가 되어 이용이 가능하도록 설계되어야 한다. 접지시설은 전기설비기술기준 제 36조 기계기구의 철대 및 외함의 접지에 준하여야 하나 설비의 특성상 접지 시설이 되어 있는 접지콘센트에 연결하여 이용하는 것이 중요하다.

2.4. 에어컨 실외기

에어컨 시설은 현재까지는 고가의 장치이나 대중화되어 가고 있는 추세이다. 건물내부의 냉각 팬으로 찬 공기를 만들기 위하여 외부의 에어컨 실외기가 동작하여 냉각시키는 역할을 한다. 에어컨 실외기 내부에는 냉매를 응축시킬 수 있는 압축기와 외부의 공기를 순환시킬 수 있는 회전 팬, 그리고 건물 내부로 이어진 전원 연결선과 냉매가 이동하는 관 등으로 이루어져 있다. 도로를 점유하는 경우는 드물지만 대부분 건물 외벽에 시설되어 있다. 에어컨 실외기는 차단 및 개폐장치, 외함 및 내부 장치로 구분할 수 있다.

2.4.1 차단 및 개폐장치

차단 및 개폐시설에 대한 규격은 전기설비기술기준 제 42조에 근거하여 적용이 가능하고 저압전로에 시설하는 과전류차단기는 단락전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 한다. 개폐기류는 제 41조에 근거하여 시설하도록 규정되어 있다.

2.4.2 외함 및 내부장치

전기설비 기술기준의 제 36조 기계기구의 철대 및 외함의 접지에 준하여 설계되어야 하고 전로에 시설하는 기계기구의 철대 및 금속제 외함에 대한 접지공사가 이루어 져야 한다. 내부 배선은 허용전류가 맞도록 고려하고 외함의 절연을 위해 도색을 하여야 한다.

3. 현장실태 분석

3.1 신호등의 현장적용 실태분석

신호등을 제어하는 신호등 분전함의 경우 대부분의 경우 관리가 잘되고 있으나 일부 인위적으로 방치된 사례가 있었다.

그림 1은 신호등을 제어하기 위해 설치된 것으로 함 위에는 노출된 변압기가 있는 것을 확인할 수 있다. 외부차량의 추돌 등에 견딜 수 있고 홍수 등 많은 비가 내렸을 때 보호할 수 있도록 지면에서 충분한 높이에 설치되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 그림 1은 상부를 확대하여 촬영한 것으로 소형 변압기가 윗부분에 방치되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 임시로 설치된 것이 아니라 상시 설치된 것으로 노출된 변압기에서 누설전류가 흐르게 되면 외함을 접촉하였을 때 감전의 위험을 가지고 있다.



그림 1 신호등 제어기의 상부에 위치한 소형변압기



그림 3 노상에 방치된 입간판

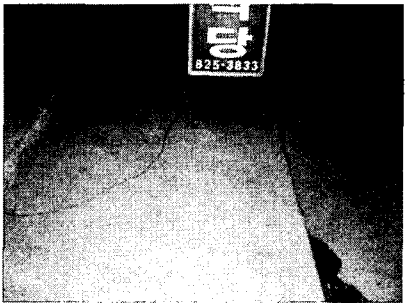
3.2 입간판의 실태분석

3.2.1 입간판 외함

입간판에서 주로 사용되는 것으로 주변지체에 고정시킨 형태이다. 이는 전형적인 예로 불법적으로 옥외로 전기시설물을 이동시켜 설치되고 있는 형태이다. 그림 2는 입간판의 유형을 보여준다.



(a) 지지물에 고정된 형태



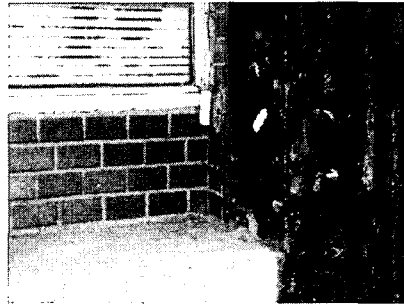
(b) 이동이 가능한 형태
그림 2 입간판 설치형태

그림 3은 시간대 별로 사용하고 있으나 사용되지 않을 때는 방치된 상태를 보여준다. 전기의 사용은 되고 있지 않으나 전원을 연장하는 전선이 외부로 노출되어 장시간 사용할 경우에는 물리적으로 손상되어 전기적 위험이 발생할 소지가 있다.

3.2.2 연결콘센트 및 플러그

그림 4는 옥외에 시설되어 있는 콘센트로 방치되어 있는 것을 확인할 수 있다. 우천시나 습기가 많은 날씨에 보호 될 수 있는 어떤 것도 갖추어져 있지 않은 것을 확인할 수 있다.

(a)는 임시배선을 외벽에 고정시켜 사용되는 것을 보여주는 것이고 (b)는 외부에 방치되어 항상 위험에 노출되어 있음을 보여준다.



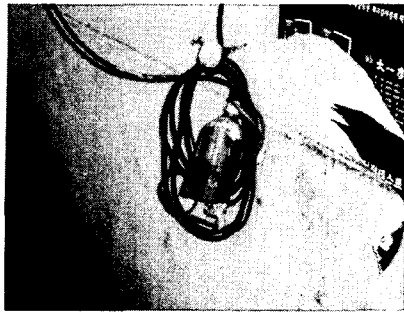
(a) 외벽에 고정



(b) 방치된 형태

그림 4 옥외에 시설된 연결콘센트

그림 5는 콘센트와 플러그가 옥외에 방치된 것으로 매우 위험한 것을 확인할 수 있다. (a)는 바깥 벽면에 수납하여 사용할 수 있고 (b)는 기중 일부에 테이프로 고정하여 사용되고 있는 것을 보여준다. (a)와 (b)는 접지형 콘센트가 되어 있어야 하나 그러하지 않은 상태로 방치된 것을 확인할 수 있다.



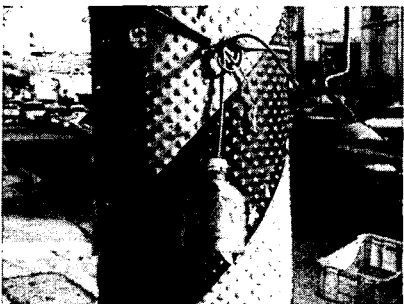
(a) 벽면에 수납된 형태



(b) 테이프로 고정시킨 형태

그림 5 외부에 노출된 콘센트와 플러그

그림 6은 옥외에 콘센트와 플러그가 연결되는 부분으로 전선의 수납이 이루어지지 않아 충전부와 접촉시 장시간 사용하면 누설전류가 흘러 감전의 위험이 있다. 또한, 연결부가 정식 제품으로 보호되어 있는 것이 아니라 인위적으로 설치되고 보호되고 있는 것으로 나타났다.



(a) 옥외시설물에 전선을 방치



(b) 입간판에 방치

그림 6 콘센트 플러그 연결부의 형태

그림 7은 우수에 보호되지 않고 그대로 방치된 것으로 행인이나 기타 주변 충전부에 의해 누설전류가 흐르면 감전될 위험이 있다.



(a) 고정된 입간판에 설치

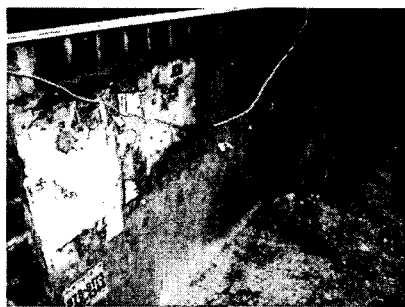


(b) 주변 고정물에 방치

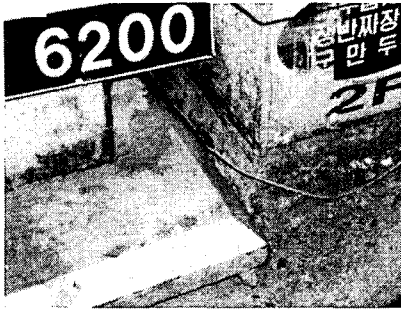
그림 7 전원연장선 입간판 전원선의 연결된 부분의 방치

3.2.3 전원연결선 접속

입간판에 연장되어 사용되는 전선의 중간부분에서 연장이 짧아 전선을 접속하여 사용되는 경우로 그림 8은 외부에서 노출된 상태로 방치되어 있다. 일반적으로 이러한 취약한 부분에서의 접속은 이루어지지 않아야 하나 비전문가에 의해 인위적으로 설치되어 감전위험요소를 제공하고 있다.



(a) 옥외에 노출된 상태



(b) 바닥 면에 노출된 상태
그림 8 전선의 테이핑 접속

4. 결 론

4.1 신호등의 결론

교통신호등 제어기의 관리는 양호하나 내부에 있어야 할 보호장치가 외부로 나와 있다든지 제어기 위에 변압기가 노출되어 설치되어 있는 등 이에 대한 관리가 요구된다. 접지저항 등 보호시설의 주기적 점검과 전기시설의 외부 노출시 발생하는 접속부 경년열화 등에 의한 감전 위험성 예방을 위해 장시간 사용에도 안정적인 형태의 개발이 요구됨.

4.2. 공중전화기의 결론

이동전화의 급격한 공급으로 기존 유선전화기 설치된 공중전화 부스의 관리가 장기간 사용됨에 따라 철저한 관리가 요구되나 그러지 않은 경향이 있다. 따라서 이용시설의 축소와 관리의 집중이 더욱 요구된다. 또한, 감전사고예방을 위한 보호시설의 주기적 점검과 접지시설 등에 대한 관리가 요구된다. 전기시설의 외부 노출시 발생하는 접속부 경년열화 등에 의한 감전 위험성 예방을 위해 장시간 사용에도 안정적인 형태의 개발이 요구됨

4.3 입간판의 결론

전기설비 기술기준에 옥외 저압용 시설물에 대한 구체적인 조항을 삽입하여 전기안전에 기여하여야 할 필요가 있다.

보도를 가로지르는 입간판이 주를 이루고 있어 전원연결선까지의 연결상태와 절연피복의 손상이 우려되고 이로 인한 감전사고의 위험성을 가지고 있어 집중적인 시설관리가 요구된다. 이동용 임시배선을 고정하여 사용함으로써 전선의 장시간 외부노출을 인한 사고 위험성을 가지고 있으나 담당관리자가 없어 이에 대한 규제관리가 필요한 실정이다. 또한, 옥외시설물의 법적 규제에 대한 기술기준 제정이 요구되며 시설에 필요한 전원연결선의 규격, 옥외시설물 전용 누전차단시설 설치와 연장연결선의 제한, 입간판의 크기제한, 전원선내 접지선을 이용한 외함재 접지 등이 제정되어 전기안전에 대한 최소한의 규제를 마련할 필요가 있다. 이동장치 등 기타 구역의 전기기기 및 배선방법이 물리적인 손상을 입을 수 있는 경우에는 기계적인 보호를 해야 하며, 인입장치는 단단한 뒷면에 장착하며, 방후성 구조가 아니라면 날씨로부터 보호되도록 설치해야 한다. 일반대중이 접근가능한 경우 지면에 배선된 가요성 코드

나 케이블은 승인된 비전도성 망으로 덮어야 하고 케이블과 망은 걸릴 위험이 없도록 정리해야 한다. 물기있는 장소용 전광사인 또는 윤곽조명설비의 기기는 방후성이 있어야 하고, 배수구멍이 있어야 한다. 보행자가 접근할 수 있는 배은관은 물리적인 손상으로부터 보호하며, 이동식 또는 휴대용 전광사인은 적절히 지지해야하며, 공구를 사용하지 않도록 쉽게 움직일 수 있어야 한다. 이동식 또는 휴대용 전광사인에는 인명보호용 공장설치식 누전차단기를 설치하여야 한다.

전원연결시 접속하는 콘센트와 플러그의 방수 장치에 대한 개발과 외부환경에 적합한 테이핑 처리 방법, 근본적인 입간판 제도개선 연구가 요구된다.

4.4 에어컨 실외기의 결론

외국기준과 비교하여 다음의 조항을 신설하고 이에 대한 연구가 요구된다. 전기설비 기술기준 제 196조 이후의 항에 삽입이 요구되는 사항으로 건물 표면의 옥외 배선설치는 후강전선관, 박강전선관, 경질합성수지관, 케이블 트레이, 애자 위의 노출 배선, 다심 케이블, MC 케이블, MI 케이블, 메신저로 지지되는 배선, 배선로, 보조 거터, 전기금속 튜브, 가요성 금속관, 방액형가요성 금속관, 버스덕트 및 케이블 버스를 허용하여야 할 것이다.

에어컨 실외기 설치 후 외부환경 요인에 의해 도색이 벗겨지거나 전원연결선이 경화되어 금이 가는 현상이 나타나므로 이상 징후가 발생하여 감전사고나 설비사고가 발생하지 않도록 주기적인 점검이 요구된다.

건물 외벽에 시설하는 전기설비의 경우 지면에서의 이격거리와 점유되는 한계에 대한 연구가 필요한 실정임

절연을 위한 테이핑 처리는 대체적으로 잘되어 있으나 장시간 사용으로 인한 절연성능이 저하되는 현상을 보완하기 위한 기술개발이 요구된다.

본 연구는 산업자원부(MOCIE) 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 최충석 외 5인, "전기회계공학", 동화기술, pp.73-115, 2001.
- [2] 최민주, 이경성, "의공학", 정구문화사, pp.386, 2003.
- [3] 전기설비기준 "제245조" 2003
- [4] 한국산업규격 "KS C4613"
- [5] 한국산업규격 "KS C7524"
- [6] 전기설비 기술기준 제 36조
- [7] 전기설비 기술기준 제 42조
- [8] 전기설비 기술기준 제 41조