

도로전기시설물에서의 감전위험성 분석에 관한 연구 (신호등, 공중전화 부스 중심으로)

한운기 · 김향곤 · 길형준 · 최충석
전기안전연구원(한국전기안전공사 부설)

1. 서 론

현대 문명사회의 중추적 역할을 담당하고 있는 전기의 사용은 많은 편리함을 제공함과 동시에 대형 재난을 발생시키는 원인으로 작용하기도 한다. 이는 전기가 가진 양면성으로서 현대과학이 극복해야 할 과제이다. 그 중 감전사고에 있어서 일반인과 쉽게 접촉이 가능하고, 위험성에 항상 노출되어 있는 도로전기시설물인 가로등, 신호등, 공중전화 부스, 자판기, 에어컨 실외기, 보안등, 입간판, 지상변압기 등 도로 근처에 설치되어 있는 전기시설물은 인간에게 각종 편리함과 유익함을 제공하나 설비의 결함 또는 각종 열화 등에 의한 안전장치가 그 기능을 발휘하지 못한다면 반드시 재해가 발생하여 인명에 치명적인 피해를 초래하게 된다.

특히 도로전기시설물은 옥외에 시설하는 설비로 시설물에 관리자 이외의 일반인이 접근·조작이 용이하여 많은 위험이 존재하고 있다. 이러한 감전위해 요소를 제거하여 국가재난을 방지할 수 있는 연구의 진행은 매우 중요하다. 감전사고 예방을 위한 연구를 철저히 느끼는 현장 실무자의 의견과 실제 국내 각지에서 점검결과 나타난 자료를 중심으로 감전위험성에 대한 현장의 인식이 쉽게 이루어질 수 있도록 할 필요성이 있다. 공급자의 전기안전과 수용가에서 느끼는 전기안전, 그리고 관리자가 요구하는 사항 등을 종합적으로 분석하여 최적의 전기안전 목표에 도달하는 것이 필요하다^{1), 2)}.

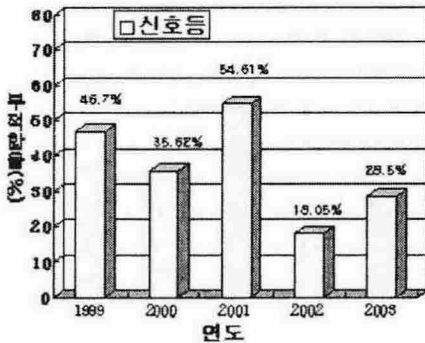
따라서, 본 논문에서는 도로 전기시설물(신호등, 공중전화 부스)에서 발생한 감전사고의 예방대책 강구를 위하여 우선적으로 선행되어야 할 점검·검사 결과를 대상으로 최근 5년간(1999~2003년)의 통계분석을 하였고, 이 분석 자료를 바탕으로 현장 실태조사를 통하여 문제점을 노출하여 향후 연구의 기초 자료로 사용하고자 한다.

2. 최근 5년간의 점검·검사 통계

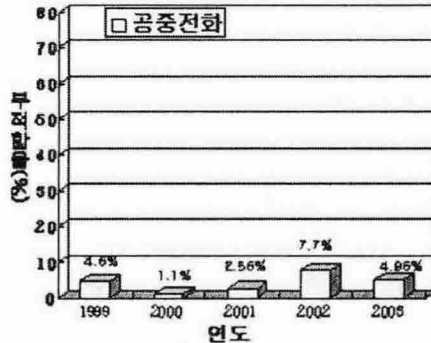
매년 정기적으로 검사하여 설비의 불량여부를 판단하는 국가안전 전문기관인 한국전기안전공사에서는 전기사업법에 근거하여 점검 및 검사를 매년 실시하고 있다. 그 결과에 대한 1999년도부터 2003년도까지 최근 5년간 전국의 신호등, 공중전화 부스의 유형별 부적합 현황을 분석하였다.

그림 1은 도로 전기시설물 중 신호등, 공중전화 부스를 대상으로 한 설비의 부적합률

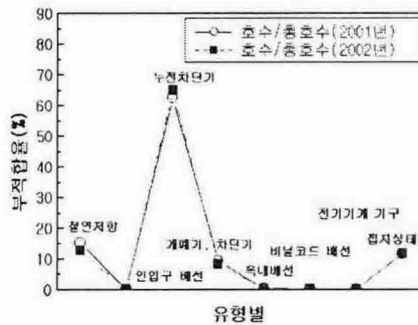
을 나타낸 것이다. (a)는 신호등 설비의 부적합률로서 2001년도에 54.6%의 부적합률을 보여 국내에 설치된 신호등의 절반 가까운 수가 부적합한 것으로 나타났다. 매년 평균 36% 이상의 부적합률로 보아 이에 대한 해소방안이 시급한 실정이다. (b)는 공중전화 부스의 부적합률로서 매년 약 4%의 부적합률에서 2002년도에 7.7%로 급증한 것을 알 수 있다. 신호등 설비에서는 대체적으로 높은 부적합률을 보였고, 공중전화인 경우 약 1%에서 8%의 범위에서 부적합률이 나온 것으로 나타났다. 그 외에도 2003년도에 도로 전기시설물 중 부적합 비중이 가장 높은 시설물은 가로등, 신호등, 공중전화부스, 보안등 순으로 나타났다. 유형별 부적합 현황을 살펴보면 그림 1(c)에서와 같이 대부분 누전차단기 미설치 및 고장, 절연저항 불량, 접지상태 불량에 의한 것임을 알 수 있다³⁾.



(a) 신호등 부적합률



(b) 공중전화 부적합률



(c) 유형별 부적합률

그림 1. 연도별 도로전기시설물의 부적합률

3. 도로 전기시설물 운용실태

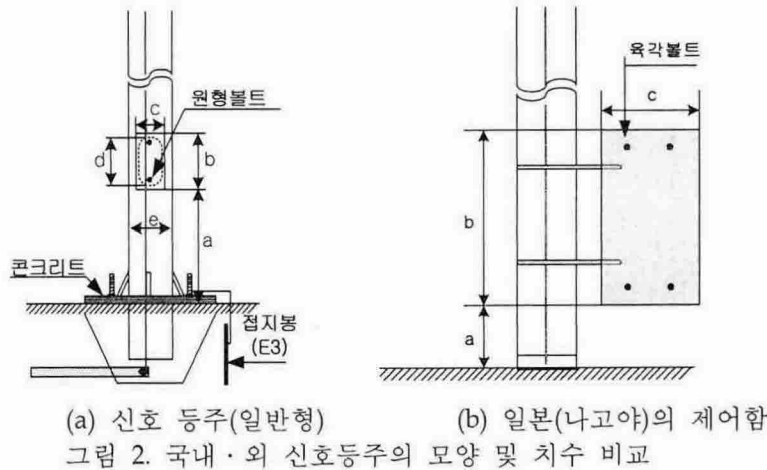
3. 1 신호등

도로상 보행자의 안전 확보 및 원활한 교통소통을 위하여 도로이용에 필요한 균일한 정보를 제공하기 위하여 설치된 신호등은 배전선로에서 들어오는 인입선, 전력량계, 제어함, 보행자와 운전자에게 빛을 발산하는 램프 등으로 구성되어 있다.

그림 2는 신호등의 모양 및 치수이다. (a)는 국내의 일반적인 등주형태이고, (b)는 일

본의 등주에 부착된 제어함의 형태이다.

표 1은 그림 2의 신호등주 점검구 및 제어함 측정결과 현황이다. 이러한 등주의 점검구 높이, 크기, 볼트구조 등을 비교분석하였다.



a 부분은 점검함 높이로서 국내 40~46cm까지로 주변여건에 관계없이 거의 일정한 길이를 나타냈으나, 일본(나고야)의 경우 지역별로 많은 차이를 보였다. 47~70cm까지 신호등주의 주변 환경에 따라 많은 차이를 보였다. 따라서 국내의 경우도 침수가 발생하는 지역에서는 높이에 차별화를 두어 위험성 감소에 적합한 방식이 필요하다.

b, c와 d부분은 점검구 외함의 크기로서 국내의 경우 소형은 12cm×8cm×12cm(가로×세로×내부)이고 대형은 16cm×8cm×12cm(가로×세로×내부)의 치수를 나타냈고, 일본의 경우는 69cm×14.5cm(가로×세로)로 나타났다. 이와 같이 일본의 점검함이 큰 이유는 등주 내에 제어기 일부가 포함되어 있는 것으로 조사되었다.

e 부분은 등주의 지름으로 국내 등주의 지름은 소형 신호등주의 경우 15cm, 대형 등주의 경우 25cm로 나타났고, 일본의 경우 삼각형 구조의 모형이 설치되었는데 한면의 크기는 25cm의 크기로 이루어져 있다.

점검구 볼트는 국내의 경우 육각 4M 소형 볼트를 상하에 2개 체결하였으나 대부분의 점검함 볼트 1개가 분실되어 있다. 그러나 일본의 경우 육각의 대형 볼트를 상하부 4개 체결 하였고, 체결강도 및 구조적으로 튼튼한 것으로 조사되었다. 그리고 국내와는 달리 분실 및 소손된 볼트가 없었다. 따라서 국내의 볼트의 크기 및 구조를 개선할 필요성이 요구된다.

그림 3은 신호 조작스위치가 부착된 등주이다. ①과 같이 근접되어 설치된 경우 등주의 일부에서 지락으로 전위상승이 발생하였을 때 신호 조작을 위해 ②부분에 인체가 접촉되면 감전 위험성에 노출되며 등주 옆에 설치된 제어함과 동시에 접촉시에는 전위상승의 폭이 높아 위험성이 더욱 증가된다⁴⁾⁵⁾. 그리고 인입선 문제점을 알아본 결과 다음과 같이 나타났다. 배전선로부터 제어함까지 전선인 인입선은 가로등 설비의 인입선의 상태에 비해 안정적인 구조로 이루어져 있는 것으로 나타났다. 신호등 관련된 규

정은 「전기설비기술기준 제254조 교통신호등 3항」에 케이블의 종류, 굵기, 보호용 철선·금속선 등의 부분이 제시되어 안정적으로 이루어져 있으나 설비 1차측 인입선 관련조항이 명확하게 기술되어 있지 않다⁶⁾.

표 1. 국내·외 신호등주 점검구 및 제어함 치수비교

대상	측정결과(cm)	
a	서울	40, 40, 40, 42, 45, 45, 45, 45, 46 ...
	나고야	45, 47, 50, 50, 51, 52, 53, 57, 57, 75 ...
	나가사키	—
b	서울	12(소형), 16(대형)
	나고야	69
c	서울	8
	나고야	14.5
d	서울	12
e	서울	15(소형), 25(대형)
	나고야	25(삼각형 구조)

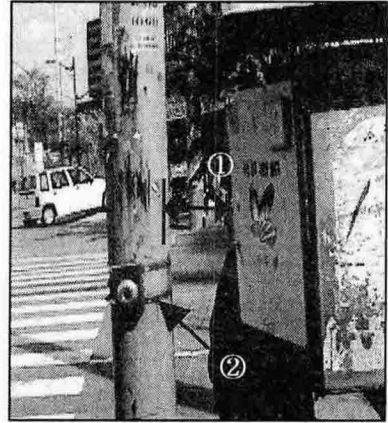


그림 3. 신호등주 및 제어함 거리

위험성이 높은 인입선 부분은 타 설비에서 정기적으로 실시하는 안전점검 대상에서 제외되었으며, 사고발생에 대한 대책이 매우 미흡한 부분으로 조사되어 법적인 안전점검이 주기적으로 이루어져야 할 것으로 나타났다. 신호등용 제어함은 전력소자를 이용하여 제어되므로 낙뢰 등에 의한 썬지 및 이상전압에도 많은 영향을 받는다. 실태조사 결과 이러한 외부 썬지에 의한 고장이 상당수 조사 되었다. 현재의 설비에도 보호설비가 내장되어 있으나 상당수의 설비에서 사고가 발생하여 현재의 보호설비로는 대책이 미흡하므로 성능이 향상된 썬지 보호장치의 보급이 시급한 것으로 조사되었다.

제어함에서 등주에 이르는 배선은 가로등 설비와 달리 시설 규정이(전기설비기술기준 제254조) 제정되어 비교적 안정적으로 이루어 졌음을 알 수 있다. 그러나 핸드홀을 이용한 시설방법에서 중간 접속부분은 가능한 한 없도록 해야 하고, 전선의 중간 접속 시 2중절연처리를 하여야 한다.

3.2 공중전화 부스

일반인이 요금을 내고 쓸 수 있도록 사람의 왕래가 많은 곳에 설치해 놓은 공중전화는 매년 정기적으로 실시하는 정기점검 분석결과 약 4.5%의 부적합률로 다른 도로전기 설비에 비해 낮은 점유율을 보였고, 설비 또한 실태조사 결과 양호하게 설치되어 있음을 알 수 있었다. 그러나 일부 위험요소가 될 수 있는 부분을 도출하여 부적합 유형별로 문제점 및 원인을 파악하여 보았다.

그림 4는 공중전화의 모양 및 치수이다. 그림에서 보는 것과 같이 공중전화의 지상에서 높이, 전화함의 크기, 차단기가 장착되어 있는 분전함의 구조 등을 조사하였다.

표 2. 측정결과 분석

대 상	측정결과(cm)	
a	서울	95, 95, 95, 95, 96, 96, 96, 96, 97, 97 ...
	나고야	80, 80, 80, 80, 90, 90, 90, 91, 91, 93 ...
	나가사키	70, 70, 80, 80, 80, 80, 85, 85, 85, 90 ...
	대만	70, 70, 70, 75, 75, 75, 80, 80, 85, 90 ...
b	서울	45, 46, 57, 58
c	서울	22, 23, 27, 28.5
d	서울	19
e	서울	25
f	서울	50

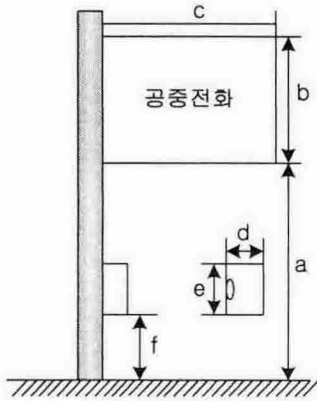


그림 4. 공중전화 모양 및 치수

표 2는 공중전화 부스 측정결과 현황이다. 공중전화의 높이, 크기 등을 분석한 결과, a부분은 공중전화 높이로 국내의 경우 95~97cm로 나타났고, 일본의 경우는 70~93cm, 그리고 대만의 경우도 일본과 유사하게 70~90cm로 설치되어 있었다. b와 c부분은 공중전화 상단으로 국내의 도로에 설치된 공중전화 상단크기는 45~58cm×22~28.5cm(높이×가로)임을 알 수 있고, 이와 같은 크기는 전화기의 설치 개수에 따라 크기는 변화가 있는 것으로 나타났다. d와 e부분은 점검함 크기로 점검함 내부에는 누전차단기, 개폐기 등이 설치되어 있다. 이러한 점검함의 크기는 19cm×25cm(가로×세로)로 타나났고 내부 관리상태 또한 대부분이 양호한 것으로 나타났다. f는 점검구 높이로 점검함 내부에는 누전차단기 등의 보호설비가 있어 점검구의 높이는 공중전화 설비에서 중요한 부분이다. 실태조사 결과에서는 50cm로 나타났고, 잠금장치, 관리실태가 양호하였지만 일부 지역에서는 노후화로 교체가 필요하였다.

4. 결 론

이상과 같이 도로 전기시설물중 신호등과 공중전화 부스의 점검·검사 결과 및 현장 실태조사를 통한 문제점을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 신호등 설비의 부적합률로서 2001년도에 54.6%의 부적합률을 보였고, 매년 평균 36% 이상의 부적합률을 나타내고 있어 이에 대한 해소방안이 시급한 실정으로 분석되었다. 그리고 공중전화 부스의 경우 매년 약 4%의 부적합률로 타 도로 전기시설물에 비해 낮은 부적합률을 보였다.
- 2) 점검함의 높이는 국내의 경우 40~46cm이고, 일본(나고야)의 경우 45~75cm로 지역별로 많은 차이를 보였다. 국내의 경우도 침수가 발생하는 지역에서는 높이에 차별화를 두어 위험성 감소에 적합한 방식이 필요하다.
- 3) 점검구 볼트는 국내의 경우 육각 4M 소형 볼트를 체결하였으나 볼트가 상당수 분실된 경우가 있었으나, 일본의 경우 육각의 대형 볼트를 상하부에 4개를 체결하여 기계적, 구조적으로 견고하도록 시설하였다. 따라서 국내의 경우도 볼트의 크기 및 구조를

개선할 필요성이 요구된다.

- 4) 제어함은 전력소자를 이용한 신호처리가 이루어지므로 낙뢰 등에 의한 써지 및 이상전압에도 많은 영향을 받는다. 실태조사 결과 이러한 외부 써지에 의한 고장이 상당수 나타나 현재의 장치 보다 향상된 설비보급이 시급한 것으로 조사되었다.
- 5) 지중관로를 이용한 배선은 비교적 안정적으로 이루어졌음을 알 수 있으나 핸드홀 내부의 전선 중간 접속부분은 가능한 한 없도록 해야 하고, 전선의 중간 접속시 2중절연처리를 하여야 한다.
- 7) 공중전화의 높이, 크기 등을 분석한 결과, 국내의 경우 거의 동일한 높이인 95~97cm로 설치되어 있었다.
- 8) 점검함 내부에 설치된 누전차단기, 개폐기 등은 관리상태가 대부분 양호한 것으로 나타났다. 다만 일부 지역에서는 노후화로 인한 설비의 개보수가 이루어져야 함을 알 수 있었다.

4. 향후계획

신호등 및 공중전화 설비의 점검결과 및 현장 실태조사를 통한 도출된 문제점은 실증시험장에서 실시하는 실험의 기초자료로 활용되고, 또한 향후 국내·외 기준 비교를 통한 규정의 제정과 대안을 제시할 것이다. 또한 신호등 및 공중전화 부스 뿐만 아니라 도로시설물(지상변압기, 신호등, 공중전화부스 등) 전반에 대한 종합적인 실태 분석 및 실증실험으로, 우리 현실에 적합한 과학적 기준 및 점검 방법 등을 제시하기 위한 연구를 수행할 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업조성사업의 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 1) 한기봉 외 2, "22.9kV에서의 감전위험성 연구", 한국전기안전공사, pp.11~33, 2002.
- 2) 최충석 외 5, "전기화재공학", 동화기술, pp.73~115, 2001.
- 3) 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석", 1997~2001.
- 4) J. M. Nahman, "Assessment of the risk of fatal electric shocks inside a substation and in nearby exposed areas", IEEE Trans. Power Delivery Vol. 5, pp.1794~1801, 1999.
- 5) G. Parise,, "A summary of the IEC protection against electric shock", IEEE Trans. Industry Applications, pp.911~922, 1998.
- 6) 대한전기협회, "전기관계법령집", pp.457~458, 2001.