

보안등의 감전 위험성에 관한 실태조사

(A research on the actual regarding the according to an electric-shock risk of a guard lamp)

장태준*, 이재화*, 정연하*, 노영수*, 곽희로*, 최충석**

(Tae-jun Jang*, Jae-wha Lee*, Yeon-ha Jung*, Young-su Roh*, Hee-ro Kwak*, Chung-seog Choi**)

* : 숭실대학교, ** : 전기안전연구원

(* : Soongsil, ** : ESRI)

Abstract

A number of guard lamps are utilized to ensure to safe walking during nighttime. Due to the lack of legal regulations, however, many guard lamps are not installed in organized ways, resulting in the increase of electric shock hazard. In order to establish the legal regulations which can be specifically applied to guard lamps, a research on the actual state of them is performed in this paper. As a result of the research, three regulations are addressed and suggested on equipment installation, management and development.

자료로 이용하고자 하였다.

1. 서 론

공공의 편익을 위해 제공되는 전기는 정보화 사회가 급속하게 전파됨에 따라 더 많은 기기의 이용과 개발이 이루어지고 있다. 그러나 전기 이용의 증가는 더 큰 전기재해를 일으키는 요인이 된다. 특히, 최초 전기의 사용에서부터 지금까지 전기감전사고는 인명을 좌우하는 요인으로 연구의 관심이 컸으나 전기로부터의 많은 보호시설과 관리로 인해 최근에는 그 연구와 개발이 소홀하다. 특히, 일반인이 쉽게 접근할 수 있는 곳에 위치한 전기시설물의 관리는 매우 중요하며 정기적인 관리와 개발을 통해 비전문가에 의해 접촉되어도 안전할 수 있도록 전기안전을 확보해야 할 것이다^[1].

1997년부터 2001년까지 나타난 최근 5년간 조사된 통계자료에 의하면, 전기에너지는 매년 수 백 명의 감전재해자가 발생할 만큼 매우 위험하다. 전체 감전재해자 4,399명중 감전으로 인한 사망이 667명으로 재해자의 15.2%를 점유하고, 부상이 3,732명으로 84.8%의 점유율을 보인다. 인체감전경로는 손에서 다른 손으로 흐르는 경로가 1,409명으로 이중 사망자는 42명, 부상자는 1,367명으로 가장 많았으며, 사망자의 경우 감전경로가 가장 짧은 손과 상체부분으로 감전경로를 형성한 것으로 사고자 394명 중 200명이 사망한 것으로 나타났다. 또한, 감전재해자는 1997년에 180명, 1998년에 123명, 1999년에 125명, 2000년에 107명, 2001년에 132명으로 보고되었다^[2].

국내 감전사고의 대부분은 부주의에서 비롯된 것으로 조사되었으며 220[V]의 저압에서 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다.

따라서, 본 논문에서는 감전사고가 많이 발생하는 전기시설물 중 비전문가의 접촉이 쉬운 도로에 설치된 시설물에 대하여 검토를 하였다. 이 중 보안등은 옥외에 시설된 설치물로서 야간보행과 방범 등의 중요한 역할을 담당하고 있으며 접점이 쉽도록 되어 있으나, 환경적 열화나 보호시설의 미비 및 고장, 관리소홀에 의한 영향이 쉽게 생긴다. 감전사고를 분석하기 위한 과정 중에서 본 논문의 구성은 보폭전압과 접촉전압의 전위분포에 따른 위험성, 국내 보안등 설치규정과 실태 조사를 통한 문제점을 검토하여 향후 관리나 점검에 중요한

2. 전기시설물의 감전 위험성과 규정

2.1 보폭 및 접촉전압에 의한 감전위험성

대지와 접촉하고 있는 인체에 영향을 줄 수 있는 전압에는 크게 보폭에 의한 전압과 접촉에 의한 전압으로 구분할 수 있다.

일반적으로 접촉전압(contact voltage)은 대지에 접촉하고 있는 발과 발 이외에 다른 신체 부분이 전기가 흐르고 있는 충전부에 접촉하여 전위차가 형성되는 것을 말하는 것이고 보폭전압(step voltage)은 충전부와 떨어져 있어도 인체의 보폭사이에 걸리는 전위차에 의해 발생될 수 있는 전압을 의미한다. 그림 1은 대지, 전기시설물의 충전부, 인체의 행위조건에 따른 감전경로를 나타낸 것이다.

충전부를 중심으로 표시된 점선은 충전부에서 전압이 발생되었을 때의 전위분포를 나타낸 것으로 (a), (b), (c), (d)는 인체의 행위조건을 보여준다.

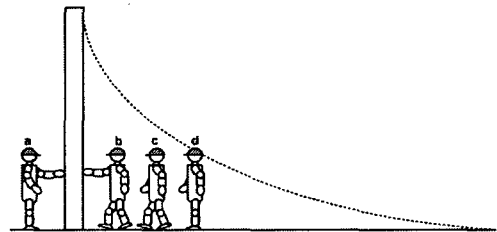


그림 1. 인체의 행위조건에 따른 감전위험성

이때 전위경도는 다음의 식으로부터 유도되어 진다.

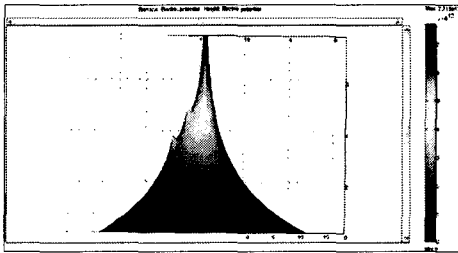
$$E = \rho J = \rho \frac{I}{2\pi r^2} [V/m]$$

$$V = - \int_{\infty}^r E dr = \rho \frac{I}{2\pi r} [V]$$

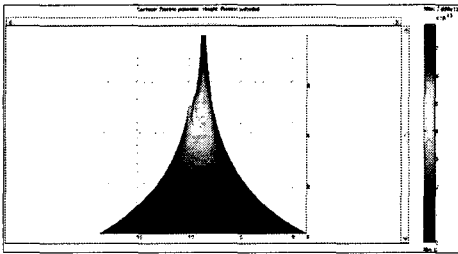
전류밀도(J)는 충전부에 단위면적당 전류로 나타낼 수 있으며 이때, 전계는 대기 저항률에 전류밀도를 곱한 값으로 나타난다. 따라서, 인체에 미치는 전위경도는 충전부에서 r만큼의 거리에 흐르는 전류를 저항률에 곱한 값으로 나타내어진다.

따라서, 그림 1에서 보여지는 것과 같이 동일한 조건에서 (a)와 (b)의 인체는 접촉전압으로 나타낼 수 있으며 (c)와 (d)에서 위치한 인체보다 많은 전기적 영향을 받을 수 있다. 또한, (c)와 (d)는 다리의 위치가 등전위면에서 위치한 (d)가 전위차가 거의 없으므로 영향을 받지 않으나 (c)는 보폭에 걸리는 전압에 의한 감전위험성을 가진다.

그림 2는 유한요소해석법을 이용하여 전위차가 발생하는 충전부에 인체가 근접하였을 때의 영향을 시뮬레이션(simulation)한 것이다. 다리의 위치에 따른 보폭전압의 영향을 나타낸 것으로 (a)는 전위차가 발생할 경우의 영향을 나타낸 것이고, (b)는 등전위면에 다리가 위치하여 전위차가 발생하지 않는 것을 보여준다.



(a) 전위차가 발생할 경우



(b) 다리가 등전위면에 위치한 경우
그림 2. 다리의 위치에 따른 전위경도

2.2 국내 보안등 설치규정 검토

국내 도로전기시설물 중 보안등에 대한 설치기준은 전기설비기술기준 제245조의 옥측 또는 옥외의 방전등 공사에서 옥측 또는 옥외에 시설하는 관등회로의 사용전압이 1,000[V] 이하의 방전등 시설에 대해 규정하고 있다. 방전등의 사용전압은 저압, 고압으로 규정하며, 관등회로의 사용전압은 고압으로 규정하고 있다.

방전등용 변압기는 규정에 정하는 절연변압기로 정해져 있으며, 방전관은 금속제의 견고한 기구에 넣고 지표상 4.5[m] 이상의 높이에 시설하도록 규정되어 있다. 방전등에 전기를 공급하는 전로에는 전용 개폐기 및 과전류차단기를 각 극에 시설하도록 규정되어 있다^[3].

또한, 주택건설기준에 관한 규정과 통신·전기 설계지침서에서는 옥외 조명설비에 준하도록 정의 되어 있다. 표 1은 서울특별시보안등관리규칙 제3조에서 폭 12[m] 미만의 도로에 시설하는 보안등의 설치기준을 나타낸 것으로서 한국전력공사 전주에 병설할 때는 지상 4[m]에서 5[m]의 높이에 설치하도록 하고 있으며, 보안등 전용주에 시설할 때는 지상 4[m]에서 5[m]의 높이에 설치 또는 건축물 및 기타 구조물에 시설할 때는 지상 2[m]에서 5[m]의 높이에 설치 할 것을 명시하고 있다.

표 1. 도로 폭 12m 미만에서의 보안등 설치기준

설치구분	전주병설	전용주	구조물시설
시설높이(m)	4~5	4~5	2~5

전자식 점멸기 설치의 의무화에 따른 높이는 지상 1.5m 이상으로 규정하고 있다^[45]. 기타사항으로 인체에 영향을 미치는 누설전류의 예방을 위해 방전등에는 적당한 방수장치를 하도록 규정되어 있으나 세부적인 사항에 대해 규정되어 있지 않다.

따라서, 보안등 시설물의 경우 다른 설비와 달리 옥외에 설치된 기준에 의거하여 방수조치와 안전을 위한 누전차단기의 시설 및 이에 대한 시설기준의 명확한 제시와 함께 시설에 따른 관리의 중요성이 요구된다.

3. 보안등 설비의 실태 및 분석

옥외시설물로서의 보안등 설비의 실태조사는 전력선 전주, 보안등 전용주, 기타 구조물에서의 설치 등 시설구분에 따라 분류하여 감전사고의 위험성을 검토하였다.

3.1 전력선주 병설 보안등의 실태

전력선주에 시설된 보안등 설비는 전력선에서 바로 전원을 연결하여 사용된다. 전력선주에 병설된 보안등으로 보안등(lamp)과 등을 잡아주는 지지대, 안정기, 전선접속 및 점멸장치 등으로 구분된다. 그림 3은 보안등과 금속관을 지지하는 지지대가 정상적으로 설치되어 있지 않아 외부환경에 의한 영향을 쉽게 받도록 되어 있다. 옥외에 시설하는 전선의 경우 전선접속은 가능한 하지 않고 전선접속을 하여야 하는 경우 비나 습기에 의해 영향을 받지 않도록 시설하여야 하나 절연 테이프로 일반적인 절연처리를 함으로써 누설전류에 의한 감전위험성을 내포하고 있다. 또한, 안정기는 외부에 노출 설치되어 일부 부식된 것을 확인할 수 있으며 장시간 노출시 절연능력이 저하될 것으로 판단된다. 일반적으로 방전등 안정기는 보호함에 넣어 시설하도록 되어 있으나 조사결과 대부분이 노출되어 있는 것으로 나타났다.

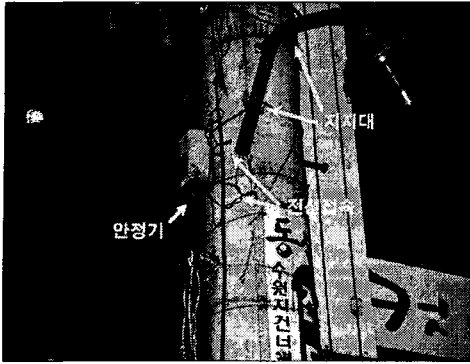


그림 3. 전력선주에 병설된 보안등 설비 I

그림 4는 전력선주에 병설된 보안등 설비로서 전력선주에 통신선 신설과 전력선 등이 보안등과 접촉하여 시설된 것을 확인할 수 있다. 또한, 안정기와도 접촉되어 있어서 누설전류가 발생하면 감전사고의 위험이 높은 것으로 나타났다. 따라서, 시설의 난립을 최소화하고 기준을 정하여 전기안전을 확보하여야 할 것으로 판단된다.

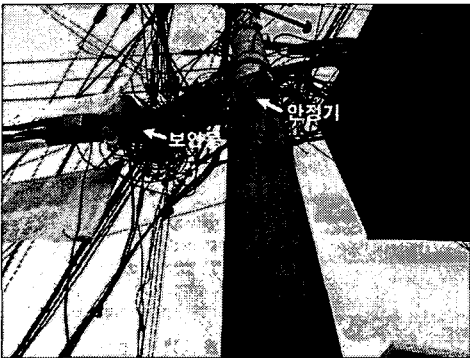


그림 4. 전력선주에 병설된 보안등 설비 II

3.2 보안등 전용주의 실태

보안등 전용주로 시설된 경우 보안등주의 높이와 안정기의 위치 전원선의 연결접속 등을 고려하여 설치되어야 한다.

그림 5는 보안등 전용주에 설치된 보안등 설비로서 연장된 전선을 금속관에 지지하여 바람 등 외부환경 요인 등에 의해 절연성능이 저하될 우려가 있다. 안정기와의 전선접속의 경우에도 외부로 노출되어 절연테이프에 의해 단순 절연처리를 함으로써 전선이 충전부 등에 접촉하여 절연성능이 떨어질 경우 감전의 위험이 있는 것으로 나타났다. 안정기의 시설에서도 보호함에 넣어 절연성을 확보하지 않아 매우 위험한 것으로 조사되었다.



그림 5. 보안등 전용주의 설치실태

그림 6은 보안등 설비에 있어서 임의로 등갓을 시설한 것으로 대부분의 보안등 설비에서 나타난 문제점의 하나로 임의 변경하여 시설된 보안등 설비가 많은 것으로 확인되었다.



그림 6. 임의 변경된 보안등 시설물

3.3 기타 구조물에서 보안등 설비의 실태

건물 특히, 주택가에 외벽에 설치되는 경우가 많고, 외진 지역에 쉽고 빠른 시간에 설치가 가능한 것이 장점이다.

그림 7은 주택가에 위치한 외벽에 금속관을 지지할 수 있는 지지대와 보안등, 안정기, 전선 및 점멸장치로 구분되어 있는 구조로서 가장 일반화된 형태를 확인할 수 있다.



그림 7. 구조물에 부착하여 시설된 보안등 설비

그림 8은 외벽에 설치된 보안등설비의 점멸장치로서 전선을 연장하여 스위치를 임의로 변경 설치한 예이다. 스위치는 방수용이 아닌 일반형으로 사용되고 있으며, 연장된 전선도 절연테이프만으로 연결접속되어 있으며 기타 옥외에 폭로된 상태를 하고 있다. 화살 표시된 부분은 임의로 전선을 절단하여 전선을 연장한 부분을 보여준다.

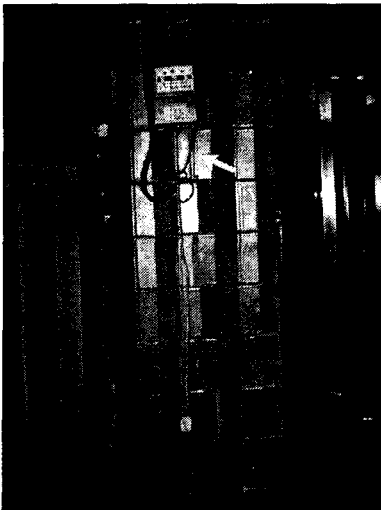


그림 8. 점멸장치를 임의로 변경한 경우

그림 9는 일반 개인주택의 대문위에 설치된 보안등 설비로서 전선접속부에서의 절연에 대한 보완이 필요하며, 안정기가 노출되어 있어서 일반인의 왕래에 따른 접촉 등으로 감전사고의 위험이 있다.

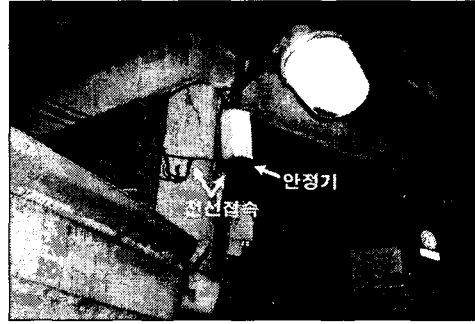


그림 9. 대문위에 부착된 보안등 설비

4. 결 론

보안등 설비의 실태조사를 통해 감전사고의 예방을 위한 대책마련이 시급한 것으로 나타났다. 보안등 설비의 유용성을 극대화하고 감전 사고를 최소화하기 위해서는 시공자와 관리자의 노력이 요구되며, 국내 제반 관련규정도 보안등 설비의 설치기준을 강화하여야 할 필요가 있는 것으로 나타났다.

따라서, 본 논문에서는 보안등 설비의 실태조사를 통해 설치기준이 요구되는 사항, 시설관리가 요구되는 사항, 향후 연구가 필요한 사항으로 나누어 언급하고자 한다.

(1) 설치기준이 요구되는 사항

가. 가로등 시설기준에 준하는 감전보호시설에 대한 규정 마련이 요구된다.

나. 1[kW] 미만의 옥외시설물로서의 보안등 설비는 전력선주에 병설하는 경우 현행규정에 감전보호 및 과부하보호 시설 등의 항목이 없어 감전사고와 더불어 과부하 및 단락사고 시 대형사고로 이어질 가능성이 크므로 이에 대한 규정이 요구된다.

다. 감전사고 예방을 위한 전선의 접속 기준과 안정기의 수납기준, 고정형태 등의 구체적인 명시가 요구된다.

(2) 시설관리가 요구되는 사항

가. 점검구의 높이가 낮아 집중호우시 급격한 침수로 감전 위험성이 높으므로 이에 대한 관리가 요구된다.

나. 보안등 등주의 접지시설과 노출된 절연피복 및 전선접속부의 주기적 관리가 요구된다.

다. 장시간 외부 노출된 안정기와 전선의 외부환경 요인에 의한 열화가 진행되고 있어서 이에 대한 관리가 요구된다.

라. 비닐접착테이프를 이용한 경우 장시간의 방치로 인해 절연파괴가 발생할 우려가 있으므로 절연성을 확보하기 위한 관리가 요구된다.

(3) 향후 연구 및 개발이 필요한 사항

가. 옥외에 설치된 전기시설물에 대한 경년열화와 누설전류에 대한 상호관계와 인체에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

나. 보안등 설비의 문제점으로 드러난 안정기의 보호와 전선접속 등에 대한 절연성능 확보를 위해 옥외에서 절연성능

의 저하를 막기 위한 설치와 개발이 요구된다.

본 연구는 산업자원부(MOCIE) 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) 한운기, 한기봉, 길형준, 최충석 "도심에 설치된 가로등설비의 현상상태 분석", 한국조명·전기설비학회 추계학술논문집, 2003
- (2) 최충석 외 5 "전기화재공학", 동화기술, pp73~115, 2001
- (3) 전기설비기준 "제245조" 2003
- (4) 주택건설기준 "제 33조(보안등)" 2002
- (5) 통신·전기 설계지침서 "육외 조명시설 (보안등 및 공원등)", 2002
- (6) 한국산업규격 "KSD 3600"
- (7) Lowder.S., "Electrical Contact Accident with a welding machine", IEEE on interantional Conference, pp.127-143, Sept/199