

접지극 형상에 따른 가로등 주변의 전위분포

이복희, 백영환, 정동철, 안창환*, 심관섭**
 인하대학교, 인하공업전문대학*, 인호기술단**

Potential Distribution near Street Light according to the Grounding Electrode

Bok-Hee Lee, Young-Hwan Beak, Dong-Cheol Jeong, Chang-Hwan Ahn*, Pan-Sub Shim**
 Inha university, Inha Technical college*, In Ho Engineering Co. Ltd**

Abstract - A street light is an electrical equipment to improve the traffic safety and the security for people in night. However, many accidents due to electric shock have happened in recent, people were interested in the safety of electrical facilities. And people want to know the danger by touch and step voltages. When the electric power lines fall down on the ground, the fault current flows to ground rod and the potential near the ground rod is increased to induce the high touch and step voltages. In this paper, we installed different ground rods with a street light and investigated the electrical potential according to ground methods and the types of ground rod. Finally, we examined the electrical facilities with the experimental result and present the improved technical data for the safety from electric shock

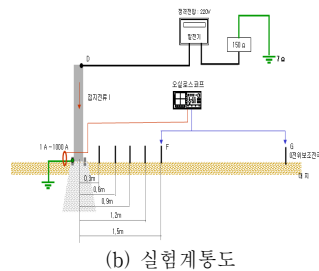
1. 서 론

도로에 설치되어 있는 가로등은 야간에 차량의 통행을 원활하게 하고 사람의 보행을 안전하게 하기 위하여 설치된 전기시설물로서 일상생활에 편리함을 제공한다. 하지만 최근 조사자료 및 보도자료에 의하면 도로에 설치되어 있는 전기시설물로 인한 감전사고로 많은 사람이 희생되어 가로등과 같은 도로시설물의 안전에 대한 사회적 관심이 높아졌다. 이로 인하여 접촉전압 및 보폭전압에 의한 위험성에 대한 관심이 증가하고 있으며, 최근 제정된 국제규격 IEC 62305-3에서도 접촉전압과 보폭전압에 관한 인체상해방지규정이 강화되었다. 접지를 한 시설물 또는 구조물에 사고전류가 흘렀을 때, 사람이 접촉하게 되면 구조물의 전위와 사람이 서 있는 대지표면의 전위차로 인한 전압이 발생하는 데 이를 접촉전압이라 정의하며, 보폭전압은 사람 양발사이에서 인가되는 전압으로 정의할 수 있다. 지락사고 등에 의해서 접지전극에 사고전류가 유입되면 접지전극이 매설된 주변에 전위가 형성되며 접촉전압과 보폭전압이 나타나게 된다. 이 때, 접지전극으로 유입된 접지전류의 경로 및 전류선의 밀도는 대지 저항률과 대지의 구조에 의해 변화하기 때문에 대지표면의 전위분포에 대한 산출이 어렵다.

본 연구에서는 그림 1의 실험계처럼 동일 장소에서 가로등 시설물을 접지극 형상별로 설치한 후 현재 도로시설물에서 적용되고 있는 접지방식(단독접지 또는 연결접지)과 접지극 형상에 따른 가로등주 주변의 전위분포를 측정하여 도로의 전기시설물에 나타나는 전기적 특성들을 분석하고, 이를 토대로 가로등과 같은 도로시설물에 대한 안전성을 검토하고 향후 가로등 관련 설비에 대한 기술기준의 개선 방향을 제시하고자 한다.



(a) 실험현장사진



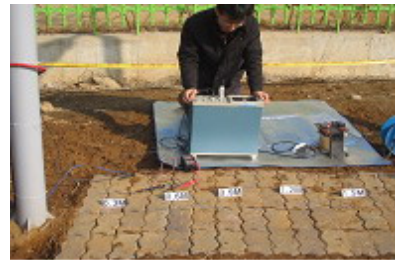
(b) 실험계통도

〈그림 1〉 실험계의 계략도

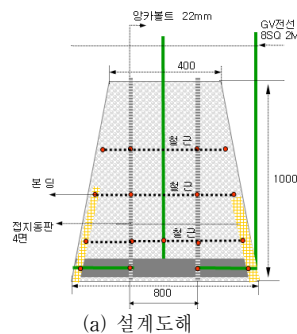
2. 본 론

2.1 접지극 형상에 따른 실험방법

본 실험에서는 가로등주를 지지하는 기초좌대를 이용하여 지면으로부터 1 [m] 깊이에 수직형, 수평형, 원형의 형상을 설치하여 기초좌대 내부의 철근과 함께 접속을 하여 매설하였다. 실험방법은 그림 2처럼 가로등주를 기준으로 하여 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 [m] 거리별로 나누어 대지표면에 나타나는 전위분포를 접지극 형상별로 측정하였다. 또한 가로등에 적용하고 있는 단독접지를 적용하여 대지표면에 나타나는 전위분포를 측정하였다..



〈그림 2〉 실험계의 사진

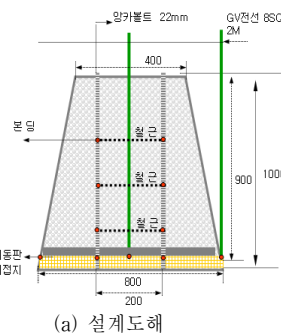


(a) 설계도해



(b) 내부구조

〈그림 3〉 수직 접지극의 내부구조



(a) 설계도해



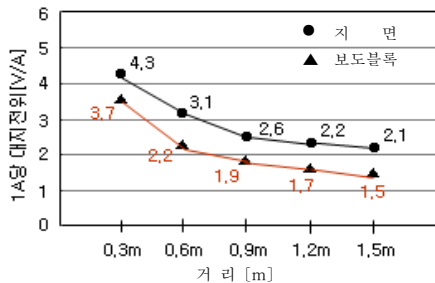
(b) 내부구조

〈그림 4〉 수평 접지극의 내부구조

그림 3은 접지극 형상을 수직형으로 만들어 기초좌대 콘크리트 내부에 설치되는 철근과 본딩 접속을 한 후 콘크리트와 함께 접지극을 매설한 수직형으로 콘크리트 기초좌대의 크기는 설계도해와 같은 크기로 제작하여 매설하였다. 그림 4는 수평형 접지극 형상으로 만든 콘크리트 기초좌대이다,

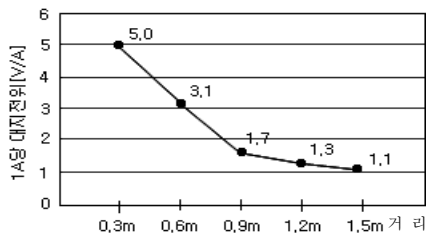
2.2 접지극 형태에 따른 전위분포

전위분포 측정에는 접지전극에 1 [A]의 전류가 유입되었을 때 나타나는 대지표면 전위를 0전위 보조전극을 기준으로 하여 가로등주의 주변에 나타나는 전위분포를 가로등주를 기준으로 하여 거리에 따라, 접지극 형상별로 각각 측정값을 그래프로 표기하였다. 그림 5는 구조물에서 1 [m] 떨어진 지점에서 접지봉을 1 [m] 깊이로 매설 하여 가로등주에 접지를 접속하는 방식이며, 도시시설물에 사용되고 있는 가로등주의 접지 방식으로 대부분 단독접지를 한 후 인접 가로등주와 연결접지를 하는 방식을 사용하고 있어 접지방식 또한 그대로 설치를 하여 직접 가로등주에 사고전류가 흘렀을 때 측정한 가로등주를 기준으로 거리별 대지표면 전위분포의 측정값을 인도에 설치된 보도블록과, 보도블록이 없는 지면 상태를 비교하여 측정한 그래프이다. 그림5의 전위분포 그래프를 살펴보면 지면보다 보도블록이 설치된 장소가 대지표면에 나타나는 전위분포가 감소된 것으로 나타났으며, 거리별로 약 14~29%로 보도블록이 지면보다 전위값이 감소되는 것으로 나타났으나 보도블록의 구조에 따라 표면에 나타나는 전위값이 각각 다르게 나타나는 현상으로 측정치가 일관성이 없어 접지극 형태의 전위분포의 측정은 지면에 나타나는 전위값을 측정하였다.

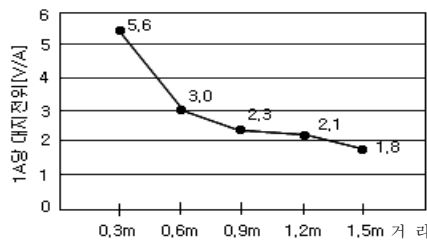


〈그림 5〉 접지봉 1 [m] 매설시 거리별 전위분포

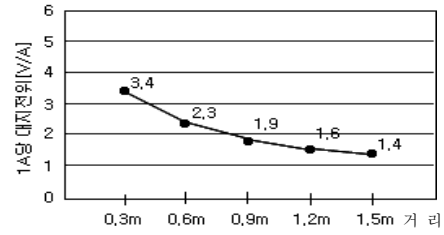
그림 6 (a), (b)의 그래프는 접지극 수직, 수평 형상별로 나누어 대지표면에 나타난 전위분포의 값을 거리별로 산출하여 나타내었으며 그림 6 (c), (d)의 그래프는 원형과 접지봉 1 [m] 매설한 형상별로 대지표면에 나타난 전위분포의 값을 나타내었다. 또한 가로등주와 거리가 멀어질수록 대지표면의 전위분포 값은 낮아지는 것을 알 수 있으며, 접지극 형상별로 대지표면에 나타나는 전위분포가 모두 다르게 나타났다.



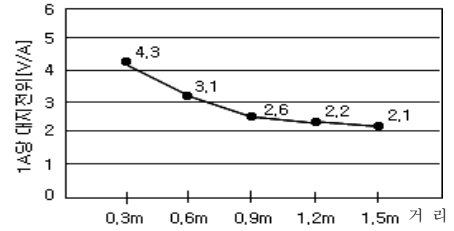
(a) 수직 접지극 형상



(b) 수평 접지극 형상



(c) 원형 접지극 형상



(d) 접지봉 1m 매설

〈그림 6〉 접지극 형태에 따른 전위분포

2.3 결과 및 검토

접지극 형상별로 살펴보면 그림 6의(d)와 비교를 할 경우 (c)의 원형 접지극 형상이 대지표면에 나타나는 전위분포가 가로등주를 중심으로 가장 가까운 곳에서 적은 것으로 나타났다. 전위값은 (d)에 비하여 (c)가 거리별로 0.3 [m] 인 경우 20%감소, 0.6 [m] 인 경우 약 25%로 0.9 [m] 인 경우 약 26%로, 1.2 [m] 인 경우 약 27%, 1.5 [m] 인 경우 약 33%가 감소되는 것으로 나타났다. (a)인 수직 접지형상과 (b)인 수평 접지형상을 기준 접지형태 (d)와 비교할 때 0.3 [m]의 측정 거리에서는 (d)보다 높게 나타났으나 0.6 [m] ~ 1.5 [m]의 거리에서는 각각 대지표면의 전위가 낮게 나타났다. 또한 거리가 멀어질수록 (b)인 수평형 접지극에서는 접지전극의 형상 중에서 가장 낮은 값이 측정되었다. 이는 접지극을 가로등주 지지물인 기초좌대와 접속하여 사용하므로 접지극에 의한 전위가 높은 것으로 판단된다.

3. 결 론

감전에 대한 인체의 위험의 정도를 나타내는 가장 중요한 요소는 인체를 통과하여 흐르는 전류의 값이지만, 일반적으로 인체에 인가되는 전압의 크기로서 평가해야 한다. 그러므로 인체에 인가되어 감전을 일으킬 수 있는 위험현상으로는 접촉전압과 보폭전압 2가지로 구별할 수 있으며, 가로등주가 설치된 주변에 나타나는 전위의 값은 접지전극에 1 [A]의 전류가 유입되었을 때를 기준으로 하여 접지극 형상에 따른 거리별로 측정된 전위값을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 접지극 형상별로 가로등주의 주위의 전위값을 거리별로 측정된 결과 접지극에서 가장 가까운 거리에서의 전위가 가장 낮게 나타난 것은 접지극 형상을 원형으로 제작하여 설치한 장소이다.
- (2) 도로주변에 설치되는 가로등의 주위에는 보도블록이 설치된 장소가 지면에 설치된 가로등보다 가로등주의 주위에 나타나는 전위분포가 낮게 나타나 효과적이라고 볼 수 있다.
- (3) 대지전위는 접지전극의 매설깊이에 따라 접지전극이 매설되어 있는 근방에서 국부적으로 변화한다. 그러므로 전위상승을 감소하기 위해서는 매설깊이를 깊게 하며 매설장소도 사람의 왕래가 없는 장소를 선정하여야 한다.

따라서 접지시스템을 설계할 때에는 접지저항치뿐만 아니라 접촉전압과 보폭전압에 미치는 대지구조와 본 실험을 통하여 가로등주를 지지하고 있는 콘크리트 기초좌대를 이용하여 접지극 형상을 이용을 한다면 사고 전류로 인한 전위상승을 상당히 감소시킬 수 있는 것으로 판단된다.

[참고 문헌]

[1] 이복희, “접지의 핵심 기초 기술”, pp69-78, pp118-124, 1999
 [2] B. H. Lee, J. S. Park and S. C. Lee, “Experimental Investigations of Transient Impedances of Some Grounding Systems” 1997 Japan - Korea Joint Syms ED &HVE, pp237-240
 [3] 高橋建彦, “접지·등전위 본딩설계의 실무지식”, pp18-32, 2003