

CDEGS를 이용한 가로등의 접지특성에 관한 연구

이재화\*, 장덕근, 전재근, 노영수, 박희로  
 숭실대학교

A Study on the Grounding Characteristics of a Street Light using CDEGS

J.H. Lee, D.G. Jang, J.K. Joun, Y.S. Roh, and H.R. Kwak  
 Soongsil University

**Abstract** - Since it is frequently reported, nowadays, that a variety of accidents happen in association with a street light, it is urgently demanded to take necessary measures to cope with such situation. In this aspect, it is important to study the grounding characteristics of a street light because most of the accidents are related to grounding. In this paper, therefore, the grounding characteristics of a street light have been investigated based on layers by using CDEGS. As a result of simulation, the soil resistivity turns out to be extremely important determining the characteristics of a grounding system.

1. 서 론

접지는 지중에 전기적 단자를 매설하여 여러 가지 설비를 대지와 전기적으로 접속시키는 것으로써, 설비와 인명을 보호하는데 필수적인 것이다. 그러나 이와 같은 중요성에도 불구하고 실제의 설비와 관련된 접지에 대한 연구는 현실적으로 부족하다. 예를 들면, 최근 빈번하게 발생하고 있는 도로 전기시설물인 가로등 사고는 대부분 안전 보호 장치와 접지에 관련되어 있지만 이것에 대한 체계적인 연구의 부족으로 인하여 사고를 예방할 수 있는 대안의 수립에 어려움이 있다.

이런 점에 주목하여 본 논문에서는 가로등 설비의 접지방식에 따른 지층별 접지 특성을 분석하여 접지에 대한 정량적인 연구의 토대를 마련하고자 한다.

2. 실 험

본 연구에서는 그림 1과 같이 가로등의 접지를 설계하기 위해 마포를 포함한 4 개소의 대지고유저항을 접지저항측정기(model:AEMC4500)를 이용하여 측정하였다. 또한 현재 접지에 가장 많이 사용되고 있는 일반 접지봉과 비교적 넓은 면적에서 접촉 및 보폭전압을 낮추고자 할 경우에 사용되고 있는 메쉬(mesh) 접지에 대해 모의하였다.

여기서 일반 접지봉은 0.75[m]의 깊이로 매설되었고, 메쉬 접지는 30[m]×30[m]의 넓이에 5[m] 간격으로 100 [㎡] 규격의 나동선을 포설하였다. 각 개소에서 실측된 대지고유저항은 접지해석 프로그램인 CDEGS로 지층에 대한 보다 정확한 값으로 분석하였으며, 분석된 대지고유저항은 지층별 허용전압에 대해 접촉전압, 보폭전압의 비교·분석자료로써 사용되었다. 지층별로 분석하기 위해 A(마포), B(광주), C(대전), D(안산)의 대지고유저항을 실측하였다. 이 때, A와 B는 2층의 대지구조이고 C와 D는 3층의 대지구조였다.

<b>대지고유저항 측정개소 선정</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 측정개소 : 마포, 광주, 대전, 안산 4개소</li> <li>· 측정장비 : AEMC 4500</li> </ul>
<b>모의접지 설계방식</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일반 접지봉 : 길이 2.4[m], Φ16[㎜]</li> <li>· 메쉬 접지 : 포설면적 30[m]×30[m]</li> </ul>
<b>결과분석</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지층별 대지고유저항 분석</li> <li>· 허용전압과 접촉 및 보폭전압 비교분석</li> </ul>
<b>최적의 가로등 접지방식 제시</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대지고유저항에 따른 설계시공</li> <li>· 메쉬에 의한 공동접지 설계시공</li> </ul>

그림 1. 가로등 접지설비 설계과정

지층별 대지고유저항을 구하기 위해 접지방식에 따른 접지저항 계산식을 사용하였다.

식(1)은 일반 접지봉에 적용되는 공식이며, Sunde와 Dwight의 계산식이다[1][2].

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{2L}{r} \quad (1)$$

여기서,  $\rho$ 는 대지고유저항,  $L$ 은 일반 접지봉의 길이,  $r$ 은 일반 접지봉의 반경이다.

식(2)의 계산식은 Schwarz의 계산식으로 메쉬 접지의 접지저항을 구하는데 사용되었다[3][4].

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left( \ln \frac{2L}{\sqrt{2rt}} + K_1 \frac{L}{\sqrt{A}} - K_2 \right) \quad (2)$$

여기서,  $L$ 은 접지선의 전체길이,  $r$ 은 접지선의 반경,  $t$ 는 매설깊이,  $A$ 는 메쉬 전극의 면적,  $K_1, K_2$ 는 매설깊이, 접지폭, 전장에 따라 변화하는 상수이다.

허용전압과 접촉 및 보폭전압의 비교·분석에 필요한 접지설계를 위해 일반 접지봉과 메쉬 접지를 그림 2와 같이 설계하였다.

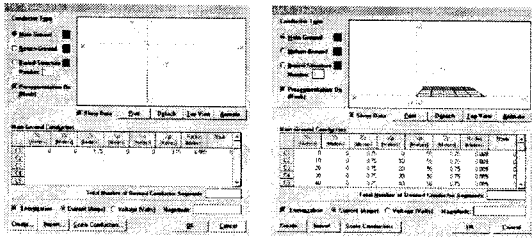


그림 2. CDEGS를 사용한 일반 접지봉 및 매쉬 접지 설계

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 지층별 대지고유저항 분석

접지설계 및 시공시 가장 중요한 사항은 각 개소의 대지고유저항을 바탕으로 최적의 접지시스템을 구축하는 것이다. 대지고유저항을 측정하는데 가장 많이 이용되는 방법은 IEEE에서 규정하는 Wenner 4-point method이다[5].

표 1에 Wenner 4-point method으로 실측한 국내 각지의 대지고유저항을 나타내었다.

표 1. 지층별 대지고유저항[ $\square \cdot m$ ]

전극간격 [m]	2층 구조		3층 구조	
	A	B	C	D
1	96.7	74.1	239.9	148.2
2	106.8	92.9	272.6	141.9
4	130.6	90.4	361.7	113.0
8	140.7	125.6	216.0	90.4
12	143.2	135.6	204.2	113.0
16	140.7	201.0	190.9	150.7

표 1에 보인 바와 같이, 국내의 지층별 대지고유저항을 2층 구조와 3층 구조로 대별하여 총 4개소에서 측정하였다. 전극은 표와 같이 6가지 간격으로 설치한 후, 측정하였다.

표 2는 AEMC4500으로 실측한 데이터를 이용하여 지층별 대지고유저항을 보다 정확하게 구한 것으로서, 수평 2층 구조와 수평 3층 구조를 이용하였다.

표 2. CDEGS를 이용한 대지고유저항[ $\square \cdot m$ ]

구분	Top	Bottom	Cent.1	지층두께[m]	
				Top	Cent.1
A	87.7	143.8		0.988	
B	83.6	2056.0		8.614	
C	203.6	167.4	1517.8	1.195	0.577
D	152.4	836.4	10.6	3.311	1.148

#### 3.2 접촉 및 보폭전압 비교·분석

접촉 및 보폭전압을 비교·분석하기 위해 표 2의 대지고유저항을 이용하였으며, 각 지층별로 일반 접지봉과 매쉬 접지방식으로 설계하였다. 표 3은 시뮬레이션 결과로 4개소 각각의 지층특성에 따른 허용전압에 대한 접촉 및 보폭전압을 나타낸 것이다.

표 3. CDEGS를 이용한 접촉[V] 및 보폭전압[V/m]

접지 방식	구분	A	B	C	D
일반 접지봉	접촉전압	44473.7	27638.8	71578.9	48005.0
	허용접촉전압	868.5	867.8	886.6	878.7
	보폭전압	2512.7	1715.4	3888.8	2781.3
	허용보폭전압	2841.7	2839.1	2914.2	2882.5
매쉬 접지	접촉전압	386.8	392.9	790.5	500.5
	허용접촉전압	868.5	867.8	886.6	878.7
	보폭전압	79.7	74.9	165.0	81.2
	허용보폭전압	2841.7	2839.1	2914.2	2882.5

표 3의 결과를 이용하여 일반 접지봉의 접촉 및 보폭전압에 대한 3차원 전위분포를 접지봉을 중심으로 사방 10[m]에 대해 거리별로 시뮬레이션 하였으며, 이 결과를 그림 3과 그림 4에 나타내었다.

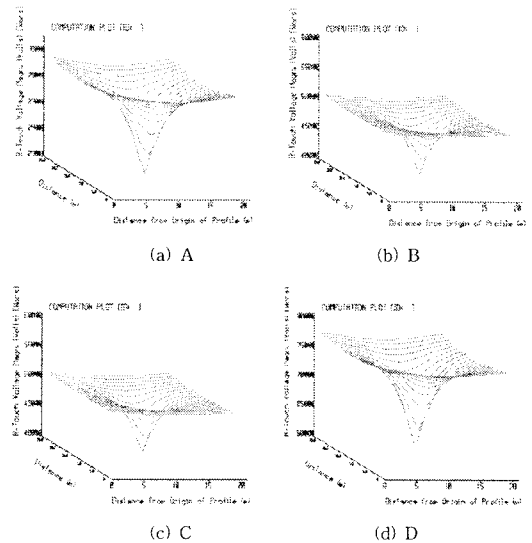


그림 3. 일반 접지봉의 거리별 접촉전압

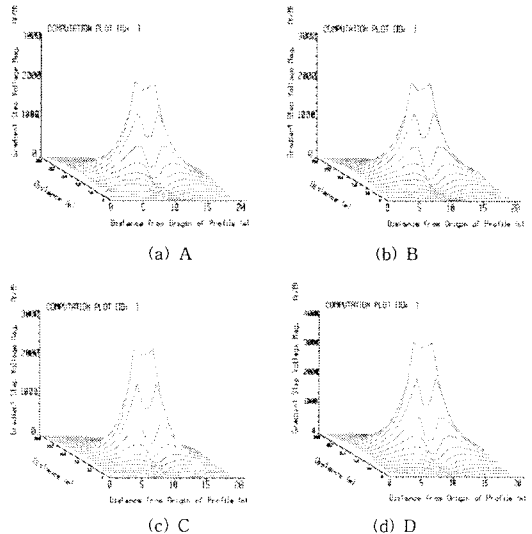


그림 4. 일반 접지봉의 거리별 보폭전압

#### 4. 결 론

그림 3 및 그림 4에 보인 바와 같이, 3층 구조의 접촉 및 보폭전압의 크기는 2층 구조보다 다소 높았으며, 허용전압도 약간 높게 나왔다. 이와 같은 결과는 3층의 대지 구조를 갖는 지역의 대지고유저항의 값이 2층의 대지 구조보다 높아 허용전압에 대한 접촉 및 보폭 전압이 높아진 것으로 보여 진다.

그림 5 및 그림 6은 메쉬 접지에 대한 접촉 및 보폭전압에 대한 3차원 전위분포를 나타낸 것으로, 포설된 메쉬를 중심으로 사방 50[m]의 전위분포를 거리별로 나타내었다.

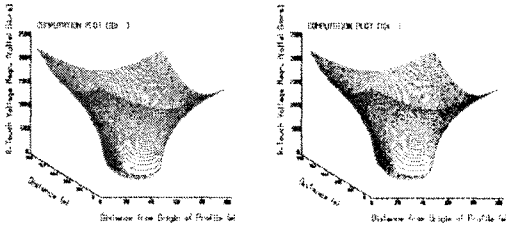
접지해석 프로그램인 CDEGS를 이용하여 현장에서 측정된 대지고유저항을 가지고 모의 실험한 결과, 동일 지역의 대지고유저항에 대한 일반 접지봉 및 메쉬 접지의 접촉허용전압 및 보폭허용전압의 값은 동일하였다. 그러나 일반 접지봉의 실제 접촉 전압과 보폭 전압의 크기는 메쉬 접지에 비해 훨씬 큰 값을 가짐을 알 수 있었다. 또한 지층별 특성을 비교하면 2층 구조에서 3층 구조로 갈수록 접촉 및 보폭전압의 크기가 모두 큰 폭의 상승 값을 가짐을 알 수 있었다.

본 연구에서 접지 설비에 있어서 가장 중요한 요소가 대지고유저항임을 확인 할 수 있었고, 또한 2층의 대지 구조가 3층의 대지 구조보다 허용 전압에 따른 접촉 및 보폭 전압의 안정성이 좋을 것을 볼 수 있었다.

본 연구는 산업자원부(MOCIE) 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

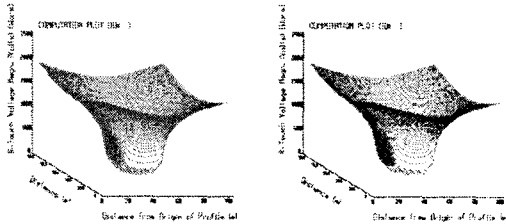
#### [참 고 문 헌]

- [1] Jiri G. Sverak, Donald N. Laird, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, 1986.
- [2] D.M. Volz, "Modern Land Mobile Communications Site Grounding", Telecomputer Energy World Proceeding, 1995.
- [3] 高橋建彦, 이형수역, 接地設計入門, 오-ム社, 동일출판사
- [4] J.Q.W. Hagen, et. al., "Isolated ground plane and mesh earthing system comparison[for telecommunication power supplies]", 1996.
- [5] IEEE Std. 81, IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System, 1983.



(a) A

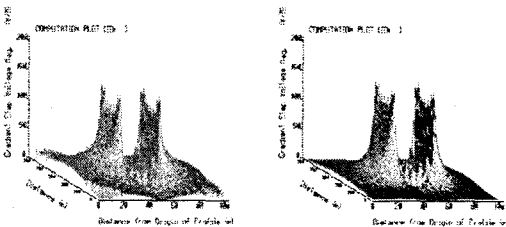
(b) B



(c) C

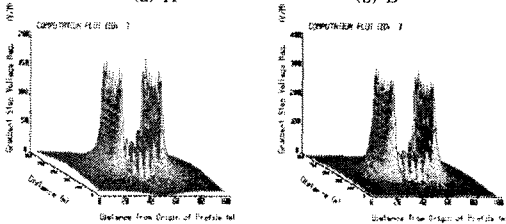
(d) D

그림 5. 메쉬 접지의 거리별 접촉전압



(a) A

(b) B



(c) C

(d) D

그림 6. 메쉬 접지의 거리별 보폭전압

메쉬 접지의 경우도 일반 접지봉과 마찬가지로 3층 구조의 접촉 및 보폭전압의 크기가 2층 구조보다 다소 높았으며, 허용전압도 약간 높은 값을 나타내었다.

이와 같은 결과는 일반 접지봉과 같이 3층의 대지 구조를 갖는 지역의 대지고유저항의 값이 2층의 대지 구조보다 높아 허용전압에 대한 접촉 및 보폭 전압이 높아진 것으로 보여 진다. 또한 보폭전압의 경우 메쉬가 되어 있는 곳은 전위분포가 일정하여 위험성이 적지만, 메쉬가 되어있는 범위를 벗어나면 그 위험성이 커짐을 볼 수 있다.