

# 반구형 축소모델을 이용한 접지전극 주변의 전위상승 분석

(Analysis of the Potential Rises near Grounding Electrodes  
using Semisplere type scale Model)

이복희, 백영환, 이봉, 김기복  
( B.H. Lee, Y.H. Beak, F. Li, K.B. Kim )  
인하대학교 IT공과대학 전기공학부

## Abstract

This paper describes the ground surface potential profiles near the object to be grounded. The hemisphere water tank was used to simulate the scale model. As a result, the ground surface potential near the ground electrode was considerably raised. In particular the ground surface potential at the just upper part of ground rod was higher than other part. The ground surface potential was lowered with increasing the buried depth of ground rod.

## 1. 서 론

현대산업에서 전기에너지는 사용이 편리하고 인간에게는 매우 중요한 요소로 전기에너지의 사용이 증가되고 있으나 최근 조사자료 및 보도자료에 의하면 전기설비에 의한 감전재해가 증가하고 있어 감전방지에 대한 사회적 관심이 높아졌다. 특히 전기로 인한 감전재해는 일반재해 건수에 비하여 재해비율은 낮으나 감전으로 인한 사망률은 다른 재해보다 높게 나타나고 있어 감전재해가 그 만큼 위험한 재해라고 할 수 있다.

현재 국내에서의 접지설비는 발·변전소의 대규모 접지시스템을 제외하고는 법규상으로 규제되어 있는 접지저항을 얻을 수 있는 설계 및 시공이 이루어지고 있다. 그러나 미국의 IEEE에서는 접지설비의 전위나 접지저항의 값을 제한하지 않고, 접촉전압이나 보폭전압 등을 안전규제 값 이하가 되도록 대지표면의 전위경도의 저감대책을 제시하고 있다. 최근 제정된 국제규격 IEC 62305-3에서도 접촉전압과 보폭전압에 의한 인체상해방지규정이 강화되었으며, 감전사고의 원인인 접촉전압과 보폭전압 즉 위험전압에 의한 위험성에 대한 관심이 국내에서도 증가하고 있다.

이에 본 논문에서는 국내에서 규정하고 있는 접지전극의 매설깊이와 IEC규격에서 규정한 접지전극 매설깊이를 분석하여 인체가 구조물에 접촉 시 인체에 인가되는 접촉전압 및 보폭전압을 알아보고 향후 설계 및 시공에 참고자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

본 실험에서는 도로에 설치되는 가로등주를 지지하는 기초좌대를 모델로 하여 반구형 구조물에 동일한 토양으로 봉형 접지전극 매설깊이에 따라 대지표면의 전위 측정 및 전위경도에 대한 실험을 하였으며 그림 1에는 측정하기 위한 실험계를 나타내었다. 실험을 하기 위한 실험장치 및 구조물을 살펴보면 가로등주를 지지하는 기초좌대는 도로에 설치 사용되고 있는 모델을 10분의1로 축소시켜 설치하였으며 직경 4 [mm], 깊이 10 [cm]인 지지물에서 10 [cm]를 이격시켜 대지표면으로부터 깊이 7.5 [cm] 와 5 [cm]로 두 모델을 이용하였다. 측정위치의 상세도는 그림 2에 나타내었다. 접지전극 매설 위치와 다른 방향에서 나타나는 대지표면의 전위 분포와 전위경도를 알아보고 접촉전압 및 보폭전압 영향에 대한 실험을 하였다.

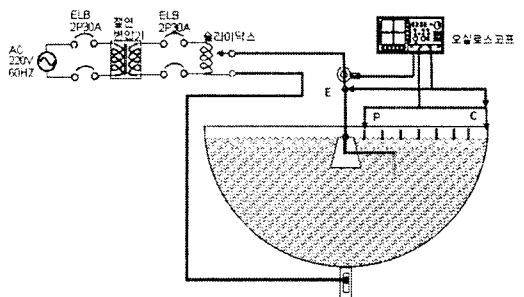


그림 1. 대지전위분포를 측정하기 위한 실험계  
Fig.1. Experimental setup for measuring the ground surface potential rise

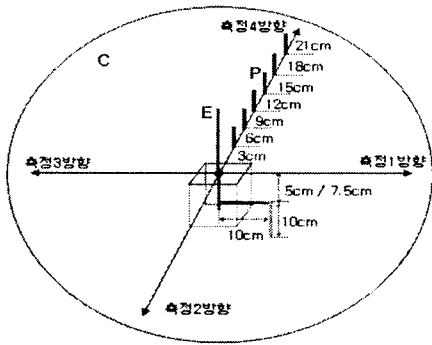


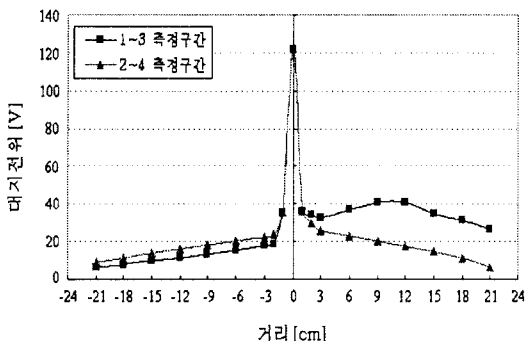
그림 2. 측정위치의 상세도  
Fig.2. Detailed diagram of the location to be measured

### 3. 결과 및 고찰

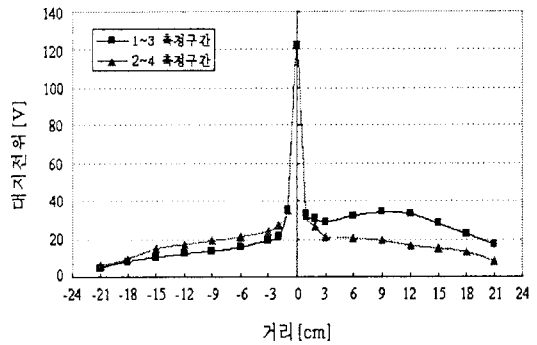
#### 3.1 접지전극의 매설깊이에 따른 대지전위분포

우리나라의 전기설비 기술기준에서는 봉형 접지전극을 0.75 [m] 이상의 깊이에 설치하도록 규정하고 있으며, KSC IEC 62305 규격에서는 봉형 접지전극을 대지표면으로부터 0.5 [m] 이상의 깊이에 설치하도록 규정하고 있다. 그림 3에서는 접지전극의 매설깊이에 따른 대지전위분포 특성을 알아보기 위하여 실험에서의 전위분포 측정은 그 조건에 대한 차이를 분석하고자 실험 대상으로 하였다. 측정구간은 1~4방향으로 1방향이 접지전극이 매설된 방향이며 2, 3, 4방향은 매설된 접지전극의 시계방향으로 구간을 정하여 측정 하였으며 접지전류는 0.2 [A]이었다.

그림 3에서 나타난 깊이별, 방향별, 거리별에 따라 나타난 측정된 전위값을 살펴보면 봉형 접지전극이 매설된 1방향 거리의 10 [cm] 지점에서 전위값이 가장 높게 나타났으며, 봉형 접지전극의 매설깊이에서도 7.5 [cm] 보다 5 [cm]의 깊이에서 전위값이 높게 나타났다. 그러나 2, 3, 4방향에서는 깊이에 관계없이 거리별 전위값이 비교적 비슷한 양상이 나타났다.



(a) 봉형 접지전극의 깊이 5 [cm]

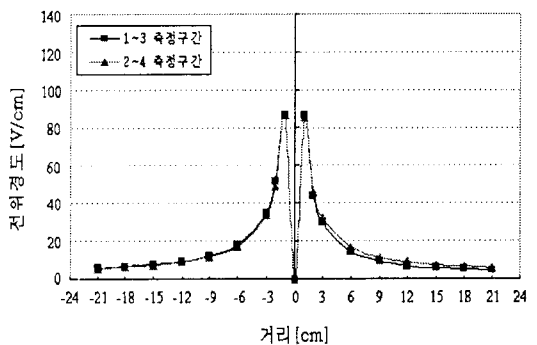


(b) 봉형 접지전극의 깊이 7.5 [cm]

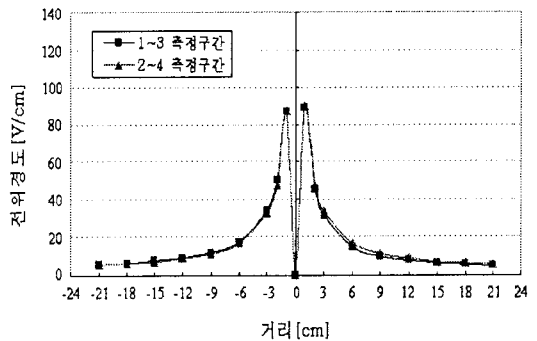
그림 3. 접지전극의 매설깊이에 따른 대지전위분포  
Fig.3. Ground surface potential profile according to the buried depth of ground rod

#### 3.2 접지전극 매설깊이에 따른 대지표면전위경도

접지전극의 매설깊이에 따른 대지표면전위경도 값은 대지표면에 거리별로 나타난 2점의 전위차를 거리로 나누어 그림 4에서 나타내었다.



(a) 봉형 접지전극의 깊이 5 [cm]



(b) 봉형 접지전극의 깊이 7.5 [cm]

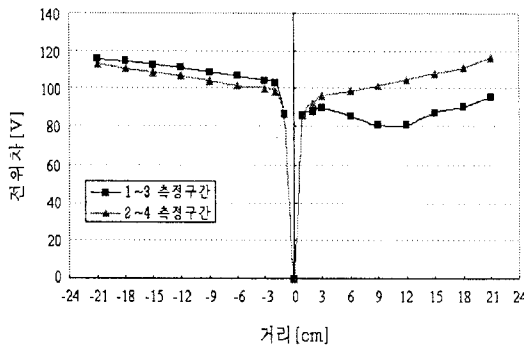
그림 4. 접지전극의 매설깊이에 따른 대지표면전위경도  
Fig.4. Ground surface potential gradient according to the buried depth of ground rod

대지표면전위경도의 크기는 0점 위치인 가로등주를 기

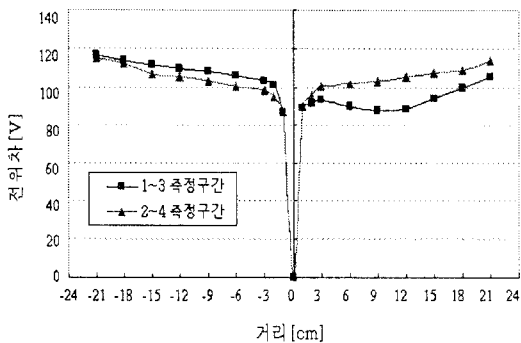
준으로 하여 거리 3 [cm] 주위에서는 매우 가파른 양상을 나타냈으며, 대지표면의 전위경도가 적을수록 접촉전압, 보폭전압이 낮아져 감전 사고를 감소시킬 수 있다.

### 3.3 위험전압에 대한 검토

사람이 접지를 한 시설물 또는 구조물에 접촉하였을 때 접촉한 구조물의 전위와 사람이 서 있는 지점의 대지표면 전위사이의 전위차를 접촉전압 이라고 하며 전위차가 높게 되면 감전사고를 일으키게 된다. 대지표면 전위에 대한 접지대상물의 전위차를 그림5에 나타내었다. 이때 10 [cm]인 점의 전위가 접촉전압에 해당된다. 접지전극의 매설깊이가 7.5 [cm] 보다 5 [cm] 깊이로 매설한 접지전극이 접지대상물에서 떨어진 10 [cm] 거리로 기준을 하였을 때 위험전압이 낮은 것으로 나타났다.



(a) 접지전극의 깊이 5 [cm]



(b) 접지전극의 깊이 7.5 [cm]

그림 5. 대지표면전위에 대한 접지대상물의 전위분포  
Fig.5.Potential profile of the object being grounded with respect to the ground surface potential

대지표면에서 대한 보폭전압에의 결과를 표 1과 표 2에 나타내었다. 보폭전압의 측정전압은 21 [cm]거리 구간에서 10 [cm] 간격으로 5구간을 나누어 측정하였다. 접지전극의 매설깊이가 7.5 [cm] 보다 5 [cm] 깊이로 매설한 접지전극이 접지대상물에서 떨어진 10 [cm] 거리

로 기준을 하였을 때 위험전압이 높은 것으로 나타났다.

표 1. 매설깊이 5 [cm]일 때 보폭전압

Table.1.Step voltage at the buried depth of 5 cm

측정구간	보폭전압 [V]			
	1 방향	2 방향	3 방향	4 방향
0~10 [cm]	73	102	109	104
3~13 [cm]	9	8	8	6
6~16 [cm]	2	9	5	6
9~19 [cm]	10	9	5	7
12~22[cm]	14	11	5	7

표 2. 매설깊이 7.5 [cm]일 때 보폭전압

Table.2.Step voltage at the buried depth of 7.5 cm

측정구간	보폭전압 [V]			
	1 방향	2 방향	3 방향	4 방향
0~10 [cm]	88	103	108	103
3~13 [cm]	4	6	7	7
6~16 [cm]	4	5	5	6
9~19 [cm]	12	6	8	9
12~22 [cm]	16	8	7	7

## 4. 결론

감전에 대한 인체의 위험의 정도를 나타내는 가장 중요한 요소는 인체를 통과하여 흐르는 전류의 값이지만, 일반적으로 인체에 인가되는 전압의 크기로서 평가를 한다. 그러므로 인체에 인가되어 감전을 일으킬 수 있는 위험전압으로는 접촉전압과 보폭전압 2가지로 구별할 수 있으며 접지점에서 지락 고장이 발생 할 경우 접지전극 매설깊이와 접지전극 형상에 따라 거리별로 측정된 전위값을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 대지표면전위는 접지전극이 매설되어 있는 근방에서 높게 나타났다.

(2) 접지전극이 매설되어 있는 직상부 대지표면에서

의 전위상승은 높으나 접촉전압과 보폭전압은 오히려 낮게 나타났다.

(3) 접지전극의 매설깊이가 깊을수록 위험전압은 낮게 나타났다.

따라서 접지시스템을 설계할 때에는 접지저항치 뿐만 아니라 접촉전압과 보폭전압에 영향을 미치는 접지전극의 형상과 배치 및 접지전극의 매설깊이 등을 고려하여 전위차의 발생을 억제하고 균일한 전위분포가 되도록 할 필요가 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이복희, “접지의 핵심 기초기술”, 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, pp.237~240, 1997
- [3] B. H. Lee, Su-bong. Lee, “Transient impedance of the Ground Grid and Deeply-driven Ground Rod”, KIEE Annual Spring Conference pp240~243, 2005
- [4] 高橋建彦, “접지·등전위 본딩 설계의 실무지식”, pp18-32, 2003