

독립접지방식의 전위간섭 문제 해결을 위한 연구

이복희, 이수봉, 이태형, 김형준, 한운기, 김효진, 이형권\*\*  
 인하대학교, 한국전기안전연구원, 한국전기공사협회, 한국전기연구원\*\*

A Research on the Solution of the Potential Interferences of Isolation Grounding Systems

Bok-Hee Lee, Su-Bong Lee, Tae-Hyung Lee, Hyung-Jun Kil, Woon-Ki Han, Hyo-Jin Kim\*\*, Hyung-Kyon Lee\*\*  
 Inha University, KESCO, KECA, KERI\*\*

**Abstract** - This paper presents the potential interferences in various grounding electrode systems. The ground potential rise and potential interference coefficients were calculated as a function of the configuration and size of grounding electrodes and the distance between grounding electrodes. The potential rise and potential interference coefficient strongly depend on the distance between grounding electrodes, the shape and size of grounding electrodes.

시켜야 한다. 그러나 접지전극 B처럼 일정한 범위에 들어가면 식 (1)과 같이 ΔV만큼의 전위상승이 일어나게 되어 서로 완전히 독립되었다고 볼 수 없다. 따라서 접지시스템을 시설할 때 유도전위 간섭을 충분히 고려하여 설계하고 시공하여야 한다.[5]

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi l} \ln \frac{l+h+\sqrt{(l+h)^2+x^2}}{h+\sqrt{h^2+x^2}} \quad [V] \quad (1)$$

1. 서 론

접지기술은 단순히 접지봉을 대지에 매설하고 접지선을 연결하여 접지 저항치를 충족시키기에만 급급해 옴으로 인해 그 중요성에 비해 소홀이 취급되고 있어 전기 안전에 심각한 우려를 낳고 있다. 전기설비기술기준에 의한 접지공사는 독립접지로 규정하고 있었으나, 정보화 사회의 필수적인 컴퓨터, 통신기기 등 외부 노이즈에 민감한 고정밀 기계가 채용되고, 또한 건축물의 고밀도화로 기존의 접지방식만으로는 한계에 도달해 있다. 특히, 접지전극간의 이격거리 미확보로 인한 전위간섭으로 인한 문제를 야기시키고 있어 이에 대한 대책 수립이 시급하다.[1,2]

따라서 본 연구에서는 독립접지 방식의 접지환경에 적합한 시공방법을 도출하고자 CDEGS 접지설계 프로그램을 이용하여 실제 크기의 100분의 1로 축소된 봉상 접지전극을 모의하고 주변에 다양한 형상의 접지전극을 설치하여 나타나는 전위분포를 조사하였다. 또한 봉상 접지전극 및 격자형 접지전극에서의 전위간섭의 정도를 분석하여 전위간섭계수로 평가하였다.

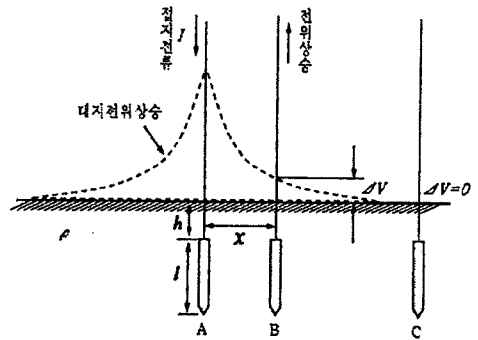


그림 1 접지전극간의 유도전위간섭  
 Fig. 1. Interference of an induced potential between grounding electrodes

접지전극 A의 전위상승에 의해 접지전극 B가 간섭을 받는 것을 전위간섭이라고 하고, 접지전극 B에 미치는 전위간섭의 정도를 평가하는 척도로서 전위간섭계수 K를 다음 식 (2)로서 정의한다.

$$K = \frac{\text{접지전극 B의 전위}}{\text{접지전극 A의 전위}} \quad (2)$$

2. 접지전극사이의 유도전위간섭

접지시스템에 전류가 유입하게 되면 접지전극은 물론이고 접지전극 주변의 대지표면의 전위가 상승하게 되어 동일한 접지시스템으로 구성된 정보통신기구나 전력설비에 악영향을 미치게 된다. 독립접지는 독립적으로 장비나 설비를 보호할 수 있다는 장점이 있으나, 시공시 각각의 접지전극간에 충분한 이격거리를 두어야 하며, 서지나 노이즈전류 유입시 장비나 설비간에 전위차가 발생하여 손상을 주거나 오동작을 유발하는 단점이 있어 독립접지의 전위간섭에 대한 문제점을 고려한 적용이 필요하다.[3,4]

그림 1에서와 같이 접지전극 A에 접지전류가 유입되었을 때 접지전극 C에서와 같이 전위상승을 전혀 일으키지 않는 것이 가장 바람직하지만 이와 같은 이상적인 독립접지를 얻기 위해서는 2개의 접지전극을 충분히 이격

3. 결과 및 고찰

3.1 봉상 접지전극 상호간의 전위간섭

접지전극 A에 봉상 접지전극을 시설하고 접지전극 B에 봉상 접지전극을 설치할 경우 나타나는 접지전극간 전위간섭 정도를 평가하기 위한 시험용 접지전극의 배치도를 그림 2에 나타내었다. 직경 0.001 [m], 길이 0.06 [m]인 봉상 접지전극을 지표면으로부터 0.0075 [m]의 깊이에 수직으로 설치하였다. 접지전극 B로는 길이 0.06 [m], 0.12 [m], 0.3 [m], 0.48 [m]의 봉상 접지전극을 모의하였다. 접지전극 A에 1 [A]의 전류를 인가하고 접지전극간 거리를 0.1-0.7 [m]까지 이격시키면서 나타나는 대지전위

상승 분포를 조사하였다.

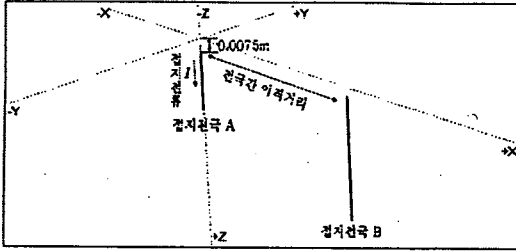


그림 2 시험용 접지전극의 배치도  
Fig. 2. Arrangement of the test ground electrodes

봉상 접지전극 A 주변의 대표적인 대지전위상승 분포 곡선을 그림 3에 나타내었다. 접지전극 A가 매설된 0 [m] 지점의 대지전위상승은 111.7 [V]로 가장 높게 나타났으며, 접지전극 B가 위치한 0.2 [m] 지점의 대지전위는 20.42 [V]로 나타났다.

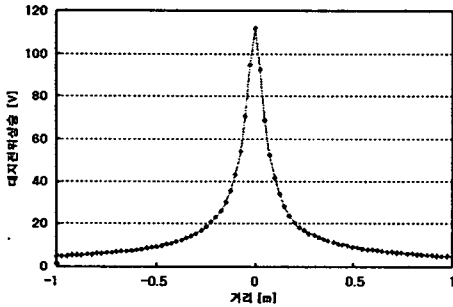


그림 3 봉상 접지전극 A 주변의 대지전위상승  
Fig. 3. Ground potential rise near the ground rod A

길이 0.06 [m], 0.12 [m], 0.3 [m], 0.48 [m]의 봉상 접지전극 B를 0.1-0.7 [m]까지 이격시키면서 측정한 전위상승  $\Delta V$ 를 그림 4에 나타내었다. 식 (2)를 적용하여 계산한 봉상 접지전극 B의 길이별 전위간섭계수를 표 1에 나타내었다.

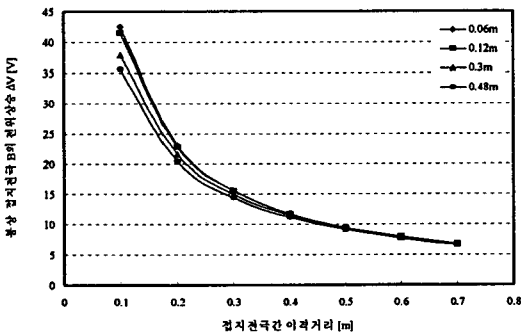


그림 4 봉상 접지전극 B의 전위상승  $\Delta V$   
Fig. 4. Ground potential rise  $\Delta V$  of ground rod B

접지전극간 이격거리가 가까울수록 전위간섭계수의 접지전극 길이 의존성이 크게 나타났고, 이격거리가 0.4 [m] 이상 멀어질수록 접지전극의 길이가 전위상승 및 전위간섭에 미치는 영향은 거의 나타나지는 않았다. 그러나 접

지전극 시설 면적이 협소한 장소에서 접지전극의 길이가 전위상승 및 전위간섭계수를 줄이는 중요한 요소가 될 것으로 판단된다.

표 1 봉상 접지전극 상호간의 전위간섭계수  
Table 1. Potential interference coefficient between ground rods

전극간 거리 [m]	봉상 접지전극 B의 길이별 전위간섭계수			
	0.06m	0.12m	0.3m	0.48m
0.1	0.378	0.370	0.343	0.324
0.2	0.205	0.203	0.193	0.183
0.3	0.139	0.139	0.134	0.128
0.4	0.105	0.105	0.103	0.099
0.5	0.085	0.084	0.083	0.081
0.6	0.071	0.07	0.07	0.068
0.7	0.061	0.061	0.06	0.059

### 3.2 봉상 - 격자형 접지전극의 전위간섭

봉상 접지전극을 시설하고 인근에 여러 가지 격자형 접지전극을 설치한 경우 나타나는 전위간섭을 평가하기 위한 시험용 접지전극의 배치도를 그림 5에 나타내었고, 사용된 격자형 접지전극의 종류를 그림 6에 나타내었다. 길이 0.06 [m] 봉상 접지전극을 시설하고 인근에 그림 6 (a), (b), (c), (d), (e)와 같은 형상과 크기가 다양한 격자형 접지전극을 각각 설치하였다. 봉상 접지전극에 1 [A]의 전류를 인가하고 접지전극간 거리를 0.1-0.7 [m]까지 이격시키면서 나타나는 대지전위상승 분포를 조사하였다.

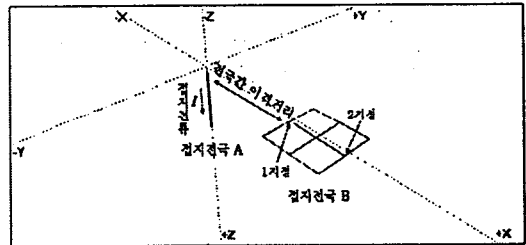


그림 5 시험용 접지전극의 배치도  
Fig. 5. Arrangement of the test ground electrode

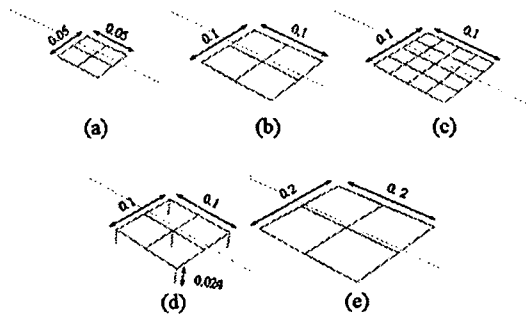


그림 6 시험용 격자형 접지전극의 형상  
Fig. 6. Shapes of test grounding grids

0.2×0.2 [m] 격자형 접지전극을 봉상 접지전극으로부터 0.2 [m] 이격시켜 설치한 경우 봉상 접지전극 A 주변의 대지전위상승 분포 곡선을 그림 7에 나타내었다. 봉상 접지전극이 시설된 0 [m] 지점의 대지전위상승은 111.7 [V]로 가장 높게 나타났으며, 격자형 접지전극 B가 0.2

[m] 이격된 격자형 접지전극 1지점의 대지전위상승은 17.4 [V], 2지점의 대지전위상승은 15.5 [V]로 나타났다.

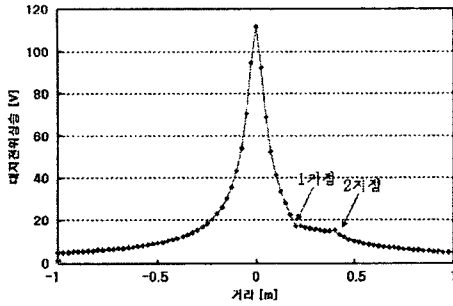
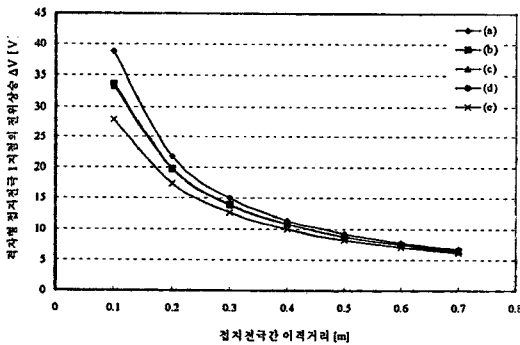
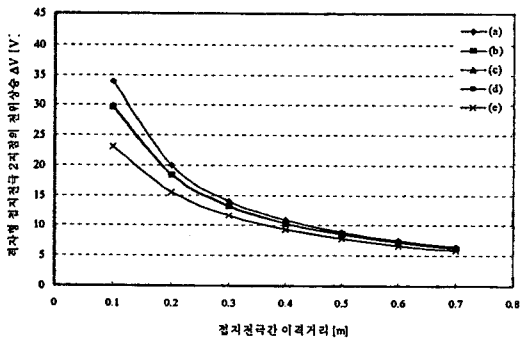


그림 7 봉상 접지전극 A 주변의 대지전위상승  
Fig. 7. Ground potential rise near the ground rod A

형상과 크기가 다른 다양한 종류의 격자형 접지전극을 0.1-0.7 [m]까지 이격시켜 설치한 경우 격자형 접지전극 B의 1지점과 2지점에서 나타나는 전위상승  $\Delta V$ 를 그림 8에 나타내었다. 격자형 접지전극 B의 형상별 전위간섭계수를 표 2에 나타내었다.



1지점의 전위상승  $\Delta V$



2지점의 전위상승  $\Delta V$

그림 8 격자형 접지전극에 대한 전위상승  $\Delta V$   
Fig. 8. Ground potential rise  $\Delta V$  of grounding grids

접지전극간 이격거리가 가까울수록 여러 가지 형상 및 크기에 따른 격자형 접지전극 B의 전위상승과 전위간섭계수는 약간 차이를 보였다. 특히, 0.05×0.05 [m] (a)격자형 접지전극에 비해 0.2×0.2 [m] (e)격자형 접지전극에서

전위상승과 전위간섭계수가 가장 낮은 값으로 나타났고, 1지점에서 보다 봉상 접지전극에서 더 멀리 떨어진 2지점에서의 전위상승과 전위간섭계수가 더 낮게 나타났다. 또한 크기가 동일한 0.1×0.1 [m]인 격자형 접지전극에서 접지전극의 형상이 (c), (d)격자형 접지전극처럼 변하더라도 전위상승과 전위간섭계수는 큰 차이가 나지는 않았다. 이에 반해 접지전극간 이격거리가 0.4 [m] 이상이 되면 격자형 접지전극의 형상이나 크기에 따른 전위상승 및 전위간섭에 미치는 영향은 크게 나타나지 않았다. 따라서 주접지전극으로 봉상 접지전극을 시설하고 인근에 격자형 접지전극을 설치할 경우 격자형 접지전극의 형상보다는 격자형 접지전극의 크기가 전위간섭에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 격자형 접지전극에서 인화도선이나 접지연결선의 접속점을 가능한 주접지전극에서 멀리 떨어진 지점에서 인출하여 설비에 연결하는 것이 안전적인 측면에서 유리하다.

표 2 봉상 접지전극에 의한 격자형 접지전극의 전위간섭계수

Table. 2. Potential interference coefficient between ground rod and grounding grid

전극간 거리 [m]	격자형 접지전극 B의 형상별 전위간섭계수									
	(a)		(b)		(c)		(d)		(e)	
	1지점	2지점	1지점	2지점	1지점	2지점	1지점	2지점	1지점	2지점
0.1	0.347	0.302	0.304	0.266	0.299	0.269	0.303	0.267	0.253	0.210
0.2	0.193	0.178	0.177	0.163	0.175	0.164	0.177	0.164	0.155	0.138
0.3	0.133	0.125	0.125	0.118	0.124	0.118	0.124	0.118	0.112	0.104
0.4	0.101	0.097	0.096	0.092	0.096	0.092	0.096	0.092	0.088	0.083
0.5	0.082	0.079	0.078	0.075	0.078	0.076	0.078	0.076	0.073	0.069
0.6	0.068	0.066	0.066	0.064	0.066	0.064	0.066	0.064	0.062	0.059
0.7	0.059	0.057	0.057	0.055	0.057	0.056	0.057	0.056	0.054	0.052

#### 4. 결 론

본 연구에서는 CDEGS 접지설계 프로그램을 이용하여 다양한 형상의 접지전극에서 나타나는 전위간섭을 시뮬레이션을 통해 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 봉상 접지전극 주변에 봉상 접지전극을 시설한 경우 접지전극간 이격거리가 가까울수록 타 접지전극으로 매설된 봉상 접지전극의 전위간섭은 전극 길이의 영향이 크며, 이격거리가 멀어질수록 전극의 길이가 전위간섭에 미치는 영향은 거의 없다. 봉상 접지전극의 길이가 전위간섭계수를 줄이는 중요한 요소가 될 것으로 판단된다. 봉상 접지전극 주변에 여러 가지 종류의 격자형 접지전극을 시설한 경우 격자형 접지전극의 형상보다는 크기가 전위간섭에 미치는 영향이 크게 나타났다.

본 연구는 한국전기공사협회의 지원에 의해 작성되었습니다.

#### [참 고 문 헌]

[1] 이복희, 이승철, "접지의 핵심 기초기술", 도서출판 의계  
 [2] 高橋健彦, "接地技術入門", 동일출판사, 2002  
 [3] 이형수, "접지기술의 국제동향과 과제", 조병전기설비학회지, 제17권, 14호, 2003  
 [4] 高橋健彦, "接地·等電位ボンディング設計の實務知識", オーム社, pp.93-101, 2003  
 [5] 이복희, 이동문, 강성만, 엄주홍, 이승철, "정보통신용 뇌서지 보호장치의 효과적인 설치기법", KIEE, Vol. 16, No.5, pp.90-96 September 2002