

# 접지시스템에 관한 연구

## A Study on the Earthing System

설 동 화\*, 김 명 생\*, 김 창 봉\*, 우 제 옥\*\*

Dong Hwa Seol, Myeong Saeng Kim, Chang Bong Kim, Jea Wook Woo

### Abstract

This paper will arrange and classify the earthing system by the latest developed technique tendency, and suggest how to solve the problem of a current earthing system. The 3rd generation earthing system is environment-friendly and designed to use discharge electrodes, catalysts and heat rays.

A discharge current has increased by 31[A] in the 3rd generation of earthing system compared to the 2nd one and it is 25 times faster. This system is not buried under but built on the ground. It solves the problems that the current system has; expenses, time, area and pollutions followed by the construction.

**Keywords** : earthing system, discharge current, discharge electrodes, catalyzer, hot wires

### I. 서 론

세계 최고 수준의 IT 인프라 구축과 반도체 기술의 발전으로 전자·정보통신장비의 소형화, 대용량화로 정보통신환경이 고도화됨에 따라, 건축물내의 다양한 정보통신, 전력전자, 전산 및 자동화 시스템은 낙뢰, 서지 및 노이즈 등 각종 불필요한 신호간섭에 대해 매우 취약한 환경속에서, 시스템 통합 운영시 시스템의 오동작과 품질저하는 크나큰 사회적, 경제적 손실을 가져올 수 있다[1].

접지란 접지전극을 통하여 필요 없는 전류를 대지에 방전하고, 또한 전위상승을 억제하기 위해서 땅 속에 있는 접지전극을 통해 대지로 얼마나 빨리 많은 전류를 흘려 주느냐가 관건이었다.

즉, 접지라고 하면 기존의 경우 독립접지와 접지저항만이 중요한 것으로 생각하여 접지 설계시 접지저항을 몇  $[\Omega]$  이하만 생각하고, 왜 몇  $[\Omega]$  이하여야 하는지에 대해서는 설명을 하지 못하였으나, 최근에는 공통접지, 등전위, 기준전위 및 EMC(Electro Magnetic Compatibility) 등에 관련된 표준이 발표되고 각종 연구가 진행되고 있다[2].

또한, 기존의 접지시스템은 대지에 접지전극을 매설함으로써, 접지전극 매설을 위한 넓은 면적과 많은 공사비용 및 공사기간이 요구되었으며, 특히 도심지역에서는 시공면적의 제한으로 시공에 어려움이 따른다.

접지기술은 전기를 사용하는 전기, 전자 및 정보통신분야에서 밀접하게 관계되므로 완벽한 접지기술의 구현은 대단히 복잡하며, 기존의 접지방식으로는 이들에 미치는 오동작 등을 해결하기가 어렵다.

본 연구에서는 이제까지의 접지시스템을 최근 접지기술의 발전 추세에 맞는 새로운 개념의 성능 위주의 세대별로

정리하여 분류하고, 기존의 접지문제를 해결하기 위한 그런 IT 환경 솔루션으로, 대용량의 방전전류를 빠르게 방전시키는, 접지전극을 대지에 매설 할 필요가 없는 접지장치 설계에 관한 것이다.

### II. 접지의 세대별 분류

#### 1. 접지의 분류

접지를 하는 목적이 무엇이든 접지를 하는데에는 전기적 단자를 설치하여야 하며, 접지에서 전기적 단자 역할을 하는 것이 접지전극으로 일반적으로 지중에 매설하며, 접지되는 설비와 접지전극을 연결하는 전선을 접지선이라고 한다[3].

접지되어 있는 설비로부터 접지선, 접지전극을 거쳐 대지로 흘러 들어가는 전류를 접지전류(방전전류)라 하며, 접지에서 대지와 접속불량을 나타내는 것이 접지저항이며, 접지저항이 낮을수록 대지와 접속이 양호하다.

접지저항의 감소방법으로는 다음과 같이 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째로 접지전극의 구조개선을 통한 접지저항의 감소방법이 있으며, 두 번째로 대지고유저항이 큰 토양에 대하여 각종 저감제를 사용하는 화학적 방법으로 접지저항을 감소시키는 방법이다[4, 5, 6].

이제까지 접지시스템은 상기와 같이 접지저항을 감소하기 위해 접지전극과 접지저감제 성능향상 위주의 접지방식 기술로 발전되어 왔다.

따라서 현재까지 접지의 분류방법도 접지종류, 접지목적, 접지 연결방법, 접지전극, 접지의 기능, 접지 시공방법 등에 따라 분류하였으나, 최근 접지기술의 발전 추세는 새로운 개념의 탁월한 성능과 긴 수명을 갖는 접지성능 위주의 기술로 인하여, 접지시스템을 세대별로 분류할 필요성이 대두되어 접지시스템을 세대별로 제1세대 접지시스템, 제2세대 접지시스템 및 제3세대 접지시스템으로 분류 하였다.

접수일자 : 2009년 8월 04일

최종완료 : 2009년 8월 14일

\*공주대학교 전기전자정보공학과

교신저자, e-mail : sdhwa@icpc.ac.kr

\*\* (주) 그리온드

## 2. 제1세대 접지시스템

제1세대 접지시스템은 고전적인 접지전극의 형태를 유지하면서 접지전극 형상에 따라 봉상전극, 판상전극(원형, 타원형, 방형판 등 여러 형태가 가능), 고리 모양전극(원형, 사각형), 그물모양(Mesh/Grids), 선상전극(매설지선), 띠형전극 및 건물 구조체 전극 등으로 분류할 수 있다.

제1세대 접지시스템의 특징은 습도, 온도 등 외부 기구에 민감하고, 수명이 짧고 신뢰성이 떨어져 대지고유저항이 낮은 지역에 유리하며, 접지전극의 시공은 직렬 또는 병렬 등 여러 방식의 조합이 가능하다.

## 3. 제2세대 접지시스템

제2세대 접지시스템은 각종 전해질을 사용하여 접지전극의 전류 흐름을 원활히 하여, 토양사이의 저항성분을 감소시켜 주는 역할을 하는 기능성 접지전극과, 저감제를 같이 사용하여 대지고유저항이 큰 토양에 대하여 접촉저항 및 접지임피던스를 저감시켜, 전위상승을 억제하고 접지성능을 향상시키는 접지시스템이다.

제2세대 접지시스템의 특징은 습도, 온도 등 외부 기구에 대한 영향이 비교적 적으며, 수명도 길고, 신뢰성도 비교적 우수하여 대형 건축물, 특수 대형시설 등에 사용되며, 접지전극을 땅속 깊이 시공하므로 접지 시공시 관련 여러 장비가 필요하고, 가격도 상당한 고가이다.

제2세대 접지시스템의 종류로는 PGS, Xit, 탄소접지봉 및 아크 유도형 침부접지봉 등이다.

## 4. 제3세대 접지시스템

제1세대 및 제2세대 접지시스템은 접지전극을 대지에 매설함으로써 나타나는 문제점과, 특히 도심지역에서는 시공면적의 제한으로 접지전극을 매설하기가 매우 어렵고, 건축물 등이 고층으로 이루어져 있기 때문에, 지하나 바닥으로부터 접지전극을 매설하여 접지선을 인출하는 방법으로는 시공에 어려움이 따른다.

제3세대 접지시스템은 그린 IT 환경 솔루션으로 대지에 매설하지 않고 지상위에 설치하는 접지장치로 공사의 용이성과 현장 적용의 가능성, 환경오염에 대한 해가 없는 것 등의 특징이 있다.

제3세대 접지시스템은 접지함 내에 방전장치가 설치된 접지장치로서, 방전장치가 전극판과 전극판에 연결되어 설치되며, 방전전극 사이에 채워지는 촉매제를 포함하여, 전류 방전시간이 짧은 것이 특징이다.

제3세대 접지시스템으로는 ECA(energy converter apparatus) 등이 있다.

### III. 제3세대 접지시스템 설계

#### 1. 접지시스템 개요

제3세대 접지시스템은 기존의 제1세대 및 제2세대 접지시스템의 단점을 획기적으로 보완하기 위해 대지에 접지전극을 매설하지 않아도 되기 때문에 기존 접지시스템의 문제점을 극복할 수 있고, 접지전극을 시공하기 어려운 장소에도 경제적으로 간편하게 접지설비를 할 수 있다.

## 2. 접지시스템 설계

그림 1은 제3세대 접지시스템의 접지장치를 설명하기 위한 그림이다. 접지장치는 접지함 내에 설치되는 방전장치를 포함하며, 통신장비, 전자장비 및 전기설비 등의 피접지설비로부터 발생한 이상전류는 접지 단자판을 거쳐 접지함의 MGB(Main Ground Board)단자로 흐른다. 접지함의 MGB단자는 방전장치의 상부 전극판에 연결된다.

방전장치는 서로 대향하도록 설치되는 두개의 전극판과, 전극판에서 돌출되는 복수개의 방전전극과, 방전전극 사이를 채우는 촉매제를 포함한다. 방전전극은 촉매제와 접촉되는 면적이 넓어서 방전이 빠르게 일어나서 결국에는 방전용량이 커지도록 상부전극판과 하부전극판에 연결은 서로 엇갈리게 배치한다.

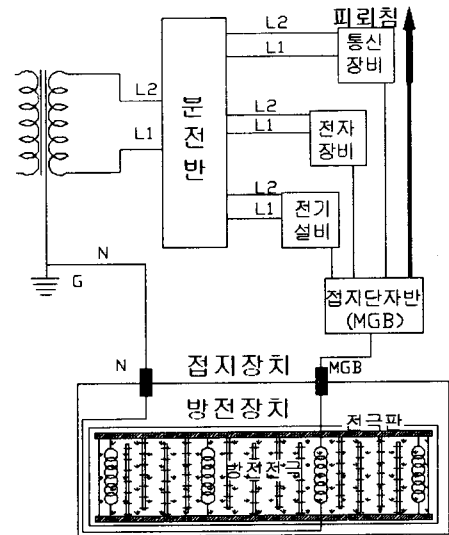


그림 1. 제3세대 접지시스템  
Fig. 1. Third generation the earthing system

상부 전극판과 하부 전극판 사이에는 이들을 직렬로 연결하는 열선이 복수개 설치되는데, 이로 인해 접지 단자판으로부터 유입되는 이상 전류가 열에너지로 신속히 전환되어 방전이 더욱 원활히 이루어진다.

피접지설비는 분전반에서 분전되어 나오는 전력을 인가받아 동작하며, 분전반은 변압기를 통해서 전력을 공급받는다. 변압기의 접지선(N선)을 접지함의 N단자를 통하여 하부 전극판에 연결시키면 변압기의 기준전위와 피접지설비의 접지 사이에 등전위가 이루어지기 때문에 인명과 고가의 침단장비를 안전하게 보호하고 운용할 수 있게 된다.

기존의 제1세대 및 2세대 접지시스템은 변압기의 접지선(N선)이 피접지설비의 접지봉에 접속되지 않고 독립되어 있었기 때문에 기준전위의 변동과 전위차가 발생하여 등전위를 이룰 수 없었다.

그림 2는 그림 1의 방전장치를 설명하기 위한 그림이다. 방전전극의 방전판은 판 형상을 하며 촉매제와 접촉되는 면적이 넓어서 방전용량이 많아지도록 상부 전극판과 하부 전극판에 연결되는 것이 서로 엇갈리게 배치된다. 그리고 방전용량을 더욱 증가시키기 위하여 방전판의 옆면에는 옆으로 돌출되는 방전침이 설치된다. 효율적인 방전을 위해서

는 방전침의 끝은 뾰족한 형상을 하며, 전극판, 방전판 및 방전침은 동, 아연, 철 및 스테인레스와 같은 금속 재질을 사용한다.

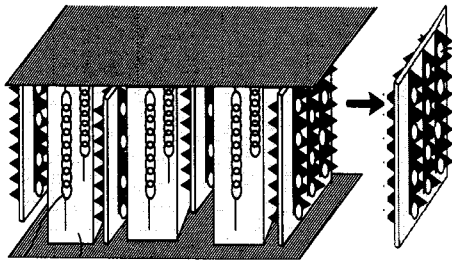


그림 2. 제3세대 접지시스템의 방전장치  
Fig. 2. Discharge device of third generation the earthing system

방전판에는 방전판을 사이에 두고 축재체의 유동이 원활하게 복수개의 관통홀이 형성되며, 관통홀의 존재로 방전침에 전하가 더욱 밀집하게 되어 방전이 더 용이하게 된다.

열선으로는 니크롬선을 사용하며, 열선은 방전장치의 방전전류를 열에너지로 신속하게 전환시켜 접지전위를 낮추는 기능을 하며, 방전전극이 갖는 커패시턴스 값과 열선이 갖는 리액턴스 값을 조정하면 임피던스를 낮출 수 있도록 구성한다.

### 3. 접지시스템의 방전전류 측정

그림 3은 기존의 접지시스템과 제3세대 접지시스템간 방전전류 비교측정을 설명하기 위한 그림으로서, (a)는 기존의 접지시스템인 경우이고, (b)는 제3세대 접지시스템의 경우이다.

그림 3 (a)의 기존 접지시스템인 경우, 낙뢰서지 시뮬레이터(Lightning Surge Simulator, LSS-15AX)의 COM 단자에 접지전극으로부터 12m 이격된 거리에 있는 기준전극을 연결하고, HOT 단자에 시험체인 접지전극을 연결한다.

그리고 15kV(1.25/50 $\mu$ s)/7.5kA(8/20 $\mu$ s)의 조합파 임펄스(Combination Wave Impulse)를 인가하여 LSS-15AX에 나타난 전압과 전류를 측정하였고, 오실로스코프를 사용하여 동작속도를 측정하였다.

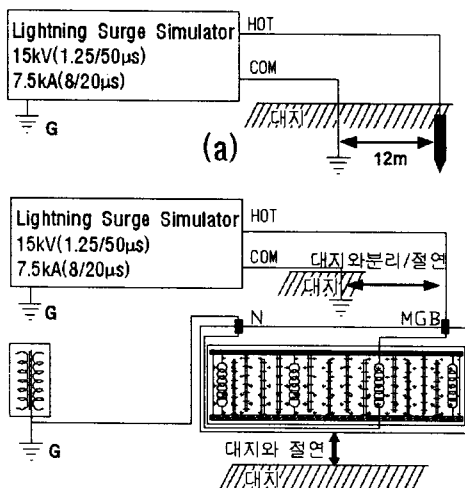


그림 3. 접지시스템의 측정  
Fig. 3. Measurement of the earthing system

접지저항값과 대지저항률 값은 새턴(Saturn) GEO X를 이용하여 측정하였다.

그림 3 (b)에 제3세대 접지시스템인 경우, LSS-15AX의 COM 단자는 기준접지 시험에 사용하였던 기준전극에 연결하고, HOT 단자는 시험체인 접지장치의 MGB 단자에 연결하고, 접지장치의 N 단자는 변압기의 접지선에 연결한다.

나머지 측정 조건은 기존 접지시스템 측정 조건과 동일하다.

표 1. 접지시스템의 측정 결과  
Table 1. Measurement result of the earthing system

세대별	측정대상 [mm]	설치 수량 [개]	설치 방법	접지 저항 [ $\Omega$ ]	인가 전압 [kV]	출력 전압 [kV]	방전 전류 [kA]	전류방 전속도 [ $\mu$ s]
제1세대	일반접지봉 ( $\phi 22 \times 1,800$ )	10	대지 매설	20	15	14.87	0.085	<20
제2세대	PGS 접지봉 ( $\phi 54 \times 1,800$ )	1	대지 매설	5	15	14.65	0.091	<5
제3세대	eca ( $500 \times 500 \times 200$ )	1	지상 설치	대지 절연	15	13.95	0.122	<0.2

시험조건: 온도 17 $^{\circ}$ C, 습도: 54%, 시험오차:  $\pm 10\%$

표 1은 그림 3의 각 세대별 접지시스템간의 출력전압, 방전전류 및 전류 방전속도를 비교 측정된 결과표이다.

접지시스템에서 출력전압은 전위상승과 비례하므로 출력전압이 낮다는 것은 전위상승이 낮다는 것을 의미하며, 측정결과 제1세대 보다 제2세대가 220[V] 낮은 출력전압이 측정되었고, 제2세대 보다 제3세대에서 700[V]나 감소하였다.

또한, 접지시스템에서 방전전류가 많다는 것은 그만큼 전류의 흐름이 원활하다는 의미이며, 측정결과 제1세대 보다는 제2세대에서 6[A] 방전전류가 많이 흘렀고, 특히 제2세대 보다 제3세대에서 31[A]나 방전전류가 급격히 증가하였다.

전류 방전속도가 빠르다는 것은 그만큼 신속히 전류가 대지로 방전된다는 의미로, 측정결과 제1세대 보다 제2세대에서 4배 전류 방전속도가 빠른 것으로 측정되었으며, 특히 제2세대 보다 제3세대에서 25배나 전류 방전속도가 빠른 것을 확인 할 수 있었다.

결론적으로 기존 접지시스템과 제3세대 접지시스템인 eca의 비교측정에서 기존 접지시스템에 비해 제3세대 접지시스템의 접지장치(eca)를 지상에 설치한 경우가 전위상승을 억제하고, 방전전류는 더 많고, 또한 전류 방전속도도 매우 빠른 것으로 측정되었다

### IV. 결 론

접지시스템을 접지성능 위주의 제1세대 접지시스템, 제2세대 접지시스템 및 제3세대 접지시스템으로 분류하여 접지성능 기술을 향상할 수 있게 되었다.

제3세대 접지시스템인 대지에 매설할 필요가 없는 접지장치로 피뢰시스템과 접지시스템을 동시에 만족하고, 낙뢰, 서지(Surge) 및 노이즈를 효율적으로 신속하게 제거하여, 인명과 고가의 첨단 정보화 설비를 보호하고, 전기를 이용한 시스템을 안정적으로 운용할 수 있도록 하는 경제적 효과와 전기적 특성 향상으로 시스템 안정화에 큰 기여를 할 수 있게 되었다. 차후에는 접지저항 위주에서 등전위 이론

에 입각한 광통접지의 전위상승 억제에 대한 연구가 이루어져야 하겠다.

**[ 참고 문헌 ]**

- [1] 조대훈, "고기능 신기술의 XIT접지시스템의 성능비교," 전기설비학회지, vol. 15, No. 6, 2001.
- [2] 이형수, "접지기술의 실제," 전기설비지. 2001.
- [3] 이종선, "접지 기술과 접지 시스템," 성안당, 1998.
- [4] 광희로, "침부접지봉의 성능향상 및 시공방법개선에 관한 연구," 한국전기공사협회 보고서, p6, p8, p9, 2001.
- [5] Seong Joon Ahn, Jea Wook Woo, Soo Joon Ahn, Chul Geun Park, and Seung Joon Ahn, "Optimization of Earth Resistance by Investigating the Surge Wave Response," *Materials Science Forum* Vol. 569, pp. 253-256, 2008.
- [6] L.Grcsev, M.Heimbach, "Frequency Dependent and Transient Characteristics of Substation Grounding Systems", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol.12, No.1, pp. 168-170, January 1997.



**우제욱(Jea Wook Woo)**  
 선문대학교 정보통신학과(공학석사)  
 한국정보통신기술협회 접지프로젝트  
 접지기술표준안 기술고문  
 현재 : ㈜그라운드 대표이사  
 <관심분야> 접지 및 낙뢰시스템  
 <e-mail> ground@ground.co.kr



**설동화(Dong Hwa Seol)**  
 안양대학교 정보통신공학과(공학사)  
 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)  
 공주대학교 전기전자정보공학과(박사과정)  
 현재 : 한국정보통신기능대학  
 광통신설비과 조교수  
 <관심분야> 접지및낙뢰시스템, 광통신, 네트워크

<e-mail> sdhwa@icpc.ac.kr



**김명생 (Myeong Saeng Kim)**  
 경상대학교 전자공학과 졸업 (공학사)  
 건국대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)  
 공주대학교 전기전자정보공학과(박사과정)  
 현재 : 한국정보통신기능대학  
 광통신설비과 조교수  
 <관심분야> 광통신용 WDM광소자, 광통신시스템

<e-mail> mskim@icpc.ac.kr



**김창봉(Chang Bong Kim)**  
 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 미국 Florida Institute of Technology  
 전기전자공학과 (공학석사)  
 미국 Texas A&M University  
 전기전자공학과 (공학박사)  
 현재 : 국립공주대학교 공과대학 전파전공 정교수

<관심분야> 광통신용 WDM 광소자, 광통신시스템

<e-mail> aggie@kongju.ac.kr