대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템에 관한 연구

A study on an earthing system without ground connection

설 동 화*, 김 창 봉*, 우 제 욱**
Dong Hwa Seol, Chang Bong Kim, Jea Wook Woo

Abstract

This paper proposes an earthing system without ground connection.

As a Green IT Environmental Solution, Internal-external surge and other unnecessary electric currents are converted into energy and through a discharge the signal is reduced. It's a structure that discharges through a neutral electric transformer.

The results show that the electric potential rising of the earthing system proposed in this paper are approximately below the half and the discharge currents increased approximately 9 times when compared to existent earthing systems.

This earthing system is economical, easy to install and can solve environmental contamination

Keywords : earthing system, surge, electric potential rising, discharge currents, common ground

I. 서 론

정보통신설비, 전력설비 및 피뢰설비 등 전기가 흐르는 모든 설비에는 반드시 접지를 하여야 하며, 접지 목적도 인명과 가축의 안전을 확보할 뿐만 아니라 전기, 전자, 통신 및 각종 설비의 손상 방지와 안정적 운용에 있다[1].

최근 들어 지능형 건축물의 증가와 모든 정보를 통신망을 이용한 온라인을 통한 정보수집 등 지식 정보화가 급속히 확산되고 있어, 통신망과 정보통신설비 등의 안정적 운영의 비중이 높아짐에 따라 접지시스템에 대한 인식도 변화하고 있다.

즉, 건축물에 설치되고 있는 설비의 다양화에 따라 접지의 종류와 역할도 다양해져서 접지를 단순히 대지의 낮은 저항으로 연결하는 것만으로는 그 목적을 달성했다고 볼 수 없으며, 이제는 접지를 하나의 체계화된 시스템으로 해석해야 한다.

따라서 각 설비의 안정적인 운영을 위한 전위상승 억제와 등전위 이론인 공통접지방식의 중요성이 증대되고 있다.

본 연구에서는 먼저 기존 접지시스템의 현황과 문제점을 파악하여 분석하고, 기존 접지시스템의 문제점을 해결할 대안으로 제3세대 접지시스템인 대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템을 제안하고 두 접지시스템의 전위상승과 방전전류를 비교하고자 한다.

II. 기존 접지시스템의 현황

기존 접지시스템 중 제1세대 접지시스템은 접지전극 형상에 따라 봉상전극, 판상전극, 고리 모양전극, 그물모양(Mesh/Grids), 선상전극(매설지선), 띠형전극 및 건물 구조체전극 등으로 고전적인 접지전극의 형태를 유지한다.

제1세대 접지시스템의 특징은 단순히 접지전극만을 이용하여 외부의 불필요한 전류를 대지로 흘려보내야 하므로, 주로 일반적인 접지기능만 가능한 경우의 대지고유저항이 낮은 지역 등에 주로 사용하며, 신뢰성이 떨어져 접지목적을 달성하는데는 상당히 미흡한 방식이다.

제2세대 접지시스템은 접지전극의 기능향상을 위해 각종 촉매제(Catalyzer)를 사용하여 전기적 전도성을 양호하게 함으로써 접지전극의 전류 흐름을 원활히 하여, 토양사이의 저항성분을 감소시켜주는 역할을 하는 기능성 접지전극과, 저감제를 같이 사용하여 대지고유저항이 큰 토양에 대하여 접촉저항 및 접지임피던스를 적게하고, 전위상승을 억제시켜 접지성능을 향상시키는 접지시스템이다[2].

제2세대 접지시스템은 시추장비 등을 사용하여 접지전극을 땅속 깊이 시공하므로 시공비가 고가이나, 습도, 온도 등 외부기후에 대한 영향이 비교적 적고, 수명도 길며, 신뢰성이 우수하여 지능형 건축물과, 특수 대형시설 등에 사용한다.

기존 접지시스템은 주로 접지저항을 감소시키는 방법들로 각각 나름대로 장·단점을 가지고 있으나, 이 방법들을 적용하기 위해서는 공사의 용이성과 현장 적용의 가능성, 경제성과 지속성, 환경오염에 대한 피해가 없는 등 현장조건에 가장 적합한 접지방식을 적용하여야 한다[3].

이제까지 접지시스템은 상기와 같이 접지저항을 감소하기 위해 접지전극과 접지 저감제 성능향상 위주의 접지방식기술로 발전되어 왔다.

III. 대지에 매설한 필요가 없는 접지시스템

1. 접지시스템의 개요

제안한 접지시스템은 기존의 접지시스템의 단점을 획기적으로 보완하기 위해 접지장치를 대지에 매설할 필요가

접수일자 : 2009년 8월 03일
최종완료 : 2009년 8월 14일
*공주대학교 전기전자정보공학과
교신저자, e-mail : sdhwa@icpc.ac.kr
**(주) 그라운드

없는 접지장치에 관한 것이다.

제안한 접지시스템의 방전장치 구성은 두개의 전극판을 서로 대향하여 설치하고 방전전극은 서로 엇갈리게 배치되도록 전극판에서 돌출되었으며, 두개의 전극판 사이에는 이들을 연결하는 열선이 설치되었으며 이 속에 촉매제를 충진하였다.

LC 필터는 MGB(Main Ground Board)단자와 방전장치 사이 및 N단자와 방전장치 사이에 연결하였다.

정전압 소자는 L단자와 각 방전장치 사이에 정전압 제너다이오드를 직렬로, N단자와 L단자 사이와 L1, L2, L3단자와 방전장치사이에는 정전압 제너다이오드를 병렬로 설치하였다.

2. 접지시스템의 구성

그림 1은 본 연구에서 제안한 대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템의 기능을 설명하기 위한 그림이다.

접지함의 MGB 단자는 전기설비, 전자장비, 통신장비, 및 피뢰침의 접지단자반에 연결되며, 접지함의 N단자는 분전반에 전력을 공급하는 변압기의 중선선인 접지선에 연결되고, 접지함의 L단자는 피접지설비에 전력을 공급하는 전력선에 분전반을 통하여 연결된다.

접지장치의 접지함 내에는 복수개의 방진장치가 설치되며, 각 방전장치의 하부 전극판은 접지함의 MGB 단자에 연결되고, 상부 전극판 중의 하나는 접지함의 N단자에 연결되며, 상부 전극판의 나머지는 접지함의 L단자에 연결된다.

MGB단자와 방전장치 사이 및 N단자와 방전장치 사이에 각각 설치된 LC 병렬회로는 공진시 최대의 임피던스를 가지므로 대역 차단의 기능으로 각종 불필요한 노이즈를 제거하기 위한 필터회로이며, 이는 방전장치와 직렬로 연결되어 방전전극과 열선의 합성임피던스를 낮추는 기능, 변압기에서 피접지설비로 유입되는 노이즈를 제거하는 기능, 피접지설비에서 발생된 노이즈를 제거하는 기능을 한다.

L단자와 각 방전장치 사이에는 제너다이오드 등과 같은 정전압소자가 직렬로 설치되며, N단자와 L단자 사이 및 L1, L2, L3단자 사이에는 방전장치에 대해 병렬로 정전압소자가 설치된다. 정전압소자는 피접지설비에 유입되는 낙뢰, 서지, 정전기 및 노이즈와 같은 과도 이상전압이 방전장치에 의해서 방전되도록 하여 피접지설비를 보호하고 또한 방전장치에서 방전이 이루어질 때 장비를 보호하기 위한 것이다.

방전장치는 두개의 전극판을 서로 대향하여 설치하고 방전전극은 서로 엇갈리게 배치 되도록 전극판에서 돌출되었으며, 방전전극은 촉매제의 유동이 원활하게 이루어지도록 복수개의 관통홀이 형성되게 하였다. 관통홀의 존재로 방전침에 전하가 더욱 밀집하게 되어 방전이 더 용이하게 이루어진다. 두개의 전극판 사이에는 이들을 연결하는 열선이 설치되었으며 이 속에 촉매제를 충진하였다.

촉매제는 방전이 용이하게 이루어지고 에너지 전환이 쉽게 이루어질 수 있도록 하기 위한 것으로서, 방전할 때 발생하는 열과 충격 등에 대해 내성을 갖는 촉매제를 사용한다.

열선으로는 니크롬선을 사용하며, 열선은 피접지설비로

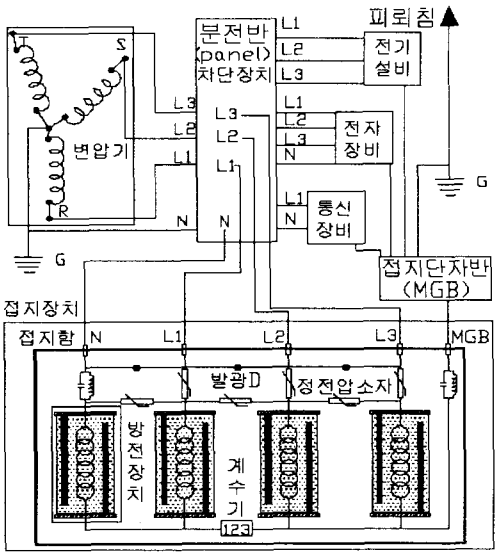


그림 1. 제안한 접지시스템

Fig. 1. Earthing system of propose

부터 유입되는 이상전류를 열에너지로 신속하게 전환시켜 방전 시간을 단축시키고 접지전위를 낮추는 기능을 하며, 방전전극이 갖는 커패시턴스값과 열선이 갖는 리액턴스값을 조정하여 임피던스를 낮출 수 있도록 구성된다.

표시장치로서 발광다이오드를 N단자, L1단자, L2단자 및 L3단자 사이에 설치하면 방전장치의 동작상태를 육안으로 확인할 수 있다. 그리고 MGB단과 방전장치 사이에 계수기(counter)를 설치하면 접지장치에 유입된 낙뢰, 서지, 정전기, 노이즈 등의 발생 횟수를 카운트 할 수 있다.

3. 접지시스템의 측정

기존의 접지시스템과 제안한 대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템(eca)에 대한 측정을 위해 Noise Ken사의 낙뢰서지시뮬레이터(Lightning Surge Simulator, LSS-15AX)로 많이 사용하는 서지 시험파형인 전압·전류 조합파 임펄스(Combination Wave Impulse)를 인가하고, 측정대상의 전위상승과 방전전류는 오실로스코우프를 사용하여 측정하였으며, 접지전극과 기준전극의 접지저항값과

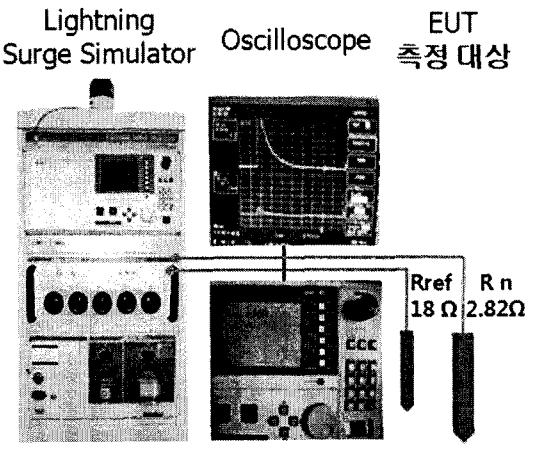
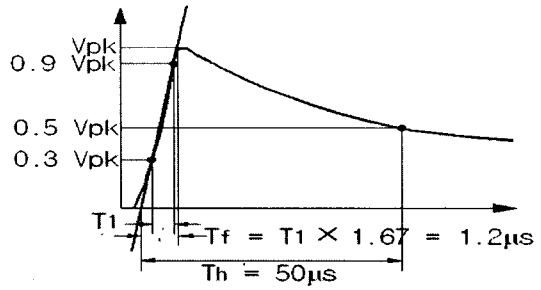
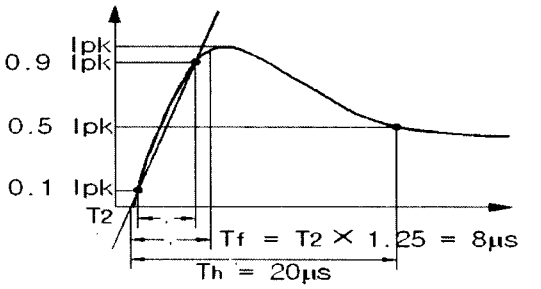


그림 2. 기존 접지시스템의 측정 구성도

Fig. 2. Measurement constitution of earthing system existing



(a) 개방회로전압(1.2/50μs)



(b) 단락회로전류(8/20μs)

그림 3. 시험 전압 · 전류 서지파형

Fig. 3. Surge wave of test voltage · current

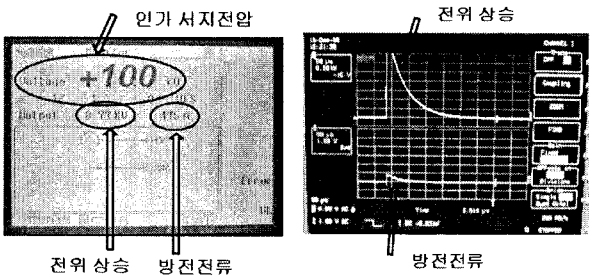
대지저항률 값은 새턴(Saturn) GEO X를 이용하여 측정하였다.

그림 2은 기존 접지시스템의 측정 구성도로 낙뢰서지 시뮬레이터의 HOT단자에 측정할 접지전극(접지저항 2.82 Ω)을 연결하고, 접지전극으로부터 2m 떨어진 거리에 있는 기준전극(접지저항 18Ω)에 공통단자(COM)을 연결한다.

낙뢰서지 시뮬레이터에서 그림 3와 같이 IEC 61000-4-5의 서지 시험파형인 10kV(1.2/50μs)의 개방회로 전압과 5kA (8/20μs)의 단락회로 전류 조합 파임펄스 서지를 발생시켜, 접지전극과 기준전극에 인가하여 접지전극과 기준전극의 전위상승과 방전전류를 낙뢰서지 시뮬레이터(그림 4a)와 오실로스코프(그림 4b)로 측정하였다.

측정결과 기존 접지시스템의 전위상승은 인가전압의 대부분인 87.7%의 전위상승과 방전전류는 인가전류의 9.5%만 방전되었다.

그림 5는 제안한 접지시스템의 측정 구성도로 낙뢰서지 시뮬레이터의 COM 단자는 제안한 접지장치의 N단자에



(a) 인가 서지 측정값 (b) 방전 그래프

(a) Surge measurement value (b) Discharge graph

그림 4. 기존 접지시스템의 측정 값

Fig. 4. Measurement value of existing earthing system

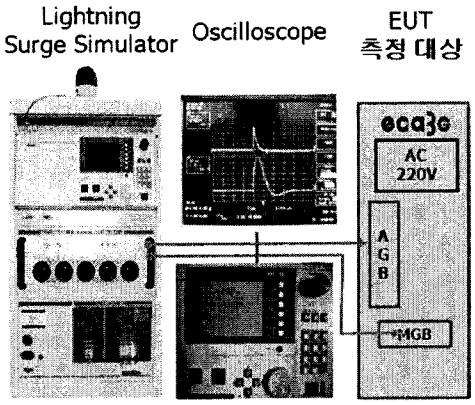


그림 5. 제안한 접지시스템의 측정 구성도

Fig. 5. Measurement constitution of proposed earthing system

연결하고, HOT단자는 제안한 접지장치의 MGB단자에 연결한다. 나머지 측정 조건은 기존 접지시스템 측정 조건과 동일하게 측정하였다.

그림 6은 제안한 접지시스템의 전위와 방전전류를 낙뢰서지시뮬레이터와 오실로스코프로 측정한 값으로 측정결과 제안한 접지시스템의 전위상승은 인가전압의 절반이하인 41.6%의 전위상승과 방전전류는 인가전류의 대분분의 85%가 방전되었다.

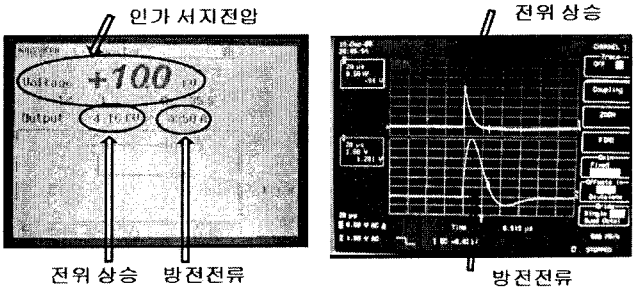
표 1은 기존 접지시스템과 제안한 접지시스템의 전위상승과 방전전류를 측정하여 비교한 결과표이다.

표 1. 접지시스템의 측정 결과

Table 1. Measurement result of the earthing system

측정대상 [mm]	설치 수량 [개]	설치 방법	접지 저항 [Ω]	인가 전압 [kV]	인가 전류 [kA]	전위 상승 [kV]	방전 전류 [kA]
일반접지봉 (φ14x1,000)	10	대지 매설	2.82	10	5	8.77	0.475
eca (500x500x200)	1	지상 설치	대지 절연	10	5	4.16	4.25
대지저항율 : 195[Ω · m], 시험조건 : 온도 12℃, 습도 : 46%, 시험오차 : ±10%							

서지 인가시 전위상승은 측정대상의 접지전극이 대지와 전기적 접속 상태에 따라 다르며, 접지전극과 대지의 전기적 접속 상태가 양호할수록(접지저항이 작을수록) 전위상승이 낮으며, 접속 상태가 불량할수록(접지저항이 클수록)



(a) 인가 서지 측정값 (b) 방전 그래프

(a) Surge measurement value (b) Discharge graph

그림 6. 제안한 접지시스템의 측정 값

Fig. 6. Measurement value of propose earthing system

전위상승이 높아진다.

측정 결과 전위상승은 기존 접지시스템인 접지전극은 8.77[kV], 제안한 접지스템은 4.16[kV]로 측정되었다.

접지시스템에서 방전전류는 접지전극이 대지와 전기적 접속상태에 따라 다르며, 접지전극과 대지와의 전기적 접속상태가 양호할수록 방전전류가 많이 흐르며, 접속상태가 불량할수록 적게 흐른다.

측정 결과 방전전류는 기존 접지시스템인 접지전극은 0.475[kA], 제안한 접지스템은 4.25[kA]로 측정되었다.

이는 기존의 독립접지방식인 전원의 중성선과 본딩 연결이 안된 접지전극을 매설하는 접지시스템과 제안한 접지시스템인 전원의 중성선과 본딩 연결한 등전위의 공통접지방식인 대지에 매설하지 않는 접지시스템의 비교측정에서 기존 접지시스템에 비해 대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템이 전위상승을 많이 억제하고, 대지에 더 많은 방전전류를 흘려주는 것으로 측정되었다.

Ⅳ. 결 론

제안한 제3세대 접지시스템인 대지에 매설할 필요가 없는 접지시스템은 기존 접지시스템보다 많은 전류를 신속하게 방전하고 대지전위 상승을 감소시켜 접지의 목적인 인명의 안전과 전기, 전자 및 정보통신설비를 안정적으로 운용하여 전기를 이용한 모든 시스템 안정화에 큰 기여를 할 수 있게 되었다.

또한 제3세대 접지시스템은 그린 IT 환경 솔루션으로 기존 접지시스템의 문제점인 시공면적, 환경오염(특히 토양오염), 시공시간 및 시공비용을 해결하였으며, 이동차량과 암반지역 등 접지전극을 시공하기 어려운 장소에도 간편하게 접지설비를 할 수 있다.

그리고 국제 접지기술 규정에 적합하도록 공통접지, 등전위화 및 기준전위의 안정화를 효과적으로 이룰 수 있으며, 앞으로 공통접지시 인접설비에 대한 영향 등 관련분야의 실증적 연구가 이루어져야 하겠다.

[참 고 문 헌]

[1] 최홍규외 2인, "*접지 설비 및 설계*," 성안당, p3, 2008.

[2] 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, pp253-256, 2008.

[3] 최세하, "*알기쉬운 접지실무기술*," 진한도서, p5, 1999.

설동화(Dong Hwa Seol)

안양대학교 정보통신공학과(공학사)

광운대학교 전자통신공학과(공학석사)

공주대학교 전기전자정보공학과(박사과정)

현재 : 한국정보통신기능대학 광통신설비과 조교수

<관심분야> 접지및 낙뢰시스템, 광통신, 네트워크

<e-mail> sdhwa@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

우제욱(Jea Wook Woo)

선문대학교 정보통신학과(공학석사)

한국정보통신기술협회 접지프로젝트 접지기술표준안 기술고문

현재 : ㈜그라운드 대표이사

<관심분야> 접지 및 낙뢰시스템

<e-mail> ground@ground.co.kr