

## 접지시스템의 설계에 관한 고찰

**노창일**, 박남옥, 김지환, 김근용  
한국전기연구원

### The study of designing for earth grounding system

Chang-il Roh, Ok-Nam Park, Ji-hwan Kim, Kun-young Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - 접지의 실시목적은 감전 및 전위상승에 따른 전기위험으로 인체를 보호하고 전기, 전자, 통신기기 등이 외, 내부 surge 발생 시 기기를 보호하여 안전하게 사용하기 위한 것이다. 접지방법은 이전에는 접지극 설치에 의하여 단순히 접지저항을 측정하여 접지저항값이 기준치에 적합하면 접지가 올바르게 실시된 것으로 간주하였으나 현재는 전자기기 및 통신기기의 발달로 인하여 전자부품이 noise에 취약하기 때문에 복잡하고 체계적인 접지시스템 설계의 필요성이 대두되었다, 이에 따라 본 논문에서는 접지시스템의 설계방법, 설계시 고려요소, IEEE, IEC의 규격에서의 접지설계방법등에 대하여 고찰하였다.

### 1. 서 론

정보화 사회에 있어서 전자기기들은 작은 전위변동에 의하여 오동작할 우려가 있다. 특히 뇌 surge, 개폐 surge로 인한 일시적인 과전압에 대한 내성이 특히 작으므로 이에 대한 보호대책이 필요하다. 건물내에는 전력, 정보, 통신, 전자장비 등의 다양한 설비기기가 설치되어 있으며 설치 목적에 따른 접지의 형태도 다양하다. 뇌 보호를 위한 접지, 고주파 전류에 의한 주파수 특성 변화에 대처하기 위한 접지, 뇌 surge로 인한 전자적 환경문제, 전력계, 신호계의 접지선 포설 형태등의 문제를 고려한 기능형 접지를 위한 접지시스템을 구축해야 한다. 이전의 대지접지저항에 따른 단순한 접지극의 설계방식에서 접지시스템의 설계방식으로 변화할 필요가 있다. 이에 따라 우선적으로 고려하여야 할 요소인 접지저항, 전위분포, 전위경도가 우선 중요하며 전위기준점의 확보의 개념, EMC 대책, 등전위 bonding 시공등이 고려되어야 한다. 뇌 보호에는 외부 뇌 보호와 내부의 전자기기를 보호하는 내부 뇌 보호로 구별되어진다. 외부 뇌 보호는 접지극의 설계로서 이루어지며 접지시스템의 설계는 내부 뇌 보호와 밀접한 관계가 된다. 이에 따라서 본 논문에서는 내부 뇌 보호를 위한 여러 요소를 고려한 접지시스템의 설계에 대하여 고찰하여 보았다.

### 2. 본 론

#### 2.1 접지설계방법

최근의 고도정보화 시대에 있어서 전력, 전자, 정보통신기기가 다양하게 도입되고 있어서 접지계획을 충분히 검토한 후에 설계 및 시공하는 것이 중요하며 접지 시스템을 설계하기 위해서는 기준 접지저항, 접지형태, 접지극 등을 고려하여 설계하여야 하며 외부 및 내부 뇌 surge 보호를 위한 등전위 bonding 구조에 대해서도 설계에 반영되어야 한다. 각각의 요소에 대하여 접지시스템 설계에 필요한 사항은 다음과 같다.

#### 2.2.1 기준접지저항 결정

접지목적에 따라 기준접지저항은 일반용, 자가용 전기공작물은 사용전압에 따른 전기설비기술기준 접지공사의 종류에 의하여 결정하고, 전기사업용 전기공작물은 지락전류, 허용전위상승, 허용접촉전압, 복복전압등을 고려하여 결정한다.

#### 2.2.2 접지형태의 선정

접지에 필요한 기기가 목적별로 접지공사 종류를 결정하여야 하며 먼저 접지공사의 상황을 판단하여서 접지형태를 개별 또는 공용으로 할 것인가를 선택한 후 전위분포, 전위간접계수를 고려하여 인공접지극 또는 구조체 접지극 설치등을 접지시스템 설계에 반영한다.

#### 2.2.3 접지극 설계

기준접지저항이 결정되면 접지저항의 계절변동계수, 대지저항율, 접지공법 선정, 접지재료 선정등을 고려하여 접지극을 설계하여야 한다.

#### - 접지저항의 계절변동계수

시공 장소의 기상조건, 접지극의 종류 및 매설상황에도 관련이 있으므로 설계의 신뢰도를 높이기 위해서는 반영되어야 한다. 월별 접지저항이 주어져 있을 때 접지저항의 최소치와 각 월의 값의 비를 이용한 다음 식에 의하여 계절변동계수를 정의한다.

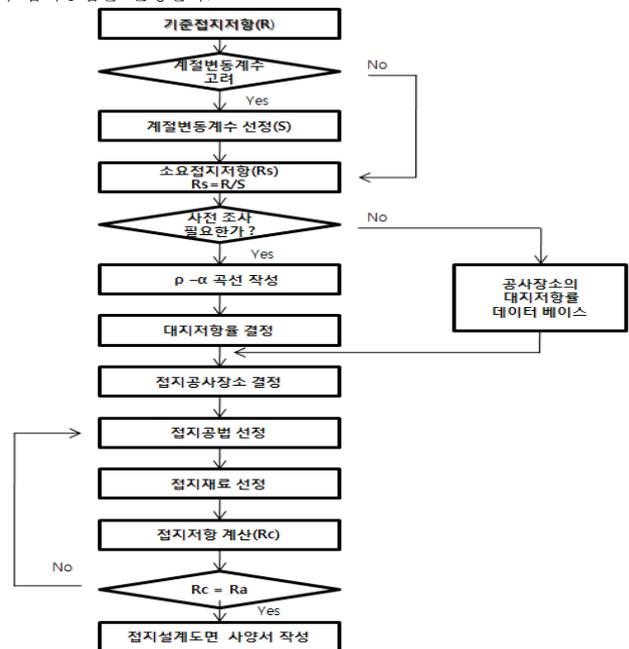
계절변동계수 =  $\frac{\text{월별 접지저항}}{\text{접지저항치의 최소치}}$  로 나타내며 8월에 최소 2월에 최대를 나타내며 그 비는 1.86으로 되어있다

#### - 대지저항률

접지저항을 계산하기 위하여 접지공사 실시 장소의 대지저항률에 관한 정보가 필요하다. 따라서 대지파라미터(다층대지를 가정한 각 지층의 두께 및 그 지층의 대지저항률)나 토질조사 등의 단계를 밟기 위한 사전조사가 필요한지를 판단하며 p-a 곡선을 작성하여 대지파라미터를 결정하여야 한다. p-a 곡선법은 Wenner의 4전극법으로 얻어지는 ρ(대지저항률)의 실측치와 α(전극간격)와의 관계를 그래프로 나타내고 다층의 표준곡선 및 보조곡선을 이용하여 조합함으로써 대지파라미터를 추정하는 방식이다.

#### - 접지공법 선정

접지공법에는 인공접지극에 의한 공법과 자연접지극으로 설치하는 공법이 있으며 인공접지극은 봉형, 판형, 선형전극등을 이용하는 대규모 공법뿐만 아니라 boring 전극에 의한 병렬접지, mesh접지, loop형 대형접지와 같은 대규모 공법으로 구분할 수 있지만 이에 대한 공법 선정은 소요접지저항에 관련된 것으로 그림의 flow와 같이 설계변경을 되풀이하여 접지공법을 결정한다.



〈그림 1〉 접지극 설계 기본 flow

#### - 접지재료 선정

접지재료로는 접지선, 접지극, connector, 접지저감재, 기타 부속품이 있으며 접지재료로 요구되는 조건은 전류용량, 내부식성, 시공성등이 있으며 지상공간 및 대지에 시공되는 조건에 따라서 특성이 달라질 수 있다. 지상공간에 설치될 경우 지락전류등에 의하여 열이 발생할 경우 공기중에서는 열 방산이 용이하나 대지중에서는 열 방산정도가 적다 이는 접

지극의 치수에 관련된 문제이며, 대지에 시공되는 경우에는 접지극, 접속부의 부식이 발생하며 신뢰도가 높은 재료를 선정하기 위한 조건등을 고려하여야 한다. 접지선, 접지극의 종류 및 치수는 관련규정에 따라 접지의 종류, 토양의 부식, 환경등을 고려하여 선정하여야 한다.

### 2.2.4 등전위 bonding 구조 설계

등전위 bonding은 감전보호용, 기능용, 뇌 surge 보호용으로 나눌 수 있으며 개별적으로 시공할 수는 없지만 상호 밀접성이 관련되어 있다.

전압 및 전류의 관점에서 보면 뇌 보호용 등전위 bonding 이 중요하며 뇌로 인한 불꽃방전, 전압상승에 의한 화재, 폭발의 위험, 감전의 위험 또는 전위차에 의한 정보기기의 손상, 오동작을 제거하기 위하여 건물내부의 모든 금속체 부분간 등전위가 필요하다. 직접bonding이 필요한 도전성 부분은 도체를 이용하여 접지극에 연결하고 전력케이블이나 통신 케이블등은 직접bonding하면 단락될 수 있으므로 SPD(surge protect device)이용하여 접지극에 연결하는 방법으로 설치한다.

EMC에 필요한 기능용 등전위 bonding 은 TN-C, TN-S, TN-C-S 의 접지방식에 의하여 보호되고 있으며 bonding 네트워크시스템을 통하여 기준전위를 확보하기 위한 것이며 가능한 한 임피던스가 작을수록 좋다. 네트워크시스템은 성형 bonding, 수평mesh형 bonding, 다중mesh형 bonding으로 나눌 수 있다.

#### - 성형 bonding 네트워크시스템

보호도체(PE)로 각 정보기기들을 방사형으로 접속하는 방식으로서 기기는 기준면으로부터 절연하는 방식이며 전자파 장애는 받기 어려우며 각 기기의 보호도체의 impedance가 크므로 신호케이블이 전자 noise 받기 쉽다. 보호도체는 짧게 연결할 필요가 있다.

#### - 수평mesh형 bonding 네트워크시스템

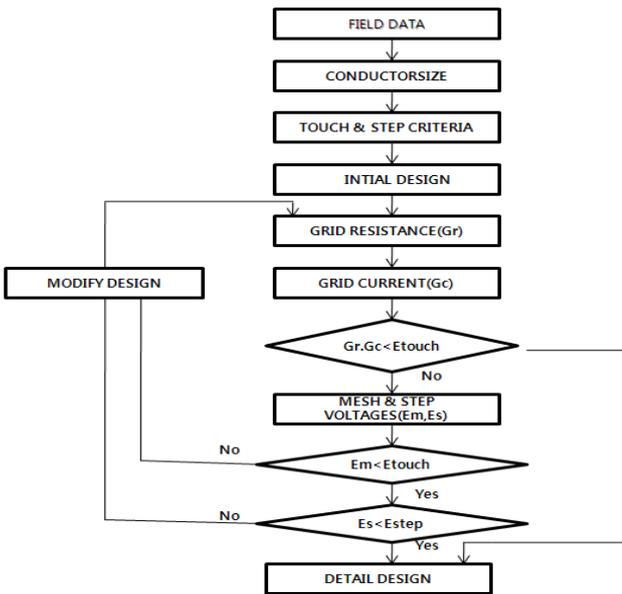
성형 bonding 네트워크시스템에 mesh도체를 추가하여 bonding하여 수평형의 네트워크를 구축하는 방식이다. 바닥면에 mesh도체를 포설하여 낮은 impedance의 기준전위면을 실현할 수 있으며 EMC 대책이 용이하나 바닥면으로부터 절연되어 있으므로 절연상태가 유지가 반드시 필요하다.

#### - 다중mesh형 bonding 네트워크시스템

수평 mesh형 bonding 네트워크방식은 바닥이나 벽으로부터 완전히 절연하는 방식이나 이 시스템은 건물의 철골, 철근등의 계통의 도전성부분에 bonding 하는 방식이다. 각 층을 연결하는 전송케이블은 광케이블을 사용한다.

### 2.2.5 IEEE Std. 80 -2000의 접지설계 방식

이 방식은 변전소의 mesh 접지에 의한 접지설계를 검토한 방식이다. 소요접지저항을 얻기 위한 접지저항보다는 지표면의 최대 mesh 전압과 인체에 인가되는 최대보폭전압을 접지설계의 자료로 이용하는 방식으로서 다음 그림의 flow에 의하여 접지설계가 완료 된다.

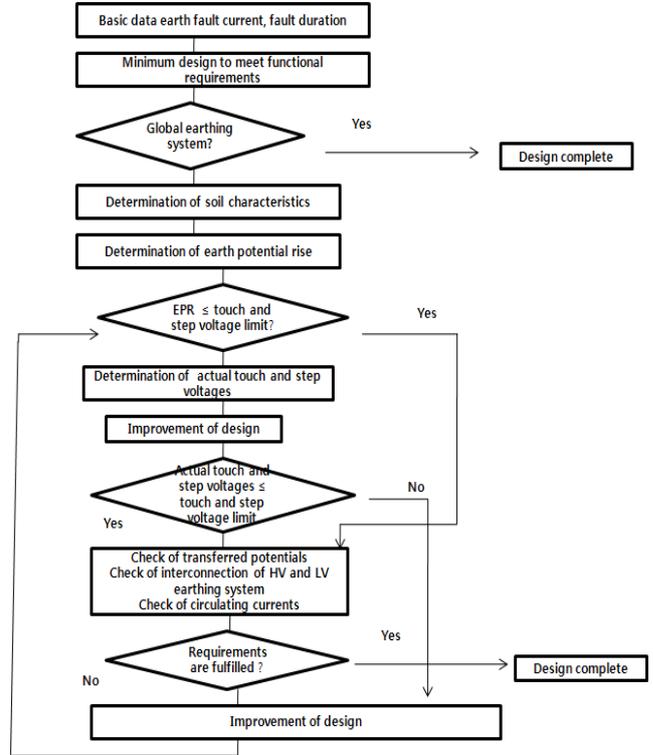


〈그림 2〉 IEEE Std. 80 - 2000 접지설계 flow

### 2.2.6 IEC 61936 -1. 2002의 접지설계방식

고압전력설비의 발·변전소, 송배전 및 수요가 설비를 대상으로 하고 있

으며 접지저항만을 평가하지 않고 보폭전압, 접촉전압등에 중점을 두고 있으며 대지전위상승의 원인으로 접지저항 저감이 중요하지만 접지저항 자체를 접지설계의 기준으로는 판단하지 아니한다. 안전한계 전류폭선을 토대로 보폭, 접촉전압을 평가하기 위하여 안전한계 전류폭선을 전압폭선으로 치환하고 접지설계의 대상이 총괄접지시스템인 경우는 기능요건을 만족하는 것으로 보아서 설계가 필요 없는 것으로 간주한다. 다음 그림의 flow에 의하여 접지설계가 완료된다.



〈그림 3〉 IEC 61936-1 - 2002 접지설계 flow

## 3. 결 론

접지저항은 감전보호를 위하여 감전전류와 접촉전압에 영향을 미치게 된다. 접지극을 설치하는 접지방식에서 접지설계 flow에 의하여 접지시스템을 설계하는 방식으로 변환하여 정보화 시대에서의 접지목적에 적합한 시스템을 구성할 수 있도록 고찰하였다. 특히 현재의 건물에서는 EMC대책이 고려된 접지시스템의 설계로서 등전위 bonding 구조설계의 필요성이 대두되었으며 이를 위하여 접지시스템 설계에 반드시 반영하여야 하며 이에 따라 보다 충분한 검토가 되어져야 한다. 앞으로의 과제는 접지시스템을 보다 체계적으로 구성하기 위하여 수학적 접근이 반드시 필요하며, 접지설계 flow에 의하여 각 요소를 대입하면 목적에 부합한 시스템을 얻을 수 있는 프로그램화를 하여서 보다 정확한 접지시스템 설계를 할 수 있도록 함이 해결할 과제이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] IEC 61936-1, "Power installations exceeding 1 kV a.c, Part 1: Common rules", 2002-10
- [2] IEEE Std 80, "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding", 2000