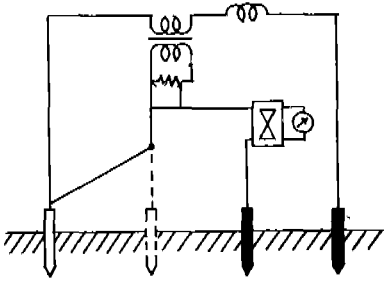


□ 接地設計와 工事 □



接地工事란 大地에 電氣의 端子를 장치하는 것을 말하는데, 接地工事が 단지 大地에 金屬棒을 打入하는 데 그치는 時代는 지났다고 보아야 겠다. 그것은 近年의 電氣萬能 時代에 設備의 安全保障을 위하여는 基礎的技術의 하나인 接地에 대하여 시스템의 으로 고려할 때가 되었기 때문이다.

따라서 最近의 接地技術의 動向에 입각해서 接地에서 考慮할 점과 接地工法에 대해 記述 하기로 한다.

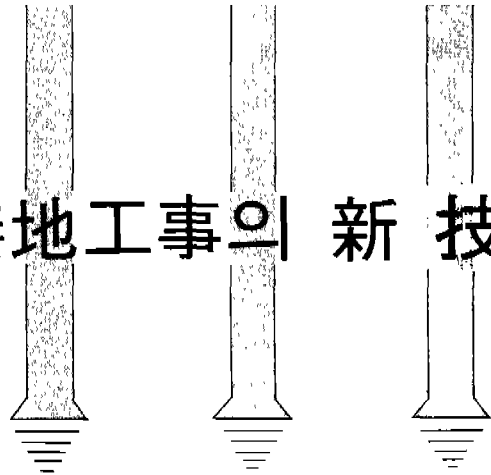
1. 接地技術의 現狀

接地되는 設備·機器는 電力, 通信, 電子, 避雷 등 多種多樣하다. 接地의 目的도 地絡保護와 같이 安全을 위한 것도 있으나 雜音을 적게 한 다든가, 電位를 낮게 하는 등 여러가지가 있다.

接地工事を 分類하면 電氣設備技術基準에 關한 規則 第 19條에 規定된 바와 같이 第1種에서 特別 3 種까지 4 種類가 있다. 이들 工事에는 接地抵抗이 明記되어 있다. 接地의 種類에 따르는 第19條의 分類에 該當되지 않는 것도 있으나 一般의 으로 그에 準하여 工事を 하고 있다.

여기서는 接地의 原點 및 目的에 따른 接地에 대하여 考慮할 點을 소개한다.

接地工事의 新 技法



가. 接地抵抗 이란

무엇인가의 原因으로 電氣設備의 系統에 어떠한 故障電流가 흘렀을 때 電位가 上昇한다. 이 電位上昇은 故障電流와 系統의 電氣抵抗의 곱으로 表示된다. 여기서 電位上昇을 極力 적게 억제하기 위하여 接地가 필요하게 된다. 즉, 人體에 危險이 없을 程度의 電位上昇 上限値는 接地抵抗에 關係된다. 이러한 思考方式은 感電防止에 가장 基本的인 事項이다.

接地되어 있는 設備에서 接地電極을 거쳐 大地에 흘러드는 電流를 接地電流라고 한다. 어떤 接地抵抗을 갖는 接地電極에 이 接地電流가 흐르면 電位가 생긴다. 이 電位를 電位上昇이라고 한다.

接地抵抗은 定量的으로는 다음과 같이 定義되고 있다.

「하나의 接地電極이 있어 이에 接地電流 I [A]가 流入되고 있다고 하자. 接地電極에 接地電流가 流入하면 接地電極의 電位가 周邊의 大地에 比하여 E [V]만큼 높아진다. 이때 電位가 주변 的土地에 比하여 E [V]만큼 높아진다. 이때 電位上昇과 接地電流의 比 E/I [Ω]를 그 接地電極의 接地抵抗이라고 한다」.

어느 接地電極의 形狀과 치수가 定하여지면 그 電極의 接地抵抗은 다음 式과 같이 表現된다.

$$R = \rho \times f \text{ (形狀, 치수)}$$

여기에 R : 接地抵抗 [次元 Ω]

ρ : 大地抵抗率 [次元 $\Omega \cdot L$]

f : (形狀, 치수): 電極의 形狀과 치수에 의해 定해지는 函數 [次元 $1/L$]

次元에서 보면 ρ 가 $[\Omega \cdot L]$ 이므로 f (形狀, 치수)는 $(1/L)$ 가 된다. 函數 f 는 電極의 具體的 形狀이 明白하지 않으면 定할 수 없다. 낮은 接地抵抗을 얻으려면 大地抵抗率을 적게 하고 또 函數 f 를 적게 하면 된다. 또는 大地抵抗率을 固定하였을 때는 電極의 形狀이나 치수를 檢討 研究하면 된다.

이와 같이 接地抵抗을 決定하는 要因을 原點으로 돌아가 檢討함으로써 接地工事의 새로운 技術을 찾아낼 수 있게 된다.

나. 接地의 種類

(1) 靜電障害防止를 위한 接地

이 接地의 目的은 한마디로 말하면 “被誘導體를 大地와 같은 電位로 하는 것”이다. 大地의 表面電位는 零電位로 생각되고 있으므로 그 物體의 電位를 大地와 同電位 또는 最小의 電位差로 하기 위하여 接地하는 것이다. 즉, 마찰이나 誘導 등에 의하여 物體中에 發生한 電荷를 大地에 누설시켜 電荷의 축적을 防止하거나 억제하거나 하는 것이다. 다만 電荷의 發生을 防止하는 효과는 없다.

靜電障害防止用의 接地는 다른 保安用 接地에 比하여 接地抵抗 값의 大小는 문제가 안된다.

(2) 避雷設備의 接地

大地의 어느 地點에 雷擊電流가 流入하였을 때 그 近處의 電位가 上昇하여 어떤 形狀을 갖는 電位分布가 생긴다. 雷擊地點 附近에 電氣設備機器나 사람·家畜 등이 있으면 그들에게 雷擊電流에 의한 電壓이 加하여진다. 이 電壓이 電氣設備機器나 人畜의 耐壓을 超過하였을 때는 雷擊事故가 나게 된다.

이와 같은 狀況에서 大地와의 電氣的인 端子

의 役割을 하는 接地電極이 있으면 電位上昇, 電流分布, 電位分布 등의 樣相이 달라진다. 즉, 接地電極은 電位上昇을 억제하고 步幅電壓을 輕減하는 役割을 하게 된다.

電位上昇을 抑制하는 要素로는 接地抵抗(嚴密하게는 接地 임피던스)가 있다. 또 步幅電壓을 輕減하는 要素로는 接地抵抗外에 接地電極이 갖는 電位分布, 電位傾度 등이 있다.

避雷設備의 接地電極으로는 전부터 角板이 使用되어 왔으나 서지 임피던스의 觀點에서 보면 線狀 또는 링狀電極을 使用하는 것이 有利하다. 近年 人工의 接地極을 省略할 수 있는 建築構造體 接地가 採擇되는 케이스도 있다.

(3) 病院設備의 接地

病院設備의 接地로서의 特徵은 等電位接地이다. 이것은 電氣設備機器의 露出非充電 金屬部分을 接地하는 保護接地와는 달리 電氣設備機器가 아닌 金屬部分도 接地하는 것으로, 病院設備(病室, 手術室, 檢査室)의 導電性部分의 等電位化를 目的으로 하고 있다.

病院에서는 1人의 患者에 複數의 ME機器를 使用하는 경우가 있다. 각각의 ME機器가 完全한 保護接地를 施工하였어도 그들 接地點의 電位가 다르면 電位差가 생기고 그 結果, ME機器에 의한 미크론 쇼크가 생긴다. 그것은 ME機器에 限하는 것이 아니고 患者 주위에 있는 導電性部分(베드)과 ME機器라든가 電位差가 생기기 쉬운 環境이 많기 때문에 電位差를 발생시키지 않는 等電位接地가 필요하게 되는 것이다.

病院의 接地 시스템에서는 醫療用絶緣變壓器를 設置하든가 接地形 콘센트 回路를 施工하는가 하여 安全保障을 위한 대책을 충분히 檢討하여 施工하고 있다.

(4) 送電線設備의 接地

架空送電線의 接地는 主로 雷擊防止를 위하여 施設되는 것이지만 其他 電力系統의 安定度나 故障檢出 등에도 關係가 있다. 또 鐵塔塔脚 주

변의 接觸·步幅電壓의 輕減作用에도 기여하고 있다. 接地設計에는 雷擊時的 프래시 오버가 發生되지 않도록 接地抵抗을 決定하는 것이 重要하다.

한편, 地中送電線의 接地는 常時 케이블 시즈에 誘起되는 誘導電壓을 抑制시키기 위한 것이다. 또 地中에서 發生하는 電蝕을 방지하는 것도 큰 역할이다. 케이블 시즈의 接地設計에는 送電의 大容量化에 따라 GIS直結線路가 늘어 從前的 接地方式에 문제가 생기고 있기 때문에 그 改善策도 포함한 檢討가 필요하다고 본다.

(5) 變電所設備의 接地

變電所의 接地는 地絡故障이나 雷擊에 의하여 構內 接地系에 大電流가 流入하였을 때 생기는 電壓上昇이나 步幅電壓을 抑制하기 위하여 施工하는 것이다. 具體적으로 一線地絡時에 接地系의 電壓上昇을 2,000V 이하로 억제하기 위한 接地抵抗으로 하고 있다.

接地電極에는 주로 메쉬 電極을 使用하고 있으나 때에 따라서는 보링 電極(혹은 棒狀電極의 深打工法)을 병용하는 경우가 있다.

都市에서는 變電所用地의 確保가 곤란하기 때문에 빌딩 地下部分에 變電所를 建設하는 일이 많다. 이러한 變電所의 接地는 從前부터 메쉬(Mesh) 接地로서는 충분한 接地抵抗値를 얻기 힘들 때가 많다. 그리하여 地下式 變電所의 接地를 빌딩의 連續土留壁을 利用하여 그곳에 施工하는 方法이 採擇되고도 있다. 이른바 構造體 接地의 一種이다.

(6) 配電線設備의 接地

配電線設備에는 高壓用의 架空地線, 避雷器, 變壓器, 開閉器, 保護網, 機器의 鐵臺, 外函 등이 있다. 配電線設備의 接地는 變壓器의 高低壓 混觸防止, 雷擊에 의한 進入 서지의 抑制, 感電事故防止 등의 目的으로 施工된다.

近年의 變電所 뱅크 容量의 增大, 配電電壓의 格上, 配電線路의 케이블化 등에 의하여 保安用

接地를 위한 接地設計가 重要視되고 있다.

그러나 特別히 市街地에서는 接地工事를 위한 場所의 확보가 곤란하다. 또 接地抵抗의 定期測定을 하려면 測定을 위한 補助極의 打入도 어렵다. 이와 같은 狀況下에서는 配電線設備의 接地에 대하여 全體的으로 再檢討할 필요가 있다.

(7) 架橋設備의 接地

鐵道の 架橋, 高速道路의 架橋에는 變電所 등의 強電設備나 信號·通信 등의 弱電設備가 있다. 이들 設備의 接地는 從前부터 單獨接地를 施工하는 경우가 많다. 그러나 人工接地로서는 場所에 따라서는 所要의 接地抵抗을 얻지 못할 때가 있다.

最近의 架橋는 鐵骨·鐵筋 콘크리트造가 많아 建築構造體의 使用接地極과 같은 생각으로 架橋를 接地電極으로 活用하는 것은 接地의 施工面에서도 有利하다. 그 때문에 최근에는 積極적인 架橋構造物을 接地極으로 利用하는 方式이 各方面에서 採擇되고 있다.

(8) 컴퓨터 設備의 接地

컴퓨터室에는 CPU(中央處理裝置), 電源裝置, CRT와 키보드 등과 같은 周邊機器가 있다. 이것들에는 接地가 되어 있는데 그 目的은 感電防止를 위한 保安用接地와 컴퓨터의 動作安定을 위한 機能用接地가 있다. 이 機能用接地란 컴퓨터 本体 및 周邊機器間의 電位를 安定시키기 위한 基準電位를 유지하기 위한 接地이다.

컴퓨터 接地는 다른 電氣設備에서 發生하는 노이즈의 영향을 피하기 위하여 單獨接地를 施工할 때가 있다. 그러나 高層빌딩 上層에 있는 컴퓨터에 單獨接地를 위한 接地線을 布設하더라도 그것은 안테나 效果가 될 可能性이 많다. 케이스 바이 케이스에 의하나 빌딩의 構造體 接地抵抗이 충분히 낮으면 構造體에 接地하는, 이른바 共用接地 시스템을 채택하여도 支障이 없다. 단, 構造體鐵骨·鐵筋部에의 接續이나 接地線 相互의 接續에는 충분히 注意할 필요가 있다. 接地

設計를 할 때는 이 점을 충분히 考慮하여 施工하여야 한다.

2. 빌딩에서의 接地 시스템

近年, 都市의 過密化에 따라 高層 빌딩의 建設이 많아지고 있다. 이들 빌딩은 多H的 빌딩으로서 各層에는 多種多様な 電氣·電子·通信設備機器가 導入되어 있다. 여기서 問題가 되는 것은 接地의 施工方法이다. 各己의 接地를 獨立시키느냐 共用으로 하느냐의 問題이다.

한편, 이들 빌딩에는 반드시 避雷設備가 施工되게 되는데, 多種多様な 設備機器의 雷防護對策도 重要的 問題이다. 어느 것이나 接地를 시스템적으로 考慮할 필요가 있게 된다. 여기서는 雷 서지에 대한 一般的인 防護方法 및 構造體接地에 대하여 알아보기로 한다.

가. 雷 서지 防護方法

一般 빌딩은 限定된 환경 조건이 있으나 雷 서지를 防護하기 위한 方策을 시스템적으로 생각할 때 保安裝置를 構成하는 防護素子の 特性·性能·適用과 接地抵抗의 特性·計算의 觀點에서 檢討할 필요가 있다. 어느 것이나 雷擊에 의한 異常電壓이나 雷 서지로부터 設備機器와 人體를 保護하기 위한 技術이지만 이것들은 兩者가 각기의 役割을 충분히 다하는 것이라야 한다. 여기서는 現在 開發되어 있는 防護素子の 種類, 서지 임피던스를 저감시키기 위한 接地 方式에 대하여 생각해 보기로 한다.

(1) 防護用素子

防護素子에는 從前부터 사용되고 있는 炭素避雷器를 위시하여 근래 開發된 다이오드 바리스터와 체너 다이오드 등의 半導體素子에 이르기까지 多種多様な 것이 있다.

最近의 各種 通信機器에는 IC나 LSI 등이 導入되고 있으며 機器의 耐 서지가 弱體化되고 있다. 그 때문에 防護對策에는 二重 三重의 網을

씩을 필요가 생겼다. 機器·部品에 侵入해 오는 雷 서지는 廣帶域인 周波數成分을 가지고 있어 避雷器나 酸化的 바리스터 등을 사용하더라도 高周波數 成分을 完全하게 吸收할 수 없는 경우가 있다. 그럴 때는 殘留高周波 서지 吸收를 위해 다이오드 바리스터나 체너 다이오드 등의 半導體素子를 사용하면 된다. 이들 素子는 이른바 最終段의 雷 서지 素子이다.

防護素子에는 應答時間, 適用電壓, 서지 電流耐量 등에 각기 特徵이 있다. 그리하여 各素子の 特徵을 살려 素子를 組合, 그에 따라 防護 시스템을 形成하는 경우가 있다. 즉, 雷 서지 에너지를 放流하기 위한 避雷管, 應答時間이 빠른 서지를 흡수하기 위한 氧化物 바리스터 등의 固體素子를 利用하여 보다 效果的인 雷 서지 防護가 可能해지는 것이다.

(2) 接 地

接地抵抗은 엄밀하게 말하면 直流에 있어서의 抵抗이지만 一般的으로는 商用周波數 정도의 交流에서도 直流抵抗으로 取扱하고 있다. 여기서는 이 接地抵抗을 定常接地抵抗으로 表示하기로 한다. 商用周波數帶域에서는 接地導線의 임피던스를 그다지 考慮할 필요는 없고 接地抵抗의 大部分은 電極의 存在에 의하여 생기는 抵抗分이다.

그러나 雷 서지와 같은 大電流가 接地電極에서 大地로 흐르면 電極近處의 土壤에서 放電이 發生, 이온化가 생긴다. 이런 現象 때문에 接地抵抗으로서가 아니라 接地 서지 임피던스로 取扱할 必要가 있다.

여기서 서지 임피던스는 電流 波形的 波頭長, 立上時間을 利用하여 定義된다. 특히 雷 서지에 대하여는 接地導線의 인덕턴스나 리액턴스의 영향을 받는다. 따라서 構成要素인 接地電極과 接地導線의 두가지 雷 서지 特性을 파악하지 않으면 안된다.

한편, 서지 임피던스 特有的인 現象으로서 다음과 같은 것이 알려져 있다. 接地電極을 棒狀으

로 하였을 때 서지 임피던스를 定常接地抵抗보다 적게 하기 위하여는 電極 길이 l 을 $l < 0.32\sqrt{\rho}$ 로, 또 電極이 埋設地線인 경우는 接地線의 길이 L 을 $L < 0.45\sqrt{\rho}$ 로 하여야 한다. 이와 같이 大地抵抗率과도 깊은 關係가 있다.

一般的으로 接地抵抗이 작으면 接地導線의 영향을 받고, 接地抵抗이 크면 電極과 大地 사이에 存在하는 靜電容量의 영향을 많이 받는다. 따라서 雷 서지에 대한 防護用接地 시스템을 考慮할 때는 接地電極은 當然하지만 特別히 接地導線의 영향도 충분히 認識할 필요가 있다.

나. 構造体接地方法

近來, 빌딩의 鐵骨을 電氣設備機器나 避雷針의 接地에 利用하려는 경향이 활발히 進行되고 있다. 이른바 構造体接地이다. 法規 등에도 이와 같은 方法을 인정하고 있다.

電氣設備技術基準에 관한 규칙 第22條 第3項에 「大地와의 사이에 電氣抵抗値가 2Ω 以下인 값을 維持하는 建物の 鐵骨, 其他의 金屬体는 이를 非接地式 高压電路에 施設하는 機械 器具의 鐵臺 또는 金屬裝外函에 實施하는 第1種接地工事나 非接地式 高压電路和 低压電路를 結合하는 變壓器의 低压電路에 實施하는 第2種接地工事의 接地極에 使用할 수 있다」고 되어 있다. 이를 實施하면 第1種과 第2種接地는 鐵骨 등의 導體를 걸쳐서 自動적으로 共用이 된다.

빌딩 內 또는 構內의 이른바 建築電氣設備에서의 接地의 共用을 論할 때 建築物이 電氣的인 케이지(Cage)로 認定되느냐의 여부에 따라 評價하는 것이 合理的이다. 電氣的인 케이지에 대한 條件으로서는 다음의 項目이 滿足되는 것이 라야 한다.

(1) 鐵骨造, 鐵筋 콘크리트造, 鐵骨·鐵筋 콘크리트造이고 또한 大地와의 接觸面積이 어느 程度 큰 地下層部分을 보유할 것.

(2) 工事地點의 大地抵抗率이 어느 程度 낮을 것.

여기서는 接地 시스템의 評價를 建築構造体를

利用할 수 없는 경우, 즉 電氣的인 케이지로 認定되지 않을 때와 建築構造体를 利用할 수 있는 경우로 나누어 본다.

(1) 建築構造体를 利用할 수 없는 경우

各種 設備機器의 接地의 共用 可否를 特高供給의 有無에 따라 整理하면 表1과 같이 된다.

· 低压機器의 接地와 第2種接地의 共用은 可能な 限 實施하여야 한다.

· 特高供給이 아니고 또 綜合接地抵抗이 다음 式을 滿足하면 高压機器의 接地 및 低压機器의 接地 또는 高压機器의 接地, 低压機器의 接地 및 第2種接地의 共用은 하여도 된다. 여기서

$$\text{綜合接地抵抗} < \frac{150}{\text{高压電路의 一線地絡電流}} [\Omega]$$

(2) 建築構造体를 利用할 수 있는 경우

各種 設備機器의 接地共用의 可否를 整理하면 表1과 같이 된다. 綜合接地抵抗의 條件은 前述한 바와 같다. 모든 設備機器를 積極적으로 共用하여도 無關하다는 精神이 밑에 깔려 있다.

接地의 共用을 보다 더 具體적으로 紹介하여 본다. 빌딩에서의 多種多様な 接地를 어떻게 하면 되는가? 혹시 그 빌딩이 電氣的인 케이지로 認定될 때는 建築構造体 接地가 可能하므로 이것들의 接地는 共用接地로서 無關하다. 接地의 共用을 整理하면 表2와 같이 된다.

단, 다음과 같은 點에 留意하여야 한다.

(1) 各階層의 設備機器와 構造体를 連結하는 連接 接地線은 굵은 銅線(22mm^2 以上)을 使用하고 될 수 있는 한 短距離가 되도록 布設할 것.

(2) 빌딩을 出入하는 回路에는 그 出入口에는 保安器를 부착하고 接地는 構造体에 施工한다.

(3) 빌딩 全体가 大地와 동일 電位變動을 하도록 施工할 것. 즉, 빌딩 內에 있는 設備機器의 非充電金屬部分은 모두 構造体의 金屬部分에 接續할 것.

共用接地에서 염려되는 電位上昇 波及의 危險에 대하여는 다음과 같이 생각할 수 있다. 예를

〈표 1〉 建築電氣設備에서의 接地의 共用可否

建築物의 分類	特高供給의 有無	1) 低壓機器의 接地와 第2種 接地만을 共用	2) 高壓機器의 接地, 低壓機器의 接地 및 第2種 接地의 共用	避雷器, 避雷針의 接地를 2)項의 共用에 포함시켜도 되는가
構造체를 利用할 수 없을 때	無	可	條件附* 可	不可
	有	可	不可	不可
構造체를 利用할 수 있을 때	有無에 關係 없음	可	條件附* 可	可

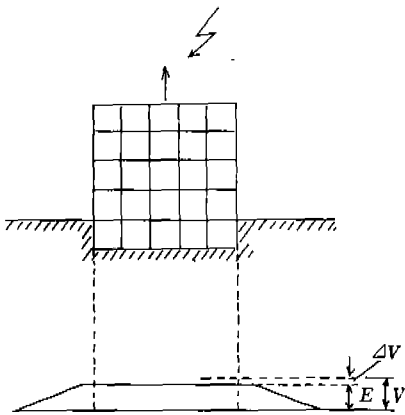
* 綜合接地抵抗 < $\frac{150}{\text{高壓電路의 一線地絡電流 [A]}}$ [Ω]을 條件으로 한다

〈표 2〉 接地의 共用 (建築構造체를 利用하는 경우)

	系統接地	機器接地	避雷用接地	電算機信號用接地	電算機函體用接地	電算機라인 필터 接地	通信機器接地	醫用機器接地
系統接地	-	◎	○	○	○	○	○	○
機器接地	◎	-	○	○	◎	◎	◎	○
避雷用接地	○	○	-	○	○	○	○	○
電算機信號用接地	○	○	○	-	◎	◎	◎	◎
電算機函體用接地	○	◎	○	◎	-	◎	◎	◎
電算機라인 필터 接地	○	◎	○	◎	◎	-	◎	◎
通信機器接地	○	◎	○	◎	◎	◎	-	◎
醫用機器接地	○	○	○	◎	◎	◎	◎	-

備考 : ◎ : 共用可

○ : 總合接地抵抗 < $\frac{150}{\text{高壓電路의 一線地絡電流}}$ [Ω]으로 共用可

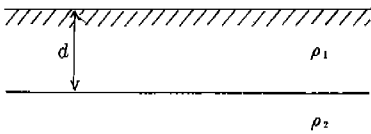


〈그림 1〉 建築構造체의 電位上昇

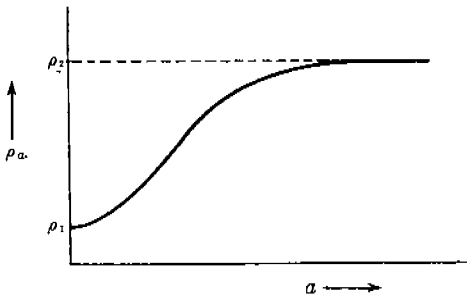
들면 그림 1에 表示하는 바와 같이 빌딩에 雷擊이 있을 경우 放電電流는 一般的으로 建築構造체를 通하여 大地에 擴散한다. 이때의 對地電位上昇을 V라고 한다. 여기서 말하는 構造체는 電氣的인 케이지로 보고 있으므로 빌딩 內에서의 電位上昇은 빌딩 全体가 시프트 하기 때문에 빌딩의 電位上昇 E를 뺀 한 ΔV , 즉 絶보기의 對地電位를 考慮하는 것으로 足하다. 構造체의 接地抵抗이 작으면 그만큼 電位上昇도 적다. 따라서 絶보기의 對地電位도 작아지며 電位差는 전혀 考慮할 필요가 없다. 이와 같이 생각하면 前述한 構造體利用을 위한 留意點을 지킴으로써 電位上昇의 波及問題는 基本的으로 필요없다고 생각된다.

3. 接地工法

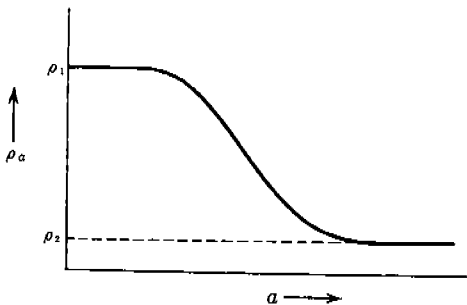
接地抵抗의 目標値가 決定되면, 그 接地抵抗을 얻기 위해 接地目的에 따른 接地設計를 하여야 한다. 從前은 大地를 均一層으로 보고 接地工事を 하였으나 그것은 경우에 따라서는 不經濟인 設計가 되는 일이 있다. 그러므로 우선 大地 퍼라미터를 충분히 파악하고 나서 接地規模에 따라 接地工法을 선택, 接地工事を 하여야 한다. 여기서는 大地 퍼라미터의 把握方法과 各種 接地電極과 接地抵抗計算式을 소개한다.



〈그림 2〉 水平 2層構造 大地 모델



〈그림 3〉 $\rho - a$ 曲線 ($\rho_1 < \rho_2$)



〈그림 4〉 $\rho - a$ 曲線 ($\rho_1 > \rho_2$)

가. 大地 퍼라미터

大地는 여러가지 大地抵抗率을 갖는 土壤의 集合體이고 一般적으로 層狀을 이루고 있다. 그것은 水平地層이 있는가 하면 斜層, 灣曲層도 있다. 여기서는 가장 單純한 水平地層을 例로 들어 接地工法에 대하여 記述하여 본다.

우선 大地는 그림 2에 表示하는 바와 같이 上層의 大地抵抗率 ρ_1 , 두께가 d , 下層이 ρ_2 의 水平 2層 構造의 경우를 생각한다. ρ_1 과 ρ_2 의 크기에 따라 大地의 $\rho - a$ 曲線은 그림 3, 4에 表示하는 樣相이 된다.

接地抵抗은 電極形狀·치수와 大地抵抗率의 函數이며 特히 電極이 接하는 周圍의 大地 抵抗率 ρ 의 영향을 받는다. 大地가 그림 3과 같은 構造의 경우 下層의 ρ_2 가 높기 때문에 電極을 깊이 박아도 接地抵抗은 減少하지 않는다. 즉, 深打하여도 無意味하다는 것을 시사하고 있다. 이와 같은 경우에는 上層의 大地를 利用하는 편이 有利하고 얇게 박는 並列接地工法을 採擇하는 편이 有利하다.

한편, 그림 4와 같은 경우는 下層에 낮은 ρ_2 가 있기 때문에 深打接地工法의 이점이 살려지고 있다.

다음에 大地가 그림 5에 表示하는 바와 같은 水平 3層構造의 경우를 생각해 본다. 各地層의 大地抵抗率 ρ_1, ρ_2, ρ_3 의 크기에 따라 그림 6, 7에 表示하는 바와 같은 $\rho - a$ 曲線을 얻을 수 있다. 그것들은 比較를 쉽게 하기 위하여 中間層의 ρ_2 를 基準으로 잡아 表示하고 있다. 그림 6은 ρ_1, ρ_3 에 比하여 ρ_2 가 높을 경우, 그림 7은 ρ_2 가 낮은 경우이다. 예를 들면 深打接地工法을 하려면 그림 6의 경우는 中間層을 貫通하여 3層까지 到達하도록 打入하는 것이 有利하고 그림 7의 경우는 中間層까지 打入하고, 그 以上은 無意味하다는 것을 판단할 필요가 있다.

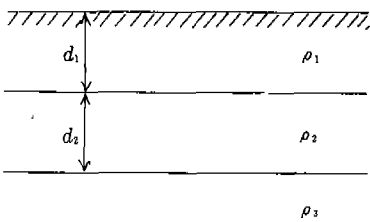
나. 接地電極의 形狀과 接地抵抗

(1) 棒狀電極

가장 쉽게 施工할 수 있는 것이다. 棒을 垂直 方向으로 連結하는 深打接地工法이나 單一棒을 並列로 連結하는 並列接地工法 등에 應用된다.

이때 接地工事を 하는 場所의 大地構造를 正確하게 파악할 수 있으면 가장 適當한 接地工法을 사용할 수 있다.

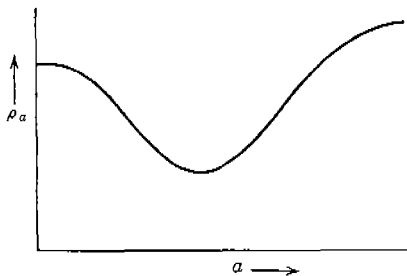
棒狀電極의 計算式을 다음에 表示한다. 여기서 $\rho[\Omega \cdot m]$ 는 大地抵抗率, $l[m]$ 은 電極의 길이, $r[m]$ 는 電極半徑, $t[m]$ 는 埋設 깊이로 한다.



<그림 5> 水平 3層構造 大地 모델



<그림 6> $\rho - a$ 曲線 ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$) >



<그림 7> $\rho - a$ 曲線 ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$)

① Tagg

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l}{r}$$

② Dwight

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{r} - 1 \right)$$

③ 木曾氏 (Tagg式에 對應)

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left\{ \ln \frac{l}{r} + \frac{1}{2} \ln \frac{\frac{1}{2}l + 2t}{\frac{1}{2}l + 2t} \right\}$$

④ 馬淵 · 高木氏 (Dwight式에 對應)

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left\{ \ln \frac{2l}{r} - 1 + \frac{1}{2} \ln \frac{\frac{3}{2}l + 2t}{\frac{1}{2}l + 2t} \right\}$$

(2) 板狀電極

우리나라에서는 옛부터 이 形狀의 電極이 널리 사용되어 왔다. 水平으로 埋設하거나 垂直으로 하거나 하는 方法이 採擇되고 있는데, 施工이 棒에 比하여 번잡한 缺點이 있다. 이것도 並列接地工法 등에 應用된다.

板狀電極의 計算式을 다음에 表示한다. 여기서 $\rho[\Omega \cdot m]$ 는 大地抵抗率, $r[m]$ 는 等價半徑 $\sqrt{ab/\pi}$, $t[m]$ 는 板의 中心까지의 埋設 깊이로 한다.

(1) 水平埋設

$$R = \frac{\rho}{8r} + \frac{\rho}{2\pi t} \left(1 + \frac{7r^2}{48t^2} \right)$$

(2) 垂直埋設

$$R = \frac{\rho}{8r} + \frac{\rho}{8\pi t} \left(1 - \frac{7r^2}{96t^2} \right)$$

(3) 링狀 電極

우리나라에서는 一般적으로 사용되지 않으나 歐美諸國에서는 많이 사용된다. 建物周圍를 따라 布設된다. 勿論 어느 特定場所에 環狀으로 하여 埋設되는 경우도 있다.

링狀電極의 計算式을 다음에 表示한다. 여기서 $\rho[\Omega \cdot m]$ 는 大地抵抗率, $P[m]$ 는 링의 半徑, $r[m]$ 는 線의 半徑, $t[m]$ 는 埋設 깊이로 한다.

$$R = \frac{\rho}{2\pi^2 P} \ln \frac{8P}{\sqrt{2rt}}$$

(4) 帶狀電極

埋設地線으로서는 線狀電極이 一般的으로 사용되고 있으나 接地抵抗을 보면 帶狀電極 쪽이 有利하다고 하고 있다. 近年의 接地工事의 機械化에 따라 흙을 掘削하는 것도 前보다는 쉬워지고 있기 때문에 앞으로 帶狀電極의 採用도 考慮하여야 하겠다.

帶狀電極의 計算式을 다음에 表示한다. 여기서 $\rho[\Omega \cdot m]$ 는 大地抵抗率, $l[m]$ 은 길이, $a[m]$ 는 幅, $b[m]$ 는 두께, $t[m]$ 는 埋設 깊이로 한다.

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left[\ln \frac{2l}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \ln \frac{l}{t} - 1 + \frac{2t}{l} - \frac{t^2}{l^2} + \frac{t^4}{8l^2} \right]$$

(5) 메쉬狀 電極

線狀電極을 그물눈狀으로 施工하는 것으로, 變電所 등의 大規模인 接地系에 사용되고 있다. 낮은 接地抵抗을 얻기 위해 採用되는 電極으로, 大規模인 工事を 必要로 한다. 弱電器用 接地의 경우 安定化를 피하기 위하여 建物の 바닥面 (프리엑세스 플로어)에 메쉬 電極 (또는 帶狀電極)을 布設하여 그것을 基準電位點으로 하는 工事에도 쓰여지고 있다.

案

內

—FA 特別 세미나 開催—

工場設備 自動化

그간 産業設備 自動制御 세미나를 毎年 개최하여 많은 成果를 거둔 바 있는 當協會에서는 國內 技術産業의 高度成長에 따른 生産性 提高는 물론 電氣界 尖端技術分野 發展에도 기여하고자 다음과 같이 FA 特別 세미나를 개최키로 하였으니 많은 參加있으시기를 바랍니다.

1. 主 催 : 社團法人 大韓電氣協會
2. 期 間 : 1990. 5. 21(月) ~ 5. 25(金)
3. 講義題目 : 工場設備 自動化
4. 講 師 : 西獨 ASEA Brown Boveri 金昌德 首席研究員外
5. 수 강 료 : 100,000원 (教材 및 中食代 包含)

(6) 併用接地電極

形狀이 다른 電極을 併用하여 接地電極으로 하는 것으로, 線狀과 棒狀, 線狀과 板狀, 메쉬狀과 棒狀 등의 병용이 있다.

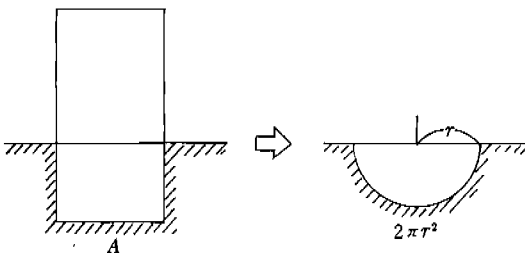
同一形狀 電極을 複數個 사용하는 것이 並列接地이고 上記한 바와 같은 形態를 併用接地와 區別하고 있다.

(7) 建築構造体 代用電極

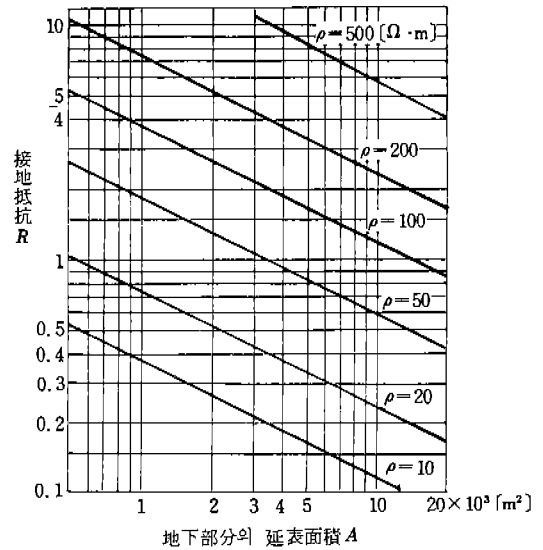
(1)~(6) 까지의 接地는 모두 人工的으로 施工되는 것이지만, 自然接地를 利用하는 方法도 있다. 그것은 地下部分의 큰 建築構造体를 代用接地電極으로 하는 方法이다. 콘 크리트로 둘러싸인 鐵骨·鐵筋造의 物体를 接地電極으로서 利用코자 하는 생각은 美國의 Ufer가 提唱한 것으로, "Ufer Electrode"로 알려져 있다. 接地電極이란 大地에 장치한 電氣의 端子의 役割을 수행하는 것이다. 建築構造体의 一部分인 鐵骨이나 鐵筋에 接地線을 설치함으로써 接地電極의 役割을 갖게 하는 것이 建築構造体 接地의 方法이다. 構造体의 接地抵抗의 推定法을 다음에 表示한다.

建築構造体의 接地抵抗 R 은 建築物과 大地와의 接觸面積 A 및 建築物이 서있는 地點의 大地抵抗率 ρ 에 의하여 거의 決定된다. 여기서 接地抵抗을 測定하는 대신 A 와 ρ 에 의하여 接地抵抗을 算出한다.

巨대한 電極인 建築物을 그림 8과 같이 等價表面積의 接地極으로 바꾸어 놓는다. 이때 地下部分의 延表面積을 갖는 半球狀電極으로 바꾸고



(그림 8) 半球狀電極으로의 교환



(그림 9) 建築物의 構造体 接地抵抗值

그 半徑을 r 이라고 하면 다음과 같은 式이 成立한다.

$$A = 2 \pi r^2 \tag{1}$$

大地抵抗率 ρ 의 大地에 埋設된 半球狀 電極의 接地抵抗 R 는 다음 式으로 表示된다.

$$R = \frac{\rho}{2 \pi r} \tag{2}$$

(1), (2)式에서 構造体의 接地抵抗 R 는

$$R = \frac{\rho}{\sqrt{2 \pi A}} \tag{3}$$

가 된다. (3)式은 理想的인 半球狀接地極의 表面積에서 算出되는 接地抵抗이고, 建築物의 地下部分 形狀은 當然히 球狀이 아니다. 그 때문에 接地抵抗이 높아질 可能性이 있다고 본다.

여기서 安全率 3을 보고 다음 式에 의하여 推定한다.

$$R = 3 \frac{\rho}{\sqrt{2 \pi A}} \tag{4}$$

(4)式을 그래프로 한 것이 그림 9이다. 接地技術에 대한 새로운 방식의 一部를 소개하였다. 國際적으로 接地技術에 대한 여러가지 새로운 方法이 開發되어 가고 있는 이때 多少나마 參考가 되었으면 多幸으로 생각된다.