

避雷를 위한 接地手法

避雷를 위한 接地手法에 대해서 說明하기에 앞서 우선 雷의 發生, 落雷의 프로세스 및 이에 의하여 發生하는 直擊雷, 誘導雷에 대한 概念을 記述하고, 耐雷施設로서의 電氣設備을 保護하는 避雷器와 建築物 등의 工作物을 保護하는 避雷針과의 接地에 대한 테크닉에 대하여 記述하기로 한다.

1. 雷雲의 發生과 種類

雷現象이 되는 雷雲(積亂雲)의 發生은 強力한 上昇氣流에 의하는 것으로서, 그 發生原因에 따라 熱雷, 界雷, 地形雷 등으로 分類된다.

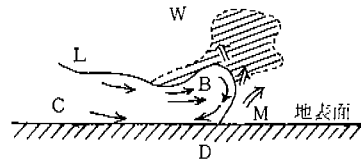
가. 熱雷

熱雷는 無風에 가까운 平穩 晴天으로, 地表面 부근의 大氣 溫度가 높을 때 強烈한 日射에 의하여 地面 부근이 熱을 받아 이것이 原因이 되어 發生하는 上昇氣流가 出發點이 되어 길은 積雲에서 積亂雲이 發達되어 發生하는 것으로, 平穩

·強日射·高溫度 등이 必要條件이며, 주로 여름에 나타난다.

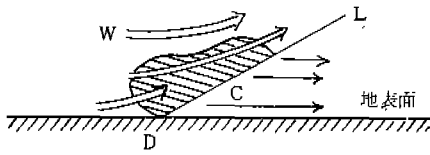
나. 界雷

界雷는 寒冷曲線의 進行에 의하여 이것이 暖氣 아래에 潛入하여 暖氣를 上方으로 들어올리거나(그림 1) 反對로 溫暖前線이 무거운 冷氣團 위에 기어 올라 감으로써(그림 2) 發生하는 上昇氣流가 原因이 되는 것이다. 季節에 관계없이 發生하나 溫暖前線의 경우는 寒冷前線의 경우에



C : 冷氣團 LBMD : 寒冷前線
 W : 暖氣團 D : 寒冷前線
 → : 冷氣의 運動方向
 ⇨ : 暖氣의 運動方向

〈그림 1〉 寒冷前線에서의 縱断面圖



W : 暖氣團 LD : 溫暖前面
 C : 冷氣團 D : 溫暖前線
 ↔ : 暖氣의 運動方向
 → : 冷氣의 運動方向

〈그림 2〉 溫暖前線에서의 縱斷面圖

比하여 雷雲의 生成이 完만하다.

다. 地形雷

山 중턱에 불어 다치는 바람은 傾斜面을 기어 올라가 界雷와 같은 機構로 雷雨로 發展하는 때가 있다. 이때 夏節의 日射가 強할 때는 山腹 傾斜面에 接하는 空氣를 따뜻하게 하는 作用이 強하고 熱雷의 機構에 의한 雷雨도 發生하기 쉽게 된다. 즉, 山腹과 같은 傾斜地에서는 界雷과 熱雷의 양쪽 原因이 疊쳐져 實現되기 쉽고 이들 原因이 서로 도와서 雷雨로 發展하는 경우가 적지 않다. 이러한 種類의 雷雨는 特殊한 地形의 場所, 例를 들면 山岳部 등에 發生하는 것으로, 「地形雷」 또는 「山岳雷」라 불리고 있다.

實際의 雷雲은 上記와 같은 여러가지 原因이 많거나 적거나 重複되어 서로 도와며 發生, 強한 雷雨가 되는 경우가 적지 않다고 본다.

라. 夏雷와 冬雷

(1) 夏雷

높이 3~5km, 7℃ 부근에 있는 豊富한 溫度를 가진 구름에 上昇氣流가 作用하면 小水滴의 表面層이 分散되어 10~12km 上空까지 날아간다. 이때 날아간 小水滴은 正에, 남은 구름의 水滴은 負에 帶電하게 되는 電荷分離作用이 發生한다. 이것이 夏雷의 탄생이다.

(2) 冬雷

이것은 비교적 따뜻한 溫度의 높은 구름에 北쪽에서 불어오는 寒冷季節風의 影響으로 正, 負의 電荷分離作用이 일어나기 때문이다. 夏雷에 比하여 電位는 얕으나 電荷量은 많고 이를 단번에 放電하는 때가 많기 때문에 雷放電 에너지가 크다.

2. 落雷 프로세스

夏節에 있어서의 落雷는 다음과 같다. 雷雲 밑部分의 負(마이너스) 電荷의 蓄積에 따라 그 直下 地表面에는 雲底의 電荷와 逆極性의 電荷가 誘起되기 때문에 兩者間의 電界強度가 增大하면 雷雲底部에서 마이너스 電荷의 덩어리가 튀어나와 數10m 突進하면 突端의 電荷가 적어지고 約 30~90 μ s間 一旦 停止한다.

雷電에서는 連續적으로 電荷가 供給되고 있어 先端의 電荷 덩어리가 커지며 또 튀어 나온다. 이러한 現象을 반복 進行한다. 이것을 스텝 리더라고 한다.

이 突端이 地上 100~300m 程度에 到達하면 靜電誘導作用으로 地表面에 모아져 있는 正(플러스) 電荷가 리더의 通路에 殘存한 마이너스 電荷를 中和하게끔 雷擊點에서 放電된다. 이것이 主放電, 즉 落雷이다.

이 主放電은 1회에 끝나는 것과 몇 회 反復하는 多重雷가 있다.

3. 雷電流의 크기

雷電流의 波高値는 記錄으로는 20萬A의 것이 있으나 夏雷는 平均하여 數千~3萬A 程度가 圧倒적으로 많다. 雷電流의 繼續時間은 1/10,000 秒 程度로 極히 짧다.

冬雷의 波高値는 平均 1,000~數千A 程度로 적지만 雷電流의 繼續時間은 數~數10mm 秒와 같이 매우 길고 때로는 2秒間이나 계속되는 경우도 있다.

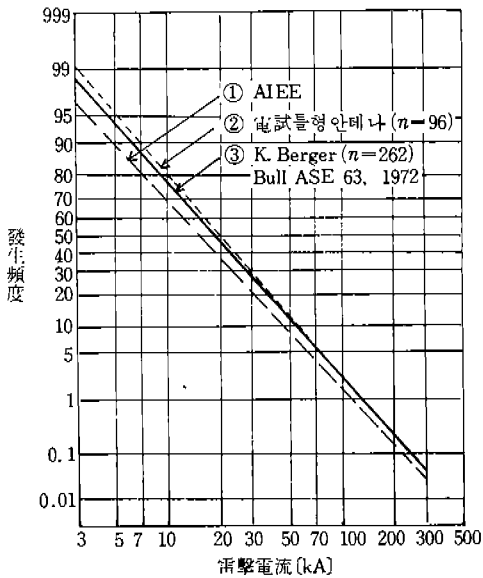
4. 雷擊의 種類

가. 直擊雷

電氣設備나 建物を 保護하는 避雷針에 直接放電하는 것으로, 配電線路에 直擊을 받는 回數는 年間 雷雨日數가 30日의 경우 平均値는 다음과 같은 값이다.

配電線路 地上高 10m 일때 0.34回/km/年

配電線路 地上高 15m 일때 0.4 回/km/年



〈그림 3〉 雷擊電流 頻度曲線

直擊雷의 電流 크기는 그림 3 과 같이 最大 150 kA 程度이나 平均은 20kA 程度가 된다.

나. 誘導雷

2項에서 記述한 雷가 떨어지는 過程에서 ① 스텝 리더의 段階(先行放電) ② 先行放電이 大地側에서 위쪽으로 向하는 코로나스 트리머와 接觸한 後의 主放電의 段階 ③ 主放電이 雷雲에 到達한 後의 雷雲電荷가 中和되는 段階의 3 단계에서 電界의 變化 또는 電磁界의 變化에 의하여 附近에 있는 線路에 發生하는 것이 誘導雷이다.

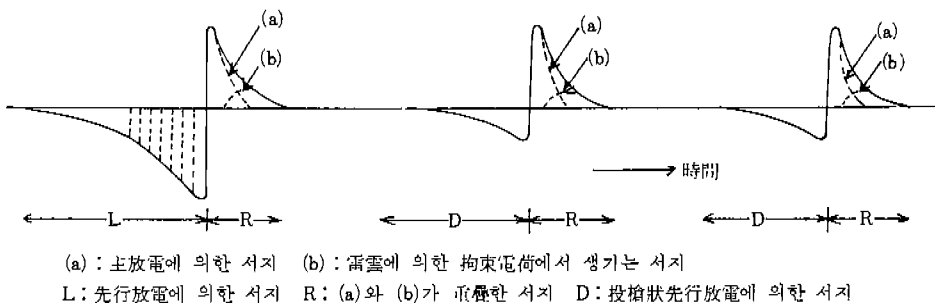
多重雷의 경우는 上記에 대하여 投槍狀 先行放電과 主放電에 의하여 그림 4 와 같이 構成된다.

投槍狀 先行放電은 連續的인 進展이므로 그 速度도 느리고 電流值도 적기 때문에 誘導電壓도 큰 값이 안되므로 第1放電과 第2放電 以下의 主放電만 耐雷設計의 主된 對象이 된다.

多重雷의 回數는 그림 5 와 같으며 落雷의 約 50% 程度나 되고 平均하면 3~4回의 경우가 많다.

5. 耐雷施設

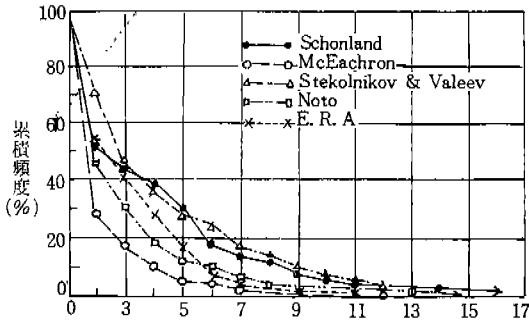
雷로 인하여 發生하는 높은 電壓 및 흐르는 電流에 따라 保護하는 施設은 다음 두 가지로



(a) : 主放電에 의한 서지 (b) : 雷雲에 의한 拘束電荷에서 생기는 서지

L : 先行放電에 의한 서지 R : (a)와 (b)가 重疊한 서지 D : 投槍狀 先行放電에 의한 서지

〈그림 4〉 多重雷에 의하여 發生하는 誘導雷 서지(雷雲이 負極性, 근방落雷의 경우)



(그림 5) 多重雷의回数

分類된다.

가. 電氣設備에 대한 保護

電氣設備가 高電壓으로 破壞되지 않도록 發電所의 送受電端 및 配電線에 分布하여 각각의 電壓에 相當하는 避雷器를 設置, 電氣設備의 絶緣強度보다 雷電壓을 낮게 하도록 避雷器 接地側을 有效하게 接地하여 機器를 保護한다. 즉, 避雷器의 制限電壓과 放電電流에 의한 接地電位의 上昇 및 電氣設備와 避雷器와의 간격에 의한 雷電壓의 上昇과의 合이 電氣設備의 絶緣強度以下가 되도록 設置한다.

또한 低壓의 回路 및 機器는 絶緣強度가 낮기 때문에 受電側 및 低壓機器 各部에 有效한 避雷器, 서지 셀터 및 업소버를 設置하여 특별히 接地抵抗을 낮게 할 필요가 있다.

나. 建築物 등의 工作物에 대한 保護

避雷針을 設置하여 建築物이 雷擊으로 燒損되지 않도록 雷電流는 避雷針을 通하여 大流에 흘러 보낸다. 이 경우 建物의 크기에 따라 突針의 先端으로부터의 鉛直線에 대하여 保護範圍에 들도록 1개~數개의 避雷針을 設置하여 大地에 확실하게 接地한다.

6. 避雷器의 接地

避雷器의 接地는 電氣設備技術基準에 관한 규칙에서 第1種 接地工事を 하도록 規定되어 있고 接地抵抗은 10Ω으로 되어 있다. 高壓配電線에서는 避雷器의 放電電流가 1,000A를 超過하는 率이 5%以下이기 때문에 變壓器 低壓側의 第2種接地와 1m以上 離隔하였을 때 單獨接地抵抗이 30Ω以下로 되어 있다. 低壓回路 및 機器의 雷害를 防護하기 위하여 引入口에 설치하는 避雷器, 서지 셀터, 서지 업소버 등의 接地抵抗은 規程은 없으나 低壓機器의 絶緣強度가 낮기 때문에 接地抵抗에 의한 電位上昇을 極度로 低下시키므로 接地抵抗을 될 수 있는 限 낮게 하든가 機器의 接地와 共用하여 機器에 걸리는 서지 電壓을 避雷器 등의 制限電壓 값으로 멈추도록 한다.

接地線의 굵기는 2.6mm(5.5mm²) 以上の 銅線 또는 3.2mm 以上の 알루미늄線으로 規定되어 있으나 振動 斷線 등을 考慮하면 8 또는 14mm² 程度の 電線을 使用하는 것이 바람직하다.

第1種 接地工事に 使用하는 接地線을 사람이 接觸할 우려가 있는 場所에 施設할 때는 다음과 같이 한다.

(1) 接地極은 地下 75cm 以上の 깊이로 埋設한다.

(2) 接地線을 鐵柱 기타의 金屬體에 따라 施設하는 경우는 接地極을 地中에서 그 金屬體로부터 1m 以上 이격해서 埋設한다.

(3) 接地線에는 絶緣電線(屋外用 비닐 絶緣電線 除外), 캠타이어 케이블 또는 通信用 케이블 以外の 케이블을 사용할 것. 단, 接地線을 鐵柱 기타의 金屬體에 따라 施設하는 때 以外の 경우에는 接地線의 地表上 60cm를 넘는 部分은 此 限에 不存한다.

(4) 接地線의 地下 75cm에서 地表上 2m까지의 部分은 合成樹脂管 또는 이와 同等以上の 絶緣效力 및 強度가 있는 것으로 커버할 것.

(5) 第1種 接地工事 또는 第2種 接地工事に 使用하는 接地線을 施設한 支持物에는 避雷針用

地線을 施設하여서는 안된다.

또 電燈電力用 및 弱電流用의 接地極 및 接地線은 避雷針用의 接地極 및 接地線에서 2m 以上 떨어져 施設하여야 한다.

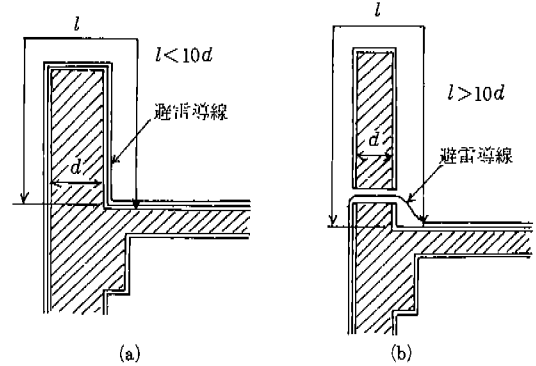
接地極에 대하여는 避雷針의 項에서 일괄 記述하기로 한다.

7. 避雷針의 接地

가. 避雷導線

雷電流를 흐르게 하기 위하여 突針, 棟上導體, 獨立避雷針, 獨立架空地線 또는 게이지와 接地極을 接續하는 導線으로, 建造物에 設置한 突針 또는 棟上導體가 2 以上 있을 때는 棟上 파라페트 또는 지붕 위에 設置한 避雷導線에 의하여 連接하든가 또는 루프狀으로 接續한다. 避雷導線을 配線途中에서 구부릴 때는 直角으로 구부려도 支障이 없으나 파라페트 등으로 ㄷ字形으로 구부릴 때는 구부리는 部分의 全長에 開口端 間격의 10倍를 넘어서는 안된다. 이것은 구부리는 部分의 全長이 너무 길어지면 이 部分의 인덕턴스 降下 때문에 開口端의 電位差가 커져서 放電, ㄷ字形이 콘크리트나 슬레이트나 木材를 끼고 形成되어 있을 때는 그것이 飛散하거나 破壞事故를 일으킬 우려가 있으므로 충분히 注意하여야 한다. 따라서 이와 같은 경우에는 그림 6에 表示하는 바와 같이 貫通하여 施工하여야 한다.

避雷導線과 다른 金屬體와의 距離가 1.5m 이 내이면 閃絡할 우려가 있으며 또한 放電하지 않아도 導體에 平行된 金屬體는 靜電誘導作用에 의하여 상당한 誘起電壓을 發生하여 그 金屬體가 孤立해 있으면 局部放電을 일으키게 되므로 電燈線, 電話線 또는 가스 管에서 1.5m 이상 이격시켜야 한다. 避雷導線에서 1.5m 이내에 接近하는 빗물 홈통, 鐵管, 鐵사다리 등의 接地가 안되어 있는 것은 避雷導線에 接續하거나 主



〈그림 6〉

接地에 接續하여 放電되지 않도록 하여야 한다. 또 이와 같이 본드 線으로 接續하는 경우는 斷面積 14mm²의 銅線, 斷面積 22mm² 이상의 알루미늄 線 또는 이와 同等 以上の 導電性이 있는 것을 使用한다. 단, 이 接續은 完全히 孤立한 金屬에만 하고 鐵骨, 鐵筋 등에 接續된 비 홈통, 鐵사다리에는 그 自体가 接地되었다고 본다. 또 이들의 金屬體와 避雷導線 中間에 鐵筋 콘크리트造, 鐵骨鐵筋 콘크리트造 또는 鐵筋으로 補強된 構造의 壁, 接地된 鐵管의 壁, 기타 電氣의 차폐물이 있으면 거의 完全하게 차폐되므로 1.5 m 以內로 接近하여도 支障이 없다.

避雷導線은 斷面積 30mm² 以上の 銅線 또는 50mm² 以上の 알루미늄의 單線, 撚線을 사용하고 그 素線은 모두 2mm 以上이 필요하다. 平角線을 사용할 때는 2mm 以上の 것을, 管을 使用할 때는 두께 0.8mm 以上の 銅 또는 2mm 以上の 알루미늄의 것을 使用한다. 단, 알루미늄 導線 및 銅피복 알루미늄 導線을 地中에 넣으면 부식하기 쉬우므로 埋設하여서는 안된다.

存續期間이 1年 이내인 假設被保護物에 設置하는 避雷導線의 材料는 斷面積 60mm² 以上の 溶融亞鉛鍍金鐵撚線의 使用이 認定되고 있다.

避雷導線의 斷面積 算出의 基礎는 가장 빈번히 일어나는 最大 雷擊電流를 100kA로 가정하

고 이것이 30mm²의 銅線, 50mm²의 알루미늄線에 흘러 溫度上昇 100℃ 前後로 그치는 衝擊電流의 波尾長을 實驗式 등으로 求하면 約 2,700μs가 된다. 즉, 30mm²의 銅線, 50mm²의 알루미늄線에서는 波尾長 2,700μs, 10kA의 單一電流가 흘러도 溫度上昇은 100℃ 程度가 되어 多重電擊에 대하여도 충분히 安全하기 때문에 前記와 같이 定하고 있다. 그러나 國寶級建造物 등 重要的 것은 다시 더 安全係數를 考慮하여 銅線은 50mm², 알루미늄線은 80mm²를 使用할 때가 있다.

나. 引下導線

避雷導線의 一部로 被保護物의 頂部에서 接地極까지의 사이의 거의 鉛直인 部分을 말하고 落雷電流를 安全하게 흐르게 하는 電氣的 性能을 가지고 있으면 電流容量의 點에서 보면 1條로 無關하나 落雷時의 被保護物 内部의 電位傾度를 減 수 있는 한 적게 하고 차폐효과를 고려함과 동시에 接地電位傾度를 일정하게 하기 위하여 引下導線의 數는 2條 以上을 原則으로 하고, 또 被保護物의 對角的인 位置에 配置하게 한 것이다. 단, 被保護物의 水平投影面積이 50m² 以下인 경우는 1條라도 支障은 없다.

引下導線의 間격은 被保護物 外周에 따라 50m 以下로 하고 外周에는 거의 均等하고 또 減 수 있는 限 突角部에 가깝게 配置하여야 한다. 이 間隔 50m. 以下라는 값은 原則的인 값이고 被保護物의 크기에 따라서는 10% 程度 커져도 支障이 없다.

引下導線은 길이가 가장 짧아지도록 被保護物 外則을 따라 引下하여야 한다.

引下導線이 地上에서 地中에 들어가는 部分은 나무 또는 竹製의 홈통, 陶管(콘크리트 管, 石綿管), 硬質塩化 비닐管 또는 非磁性 金屬管内를 通하여 地上 2.5m 以上の 곳에서 地中 0.3m 以上の 곳까지를 機械的으로 保護하여야 한다. 또 保護管에 非磁性 金屬管을 使用할 때는 그 兩端을 本드線(銅線 14mm² 以上, 알루미늄線 22mm²

以上)으로 引下導線에 接續하도록 規定되어 있다.

다. 接地極

避雷導線과 大地를 電氣的으로 接續하기 위하여 地中에 埋設된 導體로, 接地極은 그 使用場所에 따라 板, 棒, 管, 帶, 渦捲狀의 어느 것을 使用하여도 支障이 없으나 一般的으로 다음과 같은 것이 使用된다.

(1) 銅相으로 두께 1.4mm 以上 片面積 0.35m² 以上の 것

(2) 銅被覆鋼棒으로 直徑 14mmφ (規定 1.2mm) 以上, 길이 1.5m 以上の 것을 使用하여 1個所當 接地抵抗의 所要值를 얻기 위한 必要 個數

(3) 溶融亞鉛鍍鋼板으로 두께 3mm (規定 2mm) 以上, 片面積 0.35m² 以上の 것

接地極은 각 引下導線에 1個 以上 接續하여야 한다. 또 引下導線 1條에 2個 以上の 接地極을 並列로 接續할 때는 그 間격을 2m 以上으로 하고 地下 50cm 以上の 깊이로 斷面積 22mm² 以上の 裸銅線으로 接續하여야 한다. 接地極은 引下導線 下方에 埋設하며 地下 0.75m 程度(規定 0.5m 以上)는 필요하다.

大地의 固有抵抗이 높은 山地, 砂地 등에 있어서 規定되어 있는 接地抵抗值 以下를 維持하기 어려울 때는 引下導線 1條마다에 길이 5m 以上の 避雷導線과 同等 以上の 斷面積이 있는 銅線 4條 以上, 被保護物에서 放射狀으로 地下 50cm 以上の 깊이로 埋設한 埋設地線을 設置하고 다시 또 被保護物의 外周를 따라 같은 깊이로 埋設한 環狀 埋設地線에 의해 그것들을 並列로 接續하여 接地極에 代替하여도 支障이 없다.

接地極의 接地抵抗을 減 수 있는 한 低下시키는 것은 落雷時의 接地電位 上昇을 억제하기 위하여 가장 필요할 것이지만, 그 以上으로 필요한 것은 接地電位의 分布이다. 즉, 被保護物 全體의 接地電位를 동일하게 하고 接地電位傾度를 減 수도록 完만하게 하는 電極配置를 考慮하지 않

으면 안된다.

一般的으로 砂地나 岩石을 포함하여 濕氣가 적은 大地抵抗率이 $1,000\Omega m \sim 5,000\Omega m$ 까지 가는 場所에서는 接地抵抗値를 10Ω 以下로 維持하는 것이 極히 곤란해지므로 이런 경우에는 10Ω 以上이 되어도 不得已하므로 接地極 근처의 接地電位傾度를 될 수 있는 限 완만하게 하기 위하여 放射狀 또는 環狀埋設地線을 施設하여야 한다.

接地極을 埋設하였을 때 그 날짜, 位置 및 接地抵抗値 등을 標示하기 위하여 標示板을 사용한다.

라. 避雷導線의 接續

受雷部와 避雷導線, 避雷導線 相互間 및 避雷導線과 接地極 등과 같은 接續의 電氣抵抗은 接續되는 導體中 抵抗이 높은 쪽의 導體自體의 接續部와 같은 길이의 抵抗보다 높아서는 안된다. 또 抵抗部의 引張強度는 接續되는 導體中 弱한 쪽 導體의 引張強度의 80% 以上이어야 한다. 또 特別히 銅과 알루미늄, 銅과 鐵 등의 異種金屬 相互를 接續할 때는 接續部分에 電氣的腐蝕이 생기지 않도록 適當한 防蝕材 등을 使用함과 同時에 그 部分에 水分이 고이지 않도록 피치, 타르 등을 발라 完全하게 코팅하여야 한다.

避雷導線은 가급적 途中接地을 피하는 것이 좋는데, 接續이 필요한 경우는 導線 外徑의 10배 以上의 길이에 걸쳐 감고 膜질을 완전히 한다. 또 슬리브를 使用할 때는 導體外徑의 10배 以上의 길이가 있는 銅線에는 銅 슬리브, 알루미늄線에는 알루미늄 슬리브를 利用하고 그 속에 兩線을 벗겨서 합쳐 완전히 납땜하여야 한다. 外見을 요하지 않는 接續部는 各素線마다 接續하여 膜질하고 이를 一括하여 묶는다. 알루미늄線과 銅線의 接續에는 特殊端子(內側 알루미늄, 外側 銅)을 利用하여 接續하면 簡單히 된다.

避雷導線과 接地極과의 接續部分은 地中 깊이 埋設하므로 特別히 腐蝕問題에 注意하여야 하고

납땜질은 劣化하기 쉬우므로 黃銅 膜질을 하는 것이 좋다. 그 方法은 一般的으로 다음과 같은 方法이 使用되고 있다.

(1) 銅線의 꼬임을 풀어 이를 銅板 中央部 附近에 대고 導線을 구부려 數個所에서 導線을 잡아매고 미리 導線과 銅板을 下地處理하여 동여 맨 후 膜질을 完全히 한다.

(2) 接地銅板에 充分한 크기로 導線附着管이 있는 다른 銅板을 리벳 附로 하여 管에 導線을 挿入하고 나사로 채우고 膜질을 한다.

어느 方法을 利用하거나 膜질 個所는 피치, 타르 등으로 完全하게 코팅할 必槩가 있다.

接地極 個個의 抵抗値를 測定하기 위한 接續器는 조임 나사 断面積이 導線断面積 以上, 接觸面의 面積이 導線断面積의 5배 以上이고 또 機械的 強度가 充分한 2個의 銅片을 導線에 接續하여 이를 볼트 조임 또는 나사조임 接續으로 한다. 接續面은 크롬 도금 또는 이와 同等 以上의 녹방지 도금을 하여야 한다.

또 腐蝕되기 쉬운 場所에 設置하는 것은 接觸面이 直接 外氣에 닿지 않는 構造이어야 한다.

마. 接地抵抗値

接地抵抗値는 적으면 적을수록 좋으나 經濟性을 고려하면 設計施工技術에 의하여 얻을 수 있는 범위의 可能領域에 한계가 있으며, 그 接地技術의 重點的要素로서는 ① 電極의 形狀, 構造, 치수, 材質, 配置, 大地中의 位置, 埋入 또는 埋設方法, ② 低減抵抗接地(並列接地, 深打, 메슈, 土壤化學處理), ③ 施工位置의 選定이 있다. 現在의 接地技術에서는 어떠한 大地에도 共通의 設計施工法이란 없으므로 大地條件에 따라 適用하는 設計施工法을 選擇하여야 한다. 그러나 大地條件에 따라서는 所要의 接地抵抗을 얻는 일이 不可能할 때가 있으므로 慎重한 檢討가 필요하다.

(1) 引下導線이 1條인 경우는 10Ω 以下로 한다.

(2) 引下導線이 2條 以上인 경우는 各單獨 接地抵抗値는 20Ω (規定 50Ω) 以下로 하고 綜合 接地抵抗値는 10Ω 以下로 한다.

(3) 獨立架空地線의 各引下導線의 單獨 抵抗値는 10Ω 以下로 한다.

8. 接地抵抗 低減法

避雷器 및 避雷針의 接地工事を 하였으나 必要한 接地抵抗을 얻을 수 없을 경우는 接地抵抗을 低減시키는 方法으로서 다음 各項中 어느 하나가 利用된다.

가. 並列接地 (多極接地)

1개의 接地電極만으로 必要한 抵抗値를 얻을 수 없을 때는 2개 以上의 接地電極을 박아 넣고 그것들을 서로 接續하여 1個의 接地로서 利用하여 抵抗値를 낮추는 方法이다.

그림 7에 있어 合成抵抗 R_0 은 다음 式과 같

다.

$$R_0 = \eta \left(\frac{R}{n} \right)$$

η : 集合係數 n : 接地極數

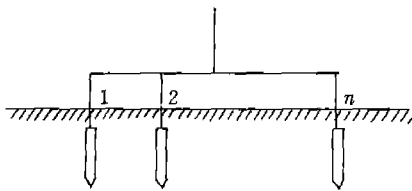
R : 單獨의 接地抵抗

η 는 集合係數로 恒常 1보다 큰 값이다.

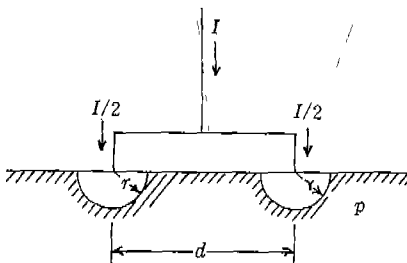
〈표 1〉 2極並列의 集合係數 (半球狀電極)

電極間隔 d	集合係數 η
2 r	1.5
3 r	1.33
4 r	1.25
5 r	1.2
6 r	1.17
7 r	1.14
8 r	1.13
9 r	1.11
10 r	1.10
11 r	1.09
12 r	1.08

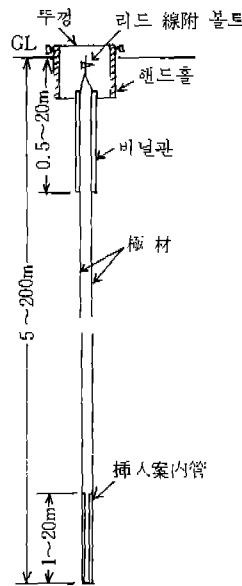
(주) r 는 電極半徑



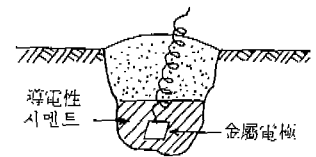
〈그림 7〉 並列接地



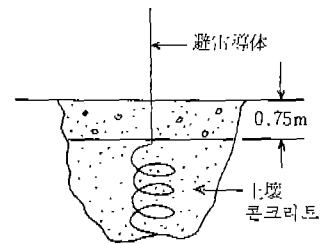
〈그림 8〉 2極並列



〈그림 9〉 接地極構成



〈그림 10〉 導電性 시멘트 接地極



〈그림 11〉 土壤接地電極의 概念圖

그림 8과 같이 半徑 r [m]의 半球狀 接地電極 2個를 接地間隙 d [m]로 接地하였을 때의 集合係數를 표 1에 表示한다.

나. 深打接地

土壤抵抗이 높은 장소에 普通 一般的인 打入電極으로는 低抵抗値를 얻기 어려울 때는 深打電極이 사용된다. 一般的으로 接地電極을 深打하였을 때 上層部의 土質 固有低抵抗이 높은 경우라도 下層部로 감에 따라 低減效果가 기대된다(그림 9 參照). 단, 인덕턴스에 注意를 要한다.

다. 시멘트 接地電極

一般的으로 使用되는 포트랜드 시멘트를 10~

30% 食鹽水로 반죽을 하여 응고시킨 것으로, 抵抗率은 $\Omega \cdot \text{cm}$ 이다. 이는 그림 10에 表示하는 바와 같이 接地電極 주변을 導電性을 가진 地質로 變換하여 持續性을 갖도록 한 方法이다.

또 그림 11과 같이 파 내린 속에 接地導體로서 裸銅線(配電線 絶緣劣化 때문에 撤去한 裸線)을 螺線모양으로 하여 挿入하고 포트랜드 시멘트 1kg, 黑鉛 1kg을 混合한 시멘트를 注入한 電極으로 接地抵抗을 約 16~25% 低下시킨 例가 있다.

라. 接地抵抗 化學的 低減劑

接地抵抗을 低減하기 위하여 接地電極 周圍에 物理 化學的 材料를 注入하여 施工하는 것으로,

〈표 2〉 各種 接地抵抗 低減劑

商 品 名	主 成 分	1세르트의 藥劑 種類	물使用 有無	固化時間	固有抵抗
티콜겔 I號	石灰, 酸化알루미늄, 無水石礐	1	有	約2分	
티콜겔 II號	石灰, 酸化알루미늄, 無水石礐	1	無		
티콜겔 60M	石灰, 酸化알루미늄, 無水石礐	1	有	約60分	
규산 화이트	無機粗成物	3	有		
케미 어스	變成尿素樹脂	4	有		10Ω cm/28℃
아스론 W	半水石礐를 主体로하는 無機粗成物	1	有	約 5.5分	
마크나이트 M 1	98% 炭素(粗)	1	(시멘트使用) 有		5 Ω · cm
마크나이트 M 5 C	炭素(粉) 시멘트	1	無		5 Ω · cm

〈표 3〉 各種 特殊 接地電極

商 品 名	構 造	摘 要
스텝어스	亞鉛鍍金 鋼棒	10m 以上の 深打用
패러어스	渦捲狀 鋼棒	低減劑併用形, 中間地層用
스파트어스	나선상 鋼棒	低減劑併用形, 深度2m 以內
푸슈 어스	나선상 鋼棒	電柱押入型 어스極
針附 어스棒	스텐레스 被覆鋼體	大電流時의 接地抵抗이 낮다
SA 어스棒	플라스틱 (PE수지) 心에 純알루미늄, 스텐레스를 被覆한 棒	電蝕防止
多重接地시트	비닐布를 軸으로 하여 兩面에 알루미늄 箔을 多重으로 붙인 構造	土壤과의 接觸面이 크다

發表되어 있는 것을 表로 하면 표 2 과 같다.

마. 特殊接地極

特殊接地極으로서의 여러가지가 있다. 이것들을 表로 표시하면 표 3 과 같다.

9. 接地抵抗 測定法

가. 低周波電源에 의한 測定

一般的으로 사용되고 있는 接地抵抗測定器로 接地抵抗計를 利用하여 測定한다. 接地極에서 그림 12와 같이 一方向으로 10m 間隔으로 2個所 接地抵抗測定用 補助電極을 利用하여 直讀으로 接地抵抗을 測定한다.

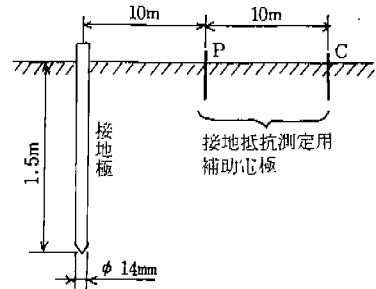
이 測定器는 電氣設備技術基準에 관한 규칙에 定하여진 低周波電源에 의한 人畜의 被害를 防止하는 目的으로 사용되는 接地抵抗器이다.

나. 서지 임피던스計

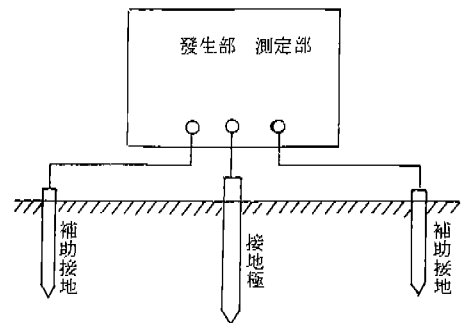
雷防護를 위한 接地에 대하여 高周波 雷電壓이 印加되어 高周波 電流가 흐르는 것에 의해 接地抵抗의 값은 서지 임피던스의 값으로 생각할 필요가 있고, 電氣機器 및 建築物에 가해지는 電壓上昇도 서지 임피던스에 의한 電壓上昇이 되어 나타나는 것이므로 接地抵抗의 測定은 그에 對應하는 서지 電壓과 그 電流에 의해 接地抵抗(서지 임피던스)을 測定하지 않으면 參된 對雷對策이 안된다.

이 接地抵抗(서지 임피던스)을 측정하는 데는 서지 임피던스計가 사용되고 있다.

서지 임피던스計는 그림 13에 表示하는 바와 같이 測定하는 接地極에 E端子를 接續하고 그 兩側에 補助接地를 30~90m (30m의 電線 3條 附屬)의 리드線을 利用, 각각 C, P 兩端子에 接續한다. 리드線의 길이가 긴 것은 埋設地線(카운터 보이스)의 끝에서 적어도 10m 以上 떨어진 補助接地에 接續하기 위해서이다.



<그림 12> 接地抵抗測定法



<그림 13> 서지 임피던스 測定法

電源으로서 乾電池 8個를 利用한 直流 12V에서 5kV로 充電하고 測定時 放電하여 直角波(0.5μs 以下×200μs 以上)를 CE間에 印加, 서지 電流 約 1A를 흘려 P-E間의 電壓을 測定하여 E의 接地抵抗을 測定, 디지털로 그 값을 表示한다. 200Ω 렌지로 10Ω 以上の 測定 및 20Ω 렌지로 1Ω 以上の 測定을 한다.

서지 電壓을 利用하여 測定하기 때문에 架空地線이 있어도 그 서지 임피던스가 크므로 격리할 필요가 없다.

× × ×

避雷를 위한 接地에 대하여 雷의 發生에서 부터 避雷器 및 避雷針의 接地에 관한 各種 資料 및 注意事項, 接地抵抗의 測定 등에 대하여 記述하였는데, 讀者들의 參考가 됐으면 다행으로 생각한다.