

# 電氣安全과 接地

## Grounding for Protect the Electric Hazard

李 基 宗

韓 電 城 東 支 店 配 電 部 長

### I. 序 言

電氣는 어떤 原理原則에 따라 使用하지 않으면 電氣的인 위험이 따르기 때문에 발전해서 送電, 變電 配電 및 需用場所에 이르기까지 電氣工作物의 設置 工事, 運用 및 유지를 절차에 따라 하도록 電氣事業 法, 電氣工事業法, 電氣用品 安全管理法으로 엄격히 規制하고 있다.

일반적으로 電氣 및 電子設備에 있어서 接地는 電氣的 特性때문인 것과 安全을 確保하기 위한 것으로 區分되지만 法으로 規制하고 있는 것은 電氣安全을 確保하기 위한 것이 대부분이다.

電氣安全의 근간을 이루고 있는 電氣事業法에서 定한 電氣設備技術基準에서는 그 위험도의 狀態에 第1種 第2種 第3種 및 特別第3種 接地工事로 區分하여 實施하도록 하고 있으며 이 法에서 規定한 것 이외에도 目的과 用途에 따라 接地를 實施하고 있다.

例컨대 요즘 병원에 의료용 電氣機器가 많이 補給되어 이의 使用中 “미크론 쇼크”를 防止하기 위한 의료용 電氣機器의 保護接地, 等電位接地, 컴퓨터의 電子機器의 라인필터(Line Filter)용의 接地라든가 電氣電子機器와 直接關係가 없는 靜電氣에 의한 障害 및 災害防止用 接地 건축물의 피뢰용 接地, 電氣工作物의 電路를 開路時 誤送電 誘導電壓에 의한 作業者的 感電 防止를 위한 一時的接地 등을 들 수 있다.

이와같이 安全側面에서 接地는 各樣 各色이고 그 基準도 다양하지만 여기서는 設備에 實施하는 接地의 種類와 目的을 간단히 해설하고 感電事故 側面의 接地에 대하여 略述하고자 한다.

### II. 接地의 種類와 目的

#### II-1 電氣設備의 保安 目的인 接地

接地工事は 低高壓의 혼촉이나 電路로부터의 誘導 漏洩 등이 있을 경우에 電氣工作物의 보호, 人畜에 對한 保安 등을 도모하거나 電路에서의 異狀電壓을 防止하는 등 여러가지 目的으로 施設되며 施設場所도 광범위하다.

接地抵抗值라 함은 接地線과 大地間의 電氣抵抗

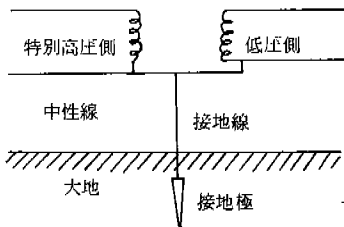
値를 말하며 測定時의 大地狀態와 관계없이 항상 規定 値 이하의 값을 유지하여야 한다.

여기에서 規定한 第一種 接地工事は 高壓用 및 特別高壓 機械器具의 鐵台, 금속제 외함의 접지, 피뢰기의 接地等 原則으로 電路이외의 금속체에 적용하는 것으로 위험의 정도가 큰 것에 適用하고 第2種 接地工事は 高壓 또는 特別高壓 電路가 低壓電路와 혼촉될 우려가 있는 경우에 適用되는 것으로서 低壓電路의 보호를 위해 적용되도록 하며 第3種 接地工事は 400V 이하의 低壓用 機械器具의 鐵台, 金屬製外函의 接地, 保護線 保護網의 接地等 原則으로 電路이외의 금속체의 接地에 적용되는 것으로서 위험의 程度가 비교적 적은 것에 適用된다. 또한 特別第3種 接地工事は 400V 를 넘는 低壓用 機械器具의 鐵台, 금속제외함의 接地等 原則으로 電路이외의 금속체의 接地에 적용되는 것으로 위험의 정도는 크지만 大地에 發生하는 電位傾度等이 比較的 작은 것에 적용된다.

(1) 系統接地

電路의 配電方式에는 接地方式과 非接地 方式이 있는데 우리나라는 과거에는 非接地方式이었으나 現在는 中性點 多重接地方式이 대부분이다. 低壓配電方式은 그림 1과 같이 低壓側 1端子를 접지하는 接地方式을 채택하고 있는데 이 접지를 系統接地라고 한다.

變壓器 內部가 絶緣不良이 되어 高壓側 또는 特別高壓側전선과 低壓側卷線이 혼촉하게 되면 低壓電路에 高壓이 인가되어 低壓電路나 여기에 접속된 기기를 소손및 파괴하는 원인이 된다. 系統接地는 이런 電氣的인 위험을 방지하는 目的으로 電氣設備 技術基準 第24條에서 第2種 接地工事を 第19條에서는 接地抵抗値를 規定하고 있다. 第2種 接地工事的 접지抵抗値는 高壓 또는 特別高壓이 低壓에 혼



〈그림- 1〉 系統接地

촉하였을 때 高壓 또는 特別高壓側의 一線地絡電流에 의한 電位上昇을 억제하기 위하여 規定한 것이 며 혼촉하였을 때 2초이내에 차단하는 경우는 그 電位上昇分을 300V이하, 차단時間을 제한받지 아니하는 경우는 150V이하로 規定하고 있다. 또한 이 電位上昇의 한도는 저압측電路의 절연耐力과의 관계로 정하여지는 것으로서 數 많은 機械器具의 耐壓 實驗기록에 依하면 더 높은 電壓에도 충분히 견딜수 있는 것을 알 수 있으나 安全側面에서 300V로 하고 있다.

架空電線路의 1線地絡電流는 Bank용량의 증대, Cable계통의 증대로 이에 따라 第2種 接地抵抗値는 낮은 것이 전망되나 이 接地저항의 저감은 技術的으로 곤란한 장소도 있고 또한 그 工事費도 많이 요구되는 등의 問題와 第2種 接地工事は 高壓 또는 特別高壓이 低壓과 혼촉시 電位上昇分을 억제하고 安全을 확보하기 위한 目的과를 고려할때 高壓또는 特別고압측의 보호차단기의 성능과의 상관관계등 금후로 계속 검토되어야 할 문제가 많다.

(2) 機器接地

電氣機器가 어떤 原因에 의해 절연이 나빠지면 内部의 充電部分으로부터 外部露出非充電 金屬部分에 漏電狀態가 되어 이 部分에 접촉되면 電擊을 받는다. 이러한 電擊을 방지하기 위해 電技34條에서 機械器具의 鐵台및 外函을 所定の 規定에 따라 接地하고 있다.

그러나 接地工事を 하여야 할 금속체와 大地間에 電氣抵抗이, 第3種 接地工事に 있어서는 100Ω, 特別第3種 接地工事は 10Ω으로 유지되고 있으면 별도 접지를 하지 않아도 實質的으로 同等의 効力이 있으므로 所定の 접지공사를 한 것으로 본다. 또한 第3種 接地工사와 特別第3種 接地工事的 特別로서 低壓電路에 地氣가 생긴 경우에 0.5秒 以內에 自動的으로 電路를 차단하는 裝置를 施設하는 경우는 自動遮斷器의 定格感度電流에 따라 接地抵抗値를 500Ω까지 완화하고 있다.

II - 2 의료응電氣機器의 接地

(1) 保護接地

병원에서 사용하는 의료용電氣機器의 露出非充電 金屬部分에 施行하는 接地가 保護接地이다. 一般電

機氣器와 같이 機器 接地한다. 그러나 의료용 電氣 機器에서 漏電된 電流가 感知되어 환자의 심리적 악 영향을 받거나 또한 二次的 障害를 일으키는 것을 방지하기 위한 漏洩電流는  $100\mu A$  以下이어야만 한다. 이를 위해 접지선과 접속개소 접속저항을 포함하여  $0.1\Omega$  以下이어야하고 이 接地極의 接地低抗值는 地絡時 의료용 機器의 합에 생기는 對地 電壓을 낮출 수 있도록 原則的으로  $10\Omega$  이하면 된다.

## (2) 等電位 接地

의료용 電氣機器에는 器具의 一部를 수술한 환자나 기타 人體內에 삽입하는 것도 있다. 이 기구에 漏電이 생길때 漏電電流가 皮膚를 通하지 않고 직접 심장에 흐르면 電擊의 위험성은 皮膚를 通해 人體에 電流가 흘러 일으키는 電擊以上으로 위험하다. 이러한 “미크론속크”를 일으킬 수 있는 漏洩電流의 許用值는  $10\mu A$  以下로 보고있다.

“미크론속크”를 방지하고자 할시는 의료용기구의 露出非充電 금속부분에 保護接地만으로는 불충분하다. 환자가 직접간접으로 接觸할 수 있는 金屬體各部分間에는 電位差를  $10mV$  이하로 억제하는 對策이 필요하다. 等電位接地는 電氣設備의 部分을 구성하지 않는 노출비충전部分 즉 실內的 給水管 금속후렴등도 환자가 직접간접으로 접촉가능성이 있으므로  $\leq 2.5m$ 이내의 露出金屬部分을 等電位하기 위한 接地가 필요하다. 等電位接地도 접속개소를 포함하여  $0.1\Omega$ 이하로 하여야 하고 접지센타의 접지 단자에 접지한다.

## II - 3 其他 接地

### (1) 靜電氣에 의한 障害·災害를 防止하기 위한 接地

生産機械와 運搬機械에 있어서는 마찰 때문에 機械와 物體는 靜電氣가 帶電되어 축적되는 때가 있다. 이런 帶電된 機械나 物體에 接地된 物體나 接地된 人體가 접근하면 그 사이에 放電을 일으켜 生産障害, 폭발, 화재 電擊等을 일으킨다. 이러한 災害를 예방하기 위해서는 發生된 靜電氣를 速히 大地에 放流시키기 위해 接地한다. 靜電氣의 接地는 帶電物體의 漏洩抵抗는  $1 \times 10^6 \Omega$ 이던 되고 大地와 接地極間의 접지저항은  $1K\Omega$ 이하면 된다.

### (2) 雷害防止用的 接地

雷電流를 安全하게 大地에 放流하기 위해 接地한다. 雷電流는 接地電流가 最大級이어야만 지속시간이 짧게 된다.

雷害防止用的 接地로서 代表的 例는 건축물의 避雷針用的 접지가 있고 또한 架空地線의 접지가 있다. 다만 建築物의 피뢰용 접지저항치는 건축법에  $10\Omega$ 이하로 規定하고 있다.

## III. 感電事故防止를 위한 接地

### III - 1 電路의 系統接地

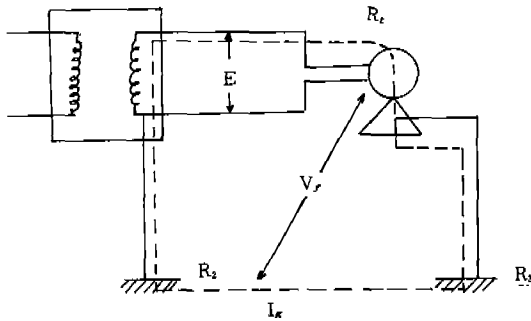
感電은 人體에 電流가 通電時에 發生하는 것으로서 人體와 電氣回路가 構成됨으로써 일어난다. 電技에서 變壓器의 低壓側 卷線의 一端에 施行하는 系統接地(第2種接地)는 低壓回路및 機器의 保護에는 필요하지만 感電事故 防止面에서는 불리하다. 그러나 變壓器 혼촉방지판부의 것은 혼촉방지판에 第2種 接地工事を 하므로 低壓側에는 非接地方式이 되어 地絡電流에 의한 感電危險은 적다. 그러므로 非接地式 電路는 地絡電流가 적기 때문에 의료용 전기 기기 電源에 利用된다. 또한 接地式電路에서는 第2種 接地工事を 低壓側 卷線의 中央에 하면 低壓側 電路의 對地電壓은 절반으로 되므로 電路의 電壓이  $100V$ 이던 低壓回路에 있어서는  $50V$ 가 되어 感電事故 低減對策의 한 方法이 된다.

### III - 2 電氣機器의 接地

漏電時 電氣機器의 露出非充電金屬部分에 나타나 는 對地電壓을 억제하기 위하여 시행하는 機器接地는 電技에서 要求되는 接地低抗值의 上限線을 接地해도 感電事故를 防止하는데 充分하지 않은 경우가 있다. 다음 그림은 接地配電方式의 低壓 回路에서 機器의 露出非充電金屬部分에 漏電時的 例를 나타낸 것이고 地絡電流는 그림의 點線回路을 構成한다. 여기서 變壓器의 內部 Impedance 및 回路의 抵抗은 接地抵抗에 비해 적으므로 이를 무시하고 漏電個所의 抵抗  $R_2 = 0$  完全地絡이라고 생각해서 기기의 노출비충전 금속 부분에 發生하는 對地電壓(故障電壓)  $V_f$ 는

$$V_f = IR_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} E = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_3}} E$$

E : 線路電壓 R<sub>2</sub> : 第2種接地 R<sub>3</sub> : 第3種接地  
 R<sub>r</sub> : 漏洩抵抗 V<sub>r</sub> : 地絡時 나타나는 電壓



地絡電流回路

즉 機器의 露出非充電金屬部分에 發生하는 故障 電壓은 機器接地의 抵抗值만으로 결정되는 것이 아니고 系統接地에 시행하는 第2種 接地抵抗值에 依해서도 달라진다. 여기서 系統接地 R<sub>2</sub> = 10Ω, 機器 接地 R<sub>3</sub> = 100Ω 이라면

$$V_r = \frac{1}{1 + \frac{10}{100}} \approx 0.9E \text{ 이 되어 線間電壓의 90\% 電}$$

壓이 發生하게 된다.

感電事故의 위험성은 주로 人体에 흐르는 電流值에 의해 결정되기 때문에 人体抵抗과 接地抵抗이 정해지면 二次的으로 電壓要素로 感電의 위험성을 평가하게 된다.

許容接觸電壓을 25V 및 50V로 가정하여 機器接地의 저항치와 系統接地 抵抗值과의 關係를 計算해보면 다음과 같다.

系統接地抵抗值와 機器接地抵抗值의 關係

고장전압 전로의전압 계통접지	25V		50V	
	100V	200V	100V	200V
1 Ω	0.3Ω	0.1Ω	1.0Ω	0.3Ω
5 "	1.6 "	0.7Ω	5 "	1.6 "
20 "	6.6 "	2.8Ω	20 "	6.6 "
50 "	16.6 "	7.1Ω	50 "	16.6 "
60 "	20.0 "	8.5Ω	60 "	20 "
75 "	25.0 "	10.5Ω	75 "	25 "

위표에서 명백하게 나타난 것과 같이 機器接地의 感電事故 防止效果를 가져오기 위해서는 상당히 낮

은 저항치가 되어야한다는 것을 알아야 할 것이다.

### III - 3 漏電차단기併用時 接地

漏電遮斷器는 電路의 一部가 漏電되었을지 어느 值 以上이 되면 電路를 自動으로 開放하는 安全裝置이다. 그러나 漏電遮斷器를 設置해도 機器의 外函을 접지하는 것이 原則이다.

感電事故 防止用으로는 定格感度電流30mA以下動作時間을 0.03초 이내의 高感度 高速形의 漏電遮斷器를 설치할 필요가 있다. 地絡時 25V以下가 되기 위한 抵抗値는 다음式에서 約 833Ω 이하 50V 이하가 되기 위한 것은 約1666Ω이하가 된다.

$$\text{接地抵抗值} \leq \frac{\text{故障 電壓}}{\text{漏電遮斷器 動作感度電流}}$$

電技에서 漏電차단기를 設置할 때는 機器接地抵抗值을 500Ω까지 完化하고 있는데 접지저항치를 完化해도 感電사고 防止效果에 充分하다.

## IV 結 論

電氣安全과 接地는 아주 밀접한 關係가 있다는 것은 一般的 상식이지만 現在 우리나라에서는 우리실정에 맞는 理論과 實測資料가 미흡하다 할 것이다. 理由인즉 위에서 提示된 바와같이 最近 많은 의뢰기구를 補給 使用하고 있지만 “미크론속크”防止에 對한 接地系 設定이라든가 各種 漏洩抵抗值의 기준자료가 없어 실무진들의 어려움이 많은 실정이다.

接地는 옛날부터 實施해 왔지만 未解明된 部分이 아직도 많이 있고 學問的으로도 相當히 어려운 문제가 있지만 하루빨리 가장 경제적으로 가장 安全한 接地系의 확립이 이루어져야 하겠다. \*