電氣安全과 接地

1. 序言

「接地」는 電氣設備와 極히 關係가 깊으며 電氣設備에 있어서는 必須的인 重要한 것이 되고 있다.

特히 電氣安全이라는 側面에서의 「接地」, 例로 感電災害를 防止하기 爲한 接地方法, 또는 漏電遮斷器를 設置했을 경우 接地와의 關係, 그리고 靜電氣帶電에 의한 可燃性가스의 着火 爆發防止를 爲해 實施하는 除電을 目的으로 한 接地等에 焦點을 두어 接地의 重要性을 살펴 보기로 한다.

2. 接地의 目的과 種類

一般的으로 「接地」라 함은 電力裝置 및 엘렉트로닉스(Electronics) 裝置에 對하는 것과, 直接 電氣裝置와는 關係가 없으나 靜電氣帶電除去를 爲한 것 等이 있다.

例로 油類를 파이프라인에 의하여 輸送하는 경우에 파이프와 기름과의 摩擦에 의하여 帶電한 기름이 탱크에 蓄積되어 그 表面 電位가 上昇하여 放電하는 危險을 防止하기 위해 탱크에 施行하는 接地等이 있다. 이 가운데 電力裝置의 接地와 靜電氣除去를 위한 接地는 主로 安全에 目的을 두고 하며 엘렉트로닉스裝置에 하는 接地는 回路構成을 爲해 必要한 境遇가 많다. 이外에 노이즈防止를 目的으로 한 接地等이 있다. 電力設備의 安全을 目的으로 한 「接地」의 主要한 點을 要約하면 다음과 같다.

(1) 變壓器等의 2次側 電路의 「接地」

變壓器나 計器用 變成器의 內部故障에 의하여 1次側 電路와 2次側 電路가 萬一 混觸했을 境遇, 2次側 電路의 異常 電壓上昇에 따르는 絶緣破壞等의 危險을 防止하는 目的으로 行하는 것이다.

이같은 目的으로 하는 接地에는 特別高壓 電路에 結合되는 高壓電路의 放電裝置, 高壓電路에 結合되는 低壓側의 中性點 또는 1端子, 計器用 變成器의 2次側 電路等에서 各各 電壓의 크기에 따라 다르나 第1種에서 第3種 接地工事를 하도록 되어 있다.

(2) 電氣機器의 鐵台 및 金屬製 外函과 配線工事에 使用되는 金屬製의 管 및 케이블被覆等의 接地

電動機나 分電盤等의 外函 및 金屬管工事에 使用되는 金屬管과 그 附屬品等의 非充電 金屬部分에는 사람이 接觸되어도 危險性은 없으나 漏電等에 依해 이것이 充電되면 感電災害等의 危險이 生기게 된다. 따라서 漏電等에 依한 電位의 上昇을 防止하는데 目的을 두고 하는 것이다. 이 가운데 高壓 또는 特別高壓用에는 第1種, 400V以下의 것에는 第3種 400V를 넘는 低壓用의 것에는 特別 第3種 接地工事를 하도록 되어 있다.

3. 感電 災害防止를 爲한 接地

感電災害는 電氣設備의 露出 充電部分에 人体의 一部가 잘못하여 接觸되어 人体에 電流가 흐르는데서 생기는 境遇와 前記한 바와 같이 電氣設備의 非充電 金屬部分이 漏電等의 原因으로 充電化 되어 여기에 接觸 人体內에 電流가 흘러 發生하는 境遇가 있다.

따라서 前者와 같은 境遇에는 充電部分을 絶緣物로 가릴 必要가 있으며 最近에는 電動工具等에 機能絶緣과 保護絶緣의 二重絶緣을 한 安全한 電氣機器가 普及하고 있다.

또한 後者의 境遇는 漏電 그 自体가 生기지 않도록 絶緣을 强化할 것이 必要하나 絶緣物의 自然 劣化나 外傷等에 依해 絶緣物의 絶緣抵抗이 低下하거

나 破壞하여 漏電할 念慮가 많다.

이러한 境遇에는 電動機의 金屬性 外函等이 充電되어 電位가 上昇하여 危險하게 되니 電位의 上昇을 防止하기 爲한 接地가 極히 重要하다.

低壓電路에 施設하는 境遇 電氣機器의 프레임과 外函의 「接地」는 電技法에 의하여 400V 以下는 第3種 接地工事(100Ω 以下), 300V를 超過하는 것은 特別 第3種 接地工事(10Ω 以下)를 하도록 되어 있으나, 이 程度의 接地 低抗値로서는 第2種 接地 抵抗値와의 關聯에 있어 感電災害를 防止하기 爲해서는 반드시 充分하다고는 할 수 없는 境遇가 있다.

(1) 第2種 接地와 機器의 接地와의 關係

感電했을 境遇의 危險度는 主로

ㄱ. 人体에 흐른 電流의 크기

ㄴ. 人体에 電流가 흐른 時間

ㄷ. 電流가 人体의 어느 部門에 흘렀는가

ㄹ. 交流·直流의 區別

ㅁ. 周波數 및 波形

ㅂ. 電擊印加位相(心臟脈動周期의 어느位相에 通電했는가)

等이 그 要因이며 電壓의 크기는 오히려 2次的이다. 高壓의 活線作業等에서 人体를 同電位에서 保護하며 大地에서 完全히 絶緣해 두면 맨손으로 活線에 接触되어도 人体를 通하는 電氣回路가 構成되지 않기 때문에 一般的으로 感電災는 일어나지 않는다.

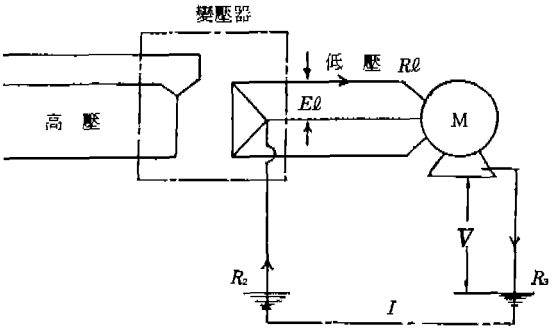
實際로 이와같은 活線工法이 施行되고 있다.

따라서 電擊의 危險性을 評價할 境遇에 一義的으로 危險電壓을 明示하는 것은 困難하나 人体抵抗, 接地條件等을 前提로 했을 때의 安全한 電壓値를 定해 두면 便利한 點이 많다.

아직 우리나라에서는 明確한 安全電壓이 定해져 있지 않으나 大地에 對해서는 大体로 24V 以下로 보면 좋을 것 같다.

그래서 漏電했을 境遇 機器의 大地電壓은 安全電壓 以下로 低下시키기 위해서는 接地抵抗의 値를 어느 程度로 해야 하는지 그림으로 說明하기로 한다.

그림 1은 低壓의 漏電回路의 1例를 表示한 것이다. 高壓電路와 抵抗電路를 結合하는 變壓器의 低壓側에는 前述한 바와같이 第2種 接地工事를 하도록 되어 있기 때문에 低壓側에 負荷되어 있는 電動機에서 漏電되면 그림의 화살표와 같은 地絡閉回路가 構成된다.



R_2 ··第2種接地抵抗値　　V ··電動機
R_3 ··第3種接地抵抗値　　大地間電壓
$R\ell$ ··漏抵抗値　　I ··地絡電流
$E\ell$ ··線間電壓

〈그림－1〉 漏電回路의 1例

變壓器의 內部 임피던스 및 回路의 抵抗은 一般的으로 接地 抵抗値에 比하여 매우 작기 때문에 이를 無視하고 있다. 그리고 完全 接地의 境遇는 $R_1=0$가 되기 때문에 漏電時에 電動機의 케이스에 發生하는 對地電壓 V는 次式으로 表示된다.

$$V=IR_3=\frac{R_3}{R_2+R_3}E_1$$

$$V=\frac{1}{1+\frac{R_2}{R_3}}E_1$$

따라서 對地電壓은 第2種 接地抵抗値와 케이스의 接地 抵抗値와의 比에 따라 決定된다.

一般的으로 第2種 接地 抵抗値는 第3種 接地抵抗値 보다도 낮은 境遇가 많으므로 假令 $R_2=10\Omega$ R_3를 電技法에서 定하고 있는 値의 限界値의 100Ω로 하면 $V\fallingdotseq0.9E_1$가 되어 線間電壓의 約 90%에 達하게 된다.

다음에 漏電했을 때의 對地電壓을 前記와 같은 安全電壓 24V 以下로(計算을 簡單하게 하기 위하여 우선 25V로 했다) 하기 爲해서는 第2種 接地抵抗値와의 關聯에 있어 어느程度로 하면 좋은지 前式에 의해 求한 것을 **表1**에 表示했다.

表1에서 밝힌 것처럼 一般的으로 許容되는 第2種 接地 抵抗値가 最大 75Ω의 경우에 있어서는 線間電壓 100V 回路조차도 25Ω 以下로 낮게 하지 않으면(前記한 바와같이 몇가지의 回路條件을 設定하고 있으나) 感電防止를 爲한 接地의 有效性이 충분

〈表－1〉 第種接地抵抗値와 케이스의
接地抵抗値와의 關係

E_t \ V / R_2	25 V		50 V	
	100 V	200 V	100 V	200 V
10	3.33Ω	1.43Ω	10.00Ω	3.33Ω
20	6.66	2.86	20.00	6.66
30	10.00	4.29	30.00	10.00
40	13.33	5.71	40.00	13.33
50	16.67	7.14	50.00	16.67
60	20.00	8.59	60.00	20.00
75	25.00	10.71	75.00	25.00

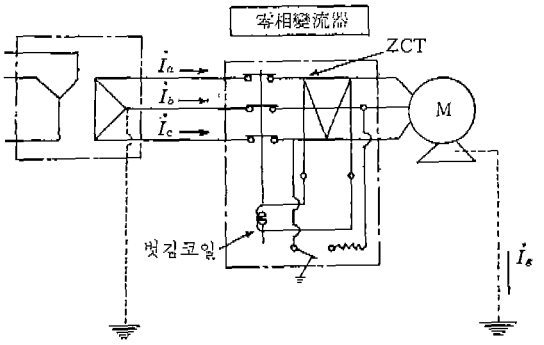
하다고는 말할 수 없다.

한편 接地抵抗値를 이같이 낮게 하기 爲해서는 土壤의 條件에도 關聯되나 一般的으로 使用되고 있는 接地 電極棒을 박는 程度로는 極히 困難하다. 實例로 約 5萬m²이 되는 어느 硏究所의 屋外實驗場은 土壤이 比較的 水位가 낮기 때문인지 一般的으로 市販되고 있는 電極棒(1.2m) 다섯個를 5 m間隙으로 박아 겨우 100Ω値를 얻을 수 있었다. 따라서 漏電에 依한 感電災害를 防止하기 위해서는 接地만으로서는 困難한 境遇가 많다. 그러기 때문에 漏電遮斷器의 有效性이 높게 評價하게 되었다.

(2) 漏電遮斷器를 使用하는 境遇의 接地方法

漏電遮斷器는 한때 電壓動作型과 電流動作型이 있었으나 電壓動作型의 것은 設置條件이 複雜하기 때문에 現在는 電流動作型의 것이 主로 되어 있다.

그림 2는 電流動作型 漏電遮斷器 回路의 1例를 表示한 것이나 漏電이 없을 境遇에는 各相 電流의 벡터和는 恒常 零($\dot{I}_a+\dot{I}_b+\dot{I}_c=0$)이며 ZCT의 2次側에는 電壓이 發生하지 않는다.



〈그림－2〉 電流動作形 漏電遮斷器回路의 1例

漏電流 $\dot{I}_g$이 發生하면 各相의 電流의 벡터和는 $\dot{I}_a+\dot{I}_b+\dot{I}_c=\dot{I}_g$가 되며 ZCT의 2次側에는 $\dot{I}_g$에 相當하는 電壓이 發生하여 이에 따른 信號를 벗기고 코일로 보내어 電源을 遮斷하는 것이다.

따라서 漏電遮斷器를 設置했을 境遇에 있어서도 電氣機器의 케이스나 外函에는 接地를 施行하는 것이 原則이다.

假令 接地가 되어 있지 않고 電氣機器가 大地에서 完全히 絶緣되어 있으면 漏電해도 一般的으로는 地絡回路가 構成되지 않기 때문에 케이스에는 電荷가 殘留하여 이러한 境遇 萬一 人体에 接触되면, 人体를 通하여 電流가 흐르게 되므로 危險하게 된다.

電流 感度가 極히 높으며 高速 遮斷하는 機能을 갖고 있을 境遇에는 人体에 흐른 電流를 檢出하여 電源을 遮斷할 수도 있으나 漏電遮斷器의 本來의 目的은 人間이 接触되기 前에 危險한 漏電電位를 排除하는데 있는 것으로 본다.

따라서 接地는 必要하나 그 抵抗値는 漏電遮斷器를 設置하지 않는 境遇에 比해 어느程度 緩和할 수가 있다. 即 漏電遮斷器의 動作感度 整定 電流値와 漏電했을 때 等의 對地電壓과의 關聯에 있어서 求한다.

漏電했을 때의 對地電壓을 25 V 以下로 하기 위한 抵抗値(γ_1)

$$\gamma_1 \leq \frac{25\,\mathrm{V}}{\text{漏電遮斷器의 動作感度整定電流(A)}} \quad (\Omega)$$

50 V 以下로 하기위한 抵抗値(γ_2)은

$$\gamma_2 \leq \frac{50\,\mathrm{V}}{\text{漏電遮斷器의 動作感度整定電流(A)}} \quad (\Omega)$$

로 하고 있으며 最大値를 500Ω로 한다.

어느것도 漏電遮斷器를 設置했을 境遇에서도 接地를 하는 것이 必要하다고 본다. 特히 電氣드릴과 같은 可搬形인 것으로 接地를 施行하고 있지 않으면 漏電遮斷했을 때의 電位가 모두 人体에 加해짐으로 危險하게 되는 경우가 있다.

또 例로 30 mA 感度의 漏電遮斷器를 設置했을 境遇에 可令 漏電해도 30 mA 以上의 電流가 흐르지 않는다는 것은 아니며 回路條件에도 따르나 遮斷裝置가 完全히 開離하기 까지에는 30 mA 以上의 電流가 흘러 危險하게 되는 수가 있다.