

地 絡 繼 電 器

Earth Fault Relays

鄭 基 德

新亞電氣工業(株)常務

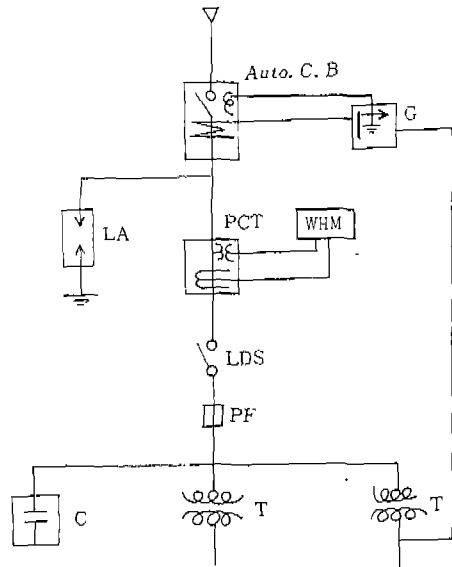
1. 序 論

近年 우리나라는 産業의 高度發展과 一般需用家의 家電機器 使用의 急增에 따라 電力使用이 增加 추세에 있으며 良質의 電力供給과 信賴度向上이 加一層 要求되고 있다. 특히 電力會社의 事故는 設備의 現代化, 老朽施設의 改替等으로 逐年 감소추세에 있으나 自家用需用家의 事故에 依한 系統波及事故는 점차 增加하고 있어 信賴度를 低下시키는 一 要因으로 되어 있는 것이 現實이다. 自家用需用家의 事故는 設備의 不適正으로 因한 地絡事故가 그 大部分을 차지하고 있다. 이러한 波及事故의 防止 對策으로서는 철저한 設備의 改修工事を 통한 事故 要因 除去가 先行되어야 할 것이며 또한 완벽한 保安施設을 갖추어야 한다. 특히 配電系統의 接地方式에는 非接地方式과 抵抗接地方式이 있어 地絡事故時의 現象은 제각기 系統마다 다르다. 이 때문에 地絡保護方式의 決定에는 자기系統의 地絡事故 現象을 충분히 파악하고 이것에 적합한 方式을 採用하는 것이 重要하다. 一般적으로 非接地系에서는 方向地絡繼電器에 의한 方式, 抵抗接地系에서는 地絡過電流에 의한 方式이 채용되고 있다. 여기서는 非接地系(Asystem) 配電線의 零相電流檢出方式인 方向地絡繼電裝置에 對하여 말하기로 한다.

2. 地絡繼電裝置의 動作原理

1-1 概 要

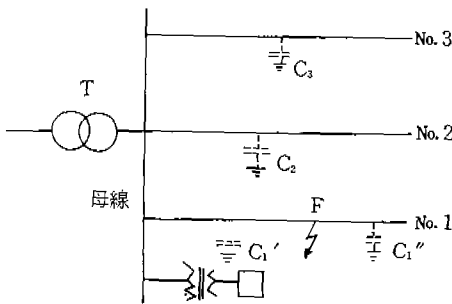
非接地系의 地絡保護方式으로서는 그림 1 과 같이 零相變流器(ZCT) 負荷側線路에서 地絡事故가 發生하면 大地로부터 電源側 配電線路의 對地靜電 容量을 거쳐 地絡電流回로를 形成한다. 이 回路에 흐르



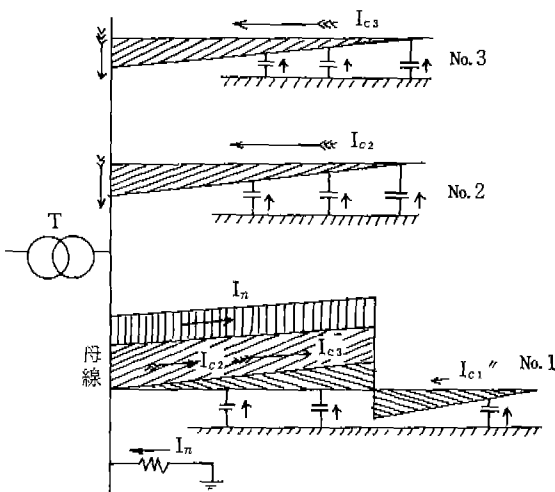
〈그림-1〉 單線結線圖

는 電流가 零相電流로서 零相變流器 2次側에 誘起되는 2次電流가 地絡繼電器를 動作시켜 引外裝置에 依하여 遮斷器, 開閉器를 動作하게 된다.

그림 2에서 No.1 線路 F점에서 1線地絡 事故가 發生하면 地絡電流分布는 그림 3과 같이 된다. 健全線路 No.2와 3의 對地充電電流는 제각기 I_{c2} , I_{c3} 가 母線을 向하여 흐르고 事故線路의 事故點F로 흘러 들어간다. 또 事故線路는 事故點F의 母線側과 負荷側의 對地充電電流가 事故點F를 向해서 흐른다. 이들의 電流는 모두 充電電流이고 또한 位相이 同相이 되므로 母線에서 事故點F로 向해서 合成한다. 여기서 充電電流 I_{c1} , I_{c2} , I_{c3} 등은 事故時에 發生하는 零相電壓 V_0 에 의해 90° 進相電流가 되며 GD



〈그림 - 2〉 非接地系配電線



〈그림 - 3〉 非接地系統의 1線地絡時電流分布

T에 흐르는 電流 I_n 은 V_0 에 對하여 同相이 되므로 母線에서 事故線路의 事故點에 흐르는 전체地絡電流는 零相電壓 V_0 에 對하여 位相은 進相이 되는 것이 一般的이다. 따라서 方向地絡繼電器의 경우는 이 地絡電流가 動作範圍內에 들어가면 繼電器는 動作하고 他線路 事故點에는 自線路分의 充電電流 만이 事故時와 反對方向으로 흐르기 때문에 繼電器는 不動作하게 된다.

1 - 2 電源側電線에 直接連結되는 경우

自家用需用家에 地絡事故가 發生하였을 때의 電流分布를 生覺하면 그림 4와 같이 된다. 그림 5에서 需用家受電點에 부착한 地絡繼電裝置의 動作電流 I_{g0} 는 다음의 式에 依하여 求할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} I_g &= \frac{E}{Z+R_g} & V_0 &= I_g \cdot Z = \frac{E}{Z+R_g} \cdot Z \\ I_{g0} &= \frac{V_0}{Z_n} = \frac{E}{Z+R_g} \times \frac{Z}{Z_n} \end{aligned} \right\} (1)$$

여기서, V_0 : 零相電壓 (V) I_g : 地絡電流 (A)

Z : 3相 1括大地間 Impedance (Ω)

Z_n : 零相變流器의 부착點으로 부터 地絡點을 負荷側으로 본 電源側의 大地間 Impedance (Ω)

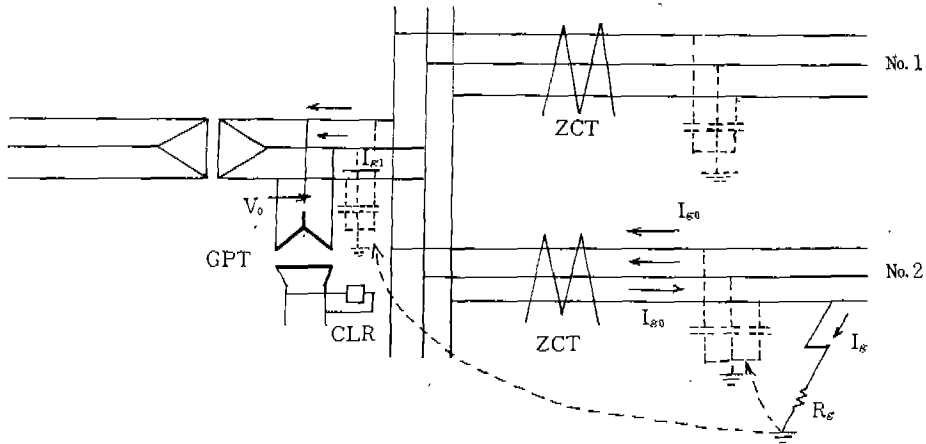
I_{g0} : 地絡繼電器의 動作電流 (A)

R_g : 地絡抵抗 (Ω)

E : 健全時의 一線 對地電壓 (V)

動作電流 I_{g0} 가 地絡繼電器의 動作整定直 以上이 되면 繼電器는 動作하게 된다.

다음에는 地絡電流 $I_g = \frac{E}{Z+R_g}$ 의 式에 있어서 線路-大地間의 Impedance가 적어지면 一定한 地絡抵抗에 對하여 I_g 는 커지는 結果가 된다. 즉, Z 가 적어지면 R_g 는 增加되어도 檢出可能하지만 $R_g > Z$ 의 關係가 되면 I_g 는 R_g 에 의해 支配되므로 I_g 는 增加되지 않는다. 따라서 自家用需用家에 부착되는 地絡繼電裝置의 檢出能力은 부착場所에서 본 電源側의 對地靜電容量이 크게 支配되는 結果가 된다. 實際적으로 電源側에는 數 μ F의 對地靜電容量이 存在하므로 負荷側의 地絡事故에 對해서는 比較的 큰 地絡抵抗까지 檢出可能하다.



〈그림- 4〉 地絡事故時의 地絡電流 分布圖

1 - 3 絶緣変圧器 2次側에 地絡繼電裝置를 設置할 경우

受電電圧을 特高圧으로 受電하여 2次側回路 (△系統)에 繼電裝置를 設置하게 될 경우는 電源側線路에서 對地靜電容量을 利用할 수 없기 때문에 그림 5 와 같이 絶緣 變壓器 2次側과 零相變流器間에 對地靜電容量을 代身하는 接地콘덴서를 設置하여 容量(C)를 補充하여야 한다. 그 理由는 그림 5 로서 檢討하기로 한다.

그림 6에서 地絡繼電裝置의 I_{g0} 는 電源測의 對地靜電容量에만 支配되기 때문에 對地靜電容量의 不足으로 因하여 地絡繼電器의 檢出能力이 減退되므로 이 경우는 接地콘덴서를 設置하여 補償하여야 한다. 즉,

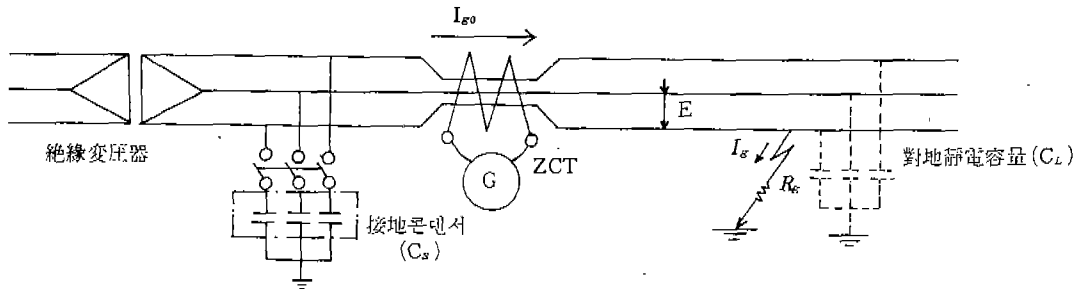
$$I_g = \frac{E/\sqrt{3}}{\sqrt{R_g^2 + \left(\frac{10^6}{3W(C_s+C_L)}\right)^2}} \quad [A] \dots (2)$$

$$I_{g0} = I_g \times \frac{C_s}{C_s+C_L} = \frac{E/\sqrt{3}}{\sqrt{R_g^2 + \left(\frac{10^6}{3W(C_s+C_L)}\right)^2}} \times \frac{C_s}{C_s+C_L} = \frac{E/\sqrt{3}}{\sqrt{\left(R_g \cdot \frac{C_s+C_L}{C_s}\right)^2 + \left(\frac{10^6}{3WC_s}\right)^2}} \quad [A] \dots (3)$$

(3) 식에서 $C_s \rightarrow 0$ 로 되면

$$\sqrt{\left(R_g \cdot \frac{C_s+C_L}{C_s}\right)^2 + \left(\frac{10^6}{3WC_s}\right)^2} \rightarrow \infty \text{로 되기 때}$$

문에 $I_{g0} \rightarrow 0$ 로 된다.



〈그림- 5〉 變壓器를 使用한 配電線의 地絡電流 分布圖

(3) 式에서 $R_g \rightarrow 0$ 인 때

$$I_{g0} = \sqrt{3} (C_s + C_L) E \times 10^{-6} \times \frac{C_s}{(C_s + C_L)}$$

$$= \sqrt{3} W C_s E \times 10^{-6} \quad (A) \dots\dots\dots(4)$$

(4) 式에서 $C_s \rightarrow 0$ 이면 $I_{g0} \rightarrow 0$ 으로 된다. 따라서 接地콘덴서 (C_s)로 補償하여야 한다.

예를 들면 地絡繼電裝置의 檢出能力이 0.6A 일 때 $R_g = 0$ (一線完全地絡)으로 假定하면 0.6A以上の I_{g0} 를 흘릴 수 있는 容量을 補充할 必要가 있다.

(4) 式에서 $I_{g0} = \sqrt{3} W C_s E \times 10^{-6} \geq 0.6A$

$$\therefore C_s \geq \frac{0.6 \times 10^6}{\sqrt{3} W E} \quad [\mu F] \dots\dots\dots(5)$$

(5) 式에서 $E = 3,300V$ $f = 60Hz$ 이면

$$C_s \geq \frac{0.6 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 2 \times 3.14 \times 60 \times 3,300} = 0.27 \mu F$$

따라서 0.6A 以上の I_{g0} 를 흘리기 위해서는 接地 콘덴서 容量을 0.27 μF 以上 設置 하여야 檢出이 可能하게 된다. 또, 負荷側의 線路互長이 길 경우는 地絡繼電器의 檢出電流 I_{g0} 는 同一地絡抵抗 R_g 에 對하여 負荷側線路의 對地靜電容量으로 分流되는 만큼 電流分이 減少된다.

즉, (3) 式에서 $C_L = 0$ 일 때

$$I_{g0} = \frac{E/\sqrt{3}}{\sqrt{R_g^2 + \left(\frac{10^6}{3WC_s}\right)^2}} \quad (A) \dots\dots\dots(6)$$

로 되어 (3) 式의 $C_L = 0$ 인 時의 檢出電流 I_{g0} 와 比較하면 R_g 가 低下하지 않는한 繼電器 感度는 R_g 의 低下分만큼 내려가게 된다.

3. 使用上の注意事項

繼電器의 取扱에 있어서는 다음과 같은 項目을 注意하여야 한다.

- ① 周圍溫度 $-20 \sim 40^\circ C$ 의 場所에서 使用할 것
- ② 標高 1,000m 以下에서 使用할 것
- ③ 異常한 振動, 衝擊 또는 傾斜를 받지 않는 곳에 使用할 것
- ④ 靜止形 繼電器는 Transceiver 등을 極端에 近接하여 使用하지 말 것

⑤ 繼電器와 零相變流器는 必히 同一製造番號를 使用할 것

⑥ ZCT의 2次側端子 K, I에 Mega-Test等 直流를 흘려 絶緣測定 및 通電을 하면 ZCT core의 特性上 感度が 變化되므로 이와같은 測定은 絶對로 하지 말 것

⑦ 耐壓 또는 Mega-Test를 行할 경우는 Z_1, Z_2 間 또는 K I間을 必히 短絡시켜 놓고 行할 것

⑧ ZCT 2次端子를 開放한채로 1次側에 動作電流를 흘리지 않도록 할 것

⑨ ZCT의 試驗用 端子 K_1, I_1 는 短絡시키지 않을 것

4. 保守點檢 및 기타

繼電器의 保守點檢은 定期的으로 施行하고 取扱說明書를 整備하여 整定記錄, 動作記錄, 點檢記錄 등을 作成하여 保存하는 것이 바람직하다.

5. 結 論

受電設備에 使用하는 地絡繼電裝置는 地絡事故를 신속하게 檢出하여 事故區間을 系統으로부터 分離하고 波及事故를 豫防하여 同一系統에 連結된 數 많은 他需用家에 對한 動作原理 誤動作原理, 保守點檢 등을 숙지하여 完備한 設備의 運用만이 信賴性을 提高시킬 수 있을 것으로 思料된다. *

