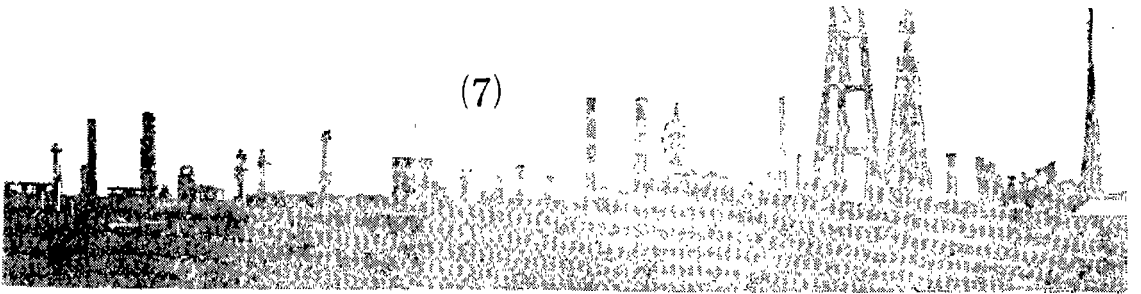


技師會員을 爲한 理論과 實務

自家用 電氣設備의 트리블事例



〈事例 4〉

地絡繼電器에 관한 것 地絡繼電器의 誤動作 事故

自家用 設備에서 地絡事故는 事故全体의 70%를 占한다고 한다. 電氣保安의 일에 從事하고 있는 여러분 중에는 高壓側의 地絡繼電器가 動作하였으나 그 原因을 찾을 수 없어 困難을 겪는 일이 있으리라고 본다.

이런때에 實地로 地絡事故가 있어 故障個所가 發見 안될 때와 設備에는 故障이 없으나 地絡繼電器의 誤動作을 할 때가 있다.

여기서는 地絡繼電器의 誤動作의 例를 살펴 보기로 한다.

誤動作의 狀況

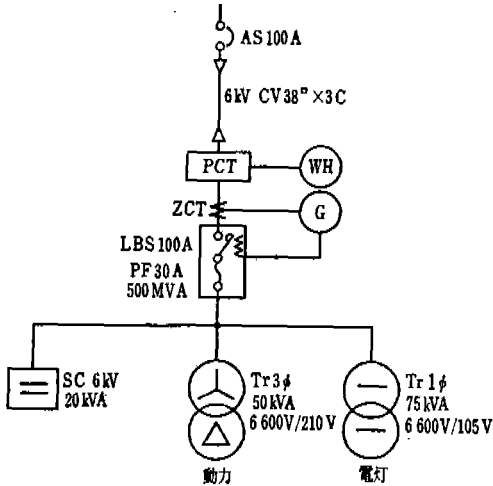
큐우비클식 高壓 受電設備의 構成은 그림1의 單線結線圖와 같고 氣中負荷開閉器에 地絡繼電器의 트립機構를 取付한 것이다.

深夜 輕負荷時에 地絡繼電器가 動作하여 全停電이 되었다. 이 需用家は 레자關係의 店舖로 停電은 營業停止가 되니까 큰 支障을 가져오게 되었다.

다음날 地絡原因을 調査하여 보니, 地絡을 한 흔적이 發見 안되고 大地間의 絶緣抵抗도 2000M Ω 이었다. 參考로 地絡繼電器의 動作試驗을 하여 보았으나 正常이었다.

거기서 原因不明인채 氣中負荷 開閉器를 投入하여 送電했다.

2~3日後에 深夜에 다시 地絡繼電器가 動作하



(그림-1)

였으나亦是 原因을 잡을 수 없었다. 그러던중 深夜가 되면 地絡繼電器의 動作하는 回數가 漸次 많아져 不得已 메이커에 連絡하여 繼電器를 交替하였다. 그리하여 繼電器 交替後는 深夜動作을 안하게 되었다.

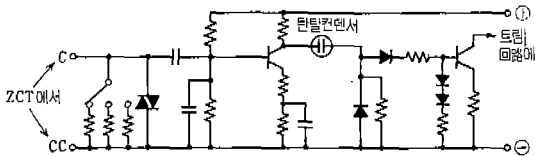
誤動作의 原因

高壓配電線은 普通 非接地式이다. 이 非接地式回路의 地絡保護에 使用되는 地絡繼電器의 動作 原理는 高壓母線에 零相變流器(ZCT)가 取付되어 있어 三相電流 벡터의 합이 零이 되는 것을 利用하여 地絡이 있을 때만 ZCT 二次側에 電流를 檢出하는 것이다.

그러나 ZCT의 一次電流와 二次電流의 比는 200ms/1.5ms가 標準이 되어 있으니가 高壓側에 地絡電流가 흘렸을 때 ZCT의 二次側에 檢出되는 電流는 매우 적은 값이다.

그리하여 地絡繼電器側에서는 半導體 回路를 利用하여 增幅하고 繼電器의 接點을 닫게 되어 있다. 이때문에 地絡繼電器는 高感度가 되어 誤動作할 때 도 많아진다.

이번 誤動作한 地絡繼電器를 메이커에 보내 原因



(그림-2)

을 調査하도록 依頼한 바 다음과 같은 事實을 알게 되었다.

繼電器의 半導體 回路가 그림2와 같이 되어 그 속에 使用되어 있는 *탄탈 컨덴서가 不良으로 漏洩電流가 크게 繼電器에 操作電壓을 가하였을 뿐으로 繼電器接點을 動作시켜 氣中負荷 開閉器를 트립시킨 것을 알았다.

이 때문에 深夜 輕負荷時에 자주 誤動作한 것은 深夜가 되어 配電線의 一般負荷가 적어지면 電源電壓이 上昇하거나 繼電器의 컨덴서의 漏洩電流가 커져 트립된 것으로 生發된다.

問題點

이 事例에서 地絡繼電器의 動作試驗을 實施해 가면서도 地絡繼電器의 原因이 發見되지 않았던 것이다. 이때 繼電器에 加하는 操作電壓을 조금 올려 120~130V 程度로 하면 電壓만이 動作하는 것을 發見하였을지도 모른다.

半導體를 使用한 地絡繼電器로 잘 誤動作하는 原因이 따로 많이 있으나 平常時 일어나는 事例로서는 다음과 같은 것이 있다.

(1) ZCT 二次回路가 電力線에 接近하여 電力線에서 誘導를 받았을 때 이때는 ZCT 二次線을 電力線에서 距離를 두게 하던가 二次線에 실드線을 使用하면 防止된다.

(2) ZCT에서 負荷側에 高壓케이블이 길 때 構内の 靜電容量이 크면 外部事故라도 構内の 地絡繼電器가 動作할 때가 있다.

構内케이블이 100m 以上이 될 때에는 方向性 地絡繼電器를 取付하면 誤動作을 막을 수 있다.

(3) 케이블에 ZCT를 取付하였을 때 케이블의 兩斷에 接地를 잡으면 誤動作할 때가 있다. 이때는 地中을 통한 漏洩電流가 케이블의 遮蔽鋼테이프를 分流하니까 誤動作이 된다.

케이블의 接地는 한쪽接地만 할 것이다.

(4) 電電流나 高壓電動機의 始動時 變壓器의 勵磁突入 등의 突入電流에 의한 誤動作 突入電流가 크면 ZCT의 磁氣的 不平衡에 따라 地絡時와 같은 電流가 흐르니까 誤動作의 可能性이 있다.

(5) 遮斷器의 三相不均衡 投入으로 誤動作, 遮斷器의 不均衡投入이 甚하면 地絡繼電器의 誤動作의 危險이 있다.

(6)케이블 등의 間歇地絡事故로 短時間 地絡이 發生하여 故障이 自然的으로 回復하는 時가 있다. 이 때는 地絡繼電器는 動作하나 故障이 回復된 후 메가테스트를 하여도 故障點은 發見하지 못할 時가 있다.

地絡繼電器의 性能에서 보면 短時間의 地絡으로 動作을 防止하는 것은 不可能하고 케이블이 漸次로 劣化하여 完全한 地絡으로 發展되어 故障點이 發見되는 것이 普通이다.

*** 탄탈 컨덴서란?**

電解컨덴서의 一種으로 陽極酸化 皮膜이 安定되어 있고 電解液과 長時間 接觸하여도 變質 劣化가 안되고 壽命이 Al 電解컨덴서의 約 10倍.

最初 電流가 매우 적고 漏洩電流가 적다. 相當히 高價品임.

地絡繼電器 內部的 接觸不良에 의한 誤動作

自家用 需用家에 設置되어 있는 高壓地絡繼電器 (GR)는 構內케이블 互長이 길기 때문에 생기는 不必要한 動作이나 誘導障害等に 依하여 不必要動작을 할 時가 있다. 이를 動作原因이 判明된 것은 또 對策이 세워지나 GR가 動作하였으나 原因이 잡히지 않을 時도 있다.

여기에 드는 例는 構內케이블의 互長이 比較的 長었다는 것 및 變電室內的 機器容量이 컸기 때문에 外部地絡事故에 의한 不必要 動作인가 生覺하였으나 GR의 테스트를 하고 있는中 偶然히도 不良動作이 判明된, 一例이다.

事故의 狀況

繁華街에 있는 某百貨店의 電氣室 高壓受電盤에 取付된 高壓地絡繼電器가 設置된後 約 10年 가까이 經過한 어느날 가을 비가 오는 밤중에 突然 地絡繼電器가 動作하여 受電 油入遮斷器 (OCB)가 遮斷되었다.

이 店舖는 飲食物도 取扱하고 있어 쥐가 걸린 것이나 高壓機器 配線 등의 點檢을 하였으나 異常이 없었다.

메가測定도 正常이다. 그러면 波及事故인가 하고 電力會社에 問議하였으나 그 時刻에 事故는 發生치 않았다는 回答, 電力會社와 連絡을 取하며 OCB를

投入하였으나 異常없이 受電하였다.

事故의 原因

다음날 아침 原因調査를 위하여 다음 2項目을 于先 調査하기로 하였다.

(1) 高壓受電 正常時에서의 構內의 大地充電電流測定 (耐電壓도 廉하여야 한다)

(2) GR의 動作테스트를 詳細히 한다.

以上을 調査한後 그래도 不明일 때는 GR의 內部的 點檢이든가 進相컨덴서의 高周波 電流의 關係를 調査하여야 할 것으로 生覺되었다.

우선 對地 絶緣抵抗과 對地充電電流를 測定하여 보면,

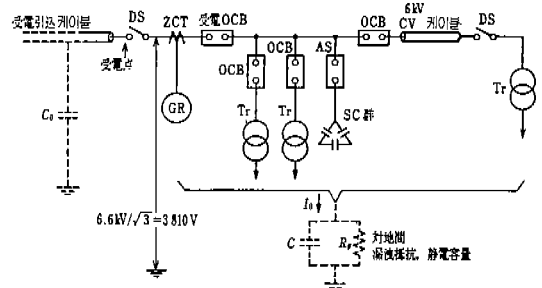
(1) 메가測定 受電盤 ZCT 以後 高壓部分 一括 ~ 大地間 120MΩ

(2) 對地充電電流의 測定 그림 1에서 健全時에 構內 高壓回路 一括의 對地充電電流의 測定으로 6.6 kW√3의 電壓을 印加하여 I₀의 값은 170mA가 되어 이값은 케이블의 互長과 機器容量에서 보면 妥當하다고 生覺되었다.

(3) 波及事故에 의한 地絡繼電器의 誤動作의 檢討 配電線等 電源側에서 地絡事故가 發生하면 構內의 對地靜電容量을 통하여 零相電流가 事故點을 向하여 흐른다. 이때는 GR의 感度電流는 整定 値가 400mA로 3線一括의 對地充電電流 170mA보다 크고 誤動作을 일으킬 原因이 되리라고는 生覺하지 않는다.

(4) GR의 動作試驗

GR의 動作試驗은 5個月 前에 實施하여 正常으로 動作하였으나 다시 한번 實施키로 하였다. GR에 100V 電源을 加하여 最初에 試驗用 P.B.SW는 正常的으로 動作 다음에 現狀에서의 動作確認을 위하여 0.4A 整定値로 試驗電流를 흘려 보내니까



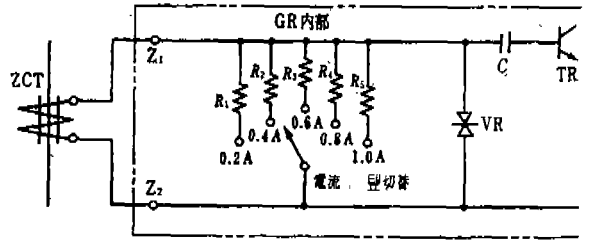
〈그림 - 1〉 對地間의 電流測定

0.04A 程度로 動作 電流計 렌지의 判讀差異인가 하여 다시한번 試驗電流를 흘려보내니까 이번에는 規定電流의 正常動作이 되었다. 이상하다 하고 整定 電流를 몇번 反覆하여 움직이니까 때로는 적은 電流에 의한 不良動作이 있었다.

그후 正常動作이 되었다. 0.6A 整定 電流值에도 같은 現象이 보였다. 이에 따라 GR의 誤動作은 電流整定 接點의 接觸不良이 原因이었던 것이 判明되었다.

GR이 動作하여 停電이 된 時刻은 深夜 3時頃으로 가느비가 오고있는 狀況에서 GR의 電流整定 電流의 接觸不良에 의하여 0.04A로 動作되는 狀態에 있어 그러한 條件下에 GR의 動作은 다음과 같이 推測되었다.

- i. 비가 오는 狀態에서 外部配電線路의 對地漏洩 電流가 흐르기 쉬운 狀態이었다.
- ii. 時間的으로 보아 가장 輕負荷 時間으로 大部分이 進相컨덴서의 電流로 高調波 電流를 많이 包含하고 있어 零相電流가 흐르기 쉬운 狀態였다.



(그림-2) 高壓地絡繼電器 (GR) 內部的 電流整定部分略圖

對 策

그림2에서 ZCT에서의 入力는 電流整定 部分의 電壓에 따라 增幅 回路에 보내지고 있으니까 電流整定의 接觸不良이 있으면 ZCT의 入力이 그대로 增幅 回路에 보내져서 整定值보다 적은 값으로 動作한 것이다. 地絡繼電器의 電流整定의 接觸不良에 注意하여야 할 것이다.

< 75 p에서 계속 >

표6에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

(1) 定格回轉數에 있어서의 시스템 全体로서의 효율은 VVVF보다 流体 커플링, 流体 클러치가 높다.

(2) 회전수가 90% 이하에서는 VVVF가 효율이 높으며, 低速이 될수록 그 차이가 크다.

3. 용 도

流体 커플링, 流体 클러치의 일반적 용도로서는

- (1) 電動機의 쿠온 스타아트
- (2) 負荷의 起動(전동기는 정격 회전수)
- (3) 負荷의 可變速 制御

인데, (3)은 효율이 나쁘므로 VVVF가 有利하다. 그러나 단순히 전동기의 시동용으로 사용하는 경우에는 VVVF를 사용하는 것 보다도 流体 클러치를 사용하는 것이 가격이 싸지고 (가격이 5~6 배의 차이가 있다) 定格回轉數時의 효율도 좋기 때문에 유리하다.

그리고 流体 커플링은 VVVF로는 제작 불가능 (또는 실적이 적다.)한 大容量機, 예를들면 발전소의 보일러 給水 펌프의 可變速 制御 등에 채용되고 있다.

(單位: [%])

風量	負荷回轉數	負荷電力	流体 커플링		流体 클러치		VVVF	
			消費電力	効率	消費電力	効率	消費電力	効率
100	100*1	100**	—**	—	106	94.2	114	88
97	97	91	102	89.5	100	91.3	103	88
90	90	73	88	82.7	86	84.6	83	88
80	80	51	70	72.9	68	74.8	59	87
70	70	34	55	61.9	53	63.7	39	87
60	60	22	45	49.3	43	51.0	26	86
50	50	12.5	43	28.8	41	30.0	15	84

(註) *1 電動機定格回轉數를 100%라고 한다.
 *2 風量 100% 時의 送風機軸動力을 100%라고 한다.
 *3 流体 커플링은 定格回轉數時 슬립이 있기 때문에 風量 100%에 達하지 않는다.