

電力系統特集

辛 大 承*

超高壓系統의 保護繼電方式

— 차 — — 레 —

- 1. 序 言
- 2. 345KV系統保護方式의 概要
 - 2.1 345KV線路保護繼電方式
 - 2.2 345KV Auto Transformer保護
- 3. 外國의 超高壓系 保護方式

1. 序 言

電力需要의 增大에 따라 送電電壓이 漸次 높아지는 것은 世界的傾向이며, 우리 系統도 電力需要의 繼續의 成長과 發電機單位容量의 大型化로 地域間 隔通電力은 增加趨勢에 있어서 現在 154KV보다 높은 345KV大容量送電電壓을 採擇하게 되었다.

이 345KV系統은 電力系統의 骨格을 이루고 있으므로 供給信賴度가 높아야겠으며 萬一 故障이 發生하였을 때 故障除去의 遲延이나 失敗를 할 경우, 그 影響이 全系統에 波及하여 大停電을 惹起할 可能性이 높으므로 系統構成의 強化와 더불어 保護繼電裝置도 從來보다 한층 높은 性能과 動作信賴度를 確保해야 한다.

또 345KV變電所는 $1\frac{1}{2}$ CB母線(또는 Ring母線)이나 單捲變壓器等 從來의 系統에는 없는 새로운 設備과 回路構成을 採用하기 때문에 保護繼電方式도 이들과 調和된 方式으로 해야 한다.

우리 系統에 適用할 345KV保護繼電裝置의 特色을 들면 아래와 같다.

첫째 : 送電線主保護를 二系列化한다. 即

一次主保護(1st Main) : 電力線搬送 距離方向比較方式으로서 Static Type Relay를 使用한다.

二次主保護(2nd Main) : 電力線搬送 또는 Micro波 制御Underreach轉送遮斷方式으로 電磁形 Relay 를 使用한다.

一次, 二次主保護에 各各 後備保護를 具備한다.

둘째 : 脫調檢出方式을 具備한다.

同期脫調時에 距離繼電器의 動作을 阻止하는 Trip阻

止繼電器를 附加하는 勿論이고, 그外에 回復不可能한 脫調時에는 適當한 位相角에서 系統分離하는 Trip繼電器를 具備한다.

셋째 : 345KV遮斷器에는 Breaker Failure Protection (Local back up protection)을 具備하여, 遮斷器가 故障除去에 失敗할 경우, 隣接遮斷器와 遠方線路遮斷器를 Trip하도록 한다.

넷째 : 過渡安定度向上을 目的으로 高速度一回 三相 또는 單相再閉路方式을 適用한다.

다섯째 : C.B Trip Coil, C.T를 2系列化하고 Line CPD를 設置하여 繼電裝置의 動作信賴度向上을 期한다. (그림 1 新沃川 S/S의 單線圖 參照)

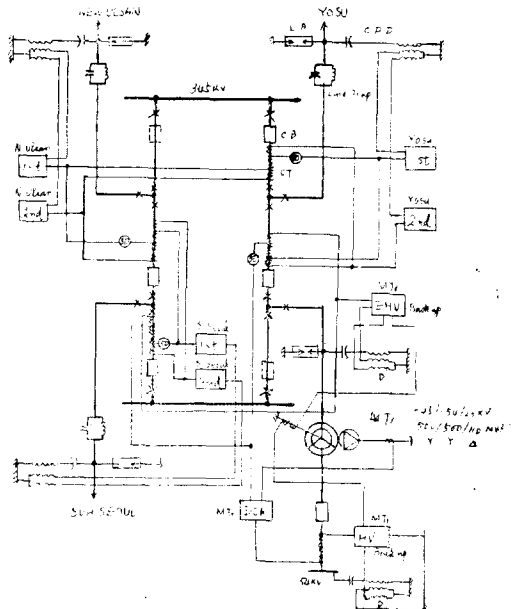


그림 1. 新沃川 S/S單線圖

* 正會員·韓電 系統運用部 繼電器課長

2. 345KV系統保護方式의 概要

2.1 345KV線路保護繼電方式

2.1.1 1次主保護(1st Main Protection)

우리 345KV用 配電盤은 G.E.C會社(英國 English Electric會社의 前身)의 製品이며 1st Main Protection은 從來 154KV系에 使用하고 있던 것과 同一한 原理方式인 電力線搬送距離比較方式으로서, 單一周波數 故障時 Trip阻止信號送出方式이다. 但只 主繼電器類가 Static type인 點만이 154KV系用과 다른 點이며 그 特色은 아래와 같다.

가. 短絡 및 地絡保護用으로 Mho形 距離繼電器를 쓰며, Measuring unit는 Zone 1, Zone 2後備保護用으로, Starting unit는 Carrier Trip및 Zone 3用으로 쓴다.

나. 外部故障時 Carrier Trip阻止信號의 發信은 地絡, 短絡用으로 모두 Imp形 距離繼電器를 使用한다.

다. 故障檢出用으로 高速度過電流繼電器를 附加한다.

라. P.T Fuse斷線時 距離繼電器의 誤動作을 防止하는 Fuse failue relay를 具備한다.

2.1.2 2次主保護(2nd Main Protection)

2nd Main Protection은 電力線搬送, 또는 Micro波制御 Under reach轉送遮斷方式이고, Frequency shift,

故障時 Trip信號送出方式이다.

그 特色은 아래와 같다.

가. 短絡 및 地絡保護用으로 Mho形 距離繼電器를 쓰며 Zone 1은 自端 Trip과 Trip信號 發信用으로 쓴다.

나. Mho starting relay와 受信接點動作으로 遮斷한다(Permissive Underreach)

다. 高速度 過電流繼電器를 故障檢出用으로 附加한다.

라. Carrier Transmitter Receiver(또는 Micro wave tone equipment)는 한端子當 2 Set를 設置하며 2nd Main Protection은 그 중 1 Set만을 Selector Switch로 選擇使用한다. Breaker Failure때 遠方의 線路遮斷器 Trip은 2 Set를 모두 使用하며 2 Set에서 同時에 Trip信號를 送信하여 遮斷시킨다.

(註) 轉送遮斷方式(Transfer Trip Scheme)은 指令遮斷方式이라고도 하며 그 原理는 「外部故障에는 絕對動作하지 않으며 保護區間의 故障에만 動作하는 繼電器를 保護區間의 兩端子에 設置하여 그 繼電器가 動作한 端子에서 Trip함과 同時에 他端에 Trip指令信號를 보내 나머지 端子도 同時에 遮斷하는 방식」을 말한다.

制御 Underreach形轉送遮斷方式(Permissive under reach)은 그림 2와 같이 Zone 1이 動作하면 Trip함과

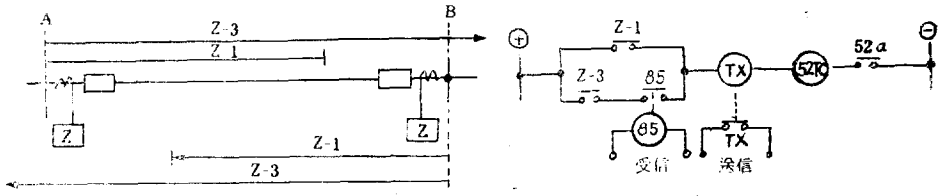


그림 2. Permissive underreach transfer trip scheme

同時에 Trip信號를 發信하고, 相對端은 受信信號만으로 Trip하지 않고, 故障檢出用인 Zone 3動作을 條件으로 Trip하는 방식이다.

2.1.3 脫調繼電方式

電力系統은 合理的運用을 目的으로 長距離送電線을 連繫하여 定態安定極限近傍에서 運轉하는 경우가 많으므로 系統內의 故障이나 負荷急變으로 脫調한 機會가 있다. 이를 防止하기 위하여 送電線增設에 依한 系統의 強化, 故障의 高速度除去 및 再開路等を 實施하여 安定度を 向上시켜 脫調을 일으키지 않도록 하고 있다. 同期脫調現象은 2群의 發電機의 同期가 벗어나는 것이며 同期가 벗어나면 發電機間의 電壓位相이 相對的으로 變하여 逆位相이 될 때는 發電機間의 電氣의 中心點에 3相短絡이 생긴 때와 같은 電流가 흐른다.

그러므로 一般的으로 脫調繼電器를 設置하여, 脫調時 線路用 短絡距離繼電器의 動作으로 系統이 無秩序하게 解列되는 것을 防止하고 더 나아가 回復不可能한 脫調인 때는 適當한 連繫點에서 系統은 分離하고 單獨으로 運轉을 維持할 수 있도록 해야 한다.

이 系統分離點은 脫調檢出이 確實히 되는 地點이어야 하고 또 分離後에도 各分離系統이 系統을 復舊할 동안, 또는 他發電機를 並列로 넣을 때까지 各各 獨立한 負荷에 맞추어 安定하게 運轉possible한 地點이어야 한다.

脫調時 Trip 阻止繼電器는 線路用短絡距離繼電器에는 一般으로 全部 設置하며 그림 3과 같이 距離繼電器의 Zone 3에 同心圓이 되는 Offset Mho形 距離繼電器 OS를 두어 繼電器에서 本 Impedance Locus가 脫調

時에는 서서히, 短絡故障時에는 瞬時に 移動하는 時間 差로서 區別 檢出한다.

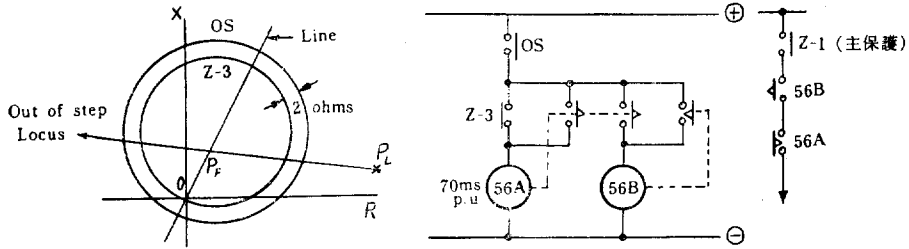


그림 3. 脫調 Trip阻止回路

Zone 3과 OS間은 大體로 2 ohm의 Margin을 두며 脫調時 두 Relay의 動作時間은 70ms 以上の 時間差를 갖게 되므로 그림 3과 같이 回路를 만든다.

한편 脫調Trip繼電器는 前述한 바와 같이 適當한 系統分離點에만 適用해야 하며, 154KV系에는 使用치 않았으나, 345KV系에는 檢討後 使用豫定이다. 脫調

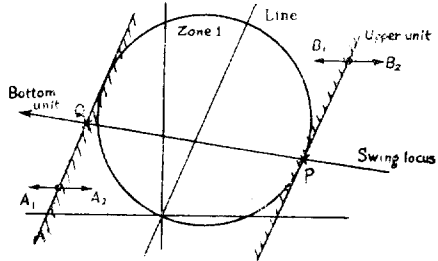


그림 4. Out of step trip

Trip繼電器는 그림 4와 같이 回復不可能한 脫調때에 動作하도록 Blinder形 Ohm繼電器로 되어 있다.

脫調時的 Impedance Locus가 그림의 P點으로 들어가서 Q點으로 나갈 때는 回復不可能한 脫調로 判斷되므로 Trip指令을 내린다. 이 繼電器는 Bottom unit A와 Upper unit B가 있어 接點들은 Imp locus가 그림의 화살표방향에 있을 때 動作하며, 이들 接點을 組合

連結하여 上記의 機能을 갖도록 하고 있다.

一般으로 脫調 Trip때는 再閉路回路는 Lock시킨다.

2.1.4 Breaker Failure Protection

345KV系에 故障이 發生하면 保護繼電裝置가 動作하여 遮斷指令을 내리는데 該當 遮斷器故障으로 遮斷을 하지 못하면 故障機器나 線路의 被害를 擴大시키고 나아가 系統全體를 무너뜨릴 危險을 招來할 수도 있다. Breaker Failure保護는 이에 對備한 것으로서 故障除去를 못할 경우 隣接遮斷器라도 遮斷케 하여 事故를 最少量으로 抑制하도록 하는 것이다.

그림 5의 345KV Ring Bus配置에서 Line 1에 故障이 發生하면 遮斷器 A.D를 開放하여 故障를 除去하는데 가령 遮斷器 D는 開放되고 A는 故障으로 遮斷을 하지 못하였다고 하면 隣接한 遮斷器 B와 Line 2의 遠方遮斷器가 高速度로 故障를 除去해야 할 것이다.

그림 5는 A遮斷器의 Breaker Failure 保護이며 Line 1故障때 CB A가 遮斷失敗면 A遮斷器의 62X가 勵磁되어 瞬時過電流繼電器(50)動作을 條件으로 Timer 62T가 勵磁되며, 62T는 8~12cycle後 Lock out relay 86을 動作시켜 86接點이 CB B를 Trip시키고 同時に Transfer trip用 Carrier Set 또는 Micro wave set의 Channel 1,2를 發信시켜서 Line 2의 相對端 遮斷器

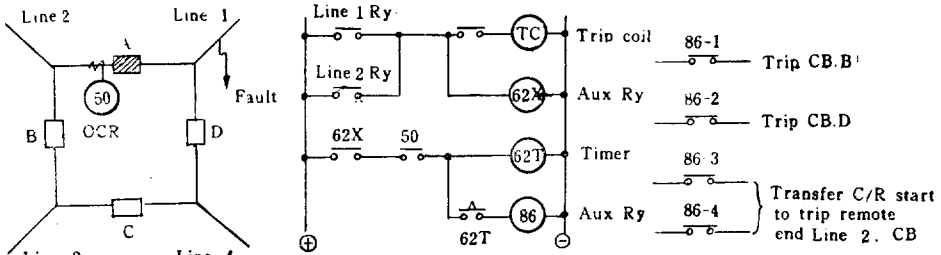


그림 5. Breaker Failure Protection

도 trip시킨다.

2.1.5 再閉路繼電方式

送電線事故의 大部分은 雷擊에 의한 閃絡事故이므로 事故區間을 高速度로 遮斷하여 送電線을 無電壓으로

하면 事故點 Arc는 消滅하며 消ion時間 經過後 遮斷器를 投入하면 그대로 送電을 繼續할 수 있는 경우가 大部分이다.

3相再閉路인 경우, 이 無電壓時間은 154KV系에서

는 13~18cycle, 345KV系에서는 15~21 cycle로 하는 것이 一般이며, 單相再閉路인 경우에는 2次Arc電流때문에 좀 길어지며 345KV系에서는 35~55 cycle로 생각하고 있다.

再閉路의 目的은 系統安定度向上이며 345KV系에서는 3相再閉路를 原則으로 하고 있으나 初期의 一回線構成段階에서는 不得已 單相再閉路를 適用할 豫定이다.

우리 345KV線路의 再閉路方式의 特色은 아래와 같다.

가. 高速度一回 再閉路方式이다.

나. 三相再閉路 또는 單相再閉路가 可能하며 Selector Switch로 選擇한다.

다. 再閉路條件은 同期檢出 또는 電壓檢出方式으로 確認한다. 即 한 端子의 2個遮斷器中 1個는 母線電壓有 線路電壓無의 條件으로 先行投入하고 다른 1個 및 相對端 2個는 同期確認으로 再閉路한다.

라. Pilot channel off, Back up trip, Breaker failure trip, 脫調Trip때는 再閉路않는다.

2.1.6 保護關聯設備의 系列化

保護裝置의 動作信賴度를 向上시키기 위하여 一次主保護와 二次主保護關聯設備를 二系列化한다. 即 一次主保護와 二次主保護는 各各 別途 C.T.를 使用하고 Line CPD의 2次卷線, 3次卷線을 別途로 使用한다. 遮斷器도 2個의 Trip coil을 갖고 있어 一次, 二次主保護는 別途의 Trip回路를 갖는다.

2.2 345KV Auto Transformer保護

345KV主變壓器는 單相單捲變壓器 3臺를 結線하여 345/154/23KV, 500/500/110MVA Y-Y-△로 使用한다. Tr保護는 從來와 크게 다를 것이 없으나 아래와 같은 特色이 있다.

가. 主保護는 4抑制卷線形, Harmonic Restraint付 電流差動繼電器를 쓴다.

나. 主變壓器의 1次(345KV)와 2次(154KV)側에는 後備保護로 2段距離繼電器 및 方間地絡繼電器를 使用하고 動作方向은 變壓器의 內部方向으로 한다.

3次(23KV)에는 過電流繼電器를 後備保護로 適用한다.

다. 再閉路方式은 適用않는다.

以上으로 우리 345KV系 保護繼電方式을 概略적으로

說明하였다.

3. 外國의 超高壓系 保護方式

美國의 保護方式은 우리系統과 類似하여 一般으로 1st Main은 電力線搬送距離方向比較方式이고, 2nd Main은 電力線搬送 또는 Micro wave制御 Overreach (또는 Underreach)轉送遮斷方式을 使用한다.

1st Main은 完全 Static화된 Relay로서 Logic Circuit로 構成되어 있으며 動作時間은 1 1/4 cycle 程度로 短縮되어 있다.

또 다른 點은 再閉路條件의 確認없이 無條件 High speed reclosing하는 點이다. 이것은 美國과 같이 系統連繫가 強하여 安定된 系統構成으로 되어 있을 때에는 確認적으로 可能한 것이라 생각된다.

日本의 500KV系統保護方式은 Micro wave에 의한 各相位相比較를 二系列 設置하고 있다. Micro wave 6 Channel을 1個線路當 使用하고 있는 셈이다. 其中 1系列은 正波比較 또 한系列은 負波比較로서 2組를 OR接續하여 高速度化하고 있으며 動作時間은 1 3/4 cycle程度로 短縮되어 있다. 繼電裝置는 完全 Static化되어 Logic Circuit로 되어 있고, 自動監視裝置를 附加하여 繼電裝置를 常時監視하므로써 動作信賴度向上을 期하고 있다.

後備保護로는 電力線搬送方向比較方式을 適用하고 있다.

또 다른點은 再閉路에서 多相再閉路方式을 適用하여 連繫線遮斷을 防止하고 安定度向上을 期하고 있는 點이다. 即 500KV送電線은 二回線鐵塔으로 構成되어 二回線同時事故가 많이 豫想되므로, 回線間에 걸친 多重事故時에도 兩回線의 同一한 二相이 同時事故가 아닌 限 再閉路할 수 있도록 하는 方式이다.

500KV母線構成은 1 1/2 CB母線外에 4 BUS Tie複母線도 많이 使用되고 있어 이에 對應한 母線保護方式을 갖추고 있는 點이 우리 系統과 다른 點이다.

參 考 文 獻

1. 345KV保護繼電方式解説 1974.7 韓電繼電器課
2. 保護繼電器ヘンドブシク電氣書院