

超高压 送電線 保護繼電方式 適用에 關한 檢討

李 鍾 根
(韓電 發電部長)

趙 炳 文
(韓電 發電部 系統保護課長)

白 榮 基
(韓電 技術研究本部 專門員)

■ 차 례 ■

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. 序 言 | 에서의 対策 |
| 2. 送電線保護繼電方式의 現狀과 展望 | 3. 送電線保護繼電方式適用에 對한 韓電의 方向 |
| 2. 1 保護繼電方式의 하드웨어 側面 | 3. 1 超高压送電線保護繼電方式의 改善方向 |
| 2. 2 送電線保護繼電方式自体(소프트웨어)側面 | 3. 2 超超高压送電線保護繼電方式의 適用方向 |
| 2. 3 最近電力系統의 構成傾向과 送電線保護方式 | 參考文獻 |

當會社에서는 電力系統의 大容量·超高压·趨勢에 對한 檢討을 하고자, 約1年間에 걸쳐, 送電線保護方式의 適用現狀을 再檢討하고 앞으로의 適用方向을 設定하기 爲하여 外國의 電力會社와 保護繼電器製

作會社의 保護方式을 調査 檢討한바 있다. 아래의 內容은 이 報告書內容을 中心으로 送電線 特別 超高压送電線의 保護方式의 現狀과 展望 및 當社의 方向을 要約한 것이다.

1 序 言

電力系統은 發電機, 變壓器, 母線, 送電線 등을 主로 해서 構成되어 있지만, 이러한 設備中에서 送電線이 그 設置環境의 要因 때문에 가장 事故를 받기 쉬운 設備가 되고 있다.

그런데 이렇게 發生頻度가 높은 送電線 事故를 正確하게 그리고 迅速하게 除去하지 않으면, 健全線路로 波及되던지 또는 事故除去後 安定度를 維持하기 어려워서 系統全體를 不安定하게 할 수도 있다. 이러한 意味에서 볼때 送電線 保護繼電器의 役割은 극히 重要하다고 생각된다. 그런데 送電線 保護繼電器는 그 動作頻도가 높을뿐 아니라 保護方式 自体의 構成도 가장 複雜하기 때문에 電力系統에 設置된 여러가지의 保護裝置中에 中心의인 存在가 되고 있다.

한편 送電線의 構成形態가 初期의 單位送電線의 意味로 부터, 電力系統 構成의 한 重要한 要素로 發展

되어 이의 構成與否가 全體 系統運轉에 큰 影響을 미치게 됨에 따라 送電線 保護方式도 系統全體 保護方式과 關聯되어 發展되고 있으며, 最近에는 電力系統의 構成이 廣範圍하게 多分歧化, 複雜化되고, 電力系統設備의 利用率 向上, 運用의 多樣化 등에 따라 長距離·大容量의 送電線이 登場하고 超超高压 送電系統, 直流送電系統 등의 適用 趨勢에 의거 送電線 保護方式은 더욱 高度化, 多樣化되어 가고 있는 實情이다. 때문에 送電線 保護方式에 對한 研究·開發과 그 適用 및 運用方法에 對한 끊임없는 研究·노력이 電力會社나 保護繼電器 製作會社의 立場에서 共히 要請되고 있다.

2 送電線 保護繼電方式의 現狀과 展望

2.1 保護繼電方式의 하드웨어 側面

1901年 美國에서 過電流繼電器가 처음으로 使用되어온 以來, 여러가지 種類의 繼電器가 開發 使用되

어 왔지만, 保護繼電器의 하드웨어를 動作原理로 分類해 보면, 크게 나누어 可動鐵片形, 誘導形 및 静止形의 3가지로 分類할 수 있다. 또 여기서 可動鐵片形과 誘導形은 이른바 電磁機械(Electromechanical Type)으로 묶어 불려지고 있고, 現在는 이 電磁機械式과 静止形(Solid State 또는 Static Type)의 2가지로 區分하여 開發과 適用에 分類되고 있다. 그러나 1960年代末부터 全静止形 保護裝置가 超高壓系統에 適用되어온 以來, 保護繼電器의 新技術은 거의 静止形을 中心으로 開發되어 오고 있다고 말해도 좋다.

電磁機械形 繼電器 가운데 플란저(Plunger)나 힌지(Hinge)形은 直流分에 應動하여 振動에 弱하고, 또 動作値와 復歸値의 差가 큰 點 등의 短點이 있지만, 아직까지는 價格이 싼 點 때문에 계속해서 使用되어지고 있으며, 誘導形도 誘導円板形과 誘導円筒形은 광범하게 使用되고 있다.

이것은 被保護 電力系統의 系統電壓이나 重要性이 繼電器의 動作原理를 選擇할 때 큰 決定要因이 되고 있는 것을 意味하고 있다. 결국 現在 時點에서 볼 때 新技術의 새로운 機能과 性能을 가진 静止形繼電裝置가 開發되고 있더라도 系統保護의 어떤 分野에서는 電磁機械形 繼電器가 계속사용될 것으로 思料된다.

静止形繼電器에 對해서도 多樣化하고 있다. 最近의 静止形繼電器의 技術開發에 큰 공헌을 하고 있는 것은 한마디로 半導체素子の 變化와 進歩에 있다고 말할 수 있다. 겔마니움(Ge)素子로부터 실리콘(Si)素子로, 트랜지스터(Transister), 다이오드(Diode) 등으로 부르는 디스크리트(Discrete)素子로부터 集積回路(IC)로, 小規模 集積回路(IC)로부터 大規模 集積回路(LSI)에로 進歩되어 마침내 마이크로프로세서(Micro-Processor)가 出現하게 되었다.

이러한 半導체素子の 變化는 保護繼電시스템 特別히 静止形繼電시스템에 적지않은 影響을 미쳐, 繼電器의 하드웨어를 多樣化하는 하나의 原因이 되고 있으며, 最近에는 “아나로그(Analog) 繼電器가 優秀한가”의 善意의 論爭이 일고 있는 實情이다. 또 1970年代初 컴퓨터 繼電器의 理論이 美国 W·H에서 最初로 發表된 이래 1980年 부터 일부 實用化되어 試驗段階에 있다.

이러한 世界的인 趨勢에 對하여 国内 保護繼電器 製作技術의 水準은 先進国보다 거의 半世紀 程度가 뒤떨어진 狀態인 電磁機械形(誘導形이나 플란저形)의 單純한 繼電器만 製作하는 狀態에서 路步하고 있다. 또 韓電이 그동안 送電線 保護配電盤을 導入 適用한

過程을 繼電器의 하드웨어 側面에서 보면, 先進国(美·日) 電力會社에 比하여 10餘年 程度를 뒤져가고 있는 셈이다. 우리 電力系統은 1967年에 154 kv 送電系統이 直接接地方式으로 轉換됨과 同時에 電力系統으로서의 面貌를 어느 程度 確固하게 構成하였다고는 할 수 있지만, 送電線 保護繼電裝置의 導入適用過程을 보면, 先進国에서 1940~50年代에서 부터 使用하기 始作한 電磁機械形의 送電線保護用 搬送保護配電盤을 우리는 1960年代末頃부터, 1960年代 初盤의 半静止形 配電盤을 우리는 1973年 345 kv 送電系統導入과 더불어, 1960年代末부터 先進国에서 使用하기 始作한 全静止形의 配電盤을 우리는 1970年代末에 適用을 始作한 셈이다.

2.2 送電線保護繼電方式 自体(소프트웨어) 側面

送電線 保護方式은 被保護繼電系統의 發展過程과 더불어 여러가지 種類가 開發·適用되어 왔으며, 現在까지 適用되어온 送電線保護方式의 種類는 數+個에 達하고 있다. 아래에 그 方式들을 要約·整理해 본다. 于先 保護方式들을 그 保護原理的으로 分類해 보면 대략 다음의 7가지로 大別할 수 있다.

- 差電流原理를 利用한 方式(파이롯트 와이어 繼電方式, 傳送 電流 差動繼電方式 등)
- 電流位相比較繼電方式
- 方向比較繼電方式
- 距離測定方式(距離繼電方式)
- 電流(電力) 平衡繼電方式(回線選擇繼電方式)
- 過電流 繼電方式
- 其他

다시 送電線保護方式의 發展過程과 事故區間 選擇遮斷性能 向上의 順序로 分類해 보면 대개 아래와 같은 4가지의 方式을 들 수 있다.

- 過電流繼電方式(①)
- 平衡繼電方式(電流 또는 電力) (②)
- 距離繼電方式(③)
- 파이롯트(Pilot)繼電方式(④)

현재까지 適用되어온 送電線保護方式을 다시 保護方式適用을 爲한 側面에서 細分을 해 본다. 크게 나누어 非파이롯트와 파이롯트 繼電方式으로 分類된다.

- * 非파이롯트 繼電方式
 - 過電流繼電方式
 - 定限時過電流繼電方式
 - 反限時過電流繼電方式
 - 瞬時要素付 反限時過電流繼電方式
 - 方向過電流繼電方式

- 平衡繼電方式(回線選擇繼電方式)
 - 電流平衡繼電方式
 - 電力平衡繼電方式
 - 임피던스 平衡繼電方式
 - 距離繼電方式
 - 段階限時(方向)距離繼電方式
 - 比例限時(方向)距離繼電方式
 - * 파이롯트 繼電方式(이것은 다시 繼電方式(保護原理)과 信號方式에 의거 分類할 수 있다)
 - (繼電方式에 依한 分類)
 - 方向比較繼電方式
 - 方向比較沮止(Blocking) 繼電方式
 - 方向比較非沮止(Unblocking) 繼電方式
 - 轉送遮斷繼電方式
 - 制御오바리치(Permissive Overreach) 轉送遮斷繼電方式
 - 制御언더리치(Permissive Underreach) 轉送遮斷繼電方式
 - 非制御언더리치(Non Permissive Underreach) 轉送遮斷繼電方式(또는 直接 언더리치(Direct Underreach) 轉送遮斷繼電方式)
 - 캐리어 액셀러 레이션(Carrier Acceleration) 繼電方式
 - 位相比較繼電方式
 - 標本量位相比較繼電方式
 - 單位相比較繼電方式(主로 沮止方式)
 - 複位相比較繼電方式(主로 非沮止 또는 轉送遮斷方式)
 - 各相(Segregated) 位相比較繼電方式
 - 電流比較繼電方式
 - 表示線(Pilot wire) 繼電方式
 - 直流表示線繼電方式
 - 方向比較方式
 - 轉送遮斷方式
 - 交流表示線繼電方式
 - 電流循環方式
 - 電壓反向方式
 - 傳送電流 差動繼電方式
 - FM傳送電流差動繼電方式
 - PCM傳送電流差動繼電方式
 - 組合方式
 - 位相比較·方向比較組合繼電方式
 - 轉送遮斷方式과의 組合方式
- (信號方式에 依한 分類)

- 表示線(Pilot Wire) 繼電方式
 - 電流比較繼電方式
 - 方向比較繼電方式
 - 轉送遮斷繼電方式
- 搬送繼電方式
 - 方向比較繼電方式
 - 位相比較繼電方式
 - 電流比較繼電方式
 - 轉送遮斷繼電方式

파이롯트 와이어
光화이버 케이블

電力線 搬送
通信線 搬送
마이크로 웨이브 搬送

以上에서 送電線 保護方式의 種類를 言及하지만, 送電線 保護方式의 中心은 主幹送電系統에서 主로 使用되고 있는 파이롯트 繼電方式이라고 할 수 있다.

이 파이롯트 繼電方式을 中心으로한 送電線保護方式의 發展過程과 現狀을 살펴보면, 1912년에 美國 GE에서 電力線搬送繼電方式이 發表되어 1933년에 美國에서 처음으로 實用化 되었으며, 日本의 경우는 1950年代 初에 實用化되었다. 이때 처음으로 實用化된 方向比較繼電方式 繼電裝置들은 誘導円筒形 距離繼電器의 開發과 同時에 이루어진 것이다. 대체로 새로운 保護方式의 出現은 새로운 하드웨어의 開發을 同伴한다고 말할 수 있다. 1960年代 初盤 美國과 유럽에서의 位相比較繼電方式의 開發은 當時 眞空管中心으로 製作된 캐리어 셀의 사용으로 缺陷이 있었으나, 그 後 트랜지스터, 다이오드 등의 電子部品 製作 技術의 進歩에 따라 1960年代 末부터 實用化된 全静止形의 位相比較繼電方式과 이미 이전에 本格的으로 使用되었던 方向比較繼電方式, 轉送遮斷繼電方式, 表示線繼電方式 등이 現在까지의 主幹系統送電線用 主保護方式으로 主로 適用되어 왔다고 할 수 있다.

超高压送電系統 主保護方式의 主流는 1970年代 初까지만 해도 方向比較繼電方式이었지만, 그 後 保護用 信號傳送方式이 電力線搬送 뿐만 아니라 마이크로 波搬送도 可能하게 되었으며, 全静止形 繼電器 配電盤의 現場試驗에 依한 지지耐量 및 信賴性이 立證되어, 마이크로 波 搬送을 利用한 各相位相比較繼電方式이 實用化되어 많이 使用되어 오고 있다. 또 1980年代 初부터는 主保護方式으로, 마이크로 波 搬送 또는 光信號方式의 信號傳送方式을 利用해서, 電流의 瞬時波形을 傳送하여 電流差動 判定을 行하는 所謂 傳送電流 差動繼電方式이 開發·試驗되어 일부 適用되고 있다.

이 방식은 波形傳送手段에 따라 周波數變調(Frequency Modulation : FM) 방식과 펄스코드 變調(Pulse Code Modulation : PCM) 방식으로 分類되지

만 現在 두가지 모두 實用化 段階에 있으며 이 방식이 가장 最近에 開發된 送電線保護用 主保護方式이라 할 수 있다.

今後 主保護方式의 開發은 PCM 傳送電流 差動繼電方式과 같이 디지털의 傳送方式을 活用할 수 있고 또 動作原理도 디지털 繼電器로 컴퓨터(마이크로 프로세서)形으로 構成할 수 있는 方式을 主体로 推進될 것으로 展望된다. 이렇게 主保護方式(파이롯트繼電方式)은 多樣하고 華麗하게 開發되어 왔지만, 이른바 後備保護方式은 基本的으로 큰 變化없이 適用되고 있다. 그러나 近年에 와서 系統이 複雜多岐하게 構成되에 따라 從來의 後備保護方式(段階限時距離繼電方式, 方向過電流繼電方式 등)으로는 어려운 點이 많이 發生되고, 또 高抵抗地絡事故에 對한 保護對策도 要求되고 있기 때문에 後備保護의 性能向上 問題도 重要한 課題가 되고 있다.

送電線保護繼電器 配電盤의 國產化 計劃이 政府에 의거 이미 樹立되어 1981년에 154kw 級 送電線 保護配電盤, 83年度에 345kw 級 까지도 國內에서 供給可能토록 計劃되었지만, 現在로는 保護方式의 소프트웨어나 하드웨어 側面 共히 國內業界에서 進혀 이에 따르지 못하고 있고 앞으로도 상당 期間의 遲延이 予想된다.

한편, 送電線保護方式에 對한 韓電의 導入過程을 살펴보면 先進國에서 1970年代 初까지 主保護로 主로 많이 使用했던 方向比較繼電方式, 表示線繼電方式등을 지금까지 繼續 使用하고 있으며, 그 後에 先進國에서 本格的으로 많이 使用해왔던 位相比較繼電方式이나, 最近에 開發·適用되고 있는 傳送電流差動繼電方式은 아직 導入치 못하고 있는 實情이다. 물론 現在 使用하고 있는 方向比較繼電方式이나, 送遮斷繼電方式, 表示線繼電方式 등이 主保護 方式으로 性能이 不足한 方式이라고 斷定할 수는 없다. 왜냐하면, 各 方式이 모두 長·短點을 가지고 있기 때문이다.

2.3 最近電力系統의 構成傾向과 送電線保護方式에서의 對策

電力系統 構成의 變化와 系統運轉條件 및 環境의 變化 등에 따라 送電線 保護方式에서도 새로운 機能이 要求되고 있다. 先進國에서 이미 對策을 講究한 事項이 많지만, 우리 電力系統에서도 이러한 問題點이 一部는 現在 臺頭되고 있으며 不遠間에 構體的인 對策을 講究해야 할 것으로 思料된다. 아래에 그 重要事項을 몇가지를 紹介한다.

1) 主幹 系統送電網의 大容量化 長距離化

이 問題는 最近의 臺頭事項은 아니지만, 今後에 더욱 問題가 強하게 나타날 수 있는 要因으로 予想된다. 이와 같은 大容量, 長距離 送電系統에서는 事故電流와 負荷電流의 差가 적게 되며, 또 繼電器 動作時間을 短縮하고, 安定度를 向上시켜 大容量送電에 기여할 必要가 있기 때문에 새로운 保護方式 即 保護方式의 改善이 要求되고 있다.

2) 系統潮流의 影響

常時 潮流의 影響을 받아 繼電器가 보는 임피던스가 크게 變化하는 일이 없는지, 또 어떤 경우는 定量的으로만 計算을 하여 變形距離繼電器로서는 檢出이 不可能하지는 않는지, 등을 檢討해야 한다. 萬若 不可能하다면 潮流의 影響을 받기 어려운 繼電器를 適用하지 않으면 안된다. 例를 들면 不平衡 短絡에서는 逆相分檢出 등의 方式을 適用하는 것이다.

3) 超高壓 系統의 多端子化

電力設備 用地 確保에 어려움을 갖고 있는 日本에서는 이미 主幹 送電系統網을 多端子(大部分이 3端子) 構成하는 實例가 增加하고 있다. 우리 電力系統도 設備節減이나 用地 確保難을 解消하기 爲해서는 必히 多端子 構成이 要請될 것으로 思料된다. 그러나 이렇게 多端子로 構成할 경우 保護上에는 아래와 같은 問題點이 提起된다.

가) 內部事故時의 事故電流 流出 問題

一般적으로 構成되는 2端子 送電線에서는 內部事故時에 事故電流는 반드시 事故線 兩端子로부터 流入하지만, 多端子 送電線에서는 內部事故에도 事故點의 位置등에 따라서는 事故電流의 一部가 事故線으로부터 流出하는 경우가 있다. 그림 1과 같은 3端子 系統에서는 1回線의 遮斷器가 開放中이기 때문에 C 端子의 事故線 電流는 流出方向이 된다.

이 때문에 2端子 送電線 保護用으로 採用되고 있는 位相比較나 方向比較繼電方式에서는 保護가 不可能하게 된다. 特히 流出電流가 크면 클 수록 保護가 더욱 어렵게 된다.

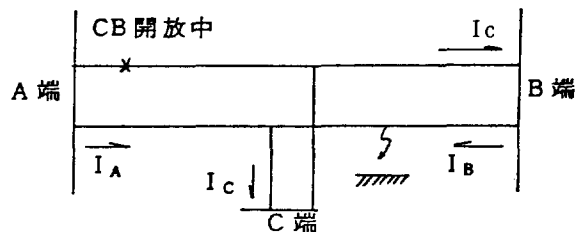


그림 1. 三端子系統에 있어서의 事故電流의 流出

나) 事故電流에 負荷電流가 重疊하는 問題

그림 2와 같은 3 端子 系統에서는 事故點 F가 距離가 긴 送電線의 遠方(C 端側)에 있기 때문에 事故電流 I_F 가 적게 되고, 또 짧은 線으로 比較의 近距離에 있는 B 端子에의 負荷電流 I_L 이 큰 경우가 있다. 이 경우 A 端 및 B 端의 通過電流 I_A, I_B 는 다음式으로 表示된다.

$$I_A = I_{FA} + I_L, \quad I_B = I_{FB} - I_L$$

크기와 位相에 따라서는 그림 2 (b)의 位相角差 θ 가 크게 되어 逆位相이 되기 때문에 内部事故인데도 不拘하고 外部事故처럼 보이게 한다.

4) 超高压 系統의 루프化

그림 3과 같이 系統이 多重으로 루프化되면, 事故電流의 分流에 의해 電源端의 流入電流가 적게 되어 電源端 固定方式의 位相比較繼電方式에서는 動作이 困難하게 된다.

5) 高調波電壓, 電流成分의 增大

超高压 地中케이블의 擴大 및 力率改善用 스타콘 등에 의해 對地 靜電容量이 增大하고 있으며, 이것에 隨伴되어 故障時 過渡直流分이 增大한다던지 또는 基本波에 가까운 낮은 次數의 高調波(第 2~第

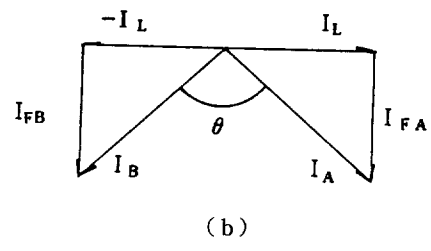
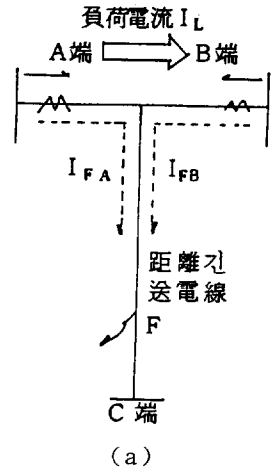


그림 2. 事故電流와 負荷電流의 重疊現狀

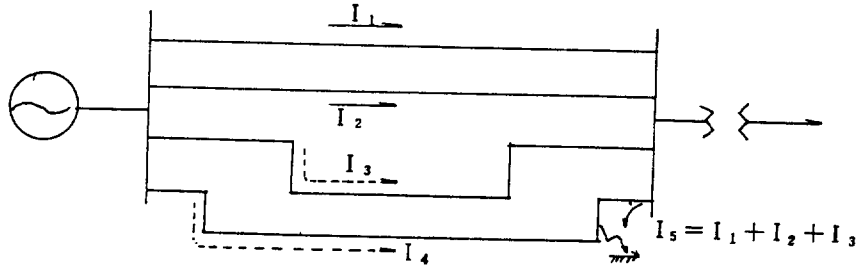


그림 3. 루프 化系流

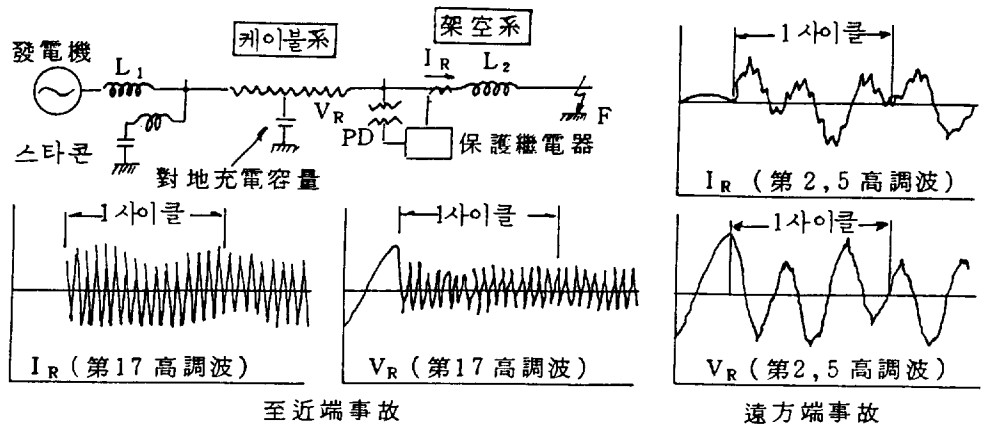


그림 4. 超高压 케이블系流 高調波 分析(例)

4調波)가 發生하여 故障電流 減衰時定數가 長時間化(數百 ms 以下)하는 傾向이 있다. 그림 4는 이러한 系統의 高調波 發生의 例를 表示한 것이다. 이러한 現象때문에 商用 周波數를 基本으로 하고 있는 保護繼電器는 動作時間 遲延 및 減度低下등의 問題가 發生될 수 있으므로 事故時 過渡現象의 影響을 輕減하는 對策이 要望된다.

6) 共架系統의 增大

送電線 鐵塔用 用地難을 解消하기 爲하여 日本, 유럽等地에서는 直接接地系統을 上位回線, 抵抗接地系統을 下位回線으로 하는 所謂 共架送電系統을 많

이 運用하고 있는데 우리 電力系統도 不遠間에 이러한 系統을 導入할 것으로 豫想된다. 이러한 系統에서는 電線配置의 不平衡때문에 上位回線의 潮流 및 上位回線地絡 事故時의 電流에 依해서 發生되는 零相電流에 依하여 下位回線에 靜電 및 電磁誘導電壓을 發生시키며, 回線間 零相循環電流 및 大地間零相循環電流가 흐르게 된다. 이러한 循環電流가 實際地絡事故電流보다 크게 되는 경우는 內部方向繼電器가 不動作하여 保護가 不可能하게 된다.

以上에서 記述한 系統構成上的 問題點과 保護上的 問題點 및 對策을 아래에 表로 要約한다.

系統構成의 變化	保護上的 問題點	對 策
多 端子 化 루 프 化	內部事故電流가 流出하는 경우가 있다.	保護方式의 改善 電流差動繼電方式 多段位比較繼電方式 變化分檢出繼電方式
共 架	事故電流와 負荷電流의 差가 相對的으로 작게되고 있다.	
케 이 블 化	電壓變化가 적은 경우가 있다.	故障檢出의 高精度化(高調波對策付 IC 化繼電器) 變成器의 高精度化 디지털化
長 距離 化 大 容量 化	高調波分이 크게되어 不正動作을 일으키는 경우가 있다.	
	系統安定度上 高速動作이 必要하다.	

③ 送電線 保護繼電方式 適用에 對한 韓電의 方向

送電線保護方式에 對한 外國電力會社의 適用實態와 傾向, 外國의 保護繼電器製作會社의 製作實態를 調査해 본 결과 그 適用現況은 매우 多樣하다. 이것은 어떤 範圍內에 屬해있는 어느 水準의 送電線保護方式들은 各各 그 長·短點을 가지고 비슷하게 適用되고 있기 때문이기도 하지만, 한편으로는 送電線保護方式에 對한 電力系統의 要求에 따라 끊임없이 開發, 發展되어가고 있기 때문이기도 하다.

이러한 觀點에서 볼 때 우리 電力系統에 現在 適用하고 있는 保護方式도 客觀的인 再評價가 要求된다고 생각된다. 送電線保護方式에 對한 外國의 製作 및 適用趨勢와 앞으로의 展望, 우리 系統의 變化등을 考慮하여, 우리 送電系統 特히 超高壓 및 追後導入 豫定인 超超高壓 送電系統保護方式의 適用方向에 對하여 아래에 몇가지 要約해 본다.

3.1 超高壓(345kv) 送電線 保護繼電方式의 改善 方向

1) 保護方式의 構成

現在 우리 電力系統의 345kv 送電線保護方式은 主保護 2系列, 後備保護 2系列(GEC方式) 또는 主保護 2系列, 後備保護 1系列(GE方式)의 2가지 種類로 主保護 #1, 2를 各各 서로 다른 保護方式을 使用하고 있다.

經濟的인 側面, 運轉維持保守의 側面에서 볼 때는 主保護 #1, 2를 同一方式으로 適用하고 系列數도 줄이는 것이 바람직하나, 保護信賴度를 높이기 爲해서 345kv 系統 構成이 보다 安定하게 되는 時點까만 現在의 適用方式과 같이 主保護 #1, 2를 서로 다른 方式으로 2系列化하되 後備保護는 1系列로 한다. 그 後는 主保護 #1, 2를 同一方式으로 하는 것이 바람직 하겠다.

2) 保護方式의 改善

送電線의 主保護方式(特히 搬送繼電方式)의 開發 製作 및 適用에 對한 世界的인 趨勢를 보면,
 方向比較繼電方式(沮止方式) } (電磁機械形中心)
 轉送庶斷繼電方式 }
 位相比較繼電方式 } (靜止形(Ana-
 方向比較繼電方式(非沮止方式) } log) 中心)

傳送電流差動繼電方式 (FM, PCM方式)

(静止形(Digital)中心), FM은 (Analog)으로 大略 整理할 수 있으며, 이것은 물론 保護繼電器의 하드웨어의 技術開發과 進歩에 따라 保護方式도 이에 副應하여 開發·適用되어온 것이라고 할 수 있다. 어쨌든 이렇게 改善過程을 밟으면서 保護方式의 性能이 進歩되고 있는 것은 事實이다. 그런데 우리會社 345^{kv} 送電系統 保護方式은 위의 1段階에 該當하는 方向比較繼電方式(沮止)을 主保護#1으로 轉送遮斷繼電方式(制御언더리치)을 主保護 #2로 10餘年間 變함없이 適用해 오고 있다.

또 이것은 先進國보다는 그適用時期가 10餘年程度 늦어있는 셈이다. 그러나 保護方式適用을 꼭 先進國隊列과 발 맞추어 가는 것이 有利하다고 생각되지는 않는다. 오히려 한발 늦춰가는 것이 오히려 效果의 일지도 모른다. 왜냐하면, 先進國이 保護方式을 開發하여 試驗, 實用段階를 거치면서 여기서 導出되는 問題點을 改善한 後에 適用하는 것이 더 바람직하기 때문이다. 이런 側面에서 볼때, 外國에서 10餘年の 經驗이 있는 位相比較繼電方式과 方向比較繼電方式(非沮止)은 지금의 우리會社로 볼때 그 適用時點이라고 생각되며, 保護性能이 가장 優秀하다고 認定되고 있는 傳送電流變動繼電方式은 3~4年後가 된다고 생각된다. 우리가 現在 適用치 않고 있는 이들 保護方式이 그 性能(動作速度, 感度, 信賴度, 安全性 및 其他特性)面에서 方向比較方式보다 優秀한 것은 事實이다.

그러나 이러한 保護方式의 適用에는 傳送方式으로 電力線搬送이 아닌 다른 方式(마이크로웨이브 傳送方式 또는 光信號方式)을 活用해야 하며, 保護方式도 全静止形으로 構成해야 된다는 前提條件이 隨伴된다.

물론 이렇게 새롭고 優秀한 保護方式이 開發될 때마다 適用하면, 運轉되는 保護方式의 種類가 많아져서, 運轉維持保守에 어려운點도 發生될 수 있다. 그렇다고 해서 새로운 保護 技術을 外面할 수는 더욱 없다고 생각된다.

따라서 우리 系統의 超高压 送電線 主保護方式 #1.2中에 적어도 한 方式 또는 #1.2方式 전부를 現在의 方式에서, 位相比較繼電方式(各相多段方式) 또는 傳送電流差動繼電方式(FM 또는 PCM方式)으로 轉換推進黨이 바람직할 것으로 생각된다.

3) 主保護方式用 傳送方式의 改善

파이롯트繼電方式과 이와 結合되어 使用되고 있는 信號, 傳送方式과의 사이는 서로 不可分의 關係이다.

即 信賴性있는 傳送方式의 選定과 運用이 바로 全體 保護方式의 信賴度를 增加시킬수 있는 重要한 한 要素가 되고 있다.

그런데 우리 超高压 送電線保護用으로 現在 사용하고 있는 電力線搬送方式은 主保護#1(方向比較繼電方式)과는 理想的인 結合이라고 할 수 있으나, 主保護#2(轉送遮斷繼電方式)와는 脆弱點을 가진 結合方法이라고 할 수 있다. 또 今後에 超高压 送電線 保護方式을 位相比較繼電方式이나 傳送電流 差動繼電方式으로 改善·適用하려면 現在의 電力線傳送方式外에 마이크로波搬送方式이나 光화이버케이블傳送方式과 같은 餘他의 傳送方式이 有利하며, 어떤 경우는 꼭 必要하게 된다.

한편, 現在 우리의 마이크로웨이브 시스템은 廣範圍하게 設置되어 있어 345^{kv} 및 중요 154^{kv} 發·變電所는 거의 커버하고 있으며, 別途의 優秀한 傳送方式이 開發되지 않는 限 이 方式이 新設되는 發·變電所에도 必히 擴張되어, 從來와 같이 給電通信, 데이터 傳送, 온라인 電算業務, 스캐 다등에 使用될 展望이다. 그동안 傳送信賴性의 問題로 系統保護分野에는 適用치 않았으나, 統計에 依하면 信賴性도 相當히 向上되고 있다. 그러나 우리의 마이크로웨이브 시스템은 그 傳送方式으로서의 優秀性에 反하여 아래와 같은 問題點도 가지고 있다.

첫째, 1個 送電線保護에 必要한 하나의 回線構成에 여러개의 區間(마이크로웨이브區間 또는 케이블區間)으로 中繼해야 하는 경우가 發生되며, 이렇게 될 경우 電力線搬送에 比하여 信賴度가 低下될 要因이 되며,

둘째, 우리會社의 마이크로웨이브 幹線系統이 韓國電氣通信公社에 移管되어 回線 運轉 維持保守面에서의 信賴性 低下, 今後新設計劃推進黨上的 隘路, 回線 使用料支払등에 依한 非經濟的인 要素등이 發生할 수 있을 것으로 思料된다.

또 다른 傳送方式으로 最近에 脚光을 받고 있는 光화이버케이블 傳送方式은 傳送信賴度, 回線容量, 雜音透導防止, 傳送速度등의 面에서 단연 우수한 性能을 가지고 있지만, 아직까지 長距離의 傳送, 經濟性등에서 問題가 되고 있다. 만약 이 方式이 送電線의 架空地線을 利用하여 長距離의 傳送이 可能하게 된다면 系統保護用 傳送方式으로는 最適이 되리라고 생각된다.

따라서 우리 超高压 送電線 保護用 傳送方式은 앞서 言及한 保護方式의 改善時點에 맞추어 改善適用이 可能토록, 現在의 電力線搬送에서 마이크로 波搬

送이나 光화이버케이블 傳送方式으로 轉換을 지금부터 計劃樹立하여 推進하는 것이 바람직할 것으로 思料된다.

3.2 超超高壓 送電線 保護繼電方式의 適用 方向
우리 電力系統에서 次期 超高壓 送電系統으로 導入 計劃인 超超高壓 (800kv 級) 送電系統에 適用 可能한 保護繼電方式을 外國의 電力會社와 保護繼電器

會社를 對象으로 資料調查를 하여 分析한 結果,

래와 같은 2가지 事項을 把握할 수 있었다.

1) 保護方式의 構成은 現在의 超高壓 (345 kv ~ 500 kv 級) 送電系統에 適用하고 있는 水準정도로 한 다.

(例: 主保護, 後備保護 各 2系列 또는 主保護 2系列 後備保護 1系列)

2) 適用 保護方式 및 傳送方式은 大略 아래와 같은 範圍에 있다.

- 가) 保護方式: 主保護: 各相位相比較繼電方式 (多段方式)
傳送電流差動繼電方式 (FM 또는 PCM方式)
方向比較繼電方式 (非沮止)
轉送遮斷繼電方式 (制御언더리치)
(上記 方式中 擇一)

後備保護: 段階限時距離繼電方式

- 나) 傳送方式: 마이크로웨이브 搬送方式
光화이버傳送方式
電力線搬送方式
(上記 方式中 擇一)

그런데, 追後導入될 超超高壓送電系統은 中性點直接地方式으로, 長距離의 大容量이 豫想된다.

따라서 保護方式은 그 性能이 優秀하고 最近에 開發된 方式이 有利하겠으며, 保護用 傳送方式도 長距離傳送到 보다 優秀한 마이크로웨이브 搬送方式이나 光화이버 傳送方式 (가능할 경우임) 이 바람직할 것으로 思料된다. 우리系統에 超超高壓送電시스템이 導入되는 時點까지, 現在 開發된 保護繼電方式보다 어느 程度 優秀한 方式이 開發될 수 있을런지는 推定할 수 없지만, 現在 時點에서 볼 때 超超高壓 送電線保護繼電方式의 適用은 아래와 같이 推薦할 수 있겠다.

- 主保護方式은 傳送電流差動繼電方式 (PCM方式) 을 全靜止形으로 하여 2系列로 構成하고,

- 後備保護方式은 段階限時距離電方式을 全靜止形으로 2系列 構成하며
- 傳送方式은 마이크로波搬送方式 또는 光화이버 傳送方式을 適用하는 것이 바람직할 것으로 思料된다. (但, 光화이버傳送方式은 送電線의 架空地線을 利用하여 長距離의 傳送이 可能할 경우임)

參 考 文 獻

- 1) Applied Protective Relaying, 美國 Westinghouse.
- 2) Transmission Line Protective Relaying Reference Material, 美國, General Electric.
- 3) Toshiba Protective Relays(1981), 日本, Toshiba.
- 4) An Introduction to the Use of Static Relays, 英國, GEC.
- 5) TAI Power System, (대만 電力提供資料)
- 6) Transmission Line Relaying, 西獨, Siemens (Broski).
- 7) EHV System Protection Today's Concepts & Tomorrow's Prospects, 西獨, Siemens(Kumar).
- 8) The Art and Science of Protective Relaying, 美國, G. E.(Mason).
- 9) Protective Relays Application Guide, GEC.
- 10) Selection of Transmission Line Relaying System, 美國, W. H Silent Sentinels(Elmore).
- 11) 電氣評論(81, 6), 日本 電氣評論社.
- 12) 電力系統保護分野 海外研修報告書(1977), 韓電, (趙炳文, 白榮基).
- 13) 電氣協同研究(32卷 3號), 日本.
- 14) 技術研究所 調查報告(No. 68076), 日本 電力中央研究所.
- 15) 東京電力研修教材(送電線保護繼電方式, 傳送方式, 送電線保護用傳送裝置) 日本.
- 16) 送配電線の 保護繼電システム, 日本, 電氣書院.
- 17) 保護繼電システム, 日本, 電氣書院.
- 18) 電氣計算(79. 6), 日本, 電氣書院.
- 19) 保護繼電器 施設設計基準, 日本, 東京電力.
- 20) OHM(79. 3), 日本, OHM社.
- 21) 保護繼電技術, 日本, 東京電氣大學出版局.
- 22) 保護繼電技術, 日本, 電氣書院.