

低壓 Network 配電方式

● 技術資料

劉錫九* 鄭永秀**

— 차례 —

- 1. 序 論
- 2. Network Protector의 機能 및 特性
- 3. Network 設計
- 4. Network 運轉 및 保守
- 5. 結 論

1. 序 論

低壓 network 配電方式은 그림 (1)의 例와 같이 同一 變電所母線에서 나온 2回線 以上의 高壓配電線에 接續된 變壓器의 2次側을 全部 同一 低壓線으로 連結시킨 方式으로, 定常運轉時의 負荷는 變壓器의 位置, 定格, 2次線의 굵기 및 需用家負荷의 크기와 位置에 따라 最善의 電壓狀況이 되도록 分配되고, 事故時에는 그 回線에 接續되어 있는 feeder 遮斷器, network protector 및 limiter의 動作에 依하여 需用家供給에는 停電

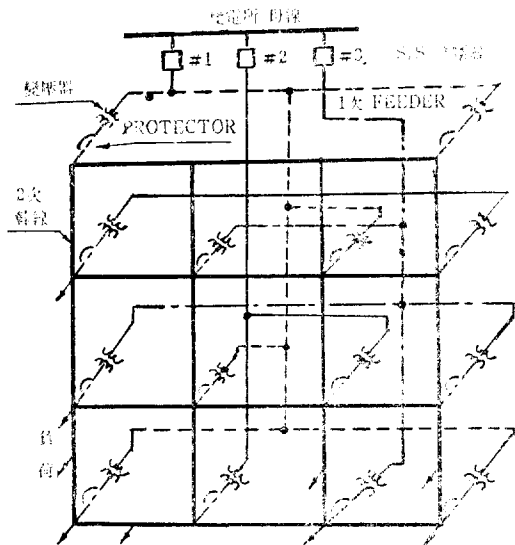


그림 1. 低壓 Network 回路網
 Fig 1. One-line diagram of the low-voltage network system

되는 일이 없이 全需用家에 供給할 수 있을 뿐만 아니라 他配電方式에 比해 信賴性이 높으며, 電壓狀況이 좋고, 負荷의 增加 및 network 供給地域의 擴張에 對하여 融通性和 運轉 및 保守가 容易하므로 高度의 信賴度 및 融通性이 要求되는 地域의 配電方式으로 理想的이다.

最近 우리 나라 需用增加 趨勢로 보아 重負荷地域의 樹枝狀配電方式은 將次 根本的으로 近代化를 行할 必要가 있으므로 低壓 network 配電方式에 關하여 아래 事項을 檢討하였다.

- 가. network 變壓器 및 network protector의 機能 및 特性
- 나. network 設計를 爲한 必要한 基礎資料
- 다. network 運轉 및 保守上의 問題點

2. Network Protector의 機能 및 特性

가. 機能 및 特性

network protector는 自動再閉路特性 및 閉閉制御의 機能을 爲한 繼電器部를 內藏한 1種의 低壓遮斷器로서 network 變壓器의 2次側에 取付하여 다음의 3가지 基本的인 機能을 가지고 있다.

(1) 無電壓投入特性

network側이 無電壓일 때 變電所遮斷器를 投入시키면 閉路狀態에 있는 protector의 network側 電壓은 零이지만 變壓器側의 電壓이 살아 있는 狀態가 되어 protector는 自動的으로 閉路하는데 이것을 無電壓投入特性이라 한다.

(2) 過電壓投入特性

network側이 살아 있는 狀態에서 protector가 열려 있는 變壓器를 一次側에서 充電시키면 變壓器側의 電壓 및 位相이 network側 보다 높고 進相일 때, 即 그 差電壓이 protector 投入後의 通過電力을 正方向(變壓器

* 正會員: 韓電技術開發研究所
 ** 正會員: 韓電技術開發研究所 研究員

側에서 network側으로 흐르는 狀態)이면 protector는 自動的으로 閉路하는데 이것을 過電壓投入特性이라 한다.

(3) 逆電力遮斷特性

network에 供給하는 1次 feeder 및 變壓器에 事故가 發生하여 變電所에 있는 그 feeder 遮斷器가 動作하면 network側에서 故障點을 向하여 흐르는 逆流에 依하여 protector는 自動的으로 閉路되는데 이것을 逆電力遮斷特性이라 한다.

나. 動作原理

network protector에는 前述한 3가지 特性을 開閉制御하기 爲한 主制御繼電器(Master relay), 位相點檢繼電器(Phasing relay) 및 境遇에 따라서 取付되는 逆電力遮斷의 減感度繼電器(De-Sensitizing relay)로 構成되어 있는데 이들의 動作原理는 다음과 같다.

主制御繼電器는 1種의 3相電力方向繼電器로서 變壓器 2次側의 電壓이 network側 電壓보다 크면 protector를 閉路시키는 過電壓投入特性과 network側에서 protector를 通하여 變壓器로 흐르는 逆流에 依하여 protector를 閉路시키는 逆電力遮斷特性을 가지고 있다.

그리고 變壓器 2次側電壓 e_1 이 network側電壓 e_2 보다 크지만 位相이 ぬ인 境遇는 逆方向으로 電流가 흘러 過電壓投入特性에 依해 投入되나 逆電力遮斷特性에 依해 trip되어 投入과 trip이 反復되는 即 pumping現象이 일어나므로 이를 防止하기 爲하여 位相點檢繼電器를 使用한다.

位相點檢繼電器는 그림(2)에서와 같이 過電壓投入時 差電壓 $\Delta e(e_1 - e_2)$ 의 位相을 點檢하여 恒常 電力을 變壓器에서 network側으로 供給하는 條件에서만 protector가 投入되도록 制御한다.

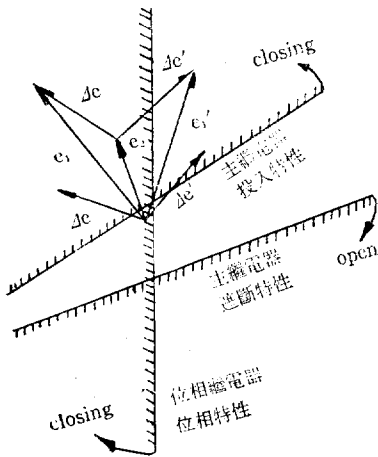


그림 2. 主繼電器와 位相點檢繼電器를 組合한 開閉特性

Fig 2. Combined closing & tripping characteristics of master relay & phasing relay

萬一 network에 供給하는 1次 feeder의 長이가 比較的인 境遇에 있어서 輕負荷時 network供給負荷 以外의 大容量電動機起動等의 原因에 依해 그 feeder의 電壓이 顯著하게 低下되는데 反해 他 feeder는 電壓降下가 거의 없으므로 protector를 通하여 逆電流가 흘러 誤動作을 일으켜 安定된 運轉을 못하는 境遇가 있는데 이러한 負荷狀況에서는 減感度繼電器(De-Sensitizing relay)를 取付하여 誤動作을 防止하여야 한다.

減感度繼電器는 瞬時的인 微小逆流에 對하여 時延을 주기 爲한 bimetal式인 1個의 熱動時限要素(Thermal timing element)와 protector定格電流의 100~200(%) 逆流에서 瞬時遮斷하는 3個의 過電流要素(Overcurrent element)를 並列로 接續하여 이 並列接點을 主繼電器 trip回路의 接點과 直列로 하여 protector를 通하여 흐르는 微小電流에 依해 主繼電器의 trip回路가 閉成되어 減感度繼電器 時延裝置의 bimetal이 充電되면 時延의 整正值(普通 1~5(分) 程度)가 經過後에도 繼續 逆流가 흐르면 bimetal의 接點이 닫혀 protector를 遮斷시켜 電動機起動時에 있어서 瞬間的인 電壓降下나 elevator 負荷等이 起因하는 瞬時的인 微小逆流에 依해 動作하는 protector의 誤動作을 防止하도록 한 것이다.

過電流要素는 3種中 어느 한 要素라도 設定值 以上의 大逆流가 흐르는 境遇 瞬時遮斷의 過電流要素에 依하여 主繼電器의 trip接點 閉路와 同時에 trip回路를 閉成시켜 protector를 瞬時遮斷하도록 한 것이다.

따라서 이 繼電器의 適用은 系流의 特性 및 變壓器 1次側의 接續方式에 따라 充分히 檢討해야 하는데, 萬

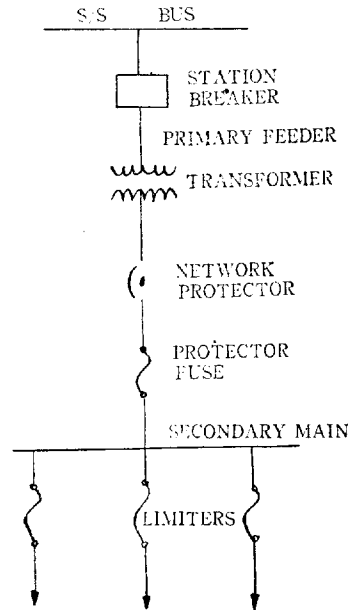


그림 3. 保護裝置 單線結線圖

Fig 3. One-line diagram of protective devices

— 必要가 없는 境遇에는 쉽게 分離할 수 있도록 plug 式으로 되어 있다.

다. Protector Fuse

network 變壓器內의 短絡事故나 變壓器의 2次側과 protector間의 lead線 및 1次 feeder의 變壓器 近處에 短絡事故가 發生한 境遇에는 trip coil의 電壓은 最低限度 以下로 되어 protector는 遮斷하지 못하므로, 이러한 境遇에는 後備保護의 目的으로 遮斷器와 network 側端子 사이에 fuse를 插入하여 이 fuse의 溶斷에 依해 事故回線을 分離한다.

이 fuse는 逆流에 對하여 protector動作 보다 먼저 溶斷되어서는 안되며, 또한 fuse는 電流의 方向에는 關係없이 正方向의 大電流에도 動作하므로 2次幹線의 短絡事故等에 對해 1次 feeder에 있는 過電流遮斷裝置의 動作特性과 2次幹線에 插入된 limiter의 溶斷特性과의 相互協調關係를 充分히 檢討하여 選定하여야 한다.

3. Network 設計

가. 必要한 基礎資料

(1) 負荷의 크기 및 位置

network 設計를 爲해서는 優先 network供給地域內의 各種 負荷의 크기 및 位置, 特別 大口負荷에 對하여 詳細히 調查 把握하여야 하는데, 負荷의 算定方法으로는 實際의 負荷狀況을 正確히 把握하는 것이 가장 좋은 方法이지만 이는 거의 不可能하므로, 既設(現用) 變壓器의 位置 및 容量으로 負荷配分을 推測하여 求하는 方法과 다음의 式에 依해 各需用家의 電力使用量을 根據로 하여 皮相電力(KVA)을 算出해내는 方法이 있다.

$$KVA = \frac{KWH}{(時間) \times (負荷率) \times (力率)}$$

이렇게 하여 算定된 負荷에다 負荷間의 不等率 및 負荷增加를 豫想하여 network 建設時期와 容量追加에 對한 經濟的인 餘裕를 考慮하여야 하는데, 一般의 2~3年內의 增加를 豫想하여 算定된 負荷를 가장 合理的인 初期值로 하고 있다.

(2) 1次 Feeder

network에 供給하는 全 feeder는 그 어느 것이 停電하여도 나머지 回線으로 全負荷를 供給하는데 充分한 容量을 가지고 있어야 하는데, 이 容量은 全體의 回線數와 密接한 關係가 있다.

또한 feeder間의 電壓差는 network 機能에 影響을 주기 때문에 個個의 feeder를 各各 電壓調整하는 것은 避해야 한다.

따라서 feeder의 回線數, 電壓, 電流容量, 굵기 및 길이는 電壓調整 및 電壓降下等을 充分히 檢討하여 決

定해야 한다.

(3) Feeder 電源의 信賴度 및 容量

모든 1次 feeder는 全 network 負荷에 供給할 수 있도록 充分한 容量을 가지고 있어야 하며, 또한 信賴度가 높은 同一變電所母線에서 引出되는 것이 要望된다. 이것은 2個 以上の 變電所 또는 同一變電所라도 서로 連繫되어 있지 않은 別個의 bank에서 供給받을 境遇에는 各 feeder間의 電壓值 및 位相에 差가 生길 憂慮가 있어 이것이 protector의 動作이나 負荷配分에 미치는 惡影響과, 特別 設計時에 있어서 1回線 停電時 뿐만 아니라 1 bank 또는 1變電所의 停電時도 考慮하여야 하므로 feeder 및 network unit의 容量을 顯著하게 크게 할 必要가 있게 되어 非經濟的이기 때문이다.

따라서 feeder의 電源이 되는 變電所의 信賴度에 對하여서 充分히 檢討하여야 한다.

(4) 既存設備의 利用

供給區域에 있는 現存設備의 位置나 容量 및 現存 2次線과 1次 feeder의 經路(route)等을 充分히 調查하여 現存設備를 最大로 利用함으로써 最初의 建設費를 節約한다.

(5) 2次格子와 負荷의 設定

2次格子의 設計는 負荷의 位置와 現存 2次幹線의 route를 基本으로 設計하는데 大體의 現存 2次線은 供給區域에 普及되어 있으므로 이들을 格子狀으로 連結하고 必要한 境遇에 2次線을 追加하면 된다.

2次格子가 設計되면 適當한 單位負荷를 集中하여야 하는데 2次幹線의 各點에 分布된 負荷는 一般의 幹線의 接續點에 集中시키거나 大負荷에 集中시킨다.

나. Network 2次 幹線

架空 network 방식에 있어서의 2次 幹線은 一般의 樹枝狀方式의 境遇와 特別히 다른 點은 없고 普通의 架空電線과 같으나 低壓幹線의 短絡事故에 對한 保護는 limiter의 溶斷 및 電線自身이 過負荷로 溶斷되어 除去되는 方法 以外에는 他保護裝置가 없기 때문에 短絡事故 防止上 耐候性이 좋은 絕緣電線을 使用하는 것이 좋다.

또한 network 방식은 負荷密集된 都市形態의 複雜한 地域에 供給하는 것이므로 建造物과의 離隔距離 維持 및 電線의 橫振에 依한 短絡事故 發生을 防止하기 爲하여 配線方式은 rack에 依한 縱型配線을 하는 것이 좋다.

電線의 過負荷溶斷은 架空 network 방식에 있어서 特別히 電線이 垂直으로 떨어져 公衆에 危害를 주기 때문에 limiter를 插入하여 事故時 電線이 過負荷溶斷되기 前에 limiter가 溶斷되는 것이 要望되며, limiter는 電線張力을 直接 받지 않도록 引留碍子를 使用하여 取

付하여야 한다.

2次 幹線의 굵기는 電流容量 뿐만 아니라 電壓降下를 考慮해야 하는데 變壓器間的 2次 幹線에서의 電壓降下는 3(%) 以下로 하고, 定常運轉의 尖頭負荷時의 變壓器自體 電壓降下를 包含하여 最惡의 境遇 全體 5~6(%) 以下가 되도록 하여야 하는데, 一般의 網work 最大變壓器의 容量에 依해 格子狀의 境遇는 大體의 網work 最大變壓器 電流容量의 60(%) 程度로 電流를 흘릴 수 있는 電線의 굵기로 하고, 環狀의 境遇는 變壓器容量과 同等 또는 80(%) 程度로, 環狀方式이 格子狀方式에 比해 一般의 網work 電流容量이 큰 電線을 使用한다.

別表 (1)은 美國에서 實施하고 있는 light-duty 架空 network 方式의 電線 굵기의 標準值이다.

區 分	變壓器容量	
	75KVA	150KVA
環狀架空 Network 方式의 2次 幹線	#1 (42.4mm ²)	250MCM (123.7mm ²)
環狀架空 Network 方式의 事故時 溶斷을 위한 最小 굵기	#2 (33.6mm ²)	#1/0 (107.2mm ²)
環狀架空 Network 方式의 架空 Cable의 境遇	#2/0 (67.4mm ²)	350MCM (177.3mm ²)
Network 變壓器와 Protector 및 Protector와 2次 幹線의 架空 Cable	350MCM 2—350MCM	

表 1. 美國에서 實施하고 있는 Light-duty 架空 Network 方式에서 變壓器 容量에 대한 굵기

Table 1. Correlation of transformer ratings and secondary mains at light-duty secondary network in America.

다. 變壓器選定

負荷와 2次 格子가 決定되면 變壓器 크기 및 設置를 大體의 網work에 依해 알 수 있는데, 一般의 網work에 있어서 變壓器間的 間隔은 커지고 間隔이 커지면 2次側 電壓降下를 어느 一定範圍로 하기 爲하여 充分한 電流容量을 가져야 하기 때문에 2次線은 굵은 것을 使用해야 하므로, 理想的인 變壓器 크기는 負荷의 問題 뿐만 아니라 1次 feeder, 變壓器 및 2次 幹線을 總合하여 最小費用이 되는 經濟的인 容量을 選定해야 한다.

(1) 變壓器容量 選定

變壓器容量을 選定하는 境遇에는 1次 feeder의 種類 및 回線數가 重要한 要素로 되는데 即 1次 feeder中 어느 한 feeder가 停電되었을 때 network unit의 送負荷損失을 防止하기 爲하여는 全 network unit 容量이 尖頭負荷를 超過해서는 안되므로 必要한 設置容量은 1次 feeder의 數와 1回線停電時의 殘存變壓器間의

負荷分配狀況 등을 特別 考慮하여야 한다.

別表 (2)는 6回線 以下의 feeder에서 供給받는 network에 있어서 2回線 以上의 feeder가 尖頭(peak) 負荷時 同時에 停電되는 일은 없다고 假定하고 1回線이 停電된 境遇 남은 變壓器로 全尖頭負荷를 充分히 供給할 수 있음을 나타낸 것으로, 이 表에 依하면 2回線에서 3回線, 3回線에서 4回線으로 feeder가 增加함에 따라 比率은 急速히 增加하지만 feeder가 增加함에 따라 變壓器容量의 節減度는 減少하여 5回線에서 6回線으로 增加時의 變壓器利用率의 差는 僅少함을 보여 주는 데 이것은 實際의 傾向과 잘 一致되는 것이다.

Feeder數	變壓器 容量에 對한 尖頭負荷의 比	
	理 想 值	通常 適用 值
2	0.30	0.40
3	0.67	0.54
4	0.75	0.58
5	0.80	0.60
6	0.83	0.61

表 2. 通常運轉時의 變壓器利用率
Table 2. Ratio of peak-load to transformer capacity under normal operation

(2) 變壓器間的 負荷分擔

1次 feeder中의 1回線停電時 network 變壓器의 負荷分擔率, 即 變壓器의 負荷分擔狀況은 banking 方式과 같이 2個 以上의 變壓器의 그 2次側이 連結되어 同時에 負荷에 供給하는 境遇에 있어서의 各變壓器의 負荷分擔率은 그 變壓器의 impedance Z_T 와 變壓器間的 低壓線 impedance Z_L 와의 比인 Z_T/Z_L 에 依해 決定되는데 그림 (4)는 格子狀 network에 있어서 1回線停電時 全網變壓器 臺數의 몇 %가 全 feeder 送電時의 몇

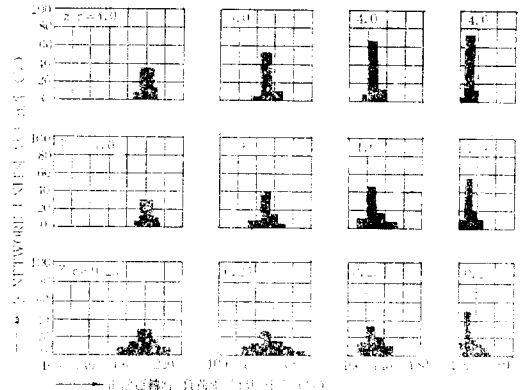


그림 4. 1回線 停電時 Network變壓器의 過負荷分布率
Fig 4. Statistical distribution of network transformer loadings under one primary feeder out of service

배가 되는가, 即 過負荷分布率 Z_T/Z_1 의 값 및 1次 feeder의 數別로 表示한 것으로 1次 feeder의 數가 增加함에 따라 또한 Z_T/Z_1 의 값이 커짐에 따라 1回線停電時에 있어서 殘存變壓器의 負荷分擔이 적게 됨을 알 수 있는데, 이것을 더욱 明確하게 表示하기 爲하여 各各의 境遇에 있어서 變壓器負荷의 倍率의 最大値를 表示한 그림 (5)에 依하면 1次 feeder의 數가 5回線인 network에 있어서 Z_T/Z_1 의 값이 2 ($Z_T/Z_1=0.5$)인 境遇에 1回線停電時 殘存變壓器의 負荷는 最大의 것이 全回線送電時의 1.5배가 됨을 알 수 있다.

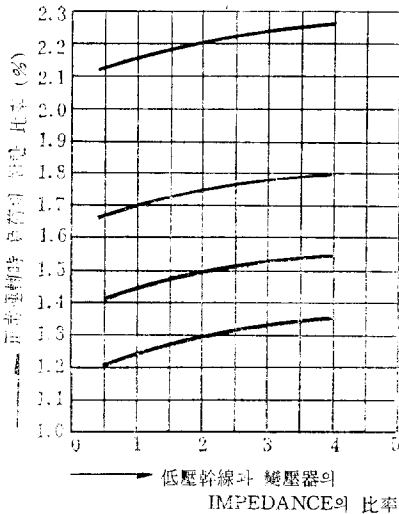


그림 5. 1回線 停電時 Network變壓器의 最大過負荷率
 Fig 5. Maximum over-loading factor of network transformer under one primary feeder out of service

이와 같이 變壓器選定時는 事故時 殘存變壓器가 顯著하게 過負荷되지 않도록 Z_T 및 Z_1 와 1次 feeder의 數를 考慮하여 決定하여야 한다.

(3) 變壓器 設置位置 및 特性

變壓器位置는 格子狀 network의 境遇 適當한 格子의 接續點에 設置하는 것이 一般的으로 變壓器의 負荷分擔 및 低壓線의 電流分布等의 點에서 좋은데, 萬諾이 接續點의 中間에 매우 큰 大負荷가 있는 境遇에는 接續點이 아니더라도 大負荷가 있는 地點에 變壓器를 設置하는 것이 좋다.

變壓器間의 間隔은 Z_T/Z_1 의 값을 크게하여 負荷分擔狀況을 有利하게 하는 點에서는 좁게하는 것이 좋지만 變壓器容量 및 1次 feeder等과의 連關性을 考慮하여 架空方式에서 50~100(m) 以下로 하고, 變壓器 impedance는 一般的으로 3~6(%)가 되도록 하는데 低 impedance는 電壓變動이 적으나 高 impedance로 하면 定常時 및 事故時에 있어서 健全變壓器間의 負荷分配가 좋아지므로 network 방식에 따라 適當한 값을

取하면 되겠지만 美國의 標準 network 變壓器의 impedance는 5~5.5(%) 程度로 하고 있다.

또한 한 network 地域에 設置되는 變壓器容量은 3 種類 以上으로 하지 않는 것이 要望되는데 이것은 豫備變壓器 및 protector의 貯藏을 最小限으로 하고 Unit의 取替를 容易하게 하며 또한 容量이 큰 變壓器 대신 2毫 以上の 同程度의 小容量變壓器를 設置하는 것이 重負荷時 事故가 일어날 境遇 負荷分配狀態가 좋아지며 또한 電壓降下의 點에서도 좋다.

(4) 變壓器結線

架空 network 방식에 使用되는 3相配電變壓器 또는 單相配電變壓器群의 1次捲線의 結線은 network에 供給하는 電源의 結線方式에 따라 星狀(Y結線) 또는 環狀(Δ結線)으로 結線하여야 한다. 即 1次 feeder가 中性線接地 Y結線이면 network 變壓器 1次捲線의 結線은 Y結線으로 하여 中性點은 1次 中性線과 連結 共同接地하여야 하고, 1次 feeder의 電源이 非接地 Δ結線이면 變壓器側도 Δ結線으로 하여야 하는데, 어느 境遇에 있어서나 變壓器 2次側은 單相 및 3相負荷 둘 다 供給하기 爲하여 Y結線으로 하여야 한다.

電源이 Y結線일 때 network 變壓器 1次 捲線을 Δ로 하지 않는 것은, 同一 feeder에 network 供給負荷 以外の 負荷가 있는 境遇 輕負荷時 일어나는 誤動作이나 feeder間의 電壓의 크기 및 位相의 差異로 일어나는 誤動作을 防止하기 爲하여 Lightduty network protector는 逆磁化電流보다 多少 큰 逆電流에 動作하도록 어느 程度 感度가 銳敏하지 않은 繼電器를 使用하고 있는데, 이와 같은 結線에 있어서 1次 feeder에 接地故障이 發生하여 變電所遮斷器가 動作하면 protector에 흐르는 逆電流가 變壓器逆磁化電流뿐인 境遇에는 protector는 動作하지 않기 때문이다.

(5) 變壓器 過電流保護

變壓器 個個의 1次則 過電流保護는 network 供給連續性을 危殆롭게 하기 爲하여 一般的으로 變壓器 故障은 變電所 1次 feeder 遮斷器에 依해 遮斷시키고 變壓器 個個의 保護는 하지 않는다.

따라서 變壓器 1次側 lead線에 取付된 Cut-out switch는 network units의 點檢 및 保守時 分離를 爲한 것이고 變壓器過電流保護의 目的이 아니므로 2次 network에서의 故障으로 因하여 變壓器가 分離되지 않도록 fuse 代身에 Solid Blade를 使用하여야 한다.

라. 1次 Feeder의 形態 및 變壓器와의 接續

(1) 1次 Feeder

低壓 network에 供給하는 1次 feeder는 本質적으로 樹枝狀이므로 樹枝狀과 같은 方法으로 設計하면 되는데 한 feeder에 걸린 全體負荷는 그 feeder에 接續

되어 있는 個個의 變壓器負荷를 合한 값에 適當한 不
 等率(1.2~1.5가 適當)을 適用하여 決定된 負荷와 1回
 線停電時에도 全 network 負荷를 供給할 수 있도록
 充分한 電流容量을 가져야 하며, 또한 network 方式
 에서 1次側의 電壓降下는 network protector의 動作特
 性に 影響을 주기 때문에 電壓降下를 極力 적게 할 必
 要가 있으므로, 한 feeder의 最初變壓器와 最後變壓
 器間의 電壓降下는 1~2(%) 程度 以內가 되도록 設計
 하여야 한다.

架空 network에 使用되는 1次 feeder의 配線은 架
 空電線, 架空 cable 및 地中 cable을 使用하는데 同
 一 network에 供給하는 2回線 以上의 feeder가 同一
 route일 때는 支持物事故 및 斷混線事故等에 依한 同
 時事故發生의 危險性을 考慮하여 地中 또는 架空 cable
 을 使用하는 것이 要望된다.

(2) 變壓器의 接續

network 變壓器를 1次 feeder에 接續할 때는 하나
 의 feeder에 事故가 發生하였을 境遇 隣接變壓器는 停
 電되지 않고 또한 過負荷로 因한 燒損이 없도록 서로
 隣接된 變壓器는 各各 다른 feeder에서 供給받아야 하
 며 feeder의 配列은 規則的으로 해서는 안된다.

即 A,B,C,D,E의 5個 feeder에서 供給받고 있는 境
 遇에 對하여 檢討해 보면 그림 (6)의 (a)는 隣接變壓器
 가 各各 다른 feeder에서 供給받고 있지만 各通路에
 接續된 變壓器가 同一 feeder가 되도록 規則的으로 配

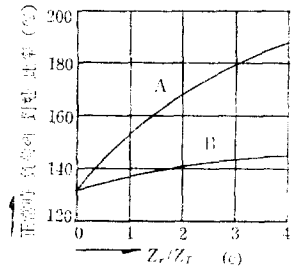
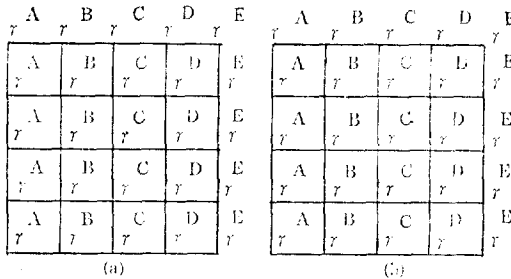


그림 6. 1次 Feeder 組合方法에 따른 1回線 停電時의 變壓器 過負荷의 相違

Fig 6. Difference of transformer over-loading factor according to primary feeder inter-tracing under one primary feeder out of service

列되어 있기 때문에 1回線停電時 健全한 feeder에 接續
 된 變壓器는 그림 (6)의 (c)의 A曲線과 같이 超過負荷
 가 되므로 (b)와 같이 配列하여 (c)의 B曲線 같이 超過
 負荷가 되지 않도록 해야 한다.

여기서 (c)의 A, B 두 曲線은 1曲線停電時 健全한
 feeder에 接續된 變壓器의 負荷가 全回線送電時의 몇
 倍가 되는가를 Z_r/Z_t 의 函數로 表示한 것으로 1曲線
 停電時의 殘存變壓器에 接續된 變壓器負荷分擔의 增加
 는 1次 feeder의 配列狀況에 따라 顯著하게 差異가 남
 을 알 수 있다.

마. Network Protector 特性의 設定

network protector 特性의 設定은 network 設計
 에 있어서 重要한 部門의 하나로서 network 運轉의
 良否를 決定하는 것이므로 그 特性의 設定에는 다음 2
 가지 特性에 對하여 特히 考慮할 必要가 있다.

(1) 逆電力遮斷特性

network에 供給하는 feeder가 變電所에서 遮斷되
 는 境遇 그 feeder에 接續되어 있는 變壓器는 netw-
 ork側에서 勵磁되기 때문에 network側에서 變壓器側
 으로 逆勵磁電流가 흐른다.

이 逆勵磁電流만에 依해 protector를 動作시킨 때의
 動作電流는 protector 定格電流의 1(%) 以下로 設定
 하면 되지만, 1次 feeder 構成要素 및 短絡故障時의
 電壓關係等を 考慮하여 protector의 遮斷特性을 設定
 하여야 한다.

(가) 1次 feeder에 network 以外의 負荷가 있는
 境遇 變電所에서 feeder가 遮斷되면 network에서 그
 負荷를 供給하기 때문에 逆流는 크게 되는데, 萬諾 深夜
 의 輕負荷時나 또는 어떤 理由로서 이 地區의 큰 分岐
 가 開放되어 있을때 feeder가 遮斷되었을 境遇는 逆流
 는 增大하지 않으므로 이러한 負荷供給狀態에서는 net-
 work 以外 負荷의 時間的 變化를 充分히 檢討하여야
 한다.

(나) 1次 feeder가 cable인 境遇는 그 充電電流
 를 考慮해야 하므로 繼電器의 動作電流 크기 및 位相은
 逆勵磁電流와 充電電流의 Vector和에 依해 決定해야
 한다.

(다) 1次 feeder 또는 變壓器에 있어서 短絡事
 故가 發生한 境遇에는 事故回線을 變電所의 遮斷器와
 protector에 依한 逆流短絡電流의 遮斷에 依하여 切
 離시키는데, 이 境遇 問題가 되는 것은 遮斷器의 遮
 斷容量과 線間電壓에 依해 動作하는 protector의 trip
 coil에는 最低 trip電壓 以上의 線間電壓을 가질 것이
 要求되는데, 短絡狀態가 되면 線間電壓이 降下하므로
 network 變壓器의 1次側에 있어서의 3相短絡 事故에
 對한 電流의 크기 및 位相을 檢討하여 遮斷容量과 이

때의 線間電壓에 動作할 수 있는 trip coil을 選擇해야 하는데, 이것은 network unit의 位置에 따라 다르므로 全 unit에 對하여 檢討하여야 한다.

(4) protector의 遮斷特性을 設定할 때 반드시 全 protector를 同一 感度로 할 必要가 없다. 이것은 protector 中 어느 1臺가 動作하면 다른 protector가 分擔하는 逆電流値는 그만큼 크게 되어 順次的으로 動作이 容易하게 되므로 이것은 交流計算盤에 依하여 高壓側停電時의 各 protector의 位置 및 逆電流分擔을 求하여 이것에 依하여 適當한 感度の protector를 配置하면 된다.

(2) 過電壓投入特性

過電壓投入特性에 問題가 되는 것은 1次 feeder의 電壓降下인데, 特히 重負荷時에 있어서 各 feeder의 network 供給地區의 最遠點에 있는 變壓器의 2次側 電壓은 他 feeder에서 供給받고 있는 低壓 network 電壓에 比해 勤少하게 높은 境遇가 많으므로 投入特性을 設定할 때는 이 點의 電壓을 充分히 檢討하여야 하는데 普通 이 電壓의 設定은 線間電壓의 0.5(%) 程度로 한다.

4. Network 運轉 및 保守

network 방식이 banking 방식과 根本的으로 다른 點은 network 變壓器에 供給하는 高壓線이 2回線 以上이고, 大體的으로 서로 隣接된 變壓器는 各各 다른 高壓線에서 供給받고 있는 것이다.

따라서 그 運轉 및 保守의 點에서 特히 注意할 點은 各變壓器 unit가 어느 高壓線에서 供給받고 있는 가를 알아야 하므로 network 供給區域의 線路形態圖를 作成하여 高壓系統, 低壓網構成 및 變壓器 unit의 位置 등을 正確히 알고 있어야 하며 또한 network의 運轉에는 protector가 生命이므로 이 protector의 機能에 對하여 充分히 熟知하여야 하는 同時에 操作 및 保守를 適正하게 行하여야 한다.

가. 運轉操作

(1) Network 運轉을 하는 境遇

(1) network 低壓線 뿐만 아니라 供給高壓線 全部 停電中の 境遇는 全 protector의 操作 handle을 自動位置에 놓고, 變壓器 1次側 開閉器 및 limiter는 閉路狀態로 하여 變電所에서 1回線式 投入送電시켜 順次的으로 network 供給高壓線을 全部 送電시킨 後 protector의 底部에 있는 標示燈(地上에서 識別할 수 있음)이 赤色點燈(閉路)이 되었는가를 보아 protector의 開閉狀態를 確認한다.

(2) 供給高壓線은 全部 充電되어 있으나 netw-

ork 低壓線이 變壓器 1次側 開閉器 또는 protector의 手動開放에 依해 停電中の 境遇는 低壓線의 區分 limiter의 fuse를 全部 取外하고 protector의 操作 handle을 自動位置로 한 後 變壓器 1次側 開閉器를 投入시켜 送電한 後 標示燈이 赤色點燈이 되었는가를 確認하고 limiter fuse를 插入한다.

그러나 network 配電線의 初充電 또는 供給系統에 있어서 位相關係에 變更이 있을 憂慮가 있는 工事を 實施한 後에 이 方法에 대한 network 方式으로 切替할 境遇는 低壓區分 limiter의 fuse를 插入 前에 limiter의 兩端子間電壓을 測定하여 異常有無를 確認한 後 fuse를 插入하여야 한다.

(3) 各 network 變壓器 bank마다 運轉中(低壓 區分 limiter의 開放에 依한 單獨運轉中)의 低壓 network 配電線을 network에 切替하는 境遇는 上記에 準한다.

(4) 全體的으로 network 運轉中이지만 그 中에 單獨運轉中이거나 또는 停電中の 變壓器區間에 對해서 이것을 network에 連結시킬 때는 單獨運轉中인 것은 protector 操作 handle이 自動位置에 놓여 있는가를 確認한 後 低壓區分 limiter의 fuse를 插入하고, 停電中인 것은 일단 單獨運轉을 行한 後 limiter fuse를 插入하여 network 低壓線에 插入시킨다.

(2) network 運轉을 하지 않을 境遇

運轉中の network 配電線을 停電시키거나 各 network 變壓器를 全部 單獨運轉으로 切替시키는 境遇의 操作은 다음과 같다.

(1) 運轉中の network 系統에서 network 變壓器 bank를 單獨運轉으로 切替시킬 境遇는 單獨運轉하고자 하는 變壓器 bank의 低壓線 兩端에 있는 limiter를 開放한다.

(2) Network 低壓線을 停電시킬 때 供給高壓線의 停電이 可能한 境遇는 供給高壓線을 全部 停電시키고, 停電不可能한 境遇는 上記 (1)의 操作에 依해 network 變壓器를 單獨運轉시킨 後 그 1次側 開閉器에 依해 1 bank씩 停電시킨다.

(3) network 配電線事故의 境遇

(1) network 供給高壓線事故의 境遇는 變電所保護裝置에 依해 當該 配電線을 O.C.B로 遮斷시킨 後 配電線電壓計에 依해 當該 配電線의 無電壓을 確認하고 D.S.를 開放하여 檢電器로 그 負荷側의 無電壓을 再確認하여 配電線事故發生을 連絡한다.

配電線事故復舊作業員은 現場到着時 먼저 事故配電線의 無電壓을 檢電器로 確認한 後 作業을 해야 한다.

(2) network 供給高壓線事故 調査結果 network 變壓器의 事故를 發見한 境遇는 그 1次的 開閉器를 開

放시킨 後, 當該 配電線의 送電을 依賴하고 network protector를 開放狀態로 固定시켜 標示燈의 青色點燈을 確認 後 事故變壓器를 分離시켜 可及의 迅速히 事故變壓器를 復舊시킨다.

以上으로 network의 各種 運轉狀態에 따른 變電所 遮斷器, 變壓器 1次側開閉器, protector 및 limiter 의 開閉狀態를 綜合的으로 表示하면 別表 (3)과 같다.

表 3. Network의 各種 運轉狀態에 따른 開閉器의 狀態
Table 3. Opening & closing states of protective devices under various operation conditions of network system

開閉器	運轉狀態	Network 運轉中		柱上變壓器 1 Bank 停電		Network 低壓全停電	
		高壓全回線送電	高壓 1 回線停電	Network 低壓線事故로 인한 停電(停電 Bank에 對하여)	2次側 作業을 爲한 停電(停電 Bank에 對하여)	高壓全回線送電	高壓全回線停電
變電所 OCB		C	1回線 O 他 1回線 C	C	C	C	O
變壓器 1 次 Cut Out Switch		C	C	C (事故復舊 作業時는 手動開路)	O	O	C
Network Protector	取手位置	A	A	A	A	A	A
	遮斷器	C (赤色點燈)	停電回線接續分 O (青色點燈) 送電回線接續分 C (赤色點燈)	C	C	C	1回線分 C 他 1回線 O
Protector Fuse		C	C	事故相熔斷	C	C	C
低壓線保護用 Limiter		C	C	事故 Bank의 區分 Limiter 一事故相熔斷 (事故復舊를 위 하여 各相開路)	停電 Bank의 區分 Limiter O	開路作業에 依해 O	C
引込線用 Catch Fuse		C	C	C	C	C	C

但; C : 閉路狀態 O : 開路狀態 A : 自動位置

나. Network Protector의 操作 및 保守

protector의 操作에 있어서 特別히 注意할 點은 다음과 같다.

(1) protector에 依한 負荷開閉는 手動으로 하여서는 안된다.

(2) protector의 操作 handle은 變壓器作業時만 手動開放으로 開放位置에 固定시키고, 그 外는 恒常 自動位置로 固定시켜 놓아야 한다.

(3) protector의 手動投入은 點檢時外에는 行하여서는 안된다. 따라서 操作 handle軸에 있는 手動投入 防止用 固定 pin (Lock-Pin)을 恒常 挿入시켜 놓아야 한다.

(4) protector의 門은 內部點檢時 以外에는 열어서는 안되는데, 萬諾 門을 열 境遇는 protector가 開放狀態로 固定되어 있는가를 確認하고 열어야 한다.

다음은 protector의 巡視點檢에 있어서 特別히 注意해야 할 事項이다.

- (1) Bushing의 汚損 및 龜裂
- (2) 外函의 腐蝕 및 龜裂
- (3) 標示燈의 點滅破損
- (4) 度數計의 指示
- (5) 內部異常의 有無

이와 같이 network 運轉 및 保守時에는 protector를 中心으로 充分히 注意하여야 하는데, 特別히 標示燈의 點燈狀況 및 度數計의 指示에 對하여는 恒常 巡視點檢을 하여 保守에 萬全을 期하여야 한다.

그 外에 network 方式 運轉에 있어서 注意할 點은 變壓器의 負荷인데 變壓器에는 過負荷에 對하여 아무런 保護裝置가 없으므로 高壓線中 어느 것이 停電되어도 變壓器는 過負荷燒損이 생기지 않도록 負荷管理에 注意하여야 하는데, 이것은 最初 設計時에 變壓器容量에 充分한 餘裕를 줄 것과 變壓器 自體가 充分한 過負荷耐量을 가지고 있을 것이 要望된다. <p.12에 계속>