



配電自動化

Distribution Automation

元 峻 喜*
Won, Joon Hee

우리의 생활에 필수적인 電氣는 産業의 高度化 및 社會機能의 電氣依存度 增大로 高信賴度の 品質이 요청되고 있다. 그리고 電力需要가 늘어남에 따라 系統과 설비가 巨大化되고 複雜化됨으로서 運用의 效率化가 필요하게 되었다. 이의 對應策으로서 전력계통분야 中에서 需用户와 가장 밀접한 관계가 있는 配電系統의 自動化가 본격적으로 推進되고 있다. 配電分野에서의 作業은 방대한 設備들이 遠隔地에 분산되어 있으므로 많은 人力과 時間이 所 要되나 遠方監視制御 수단을 통한 自動化 System을 運用함으로써 큰 效果를 얻을 수 있다. 配電自動化란 이러한 配電設備의 運用의 효율성을 높이기 위하여 被制御對象機器에 遠方監視制御機能을 부여하고 制御所에서 一括制御를 가능하게 한 것을 말한다. 初期에는 遠方監視制御機能에만 重점을 두었으나 最近에는 配電系統運用과 電力需給에 관한 情報처리를 Computer나 通信수단에 의하여 自動化하는 형태로 확대되고 있다.

配電自動化機能을 고찰하여 보면 다음과 같이 分類할 수 있다.

- 電力供給信賴度, 設備利用率의 향상을 목적으로 한 配電線路機器의 監視·制御
- 負荷電流, 事故情報의 수집 등의 配電管理情報 自動수집
- 負荷率의 향상 등을 목적으로 한 負荷集中 制御

- 使用電力量을 遠方計測하고 조정하는 自動檢針

1. 配電線路機器의 監視·制御

일반적으로 적용되고 있는 樹枝狀방식의 架空配電線路나 π Loop방식의 地中配電線路의 保守 運用업무에는 工事停電의 범위를 縮小하기 위하여 실시하는 系統切替操作과, 事故로 停電된 事故區間을 분리하여 사고구간 外의 個所(健全停電區間)에 送電하기 위한 系統切替操作 等の 開閉器 操作業務가 있다. 그런데 開閉器 操作을 하기 위하여는 作業員이 現場에 출동하여야 하기 때문에 事前準備나 現場출동하는 데 時間이 걸린다. 그래서 이에 따른 停電 時間을 短縮하고 現場에 출동하지 않고도 신속히 開閉器 操作을 할 수 있는 開閉器의 自動化가 채용되고 있다.

가. 開閉器의 自動化方式

(1) 時限順送制御裝置에 의한 事故區間區分方式 :

時限順送制御裝置와 自動開閉器를 組合하여 變전소의 遮斷器의 再閉路方式과 협조 시키므로서 健全區間の 自動開閉器를 順次的으로 投入하여 事故區間 以遠을 분리하는 方式으로서 일반적으로 사용되고 있다.

(2) 開閉器의 遠方監視制御方式 :

위 (1)項의 事故區間區分方式에서는 事故區間 以遠을 분리하고 事故區間보다 變電所側에

* 發送配電技術士, (株)信宇엔지니어링顧問

있는 健全區間에 送電이 가능하지만 事故區間
以遠에 있는 健全區間에 대한 送電은 現場에
가서 開閉器를 조작하지 않으면 안된다. 따라
서 事故時에 健全區間에의 逆送電을 위한 開閉
器操作이나 停電工事時에 停電區間을 작게 하

기 위하여 실시하는 事前切替操作을 事業所에
서 遠方制御하는 方式이 實用化되고 있다. 이
에 대한 信賴度 比較(例)를 그림 1에 표시한
다.

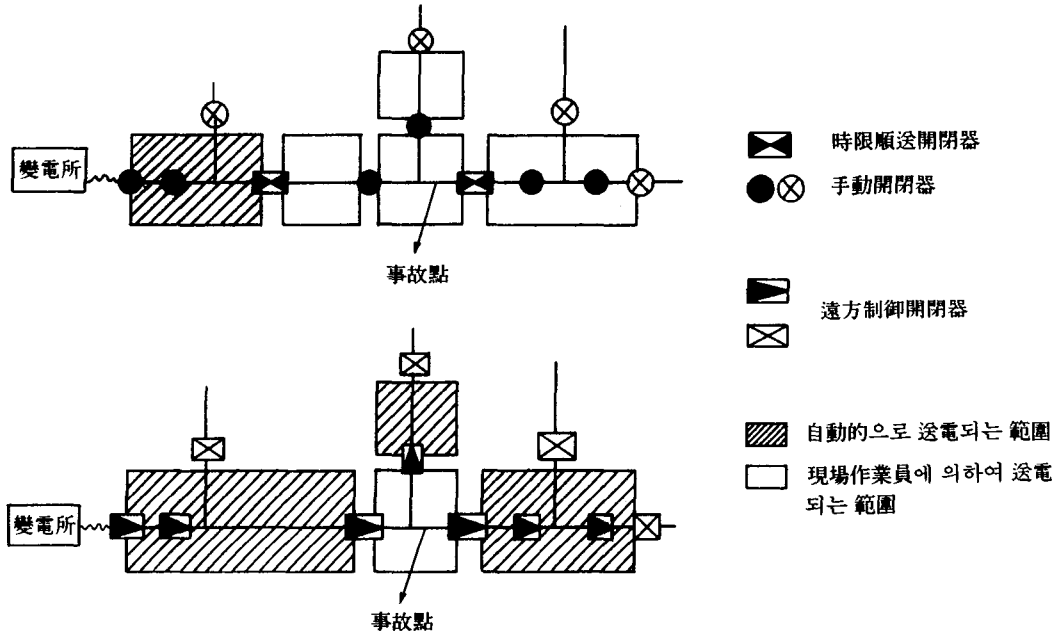


그림 1. 開閉器 自動化에 따른 信賴度 比較(例)

나. 其他機器의 監視制御

高壓自動電壓調整器는 巨長이 긴 高壓配電
線의 途中에 설치하여 고압배전電壓의 變動을
自動적으로 改善하는 裝置이다. 이 調整器가
설치된 配電線을 切替할 때 調整器의 電壓
TAP을 변경할 필요가 생기면 TAP 切替를 遠
方에서 制御하는 방식이 일부에서 실시되고 있
다.

2. 配電管理情報의 自動수집

配電管理情報의 自動수집은 배전계통을 보
수운영하는데 필요한 配電電壓, 負荷狀況, 事
故情報 등의 DATA를 自動적으로 수집하는
것으로서 그 目的은 다음과 같다.

- 情報의 卽應化, 精度의 향상에 의한 設備運
用效率, 投資效率의 향상

- 情報入力業務 等 業務運營의 效率化
수집하는 情報은 여러가지 項目을 생각할 수
있으나 그 例를 들면 表 1과 같다. 또한 配電管
理情報수집 System의 例를 들어보면 그림 2와
같다.

3. 負荷集中制御

社會生活이 多樣化, 高度化됨에 따라 電氣依
存度는 높아져 가고 있다. 또한 最近에는 冷房
設備의 普及으로 最大電力이 夏期의 晝間帶에
集中되고 있다. 그래서 電力需要의 晝夜間 및
季節間隔差가 점점 커져가는 傾向에 있으며 年

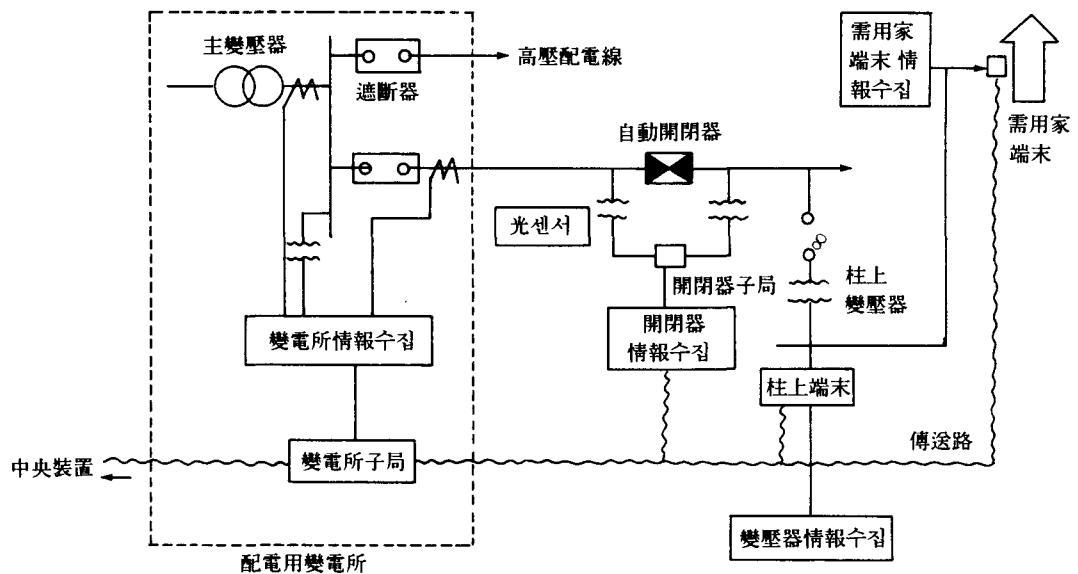


그림 2. 配電管理情報수집 System의 예

表 1 配電管理情報의 예

目 的	情報의 種類
制御用 DATA	高壓線 電壓
	高壓線 電流
	柱上開閉器의 開閉狀況
管理用 DATA	高壓線 電壓(전압강하치)
	低壓線 電壓
	低壓線 電流
	停電回數, 停電時間
	短絡電流
	高調波

間負荷率의 低下傾向이 계속될 것으로 豫想되어 供給 COST에도 나쁜 影響을 미칠 것으로 보인다. 따라서 앞으로는 負荷平準化가 큰 課題로 대두되고 있다. 電力會社에서는 深夜電力料金制度, 時間帶別料金制度, 蓄熱調整契約制度, 需給調整契約制度 등의 各種제도를 보급함으로써 負荷의 平準化에 노력하고 있다. 이들의 制度는 일반적으로 電氣溫水器나 蓄熱式冷暖房器 등의 負荷의 開폐제어를 Time Switch

를 開閉하여 실시하고 있으나 配電線搬送方式이나 通信線方式을 이용한 負荷集中制御 System이 일부에서 適用되고 있다.

4. 自動檢針

都市의 過密化, 社會環境構造의 變化 및 多雪地域의 檢針문제로 인하여 電力量計의 自動檢針이 技術개발 되어 試驗實施中에 있다. 自動檢針方式은 傳送方式으로 分類하면 通信線方式, 配電線搬送方式, 無線方式의 3가지로 大別할 수가 있다.

當初에는 Ripple Control에 의한 配電線搬送方式에 따른 自動檢針 System의 開發이 主流를 이루고 있었으나 그 後에 通信線에 의한 配電線自動制御 System이 開發되어 通信線에 의한 自動檢針方式의 개발로 移行되어 가는 傾向에 있다. 自動檢針 System은 電力量計의 종류, 傳送方式의 組合에 의하여 여러가지가 개발되고 있으나 高壓·低壓配電線搬送 自動檢針 System의 例를 들어보면 그림 3과 같다.

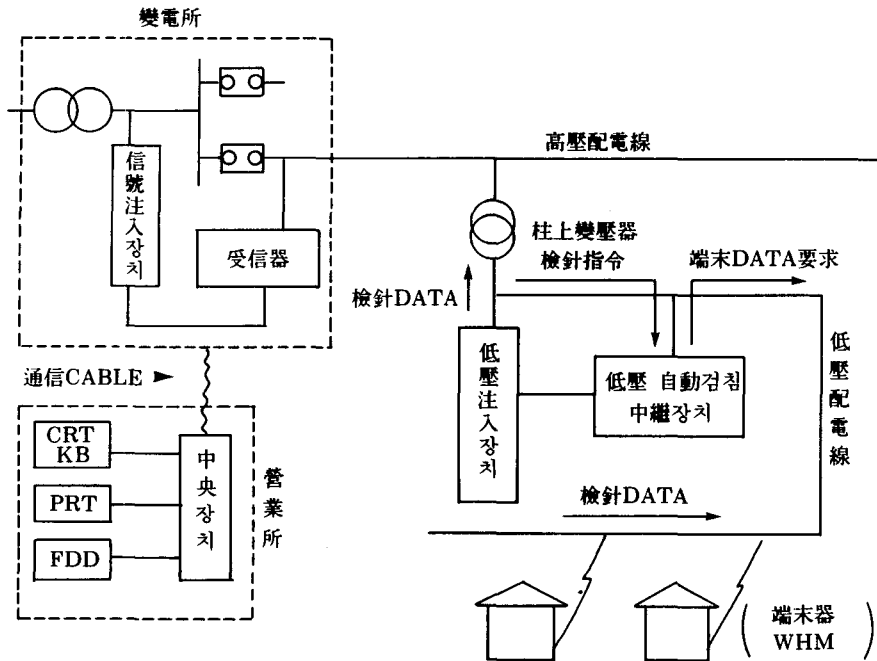


그림 3. 高壓·低壓 配電線搬送自動檢針 System 例

5. 配電綜合自動化

線路機器의 監視·制御, 配電管理情報의 自動수집, 負荷集中制御 및 自動檢針 等の 配電 自動化 System에 있어서 必要性和 Cost Merit의 觀點에 의하여 線路機器의 監視·制御와 配電管理情報의 自動수집을 組合한 配電 自動化 System이 實用化 단계에 있다. 그 外의 System에 대하여도 實用化를 위한 研究 및 試驗이 推進되고 있지만 이들의 System은 中央 裝置(事業所에 설치된 Computer 本體와 指令 裝置), 信號中繼裝置(변전소 또는 電柱위에 설치되는 信號의 送受信裝置), 端末裝置(감시 제어 되는 機器側에 설치되는 信號의 送受信裝置) 等の 機器類 및 信號傳送路, 信號方式 등에 共通部分이 많아 共用化에 의한 綜合的인 Cost Merit가 期待되고 있다.

그러면 우리나라의 配電自動化 推進現況에

대하여 살펴보기로 한다.

本格的인 國內의 配電自動化는 1979年 11月 動力資源部로 부터 配電線遠方自動化 推進指示가 있는 후 1984年 5月 韓電技術研究院과 韓國電氣研究所의 “配電系統自動化를 위한 遠方 監視制御 研究”가 시작됨으로서 出發되었다.

1988年에 京畿支店에 配電搬送方式의 實證 試驗 System이 導入되어 運用技術 蓄積과 配電 自動化方向이 提示되었으며, 그동안의 配電 自動化 實證試驗 現況은 表 2와 같다.

특히 配電自動化 System의 國產化 開發을 위하여 韓國電氣研究所를 중심으로 曉星重工業, 現代重電機, 金星產電, 利川電機, 日進電機, 光明制御 등 6個 重電機業體가 참가하여 1991年 부터 1993年 까지 KODAS(韓國型 配電 自動化시스템)의 1段階 開發을 완료하였으며 앞으로 일정期間의 實證實驗을 거쳐 實用化될 전망이다.

表 2 우리나라의 配電自動化 實證試驗現況

地 域	方 式	內 容
京畿道 (수원)	配電線 搬 送	配電自動化 System 試驗運用 • 開閉器 監視制御 • 負荷制御 • 自動檢針
서울市內 일부地域	通信線	變電所 SCADA 利用 • 地中開閉器 監視制御

KODAS의 代表的 機能을 보면 다음과 같다.

- 遠方制御機能 : 개폐기의 투입·개방, Fault Indicator의 Reset, Lock/Unlock, 단말제어 장치의 운용제어 등
- 遠方監視機能 : 변전소 Relay감시, 선로故障 認知를 위한 Fault Indicator의 동작유무, CB, RECLOSER의 투입·개방, 선로 단선/결상, 개폐기 양단 위상각 감시 등
- 遠方計測機能 : Fault Indicator의 Counter值, ANALOG值, 開閉器狀態 計測 등
- 端末制御裝置 판독機能 : 개폐기 制御部の 정보 및 점검 수시계측, ANALOG值 기록 및 갱신 기억, 중앙제어장치의 명령 실행, 통신異常時 이상정보의 송신 등
- 기록機能 : System 異常時 자동기록, 조작時 조작내용 기록, 조작순서 기록 등
- 자기진단機能 : 중앙제어장치, 통신제어장치, 단말제어장치, 傳送路 등의 자기진단.
- SIMULATION機能 : 중앙제어장치의 Simulation

다음에 外國의 配電自動化 推進現況을 보면 가장 活潑한 國家는 主로 日本과 美國으로서 表 3과 같다.

東京電力(株)의 경우, 配電線路의 供給信賴度 向上과 線路의 보수운용업무의 效率化라는 觀點에서 開閉器의 遠隔制御를 위주로 한 配電自動化 System을 開發하고 그 위에 變電制御 System과 相互 On-Line을 연계시킨 配電綜合自動化 System으로 發展시켜 1986年 부터

表 3 外國의 配電自動化

國 名	內 容
日 本	70年代末부터 9개 電力會社에서 推進 • 개폐기 감시제어 • 배전정보 자동수집 • 부하제어 및 자동검침
美 國	DOE, EPRI의 후원으로 電力會社別로 70年代末부터 運用 • CAPACTOR제어, 자동검침 및 부하제어
구라과	60年代 부터 부하제어 • 自動檢針 및 개폐기 제어 시험중

都心, 周邊地域 等 3個支店에 System을 설치하여 實證試驗을 하였으며, 이 試驗을 통하여 信賴度, 操作性 等이 良好한 結果를 얻게 되어 1989年 4月 부터 實運轉中에 있다.

九州電力(株)는 1970年代부터 線路開閉器 遠方制御 System을 開發하여 道心地는 PULSE CODE方式, 郡地域은 Ripple Control方式(配電線搬送)으로 信號傳送方式을 확립하고 全地域을 대상으로 漸進的으로 擴充實施해 나가고 있다.

이 結果 開閉器 遠方制御率은 1992年末에 90.3%가 되었고 1993年末에는 거의 100%가 完了되었다.九州電力의 配電自動化는 開閉器 制御를 위주로 한 自動化 System이지만 相關 技術開發推進도 병행하여 自動化 System全體의 機能向上을 계속적으로 도모하여 왔다. 또한 高度情報化 時代의 本格的인 到來를 염두에 두고 보다 向上된 供給信賴度, 配電業務의 自動化, 效率化 등을 目標로 配電綜合 自動化 System의 開發과 試驗에도 착수하여 이미 일부 System을 開發하고 實證試驗을 開始하고 있다.

北海道電力(株)의 配電自動化는 線路事故時에 事故區間을 신속·정확하게 分離하여 健全區間에 送電을 短時間에 할 수 있도록 自動開閉器의 설치와 그 遠方制御를 중심으로 추진하고 있다. 또한 開閉器의 遠方制御化가 定着됨에 따라 계통의 定量的 把握의 필요에서 變電

所의 計測情報 集中처리機能도 內藏하고 있다. 이 결과 札幌地區에 Mini Computer를 중심으로 한 System을 早期에 導入하고 그 밖의 一般地域에 관해서는 경제성에서 우수한 Personal Computer 주도의 System을 開發하고 있다. 現在 北海道電力에서는 配電綜合自動化 System을 地域特性을 고려하여 全地域에 導入할 예정인데, 그 가운데 가장 規模가 큰 札幌地區에서 1991년에 導入한 System은 札幌市와 隣近市·郡의 配電系統을 一括하여 集中監視制御하는 것으로 日本內에서는 最大規模의 System이다. 그 監視制御의 範圍는 約 50km에 이르고, 設備數는 개략적으로 40個 變電所, 400個 配電線, 14,000臺의 開閉器에 달한다. 또한 配電線도 架空·地中の 兩系統이 있고 그 系統에 설치되는 開閉器도 種類가 많기

때문에 計算機를 主體로 하여 監視制御를 하고 있다.

美國의 경우는 DOE(미국 에너지성)의 政策課題로 채택되어 EPRI(미국 전력연구소)가 후원함으로써 電力會社別로 各種方式을 開發實用化 하였으며 1990年代 配電綜合自動化의 構築을 목표로 하고 있다. 例로서 Pacific Gas & Electric는 California 州의 電氣·Gas 供給會社로서 無線을 이용한 線路機器制御 및 負荷制御 등의 配電自動化를 美國內에서 先導적으로 추진하고 있으며 Silicon Valley 配電自動化 Project를 推進中에 있다.

外國의 配電自動化 System의 技術開發 背景을 고찰하여 보면 共通적으로 自國의 電力會社에 適合한 System 開發을 長期間에 걸쳐 推進하여 實用化하고 있다.