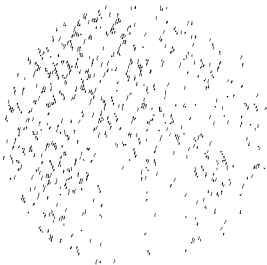


良質의 電力供給을 위한 停電減少方案

— 配電設備를 中心으로 —

The Improvement for the
Supply Reliability of High
Quality Electricity



金 相 淑

韓國電力公社 配電部

高度精密産業의 急激한 發展과 國民文化 水準의 先進化로 電力需要의 樣相이 從來에 比하여 크게 變化되고 있는 實情으로 家庭生活에서 부터 産業分野에 이르기까지 全生活 分野에서 電氣依存度는 날로 激增하고 있다.

지금까지는 量的 需要增加에 對處하기 위하여 發送電設備의 擴充에 電力事業의 焦點이 모아져 왔으나 이제는 質의 向上要求 即 良質의 電力要求度가 漸次 高潮되고 있는 現實이므로 이에 副應한 供給方案의 確立이 優先的으로 實行되어야 할 것이다.

一般的으로 技術的인 意味에서의 良質의 電力이란 「周波數의 變動없이 規程電壓의 範圍에서 無停電으로 安全하게 供給되는 電力」이라 定義할 수 있으나 需用家가 要求하는 眞正한 意味의 良質의 電力이란 「低廉한 料金を 바탕으로 한 經濟的인 要件과 組合」되어야 할 것이다.

이러한 電力供給의 方案은 發電, 送電, 變電 그리고 配電分野의 施設投資와 諸般 技術與件을 綜合的으로 檢討하여 樹立되어야 할 것이나 여기에서는 配電設備를 中心으로 狀態를 把握하고 原因을 分析하여 이에 따른 結果를 바탕으로 停電減少 對策에 關하여 言及코자 한다.

1. 配電側의 停電實態와 分析

配電線路의 停電은 發生原因別로 事故에 의한 停電, 休電作業에 의한 停電으로 大別할 수 있고 電力系統別로는 電源側, 高壓側, 低壓側으로 區分할 수 있다.

이의 發生件數와 時間을 個別 供給需用家當 系數로 表示하여 「需用家當 停電回數」와 「需用家當 停電時間」으로 供給의 信賴度를 表現하고 있는데 算出內譯을 보면

$$\text{需用家當 停電回數} = \frac{\sum \text{停電kVA}}{\sum (\text{支店의 低壓需用家數} \times \text{總kVA})} \div \sum \text{支店의 低壓需用家數}$$

$$\text{需用家當 停電時間} = \frac{\sum (\text{支店의 低壓需用家數} \times \frac{\sum \text{停電kVA延停電時間}}{\text{總kVA}})}{\sum \text{支店의 低壓需用家數}}$$

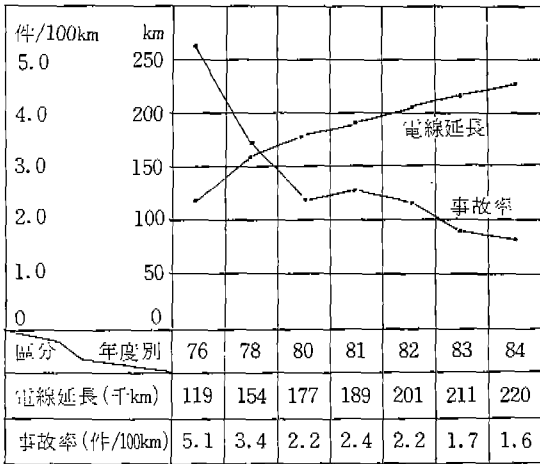
주) kVA는 回線에 設置된 柱上變壓器의 容量

ii) 停電 kVA延停電時間=停電區間的 kVA×停電時間

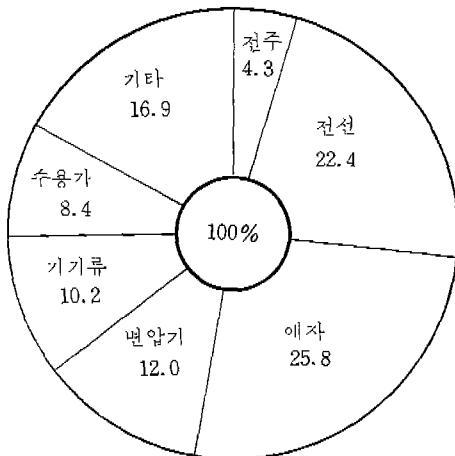
의 方式으로 算出된다.

이 內容을 살펴보면 「需用家當 停電回數」는 全体 停電件數가 供給需用家 一戶當 支障을 준 平均 停電回數를 意味하며 「需用家當 停電時間」은 全体 停電件數의 總 累計時間이 供給需用家 一戶當 停電된 平均 時間의 意味로써 이들 系數가 곧 配電 線路의 電力供給 信賴度를 表示하고 있는 것이다.

그림 1에서 보는바와 같이 事故率은 設備增加에 反하여 每年 減少되어 가는 趨勢인데 이는 豫防補修에 對한 投資와 努力 그리고 深夜作業, 活線作業 技術의 向上等에 基因하는 것으로 보인다.



(그림 - 1) 年度別 事故實績 推移



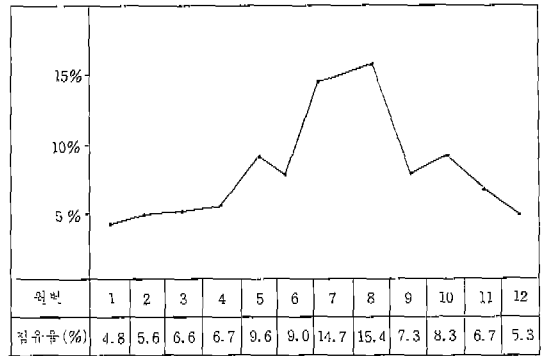
(그림 - 2) 설비별 사고 점유율('83년)

이를 設備別로 보면 그림 2와 같이 碍子類, 電線類, 機器類의 順으로 碍子類가 무려 25.8%를 占有하고 있어 國產機資材의 品質向上이 곧 線路事故減少의 關鍵이 됨을 알 수 있으며 표 1과 같이 事故原因도 多樣하여 配電設備 運轉의 어려운 特徵을 단적으로 實證해 주고 있다.

또한 이를 月別로 보면 그림 3과 같이 降雨와 雷頻度가 높은 7, 8월에 월선 많은 事故가 發生하고 있어 夏節期의 對策이 亦是 問題가 되고 있다.

(表 - 1) 事故發生原因

設備別	事故原因
電杆事故	○風水害時 도괴, 절손(基礎流失) ○自動車 衝突로 인한 切損
電線事故	○外物接觸 (TV안테나, 간판, 연통, 조류, 수목, 현수막등) ○電線 接觸 不良 ○都市 開發로 인한 電力設備 근접作業 發生
碍子事故	○公害, 열해로 인한 碍子の 汚染 ○國產 初期 製品의 性能 未治
變圧器, 開閉器等機器類事故	○製作의 不完全 ○열진해 附着으로 벗성 絶緣破壞 ○리드線의 접촉不良, 터미널 접속未治
需用家 構内設備事故	○構内 設備의 定期點檢 補修未治 ○低品質 資材 使用 ○構内 不良事故時 申告 協調未治



(그림 - 3) 월별 사고 발생 점유율('82)

2. 配電線路 維持管理의 懸案問題

配電設備는 그 特性上 規模가 龐大하고 全國에

散在되어 있으므로 事故形態가 多樣하고 負荷의 新増設과 變動에 따라 신속하게 對處시켜야 하는 어려움이 있을 뿐만 아니라 停電減少에 의한 供給 信頼度 向上때문에 他分野에 比하여 設備의 運營이 複雜하다고 말할 수 있겠다.

따라서 이러한 設備의 運營은 計劃樹立, 設計, 施工, 그리고 運轉 및 維持補修 段階로 區分지을 수 있으며 段階別 業務를 推進하는 過程에서 停電要因이 될 수 있는 諸般 要素들을 事前에 抽出, 除去해야 할 것이다.

따라서 配電設備를 運營하는데 따른 懸案 問題點들을 보면 다음과 같은 內容들이 指摘될 수 있을 것이다.

첫째, 配電設備投資의 未洽이라 하겠다. 配電設備의 投資는 반드시 다른 電力設備과 併行하여 이루어져야 하지만 지금까지 發送電設備擴充에 注力하여 온 탓으로 配電設備에 對한 投資가 未洽 하였던 때문에 負荷의 特性과 地域與件에 適合한 長期的인 眼目의 設備構成이 어려운 實情이었다.

經濟與件이나 需要趨勢에 따라 方向을 달리 할 수는 있겠으나 配電設備의 積極的인 投資없이 配電設備를 現代化 할 수 없으며 設備의 現代化가 이루어 지지 않고는 停電減少의 推進은 어려운 일인 것이다.

둘째, 施工基準과 工法을 遵守하지 않은 理由이다.

모든 配電工事は 電氣設備技術基準令이나 電力公社에서 定한 施工基準과 工法에 따라 施行되어야 하나 간혹 이를 遵守치 않고 施工하는 原因으로 豫想치 않은 停電事故를 發生시키는 境遇가 있다.

勿論 所定의 施設基準과 工法에 의한 設備라 할지라도 停電을 發生시킬 수 있으나 그 事例가 極히 적은 實情이므로 반드시 이를 遵守하여야 하며 특히 施工業體의 零細性에 따른 人力의 確保와 施工에 必要한 裝備의 確保도 解決되어야 할 問題들이 다.

셋째, 機資材의 品質向上이 不足한 點을 들 수 있겠다.

아무리 좋은 설계를 하고 施工基準과 工法에 適合한 設備의 施設이라 할지라도 機資材 内部에 缺陷이 있다면 停電事故는 防止될 수 없을 것이다.

國產特高壓碍子, 開閉器와 其他 機資材를 使用한

後에는 絶緣破壞로 因한 接地事故, 品質低下에 따른 頻繁한 故障으로 停電減少에 많은 어려움을 당하고 있으나 最近들어 生産業體의 積極的인 努力으로 生産技術의 向上에 따라 漸次 減少되고 있는 趨勢에 있다.

넷째, 自家用 需用家의 構內事故가 波及되는 原因이라 하겠다.

最近의 停電統計에 따르면 우리나라 高低壓 停電事故中에서 自家用需用家 設備에서 波及된 實績은 그림 2에서와 같이 드러나고 있다.

大部分의 自家用需用家는 電氣設備技術基準에 適合도록 施設되어 있으나 一部는 設備變更等으로 基準에 未洽한 狀態이거나 設備補修가 제대로 되지 않아 여기에서 발생한 事故가 波及되고 있는 것이다.

다섯째, 外物接觸에 의한 事故發生이다.

外物接觸에 의한 年度別 停電比率는 過去에 比하여 增加되고 있다.

그 細部原因은 主로 鳥類와 樹木接觸에 의한 것으로서 이를 防止하기 위하여 라인호스와 腕金커버를 部分的으로 使用하고 있으나 樹木剪枝의 困難等으로 어려움을 겪고 있다.

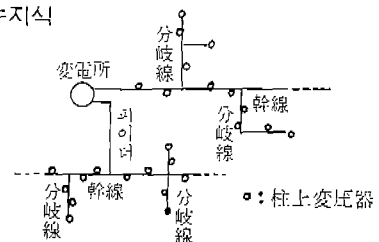
특히 樹木接地에 對하여는 사람이 接觸하였을 境遇 커다란 危險을 招來케 되므로 外國과 같이 配電線路의 經過地에 있는 모든 樹木은 別途의 安全施設이 없는한 電力公社 裁量으로 除去할 수 있는 法的인 뒷받침이 있어야 할 것이다.

3. 서어비스 레벨의 向上 對策

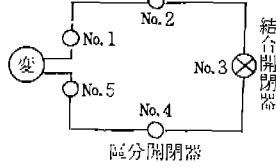
가. 合理的인 配電系統의 構成 및 設備補強

需用密度의 增大에 따라 配電設備의 供給容量이 增大하면서 配電系統構成方式의 選擇이 重要한데 基本的인 配電系統의 構成形態는 다음과 같다.

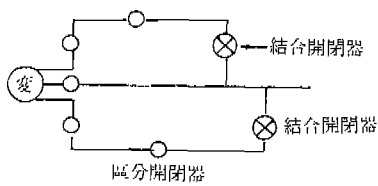
1. 수지식



2. 환상식

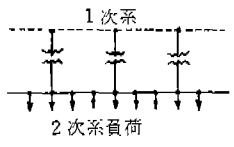


(a) 1回線 루우프 방식

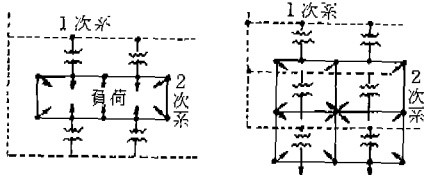


(b) 多重 루우프 방식

3. 저압Banking 방식



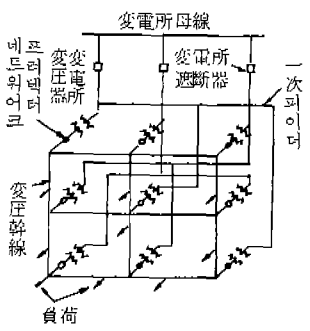
(a) 線狀式



(b) 環狀式

(c) 格子狀

4. Network 방식



(그림-4) 배전계통의 구성 형태

以上과 같은 系統構成의 特徵에 따라 都市圈에서는 現在의 樹枝式方式 代身에 루우프方式을 採擇하여 配電線路間의 負荷의 相互 融通體制를 完備히하

고 地中配線系統의 경우 어떤 地點에 事故가 發生하여도 다른 系統에서 供給할 수 있는 루우프方式이나 Network方式의 採用이 바람직하다.

또한 이와함께 電源側의 補強 卽 送電線의 二次線化, 變電所 母線의 二重化, 變電所 主變壓器 2 Bank化等이 併行되어야 한다.

그리하여 電力供給停止事故 誘發을 억제함은 勿論 電壓變動도 許容值 以內로 維持하기 위하여 變電所 送出電壓을 適正하게 維持하는 同時에 配電線에서는 高壓線, 變壓器, 低壓線, 引込線에서의 電壓降下 配分을 經濟的으로 設定하여 銅量投入 昇壓電壓調整裝置의 適用等을 效果的으로 行한다.

나. 豫防補修체제의 強化

豫防補修를 위해서는 우선 正確한 對象物量의 把握이 가장 基本이 되는 것으로서 不良設備 및 一定期間 經過設備에 對해서는 迅速하고 正確하게 그資料를 取得할 수 있는 모든 設備의 Data Base 化가 되어야 한다.

다음에는 實際의 補修作業에 있어 裝備와 通信支援이 決定的인 要素이므로 바켈크릭, 作業車等 機動裝備과 能率的인 新工具를 確保하고 通信設備의 投資로 現場과 補修센터와의 有無線 通信網을 構成하여 신속하고 安全한 作業體制가 되도록 하며 이를 統制하는 保線司令室도 더욱 擴大되어야 한다.

또한 모든 工事に 施工基準와 工法을 遵守토록 監督과 檢収를 徹底히 함은 물론 施工業體의 資質向上을 積極 誘導하여 新工法 開發에도 着眼하여야 하며 效率的인 補修作業管理를 위하여 年間 平均作業量의 基準 (250M/D)을 設定하고 作業內容에 따라 業務의 定量分析에 依한 M/D를 算出하여 作業을 測定함으로써 人力管理에도 寄與토록 한다.

이와같이 停電의 頻度와 繼續時間의 減少를 위한 補修活動은 물론 休電作業, 深野作業, 活線作業에 있어서도 需用家의 不便解消를 위해 焦點을 두어야 한다.

그러나 무엇보다도 電氣安全을 위해 安全管理 對策을 多角的으로 推進하고 將次 遠隔制御機器의 活用으로 危險作業으로부터 解放시켜 나가도록 모색해야 할 것이다.

다. 自然災害에 對한 豫防對策

海岸地域の配電設備에서는 塩害對策이 무엇보다 重要하다.

塩害는 塩粉附着에 依한 絶緣尖化, 沿面放電, 漏池電流에 依한 被峯가 그 原因이므로 碍子の 構造 自体를 汚染되기 힘든 것으로 하여 P. Tr 부싱은 充電部가 直接 露出되지 않은 密閉構造인 것이 바람직하다.

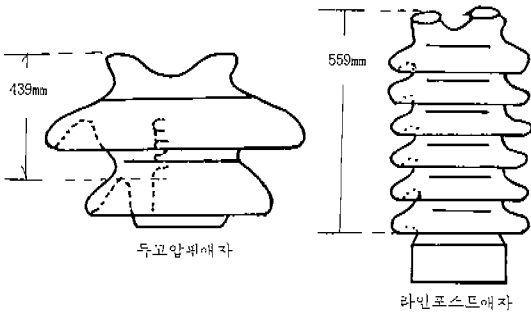
또한 設計 施工面에 있어서도 塩害地域을 最大한 피하여 經過地를 選定하여야 하며 電線이나 各種接續 金具類의 材質도 耐塩性에 充分한 것이 좋다.

이외에도 定期的인 活線碍子清掃을 實施하여 塩粉의 累積을 막아 주어야 한다.

雷害防止에 對해서는 避雷器設置와 架空地線의 架設이 있는데 配電設備는 雷電壓에 比하여 絶緣수준이 월등히 낮은 機器가 대부분이므로 効果的인 絶緣協調를 위해서는 避雷器의 境遇 우선 線路의 末端, 分岐點等 雷害를 받기 쉬운 個所에 設置하되 裸電線과 絶緣電線과의 接續個所 및 絶緣 500m 마다 設置함이 좋을 것이다.

架空地線은 遮蔽角을 45도 정도로 하되 接地區間은 300m 以下로 하고 線路의 屈曲點이나 末端에서 도 接地를 한다.

그외에 雪害에 對한 設備補強은 電柱의 支線을 強化하고 徑間을 短縮시키며 腕金間隔이나 電線距離의 擴大와 絶緣電線의 使用等이 檢討되어야 한다.



(그림-5) 특고압배자와 라인포스트배자

라. 配電自動化 시스템의 運用

配電自動化 시스템은 資料傳達에 必要한 通信方式에 따라 電力線搬送方式, 超高周波 라디오方式과 電話方式으로 區分되는데 이들 各個의 通信 施設과 資料를 判讀處理하는 電算設備의 構築에 많은 費用이 所要되므로 現在 擴大運用 되는 것은 어려운 實

情이나 供給信賴度의 重要性和 앞으로의 展望을 考慮하여 당분간은 SCADA시스템과 併行하여 試驗適用하고 漸次 擴大運用함이 바람직하다고 보겠다.

1970年代末에 開發되어 1980년에 試驗適用된 이 시스템은

- 遠方檢討(時間帶別 檢討 포함)
 - 負荷의 遠方制御
 - 遠方需用家의 負荷遮斷과 再供給
 - 配電系統의 회다 開閉, 變壓器 Tap切換, 區間分離, 콘덴사 Bank의 開閉, 其他 配電系統內에서 의 制御機能
 - 配電系統의 負荷와 運轉狀態의 測定
- 等을 自動으로 遂行할 수 있으므로 供給信賴度向上에 많은 寄與를 할 것이다.

以上에서 言及한 合理的인 系統構成에서 부터 豫防補修体制 強化와 長期的인 眼目의 配電自動化 그리고 自然災害 對策에 이르기까지의 根本的인 對策外에도 國內産業체로 하여금 絶緣레벨 向上과 高信賴性의 機資材 開發을 積極 誘導하고 構內事故 波及防止를 위한 自家用 需用家의 自動遮斷裝置 附設 危弱設備補強 등의 事故波及 豫防對策과 公有地內의 電柱굴착이나 街路樹 및 樹木剪枝의 원황을 기하여 現行의 電氣事故法에 對한 補完이 要求된다.

4. 맺는 말

지금까지 살펴본 바와 같이 配電線路에서 發生하고 있는 停電事故는 毎年 激增하고 있는 配電設備의 延長과 容量을 考慮한다면 크게 減少되어 가고 있는 것이 事實이다.

그러나 보다 높은 信賴性을 위해 施工 및 補修技術의 開發은 勿論 事故停電을 最小限 局部化 할 수 있는 能力을 갖도록 合理的인 供給設備系統을 構成하고 아울러 供給區域別로 信賴度 等級을 設定하여 需用家의 電力確保 重要度에 따라 信賴性 要求에 應하는 한편 徹底한 機資材의 品質管理로 設備事故를 極小化시켜 나가는 것이 當面한 課題이다.

나아가 風水害等 自然災害에 對하여도 꾸준한 研究分析을 通하여 對策을 講究하고 負荷의 效率的인 監視, 制御 및 保護를 위한 이른바 配電綜合自動化의 積極推進으로 보나 完備한 信賴性 確保를 目標로 繼續 精進해 나아가야 할 것이다.