

# 最近의 受電設備 技術의 動向과 保安

## Trend of Technology and Security of Recent Electric Power Receiving Facilities

朴 柱 完

韓國電力 配電處 內線部 課長

### I. 最近의 受電設備 技術의 動向

#### 1. 概 要

最近의 受電設備 技術의 動向을 既存 빌딩 需用家의 受變電設備를 近代化시키는 觀點으로 記述하면서 檢討하여 보면 빌딩에 있어서 새로운 內粧에 따른 電氣設備 改善工事が 증대하고 있으며 이 중 受變電 幹線設備 更新의 主要原因으로서는 빌딩의 用度變更, 使用機器(OA化 등) 增大 등으로 設備機能의 能力 不足에 대한 對應, 電氣設備 劣化 改善 등을 들 수 있다. 종래 이러한 更新計劃에 있어서 자칫하면 部分收修를 할 곳을 단지 設備機器의 交替로 檢討되곤 했다. 그러나 既存빌딩의 建設 당시부터 電氣設備 必要性을 比較하면 社會경제 變化에 따른 電氣設備에 對한 여러가지 必要條件이 要求된다. 이에 對한 技術이 현저하게 向上되고 있는 現在에서 이러한 最新技術을 바탕으로 한 受變電, 幹線設備의 更新 즉 現代化를 計劃할 필요가 있다.

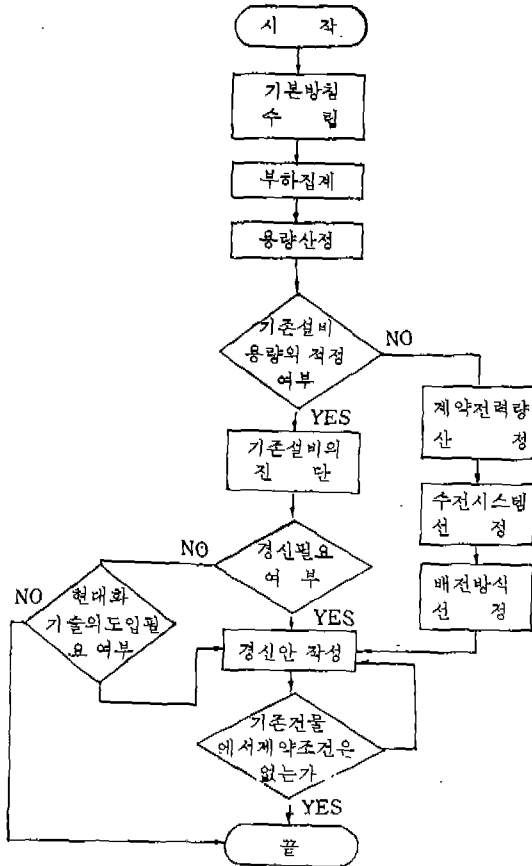
또 既存建物에서 改善計劃時 特殊條件으로서는 建築上 各種의 制約條件, 빌딩業務와 並行 作業의 경우 工程上의 制約등의 檢討가 重要한 問題가 된다. 以下 受變電, 幹線設備의 更新 計劃을 하는데 있어 유의점과 實施計劃 例에 對하여 事務用빌딩의 更新 例를 들어가면서 記述코자 한다.

#### 2. 檢討順序

受變電, 幹線設備의 更新計劃을 할 때 檢討할 事項을 흐름도로 나타내면 그림 1과 같다. 우선 基本方針을 세우고 이 方針을 基礎로 하여 既存設備容量이 更新計劃 負荷設備 및 장애 상정負荷에 供給할 電力量을 충분히 만족시키는가를 檢討하여 充分하면 既存設備의 各項目을 機能診斷, 檢討한다. 充分하지 않으면 契約電力量 檢討, 補修시스템 選定, 配電方式의 選定作業을 한다. 또 既存設備의 Up Grade時의 初期原價(Initial Cost), 가동원가(Running Cost)를 총괄적으로 판단한 후에 現代化技術 導入의 檢討를 할 更新案을 作成한다.

#### 3. 受電設備 容量의 檢討

受變電, 幹線設備의 更新計劃을 立案함에 있어 干先 負荷設備計劃을 基礎로 하여 그 負荷集計, 受變電設備容量을 選定한다. 既存負荷設備와 現在 負荷設備와의 큰 差異點은 照明設備과 空調設備의 增加, 昇降機, 其他 動力設備의 多樣化 방재設備의 新規導入 등에 의한 供給電力量의 增大 및 OA機器의 增加에 對應한 100V 系 供給電力量의 增大이다. 이러한 이유로 更新時 負荷設備容量을 充分히 만족할 뿐만 아니라 장애 빌딩 상정負荷容量을 적절히 파악하여 그 對應策을 충분히 反映하여야 한다.



〈그림-1〉 경신계획순서

#### 4. 既存設備의 診斷

更新計劃에는 全面更新과 部分更新이 있지만 部分更新 경우는 個個 機器에 對한 性能檢討를 基本으로 하여 시스템식으로 빌딩 更新에 對應할 수 있는 機能이지만 現行法規上 問題는 없는가 등을 綜合적으로 檢討할 必要가 있다.

##### 4.1 劣化診斷

既存設備 個個의 機器에 對하여 劣化狀態를 판단하여 잉여壽命을 파악한 狀態에서 改善對象 與否를 판단하며 劣化診斷時 유의할 事項은 아래와 같다.

(1) 機器類의 一般의인 期待壽命은 표1과 같으나

〈표-1〉 전기기기의 기대수명 설문조사결과

기기의 종류	(상징) 수명의 평균치	경신율 고려할 시기	수명할기상태 (상징)			
			교환부 없음	수리 불가능	성능 저하	유치비 증대
유입변압기	32.4년	25년		○	○	
건식물드변압기	31.0	25		○	○	
콘덴서	27.2	20			○	
유입차단기	29.0	20			○	
소유량차단기	29.3	20			○	
공기차단기	30.4	20	○		○	
자기차단기	29.2	20	○		○	
진공차단기	28.2	20	○		○	
가스차단기	31.5	20	○		○	
단로기	29.8	20			○	
기중개폐기	24.5	15			○	
유입개폐기	25.8	15			○	
진공개폐기	25.6	15			○	
육내류비물	29.8	20			○	○
고압CV케이블	24.0	15			○	
저압CV케이블	26.6	20			○	
비상용발전기	28.2	20			○	
연축전지	14.5	10			○	○
알카리축전지	16.8	10			○	○

자료 : 일본전기학회기술보고서 II부 제159호

機器의 使用狀態(遮斷器의 負荷電流值, 變壓器의 負荷狀態등) 過去 電氣事故 發生狀況, 使用環境 實態에 따라 크게 차이가 있으므로 各各의 診斷技術을 利用하여 判斷할 必要가 있다.

(2) 機器는 構造에 따라 修理可能品과 修理不能品이 있지만 部品交替가 可能한 것도 既存部品の 잉여壽命에 따라서는 綜合的 判斷으로써 機器의 改善을 檢討할 必要가 있다.

(3) 劣化診斷으로 問題가 없는 機器라도 시스템構成에 필요한 再使用 可能品の 잉여수명에 對하여 使用可能期間이 짧은 경우는 補修등을 고려하여 改善을 檢討하여야 한다.

##### 4.2 法規上의 診斷

改善計劃을 實施할 경우 現行法規에의 溯及이 問題되는 경우가 있으므로 個個의 法規를 고려할 必

要가 있으며 主된 點檢事項은 다음과 같다.

- (1) 受電設備의 保護協調와 遮斷容量의 確認
- (2) 充電部 保護方式의 確認
- (3) 非常用負荷와 一般負荷와의 區分, 非常電源과 消防法, 建築法과의 適合與否의 確認
- (4) 變電室, 發電機室等 專用區分의 確認, 設備容量에 따른 固定消火設備 與否 確認
- (5) 幹線設備의 區劃處理 確認

### 4.3 機能上的 診斷

變電室 幹線設備의 機能上 問題點으로는 容量이 改善 필요의 必要量에 對應할 수 있는가에 의해 信賴性, 安全性이 特히 重要時되는 경향이 있다. 機能上的 診斷時 留意할 事項은 아래와 같다.

- (1) 負荷의 重要點을 고려하여 重要施設의 電氣設備에 對하여 供給信賴度를 높일 수 있는 受電 및 配電方式에 對하여 檢討한다.
- (2) CVCF 設置與否를 檢討한다.
- (3) 高調波 영향 有無에 對하여 檢討한다.
- (4) 幹線設備에 있어 系統區分이 更新計劃에 適合한가를 檢討한다.
- (5) 變壓器의 負荷區分은 적절한가를 檢討한다.

### 5. 現代化 技術의 導入

現在 電氣設備은 既存設備 建設 當時보다 社會의 커다란 變化로 要求가 多樣化하고 이에 對한 技術도 크게 向上되었다. 이러한 對應技術의 導入은 初期單價만을 비교하지 말고 運轉單價도 고려한 소위 Life Cycle Cost를 比較하여 채택與否를 決定하여야 한다. 주된 必要性 및 對應技術은 표2와 같다. 또 導入時 留意할 事項은 다음과 같다.

- (1) 個個 機器와 各 시스템 및 他設備과의 水準이 같은 것으로 導入한다(信賴性등에 있어서 各 시스템의 水準이 같도록 한다)
- (2) 既存機器와 關聯있는 것은 導入할 시스템이 既存機器의 시스템에 對應할 수 있는지를 검토한다.
- (3) 시스템 一部를 導入할 것인가, 일괄導入할 것인가를 比較, 檢討한다(交換部品の 確保를 함께 고려한다)

〈표-2〉 現代化기술(수변전 간선설비)

	대응 항목	대응 기술
신뢰성	고신뢰도 기기 채택	VCB, GCB, 몰드변압기, 가스 절연변압기, 정지형보호계전기
	고신뢰도 시스템 채택	수전방식의 2중화(Spot Network)방식 상시선예비선방식) 간선의 2중화 CVCF설비 중앙감시설비 Back up 방식
보수성	Maintenance Free化	완전밀폐화, 건식화, 몰드화, 자동제어화, 자동고장기록장치(중앙감시설비의 채택)
에너지 절감	에너지절감 기기 채택	에너지절약형변압기
	에너지절감 시스템 채택	변압기대수제어, 역물자동제어, 설비 합리적인전, 최대전력자동제어
방재성	불연화기기 채택	건식변압기, 몰드형변압기, VCB, GCB
	내진성기기 채택	내진기기(축전지설비, 발전기설비)
소형화	소형기기 채택	VCB, 다단식큐비클, 건식변압기, 몰드변압기, GIS

### 6. 既存 設備上的 制約

既存建物の 更新에 있어서는 新築工事에 비해 各種 制約條件이 생긴다. 그래서 更新計劃을 할 때 適當한 條件들을 충분히 파악하여 對策을 세울 必要가 있다.

#### 6.1 既存 建築上的 制約條件

更新의 경우 既存電氣室, EPS등을 使用할 경우가 많으며 이 경우에 更新計劃은 다음 事項을 고려해야 한다.

- (1) 既存電氣室, 發電氣室, 蓄電池室등의 機器配置와 作業空間의 檢討
- (2) 既存EPS에서 幹線設備과 各 纜의 配置 및 作業空間의 檢討
- (3) 更新機器의 搬入路 確保

#### 6.2 建物更新 施工時 制約條件

既存 建物更新에 있어서 建物の 業務와 關聯한 制

約條件은 工程에 큰 영향을 미친다. 施工計劃을 적정하게 하기 위해서는 다음 事項을 留意해야 할 필요가 있다.

(1) 停電이 필요한 作業과 必要없는 作業으로 區分되되 停電回數를 파악하여 工程을 事前에 調整하여야 한다.

(2) 安全上 充電部 作業範圍를 충분히 檢討하여 活線作業과 活線近接作業을 最少化하여 停電作業을 철저하게 計劃할 것

(3) 更新作業 및 復旧作業이 많다고 하더라도 一 工程 作業時間을 충분히 파악하여 豫備時間을 포함하여 復旧에 支障을 超來하지 않을 것

## II. 受電設備 保安

### 1. 概 要

受電設備의 保安點檢은 一般적으로 定期的인 巡視와 點檢, 補修로 設備의 機能을 維持하는 이른바 豫防保安을 原則으로 하고 있다. 70年代 高度 成長期에 設置된 노후機器의 增大로 인한 突發的 事故의 米연防止, 가스절연개폐장치(GIS)로 代表되는 密閉形 機器의 보급에 대비한 保安技術의 高度化가 要求되고 있다.

이러한 保安技術의 하나로 Sensor技術을 利用하여 事故, 障害發生을 事前 檢出, 診斷함으로써 事故의 米연防止를 기하는 豫測保安技術이 要求되고 있다.

이러한 必要性에 對하여 設備機器의 運轉狀態를 各種 機能面에서 劣化의 有無, 劣化程度와 경향(Trend) 등을 確實하게 파악하여 事故障害 豫測단계에서 計劃的인 保安上의 처치를 할 필요가 있다. 즉 앞으로는 從來의 定期的인 點檢, 補修體制인 豫防保安에서 豫測保安의 概念을 導入한 保安이 필요하리라 여겨진다.

### 2. 補修技術의 動向

우리나라에서는 近來 設備事故나 障害가 發生한 後에 異常個所의 修理를 하는 補修姿勢를 갖고 있다

이 때문에 事前點檢과 整備를 하여 設備機能 維持 및 突發事故의 未然防止를 위해 豫防保安을 생각하게 되었다. 이러한 現在의 補修點檢 方式은 機器使用 環境과 經年特性이 각각 상이하는등 個別使用條件에 對應한 것이 아니고 획일적인 點檢이었다. 예를 들면 20年 以上 經過한 變壓器등의 經年機器가 GIS와 같은 完全密閉型 高信賴度 機器에 適合한가를 檢討할 時期에 왔다고 생각된다. 한편 高度 成長期에 多數 設置된 電氣設備의 補修點檢 業務도 많은 努力이 필요하고 設備의 生産性 向上이 要求되고 있으므로 効率的이고 効果적인 補修點檢이 요청된다.

### 3. 豫測保安 技術과 導入時 고려할 點

豫測保安은 機器狀態를 本來의 機能, 特性과 對比하여 파악함으로써 劣化進行狀況과 事故障害를 事前 檢出하는 感知(Sensing)技術을 基礎로 하여 成立하는 것으로서 電氣機器의 機能에 對應한 現狀에 관심을 둔 感知方式이 이용된다.

이러한 感知技術을 利用하여 실제로 豫測 保安시스템을 導入하여 구축하는때는 最少한 다음 事項을 고려하여야 한다.

(1) 機器內部 이상징조를 早期에 또 確實하게 檢出할 수 있을 것

(2) 感知器 設置로 機器의 信賴性에 손상을 주지 않을 것

(3) 機器를 停止하지 않고 진단할 수 있을 것

(4) 既存의 設備, IP型設備에서 新型 新設設備까지 폭넓게 적용할 수 있을 것

(5) On-line診斷 혹은 off-line診斷을 통하여 얻을 수 있는 機器狀態에 관한 情報은 정량화는 물론 이 정보를 活用하여 필요시 경향(Trend)管理를 할 수 있을 것.

(6) 感知된 機器狀態의 資料는 예를 들어 機器溫度라면 그때의 負荷電流와의 關係를 함께 診斷하는 등 複數情報 조합으로 誤診斷의 防止를 고려할 것.

(7) 特히 既存設備에 導入할 경우 過去 診斷資料를 整理하고 없는 경우에는 導入前 一定期間 동안 機器狀態의 資料收集을 해두는 것이 바람직하다.

이상과 같이 여러조건을 고려하여 시스템을導入함으로써 突發的 事故의 未然防止는 물론 Gas 接連機器와 같은 完全密閉形 機器의 内部 健全성에 관한 確認과 근거를 얻을 수 있으며 不必要한 點檢을 省略하여 補修의 效率化를 기할 수 있다. 여기에 On-line 診斷을 하면 點檢을 自動化할 수도 있다.

#### 4. 受變電設備 豫測保安 시스템

##### (1) 豫測保安시스템 構成

이 시스템은 GIS, 主變壓器, SC 및 SC用 VS 箱子를 對象으로 On-line 監視, 診斷을 하여 이러한 機器 異常징조를 機器 外部에서 檢出하는 Sensor와 Sensor 出力을 演算處理하여 機器異常을 診斷하는 外部診斷裝置 및 判定結果를 診斷, 表示 警報하는 中央監視制御裝置로 構成되어 있다. 이것을 그림으로 나타내면 그림 2와 같다.

그림 2에서 外部診斷裝置는 判定부와 資料處理部로 構成되어 있다. 判定부는 각 監視項目마다 독립된 分散시스템으로 되어가고 각 監視對象機器 外部에 부착한 Sensor에서 檢出信號를 Microprocessor 등을 利用 演算處理하여 初期 設定値와 level 判定 Trend判定管理등으로 機器의 異常有無를 診斷하여 그 結果를 資料處理部에 보낸다.

個個 判定Unit의 診斷 結果는 資料處理部の 소경

양식에 統合되어 監視室內的 Logging Printer에 每時間 測定量을 統合한 일보기록 異常判定時 Analog 량을 포함한 異常記錄 및 中央監視制御裝置 指令에 의거 임의 記錄을 한다.

中央監視制御는 常時 機器 異常을 監視하고 異常發生時에는 CRT에 表示 警報하는 同時에 Printer에 異常內容을 記錄한다. Sensor 信號傳送系의 Noise 對策으로써 光Fiber 또는 Twist Shield線을 利用하고 Pit內的 Cable布設은 豫測保安專用 遮斷 Duct로 한다. 또 傳送距離의 短縮을 위해 外部診斷裝置는 屋內 Cable內에 넣어 機器 近處에 設置한다

##### (2) 診斷項目

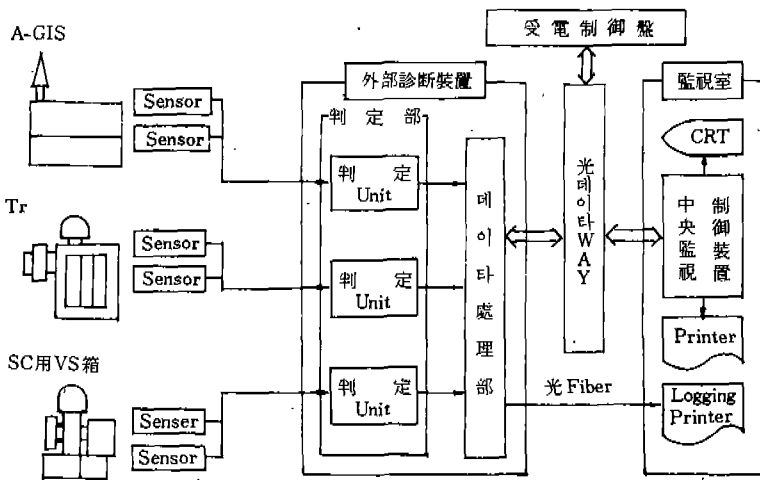
가. 絶緣監視

絶緣監視는 部分放電을 對象으로 한다.

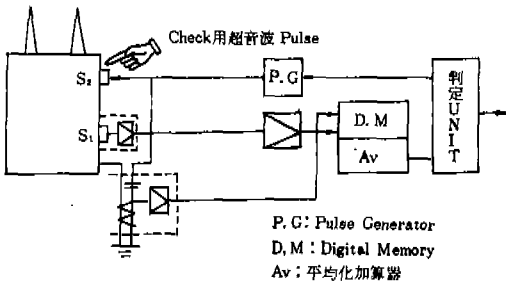
그림 3에 나타난 檢出回路에서 部分放電 發生時에 接地線에 흐르는 放電電流(코로나 전류)를 電流 Sensor로 放電音(超音波 振動)을 Tank외벽에 부착된 超音波 Sensor SI로 檢出한다. 判定部에서는 Pulse電流를 Trigger信號로 하여 超音波 信號를 平均 加算處理하며 10회 處理中 設定値를 몇번 超過하였는지를 確認하여 異常 判定을 한다.

##### (2) GCB 動作監視

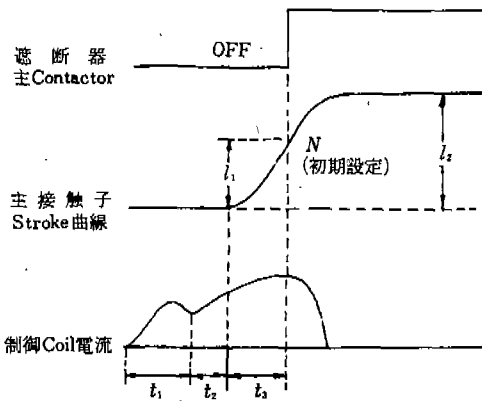
GCB의 조작기구는 Mechanical式으로 그 動作監視는 매우 重要한 要素이다. GCB가 動作한 경우



〈그림-2〉 豫測保安시스템 構成



〈그림-3〉 部分放電檢出回路



〈그림-4〉 GCB投入, 動作過程

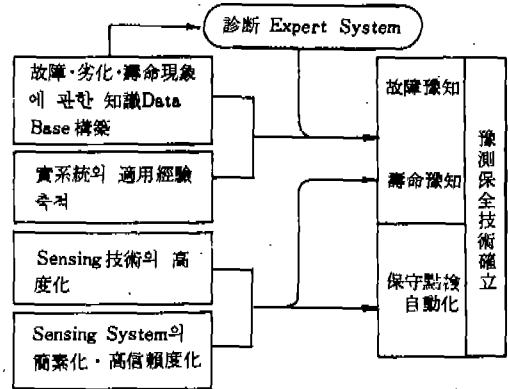
그림 4에 나타낸다. GCB의 遮斷 조작 후 光Rotary Encoder를 부착하여 主接觸子 Stroke를 檢出하여 制御 Coil電流 波形과 함께 Microprocessor에 Pattern認識을 행하여 조작기구 각 부의 動作時間과 Stroke를 檢出하여 初期設定値와 比較判定 한다.

(3) 油中 Gas監視

油入機器의 異常診斷方法으로 油中에 녹아서 存在하는 Gas의 赤外線Gas 크로마토그래프 分析이 効果的이고 變壓器 등의 油絶緣 捲線機器 診斷方法으로 널리 適用되고 있지만 기름 抽出이 필요하고 分析에 長時間이 걸리는 短點이 있다. 變壓器 内部加熱 또는 放電 등의 異常이 發生한 境遇 H<sub>2</sub>Gas는 公 통으로 發生한다. 따라서 H<sub>2</sub>Gas 感知로써 異常有無 判定이 可能하다.

5. 앞으로의 課題와 展望

그림 5는 豫測保安技術을 確立하여 조합할 필요



〈그림-5〉 豫測保安技術의 今後課題

가 있는 主要事項을 나타낸 것이다.

于先 故障 劣化 壽命에 관한 知識, 資料는 豫測 保安技術의 基礎를 이루고 있으며 메이커의 設計, 檢證데이터는 물론 判定 基準으로 實用하기에는 現裝의 保安業務를 통한 데이터축적이 바람직하다.

앞으로 GIS와 遮斷器等에 對해서도 다시 研究가 必要하며 이와같이 데이터 베이스화를 위하여 使用者와 메이커間的 協調가 필요하고 實現可能 範圍에서 豫測保安技術 導入에 의한 適用 經驗의 축적이 바람직하다. 이와같이 착실한 활동을 통하여 知識 데이터 베이스를 構築하여 故障豫知, 나아가 壽命豫知를 支援할 設備診斷 Expert System을 構築할 수 있고 본격적인 豫測保安技術이 確立되리라 생각 된다.

Sensor技術의 側面에서 보면 Sensor自體의 改良 開發, Sensor處理技術이 있고 첫째로 시스템의 簡素化와 高信賴度化를 기하여 Sensor의 Intelligent化 (Sensing素子와 信號處理 Software部의 一體化 등)가 바람직하다.

또 Sensor素子の 出力素子는 一般的으로 매우 약한 信號이므로 内部 Noise에 對한 對應技術이 必要하고 이러한 點에서 信號의 傳送處理에 對한 光技術의 應用이 期待되고 있다. \*