

變電機器의 補修技術의 動向

1. 머릿말

社會生活에 密着된 電氣는 電力供給의 品質과 安定化 그리고 設備의 補修體制의 확립이 점점 더 要求되어지고 있다. 이에 對應되는 것들로서

- (1) 電力系統의 簡潔化와 制御技術
- (2) 各種設備의 信賴性 向上
- (3) 가동후의 補修診斷技術과 緊急體制의 정비.

등이 研究되어 銳意 努力이 貯蓄되어 가고 있다. 本文에서는 前術(3)項에 對하여 最近의 動向을 記述하고자 한다.

2. 補修技術의 分類

各種 機器를 가동시켜 그 途中에 있어서의 補修나 손질에 依하여 壽命을 길게 하고 安定化하여 使用하는 것은 一般 概念으로 確立되어져 있다.

따라서 保全은 「修理可能한 系統, 機器, 部品 등 의 信賴性을 維持하기 위하여 行하는 處理」이다.

또 「保全」을 大別하면 豫防保全과 事後保全이 되며 前者는 「定해진 順序에 依하여 計画的으로 點檢· 檢査· 試驗· 再調整을 行하여 使用中에서의 故障을 未然에 防止하기 위하여 行하는」 保全이며 後者는 「故障이 發生한 後에 行하는」 保全이다.

豫防保全이 좋으나 事後保全이 좋으냐는 그 適用機器의 重要度 즉 故障이 그 系統(System)에 주는 크기로 決定되는 것과 減價償却費算定(Life Cycle Costing)上的 政策에 依하여 選擇되어 진다.

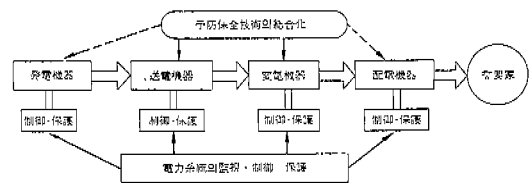
2.1 豫防保全의 期待效果

그림-1은 電力系統技術과 豫防保全技術과의 關聯을 圖式化한 것이며 監視· 制御· 保護技能을 다 시 定하여 細部的으로 展開하여 豫防保全技術을 附加하는 것에 따라 全體의 信賴性 向上을 期하려고 하는 것이다.

2.2 豫防保全

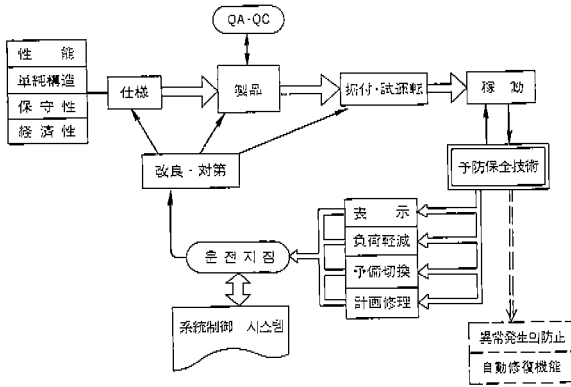
그림-2는 豫防保全을 表示한 것으로서 가동상태를 檢出하는 것에 依하여 係數的 判定를 함으로써 人間· 設備의 相互作用機能으로서의 運轉 基準(Operation Guide)을 設定하여 製品에의 改良· 對策의 指針에 利用한다. 따라서 圖示된 바와같은 循環情報路에 依하여 가동안정도를 재빨리 適正하게 向上시키는데 그 意義가 있다.

그러나 診斷結果 異常의 防止나 自動取復등의 處置는 精밀한 生物機能과는 달라서 아직 未開發分野로 되고 있다.



No	電力系統技術 + 予防保全技術	期待效果
1	系統區間의 監視	各機器의 機能確認 安全運轉期間의 延長
2	系統/回路的 制御	徵候體系의 表示 最適運轉率의 向上
3	系統/回路的 保護	缺陷汽理定及修復對策 다중·타임회 電成

〈그림-1〉 豫防保全의 期待效果



(그림-2) 豫防保全의 体系

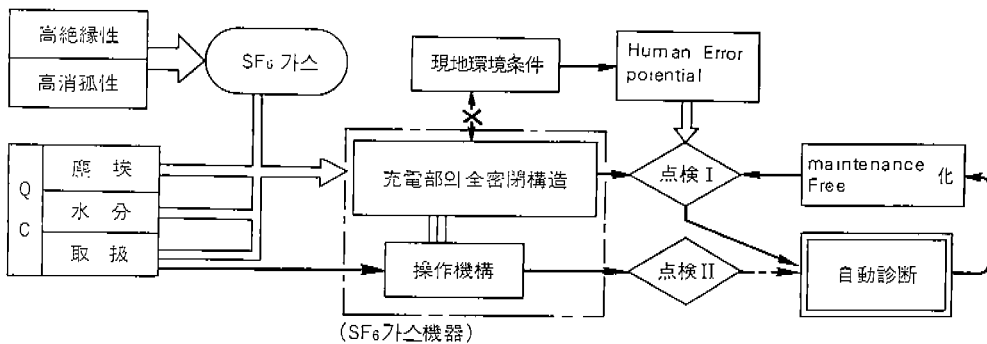
3. 補修技術의 動向의 具體的인 例

데이터·로깅技術(Data-logging Technic)는 日進日歩하고 있으나 그 主機의 發達과 變化에 對應하여 그 技術의 內容도 變革되어진다.

近來에 變電機器로서의 避雷器·斷路器·遮斷器 등을 接地金屬 탱크內에 內藏배치하여 SF₆ 가스를 充填한 가스絶緣開閉裝置가 普及하여 現在 400~500個所가 稼働하고 있다.

그 理由로서는 電力供給密度가 增加하는데 따라서 市街地內에 變電機器를 設置하지 않으면 안되게 되어 設置面積이 從來方式보다 적으며 또한 密閉金屬 탱크內에 主機器가 內藏되기 때문에 耐環境性이 優秀한데 있다. 이와같이 高性能이기 때문에 製作方法에는 새로운 生産技術이 必要한 것이다.

그 요약을 그림-3에 表示한다. 즉 高絶緣性·高消弧性의 SF₆ 가스를 媒体로 하고 있기 때문에 品質管理上의 먼지·수분의 混入을 防止하여야 하므로



(그림-3) SF₆-가스 機器의 보수

防塵室內에서의 重要部品の 組立 등 製作·Know-How를 調査하여 제품의 安定化를 期하고 있다.

그러나 앞서 記述한 바와같이 차단기의 上接點의 소모나 機械의 마모 등에 의하여 가동후 適當한 時期에 點檢을 要하며 品質을 安定化로 이끄는 必要가 있다. 여기서는 全密閉 탱크內의 部品の 點檢作業을 點檢 I로 하고 氣中の 外部部品の 그것을 點檢 II로 規定한다.

點檢 I에 對하여는 全密閉構造로 高品質을 要하는 部品이 對象이 되기 때문에 가동實績에 의하여 點檢周期를 延長하여 無補修化(Maintenance Free)를 指向하고 있다. 그 가동실적확인을 위하여 탱크內 部品을 운전장소에서 작업을 하는 경우 제작공장과 같은 品質環境은 경제적으로 얻기 어려우며 또한 作業에 수반하는 人間的 誤差可能性(Human Error Potential)을 유발할 緣려가 있으므로 가동중의 진단을 外部에서 行하여 點檢 I을 資料에 依하여 判斷하고 無補修化함이 바람직하다.

그 手段으로서 自動診斷장치가 고려되어지고 있다. 自動診斷장치는 말하자면 檢出技術이 中心이 되고 있으며 對象機器의 故障의 物理的 構造解析(예컨대 Fault Free Analysis)에 의한 有效한 檢出技術에 依한 것이 아니면 使用할 수 없으므로 特別한 配慮가 必要하다.

現在 오프라인(off line)用의 檢出技術에 여러가지가 發表되고 있으며 온·라인用의 檢出기술도 出現되고 있다.

3.1 海外的 動向

3.1.1 G.E.

본 文에서의 故障모드(Mode)로서는 絶緣劣化가 가

장 중요하지만 코로나放電의 數·크기의 分布·位相特性 및 經時變化特性 등을 小型電子計算機를 이용하여 圖表化 出力을 얻어내는 研究를 하고 있다.

콘멘서의 故障경향도 筆者의 經驗에 의하면 1~1.5年間에 생기는 初期不良 모드이어서 生産前 또는 가동 후 2年以內의 絶緣監視가 有効하다고 생각된다.

미니컴퓨터處理로 經時變化를 찾아내는데에 主眼點이 있으리라고 생각한다.

한편 變壓器의 油中可燃性가스 分析의 온라인시스템(on line system)은 開發이 끝나서 饋스틸드工場에 전시되고 있다.

이 方式은 變壓器 4~5台로부터 送油管을 통하여 分析器까지 引導되어 마이크로·컴퓨터制御·分析에 의하여 ① 기름의 試料採取 ② 油中가스의 分離 ③ 가스·크로마토그래프(Gas Chromatograph)에 의한 測定 ④ 測定데이터의 해석 ⑤ 메터의 蓄積 및 前데이터와의 比較 ⑥ 異常有無의 判定과 警報出力을 낼 수 있는 것이다.

可燃性가스 成分으로서는 $H_2 \cdot CO \cdot C_2H_2 \cdot CH_4$, ... 등의 各成分 경향까지 알아낼 수 있다.

3.1.2 ALSTHOM

變壓器의 制作工場內의 設備로서 絶緣 診斷裝置가 가동하고 있다.

즉, 變壓器 탱크外壁에 約 60個의 初音波檢出器를 取付하고 試驗電壓의 印加와 더불어 内部코로나 發生音을 3次元的으로 位置標定監視하는 裝置이다.

여기서는 音의 感度を 向上하기 위하여 試料採取 範圍의 原理에 기준하고 있어 電氣信號트리거(Trigger)를 基準으로 하여 各時刻마다의 超音波信號를 積算하여 랜덤雜音(Random Noise)을 除去하는 것으로서 解決하고 있다.

이 原理는 回轉體의 異常振動·音의 SN比 向上에도 적용되어지고 있어서 今後 컴퓨터處理化로 進展될 것이다.

3.1.3 AEG

가스 絶緣母線內의 異常診斷으로서 光方式에 의한 故障地點檢出裝置(Fault location-Detector)를 開發하고 있다. 즉 母線의 外被탱크에 후렌지를 설치하여 후렌지·포켓(Flange Pocket)에 輻트르

란지스터(Photo-Transister)와 그 増巾器와 LED 表示器를 取付하여 外部로부터 自視判定하는 장치로 驅動電源은 乾電池內藏形이기 때문에 長期間 온·라인使用에는 難點이 있다. 이것은 母線側에서 絶緣不良에 의한 發光이 있을 경우에 그 區間을 識別하는 方式으로 感度레벨은 10^5 Amp/Light Power in Watt로 극히 良好하다. 더우기 感度向上을 위하여 輻트르란지스터의 앞쪽에 棒狀의 라이트가이드를 붙일 수 있다.

또 온라인으로 하기 위하여는 光화이버로 信號傳送(Digital)을 하지만 特別한 IC데바이스는 사용하고 있지 않다.

3.1.4 BBC

가스絶緣開閉장치의 現地絶緣시험의 等價性的 研究로서 從來의 直流電壓 代身에 數百~數kHz의 高周波減衰振動電壓을 印加하는 장치를 開發中에 있다.

直流高壓으로서는 絶緣物의 電位分布 등도 달라서 等價성이 낮으며 또한 直流는 一般的으로 交流에 比하여 難點이 많아 品質過剩이 되기 쉽다는 등의 理由가 研究의 始初가 되어졌다.

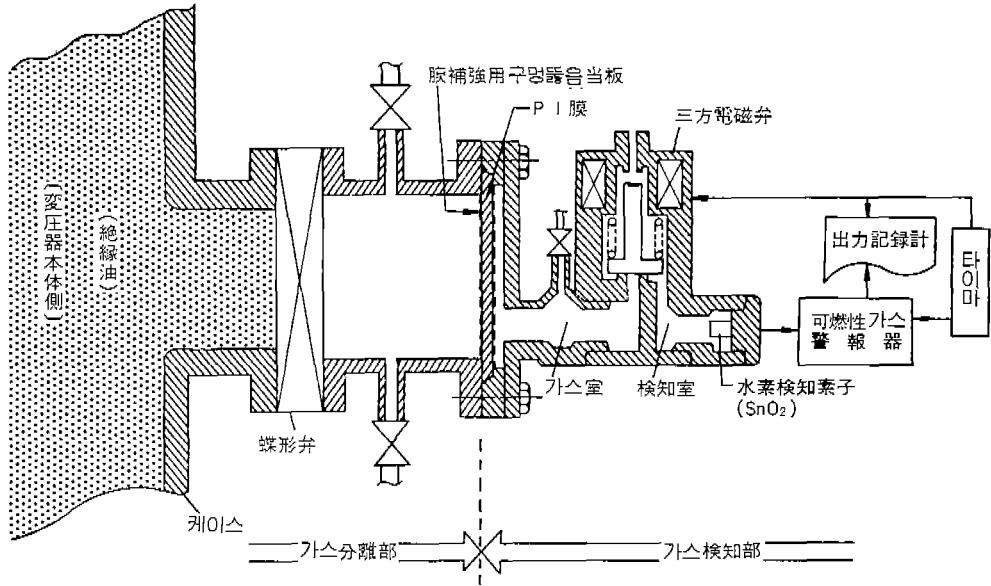
3.1.5 MTI

MECHANICAL TECHNOLOGY INCORPORATION(美國)에서는 주로 프란트機械나 回轉機器의 異常監視시스템을 제작하고 있어 檢出信號(sensor) 64~250채널의 소규모시스템, 200~2,000채널의 中規模시스템, 2,000~20,000채널의 大規模 시스템을 준비하고 하드·소프트웨어(Hard Software) 支援體制를 가지고 있다. 以上은 一例의 소개이지만 診斷技術과 컴퓨터 結合의 動向이 望성하다.

3.2 日本의 動向

絶緣診斷에 對한 研究는 日本에서도 活發하게 行해지고 있어 예컨대 1978年 12月 日本電氣學會 絶緣材料研究會에서는 變壓器의 油中可燃性 가스診斷, 콘멘서·가스機器의 絶緣劣化診斷法이 報告되 되었다.

여기서는 日立製作所의 現狀을 記述하기로 한다. 變壓器의 重大事故波及防止 技術의 하나로서 油中可燃性가스診斷方式은 그림-4와 같이 重合膜을



〈그림-4〉 隔膜式油中可燃性가스 監視裝置의 構成

通하여 油中の 가스成分만을 가스室로 인도하여 半
 導體가스檢出器로 程度(Level) 判定하는 方式을
 實用化하고 있어서 測定 때마다 기름의 試料採取를
 하지 않는 單純한 構造에 特徵이 있다(더우기 多成
 分 分析 可能方式을 研究中에 있다).

現在 某 S.S에서 테레·메터 監視頃H에 넣어서
 가동실적을 감시中에 있다.

가스絶緣開閉 裝置의 診斷技術에 對하여는 그림
 - 5에 그 개요를 표시하였다.

技術로서는 絶緣·溫度·開閉· 가스 및 補助
 機 特性으로 大別할 수 있다.

이와같은 監視는 主機器의 故障物理的 構造에 連
 關된 判定레벨을 設定하여 그 數字化한 信號를 傳
 送路를 通하여 制御部에 들어가게 한다.

制御部에서는 各種檢出信號의 組合에 의한 論理
 的 判定에 의하여 現象을 確定시켜 表示 또는 記録
 을 하게 한다.

이와같이 豫防診斷 자료는 情報化한 端末裝置로
 하는 것에 의하여 主機의 制御·保護技能에 어떤 阻
 害를 주지 않도록 한다.

또 制御裝置의 出力자료는 上位計算機에의 메이
 타傳送 때문에 傳送인터페이스를 가져 全体 시스템
 에 包含시키는 것도 可能하다.

여기서 檢出技術上의 配慮點은 2 개로 大別된다.

하나는 監視自体가 主機의 機能을 阻害하지 않는
 方式·構造이어야 할 것이며 다른 하나는 信號의
 耐雜音 對策인 것이다.

前者의 具體的例로서 가스機器로서 內藏된 피뢰
 기의 漏洩電流檢出法에 對하여 記述하면 그림- 6
 과 같이 피뢰기의 外部露出接地線에 電磁카부링
 方式에 의한 非接觸 檢出을 開發하여 그 유기전압 信
 號를 電子回路에 의하여 機器指示 또는 制御部에
 자료傳送을 하게 되어 있다.

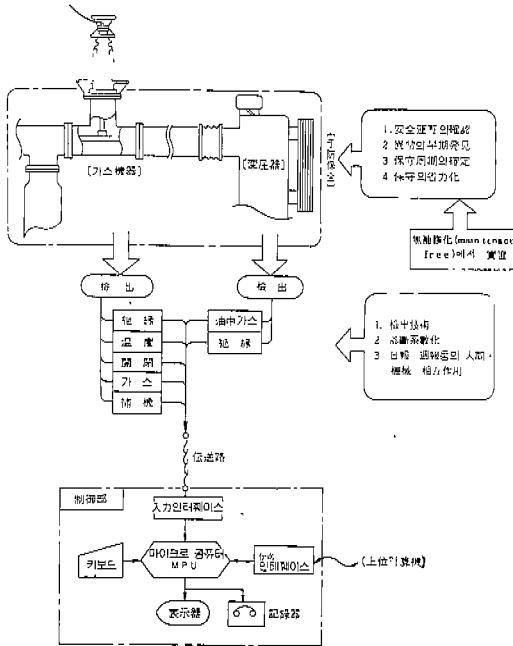
이 方式의 利點은 非接觸檢出이기 때문에 피뢰기
 에 何等의 機能的 變化를 주지 않아야 하는 것이다

이 方式에 의하면 檢出의 現場實證도 쉽고 사용
 실적의 貯蓄으로 온·라인化의 推進에도 유용하다.

後者의 具體的例로서 多重차폐에 의한 耐雜音性
 向上外로 光메터링에서 外來雜音의 侵入防止를 防
 하는 것도 必要하여 이미 100KBPS 수준까지의 光
 링送受信器를 製品化하여 檢證中에 있다.

한편 제어부에서는 HD46800型 비트·마이크로
 컴퓨터를 中心으로 固定논 夢(ROM)와 補助 논 금
 (RAM)에 依하여 소프트·루틴 (Soft-Routine)을
 組立하여 判定精度, 日報, 週報 등의 出力業務를
 하고 있다.

이와같은 메타의 使用法은 그림- 7에 表示한 바
 와같이 安全-警告領域이 微候 수준에서의 特性監

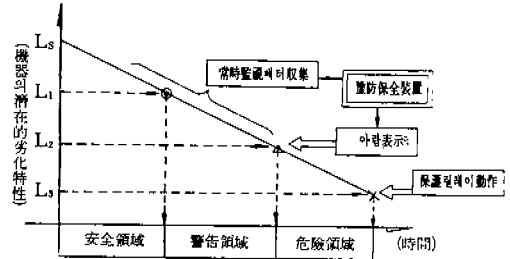


〈그림-5〉 가스絶緣變電所의 豫防保全

視이다.

豫防保全의 意味도 여기에 있는 것이지만 檢出感度を 너무 올리면 誤判斷이 생기기 쉽고 感度を 너무 내리면 危險領域 切迫이 되기 때문에 多情報의 組合으로 判定하는 것이 노하우技術이 되는 것이다.

以上은 온라인 診斷法에 對하여 記述하였지만 이 檢出技術은 온라인用에 쓰여지고 事後保全時의 檢査器具로서의 有効한 武器가 된다는 것은 말할 나위가 없다.

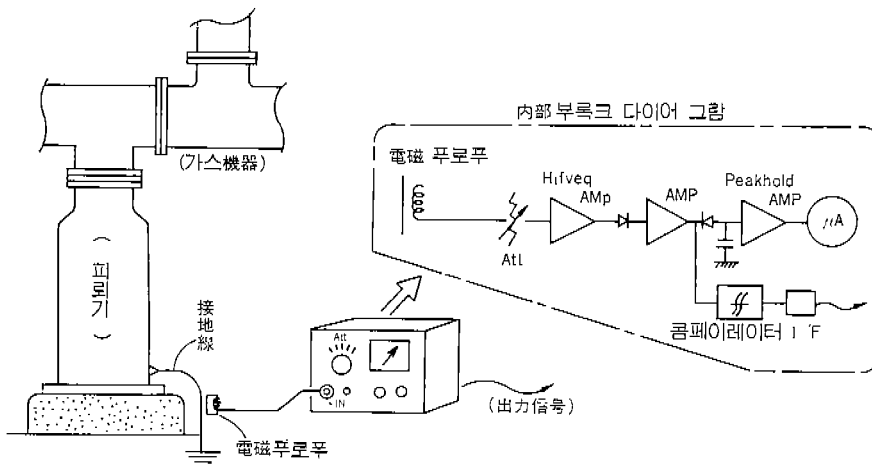


〈그림-7〉 收集데이터의 体系

4. 結 言

豫防保全의 目的은 CATASTROPHIC FAILURE의 防止에 있으나 實機에의 適用은 實機의 信賴度(예컨데, 故障率, 有効度)의 關聯과 政策에 따라 크게 左右된다. 따라서 減價償却費算定(life Cycle Costing)에서 본 評價가 必要하여 感覺的 評價의 數字化에 의한 研究가 되고 있다.

한편 機器에의 信賴度 要求가 엄격한 요즈음 이와같은 補修技術도 進歩가 要求되고 있으며 또 마이크로·컴퓨터의 普及에 따라 小型高性能의 診斷裝置가 現實의 것으로 되고 있는 중에 있다.



〈그림-6〉 피로기의 漏洩電流檢出例