

# 開閉制御裝置 技術의 現況과 展望

## Present Situation and Prospects of Switchgear and Controlgear

成 基 契

金星計電(株) 常務理事

開閉制御裝置는, 發電設備는 勿論, 公共性이 높은 上下水道, 電鐵, 빌딩設備 등, 各種 産業 設備 등에서 電力을 安定, 安全하게 供給하기 爲한 主要 구성 기기로서 광범위하게 使用되고 있다. 그 中에서도 使用電壓 66 / 77KV까지의 수요층은 대단히 넓고, 近年 輸出 需要와 關聯하여 需要 形態는 점점 다양화하고 있다. 使用電壓은 電氣設備 規模의 大形化, 高度化에 따라 高電壓化의 傾向에 있고 開閉制御裝置의 信賴性, 安全性 등 質의 向上이 強力히 要求되고 있다. 한편, 開閉制御裝置의 小形化, 保守性 등 經濟性의 向上에 대한 要求도 한층 더 강해지고 있다. 이와같은 다양한 要求에 대응하기 위하여는 이것을 뒷받침할 技術개발이 필요하다고 하는 것은 두말할 것도 없다. 66/77KV이하의 開閉制御裝置에 대해, 이들의 要求에 대한 제품의 動向, 대응技術의 개요에 대해 다음에 서술해 보기로 한다.

### I. 사회적 Needs와 產品의 動向

최근의 市場이 開閉制御裝置에 要求하고 있는 社會的 Needs는

(1) 利用面에서, 高信賴性, 小形, 縮小化, 事故의 高安全性, 運轉Cost를 포함하는 經濟性

(2) 公共面에서 不燃化·耐震性등의 防災性, 色彩 低騒音等の 環境性, 省資源·省에너지化等 대단히 여러 方面에 미치고 있다. 이러한 Needs에 대응하기 위한 開閉制御裝置를 供給하기 위하여는 基盤 技術, 周辺技術의 開發을 背景으로 最新의 技術을 적극적으로 導入, 대응할 필요가 있다. 그 中에서도 近年 樹脂 Mould成形 技術의 進歩와 關聯하여 特高 高電壓 Class에서는 몰드 製品을 使用한 절연 技術이 長足の 進歩를 했다. 그 結果, 從來의 차단기를 중심으로 한 組合 技術 中心의 開閉制御裝置에서 多機能을 複合 一體化한 콤팩트한 開閉制御裝置로 큰 變化를 했다. 低電壓分野에서는 設備의 大形化와 末端 負荷 容量의 增大에 대하여 經濟性을 重視하여 1面當 回線收納率의 向上에 努力하고 있다. 開閉制御裝置는 主要機器인 차단기外에 PT·CT 등의 機器를 포함한 複合機能裝置이고 各 關聯 技術을 複合해야 裝置로서의 發展이 이루어진다. 近年 차단기는 小形輕量, Maintenance Free, 不燃化의 Needs가 높은 진공차단기가 33KV이하의 電壓Class에서 主流를 이루고 있다.

### II. 主要 Needs와 對應技術

開閉制御裝置에 對한 Needs와 이것을 만족시키는

대응기술 및 제품의 형태 사이에는 서로 상관관계가 있고 使用條件, 電壓 Level등에 보다 최적인 組合이 취해지고 있다.

### 1. 小形·縮小化

개폐제어장치의 小形·輕量化는 Cost低減에 寄與하는 것 뿐만 아니고, 부착 간격의 縮小, 운반 取扱의 容易性 등 綜合的인 經濟性 向上 效果가 크다.

특히 輸出品의 경우는 포장비, 輸送經費의 節減에 直接 影響을 준다. 따라서 차단기의 小形化, 收納機器의 複合 機能化, 監視·制御·保護機器의 電子化 등 小形·輕量化에 注力하고 있다. 그 外 特高(11/22/33KV) Class에서는 주로 固体·複合 絕緣方式에 依한 縮小化가 또한 高壓(3.3/6.6KV) Class에서는 機能의 Module化, 多段積化, 低壓 Class에서는 高密度 集積化에 依한 縮小方式이 취해지고 있다. 위에 설명하는 VCB 上下式의 2重母線 開閉制御裝置, 超薄形의 高壓 콤비네이션 스타터, 22段積 Control Center 등은 그 成果이다.

특히 最近은 特高 開閉制御裝置의 小形化가 한창이고 22/33KV級에서는 縮小化와 함께 保守性이 向上되고 있으며 大氣壓 近傍의 SF<sub>6</sub> Gas 絕緣方式을 취하고 있다.

### 2. 高信賴性

開閉制御裝置는 電力 流通 시스템의 重要 部分을 이루고 있기 때문에 信賴性이 높은 機器·部品의 採用은 물론이고 구성 재료를 포함한 裝置 全体의 信賴性을 높일 必要가 있다. 따라서 特高에서 低壓까지의 개폐제어장치 全般에 對해서 信賴性을 向上시키려면 設計 計劃 段階에서 出荷時의 確認 試驗까지 綜合的인 점검이 가장 必要하다. 最近은 CAD, CAM의 導入에 依한 設計 精度의 向上, 製造面에서의 品質向上과 함께 製造 과정의 品質 管理 強化, 購入品 및 補助部材의 認證 制度 導入 등, 管理面의 諸施策을 취하고 있다. 거기에 標準化의 推進에 依한 部品 點數의 削減, 共通化도 經濟性의 向上과 수반하여 信賴性 向上의 有力한 手段이고, 적극적으로 推進하고 있다.

또한 特高·高壓 開閉制御裝置에 쓰이는 樹脂 絕緣物을 中心으로 한 複合 絕緣方式의 多用化에 對하여는 規格으로 規定되고 있는 試驗의 實 使用狀態를 想定한 濕潤汚損 特性에 對하여도 理論的 解析과 實機 모델에 依한 충분한 검증을 하게 採用하고 있다. 그 위에 裝置 全体로서의 Corona試驗, 加速 劣化 試驗 등을 行해 信賴性의 檢證을 시도하고 있다.

### 3. 安全性·環境性

充電部の 露出을 없게 全閉化하는 것은 安全性확보의 第1步이고 最近의 66/77KV 以下의 개폐제어장치는 거의 閉鎖形으로 되고 있다. 그 위에 外被 뿐만 아니고 保守時의 安全 確保, 事故의 波及防止 등에서 母線의 絕緣, 内部 收納 機器의 Compartment化를 進行하고 있다. 外被 및 内部 隔壁의 隙間에 對한 要求도 小動物의 侵入에 依한 短絡事故의 防止, 먼지에 對한 保護 등 安全性·環境性의 向上을 위해 엄격히 되고 있다. 最近은 安全性 最重視의 추세이기 때문에 裝置 内部에서 萬一의 Arc 事故 發生時에도 人體에 對해 危害를 끼치지 않는 것이 要求되는 事例가 늘어나고 있다. 内部 Arc 事故가 發生하지 않는 구조를 基本으로 하고 만일 發生할 경우의 대책으로는 센서, 보호계전기 또는 유즈의 적용에 依한 事故 에너지 供給 時間의 短縮, 制限 등도 있지만, 확실성, 경제성의 面에서 放壓口方式이 有力하다고 생각된다.

### 4. 省力化·保守性

設備의 近代化에 따라 保守를 爲한 停止는 더욱 더 곤란해지고 있고 保守 人員의 削減도 있어서 Maintenance Free化의 要望이 높아지고 있다. 차단기에 對하여는 Oilless化의 進行에 依해 이 Class에서는 VCB, GCB가 主流를 이루어 Maintenance Free化에 한층 가까와지고 있고 PT·CT 變壓器에 對하여도 몰드化의 實現에 依해 點檢 周期의 延長이 可能하게 됐다. 더우기 母線·부싱·監視·保護 機器 등 機能의 複合化와 電子化에 依한 接觸 個所의 減少도 有力한 省力化의 한 手段이고, 今後보다

더 主力할 必要가 있다. 그 外 各種 自動點檢 裝置의 開發에 의해 事故의 事前 파악, 點檢 周期의 延長 등 豫防 保全 技術의 向上도 積極적으로 추진해 야 할 과제라고 생각된다. 또한 가스 절연 개폐제어 또는 全裝 可搬形 개폐제어장치 등 장치의 구조, 구성의 개발·개량에 의한 保守性의 向上도 重要하고 努力해야 할 點이다.

다음에는 이와 같은 Needs 變化에 따른 最近의 技術 動向에 대해 서술하기로 한다.

### Ⅲ. 絶緣 縮小化 技術

3.3~33KV級의 개폐제어장치는 廣範한 分野에서 使用되고 있고 使用 條件과 設備 形態도 여러 가지 이지만 最近과 같은 土地難과 變電所 建設費 上昇 等的 社會 正세로 그 縮小化는 基本的인 Needs가 되고 있다. 最近에는 차단기의 진보와 機器의 몰드화 등 축소화를 둘러싼 주변 기술도 발전하여 왔다. 개폐제어장치의 내부절연도 종래의 공기 절연에서 고체 절연의 併用化로 진보를 하였고 가스 절연화의 檢討 등 장치의 축소화와 동시에 信賴性, 安全性의 向上을 目的으로한 절연 축소화 기술이 전개되고 있다. 절연 재료의 진보와 그 응용기술, 절연 설계, 평가검증기술 등 일련의 기초 기술의 발달이 이것을 지지하고 있다.

#### 1. 空氣 絶緣

공기절연은 오래전부터 開閉制御裝置에 의한 絶緣方式의 主流이었지만 그 特性은 絶緣縮小化 技術의 전개에 있어서도 기본이 되는 것이다. 大氣(空氣) 中の 放電 特性은 電壓에 대해 正規累積分布를 나타내고 絶緣距離는 그 Gap 구성의 50% Flash Over 電壓(F. O. V)와 別個의 偏差를 평가하여 결정할 必要가 있다.

#### 2. Barrier 絶緣

氣中絶緣距離를 비교적 간편히 축소하는 手段으로서 導體相間 또는 對地間의 공간에 절연판을 挿入하는 Barrier 絶緣이 있다. Barrier를 挿入하는

것에 의해 얻어지고 있는 耐電壓의 向上은 Barrier 效果라고 불리고 電極形狀 Gap길이 Barrier幅 Barrier 挿入位置에 依存한다.

電極形狀과 Barrier 挿入位置에 의해 非對稱構成 될 때는 극성효과를 고려할 必要가 있고 一般的으로는 相間 Barrier는 相間的中央에 對地間 Barrier는 導體側에 가깝게 설치하면 Barrier 효과는 커지게 된다. 그러나 構造物에 부착한 Barrier가 充電部의 극단에 접근하면 Barrier 표면의 汚損條件에 의해서는 주설전류의 增加나 沿面放電이 일어나는 역효과가 될 虞가 있다.

裝置內部的 濕潤汚損에 관한 規格은 확립하고 있지 않지만 實用的으로 想定되는 汚損量 濕度の 범위에서 Barrier 挿入位置의 限界를 정하고 있다.

#### 3. Gas 絶緣

SF<sub>6</sub> Gas를 絶緣媒体로 한 開閉制御裝置는 Gas 絶緣開閉裝置(GIS)로서 이미 66KV이상의 高電壓 領域에서 널리 실용화 되고 있다. 그 우수한 絶緣性能 消弧性能과 함께 安全無害한 Gas로서 급후에도 電氣機器에의 應用범위는 증가할 것이다. 33KV 以下の 電壓領域에도 그 縮小化와 Maintenance Free 化的 追求는 Gas 절연 도입의 필요성을 재촉하고 있다.

### Ⅳ. 信賴性 安全性技術

開閉制御裝置는 各産業 分野에서 널리 使用되고 있어 利用形態 및 設置條件은 多樣化하고 있다. 近年 기능 성능의 長期安定維持의 要求는 점차 높아지고 먼지 기상변화에 따른 對策의 要求가 증가하고 있다. 또한 輸出의 增加에 따라 국제규격의 適用이 늘어나는 傾向이다.

#### 1. 耐環境性

開閉制御裝置의 기능 성능을 해치는 환경요인으로는 먼지 물방울 염분을 포함한 空氣 有害Gas 등의 裝置에의 侵入과 溫度 濕度 등의 氣象條件이 있다. 裝置의 기능 성능유지는 이들 환경조건에 대한 장

치의 保護程度에 의해 좌우되는 것이다. 여기서는 一般 設置場所에서도 항상 고려할 必要가 있는 異物侵入의 防止對策과 設置場所의 氣象條件 急變에 의해 생기는 結露와 그 방지대책에 관하여 서술한다.

1) 防塵 防適에 대한 保護

개폐기제어장치의 보호정도를 결정하는 것에는 주위의 環境條件은 말할 것도 없고 内部機器 絶緣物의 汚損強度 및 保守間隔을 감안할 必要가 있다.

2) 結露에 대한 保護

結露는 相對溫度가 異常하게 높은 경우 또는 外氣溫度의 急上昇에 의해 開閉制御裝置内の 공기 온도가 상승하고 絶緣物周邊의 空氣의 露點溫度가 絶緣物의 表面온도를 초과하는 경우에 發生한다.

汚損된 絶緣物 表面에 結露가 發生하면 浴面放電이 일어나고 시간의 經過와 함께 누설전류도 커진다. 이 結果 絶緣強度가 低下하고 運轉電壓에 관해서도 地絡 또는 短絡事故에 이르는 것이 있어서 結露를 防止하는 것이 重要하다.

結露防止對策으로서는

- ① Space Heater에 의한 相對溫度의 改善

② Space Heater의 埋込 등에 의한 絶緣物의 直接加熱

③ 断熱材의 使用에 의한 온도변화의 완화

④ 除濕裝置의 使用

⑤ 絶緣物의 材質 및 形狀에 의한 熱時定數의 改善등이 생각되고 一般의으로 ①의 方法 裝置에 의해서는 ③④의 方法이 利用된다.

2. 品質管理

開閉制御裝置는 여러종류의 用途와 收納機器에 의해 그 形体의 種類는 매우 많으며 고도로 안정된 品質을 유지하는 것은 重要한 課題다.

品質管理는 標準化로 시작해서 標準化로 끝난다고 말해지고 있다. 製品要素 部品單位의 표준화 Unit化를 추진함으로써 신뢰성을 확보하는 同時에 市場需要의 對應力을 높인다. 요즘은 品質管理上 重要度가 높은 作業을 重要基本作業으로 규정하고 技能者의 作業認定制度를 實施하고 있다. 導體接續作業 結線作業 등은 QC工程表의 속에 明記하고 제조부문의 自主檢査와 品質保證部門에 행하는 檢査와 의 二重Check 方式을 실시해서 品質의 技術向上에 萬全을 期하고 있다. \*

(106페이지에서 계속)

아름이 퍼지는 것 같으면 肺尖部에 생긴 작은 폐암으로 의심하고 檢査를 받아야 합니다.

심장노이로제도 흉통을 호소합니다마는 그 사람의 성격과 心電圖로 구별할 수가 있습니다. 최근에는 이러한 병이 늘어나고 있는 것 같습니다.

胆石症, 食道下部의 암, 肺炎, 肋膜炎등도 흉통을 볼 수 있으나 이 흉통과 함께 다른 증상들도 있으니 구별이 됩니다.

아름든 갑작스러운 격심한 흉통에 있어 주의를 해야 할 병환으로는 심근경색 대동맥의 흑이 터져 크게 출혈하는 해리성대동맥류 및 혈액응고 물질이 폐의 혈관을 閉塞시켜서 일어나는 폐경색의 세가지입니다.

생명에 관계 없는 것으로는 자연기흉과 대상포진이 있습니다.

폐암의 경우는 건강진단등으로 극히 작은 것이 외에는 쉽게 발견되고 있을 것으로 봅니다.

問 잘 알았습니다. 특히 직장에서 유의할 점은 무엇인지요?

답 앞에서 말씀바와 같이 고혈압이나 당뇨병이 있는 사람이라든가 건강진단에서 여러가지의 병이 발견되어 주의를 받은 사람은 의사의 지시에 따라 속히 치료를 받아야 합니다.

무엇보다도 전술한 세가지의 병은 치명적인 것이니 각별히 알아 두어야 할 것입니다. \*