

EDF, 900MWe級 制御室 改善

＝業務簡素化・誤操作 防止위해 再配置＝

“EDF는 自社の 모든 900MWe PWR 유니트들의 制御室을 改善하고 있다.”

프랑스의 모든 900MWe級 PWR의 콘트롤·룸들이 改造되고 있다. 制御器들은 運轉員의 業務簡素화와 誤操作 機會를 줄이기 위해 再配置되고 識別色을 넣었다.

프랑스電力廳은 3千萬프랑의 豫算으로 自社の 모든 標準規格의 900MWe級 PWR의 콘트롤·룸 改造프로그램을 現在 切半以上 進行시키고 있다. 1985年末까지 이러한 改造作業을 稼動中이거나 建設中인 18個 플랜트와 2個의 시뮬레이터에서 完了하였으며, 나머지는 1986年末까지 完了할 豫定이다. 이 改造作業은 定期檢査 및 燃料再裝填 停止期間中에 實施되지만 첫 發電所의 作業結果 核燃料를 完全히 除去하지 않아도 作業이 可能하다는 것을 알았다. Learning曲線은 急傾斜였으며 첫 稼動中인 플랜트를 改造하는데 4週가 걸렸지만 지금은 8日間에 끝내고 있다.

發電所와 콘트롤·룸은 모두 그대로이다. 改造作業에는 콘트롤·룸 데스크나 보드의 큰 再配置는 없고 運轉員들의 일을 덜어주고 特히 緊急時의 오조작을 줄이기 위하여 制御器와 이와 關聯된 計裝設備들의 選別的인 再整理가 包含된다. 例를 들면, 原子爐의 트립 및 其他 가장 重要한 制御器들은 판넬의 最上部로 位置變更하여 運轉員過失의 危險性을 줄이기 위해 運轉員에 가장 가

까운 데스크끝에서 可及的 멀리 둔다.

事故後 事態收拾을 위해 EDF는 모든 900MWe級 PWR에 安全판넬을 設置하였다.

混同의 減少

制御室 改善의 始作은 TMI事故後對策을 위한 EDF의 調査였다. 이 調査의 目的은 運轉上의 어려운 點들을 없애거나 줄이기위해 制御室의 데스크나 보드에 어떠한 變化를 주어야 하는냐는 것인데 가장 重要한 것으로는 混同으로 因한 危險을 줄이기 위해 設備의 識別을 容易하게 하는 것과 같은 機能에 屬하는 制御器와 計裝器類에 대해 視覺的인 關係를 맺어주는 것을 들 수 있다.

同時에 變更은 新規의 設計가 아니므로 데스크나 보드의 形態나 位置를 바꾸어서는 안되며, 制御器들의 全體的인 機能의 按配와 既使用中인 모든 制御器들은 그대로 維持해야 한다는 것도 決定되었다. 但, 몇個의 制御器들이 다른 판넬로 옮겨졌는데 普通은 隣接한 판넬로 옮긴다. 標準化의 利點을 살리기 위해 모든 制御器들과 이와 關聯된 시뮬레이터를 함께 變更시켜야 한다.

1981년에 있었던 人間工學的 技術設計에 대한 研究結果로 1982년에는 實物 크기의 制御室 模型을 만들게 되었고, 各段階에서 發電所마다 運轉員과 技術者사이에 緊密한 協議를 할 수 있게 되

었다.

運轉員들이 각己發電所에서의 特別한 經驗에 따라 制御室에 加한 變更事項도 考慮對象이 되었다. 最初의 판넬模型이 1983年 2월에 Gravelines 發電所 6號機에 設置되었고, 1983年 8월에 Dampierre發電所 3號機에 最初로 完全한 것이 設置되었다. 900MWe發電所의 制御室은 元來의 設計施工에 따라 各機能別로 데스크와 보드의 水平面에 制御器를 두고 計測器, 차트 記錄器와 警報燈은 垂直面에 두게 되어있다. 데스크上部에는 被動的인 模擬다이아그램이 있다. 正常運轉時의 計裝器들과 制御器들은 中央데스크에 集結돼 있다. 其他의 運轉機能들(NSSS의 最初의 起動, 터빈發電機의 始動 및 事故에 대한 事後處理)은 보드에 集中돼 있다.

實際적으로 이것은 運轉員이 始動停止時에 中央데스크에서 보드사이를 자주 往來해야 함을 意味한다. 正常時와 非正常時 別로 必要한 制御器들을 分離設置한다는 것도 역시 缺點이 있다. 그러나 運轉員의 움직임을 줄인다는 것이 改造의 一次的인 目的이 아니며 이것은 相當한 費用과 時間을 要하기 때문이다.

制御器들의 그룹화

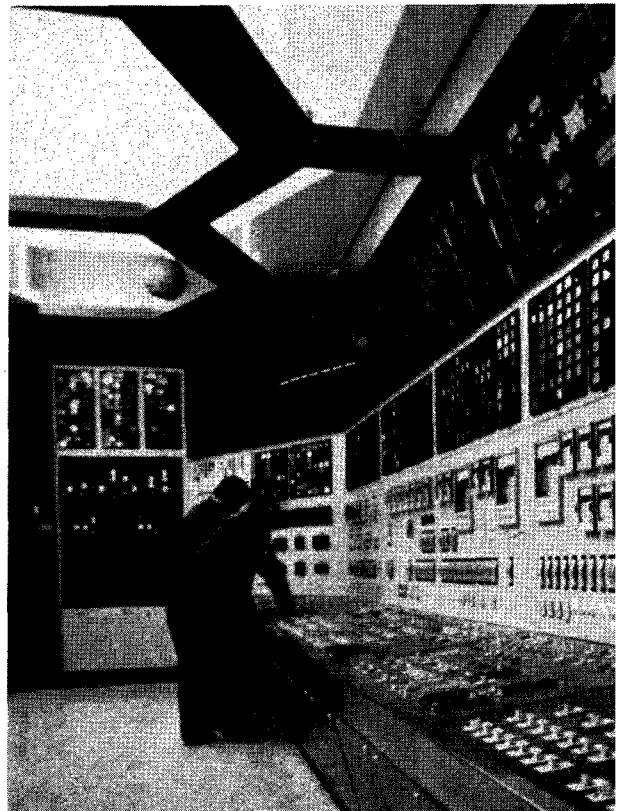
改造된 制御器에서는 이러한 問題들은 機能別 制御器들과 그 附屬 計裝器들을 그룹화함으로써 設計範圍內에서 解決할 수 있다. 各機能別 區劃마다 파스텔色(靑色, 綠色 및 베이지色 別로 세 가지 色調와 一般的인 연한 모래色의 背景色)中的 한가지를 써서 區分하고 큰文字로 表示한다. 이 色들은 어떠한 特定한 코오드·시스템을 나타내는 것은 아니며 運轉員으로 하여금 서로 다른 區劃을 識別하도록 하기 위한 것이다.

굵은 實線은 主機能의 區劃線이며 가는 線은 副次的인 區劃線으로 使用되고 相關되는 制御器와 計裝器들은 點線으로 區別된다. 可能한 限 色彩

와 線은 機能面의 區別을 위해 水平面에서 垂直面으로 延長된다.

直接的인 어나로그 制御器들은 右側으로 어나로그 整定裝置 아래에 設置된다. 몇가지의 能動的인 模擬다이아그램이 區劃內部에 생겼는데, 이것들은 被動的인 模擬다이아그램과 같은 色을 使用한다. 狀態表示燈과 關係스위치는 制御를 위해 라벨 가까이 設置한다. 異常을 나타내는 信號燈(이것은 運轉員에게 액튜에이터가 所定位置에 없음을 警告하는 것임)이 있는 制御器들은 半透明의 白色이며 스위치類는 黑色, 關聯된 記憶裝置를 갖고있는 制御器들은 黃色이다.

所定の 雜多한 시퀀스의 一部인 制御器들과 計裝器들은 라벨의 크기와 形狀(펌프와 모터는 圓形, 밸브는 四角形, 스위치는 큰 四角形을 使用)에 따라 區別한다. 또한 電氣式 制御器의 라벨에는 電氣供給 番號, 어나로그 制御器 番號, 關聯밸



브 番號, 아나로그 整定裝置와 關聯 센서의 番號 등이 表示된다. 文字表示는 同型的 세가지 크기로 나타낸다.

設置作業

콘트롤·보드와 데스크를 改造하기 위해 스테인레스鋼板을 풀어서 炭素鋼板(두께 2.5mm)으로 代替하고 이 위에 制御器와 計裝器들을 再設置하고 補強을 위해 鋼板裏面에 補強바아를 댄다. 鋼板은 한가지 또는 더 많은 色과 호마이카板으로 싸워지고 그 위에 色을 넣은 라벨, 機能別 境界線, 能動型 模擬다이아그램을 붙인다.

스테인레스鋼은 使用하지 않게 됐는데 그 理由는 不安感을 주는 閃光을 발광하고 깨끗이 維持하기가 어렵기 때문이다.

制御室을 새 鋼板으로 交替할때 모든 制御器와 計測器들은 分離 또는 경우에 따라서는 납땜을 풀어 데스크 바닥에 保管된다. 이 作業은 當初에 이 機器들을 設置했던 같은 두사람의 電氣工事請負業者에 의해 施行된다.

모든 作業은 地域條件에 따라 주어진 現場에 通用되는 標準交替作業 節次書에 따라 施行되어야 한다. 이 節次書에는 판넬 交替作業스케줄을 作成할 때와 맞추어야 할 安全守則이 包含돼 있고 또한 除去해야 할 모든 裝置에 대한 試驗表들(一般的으로 連續性 試驗들)이 들어있다.

發電所 運營部署는 모든 交替作業을 主管해야 하며 解體된 機器에 대한 事務的인 通告를 傳達하고 모든 作業을 豫定된 工程에 따라 管理해야 한다.

教育訓練

運轉員 訓練은 다음과 같은 3段階로 實施된다.

- 運轉員들에 대한 動機賦與, 交替工事의 必要性

- 과 健全成에 대해 그들을 說得시키는 것이다.
- 模型과 시뮬레이터를 使用한 新規보드 및 데스크에 대한 適應力 培養. 模型은 各發電所別로 보내진다. 交替되지 않은 制御室의 缺點을 보여주는 事例들을 訓練過程에서 보여준다.
- 發電所內에서의 新規設備에 대한 實習訓練. 여기서 銘心해야 할 것은 制御室 改造는 플랜트自體의 '機能上의 變化를 가져오지 않는다'는 것이다.

EDF에 의한 制御室 改造工事의 獨特한 點은 이에 通用된 解決方法에 있는 것은 아니다. 왜냐하면 이러한 方法들은 結局은 平凡한 것이기 때문이다. 그러나 이와 같은 方法으로 數많은 發電所(28個所)에서 制御器와 計測器들에 대한 位置 再調整作業이 進行되고 있으며, 그중 一部 發電所에서는 舊式 制御室 形態로 多年間 運轉해 왔던 것이다.



佛, Qinshan原電에 制御棒 供給

프랑스의 Framema는 中共의 CNEIC社(China Nuclear Energy Industry Co.)와 Qinshan 原電에 制御棒 로드를 공급할 것을 骨子로 하는 계약을 체결하였다.

또한 原子爐 制御에 사용할 Ag-In-Cd로드의 공급 뿐만 아니라 2次 中性子源으로 사용하던 Sb-Be펠릿의 공급도 체결하였다.

Qinshan原電은 300MW級 PWR로서 中共 國의 設計이며 上海 근처에서 建設中으로 여러 國회사에 각종 장비와 부품의 공급을 요구해 왔었는데 이번에 처음으로 Framema社와 계약한 것으로 Framema社는 Framatome과 Cogema, Franco-Belgian Fuel社가 공동투자하여 설립한 會社로 核燃料의 設計와 市場開發을 담당하고 있다.