

# 電力系統運用 自動化的 內容과 그 受容態勢

朴 永 文\*

— 次 別 —

- 1. 緒 言
- 2. 電力系統運用 自動化 內容
- 3. 電力系統運用的 自動化에 따른 受容態勢
- 4. 結 言

## 1. 緒 言

電力事業의 成敗는 그 要因을 經營(management)과 技術(technology)의 兩側面에서 찾을 수 있는 바, 技術의 側面에서 우리나라의 電力開發 過程을 회고하건데, 至今까지 政府의 強力한 政策的 支援에 힘입어 量的인 面에서는 刮目할만한 發展을 거듭하여, 現在 500萬KW에 肉迫하는 大 施設容量을 確保하였고, 古里의 新銳 原子力發電所와 345KV 超高壓送電線路도 이미 部分的으로는 建設이 完了되고 있다. 따라서 우리나라의 電力事業은 系統의 規模로 보던, 電力設備의 內容으로 보던, 이미 中進國의 位置에 突入하였다 하겠으며, 이와 같은 規模의 電力事業이 韓電이라는 單一事業體로서 運營되고 있는 點을 감안할 때 韓電은 單位電力會社로서는 그 規模面에서 世界에서도 屈指라 하겠다.

이와 같은 電力開發 추세는 가까운 未來를 豫見하건데, 明年에는 345KV 超高壓送電線路가 正常 稼動될 것이며, 單位 容量 65萬KW의 古里 原子力發電所가 投入될 것이다. 그밖의 年次의 電源開發 및 線路擴張 乃至 建設計劃에 依하면, 앞으로의 電力開發 추세는 더욱 加速化될 것이 分明하다.

한편 이와 같은 電力系統의 大規模化 및 複雜化추세는 良質의 電氣를 값싸게 또한 安全하게 需用家에게 供給하여야 한다는 새로운 課題를 우리에게 던져준다. 至今까지는 그런대로 오랜 實務經驗을 가진 優秀한 系統運用 要員에 힘입어 系統이 運用되고 있으며, 前述한 年次의 電力開發事業의 加速化 추세를 勘案하면, 앞으로는 現在와 같은 姑息的 系統運用 方式로서는 아무리 有能한 運用 要員이 確保된다 하더라도 效果的인 系統運을 期할 수 없는 時點에 이른 것으로 推定

된다.

韓電에서도 이와 같은 系統運에 따른 現狀과 앞으로의 效果的인 對策을 銳意檢討하고 있는 것으로 알려져 있으나, 筆者는 이 機會에 電力系統運用的 新技法으로서 널리 認定되고 있는 電力系統運用的 自動化 內容을 海外文獻 數種을 土臺로 하여 紹介드린 다음, 이 技法을 우리나라에 導入, 適用하는데 있어서 우리 的 受容態勢에 關聯된 筆者의 所見을 말씀드리고자 한다.

## 2. 電力系統運用 自動化 內容

### 2-1. 電力系統運用的 目標

電力系統運用的 目標은 良質의 電氣(電壓 및 周波數의 適正值 維持)를 最低價格(電氣單價의 最少)으로 充分한 信賴性(電力供給의 安定性)을 維持하면서 需用家에 供給하는 데 두고 있다. 즉, 바꾸어 말하면 電源開發로 確保된 電力에너지를 需用家에게 必要한 만큼 供給하는데 있어서 良質性(good quality), 經濟性(economy) 및 安全性(security)을 最大化(極大化 또는 極小化)하자는 것이 電力系統運用的 基本 目標인 것이다.

이와 같은 目標을 達成하기 위한 從來의 電力系統運用方式은 運用要員의 經驗과 知識을 土臺로 한 判斷에만 依存하는 것이었으나, 電力系統의 大規模化 및 複雜化로서 特徵지어지는 現代의 大電力系統에서는 이와 같은 運用要員의 經驗과 判斷만으로서는 上述의 目標에 符合乃至 接近되는 效果的 系統運用은 거의 不可能하게 되었다.

따라서 電力系統運用的 現代의 技法의 主된 內容은 系統運用要員이 行하던 機能의 一部 또는 全部를 電子計算機를 主軸으로 하는 電力系統 自動運用시스템에 移讓한다는 것이다. 이와 같은 電力系統自動運用시스템은 先進各國에서 널리 適用되고 있으며, 適用에 따른 成果 또한 至大하다.

\* 正會員 · 서울工大副教授(工博) · 當學會非常理事

2-2. 電力系統運用 自動化的 段階

眞正한 意味에서의 電力系統運用的 自動化 또는 電力系統運用 自動化的 窮極的到達點은 人間(運用要員)의 介入을 排除한 完全自動을 뜻하나, 그 實現은 우리의 理想일 뿐, 먼 將來에도 거의 不可能할 것으로 豫見된다. 至今까지 이룩한 自動化的 成果를 볼 때, 各國 또는 各 電力會社마다 그 質과 程度에 있어서 많은 差異가 있으며 앞으로 계속 發展過程에 있다. 그런데, 電力系統運用的 自動化段階를 區分한다면, 다음과 같은 4段階를 생각할 수 있다.

a) 系統狀態監視(system monitoring)의 自動化

이 단계에서는 系統의 狀態(state), 즉 各母線(bus)의 電壓, 系統周波數, 繼電器의 動作狀況, 遮斷器(circuit breaker)의 開閉狀態, 電力潮流(power flow) 등의 情報가 遠隔計測(telemetered)되어 情報傳送되어 制御所(control center)에 入力되어 隱極線表示裝置(CRT display), 表示壁(wall display), 콘솔타이프라이터(console typewriter) 등의 出力裝置에 自動的으로 表示된다. 여기서 監視(monitring)라 함은 狀態의 識別 및 表示를 뜻한다.

運用要員은 이 段階에서 나타난 狀態를 보고, 系統에 對하여 必要한 指令이나 制御를 行한다.

b) 系統狀態評價 및 解析(state assessment and analysis)의 自動化

이 段階에서는 入力된 情報가 運用要員의 判斷 및 意思決定에 便利하도록 自動加工되어 表示된다. 例를 들면, 앞으로 想定되는 事故에 對하여 系統이 安全한 것인지, 또는 어느 特定部分에서 過負荷, 過電壓, 不足電壓이 나타날 것인지 등의 安全性레벨(security level)의 체크(check) 등을 行하여 表示하거나, 必要한 警告를 發하거나, 必要한 豫測計算을 行하여 推移傾向을 運用要員에게 表示하여 준다. 그리고 必要한 對策의 講究나 判斷은 亦是 運用要員이 行한다.

c) 最適對策(optimum policy) 決定의 自動化

前段階에서는 앞으로 講究하여야 할 對策이나 必要한 指令을 運用要員의 判斷에 依存하나, 이 段階에서는 最適對策의 樹立 및 發見까지도 機械가 自動的으로 말아서 遂行하여 그 結果를 自動的으로 運用要員에게 表示裝置 등을 通하여 알려준다. 그러나, 그 對策의 實行이나 制御는 역시 運用要員이 行하게 된다.

d) 完全自動運用(full automatic operation)의 段階

이 段階에서는 系統運用이 完全히 自動化되는 段階로서 人間の 介入이 排除된다.

前述한 바와 같이, 自動化的 內容과 段階는 나라가

나 電力會社마다 各基 相異하나, 大略的으로 말해서 日本의 경우는 대개 a) 및 b)의 段階에 머물고 있다고 하겠으며, 美國의 一部 會社에서는 c)의 단계까지 이른 것으로 알려져 있다.

2-3. 電力系統運用 自動化的 範圍

電力系統運用的 目標은 前述한 바와 같이 電力供給의 良質性, 經濟性 및 安全性的 圖謀에 있겠으나 至今까지의 自動化沿壓을 살펴볼 때 電力供給의 良質性和 經濟性에 關聯된 自動化가 먼저 이루어진 反面 安全性에 關聯된 自動化의 試圖는 훨씬 뒤늦게 이루어졌었다

1950年代부터 各 電力會社의 系統에 이 自動化 施設이 導入되기에 이르렀는데, 그 호시는 電源周波數를 一定 範圍內로 維持하기 위한 애너로그型(analog type)의 自動周波數制御裝置(Automatic Frequency Control System)의 設置라 할 수 있다. 곧 이어서 全電力系統의 發電費用을 最小로 하는 各火力發電所 發電出力의 經濟配分을 위한 自動經濟給電裝置(Automatic Economic Load Dispatching System)가 電力系統에서 稼動을 보게 되었다. 그 다음에는 發電所 發電機의 起動停止(unit commitment)費用까지를 考慮한 더욱 改良된 火力發電所의 經濟配分이 可能하게 되었고, 더욱 나아가서는 水力發電所까지를 包含한 全 發電所間의 經濟的 出力配分을 위한 水火力協調(hydrothermal coordination)에 依한 自動經濟給電까지도 遂行할 수 있게 되었다.

1960年代에 이르러서는 各 母線의 電壓을 一定 範圍內로 維持하기 위한 電壓-無効電力制御의 自動化計劃이 試圖되어 그 具體的 裝置가 實用化되었다. 한편, 自動經濟給電, 電壓-無効電力制御, 自動周波數制御의 3機能을 한데 묶어서 電壓과 周波數를 一定 範圍內로 維持하면서 全系統의 發電費用을 最小로 하는 自動經濟給電을 達成하려는 試圖가 行하여져 部分的으로는 그 成果를 認定되고 있으나, 아직까지는 그 理論的 體系가 完成되지 못하고 있으며, 實用的인 面에서도 改善의 餘地가 許多하다고 보겠다.

以上の 經濟給電, 電壓 및 周波數의 制御는 供給電力의 良質性 및 經濟性的의 圖模를 위한 것으로 그때까지는 系統의 事故나 異常狀態에의 突入을 未然에 防止하는 方法으로, 即 電力系統의 安全性(security)을 期하도록 豫防制御(preventive control)를 行하고, 事故나 異常狀態 即 緊急狀態(emergency state)에서는 迅速히 最適方法으로 對處함으로써 事故의 波及을 極力縮小한 後, 迅速히 正常狀態(normal state)로 系統을 自動 復舊시키려는 自動化 機能 即 安全性制御(security

control)까지를 생각할 수 없었다.

그러나, 60年代 後半期부터는 電子計算機自體의 高速化, 電子計算시스템의 온라인(on-line)化 및 實時間(real-time)化 技術의 急速한 進歩로 上述의 電力系統의 安全性制御의 自動화가 經濟的 및 技術的으로 可能하게 되었다.

따라서, 現代的 意味에서의 電力系統 運用의 自動화라 함은 이 安全性까지를 包含한 “電力安全性制御(power system security control)”라는 더욱 擴張된 概念으로 把握되고 있다.

#### 2-4. 電力系統運用의 自動화에 所要되는 하아드웨어(hardware)

上述의 自動화시스템은 하아드웨어시스템(hardware system)과 소프트웨어시스템(software system)으로 大別되는 바, 自動화시스템의 成敗는 이 兩者의 良否에 달려 있고, 또 이 兩者는 相互依存의 이어서 分離해서 생각할 수 없다.

하아드웨어시스템은 다시 電子計算機를 主軸으로 하는 制御所(control center), 情報源(information source)에서의 情報計測裝置 및 情報傳送路의 3 副시스템으로 區分되는데, 最近 온라인實時間(on-line real time) 情報處理技術의 發達로 技術的으로는 그다지 큰 애로가 없으나, 電力系統運用의 自動화를 推進하는 데 있어서 가장 問題가 되는 것은 適正 시스템구성(optimum system configuration)과 그 經濟性 및 伸縮性이라 할 수 있다. 예를 들면, 中央集中制御(centralized control system)로 할 것인지, 또는 階層制御(hierarchical control system)로 할 것인지, 또 階層制御의 경우라면, 그 階層의 레벨(level)을 몇 단계로 할 것인지를 決定하는 것은 매우 힘든 問題이며, 또 自動시스템 自體의 信賴度(reliability)와 關聯하여, 處理裝置(processor) 및 화일(file)을 二重化(duplication)할 것인지 또는 後備保護(backup protection)를 할 것인지, 情報傳達 誤差(error)를 檢出(detection) 또는 校正(correction)하는데 있어서 어떠한 方法을 採用할 것인지 등에 關한 問題는 投資의 經濟성과 直結되고 있다. 그리고 自動化的 能率과 自動시스템의 規模의 相關關係는 正이므로 適正規模의 決定은 至難한 問題이다.

#### 2-5. 電力系統運用의 自動화에 所要되는 소프트웨어(Software)

電力系統運用의 自動화에 所要되는 소프트웨어는 오퍼레이팅시스템(operating system), 보다 正確하게 말해서 시스템프로그램(system programs)과 電力系統 固有의 應用프로그램(application programs)으로 大

別되는데, 前者는 電子計算機 製造會社에서 供給되는 一般的인 것이므로 여기서는 詳論하지 아니하겠으나, 後者は 우리 電力技術者의 分野에 屬하기 때문에, 그 主要한 것만을 아래에 紹介하기로 한다.

그런데 이 應用프로그램도 系統運用計劃 및 온라인 實時間制御에 所屬되는 데이터베이스(data base)에 使用되는 값을 決定하는 오프라인(off-line)用 소프트웨어와 온라인 實時間制御用 소프트웨어의 2部類로 區別되는데, 前者는 計算結果值의 情報에 置重하나, 後者は 그 計算所要時間의 短縮에 力點을 두고 있다.

#### A. 오프라인용 소프트웨어

##### a) 오프라인용 故障解析프로그램

遮斷器의 遮斷能力, 保護繼電器의 相互協調等を 點檢하기 위한 故障解析프로그램은 電力系統의 擴張計劃時에도 必須的이므로 早速한 時日內에 完備하여야 할 것이다.

##### b) 오프라인용 電力潮流計算프로그램

이 프로그램은 電力系統의 計劃 및 運用에 있어서 가장 基本이 되는 소프트웨어임은 周知의 事實이나 그 機能面에서 母線의 電壓 및 發電所의 無効出力, 스톱(slack)發電所의 有効, 無効出力, 線路潮流 및 電力損失만을 計算하는 初步的인 水準의 것에서 부터, 發電機 端子電壓의 調整, 變壓器 탭(tap)의 切換無効電力의 調整 및 地域單位의 電力受給條件을 充足하는 機能까지도 追加한 것, 더욱 나아가서는 規定된 費用函數를 最小로 하도록 모든 制御패러미터(control parameter)를 調整함으로써 最適潮流解를 計算하는 水準의 것 등이 있다.

##### c) 오프라인용 負荷豫測프로그램

長期, 翌日, 數時間後, 數10分後의 負荷를 豫測하는 프로그램임

##### d) 오프라인용 發電 및 其他 系統運用計劃 프로그램

火力發電을 主軸으로 하는 經濟給電(E.L.D)에서 水力發電, 揚水發電, 發電機의 起動停止(unit commitment), 補修計劃, 供給豫力, 無効電力의 適正配分까지를 考慮한 總體的인 水火力協調經濟給電用 프로그램임

##### e) 오프라인용 安定度計算프로그램

線路故障, 電源 또는 負荷脫落等の 系統 disturbance)後도 電力系統이 安定運轉狀態로 復歸한 것인지 또는 脫調할 것인지 또는 安定運轉限界가 얼마인지를 計算하는 프로그램으로서, 이 프로그램은 發電機의 調速裝置(speed

governor) 特性, 電壓調整裝置(automatic voltage regulator) 特性, 發電機 凸極性(salency), 負荷의 表示方法, 發電機群의 불복化 與否, 斷路器의 動作狀態 等의 알고리즘(algorithm) 上의 表現條件 및 精密性에 따라 그 計算所要時間과 解答精度가 다르므로, 앞으로 이 프로그램을 마련하는 데 있어서 어느 水準의 것을 採擇하는 것이 타당할 것인지에 對한 慎重한 檢討가 要望된다.

f) 電源脫落에 依한 系統崩壞現象計算 프로그램

大單位 發電機가 脫落하면 系統 周波數가 低下하여 事故가 다른 發電所 및 線路에 波及되어 一部 地域 및 全地域에서 系統崩壞現象이 發生할 可能性이 있다.

따라서, 이 프로그램은 低周波繼電器(underfrequency relay)의 動作에 따른 負荷遮斷(load shedding) 特性, 調速裝置, 電壓調整裝置의 動特性, 送電線路의 影響 等을 考慮한 알고리즘에 依하여 系統의 崩壞與否 및 系統周波數 動搖現象을 計算하는 프로그램이다.

B. 온라인용 소프트웨어

g) 狀態推定(state estimation) 프로그램

狀態推定이라 함은 遠隔計測된(telemetered) 各 入力情報, 例를 들면 遮斷器의 開閉狀態, 發電機 出力, 母線電壓, 電力潮流 等의 入力情報에 依하여 現在의 電力系統 狀態를 보다 正確도가 높도록 推定하는 現代의 技法으로서, 이 技法을 導入함으로써 計測誤差와 遮斷器開閉狀態 等에 對한 虛偽 情報를 補償할 수 있을 뿐만 아니라, 不充分하거나 消失된 情報까지도 補完하고 있어, 各國의 電力系統에서는 이 技法을 널리 採用하고 있다.

그 反面, 이 技法을 採用하기 위하여는 餘分の 遠隔情報(redundant measurements)가 所要되므로 하드웨어費用이 追加되고, 複雜한 소프트웨어(estimator)의 導入, 實行(execution)으로 電子 計算機에게 負擔을 加重하게 된다. 그럼에도 不拘하고, 電力系統의 安全性(security)을 向上시키기 위하여는 必須의인 것으로 認識되고 있다. 따라서, 이 技法을 採用하기 위하여는 그 알고리즘 및 프로그램을 開發하여야 한다.

h) 電力一周波數制御(Load-Frequency Control) 프로그램

從前에는 自動周波數制御를 이너로구方式의 하드웨어에 依存하여 왔으나, 最近에는 이 機能도 디지털(digital)方式으로 移行하는 傾向이 현저하

다. 따라서, 系統周波數와 連繫線電力(tie-line power)의 變動量에 따른 發電機 調速裝置의 主瓣브(main value) 位置의 最適調整을 위한 알고리즘 및 프로그램의 開發이 必要하다.

i) 온라인용 電力潮流計算프로그램

이 프로그램은 系統計劃用 오프라인 電力潮流計算 프로그램과는 달리 電力系統의 온라인制御에 多目的으로 使用되는 基本프로그램으로서 解答의 精度보다는 오히려 計算時間의 短縮度가 그 質의 評價基準이 된다.

j) 온라인용 最適負荷配分프로그램

이 프로그램은 在來의 經濟配分(E.L.D) 機能以外에 電壓—無効電力의 制御, 系統의 安全性制御 機能까지도 考慮한 廣意의 最適出力制御機能을 갖도록 作成되어야 한다. 여기서 最適制御라 함은 正常狀態(normal state)에서는 安全性制御의 側面에서 豫防制御(preventive control)를 行하면서 發電費用을 最小로 하도록 制御하고, 緊急狀態(emergency state)에 突入하면, 負荷의 供給을 最大로(即 負荷遮斷地域을 最小로) 하도록 制御함을 뜻한다.

그리고 이 프로그램은 h) 및 i)項의 프로그램과 協調를 圖謀하여 다음과 같은 3단계의 最適出力配分을 行한다.

- ㄱ) 제 1 단계 — 數秒마다 h)項의 自動周波數制御를 行한다.
- ㄴ) 제 2 단계 — 數分마다 最適出力配分을 行한다.
- ㄷ) 제 3 단계 — 約半時間마다 또는 系統條件의 變化時에는 隨時로 電力損失에 關聯된 페널티팩터(penalty factors)를 再計算한다. 그리고 이 단계에서는 電壓—無効電力計劃計算을 行한다.

k) 負荷回路(overloaded circuit) 解析프로그램

負荷 또는 出力條件의 變化, 線路의 故障으로 因하여 局部的으로 負電流가 發生하는 경우가 있다. 따라서 이 프로그램 數分마다 系統 各部 特히 變壓器, 線路의 過電流가 限界直를 超過하거나, 앞으로 超過할 可能性이 있으면, 이를 表示裝置에 表示하여 運用要員에게 警告를 發하게 하는 프로그램임.

l) 想定事故解析(contingency analysis) 프로그램

豫想되는 線路事故나 發電機脫落, 負荷分離等에 對하여 電力系統의 安全性를 評價하여, 必要하다면 運用要員에게 警告를 發하거나 또는 安全性를 높

이기 위한 對策을 計算하여 提示하는 프로그램으로서, 이 프로그램은 그 水準과 機能面에서 아직까지는 不完全하여 계속 研究課題가 되고 있다.

m) 短期負荷豫測 프로그램

이 프로그래머는 短期系統運用計劃의 樹立 및 系統의 安全性制御 특히 豫防制御에 매우 重要한 役割을 擔當하고 있다.

n) 回路狀態解析 프로그램

이 프로그램은 電力系統의 回路接續狀態(network connection logic) 및 無充電回路(circuit outage)를 識別하도록 表示裝置에 表示하는 프로그램임

o) 繼電器動作論理(relay operation logic) 프로그램

이 프로그램은 主繼電器 및 後備繼電器의 動作狀態, 故障回路, 繼電器 및 遮斷器의 故障 또는 誤動作等을 識別하도록 表示裝置에 表示하는 프로그램임

p) 自動履歷記錄 프로그램

系統運用實績을 記錄하여 自動文書化(documentation)하는 프로그램임

q) 表示裝置, 表示壁 및 콘솔 소프트웨어

運轉員과 機械와의 對話는 表示裝置(CRT display), 表示壁(display wall), 또는 콘솔(console)을 통하여 이루어지는 바, 이를 위한 各種의 소프트웨어가 준비되어야 한다.

이 以外에도 言及하지 아니한 各種소프트웨어가 多數 있을 것이나, 이 程度의 紹介로서 그치코져 한다.

3. 電力系統運用的 自動화에 따른 受容態勢

3-1 電力系統運用自動화에 따른 問題點

A. 自動시스템 固有의 問題點

電力系統運用的 自動화를 推進함에 있어서 解決하여야 할 難題가 數多한 것으로 생각되는데, 그 中 自動시스템 自體가 지닌 因有的 問題點에 對하여 指摘한다면, 電力系統運用自動시스템은 發電設備나 送配電設備等처럼 어떤 規格製品으로서 標準性能이 規定되거나, 標準價格이 形成되어 市販되는 것이 아니라, 各電力會社마다 그 實情에 맞도록 獨自的으로 開發되어, 계속 修正, 變更, 改良 및 擴張된 하나의 力作品이라는 點이다. 그리고 이 自動시스템의 質은 形態가 보이는 하아드웨어 設備보다는 오히려 採用된 計算技法, 計算 알고리즘 및 프로그램의 良否에 더 左右되며, 따라서 開發投資費用面에서도 소프트웨어 費用이 하아드웨어

費用의 數倍에 達하는 것이 常例이다. 그리고 이 소프트웨어는 各自의 固有系統에 맞도록 多年間의 運用實績과 研究結果를 土臺로 하여 이루어진 中間產物이므로, 그 水準과 內容이 多様하고, 앞으로는 繼續改良 또는 代置되는 것이 常例이다. 따라서 어느 會社의 것이 우리나라의 實情에 가장 適合한 것인지를 判定한다는 것은 매우 힘들다는 點이 이 시스템을 導入하는데 있어서 커다란 애로점이라 할 수 있다.

率直하게 말씀드리자면, 電力系統自動시스템의 소프트웨어는 各電力會社가 自體의 研究陣에 依하여, 또는 專問用役會社와의 協同作業으로 開發하는 것이 常例이지 이를 一括的으로 購買하는 性質의 것이 아니기 때문이다.

B. 自動화範圍 및 水準의 設定에 따른 問題點

이미 前述한 바와 같이, 電力系統運用的 自動화 段階, 範圍 및 水準은 各其 相異하므로, 將次 韓電에서 具體化될 自動화 推進의 計劃設定에 있어서 이들을 適正하게 設定하는 問題가 가장 重要하다고 보겠다. 即, 在來의 自動周波數制御와 自動經濟給電으로 局限시 될 것인지, 또는 安全性制御 機能까지도 包含시 될 것인지, 包含시킨다면 安全性解析 또는 評價까지도 自動화할 것인지, 自動화한다면 어느 水準까지를 計劃할 것인지를 決定하여야 할 것이다. 또 制御對象은 어느 範圍까지 이를 것인지, 遠隔計測地點과 種類의 選定은 어느 程度로 할 것인지, 傳達情報의 信賴度 向上을 위하여 狀態推定 技法을 採用할 것인지를 미리 決定하여야 할 것이다. 그리고, 初創期에는 單純한 機能에서 出發하여 漸次로 自動화 水準을 向上시킬 計劃이라면, 그 日程의 作成과 自動시스템의 擴張可能性(expandability)에 對한 配慮는 어떻게 할 것인지 等에도 問題가 된다.

C. 導入方法에 따른 問題點

앞으로 電力系統自動시스템을 適用하기 위하여는 우리나라의 現實情으로 보아 그 노오하우(know-how)를 外國에 依存하는 것은 不可避하다고 보겠다. 그러나 新技術의 導入에 있어서 그 全部를 海外輸入에만 依存할 것인지 또는 그 相當한 部分을 國內開發로서 補完할 것인지에 對하여는 그 長短點이 있겠으나, 一般적으로 最高管理層(top management)에서는 計劃의 確實性, 經濟性 및 實現時期의 短縮性 等を 意識하여 海外依存성이 強한 傾向이 있다고 하겠다. 그러나 경우에 따라서는 이로 말미암아 外貨의 莫大한 代價를 치르게 되고, 長期的인 眼目에서 볼 때 國內技術의 向上乃至 自立을 阻害하는 커다란 要因이 될 수도 있다.

우리나라에서는 아직까지 電力系統運用的 自動化에 對한 經驗이 全無하므로, 어디까지가 國內開發이 可能하고 어느 部分이 海外依存이 不可避한지를 正確하게 判斷할 機構가 없으나, 一般의 으로 말한다면 電力系統運用自動化에 關聯된 하아드웨어의 海外導入은 不可避하나, 그 費用의 數倍에 達하는 소프트웨어는 그 相當部分이 國內開發이 可能하다고 보겠다. 따라서 國內開發을 誘導할 體系的인 支援策과 研究頭腦의 確保策은 當面問題로 登場하고 있다.

**3-2 電力系統運用自動化에 따른 研究體制的 確立**

電力系統運用的 自動化에는 高度의 專問知識과 技術이 要求된 뿐만 아니라, 各分野의 知識과 技術이 有機的으로 相互關聯하여 總體的인 機能을 發揮하게 된다.

電力系統工學(power system engineering)固有的의 分野인 電力系統 시뮬레이션技法(simulation techniques)의 導入은 勿論이며, 그 最適解를 最小의 記憶容量으로 迅速하게 얻는 各種 最適化技法(optimization techniques), 시스템理論(system theory), 制御理論(control theory), 遠隔計測(telemetry), 데이터通信(data communication), 電子計算機시스템에 關聯된 소프트웨어 및 하아드웨어 知識等 多方面의 專問知識이 總動員되어야 한다.

따라서 이와 같은 高度의 技術성이 要求되는 프로젝트(project)를 給電部署의 行政의 次元만으로 遂行하기에는 너무나 甚한 感이 든다. 그리고 技術的인 問題를 海外에만 依存한다고 할 때, 計劃의 實現에는 別支障이 없겠으나, 자칫하던 外國의 技術을 턱키(turn key)方式으로 傳受하는데 그쳐, 이를 改良하거나 機能을 擴張할 때 사소한 技術의 問題도 스스로 處理할 能力이 喪失할 可能性이 있다.

따라서 海外의 技術導入에 있어서는 動作(operation)의 方法이나 補修要領의 傳受는 勿論이요, 그 背後의 源泉의인 專問知識까지도 消化吸收하는 方向으로 制度的 講究策이 先行되는 것이 바람직하다고 보겠다. 따라서 이 프로젝트를 效果의으로 遂行하기 위하여는 現給電部署를 技術的으로 支援할 研究組織體를 運營할 必要가 있겠고, 이 研究組織體는 該當 프로젝트에 關聯된 最新의 技術 및 情報을 入手, 習得할 機會가 附與되어야 할 뿐만 아니라, 프로젝트遂行에 直接 參與하여 外國의 技術을 體系的으로 消化吸收하여, 이를 補完, 改良하고, 窮極의으로는 스스로의 힘으로 電力系統의 自動化 體系를 完成하는 方向으로 育成되어야 할 것으로 본다.

**3-3 電力系統運用自動化에 따른 產學協同의 強化**

**A. 產學協同의 必要性**

우리나라에서 現在 構想하는 電力系統 自動化에 對한 產學協同의 可能性을 타진할 때, 產業界의 立場에서는 研究要員의 確保, 外貨의 節約 및 技術自立的의 觀點에서 妥當성이 認定되고, 學界로서는 프로젝트內容이 지닌 高度의 技術性和 學界自體의 能力 向上, 教授 및 大學院 學生의 研究費 確保의 觀點에서 極히 故舞的인 課題라 할 수 있겠다. 萬一, 學界에서 產業界와 絶緣된 狀態에서 象牙塔의인 學問에만 專念하고, 產業界에서는 技術의 一括導入에만 置重한 安易한 運營方式에만 滿足한다면, 將次的 國內技術向上과 自立을 期할 수 없음을 分明하고, 高度의 技術分野에 從事하여야 할 高級技術者는 오퍼레이터(operator)로 轉落하게 될 可能性이 있다. 따라서 產業界와 學界의 產學協同은 그 度가 強化되면 될수록 大局的으로 보아서 플러스가 될 것이고, 그 惠擲은 相互補完的으로 兩者에게 均配된 것으로 確信한다.至今까지도 產學協同이 이루어져 왔으며, 그 成果가 현저하게 나타나고 있으나 筆者의 所見으로는 아직 未洽하다고 보겠다.

要는 이 產學協同을 어떠한 方法으로 實踐하는 것이 가장 效果의인가 하는 그 方法論이 問題視된다.

**B. 產學協同의 方法**

電力系統 運用的 自動化計劃의 效果의 遂行方法에 關聯된 筆者의 所見을 要約하자면 다음과 같다.

1) 計劃全般에 關한 技術情報의 交換

產學協同이 實効를 견우기 위하여는 于先 產學協同의 對象이 되는 問題의 內容과 範圍가 클로즈업(close-up)되어야 한다.

產業界는 解決하여야 할 技術의 難題가 무엇인지를 學界에 具體的으로 靈出할 必要가 있겠고 學界에서는 產業界가 必要로 하는 懸案問題의 解決에 적극적으로 參與할 態勢를 갖추어야 할 것이다.

電力系統運用的 自動化 計劃에 局限해서 생각한다면, 그 計劃의 全般的 規模와 細部的이고 具體的인 技術事項에 對하여 產學協同의 可能性을 모색하기 위한 適切한 機構를 通하여 產業界와 學界間에 技術의 情報 交換과 對話가 이루어져야 할 것으로 본다.

2) 產學協同體制的 持續的 育成

產學協同이 實効를 견우기 위하여는 于先 該分野에 對한 學界 自體의 能力의 向上이 先行되어야 하며, 이 能力向上은 一次的으로는 產業界가 適切한 方法에 依하여 學界로 하여금 懸案의 問題에 對하여 關心을 集中하도록 인센티브(incentive)를 誘發시킴과 同時에 學

界의 研究結果에 對하여 需要를 創出하는 길을 마련하여야 한다. 國內學界의 研究結果는 海外의 技術을 直輸入하는 것보다 活用面에서 신빙도가 낮다던가, 質的으로 粗雜하다는 判斷으로 이를 소외한다면, 產業界와 學界는 漸次 遊離되고, 學界의 研究方向은 產業界가 必要로 하는 問題의 解決보다는 非現實의인 興味本位의 理論에만 置重하게 될 것이고, 그 結果 產業界는 產業界대로 學界의 奇與度를 더욱더 過少評價하게 될 것이다.

따라서, 產學協同은 豫想되는 試行錯誤를 最小限度로 줄이면서 그 實効性을 增大시키기 위하여는 全計劃期間을 通하여 產學協同體制를 漸進的으로 育成強化해 가면서 持續적이고 一貫性있게 推進되어야 할 것으로 본다. 特히 電力系統運用的 自動化프로젝트는 이 프로젝트가 지닌 性格으로 보아 產學協同體制가 適切하게 運營된다면 產學協同의 成果가 有望하게 期待되는 代表的 프로젝트의 하나로 생각되며, 우리나라 學界의 立場으로서는 電力系統工學의 理論을 實際로 活用함으로써 自體의 能力과 水準을 向上시키고, 高級人력을 繼續供給하는 新轉機를 마련하게 될 것이며, 韓電側으로서는 高度의 新技術을 電力系統運用に 導入함으로써 電力技術의 大革新을 이룩할 기틀을 마련하게 될 것으로 본다.

ㄷ) 產業界 要員의 大學에서의 研究

電力系統運用的 自動화를 위하여는 그 施設의 導入에 못지 않게 高級 技術 人력이 多數 所要될 것이다. 이 分野의 高級 技術人력은 短期의 海外研修나 視察程度만으로서는 期待하는 바와 같이는 確保되기가 어려울 것이며, 一部業務에는 相當한 期間의 教育, 研究 및 實務經歷者를 必要로 할 것이다. 따라서, 이 指導 級要員을 確保하기 위하여는 海外의 大學이나 研究所에서 正規課程을 履修할 適正人員의 研究要員을 派遣함과 同時에 國內의 大學에도 學位課程, 研究課程을 履修하거나 特定目的의 프로젝트를 遂行할 要員을 派遣하는 등의 長期의 人力確保策의 마련이 必要할 것으로 본다.

ㄹ) 大學院學生의 計劃參與 및 現場實習

電力系統工學, 電子計算機, 制御工學等を 專攻하는 大學院學生이 韓電의 프로젝트 現場에 直接 參與함으로써 懸案問題의 內容과 性格을 把握하고 自己의 專攻과 現實의 問題를 對比해가면서 研究의 方向을 產業界의 需要에 符合토록 調整하는 措置는 長期의인 眼目으로 볼 때, 高級人력의 確保面에서나 學生의 研究成果의 產業界에 對한 奇與度面에서 極히 바람직한 處事로

생각된다.

ㄴ) 大學과의 長期研究契約의 締結

電力系統運用的 自動化 프로젝트는 前述한 바와 같이 그 性質上 研究 斷片의 이어서는 實効를 견우기가 어려울 것으로 생각된다. 따라서 大學과의 產學協同은 即座的인 研究보다보다는 長期의인 眼目에서 이 프로젝트에 技術的으로 參與할 수 있는 制度的 支援이 必要할 것으로 생각된다. 이와 같은 制度는 海外에서도 많은 先例를 찾을 수 있다.

至今까지는 케이스 바이 케이스(case-by-case)로 韓電과 大學間에 研究契約에 依한 研究가 遂行되어 왔으며, 그 好成果를 견은 事例가 많으나, 이와 같은 研究를 計劃的 乃至 年次的으로 推進하였다면 더욱 바람직한 結果를 얻었을 것으로 推斷된다.

ㄷ) 基礎的 研究에 對한 特別配應

電力系統運用的 自動化 技術이 海外에서도 아직 未備, 未完한 것은 電子計算機技術이나 遠隔計測 技術의 發達에 비해 電力系統 시뮬레이션 技法 및 그 計算 알고리즘의 開發이 늦은 데 있음은 公知의 事實이다. 特히 電力系統에 關係되는 프로그램은 大容量의 記憶裝置를 必要로 할 뿐만 아니라, 計算時間이 너무 길거 온라인 實時間用으로는 아직까지는 不適合한 것이 大部分이다. 이 分野는 基礎的 研究分野에 屬하는 것이기 때문에 이를 應用하는 側에서는 이 分野의 功積을 看過하기 쉽다. 一例를 들면, 逆매트릭스를 지금보다 더 迅速하게 計算하는 알고리즘을 開發할 수 있다고 가정하면, 電力系統의 安全性制御시스템의 能率は 현저하게 向上될 것이고, 시스템 投資費도 훨씬 節減될 것이다. 現추세를 勘案할 때 電力系統運用的 自動化 技術의 革新은 이 基礎分野의 研究에 크게 期待하고 있는 實情이다. 따라서, 이 分野의 研究從事者에 對하여도 研究費의 支援 등의 特別 配應策이 講究되어야 할 것으로 본다.

4. 結 言

以上 記述한 바를 結言으로서 要約하자면 다음과 같다.

4-1. 電力系統運用 自動化的 不可避性

우리나라 電力系統의 大規模化 및 複雜化 추세에 따라 供給電力의 良質性, 經濟性 및 安全性을 向上시키기 위하여는 電力系統運用的 自動化的이 不可避하다.

4-2. 電力系統運用 自動化的 未完性 및 多樣性

海外各國에서 電力系統運用的 自動化的을 위하여 括車를 加하고 있으나, 그 水準, 範圍, 內容에 있어서 격

차가 많으며, 계속 發展단계에 있다.

4-3. 電力系統運用的 自動化計劃의 推進에 따른 問題點

우리나라에서 電力系統運用的 自動化計劃을 推進하는데 있어서, 그 導入節次 및 要員의 確保, 自動化範圍 및 水準의 選定에 따른 問題點을 指適하였다.

4-4. 電力系統運用的 自動化에 따른 研究·制의 確立

電力系統運用的 自動화를 效果의으로 推進하고, 나아가서는 이 技術을 消化吸收하기 위한 具體的 方案으로 行政的 次元과는 別途로 適切한 研究體制確立의 必要性을 提案하였다.

4-5. 轉力系統運用的 自動化에 따른 產學協同體制的 確立

아울러, 轉力系統運用的 自動化에 所要되는 高級人力의 確保와 國內技術水準의 向上을 위한 具體的 方案으로 長期的인 產學協同體制的 確立의 必要性을 提案하였다.

參考文獻

- 1) W.F. Tinney and M. K. Enns, "Computer and Optimizing Power System," IEEE Spectrum, June 1974, pp. 56~60.
- 2) T.E. Dy Liaco, B.F. Wirtz and D.A. Wheeler, "Automation of the CEI System for Security," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1972, pp. 831-843.
- 3) J.A. Dembecki, "State Estimation-A New Tool for Power System Operation," IEA, 1974, pp. 69~72.
- 4) J.A. Dembecki, "Trends in Power System Security Honitoring in South-East Australia," IEA 1974, pp. 73-77.
- 5) 野田權祐, "電力系統의 信賴度制御", 日本電氣學會雜誌, Vol. 92, No. 7, 1972, pp. 12-18.

<p. 52에서 계속>

4. 우리나라 原子力開發에 따른 問題點 및 課題

가. 財源確保

原子力事業은 資本集約的 事業으로써 長期間에 걸쳐 老大的한 資金이 投入되는 關係로 事前에 充分한 所要資金을 確保해야 되는 바 이것은 비록 우리나라 뿐만 아니라 原子力事業을 推進하고 있는 거의 모든 國家들이 지니고 있는 共通의인 問題點으로 생각된다. 그러므로 앞으로 財源調達可能與否가 우리나라 原子力開發計劃의 成功의 關鍵으로 豫想된다.

나. 敷地選定

우리나라는 食糧增產政策을 바탕으로 한 農地保全이라는 課題를 안고 있어 各種 工場立地 確保가 점차 어려움을 더해가고 있는 實情이고 이에 더하여 原子力發電의 特殊條件을 滿足시킬 수 있는 地點을 選定, 確保해야 되므로 敷地難을 加重시키고 있다. 그러므로 長期的인 眼目으로 最小 4基를 收容할 수 있는 數個의 地點을 選定, 事前에 確保하는 것이 時急하다.

다. 核燃料 週期確保

核燃料資源도 石油資源부 마찬가지로 世界 一部地域

에 偏在되어 있어 石油價의 暴騰과 더불어 價格急騰은 勿論 購買하기 조차 힘든 實情이다. 이의 長期的인 確保를 失敗할 境遇, 莫大한 資本을 投入하여 建設된 原子力發電所의 利點인 經濟性を 喪失하게 될 뿐만 아니라, 더 나아가 發電所自體를 無用之物로 만들어 버릴 수도 있을 것이다. 그러므로 長期需給計劃을 樹立하여 原鑛, 濃縮, 加工, 再處理 등의 일련의 核燃料週期過程을 發電所 壽命期間동안 完全히 確保해야만 될 것이다.

라. 技術人力 確保 및 訓練

原子力技術은 進步의 度を 날로 더해가는 變遷하는 先進技術으로써 이의 吸收를 爲해서는 各별한 努力을 傾注해야 될 것이다. 우리나라 原子力開發計劃의 順調로운 遂行時 必要한 人力은 數的으로 增加될 뿐만 아니라, 質的인 向上이 必須的인 것이다. 따라서 充分한 數의 人力을 確保하여 徹底한 訓練을 實施하는 것이 重要하다.

上記한 課題들은 어느 것에도 輕重을 區分할 수 없는 原子力開發計劃 樹立時 반드시 考慮해야 될 極히 重大한 要素로써 우리나라 原子力開發事業의 成功與否를 判가름할 것이다.