

# 電力設備의 計劃技法 改善

(Improvement on power system  
planning techniques)

(下) 辛 滿 鐵

韓國電力·電源計劃部

한편 故障容量 特性만은 오히려 系統의 構成이 稠密할수록 增大되어 設備의 Cost를 增大시키고 一部 既存設備의 代替를 不可避하게 하는 어려움을 招來하게 된다.

이밖에 電壓의 格上 또는 系統構成과 關聯하여 絶緣協調에 對한 技術的 檢討 역시 看過할 수 없다. 이와 같이 여러 複合的인 要素를 갖는 系統計劃 檢討에 있어서는 그 主眼點을 經濟性 分析에 우선하여 電氣的 特性 分析에 두지 않을 수 없다. 또한 既存設備과 擴充되는 設備가 繼續的인 電氣的 相關關係를 가진다는 特性 때문에 電源의 位置나 負荷의 分布가 計劃當時에 比하여 顯著한 變動을 보이거나 計劃의 變更이 不可避한 경우 全般的인 系統設備의 適合性을 再 確認할 必要가 생긴다. 이러한 點이 長期 送配電系統計劃의 綜合的 最適化 技法의 適用을 現實的으로 어렵게 하는 것이다.

送配電系統의 計劃檢討 類型은 發電設備群과 地域別 負荷群 間을 連結하는 幹線系統과 그로부터 各地域의 下位 負荷端을 体系的으로 連結하는 配電系統으로 나누어 생각할 수 있다. 여기서 말하는 配電系統計劃은 配電地域間을 連結하는 送變電 設備를 除外한 各地域內의 負荷供給設備에 限定시키는 것이 一般的인 概念이며 그 對象地域은 負荷地域으로서의 考慮 外에는

全系統 長期計劃上의 構成要素로 보지 않는다. 따라서 配電計劃上의 技法은 通常 系統計劃과는 別途의 概念을 갖는 것이므로 여기에서는 幹線 系統 構成計劃에 重點을 두어 살펴보기로 한다.

## 나. 計劃技法의 改善現況

系統計劃技法의 改善現況으로서 먼저 計劃檢討에 必要한 手段(Tool) 利用의 變遷 側面에서 알아보기로 한다.

韓國電力의 系統規模가 1,000MW 水準에 達한 1968年 以前에는 最大 單位發電機容量이 100 MW級 以下였고 電力系統 또한 單純하였을 뿐만 아니라 所謂 Backbone System 格인 154kV 送電幹線이 比較的 튼튼하였으므로 國內에는 이렇다 할 實用 系統計劃(Tool)이 없었다.

第2次 5個年 計劃期間(1967~71)을 對象으로 한 長期送配電 施設計劃의 樹立時까지만 하더라도 直流計算盤(D.C Board)를 利用하여 系統保護를 爲한 系統故障容量 分析을 行한 것을 除外하고는; 主로 日本, 台灣等의 外國 交流計算盤(A.C Board)을 利用하는 한편, 交流計算盤의 購入을 推進, 1970年 2월에 設置케 되었다. 이 交流計算盤은 日本 YOKOGAWA 社 製品으로서 發電機單位 18, 線路單位 150, 負荷單位 30, 變壓器單位 50, 調相器單位 72의 Sim -

ulation에 용량을 가진 Transistor式으로서

① 電力潮流計算(電力 및 無効電力, 電壓分布, 電壓變動率의 分析)

② 系統短絡容量計算

③ 定態 및 過渡安定度計算과 系統要素(回路 및 機器)에 關한 여러 問題에 對한 檢證을 可能토록 하여 系統計劃, 系統運用 및 關聯 系統研究 要員에게 電力系統의 特性을 體得시키는데 큰 도움을 주었다.

그러나 1977년부터 닥쳐온 電力需要의 繼續的인 急成長은 計劃技法의 改善에 앞질러 354 kV 超高壓 格上等 計劃樹立上의 여러가지 時急한 課題를 던져주었으므로 外國技術 用役을 통하여 解決하지 않으면 안되었다.

이무렵 先進外國에서는 系統分析에 Digital Computer가 應用되어 A.C Board의 役割을 分擔하게 되었고 1970年代에 들어서면서부터는 우리나라에서도 長期系統計劃의 檢討에 Digital Computer를 利用하게 되었으니, 그 主要事項은 다음(註1)과 같다.

(註1)

韓國電力內 業務電算化의 嚆矢로서, 系統計劃檢討에 digital computer 利用은 日本에서 우리 系統에 對한 研究를 마치고 當時 韓電 系統計劃 課長에 補任된 宋 吉永氏(現 高大教授)에 依하여 이루어졌다.

① 既 樹立된 第2次 5 個年計劃에 對하여 期間內의 系統上 問題點을 檢討하기 爲하여 1968年 2월에 年度別 潮流計算을 行하였다(機種은 FACOM 222를 使用). 이 檢討의 結果로 第2次 5 個年計劃中 數個의 154kV 環狀構成의 必要性和 漠然히 提示되었던 超高壓 送電系統의 格上 檢討의 時急性이 強調되었다.

② 1968年 여름에 當時 系統最大機인 서울 火力 5號機(系統最大電力 1,000MW 水準인 當時 最大機인 釜山 火力 3,4號機 106MW×2에서 1969年初 250MW 單位機 並入豫定) 竣工前에 있어서 直接接地方式·轉換後의 154kV 主幹線 系統의 過渡安定度 問題를 解析하였다.

③ 1968年 겨울에는 當時 美國 Camnonwealth

Asso. Inc. 와의 技術用役에 依하여 檢討中인 超高壓 系統構成에 對한 報告書 接受時에 對備, 自体評價資料를 確保하기 爲하여 第2次 5 個年 計劃期間에 있어서의 電力系統問題를 再檢討하였다.

④ 1969年 6月 上記用役報告書 接受後에는 同用役開始時點에서 우리가 提示한 入力資料(電力需要 想定值)에 比하여 發電所 建設計劃이 過多하다고 判斷되었으므로 超高壓設備 建設事業 時期 現實化를 爲한 檢討가 뒤따랐다.

그後 1974年 經濟企劃院과 美國 Harza Overseas Engineering Compang 間의 契約에 依하여 推進된 韓國電力의 長期經營 改善을 爲한 用役(Electric System Management and Long Range Planning Services) 過程에 支援派遣되었던 系統計劃 電算要員들에 依하여 digital program Y-10 PRO가 開發되어 韓國電力의 IBM 360-40을 利用, 電力系統 問題를 檢討하게 되었다. Y-10 PRO는 Gauss-seided法에 依한 潮流計算과 段段法에 依한 過渡安定度 計算 機能을 가지고 있었으며 1975年度에 系統故障計算 機能이 開發 追加되었다.

電源開發計劃에 있어서의 立地案에 變動要因이 많았던 그後 數年동안 Y-10 PRO는 系統計劃 檢討作業에 크게 寄與하였다.

1977년에 韓國開發研究院(KDI)를 통한 長期 綜合經營改善方案에 對한 用役 過程에서 日本 電力中央研究所(CRIEPI)의 SYS-PRO가 入手되었는데 이것은 潮流計算에 있어 D.C 法을 쓰므로 収斂의 問題點없이 高速演算이 可能하여 많은 計劃案에 對한 初期試算에 活用하고 있다.

비록 結果는 rough 하지만 SYS-PRO는 安定度 및 故障計算이 同一 Data base에서 10年 分의 여러 Alternative를 連續計算할 수 있는 特長을 가지고 있다.

또한 1978년에 同 CRIEPI로부터 Governor /Excitor Modeling과 負荷特性 modeling에 依한 動態-安定度 program을 入手하여 揚水發電所의 適正 設備構成 限界 및 螢光原子力의 PS-AR를 爲한 電力系統 分析에 活用하였다.

系統計劃分野뿐만 아니라 系統運用 分野에서 現在 가장 널리 쓰이고 있는 PECO PROGRAM (美 Philadelphia Power Company 開發)은 1979 年에 入手되었다.

PECO-PRO는 母線單位 1500과 線路單位 2500의 容量을 가진 Newton-Raphson法에 依한 潮流計算과 同一容量의 過渡 및 動態安定度, 故障計算 및 系統縮約(等價化), 潮流負擔變動率 檢索等 幅넓은 機能을 갖춘 龐大하고 널리 알려진 program이다.

最近에 作成된 第5次 및 第6次 5個年計劃 期間을 對象으로 한 長期系統計劃과 앞으로 超高壓 電壓의 格上推進을 爲한 超長期 系統構成 試案의 現段階 作業도 이 program을 利用하고 있다.

#### 다. 向後的 改善方案

앞으로의 電力設備 擴充에 있어서는 用地確保의 어려움, 環境保護와 効率的 國土 利用面의 制約때문에 電力系統의 特性을 勘案한 選擇 與件이 漸次 어려워진다. 뿐만 아니라 原子力 發電比重의 增加에 必然하여 發電團地化 傾向을 나타내어 長距離 送電 負擔이 增大되고 있다.

이와 關聯하여 系統의 安定 運轉問題에 倍前의 努力이 必要하게 될 것이므로 系統計劃 技法의 改善 또한 무엇보다도 重要視하지 않을 수 없다.

最近 系統計劃 檢計技法의 現代化를 期하였다고는하나 現在 우리가 全的으로 依持하고 있는 PECO-PRO는 다음과 같은 未洽點을 가지고 있다.

① 原子力 發電所 建設推進에 必須的인 PSA R (豫備安定性 分析報告)에서 要求되는 一部重要 檢計機能 缺如

② 構想된 系統에 對한 分析用으로 開發된 것으로서 適合한 計劃案, 導出에 長時日 所要

③ 開發處가 該分野 Software 開發專門機關이 아니므로 次後 計劃用으로의 開發補完에 對한 期待가 어렵고 運用上의 理論的 詳細에 關한 協議가 쉽지않음.

이와 같은 問題點 때문에 海外 有數의 電力會

社들이 PECO 보다는 技法改善의 展望이 보이는 該分野 Software 開發專門機關의 보다 優秀한 package를 購入, 代替하고 있는 傾向을 보이고 있다.

좀더 進就的인 電力系統 計劃技法의 改善에 對하여 살펴보자면 佛蘭西의 EDF를 爲始한 斯界의 先進 Group에서는 系統計劃 最適化 技法의 開發에 熱中하고 있어서 아직 凡用化 段階에는 이르지 못하고 있으나 理論的으로는 相當한 成功을 거두고 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 努力은 送配電 系統計劃에 局限하지 않고 電源計劃, 系統計劃, 限界費用 概念을 導入한 料金體系와 投資 및 財務計劃까지 包含하는 電力事業 綜合計劃에 對한 最適化 技法으로 까지 領域을 넓혀가고 있다.

우리도 이러한 世界的 傾向에 步調를 맞추기 爲한 努力에 이미 着手하였지만 이러한 試圖가 完全한 成果를 거두고 實用化되자면 長時日이 所要될 것이다.

現在 우리는 超高壓 電壓의 格上問題를 早速히 檢討하여야 할 立場에 있으므로 上記 最適化 技法의 開發과 더불어 當面한 現實的 超長期 系統計劃 檢計를 無理없이 遂行하기 爲하여 該分野 Software 開發 專門機關으로부터의 優秀한 Package 確保가 要望된다.

## 5. 結 言

전력설비의 계획기법의 實際 응용은, 우리나라에 있어서는 아직 部分的 最適化의 단계에 있다. 계획업무의 각 斷面을 보면 기술적 要因의 검토는 實用수준에 와 있다고 볼 수 있으나, 전력사업의 全体 經營을 總괄적으로 다루는 技法의 개발은 미진하다.

다행히 近年들어 한전에서는 외국으로부터 일반화(generalized)된 大形 電算 模型을 도입하여 계획의 實際 活用을 서두르고 있고, 또한 일부 연구소와 대학에서도 전력설비 計劃技法에 關한 學術研究가 시도되고 있다.

전력사업의 설비투자가 막대함에 비추어, 長期計劃을 위한 기법의 理論研究와 이를 實際에 적용하려는 努力이 계속되어야 하겠다.