

電力設備의 計劃技法 改善

(Improvement on power system
planning techniques)

(上) 辛 滿 鐵

韓國電力·電源計劃部

1. 序 言

전원개발 계획은 정부의 경제개발 5개년 계획의 일환으로 추진되어 왔으며, 그간 비차레의 전원개발 5개년 계획의 성공적 수행으로 현재는 설비용량이 1천만kW에 육박하는 대규모 전력계통을 구성하게 되었으며, 전력의 供給信賴度도 높은 수준으로 향상되었다.

이와같은 급속한 전력설비의 확충에 따라 計劃 樹立 技法도 많이 개선 되었다. 즉 과거에는 발전설비 별 補修容量과 事故率을 고려하여 전력 수요 증가에 따른 연도별 增設容量을 最大 需要의 一定比率로 決定하던 방식 (Percentage Reserve Basis)을 써 왔던 것이나, 전력수요의 급증과, 발전방식 및 에너지源의 多樣化에 따라 종래의 방식으로는 技術性, 經濟性 및 信賴性의 평가가 어렵게 되었다. 또한 전력사업은 막대한 투자가 소요되며, 전력수요 예측, 발전설비 계획, 계통계획 및 투자계획의 수립에는 經濟·社會·技術開發·立地·環境 등 각종 관련 변수도 고려하여야 한다.

이와 같은 복잡 다단한 여러 제약조건과 변수를 종합적으로 고려한 最適計劃을 수립하기 위해서는 관련 부문 계획과의 협조는 물론, 고도로 발전된 理論的 배경에 입각한 기법의 개발을 필요로 한다.

우리나라의 전력설비 계획업무에 이론적 계획 기법의 도입을 시도한 것은 60년대 후반의 일로서 그간 電源·系統 計劃의 部分的 最適化뿐만 아니라, 근년부터 負荷·電源·系統·財務에 이르는 總體的 計劃 模型의 개발을 계획하고 있다.

2. 電力需要 豫測

에너지에 대한 需要는 경제·사회활동으로부터 派生되며 국가 에너지源의 主宗을 이루고 있는 電力需要는 경제활동의 규모와 직접적인 관련을 가진다. 그러나 경제활동은 動的이어서 시간의 변화와 더불어 계속 변화하고 있는 까닭에 觀測된 경제활동의 규모와 전력수요간에 일정한 函數關係가 있다고 보기는 어렵다.

電力需要 豫測의 技法은 과거의 전력수요 패턴 (Historical Load Pattern)의 傾向으로부터 미래로 연장하여 추정하는 時系列豫測 (Time Series Method)과 GNP 나 人口增加경향과 전력수요와의 相關關係로부터 추정하는 回歸相關豫測方法 (Regression Analysis)이 주로 응용되고 있다.

시계열 예측방법은 과거의 전력수요 성장실적으로부터 $C=F(t)$ 로 표현하고 전력수요 (C)를 시간 (t)의 근사적인 함수로 가정하여 필요한 계수를 구하고 t를 연장하여 추정하는 방식이다.

回歸相關豫測方法은 GNP 증가율을 $\frac{\Delta GNP}{GNP}$ 라고 할 때 연간수요증가율 $\frac{\Delta C}{C}$ 를 다음과 같이 나타낸다.

$$\frac{\Delta C}{C} = \alpha + \beta \frac{\Delta GNP}{GNP}$$

[여기서 α, β 는 과거實績의 相關關係로 부
터 近似的으로 求한다.]

그러나 어떤 경우에도 성장추세를 정확히 표현하는 방법은 없고, 시간 t 에 관한 高次式 또는 對數函數等이 함께 쓰이고 있다. 수요예측에 있어서 사회·경제의 모든 制限要素가 관련을 갖고 있으나, 計算能率을 考慮하여 주로 다음과 같은 要素들이 檢討의 對象이 된다.

- ① 鑛工業分野：鑛工業 GDP, 燃料價格, 鑛工業限界電力料等
- ② 商業用：社會間接資本 및 서어비스 産業의 GDP, 平均電氣料金, 燃料價格等
- ③ 家庭用：1人當 GNP, 소비자 物價指數 限界料金, 氣溫의 變化, 家電製品 보급율 等

3. 電源開發 計劃技法

가. 計劃技法의 範圍

發電設備 投資計劃(建設計劃)의 最適化를 위하여는 세계 각국에서도 最適 電源構成 理論에 대한 연구와 개발이 활발히 進行중에 있으며, 현재까지 개발된 最適化 技法으로서는 크게 다음과 같이 分類할 수 있다.

- 線型計劃法(Linear Programming : LP)
- 動的計劃法(Dynamic Programming: DP)
- 最大原理(Maximum Principle)

각 技法은 자기 特色이 있으나, 反面 一長一短이 있다. 즉 線型計劃法(LP)은 프로그래밍化가 容易함에 比해서 定式化가 線型이어야 하는 制約 때문에 結果가 近似的으로 얻어진다고 할 수 있으며, 動的計劃法(DP)은 費用函數가 非線型인 경우에도 처리가 가능하여 LP에 比하여는 보다 현실적인 結果를 얻을 수 있으나, 計算時間이 지나치게 길어지는 단점이 있다. 最大原理는 이론 自体가 현대 最適制御理論의 중심

이 되고 있는 것일 뿐만 아니라, 문제의 近似처리가 전혀 필요치 않으므로 線型, 非線型 모든 경우에 適用할 수 있는 技法이다.

그러나 이들 기법을 실제문제에 應用하는 것은 간단한 일이 아니므로, 各 方法대로의 特性을 살려 應用하여야 한다.

나. 計劃技法의 應用

電力設備計劃의 目標은 일반적으로 「저렴하고 良質의 전력을 安定的으로 공급」 함이며, 발전 설비 계획에서는 여기에 좀 더 구체적으로 말하여 供給信賴度를 일정수준 이상 유지시키면서 原價(Generation Cost)를 최소로 하는 것이 된다.

한편 制約條件으로는 에너지, 立地, 財源, 環境保全, 技術開發等의 여러가지 要因을 考慮하여야 한다.

이와같은 目標, 制約條件 및 變數를 電源開發計劃 樹立의 준비단계에서 충분히 고려하여 計劃을 立案하게 되는데, 현재 長期 電源開發計劃 樹立을 위하여 應用되고 있는 電算模型 W ASP (Wien Automatic System Planning Package)에 대하여 그 이론과 기법을 간단히 소개코자 한다.

WASP는 最適化技法의 하나인 動的計劃法(Dynamic Programming)과 設備運用 算定을 위하여 確率的인 運轉·停止를 고려하는 確率的 시뮬레이션(Probabilistic Simulation)이 應用되고 있다.

즉 計劃立案者가 投入한 制約조건과 입력 변수를 종합적으로 評價하여 技術적제약을 充足시키면서 가장 경제성이 우수한 最適 電源開發計劃案을 結果로서 얻는다.

이것을 數式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\text{Minimize } B_j = \sum_{t=1}^T \left[\bar{I}_{j,t} - \bar{S}_{j,t} + \bar{F}_{j,t} + \bar{L}_{j,t} + \bar{M}_{j,t} + \bar{\Phi}_{j,t} \right]$$

여기서 ;

B_j : 各 代案에 대한 目的函數(Objective Function)

t : 時間(年度) { 1, 2, ……… T }

- T : 계획수립 기간
- I : 投資費(Capital Investment Cost)
(I는 現價額이며 以下 같음)
- S : 投資費에 대한 殘存價值
(Salvage Value of Investment Costs)
- F : 燃料費(Fuel Cost)
- L : 燃料貯藏費(Fuel Inventory Costs)
- M : 運轉維持費(Non-fuel Operation and Maintenance Cost)
- Φ : 供給支障費(Cost of Energy not Served)

이 數式을 풀이하면, 最適 電源開發計劃이란 모든 代案중에서 技術性, 信賴性, 經濟性이 가장 우수한 最適(最小)目的 函數를 求하는 것이 된다.

다음에는 이것과 關聯計劃인 送配電計劃, 燃料需給計劃, 人力需給計劃, 財務計劃 등을 종합적으로 分析·評價하여 가장 妥當한 代案을 채택하게 된다(그림 1 참조).

4. 送變電設備 計劃技法

가. 分野와 性格

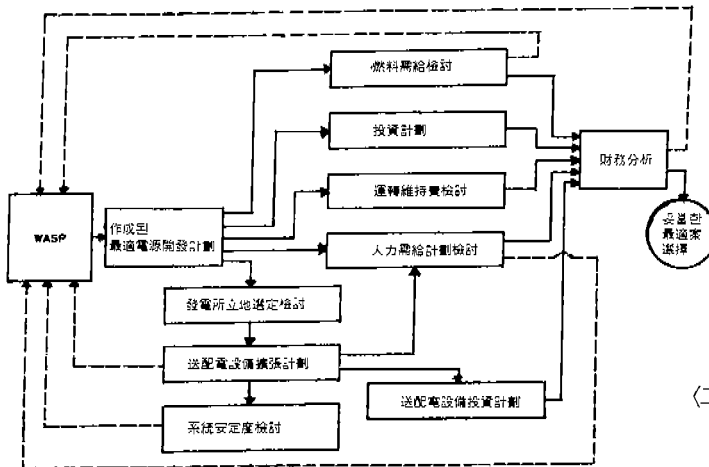
最近 電力設備計劃은 長期電源開發計劃이란 이름으로 代表되고 있으며 그 中, 送電, 變電 및 配電設備에 對한 送配電 系統計劃은 投資計劃表 상에 發電設備新增設 事業中의 어느 하나처럼 單一事業으로 表示되어 있다. 또한 別途의 施設 擴充計劃表 上에서도 年度別로 表示된 送電, 變

電 및 配電設備의 物量集計만을 볼 수 있으며 그 詳細內譯으로 超高壓 幹線의 事業明細와 系統圖 外에는 提示하지 못하고 있다. 이것은 送配電設備의 擴充事業은 그 內容이 매우 複雜多端하여 일일이 列擧하기 어렵기 때문이다.

이러한 送配電設備의 新增設 投資는 計劃上 全体電力設備의 約 30%를 占하게 되는데 原子力 發電所와 같은 投資期間이 긴 事業의 事前 投資分의 影響이 큰 點을 勘案하면 어느 한 時點에서의 實際 送配電設備의 資產比重은 40%線에 육박하는 것으로 投資規模面에서 重要性이 輕視될 수 없으므로 그 計劃技法의 改善 또한 매우 重要한 것이다.

送配電系統 計劃에서 다루어야 할 特殊性을 살펴보면 今後 電源과 負荷의 量的, 地域的 分布의 變遷時 이들을 有機的으로 連結하여 電力의 輸送을 円滑케 해야 할 送電, 變電 및 配電設備가 各部分에서 自体輸送 能力을 充分히 가져야 할 뿐만 아니라 電力損失, 電壓, 故障容量 및 安定度 등 電氣回路 特性面에서 平常時 또는 部分的 事故時를 莫論하고 一定한 水準을 維持하여야 한다. 이러한 特性들은 系統의 構成에 따라 複合的인 相關關係를 가지게 되는데 一般的으로는 系統電壓의 格上, 線路의 規格增大 및 連結回線數의 增加 등 設備投資를 通하여 改善할 수 있으나 그 效果는 實際的인 系統構造 即 連結經路의 配置 및 組合에 따라 크게 달라진다.

(다음호에 계속)



(그림 - 1) 電源開發計劃 樹立 흐름도