

○特輯○電力系統

電源開發의 計劃手法

辛 滿 鉉

目 次

1. 概要
2. 需要豫測
3. 設備構成理論
4. 計劃樹立의 重要因子
5. 設備計劃의 最適化 手法
6. 電源開發의 現況과 展望

1. 概要

發展設備計劃을 樹立함에는 다음과 같은 目標 및 制約을 考慮하여야 한다.

- ① 低廉하고 良質의 電力을 安定的으로 供給한다는 目標아래
- ② 에너지 需給事情
 - 物量 確保難
 - 生産과 消費의 극심한 偏在
 - 國際政勢의 不安
 - 에너지 輸入依存 不可避
 - 國內 賦存에너지 資源의 制約性(開發限界)
- ③ 新技術에 의한 代替에너지 開發의 展望
- ④ 基底設備(原子力, 石炭火力) 建設 物量증대에 따른 財源調達
- ⑤ 環境規制
- ⑥ 建設立地의 確保難

이와 같은 制約條件을 前提로 發電設備計劃의 準備過程에서 檢討해야 할 對象은 다음과 같다.

- ① 電力需要 成長特性은 어떻게 變化될 것인가?
- ② 언제 發電所를 建設할 것인가?
- ③ 設備組合은 型式別로 어떤比率로 構成할 것인가?
- ④ 電力系統 規模증대에 따른 適正 單位機容量은 얼마로 할 것인가?

⑤ 供給信賴度を 充足시키기 위해서는 어느 程度의 豫備力이 必要한가?

⑥ 經濟指標의 變化 즉, 電力需要 成長率 變動에 따른 設備計劃의 彈性性이 있는가?

⑦ 電力系統 構成에 따른 適正 立地는 어디가 될 것이며, 確保는 容易한가?

⑧ 發電燃料의 確保 및 安定的 供給은 可能할 것인가?

⑨ 設備投資의 規模와 財源은?

이상과 같은 問題는 電源開發 計劃 樹立의 準備단계에서 充分히 考慮되어야 하며 이에 따른 計劃樹立의 基本的 概念은 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 크게 나누어

- ① 電力需要 豫測
- ② 既存設備의 特性과 計劃 候補發電所의 特性 作成
- ③ 供給信賴도를 勘案한 發電設備 組合의 選定
- ④ 設備組合의 最適解 作成

등의 手順을 거쳐, 技術的 制約條件을 充足시키면서 가장 經濟的인 電源開發計劃을 樹立하게 된다.

이와 같은 長期 電源開發 計劃 樹立의 技法은 過去에는 設備別 補修容量 및 事故率을 勘案하여 一定한 豫備率을 確保하는 原則(Percentage Reserve Basis)에 의하였으나, 電力需要의 急증에 따른 發電設備 및 에너지源의 多樣化에 따라서 從來의 方式으로써는 技術, 經濟性 評價가 어렵게 되었다.

따라서 過去 10年間 發電設備 擴張計劃에 精密한 評價方法을 應用하려는 努力이 繼續된 結果, 既存 및 計劃된 設備의 最適運用計劃을 樹立하고 이에 對應되는 費用을 推定하는 技法도 많이 改善되었다. 近來에 와서 確率시뮬레이션(Probability Simulation) 技法을 導入하여 費用推定과 供給信賴도를 評價하고 있으며 動的計劃法(Dynamic Programming)과 確率시뮬레이

*正會員: 韓國電力(株) 技術開發部 電源開發專門員

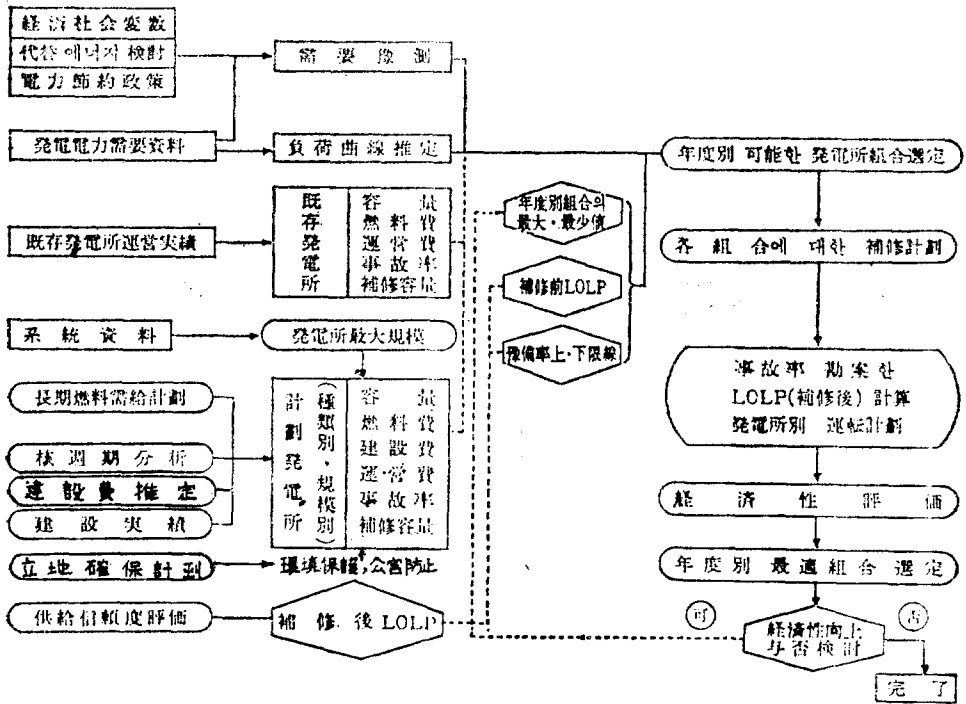


그림 1. 電源開發計劃의 概略圖

선技法을 組合한 設備計劃技法이 最近 R.R. Booth¹⁾에 의하여 開發되었다. 또한 最適化 技法에 관한 D. Anderson²⁾의 調査 報告書에서도 動的計劃法을 應用하는 手法의 長點을 크게 들고 있다.

現在의 우리나라 電源開發 計劃樹立을 위한 設備擴張 計劃模型은 確率시물레이션과 動的計劃法을 應用한 WASP(Wien Automatic System Planning Package: 國際原子力機構: IAEA) 模型과 Control Theory를 應用한 MNI(Model for National Investment: 佛蘭西電力公社: EDF) 模型 등이 利用되고 있다. 이에 대한 자세한 내용은 5節에서 說明하고자 한다.

2. 需要豫測

모든 에너지에 대한 需要는 經濟活動으로 부터 派生되며, 특히 우리나라 에너지源의 主宗을 이루고 있는 電力需要는 經濟活動 規模와 直接的인 關聯을 가진다. 이러한 經濟活動은 動的이어서 時間의 變化와 더불어 계속 變化하고 있는 까닭에 觀測된 經濟活動 規模(Observed Economic Activity)와 電力需要 間에 一定한 關係가 있다고 보기는 힘들다.

電力需要 豫測에 있어서는 過去의 電力需要 增加의

傾向으로 부터 未來로 연장하여 推定하는 時系列 豫測方法(Time Series Method 또는 Extrapolation Method)과 GNP나 人口增加 傾向과 電力需要 增加와의 相對的인 關係로부터 推定하는 回歸相關 豫測方法(Co-relation Method 또는 Regression Analysis Method)이 주로 쓰인다.

時系列 豫測方法은 過去의 電力需要 成長實績으로부터

$$C = F(t)$$

로 表現, 電力需要를 時間의 近似的인 函數로 假定하고 必要한 係數를 구하여 t 를 연장하여 推定하는 方式이다.

回歸相關 豫測方法은 年間需要 增加率을 $\frac{\Delta C}{C}$, 같은 率의 GNP 增加率을 $\frac{\Delta GNP}{GNP}$ 라고 하면

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

- 1) R.R. Booth, Optional Generation Planning Considering Uncertainty. IEEE Trans. on Power Apparatus and System, Vol.1, PAS-91 No.1 (1972).
- 2) D. Anderson, Models for Determining Least-cost Investment in Electric Supply, Bell J. Economic Magazine Sci 3(1) (Spring, 1972)

上式의 α 및 β 는 過去 實績의 相關關係에서 近似的으로 구할 수 있다. 어떤 경우에도 成長趨勢를 正確히 表現하는 方法은 없고, 時間 t 에 관한 高次式 또는 對數函數 등이 쓰이고 있다.

다음으로 總需要를 類似한 特質의 部門需要(우리나라에서는 現在 家庭用, 商業用, 産業用으로 大別)로 나누어 각각 그 特性에 따라 適切한 方法으로 豫測하여 이들의 合計와 總需要 豫測值와를 比較함으로써 相互補完, 調整시키는 方法을 取하고 있다. 需要豫測에 있어서 社會·經濟의 諸般 要素中에서 關聯되지 않는 것이 없을 것이나, 計算의 能率 등을 考慮하여 다음과 같은 要素들이 주로 檢討의 對象이 되고 있다.

① 鑛工法分野: 鑛工業 GDP, 燃料價格, 鑛工業 限界 電氣料金 등

② 商業用: 社會 間接資本 및 서비스 産業의 GDP, 平均電氣料金, 燃料價格

③ 家庭用: 1人當 GNP, 消費者 物價指數, 限界料金, 氣溫의 變化, 家電製品 보급을 등.

다음으로 負荷模型(最大負荷, 負荷率, 最少負荷 등)의 豫測이며, 이 模型의 特性에 따라 設備의 構成 計劃이 左右되므로 過去의 負荷 패턴 分析과 獎來의 負荷 特性 變動의 展望 등을 檢討하여 이들을 總需要 増分値와 比較 檢討하여 負荷模型을 決定하게 된다.

3. 設備構成理論

發電 設備 計劃은 다음과 같이 3個 단계로 나눌 수 있다.

① 超 長期計劃(10年 以上): 基本方向 또는 비전의 提示

② 長期計劃(10年 以內): 具體的 投資 Schedule의 決定

③ 短期計劃(數年以內): 運營 Schedule 決定

이와 關聯하여 각 단계別 計劃獨立에 適用하는 計劃 手法도 달라지는데, 超長期計劃이란 長期的 大勢의 基本方向 또는 비전을 提示하기 위한 것이므로 火力, 原子力, 水力의 設備構成을 決定하는 것인데 이에 最 適化手法이 쓰인다.

供給信賴度가 어떤 規定值를 維持함을 制約條件으로 하고 經濟性을 目的函數로 한 最六化 또는 最少化 問題를 數學的 엄밀성에 입각하여 解決하고자 하는 數理 計劃法이라고 할 수 있으며, 發電設備計劃에 쓰이는 것으로서는

- 線形計劃法(LP: Linear Programming)
- 動的計劃法(DP: Dynamic Programming)
- 最適制御法(Optimal Control Theory)

등이 있다.

한편 短期計劃이란 具體的 運營 Schedule를 決定하기 위한 것이므로, 이는 위의 最適化 手法으로는 복잡 다단한 現實 制約問題를 全部 數學的으로 表現할 수 없으므로 이에 非最適化手法, 一名 pattern 手法이 쓰인다. Pattern 手法이란 供給信賴度의 條件을 滿足하는 몇개의 建設 또는 運營計劃(Pattern)을 作成하여, 이 중에서 가장 經濟性이 有利한 pattern을 擇하는 手法으로서, 이에 計劃案 比較法(Alternative Comparison Method)과, 電算化가 發展된 지금에는 일종의 經營實驗이라고 할 수 있는 시뮬레이션 方法이 쓰이고

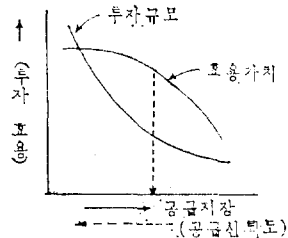


그림 2. 供給信賴度의 概念

있다. 그리고 長期計劃은 위의 兩者의 中間의 性格을 띤 것으로 具體的 投資 schedule의 決定이 目的이며, 이에 最適化 手法에 의한 大勢判斷 下에서 pattern 手法을 兼用하고 있다.

이들 各種 計劃手法의 數學的 構成은 計劃期間中의 어떤 단계 斷面에서 보면

① 計劃變數

- ㉑ 設備關係... 水力, 火力, 原子力의 新設容量, 休廢止容量
- ㉒ 運用關係... 需給計劃, 必要出力(各發電所)
- ㉓ 潮流關係... 地域別 送電電力

② 定數

- ㉔ 電力需要
- ㉕ 水力의 出力, 建設費, 開發限度
- ㉖ 火力, 原子力의 出力係數, 建設費, 休廢止費用
- ㉗ 送電容量

③ 制約條件

- ㉘ 需給 Balance... 負荷水準(時期別)
- ㉙ 設備의 限度... 新設水力, 休廢止火力
- ㉚ 火力供給力의 制限: 必要出力, 最低出力
- ㉛ 送電容量: 送電容量과 送電電力關係
- ㉜ 目的函數

(固定費) + (燃料費) + (供給支障費) → 最少化

그런데, 實際의 計劃獨立을 위한 設備計劃의 電算化 模型에서는 위의 여러가지 條件을 모두 考慮하지는 못하고, 一部는 人爲的으로 判斷하여 決定하기도 한다.

또, 電源側計劃 Model과 系統連結側 計劃 Model이 綜合模型으로 쓰이지 못함이 現狀인바, 이것은 設備計劃手法의 理論的 發展이 못 미치기도 하지만, 주로 公害, 立地問題 등 理論만으로 解決되지 않는 現實的 與件을 理論的 Model에 考慮하기가 困難한 때문이다.

4. 計劃樹立의 重要因子

設備計劃 作成의 準備段階에서 미리 決定해 두어야 할 入力 因子로서는 크게 技術的特性 資料와 經濟指標 資料로 나눌 수 있는데, 여기서는 이들 중 가장 重要한 要素인 豫備力 및 供給信賴度, 適正 單位機容量, 建設費 등에 대하여 記述하고자 한다.

가. 豫備力 및 供給信賴度(LOLP)

豫備 發電設備가 많이 確保될 수록 供給信賴度는 높아지는 反面 發電原價(원/KWH)는 上昇하게 되므로 需用家의 負擔을 높게한다. 따라서 現實的으로 確保해야 할 適正 豫備設備과 우리가 향유할 供給信賴度 사이에는 適正線이 있게되며 基準 設定은 다분히 政策에 관한 問題이므로 一律的으로 말할 수는 없다.

이것을 概念的으로 나타내면 그림 2와 같이 되는데 供給支障(事故持續時間, 事故頻度, 支障電力 및 電力量 등)을 줄이기 위한 設備投資 所要額은 그 支障의 程度에 따라 急増하지만, 需用家의 効用價値는 어떤 基準點에 다다르면 飽化되는 것으로 생각할 수 있다. 즉 供給信賴度の 向上에 따른 需用家의 効用價値(滿足의 程度)는 向上되나, 設備投資의 增加로 인한 原價上昇의 압박을 받게된다는 意味이다. 그런데, 信賴度 評價 또는 信賴度 基準設定은 需用家 効用價値의 金額表現(信賴度の 金額評價)이 매우 어려운 問題로 남아 있어서 이것은 어디까지나 概念的 說明에 지나지 않는다. 實際로 設備計劃에 쓰이고 있는 供給信賴度 表現의 方法은

- 供給支障 確率方法(Loss of Load Probability Method: LOLP法)
- 停電電力量確率方法(Loss of Energy Probability Method)
- 頻度·持續(期間)方法(Frequency and Duration Method)
- 시뮬레이션方法(Simulation Method)

등이 있으나 여기서는 供給支障 確率方法에 대한 概要를 紹介하기로 한다.

그림 3과 같은 負荷曲線(Load Duration Curve 또는 Peak Load Variation Curve) 위에서 $O_k(MW)$ 가 事故停止될 確率을 P_k 라 할때, 이와 같은 規模의 事故가 일어나면 供給支障, 즉 停電이 되는 時間의 合은 $t_k(時$

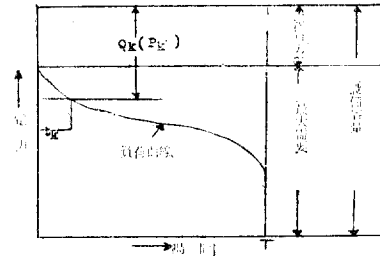


그림 3. 供給支障 持續期待值

間 또는 日)이 된다. 따라서 發生確率 P_k 와 持續時間 t_k 의 積 $P_k \cdot t_k$ 는 確率의 期待值의 뜻이 되며 이를 事故가 일어날 수 있는 모든 경우에 대하여 合算하여

$$E(t) = LOLP = \sum_{k=0}^{\infty} P_k \cdot t_k$$

로 나타내면 $E(t)$ 는 供給支障 持續時間의 期待值(Loss of Load Expectance)를 意味한다.

한편, 負荷模型의 對象을 年間으로 취하고 負荷特性을 日 最大負荷 變動曲線(Daily Peak Load Variation Curve)을 택할때, 期待值 $E(t)$ 의 逆數를 취하여 信賴度指數(Reliability Index)라고 부르며 [年/日]로 表現한다. 우리나라의 LOLP의 基準은 0.7(日/年)으로 하고 있으며 이에 相當되는 豫備率은 약 15~18% 水準이다.

나. 適正 單位機容量

適正 單位機容量의 決定은 信賴度 面에서 系統의 設備構成과 密接한 關係를 가지며 外的인 要件으로서 運轉, 補修 및 建設經驗 등이 重要한 要素로서 作用하게 된다.

本章에서는 LOLP를 基準으로한 單位機容量 增分에 의한 系統供給 寄與度(Effetive Load Carrying Capability: ELCC)에 대하여 紹介하고자 한다.

그림 4는 事故率 5%의 600MW Unit를 4,000MW 系統에 新規로 投入하기 前後의 年間 供給支障 確率의 代表的인 graph이다. ELCC는 一定한 供給信賴度 下에서 比較하여야 하므로 結果的으로 新規 unit의 投入에 따른 供給力 增加는 一定信賴度 下에서의 系統이 擔當할 수 있는 負荷의 增分을 意味한다.

따라서 圖 4는 系統에 600MW 容量의 Unit를 投入時 0.111(日/年)의 基準信賴度 下에서 362MW(600MW 容量의 60%) 밖에 寄與하지 못함을 意味한다. 이를 數式化 하면 우선 新規 Unit의 系統投入時 ELCC를 算出하는 年間 信賴度의 變數를 系統負荷로부터 豫備力의 函數로 變換시킨다. 이는 豫備力이 施設容量과 年間 最大負荷 사이의 函數이기 때문이다.

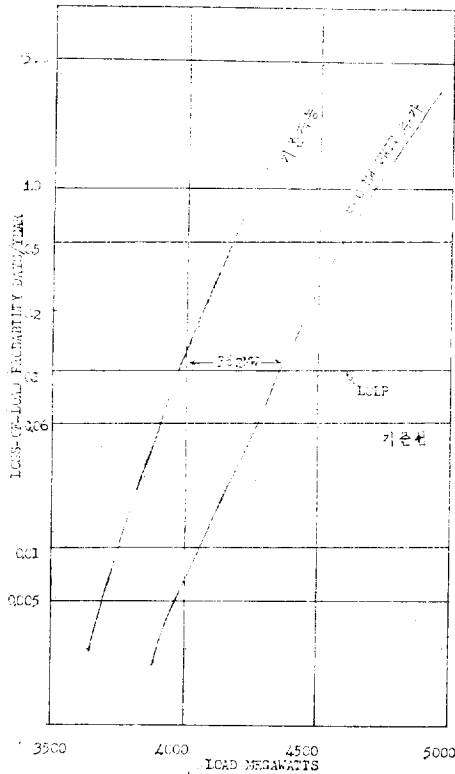


그림 4. 事故率 5%의 600MW Unit를 4,000MW系統에 投入時 供給寄與度

新規 Unit의 ELCC는 新規容量 C와 新規投入에 따른 追加所要 豫備力 Y의 差라고 하면

$$ELCC = C - Y$$

$$= C - m \ln[(1-r) + re^{e/m}]$$

으로 表示될 수 있다.

여기서 C : 新規投入 容量

Y : 新規容量 C를 投入時 追加所要 豫備力

m : Megawatt로 表示되는 系統特性 資料

r : 新規 Unit의 事故率

e : 自然對數의 底

다. 發電所建設費의 算定

發電所建設費의 推定은 設備計劃 樹立의 經濟的 目的函數(Objective Function)을 구하는데 있어서 가장 重要한 要素로서 이것은 發電原價(Generation Cost)中 固定費(Fixed Cost)의 大部分을 차지하게 된다. 따라서 建設費의 推定은 設備計劃의 經濟性 評價의 첫 段階라 할 수 있다.

建設費는 크게 直接費(Direct Cost)와 間接費(Indirect Cost) 및 建設利子(Intevert During Construction:

略하여 IDC)로 構成되고, 이의 推定을 위하여는 價格 모델(Cost Model)에 의하여 概念的推定(Conceptional Estimation)을 하고 있으며, 그 計算은 電算模型(ORC-OST)³⁾ 內에 수록된 價格모델을 使用者의 入力調整에 따라서 對應시켜 發電型式別(原子力, 火力) 建設費를 推定하게 된다.

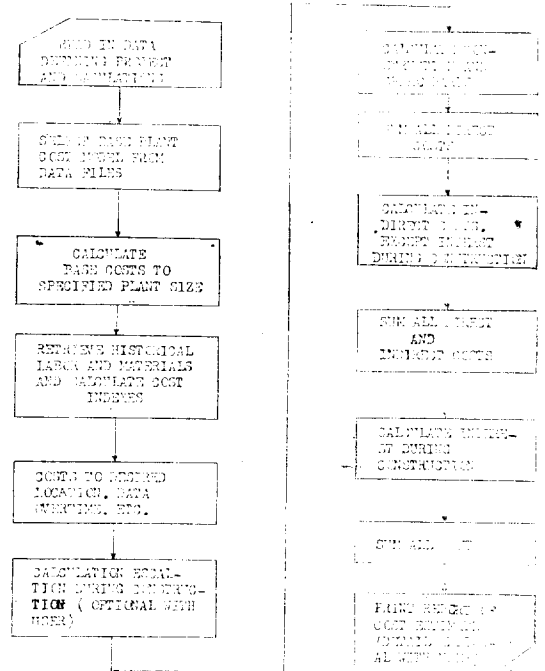


그림 5. 建設費算定의 概略의 흐름도

算定方式의 概要를 說明하면 그림 5에서 알 수 있는 바와 같이 算定에 必要한 投入 入力變數(物價上昇率, 利子率, 勞動生産性, 作業時間, 豫備費, 建設地點 등)를 읽어서 이에 의한 價格모델에서 必要한 資料를 選擇한 후, 容量 換算計數(Scaling Factor)에 의하여 人件費, 機資材費 등을 入力變數에 對應되도록 調整하고, 物價上昇率, 利子率 등에 따른 計定項目(Account Code) 別綜合費用을 算定하게 된다.

이와 같은 節次에 의한 建設費 算定 例는 表 1(入力變數), 表 2(算定結果)와 같다.

3) 美國 Oak Ridge National Laboratory (ORNL)에서 發電所 建設費推定을 위하여 開發된 電算模型

表 1. 發電所 建設費 算定을 위한 重要 投入 入力變數

項目	設備別	原子力(PWR)	石油火力(OIL)	石炭火力(COAL)	備 考
1. 作業時間(時間/週)		60	60	60	
2. 物價上昇率(%)		10	10	10	
3. 勞動生産性(%) (先進國=100)		75	80	80	
4. 人件費(%) 先進國=100)		50	40	40	
5. 豫備費					
나. 機資材(%)		7.5(5)	7.5(5)	7.5(5)	} () 內는 先進 國基準
나. 人 力(%)		15(10)	15(10)	15(10)	
6. 豫備品(%)		3(1)	2(1)	2(1)	
7. 機器代(先進國=100)		110	110	110	
8. 基準價格모델		INTERTOWN	INTERTOWN	INTERTOWN	
9. 利子率(%)		10	10	10	

表 2. 發電所建設費 算定 結果例

SUMMARY OUTPUT OF TOTAL COST (MILLION \$) DATE OF COMPUTER RUN 04 24 79

COUNTRY : CAPITAL COST STUDY FOR NUCLEAR PLANT BY KEES 1979

TYPE	PWR	PWR	OIL	OIL	OIL	OIL	COAL	COAL	COAL	COAL
SCALE	500	1200	500	500	500	900	500	500	900	500
CONSTR. START	1974.0	1976.0	1978.0	1978.0	1978.0	1978.0	1978.0	1978.0	1978.0	1978.0
OPERATN. START	1985.0	1985.0	1981.5	1981.5	1981.5	1981.5	1981.5	1981.5	1981.5	1981.5
SOX REMOVAL			INCL		INCL		INCL		INCL	
ACCOUNTS										
21 STRUCTURES	28.5	91.5	16.0	16.0	24.5	24.9	24.2	24.2	26.7	136.7
22 REACTOR/BOILER	133.5	149.2	39.8	39.6	64.0	64.0	59.5	59.5	95.2	95.2
23 TURBINE	102.2	126.1	35.1	35.1	62.8	62.8	47.2	47.2	79.1	79.1
24 ELECTRIC	38.4	39.0	10.9	10.9	14.3	14.3	17.6	17.6	22.4	22.4
25 MISC	11.8	12.3	3.6	3.6	4.2	4.2	7.8	7.8	8.6	8.6
26 SPECIAL SYS (1)	9.9	11.5	6.0	12.8	0.0	21.7	4.0	26.1	6.0	42.0
DIRECT COSTS	372.1	430.7	106.4	119.0	169.0	169.7	159.9	159.9	235.4	235.3
91 GENERAL SERVICES	75.0	82.7	12.7	12.2	14.8	14.9	18.7	18.2	23.0	23.0
92 FUEL ENGINEERING	52.8	59.6	14.0	14.9	20.2	20.2	10.4	11.6	14.9	14.9
93 FIELD ENGINEERING	30.8	34.1	8.4	8.3	7.5	7.5	7.1	7.7	9.3	9.3
INDIRECT COSTS	158.5	175.4	21.2	37.9	41.6	52.5	36.2	46.8	45.6	70.0
SUBTOTAL (BASE)	530.6	606.1	127.6	156.9	210.6	222.2	196.1	220.8	304.0	355.3
EASEL COST \$/KW	550.7	585.1	274.9	313.7	332.6	259.1	292.3	461.6	335.9	389.2
CONTINGENCIES	57.0	107.8	15.2	32.4	42.7	51.5	21.0	36.5	47.5	57.5
SPARE	24.7	9.9	1.0	14.7	24.5	24.5	22.7	3.0	4.5	24.5
OWNER'S COSTS (2)	26.0	74.4	17.5	20.1	24.5	20.7	29.0	29.0	37.4	44.1
SUBTOTAL	712.9	798.0	165.0	211.0	272.0	327.2	254.8	299.5	391.8	485.5
SUBTOTAL \$/KW	732.1	785.0	321.9	344.4	412.1	390.5	363.6	559.0	425.0	517.0
INTEREST	291.7	241.6	20.0	14.0	48.8	52.5	41.2	46.4	63.1	74.5
PLANT COST (BASE)	544.7	627.6	210.6	244.3	330.0	379.8	296.0	347.9	434.6	540.5
PLANT COSTS \$/KW	577.1	637.8	331.7	358.7	427.0	422.0	512.0	395.8	505.7	605.0
HEAVY WATER	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FUEL	92.8	123.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TAX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REGULATION	229.4	185.9	24.5	24.0	37.7	43.3	38.7	34.9	47.0	55.0
INTEREST (3)	96.0	116.7	3.0	3.7	24.0	26.6	4.1	4.9	5.2	7.0
TOTAL PROJ. COST	1372.3	1574.9	293.9	277.1	370.0	425.9	334.8	389.2	507.9	604.5
TOTAL PROJ. \$/KW	1531.5	1512.4	272.5	254.2	414.4	425.5	351.5	725.4	566.6	671.0
BASED ON GRD. \$/KW	864.6	809.6	414.6	471.1	552.3	405.1	550.6	647.1	469.7	553.3

(1) SPECIAL SYSTEMS INCLUDE COOLING TOWERS, SOX REMOVAL SYSTEM ETC.
 (2) FUEL COSTS INCLUDE FUEL, TRAINING, FEEDBACK, GAMES, TRANSMISSION FACILITIES, CONSULTANTS, GENERAL & ADMINISTRATIVE COSTS.
 (3) INTEREST ON FUEL, HEAVY WATER AND REGULATION

5. 設備計劃의 最適化手法

設備投資의 適正化를 기하려면 우선 設備 投資計劃이 科學的으로 樹立되어야 하며, 近來 電子計算機가 普及되어 理論的으로는 評價可能 하였으나, 作業過程이 복잡하여 이루지 못했던 많은 問題가 解決을 보코

있다.

우리나라에서는 設備計劃 最適化를 위하여 이미 1節에서 言及된 바와 같이 國際 原子力 機構(IAEA)에서 開發한 WASP(Wien Automatic System Planning Package) 電算模型을 主軸으로 MNI(Model for National Investment) 模型이 利用되고 있다. 여기서는

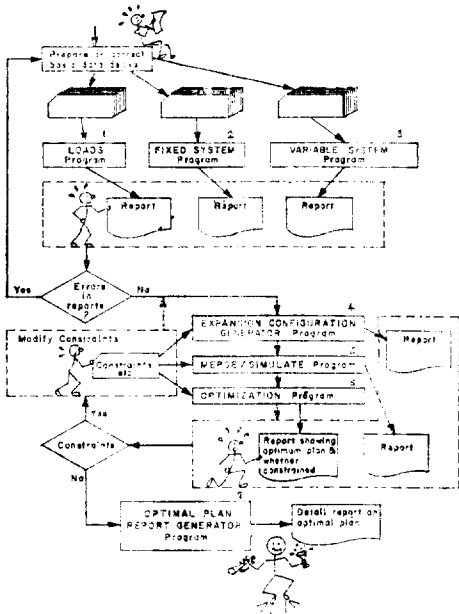


그림 6. WASP의 概略的 흐름도

設備計劃 最適化의 技法으로서 WASP 模型의 概要를 紹介 하고자 한다.

WASP 模型은 確率 시뮬레이션과 動的計劃法을 應用하고 있으며 그림 6에서와 같이 6個의 基本 Module (그림 6의 ①~⑥)과 1個의 報告書用 Module(그림 6의 ⑦)로 構成되어 있다.

WASP에 의한 計劃樹立의 節次는 다음과 같다.

① 需要豫測에 의한 年度別 最大需要와 負荷 持續 曲線을 定式化하여 計劃 區間의 負荷模型을 算定한다(計劃 區間別 負荷模型을 5次式: $Y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5$ 으로 表示하고 이것을 Fourier Series에 의하여 展開)

② 計劃 期間別 既存 設備容量을 파악하여 各 發電 所別로 設備容量, 補修容量, 事故率, 熱效率 및 運營 費 등 諸般 設備特性을 수록한다.

③ 設備 擴張計劃에 反映한 候補 發電所(Candidate facility)의 型式別(原子力, 火力, 水力 등)로 ②항과 같은 諸般特性을 수록한다.

④ 計劃 期間內의 需要를 充足시키기 위하여 既存 設備 容量으로부터 不足한 設備容量을 年度別로 候補 對象 設備中에서 供給信賴度(豫備率 및 LOLP) 制約 條件을 滿足하는 設備組合을 作成한다(여기서 制約 條件을 充足치 못하는 設備組合은 考慮對象에서 除外한다)

⑤ 計劃期間中 各期間別(分期 또는 月別)로 選定된

設備組合과 既存設備를 總括하여 最適 轉順位(Economic Loading Order)를 作成한다. 즉, 基底負荷로부터 尖頭負荷까지의 運轉順位를 定하여 補修容量을 控除한후 各 發電所別 事故率을 勘案한 確率시뮬레이션에 의한 LOLP 및 이래의 運營費를 計算한다.

⑥ 計劃에 選定된 發電所의 建設費를 追加하여 燃料別 累積 總經費를 基準 年度로 現價換算(Present Worth Calculation)한다.

⑦ 計劃期間의 最終年度까지의 現價화된 總累積費用이 最少가 되는 設備組合을 選定하여 動的計劃法에 의하여 一連의 잠정 最適計劃을 樹立한다.

⑧ 年度別 設備型式別 増分臺數에 대한 最少 및 最大數值를 調整함으로써 總費用을 減少시킬 수 있는가를 檢討하여 그 可能性이 있을 때는 ④項부터 다시 反復計算하게 된다.

⑨ 總費用의 減少 可能性이 없으면 잠정 設備 計劃試案을 最終案으로 採擇한다.

⑩ 經濟變數(割引率, 燃料費의 相對的上昇率 및 建設費 등)의 變動에 따른 最適計劃의 感應度(Sensitivity Study)를 檢討한다.

以上과 같은 節次에 의하여 最適 設備計劃을 作成하게 되며, 이렇게 作成된 計劃에 의하여 送配電, 燃料, 立地, 投資財源 確保에 대한 具體的 計劃이 樹立됨으로써 最終 長期 電源開發 計劃이 作成되게 된다.

6. 電源開發의 現況과 展望

우리나라의 1973年末 發電設備은 水力 712MW(8.9%), 揚水 200MW(2.5%) 石炭火力 887MW(11.0%), 石油火力 5,647MW(70.3%) 및 原子力 587MW(7.3%)로 總 設備容量 8,033MW 中 大部分을 石油火力이 占有하고 있다. 그러나 1991년에는 水力 1,812(5.6%), 揚水 3,200MW(10.0%), 石炭火力 6,970MW(21.7%), 石油火力 7,765MW(24.1%), 가스火力 1,000MW(3.1%) 및 原子力 11,046MW(34.3%)로서 石油火力의 占有率은 大幅 줄어들 展望이다. 본 長期計劃의 特色을 살펴보면

① 石油火力 一邊倒에서 原子力 主導形 및 脫石油 電源開發로의 轉換

② 大容量 石炭火力의 建設과 揚水發電所의 出現

③ 에너지資源의 多樣化와 關聯하여 가스火力(LNG, LPG)의 開發促進

④ 國內 賦存 資源의 最大限 活用을 위한 多目的 水力 및 潮力發電所의 建設推進

⑤ 新 에너지源의 開發과 新 發電方式의 研究 開發 推進(地熱, 太陽熱, 風力, 波力 등) p.9 계속