

長期電力需要展望과 電源開發計劃

● 技術資料

李 柱 熙*

— 차 례 —

- 1. 電力需給實績의 推移
 - 가. 發電設備
 - 나. 需要의 消費種別
- 2. 電力需要展望
 - 가. 需要想定推移
 - 나. 需要展望
- 3. 電源開發計劃
 - 가. 開發展望
 - 나. 새로운發電方式展望

1. 電力需給實績의 推移

가. 發電設備

電力은 國民經濟의 主要한 動力源으로서 그것의 擴大는 곧 國民經濟의 成長乃至 發展이라고도 할수 있다. 그러므로 電力事業은 國家基幹産業發展에 先導的 役割을 擔當하여 每年 增加하는 需要에 對備함은 勿論 低廉하고 良質의 安定된 電力供給으로 國民經濟의 發展에 기여하고 있다.

그 동안의 電源開發計劃을 살펴보면 1950年代에서

이다.

工業化過程에 있어서 必須原動力인 發電施設은 3次에 걸친 電源開發計劃事業의 順調로운 進陟으로 表1에서 보는바와 같이 1960년에는 불과 367千KW이었던 것이 1973년에는 무려 10倍로 增加된 4271千KW로 擴張되었다.

더우기 이러한 發電設備의 急激한 擴張에 있어서 두드러진 特徵은 水火力의 構成比가 1960年の 26:74에서 1973年은 14.5:85.5로 變化하여 端的으로 火力設備의 偏重을 보이고 있다.

이들 設備에 依한 發電量은 1960년에는 1,689百萬

表 1. 發電施設容量推移

單位: KW

年 度	水 力	火 力	內 燃	美軍發電盤	計	5 個年平均增加率(%)
1945	62,440	136,500	219	—	199,159	
1950	62,440	136,500	219	31,900	231,059	2.8
1955	113,880	136,500	219	50,000	300,599	5.5
1960	143,480	222,500	1,274	—	367,254	4.3
1965	215,480	514,500	39,505	—	769,485	16.0
1970	329,280	1,927,000	251,665	—	2,508,045	33.2
1971	341,080	2,034,500	252,465	—	2,628,045	* 4.9
1972	341,080	3,284,300	246,665	—	3,872,045	*47.2
1973	621,080	3,404,300	246,490	—	4,271,870	*11.1

註 * 前年度對比

1960年代의 前半期까지의 電力制限期와 1960年代 後半期의 高度成長期, 1970年代 前半期의 安定成長期로 大別할 수 있으며 現在는 安定基調위에서 樹立된 第3次(1972~1976) 電源開發 5個年計劃을 마무리하는 段階에

KWH에 불과하였던 것이 1973年은 거의 9倍에 達하는 14,826百萬KWH로 急增하였는데 各水火力 設備前의 發電量의 構成比는 1960年の 34:66에서 1973年은 9:91로 되어 設備의 大宗인 火力에 依하여 重油 또는 無煙炭으로 發電되었다.

* 正會員: 韓電企劃管理部 技術調査課長

火力發電所의 燃料消費量은 表2와 같이 基準熱量으로 換算하였을때 無煙炭, 有煙炭, 輕油, 重油間의 構成比는 1960年の 83 : 5.1 : 0 : 11.9에서 1973年은 17.

2. 電力需要展望

表 2 燃 料 消 費 量

年 度	無 煙 炭		有 煙 炭		輕 油		重 油		累 計 (百萬Kcal)
	M/T	百萬Kcal	M/T	百萬Kcal	Kl	百萬Kcal	Kl	百萬Kcal	
1960	751,231	3,831,278	35,536	234,538	—	—	58,023	551,219	4,617,035
1965	1,608,777	8,204,763	1,722	11,365	4,820	44,341	128,154	1,217,463	9,477,935
1970	676,141	3,448,319	—	—	92,430	849,529	1,836,472	18,181,073	22,478,920
1971	555,061	2,830,811	—	—	34,959	321,623	1,882,142	18,633,206	21,785,640
1972	558,263	2,847,141	—	—	17,511	161,101	1,803,670	17,134,865	20,143,107
1973	972,553	4,960,000	—	—	15,186	148,000	2,522,306	24,000,000	29,108,000

註 1) 燃料消費量에는 民電이 不包含

- 2) 熱量換算基準
- 無煙炭 1% = 5,100,000 Kcal
 - 有煙炭 1% = 6,600,000 Kcal
 - 輕 油 1Kl = 9,900,000 Kcal
 - 重 油 1Kl = 9,200,000 Kcal

但 1965년까지는 1Kl = 9,500,000 Kcal임

1 : 0 : 0.5 : 82.5로 된다. 이것은 火力發電所의 總消費 燃料중에서 82%以上은 輸入에 依存하고 있음을 表示한다.

나. 需要의 消費種別

電力需要의 種別로 消費된 總販賣電力量은 1960年에는 1,154百萬KWh에 불과하였으나 經濟開發計劃의 完

가. 需要想定推移

電力需要想定을 體系의인 方法에 依하여 本格的으로 始作한 것은 1960年代初期 電源開發計劃資料에 使用하면서부터라고 할 수 있다. 그동안 每年 需要想定値는 韓電을 비롯한 여러 機關에서 修正作業을 거듭하였으

表 3. 種 別 消 費 電 力 量

單位 : 千KWh

	1960	1965	1970	1971	1972	1973
電 燈	235,377 (20.4)	422,408 (17.1)	1,009,041 (13.0)	1,230,867 (13.9)	1,442,260 (14.4)	1,737,751 (14.1)
小 動 力 (500KW以下)	453,549 (39.3)	756,840 (30.7)	1,824,091 (23.6)	2,070,002 (23.3)	2,322,318 (23.2)	2,850,519 (23.0)
大 動 力 (501KW以上)	423,782 (36.7)	1,252,236 (50.9)	4,870,200 (62.9)	5,544,320 (62.4)	6,181,093 (61.9)	7,721,965 (62.4)
農 事 用	23,530 (2.0)	32,203 (1.3)	36,609 (0.5)	38,403 (0.4)	46,675 (0.5)	56,630 (0.5)
總 需 要	1,154,338 (100)	2,463,687 (100)	7,739,941 (100)	8,883,592 (100)	9,992,346 (100)	12,366,865 (100)

註 ()는 構成比.

遂에 따른 産業構造의 高度化와 더불어 急增하여 1973年은 11倍가 되는 12,366.9百萬KWh에 達하였고 同 期間중 平均增加率은 20.2%에 이르렀다.

이것은 電燈, 小動力, 大動力, 農事用間의 構成比를 1960年の 20.4 : 39.3 : 36.7 : 2.0에서 1973年은 14.1 : 23.0 : 62.4 : 0.5으로 變化시켰는데 變動의 主要原因은 500KW以上의 大單位 工場에서 消費가 急激히 增加한 것에 있다.

며 이中에서 代表的인 것을 取하면 그림1과 같다. 이것들을 實績需要에 對比하면 대체로 1960年代의 前半期는 過少策定の 傾向에 있고 또한 이의 後半期는 過大策定の 傾向에 있는 것에 대하여 1970年代初의 想定値는 安定成長의 趨勢를 前提하였다. 이와같은 想定傾向의 變化는 經濟成長度에 極基하게 影響을 받은 것과 需要想定の 經驗이 짧은 것 등에서 그 原因을 찾을 수 있다.

	전 력 량(백만KWh))					평 균 성 장 율(%)				
	1966	1971	1976	1981	1986	61~66	67~71	72~76	77~81	82~86
1次 5個年計劃 (1962.12)	3,503	5,678				11.0	12.2			
Thomas Report (1965. 2)	2,514	4,446				10.9	12.1	12.1		
ESC 想 定 (1968. 4)		14,401	38,450				36.8	21.6		
KIST-BATTELE (1968. 8)		8,510	17,800	33,900			23.2	15.9	13.8	
KID-MCI (1972. 3)			18,684	35,665				16.2	13.8	
MCI長期 Energy (1973. 8)			18,070	38,397	64,081			15.2	16.2	10.8
實 績	3,009	8,884				20.4	29.6			

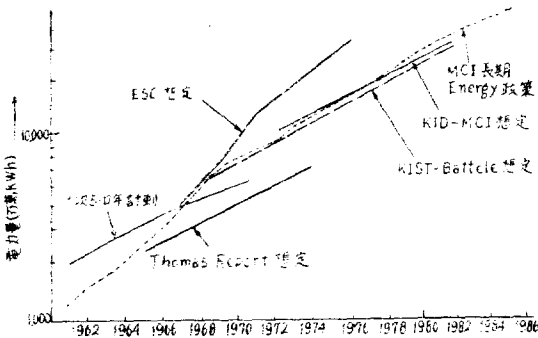


그림 1. 電力需要想定推移

데 이 중에서 選定된 總需要電力量 model은 다음과 같다.

$$Y_{6-2} = -4,778,720 + 6.0113GT - 3.6592\Delta GT - 157.184T$$

(0.0966) (0.4488) (13.1903)

$$\bar{R} = 0.9997$$

$$\hat{S} = 78.4432$$

$$D/W = 1.1645$$

우리나라 電力需要는 그림 2에서 表示하는바 같이 典型的으로 GNP附加價値 또는 鑛工業附加價値와의 回歸相關分析에서 높은 精度를 갖이는 特徵을 볼수 있다. 이 分析에서 彈性值를 살펴보면 1960年度에서 G NP彈性值(需要增加率/GNP增加率)는 2.65~2.33, 鑛

表 4. 需 要 想 定 表

單位: GWH, %, MW

	1973	1974	1976	1978	1980	1981
販賣電力量	12,367	13,865	18,070	24,844	33,178	38,397
送配電損失率	11.4	11.1	9.9	9.3	8.8	8.7
所內消費率	5.3	5.5	5.7	6.0	6.0	6.0
發電電力量	14,826	16,504	21,268	29,139	38,701	44,740
年負荷率	66.2	66	66	66	66	66
最大電力	2,556	2,855	3,679	5,040	6,694	7,738

나. 需要展望

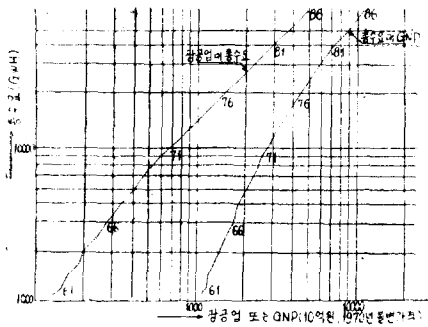
최근까지의 公式需要想定値는 73年末의 에너지危機以前에 作業된 長期 Energy 政策報告書(1973.8)에서 報告된 것으로서 表 4와 같다.

이 報告書의 需要想定方法은 巨視的인 接近方法을 適用하여 經濟指數와의 回歸相關分析에 依하였다. 總需要는 GNP, 各種別需要는 이에 關聯된 經濟指數를 說明變數로한 相關分析으로서 多數 model중에서 相關係數가 높은 뿐만 아니라 標準誤差 및 係數誤차가 적고 信頼度가 가장 높은 model을 選定하는 方法을 擇하였는

工業彈性值(需要增加率/鑛工業增加率)는 1.44~1.20으로 變化하였고 또한 長期 Energy 報告書에서는 이것을 1970年代는 1.69~1.47과 0.99~0.99으로 變化할 것으로 推定하였다.

단약 現在 修正作業 중에 있는 新需要想定値는 經濟成長指數를 약간 낮추고 또한 消費節約型 電力需要로 成長할 것으로 前提하여 想定한다면 彈性值는 現想定에서 水準과 큰 差異는 없을 것으로 생각된다. 彈性值를 現想定과 同一水準으로 維持할때 電力需要의 成長은 經濟指數의 變化量에 比例하여 決定할 것으로 展望

할수 있다.



彈性值推移

	총수요%/GNP%	총수요%/광공업%
1957~1961	2.70	1.53
1962~1966	2.65	1.44
1967~1971	2.33	1.20
1972~1976	1.69	0.93
1977~1981	1.47	0.99
1982~1986	1.20	0.93

그림 2. 電力需要

3. 電源開發計劃

가. 開發展望

長期 Energy 政策報告書(1973.8)에서 提示한 電源開發計劃은 表 5와 같다.

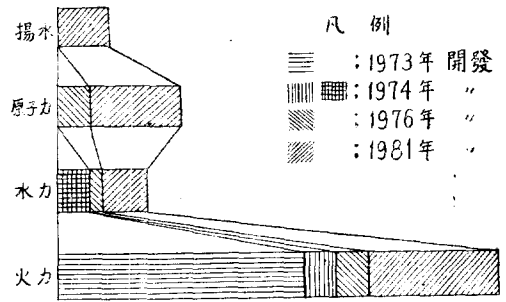
表 5. 電源開發計劃

單位: MW, %

	1973	1974	1976	1978	1980	1981
施設容量	4,271	4,723	5,706	6,841	9,471	10,781
可能出力	3,893	4,311	5,197	6,221	8,647	9,739
最大電力	2,566	2,855	3,679	5,040	6,694	7,738
餘備內力	1,387	1,456	1,518	1,181	1,953	2,601
餘備率	55.3	51.0	41.3	23.4	29.2	25.9

開發計劃에서 두드러진 特徵은 施設容量의 擴大로 目標年度에는 1천만 KW를 突破한 것 외에 電源別 構成比率의 變化를 들수 있다. 1974년의 火力爲主에서 1981年은 原子力과 揚水의 容量增加로 그 構成比率를 變化시키고 있는데 이것은 油類價格의 上昇壓迫과 發電設備의 經濟性 檢證等에 立脚하여 原子力으로 그 主宗을 變更하는 計劃方向을 說明한다.

다음의 特徵은 豫備率水準을 들수 있다. 計劃表에 表示된 豫備率은 1976年까지 40%以上의 高率인것에 대하여 第4次5個年開發計劃期間(77~81)에는 23~28%의



	1973	1974	1976	1981
揚水	-	-	-	800 (7.4)
原子力	-	-	595 (10.4)	1,795 (22.2)
水力	621 (14.5)	621 (13.2)	711 (12.5)	1,241 (11.5)
火力	3,650 (85.5)	4,100 (86.8)	4,400 (77.1)	6,345 (58.9)
計	4,271	4,723	5,706	10,781

그림 3 發電源別 計劃展望

註 () 構成比

로 낮게 設定되어 있다. 通正豫備率은 單位機容量, 事故率 및 系統規模等의 一般要素外에 政策的인 要素(需要의 成長誘導等)에 依하여 策定된다. 우리나라 系統을 一般要素만을 考慮하여 그림4와 같은 Flow Chart로 豫備率을 計算하면 그림 5와 같이 1976年은 19%,

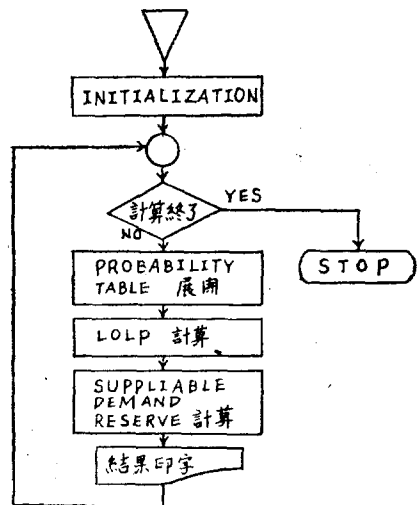


그림 4. Flow Chart

1981年은 16%水準을 豫備할수 있다. 이 計算에서 事故率은 水力은 0.7%, 揚水는 1.7%, 火力은 5~8% 및 原子力은 8%으로 또한 供給信賴度基準은 1%의 供給支障을 許容하는 것으로 前提되어 있다.

따라서 1977年以後 開發計劃에서 豫備率은 政策要素까지 包含한 것이므로 若干上位水準에서 適正率으로 表示하고 있으나 앞으로의 修正需要想定에서 需要成長率이 둔화 된다면 豫備率은 下向調整의 可能性을 檢討할

수 있을 것이다.

나. 새로운 發電方式 展望

前述한 바와 같이 現行 計劃은 에너지危機以前的 計劃이므로 修正計劃에는 世界的인 傾向에 따라 水力資源 및 潮力發電을 極大化하는 開發計劃이 添加될 것이다.

水力資源에 대하여는 120萬KW以上으로 推定되는 包藏水力의 開發과 先頭負荷用揚水發電所의 立地調査와 開發을 期待할 수 있다. 또한 西海岸一帶은 單潮池複流式 潮力發電의 有利한 賦存地點을 가지고 있으므로, 世界的인 潮力發電技術의 發展程度에 따라 開發時點의 差異는 있으나, 石油類값의 昂騰에 反比例하여 開發計劃은 더욱 촉진 될 것으로 展望된다.

또한 原子力發電은 核燃料供給源의 多元化를 위하여 重水爐發電所의 開發을 더욱 擴大할 것이며, 火力發電所는 방카C에 代替되는 LNG燃燒發電所의 建設을 展望할 수 있다.

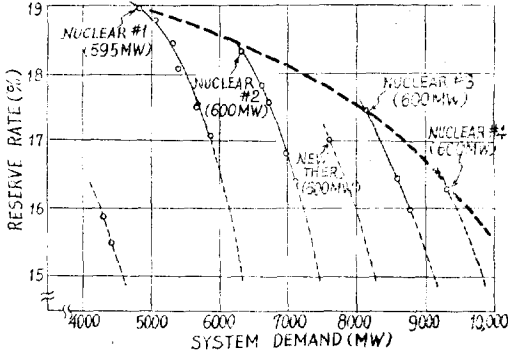


그림 5

(p.40에서 계속)

③ 生存確率 ④ 故障繼續時間 또는 平均補修時間 (MTTR, mean time to repair), ⑤ 有効性 등 여러 種類가 있으나, system의 目的에 따라 어느 尺度를 重視할 것인지를 決定하여야 한다.

一般的으로 system의 信賴性 特性은 補修가 行해지는 경우와 그렇지 아니하는 경우에 있어서 많은 差異가 있다. 그런데, real time system에서는 使用中 故障部分을 修理하거나 不良部分을 代替하는 등 補修가 行해지는 것이 보통이므로, system 稼働率이 信賴性 評價의 重要한 尺度가 되고 있다.

그러나, 이 稼働率만으로는 system 信賴性 特性을 正確히 把握할 수 없다. 왜냐 하면, 故障이 發生하는 時刻에 따라 故障이 미치는 影響이 다르기 때문이다. 따라서, system의 有効性이란 尺度를 다시 定義하여 이를 system設計에 利用하고 있다.

즉, 時間隔($t_1, t_1 + \tau$) 및 ($t_2, t_2 + \tau$)의 平均 transaction 入力 密度를 各各 $\alpha(t_1) \alpha(t_2)$ 라 할 때, system의 休止로 因하여 影響을 받는 transaction 入力の 平均數는 各各 $\alpha(t_1)\tau, \alpha(t_2)\tau$ 이다. 따라서, 이 入力數를 問題로 삼을 경우, t_1 을 始點으로 하는 τ 時間의 休止는 t_2 를 始點으로 하는 같은 τ 時間의 休止에 比하여 $\alpha(t_1)/$

$\alpha(t_2)$ 의 影響을 받게 된다. 더욱이 t_1 에 있어서의 入力 價値를 $\beta(t_1)$, t_2 에 있어서의 그것을 $\beta(t_2)$ 라 假定하면, 休止로 因한 影響은 各各 $\alpha(t_1) \beta(t_1)$ 및 $\alpha(t_2) \beta(t_2)$ 가 되고, $\alpha(t) \beta(t)$ 는 時間 函數로서 주어지는 單位時間當 休止損失을 意味하며, $l(t) \triangleq \alpha(t)\beta(t)$ 로서 定義되는 이 $l(t)$ 를 損失函數라 부른다.

各 狀態 i 에 對應하는 各 損失函數 $l_i(t)$ 는 實測 또는 豫測 data의 統計的 處理 結果로 주어지므로 이를 既知量으로 가정하면 system이 任意時刻 t 에 對하여 ($t, t+dt$) 時間隔에서의 損失은 $l_i(t)dt$ 가 된다. 이 때의 狀態 i 의 狀態確率을 $p_i(t)$ 라 하면,

$$L(t) \triangleq \sum l_i(t) p_i(t)$$

로 定義되는 $L(t)$ 를 時刻 t 에서의 點有敍率 또는 損失 密度函數라고 부르고, 그 全考察期間 T 에 對한 平均値

$$L \triangleq \frac{1}{T} \int_0^T L(t) dt$$

를 T 時區間에 對한 system의 有効性 또는 system의 平均損失이라고 부른다.

이 有効性이라는 尺度에 依하여 system의 信賴性을 評價하기 위하여는 任意時刻의 狀態確率 $p_i(t)$ 를 推定하여야 한다.