

電源開發 推移와 重電機産業

Development of Power Resource and Heavy Electrical Machinery Industries

李 鍾 鶴

暁星重工業株式會社 營業管理部長

I. 序 言

現存하는 地球上의 Energy 中에서 가장 理想的인 Energy 가 바로 電氣Energy 라고 하는 것은 새삼 敷衍할 必要는 없는 것이다.

그러나 이와같은 가장 理想的인 電氣Energy 의 永續인 開發을 위해서 무엇보다도 認知해야 할 것은 地球라는 조그마한 宇宙船 속에 賦存해 있는 石油, 石炭, LNG, 燃料우라늄(U²³⁵) 등의 絶對埋藏量 限界性を 考慮하지 않을 수 없다는 點이다.

지금 이時刻에도 世界各國의 有能한 Engineer 들은, 賦存 그대로의 Energy 를 어떻게 하면 가장 效率性 있게 電氣Energy 化 하느냐 하는 課題를 놓고, 太陽熱發電, 地熱發電, 核融合, 生物利用發電에 이르기까지 研究開發에 余念이 없을 것으로 思料된다.

重電機産業이란 以上の 1次 Energy 를 需要者에게 가장 安全하고 便利하게 供給내지 利用할 수 있도록 最適한 各種 産業設備를 生産하는, 即 需要開發과 電源開發에 없어서는 안될 中間媒介體 産業이라고 볼 수 있다.

그러나 이러한 經濟産業 構造의 發達過程에서 배놓을 수 없는 것은 各種 公害라 할 수 있으며 其 對策 設備補完이 반드시 併用되지 않으면 안 될 것이다.

이와같은 背景을 中心으로 電源開發과 重電機産業에 對한 小見을 記述코저 한다.

II. 本 論

1. 電氣Energy 와 總Energy 의 需要推移

가. 全世界 Energy 埋藏量과 生産量

未來 Energy 對策의 重要 「이슈」는 既開發하여 電氣Energy 로의 變換過程에 있어서 省 Energy, 計劃施行은 勿論, 代替 Energy 研究開發에 있다고 볼 수 있다.

그러면 과연 地球에 埋藏되어 있는 總Energy 量은 얼마나 되며 全体使用 Energy 中 電氣 Energy 가 차지하는 比重이 얼마나 되는가를 살펴 보기로 한다.

表1-1에서 보는 바와같이 石油는 1975年度 生産基準으로 볼 때 不過 40年分 程度밖에 없다는 것은 매우 Shocking 할 일이 아닐 수 없으며 더우기 우리나라와 같이 石油賦存量이 全無한 狀況下에서는 脫石油 産業構造로의 變換이 時急하다 할 수 있겠다.

政府의 第5次 經濟開發計劃에서도 脫石油政策의 一環으로 原子力發電 建設의 積極推進과 小水力開發計劃, LNG 發電燃料 使用計劃等 意

(表 1 - 1) 全世界 Energy 埋藏量 및 生産量 (1975年 基準)

內容 區分	單位	埋藏量 (A)			生産量 (B)			可採年數 (A/B年)
		實數	換算	構成比	實數	換算	構成比	
石油	10 ⁸ kø	884.32	831,260	0.09	32.34	30,400	0.37	37.3
L N G	10 ⁸ M³	607,770	765,790×10³	90	13,440	16,934×10³	95	45.2
石炭	10 ⁸ 噸	6,954	3,477×10³	0.4	12.4	6,200	0.03	561
燃料우라늄	10³ 소튼	1,810	82,083×10³	9.51	18	816,300	4.6	100.6
計	-	-	852×10 ⁸	100	-	17.8×10 ⁸	100	48.0

志를 反映하고 있는 것도 刮目할만한 事實이다.

나. 韓國과 日本의 總Energy 使用量 推移

日本의 Energy 使用량이 韓國과 比較, 무려 9.3배이며, 其中 石油使用량만 比較해 보면 11배나 된다.

電氣 Energy는 우리의 13배를 使用하고 있으며 이는 곧 오늘의 經濟大國으로서 日本人들이 使用하고 있는 Energy의 實態인 것이다. 使用량의 差 그 自体도 重要하지만 그것보다 더욱 重要한 것은 것처럼 많은 Energy를 使用해서 얻어낸 富의 附加價值인 GNP의 成長이라고 볼

수 있다.

다. 우리나라 發電設備 및 Energy 增加 推移

1965年 總Energy 使用量 12×10⁶ Ton (石油 換算)중 발전용 Energy가 1×10⁵ Ton으로 그 點有率이 8.4%였던 것이 1980年엔 22.1%로 增加했으며 發電設備 容量도 持續增加하여 年平均 13~17%를 成長한 것을 볼 수 있다.

이는 總Energy 需要中 電氣Energy가 차지하는 比重이 그만큼 높다는 것을 意味하고 있는 것이다.

(表 1 - 2) 韓國과 日本의 Energy 需要 比較

(單位 10¹² kal)

國別 區分	韓 國				日 本				備 考
	70 年 度		80 年 度		70 年 度		80 年 度		
需要	量	比率	量	比率	量	比率	量	比率	
電 力	25	12.2	90	22.1	721	25.3	1,150	30.3	
石 油	73	37.1	122	42.2	1,509	53.1	1,901	50.0	
G A S	-				335	11.8	467	12.3	
石 炭	57	28.9	120	29.4	45	1.6	25	0.7	
코크스	-				215	7.6	238	6.3	
其 他	41	21.3	26	6.3	16	0.6	10	0.4	
計	196	100	408	100	2,841	100	3,791	100	

2. 發電設備과 GNP의 成長

가. 世界의 發電設備의 變動추세

世界의 總發電量은 1829×10⁶ kW로 우리나라의 約 261배 (同年對比)에 達하는 量이 되며 北美, 유럽, 蘇聯, 亞細亞 順으로 占有率이 크며 中南美, 아프리카, 오세아니아 地域은 相當히 저조함을 나타내고 있다.

이는 곧, 다음에 說明하는 GNP와 比較해 볼 때 主要 産業輸出 對象國으로 볼 수도 있다.

나. 主要外國의 發電設備과 GNP의 比較

이 表에서 나타내는 重要指標은 과거 經濟富國이었던 英國과 이탈리아가 1970年 以來 低成長 내지 Minus 成長을 하였으며, 發電設備 증가도 2~4%로 相當히 저조하게 나타나고 있다는 事實이다.

正確하게는 發電設備 = 經濟成長이라고는 볼 수 없겠지만 과거 日本이 經濟 大恐慌이 왔을 때 (1960年경) 電源開發의 失敗를 分析 再計劃, 實施 오늘에 이르렀다는 事實은 眞히 銘心해야 할 일이라고 생각 아니할 수 없다.

3. 우리나라 電源開發의 特徵

우리나라 電源開發의 特徵的인 것을 몇가지 列擧해 보면 다음과 같다.

첫째, 唯一한 國家投資機關인 韓國電力이란 한개의 會社에 依해 모든것이 計劃되고, 開發되고, 管理, 運用되고 있다는 點이다. 勿論 지역적으로는 政府나 一般 Consultant 도 參與하지만, 外國의 경우, 특히 日本의 경우처럼 많은 電力會社가 分離運營되고 있거나, 獨立된 電源開發會社가 別途로 없다는 뜻에서의 말

이다.

1961年 3社統合(電業-南電-京電) 이래 비약적 發展을 해 온 것은 아무도 否認하지 못할 明白한 事實이다.

뿐만 아니라 向後의 모든 中, 長期 計劃도 蹉跎없이 成功裡에 推進되어갈 것을 믿어 의심치 않으며 電氣人의 한 사람으로서 마음속 깊이 祈願하는 바이다.

둘째 特徵으로는, 賦存資源이 없는 나라의 立場에서 볼 때 지나치게 石油依存도가 높다는 것이다.

〈表 1 - 3〉 발전설비 및 Energy 증가 추이 比較

內容	發電設備容量 (MW)				總使用Energy (石油換算: 1,000 萬)				
	水力	火力	原子力	計	前年對比증가율	총Energy	발전용Energy	占有率(%)	전년대비증가율(%)
1965	215	554	-	769	29	12,127	1,016	8.4	4.6
1970	329	2,179	-	2,508	53	19,737	2,469	12.5	13.4
1971	341	2,287	-	2,628	5	21,273	2,742	12.9	7.8
1972	341	3,531	-	3,872	47	22,054	3,016	13.7	3.8
1973	621	3,650	-	4,271	10.3	25,273	3,806	15.1	14.6
1974	621	3,901	-	4,522	6	25,510	4,284	16.8	1.0
1975	621	4,099	-	4,720	4.4	27,076	5,043	18.6	6.1
1976	711	4,099	-	4,810	2	29,805	5,747	19.3	10.0
1977	711	5,079	-	5,790	20.4	33,074	6,654	20.1	11.0
1978	711	5,618	587	6,916	19.4	36,157	7,958	22.0	9.3
1979	911	6,534	587	8,032	16.1	40,503	8,785	21.7	12.0
1980	1,157	7,647	587	9,391	16.9	40,804	9,035	22.1	0.2

〈表 2 - 1〉 主要地域別 發電設備 變動 內容

(단위: 100萬kW)

年 地 域	亞細亞	北 美	中南美	유 럽	오세아니아	蘇 聯	아프리카	世 界	前年對比증가율(%)	備 考
1965	64	284	29	255	12	115	15	774	7.7	
1970	111	403	43	348	19	166	23	1,113	8.3	
1971	122	434	46	373	20	175	25	1,195	7.4	
1972	135	469	49	378	23	186	27	1,267	5.9	
1973	182	513	55	402	25	196	29	1,402	10.7	
1974	101	553	61	427	27	205	30	1,504	7.3	
1975	218	588	66	449	27	217	31	1,596	6.1	
1976	233	617	72	467	29	228	33	1,679	5.2	
1977	249	646	76	486	29	238	35	1,759	4.8	
1978	262	674	80	499	30	248	36	1,829	4.0	
占有率(%)	14	37	4.4	27	1.6	14	2.6	100	-	

(表 2 - 2) 主要外國의 發電設備와 GNP 比較

年 度	實積 GNP· (70년 基準)					發電設備 容量 (MW)				
	區分 國別	韓國	日本	西獨	英國	이태리	韓國	日本	西獨	英國
1970	100	100	100	100	100	2,508	68,262	50,833	62,060	30,408
1971	107.1	111.1	106.9	107	105.6	2,628	76,472	53,977	72,152	—
1972	105.5	125.8	113.8	114.1	111.4	3,872	85,296	57,617	70,037	33,958
1973	127.9	132.2	118.7	98.8	113	4,271	95,502	62,050	72,653	36,509
1974	123.2	120.7	112.7	80.5	99.1	4,522	104,207	70,120	74,110	38,344
1975	108.4	128.7	112	87.8	103.4	4,720	112,285	74,356	73,923	39,103
1976	131.0	137.7	117.3	82.7	104.7	4,810	116,872	81,726	72,812	40,659
1977	154.3	150.4	122	82.8	107.4	5,790	122,349	83,702	72,671	42,583
1978	185.9	169.6	130.1	95.8	127.4	6,916	131,218	85,487	72,793	43,200
年平均成長率 (%)	8.1	6.8	3.3	0.5	3.1	13.5	8.5	6.7	2.0	4.5
參考事項				發電豫備率 (%)		33.2(60)	16.1(78)	19.1(79)	14.2(76)	—
				送配電損失率 (%)		6.7	6.0	4.4	8.7	8.8

「註」 1. () 內는 年度 표시임.

2. 實積 GNP 算出 方法

$$= \frac{\text{年度別 GNP}}{\text{70年度 GNP}} \times \frac{\text{70年度 都賣物價 指數}}{\text{年度別 都賣物價 指數}} \times 100 (\%)$$

1980年末 現在 發電量 構成比率를 보면 總發電施設 9,390.千kW 中 石油依存이 78.7%, 石炭 6.7%, 水力 5.3%, 原子力 9.3%로 나타나 있으며, 5次 5個年計劃이 끝나는 1986年 末에는 總設備容量이 17,570千kW가 되며, 石油依存度는 22.3%, 石炭이 23.3%, 原子力이 38.8%, 水力이 4.3%, LNG 11.3%로 展望되고 있음은 무척 多様한 일이 아닐 수 없다.

셋째 特徵으로는, 너무 急成長한 탓으로 施設機器들의 仕様 및 Maker가 너무 多様하며, 正確한 經濟計算 基準設定이 매우 어렵지 않나 하는 點이다.

여기서 意味한 經濟計算의 範圍는 發電端 以後에서 부터 各家庭 내지 各工場에 이르기까지의 모든 電氣施設物을 通稱해서 하는 말이다.

뿐만 아니라, 電氣施設物의 各種 仕様은 勿論 運轉, 維持, 保守를 包含하며, 中國에 一定 供給 Area 內의 最終施設 擴張에 이르기까지 계통구성에 對한 Master Plan의 合理的이고, 科學的인 것을 意味하는 것이다.

政府 및 民間의 長期施設投資 計劃이 總括的

으로 고려된 (土木, 建築, 裝置, 都市計劃 등) Basic Engineering 위에 設備投資의 効用性 提高가 可能해야 한다는 것이다.

美國의 어느 地域 單位의 경우 50年前 投資 初期의 Master Plan이 現在의 最終設備에 이 르는데 別試行錯誤없이 올 수 있었다는 기록이 있고, 日本 東京電力의 경우 初期 Master Plan을 위해 소비하는 時間이 總工程의 50%가 넘는다고 한다.

이와같은 경제개념은 거기에서 끝나는 것이 아니라, 中國에는 設備를 直接 製作하는 Maker나 施設을 直接맡아 하는 建設業에 까지 영향을 미치게 되는 것이다.

Maker의 경우 工場稼動率의 向上 및 生産性 向上에 直結되며 建設業의 경우 CPM工法에 의한 工期短縮이 可能하게 되는 것이다.

왜냐하면 最善의 Basic Engineering 段階란, 過程遂行中 充分한 情報가 Maker나 施工者에게 協議處理되기 때문이며 이러한 Basic Engineering 없는 System Plan은 無用하기 때문이다.

4. 系統電壓과 S/S 容량의 現象

가. 系統과 定格(送配電系統)

80年 現在 우리나라 國土의 總面積은 98,992 km²이며 山林地가 66.4%, 農耕地가 22.2%, 住宅用地가 1.7%, 公共用地가 1.6%, 工業用地가 0.3%, 水面 其他가 2.8%로 構成되어 있으며, 86年末에 가서는 國土의 總面積이 99,230 km²로 2.4% 程度 國土의 擴充이 있을 것으로 예상된다.

送電계통(Transmission System)에 관한 1974년도 資料에 의하면 345kV 初期 系統電壓 구성이 地圖上에서 우리나라 最東 南端에서 大田을 경유 西北端을 連結 始點으로 每年擴充, 漸次 Loop 化해 가는 計劃으로 되어 있다.

또한 新設되는 大型發電所는 모두 345kV 계통에 連結하도록 하며, 系統力率을 90%에서 99%로 向上시키도록 되어 있다.

또한 345kV 變壓器 容量은 300, 400, 500MVA (Grounded Neutral auto-Transformer)를 經濟單位容量으로 定해 놓았다.

345kV CB의 차단容量은 25GVA, 154kV 측 CB 용량은 15GVA로 되어 있으며 s/s는 345/154kV 1,000MVA 기준으로 8個의 154kV 側 Out Going Line을 갖도록 하였으며 各 Feeder Line 容量은 Normally 125MVA, Abnormal 250MVA를 擔當할 수 있도록 되어 있다.

Bus 방식은 345kV가 11/2, 154kV가 Main and Transfer로 되어 있으며 154kV/22.9kV s/s는 4個의 Line Termination 및 4個의 C-B, Transformer의 Bank 容量은 30/40MVA 2 Bank로 되어 있다.

또한 22.9kV Bus는 15.4kV 側과 마찬가지로 Main and Transfer이고 CB는 Automatic Reclosing Breaker로 되어 있다. 또한 Pole Tr.의 2次電壓은 220/440V로 되어 있다.

그밖의 資料로서는 1998年 서울의 負荷密度는 34MW/km²에서 200MW/km²로 늘어나 最小한 2個所 以上の 345/154kV s/s (2,000MVA 基準)가 設置되어야 될 것으로 되어 있으며, 系統은 345kV Underground Loop에 連繫되며,

GIS가 最適한 것으로 되어 있다.

또한 154/22.9kV s/s 設置個所는 3/4 km 간격이 가장 適合한 것으로 되어 있다.

나. 設計, 仕様, 建設의 標準化

上記 Report에서 지적한 事項中 배출을 수 없는 것은 “送配電(變電包含) System Engineering 中에서 가장 중요한 責務는 送變 配電에 사용되어질 各種機資材(建設, 維持包含)의 正確한 選定基準의 마련에 있다”라는 部分이다.

需要想定, 電源開發, System Engineering 製品의 生産, 設置, 運用의 Feedback 過程은 長期間에 걸친 Project라고 보면 가장 좋을 것이라고 생각된다.

다만 너무 장기간에 걸쳐 이루어지기 때문에 중간에 몇번(대략 10년 單位) 經濟計算을 다시 해야하는 번거로움이 있지만 이는 Computer를 使用하는 手法이면 아무런 問題點이 없다(Analog 나 Digital Computer).

다만 Process의 Critical Pass Work 은 다름아닌 기자재의 사양결정이라고 볼 수 있다.

특히 電力 System에서의 개개의 기기 사양은 單位로서의 사양 뿐아니라 未來의 最終 계통 구성조건에 맞아야 되기 때문에 더욱 慎重을 기하지 않으면 안되는 것이다.

이런 側面에서 볼 때 上記 Report의 判斷은 매우 正確한 것이라고 할 수 있다.

참고로 Report의 例를 들어보면 Pole Tr.의 경우 容量은 25, 50, 100kVA의 Alternate Size를 쓰고 37.5, 70kVA 式은 쓰지 않는다라든가 Suspension 碍子の 경우 向後 電力系統에 適合하게 하려면 146×254mm 20個 Unit 上下에 Arcing Horn을 取付하고, Creepage Distance에 關聯하여 Heavy Contamination에서 23 Fog-Type로 한다라든가 앞으로 345kV 活線作業을 위해 基準書를 作成해야 한다는 등 全般에 걸쳐 Basic Engineering을 強調하고 있는 것이다.

以上の 事項들이 完壁하게 이루어진 狀態下의 重電機 Maker는 보다 充實하게 製品設計 및 製品生産이 可能할 것임은 分明하다.

5. 重電機 産業의 오늘과 來日

가. 60~70年代 우리經濟의 發展過程

1次年度(1962~1966)엔 自立經濟 達成을 위한 基盤 構築을 위해 基幹産業의 建設, 社會間接 資本의 擴充, 2次年度(67~71)엔 産業構造 近代化와 自立經濟 促進을 위해 輸出促進 關稅 引下 工業構造 高度化, 外資導入 積極化 等으로 重電機 分野에 點火를 한 셈이라 볼 수 있다.

다음 3次年度(72~76) 및 4次年度(71~81)에 걸쳐 成長, 安定, 均衡, 能率, 衡平을 위해 重化學工業의 建設 및 自力成長 구조를 위한 技術革新과 能率向上에 最善을 다 해온 것이 오늘 重電機 分野의 實像이라고 할 수 있다.

그러나 원만한 기쁨이 마련되지 못하던차 '80 12, 21자 各重電機 Maker의 統合이 선언되었고 現在 最終 마무리 段階에 놓여 있다고 볼 수 있다.

나. 重電機 成長의 沮害要因

目的이 分明하면 問題導出이 可能하고 對策意見이 나올 수 있다. 目的 中心으로 問題를 풀어가면 自動적으로 沮害要因은 抽出된다.

첫째 Quality 問題라 하겠다. 製品 技術水準 評價의 첫번째 尺度가 바로 Quality 問題라고 할 수 있다.

Quality를 決定하는 要因은 設計, 製作, 試驗으로 볼 수 있는데 이들 各部門은 相當한 Know-How를 가지고 있으며, 이것을 解決하는 첫 段階로 製品特性에 맞는 外國Maker와의 技術提携를 했던 것이며, 相當한 部門, 例를 들면 超高壓 變壓器 Motor, Pump 및 其他 産業 設備 一部는 그 水準이 認定되어 輸出이 伸長되고 있음이 事實이다.

그러나 여기에 매놓을 수 없는 가장 심각한 沮害要因은(특히 開發 初期段階에서) 技術人力의 頻繁한 移動이라고 볼 수 있다.

形態의 大宗은 “스카웃”이며 이로 인한 技術 向上 早期達成이 不可能했을 뿐 아니라, Cost에 勞賃上昇이란 惡影響을 끼치게 되는 것이다. 換言하면 重電機製品은 單純技能에 依해 成長

하는 것이 아니라, 複合技能 即 System Approach 技能에 依해서만 可能하므로 相當히 長期間에 걸쳐 技術人力의 確保가 必要하다고 보겠다.

다음의 沮害要因은 素材의 質 問題라고 할 수 있다. 素材 自体로서의 機械의 特性은 勿論 電氣的인 特性이 直間接 要因에 依해 複合技能이 具備되어야 한다.

그러나 實際는 많은 問題點이 散在해 있는 實情이다. 이것을 合理的으로 풀기 위해 政府에서도 여러 側面에 檢討 勞力하고 있는줄 안다.

中小企業의 育成方案, 專門系列化 等이 그 內容인 것이다.

뿐만 아니라 Soft쪽에 研究開發에도 相當한 配慮가 있는 것으로 알고 있다.

두번째는 Price와 Delivery 問題라 할 수 있다. 특히 Price는 Cost를 構成하는 諸要因과 Marketing 條件에 依해 構成되는 費用에 依해 左右되지만 아직도 Cost를 구성하는 原資材의 調達形態에 依해서 決定되는 便이다.

原資材 調達分中 外資材인 境遇가 決定적으로 Cost-up 要因이 되고 있으며 內資材의 경우 低品質로 인한 Cost-up 要因도 相當히 남아 있는 것이 事實이다.

이를 해결하는 方法으로는 開發初期나 未國 產化分에 對한 開發費 支援이 實質적으로 強化되어야 하며, 部品 및 素材導入의 稅制支援도 아울러 있어야 한다고 思料된다.

日本의 경우는 初期段階에서 以上の 支援 缺이 實在했었으므로 오늘의 成長을 가져왔다.

6. 向後 展望

結論적으로 電源開發은 需要의 正確한 창출에 起因해야 하며 Basic Engineering 時에는 部分 System이 아니라 全体經濟 System으로 分析, 最終 系統構成에 이르는 試行 錯誤가 最少化 되도록 해야 하며, Basic 段階에서 政府 關係部處의 協力은 勿論, Maker, 建設業체와의 協力度 併行토록 하여 各者의 未來 遂行業務에 對한 事前 研究 檢討가 착실하게 進行되도록함이 바람직하다.