

發電設備 技術導入의 推進方向

洪 道 正

(韓國科學技術研究所 技術導入센터 擔當部長)

序 論

1960年代初부터 持續된 우리나라의 經濟成長은 刮目할만한 發展과 伸張勢를 보여왔으며, 特히 1970年代에는 先中進國으로서의 高度成長을 目標로 産業構造의 果敢한 改善과 基幹産業의 革新的 開發을 通하여 重化學工業의 育成政策을 強力히 推進함으로써 工業國家로서의 面貌를 갖추게 되었다.

이에따라 高度화된 經濟規模를 이끌어 나아갈 에너지源의 開發과 需給이 가장 重要한 問題로 抬頭되었으며, 産業發展에 있어서 必須的인 電力供給은 政府의 積極的인 支援施策과 施設投資에도 不拘하고 電力不足現象이 深化되었으며 이에 政府는 電力不足現象을 段階的으로 打開하고 急増하는 電力需要에 對處하기 위하여 「長期電源開發計劃」을 樹立하고 西紀2000년까지는 43基의 原子力發電所와 27基의 大型 火力發電所를 建設하여 約 80,000MW 相當의 電力을 追加로 供給하기 위한 強力한 에너지 需給方案을 實現하고 있으며, 이미 國內 最初로 原子力 發電인 古里 1 號機가 稼動되게 이르렀다.

「長期電源開發計劃」에 依한 1986년까지의 에너지開發計劃을 보면, 内外資 總 8 兆 9 千 1 百 29 億 원 (外資 70 億 달러, 內資 5 兆 5 千 1 百 78 億 원)

을 投入하여 7 基의 原子力發電所등 모두 42 個의 發電所와 送配電施設을 建設하여 總發電容量 2 千 54 萬 6 千 KW를 確保하여 國內産業界에 蹉跌없이 供給할 計劃으로 되어 있다.

同電源開發計劃에 있어서 特徵的인 電力開發源으로서는 原子力, 水力, 火力發電이라 할 수 있으며 이 중에서도 原子力發電이 큰 比重을 占有하고 있다. 이는 輸入에너지 依存度의 早速한 脫皮와 無公害에너지의 開發 및 電源의 安定的 供給에 基礎를 두고 있기 때문인 것으로 判斷된다. 그러나 原子力發電所는 在來의 發電方式과는 달리 高度의 安全性和 信賴性을 要하는 點과 그리고 原子力發電의 資本集約的 特性, 即 發電設備의 輸入 또는 製作에 莫大한 資金이 集中的으로 投入되어야 하는 點을 勘案할 때 稼動率을 最大限으로 提高하여야 하는 問題點을 內包하고 있다.

1. 原子力發電設備의 開發動向

第二次 世界大戰中 軍事目的을 위해 開發되었던 原子力은 終戰과 함께 先進諸國에서 平和의 利用을 위해서 研究開發한 結果, 에너지의 安定的 供給에 대한 人類의 欲望을 充足시켜줄 原子力發電方式의 産業的 實用化를 이룩하였다.

1956年10月 英國이 世界 最初로 商業的 規模

의 原子力發電所인 CALDER HALL (出力 45 MWE)發電所를 建設함으로써 原子力發電의 開發이 本格化되기 始作하였고, 今後 原子力發電은 英國, 美國, 캐나다, 등이 主軸이 되어 꾸준한 技術開發을 通하여 經濟性을 높이는데 努力하고 있다 [表 1]. 이와같은 原子力發電 技術의 進歩는 制限된 量의 在來式方法에 의한 에너지源의 고갈에 對處할 수 있도록 더욱더 새로운 형태의 原子爐인 高速增殖爐를 비롯하여 永遠한 에너지源이 될 수 있는 核融合爐의 開發促進으로 未來의 에너지 問題 解決에 밝은 展望을 보여주고 있다.

中東產油國의 油類의 政治武器化로 인한 世界의 油類波動은 全世界를 一時的으로나마 經濟的 混亂에 處하게 함으로써, 加一層 原子力 營電의 技術開發에 拍車를 가하게 되어 結果적으로 原子力의 產業的 活用이라는 結實을 맺게 된 것이다. 그러나 原子力發電의 產業的 活用에는 아직도 많은 問題點을 內包하고 있으며, 그 중에서도 發電設備의 製作, 建設에 莫大한 投

資費가 所要됨은 勿論 稼動時 適正規模인 最小 經濟單位가 높기 때문에 發電原價가 現在로서는 매우 비싸다는 事實이다. 이와같은 障礙要因을 무릅쓰고 全世界各國이 原子力發電設備의 設置에 關心을 集中시키고 있는 것은 에너지源의 長期的 安定供給을 目標로 國家의 次元에서 政策的으로 果敢히 推進하고 있기 때문이다.

우리나라도 [表 2]에서와 같이「長期電源開發計劃」에 따라 原子力發電用 設備中 T/G의 需給計劃을 2000년까지 總43基로 推定하고 있으며, 稼動基準에 의한 施設容量은 47,829MW에 達할 것으로 豫想된다. 그러나 原子力發電設備의 建設에 있어서는 商業運轉開始 約2年前에 機械設備가 現場에 到着하여야 하고, 이들 機械設備를 製作하는데 2年程度가 所要되게 될 므로, 實際 T/G의 發注는 發電稼動時보다 約 4年이 앞서게 된다. 따라서 1978年 稼動開始된

[表 1] 世界各國의 原子力發電所 運轉現況

國 名	發電所數	容量(MWG)	累計發電量(MWHG)
英 國	14	6,166	281,246,499
카 나 다	5	2,380	37,481,579
불 란 서	9	3,023	65,908,229
印 度	3	620	9,025,163
伊 太 利	3	639	33,283,807
日 本	7	3,067	39,717,740
和 蘭	2	535	4,452,320
파 키 스 탄	1	137	975,145
스 페 인	3	1,100	6,456,574
스 웨 덴	1	460	4,815,202
스 위 스	3	1,054	19,629,450
美 國	42	26,870	326,264,403
西 獨	6	2,238	48,037,995
(全自由世界)計	99	49,389	877,294,106

(註) : NUCLEONIC WEEK. VOL. 15, NO. 34 AUG. 22, 1974

[表 2] 原子力發電設備(T/G)의 國內需要展望

年度	(稼 動 基 準) 施設容量 (MW)	容量×基數 (MW)
1983	1,329	679×1, 650×1
1984	—	—
1985	1,800	900×2
1986	1,800	900×2
1987	2,700	900×3
1988	900	900×1
1989	2,400	1,200×2
1990	2,400	1,200×2
1991	2,400	1,200×2
1992	2,400	1,200×2
1993	2,400	1,200×2
1994	3,600	1,200×3
1995	2,400	1,200×2
1996	2,400	1,200×2
1997	4,500	900×1, 1,200×3
1998	4,800	1,200×4
1999	3,600	1,200×3
2000	6,000	1,200×5
計	47,829	43基

古里 1 號機와 1983年稼動豫定에 있는 月城 1 號機, 古里 2 號機는 國産化計劃 없이 TURN-KEY方式으로 모든 裝備를 發注하여 導入하는 것이기 때문에 國産化計劃에 따라 供給될 수 있는 T/G의 需要는 總41基가 될것으로 展望되고 있다.

2. 發電設備技術導入의 現況

發電設備는 原子力發電, 火力發電 및 水力發電으로 大別할 수 있으며 發電設備의 核心部分을 構成하고 있는 機械設備로서는 STEAM TURBINE, GENERATOR, MOISTURE SEPARATOR, REHEATER, SURFACE CONDENSER, FEED WATER HEATING PLANT가 主軸을 이루고 있다. 따라서 發電設備의 製作, 設置, 運轉 및 補修維持에 關한 技術을 導入하는데 있어서 契約製品은 主로 以上과 같은 核心機械設備에 集中되고 있다.

政府에서는 發電設備分野가 基幹産業이자 莫大한 施設投資가 所要되는 점을 감안하여 重復投資를 排除함은 勿論, 投資効率을 最大限으로 提高시키기 爲하여 發電設備의 生産體制를 大幅的으로 整備하였으며, 이에 關聯된 技術導入도 生産業체로 指定된 企業에 한하여 遂行할 수 있도록 制限措置를 取하고 있다.

國內의 發電設備에 關한 技術導入現況을 概觀하여 보면, [表3]과 같이 1976年과 1977年에 現代洋行이 美國의 GENERAL ELECTRIC CO.와 불란서의 NEYRDIC-CREUSOT, ALSTHOM ATLANTIQUE와 各各 STEAM TURBIN, GENERATOR, 原子爐 및 보일러 製作技術導入契約을 締結한데 이어, 1978年에 스위스의 B. B. C와 GAS TURBIN에 關한 技術導入契約을 締結하였다.

現代重工業과 大宇重工業도 1978年에 各各 英國의 GEC TURBIN GENERATOR LTD 및 B. B. C와 TURBINE, GENERATOR, 보

[表 3] 國內의 發電設備 技術導入 概況

業 体 名	技 術 提 供 先	契約締結年度	年間生産能力	備 考
現代洋行	GENERAL ELECTRIC CO. (美)	1976	500MW 4 基	TURBIN, GENERATOR, 原子爐, 보일러 GAS TURBIN
	NEYRDIC-CREUSOT (불)	1977		
	ALSTHOM ATLANTIQUE (불)	"		
	COMBUSTION ENGINEERING INC. (美)	"		
	B. B. C (스위스)	1978		
大宇重工業	B. B. C (스위스)	1978	500MW 4 基	TURBIN, GENERATOR 보일러
三星重工業	I. H. I (日)	1977	600MW 1 基	GAS TURBIN, STEAM TURBIN, 보일러, GENERATOR
現代重工業	WESTING HOUSE (美) GEC TURBIN GENERATORS LTD. (英)	1978	火力, 水力 600MW 2 基 原子力 1,200 MW 5 基	보일러, TURBIN, GENERATOR, 原子爐, 核蒸氣發生裝置, 탭조류

일터, 核蒸氣發生器 및 탭조류 등의 製作技術導入을 締結하여 發電設備의 生産体制를 갖추고 있으며, 한편 三菱重工業도 日本의 I. H. I와의 技術導入契約을 통하여 發電用産業設備分野에 參與하기 위하여 發電用 보일러 등의 部分的인 發電設備制作에 臨하고 있다.

우리나라 發電設備技術導入의 特徵的인 樣相은 주로 主要機器設備의 製作에 限定되어 있고, 모든 設備의 設置에서부터 施工, 監理 및 試運轉에 이르기까지 生産管理上의 技術의 支援은 技術導入先인 技術提供者가 遂行하도록 되어 있고, 特히 設備部品の 多樣성과 精密性(安定性)

때문에 單一契約者와의 契約이 成立될 수 없다는 데 있다. 따라서 復數의 契約者와의 技術導入契約締結로 因한 工期의 遲延, 代金決済方法의 困難, 性能 또는 品質保證 限界의 漠然한 점등이 問題點으로 나타나고 있음은 이미 잘 알려져 있는 사실이다.

그러나 이와같은 發電設備 技術導入에 따른 問題點은 비단 우리나라만이 當面하고 있는 것이 아니며, 先進工業技術導入에 大部分 依存하고 있는 開發途上國의 共通的인 問題點이라 할 수 있을 것이다. 무엇보다 重要한 것은 先進工業技術을 導入하되 核心技術을 위주로 導入하

[表 4] 日本의 發電設備 技術導入 現況(1975)

技術導入者	技術提供者	技術의內容
日本GARRETT(株)	THE GARRETT CORP. (美)	過給機等
中國×線(株)	SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE (美)	原子力프란트의 一次系 機器의 使用中 檢査技術
三菱重工業(株)	FLUIDIZED COMBUSTION CO. (美)	보일러用 流動床
松坂貿易(株)	GEUIDO OBERDORFER MACHINEN (西獨)	可搬式小型高速蒸氣發生機 WAP裝置
ガテリウス(株)	FLUIDFIRE DEVELOPMENT LTD. (英)	流動層을 利用한 보일러
日窒工業(株)	APPARATEBAU ROTHEMUHLE BRANDT & KRITZLER (西獨)	空氣豫熱機
石川島播磨重工業(株)	SULZER BROTHERS LTD. (스위스)	陸·舶用가스 터-빈
(株) 神戶製鋼所	A/S KONGSBERG VAPENFABRIK (노르웨이)	GAS TURBIN
(株) 鈴木鐵工所	BAMAG VERFAHRENSTECHNIK G. M. B. H (西獨)	高壓蒸氣보일러
東京芝浦電氣(株)	B. B. C (스위스)	GAS TURBIN
東京芝浦電氣(株)	SULZER BROTHERS LTD.	GAS TURBIN
石川島播磨重工業(株)	SOCIETE D'ETUDES DE MACHINES THERMIQUES (불)	高速 DIESEL ENGINE
(株) 新鴻鐵工所	NAPIR TURBOCHARGERS LTD. (英)	PA6型 DIESEL ENGINE
三菱重工業(株)	WESTING HOUSE ELECTRONIC CORP. (美)	原子力發電所 프란트의 補修
(株) 新鴻鐵工所	SOCIETE D'ETUDES DE MACHINE THERMIQUES	內燃機關用 排氣터-빈 過給機
中部電力(株)	GENERAL ELECTRONIC CO. (美)	MARK-I 格納容器設計의 再評價
三井造船(株)	FORSTER WHEELER CORP. (美)	舶用 水管式 蒸氣發生機裝置

여 그 技術을 自體의 技術로 土着化시킴과 同時에 더욱 改良, 發展시켜 國產化率을 하루속히 提高시킬 수 있는 技術導入者의 基本的 受容態勢는 勿論이고, 充分한 經驗을 土台로 한 技術的 能力이 蓄積되어야 한다.

日本만 하여도 現在 原子力發電所만 하여도 7基를 保有하고 總原子力發電量이 39,717,740 MWHG에 達하여 原子力發電 設備 分野에 상당한 經驗과 技術을 蓄積하고 있지만, 最近에는 歐美先進國으로부터 發電設備製造에 關한 技術導入을 활발하게 推進하고 있다. 그 一例로서, [表4]와 같이 日本은 1975年 한해만 하여도 17件의 發電設備에 關聯된 技術을 導入하였으며, 特히 同設備의 海外受注 活動에 활발한 움직임을 보이고 있다. 勿論 이중에는 發電設備가 아닌 汎用機械裝置로서 活用할 수 있는 것도 있으나 大部分이 改良, 發展된 새로운 技術을 導入하는데 그 目的이 있으며, 그중에서도 一般的인 周邊技術보다는 設備의 核心的 部分을 이루고 있는 裝置의 設備와 部分構成에 關한 ノウ하우나 特許權의 實施許與에 根本的 趣旨가 있는 것으로 判斷된다. 이와같이 核心的 部分의 單位技術단을 導入하고 있기 때문에 契約條件도 매우 有利하게 締結되고 있다. 그 實例로서 代價支拂條件만 보더라도 先拂金(INITIAL PAYMENT)은 전혀 없고, 다만, 經常實施料(RUNNING ROYALTY)로서 2~5%를 支拂하였고, 最低 支拂料(MINIMUM PAYMENT)支拂條項도 排除되어 있다. 契約期間은 5年에서 10년까지로 되어 있으며 契約期間을 長期間 設定하는 경우는 特許權의 存續期間 때문인 것으로 생각된다.

特히 實施權의 領域的 制限은 日本國內과 東南亞 各地域으로 限定되어 있다. 發電設備의 技術導入契約에서 領域的 制限條項이 갖는 重要한 意義는, 大部分의 開發途上國이 現在 發電設備을 建設하고 있거나 計劃中에 있으며, 漸次

發電設備의 國際的 需要는 더욱 增加될 것으로 展望되고 있기 때문에, 發電設備프랜트 輸出의 活路를 開拓하기 위한 手段으로서 實施權의 領域的 制限을 可及的 排除하는데 있는 것이다.

우리나라의 경우, 發電設備 技術導入契約條件중 로열티 支給에 있어서, 先拂金으로서 最小 US \$ 100,000에서 最高 US \$ 900,000까지 支給하도록 되어 있고, 經常實施料는 平均 3~5% 水準을 維持하고 있다. 勿論 以外에도 專門技術者의 招請에 따른 用役費가 別途로 策定되어 있으나, 發電設備自體가 高度의 技術的 構成과 상당한 ノウ하우가 集約된 産業設備라는 점을 감안할 때, 代價의 適正性을 論하기 以前에 支給되는 代價에 相當하는 適正한 技術이 導入되어 國內에서 土着化되고 改良, 發展됨으로써 部品 및 機器設備의 國產化率이 어느 정도 提高될 수 있을 것인지에 關한 妥當性을 우선 검토하여야 할 것으로 생각된다.

發電設備의 國產化 提高의 早期 達成은 從來의 借款과 같은 外資依存形態에서 時急히 脫皮하고, 高度의 技術習得과 經驗을 蓄積할 수 있어 앞으로의 發電設備프랜트 輸出을 加速化시킬 수 있는 直接的인 契機가 되는 것이다.

勿論, 短期間內에 國產化率을 提高시키는데에는 많은 無理가 뒤따를 것으로 예상되나 發電設備의 製作 및 建設에 所要되는 期間이 長期間을 要하고, 發電設備單價가 高價이라는 점과, 特히 프랜트輸出競争에 果敢히 對處하기 위하여서도 時急히 國產化率을 提高하고, 나아가서는 獨自的 技術開發에 重點을 두어야 하는 것이다.

先進技術을 導入하여 活用한 國家中, 스페인이 세계에서 제일 빨리 國產化率을 提高시킨 나라의 하나로 알려져 있다. 1970년에 發電設備技術導入을 實施하여 國產化率을 60%까지 提高시키는데 約8年이 所要되었으며, 앞으로 2~3基의 原子力發電所를 追加로 建設하게

되면 7~8年 以内に 約70% 程度의 國産化率을 達成할 수 있을 것으로 展望하고 있다.

3. 發電設備技術導入의 推進方向

前述한 바와 같이 發電設備建設, 特히 原子力發電所 建設은 莫大한 資本의 投資를 要하는 資本集約事業으로서, 그 所要資金 亦是 어느 한 資金源에서 期待하기 어려운 實情과 또한 技術의 構成面에서 볼때에도 高度의 技術이 集約된 事業이기 때문에 特殊한 專門分野業體의 散發的 參與가 不可避하여 結果的으로 業體間의 組織의이며 有機的인 協助와 工程管理體制가 이루어지고 있지 못한 實情에 있다. 古里1號機 경우만 보아도 約 3,000餘個의 WORK ITEM 이 包含된 CPM SCHEDULE (CRITICAL PATH METHOD)에 依據하여 建設工事を 施行한바 있다. PROJECT 全般에 關한 工程管理 責任이 契約者側에 있었기 때문에, 韓電으로서는 契約上 이들 生産工程管理에 直接 參與하기보다는 完成된 工程管理를 FOLLOW UP 하는 立場에 있었다. 따라서 工程管理上의 機能擴大와 遲延된 作業部分의 促進을 期할 수 있는 實質的인 機能을 發揮할 수 없었던 過去의 經驗을 돌이켜 볼때 技術導入契約締結에 있어서 主契約者 (PRIME CONTRACTOR)는 國內業體가 되어 生産 및 工程管理에 直接 參與할 수 있는 實質的인 權限이 契約條項에 明示되어야 한다.

또한 發電設備의 受注方式이 지나치게 多元化되고 있고, 주로 分割發生方式에 따라 모든 事業을 遂行하고 있기 때문에 實際로 性能 또는 品質保證의 限界가 模糊하거나 意圖的으로 忌避하는 傾向이 濃厚하다.

品質 또는 性能保證이란 發電所의 設計, 製作, 機資材의 輸送, 貯藏, 取扱, 그리고 施工 및 試驗過程 全般에 걸쳐 安全性에 惡影響을 미

칠 一切의 人的, 物理的 要因을 事전에 除去함으로써 安全性을 確保하고자 하는 高度로 組織化된 活動이라 할 수 있다.

一般製品의 品質(또는 性能)保證은 製造工程은 最終契約製品의 質과 性能을 檢査하여 良質의 製品出庫로 賣上額을 높이는데 그 目的이 있으나, 發電設備의 경우는 安全性이 確保되지 못할때 그 被害範圍는 一般大衆에 全般的으로 波及될 可能性이 大端히 크기 때문에, 設計로부터 建設, 試驗에 이르기까지 緻密하게 모든 沮害要因을 事전에 除去하여야 한다. 따라서 契約者側의 保證期間 設定에 있어서 試運轉 및 稼動段階인 最小限의 保證期間까지로 限定하기 보다는 原子力發電設備에 關한 한, 發電所 壽命期間인 約30年 程度에 걸쳐 그 設備의 信賴度를 保證할 수 있도록 契約上의 強力한 措置가 이루어져야 할 것이다.

또한 導入技術의 形態에 있어서도 TURN-KEY方式에 의한 一括導入方式보다는 核心技術 위주의 單位技術을 重點的으로 導入할 수 있도록 誘導하여 發電設備의 國産化率 提高에 奇與하여야 한다.

이렇게 함으로써, 原子力發電所의 部品 및 系統機器의 設計, 製作, 建設에 이르기까지 國內技術陣이 大舉 參與하여 技術蓄積을 期할 수 있을 것이며, 個別的 設備의 補修 및 維持에 있어서도 外國專門技術者의 技術支援 없이 解決이 可能하게 될 것이다.

끝으로 國內 技術陣의 參與度를 積極的으로 推進하기 위하여는 技術導入 過程에서 國內技術陣의 現地訓練計劃을 廣範하게 樹立하여 段階的으로 關聯技術陣을 習得할 수 있도록 配慮되어야 함은 勿論, 國內에서는 建設會社와 設計用役公社가 有機的으로 協的하여 原子力事業이 要求하는 技術의 要件을 熟知하고 必要로 하는 有資格 技術人力의 確保를 위해서 要員養成에 積極的으로 參與하여야 할 것으로 生覺된다.