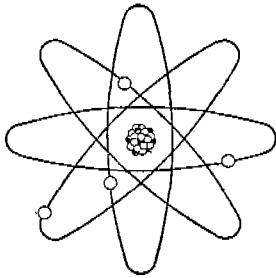


# 原子力産業의 將來

## Prospect of Nuclear Industry in Korea



辛 基 祚

韓國電力技術株式會社  
首席副社長

### 1. 序言

에너지 賦存資源이 不足한 우리나라는 不足한 에너지源의 供給을 輸入石油에만 依存하던 從來의 方式을 脫皮하여 代替에너지開發과 에너지源의 多邊化라는 國家에너지政策이 摸索되었고 그 政策의 一環으로 原子力發電計劃이 樹立되고, 이를 意慾的으로 推進하여온 것이다. 우리나라는 이러한 國家에너지政策에 副應하여 1970年 原子力 1號機의 着工을 起點으로 하여 原子力産業 發展의 始發點이 되었다고 할 수 있다.

1983年 9月現在 우리나라는 3基의 原子力 發電所가 稼動中에 있고 6基가 建設中에 있어, 建設中인 發電所가 모두 完工되는 1989년에는 原子力發電所의 施設容量은 761萬 6千kW가 되어 總發電 施設容量의 約 37%를 占有하게 되고 總發電容量의 47%를 차지하게 된다. 이로써 우리나라는 運轉中인 原子力發電所의 設備容量이 191萬 5千kW로서 우리나라 總發電設備容量의 約 15.4%를 차지할 뿐 아니라 世界에서도 運轉中인 發電設備容量 基準으로 14位를 차지하게 되었다. 앞으로 11號機以後의 後續機가 繼續發注되는 경우, 原子力發電의 比重은 漸次 增大될 것이며, 우리나라는 完全히 原子力時代로 突入한다고 보아야 할 것이다.

原子力 産業의 比重이 增大함에 따라 原子力發電所 建設과 運營에 있어 外國에 對한 依存度를 줄이고 國產化 目標을 하루速히 達成함으로써 關聯産業 育成과 外貨節約을 가져오고 그 結果 經濟發展의 基盤이 되고 原子力産業의 밝은 展望이 되도록 하여야 할 것이다.

### 2. 國內技術現況

原子力發電所 建設과 運營의 國產化는 設計·엔지니어링, 機資材製造, 發電所運轉, 發電所檢査, 發電所補修, 核燃料部門의 國產化로 나누어 볼 수 있다. 이러한 部門의 國內 技術現況에 對하여 韓國電力技術株式會社가 企業主導 特定研究課題로 遂行中인 “原子力發電所 標準化 研究”의 1段階 事業 中間報告 資料를 土台로하여 發電所建設과 直接 關聯된 技術現況을 살펴 보고자 한다.

#### (1) 設計·엔지니어링 部門

原子力發電所 設計·엔지니어링은 全体 建設費의 約12% 程度로서 매우 重要한 部門이다. 現在 플랜트 엔지니어링 會社들중에 發電所엔지니어링에 參與한 實績이 있는 會社는 韓國電力技術(株), 現代엔지니어링(株), 大宇엔지니어링(株), 코리아·카이저엔지니어링(株) 및 임대用役(株) 등에 局限되어 있는 實情이며 더욱기 原子力發電所엔지니어링에 參與한 會社는 더욱 적다. 參與範圍와 分野도 制限되어 있는 것이 實情이며 특히 原子力發電所엔지니어링 專門會社는 1976년에 指定된 韓國電力技術(株)로 單一化되어 있다.

設計·엔지니어링 部分에서의 國產化는 中間의 水力·火力發電所와 一括都給發注方式인 原子力1, 2, 3號機의 엔지니어링에 部分的으로 參與한 國內엔지니어링 會社들의 經驗과 技術을 바탕으로 表1과 같이 原子力5, 6號機의 경우에는 20%, 7, 8號機의 경우에는 36%, 9, 10號機의 경우에는 60%, 그리고 11, 12號機以後에는 80%程度以上의 國產化를 達成 乃至는 計劃하고 있다.

80年代後년에는 技術自立을 目標로 海外에 實務參與를 대폭 確大함으로써 既存保有人力의 技術과 經驗을 增進시키는 한편, 海外 韓國人 技術者 誘致 設計自動化시스템 早期導入, 設計資料의 確保 및 電算化, 事業管理시스템 導入, 外國有數會社와의 技術協力等 設計·엔지니어링 國產化를 意慾으로 推進하고 있다. 設計·엔지니어링 部門의 國內技術現況中 特記할 事項으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

가. 韓國電力技術(株)를 除外하고는 發電設備以外에 石油化學, 製鐵 및 製鋼等 多樣한 分野에 參與하고 있어 發電分野에 專門化되어 있지 않다.

나. 거의 모든 회사가 各種 技術資料不足과 컴퓨터活用 技術의 不足때문에 高度의 技術을 要하는 設計 遂行 能力이 不足하다.

(表-1) 設計·엔지니어링 國產化 計劃(金額基準)  
('82. 12 基準 單位: %)

區分\號機	5, 6號機	7, 8號機	9, 10號機	11, 12號機
基本設計	8.5	13.5	19.4	
現場設計	30.0	45.0	85.0	
計	21.4	35.0	57.1	~80.0

1982年度 電氣年鑑 1982. 12

다. 거의 모든 會社가 經驗 不足으로 受注 또는 用役 遂行上 必要한 情報을 充分히 入手치 못하여 結果적으로 見積能力도 不足하여 海外進出에 制約을 받고 있다.

라. 現在 建設되었거나 建設中인 原子力發電所의 爐型과 容量, 發電所 系統이 多樣하여 技術基準 및 標準節次(Codes & Standards)適用 및 其他 設計上의 많은 問題點이 發生하고 있으며 技術蓄積에도 어려움이 많다.

## (2) 機資材 製造部門

原子力發電所의 機資材 製造部門은 總建設費의 40%以上을 차지하는 比重이 크고 重要한 部門이며, 이는 機械設備 55%, 一般部品 및 素材 25%, 電氣設備 13%, 計測制御設備 7% 등으로 構成되어 있다.

發電設備 機資材 生産은 지난 1980年 8月 韓國重工業(株)에 一元化되어 韓國重工業(株)은 主機器爲主의 生産을 하고 補助機器는 國內 多數業체에서 生産하고 있다. 1981年 現在 機資材 製作業체는 韓國重工業(株)을 中心으로 補助機器를 2~3 個 品目씩 專門生産하는 專門系列化 指定業체 36個社 未指定業체 76個社가 있다. 이들 機資材 生産業체는 從業員 500名 以上인 大企業이 18個 業체이며, 中 韓國重工業, 現代重工業, 三星重工業, 大宇重工業, 江原重工業은 發電設備의 輸出까지 可能한 業체로서 發電設備의 專業率은 韓國重工業이 51.7%, 現代重工業 3.7%, 三星重工業 27.4%, 大宇重工業 2.7%, 江原重工業이 0.8%로 나타났다.

우리나라의 原子力發電設備의 國產화와 關聯하여 지금까지 關聯 原·副資材産業과의 關聯性의 缺如로 均衡있는 發展을 못하고 機器의 組立製作에 重點을 두어 왔기때문에 國內 原子力發電設備의 國產化에 가장 重要한 關聯産業이라 할 수 있는 國內素材工業과 部品工業 業체들은 素材의 國產化를 積極 開發하지 못하게 되었고 原·副資材部門의 海外依存度를 深化시켜 오게 되었다. 韓國重工業, 現代重工業, 三星重工業, 大宇重工業等 國內 主要 4 個業체가 輸入을 통해 調達한 比率이 平均 46.7%이며, 鐵鋼2次品, 型鋼, 連結部品, 機械部品, 鋼管類 熔接材料는 50%를 넘는 것으로 나타났다.

原子力發電所 機資材 國產化는 原子力1號機부터 始作하였으나 國產化 比率은 低調하였고 原子力3

號機부터 主契約者 責任下에 國産化 義務率을 賦與하여 國産化를 誘導하였으며, 原子力5, 6號機 부터는 韓國電力公社 主導下에 國産化率을 높이는 狀況이다. 그結果 表2에 나타난 바와 같이 原子力5 6號機의 경우 24%, 7, 8號機에서는 36%, 9, 10號機에서는 46%의 機資材 國産化를 推進中에 있으며 10號機 以後 後續機에 對하여도 長期的인 國産化 計劃을 樹立하고, 아직 技術水準이 未洽한 設計分野, 核蒸氣發生器, 品質保證等 核心分野의 技術確立을 爲하여 外國 技術導入 또는 技術合作을 推進할 計劃이다.

〈表-2〉 號機別 國産化 計劃

(金額基準, 單位: %)

號機別	設備別	NSSS	TIG	BOP	平均
5, 6 號機		10.0	11.0	33.2	29.2
7, 8 "		18.0	27.6	45.2	35.6
9, 10 "		26.7	43.6	66.7	41.5
11, 12 "		40	50	65	-
13, 14 "		50	55	70	-
15, 16 "		55	60	75	-

1. 原子力 産業, 1983年 第4號, 原子力産業會議

2. Atomic Energy Activities in Korea, 1982, 科學技術處

機資材製造部品の 國內技術 現況中 特記할 事項은 다음과 같은 것을 들 수 있다.

가. 導入對象技術의 選別能力, 經驗不足으로 落後된 技術, 不利한 技術導入契約를 締結하는 事例가 頻繁하다.

나. 技術導入 內容에 있어 設計 및 製作技術이 19.6% 노우하우 및 技術用役併行이 45.1% 其他 技術情報資料 및 技術用役이 35.3%로서 自体 技術向上을 爲한 設計 및 製作技術導入이 적었으며

다. 現在 技術水準으로 製作 可能な 設備는 거의 補助機器部門이고 主機器의 内部 核心部品은 製作을 못하고 있다. 이는 開發費가 많이 所要되고 特定規格 및 材質의 部品, 素材의 供給에 隘路가 있으며, 技術水準과 系列化 業체의 未發達에 基因하는 것으로 볼 수 있다.

라. 原子力發電 設備의 1986년까지 生産能力은 需要의 約2倍程度의 能力이 있는 것으로 나타나고 있으므로 앞으로는 主로 國産化率 向上을 爲한 技術開發과 品質保證에 投資의 力點을 두어야 할 것

이다.

마. 우리나라는 加壓輕水爐型(PWR)과 加壓重水爐型(PHWR)의 2種의 原子爐型이 3個國으로부터 導入되어있고 發電所의 모든 系統들이 相互 相異하므로 多様な 設備에 따른 關聯 製作業체로부터의 技術 導入이 不可避하므로 專門인 製作技術이 蓄積되지 못한 實情이다.

### (3) 檢查部門

原子力發電所 檢查部門은 建設 및 運轉中 機器, 設備의 '安全性과 信賴性, 保證方法으로 非破壞檢查方法을 利用한다.

우리나라의 原子力發電所 關聯 非破壞檢查에 對한 政府의 主管部署가 아직 明確치 않아서 非破壞 檢查技術의 開發戰略 및 自立自標가 輸立되어 있지 않지만 지금까지 建設中이거나 運轉中인 發電所에 對한 建設中, 稼動前 및 稼動中檢查 業務는 美國(SWRI, Westinghouse), 캐나다(AECL, RPC) 日本(미쓰비시)等 外國會社가 遂行하고 國內 檢查專門機關들이 參與하고 있다. 그러나 그간 原子力1號機부터 10號機까지 國內機關들의 參與로 얻은 技術과 經驗의 蓄積을 바탕으로 加壓輕水爐의 경우 稼動前檢查는 現在 自立段階에 와 있다.

또한 加壓重水爐의 경우도 稼動中檢查의 獨白의 遂行을 爲하여 努力하고 있다.

檢查部門의 國內 技術現況은 遠隔自動超音波檢查部門에서 3~4年의 自立期間이 所要될 것으로豫想되는 外에는 1983年 現在 檢查技術, 裝備面에서 自立段階에 와 있다.

### 4. 施工部門

原子力發電所 施工部門은 總建設費의 20%程度를 차지한다. 國內의 原子力發電所 施工에 參與한 業체는 現代建設(株)과 東亞建設(株)로서 原子力1號機부터 參與하여 5號機부터는 品質保證과 施工管理 第一分野를 除外하고는 獨白으로 遂行하고 있다. 이에 따라 政府에서는 號機別 自立自標를 表3과 같이 樹立하고 推進中에 있다.

施工部門에 있어서는 現技術水準으로 볼 때 原子力分野의 海外進出도 可能할 것으로 보인다.

### (5) 核燃料部門

核燃料의 國産化는 加壓重水爐 1基와 加壓輕水

〈表-3〉號機別 國產化 計劃

(金額基準, 單位: %)

分野 號機別	5, 6號機	7, 8號機	9, 10號機
施工管理	90	93	95
施 工	100	100	100
品質管理	90	93	96
平 均	97.5	98.3	98.6

1982年 電氣年鑑 1982. 12

爐 11基(1991년까지)가 運轉될 것으로 보고 推進中에 있으며 이에 必要한 核燃料 推移는 1988년에 約 144 달러, 1991年度에는 約 298 달러로 年間 約 5 億달러에 이르고 今世紀內에는 約10億달러를 上廻할 것으로 展望되고 있다.

지금까지 建設 또는 運轉中인 發電所에 對한 初期 爐心用 核燃料은 主機器供給者가 供給하도록 되어 있으나, 核燃料 供給의 安全을 기하기 爲하여 우리 精鑛의 確保와 核週期技術自立的의 두가지 目標을 세워 놓고 있다.

이에따라 우리 精鑛은 現在 美國, 캐나다, 호주 및 其他 等地로부터 長期契約에 依하여 輸入하고 있는 한편, 파라과이, 가봉 等地에서 積極的인 資源確保에 努力하고 있다.

또한 核燃料週期技術에 있어서 우리 濃縮은 美國, 프랑스에, 成型 및 加工等 其他 全般的인 技術은 美國, 캐나다, 프랑스에 依存하고 있으며, 이 分野의 技術 確保가 技術自立的의 基本이다.

核燃料 國產化를 爲하여 1976년부터 韓國에너지 研究所內에 關聯試驗施設을 갖추고 國內 技術基礎 確立에 努力하여 왔으며, 또한 投資規模가 적고 外貨節減効果와 技術波及效果가 큰 加壓輕水爐型核燃料의 成型加工等 核燃料 國產化 計劃을 推進하기 爲하여 1982年 韓國核燃料(株)를 設立하여 1988年 부터 核燃料 成型·加工分野의 國產化를 이룩할 計劃이다. 그러나 核燃料週期技術中 가장 重要한 濃縮分野는 外國에 依存하는 實情으로 莫大한 投資와 國內 技術蓄積의 未備로 短期間內에 國產化 可能이 稀薄한 分野이다.

### 3. 國產化促進方向

政府와 關聯機關 및 業체가 推進中인 國產化 計

劃을 成功裡에 達成하고 또한 促進하기 爲하여는 다음과 같은 3 가지 基本方向을 追求하는 것이 바람직하다. 이는 國內 技術現況 分析에서 나타난 問題點解消와 앞으로 後繼機 建設에 對備하기 爲하여 必要한 方向이 될 것이다.

첫째, 爐型과 容量의 問題이다. 國內 技術現況 分析에서 設計·엔지니어링이나 機資材部門의 技術自立이 어려운 原因中 爐型과 容量, 發電所系統이 多樣한데서 오는 技術蓄積의 어려움도 原因이 되고 있다. 앞으로 運轉, 補修에도 같은 問題가 發生될 것임은 쉽게 豫見된다. 따라서 向後 爐型과 容量은 우리나라 諸般與件을 考慮하여 設計·엔지니어링部門으로부터 機資材生産, 運轉, 補修, 核燃料部門等 多角的인 檢討가 바람직할 것이다. 그러한 檢討中에는 미국, 프랑스, 일본, 캐나다 등에서 實施하여 經濟的, 技術的인 면에서 크게 效果를 본 標準原子力 發電所의 建設도 반드시 考慮해야할 것이다.

둘째, 技術移轉과 技術自立問題이다. 開發途上國은 他分野와 마찬가지로 原子力發電所 建設에 있어서도 先進國의 技術을 移轉받아 建設을 하고 이를 土台로 國產率을 提高시키고 技術自立을 이룩함으로써 外貨借款을 줄이고 國內産業에의 波及效果를 增大시킬 수 있는 것이다.

開發途上國中에서 技術移轉을 爲하여 國家의 次元에서 廣範한 戰略을 採擇한 國家는 브라질을 들 수 있다(註1). 브라질은 技術移轉을 爲하여 原子力計劃을 施行할 會社를 設立하였고 그 傘下에 設計·엔지니어링, 機資材生産, 核燃料를 擔當하는 子會社를 設立함과 同時에 西獨의 關聯會社와 徹底한 技術移轉을 爲한 合作會社를 設立하여 體制를 整備하는 등 技術移轉의 目的을 達成하기 爲한 方法을 講究하였다. 이렇게 함으로써 西獨과 브라질의 技術陣의 占有率은 1978年 72對28인 것이 1982년에는 91對9로 될 것으로 豫測하였고 1984년에는 90%以上의 參與率이 될 것으로 展望하였다. 이와 더불어 原子力研究開發센터를 設立하여 技術移轉에 核心的 役割을 擔當하고 있을뿐 아니라 技術開發過程을 主導하고 있다.

우리나라의 경우에도 이러한 体系的이고 徹底한 技術移轉과 各種 資料의 蓄積, 技術開發이 이룩되어 技術自立을 이룩해야할 것이다.

셋째, 關聯機關의 役割分擔問題이다. 政府에서는

韓國電力公社를 主軸으로 하여 韓國電力技術(株), 韓國重工業(株), 韓國核燃料(株)等 7個會社로 構成된 "Korea Electric Power Group"을 形成하였다. 이 그룹은 原子力을 包含하여 우리나라 電力産業을 이끌어갈 主軸이 될 것이므로 各會社의 役割分擔을 명확히 하는 것은 앞으로 國內業體를 主契

約者로 하여 役割發注方式으로 原子力發電所 建設을 해 나갈 때 關聯機關間 協力과 人力配分의 適正을 期할 수 있을 것이다. 國際原子力機構는 分割方式으로 事業推進할 경우에 典型的인 主導役割을 다음 表 4와 같이 나타내고 있어 國內의 關聯機關 役割分擔에 參考가 될 것이다.

〈表-4〉 分割發注時 主導役割 分擔

區 分	主導役割分擔
Pre-project activities	U
Project management	AE+ or U
Project engineering	AE+SS
Quality assurance/Quality control	AE+SS+U
Procurement	AE+SS
Application for licence	U
Licensing	RA
Safeguards, physical protection	U
Manufacturing	SS+EM
Site preparation	UorAE
Erection	AE+SS
Equipment installation	AE+SS
Commissioning	AE+U
Plant operation and maintenance	U
Fuel procurement	U
Fuel fabrication	FS
Waste management	U

(凡例) U: 事業主, AE: 設計會社, EM: 機資材製作者  
 SS: 主機器供給者, FS: 核燃料供給者,  
 RA: 規制機關  
 "Manpower Development for Nuclear Power", IAEA, Sept. 1980

#### 4. 展望

最近 우리나라를 다녀간 外國專門家는 韓國이 標準發電所나 마찬가지로 4基(11~14號機)를 建設할 計劃이 樹立되고 있지만 韓國의 産業能力으로 900M W級 加壓輕水爐를 建設해 낼 수 있을가에 對하여 爭點이 많다는 것을 指摘하고 있다. 아울러 韓國에 設置될 爐型과 核燃料週期에 對하여도 爭點이 있다는 것을 指摘하고 있다(註2). 이밖에도 우리에게 는 技術移轉과 이의 習得, 定着 그리고 技術自立을 達成해야하는 어려운點과 또한 國內에서 처음으로 國內業體를 主契約者로 하는 分割發注方式을 採擇 함으로써 오는 關聯機關 및 業體間 協力問題 等 어려운 問題가 많이 있을 것이다.

그러나 이러한 諸問題는 原子力産業의 重要性을 勘案하여 關聯機關 및 業體가 努力하여 技術自立을 이룩함으로써 原子力産業의 展望은 밝을 것이다.

\*

#### 〈參考資料〉

- (註1) 原子力技術情報, 第4卷 第2號(1979. 4) 韓國에너지 研究所, pp21~44  
 (註2) Eric Jeffs, "Update on Korea--A Major Programme Under Way", Nuclear Engineering International, March, 1983, p.50

