

# 核燃料國產化 推進現況과 展望

*Current Status and Prospects of Nuclear Fuel Localization*



李 宜 謙(韓國核燃料(株)理事)

## I. 國產化的對象 및 必要性

核燃料週期는 에너지의 自立側面에서 보아 우  
라늄資源과 週期技術로 大別된다고 할 수 있다.  
資源의 賦存이라는 것은 그 나라의 立地의인 해  
택에 따른 神의 섭리인 바, 人間의 힘을 벗어  
난 영역이다. 超人間의인 神의 섭리는 메마른  
사막에 油田을 주어 살게하고 氣候가 좋은 溫  
帶地方에는 人間의 지혜를 주어 資源없이도 工  
業을 일으켜 살 수 있도록 보살핀 것이다.

溫帶地方에 자리잡고 이렇다 할 資源이 없는  
우리나라로서는 人力이 資源이고 이 人力으로  
하여금 核燃料週期技術을 하루 속히 自立해야  
하는 형편에 놓여있다. 資源과 週期技術의 구  
비현황을 살펴보면 資源과 週期技術을 모두 갖  
춘 美國을 들 수 있고(完全自立國), 週期技術은  
거의 완벽하게 구비하였으나 國內資源이 不足한 프랑스는 過去의 植民地國家에서 資源의  
探查開發로 實質적으로 權利를 確保한 準自立  
國에 속하며 그밖에 英國, 西獨, 日本 等 先  
進工業國들은 技術自立만이 되어 있다고 볼 수  
있다.

우리나라도 결국 앞의 세번째 부류에 해당 될  
것으로 보고, 앞으로 資源을 輸入하더라도 週  
期技術이 自立化되면 核燃料의 附加價值面에서  
約70%정도 國내資源化하는 結果가 되는 것이다.

核燃料週期 가운데 濃縮技術은 公開되어 있  
지 않을 뿐더러 核非擴散에 體여서 輸出이 禁  
止되어 있기 때문에 當分間 海外 供給源에 의  
존해야 할 형편이므로 投資規模도 크지 않고 技  
術이 公開되어 있는 成型加工技術을 우선 一段  
階 國產化 對象으로 잡았다. 이 分野의 施設을  
갖고 技術自立을 達成한 國家를 表1에 參考로  
提示하였다.

이번 機會에 國產化的 妥當性을 요약해 보기  
로 한다.

첫째, 原子力發電所 10基(90萬KW級) 만 되면  
자体의 需要만 갖고도 經濟性이 있다고 判斷된  
다.

둘째, 全體 核燃料週期中 製造費用은 10~15  
% 차지 하지만 核燃料의 重要한 技術인 設計가  
여기에 包含되므로 技術的 價值는 複雑 為  
原子力發電コスト의 節減에 直接的으로 크게 기  
여하는 分野이다.

셋째, 年產 200tonU 規模의 工場이 完全 稼動  
되면 純外貨代替가 年間 2,000萬달러에 이르고  
부수적으로 고용효과가 따르게 된다.

넷째, 核燃料技術이 自立되면 이것이 原子爐  
心技術의 大部分을 確保하는 것이 되고, 이를  
바탕으로 하여 原子爐技術로 式급되어 앞으로  
新型原子爐技術로 도약할 수 있는 기반이 이루

되는 것이다.

## 2. 推進現況

지금 推進되고 있는 成型加工分野의 國產化는 主宗 爐型인 PWR 核燃料와 重水爐型(HWR) 核燃料이다. 月城1號機 60萬KW級 1基로는 核燃料 國產化의 經濟性이 희박하기 때문에 韓國에너지研究所의 R & D設備를 活用하여 核燃料技術을 自體 開發하면서 이를 商業化하는 計劃을 갖고 政府의 重點 課題로 推進되어 오고 있다. 이 爐型은 發電을 繼續하면서 核燃料를 交替하는 發電所이다.

이미 自體 試製品을 生產하여 爐外性能試驗과 爐內性能試驗을 滿足스럽게 마치고 今年부터 月城發電所에 部分 裝填하여 性能을 追加로

〈表 I〉 世界의 成型加工施設

Country	Plant	Capacity t/yr	Fuel types fabricated
Belgium	FBFC	410	PWR & BWR
Canada	CGE	600	HWR
	W Canada	500	HWR
	C-E Canada	230	HWR
F. R. Germany	RBU	850	PWR, BWR & HWR
France	FBFC	600	PWR
	CFC	500	PWR
Great Britain	BNFL	250	BWR & PWR
Italy	Agip Nucleare	200	BWR & PWR
India	DAE	135	HWR & BWR
Japan	JNF	480	BWR
	MNF	460	PWR
	NFI	200	BWR & PWR
Sweden	ASEA-ATOM	330	BWR & PWR
USSR	State Committee	700	PWR & BWR
USA	B & W	375	PWR
	C-E	265	PWR
	ENC	700	BWR & PWR
	GE	1,100	BWR
	W	1,200	PWR

檢證하는 計劃을 推進中이다. 앞으로 量產體制로의 設備擴充과 大量生產의 品質保障이 當面한 課題인 것 같다.

따라서 本稿에서는 主宗 爐型(PWR)의 核燃料 製造 國產化를 韓國核燃料株式會社가 担當하고 있으므로 이에 관하여 그동안의 推進經緯와 現況을 살펴 보기로 한다.

1981年 7月 30日 : 第31次 經濟長官協議會에서 核燃料 國產化 妥當性 認定, 會社 設立 決定.

1982年 3月 23日 : 發起人 會議에서 1982年度 出資規模 및 發起人 代表 選出(韓電 76%, 韓國에너지研究所 24% 出資).

1982年 10月 26日 : 發起人의 株金拂入 및 會社 設立을 위한 法院의 登記要件에 필요한 事業承認.

1982年 10月 27日 : 株總에 該當되는 發起人 總會에서 任員 選任 및 理事會에서 代表理事 選出(韓電 金善昶理事 兼職).

1982年 11月 11日 : 會社 設立 登記.

1982年 11月 26日 : 會社 本店 所在地(韓國鑑定院 建物)에서 會社 創立 현판식 거행.

1983年 7月 6日 : 第2代 社長 就任(韓國에너지研究所 韓弼淳博士 兼職).

\* 本店, 大田市 大德研究團地로 移轉.

1983年 10月 7日 : 核燃料 國產化 事業計劃 變更案, 韓電 任員會 報告.

1983年 12月 22日 : 同 變更案 第205次 原子力委員會 報告.

1984年 3月 22日 : 同 變更案 韓電 公式 承認申請.

1984年 7月 30日 : 同 變更案 政府 承認.

1984年 8月 3日 : 技術先 評價 選定을 위한 入札案內書 發送.

註 : 核燃料 國產化 事業의 主要 變更은 첫째, 國內資本에 의 한 事業運營과 둘째, 核燃料 設計를 에너지研이 担當함.

### 3. 向後計劃 및 展望

#### 가. 技術導入與件

一般的으로 技術開發로 因하여 新製品이 나오면 이 製品의 壽命週期는 製品開發에서 부터 製品 需要가 增加함에 따라 成熟期를 맞이 하였다가 또 다른 製品의 出現으로 斜陽期를 맞게 된다. 이 期間을 製品의 壽命週期라고 하고 이 世上 모든 動物의 生存期間 즉, 壽命이 다르듯이 新製品의 壽命週期도 여러가지 形태이다. 科學이 發達되면서 현재 어떤 製品은 開發되면서 반짝하였다가 소멸하는 品種이 많다는 事實이다.

이러한 狀況에서 新製品의 市場占有 양상을 보면 製品의 成熟期까지 技術先導企業은 主로 製品輸出로써 市場을 獨占하다가 製品의 斜陽期에 앞서 技術輸出戰略으로 바꾼다. 技術輸出이라 함은 海外 全額投資 혹은 合作投資形態의 直接投資方式이나 라이선싱協約과 같은 方式을 積極的으로 모색함으로써 市場의 長期 獨占을 꾀한다.

그러나 技術 後進國으로서는 당장 必要한 技術을 서둘러 導入하다가 보면 市場 狀況에 따라 技術先導企業의 횡포에 휘말려 畏害를 입을 수도 있었다.

技術導入側에서는 技術先導企業의 輸出戰略을 알고, 導入時期가 適切한지 事前에 充分한 對備를 할 必要가 있다. 그들은 한 마디로 말해서 獨占利潤의 보전에 最大關心을 갖고 技術輸出로 因한 利益의 極大化를 期한다.

따라서 技術輸出企業은 有利한 與件이라면 單純技術輸出보다 導入企業의 經營에도 영향력을行使할 수 있는 一括輸出方式을 選好한다. 이렇게 함으로써 直接的인 代價인 로열티뿐만 아니라 配當金, 人件費, 經營諮詢料, 金融수수료 및 마케팅수수료 等 多樣한 形態의 利益을 보전하게 된다.

이러한 狀況에 지난날 導入된 技術이 壽命週

期가 斜陽期에 屬했다던가 콧대 높은 先進技術會社를 상대로 하여 導入過程에서 不公正한 毒素條項에 뛰어 그 技術로 生產된 製品의 販路가 極히 制限되었다던가 또는 不利한 條件으로 原料 및 部品購入을 義務化되었다는 等의 事例가 있었을지도 모른다.

앞서 記述한 바와 같은 國內經驗을 참작하여 重要한 核燃料의 技術導入에는 지난 날의 不公正 내지는 斜陽期의 技術이 導入되지 않아야 한다.

原子力技術이나 核燃料技術의 製品壽命週期는 一般商品과는 상당히 다르고 그 나름대로 慣性이 있으나 過去 技術先導國에서 輸出될 때一方의in 횡포가 없지 않았다.

그러나 현재 一部 先進國에서 잠시 原子力發電의 需要減退로 因하여 技術導入與件이 우리나라에 有利한 狀況에 놓여 있다.

첫째, 이 分野의 技術은 先進 數個國에서 競合狀態이며 核非擴散의 對象이 아니므로 技術이 公開되어 있어 技術導入이 導入者에게 有利하고,

둘째, 資本 및 技術利用側面에서 國產化가 쉽고 이미 10余個國이 施設을 保有하고 있으므로 技術保有國이 다투어 技術輸出이라도 하는 것이 利益이 된다는 判斷이며,

셋째, 이 技術을 提供함으로써 原子力 他分野의 協力에 도움이 될지도 모른다는 기대.

이와 같은 狀況에서 核燃料의 國產化를 위한 技術導入戰略을 다음과 같이 구상 했다.

核燃料技術은 一括導入을 止揚하고 라이선싱協約方式을 抨하여 單純技術導入으로 로열티支拂을 最少化 한다.

核燃料의 品質保障을 위하여 設計技術과 製造技術 共히 實證技術을 필요로 하며 이를 全幅 導入한다.

技術導入期間中 技術先에서 開發되는 核燃料關聯 R & D結果 및 進行內容도 繼續 提供받

는다.

設計나 製造技術 共히 빠른 期間內 마스터하는 技術蓄積方式을 拙한다(knowhow 및 know why).

이렇게 함으로써 1990年代는 核燃料의 國產化와 技術自立이 착실하게 뿌리 내리게 될 것이다.

#### 나. 品質確保方案

核燃料의 性能은 지난 10余年間 設計, 製造分野뿐만 아니라 品質管理, 發電所 運轉條件 等 여러 側面에서 꾸준히 改善되어 現在 조금도 손색없는 實證技術이다.

核燃料의 性能이 發電所의 稼動率에 따른 經濟性 및 安全性에 크게 영향을 미치는 PWR型 發電所의 경우를 考慮할때 무엇보다 實證技術을 導入, 消化하면서 優秀한 製品生產에 力點을 두어야 한다. 輕水爐의 경우 核燃料의 性能欠陷이 있으면 發電停止事態까지 이르고 燃料費의 差異(B.C油 比較)만 생각하더라도 하루 約100萬달러의 손해를 입게 된다(原電 90萬KW 級).

엄청난 設備投資로 세워진 發電所가 核燃料의 조그마한 試行錯誤로 큰 손실을 가져 온다면 그러한 核燃料 供給者는 그 代價를 보상할 수도 없으려니와 더 이상 核燃料 供給者로서 설 땅을 잊게 되는 것이다. 이런 점에서 先進國의 核燃料會社들의 製品生產에 임하는 態度가 極히 保守的이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 단적으로 核燃料의 品質保障은 기필코 이룩해야 한다.

이와 같은 品質確保를 위한 몇 가지 착안점을 살펴 보기로 한다.

우선 核燃料를 만드는 製造工程이 지난날 값비싼 代價를 치루고 지금 改善된 實證工場이므로 이 工程의 試行錯誤를 되풀이 하지 않기 위해 技術先이 추천하는 工場을 建設할 것이다.

이 工場을 通해 製品을 만드는 核燃料의 設

計 및 製造技術은 實證技術 그대로 導入, 消化生産한다.

마지막으로 이와 같이 좋은 機械를 갖고, 좋은 技術로 生產하더라도 最終製品이나 中間製品段階에서 어떤 欠陷이 있을 수 있으므로 철저한 QA/QC를 適用하여 事前에 發見하여 교정하는 것이 필요하다.

#### 다. 工場建設

國內 原子力發電用 核燃料需要를 對象으로 하여 처음에는 年產 200ton U 規模의 工場을 建設하게 된다(PWR核燃料).

工場의 敷地는 原子力發電所나 再處理工場보다 훨씬 一般化되어 있다. 外國의 例를 보면 獨逸의 RBU工場, 스웨덴의 ASEA-ATOM工場, 日本의 MNF工場이 모두 都市内에 位置하고 있다는 事實을 보아도 쉽게 理解가 될 것이다.

앞으로 韓國에너지研究所가 核燃料의 R & D와 設計를 担當하게 되므로 서로 밀접한 관계를 가져야 한다. 따라서 工場의 立地는 大德研究團地로 豫想하고 推進中이다.

지난해 下半期부터 再檢討되었던 核燃料의 事業計劃變更案이 그동안 끈질긴 努力과 關係機關의 두터운 協助와 理解로서 마침내 지난 7月末頃에 政府承認이 나왔다.

PWR型 核燃料技術이 優秀한 몇個 會社에 入札案內書를 發給하였고 提議書를 接受하는대로 嚴格히 評價하여 技術先을 定할 것이다.

이 技術先의 經驗과 技術로써 製造工場을 1988年까지 竣工하여 1989年부터는 外國에서 供給받던 核燃料를 國內에서 生產하여 供給하게 된다.

工場의 主要工程은 우라늄粉末製造(追後導入),  $UO_2$ 燒結體製造, 核燃料棒製造 및 核燃料集合體組立工程으로 構成되어 있다. 核燃料의 各工程上의 燃料體의 諸元이나 식별고유번호 및 工程의 各種 製造資料와 品質檢查資料 等은 大部分 電算中央貯藏所에 入力保管되어 核燃料集

合體의 履歷카드로 使用하게 되며 製造過程에 있어서 人間의 誤差나 과오가 개입될 수 있는 分野는 積極的으로 自動化하여 核燃料의 欠陷을 事前 배제해야 할 것이다.

우리가 設定한 工場의 建設工期를 지키기 위하여 建物의 設計에서 부터 土木工事, 數百種에 이르는 各種 機資材의 注文, 現場到着, 設置 및 性能検査 等이 모든 過程이 CPM上에 치밀하게 計劃되어 遂行되는 프로젝트관리와 아울러 所期의 品質確保가 大端히 重要하다.

#### 라. 事業效果

1970年代初 國內 最初로 原子力發電所 1號機를 着工한 以來 지금 3基가 運轉中이고 90萬KW級 6基가 建設中에 있으며 앞으로 2000年까지 級어도 現在 原子力施設容量을 倍加하게 될 展望이다.

우리가 原子力 1號機를 着工할 當時, 原子力發電經驗은 全無狀態이었다. 在來式 發電所 建設經驗이 있는 韓電이 이 大役事를 맡고, 原子力基礎研究를 担當해온 原子力研究所의 技術支援을 받으면서 一括發注方式으로 事業을 管理했던 實情이었다.

이러한 초창기에 比해 原子力 9基의 의욕적인 프로젝트를 遂行中인 지금의 實情은 현저히 달라졌다. 다시 말하자면 國內 原子力 關聯產業이 손색없을 정도로 事業차비를 갖춘 것이다. 즉, 原子力發電機器의 供給에 韓國重工業(株), A/E에 韓國電力技術(株), 發電所 維持修復에 韓國電力補修(株) 그리고 核燃料의 供給에 韓國核燃料(株)가 設立, 運營中이므로 國家의 事業遂行體制가 先進國型으로 갖추어 졌다고 본다.

이러한 原子力產業中 核燃料의 技術自立은 原子力發電所의 經濟性과 安全性改善에 큰 力을 할 것이다.

核燃料技術은 原子爐心技術의 大部分을 確保한 結果가 되고 이는 곧 原子爐技術의 確保에

도 공헌할지도 모른다. 뿐만 아니라 앞으로 다가올 混合燃料 및 高速增殖爐의 燃料技術에도 技術開發의 밑거름이 될 것이다.

이와 같이 하나의 核心技術은 直·間接의 으로 重要한 他分野의 技術에도 그 能力を 提供하기 때문에 經濟的인 利得보다 技術의 連鎖의 波及效果가 더욱 重要하다고 믿는 것이다.

두번째로 생각할 수 있는 것은 核燃料週期技術의 自立으로相當部分의 核燃料를 비록 우라늄을 輸入하더라도 國내에너지로 轉換하는 結果가 된다. 地理의 으로나 政治의 으로 分斷狀態에 놓여 있기 때문에 우리나라가 統一이 될 때 까지 이 땅에는 安保가 生命처럼 重要하다.

이런 與件에서 國내에서 核燃料를 製造·供給한다는 것은 供給中斷에 對備하는 일이 되고 安定供給의 意味를 갖는다고 보는 것이다.

마지막으로 지적하고 싶은 것은 역시 經濟的인 利得이다. 生產初期에는 外國의 既存 工場에서 製造되는 燃料와 供給價格面에서 競合이 어려울런지 모르지만 앞으로 長期間에 걸친 生產과 需要增加分을 더하고 海外 輸出까지 考慮한다면 競合 優位에 설지도 모른다. 核燃料를 國내에서 製造함으로써 價格競合 以外에도 輸入代替가 期待된다.

一部 製造原料를 輸入하더라도 國내에너지資源과 고급人力을 使用함으로써相當한 고용효과가 기대되고 外貨節減이 이루 될 것으로 展望된다.

1990年代에 들어서면 外國에 支拂하는 로열티와 輸入材料費를 除外하더라도 年間 約2,000萬달러의 純輸入代替가豫想된다.

이와 같이 核燃料國產化事業의 배경과 内容을 간략하게 살펴보고 本 事業의 重要性을 함께 읊미해 보았다. 이 땅에 核燃料技術이 착실하게 뿌리내리고 國產化事業이 더욱 알차게 結實되도록 모든 정성과 努力を 기울일 것인 바, 아낌없는 指導와 助言을 期待한다.