

核燃料國産化와 그 對策



李 漢 周

(에너지研 大德工學센터分所長)

1978年 國內 最初의 原子力發展所인 古里 1號機가 稼動한 以來 1981年 現在 建設中인 原子力發電所의 數는 8基이고 1991年까지는 13機의 原子力發電所가 稼動될 計劃으로 있다. 이는 急增하는 에너지 需要와 소위 Oil Shock 以後의 原油價의 急上昇에 따른 對應策으로 우리나라와 같이 資源貧國의 立場에서는 앞으로 原子力에 크게 依存할 수 밖에 없는 것이다.

原子力發電所의 燃料로는 核分裂性 物質인 우라늄을 原鑛으로 부터 抽出·加工하여 使用한다. 이와같이 原鑛으로 부터 우라늄을 抽出하고 이를 精製 및 濃縮한 후 이를 原子力發電所에서 燃燒시킬 수 있는 形態로 成型加工하는 過程들과 使用한 核燃料를 貯藏 또는 處理·處分하는 過程들을 核燃料週期라고 부르며 前者를 先行 核燃料週期, 後者를 後行 核燃料週期라고 한다.

1981年 6月現在 世界의 原子力發電國은 22個國이며 建設中 또는 計劃中인 나라를 포함하면 41個國이 된다. 原子力發電을 하고 있는 나라로서 核燃料週期에 對한 施設 및 技術保有現況은 “表一”과 같다. 濃縮이나 再處理의 경우는 核擴散禁止條約(NPT)과 核技術先進國들의 모임인 소위 “LONDON CLUB”의 協約에 따라 技術 및 施設의 國家間 移轉을 禁止·制限하고 있으며 대부분의 原子力發電國은 發電開始와 때를 같이하여 核燃料加工事業에 着手하고 있는 것을 알 수 있다.

核燃料週期技術은 高度綜合技術의 集約으로서

技術革新이 急激히 이루어지고 있으며 꾸준한 研究開發(R & D)의 뒷받침이 必須的이라 할 수 있다. 우리나라에서는 現在 韓國에너지研究所에 核燃料成型加工 試驗工場이 1978年에 完工된 以來 運轉中에 있으며, 精鍊 및 轉換 試驗施設이 1981年에 使用한 核燃料를 檢査하기 위한 照射後試驗施設 및 廢棄物處理施設이 1983年까지는 各各 完工豫定으로 建設中에 있다. 核燃料設計 및 安全性解析등 關聯된 Software 技術도 開發中에 있다.

(1) 核燃料 國産化 方向

1) 精鍊

國內에는 약 4,000噸가량의 低品位(0.04%以下) 우라늄이 매장되어 있는 것으로 알려져 있다. 原子力 依存도가 높아지고 있는 우리의 立場에서는 必要時 이를 何時라도 開發使用할 수 있는 工程技術의 確立이 必要할 뿐아니라 現在 韓電등에서 遂行하고 있는 海外 우라늄資源開發의 技術的인 支援을 擔當하기 위한 關聯技術의 確立이 또한 時急하다. 따라서 建設될 試驗工場의 運營에 의해서 이미 樹立된 實驗室의 工程을 確認改良하고 장차 必要時 商用工場建設을 위한 工程의 基本 및 詳細設計에 필요한 資料를 早速히 導出하여야 할 것이다.

2) 轉換 및 再轉換

'81年末 完工된 試驗施設의 運營에 의하여

轉換技術의 消化 및 土着化가 可能케 될 것이며, 必要時에는 月城型 原子爐 2 基분에 必要한 二酸化우라늄도 生産供給할 수 있을 것이다. 또한 材料試驗爐用 또는 其他用的 金屬우라늄의 生産供給도 可能케 될 것이다. 따라서 轉換技術의 開發은 1 段階로서 試驗施設의 運營에 의한 工程技術確立 및 改良으로 商用化 推進에 對備하여야 할 것이며 2 段階로서는 商用事業 推進의 必要性 및 妥當性이 立證되는 時點에서 月城型 核燃料의 成型加工을 위한 二酸化우라늄 粉末을 製造·供給하여야 할 것이다. 한편 輕水爐型 核燃料 製造를 위한 再轉換 工程은 于 先 先進國의 技術을 早期導入하여 消化·土着化하고, 1990 년까지는 새로운 再轉換工程의 하나인 式工程을 自體開發하여 國內의 核燃料 安定供給에 寄與하여야 할 것이다.

3) 濃縮

濃縮技術은 核擴散禁止와 關聯하여 技術移轉이 嚴格하게 禁止되고 있으며 濃縮施設의 建設費나 運轉費는 莫大하다. 現在 世界에서 濃縮工場을 商業稼働하는 國家로는 美國과 소련을 포함하여 유럽諸國이 共同으로 運營하는 多國間合作工場들이 있다. 그러나 우리나라의 原子力發電計劃이 濃縮우라늄을 필요로 하는 加壓水型原子爐(PWR)에 90%以上 依存하고 있는 이상 濃縮우라늄의 長期安定供給을 確保하기 위하여 二重, 三重의 方策이 강구되어야만 하겠다.

이는 供給源의 多邊化 및 長期供給契約과 아울러 앞으로는 새濃縮工場의 多國間經營에의 參與와 長期的으로는 國內 濃縮技術의 確立에 努力하여야 할 것이다.

4) 成型加工

成型加工은 核燃料製造의 最終段階로서 大部分의 原子力發電國에서 原子力發電과 동시에 推進하고 있는 바, 이는 이 技術의 國際的 制約이 아직 없으며 他 核燃料週期事業에 비하여 小規模에서도 經濟性이 있기 때문이다. 따라서 우리나라도 成型加工事業의 商用化에 의한 核燃料 安定供給體制의 確立 및 外貨使用切減을 早速히 實現하여야 할 것이다.

① 重水爐用 核燃料 成型加工

加壓重水爐(CANDU)型 原子力發電所는 現在 月城에 建設中인 月城1號機外에는 아직 建設計劃이 確定되어 있지 않다. 또한 月城型 核燃料의 成型加工 技術은 캐나다 獨占技術로서 이에 대한 技術導入料를 過多하게 要求하고 있으며, 年間 85 噸인 現在 核燃料 需要로는 最少 經濟規模(年 150 噸)에 未達되어 現段階로서는 商用化 推進까지는 充分한 時間的인 여유가 있다.

따라서 重水爐用 核燃料의 成型加工 技術은 現在 韓國에너지研究所에 稼働中인 試驗工場의 運營에 依해 自體技術開發을 推進코자 하고 있으며 이에 의해 蓄積된 生産技術을 바탕으로 점차 月城型 原子爐의 追加 導入에 따른 商用事業推進에 對備하여야 할 것이다.

② 輕水爐用 核燃料 成型加工

1991년까지 13基의 輕水爐型 原子力發電所의 建設計劃이 確定되었으며 이후에도 輕水爐가 우리나라 原子力發電所의 主宗이 될 것으로 展望된다. 이에 따른 核燃料 成型加工 需要는 交替用 核燃料만으로 1987년에 104 噸, 1990년에 222 噸이 되며 이는 1995년에 300~500 噸, 2000년에는 400~800 噸의 急激한 增加가 豫想된다.

한편 科學技術處와 韓國에너지研究所에서 1981年 1월에 發表한 核燃料 國產化事業 妥當性 調查研究에 따르면 輕水爐用 核燃料 成型加工事業의 經濟性으로는 工場規模가 150~200 噸에서 損益分岐點에 到達하는 것으로 알려져 있으며, 이에 따르면 우리나라의 경우 '80 年代末에는 需要가 最少經濟單位에 도달하게 된다. 따라서 우리나라의 輕水爐用 核燃料의 成型加工事業은 經濟開發 5次 5個年 計劃期間中에 年産 200 噸 規模의 商用工場 建設을 통한 事業 推進이 꼭 必要하다.

또한 輕水爐用 核燃料의 成型加工技術과 이에 부수되는 核燃料設計, 爐心管理 安全性解析등의 Software 技術은 先進國의 경우 實證完了된 商用技術이며 國際情勢도 技術移轉이 自由로우므로 우리나라의 立場에서는 自體開發에 依한 것

보다는 技術導入을 통하여 早期에 技術을 土着化하고 이를 바탕으로 消化・改良하여 他 核燃料週期技術에 對한 波及效果를 期하여야 할 것이다.

5) 再處理

再處理 技術로 濃縮 技術과 마찬가지로 核擴散禁止와 關聯하여 技術 및 施設의 國際間 移轉에 制限을 받고 있다. 한편 '90年代末이나 2000年代初에는 高速增殖爐의 國內導入이 不可避한 것으로 볼 때 여기서 所要되는 核燃料의 確保方案을 강구하여야 함은 自明한 일이다.

高速增殖爐에 所要되는 核燃料은 混合核燃料 ($PuO_2 + UO_2$)로서 이에 必要한 플루토늄의 獲得은 再處理 過程을 통하여만 가능하다. 한편 1990年代에는 우리나라의 使用後 核燃料貯藏에 對한 부담이 過大해질 뿐더러, 앞에서 지적한 高速增殖爐導入에 必要한 플루토늄 確保를 위해서 이들의 再處理는 不可避한 것으로 判斷

現在 프랑스, 英國과 日本 그리고 美國을 제외한 其他 先進國들의 再處理工場建設 및 擴張計劃을 볼 때 美國이 앞으로 크게 再處理事業을 展開하지않는 限 이들에게서 再處理用役을 받는다는 것도 工場 施設規模上 不可能한 것으로 보인다.

결국 우리나라로서는 1990年代 中盤에 平和的인 原子力利用을 위하여 꼭 必要한 國內再處理施設의 確保를 위하여 NPT의 基本理念에 立脚하여, 對內的으로는 最少限의 基礎研究開發을 하고 對外的으로는 先進國들에 對한 꾸준한 說得으로 이에 對處해야 할 것 같다.

(2) 結 言

이상 위에서 살펴본 것과 같이 核燃料 國產化 事業을 爲始하여 全核燃料週期の 國產화가 窮極的인 目標이나 技術의 國際環境 및 情勢와 投資의 規模등 여러가지 制約要因을 함께 고려하여 事業의 우선순위를 따져야 할 것이다. 現在 우리나라와 같이 原子力 依存도가 점차 急

증하여야 할 立場에서는 核燃料의 安定供給이 무엇보다도 重要하며 따라서 우선 成型加工事業의 商用化를 통하여 先進技術을 早期 消化・吸收하여 先行 核燃料週期技術(濃縮除外)을 確立하는 方向으로 나아가야 할 것이다.

또한 核燃料週期技術은 이미 言及된 바와 같이 綜合科學技術로서 꾸준하고 高度의 研究開發이 必須的인 바, 韓國에 너지研究所를 통한 技術開發 研究에 政府의 持續의이고도 強力한 支援과 함께 核燃料의 商用化事業과 研究所의 研究開發이 有機的으로 密接히 連結되도록 推進되어야 할 것이다.

表一. 世界 原子力發電國과 核燃料週期技術 및 施設保有現況

原子力發電國 (稼動年度)	加 工	再處理	濃 縮	備 考
美 國('56)	○	○	○	○商用施設保有
英 國('55)	○	○	○	
佛 蘭 西('56)	○	○	○	
蘇 聯('58)	○	○	○	
西 獨('62)	○			
伊 太 利('64)	○			
日 本('66)	○	○		
네델란드('69)			○	
印 度('69)	○	○		
스 페 인('69)				
벨 기 에('73)	○			
카 나 다('68)	○			
스 웨 덴('72)	○			
파키스탄('72)				
알 제 틴('74)				
대 만('78)				隣接 加工大國인 北란서에서 供給 發電爐 提供國인 蘇聯에서 供給 } 共產國(未詳)
한 국('78)				
브 라 질('81)				
스 위 스('68)				
핀 란 드('77)				
동 독('66)				
불가리아('74)				
체 코('72)				