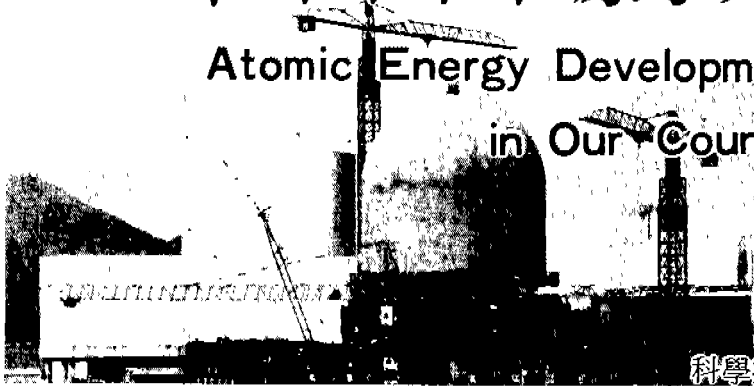


우리나라의 原子力開發

Atomic Energy Development in Our Country



姜 搏 光

科學技術處 原子力開發局長

1. 序 論

資源問題, 특히 73年 石油波動 以後의 에너지問題는 우리나라 經濟뿐 만 아니라 世界經濟發展에 重大한 영향을 주고 있으며 先進國, 開發途上國을 막론하고 에너지 問題를 國家的인 次元에서 政策課題로 다루고 있다.

특히 국내 부존자원이 限界에 直面해 있고 에너지 供給量의 60% 이상을 占有하고 있는 石油를 全量 輸入에 依存하고 있는 우리나라로서는 石油 代替에너지의 開發과 에너지節約이 시급한 課題인 것이다.

이러한 觀點에서 政府에서는 第5次 經濟社會發展 5 個年計劃 期間中에 電源開發計劃의 合理的인 推進을 주요 目標로 삼고 原子力發電所의 建設, 運營에 주력하게 되었다.

原子力의 利用은 放射性 同位元素를 利用한 農學, 醫藥 및 産業적 利用과 原子力發電을 통한 에너지로의 利用으로 크게 大別된다.

放射線 同位元素의 産業的 利用은 우리나라에 이미 활용기반이 조성되었다고 판단되는바, 여기서는 原子力發電을 중심으로 하여 原子爐型, 核燃料 安定確保, 機資材 國產化, 安全性 確保, 人力養成 및 研究開發에 관한 政策方向을 開關적으로 論하고자 한다.

2. 우리나라의 原子力發電 計劃

'73年の 1次 石油波動, 그리고 최근의 이란-이락사태로 인한 石油需給의 不安定과 石油價格의 持續적인 상승에 적절히 대처하고자 5次 經濟社會發展 5 個年計劃 期間中에는 石油依存度의 대폭 경감에 주력하게 될 것이다.

즉 80年末 現在 61.3%의 石油依存度를 86년에는 50.2%로 경감하는 目標를 세우고 있다.

이 期間中 年平均 7.6%의 GNP 成長을 이룩하기 위해서는 年平均 7%의 에너지 增加가 豫見된다.

반면에 石油依存度を 상대적으로 줄이기 위해서는 보다 획기적인 代替에너지 開發과 에너지節約方案이 강구되지 않고는 이의 實現이 어려울 것이다. 이러한 目標를 달성하기 위해서 86年까지 6機(4백8십만 kW), 91년까지 13機(약 1000만 kW)의 原子力發電所를 稼動할 計劃이며 이렇게 되면 原子力發電이 總에너지에서 차지하는 比率이 現在 2% 水準에서 86년에는 10%, 91년에는 18%를 占有하게 될 것이며, 原子力이 總發電施設容량에서 차지하는 比率은 現在의 6%에서 86년에는 27%, 91년에는 47%가 될 展望이다.

이를 爲해서는 1980年 不變價格으로 86년까지

70억弗, 91년까지는 170억弗의 建設費가 投資되어야 할 것이며, 核燃料 週期部門에 있어서는 86년까지 10억弗, 91년까지는 30억弗以上이 投資되어야 할 것이다.

92年以後의 電源開發計劃에 대한 政府의 공식적인 발표는 없었으나 研究 報告書에 따르면 2000년까지 31機(약 3천만kWe)의 原子力發電所가 稼動되어 總發電容量의 60%를 占有하고 여기서 生産되는 原子力에너지가 2000年の 우리나라 總에너지 需要中 27%를 供給하는 것이 바람직한 것으로 分析되고 있다. 이를 위해서는 1980年 不變價格으로 2000년까지 400억 \$의 建設費가, 核燃料 週期部門에서는 120억 \$ 정도가 投資되어야 할 것으로 展望된다.

그렇다면 現在까지 原子力發電計劃의 推進 實績은 어떠한가? 그동안의 原子力發電所 建設의 國產化 推進實績은 크게 2期로 區分될 수 있겠다.

第1期은 原子力發電所 建設에 관한 모든 業務를 外國에 依存한 外國一括都給(Turnkey Base) 段階로서 古理原子力 1, 2號機 및 月城 原子力 3號機의 60만 kWe 級 原子力發電所 建設을 들 수 있다.

第1期에서는 原子力發電所에 관한 設計 및 建設管理業務를 전적으로 外國에 依存하고 NS-SS 및 T/G 部門의 機資材 供給도 外國에 依存하였으나 일부 建設資材, 鐵構類, 配管類 등에 대해서만 2號機의 경우에는 13%, 3號機는 10%의 國產化가 推進되고 있다.

第1期의 특징은 60만 kWe 級 PWR 2機, CANDU 1機를 導入하여 原子爐型和 核燃料를 二元化를 한 점을 들 수 있겠다.

第2期은 事業主가 外國의 設計·엔지니어링 會社를 고용하고 機器購買, 設計 및 建設 監理 業務를 遂行하도록 하되 모든 책임은 事業主가 지도록 하는 分割發注方式을 채택한 原子力 5~10號機의 建設推進이 되겠다.

第2期에서는 韓國에너지研究所가 韓國 原子力技術주식회사(KNE)를 設立하여 原子力 1~3號機 建設中 蓄積한 技術을 바탕으로 原子力

設計·엔지니어링業務의 國產化를 推進하게 된 것을 큰 특징으로 들 수 있겠다.

KNE는 原子力 5, 6號機의 경우, A/E 分野 主계약자인 美國 Bechtel 社의 總 man-hour 中 21.4%, 原子力 7~8號機의 경우는 35.5%의 A/E 業務를 담당하게 될 것이다.

原子力 9, 10號機의 경우, KNE는 Nuclear island 部門의 A/E 分野 主계약자인 불란서 F-RAMATOME 社의 業務中 17.3%를 수행하고 T/G 部門의 A/E 業務 參與를 확대하여 9, 10號機 全 A/E 業務의 69.4%를 KNE가 수행할 豫定이다.

즉, 第1期(原子力 1~3號機)은 完全 外國 技術 依存段階로 볼 수 있고, 第2期은 外國주도 A/E 業務의 부분적 參與段階로 볼 수 있으나 核燃料 및 機資材의 國產化 推進은 미미하였다. 그럼 앞으로는 어떤 段階로 原子力 技術을 開發해야 하겠는가?

3. 原子力 開發方向

가. 核燃料

現在 우리나라에서 建設 또는 運轉되고 있는 原子力發電所 9機中, 1機만이 캐나다에서 導入된 CANDU 型 重水爐이고 나머지 8機는 모두 加壓輕水爐이며 8機中 6機는 美國에서, 2機는 프랑스에서 導入된 것이다.

또한 앞으로 20年間은 대부분의 原子爐型이 加壓輕水爐로 展望된다.

輕水爐는 原鑛을 變換하여 U^{235} 을 3%정도 濃縮한 후 成型加工하여 核燃料로 使用한다. 반면에 重水爐는 重水의 中性子 減速성질이 우수하여 天然우라늄을 濃縮할 必要없이 그대로 成型 加工하여 核燃料로 使用할 수 있다.

다시 말하면 重水爐는 濃縮이 必要없으나 高價의 重水가 반드시 必要하며 輕水爐에서는 核燃料의 濃縮이 반드시 必要하여 費用面에서 볼 때 서로 비슷한 經濟性을 갖는 것으로 分析되고 있다.

輕水爐의 使用後 核燃料는 1.2~1.4%정도의 복합적인 濃縮度를 갖는다. 따라서 輕水爐의 核

燃料週期는 天然우라늄보다도 값어치가 있는 사용後 核燃料의 再活用 여부가 우라늄資源 活用 期間 延長에 重要한 問題가 된다.

그러나 使用後 核燃料 再活用 問題는 核非擴散에 關한 凡世界的 政策方向 決定에 따르도록 國際約束이 되어 있어 과거 몇년동안 非循環 核燃料週期 方式만 通用되어 왔으며 우리나라도 現在 모두 非循環方式으로 임시저장 方法을 택하고 있다.

그러나 1990年代 初에 가서는 使用後 核燃料의 저장능력이 限界에 도달되는 問題點을 안고 있다.

레이건 現 美國대통령은 지난 10月 성명을 통해 이 問題의 解決에 있어 現實的 與件에 適當한 政策方向을 擇할 것을 表明한 바 있다.

따라서 90年代에 國內發電所內의 使用後 核燃料 저장능력이 限界에 달할 것이 豫想되는 우리나라는 核先進國과 긴밀한 協力關係를 유지하여 이에 대한 적절한 해결방안을 모색해야 하겠다.

다음으로 核燃料 週期 分野의 技術開發 측면을 살펴보자.

韓國에 너지研究所에서는 시험규모의 우라늄의 精鍊 및 轉換施設이 금년 말 運轉을 目標로 建設中이며 시험규모의 核燃料 加工 工場은 이미 몇년동안 稼動中에 있다.

다음 段階는 經濟的 규모의 核燃料 成型加工 工場의 建設·運營이 될 것이며 87年 稼動目標로 年產 200屯 規模의 成型加工 工場建設을 推進中에 있다.

이렇게 되면 核燃料의 安定供給과 이에 수반되는 原子爐心의 安定性 해석 및 相關 核心技術을 효과적으로 축적할 수 있게 될 것이다.

資本集約的이며 에너지多消費産業인 濃縮施設은 수년전까지만 해도 美國만이 獨占 運營하였으나 최근에는 유럽의 施設도 상업운전 되어 濃縮供給源이 多元化 되었다.

최근 世界的으로 原子力發電 建設 추세의 급격한 둔화로 濃縮供給量은 초과狀態로 있으므로 적어도 90年代 初半까지는 需給上 問題點이 없

을 것으로 展望되므로 外國의 技術開發 상황을 추적 조사하고 濃縮供給源을 多元化해 나가는 것이 바람직하겠다.

나. A/E 및 機資材 國產化

現在 推進中인 9機의 原子力發電所 國產化推進狀況을 1, 2期로 區分하여 앞節에서 論述한 바, 앞으로 推進될 原子力發電所의 國產化方案도 3, 4期로 區分하고 앞으로 91년까지 새로이 推進될 90만 kWe級 4機의 原子力發電所를 第3期로, 그 이후의 것을 第4期로 편의상 區分해 보기로 한다.

第3期에는 A/E 部門 및 機資材中 NSSS 및 T/G를 제외한 補助器機의 國產 主導化 時期로 보아야 할 것이다.

A/E 部門의 效率的 技術向上을 위해서 第3期중에 韓國原子力技術株式會社가 外國의 有能한 A/E 會社와 合作會社로 發展하는 方案이 검토되고 있으며 第4期에는 이를 國內 主導型으로 運營하는 것이 바람직하다고 보겠다.

國產化의 推進은 國內 技術人力의 活用을 위해서 중요한 의미를 갖는다. 그러나 原子力發電所의 경우는 高度의 安全性이 要求되며 따라서 品質保證이 가장 중요시된다.

물론 經濟性도 입증되어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 第3期에는 T/G 및 BOP 部門의 國產化에 주력하고 NSSS는 신중히 추진하는 것이 바람직할 것이다.

第4期에는 經濟性 分析에 입각하여 필요한 모든 部門의 國產化가 推進되어야 할 것이다. 또한 國產化를 效果의으로 推進하기 위해서는 原子力發電所의 容量을 표준화하여 同一設計에 의거해서 반복 製作토록 하는 것이 바람직하다.

다. 人力確保 및 技術開發

原子力技術人力需要는 91년까지 年平均 10%의 增加가 豫想되며 그 이후에는 增加率이 둔화될 것으로 展望된다.

따라서 앞으로 10년이 人力確保에 있어서 중요한 時期이며 특히 先行期間인 5차 5個年期間이 가장 중요한 時期가 될 것이다.

原子力分野는 綜合科學技術을 必要로 하므로 原子力, 기계, 전기, 전자, 화공, 토목, 건축, 기계, 금속, 재료 등 모든分野의 人力이 복합적으로 要求된다.

현재까지의 경험으로 보아 초급기술자 및 초급 기능원의 需給은 거의 문제가 없는 것으로 판단되고 있으나 오랜 경험과 숙련을 요하는 高級科學技術者나 專門技能人의 원활한 공급을 위해서는 교육기관, 산업체, 연구기관에서의 종합적인 훈련 계획이 체계적으로 추진되어야 할 것이며, 우수인력의 確保를 위해서는 처우개선 등 정책적인 제도개선이 뒤따라야 할 것이다.

原子力研究開發이 活性化되기 위해서는 그 結果가 商用 原子力發電所에 직접 活用되어야 하고 産業體의 技術向上에 기여되어야 한다.

原子力 先進國의 경우는, 研究爐 → 試驗爐 → 原型爐 → 商用爐의 段階를 거쳐 原子力發電 技術을 商用化하였고, 核燃料 週期的 全工程에 관한 技術을 보유하고 있어 原子力研究開發이 商用化計劃에 직접 도움을 줄 수 있었다.

그러나 우리나라의 경우는 60年代末에 2機의 研究爐를 導入하고 곧 이어 大容量의 商用爐를 導入 運營하게 되므로서 研究開發과 商用化計劃과는 유기적 관계없이 別圖로 推進되었다.

물론 이러한 現狀은 우리나라만의 문제가 아니며 後發 原子力發電國이 겪는 공통적인 現狀이다.

先進國에서 開發된 技術을 국내에서 다시 開發하는 것은 많은 時間과 投資의 損失이 될 것이며 그보다는 先進技術을 조속히 導入하여 이를 소화 活用토록 하는 것이 바람직하다.

原子力技術開發에는 막대한 投資가 所要되는 바, 第3期에는 原子力發電所 建設과 技術開發

을 유기적으로 관련시켜 병행 推進토록 하는 것이 바람직하며 第4期에는 國內技術을 最大限 活用하여 獨自의 商用化할 수 있도록 政策이 樹立 推進되어야 할 것이다.

이러한 技術開發과 原子力發電所 運營計劃에 따라 人力養成計劃도 뒤따라야 하며 現在와 같은 理論위주의 教育 訓練方式을 지양하고 教育 訓練을 마친後, 現場이나 研究기관에서 直接 活用될 수 있도록 實務訓練에 重點을 두어 人力을 養成하여야 할 것이다.

또한 우수한 경험을 가진 原子力關聯 科學 技術者들을 해외에서 과감히 유치하는 政策도 아울러 모색되어야 할 것이다.

또한 原子力の 점증하는 人力需要를 充足시키기 위해서는 實務訓練위주의 教育科目 改善, 非 原子力學科에 대한 原子力 基礎 教科目 편성등의 政策的 배려와 함께 產學 協同의 體制를 強化하는 方向으로 政策이 樹立되어야 할 것이다.

原子力 技術 開發과 原子力 産業이 유기적 관계가 持續되도록 原子力發電所建設, 運營, 資金 投資, 商用 核週期施設建設, 人力養成等 제한 問題를 포함하는 一貫性 있는 政策이 計劃 推進되어야 할 것이다.

또한 原子力 産業은 우리나라의 唯一한 對替 에너지임을 새로이 인식하고 國家의 諸般 經濟에 直接的인 영향을 줄수 있다는 것을 고려하므로서 國家的인 次元에서 모든 政策이 樹立되고 運營되어야 할 것이다.

이를 위해서는 石油과동과 같은 世界的인 資源과동의 영향을 最少限으로 줄일 수 있도록 하는 技術自立을 目標로 國家的인 意志가 反映되는 資金投資 및 人力確保에 主力하여야 할 것이다.

