

# 韓國 原子力技術의 能力提高方案

## *Building-up of Indigenous Nuclear Capability*

成 樂 正 (韓國重工業(株) 社長)

鄭 根 謨 (韓國電力技術(株) 社長)

### 1. 序 論

에너지貧國에서 原子力發電의 필요성은 말할 나위도 없다. 韓國은 長期 에너지需給計劃에서 原子力의 重要性을 강조하고 있는 나라이며, 原子力技術蓄積은 國家的인 次元에서 原電의 開發 뿐만아니라, 國家的 産業發展에서도 크게 기여한다.

특히, 재래식 발전소의 技術蓄積없이는 原子力發電의 기출축적이 어려운바, 原子力産業의 國産化는 自國의 産業環境과 병행하여야 한다.

### 2. 國內經驗

#### 가. 國內原電 第1世代

현재 國內原電은 3기가 運轉中이고, 6기가 건설중이다. 原電 第1世代는 Turnkey方式으로 지어졌으며, 600MWe급 PWR 2基와 600MWe급 CANDU 1基가 해당된다.

原電 第2世代는 分割發注方式으로서 Westinghouse의 900MWe급 4基와 프랑스 Framatome과 Alsthom이 공급한 900MWe급 2基가 해당된다. 本稿에서는 原子力産業의 技術蓄積過程을 韓國內 發電所 經驗을 통해 소개하고자 한다.

長期的으로 安定된 에너지供給, 에너지多元

化, 石油依存度の 감소에 의한 석유달러의 유출감소 등의 주된 동기로 시작된 原子力1號機의 建設時 주된 고려사항은 電力網의 安定性, PWR技術의 確證性, 爐型選定 및 初期投資費 등이었고, 이는 國內 韓電과 韓國에너지研究所의 도움과 外國用役會社의 도움으로 原子力1號機의 建設妥當性이 입증되었다.

原電1號機 건설시 석탄과의 經濟性이 문제 되었으나, 실질적으로는 油價引上으로 인하여 事業者 韓電에게 막대한 이익을 주게 되었다. 原電1號機는 Turnkey契約이었으므로 당연히 國産化가 建設 및 設置 등 일부분에만 국한되었으며, 國內 技術陣의 주된 참여분야는 原電의 運轉 및 補修, 認許可 및 現場建設 등이었다. Turnkey契約에서 계약자는 品質管理보다는 經濟性에 우선을 두므로, 事業主의 깊은 관련을 계약자는 꺼려하게 되었다.

건설도중 제1차 석유파동에 의한 物價上昇 및 기기인도의 지연 등의 이유로 全體工程의 지연을 시정코자, 現場에 事業主와 事業者 統合PM을 구성·운영하게 되었다(Integrated Management Team). 原電1號機 건설도중에 원공급국의 技術仕樣이 바뀐에 따라 추가비용이 증가하였고, 일괄성있는 國內原電規制의 필요

성을 느끼게 되었다.

原電 1號機의 건설도중 重化學工業造成 및 급속한 經濟成長을 이루게 되었다(9.7% per year). 이 기간중에 韓國은 原電 2,3號機를 발주하면서 같은 Turnkey 방식이지만, 다음과 같은 조치로서 事業主의 의도를 반영하였다.

○供給者와 事業主 사이의 연락창구 開設 및 統合PM 운영.

○韓電은 工程管理, 品質管理, 建設管理, 試運轉 등에 깊이 참여.

동 기간중 電力需要予測은 年17.3%로 經濟成長率 9.7%를 훨씬 상회하였으며, WASP Code는 2000년대까지 原電40基의 건설을 예측하였다.

나. 原電 直接管理 土臺와 分割發注方式의 實行  
原電 1世代之 原電經驗으로 事業主는 프로젝트관리 및 기술전수 등에 관하여 事業主의 관여 필요성을 인식하게 되었으며, 事業主의 직접 프로젝트관리, 國產化提高 및 경쟁성있는 입찰방식 등이 확고한 政策으로 되었다.

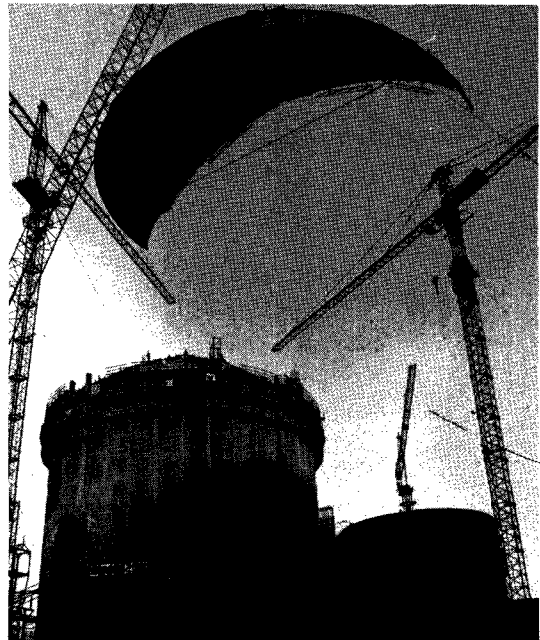
政府 및 事業主와 관련기관은 Turnkey契約方式을 포기하기로 하고, 分割發注方式으로 建設된 대만전력을 방문하여, 分割發注方式으로 변경하기에 이르렀다.

分割發注方式의 目的은 경쟁성있는 입찰 및 國產化率의 最大化로서 최적분할은 국내여건을 반영해야 된다. 事業主는 전문 Engineer/Consultant 및 건설관리용역회사를 고용하여 事業管理를 하며 NSSS와 T/G로 分割發注하며, BOP도 분할발주하게 된다.

#### 다. 國內原電 第2世代

原子力 5·6, 7·8號機는 NSSS, T/G, BOP로 2기씩 분할발주되었다. 이 분할발주방식에 힘입어 1970년대 중반 國內에서 重化學工業에의 投資를 하게 되었고, 原子力建設에 設計 및 製作分野에 참여하게 되었다.

○Engineering(技術用役)分野의 參與



原電 第1世代之 Engineering 참여분야는 現場建物에 국한되었으며, 韓電의 요구에 의해 몇가지 供給者 設計를 國內技術者 設計改造하는 정도, 建設管理分野에서는 外國供給者의 現場 Staff로 참여하는 정도에 그쳤다.

分割發注方式으로 바뀐에 따라 國內技術陣은 원공급국에 設計人員의 파견 및 설계참여, 현장설계 및 건설관리 보조인원의 파견 등의 방법으로 Engineering에 참여하였다. 이를 위하여 政府는 1976년 韓國電力技術(株)을 설립하여 原子力技術의 전수자로 지정하였으며, 韓電의 Plant Engineering自立化를 단시일내 이룩하도록 보조하는 역할을 주었다.

原電 Power Block Engineering에 國內參與는 1977년부터 1984년까지 5·6號機에 8.5%, 7·8號機에 13.5%이다. 9·10號機에 參與計劃은 19.4%이며, 현재 진행중이다. 現場設計와 건설관리보조는 5·6號機에 30%, 7·8號機에 45%, 9·10號機에 85%이다.

건설도중 최대 韓技의 파견인원은 5·6號機에 330명이며, 현재 5·6號機에 272명, 7·8號機에

387명, 9·10號機에 75명이 참여중이다. 韓技의 현재 技術人力은 70명의 Professional Engineer를 포함하여 1,000명이 넘는다. 韓技는 세계유수의 會社와 技術協力契約을 맺고 있으며, 設計를 위한 CAD시스템의 도입 및 事業管理 및 Engineering을 위한 컴퓨터Package를 도입하였다.

○製作分野의 參與

韓國內的 機器國產化政策은 商工部에서 機器國產化率에 관한 政策을 1976년에 발표하였는데, 초기에는 安全規制上的의 문제점때문에 적용치 못했다.

처음에 商工部는 火力 19.0%, 水力에 73.0%의 國產化率을 지키도록 하였다가, 1979년에 火力에 대해 40.7%로 높이고, 추후에는 原子力發電所도 機器國產化政策에 포함시키도록 하였다.

原電 1世代的 國產化率은 國산화율정책 제정이전이었으므로 아주 낮았다.

- 原子力 1號機 : bulk material for civil work, steel structure non safety grade small bore piping을 포함하여 8.0% 國產化.
- 原子力 2號機 : 추가로 pump, tank, crane, fire protection equipment, aux. transformer and non safety area를 포함하여 9.6% 國產化.
- 原子力 3號機 : 추가로 aux. boiler, elevators and some other material을 포함하여 11.3% 國產化.

計劃的인 國產化率 政策은 原電 第2世代부터 적용되었는데, 5·6號機에 29.2%, 7·8號機에 34.9%, 9·10號機에 41.5%가 國產化 目標이고, 商工部는 事業主로 하여금 國產化品目 및 輸入品目を 報告·承認받도록 하고, 사업도중에 技術蓄積으로 國產化가 가능한 品目은 國產

化品目리스트에 추가로 삽입하도록 하였다.

國產化政策은 量的인 것 뿐만아니라 質的으로도 改善되었는데, 國內 數個의 會社가 ASME로부터 Certificates 및 Stamp를 획득하였다.

國內의 한정된 市場에서 國內企業의 發電所機器製作에 치열한 경쟁을 하게 되어, 商工部가 韓國重工業(株)을 發電設備一元化業體로 제정하는 한편, 韓重으로서 經濟的으로 製作不可能한 國產化品目の 製作을 위하여 26個 品目에 대해 37個 專門系列化業體를 지정하였다.

原電 第2世代的 國產化品目 및 國產化率은 다음과 같다.

- 原子力 5·6號機 NSSS : appurtenance, supports of heavy component, tank, heat exchanger를 포함하여 9.7%.
- 原子力 7·8號機 NSSS : 추가로 steam generator, pressurizer를 포함하여 14.7%.
- 原子力 9·10號機 NSSS : 추가로 reactor vessel shell internals를 포함하여 28.2%.
- 原子力 5·6號機 T/G : turbine frame, pedestals, supports, pipings, tanks, valve를 포함하여 11.8%.
- 原子力 7·8號機 T/G : 추가로 turbine glands, casings, turbine gear, oil cooler, generator external structure, stator frame, end shielding bearing parts를 포함하여 27.6%.
- 原子力 9·10號機 T/G : 固定部分 뿐만아니라 回轉部分을 포함하여 41.3%.

특히, T/G roter shaft의 製作成功은 世界的으로 몇몇 國家에만 가능한 것으로 괄목할만한 성과라 하겠다.

發電設備一元化業體로서 韓重은 原子力發電所의 機器製作에 선두적 역할을 하였고, 현재

韓重은 NESS 및 T/G部品 및 시스템을 연간 900MWe급 2기를 생산가능하다. 특히, 韓重은 世界的으로 우수한 原子力供給會社와 기술전수를 맺고 있으며, ASME, RCCM, AFNOR, AWS 등에서 인정받은 2,000명 이상의 용접기술인력을 보유하고 있다.

### 3. 追後原子力政策

國內 原子力産業의 主要業體 및 業務分掌은 다음과 같다.

- KOPEC : A/E
- KHIC : Manufacture of NSSS, T/G and BOP, Installation
- KEPOS : Maintenance Service
- KNFC : Fuel Fabrication
- KAERI : Basic Research
- BOP Venders

특히, KNFC는 PWR 核燃料加工計劃을, KAERI는 重水爐型 核燃料加工計劃을 세우고 있다. 政府의 原子力技術蓄積은 長期的 投資 및 인력양성에 중점을 두고 있다.

原子力 11·12號機에서는 各 分野別 國內契約者를 선정하는 새로운 契約形態를 計劃하고 있으며, 이 새로운 契約體制를 통하여 제한된 技術人力의 效果의利用을 도모하고자 한다. 이를 위하여 기술전수체제의 一元化와 標準化의 概念을 도입한다.

石炭 및 原子力에 대하여 政府의 標準化作業의 一步로서 爐型, 容量, 표준화범위, 부지조건 등이 이미 검토되었으며, 標準化의 근본취지는 단일 Design으로 多數基의 建設, Code & Standard의 획일화, NSSS 및 T/G機器의 단일화 및 完全國產化, 機器製作 및 建設·運轉節次의 標準化 등이 있다. 標準化를 위한 設計改善事項으로는 稼動率向上, 安全性向上, 効率向上, 放射線被曝量減少 및 建設工期의 短縮 등이다.



原子力産業은 복합산업이므로 各 기관의 협조가 가장 중요하다. 이를 위하여 各 기관 대표들의 集합체로 電力그룹協議會를 구성하여 技術自立長期計劃 및 各 기관사와의 협조 및 interface를 검토중이다.

### 4. 結 論

原子力産業의 特性은 막대한 初期投資費, 工期, 高度의 技術性으로 대표되는바, 國家的인 次元에서 획일적인 정책배려가 요구되며, 國產化政策도 획일적인 政策이 요구된다.

國產化能力培養計劃에서 고려해야 할 主要事項으로서

- 長期電源計劃, 國產化分野의 Work Load,
- 國產化分野의 技術財源 및 國產化率 策定,
- 國內人力開發 및 技術전수내용,
- 國產化率의 經濟的, 技術的 妥當性 등이다.

끝으로 國內 原子力事業의 成功을 위해서는 政府의 次元에서의 획일적, 지속적인 정책수립 및 노력이 필요하다.