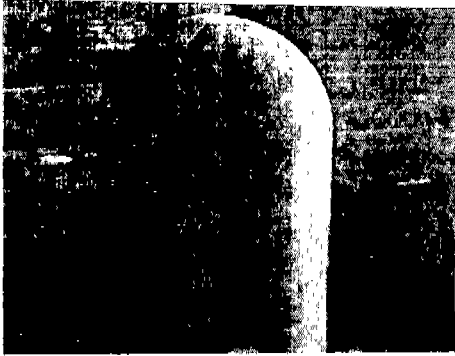


原子力 플랜트 綜合設計技術 自立現況과 展望



朴 昌 根

韓國電力技術(株) 技術總括部 次長

1. 序 言

'90년말 우리나라의 電力生産量 중 原子力이 차지한 比重이 무려 50%나 된 점을 보아도 本格的인 原電力時代에 대응한 技術自立的 問題는 이제 이 시대 우리가 해결해야 할 重要한 課題라고 하겠다. 그런 점에서 靈光原子力 3·4호기부터 國內업체가 처음으로 主契約者가 되어 업무를 추진하면서 별도로 技術導入契約를 締結, 技術蓄積을 極大化하여 技術自立을 앞당길 수 있게 된 것은 매우 다행스런 일이라 하지 않을 수 없다.

이와 관련 영광 3·4호기 이후의 後續機부터는 우리의 技術能力으로 독자적으로 發電所를 건설하여 에너지 자립의 목표를 구현함으로써 資源貧國으로 부터의 脫皮라는 우리의 至上目標에 크게 기여할 수 있게 될 것으로 기대된다. 이러한 취지에서 1984년 동력자원부는 原電技術 自立을 目標로 原子力 建設 技術 自立實踐計劃을 수립하게 되었으며, 이 계획에 의하여 관련 전력 그룹사들이 업무를 분담 수행하게 되었던 것이다. 이때부터 韓國電力技術(株)는 플랜트 綜合設計分野의 技術自立을 달성기 위하여 꾸준히 노력을 경주하여 온 바, 이 분야의 技術自立에 대하여 중점적으로 기술하기로 한다.

가. 原電建設의 技術自立目標 및 業務分擔

原電建設의 技術自立目標은 우선 우리힘으로 1,000

MWe급 가압경수로를 설계, 건설하는 것으로 정했으며, 이의 실천방법으로는 영광원자력 3·4호기를 참조 발전소로 하여 설계, 제작, 건설 및 관리능력을 목표수준에 이르게 하는 것이었다. 그렇게 하여 영광원자력 3·4호기 이후에 건설되는 동급 동종의 原電은 극히 制限된 일부만을 지원받아 주어진 工期內에 最적의 예산으로 요구된 品質의 발전소를 獨立의 으로 建設할 수 있는 능력을 보유하는 것이 目標이며, 이에 따라 原電建設에 參與하고 있는 전력 그룹사의 技術自立業務는 다음과 같이 分擔하여 수행하고 있다.

- 종합사업관리 : 한국전력공사
- 플랜트 종합설계 : 한국전력기술주식회사
- 원자로계통 설계 : 한국에너지연구소
- 원자로 설비 기기설계 및 제작 : 한국중공업주식회사
- 터빈 발전기 설계 및 제작 : 한국중공업주식회사
- 핵연료 설계 : 한국에너지연구소
- 가압경수로 핵연료 제조 : 한국핵연료주식회사
- 시운전 : 한국전력공사

나. 技術自立 目標率

기술자립 목표연도 '95년을 기준하여 원전 건설에 參與하고 있는 전력 그룹 각사의 技術自立 業務分擔에 따른 分野別 가중치와 技術自立目標率은 표 1과 같다.

〈표 1〉 原電 建設技術 自立目標率

구 분		가 중 치	목표('95년도)
종합사업관리		15	98%
기자재 제작	NSSS	24	87%
	T/G	11	98%
	소 계	35	91%
설 계	플랜트종합설계	21	95%
	원자로계통 설계	7	95%
	핵연료 설계	2	100%
	소 계	30%	95%
핵연료제조		3	100%
시 공		17	100%
중 합		100	95%

2. 플랜트 綜合設計技術 自立概要

古理原子力 1·2호기, 月城原子力 1호기는 외국업체에 一括都給 發注함으로써 국내 회사가 참여할 수 있는 부문이 적어 설계 엔지니어링 국산화와 국내 技術蓄積의 효과가 미흡하였으나, 이 효과의 증대를 위하여 發注方式을 변경, 分割 發注方式으로 수행케 된 고리원자력 3·4호기, 영광원자력 1·2호기 및 울진원자력 1·2호기의 설계에 해외 및 국내에서 많은 기술진들이 용역참여를 하게 되었고, 호기별 國產化率을 높이게 되었던 것이다(표 2 참조).

그리고 영광원자력 3·4호기부터는 한국전력기술(주)이 主契約者로서 외국기술 공여자인 SAREGNT & LUNDY사와 공동으로 용역을 수행함과 同時에 原子力設計分野의 기술도입과 습득기술의 소화, 개량 및 토착화를 통하여 설계 엔지니어링의 技術自立을 積極 推進하고 있다. 韓國電力技術(株)가 推進하고 있는 플랜트 종합설계분야의 技術自立範圍, 推進方法 및 그 評價方法을 살펴 본다.

가. 技術自立 範圍

技術自立의 기본노형 및 용량의 주기가 영광원자력 3·4호기와 同一機種인 가압경수로형(PWR), 1,000MWe급을 기준한 것이며 사업주의 요구사항인 安全性 確保, 設備의 信賴性 保障, 計劃工程 達成 및 事業費 節減을 목표로, 기술자립 범위는 표 3과 같다.

〈표 2〉 호기별 參與現況

호기	업무내용		호기별 국산화율	외국 A/E
	국내	국외		
고 리 원자력 3·4호기	<ul style="list-style-type: none"> 설계 및 공사방법 냉각수 취배수로 축조설계 배관지 지물 설계 현장설계 및 기술지원 최종 안전성 분석보고서중 부지부분 조사분석 	<ul style="list-style-type: none"> 엔지니어링 분야 공정, 예산 및 자재관리 품질관리 및 품질보증 	37%	미국 벡텔사
영 광 원자력 1·2호기	<ul style="list-style-type: none"> 설계 및 공사방법 검토 냉각수 취배수로 설계 기본계획 수립 현장설계 및 기술지원 배관지 지물 설계 부속건물 상세설계 	<ul style="list-style-type: none"> 엔지니어링 분야 공정, 예산 및 자재관리 구매 시운전 품질관리 및 품질보증 사업관리 및 행정 	44%	미국 벡텔사
울 진 원자력 1·2호기	<ul style="list-style-type: none"> 설계 및 공사방법 검토 냉각수 기본설계 및 해상구조물 설계 현장설계 및 기술지원 	<ul style="list-style-type: none"> 엔지니어링 분야 용역관리 품질관리 및 품질보증 시운전 및 인허가업무 	46%	미국 벡텔사

〈표 3〉 技術自立範圍

분 야	기술 자립 범위
설 계 엔지니어링	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설계 엔지니어링 업무 - 개념설계 - 기본설계 - 상세설계
설 계 엔지니어링 관 리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설계 엔지니어링 관리를 위한 업무 - 사업행정 - 품질보증 - 원가공정

나. 推進方法

技術自立達成은 技術自立的 基盤構築과 導入技術의 活用 및 經驗蓄積을 전제로 하고 있다. 技術自立的 基盤構築은 영광원자력 3·4호기 사업수행을 통한 原電業務 全般에 대한 理解와 設計經驗을 확보하고 事業管理能力을 開發하며, 技術導入契約을 통한 기술전수 자료 및 訓練된 人員을 확보함으로써 이루어진다.

導入技術의 活用 및 經驗蓄積은 技術導入에 의해 전수된 기술을 우리의 것으로 消火하고 活用할 수 있는 체제를 구축하며 이를 통하여 習得된 技術을 전파 교육함으로써 技術人力의 저변을 확대하고 사업수행시 習得치 못한 要素技術(Elemental Skill)과 新技術을 開發하는 것을 目的으로 한다. 以上の 技術自立達成의 목적을 실현하기 위하여 技術自立 實踐계획상의 추진항목은 영광 3·4호기 사업수행을 통한 경험기술의 축적, 기술도입계약 수행, 도입기술의 활용 및 응용을 통한 기술축적, 自體 技術蓄積 및 開發로 分類하고 있다.

각 推進項目에 대한 細部實踐要素別 總計計量과 그 가중치를 열거하면 다음과 같다. 經驗技術의 蓄積은 각 분야의 役務別 遂行計劃과 연계한 영광원자력 3·4호기 計劃工程率(가중치: 0)을 기준으로 하고 있다. 技術導入契約遂行은 세부실천 요소로서 技術資料, 電算 프로그램, 教育訓練으로 구성되어 있다.

技術資料는 標準技術基準書, 指針書, 仕様書 등과 같은 표준자료와 발전소 설계 참고자료로서 총 131만 페이지(가중치: 2.5)이고 전산 프로그램은 총 292종(가중치: 3.4), 교육훈련은 총 97개 과정(가중치: 4.1)으로 되어 있다.

導入技術의 活用과 應用을 통한 技術蓄積은 세부 실천요소로서 導入技術의 활용과 설계검증으로 구성되어 있다. 導入技術의 活用은 상기의 도입된 標準資料와 전산 프로그램을 우리의 것으로 소화하고 活用할 수 있도록 標準技術基準과 指針을 제정하며 전산 프로그램의 인수시험과 검증과정을 거치는 것으로 총 1,665건(가중치 11.6)으로 되어 있으며 발전소 설계자료의 설계검증은 총 104건(가중치: 18.4)으로 설정되어 있다.

自體技術蓄積 및 開發은 細部實踐要素로서 技術開發課題와 教育訓練 및 전파교육으로 구성되어 있다. 기술개발과제는 총 170개 과제(가중치: 8.3), 교육훈련 및 전파교육은 총 321건(가중치: 1.7)으로 설정되어 있다.

다. 評價方法

技術自立 評價方法은 원전 선행호기 수행경험을 기준으로 현 技術水準을 評價하는 것으로서 그 대상은 技術自立範圍에 속하는 모든 부분을 대상으로 한다. 평가대상 항목은 앞항에서 기술한 사업수행을 통한 經驗技術의 蓄積, 技術導入契約 遂行, 導入技術의 活用 및 應用을 통한 技術蓄積, 自體技術蓄積 및 開發과 같은 技術自立 推進項目을 대상으로 하며, 그 세부 실천요소중 정량적 평가요소를 계량화하여 평가하고 있다.

평가기준은 앞항에서 기술한 가중치를 토대로 매월, 분기별, 연도별 총 계획량대 실적치를 기준으로 기술자립 달성률을 종합산정하고 있다.

세부실천 요소별 평가방법을 概略적으로 설명하면 경험기술의 축적은 영광 3·4호기 사업수행 진도보고서에 의거 參與內容과 進度律에 의하며, 기술도입계약 수행은 각종 기술자료 및 전산 프로그램 도입을 완료한 수량, 도입기술의 활용 및 응용을 통한 기술 축적은 활용실적보고서와 수행결과물의 활용도 및

기술수준에 의하며, 자체기술축적 및 개발은 기술개발 및 전파교육결과 보고서의 기술수준과 교육의 수준 및 방법에 의하여 평가하고 있다.

3. 플랜트 綜合設計技術 自立推進現況

原子力建設技術 自立을 위한 업무분야의 하나인 플랜트 綜合設計는 표 1에 나타난 바와 같이 '95년도까지 95% 이상 達成을 目標로 하고 있다. 전술한 바와 마찬가지로 이 분야의 技術自立을 위해서도 事業遂行을 통한 技術習得, 技術導入契約 遂行을 통한 技術習得, 導入技術의 活用 및 應用을 통한 技術蓄積, 自體技術蓄積 및 開發을 하고 있으며 연도별 技術自立度의 計劃對 實績은 표 4와 같다.

이와 관련 기술자립도 측정이 되는 각 평가요소별 '91년도 9월말 현재 추진현황을 정리해 보면 대략 다음과 같다.

가. 靈光 3·4號機 事業遂行을 통한 技術習得

영광 3·4호기 용역 수행을 통한 전공정의 경험 기술 습득과 사업수행 기법 및 운용시스템의 습득을 기본방향으로 하며 脆弱分野의 設計技術, 사업수행 운용기법, 문제점 해결능력, 설계결과와 최적화 판정능력의 습득을 목적으로 하고 있으며, 현재 設計工程率은 80.54%에 이르고 있다.

나. 技術導入契約 遂行을 통한 技術習得

용역 수행중 습득이 어려운 核心, 脆弱技術을 소화, 흡수함으로써 후속 원자력사업의 독자적 수행기반 구축을 위하여 현재 기술표준자료 45권(5조 2만 page), 發電所 설계 참고자료 131만 page, 교육훈련 95개 과정, 전산 프로그램 292종을 도입 완료하였다.

다. 導入技術의 活用 및 應用을 통한 技術蓄積

외국기술공여자인 SARGENT & LUNDY사로부터 도입된 기술의 활용 및 응용을 위하여 현재 기술기준서, 설계지침서, 표준사양서 등 표준기술문서 1,200건, 전산 프로그램 인수시험 246건, 기술도입 전파 교육 51건을 완료하였다.

〈표 4〉 年度別 技術自立度

('91년 9월말 기준 : %)

연도	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95
계획	63.4	70.7	77.4	82.7	87.2	90.5	93.0	94.5	95.3
실적	63.8	72.7	77.0	82.8	85.6	-	-	-	-

라. 自體技術蓄積 및 開發

도입기술과 경험기술을 체계적으로 연계하여 기술의 고도화, 토착화로 복합 및 연결기술을 개발하며, 最新技術의 소화, 활용 및 기술상품화로 競爭優位의 기술 패키지를 위하여 현재 응용기술개발 48개 과제, 標準仕様書 및 指針書 作成 35개 과제, 電算關聯技術 開發 25개 과제, 국내의 교육훈련 및 전파 교육 260건을 수행 완료하였다.

4. 向後 展望

상기에서 언급한 技術自立計劃은 그간의 수행실적 및 評價結果를 토대로 더욱 合理的으로 推進될 것이며 技術自立 日標年度인 1995년에는 認許可의 強化와 新技術採擇 등에 관련된 5% 이내의 일부 技術分野를 제외하고는 우리의 독자적인 能力만으로도 原子力發電所를 設計建設할 수 있는 自立段階에 到達한다는 것은 아니다.

전술한 바와 같이 현재 우리가 추진중인 技術自立은 建設중인 PWR 1,000MWe급을 기준한 것이므로 改良型 輕水爐, 改良型 重水爐, 次世代(受動型) 原子爐 등에 대한 技術開發뿐만 아니라 高速增殖爐, 核融合爐 등에 대한 研究開發業務도 推進되어야 한다.

지금 政府 및 相關기관이 공동으로 中·長期 原子力 技術開發計劃을 수정 보완중에 있으며 곧 次世代 原子爐 建設에 관련된 技術開發이 着手될 展望이다.

이런 技術開發 業務가 계획대로 推進되면 2000년대에는 우리나라도 原子力 先進國에 진입하게 되어 安全하고 經濟的인 原子力發電所의 國內 建設은 물론 海外에 까지 수출하는 技術先進國이 될 것이다.