

I. 設計・施工標準化를 통한 原子力 發電單價 節減

申 載 仁

韓國電力技術株式會社

1. 序 論

1970年代의 두차례 석유위기 이후 석유의 대체에너지원으로서 原子力發電이 크게 각광을 받아 全世界의 原子力發電所의 建設이 활발히 進行되어 왔으나 근래에 와서 原子力發電의 經濟性에 대하여 많은 논란이 일고 있다. 이는 1979年 美國 TMI原子力發電所 事故 이후 原子力發電에 대한 대중의 不信增加에 따른 안전규제의 강화, 발전소 建設工期 지연과 工事費의 增加等 여러가지 要素들에 의해 原子力發電의 經濟性이 떨어졌기 때문이다. 따라서 世界各國은 原子力發電所의 經濟性을 높이기 위해서 작게는 조그마한 部品の 信賴度 向上에서부터 크게는 國家가 組織的으로 標準化事業을 推進하는 등 여러가지 對策을 實施하고 있다. 賦存資源이 不足한 우리나라 實情에서는 原子力 發電을 繼續 推進하기 위하여 原子力發電의 經濟性提高 뿐만 아니라 關聯技術의 國產化 自立이 要請되고 있다. 現在 推進中에 있는 우리나라 標準化事業도 原子力發電所 經濟性 提高와 關聯技術의 國產化 自立이라는 두개의 커다란 意味를 內包하고 있는데 本稿에서는 原子力發電所의 設計・施工 標準化와 이것이 原子力發電所 經濟性 向上에 미치는 效果를 考察하고자 한다.

2. 概念의 定立

가. 標準化의 基本概念

世界的으로 原子力發電所를 保有하고 있는 대부분의 國家들이 原子力發電所 標準化를 推進하였거나 計劃中에 있으며 그 概念과 推進方向은 自國의 電力需要, 原子力發電所 建設計劃, 技術水準, 原子力産業의 構造特性에 따라 약간씩 다르게 設定되었다.

美國의 경우 주로 認許可 촉진을 위하여 原子力規制委員會(NRC)는 다음과 같은 4가지의 標準化 方法을 提示하여 原子力産業界로 하여금 利用토록 勸告하고 있다.

(1) 參照方式(Reference System) : 發電所 部分設備(NSSS, BOP 등)의 標準設計를 미리 完成하고 實際發電所 建設時 이를 引用하는 方式.

(2) 複製方式(Duplication) : 多數 敷地에 同一한 設計로 多數의 發電所를 繼續하여 建設하는 方式.

(3) 製造認可方式(Manufacturing License) : 同一設計의 發電設備을 한 場所에서 多數를 製作 및 部分組立한 後 다른 敷地로 移送하여 完全組立 및 運轉하는 方式.

(4) 反復方式(Replication) : 이미 建設許可가 發給된發電所를 基礎로하여 敷地特性이나 新規許可基準에 맞추어 약간의 設計를 變更하여 建設하는 方式

프랑스와 독일의 경우에는 自國의 固有모델을 개발하고 海外市場 開拓 및 工期短縮을 위하여 原子力發電所 標準化를 推進하고 있는데 특히 프랑스는 “Tout Nucleaire” (All Nuclear) 政策을 채택한 이래 平均 3個月 간격으로 原子力發電所 1基를 建設・運轉하는 等代表的인 標準化 成功事例國이 되었다.

日本의 경우에는 改良標準化의 概念으로 단계적으로 標準化를 推進하고 있다. 即 1단계(1975~1977)로 NSSS를 中心으로 改良標準化를 推進하였고 2단계(1978~1980)에서는 그 範圍를 全 發電所에 擴大하여 改良하였으며 3단계(1981~1985)에서는 그동안 蓄積된 技術을 바탕으로 APWR(Advanced PWR), ABWR(Advanced BWR) 開發에 박차를 가하고 있다.

프랑스의 標準化는 단계별 複製方式을 取하고 있고 그 外의 나라에서는 參照發電所(Reference Plant) 改善이나 參照發電所의 設計改善에 의한 複製方式의 概念을 取하고 있다. (表 1 參照, 여기서 參照發電所란 새로운 發電所를 建設하거나 設計改善時 基準이 되는 發電所를 말한다.) 即 이들 各國의 標準化 깊이는 나라마다 다르지만 基本概念은 標準設計를 먼저 完成하고 後續 原子力發電所 建設時이를 繼續 活用하는 것이다.

나. 設計・施工標準化의 內容

設計・施工標準化의 基本概念은 設計標準化를 통하여 事前 設計完成率을 높임으로써 建設時 設計變更으

표 1. 각국별 표준화 배경 및 현황

구분	프랑스	독일	이탈리아/영국	미국	일본	한국
표준화 배경 및 목적	자국의 모델개발, 해외시장 개척, 건설 공기 단축	자국의 모델개발, 해외시장 개척, 건설공기 단축, 인허가 촉진	경제성 향상, 건설 공기 단축, 안정성/신뢰성 향상	인허가 촉진	독자 기술 확보, 신뢰도 향상, 피폭저감, 이용율 향상	경제성 향상, 기술자립 촉진
표준화 방법	단계별 복제방식	참조 발전소 개선	참조 발전소 설계 개선에 의한 복제 방식	참조 발전소, 복제방식, 반복 방식, 제조인가 방식	개량 표준화	참조 발전소의 설계 개선에 의한 복제 방식
현황	900MW급 제 1, 제 2 표준형 28기 건설 또는 운전중, 1,300MW급 제 3 표준형 17기 건설 및 운전중	1기 운전, 3기 건설중	이탈리아 900MW급 계획중, 영국 1,200MW급 계획중	현 적용중	APWR, ABWR 개발중	설계개선 단계 수행중

로 인한工期遲延을 미연에防止하고 施工問題點을 事前에 檢討・調整하여 원활한 施工을 이루는데 있다. 即 早期設計로 機資材 適期納品을 誘導하며 미리 建設順序를 決定하고 主要器機의 接近路 및 補修性을 事前 檢討할 수 있다. EPRI 및 Bechtel의 調査結果에 따르면 着工前 事前設計率이 60% 以上이 되어야 施工上의 問題點이 줄어지고 機資材의 適期納品이 可能하다고 이야기하고 있다. 뿐만아니라 事前設計에 따라 모듈화 建設技法을 最大로 活用할 수 있으며 器機 및 設備의 運搬 및 設置에 關한 事項을 事前에 考慮하여 建設에 必要한 建設重裝備의 規模 및 位置를 決定함으로써 建設工期를 상당히 短縮할 수 있다. 또한 設計時 主要器機의 交換이나 補修를 위한 空間確保, 裝備運搬, 接近性 등을 考慮하여 設計를 遂行함으로써 補修期間을 短縮시켜 利用率을 向上시킬 수 있다.

設計標準化에 포함되는 內容으로는 認許可 關聯書類 (安全性分析報告書 等)의 標準化, 概念設計 및 標準設

計 指針書 開發, 主要建物の 配置, 各種 設計에 必要한 標準計算書 作成, P & ID等 主要標準圖面의 作成, 標準 Spec.作成, 業務遂行節次의 確立등이 있다. 施工標準化에는 標準工程의 確立, 모듈화 對象의 選定, 主要 機資材 納品 및 發注期間, 建設順序, 建設重裝備의 主要諸元 및 位置選定, 標準器機 및 部品目錄 作成 等이 포함된다.

3. 設計・施工標準化를 통한 發電單價 節減

가. 原子力 發電單價

原子力 發電單價는 원자력발전소의 經濟壽命期間 동안에 투입된 總發電費用을 同 期間동안에 생산한 總電力量으로 나눈 값으로 정의된다. 투입된 總發電費用은 表 2에서 보는 바와 같이 크게 投資費(Capital Cost), 運轉維持費(Operating & Maintenance Cost), 燃料費(Fuel Cost) 및 社會間接費用으로 구분된다.

表 2. 原子力 發電費用 構成要素

投資費 (Capital Cost)	運轉維持費 (O & M Cost)	燃料費 (Fuel Cost)	社會間接費用/效果	總發電費
II	II	II	II	
<ul style="list-style-type: none"> • 건설비 • 건설중 이자 및 물가 상승비 • 초기 연료비 • 해체비 • 보험/세금 • 중수(필요시) 	<ul style="list-style-type: none"> • 노무비 • 부품비(Spare Parts) • 소모품비 • 중수보충 및 수질유지비(필요시) 	<ul style="list-style-type: none"> • 연료비 • 사용후 연료비(처리/처분/저장) 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경영향 • 고용효과 • Infrastructure(항구, 하역시설) • 수출증대 • 국산화(부존 자원의 최대 활용) 	

表 3. 原子力發電單價構成費(例) (단위: %)

國家	因子	投資費	運轉維持費	燃料費
벨기에		50	23	27
캐나다		53	25	22
핀란드		61	10	29
프랑스		49	18	33
서독		55	16	29
일본		52	18	30
스웨덴		57	15	28
미국		64	13	23
영국		69	9	22

이 중 投資費는 建設費(기자재비용, 설계엔지니어링 비용, 시공건설 비용, 부지매입비용 등), 건설중 발생된 利子 및 物價上昇費, 초기 원자로에 장전되는 核燃料費, 발전소 壽命終了後 해체비용, 보험 및 세금 등으로 구성되어 있으며 運轉維持費는 발전소 운전·유지에 필요한 勞務費, 豫備部品費 및 기타 消耗品費 등이고 燃料費는 발전소 수명기간동안에 소모되는 核燃料費와 사용후핵연료를 處理·處分하는데 소요되는 비용으로 구성된다. 그리고 社會間接費用이란 주변 환경 영향, 고공효과, 부존자원의 활용측면 등을 고려하는 것이다.

그런데 表 3에서 보는 바와 같이 원자력발전소의 發電費用 構成項目중 가장 비중이 큰 것은 投資費이며 이 투자비에 영향을 미치는 主要因子들은 건설기간, 이자율 및 물가상승율, 기자재비용, 설계엔지니어링 비용 및 시공건설 비용등이다. 이 중 가장 크게 영향을 미치는 因子는 建設期間, 利子率 및 物價上昇率이다.

예를 들면 (참고문헌 2 참조) 原子力發電所의 實投入 建設費가 15억 달러이고 통화팽창율(물가상승율)이 6%/年, 실질이자율이 5%/年 이라고 할 때,

1) 建設期間이 6년인 경우에는 건설기간중 이자 및 물가상승비가 약 7억 달러로 實建設費의 50%가 되고,

2) 建設期間이 12년으로 연장되는 경우에는 동일한 이자율 및 물가상승율을 적용해서 건설기간중 이자 및 물가상승비가 實建設費의 200% 이상이 된다.

한편, 運轉維持費에 영향을 미치는 因子들로서는 發電所의 利用率(load factor), 經濟壽命 및 運轉補修改善 등이고 核燃料費는 세계적인 核燃料의 安定的 供給에 따라 결정된다.

나, 標準化에 따른 發電單價 節減效果

原子力發電所 設計・施工標準化에 의한 發電單價 節減效果는 發電單價를 구성하고 있는 여러가지 因子들에 복합적으로 적용되므로 각 因子別로 節減效果를 定

量的으로 기술하기는 곤란하다.

本稿에서는 標準化에 의한 原子力 發電單價 節減效果를 建設投資費 低減效果와 生産性 向上및 運轉 維持費 低減效果로 나누어 記述하기로 한다.

1) 建設投資費 節減效果

원자력발전소 건설투자비에 미치는 標準化의 효과는 발전소 건설에 필요한 機資材費用, 設計엔지니어링費用, 및 施工建設費用 등 直接的인 所要費用에서의 節減效果와 建設工期短縮에 의한 間接的인 費用節減效果로 대별할 수 있다. 이중 원자력발전소의 初期投資費의 比重을 고려할 때 건설공기단축에 의한 費用節減效果가 直接的인 건설투자비 節減效果에 비해 훨씬 크게 나타난다. 이러한 建設投資費節減을 가져오는 표준화의 효과는 설계엔지니어링, 機資材製作 및 購買, 施工建設 및 認許可로 區分하여 설명될 수 있다.

가) 設計엔지니어링

원자력발전소 설계표준화를 위한 예비조사나 기본연구 및 초기설계에 소요되는 기간과 경비는 주문발전소의 경우에 비해서 증가하는 반면에 계속되는 後續機設計에 반복 적용함으로써 認許可基準의 변경이나 技術開發에 의한 설계변경등을 감안하더라도 이에 따르는 설계엔지니어링 소요비용의 節減效果는 크게 上昇하게 된다. 또 事前 설계를함으로써 建設管理를 용이하게 하고 건설공정을 미리 예상 조절할 수 있어 建設工期를 短縮하는 데 크게 기여하게 된다.

나) 機資材

원자력발전소의 機資材는 대부분 高度의 品質과 信賴度를 요구하고 있으므로 製作設計에 필요한 절차, 설비 및 기술 등이 확보유지되어야 한다. 그런데 標準設計에 따라 기기를 설계제작하는 경우 동일한 절차, 설비 및 기술을 반복 사용하게 되므로써 製作共通費用이 감소되고 기술의 숙련으로 製作期間의 短縮과 品質 向上도 이루게 된다. 아울러 기기제작, 발주의 조절을 용이하게 할 수 있으므로 기자재의 인도시기가 정확하게 되고 상대적으로 建設工期의 短縮效果를 얻을 수 있으며 이에 따라 건설관리를 효율적으로 수행할 수 있는 부수효과도 간과할 수 없다.

다) 施工建設

標準工法, 標準施工節次를 사용하고 單位工程을 표준화함으로써 동일 업무를 반복수행하여 업무의 숙련도 증가등으로 인한 工期短縮과 시공품질의 향상을 기대할 수 있다.

라) 認許可

標準原子力發電所 設計에 대한 認許可를 획득하게 되면 그 이후 設計에는 認許可基準 변경이나 設計改善

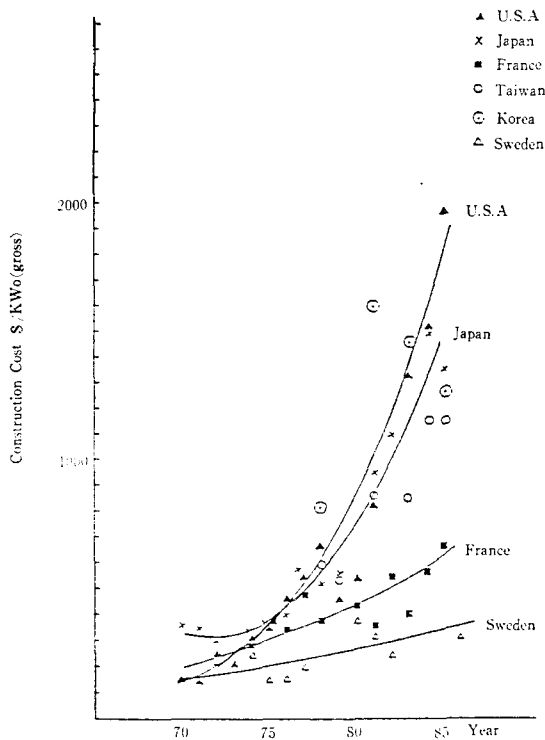


그림 1. 原子力發電所建設費 증가 경향

사항에 대한 일부분의 인허가만 받으면 된다. 따라서 發電所 건설시마다 인허가 서류와 자료를 제출할 필요가 없으며 또 이로 인하여 認許可에 所要되는 人力과 時間이 대폭 절감되고 建設工程상 지장을 받지 않으므로 圓滑한 建設管理 수행으로 建設工期를 短縮할 수 있다.

또 認許可基準의 變更은 建設中 設計變更과 이로 인한 建設工程의 再調整등이 必然的으로 뒤따르게 되어 建設工期의 遲延을 不可避하게 한다. 그림 1에서 보는 바와같이 認許可基準의 變更이 잦은 美國의 경우 建設工期 遲延 및 設計補強으로 인한 建設費 上昇이 莫大하고 반면에 일정기간 認許可基準을 凍結하는 프랑스는 相對的으로 建設費 增加幅이 대단히 적다. 美國의 認許可基準에 依存하고 있는 우리나라에서도 일정기간 동안 認許可基準 凍結의 施行을 標準化와 連繫하여 研究檢討하는 것이 바람직하다.

2) 運轉維持費 節感 및 生産性 提高

運轉維持費에 있어서 標準化에 의한 발전단가 절감 효과는 크게 유지보수 저감과 生産性 向上效果로 나눌 수 있다. 원자력발전소는 석유나 석탄화력발전소보다 發電單價가 낮기 때문에 기저부하용으로 사용되고 있으며 이 때문에 運轉 停止時間 단축에 의한 電力生産

量증가, 즉 利用率 向上은 발전단가 절감에 커다란 비중을 차지하고 있다.

運轉維持가 發電單價에 미치는 標準化의 效果를 大別하면 다음과 같다.

첫째, 운전방법의 표준화에 의한 發電單價 節減效果를 들 수 있다. 즉, 표준화된 발전소의 경우 單一 運轉敎育설비(Simulator)로 전 운전원의 敎育이 가능하며 발전소간 운전원의 상호교환이 가능하고 소수의 정예 기술인력으로 다수 발전소의 운영상 문제를 해결할 수 있으며 運轉의 信賴度가 높아짐으로 해서 운전미숙이나 오조작에 의한 發電所 停止回數가 감소하게 되어 발전소의 이용율을 향상시키게 된다.

둘째, 표준발전소의 경우 各 機器나 設備의 점검 및 유지보수절차가 동일하므로 各 單位業務의 標準化로 문제발생시 즉각적 대처가 가능하고 補修技術의 향상을 기할 수 있으며 이에 따라 설비의 信賴度가 향상된다. 또한 동일한 發電所 檢査節次와 方法을 확립하고 檢査要員의 소수 정예집단화와 순환점사제도를 적용함으로써 檢査期間의 短縮은 물론 設備信賴度의 증진을 기대할 수 있다.

세째, 표준화된 발전소에 있어서는 部品の 互換性이 보장되므로 소수豫備品の 集中管理(Pool 制)로 필요한 경비가 대폭 감축되며 부품교체 필요시 즉각적인 대처로 發電所 運轉停止期間이 短縮되는 效果를 얻을 수 있다.

다. 海外의 設計・施工 標準化를 통한 發電單 價節減事例

海外 原電의 設計・施工 標準化를 통한 發電單價 節減事例를 들어보면 다음과 같다.

1) 미 국

그림 2는 사전 승인된 부지에 표준화된 설계를 채택할 경우(참조방식) 주문발전소에 비해 發電所 전체 建設期間을 1978年 基準으로 11年 정도에서 약 8年으로 短縮시킬 수 있음을 보여주고 있으며, 이것은 1968年 代의 원자력발전소 建設期間과 대등한 것이다. 전체 건설공기를 32개월 정도 短縮시킬 수 있으므로 費用으로 본다면 2억 5천만 달러 정도의 투자비 절감효과를 얻을 수 있는 것이다. 이는 1980년말의 發電所 建設費用으로 환산하여 볼 때 15~20%의 費用節減에 해당된다. 특히 현재 고려되고 있는 1단계 인허가제도가 승인 되면 인허가기간이 더욱 短縮될 것으로 보인다.

실제로 SNUPPS(Standardized Nuclear Unit Power Plant System) 計劃의 하나인 Wolf Creek發電所(1985. 9 운전개시)는 1979年 이후 運轉許可를 받은 發電所중 가장 적은 건설기간(94 개월)을 나타냈으며 標準化에

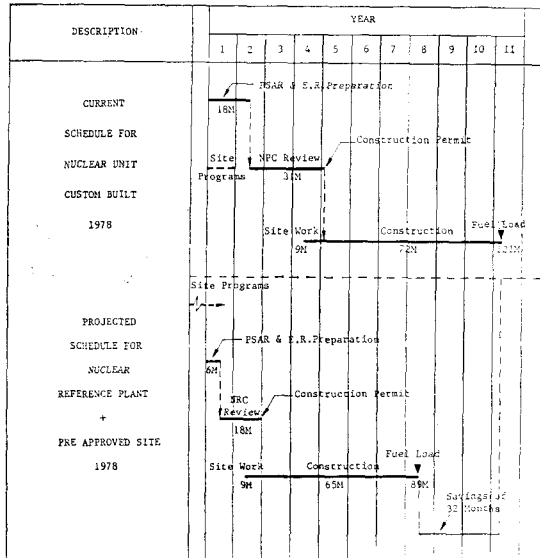


그림 2. 미국의 표준화에 의한 lead time 단축효과

의한 費用節減效果는 2억 달러 이상인 것으로 알려져 있다.

2) 프랑스

프랑스에 있어서 원자력발전소 標準化로 인한 經濟性向上 효과는 주로 建設期間短縮으로 설명될 수 있다. 그림 3에서는 프랑스의 900MWe급 標準發電所인 CP1 및 CP2 계열 發電所의 건설기간을 보여주고 있다. 原子爐 發注에서 계통병입(Coupling to Grid)까지의 建設

工期가 初期運用型인 Fessenheim 발전소의 80개월에서 최근의 Chinon 발전소에서는 60개월에 가까운 수치로 短縮되었는데 建設工期가 가장적게 소요된 發電所는 St. Laurent 2 발전소로서 54개월이 소요되었다. 이 실적은 他國의 성과와 비교한다면 分明히 標準化의 덕으로 얻은 만족할 만한 실적으로 평가된다. 投資費의 節減效果가 실제로 얼마나 있었느냐는 것은 數的으로 算定하기는 어려우나 상당한 費用節減效果를 얻은 것으로 보인다.

3) 일본

1975년부터 3차로 나누어 추진해온 輕水爐 改良標準化計劃에는 設計의 標準化 및 認許可 申請서류의 標準化를 포함하고 있는데 이것이 성취되면 인허가 수속의 效率化 및 期間이 短縮되어 建設工期를 줄일 수 있는 요인이 되며 특히 제 3차 改良標準化計劃 기간중에는 建設工法에 대한 改良이 포함되어 있어 이것에 의해 건설기간을 줄일 수 있을 것으로 보인다. 이미 改良標準化의 덕으로 원자력발전소 건설기간이 여타 국가에 비하여 매우 짧아져 最近에는 着工에서 商業運轉까지의 기간이 평균 54개월로 나타나고 있다. 특히 1985년 1월에 商業運轉을 시작한 Takahama 3 發電所는 着工에서 商業運轉까지의 期間이 단 50個月이 소요되었다. 또한 Kashiwazaki-Kariwa 2 (1990. 10 운전예정)와 5호기(1990. 4 운전예정)의 경우에는 모듈식 배관시공, 자동용접기 사용, 대형크레인 사용 등 각종 建設工法의 改良을 채택한 결과 Kashiwazaki-Kariwa 1호기(1985. 10 운전예정)에 비해 建設費를 15%정도 절감사

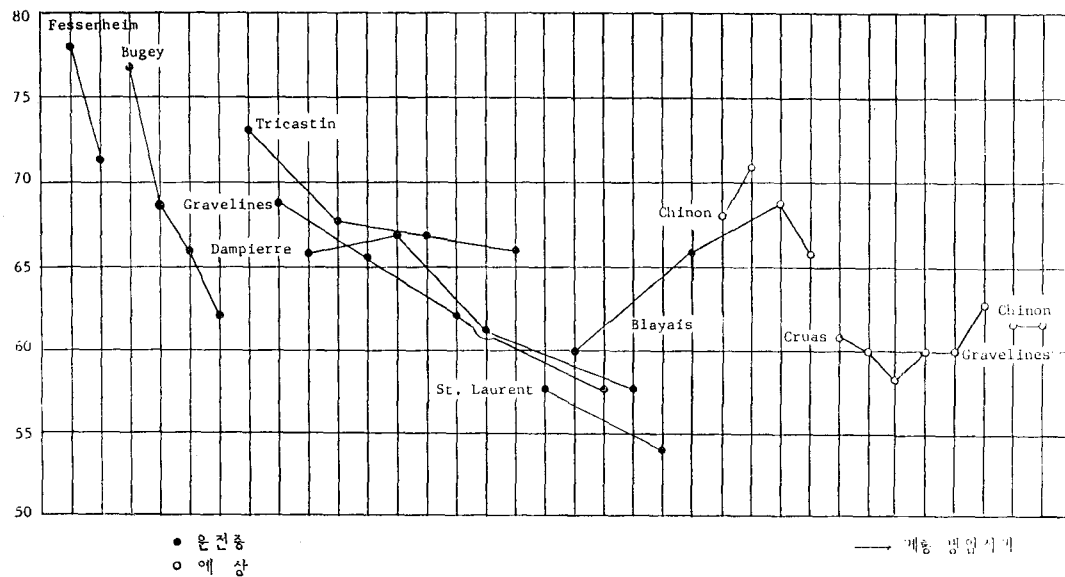


그림 3. 프랑스 900MWe급 표준발전소 건설기간(원자로 발주에서 계통 병입까지)

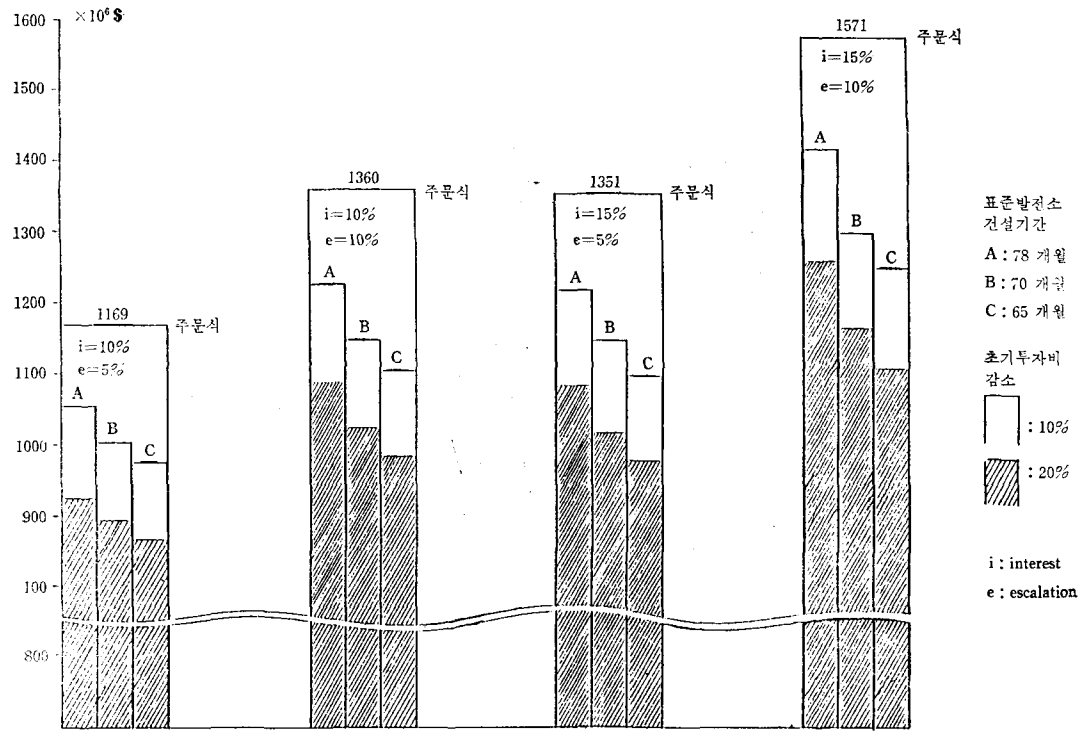


그림 4. 표준화에 따른 건설비 절감효과

킬 수 있을 것으로 평가하고 있다.

輕水爐 改良標準化計劃의 주도기관인 通商産業省에서는 원자력발전소 建設費의 절감이 原子力 發電單價를 좌우하는 포인트로서 인식하고 建設費를 10%정도 낮추는 目標하에 표준화를 적극 추진하여 設計의 標準化, 각종 建設技法의 改良이 필요하다고 생각하고 있다.

4) 서 독

서독에서는 설계의 표준화 및 인허가절차의 표준화에 의해 數年의 기간에 數基의 原子力發電所에 대하여 동시에 認許可節次를 끝낸 후 建設하는 이른바 Convoy 概念下에 인허가의 단축을 꾀하고 있으며 이로써 종래 15단계에 달했던 인허가과정이 4단계 (2단계의 建設許可, 2단계의 運轉許可)로 대폭 축소될 것으로 기대하고 있다. 이로써 Isar-2발전소등 3基의 標準發電所의 建設期間 70개월을 目標로 건설중에 있어 이것이 성취되면 이들 發電所의 投資費節減效果를 얻을 수 있다.

라. 우리나라 標準化事業의 期待效果

標準化에 의한 經濟性 向上效果는 外국의 사례에서도 살펴본 바와같이 특히 認許可 및 建設工期 短縮에 의한 投資費감소의 형태로 나타나지만 標準化가 완성되어 실제 우리나라 원자력발전소에 적용하게 되면 建

設工期 短縮效果 외에도 利用率 向上效果와 技術自立에 의한 國產化 제고등의 효과를 얻을 수 있다.

國內 設計・施工標準化가 完成되어 위와같은 效果를 얻게 되면 그림 4에서 보는 바와 같이 뚜렷한 建設費 절감효과를 얻을 수 있다. 標準化에 의해 初期投資費를 10% 감소시키고 建設期間을 78개월에서 70개월로 8개월 단축시킬 수 있을 때 물가상승율 5%/年, 利率 10%/年의 경우 建設費를 약 1억 7천만 달러 절감시키는 효과로 나타나며 이는 약 15%정도 費用을 절감시키는 것이다. 또한 標準化로 인해 利用率을 10%정도 향상시킨다면 利用率向上에 따른 發電量증가, 석탄 발전소 건설 불필요에 따른 利得 등을 고려할 때 1983年 現가로 약 9천만 달러 정도 費用을 절감시킬 수 있다. 標準化에 의한 비용절감액 계산시 考慮한 주요 가정사항은 다음과 같다.

• 發電所 經濟壽命은 25年이다.

• 初期投資費는 建設期間의 중간시점에서 投資되는 것으로 看做한다.

• 주문식 原子力發電所의 初期投資費는 7억 3천만 달러이다.

• 금액은 1983年 現가를 基準으로 한다.

4. 結 論

世界的으로 原子力發電所의 經濟性을 提高하기 위한 여러가지 방안 가운데 가장 많은 나라에서 고려하고 있거나 추진하고 있는 것은 原子力發電所 標準化事業이다. 이러한 標準化 事業은 위에서 살펴본 바와 같이 原子力發電所의 建設工期 短縮과 직접적인 建設投資費의 節減效果가 至大할 뿐만 아니라 利用率 向上 측면에서도 상당한 寄與를 하므로써 運轉維持費의 節減效果도 크다. 賦存자원이 부족한 우리나라에서는 餘他에너지源 보다도 原子力發電의 經濟性이 상대적으로 높다. 이러한 우리나라의 입장에서는 原子力發電의 經濟的 優位를 계속 維持해야 되며 이를 위하여 原子力發電所의 標準化事業은 不可避한 것이다. 현재 추진중인 우리나라의 표준화사업계획에 대한 經濟性을 보면 發電單價를 적어도 10%이상 節減할 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 이러한 原子力發電所 標準化事業은 그 規模와 性格으로 미루어 볼 때 一個기관이나 산업체 단독 能力만으로 수행하기에는 甚한 大規模의 汎國家的인 事業인 만큼 능력있는 技術人力의 的욕적인 사명감만 가지고 되는 것이 아니라 관련업체의 끊임없는 지원, 명확한 사업수행계획의 樹立 및 發展, 有關기관이 조

적적인 협조 등이 이루어져야만 早期에 성공적으로 수행될 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

1. “標準原子力發電所 設計에 관한 研究” 報告書 1차 2차 과학기술처, 1984. 3, 1985. 7.
2. L.L. Bennett, “Economic Performance of Nuclear Plants: How Competitive?” IAEA Bulletin, Vol. 27, No. 1, Spring, 1985.
3. T. Kawahito, T. Seko, “Aiming for Cost Reduction at Tepco's Kashiwazaki-Kariwa BWR,” NEI, Aug. 1984.
4. K. Nowak, “The West German Convoy is making good progress,” NEI, Mar. 1984.
5. L. Koerper, “Wolf Creek reaps the benefit of standardization,” NEI, Jul. 1985.
6. T. Sasaki, “대체 에너지원으로서 원전의 경제성” 원자력산업, 1985. 6.
7. 申載仁, “원전표준화사업의 현황과 전망”, 원자력산업, 1985. 4.
8. “프랑스의 원자력 개발계획—표준화의 잇점”, 원자력산업, 1984. 3. 4.