

原子力機資材 試驗評價 專擔機構 設立 計劃

李 楷

<韓國原子力研究所·工博>

1. 背 景

우리나라는 1978년 古里原子力 1호기의 商用發電을 계기로 세계에서 21번째의 原子力發電國家가 되었다. 특히 政府가 강력하게 추진하고 있는 脫石油 정책은 서기 2000년에 總 電力生産量의 약 60%를 原子力이 담당한다는 의욕적인 原子力 개발정책을 주축으로하고 있어 原子力을 電力에너지의 주종으로 삼고 있는 프랑스 日本, 소련과 더불어 우리나라는 세계적으로 가장 原子力發電을 집중적으로 개발하는 4個 國家중의 하나가 되었다.

이러한 정책의 밑바닥에는 原子力發電의 安全性과 높은 信賴度를 바탕으로 한 經濟性이 전체 조건임을 필수적인 일이다. 특히 1979년 原子力發電技術의 종주국인 美國에서 발생한 Three Mile Island(TMI) 核事故는 더욱 높은 차원의 安全한 運轉과 原子力發電所 機資材의 信賴度를 요구하게 되었다. 특히 우리나라는 原子力 5, 6호기 부터 non-turnkey 建設 방식을 채택하게 됨에 따라 機資材 國產化의 범위를 단계적으로 2次계통의 非核水準部品에서 부터 1次계통의 核水準部品으로 확대해 나가고 있다. 또한 稼動中인 原子爐 1次계통의 健全性을 확인하기 위하여 매년 核燃料 交替시기마다 실시하고 있는 용접 부위의 稼動中檢査(ISI, inservice inspection) 업무도 安全性 확보를 위한 필수조건으로 수행되고 있다.

이러한 國家的 요청에 따라서 韓國原子力研究所는 核水準級部品 hardware의 實物實證試驗을 위주로 하는 原子力機資材 試驗評價機構(NETEC: Nuclear Engineering Test & Evaluation Center)의 設立을 추진하고 있다. 原子力研究所의 附設機關으로 建設될 NETEC의 設立目的은 첫째, 原子爐 主要機器의 定期的 安全性 點檢을 위한 稼動中檢査(ISI) 업무를 수행하고,

둘째, 原子力發電所에 공급되는 核水準級部品들, 특히 펌프類, 벨브類, 核燃料集合體의 品質 및 機械的 性能試驗評價와,

셋째, 國內核水準部品 生産業體의 品質公認制度로 집행하는데 있다.

이 NETEC 事業의 추진은 1978년 6월에 原子力研究所와 Atomic Energy of Canada Limited가 공동으로 수행한 韓·加原子力共同研究(Joint Canada-Korea Study)에서 原子力研究所에 機資材試驗評價 專擔機構의 設立을 건의한 바 있고 같은해 美國의 Southwest Research Institute (SwRI)의 諮問을 받아 稼動中檢査技術 自立을 위주로 한 原子力 發電所 設備改良(Plant betterment) 專擔機構의 設立에 대한 타당성연구를 수행한 바 있다. 위 두건의 타당성 조사연구결과를 바탕으로 1978년 12월에서 1979년 3월까지 原子力研究所의 研究陣을 캐나다 AECL의 Sheridan Park Engineering Lab.에 파견하여 NETEC의 概念設計報告書를 작성 완료하였고 1979년 1월 原子力研究所에 NETEC의 設立을 專擔하는 試驗評價部를 신설한바 있다. 또한 原

原子力研究所는 NETEC 업무의 1단계로 古里原子力 1호기의 1979년도 제 1 차 稼動中檢査 업무를 韓電으로부터 위탁받아 SwRI로부터 技術傳授를 통하여 성공적으로 수행 하였으며 후속 稼動中檢査업무의 본격적인 추진을 위하여 준비중에 있다.

原子力機資材 國產化 추진 현황은 최근 國內 重工業體의 發電設備生産計劃과 政府의 重工業投資 조정 등으로 아직도 초기단계에 있다. 核水準級部品の 性能實證試驗을 충분히 활용하기에는 國產機資材의 원활한 供給이 선행되어야 함으로 NETEC의 建立 필요성과 機資材 國產化 추진계획은 불가분의 관계를 가지고 있다. 이를 위하여 原子力研究所가 1979년도 商工部의 의뢰로 수행한 原子力發電所 機資材國產化 基本計劃 樹立研究 結果를 보면 機資材 中 國產育成 대상 품목 43개의 發電所 계약연도별 國產化率은 1979년도(7, 8호기 기준)의 24.9%에서 1987년도에는 87.1%에 이르는 것으로 추정되었다. 이 연구와는 별개로 韓電이 7, 8호기 건설계약서에 명시한 품목 및 國產化率은 NSSS系統이 22%, T/G系統이 31%로 原子力研究所의 추정치를 上廻하고 있다.

이하에 소개하는 原子力機資材試驗評價機構의 設立 運營計劃은 原子力研究所가 1980년도 新規

事業으로 추진중인 事業計劃書에서 발췌한 것이다.

2. 原子力機資材試驗評價機構의 역할

核水準級部品の 實物實證試驗評價와 原子力發電所 設備改良을 위한 NETEC과 國內 他 기관과의 상호관계는 다음 그림 1과 같다. NETEC은 國內 또는 外國에서 생산된 核水準級部品 中 高度의 安全性과 信賴度를 요구하는 선정된 품목의 性能試驗, 耐震實驗 및 稼動中檢査를 수행하며, 國內 他 試驗所와 研究所의 시설을 共同 활용함으로써 중복시설투자를 배제하고 專門技術人力을 효율적으로 양성, 활용하고 또한 核水準級部品の 品質公認制度 수행을 포함한 國家品質保證體制의 중추적 역할을 담당하게 된다.

3. 試驗對象品目 및 內容

NETEC의 試驗對象品目은 試驗이 수행되는 장소로 보아 다음 세가지로 구분된다.

가. 發電所現場試驗—稼動中檢査

설치 완료된 原子力發電所 1次系統은 核燃料裝填 직전에 특수 비파괴 검사(주로 超音波탐상법)를 통한 1次壓力境界 용접부위의 健全성이 평가되고 稼動中에도 매년 정기적으로 같은 부분의 健全성이 初期와 비교 평가 된다. 이의 對象品目은 原子爐容器, 加壓器, 蒸氣發生器 및 1次配管系統 全域의 용접부위로 매 10년을 주기로 매년 일정한 부분을 비파괴 검사하게 된다. 이 작업의 技術指針은 科學技術處가 定하며 具體的인 檢査部位, 時期 및 方法은 稼動前檢査(Pre-service Inspection)시에 事業主가 決定하여 科技處의 承認을 得하여야 한다.

나. NETEC 現場試驗—部品性能試驗

지금까지 세계각국의 原子力發電所 商業運轉 실적을 보면 고장율이 가장 높은 부품이 벨브類 펌프類 및 蒸氣發生器의 傳熱管으로 나타나고

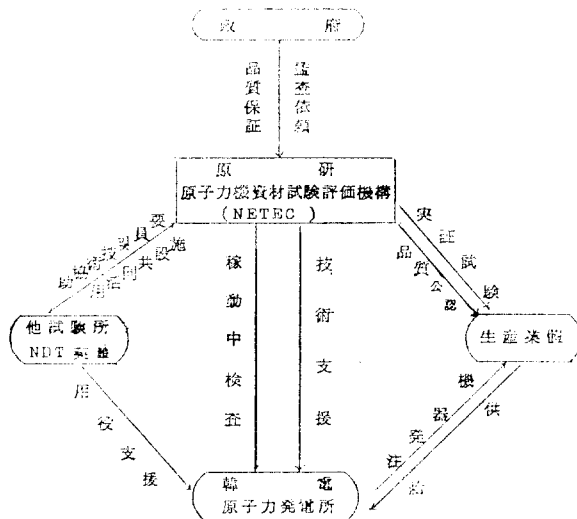


그림 1. NETEC과 國內 他機關과의 상호관계

□ 展 望

있다. 이 중에서 부품의 고장時 放射性物質의 누설을 일으킬 수 있는 부품을 核水準級 부품이라 칭하고 NETEC에 설치된 1次系統의 壓力, 溫度, 水質 및 流量을 모의한 hot water loop에서 그 성능과 품질을 實物實證試驗하게 된다. 여기서 試驗對象品目은 核水準級 밸브類, 펌프類 및 核燃料集合體 등의 機械部品으로 ASME Code Section III Class 1, 2, 3에 따라 1級, 2級, 3級の 세 등급이 있다. 1級은 1次 壓力境界에 걸리는 부품으로 이의 파손이 심각한 核事故를 유발시키는 부품이고 原子爐 冷却 펌프, 加壓器 安全밸브, 壓力放出밸브 등이 여기에 속한다. 2級은 부품의 파손사고시 방사능 오염사고를 유발시킬 가능성이 있고 주로 100°C 이상 10氣壓 이상의 구역에 위치하는 것으로서, 充填펌프, 殘熱除去펌프, 格納容器스프레이펌프, 格納容器 커치밸브, 主蒸氣安全밸브, 大氣放出밸브 등이

여기에 속한다. 3級은 부품의 파손시 방사능 오염사고의 가능성은 있으나 주로 100°C 이하 10氣壓이하의 구역에 위치하는 것으로서, 補助給水펌프 및 밸브, 既使用核燃料를冷却펌프 등이 여기에 속한다.

또한 가상적인 地震에 대비하여 설계된 耐震等級 I級, II級 부품(주로 計裝部品)의 耐震實證試驗도 NETEC에서 수행하게 된다.

다. 生産工場現場試驗—品質公認制度

NETEC에서 實物試驗이 불가능하거나 불필요한 기타 다수의 核水準級 機械類 部品에 대해서는(예를들면, 압력용기, 열교환기, 탱크類 등) 정부를 대신하여 NETEC의 公認檢査官이 生産工程에 직접 입회하여 부품의 품질을 확인하는 작업으로 이는 美國機械學會(ASME)가 수행하고 있는 N-Stamp 公認制產와 유사한 개념을

표 1. NETEC 設備別 試驗內容

建物	設 備	試 驗 對 象 品 目	試 驗 內 容
高 溫 流 體 試 驗 棟	Hot test loop 3600 gpm 170 氣壓 340°C	펌프類 {Centrifugal 型 Positive Displ 型 등}	<ul style="list-style-type: none"> • 常溫, 高溫 性能試驗 • 振動, Critical Speed • 非常運轉試驗 • Cavitation, NPSH 試驗 • Seal 開發
		밸브類 {Gate 型 Globe 型 Diaphragm 型 Bellows 型 등}	<ul style="list-style-type: none"> • Thermal Cycling • 開閉反復試驗 • 流量調整試驗 • 漏泄試驗
		重水型 核燃料 集合體	<ul style="list-style-type: none"> • 壓力降下 • Endurance · 마모 · 衝激 · 強度
		輕水型 核燃料 集合體	<ul style="list-style-type: none"> • 熱水力試驗 • 振動 · lift force • 制御棒 落下試驗
	振動臺 {5000 lbf 級} {100 lbf 級}	耐震等級 1級品目 (計裝部品 · 核燃料等)	• 設計地震에 따른 強制振動試驗
非 破 壞 試 驗 棟	超音波 探傷器 渦流探傷器 磁粉探傷器 放射線透過試驗器	原子力發電所 1次壓力 境界部分 의 熔接部位	原子力發電所의 建設 및 運轉期間 中 實 施하는 稼動前 및 稼動 中 非破壞檢査의 遂行 및 結果解析

우리나라에 土着化하는 계획을 말한다.

4. 試驗設備

NETEC 概念 設計報告書에서 제안한 시설규 모를 보면 稼動中檢査 업무를 담당할 非破壞試驗棟 및 放射線汚染器機棟, 部品性能試驗을 담당할 高溫流體試驗棟 등 총 5개건물에 施設면적이 약 4,300坪에 달한다. 건물별 주요 設備 및 試驗內容을 요약하면 표-1과 같다.

5. 建設 및 運營계획

NETEC의 建立은 1979년 新規事業으로 승인된 이래 1980년 忠南 大德專門研究團地 內에 敷地가 選定되었고 設計 작업이 추진중에있으며, 1982년 竣工하면 1983년부터 正常運轉에 들어갈 예정으로 그 주요 일정은 표 2와 같다. 運營은 稼動中檢査 업무와 部品性能試驗업무 및 試驗중 발생하는 결함의 評價 업무로 大別되며 이중 특수 비파괴검사 기술 및 장비를 요구하는 稼動中檢査 업무는 이미 1979년에 수행한 고리 1호기 제 1차 ISI 업무를 필두로 하여 韓電이 建設 運轉 중인 후속기 原子力發電所에도 적극 참여할 계획이다. 品質公認 업무는 國內에서 核水準급 部品를 제작하는 生産業體들의 品質保證計劃 감사와 주요공정 立會를 통하여 구체적인 生産部品の 安全性을 확인하는 國家品質公認제도이다.

이러한 업무의 성공적인 수행을 위하여는 生産業體, 電力會社와 NETEC 간의 긴밀한 유대 관계를 定立하는 制度的 뒷바침이 선행되어야 할 것이다.

표 2. NETEC 建設日程

區分	年度別	'79	'80	'81	'82
企 劃	概念設計	▽	▽		
	事業承認				
數 地 確 保	選定買入	▽	▽		
	Master Plan	▽			
設 計	實施設計				
建 設					
○高溫流體試驗棟					着工完工 ▽
○非破壞試驗棟				着工完工 ▽	
○放射線汚染機器棟			▽		▽
○放射線透過試驗棟			▽		▽
○管理棟其他					▽
借款 및 機器發注					
○借 款	借款先確保		借款協定 ▽		
○機器導入設置			機器發注 ▽		設置 ▽
要員海外訓練		1次派遣 ▽	2次完了 ▽	2次完了 ▽	3次完了 ▽

