

# 原子力發電所의 廢止措置

## 商業用施設을 中心으로

### 》概 要《

原子力發電의 착실한 진전에 따라 최종적으로 운전을 끝낸 商業用原子力發電施設의 취급, 소위 廢止措置에 대해 사회의 관심은 높아져가고 있으며, 廢止措置의 구체적인 방법(工程)을 밝히고 廢止措置에 관한 여러 대책을 확립, 도모해나가는 것이 原子力發電의 원활한 추진을 도모하는데 중요한 과제로 되어 있다.

이와같은 의도하에서 '84년3월에 總合에너지調査會 아래에 原子爐廢止措置對策 小委員會가 설치되어 原子力發電施設의 廢止措置에 관해 일본의 실정에 맞는 합리적인 工程, 費用對策, 廢棄物의 處分, 技術개발 등에 대해 검토가 행해져왔는데 '85년7월2일의 同小委員會에서 검토가 끝나 7월15일의 總合에너지調査會에서 보고서가 정리되었다.

이 報告書의 내용을 中心으로 日本의 廢止措置를 검토해 보았다.

### 1. 케이스스터디의 實施

日本의 실정에 알맞는 합리적인 廢止措置方式 및 安全貯藏期間(以下 標準工程이라 함)을 선정하기 위해 原子爐廢止措置對策 小委員會에서 표준적인 原子力發電施設에 대해 폐지조치 비용, 작업자가 받는 線量, 廢棄物量 등을 산출하는 케이스스터디가 다음의 내용을 대상으로

실시되었다.

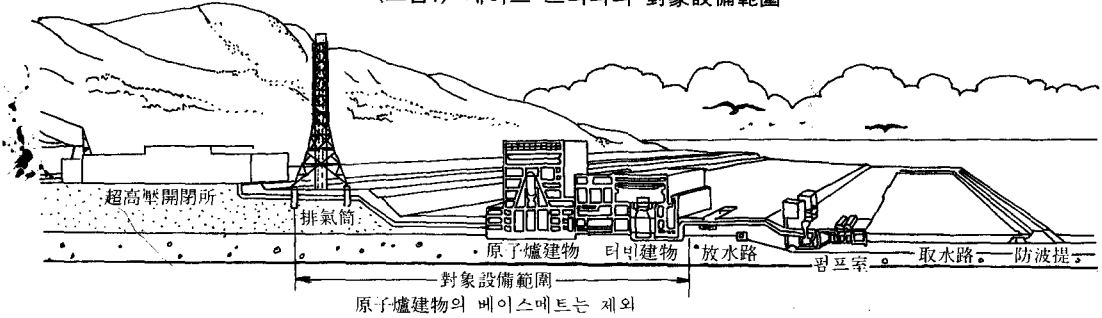
#### (1) 設備範圍

케이스스터디의 대상설비의 범위는 火力 등의 종래의 발전시설과는 달리 原子力發電施設의 廢止措置에 있어서는 安全確保, 費用對策 또는 放射性廢棄物의 處分에서는 특별한 조치를 필요로 하는 것에 한정했다. 구체적으로 원자로 건물, 보조건물, 방사성폐기물처리건물, 터어빈건물과 이들 건물내의 機器設備, 건물밖에 있는 방사능에 오염된 탱크류 및 기기류이다. 다만, 固體廢棄物貯藏庫에 대해서는 일반적으로 共用施設로서 사용되고 있으며, 해당 原子力發電施設의 폐지조치후에도 사용될 수도 있으므로 대상설비범위에서는 제외했다(그림1 參照).

#### (2) 作業範圍

原子力發電施設의 최종적인 運轉終了부터 敷地利用에 이르는 일련의 작업은 ① 사용한 燃料의 냉각 및 반출과 운전중에 발생한 放射性廢棄物의 處分·處理, ② 系統除染, ③ 安全貯藏, ④ 機器建物の 解体, ⑤ 放射性廢棄物로서 취급할 필요가 없는 廢棄物의 處分, ⑥ 放射性廢棄物의 處分, ⑧ 敷地利用을 위한 작업 등으로 분류할 수 있는데, 케이스스터디의 대상작업의 범위는 운전시부터 계속된 작업, 放射性廢棄物의 處分 및 敷地利用을 위한 작업을 제외한 ② ~

〈그림1〉 케이스 스터디의 對象設備範圍



⑥ 만으로 했다(그림2).

(3) 廢止措置方式

原子力發電施設の 廢止方式은 세계적으로 ① 密閉管理方式, ② 遮蔽隔離方式, ③ 解體撤去方式 및 ④ ①과 ③ 또는 ②와 ③의 조합방식이 취해지고 있다. 케이스스터디로서 취급할 廢止措置方式은 부지를 유효하게 이용한다는 관점에서 운전을 끝낸 原子力發電施設은 최종적으로 해체철거한다는 방침을 전제로 해서 運轉終了後 即時 해체철거하는 方式(即時 解體撤去方式) 및 密閉管理 또는 遮蔽隔離에 의한 適當한 안전저장기간을 거친후 해체철거하는 方式(安全貯藏-解體撤去方式)으로 했다(그림3).

2. 標準工程의 策定

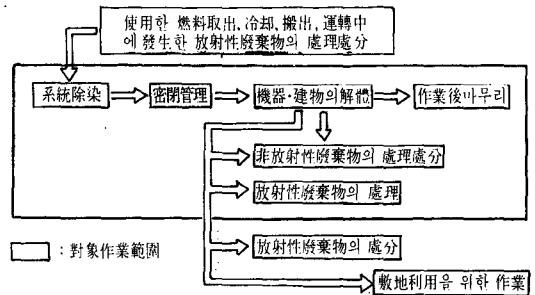
앞에서의 대상범위 및 廢止措置方式에 대해서 케이스스터디를 실시해서 그 결과를 바탕으로 부지의 유효이용 및 社會的 受容性 등도 고려해서 標準工程은 다음과 같이 되었다.

(1) 廢止措置方式

① 即時解體撤去方式과 安全貯藏-解體撤去方式의 比較

安全貯藏-解體撤去方式은 即時解體撤去方式에 비해 안전저장기간을 취하기 위해 부지의 유효이용 등의 면에서 불리하기는 하나 안전저장기간중에 방사능이 減衰하기 때문에 해체철거 등의 작업시에 작업자가 받는 선량의 저감도 모할 수 있다는 잇점이 있다. 또 같은 이유에

〈그림2〉 케이스 스터디의 對象作業範圍



서 이 방식에 의하면 放射性廢棄物의 저감도 기대된다.

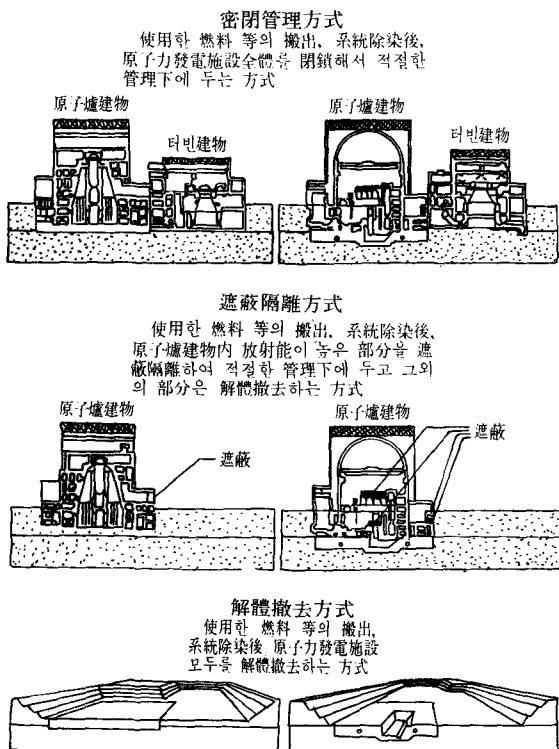
廢止措置費用에 관해서는 安全貯藏-解體撤去方式의 경우는 방사능의 減衰에 따르는 방사성폐기물의 처리비용의 저감 등이 기대되나 안전저장기간중의 관리비용이 필요하게 되므로 即時解體撤去方式과 安全貯藏-解體撤去方式의 폐지조치비용에 큰 차이는 발견할 수 없다. 安全貯藏-解體撤去方式은 부지의 유효이용의 점에서는 약간 불리하기는 하나 작업자가 받는 선량을 크게 저감시킬 수 있는 잇점이 있으므로 보다 바람직한 방식이라 하겠다.

② 密閉管理; 解體撤去方式과 遮蔽隔離-解體撤去方式의 比較

密閉管理-解體撤去方式의 경우는 遮蔽隔離-解體撤去方式에 비해 안전저장에 앞서서 방사능의 減衰效果가 적은 때에 행하는 해체철거 및 차폐격리작업이 없는 만큼 작업자가 받는 선량은 적다.

廢止措置費用에 관해서는 密閉管理-解體撤

〈그림3〉 廢止措置方式의 概要



去方式의 경우에는 遮蔽隔離-解體撤去方式에 비해 放射性廢棄物處理量의 低減이 기대되므로 해체철거비용은 적어지는데 안전저장기간중의 관리비용은 原子力發電施設全體를 관리할 필요가 있으므로 높아진다. 廢止措置費用全體에서는 密閉管理-解體撤去方式쪽이 적어지는 경향에 있다.

(2) 密閉管理-解體撤去方式에서의 安全貯藏期間  
 작업자가 받은 선량저감의 관점에서 일정한 안전저장기간을 취하는 것이 바람직하나 부지의 유효이용의 관점에서는 국토가 좁은 일본의 경우 장기의 안전저장기간을 취한다는 것은 바람직하지 못하며, 또 안전저장이란 것은 방사능을 띤 시설이 運轉終了後 長期間 殘存한다는 것은 社會的 受容性의 측면에서도 역시 좋지 못하다.

따라서 안전저장기간의 선정은 해체철거작업기

간중(3~4년)에 작업자가 받는 年間線量이 原子力發電施設運轉中의 運轉管理, 保守點檢作業 등에 의해서 작업자가 받는 선량과 같은 정도 또는 그 이하가 되는 5~10년정도로 하는 것이 바람직하다.

(3) 標準工程

標準工程으로서는 原子力發電施設의 規模, 爐型 등에 관계없이 廢止措置方式은 密閉管理-解體撤去方式으로 하기로 하고 밀폐관리에 의한 안전저장기간은 5~10년정도로 하는 것이 적당하다. 실제의 廢止措置는 기본적으로 이 標準工程에 따라서 추진되게 된다. 이 標準工程은 기본적인 조건하에서 합리적이라고 판단된 것이므로 부지이용의 緊急性 등 特殊한 조건하에서의 廢止措置의 추진방법에 대해서는 원자로설치자가 개개의 원자력발전시설에 관한 여러 상황을 종합적으로 감안해서 판단하게 된다.

3. 廢止措置對策

日本에서 商業用原子力發電施設의 廢止措置가 실제로 행해지는 것은 적어도 10년후가 될 것이라 생각되는데, 廢止措置의 실시가 원활히 행해지게 되도록 현시점에서는 標準工程에 따라 아래와 같은 여러 대책의 검토를 추진시킬 필요가 있다.

(1) 費用對策

① 必要性

최종적으로 운전을 끝낸 原子力發電施設에는 방사능을 띤 機器設備가 존재하며 또 견고한 구조물·건물이 많기 때문에 그 廢止措置를 행함에 있어서는 다액의 비용을 필요로 한다. 美國, 西獨 등에서는 이미 廢止措置費用을 引當金方式(發電量에 따라 일정금액을 징수하는 것. 美國의 경우 1kWh당 1mill징수) 등에 의해 할당하는 제도가 확립되고 있다. 한편 日本에서는 「廢爐에 관한 비용도 원자력발전을 하는데 따르는 비용이며, 장래 발생하는 것이 확실하

기 때문에 이론상으로는 발전을 행하고 있는 時點에서의 비용으로 해야 할 것」이라는 방침을 내세우고 있다.

이로 인해 이번의 標準工程이 명확해진 것을 발판으로 폐지조치비용에 대한 전기요금, 기업회계 및 稅制面에서의 구체적인 대책의 검토가 요망되고 있다.

② 費用算定の 合理性

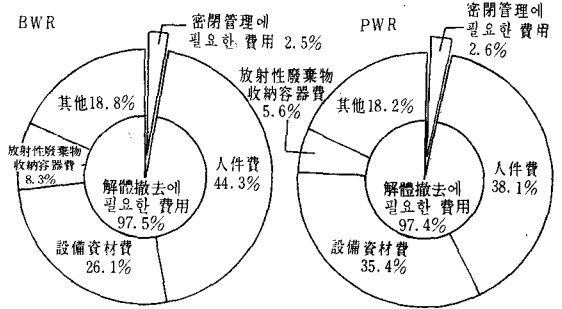
廢止措置에 요하는 비용은 標準工程에 따라 현재 혹은 가까운 장래에 적용이 가능한 기술의 사용 등을 전제로 일반적으로 적용되고 있는 工事費積算法에 의해서 합리적으로 견적하는 것이 가능하다(管別積算法). 이 個別積算法은 케이스스터디에서 사용한 방법이며, 이에 따르면 110萬kWe級の 原子力發電施設에서 안전저장기간이 5년인 경우에서 約300億圓(1984年價格)이 된다. 그리고 이 비용에는 放射性廢棄物의 처분비용은 포함되어 있지 않다. 放射性廢棄物을 陸地處分하는 것으로 해서 일정조건하에서 試算하면 放射性廢棄物의 처분비용은 폐지조치비용의 15%정도가 된다고 한다.

(2) 廢棄物處分對策

① 種類 및 量

廢止措置에 따라 발생하는 廢棄物은 金屬廢棄物 및 콘크리트廢棄物이 주이며 이것들에는 爐內構造物 등의 放射性廢棄物 및 건물 등의 방사능을 띄고 있지 않은 廢棄物이 포함되며, 또한 이들은 비교적 단기간에 다량으로 발생하는 특징을 가지고 있다. 廢止措置에 따라서 발생하는 폐기물량은 110만kWe級の 原子力發電施設에서 약50~55만톤이다. 이 廢棄物은 임시로 一般區分値(放射性廢棄物과 放射性廢棄物로서 취급할 필요가 없는 폐기물과를 구분하는 방사능레벨)을  $10^{-4}$ Curie/ton으로 설정하면 안전저장기간이 5년의 경우에서 그 약98%가 放射性廢棄物로서 취급할 필요가 없는 것이 되어 나머지 약2%가 低레벨 및 極低레벨放射性廢棄物

<그림4> 110萬kWe級 原子力發電施設의 密閉管理(5年) 解體撤去方式의 廢止措置費用內譯



이 된다. 또 放射性廢棄物로서 취급할 필요가 없는 廢棄物의 태반이 콘크리트와 金屬이다.

② 基本的인 概念

低레벨 및 極低레벨放射性廢棄物의 처분은 日本原子力委員會 放射性廢棄物對策專門部會中間報告(1984年8月)의 主旨에 따라 다음과 같이 행하는 것으로 되어있다.

1) 低레벨放射性廢棄物의 처분은 저장에서 장시간 보관하여 경미한 관리, 나아가서는 管理不要의 상태로 이르게 하는데 있다.

2) 極低레벨放射性廢棄物의 처분은 경미한 관리에서 보관하여 管理不要의 상태에 이르게 하는 것으로 한다. 방사능레벨이 一般區分値未滿의 廢棄物은 통상의 産業廢棄物과 같은 취급을 할 수 있으며, 再利用에 노력하기로 한다.

③ 合理的인 一般區分値의 設定

廢棄物의 합리적인 처분을 가능하게 하기 위해서는 一般區分値 및 特別區分値(低레벨放射性廢棄物과 極低레벨放射性廢棄物을 구분하는 방사능레벨)을 구체적으로 정하는 것이 필요하다.

一般區分値의 설정에 있어서는 안전의 확보를 전제로 현실적 또한 합리적인 값으로 하는 것이 중요하다. 또 一般區分値 등에 의해 廢棄物을 구분함에 있어서는 廢止措置에 따라서 발생하는 廢棄物이 다량이라는 점을 감안하여 실용적인 방법을 선정해야 할 것이다(그림4참조).

(3) 技術開發

① 基本的 概念

原子力發電施設の 廢止措置에 대해서는 내외의 조사연구, 小型試驗研究爐에서의 실적 등을 참고로 할때 현시점에서 기존기술 또는 그 개량에 의해 충분히 대응가능하다. 그러나 작업자가 받는 선량의 저감, 작업의 효율화 등을 위해 계획적이며 좋은 효율로 기술개발을 추진해 나갈 필요가 있다.

廢止措置에 적용가능한 기술은 이미 廢止措置 이외의 분야에서 활용되고 있는 것과 개발이 추진되고 있는 것이 상당히 많으므로 앞으로의 기술개발에 있어서는 다른 분야에서의 기술개발 및 동향도 충분히 파악해서 그 성과를 적극적으로 활용해나가야 할 것이다.

② 技術開發課題

작업자가 받는 선량의 저감, 작업의 효율화 및 放射性廢棄物량의 저감을 도모하기 위해 그 개발효과가 크고 장기적인 안목에서 적극적으로 개발을 추진할 필요가 있는 주요한 기술개발과제는 아래와 같다. 그리고 이들 기술은 기본적으로는 민간이 주체가 되어 개발해야 하는

데, 개발에 기술적인 문제가 따르고 개발비용이 크다는 등 개발리스크가 큰 기술의 개발에 대해서는 국가의 지원이 필요하다.

1) 解體前除染

제염효과가 크고 2次廢棄物의 처리가 쉬운 제염기술의 개발

2) 放射性機器設備의 解體技術

재질 및 두께에 관계없이 遠隔에서 절단가능한 기술의 개발

3) 건고한 構造建物 解體技術

단단한 構造建物を 일반건물 정도로 좋은 효율로 해체가능한 기술

4) 放射性金屬廢棄物再利用을 위한 除染技術

형상이 복잡한 大型機器 등의 放射性金屬廢棄物에 대해서도 높은 除染효과가 얻어지는 除染技術 및 放射性金屬廢棄物의 除染과 동시에 再利用에 적합하도록 가공을 할 수 있는 除染技術의 개발

5) 廢止措置를 고려한 設計

廢止措置時的 除染, 解體作業의 용이함, 廢棄物량의 低減 등 廢止措置를 미리 고려한 原子力發電施設の 設計檢討.

## SPX의 臨界와 意義

### 1. SPX의 歷史

1985年9月7日 初臨界에 도달한 大型液體金屬冷却高速增殖爐(LMFBR) Super Phénix는 1968년에 착공된 原型爐Phénix를 토대로 競合 가능한 實用爐로서 계획된 電氣出力 120萬kW의 탱크형 LMFBR이다.

플랜트의 건설에 있어서는 때맞춰 歐州協力の 붐을 타서 프랑스, 서독, 이탈리아의 3국공동 프로젝트로 하고 동시에 필요한 연구개발도

분담해 나갈 것을 1971년에 프랑스電力廳, 이태리電力과 서독의 電力廳사이에서 합의되었고, 이 합의에 따라 새로운 NERS社가 發注主體로서 설립되었다. SPX의 豫備設計는 이 합의와 동시에 시작되었으며 얼마후 리온市의 교외 세느강가 크레이머빌에 건설할 것을 합의했다. 이어 1977년에는 豫備安全檢査가 실시되었다.

SPX의 設計는 Phénix의 設計를 기본적으로는 답습하고 있으나 5배의 스케일업에 따르는