

特
輯

第7回 韓日
原子力産業세미나
發表論文

日本 原電의 低레벨 放射性廢棄物 最終貯藏/陸地處分計劃

*Final Storage/Land Disposal Project for
Low Level Radioactive Wastes from
Nuclear Power Stations in Japan*



金田 久

〈日本原燃産業(株) 理事・技術部長〉

I. 序 論

1. 環境으로의 放射能漏出量 最小化

(1) 日本의 原子力發電所에서는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)概念에 입각하여, 環境으로 누출되는 放射能을 줄이려는 목적으로 氣體 및 液體 廢棄物 處理系統에 對한 改善을 施設이나 運營面에서 다음과 같이 推進中에 있다.

ㄱ. 氣體廢棄物의 漏出을 줄이기 위해 여러 施設을 설치하였다.

○活性炭層形態의 不活性氣體 蒐集裝置 : B-WR

○터빈 그랜드 시일을 위한 高純度 水蒸氣의 供給 : BWR

○漏水防止밸브(벨로우즈 시일 밸브) : BWR 과 PWR

ㄴ. 液體廢棄物의 漏出을 줄이기 위해 다음과 같은 조치를 취하였다.

○바닥배수는 蒸發器로 취급 : BWR

○세탁배수도 蒸發器로 취급 : 소수의 BWR 과 PWR

○발전소의 用水는 혼합베드형 광물이온제거기로 취급 : BWR

(2) 發電所 全體의 放射能 準位를 낮추기 위해 放射性廢棄物處理系統의 改善 뿐만아니라, 間接적으로 放射能 準位를 떨어뜨리는 技術을 많이 개발하여 現저한 발전을 보았다.

○核燃料의 健全性을 向上시켜 核分裂生成物의 準位를 低減 : BWR과 PWR

○給水의 質과 pH를 적절히 조절함으로써 腐蝕物의 量을 줄임 : 前者는 BWR, 後者는 PWR

(3) 이렇게 서로 보완적인 여러 방법들을 使用하여 環境으로의 氣體 또는 液體 放射性物質의 放出을 점차 줄일 수 있었으며, 현재는 사실상 거의 누출이 없도록 하고 있다.

2. 固體廢棄物의 體積縮小

주위環境으로 누출되는 放射能이 줄어드는 것

과는 반대로, 低準位の 固體廢棄物은 原子力發電所内の 殘留放射能 때문에 더욱 증가하고 있다.

현재 稼動中에 있는 全體 32基의 原子力發電所에서 나오는 低準位 固體廢棄物의 總量은 1985年 3月 現在 約40萬드럼에 달하고 있는데, 그것들은 각각 敷地內에 있는 저장고에 저장되어 있는 실정이다. 그러므로 이러한 廢棄物의 永久處分이나 所外貯藏(AFR Storage)에 對한 具體的 方案을 確立하는 작업이 急선무이다.

그러나 이러한 永久處分이나 所外貯藏方法이 確立되기까지는 적어도 지금부터 수년이나 그 이상이 걸릴지도 모르므로, 당분간은 固體廢棄物의 實際的인 發生量을 줄이거나 減容하는 技術이 더욱 중요한 과제로 남을 것이다. 이러한 觀點에서 다음과 같은 技術的 接近이 이루어지고 있다.

○排水系統에 새로운 형태의 여과기(Non-Aid Filter)를 설치한다(BWR): 예를 들어 Electromagnetic Filter, Ultra Filter, Crud Separator, Nuclear Pore Membrane Filter 등이 있다.

○雜多한 可燃性的 固體廢棄物은 燒却爐를 사용하여 태워 없앤다(BWR과 PWR).

○새로운 減容方式의 固體化系統을 도입한다: 예를 들어 BWR과 PWR 모두 쓰이는 Bituminization, Solidification in Plastics 등의 방법과 BWR의 경우에 쓰이는 Pelletization方法 등이 있다.

3. 低準位 放射性固體廢棄物의 處分方法

(1) 基本政策

政府의 기본방침은 原子力發電施設에서 부터 나오는 低準位 海洋投棄 兩者를 모두 채택하는 것이다.

海洋投棄의 경우는 런던會議에서 비준받은 關係 규정과 環境안정성평가 등 필요한 협정이 이미 완료되어 있다. 그러나 海洋投棄는 國際的인 科學的 考察때문에 아직 그 施行이 보류되

고 있는 실정이다.

陸地處分의 경우는 1982年 6月 原子力委員會가 구상한 所外施設貯藏의 政策이 적용되고 있는 바, 그 목적은 低準位 廢棄物을 한데 모아서 集合體로서 다룬다는 것이다. 이는 廢棄物의 陸地處分을 시행할때 實際的인 방법으로 생각된다. 따라서 이전의 所內貯藏에서 부터 얻은 經驗적 知식을 최대한 活用하여 技術的인 問題點을 보완, 가능한한 빠른 시일내에 實行에 들어갈 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 政府는 相關법규를 재정비하여야 하며, 民間에서는 부지 및 建設에 대한 체계적인 고찰이 있어야 할 것이다.

(2) 所外施設貯藏과 陸地處分의 촉진

原子力發電所에서 발생하는 低準位 廢棄物의 量이 증가하는 것을 고려하고 또한 後行核燃料週期の 確立과 核에너지의 使用 및 開發에 對한 一般대중의 受容認識面에서 생각할때, 廢棄物의 陸地處分方法은 하루속히 完結시켜져야 할 課題이다. 이에 따라 陸地處分의 合理的인 改善方法에 關한 中間報告書가 1984年 8月 7日 原子力委員會의 放射性廢棄物處理諮問委員會에 의해서 발간되었다.

4. 最終貯藏의 産業化

1984年 7月 通商産業省 에너지諮問委員會의 原子力分科委員會는 核燃料週期에 對한 産業化戰略이라는 報告書를 제출하였다. 한편 電力會社들은 이 戰略에 따라 Aomori縣의 Rokkashomura에 재처리시설, 농축시설 및 최종저장시설 부지를 선정했고, 또한 전력회사들에 의해 설립된 2개의 民間會社가 이 세가지 시설의 건설준비에 착수했다.

5. 앞으로의 研究對象

Aomori縣에서의 低準位 放射性廢棄物 最終貯藏計劃이 점차 실현단계에 접어들음에 따라 原子力委員會에서도 이에 대한 연구가 委員會級의 責任下에 進行중이다. 또한 이러한 최종저

장과 처분의 안전성을 보장하기 위한法規와技術的標準化作業이 계속 논의되고 있는데,原子力安全委員會에서 곧 확립될 것으로 보인다.뿐만아니라 기타 여러 연구소에서도低準位放射性廢棄物에 대한 연구활동이 진행중이다.

II. 低準位·極低準位 廢棄物의 陸地處分에 對한 新方法

原子力委員會의 放射性廢棄物處理諮問委員會가 1984年8月7日 제출한 中間報告書는 두 部分으로 構成되어 있는데, 각각 低準位와 高準位에 對해 論하고 있다. 이중 低準位 廢棄物에 對해서는 合理的인 陸地處分을 위해 設計된 一連의 方法들이 論議되고 있는 바, 그 구체적인 내용은 다음과 같다.

1. 準位分類에 對한 概念 設定

現存하는 法規下에서 볼때, 低準位 放射性廢棄物은 그 放射能의 程度에 따라 廣範圍하게 分類될 수 있으므로 放射能 準位에 따라 그에 맞는 合理的인 處分方法을 세우기 위해 다음과 같은 分類를 시도하였다.

○特殊準位分類: 低準位와 極低準位の 사이를 경계로 한 것

○一般準位分類: 放射性廢棄物로 取扱해야 하는 것과 그렇지 않은 非放射性廢棄物로 取扱하는 것을 경계로 한 것

또한 이제까지 低準位로 일컬어지는 用語도 3가지의 범주로 구분지어질 수 있는 것이다. 각 구분에 對한 자세한 수치적 값은 原子力安全委員會에 의해 규정될 것이며, 이 작업을 위하여 지금도 활발한 연구가 진행되고 있다.

2. 廢棄物 處理와 處分의 方法

陸地處分과 海洋處分の 明白한 차이점은 前者가 人間으로 하여금 放射性廢棄物에 對한 接近을 가능하게 한다는 점이다. 따라서 廢棄物의 陸地處分은 그 放射能 程度가 時間이 지날수록 減衰하므로 人間環境에 주는 영향이 충분히 완

화될 때까지 放射能 程度에 따라 處理必要條件들을 줄여주는 段階的인 接近이 요구된다고 할 수 있다.

이러한 放射能 減衰의 程度를 기본으로 委員會에서는 감독이 필요한 단계부터 특별한 관리가 필요없는 단계까지 4단계의 과정으로 구분해 놓고 있다.

(1) 低準位 放射性廢棄物

○第1段階: 이 段階는 放射性物質의 어떠한 漏出도 막기 위해 人工的인 방법들이 必要한 段階로서, 漏出에 대한 감시를 위한 관측이나 측정장치 등이 設定되어야 한다.

○第2段階: 이 段階에서는 放射性物質의 移動을 확인할 수 있는 人工的인 장치 뿐만아니라, 安全性에 대한 확인을 위해 周圍環境의 放射能 程度도 측정할 수 있는 관측장치가 필요하다.

○第3段階: 이 段階에서는 단지 人間이 일으킬 수 있는 失手를 방지하는 데에 주력하는 비교적 輕微한 관리단계이다.

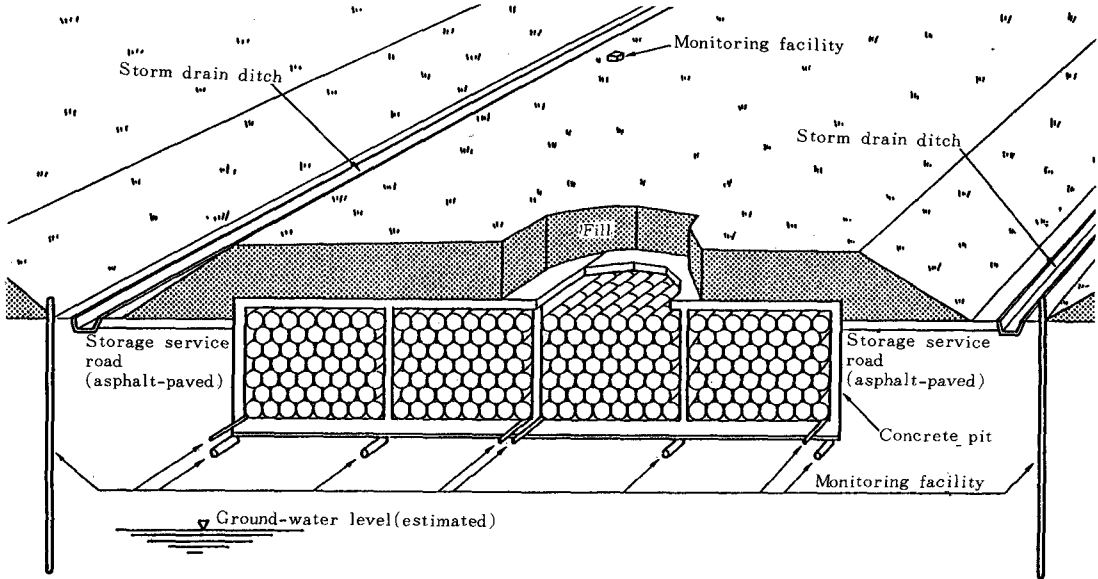
○第4段階: 전혀 아무런 관리가 필요하지 않은 단계이다.

이중에서 第1段階는 “最終貯藏”을 말하며, 所外貯藏(AFR Storage)을 일컫는 말이다. 또한 第2, 3段階는 “處分段階”를 의미한다. 이때 확실한 安全性의 評價없이 第1段階에서 그 외의 다른 단계로의 移動을 허용해서는 안된다. 만약 自然的 防壁이 다른 모든 要因들을 배제하고 충분히 安全性이 보장될 수 있다면, 第1段階의 과정은 없앨 수도 있어 전체의 과정이 바로 第2段階에서 부터 출발할 수도 있다.

(2) 極低準位 放射性廢棄物

處分 當時 極低準位 放射性廢棄物로 구분되어진 것은 앞의 4가지 分類段階中에서 직접 第2段階에서 부터 출발할 수 있다. 물론, 放射能 準位가 점차 減衰되어 아무런 관리가 필요하지 않을 정도의 段階에 있을 수도 있다.

〈그림 1〉 Conceptual Drawing of Storage Facility(Pit System)-Example



III. 産業化의 狀況의 背景

1. 所外施設貯藏에 對한 政府의 産業化 戰略

通商産業省 에너지諮問委員會 分科委員會가 1984年7月2日에 제출한 “核燃料週期の 自立을 向한 段階”라는 題下의 報告書에는 核燃料週期の 産業化에서의 各 段階마다 새로이 제시된 方法들이 취급되어 있다. 이중 低準位放射性廢棄物이 處分에 關해서는 다음과 같이 언급하고 있다.

“所外施設貯藏”은 대략 1991년부터 시작하는 것이 그후 계속 나오는 폐기물에 의해서 저장 용량이 점차 커지는 것을 고려해 볼때 적절하다. 그 결과 2010년까지는 200ℓ 용량의 저장드럼 1백만개 정도를 취급할 수 있으며, 결국은 3백만개의 드럼까지도 가능할 것이다. 또한 所外施設貯藏計劃은 성격상 그 시설을 건설하고 운영하게 되는 기업측이나 전력회사에서 좀 더 관심을 기울여야 할 분야이다.

그리고 委員會는 所外施設貯藏의 개념을 다음과 같이 정의하고 있다.

所外施設貯藏은 임시적 처분수단이 아니라, 그 성격상 安全性 評價를 통해 그 安全性이 입증될때 영구처분의 수단으로 규정되어야 한다.

2. 세가지 核燃料週期施設事業의 開始

전력회사연합체(FEPC)는 1984년7월18일 이 사장회의에서 Aomori縣 Rokkashomura에 우라늄의 농축, 저준위 방사성폐기물의 최종저장 및 使用後核燃料의 再處理를 위한 세개의 核燃料週期施設을 建設하기로 결정하면서, 同年 7월 하순에 공식적으로 시설부지의 지방당국에 의견을 조회하였다.

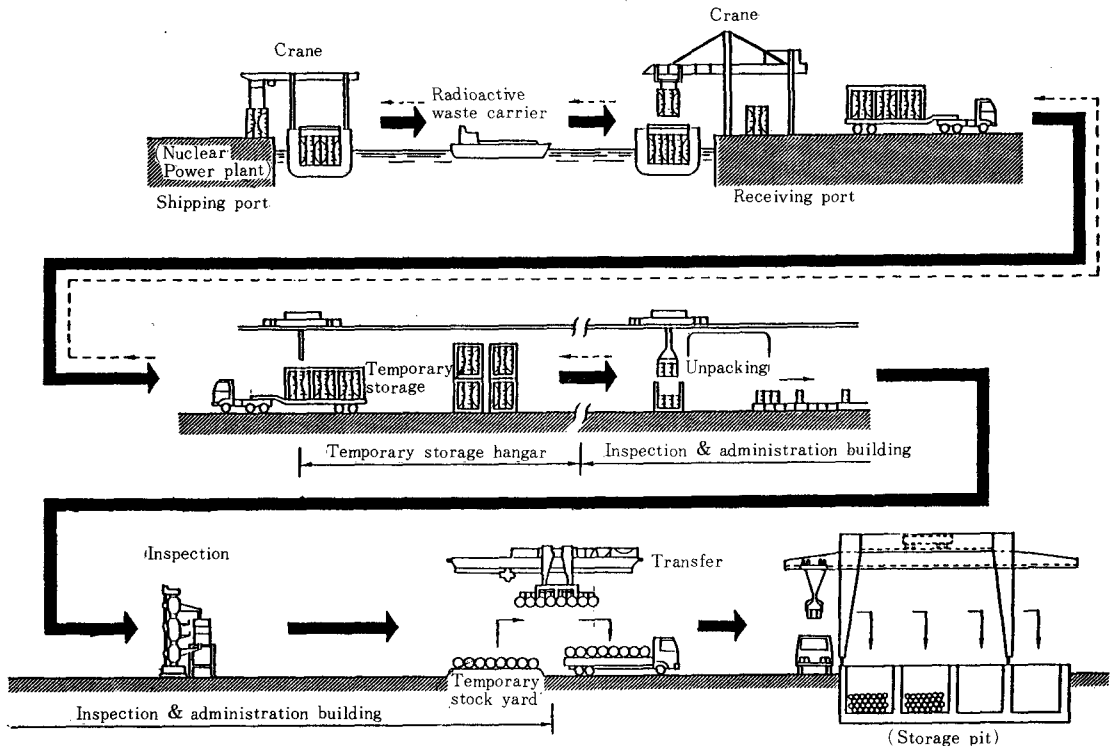
또한 1985年3月1日에는 우라늄농축과 저준위 방사성폐기물의 최종저장을 담당하는 민간기업인 日本原燃産業株式會社(JNFI)가 設立되었다.

이러한 일련의 움직임이 使用後核燃料의 재처리를 위해 이미 설립된 日本原燃서비스株式會社(Japan Nuclear Fuel Service Company) 등을 포함하여 核燃料週期에 필요한 세가지 施設에 대한 계획을 완전히 하고 있다. 즉, 1985年4月 공식적으로 시설부지를 Aomori縣으로 선정하면서 Rokkashomura에서의 核燃料週期 産業化 事業은 이제 실현단계에 접어들게 된 것이다.

3. 日本原燃産業(株)(JNFI)의 概要

○設立日字 : 1985年 3月 1日

〈그림 2〉 Conceptual Drawing of Transportation and Receiving/Storage Process



○ 設立目的 :

- (1) 우라늄 농축
- (2) 低準位 放射性廢棄物의 最終貯藏
- (3) 우라늄과 低準位 放射性廢棄物의 移送
- (4) 上記사항과 관련된 모든 활동

○ 株主 :

- (1) 9個 全體 電力會社와 日本原子力發電(株)
: 전체의 약 76%
- (2) 3개의 重電機裝備製作會社 : 9%
- (3) 37개의 재정보증단체 : 15%

4. 最終貯藏施設敷地의 概要

- 부지면적 : 약 2,400,000m²
- 시설용량 : 200,000m³(最終段階에서는 600,000m³)

○ 조업개시시기 : 1991年

5. 最終貯藏施設의 概念

○ 콘크리트 저장조 : 그림1 참조

○ 저장될 폐기물 :

- (1) 原子力發電所의 低準位 放射性廢棄物
- (2) 수명이 다된 原子力發電所를 해체할때 생기는 低準位 放射性廢棄物
- (3) 再處理와 농축공장에 나오는 低準位 放射性廢棄物

(4) 기타 原子力施設에서 부터 나오는 앞에 기술한 것과 동등한 성격의 低準位 放射性廢棄物

○ 輸送 및 저장과정 : 그림 2 참조

○ 환경감시 :

○ 콘크리트 저장조 밑바닥과 저장조 밑의 땅에 漏水와 함께 따라나오는 放射性核種을 감지할 수 있도록 천공된 파이프를 배관한다.

○ 부지내의 지하수 수위와 지하수 속의 放射性核種을 주기적으로 측정한다.

○ 부지와 그 주위환경의 放射能 準位를 주기적으로 측정한다.