

日本の放射性廢棄物 管理政策

植松 邦彦 (動力爐・核燃料開發事業團 理事)

1. 序 言

日本에서 原子力發電은 電力의 供給에 중요한 役을 擔當해 왔다. 즉, 現在 稼動中인 32基 原子力發電所의 發電容量은 1985년 이후 약 24.5GW 정도가 되고 있다.

이들 發電所에서 부터 나오는 253톤의 使用後 核燃料가 1977년 9월부터 Tokai 再處理工場에서 再處理되었고, 그 결과 226 m³의 高準位 液体 廢棄物이 生成되어 현지 탱크에 安全하게 저장되어 있다. 또한 1990년부터 이들 高準位 液体 廢棄物에 대한 琉璃化處理를 目的으로 현재 본 琉璃化工場 設置 등의 프로그램이 성공적으로 進行中에 있다.

반면 약 627,000드럼의 中·低準位 放射性廢棄物이 原子力發電所 運轉으로 生成되었고, 이들 廢棄物은 原子力發電所 敷地의 많은 部分을 점유하고 있는 實情이다. 따라서 이 中·低準位 放射性廢棄物의 永久處分에 대한 問題의 解決이 시급한 과제로 대두되고 있다.

1984년 8월 日本原子力委員會의 방사성폐기물 관리자문위원회는 放射能 準位에 따른 中·低準位 廢棄物에 대한 陸地處分과 高準位 廢棄物 處分에 대하여 報告書를 發表하여 具體的인 프로그램을 提示하였다.

2. 高準位 液体廢棄物의 琉璃化

日本の 방사성폐기물 관리에 관한 基本政策에

있어서 高準位 液体廢棄物處理의 주요 특징은 다음과 같다.

(1) 高準位 液体廢棄物의 固化技術 開發에 의 해 borosilicate glass로의 琉璃化가 되어야 한다.

(2) 動力爐・核燃料開發事業團과 日本原子力研究 所는 各各 政府와 産業機關의 협력하에서 琉璃化技術의 開發 및 琉璃化 物質의 安全性評價에 관한 研究를 추진하여야 한다.

(3) 琉璃化技術은 琉璃化工場의 建設 및 運轉을 통해 1990년 초에 實證되어야 한다.

이 計劃과 關聯하여 PNC는 LFCM 工程에 기초를 둔 琉璃化技術의 開發을 계속해왔다. PNC가 실제 放射性廢棄物物質을 포함하고 있는 琉璃化된 物質을 加工하기 위한 目的으로 特別히 강조하고 있는 ETF의 cold engineering test와 MTF의 full-scale mock-up test 및 CPF의 laboratory-scale hot vitrification test가 1980년 2월, 1982년 5월, 1982년 12월에 각각 遂行되어진 바 있다. 이러한 일련의 試驗들은 Tokai 再處理工場의 琉璃化工場設計를 위해 詳細한 資料 蒐集에 초점을 맞추고 있다.

最近 몇년간 工程技術의 主要開發項目은 세라믹 용융기의 設計와 melter off-gas clean-up system의 性能 改善에 있다. 1985년 9월 이후 915MHz 超短波加熱設備를 갖춘 새로운 세라믹 용융기가 運轉中에 있다. 또한 용융기 撤去技

術, 수학적유량분석 및 기타 여러 項目들도 용융기 기술의 한 부분으로서 現在 開發中에 있다.

Off-gas 技術中에는 melter-off-gas 出口의 공기막 냉각기, 고효율 먼지제거기 및 습식전기집진기가 開發中에 있고, 그 性能이 檢査되고 있다.

1986년 중에 이 工場의 認許可를 關係機關에 신청할 예정으로 있으며, 建設은 1987년 후반기에 着手 豫定이다. 이 工場의 處理容量은 Tokai 再處理工場의 容量(0.7톤 Hm/day)에 相當한다. 이 工場은 큰 규모의 疏璃化 설안에서 遠隔運轉 및 補修가 이루어지며, 이 설의 모든 設備은 標準化된 rack-mounted modules로 設計되어 있다. 建設은 1990년에 끝나며, 정상운전은 1991년 末로 豫定되어 있다.

3. 超우라늄元素 (TRU) 廢棄物

超우라늄元素 核種을 포함하고 있는 放射性廢

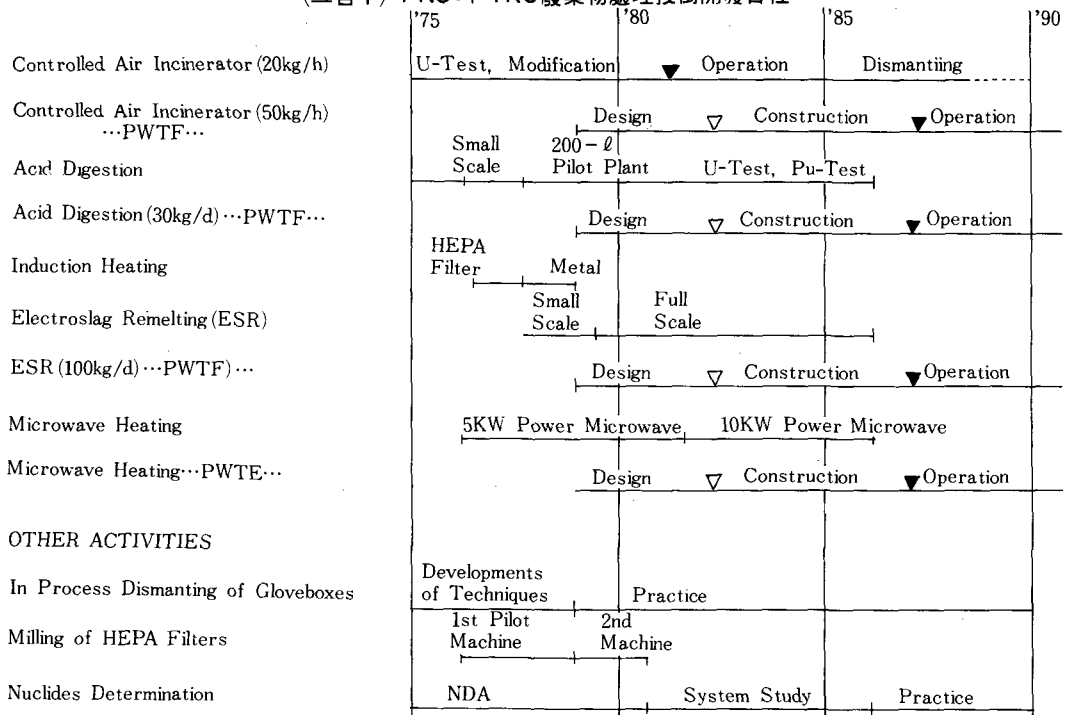
棄物은 再處理工場 運轉에 의해서 生成되며, 플루토늄燃料處理設備은 現在 中·低準位 放射性廢棄物과 같은 方法으로 安全하게 保管中이다.

超우라늄元素 廢棄物 管理의 研究와 開發計劃의 重要性은 放射性廢棄物관리자문위원회의 報告書에서 강조되고 있는데, 다음과 같은 項目에 초점을 맞추고 있다.

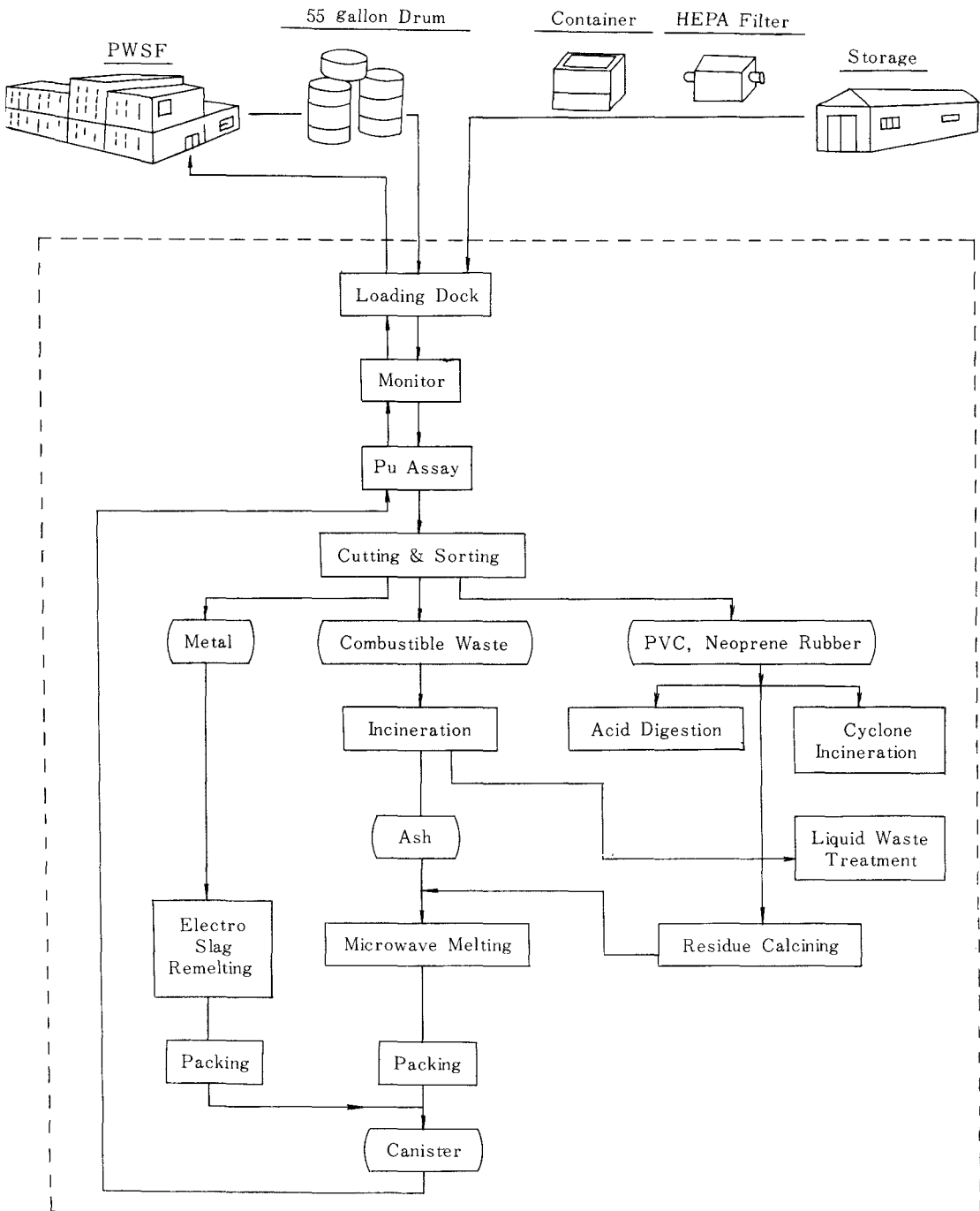
- 廢棄物 生成量 減少.
- 廢棄物 體積 減少.
- 處理에 적합한 形態로 廢棄物 固化.
- 超우라늄元素 廢棄物에서 부터 非TRU物質의 分離.
- 處分

TRU 廢棄物의 生成을 줄이기 위해 使用하는 工程, 裝備 및 運轉技術의 改善方案이 강구되고 있으며, 나아가 廢棄物 體積의 減少를 위한 技術開發의 노력에 심혈을 기울이고 있다. 여기에는 可燃性物質의 소각, 有機塩素處理 廢棄物의

〈그림 1〉 PNC의 TRU廢棄物處理技術開發日程



〈그림 2〉 PWTE 工程의 흐름圖



사이클론 소각 및 산 디제스션, 金屬廢棄物의 電子스래그재가열, 非可燃性廢棄物의 超短波 加

熱에 의한 세마믹 形態로의 固化 등이 포함되 어 있다. 이 기술은 PNC의 PWTF에서 施行

豫定으로 있으며, 이 設備은 現在 建設中에 있어 1987년에 運轉에 들어갈 豫定이다. 그림 1은 PWTF의 상세한 日程이며, 그림 2는 PWTF의 工程에 對한 概略的인 흐름도를 나타내고 있다. 超우라늄元素 核種으로 汚染된 大型 廢棄物의 除染 및 撤去에 關한 技術도 PNC에서 開發中에 있으며, 이것은 核燃料設備의 廢炉에 응용될 것이다. 여기에는 ice/dry ice blasting 기술, 電氣洗滌技術, 除染을 위한 還元技術 및 후대용 플라즈마 절단 원격조절장치 등이 포함된다. 이러한 技術은 1984년 3월이래 꾸준히 開發되어 PNC의 Oarai 엔지니어링센터의 WDF에서 部分的으로 實施되어 왔다.

Tokai再處理工場에서 生成된 中·低準位 廢棄物中 一部分의 固定化作業은 蒸發器 濃縮物質을 위한 瀝青化工程과 溶媒廢棄物을 위한 磷酸抽出工程에 의해 이루어진다. 그러므로 Tokai再處理工場 敷地에는 BDF와 SWTDF가 設置되어 있다. BDF는 extruder solidification工程을 採擇하여 1982년10월 이후 放射性液体廢棄物處理에 대한 運轉을 始作했다. SWTDF는 磷酸抽出方法을 採擇하였는데, 이 設備의 建設은 1984년 초에 完了되었다. 냉태시험은 1984년 5월에서 1985년10월 사이에 實施되었고, 1985년

12월부터 hot test가 시작되었다.

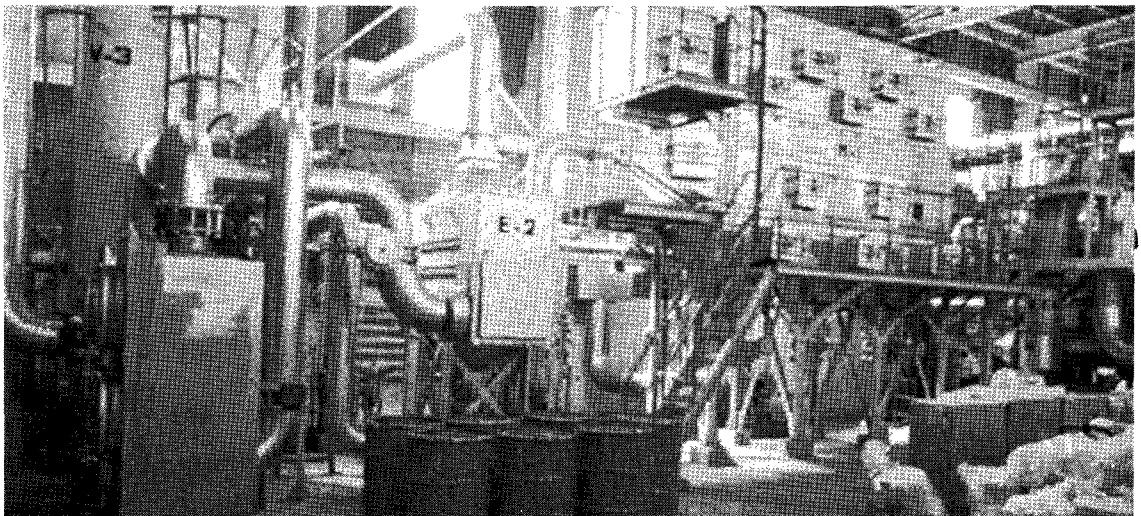
4. 中·低準位 廢棄物

原子力發電所 運轉에 依해 生成되는 年間 50,000드럼(200 l /드럼)의 中·低準位 放射性廢棄物은 일정한 조건이 갖추어진 상태에서 여러 군데의 貯藏場所에 安全하게 貯藏된다. 1986년 3월말 현재 이미 총627,000드럼이 各 原子力發電所 敷地에 貯藏되어 있는 실정이다.

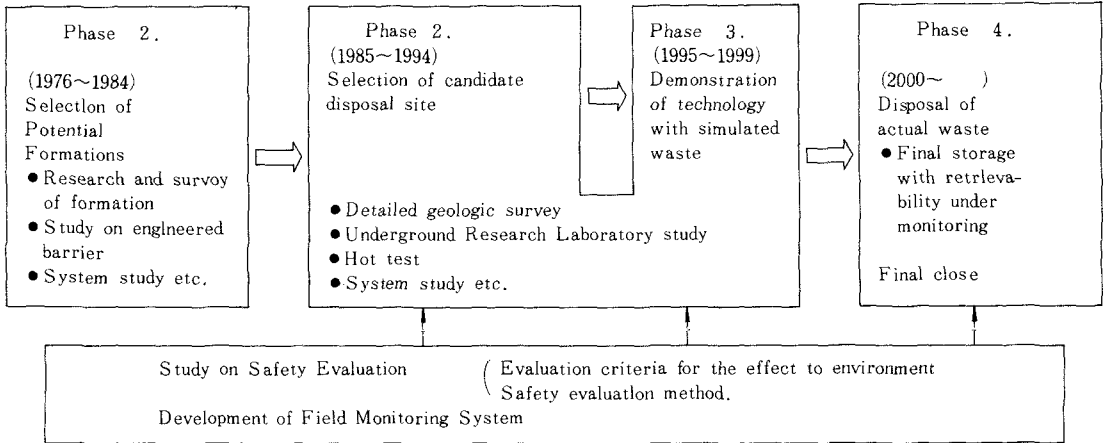
中·低準位 放射性廢棄物의 永久處分을 위한 基本計劃은 陸地埋沒과 海洋投棄로 되어 있으며, 현재 Japan Nuclear Fuel Industrie's Ltd.가 Aomori 현 Rokkasho Mura에 中·低準位 放射性廢棄物을 中央集中式으로 永久處分하기 위해 電力會社들과 합동으로 그 타당성을 검토 중에 있다.

5. 陸地處分計劃

委員會는 高準位 液体廢棄物의 陸地處分計劃을 수정하여 4 단계 프로그램으로 권고하고 있는데, 最終段階에서는 약 2,000의 선정된 저장소로 고준위 액체폐기물 반입이 시작된다. 첫번째 단계는 이미 完了되었고, 두번째 단계에서는 地下實驗研究室과 高溫試驗設備內的 廢棄物 處



〈그림 3〉 陸地處分開發計劃



분에 대한 연구와 더불어 永久處分場을 選定한다.

計劃은 다음과 같이 4 단계로 나뉘어 있는데 그림 3에 說明되어 있다.

1 段階：永久處分に 적합한 地質學上 地層 探查.

2 段階：永久處分 후보지의 選擇(約10年內에 可能).

3 段階：處分技術의 實證.

4 段階：永久處分.

1 段階에서 遂行된 地質學上 探查를 보면 陸地處分시스템은 人工방벽시스템과 결부된 일본 지질층 안에 이중방벽을 이룸으로써 施行可能하다는 結論에 도달해 있다.

2 段階에서는 地下水의 특성과 深層의 地質學的 장기 안정성 및 地震과 關聯된 영향 등에 초점을 맞춘 더욱 精確한 地質學上 探查가 地下實驗室 研究의 補完事項으로 실시될 예정인 것이다. 여기에는 核種의 放出과 移動에 關한 理解를 높이기 위해 材料科學과 核化學도 必要할 것이다. 이러한 활동들은 國民이 받아들일 수 있는 處理概念을 얻기 위해 5년간 繼續될 것이다.

超우라늄元素 廢棄物은 반감기가 긴 放射性核種을 포함하고 있기 때문에 高準位 液体廢棄物

과 비슷한 方法으로 處理해야 한다. 具體的인 處理工程段階는 高準位 液体廢棄物의 研究結果를 고려하여 研究될 예정인 것이다.

6. 放射性廢棄物貯藏/研究센터의 設立

이 센터는 琉璃化된 高準位 液体 廢棄物과 固定화된 中·低準位 放射性廢棄物을 貯藏할 目的으로 설립 예정인데, 여기에서는 高準位 液体廢棄物로 부터 나오는 熱과 放射線의 利用을 포함한 廢棄物 處理技術 開發에 역점을 둘 것이다. 이 연구센터의 건설에 필요한 4,000,000 m²의 敷地가 確保되었으며, 여기에는 琉璃化된 高準位 放射性廢棄物 貯藏庫와 主設備로서 中·低準位 放射性廢棄物 貯藏設備 그리고 地下研究實驗室 및 高溫試驗設備을 포함하고 있는 研究實驗室 等 여러 설비가 자리잡게 된다.

結 論

核燃料週期の 完成을 期하기 위하여 日本은 放射性廢棄物 處理技術의 確立과 永久處分技術의 開發에 박차를 가하고 있다. 이 分野에서는 國民의 理解와 當面한 重要問題를 解決하기 위한 國際間의 긴밀한 協力を 바탕으로 점진적으로 이러한 計劃의 遂行을 促進해 나가는 것이 더욱 重要하다고 하겠다.