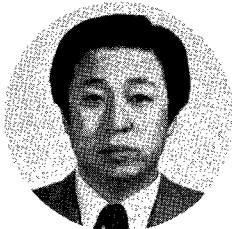


韓國에 있어서 放射性廢棄物 處理 處分 基本方向

*Strategy for the Treatment and
Disposal of Radioactive
Wastes in Korea*



朴 憲 輝
(韓國에너지研·放射性廢棄物研究室長)

1. 原子力の 利用과 放射性廢棄物の 發生

韓國에서는 경제발전에 따라 에너지의 수요가 급증하고 있어, 에너지의 안정공급이 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 韓國에서는 1978年 최초의 原子力發電所인 고리1호기가 가동된 이래, 1985年10月 현재 加壓輕水型 原子力發電所 3基와 重水型 原子力發電所 1基 등 도합 4基의 原子力發電所가 運轉中에 있어, 原子力發電容量은 2,866MWe에 달하고 있으며, 1990年까지는 9基의 발전소가, 2000년까지는 加壓輕水爐 12基와 重水爐 1基 등 總13基의 原子力發電所가 가동되어 原子力發電容量은 약11,400 MWe에 이를 것으로 전망된다.

이와 같은 原子力發電所의 가동에 따라 그 副産物로서 發生되는 放射性廢棄物의 量도 급증하고 있어, 中·低準位廢棄物의 累積量이 1985년에는 14,000드럼, 2005년에는 40만드럼에 달할 것으로 예상되며, 原子力發電所의 수명을 40년으로 가정하면, 한국내의 모든 原子力發電所가 解體되는 2045년에는 解體廢棄物을 포함하여 總170만드럼의 中·低準位廢棄物이 누적될 것으로 추정된다. 또한 使用後核燃料의 累積量도 1985년에는 350톤, 2005년에는 6,000톤, 2045년에는 15,000톤으로 이와 같은 原子力發電 이외에도 산업체, 병원, 敎育연구기관 등에서 放射性同位元素의 이용으로 부터 發生되기도 한다. 현재 韓國에서는 이러한 同位元素의 利用으로 發生되는 放射性廢棄物의 量은 소량에 불과한 실정이나, 先進國의 例에서 볼 수 있는 바와 같이, 경제가 성장됨에 따라 同位元素의 利用이 증가하여, 이로 부터 發生되는 放射性廢棄物의 비중은 점차 커질 것이다. 즉, 同位元素利用機關에서 發生된 中·低準位廢棄物의 누적량은 1990년에는 약19,000드럼, 2000년에는 약65,000드럼, 2045년에는 약700,000드럼이 누적되어 전체 中·低準位廢棄物 發生量中 상당

부분을 차지할 것으로 예상된다.

이와 같이 原子力發電과 放射性同位元素의 利用에서 발생하는 中·低準位廢棄物과 使用後核燃料의 누적량이 급증함에 따라 이의 安全管理가 심각한 문제로 대두되고 있다.

放射性廢棄物은 일반산업폐기물과는 달리 인체에 유해한 放射能을 띄고 있고, 그 有害성이 장기간에 걸쳐 지속되므로, 放射性廢棄物管理는 安全性을 최우선적으로 하여, 일관성 있고 효율적인 총괄관리가 이루어져야 하며, 이를 위해 廢棄物管理體制는 安全性과 永續성이 보장되어야 한다는 특징을 지니고 있다.

2. 放射性廢棄物 管理政策 樹立

韓國은 1959年 原子力研究所의 설립을 계기로 原子力時代에 접어들었다. 그후 1962년에 최초의 研究用原子爐인 熱出力 100KW의 TRIGA Mark II가 가동되었고, 1967년에 熱出力이 250KW로 증강되었으며, 곧이어 1972년에 熱出力 2MW의 TRIGA Mark III가 가동됨으로써 原子力에 관한 연구·개발이 본격적으로 시작되었다.

그러나 韓國에서 放射性廢棄物管理의 중요성이 제기되기 시작한 것은 1978年 최초의 商用原子力發電所인 고리1호기가 가동되어 다량의 放射性廢棄物이 발생되기 시작할 때 부터이다. 이에 따라 韓國에너지研究所는 1982年 부터 放射性廢棄物綜合對策에 관한 研究를 수행하였으며, 1983년에는 科學技術處, 에너지研究所, 韓電, 動力資源研究所, 韓國電力技術株式會社 등 관련 기관의 전문가들로 구성된 放射性廢棄物 處理·處分對策委員會가 구성되어 放射性廢棄物管理對策(案)을 작성하였다.

이 관리대책(안)은 1984年2月 原子力委員會에 상정되었으며, 原子力委員會는 이 초안을 검토하기 위해 “放射性廢棄物管理對策 特別分科委員會”를 설치할 것을 의결하였다. 그 후, 特別分科委員會는 3차에 걸쳐 회의를 열고 放射性

廢棄物管理對策(案)을 검토한 후 최종안을 原子力委員會에 상정하였다. 이에 따라 1984年10月 第211次 原子力委員會는 다음과 같은 放射性廢棄物管理 基本原則을 의결하였다.

첫째, 中·低準位放射性廢棄物은 陸地處分을 원칙으로 하며, 추후 海洋投棄도 고려할 수 있다.

둘째, 中·低準位廢棄物의 永久處分場은 原電敷地 外部에 中央集中式으로 건설, 운영한다.

셋째, 放射性廢棄物管理에 소요되는 費用은 廢棄物發生者가 부담한다.

그 후, 1985年6月 第213次 原子力委員會에서는 이러한 放射性廢棄物管理事業의 전담기관으로 韓國核燃料株式會社(KNFC)를 지정하였다.

3. 放射性廢棄物管理体制

韓國에서 原子力에 관한 제반정책수립 및 안전규제업무는 科學技術處의 原子力局에서 담당하고 있으며, 정책수립 및 집행을 위한 자문기관으로 原子力委員會(AEC)가 科技處長官 직속으로 설치되어 있다.

또한, 原子力에 관한 研究開發은 한국에너지研究所(KAERI)에서 수행하고 있다.

한편, 原子力發電 事業者인 韓國電力公社(KEPCO)는 에너지 및 자원에 관한 업무를 총괄하는 정부부처인 動力資源部 산하기관으로서 관련 기관과의 협조하에 原子力發電所의 건설 및 운영을 담당하고 있다.

放射性廢棄物管理는 그 성격상 사업추진기능과 研究開發技能이 함께 갖추어져야하므로, 한국에너지연구소와 한국전력공사의 공동설립기관인 韓國核燃料株式會社에서 담당하고 있다. 韓國核燃料株式會社는 원래 核燃料의 공급을 위해 설립된 기관이었으나, 放射性廢棄物管理業務가 추가됨으로써 核燃料週期 전반에 걸친 업무를 담당하게 되었다.

韓國核燃料株式會社가 담당하게 된 放射性廢棄物管理業務의 內容은 다음과 같다.

첫째, 放射性廢棄物管理 長期對策 樹立을 위한 기술 검토.

둘째, 放射性廢棄物管理基準의 작성 및 管理費用의 조달방안 강구.

셋째, 放射性廢棄物의 수송, 核週期事業者와 RI이용기관에서 발생된 폐기물의 수집처리, 中·低準位廢棄物處分場의 건설 및 운영, 使用後核燃料管理, 廢核施設의 除染 및 解體 등을 포함한 放射性廢棄物管理事業의 수행.

넷째, 放射性廢棄物管理에 필요한 技術開發 등이다.

4. 放射性廢棄物管理方向

韓國은 인구밀도가 높고 국토가 협소하기 때문에 放射性廢棄物管理에 있어 安全性을 최우선으로 고려하고 있다.

현재 發電所 및 RI이용기관으로부터 發生되는 放射性廢棄物은 적절한 방법으로 處理되어 임시저장되고 있다. 이러한 放射性廢棄物의 處理時 특히 廢棄物發生量의 減少 및 固化體의 특성 개선에 주력하고 있으며, 포장용기의 개량 및 규격화에도 역점을 두고 있다. 현재 한국핵연료주식회사의 당면과제인 中·低準位廢棄物處分은 한국의 處分環境을 고려할때, 해안지대에 근접한 야산속 암반내의 동굴처분이 유력시 되고 있다. 앞으로는 이러한 放射性廢棄物處分과 관련하여 부지선정기술, 처분장 설계 및 건설기술, 처분장 운영기술 등의 확보 및 처분안전성을 확인하기 위한 안전성평가기술의 확립을 위해 試驗處分場을 建設, 운영할 예정이다.

이와 같은 기술확보단계를 거쳐 放射性廢棄物 商用處分場이 건설되면, 現在 發電所內에 임시저장되어 있는 廢棄物을 處分場으로 수송하여 포장상태 및 고화체특성 등을 검사한 후 처분하게 되며, 그후 계속적인 환경감시를 통하

여 處分安全性을 確認할 예정이다.

使用後核燃料管理에 대해서는 현재 國家政策이 確立되어 있지 않은 상태이므로, 잠정적으로 발전소내 저장소에 임시저장하고, 가까운 시일 내에 종합관리대책을 마련할 예정이며, 이와 아울러 貯藏技術의 開發에 관한 研究가 수행될 것이다.

이상과 같은 放射性廢棄物管理를 성공적으로 수행하기 위해서는 몇가지 사항이 선결되어야 할 것이다.

첫째, 국내외의 교육 및 훈련을 통해 전문인력을 확보하여야 한다.

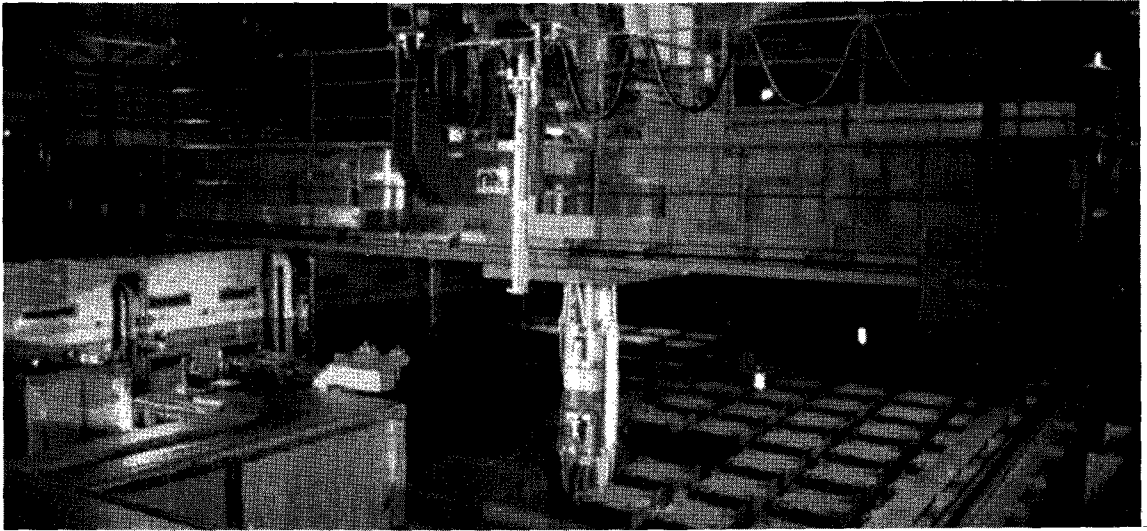
둘째, 폐기물관리에 필요한 시설이 확보되어야 한다.

셋째, 廢棄物管理의 安全性과 效率性을 향상시키기 위한 研究·開發이 수행되어야 한다.

5. 放射性廢棄物 管理技術 開發現況

韓國에서 放射性廢棄物에 관한 연구가 본격적으로 수행되기 시작한 것은 1970년대로써 여기서는 1978년도 이후 한국에서 수행된 放射性廢棄物管理에 관한 연구·개발현황을 살펴보기로 한다. 이와 같은 연구·개발현황으로부터 한국에 축적된 技術을 평가할 수 있고, 폐기물관리 연구의 동향을 分析할 수 있을 것이다.

研究現況을 살펴보면 1970年代에는 주로 放射性廢棄物處理와 環境영향평가에 관한 연구가 수행되었으나, 1980년대에 들어와 放射性廢棄物處分の 필요성이 제기됨에 따라 1982년에는 放射性廢棄物 綜合管理對策에 관한 연구가 수행되었고, 1983년에는 관계기관의 전문가들로 구성된 放射性廢棄物管理 對策委員會에 의해 放射性廢棄物 綜合對策 報告書가 작성된 바 있다. 이어서 1984년에는 放射性廢棄物 處理·處分對策 研究가 수행되는 등 放射性廢棄物管理政策에 관한 연구가 활발히 진행되었으며, 이와 병행하여 廢棄物處理技術과 處分安全性 評價技術



에 관한 연구도 수행되었다.

현재는 한국핵연료주식회사를 중심으로 放射性廢棄物의 處理 및 處分に 관한 연구가 진행되고 있다.

한국핵연료주식회사는 RI 이용기관의 放射性廢棄物과 研究所의 放射性廢棄物 및 發電所에서 處理되지 않고 있는 粉末形廢樹脂 등을 수탁처리할 수 있는 放射性廢棄物 綜合處理施設을 건설중에 있으며, 1986년 부터 가동할 계획이다. 이 시설에서는 中·低準位液體廢棄物과 廢樹脂, 中·低準位 및 高準位固體廢棄物을 處理할 수 있으며, 오염된 기기, 장비 등을 제염할 수 있는 기능이 갖추어져 있다. 低準位液體廢棄物은 수집후 증발·농축 및 화학처리를 거쳐 아스팔트고화처리하게 되어 있으며, 中準位廢棄物 및 廢樹脂는 화학처리 단계에서 유입되어 역시 아스팔트고화처리 하도록 되어 있다.

증발·농축과정($1m^3/hr$)에서 발생된 증발응축액은 이온교환을 거친 후 극·저준위의 廢液과 함께 자연증발조로 보내져서 자연증발하도록 구상하고 있으며, 자연증발에 관한 연구가 현재 진행 중에 있다. 이와 같이 자연증발을 택한 것은 본 시설이 내륙에 위치하여 있으며, 방

출유로가 되는 금강이 식수원으로 사용되기 때문에 주민의 반응을 고려한 조치이다.

한편, 고체폐기물은 압축, 고정화 또는 도장처리되어 液體廢棄物固體와 함께 KNFC 내 임시저장고에 보관하도록 되어 있다. 또한, 오염된 장비 및 기기는 침수, 초음파 및 분사제염 등의 방법으로 제염하여 재사용할 계획이다. 이외에도 KNFC는 照射後核燃料 試驗施設의 核燃料貯藏槽의 물을 이온교환처리하는 과정을 통해 다량의 방사성폐액의 처리에 관한 기술과 경험을 축적하고 있다.

이와 같은 대규모 시설을 이용한 放射性廢棄物의 종합처리기술개발 이외에도 각 단위공정에 대한 연구도 수행되고 있다. 즉, 放射性廢液과 廢이온교환수지의 아스팔트고화에 관한 연구를 수행하고 있으며, 廢이온교환수지의 아스팔트고화처리 연구를 위해 증발처리용량이 시간당 7ℓ인 박막증발관형 아스팔트고화처리장치를 제작하여, 固體實驗과 固體의 永久處分에 대한 安全性評價 研究를 진행 중에 있다. 또 液體廢棄物의 증발농축처리, 시멘트고화처리 및 플라스틱고화처리 등의 연구를 종합적으로 수행할 수 있는 模擬廢棄物處理工程(simulator)이 제작되어 이를 이용한 연구가 수행되고 있다.

發電所에서 발행되는 液體廢棄物中에는 상당량의 붕산이 함유되어 있으므로, 이를 12w/o 까지 증발농축하여 시멘트고화처리하면, 다량의 고화체가 발생한다. 그러나 이와 같은 기존방법을 사용하지 않고 붕산을 회수, 분리한다면 최종고화체의 생성량을 대폭 감소시킬 수 있을 것이다. 붕산을 회수하는 방법으로는 결정화, thermal regeneration, reverse osmosis 등이 있는데, 현재 KNFC에서는 결정화에 관한 연구가 실험실적으로 수행되고 있다.

KNFC에서는 제염에 관한 연구도 중점적으로 수행되고 있어, Hot Cell 內에서 각종 오염된 기기의 원격제염시험을 하기 위한 중앙집중 제염시설이 현재 건설중에 있으며, 1986년에 가동될 예정이다. 또 原子力發電所 1차냉각계통의 제염기술을 연구하기 위한 Test Loop장치를 제작하여 이에 관한 연구를 진행중에 있다.

이외에도 KNFC에서는 可燃性 固體廢棄物의 소각처리를 위한 소각처리장치의 개발에 관한 연구가 진행중에 있으며, 放射性廢棄物處分을 위한 放射性核種의 지하이동에 관한 연구, 放射性廢棄物處分の 환경영향을 평가하기 위한 電算프로그램의 개발, 시멘트고화체의 침출특성 개선에 관한 연구, 廢棄物의 포장용기개발에 관한 연구, 放射性廢棄物의 수송체제에 관한 연구 등과 폐이온교환수지의 플라스틱고화에 관한 연구도 진행될 예정이다.

현재 한국에서는 使用後核燃料管理에 관한 국가정책이 확립되어 있지 않아, 使用後核燃料를 發電所內에 임시저장하고 있는 실정이다. 그러나 發電所間의 이동저장을 고려하더라도 1995년 경에는 저장용량포화문제에 직면하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 1982년부터 1983년까지 使用後核燃料管理에 관한 韓·美 공동연구가 수행되었으며, 1984년에는 소내저장과 소외 저장방식, 습식저장기술과 건식저장기술 등에 대한 광범위한 비교·검토가 수행되었다.

6. 放射性廢棄物管理 推進計劃

韓國의 放射性廢棄物管理 推進計劃은 크게 放射性廢棄物管理計劃과 使用後核燃料管理計劃으로 나눌 수 있다.

KNFC의 당면과제는 中·低準位廢棄物의 處分으로서, 이를 위해 1987년까지 試驗處分場을 건설하여 현재 발전소내에 임시저장되어 있는 放射性廢棄物을 試驗處分한 후 환경영향평가를 통해 處分安定性을 입증할 예정이다. 이러한 試驗處分에서 얻은 결과를 토대로 1988년부터는 永久處分場의 건설에 착수하여, 1991년에는 商用處分을 개시할 것을 목표로 하고 있다. 이와 같은 放射性廢棄物處分事業의 遂行을 위해 관련기술의 개발도 遂行될 것이다. 즉, 敷地選定技術은 1987년까지, 고화체평가기술 및 放射性廢棄物 輸送系統 開發은 1990년까지 確立할 것을 목표로 하고 있으며, 환경영향평가기술을 계속 개선해 나갈 예정이다.

放射性廢棄物의 處理技術로는 廢棄物의 발생량을 감소시키고, 고화체의 안정성을 향상시키기 위한 液體廢棄物의 減容/固화에 관한 技術開發과 可燃性 固體廢棄物의 燒却技術에 관한 연구에 주력할 예정이며, 오염기기 및 원자로 1차냉각계통의 除染技術은 1989년까지 확보할 계획이다. 그밖에 廢核施設의 해체에 관한 연구도 1988년 경부터는 시작할 것을 예정하고 있다.

使用後核燃料管理는 長期管理綜合對策의 수립이 시급한 문제로서 1988년까지는 대책을 확정하고, 使用後核燃料貯藏에 대한 제반기술의 확립을 위해 소규모 安全貯藏施設(SSTF)을 건설, 운영하여 기술자료를 확보할 예정이다.

이와 같은 소규모시설의 건설 및 운영을 통해 얻은 자료를 토대로 제1종합저장시설의 건설을 1991년에 착수하여, 1995년부터 운영에 들어갈 것을 계획하고 있으며, 사업추진계획에 병행하여 관련기술의 개발도 수행할 예정이다.