

특 집

韓·日原子力산업 세미나 발표 논문



<우리나라는 인근주민의 오해를 우려해 非汚染核폐기물의 처리도 방사성폐기물로 분류처리하는 등 극도의 조심성을 보이고 있다>

저준위 방사성폐기물 감축방안 非汚染마모·손상방호품도 방사성폐기물로 분류

鄭 大 憲

한국전력공사
고리원자력본부
제1방사선관리부장

I. 머릿말

정부가 추진하는 방사성폐기물 영구처분장 건설 추진이 지역주민들의 반발로 지연되고 있는 실정이다.

현재 발전소내의 저장시설의 확충을 위한 추가 신축 또한 여의치가 않아 한국전력공사 고리원자력본부에서

는 이의 대안으로서 폐기물 生成억제(抑制) 및 감축에 중점을 두고 있다.

1993년말 현재 古里 原電 시설내에 저장중인 폐기물은 55gal 드럼으로 환산하여 약 4만2천 드럼이며 이들을 내용별로 분류하면 잡고체(雜固體) 폐기물이 55%, 농축폐액(濃縮廢液)이 35% 그리고 나머지는 폐수지(廢樹脂) 등이다.

최근의 원전별 생성실적을 보면 발

저준위 방사성폐기물 감축방안

표 1 : 중·저준위 방사성폐기물 소내 저장현황

1993년 말 현재		
내 용	재고량	비 율
잡 고 체	16,421	53.2
농축폐액	10,357	34.9
폐 수 지	2,280	7.7
폐 필 터	650	2.2
계	29,708	100.0

전소 경년(經年)에 따라 관리구역의 오염도가 높아지면서 잡고체 폐기물은 증가하는 경향이 있다.

그래서 한전은 폐기물의 주류를 이루는 잡고체 폐기물 및 농축폐액의 감용(減容)에 초점을 둔 폐기물 감축계획을 수립하여 시행중이다. 이의 세부 실천방안으로는 관리구역의 청결도 제고, 잡고체 감축을 위한 분리처리 및 초고압 압축처리, 농축폐액 감축을 위한 건조처리 등을 들 수 있다.

이 계획이 본격 가동되는 '94년말 이후에는 각 原電에서의 폐기물 연간 생성량은 현 추세의 1/2 수준인 호기당 250드럼 이하일 것으로 예상된다.

II. 개 요

古里原子力 본부내(PWR 4기 가동 중) 방사성폐기물의 저장시설용량은 55gal 드럼으로 환산하여 약 5만 드럼인데 1993년말 현재, 소내 저장중인 방사성폐기물은 약 3만 드럼에 이른다.

현재 생성추세 대로라면 앞으로 10년 후에는 현 시설이 한계에 도달할 것으로 예상된다.

한편, 정부가 주관하는 방사성폐기물의 영구처분장 건설추진에 지역주민들의 반발로 지연되고 있는데 발전소내 저장시설의 확충을 위한 추가신축도 여의치 않은 실정이다.

한전은 이에 대한 대책으로서 방사성폐기물의 주류를 이루는 잡고체 폐기물과 농축폐액의 감용(減容)에 초점을 두고 있다.

더 구체적으로 말하면 관리구역의 청결도 제고를 위한 관리개선, 잡고체 폐기물의 감축을 위한 분리처리 및 초고압 압축처리, 그리고 농축폐액의 감용을 위한 건조처리 등의 세부시행계획을 세우고 추진중에 있으며, 이 계획은 1994년말 완성될 예정이다.

III. 방사성폐기물 처리현황

현재 우리나라 原電에서 생성된 방사성폐기물은 55gal 드럼에 포장되며, 내용물에 따라 농축폐액 고화드럼, 폐

수지 및 폐필터용 콘크리트 드럼과 잡고체드럼 등 3종류로 분류된다.

「表 1」은 1993년 12월말 현재 古里原電부지내에 저장중인 중·저준위 방사성폐기물을 55gal 드럼으로 환산한 값이다.

폐기물의 내용을 보면 55.3%는 잡고체 폐기물이고 34.9%는 농축폐액 그리고 나머지는 폐수지 등이다.

한편 최근 3년간 생성된 중·저준위 폐기물의 내용별 생성분률을 비교하면 「표 2」에서와 같다.

표에서 보는 바와 같이 잡고체가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 연료손상경험이 있거나, 발전소 경년(經年)에 따라 관리구역의 오염도가 높을수록 잡고체의 생성분율은 증가하는 경향이 있음을 알 수 있었다.

IV. 관리구역 관리기준 개선

발전소 경년에 따른 관리구역의 오염도 상승은 필연적 현상이다.

관리구역에서의 표면 오염은 잡고체 생성률과 상관관계가 있으므로 저

표 2 : 고리본부의 폐기물 내용별 생성률

(최근 3년간 연평균)

발전소	폐기물생성량	生成分率 (%)			
		잡고체	농축폐액	폐수지	폐필터
고리 1, 2	1,080 드럼	71%	20%	7%	2%
고리 3, 4	1,021 드럼	60%	28%	9%	3%
연평균	503드럼/ 호기	66%	24%	8%	2%

특집 : 한·일 원자력산업 세미나

표 3 : '93년도 고리 1, 2호기에서의
제염지 소모실적

Unit	면적(m ²)	제염지소모량(드럼)		
		기기 제염	통로 제염	계
고리 1	13,440	28	34	62
고리 2	14,580	28	35	63
計	28,020	56	69	125

준위 방사성폐기물의 주류를 이루는
잡고체를 근본적으로 줄이는 가장 효
율적인 방안으로는 방사선 관리구역
의 청결도를 높이는 것이라 할 수 있
다.

1. 청결도 제고

이제까지의 방사선관리구역에서의
제염(除染)방법은 정기적인 Survey
결과 오염기준을 초과한 지역에 한하
여 제염지(除染紙) 또는 걸레를 사용
하는 국부 제염이었으며, 전적으로 인
력에 의존하기 때문에 제염속도가 늦
고 이룰때면 사후처리 방법이다.

이런 방법은 청결도 유지면에서 한
계가 있을 뿐 아니라, 제염지 사용에
따른 폐기물 발생이 불가피하다.

이에 대한 해결책으로 우선 관리구
역 제염시 제염지나 걸레 사용 대신에
넓은 관리구역의 통로 청소에 적합한
고성능 습식(濕式) 진공청소기를 사용
하여 청소 속도를 높이고 밀도있는 청
소를 수행하고 있다.

또한 관리구역내 배관 및 설비상부

에 쌓인 먼지를 정기적으로 청소하여
오염원을 제거함으로써 관리구역을
항시 청결구역 수준으로 유지토록 하
고 있다.

한편 비눗물 또는 화학세정제를 사
용하는 습식 진공청소기의 채택은 通
路제염에 사용되었던 제염지 소모량
을 줄이는 부수효과를 가져왔다.

현재 관리구역의 청결도는 300
dpm/100cm³ 이하를 유지하고 있다.

따라서 정상운전시 관리구역에의
임시 방문 또는 일상점검을 위한 출입
시에는 방호복 대신에 까운만 착용토
록 하고 있으나 앞으로 작업 이외의
단기간 출입시에는 평상복 출입도 고
려하고 있다.

「表 3」은 '93년도 고리 1, 2호기
에서의 제염지 소모실적이다.

제염지의 총소모량 즉 폐기량은
55gal 드럼에 압축 포장한 것으로 환
산하여 총 125드럼인데 이들 가운데
69드럼이 관리구역 통로 제염시 사용
된 것이다.

2. 물품반입 통제

한편, 방사선관리구역에 반입되어
장기간 방치될 경우 표면오염으로 인
하여 방사성폐기물로 처분되는 경우
가 非—非再하다.

주로 각종 공사에 사용되었던 것들
인데 이들은 곳곳에 쌓여 있어 관리구
역의 청결유지(清潔維持)에 장애가 되
고 있다.

그래서 이들 중 용도가 없는 경우
목재류는 오염된 표피를 전기대패를

原電 부지내의 저준위 폐기를 임시저장고



저준위 방사성폐기물 감축방안

사용하여 벗겨낸 후 관리구역 밖으로 반출한 다음 재활용토록 하고 있으며, 철재류는 화학 세정제를 사용하여 최대한 제염처리후 재사용하거나 적법 절차를 거친 다음 일반산업폐기물로 처리토록 하고 있다.

그러나 이의 근본적인 해결책으로서 관리구역내에 각종 공사용 물품의 반입시 용도, 반출·입 일자 및 반입자를 표기하는 Tag 또는 Sticker를 활용하여 물품의 과다반입 및 장기간 방치를 억제하고 있다.

「表 4」는 94년말 현재까지 고리 1, 2호기 관리구역에 누적되었던 폐자재 현황인데 55gal 드럼으로 환산한 값으로 약 113드럼이다.

V. 잡고체 분리수거 및 처리

1. 분리수거

관리구역용 방호복, 신발, 장갑, 양말 등은 세탁후 오염도가 22,000 dpm/100cm³을 초과하면 국내 관련 규정에 따라 전량 방사성폐기물로 폐기처리되고 있다.

이들 폐기대상 방호용품(防護用品) 들은 세탁과정에서 오염되는 경우가 적지 않다.

그래서 오염과정에 따라 분리수거함을 관리구역내 곳곳에 비치하고 있다.

예를 들면 오염된 방호물품은 황색 수거함에, 오염되지 않은 것은 녹색 수거함에 수거된다.

「表 5」는 고리 1, 2호기 관리구역에서 사용된 작업복, 작업모, 장갑, 양말, 작업화 등 방사성 방호용품들의 폐기량을 지난 3년간의 연평균 실적으로 나타낸 것이다.

2. 청정쓰레기 분리처리

방호용품 중에서는 오염이 아니고 마모 또는 손상으로 폐기되는 경우에도 소외(所外)반출 및 일반산업폐기물로 처리할 때 인근 주민들의 부당한 오해를 우려하여 방사성폐기물로 처리하고 있는 실정이다.

불신감을 불식시키고 쓰레기 분리수거에 대한 의식을 고양시키기 위하여 청정쓰레기 분리처리설비를 설치 중에 있으며 이 설비가 본격 가동되는 금년말 이후에는 「表 5」에 나타난 방호용품에 의한 잡고체 드럼은 대부분 줄어들 것으로 기대된다.

청정쓰레기 분리처리설비는 분류탁(分類卓/Sorting Table), 분쇄기(分碎機/Shredder) 및 Bag Monitor로 구성된다.

청정쓰레기 분리처리 과정을 간단히 소개하면 분리수거된 쓰레기 중 노란색 주머니의 것은 방사선감시기로 재확인후 방사성폐기물 처리공정에 따라 폐기처리되며, 녹색 주머니의 것은 Sorting Table에서 오염도 검사를

표 4 : 고리 1, 2호기 관리구역내 폐자재 누적현황

93년 말 현재

내 용	고리 1	고리 2	계
목재류	38	58	96
고무류	10	4	14
비닐류	1	2	3
계	49	64	113

거쳐 2,200dpm/100cm³ 이하일 경우 청정쓰레기로 분류된다.

이들을 다시 가연성(可燃性)과 불연성(不燃性)으로 분류한 후 분쇄기에서 잘게 분쇄시킨 다음 비닐백에 포장한다.

그런 다음 Bag Monitor에서 최종적으로 방사선검사를 거쳐 청정쓰레기로 최종 판정된 경우 적법한 절차를 거쳐 일반쓰레기로 처리한다.

한편 청정쓰레기로 판정된 가연성 쓰레기의 경우 古里本部 소내에 전용(專用) 소각로를 설치하여 시범적으로 소각 처리의 효율성을 시험해볼 계획이다.

소각 처리시 생성된 소각재(灰)는 푸대에 수거하여 방사선을 측정하며, 만일 방사선 검출시에는 방사성폐기물로 Drumming하게 된다.

또한 배기가스는 냉각, 감압 여과과정을 거친 후 대기로 방출되는데 만일 배기가스에서 방사능이 검출될 경우 발전소 관리구역 공기정화계통으로 회수토록 한다.

VI. 초고압 압축처리

관리구역에서 생성된 잡고체 폐기물은 통상 10톤 내지 20톤의 압축력으로 55gal 드럼에 압축 포장된 후 소내 폐기물 저장고내에 저장되는데 앞서 언급한 대로 총폐기물 저장량의 절반 이상을 차지하고 있다.

초고압 압축처리란 이들 기존의 잡고체 드럼을 대상으로 최대 2,000톤의 압축력으로 다시 압축한 후 재포장하는 것으로서 감용효과는 잡고체 드럼의 내용물에 따라서 다른데 시운전 시험결과 이 설비(Supercompactor)의 감용효과는 「表 6」과 같다.

재포장용기로는 약 85gal의 철재(鐵材)드럼(Φ660mm × H964mm)을 사용하며, 압축된 드럼과 재포장용기가 서로 접촉하여 마모부식을 일으키지 않도록 틈새를 탈수 건조시킨 저준위 폐수지나 방호용품의 분쇄물을 사용하여 채운다.

따라서 재포장할 때 잡고체를 채움材로 활용하는 것을 감안한다면 이 설비의 잡고체 폐기물 감축효과는 「表 6」의 감용효과를 상회할 것이다.

이 설비는 '93년말 도입하여 운영되고 있으며, 국내 모든 原電의 공용설비로서 일정기간씩 순회 운영될 예정인데 현재 古里原電 부지내 폐기물 저장고내에 설치하여 3년간 계획으로 운영 중이다.

이 설비의 처리능력은 시간당 15드럼을 압축할 수 있다.

매년 6,000개의 잡고체 드럼을 압축할 계획이며 기존의 잡고체 드럼 수량을 현재고의 1/2 이하로 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

VII. 농축폐액 건조처리

현재 국내 原電에서 생성된 방사성 액체 폐기물은 Waste Hold up Tank에 수집된 후 Waste Evaporator를 이용, 방사농도 기준 12%로 농축시킨다.

농축된 폐액은 농축폐액 저장탱크에서 방사능 감소를 고려하여 일정기간을 저장한 후 고화(固化)처리 계통에서 Cement, Sodium Silicate의 고화제를 사용하며 55gal 드럼에 고화시킨다.

한전은 농축폐액 드럼을 보다 줄이기 위하여 기존의 농축폐액의 시멘트 고화처리방법 대신 농축폐액을 분말상태로 처리할 수 있는 농축폐액 건조처리설비를 각 발전소 단위로 설치·추진 중에 있다.

이 설비는 Drying body, Condenser/Subcooler, Chiller, Filtration Unit, Capping Unit 등으로 구성되는데 기존의 농축폐액 저장탱크 뒷쪽에 연결된다.

건조처리 공정을 간단히 설명하면 농축폐액은 발전소 보조증기(蒸氣)를

표 5 : 고리 1, 2호기의 방사선 방호품 年平均 폐기량

(단위 : 드럼)

방호용품	폐기량
작업복	82
작업모	3
장갑	37
양말	15
작업화	12
계	159

열원(熱源)으로 이용하는 Drying Unit에 가열된다.

폐액 중의 응축성 기체는 Condenser/Subcooler에서 응축된 후 발전소 액체폐기물처리계통으로 되돌려 보내며, 非응축성 기체는 Filtration Unit를 거쳐 발전소 배기계통에 연결된다.

위의 단계는 농축폐액이 완전히 건조될 때까지 반복된다.

완전히 건조된 분말상태의 폐액은 파라핀을 이용하여 고화시킨 후 HEPA와 Charcoal Filter가 있는 Capping Unit에서 55gal 드럼에 포장된다.

건조처리된 폐액의 포장은 10 CF-R 61 Class A에 해당되기 때문에 기존의 55gal DOT 17-H Drum을 사용할 수 있으나 만일 만족하지 못할 경우에 건조폐액은 특수용품(High Integrity Container)에 포장되어야 할 것이다.

이 설비의 日日 처리용량은 약 800

저준위 방사성폐기물 처리방안

gallon이며, 이 설비가 본격 가동되는 올해말 이후에는 농축폐액 드럼의 생성량을 현행의 1/5 수준으로 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

이 계획 추진과정에서 관리구역 종사자들이 보여준 관리구역 청결도 유지와 폐기물 감축의 필요성에 대한 깊은 이해와 자발적 세력은 이 계획의

추진과정에서 얻은 괄목할 만한 성과라 할 수 있으며 이 계획의 성공을 기약하는 것이라 하겠다.

Ⅷ. 결 론

이 계획이 본격 가동되는 '95년 이후에는 폐기물 연간생성량은 현 추세 의 1/2 수준인 호기당 250드럼 이하일 것으로 예상되며, 또한 기존의 잡고체 드럼을 현재고의 1/2 이하로 줄일 수 있다.

현재 정부가 추진하는 영구처분장 건설은 상당한 진통을 겪고 있는데 발전소내 저장시설을 추가로 신축할 필요가 있다는 문제제기가 되고있는 마당에 이러한 감용계획의 추진은 그나마 숨통을 트는 다행한 일임이 틀림없다.

그러나 이 계획이 성공적으로 그 목적을 달성하려면 무엇보다도 방사선 작업 종사자들의 적극적인 참여가 필요하다.

표 6 : Supercompactor 감용효과
(압축력 단위 : ton)

내용물	적용압축력	감용효과
Wood	2,000	3.5
Metal	2,000	7.0
Clothes	1,000	2.2
Paper	1,000	2.1
Plastic	800	2.0

방호용품 중에서는 오염이 아니고 마모 또는 손상으로 폐기되는 경우에 소외(所外)로 반출, 일반산업폐기물로 처리할 때 인근 주민들의 부당한 오해를 우려하여 방사성폐기물로 처리하고 있는 실정이다.

불신감을 불식시키고 쓰레기 분리수거에 대한 의식을 고양시키기 위하여 청정쓰레기 분리처분설비를 설치중에 있다.