

원자력폐기물 관리시설의 건설계획

박 현 수

한국원자력연구소

원자력환경관리센터 종합조정부장

1. 굴업도 현황

1. 입지 배경

최근 정부는 원자력폐기물관리시설 부지로서 경기도 용진군 덕적면 소재 굴업도를 선정 발표함으로써 원자력계의 숙원사업이던 원자력폐기물관리 사업에 새 전기를 마련하게 되었다.

원자력폐기물 관리시설의 입지추진은 1986년이래 여러가지 부지선정 추

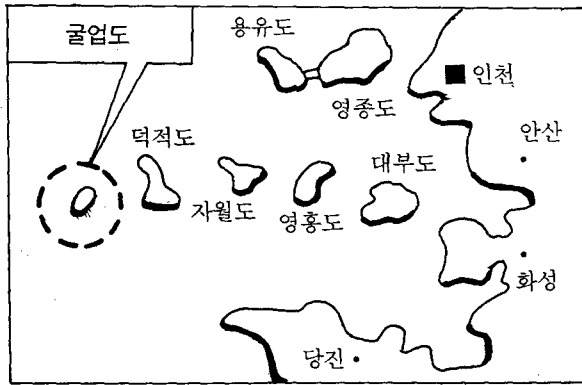
진 방법이 적용되면서 추진되어 왔다.

1986년부터 1989년까지 수행된 1차 추진은 단계별 선별도출방법(Stepwise Screening)을 적용하여 동해안 3개 후보부지에 대한 입지 추진, 그리고 2차 추진은 1990년 3월 이후 특정지역 지정방법에 의한 안면도 입지 추진을 시도한 바 있다.

이후 공개적 및 객관적 방법에 의한 3차 추진으로서 지역지원을 통한

지역사회의 융화방안에 대한 연구를 토대로 6개 후보부지를 도출한 바 있으며, 1993년 이후 현재에 이르기까지 해당지역 주민의 자발적인 유치 방법에 의하여 추진돼 왔다.

이와 같이 총 4차례에 걸쳐 접근방법의 차이를 가지면서 추진하여 왔으나, 반핵단체의 지역사회 반대 분위기가 애항심의 발로로 전환·확산되면서 지역주민 반대시위로 이어져, 부



굴업도 위치도

지확보의 실패와 지역주민간의 갈등 심화라는 쓰라린 경험만 누적되어온 것이 사실이다.

이러한 전반적인 사회여건은 국가의 특수성을 충분히 고려해 볼 때, 사회일각에서 제기되어온 도서(섬)의 관리시설 입지를 신중히 고려하지 않을 수 없게 된 것이다.

따라서 도서부지에 저준위폐기물 영구처분시설과 사용후원전연료 중간저장시설의 두 가지 국가관리 시설을 유치하고, 인근의 임해지역에 이와 직접적이고도 단시간 내에 연계가 가능한 관련 분야의 연구소를 배후 지원기지로 하는 분리 부지의 개념으로 전환할 필요성이 대두된 것이다.

2. 입지 특성

분리부지로서 원자력폐기물 종합 관리시설이 입지하게 되는 굴업도는 그 지질적 특성 뿐만 아니라 인구가 적고 토지이용도가 낮다는 인문·사회적 측면에서도 긍정적인 요소를 많이

갖고 있다.

굴업도는 국토개발 계획상 수도권 서부 임해도서지역으로서 육지에서 최단거리 약 40km 지점, 인천에서 약 80km 지점에 위치하여 북동으로 덕적도, 동으로는 문갑도 등 크고 작은 섬이 위치하고 있으며, 천혜의 자연자원을 갖춘 관광지로 개발잠재력이 높은 지역이다.

면적은 약 1.7km²(약 51만평)로서, 지형은 표고 20m 미만이 전체의 42.9%, 20m 이상 40m 미만이 19.5%, 40m 이상 60m 미만이 16.8%를 차지하고 있어 완만한 구릉지를 형성하고 있다.

또한 표고 40m 이하 지역을 가용지로 가정하여 분석해 본 결과 개발가능지는 전체면적의 약 60%인 1.06km²로 나타났다.

굴업도의 지질적 특성은 중생대 백악기의 중성화산암류가 굴업도 전역에 걸쳐 분포하고 있으며, 이 지역의 기반암은 원자력폐기물처분장으로서

적합한 용결 응회암등의 화산암류로 구성되어 있다.

또한 굴업도의 총 인구는 5가구 9인으로서, 인구밀도가 덕적면의 39인/km²에 비해 5.3인/km²에 불과하여 사회환경적 측면에서도 좋은 입지조건을 갖추고 있다고 볼 수 있다.

3. 지역지원 사업

1994년 1월 「방사성폐기물 관리사업의 촉진 및 시설주변지역의 지원에 관한 법률(법률 제4713호)」이 공포됨으로써, 국가 중요 사업인 원자력폐기물관리시설 부지의 확보에 동참하는 지역에 대하여 선진국의 관련 시설 주변지역과 같이 잘 살 수 있는 마을이 되도록 지원할 수 있는 법적 근거가 마련되었다.

이 법에 의한 지역지원 사업의 주요 내용을 보면, 총 500억원 규모의 발전기금을 조성하여 지역주민들이 지역발전을 위하여 필요한 사업을 주민 스스로 결정하여 지역주민을 위한 사업에 사용할 수 있도록 특별 지원금을 출연하여 재단법인 형태의 "지역 발전기금"이 조성된다.

이 지역발전기금은 주민대표로 구성된 이사회를 통해 운영·관리되며, 복지회관, 도서관 건립 등 주민들이 원하는 공공시설 건설과 주민소득증대를 위하여 장기저리융자, 주택개량, 지역주민 자녀를 위한 장학금 지급, 학사건립 등에 사용될 것이다.

또한 건설 기간중 매년 50억원, 운영

표 1. 종합관리시설부지내 입지시설(안)

구 분	시 설 명	목 적 및 기 능
종합 관리시설	○ 저준위폐기물 영구처분시설	국내 원자력발전소 및 방사성동위원소 이용기관에서 발생하는 중·저준위폐기물 종합관리 시설
	○ 인수검사 시설	저준위폐기물영구처분시설의 지상시설로서 하역된 폐기물의 연구, 검사 및 손상된 폐기물 용기를 재포장하는 인수검사시설과 제염시설 및 임시 저장시설이 포함됨
	○ 사용후원전연료 중간저장시설	국내의 원전에서 발생하는 사용후원전연료를 국가정책 결정시까지 관리하는 시설
공통 지원시설	○ 항만시설	각 원자력발전소로 부터 해상운반된 사용후원전연료 및 중·저준위폐기물의 하역작업과 선박의 접안 및 정박에 사용될 시설
	○ 정비보수시설	지구내 시설 및 설비들의 정비 및 유지보수를 위한 시설
	○ 차량정비시설	부지내의 모든 차량(수송차량 및 트레일러 포함)에 대한 유지 및 관리 시설
	○ 전력공급시설	자가발전을 위한 발전시설과 수배전 시설
	○ 용수공급시설	지구내 각 시설에서 소모되는 용수를 공급하기 위한 시설
	○ 환경감시시설	원자력폐기물의 안전한 저장과 혹시 누출될지도 모르는 방사능 원격감시 시설
복지시설	○ 주거 및 후생복지시설	독신료, 사택, 체육시설, 홍보관 등
녹지 및 기타 시설	○ 녹지 시설, 도로 및 기타 시설	종사자들의 휴식 및 여가선용을 위한 시설

기간중 매년 30억원의 지역개발 사업비를 조성하여 지원하도록 되어 있다.

이밖에 건설공사시 및 시설 운영시 현지업체 우선 활용, 현지 자재 우선 구매 등을 통하여 지역경제의 활성화를 도모하고, 현지주민 우선고용을 통하여 현지 주민 및 자녀에게 많은 취업기회가 제공될 것이다.

II. 시설지구 개발계획 개요

종합관리시설단지는 부지가 도시인 점을 감안, 거주인구를 최대한 줄

일 수 있도록 기술개발을 위한 연구단지 시설과 분리하며, 사용후원전연료 중간저장시설과 저준위폐기물 영구처분시설 및 그 지원시설의 단지로 조성될 것이다.

따라서 여기서는 굴업도를 근거지로 한 종합관리시설을 중심으로 기술하고자 한다.

1. 기본 방향

본 시설지구의 개발은 사업의 목적에 따라 종합관리 시설지, 공통지원 시설지, 복지 시설지 및 기타 시설지

로 구분하고, 각 시설별 규모와 기능을 종합·비교 검토하여 각 시설간의 연계성 및 효율성이 극대화되도록 할 것이다.

이를 위하여 시설 상호간의 관련성을 고려하여 유관시설을 집단지역에 배치하도록 계획될 것이다.

그리고 녹지공간은 쾌적한 시설지구 조성을 목표로 충분히 확보하되 기존의 지형을 최대한 활용하고 접근이 용이하도록 배치될 것이다.

종합관리시설에 입지하게 되는 각종 시설은 개발적인 측면과 환경보전

적인 측면을 동시에 고려하여 추진하고, 특히 방사선이 인간과 주위환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 안전성 우선원칙이 적용될 것이다.

또한 사용후원전연료 및 저준위폐기물의 수송은 화물의 특성과 부지가 도서인 점을 감안하여 해상수송을 원칙으로 적용될 것이다.

2. 개발계획 개요

종합관리부지의 입지시설은 시설지구 개발계획의 기본방향에 충분히 부합되고 그 기능이 충분히 반영될 수 있도록 관련 시설 및 설비가 선정되어야 한다.

표 1은 현재 계획되어 있는 주요 입지시설을 나타낸 것이다.

여기에는 크게 저준위폐기물 영구 처분시설 및 인수검사시설, 그리고 사용후원전연료 중간저장시설을 포함하는 종합관리시설, 종합관리시설 운영을 지원하기 위한 공통지원시설, 복지시설 및 녹지시설로 구분하고 있다.

구체적인 시설의 배치계획은 향후 해당 부지에 대한 상세 측량 및 지질조사 단계를 거쳐 확정하게 될 것이지만, 시설상호간의 관련성을 고려, 유관시설을 집단화하여 인접배치하고, 항만과 근거리에 처분시설 및 중간저장시설 설치로 수송거리가 최대한 되도록 할 것이다.

이를 위하여 시설 배치는 우선 지리적 여건과 부지의 규모를 고려하여 저준위폐기물 처분시설은 지하동굴방식

으로 부지 서측 해저에 배치하고, 부지 남측 해안에 항만시설을 중심으로 저준위폐기물 인수검사시설과 사용후원전연료 중간 저장시설이 배치될 것이다.

III. 건설사업개요

1. 배경

국가사업으로 추진되는 원자력폐기물 관리사업의 중장기 계획은 제 221차 원자력위원회(1988.12.29)에서 원자력폐기물관리 사업계획을 확정함으로써 1985년부터 2000년까지 종합관리시설 및 기본지원시설의 건설·운영과 관련연구개발에 대한 세부 사업계획이 수립된 바 있다.

그러나 사업추진에 가장 근본이 되는 부지선정이 지연되었고, 당초 임해부지에서 도서부지로 시설부지가 변경됨으로써, 이에 따른 사업계획수정(안)이 제236차 원자력위원회(1994. 12. 22)에 상정되었는데 그 주요 내용은 표2와 같다.

따라서 여기서는 상기한 원자력폐기물관리사업계획수정(안)을 근간으로 한 개괄적인 건설사업 개요를 기술하고자 한다.

2. 사업개요

(1) 저준위폐기물

영구처분시설

처분방식은 시설부지가 도서인 점을 감안하여 해저동굴처분방식이 될

것이다.

해저동굴방식은 경제성은 조금 떨어지지만 안전성 측면에서 여러 가지 장점을 갖게 된다.

즉 인간이 폐기물과 접촉할 수 있게 되는 사고시나리오가 단순해지고 사고 가능성이 거의 영(0)에 가깝게 된다.

따라서 이러한 장점 때문에 한국원자력연구소에서는 1990년에 해저동굴처분 방식을 성공적으로 설계·건설·운영하고 있는 스웨덴과 공동연구를 통하여 개념설계를 완료한 바 있으며, 1992년에는 지상(인수/검사) 시설에 대한 개념설계도 완료한 바 있다.

시설구성은 지상시설인 인수/검사 시설과 운영터널, 처분동굴, 환기 및 배수설비를 포함하는 지하시설로 구분된다.

1단계 저장규모가 25만 드럼에 이르게 될 지하처분동굴의 규격은 저준위폐기물중 농축폐액, 폐수지, 폐필터 등을 위한 동굴이 18.6m(W)×10.5m(H)×140m(L), 잡고체를 위한 동굴이 20.6m(W)×10.5m(H)×140m(L), 그리고 중준위폐기물용 동굴이 19.1m(W)×21m(H)×140m(L)에 이르게 될 것이다.

한편 인수/검사 시설로 대별되는 지상시설에는 운반용기 하역, 검사 및 제염시설, 캐스크의 표면선량율과 표면 오염도 및 외관검사를 위한 비파괴 검사시설, 재포장 및 제염시설과 저준위폐기물 임시 저장시설이 포함될 것이다.

(2) 사용후원전연료
중간저장시설

사용후원전연료 중간저장시설은 국내 원전의 사용후원전연료 포화문제를 해결하여, 원전의 안정적 운영을 보장하고, 미래의 에너지 자원인 사용후원전연료를 국가가 책임지고 안전하게 관리하기 위한 시설이다.

이를 위하여 한국원자력연구소에서는 제221차 원자력위원회에서 확정된 사업계획(습식, 초기 3,000톤)에 따라 개념설계를 1990년 말에 이미 완료한 바 있다.

그러나 시설부지의 변경으로 인하여 도서부지(굴업도)의 입지 여건상 현재로서는 많은 유틸리티(utility: 용수, 전력 등)를 필요로 하는 습식보다는 건식저장 방식이 채택될 가능성이 높다 하겠다.

이 건식저장방식은 열교환기를 이용하여 강제냉각(Active Cooling)을 하는 습식과는 달리 자연냉각원리(전도, 대류 혹은 복사)를 이용하는 방식이다.

건식저장방식에는 크게 금속 혹은 콘크리트 캐스크 저장방식, 볼트 저장방식, 콘크리트 사일로 저장방식, 드라이웰 저장방식으로 구분하고 있으며, 드라이웰 저장방식을 제외하고는 미국, 독일, 영국, 캐나다 등에서 이미 상용화가 되어 있다.

앞으로 굴업도에 입지하게 될 중간저장시설 저장방식은, 이미 실증된 저장방식중에서 안전성 및 경제성 측면에서 유리하면서 또한 부지가 도서

표 2. 제236차 원자력위원회에 상정된 사업계획수정(안)

구분	제221차 AEC	제236차 AEC 상정
부지	임 해 지 역	경기도 용진군 덕적면 굴업도
사용후원전연료 중간저장시설	<ul style="list-style-type: none"> 저장방식: 습식 준공목표: 1997년 12월말 저장용량: 초기 3,000톤 	<ul style="list-style-type: none"> 저장방식: 습식 또는 건식 준공목표: 1999년 12월말 (건식의 경우) 2001년 12월말 (습식의 경우)
저준위폐기물 영구처분시설	<ul style="list-style-type: none"> 저장방식: 동굴처분 준공목표: 1995년 12월말 	<ul style="list-style-type: none"> 저장방식: 동굴처분 준공목표: 2001년 12월말

원자력폐기물현황('94. 10. 현재)

저준위폐기물

단위: 200 / 드럼

부 지	가동기수	저장용량	누계용량	예상포화연도
고 리	4	50,200	30,652	2001
영 광	2	13,300	6,770	1999
울 진	2	7,400	5,621	1995
월 성	1	9,000	2,136	2021
계	9	79,900	45,179	

* 원자력발전소 보관중

* 원자력연구소에 보관중인 방사성동위원소 폐기물은 '94년 12월 현재 3,426드럼임

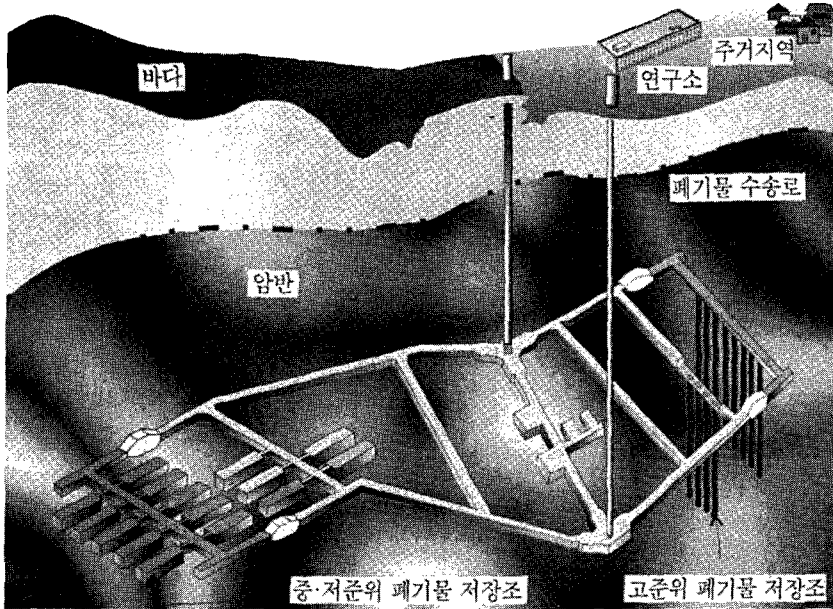
사용후 원전연료

단위: 톤(t)

부 지	저장용량	누계용량	예상포화연도
고 리	1,421	750	1999
영 광	632	312	1998
울 진	578	199	2000
월 성	1,440	1,072	1997
계	4,071	2,333	

* 원자력발전소 저장

원자력폐기물의 해저동굴 처분방법



인 점을 감안하여 시설 유지·보수가 단순하고, 유틸리티 소요량이 적은 저장방식이 채택될 것이다.

현재 이러한 요구조건을 만족시키는 저장방식으로는, PWR 원전연료의 경우는 콘크리트 모듈방식, 콘크리트 혹은 금속캐스크 방식이, CANDU 원전연료의 경우는 CANSTOR방식과 이미 우리나라의 월성원전에서 운영중인 콘크리트 캐니스터 방식이 유력한 후보로 부각되고 있다.

이러한 저장방식과 초기저장용량 등은 향후 관계기관과의 협의를 거쳐 최종 결정할 예정으로 있다.

(3) 공통 지원시설

종합관리시설에는 저준위폐기물 처분시설과 사용후원전연료 중간저

장시설과 함께 이들 시설운영을 지원하기 위한 공통지원 시설이 입지하게 된다.

여기에는 약 2,000톤급 선박이 접안할 수 있는 항만시설, 주거 및 후생 복지시설, 약 6MW 자가 발전기를 갖춘 전력공급시설, 약 150m³/일 정도의 용수공급시설, 정비보수시설, 통신시설, 교통 및 운송시설, 주변환경 감시시설 등이 포함된다.

IV. 결 론

본 원자력폐기물관리사업에 대한 입지시설선정, 건설계획 등 세부계획은 향후 공청회 등을 통하여 지역주민 및 관계 전문가의 의견을 반영할

계획이며, 최종적으로는 관계기관과의 협의를 거쳐 확정할 계획이다.

원자력폐기물관리사업 추진은 국민의 안전과 자연환경의 보전을 위한 국가관리사업인만큼 안전성을 최우선으로 고려하여 추진될 것이다.

이를 위하여 사업추진과 병행하여 출연연구소, 대학 및 산업체를 대상으로 협동/위탁연구와 국제공동연구를 통한 연구개발이 지속적으로 수행될 것이다.

또한 모든 계획을 철저한 공개주의 원칙에 입각하여 추진할 것이고, 대규모 지역개발 사업 등은 지역주민들에게 실질적인 혜택이 돌아가도록 하며, 주민들이 이 사업에 적극적으로 참여하도록 유도할 계획이다.