

세계의 중·저준위 방사성폐기물 천층처분기술

장 인 순

한국전력공사 원자력환경기술원 원장



우리 나라는 원전 사업을 착수한 이래 지속적으로 원전 사업을 추진하여 현재 전체 발전량의 약 1/3 이상을 원자력이 담당하고 있다. 이 과정에서 많은 기술과 경험을 축적하여 이제는 국내 업체가 주도적으로 국내 원전을 설계·제작·건설하고 있을 뿐만 아니라 해외로까지 기술 지원을 추진하고 있는 실정이다. 그러나 우리 나라의 원전 기술은 원자력 발전 분야에 너무 편중되어 있으며, 보다 진정한 원자력 기술 자립을 달성하기 위해서는 핵연료 주기, 특히 사용후 핵연료와 방사성 폐기물 관리 기술의 확보가 무엇보다 필요하다. 특히 방사성 폐기물의 관리는 원자력 발전을 포함한 원자력의 평화적 이용을 하나의 시스템으로 완결시키는 의미를 지니고 있기 때문에 이 분야에 대한 원자력계의 보다 많은 관심과 지원이 필요하다고 하겠다.

지난 10월 21~22일 원자력환경기술원에서 열린 워크숍 내용을 소개한다.

중 · 저준위 방사성 폐기물의 처분 방식은 크게 천층 처분과 동굴 처분 두 가지 방식으로 나눌 수 있다.

두 방식 모두 나름의 장단점과 특징을 갖고 있기 때문에, 각국은 지형과 지질, 인문 사회 등 자국의 여러 가지 사정을 고려하여 보다 적절한 처분 방식을 채택하고 있다.

우리 나라는 동굴 처분 방식을 채택하여 개념 설계를 완료한 바 있으나, 부지 확보의 어려움으로 인해 더

이상의 진전을 보지 못하였다.

이러한 상황에서 국가 원자력 사업 추진 체제 조정에 따라 한국전력공사가 방사성 폐기물 관리 사업을 수행하게 되었다.

원자력환경기술원(NETEC)은 한국전력공사 내의 방사성 폐기물 관리 사업 전담 조직으로서, 97년 1월 9일 대전 대덕 연구 단지에서 개원되었다.

원자력환경기술원은 새롭게 변화된 사업 추진 환경을 고려하고 아울

러 사업 추진의 유연성을 제고하기 위하여, 동굴 처분 기술과 함께 천층 처분 기술의 확보가 필요하다고 판단, 관련 업무를 수행하고 있다.

이번의 중·저준위 폐기물 천층 처분 기술에 관한 워크숍도 이러한 업무의 일환으로 개최된 것이다.

10월 21, 22일 이틀간에 걸쳐 개최된 이번 워크숍에는 중·저준위 폐기물 천층 처분 시설을 성공적으로 운영하고 있는 미국·영국·프랑스·캐나다·스페인 등 5개국의 전

문가들을 초청하여 처분 시설 설계 및 운영, 안전성 평가, 그리고 인허가와 관련된 여러 가지 문제들을 다루었으며, 학계, 연구 및 규제 기관, 산업체 등에서 많은 사람들이 참석하여 발표자들과 열띤 토론을 나누는 뜻깊은 자리가 되기도 하였다.

이하에서는 이번 워크숍에 발표된 여러 가지 주제 중에서 각국의 처분 시설 설계 경험 및 운영 현황을 중심으로 하여 그 내용을 소개한다.

미 국

미국은 사용후 핵연료, 고준위 폐기물 및 초우라늄(TRU) 폐기물을 제외한 모든 방사성 폐기물을 저준위 폐기물로 규정하고 있으며, 85년의 개정 저준위폐기물정책법에 따라 저준위 폐기물은 발생된 주에서 최종 처분을 책임지도록 하고 있다.

미국은 현재 운영중에 있는 사우스캐롤라이나주의 Barnwell 처분 시설과 워싱턴주의 Richland 처분 시설



미국의 Barnwell 처분 시설. 미국 전역에서 발생하는 저준위 폐기물을 처분하고 있는 유일한 시설로, 처분 방식은 트렌치를 파서 포장된 폐기물을 묻고 복토를 하는 매우 단순한 방식을 사용하고 있다.

외에도 70년대 중반에 폐쇄된 3개의 처분 시설과 92년에 폐쇄된 네바다주의 Beatty 처분 시설의 운영 경험을 갖고 있다.

폐쇄된 4개 처분 시설에 대한 개요를 <표 1>에 정리하였다.

현재 운영중에 있는 Barnwell 처분 시설은 미국 전역에서 발생하는 저준위 폐기물을 처분하고 있는 유일

한 시설이다.

71년부터 운영되어 온 Barnwell 처분 시설은 앞으로 4~5년 정도까지만 다른 지역의 폐기물을 받아들이고, 그 후는 사우스캐롤라이나주에서 발생하는 폐기물만 처분할 계획이다.

Barnwell 처분 시설은 사우스캐롤라이나주 남서쪽에 위치한 Barnwell 마을에서 서쪽으로 약 8km 떨어진 곳에 자리잡고 있다.

처분 방식은 트렌치를 파서 포장된 폐기물을 묻고 복토를 하는 매우 단순한 방식을 사용하고 있다.

트렌치의 크기는 여러 종류이며, 폭이 좁은 트렌치와 폭이 넓은 트렌치로 구분할 수 있다.

폭이 좁은 트렌치는 길이가 150m (또는 80m), 폭이 1m, 깊이가 6m이며, 방사선 준위가 비교적 높은 폐

<표 1> 미국의 폐쇄된 4개 처분 시설의 개요

시 설 명	운영 기간	처 분 량	처분 방식
Sheffield (일리노이주)	66~78	88,000m ³	단순 천층 처분 (트렌치 처분)
Maxey Flats (켄터키주)	63~77	140,000m ³	단순 천층 처분 (트렌치 처분)
West Valley (뉴욕주)	63~75	66,500m ³	단순 천층 처분 (트렌치 처분)
Beatty (네바다주)	62~92	139,500m ³	단순 천층 처분 (트렌치 처분)

기물을 처분하는 데 사용되고 있다.

폭이 넓은 트랜치는 길이가 60m, 폭이 15m, 깊이가 5m인 것에서부터 길이가 300m, 폭이 30m, 깊이가 6m인 것에 이르기까지 다양하며, 방사선 준위가 낮은 폐기물을 처분하는데 사용되고 있다.

트랜치 측면은 점토로 보강하여 물이 트랜치 내로 흘러들지 못하도록 하고, 바닥은 약 0.3%의 경사를 지도록 한 후 모래를 1m 정도 깔며, 폐기물 용기 사이에는 모래를 채워 트랜치 내로 흘러 들어온 물과 폐기물이 서로 접촉되지 않도록 하고 있다.

트랜치가 차면 0.5m 두께의 점토를 덮고 그 위를 다시 표토로 덮은 후 나무를 심고 있다.

150m 간격으로 집수조(sump)를 설치하고, 주변에는 모니터링 시스템을 설치하여 환경을 감시하고 있다.

65년부터 운영되고 있는 워싱턴주의 Richland 처분 시설은 현재 Northwest 및 Rocky Mountain 지역에서 발생하는 저준위 폐기물만을 처분하고 있으며, 처분 방식은 Barnwell 처분 시설과 비슷한 개념을 채택하고 있다.

한편, 폐기물을 발생시킨 주에서 최종 처분의 책임을 지도록 한 85년의 개정 저준위폐기물정책법에 따라 각 주는 독자적으로 또는 몇 개의 주가 연합하여 처분 시설의 확보를 위해 노력하고 있다.

아직까지 건설중인 곳은 없지만 설

계 개념은 Concrete Vault 등 기존의 단순 천층 처분 방식에 안전성을 보강한 공학적 천층 처분 방식을 공통적으로 채택하고 있다.

스페인

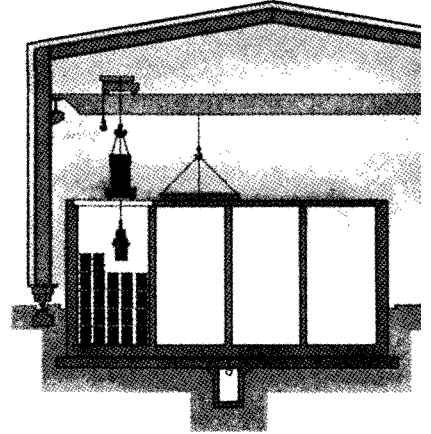
96년말 현재 9기의 원전(설비 용량 950만kW)을 보유하고 있는 스페인은 수도인 마드리드에서 남쪽으로 400km 떨어진 곳에 위치한 코르도바 지방에 El Cabril 중·저준위 폐기물 처분 시설을 건설하여, 92년 10월부터 운영하고 있다.

천층 처분 방식을 채택하고 있는 El Cabril 처분 시설은 300년 동안의 장기 안정성을 확보하기 위하여 다중 방벽 개념을 채택하고 있다.

먼저 원전이나 방사성 동위원소 이용 기관 등에서 발생하는 중·저준위 폐기물을 220리터 크기의 철제 드럼에 넣은 후 이를 2.25×2.25×2.20m 크기의 콘크리트 컨테이너에 재포장하고 있다.

콘크리트 컨테이너를 24×19×10m 크기의 콘크리트 처분 셀(cell)에 차곡차곡 쌓은 후 자갈을 이용하여 컨테이너 사이의 틈을 메운 다음 콘크리트 슬래브 지붕을 설치하고 있다.

처분 셀의 바닥은 가장자리의 두께를 0.6m로 하고 중앙을 0.5m 두께로 하며 방수를 위해 그 위에 폴리우레탄을 깔고 그 위에 10~20cm 두께



스페인의 저준위 폐기물 처분 개념도와 다중 방벽 개념을 채택하고 있는 El Cabril 처분 시설 내부

의 포러스 콘크리트를 설치한다.

또한 만일의 경우 처분 셀에 흘러 들어온 물을 한 곳으로 모으고 이를 집수 탱크에 모이도록 하였다.

각각의 집수 탱크에 모인 물은 집수관을 통해 중앙 탱크에 모이도록 네트워크를 구성하고 있으며, 이 네트워크 시스템은 수집된 물이 어떤

처분 셀에서 흘러 들어온 것인지, 전체 처분 시스템의 성능에 미치는 영향은 어느 정도인지, 그리고 이로 인해 주변 환경에 오염을 줄 가능성은 어느 정도나 되는지 등을 파악할 수 있도록 되어 있다.

처분 시설은 0.24g의 지반 가속도의 지진이 발생하더라도 안전성이 확보될 수 있도록 설계되었으며, 처분 셀과 컨테이너 용기에 사용되는 콘크리트는 장기 건전성 확보를 위해 충분한 연구 개발을 거쳐 만들어진 것이다.

이렇게 함으로써 처분 시설 운영 기간중에는 방사성 물질의 잠재적 위험으로부터 국민 건강과 환경을 보호하고, 운영 기간과 그 후의 제도적 관리 기간이 끝난 후(최대 300년)에는 처분 시설 부지를 자유롭게 재활용할 수 있도록 고려하고 있다.

El Cabril 처분 시설은 크게 처분 구역과 보조 시설 구역으로 구분된다.

처분 구역은 북쪽의 16개 처분 셀과 남쪽의 12개 처분 셀 등 지금까지 28개의 처분 셀이 만들어졌으며, 처분 작업은 제어실에서 원격 조정되는 32톤 용량의 크레인을 이용하여 수행하고 있다.

El Cabril 처분 시설을 운영하고 있는 ENRESA(National Radioactive Waste Company)는 처분 컨테이너의 품질을 위해 처분 시설 부지 내에서 컨테이너 생산 공장을

만들어 운영하고 있다.

보조 시설 구역에는 폐기물 처리 시설, 폐기물 품질 인증 시험 시설, 그리고 각종 시설의 운영과 보수에 필요한 서비스 시설이 있다.

한편, 스페인의 방사성 폐기물 관리 전문 기관인 ENRESA는 Royal Decree 1522(84)에 근거하여 84년에 설립된 비영리 기관으로서, 다음과 같은 임무를 지니고 있다.

- 방사성 폐기물의 처리(handling & conditioning)
- 방사성 폐기물의 집중 저장 및 처분 시설 건설을 위한 부지 선정, 설계 · 건설 · 운영 및 장기 관리
- 방사성 폐기물의 수집 및 운반에 필요한 시스템 확보
- 원자력 시설의 해체에 따른 관련 활동

한편, 방사성 폐기물 관리 비용은 오염자 부담 원칙에 따라 폐기물 발생자가 부담하고 있으며, 특히 전력 판매 요금의 일정 비율(현재 1.2%)을 부담금으로 정하여 기금 형식으로 적립해 나감으로써, 다음 세대에 대한 부담을 최소화함과 아울러 재정 부족으로 인해 방사성 폐기물의 안전 관리에 소홀함이 생기지 않도록 철저히 대비하고 있다.

영 국

영국에서의 방사성 폐기물 발생원

은 원자력발전소, 핵연료 제조 시설, 우라늄 농축 시설, 사용후 핵연료 재처리 시설, 그리고 연구소 · 대학 · 병원 · 산업체 등 매우 다양하다.

이러한 시설에서 발생하는 저준위 폐기물의 발생량은 80년대 중반까지만 해도 연간 35,000m³(200리터 드럼 기준 175,000드럼)에 달하는 엄청난 양이었으나, 지금은 발생량 저감화를 위한 많은 노력의 결과로 연간 10,000m³(50,000드럼) 수준으로 발생량이 대폭 줄어들었다.

영국에서 발생하는 저준위 폐기물은 셀라필드 원자력 단지에서 남쪽으로 약 6km 떨어진 컴부리아 해안의 Drigg 처분 시설에서 처분되고 있다.

영국핵연료공사(BNFL)가 운영하고 있는 Drigg 처분 시설은 59년부터 운영되어 현재 40년 가까운 운영 경험을 갖고 있다.

Drigg 시설의 처분 방식은 88년까지는 5~8m 깊이의 트렌치에 폐기물을 묻은 후 지하수와 빗물이 트렌치 내로 흘러 들어가지 못하도록 몇 가지 장치치를 하는 단순 천층 처분 방식을 채택하였다.

트렌치 하나의 크기는 폭 25m, 길이 750m이며, 모두 7개의 트렌치에 800,000m³의 폐기물이 처분되었다.

88년부터는 보다 안전성이 보장된 Vault 처분 방식을 도입하여 사용하고 있다.

1개의 Vault는 60m(폭) × 200m(길이) × 5m(깊이) 크기의 단



영국의 Drigg 처분 시설. 영국핵연료공사(BNFL)가 운영하고 있는 이 시설은 59년부터 운영되어 현재 40년 가까운 운영 경험을 갖고 있다.



영국 Drigg 처분 시설 주변 환경 모니터링 활동

위 셀 3개로 구성되어 있으며, 180,000m³의 처분 용량을 갖고 있다.

현재 첫번째 Vault가 운영되고 있으며, 2005년까지 발생하는 폐기물을 처분할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

단순 트렌치 처분에서 Vault 처분으로 처분 방식을 변경하면서 폐기물

의 처리 및 포장 개념도 새로 도입하였다.

즉, 폐기물 드럼 또는 상자를 고압축 처리하여 부피를 적게한 후 컨테이너에 넣어 재포장하는 것이다.

이렇게 함으로써 Vault의 처분 효율을 높이고, 아울러 필요 없는 공간을 최소화하여 안전성을 높이는 효과

를 기대할 수 있기 때문이다.

고압축 처리 시설은 Drigg 처분 시설 인근의 셀라필드 원자력 단지 내에 있는데, 영국 전역에서 발생하는 다양한 종류의 저준위 폐기물을 처리할 수 있는 시설과 용량을 갖추고 있다.

200리터 드럼이나 1m³ 박스에 포장된 폐기물을 5,000톤 규모의 압축기로 압축한 후 20m³ 용량의 철제 컨테이너에 넣어 철도로 Drigg 처분 시설로 운반되고 있다.

비교적 대용량의 철제 컨테이너를 사용하고 있는 이유는 폐기물 취급 및 운반의 효율성과 처분 용량을 동시에 고려한 결과이다.

영국에서는 처분 시설 운영으로 인해 인근 주민이 받을 수 있는 방사선량이 연간 300μSv가 초과되지 않도록 규제하고 있다.

Drigg 처분 시설 운영자인 BNFL은 처분 시설 부지와 주변 지역을 대상으로 다양하고도 정기적인 방사선 환경 감시 활동을 하고 있으며, 지금까지의 조사 결과 처분 시설 운영으로 인해 발생하는 방사선량은 방사선 계측기로도 거의 감지할 수 없는 수준인 연간 0.01μSv에 불과한 것으로 나타나고 있다.

BNFL은 이에 만족하지 않고 현재의 Vault보다 안전성과 경제성이 향상된 새로운 개념의 Vault를 설계중에 있으며, 방사선 환경 감시 활동도 더욱 체계적이고 적극적으로 수행할 계획이다.

캐나다

캐나다는 방사성 폐기물 발생자가 최종 관리 책임을 지도록 하고 있는데, 이번 워크숍에는 캐나다원자력공사(AECL) Chalk River 연구소에서 추진중인 IRUS 저준위 폐기물 처분 시설의 설계 개념이 소개되었다.

IRUS는 Intrusion Resistant Underground Structure의 머릿글자로서, Chalk River 연구소에서 발생하는 저준위 폐기물의 처분을 위해 추진중인 천층 처분 시설의 명칭이다.

IRUS에 처분될 폐기물은 크게 3 종류로 구분할 수 있다.

하나는 Chalk River 연구소의 방사선 구역에서 발생한 종이·장갑·작업복·플라스틱 등과 같은 고체 폐기물로서, 현재는 압축하여 부피를 적게 한 후 0.4m³ 용량의 상자에 넣

어 콘크리트 저장 시설에 임시 보관하고 있다.

지금까지 발생된 이런 종류의 폐기물량은 1,740m³에 이르고 있으며, IRUS에 처분될 폐기물의 주류를 이루고 있다.

두 번째 종류의 폐기물은 Chalk River 연구소에는 있는 폐기물 조각로에서 발생하는 조각재로서, 아스팔트를 이용하여 고화한 후 210리터 철제 드럼에 넣어 보관하고 있다.

이런 종류의 폐기물량은 약 30m³로서, 드럼 수로는 150드럼에 달한다.

세 번째 종류의 폐기물은 농축 폐액으로서, 역시 아스팔트로 고화한 후 210리터 철제 드럼에 넣은 후 저장고에 보관하고 있다.

이러한 종류의 폐기물의 발생량은 142m³에 이르고 있다.

IRUS 처분 시설은 길이 31.6m, 폭 21.7m, 깊이 8.6m 크기의 콘크리트 Vault로서, 처분 용량은 1,900m³로 약 1만드럼 규모이다.

Vault 내부는 6개의 셀(cell)로 나누어졌으며, 하나의 셀에 폐기물 용기를 가득 채운 후에는 모래 등의 되메움재를 이용하여 틈을 메꾸고 그 위를 다시 콘크리트로 처리함으로써 폐기물 적재의 안정성을 높이고, 방사선 방호와 화재 예방을 고려하고 있다.

Vault의 지붕은 1m 두께의 콘크리트이며, 방수 처리를 하여 빗물 등이 스며들지 못하도록 하고 있다.

Vault 바닥은 60mm 두께의 모래와 점토의 혼합물을 이용함으로써 Vault 내로 물이 들어 올 경우 폐기물 용기와 물이 접촉되는 시간을 최소화하도록 하고 있다.

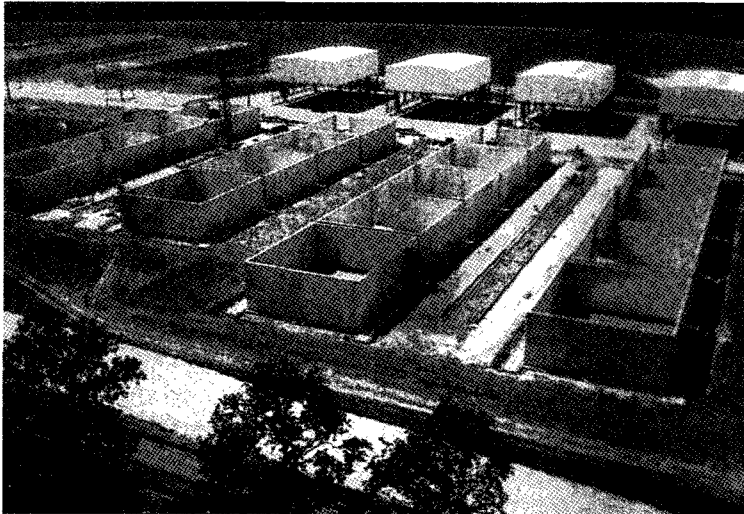
IRUS는 500년이라는 장기 건전성을 목표로 하고 있기 때문에 IRUS 건설에 사용될 콘크리트도 특수하게 제조되어야 하며, 이를 위해 관련 연구 기관에 연구를 위탁하여 그 결과를 얻어놓고 있다.

약 5~7년으로 예상되고 있는 IRUS 운영 기간중에는 Vault 위에 임시 건물을 지어 빗물이 들어오지 못하도록 하고, 작업 크레인의 지지대 기능, 트럭 하역 공간 제공, 각종 장비의 보관 기능도 갖추도록 할 계획이다.

IRUS 옆에는 환경 감시 시설을 건

(표 2) 각국의 천층 처분 시설 주요 특성의 일부 비교

특성 \ 국가	미 국	스페인	영 국	캐나다	프랑스
Vault 형태	Trench	Below Ground	Below Ground	Below Ground	Above Ground
처 분 용 기	철제 드럼, 콘크리트 컨테이너	콘크리트 컨테이너	철 제 컨테이너	철제 드럼	철제 드럼, 철제 박스, 콘크리트 컨테이너
되 메 움 재	모 래	자 갈	사용 안함	모래·점토 혼합	콘크리트·자갈
내 진 설 계 (지반 가속도)	규정 없음	0.24g	없 음	0.24g	Level 7 MSk
장기성능목표치	0.25mSv/년	0.1mSv/년	risk : 10 ⁻⁶ /년	risk : 10 ⁻⁶ /년	0.25mSv/년
제 도 적 관 리 기 간	최소 100년 (주마다 다름)	최 대 300년	100~300년	100년	300년



프랑스의 L'Aube 처분 시설

설하여 시설의 건전성과 방사선 환경 감시 등을 체계적으로 점검해 나갈 계획이다.

프랑스

프랑스는 57기의 원전과 사용후 핵연료 재처리 시설, 우라늄 농축 시설, 핵연료 변환 및 제조 시설 등을 보유하고 있는 원자력 선진국이며, 방사성 폐기물 관리 분야에 있어서도 원자력 선진국이라는 이름에 걸맞게 세계의 선두를 달리고 있는 나라이기도 하다.

69년부터 천층 처분 방식으로 운영하던 500,000m³ 용량의 라망슈 처분 시설은 용량 포화로 94년에 폐쇄하였고, 지금은 파리에서 동남쪽으로 약 150km 떨어진 곳에서 로브 처

분 시설을 운영하고 있다.

92년부터 운영해 오고 있는 로브 처분 시설의 처분 용량은 약 1백만m³이며, Vault를 이용한 천층 처분 방식으로 운영되고 있다.

프랑스의 기술 지원하에 건설된 스페인의 El Cabril 처분 시설뿐만 아니라 미국에서 현재 건설을 추진중인 저준위 폐기물 처분 시설들도 로브 처분 시설의 설계 개념을 참조하고 있으며, 매년 7천명 이상의 관람객들이 로브 처분 시설과 기타 관련 시설을 방문하고 있기도 하다.

로브 처분 시설을 운영하고 있는 ANDRA(French Nuclear Waste Management Agency)는 방사성 폐기물 처분 시설의 부지 선정에서부터 설계·건설·운영에 이르기까지 모든 과정을 책임지고 있을 뿐만 아니

라 관련 연구 개발도 수행하고 있는 프랑스의 방사성 폐기물 관리 전문 기관이며, 79년에 프랑스 원자력청(CEA) 산하 기관으로 설립되었으나 91년에 국가 기관으로 독립되었다.

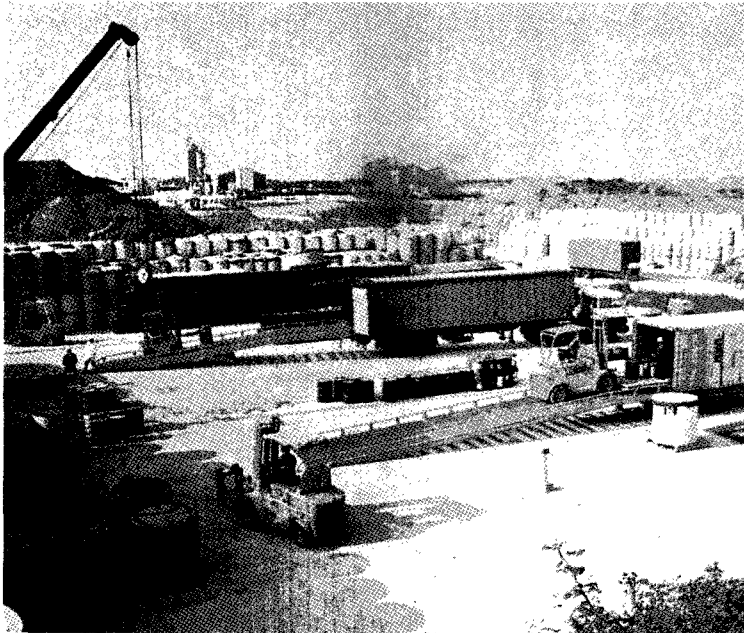
다른 모든 천층 처분 시설과 마찬가지로 프랑스 로브 처분 시설의 안전성 확보를 위한 설계 개념도 다음과 같은 3중 방벽의 개념에 기초를 두고 있다.

즉, 첫째는 폐기물 자체의 물리 화학적 안정성과 처분 용기이고, 두 번째는 콘크리트 구조물과 같은 공학적 방벽이며, 세 번째는 구조물을 둘러싸고 있는 주변 토양이나 암반과 같은 자연 방벽이 그것이다.

이에 따라 ANDRA는 물리 화학적으로 안정된 고체 또는 고화 폐기물만을 처분 대상으로 하고 있으며, 처분 용기도 철제 드럼, 철제 박스, 콘크리트 컨테이너 등 폐기물의 종류에 따라 안전성을 최대로 확보할 수 있는 다양한 형태의 용기를 사용하고 있다.

두 번째 방벽인 콘크리트 구조물 시스템은 크게 처분 구조물과 배수 시스템으로 구성되어 있으며, 처분 구조물(셀 : 24m × 21m)은 폐기물의 처분 기능을, 배수 시스템은 처분 구조물 내로 흘러 들어온 물이 폐기물과 접촉되지 않도록 하거나 접촉 시간을 최대한 줄일 수 있도록 하는 집수 및 배수 기능을 갖고 있다.

이를 위해 ANDRA는 단위 셀에



용량 포화로 94년에 폐쇄된 프랑스의 La Manche 방사성 폐기물 처분 시설

폐기물을 처분한 후 자갈이나 몰타르를 이용하여 되메움을 하고 슬래브 지붕을 설치한 후 방수 처리를 하고 있다.

이 위에 최종적으로 점토와 모래 등으로 지붕을 덮을 계획인데, 라망슈 처분 시설의 경험을 고려하여 추후에 확정할 예정이다.

빗물 등이 처분 Vault 내로 흘러 들어오는 경우에 대비하여 Vault 내에 파이프를 설치하고 이를 통하여 중력에 의해 Water Collection Terminal이라 불리는 집수 시설로 흘러가도록 하는 시스템을 설치하였다.

한편, 운영 기간중 로브 처분 시설의 성능 목표치는 작업자 피폭 선량

의 경우 연간 $5\mu\text{Sv}$, 일반 국민의 경우 $0.25\mu\text{Sv}$ 로 잡고 있으며, 운영 기간 후부터 방사성 폐기물의 잠재적 위해 정도가 거의 없어지는 약 300년까지를 제도적 관리 기간으로 설정하여 처분 시스템의 기능이 아무 이상 없이 잘 발휘되어 환경에 어떤 영향도 미치지 않음을 지속적으로 감시하고, 아울러 일반인들이 제한 구역으로 들어와 거주하거나 농작물을 재배하는 이른바 '부주의한 침입'을 막고자 하고 있다.

워크숍 성과

다중 방법에 의해 처분 안전성을

확보하는 개념은 각국이 공통이나, 처분 시스템의 세부적인 특성은 그 나라의 지질 등 자연 환경 조건과 국가 정책에 따라 조금씩 상이하다는 것을 이번 워크숍을 통해 구체적으로 확인할 수 있었다(표 2).

발표자들과의 질의와 토론을 통해 얻은 성과를 설계 분야, 부지 평가 분야, 안전 평가 분야로 나누어 요약하면 다음과 같다.

1. 설계 분야

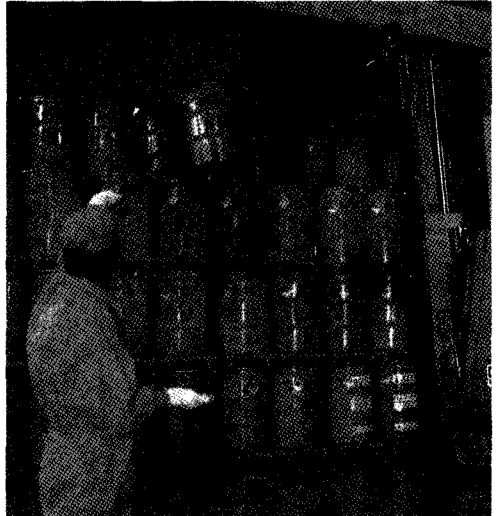
먼저 설계 분야에서는 안전성 확보의 주요 영향 인자인 폐기물 용기와 처분 구조물, 그리고 처분 시설 운영을 위한 계통 설계에 대해 많은 토론이 있었다.

철제 드럼 처분시의 기체 발생 및 용기 사이의 공간을 메우기 위한 되메움 물질의 장단점과, 콘크리트 드럼 처분시의 되메움 방법에 대한 국가별 특성과 경험상의 장단점, 처분 구조물의 제원을 결정하기 위한 처분 대상 물량, 폐기물 분류 및 취급 방법에 대한 여러 가지 유익한 정보를 얻을 수 있었다.

폐기물 용기 취급 계통의 경우 대부분의 국가에서 작업자의 피폭 저감과 처분 구조물의 효율적인 설계를 위해 크레인에 의한 원격 취급 방식을 채택하고 있는데, 이와 관련하여 크레인의 중량, 용기 인식 방법, gripper의 특성과 원격 조작시의 문제점에 대한 정보도 얻을 수 있었다.



미국의 Palisades 원전에 있는 건식 저장 시설



방사성 폐기물 임시 저장고

이외에 폐기물의 품질 보증 방법과 처분 시설 내에서의 인수 및 검사 방법, 처분 후 되메움 및 되메움 물질 등 설계 측면에서 해결해야 할 여러 가지 다른 항목에 대해서도 많은 토론이 있었다.

2. 부지 평가 분야

부지 평가 분야에 있어서는 천층 처분시 부지 조사 고려 사항, 안전성 평가와 관련하여 선행 조사해야 할 부지 특성 인자, 비방사선 환경 조사 항목, 운영후 부지 감시 및 비방사선 환경 감시 분야에 대해 많은 토론이 있었다.

3. 안전 평가 분야

안전 평가 분야에 있어서는 처분 시설 폐쇄 후 부주의한 침입자에 대

한 평가 방법과 선량 제한치, 제도적 관리 기간의 설정, 제도적 관리 기간 중 활동 계획, 선량 평가 결과 해석, 핵종별 농도 제한치 결정 등 성능 평가와 관련하여 많은 토론이 있었고, 환경 영향 및 안전성 평가와 관련하여 각국이 설정하고 있는 일반 대중에 대한 선량 목표치 설정 근거, 결정론적 및 확률론적 평가 방법, 평가에 고려된 각종 시나리오, 각 시나리오별 수학적 모델링 및 관련 컴퓨터 프로그램 등에 관한 토론이 있었다.

맺는말

중·저준위 폐기물 천층 처분에 관한 이번의 워크숍은 동굴 처분 기술과 함께 천층 처분 기술을 동시에 확보하고자 하는 원자력환경기술원뿐

만 아니라 학계, 연구 기관, 규제 기관, 산업체 등 관련 기관의 많은 참석자들에게도 뜻깊은 자리가 되었으리라 믿는다.

특히, 천층 처분 시설의 설계·건설 및 운영 경험이 풍부한 각국의 전문가들로부터 설계시의 고려 사항과 건설시의 문제점, 그리고 운영 경험에 따른 보완 사항을 직접 듣고, 토론하는 기회를 갖게 된 것은 현재 천층 처분 시설 개념 설계를 수행하고 있는 원자력환경기술원으로서 여러 가지 면에서 많은 도움이 되었다고 할 수 있다.

이번의 국제 워크숍이 원자력 기술 자립을 추구하고 있는 우리 나라가 원자력 선진국들과의 장기적 기술 협력의 관계를 유지할 수 있는 하나의 발판이 되기를 희망한다. ☎