

제 158회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	보 고 사 항
보고일자	2022.5.27.	
공개여부	공개	

중·저준위방사성폐기물 2단계 표충처분시설
건설·운영허가 심의 관련 보고

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 유국희 한국원자력안전기술원 원장 김석철 한국원자력환경공단 이사장 차성수
제출일자	2022. 5. 27.

(공란)

목 차

I. 2단계 표충처분시설 허가 신청 현황 5

[보고자 : 한국원자력환경공단 건설사업단장]

II. 2단계 표충처분시설 허가 심사 결과 25

[보고자 : 한국원자력안전기술원 처분규제실장]

III. KINS 심사 결과에 대한 원자력안전전문위원회 사전검토 결과 45

[보고자 : 원자력안전위원회 방사성폐기물안전과장]

별첨 1. 2단계 표충처분시설 허가 심사보고서

2. 2단계 표충처분시설 허가 심사결과에 대한 전문위 검토결과

〈 2단계 표층처분시설 허가 개요 〉

□ 허가 신청 개요

- 신청인 : 한국원자력환경공단(KORAD)
- 허가 대상 : 중·저준위방사성폐기물 2단계 표층처분시설

위 치	경상북도 경주시 문무대왕면 동해안로 1138
처분방식	천층처분 중 표층처분
규 모	처분수량 - 125,000 드럼 (200 L 기준)
면 적	방폐장 부지내 67,490 m ² (부지정지면적 기준)

□ 주요 경과

- '15.12.24 : KORAD, 2단계 표층처분시설 건설·운영 허가 신청
- '16.11월 : KINS 본심사 착수
- '17.03월 ~ '21.11월 : KINS 심사 질의서 발송 및 답변 접수
- '21.12월 ~ '22.04월 : KINS 심사결과에 대한 전문위 사전검토(6회)

제 158회 원자력안전위원회

의안번호	제 1-1 호	보 고 사 항
보고일자	2022.5.27.	
공개여부	공개	

2단계 표충처분시설 허가 신청 현황

제 출 자	한국원자력환경공단 이사장 차 성 수
제출일자	2022. 5. 27.

■ ■ 목 차 ■ ■

I. 개 요	7
1. 배경 및 추진경과	
2. 사업의 의의	
II. 처분시설 건설	10
1. 사업 추진 조직	
2. 부지 및 주요 시설	
3. 주요 시설 안전성	
III. 처분시설 운영 및 폐쇄 계획	15
1. 인수 및 처분 절차	
2. 운영 중 방사선 감시	
3. 전체 처분시설 운영계획	
4. 처분시설 폐쇄 및 폐쇄 후 관리	
IV. 향후 일정	22

I. 개 요

〈사업 개요〉

- 사업위치 ➡ 경주시 문무대왕면 동해안로 일원(現 방폐장 부지 내)
- 부지면적/시설규모 ➡ 67,490㎡ / 12.5만 드럼(200ℓ 드럼 기준)
- 사업기간/총사업비 ➡ 2012. 1. ~ 2023.12. / 약 2,571억원

1

배경 및 추진경과

□ 처분방식 및 처분용량 산정 배경

- '04.12월 제253차 원자력위원회를 통해 사용후핵연료와 중·저준위 방폐물을 분리하고, 중·저준위 처분시설은 총 80만 드럼 규모로 추진하는 방폐물 관리대책 의결
- '06. 6월 처분방식선정위원회*는 경주 방폐장은 동굴 및 천층 방식 모두 안전기준을 만족하며 1단계는 동굴처분방식을 적용하고, 이후 처분방식은 부지여건, 폐기물처분정책, 제반여건 등을 고려하여 결정토록 하는 처분방식 선정결과를 발표

* '06. 4월 학계, 지자체, 시민·사회단체 등 총 16명으로 구성

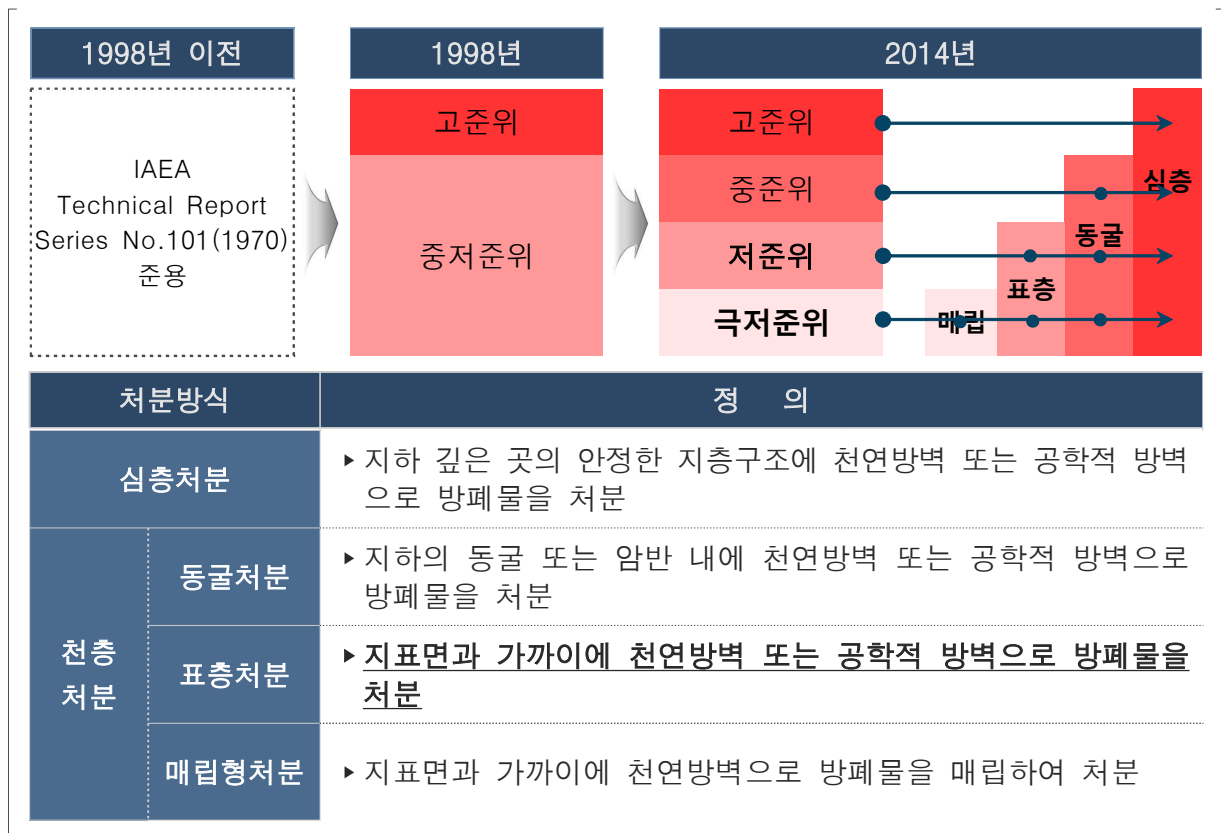
- '09년 공단은 IAEA 분류체계 개정내용*을 고려하여 1단계 이후 중·저준위 방폐물의 장기적 처분 시나리오를 검토, 2단계 처분 시설은 “12.5만 드럼” 규모의 “천층처분” 방식 적용이 적절**한 것으로 평가

* 기존 중저준위 방폐물을 중준위, 저준위, 극저준위, 극반감기로 구분

** 방폐물의 특성 및 발생 예상량, 부지여건, 시공·운영 효율성 등을 고려

- 이후 '14년 국내 방폐물 분류체계가 개정되었으며, '15년 제4차 원자력진흥위원회를 통해 2단계 처분방식(“표층처분”)과 처분용량(12.5만 드럼)을 확정

국내 방폐물 분류체계 및 처분방식 정의



□ 그간의 경과

- '12. 1 : 설계 착수
- '15.12 ~ '16.10 : 건설·운영허가 신청 및 서류 적합성 검토
- '16. 7 : 전원개발사업 실시계획 승인 (신청 : '15. 9)
- '16.11 ~ '21.11 : 본심사 질의답변(총 7회)
- '17. 2 ~ '18. 3 : 시설 내진성능상향(설계기준지진 0.2g→0.3g)
- '21.12 ~ '22. 4 : 원자력안전전문위, 실무위 사전검토

□ 1단계 동굴처분시설에 이어, 2단계 표층처분시설을 건설함으로써 두 가지 처분방식에 대한 독자적 건설·운영 기술력 확보

□ 내진성능상향(설계기준지진 : 0.2g → 0.3g) 설계를 통해 해외 유사 시설 대비 지진 안전성 개선*

* 프랑스 로브(L'Aube) 처분시설 설계기준지진 : 0.1g

□ 방폐물 특성 및 분류체계에 부합하는 저준위 이하 방폐물의 효율적 처분 기반 확보

- 부지활용성 증대 : 방폐장 부지(약 206만㎡)를 효율적으로 활용
- 시공효율성 제고 : 동굴처분 대비 공사기간 단축 및 비용 절감, 공사 장비·인력 이동 동선 단순화 및 개방된 작업공간 제공 가능
- 운영편의성 증진 : 방폐물 정치작업 용이, 폐쇄 작업공간 최소화, 유지·보수 작업 편의성 증대

□ 처분시설 건설사업에 따른 지역주민 고용효과 및 지역경제 활성화 증대

- 처분대상 방폐물(12.5만 드럼)에 대한 약 8백억원의 유치지역 지원 수수료 발생
- 건설과정에서 지역인력(약 2.7만명 예상) 및 장비(약 2.0만대 예상) 활용 예정

II. 처분시설 건설

〈주요 시설〉

- 주요시설 ➡ 처분고 20기, 지하점검로, 이동형 크레인 셀터 2조
- 지원건물 ➡ 통제건물, 전기공급건물, 크레인정비고, 경비실 등

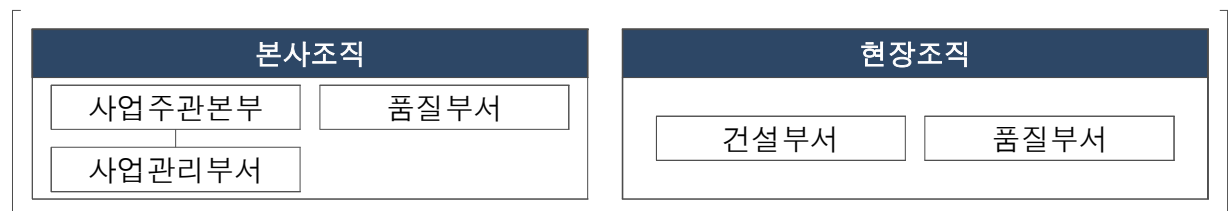
1

사업 추진 조직

□ 공단 건설사업 조직

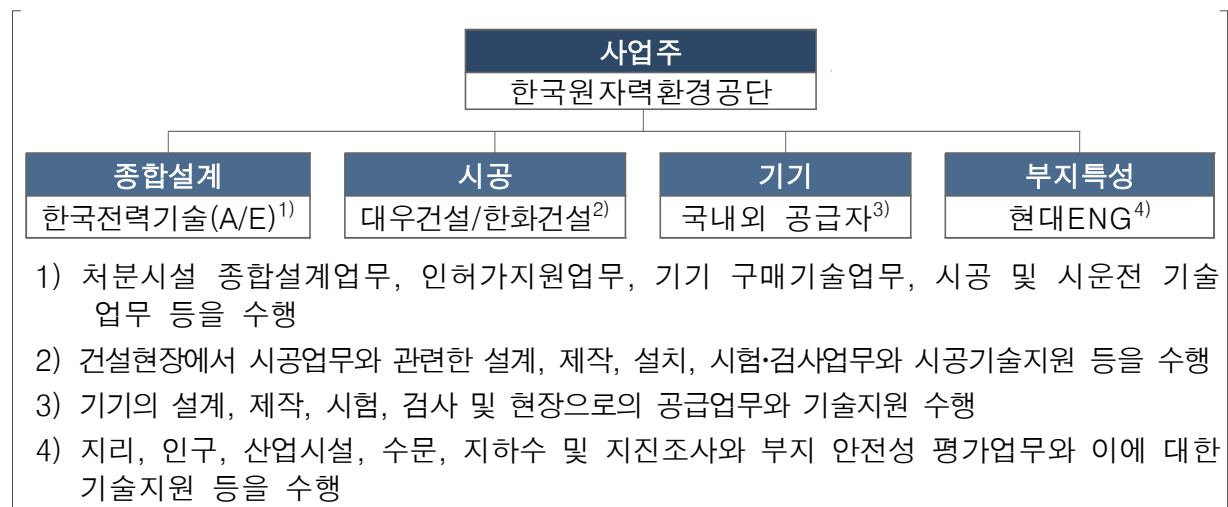
- 본사조직 : 사업관리를 총괄하고 설계, 건설, 인허가 등을 주관
- 현장조직 : 건설현장의 시공관리업무를 수행
- 품질부서 : 이사장 직속조직으로 본사와 현장에 운영

공단 건설사업 조직



□ 건설사업관련사 조직

건설사업 조직체계



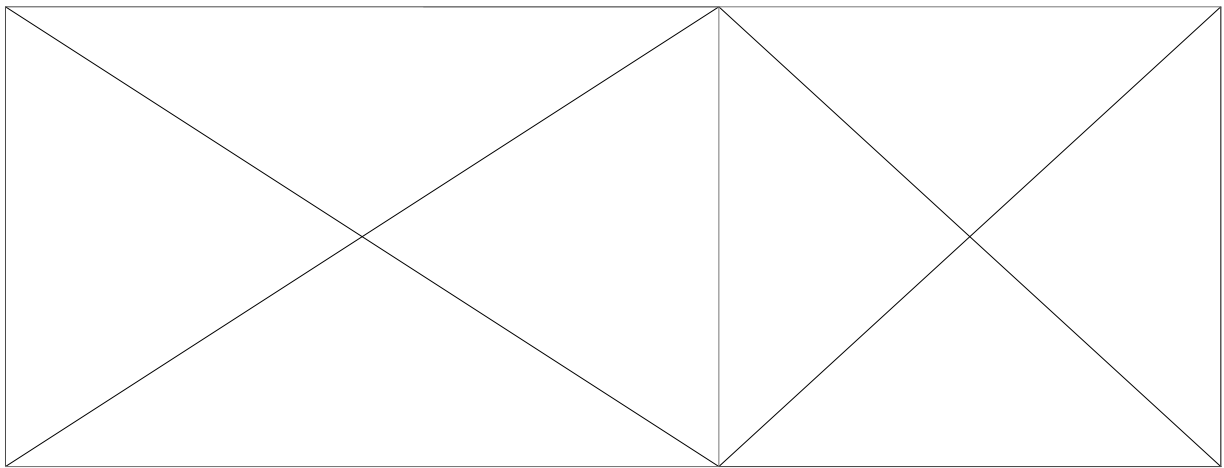
2

부지 및 주요 시설

□ 부지 및 처분고

- 방폐장 부지 남서쪽에 표층처분시설 부지를 조성
- 처분시설은 방폐물 12.5만 드럼 규모의 처분고(20기)를 부지특성, 방폐물 처분용량, 운영·폐쇄계획 등을 고려하여 배치

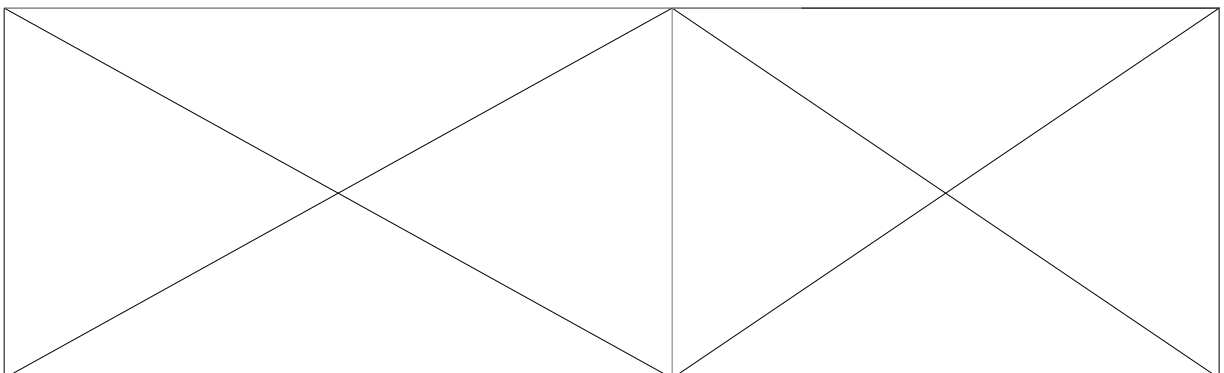
부지 위치 및 처분고 배치도



□ 지하점검로

- 지하점검로는 운영 중(부분폐쇄 기간 포함) 처분고 내부 침투수 배수 및 감시를 목적으로 처분고 하부에 설치
- 각 처분고와 연결된 보조점검로와 보조점검로를 연결하는 주점검로로 구성되며, 내부에는 배수·공조·통신·조명설비 등이 설치

지하점검로 설치



□ 지원건물

- 각 건물별로 차량·작업자의 접근성을 높이고 동선을 단순화하여 시설 운영 및 정비·보수의 효율성 제고

지원건물별 개요 및 배치

구 분	용 도	비 고
①경비실	▶ 부지입구에 위치, 작업자·차량의 출입관리 및 보안 유지	▶ 지상1층 ▶ 사무실
②전기공급건물	▶ 1단계 전기공급건물에서 6.9kV 전압 수전을 통해 표층처분시설에 안전하고 효율적인 전기공급 도모	▶ 지상1층, 지하1층 ▶ 전기실/디젤발전기실 /공조실/축전기실 등
③크레인정비고	▶ 이동형크레인셸터(Moveable Crane Shelter) 관련 기자재의 임시보관 ▶ 보수용 부품 및 장비의 보관	▶ 지상1층 ▶ 장비수리실
④통제건물	▶ 방사선구역(처분고·지하점검로, 크레인운전실)으로의 출입통제	▶ 지상2층/지하1층 ▶ 출입통제시설/보건 물리실/제염실 등

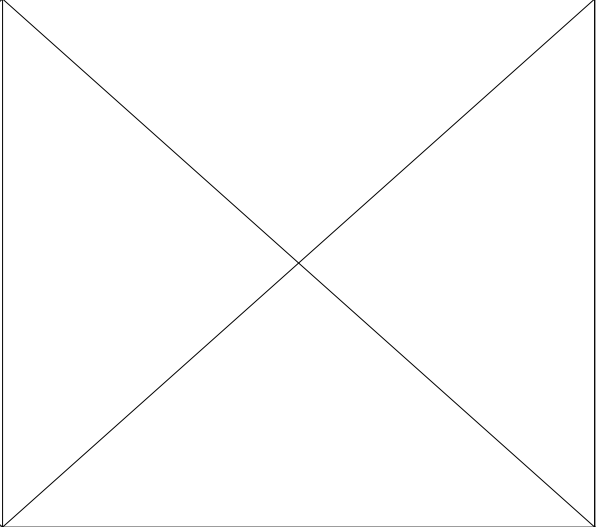
3

주요 시설 안전성

□ 처분고 구조적 안전성 강화

- 각각의 처분고가 독립된 분리식을 적용하고, 내진성능상향(설계 기준지진 : 0.2g→0.3g) 설계를 통해 지진 안전성을 개선
 - ➡ 처분고의 방사선적 차폐능력 및 지진·침하에 대한 장기 내구성 향상
- 방폐물 포장용기의 재질·특성에 상관없이 처분고 내부 층별 뒤채움재로 무수축 그라우트를 적용
 - ➡ 지진 시 처분고 일체형 거동을 유도, 처분고 장기건전성과 구조적 안전성 확보에 기여

해외 유사시설 처분고 비교

프랑스 로브 처분시설	2단계 처분시설
	
	

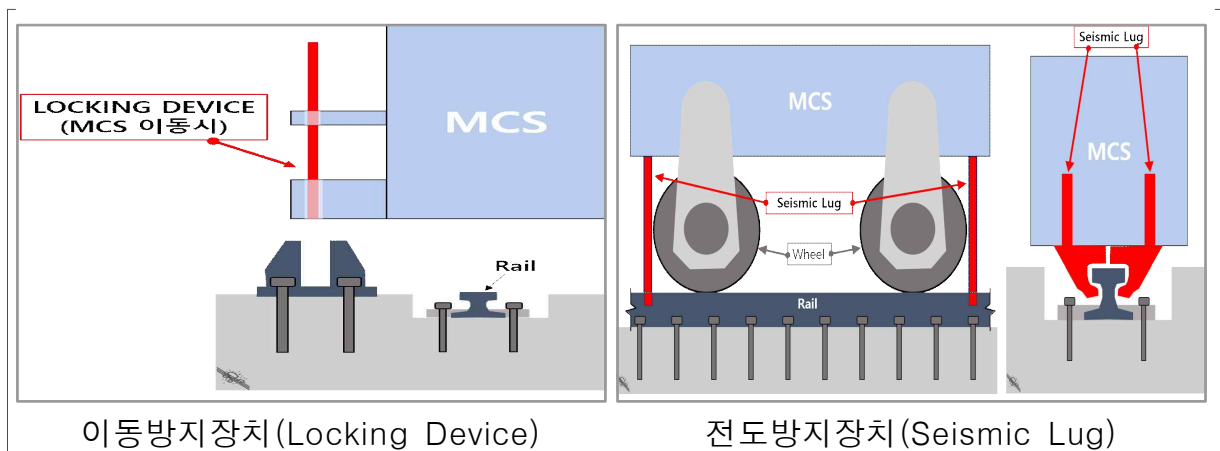
□ 처분시설 운영 안전성 및 효율성 강화

- 이동형크레인쉘터(Moveable Crane Shelter)의 바퀴 개수를 증가
 - ➡ 하중 분산을 통해 운영 안전성 증대
- MCS 레일 상부에 이동방지장치(Locking Device) 및 전도방지장치(Seismic Lug) 설치
 - ➡ 지진 및 풍하중에 의한 MCS의 밀림, 전도, 탈선 등을 방지
- 크레인 운전실 내부 외에 MCS 상부에도 방사선 감시기 추가 설치
 - ➡ 크레인 운전 작업자의 방사선 안전성 증진

해외 유사시설 MCS 비교

프랑스 로브 처분시설	2단계 처분시설

[참고] MCS 이동방지장치 및 전도방지장치 설치 개요



Ⅲ. 처분시설 운영 및 폐쇄 계획

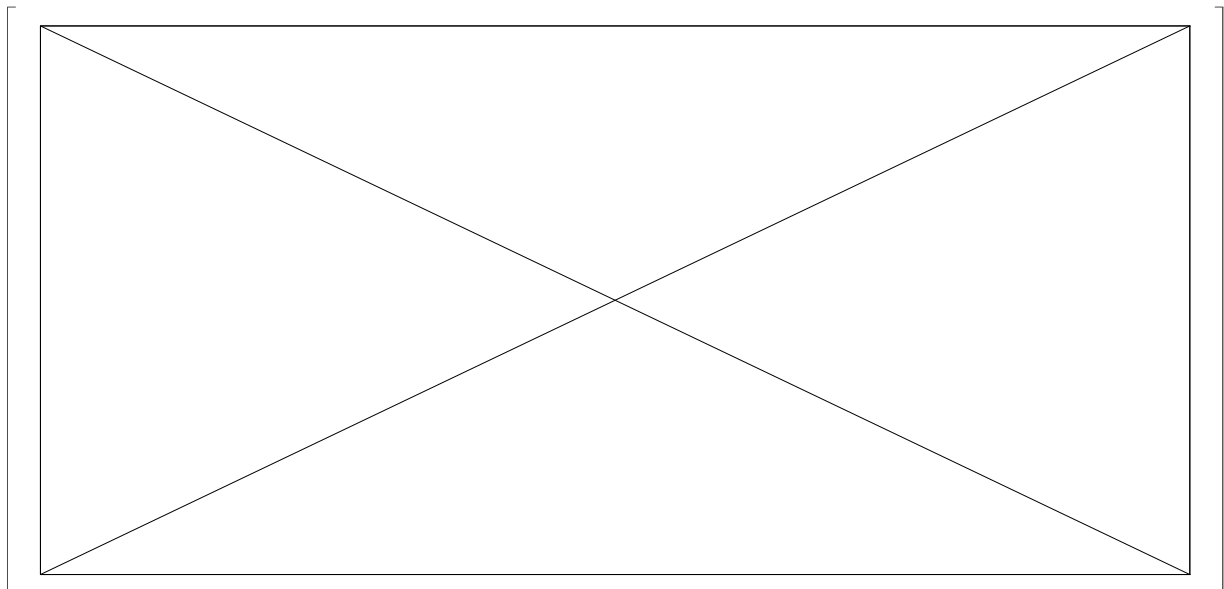
〈운영기간 및 처분대상〉

- 운영기간 ➡ '24. 1월 운영 개시, '45.12월 종료할 예정
- 처분대상 ➡ 원전, 원자력연구원, RI이용기관 등에서 발생하는 저준위 및 극저준위 방폐물(원전 폐기물 : 97%, 기타 : 3%)
- 폐쇄 후 관리 ➡ 2단계 처분시설 포함 모든 처분시설 폐쇄 완료 후 300년 간 관리(유지보수, 부지감시, 접근제한 등)

1

인수 및 처분 절차

인수 및 처분 절차 개요



□ 방폐물 인수

- 원전 등 발생자와 협의를 통해 매년 방폐물 인수계획을 수립하여 처분시설로 인수
- 방폐물 인수는 1단계 지상지원시설(인수저장건물)에서 이루어지며, 이후 소내운반을 통해 처분고로 이동하여 처분

□ 처분적합성 검사(예비검사, 인수검사, 처분검사)

- 방폐물의 인수·처분 시 해당 방폐물의 처분안전성이 확보되었는지 확인하기 위해 처분적합성 검사를 3단계로 시행
 - 발생지 예비검사(공단 시행) : 발생지에서 서류검사, 육안검사, 표면선량률·오염도검사, 핵종분석, 내용물 채움률 검사 등을 실시
 - 인수검사(공단 시행) : 방폐물 인수 후 인수저장건물 내 인수검사 설비*를 이용하여 선량률, 오염도, 핵종분석 검사 등을 수행
- * 중량 측정기, 표면오염도 측정기, 표면선량률 측정기, 압축강도 측정기, 카메라 (육안검사), X-ray 검사기(내용물 검사), 핵종분석기 등
- 처분검사(규제기관 시행) : 발생지 예비검사 및 인수검사 결과가 적합한지, 처분시스템이 잘 갖추어져 있는지 등을 안전규제 차원에서 검사

□ 소외 운반

- 예비검사에 합격한 방폐물은 육·해상 경로를 통해 발생지에서 처분시설로 운반
 - 원전 방폐물 : 공단이 보유한 방폐물 운반 전용선박(청정누리호)을 통해 운반(단, 인접한 월성원전 폐기물은 육상 운반)
 - 원전 외 방폐물 : 각 발생자가 육상 경로를 통해 운반

해상운반 선박 개요



□ 소내 운반

- 인수·처분검사에 합격한 방폐물은 전용 운반트럭에 적재되어 처분고로 이동

처분시설별 운반 개요

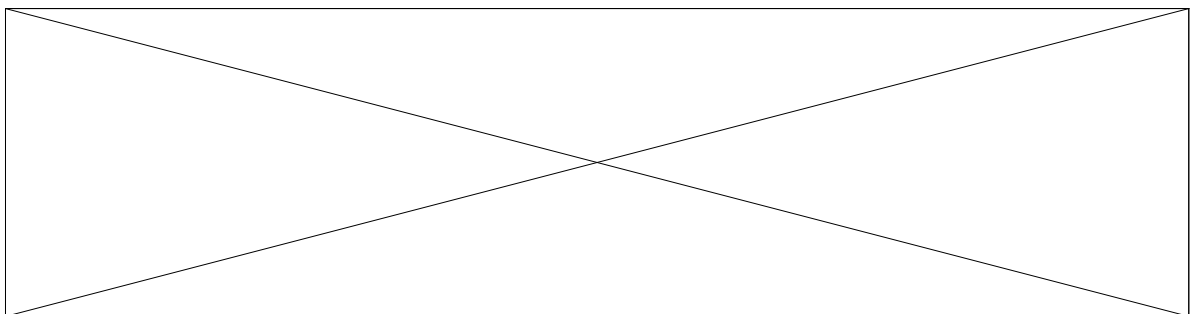
- ☑ 동굴처분 ▶ 방폐물 처분용기를 전용 운반트럭에 적재, 처분고 이송
- ☑ 표층처분 ▶ 포장용기(9종) 그대로 전용 운반트럭에 적재, 처분고 이송



□ 방폐물 정치 및 처분

- 운반트럭이 MCS 내부(건조한 작업환경 고려)로 진입 후 이동형 크레인이 트럭에 적재된 방폐물을 한 개씩 처분고 내부에 정치
- 1개 층에 방폐물을 모두 정치 후 포장물 위로 그라우트 타설 (10cm)을 통해 상부층 정치를 위한 평평한 바닥면을 생성
- 모든 층의 방폐물 정치가 완료되면 상부 슬래브 콘크리트를 타설 하고 대기 노출면을 방수 처리하여 우수 등의 침투를 최소화

방폐물 정치 개요



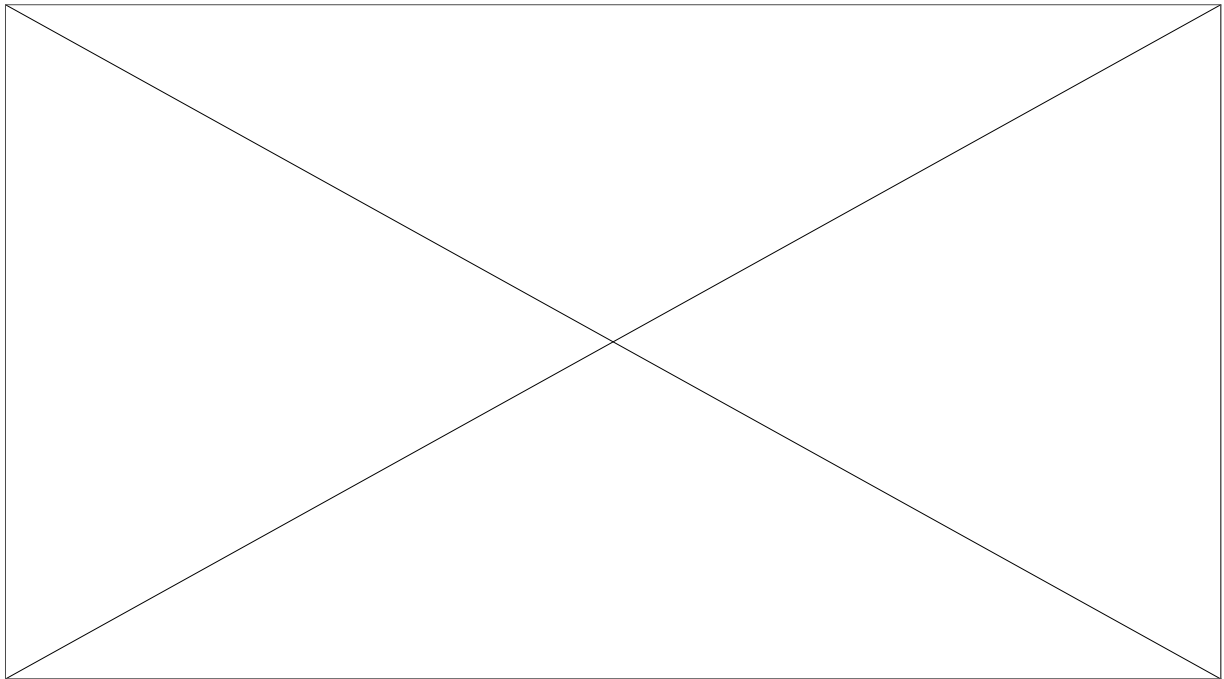
2

운영 중 방사선 감시

□ 액체 방사성폐기물 관리

- 처분고 내 침출수를 지하점검로 내 집수탱크로 모으고 오염여부를 검사, 그 결과에 따라 별도 관리

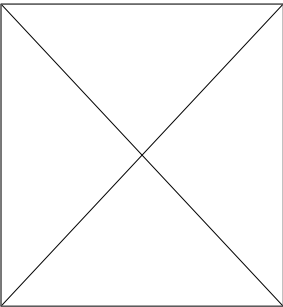
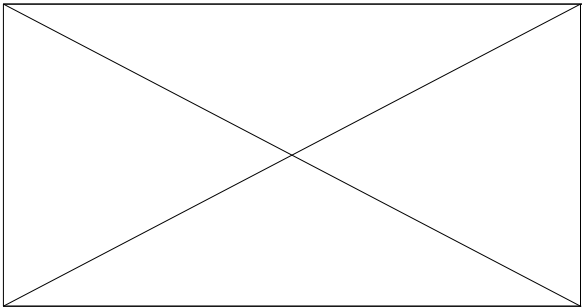
액체 방폐물 관리 개요



□ 기체 방사선 관리

- MCS 및 처분고 내부 등에 8개소의 지역방사선감시기와 처분고 외부 2개소의 환경방사선감시기를 설치, 방사선량 상시 모니터링

방사선감시기 설치 개요

지역방사선감시기 설치	환경방사선감시기 설치
 <ul style="list-style-type: none"> ■ MCS 상단 및 운전원실 내부 ■ 집수조(A,B) 펌프격실 ■ 주점검로 ■ 보조점검로 	

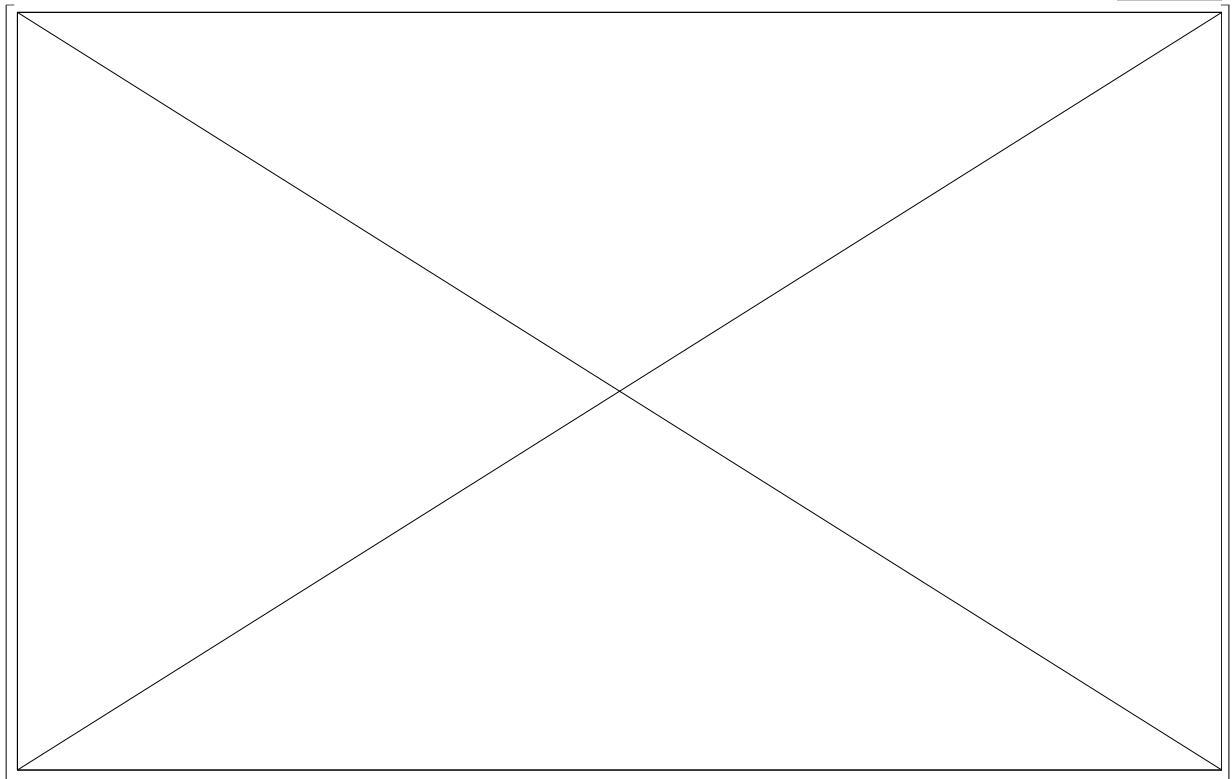
□ 방폐물 장기발생량 전망

- 총 80만 드럼 규모의 중·저준위 방폐물 처분시설에 대한 종합적인 개발로드맵을 수립함으로써 안정적이고 효율적인 처분시설 개발기반 마련
- 방폐물관리 국가정책 등 변경 시 상황변화를 반영하여 지속적·탄력적으로 갱신하여 관리

□ 전체 처분시설의 단계적 운영계획

- 중·저준위 방폐물을 시의적절하게 수용하기 위해 전체 처분시설을 4단계로 구분하여 총 5차에 걸쳐 개발하는 것으로 계획

전체 처분시설 개발·운영계획



4

처분시설 폐쇄 및 폐쇄 후 관리

□ 부분 폐쇄(2단계 표층처분시설 폐쇄)

- 2단계 표층처분시설에 계획된 모든 방폐물 처분이 완료(모든 처분고 밀봉 완료)된 이후 처분덮개를 설치하여 부분 폐쇄 시행
 - 먼저 처분고 외부 빈공간(처분고 사이 공간,)을 채움재로 뒷채움한 뒤 다중복토층의 처분덮개 설치
- 부분 폐쇄 후에도 2단계 처분시설 지하점검로는 지속 운영하여 처분시설에 대한 관리 시행

□ 전체 폐쇄(전체 처분시설 폐쇄)

- 경주 방폐장 부지 내 모든 처분시설 운영이 종료(총 80만 드럼 처분 완료)된 후 전체 처분시설에 대한 폐쇄 시행
- 전체 폐쇄 시점에서는 2단계 처분시설 지하점검로도 폐쇄하여 처분시설에 대한 운영 차원의 관리는 종료

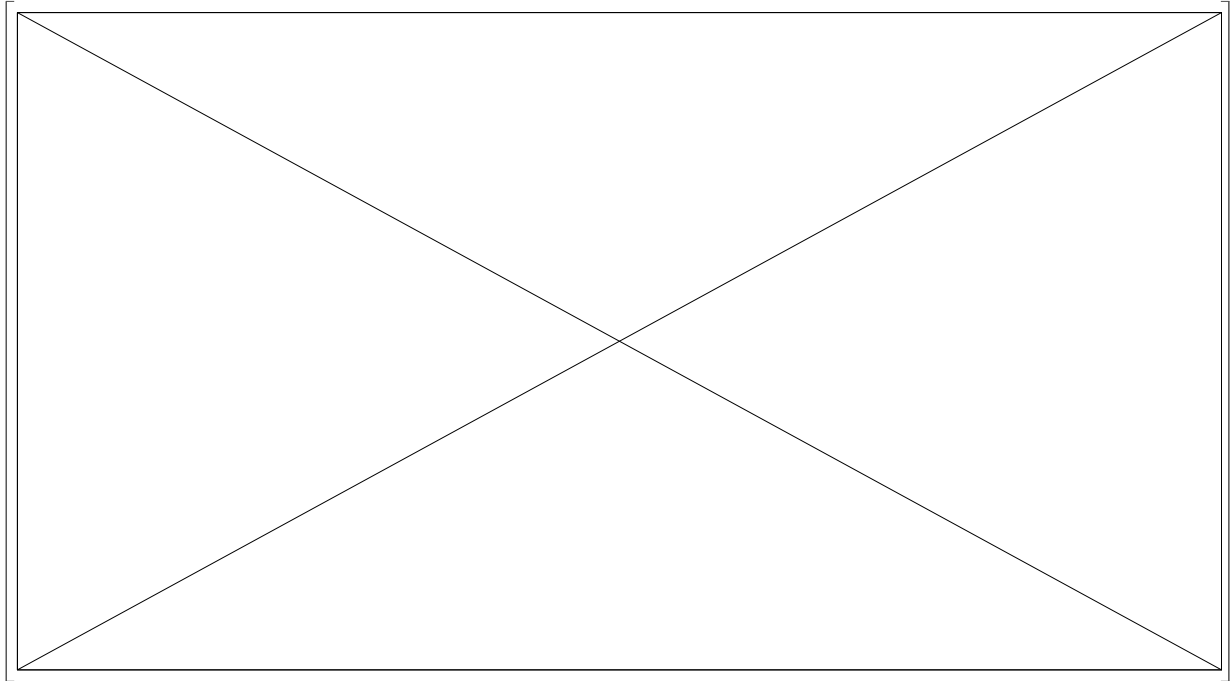
□ 폐쇄 후 관리

- 전체 폐쇄 후 300년간 폐쇄 후 관리를 수행할 예정이며, 2단계 처분시설 부분 폐쇄 시점부터 유지보수, 감시, 환경조사 등을 수행

처분시설 폐쇄 후 관리

구분	내 용
방사선 환경조사	▶ 공기, 물 등 환경의 방사선 조사
비방사선 환경조사	▶ 기상, 지하수 등 비방사선 부지 감시 항목 조사
유지보수, 감시	▶ 울타리, 배수계통, 시설물 등에 대한 점검 및 유지보수
접근 제한	▶ 처분시설 안전성 영향을 미칠 수 있는 외부 활동 및 고의적, 우연한 인간침입 감시
안전성평가	▶ 처분시설 성능목표치를 만족하는지 적절한 모델을 이용하여 평가
기록보관	▶ 처분시설 운영, 폐쇄 등과 관련된 주요 기록물에 대한 정리, 보완

전체 처분시설 개발·폐쇄 주요 일정



IV. 향후 일정

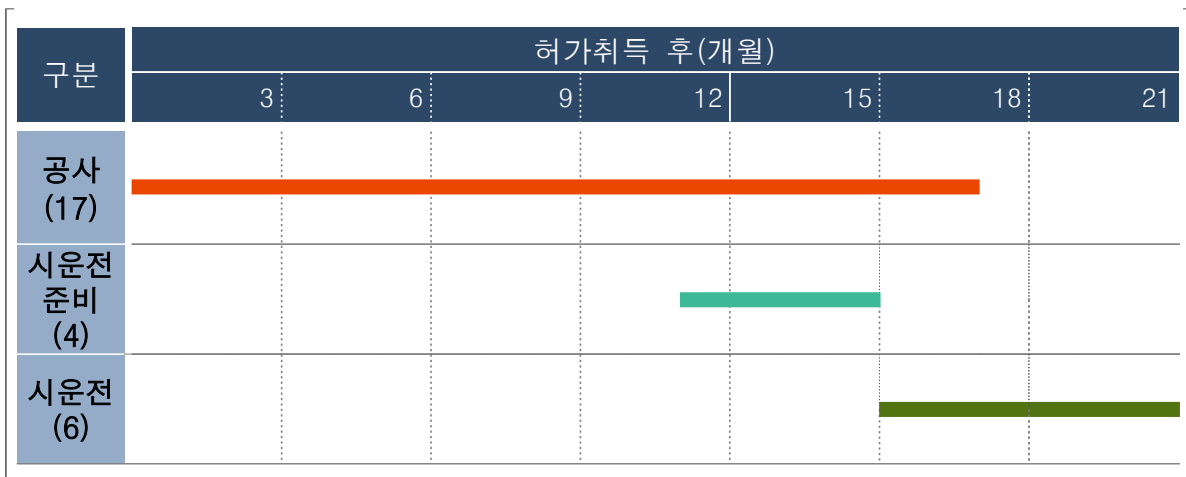
□ 공사

- 건설·운영허가 취득 후 처분시설 공사를 즉시 착수, 공사 완료 까지 약 17개월 소요 예상

□ 시운전

- 공사완료 6개월 전 시운전 전담 조직을 구성, 이후 4개월 간 시운전 준비업무를 수행
- 공사완료 2개월 전 주요 설비·계통에 대한 시운전을 착수

향후 공사 및 시운전 일정(안)



〈 안전 담당자 〉

한국원자력환경공단 건설사업단	
이 길 남 단장	(054) 750 - 4005
하 창 용 실장	(054) 750 - 4370

(공란)

제 158회 원자력안전위원회

의안번호	제 1-2 호	보 고 사 항
보고일자	2022.5.27.	
공개여부	공개	

2단계 표충처분시설 허가 심사결과

제 출 자	한국원자력안전기술원 원장 김 석 철
제출일자	2022. 5. 27.

■ 목 차 ■

1. 건설 · 운영허가 개요	27
2. 심사 경위	28
3. 주요 심사결과	29
4. 심사결과 종합	43

[별첨 1] 2단계 표층처분시설 건설 · 운영허가 심사보고서

1. 건설·운영허가 개요

가. 시설 개요

위 치	경상북도 경주시 문무대왕면 동해안로 1138		
명 칭	중·저준위방사성폐기물 2단계 표층처분시설		
운영기관	한국원자력환경공단		
처분방식	천층처분 중 표층처분		
규 모	처분부피 - 32,875 m ³ 처분수량 - 125,000 드럼 (200 L 기준)		
면 적	방폐장 부지내 67,490 m ² (부지정지면적 기준)	설계사	한국전력기술(주)
기 간	‘15.12월(건설·운영허가 신청) ~		

나. 심사 개요

- 원자력안전법 제63조(방사성폐기물관리시설등의 건설·운영 허가) 제2항에 따라 한국원자력환경공단(이하, KORAD)이 제출한 10종의 서류에 대한 적합성을 심사

허가서류명	주요 내용
① 방사선환경영향평가서	건설 및 운영으로 인한 영향
② 안전성분석보고서	부지특성, 안전성평가, 기술지침
③ 안전관리규정	건설·운영 중 준수 및 조치사항
④ 설계 및 공사방법에 관한 설명서 ¹⁾	공사개요 및 설계특성, 적용기준
⑤ 건설 및 운영에 관한 품질보증계획서	품질관련 조직 및 수행업무
⑥ 건설·운영계획에 관한 서류	건설·운영계획
⑦ 저장·처리 및 처분방법에 관한 서류	저장·처리 및 처분방법
⑧ 저장·처리 또는 처분할 방사성폐기물의 종류 및 수량에 관한 서류	저장·처리 또는 처분 방사성폐기물 종류 및 수량
⑨ 건설·운영에 관한 기술능력에 관한 설명서	건설·운영 기술능력
⑩ 장비 및 인력을 확보하고 있음을 증명하는 서류	장비 및 인력

1) 원자력안전법 개정·시행('21.06.23.)에 따라 해당 서류는 허가신청서에서 제외되었으나, 당해 심사 과정에서는 해당 문서의 적합성 확인

☐ 신청 내용이 동법 제64조(허가기준)의 허가 기준에 적합한지 심사

※ 건설·운영허가 기준(원자력안전법 제64조제1항)

1. 총리령으로 정하는 방사성폐기물관리시설등의 건설·운영에 필요한 기술능력을 확보하고 있을 것
2. 방사성폐기물관리시설등의 위치·구조·설비 및 성능이 위원회규칙으로 정하는 기술기준에 적합하여 방사성물질등에 따른 인체·물체 및 공공의 재해방지에 지장이 없을 것
3. 방사성폐기물관리시설등의 건설·운영 과정에서 발생하는 방사성물질등으로부터 국민의 건강 및 환경상의 위해를 방지하기 위하여 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
4. 대통령령으로 정하는 장비 및 인력을 확보하고 있을 것
5. 제63조제2항에 따른 건설 및 운영에 관한 품질보증계획서의 내용이 위원회규칙으로 정하는 기준에 적합할 것
6. 방사성폐기물 처분시설의 전부 또는 일부에 대한 폐쇄 후 관리계획이 300년 이하의 범위에서 대통령령으로 정하는 기간 동안 방사성폐기물 처분시설의 안전성 확보를 위하여 위원회규칙으로 정하는 관리 기준에 적합할 것

2. 심사 경위

- ☐ 2015.12.24 : KORAD, 2단계 표충처분시설 건설·운영 허가 신청
- ☐ 2016.10.31. : 서류적합성 검토결과 및 심사계획서 원안위 제출
- ☐ 2016.11.29. : 본심사 착수²⁾
- ☐ 2017.03.17. : 1차 질의서(293건) 발송
- ☐ 2017.09.21.~2019.04.03. : 2차 질의서(242건) 발송
- ☐ 2018.01.31.~2020.01.30. : 3차 질의서(160건) 발송
- ☐ 2018.08.24.~2021.02.05. : 4차 질의서(85건) 발송
- ☐ 2019.04.02.~2021.02.05. : 5차 질의서(51건) 발송
- ☐ 2019.10.04.~2021.04.29. : 6차 질의서(22건) 발송
- ☐ 2021.04.29. : 7차 질의서(3건) 발송
- ☐ 2021.11.16. : 최종답변 접수
- ☐ 2021.12~2022.01 : 제84, 85회 원자력안전전문위원회 KINS 심사현황 보고
- ☐ 2022.02~04 : 제86, 87, 88, 89회 원자력안전전문위원회 KINS 심사결과 보고

2) 2017.7월~2021.3월 : 구조부지분야 등 현장확인(총 14회) 수행

3. 주요 심사결과

가. 건설·운영에 필요한 기술능력 확보 [원안법 제64조제1항제1호]

원자력안전법 시행규칙 제89조의2(방사성폐기물관리시설등의 건설·운영에 필요한 기술능력)

[주요사항]

- ▶ (건설·운영조직) 필요한 조직 및 부서를 구성하고 책임과 권한 명확화
- ▶ (기술지원조직) 안전 관련 사항 검토를 위한 공학적·기술적 지원조직 구성
- ▶ (자격 및 경험) 책임과 권한에 상응하는 자격과 경험 보유
- ▶ (시험 및 검사계획) 안전 관련 주요 구조물 및 설비에 대한 시험 및 검사 계획 수립

☐ 건설·운영조직(심사보고서 p.218~220, 553~557, 563~568)

- 2단계 표층처분시설 건설·운영을 위한 조직이 적절하게 구성되어 있고, 각 조직 및 부서의 기능, 책임 및 권한이 적합하게 부여되어 있음을 확인

☐ 기술지원조직, 자격 및 경험(심사보고서 p.221~224, 553~568)

- 건설 및 운영 중 발생하는 안전 관련 사항 검토를 위한 조직을 구성하고 있으며, 자격(전문분야 전공 및 학위)과 처분시설 건설·운영경험을 갖춘 자가 사업에 참여 예정임을 확인

☐ 시험 및 검사계획(심사보고서 p.123, 556, 567)

- 안전 관련 주요 구조물·계통 및 기기*의 시험 및 검사 이행방안으로서 방사성폐기물 취급 설비, 감시 및 제어설비 등을 주기점검 항목으로 지정하고, 안전설비 설정치 확인검사, 감시 및 제어설비의 교정 및 기능시험 등을 정기점검 항목으로 포함하는 등의 계획이 수립되어 있음을 확인

* 원자력안전위원회고시 제2021-17호(중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 운영, 폐쇄 및 폐쇄 후 관리에 관한 기술기준) 제9조(구조물·계통 및 기기의 성능)

- ◆ 기술지원조직을 포함한 건설·운영조직과 자격, 경험을 갖추고 있는 바, 건설·운영에 필요한 기술능력을 확보하고 있음을 확인

나. 위치 및 구조·설비·성능의 적합성 [원안법 제64조제1항제2호]

[주요사항]

I. (위치)*

- 인구밀집지역으로부터 떨어진 곳일 것
- 기상·수문조건·지표면 및 지질학적 상태를 고려하여 적합한 곳
- 지표수 및 지하수 분포상태가 적합한 곳
- 지진, 생태학적 특징, 수자원의 이용, 기타 제반 환경 등이 적합한 곳

II. (구조, 설비 및 성능)**

- 주위 지질특성 등을 고려하여 방사성물질의 이동을 최대한 억제할 수 있도록 함으로써 폐쇄시까지 그 기능이 유지되도록 설계
- 처분장소 주위에 물이 고일 가능성이 없도록 할 것
- 주위 지표수 범람을 방지할 수 있도록 처분장소를 복개할 것
- 방사성물질 감시설비 설치
- 화재 또는 지진 등의 사고 시에도 방사성물질 확산방지 설계

* 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제67조(천층처분시설의 위치), 제69조(다수의 방사성폐기물관리시설등의 위치)

** 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제71조(천층처분시설의 구조 및 설비), 제73조(환기 및 배기 설비) 내지 제79조의2(방사성물질의 취급 및 처리능력)

I. 위치의 적합성

○ 위치(심사보고서 p.25~32)

- 국내 평균인구밀도(503 명/km²)보다 인구밀도가 높고 부지와 가장 가까운 인구밀집지역은 울산광역시 북구 일원으로서 부지로부터 약 7.4 km 이격되어 있음을 확인(제한구역경계 최단거리 약 160m)

※ 동일 부지 내 개발·운영되는 2단계 표층처분시설과 1단계 동굴처분시설의 최단거리는 약 1.0 km로, 각 시설의 개발·운영에 지장을 주지 않도록 위치하고 있음을 확인

○ 기상·수문조건 및 지표수·지하수 특성(심사보고서 p.36~44, 73~79)

- 부지의 기상특성은 인근 포항 및 울산 기상대에서 관측한 30년 이상의 장기간 기상자료와 처분시설 부지에서 3년간('12.1월~'14.12월) 관측한 기상자료 분석을 통해 시설의 운영 안전성에 영향을 끼칠만한 심각한 기상현상이 일어날 가능성은 희박함을 확인
- 부지는 고지대(부지표고 EL.+107m)에 위치하고 하천과 해안에 인접하지 않으므로 하천 및 해수범람 영향이 없음을 확인, 국지강우(가능최대강수량, 우배수기능 상실 조건)로 인한 최대 침수심(0.29m)이 2단계 표층처분시설의 처분고 바닥고(0.4m)보다 낮으므로 침수(홍수)영향이 없음을 확인
- 부지의 지하수위는 부지표고로부터 약 50~70m 하부에 존재하므로 지하수와 폐기물의 직접적인 접촉은 없음을 확인

○ 지질 및 지반특성(심사보고서 p.45~49, 54~66, 80~82, 87~99)

- 표층수 및 지하수의 분포상태, 배수·투수·풍화 등을 고려한 지표면 상태 및 지질학적 상태 등을 종합 고려한 결과, 부지의 특성은 2단계 표층처분시설의 건설·운영에 적합함을 확인

* 2단계 표층처분시설 부지는 백악기 변성퇴적암으로 구성된 암반부지(rock site)이며 처분고 하부 기초지반은 처분고의 설계하중(3.66 kg/cm^2)을 고려하였을 때 충분한 지내력(20 kg/cm^2 이상)을 확보하고 있으며, 전체 침하량(최대 17 mm)도 설계기준(50 mm 이하)을 만족함을 확인

○ 지진(심사보고서 p.50~53, 83~86)

- 부지반경 320 km 내에 포함되는 모든 지진원*의 최대잠재지진을 고려하여 부지의 지진동을 평가한 결과(0.1788g), 2단계 표층처분시설의 설계기준지진(0.3g)에 포괄되어 부지 위치가 지진학적으로 적합함을 확인

* 지진지체구조구(14개), 읍천단층, 방폐장부지단층, 경주지진('16.9월, 규모 5.8) 및 포항지진('17.11월, 규모 5.4) 유발 단층 포함

※ 제63회 원자력안전위원회 보고('16.12.22., 대형지진에 대비한 원자력시설 안전개선대책)에 따라 설계기준지진 상향(0.2g→0.3g)

○ 생태학적 특징 및 수자원 이용(심사보고서 p.68~72)

- 부지 내에서 환경부 환경영향평가법으로 지정, 보호되고 있는 습(멸종위기 야생생물 II급)* 외는 발견되지 않음

* 4년간 조사중 1회 발견된 것으로, 일시적으로 유입된 것으로 판단

※ 2단계 표층처분시설 건설 및 운영기간 동안 생물보호대책(울타리 설치, 감시설비 설치)을 통해 동물의 유입을 제한함을 확인

- 2단계 표층처분시설이 상수원(하천, 호수, 지하수 등) 보호구역에 위치하지 않음을 확인

○ 기타 제반환경 등(심사보고서 p.33~35)

- 2단계 표층처분시설 부지반경 10 km 이내 지역의 산업과 군사 시설 등 기타 제반환경 현황을 조사한 결과, 처분시설 건설·운영에 지장을 주는 산업과 시설 등의 환경이 없음을 확인

◆ 2단계 표층처분시설의 위치가 위원회규칙으로 정하는 기술기준에 적합함을 확인

II. 구조·설비 및 성능의 적합성

○ 구조 및 설비(심사보고서 p.119~197, 206~208, 337)

- 2단계 표층처분시설에 적용된 설계기준지진(0.3g)에 따라 관련 구조물 및 계통(처분고, 지하점검로, 크레인, 이동형 크레인셀터, 지진감시계통)이 적합하게 설계되었음을 확인
- 처분고는 공학적방벽으로서의 성능 유지에 필요한 장기 내구성을 확보할 수 있음을 확인하였으며, 처분고 콘크리트, 처분덮개, 방사성 배수계통 등의 설계특성에 따라 방사성폐기물과 물과의 접촉을 최소화 하여 방사성물질의 이동을 억제할 수 있음을 확인
- 2단계 표층처분시설 처분고의 바닥고는 0.4 m로 최대침수심(0.29 m) 보다 높아 주위의 지표수 범람을 방지하도록 설계됨을 확인
- 방사선감시계통은 작업자가 빈번하게 접근하는 구역에서의 방사선 준위를 상시 감시하여 경고·고경보 설정치를 초과하면 작업자에게 즉각 경보할 수 있도록 설계되며, 제어실 등에 관련 수치가 표시·기록됨을 확인

○ 환기 및 배기설비(심사보고서 p.173~176, 201~205)

- 공기조화계통은 통제건물관리지역 및 지하점검로에 설치되며, 정상 운전시에 처분시설 내의 종사자 및 기기에 필요한 작업 환경조건을 제공하도록 설계됨을 확인
- 전원상실 등으로 인해 환기설비가 정지될 경우 각 설비 후단에 설치된 댐퍼가 자동으로 닫히도록 구성함으로써 비정상운영·사고 시에도 방사성물질이 확산되지 않도록 설계되었음을 확인
- 아울러, 설정된 방사능준위를 초과하는 공기가 배기구를 통해 배출 시 자동으로 환기설비 내 댐퍼가 닫히도록 설계됨을 확인

○ 화재방호설비(심사보고서 p.177~182, 357~358)

- 2단계 표층처분시설에 대한 화재위험도분석*을 수행하여 화재로 인한 방사성물질의 확산 및 누출의 방지 능력에 현저한 지장을 초래하지 않도록 설계되었음을 확인

* 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제73조의2(화재방호시설) 및 원안위고시 제2021-25호(방사성폐기물관리시설등의 화재위험도분석에 관한 기술기준)

- 해당 시설은 전체적으로 매우 낮은 화재하중과 적은 점화원의 화재 특성이 있음을 확인

- 1) 처분고 등을 3시간 이상의 내화구조물로 구획, 2) 가연물의 사용을 최소화(불연성과 난연성 재료 사용), 3) 소화수원은 2시간 용량 확보, 4) 화재시 신속 대응 가능한 소방시설(자동화재탐지설비, 소화기, 소화전, 유도등 및 비상조명등)을 설계함을 확인

○ 비상용 전원장치(심사보고서 p.165~168, 359~360)

- 정상전원 상실 시 예비전원으로 필수계통 부하에 전원 공급이 가능하도록 400kW 용량의 디젤발전기가 설계되며, 총 부하량을 고려할 경우 디젤발전기 설계용량 여유율이 32.39%임을 확인

○ 배수시설(심사보고서 p.75~79, 119~157, 196~197)

- 지표수가 부지로 유입될 수 있는 전체 배수유역을 분석하고 처분고 내 지표수 유입이 최소화되도록 배수시설을 타당하게 설계, 배치하였음을 확인

※ 처분고 주변, 절토사면 하부에 측면배수구를 설치하여 지표수(강우)의 처분고 유입을 최소화하도록 설계

- 2단계 표층처분시설은 고지대에 위치하여 부지에 홍수 영향을 줄 수 있는 저수지, 댐 및 하천이 존재하지 않고, 해수범람에 의한 홍수 영향이 없음을 확인

○ 폐기물저장 및 처리설비(심사보고서 p.173~176, 201~208)

- 2단계 표층처분시설에서 발생될 것으로 예상되는 고체 및 액체 방사성폐기물은 기존에 허가 받은 1단계 동굴처분시설의 고체 및 액체 방사성폐기물계통으로 이송되어 처리 및 저장되며, 이와 관련하여 2단계 표층처분시설의 고체 및 액체 방사성폐기물의 이송 방법 및 절차가 적합하게 수립되었음을 확인
- 운영 중 발생하는 기체방사성폐기물은 공기조화계통 내 설치된 HEPA필터를 거쳐 배기구를 통해 최종 환경으로 배출되도록 설계되며, 배기구에는 배출관리기준을 초과하는 배출이 발생하지 않도록 연속 배기감시기를 설치하여 기준치를 초과할 경우 배기설비가 자동 정지되도록 설계됨을 확인

○ 구조물·계통 및 기기의 성능(심사보고서 p.123, 556, 567)

- 처분시설 안전과 폐기물 격리에 중요한 구조물·계통 및 기기의 설계성능을 유지하기 위해 주기점검 및 정기점검 계획을 수립하여 이행할 것임을 확인

○ 방사성물질에 의한 오염의 방지(심사보고서 p.334~339)

- 방사성계통 및 기기는 비방사성계통과 분리된 격실에 배치하는 등 시설 및 설비가 오염을 방지하고 제염이 용이하도록 설계되었음을 확인
- 오염 발생시 이를 측정하고 제염할 수 있는 시설 및 장비를 갖추도록 방사선방호 계획이 수립되었음을 확인

○ 감시 및 제어(심사보고서 p.183~186)

- 공정제어 및 감시 계통은 2단계 표층처분시설의 침투수 집수조 수위 등 주요 변수를 연속적으로 감시·기록하고, 필요시 송풍기 등의 기기를 제어할 수 있도록 설계됨을 확인

○ 방사성물질의 취급 및 처리 능력(심사보고서 p.201~205, 250~252, 541~545)

- 2단계 표층처분시설의 방사성폐기물 처분용량(처분부피 32,875 m³, 처분수량 12.5만 드럼(200 L 기준))과 처분방법이 적절하게 제시 되었으며, 처분과 관련하여 저장 및 처리 대상 방사성폐기물의 구분, 관리방안 등이 적절하게 제시되었음을 확인

◆ 2단계 표층처분시설의 구조·설비 및 성능이 위원회규칙으로 정하는 기술기준에 적합함을 확인

다. 방사성 물질이 주변 환경에 미치는 영향 (원안법 제64조제1항제3호)

원자력안전법 시행령 제174조(환경상의 위해 방지)*

[주요사항]

- I. (운영중) 제한구역경계에서의 수중·공기 중 방사성물질의 농도가 배출관리기준을 만족*
- II. (운영중) 제한구역경계에서의 피폭선량이 환경상의 위해방지를 위해 단일·다수시설 선량기준을 만족*
- III. (폐쇄 후) 정상적인 자연현상, 자연적 또는 인위적 요인에 의한 확률현상 및 인간 침입에 따른 방사선영향이 선량 또는 위험도 기준을 만족**

* 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조(환경상의 위해방지)

** 원자력안전위원회고시 제2017-62호(중·저준위방사성폐기물 처분시설에 관한 방사선 위해 방지기준) 제6조(성능목표치), 제10조(인간침입에 대한 방호)

I. 배출 방사성물질의 농도(심사보고서 p.201~205)

- 원안위고시(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조(환경상의 위해방지) 제1항의 농도기준 요건을 만족

- 정상운영으로 인해 환경으로 배출되는 기체 및 액체 방사성 물질의 핵종별 농도가 고시의 기준(핵종별 배출관리기준에 대한 분율의 합이 '1' 이하)을 만족

II. 정상운영시 피폭선량(심사보고서 p.269~274, 422~428)

- (단일) 시설 운영 시 기체 및 액체 배출물로 인한 제한구역경계에서의 연간선량이 허용기준* 이내임을 확인

구 분		기준치	평가결과
기체	감마선에 의한 공기 흡수선량 [mGy/yr]	0.10	-
	베타선에 의한 공기 흡수선량 [mGy/yr]	0.20	-
	외부피폭에 의한 유효선량 [mSv/yr]	0.05	-
	외부피폭에 의한 피부등가선량 [mSv/yr]	0.15	-
	입자상 방사성물질 등에 의한 인체장기 등가선량 [mSv/yr]	0.15	1.12×10^{-2} (7.5%)
액체	유효선량 [mSv/yr]	0.03	6.94×10^{-5} (0.2%)
	인체장기 등가선량 [mSv/yr]	0.10	8.40×10^{-5} (0.1%)

- (다수) 부지 주변 원자력이용시설**로 인한 연간선량이 허용기준*을 만족

구 분	기준치	평가결과
유효선량 [mSv/yr]	0.25	2.12×10^{-1}
갑상선 등가선량 [mSv/yr]	0.75	4.03×10^{-1}

* 원안위고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조제2항

** 1·2단계 처분시설, 월성 1~4호기 및 신월성 1~2호기, 원전 방폐물저장고 및 건식저장시설

III. 비정상운영 · 사고시 피폭선량(심사보고서 p.275~278)

- 시설 운영중 사고시나리오 발생에 따른 작업종사자 피폭선량은 5.14 mSv(운반차량 화재), 일반인 피폭선량은 0.189 mSv(운반차량 화재)로 평가되었으며, 이는 신청자가 설정한 선량목표치³⁾(방사선 작업종사자 50 mSv, 일반인 5 mSv^{*})를 만족함을 확인

* 제한구역경계에서의 선량목표치

번호	사고 시나리오		대상 폐기물	피폭방사선량 [mSv]	
				방사선작업 종사자	일반인
1	화재	운반차량	가연성	5.14	1.89×10^{-1}
2		처분고		1.28	8.76×10^{-3}
3	낙하	처분고	가연성	2.56	4.70×10^{-3}
4	지진	처분고	전체	1.03	5.05×10^{-2}
5	지하 점검로 손상	방사성 배수계통 손상	전체	1.64×10^{-2}	1.64×10^{-2}
6		공기 조화계통 손상	전체	2.03×10^{-2}	8.41×10^{-3}

IV. 폐쇄 후 안전성평가(심사보고서 p.279~325)

- 시설 폐쇄 후 정상적인 자연현상, 자연적 또는 인위적 요인에 의한 비정상확률현상 및 인간침입에 따른 방사선영향이 선량 또는 위험도 기준^{*}을 만족함을 확인

* 원자력안전위원회고시 제2017-62호(중·저준위방사성폐기물 처분시설에 관한 방사선 위해방지기준) 제6조(성능목표치), 제10조(인간침입에 대한 방호)

- 정상현상 시나리오에 따라 환경으로 누출되는 기체 및 액체 방사성물질에 의한 피폭선량이 허용기준(0.1 mSv/yr 이하)을 만족
- 비정상확률 시나리오에 따라 환경으로 누출되는 기체 및 액체 방사성물질에 의한 위험도가 허용기준(10^{-6} /yr 이하)을 만족
- 인간침입 시나리오에 따라 환경으로 누출되는 기체 및 액체 방사성물질에 의한 피폭선량이 방호목표치(1 mSv/yr 이하)를 만족

3) 기준에 허가 받은 1단계 동굴처분시설 건설·운영허가 심사단계에서 신청자가 제시한 값과 동일하며, 국외 유사시설 등의 사례를 고려해 볼 때 해당 선량목표치가 보수적이며 타당하다고 검토한 바 있음.

폐쇄 후 안전성평가 주요 시나리오	평가결과		기준치 [mSv/yr 또는 /yr]
	최대 피폭선량 [mSv/yr]	최대 위험도 [/yr]	
◦ 정상 시나리오 - (지하수 경로)정상 진화 (BS-W) - (공기 경로)정상 진화 (BS-G) - (복합처분시설*/지하수 경로)정상 진화 - (복합처분시설*/공기 경로)정상 진화	8.90×10^{-6} 5.82×10^{-2} 1.05×10^{-3} 5.82×10^{-2}	-	0.1
◦ 비정상확률 시나리오 (자연적 요인) - (지하수 경로)지진에 의한 근계 손상 (ES-WA1) - (지하수 경로)지진에 의한 원계 손상 (ES-WA2) - (지하수 경로)지진에 의한 근계/원계 손상 (ES-WA3) - (공기 경로)지진에 의한 근계 손상 (ES-GA) - (복합처분시설*/지하수 경로) 지진에 의한 근계/원계 손상 (인위적 요인) - (지하수 경로)인위적 요인에 의한 HIC ⁴⁾ 손상 (ES-WB1) - (지하수 경로)인위적 요인에 의한 근계 손상 (ES-WB2) - (공기 경로)인위적 요인에 의한 근계 손상 (ES-GB) - (복합처분시설*/지하수 경로) 인위적 요인에 의한 근계 손상	-	4.81×10^{-14} 8.64×10^{-13} 8.64×10^{-13} 6.69×10^{-10} 8.69×10^{-11} 4.46×10^{-11} 4.11×10^{-11} 6.19×10^{-7} 6.44×10^{-9}	10^{-6}
◦ 인간침입 시나리오 - 시추 (HS-1-1) - 시추 후 거주 (HS-1-2) - 우물이용 (HS-1-3) - 지반조사 연구자 (HS-1-4) - 주택건설 (HS-2-1) - 주택건설 후 거주 (HS-2-2) - 도로건설 (HS-3-1)	1.30×10^{-4} 5.14×10^{-2} 6.07×10^{-1} 3.17×10^{-3} 3.22×10^{-4} 2.36×10^{-1} 1.84×10^{-5}		(방호목표) 1.0

* 복합처분시설 : 1단계 및 2단계 처분시설

◆ 2단계 표층처분시설의 운영 및 폐쇄 후 단계에서 방사성 물질이 주변 환경에 미치는 영향이 대통령령으로 정하는 기준에 적합함을 확인

라. 장비 및 인력 [원안법 제64조제1항제4호]

원자력안전법 시행령 제99조(허가기준) 제1항

[주요사항]

- ▶ (장비) 법령에 따른 방사선측정기(3대 이상), 방사능측정기(3대 이상), 방사성폐기물 취급 및 운반 장비(1대 이상) 확보
- ▶ (인력) 법령에 따른 방사선취급감독자면허 소지자 또는 방사선관리기술사(1명 이상) 확보

☐ 장비 및 인력(심사보고서 p.571~574)

- (장비) 방사선측정기, 방사능측정기, 방사성폐기물 취급 및 운반 장비는 각각 13대, 17대, 3대*, 7대*를 확보하여 관련 요건을 만족함을 확인

* 1단계 동굴처분시설과 공용으로 사용

- (인력) 방사선취급감독자 면허 소지자 1명을 확보하고 있음을 확인

◆ 2단계 표층처분시설의 장비 및 인력이 대통령령으로 정하는 기준에 적합함을 확인

마. 건설·운영에 관한 품질보증계획서의 적합성 (원안법 제64조제1항제4의2호)

방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제85조(건설·운영에 관한 품질보증)*

[주요사항]

- ▶ 품질보증체제의 조직, 품질보증계획, 설계관리, 구매서류관리 등 총 18개의 품질보증 관련 기준 만족

* 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제68조(품질보증 조직) 내지 제85조(감사) 준용, 원자력안전위원회고시 제2017-61호(방사성폐기물 폐기시설 품질보증기준) 관련 기준

□ 품질보증계획서(심사보고서 p.505~522)

- 품질보증계획서에는 총 18개의 품질보증 항목을 세분화하여 기술하고, 해당 운영계획을 제시하여 관련 요건을 만족함을 확인
- 시설 건설·운영의 품질보증을 전담하는 품질보증부서는 독립성을 보장받고 업무 수행자의 권한과 책임사항이 적합하게 부여됨을 확인
- 품질에 영향을 미치는 설계관리, 구매관리, 시험관리 등의 수행방법이 지시서, 절차서 또는 도면에 기술되어 있음을 확인
- 업무의 적절성 확인을 위한 검사 방안과 품질을 저해하는 상태를 시정하기 위한 시정조치 관리방안 등이 수립됨을 확인

◆ 2단계 표층처분시설 품질보증계획서에 제시된 관련 업무의 수행내용이 위원회규칙으로 정하는 기준에 적합함을 확인

바. 폐쇄 후 관리계획의 적합성 [원안법 제64조제1항제5호]

원자력안전법 시행령 제99조(허가기준) 제2항*

[주요사항]

- ▶ 동일 부지 안에 2개 이상의 방사성폐기물 처분시설을 운영하려는 경우, 가장 긴 기간이 적용되는 처분시설의 폐쇄 후 관리기간을 그 부지의 모든 처분시설에 적용
 - 1. 동굴처분을 하는 방사성폐기물 처분시설: 200년 이하
 - 2. 동굴처분 외의 천층처분을 하는 방사성폐기물 처분시설: 300년 이하

* 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제4장제6절(방사성폐기물처분시설등의 폐쇄 및 폐쇄 후 관리)

☐ 폐쇄 후 관리기간(심사보고서 p.25, 244~249)

- 천층처분방식인 2단계 표층처분시설의 폐쇄 후 관리기간은 300년으로 설정되어 적합

☐ 폐쇄 및 폐쇄 후 관리(심사보고서 p.244~249)

- 시설 폐쇄에 관한 폐쇄방법, 계통 및 설비의 철거, 폐쇄 후 구조물, 계통 및 기기의 유지, 침입 방지, 안전성 재평가 등 기본계획에서 제시한 내용은 관련 기준을 반영하고 있어 적합
- 폐쇄 후 관리활동은 부지감시, 환경조사, 접근제한, 보수작업 및 토지사용통제 등을 포함하되 폐쇄시점에서 이를 구체화할 예정으로, 향후 처분시설의 후속개발 및 주기적 안전성평가 등을 통해 폐쇄시점까지 폐쇄 후 관리계획이 구체화 및 최적화될 수 있음을 확인

◆ 2단계 표층처분시설의 폐쇄 후 관리계획의 내용이 대통령령 및 위원회 규칙으로 정하는 관리 기준에 적합함을 확인

4. 심사결과 종합

- KORAD가 제출한 2단계 표층처분시설 건설·운영허가 신청서류에 대한 심사를 수행한 결과, 「원자력안전법」 제64조의 허가기준에 적합한 것으로 판단
 - 방사성폐기물 처분시설을 건설·운영하는 데에 필요한 기술능력을 확보하고 있으며,
 - 시설의 위치 및 구조·설비·성능이 위원회규칙으로 정하는 기술기준에 적합하여 방사성물질 등에 따른 인체·물체 및 공공의 재해방지에 지장이 없으며,
 - 시설의 건설·운영과정에서 발생하는 방사성물질 등으로부터 국민의 건강 및 환경상의 위해를 방지하기 위하여 대통령령으로 정하는 기준에 적합
 - 대통령령으로 정하는 장비 및 인력을 확보
 - 시설의 건설·운영에 관한 품질보증계획서의 내용이 위원회규칙으로 정하는 기준에 적합
 - 시설에 대한 폐쇄 후 관리계획의 내용이 대통령령 및 위원회규칙으로 정하는 관리 기준에 적합

〈 안전 담당자 〉

한국원자력안전기술원 폐기물해체규제단	
박 진 용 단장	(042) 868 - 0797
서 은 진 실장	(042) 868 - 0794

제 158회 원자력안전위원회

의안번호	제 1-3 호	보 고 사 항
보고일자	2022.5.27.	
공개여부	공개	

KINS 심사 결과에 대한
원자력안전전문위원회 사전검토 결과

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 유 국 희
제출일자	2022. 5. 27.

■ 목 차 ■

I. 검토 경위	47
----------------	----

II. 주요 검토내용	48
-------------------	----

1. 지진 안전성
2. 지반 안정성
3. 지하수 유동 평가
4. 운영중 안전성평가
5. 폐쇄후 안전성평가
6. 구조물 건전성 및 내진안전성 평가
7. 화재방호 시스템 적합성

III. 종합 결론	57
------------------	----

IV. 권고사항	58
----------------	----

[별첨 2] 중저준위방사성폐기물 2단계 표층처분시설 건설·운영허가
심사결과에 대한 전문위 사전검토 결과

I. 검토 경위

- 원자력안전전문위원회*에서 KINS의 중·저준위방사성폐기물 2단계 표층 처분시설 건설·운영허가 심사결과가 허가기준에 부합하는지 사전검토

* 「원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률」 제15조(전문위원회의 설치)

◇ 총 6회('21.12월~'22.4월) 회의, 현장방문 1회, 2개 분야 실무검토위원회 (이하 실무위)를 통해 심사결과의 기술 적합성을 면밀히 검토

- 제85회 전문위에서 2단계 표층처분시설 특성 등을 고려,
 - 부지안전성, 안전성평가 등을 심층 검토하기 위해 관련 법령*에 따라 2개 분야 실무위를 구성기로 결정('22.01.06.)

* 「원자력안전위원회 회의 운영에 관한 규칙」 제19조(실무 검토위원회의 구성·운영 등)

2단계 표층처분시설이 지표면 가까이에 위치하여 방사성폐기물을 처분함에 따른 “부지안전성”과 운영중 및 폐쇄후 단계에서의 방사선 영향을 검토하기 위한 “안전성평가”를 검토 분야로 선정

- 분야별 실무위는 대면회의, 서면검토 등을 통해 심층 검토 후 각각 결과보고서를 도출('22.04월)

< 표1 > 실무위 구성 및 운영 현황

분야	구성	운영	주요 검토내용
부지 안전성	· 전문위원 3명 ※ 위원장: 신진수 위원 · 외부전문가 3명	· 전체 회의(1회) · 서면검토('22.03.04.~ 04.20.)	· 지진 분야 · 지반 분야 · 지하수 분야
안전성 평가	· 전문위원 2명 ※ 위원장: 정재학 위원 · 외부전문가 4명	· 전체 회의(2회) · 서면검토('22.03.24.~ 04.20.)	· 운영중 정상 및 비정상 조건 평가 적절성 · 폐쇄후 안전성평가 적절성

- 제89회 전문위에서 실무위 검토 결과 등 2단계 표층처분시설 관련 검토사항을 정리한 보고서 채택('22.04.21.)

II. 주요 검토 내용

1. 지진 안전성

□ 2단계 표층처분시설의 지진안전성을 확인하기 위한 평가 방법론과 결과의 적절성 검토

- 표층처분시설 주변의 지질특성 조사가 원안위 고시*에서 정하고 있는 절차에 따라 수행됨

* 「중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 안전성분석보고서 작성요령」

※ 기존 문헌조사를 포함하여 지표지질조사, 시추조사, 트렌치조사, 전기비저항탐사, 절대연대측정 등의 방법이 적절하게 사용

- 2단계 표층처분시설 부지의 지진안전성 평가를 위해 현재까지 알려진 지질구조와 경주·포항지진* 등 지진활동 특성을 반영함

* 허가 심사 중에 발생한 경주지진('16.09.12, 규모 5.8) 및 포항지진('17.11.15, 규모 5.4)을 고려하여 부지 지진안전성 평가를 추가로 수행

- 지진 유발단층으로 인한 처분시설 부지의 발생 가능 지진동(경주 지진 0.13g, 포항지진 0.076g)이 설계기준지진(0.3g)보다 작아 설계에 미치는 영향이 없음을 확인함

□ 따라서, 최근까지의 지진활동과 지진원 특성을 고려할 때 예상되는 부지 최대지진동이 처분시설의 내진설계 기준 0.3g 값을 초과하지 않음을 확인함

2. 지반 안정성

□ 2단계 표층처분시설 부지의 지반 안전성 평가를 위한 지반특성 조사 방법 적절성 및 기초지반 안정성 평가 결과의 설계기준 만족 여부 검토

- 지반조사* 결과, 부지 내에는 처분시설 안전성에 영향을 줄 수 있는 지질학적 재해요소(침강, 용기 등)는 발견되지 않음을 확인

* 지표지질조사, 시추조사(총 23공), 전기비저항탐사 등

- 2단계 표층처분시설 설계하중을 고려한 기초지반 안정성 확인을 위해, 3차원 지반안정성(침하량) 평가가 수행되었으며,

- 기초지반의 최대 침하량은 약 17 mm로 평가되어, 설계기준(< 50 mm) 대비 상당한 여유도가 있음을 확인

□ 지하수위 변화에 따른 지반거동변화 검토

- 실무위 검토과정에서 지하수위가 예상보다 더 큰 폭으로 상승*해도 기초지반의 안정성에 문제가 없는지 추가 확인한 결과,

* 기존 기초지반 최대침하량 평가는 지하수위 조건을 부지의 지하수 관측 결과(EL. +47 m)를 고려하여 평가

- 가장 보수적인 지하수위 조건(EL. +107 m)을 적용해도 기초지반의 최대 침하량(19 mm)은 설계기준(< 50 mm) 대비 상당한 여유도가 있으므로 기초지반은 충분한 안정성을 확보하고 있음을 확인

□ 따라서, 2단계 표층처분시설 부지 내에는 시설물의 안전성에 영향을 줄 수 있는 지질학적 재해요인이 발견되지 않았으며,

- 시설물 하부 기초지반은 보수적으로 안정성을 평가하여도 설계 기준을 만족하므로 안정하다고 판단

3. 지하수 유동 평가

- 2단계 표층처분시설의 방사선학적 위해 평가를 위한 기초 자료로 활용되는 지하수 유동 평가의 기초 자료, 평가 방법 등 적절성 검토
 - 지하수 환경 조사 정점의 분포가 고르며, 조사항목 등이 2단계 표층처분시설 주변의 지하수 유동에 적용하기에 적합함을 확인
 - 처분시설 주변의 단열(fracture)을 분석하여 지하수 유동에 적용하였으며, 현재의 단열과 지하수 유동을 충실하게 분석하였음을 확인
 - 지하수 유동 모델로 DFN 모델링*을 도입하여 확률 통계 분석이 적절하게 수행된 것을 확인

* DFN(Discrete Fracture Network, 단열망) 모델링 : 단열밀도, 방향성, 크기의 통계분포를 이용, 단열의 연결성을 구체화(3차원)하고 매질의 특성을 정량화함

□ 지하수 유동 평가 결과의 적절성 검토

- 현재까지 알려진 단열로 인한 지하수 유동을 수치해석 모델링으로 적절하게 분석하였으며,
- 단열의 분포나 규모에 대한 수치적인 분석이 충분히 수행되어 현재 자료에 의한 지하수 유동 예측은 타당하다고 판단
- 지하수 조사·평가결과, 지하수위 상승으로 인한 처분고와 지하수의 직접 접촉 가능성은 없다고 판단함

4. 운영중 안전성평가

□ 정상 운영 중 안전성평가에 적용된 방사선원항, 피폭경로, 선량평가 모델, 방법론, 주요 입력인자, 평가결과 등의 적합성을 검토

- 운영 중 기체 및 액체 상태 방사성물질 배출에 의한 제한구역경계에서의 핵종별 방사능농도와 소외주민선량은 규제기준을 충족하며, 충분한 안전여유도를 확보하고 있음을 확인함

※ 제한구역경계에서 다수 핵종 동시배출을 고려한 핵종별 배출관리기준 대비 방사능농도 비율의 합은 허용기준*인 '1' 보다 충분히 작은 수준임을 확인

* 원안위 고시 「방사선방호 등에 관한 기준」 제6조(배출관리기준)

- 물리적으로 인접한 다수 원자력이용시설에 의한 총 유효선량 및 갑상선등가선량 평가 결과, 적합함을 확인함

< 표 2 > 운영중 정상 시나리오 및 다수호기 안전성평가 결과

구 분			기준치*	평가결과
2단계 표층 처분시설	기체	감마선에 의한 공기 흡수선량 (mGy/yr)	0.10	-
		베타선에 의한 공기 흡수선량 (mGy/yr)	0.20	-
		외부피폭에 의한 유효선량 (mSv/yr)	0.05	-
		외부피폭에 의한 피부등가선량 (mSv/yr)	0.15	-
		입자상 방사성물질 등에 의한 인체장기 등가선량 (mSv/yr)	0.15	1.12E-02
	액체	유효선량 (mSv/yr)	0.03	6.94E-05
		인체장기 등가선량 (mSv/yr)	0.10	8.40E-05
복합처분시설 및 다수호기	유효선량 (mSv/yr)		0.25	2.12E-01
	갑상선 등가선량 (mSv/yr)		0.75	4.03E-01

* 원안위 고시 「방사선방호 등에 관한 기준」 제16조(환경상의 위해방지)

□ 운영중 비정상·사고 시나리오 평가에 적용된 방사선원항, 피폭경로, 선량평가 모델, 방법론, 주요 입력인자, 평가결과 등의 적합성을 검토

○ 2단계 표층처분시설에 대한 운영중 사고 시나리오는 체계적인 절차*에 따라 수립되었고,

* 시나리오 수립 절차는 2단계 표층처분시설의 설계특성이 충분히 반영되었고, 도출된 시나리오는 해외 유사 처분시설에서의 안전성평가 사례와 유사함을 확인

○ 사고 시나리오 안전성평가에 적용된 선량목표치*는 현행 방사선 방호 체계 및 다른 원자력이용시설의 설계기준사고 선량기준과 비교할 때 수용 가능함

* 방사선작업종사자 50 mSv 및 일반인 5 mSv

○ 사고 시나리오별로 평가된 예상 피폭방사선량은 모두 제시된 선량 목표치를 만족함

< 표 3 > 운영중 비정상·사고 시나리오 및 안전성평가 결과

번호	사고 시나리오		대상 폐기물	피폭방사선량 (mSv)	
				방사선작업 종사자	일반인
1	화재	운반차량	가연성	5.14	0.189
2		처분고		1.28	0.00876
3	낙하	처분고	가연성	2.56	0.0047
4	지진	처분고	전체	1.03	0.0505
5	지하 점검로 손상	방사성 배수계통 손상	전체	0.0164	0.0164
6		공기 조화계통 손상	전체	0.0203	0.00841

5. 폐쇄후 안전성평가

□ 폐쇄후 시나리오별 안전성평가에 공통적으로 적용되는 시나리오 선정, 처분대상 방사선원항 산출 등의 적합성을 종합적으로 검토

○ 폐쇄후 안전성평가를 위한 시나리오는 IAEA 국제안전기준 등에 따라 체계적으로 수립됨

※ 시나리오 도출방법론은 국제적인 기준과 부합하고 2단계 표층처분시설의 부지특성 및 설계특성이 반영된 것으로 적합함

< 표 4 > 2단계 표층처분시설 폐쇄후 시나리오 및 안전성평가 결과

대상시설	구분		시나리오		약어	평가결과	기준치*
2단계 표층 처분시설	정상		지하수 경로	정상진화	BS-W	8.90×10^{-6}	0.1 mSv/yr
			공기 경로	정상진화	BS-G	5.82×10^{-2}	
	비 정 상 확 률	자연적 요인 (지진)	지하수 경로	근계손상	ES-WA1	4.81×10^{-14}	10 ⁻⁶ /yr
				원계손상	ES-WA2	8.64×10^{-13}	
				근계/원계손상	ES-WA3	8.64×10^{-13}	
		인위적 요인	공기 경로	근계손상	ES-GA	6.69×10^{-10}	
				고건전성용기 손상	ES-WB1	4.46×10^{-11}	
				근계손상	ES-WB2	4.11×10^{-11}	
		통합	공기 경로	근계손상	ES-GB	6.19×10^{-7}	
				지하수 경로	-	8.51×10^{-11}	
	인간침입		시추 활동	시추	HS-1-1	1.30×10^{-4}	1 mSv/yr
				시추→거주	HS-1-2	5.14×10^{-2}	
				시추→우물이용	HS-1-3	6.07×10^{-1}	
				시추→조사연구자	HS-1-4	3.17×10^{-3}	
			주택건설		HS-2-1	3.22×10^{-4}	
			주택건설→거주		HS-2-2	2.36×10^{-1}	
			도로건설		HS-3-1	1.84×10^{-5}	
복합처분 시설	정상		지하수 경로	정상진화	CBS-W	1.05×10^{-3}	0.1 mSv/yr
			공기 경로	정상진화	CBS-G	5.82×10^{-2}	
	비 정 상 확 률	자연적 요인 (지진)	지하수 경로	근계/원계손상	CES-WA	8.69×10^{-11}	10 ⁻⁶ /yr
		인위적 요인	지하수 경로	근계손상	CES-WB	6.44×10^{-9}	

* 원안위 고시 「중·저준위 방사성폐기물 처분시설에 관한 방사선 위해방지 기준」 제6조(성능목표치), 제10조(인간침입에 대한 방호)

- 처분대상 방사성폐기물의 수량 및 방사선원향은 실측 데이터 및 검증된 환산식 등에 근거하여 신뢰성 있게 산출됨
 - 방사성핵종 침출 모델은 폐기물의 특성을 반영하여 적합하게 수립·적용됨
 - 폐쇄후 안전성평가에 적용된 전산코드 등 평가도구는 기술적으로 신뢰*할 수 있고, 해당 평가도구에 대한 KINS의 독립적 검증모델 수립을 통한 유효성 확인 등 규제검증 활동은 적절하다고 판단함
- * 이용된 상용 전산코드는 국제적으로 처분시설 안전성평가에 광범위하게 적용

□ 2단계 표층처분시설의 정상 자연현상에 대한 선량평가 방법론, 모델, 평가내용 및 결과의 적합성을 검토

- 폐쇄후 정상현상 선량평가 내용 및 결과를 2단계 표층처분시설 건설·운영허가 단계의 안전성평가로서 수용할 수 있다고 판단함

□ 2단계 표층처분시설의 폐쇄후 자연적 또는 인위적 요인으로 비롯된 예상하기 어려운 현상(확률현상)에 대한 선량평가 방법론, 모델, 평가내용 및 결과의 적합성을 검토

- 폐쇄후 비정상 확률현상 시나리오 위험도평가 방법과 결과를 건설·운영허가 단계의 안전성평가로서 수용할 수 있다고 판단함

□ 2단계 표층처분시설 폐쇄후 인간침입에 따른 선량평가 방법론, 모델, 평가내용 및 결과의 적합성을 검토

- 폐쇄후 인간침입 시나리오 평가 방법과 결과를 건설·운영허가 단계의 안전성평가로서 수용할 수 있다고 판단함

6. 구조물 건전성 및 내진안전성 평가

- 2단계 표층처분시설 처분고는 폐쇄후 관리기간 동안 공학적 방벽으로서의 격납·격리 기능을 유지해야 하므로,
 - 처분시설 운영기간을 포함하여 폐쇄후 관리기간까지 콘크리트 구조물의 내구성을 확보하여야 함
 - 이에, 처분고 콘크리트 구조물의 설계기준, 내진안전성 및 내구성과 관련된 평가의 타당성을 검토함
 - 부지에 영향을 미칠 수 있는 모든 지진원을 고려할 경우에도 부지의 최대지진동이 설계기준지진(0.3g)에 포괄되어 충분한 안전성을 확보하고 있음을 확인함
 - 내진안전성 평가 시 동적 거동에 의한 충격 가능성을 검토한 결과, 처분고 간 충분한 내진간극이 확보되고 있음을 확인함
 - 처분고에 인접한 구조물(이동크레인셀터)도 처분고 벽체와 충분한 내진간극을 확보하고 있어 처분고의 건전성을 손상시키지 않음을 확인함
 - 처분고 콘크리트 구조물 내구성 평가 결과, ■■■■■ 이상 내구성을 확보할 수 있음을 확인함
- ※ 처분시설의 위치 및 환경조건을 고려하여 처분시설에 사용될 콘크리트 (설계강도 5,500 psi)에 대한 내구성을 평가
- 콘크리트 구조물의 건전성 모니터링을 위해 응력계, 변위계, 침하 측정계 등 구조물 성능감시계통 설비가 설치·운영 예정

7. 화재방호 시스템 적합성

- 원안위 고시* 등에 따라 화재위험도분석을 수행하여 화재로 인한 방사성물질의 확산 및 누출의 방지 능력에 현저한 지장을 초래하지 않도록 화재방호시설이 설계되었는지 검토

* 「방사성폐기물관리시설등의 화재위험도분석에 관한 기술기준」 등

- 주요 시설(처분고, 지하점검로, 통제건물, 전기공급건물 등)은 전체적으로 매우 낮은 화재하중과 적은 점화원의 화재특성을 가짐

- 처분고는 화재 발생 및 확산의 위험이 매우 희박한 구조*임을 확인함

* 상부가 개방된 박스형 콘크리트 구조물로, 폐기물 드럼 처분 후 한 단씩 채우면 공극은 시멘트 그라우팅 처리, 이후 처분고 상부를 콘크리트 슬라브로 덮고 그 위에 처분덮개를 설치

- 당해 시설에서 예상 가능한 화재시나리오는 폐기물 운반 중의 차량화재와 처분고 폐기물 화재로서 발생 확률이 매우 낮음을 확인함

- 외부 화재에 대해서는 인근 산불화재영향을 분석한 결과 충분한 소방활동구역이 확보되었고 산불 복사열로 인한 점화거리 이상 숲으로부터 이격 되었음을 확인함

- 화재방호설비는 화재위험도분석에 따라 적절히 설치할 계획임을 확인함

※ 처분고 등 처분시설은 3시간 이상의 내화구조물로 구획, 가연물의 사용 최소화, 화재시 신속 대응 가능한 소방시설, 소화수원(2시간 용량) 확보 등

- 시설 운영에 따른 화재안전활동과 화재시 자체 진압 및 소방활동 협력체계는 화재방호운영계획을 통하여 관리할 계획임을 확인함

- 따라서, 2단계 표층처분시설은 임의의 지역에서 화재가 발생하더라도 외부로 방사성물질 누출을 최소화하기 위해 화재방호시설이 적절히 설계되었음을 확인함

Ⅲ. 종합 결론

- KINS의 2단계 표층처분시설 건설·운영 허가 심사 결과를 검토한 결과, 다음의 내용을 전문위 전체 의견으로 합의함('22.04.21.)
 - 2단계 표층처분시설의 건설·운영에 필요한 기술능력 등 허가기준 부합 여부에 대한 심사가 적합하게 수행됨
 - 부지안전성 및 안전성평가 총 2개 분야 실무위를 통해 심층 검토를 수행하였으며, 그 결과 2개 분야 모두 안전 관련 요건에 적합함을 확인함
 - 운영 중인 1단계 동굴처분시설에 대한 사업자의 운영 경험과 KINS의 심·검사 규제 경험이 안전심사에 적절히 반영되었음을 확인함
 - 전문위 검토 과정에서의 제기된 질의 사항에 대한 답변 및 조치 결과들이 모두 적합한 것으로 확인함

IV. 권고사항

- 방사성폐기물 처분시설의 안전성 증진을 위하여 이번 건설·운영 허가 심사와 별도로 다음 사항에 대한 검토 및 필요시 개선을 권고함
 - 중·저준위방사성폐기물 처분시설에 대해 사안별로 허가신청자가 제안하고 규제기관이 승인하고 있는 운영중 사고 시 방사선량기준 상한값을 규제지침 또는 이에 준하는 문서에 명시하여 일관성 있게 적용할 것을 중장기적인 개선사항으로 권고
 - 규제의 예측가능성 및 객관성을 제고하기 위하여 현재 내부 지침에서 정하고 있는 폐쇄후 안전성평가 시나리오 선정을 위한 사건 발생확률 기준을 규제지침 또는 이에 준하는 문서에 명시하는 방안을 중장기적으로 적극 고려할 것을 권고
- ※ 전문위 개선 권고사항을 반영하여 KINS 「중·저준위방사성폐기물 처분시설 안전심사지침서」에 반영 완료('22.05.06.)

〈 안전 담당자 〉

원자력안전위원회 방사성폐기물안전과	
신중한 과 장	(02) 397 - 7373
이경민 사무관	(02) 397 - 7274