

고준위방사성폐기물 심층처분시설에 관한 일반기준 개발

정관우, 서은진, 박진용, 정해용, 김병수, 정승영
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 34
icw@kins.re.kr

1. 서론 - 개발 방향

고준위방사성폐기물(HLW)의 처분에 관한 기술 기준은 처분분야의 규제요소로서 해당 처분시스템 및 핵주기의 개발과 안전의 기초가 된다. 우리 원자력법령은 HLW 심층처분에 대한 기본요건만을 정하고 있고 세부기준(교육과학기술부 고시)은 준비 중이다. 국내 심층처분시설의 연구개발을 위해 당해 기술기준의 수립이 시급한 반면 부지등 시스템고유특성이 아직 결정되지 않은 여건을 감안할 때 처분시스템 개발에 필수적인 일반기준(generic criteria)을 우선 제시하는 것이 바람직하다. 즉, 처분시스템에 대한 기초요건 중심의 통합 기준 형식으로, 시스템 구성과 안전성 구축의 연계성을 강화하고, 향후 설계단계에서 시스템고유 기준(specific criteria)으로 발전하기 위한 기반을 조성하는 방향으로 수립할 필요가 있다.

2. 기준의 체계와 구성방식

상기 개발방향에 따라 현재 작성된 기준 초안은 다음과 같은 접근방법을 채용하고 있다.

- 전체성능기준과 시스템특성기준으로 구성. 천층 처분시설의 경우와 같이, 전체성능기준으로서 처분시설의 기본기능(처분안전성)에 관한 방사선안전기준(안전목표)을, 시스템특성기준으로서 시스템 구성요소별 안전기능에 관한 요건을 정한다.
- 심층처분의 시스템 및 안전성을 구성하기 위한 기본철학 반영. HLW처분의 장기 위해특성을 고려하여 위험도에 기반한 안전목표와 평가방법을 채용한다. HLW처분에 따른 방사선위해의 크기와 시공간적 범위를 감안하여 다중방호 관점에서 방벽의 폐기물 격리성능을 구체화(예; 방벽 누출률 제한 등)하고 처분안전성과 연계를 강화하는 방식으로 다중방벽-심층방어를 구현한다. 처분시스템의 수동안전기능에 의한 처분안전성을 지향한다.
- 체계적인 Safety case 구축을 통한 시스템 개발, 운영안전 및 처분안전성 확립 유도[1]. 부지조사

로부터 설계·건설·운영·폐쇄에 이르기까지 지하 연구시설을 통한 안전성 실증을 유도한다. 처분 시설 단계별 안전성평가와 안전기능 재점검을 강조한다. 처분시설의 운영안전을 폐쇄후 처분 안전성과 구분하여 서술하되 연계성을 고려하고, 허가신청서의 문맥에서 대안검토등 최적화 개발과 개발단계 규제검토의 근거를 마련한다.

- 시스템 개발에 중요한 처분시설 운영방식에 대한 전략적 고려. 국내 처분의 개념과 여건을 감안하여 시설 운영 중 폐기물의 회수는 고려하되 폐쇄 후 회수의 필요성과 가능성을 최소화하는 방향으로 하고 처분시설 폐쇄 전 모니터링은 해당시점에서 시스템의 상태에 따라 시행하도록 한다.

3. 기준안 내용과 적용방안

Table 1은 위에서 언급한 개발방향과 구성방식에 따라 도출된 일반기준(안)을 요약한다. 안전환 심층처분시스템의 개발을 뒷받침하되 허가신청서 작성 등 단계별 규제적용의 근거를 반영하는 것이 그 골자이다. 당해 고시안의 원문과 해설은 <http://radwaste.kins.re.kr>에서 찾아볼 수 있다.

4. 맺음말 - 의견 수렴

당해 고시안은 2011년 말까지 제정을 목표로 현재 수정·보완 과정에 있다. 적용성을 높이기 위해서는 폭넓은 의견수렴이 필수적인 바, 이 분야 전문가들과 관계자들의 검토와 의견을 기대합니다.

5. 감사의 글

이 연구는 원자력연구개발사업 「방사성폐기물 리스크 최적. 규제기술개발」 과제로 수행되었습니다.

6. 참고문헌

- [1] IAEA Safety Requirement, Disposal of Radioactive Waste, 2011.

Table 1. Summary of the draft integrated generic criteria for deep geological repository
 (The original and commentary can be found at <http://radwaste.kins.re.kr/sub16.aspx>)

분야	조항 / 내용 및 접근방식	근거규정	적용방안
1장 총칙	1. 목적 / 심층처분 관계규정 시행 2. 적용 / 심층처분시설 단계별 일반기준 3. 정의 / 안전목표, 성능기간, 회수, 안전기능 등		
2장 HLW 처분에 따른 방사선 위해 방지	4. 국민건강과 환경의 보호 / 선언적 기준 5. 안전목표 / 총위험도 10^{-6}/y, 시나리오별 신량 <math>< 10\text{ mSv/y}</math> 6. 안전성평가 / 시나리오 구성방법, 평가지침 등 7. 신뢰성 구축 / natural analogue, 심층방어증거 등을 가미한 safety case 구축 8. 종합안전성 구축 / 전체단계 safety case 발전구축	영 323조의2제2호 (환경상의 위해방지)	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 피폭상황 증첩 고려 • 미래 불확실성 감안 • 다양한 잠재위해를 위험도로 통합
3장 처분시설 개발	9. 지하연구시설 / Safety case 구축 관련 시스템개발 핵심역할 10. 부지 / 처분시설 운영안전 및 격리기능 11. 지질학적 안정성 / 구조적 변형, 단층/지진 활동 고려 12. 시스템구성 / 다중방벽-심층방어, 제한적 회수 13. 천연방벽 / 단일 기반암, 처분고 심도, 매질 안정성 14. 공학적 방벽 / 처분용기 역할, 열/압력 제어, 1천년 누출방지 15. 설계 일반사항 / 시스템/안전성 구성, 수동안전, 양립성, 회수성 16. 구조 및 설비 / 고유특징, 운영안전특징, 관리/모니터링 17. 처분시설 건설 / 안전기능의 보전 18. 구조물·계통·기기 성능 / 구조적·기능적 건전성, 안전기능, 물 접촉 방지 19. 폐기물 특성 / 자체방벽성능, 열/압력/임계 제어, 처분적합성 20. 복합처분시설 / 독립시설 조건, LILW 처분, LILW시설의 공존	방사선규칙 60조2항(위치) 66조2항(구조,설비) 70조 (구조물,계통,기기) 시행규칙 88조2항 (폐기물 인도) 방사선규칙 80조2항 (저장,처리,처분)	<ul style="list-style-type: none"> • 처분시스템 개발단계 에서 심층처분시스템 을 구성하는 데 적용 되어야 할 기본사항 종합 • 부지·천연방벽·공학적 설계특징·폐기물특성 등 시스템구성요소들 의 개별특성요건과 연 계특성요건을 안전성 의 문맥에서 설정 • 처분시스템이 해당 safety case를 통해 체 계적으로 개발되도록 유도
4장 처분시설 운영과 폐쇄	21. 시설 운영 / 설계성능 부합성, 안전기능 보전 22. 구역 설정 / 제한구역, 보전구역, 방사선관리구역 23. 폐기물관리 / 처분폐기물 특성기준, 폐기물 인수기준 24. 안전성평가 갱신 / 운영중 안전성 재평가 (수시, 주기) 25. 폐쇄 전 모니터링 / 모니터링 필요성 판단 및 시행 26. 폐쇄 / 폐쇄계획 수립과 시행 27. 제도적 관리 / 제도적 관리 계획 수립과 시행 28. 제도적 관리 종료 / 종료의 조건과 방법 29. 영구표지 / 영구표지에 관한 기준	방사선규칙 80조2항 (저장,처리,처분)	<ul style="list-style-type: none"> • 심층처분시설 운영, 폐쇄 및 폐쇄 후 관리에 대한 기준 - 시스템 개발에서 고려해야 할 사항들
5장 건설·운영허가 신청서류 작성	30. 일반지침 - 시스템개발 제반활동 품질관리체계 - 전체개발단계 Safety case 구축 - 시스템 개발 최적화/정당화 입증 31. 안전성분석보고서 - SAR 항목별 기본사항 - 근거기준 부합성, 유관항목 연계성	시행규칙 79조5항 (건설,운영허가 신청)	<ul style="list-style-type: none"> • SAR등 심층처분시설 허가신청서류 작성시 기본고려사항 • 허가신청서류 작성 관점에서 처분시스템 개발시 반영할 내용