

HLW 처분시설 공학적방벽시스템에 관한 기술기준 개발방향

안상면, 박진용, 최경우, 박상훈

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19

k270asm@kins.re.kr

1. 서론

원자력발전과 핵연료주기시설 등의 운영으로부터 방사성폐기물은 필연적으로 발생하며 방사성 폐기물은 인간의 건강과 환경에 잠재적으로 위협하기 때문에 그 위험이 허용 가능한 수준까지 감소되도록 관리되어야 한다. 원자력선진국들은 중·저준위 방사성폐기물을 처분장에 안전하게 영구 처분하고 있고 사용후 핵연료를 포함한 고준위방사성폐기물의 안전한 처분을 위해서 수십 년간의 장기계획을 통해 규제제도정비, 부지확보, 안전성평가, 시스템설계와 연구 등 관련 사업을 일관되게 추진해 오고 있다. 국내의 경우, 한수원(주)은 중·저준위 방사성폐기물 처분장 건설 및 운영허가를 위한 신청서를 2007년 1월에 과학기술부에 제출하였고 이에 따라 처분장에 대한 안전심사가 현재 진행 중이며 사업자의 계획에 따르면 2010년부터 운영할 예정이다. 방사성폐기물관리법이 지난 3월 제정되었고 사용후핵연료의 합리적 관리를 위한 공론화연구가 정부주도로 진행되어 조만간 사용후핵연료에 관한 공론화 절차가 진행될 것으로 예상된다. 국내 원자력법령에 따라 대부분의 사용후핵연료는 고준위방사성폐기물로 분류되며, 직접처분도 사용후핵연료에 대한 합리적 관리방안의 하나로 고려될 수 있다. 한국원자력연구원은 사용후핵연료를 포함한 고준위 방사성폐기물 처분에 관한 연구를 1997년부터 중장기계획에 의해 수행해왔고 현재 3단계 연구가 진행 중이다. 이러한 연구개발을 뒷받침하고 HLW 처분안전성을 확보하고 규제체계를 확립하기 위해 한국원자력안전기술원은 방사성폐기물 리스크 최적 검증기술 개발이라는 중장기연구과제의 세부항목으로 HLW 장기 안전관리 기반구축을 목표로 HLW 영구처분 안전원칙, 규제모델과 요소 등을 개발 중에 있고 본 연구는 그 일환으로 국내 고준위폐기물 처분환경에 맞는 공학적 방벽 시스템에 관한 기술기준의 설정 방안을 모색한다.

2. 국내외 현황

원자력법 제76조 내지 제77조에 폐기시설 등의 건설 및 운영허가에 관한 사항과 허가기준이 규정되어 있고 과학기술부령(방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙) 제58조 내지 제82조에 폐기시설 등의 시설과 성능기준 그리고 폐기에 관한 사항들이 규정되어 있다. 중저준위 방사성폐기물 처분과 관련된 기술기준은 과학기술부령(방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙) 제4장과 세부기술기준은 관련 과학기술부 고시에 상세하게 규정되어 있는 반면에 고준위방사성폐기물 처분을 위한 심층처분시설에 대한 위치, 구조 및 설비, 성능 등에 관한 기술기준은 관련 부령에 선언적인 형태로 기술되어 있고 세부기술기준과 관련된 요건과 고시들은 아직 제정되지 않은 상태이다.

심층처분과 관련된 국제원자력기구(IAEA)의 안전요건(Safety Requirements) 보고서 WS-R-4(Geological Disposal of Radioactive Waste)는 2006년 발간되었고 이에 따른 안전지침(Safety Guide)은 현재 완성된 초안에 대한 심층검토가 진행 중이며 조만간 관련 절차를 거쳐 공식 발간 예정이다. 안전요건보고서(WS-R-4) 내용중 규제기관의 책무에 관한 요건을 살펴보면, 심층처분시설 개발을 위한 규제요건과 인허가과정의 여러 단계별 규제요건 충족을 위한 절차들을 수립하도록 기술되어 있다.

고준위폐기물 처분장의 건설 및 운영을 계획하고 있는 미국, 스웨덴, 핀란드 등의 경우, 부지선

정을 위한 노력부터 국가차원의 장기계획에 따라 체계적으로 고준위방사성폐기물처분사업을 추진하고 있다. 수십 년간 지속된 사업과 활동으로 고준위폐기물 처분과 관련된 법령과 제도를 수립하였고 부지조사와 처분 안전성 확보를 위한 다양한 연구 및 개발 등을 활발하게 진행하고 있다.

이러한 국제규범과 선도국 경험은 국내 고유의 기술기준 개발에 기본요소로 고려될 수 있다.

3. HLW 처분시설 공학적방벽시스템에 관한 기술기준 개발방향

고준위방사성폐기물처분시설의 폐쇄후 안전성을 위한 안전개념은 다중방벽개념(multiple barrier concept)이며 이것은 자연방벽과 공학적 방벽으로 구분가능하고 이러한 방벽들이 제공하는 안전기능(safety functions)에 의해 폐쇄후 안전성이 보장되어야 한다. 자연방벽의 성능은 처분장 부지선정과 매우 밀접한 관계를 가지는 반면, 공학적 방벽시스템은 대개 폐기물고화체, 처분용기, 완충재로 구성가능하며 방벽시스템의 물리화학적 물성과 프로세스에 의해 안전기능이 제공되어야 한다. 심층처분시설의 전체 성능이 다중방벽개념에 충실하고 폐쇄후 안전성과 안전의 신뢰성을 향상시키기 위해 공학적 방벽시스템에 대한 최소한의 안전요건과 기술기준이 필요하다.

방사성폐기물처분시설 전체 시스템 성능에 대한 기준은 대개 선량(dose) 또는 위험도(risk)로 규정된다. 처분시설 폐쇄후 먼 미래 수천 년이 지난시점에 대한 평가의 불확실성을 고려해서 선량 또는 위험도 형태의 전체 성능기준 이외의 공학적 방벽의 안전기능과 성능을 고려한 근계핵종농도, 근계핵종플럭스와 공학적 방벽의 격납기간 등을 보조적인 성능지표 또는 안전지표로 설정하고 규제요건으로 부과하는 것이 선량 또는 위험도평가에 비해 상대적으로 불확실성이 적고 공학적 방벽 시스템의 품질과 신뢰성 평가에 용이하고 최종적으로 안전성평가와 안전사례의 품질과 신뢰성을 높이는 방안이라고 볼 수 있다.

4. 결론

KINS는 2007년부터 5개년 계획으로 국내 HLW 처분에 관한 규제요소와 해당 안전성평가방법론을 개발하고 있다. 중·저준위방사성폐기물 처분시설에 관한 규제요건과 기술기준에 비해 상대적으로 미비한 고준위방사성폐기물 처분을 위한 심층처분시설의 공학적 방벽 시스템에 대한 규제요건과 기술기준 등을 국제원자력기구(IAEA)가 제공하는 안전기준과 심층처분시설을 건설·운영을 계획하고 있는 국가들의 규제요건과 기술기준 등을 참고하고 각계 전문가의 자문과 이해관계자의 의견을 수렴하여 국내 실정에 적합한 심층처분시설의 공학적 방벽 시스템에 관한 규제요건과 기술기준을 조속히 마련해서 고준위방사성폐기물처분사업에 안전요건과 지침을 제공하는 등 동 사업의 체계적이고 지속적인 추진과 HLW처분 안전규제 체계 확립에 기여하고자 한다.