

한국형 기준처분시스템 안전성에 영향을 미치는 주요 인자 분석

강철형, 이연명, 황용수

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

chkang@kaeri.re.kr

고준위 방사성폐기물 처분이란 고준위폐기물을 인간 생활권으로부터 완전 격리하는 것이며, 이러한 목표를 달성하기 위하여 세계 각 국에서 심지층 처분 연구가 활발하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 2007년에 한국형 기준처분시스템 (KRS)과 종합 안전성/성능 평가방법론 제시를 목표로 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 고준위폐기물처분 안전성에 영향을 미치는 주요 인자에 대한 민감도를 분석하였다.

본 연구에서는 한국형 기준처분시스템의 개념에 따라 지하 500m에 위치한 가상 처분장을 설정하고 처분장 폐쇄 후 정성적인 지하수 침투에 따른 방사성 핵종 유출 시나리오를 고려하였다. 기준 입력 자료는 실측치와 문헌자료를 토대로 결정하였다. 평가결과 주어진 입력 자료 값 범위에서는 한국형 처분시스템의 안전성은 확보되었다. 처분장의 입지 및 설계에 중요한 인자인 buffer의 공극율, 밀도, 확산계수 및 두께, 암반의 공극율, 확산/분산계수 및 균열의 폭과 핵종의 흡착계수 등의 영향을 평가하기 위하여 문헌 자료를 근거로 대략적인 입력치 범위를 설정하였다.

민감도 분석 결과는 주어진 입력치 범위에서는 각 인자들의 어떠한 조합의 경우에도 연간 개인 선량치는 10^{-7} Sv/yr를 넘지 않는 것으로 나타나 한국형 기준처분시스템의 안전성을 입증할 수 있었다. 또한 buffer의 확산계수와 공극율, 균열의 폭, 지하수 유속, matrix 내 확산 길이 등이 상대적으로 중요한 인자이며 암반의 공극율, 분산계수, buffer 밀도 등은 상대적으로 덜 민감한 인자임을 알 수 있었다. 또한 처분용기 수명과 지하수 유속은 입력치 범위에 따라 다른 경향을 나타내었다.

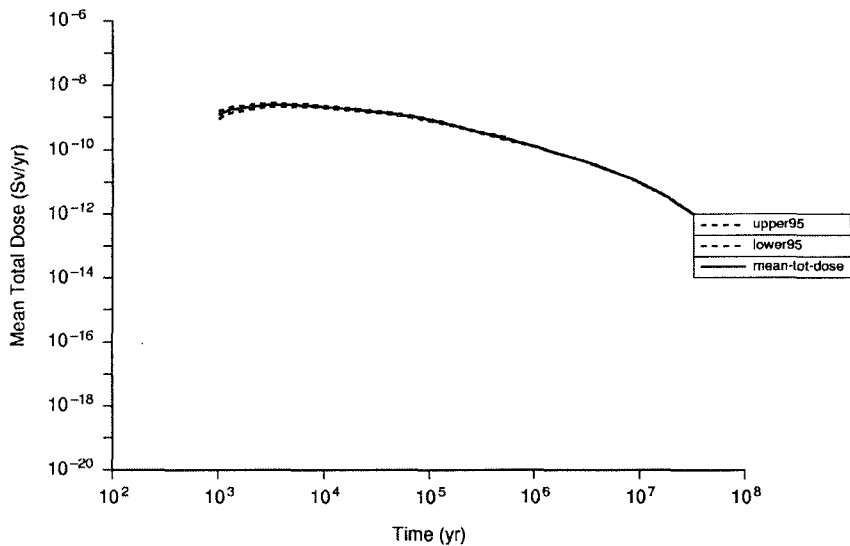


그림 1. 시간에 따른 평균 연간개인선량 (95%신뢰도)

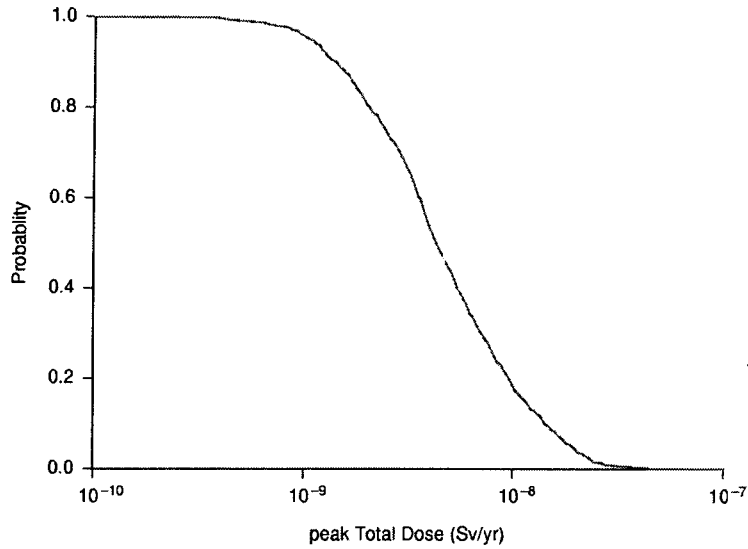


그림 2. Cumulative Distribution of Peak Total Dose

처분용기 수명이 10^2 - 10^4 년 정도일 경우에는 연간 개인 선량치의 최대값에 영향을 거의 주지 않으나 10^4 년이 넘는 경우에는 연간 개인 선량치의 최대치를 감소시키는 경향이 있음을 보여준다. 이 평가 결과를 근거로 용기 재료 개발 연구에 투자를 하여 10^5 년 이상을 보증할 수 있는 재료의 용기를 사용하거나, 용기에 대한 연구 우선순위를 낮추고 10^3 년 이하의 수명의 용기를 사용해야 한다는 결론을 얻을 수 있다.

가상 처분장을 대상으로 한 본 연구의 결과 한국형 처분시스템은 상당히 안전한 시스템임을 알 수 있으며 연구 우선순위에 대한 기본적인 정보도 알 수 있다. 앞으로 우리나라의 지하 심부 자료와 핵종 특성 자료 등이 다양하고 정확하게 확보되며 더 상세하고 정확한 평가가 이루어 질 것이며 정상 시나리오 이외의 대안 시나리오나 사고 시나리오에 대하여도 다양한 평가가 이루어져야 할 것이다.

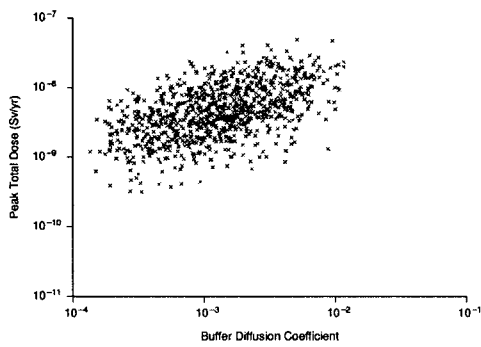


그림 3. Buffer 확산계수 민감도

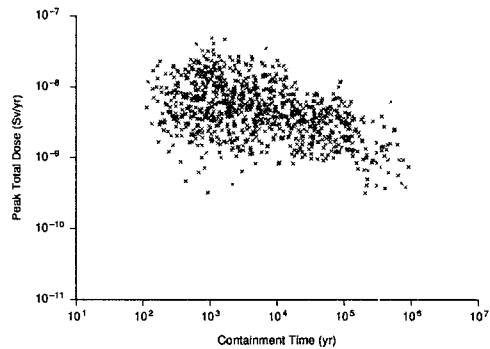


그림 4. 용기 수명 민감도