

중·저준위 방사성폐기물 유리화설비 고온필터셀 차폐 해석

박병철*, 지평국, 신상운

*한수원(주) 원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

bcpark@khnp.co.kr

울진 유리화설비의 고온필터(HTF : High Temperature Filter) 시스템은 중·저준위 방사성폐기물을 유리화하는 과정에서 발생하는 분진 및 방사성 물질을 고효율(99.9%)로 제거하는 기능을 수행한다. 따라서 HTF 설치구역내 방사선 준위가 상승하게 되므로 유리화설비 일반설계 기준에 따라 HTF 시스템을 콘크리트 차폐셀(Cell)내에 배치하도록 하였다.

본 차폐 해석에서는 QAD-CGGP-A 전산프로그램을 사용하여 일반 콘크리트 차폐벽의 두께에 따른 HTF셀 외부에서의 표면선량률을 평가하였다. 또한, HTF셀에 인접하여 배치된 고주파발생기 기기실 및 고온해파 기기실에 적용된 설계선량율을 만족하는 최소 콘크리트 두께를 산출하여 현재 울진원전 5,6 호기 방사성폐기물처리건물내에 설치중인 유리화설비 HTF셀 설계에 반영하였다.

방사선원형 및 기하학적 모델

차폐 해석에 적용된 총방사능은 가연성잡고체와 저방사성폐수지를 혼합한 W1 폐기물을 20kg/h로 유리화하는 과정에서 발생하는 분진이 32시간 동안 HTF 표면에 누적된 것으로 가정하여 9.63×10^9 Bq을 적용하였다. 또한, 일반 콘크리트 벽체로부터 30cm 이격된 거리에 공기 매질의 방사선원이 두께 3cm의 철재 원통형 내에 균질하게 분포되어 있는 것으로 가정하였으며, 선량환산인자는 ICRP-74에 제시된 자료를 적용하였다. 그림 1에는 HTF 셀의 차폐 해석을 위한 기하학적 모델을 나타내었다.

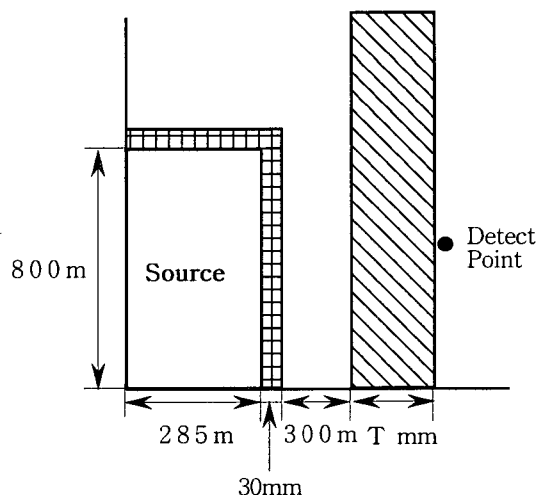


그림 1 고온필터 차폐셀 선원 모델

해석 결과 및 활용

QAD-CGGP-A 전산프로그램에 의해 계산된 콘크리트 벽체의 두께에 따른 HTF셀 외부 표면선량률은 그림 2에 나타내었다. 표 1에 나타난 유리화설비 방사선구역 구분기준에 따라 구역 6으로 분류된 HTF셀과 구역 2로 분류된 고주파발생기 기기실 사이에 위치하게 될 차폐벽은 고주파발생기 기기실의 최대 설계선량률 0.01mSv/hr를 만족하기 위해 35.8cm 두께의 콘크리트 벽체가 필요하고, HTF셀과 구역 4로 분류된 고온해파 기기실 사이에 위치하게 될 차폐벽은 최대 설계선량률 0.2mSv/hr를 만족하기 위해 16.2cm 두께의 콘크리트 벽체가 필요한 것으로 해석되었다.

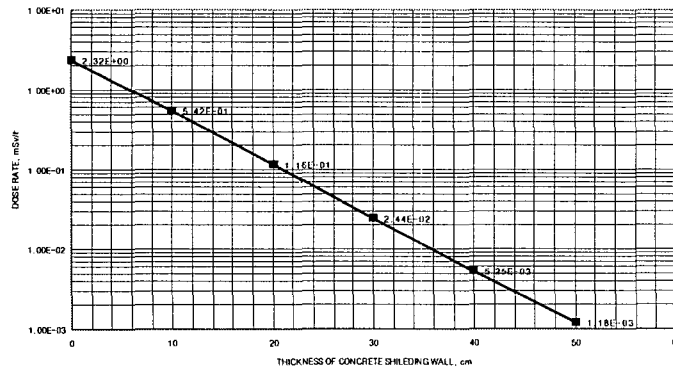


그림 2 고온필터 셀 차폐해석 결과

표 1 유리화설비 방사선구역 구분

구역분류	설계선량률 (mSv/hr)	구역 설명
고주파발생기 기기실	0.001 < RL < 0.01	일반출입구역 통제, 제한출입, 40 시간/주
고온해파필터 기기실	0.05 < RL < 0.2	방사선구역 통제, 제한출입, 2 시간/주
HTF 셀	1 < RL < 10	고방사선구역 출입허가 필요

실제로, 유리화설비는 울진원전 5,6 호기 방사성폐기물처리건물내에 설치되기 때문에 HTF 셀의 상세설계 단계에서 방사성폐기물처리건물의 구조적인 측면과 시공성을 고려하여 표 2에 나타낸 바와 같이 고주파발생기기기실 방향에 40cm 차폐벽, 고온해파 기기실 방향에 30cm 차폐벽을 설치하는 것으로 결정되었다.

표 2 차폐해석 결과 및 설계 반영

차폐벽 구분	구역구분 (최대피폭선량)	해석 결과	설계 반영
HTF 셀/고주파발생기 기기실	Zone 2 (0.01 mSv/hr)	35.8 cm	40 cm
HTF 셀/고온해파 기기실	Zone 4 (0.2 mSv/hr)	16.2 cm	30 cm