

핫셀 차폐벽의 중성자 선량 평가 The Neutron Dose Estimation of Hot Cell Shield Wall

조일제, 주준식, 국동학, 구정희, 정원명, 유길성, 이은표
한국원자력연구소
(hyilje@kaeri.re.kr)

차세대관리 종합공정에서 취급되는 기준 방사선원은 경수로에서 배출된 우라늄-235 농축도 3.5 wt%, 연소도는 43 GWd/tU 이며 냉각기간은 10년인 사용후핵연료이다. 사용후핵연료의 기준 사양과 차세대관리 종합공정의 특성에 따라 최대 1,385 TBq의 방사선원이 핫셀내에 존재하게 되며, 핫셀 차폐벽은 총 방사능량에 대한 차폐능을 가져야 한다.

최대 방사선원에 대한 핫셀 차폐벽의 중성자에 대한 차폐능을 평가하기 위하여, 본 연구에서는 ORIGEN-2 코드를 이용하여 사용후핵연료에서 발생하는 핵종 및 핵종량을 평가하였으며, 이 자료를 기초로 하여 중성자 선원항을 SOURCES코드를 이용하여 계산하였다.

중성자 차폐 계산을 위하여 다음과 같은 3가지 경우에 대하여 모델링하여 계산을 수행하였다.

Case 1. 현재 차폐벽이 설치되어 있지 않은 전면부 및 후면부 일부를 중량콘크리트 타설시(상시 운전 구역)

Case 2. 기존의 중량콘크리트 벽체에 스틸로 보강차폐 (상시 운전 구역)

Case 3. 셀간 벽을 중량콘크리트로 타설시 (작업 구역)

선원은 핫셀내에서 다양한 장소에 다양한 형태로 분포하나 계산결과의 보수성을 위하여 한 지점에 점 선원 형태로 존재하는 것으로 가정하였으며, 선원의 기하학적인 위치는 핫셀벽에서 30 cm, 높이는 공정장치 높이인 선반위 120 cm 위치에 존재한다고 가정하였다. 상시 운전구역인 앞면 및 후면 일부는 90 cm 중량콘크리트로 차폐되며, 측면은 중량콘크리트를 타설할 공간이 부족하므로 콘크리트보다 차폐능이 우수한 스틸로 보강 차폐하였으며, 셀간 벽은 중량콘크리트 70 cm로 설정하였다. 차폐 계산에 사용된 선속-선량 값은 ICRP-74 자료를 이용하였으며, 차폐체의 물질 밀도는 조사재시험시설 안전성분석 보고서에 제시된 값을 사용하였다.

MCNP-4C코드를 이용하여 중성자에 의한 선량률을 계산한 결과, 중성자에 의한 선량률은 감마에 의한 선량률의 약 20% 이하치를 나타내었으며, 중성자에 의한 2차 감마선의 생성량은 대부분 중성자 선량률의 약 10% 인 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 핫셀의 차폐 설계치가 작업구역의 선량 제한치 0.01 mSv/h 와 서비스 구역에서의 선량 제한치 0.15 mSv/h를 만족시키는 것을 확인할 수 있었다.