

방사성 폐기물 처분시스템 인공방벽 열화에 따른 피폭선량 평가

이연명, 정종태, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

ymlee@kari.re.kr

1. 서론

파이로프로세스에 의해 발생하는 중·저준위 방사성폐기물 처분은 고준위 방사성폐기물과는 다르게 처분될 예정이다. 이러한 중·저준위 방사성폐기물의 처분을 위한 처분장내의 방사성 폐기물 용기나 처분장의 콘크리트 방벽 등 처분시스템 인공방벽은 핵종의 유출 이동에 대하여 주요한 근계영역내 물리적, 화학적 방벽이 된다. 이에 대한 열화 모델링은 복잡할 수도 있지만, 용기가 물리적인 방벽으로서 시간의 함수로만 모델링이 가능하다고 가정할 수 있다. 이는 가령 용기 크레딧을 50년을 준다면 이 기간동안 지하수의 침투와 이에 따른 핵종의 유출은 유보된다는 의미이다. 또한 열화에 따른 물리적 손상과 함께 핵종의 지연에 관여하는 지화학적 영향도 있을 수 있다.

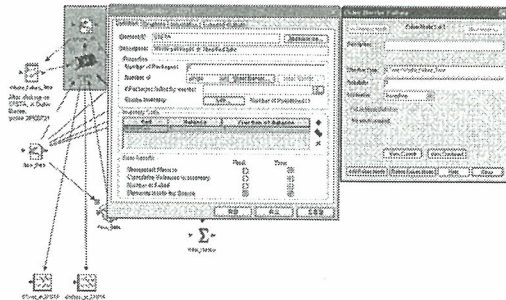


Fig. 1. GoldSim을 이용한 폐기물 용기 열화 모델링

그림 1과 같이 폐기물 용기 열화에 관한 모델링을 GoldSim[1]을 이용하여 수행하였다. 핵종의 유출을 시간적으로 지연시키는 것 외에 용기자체의 열화 특성이 핵종의 유출 자체에 영향을 주는 경우에 대해서도 따로 모델링하고 평가해 보았다. 한편 그림 2에서 보이는 대로 처분용기의 경우와는 다르게 콘크리트 사일로 벽에 대한 열화 모델링도 함께 수행하였다. 이 경우 사일로의 벽이 최초 유출시간을 제어하지는 않는 만큼 다소 간단한 모델링이 가능해진다.

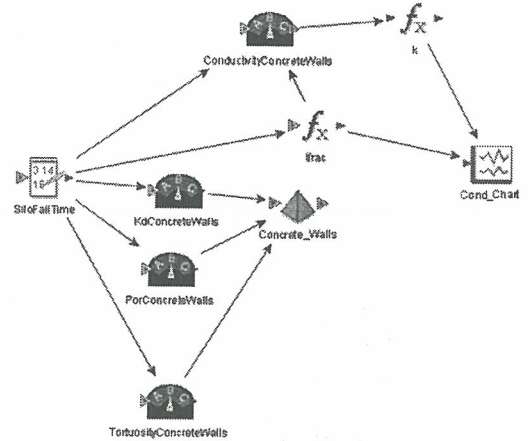


Fig. 2. 사일로 벽의 열화에 따른 물성 및 지화학적 특성의 변화 모델링

처분 용기의 열화에 관한 모델과 다른 점은 방벽의 물성이나 지화학 특성중에 콘크리트 벽에 대해 시간에 따른 수리전도도의 변화까지도 고려했다는 것이다. 이 때 수리 전도도와 달리 다른 물성이나 지화학적 특성은 어느 경우에도 서서히 변화하는 일은 없고 열화가 시작되면 즉시 변화한다고 가정하였다.

2. 평가

사일로 벽에 대한 열화의 영향을 정량적으로 검토하기 위하여 핵종의 유출에 대한 민감도를 확률론적으로 검토해 보았다. 자세한 모델링, 입력자료 및 핵종 유출 시나리오는 참고문헌 2에서 확인 가능하다.[2] 사일로 벽의 크레딧 시간에 대한 통계적 분포를 삼각분포로 가정하여 Tri(0.2, 1, 2) * 1,400yrs 의 값으로 가정하여 계산을 수행하였다. 이러한 분포에 따른 결과를 그림 3에 사일로 벽의 크레딧 시간의 변화에 따른 최대 피폭선량값의 변화로서 보였는데, 이 크레딧 시간에 따라 피폭선량이 반비례적으로 변화하는 것을 알 수 있었다.

를 위한 GoldSim 프로그램 템플릿 개발, 기술보고서 KAERI/TR-4105/2010, 한국원자력연구원, 2010.

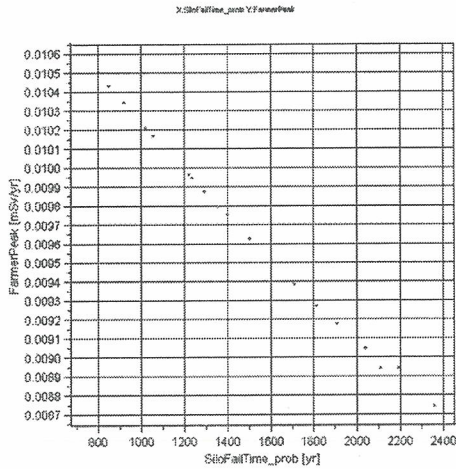


Fig. 3. 사일로 벽의 크레딧 시간의 변화에 따른 최대 피폭선량값의 변화

또 그림 4에 사일로 벽의 크레딧 시간의 변화에 따른 최대 피폭선량값에 대한 누적확률분포함수 (CCDF)로도 보였는데, 이는 사일로 벽의 크레딧 시간의 통계적 분포에서 그 사이의 어느 시간 값을 갖든 농축피폭집단의 최대 피폭선량은 가령 0.0108mSv/y를 넘기지는 않는다는 것을 의미하고, 크레딧 시간의 분포의 변화에 따른 변화도 심하게 나타남을 보여주고 있다.

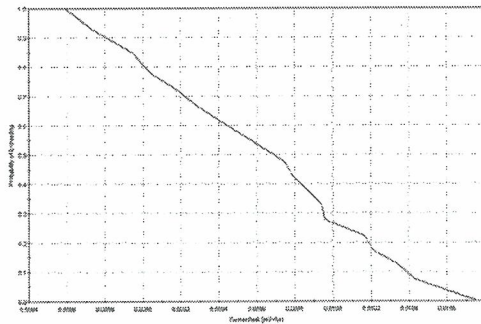


Fig. 4. 사일로 벽의 크레딧 시간의 변화에 따른 최대 피폭선량값에 대한 CCDF

3. 참고문헌

- [1] GoldSim Contaminant Transport Module, User's Guide, Version 4, GoldSim Technology Group, 2006.
- [2] 이연명 외, 중·저준위폐기물 처분 안전성평가