자연재해 사건에 대한 방사성폐기물처분장 안전성 평가 방법론

황용수, 한지웅, 서은진, 이연명, 강철형
한국원자력연구소, 대전시 유성구 덕진동 150

yshwang@kaeri.re.kr

요약

2007년 초 발간될 한국형기준처분시스템의 종합안전성 평가의 일환으로 수행될 자연 재해 사건들에 대한 평가를 위해 전체 안전성 평가 프레임워크 내에서 자연 재해 사건 평가 방법에 대한 접근론이 개발되고 이에 의거해 Process Model(PM)을 개발하기 위한 국내외적 자료가 분석 평가되었다. 이로부터 FEP, 평가 방법론 등 Analysis Model(AM)의 일부분이 개발되었으며 향후 이를 바탕으로 안전성 평가 계산이 수행될 예정이다. 연구 결과 지진과 관련된 자연 재해 사건의 국내외 사례를 종합해 볼 때 극히 보수적인 종합 안전성 평가를 위해서는 처분장 주변에 위치한 단층대가 지진 발생 시 단열이 최대 10 m 정도 변화할 것으로 예상하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

본문

자연 재해 사건 중 처분장 안전성에 영향을 미칠 수 있는 사건들로는 그림 1에 도시된 바와 같이 화산 활동과 지진 활동이 있다. 미국 YMP와는 달리 국내에서는 화산 활동에 의한 안전성 문제는 중요하지 않으나 지진으로 인한 안전성 위협 문제는 많은 일반 대중들에게 있어 커다란 관심사 중의 하나이다. 이러한 처분 안전성에 대한 국민적 안심을 제고하기 위해 처분장 주변 단층대가 지진으로 인해 얼마나 영향을 받고 이러한 영향에 따라 처분장 주변 지하수 유동 및 방사성 핵종들의 유출 현상 변화를 예측하는 연구가 중요하다.

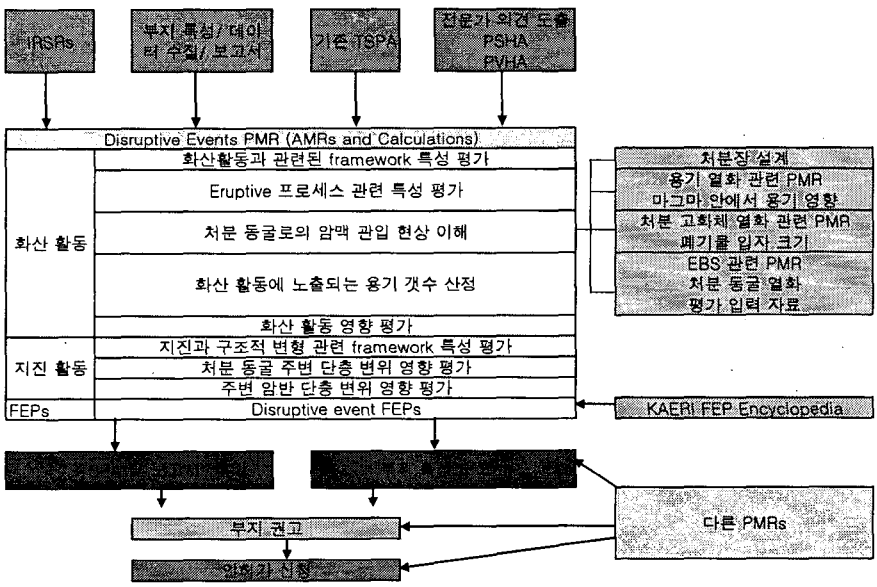

그림 1. 고준위 방사성폐기물 처분장 종합 성능 평가에서 다루는 자연 재해 사건 및 평가 방안

그러나 국내에서는 지진 관측 역사가 매우 일천하고 현장 데이터가 열악하기 때문에 지진과 관련

된 과학적 자료를 수집하는데 한계가 있다. 하지만 우리나라와 같이 결정질 암반이 잘 발달되어 있으며 우리나라와 유사하게 비교적 지진 활동이 적은 스웨덴의 연구 사례와 최근 비교적 활발하게 현장 조사가 수행되고 있는 입실 및 월성 지역 단층 조사 결과물들은 보수적인 종합 안전성 평가를 위해 필요한 최소한의 기본 자료를 제시하고 있다. 입실 단층대의 경우 지진으로 인해 기존 단층대에 약 1.2 미터 정도의 추가적인 변화가 발생하였으며 월성의 경우 공식적인 자료는 발표되지 않았으나 수 미터 규모의 변화가 발생한 것으로 판단된다. 그림 2에 도시된 스웨덴의 연구 결과는 처분장에 일정 규모의 지진이 발생할 경우 처분장으로부터 일정 거리에 떨어진 단층대에 최대 1 미터 이하의 변화가 발생할 것을 예측한다. 한편 미국 YMP에서는 표 1에 도시된 바와 같이 지진 및 지진 활동으로 인한 단층 영향 평가를 대부분의 경우 배제하고 있다. 그러나 국내 연구에서는 지진에 대한 국민적 관심이 점증하고 있기 때문에 특정 부지를 대상으로 하지 않는 현 단계 연구에서는 배제하지 않고 정량적인 안전성을 평가할 예정이다. 보수적인 관점에서 처분장 안전성 평가를 위해서는 처분장 중심이나 주변에 강력한 지진이 발생하더라도 유출된 방사성 핵종들의 주 이동 통로인 단층대는 10 미터 이하의 변화를 겪을 것으로 판단해도 무리가 없을 것이다.

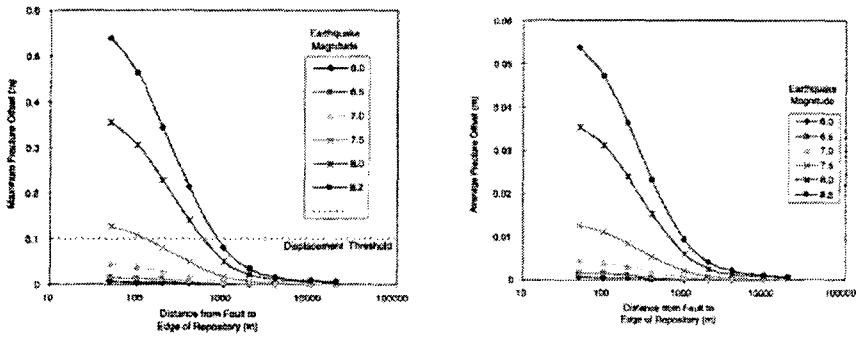

그림 2. 지진 규모와 단열 변화

표 1. 미국 YMP에서 지진과 관련된 FEP 선별 평가 결과

YMP1.2.02.02.00	Faulting	Include existing characteristics *Exclude* changes to	Low consequence
YMP1.2.02.02.05	Faulting/Fracturing	Include	
YMP1.2.02.02.08	Normal faulting occurs or exists	Include	
YMP1.2.02.02.09	*Strike/slip faulting occurs or exists*	Include	
YMP1.2.02.02.10	Detachment faulting occurs or exists	Exclude	Low consequence
YMP1.2.02.02.11	Dip/slip faulting occurs	Include	
YMP1.2.02.02.12	New fault occurs	Exclude	Low consequence
YMP1.2.02.02.13	Old fault strand is reactivated	Exclude	Low probability
YMP1.2.02.02.14	New fault strand is activated	Exclude	Low probability
YMP1.2.02.03.00	Fault movement shears waste container	Exclude	Low probability
YMP1.2.03.01.00	*Seismic activity (including faulting, hydraulic heads,* recharge-discharge zones, rock stresses, drift integrity)	Exclude for indirect effects Include for drip shield and fuel-rod cladding	Low consequence
YMP1.2.03.02.00	Seismic vibration causes container failure	Exclude TBV for WP Include for drip shield and fuel-rod cladding	Low consequence
YMP1.2.03.02.01	Container failure induced by microseisms associated with dike emplacement	Exclude TBV	Low consequence