

## 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 화재사고시 피폭선량평가 모델링

윤정현, 주민수, 김창락

(주)한국수력원자력 원자력환경기술원 처분연구팀 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

jhyoona@khnp.co.kr

중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 운영중 사고 분석의 목적은 방사능 물질이 누출될 수 있는 어떠한 사고에 대하여 그 영향이 허용기준치 이하임을 보임으로써 공학적으로 안전하게 설계 되었음을 입증하고, 인근 주민이 안전하게 보호된다는 것을 보여주는 데 그 목적이 있다.

처분 시설의 사고 시 선량평가 모델은 방출된 방사성 물질이 어떻게 확산되고 어떤 경로로 신체에 영향을 미치는지 분석하는데 필요하며 크게 개인 유효선량 계산모델, 갑상선 선량 계산모델로 나누어진다. 본 논문에서는 중·저준위 방사성폐기물 처분시설에서의 가상 화재사고 시나리오(표1)를 설정하고, 사고 시 대기로 방출되는 방사성 물질의 피폭선량을 평가함으로써 처분장의 배치나 설계에 대한 안전성을 확인하였다. 처분시설 화재 사고 시 처분시설의 배기시스템을 통해서 대기로 방출되는 주요핵종은 표 2와 같으며, 방사선원향으로써의 핵종재고량은 보수적으로 가정하여 평가에 적용하였다.

표 1. 사고 유형별 가정 시나리오

사고의 유형	방사선원향	사고 시 손상드립수	사고 시 누출핵종
폐기물 운반차량 화재	잡고체 폐기물	16드립	주요핵종
인수시설 화재	전체 폐기물	400드립	주요핵종
처분동굴 내 화재	가연성폐기물 전체	Silo #5내 가연성폐기물	주요핵종

표 2. 처분시설의 화재 사고 시 대기로 방출되는 주요핵종

핵종	반감기(Sec)	핵종	반감기(Sec)
H-3	3.89E+08	Sr-90	9.18E+08
C-14	1.81E+11	Nb-94	6.40E+11
Fe-55	8.51E+07	Tc-99	6.72E+12
Co-58	6.12E+06	I-129	4.95E+14
Co-60	1.66E+08	Cs-137	9.46E+08
Ni-59	2.37E+12	Ce-144	2.46E+07
Ni-63	3.03E+09	전알파	7.59E+11

처분시설의 화재 사고시 방사성물질은 배기시스템을 통해 환경으로 방출된다고 가정하였고, 이는 NRC 규제지침 1.145에 제시된 방출유형의 분류 특성상 지표방출에 해당한다. 환경으로 방출 가능한 방사성물질에 의한 단기간 피폭영향은 방사능운에 의한 외부피폭과 호흡에 의한 내부피폭이 주요 피폭경로이다. 지표방출의 경우 방출지점으로부터 거리에 따른 사고시 시간에 따른 단기 대기 확산인자 계산에는 NRC 규제지침 1.145에 따라 미국 NRC에서 개발된 PAVAN 프로그램을 사용하여 16개 방향 소구역에 대한 대기확산인자 값을 평가한다. 입력자료는 처분시설 부지에서 측정된 기상자료(2003년~2005년)와 처분시설 건물 자료를 보수적으로 가정하여 사고 후 시간대별 적용 가능한 대기확산인자를 구하였다(표 2). 표 2 에 나타난 바와 같이 처분시설에서(경계거리 200m)의 사고 후 2시간 대기확산인자 값은 서남서(WSW)방향에서 최대치인  $7.71 \times 10^{-4} \text{ sec/m}^3$ 을 나타냈다.

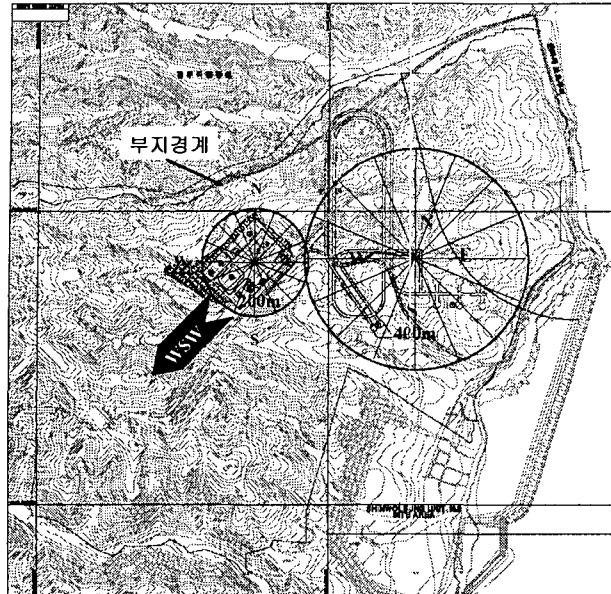


그림 1. 처분시설 부지 내에서의 대기확산방향(우세방향)

표 3. 처분장 인수시설에서의 대기확산인자  $\chi/Q$ (시설로부터 200m) (sec/m<sup>3</sup>)

방향	거리(m)	0-2시간	방향	거리(m)	0-2시간	방향	거리(m)	0-2시간	방향	거리(m)	0-2시간
S	200	6.15E-04	W	200	5.38E-04	N	200	5.67E-04	E	200	5.94E-04
SSW	200	6.08E-04	WNW	200	5.23E-04	NNE	200	5.60E-04	ESE	200	5.93E-04
SW	200	5.92E-04	NW	200	5.93E-04	NE	200	5.93E-04	SE	200	5.94E-04
WSW	200	7.71E-04	NNW	200	5.97E-04	ENE	200	5.96E-04	SSE	200	5.96E-04

중·저준위 처분시설의 사고로 환경으로 누설된 방사성 물질로부터 주민을 보호하기 위한 조치는 일반적으로 피폭선량에 근거하여 수행된다. 주민 보호 결정을 위한 피폭경로는 방사능 운에 의한 외부피폭과 호흡에 의한 내부피폭이 주요 피폭경로이며, 아래 식과 같이 각각 계산된다.

$$D_p = \chi/Q \cdot \sum_i Q_i \cdot DFC_i \quad (4)$$

여기서,  $D_p$  : 방사능운에 의한 외부피폭선량(Sv),  $Q_i$  : 핵종 i 의 방출량(Bq),  $DFC_i$  : 방사능운에 의한 선량환산인자(mSv/hr per Bq/m<sup>3</sup>)

$$D_a = \chi/Q \cdot B \cdot \sum_i Q_i \cdot DFA_i \quad (5)$$

여기서,  $D_a$  : 호흡에 의한 외부피폭선량(Sv),  $Q_i$  : 핵종 i 의 방출량(Bq), B: 호흡율(m<sup>3</sup>/sec),  $DFA_i$  : 방사능운에 의한 선량환산인자(Sv/Bq)

위에서 기술한 입력자료와 모델링을 이용하면 처분장의 운영 중 화재 사고 시 일반인에 대한 선량평가를 수행할 수 있게 된다.