

우라늄변환시설의 해체 완료 후 개방기준 도출

홍 상 범 · 황 두 성 · 이 기 원 · 문 제 권

한국원자력연구원 제염해체기술개발부

E-mail: sbhong@kaeri.re.kr

중심어 : 우라늄변환시설, 유도농도지침한계, RESRAD, RESRAD-Build

서 론

우라늄변환시설은 중수로용 핵연료인 이산화우라늄(UO₂) 분말을 생산하기 위한 시설로 핵연료 국산화를 성공적으로 수행하여 한국전력공사로 관련 기술을 전수하고, 2001년부터 제염해체를 통한 환경복원사업을 시작하였다. 사업의 최종목표는 시설 및 부지내 방사성물질을 제거하고 무제한적 사용이 가능한 수준으로 만드는 것이다. 해체사업의 종료되면 시설 및 부지에 대한 적절한 개방기준(Release Criteria) 수립을 위해 향후 용도를 결정하고 그에 따른 기준 설정을 위한 평가가 이루어져야 한다. 그러나 국내의 경우 원자력 시설의 해체 후 부지개방을 위한 기준 및 지침이 아직 정비되지 않아서 관련기술의 개발을 통한 기준정립이 절실히 요구된다. 본 연구는 우라늄변환시설의 부지 및 건물의 개방기준(유도농도지침한계)을 도출하기 위해 RESRAD 및 RESRAD-Build 전산코드를 이용하였다. 그리고 우라늄변환시설의 최종현황조사를 조사과정에서 개방기준을 초과할 우려가 있는 지역(Class 1)에 대한 조사설계(Survey Design)에 필요한 Area Factor를 계산하였다. 이는 향후 원자력시설 해체 후 부지 및 건물의 개방을 위한 기준설정의 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

재료 및 방법

원자력시설 해체의 최종단계로 부지 내에 잔류되어

있는 모든 방사성물질에 의한 오염을 조사 및 제거하여 최종적으로 해체가 완료된 부지를 그 목적에 맞게 재활용할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 건물 및 부지의 개방기준(Release Criteria)을 수립하고, 잔류 방사능 평가를 위한 측정조건을 계획·수행을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 잔류 방사성물질을 제거하기 위한 복원활동(Remedial Action)의 수행 여부를 판단하여, 최종적으로 조사설계를 근거로 조사된 결과가 개방기준을 만족하는지 평가를 통해 부지 및 건물을 개방하는 일련의 절차가 필요하다. 국내의 경우 해체 후 해체기준이 아직 수립되어 정립되어 있지 않다. IAEA는 부지의 무제한적 재사용을 위한 최적화 구간으로 10 μ Sv/y ~ 300 μ Sv/y 를 제시하고 있고, US NRC의 경우 부지의 무제한적 재사용을 위한 기준으로 250 μ Sv/y와 ALARA를 제시하고 있고, US EPA의 경우 150 μ Sv/y와 ALARA를 제시하고 있다. 본 연구에서는 우라늄변환시설 해체작업 완료 후 시설 및 부지의 방사선학적 상태를 무제한적 사용을 위해 위하여 국내외의 부지 개방기준을 고려하여 유효선량 기준 100 μ Sv/y 설정하였고, 핵종별 유도농도지침한계(DCGL, Derived Concentration Guideline Level)을 국내의 부지특성을 반영하여 RESRAD 및 RESRAD-Build 전산코드를 이용하여 도출하였다.

우라늄변환시설은 천연우라늄을 취급했던 시설로 우라늄동위원소에 대한 방사능 분율이 ²³⁴U(49.6%), ²³⁵U(2.2%) 및 ²³⁸U(48.2%)로 결정되어 있어 이를 근거로 평가하였다. 평가에 적용된 Library는 ICRP 72(Adult)를 적용하였고, 부지는 RESRAD(Ver 6.5)를 적용하였고 건물은 RESRAD-Build(Ver 3.4)를 적

용하였다.

Table 1. The main input parameters of RESRAD and RESRAD-Build codes

Parameters	Site (RESRAD)	Parameters	Building (RESRAD-Build)
In/Outdoor fraction	0.5/0.25	Indoor fraction	0.228
Inhalation rate	7400 m ³ /y	Breathing rate	18 m ³ /day
Mass loading	0.00006 g/m ³	Resuspension rate	5.0E-7 sec ⁻¹
Shielding factor	0.27	depository velocity	0.01 m/s
Thickness of con. zone	0.3 m	Ingestion rate	0.0001 m ³ /h
Cont. erosion rate	0.01 m/y	Number of source	6 (all surface)
Depth of roots	0.9 m	Source geometry	Area (rectangular)
Consumption		Air release fraction	0.1
Fruit etc	254.8 kg/y		
Leafy	100 kg/y		
Milk	63 L/y		
Meat	55.1 Kg/y		
Fish	79.3 Kg/y		
Water	196.3 L/yr		
wind speed	1.7 m/s	Removal fraction	0.5
Precipitation rate	1.354 m/y	Life time	365 day

결과 및 고찰

우리농변환시설 부지의 무제한적 재활용을 위한 피폭 시나리오는 보수적으로 거주 경작 시나리오 (Residential Farming Scenario)를 적용하여 평가한 결과 유도농도지침한계는 10.01 Bq/g 으로 도출되었다. 건물의 경우 거주시나리오에 대한 평가한 결과 440.5 dpm/100cm² 으로 도출되었다.

최종현황조사를 위해서는 부지 및 건물에 대한 조사설계가 이루어져야 하고, 잔류오염도가 유도농도지

침한계를 초과할 우려가 있는 지역에 대해서는 Hot-spot을 고려한 추가조사가 필요한지 판단하기 위해 동적조사(Scan Survey)의 Required Scan MDC와 DCGL_{EMC}에 상응하는 Area factor를 도출하여야 한다.

$$DCGL_{EMC} = DCGL_W \times \text{Area factor}$$

즉, 조사구역내의 측정지점간 거리를 줄여(조사지점수를 증가) 좀 더 상세한 조사를 하기위해 MARSSIM(Multi-Agency Radiation and Site Investigation Manual)에서는 제시하고 있는 방법을 적용하였다. 이를 위해 부지 및 건물에 대한 Area Factor를 아래의 그림과 같이 추가적으로 도출하였다.

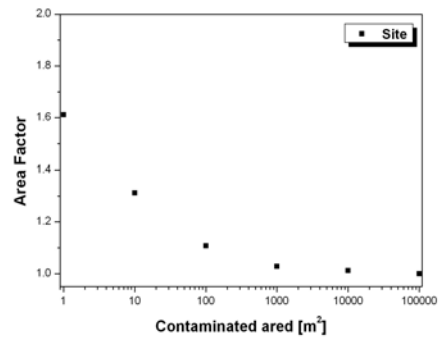


Fig. 1. Area factor of the site

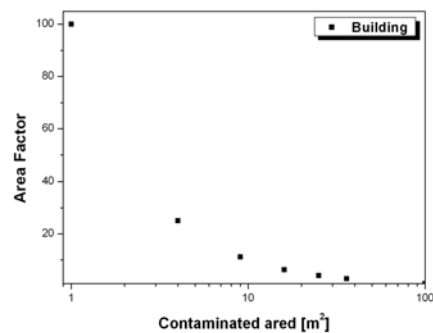


Fig. 1. Area factor of the building

우리농변환시설의 부지 및 건물의 무제한적 재활용을 위해 핵종별 유도농도지침한계(DCGL) 및 Area Factor를 도출하였다. 이러한 결과는 향후 원자력시설 해체 후 부지의 재이용을 위한 기준을 마련하고, 수행하는 기초적이 자료가 될 것으로 판단된다.