

## 토양내 K-40분석을 위한 ISOCS(In-Situ Object Counting System) 최적 모델링 방안 연구

홍상범, 변종인\*, 이완로, 최희열\*, 윤주용\*, 이기원, 정운수  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
 \*한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지  
 sbhong@kaeri.re.kr

원자력시설의 해체를 준비하는 단계에서 핵종 재고량 평가, 해체과정에서 해체폐기물 관리 및 해체를 완료 후 해체 부지복원의 각 단계에서 방사능 분석은 매우 중요한 역할을 하게 된다. 현재 까지 방사능분석을 위한 다양한 기술 및 장비가 해체현장에 적용되고 있다. 그 중에서 휴대용 감마 핵종 분석장치인 ISOCS(In-Situ Object Counting System)은 해체장에서 발생하는 다양한 해체폐기물의 방사능 분석과 토양 및 건물에 잔류하는 오염을 측정하는데 매우 유용하게 적용되고 있다. ISOCS(Canberra, USA)측정 시스템의 일반적인 구성은 그림1과 같다. HPGe detector, InSpector(MCA, ADC, HV supply), Collimator, 감마분광분석 Software(Genie-2000) 및 ISOCS Calibration Software로 구성된다. ISOCS 시스템의 가장 큰 장점은 기존의 실험실에서 분석하는 방법과 달리 표준선원이 필요없이, ISOCS calibration Software를 이용하여 측정대상물을 모델링 하여 측정할 수 있다.[1]

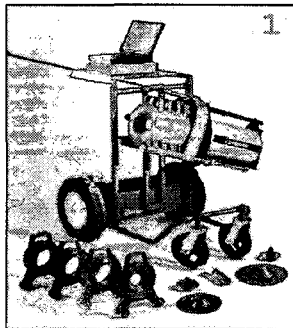


그림 1. ISOCS 측정시스템

본 연구는 토양내에 일반적으로 존재하는 대표적인 천연핵종인 K-40을 바탕으로 ISOCS를 적용하는 과정에서 측정 부지의 면적 및 깊이에 대한 최적 모델링 방안에 대하여 제시하고자 한다. ISOCS 측정시스템을 토양에서 1m 거리에 설치하여 측정된 결과와 직접 시료를 채취하여 실험실에서 분석한 결과를 비교하였다. 시료채취를 통하여 분석된 결과는 K-40에 대하여 782.5 Bq/kg으로 분석되었고, ISOCS 시스템을 적용하여 직경 6,000cm 및 깊이 70cm를 고려한 결과 695.7 Bq/kg으로 11.1%의 상대오차를 보여주었으나 그 결과는 만족할 만한 수준으로 평가된다. 위의 분석과정에서 직경 및 깊이는 ISOCS 측정매뉴얼에서 권고하고 있는 값이다.[2] 그러나 부지 측정을 위하여 토양의 깊이 및 직경 변화에 따른 분석결과의 민감도 분석을 수행하여 그림3과 그림4에 제시하였다. 단 토양의 밀도는 측정결과 1.59 g/cm<sup>3</sup>이고, 토양표면으로부터 검출기 표면까지의 거리는 1m로 고정하였고, 납 차폐체(Collimator)는 사용하지 않고 실험을 수행하였다. 측정결과에서 보

듯이 깊이 70cm의 경우 직경은 1,500cm,, 직경이 6,000cm의 경우 깊이는 14cm에서 최적의 결과를 보여주고 있다. 아래의 그림 2와 3에서 직경을 6,000 ~ 3,000cm 까지 변화시키는 경우와 깊이를 70 ~ 35cm 까지 변화시키는 경우에 변화율이 매우 작다는 것을 알 수 있다. 그러나 직경이 3000cm 이하이고, 깊이가 35cm 이하로 변화시키는 경우 그 변화율은 상당히 크게 변함을 알 수 있다.

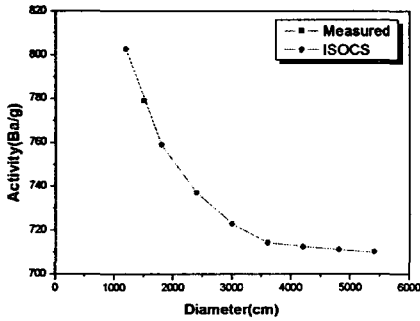


그림 2. ISOCs 모델의 직경변화에 따른 K-40 방사능 변화

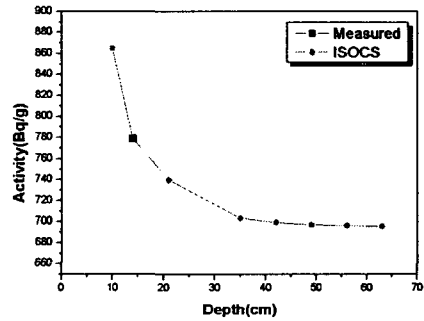


그림 3. ISOCs 모델의 깊이 변화에 따른 K-40의 방사능 변화

ISOCs 모델링결과를 바탕으로 직경이 3,000cm 이하이고, 깊이는 핵종의 에너지에 따라 달라질 수 있으나 35cm이하의 경우 천연핵종인 K-40의 방사능분석 결과가 과대평가될 수 있다. 위의 결과를 바탕으로 ISOCs 측정시스템을 부지복원을 위하여 토양내 천연핵종인 K-40을 기준으로 배경방사능을 측정하는 경우 직경은 3,000 ~ 4,000cm 및 깊이는 30 ~ 40cm가 적합함을 알 수 있다. 이러한 측정결과는 향후 ISOCs 시스템을 이용하여 해체부지 복원을 위한 방사선/능 분석의 기초적인 자료로 활용될 것이다.

표 1. ISOCs 측정시스템의 최적 모델링(직경/깊이) 분석결과

ISOCs Modeliing		ISOCs 분석 결과 (Bq/kg)	채취된 시료 분석 결과 (Bq/kg)	상대오차 (%)
직경 (cm)	깊이 (cm)			
3,000	30	737.8	782.5	5.7
3,500	35	726.1		7.2
4,000	40	719.2		8.1

참고문헌

- [1] Application note "In-situ gamma spectroscopy system for soil and surface activity measurements", Canberra USA.
- [2] Manual " ISOCs measurement using the InSpector" SU-474-4, Canberra USA.