

해체 폐기물 잔류방사능 조사절차 수립을 위한 MARSAME 방법론 고찰

신상원, 이재민, 이수홍, 한병섭, 최경우*

(주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328번지

*한국원자력안전기술원, 대전시 유성구 구성동 과학로 34

swshin@enesys.co.kr

1. 서론

해체 폐기물 자체처분 및 재활용 방안에 대한 국내 자체처분 요건은 원자력관계법령에 “처분제한치 미만 방사성폐기물 자체처분”관련 규제요건이 이미 반영되어 있으며, 1994년부터 원자력시설의 운영중 발생 폐기물에 대해 자체처분을 적용하고 있다. 현행 자체처분 규정은 원칙적으로 해체폐기물의 자체처분에도 적용 가능하지만, 대량 해체폐기물에 대해 효율적으로 적용하기 위해서는 대량 해체 폐기물에 대한 적용성 및 운영 중 발생 폐기물의 자체처분을 위한 시료채취 및 방사능 계측방법에 대한 보안이 필요하며 대량 해체폐기물의 자체처분에 대한 대국민 신뢰성 확보가 가장 중요한 요소이다

해체 폐기물 관리에 대한 국내·외 현황은 해체 폐기물의 특성 분석시 위험도별 차등관리(Graded Approach) 개념을 도입하였다. 해체과정에서는 방사성물질은 함유하지 않은 폐기물에서 고방사성폐기물 까지 다양한 폐기물이 함께 발생되며, 이들 해체폐기물에 대한 최적 관리방안은 방사능 준위(또는 리스크)에 근거한 관리개념으로부터 도출될 수 있다. 미국에서는 기존의 여러 방사선 측정 및 부지내 선량 조사기준을 통합하여 MARSSIM(NUREC-1575) 이라는 표준 절차서를 개발하여 활용하고 있으며, 최근 2009년 1월에 MARSSIM의 확장판 부록으로 M&E(Material and Equipment)의 적합한 처분 조사를 수행하는데 지침을 제공하는 MARSAME이 발간되었다. 본 연구에서는 해체 폐기물의 잔류방사능 표준 검증기법개발을 위한 MARSAME 방법론을 살펴보고자 한다.

2. 본론

2.1 MARSAME(Multi-Agency Radiation Survey and Assessment of Materials and Equipment Manual, NUREG-1575 Supp.1)

MARSSIM(Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual, NUREC-1575)은 DOD, DOE, EPA 및 NRC의 협력체계에 의해 개발된 오염 가능성이 있는 부지에서 방사선 조사를 수행하는 지침이다. MARSAME은 MARSSIM 방법론의 확장된 절차이행수단으로서의 지침을 제공한다. MARSSIME은 건물 표층 또는 부지의 표토층 조사에 초점이 맞춰진 반면, MARSSAME은 방사능에 오염된 금속, 콘크리트, 도구 및 기구, 파이프, 덕트, 가구 및 분해성 벌크 물질들을 포함하는 M&E(Material and Equipment)의 조사, 재활용 또는 처분까지 확장해서 다루고 있다.

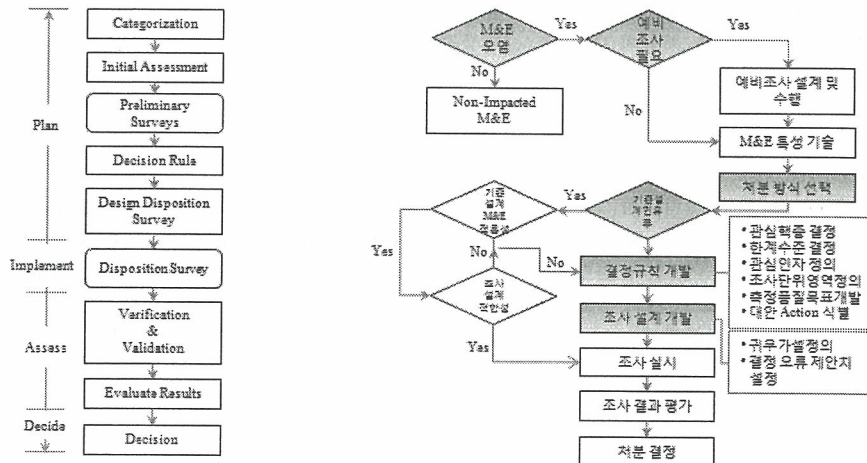


그림1. MARSAME의 M&E 잔류방사능 조사 절차

2.2 사전평가(Initial Assessment) 및 M&E의 범주화(Categorization)

사전평가(IA)는 M&E 조사의 첫 단계로, MASSIME에서의 부지운영이력평가(HSA, Historical Site Assesment)와 유사하다. M&E의 범주결정 및 재활용 여부 등을 판단하기 위해 자료를 수집, 평가하는 목적으로 한다. M&E의 오염여부에 따라 Impacted M&E, Non-Impacted M&E로 구분하며, 사용된 방사성물질의 양, 화학/물리적 형태와 방사성물질이 사용된 장소와 사용기록, 사용된 총량에 대한 정보를 포함한 방사성물질 사용허가서와 폐기물 처리, 방사성물질의 저장, 수송에 대한 기록과 유출물 및 운영 중 누설 기록을 포함하는 부지운영기록 등을 검토하여 M&E 오염가능성 여부를 판단한다. 필요시 M&E의 특성 분석을 위해 예비 조사를 계획/실행한 뒤, 물리적 및 방사선적 영향을 파악하여 적절한 처분 방식 및 재활용등의 대안을 정의한다.

2.3 조사 설계 개발(Develop a Survey Design)

M&E의 잔류방사능 준위내 변동율을 고려하기 위해 한계수준(Action Level)과 차별한도(DL, Discrimination Limit)를 가설검증을 통해 선정하며, 사전평가에 의해 M&E를 한계수준을 초과하는 방사성핵종농도 또는 방사능준위의 잠재적인 영향도에 따라 Class 1, 2, 3으로 분류하게 된다. 분류된 M&E에 대한 스캐닝, 직접측정 등과 같은 측정방법, 조사 대상 M&E의 양, 지역을 결정한다.

2.4 조사 실행 (Implement the Survey Design)

실시단계에서는 측정작업의 보건 안전성, M&E 취급, 수송, 분리 문제등과 측정 품질 목표 설정, 측정 불확실도 결정, 검출능력을 근거로 각 측정방법별 최적 계측기 선정 및 절차를 수립하고 조사활동을 수행한다.

표1. 방사선유형과 계측기기에 따른 측정기술 응용

Radiation Type	Hand-Held Instruments	Volumetric Counters	Portal Monitors	In Situ Gamma Spectroscopy	Conveyorized Survey Monitoring Systems
In Situ Measurements					
Alpha	FAIR	FAIR	POOR	NA	FAIR
Beta	GOOD	FAIR	FAIR	NA	GOOD
Photon	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD
Neutron	GOOD	FAIR	GOOD	NA	GOOD
Scanning Surveys					
Alpha	POOR	NA	POOR	NA	POOR
Beta	GOOD	NA	FAIR	NA	FAIR
Photon	GOOD	NA	GOOD	GOOD	GOOD
Neutron	FAIR	NA	FAIR	NA	FAIR

2.5 결과 평가(Evaluate the Resulte)

측정결과 평가는 조사 설계 및 데이터 품질 목표를 재검토하고, 1차 측정 데이터 검토, 측정방법별 통계자료분석기법 및 가정을 수립하여 결론을 도출하는 측정 데이터의 품질 평가를 수행한다. 그 결과값을 한계수준(AL), 차별 제한치(DL) 및 신뢰상한치(Upper Confidence Limit)와 비교 분석하고, 통계자료 분석기법인 보호검증(Sign test) 및 윌콕슨 검증(Wilcoxon Rank Sum test)를 수행하여 최종 결과 평가를 수행한다.

3. 결론

본 연구에서는 해체 폐기물의 잔류 방사능 조사 절차 수립을 위한 MASAME 방법론을 분석하였다. 각 조사 단계별로, 계획, 실행, 평가, 결정 단계로 구분되며, 계획단계는 M&E의 사전평가, 범주화, 분류, 예비조사, 조사계획을 수행하고, 실행단계는 측정방법별 최적 계측기 선정 및 절차 수립을 통해 조사활동을 수행하고, 평가단계에서는 다양한 통계적 자료 분석법에 의한 측정결과 평가를 수행한다. 향후 본 방법론을 토대로 대형해체폐기물 잔류방사능 측정 표준 검증기법 개발에 활용할 계획이다.