

플라스틱 자체처분을 위한 피폭방사선량평가

주광태, 김서열, 유석준, 유보종, 주성균, 안상준
고려공업검사(주), 서울광역시 용산구 서계동224-21
gtioo@chol.com

1. 서론

현재 국내 원자력시설 등에서 발생한 처분제한치 미만의 방사성폐기물을 교육과학기술부 고시 2008-64호 “방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정”의 절차에 따라 제반업무를 수행하고 있다.

본 논문에서는 한국원자력연구원에서 발생된 처분제한치 미만의 방사성폐기물 종류 중 플라스틱 폐기물의 자체처분을 위한 절차를 수립하였다. 자체처분 수립을 위한 검토사항으로는 규제 해제 농도의 적용 방안, 대표시료의 입증방안, 난검출성 핵종의 평가방안, 자체처분대상 폐기물의 관리방안 이며 이를 토대로 자체처분대상 폐기물 관리, 자체처분대상 방사선(능) 측정, 소각감염비 평가방안, 소각 및 소각재 매립의 주민선량평가, 인허가 심사서류 신청, 최종 매립 처분까지의 과정을 수행하였다.

2. 평가 방법

평가 대상은 원자력연구원 하나로 비상 냉각수 저장설비의 저장조 탱크이며 자체처분 대상 폐기물의 재질은 PE(polyethylene)으로 만들어진 저장조로 방사선(능) 측정 등 처리 및 처분의 용이성을 위하여 1 m × 1 m 의 크기로 구획을 짓고 각각의 구획 부위별로 표면오염도를 측정하였다.

자체처분대상 시료채집 방법은 다음과 같다. 저장조 탱크(PE)의 표면오염도 측정 후 각 탱크의 구획 부위별로 절단 작업을 수행하였다. 가로×세로 각 1m 크기로 절단된 저장조 탱크(PE) 200kg당 시료를 전동톱(직소)를 이용하여 생성되는 chip을 1리터 회수하였으며 chip의 크기는 약 2 mm 이내이다. chip을 시료병에 채울 때 빈공간이 잘 채워지도록 채움 작업을 행하여 1000cc의 시료를 준비하고 시료 전처리 과정으로 채취한 시료는 핵종의 휘발을 방지하기 위하여 500 ℃이하의 온도에서 회화 하였다. 회화한 회분은 혼합산을 사용하여 시료를 용액화 하였으며 회화와 산처리 방법으로 용액화한 채취 시료를 감마계측기에 넣어 일정시간 동안 계측하여 방사능량을 측정하였다. 교정용 핵종 혼합용액 표준선원 밀도와 회화 및 산처리 방법으로 용액화 한 계측시료의 밀도는 1 g/cm³ 로 동일하게 하였다. 회화 및 산처리 방법으로 용액화한 계측시료의 geometry는 일반용액 시료를 측정하는 것과 동일하며 교정용 핵종 혼합용액 표준선원의 geometry와 측정용기가 일치하도록 유지하여 핵종의 방사능량 측정을 수행하였다.

표1. RESRAD(Ver6.3) 프로그램, KINS/GR-199에 제시된 농축산물의 전이계수값

핵종	RESRAD (Ver 6.3)	KINS/GR-199	적용전이계수	단위
Co-60	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.08 • Meat : 0.02 • Milk : 0.002 • Fish : 300 • Crustacea : 200 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.019 • Meat : 0.005 • Milk : 0.0017 • Fish : 100 • Crustacea : 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.08 • Meat : 0.02 • Milk : 0.002 • Fish : 300 • Crustacea : 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : (Bq/kg-weight)/ (Bq/kg-soil) • Meat : (pCi/kg)/(pCi/d)
Cs-137	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.04 • Meat : 0.03 • Milk : 0.008 • Fish : 2000 • Crustacea : 100 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.026 • Meat : 0.26 • Milk : 0.0083 • Fish : 30 • Crustacea : 20 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant : 0.026 • Meat : 0.26 • Milk : 0.0083 • Fish : 2000 • Crustacea : 100 	<ul style="list-style-type: none"> • Milk : (pCi/kg)/(pCi/d) • Fish : (pCi/kg)/(pCi/L) • Crustacea : (pCi/kg)/(pCi/L)

플라스틱 소각 및 매립에 따른 피폭방사선량 평가는 ENDOS(KAERI) 및 RESRAD(Ver6.3) 전산 코드를 적용하였다. 소각에 따른 주민선량 평가는 방사능 분석결과 처분제한치 미만인 저장조 탱크(PE)

2,000 kg의 소각처리 시 방사능 유출물의 대기방출에 의한 개인 최대 피폭방사선량을 평가 하였다. 입력 자료로는 감마핵종분석결과 검출 하한치 이하이므로 각 시료분석결과 중 대표핵종인 Co-60 및 Cs-137의 검출하한치를 이용하여 총방사능량을 계산하였다. 소각 시설에 대한 대기확산인자는 KINS/AR-756에 제시된 풍하방향에서 피폭지점까지의 거리 및 대기확산인자를 적용하였으며 매립에 따른 주민선량평가는 저장조 탱크(PE) 소각 후 발생하는 소각재를 위탁처리업체의 매립장에 매립시 예상되는 개인 최대피폭선량 및 집단피폭선량을 평가하였다. 입력 자료로는 내부피폭(호흡 및 섭취) 선량환산인자는 최대피폭연령군을 고려하기 위하여 ICRP-72에 제시된 선량환산인자의 2배를 적용하고 적용 핵종의 전이계수는 “ 표1의 RESRAD(Ver6.3) 프로그램과 KINS/GR-199에 제시된 농축산물의 전이계수값 ” 중 보수적인 값을 적용하였다. 소각재 농축현상에 따른 방사능 평가에서는 소각조건으로 자체처분대상 저장조 탱크(PE)와 일반폐기물의 혼합소각을 전제로 혼합비율은 자체처분대상 저장조 탱크(PE) : 일반폐기물 = 1 : 2(질량비)를 적용하고 자체처분 심사 시 폐기물 소각 감용비 사례의 종이류, 비닐, 먼류에 대한 감용비 50을 적용하였다. 아래 표2에서 살펴보면 저장조 탱크(PE)와 일반폐기물의 혼합소각으로 소각재의 잔류방사능 농도는 1/3로 감소함을 보여주고 있다.

표2. 소각재의방사능농도

핵종별 방사능농도 (Bq/g)		감용비적용 후 방사능농도(Bq/g)	소각시 잔류방사능비율	혼합소각재 잔류방사능농도(Bq/g)
Co-60	1.385E-03	6.925E-02	1	2.308E-02
Cs-137	6.950E-04	3.475E-02	1	1.158E-02

3. 결과

플라스틱 자체처분 소각과 매립에 대한 피폭선량 평가결과를 살펴보면 소각에 의한 개인 선량한도인 10 μSv/yr의 0.003%에 불과하며 매립에 대한 개인선량한도 평가는 0.1%로 충분히 만족되는 것으로 평가되었고 집단선량평가에 대한 결과는 집단선량 평가기준인 1man-Sv/hr에 0.003%로 충분히 만족되는 것으로 평가되었다.

4. 결론

한국원자력연구원 하나로 비상 냉각수 저장조탱크(PE)의 자체처분 처리물량은 2Ton이며 방사성폐기물 드럼으로 처리될 수 있었던 처분 제한치 미만의 방사성폐기물을 먼질한 계획을 수립하여 아래 그림 1의 과정에 의해 자체처분신고 및 처리함으로써 향후 유사 작업에 좋은 사례로 활용할 수 있을 것이다.

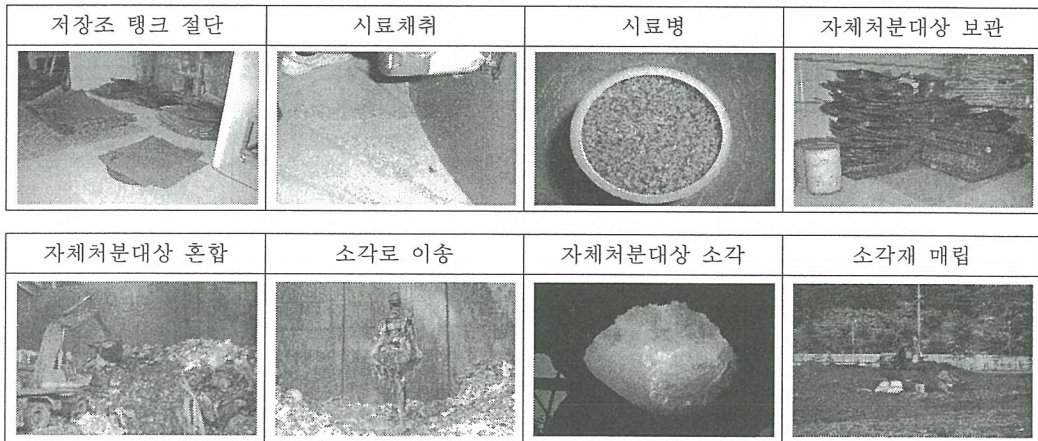


그림1. 플라스틱 자체처분 처리과정

본 논문의 PE 자체처분은 한국원자력연구원의 연구과제 일환으로 정부기금을 지원받아 수행되었음.