

처분우선순위 결정을 위한 DTC 방법을 사용한 중·저준위 드럼의 방사능 재고량 선행평가

이상철, 안민호, 이윤희, 이진재
한국과학기술원, 대전광역시 유성구 과학로 335
lsc237@kaist.ac.kr

1. 서론

현재 발전소내 저장중인 약 70,000 드럼에 대한 처분우선순위를 결정하기 위한 하나의 요소로서 드럼의 방사능적 특성은 우선적으로 고려되어야 한다. 하지만, 드럼 핵종분석장치를 통한 계측이 아직 이루어지지 않은 상황이므로, 본 연구에서는 드럼의 방사능적 특성의 경향성을 평가하기 위해 선량 대 방사능 환산 방법 (Dose to Curie Conversion Method : DTC method)과 척도인자 방법을 활용하여, 핵종별 방사능을 도출하였다. 도출된 핵종별 방사능은 인도규정 내 처분농도 제한치와 비교하여, 제한치를 초과하는 드럼의 드럼유형별, 발전소별, 핵종별 특징을 분석하였다.

2. 기존드럼 방사능 평가 방법 및 한계성

한수원(주)에서 수행한 과제인 “척도인자 운영프로그램 및 기존드럼 핵종분석방법 개발”의 용역 결과물인 선량 대 방사능 환산 프로그램은 드럼의 12지점의 표면선량을, 드럼 생성일, 드럼 계측일, 핵종농도 적용일, 드럼질량을 입력하면 드럼 내 핵종별 농도를 도출하게 된다. 현재 ERP에 있는 드럼관련 자료 중 선량 대 방사능 프로그램의 입력 자료로서 사용할 수 있는 것은 3지점 혹은 12지점의 표면선량을, 드럼 생성일이며, 다른 입력사항은 다음과 같이 가정하였다. 드럼 계측일은 드럼 생성일과 동일하며, 핵종농도 적용일은 처분시점으로 예상하는 2008년 12월 31일로 가정하였으며 드럼질량은 개별드럼별 차이가 있겠지만, 드럼유형별로 아래의 표와 같이 가정하였다.

표 1. 기존드럼방사능 평가 시 가정된 드럼 질량(kg)

잡고체 (차폐:200L)	농축폐액 (파라핀:200L)	농축폐액 (시멘트:200L)	농축폐액 (시멘트:CI)	농축폐액 (시멘트:CII)	폐필터 (200L)	폐필터 (Type II)
300	200	300	4000	4000	300	4000
폐수지 (시멘트:200L)	폐수지 (단수:200L)	폐수지 (Alloy:HIC)	폐수지 (HDPE:HIC)	폐수지 (시멘트:CI)	폐수지 (시멘트:CII)	
300	300	1000	1000	4000	4000	

도출된 핵종농도는 인도규정에 나타난 핵종농도 처분제한치와 비교하여, 이를 초과하는지의 여부를 비교하여, 처분제한치를 초과하는 드럼의 핵종별, 드럼 유형별, 발전소별 특징을 분석하였다. 선량 대 방사능 환산 프로그램은 자체 보수적 특성을 가지고 있으므로, 선량 대 환산 프로그램을 통해 도출한 γ 핵종의 방사능은 실제 γ 핵종의 방사능과 차이를 가지게 된다. 모의 드럼 실험을 통하여 선량 대 환산 방법의 정확도를 검증해 본 결과, 실제 값과 약 1.5배 정도의 차이를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 입력 자료의 부족으로 인해 드럼질량, 핵종농도 적용일 등의 여러 가지 가정 사항을 포함하여 평가 결과의 부정확성을 증가시켰다. 따라서 본 평가결과는 기존드럼 방사능의 경향성을 파악하기 위한 자료로만 활용되는 것이 적절할 것이다.

3. 기존드럼 방사능 평가결과

기존드럼 방사능 평가의 대상이 된 드럼을 발전소별, 유형별로 그 개수를 살펴보면 아래의 표와

같다. 표에서 볼 수 있듯이 드럼 발생량은 잡고체, 농축폐액, 폐수지, 폐필터 순으로 나타나는 것을 알 수 있으며, 농축폐액, 폐수지의 CI, CII과 폐필터의 Type II, Type IV 드럼의 경우, 울진발전소에서만 발생하는 것을 알 수 있다.

표 2. 발전소별, 드럼유형별 평가량

	잡고체 (일반:200L)	잡고체 (차폐:200L)	농축폐액 (파라핀:200L)	농축폐액 (시멘트:200L)	농축폐액 (시멘트:CI)	농축폐액 (시멘트:CII)	폐필터 (200L)	폐필터 (Type II)
고리	7350	1441	706	10713	0	0	639	0
영광	4171	11	1001	2427	0	0	59	0
울진	4362	0	939	0	789	24	10	10
월성	1019	40	0	0	0	0	184	0

	폐필터 (Type IV)	폐수지 (시멘트:200L)	폐수지 (단순:200L)	폐수지 (Alloy:HIC)	폐수지 (HDPE:HIC)	폐수지 (시멘트:CI)	폐수지 (시멘트:CII)
고리	0	1639	977	26	129	0	0
영광	0	501	781	0	84	0	0
울진	492	0	0	0	111	413	426
월성	0	0	1514	0	0	0	0

처분 제한치를 초과하는 드럼을 드럼 유형별로 살펴보면, 개수에서는 잡고체, 폐필터, 폐수지, 농축폐액 순으로 제한치를 초과하는 드럼이 많이 발생하고 있으며, 비율로 보았을 때는 폐필터, 폐수지, 잡고체, 농축폐액 순으로 제한치를 초과하는 드럼이 많이 발생하는 것으로 분석결과 나타났다. 특이할 점은 농축폐액에서는 처분농도 제한치를 초과하는 드럼이 전혀 발생하지 않았다. 처분농도 제한치를 초과하는 주요 핵종을 살펴보면, ^{91}Nb , ^{129}I 가 제한치를 벗어나는 경우가 가장 많았으며, 그 외 ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{99}Tc , ^3H , ^{14}C 가 제한치를 벗어나는 경우가 약간의 비율로 존재하였다. 전체적으로 제한치를 초과하는 핵종들은 대부분 반감기가 긴 핵종이었다.

처분 제한치를 초과하는 드럼을 발전소별로 살펴보면, 개수에서는 고리, 영광, 울진, 월성발전소 순으로 제한치를 초과하는 드럼이 많이 발생하고 있으며, 비율로 보았을 때는 월성, 고리, 영광, 울진발전소 순으로 제한치를 초과하는 드럼이 많이 발생하였다. 고리발전소의 발전 초창기에 생산된 잡고체 폐기물의 경우, 표면선량율이 높은 드럼이 다수 포함되어 있었기 때문에 위와 같은 결과가 나타났다고 판단된다. 아래의 표 3은 발전소별, 드럼유형별 처분 제한치 초과 드럼 수를 나타낸다.

표 3. 발전소별, 드럼유형별 처분 제한치 초과 드럼 수

Total	잡고체 (일반:200L)	잡고체 (차폐:200L)	농축폐액 (파라핀:200L)	농축폐액 (시멘트:200L)	농축폐액 (시멘트:CI)	농축폐액 (시멘트:CII)	폐필터 (200L)	폐필터 (Type II)
고리	17	340	0	0	0	0	53	0
영광	95	1	0	0	0	0	14	0
울진	16	0	0	0	0	0	4	4
월성	3	14	0	0	0	0	79	0

	폐필터 (Type IV)	폐수지 (시멘트:200L)	폐수지 (단순:200L)	폐수지 (Alloy:HIC)	폐수지 (HDPE:HIC)	폐수지 (시멘트:CI)	폐수지 (시멘트:CII)
고리	0	44	57	19	18	0	0
영광	0	22	0	0	10	0	0
울진	81	0	0	0	11	0	0
월성	0	0	0	0	0	0	0

3. 결론

기존드럼 방사능 평가결과는 처분우선 순위 수립 시 고려해할 중요한 요소로서 활용될 수 있으며, 방사능적 안전만을 고려했을 때, 농축폐액 드럼을 우선적으로 처분하는 것이 타당하다고 판단된다.