

중·저준위 잠고체 방사성폐기물 방사능 평가를 위한 측정방법 분류 및 분석방법 도출

김태욱, 강기두

한국수력원자력(주) 원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

taewook@khnp.co.kr

중·저준위 방사성폐기물 처분시설 건설에 따라 빠르면 2009년부터는 원자력발전소에서 발생되는 방사성폐기물을 처분시설로 인도할 수 있게 될 것으로 전망된다. 중·저준위 방사성폐기물을 처분시설에 인도하기 위해서는 과학기술부 고시인 중·저준위 방사성폐기물 인도규정과 곧 제정될 처분사업자의 인수기준을 만족하여야 한다. 중·저준위 방사성폐기물 인도규정에는 인도되는 폐기물이 만족하여야 할 물리화학적 특성, 생물학적 특성 및 방사선적 특성 기준에 대하여 명시하고 있으며, 처분시설 설계에 따라 결정될 인수기준에서는 이 보다 구체적인 기준이 설정될 것으로 예상되고 있다.

처분시설로 인도되는 폐기물은 전체 방사능의 95% 이상에 해당하는 핵종에 대하여 방사능을 규명하도록 하고 있으며 여기에는 ^{60}Co , ^{137}Cs 등의 감마선 방출 핵종 외에 ^3H , ^{14}C , ^{55}Fe , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , ^{129}I 등의 베타 방출 핵종과 전알파 방사능이 포함된다. 감마선 방출핵종은 RAS(Radioactive waste Assay System), ISOCS(In-Situ Object Counting System) 등의 핵종분석장치 또는 DTC(Difficult-To-Measure) 방법 등을 이용하여 분석 가능하며, 알파 및 베타 방출핵종은 ^{60}Co 또는 ^{137}Cs 과의 상관관계인 척도인자를 사용하여 분석 가능하다.

- 감마선 방출핵종의 방사능 분석방법

감마선 방출 핵종의 방사능 분석방법은 드럼 종류, 폐기물 종류, 방사선량 등에 따라 달라진다. 드럼 종류는 200리터 및 320리터 표준 드럼의 경우에는 RAS를 이용하여 분석할 수 있으며, 그 외의 드럼은 RAS 또는 ISOCS 및 DTC 방법을 사용하여 분석할 수 있다. 재포장 드럼의 경우에는 DTC를 사용한 분석이 불가능하기 때문에 RAS나 ISOCS를 사용하여야 한다. 폐기물 종류는 폐수지와 같이 분포가 균질한 경우에는 DTC 방법을 사용하여 분석할 수 있으며, 분포가 균질하지 않은 경우에도 DTC 방법을 사용할 수는 있으나 보수적인 가정으로 인하여 방사능이 과대평가될 수 있다. 따라서 과대평가되어도 안전성 평가에 큰 영향이 없는 방사능이 낮은 잠고체 폐기물에 적용성이 높다. 방사선량은 DTC 방법의 경우 드럼 표면의 방사선량이 높은 경우 직접 측정하는 과정에서 측정자의 방사선피폭이 수반되므로 측정을 위한 별도의 차폐시설을 설치하거나 RAS나 ISOCS를 사용하는 것을 고려할 필요가 있다. 또한 콘크리트 차폐드럼과 같이 선량이 낮아 DTC 방법을 적용할 경우 방사능이 너무 과대평가되는 경우에도 ISOCS를 사용하는 것이 필요할 수 있다. 또한, 200리터 및 320리터의 드럼의 경우에도 드럼의 방사능을 RAS를 이용하여 분석하면 높은 정밀도로 방사능을 구할 수 있지만 방사능 측정에 많은 시간이 소요되므로 기존에 발생된 모든 폐기물을 일시에 처리하기에는 좋은 방법이 아니다. 따라서 기존에 발생된 폐기물의 경우에는 가능하면 DTC 방법이나 ISOCS를 병행하여 효과적으로 방사능을 측정하는 것이 필요하다.

RAS를 이용할 때 높은 밀도의 드럼이 방사능이 높을 경우 검출기 앞에 감쇄기를 설치하여야 하며 이 경우 드럼의 밀도 측정을 위해 사용하는 투사선원에서 발생하는 낮은 에너지의 감마선을 검출할 수 없으므로 ISOCS 방법과 감쇄기를 사용하지 않은 교정 측정결과를 이용하여 교정한다.

- 알파 및 베타 방출핵종의 방사능 분석방법

알파 및 베타 방출핵종의 방사능 분석을 위한 척도인자의 경우 2005년말에 도출되었다. 척도인자를 발전소별로 도출 할 경우에는 측정시료의 방사능이 분석시스템의 MDA 미만인 경우가 많아 잠고체를 제외하고는 유효한 데이터가 아직 부족한 실정이다. 표 1에 현재 도출된 고리1호기 잠고

체 폐기물에 대한 MDA(Minimum Detectable Activity) 값을 제외한 척도인자 결과의 LMD(Log Mean Dispersion)값과 데이터 수를 나타내었다.

표 1. 고리1호기 참고체폐기물의 척도인자

Type	waste	plant	key nuclide	DTM nuclide	LMD	no. of data
PWR	DAW	KR 1	^{60}Co	^3H	5.8	12
				^{14}C	5.5	12
				^{55}Fe	1.8	12
				^{59}Ni	5.1	3
				^{63}Ni	6.8	12
				^{94}Nb	3.6	12
			^{137}Cs	gross a	3.7	12
				^{90}Sr	1.5	2
				^{99}Tc	6.2	7
				^{129}I	9.5	3

표 1에서 보듯이 고리 1호기의 경우에는 대체적으로 수집된 시료 수도 충분하고 LMD도 10 이하이어서 양호한 척도인자가 도출되었다고 판단된다. 다만 ^{59}Ni , ^{90}Sr , ^{129}I 의 경우에는 현재 추진중인 적정시료 수 5개와 비교할 때 부족하므로 추가 분석이 필요하다고 보인다. 반면 다른 발전소의 경우에는 시료 수가 다소 부족한 곳으로 평가된다.

1, 2 호기는 어느 정도 필요한 수의 데이터를 확보한 것으로 판단되며, 3호기는 좀 부족한 것으로 판단된다. 영광본부는 1,2호기 정도가, 울진본부는 5,6호기를 제외한 대부분의 발전소가, 월성본부는 1,2호기가 어느 정도 필요한 수의 데이터를 확보한 것으로 판단된다.

핵종별로는 ^{59}Ni 를 제외한 ^3H , ^{14}C , ^{55}Fe , ^{63}Ni , ^{94}Nb 등 ^{60}Co 를 key 핵종으로 하는 방사화학생성 핵종에서 많은 데이터 수를 보였으며, gross a 및 ^{137}Cs 를 key 핵종으로 하는 ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I 등 핵분열 생성핵종의 경우는 조금 적은 데이터 수를 보였다.

이와 같이 부족한 척도인자 데이터는 2년마다 실시되는 주기적 검증과정을 통해 확보될 것으로 예상되며 2008년말까지는 드럼 내 감마선 방출핵종 및 알파베타 방출핵종의 분석방법이 도출되고 이러한 분석을 통하여 원자력발전소에서 발생되었던 중·저준위 방사성폐기물을 처분시설로 인도하기 위한 방사선적 특성자료가 생산될 수 있을 것으로 전망된다.