

폐기물포장물 표본검사를 위한 샘플링방법

김기홍, 유영걸, 이윤희*, 성석현**, 정의영**
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150
 *충남대학교, 대전광역시 유성구 궁동 220
 **한국수력원자력(주), 서울특별시 강남구 영동대로 411
nkhkim@kaeri.re.kr

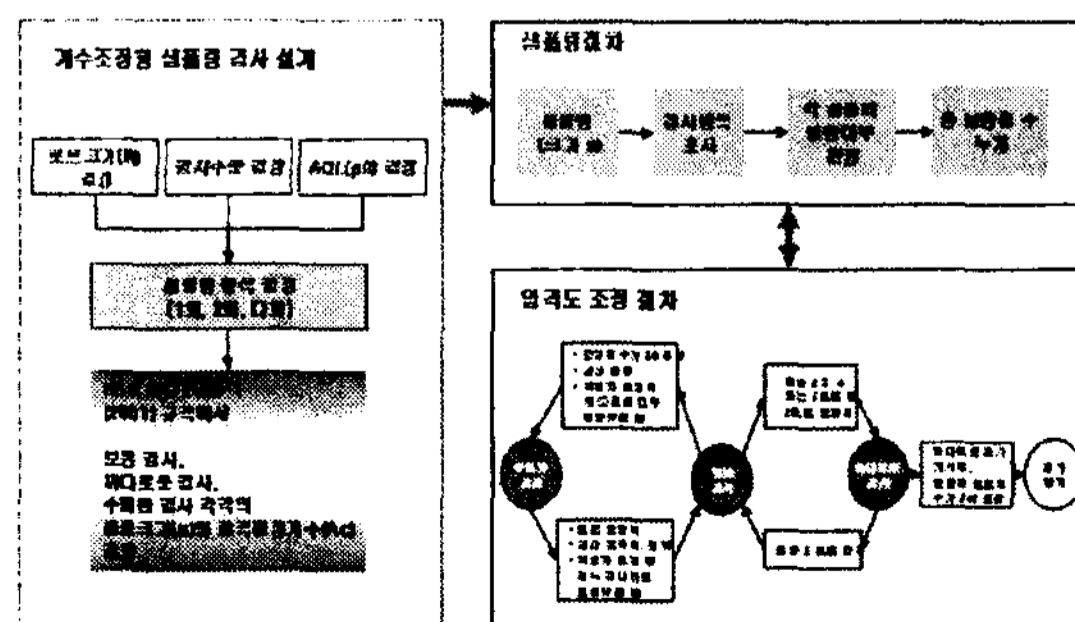
방사성포장물의 처분 적합성을 판정하기 위하여 발생지 예비검사 및 처분장 인수검사가 수행되는데 이때 포장물에 대한 전수 검사를 계속 적용하여 처분 적합성을 평가하는 것은 검사항목 및 검사 소요시간에 따른 단위 시간당 검사드럼수를 고려할 때 포장물 전체에 대한 전수 검사 수행은 매우 비현실적이다. 따라서 포장물 용기의 다양성, 검사항목, 검사 소요시간 및 처분 부적합성 등을 고려하여 폐기물 처분 적합성 판정에 대한 신뢰성을 확보하기 위한 합리적인 샘플링 방법을 선정할 필요가 있다.

1. 포장물에 적용 가능한 샘플링 방법

포장물에 적용 가능한 샘플링 방법을 선정하는데 있어서 검사대상 모집단(lot)의 선정방법, 모집단 포장물 용기의 다양성, 검사대상 드럼의 특성, 검사항목에 대한 경중 구분(검사 소요시간 고려, 처분시설 성능에 영향을 주는 정도) 및 불합격 로트 처리 방법 등을 반드시 고려하여야 한다. 포장물에 대한 검사항목 변수들은 연속성의 품질 특성치라고 보기 보다는 특정 한계치의 상하 값으로 불량(처분 부적합) 또는 양호한 드럼(처분 적합)으로 명확히 구분되기 때문에 계량형 샘플링 방법 보다는 계수형 샘플링 검사방법을 선정하는 것이 매우 적절하다. 그리고 계수형 샘플링 방법중에서 계수선별형 샘플링 검사는 불합격된 로트에 대하여 적절한 수정조치를 취할 수 있는 방법으로써 로트의 허용불량률을 통해 해당로트의 품질과 AOQL에 의한 평균품질을 보증할 수 있지만, 로트크기가 적은(각각 N이 23이하와 16이하인) 경우에는 전수검사를 해야 하는 커다란 단점을 갖고 있다. 반면에 계수조정형 샘플링 검사는 연속적으로 검사되는 로트의 품질수준에 따라 엄격도를 조정할 수 있는 방법으로써, 장기적인 관점에서 합격품질수준(AQL)보다 품질이 좋아질 수 있고 방사성포장물에 대한 검사수준과 AQL에 따라 샘플크기를 조절할 수 있는 것이 가장 큰 장점을 갖고 있으므로 처분 포장물에 적용할 샘플링 검사방법으로는 계수조정형 샘플링 검사방법이 여러 측면에서 타당하겠다.

2. 계수조정형 샘플링 검사방법 설계절차

계수조정형 샘플링 검사방법 설계는 그림 1의 절차에 따라 검사대상인 로트의 크기를 결정하고 특별수준 또는 일반수준 중에서 검사수준을 검사대상의 특성에 맞게 결정한다. 또한 드럼군이 만족스럽다고 생각되는 불량률의 상한 값인 합격품질 수준 AQL 값을 결정한다. 다음으로 샘플링 형식인 샘플링 횟수를 결정하여 1회 샘플링을 수행할 것인지 2회 이상을 수행할 것인지를 결정한다(폐기물 처분에는 1회 샘플링을 수행하여야 함). 샘플링 형식은 앞서 결정된 로트크기, 검사수준, 그리고 AQL 값에서의 샘플링 설계방식을 결정한다. 샘플링 형식이 결정되면 KS A ISO 2859-1(2001)로부터 엄격도 조정수



<그림1> 계수조정형 샘플링 검사 절차

준인 보통검사, 까다로운 검사, 그리고 수월한 검사에 해당되는 설계방식을 결정한다. 즉, 샘플크기(n), 합격판정계수(Ac) 및 불합격판정계수(Re)를 결정한다.

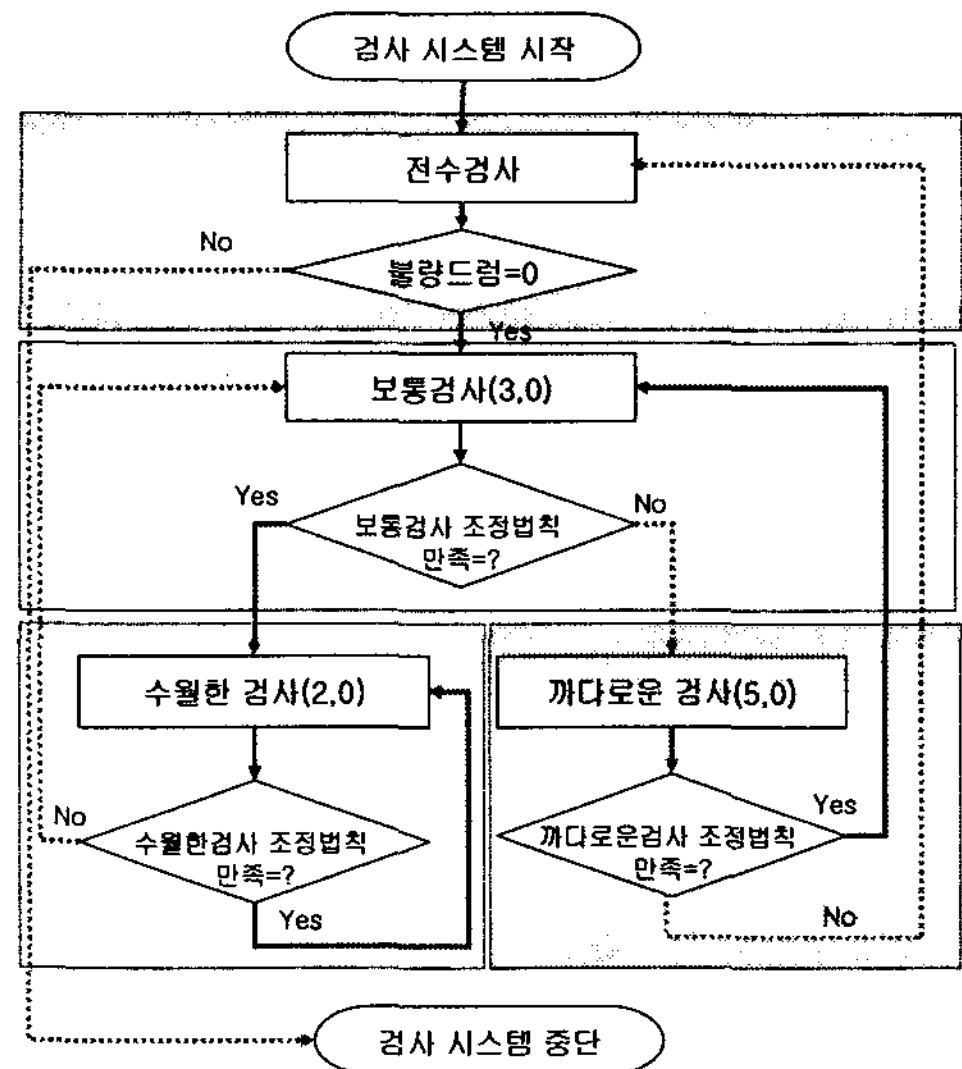
3. 폐기물 포장물 표본검사를 위한 계수조정형 샘플링 검사방법

계수조정형 샘플링 검사방법 설계시 검사수준은 7 가지(S1 ~ S4, GI ~ GIII), 로트 크기는 처분장에 인도되는 드럼군은 8 드럼을 최소 단위로 하여 그의 4 배수 까지, AQL은 4 경우(0.1, 1, 4, 6.5, 10%) 그리고 엄격도 조정은 3 단계로 평가하였다. 표본 크기가 해당 로트크기보다 크게 나오는 경우(전수 검사 수행하여야 함)와 합격판정계수가 0이 아닌 경우(처분 부적합 판정)를 배제하면서 판별력(검사수준)을 고려하여 설계한 결과를 아래 표에 나타냈다.

표. 계수조정형 샘플링 검사 설계결과표

검사 수준	로트 크기	엄격도 조정	AQL(%)			
			4.0		6.5	
			n	Ac	n	Ac
S2	9~15	보통 검사	3	0	2	0
		까다로운 검사	5	0	3	0
		수월한 검사	2	0	2	0
	16~25	보통 검사	3	0	2	0
		까다로운 검사	5	0	3	0
		수월한 검사	2	0	2	0
	26~50	보통 검사	3	0	2	0
		까다로운 검사	5	0	3	0
		수월한 검사	2	0	2	0

이어서 처분 적합성을 평가하기 위하여 그림 2의 절차에 따라 처분장에 인도되는 포장물은 발생기관별, 용기종류별로 1회 반입량을 1개의 검사로트로 구성하여 일차적으로 전수 검사를 수행한다(1단계). 일차적으로 전수검사를 수행하는 이유는 대상 로트에 대한 품질 수준을 예상할 수 없어 검사수준을 결정할 수 없기 때문이다. 이 1단계에서 검사대상 로트가 처분적합성으로 판정이 되면 차기 로트부터는 2단계 검사대상이 되며, 이때는 보통검사로 전환되어 AQL을 6.5를 적용한다(2단계). 그러나 1단계에서 처분 부적합 판정을 받는 경우에는 다음 로트에 대하여 다시 전수검사를 수행토록 한다. 2단계에서 검사 로트가 합격판정이 되면 차기 로트에 대하여서는 수월한 검사로, 불합격 판정이 되면 차기 로트에 대하여 까다로운 검사로 전환된다. 이때 연속되는 검사의 전환심사방법(전수검사 - 샘플링 검사)을 적용하기 위해서는 반드시 샘플링 검사 기록대장에 로트별 검사기록을 유지하여 관리가 철저히 이루어져야만 한다.



<그림2> 샘플링검사 시스템 운영 절차도