

중저준위 방사성폐기물 처분시설 인수검사설비 최적화방안 도출

나한정, 김길정, 이병식, 박정수

한국전력기술(주), 경기도 용인시 기흥구 마북동 360-9

shalom@kopec.co.kr

1. 서론

중저준위 방사성폐기물에 대한 처분안전성을 확보하기 위해서는 처분대상 폐기물에 대한 인수기준 만족여부를 확인하여야 하며, 중저준위 방사성폐기물 처분시설(이하 처분시설)에 대한 신뢰성 있는 인수검사 방안이 확보되어야 한다. 이에 따라 본 논문은 국내 처분시설에 도입되는 인수검사설비에 대한 최적화된 인수검사방안 및 설비구성을 제시한다.

2. 인수검사설비 설계기준

인수검사는 발생지와 처분시설 인수검사로 구분되며, 방사성폐기물에 대한 처분적합성 확인을 위해 육안식별과 검사장비(드럼핵중분석기, 엑스레이 설비, 초음파 설비, 방사선측정기, 방사능오염 측정기 및 증광측정 저울 등)를 이용하여 방사성폐기물의 방사선적, 물리적 및 화학적 특성을 확인한다.^[1]

처분시설은 연간 약 13,000 드럼(1단계 기준)을 처분하며, 처분대상 폐기물의 종류는 200리터 드럼, 320리터 드럼, HIC-FE 용기 및 폴리에틸렌 용기, 콘크리트용기 (울진 C1, C2 및 C4 유형, 고리원형, 고리4-Pack) 등 총 9종류이나, 이 중 200리터 드럼과 320리터 드럼이 전체 폐기물 수량의 약 96%를 차지하고 있다.

처분시설 인수검사설비는 폐기물 운반과정 중 손상여부 확인, 폐기물 취급관련 운영 안전성 확인 및 발생지 검사결과의 검증을 주목적으로 하고 있으므로, 모든 폐기물에 대해 용기의 손상여부 및 취급안전성 관련 검사를 수행하는 전수검사와 발생지 검사결과를 확인하는 표본검사로 구분하여 수행한다.^{[1][2]}

인수검사설비는 처리할 폐기물의 대부분을 차지하고 있고 규격이 표준화된 200리터 드럼과 320리터 드럼을 위한 “자동화 주폐기물 검사공정”과 다양한 규격을 지닌 소수의 폐기물을 “원격 제어 기타폐기물 검사공정”으로 구분하여 운영한다.

인수검사설비 중 엑스레이 설비 및 압축강도 설비는 시현성, 경제성 및 효율성을 감안하여 주폐기물(200리터 및 320리터)에만 적용한다. 엑스레이 설비는 유리수에 대한 정량적 분석 및 내용물에 대한 정밀 확인을 위해서 2D/3D 영상출력 기능을 갖추며 고화체 특성에 따른 엑스레이 투과력을 고려하여 엑스레이 설비의 출력용량을 최대 3 MeV로 설정한다. 또한, 인수검사설비는 처분용량기준을 토대로 일일 평균 64개의 폐기물용기를 검사할 수 있는 용량으로 설계하며, 드럼당 전수검사는 8분, 표본검사는 2시간 이내에 검사가 완료될 수 있도록 설계한다.

3. 국내외 인수검사설비 검토

인수검사설비 효율성 향상과 최적화를 위해, 국내 처분시설 인수검사설비와 유사한 설비를 운영 중인 국내 원전, 외국원전 및 유사시설의 폐기물 검사설비를 검토 하였다.

이러한 국내외 시설의 폐기물검사설비 운영현황 조사결과로부터, 처분시설 인수검사설비 설계시 고려하여야 할 사항으로 인수검사설비 자동화/표준화를 위한 검사대상 폐기물 용기의 단순화, 측정기기 신뢰성 향상을 위한 차폐벽 또는 격실 설치, 드럼이송장치와의 연계성 향상과 검사공정의 효율성을 위한 측정기기 전단에 대기공간 마련, 국내 원전 폐기물특성 검사기준과의 연계, 핵중분석 및 엑스레이 검사에 전문요원 운용 등과 같이 기본적인 요건들을 도출하였다.

4. 처분시설 인수검사설비

설계기준 및 국내외 인수검사설비의 검토결과를 반영하여 인수검사설비를 최대한 자동화 및 원

격제어화 함으로써 인수검사설비의 신뢰성 및 운영편의성을 확보하였으며, 전수검사에서 표본검사 공정을 쉽게 전환 가능하도록 검사기기를 배치하였다.

인수검사설비는 다양한 유형의 폐기물을 효율적으로 검사할 수 있도록 주폐기물 및 기타폐기물 별 검사공정 및 검사장비를 독립적으로 구성하고 있다. 모든 검사기록은 폐기물추적관리시스템 (WTS)에 저장되도록 연계되어 있다. 인수검사설비 공정은 그림 1, 2와 같으며, 검사장비의 구성 및 각 검사장비별 주요 성능요건은 표 1과 같다.

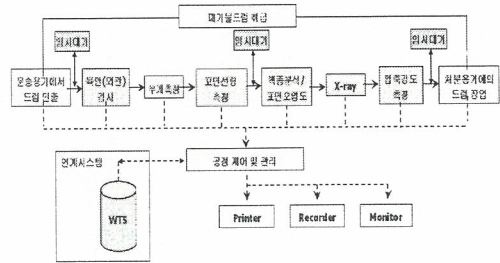
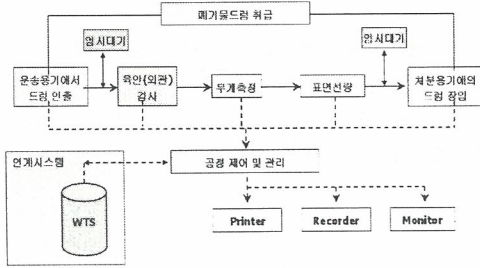


그림 1. 전수검사 공정 개념도그림

2. 표본검사 공정 개념도

표 1. 인수검사설비의 주요 성능요건

검사항목	검사장비	주요 성능요건
전수검사	육안검사	CCTV, 모니터 · 폐기물 외관(상부, 중부, 하부)을 원격검사 · 드럼표면의 손상 및 파손의 검사
	표면선량	방사선측정기 · 검사범위 : $10^3 \sim 10^4$ mSv/hr
	중량측정	중량계량기 · 주폐기물: 최대 1톤 측정 · 기타폐기물: 최대 10톤 측정
표본검사	표면오염도	방사능오염측정기 · 300 cm ² 이상의 임의의 표면적을 검사
	방사성핵종 농도	핵종분석장치 · 국내 발전소와 연계성 고려(TGS및SGS기능) · 기타방사성폐기물에 대해 이동형장치 적용 · 검출기 냉각설비는 질소 재사용 설비
	폐기물 내용물	엑스레이장비 · 유리수, 빈공간 등의 내용물 측정 및 체적백분을 제공 · 2D 및 3D 영상측정, 최대 3 MeV 출력 · 주폐기물에 대해 적용
	압축강도	초음파측정기 · 고화체별(시멘트, 폴리머) 압축강도 측정제공 · 주폐기물에 대해 적용

5. 결론

국내 최초로 도입되는 처분시설 인수검사설비의 최적화를 위해 국내의 인수검사설비 현황과 주요 검사설비에 대한 성능요건을 검토하였고, 검토결과 인수검사의 최적화 및 효율성 향상을 위해 검사공정을 주폐기물/기타폐기물 공정, 전수검사/표본검사 공정으로 구분하고 폐기물 특성에 적합한 검사장비를 선정하였다. 검토과정에서 도출된 설계기준 및 성능요건을 토대로 인수검사설비를 설계/구매했다. 인수검사설비는 2009년말 경에 현장에 납품 및 설치될 예정이며, 설비의 안전성 및 신뢰성 확보를 위해 동 설비에 대한 현장 성능시험이 수행될 예정이다.

6. 참고문헌

- [1] 중저준위 방사성폐기물 처분시설 인수기준, 한국수력원자력(주)
- [2] 김기홍 외, "폐기물포장물 표본검사를 위한 샘플링방법", 2008 한국방사성폐기물학회 추계학술대회 논문요약집