

국내 방폐장의 폐기물인수기준 개발

정의영, 성석현, 김생기, 윤호택, 김기홍*

한국수력원자력(주), 서울특별시 강남구 영동대로 411

*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

yvieong@khnp.co.kr

1. 서론

국내 방사성폐기물처분장(이하 방폐장)의 폐기물인수기준(Site Specific Waste Acceptance Criteria)은 처분시설의 안전성 확보와 성능목표를 달성하기 위하여 처분되는 방사성폐기물의 처분 적합성 여부를 판단하는 기준으로써 교육과학기술부(이하 교과부) 고시 제2008-65호 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(General Waste Acceptance Criteria)과 더불어 방폐장에 처분되는 모든 폐기물에 적용되는 폐기물관리 기술기준이다. 방폐장의 폐기물인수기준 개발은 국내 전문연구기관인 한국원자력연구원과의 기술용역을 통하여 개발되었으며 국내 폐기물 발생기관별 폐기물특성, 발생기관 의견 등 국내여건을 반영하여 기준이 설정되었다. 또한 설정된 기준은 학계, 연구계, 산업계로 구성된 기술자문 협의체를 통해 협의되고 평가되었다. 폐기물인수기준은 크게 처분폐기물의 특성기준과 처분적합성 확인방법으로 구분하여, 폐기물 특성기준에서 폐기물포장물의 일반요건, 고형화 요건, 방사선적 특성, 물리적 특성, 화학적 특성 등을 기술하였으며, 처분적합성 확인방법에서는 폐기물발생기관의 자체검사결과를 확인하는 발생지 예비검사와 폐기물의 운반중 손상유무를 확인하는 처분장 인수검사로 구분하여 기술하였다. 예비검사와 인수검사의 적용방법은 서류검사, 육안검사, 실측검사로 나누어 검사의 효율성을 반영하였다.

2. 본론

방폐장은 제도적 관리기간(100년~300년)까지 폐기물을 장기적으로 종합 관리하는 시설이므로 무엇보다도 처분시설에 대한 장기 안전성 확보와 성능목표 달성이 필수적이다. 이를 위해 처분되는 폐기물포장물의 건전성을 위한 물리·화학적 특성과 핵종재고량 및 핵종규명 등 방사선적 특성이 방폐장 폐기물인수기준의 주 골격을 이루고 있다.

처분폐기물의 특성기준에서 폐기물포장물의 일반요건은 액체 및 기체폐기물, 폭발성 및 발화성 물질 등 처분할 수 없는 폐기물, 폐기물포장물의 안전한 취급을 위하여 포장물 외부의 식별표시 방법, 그리고 폐기물포장물의 용이한 취급, 운반을 위하여 단위중량과 크기 등을 기술하였다. 또한 폐기물포장물의 고형화 요건에서는 농축폐액, 폐수지, 슬러지 등 균질폐기물에 대해서는 처분장을 운영하고 있는 국가들에서 요구하고 있는 기본적인 요건을 적용하였고, 고화체의 건전성을 확인하기 위한 시험주기는 발생기관의 여건을 고려하여 4년마다 유효성을 확인토록 하였다. 한편 폐필터 및 잡고체 등 비균질폐기물 중 반감기가 5년 이상인 핵종의 총 방사능 농도가 74,000Bq/g(2 μ Ci/g) 이상인 경우에는 고정화하도록 하였으며 고정화시 폐기물 고화체 시험요건은 적용하지 않으나 고정화 재료는 안전성이 입증된 물질을 사용토록 규정하였다. 폐기물 고화체에 대한 시험방법은 표 1과 같다.

표 1. 폐기물 고화체 시험기준

구분	시험 항목	관련 기준	
		경질 고화폐기물	연질 고화폐기물
○ 구조적 안정성	압축강도 시험	KS F 2405	KS F 2351
	침수시험	NRC 「Technical Position on Waste Form, Rev.1」	
	열순환시험	ASTM B553	
	방사선조사시험	NRC 「Technical Position on Waste Form, Rev.1」	
○ 침출성	침출시험	ANS 16.1	
○ 유리수 측정	실물크기 시험	ANS 55.1와 유사한 방법 적용	
	시편 및 잡고체	EPA Method 9095B(Paint Filter Liquid Test)	

폐기물포장물의 방사선적 특성기준에서는 폐기물포장물 내 핵종함유량은 교과부 고시의 처분농도 제한치를 초과치 않도록 하였으며, 핵종규명도 교과부 고시에 준하도록 하였다. 단, 알파방출 방사성 핵종에 대하여는 핵종별로 그 농도를 규명하도록 하였다. 그리고 폐기물포장물 내 핵종함유량에 대한 기준은 교육과학기술부에서 규정한 핵종별 처분농도 제한치 범위 내에서 방폐장의 부지특성과 설계특성을 고려하여 지속적으로 보완해 나갈 계획이며, 각 발생기관에서도 핵종별 방사능농도가 과대평가되지 않도록 그 평가방법의 개선과 개발이 시급하다고 사료된다.

폐기물포장물의 물리적 특성은 폐기물포장물의 구조적 안정성과 포장물내의 폐기물로부터 방사성물질의 누출 가능성을 배제하기 위하여 포장물의 채움률(용기 내부 부피의 85% 이상), 유리수(폐기물 부피의 0.5% 미만), 킬레이트제의 농도 제한(폐기물 무게의 8% 미만) 등을 기술하였다.

폐기물포장물의 화학적 특성은 포장물내 폐기물을 장기 보관함에 따라 폐기물 구성물질의 화학반응으로 인하여 처분장 및 인체에 위해가 되지 않도록 발화성, 유해성, 폭발성, 부식성, 기체발생 가능성 및 인화성 등이 엄격히 제한되도록 기술하였다.

폐기물포장물의 처분적합성을 확인하는 방법에서 폐기물발생기관의 자체검사결과를 확인하는 발생지 예비검사와 폐기물의 운반중 손상유무 및 인수의뢰서류와의 일치여부를 확인하는 처분장 인수검사로 구분하였다. 발생지 예비검사와 처분장 인수검사의 적용방법은 전수검사인 서류검사와 육안검사, 표본검사인 실측검사로 나누어 검사의 효율성을 고려하였다. 서류검사는 폐기물포장물 인수의뢰시 제출한 모든 서류와 발생자 자체검사결과에 대한 서류로 수행되며, 폐기물포장물의 용기 형태, 외관, 건전성 및 표기 등은 육안으로 검사토록 하였다. 예비검사시 실측검사는 장비의 효율 및 오차를 고려하여 발생자의 검사장비를 사용하여 비파괴검사를 수행하는 것을 원칙으로 하되 필요시 개봉 및 파괴검사를 할 수 있도록 하였다. 실측검사 항목에는 핵종농도, 폐기물내용물, 채움률, 유리수, 구조적 건전성(압축강도 등), 유해물질, 킬레이트제, 표면방사선량, 표면오염도, 중량이 포함된다. 실측검사항목을 확인하기 위한 측정설비 및 장비는 파괴검사에 소요되는 시간과 비용을 고려할 때 비파괴 검사장비를 활용하는 것이 효율적으로 판단된다. 따라서 폐기물포장물을 처분의뢰하기 위해서는 폐기물에 대한 특성이 충분히 파악되어 평가되어야 하므로 각 발생기관에서도 폐기물포장물에 대한 자체검사 및 예비검사 지원을 위해 비파괴 검사설비 및 장비의 시급한 확보가 필요하리라 사료된다.

폐기물 발생기관은 폐기물포장물의 처분을 위하여 폐기물특성시험과 평가(직접적인 평가방법)를 통해 정부(규제기관) 및 처분사업자가 제시한 처분기준의 만족여부를 입증하고 검증을 하여야 한다. 그러나 이에 소요되는 시간과 비용 문제로 인하여 외국에서는 차선택으로 폐기물발생자가 폐기물인증프로그램(Waste Certification Program)을 처분사업자에게 제안하여 운영하고 있다. 현재 발생기관에서 처분적합성을 입증·검증하기 위한 방안으로 폐기물특성시험 및 평가 대신, 폐기물관리 절차서 등 관련서류로써 처분적합성을 입증·검증하고자하는 계획은 WCP가 먼저 도입되어야 가능하므로 발생기관은 WCP 도입에 적극성을 가져야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

국내 방폐장 폐기물인수기준은 국내에서 발생하는 폐기물을 가능한 수용할 수 있도록 폐기물발생기관의 의견을 반영하고 방폐장의 장기 안전성을 확보할 수 있는 수준에서 개발되었다. 그러나 개발된 폐기물인수기준은 현재 각 발생기관에서 발생된 폐기물 전량을 처분할 수 있는 기준이 아니므로 본 폐기물인수기준에 부적합한 폐기물은 각 발생기관에서 별도의 처리방안을 강구하여 처분의뢰될 것으로 예상된다.

앞으로 국내 방폐장의 폐기물인수기준은 방폐장의 부지특성과 설계특성 그리고 방폐장의 장기 안전성을 고려하여 핵종별 처분농도 제한치 등 관련기준은 지속적으로 보완해 나갈 계획이다.