

원자력발전소 해체 방사성폐기물 특성보고서 작성 방안 제안

김창락, 이선기*, 김현, 박해수, 성석현, 공창식
한국전력국제원자력대학원대학교 원전해체·방사성폐기물 연구소

A preparation plan proposal of nuclear power plant decommissioning radioactive waste characterization report

Chang Lak Kim, Sun Kee Lee*, Heon Kim, Hae Soo Park, Suk Hyun Sung, Chang Sig Kong
Nuclear D&D and Radwaste Research Center, KEPCO International Nuclear Graduate School

Abstract : Radioactive waste generated from nuclear power plant decommissioning shall be strictly managed so that radioactive materials above the allowable limit are not leaked into the environment. Radioactive wastes shall be classified and treated for management based on characteristics such as the type of waste, physicochemical properties, nuclide concentration and radioactivity. Waste characterization report shall be prepared and submitted to the disposal facility operator to ensure that the treated waste is suitable for disposal. The disposal facility operator shall review the waste Characterization report and visit the nuclear power plant decommissioning site to ensure that the wastes are processed step by step according to the plan. The waste Characterization report may be used as input data to evaluate disposal facility safety. Domestic and foreign data are collected and reviewed to confirm the entire processes from waste generation to delivery. This paper proposes the method to prepare the waste Characterization report which contains data and information on waste characteristics, treatment facilities & method and packaging method & container.

Key Words : Radioactive Waste, Waste Characteristics, Waste Characterization Report, Disposal Facility, Treatment, Disposal

Received: April 7, 2021 / **Revised:** May 12, 2021 / **Accepted:** June 30, 2021

* 교신저자 : Sun Kee Lee / penda1226@naver.com

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

1. 서론

원자력발전소에서 발생하는 중·저준위 방사성폐기물은 적절한 처리/저장 등을 거쳐 폐기물 처분장에 보내 처분하고, 폐기물 처분자는 처분시설 운영 및 폐쇄 후 안전성 측면에서 허용된 기준치 이상의 방사성물질이 환경으로 분산 또는 누출되지 않도록 안전하게 관리해야 한다.[1] 안전성 확보를 위해 방사성폐기물 포장물(waste package), 처분시설(disposal facility) 및 처분부지(disposal site)는 상호보완적이며 유기적으로 다중방어 역할을 한다.[2] 폐기물의 종류, 물리·화학적 성질, 핵종 및 방사능량, 처리방법 등에 의해 폐기물 포장물의 특성이 결정되며, 이는 폐기물 포장물, 처분시설, 처분부지 간의 상호작용에 불확실성이 생기게 하여 처분 안전성에 영향을 미친다.[3]

처분 안전성 확보를 위해서는 발생한 폐기물을 처분에 적합한 형태로 분류, 감용, 처리, 포장해야 하는데, 이러한 폐기물에 수행한 행위와 결과에 대한 처분적합성 여부를 판단하는 기준이 폐기물 인수기준이다.[4] 폐기물 인수기준에 부합하기 위해서는 폐기물 발생에서 인도까지 전 과정을 점검 및 확인해야 한다. 이를 확인하는 방법으로 폐기물 발생자는 폐기물 특성보고서를 작성하여 폐기물 인도하기 전까지 폐기물 처분사업자에게 폐기물 특성보고서를 제출해야 한다.[5]

국내에서 최초로 운영하고 있는 원자력발전소 해체 시기가 도래하지 않아서 구체적인 폐기물특성보고서 작성지침이 없으며, 이로 인해 폐기물 처분자가 폐기물 처분 적합성을 판단하기 어렵고 이는 처분시설의 안전성에 영향으로 이어질 수 있어 정형화된 기준을 마련하는 것이 시급하게 요구된다.

처분사업자가 인수 가능 여부를 평가(처분 적합성 확인)하는데 필요한 폐기물에 대한 정보를 제공하는 폐기물 특성보고서의 구성, 기재사항 및 작성방법에 대한 지침이 요구된다.[3] 이에 따라 본 논문에서는 우리나라 실정에 알맞은 폐기물 특성보고서 작성 방안을 제안하고자 한다. 이를 위해 폐기물

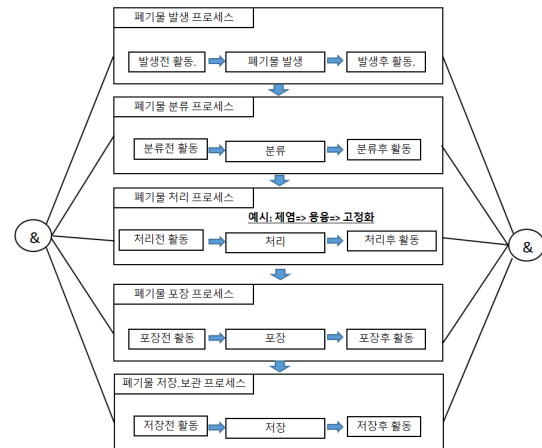
발생 후 저장보관 단계별 요구사항이 상충되지 않도록 구조화하고 폐기물 발생자와 폐기물 처분시설 운영자간의 업무/기능 입출력 관계식별의 용이성을 제고하기 위해 시스템공학적 접근이 필요하다.

2. 방사성폐기물특성보고서 구성 체계

2.1 방사성폐기물 특성보고서 시나리오

방사성폐기물 특성보고서 시나리오는 그림 1과 같이 폐기물 발생, 분류, 처리, 포장 및 저장·보관 프로세스를 수행하는 폐기물 발생자의 활동으로 이루어진다. 처리는 폐기물 스트림에 따라 달라진다.

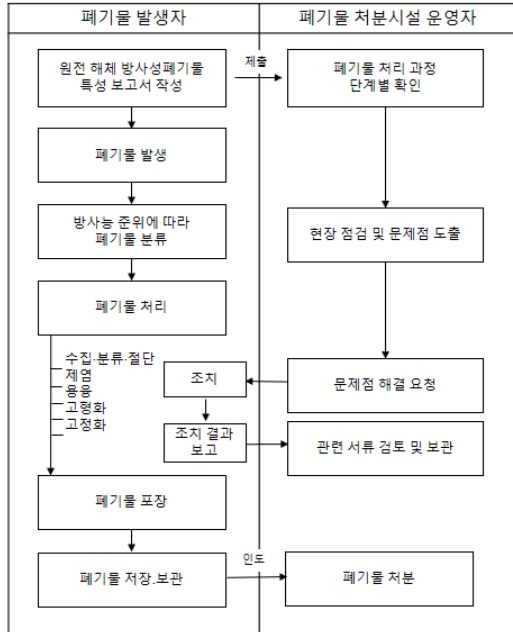
예를 들어 금속폐기물은 제염 및 용융 후 고정화 또는 고정화한다.



[Figure 1] Radioactive waste characteristics report Scenario

폐기물 처분시설운영자는 폐기물 처리 과정을 단계별로 확인을 하고 현장 점검을 통해 문제점을 도출하며 폐기물 발생자에게 해결 요청을 한다. 폐기물 발생자와 폐기물 처분시설운영자의 활동 관계는 그림 2와 같다. 폐기물 발생자는 방사성폐기물 특성보고서를 작성하고 발생폐기물에 대해 방사능 준위에 따라 폐기물을 분류하고 처리하며 처리후 포장 및 저장·보관한다. 폐기물 처분시설운영자는 방사성폐기물 특성보고서가 제출되면 폐기물 처리과정에

대한 단계별 확인을 하고 현장 점검 및 문제점을 도출하며 폐기물 발생자에게 해결 요청을 한다. 저장 보관된 폐기물은 인도과정을 통해 처분장으로 보내지게 된다.



[Figure 2] Radioactive waste characteristics report activity diagram for organizations

2.2 특성보고서 구성 요구사항

해체 방사성폐기물 특성보고서 작성을 위해서는 관련 법령 및 폐기물 인수기준 등을 활용하되 이를 적용할 수 있도록 체계적이며 관리 가능한 수준까지 해당 요구사항을 분해하여 누락과 중복이 없도록 하는 접근이 필요할 것이다. 그림 3은 이러한 요구사

항 분해 구조를 예시한다. 2.2항에서는 폐기물 처분자가 폐기물 발생자에게 특성보고서 작성을 위해 요구하는 요구사항을 시나리오 프로세스별로 설명하였고, 추후 관련 요구사항을 정의하고 도출할 수 있는 구조를 제안한다.

2.2.1 폐기물 발생 요구사항 (R.1)

1) 발생원 (R.1.1)

- 해체 원자력발전소의 원자로형(경수로, 중수로)을 기술한다.
- 원자력발전소명 및 호기를 기술한다.
- 폐기물의 발생구역, 발생 시기 등을 기술한다.

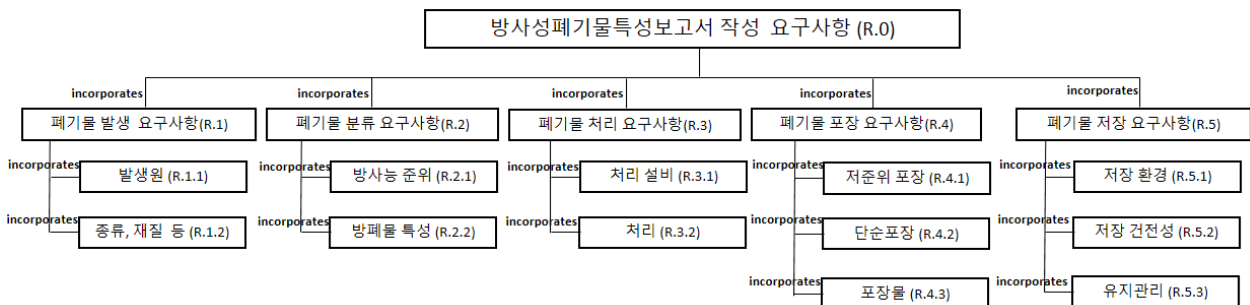
[방사성폐기물 생성원 예시]

원자로(압력용기, 내부구조물), 대형기기(가압기, 증기발생기, 증기발생기 세관), 소형금속류 (배관, 밸브, 펌프, 덕트, 전선, 그레이팅 등),

사용후핵연료 저장대, 폐수지/폐필터(1차 계통 제어에 사용한 폐수지 및 폐필터, 1차 계통 제어 외 폐수지 및 폐필터), 콘크리트 폐기물[콘크리트 조각(강화 콘크리트, 조적벽), 스키프 콘크리트(분진류, 페인트 함유), 생체차폐체], 잡고체[가연성, 비가연성(금속, 압축성), 비압축성(토양, 목재, 유리, 기타)], 전선, 토양, 단열재, 유해폐기물(오일, PCB, 납, 배터리, 석면 등) [6]

2) 폐기물 종류, 재질 및 오염 (R.1.2)

- 폐기물 종류 : 금속, 콘크리트, 토양, 단열재 등



[Figure 3] Requirement structure illustration for preparing radioactive waste characteristics report

- 재질 : 탄소강, 스테인리스강, 구리, 납 등
- 오염위치 : 내부오염, 외부오염
- 오염상태 : 방사화, 표면오염 등

2.2.2 방사능 준위에 따라 폐기물 분류 (R.2)

- 방사능 준위별로 분류한 폐기물에 대해 기술한다.

[국내 방사성폐기물의 분류]

극저준위폐기물(Very Low Level Waste, VLLW), 저준위폐기물(Low Level Waste, LLW), 중준위폐기물(Intermediate Level Waste, ILW)

- 방사성폐기물 및 폐기물 특성에 대해 기술한다.
예시: 방사화금속(탄소강), 표면오염 금속(스테인리스강) 방사화콘크리트 조각 등

2.2.3 폐기물 처리설비 및 처리 (R.3)

2.2.3.1 폐기물 처리설비 (R.3.1)

폐기물 처리설비의 도입 사유, 시설내용 및 주요 특성을 기술한다.

[방사성폐기물 처리설비 예시]

유도용융로(induction melter), 플라즈마 토치 용융로(plasma torch melter), 시멘트고형화(cementation), 폴리머고형화(polymerization), 유리화(vitrification)설비, 고정화(encapsulation) 설비, 일반압축기(compact, 30톤), 초고압압축기(super compactor, 2,000톤) 등

2.2.3.2 폐기물 처리 (R.3.2)

다음의 폐기물 처리방법 중 해당 사항을 기술한다.

(1) 분류·수집·절단

- 금속재질, 방사능 준위(방사선량률), 폐기되는 기기, 오염종류, 물리·화학적 특성을 고려하여 분류하고, 수집하는 방법에 대해 기술한다.
- 처분금지/제한물질에 대한 인수기준을 설명하고, 해당 물질(유해폐기물, 반응성 금속, 킬레

이트제 등)의 혼입방지에 대하여 기술한다.

(2) 제염

- 제염기술
전기화학적 제염, 화학적 제염, 물리적 제염 중 선정/병행한 사유에 대해 기술한다.
- 선정된 제염설비, 공정 및 절차에 대하여 기술한다.
- 제염 매개변수
전기화학적 제염(용액, 온도, 시간, 전압/전류 등), 화학 제염(용액, 시간, 온도 등), 물리적 제염(매질, 압력, 시간 등) 중 해당하는 제염방법에 대한 매개변수를 정하고 그 범위를 기술한다.

(3) 용융

- 감용 및 제염 효과 등에 대하여 기술한다.
- 용융시설 구성[유도용융로(IM), 배기체 처리계통 등]에 대하여 도면과 함께 주요 설계 특성 및 공정에 대해 개략적으로 기술한다.
- 용융공정에 대한 매개변수(flux 조성, 용융 온도, 용융시간 등)를 정하고 그 범위에 대하여 기술한다.
- 매개변수 변동 시에 유효성 확인(최도인자 등)을 위한 수행계획에 대하여 기술한다.
- 2차 폐기물(슬래그 및 배기체 필터 등)의 처리 또는 저장방법에 대하여 기술한다.

(4) 고형화

- 고형화 대상 폐기물과 고형화 사유에 대하여 기술한다.
- 고형화 설비, 고화제의 종류 및 특성, 공정에 대하여 기술한다.
- 고형화 설비에 대한 운전 매개변수(고화제, 재료별 혼합비, 투입시간, 양생시간 등)를 정하고 그 범위에 대하여 기술한다.[7]
- 고형화 재료, 혼합비 및 절차 변경 시에는 유효성 확인을 위한 폐기물특성시험 방법에 대하여

설명한다.

- 주기적인 압축강도 시험은 고행 화할 때 (Campaign)마다 수행하고 그 기준을 기술한다.
- 포장용기 종류, 채움률, 추가 중량 중심(용기 대형화)을 결정하는 방법 등을 기술한다.

(5) 고정화

- 고정화 대상 폐기물과 고정화 사유에 대하여 기술한다.
- 고정화 설비, 고정화 재료 및 공정에 대하여 구체적으로 기술한다.
- 고정화 설비에 대한 운전 매개변수(고정화 재료, 재료별 혼합비, 투입시간, 양생시간 등)를 결정하고 범위에 대하여 기술한다.
- 고정화 재료, 혼합비 및 절차 변경 시에 유효성 확인을 위한 폐기물특성시험 방법에 대하여 설명한다.[8]
- 주기적인 압축강도 시험은 고정화할 때 (Campaign)마다 수행하고 그 기준을 기술한다.

2.2.4 폐기물 포장 (R.4)

1) 저준위폐기물 포장 (R.4.1)

- 포장용기 종류, 채움률, 추가 중량 중심(용기 대형화)을 결정하는 방법 등을 기술한다.

2) 단순포장(극저준위폐기물) (R.4.2)

- 채움재의 종류를 선정한 이유 및 채움률을 최대한 높이기 위한 구체적인 방법을 기술한다.
- 채움재 양, 채움률의 측정방법 및 채움률 측정 범위를 기술한다.
- 포장용기 종류, 채움률 및 중량을 기술한다.

3) 폐기물 포장물 (R.4.3)

- 고유번호 부여 및 표지부착 방법에 대하여 설명한다.
- 핵종분석, 표면선량률 측정, 표면오염도 측정, 중량 측정에 대한 방법을 설명하고 그 범위에

대하여 기술한다.

2.2.5 폐기물 저장·보관 (R.5)

- 보관고/저장고 환경(공기오염도, 방사선량 등)에서 2차 오염이 일어나지 않는다는 것을 기술한다.
- 저장고의 건전성 확보방법(상대습도, 공기조화 설비 운전 등) 및 관련 시설 유지관리 등에 대하여 기술한다.

2.3 특성보고서 작성 지침

여기서는 2.2항의 요구사항에 적합한 보고서 작성 지침을 제시한다.

2.3.1 고행화

아래와 같은 폐기물의 고행화 대상과 고행화 사유에 대해 기술한다.[9]

- 고행화 대상 폐기물
유동성 및 분산성이 있는 농축폐액, 폐수지, 슬러지(방사선관리구역 내 배수조나 액체폐기물 처리계통에서 생성되어 수집된 찌꺼기) 등의 균질 폐기물
- 고행화에 해당되는 경우 고행화 방법과 사용된 고화재(시멘트, 폴리머 등) 종류와 특성을 기술한다.
- 고화재 특성시험은 표 1에 나타난 시험항목과 시험기준에 따라 수행한 시험방법과 결과를 기술한다.[9]

<Table 1> Test items and baseline for waste solidification [4]

구분	시험 항목	시험 관련 기준
구조적 안전성	압축강도시험	KS F2405
	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 55.1과 유사한 방법 적용
	시편 및 잡고체	EPA Method 9095B Paint Filter Liquid Test

- 고화체 특성시험의 판정기준
 균질폐기물(농축폐액, 폐수지, 슬러지 등)은 고형화하여야 하며, 고형화된 폐기물 고화체는 시험 요건을 만족하여야 하고, 시험결과가 판정기준에 만족하는지 평가 결과를 기술한다. 단, 고건전성용기(HIC)를 사용하는 경우에는 고화체의 시험요건을 적용하지 않는다.[9]

2.3.2 고정화

- 고정화 대상 폐기물[9]
 아래와 같은 폐기물의 고정화 대상과 고정화 사유에 대해 기술한다.
 - 반감기가 20년 이상인 핵종의 총 방사능농도가 74,000Bq/g 이상인 페필터 및 잡고체 등과 같은 비균질 폐기물
 - 분산성이 있는 토양, 콘크리트 파쇄물, 유리 조각 등의 폐기물
- 고정화 설비, 고정화 재료 및 공정에 대하여 구체적으로 기술한다.[8]
- 고정화에 사용된 재료의 안전성을 입증한 결과를 기술한다.

2.3.3 폐기물의 방사성핵종 농도 결정방법 및 측정법

핵종 분석방법, 운전조건, 교정방법, 방사능 평가 방법[검출기 형식 및 측정원리, 측정성능(최소 검출한계, 계측시간), 측정 정확도(검출기준 및 오차범위)], 평가방법 선정사유 등을 기술하며, 방사능 평가방법에는 다음 사항이 포함되어야 한다.[10]

2.3.3.1 방사성핵종농도 평가 방법

- 직접측정방법[11]
 비파괴분석 방법, 방사화학분석 방법
- 간접측정방법[11]
 척도인자(scaling factor) 방법, 선량 대 방사능 환산법(dose to activity), 평균방사능 농도 방법, 감마스펙트럼 방법
- 이론적 평가방법[11]
 방사화계산 방법, 붕괴계산 방법

2.3.3.2 핵종방사능 농도 평가 시 고려사항

(1) 직접측정 방법

- 비파괴분석 방법[11]
 - 드럼 외부에서 감마선 및 중성자선 측정에만 유효한 측정방법이다.
 - 드럼 크기 및 밀도에 따른 검정 및 교정 절차가 수반되어야 한다.
 - 드럼 전체를 스캔할 수 있도록 하여, 드럼 내부가 비균질(또는 비균일)하더라도 이를 고려한 측정이 가능하여야 한다.
- 파괴분석 방법[11]
 - 해당 폐기물을 대표할 수 있는 시료가 채취되어야 한다.
 - 소량의 양에서 방사능 농도를 측정하므로 시료 제조를 위한 전처리과정 및 측정방법이 검증된 방법이어야 한다.
 - 방사성 핵종의 특성에 부합하는 계측기를 선정하여야 한다.

(2) 간접측정 방법

- 예측의 정확도를 제시하고, 과소평가 되지 않도록 보수적으로 계산하여야 한다.
- 척도인자 도출을 위해서는 상당한 수의 대표 시료 채취 및 분석을 통하여 통계적으로 만족할만한 데이터베이스가 구축이 되어야 하며, 주요 핵종과 난검출(DTM, difficult to measure) 핵종과의 상관성(correlation) 및 거동 유사성이 존재하여야 한다. 그리고 상관관계를 도출하기 위한 통계적 방법을 제시하고, 이의 적절성에

대해 평가하여야 한다. 상관관계가 낮은 핵종의 경우, 보수적으로 평가하거나 다른 평가방법을 고려하여야 한다.

- 척도인자는 발전소(또는 시설)별로 도출하는 것을 원칙으로 하나, 유사 노형과의 그룹화를 통해 척도인자 값을 공유할 수 있다. 이 경우 시설의 운전 이력, 계통의 재질, 폐기물 처리계통 등을 고려하여야 한다.
- 척도인자를 활용할 경우 주기적 검증을 통해 척도인자의 유효성을 확인하여야 하며, 척도인자 설정 이후 발생된 폐기물은 척도인자 유효성 확인 후 처분시설로 인도되어야 한다. 유효성 확인은 척도인자가 적용된 모든 핵종에 대해 분석 및 신뢰도 평가가 수행되어야 함을 원칙으로 한다. 그러나 특정 폐기물 스트림(예: 잡고체)에서 방사능이 측정되지 않을 경우 검출이 비교적 용이한 폐기물 스트림에서 실측된 값을 이용하여 간접적으로 평가할 수 있으며, 이때에는 보수적으로 평가하여야 하며 거동 유사성이 설명되어야 한다.
- 척도인자는 규제기관에 의해 승인되고 유효성이 확보된 값을 사용하여야 한다.
- 드럼핵종분석기는 검·교정이 완료된 것을 사용하여야 한다.
- 선량 대 방사능환산법(DTA법)을 이용하여 핵종 재고량을 평가할 때는 정확한 표면 선량값을 이용하여야 하며, 폐기물의 대표 시료 분석을 통해 산출한 감마 방출 핵종의 상대 조성비가 제시되어야 한다. 감마선을 방출하는 핵종의 분율(상대 조성비)을 주기적으로 확인하여 유효성을 확보하여야 한다. 특히, 척도인자를 병행하여 사용하므로 주요 방사성핵종(예: ^{137}Cs 및 ^{60}Co)의 조성비에 대한 합리적인 수준의 예측 정확성을 확보해야 한다. 환산에 사용되는 소프트웨어는 핵종의 붕괴를 고려할 수 있어야 하며, 드럼의 밀도를 보정할 수 있어야 한다. 밀도나 조성비 상이한 폐기물이 혼재되어있는 폐기물 드럼 또는 감마핵종의 조성비가 상이한

폐기물이 비균일하게 혼재되어 있는 폐기물 드럼의 경우 평가 결과의 신뢰성이 떨어질 수 있으므로 이를 보완할 수 있는 방법이 마련되어야 한다.

- 평균방사능 농도 방법을 활용할 경우 폐기물의 균질성을 입증하여야 하며, 핵종농도의 변화가 적은 핵종에 대해 적용하여야 한다(예: 삼중수소 등).
- 대표 감마스펙트럼 방법을 적용하고자 할 때에는 대표시료가 동일한 배치(batch)에 해당하는 폐기물이거나 동일한 포장 과정 및 동일 폐기물 스트림에서 발생한 방사성폐기물임을 입증하여야 한다.

(3) 이론적 평가방법

- 예측의 정확도를 제시하고, 방사성핵종 농도가 과소평가 되지 않도록 하여야 한다.
- 선정된 방법의 타당성 및 이론적 근거가 제시되어야 한다.

2.3.3.3 보정 및 재평가

- 인도 예정일 기준으로 핵종별 방사능 측정값이 1년 이상 경과된 경우에는 붕괴보정을 통해 재평가하여야 한다.[10]
- 방사능 재평가를 수행하였거나 추가로 평가된 핵종이 있다면 관련 자료를 별도로 제출해야 한다.

2.3.3.4 방사성핵종 규명

- 방사성핵종 규명 방법 및 결과를 기술한다.
- 폐기물에 포함되어 있는 전체 방사성핵종의 95% 이상 규명하여야 하며, ^3H , ^{14}C , ^{55}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{144}Ce , 전알파 핵종대하여는 그 농도가 규명되어야 한다.[2]

2.3.3.5 방사선량률

- 검출기 사양, 형식, 효율 및 교정일자를 기술한

다.[10]

- 표면선량률 측정방법을 기술한다.[10]

2.3.3.6 표면오염도

- 검출기 사양, 형식, 효율 및 교정일자를 기술한다.[10]

- 표면오염도 측정방법을 기술한다.[10]

2.3.3.7 중량

- 중량 측정 방법(전기식 지시저울 등) 및 무게 측정기의 교정일자를 기술한다.

2.3.3.8 폐기물의 물리적 특성 및 평가

- 폐기물의 구조적 특성(비분산성, 채움률), 유리 수, 킬레이트제 등 물리적 특성과 평가방법에 대하여 기술한다.

2.3.3.9 폐기물의 화학적 특성 및 평가

- 폐기물의 발화성, 유해성(화학적, 생물학적), 폭발성, 부식성, 기체발생, 인화성, 감염물질 등에 대한 특성, 존재여부, 영향유무, 평가방법을 기술한다.[5]

2.3.3.10 폐기물 포장용기

- 포장용기의 규격, 재질, 크기, 중량, 포장용기 형태, 포장용기 안전성 특성 및 특성 평가방법 등을 기술한다. 포장용기 안전성 평가방법에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 수압, 적층, 낙하 및 관통 시험
- 외관 건전성, 표지 부착 적절성, 용량, 치수 및 육안 검사 등

2.4 특성보고서 구성 및 기술사항

방사성폐기물 특성보고서의 기술사항은 2.2항(요구사항)과 2.3항(작성지침)에 따라 작성되며 표 3과 같다.

<Table 3> 특성보고서 기술사항

항 목	기술사항	
1. 폐기물 발생	1) 원자로형, 발전소형, 호기 2) 폐기물 발생구역 및 발생 시기 등	
2. 방사능준위에 따라 폐기물 분류	1) 폐기물 분류(극저준위, 저준위, 중준위) 2) 폐기물의 방사능 특성 등	
3. 폐기물 처리	수집·분류·절단	1) 폐기되는 기기(부품) 명 2) 금속 재질 3) 오염 종류 4) 물리·화학적 특성 등
	제염	1) 제염설비 특성 및 제염방법 2) 제염공정, 제염대개변수 등
	용융	1) 용융설비 특성, 감용 및 제염 효과 2) 운전 대개변수 3) 척도인자 도출 및 핵종 분석 등
	고형화	1) 고형화 대상 폐기물, 고형화 사유 2) 고화제 종류, 고형화 혼합비 3) 운전 대개변수 4) 고화제 특성평가 등
4. 폐기물 포장	고정화	1) 고정화 대상 폐기물 2) 고정화 사유, 고정화 재료 3) 고화제 특성평가(고정화 재료 사용) 등
	포장	1) 채움재의 종류, 채움률 측정방법 2) 포장용기 종류 3) 포장물 중량 4) 방사선량률, 표면오염도 5) 척도인자 도출 및 핵종 분석 등
5. 폐기물 저장·보관	1) 저장고 내 상대습도 2) 시설 유지관리 방법 등	

3. 결 론

폐기물 발생자인 원전 해체사업자는 폐기물을 인도하기 전에 폐기물 스트림별로 해당 폐기물의 발생원, 폐기물의 종류, 물리·화학적 및 방사선적 특성, 처리설비, 처리방법(제염, 압축, 용융, 고형화 및 고정화 등), 포장방법, 포장용기 등이 담긴 폐기물 특성보고서를 작성하여 처분사업자에게 제출해야 하고, 처분사업자는 인수할 폐기물이 인수기준에 적합한지를 확인해야 한다. 처분사업자는 폐기물이 발생하는 원전 해체 현장을 방문하여 각 단계별로 당초 계획에 따라 수행하고 있는지 확인해야 한다.

폐기물 발생에서 인도까지의 모든 과정에서 폐기물이 인수기준에 만족되는지 확인할 수 있고, 처분시설의 안전성평가에 활용할 수 있도록 폐기물 특성 보고서의 구성과 작성요령을 명시하였다. 따라서 이 논문의 제안대로 폐기물 특성보고서를 작성하여 제시한다면 해체 원전의 폐기물특성 파악, 안전성

평가 및 인수기준의 만족여부 확인 등 다양한 용도로 활용할 수 있을 것이다. 작성요령의 각 항목은 인수기준 적용 시스템 개발의 요구사항 및 프로세스를 정의하고 도출하기 위한 기본 가이드라인으로 사용될 수 있을 것으로 판단한다.

사사(Acknowledgment)

이 논문은 2021년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[20193210100120, 원전 해체발생 고정화 처리 방폐물의 처분을 위한 인수기준 적용방안 및 방폐물 인증프로그램(WCP) 요건(안) 개발]

References

1. 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 운영 등에 관한 기술기준(원자력안전위원회고시 제2017-69호)
2. 중·저준위방사성폐기물 동굴처분시설 인수기준, 한국원자력환경공단, 2020.12
3. 중·저준위 방사성폐기물 인도규정 (원자력안전위

원회고시 제2020-11호)

4. 중·저준위방사성폐기물 동굴처분시설 인수기준, 한국원자력환경공단, 2020.12
5. 중·저준위 방사성폐기물 포장물 처분인도 표준절차서, 한국수력원자력(주)
6. 고리 원자력발전소 1호기 발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(9장 방사성폐기물 관리), 한국수력원자력(주), 2020
7. IAEA-TECDOC-1129, Inspection and verification of waste packages for near surface disposal, Jan. 2000, IAEA
8. 해체 후 폐기물 고정화 처리, 정철우, 김지현, 한국콘크리트학회 (Korea Concrete Institute), 2016.9
9. EPA 402-R-96-014, Stabilization / Solidification processes for mixed waste, June 1996
10. 중·저준위 방사성폐기물 포장물 처분인도 표준절차서, 한국수력원자력(주)
11. 규제지침 고체방사성폐기물 방사성핵종 재고량 평가, 규제지침 번호 KINS/RG-N12.07, 한국원자력안전기술원, 2012년