

## 폐기물 인증프로그램

### Waste Package Quality Certification Program

정의영, 이락희, 고덕준, 김현, 이제창, 임석남  
한국수력원자력(주) 원자력환경기술원

#### 요 약

본 논문은 처분시설에 인도될 폐기물이 처분시설의 폐기물인수기준(Site specific **W**aste **A**cceptance **C**riteria)에 적합한 특성을 갖고 있음을 입증하기 위해 폐기물발생자들이 이용하고 있는 방법과 처분시설운영자가 처분대상 폐기물의 처분적합성을 검증하기 위한 방법을 제안함으로써 처분을 고려한 폐기물 처리를 유도하고 궁극적으로 처분시설의 안전성을 확보하기 위함이다.

폐기물의 처분안전성을 위해서 폐기물 발생자는 발생된 폐기물을 처분자의 폐기물인수기준에 맞게 감용, 처리, 포장하여야 하며, 처분자는 체계적인 검사절차에 따라 인수기준의 충족여부를 확인하여야 한다. 폐기물에 대한 폐기물인수기준 충족여부 확인을 위하여 현재 처분시설을 운영하고 있는 국가에서는 폐기물인증프로그램(**W**aste package quality **C**ertification **P**rogram)을 도입하여 폐기물에 대한 처분수용여부를 확인하고 있다.

#### Abstract

The paper is aiming at presenting the proper treatment method and procedures of ILW waste to both waste generators and acceptor so that the waste characteristics are satisfied with the WAC(Waste Acceptance Criteria) and as a result, the disposal facility would be operating safely.

The ILW generators are responsible for reducing the volume of waste, treating and packaging the waste in order to meet the WAC, and acceptor has an obligation of inspecting the waste in conformity with the acceptance procedure established by regulation.

Recently, a number of countries including France and USA examine the disposal acceptability of ILW waste by the WCP(Waste Package Quality Certification Program).

#### 1. 서 론

처분시설 운영자들은 폐기물(Waste Package)의 처분적합 여부에 대한 판단을 폐기물 발생자의 폐기물인증프로그램(**W**aste package quality **C**ertification **P**rogram : WCP)에 크게 의존하고 있다. 폐기물의 인수기준(Site specific **W**aste **A**ceptance **C**riteria : SWAC) 충족여부 확인을 위한

체계적 검사절차 방안으로 IAEA가 제안한 폐기물인증프로그램을 중심으로 폐기물인수절차를 소개하고자 한다. IAEA가 제안한 폐기물인증프로그램의 주요내용은 폐기물의 처리공정에 대한 설명(분류, 처리 등), 품질보증계획, 폐기물 특성평가 절차/방법 및 결과, 방사능 측정 및 계산방법, 폐기물 포장절차 및 방법, 자료의 기록 및 관리(Waste Tracking System) 등으로 구성된다.<sup>1)</sup>

## 2. 폐기물의 검사 및 인수절차

폐기물 발생자는 발생된 폐기물이 처분부지의 특성을 고려하여 처분사업자가 마련한 폐기물 인수기준(SWAC)에 충족되도록 처리 및 포장될 것임을 보여주는 문서(Certification Program)를 작성하여 처리 및 포장작업 전에 폐기물 처분자에게 제출하여야 한다.

폐기물 처분자는 제출된 문서(Certification Program)를 검토하고 승인 여부를 결정하며, 폐기물 발생자는 승인된 문서의 절차에 따라 폐기물을 처리하고 포장을 하여야 한다. 폐기물 처분자는 절차의 충실한 이행 여부를 확인하기 위한 검사 및 QA감사를 사전에 마련된 계획에 따라 폐기물 발생부지에서 실시한다. 검사결과 만족되면 처분부지로의 폐기물 운반이 승인되고 처분부지에 도착된 폐기물에 대해서는 외관검사 및 몇몇 항목에 대해 비파괴 검사를 수행한 후 처분을 실시한다.

## 3. 폐기물인수기준 내용

폐기물의 처분 적합성을 입증하기 위한 폐기물이 갖추어야 할 화학적, 물리적, 생물학적, 방사학적 요건인 폐기물인수기준은 다음과 같은 내용으로 구성되어 있다.

### 가. General WAC

- 처분안전성 확보를 위해 규제기관이 마련하는 일반적, 개괄적, 비계량적 지침
- 주요내용
  - 폐기물은 고체 및 비분산성 형태이어야 함
  - 폐기물은 고화제가 함유하고 있는 핵종의 침출이 적절히 제한되어야 하며, 포장용기는 적절한 구조적 건전성을 유지할 수 있어야 함
  - 폐기물의 핵종별 농도, 총 방사능량 및 구성물질 등은 처분요건에 부합되어야 함

### 나. Site Specific WAC

- 처분시설의 설계, 주변환경, 일반대중의 방사선 방호 요건등을 고려한 안전성 평가의 결과에 입각하여 마련된 세부적, 계량적 기준
- 주요내용
  - 수용불가 폐기물의 종류
  - 방사능 제한치
  - 폐기물 포장물의 무게, 압축강도
  - 포장용기의 강도 등

## 4. 폐기물인증프로그램

폐기물인증프로그램의 목적은 폐기물인수기준에 부합하는 폐기물을 만들기 위해 폐기물 발생자가 채택할 폐기물 처리공정, 절차, 방법 및 품질보증 등에 관한 모든 계획을 폐기물 처분자에게

제시함으로써 폐기물의 처분 적합성을 사전에 인정받기 위한 프로그램을 말하며 주요내용은 다음과 같다.

○ 주요내용

- 폐기물의 발생, 처리, 포장관련 업무수행자의 역할과 임무를 포함한 수행조직
- 폐기물의 발생부터 포장까지의 일련의 처리공정에 대한 개괄
- 품질보증 계획
- 폐기물 특성평가 절차, 방법 및 결과
- 폐기물 포장 절차 및 방법
- 자료의 기록 및 관리

## 5. 검사 및 QA감사

폐기물 처분자는 폐기물인증프로그램 절차의 충실한 이행 여부를 확인하기 위하여 검사 및 QA 감사를 사전에 마련된 계획에 따라 폐기물 발생부지, 처분부지에서 실시한다. 이때 시행되는 검사 및 QA감사의 내용은 다음과 같다.

○ 폐기물 발생부지에서의 검사 및 QA감사

- 문서검토(Document Review) : 폐기물의 발생에서 포장까지의 자료를 수록한 문서
- 직접검사(Direct Inspection) : 폐기물의 특성 및 방사능, 처리공정 및 포장물 검사 등

○ 처분부지에서의 검사

- 처분부지로 운반된 폐기물 포장물이 인수기준에 충족됨을 확인함과 아울러 규제기관 및 일반국민에 대해 이를 직접 확인할 수 있는 기회를 제공하기 위해 실시
- 검사내용
  - 문서검토 : 무게, 방사능 제한치, 표면선량을, 표면오염도, 용기형태, 운반번호 등
  - 육안검사 : 포장물의 외부상태, 표지상태 등
  - 측정검사 : 무게, 표면선량을, 표면오염도, 폐기물의 물리적 형태, 유리수 존재 여부등

## 6. 외국의 현황

가. 프랑스

프랑스의 경우, 폐기물 처분자인 ANDRA는 규제기관의 Fundamental Safety Rule(RFS)에 근거하여 폐기물인수기준(Site Specific WAC)을 작성하고, 폐기물 발생자는 폐기물의 처리 및 포장작업에 앞서 처리공정, 작업수행, 품질보증(QA)계획 등의 내용이 포함된 폐기물인수서류(Waste Acceptance File)를 사전에 처분자에게 제출하여 폐기물이 처분시설의 폐기물인수기준에 적합한 특성을 갖고 있음을 입증한다. 폐기물 인수서류(WAF)의 내용은 다음과 같다.<sup>2)</sup>

○ 폐기물 포장물 처리공정 설명

- 고화 및 포장 방법/시설 설명
- 연간 처리량 및 방사능 준위 등

○ 폐기물 포장물의 특성평가 자료

- 특성평가의 목적
  - 폐기물 포장물이 규제기준 및 기술사양에 부합함을 입증
  - 실험실 시험자료의 검증

- 품질평가기준 한계치 검증
  - 특성평가 프로그램 설정(시험절차서 제안)
  - 특성평가 수행결과
- 핵종농도 결정방법 및 측정법 설명
  - 사용된 측정방법의 설명 및 선택이유
  - 측정하기 어려운 방사성핵종에 대한 방사능농도 측정
  - 폐기물 포장물의 최종 방사능 농도 계산방법
- 품질보증(QA)계획
  - ISO 10005에 부합되도록 작성

#### 나. 영국

영국의 경우, 폐기물 처분자인 BNFL은 규제기관인 환경청(Environment Agency)이 마련한 「Guidance on Requirements for Authorization of Disposal Facilities on Land for Low and Intermediate Level Radioactive Wastes」에 의거하여 폐기물 인수기준을 작성하며, 인수절차는 인수기준(Specification), 품질보증(Qualification), 확인/검증(Verification)의 3단계로 구성된다. 폐기물 발생자는 BNFL의 인수기준(Conditions for Acceptance by BNFL of Radioactive Wastes for Disposal at Drigg)을 만족시키는 폐기물만을 인도해야 하며, 인수기준 내용은 다음과 같다.<sup>31)</sup>

- 방사능 제한치
- 핵분열성 물질의 함유량 제한치
- 폐기물 고화처리 요건
- 폐기물 포장요건
- 품질보증(QA)요건 등

BNFL에 인도되는 폐기물은 BNFL의 사전승인을 얻은 발생자 품질보증프로그램하에서 처리된 것이어야 한다. 폐기물 발생자는 승인된 품질보증시스템하에서 처리된 폐기물의 물리적, 화학적 및 방사화학적 특성에 대한 자료를 Waste Stream별로 작성한 “Waste Stream Characterization”을 폐기물 인도 이전에 BNFL에 제공해야 하며, BNFL은 이를 검토한 후 처분적합성 여부를 평가한다.

인도되는 폐기물이 인수기준을 충족하고 또한 처분자에 의해 승인된 폐기물 발생자의 품질보증 절차를 충실히 거쳤음을 확인하고 검증하기 위하여 품질감사 및 인수검사를 실시한다.

#### 다. 미국

미국의 경우, 폐기물 처분자는 10 CFR 61(Waste Form, Classification), 10 CFR 20 (Radiation Protection), 10 CFR 71(Packaging and Transportation), 49 CFR(Transportation)등 연방규제법과 지침, 그리고 주(州) 규제법에 근거하여 폐기물 인수기준(Site Specific WAC)을 작성하거나 또는 이러한 규제법에 근거한 인허가 조건 그 자체를 폐기물 인수기준으로 간주한다.

반월의 경우, 자체 인수기준인 “CNSI Disposal Criteria”를 만족시키는 폐기물만을 받아들이고 있고, 나머지 처분장들은 별도의 인수기준 없이 처분시설 인허가 조건의 만족여부만을 확인한다. 폐기물 발생자는 인도되는 폐기물이 처분자의 폐기물 인수기준 또는 인허가 조건을 만족시키는 것을 사전에 보이기 위한 인증프로그램(Generator Certification Programs)을 수립하고, 그에 따라 폐기물을 처리하고 포장한다. 인증프로그램에는 절차의 이행여부 확인을 위한 폐기물 처분자 및 규제기관의 현장감사 및 감사가 포함된다.

(1) 폐기물 발생자의 인증(Certification)프로그램

폐기물 발생자는 처분자에 의해 승인된 Process Control Program에 의해 폐기물을 처리하고, 샘플링 프로그램에 의한 폐기물의 특성분석을 수행하며 운반 전에 QC에 의한 최종검사를 수행한다. 폐기물 처분자와 규제기관의 폐기물 인증프로그램 내용은 다음과 같다.

(2) 처분사업자의 검증(Verification)프로그램

- 폐기물 발생/처리 현장 검사 및 감사
- 처분부지에서의 검사
  - 운반차량에 대한 방사선 및 오염도 검사
  - 폐기물 포장물의 하역시 문서상의 내용과의 비교검사
  - 표본발취 또는 전수에 의한 단위 포장물 상태 검사
  - 표본발취에 의한 비파괴 검사

(3) 규제기관의 검증(Verification)프로그램

- 폐기물 발생/처리 현장에서의 감사활동(인증프로그램 이행여부 확인 및 서류검사)

## 7. 결 론

본 논문의 결과가 처분시설로 운반되는 폐기물이 처분시설의 인수기준을 만족시키고 있는지를 검증하는 처분자의 폐기물검증프로그램 개발과 발생된 폐기물이 처분시설의 인수기준에 만족되게 처리 및 포장되었음을 입증하기 위한 발생자의 폐기물입증프로그램 개발에 활용되기를 기대하며, 폐기물 품질의 검증 및 입증을 위한 방법론 개발에 광범위한 연구가 계속적으로 수행되어야 함을 첨언한다.

## 8. 참고문헌

- (1) DOE, "Method for Verifying Compliance with Low-Level Radioactive Waste Acceptance Criteria", DOE/LLW-85, DOE(1993)
- (2) ANDRA, "Waste Packages, Waste Acceptance Criteria and Approval Process for Waste Packages", Training Course Final Report, Vol. 1, ANDRA(1997)
- (3) 원자력환경기술원, "중.저준위방사성폐기물 천층처분시설 개념설계 종합보고서", 2000-1300-단9, 한국전력공사(2000)