



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2020년 2월

석사학위 논문

국내 방사성폐기물 통합적 관리를
위한 폐기물 추적관리 시스템
시나리오 연구

조선대학교 대학원

원자력공학과

양 기 태

국내 방사성폐기물 통합적 관리를
위한 폐기물 추적관리 시스템
시나리오 연구

A Study on the Scenario of Waste Tracking for Integrated
Radioactive Waste Management of Domestic

2020년 2월 25일

조선대학교 대학원
원자력공학과
양 기 태

국내 방사성폐기물 통합적 관리를
위한 폐기물 추적관리 시스템
시나리오 연구

지도교수 송 종 순

이 논문을 공학 석사학위 신청 논문으로 제출함
2019년 10월

조선대학교 대학원
원자력공학과
양 기 태

양기태의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 정운관 (인)

위 원 조선대학교 교수 이경진 (인)

위 원 조선대학교 교수 송종순 (인)

2019년 11월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	i
제1장 서론	1
제2장 국내 Waste Tracking System	2
제1절 DREAMS(Digital Realtime Enterprise Management System)	2
제2절 WACID(WASte Comprehensive Information Database)	6
제3절 RAWMIS(Radioactive Wastes Management Integration System)	8
제4절 MES(Manufacturing Execution System)	11
제3장 국외 Waste Tracking System	13
제1절 미국	13
1. NMMSS(Nuclear Material Management & Safeguard System)	13
2. WWIS(WIPP Waste management Information System)	15
3. IWTS(Integrated Waste Tracking System)	17
4. CID(Central Internet Database)	19
제2절 캐나다	24
1. WIP-III(Waste Inventory Program-III)	24
제3절 영국	26
1. BRIMS(Brisitish Radwaste Information Management System)	26
제4절 독일	28
1. ReVK(Restoff-Verfolgung und-Kontrolle)	28
제5절 국외 Waste Tracking System 특징분석	31
제4장 국내 방사성폐기물 분류기준 분석	33
제1절 원자력발전소 중 한빛 Site의 폐기물 분류기준	33
제2절 한국원자력연구원(KAERI)	34

제3절 한전원자력연료(KNFC)	36
제4절 통합적 관리를 위한 폐기물 분류기준 설립	37
제5장 WTS 시나리오	39
제1절 시나리오 분류기준의 적용	39
제2절 폐기물 패키지 기본 정보	48
제3절 WTS 시나리오 작성을 위한 폐기물 이동경로 분석	50
1. 한빛원전에서 처분장 운반시나리오	50
2. KAERI에서 처분장 운반 시나리오	54
제6장 결론 및 제안	56
참고문헌	57

표 목차

표 1. KNFC 방사성폐기물 관리시스템의 기능	11
표 2. 미국 DOE가 운영 중인 개별 데이터베이스	20
표 3. 미국 DOE의 개별 프로그램별 관리대상 물질 및 CID의 세부 데이터 요소	21
표 4. 국외 Waste Tracking System 특징분석	31
표 5. 한빛원자력발전소 중 한빛 Site의 폐기물 분류기준	33
표 6. 방사능농도 및 표면선량률별 폐기물 분류기준	34
표 7. KAERI 방사성폐기물 분류기준	34
표 8. KNFC 방사성폐기물 분류기준	36
표 9. 통합적 방사성폐기물 재분류	37
표 10. 원자력발전소 Code	39
표 11. 한국원자력연구원 Code	40
표 12. 한전원자력연료 Code	41
표 13. 기타(RI 폐기물) Code	41
표 14. 폐기물 분류 Code	41
표 15. 방사성폐기물처리건물 (RWB, Radioactive Waste Building) Code	43
표 16. 제 2저장고 (Secondary Storage) Code	43
표 17. 전처리 (Processing) Code	43
표 18. 처리 (Treatment) Code	44
표 19. 컨디셔닝 (Conditioning) Code	44
표 20. 해상 운반 Code	44
표 21. 육상 운반 Code	45
표 22. 저장소 Code	45
표 23. 물양장 Code	46
표 24. 인수기관 및 처분장 Code	46
표 25. 폐기물 패키지 기본 정보	48

그림 목차

그림 1. 한국수력원자력(주)의 방사성폐기물관리시스템 구성도	3
그림 2. DREAMS Process	4
그림 3. DREAMS 시스템 화면(1)	5
그림 4. DREAMS 시스템 화면(2)	5
그림 5. WACID 개념	7
그림 6. WACID 모듈별 구성도	7
그림 7. RAWMIS 시스템 구축범위	9
그림 8. RAWMIS의 시스템 구성도	10
그림 9. KNFC MES 시스템	12
그림 10. NMMSS 각종 Web site	14
그림 11. NMMSS system process	14
그림 12. WIPP 각 종 Web Server	16
그림 13. WIPP Application 입력화면	16
그림 14. IWTS 시스템 내에서 방사성폐기물 정보	18
그림 15. IWTS 시스템 내에서 저장 드럼 정보와 운반 정보	18
그림 16. CID 시스템의 구성 및 정보 입출력 경로	21
그림 17. CID 시스템의 출력옵션(1/2)	22
그림 18. CID 시스템의 출력옵션(2/2)	23
그림 19. WIP-III 시스템 폐기물 관리 기능	25
그림 20. WIP-III 시스템 화면	25
그림 21. BRIMS 시스템 발생 데이터 문서화를 통한 추적 기능	27
그림 22. 방사성 폐기물 핵종재고량 데이터 제공 기능	27
그림 23. RevK 시스템	29
그림 24. RevK 시스템 저장소 관리 기능	29
그림 25. RevK 패키지 보고서 출력 기능	30
그림 26. Location적인 발생자 Code 정리	47
그림 27. 2017년 4분기 중·저준위폐기물 운반검사결과서 (발생자: 한빛원전) ..	51

그림 28. 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 시나리오51
 그림 29. RWB 내에 최종적으로 발생하는 코드 폐기물 패키지 정보 예시52
 그림 30. 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 예상 시나리오 코드53
 그림 31. 2017년 4분기 중·저준위폐기물 운반검사결과서 (발생자: KAERI)53
 그림 32. 2017년 4분기 중·저준위폐기물 운반검사결과서 (발생자:KAERI)54
 그림 33. KAERI에서 처분장까지의 WTS 시나리오55
 그림 34. KAERI에서 처분장까지의 WTS 예상 시나리오 코드55

ABSTRACT

A Study on the Scenario of Waste Tracking System for Integrated Radioactive Waste Management of Domestic

Yang KiTae

Advisor : Prof. Jongsoon Song, Ph.D.

Department of Nuclear Engineering

Graduate School of Chosun University

Currently, domestic agencies that are generating radioactive wastes, such as nuclear power plants, KAERI and KNFC, implemented their own WTS system and have been operating them. They have difficulty with integrated management of wastes from their generation to transportation to disposal site. Also, as different agencies have different waste classification criteria, it is difficult state to easily track and manage wastes from the viewpoint of acceptance and regulation.

As for the Waste Tracking System of each waste generating agency, KHNP (Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.) has DREAMS (Digital Realtime Enterprise Management System). And KINS has WACID (Waste Comprehensive Information Management), and KAERI has RAWMIS (Radioactive Wastes Management Integration System). Furthermore, KNFC has MES (Manufacturing Execution System).

As for the waste classification criteria, KHNP and KAERI separately classifies cotton and paper as combustible, and steel and aluminum as

non-combustible, and KNFC separately classifies dry active wastes, compounds, lime sediments, etc.

Also, the entire process of managing the various low and intermediate level radioactive wastes, generated by KHNP, KAERI and KNFC (solid, liquid, gas, sludge, etc.), is incomplete, and the management of information on transportation and movement is inadequate. Also, an entire process scenario from generation of radioactive wastes during the decommissioning of nuclear power plants to treatment and disposal of radioactive wastes is required.

Accordingly, this paper examined the current status of the Waste Tracking Systems (WTS) in domestic and overseas, and analyzed the criteria for classifying low and intermediate level radioactive wastes of individual agencies in domestic. To build an integrated WTS, the radioactive wastes classification criteria of different agencies were integrated. Codes were assigned to each generating agency, location and transportation. The “low and intermediate level radioactive waste transportation inspection result” was referenced, and the scenario for moving radioactive wastes from the waste generator, Hanbit Nuclear Power Plant, to the acceptor, Korea Radioactive Waste Agency in Gyeongju, was prepared.

Additionally, this paper presented the location of wastes in the repository and the management form of the code values resulting from the preparation of the scenario, which are the shortcomings, by preparing the WTS scenario.

제1장 서론

현재 원자력발전소, KAERI, KNFC 등 국내 방사성폐기물 발생기관은 각자의 WTS 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 이는 폐기물이 발생하여 처분장까지 이동하는데 있어 통합적으로 관리하는데 어려움을 가지고 있다. 또한 폐기물 분류기준도 폐기물 발생기관별로 정립되어 있어 인수 및 규제 입장에서 보다 쉽게 폐기물 추적관리를 파악하기 어려운 실정이다.

발생기관별 Waste Tracking Sytem은 한수원은 DREAMS(Digital Realtime Enterprise Management System), KINS는 WACID(WAste Comprehensive Information Management), KAERI는 RAWMIS(Radioactive Wastes Management Integration System), KNFC는 MES(Manufacturing Execution System)를 운영 중에 있다.

폐기물 분류 기준은 한수원과 KAERI는 크게 먼류, 종이류 등과 같은 가연성, 철제류, 알루미늄 등과 같은 비가연성, KNFC는 잡고체, 합성물, 석회침전물 등과 같이 별도로 분류하고 있다.

또한 KHNP, KAERI, KNFC에서 발생하는 다양한(고체, 액체, 기체, 슬러지 등) 중·저준위 방사성폐기물 관리 전 프로세스에 관한 행위 수행이 불완전하고, 운반 및 이동 관련 정보의 기록관리가 미흡한 단계이다. 또한 추후 원전해체로 인한 발생하는 방사성폐기물 발생에서 처리, 처분까지의 전체적 공정 시나리오가 요구가 되어 진다.

따라서 본 논문에서는 국내·외 운영 중인 Waste Tracking System(WTS) 현황을 파악하고, 국내 각 기관별 중·저준위 방사성폐기물 분류 기준을 분석하였다. 통합적인 WTS 구축을 위해 각 기관별로 정립되어 있던 방사성폐기물 분류기준을 통합하였다. 각 발생기관, 장소, 운반 별로 Code를 부여하였다. “중·저준위 방사성폐기물 운반 검사 결과서”를 참고하여 폐기물 발생자인 한빛 원전에서 인수자인 경주 환경공단까지 이동하는 시나리오를 작성하였다.

또한 본 논문은 WTS 시나리오 작성을 통해 부족한 점인 저장소 내 폐기물의 위치, 시나리오 작성으로 나온 Code 값의 관리 형태 등을 제시를 하였다.

제2장 국내 Waste Tracking System

현재 국내 원자력발전소, 한국원자력연구원, 한전원자력연료, 한국원자력안전기술원은 자체적으로 활용하고 있는 방사성폐기물 추적관리 시스템을 개발하여 운영하고 있다.

제1절 DREAMS(Digital Realtime Enterprise Management System)

1. KHNP DREAMS(한국수력원자력(주))

KHNP(Korea Hydro & Nuclear Power Co. Ltd.)는 전사적 자원관리시스템(ERP: Enterprise Resource Planning)의 일환으로 DREAMS(Digital Realtime Enterprise Management System)를 가동 중이며, 그 중 원자력 발전소의 방사선안전관리(RAM: Radiation Management)부분과 방사성폐기물관리(RWM: Rad-Waste Management)는 원전에서 발생하는 폐기물과 그 관리를 위한 종사자들의 안전까지 관리하는 목적으로 구축되었다. RAM에서는 안전관리의 신뢰도를 향상의 효율성을 극대화 하였고, RWM에서는 폐기물의 추적관리체계를 구축하여 관리의 효율성을 증대하였다[1].

가. 기능

- (1) RAM : 통합방사선안전관리 기능, 종사자 이력관리 기능, 방사선작업허가 기능, 출입요건관리 기능, 방문자/방사선(능)측정/물품 반출입관리 기능 등이 있다.
- (2) RWM : 고체 방사성폐기물 관리 기능, 자체처분관리 기능, 액/기체 방사성 폐기물 배출허가 기능, 액/기체 방사성폐기물 배출 결과 관리 기능, RMS 관리 및 데이터 Migration 기능, 데이터에 대한 경향 및 통계분석 기능, 보고서 출력 기능 등이 있다.

나. 데이터 범위

- (1) RAM : 종사자 이력 관련 정보, 종사자 전신계측 자료, TLD 데이터, 출입 및 작업허가에 관련된 데이터 등
- (2) RAM : 고체 방사성폐기물 발생/저장/처리/자체처분 정보, 선량률 및 오염도 정보, 핵종 및 방사능량 정보, 액/기체의 발생/처리/배출 정보, 액/기체 배출에 대한 환경 측정 정보, 폐기물 등급구분과 분류정보

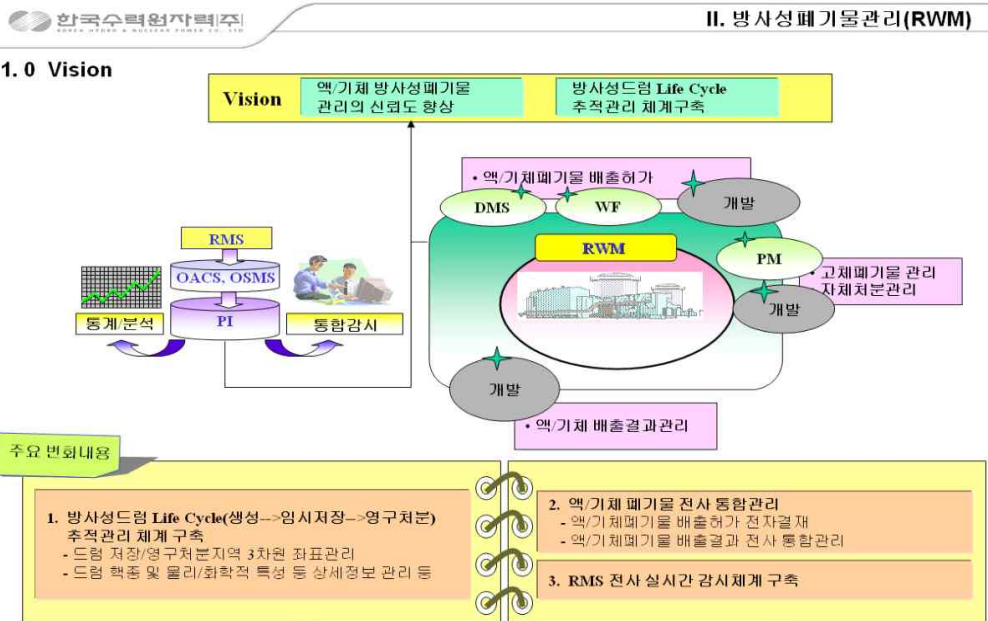


Fig 1. 한국수력원자력(주)의 방사성폐기물관리시스템 구성도

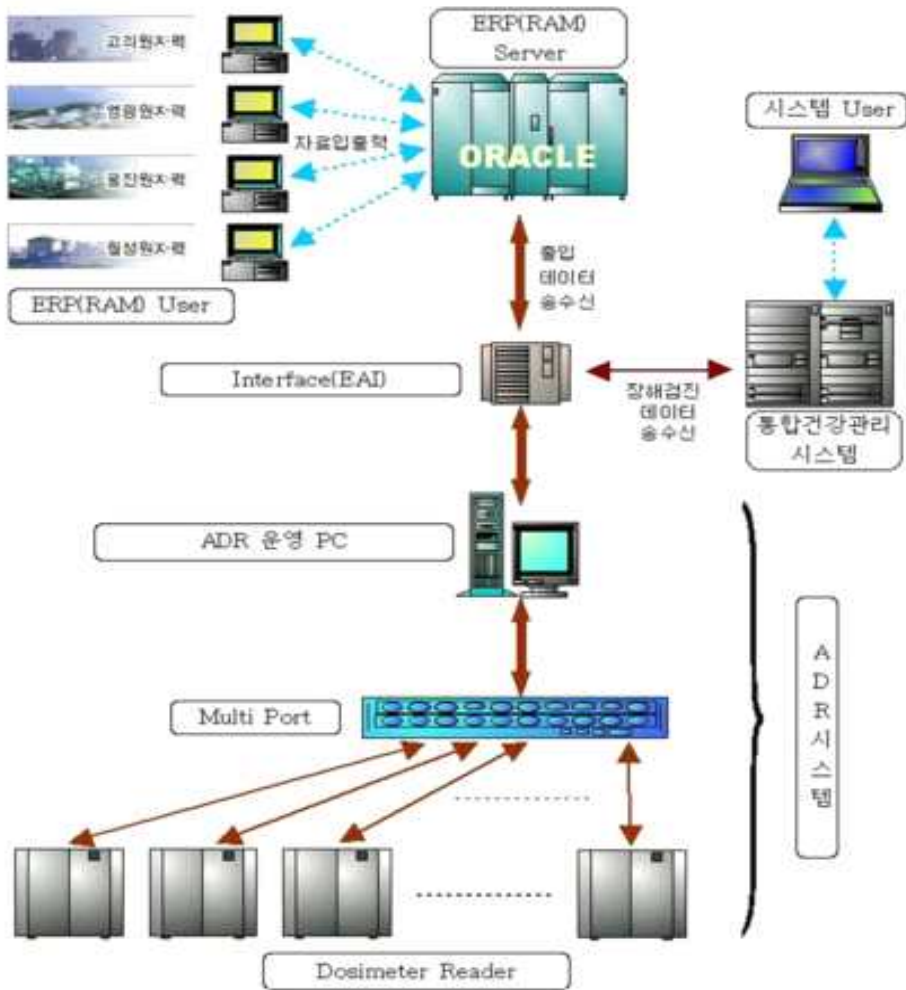


Fig 2. DREAMS Process

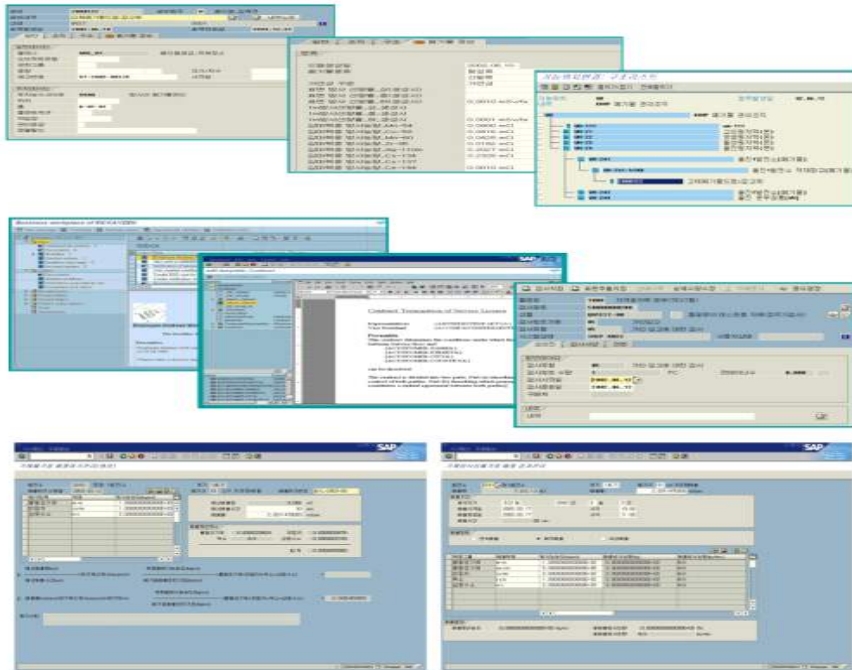


Fig 3. DREAMS 시스템 화면(1)



Fig 4. DREAMS 시스템 화면(2)

제2절 WACID (Waste Comprehensive Information Management)

1. KINS WACID(한국원자력안전기술원)

WACID(Waste Comprehensive Information Database)는 국내 방사성폐기물 및 사용후 핵연료 등에 대한 안전관리 정보를 종합적으로 관리하기 위해 개발된 방사성폐기물 안전관리 정보시스템이다. WACID는 방사성폐기물 및 사용후핵연료의 안전관리에 필수적인 정보를 관리함으로써, 일반인과 산업계 및 연구기관 등에 객관적이고 정확한 정보를 신속하게 제공하여 방사성폐기물 안전관리 효율화를 달성하기 위하여 구축되었다 [2].

가. 기능

WACID는 발생·저장중인 폐기물의 이력을 체계적으로 추적·관리할 수 있을 뿐만 아니라 기관별/기관별 발생 추이 분석 및 향후 누적 예상량 등에 대한 추이분석결과를 제공할 수 있다. 또한 향후 관리의 효율성을 제고하기 위하여 Web을 기반하여 데이터의 특성에 따라 중·저준위방사성폐기물, 사용후핵연료, 액체/기체방사성유출물, 해체 폐기물, 동위원소폐기물(밀봉/개봉선원)등의 개별 데이터베이스(DB) 모듈별로 개발하였으며, 방사성폐기물의 소외운반, 사용후핵연료의 중간저장을 비롯하여, 향후 운영 예정인 영구처분시설 운영정보까지 취급할 수 있는 기능이 있다.

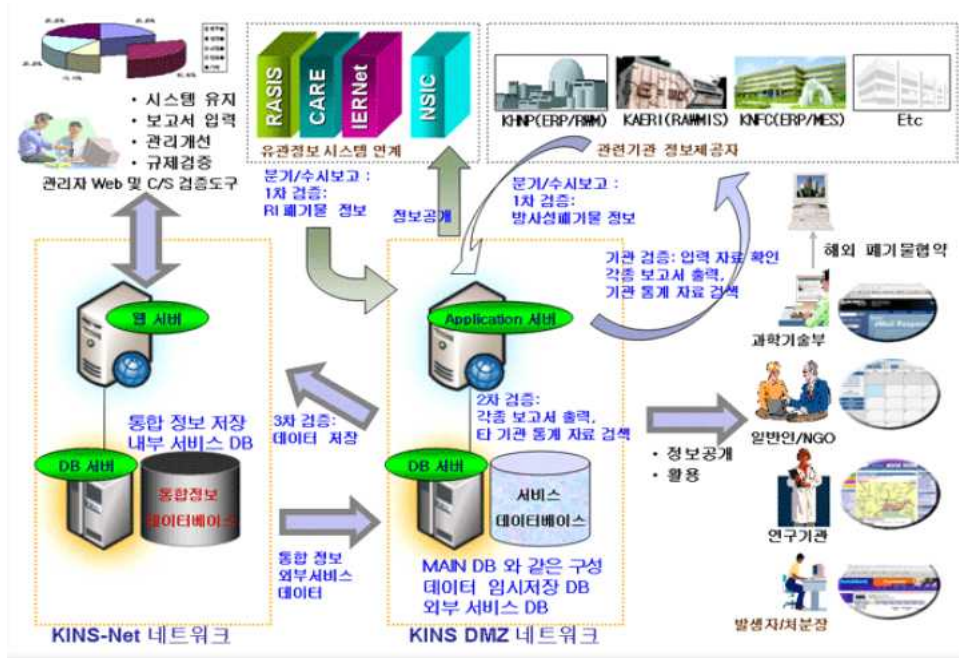


Fig 5. WACID 개념

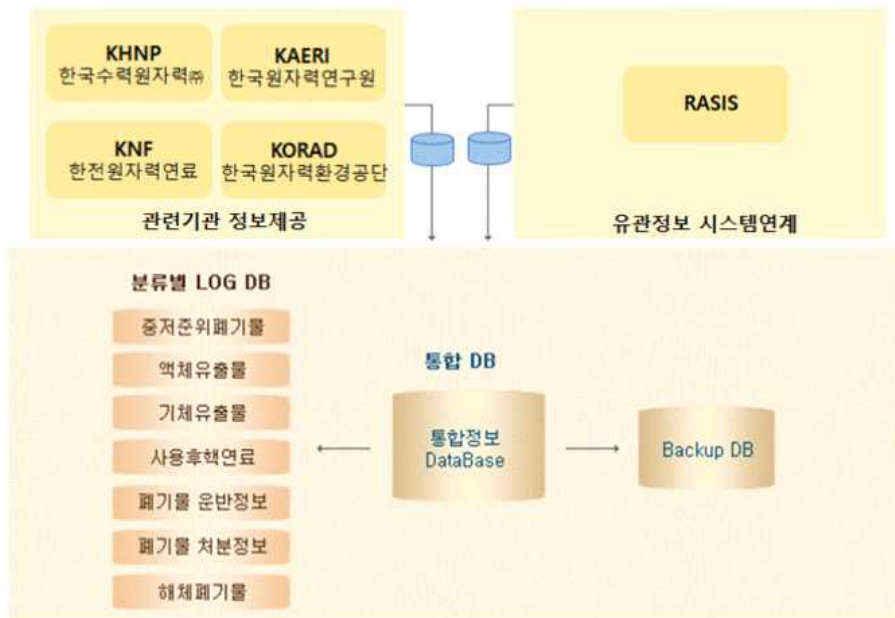


Fig 6. WACID 모듈별 구성도

제3절 RAWMIS(Radioactive Wastes Management Integration System)

1. KAERI RAWMIS(한국원자력연구소)

KAERI(Korea Atomic Energy Research Institute)는 자체의 방사성폐기물 관리를 위한 RAWMIS(Radioactive Wastes Management Integration System)은 구축하였으며 관리 목적 이외에 연구소 폐기물 특성에 적합한 DB 구축, 방사성폐기물 처리의 업무 영역의 시스템 개발, 국가차원의 통합 안전 관리 정보체계(WACID)와 연계 목적들을 가지고 있다.

RAWMIS 구축목적은 첫째, 연구소 발생 방사성폐기물의 관리에 있어서 업무 흐름에 입각한 데이터의 확보를 통해 폐기물을 처분이전의 단계까지 추적 관리 할 수 있도록 하고. 둘째, 폐기물 관리 단계의 데이터 확보로 폐기물 재고량(Nuclide Inventory)규명에 활용하며 셋째, 폐기물의 처리 공정별 측정데이터를 확보하여 물질수지 연구 및 다른 폐기물 관리 및 처리 영역에 대한 연구 수행에 기반을 제공하며 넷째, 확보된 데이터를 WACID와 연계하기 위하여 구축되었다[2].

가. 기능

RAWMIS의 기능은 크게 고체/액체/기체 폐기물관리, 사용후핵연료관리, 안전관리 문서 및 데이터 관리 영역으로 구분된다. 각 영역별 세부 기능과 관리 데이터범위는 고체폐기물 관리의 경우, 드럼(용기) 단위 폐기물을 객체로 한 발생, 수집, 처리, 임시저장, 처리의 폐기물 주기를 추적할 수 있는 기능과 물리화학적, 방사선학적 데이터가 수집되도록 설계되었다.

액체폐기물 관리의 경우, 연구소의 무방출 원칙에 의거 폐기물 발생 및 이송 후 탱크 단위의 폐기물 임시저장을 관리하고 발생한 시설과 그때의 핵종 등 물리화학적 데이터와 방사선학적 데이터를 모두 관리하며, 액체 폐기물 처리공정(증발농축, 아스팔트고화, 자연증발 등)별 배치단위 측정데이터를 관리한다.

기체폐기물 관리의 경우, 각 인허가 된 배출구별 모니터링 시스템의 데이터를 포함하고 물리화학관리의 경우, 각 인허가 된 배출구별 모니터링 시스템의 데이터를 포함하고 물리화학적, 방사선학적 데이터를 관리한다.

사용후핵연료의 관리는 하나로에서 발생/관리하는 사용후핵연료의 모든 정보를 공유한다. 안전관리영역은 소외주민선량, 작업장 안전 등에 대한 평가 자료를 관리하게 된다.

문서 및 데이터 관리 영역은 현업의 내부/외부 보고서를 시점별로 자동생성하고, 사용자의 다양한 검색 기능을 제공하며, WACID에 제공되는 데이터의 추출 기능도 포함된다.

나. 데이터 범위

모든 문서는 WACID의 데이터 입력 형태에 의거 Excel 시트를 사용하도록 설계되었으며 이를 위해 Oracle Discoverer와 Spread를 적용하여 문서 생성이 되도록 설계되었다.

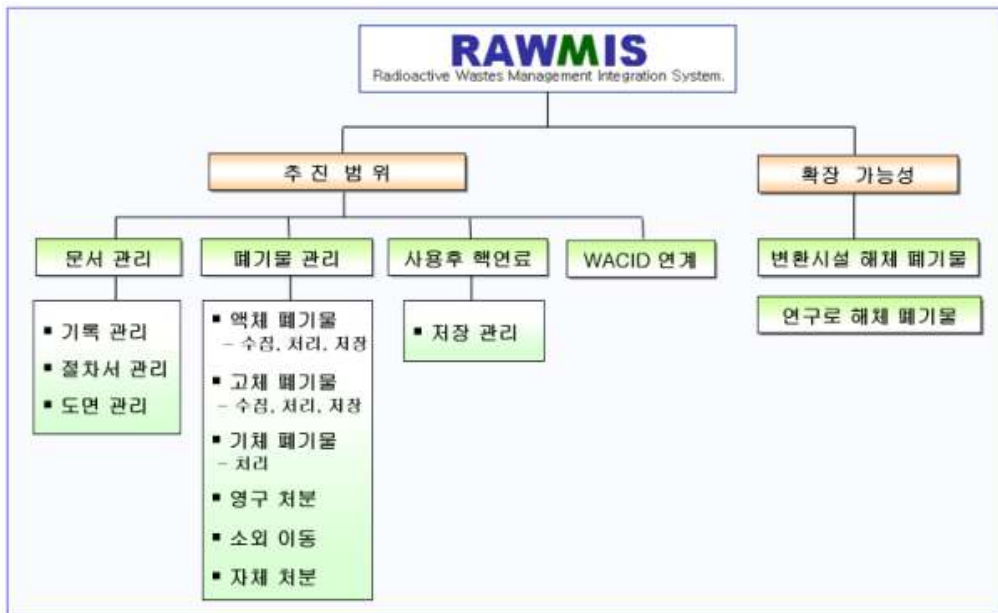


Fig 7. RAWMIS 시스템 구축 범위

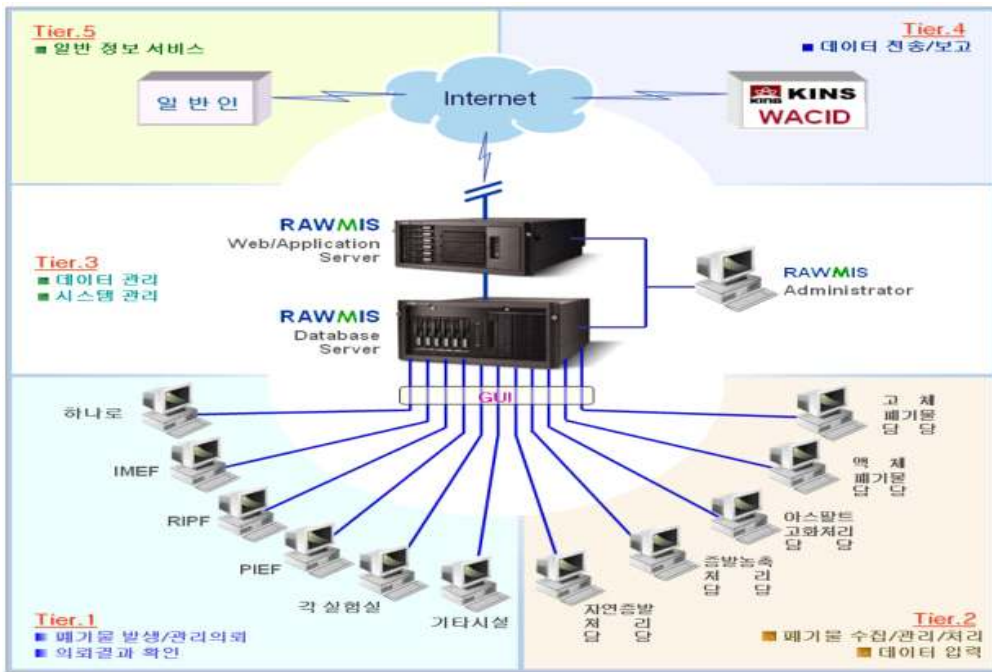


Fig 8. RAWMIS의 시스템 구성도

제4절 MES(Manufacturing Execution System)

1. KNFC MES(한전원자력연료주식회사)

가. 구축 목적

KNFC(KEPCO Nuclear Fuel Co.Ltd.)에서는 효율적인 핵연료 생산과 안전한 방사성폐기물 관리를 위해 MES(Manufacturing Execution System)을 구축하였다[2].

나. 기능

KNFC의 MES에서는 자사의 방사성폐기물 관리업무의 특성에 따라 기체폐기물 배출관리, 액체폐기물 배출관리, 고체폐기물관리 이외에 자체처분, 금속폐기물 관리 및 WACID 연계성 확보도구 등으로 구성되어 있다(이를 Table 1에 나타내어 있다). 고체폐기물 관리는 수집, 처리, 저장 등 세부 관리 단계별로 세분화하고 있다.

Table 1. KNFC 방사성폐기물 관리시스템의 기능

구성 요소	세부 기능
고체폐기물 수집	<ul style="list-style-type: none"> 고체폐기물 수집관리(발생부서 추적관리) 고체폐기물 수집현황 및 집계 (부서별, 종류별)
고체폐기물 처리	<ul style="list-style-type: none"> 고체폐기물(드럼) 처리 관리 드럼 작업 현황 및 집계 (종류별, 기간별)
고체폐기물 저장관리	<ul style="list-style-type: none"> 저장고 저장 관리 저장 현황 및 집계(저장 위치, 종류 입력기능) 드럼 라벨 발행 기능
기체폐기물 관리	<ul style="list-style-type: none"> 기체폐기물 방출 관리 기체폐기물 방출 현황 및 집계
액체폐기물 관리	<ul style="list-style-type: none"> 액체폐기물 배출 관리 액체폐기물 배출 현황 및 집계
자체처분 관리	<ul style="list-style-type: none"> 금속물 제염작업이 완료시 자체처분실적 관리
금속물 작업 관리	<ul style="list-style-type: none"> 금속물에 대한 표면오염도 정보 및 작업 관리
오염도 데이터 관리	<ul style="list-style-type: none"> 금속물 개체에 대한 ID관리 및 오염도 정보 관리
WACID 인터페이스	<ul style="list-style-type: none"> WACID 관련 정보제공을 위한 조회 및 집계 화면

KNFC MES / SRC_500_010 - [방사성고체폐기물 수집]

제조운영관리 공장물류관리 품질분석관리 유관정보관리 방사성폐기물관리 폐기분석관리 기중정보관리 시스템관리 통계조회 및 출력

방사성고체폐기물 수집

고체폐기물 발생 시설 1L:1공장 경수로 바코드 SA1LA-03-017

폐기물 연번 SA1LA-03-017 상태 2:접수

폐기물 발생 시설 1L:1공장 경수로 폐기물 종류 A:A종류

발생부서 A:A부서 의뢰일시 2003-04-16 22:15:37

의뢰자

접수Type A:A의뢰 불필요물 A:A가 있음

분류유무 B:A분류 무게 0 Kg 부피 0 l

접수자 DEVELOPER:홍길동 접수일시 2003-04-16 22:15:37

조치사항 D:드럼화 폐기물드럼ID SA1LA-03-009

처리자 처리일시 2003-04-10 13:16:51

비고 TEST중입니다.

22 건이 조회 되었습니다 개발자/홍합영보화(203.255.122.179)(0) 2003-04-16 22:17:05

메시지 mesadm@MES - B... KNFC MES / SR... D:\W\Project\서버연... Microsoft PowerPol... 오후 10:17

Fig 9. KNFC MES 시스템

제3장 국외 Waste Tracking System

제1절 미국

1. NMSS(Nuclear Material Management & Safeguard System)

NMSS는 미국 DOE(Department of Energy)에서 국가적으로 관련기관의 데이터와 과거 데이터를 전송받아 IAEA에 정기적인 안전관리 보고를 위해 구축된 시스템이다. Stanford 연구소에서 최초시스템이 구축된 후 오늘날에 이르기까지 업그레이드와 유지보수, 재개발 등을 거치며 Inventory 모듈과 데이터수집 트랜잭션 모듈 등이 추가되었으며 통합적인 시스템으로 발전하여 사용 중에 있다[1].

가. 기능

핵물질 재고량(Inventory)과 주기(Cycle)관리 및 관련보고서 작성 기능, 주요 물질 수지(Material balance)의 관리 및 보고서작성 기능, 데이터 수집 트랜잭션 기능, 보고서 작성 및 출력기능 등이 있다.

나. 데이터 범위

NMSS에서 관리하는 데이터는 크게 Inventory, Material balance, Transaction의 세 부분으로 나누어져 있다.

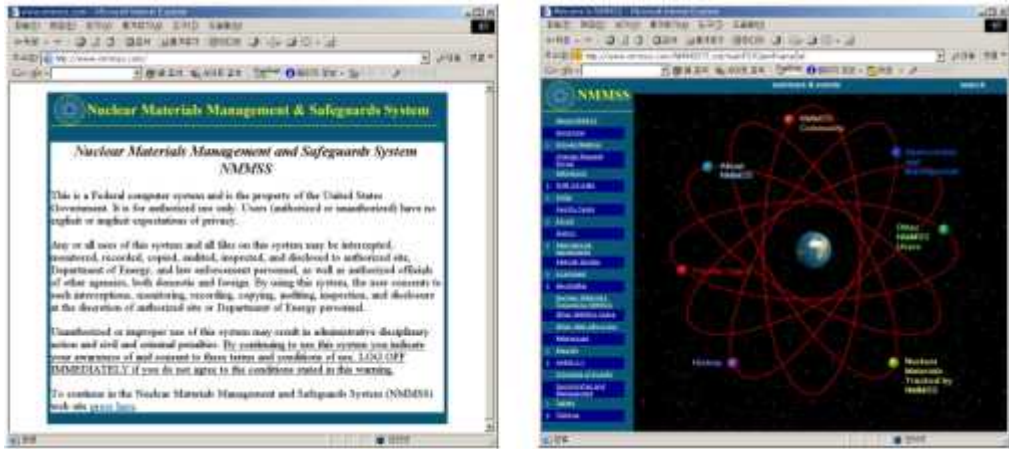


Fig 10. NMMSS 각종 Web site

Data flow into and out of NMMSS

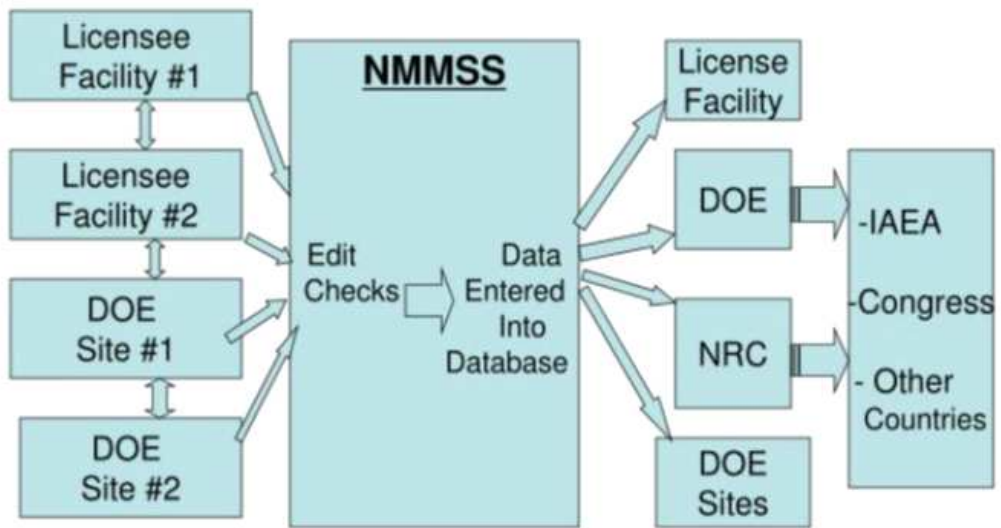


Fig 11. NMMSS system process

2. WWIS(WIPP Waste management Information System)

WWIS database는 미국 DOE의 WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)에서 수집, 적재, 처리된 폐기물과 TRU폐기물의 폐기물의 처분 관련 이력관리와 핵종 정보 관리를 위해 WIPP에서 설계되었으며, NMMSS와 연계하여 관련 데이터 및 정보를 전송 되도록 구축되었다[1].

가. 기능

Web site와 Application을 활용한 기반으로 폐기물 정보 입출력기능, 폐기물 재고량 (Inventory)관리 기능, 데이터 전송기능, 보고서 작성 및 출력기능 등이 있다.

나. 데이터 범위

핵종정보, 물질정보, 방사선량정보, 용기정보, 폐기물특성정보 등의 범위를 갖고 있다.

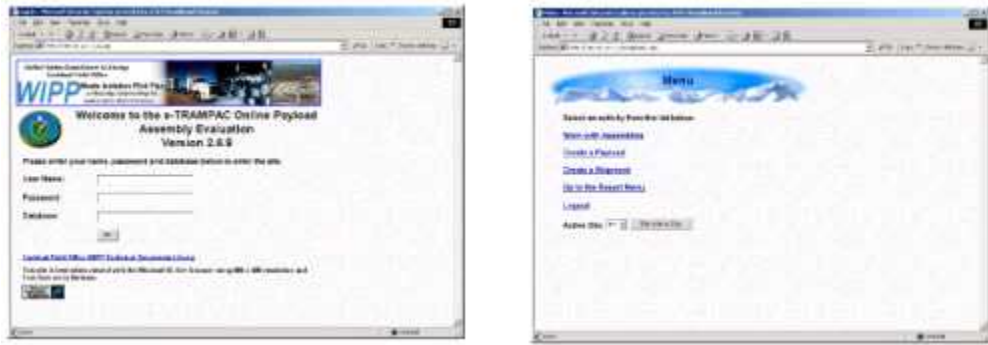


Fig 12. WIPP 각종 Web Server

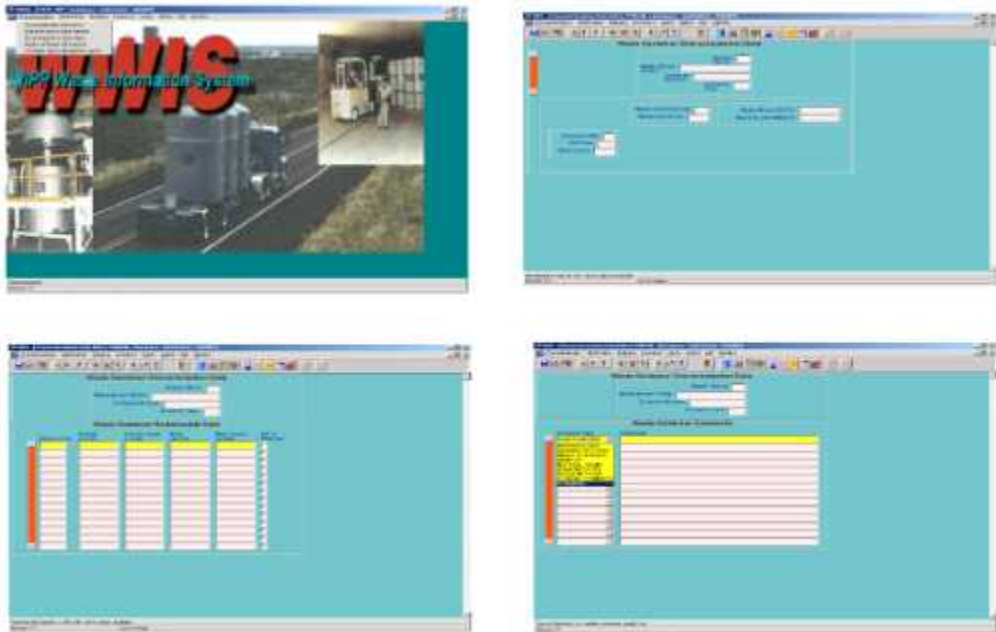


Fig 13. WIPP Application 입력화면

3. IWTS(Integrated Waste Tracking System)

IWTS는 미국 DOE 의 INEEL(Idaho National Engineering and Environmental Laboratory)에서 구축한 무선네트워크 응용프로그램이다. INEEL에서는 폐기물관리에 있어서 몇 가지의 문제점이 도출되었는데, 그 중 하나는 데이터의 입력에 있어서 실시간의 데이터가 아닌 최소한 몇 주 전의 데이터가 입력되어 질적 문제와 실시간에 기반 한 폐기물관리가 이루어지지 않는 단점을 갖고 있었다. 이에 저장고에 무선네트워크 설비를 갖추고 무선스캐너(PDA와 유사하며 bar code 리더기가 장착되어 있고 무선 네트워크기능을 가진 기계)를 사용하여 작업자가 드럼에 부착된 bar code를 스캔하여 database로부터 드럼의 이력을 조회하고, 무선네트워크를 통해 database에 드럼의 정보를 입력할 수 있는 시스템을 구축하였다[1].

가. 기능

실시간 데이터 입력 및 조회 기능, 폐기물 이력 정보, 방사선 정보, 화학적 성분, 물리적 특성, 포장방법, 일반적 분류 등의 기능 입출력기능, 폐기물 재고량(Inventory)관리 기능 등이 있다.

나. 데이터 범위

폐기물 패키지별 발생정보, 시설정보, 폐기물종류, 용기의 물리적 성질, 운반정보, 충전재 정보, 폐기물 특성 정보 등이 있다.

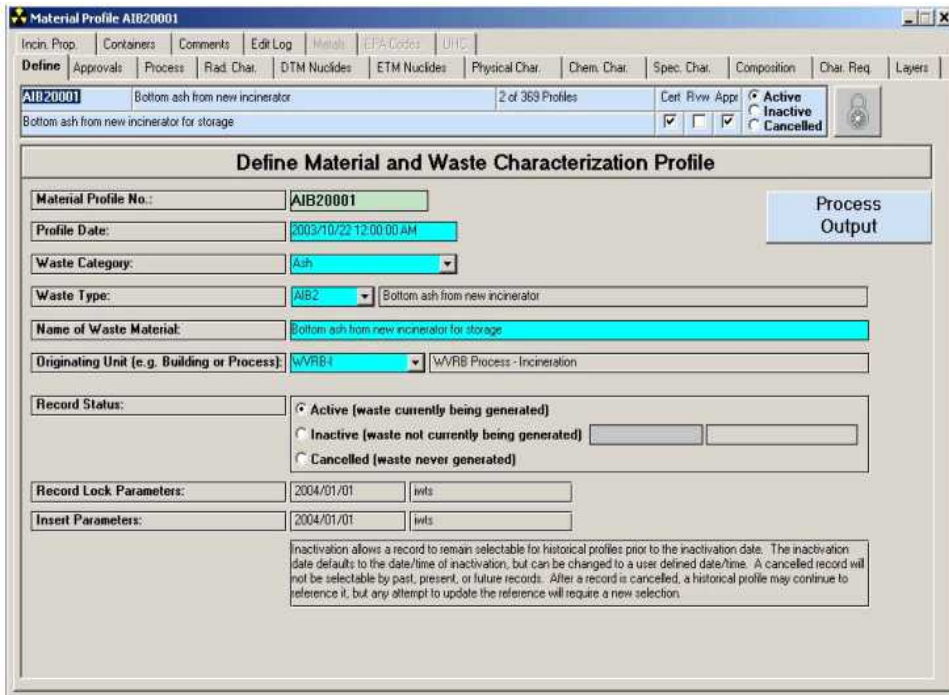


Fig 14. IWTS 시스템 내에서 방사성폐기물 정보

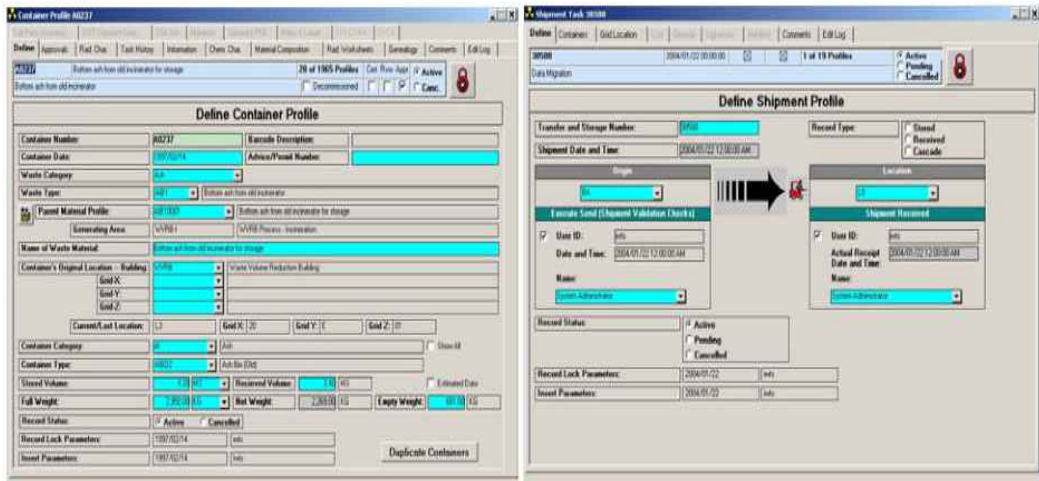


Fig. 15. IWTS 시스템 내에서 저장 드럼 정보와 운반 정보

4. CID(Central Internet Database)

CID는 DOE에서 개발되었으며, 투명성을 강조하여 일반인의 접속이 가능한 온라인 데이터베이스 시스템으로 수요자의 요건에 맞도록 여러 종류의 보고서를 발행할 수 있도록 구축되어 있다. 동 시스템에서는 방사성 폐기물, 비방사성 유해폐기물, 오염 물질, 미국 DOE에서 관리하는 원자력 관련설비, 사용후핵연료 등에 대한 각종 정보를 제공하기 위해서 구축되었다[2].

가. 기능

DOE 산하 여러 연구기관에서 운영 중인 데이터베이스 시스템에서 필요한 정보를 취합하여, 수요자가 원하는 정보를 통합 정리하여 제공하고 있으며, CID에서 정보를 수집하고 있는 기존 데이터베이스 시스템은 Table 2와 같이 요약 할 수 있다.

나. 데이터 범위

미국 DOE에서 관리하는 각종 프로그램에서 Table 3과 같은 정보들을 수집, 정리하여 정보 수요자들의 요구에 따라 다양한 형태로 출력할 수 있도록 CID에서 제공하고 있다

Table 2. 미국 DOE가 운영 중인 개별 데이터베이스

개별 DB	비고
환경관리 통합정보 시스템 (EM Corporate Database)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경관리실에서 개발 운영 중인 시스템으로 환경관리 프로그램 관련된 모든 정보를 수집관리 • 사용후핵연료에 대한 상세한 정보 즉, 핵연료 형태, 핵연료 발생원자로, 핵종 등 INEEL에서 자료를 제공 받음 • CID 시스템에서 환경관리 활동의 결과 발생하는 방사성폐기물, 등에 대한 정보를 제공
시설관리 시스템 (Facilities Information Management System: FIMS)	<ul style="list-style-type: none"> • 시설의 오염에 대한 정보 및 건물 내에 저장되어 있는 방사성물질에 대한 정보 제공 • 시설정보, 시설 내에 보관중인 방사성물질 및 현재 오염 상태에 대한 요약 정보 제공
핵물질 재고량 데이터베이스 (Materials in Inventory Database: MIN)	<ul style="list-style-type: none"> • 핵물질과 비핵물질을 10개로 구분하여 이들에 대한 저장량, 저장위치, 관리 계획 등에 대한 내용을 포함
오염방지 데이터베이스 (Pollution Prevention Database)	<ul style="list-style-type: none"> • 오염방지 DB는 적절한 오염방지 기술, 경험 및 정책을 반영하여 폐기물 및 오염물질의 발생 및 방출을 최소화하기 위해 사용되어짐 • 오염방지 DB는 DOE 산하 시설에서 발생하는 비방사성, 유해폐기물 및 오염물에 대한 정보를 CID에 제공함
유해물질 방출 재고량 데이터베이스 (Toxic Release Inventory Database: TRI)	<ul style="list-style-type: none"> • 비상재해대책법에 따라 EPA로 제출하는 정보를 관리하는 DB임 • 부지 내·외에서 관련 폐기물의 처리에 포함되어 있는 유해화학물질의 수량이 기술됨
매장 초우라늄 폐기물 데이터베이스 (Buried Transuranic Database: TRU)	<ul style="list-style-type: none"> • 과거 지하에 매립된 TRU 폐기물에 관한 정보를 종합적으로 관리중임

Table 3. 미국 DOE의 개별 프로그램별 관리대상 물질 및 CID의 세부 데이터 요소

개별 프로그램의 관리 대상	세부 데이터 요소
저준위 방사성폐기물	<ul style="list-style-type: none"> • 부지/방사성폐기물의 위치 • 방사성물질의 부피 또는 무게 • 화학적 구성성분 • 방사능 • 폐기물 또는 오염물질 발생자 • 폐기물 처분계획 및 운반 • 현재 폐기물/오염물질의 부피 • 발생 예상되는 폐기물/오염물질의 부피
혼합폐기물	
고준위 방사성폐기물	
초우라늄 폐기물	
유해성 화학폐기물	
소외 및 소내 오염물질	
국내외 연구로에서 발생된 사용후핵연료	
DOE 산하 원자력 관련 연구시설	
유해물질 환경 방출량	
현재 사용되지 않는 핵물질 저장 및 관리	

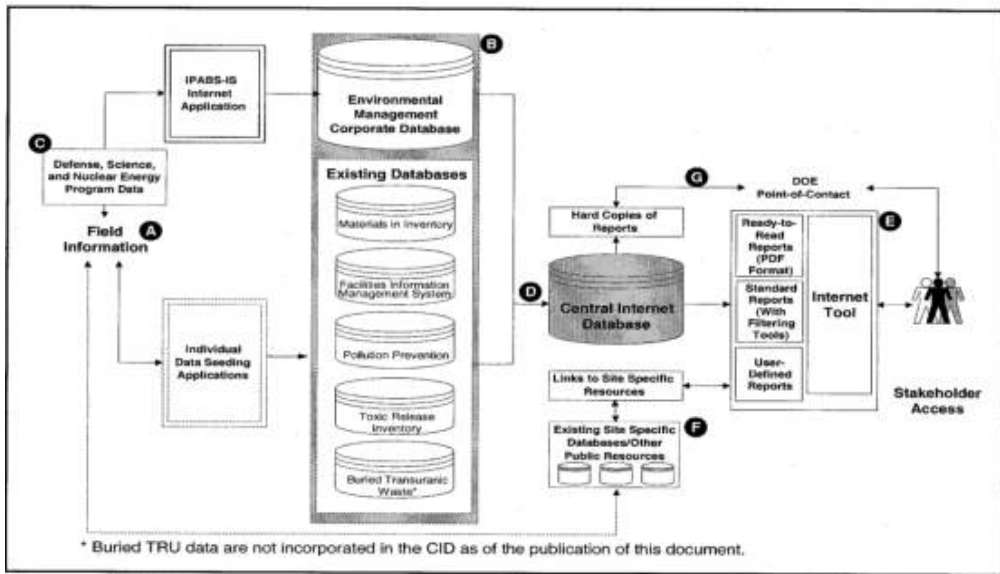


Fig 16. CID 시스템의 구성 및 정보 입출력 경로

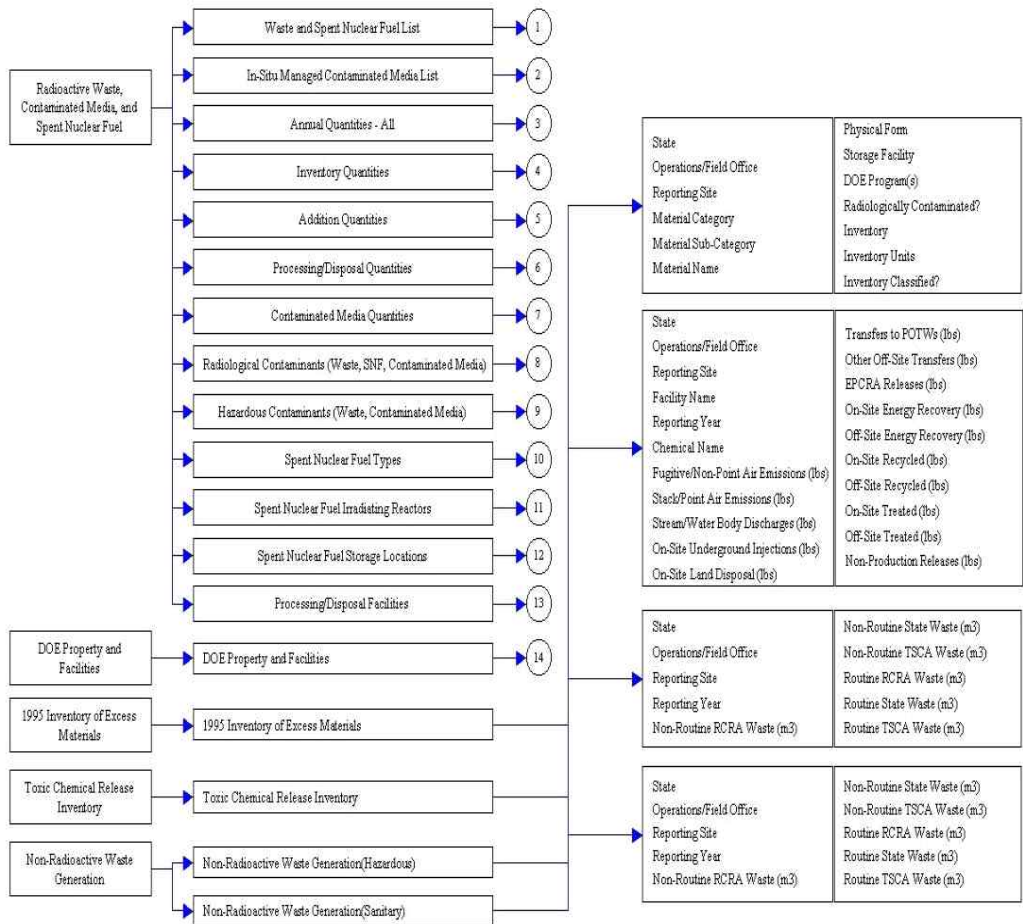


Fig 17. CID 시스템의 출력옵션 (1/2)

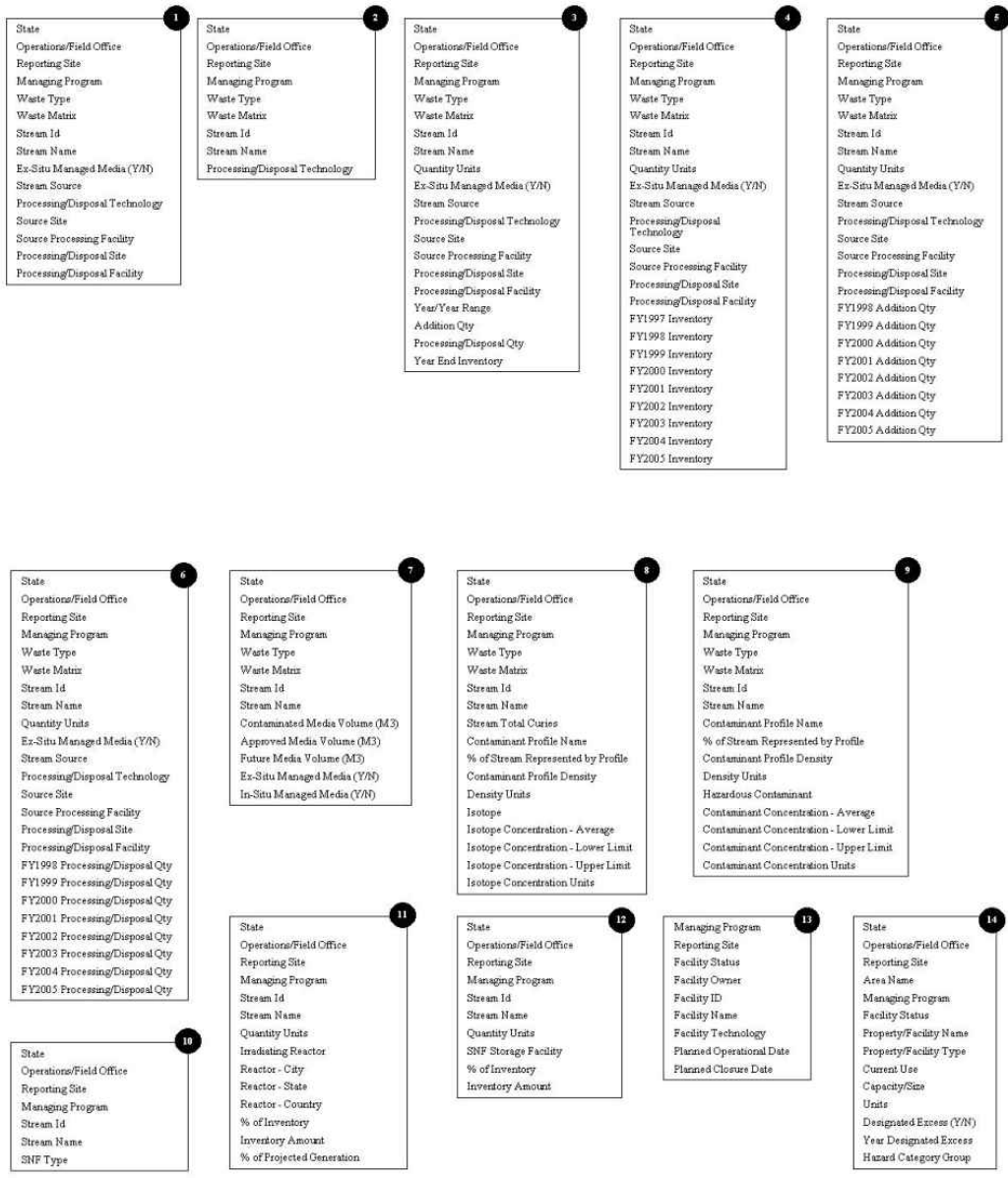


Fig 18. CID 시스템의 출력옵션(2/2)

제2절 캐나다

1. WIP-III(Waste Inventory Program-III)

캐나다 ACEL(Atomic Energy of Canada Limited)의 폐기물 저장시설에서 폐기물 재고량(Inventory)데이터 관리와 보고서 작성을 위해 구축되었다. WIP-III은 1997년 폐기물 관리에 따른 다양한 일별 데이터를 포함하며 통합된 재고량 관리 시스템으로 향상되었다. 향상된 폐기물관리 계획, 시설도면과 처리공정별 폐기물 흐름도 제공, Waste block이라는 처리공정에서 각 부분공정의 특성 평가 등이 향상되었다[1].

가. 기능

수요자에 대한 폐기물 재고량 보고서 공급 기능, 폐기물데이터의 추적 기능, 데이터 관리를 통한 검사와 조치의 통합 기능, 공정별 데이터의 저장과 보고서 출력 기능, 처분 관련 수행평가에 의한 물질의 양적비교를 통한 자동 분류기능 등이 있다.

나. 데이터 범위

폐기물 발생정보, 시설정보, 폐기물종류, 용기 정보, 폐기물 특성 정보 등

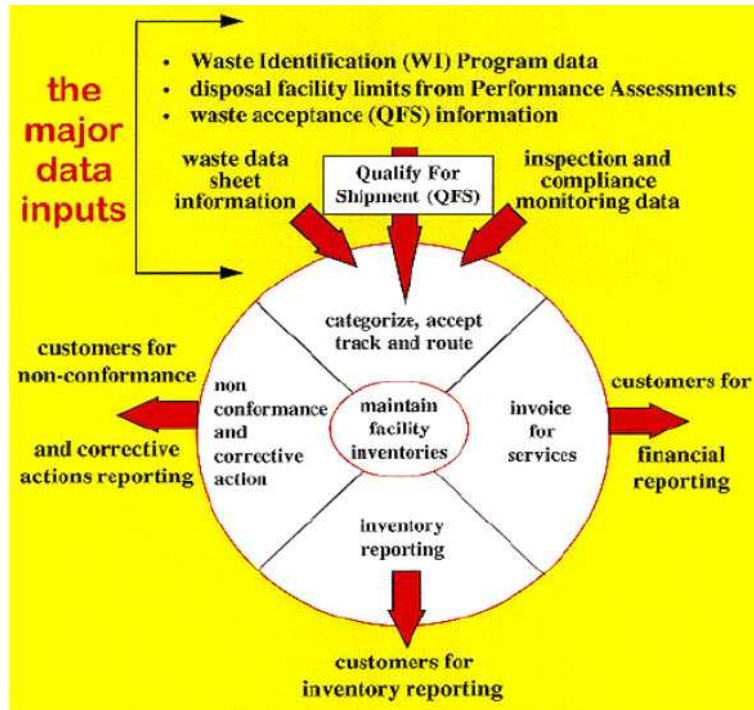


Fig 19. WIP-III 시스템 폐기물 관리 기능

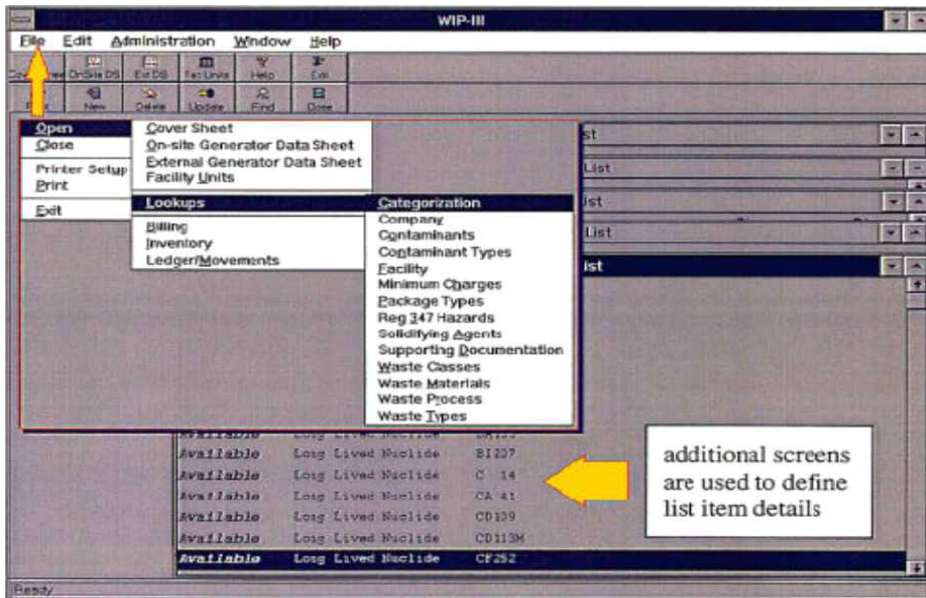


Fig 20. WIP-III 시스템 화면

제3절 영국

1. BRIMS(British Radwaste Information Management System)

BRIMS는 모든 종류(HLW, ILW, LLW)의 방사성폐기물 데이터와 기록에 대한 다양성을 관리하기 위한 통합정보 시스템으로 구축되었다. 이러한 폐기물관리 도구는 영국의 원자력산업에 있어서 다양한 폐기물의 발생, 격리, 처리, 이송과 운반, 감용처리, 임시저장과 영구처분과 주요 유해물질에 대한 검증 가능한 방호 방법 등을 제공하였다.

BRIMS로부터 기록된 데이터는 재고량(Inventory) 준비, 폐기물 특성분석, 폐기물 이동 추적, 선량평가, 안정성 향상, 환경보호 등의 다양한 활동에 이용할 수 있다. 안정된 방사성 폐기물 물질의 관리, 영구처분 현안, 임시저장 시설 등의 정보 제공은 BRIMS의 중요한 구축 목적이다[1].

가. 기능

BRIMS는 세 가지의 모듈, 즉 재고량관리 모듈, 폐기물관리 모듈, 폐기물 패키지 모듈로 구성되어 데이터 제공과 문서제공 등의 기능과 폐기물 특성분석, 폐기물 이동 추적, 선량 평가 등을 제공한다.

나 . 데이터 범위

폐기물 흐름에 대한 데이터, 시설정보, 폐기물 패키지 정보, 폐기물종류, 물질 특성 정보 등이 있다.

Accumulation History Report

Report printed by: NJG Date and Time of Report: 15-Apr-1998 13:55 Page 1 of 1

Accumulation History Report

Data Set	Operator	Site	Building	Facility
test	Scottish Nuclear	Torness	Solid Active Waste Building	TEST
Date of Transfer	Waste Stream	Volume Transferred (m3)	Volume of Waste Stream Accumulated (m3)	Total Volume of All Waste Streams (m3)
10-Jan-1990	4C01	10	10	10
11-Jan-1990	4C02	15	15	25
12-Jan-1990	4C03	30	30	55
13-Jan-1990	4C01	-5	5	60
14-Jan-1990	4C02	20	35	95
15-Jan-1990	4C03	-10	20	115
16-Jan-1990	4C01	-5	0	115

Print Close

Fig 21. BRIMS 시스템 발생 데이터 문서화를 통한 추적 기능

Total Activity Report

Report printed by: NJG Date and Time of Report: 03-Apr-1998 16:21 Page 1 of 5

Total Activity Report for Stock

Waste Stream	5C02		5C08		5C30		Total Activity [TBq]
	Pre Stock	Activity [TBq]	Pre Stock	Activity [TBq]	Pre Stock	Activity [TBq]	
H3		2.00E-01		5.60E-03		1.44E+00	5.60E+03
BE10		0.00E+00				1.80E-04	1.80E-04
C14				5.50E-01		4.80E-02	5.50E+01
CL36				4.60E-01		1.32E-03	4.61E-01
CA45				1.00E-07		3.90E-07	4.90E-07
MN54				1.00E-06		4.20E-01	4.20E-01
FE55				1.90E-02		1.41E+02	1.41E+02
CO60		5.50E-02		5.00E+00		5.91E+02	5.96E+02
NI59						1.11E+01	1.11E+01
NI63				7.70E-01		5.40E+00	6.17E+00
ZN65				4.30E-04		3.60E+00	3.60E+00
SE79						3.30E-07	3.30E-07

Activity for Stock
 Activity for Arisings

Print Close

Fig 22. 방사성 폐기물 핵종재고량 데이터 제공 기능

제4절 독일

1. ReVK(Restoff-Verfolgung und-Kontrolle)

ReVK 시스템은 EWN GbmH(Greifswald 및 Rheinsberg 발전소 운영기관)를 대신하여 IS Tec(안전기술연구소)에서 개발한 시스템이다. ReVK는 크게 두 가지 목적을 달성하기 위하여 구축되었다. 첫째, 발전소에서 발생한 폐기물을 기록하고 추적하기 위하여, 둘째, 원자력 발전소의 해체로 인해 발생하는 방사성 폐기물에 대한 데이터를 기록 및 추적 관리하기 위해서 구축되었다[3].

가. 기능

ReVK는 폐기물 제거 및 처분의 추적뿐만 아니라 폐기물 패키지 정보, 폐기물 종류, 저장시설의 현황, 해체 시 발생 폐기물, 운송 및 운반 현황 등 모든 정보를 시스템 및 Web Site에 제공한다. 폐기물 패키지 운송 운반 현황을 추적하기 위해서는 Bar code 및 QR code기술을 사용하여 패키지의 정확하고 고유한 식별을 등록하여 추적을 한다. 또한 저장시설 현황에서 폐기물의 저장 위치뿐만 아니라 드럼 수 정보를 실시간으로 확인할 수 있으며, 폐기물 종류에 따라 앞으로 저장될 드럼의 수를 예측할 수 있다.

나 . 데이터 범위

해체 폐기물 흐름(발생/처리/처분)에 대한 데이터, 시설정보, 폐기물 패키지 정보, 폐기물종류, 물질특성 정보, 보고서출력 등이 있다.

Begleitkarte von: C:\REVK45\DATEN\RE_ORADB

Data input | List

Origin: Raum des Ölsystems HUP 1,3,5
 Description: Austenit-Rohr
 Gross mass: W: 370.50 E: 0.00 [kg] Pack. type: GB01
 Net mass [kg]: 320.50 Cost number: [] Main-Dep.: []
 No. of the FRMC: F005 02
 F005.02.
 Part of dismantling: 97_002

Geometry: Length [mm]: 0 Wicht: 0 Height: 0 Biggest diameter: 0 Number: 0

Material type / class: AUS03 Nuclide vector: C01
 Planned treatments: 1. FA1 2. [] 3. []
 Predecessor: Select / Look Number: 0
 Hazardous substances: yes
 Time of origin: 01.07.1998 Disposal goal: A1
 Open package: yes
 Sampling-no.: []
 Remarks: []

Campaign: Conditioning camp. [] Storage camp. P01.08

Ident.-no.	Package ident.	ID RPO	Status	Block	Room	Location	EWN
EA030A/1KGR0039969	KGR0039969			A	A002/1	H6a	EWN

Fig 23. ReVc 시스템

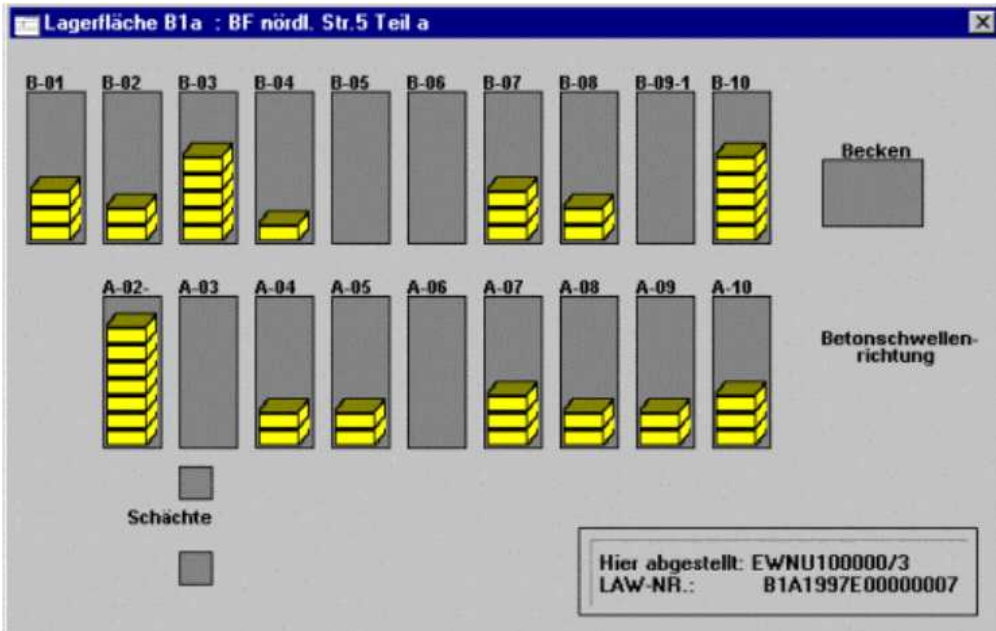


Fig 24. ReVc 시스템 저장소 관리 기능


EWN GmbH KKW Greifswald	LAUFKARTE FÜR GEBINDE (inhaltliche Darstellung)				
	ID-Nr.: AE320//KGR0000001				
Herkunft:	Zentrale E-Schaltwarte (ZEW)				
Beschreibung des Reststoffes:	Betriebsabfall				
Bruttomasse [kg]:	G: 200,00	S: 0,00	Nettomasse [kg]:	150,00 Anzahl [Stk.]: 0	
Größe / Geometrie [mm]:	200	250	20	0	
	Länge	Breite	Höhe	Größter Durchmesser	
Materialart:	BET	Materialklasse: 01	Kurzbezeichnung:	A01	
Entsorgungszweig:	B2		Verpackung:	FS01	
Behandlungsweg:	ZLZ		Vorgänger:	0	
Gefahrstoffe:	nicht: <input checked="" type="checkbox"/> ja: <input type="checkbox"/>				
Bemerkungen:					
Datum der Gebindeentstehung:	01.01.1996	Probennummer:	B-0001		
BARCODE:			Demontagearbeiten	Strahlenschutz	
			Name:		
			Datum:		
			Unterschrift:		
Dosisleistung:	mittl. 0,1 m [mSv/h]: 3,030E+02M	max. 0,1 m [mSv/h]: 2,500E+01M	Protokoll Nr.:	B-9999-0000	
	mittl. 1 m [mSv/h]:	max. 1 m [mSv/h]:	Datum:		
Kontamination:	Beta/Gamma [Eq/m ²]: 1,212E+03M	Alpha [Eq/m ²]: 1,212E+02M	Protokoll Nr.:	B-9999-0001	
	[Eq/g]: 1,212E+03M	Datum:	02.03.1996		
spezifische Aktivität:	Nachweis: B-9999-0001	< 100 Bq/g:	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Signum: BEE	
Schleusort:	BMH				
Standort:	A95	Lagerposition:	B10-20	Container Nr.:	
Datum:	01.03.1996	Nachweis:	B-0999-2001	vorgesehene Behandlung:	ZLB
ausgeführte Behandlung:	ZLZ	Ergebnis:	A1	vorgesehene Behandlung:	
ausgeführte Behandlung:		Ergebnis:			
ausgeführte Behandlung:		Ergebnis:			
Freigabe:	Frei	Datum:	02.02.1996	Nachweis:	B-01111-1000
Entsorgungsvermerk:	Es01	Datum:	02.03.1996	Nachweis:	

Fig 25. RevK 패키지 보고서 출력 기능

제5절 국외 Waste Tracking System 특징분석

Table 4. 국외 Waste Tracking System 특징분석

System Name	국가	기능	데이터범위	특징
NMSS	미국	<ul style="list-style-type: none"> • Inventory 관리 • 물질수지 관리 • 물질흐름 추적 • 데이터트랜잭션 • 보고서 출력(Web) 	<ul style="list-style-type: none"> • 이력 정보 • 이송/운반 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 	IAEA와 협력하며 현재까지 사용 중인 시스템
WWIS	미국	<ul style="list-style-type: none"> • Inventory 관리 • 폐기물정보 입출력 • 데이터전송 기능 • 보고서 출력 • 폐기물 등급 부여 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물이력 정보 • 핵종 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 • 용기 정보 • 시설 정보 	TRU폐기물에 대한 전반적인 관리 및 NMSS 시스템과 연동하여 사용 중인 시스템
IWTS	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 폐기물 정보 입/출력 • Inventory 관리 • Bar code 시스템 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물이력 정보 • 포장 정보 • 용기 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 	중·저준위폐기물 저장 및 처분시설에서 바코드 판독기가 장착된 무선 휴대정보 입/출력하는 장치
CID	미국	<ul style="list-style-type: none"> • DOE의 Database 들의 정보 통합 • Web 기반 서비스 • 보고서 출력 	<ul style="list-style-type: none"> • DOE산하 핵물질 정보 및 기획, 예산 관리 등의 모든 활동에 대한 정보 제공 	DOE산하 모든 Database를 투명성 있게 Web상에 제공
WIP-III	캐나다	<ul style="list-style-type: none"> • Inventory 관리 • 폐기물 추적 기능 • 처리공정별 정보 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물이력 정보 • 이송/운반 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 	폐기물 처리 공정별 데이터를 측정/입력/관리

		<ul style="list-style-type: none"> • 보고서 출력(Web) 	<ul style="list-style-type: none"> • 시설 정보 	
BRIMS	영국	<ul style="list-style-type: none"> • Inventory 관리 • 폐기물 정보 입출력 • 데이터전송 기능 • 보고서 출력 • 폐기물 등급 부여 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물 이력 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 • 용기정보 • 시설정보 	HLW, ILW, LLW, TRU 등 모든 등급의 폐기물에 대한 전반적인 데이터를 관리
ReVK	독일	<ul style="list-style-type: none"> • 해체 폐기물 정보 입/출력 • Inventory 관리 • Bar code 및 QR code 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물 이력 정보 • 핵종 정보 • 물리/화학적 정보 • 방사선학적 정보 • 시설 정보 	해체폐기물의 발생/처/처분에 대한 이력 정보 및 Bar code, QR code를 통한 신속하고 정확한 정보 제공

제4장 국내 방사성폐기물 분류기준 분석

제1절 한빛원자력발전소 중 한빛 Site의 폐기물 분류기준

KHNP 중 한빛발전소에서는 폐기물의 물리적 특성, 밀도, 발생량, 처분제한 대상물질 등을 고려하여 분류하고 있다. 발생한 방사성폐기물은 가연성, 비가연성으로 대분류한 후 처분요건에 적합하게 처리할 수 있도록 종류별로 분류한다.

Table 5. 한빛원자력발전소 방사성 폐기물 분류 기준

카테고리	대분류	대상
가연성	면류	작업복, 장갑 양말 등
	종이류	제염지, 기타 종이류 등
	비닐류	테이프, 비닐 등
	플라스틱류	PVC, 병 등
	목재	작업발판, 포장용 목재류 등
	기타 가연성	고무, 백, 나일론, 기타 가연성
비가연성	철제류	금속판, 배관, 그레이팅, 전선, 스프레이 캔, H-beam, S/S 등
	알루미늄	알루미늄, 포일, 기타
	활성탄	HAVC 내장품 등
	HVAC 폐필터	HVAC Pre-필터, HEPA-필터 등
	기타 비가연성	슬러지, 석면, 석고, 유리, 기타

제2절 한국원자력연구원(KAERI)

KAERI에서 운영폐기물로 분류된 방사성폐기물은 하나로의 운전, 방사성동위원소의 생산, 조사재시험시설, 조사후연료시험시설 및 방사성폐기물처리시설의 운영과 기타 연구실에서 발생이 된다. 연구원에서 발생하는 해당 폐기물은 원규2-14.24의 방사성폐기물관리규정에 의거 표면 선량률에 따라 통상 0.2 R/hr 미만을 저준위, 0.2~2 R/hr 미만을 중준위, 2 R/hr 이상을 고방사성폐기물로 분류하며 내용물에 따라 가연성, 비가연성, 유기폐액, 무기폐액으로 분류한다[4].

Table 6. 방사능농도 및 표면선량률 별 폐기물 분류기준

준위	구분	액체폐기물 방사능농도 A(kBq/ml)	고체폐기물 표면선량률 D(mSv/h)			
극저준위	VL	$A < 1.85 \times 10^{-4}$	-			
저준위	LL	$1.85 \times 10^{-4} \leq A < 3.7$	D < 2			
중준위	ML	$3.7 \leq A < 3.7 \times 10^2$	2 ≤ D < 20			
고방사선 알파	HL α	$3.7 \times 10^2 \leq A$ -	20 ≤ D, 열발생율 < 2 kW/m ³ α-Activity (kBq/m ³)			
종류	0	유기폐액	C	가연압축성	SR	폐수지
	A	무기폐액	IC	비가연압축성	SF	폐필터
			NC	비압축성	L	세탁폐기물

Table 7. KAERI 방사성폐기물 분류기준

대분류	중분류	소분류
가연성	비닐류	비닐, 타이백 방호복, 덧신, 호스 편사, 일회용 가운, 비닐장판, 호스 비닐, 마스크, 비닐장갑, 비닐통, 비닐판, 스폰지
	면류	면장갑, 작업복, 옷, 탈지면, 증발천, 면마스크, 섬유, 거즈, 면가운, 형겅, 걸레, 붕대
	플라스틱류	플라스틱, PE통, 아크릴, PVC관, 플라스틱통, 스티로폼, PE통압축, 플라스틱병, 플라스틱vial, PVC병, PET병, PVC통, 아크릴통, 플라스틱관, PE통 파쇄
	활성탄	활성탄

	고무류	고무, 라텍스, 고무호스, 고무장갑, 수술장갑, 고무신, 신발, 방호화
	신발류	안전작업화
	목재류	목재
	종이류	휴지, 종이, 제염지, 종이필터
비가연 성	콘크리트류	콘크리트, 시멘트
	유리류	유리, 유리병, 유리vial, 전구, 유리섬유, 시험관, 비커
	석면류	단열재, 석면
	석고류	석고
	필터류	공기정화필터, 액체정화필터, charcoal필터, glass필터
	철재류	철재, 밴드, 튜브, 금속, 철재와이어, 호일, 철사, 합금, 판넬, 철재조각, 압축die, 작업대, 철재판, 톱날, 알루미늄, 트레이
	우라늄	metal, 감손우라늄, 칩
	토기류	흑연, 벽돌, 알루미나, 탄소도가니, 베크라이트, 아스타일, 세라믹, 그라인드
	페드럼	페드럼 압출200L, 페드럼 압축 220L, 페드럼뚜껑, 페드럼, 페드럼뚜껑 220L
	차폐납	납벽돌, 납, 납판
	기타금속류	전선
	수지	수지
	도양	도양
슬러지	슬러지	
유기폐액	유기폐액	알콜, 연삭폐기액, 경유, 아세톤, oil, 세척액, 재생액
무기폐액	무기폐액	무기폐액

제3절 한전원자력연료(KNFC)

KNFC는 원자력발전소에서 사용되는 핵연료 제조를 수행하고 있으며, 핵연료 제조 공정에서 방사성폐기물이 발생되며 주요 방사성폐기물은 방사선관리구역 내 제조 공정에서 작업자들이 방호를 위해 착용하는 방호복, 장갑 및 마스크, 장비개선과정에서 발생하는 금속물 등이다. KNFC 방사성폐기물 분류 기준은 Table 8과 같다.

Table 8. KNFC 방사성폐기물 분류기준

구분	내용물
잡고체	장갑, 마스크, 제염휴지 등
합성물	플라스틱류, 고무류, 전선 피복류 등
금속물	배관류, 덕트류, Vessel류 등
석회침전물	액체폐기물 처리시 발생하는 슬러지 형태 석회 침전물
콘크리트류	소결로 내화벽돌, 콘크리트 부스러기 등
목재류	목재, 합판 및 장비 포장재 등
유리류	시약병, 형광등 및 각종 전구류 등
불화나트륨	폐액처리 후 발생 부산폐기물

제4절 통합적 관리를 위한 방사성폐기물 분류기준 설립

앞서 방사성폐기물 발생 기관인 KHNP, KAERI, KNFC의 현재 방사성폐기물 분류기준을 조사해왔다. 각 기관별로 다른 방사성폐기물 분류기준을 갖고 있는 것으로 나타났었다. 국내 통합적 Waste Tracking System의 Database 입력 및 현장 적용성을 위해 각 기관 별로 발생하는 방사성폐기물 Waste Stream을 하나로 통합하였다. 분류기준을 크게 대분류, 중분류, 소분류로 나눈 다음 처리방법에 따라 분류기준을 재통합하였다.

Table 9. 통합적 방사성폐기물 재분류

대분류	중분류	소분류
가연성 (압축성)	비닐류	비닐, 테이프, 타이백 방호복, 덧신, 호스 편사, 일회용 가운, 비닐장판, 호스 비닐, 마스크, 비닐장갑, 비닐통, 비닐판, 스폰지,
	면류	면장갑, 작업복, 옷, 탈지면, 증발천, 면마스크, 섬유, 거즈, 면가운, 형겔, 걸레, 붕대, 양말
	플라스틱류	플라스틱, PET통, 아크릴, PVC관, 플라스틱통, 스티로폼, PET통압축, 플라스틱병, 플라스틱vial, PVC병, PET병, PVC통, 아크릴통, 플라스틱관, PET통 파쇄
	활성탄	활성탄
	고무류	고무, 라텍스, 고무호스, 고무장갑, 수술장갑, 고무신, 신발, 방호화
	신발류	안전작업화
	목재류	목재, 작업발판, 포장용 목재류 등
	종이류	휴지, 종이, 제염지, 종이필터, 기타 종이류
	기타가연성	백, 나일론, 기타 가연성
비가연성 (비압축성)	콘크리트류	콘크리트, 시멘트, 소결로 내화벽돌, 콘크리트 부스러기 등
	유리류	유리, 유리병, 유리vial, 전구, 유리섬유, 심형관, 비커, 시약병, 형광등 및 각종 전구류 등
	석면류	단열재, 석면

	석고류	석고
	필터류	공기정화필터, 애체정화필터, charcoal필터, glass필터
	철재류	철재, 밴드, 튜브, 금속, 철재와이어, 호일, 철사, 합금, 판넬, 철재조각, 압축die, 작업대, 철재판, 톱날, 트레이, 금속판, 배관, 그레이팅, 전선, 스프레이 캔, H-beam, S/S 등
	우라늄	metal, 감속우라늄, 칩
	토기류	흑연, 벽돌, 알루미늄, 탄소도가니, 베크라이트, 아스타일, 세라믹, 그라인드
	페드럼	페드럼 압축200L, 페드럼 압축220L, 페드럼뚜껑, 페드럼, 페드럼뚜껑 220L
	차폐납	납벽돌, 납, 납판
	기타금속류	전선, 배관류, 덕트류, Vessel류
	수지	수지
	토양	토양
	슬러지	슬러지
	HAVC페필터	HVAC Pre-필터
	활성탄	HAVC 내장품
	알루미늄	알루미늄, 포일
	기타비가연성	기타 비가연성
	석회침전물	액체폐기물 처리 시 발생하는 슬러지 형태 석회침전물
	불화나트륨	폐액처리 후 발생 되는 부산폐기물
유기폐액	무기폐액	무기폐액
무기폐액	무기폐액	알콜, 연삭폐기액, 경유, 아세톤, oil, 세척액, 재생액

제5장 WTS 시나리오 작성

제1절 시나리오 분류기준의 적용

Table 10. 원자력발전소 Code

발전소			
발전소 명	부지 Code	호기	호기 별 Code
한빛원자력	Y	한빛 1호기	Y1
		한빛 2호기	Y2
		한빛 3호기	Y3
		한빛 4호기	Y4
		한빛 5호기	Y5
		한빛 6호기	Y6
한울원자력	U	한울 1호기	U1
		한울 2호기	U2
		한울 3호기	U3
		한울 4호기	U4
		한울 5호기	U5
		한울 6호기	U6
		신한울 1호기	NU1
		신한울 2호기	NU2
월성원자력	W	월성 1호기	W1
		월성 2호기	W2
		월성 3호기	W3
		월성 4호기	W4
		신월성 1호기	NW1
		신월성 2호기	NW2
새울원자력	S	신고리 3호기	NS3
		신고리 4호기	NS4
		신고리 5호기	NS5
		신고리 6호기	NS6
고리원자력	K	고리 1호기	K1
		고리 2호기	K2

		고리 3호기	K3
		고리 4호기	K4
		신고리 1호기	NK1
		신고리 2호기	NK2

발전소는 제8차 전력수급 기본계획에 따라 원전 30기 대상으로 Code를 부여하였다. 한빛은 Y, 한울은 U, 월성은 W, 새울은 S, 고리는 K로 부여하였다. 신한울, 신월성, 신고리 같은 경우는 앞에 New의 약자인 N을 적용하여 차별성을 두었다.

Table 11. 한국원자력연구원 Code

한국원자력연구원 (KAERI)		
저장시설 명	KAERI Code	저장시설 별 Code
제 1 방사성폐기물 저장시설	AR	AR1
제 2 방사성폐기물 저장시설		AR2
제 1 방사성폐기물 저장시설 부속시설		AR3

현재 KAERI는 제 1 방사성폐기물 저장시설, 제 2 방사성폐기물 저장시설, 제 1 방사성폐기물 저장시설 부속시설에 폐기물이 저장 되어 있다[4]. KAERI의 Code는 AR로 부여하였다.

Table 12. 한전원자력연료 Code

한전원자력연료 (KNFC)		
저장시설 명	KNFC Code	저장시설 별 Code
제 1 방사성 폐기물 저장시설	NF	NF1
제 2 방사성 폐기물 저장시설		NF2
ECO폐기물 저장시설		NF3

KNFC는 제 1 방사성폐기물 저장시설, 제 2 방사성폐기물 저장시설, ECO 방사성폐기물 저장시설에 폐기물이 저장 되어 있으며, KNFC의 Code는 NF로 부여하였다.

Table 13. 기타(RI 폐기물) Code

기타 (RI 폐기물)	
기타 명	RI Code
RI 폐기물	RI

Table 14. 폐기물 분류 Code

폐기물 분류				
대분류	대분류 Code	중분류	중분류 Code	종합적인 Code
가연성	CO	비닐류	01	C001
		면류	02	C002
		플라스틱류	03	C003
		활성탄	04	C004
		고무류	05	C005
		신발류	06	C006
		목재류	07	C007
		종이류	08	C008
		기타가연성	09	C009
비가연성	NC	콘크리트류	01	NC01
		유리류	02	NC02
		석면류	03	NC03
		석고류	04	NC04

		필터류	05	NC05
		철재류	06	NC06
		우라늄	07	NC07
		토기류	08	NC08
		페드럼	09	NC09
		차폐납	10	NC10
		기타금속류	11	NC11
		수지	12	NC12
		토양	13	NC13
		슬러지	14	NC14
		HAVC 폐필터	15	NC15
		활성탄	16	NC16
		알루미늄	17	NC17
		기타비가연성	18	NC18
		석회침전물	19	NC19
		불화나트륨	20	NC20
유기폐액	OL	유기폐액	01	OL01
무기폐액	IL	무기폐액	01	IL01

앞서 KHNP(한빛), KAERI, KNFC에서 발생한 방사성폐기물 분류를 하나로 통합하였다. 가연성 폐기물은 Combustible를 줄여 C0, 비가연성은 Non-Combustible 줄여 NC, 유기 폐액은 Organic Waste Liquid를 줄여 OL, 무기폐액은 Inorganic Waste Liquid를 줄여 IL로 부여하였으며, 중분류는 01부터 순서대로 Code를 부여하였다.

Table 15. 방사성폐기물처리건물 (RWB, Radioactive Waste Building) Code

방사성폐기물처리건물 (RWB, Radioactive Waste Building)	
명칭	Code
방사성폐기물처리건물 (RWB, Radioactive Waste Building)	RWB

방사성폐기물처리건물 (RWB, Radioactive Waste Building)은 원자력 발전소에서 발생하는 방사성폐기물을 모아 처리하는 시설로써, 2개호기 당 중간시설에 위치에 있다 [5]. 이 시설에서는 방사성폐기물 분류하여 200L 드럼에 넣고 압축시킨 후 밀봉하는 작업을 한다[6]. Code는 RWB로 부여하였다.

Table 16. 제 2저장고 (Secondary Storage) Code

제 2저장고 (Secondary Storage)	
명칭	Code
제 2저장고 (Secondary Storage)	SS

RWB내에서 포장된 드럼이 저장되는 곳이며, 이 시설에서는 내용물 검사 및 재포장이 이루어진다[6]. 제 2저장고는 Secondary Storage의 줄여 SS로 부여하였다.

Table 17. 전처리 (Processing) Code

전처리 (Processing)			
명칭	Code	과정	과정 Code
전처리	P	수집 (Collection)	C
		분리 (Segregation)	SG
		화학적 조정 (Chemical Adjustment)	CA
		제염 (Decontamination)	D

RWB내에서 이루어지는 전처리 과정으로써, Processing의 줄여 P로 부여하였다. 전처리 과정 중에 발생하는 과정들은 수집, 분리, 화학적 조정, 제염이 있으며, 이들의 Code는 C, SGs, CA, D로 부여하였다.

Table 18. 처리 (Treatment) Code

처리 (Treatment)			
명칭	Code	과정	과정 Code
처리	T	부피감량 (Volume Reduction)	VR
		방사능 제거 (Activity removal)	Ar
		구성의 변화 (Change of Composition)	CC

RWB내에서 이루어지는 처리 과정으로써, Treatment의 줄여 T로 부여하였다. 처리 과정 중에 발생하는 과정들은 부피감량, 방사능 제거, 구성의 변화가 있으며, 이들의 Code는 VR, Ar, CC로 부여하였다.

Table 19. 컨디셔닝 (Conditioning) Code

컨디셔닝 (Conditioning)			
명칭	Code	과정	과정 Code
컨디셔닝	CD	고정화 (Immobilization)	IM
		포장 (Packaging)	PG
		덧포장 (Overpack)	OP

RWB내에서 이루어지는 처리 과정으로써, Conditioning의 줄여 C로 부여하였다. 컨디셔닝 과정 중에 발생하는 과정들은 고정화, 포장, 덧포장이 있으며, 이들의 Code는 IM, PG, OP로 부여하였다.

Table 20. 해상 운반 Code

해상 운반		
운반 방법	선박 명	Code
해상 운반	청정누리호	S09

해상운반에는 청정누리호가 있으며, Shipment의 S와 제작년도인 09를 합쳐 S09로 부여하였다.

Table 21. 육상 운반 Code

육상 운반				
운반 방법	육상 운반 Code	차량 명	차량 명 Code	Code
육상 전용 운반 트럭	L	1호차	01	L01
		2호차	02	L02
		3호차	03	L03
		4호차	04	L04
		5호차 (임시 대기 차량)	05	L05
발전소 내 전용 운반 트럭	PT	1호차	01	PT01
		2호차	02	PT02
		:	:	:
		:	:	:
		:	:	:

현재 방사성폐기물 운반 전용차량은 총5개가 있으며 이 중 4대가 상시 운행 중이며, 1대는 임시 대기 차량이다. 육상 전용운반 트럭은 Land의 L로 부여하였으며, 차량은 1호차 01 순서대로 05까지 부여하였다.

발전소 내에서는 발전소 전용 운반트럭을 사용하며, Plant Truck을 줄여 PT로 부여하였다. 차량은 개수가 파악이 안 되므로, 01부터 순서대로 부여하였다.

Table 22. 저장소 Code

저장소	
저장소 명	Code
건식캐스크	DC
임시저장소	TS

건식캐스크는 Dry storage Cask를 줄여 DC로 부여하였으며, 임시저장소는 Temporary Storage를 줄여 TS로 부여하였다.

Table 23. 물양장 Code

물양장			
명칭	물양장 Code	본부 별 물양장 명	Code
물양장	LW	한빛 물양장	YLW
		한울 물양장	ULW
		월성 물양장	WLW
		새울 물양장	SLW
		고리 물양장	KLW

각 원자력본부에는 청정누리호를 이용하여 폐기물 드럼을 운반하기 위하여 물양장이 있다[7]. 물양장은 Lighters Wharf를 줄여 LW로 부여하였다. 본부 별로 한빛은 YLW, 한울 ULW, 월성 WLW, 새울, SLW, 고리 KLW로 부여하였다.

Table 24. 인수기관 및 처분장 Code

인수기관 및 처분장			
인수기관 명	인수기관 Code	처분장 명칭	처분장 Code
KORAD	K	1단계 (동굴처분)	KD1
		2단계 (표층처분)	KD2
		3단계 (매립처분)	KD3
		4단계 (천층처분)	KD4

최종 처분 인수기관인 KORAD를 줄여 K로 하였으며, 추후 단계별 처분방식에 따라 1 단계 (동굴처분), 2단계 (표층처분), 3단계 (매립처분), 4단계 (천층처분)을 KD1, KD 2, KD3, KD4로 부여하였다[8].

Fig 26은 방사성폐기물 발생자들을 location적으로 정리해 놓은 그림이다.

원자력발전소						한국원자력연구원			한전원자력연료		
발전소 명	부지 Code	호기	호기 별 Code	방사성 폐기물 처리건물 Code	제 2 저장고 Code	KAERI Code	저장시설 명	저장시설 별 Code	KNFC Code	저장시설 명	저장시설 별 Code
한빛원자력	V	한빛 1호기	Y1	RWB	SS	AR	제 1 방사성 폐기물 저장 시설	ARI	NF	제 1 방사성 폐기물 저장시설	NF1
		한빛 2호기	Y2								
		한빛 3호기	Y3								
		한빛 4호기	Y4								
		한빛 5호기	Y5								
		한빛 6호기	Y6								
한울원자력	U	한울 1호기	U1	RWB	SS	AR	제 2 방사성 폐기물 저장 시설	AR2	NF	제 2 방사성 폐기물 저장시설	NF2
		한울 2호기	U2								
		한울 3호기	U3								
		한울 4호기	U4								
		한울 5호기	U5								
		한울 6호기	U6								
월성원자력	W	월성 1호기	W1	RWB	SS	AR	제 1 방사성 폐기물 저장 시설	AR1	NF	제 1 방사성 폐기물 저장시설	NF1
		월성 2호기	W2								
		월성 3호기	W3								
		월성 4호기	W4								
새울원자력	S	신고리 3호기	NS3	RWB	SS	AR	제 1 방사성 폐기물 저장 시설	AR1	NF	제 1 방사성 폐기물 저장시설	NF1
		신고리 4호기	NS4								
		신고리 5호기	NS5								
		신고리 6호기	NS6								
고리원자력	K	고리 1호기	K1	RWB	SS	AR	제 1 방사성 폐기물 저장 시설	AR1	NF	제 1 방사성 폐기물 저장시설	NF1
		고리 2호기	K2								
		고리 3호기	K3								
		고리 4호기	K4								
		신고리 1호기	NK1								
		신고리 2호기	NK2								

Fig 26. Location적인 발생자 Code 정리

제2절 폐기물 패키지 기본 정보

Table 25. 폐기물 패키지 기본 정보

No	Column ID	Column Name	Description
1	Package_id	패키지 id	폐기물 패키지의 식별을 위한 정보
2	Origin	발생원	폐기물의 발생원 혹은 발생장소 (고리, 월성 등 대분류)
3	Description	설명	폐기물 패키지의 기본적인 설명
4	Storage_id	현재 저장고 id	저장고 분류번호
5	Location	위치(저장)	패키지 저장위치
6	location_row	위치_행	패키지 저장위치의 행 번호
7	location_col	위치_열	패키지 저장위치의 열 번호
8	location_height	위치_높이	패키지 저장위치의 높이 번호
9	material_type	폐기물 종류	패키지 폐기물의 종류(금속, 액체, 콘크리트 등)
10	package_type	패키지 종류	패키지의 종류 (예: 드럼 종류)
11	gross_mass	총 무게	패키지의 총 무게
12	net_mass	폐기물 무게	패키지에 있는 폐기물의 무게
13	estimated_mass	추정치	무게측정 불가의 추정치일 경우 표시
14	creation_date	생성일	패키지 생성일
15	responsible_person	책임자	책임자
16	tare_mass	용기 중량	패키지 중량
17	length	길이	패키지의 길이
18	height	높이	패키지의 높이
19	compounds	혼합물	폐기물의 혼합물
20	container_type	컨테이너	패키지를 포함하는 컨테이너 종류
21	initial_mass	초기 무게	폐기물 초기 무게
22	max_diameter	최대 직경	패키지의 최대 직경
23	net_volume	폐기물 부피	폐기물의 부피
24	sf_id	척도인자 식별	척도인자 식별 id
25	b_treatment_id	패키지 생성 공정 번호	패키지 생성 공정 번호
26	a_treatment_id	패키지 처리 공정 번호	패키지 처리 공정 번호

27	next_location	예상되는 다음 처리공정 또는 처분	다음 처리 공정 번호
28	Additional process	추가 처리 공정	추가적으로 발생한 처리 공정

발생 기관에서 발생한 폐기물들은 모든 폐기물 내에 패키지 기본 정보가 입력되어 있다.

제3절 WTS 시나리오 작성을 위한 폐기물 이동경로 분석

1. 한빛원전에서 처분장 운반 시나리오

통합적인 폐기물 추적관리를 위한 WTS 시나리오 작성에 앞서 각 발전소 부지, 저장소, 호기, 연구소 등 폐기물 발생기관에 Code를 부여하였다. 이를 바탕으로 기존에 방사성 폐기물이 발생장소에서 처분장까지 이동되는 운반검사결과 보고서 분석을 통해 대표 이동경로를 선정하였다.

대표 폐기물 추적 시나리오 선정은 한빛 발전소에서 청정누리호를 통해 경주 처분장까지 이동되는 과정을 선정하였다.

폐기물 추적관리 시나리오 작성에 앞서 위치, 처리, 폐기물의 Streaming 별로 Code를 부여 하였으며, 또한 운반 사례를 적용하여 발생자에서 최종인수자까지의 최종 폐기물 추적관리 시나리오를 수립하였다.

2017년도 4분기 중·저준위 폐기물 운반검사결과 보고서로 한빛 원전에서 발생한 폐기물이 청정누리호를 통해 처분장으로 운반되는 바탕으로, 대표적인 시나리오를 수립하였다[9].

보고서에 따르면 한빛 원전에서 발생한 중·저준위폐기물의 이동경로는 다음과 같다. 한빛원전 임시저장고에서 한빛원전 물양장, 한빛원전 물양장에 청정누리호로 운반하여 월성원전 물양장, 월성원전 물양장에서 경주 환경관리센터까지의 이동경로가 Fig 27과 같이 작성되어 있다.

위 내용을 종합하여 한빛원전에서 처분장까지의 중·저준위 폐기물 시나리오를 수립한 계략도는 다음 Fig 28과 같다.

중·저준위 폐기물
운반 검사 결과서

상세 검사 결과서

2017년 4분기

한국원자력안전기술원
방사선·폐기물평가실

1. 목적
본 검사결과서는 원자력안전법 제75조 제1항 및 동법 시행령 제111조 제2항에서 규정하는 포장 또는 운반할 때마다 실시하는 검사(이하 '개별검사')에서 원자력안전법 제72조에서 규정하는 방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 기술기준 준수여부를 포함하여 확인한 사항들을 기록하여 유지하는데 적용한다.

2. 검사개요
가. 검사일시 : 2017.11.28.~12.1.
나. 검사장소 : 한빛원전
다. 운반책임자 : ○○○ 차장 (한국원자력환경공단)
라. 운반수단 : ■ 육상(트레일러) ■ 선박 □ 항공
○ 차량번호: ○○○○, ○○○○, ○○○○, ○○○○
○ 운전자(차량운반인 경우): ○○○, ○○○, ○○○, ○○○
○ 선박이름: 한진정경누리호
○ 선장: ○○○
○ 경로: 한빛원전 임시저장고 → 한빛원전 물양장 (육상운반)
한빛원전 물양장 → 월성원전 물양장 (해상운반)
월성원전 물양장 → 경주 환경관리센터 (육상운반)
마. 특수형방사성물질 및 운반용기의 확인

모델명	설계승인번호	비고
IP-2	해당 없음	-

Fig 27. 2017년 4분기 중·저준위폐기물 운반검사결과서 (발생자: 한빛원전)

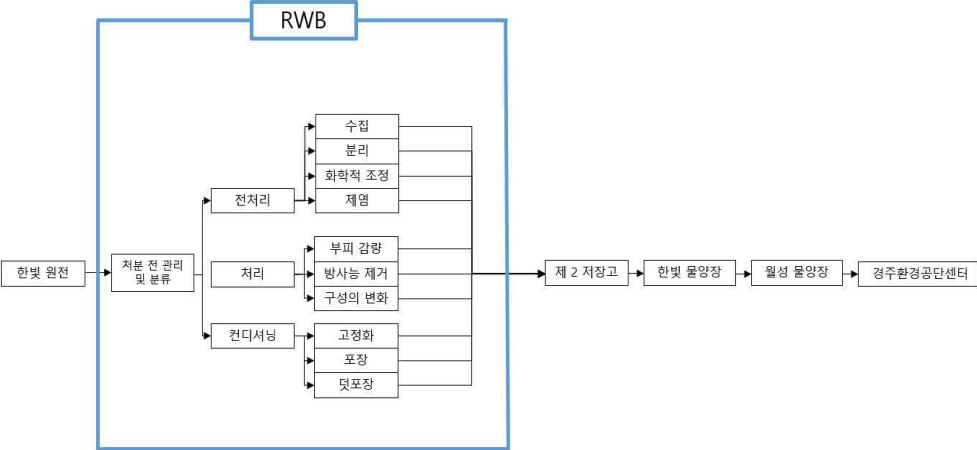



Fig 28. 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 시나리오

한빛원전에서 발생한 폐기물은 자체트럭을 통해 RWB로 이동하여, RWB 내에서 처분 전 관리 분류로부터 전처리, 처리, 컨디셔닝 과정 등을 거쳐 200L 드럼에 포장되어 진다. 예를 들어, 한빛1호기에서 발생한 폐기물이 RWB로 이동을 하게 되면 Y1RWB라는 코드가 생성되어진다. 그리고 RWB내에서 폐기물을 분류하여 가연성폐기물 중 면류를 200L 드럼에 처리를 하고 나면 생기는 RWB 내에서 발생하는 최종코드가 Y1RWBC002이다. 이 코드 안에는 Table 25와 같이 모든 폐기물 패키지 기본 정보가 입력되어 있다. Fig 29는 코드 안에 모든 폐기물 패키지 기본 정보 입력 예시이다.

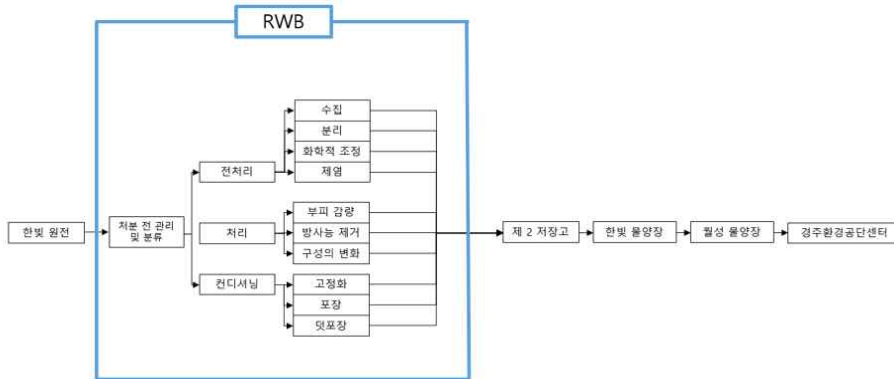


- Package_id : Y1RWBC002

- Origin : 한빛1호기
- Description : 한빛 1호기 발생폐기물 수거 당시 착용 작업복
- Storage_id : RWB
- Location_row : 6 행
- Location_col : 9 열
- Location_height : 3
- Material_type : 가연성폐기물 중 면류
- Package_type : 200L 철제드럼
- Gross_mass : 200 kg
- Net_mass : 100 kg
- Estimated_mass : 무게측정 불가의 추정치일 경우 표시
- Creation_data : 2019.11.07
- Responsible_person : 한빛 1발 폐기물 담당
- Tare_mass : 300 kg
- Length : 57 cm
- Height : 84.10 cm
- Compounds : x
- Initial_mass : 150 Kg
- Max_diameter : 57.20 cm
- Net_volume : 216,111.53 cm³
- Sf_id : 척도인자 식별id
- B_treatment_id : RWBT
- A_treatment_id : RWBTAr
- Next_location : SS
- Additional process : CDPG

Fig 29. RWB 내에 최종적으로 발생하는 코드 폐기물 패키지 정보 예시

RWB 내에서 처리가 완료된 폐기물은 200L 드럼으로 포장되어 청정누리호로 운반되기 전 제2저장고로 운반되어 임시보관을 하게 된다. 이후 육상전용 운반트럭으로 한빛 물양장으로 이동하여 청정누리호로 월성 물양장까지 운반되어진다. 그 후 육상전용 운반트럭으로 처분장으로 이동되어 처분하게 되어진다. 이를 폐기물 발생부터 최종 처분까지를 코드로 나열해보면 Y-PT-RWB방사성 폐기물 분류 코드-SS-L-HLW-S09-WLW-KD 코드가 생성되어 진다. 아래 Fig 30은 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 예상 시나리오 코드가, Fig 31은 더욱더 상세한 예시를 나타낸 것이다.



Y - PT - RWB방사성폐기물 분류코드 - SS - L - HLW - S09 - WLW - KD

Fig 30. 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 시나리오 코드

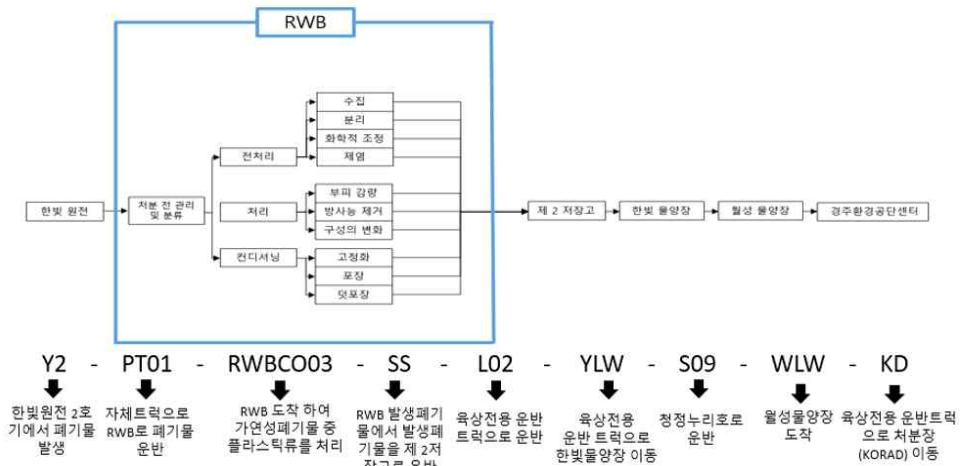


Fig 31. 한빛원전에서 처분장까지의 WTS 상세 시나리오 예시

2. KAERI에서 처분장 운반 시나리오

Fig 30은 중·저준위방사성폐기물 운반검사 결과서에 바탕으로, KAERI에서 경주 처분장까지 육상운반을 통해 운반 시나리오를 수립하였다. KAERI에서 발생한 폐기물은 분류 및 처리, 처분을 통해 제 1, 2 방사성폐기물저장시설과 제 1 방사성폐기물 저장시설 부속시설에 저장되어 진다. 이후 육상운반 전용 트럭을 이용하여, 처분장까지 운반되어 진다. Fig 31은 운반검사결과서 바탕으로 작성한 KAERI에서 처분장까지의 WTS 시나리오 이다[9].

<p>중 · 저 준 위 폐 기 물 운 반 검 사 결 과 서</p>	<p>상 세 검 사 결 과 서</p>														
<p>2017년 4분 기</p> <p>한국원자력안전기술원 방사선·폐기물평가실</p>	<p>1. 목적</p> <p>본 검사결과서는 원자력안전법 제75조 제1항 및 동법 시행령 제111조 제2항에서 규정하는 포장 또는 운반할 때마다 실시하는 검사(이하 '개별검사')에서 원자력안전법 제72조에서 규정하는 방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 기술기준 준수여부를 포함하여 확인한 사항들을 기록하여 유지하는데 적용한다.</p> <p>2. 검사개요</p> <p>가. 검사일시 : 2017.12.7.~12.29</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>점검일정</th> <th>점검내용</th> <th>점검장소</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.7(목) ~ 12.8(금)</td> <td>1차 운반검사 수행(200드럼)</td> <td rowspan="5">원자력연구원(대전)</td> </tr> <tr> <td>12.14(목) ~ 12.15(금)</td> <td>2차 운반검사 수행(200드럼)</td> </tr> <tr> <td>12.18(월) ~ 12.19(화)</td> <td>3차 운반검사 수행(200드럼)</td> </tr> <tr> <td>12.21(목) ~ 12.22(금)</td> <td>4차 운반검사 수행(200드럼)</td> </tr> <tr> <td>12.28(목) ~ 12.29(금)</td> <td>5차 운반검사 수행(200드럼)</td> </tr> </tbody> </table> <p>나. 검사장소 : 한국원자력연구원 폐기물처리시설</p> <p>다. 운반책임자 : ○○○ (한국원자력연구원)</p> <p>라. 운반수단 : <input checked="" type="checkbox"/> 육상(트레일러) <input type="checkbox"/> 선박 <input type="checkbox"/> 항공</p> <p>○ 차량번호 : ○○○○○, ○○○○○, ○○○○○, ○○○○○</p> <p>○ 운전자(차량운반인 경우) : ○○○, ○○○, ○○○, ○○○</p>	점검일정	점검내용	점검장소	12.7(목) ~ 12.8(금)	1차 운반검사 수행(200드럼)	원자력연구원(대전)	12.14(목) ~ 12.15(금)	2차 운반검사 수행(200드럼)	12.18(월) ~ 12.19(화)	3차 운반검사 수행(200드럼)	12.21(목) ~ 12.22(금)	4차 운반검사 수행(200드럼)	12.28(목) ~ 12.29(금)	5차 운반검사 수행(200드럼)
점검일정	점검내용	점검장소													
12.7(목) ~ 12.8(금)	1차 운반검사 수행(200드럼)	원자력연구원(대전)													
12.14(목) ~ 12.15(금)	2차 운반검사 수행(200드럼)														
12.18(월) ~ 12.19(화)	3차 운반검사 수행(200드럼)														
12.21(목) ~ 12.22(금)	4차 운반검사 수행(200드럼)														
12.28(목) ~ 12.29(금)	5차 운반검사 수행(200드럼)														

Fig 32. 2017년 4분기 중·저준위폐기물 운반검사결과서 (발생자: KAERI)

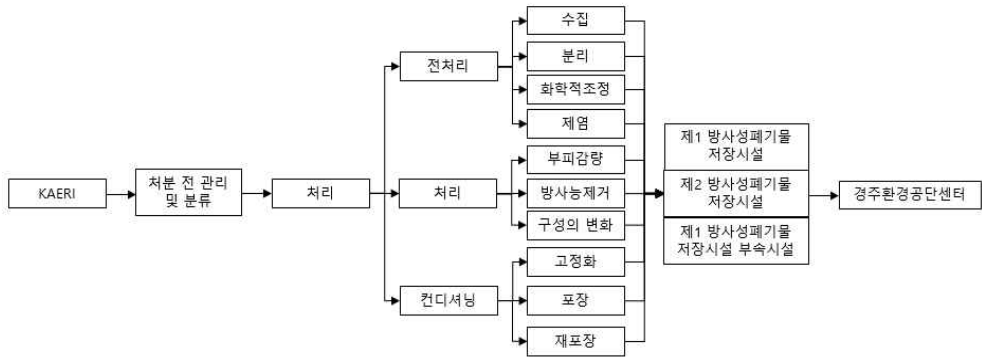
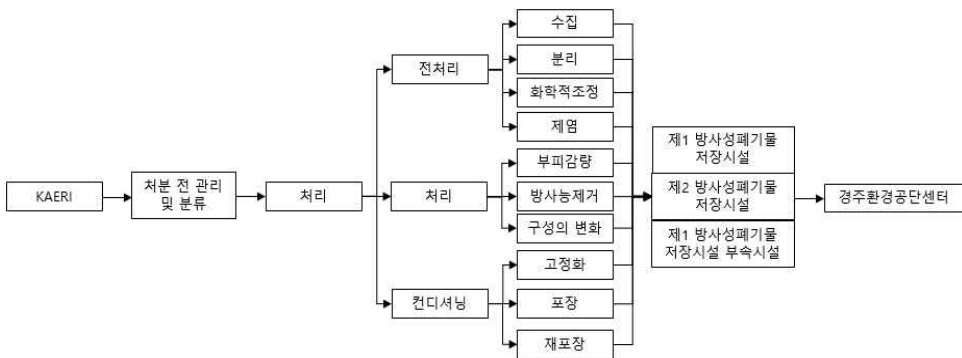


Fig 33. KAERI에서 처분장까지의 WTS 예상 시나리오

예시로 KAERI에서 발생된 유기폐액이 드럼에 처분되어 제 2 방사성폐기물 저장시설에 저장된다고 하면 AR-OL01-AR2라는 코드가 생성되어진다. 그 후 육상전용 운반트럭 3호차로 운반 하여 처분장까지 운반되어 진다면 L03-KD라는 코드가 생성되어 진다. 최종적으로 AR-OL01-AR2-L03-KD 코드가 생성되어 진다. Fig 32는 KAERI에서 처분장까지의 WTS 예상 시나리오 코드를 작성한 것이다.



AR - OL01 - AR2 - L03 - KD

Fig 34. KAERI에서 처분장까지의 WTS 예상시나리오 코드

제6장 결론 및 제안

본 논문에서는 운영중인 국내·외 WTS(Waste Tracking System) 현황을 조사하였다. 분석결과 국외 방사성폐기물 추적관리 시스템들은 미국을 제외하고, 통합적인 Waste Tracking System을 보유한 것으로 나타났다. 하지만, 미국은 DOE에서 모든 시스템을 관리하기 때문에 시스템끼리 연계하여 통합적으로 관리하고 있는 것으로 나타났다. 이는 원자력발전을 통해 폐기물이 발생하는 국가들은 통합적으로 Waste Tracking System을 운영하고 있다는 것을 보여준다.

하지만 국내 실정은 각기 폐기물 발생기관별로 Waste Tracking System이 운영되고 있다. 이러한 문제점 해결 및 효율적인 폐기물 추적관리를 위해 본 논문에서는 폐기물의 분류기준의 통합, 폐기물 발생기관, 위치, 처리공정 등의 Code 부여 등을 수행하였다.

폐기물 분류기준의 통합은 가연성, 비가연성, 무기, 유기로 대분류 하여 각 폐기물 기관에서 발생하는 Streaming을 모두 포함할 수 있게 재분류하였다. 또한 Waste Tracking System 시나리오 작성을 위한 Code 부여를 원전의 위치, 저장소, 처리공정, 연구소, 핵연료제조 등을 고려하여 수행하였다.

위 내용을 바탕으로 두 가지의 Waste Tracking System 시나리오를 작성하였다. 첫 번째는 한빛 원전에서 발생한 폐기물이 경주 처분장으로 이동되는 시나리오이며, 두 번째 시나리오는 KAERI에서 발생한 폐기물이 경주 처분장으로 이동하는 시나리오이다. 본 논문에서는 KNFC와 한빛 원전을 제외한 타 원전 시나리오는 제시 하지 못하였으나, 본 연구에서 제시한 분류 Code 및 처리 공정, 통합적 Waste Streaming을 적용한다면 충분히 구현 가능할 것으로 사료된다.

본 연구에서 제시한 Waste Tracking System 시나리오 작성은 완벽하다고 할 수 없다. 따라서 미국의 WTS 연계성, ReVK의 Web을 활용한 실시간 폐기물 관리, 해체폐기물의 고려, Bar-code 및 Qr-code 활용 등을 고려하여 국내 Waste Tracking System을 보완한다면 보다 효율적으로 가시적인 System을 운영할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 한국원자력연구소, “ 방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템의 구축 및 운영 KAERI/PR-2454/2003” , 2004
- [2] 한국원자력안전기술원, “방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템의 구축 및 운영 KINS/GR-262” , 2004
- [3] A. Bechtel, W.Boetsch, D.Maric, B.Hartmann,E.Kaffka, B.Syzmanski, “MANAGEMENT OF WASTES FROM DECOMMISSIONING WITH THE DOCUMENTATION SYSTEM REVK” , 2002
- [4] 한국원자력연구원, “연구원 방사성폐기물 중장기 관리방안 수립 연구 KAERI/PR-3708/2014” , 2014
- [5] 한국원자력안전기술원, “원자력이용시설의 방사성유출물 관리에 대한 규제 개선방안 연구 KINS/PR-267” , 2005
- [6] 한국원자력안전기술원, “한빛원자력 5호기 제12차 정기검사보고서 KINS/AR-815, Vol.12” , 2019
- [7] 한국원자력환경공단, “2018년도 중·저준위 방사성폐기물 관리 시행계획” , 2018
- [8] Kang Il Jung, “Prediction of Radionuclide Inventory for the Low-and Intermediate-Level Radioactive Waste Disposal Facility by the Radioactive Waste Classification” , JNFCWT Vol.14 No.1 pp63-78, 2016
- [9] 한국원자력안전기술원, “중·저준위폐기물 운반검사결과서” , 2017