

## 연구로 해체 DB 구축을 위한 사용자 요구사항 도출

### Establishing the User Requirements for the Research Reactor Decommissioning Database System

박승국, 박희성, 이근우, 박진호  
한국원자력연구소

#### 요 약

연구로 1, 2호기의 제염·해체 정보 관리를 위해 Database 시스템을 개발하고 있다. 해체 DB 시스템 구축을 위한 기본 개념을 정립하였고, 사업 참여자 및 관련된 해체 전문가 등 사용자의 요구사항을 도출하였으며, 해체 활동을 통하여 발생하는 정보 및 자료의 분류 체계를 확립하였다. 정보 및 자료들은 크게 해체 시설정보, 작업 활동 정보, 폐기물 관리 정보, 그리고 방사선학적 정보로 분류되었다. 이들 해체 정보 및 자료를 수용할 항목을 설정 및 분류하고 최종 분류된 항목을 code화하였다. 각각의 Code화된 항목에 대해 서로의 연계성을 파악하고 이를 보여주기 위한 관계도를 작성하였다. 사용자 접촉 환경 (User Interface)을 설정하기 위해 해체 DB 시스템 사용자나 해체사업 종사자의 요구사항에 대한 분석 연구를 수행하였다. 도출된 항목들은 prototype을 설계하고, 여러번의 반복적인 실증을 통해 해체 DB를 구축하는데 매우 유용할 것이다.

#### Abstract

In generally, so much information and data will be raised during the decommissioning activities. It is need a systematical electric system for the management of that. A database system for the decommissioning information and data management from the KRR-1 & 2 Decommissioning Project is developing now. All information and data will be put into this database system and retrieval also. For the developing the DB system, the basic concept, user requirements were established and then set up the system for categorizing the information and data. The entities of tables for input the data was raised and categorized and then converted the code. The ERD (Entity Relation Diagram) was also set up to show their relation. In need of the developing the user interface system for retrieval the data, it should be studied the analyzing on the relation between the input and output the data. Through this study, as results, the items of output tables are established and categorized according to the requirement of the user interface system for the decommissioning information and data. These tables will be used for designing the prototype and be set up by several feeds back for establishing the decommissioning database system.

## 1. 서 론

한국원자력연구소 서울사무소(노원구 공릉동 소재)에 위치한 연구로 1호기(KRR-1)와 연구로 2호기(KRR-2)는 각각 1962년과 1972년에 첫 임계에 도달한 국내 최초의 연구용 원자로들이다. 이들 연구로 1,2호기는 그 수명이 다하여 1995년에 정지될 때까지 각종 원자력관련 연구개발 및 교육, 훈련 등 국내 원자력 분야에 이용되었다. 이들은 통상적으로 연구용 원자로의 한계 수명인 30여년이 지남에 따라 시설이 노후화 되고, 한국원자력연구소가 당초 서울에서 대전 대덕연구단지로 이전함에 따라, 잔여 인력만으로는 관리가 어렵게 되었다. 또한 1995년에 대전에 30MW 급 다목적 연구용 원자로인 하나로가 가동되면서 과학기술부는 연구로 1, 2호기를 운전 정지시키고 제염·해체하기로 결정하였다. 연구로 1,2호기의 해체는 국내에서는 최초로 수행되는 원자력시설의 해체 연구 개발 사업이다. 1997년부터 시작된 연구로 1,2호기 해체 사업은 해체 설계를 필두로 해체 계획서 작성 및 정부의 인·허가 과정을 통해 2001년 8월부터 해체 작업 활동을 수행 중에 있다.

연구로 1, 2호기 해체 사업은 국내에서는 최초로 수행되는 원자력시설의 제염·해체 사업이다. 제염 및 해체 활동에서 발생하는 정보 및 자료가 무수히 많기 때문에 이를 체계적으로 관리 해야할 전문적인 전산 시스템 개발이 필요하다. 해체 전산 시스템에는 시설 및 해체 대상물에 대한 방사선/능 재고량을 파악, 분석하는 것뿐만 아니라 사업 관리를 위한 여러 가지 복합적인 시스템의 개발이 요구된다. 이러한 시스템의 개발을 지원하기 위해 발생하는 정보 및 자료를 체계적으로 관리 할 수 있는 Database 시스템의 개발이 우선적이다.

해체 사업에서는 최초 해체 계획에서부터 제염·해체 활동을 거쳐 최종 환경에 대한 방사선학적 조사까지의 전 과정동안에 해체 작업 활동 자료, 방사성폐기물 관리 자료, 작업자 안전관리 및 피폭관리 자료, 해체 소요비용 관리 자료, 제염·해체 기술 자료, 시설 및 해체 대상물과 작업장 및 주변 환경 감시 등에 대한 방사선학적 자료 등 수 많은 정보가 필연적으로 발생한다. 해체 사업 수행을 위해서는 무엇보다도 장시간 방사성물질 취급해온 시설에 대한 방사선/능 재고량을 파악할 수 있는 방사선학적 정보 나 자료의 수집 및 평가가 필수적이다. 이는 해체활동 시 투입이 요구되는 작업종사자 개인 및 집단 피폭선량을 평가하는데 꼭 필요하다. 또한 해체 작업 활동 중에 발생하는 분진 등 기체, 액체 폐기물의 주변 환경으로의 방출에 대한 감시를 위해서도 중요하다. 사업을 수행하면서 발생하는 관련 정보 및 자료를 체계적으로 관리하고, 추후 이러한 정보 및 자료를 분석, 평가하기 위한 전산 시스템의 필요성이 대두됨에 따라 우선 발생하는 모든 자료에 대한 Database 시스템을 개발하기로 하였다. 이렇게 관리되고 분석, 평가된 연구로 1,2호기 해체 정보 및 자료들은 추후 다른 원자력 시설의 해체 사업 계획에 기초자료로 활용될 것이다.

2001년부터 시작된 DB 시스템 개발을 위해 기본 개념을 정립하였고, 해체 DB 정보전략계획을 수립하였다. 사업 참여자 및 관련된 해체 전문가 등 사용자의 요구사항을 도출하였으며, 해체 사업 관리에서 발생하는 정보 및 자료의 분류 체계를 확립하였다. 정보 및 자료들은 해체 설계, 해체 계획서, 작업 지침서 등 관련된 20여종의 문헌 분석과 연구로 1, 2호기 시설방문을 통한 시설 현황 및 시설의 방사선학적 특성 현황, 그리고 연구로

해체 사업 종사자와 방사성 폐기물 관리 전문가, 방사선안전관리 전문가와의 면담을 통하여 이루어 졌다. 도출된 정보 및 자료들은 크게 해체 시설정보, 작업 활동 정보, 폐기물 관리 정보, 그리고 방사선학적 정보로 분류되었다. 이들 해체 정보 및 자료를 수용할 항목을 설정하고, 다시 이를 대·중·소·세분류로 분류하고 최종 분류된 항목을 code화하였다. 각각의 Code화된 항목에 대해 서로의 연계성을 파악하고 이를 보여주기 위한 관계도를 작성하였다.

해체 DB 시스템 사용자나 해체사업 종사자의 요구에 따라 사용자 접촉 환경(User Interface)을 설정하기 위해 연구를 수행하였고 이에 요구되는 항목들을 도출하고 분류하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 사용자 요구사항 항목 도출 목적

해체 DB 시스템구축을 위해 사용자의 요구 사항을 분석하여 정보 및 자료를 수용할 항목을 설정하고, 다시 이를 대·중·소·세로 분류하고 최종 분류된 항목을 code화하였다. 각각의 Code화된 항목에 대해 서로의 연계성을 파악하고 이를 보여주기 위한 관계도를 작성하였다. 이렇게 체계적으로 분류된 정보 및 자료를 사용자나 해체사업 종사자의 요구에 따라 도출하기 위한 사용자 접촉 환경(User Interface)을 설정하여야 한다. 기 도출된 항목과 관계를 바탕으로 Prototype 설계를 통해 사용자 요구 사항과 어느 정도 일치하는지를 파악한 후 지속적인 보완, 수정을 통해 확정하여야 한다.

기본설계를 토대로 상세 설계를 하여 사용자나 해체사업 종사자가 쉽게 정보 및 자료를 불러올 수 있는 시스템을 구축하여야 하며, 이 목적시스템과 해체 활동에서 수없이 많이 발생하는 정보 및 자료와의 연계성을 분석하여야만 한다. 목적시스템과의 연계성을 분석하기 위해 우선 주어진 항목을 연결해야 하는 요건의 도출이 필요하다. 입력과정을 거쳐서 수용된 정보 및 자료를 보다 쉽게 도출하고 그 정보 및 자료를 평가하여 최종적으로 요구되는 새로운 정보 및 자료를 도출할 수 있도록 상호 관계를 분석하여 설정하여야 한다.

### 2.2 항목 도출 요건

연구로 1,2호기 해체 활동을 통해 발생하는 정보 및 자료는 목적시스템에서 요구되는 요건에 따라 구분되어 져야 하며 이 요건에 따라 입력 내지는 출력이 되어야 한다. 추후 해체사업과 관련된 정보 및 자료를 필요로 하는 사업 종사자나 요구자의 요건을 예측하고 주어진 요건에 따라 입력되어져야 할 항목을 선정하는 것이 중요하다. 도출되는 정보 및 자료를 활용하여 해체 사업에 대한 평가업무를 수행하기 위한 요건도 함께 도출되어야 한다.

입력된 많은 정보 및 자료는 사용자의 요구 사항에 의해 주어진 조건대로 구분이 되어져야 하고, 이들 정보 및 자료는 일정한 공식이나 산술식에 의한 프로그램을 통해 집계되고 세분화될 수 있도록 통계적인 특성을 포함하여야 한다. 또한 계산 또는 집계되어

진 정보 및 자료는 사용자나 해체 사업 종사자의 요구에 의해 도식화하거나, 해체 사업의 특성상 영상화 할 수도 있어야 한다. 국내에서는 최초로 수행되는 연구로 1,2호기 제염·해체 사업인 만큼 발생된 정보 및 자료가 또 다른 원자력시설의 제염·해체 사업에도 도움을 줄 수 있어야 하며, 이는 해체 설계 및 해체계획을 포함한 엔지니어링 업무를 수행할 때부터 적용 내지는 기초 자료로 활용되어야 한다.

이러한 해체 엔지니어링 업무 수행을 위해서는 무엇보다도 장시간 방사성물질을 취급해온 시설에 대한 방사선/능 재고를 파악할 수 있는 방사선학적 정보 나 자료에 대해 DB의 목적시스템을 통한 도출이 큰 도움이 될 것이다. 이는 해체활동 시 투입이 요구되는 작업종사자의 투입량 및 그들의 개인, 집단 피폭선량을 평가하는데 꼭 필요하다. 또한 해체 대상 시설의 DB 정보 및 자료는 발생 예측되는 방사성 및 일반 해체 폐기물의 량 및 준위를 평가하는데 역시 커다란 도움이 된다. 복합적으로 보면 이러한 도출되고 평가된 자료나 정보들은 해체사업 전반적으로 볼 때 사업예산, 기간, 해체활동에서의 중요도 선정 등에 필수적이 될 것이다.

## 2.3 항목의 분류

이러한 요건을 선정하기 위해서는 우선 해체활동에서 발생 예측되는 정보 및 자료를 수용할 수 있는 항목을 분류, Code화하고 쉽게 불러올 수 있는 목차가 설정되어야 한다. 분류된 Code 항목에 따라 정보 및 자료가 구분되고 이에 대한 목차가 선정이 되면 각각의 정보 및 자료에 대한 관계를 수립하여야 한다. 이를 다시 요구되는 목적시스템과 연계하여 항목들이 최종 결정되어야 한다. 목적시스템에서 요구되는 항목들은 각각의 정보 및 자료가 가지고 있는 특성을 고려하여 구분되어야 하며 이 구분되어진 항목에 대한 보증을 위해 Prototype 설계를 거쳐서 수차례 반복적으로 검증이 되어야 한다.

사용자 요구 사항에 대한 조사 및 분석을 통해 정보 및 자료를 수용할 항목을 도출하였다. 이러한 도출된 항목의 특성을 분석하여 분류에 대한 체계를 수립하고 연계하여 서로의 관계를 설정하였다. 항목간 관계도를 작성하고 항목 각각에 대한 Code 설정과 추후 목적시스템에서 사용자나 요구자가 쉽게 정보 및 자료를 도출할 수 있게 하기 위한 Indexing을 정하기 위해 해체작업공정 및 작업 위치를 고려하여 크게 4그룹으로 대분류화 하였다. 그룹화 된 대분류는 각각의 독립성을 가진 시설로 중분류하고 이를 다시 시설의 범위 내에서 해체 대상물로 소분류하고 세분류하였다. 소분류는 중분류된 시설 및 해체 대상물의 특성을 고려하여 하나 내지는 두 개로 분류되었다.

소분류 및 세분류된 시설 또는 해체 대상물로부터 해체 작업 활동을 통하여 발생하는 폐기물로 구분되어 지는데 발생 폐기물은 그 특성 및 보유하고 있는 정보 및 자료를 고려할 때 수십 내지는 수백 가지로 구분되어 질 수 있다.

소분류 및 세분류화 된 해체 대상물을 기준으로 각각이 수용할 수 있는 정보 및 자료의 특성을 감안하여 Code화하였으며, 이와는 별도로 해체 사업에 종사하는 모든 인적 자원과 투입되는 장비 및 도구에 대한 Code선정도 함께 이루어 졌다.

발생된 폐기물은 Code화된 시설로부터의 발생 근거 및 법적인 기록요건에 따른 항목으로 구분되어 지며 이에 대한 구분은 크게 방사성폐기물과 일반폐기물, 그리고 규제면제폐기물로 구분되는데, 방사성 폐기물은 고체 및 액체폐기물과 순수 감시된 결과만의

특성을 가진 기체폐기물로 구분되어 진다. 이는 다시 방사선 준위별, 재료의 특성 및 형태로 세분되어 각각 고유의 정보 및 자료를 수용할 수 있는 항목으로 구분되어 진다.

## 2.4 항목 도출

### 2.4.1 시설정보 항목 도출

연구로 1,2호기 해체사업과 관련된 시설이 가지고 있는 정보 및 자료는 해당 시설물이 위치하고 있는 장소와 해체작업 공정에 따라 구분되어진다. 이는 다시 기존에 존재하고 있는 시설뿐만 아니라 해체활동을 위해 임시로 구축되는 임시시설도 포함된다. 임시시설은 방사화 콘크리트 해체 시 필요한 임시격납시설 및 작업자나 장비의 출입관리를 위한 출입관리 시설과 발생한 폐기물을 검사 및 분류 할 수 있는 폐기물 반출시설 등이다. 해체활동의 목적 그 자체가 오염된 대상물을 제염 또는 방사성 폐기물로 선정하여 처분하고 방사화된 대상물을 방사선관리 구역으로부터 해체활동을 통해 제거하므로써 비방사화 구역으로 설정하는 것으로, 사업의 목적에 해당되는 시설 및 해체 대상물에 대한 사용 이력과 그 특성을 파악하여 DB화하는 것은 매우 중요하다. 시설이나 해체 대상물에 대한 정확한 정보나 자료가 파악되지 않으면 해체활동에서 발생하는 각종 폐기물에 대한 발생 추적이 어렵게 된다.

시설 및 해체 대상물이 가지고 있는 정보 및 자료는 해체 작업 활동에 종사하는 관리자나 작업자가 필히 숙지하여야 한다. 이는 작업자를 방사선 위험으로부터 보호하고 해체 공정의 선정 및 해체활동에 있어서 시간적, 경제적으로 절감할 수 있는 요소를 많이 가지고 있기 때문이다.

목적시스템에서 요구되는 시설에 대한 정보 및 자료는 우선 위치에 대한 정보와 그 시설물을 구성하는 물질들에 대해서 형태별, 특성별 및 크기나 무게와 같은 재원에 대한 것이 파악이 되어야 한다. 위치 정보에 대해 쉽게 이해하는데는 배치된 시설이나 대상물에 대한 도면과 형상에 대한 사진이 함께 첨부되는 것이 바람직하며 사용자나 요구자의 이해에 큰 도움이 된다.

시설정보에 대해 요구되어지는 항목들은 해체설계 시 조사활동을 통해서 얻어진 도면이나, 문서 또는 직접적인 현장파악을 통해서 얻어지게 된다. 이러한 항목들이 선정되면 그 항목에 맞는 자료를 수용하면 된다. 연구로 1,2호기 해체사업에서 DB화하여야 할 시설정보의 도출항목을 목적시스템에 맞추어 다음과 같이 크게 분류하였다.

- 연구로 2호기 부속시설
- 연구로 2호기 원자로 시설
- 연구로 1호기 부속시설
- 연구로 1호기 원자로 시설
- 주변 시설
- 기타 시설

이를 다시 세분하면 각각의 시설의 특성에 따라 다음과 같이 구분하였다.

가. 연구로 2호기 부속시설

- 동위원소 생산용 실험시설 또는 실험실
- 동위원소 생산용 납 핫셀 시설
- 동위원소 생산용 콘크리트 핫셀 시설
- 기타 복도 및 출입관리 시설과 작업자 샤워실과 폐기물 반출 시설

나. 연구로 2호기 원자로실

- 원자로 실
- 원자로 수조 및 수조 내 시설
- 원자로 차폐체 콘크리트 시설
- 냉각 및 정화 계통 시설
- 수직, 수평 Thermal Column 시설과 차폐도어
- 조사실
- 빔포트 및 빔튜브
- 사용후 핵연료 저장시설
- 사용후 핵연료 저장공
- 빔튜브 플러그 저장랙
- 지하 비트 시설
- 출입관리 시설 및 폐기물 반출 시설
- 기계실 및 관련 유틸리티 시설
- 임시 격납 시설

다. 연구로 1호기 부속시설

- 동위원소 생산용 실험시설 또는 실험실
- 동위원소 생산용 납 핫셀 시설
- 동위원소 생산용 콘크리트 핫셀 시설
- 기타 복도 및 출입관리 시설과 작업자 샤워실과 폐기물 반출 시설

라. 연구로 1호기 원자로실

- 원자로 실
- 원자로 수조 및 수조 내 시설
- 원자로 차폐체 콘크리트 시설
- 냉각 및 정화 계통 시설
- Thermal Column 시설과 차폐도어
- 조사실
- 실험 수조시설
- 빔포트 및 빔튜브
- 사용후 핵연료 저장시설
- 빔튜브 플러그 저장랙

- 지하 비트 시설
- 출입관리 시설 및 폐기물 반출 시설
- 임시 격납 시설

마. 주변 시설

- 액체폐기물 처리 시설
- 회석방류조
- 고체폐기물 저장 창고
- 자연증발 시설
- 레진 재생실
- 실험 동물 사육실
- 액체폐기물 저장조
- 구 액체폐기물 저장 시설
- 기타 냉각탑, 증류수 생산 시설 등

이렇게 세분된 시설들은 일반적인 시설에 대한 정보 및 자료를 수용하거나 해체 활동의 목적에 맞는 대상으로 구분되어야 한다. 연구로 1,2호기 해체 전략 자체가 기존의 시설에 대해서는 대부분이 제염 후 일반시설로 전환하여 재사용을 목적으로 하고 있는 바, 각각 시설에 대한 자료들이 자세히 인수 인계되어야 하는 또 다른 목적을 가지고 있다. 일부 폐기물 저장 탱크 등 해체 대상이 되는 시설들이 가지고 있는 정보 및 자료는 추후 제염·해체활동 후 발생하는 폐기물의 이력관리를 위해서도 그 자료 등이 유실되어서는 않된다. 이밖에도 해체 활동 동안 운영되어온 환기시설 등 유틸리티 공급 시설에 대해서도 상세히 파악되어 사용자의 요구에 충분히 제공할 수 있는 시스템을 유지하여야 한다.

상기에 제시된 시설물들은 대부분이 고정화되어 있거나 그 규모가 상당히 크게 분류가 되었다. 실제적으로 상기 분류된 시설들이 보유하고 있거나 그 시설들에 포함되어진 해체 대상 구성물에 대한 상세한 정보 나 자료가 요구된다. 이는 당초에 도출된 사용자 요구사항 분석을 통해서 해체활동 및 제염활동에서 생산되는 정보 및 자료에 따라 다시 세분화되어야 할 것이며 현재 작업 중에 있다.

이렇게 구분되어지는 시설에서 추후 목적시스템을 통해서 도출할 수 있는 시설에 대한 정보 및 자료를 예측해 보면 다음과 같다.

- 시설명
- 시설의 위치
- 시설의 재원
- 시설의 용도
- 시설의 구성
- 시설의 해체 작업 전·후의 방사능 오염도
  - 위치별 표면오염도
  - 고착성 오염도

- 오염 핵종 분석

- 시설에 대한 정기적인 공간 방사선량을 측정
- 시설내의 작업전·후 공기 오염도
- 액체폐기물 관련 시설의 수중오염도
- 방사화된 물질의 비방사능 및 총방사능량과 핵종 분석
- 관련 시설의 사진 또는 영상자료
- 기타 해체 대상 구성물 자료

---

이러한 목적시스템을 통해 설정된 항목에서 도출할 수 있는 정보 및 자료는 해체 활동을 수행하면서 수시로 환경으로의 방사성 위해 요소들의 누출을 감시 및 통제할 수 있고, 해체활동에서 발생하는 폐기물의 이력을 추적하여 시설별로 폐기물화 되는 것을 준위별, 발생량 별로 평가하여 집계할 수가 있다. 시설정보에 대한 DB의 구축만으로도 해체계획을 수립하면서 예측되어야 하는 폐기물의 량과 처리 또는 처분에 소요되는 비용을 산출할 수 있는 것이다. 또한 해체 대상물과 방사선 관리 환경에서의 작업자의 해체 활동 능력을 시설별로 구분하여 평가하므로서 해체 대상물별 작업의 난이도를 평가할 수 있으며, 예상했던 작업자 투입량과 실 투입량을 비교 평가할 수 있는 중요한 자료를 도출할 수 있다.

#### 2.4.2 작업정보 항목 도출

해체 활동을 수행하면서 제일 중요한 것은 사업에 투입되는 모든 관계자나 직접 작업 활동에 투입되는 작업자의 방사선 피폭관리와 해체 시 발생하는 방사성 물질의 주변 환경으로의 누출을 막는 것이다. 이러한 목적과 해체사업 종료 후 발생된 관련 정보 및 자료를 평가하여 사업 수행에 대한 결과를 도출하고 이를 다른 원자력 시설의 해체 계획에 기초 자료로 활용할 수 있도록 하는 것이다. 또한 이들 정보 나 자료는 추후 발생의 요지가 될 수 있는 일반 환경으로의 피해에 대한 법적인 문제가 발생될 시 유효한 기록자료로 활용이 될 것이다.

해체 작업정보 DB를 통해서 기록 유지되고 평가할 수 있는 항목을 목적시스템의 요건에 따라 도출하면 다음과 같다.

- 
- 작업자 ID 및 암호
  - DB 사용자 구분 : 관리자, 사업 종사자, 일반인
  - 작업자 구분 : 감독, 전문가, 방사선안전관리자, 일반작업자, 기타 출입자
  - 작업자 특성 및 직종 : 회사, 직급, 이름, 주민등록 번호, 주소, 전화번호
  - 방사선 관리 구역으로의 작업자 투입 시간
    - 입·출 시각
    - 일간, 월간, 분기별, 연간, 계절별 작업자투입 및 작업시간 누적량
    - 예상작업 투입량
    - 실 작업 투입량
  - 작업자 투입 장소 : 시설별, 공정별, 해체 대상물 별



- 작업 구분
  - 시설에 따른 작업명
  - 공정에 따른 작업명
  - 1차 및 2차 제염 작업
  - 해체 작업
  - 작업의 난이도
  - 기타 작업
- 소요 비용
  - 시설 및 해체 대상물별 비용 평가
  - 작업의 장소별, 작업공정별 비용 평가
  - 작업 난이도에 따른 추가 비용 평가
  - 작업명 구분에 따른 비용 평가
  - 작업자 직종에 따른 비용 평가
  - 예측 및 실 소요비용 평가
- 해체활동 공정 : 예정 공정, 실 공정
- 투입 장비
  - 장비 채원 및 용도 : 일반용, 제염용, 해체용 등
  - 사용시간 및 수명
  - 작업의 난이도에 따른 장비의 구분
- 작업자 오염도
  - 작업 전·중·후
  - 작업 장소별, 해체 대상물별
- 예상 작업자 피폭선량 및 실 작업자 피폭선량
  - 개인별, 집단별, 장소 및 시설별
  - 해체 대상물 별
  - 공정별, 시간별
  - 작업의 난이도별
- 단위작업계수 평가(단위 작업별 인력 투입 공량)
  - 작업자 투입 장소별
  - 단위작업 공정별(대분류, 중분류, 소분류별)
  - 해체 대상 시설별
  - 해체 대상 장치별
  - 폐기물관리 및 방사선안전관리에 따른 평가
  - 제염활동에 따른 평가
- 기타

### 2.4.3 폐기물정보 항목 도출

연구로 1,2호기 해체계획에서 추정하고 있는 폐기물은 고체, 액체 및 기체 방사성폐기물과 일반 및 규제면제폐기물로 크게 나눌 수 있다. 해체활동에서 발생하는 모든 폐기물

은 방사선관리 구역에서 반출하고자 할 때에는 반드시 검사대를 거친 후 반출하게끔 되어 있다. 대·중·소·세로 분류된 시설정보에서 해체활동을 거친 후 발생하는 폐기물들은 법적인 요건과 폐기물 관리 절차를 만족하여야 한다. 해체활동에서 발생하는 폐기물은 적게는 서너 개에서 많게는 수백 가지로 해체되는데 이때의 폐기물의 형태는 원래의 모습을 상실하게 된다. 이러한 이유에서 당초의 시설정보 DB에서 소분류화된 시설 내에 설치되었던 해체대상물에 대한 정보를 수용할 것인지 아니면 폐기물 관리 DB에서 취급할 것인지 현재 연구 중에 있다.

해체활동에서 발생하는 기체폐기물은 시설 내에 설치되어 있는 기존의 환기시설을 통하여 외부로 방출된다. 이때는 모든 기체폐기물은 환기시설 내에 부착된 필터를 거치게 되는데 현재 연구로 해체 현장에서는 모두 일반 및 HEPA필터를 장착하여 환기시설을 운영하고 있으며, 일부 납 핫셀의 경우처럼 charcoal 필터를 사용하는 곳도 있다. 발생하는 기체폐기물을 관리하기 위해 필터하우스 육안검사 점검표와 HEPA 필터 현장검사 성적서를 정기적으로 검사하고 있다. 이외에 시설 내에서의 정기적인 공기오염도 검사와 굴뚝에 설치된 공기감시기를 통해 지속적으로 정보를 수집하고 있다.

해체활동에서 발생하는 고체폐기물을 관리하면서 발생하는 정보 및 자료도 우선은 법적인 요건과 관리절차서의 요건에 따라 취급되고 기록되어야 한다. 발생 고체폐기물은 크게 잡고체, 금속류, 콘크리트류 및 흑연과 기타 소량의 특수한 폐기물이 발생하게 된다. 발생폐기물이 가지고 있는 정보 및 자료는 법적인 양식에 의거 그 이력을 작성하여 보존하고 추후 그 이력은 처분장으로 이송되어 인수할 때까지 보존되어야 한다. 우선 폐기물을 저장할 용기의 신청이 용기신청서에 의해 생산된다. 이 용기에 저장될 폐기물은 폐기물 기록표에 의거 작성된 후 폐기물 관리 의뢰서에 따라 관리를 위탁하게 된다. 이렇게 작성되어야 하는 문서들은 액체, 고체 및 규제면제 폐기물에 대해 공히 함께 적용된다.

해체사업에서 결국 형태로 남는 사업의 결과물은 폐기물이기 때문에 폐기물의 발생 이력에 대한 평가는 그 해체사업이 어느 만큼 성공적으로 수행이 되었나를 평가하려는 척도가 되기 때문에 매우 중요하다. 발생 폐기물이 어느 시설에서 생산되었는지 와 어느 정도의 양을 예측했는지 와 발생폐기물을 준위별로 구분하여 평가하므로써 폐기물의 처리 및 처분 비용 평가에 커다란 요소로 작용한다. 또한 이러한 정보 및 자료는 위치별, 준위별, 가연성 및 비가연성 등 처리과정에 필요한 2차 제염설비의 운영 등에도 도움을 주게 된다. 발생 폐기물을 방사성과 비방사성으로 구분하여 기록 보존함으로써 비방사성 폐기물의 발생 이력에서 추후 산업폐기물로의 처리과정에 이르기까지 모든 이력은 대국민 이해차원에서 발생 예측되는 문제점에 대한 근거자료로서 충분한 정보를 제공할 수 있다.

해체 폐기물의 처리 및 처분에 대해 발생하는 정보 및 자료는 현재 한국원자력안전기술원에서 추진하고 있는 방사성폐기물 통합정보 시스템(WACID)과 연계하여 정보 및 자료를 제공할 것이다.

이러한 폐기물 처리 및 처분과정에서 발생하는 정보 및 자료에 대한 목적시스템에서 도출 요구되는 항목을 선정하였다.

---

· 폐기물 구분 : 방사성 고체폐기물, 방사성 액체폐기물, 방사성 기체폐기물,

### 규제해제 폐기물

- 폐기물 저장 및 이송용기 구분 : 200ℓ 드럼, 4M<sup>3</sup> 저준위 방사성폐기물 저장용기, TIF(Triga Irradiated Fuel) Cask, 폐기동위원소 운반용기, RSR 소내 이송용기
  - 폐기물 용기 신청 : 용기 구분, 규격, 수량, 지급 승인 날짜, 담당자, 관리 책임자
  - 폐기물 기록 :
    - 일반 사항 : 의뢰자(부서), 관리책임자, 용기 번호, 용기 용량, 폐기물 부피/ 무게
    - 폐기물 특성 : 주요폐기핵종, 주요 내용물, 표면오염도, 최대 방사선량을
    - 세부 사항 : 폐기 일자, 폐기 핵종, 방사선량율(표면/1M), 내용물
    - 저장위치
    - 일자 : 인도희망일자, 인수일자, 처리 일자
  - 준위별 발생량 평가 : 방사성폐기물, 규제면제 폐기물, 자체 처분 폐기물
  - 장소별, 공정별 발생량 평가
  - 처리 과정 별 평가 : 가연성, 비가연성, 1차 제염 후, 2차 제염 후, 자연 증발, 고화, Membrane,
  - 비용 평가 : 1차 및 2차 제염 비용, 처리 비용, 처분 비용, 규제면제
  - 기타
- 

### 3. 결 론

연구로 1,2호기 제염·해체 활동에서 발생하는 수많은 정보 및 자료를 체계적으로 관리할 수 있는 Database 시스템의 구축 연구가 진행 중에 있다. 2001년부터 시작된 해체 DB 시스템의 구축에는 개념 설정을 하였고, 사업관계자 및 DB 사용자의 요구에 따라 정보 및 자료를 관리할 항목들을 도출하고 분류하였으며 이에 대한 분류 체계를 확립하였다. 이는 크게 해체 시설정보, 작업 활동 정보, 폐기물 관리 정보, 그리고 방사선학적 정보로 분류되었다. 입력되는 해체 활동 관련 정보 및 자료를 해체 DB 시스템 사용자나 해체사업 종사자의 요구에 따라 보다 체계적이고 쉽게 불러올 수 있는 사용자 접촉 환경(User Interface)을 설정하기 위해 목적시스템과의 연계성에 대한 사전 분석 연구를 수행하였다. 목적시스템과의 연계성 분석은 해체 사업이 가지고 있는 특수한 요건들에 따라 항목을 도출하고 분류하였다. 도출되고 분류되어진 항목들은 크게 시설정보, 작업정보 및 폐기물정보로 분류하였다. 방사선학적 정보 및 자료는 요구되어 지는 목적시스템의 항목 도출 및 분류에서 공히 각각의 정보 항목에 필히 수반되므로 별도로 분류하지는 않았다. 이렇게 도출 및 분류되어진 항목에서 연계되는 해체 관련 정보 및 자료는 해체 사업의 성공적인 수행 여부를 비롯하여 해체 활동에 따른 사업관리 평가와 작업자의 피폭관리 및 주변 환경으로의 방사선 누출 감시와 발생하는 폐기물에 대한 관리 평가에 유용 될 것이다. 또한 시설별, 공정별 작업의 난이도와 단위 작업 생산성 같은 계수의 생산도 가능할 것이며, 이는 추후 다른 원자력시설의 제염·해체 사업을 계획하고 수행하는데 기본적인 지표로 활용될 것이다. 목적시스템과의 연계성 분석을 위한 항목의 도출 및 분류를 바탕으로 금년에 수행될 prototype의 설계를 통해 사용자의 요구 사항을 어느 정도

만족시키는데를 파악한 후 지속적인 보완, 수정을 할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] 정기정 외, 연구용 원자로 폐로사업, KAERI/RR-2182/2001, 한국원자력연구소, 2001
- [2] 정기정 외, 연구로 1호기 및 2호기 폐로사업 해체계획서, KAERI/TR- 1654/2000, 한국원자력연구소, 2000
- [3] 박승국 외, TRIGA 연구로 폐로를 위한 시설현황 및 방사선/능 조사보고서, KAERI/TR-1153/98, 한국원자력연구소, 1998
- [4] 이봉재 외, “TRIGA Mark-II, III 연구로시설의 폐로를 위한 시설내 잔류 방사선/능 평가”, 제24권 제2호, 대한방사선학회지, 1999
- [5] K.J.Jung, "Radioactive waste management plan during the TRIGA Mark-II and Mark-III decommissioning" International Symposium on Technologies for the Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Back End Nuclear Fuel Cycle Activities, Taejon (1999)
- [6] Satoshi Yanagihara, et al.: Development of Computer Systems for Planning and Management of reactor decommissioning J. Nucl. Sci. Technology, Vol. 38, p.193-202, March 2001
- [7] Takenori Sukegawa, Development of Project Management Data Calculation Models Relating to Dismantling of Nuclear Facilities, JAERI-Data/Code 99- 5, JAERI, 1999
- [8] Yasunaka Hideo, Key Points of Technologies for Decommissioning Nuclear Facilities, JAERI, 1999