

# 원자력시설 해체절차 요구사항 연계성을 위한 법적 규제요건과 기술기준 분석

박희성\*, 박승국, 진형근, 홍윤정, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

\*parkhs@kaeri.re.kr

## 1. 서론

고리 1 발전소 폐로에 이어 최근 원자력안전위원회는 건설 중이거나 운영 중인 원자력이용 시설에 대한 해체계획서를 제출하도록 의무화 하고 있다. 이로 인해 해체 정보관리 시스템의 중요성이 날로 증가하고 있는 실정이다.

해체 전 주기 동안 다양한 분야의 요구사항들을 체계적으로 관리하기 위해서는 시스템엔지니어링(System engineering) 기반의 요구공학(Requirements engineering) 기술을 이용한 요구사항관리 시스템이 필요하다.

해체전략(Stratgy)과 해체 설계 및 계획(Design & Planning), 제염 및 해체 활동(D&D Activities) 그리고 해체 사업관리(Management)에 대하여 원자력시설 해체절차 요구사항 관리를 설계하였다. 해체절차 요구사항과 관련한 법령(Ordinance)과 규제요건(Regulatory requirements) 및 기술요건(Technical Requirements)과 기준(Criteria) 자료를 수집한 후 그룹 간 요구조건들의 연계성을 확립하였다.

## 2. 본론

### 2.1 요구공학 (Requirements Engineering)

요구공학은 대형 프로젝트를 체계적으로 관리함으로써 프로젝트를 성공적으로 완수해내는 조직의 핵심 역할을 수행한다. 이 기술은 방사성폐기물 심지층 처분장 건설에 활용된 사례가 있다[1]. 원자력시설을 해체하는 과정에서 단계마다 초기에 수립된 요구사항들이 올바르게 지켜지고 있는지를 확인하기 위해 시스템엔지니어링의 VEE 모델을 이용한 요구관리 연구가 진행되고 있다. 요구사항관리는 추적성 관리와 변경관리의 기능을 가지고 있다. 추적성은 원전 해체의 각 단계별로 설정되는 요건들이 해당 공정에서 올바르게 반영되었는지 여부를 체계적인 방식을 통해 검증하고 관리한다.

### 2.2 해체절차 요구사항 관리 분류 및 연계성 분석

해체절차 요구사항관리는 해체전략(Stratgy)과 해체 설계 및 계획(Design & Planning), 제염 및 해체활동(Decontamination & Decommissioning Activities) 그리고 해체사업관리(Management)로 구분된다. 해체전략(Stratgy) 단계는 해체 설계 및 계획과 제염 및 해체 활동 그리고 사업관리에 직접 영향을 미치는 법률 규제(Regulation) 요구사항들로 구성된다. 해체 설계 및 계획단계는 연구로 및 원자력시설 특성과 해체 계획, 비용평가, 방사성 폐기물량 평가, 그리고 인허가로 분류된다. 제염 및 해체 활동은 방사선 관리와 제염 및 해체, 폐기물 처리, 그리고 부지복원으로 구분된다. 해체 사업관리 단계는 해체 사업과 관계되는 조직과 인원 그리고 장비들과 방사선 방호, 그리고 방사성폐기물관리로 분류하였다.

#### 2.2.1 법적 규제요건 및 기술기준

원자력시설 해체와 관련된 법령은 법제처에서 제공하고 있는 원자력 안전법, 원자력 안전법 시행령, 원자력 안전법 시행규칙(원자로 시설등의 기술기준에 관한 규칙, 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙), 원자력안전위원회 고시, 규제 기준 그리고 규제 지침을 참고하였다. 제염 및 해체 활동 시 필요한 기술요건과 기술 기준은 연구로 해체 경험 자료를 이용하였으며, 제염 및 해체 기술 기준의 경우 원자력발전소 해체 경험이 없기 때문에 미국 DOE(Department of Energy)에서 발간한 해체 핸드북(Decommissioning Handbook)을 인용하였다.

#### 2.2.2 요구사항 간 연계성 분석

원자력시설 해체와 관련한 소관 법령과 제염 해체 활동에 요구되는 기술기준 체계와의 연계 구조를 수립하였다. Fig. 1은 법령 규제요건과 기술 요구조건 및 기술 기준 간 연결 관계를 보여주고 있다.

### 2.3 시스템 자료구조 설계

해체절차 요구사항 관리 데이터베이스의 자료구조는 데이터의 종류와 속성, 그리고 데이터간의 연

결 관계로 정의되며, 해체 사업의 문서 체계와 직접적인 연관성을 갖는다. 이러한 자료구조는 ERA(Entity, Relationship, Attribute) 구조로 나타낸다. ERA에서 Entity는 명사에 해당하는 것으로서 사용할 아이템 타입을 나타내며, Relationship은 동사에 해당하는 것으로서 아이템 타입 간의 관계를 나타내고, Attribute는 아이템 타입이 갖추어야 할 속성을 나타낸다.

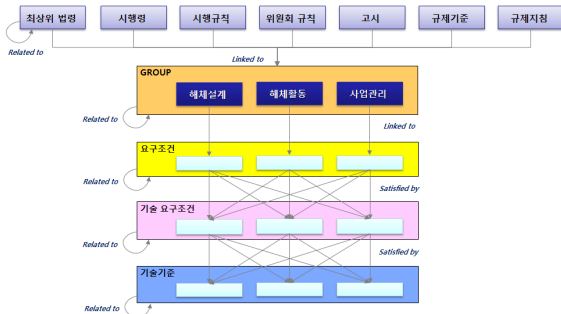


Fig. 1. Schema of relationship of legislation requirement and technical criteria.

### 2.3.1 시스템 환경 구현

설계된 데이터베이스 스키마 기반의 요구사항관리 전산지원 환경은 단계별로 수행되는 업무 흐름을 계층구조로 나타내는 마스터 트리(Master tree)와 데이터베이스에 입력된 데이터들을 특정 조건을 기반으로 필터링할 수 있는 기능을 갖는 쿼리(Query) 및 쿼리를 통해 조회된 데이터의 속성을 보여주는 뷰(View)로 구분된다.

### 2.3.2 Case Study: 요구사항 추적성 시험

방사선에 오염된 원자로 용기나 그 내용물들을 절단하는데 일차적인 공법으로 고려되고 있는 아크 소(Arc Saw)를 대상으로 추적성을 시험하였다. 시험 결과 원자력 안전법→원자력안전법 시행규칙→절단→금속구조물→아크 소 절단→파이프의 관경 및 관 두께별 해체공법→관경/관두께/관구성 재료/적용공법 순으로 추적이 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 해체 전문가와 사용자는 해체 전략과 해체 설계 및 계획 단계에서 금속 구조물을 해체할 때 아크 소와 관련한 장비에 대한 요구조건과 기술기준을 참고할 수 있을 뿐만 아니라 법률적으로 금속 구조물을 해체할 때 어떤 규제 요구사항을 만족시켜야 하는지를 참고할 수 있다.

## 3. 결론

해체 전략 단계에서 해체 전주기 동안 단계별로 준수해야 할 법적 규제요건을 도출하였다. 해체전략 단계에서 정의된 법률들을 만족시키기 위한 해체설계 및 계획, 제염 및 해체 활동, 그리고 해체 사업관리 단계별로 요구조건과 기술요건 및 기술기준을 도출하였다. 해체절차 요구사항과 관련한 법령(Ordinance)과 규제요건(Regulatory requirements) 및 기술요건(Technical Requirements)과 기준(Criteria) 자료를 수집한 후 그룹 간 요구조건들의 연계성을 확립하였다. 원자력 안전법과 원자력안전위원회 고시 및 규제 지침까지 해체와 관련한 규제 요구조건을 체계적으로 관리할 수 있음으로써 본 프로그램은 원자력시설 및 원자력 발전소 해체 시 정부에서 요구하고 있는 해체계획서 작성에 바로 활용이 가능하다.

## 4. 참고문헌

[1] Hiroyoshi Ueda, Satoru Suzuki, Katsuhiko Ishiguro, Matt White and Roger Wilmot, "NUMO-RMS: A PRACTICAL REQUIREMENTS MANAGEMENT SYSTEM FOR THE LONG-TERM MANAGEMENT OF THE DEEP GEOLOGICAL DISPOSAL PROJECT", Proc. of the 12<sup>th</sup> International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management ICEM2009, October 11-15, 2014, Liverpool, UK.