

KRR-2 해체사업 작업절차서를 활용한 ISDC 코드선별 프로그램 설계

송찬호*, 박희성, 진형곤, 박승국*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*chanho@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원(KAERI)은 수명이 다한 연구용 원자로 2호기(KRR-2), 우라늄 변환시설(UCP)에 대한 해체를 수행했다. KAERI는 연구용 원자로를 해체한 경험을 바탕으로 원전(NPP)에 대한 해체작업의 예상 소요 시간 및 비용을 평가하기 위한 기초적인 해체 작업의 단위 생산성에 대한 계수 연구를 수행하고 있다. 현재 해체정보관리시스템 (DECOMMIS) 및 해체 시설특성 관리 시스템 (DEFACS), 해체 작업 단위 생산성 산출 시스템 (DEWOCS)과 같은 시스템들을 통하여 원자력 시설의 해체활동 경험 자료를 관리하고 해체비용 산출을 하는데 이용하고 있다[1]. 해체비용산출을 위한 노력은 국내뿐만 아니라 해외 원자력발전소 해체사업에서도 이루어지고 있다. 특히, OECD/NEA에서는 11개의 주요 해체 활동항목을 활용한 International Structure for Decommissioning Costing (ISDC)[2]를 개발하여 세계적으로 사용될 수 있도록 권장하고 있다. 이 ISDC 해체비용평가 항목을 선정하여 국내의 원자력시설 해체비용을 평가하고자 한다.

본 논문에서는 해체 대상시설에 해당되는 ISDC의 비용평가항목들을 도출하기 위해 KRR-2를 해체하면서 수행한 해체작업 절차의 내용과 핵심문장들을 이용하고자 한다. 이를 위해서 'KRR-2해체사업에서 '방사화 콘크리트의 제거'의 해체 작업 절차서를 이용하여 해체활동 항목에 대해 연관되는 ISDC코드를 선별하는 방법을 제시한다. '방사화 콘크리트의 제거'를 대상으로 한 이유는 방사성 폐기물의 양이 많은 주요 해체 대상항목이기 때문이다. 이것은 도출된 ISDC 항목에 대한 코드선별 후 비용평가에 활용할 것이다.

2. 해체작업절차서와 ISDC 활동

2.1 KRR-2의 해체작업 절차서

KRR-2의 해체작업절차서는 원자력안전 위원회에서 명시한 규칙에 의해 작성된다. 이 규칙은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 '사업자는 원

자로시설의 해체에 필요한 각종 해체작업절차서를 해체를 개시하기 전에 문서로 작성하여 비치하여야 한다.'에 의해서 해체작업 절차서를 작성하게 되어 있다. KRR-2의 해체작업 절차서는 해당 규칙에 의해서 작성되었다. KRR-2의 해체작업절차서는 '목적, 적용, 참조, 정의, 책임, 주의 및 제한사항, 주기, 초기 조건, 장비, 절차, 계통복구, 동작시험, 판정기준, 붙임'의 14가지 목차로 이루어져 있다. 다음은 몇 가지 주요 목차의 예다.

- 목적(Purpose): 실시하려는 해체작업에서 해체 대상의 방사화정도를 포함한 자세한 주변환경 설명을 기술하여 대략적인 작업의 절차를 나타낸다.
- 적용(Work Scope): 작업범위에서는 작업 절차서에서 기술되는 공사의 범위를 나타낸다.
- 정의(Define): 해체작업과 관련된 허용표면 오염도와 방사선 작업허가서에 대한 내용을 기술한다.
- 책임(Responsibility): 작업자, 작업책임자, 감독자 등의 해체작업을 실시함에 있어서 이해관계자들의 역할과 책임을 기술한다.
- 주의 및 제한사항(Cautions and Limitations): 해체작업을 실시하면서 발생할 주요 위험도에 관한 내용과 주의사항 및 해체작업 시 지켜야 할 일반적인 사항을 기술한다.
- 절차(Procedure): 준비작업, 인허가, 교육, 장비 준비 및 점검, 환기계통 운전 확인, 임시격납설비와 환기·조명설비의 설치 및 시험 등의 기본적인 작업 준비절차들과 실제 실시하게 될 해체작업의 자세한 작업절차들을 나열하고 설명한다.

2.2 해체작업과 관련된 ISDC 코드

ISDC는 제염, 해체활동 작업뿐만 아니라 해체사업을 수행하는데 필요한 전략수립, 해체계획, 방사선안전, 현장관리, 산업안전 및 사업 관리 등 모든 해체사업에 필요한 활동에 대한 항목을 제시한다. 따라서 해체 대상물에 대한 가장 직접적인 제염, 해체 및 폐기물 관리 작업뿐만 아니라 해당되는 모든 해체사업 활동에 대해 항목을 도출하여 해체비

용을 평가하는데 활용하고자 한다.

ISDC는 Level 1, 2, 3으로 나누어 정의되어 있다. 각 Level은 주요 활동(Principal Activity), 활동 그룹(Activity Group), 일반적인 활동(Typical Activity)들로 이루어져 있다. 특히, '해체활동', '폐기물 처리·저장 및 처분' 항목에서는 해체작업 절차서에 관련된 내용이 많다. 해체작업 절차서의 주요내용이 대상물에 대해 해체 장비를 준비하거나 제염을 하고 해체를 수행하고 용기에 담아 저장, 관리 작업을 주로 하기 때문이다. 또한 그밖에 인허가나 방사선 및 환경 감시 또는 지원 업무들이 해당될 수 있다.

2.3 해체작업과 관련된 ISDC 코드의 선별

ISDC 코드를 선별하기 위해서 ISDC코드와 가장 가까운 해체작업 절차서의 문장 내용을 관련시킨다. 이러한 내용은 주로 해체작업을 실시한 내용을 기술하는 '절차'부분에서 ISDC 코드가 선별될 수 있다.

다음은 해체작업과 관련된 ISDC코드를 선별하기 위한 방법의 예다. '방사화 콘크리트의 제거'의 해체작업 절차서에서는 '방사선작업허가서 신청'이라는 문장이 있고 이것은 ISDC에서 '인허가 신청 및 인허가 승인(01.0501)'과 관련되어 있다. 또한 작업자 교육은 '개인 관리 및 훈련(08.0305)'과 '산업 안전(08.0402)'와 관련되어 있다. 실제 작업과 관련된 내용 중에서 '빔포트 주변의 방사화 콘크리트를 제거'하는 활동에서는 ISDC 코드의 '건물 내장 요소 제거(04.0701)'와 일치한다. 이는 매립 배관 주위의 콘크리트 구조물 제거와 매립배관 제거를 포함하기 때문이다.

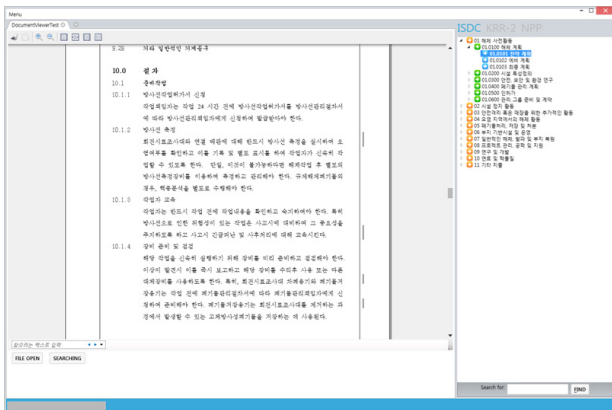


Fig. 1. Example of ISDC searching program.

이러한 일련의 과정을 해체작업절차서의 내용을 검색하고 적당한 ISDC코드를 찾아주는 방법을 Fig.

1과 같이 전산화하는 방법으로 수행할 수 있다. 먼저 프로그램에서 해체작업절차서의 내용을 읽어가면서 ISDC코드의 제목을 찾는다. 이때, 검색함수에서는 같은 내용의 스트링을 찾는다. 예를 들어, '방사화 콘크리트의 제거' 해체작업 절차서의 '인허가'는 ISDC코드에서 '인허가 신청 및 인허가 승인(01.0501)'의 '인허가'스트링과 일치한다. 이렇게 일치되는 내용은 검색의 질을 높이기 위하여 해체작업 절차서에서 문장검색 범위를 한 문단으로 정한 뒤 나오는 각종 단어들을 ISDC코드에서 찾는다.

3. 결론

각 국에서 해체 비용평가를 위해서 다양한 노력을 하고 있다. 특히, OECD/NEA에서는 ISDC를 이용하여 해체 비용평가 항목을 선정하도록 권장하고 있으며 IAEA에서는 Cost Estimation for Research Reactors in Excel(CERREX)[3]를 제작하여 해체 비용에서 제한된 경험을 가진 나라들을 대상으로 누구나 쉽게 해체비용평가를 할 수 있도록 제공하고 있다. 도출된 ISDC 해체활동 비용평가 대상 항목들을 연구로 해체 경험 자료인 해체작업 절차서에서 자동으로 선별해 주는 프로그램을 개발하고 있으며, 도출된 항목들에 대해 코드를 부여하여 해체 비용 평가 프로그램에서 활용할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제시된 이러한 방법론은 추후 확대 이용하여 원전 및 국내 원자력시설의 해체비용 평가에도 적용할 수 있도록 할 예정이다. 향후 연구에서는 검색기능을 좀 더 발전 시켜 검색되는 ISDC코드의 질을 향상시키기 위한 연구를 하고 있다.

4. 참고문헌

- [1] 박승국, 조운형, 문제권, "원자력시설 해체작업에 필요한 유닛생산성 산출 시스템", 한국정보과학회, 9-12, 2011.
- [2] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, EUROPEAN COMMISSION, 'International Structure for Decommissioning Costing (ISDC) of Nuclear Installations' OECD/NEA Report No. 7088, (2012).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Cost Estimation for Research Reactor Decommissioning, Nuclear Energy Series Report, IAEA, Vienna (2012).