

BIM을 활용한 원전 해체 물량산출 방안

정인수^{*}, 원지선²

¹한국건설기술연구원 건설정책연구소, ²한국건설기술연구원 ICT융합연구소

Plan of BIM-based Quantity Take-off for Nuclear Power Plant Decommissioning

In-Su Jung^{*}, Ji-Sun Won²

¹Construction Policy Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building
Technology(KICT)

²ICT Convergence and Integration Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building
Technology(KICT)

요약 우리나라 최초의 원자력발전소인 고리 원전 1호기의 폐쇄가 결정됨에 따라 원전 해체가 화두가 되고 있다. 원전 해체는 우리나라에서 한번도 경험해 보지 못한 일로 해체 과정도 어렵고 시간도 많이 소요된다. 그 일부분인 해체물량 또한 파악이 어렵다. 본 연구에서는 최근 건설산업에 많이 활용되고 있는 BIM 기술을 원전 해체 물량산출에 활용할 수 있는 방안을 제시하였다. 그 결과, 원전 해체 공법선정 및 공정 확립, BIM 모델링 환경 준비, 작업분류체계 구축, 객체분류체계 구축, BIM 통합모델 작성, BIM 객체에 물량 속성 배분 등의 방안을 제시하였다. 제시한 방안은 영구정지 대상 원전이 집중적으로 발생하는 시기부터 유용하게 활용될 수 있다. 이에 기반한 기술확보를 통해 나아가 해외 원전 해체 사업 수주에도 유리하게 작용할 것으로 기대된다.

Abstract Nuclear power plant decommissioning has attracted attention according to the shutdown decision of Kori 1 which is Korea's first nuclear power plant. Nuclear power plant decommissioning is the one who never experienced ever in our country. So, its process is difficult and time-consuming. In addition, it is difficult to determine the decommissioning quantity. This study proposed the plan that can be used in quantity take-off for nuclear power plant decommissioning using BIM technology being utilized in recent construction industry. As a result, we suggested the method of BIM-based quantity take-off such as the selection decommissioning method and process, setting up of BIM modeling environment, establishment of OBS & WBS, integrated BIM modeling, the definition of quantity property. The proposed plan can be utilized usefully from when permanent stopping nuclear power plant occurs intensively. Furthermore, the overseas nuclear power plant decommissioning project order also are expected through technology securement based on this plan.

Keywords : BIM, Decommissioning, Nuclear Power Plant, OBS, Quantity Take-off

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

후쿠시마 사고 이후 원전 해체에 대한 관심이 고조되

고 있다. 국내 원전의 설계수명이 만료되어 조기 해체 가능성이 대두되고 있고, 실제 고리 1호기는 2017년에 가동을 중단할 예정이다. 고리 1호기는 국내 최초로 상업용 원전 해체사업이 될 가능성이 높다. 국내 원전은

본 논문은 한국건설기술연구원 자체연구사업(과제번호 : 20050329-001)과 주요사업((15주요-대1-BIMGIS3) Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발)으로 수행되었음.

*Corresponding Author : In-Su Jung(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT))

Tel: +82-31-982-3599 email: jis@kict.re.kr

Received August 12, 2015

Revised September 10, 2015

Accepted September 11, 2015

Published September 30, 2015

1980년대와 1990년대에 집중되어 건설되었기 때문에, 2020년대와 2030년대에 설계수명 만료로 인한 영구정지 대상 원전이 집중적으로 발생할 것으로 예상된다.

원전을 포함한 원자력시설의 해체는 동일한 시설 및 용량이라고 하여도 국가와 해체 운영자의 정책, 규제 법규의 엄격성, 해체 후 부지의 재활용 등과 같은 주변 환경에 의하여 해체 수행 시기, 해체 수행 방법은 물론 해체 기간 및 해체비용 등이 상이하다. 이러한 모든 것을 고려한 종합적인 검토가 없으면 해체사업을 정확히 예측할 수 없다. 원전 해체 사업의 성공적 수행을 위해서는 경험과 기술의 확보가 중요하며, 현 시점은 미확보된 기술에 대한 연구개발이 필요한 단계이다. 특히, 원전 해체를 위한 해체비용 평가, 해체전략 및 해체계획서 작성 시 해체물량은 필수 입력요소이다. 기존 해체 물량 평가방법은 시공물량 분석 및 해외 해체원전 물량을 참조하여 분석하는 것으로 불확실성이 크다[1]. 왜냐하면 해체물량과 시공물량은 개념자체가 다르며, 해외 해체원전의 경우 국내 사정과 차이가 있기 때문이다.

건설산업에서는 BIM(Building Information Modeling)이 생애주기 전반에 활용가능한 객체기반의 정보통합 기술로 주목받고 있다. 현재 BIM은 국내 건설산업에서 도입 및 적용되고 있으며, 건설과정에 참여하는 업체들 간의 협력작업 방식으로의 전환, 4차원 공정 시뮬레이션, 간섭체크, 시공성 검토 등 BIM이 주는 이점은 건설 프로세스에 많은 변화를 가져오고 있다[2]. BIM 기반 물량산출은 기존 2차원 기반에 비해 정확도가 높고 설계변경에 의한 재건축 작업이 없는 등 효율성 측면에서 다양한 이점을 가지고 있다고 평가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 BIM 기술을 활용하여 원전의 해체 물량을 산출하는 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 원전의 해체 계획 단계에 수행하는 업무 중 물량산출 업무를 대상으로 BIM 활용 방안을 도출하였다. 이를 위해 다음과 같은 방법으로 연구를 수행하였다. 첫째, BIM 기술의 특성을 분석하고 BIM 기반 물량산출과 BIM을 활용한 건축물 해체에 관한 문헌을 고찰하였다. 둘째, 원전 해체사업의 특성을 분석하고 현행 사업관리번호체계가 BIM 기반 물량산출을 위한 객체분류체계로 활용할 수 있는지 가능성을 분석하였다. 셋째, 원전 해체 물량산출에 BIM 기술을 활용하기에 앞서 마

련되어야 하는 요소를 도출하고 단계별로 구체적 적용방안을 제시하였다.

2. BIM 현황 분석

2.1 BIM의 정의

전 세계적으로 BIM 기술이 새로운 패러다임으로 주목됨에 따라 우리나라를 포함한 미국, 노르웨이, 핀란드, 독일, 호주 등의 국가에서는 BIM 표준 또는 BIM 가이드(Guideline)를 개발 및 제시하고 있으며, 국가나 기관마다 다양하게 BIM을 정의하고 있다.

호주의 CIC(Cooperative Research Centre for Construction Innovation)에서 발간한 ‘National Guidelines for Digital Modeling(2009)’에서는 객체기반의 건물(또는 다른 시설물)이 3차원으로 표현되고, 그래픽 표현을 넘어 모델에 대한 어떤 정보나 객체 속성을 포함하고 있는 것을 BIM으로 정의하고 있다[3].

미국 NIBS(National Institute of Building Science)의 ‘United States National Building Information Modeling Standard(2007)’에서는 BIM을 시설물의 물리적·기능적 특징을 디지털로 표현한 것으로 정의하였고, BIM은 시각화, 엔지니어링 해석, 간섭 확인, 법규 확인, 견적, 준공도서, 예산계획 등 많은 목적을 위해 시설물의 전자 모델을 만드는 행위로 정의하고 있다[4].

미국 GSA(U.S. General Service Administration)의 ‘BIM Guide Overview(2003)’에서는 BIM을 다차원 정보를 가진 컴퓨터 데이터 모델을 개발하고, 이를 이용하여 설계를 문서화하는 것뿐 아니라 새로운 시설물이나 재건축 시설물의 시공과 운영 과정을 시뮬레이션하는 것으로 정의하고 있으며, 그 결과로 도출되는 BIM은 데이터가 풍부하고 객체 기반이며 지능이 있고 파라메트릭하게 정의된 시설물의 디지털화된 표현으로 정의하고 있다[5].

2.2 BIM의 특성

BIM은 벽체, 슬래브, 기둥, 계단, 창, 문 등과 같은 시설물의 객체를 3차원으로 설계하고 각 객체에 기능, 구조, 용도와 같은 속성정보를 부여함으로써 건설사업의 참여자들에게 시각화된 시설물의 정보를 제공할 수 있다. BIM 정보의 주요한 특징은 다음과 같다[6].

- 기하 : 객체의 정보는 측정 가능한 기하학적 정보로 표현됨
- 확장 가능한 객체 속성 : 객체들은 기 정의된 속성들을 포함하며 다른 속성들의 확장을 허용함. 이러한 속성들을 포함하는 모델은 분석 및 시뮬레이션을 수행하기 위해 다양한 속성들과 관계를 형성할 수 있음
- 속성을 포함하는 모든 정보 : 지속성, 정확성, 접근성을 보장하기 위해 통합되며, 시설물의 생애주기 동안 이용되는 모든 정보를 지원함

2.3 관련 연구 고찰

국내외적으로 BIM의 활용분야는 대부분 기획 단계에서 유지관리 단계까지 집중되어 있으며, 해체 단계에 관한 연구가 부족한 실정이다. 또한, 원전 해체에 BIM 기술을 활용한 사례는 전무하다. 이에 일반 건축물을 대상으로 BIM 기반 물량산출 관련 연구와 해체물량 산출 자동화에 관한 연구를 고찰하였다.

이창희 외 2인은 BIM 기반 물량산출 완성도 판단을 위한 측정 지수를 개발하였다. BIM 기반 물량산출 완성도에 영향을 미치는 요인으로 첫째, BIM 모델의 LOD(Level of Detail)와 같은 BIM 모델 데이터 작성기준, 둘째, 품셈과 같은 물량산출 기준, 셋째, 내역체계와 같이 물량산출에 필요한 정보분류 체계를 도출하였다[7].

신재철 외 2인은 NATM 터널과 PSC 거더 교량을 대상으로 BIM 기반 물량산출과 기존 2D 기반 물량산출의 오차율을 이용한 신뢰성을 분석하고 BIM 기반 물량산출서 자동화 프로세스를 제안하였다. BIM 기반 물량산출의 체계적 관리를 위해서 각 객체별로 공중분류코드 부여가 중요함을 강조하였다[8].

박재우 외 2인은 해체공사 물량산출 및 예측을 위하여 국제표준인 IFC(Industry Foundation Classes)를 기반으로 건축부재를 분류하고 이와 폐기물 분류를 연계하여 BIM을 이용한 건설폐기물 데이터베이스 구축 방안을 제시하였다[9]. 김창환은 2D 도면을 3D 객체 라이브러리로 구축하여 물량을 산출할 수 있는 해체폐기량 산정 및 통합관리를 위한 시스템을 개발하였다[10].

BIM 기반 물량산출 관련 연구와 해체물량 산출 자동화 관련 연구를 검토한 결과 방법론, 분류체계, BIM 모델링 기준, 자동화 시스템 개발 등을 주요 주제로 다루고

있다. 특히, BIM 기반 물량산출의 신뢰성을 확보하기 위해서 객체별 공중분류체계와 자동/연동/수동 물량의 공중구분이 반영된 BIM 모델 작성기준의 개발 중요성이 강조되고 있다.

BIM 기반 물량산출 자동화의 한계점으로 보고되고 있는 핵심적인 부분은 국내 실정에 맞는 BIM 객체분류체계인 OBS(Object Breakdown Structure)가 제시되지 않고 있다는 점이다. BIM 기반 공정관리와 물량 및 공사비 산출은 OBS를 중심으로 WBS(Work Breakdown Structure)와 CBS(Cost Breakdown Structure)의 연계가 주요 개념으로 원전 해체 사업 적용 시 정보분류 체계에 대한 검토가 요구된다.

3. 원전 해체사업 특성 분석

3.1 원전 해체 단계 및 공중 분석

원자력시설의 해체란, 수명이 종료된 원자력시설을 안전하고 경제적으로 처리하여 자연상태로 복원하는 것이다. 해체 단계는 Fig. 1에 표현된 순서로 진행되며, 약 20년 이상이 소요된다.

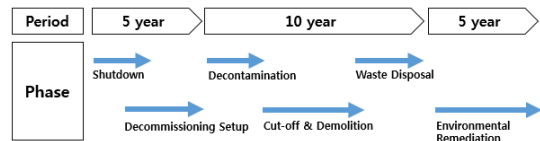


Fig. 1. Nuclear Power Plant Decommissioning Phase

단계별 주요 업무는 다음과 같다. 영구정지 단계에서는 원자로에서 핵연료를 제거하고, 원전 운영 이력 등을 조사하여 방사화에 의한 핵종 재고량을 평가한다. 해체 준비 단계에서는 원자로 냉각기간 동안 환경영향평가 등을 수행하여 해체계획을 수립하고 규제기관의 인허가를 획득한다. 제염 단계에서는 오염이 가장 심한 원전 일차 계통을 대상으로 먼저 오염을 제거한 후 격납용기나 건물 등 시설 표면의 오염을 제거한다. 절단/철거 단계에서는 오염이 적은 설비부터 시작하여 원자로 격납용기 내부의 압력용기 등 주 기기를 제거한 후 최종적으로 격납 건물을 철거한다. 폐기물 처리 단계에서는 폐기물 처리 제염 및 해체를 통해 발생한 방사성 폐기물을 성상별로 분류·처리·저감 후 안정화하여 방사성폐기물로 처분한

다. 환경 복원 단계에서는 해체 후 부지에 대한 잔류 방사능 측정 및 평가를 수행하고 이 결과에 따라 부지를 복원 및 개발한다.

해체를 수행하는 많은 기관에서는 해체 활동 관점에서 각 단계를 정의하여 사용하는 것이 일반적이다. 한국 원자력연구원에서 수행한 연구로 1&2호기나 우리나라 원자력발전소의 해체사업에서 정의한 해체 단계는 아래와 같으며 각 단계의 흐름도는 Fig. 2와 같다[11].

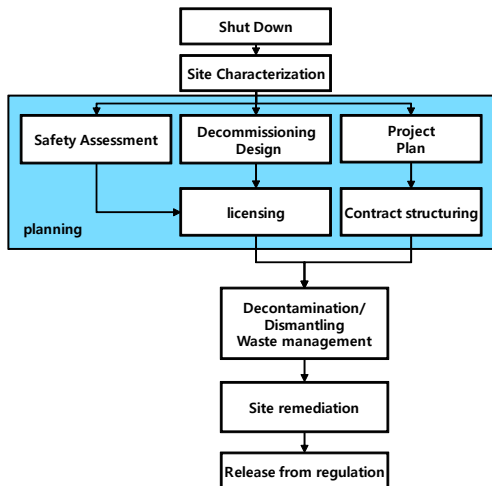


Fig. 2. Nuclear Power Plant Decommissioning Process

- 시설의 운전 정지
- 시설의 물리화학적, 방사선학적 특성 평가
- 해체 계획 수립
- 제염 및 해체/철거
- 해체폐기물 처리/처분
- 잔류 방사선 평가 및 규제 해체

3.2 원전 사업관리번호체계(PNS) 분석

PNS(Project Numbering System)란, 정보의 교류 및 교환, 정보의 수집 및 분석, 정보의 종합 정보체계를 구축하기 위해 사업수행과정에서 발생하는 업무, 자재, 자료 등의 모든 정보에 식별번호를 부여하는 것이다. 본 연구에서는 PNS가 원전 해체 물량산출에 OBS로 활용될 수 있는지 파악하기 위하여 분석을 수행하였다.

우리나라 발전소 건설사업에 있어 WBS 구성은 사업 단계별로 기준이나 특성이 공통성을 가진 분야와 하위레벨의 특성이 다를 수밖에 없는 분야로 구분하여 사업의

단계별 및 계약자의 특성별로 공통성은 최소한 지키면서도 세 분류에서는 특성별로 구성하여 분류할 수 있도록 하는 개념을 도입하였다. 전자의 상위레벨을 PBS(Physical Breakdown Structure)로 구분하였고, 후자의 세부 구분인 하위레벨은 FBS(Functional Breakdown Structure)로 구분하였다.

PBS는 3자리 숫자로 표시하여 Family Tree 형태로 구성된다. 결과물의 물리적인 형태보다 행위의 형태로 분류되는 사업관리, 사업관리 행정업무 등 사업일반에 해당하는 업무를 0XX로 분류하고, 구매사양서 구분의 단순 목적으로 사용되는 1XX, 기타 설비나 계통으로 분류되는 2XX, 3XX, 4XX, 5XX, 6XX, 7XX, 8XX 등과 사업 총 투자비 산출에서 간접비 사용목적으로만 분류 사용되는 9XX로 분류하였다.

FBS는 최종 결과물 구분코드의 조합으로 구성된다. 설계분야의 경우, FBS는 3자리의 구분코드로 구성되어 있으며 1XX의 도면, 2XX의 사양서, 3XX의 계산서, 4XX의 문서관련 성과물, 5XX의 Task 등 5개로 분류된다.

PNS는 기술자료번호, 자재번호, 공정단위작업번호, 공사비관리계정, 기타 특수번호 등을 포함하고 있으며, 각각의 특성에 적합한 번호체계를 개발하여 적용하고 있다. 또한, 모든 번호에 호기와 설비분류체계인 PBS를 공통으로 사용함으로써 관리기준의 동일성을 확보하고 정보 간 연계가 용이하다.

기술자료 번호부여체계는 도면, 사양서, 계산서, 보고서/절차서 등 크게 4종류로 분류하여 번호를 부여하고 모든 번호에 공통으로 사용되는 호기번호 및 설비분류체계 외에 조직분류코드와 기능별 분류체계를 포함하고 있다. 자재 번호체계는 기기, 밸브, 배관 등 자재의 유형을 구분하는 코드와 펌프, 히터, 글로브 밸브 등과 같이 자재를 형태별로 구분하는 분류코드의 조합으로 구성되어 있다.

공정단위작업 번호체계는 설계, 구매, 시공 및 시운전 단위작업에 번호를 부여하고 공종을 나타내는 코드를 포함하고 있다.

공사비관리계정의 경우는 기자재 품목/공종코드(Commodity Code)를 포함하고 있어 공사비 산정과정에서 효율적인 공사비의 산출 및 집계가 가능하도록 하고 있다. PNS의 구성은 Fig. 3과 같다.

의 AllPlan, Bentley사의 Bentley사의 Architecture, Autodesk사의 Revit, Graphisoft사의 ArchiCAD 등을 분석한 결과, 설비부문에 특화되고 국제표준인 IFC와 호환가능한 대상으로 선정하면 적용 가능한 것으로 판단된다. 또한, 원전 시설요소별 특성에 맞게 매쓰량, 절단량, 방사선/능량, 이동식장비투입량 등 원전 해체 물량을 속성으로 정의한 BIM 라이브러리의 개발이 필요하다. BIM 통합모델의 장기보관 및 협업 차원에서는 IFC기반의 표준을 따를 필요가 있다. IFC는 BIM 데이터를 교환 및 공유하는데 있어 표준 데이터 포맷으로 활용되고 있는 개방형 BIM 데이터 포맷이며, 이러한 IFC를 통하여 IFC기반 개방형 BIM 환경에서는 특정 벤더사의 응용시스템이나 소프트웨어 버전에 얽매이지 않고 데이터를 교환할 수 있는 장점이 있다.

셋째, 해체 물량산출을 위한 필수 요구조건으로 해체 단계의 WBS가 반드시 존재해야 한다. 따라서 현행 원전 건설 업무분류체계의 해체단계에 활용성 및 적용성 확대를 위하여 국내·외에서 도입 및 적용되고 있는 분류체계를 조사 및 분석하고, 원전 해체의 실무 활용 측면에서 가장 효용성이 높은 분류체계를 개발해야 한다. 본 WBS는 원전 해체 공법선정 및 공정 확립에서 구현한 공법 및 공정을 모두 표현할 수 있어야 한다.

넷째, WBS와 PNS는 도형자료인 BIM모델에 직접 적용하기에 많은 한계를 가진다. 그래서 대부분 기존 소프트웨어에서 제공하는 클래스 에디터, 기계적 연계기능, 그리고 인터페이스를 활용하여 비도형 자료의 WBS에 연계하는 방법을 취하고 있어 적극적이며 체계적이지 못하다. 따라서 BIM Object 분류특성을 정의하고 원전 해체에 적용하기 적합한 OBS를 구축해야 하며 여기에 현 원전 PNS의 자체번호체계 및 WBS와 연계하여야 한다. OBS는 공정, 원가, 품질, 안전, 계약, 인사 등 각 프로젝트의 특성에 따라 매우 다르게 나타날 수 있기 때문에 반드시 원전 해체 목적에 부합하도록 개발되어야 한다. 이렇게 구현된 OBS는 한 프로젝트에 포함되는 모든 Object를 일정한 규칙에 의한 위계를 가지고 정의하고 있어, OBS를 통하여 BIM 모델 자체의 체계적인 제어 가능해진다. OBS는 해외 Omniclass에서 비교적 세부적으로 정의하고 있기 때문에 단기적으로는 이를 활용할 수도 있지만, 장기적으로는 원전 해체에 적합하게 신규 개발 할 것을 제안한다.

다섯째, 설계단계에서 제작된 BIM 통합모델은 시공

및 유지관리단계와 비교하여 매우 상세하다. 이는 시공 단계에서 설계변경 등을 거치면서 수정되어 준공도면으로 유지관리단계로 넘어간다. 이 통합모델은 유지관리단계에 그대로 사용할 수 없다는 것이 학계의 통설이다. 왜냐하면 통합모델에서는 하나의 계통에 3D 객체가 여러 개로 구성되나, 원전 운영단계에서는 동 계통의 성능 단위로 관리가 된다. 한마디로 관리단위가 다르기 때문에 통합모델 각 객체의 통합 또는 경우에 따라 분리가 필요하다. 시공단계와 마찬가지로 원전 운영단계에서도 성능 향상 등의 이유 때문에 설비의 교체 등이 발생한다. 이런 것들이 반영된 통합모델을 폐로단계를 거쳐 해체단계에 사용하려면 역시 해체에 적합하도록 모델 수정이 불가피하다. 따라서 원전 해체에 사용할 수 있는 BIM 통합모델이 구축되어야 하며 이를 구축하기 위한 메뉴얼이 제시되어야 한다.

여섯째, 해체물량을 산출할 수 있도록 각각의 객체에 물량에 관한 속성이 추가되어야 한다. Autodesk사의 Revit을 사용할 경우, 소프트웨어에서 제공하는 기본정보 외에 방사선/능량, 방사선계거물량, 폐기물량 등 사용자정의의 물량 속성이 추가되어야 하며, 이러한 속성들이 체계적으로 정의되어야 한다. 또한 해체작업에 관련된 용접작업과 같은 연동물량을 산출할 수 있도록 속성을 정의할 필요가 있다. 물량산출에 BIM 데이터를 적용하기 위해 LOD 기준을 마련하여 구성요소별, 공종별 요구되는 필수 속성정보와 각 객체별 모델링 상세수준 및 정보 입력 수준을 정의해야 한다. 이는 마찬가지로 메뉴얼로도 제시되어야 한다.

BIM 객체에 기본물량 속성뿐만 아니라 해체작업에 필요한 연동물량 및 방사선/능량 등에 관한 사용자정의의 물량 속성이 추가로 정의되어야 한다. 이러한 추가 속성은 물량산출 실무자가 일일이 입력할 수도 있지만, 일정한 패턴 및 수식에 의해 자동으로 계산할 수 있다. 예를 들어 밸브 객체의 기본물량이 있고, 그에 따른 방사선/능이 어느 정도 되는지 파악하여 속성을 추가하는 것보다 해당 밸브 객체의 위치정보, 기능정보 등을 활용하여 자동으로 계산하는 것이 훨씬 효과적이다. 따라서 BIM 라이브러리를 구축할 때 물량 자동계산을 위해 해체물량의 매개변수를 구축한다면 보다 효과적으로 물량산출이 가능할 것이다.

5. 결론

원전의 해체는 장기간의 해체기간과 막대한 해체비용을 요구하는 사업이지만 원자력시설의 안전한 퇴출을 위하여 반드시 수행하여야 하는 일이다. 해체 기간과 해체 비용은 선택한 해체 전략에 따라 좌우되기 때문에 적절한 방법과 전략을 선택함으로써 사업 부담을 줄일 수 있다. 세계적으로 이미 125기의 원전이 영구 운전정지 하였으며 운전되고 있는 446기의 원전도 가까운 미래에 해체가 시작될 전망이다.

본 연구에서는 원전 해체비용 평가와 해체전략 및 해체계획 수립 시 선행적으로 파악되어야 하는 해체 물량을 정확하고 효율적으로 산출하기 위해 BIM 기술의 활용을 제시하였다. 먼저 BIM 기반 물량산출 업무와 원전 해체 공정 및 현행 원전 사업관리번호체계를 분석하였으며, 이를 기반으로 BIM을 활용한 원전 해체 물량산출 프로세스를 정의하고 이의 수행을 위해 마련되어야 하는 제반요건을 도출하였다.

본 연구의 범위는 물량산출 업무로 제한하였으나, 향후 원전 해체 공정에 대한 CBS를 개발, 연계할 경우 OBS와 CBS 연계로 견적 업무로 확장될 수 있다. 또한, WBS를 연계하면 해체공정 시뮬레이션이 가능하다. OBS와 CBS, WBS를 연계하여 BIM 모델을 활용한다면 동시다발적으로 진행되는 원전 해체 사업을 시뮬레이션함으로써 인력, 자원, 장비의 효율적 배분이 가능할 것이며, 이는 원전 선진국에서도 확보하지 못하고 있는 핵심 기술을 우리나라가 보유하여 전세계적으로 확장일조에 있는 원전 해체 사업에서 우위를 점할 것으로 기대된다.

References

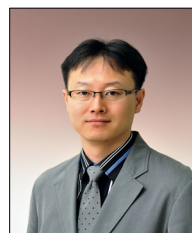
- [1] In-Su Jung, Woo-Jung Kim, "Analysis of the Possibility of Required Resources Estimation for Nuclear Power Plant Decommissioning Applying BIM", *Transactions of the Korean Nuclear Society Spring Meeting*, 2014.
- [2] In-Su Jung, Woo-Jung Kim, "Direction for the Estimation of Required Resources for Nuclear Power Plant Decommissioning based on BIM via Case Study", *Transactions of the Korean Nuclear Society Spring Meeting*, 2014.
- [3] CIC(Cooperative Research Centre for Construction Innovation), "National Guidelines for Digital Modeling",

2009.

- [4] NIBS(National Institute of Building Science), "United States National Building Information Modeling Standard", 2007.
- [5] U.S. General Service Administration(GSA), "BIM Guide Overview", 2003.
- [6] buildingSMART Korea Website, Available From : <http://www.buildingsmart.or.kr> (accessed August., 10, 2015)
- [7] Chang-Hee Lee, Seong-Ah Kim, Sangyoon Chin, "An Index for Measuring the Degree of Completeness of BIM-based Quantity Take-Off", *Korean journal of construction engineering and management*, v.12 no.6, pp.79-92, November, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.6.79>
- [8] Jae-Choul Shin, Ju-Hwan Hwang, Sang-Gyu Lee, Si-Won Lee, "BIM based Reliability Analysis and Automated Quantity Calculation", *Korean Society of Hazard Mitigation*, vol. 12, no.3, pp. 49-55, June, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9798/KOSHAM.2012.12.3.049>
- [9] Jae-Woo Park, Gi-Wook Ha, Won-Hwa Hong, "A Study on Database Construction of C&D Waste Using BIM on the Demolition Stage", *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea*, v.33 no.2, pp.345-346, October, 2013.
- [10] Chang-Hak Kim, "Development of Integrated Computer System for Quantifying and Managing of Demolition Waste", *Korean journal of construction engineering and management*, v.12 no.1, pp.133-140, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.1.133>
- [11] Korea Hydro & Nuclear Power Co., "A study on the mid to long term planning for domestic NPPs decommissioning", pp. 121-131, 2011.

정인수(In-Su Jung)

[정회원]



- 2000년 2월 : 인천대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 : 인천대학교 일반대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원
- 2009년 9월 ~ 2015년 3월 : 인천대학교 건축공학과 겸임교수

<관심분야>
건설사업관리, 건설정보화

원 지 선(Ji-Sun Won)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경희대학교 토목건축공학부 (공학사)
- 2005년 2월 : 경희대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2007년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

건설정보표준, BIM, IFC