

# 원전 3D 모델 사용성 강화를 위한 CAD 모델 경량화 방안 정립

## Establishment of Plan to lighten CAD Model for Strengthening Usability of Nuclear Power Plant 3D Model

김 종 명\*

Kim, Jong-Myeong

김 우 중\*\*

Kim, Woo-Joong

### Abstract

In the nuclear industry, in order to keep pace with the 4th industrial revolution era, they are trying to improve the construction and maintenance ability by utilizing the technologies such as digital twin and VR/AR from the construction stage. However, the nuclear 3D CAD model, which is used as the base in the latest technology, is heavy due to a large number of facilities per unit space compared to other industrial companies, and it is difficult to directly incorporate the latest technology into the results of CAD programs for design purposes. In this study, in order to improve usability, we tried to lighten the 3D model. First, we analyze the existing nuclear power plant 3D model and draw out the problems and features. Secondly, we derived the factors to consider when we make the 3D CAD models lightweight.

키 워 드 : 원전, 3D모델, 3D모델 경량화, 단순화

Keywords : nuclear power plant, 3D model, lighten 3D model, simplification

## 1. 서 론

최근 원전산업계에서는 건설 및 운영단계에 시공 및 운영 및 유지관리 능력 향상을 위하여 4차 산업혁명 기술의 사이버플랜트의 디지털 트윈, VR모델 활용하기 위해 연구개발 및 시험적용 중에 있다. 위 기술한 기술들은 설계모델인 원전 3D CAD모델을 기반으로 하여, 각 활용목적에 알맞게 모델을 변형하거나 고도화 시켜 개발을 해야 한다. 그러나 원전 모델은 단위 공간안에 수많은 설비가 복잡하게 구성되어 있어, 타 산업계대비 발전소 호기별 파일용량이 5배~6배 수준이다. 일반사용자가 업무용 일반 PC에서 원전 3D모델을 다룰 때 무거운 파일용량을 처리하기 위한 인한 검토시간 지연 등으로, 3D 모델의 강점인 효율적인 검토 및 VR과 같은 추가 어플리케이션 개발 및 활용이 어려운 문제점이 생긴다. 조선산업에서도 이러한 문제점으로 권순조(2014)는 3D모델 경량화를 위한 다기준 평가척도를 제시했지만<sup>1)</sup>, 설계사와 설계모델타입이 원전과 다르기 때문에 적용하기 어려운 문제점이 있다. 문두환(2016)은 각기 다른 소프트웨어로 설계된 설계모델의 표준 경량화 시스템을 제안했으나<sup>2)</sup>, 원전의 다양한 설비모델 타입에 적용하기엔 한계가 있다. 그러므로 본 연구에서는 원전 3D모델 활용성을 향상시키고자 원전 3D CAD모델을 분석하고, 분석한 내용을 바탕으로 원전 3D모델을 경량화하기 위한 고려요소들을 정립하고자 한다.

## 2. 원전 3D CAD 모델 분석

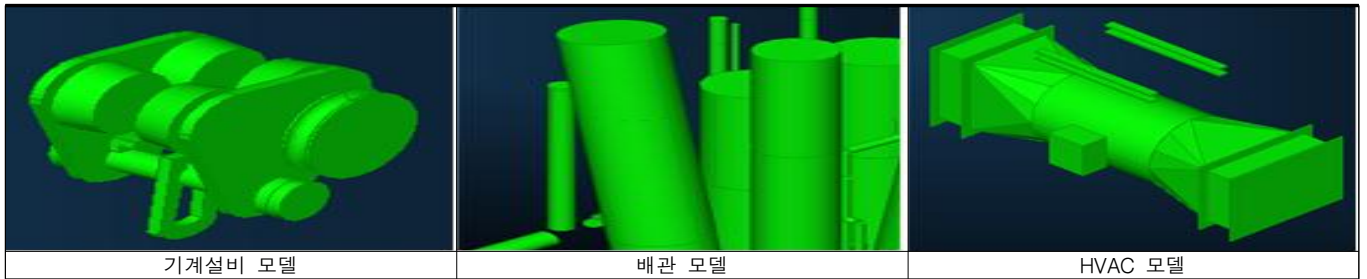
원전 3D모델 분석을 위해 원전 3D모델 타입 중 단위용량이 큰 순서로 표 1과 같이 3개의 타입을 선정하여 샘플을 분석하여, 세 가지 특징을 도출하였다. 첫째로는 원전 3D모델은 솔리드(Solid)와 서피스(Surface)가 혼용되어 구성되어있다. 모델을 단순화하여 용량을 줄이기 위해서는 솔리드 모델이 유리한데 서피스 모델이 표 1의 배관모델을 일부 구성하고 있어 해당 부분에 대한 경량화가 어려워 향후 모델 생성시 솔리드 모델위주로 모델을 생성해야 한다. 둘째로는 원전 모델이 하나의 CAD 모델로 이루어진 것이 아닌 수천개의 작은 CAD모델로 각 레벨별 혹은 룸별로 구분되어 있다. 위 저장방식으로 인해 복수기와 같은 각 룸, 레벨을 관통하는 큰 설비는 각 파일별로 중복적으로 존재하고 있는 것으로 확인되어 모델분류기준을 정해 하나의 설비는 하나의 파일에만 존재할 수 있는 규칙을

\* 한국수력원자력 중앙연구원 플랜트설계연구소 구조설계그룹 일반연구원, 교신저자(jmkim017@khnp.co.kr)

\*\* 한국수력원자력 중앙연구원 플랜트설계연구소 구조설계그룹 선임보안연구원

정해야 한다. 셋째로는 현재 사용하고 있는 3D CAD모델 저작 소프트웨어는 설계용으로 만들어진 것이므로 B-rep모델 기반으로 가시화 관점에서 Mesh모델을 쓰는 가시화 툴보다는 무거운 단점이 있다. 그러므로 시공검토 및 운영 유지관리에 활용할 때는 기존 B-rep기반 3D CAD모델을 각종 가시화 방법론을 적용할 수 있는 Mesh 모델로 변환하여 활용할 수 있는 가시화 소프트웨어를 활용하는 것이 유리하다.

표 1. 원전 3D모델 샘플



### 3. 원전 3D CAD 모델 경량화 고려요소 도출

위 3D CAD모델 분석내용을 기반으로 효율적인 경량화를 위해서는 표 2와 같이 3가지 요소를 고려해야 한다. 첫째로 사용자의 요구사항을 반영한 경량화가 되어야 한다<sup>9)</sup>. 경량화를 위해서는 필요 없는 객체의 제거 혹은 단순화 과정이 필요한데, 이 과정은 소프트웨어 경량화 개발자가 결정해야 할 부분이 아닌 실제 업무에 활용할 사용자가 결정해야 하는 부분이다. 그렇기 위해서는 각 설비별 담당자와 3D 모델을 사용할 사용자의 요구사항을 반영하여 Level of Detail(LoD)를 정해야 한다. 둘째로 경량화 정량적 기능목표를 수립해야 한다. 정확한 목표 없이 단순히 사용성 강화를 위해 경량화를 한다면 이는 비용 산정 및 명확한 LoD 수립에 어려움이 있어, 명확한 기능평가를 통해 원하는 경량화 수준에 도달하기 위해 정량적인 기능목표인 목표 경량화율 및 시점별 Frame Per Seconds(FPS) 설정이 필요하다. 셋째로 전용 경량화 소프트웨어 선정이 필요하다. 경량화 소프트웨어를 일반 상용 소프트웨어를 구매해서 사용할 수 있고, 기존에 사용하고 있는 CAD 소프트웨어에서 경량화용 API를 개발할 수 있고, 원전에 맞는 전용 경량화소프트웨어를 개발할 수 있으므로 각각의 장단점을 고려하여 경량화 소프트웨어 사용방안을 정해야 한다.

표 2. 원전 3D모델 경량화 고려요소

경량화 고려요소	내 용
요구사항 수립	- 사용자 요구사항에 따른 설비별 경량화 LoD 수준 확립
경량화 정량적 기능목표 수립	- 사용자 운용환경을 고려한 용량, FPS 등의 정량적 기능목표 수립
전용 경량화 소프트웨어	- 상용 소프트웨어 사용 - 상용 CAD시스템 경량화 전용 API 개발 - 독립 소프트웨어 개발

### 4. 결 론

본 연구에서는 4차산업혁명 시대에 원전산업계의 화두인 디지털트윈, VR 기술의 근간인 원전 3D CAD모델을 다양한 분야에서 원활히 활용할 수 있도록 경량화 방법론을 정립하기 위해 첫째로 모델 분석을 통해 현재의 문제점 및 해결방안을 제시하였고, 이를 기반으로 둘째로 원전 3D CAD모델 경량화 고려요소를 정립하였다. 본 연구내용의 결과를 기반으로 향후 원전 3D모델 전체 타입별 경량화 테스트를 진행하고자 한다.

### 참 고 문 헌

1. 권순조, 박선아, 문두환, 한순홍. 조선 해양 기자재 3D CAD 조립체 데이터의 간략화를 위한 다기준 평가 척도. 한국CDE학회 학술발표회 논문집, pp.578~587, 2014.8
2. 문두환, 김병철. CAD 모델의 특정형상기반 단순화를 지원하는 확장형 시스템 개발. 한국 CDE학회 논문집, 제23권 제1호, pp.41~51, 2016
3. Soonjo Kwon, Byung Chul Kim, Duhwan Mun, Soonhun Han, Simplification of feature-based 3D CAD assembly data of ship and offshore equipment using quantitative evaluation metrics, Computer-Aided Design, 59, pp.140~145, 2015