# 비용과 자원을 연계한 플랜트공사 nD CAD 시스템 기능 구성 방안

# Function Organization of nD CAD System for Plant Project by Linking Cost and Resource Information

강 인 석* · 지 상 복** · 문 현 석***○ · 안 재 규****

Kang, Leen-Seok · Ji, Sang-Bok · Moon, Hyoun-Seok · An, Jae-Kyu

## 요 약

본 연구에서는 4D CAD의 객체정보에 자원 및 비용정보를 연동한 nD CAD시스템의 기능 구성방안을 제안하며, 제안된 기능들은 플랜트공사의 시각화된 방식 공정모델을 선정할 수 있는 시나리오기반 공정분석 모형으로 구성하였다. 제안된 모형은 다양한 공사관리 정보를 nD CAD기반으로 통합함으로써 최적 일정계획과 자원 및 비용정보의 효율적인 시각화 관리가 가능하다. 또한 최적 공정 시나리오 분석 및 분석정보의 공유 기능을 통해 발주자의 효율적인 의사결정 정보로 활용될 수 있다.

**키워드: 4D CAD, 비용정보, 자원정보, nD CAD, 시나리오 분석**

## 1. 서 론

최근 플랜트 현장에서 적용되는 프로젝트 관리는 일반적으로 일정에 따른 진도관리 위주로 이루어지며, 비용과 자원을 통합한 프로젝트 관리체계는 미흡한 것으로 나타났다. 일부 공정관리 소프트웨어(P3, MS-Project 등)를 통해 비용과 자원의 투입상황을 수치적으로 파악할 수 있으나 이들 정보의 즉각적인 습득 및 파악을 위해서는 별도의 지식을 요구하였으며, 다양한 시각화된 분석 및 예측 기능의 부족으로 실제 프로젝트관리 업무의 적용빈도가 높지 않았다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 4D시스템에 비용(5D)과 자원(6D)을 연계하여 효율적인 프로젝트 관리체계가 이루어질 수 있도록 기능을 구성하고, 비용과 자원정보를 포함한 다양한 공정 시나리오 분석을 통해 최적의 공정시나리오를 선정·적용할 수 있는 체계를 제시한다. 이러한 최적화된 공정시나리오는 발주자의 효율적인 의사결정을 위한 정보로 활용될 수 있다. 또한 플랜트 nD시스템 내부에 시나리오기반의 분석정보를 공유하고 관리할 수 있도록 다양한 리포팅(Reporting) 기능을 부가함으로써 시각화된 비용(원가) 및 자원정보의 활용성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

* 정회원, 경상대학교 토목공학과 교수, 공학박사, Lskang@gnu.ac.kr

** 정회원, (주)지오엔티 대표이사, geont@unitel.co.kr

*** 정회원, 경상대학교 토목공학과, 박사과정, civilcm@gnu.ac.kr

**** 정회원, 경상대학교 토목공학과, 석사과정, oh900cc@empal.com

본 연구는 2006년도 건설교통부 CTRM 연구과제 수행결과임

## 2. 플랜트 4D시스템의 비용 및 자원정보 활용기능 분석

### 2.1 기존 4D시스템 기능 분석

기존 4D시스템에서는 대부분이 단순한 일정정보에 따른 3D객체의 변화상태만을 구현하고 있고, 일정에 따른 비용 및 자원의 투입현황을 시각적으로 파악하기 위한 기능 구현이 미흡하다. 또한 일부 4D시스템에서는 해당 시점의 투입된 비용 혹은 향후 투입될 비용정보를 수치적인 형태로만 제공하거나 3D모델로부터 물량을 산출하여 비용과 자원을 그래프와 같은 제한적인 시각화된 형태로 구현하고 있는 실정이다. 그림 1은 기존 4D시스템에서 구축되어 있는 비용 및 자원정보의 구현기능을 제시한 것이다.

그림 1. PMvision의 물량과 비용의 수치적 연계화면

### 2.2 플랜트 nD시스템 구축을 위한 주요 요구기능 분석

기존 플랜트 산업은 Procurement(조달)업무에 많은 비중을 두고 있기 때문에 자원의 최적투입 및 비용의 투입현황을 실시간으로 파악할 수 있는 기능이 요구된다. 또한 기존의 4D체계에 비용(5D)과 자원(6D)을 통합 연계함으로써 플랜트 프로젝트의 통합관리체계의 구축이 가능하며, 비용과 자원정보의 연계에 따른 다양한 공정 시나리오 분석을 통해 최적공정에 대한 비용과 자원의 최적투입량을 결정할 수 있는 기능이 요구된다. 이러한 기능과 비용 및 자원을 연계한 시나리오기반의 분석체계를 통해 최적의 플랜트 프로젝트관리업무 수행이 가능한 플랜트 nD 시스템의 구현기능이 필요하다. 또한 5D 개념의 비용(원가)관리와 6D 개념의 자원관리를 적용·연계한 시스템 기능 구축이 요구된다.

## 3. 비용 및 자원을 연계한 시나리오 기반 분석 기능

본 장에서는 플랜트 nD시스템 구축을 위해 기존의 4D개념에 비용 및 자원정보를 연계한 nD체계를 제안하고 플랜트 프로젝트 통합관리체계를 구축한다. 또한 5D 및 6D정보를 포함하는 다양한 공정 시나리오기반의 분석을 통해 최적의 비용 및 자원투입 계획의 예측 가능한 기능체계를 구성한다.

### 3.1 비용정보 연계기능 (5D CAD)

원가관리를 위해 프로젝트 수행기업마다 원가관리기법 및 전산화 관리시스템 등이 다양하게 활용되고 있으나 계획 비용과 실적 비용의 비교, 분석 및 집계 등에 있어서 현장-본사간의 실시간 분석이 용이하지 못한 실정이다. 이를 위해 4D시스템 내부에 원가관리 정보를 연계하여 설계변경이나 공정관리에 따른 비용변동의 상황을 실적과의 비교를 통해 분석하고 최적의 비용을 투입할 수 있도록 5D기능을 정의하였으며, 비용관리 정보를 시각화된 형태로 제공할 수 있도록 직관적인 형태의 5D구현기능을 그림 2와 같이 구성하였다.

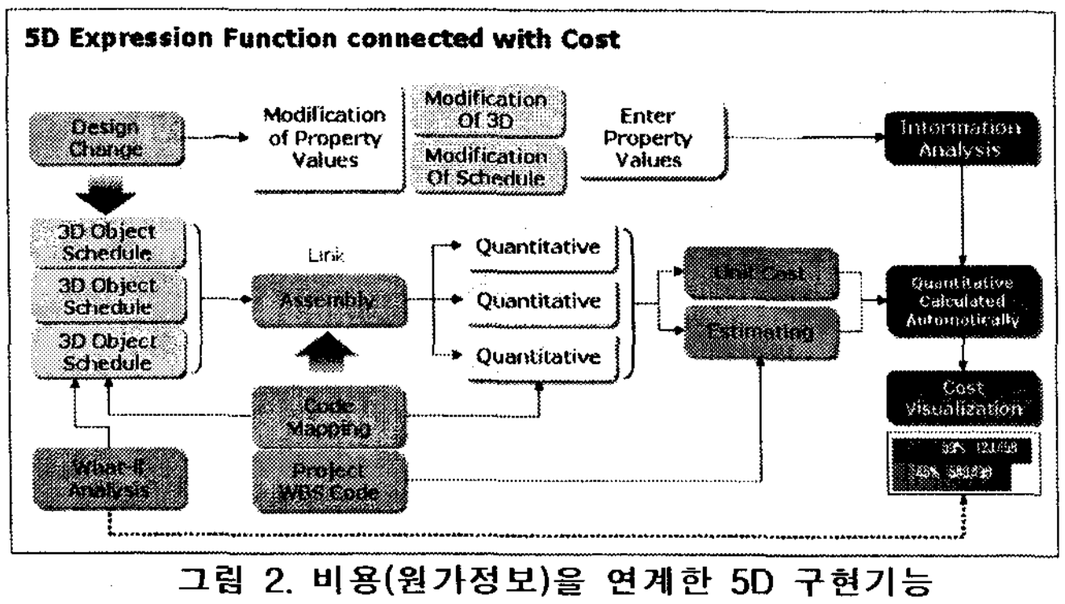


그림 2. 비용(원가정보)을 연계한 5D 구현기능

플랜트 nD시스템 구축을 위한 비용정보의 연계는 4D시스템의 정보연계방식 매개체인 WBS(Work Breakdown Structure)코드를 기준으로 연계할 수 있으며, 자체생성 또는 외부 임포트(Import)된 일정정보의 Activity별로 투입비용정보를 입력하여 연계할 수 있다. 이에 따라 일정에 따른 전체 혹은 Activity 단위별로 비용의 투입상황을 시각화된 형태로 제공받을 수 있게 된다. 그리고 현장 진도관리를 위해 변경되는 비용정보의 실적대비 비교가 가능하며, 시나리오 기반의 분석을 통해 최적의 비용 투입량을 산정할 수 있게 된다. 이로써 일정별 비용의 투입상황을 시각화 할 수 있으며, 향후 비용분배에 있어서의 최적 분배량을 예측할 수 있는 기반이 된다. 또한 자원에 투입량에 따른 비용의 변화량을 시각적으로 파악할 수 있고, 비용정보의 EVMS(Earned Value Management System)지표를 시각화함으로써 플랜트 프로젝트관리체계의 원가관리 체계의 오류를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 프로젝트 관리자들의 전문적인 원가관리 업무를 수행할 수 있는 기반이 된다.

### 3.2 자원정보 연계기능 (6D CAD)

플랜트 프로젝트의 자원관리기능은 최적의 자원을 제한된 공사비에 따라 적재적소에 투입함으로써 비용절감이나 공기단축 등의 효과를 얻을 수 있도록 하는 것이다. 자원관리 업무에서는 사전 투입되는 자원들 간의 적절한 연계를 통해 최적의 프로젝트관리가 이루어질 수 있도록 해야 하나 개별적인 관리체계로 인하여 통합된 자원관리체계가 이루어질 수 없다. 이를 방지하기 위해 3.1절에서 제시한 원가정보를 연계한 5D개념에 자원정보(6D)를 연계하여 현장에서의 최적화 자원관리가 이루어 질 수 있도록 기능을 그림 3과 같이 구성한다. 이를 4D시스템과 통합 연계하여 자원정보를 시각적으로 구현하도록 할 필요가 있다.

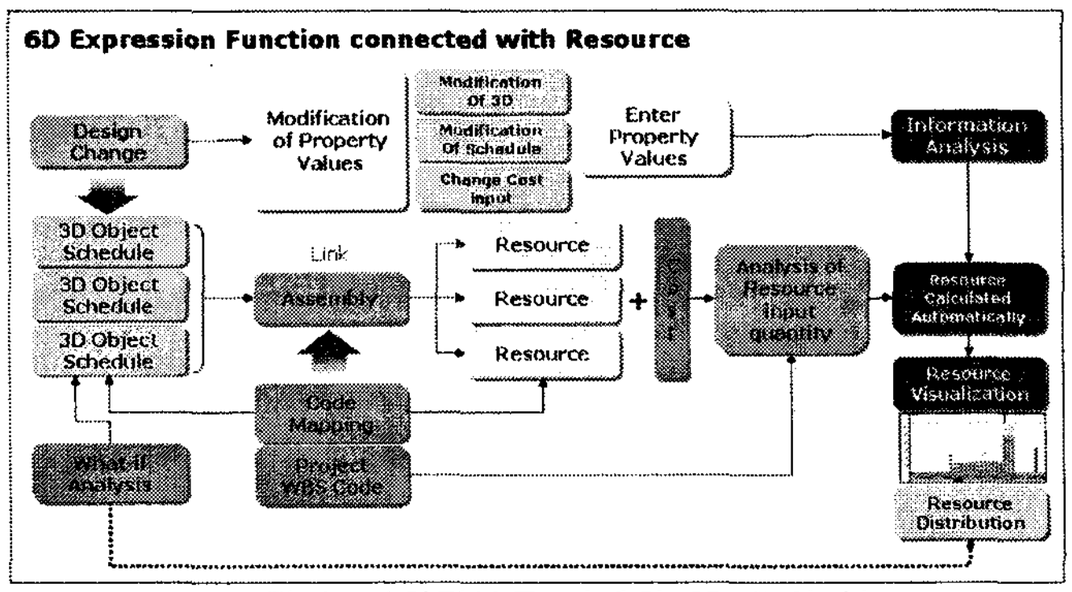


그림 3. 자원정보를 연계한 6D 구현기능

자원정보는 비용정보와 같이 WBS코드의 맵핑(Mapping)이나 일정의 관리정보로서 4D시스템에 동시적으로 연계되어야 한다. 또한 현재 일정에서의 자원 부하량, 최적의 자원투입계획 및 현황을 시각적으로 파악할 수 있도록 What-if 분석과 같은 자원의 종합적인 분석기능을 도입한다. 이에 따라 플랜트의 계통부위/처리공정/일정별 비용 및 자원의 투입예측 및 분석결과를 파악할 수 있도록 하는 시각적인 기능체계가 구현될 수 있다.

### 3.3 비용 및 자원을 연계한 공정 시나리오 분석 기능

일반적으로 프로젝트 단위로 이루어지는 플랜트 현장조건의 특성상 별도의 시나리오에 따른 공정계획을 실시하지 않고 있으나 플랜트 nD시스템 내에 비용과 자원정보를 연계하여 최적공정계획을 위한 시나리오 분석을 실시한다면 기존의 플랜트 프로젝트관리기법의 상당부분을 획기적으로 대체할 수 있다. 또한 자재 및 비용의 투입 예측, 진도관리에 따른 변동 상황을 적시에 관리할 수 있는 기반을 마련하게 된다. 이를 위해 시나리오 기반의 분석기법으로 OLAP(On-Line Analytical Processing) 또는 Data Mining 기법을 활용한, 시나리오분석 시뮬레이션(Simulation)을 수행한다. 그리고 각각의 시나리오별 비용과 자원정보를 분석함으로써 이들 정보들이 시각화된 형태로 구현되는 최적의 공정계획을 선택할 수 있도록 하였다. 이와 같이 nD시스템의 시나리오 분석기능은 플랜트 PMIS 기능으로 확장되며, 비용 및 자원정보를 연동시킴으로써 향후 이들의 분석도구로 활용될 수 있다. 즉 최적의 공정이 선택되면 자원과 비용정보의 예측분석 결과를 토대로 플랜트 공사 수행시 최적의 프로젝트관리 정보를 적용하게 되어 공기단축 및 비용절감과 같은 효율적인 관리체계를 구축할 수 있는 기반을 제공할 수 있게 된다.

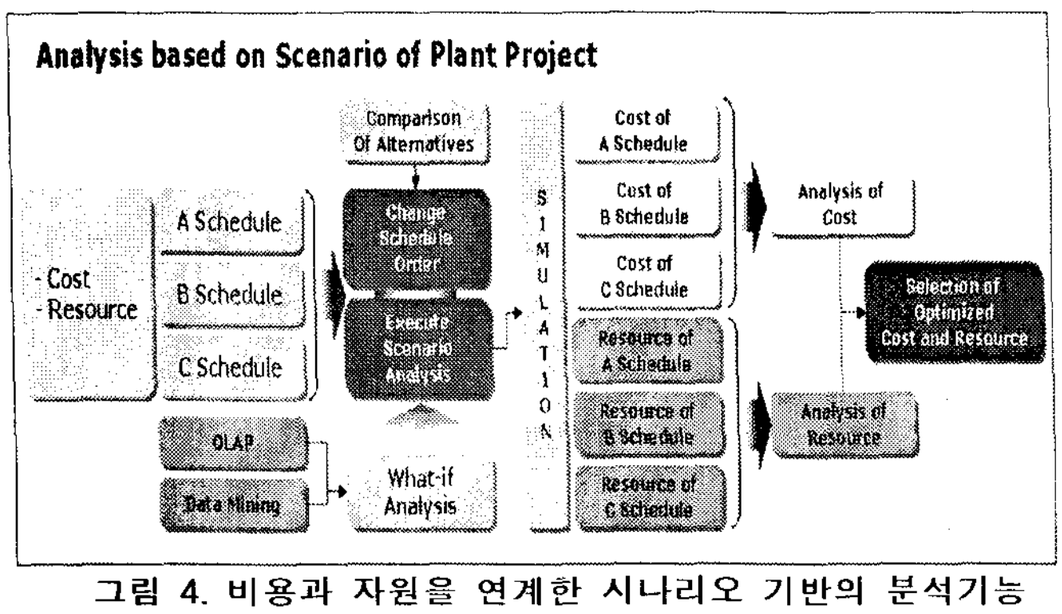


그림 4. 비용과 자원을 연계한 시나리오 기반의 분석기능

## 4. 플랜트 프로젝트관리 nD CAD시스템 적용성 분석

### 4.1 사니리오 기반 공정체계 분석 기능 적용성

플랜트 프로젝트는 다양한 상황의 일정/비용/자원의 투입에 따라 프로젝트 진도관리에 전반적으로 큰 영향을 미칠 수 있다. 플랜트 프로젝트의 특성상 단기간에 막대한 비용이 투입되기 때문에 일반적인 프로젝트 관리기법의 적용만으로는 프로젝트관리의 효율성을 높이는데 많은 제약이 있다.

이를 위해 다양한 공정시나리오를 분석함으로써 비용, 자원 및 일정의 최적화된 상황을 파악할 수 있을 것이다. 이는 플랜트 nD 시스템 적용의 최종 활용단계에 구현할 수 있으며, 다양한 분석 결과를 공유하거나 Reporting하여 최적의 시나리오를 선정할 수 있도록 그 기능을 구성할 수 있다. 그림 5는 프로젝트별 시나리오 분석기능의 활용체계를 표현한 것이다.

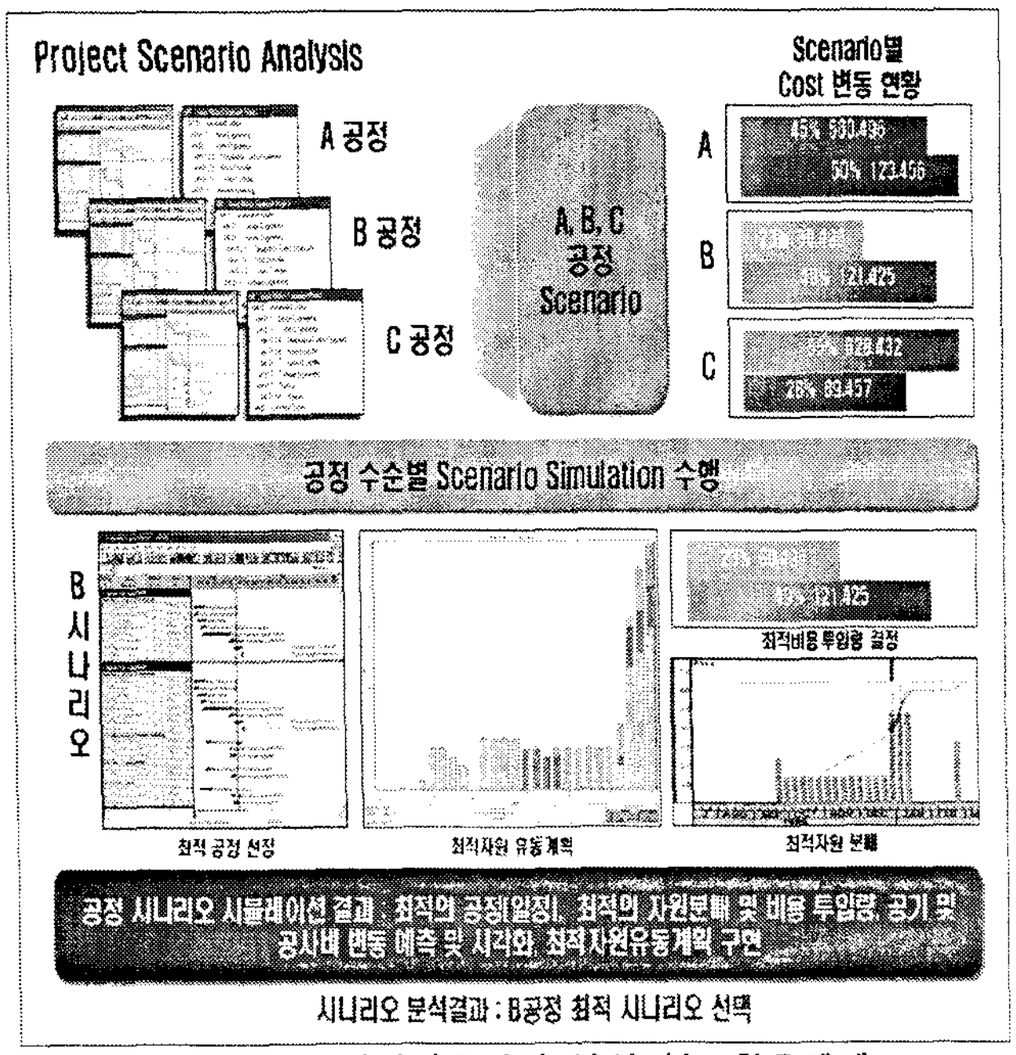


그림 5. 시나리오기반 분석기능 활용체계

A, B, C 혹은 그 이상의 서로 다른 그룹의 공정 수순을 변화시킴으로써 공정 수순별 시나리오 시뮬레이션 분석에 따른 공기, 공사비 및 자원의 변동을 예측하고 이를 시각화하는 기능을 구성한다. 또한 각기 다른 시나리오별 일정의 비용 및 자원의 투입상황을 분석하여 최적의 시나리오 사례를 선택한다. 이에 따라 최적의 시나리오에서 도출된 최적공정, 최적자원 유동계획, 최적비용 투입량 및 최적자원 분배에 대한 결과를 예측하여 프로젝트 시나리오에 반영할 수 있다. 즉 해당 프로젝트의 비용 및 자원의 투입에 따른 최적 일정관리 및 진도관리 분석업무를 효율적으로 수행할 수 있는 기반을 마련한다.

### 4.2 시나리오 분석정보 공유기능 활용성 평가

기존 4D시스템에서는 분석된 결과정보를 공유하는 별도의 기능을 가지고 있지 않으며 외부 캡쳐 프로그램을 이용한 4D모델의 출력 중심으로 시스템이 구성되어 있다. 시나리오기반에 따른 분석결과를 발주자의 요구에 부합하고 최적의 의사결정을 위해서는 이들 최적 공정시나리오 정보를 공유하여 관리할 필요가 있다. 처리공정/계통부위/일정 등에 따른 비용, 자원의 최적 투입 및 활용상황을 시각적으로 통합하여 제시할 필요가 있으며, 이들 정보의 관리체계를 통해 의사결정과정의 필수 정보로 활용될 수 있다. 또한 시나리오 분석 정보의 Reporting기능을 추가하여 다양한 보고서 형식을 통해 프로젝트 관리자로 하여금 시각화된 형태의 정보를 실시간으로 제공받을 수 있도록 한다. 그림 6은 시나리오기반의 분석사례별 출력정보 공유기능의 활용을 통한 플랜트 프로젝트관리체계의 의사결정 활용절차를 제시한 그림이다.

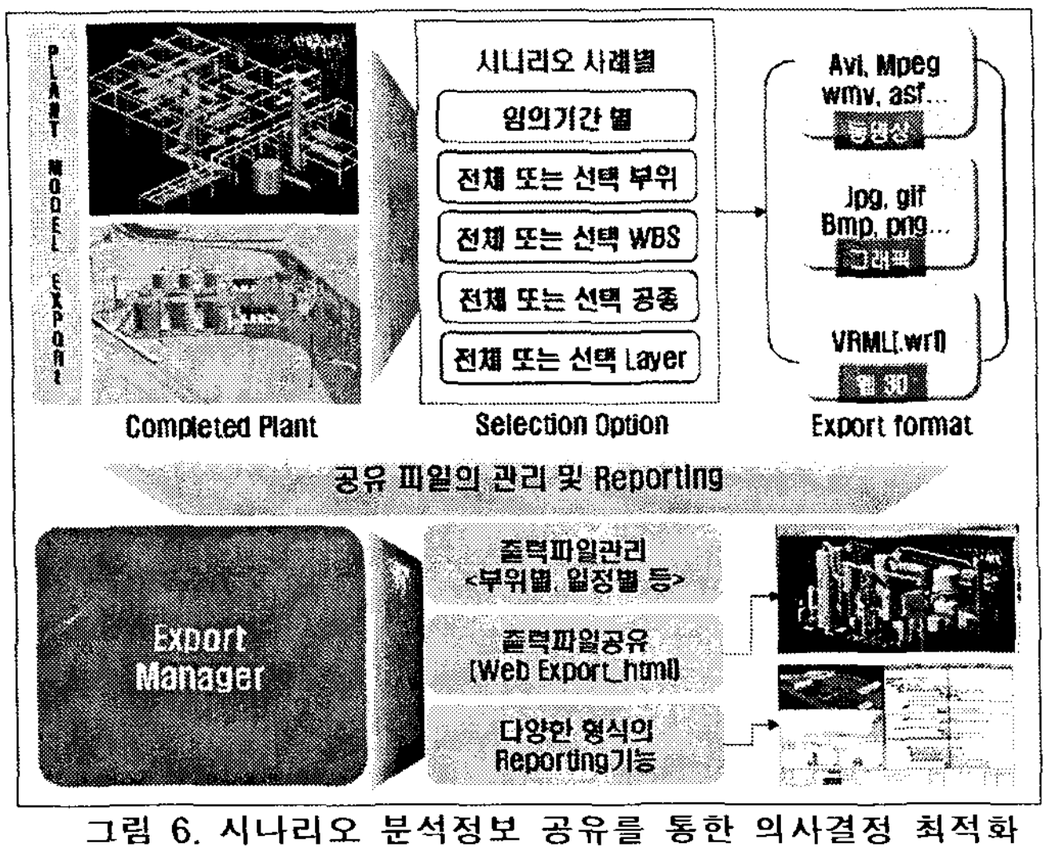


그림 6. 시나리오 분석정보 공유를 통한 의사결정 최적화

4D 및 nD로 구성된 모델은 시나리오 사례별(임의기간, 부위, WBS, 임의 공종 또는 레이어별)로 선택옵션을 통해 최적의 비용, 자원의 투입현황 및 예측 분석 결과를 웹 형태의 파일이나 레이아웃(Layout) 형태의 보고서 형식 등으로 외부에 Export할 수 있다. Export된 출력파일은 PMIS 등과 연계하여 플랜트 프로젝트 관리에 적용할 수 있도록 부위별 일정별로 관리하거나 웹에서 공유(XML, HTML)할 수 있도록 구성할 수 있다. 이를 통해 플랜트 프로젝트관리의 의사결정을 위한 도구로 활용할 수 있으며, 최적의 공정계획의 적용을 통해 공기단축과 공사비 절감 등의 이점을 가져올 것으로 기대된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 기존 4D시스템에는 포함되지 않은 5D(비용)와 6D(자원)의 개념을 정의하고 비용 및 자원연계기능을 제안하였다. 그리고 공정 시나리오 기반의 시뮬레이션 분석을 통해 최적의 비용 및 자원의 투입량을 예측하고 프로젝트관리 업무에 효과적으로 적용할 수 있는 기능을 구성하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 기존 4D시스템 개념에 비용정보(5D) 및 자원정보(6D)를 연계하여 새로운 nD개념의 플랜트 4D시스템을 제안하고 이를 통해 확장된 플랜트 4D시스템의 적용성을 분석하였다.

2. 비용(5D) 및 자원정보(6D)의 연계기능 구성을 위해 각 기능의 세부구성 체계를 분석하였으며, 이를 연계한 시나리오 기반의 분석기능에 따라 해당 프로젝트의 최적 공정을 선택함으로써 플랜트 프로젝트 관리업무에 적시에 적용할 수 있는 분석체계 기반을 제시하였다.

3. 비용(5D)과 자원(6D)을 연계한 시나리오 기반의 분석기능을 제시하고 이들 기능을 플랜트 nD시스템에 구현하여 프로젝트관리 업무에 적용할 경우, 다양한 사례 비교분석을 통한 최적의 공정계획 적용 및 의사결정을 수행할 수 있는 기반을 제공할 수 있다. 또한 적재적소의 비용 및 자원의 투입을 통해 프로젝트관리 최종단계에서는 비용절감 및 공기단축 등의 효과를 가져 올 것으로 판단된다.

4. 최적의 시나리오 정보들은 다양한 형식(XML, HTML, Reporting 등)의 공유를 통해 프로젝트 관리자들과의 효율적 의사소통 및 프로젝트의 신속한 객관적 의사결정 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 강인석, 건설관리분야 4D시스템의 기능분석을 통한 활용성 개선방안, 대한건축학회 논문집, 제18권 10호, 2002, pp. 88-89
2. 강인석, 4D공정관리시스템의 개발현황 조사연구, 한국건설관리학회 학술발표 논문집, 2001, pp. 137-142
3. Stanford 4D-CAD, http://www.stanford.edu/group/4D
4. 유홍석 (2002) 플랜트 산업의 프로젝트 매니지먼트, (사)한국플랜트학회, pp. 211-255

## Abstract

This study suggests a methodology for organizing functions of nD CAD model which 4D object is linked with cost and resource information. And the suggested model is composed of process analysis function of plant project based on visualized scenario analysis. That is, it is possible to manage effectively not only construction schedule plan, but also resource and cost information by integrating construction management information into nD CAD object. And the suggested model can be utilized as information of a effective decision-making tool through analyzing of optimal process scenario and sharing of an analyzed information.

Keywords : 4D CAD, Cost Information, Resource Information, nD CAD, Scenario Analysis