

플랜트공사 관리 효율화를 위한 공정정보 시각화 시스템의 주요 기능 구성방안

Development of Major Functions of Visualization System for Construction Schedule Data in Plant Project

강인석* 문현석** 지상복*** 이태식****
 Kang, Leen-Seok Moon, Hyoun-Seok Ji, Sang-Bok Lee, Tae-Sik

요 약

플랜트공사는 토목, 건축, 기계, 전기 공종들이 연동되어 작업이 진행되는 복합공종이다. 또한 일반 공사와 비교시 매우 짧은 공기에 대규모의 공사를 수행하여야 하는 공정상의 특징을 갖고 있다. 이러한 특성들로 인하여 플랜트공사에서 공정관리는 매우 중요한 요소가 되고 있다. 4D CAD에 의한 공정정보의 시각화는 이러한 복합공종에서 더욱 필요성을 갖게 된다. 본 연구에서는 플랜트공사의 특성을 고려한 4D CAD시스템 기능 구성방법론과 실제 시스템 개발을 시도한다. 이를 위하여 플랜트공사 현장의 공정작업 특성을 분석한 후 4D CAD 기능을 구성함으로써, 기존 시스템에서 시도되지 않은 플랜트공사에 특화된 공정시각화 기능구축을 시도하고 있다.

키워드: 플랜트 프로젝트 관리 특성, 4D 시스템, 시공성, 인터페이스 보드, UML(Unified Modeling Language)

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 일정과 3D모델을 연동한 공정 시뮬레이션 기반의 프로젝트 관리업무 적용사례가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 기존의 공정 시뮬레이션 시스템(Project 4D, Schedule Simulator, Timeliner 등)들은 프로젝트관리의 실무적 적용이 가능한 시스템이라기보다는 단순한 사진 그래픽 시뮬레이션(Simulation) 위주의 공정 시각화 도구로 볼 수 있다. 따라서 이러한 시스템이 프로젝트관리 기능으로 실무적 적용이 가능하기 위해서는 플랜트 프로젝트관리 특성에 따른 다양한 건설관리 기법들이 시스템적으로 도입되어야 한다. 그러므로 프로젝트 관리 업무를 통합한 공정정보 시각화 시스템을 개발하기 위해 기능 개발 및 시스

템화의 구체적 대안이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 공정관리 기법을 적용한 플랜트 분야에 특화된 실무적 기능구현 방법론 및 시스템을 구성한다. 그리고 구축된 시스템의 효율적 운영 개선방안을 제시한다. 특히 본 연구는 플랜트 프로젝트 관리 효율화를 위해 타 시스템과는 차별화된 공정시각화 시스템의 기능을 구축함으로써 플랜트 프로젝트 관리업무의 실무적 적용성을 평가한다. 본 연구는 시스템의 효율적 운영체계를 통하여 시스템의 업무적 활용성 증대, 최적의 시각화 정보관리 체계 및 정보 활용의 접근성을 높이는 것이 목적이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

그림 1은 본 연구에서 플랜트 프로젝트관리 특화기능을 도출하기 위한 절차적 방법론을 구성하고 있다.

본 연구는 플랜트 프로젝트 관리 요구사항 및 4D시스템의 특화기능을 도출하기 위해 플랜트 프로젝트관리 특성을 분석하고 프로젝트 관리자를 대상으로 면담조사를 실시한다. 이에 따라 플랜트 4D시스템의 기능 구축을 위한 구체적 방법론으로서 UML(Unified Modeling Language)기법을 이용한다. 그리고 이에 근거한 시스템 화면을 구현함으로써 플랜트 프로젝트 관리 체계의 적용성을 평가하며, 플랜트 4D시스템의 현장 적용 및 효

* 중신회원, 경상대학교 토목공학과, 공학연구원, 교수, Lskang@gnu.ac.kr
 ** 일반회원, 경상대학교 토목공학과, 박사과정(교신저자), civilcm@gnu.ac.kr
 *** 일반회원, (주)지오엔터, 대표이사, geont@unitel.co.kr
 **** 중신회원, 한양대학교 토목공학과 교수, cmtsl@hanyang.ac.kr
 본 연구는 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업의 연구비 지원에 의한 연구의 일부임. 과제번호: 05건설핵심 D01-01.

울적 관리를 위한 개선방안을 제안한다. 본 연구는 플랜트 프로젝트관리 관점의 활용 기능과 구현기능의 관리적 측면에 따른 적용성 검증을 연구 범위로 한다.

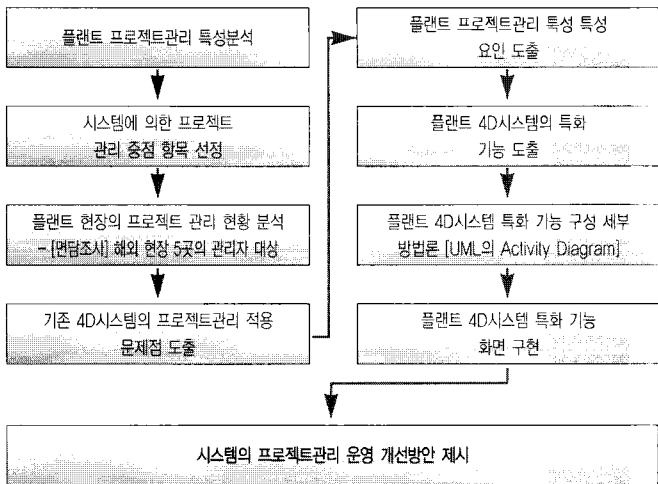


그림 1. 연구 추진 방법론

1.3 연구의 동향

Koo, B.과 Fischer, M.(2000)는 4D모델을 통한 일정관리 기능, 액티비티 간의 연관관계 및 일정·공간 충돌 검증을 위해 사례분석을 실시하였으며, Chau et al.(2004)는 빌딩 건설현장에서 이슈들을 해결하기 위해 4D기술을 도입하였다. Zaki Mallasi(2002, 2006)와 N. N. Dawood(2002)는 실시간 4D 환경 내에서 액티비티 간의 공간 충돌을 검증하는 PECASO(Patterns Execution and Critical Assessment of Spatial Organization)모델과 CSA(Critical Space-time Analysis)기법을 개발하였으며, 실제사례의 적용성을 검증하였다. L. Rischmoller와 E. Valle(2005)는 프로젝트로부터 발생하는 일정정보를 4D와 연계한 시스템을 제안하고 실제 현장의 적용성을 분석한 내용의 연구가 발표된 바 있다.

또한 기존의 유사 시스템들은 일정 대비 3차원 완성상태의 표현 위주로 구축되어 있고, 일정과 3D객체의 연계체계 등이 플랜트 시설과 같이 복잡한 부위에는 활용성이 저하되고 있다. 본 연구에서는 3D객체 분할 및 인터페이스 보드에 의한 객체 연계 기능 구성 등으로 기존 시스템들이 갖지 않는 방법론과 실제 관련 기능을 구현하고 있다.

이와 같이 기존의 연구 및 시스템 구축사례에서는 플랜트 산업의 실무적인 프로젝트 관리적 특성을 반영한 4D시스템의 특화기능 개발 및 시스템 구성에 관한 연구사례가 미흡한 것으로 파악된다. 또한 플랜트와 같은 특수한 업역을 가진 시설물을

4D로 구현하기 위한 구체적 방법론 제시에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구에서는 타 연구사례 및 기존 4D시스템과 차별화된 방법론을 토대로 플랜트 프로젝트 관리를 위한 4D시스템의 특화된 기능 구성방법론을 시도하고 있다.

2. 플랜트 프로젝트관리 특성 분석

플랜트 시설은 단기간에 막대한 비용이 투입되어 건설되는 특징을 가지므로 어느 산업보다도 관리적 측면의 중요성이 크다 할 수 있다. 특히 플랜트 시설은 다양한 산업들의 구성품들이 복합적으로 연계되어 있다. 그러므로 이를 개별적인 아이템으로 관리하기 위해서는 별도의 프로젝트관리 기법이 구성되어 제공될 필요가 있다. 이를 위해 플랜트 프로젝트관리의 업무적 특성 분석에 따른 개선된 프로젝트 관리 기법과 4D개념을 접목한 시각화 기반의 플랜트 프로젝트관리 시스템을 구성함이 바람직하다. 따라서 본 연구에서는 플랜트 4D시스템의 특화기능 요소를 도출하기 위해 다음과 같은 특성을 고찰한다.

첫째, 플랜트 프로젝트는 단기간에 대규모 공사가 동시다발적으로 진행되는 특징을 가진다. 이는 기존 재래식의 관리체계를 통해서는 적기에 프로젝트를 완료할 수 없다. 따라서 공정관리 업무의 중요성이 더욱 부각된다.

둘째, 플랜트 프로젝트는 대부분 해외 발주에 의한 프로젝트 수주가 대부분이며 입찰시 설계정보들이 사전에 3D정보로 작성되는 특징을 가진다. 이는 기 작성된 3D정보가 누락 없이 4D시스템의 연계정보로 재활용되어 2차적인 3D모델 생성 과정을 줄여준다. 따라서 이는 4D시스템으로 구현시 높은 활용성을 갖는다.

셋째, 플랜트 프로젝트는 다양한 산업분야의 구성품들이 복잡하게 얽혀 있으며, 해당 부위의 공정정보 구성에 상당한 어려움이 있다. 또한 관리자의 경험을 통해 시공성 및 작업의 우선순위를 선정하고 있다. 이와 같이 배관망이나 작업공간을 확보하기 위해서는 설계단계 이전에 이를 검증할 수 있는 체계가 요구된다. 따라서 플랜트 프로젝트 4D시스템 구성을 위한 시각화 기반의 사전 시공성 검증 및 작업의 우선순위 관계를 직관적으로 파악할 수 있는 기능의 도입이 절실하다.

넷째, 기존의 플랜트 프로젝트관리 업무는 수치적 데이터 관리 및 보고 위주의 관리체계이다. 특히 발주자의 요구에 따른 전산화된 프로젝트관리 시스템으로 PMIS(Project Management Information System), ERP(Enterprise Resource Planning), P3(Primavera Project Planner) 및 PDMS(Product Data Management System) 등을 활용하고 있다. 이들 시스템들은 개별적인 세부 업무를 지원하는 독립된 시스템으로 활용하고 있

으나 플랜트 프로젝트의 통합 관리업무 적용에는 한계가 있다.

이러한 특성들은 플랜트 현장의 주요 관리 조사항목을 선정하는데 활용한다. 이와 같이 플랜트 프로젝트 관리 특성에 나타나는 다양한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 공정 시각화 시스템의 구축을 시도하고 있다. 따라서 각 특성의 관리요소에 적합한 기능 도출을 위해 해외 플랜트 현장의 프로젝트 관리자를 대상으로 면담조사를 실시하였다.

3. 플랜트 현장 방문조사 및 기능도출

플랜트 4D시스템의 구성요소 및 특화 기능 도출을 위해 공사가 진행 중인 중동 및 동남아 플랜트 현장 5곳을 방문하였다. 그리고 플랜트 프로젝트 관리의 특성분석에 의해 선정된 세부 관리항목에 대하여 현장의 프로젝트관리 담당자를 대상으로 면담 조사를 실시하였다. 표 1은 국내기업이 참여하여 활발하게 건설하고 있는 중동 및 동남아 지역의 해외 가스 및 오일 플랜트 현장의 명칭을 제시한 것이다.

표 1. 플랜트 공사 방문조사 현장

국가	현장명	회사명
이란	사우스파 가스전 개발현장	H건설
	• Phase 4&5 (AONE)	D산업
	• Phase 6, 7&8	G건설
카타르	연성알칼벤젠현장	G건설
	태국	TOC 에틸렌 옥사이드/클리클 현장

해외 플랜트 현장의 방문 목적은 현장에서 운영되는 프로젝트 관리체계의 현황과 실제 공사실무의 운영정도를 파악하여 플랜트 공정 시각화 시스템의 특화 기능 도출을 위한 사전조사 정보로 활용하기 위함이다.

3.1 플랜트 프로젝트 관리 특성 요인 도출

본 절에서는 프로젝트 관리를 위한 주요 요소들을 도출함으로써 플랜트 4D시스템의 특화 기능 구성을 위한 플랜트 프로젝트 관리 특성 요인을 분석한다. 표 2는 현장 프로젝트관리 담당자들을 대상으로 실시한 인터뷰에 대한 질의사항으로 프로젝트 중점 관리 분야의 세부 관리항목을 제시한 것이다.

표 2에서는 세부 관리항목의 분석을 통해 플랜트 4D시스템 기능을 구축하기 위한 주요 관리항목을 선정하였다. 각 세부 관리 항목별 문제점과 시스템 기능 구성을 위한 활용방안은 다음과 같다.

표 2. 플랜트공사 현장 조사항목

프로젝트관리 분야		세부 관리항목
시공성분석	공정간 간섭현상 관리	• 공정간섭현상 체크 방법 • 간섭검증 문제점 • 간섭검증체계 개선방안
	작업 공간 생산성	• 공간작업성 체크방법
세부 작업간 작업우선순위 설정		• 작업우선순위의 설정 • 우선순위설정 문제점 • 우선순위설정 개선방안
주요 공정의 표준 일정관리 모형 활용		• 스케줄 모형의 활용 여부 • 스케줄 모형의 활용 문제점 • 일정관리 표준모형 개선사항

3.1.1 시공성 분석 및 관리적 모델 활용

본 항목에서는 실제 플랜트 현장의 시공단계의 간섭(부재, 공간, 일정) 및 이의 관리기법에 대한 특성을 평가하고 있다. 그리고 작업의 선·후행 관계설정을 통한 시공 및 프로세스 오류를 검증할 수 있는 기능적 특성을 도출한다.

1) 공정 간섭 현상 체크 방법 : 플랜트 공사에는 수많은 공정 간섭이 발생한다. 대부분의 간섭현상 검증은 타 3D도구를 이용하고 있으며, 일부현장에서 인터그래프(Intergraph)의 PDMS 시스템을 이용하여 시공 전 간섭현상을 검증하고 있다.

2) 공간작업성 검증 방법 : PDMS 등과 같은 시스템의 활용을 통해 배관 세부작업까지 간섭체크가 가능하다. 또한 각 부위별 작업공간확보가 필요한 경우에도 간섭체크를 위한 해당 3D모델이 생성되며 프로젝트관리자의 경험에 의한 공간작업성 판단이 이루어진다.

3) 간섭검증 문제점 : 일부 현장에서 타 3D시스템을 활용하여 간섭현상을 검증하고 있다. 그러나 부위 간 상호 충돌지점이 발생되면 충돌발생 부위의 간섭 해결은 프로젝트 관리자의 직관에 의한 경험적 판단으로 결정한다. 그러므로 이러한 간섭의 객관적 검증 및 검증절차의 간소화가 요구된다. 따라서 자동화 및 시각화 체계를 통한 일괄적 검증체계를 구축할 필요가 있다.

3.1.2 작업우선순위 및 최적 공정 연동 모델 활용

본 항목은 작업의 우선순위 선정에 따른 현장의 관리특성을 파악하고 이들 우선순위 관계가 실제 작업들에 어떠한 영향이 미치는지를 분석하고 있다. 또한 이들 우선순위 항목은 시나리오 기반의 최적공정 선택의 관리 항목으로 고려할 수 있다.

1) 작업우선순위 설정 : 플랜트 시공시 작업들 간의 관계는 프로세스별 좁은 공간에서 다양한 배관작업들과 설치작업들이 진행되는 특성을 가진다. 그러므로 스케줄링 작업시 작업간 우선순위설정은 설계당시의 프로세스 수순과는 크게 관련성이 없으

며, 현장여건의 작업조건에 따라 경험적으로 판단하고 있다.

2) 우선순위 설정의 문제점 : 플랜트 시설물의 일정부분 이상은 미리 제작된 상태에서 현장에서 조립되는 작업들이 많으며, 구성품 대부분은 배관망과 연결된다. 그러므로 각 작업의 작업공간확보를 사전에 예측하지 못하면 후속 작업들의 수순이나 공기에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 이러한 과정을 경험적으로 판단하는 부분에 문제의 소지가 있다. 그리고 비숙련가의 미숙한 판단에 의한 경우 후속작업의 작업공간의 확보를 위해 선행 작업의 관계를 고려하여 해체하는 경우가 발생할 우려가 있다.

3.1.3 공정 스케줄의 표준 모델 활용

본 항목은 공정 프로세스별로 작업 스케줄의 표준적 모델을 가지고 있는지와 이의 활용정도를 조사하여 특성을 파악하였다.

1) 스케줄 모형의 활용여부 : 플랜트 건설회사의 본사차원에서 플랜트 유형별로 규모가 정해지면 해당 공사의 진행프로세스를 관행적으로 보유하고 있는 사례들이 있다.

2) 스케줄 모형 활용 문제점 : 주요 공종별로 선·후행관계를 포함한 표준 스케줄 모듈을 갖고 실제 작업시에 이들 모듈을 조합하는 것으로서 전체 스케줄을 구성하는 단계는 아닌 것으로 분석되었다.

3.2 프로젝트관리 현황분석에 따른 업무기능 개선

본 절에서는 3.1절에서 분석된 프로젝트 관리의 주요 항목에 대한 면담조사 결과의 문제점 분석을 통해 플랜트 4D시스템의 개선된 특화기능 방향을 설정하고 있다.

3.2.1 시공성 분석 체계 기능 개선

기존 프로젝트관리자의 경험적 판단에 의해 이루어지던 간섭현상 검증체계를 시각화 기반의 시스템으로 구성할 필요가 있다. 즉 3D상태에서 충돌 지점의 확인 후, 위치, 배열, 일정 등을 3D속성에 추가하여 일정을 연계한 4D 시뮬레이션 기반으로 액티비티별 3D모델 단위의 순차적 검증기능을 구축한다. 이러한 충돌 부위들의 간섭들은 일정단위 충돌을 시각화 기반의 자동필터링이 가능하도록 기능을 구성할 수 있다.

3.2.2 우선순위 설정 및 최적 공정 연동 개선

플랜트 공사의 4D 구성시 객체 속성에 요구되는 작업 공간의 규모 속성을 추가하여 작업 스케줄 구성시 내부적으로 공간체크에 의한 스케줄 우선순위의 선정이 가능하도록 기능을 구축한다. 따라서 4D시스템에서 작업 우선순위 설정이 요구되는 시설물 부위별 사전 스케줄 시뮬레이션을 통해 작업의 우선순위 적절성 및 선·후행 작업관계의 모형을 사전 검증할 수 있도록 구성한다. 그리고 기존의 주관적 우선순위 산정방식을 객관화하고 이를 시나리오 분석에 의한 최적 공정대안의 선정시 활용하도록 연계성을 구축한다. 이를 위해 액티비티 단위로 도면을 분할하여 일정과 연계하거나 이를 개선하는 최적 공정 연동 방안의 구축이 요구된다.

3.2.3 스케줄 표준 모형 및 방법론 개선

WBS의 주요 대표 공정에 대해서는 표준 스케줄 모형을 데이터베이스화 하는 것이 필요하다. 규모나 현장여건이 상이하지만, 구성품이 유사하거나 같은 종류 및 형태라면 이의 설계프로세스 및 성과품도 유사할 것이다. 따라서 작업수순 및 속성정보들도 상당부분 유사성을 가질 것이다. 즉 주요 공종 간 작업 선·후행 관계가 모듈화 된 표준 스케줄 모형이 제시된다면, 작업 수순의 변경에 따른 시나리오의 구성이 용이하고, 실제 시공시에도 참조 스케줄 정보로 활용성이 기대된다.

4. 플랜트 4D시스템 특화기능 구성방법론

본 장에서는 앞서 분석한 플랜트 4D시스템 구성을 위한 특화기능 요소의 도출결과를 바탕으로 각 기능 구축의 세부 방법론을 구성한다. 이를 위해 본 연구에서는 시스템의 분석 및 설계에 널리 활용되는 UML기반의 액티비티 다이어그램 모델링 기법을 통해 각 기능의 구현절차 및 활용체계를 중심으로 방법론을 구성하고 있다.

4.1 플랜트 4D시스템 특화기능 모듈

본 절에서는 앞에서 기존 프로젝트관리 특성의 문제점 및 개선방향을 중심으로 플랜트 4D시스템이 갖추어야 하는 기능구축모형을 구성한다. 그림 2는 4D기반의 플랜트 프로젝트 관리 시스템이 최종 프레임워크(Framework)를 설정하기 위해 기존 시스템 대비 모듈 개선체계를 제안한 것이다.

실제 프로젝트 관리 업무에 4D시스템을 적용하기 위해 개별틀을 활용함으로써 업무의 효율성이 저하되었으며, 업무수행의

의사결정을 객관화하지 못하는 단점을 초래하였다. 이를 위해 일부 기업에서는 프로젝트 베이스의 공정관리시스템을 개발하여 활용하고 있거나 별도의 인터페이스를 구축하여 일부 연동하는 활용체계를 갖고 있다. 따라서 플랜트 4D시스템은 분리된 모듈체계를 하나의 시스템 내에서 정보를 시각화하고 관리하며 분석할 수 있는 통합 모듈기능을 구성할 수 있다. 이러한 통합 모듈체계를 구성하는 특화 기능 방법론 개발을 위해 UML기반의 액티비티 다이어그램(Activity Diagram)을 활용하여 절차적 구현모델을 도식화하였다.

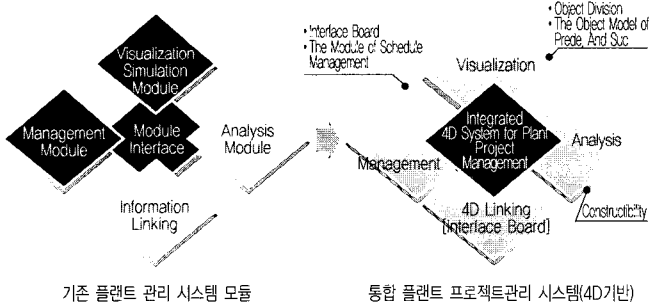


그림 2. 통합 프로젝트관리용 4D시스템 모듈 구성

4.2 액티비티 단위별 도면 분할 체계

플랜트 시설물의 3D객체 구성시에 배관망 전체는 하나의 레이어 개념으로 구성된다. 그러나 실제 공정 계획시 배관망 작업은 다수의 활동들로 분리되어 구성되므로, 단일 3D레이어를 활동단위로 분리시켜 개별 3D객체 레이어로 분할할 필요가 있다. 이는 플랜트 프로젝트가 프로세스 단위로 구성되기 때문에 공법 단위로 구성되는 토목·건축 프로젝트를 위한 4D모델 연동 기능과는 차별성을 갖는다.

4D시스템에서의 일정과 도면의 연동은 인터페이스에 의한 시스템 간 호환성 부족으로 인해 외부 시스템에서 생성된 3D 모델의 경우 해당 액티비티에 맞도록 분할하여 구성하는 것이 어렵다. 또한 실제 생성된 모델이 본래 해당 프로젝트의 4D구성을 위한 모델로 생성되지 않았기 때문에 공정단위로 해당 3D 모델로의 적절한 연계가 곤란하였다. 이를 위해 그림 3과 같이 3D객체를 효율적으로 공정과 연계하기 위한 방안으로 본 플랜트 4D시스템 내에서 공정단위로 객체를 분할하여 연동하는 기능을 구성한다.

우선 생성된 3D모델을 공정단위로 분할하기 위해 해당 모델의 스케줄과 액티비티의 단위를 파악한다. 분할 기능을 활성화하고 분할될 객체를 선택하며, 분할 기준을 설정하기 위해 기준선을 객체분할 경계에 지정한다. 이와 같은 과정을 통해 공정단위의

객체를 손쉽게 분할 할 수 있다. 이는 객체가 분할 기준선의 경계 및 객체의 좌표를 인식하여 분할하는 것이다. 분할된 객체들은 공정과의 정합성을 판단하여 일정과의 적절한 연계가 가능하다.

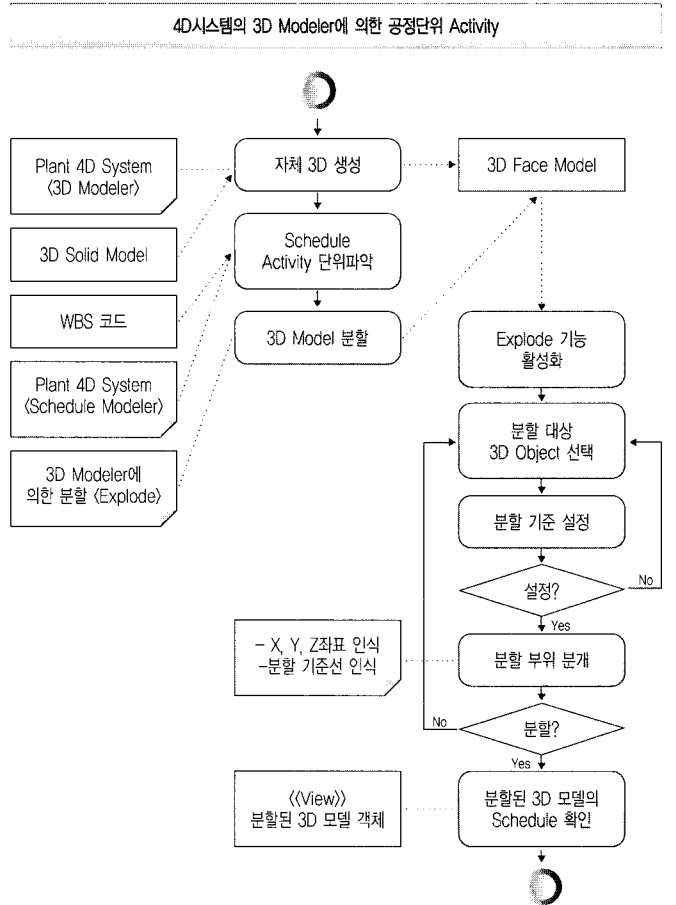


그림 3. 액티비티 단위별 3D모델 분할 모델

4.3 인터페이스 보드에 의한 4D 연동체계

기존의 4D시스템은 일정과 3D모델의 다중링크 정보를 확인할 수 없으므로 링크정보의 연계 오류 및 많은 링크작업이 발생된다. 특히 플랜트 시설물은 다양한 3D객체로 구성되므로 이들 부위를 4D객체로 구성하기 위해서는 일정과 해당 3D객체의 연동체계를 간편화시키는 방법론이 요구된다.

이를 위해 그림 4와 같이 이미 링크된 객체의 시각화 및 리스트 정보 구현을 위해 “인터페이스 보드(Interface Board)” 모듈을 구성한다. 이는 작업 간 우선관계의 설정 및 확인에 의한 링크정보의 업데이트가 가능하므로 최적 공정관리를 위한 개선된 기능으로 활용 가능하다. 이러한 기능은 공통된 공정관리 방식을 갖는 토목·건축공사에서도 일정과 3D객체의 연계기능으로서 활용할 수 있다.

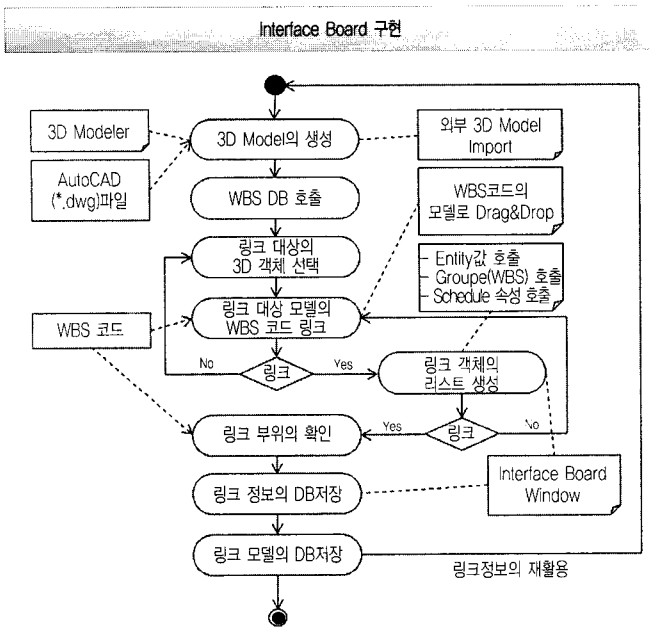


그림 4. 인터페이스 보드에 의한 4D연계 모델

인터페이스 보드는 일련의 링크과정을 통해 발생하는 객체 연 계 상태의 확인이 가능하다. 그리고 링크정보의 순환방식을 통 해 3D모델과 일정을 연계하며 연동된 정보를 실시간적으로 기 록하고 관리할 수 있다. 우선 3D모델을 생성한 후 4D모델로 구 성하고자 하는 객체를 선택한다. 이는 데이터베이스에서 호출된 WBS코드를 기반으로 반복적 링크과정을 수행한다. 해당 모듈 에서 링크대상의 확인여부를 인터페이스 보드를 통해 확인하고 링크된 정보는 엔티티(Entity), WBS, 일정속성을 포함한다. 작 성된 연계정보는 데이터베이스를 통해 저장 및 호출이 가능하므 로 4D모델의 생성시 연계정보의 재활용이 용이해지는 특징을 갖는다. 또한 정보관리의 중심코드로서 WBS기반의 4D작성은 인터페이스 보드에 의한 최적 공정연동 관리체계 구현을 가능하 게 한다.

4.4 선·후행 객체 일정 모델관리

플랜트 시설은 방대한 수의 공중을 가지며, 이를 4D시스템으 로 최적의 공정관리가 가능하기 위해서는 선택공중의 선·후행 일정 파악뿐만 아니라 일정과 연계된 3D객체도 시각적으로 확 인이 가능해야 한다. 기존의 4D 시스템은 단순한 일정만의 연계 관계를 파악할 뿐 4D에서 요구하는 일정별 3D모델의 연계관계 를 파악하기 곤란하다. 이로 인해 해당 3D객체 혹은 해당 일정 의 선·후행 관계의 명확한 파악이 곤란해 WBS코드에 따른 3D 모델 수준의 검증이 어려우며 3D모델의 링크과정에서도 많은 오류를 발생시킨다.

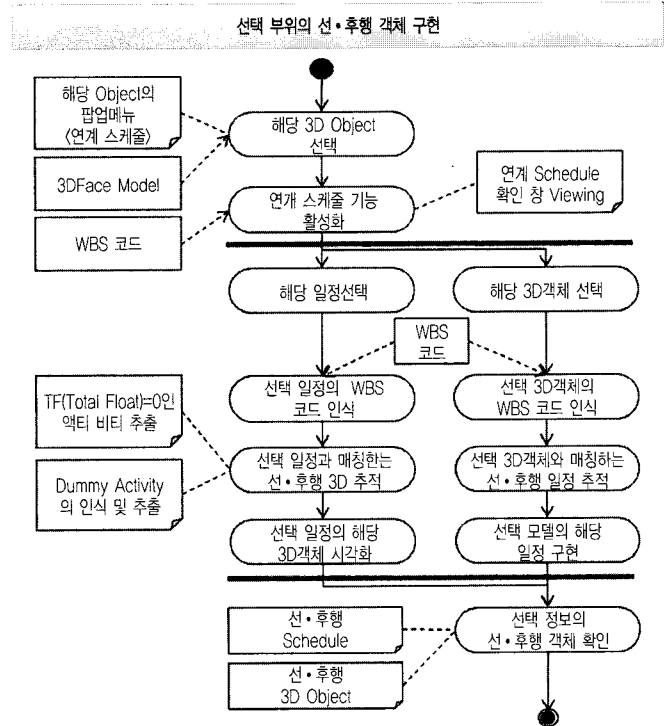


그림 5. 링크객체 일정의 선·후행 객체 연동 모델

이를 위해 그림 5와 같이 P3에서 액티비티 선·후행 관계를 파 악하는 Trace Logic기능을 개선하여 해당 액티비티가 3D모델의 속성정보를 갖도록 방법론을 구성한다. 해당 액티비티를 선택하 면 해당 액티비티의 연관된 선·후행 모델을 파악하기 위해 선· 후행 일정을 구현한 후 선택된 액티비티의 모델 구현 과정에 따라 4D화면에서 직접 확인이 가능하다. 또한 4D와 연동된 선·후행 모델은 공정검토를 위한 속성정보로 액티비티의 일정에 포함되 므로 색상의 변화에 따른 선·후행 모델의 진도관리 정보로 활용 될 수 있다. 이러한 기능은 선택된 일정의 속성으로 WBS, 일정 및 3D모델을 포함한다. WBS코드나 3D모델의 선택에 따라서도 다양한 방식에 의해 선·후행 모델을 시각적인 정보로 제공한다.

4.5 시공성 분석

플랜트 프로젝트는 다양한 구성품들이 서로 얽혀 있고 구성품 들간의 공간도 협소한 특징을 가진다. 그러므로 그림 6과 같이 배관망 등의 부재 간 간섭 외에도 시공수순에 의한 공정 간섭분 석 등의 기능적 방법론을 구성할 필요가 있다.

시공성 분석 기능에서는 4D시스템 화면에서 충돌 및 간섭대 상을 자동적으로 검증한 후 간섭된 상호 부위와 일정정보의 분 류과정을 통해 간섭 시각화 정보를 구현하게 된다. 이러한 정보 는 3D모델의 상호 설계검토과정을 통해 수정 및 오류사항에 대

해 시각적으로 검토할 수 있다. 이들 수정사항을 3D모델 정보에 반영함으로써 프로젝트의 4D정보들이 실시간으로 업데이트되어 3D모델의 오류에 대한 사전 시각화 검증이 가능하다. 또한 추가 설계변경에 따른 손실 및 시공 전·후 상황을 시각적으로 파악함으로써 작업 우선순위를 파악할 수 있으며 시공손실을 크게 감소시킬 수 있다.

이러한 시공성 분석 기능은 향후 부재의 간섭체크를 통하여 기자재의 이동경로를 확보하고 최적의 공정계획을 확보할 수 있는 기능으로 구축할 수 있다.

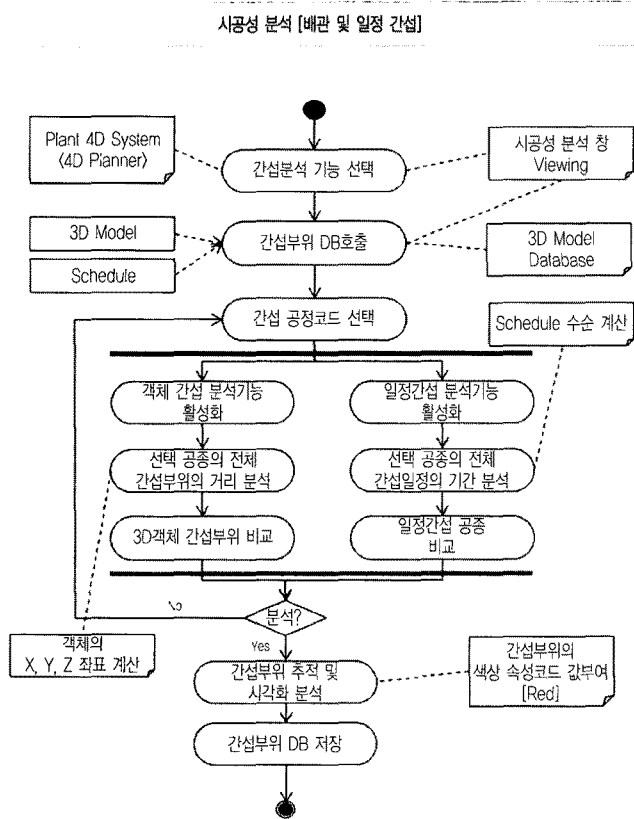


그림 6. 시공성 분석 기능 구성 모델

5. 플랜트 4D시스템 특화기능 화면 구성 및 효율적 관리 방안

본 장에서는 4장의 방법론을 대로 구현된 플랜트 4D시스템의 특화 기능의 화면을 구현하고 실제 업무에 어떻게 적용되는지를 중심으로 구성한다. 그리고 기존의 공정관리 시스템을 4D시각화 기반의 프로젝트관리 시스템으로 변경할 경우 개선된 플랜트 프로젝트 관리 운영을 위한 개선방안을 제안한다.

5.1 플랜트 4D시스템 특화기능 화면 구성

플랜트 4D시스템 특화기능 구현 화면은 플랜트 프로젝트관리 특성 및 인터뷰에 의해 도출된 주요 프로젝트관리 항목의 기능적 요소를 포괄하고 있다.

5.1.1 공정별 3D모델 분할 화면

그림 8은 단위 공정별 최적의 3D모델 연동을 위해 사전에 수행되어야 하는 공정단위 3D객체 분할 기능의 화면을 구성한 것이다.

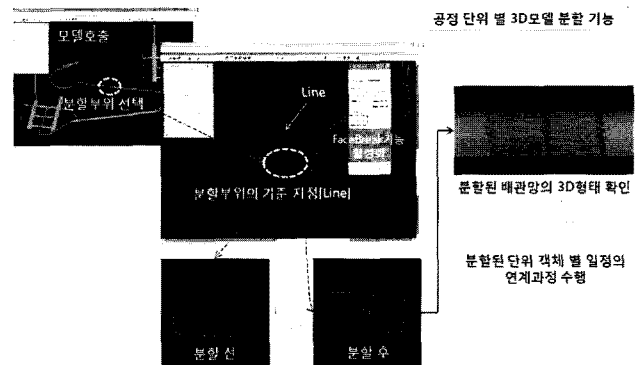


그림 8. 공정별 3D객체 분할

공정별 3D객체 분할 기능은 어떠한 형태의 3D모델이라도 사용자의 활용범위에 따라 객체를 구분하고 간격 및 속성지정으로 공정별 객체 분할이 가능하다. 3D객체 분할은 분할대상의 경계 지점을 설정하고 해당 경계가 3D모델로부터 인식될 수 있도록 알고리즘이 구성되어 있다. 그림 8과 같이 부재 및 격자형 등의 해당 모델을 구성하고 분할 범위를 지정하면 일정단위에 적합한 객체를 손쉽게 분할 할 수 있다. 이는 세부 공정 수순별로 사용자 임의의 상세한 분할이 가능하므로 실제 공정별 시뮬레이션 구현의 이질성을 극복할 수 있다.

5.1.2 인터페이스 보드에 의한 링크정보관리 화면

인터페이스 보드 기능은 4D모델을 생성하고 관리하기 위해 중요한 기능이다. 이는 일정과 모델의 효율적 연계방식을 위해 개선된 기능이며, 정보의 순환방식을 통해 연동 모델 정보의 재활용 및 링크의 간편화를 수행할 수 있다. 그림 9는 인터페이스 보드에 의한 4D모델의 생성과정을 구현한 것이다.

화면에 구현된 3D모델은 WBS코드에 의해 관리되므로 4D모델의 생성은 일정을 포함한 WBS코드 연계를 구현한다. 해당 액

터비터 단위별 분할된 객체는 화면과 같이 WBS코드의 맵핑 과정을 수행하면 링크정보의 확인 모듈인 인터페이스 보드에 추가된다. 추가된 리스트 정보는 링크된 정보의 상태를 의미하고 현재 어떠한 객체들이 연동되었는지를 파악할 수 있다. 그리고 링크정보의 리스트 및 도면을 인터페이스 보드 데이터베이스에 저장한 후 링크정보를 호출하여 이를 유사한 4D모델의 작성을 위해 재활용할 수 있는 장점이 있다.

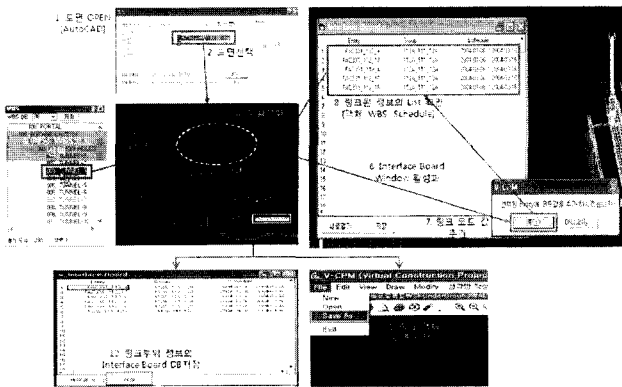


그림 9. 인터페이스 보드의 링크정보 관리

5.1.3 공정별 선·후행 3D 모델화면

그림 10은 기존의 PERT방식의 선·후행 일정관리 개념을 이용하여 해당 일정과 연계된 3D모델의 선·후행 관계를 시각적 정보로 구현한 화면이다.

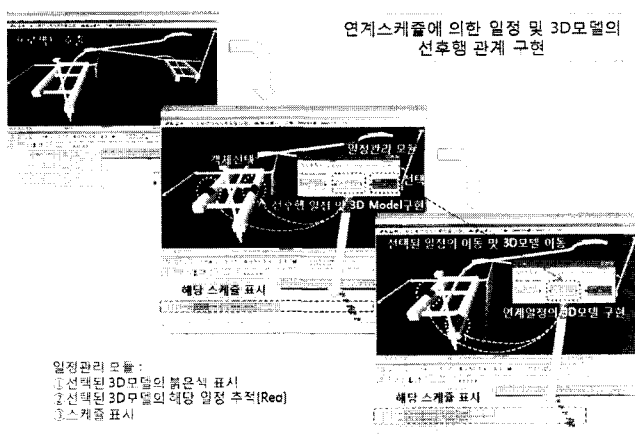


그림 10. 공정별 선·후행 3D모델 구현

공정별 선·후행 객체를 구현하기 위해서는 그림 10과 같이 기준이 되는 해당공정에 대한 연계스케줄 기능을 선택하면 관련 선·후행 일정연계 화면이 나타난다. 일정과 3D모델이 WBS코드로 연동된 상태이기 때문에 동시에 해당 객체의 선·후행 모

델이 화면에 직접 구현된다. 이는 일정과 연계된 3D모델을 데이터베이스로부터 매칭하여 화면에 시각적으로 구현하는 것이다. 본 기능은 선택된 공정의 선·후행 일정뿐 아니라 해당 부위를 3차원 형태로 구현함으로써 플랜트 프로젝트의 효율적인 공정 관리가 가능할 것이다.

5.1.4 부재 및 일정 간섭 분석 기능화면

플랜트 4D시스템은 부재 간 간섭 및 일정 간섭을 시각화 기반으로 검증하며 간섭 부위의 수정을 통해 연계된 모델들이 업데이트 되도록 기능을 구성하고 있다.

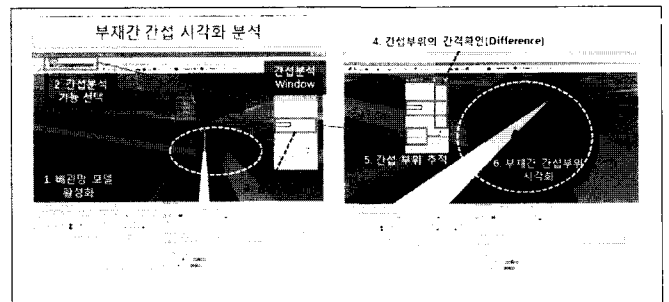


그림 11. 시공성 분석 시각화 구현 (부재 간섭)

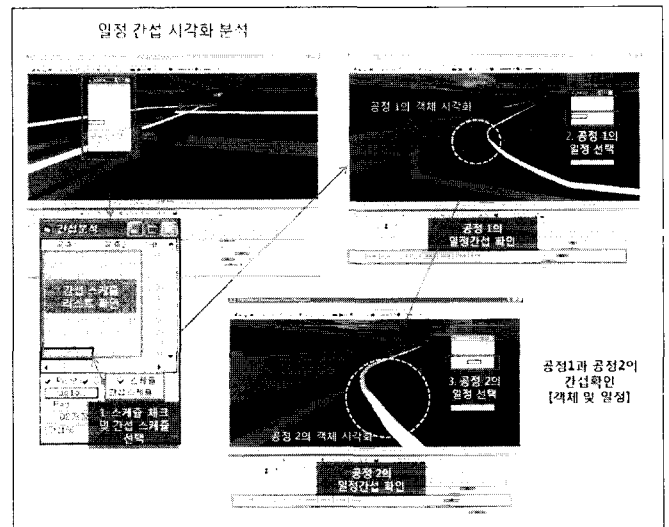


그림 12. 시공성 분석 시각화 구현 (일정 간섭)

시공성 분석기능은 각 부재 간 간섭을 시각적으로 분석하고 일정 간섭에 의한 객체의 간섭 상황을 시각적으로 파악할 수 있다. 부재간 간섭 분석의 시각화(그림 11)는 저장된 각 부재의 데이터베이스 코드를 호출하고 각 부재의 속성이 가지는 X, Y, Z의 좌표 값을 산정하여 각 좌표 사이의 위치를 비교·분석함으로써 구현된다. 간섭 부위는 각 간섭 부재간 좌표 값의 차이인 거리(Difference)로 나타내며 하나의 부재에 대한 모든 간섭 부

위의 직관적인 순차적 검증이 가능하다.

일정간섭 시각화 기능(그림 12)은 해당 부위의 일정간 우선순위 설정의 오류로 인해 3D객체의 순차적 구성시 오류로 인해 잘못 시공되는 경우에 대하여 일정간섭을 시각적으로 검토하는 기능을 말한다. 즉, 해당 부재간 간섭기능의 수행 후 하이라이트된 간섭부위의 선택으로 해당 일정을 데이터베이스로부터 호출하여 간섭부위의 모든 일정을 일정간섭 분석 창을 통하여 표시하게 된다. 또한 간섭부위의 해당 일정의 우선순위를 검토함으로써 일정정보 수정을 통해 일정간섭의 오류를 해결할 수 있다. 이에 따라 일정과 연동된 3D객체의 순차적인 작업 우선순위를 변경하여 액티비티간 충돌을 피할 수 있으며, 객체의 간섭부위를 비 간섭 위치로 조정함으로써 작업 일정의 순서를 변경할 수 있다.

5.2 4D시스템의 관리 및 운영 개선 방안

본 연구에서 구축된 플랜트 4D시스템이 실무적으로 높은 적용성을 갖추기 위해서는 생성정보의 재활용을 높이고 실무 프로젝트 관리에 적용이 가능한 구체적 대안을 마련하기 위해 다음과 같은 방안들이 고려되어야 한다.

첫째, 플랜트 프로젝트 관리시스템의 4D관련 생성 정보들은 통합 데이터베이스 기반으로 관리 및 재활용 되어야 한다. 따라서 플랜트 공정시각화 시스템의 모든 정보를 PLM(Product Life-cycle Management)기반의 플랜트 프로젝트 통합 모델정보관리 체계가 구축되어야 한다. 기존의 개별 시스템의 공정정보 관리체계는 정보 표준코드체계의 구축을 통해 범용성, 확장성 및 호환성을 갖도록 해야 한다. 이를 위해 기존의 WBS코드 개념과 더불어 최근 BIM(Building Information Model)을 통한 3D모델 기반의 설계가 확장되므로 IFC(Industry Foundation Class)나 STEP모델의 연동체계가 통합되도록 한다.

둘째, 이러한 3D모델 기반의 최적 4D정보관리 및 업무 분석을 위해 데이터마이닝(Data Mining) 기술을 이용한 OLAP(Online Analytic Process) 기반의 4D정보관리 체계가 도입되어야 한다. 기존의 개별 정보관리 및 타 분석 시스템을 통한 의사결정 과정은 플랜트 프로젝트의 객관적이며 최적화된 시각화 기반의 분석업무를 수행하지 못하고 있다. 따라서 시스템 사용자는 축적된 4D모델을 이용한 프로젝트 관리 업무가 요구되므로 관리적 정보를 분석하고 객관적 의사결정을 수행할 수 있도록 한다. 이는 수많은 정보의 생성을 통해 해당 프로젝트 수행에 요구되는 최적의 정보를 탐색하여 분석적 정보로 활용할 수 있다.

셋째, 4D시스템의 사용자 접근성, 정보 구현의 용이성 및 호환성을 확보하기 위해 GUI(Graphic User Interface)의 개선에 따른 기능을 구현하며 시스템 접근의 용이성 확보를 위해 인터페이스의 간편화를 구축한다. 기존의 인터페이스는 개발자 중심의 기능구현 중심으로 인하여 사용자의 접근 및 실무적인 활용이 어려웠다. 그러므로 GUI 개선을 통해 사용자와 기능적 상호작용(Interaction)할 수 있도록 간편화한다.

넷째, 플랜트 4D시스템은 프로젝트관리 업무의 특성에 적합한 모듈화 된 기능을 구현해야 한다. 이는 기존 ERP가 채택하는 파라미터(Parameter) 설정방식을 통해 개별 모듈을 업무적 활용 특성에 맞도록 분리 적용하는 것이다. 일반적으로 기존 플랜트 프로젝트의 관리 업무는 서로 상이하고 호환성이 고려되지 않았으며, 프로젝트 전반을 관리하는 것은 곤란하다. 이를 위해 플랜트 프로젝트 관리의 모든 업무 영역을 포괄할 수 있도록 해당 관리업무 범위(공정관리, 기성관리 등)의 특성에 따라 매개변수 변경에 의한 특정 업무의 모듈을 선택하여 활용할 수 있도록 한다.

다섯째, 플랜트 프로젝트의 대부분은 해외 발주 중심이다. 그러므로 시스템 도입 홍보 및 4D시스템을 활용한 우수사례의 성과 축적을 통하여 프로젝트 관리 업무에 적극 활용할 수 있도록 발주자의 인식전환을 유도한다. 따라서 4D시스템은 플랜트 프로젝트의 수주성과를 높이는데 일조할 것이며, 프로젝트 진행과정에서 발생하는 업무의 객관적 의사결정 과정에 적극 활용될 수 있다.

여섯째, 플랜트 4D시스템의 운영효율성을 확보하기 위해 프로젝트 설계변경 프로세스의 반영이 요구된다. 즉 설계변경이 발생할 경우 설계변경정보인 일정이나 3D도면정보의 변경에 따른 연동된 4D모델의 일괄적인 변경이 가능해야 하는 것이다. 이에 따라 3D객체의 위치 변경과 해당 간섭 액티비티 일정의 조정을 통해 연계정보가 자동적으로 수정되도록 할 필요가 있다. 설계변경에 의한 연계정보관리는 향후 BIM(Building Information Model)기반의 정보 통합 모델로 활용될 수 있으므로 설계변경 정보의 동시적 변경이나 관리가 가능해진다.

6. 결론

본 연구에서는 플랜트 분야에 특화된 관리기법을 지원하기 위해 시각화 기반의 분석이 가능한 시스템적 기능 구현을 목표로 하고 있다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 플랜트 프로젝트는 단기간에 막대한 비용의 집중적 투입,

참고문헌

설계단계 3D정보 작성, 복합 공종 관리체계 등의 특징을 가진다. 그러므로 타 산업에 비해 프로젝트 관리의 중요성이 크다. 따라서 각 특성의 항목을 분석하여 프로젝트 관리 기법을 효율적으로 지원하는 시각화 기반의 시스템적 기능 도입에 대한 필요성 및 타당성을 검토하였다.

2) 플랜트 분야의 특성 및 프로젝트 관리 주요 관리 항목으로 시공성 분석 및 관리적 모델 활용, 작업우선순위 및 최적 공정 연동 모델 활용과 공정 스케줄의 표준 모델 활용 측면의 요소를 도출하였다. 도출된 세부 항목에 대해 프로젝트 관리자를 대상으로 면담조사를 실시하였다. 이를 통하여 각 주요 항목에 대한 중점관리 사항 및 문제점을 도출하였으며, 이를 지원하는 다양한 시스템적 기능의 개선된 요구사항을 파악할 수 있었다.

3) 제안된 기능 구축을 위해 UML기반의 액티비티 다이어그램을 이용하여 시스템 기능의 활용 및 구현 관점의 시나리오를 기반으로 알고리즘을 구현하였다. 이는 앞서 제시한 주요 관리 항목을 지원하는 기능으로 구성하고 있으며, 시각화·관리·분석의 세 가지 모듈을 지원하고 있다. 또한 각 모듈별 기능 지원을 위해 도면분할 체계, 인터페이스 보드에 의한 4D연동, 선·후행 일정모델, 시공성 분석, 일정관리 모듈 개선 기능을 구축하였다. 이러한 체계는 새로운 모델링에 의한 유사 시스템의 기능 구현 방법론으로 제시될 수 있다.

4) UML모델링에 의해 구성된 기능적 알고리즘을 토대로 각 기능의 화면을 구현하였다. 이는 각 기능들이 실제 프로젝트 관리 업무에 어떻게 활용되고 운영되는지를 검증하고 있다. 또한 기존 방식의 4D시스템이 향후 플랜트 프로젝트 관리 업무 지원을 위한 효율적 관리 도구로 활용될 수 있도록 시스템의 관리 및 운영 개선방안을 도출하였다. 이로써 향후 플랜트 산업의 4D시스템이 발전될 수 있는 방향을 제시하고 있다.

이와 같이 본 연구에서는 플랜트 4D시스템의 특화 기능 구현을 위해 플랜트 프로젝트 관리 특성에 따른 UML모델링 등 기존 사례와는 차별화된 방법론을 구성하였다. 이러한 방법론은 실제 시스템 개발로 검증하였으며 향후 4D시스템의 다양한 세부 기능 구성시 활용성을 가질 수 있다.

1. 유홍석 (2006), 플랜트 산업의 프로젝트 매니지먼트, 한국플랜트학회.
2. 한국플랜트정보기술협회 (2004), 플랜트 엔지니어링 소프트웨어 가이드, BB미디어.
3. Kiminobu Kodama (2005), UML 모델링 본질, 성안당
4. McKinney, K., Kim, J., Fischer, M., and Howard, C. (1996). 'Interactive 4D-CAD.' Proc., 3rd Congr. in Comp. in Civ. Engrg., Jorge Vanegas and Paul Chinowsky, eds., ASCE, New York, 383~389.
5. B. Koo, and Fischer, M. (2000). "Feasibility study of 4D CAD in commercial construction.", J. Constr. Engrg. and Mgmt., Vol. 126, No.4, pp. 251~260.
6. K. W. Chau, M. Anson, and J. P. Zhang (2004). "Four-Dimensional Visualization of Construction Scheduling and Site Utilization." J. Constr. Engrg. and Mgmt., Volume 130, Issue 4, pp. 598~606.
7. Zaki Mallasi and N.N. Dawood (2002). "Registering Space Requirements of Construction Operations Using Site-PECASE Model.", CIB w78 conference.
8. Zaki Mallasi (2006). "Dynamic quantification and analysis of the construction workspace congestion utilizing 4D visualization." Automation in Construction, pp. 640~655.
9. IPIMS (2006). <http://www.koper.co.kr/>, KOPEC.
10. V-CPM (2007). <http://www.geont.co.kr/>, Geont.
11. Schedule Simulator (2006). <http://www.bentley.com/>, Bentley.
12. FourDscope (2006). <http://www.bal4.com/>, Balfour Technologies.
13. Project 4D (2006). <http://www.commonpointinc.com/>, Commonpoint.
14. Jet Stream Timeliner (2007). <http://www.navisworks.com/>, Navisworks.

논문제출일: 2007.06.15

심사완료일: 2007.11.05

Abstract

Plant project is a complex project that consists of civil engineering, building, mechanical and electronic works. The schedule management is one of important factors in plant project because the construction duration of the project is very short comparing with the other construction projects. Specially, 4D CAD system needs to visualize construction schedule information in those complex projects. This study suggests methodologies for improving 4D CAD functions by considering those project characteristics. To develop a plant 4D CAD system, this study includes to develop new functions by analyzing actual schedule information from the plant construction sites.

Keywords : Plant Project Management, 4D System, Constructability, Interface Board, UML(Unified Modeling Language)
