

4D CAD와 IETM 연계를 통한 철도시설의 효율적인 공사정보관리 방안

Methodologies for Effective Construction Information Management of Railway Facilities through Linking 4D CAD to IETM

강인석* 문현석**○ 박서영*** 김현수**** 안재규****
Kang, Leen-Seok Moon, Hyoun-Seok Park, Seo-Young Kim, Hyun-Soo Ahn Jae-Gyu

ABSTRACT

Construction Management by using 4D CAD system analyzes operations information based on 3D and 4D objects. But it is difficult to provide a variety of documents linked by 4D objects in a lump from 4D CAD system based on visual object, and to get an optimal decision-making information to conduct business. Therefore, it is necessary to construct effective construction information management systems and to organize integrated information through linking non-objects to objects. This study suggests methodologies of effective construction management for railway facilities through building of framework for practical application and methodologies to link 4D objects to IETM documents. Accordingly, it is possible to establish a systematic decision-making for an effective construction management of railway facilities, and this provide integrated methodology for linking non-objects to objects.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 건설 산업에서 3D CAD의 활용성이 증대되는 가운데 3D객체와 일정을 연계한 4D CAD의 도입이 활발한 추세이다. 그러나 기존의 3D객체 및 4D객체 정보는 단지 시각화 형상만으로 제한적 정보 분석을 수행하고 있으며, 해당 객체와 관련된 다양한 건설공사 문서정보를 통합적으로 제공하지는 못하고 있다. 건설공사 업무에서는 도면, 시방서, 설계도서, 법규, 지침 등의 방대한 문서정보의 유통이 이루어지고 있으며, 4D CAD기반의 공사관리 업무를 수행하기 위해서는 이들 문서정보와 연계한 통합 시스템을 통하여 최적 정보의 제공 및 효율적인 실무적 활용이 가능해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 기존 4D CAD와 IETM(Interactive Electronic Technical Manual)의 연계를 통해 전자적 문서정보를 제공할 수 있는 방법론 및 이에 근거한 시스템을 구축 체계 구성으로 철도시설의 효율적 공사정보 관리 방안을 제안하는 것이 목적이다. 이러한 연동체계는 광역현장의 철도시설물을 3D모델링하고 일정과 연계함으로써 시각화 기반의 공사관리가 가능하다. 또한 최적의 부재 연계 정보를 제공함으로써 시각적 분석 정보 제공뿐만 아니라 다양한 형태의 비 시각적 전자문서 정보의 제공을 통해 실적기반의 공사정보 관리, 효율적 의사결정 수립 및 최적의 업무 수행을 가능하게 할 것이다.

1.2 연구동향

최근 4D CAD에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 건설분야에 있어서의 IETM개발 및 실무 적용 사례는 미흡한 것으로 분석되었다. 강인석(2004, 2006)¹⁾²⁾은 공사정보 관리를 위해 공통정보운용 방식인 WBS(Work Breakdown Structure)코드 기반의 4D CAD시스템 공사정보관리 개선방안을 제안하였으며, 토목시설물의 공사관리 시각화를 위해 4D CAD시스템의 적용 방안을 제시하였다. 강인석(2006)³⁾은 시설물 재해정보관리를 위해 전자문서 체계로서 XML(eXtensible Markup Lanaguage)을 제안하고 있으며, 이를 위해 XML 스키마(Schema) 구성 방법론을 제안하였다. 해외 사례의 경우 웹기반의 VR엔진을 제공하는 Parallel Graphics사⁴⁾에서 웹 VRML(Virtual Reality Markup Lanaguage) 기반의 3D객체를 연동한 전자문서 연동 시스템 구축을 통해 제조업의 문서관리 및 훈련 등에 활용하고 있다.

* 경상대학교 토목공학과 공학연구원, 교수, 정회원
E-mail : Lskang@gnu.ac.kr

TEL : (055)753-1713 FAX : (055)753-1713

** 경상대학교 토목공학과, 박사과정, 정회원-발표자

*** 경상대학교 토목공학과, 공학박사, 정회원

**** 경상대학교 토목공학과, 석사과정, 비회원

이러한 연구들은 개별적인 정보를 시각화하고 전자문서화를 위해 XML 도입을 제안하고 있으나 시각적 정보와 XML정보를 연계하여 실적기반의 4D CAD+IETM연계 시스템 구축 및 철도 분야 실무 활용 사례는 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 4D CAD+IETM을 통합하는 방법론을 구성하기 위해 연계 코드의 구성 및 전자문서 표준 XML 스키마 구축 방법론을 제안하고 연동 시스템 구축을 통해 통합화된 시각화 기반의 철도 공사관리 정보체계 구축이 필요하다.

2. 4D CAD+IETM 연계 방법론 구성

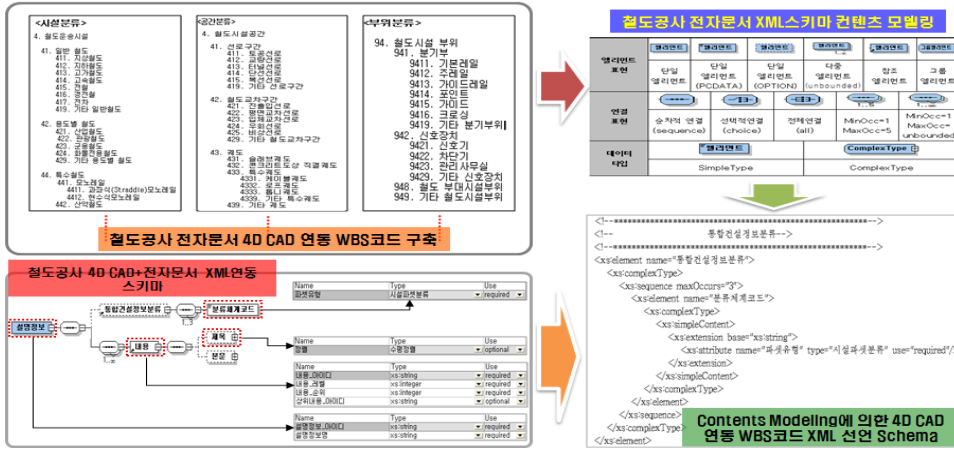


그림 1. 4D CAD+IETM연동 WBS코드 및 XML 스키마 구축

코드를 구축하는 것이 아니라 4D CAD시스템에 내장된 표준 WBS코드(건설공사통합정보분류체계)를 공통적으로 활용한다. 표준 WBS코드는 전자문서 XML스키마 내에 속성 ID값으로 정의되어 객체와의 매칭을 통해 간편한 연동체계를 구축할 수 있다. 즉 WBS코드 지정을 통해 전자문서 정보의 검색이 가능하게 되고 이와 연계된 객체의 선택을 통하여 양방향으로 건설공사 정보의 열람이 가능하다.

2.2 철도 건설정보 연계 스키마 구축

4D객체와 연동되는 전자문서의 XML 스키마를 구축하기 위해서는 문서구조의 상세 분석이 요구된다. 특히 WBS코드를 XML스키마의 기준 속성 ID코드로 활용하기 위해 컨텐츠모델링(Contents Modeling)을 수행할 필요가 있다. 우선 전자문서로 제공되기 위한 공사정보의 형태 및 종류를 분류하고 각 세부 항목의 명칭을 정의한다. 그리고 분석된 항목에 따라 문서 표현을 위한 속성값을 정의할 수 있도록 철도 건설정보 XML 스키마 컨텐츠 모델을 작성한다. 컨텐츠 모델에는 철도공사 문서정보가 갖는 구조를 포함하고 있으며, 다양한 형태의 정보제공 방식 및 속성 ID값을 표현하고 있으므로 표준화된 철도공사 전자문서 정보의 제공이 가능하다. 철도공사 전자문서 정보는 상위 그룹으로 분류하고 해당 그룹에 포함된 문서정보 및 업무 절차적 정보를 포함하므로 상위그룹코드 및 상세 문서정보 분류 코드의 속성값 매칭에 따라 해당 전자문서 정보의 효율적 연계가 가능하다(그림 1).

2.3 철도 건설정보 전자문서 4D연동 아키텍처 구성

4D CAD와 IETM연동 시스템은 4D객체 데이터베이스와 IETM 데이터베이스를 공통적으로 활용한다. 통합 데이터베이스는 객체 연동 코드 테이블을 구성하고 각 코드 매칭관계를 통해 정보의 관리 및 검색을 가능하게 한다. 이는 개별적인 시스템을 통합하는 방안으로 제공되나 4D CAD시스템 내에 별도의 전자문서 연계 모듈을 탑재할 수 있다. 이러한 데이터베이스를 통해 철도공사 표준 전자문서 정보를 4D CAD의 실적기반으로 관리하게 된다. 4D CAD+IETM시스템은 정보들이 방대한 데이터베이스로 구성될 경우 웹 기반(Web-based)으로 제공되며, 프로젝트 단위의 정보관리를 위해서는 Stand-Alone방식을 동시에 활용할 수 있다. 사용자는 4D CAD 인터페이스를 기준으로 선택 객체의 전자문서 정보를 호출하게 되고 사용자의 선택에 따라 다양한 형태의 멀티미디어 정보를 열람할 수 있다. 또한 날짜별 또는 부재별 그룹핑(Grouping)을 통해 검색된 정보의 실적 전자문서를 관리할 수 있다.

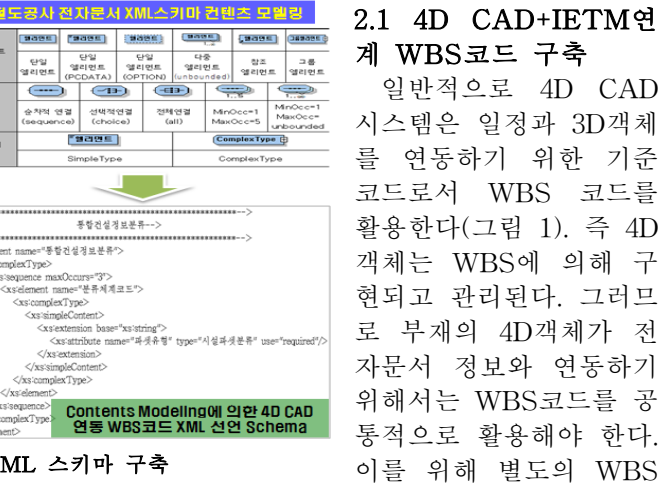


그림 2. 4D CAD+IETM연동 아키텍처

3. 4D CAD+IETM연계 시스템 및 활용체계 구성

3.1 4D CAD와 IETM연계 시스템 기능 구성

4D CAD+IETM연동 시스템에서는 WBS 코드 및 4D객체를 기반으로 정보를 탐색하는 기능, 검색시점 관리 기능 및 4D 실적기반 전자문서 그룹핑 관리 기능을 구성할 수 있다.

- 1) WBS코드 및 4D객체 기반 정보검색 기능 : WBS코드 기반 전자문서 정보 검색은 선택 공종 내 WBS코드 및 4D객체를 통해 관련 전자문서 정보를 검색하는 기능이다. 이는 해당 코드 선택에 따라 상위 정보 분류(법규, 도면, 지침, 공법, 3D객체 등)가 먼저 나타나고 상위 분류를 선택하면 해당 공종과 연계된 세부 전자문서 및 멀티미디어 정보 구현을 통해 업무에 활용할 수 있다. 4D객체의 선택을 통한 정보검색도 같은 절차로 구성된다.
- 2) WBS코드 및 4D객체 기반 정보 생성 및 관리 기능 : WBS코드 및 4D객체 기반 정보생성 기능은 해당 코드 및 4D객체를 선택한 후 누락된 문서정보의 작성 및 생성이 가능한 기능이다. WBS코드 및 4D객체를 선택한 후 전자문서 Author를 통해 XML스키마 구조에 따라 해당 문서를 생성하고 WBS코드 데이터베이스에 저장한 후 관련 코드 및 4D객체를 통해 전자문서 정보관리가 가능하다.
- 3) 실적 기반 4D CAD 문서관리 기능 : 4D CAD기반 실적 문서정보 관리 기능은 특정 시점 및 해당 그룹을 통해 검색하고 열람한 전자문서 및 객체 정보를 날짜별, 부재별, 그룹별로 정보를 관리하는 기능이다. 이는 사용자가 열람한 정보를 기록하고 마크업을 통해 저장할 수 있으며, 향후 정보의 순환방식을 통해 전자문서의 재활용이 가능하고 기록된 정보의 수정 및 업데이트가 가능하다.

3.2 철도건설 전자문서 정보의 4D CAD정보 흐름

4D객체는 전자문서 정보 및 멀티미디어 정보를 제공하는 기준 모델로 활용된다. 4D CAD시스템 내에서의 IETM활용은 전자문서 생성, 4D객체의 전자문서 연동, 4D객체 기반 전자문서 활용의 세 단계로 구성된다. 각 단계는 건설공사 일반문서, 법규, 지침, 도면, 공법, 수량산출서, 구조계산서, 3D객체, 멀티미디어 정보 등이 입력정보로 활용된다. 이들 정보는 전자문서 작성 지침 및 표준체계를 통해 철도공사 전자문서를 XML기반으로 표준화한다. 이를 통해 4D CAD기반의 IETM통합 문서 관리체계가 구축되고 철도건설 생애주기 단계에 활용될 수 있다. 이러한 정보는 각 단계의 활용 특성에 따라 발주자, 설계사, 시공사 및 프로젝트 관리자 등의 의사결정 과정에 활용될 수 있다.

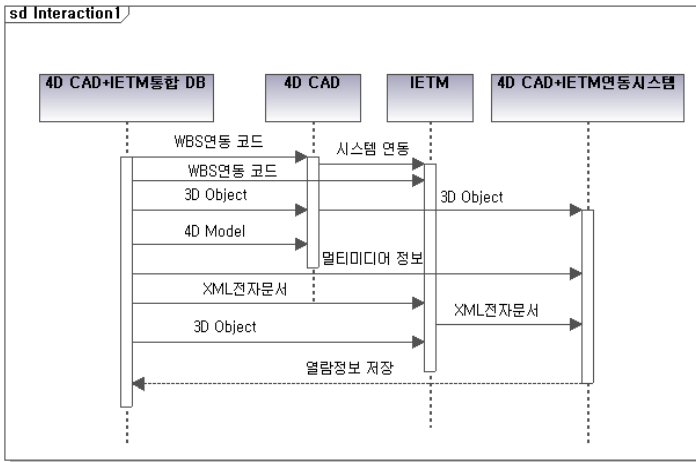


그림 3. 4D CAD+IETM 정보 흐름 및 운영 프로세스

정보는 날짜별 3D공종 객체와 연동된 상태로 마크업을 수행하고 공사가 진행 후 또는 완공 후에 어느 특정시점의 관리항목을 검토하기 위해 객체를 선택한 후 해당 객체의 공정을 확인함으로써 연동된 일 정별 실적 전자문서 정보의 목록을 검토할 수 있다. 또한 웹 기반의 VRML모델을 통해 언제 어디서든 전자문서 정보의 확인이 가능하다. 이러한 정보의 연계는 객체의 공종 선택에 따른 정보 구현을 위한 하이퍼링크(Hyperlink) 즉 Hot-Spot기능을 이용하고 각 공종 객체에 이벤트(Event)를 주어 객체를 선택할 경우 해당 객체와 연계된 철도건설 통합 전자매뉴얼 정보를 구현한다.

3.3 4D CAD+IETM 운영 프로세스

4D CAD기반의 전자문서 정보의 구현은 WBS코드와 연계된 전자문서 데이터베이스를 통해 4D모델의 코드 매칭과정을 수행하고, 공종 및 3D객체 기반의 문서정보관리를 가능하게 한다. 해당 공정 시점에서 확인된

4. 4D CAD+IETM 기반 공사정보관리 활용성 개선 화면 시안

4.1 WBS코드 및 4D객체 기반 전자문서 연동 화면 시안 1

우선 4D CAD화면의 WBS코드 창을 통해 구현하고자하는 공종코드를 선택하면 해당 코드의 상위 분류에 속하는 정보 그룹이 나타나고 해당 상위 정보그룹을 선택하면 상세 전자문서 정보 리스트가 나타난다. 화면에서 사용자가 원하는 정보의 형태를 선택하면 해당 전자문서 및 관련 멀티미디어 정보들을 확인할 수 있다. 기존 4D객체 기반의 시각적 정보 중심의 활용체계에서 시각적 객체와 연동된 업무 관련 전자문서 정보의 동시적 구현이 가능하다. 따라서 4D CAD+IETM연동 시스템을 통해 철도건설공사 생애주기 단계의 시각화 분석 체계의 제공뿐만 아니라 업무적 정보의 실시간 제공으로 각 단계별

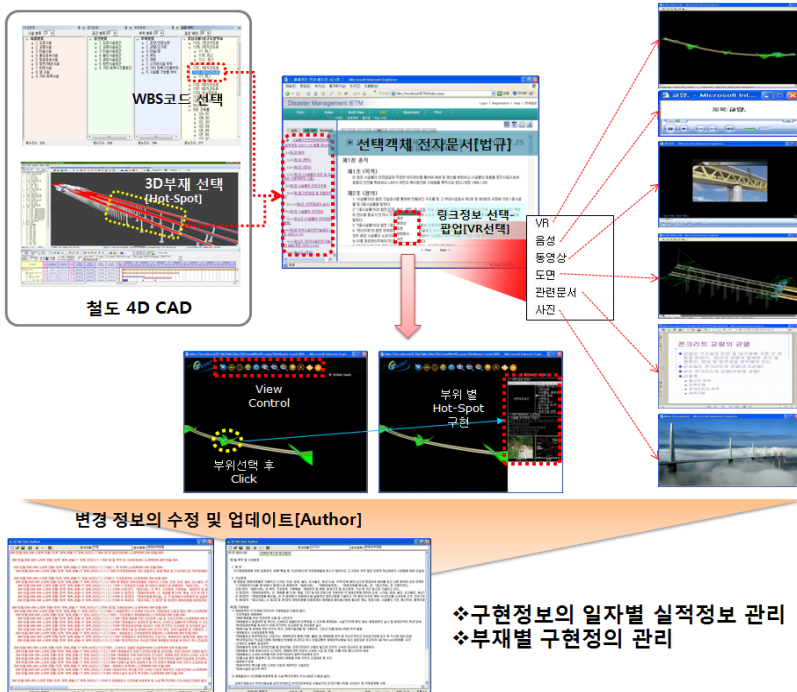


그림 4. 4D CAD+IETM연동 시스템 활용 시안 1, 2

해당 객체 및 유사 공종의 선택을 통해 관련 전자문서 정보의 선별적 제공이 가능하게 되며, 4D CAD 기반의 일정정보를 통한 공정관리업무 수행시 해당 공종에 대한 최적의 정보를 제공 받게 된다. 또한 다양한 공법선택, 설계오류 검증, 집중관리 부재 파악 및 업무 수행의 최적화된 의사결정 정보를 제공할 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 4D CAD와 철도공사 전자문서 체계인 IETM연동을 통해 효율적인 공사정보관리 방안을 제안하고 있다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 4D CAD+IETM연동 체계 구축을 위해 연계 WBS코드 구성, 전자문서 스키마 구축 및 두 시스템 간 연동체계 방법론을 제안하고 있다. 이는 향후 두 시스템의 연동 방법론으로 활용 가능하며, 시스템의 구축 시나리오를 통해 그 방법론을 검증하였다.
2. 구성된 방법론에 따라 4D CAD+IETM연동 시스템의 모델을 제안하고 있으며, 철도시설의 효율적 공사관리 방안을 제안하기 위한 활용 화면을 제시하고 있다. 또한 연동시스템의 정보 흐름체계 및 운영 프로세스를 파악할 수 있었다. 이러한 시스템 운영을 통해 철도시설 건설공사 생애주기 단계의 효율적 의사결정 도구로서의 활용이 가능할 것이다.
3. 4D CAD기반의 연동 시스템 활용 화면을 통해 향후 연동 시스템의 운영 모델을 고려할 수 있다. 또한 사용자의 실무적 활용을 통해 다양한 공법선정, 설계오류 검증, 업무관련 정보 통합 제공, 집중관리 부재 파악을 통한 시공성 검토 등의 업무 수행에 최적화된 의사결정 정보를 제공받을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 4D객체를 활용함으로써 실적기반의 전자문서 정보관리가 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구결과는 2007년도 건설교통부 건설핵심기술기반사업(CTRM)의 수행결과 임 [과제번호 : D01-01]

참고문헌

- 1) 강인석 외, “공통정보운용 방식에 의한 4D CAD시스템의 공사정보관리 개선방안 연구”, 대한토목학회 논문집, v.24, n5-D, 2004. 09
- 2) 강인석 외, “토목시설물 공사관리 시각화를 위한 4D시스템 적용방안”, 대한토목학회 논문집, v.26 n.1-D, 2006. 1
- 3) 강인석 외, “시설물 재해정보관리 전자화를 위한 XML스키마 구축 방법의 절차적 모형 구성”, 한국건설관리학회 논문집, 제 7권 제 3호, 2006.6
- 4) Parallel Graphics사, <http://www.cortona3D.com/>, 2008

의사결정 수립에 도움을 줄 것으로 기대된다.

4.2 4D기반의 실적 전자문서 정보 관리 화면 시안 2

WBS코드 및 4D객체 기반으로 검색된 전자문서 정보들은 선택 객체 그룹, 선택시점의 일자, 선택 부재 그룹 등을 통해 실적기반으로 열람한 전자문서 정보를 저장하고 언제든지 실시간으로 열람이 가능하다. 즉 사용자는 해당 전자문서 정보를 열람하고 마크업 및 메모 기능을 통해 일자별, 부재별로 그룹핑하여 저장 및 관리할 수 있으며, 저장된 전자문서 정보의 변경이 발생할 경우 해당 정보의 수정만으로 실시간 업데이트가 가능하다. 우선 WBS코드 및 4D객체를 선택하고 해당 일정을 선택하거나 부재의 상위 그룹을 지정한 후 데이터베이스에 저장하면 현재 시점의 열람 정보를 관리할 수 있다. 이는 향후