

건설분야 전자매뉴얼의 필요성 및 특성분석을 통한 실무적용성 연구

A Study on the Necessity and Applicability of Interactive Electronic Technical Manual (IETM) for Construction Projects

강 인 석* · 정 원 명** · 박 중 민***

Kang, Leen Seok · Jung, Won Myung · Kwak, Joong Min

요 약

건설분야 전자매뉴얼은 기존에 서술적 문서형태로 작성되어온 시공법, 유지관리절차 등에 관련된 시방규정, 지침서들이 시각화를 위한 멀티미디어기능과 통합연계정보 제공기능을 갖는 전자적 형태로 구성된 것을 의미한다. 이러한 전자적 개념의 건설전자매뉴얼은 지침 규정의 전자화는 물론이고, 공사관리자의 이해도 증진을 위해 해당 규정에 관련된 3D동영상 화면과 가상현실, 시공이력사진 정보들을 연계해서 제공해 주는 종합 정보시스템 개념을 갖고 있다. 현재 시방정보, 관련법규 등의 건설분야 각종 지침들은 전자화를 위한 표준적인 규칙이 없이 일반적인 문서형태로 작성되고 있으므로, 관련정보의 체계적인 축적 및 공유가 어렵고 효과적인 시설물의 시공 및 유지관리에 장애요인이 되고 있다. 본 연구에서는 기존 건설분야 정보화체계와 비교하여 전자매뉴얼의 필요성과 타 분야 전자매뉴얼대비 건설전자매뉴얼의 특성을 분석하여 건설분야에 적합한 구성전략을 제시함으로써, 건설분야 전자매뉴얼의 활용도를 인식시키는데 연구목적이 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 유지관리업무 전자매뉴얼 시안을 포함하는 시설물 재해관리용 전자매뉴얼의 적용성을 가상적으로 구성하여 검증하고 있다.

핵심용어 : 건설정보화, 전자문서, 문서형 정의, 대화형전자식기술교범(전자매뉴얼), 정보분류체계

1. 서 론

건설정보의 활용측면에서 건설공사 기술문서들은 건설공사의 초기에 작성된 후 건설사업 수행과정에서 반복적으로 참조되는 가이드북이다. 하지만 분량이 방대하여 자료의 휴대가 곤란하고, 단순 서술적 정보로 표현되어 활용성이 저하되고 있으며, 소요정보의 적시 검색 및 제공이 곤란하여 사용빈도에 비해 비효율적인 문제점을 갖고 있다. 따라서 건설 기술문서의 현장 활용성 제고를 위해서는 실시간 및 시각적 정보제공이 가능해야하므로, 멀티미디어 및 하이퍼미디어 기술을 갖는 전자매뉴얼(Interactive Electronic Technical Manual, IETM) 형태로 표현되는 전자적 기술문서가 요구되고 있다.

건설전자매뉴얼은 건설공사에 소요되는 도면, 시방서, 지침, 이력정보 등을 종합적으로 연계하여 시각적 정보체계로 실시간 제공하며, 공사관리업무의 절차적 정보를 온라인상에서 제공할

수 있는 전자적 매뉴얼을 의미한다. 이러한 건설전자매뉴얼은 공사의 기획부터 유지관리 단계까지 종이문서 형태의 방대한 공사계획서, 절차서, 지침서, 설계/시공매뉴얼, 설계 및 준공도서 등의 각종 기술문서를 전자화하여 공사운영상의 전자식 기술교범으로 활용함을 목적으로 하고 있다.

본 연구는 현재 국방/제조산업 분야에 활용되고 있는 전자매뉴얼의 건설분야 필요성 분석과 적용성 검증을 통하여 실무에서의 건설공사관리를 위한 전자매뉴얼 활용성 및 효과적인 도구로서의 적용가능성을 분석하는데 연구목적이 있다. 이를 위하여 기존 건설분야 전자화체계와의 차별성에 따른 전자매뉴얼의 필요성과 타 산업분야 대비 전자매뉴얼 특성을 분석한 후, 건설전자매뉴얼의 구성전략을 정보관리 효율성 개선측면에서 제시하였다. 또한 전자매뉴얼 시안을 유지관리업무의 일부를 포함하는 시설물 재해관리용으로 구성하여 활용성을 검증하고자 한다.

일반적으로 전자매뉴얼은 구성정도에 따라 5단계(Class 1 ~ Class 5)로 나뉘어 지며, 1단계는 문서가 스캐닝(Scanning)된 상태이고, 2단계는 직접 입력에 의한 단순한 온라인화 단계를 의미한다. 5단계에서는 전문가시스템(Expert System) 개

* 정희원, 경상대학교 공과대학 토목공학과, 공학연구원, 교수

** 정희원, (주)용마엔지니어링, 경상대학교 토목공학과, 석사

*** 정희원, 한국과학재단 신진연구자연수과정, 경상대학교, 공학박사

념이 적용되어 사용자와 전문가간의 상호대화형 문제해결기능을 갖게 된다. 현재 국내의 전자매뉴얼의 개발동향은 대체로 4단계에 집중되고 있으며, 4단계는 전자매뉴얼내 멀티미디어 기능을 통한 상호연관정보의 활용이 가능한 단계이다. 본 연구에서 분석하는 건설전자매뉴얼의 적용가능성도 4단계를 대상으로 하고 있으며, 이는 건설분야 전자매뉴얼의 적용이 초기단계이므로 모든 기능을 포함하는 전자매뉴얼보다는 개발편리성과 활용성을 고려하여 전자매뉴얼을 단계적으로 구성하는 것이 필요하기 때문이다. 이러한 연구는 건설분야의 전자매뉴얼 개발 사례가 없고, 또한 체계적인 전자매뉴얼의 필요성이 분석되지 않은 점에서 관련 연구의 기초적 연구자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 전자매뉴얼 구축동향 및 건설분야 전자정보관리 체계 연관성 분석

2.1 전자매뉴얼 구축 동향

전자매뉴얼에 대한 국외의 연구들은 미국과 유럽공동체 (EU)를 중심으로 전자매뉴얼 개발절차 및 데이터베이스 구축을 위한 표준화 기술확보에 집중되고 있다¹⁾. 미국 국방성의 경우 CALS/EC (Electronic Commerce)와 관련하여 전자매뉴얼 개발시 적용되는 3개 표준 (미국방성표준)²⁾³⁾을 개발하였으며, 이에 근거하여 실제 전자매뉴얼 시스템들을 구현한 바 있다. 유럽의 전자매뉴얼 구축사례로서 영국 육군의 장비 기술교범의 전자화를 위한 CBT (Computer Based Training) 프로젝트 등이 있으며, 캐나다에서 장갑차량의 기술교범을 전자매뉴얼로 개발한 XIA시스템⁴⁾ 등이 있다.

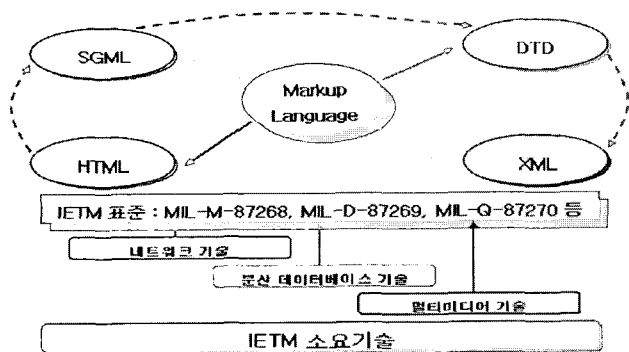


그림 1. 전자매뉴얼 표준 및 관련 기술동향

그림 1은 미국방성표준을 기준으로 현재의 정보화 기술 및 자문서표준 변천과정을 보이고 있다. 국내의 경우, 건설분야 시공 및 유지관리분야 매뉴얼 전자화를 위한 기초적 연구⁵⁾⁶⁾가 진

행되고 있고, 정부의 건설CALS 구축을 위한 여러 표준요소들 중 하나로 전자매뉴얼이 채택되어 있다. 국방분야 전자매뉴얼과 관련된 연구⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾들은 주로 해군함정 및 전차와 같은 군수품의 정비를 위한 정비기술매뉴얼의 전자식 기술매뉴얼체계로의 전환을 위한 연구사례들이 있다. 또한 개발된 상용솔루션들¹¹⁾¹²⁾ 역시 국방분야를 중심으로 적용되고 있으며, 그림 2는 국내에서 개발된 솔루션의 예를 보여주고 있다.

국내의 모두 전자매뉴얼 연구와 개발사례들은 국방 및 제조산업분야가 대부분이며, 건설분야의 실제적 개발사례는 아직까지 시도된 바가 없으나, 전자매뉴얼의 적용분야가 점차 확대되고 있는 점과 건설정보의 다양한 시각화 수요를 고려하면 건설분야의 활용성도 검토되어야 할 시기에 있다.

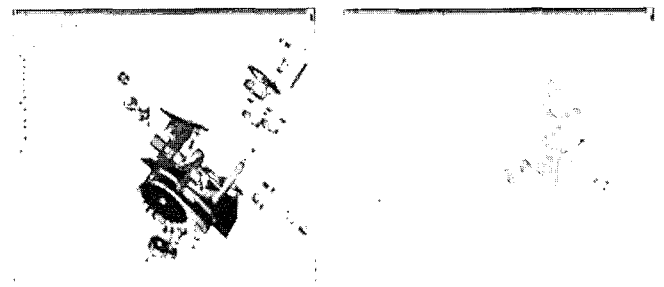


그림 2. exPIS의 도면기반 검색기능¹³⁾

2.2 건설분야 전자정보관리체계의 연관성 분석

국내에서 구축중인 도면전자관리체계, 전자시방서체계 등은 도면 또는 시방서 등의 독립적 정보열람기능에 그치고 있으며, 일부에서 운용중에 있는 전자화된 유지관리시스템들은 유지관리를 위한 업무정보의 제공보다는 유지관리에 소요되는 결과정보의 입력전자화에 기능이 집중되어 있다. 즉 점검결과인 영상정보의 구성과 보수보강 이력정보 등의 관리가 주요 기능으로 구성되어 있다. 최근에 완성된 건설교통부 시설물유지관리시스템¹³⁾에서는 이러한 점을 보완하기 위해 유지관리 지침서, 영상정보 등이 개선된 전자화체계로 시스템에서 제공되고 있다. 또한 2002년부터 운용중에 있는 한국시설안전공단 시설물정보통합관리시스템¹⁴⁾은 시설물 안전관리를 위한 시설물점검정보, 안전사고기록정보 및 보수보강대기정보의 기록과 열람 및 안전관리업무 주제간 정보전달기능 등을 온라인화하여 운용 중에 있다. 그러나 이러한 시스템들 역시 영상정보, 재해대장 등의 독립적 정보전달 역할과 소요정보의 단순검색기능을 갖고 있으며, 지침서 등에서 요구되는 연계정보의 종합적 표현과 관련 업무의 절차적 정보제시가 곤란하므로 전자매뉴얼로 구분할 수 없으며, 전자매뉴얼의 기초적 단계인 전자적 정보관리체계로 볼 수 있을 것이다.

3. 건설전자매뉴얼의 필요성 및 특성분석을 통한 구성전략 구성

3.1 기존 건설분야 정보관리 전자화체계의 한계성

건설공사에서 활용되는 기술문서는 문서 내에서 단편적인 정보만을 제공하나, 전자매뉴얼은 하나의 기술문서 내에서 다양한 정보를 연계하여 제공한다. 특히 현재 건설분야에서 개발중이거나 활용되고 있는 건설정보관리 전자화체계 (전자문서교환체계, 전자시방서, 전자도면관리체계 등)의 경우, 단순 검색과 열람기능을 이용해 업무지원을 하는 개별적인 정보의 제공에 그치고 있다. 즉, 기획단계부터 유지관리단계까지 발생하는 다양한 건설정보가 정보 상호간 연계되는 종합적 체계로 구성되어 있지 않고 단편적인 정보제공 기능으로 구성되어 있다. 예를 들어 표준/전문/공사시방서 등을 대상으로 하는 건설공사기준시스템²⁵⁾의 경우, 해당 시방서의 세부내용들을 전자적으로 제공하나, 시방서 세부내용과 연계되는 공법, 자재, 비용, 유사 설계정보 등은 제공되지 않고 있다. 또한 최근 일부 운용중에 있는 도면전자화체계 등에서도 관련 도면을 전자적으로 제시하고 있으나, 해당 도면의 시공절차 등에 관한 연계정보는 표현이 어렵다. 그림 3은 단순한 정보의 제공 및 정보 조회 위주의 기능을 갖는 기존 건설정보관리 전자화체계의 전형적인 활용형태를 나타내고 있다.

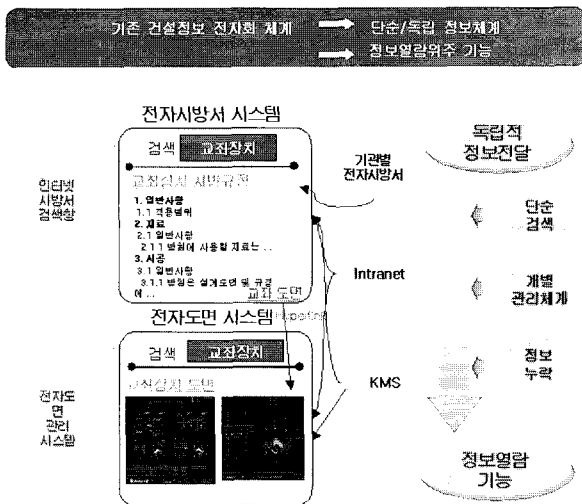


그림 3. 기존 건설정보관리 전자화체계 한계성

즉, 그림 3은 기존 건설정보관리 전자화체계는 정보의 단순 열람기능 등에 의한 개별적인 정보 전달에 그치고 있으며, 종합적인 정보 전달이 아닌 일반 하이퍼텍스트 기능을 통한 개별 정보만을 제공함을 표현하고 있다. 따라서 이러한 정보화체계에서는 실무 업무의 초보자들이 업무처리를 위한 창조적 작업이 불

가능하며, 관련 전문가의 경우에도 필수적인 세부정보의 누락 가능성을 항상 갖게 된다.

3.2 전자매뉴얼에 의한 건설정보관리 효율성 개선

상술한 기존 체계의 문제점은 전자시방서 규정에 관련된 전자도면정보와 공법정보, 시공절차정보 등이 시각화되어 체계적 정보분류형태로 제시된다면 상당부분 감소될 수 있다. 즉, 전자매뉴얼의 적용은 다양한 건설정보를 독립적인 정보형태로 활용하기보다는 건설정보 상호간에 서로 연계하여 활용함으로써, 보다 효과적인 공사 수행이 이루어지도록 한다. 이러한 전자매뉴얼을 통해 해당 업무를 처음 접하는 실무자는 업무처리시 오류를 최소화할 수 있으며, 현장의 실무자는 해당 업무 수행에 관한 다양한 정보를 제공받음으로써 건설시공 및 관리업무효율성을 향상시킬 수 있다.

설계정보를 전자매뉴얼화 하였을 경우, 설계전자매뉴얼에서는 설계정보 내의 특정 설계부위 선택 시 관련된 시공방법, 유사 설계사례정보, 소요비용정보 등 다양한 정보를 제공할 수 있다. 이를 위해서는 전자매뉴얼 내에 포함된 다양한 설계정보를 연계시킬 수 있는 정보분류체계가 마련될 필요가 있다. 연관되는 각종 설계정보를 전자매뉴얼 내에서 정보분류체계 코드를 중심으로 상호 연결시킴으로써 종합적 설계정보 도구로 활용할 수 있는 것이다. 이러한 기능은 설계단계뿐 아니라 기획단계부터 시설물 유지관리단계까지 공통적으로 적용이 가능한 기능으로, 기존 건설정보화체계의 개별적인 정보 제공이나 단순 링크를 통한 정보 연계와는 구분되는 특징이라 할 수 있다. 즉, 전자매뉴얼에서는 종합적 건설정보의 연계와 전달을 통해 현장 실무자에게 해당 정보를 제공함으로써 관련 업무의 오류 및 누락을 방지하도록 할 수 있다. 그림 4는 설계단계업무에 전자매뉴얼이 적용된 예를 통하여 이러한 효율성을 도식화 하고 있다.

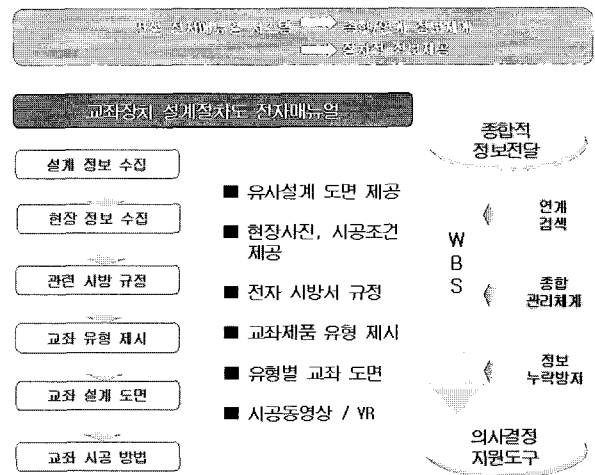


그림 4. 전자매뉴얼의 종합적 정보전달 능력

전자매뉴얼은 기능적인 면에서 각종 건설정보의 연계활용 기능 외에 건설정보의 활용적인 면에서도 기존 건설정보체계와 차이점을 갖고 있다. 예를 들어 특정 설계부위의 설계정보에 대한 동영상 및 가상현실 (Virtual Reality, VR) 기능을 제공하여 현장에서 설계정보에 의해 해당 부위를 직접 시공하는 경우에 발생하는 문제점과 그에 대한 대안을 판단할 수 있도록 한다. 이러한 기능을 통해 기존의 수치화 또는 문서화된 전자 정보를 시각화된 종합적 정보로 변환하여 공사참여자간의 주요 의사결정 도구로서 활용할 수 있다. 즉, 해당 업무분야의 절차도와 업무절차마다 필요한 정보를 종합적으로 제공하여 실제 현장정보와 전자매뉴얼 내부에 저장된 정보를 조합하여 제공함으로써 의사결정의 수단이 될 수 있다.

3.3 타 산업분야 대비 건설분야 전자매뉴얼의 특성분석

모든 산업분야에서 전자매뉴얼이 가장 많이 활용될 수 있는 업무분야는 유지관리업무이며, 유지관리단계에서는 유지관리에 필요한 고유의 정보외에 제조/시공과정의 모든 정보들을 추가로 필요로 하기 때문이다. 건설공사 유지관리업무에 활용되는 전자매뉴얼은 특성상 타 산업분야의 전자매뉴얼과 적용범위 및 활용도에서 다음의 차이점을 갖게 된다.

첫째, 완공된 시설물의 전자매뉴얼은 타 산업분야의 전자매뉴얼과 달리 시설물 내에 포함되는 맴의 발전기, 터널의 환기장치 등 다양한 기계적 요소에 대한 개별 전자매뉴얼을 일부분으로 포함할 수 있어야 한다. 즉, 타 산업분야의 전자매뉴얼은 단일 제품 위주의 전자매뉴얼 형태로 구성되는 반면, 건설분야의 전자매뉴얼은 시설물 내의 시설운영 장비에 관한 전자매뉴얼, 부위별 전자매뉴얼 및 시설물 전체 측면의 유지관리를 위한 전자매뉴얼 등 다양한 형태로 전자매뉴얼을 구성하게 된다.

둘째, 건설분야 전자매뉴얼은 유지보수공사를 위한 기술정보 뿐만 아니라 설계/시공단계에서 발생하는 다양한 실적정보를 포함해 구성하여야 한다. 이는 건설공사의 특성상 유지관리업무가 독립적 업무가 아닌 설계/시공과정의 이력정보들을 필요로 하는 연계성을 갖기 때문이다. 또한 유사 공사 수행시 공사비정보, 일정정보, 공법정보 등 시공단계에서 발생한 실적정보들은 참조정보로 활용되어야 하므로, 공사이력정보의 연계는 더욱 필요한 기능이다. 이러한 점은 타 산업분야의 전자매뉴얼이 완성된 제품에 대한 단순 유지관리 기능위주로 구성되는 점과 차별화 되는 부분이다.

셋째, 타 산업분야의 전자매뉴얼은 일반 장비 및 제품의 유지보수가 기능의 유지 및 개선에 한정되는데 반하여, 건설분야 전자매뉴얼은 시설물의 개/보수, 확장공사 등 기존 시설물 정보에 대한 지속적인 갱신이 가능한 체계가 요구된다.

넷째, 건설 시설물의 시공과정은 다양한 절차와 공법들을 적용하며, 이러한 업무의 전자화를 위해서는 전자매뉴얼 내에 절차적 정보의 전자화가 중요 기능이 된다. 국방분야 등에서는 생산된 무기의 고장원인분석, 수리방법 등이 전자매뉴얼의 주요기능이 되므로 제한된 정보만으로 전자매뉴얼의 기능을 구성할 수 있다. 반면에 건설 시설물은 시공과정 및 세부 유지관리업무별 절차정보 등에 상호 반복되지 않는 다양한 정보들을 소요하게 되는 점이 독자적인 특징으로 분석된다.

3.4 건설분야 전자매뉴얼 특성에 따른 구성전략

건설분야 전자매뉴얼은 상술한 이유들로 인하여 타 산업분야 전자매뉴얼과 비교시 설계/시공/유지관리에 소요되는 관련 정보의 다양성 표현과 절차적 정보의 중요성이 요구된다. 즉, 건설분야 완성 시설물은 다양한 유형의 장치/시설부위 등을 포함하므로 관련된 정보들을 전자매뉴얼에서 체계적으로 표현하기 위해서는 정보분류체계의 구성이 요구된다. 이러한 정보분류체계는 시설물내의 물리적 형상분류와 정보유형분류 등을 포함하여 제시될 필요가 있다. 즉, 전자매뉴얼내의 모든 서술적, 시각적 정보들이 표준적인 정보분류체계를 중심으로 제시되도록 하여 정보의 유형화된 관리가 가능하도록 해야 한다.

정보분류체계 중심의 연계정보 제공체계가 구성되기 위해서는 소요 정보들이 데이터베이스 내에서 모두 동일한 정보중심으로서의 Key Field를 갖고 연동되어야 하며, WBS (Work Breakdown Structure)가 이러한 공사정보들의 정보중심 역할을 할 수 있다. 즉, WBS의 코드를 중심으로 당해 프로젝트의 각종 설계 및 공사정보, 유지관리정보 등이 운용되도록 구성한다. 기존 유사 공사의 관련 정보들 역시 동일한 표준 건설정보분류 체계에 근거하여 구성된 WBS 코드에 연계하여 재사용함으로써 공사단계별 전자매뉴얼의 활용성을 배가할 수 있게 된다. 본 연구에서는 건설전자매뉴얼의 정보분류체계 연계개념을 그림 5와 같이 도식화하여 제시한다. 그림 5의 하단부에서 '표준정보분류체계 (S_WBS)'는 건설교통부의 통합분류체계 등과 같이 특정 프로젝트용이 아닌 표준적 적용을 목적으로 구축된 분류체계코드를 의미하고, '프로젝트정보분류체계 (P_WBS)'는 표준정보분류체계를 기준으로 당해 프로젝트용으로 재구성된 프로젝트 정보분류체계의 개념을 의미한다.

그림 5에서는 건설분야에 적용 가능한 전자매뉴얼들을 총칭하여 '건설 전자매뉴얼'이라 하였다. 이들은 크게 시방서 등의 표준적인 정보들을 대상으로 구성되는 '공사공통정보 전자매뉴얼'과 '법규·지침전자매뉴얼', 기획/설계/시공/유지관리 단계별로 적용될 수 있는 개별 전자매뉴얼로 구분된다.

그림 5에서는 전자매뉴얼들을 유형별로 구분하여 도식화하였

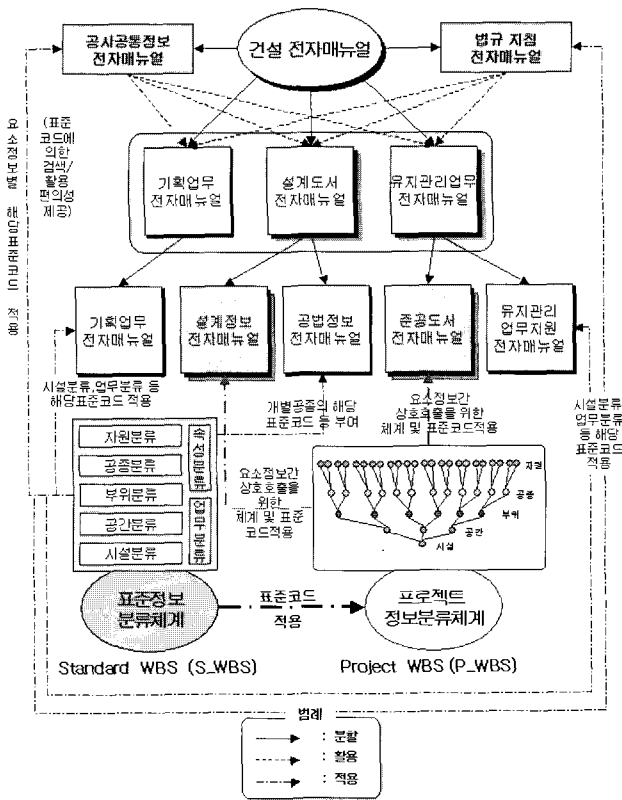


그림 5. 정보분류체계 연계에 의한 건설전자매뉴얼 구성

다. 즉, 유일성을 가지는 표준정보들을 대상으로 하는 전자매뉴얼들은 그림에서 그림자가 없는 상자로, 건설프로젝트의 유형별로 구성되어 활용될 수 있는 전자매뉴얼들은 그림자를 가지는 상자로 표현하였다. 이러한 유형별 구분 개념은 프로젝트정보분류체계 및 표준정보분류체계와의 연계에 있어서도 동일하게 적용·구분된다. 즉, 표준 정보들을 대상으로 하는 전자매뉴얼들과 표준적으로 활용될 수 있는 건설프로젝트 유형별로 구성·적용되는 전자매뉴얼들은 모두 P_WBS가 아닌 S_WBS의 표준코드들이 적용됨으로써, 시스템과 시스템내의 세부기능 및 구성정보들이 표준적으로 공유되게 된다.

반면, P_WBS가 적용되는 전자매뉴얼 영역은 개별 프로젝트별로 구성·활용되는 설계정보 전자매뉴얼과 준공도서 전자매뉴얼이다. 이들에겐 표준정보분류체계에 근거하여 개별 프로젝트를 대상으로 고유하게 구성되는 프로젝트정보분류체계(P_WBS) 코드들이 적용되어, 개별 프로젝트에 활용되는 다양한 유형의 세부 정보들간 정보 연동을 위한 수단으로 활용될 수 있다.

이러한 정보분류체계에 의한 내부정보의 통합연계 기능외에도 건설전자매뉴얼은 외업(현장)위주인 업무특성상 전자매뉴얼에 구현된 정보를 현장에서 열람하기 위한 다양한 무선정보 디스플레이 기능이 요구된다. 이로써 설계정보에 대한 시공현장에서의 실시간 정보습득이 가능해 질 수 있다.

또한 건설전자매뉴얼의 구성시 우선적으로 구축해야 할 주요 적용분야는 전자매뉴얼을 통한 정보습득 효과를 극대화 할 수 있는 분야로서, 신기술/신공법의 개발과 활용매뉴얼의 전자화분야이다. 신기술/신공법은 일반화된 공법이 아니므로 활용성을 증대시키기 위해서는 주요 절차 및 지침, 시공과정을 시각화하여 전자화함으로써 시공오류를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 건설전자매뉴얼 구축을 위한 XML파일 구성

건설전자매뉴얼의 필요성과 특성분석의 다음단계로서 본 연구에서는 전자매뉴얼의 실제 개발을 위한 건설기술문서의 전자 문서화 전환을 위한 건설문서 표준 DTD(Document Type Definition) 및 스타일시트(Stylesheet) 구성 방법을 예시하고 있다.

4.1 건설기술문서의 전자문서화 전환

건설전자매뉴얼 구축의 필수 요건 중 하나인 기술문서의 전자 문서전환에는 XML을 사용하며, XML 전자문서 작성을 위해서는 표준 DTD 및 스타일시트의 구성이 필요하다. 건설분야 XML기반 전자문서화의 표준 DTD 개발은 그림 6과 같이 준공 정보물에 의해 분류된 정보단위별로 구성하게 된다. 또한 앞서 언급하였듯이 건설분야 전자매뉴얼은 정보의 성격이 상이한 다양한 정보들을 포함하므로, 각각의 건설전자문서 DTD는 건설 정보분류체계를 기준으로 연계될 수 있는 태그(Tag)를 구성함이 필요하다.

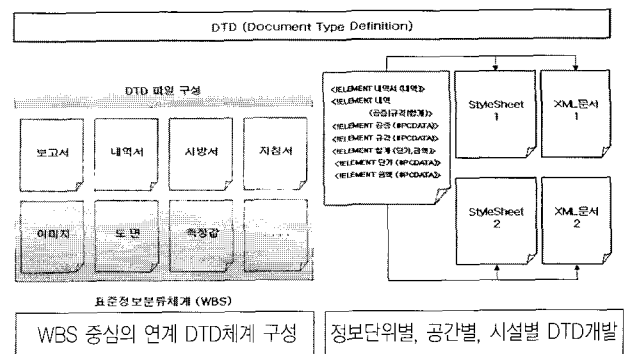


그림 6. 건설분야 표준 DTD 구성방법

스타일시트는 작성된 XML 문서를 웹브라우저에 어떻게 구현하는가를 정의하는 파일이다. 즉 작성된 건설분야 실적정보의 활용을 위한 실적 데이터와 사용자간의 연결부분이라고 할 수 있으며, 그림 7은 표준 DTD에 의해 스타일시트가 작성되며 작성된 스타일시트는 정보별로 분류되고 있음을 나타내고 있다.

건설전자문서의 스타일시트 구성시에도 건설정보분류체계에

의한 연계과정이 요구되며, 그림 7에는 스타일시트 구성시 필요한 각종 정보유형별로 연계되는 정보분류체계의 항목들을 명시하고 있다. 그림에서 시설물 정보구성을 위해서는 건설정보분류체계를 그림 5에서 표현하였듯이 시설/공간/부위/공종 분류체계로 구분하여 구성함이 필요함을 나타내고 있다. 이에 따라, 도면정보 및 설계변경, 시방정보 등이 각각 관련되는 분류항목에 연계됨을 도시하고 있다.

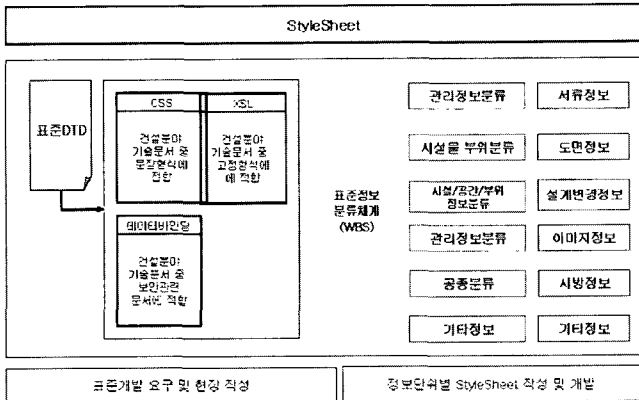


그림 7. 건설분야 표준 스타일시트 구성방법

이러한 시설물 분류항외에 전자매뉴얼에서 요구되는 각종 문서정보, 이미지정보 등의 분류를 위해서는 그림 7과 같이 분류체계내에 관리정보분류로 구분한 분류항목을 구성하여 사진, 동영상, 문서정보를 분류할 수 있도록 함이 필요하다.

DTD와 함께 스타일시트 역시 표준화를 요구하며, 이렇게 함으로써 일정한 형태의 정형화된 실적 정보의 공유 및 교환이 가능하다는 장점이 있다. 사용자에게 따라 적합한 형태의 스타일시트를 작성하여 각각의 요구조건에 맞는 정보를 활용할 수 있으

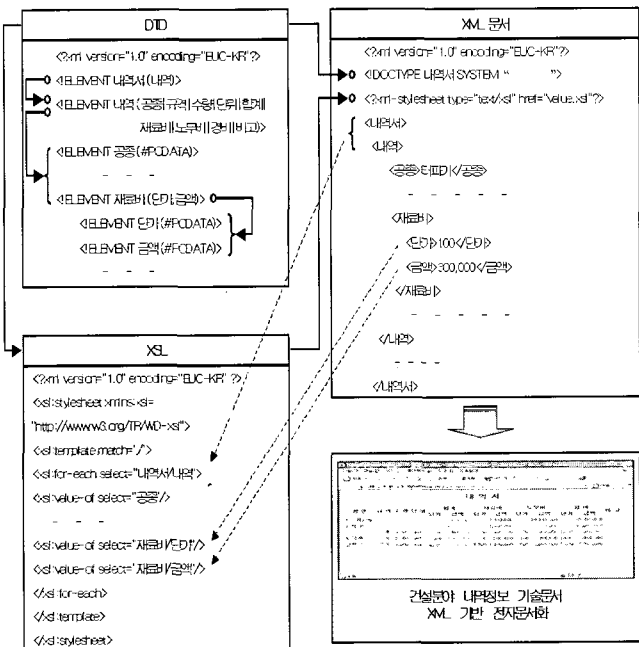


그림 8. DTD, 스타일시트 및 XML문서 관계

므로, 표준개발 및 사용자 작성 두 가지 방법이 모두 요구된다.

본 연구에서는 건설기술문서 중 내역관련 문서를 XML시안으로 구성하였으며, 문서의 전자매뉴얼구성을 위한 표준 DTD, 스타일시트 및 XML 문서간 관계를 그림 8에 나타내고 있다.

4.2 전자문서의 전자매뉴얼화 전환

상기의 과정으로 기술문서가 전자문서화되면 전자문서를 전자매뉴얼로 표현하기 위한 브라우저작업이 요구된다. 이를 위해서는 그림 8의 하단부에 나타난 입력사항에 근거하여 그림 9와 같이 정보 입력을 위한 양식이 제공되어야 한다. 실제정보의 입력 내용은 그림 10에 나타난 소스파일과 같이 ASP를 이용하여 동적인 XML 문서로 작성된다.

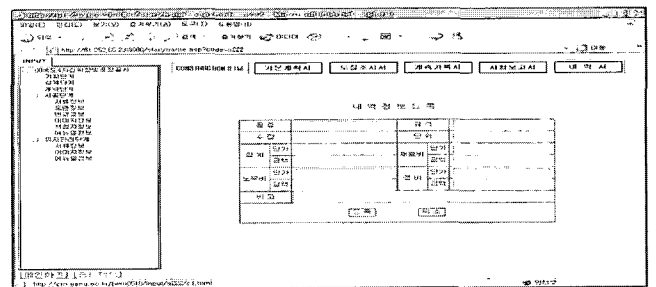


그림 9. 건설분야 내역정보 입력양식

그림 9에 제시된 화면구성에서 좌측의 정보트리(Tree)구성이 앞서 기술한 정보분류체계를 의미하며, 내역정보구성을 위한 모든 정보들은 정보분류체계 트리내의 선택되는 항목에 따라 구성항목을 선택적으로 도시하게 된다.

이러한 기능은 XML 문서의 작성이 건설 실무자에 의해 직접 이루어져야 하는데 컴퓨터 활용에 익숙하지 않은 건설 실무자에게도 전자문서작성에 대한 도움을 줄 수 있다. 결국 그림 6, 7에 구성된 정보형태가 건설분야 실적정보의 전자문서화를 위한 문서데이터베이스 역할을 하게 되는 것이다. 그림 10과 같이 구성된 데이터베이스에 의해 전자매뉴얼내에서 관련 내역정보는 그

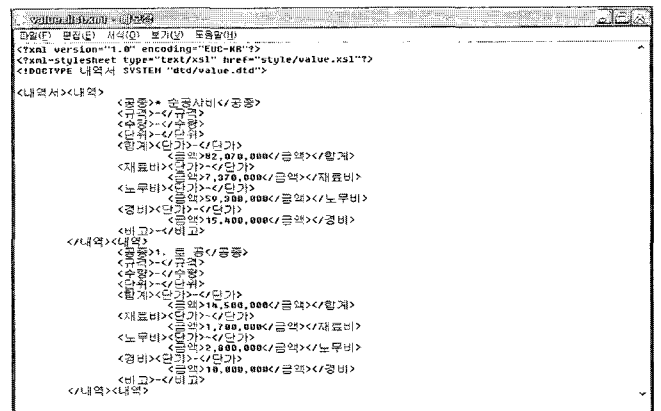


그림 10. 내역정보 문서 데이터베이스

림 11과 같이 제공된다.

그림 11에서 좌측의 정보분류체계 트리구조는 시설물분류를 위한 시설/공간/부위/공종으로 구성되어 있으며, 그 외에 관리 정보 분류로서 서류정보, 이미지정보 등이 구성되어 있다. 현재의 내역정보 내용은 시설정보에서 내역에 해당되는 분류항을 선택한 후, 관리정보에서 서류정보를 선택한 모양을 표현하고 있다.

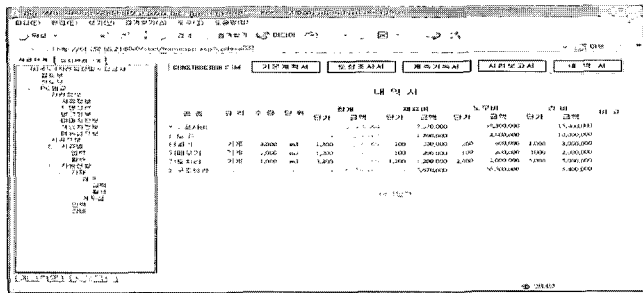


그림 11. 전자매뉴얼에서의 내역정보 열람

5. 건설전자매뉴얼의 구성 예 - 시설물 재해관리 업무 적용성 검증

본 연구에서는 건설분야 전자매뉴얼의 활용성 검증을 위해 유지관리업무를 포함하는 시설물 재해관리 전자매뉴얼 시안을 구축하여 건설분야 적용성을 검증하고자 한다.

5.1 건설전자매뉴얼의 재해관리용 기능 확장성

유지관리업무를 포함하는 시설물재해관리 전자매뉴얼은 재해 예방을 위한 재해관리 전자매뉴얼로 활용될 수 있다. 즉, 과거에 주요 시설물에 영향을 미친 재해이력정보체계를 구성한 후, 현재 예상되는 재해의 규모에 따른 재해대처방안을 전자적으로 실시간 제공할 수 있게 된다.

그림 12는 유지관리업무를 포함하는 시설물 재해관리 전자매뉴얼의 구성 개념도를 나타낸 것으로서, 유지관리업무에 사용되는 각종 정보들이 재해관리용 전자매뉴얼에 이력정보로 재활용되는 절차를 도시한 것이다. 그림에서 재해관리용 전자매뉴얼의 모든 정보중심은 WBS가 되며, WBS의 분류항목을 중심으로 시설물 부위별 점검, 보수보강 등의 일반적 업무와 관련 세부 정보들이 연결된다. 재해관리 전자매뉴얼에서는 기존의 산재된 각종 재해대처매뉴얼을 전자적으로 연계제공하며, 발생된 재해의 신속한 복구를 위하여 재해관리 업무수행의 절차와 방법, 관련 의사결정을 위한 정보들이 종합적으로 제공되게 된다.

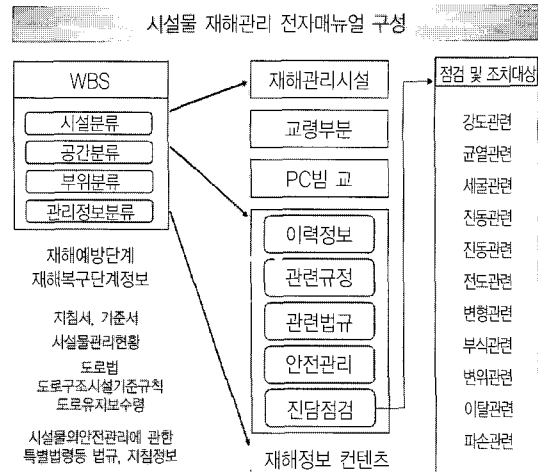


그림 12. 재해관리용 전자매뉴얼 구성도

5.2 재해관리용 유지관리업무 콘텐츠 구성

재해관리업무를 위한 전자매뉴얼은 개별 시설물에서 발생되는 유지관리업무 정보와의 연계활용이 필수적이다. 즉, 예상되는 재해에 대한 시설물 손상예방을 위해서는 해당 시설물의 유지관리과정에 발생된 이력정보들을 기초적 정보로 이용하게 된다. 이러한 유지관리업무의 기본적 정보는 현재상태의 시설물 영상정보, 설계 및 시공단계의 이력정보들을 포함하고 있다. 그림 13은 앞서 언급한 전자매뉴얼내의 정보분류체계(화면 좌측 트리)에 의해 관련정보의 영상정보 열람기능을 나타내고 있다.

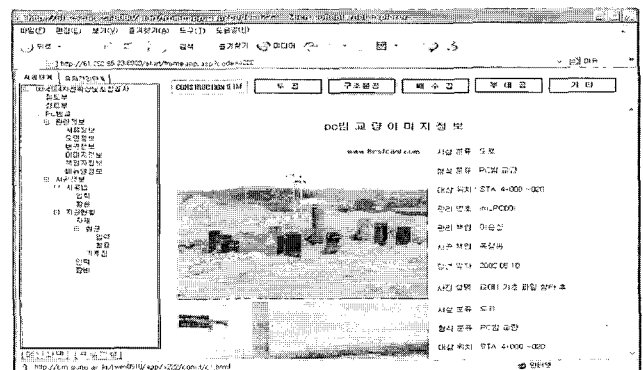


그림 13. 재해관리 전자매뉴얼의 영상정보 열람

그림 13에 나타난 정보들은 이미 정의한 XML 건설DTD에 따라 작성된 전자문서를 바탕으로 건설분야 표준 스타일시트에 의해 구현한 것이다. 그림은 관련정보의 정지화상을 표현하고 있으나, 전자매뉴얼의 주요 기능인 VR 및 멀티미디어 기술을 활용하여 관련 업무방법을 사전에 습득할 수 있는 기능을 연계할 수 있다.

그림 14는 유지관리단계에서 수행할 업무 중 하나인 강도측정을 위한 부위별 표준강도를 기록하는 과정과 기록된 표준강도에

의해 분석된 결과를 나타내고 있다.

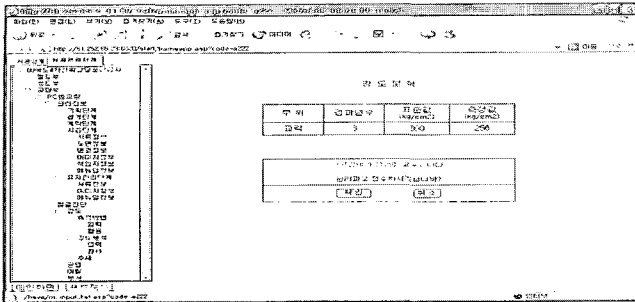


그림 14. 재해관리 전자매뉴얼의 시설물 강도측정 결과

그림 15는 강도측정 과정을 그래픽형태로 별도 구성함으로써 점점 결과에 대한 시각적인 판단 효과와 앞으로의 추세를 파악할 수 있어, 발생가능성이 있는 구조물의 위험요소에 대해 사전 대책을 수립하는데 유용한 기능이 될 수 있다.

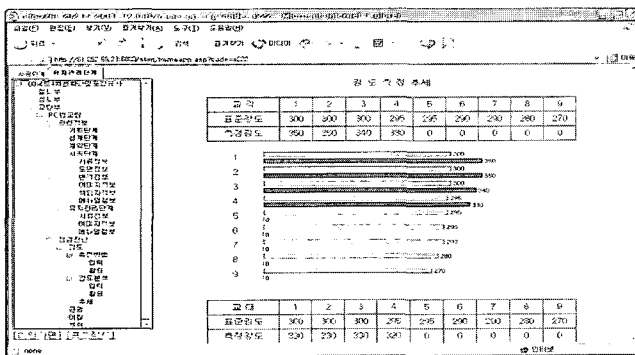


그림 15. 재해관리 전자매뉴얼의 측정강도 통계분석기능

5.3 시설물 재해관리 전자매뉴얼 구성 방안

재해관리 전자매뉴얼의 정보구성은 크게 재해예방, 재해피해조사, 응급대처, 복구대책 업무로 구분되어 활용된다. 본 연구에서는 이러한 정보들이 독립적 활용보다는 연계활용되는 정보들이므로 정보분류체계의 코드를 중심으로 연계되는 체계로 구성하였다. 즉, 연구에서 제시하는 재해정보분류체계는 앞서 언급된 WBS에 해당하는 시설물분류체계와 태풍, 지진 등의 재해유형분류체계, 사진, 동영상, 법규/지침 등의 정보형태 분류를 위한 재해관리정보분류체계의 3가지 형태로 구성하고 있다.

또한 콘텐츠구성에서도 재해관리 전자매뉴얼은 앞서 구성된 유지관리업무 정보의 활용단계에서 필요한 정보들을 추출하여, 시설물 재해관리업무에 이력정보로 사용되는 내용으로 구성할 수 있다. 그림 16, 17은 시설물 재해관리 전자매뉴얼의 대표적인 가상 활용 사례를 화면으로 구성한 것이다.

그림 16은 유지관리대상 시설물에 예상되는 가능한 재해에 대비하기 위한 사전 준비사항의 정보검색 결과화면이다. 검색결과는 그림 16의 화면 좌측에 구성된 재해관리 정보분류체계의 각

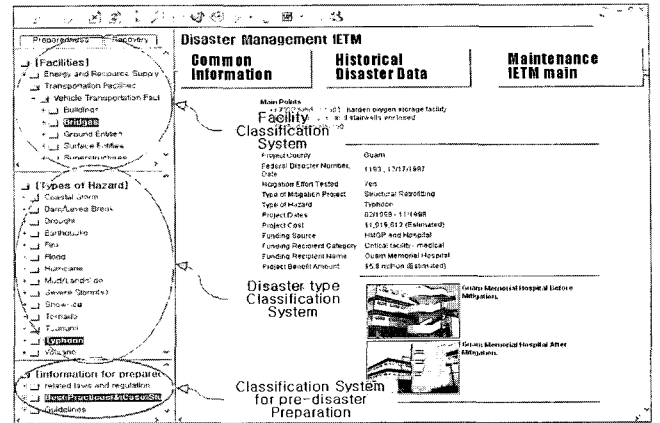


그림 16. 재해관리 전자매뉴얼의 주요 구성 콘텐츠 활용

파셋(Facet)을 위에서부터 순차적으로 선택함으로써, 화면 우측에 원하는 정보가 호출된 것이다. 그림 16의 좌측 상단에 있는 시설물 분류체계에서는 교량 시설물이 선택된 모양이고, 중간의 재해유형분류체계에서는 예상되는 재해 현상으로 태풍이 선택되어진 모양이다. 반면, 재해가 발생한 후의 사후처리업무에 대해서는 사용자가 그림 16의 좌측에서 'recovery' 탭을 선택하여 두 번째 분류 파셋인 재해유형분류체계 대신 손상유형분류체계를 선택할 수 있다. 손상유형이 두 번째 파셋에서 선택되면 세 번째 파셋에는 각 손상유형별로 활용될 수 있는 복구업무 관련 정보들이 리스트된다. 이러한 재해관리업무의 절차 및 방법들은 시설 유형별로 공동 활용할 수 있는 정보들로서 공통정보 전자매뉴얼 형태로 개발하여 공유가 가능하도록 할 필요가 있다.

그림 17은 재해관리 전자매뉴얼로부터 재해이력정보를 습득하는 과정의 화면이다. 즉, 사용자는 유지관리대상 시설물 또는 동일한 유형의 시설물들에 대해 발생되었던 재해이력정보를 습득할 수 있다.

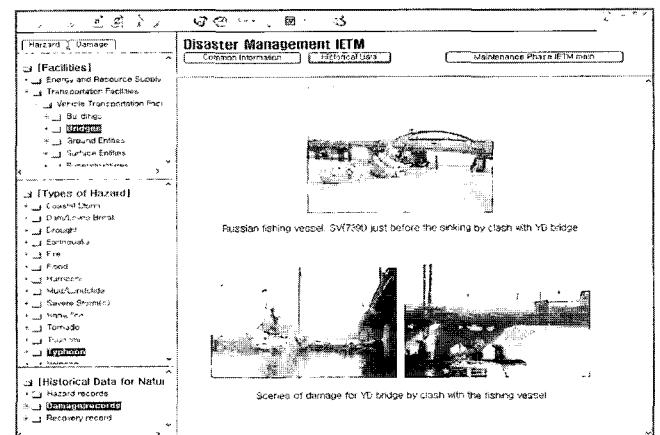


그림 17. 재해관리 전자매뉴얼의 재해이력정보활용

그림 17은 해당 시설물인 교량에 대하여 태풍으로부터 손상을 입었던 재해이력정보를 열람하는 과정의 화면 예이다. 그림 17

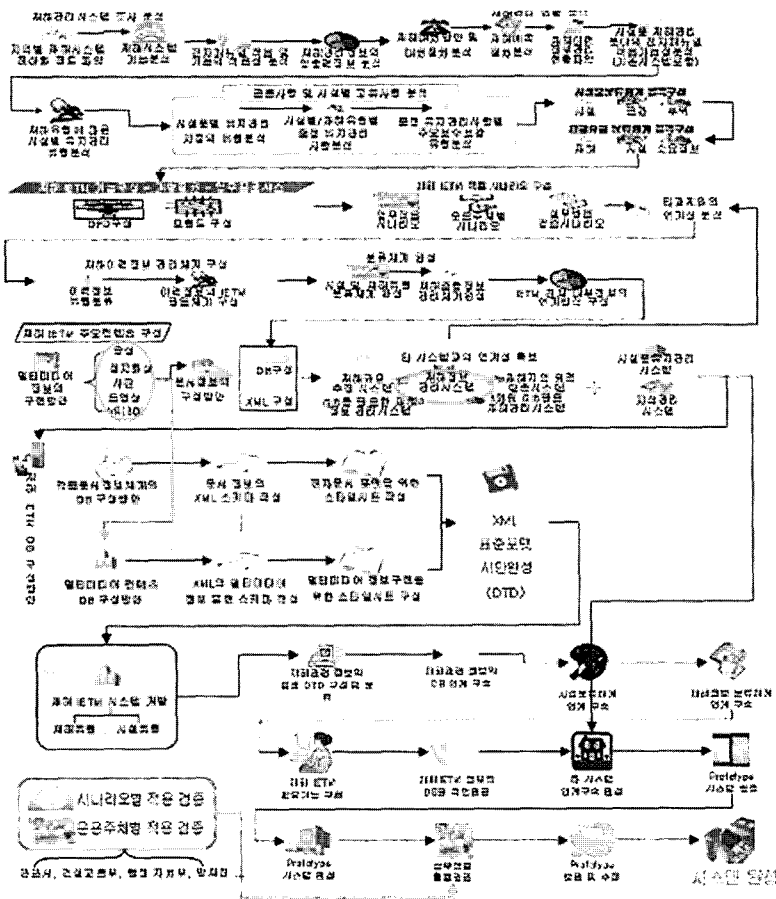


그림 18. 시설물 재해예방전자매뉴얼 구축절차 모형

의 화면 좌측부에는 재해이력정보 검색을 위한 재해관리정보 분류 파셋들이 구성되어 있다. 구성된 파셋은 시설물 유형별 또는 그 중의 특정시설물별, 재해요인 및 손상유형의 각 분류 항목 및 수준별로 재해이력정보들을 선택적으로 열람할 수 있도록 하고 있다.

그림 18은 상기와 같은 재해관리 전자매뉴얼의 시스템 개발 절차모형도이다. 그림 18에 나타난 개발절차는 크게 분석, 모델링, 시스템설계 및 코딩의 3단계로 나누어 질 수 있다. 먼저 분석단계에서는 재해관리관련 기존시스템의 현황, 재해관리업무의 수행체계, 재해관리업무에서 다루어지는 정보들의 체계가 각각 분석된다. 두 번째 모델링 단계에서는, 분석된 결과를 토대로 재해관리 정보분류체계를 구성하고, 재해관리에 활용되고 있는 관련 시스템들과의 연계활용방안을 수립하며, 재해관리 전자매뉴얼의 구축범위인 요소기능 및 구성정보를 설정하게 된다.

모델링 단계는 최종적으로 앞서 결정된 사항들에 맞추어 개발 및 활용에 관한 DFD 등의 모형을 구성함으로써 완료된다. 세 번째 시스템설계 및 코딩 단계에서는 모델링 단계에서 도출된 결과에 따라 시스템 개발을 완료하는 단계가 된다.

그림 16, 17에 제시된 재해관리 전자매뉴얼은 건설분야 전자매뉴얼의 활용성을 예시하기 위해 가상적으로 구성된 모양으로서, 건설전자매뉴얼의 활용 개념을 표현하고자 한 것이다. 또한 그림 18에 도시되어 있는 재해관리 전자매뉴얼의 구축 모형은 기타 건설분야 전자매뉴얼의 일반적 개발절차로 참조할 수 있을 것이다.

6. 결론

본 연구는 전자매뉴얼 측면에서 기술문서의 전자문서체계 전환방법과 그에 따른 건설전자매뉴얼 시안을 시설물 재해관리업무에 적용하여 건설분야 활용성을 검증하였으며 연구의 결과는 다음과 같다.

(1) 장비 및 제품의 정비를 위한 일반적인 전자매뉴얼을 건설분야에 적용하기 위해 건설 전자매뉴얼의 필요성을 기존 전자화체계와 구분하여 비교하였으며, 결과로서 설계/시공과정의 정보누락 가능성 등을 전자매뉴얼로 감소할 수 있음을 분석하였다.

(2) 타 산업분야대비 건설전자매뉴얼의 특성을 분석한 후, 특성에 따른 건설전자매뉴얼의 정보관리체계를 정보분류체계 중심으로 구성하는 방안을 제시하였으며, 이러한 방식은 향후 건설분야 전자매뉴얼 구성시 기본 전략으로 활용될 수 있다.

(3) 건설전자매뉴얼의 적용성 검증을 위하여 시설물 재해예방을 위한 재해관리 전자매뉴얼을 시험적인 적용사례로 들었으며, 제시된 구축절차 모형에서는 연구에서 제시한 정보분류체계 중심의 건설전자매뉴얼 구성방안에 대한 활용성을 검증하였다.

(4) 연구에서 구성된 건설전자매뉴얼 시안에서는 기술문서의 전자문서 전환결과 DTD에 의해 작성된 XML 전자문서는 웹 환경에 적합하게 구현되었으며, 스타일시트에 의해 사용자의 요구에 맞는 다양한 형태의 건설정보 구현이 가능하였다. 또한 XML 기반 시안 구축으로 실시간 정보의 축적 및 이전 단계에 발생한 시설물에 대한 이력정보의 신속·정확한 열람이 가능한 것으로 분석되었다.

(5) 건설분야 전자매뉴얼의 활용성이 특히 기대되는 분야로서 신기술/신공법 분야를 들 수 있다. 즉, 이들은 기존에 보편화된 방법들이 아니므로, 시방규정/지침서/시공절차도 등이 시각적 멀티미디어 정보로 구성되어 현장실무자들에게 이용된다면, 신기술의 활용성을 배가할 수 있다. 따라서 정부기관 등에

서는 신기술/신공법의 등록시 관련 전자매뉴얼 제출을 의무화 하는 방안도 검토가 필요한 부분이다.

감사의 글

본 연구의 일부는 2003년도 건설교통부 연구지원 수행결과의 일부임

참고문헌

1. 한국전산원, 1998, 대화형 전자식기술교범(전자매뉴얼) 구현 방안 연구, 한국전산원
2. DoD, 2000, Department of defense handbook for interoperability of interactive electronic technical manual (IETMs), MIL-HDBK-511
3. DoD, 1995, Data base, revisable interactive electronic technical manuals, for the support of, performance specification, MIL-PRF-87269A
4. XIA Systems Corporation, <http://www.xiacorp.com>
5. 강인석 외, 시설물 유지관리를 위한 건설전자매뉴얼 구축방안 연구, 대한토목학회 논문집, 24권 5D호, 767-776
6. 김성근 외, 2004, 성공적인 지식경영을 위한 웹기반 전자매뉴얼 시스템, 대한토목학회 논문집 24권 3D호, 429-438
7. 심화보, 1995, 대화형 프로토타입 전자교범(IETM) 설계 및 구현에 관한 연구, 국방대학원 석사학위논문
8. 이문화, 1995, SGML을 이용한 IETM 개발에 관한 연구, 국방대학원 석사학위논문
9. 이병모, 2000, 해군 함정의 대화형 전자기술교(IETM) 개선 방안, 경남대학교 경영대학원 석사학위논문
10. 이정환, 1996, CALS 표준에 의한 대화형 전자식 교범 (IETM)의 구축에 대한 연구, 국방대학원 석사학위논문
11. 서울시스템, <http://www.ssc.co.kr>
12. GREENBELL System INC., <http://www.greenbell.co.kr>
13. 이철규 외, 2004, 체계적 시설물 유지관리를 위한 정보관리 모델 및 시스템 구축, 대한토목학회 논문집, 24권 5D호, 777-786
14. 한국시설안전기술공단, 시설물정보통합관리시스템 매뉴얼, <http://fms.kistec.or.kr>, 2002
15. 한국건설기술연구원, 건설공사기준시스템, <http://203.236.253.72>

Abstract

Interactive electronic technical manual(IETM) for construction projects means an electronic tool that regulations and specifications related to construction method or maintenance process are described by electronic book type. It has a meaning of integrated information system that includes virtual reality(VR), 3D animation and image contents for representing real construction information so that user can easily understand the construction situation and maintenance process. The basic information and technical manuals of construction facilities are being written as paper documents in our construction industry. As the result, the information management in the maintenance phase of construction projects is inefficient, and maintenance cost is being increased. This study attempts to improve the lack of understanding about construction IETM through the analysis of necessity and unique function of construction IETM comparing with the IETMs in other industry. Finally, this study shows a scenario of construction IETM for mitigating natural disaster of construction facilities to verify applicability of IETM.

Keywords : information technology(IT), electronic document, DTD, interactive electronic technical manual(IETM), WBS