

강구조물 건설에서의 Building Information Modeling(BIM)의 도입

Application of Building Information Modeling for Steel Structures

이 석 주* · 천 진 호**

Lee, Suk-Joo · Cheon, Jin-Ho

ABSTRACT

BIM is a collaborative, model-based way to work. Structural BIM is one of the key elements in the building process where the majority of structural information is created. Open BIM interfaces make it possible for all design information to be produced and managed within a single 3D product model. To make structural BIM a reality between owners, general contractors, architects and engineers, the software used need to be open in their communication. We used to Tekla Structures to provide an open environment through standard interfaces and Tekla Open API collaboration. We have developed MCP(machine cutting plan) and PIM(product information management)to provide cutting plan and drawing and manage to B.O.M, Materials, Production, Shipping and Project.

Keywords : BIM, 3D product model, Tekla Structures, MCP, PIM

1. 서론

현재까지 2D 또는 3D 기반의 디지털 툴은 빌딩객체(Object)를 단지 그래픽 기하요소들(선, 곡선, 호, 원 등)로만 표현하여왔다. 이는 디지털 툴 작업을 단지 도면의 생성이라는 기능으로 한정시켜왔고, 동일한 건물의 분리된 평면, 입면, 단면 상세들을 따로따로 작성해야 하고, 디자인이 수정되었을 시 이미 작성된 도면을 전부 수정하여야 하였다. 이로 인해 정보의 오류 및 손실이 발생하며 또한 시간 손실이 발생하게 된다.

이런 문제에 대응하는 개념으로 최근에 BIM 기술이 AEC(Architecture, Engineering and Construction)산업계에 적용되기 시작하였다. 본 연구는 강구조물에 대한 3차원 CAD 설계정보와 공정정보(시간)의 통합에 의한 4D CAD기반 BIM을 구축하여 설계, 공정, 원가, 자원정보의 통합관리를 지원하는 효율적인 공사관리 환경을 제공함을 목적으로 한다. 이를 위하여 핀란드 TEKLA Oy에서 개발된 TEKLA STRUCTURES 3차원 그래픽(가상현실) 기술을 이용하여 국내 현실에 적합한 설계·시공정보의 연계를 지원하는 4D CAD 기반 공사관리 시스템을 구축하고, PDA를 이용한 현장 자동정보 취합 및 활용 기술을 연계하는 현장 정보관리 시스템을 적용하고 검증하는 것을 연구의 기본 목표로 한다.

* 정회원 · 신기술자문 캐드부 과장, 공학석사 E-mail: ausding72@nate.com

** 정회원 · TERA 정보기술 대표, 공학박사 E-mail: nextwind@paran.com

2. 강구조물에 대한 BIM

2.1 강구조물에 대한 BIM개요

최근들어 CIC(Computer Integrated Construction) 연구 분야 중 건설 통합관리 시스템에 대한 관심이 높아지면서, 기획, 설계, 시공, 유지보수 등의 프로세스간의 정보통합과 다양한 사용자가 사용하게 되는 시스템 간의 정보통합에 대한 연구가 수행되고 있다. 최근에는 데이터 호환성에 기초한 여러 가지 모델 연구는 그래픽적 요소뿐만 아니라 정보관리 환경을 제공하고 있다. 즉, 정보물량, 비용, 일정, 재료 목록 등의 각종 정보 및 구조, 환경 등의 분석데이터를 자동적으로 생성 제공한다. 이를 통하여 정확하며, 빠른 의사결정을 도울 수 있다. BIM을 통한 관리환경은 대상건물의 전 생명 주기 동안의 모든 정보를 효과적으로 공유 할 수 있게 하여, 자료의 손실, 재입력 및 중복의 문제를 해결 할 수 있게 도와, 정보를 효율적으로 관리 할 수 있도록 한다. 이러한 BIM을 구축하기 위해서는 그림 1과 같은 요구체계를 만족시켜야 한다. 이 요구체계는 분산된 기능이 아닌 통합된 기능에서 체계를 고려하여 효율적인 과정을 고려하여 해결책을 제시 할 수 있어야 한다. 또한 이러한 요구사항은 한 가지로서 고려되어야 한다.

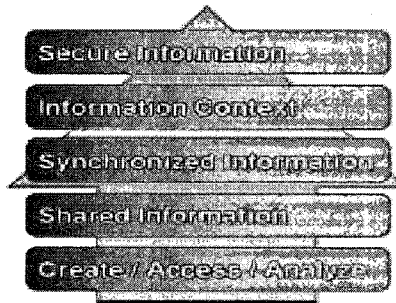


그림1 BIM요구체계

기존 방법은 초기 중대한 결정에 대하여 그림2의 (a)처럼 최소의 정보를 바탕으로 결정을 내림으로써 건물 주기동안 많은 반복작업(Revision)이 일어났다. 또한 반복작업 중에 많은 데이터 손실 및 오류로 인하여 공사비의 증대 및 유지보수에 대한 비용이 증대 하였다. BIM을 사용 할 경우 그림2의 (b)처럼 초기결정 단계에서 더 많은 정보를 바탕으로 의사결정을 할 수 있다. 또한 반복 작업 발생시, 3D Model 기반의 모델을 기반으로 정보가 처리 되므로, 데이터 중복 및 오류를 많이 줄 일 수 있고, 건물관리도 손쉽게 이루어 질 수 있다.

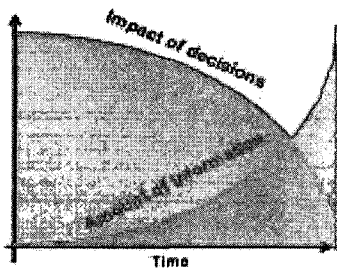


그림2(a) 기존방법에 의한 의사결정

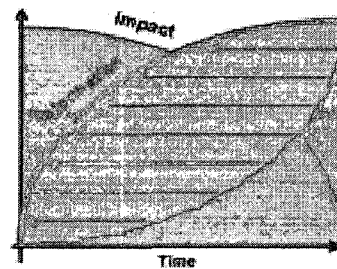


그림2(b) BIM에 의한 의사결정

2.2 데이터 표준화

BIM을 적용하는데 있어 가장 큰 문제점은 기획, 설계, 시공, 유지보수 등의 프로세스간의 정보통합과 다양한 사용자들이 사용하게 되는 시스템간의 데이터 통합문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 데이터의 표준화가 이루어져야 한다. 국제적인 데이터 표준모델은 다음과 같다.

(1) STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data) 모델

STEP(1999)은 제품 모델 데이터 교환에 관한 국제 표준(ISO 10303)으로 ISO(International Standards Organization)의 개발 활동이다. STEP은 모든 산업에서 제품 생명 주기의 모든 측면을 다루는 우수한 표준을 하나로 만드는 것을 그 목표로 하고 1991년에 STEP 1.0을 발표하였다. STEP의 구조는 물리적 계층, 논리적 계층 그리고 응용 계층의 세 개의 계층으로 구성되어있다. 논리적 계층은 STEP의 자원 정보모델(Integrated Resources)에, 응용 계층은 응용 프로토콜(Application Protocols)에 해당한다. 자원 정보 모델과 응용 프로토콜은 STEP에서 공식적으로 정의된 모델링 언어인 EXPRESS로 표현된다. 그러나 STEP은 그 자체가 가진 엄격하고 독립적인 데이터 구조에도 불구하고, 교환의 대상이 되는 스키마정보를 가지지 않은 시스템에서는 STEP 데이터를 이용할 수 없고, 네트워크 환경에서 다수 및 동시 사용자에게 실시간 정보 공유를 할 수 없는 단점을 가지고 있다.

(2)IFC(Industry Foundation Classes) 모델

프로덕트 정보기술의 중요성이 인식되게 되면서 국제적으로 AEC와 FM(Facility Management)분야의 12개 회사가 IAI를 결성하게 되고 상호간의 정보를 교환하기 위한 표준모델인 IFC 를 정의하고 발표하였다. 본 모델은 건물을 구성하는 여러 객체(문, 창문, 벽 등)에 대한 클래스(Classes) 특성을 정의할 뿐만 아니라, 건물에 연관된 많은 정보를 포함한 프로젝트 전반의 관점에서 다양하게 건물 정보를 정의하고 있다. IFC 모델은 건물 생명주기에 걸친 프로젝트 모델로, 이 가운데 통합 건물 모델은 그 일부인 프로덕트 모델에 해당한다. 현재는 계획설계(Architecture), HVAC, 설비관리(Facility Management)에 대한 모델을 포함하고 있다. IFC 모델은 개체관계 모델링 방법론에 기초한 EXPRESS 언어를 사용하여 표현되어 있으며, 현재 IFC 모델 Version 2.2 가 배포되어있다. 현재까지는 주로 개념적인 연구가 수행되고 있기 때문에, 시스템 구현에 관련된 기술과 그 프로세스들에 대한 연구와 같은 IFC의 활용을 위한 기반연구가 필요하다.

(3) XML(Extensible Markup Language)

이러한 EXPRESS 언어의 단점을 해결하기 위하여 ISO에서는 최근의 웹 기반 문서표준인 XML을 활용하여 EXPRESS 언어의 단점을 해결하고자 하는 노력을 기울이고 있다.

XML은 정보의 생산성, 재사용성, 효율적인 정보관리 및 정보의 이식성이 우수한 구조적 언어로서 앞에서 언급한 EXPRESS 언어가 가지는 단점을 해결하고, 표준적인 방법을 통하여 데이터 교환을 가능케 하는 표준이다. 특히 XML은 건설 CALS/EC의 일반문서에 대한 데이터 파일 포맷에 해당하기 때문에 특정 소프트웨어나 하드웨어 환경에 구애 받지 않는 문서교환과 공유를 실현할 수 있도록 건설 CALS/EC 사업의 기반을 제공 한다. 또한 네트워크 환경에서 다수 및 동시 사용자에게 실시간 정보 공유를 가능하게 해준다.

2.3 강구조물에 대한 BIM 적용기술

BIM이 제공하는 장점을 구현하기 위해서 3D 기반(3D based), 객체지향(Object - Oriented), 파라메트릭(Parametric) 기술들이 적용되고 있다. 이중 파라메트릭 기술이 핵심기술로 인정받고 있다. 파라메트릭 기술은 그래픽과 기하요소들을 정의하고 조정 할 수 있게 하여, 이들 요소들이 가지고 있는 다양한 매개변수들을 기반으로 하여 각각의 관계를 조절 할 수 있다. BIM은 파라메트릭 기술을 통하여, 텍스트 및 수치 기반 정보와 그래픽 요소들을 건물모델 내에서 통합하였다.

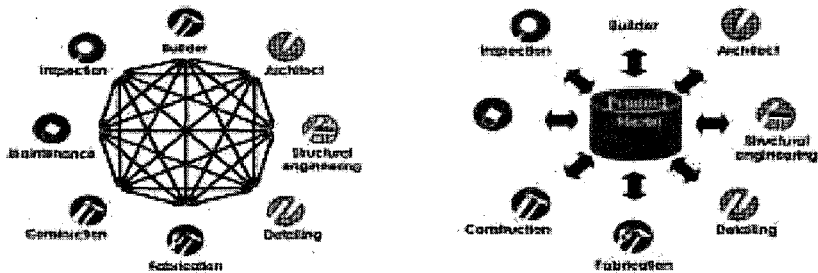


그림 3 기존 모델시스템과 BIM을 이용한 모델시스템

즉 그림 3처럼 하나의 모델을 기반으로 하여, 모델의 개체를 각각의 매개변수로 처리되어진다. 이 매개변수를 수정한 결과는 바로 화면상의 그래픽 요소들에 반영되어진다. 이를 통하여 각 매개변수를 합리적으로 사용할 수 있으며, 구조체와 상호간섭에 대한 유무를 다양한 방법으로 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 그래픽 요소들과 이 매개변수 정보의 통합으로 손쉽게 건물모델에서 그래픽요소(도면 및 시각화 자료)와 건물에 대한 물량, 자재 가공에 필요한 CNC 데이터 및 프로젝트 관리에 필요한 자료를 추출 할 수 있다.

2.4 무선통신 기술을 이용한 자재관리 시스템

지금까지 개발된 많은 시스템들은 현장 사용자들에게는 업무에 도움이 되기보다는 기존 업무에 시스템 데이터 입력이라는 업무를 추가하게 되므로, 오히려 현장에 방해가 되는 결과를 초래하였다. 따라서 설계, 공정, 원가 등의 데이터가 아무리 잘 통합이 되어 있다고 해도, 현장에서 이를 활용하기가 어렵고, 새로운 데이터를 입력하는 것이 불편하다. 대형 건설 프로젝트의 수행의 경우, 일일 상주 및 유동 노무인력이 수 천명에 이르고, 대량의 자재가 입고 및 출고되며, 이를 운반하기 위한 수 백대의 트럭이 이동하는 등 대량의 자재, 장비, 인력이 투입된다. 따라서 이를 상황을 실시간으로 파악하고, 효과적으로 관리하는 기술이 필요하다. 자원 투입에 대한 정보는 사업의 진척 및 원가, 품질관리를 위하여 지속적으로 갱신되어야 하며, 이러한 건설진행 현황에 대한 정보는 건설 현장 관리에 있어 공정원가, 품질관리를 위한 가장 근본적인 데이터로 이용된다. 따라서 현장에서 실시간으로 통합된 데이터베이스 내의 도면, 시방서 등의 내용을 조회하여 활용하고, 작업결과를 즉시 입력할 수 있는 방안이 필요하며, 이를 위해 모바일 기반의 자재를 관리 할 수 있는 지원 시스템을 구축하였다. 기본 개념은 다음 그림 4와 같다.

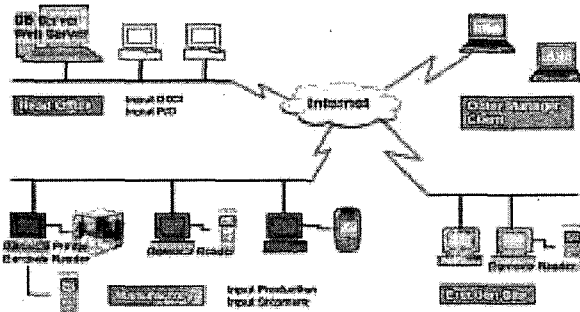


그림 4 인터넷을 이용한 자재관리 시스템 개념도

먼저 좌측하단과 중앙의 본사와 현장 서버에 현장 개설 초기에 기본적인 설계, 공정, 원가, 각종 문서 등

의 데이터가 통합되어 구축되고, 이후에 공사를 진행하면서 PDA, Handhold PC, Notebook PC 등을 사용하여 무선으로 서버에 접속하여 데이터를 조회하고 각종 보고 업무를 수행하게 된다. 이렇게 보고된 데이터는 서버에서 처리되어 현장 사무소, 본사의 4D CAD 기반 시스템 내에서 조회하고, 수정할 수 있다.

3. 강구조물에 대한 BIM에 도입 방법

본 연구에서는 그림 5와 같이 3D CAD model을 기반으로 한 데이터를 이용하여 기획, 설계 및 디테일, 견적, 제작, 시공 및 프로젝트 관리를 효율적으로 수행하고자 하였다.

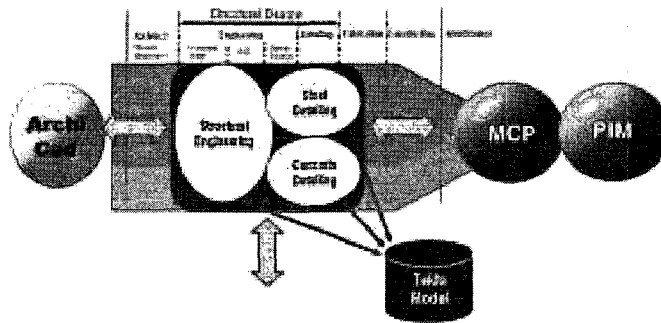


그림 5 BIM에 의한 철구조물 데이터 통합방법론

3.1 기획 및 건축설계 단계

본 연구에서 기획 설계 단계는 헝가리 Graphisoft 사의 ArchiCAD를 사용하였다. 이 툴을 사용한 이유는 ArchiCAD가 3차원 기반이고, 객체기반의 디지털 툴이기 때문이다. 또한 Model-Based 프로그램으로 각 요소를 2차원 형상의 그래픽 명령어(line, circle, polyline)가 아닌 그림 6과 같이 IFCs 및 XML 방식의 파라메트릭 요소로 데이터를 생성하므로 2D 와 3D 모델기반의 정보가 서로 연결 되었을 때, 위험 부담이 줄고, 디자인 의도가 살 수 있으며, 의사소통이 명확해 지고, 고도의 분석 툴들의 사용을 가능하게 한다. 또한 BIM을 통해 구축된 가상의 건물(Virtual building)을 통해 도면, 건축물의 뷰, 각종 서류, 수정의 자동화가 가능하다.

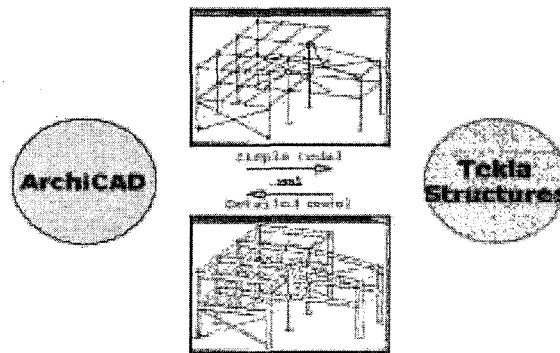


그림 6 설계단계의 데이터 교환

3.2 구조설계 및 철골 디테일 단계

기획 및 건축설계 단계에서 ArchiCAD로 생성된 파라메트릭 요소 데이터를 IFC 및 XML 형식으로 필란트 TEKLA Oy에서 개발된 TEKLA STRUCTURES에서 파라메트릭 3D model로 받아들인다. TEKLA STRUCTURES은 받아들인 3D 모델을 기반으로 그림 7과 같이 구조물에 대한 해석 및 제작 설치에 필요한 모든 정보를 포함하고 있다.

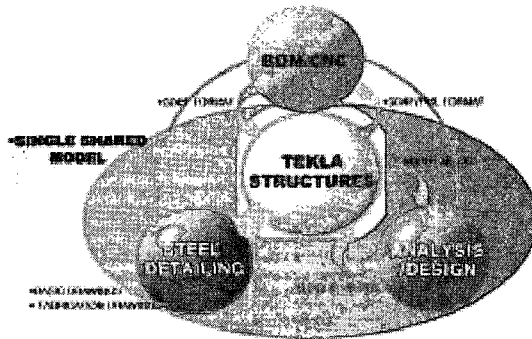


그림 7 TEKLA STRUCTURES Model 개념도

TEKLA STRUCTURES에서 파라메트릭 3D model로 받아들여진 요소는 3D 모델링 상에서 따로 구조해석을 위한 모델이 필요 없이 기존의 3D model을 이용하여, 구조해석에 필요한 요소(하중, 지지조건, 물성치 등)의 정보를 입력 받는다. 이 요소들을 이용하여 3D Model 상에서 STADD Pro 이용하여 구조해석을 수행하게 된다. 이 때 구조해석결과는 3D Model에 바로 그래픽으로 확인 할 수 있다. 또한 부재 해석에 대한 최적화 기능이 있어 최적의 부재를 바로 선택하여 변경 할 수 있다. 이렇게 완성된 3D model을 통하여 철골 Shop Drawing에 필요한 Erection Drawing(각각의 Assembly들이 설치될 위치에 대한 정보를 가지고 있는 설치도면) 도면과 Assembly 도면 그리고 단품도 등이 해당 구조물의 3D 모델로부터 자동으로 생성된다. 또한 부재간의 간섭체크 및 매치체크를 자동으로 해줌으로서 오작으로 인한 공장 및 현장의 수정비용 및 공기지연에 따른 추가비용이 획기적으로 감소시킬 수 있다.

또한, 자재리스트, 볼트리스트 및 3D Model에 포함된 각종 데이터를 자동으로 작성 할 수 있다. 이 데이터를 이용하여 선형형강 자동 시스템 및 자재관리시스템을 구축하였다. 구조물의 각 요소에 대한 형상에 관한 데이터를 가진 파일을 생성한다. 이 파일은 DSTV 포맷을 지원하는 기계에서 받아들여 CAM 장비에서 plate Nesting을 자동적으로 수행한다.

3.3 자재관리 시스템

TEKLA STRUCTURES에서 생성된 자재리스트 및 NC 데이터를 이용하여 그림 8과 같이 MCP(Machine Cutting Plan)을 구축하였다. 이 MCP는 자동적으로 최적의 커팅플랜을 생성해주며, 자재 주문 및 재고관리를 효과적으로 수행하여 자재관리의 효율성을 크게 증대 시킨다. 또한, 커팅플랜을 AutoCad로 자동 생성하여 그래픽적으로 손쉽게 사용자가 검토 할 수 있다. 또한, 그림 9와 같이 MCP를 이용하여 자재 정보 관리 시스템(Product Information Management)을 구축하여 효율적인 프로젝트 관리를 수행하였다. 이 시스템은 인터넷을 기반으로 본사, 외주업자, 공장 및 현장에서 일어나는 현황을 본사의 데이터베이스를 통하여 실시간으로 확인 할 수 있다. 또한 TEKLA STRUCTURES의 파라메트릭 3D model을 기반으로 제작된 자재에 바코드(Barcode)을 이용하여 실시간 현황을 본사의 데이터베이스로 전

송하여 프로젝트 관리를 효율적으로 수행 할 수 있다. 이러한 기능은 TEKLA STRUCTURES의 파라메트릭 3D model을 기반으로 모델을 구축하였기에 가능하였다.

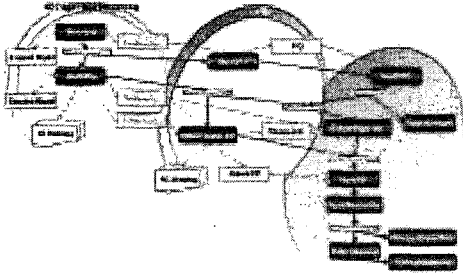


그림 8 자재관리 시스템 개념도

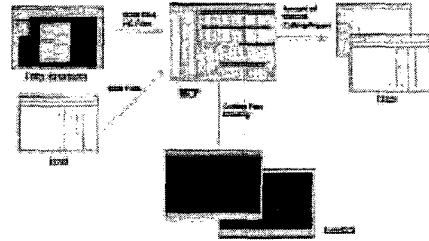


그림 9 MCP 수행 방법

4. 적용 사례

이 프로젝트는 한국의 Y 철골회사가 구조설계 및 철골 디테일 단계, 자재관리 시스템 및 프로젝트 관리를 통하여 철구조물의 BIM을 적용 한 것이다. LNG S플랜트 프로젝트로 2만톤 규모의 철구조물이다. 이 프로젝트는 일본의 지오다(Chiyoda)와 도요 엔지니어(Toyo Eng.)에서 발주되어 한국의 Y 철골회사에서 제작 및 설치를 수행하였다. 제작은 중국에서 설치하는 러시아에서 이루어 져야 했다. 이를 위해서 분산되어 있는 데이터를 효율적인 관리 할 수 있는 프로젝트 관리가 필요하였다.

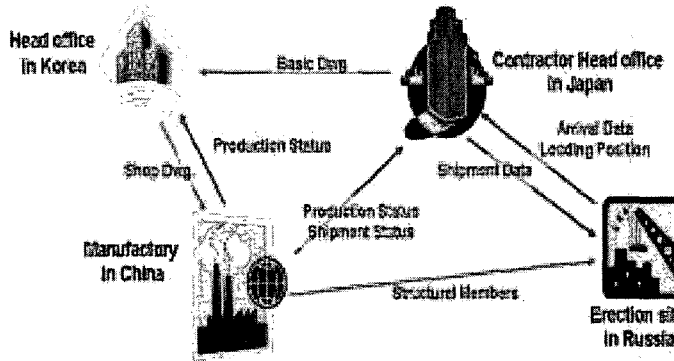


그림 10 프로젝트 수행 방법

이를 위해서는 Object 기반의 디지털 틀이 필요하였다. 또한 설계상에서 변경사항을 실시간으로 반영하면서, 오류사항을 최대한 줄일 수 있는 틀이 필요하였다. 설계상의 오류는 시공상황에서의 설계변경을 의미했다. 이로 인해 발생하는 금전적, 시간적 손실은 막대하다. 이런 인식하에 설계상의 오류를 줄일 수 있는 Model - Based 프로그램인 TEKLA STRUCTURES을 사용하게 되었다. 또한 분산되어 있는 본사, 제작과 설치현장에 대한 효율적인 자재관리 및 프로젝트관리를 위하여 인터넷을 기반으로 본사, 외주업자, 공장

및 현장에서 일어나는 현황을 본사의 데이터베이스를 통하여 실시간으로 관리 할 수 있는 시스템을 구축하였다. 이를 기반으로 하여, 설계상의 오류를 줄여 비용의 절감을 가져왔다. 또한 각 부서의 통합을 이룰 수 있어 인력을 효율적으로 배치하여 생산성을 증대 시켰다.

5. 향후 방향

사실 BIM 기술을 이용한 순조로운 정보 교환은 쉬운 문제가 아니다. 현재의 건축과정은 기존의 관행과 법적 인 책임 때문에 매우 파편화돼 있고 엄격하게 규제돼 있다. 건축 전 과정에 걸쳐서 3D 모델을 검토, 처리할 수 있는 방법이 보장된다면 추진하기 오히려 쉬울지 모른다. 그러나 현재의 상태에서 데이터를 교환하는 것은 다양한 저작 프로그램이 사용하는 고유 포맷들 때문에 호환에 문제가 생길 가능성이 있다. 다양한 산업 단체가 표준을 위해 노력하고 있지만 이는 비호환 포맷의 숫자를 줄이는 것 일뿐 문제의 해결책은 아니다. 정말 필요한 것은 데이터 교환을 위한 단일 표준을 받아들이는 것이 중요하다. 최소한 다양한 건축 시스템을 연결하는 포괄적 시스템이 필요하다. 미국 AIA는 BIM을 Digital화된 정보들의 사용, 재사용, 소통이라고 정의하였다. BIM은 새로운 출발을 위한 기회이다. BIM 성공의 추진력은 BIM에서 장점을 찾고 있는 건물주들에서 시작될 가능성이 크다. BIM이 미래의 설계 방식이 될 것이라는데 절대적 확신을 갖는다. 결과가 좋고 빠르며 싸기 때문이다. 문제는 누가 이를 이룰 것이냐 하는 것이다. 건축시장은 보수적이지만 어느 순간에 BIM의 가치를 알아보는 큰 전환의 시점이 올 것이다.

참고문헌

- 천 진호(2000) " 통합구조설계 시스템을 위한 설계모델 개발과 구현", 박사학위논문, 한양대학교 pp.17~20
- Martin Fisher and Calvin Kam(2002) " PM4D Final Report", Oct 2002
- 한국건설기술연구원(2001) " 4D CAD를 기반으로 한 건설사업관리 시스템 개발", pp.42~46
- 김 인용(2004), " 지능형 디지털 아키텍처 도구와 BIM 패러다임" . pp.56~59
- 김 우영(2003), " 프로젝트 단계별 건설객체의 성장에 근거한 건설데이터 통합 모델", 한국건설관리학회:학술대회지, pp.143~150
- 이 근형(2000) " IFC를 이용한 설계정보관리시스템 핵심부 구축", 한국건설관리학회 논문집 pp.98~107
- 정 종현(1998), " 예비 구조설계를 위한 프로덕트 모델 및 프로세스 모델", 박사학위논문, 서울대학교
- Adachi, Y.(2001) "IFC Model Server Development Project" VTT and SECOM
- Kunigahalli, R.(1997) "3D Modeling for Computer-Integrated Construction of RC Structures", Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol. 11, No. 2, pp. 92 - 101
- <http://www.tekla.com>
- <http://www.graphisoft.com>
- <http://www.bentley.com>