

# 철골공사에서의 실시간 모니터링 시스템 데이터 모델 개발에 관한 연구

## A Study on the Development of real time monitoring system data model in Steel Structural Construction

손 치 수\*  
Son, Chi-Soo

김 경 환\*\*  
Kim, Kyung-Hwan

이 윤 선\*\*\*  
Lee, Yoon-Sun

김 재 준\*\*\*\*  
Kim, Jae-Jun

### 요 약

건설 사업에서도 공사의 효율적 관리 및 생산성 향상을 위해 빠르게 발달하는 정보기술을 이용하려는 노력이 점차 증가되고 있다. 그 예로 3D CAD와 RFID등을 적용한 현장관리 모델이다. 이 모델은 각 작업단위에서 발생하는 수많은 데이터(설계정보, 자재 정보, 공정관리 정보, 등)를 정의하고 조직화 시키는 것이다. 하지만 지금까지는 사람들이 정보를 옮겨주거나 입력을 해야 하는 수작업으로 인해 데이터의 정확성 부족 및 활용도가 많이 떨어져 실시간으로 모니터링 하는데 문제점이 발생하였다. 본 연구는 자동으로 실시간으로 공정관리를 할 수 있는 RTPM 시스템의 데이터와 현장에서 자동으로 입력되는 데이터를 이용하여 실시간 모니터링 시스템에 필요한 데이터베이스를 구축하고, 비슷한 성격의 데이터로 구성된 테이블간의 관계를 RED Diagram을 통해 연구 하고자 한다

키워드: 실시간 모니터링 시스템, RTPM System, 데이터베이스 모델, ERD,

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업에서도 공사의 효율적 관리 및 생산성 향상을 위해 빠르게 발달하는 정보기술을 이용하려는 노력이 점차 증가되고 있다. 그 예로 3D CAD와 RFID등을 적용한 현장관리 모델이다. 이 모델은 각 작업단위에서 발생하는 수많은 데이터(설계정보, 자재 정보, 공정관리 정보, 등)를 정의하고 조직화 시키는 것이다. 하지만 지금까지는 사람들이 정보를 옮겨주거나 입력을 해야 하는 수작업으로 인해 데이터의 정확성 부족 및 활용도가 많이 떨어져 실시간으로 모니터링 하는데 문제점이 발생하였다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 자동으로 데이터들이 테이블에 입력되어 통합 데이터베이스를 구축하여 실시간으로

공정관리를 할 수 있는 RTPM (Real Time Progress management)시스템이 개발되고 있다.

본 연구는 자동으로 실시간으로 공정관리를 할 수 있는 RTPM 시스템의 데이터와 현장에서 자동으로 입력되는 데이터를 이용하여 실시간 모니터링 시스템에 필요한 데이터베이스를 구축하고, 데이터 성격에 맞는 테이블간의 관계를 연구 하고자 한다.

이렇게 구축된 데이터베이스는 RTPM 시스템을 통해 3D CAD와 공정 프로그램 등 수작업을 통하여 사람들이 정보를 옮겨주거나 입력을 하던 방식을 자동으로 바꿀 수 있으며 Interface를 통해 Viewer로 실제 공사와 차이가 나게 이루어지던 현장 진도 관리가 실시간으로 확인할 수 있다. 그로인해 현장 관리를 위해 중요한 지도, 자재, 양중 등의 관리를 다차원 모니터링 시스템으로 관리함으로써 건설 관련자들은 정확하고 신속하게 정보를 교환할 수 있으며, 현장을 생산적, 효율적으로 통합 관리 할 수 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 우선 RTPM 시스템 개발 범위가 실제 시험 시공할 로봇틱 크레인 기반 고층건물에 대한 철골 구조체의 공정으로 한정되어 있어 데이터베이스 구축도 동일한 범위로 한정지으려 한다.

또한 본 연구는 국내외의 문헌조사를 통해 실시간 공정

\* 일반회원, 한양대학교 건축환경공학과 석사과정,  
cm79@hanmail.net

\*\* 일반회원, 건국대학교 건축공학과 조교수, 공학박사,  
kykim@konkuk.ac.kr

\*\*\* 일반회원, 한양대학교 건축환경공학과 계약교수, 공학박사,  
yoonsunlee@korea.com

\*\*\*\* 종신회원, 한양대학교 건축환경공학과 교수, 공학박사,  
jjkim0205@hotmail.com

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2006년도 첨단융합건설기술개발사업[과제번호: 06첨단융합D01]의 지원으로 이루어졌습니다.

관리에 필요한 데이터, 데이터를 정리할 테이블 등을 알아 보고, 테이블의 관계를 ERwin 프로그램을 통해 ERD 표기 법으로 구축하고자 한다.

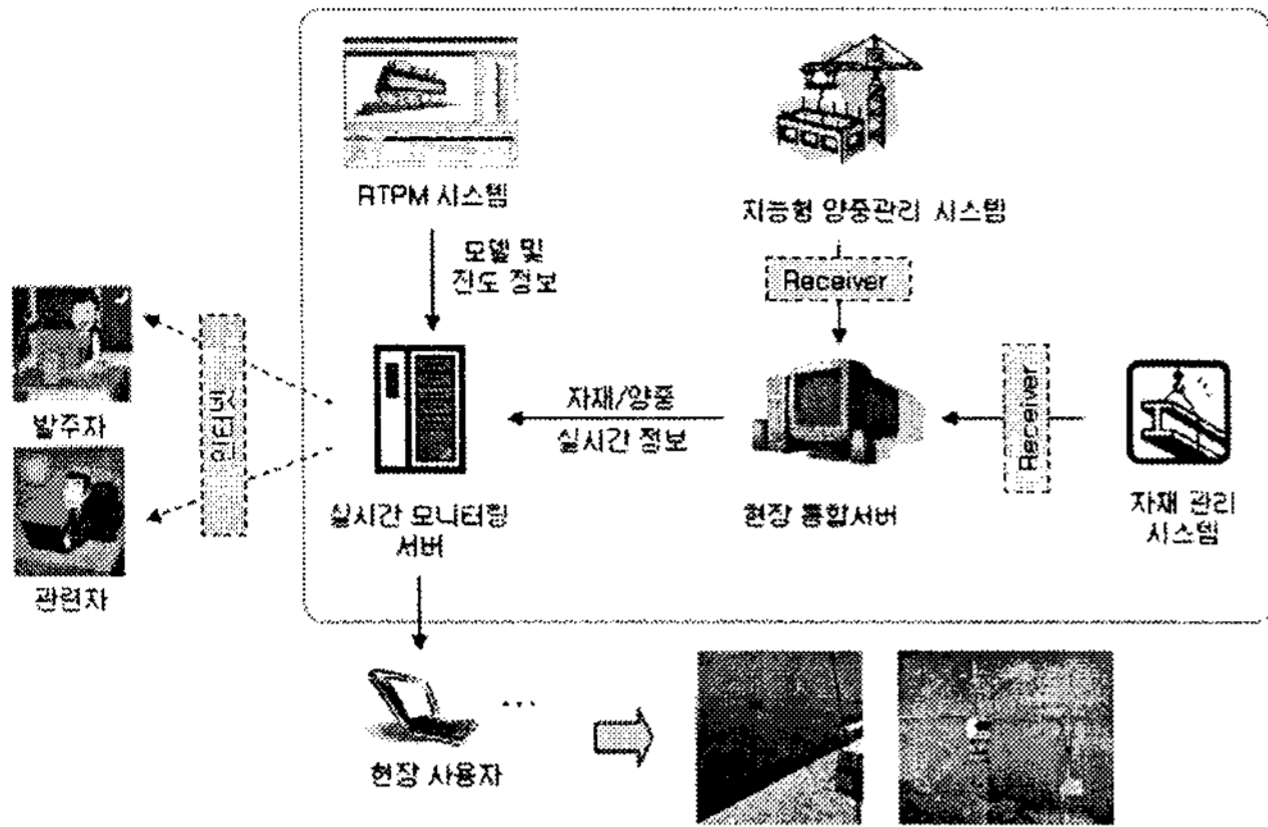


그림 1. 실시간 모니터링 시스템 범위

## 2 실시간 모니터링 시스템 관련 문헌 조사

기존 문헌 및 연구를 조사해 보면 시스템들 모두 3D, 스케줄, RFID 정보들을 활용하기 위해서 데이터베이스를 활용 하였다. 그러나 외부의 공정 프로그램을 활용하여 스케줄 정보를 생성하고 활용 하였다. 이는 서론에서 말했듯이 사람이 정보를 옮기면서 자료가 누락되거나 실제공정보다 다소 늦게 입력되어 실시간 진도관리를 할 수 없는 시스템이다. 또한 국내외 현장적용 사례를 찾아보면 국내의 경우 노무, 안전, 물류, 출입 관리 등에 사용하고, 국외의 경우 위치 추적 관리, RFID 내장 지능형 콘크리트 관리, 품질 관리, 자산 관리 등 좀 더 넓은 범위에서 사용하고 있다.

데이터베이스의 구성 역시 대략적으로 3D-CAD, 외부 공정프로그램을 통한 데이터, RFID 정보들을 통합하여 구성한다는 내용으로 실제로 실시간으로 공정관리를 할 수 있는 데이터베이스가 구성된 예는 없었다.

다음 표는 현재 3D-CAD와 공정정보, RFID 정보를 이용하여 공정관리를 실시간 모니터링 할 수 있는 4D Software를 비교한 것이다.

표 1. 4D Software 비교

구분	CAD 타입	연결 공정 프로그램	시각화 수단	실시간 데이터 업데이트
V-CPM	AutoCAD, 자체 3D Model	MS Project, Primavera, Excel	Internal V-CPM 3D Format	YES
Elcon4 DVR	AutoCAD, 자체 3D Model	MS Project, Primavera	Internal Elocon4DVR 3D Format	NO
Bentley Schedule Simulator	Microstation	MS Project, Primavera	Internal Bentley 3D Format	NO
Common Point 4D	AutoCAD, VRML	MS Project, Primavera	VRML, 3D Studio, AutoCAD dwg	YES

## 3 실시간 모니터링 시스템 데이터베이스 개발

### 3.1 실시간 모니터링 시스템의 데이터 흐름

설계단계에서 작성된 3차원 객체 모델 정보와 공정, 자재 정보 및 현장 시공 정보가 데이터베이스로 집결되면 필요한 정보를 추출하여 Interface를 통해 Viewer로 표현되게 된다.

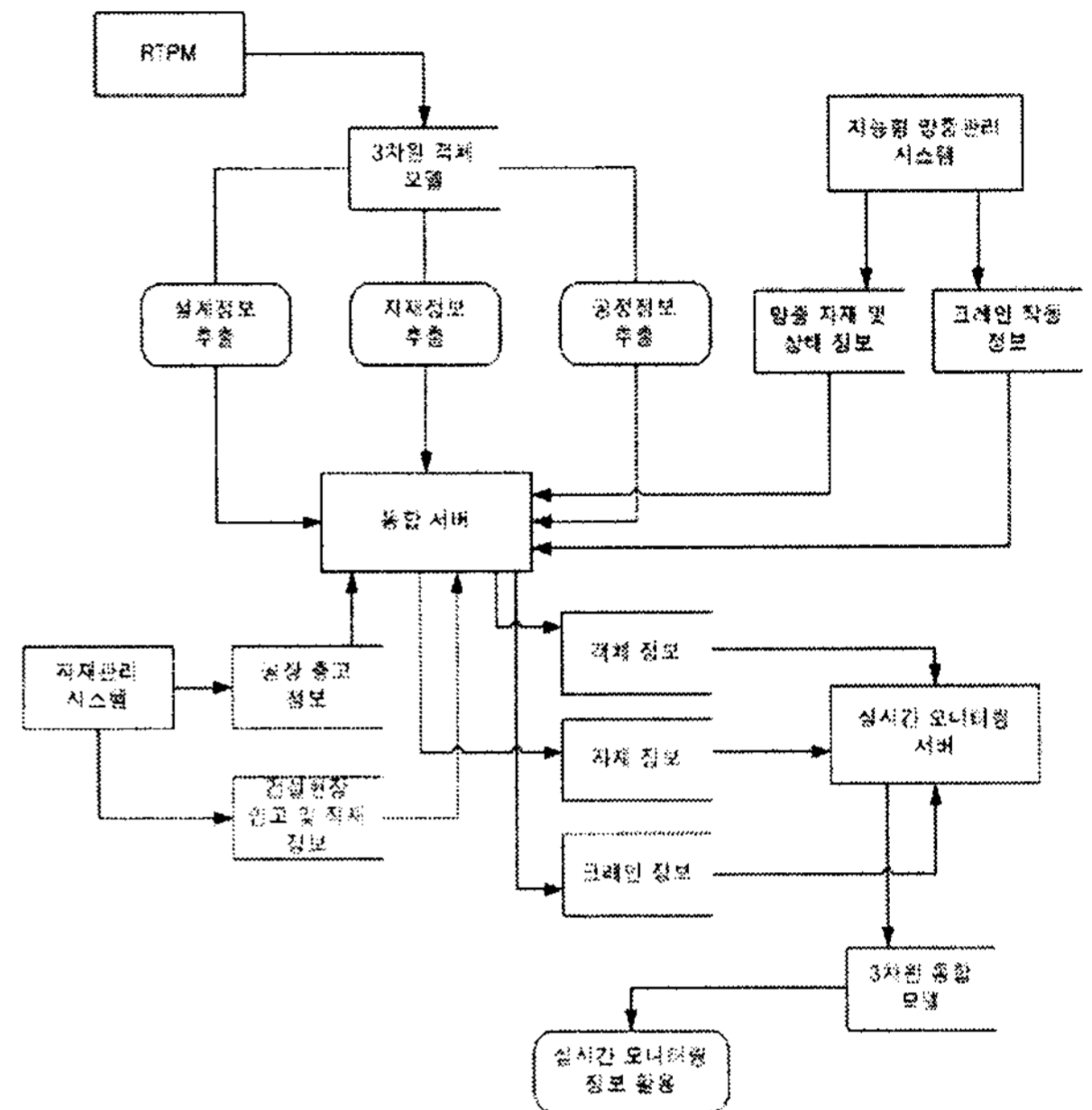


그림 2. 실시간 공정관리를 위한 Data Flow Diagram

### 3.2 데이터베이스의 엔티타입 정의

RRPM에서의 데이터베이스는 현장 통합 데이터베이스와 실시간 모니터링 시스템용 데이터베이스로 나뉜다. 현장 통합 데이터베이스는 기본적인 3D-CAD의 부재별 객체정보, 공정정보, 양중관리 정보, 자재정보 등을 통합하는 데이터 베이스고, 실시간 모니터링 시스템용 데이터베이스는 효과적인 데이터의 교유를 위해 통합 데이터베이스를 공통적으로 활용하거나 시스템의 효율 향상을 위해 데이터베이스를 분리하고 이를 동기화시켜 적절히 활용하는 데이터베이스이다.

실시간 모니터링 시스템의 데이터베이스에서 필요한 테이블은 크게 3종류로 나뉜다. 첫째는 건설 프로젝트에 대한 일반적인 정보, 프로젝트 접근 권한, 프로젝트 수행 업체 정보를 관리할 수 있는 테이블이다. 이는 건설 프로젝트에 수행에 있어 전반적으로 필요한 데이터를 관리하는 테이블들이다. 둘째는 3D-CAD에서 도면 작성 시 객체별 자동으로 생성되는 객체 라이브러리 정보, 객체별 기본 파라미터 정보, 프로젝트에 사용되는 개체별 변형 파라미터 정보를 관리할 수 있는 테이블들이다. 셋째는 현장에서 필요한 공정 정보, 부재 설치 시 자동으로 생성되는 정보, 공정 선행 작업 관리 정보, 프로젝트에서 사용되는 양중장비의 정보, 자재의 위치 정보를 관리할 수 있는 테이블들이다.

표 2. 데이터베이스 엔티티

테이블 명	데이터 명	테이블 명	데이터 명
TblProject	ProjCode ProjName Owner ContractDate ContractType StartDate EndDate Description	TblCompany	CompanyCode CompanyName Address TelNo FaxNo HomePage RegCode Description
TblProjCompany	ProjComID ProjCode ComPanyCode Role Description	TblProjAuthority	ProjCode UserCode AuthorityClass Description
TtblCrane	CraneID CraneName Manufacturer CoverRange CoverWeight CraneFilePath Description	TblProjCrane	ProjCode CraneID LocX LocY
TblProjObj	ProjCode ProjObjCode BaseObjCode RFID ScheduleID LocX1 LocY1 LocZ1 LocX2 LocY2 LocZ2	TblManufacturer	ManufacturerCode ManufacturerName Address TelNo FaxNo HomePage RegCode Description
TblObjLibrary	ObjCode ObjName ObjDescription ManufacturerCode ObjSourceFilePath	TblObjLib-Parameters	ObjCode ParameterCode ParameterName ParamValue ParamUnit Description
TblObjProj-Parameters	ProjCode ProjObjCode ParameterCode ParamValue	TblPreTasks	ProjCode ScheduleID PreTaskID Description
TblProjSchedule	ProjCode ScheduleID ScheduleName ESD EFD LSD LFD ASD AFD		

### 3.3 관계분석

ERD는 각각 업무 분석에서 도출된 엔티티타입과 엔티티타입간의 관계를 이해하기 쉽게 그림으로 표시하는 방식으로 정보공학을 기반으로 하는 프로젝트에서는 해당 업무에 있어서 데이터의 흐름과 프로세스와의 연관성을 이야기 하는데 가장 중요한 표기법이자 산출법이다.<sup>1)</sup>

1) 이춘식, "데이터베이스 설계와 구축", 한빛미디어, 2006, P66

RED에서의 데이터 구성은 엔티티타입, 엔티티, 속성, 속성값으로 나뉜다 엔티티타입이란 두 개 이상의 엔티티의 집합을, 엔티티는 두 개 이상의 속성의 집합을, 속성이란 두 개 이상의 속성값의 집합을 말한다. 또한 엔티티를 식별할 수 있는 속성은 PK(Primary Key)속성, 다른 엔티티와의 관계에서 포함된 속성은 FK(Foreign Key)속성, 엔티티에 포함되어 있고 PK, FK에 포함되지 않는 속성을 일반 속성이라고 한다. 작성법은 엔티티타입과 엔티티타입간의 관계가 있는 정보르 나타내므로 PK와 FK를 규칙에 따라 기술하면 된다.

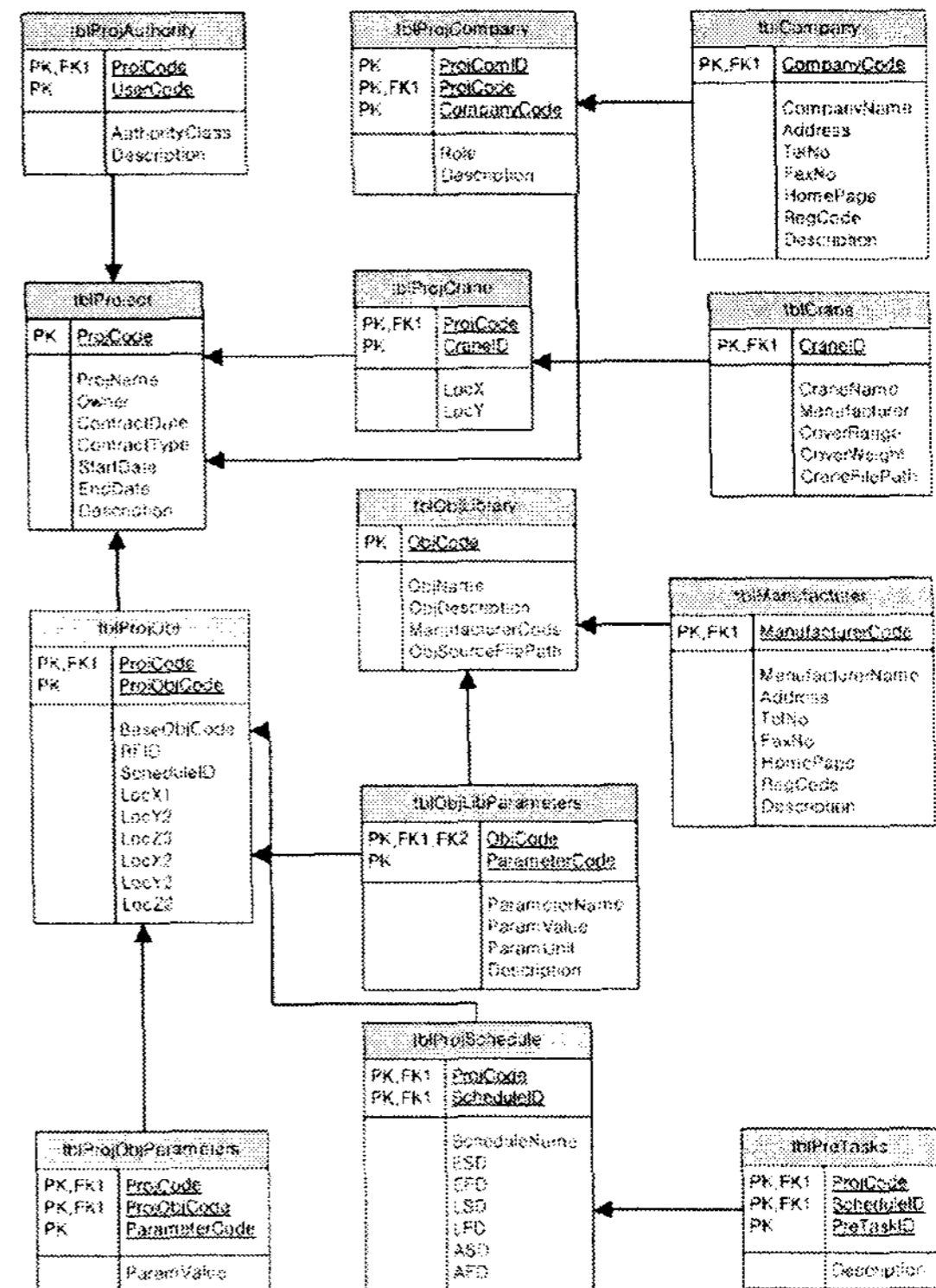


그림 3. 실시간 모니터링 시스템 데이터베이스 ERD

위의 그림은 실시간 모니터링 시스템의 데이터베이스를 ERwin을 사용하여 개략적인 ERD Diagram을 표현한 것이다. 프로젝트 정보관리 테이블은 엔티티타입이 되고, 이에 프로젝트 접근 권한 관리, 프로젝트 수행 업체 정보 관리, 프로젝트에 투입되는 크레인 정보 관리, 프로젝트에 사용되는 객체 정보 테이블은 엔티티가 된다. 다른 테이블은 규칙에 의해 속성 및 속성값으로 표시한 것이다.

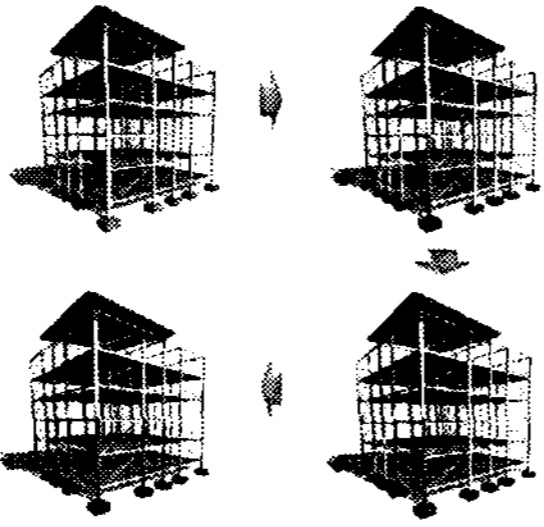
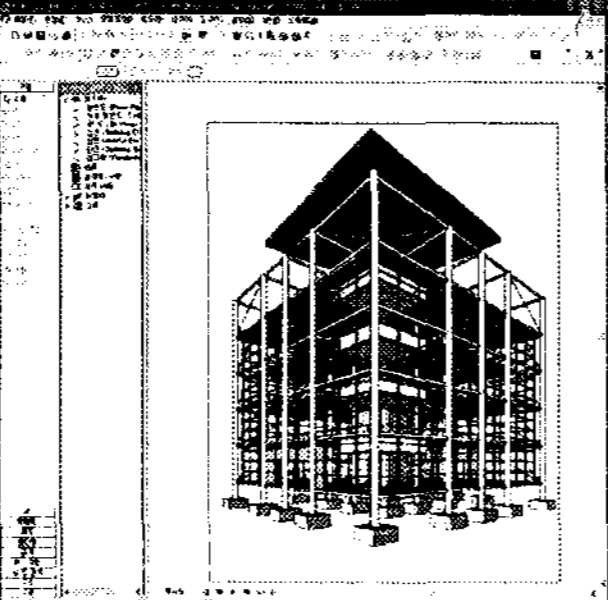
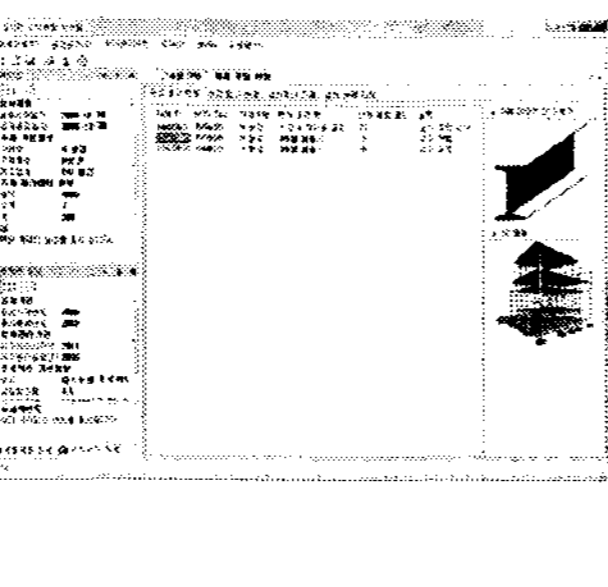
### 4. 실시간 모니터링 시스템의 데이터베이스 모델 적용 방안

아래의 그림과 같이 인터페이스를 구성하여 프로젝트의 기본 정보와 선택된 자재의 속성 정보를 간편하게 살펴 볼 수 있도록 한다.

건축물의 공사 진행 현황을 3차원 형상 모델로 제공하고 공정 계획과 진행률을 모델에서 표현할 수 있도록 한다. 모델 아래의 슬라이드 바를 이용하여 향후 공정 계획이나 내

용을 살펴볼 수 있다.

표 3. 실시간 모니터링 시스템의 데이터베이스 적용방안

내용	사용자 환경
<p>현장의 시공 상황을 다음의 그림과 같이 전체 모델을 표현하고 시공이 완료되는 부재들은 색깔을 다르게 하여 관리자가 직관적으로 정보를 파악할 수 있도록 한다.</p> <p>3D 모델을 통해 이상의 정보를 통합적으로 검토할 수 있으므로 예상 공정과 실제 공정을 시각적으로 검토할 수 있다.</p>	
<p>RTPM에서 작성되는 정보는 객체 캐드 모델과 관련된 공정, 자재 정보 등이 저장된 데이터베이스로 구성된다. 실시간 모니터링 시스템에서는 RTPM에서 작성된 객체 캐드 파일을 선택하여 읽어들이고 캐드 파일의 속성 정보를 기반으로 프로젝트 코드 등 해당 프로젝트를 데이터베이스에서 읽어드릴 수 있는 기본 정보를 가지고 온다.</p>	
<p>자재 조달 현황을 아래의 그림과 같이 공장 출고 현황, 현장 입고 현황, 설치중인 자재, 설치완료 자재 목록을 사용자에게 제공한다.</p> <p>선택된 각각의 자재에 대해서는 자재 이미지 미리보기 창을 제공하여 사용자가 각 부재에 대한 기본적인 정보를 직관적으로 빠르게 이해할 수 있도록 한다. 또한, 3차원 모델 이미지를 통해 해당 부재의 위치를 확인할 수 있게 된다.</p>	

## 5. 결론

실시간 모니터링 시스템 데이터베이스를 구축하면, 현장 관리를 위해서 사람이 눈으로 직접 확인하는 과정에서 불편함과 전체를 파악하기 어려움을 다차원 모니터링 시스

템을 통하여 현장 관리를 효율적으로 할 수 있고, 중요한 진도 및 자재, 양중 등의 관리를 실시간 모니터링 시스템으로 관리함으로써 건설 관련자들은 정확하고 신속하게 정보를 교환하여 현장의 생산성과 효율성이 높아질 것으로 예상된다.

하지만 본 연구를 통해 개발한 실시간 모니터링 시스템은 적용 공사가 철골 구조체의 공사로만 한정되었고, 데이터베이스의 구축 또한 개략적인 테이블의 관계 구축까지만 되어, 추후 효과적인 모델을 위해 수정 보완할 필요가 있다.

## 참고문헌

1. Sangyoon Chin, "REALTIME 4D CAD + RFID FOR PROJECT PROGRESS MANAGEMENT", ASCE, 2005
2. K.W.Chau, Implementation of Visualization as planning and scheduling tool in construction, Building and Environment. 2003, pp. 713 - . 719
3. 조진외, "4D시스템 기반의 건축시공 시뮬레이션 개발 방향", 한국건축시공학회 학술, 기술논문발표회논문집, 한국건축시공학회, 제7권, 제1호, 2007, pp.119~122
4. 서종원 외, "프로세스 시뮬레이션을 연계한 건설공정 시각화", 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 2006, pp.73~80
5. 문성우 외, RFID 기반의 콘크리트 타설 모니터링 시스템 구현, 건설관리학회 학술발표논문집, 2006
6. 이재철 외, "4D 모델의 활용성 향상을 위한 3D 모델정보 기반 공정 자동생성 및 물량 산출 모듈 개발", 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제20권, 제2호, 2004, pp15~22
7. 박지호 외, "4D CAD활용을 통한 공정-원가 통합 시스템", 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제4회, 2003, pp.504~508
8. 이재철 외, "4D시뮬레이션을 위한 객체라이브러리의 정의 및 구현", 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제18권, 제3호, 2002, pp.149~156
9. 강인석 외, "4D 공정관리 시스템의 개발현황 조사연구", 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제2회, 2001, pp.137~142
10. 김수정 외, "3D 캐드 시스템을 이용한 설계 공정정보 통합에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제17권, 제2호, 1997, pp.1415~1421
11. 이춘식, "데이터베이스 설계와 구축", 한빛미디어, 2006

## Abstract

In the construction project, the efforts to use IT for efficient management and improvement of productivity is gradually increasing. For instance, the cite management model with 3D CAD and RFID shows one of efforts this model define and systematize a variety of data occurred each work unit(design, material and process management information, etc). However, so far, there has been the problem monitoring the site due to the an inaccurate data and low-practice which people should input in manual. In this paper, we would like to establish the data for real time monitoring system with data inputting automatically from RTPM system and the site, and analyze the relationship between tables consist of similar data through RED Diagram.

**Keywords :** Real Time Monitoring System, RTPM System, Database model, ERD,