

# 건설사업관리의 BIM(Building Information Modeling) 적용 가능성에 관한 연구

## A Study on The Possibility of BIM(Building Information Modeling) Application of Construction Management

심진규\*      이혜인\*\*      김재준\*\*\*  
Shim, Jin-Kyu      Yi, Hye-In      Kim, Jae-Jun

### Abstract

The production process of construction industry is different from thing of the general manufacturing, likewise various participants make temporary teamwork for success of the project through sharing of information. But the each role of participants is individually changed to step in construction process stage and moreover it has complicated, entangled interests. The Construction Management was inducted for the effective management and operation of construction project. The Key of the Construction Management success depends on the cooperative relationship relation to major participants.

The domestic construction system is difficult with many trial and errors for the frequent plan change. As the building are more bigger and complicated, Building Information Modeling is demanded design and maintenance. This evaluation was done by the trust on the system as well as Construction Management. And then it applies the BIM it analyzes the example of construction project.

키워드 : 건설사업관리, BIM, 3D 모델링, 4D 시뮬레이션

Keywords : Construction Managemaent, Building Informaion Modeling, 3D Modeling, 4D Simulation

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

프로젝트란 제품 또는 서비스를 창출하기 위해 한시적으로 구성된 조직이 인력, 비용, 장비 등을 활용하여 특정 목표를 수행하는 프로세스를 일컫는다.(박찬식, 2006) 특히 일반제조업의 생산과정과는 달리 건설업의 프로젝트는 발주자, 설계자, 시공자 등 다양한 참여주체들이 전체 업무 프로세스 안에서 각자의 역할을 수행하고 있으며 참여주체들의 협력관계가 원활히 이루어지는 것은 건설프로젝트를 성공적으로 수행하기 위해 반드시 필요한 조건이다. 이러한 이유로 정부에서는 CM제도를 도입하여 건설프로젝트 수행 시, 건설사업관리자는 발주자의 대행인으로서 전체적인 프로젝트 진행상황을 발주자에게 알리고, 설계자와 적극적인 협조관계를 유지하여 설계 및 공사의 품질 향상과 비용절감을 위한 중립적인 조정역할

을 수행하도록 하였다.(권달우, 2002) 그러나 최근 건설 산업을 둘러싼 대내외적 환경변화는 기술 경쟁력 확보와 동시에 건설 정보화(IT)를 다면적으로 요구하고 있다.

건설 산업은 특성상 노동 집약적이고 타 산업에 비해 연구개발이 부족하며 신기술의 적용에 있어 보수적인 성향을 가지고 있지만, 건설 산업의 규모는 갈수록 대형화, 복잡화 되는 추세로 각 단계별, 분야별로 방대한 양의 정보들이 발생하고 있다. 따라서 효율적인 프로젝트 관리와 수행이 요구되기 때문에 건설 산업 역시 IT 기술의 점진적인 수용을 통하여 정보화, 지능화된 관리가 요구되고 있는 실정이다. 이러한 건설 산업에서의 IT 접목은 설계 단계부터 유지관리단계에 이르기 까지 건축물의 전생애 주기(Life Cycle)에 걸쳐 BIM(Building Information Modeling)이라는 개념으로 폭넓게 이루어지고 있으며, 실제 프로젝트에도 꾸준히 적용되고 있다.

현재 BIM이 건축물에 대한 3D Model 뿐만 아니라 프로젝트 생애주기 간 관련된 모든 프로세스 정보까지 포함하는 것을 인지하여 건설 산업에서 다양한 분야에 채택되며 다양한 종류의 타입으로 프로젝트에 적용되었다. 따라서 효율적인 프로젝트 관리와 수행이 요구되기 때문에 건설사업관리의 역할이 점점 더 중요해 지고 있으며, 건설산업 전반에서 영역이 확대되고 있는 BIM에 대한

\* 일반회원, 한양대학교 건축환경공학과 석사졸업  
\*\* 일반회원, 한양대학교 건축환경공학과 석박사통합과정  
\*\*\*정회원, 한양대학교 건축공학부 교수

본 연구는 과학기술부 우수연구센터 육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터의 지원으로 수행되었음. (R11-2005-056-03001)

이해가 없으면 정보의 지능화된 관리가 어려운 실정이다.

그러나 현실적으로 건설사업관리에 BIM의 적용이 활성화되고 가시적인 효과를 거두기 위해서는 건설사업관리의 성공요인들을 인식하고 이를 바탕으로 사업관리에 BIM 적용을 위한 제반 환경을 장기적으로 구축해 나가는 것이 필요하다. 즉, 건설사업관리에서 사업의 성공에 가장 큰 영향을 미치게 될 요인들을 추출하고 이 요소들의 BIM 적용 효과를 극대화 시킬 수 있는 방안을 제도, 기술, 교육적인 차원에서 수립해간다면, 건설사업관리의 BIM 적용을 정착시키는 체계적 틀을 제공함은 물론, 건설산업의 발전을 위한 노력과 투자의 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 건설사업관리를 성공적으로 이끌기 위한 성공요인들을 도출하고, 각 요인별로 중요도와 현재 국내 프로젝트에 BIM 적용 현황의 사례분석을 통해 건설사업관리에서 BIM 적용의 기반자료로 사용하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건설사업의 성공과 성공요인은 연구의 방법에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 건설사업관리의 가장 핵심적 주체가 되는 건설사업관리자의 측면에서 성공요인들을 도출하였으며, 2008년 12월에 발표된 ‘건설사업관리 업무지침’에 제시된 건설사업관리자의 기본 업무 영역을 중심으로 성공요인을 구성하였다. 성공요인에 대한 분석은 건설사업관리 분야 전문가들을 대상으로 설문조사를 수행하였으며 각 요인별로 사업의 성공에 영향을 미치는 중요도를 분석하여 실제 프로젝트에 BIM 적용 사례분석을 통해 건설사업관리에 BIM을 적용할 수 있는지에 대한 가능성을 분석하였다. 세부 연구 방법은 그림 1과 같다.

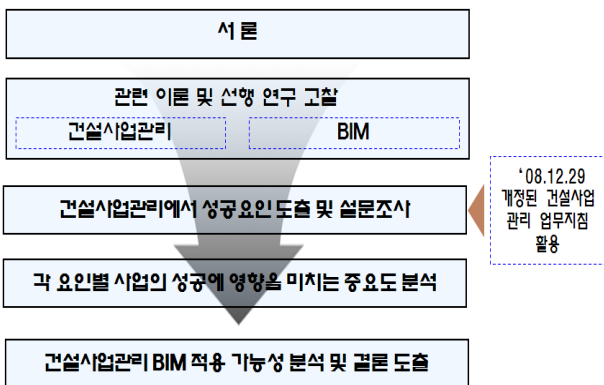


그림 1. 연구의 방법

2. 이론적 고찰 및 선행연구 분석

2.1 건설사업관리의 프로세스와 건설사업관리자의 역할

건설프로젝트는 수주산업으로 수직적 구조 속에서 최상위에 있다고 할 수 있는 발주자를 중심으로 생산자, 소비자로서 시스템상 엮여져 있으며, 발주자에 의해 건설사업 생산 활동의 가능 여부가 좌우된다.

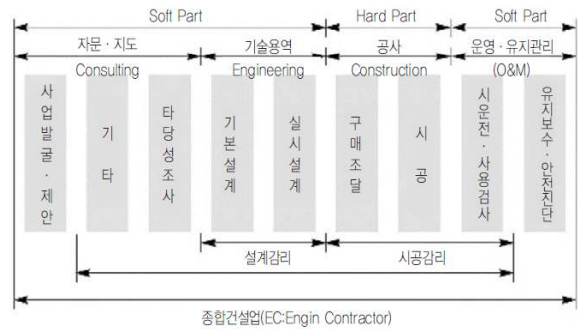


그림 2. 건설사업관리의 업무 범위(1)

그림2와 같이 건설 프로젝트는 크게 자문·지도, 기술용역, 공사, 운영·유지관리 단계로 분할되며 세부적으로는 사업 발굴, 제안과 기타 및 타당성, 기본설계 및 실시설계, 구매조달 및 시공, 시운전·사용검사와 유지보수·안전 진단의 진행과정을 거친다. 진행되는 과정을 보면 업무가 전부 분할되어 있는 것처럼 보이나, 실질적으로 각 업무들은 동시에 상호 작용을 하거나 각 단계의 결과가 다른 단계에 영향을 끼친다. 즉, 건설사업관리는 건설사업의 기획, 설계단계에서부터 발주, 시공, 유지관리 단계에 이르기까지 사업주를 대신하여 프로젝트를 통합 관리함으로써 발주자가 책정한 예산 내에서 최고 품질을 얻을 수 있도록 하고, 전문 기술조직이 설계자, 시공자등의 사업 참여자를 전단계에 걸쳐 종합 관리함으로써 공사비 절감, 공기단축 및 품질향상의 이점을 사업주에게 제공하는 서비스라고 할 수 있다. 국토해양부에서 제시한 건설사업관리 업무 지침인 표1 을 살펴보면 건설공사 단계별 참여주체의 역할이 상호협력력을 하거나 영향을 주는 것을 알 수 있으나, 거의 모든 업무를 사업관리자가 주관하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 건설공사에서 건설사업관리자의 역할이 크다는 것을 알 수 있다. 그렇기 때문에 건설 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위한 열쇠는 참여주체들을 원활한 협력관계로 이끌어가는 건설사업관리자의 역할에 달려있다고 해도 과언이 아니다.

표 1. 건설공사 단계별 역할분담(예시)

단계	업 무 내 용	역 할 분 담			
		발주청	사업 관리자	설계자	시공자
공통 업무	건설사업관리 수행계획서 작성·운영	승인	주관	-	-
	건설사업관리 절차서 작성·운영	승인	주관	-	-
	작업분류체계/사업번호체계 관리	승인	주관	협조	협조
	사업정보 추적·관리 및 운영	협조	주관	협조	협조
	사업단계별 총사업비 및 생애주기 비용 관리	검토	주관	협조	협조
	건설공사 참여자간 업무협의 주관	협조	주관	협조	협조
	건설사업관리 업무관련 각종보고	검토	주관	협조	협조
	각종 인허가 및 대민업무	주관	협조	협조	협조
	클레임 분석 및 분쟁대응 업무	주관	협조	협조	협조
	기타 건설사업관리 관련 업무	협조	주관	-	-

1) 건설교통부, “공공사업 CM정책방향”, 2002.1 한국 CM협회 제5차 CM 전문교육과정 세미나 자료

단계	업 무 내 용	역 할 분 담			
		발주청	사업 관리자	설계자	시공자
설 계 단 계	건설기술용역업체 선정	주관	협조	-	-
	사업계획서 작성 지원	승인	주관	협조	-
	사업타당성조사보고서의 적정성 검토	승인	주관	협조	-
기 본 설 계	발주방식(공사수행방식)결정 지원	승인	주관	-	-
	설계자 선정	주관	협조	-	-
	기본설계 VE	승인	주관	협조	-
	공사비분석 및 계약공사비 검토	승인	주관	협조	-
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-
	기본설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-
	기본설계의 품질관리	승인	주관	협조	-
실 시 설 계	기타 기본설계 단계 설계감리 업무	승인	주관	협조	-
	설계자 선정	주관	협조	-	-
	공사 발주계획 수립	승인	주관	협조	-
	실시설계 VE	승인	주관	협조	-
	공사비분석, 공사원가 적정성검토	승인	주관	협조	-
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-
	실시설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-
시 공 단 계	실시설계 품질관리	승인	주관	협조	-
	기타 실시설계 단계 설계감리 업무	승인	주관	협조	-
	지급자재 조달 및 관리계획 수립	승인	주관	협조	-
	시공자 선정	주관	협조	-	-
	공정·공사비 통합관리	승인	주관	-	협조
	설계도서, 시공상세도 및 시공계획 검토	-	주관	-	협조
	시공 확인 및 검측 업무	-	주관	-	협조
시 공 후 단 계	품질관리 및 기술지도 (검토·확인)	-	주관	-	협조
	제해예방, 안전·환경관리	-	주관	-	협조
	공정관리 및 부진공정 만회대책 수립	-	주관	-	협조
	계약기간 시공인터페이스 조정	검토	주관	-	협조
	기성 및 준공검사	승인	주관	-	협조
	기타 시공단계 책임감리 업무 (단 계 이 동)	승인	주관	-	협조
	중합시운전계획의 검토 및 시운전 확인	승인	주관	-	협조
시설물의 운영 및 유지보수·유지 관리업체 선정	승인	협조	-	-	
시설물의 인수·인계계획 검토 및 관련 업무 지원	승인	주관	-	협조	
최종 건설사업관리 보고	승인	주관	-	협조	

\* 법 제2조제6호 및 제22조 규정에 의한 설계감리, 시행령 제52조의 규정에 의한 책임감리업무와 관련한 역할분담은 관련 규정에 의한다.

### 2.2 BIM(Building Information Modeling)의 정의

BIM은 Building Information Modeling 또는 Building Information Model의 약자로 쓰이며 건축물 전 생애주기에 있어서 프로젝트와 관련된 자재 및 시공 정보 등을 전산화된 언어를 통해 기능적, 물리적 특성을 연계시키고, 이러한 정보를 토대로 3차원 모델등을 통하여 건축물 생애주기관리에 활용하는 것이라고 볼 수 있다.<sup>2)</sup> 즉, BIM은 3차원 CAD로 모델화한 건물의 각 부재에 부재의 종류나 사양 등을 나타내는 각종의 속성 정보를 갖게 하고 도면은 물론 부재의 수량표나 발주서 등도 도면과 연동하고 작성할 수 있다. 건물 준공 후에, BIM은 속성 정보에 점검이나 보수 이력 등을 입력하고 유지 관리에도 활용될 수 있다. 현재 BIM은 여러 기관마다 자신의 입장으로 정의해 왔다. 미국 Facility Information Council은 “

BIM이란 시설의 물리적이고 기능적인 특성의 계산 가능한 재현방식이며 사업적 부가가치 창출을 위한 산업계 표준적인 프로젝트 및 생애주기 정보”라고 했고, 미국건축가협회인 AIA(American Institute of Architects)에서는 “통합된 2D-3D모델 기반의 기술을 사용한 정보의 사용, 재사용 및 교환으로서, 하나로 구성된 전자문서이다”, “BIM이란 특정 프로젝트의 Object-based Model이며 VDC(Virtual Design and Construction), 가상건물 및 가상시공으로 가는 열쇠이다.” 라고 정의하고 있다. BIM은 설계, 시공, 관리에 대한 새로운 접근으로 최근 국내에서도 중요성이 인식되어 건축분야 전문가들을 통해 기획과 설계, 시공 및 유지보수 단계에서 기술적으로 접근하기 위한 노력이 진행되고 있다. 초기의 BIM은 소프트웨어간 정보 교환 및 이를 통한 정보제공에 초점을 맞추고 있었으나 점차 의미가 확대되고 인식의 변화로 협업을 위한 프로세스라는 것에 무게를 싣고 있다.

### 2.3 선행 연구 분석

선행 연구를 분석하기 위해 건설사업관리에 관한 연구, BIM에 관한 연구로 구분하였다. 먼저 국내에서 기존 건설사업관리의 선행 연구들을 조사, 분석해본 결과 대부분 건설사업관리 프로젝트의 현황분석, 문제점 및 개선점 제시등의 이론적 연구가 많았다. 또한 이러한 연구내용 중 건설사업관리는 건설 프로젝트의 전 단계를 발주자를 대신하여 통합 관리함으로써 참여자들과의 협력이 중요하다는 연구가 대부분이다. 그만큼 건설사업관리에서의 핵심은 참여자간의 협업이라고 분석할 수 있다. 기존 BIM에 관한 연구는 주로 설계분야의 통합프로세스와 관련된 연구가 대부분이다. 하지만 설계분야에만 국한되는 것이 아니라 모든 문헌들이 공통적으로 중요하게 다루고 있는 것은 건설 정보의 공유, 건축 라이프 사이클에 적용, 협업, 간섭체크 등 건설 프로젝트 단계에 모두 적용된다는 점이다. 이는 다수의 참여자가 존재하고 복잡한 프로세스를 가지고 있는 건설 산업의 특성상 건설정보화의 필요성이 강조되고 있기 때문인 것으로 판단된다.

표 2. 선행 연구

구분	저자	주요내용
건설 사업 관리	이복남 (1999)	건설사업관리의 업무 기능과 역할 분담
	김선규 (2006)	국내 CM시장의 지속적 발전을 위한 CM업체간 전략 협력체계 구축 모델
	안은진 (2008)	건설사업 참여주체 관점에서 건설사업관리 성과측정에 관한 연구
BIM	박광호 (2007)	BIM적용 사례를 통한 BIM의 시공단계로의 확대 방안에 관한 연구
	박수훈 (2007)	건축설계분야의 국내 BIM 초기도입현황과 BIM의 환경분석응용
	강현철 (2007)	BIM적용 사례분석에 의한 건설설계업무 통합 모델 개발에 관한 연구
	김유리 (2009)	구조설계 단계에서 한국형 BIM 프로세스 적용 방안에 대한 사례 연구

관련이론 및 선행연구의 분석결과 건설사업관리와 BIM에서 중요하게 다루고 있는 부분은 비슷하다고 할

2) NIBS(National Institute of Building Science)

수 있다. 그러나 건설사업관리를 성공적으로 수행하기 위해 BIM을 이용하여 BIM 적용이 가능한지에 대해 분석한 연구사례는 아직 없었다. 그러므로 건설사업관리 성공요인에 실제 BIM을 적용한 연구를 통해 BIM 적용 가능성을 확인해 볼 필요가 있다.

### 3. 건설사업관리 BIM 적용 가능성 도출

#### 3.1 건설사업관리 성공요인 도출의 전제

건설사업관리의 성공은 바라보는 시각에 따라 다소 차이가 있다. 건설사업관리의 성공과 실패에 대한 분석은 성공을 어떻게 정의할 것인가를 미리 결정하고 수행되어야 하지만, 이는 객관적인 정의와 판단기준을 수립하기 어렵다. 즉, 건설사업관리의 성공을 판단하는 기준에 따라 성공의 정의는 달라질 수 있으며 결국 성공요인의 도출과 분석결과도 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 제도에서 규정하고 있는 바와 같이 보편적인 의미에서의 건설사업관리 방식이 대상이며 건설사업관리자 관점으로 그 범위를 제한한다. 따라서 본 논문에서는 건설사업관리자와 관련된 요인들은 2008년 12월에 발표된 '건설사업관리 업무지침'에서 제시하고 있는 건설사업관리자의 일급까지 주요 업무 분야에서 도출하였다. 성공요인의 구성 및 내용은 표4와 같다.

표 3. 건설사업관리 성공요인 분류

구분	성공요인	
건설사업관리자 측면	사업관리 일반관련 요인	- 업무 수행의 적정성 - WBS/PNS 체계 관리의 적정성 - 건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력 - 각종 인허가 및 대인업무 등 발주자 업무 지원 능력 - 클레임 및 리스크 예측 능력
	계약관리 관련요인	- 입찰/계약 업무 수행 지원 - 사업계획서 작성 지원 및 적정성 검토 - 지급 자재 조달 관리계획 등 구매기술 관리 - 계약 변경 관리 - 클레임 및 분쟁 관리 능력
	사업비 관리관련 요인	- 사업비 계획 및 적정성 검토 능력 - 사업비 배정 및 집행 능력 - 사업비 관리 시스템의 적정성 - 설계 VE 수행 능력 - 시공성(Constructability)검토 및 분석 능력 - 생애주기비용(LCC) 분석 능력
	공정 관리 관련요인	- 합리적 공정계획 수립 능력 - 공정 및 진도 연계 운영 능력 - 공정관리 시스템의 적정성 - 공정 인터페이스(Interface) 관리 능력 - 공정에 따른 자원 배분 계획 능력
	품질관리 관련요인	- 품질 관리 시험기준의 적정성 - 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력 - 시공자의 품질 확보 활동 모니터링 - 품질 관리계획 절차 및 체계의 적정성
	안전관리 관련요인	- 안전관리 절차 및 체계의 적정성 - 안전사고 발생 시 대처 능력 - 사업 참여자의 안전관리 활동 모니터링
	문서 및 정보관리 관련요인	- 문서 및 사업정보의 체계적 축적 및 관리 - 사업정보관리시스템 운영의 적정성 - 각종 문서, 보고서 서식 표준화 및 내용의 적정성

### 3.2 BIM적용 가능성 전제

국내 건설산업에서의 BIM의 활용은 점점 늘어나고 있다. 정부에서도 BIM 발주가 시작되었고 용역의 결과물도 BIM으로 제출되어지고 있다. 앞으로 공공공사의 BIM 발주가 지속적으로 나온다면 민간공사의 BIM 발주도 확대될 것으로 보인다. BIM활용한 프로젝트가 늘어남에 따라 건설사업관리를 수행하는 건설사업관리자도 준비를 해야한다. 현재 BTL사업으로 건설사업관리 용역 입찰도 발주되어 더욱 건설사업관리에서의 BIM 적용이 중요한 시점이라고 할 수 있다. 이러한 건설프로젝트 수행 시, 건설사업관리자는 발주자의 대행인으로서 전체적인 프로젝트 진행상황을 발주자에게 알리고 설계자와 적극적인 협조관계를 유지하여 설계 및 공사 품질 향상과 비용절감을 위한 중립적인 조정역할을 수행하도록 되어있기 때문에 그 역할은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 건설사업관리 성공요인 각 영역별 세부 성공요인에 대한 분석은 일반적인 BIM의 기능으로 적용가능성을 확인하였으며, 성공요인에 우선순위에 해당하는 부분은 실제 BIM을 이용한 프로젝트 사례로 최종 분석하였다.

### 4. 설문조사 및 성공요인 분석

#### 4.1 설문조사 개요

설문조사는 2010년 04월 11일부터 18일까지 일주일동안 수행하였으며 조사방법은 직접방문 설문조사 및 e-mail, Fax를 통한 설문조사로 진행되었다. 조사대상은 시공회사, CM회사, 설계사무소를 대상으로 설문조사를 수행하였다. 설문 측정방법은 리카르트 형태 척도(Likert Type Scale)방식에 의한 중요도 지수 분석을 통해 건설사업관리 성공요인 중요도의 우선순위를 분석하였으며 총 145개의 설문지중 120개의 설문지를 회수하여 100개의 설문지를 최종 분석대상으로 확정하였다. 응답자들은 관련 분야에서 평균 15년 이상 경력을 갖춘 자들로서 건설사업관리 실무경험이 있거나 같은 분야의 연구, 기술, 행정 등에 경력을 갖추고 있었으므로 성공요인에 대한 건설 산업 전반의 의견이 신뢰성 있게 반영될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 4.2 건설사업관리 성공요인 중요도 산정

건설사업관리에서 성공요인의 중요도를 산정하여 BIM 적용 가능성을 도출하기 위한 기본 분석으로 중요도 지수분석을 실시하였다. 중요도 지수<sup>3)</sup> 분석을 통하여 건설사업관리의 성공요인의 우선순위를 분석하였으며, 중요도 지수가 높을수록 건설사업관리에서 중요도가 높은 항목이라고 할 수 있다. 중요도 지수 식은 아래와 같다.

3) Baldwin, J.R., Manthei, J. M., Rothbart, H., and Harris, R. B.(1971) "Causes of delay in the construction industry", Journal of Construction Division. ASCE, Vol 97, No2, p177-187

$$\text{중요도 지수} = \left( \sum_{i=1}^5 W_i \times Jx_i \right) \times \frac{100}{4n}$$

여기서,  $W_i$  = 각 응답에 대한 가중치  
 $Jx_i$  = 각 항목에 대한 응답빈도  
 (  $Jx_1$ =매우낮음,  $Jx_2$ =낮음,  
 $Jx_3$ =보통,  $Jx_4$ =높음,  
 $Jx_5$ =아주 높음)  
 $n$  = 전체 응답자수

건설사업관리자 측면에서의 성공요인은 건설사업관리 업무지침을 바탕으로 먼저 업무 영영별로 종합적인 분석을 실시하고 각 영역별 세부 성공요인에 대한 분석을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) 건설사업관리 7개의 업무 영역의 중요순위

앞서 언급한 바와 같이 건설사업관리자 측면에서의 성공요인들은 7가지 주요 업무 분야에 준하여 도출하였고, 이 7가지 주요 업무 분야에 대한 종합적인 중요도는 BIM의 일반적인 기능으로 설명할 수 있다.

중요도에 대한 응답결과는 사업비 관리 관련 업무(91.51)가 높게 평가되었다. 그 외에 상대적으로 중요도가 높은 업무는 공정관리 관련 업무(87.92), 계약관리 관련 업무(78.32), 품질관리 관련 업무(65.81)로 나타났고, 가장 낮은 점수를 보인 것은 안전관리 관련업무(43.09)였다. 사업비관리, 공정관리, 계약관리 등의 업무 순으로 가장 낮은 점수와 큰 차이를 보이고 있는데 이것은 이와 같은 업무가 CM사업의 성공에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 인식되고 있음을 보여주는 것이다. 이상의 결과를 정리하면 표4와 같다.

표 4. 건설사업관리 업무 영역별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
1	사업관리 일반 업무	58.17	5
2	계약관리 관련 업무	78.32	3
3	사업비 관리 관련 업무	91.51	1
4	공정관리 관련 업무	87.92	2
5	품질관리 관련 업무	65.81	4
6	안전관리 관련 업무	43.09	7
7	문서 및 정보관리 관련 업무	43.21	6

건설사업관리 7가지 업무 중에서 가장 중요도가 높은 사업비 관리 관련 업무는 BIM을 활용한 3D 기반 물량 산출 방식을 이용하여 사업비를 예측할 수 있으며 신뢰성 있는 사업비 관리를 할 수 있다. BIM을 활용한 3D 기반 물량산출 방식이란, BIM의 객체지향적 성격(Object-Oriented)을 이용한 방법을 말한다. 설계가 완성되어감에 따라, 직접 건물모델로부터 보다 상세한 공간과 자재물량을 신속하게 뽑아낼 수 있으며 일람표 추출이 가능하고 공간의 시각적 검토를 통해 제한된 예산안에서

최상의 결과를 도출 할 수 있다.

(2) 사업관리 일반 관련 업무

건설사업관리자가 수행하는 사업관리 일반 업무란 건설사업관리 수행절차 및 방법 등과 관련된 계획의 수립, 운영 및 조정 등에 관한 업무로 정의되며, 이와 관련해서는 5가지 성공요인들을 평가 대상으로 제시하였고 중요도 순위는 표5와 같다. 먼저 중요도 측면에서 가장 높게 평가된 요인은 건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력(92.24)이다. 그 외에 중요도가 높게 나타난 요인으로는 클레임 및 리스크 예측 능력(85.93), 각종 인허가 및 대민업무 등 발주자 업무 지원 능력(63.22)순으로 나타났다.

표 5. 건설사업관리 사업관리 일반업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
1-1	업무 수행계획의 운영 적정성	39.08	5
1-2	WBS/PNS 체계 관리의 적정성	41.97	4
1-3	건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력	92.24	1
1-4	각종 인허가 및 대민업무 등 발주자 업무 지원 능력	63.22	3
1-5	클레임 및 리스크 예측 능력	85.93	2

건설사업관리 사업관리 일반업무 중에서 중요도가 높게 평가된 건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력과 클레임 및 리스크 예측 능력은 BIM의 장점인 시각화를 통해 적용 가능하다. BIM은 3D 입체적 공간과 데이터 구현이 가능하기 때문에 한눈에 쉽게 알아볼 수 있고, 변경사항을 수정하면 모든 정보가 연동되어 반영되어지는 데이터 상호연동성이 좋다. 또한 3D 화면을 보면서 바로 협의가 이루어지기 때문에 정확한 의사소통을 통해 효율적인 협업이 가능하다.

(3) 계약관리 관련 업무

계약관리 업무는 설계자, 시공자 등의 선정과 관련한 지원업무와 각종 설계변경 등에 관한 업무로 정의하였으며, 이와 관련된 성공요인은 다섯 가지로 분류하였다. 중요도는 표6과 같다. 가장 중요한 성공요인으로는 클레임 및 분쟁 관리 능력(87.20)으로 분석되었고 그 다음으로 계약 변경 관리 능력(81.44), 사업계획서 작성 지원 및 적정성 검토(78.39)등의 순으로 중요도가 높은 것으로 나타났다.

표 6. 건설사업관리 계약관리업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
2-1	입찰/계약 업무 수행 지원	73.15	4
2-2	사업계획서 작성 지원 및 적정성 검토	78.39	3
2-3	지급 자재 조달 관리계획 등 구매기술 관리	50.60	5
2-4	계약 변경 관리 능력	81.44	2
2-5	클레임 및 분쟁 관리 능력	87.20	1

건설사업관리 계약관리 업무 중에서 중요도가 높게 평가된 클레임 및 분쟁 관리 능력은 BIM을 활용한 협업 체계를 구축하여 적용할 수 있다. 기존에는 복잡한 의사소통 체계와 단편적인 정보 전달 방식으로 작업의 효율성이 저하되어 협업시 발생한 요구사항 반영이 어려웠기 때문에 클레임 및 분쟁이 많이 발생되었다. 그러나 BIM은 단일화된 통합 정보 모델이기 때문에 원활한 의사소통이 가능하고 데이터 연동 및 수정이 가능하여 협업 현장에서 즉시 수정사항 반영이 가능하다. 설계 변경시에는 BIM을 통해 신속하게 도면 조정이 가능하기 때문에 도면 오류가 최소화 될 수 있어 계획성이 향상 될 수 있으며, 일정시간 내에 작업 진행과정 및 결과물을 파악하기 어려웠던 시공과정을 공정 시뮬레이션을 통해 사전에 작업 진도 관리를 할 수 있고 정확한 데이터 추출이 가능하여 사전 시공성을 검토 할 수 있다.

(4) 사업비 관리 관련 업무

사업비관리 업무는 건설사업 단계별 사업예산 및 사업비 운영의 적정성 검토, 조정 등에 관한 업무로 정의되며 건설사업관리자의 업무별 종합분석에서 가장 중요도가 높게 평가된 바 있다. 따라서 사업비 관리와 관련된 성공요인들은 세부 요인별로 타 업무의 요인들 보다 상대적인 중요성을 갖는다고 볼 수 있으며 세부 중요도는 표9와 같다. 가장 중요하게 평가된 요인으로는 시공성(Constructability) 검토 및 분석 능력(92.15)이었으며, 그 다음으로 사업비 계획 및 적정성 검토 능력(91.71), 생애주기비용(LCC) 분석 능력(57.38)등의 순이었다. 최근 건축물이 대형화, 복잡화, 비정형화 됨에 따라 건축물의 시공성 검토 및 분석 능력은 건설사업관리 업무 중 중요한 비중을 차지하게 되었다고 판단된다.

표 7. 건설사업관리 사업비 관리 업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
3-1	사업비 계획 및 적정성 검토 능력	91.71	2
3-2	사업비 배정 및 집행 능력	40.53	5
3-3	사업비 관리 시스템의 적정성	38.59	6
3-4	설계 VE 수행 능력	45.31	4
3-5	시공성(Constructability) 검토 및 분석 능력	92.15	1
3-6	생애주기비용(LCC) 분석 능력	57.38	3

시공성(Constructability) 검토 및 분석 능력은 건축, 구조, 설비(MEP), 토목등 건설사업 전반에 걸쳐 BIM 모델링을 통해 적용 가능하며 공종별 간섭체크, BIM 시공시뮬레이션, 시공이 어려운 부분의 디지털 목업 등을 수행 할 수 있다. 시공 전 공종별로 간섭이 이루어지는 부분을 사전에 체크하여 불필요한 간섭을 사전에 제거함으로써 시공성 및 생산성을 향상 시킬 수 있고, BIM 모델을 통해 시공이 복잡한 부분을 미리 모델링 해봄으로써 실제 지어질 형태를 사전에 검토하여 시공상의 오차를

방지하고 부재 제작 및 공법 선정에 활용할 수 있다.

(5) 공정 관리 관련 업무

공정관리 업무는 건설사업 단계별 공정의 계획, 운영 및 조정 등에 관한 업무로 정의되며 건설사업관리 업무별 종합분석에서 사업비관리에 이어 중요도가 높게 평가 되었으므로 이와 관련된 성공요인 역시 타 업무의 요인들보다 상대적인 중요성을 갖는다고 볼 수 있다.

중요도가 높은 요인으로는 합리적인 공정계획 수립 능력(90.06), 공정 및 진도 연계 운영 능력(80.60), 공정 인터페이스 관리 능력(64.08) 등의 순으로 나타났으며, 본 중요도를 순위로 나타내면 표 8과 같다.

표 8. 건설사업관리 공정 관리 업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
4-1	합리적 공정계획 수립 능력	90.06	1
4-2	공정 및 진도 연계 운영 능력	80.60	2
4-3	공정관리 시스템의 적정성	58.43	5
4-4	공정 인터페이스(Interface) 관리 능력	64.08	3
4-5	공정에 따른 자원 배분 계획 능력	63.01	4

합리적 공정계획 수립능력 및 공정 및 진도 연계 운영 능력은 BIM을 통한 공정관리를 이용하여 수행 할 수 있다. BIM을 통한 공정관리는 예정공정계획의 BIM 시뮬레이션을 통한 사전검증, 공정간 간섭 배제 및 작업일정 조정을 통한 생산성 향상, 간섭최소화 및 생산성 향상을 통한 자원절약과 공기단축을 할 수 있다.

(6) 품질 관리 관련 업무

품질관리 업무는 건설사업 단계별 품질과 환경에 관한 제반 기준 및 계획의 검토, 조정 등과 관련된 업무로 정의되며 중요도 분석은 표9와 같다.

중요도 순위를 살펴보면 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력(93.56), 시공자의 품질 확보 활동 모니터링(65.26), 품질 관리 시험기준의 적정성(64.91) 순으로 평가되었다. 품질관리 업무에서 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력이 가장 높게 평가된 것으로 보면 이와 관련된 건설사업관리자의 역할이 프로젝트 성공에 큰 영향을 미치고 있다는 것임을 보여주고 있다고 할 수 있다.

표 9. 건설사업관리 품질 관리 업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
5-1	품질 관리 시험기준의 적정성	64.91	3
5-2	설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력	93.56	1
5-3	시공자의 품질 확보 활동 모니터링	65.26	2
5-4	품질 관리계획 절차 및 체계의 적정성	61.83	4

상세한 건축 모델을 만들기 전에 개념적인 BIM모델을 만들어 미리 검토하게 되면 건물이 요구기능과 지속가능

성에 대한 요구사항을 만족시키는지 더 주의 깊게 검토하여 평가를 한다면 전체 설계 및 용역 성과품의 품질을 향상 시킬 수 있다. 그러나 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인도 BIM의 프로세스를 이해하고 BIM으로 산출될 수 있는 데이터가 무엇인지 인식하고 있어야만 한다. 최근 공공공사에 용역의 성과품을 BIM으로 제출하도록 되어있고 점점 많은 회사들이 BIM 도구를 직접적 설계 도구로 사용하고 있다.

(7) 안전 관리 관련 업무

안전관리 업무는 재해예방 및 건설안전 확보를 위한 제반기준 및 계획의 검토, 조정 등에 관한 업무로 정의하였고 중요도는 표10과 같다. 안전관리의 업무 항목별 중요도 순위로는 안전사고 발생 시 대처능력(81.28), 안전관리 절차 및 체계의 적정성(80.80), 사업 참여자의 안전관리 활동 모니터링(71.84)의 순으로 중요도 지수에서 크게 차이를 보이지 않고 있다. 이는 건설사업관리 기능 중 안전관리 업무가 프로젝트 성공에 미치는 영향도가 비교적 낮게 평가된 것과 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

표 10. 건설사업관리 안전 관리 업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
6-1	안전관리 절차 및 체계의 적정성	80.8	2
6-2	안전사고 발생 시 대처 능력	81.28	1
6-3	사업 참여자의 안전관리 활동 모니터링	71.84	3

안전관리 업무 항목에서 중요도가 높게 평가된 안전사고 발생 시 대처 능력은 BIM을 활용한 운영 시물레이션을 통해 안전성을 확보 할 수 있다. 운영 시물레이션은 유지관리에 사용되는 유지관리 BIM Data를 활용한 것으로 각 공간별 인구이동 및 활동 반경을 고려한 시물레이션이다. 이를 통해 안전관리 절차를 확인 해 볼 수 있다.

(8) 문서 및 정보 관리 관련 업무

문서 및 정보관리 업무는 건설사업 단계별 각종 문서, 도면, 기술자료 등의 체계적인 축적 및 관리에 관한 업무로 정의된다. 앞서 업무별 종합평가에서 보았듯이, 건설사업관리 성공요인으로서 이 업무의 중요도는 아직까지 크게 인식되고 있지 못한 듯하다. 건설사업관리 문서 및 정보 관리 업무 항목별 중요도는 표11과 같다. 문서 및 사업정보의 체계적 축적 및 관리(86.36), 사업정보관리 시스템 운영의 적정성(74.20)등의 순으로 평가되었다.

표 11. 건설사업관리 문서 및 정보 관리 업무 항목별 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
7-1	문서 및 사업정보의 체계적 축적 관리	86.36	1
7-2	사업정보관리 시스템 운영의 적정성	74.20	2
7-3	각종 문서, 보고서 서식 표준화 및 내용의 적정성	60.97	3

BIM Data의 특성인 생산, 공유, 저장, 재사용이 용이하다는 점을 이용하여 문서 및 사업정보의 체계적 축적 관리가 가능하다. BIM을 이용할 경우 건설의 기획, 설계, 시공, 유지관리까지 통합된 데이터베이스 구축이 가능하기 때문에 이를 통한 사업정보의 축적이 가능하다. BIM은 모든 기록을 남길 수 있다. 그렇기 때문에 설계변경의 이력관리, 모든 건축물의 부재 데이터, 설비관리 데이터 등을 모두 데이터베이스화하여 관리할 수 있다. 기존 프로젝트에서 사용되었던 데이터를 비슷한 프로젝트에 적용하여 재활용이 가능하다. 이와 같은 데이터들은 사업정보관리 시스템인 PMIS와 BIM을 연동시켜 활용 가능하다.

4.3 성공요인 BIM적용 우선순위 도출

본 연구에서 분석대상이 되었던 성공요인들은 사실상 중요도 분석결과를 떠나 모두가 사업의 성공을 위해 철저한 관리가 요구되는 요인들이다. 그러나 건설 산업에 활발하게 수행되어지고 있는 BIM을 건설사업관리에서 사용하기 위해서는 성공요인에 우선순위에 해당하는 부분부터 분석 해 봐야할 필요가 있다. 앞서 설문조사를 바탕으로 분석된 4.2장은 BIM의 일반적인 내용을 바탕으로 분석되었다. 따라서 본 장에서는 건설사업관리 성공요인의 BIM 적용 사례분석을 위한 우선순위를 도출하고자 하며 설문분석을 통한 중요도는 표12와 같다.

표 12. 건설사업관리 성공요인 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
1-1	업무 수행계획의 운영 적정성	39.08	30
1-2	WBS/PNS 체계 관리의 적정성	41.97	28
1-3	건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력	92.24	2
1-4	각종 인허가 및 대민업무 등 발주자 업무 지원 능력	63.22	20
1-5	클레임 및 리스크 예측 능력	85.93	8
2-1	입찰/계약 업무 수행 지원	73.15	15
2-2	사업계획서 작성 지원 및 적정성 검토	78.39	13
2-3	지급 자재 조달 관리계획 등 구매기술 관리	50.60	26
2-4	계약 변경 관리	81.44	9
2-5	클레임 및 분쟁 관리 능력	87.20	6
3-1	사업비 계획 및 적정성 검토 능력	91.71	4
3-2	사업비 배정 및 집행 능력	40.53	29
3-3	사업비 관리 시스템의 적정성	38.59	31
3-4	설계 VE 수행 능력	45.31	27
3-5	시공성(Constructability) 검토 및 분석 능력	92.15	3
3-6	생애주기비용(LCC) 분석 능력	57.38	25
4-1	합리적 공정계획 수립 능력	90.06	5
4-2	공정 및 진도 연계 운영 능력	80.60	12
4-3	공정관리 시스템의 적정성	58.43	24
4-4	공정 인터페이스(Interface) 관리 능력	64.08	19
4-5	공정에 따른 자원 배분 계획 능력	63.01	21
5-1	품질 관리 시험기준의 적정성	64.91	18
5-2	설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력	93.56	1
5-3	시공자의 품질 확보 활동 모니터링	65.26	17
5-4	품질 관리계획 절차 및 체계의 적정성	61.83	22
6-1	안전관리 절차 및 체계의 적정성	80.80	11
6-2	안전사고 발생 시 대처 능력	81.28	10
6-3	사업 참여자의 안전관리 활동 모니터링	71.84	16
7-1	문서 및 사업정보의 체계적 축적 및 관리	86.36	7
7-2	사업정보관리 시스템 운영의 적정성	74.20	14
7-3	각종 문서, 보고서서식표준화 및 내용의 적정성	60.97	23

본 논문에서 규정하고 있는 건설사업관리 성공요인을 사례분석을 위해 중요도 지수가 90이상인 항목으로만 도출하면 표13과 같다.

건설사업관리자들은 건설사업관리의 성공요인으로 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력(93.56), 건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력(92.24), 시공성 검토 및 분석 능력(92.15), 사업비 계획 및 적정성 검토 능력(91.71), 합리적 공정계획 수립능력(90.06)의 순으로 중요하다고 평가하였다.

표13. 건설사업관리 성공요인 중요도 순위

요인	항목	중요지수	순위
5-2	설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력	93.56	1
1-3	건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력	92.24	2
3-5	시공성 검토 및 분석 능력	92.15	3
3-1	사업비 계획 및 적정성 검토 능력	91.71	4
4-1	합리적 공정계획 수립능력	90.06	5

### 5. 건설사업관리의 BIM적용 가능성 분석

앞장에서 도출한 건설사업관리 성공요인의 우선순위를 바탕으로 건설사업관리의 BIM 적용 가능성을 실제 사례를 통해 분석하였다. 항목별 특징은 표14와 같다.

표14. 건설사업관리 BIM적용사례 특징

순위	항목	특징
1	설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력	- BIM Tool 활용한 완성도 확인 - 기본설계도면, 기본설계설명서와 BIM 일치여부 확인
2	건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무 협의 능력	- 참여자간 커뮤니케이션 도구 활용 - BIM 개략모델링을 통한 대안검토 - 효율적인 협업 수행 - 사전 리스크 감소
3	시공성 검토 및 분석 능력	- BIM 설비계획으로 시공성 향상 - 설비계획 전과정 입체적 시각화 - 3D모델링을 통한 개략건축
4	사업비 계획 및 적정성 검토 능력	- 대안검토를 통한 공사비 예측 - 신뢰성있는 사업비 예측
5	합리적 공정계획 수립능력	- 4D시뮬레이션 활용한 공정계획 - BIM Tool과 공정표 연동

#### (1) 설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력

2009년 발주된 Y프로젝트 턴키공사에서는 도면을 포함한 기본설계에서 산출되는 모든 BIM Data를 제출하도록 되어있었다. 입찰안내서의 BIM 평가기준은 BIM모델의 완성도, BIM 모델과 BIM Data의 연계성(BIM Data 산출 과정의 합리성), 기본설계 단계에서의 각 분야별 BIM 활용 정도의 적정성, 실시설계, 시공단계, 유지관리 단계별 BIM 활용계획의 적정성을 평가하도록 되어있다. 그러나 턴키에서 처음으로 BIM으로 발주가 되었고 BIM Tool을 다룰 수 있는 사람이 없었기 때문에 발주처 및 CM단에서 제출물을 확인하기가 어려웠다. BIM모델의 완성도는 각 사에서

제출한 BIM을 열어 설계도서대로 잘 모델링 되었는지 확인해야한다. BIM 모델의 완성도에 따라 추출되는 결과물의 퀄리티도 달라지기 때문이다. 퀄리티가 달라지는 것 중 대표적인 것이 도면 추출이다. 도면의 경우 입찰안내서에서는 100% BIM Data에서 추출해서 작성되도록 되어 있었지만 100% BIM 모델에서 추출했는지, cad를 사용하여 도면을 추출하여 제출하였는지, 제출된 BIM모델 열어 직접도면과 일치하는 부분을 확인하지 않고서는 BIM모델과 도면의 일치성을 파악하기 어려웠다. 즉, 제출된 BIM결과물 확인을 위해 Tool을 얼마나 잘 활용할 수 있었고, 얼마나 BIM을 이해했느냐가 중요했다는 말이다. 그림3과, 그림4는 BIM모델과 도면이 일치성을 확인한 예로 그림3은 BIM모델에서 슬래브와 각부재간 접합부위 상태가 양호하였고 도면과도 일치하였다. 이는 완성도가 높은 BIM 모델에서 그대로 도면을 추출하였기 때문에 가능했다.



그림 3. BIM 모델과 도면의 일치성 확인(1)

반면 아래 그림4는 제출된 도면에서는 슬래브가 정상적으로 작성되었으나, 실제 제출된 BIM모델링을 확인한 결과 BIM모델링에서는 슬래브가 누락되어 있었다.

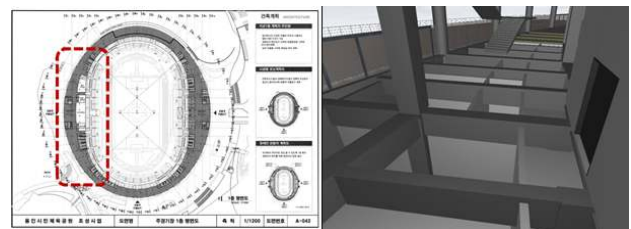


그림 4. BIM 모델과 도면의 일치성 확인(2)

이는 불완전한 BIM 모델로는 도면을 추출할 수 없기에 제출도서에는 정상적으로 표기하고 2D CAD로 추가 작업을 했다고 볼 수 있으며 입찰안내서의 지침을 위반한 것으로 판단할 수 있다. 따라서 건설사업관리자가 BIM 설계 품질 및 용역 성과품 검토를 하기 위해서는 BIM Tool을 손쉽게 다룰 수 있어야 완성도를 확인할 수 있다. 그래야만 BIM모델의 완성도가 높을수록 추출되는 Data가 정확한지 판단할 수 있기 때문이다. 또한 기본설계도면, 기본설계설명서와 BIM Data 구축이 일치하는지 확인 할 수 있어야 하기 때문에 BIM 도면이 추출되는 프로세스와 같이 BIM으로 추출할 수 있는 각종 Data들의 프로세스를 인식하고 활용 할 수 있어야 한다.



(2) 건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무협의 능력

2008년 S사의 CM용역 기본계획 검토 시 BIM을 공사 참여자간의 원활한 의견조정 및 업무 협의를 위한 커뮤니케이션 도구로 활용하여 발주기관의 사업의도가 정확히 반영될 수 있도록 하였다. 본 프로젝트는 BIM의 가장 대표적인 특징인 시각화를 통해 BIM을 통한 대안검토를 실시하였다. 참여자간의 배치 계획안에 대한 협의를 통해 이해도를 향상시켰고, 의사결정을 지원하였다. 수행 내용을 살펴보면, 개략 BIM 모델링을 통한 기본계획 대안 검토하였다. 이는 기존에 2D도면으로 수행하던 기본계획 대안 검토를 아래 그림 5와 같이 3D 모델링을 통해 대체하여 수행되었다. 3D 모델링을 통한 전반적인 대지 파악, 주변 시설물, 도로 등을 시각화하여 현황을 한눈에 파악할 수 있도록 시각화 하였으며, 건물 배치에 따른 기본 계획 대안검토, 기존 주변 시설물과 본 프로젝트를 통해 지어질 건물 사이의 이격 검토를 실시하였다.

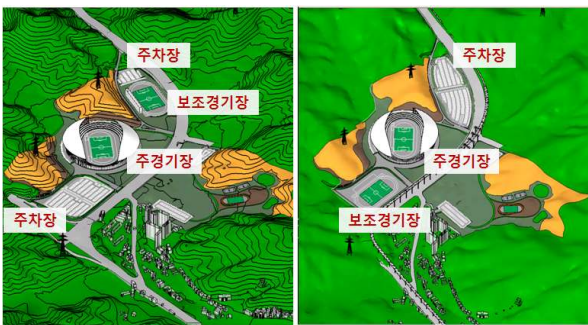


그림 5 기본계획안 대안 검토

또한 다른 유사 사례 검토를 통해 건물의 위치 조정에 반영할 수 있었다. 이러한 BIM 개략모델링 대안 비교 과정을 통해 선정된 최종 대안을 기본계획으로 발전시켜 건물의 전면광장, 복층 하늘조망, 전체 조망 등 주요부분을 검토할 수 있었다. 또한 실제 대지사진과 비교하여 대지위에 건물이 어떻게 지어지는지 다양한 각도에서 BIM 모델링을 통한 조망검토로 환경협의 시에도 유용하게 활용하였다. 본 사례는 참여자간 의견조율시 3D BIM 모델을 보면서 바로 협의가 이루어지기 때문에 효율적이고 정확한 의사소통이 가능했다는 평가를 받았으며 프로젝트 기획단계에서 발주기관의 사업의도를 조금 더 명확하게 검토하여 기본계획 수립을 할 수 있었다.

따라서 건설사업관리자가 건설공사 참여자간 의견조정 및 업무협의를 하기 위해 효율적인 협업을 이끌어낼 수 있는 능력이 중요하며, 이는 BIM 모델링을 통한 시각화를 통해 수행할 수 있다. 다양한 대안(Alt)을 BIM을 통해 디자인, 시공성, 경제성 검증이 가능하고 개념모델을 만들어 미리 검토하게 되면 건물이 요구기능과 지속가능성에 대한 요구사항을 만족시키는지 더 주의 깊게 검토할 수 있다. 즉, 각종 회의 등을 통해 건설공사 참여자간의 업무협의 또는 의견 조정 등이 원활하게 이루어질 수 있도록 할 수 있어 커뮤니케이션 능력이 향상 되어 효율적으로 협업을 이끌어 나갈 수 있을 것으로 판단된다.

(3) 시공성 검토 및 분석 능력

2009년 B제약회사의 백신제조 및 연구시설 신축공사의 설비(기계.전기.소방)의 설계를 사전 BIM 모델링으로 수행하여 시공성 검토를 실시한 사례이다. 제약회사의 설비 시설은 일반 건물과는 달리 공조시설 및 대부분의 설비 시설이 복잡하며 초기 투자비가 고가이기 때문에 사전에 리스크를 줄이는 것이 중요하다. 그러나 현재의 공사 진행 프로세스는 시공 직전에 기계설비 관련업체를 선정하고 2D 도면을 바탕으로 기계설 설비공사를 진행했었기 때문에 많은 리스크가 발생되곤 하였다. 실제로 2D 도면을 기본으로 한 공사는 추후 발견되는 설계오류로 인해 공기가 지연되고 설계변경 및 비용증가 등의 문제가 발생했었다. 이에 리스크요인을 사전에 제거하기 위해 BIM을 통해 최적화된 설비계획으로 시공성을 향상 시키고자 하였다. 따라서 B제약회사의 2D 설계도면을 바탕으로 건축, 구조 BIM 모델링을 실시하고 메인 공장을 포함한 7개 동의 중요 Zone에 따른 덕트 및 배관, 트레이, 스프링클러 등의 설비 부재에 대한 3D 모델링을 수행하여 아래 그림 6과 같이 모델을 완성했다. 2D를 이용한 설비도면만으로는 경험 많은 실무자 이외에는 정확한 파악이 쉽지 않았었지만 본 사례는 전 과정을 모든 시점에서 입체적으로 시각화했기 때문에 3D 모델을 직접 확인해보면서 설비 공종간 간섭을 확인하고 보완 및 수정이 가능했다.

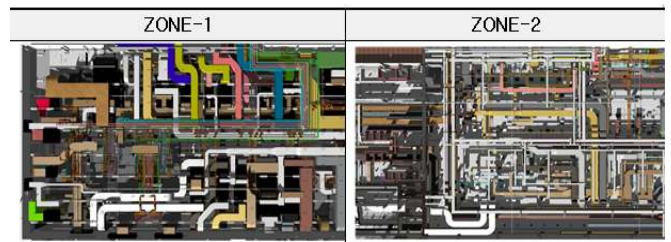


그림 6. 주요 Zone의 설비 BIM 모델링

간섭확인을 하기위해서 간섭체크 프로그램을 사용하여 자동 검색된 설계 오류 및 잘못된 모델링 부위를 관리자는 다음과 표 15와 같이 수정하였다.

표 15. 간섭체크 및 간섭수정

구분	2D설계 CAD 도면	3D모델 간섭체크	3D모델 간섭수정
이미지			
도면명	1층 확대 공조덕트 평면도 56.552648-DR-FX00-HMP-103	Revit plan	Revit 3D view
간섭위치	Grid 5-6 / F-G		
간섭부재	설비의 덕트와 덕트		
설명	원인 : 덕트레벨 오류 / 대안 : 덕트레벨 조정		

이렇게 간접검토로 사전 시공성을 확인한 후의 최종 모델을 통해 원하는 위치에서 3D View 확인 가능하고 시공하기 복잡한 부분 및 원하는 부분별 단면검토가 가능했으며 원하는 위치를 도면으로 출력이 가능했다. 따라서 정확한 보다 완성도 높은 시공이 가능할 것이다. 이와 같은 제약회사의 복잡한 설비시설을 BIM을 활용한 사전 시공계획으로 공사의 신뢰성을 향상시키고, 입체적 표현에 의한 가시성을 향상시킴으로써 공사 참여자에게 빠른 이해를 시킬 수 있었다. 특히 경험이 부족한 참여자들에게 보다 쉽고 정확하게 설비공사의 내용 전달이 가능했다. 건설사업관리자는 이를 통해 공사 참여자들에게 시공전 설비 시공성 검토를 실시하여 최적의 설비계획 및 품질향상을 도모 할 수 있으며, 설비 공중별 협업을 통해 공기단축 및 시공성 향상에 긍정적 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

(4) 사업비 계획 및 적정성 검토 능력

2009년 발주된 Y시민체육관 터키공사에서 BIM을 활용하여 사업의 적정성을 검토한 사례이다. 체육관 사업비의 가장 큰 비중을 차지하는 부분은 지붕구조시스템이기 때문에 크게 설계안의 지붕디자인에 따라 개략견적을 실시하였고 구조시스템 결정 후 철골 물량에 따른 사업비 예측을 수행하였다. 세부내용은 표16과 같다. 우선 마스터 플랜 계획안에 따라 모델링을 하고 모델링된 지붕면적에 따른 견적을 산출해 총 사업비 규모를 예상하였다. 그 다음 디자인된 지붕 설계안 대안1(Alt 1)과 대안2(Alt 2)의 각각의 BIM 모델링을 통해 지붕면적에 따른 사업비 검토를 실시하였다. 검토한 설계안과 지붕 면적에 따른 개략 견적을 통해 최종 계획안으로 대안2(Alt 2)를 확정했다. 이렇게 확정된 대안2(Alt 2)의 구조시스템을 선정하기 위해 BIM을 활용하여 모델링 물량산출 작업을 실시하였는데 철골 수량이 많아져 공사비가 과다하게 나올 것으로 예상되었다. 이에 철골수량 절감을 위해 BIM을 활용한 지붕 트러스의 대안검토 작업이 수행되었다. 총 4개의 대안이 도출되었으며 지붕트러스 대안과 각 대안별 물량에 따른 견적안을 공사 참여자들과의 협의하였다.

표 16. 지붕구조시스템 물량 산출 과정

지붕구조시스템 물량산출 과정		
설계안의 지붕면적으로 개략 견적	1	마스터 플랜 계획안 모델링: 지붕면적에 따른 사업비 규모 예상
	2	지붕설계안 Alt 1, 2 제안: 지붕면적에 따른 공사비 작업
	3	설계안 검토와 개략 견적을 통해 최종 계획안 Alt 2 확정
구조시스템에 따른 물량 산출 및 공사비 예측	4	Alt 2의 구조안 모델링 수량 작업 → 철골 수량 많아져 공사비 과다
	5	철골수량 절감을 위한 지붕트러스 Alt 1, 2, 3, 4 대안 검토 실시
	6	지붕트러스 대안과 견적안의 고려에 따라 Alt 1, 4의 절충 대안 필요
	7	지붕트러스 최종 대안 Alt 5로 선정 후 물량 산출
	8	골조 모델링에 따른 물량 산출 및 공사비 예측

협의된 대안은 4개의 대안 중 디자인적인 측면이 우수

한 대안인 트러스 대안1과 시공성 및 경제성이 우수한 트러스 대안4의 절충 대안이 필요하다는 것이었다. 따라서 트러스 대안1과 트러스 대안4를 절충한 최종 트러스 대안인 Alt 5로 확정하여 모델링을 수행하고 골조 모델링에 따른 정확한 물량을 산출하여 신뢰성 있는 공사비를 예측할 수 있었다.

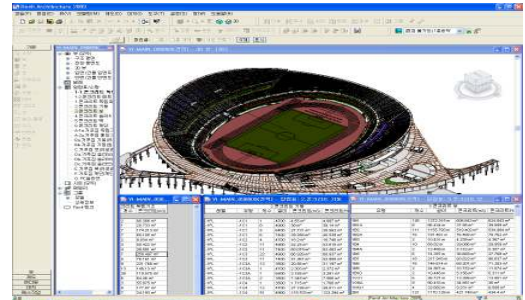


그림 7. 물량 산출 화면

본 사례에서는 견적에 관한 모든 대안을 BIM으로 시각화하여 공사 참여자들과 협의하였다. 특히 지붕 트러스의 세부 디자인 검토는 복잡한 비정형 구조체를 시각화하여 설계안이 발전되는 과정의 문제점 파악 및 정확한 대안분석이 가능했기 때문에 만족도가 매우 높았으며 제한된 예산안에서 신뢰성 있는 공사비를 산정할 수 있었다. 최근 건설시장이 복잡화, 대규모, 특성을 보이고 있는데 이는 예산의 중요성도 더욱 커지게 될 것이라는 것을 의미한다. 예를 들면, 총 공사비가 100억의 예산을 가질 때와 1000억의 가질 때의 1%의 예산의 오류가 발생한다는 것은 곧 프로젝트의 성과와 관련되기 때문이다. 따라서 건설사업관리자의 사업비 예측은 중요하며 보다 정확하고 효율적이며 신뢰성 있는 물량산출이 중요하며 제한된 예산안에서 최상의 결과를 도출할 수 있어야 한다. 이는 BIM을 통해 해결할 수 있다. 건설사업관리자는 BIM의 시각화와 BIM에서 산출되는 BIM Data를 기반으로 하는 물량 산출의 프로세스를 이해할 수 있어야 한다. 이를 통해 설계 변경되는 과정에서의 문제점 파악과 정확한 대안분석을 제시할 수 있으며, 2D 물량산출에서는 시각적으로 파악하지 못했던 부분의 물량산출을 확인 할 수 있다. 또한 프로젝트에 사용했던 견적 데이터가 재활용 가능하기 때문에 비슷한 프로젝트에 적용하여 초기 공사비 산정에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

(5) 합리적 공정계획 수립 능력

2008년 H건설에서 수행한 공정계획에 BIM 적용 가능성을 알아보기 위해 수행한 프로젝트다. 본 프로젝트 건물의 골조부분 시공은 최근 초고층빌딩에서 많이 쓰이는 변형된 Top-Down 공법을 사용하고 있다. 그러나 이러한 변형된 공법을 공정표나 시방서만을 의존해 시공할 경우 시공자와 설계자간의 의사소통 미비로 시공 설계도면 파악 등 시공법을 익히고 실행하는데 많은 시간과 노력이 필요하게 되며 숙련된 시공자의 경우 문제가 없겠지만, 미숙련 시공자를 고용 시 많은 교육시간과

비용 또한 소요되게 된다. 따라서 사전에 골조부분의 공정계획을 수립하고 4D 시뮬레이션을 활용하여 합리적 공정계획을 수행하고자 하였다. 우선 건물의 3D 골조 모델링을 실시하고 그 부분을 대상으로 공정계획 수립을 수행할 수 있는 BIM 프로그램인 나비스웍스(Naviswork)와 MS Project 공정표를 연동하여 그림8과 같이 4D 시뮬레이션을 구현하였다.

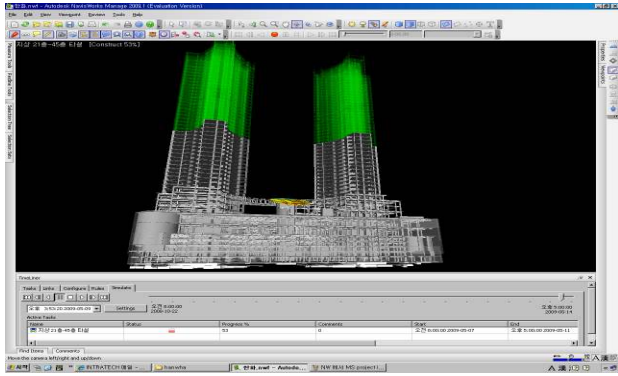


그림 8. 4D 시뮬레이션 구현

본 4D 시뮬레이션을 통한 시각화로 사전검토가 가능하였기 때문에 작업오류를 발견하고 수정 가능했으며 골조공사 프로세스를 쉽게 예측할 수 있었다. 이러한 공정계획을 수립하기 위한 BIM 건축시공 시뮬레이션(4D)은 기존의 2D 프로그램을 통해 선과 점을 이용해 작성되던 2차원 도면을 3D BIM을 통해 입체적이며 실제 형태와 똑같은 3차원 도면을 작성하게 된다. 그 다음 3차원 도면에 시간의 개념을 더하여(공정과 연계) 4D시스템이 구축되고, 시뮬레이터를 통해 3D의 각 부재들이 공정에 따라 순차적으로 구현된다. 즉, 4D 시뮬레이션을 사용하기 위해서는 3D 모델링이 선행 되어져야 하며 이 모델링은 단순한 형상만을 표현하는 것이 아니라 각각의 그래픽 객체가 물리적인 시설의 구성요소들과 논리적인 연관성을 가지고 있어야 한다는 것이다. 따라서 건설사업관리자는 BIM을 활용하여 합리적인 공정계획을 수립하기 전에 2D 방식의 공정관리와 BIM 공정관리의 차이점을 다음 표 17과 같이 정확하게 인식하여야 한다.

표 17. 2D방식의 공정관리와 BIM 공정관리의 차이점

구분	내용
2D방식 공정관리	- 설계와 공정계획의 별도 작성, 4D 애니메이션 제작을 위해 2D를 3D로 재작업 필요, 공정계획에 따른 수정 불가
BIM 공정관리	- 설계단계에서 공정계획을 반영하여 BIM Data 작성, 재작업 없이 공정계획과 설계정보 연결, 공정계획변경에 따른 공정 시뮬레이션 가능

그리고 공정표를 확인하고 모델의 각 객체들을 공정순서에 적용할 수 있게 하는 것이 BIM을 활용한 4D시뮬레이션을 시작하기 위한 핵심부분이기 때문에 3D모델링 부분과 4D시뮬레이션 부분간의 객체 세분화를 위한 공정표

및 모델의 확인과 이해도 반드시 선행되어야 한다. 마지막으로 공정간 간섭최소화, 작업일정 조정, 자원(자재, 장비, 인력) 관리 등의 장점을 부각하여 예정공정계획의 BIM 시뮬레이션을 활용하여 사전 검증을 실시한다면 업무효율 향상 및 생산성 향상에도 큰 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

## 6. 결론

본 연구에서는 건설사업관리의 성공요인의 우선순위를 도출하여 건설사업관리에 어떻게 BIM을 적용하면 되는지 실제 사례를 통해 분석하여 그에 따른 방향을 제시하였다. 그 결과 먼저 건설사업관리 전체 업무 영역에서 사업비 관련 업무와 공정관리 업무가 가장 우선되어야 할 요인으로 평가 되었다. 각 세부 요인별로는 '설계 품질 및 용역 성과품 검토/확인 능력', '건설공사 참여자간의 의견조정 및 업무협업 능력', '시공성 검토 및 분석능력', '사업비 계획 및 적정성 검토 능력', '합리적 공정계획 수립 능력' 등이 가장 중요한 요인으로 평가되었다.

일반적으로 중요도가 높은 요인은 건설사업의 특성에 따라 중요도가 달라질 수 있는 요인보다는 모든 건설사업관리 적용 건설사업에 공통적으로 적용될 수 있는 요인들이었고, 세부적인 기술 또는 업무내용과 관련된 요인보다는 사업 전체에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 높게 평가된 것으로 분석된다. 이에 따른 BIM의 적용성을 살펴 본 결과 건설사업관리의 중요도 요인과 마찬가지로 세부적인 기술 및 특정 업무에 BIM을 적용하여 효율성을 높인다는 것 보다는 건설사업관리 전반적인 업무에 적용하여 사업 전체에 영향을 미치며 BIM을 적용할 수 있다는 것으로 판단된다. BIM적용 사례 분석을 통해 건설사업관리 특정 업무가 아니라 전반적인 업무에 적용 가능하며 사업 전체에 영향을 미칠 수 있다는 것을 분석할 수 있었다. 이와 같이 본 연구에서 사례 분석된 결과와 같이 건설 프로젝트를 이끌어 나가는데 중심적인 역할을 하는 건설사업관리에서 BIM을 적용하고 이에 따른 효과를 극대화 시킬 수 있는 방안을 제도, 기술, 조직과 인력의 교육적인 차원에서 건설 산업에서 먼저 수립해 나간다면, BIM적용을 정착시키는 체계적인 틀을 제공함은 물론 건설시장경쟁에서 우위를 확보 할 수 있을 것으로 생각된다. 한계점으로는 본 논문에서는 아직 건설사업관리에 BIM의 적용이 초입단계인점을 고려하여 불특정 건설사업관리 전문가를 대상으로 선정하여 설문조사를 실시하여 적용가능성을 분석하였다. 그러나 추후 한 프로젝트의 기획설계단계부터 유지관리단계까지의 전단계에 걸친 실제 수행한 프로젝트를 대상으로 실제 BIM CM팀의 업무에 관한 설문조사가 이루어져야 할 것이며 프로젝트가 발주될 때 마다 변경되는 발주서의내용이 고려된 조금 더 현실적인 적용 방안이 추가된 연구가 향후 진행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 권달우, “웹 기반 건축설계도서 정보체계 구축 방안”에 관한 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, v.22 n.2, 2002
2. 김선규, “국내 CM시장의 지속적 발전을 위한 CM업체간 전략적 협력체계 구축 모델” 대한건축학회 논문집, 제22권 제12호, 2006
3. 김한수, “파트너링 성공사례분석을 통한 주요 성공요인 및 Best Practice 발굴 연구”, 대한건축학회 논문집, 제18권 제7호, 2002
4. 이복남, “건설사업관리의 업무기능과 역할분담”, 건설교통부 연구보고서, 1999
5. 이종국, “건설프로젝트 관리의 상호작용 모델과 분석방법론 개발”, 대한건축학회논문집, 제 20권 제 4호, 2004
6. 이현수, “건설공사 참여주체간 협력체계 향상을 위한 웹 기반 EDI 모델 개발”, 대한건축학회논문집, 제19권 제6호, 2003
7. 안은진, “건설사업 참여주체 관점에서 건설사업관리 성과측정에 관한 연구”, 한국건설관리학회논문집, 제9권, 제3호, 2008
8. 전형철, “건설사업관리의 제도 정비와 공공사업 적용에 대한 고찰” 감사원 감사논문집, 2004
9. 이진희, “BIM기반 통합설계프로세스의 국내 적용 가능성에 관한 연구”, 한국실내디자인학회 논문집, 제16권 제6호, 2007
10. 김선호, “BIM의 시공단계로 확대 방안”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 제 27권 제 1호, 2007
11. 박수훈, “국내 BIM 초기도입현황과 BIM의 환경분석응용”, 한국 CAD/CAM학회 추계학술발표대회 논문집, 제7권 제2호, 2007
12. 강현철, “BIM사례분석에 의한 건설 업무 통합모델 개발에 관한 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 제 27권 제 1호, 2007
13. 장세준, “현장 Mock-up의 BIM 기반 시뮬레이션 기법 적용성 분석 연구”, 대한건축학회 논문집(구조계), 대한건축학회, 제23권 제10호, 2007
14. 강현철, “BIM사례분석에 의한 건설 업무 통합모델개발에 관한 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 제27권 제1호, 2007.
15. 알피건축사사무소, [www.rpaec.com](http://www.rpaec.com)

논문접수일 (2010. 06. 25)

심사완료일 (1차 : 2010. 07. 22, 2차 : 해당없음)

게재확정일 (2010. 08. 06)