

# 시공성 분석업무 개선을 위한 BIM 기술의 적용방안

## Improving Constructability Analysis Tasks by Applying BIM Technology

박 찬 식\*  
Park, Chan-Sik

박 희 택\*\*  
Park, Hee-Teak

### 요 약

최근 건설 프로젝트는 대형화, 복잡화, 고층화 그리고 발주방식의 다양화에 따라 사업 초기단계부터 설계, 입찰, 계약, 시공, 유지관리의 모든 과정을 연계하는 업무의 통합관리가 중요시되고 있다. 특히, 설계와 시공단계의 시공성 분석은 프로젝트의 목표와 성능의 극대화에 필수적인 주요 업무로 인식되고 있다. 하지만, 국내 건설실무에서의 현행 시공성 분석 업무는 2D 도면과 문서를 기반으로 수행되고 있으며, 프로젝트 단계별로 분석되어야 할 업무수행 범위, 방법과 절차가 체계적이지 못하고, 또한 실무자의 경험적 지식에 의존하여 생성되는 분석정보의 일관성의 유지와 축적 및 활용이 어렵고, 효율적인 업무 수행을 위한 적절한 기술이나 기법의 활용이 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 현재 국내 건설 산업에서 수행되고 있는 시공성 분석의 업무내용을 규명하고, 그 실무적 한계를 파악하여, 최근 전 세계적으로 건설프로젝트에 활발히 도입 및 활용되고 있는 BIM의 개념과 기술의 시공성 업무에의 적용성을 분석하였고, 현행 시공성 분석 실무에의 적용 기대효과를 제시하였다.

**키워드** : 시공성 분석, Constructability, Building Information Modeling, BIM

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트 제 단계에서 수행되는 시공성<sup>1)</sup>분석은 비용절감, 품질향상, 공기단축 등 프로젝트의 최종 목표를 달성하기 위한 주요한 업무로 인식되고 있다. 하지만, 이러한 중요성에 비하여 국내 건설실무에서의 현행 시공성 분석은 사업단계별 업무의 구체성이 부족하고, 업무수행을 위한 방법과 절차가 체계적이지 못할 뿐만 아니라 적절한 기술 또는 기법의 적용이 부족한 실정이다. 이는 다분히 시공성 분석업무의 복잡성과 도면 및 문서기

반의 분석에 활용되는 기술정보의 효과적인 운용의 어려움에 기인한다. 이에 본 연구는 최근 세계 건설 산업의 제 분야에서 도입하여 프로젝트 업무와 정보의 통합관리기술로 활용되고 있는 Building Information Modeling(BIM)<sup>2)</sup>의 개념과 기술이 적용 가능한 시공성 분석업무를 도출하고 그 기대효과를 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 시공성 분석이 가장 활발히 이루어지고 있는 설계 단계와 시공단계로 연구범위를 한정한다.

\* 중신회원, 중앙대학교 건축학부 교수, 공학박사(교신저자), cpark@cau.ac.kr

\*\* 일반회원, 중앙대학교 건축학과 박사과정, htpark0129@wm.cau.ac.kr

1) 영국의 CIRIA(Construction Industry Research and Information Association)에서는 시공성을 "Buildability"로 칭하고, 건축 시설물의 전반적인 요구사항을 만족시키고, 시공을 용이하게 하는 건축설계의 정도라고 정의한다. 미국 CII(Construction Industry Institute)에서는 "Constructability"라 칭하며 프로젝트의 전체 목적을 달성하기 위한 계획, 설계, 조달 및 시공단계에서 시공지식과 경험의 통합이라고 정의한다. 호주의 CIA(Construction Industry Institute, Australia)는 미국과 마찬가지로 "Constructability"라 하고 프로젝트의 목표와 성능의 극대화를 얻기 위해 다양한 프로젝트와 환경적인 제약사이의 균형을 유지하고, 프로젝트 전 과정에서 시공지식의 통합을 달성하기 위한 시스템이라 정의하고 있다. (<http://www.ciria.org.uk>, <http://www.construction-institute.org>)

2) 건축물, 시설물의 3D 형태정보뿐만 아니라 구체적인 속성정보를 모델링하여, 프로젝트의 초기 정보에 대한 부정확성으로 인해 발생하는 다양한 오류를 최소화하고, 설계와 시공에 관련한 도서와 사용되는 모든 정보의 통합관리가 가능하고, 사업 각 참여주체들 사이의 원활한 의사소통을 가능케 한다.

먼저, 문헌조사와 선행연구 고찰을 통하여 시공성 분석의 업무내용을 사업수행 단계별로 규명한다. 또한, BIM이 적용된 프로젝트 사례 분석과 전문가 면담조사를 통하여 BIM 기술의 적용이 가능하고 그 효과가 큰 시공성 분석 업무들을 도출한다. 그리고 BIM 기반의 개선된 시공성 분석 방안을 제시한다. 본 연구의 구체적인 내용과 절차는 다음과 같다.

- 1) 시공성 분석과 관련한 문헌 및 선행연구의 고찰을 통해 시공성 분석 업무내용을 조사·규명하고, 개선의 필요성을 제시한다.
- 2) BIM의 개념과 기술을 고찰하고, 국내·외의 BIM 적용사례와 활용기능을 조사·분석하여 시공성 분석 업무에 BIM의 적용 가능성과 활용기능을 구분하여 제시한다.
- 3) 전문가 방문면담조사를 통하여 BIM의 기술과 기능이 활용 가능한 시공성 분석 업무를 도출하고, 그 적용성을 분석한다.
- 4) 마지막으로, BIM 기술과 기능을 활용한 시공성 분석 업무의 기대효과를 제안한다.

## 2. 시공성 분석

### 2.1 시공성 분석의 업무내용

시공성(Constructability or Buildability)은 영국의 CIRIA, 미국의 CII, 호주의 CIA와 같은 외국의 여러 기관에서 정의한 바와 같이, 프로젝트의 목표와 성능을 극대화하기 위한 프로젝트 제 단계에서의 시공지식과 경험을 통합하는 업무시스템으로

인식되고 있다. 특히 건설실무에서의 시공성 분석 업무는 설계 단계와 시공단계에 왕성하게 수행되고 있다.

그림 1은 현행 실무의 건설 프로젝트 각 단계별 시공성 분석 업무의 내용을 나타낸 것으로, 프로젝트가 시작되면 발주자, 설계자, 시공자 등 프로젝트의 참여주체는 전체 프로젝트 및 각 단계별 업무수행 계획을 수립한다. 먼저, 기획단계에서는 프로젝트 계약방식을 선정하고, 전체 프로젝트에 대한 일정, 사업예산, 조달, 시공계획을 수립한다.

설계단계에서는 기획단계에서 계획된 업무를 구체적으로 실행하기 위해 설계관련회의를 주관하고, 일정계획을 확립한다. 또한, 프로젝트에 소요되는 물량과 견적을 산출하고, 건물배치 검토, 디자인 대안검토, 설계도면검토, 설계변경 및 오류검토, 공공간 간섭체크 등의 업무를 수행한다.

시공단계에서는 설계단계 업무내용을 근간으로 시설물을 준공하기 위해 시공회의를 실시하여 현장업무순서계획, 가시시설물 배치계획을 수립하고, 업무수행시 발생 가능한 시공오류 및 누락검토와 효율적인 공사업무를 수행하기 위한 선제작 및 선조립, 인력, 자재, 장비 투입검토 등의 업무를 수행한다. 이는 설계 단계에서 이루어진 업무내용과 유기적 연계를 통해 수행된다.

마지막으로 유지관리단계에서는 기획, 설계, 시공단계의 결과로 완성된 시설물에 대한 시운전을 실시하며, 이를 통해 향후 시설물의 운영 및 유지관리를 위한 계획을 수립한다. 또한, 프로젝트 완료 후, 그 결과에 대한 성과측정 및 평가를 통해 문제점과

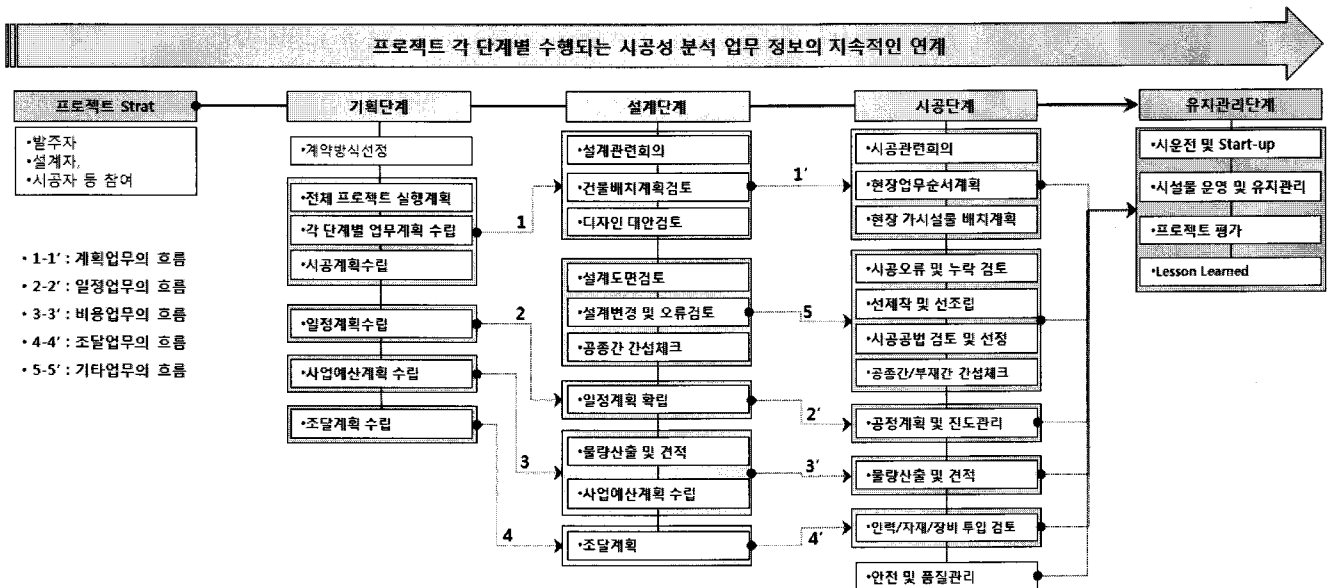


그림 1. 프로젝트 각 단계별로 수행되는 기존 시공성 분석 업무

자료 : Construction Management Committee of the ASCE Construction Division(1991), "Constructability and Constructability Programs : White Paper."

한계점을 파악하고, 이를 후속 프로젝트에 효율적으로 반영하기 위한 정보를 관리한다.

이를 살펴본 결과, 시공성 분석 업무는 대부분 프로젝트의 계획, 일정, 비용(예산), 조달과 관련된 업무를 중심으로 수행되고 있으며, 특히, 프로젝트 전(全) 단계의 업무에 대한 수많은 정보가 유기적으로 연계되는 특성을 지니고 있다.

## 2.2 연구동향

### (1) 국외

시공성 분석에 관한 국외의 연구는 건설프로세스에 시공성 분석을 통합하는 모델 및 업무절차의 개발에 관한 연구와 시공성 분석의 활용주체별 적용효과와 분석을 통한 활용의 권장에 관한 연구가 수행되었다.

표 1은 국외 시공성 분석에 관한 연구내용을 요약·정리한 것이다.

표 1. 국외 시공성 분석 연구

저자	제목	주요 내용
Stuart D. Anderson 외 2인 (2000)	Integrating Constructability into Project Development: A Process Approach	- 21개의 시공성 분석 프로그램 가이드라인의 기능요소를 바탕으로 CRP (Constructability Review Process) 모델 개발
Deborah J. Fisher 외 2인 (2000)	Integrating Constructability Tools into Constructability Review Process	- CRP를 적용하여 총 52개의 시공성 분석 틀을 개발하고, 틀에 포함된 기능요소를 바탕으로 추가적인 업무지원 로드맵 제시
George Jergeas 외 1인 (2001)	Benefits of Constructability on Construction Projects	- 프로젝트에 시공성 분석 적용 시 잠재적 이익과 실질적 이익의 격차 조사·분석(전문현회를 대상으로 함)
David Arditi, M. 외 2인 (2002)	Constructability Analysis in the Design Firm	- 디자인 전문가들의 효과적인 시공성 분석 업무수행을 위한 방안 제시

### (2) 국내

표 2에 정리된 바와 같이 국내 시공성 분석 관련 연구는 실제 건설 실무에 시공성의 개념을 적용하기 위한 응용연구가 수행되었다.

표 2. 국내 시공성 분석 연구

저자	제목	주요 내용
김호중의 3인 (1999)	공용청사에서 시공성 분석개념 활용방안에 관한 연구	- 설계단계에서 효율적인 설계 검토를 위한 시공성 분석업무의 체크리스트 개발
오정욱의 2인 (2002)	건설사업 제 단계에서 시공성 개념의 적용방안에 관한 연구	- 시공성, 설계검토, VE, 시공성 검토 등의 개념을 비교하고, 사례 검증을 통해 합리적인 시공성 분석 적용 방안을 제시
권동혁의 1인 (2003)	고층사무소 프로젝트의 시공성 항목 분석에 관한 기초 연구	- 시공단계에서 반복적으로 발생하는 항목을 파악하여, 우선순위를 도출하고 특징을 제시하여 각 항목들의 영향도 측면을 조사·분석한 결과 제시
남용호의 4인 (2007)	공공부문 일괄사업 실시단계에서의 파트너링과 시공성 분석 적용방안	- 파트너링과 시공성 분석 개념을 일괄 일괄 방식 실시단계에서의 효율적인 적용 방안을 제안

국내·외 문헌 고찰을 종합한 결과, 선행연구는 건설 프로세스에 시공성 분석의 적용을 위한 모델과 틀 및 절차의 개발과 개념의 응용 연구로서 가치가 있다 하겠다. 또한, 건설 프로세스에 시공성 개념의 적용 필요성이나 검토 절차와 방법을 제안하고 있다. 하지만 개발 및 제시된 모델이나 도구들은 모두 2D 문서를 기반으로 하고 있어, 실제 업무상황에서의 그 사용 용이성과 효율성 및 적용 효과는 그다지 높지 않을 것으로 판단된다. 또한, 시공성 분석 업무는 수행범위 및 절차와 방법 등이 체계적이지 못해 대부분 실무자의 경험적 지식에 의존하고 있는 실정이다. 이로 인해 시공성 분석 업무 수행에 활용되는 정보의 일관성과 정확성이 부족하고, 분석된 업무내용을 참여주체 간 공유하기 어려우며, 생성된 정보의 축적 및 활용이 효율적이지 못하다.

## 3. BIM

### 3.1 BIM의 개념 및 정의

BIM은 건축 프로젝트의 라이프사이클 동안에 생성되는 정보, 조직, 업무 등을 통합·관리할 수 있는 기술이고, 건축물에 포함되는 모든 정보를 축적, 자동생성, 재사용 및 관리할 수 있는 과정이다. 이를 그림 2과 같이 나타낼 수 있다.

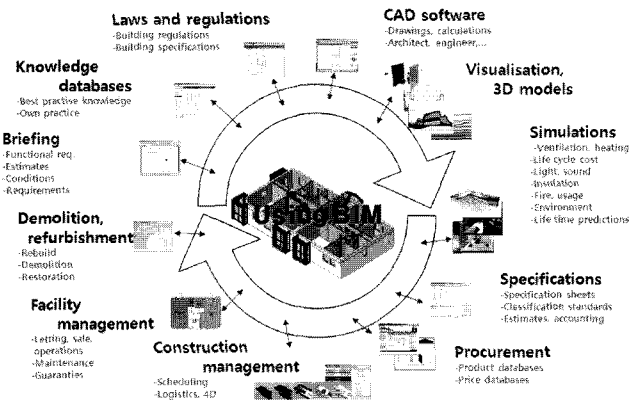


그림 2. 건설 프로젝트 라이프사이클 업무와 BIM 기술의 활용

자료 : Buildingsmart Korea(www.buildingsmart.or.kr)

또한, 각 객체들의 특성, 관계, 제약사항 등의 정보가 모델 데이터를 활용한 시뮬레이션과 계산에 의해 생성되는 설계의 자동화 및 최적화가 가능한 것으로 정의하고 있다(이진희, 2007). 다시 말하자면, 프로젝트 각 단계별 업무를 수행하면서 발생하는 데이터를 순차적 혹은 유기적으로 전달하는 형태로 건설 프로세스를 3D 기반 객체정보를 중심으로 관련 데이터를 통합·관리함으로써, 각 관련 분야에서 발생하는 정보의 불확실성, 부정확성, 표현에 대한 인식오류 등을 최소화하고, 도면의 부정확성 및

불일치로 인해 발생하는 비용증가, 공기지연 및 품질저하 등의 문제를 해결할 수 있는 측면에서 근래에 들어 하드웨어와 소프트웨어의 발전과 함께 글로벌 차원의 이슈가 되고 있다(최철호, 2008).

이러한 BIM에 대한 정의는 현재 BIM 기술의 활용을 권장하는 관련 발주기관, 전문단체 또는 소프트웨어 Vendor에 따라 BIM이 지닌 속성, 역량, 기능의 측면에서 다양하게 규정되고 있다.<sup>3)</sup>

### 3.2 BIM 기술

BIM 기술의 이점을 기능적, 관리적, 프로세스 측면으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기능적 정보생성 측면에서는 3D CAD 시스템의 객체정보를 활용하여 투시도, 조감도, 상세도, 렌더링 등을 위한 모델을 생성할 수 있다. 또한, 프로젝트의 일정과 연계된 4D 모델링을 통하여 구체적인 시공과정의 가상현실 시뮬레이션이 가능하다.

둘째, 생성된 정보의 관리적 측면으로는 프로젝트 수행과정에서 생성되는 물량, 비용, 자재목록 등의 정보와 구조분석, 에너지 분석 등의 데이터를 통합·관리할 수 있다. 이를 통해 데이터의 손실, 재설계, 재시공 등의 비효율적인 문제를 해결할 수 있다.

셋째, 업무 수행 프로세스 측면에서 살펴보면, 각 단계별로 생성되는 객체정보를 중심으로 각 프로젝트의 해당업무와 관련된 다양한 정보를 통합하여 유기적으로 연계시킬 수 있고, 또한, 단절된 업무수행에서의 정보의 부정확성으로 인해 발생하는 오류

와 누락을 방지하고, 신속 및 정확하게 변경, 수정, 처리할 수 있다. 궁극적으로는 각 단계별 정보의 원활한 흐름을 유도하여 업무 프로세스의 향상을 도모하는 3D 객체정보 기반의 건설사업 정보관리시스템의 역할을 할 수 있다.

### 3.3. BIM 적용사례분석

#### (1) 국내

현재 국내에서도 설계와 시공단계에서 BIM을 기반으로 한 3D CAD 시스템이 건설 프로세스의 해당 업무에 부분적으로 적용되고 있다.<sup>4)</sup> 먼저 설계단계에서는 3D 기반 건물배치검토, 설계안 검토, 조감도 검토, 인테리어의 대안 검토, 그리고 착공이전 시공성 검토와 공종별 간섭체크, 상세설계도면 검토, 물량산출 및 견적 업무에 적용되고 있다. 또한, 비정형 부위에 대한 공간배치계획과 설계변경, 정확한 자재설치 및 공종간 간섭검토 등을 위한 목적으로 BIM을 활용하고 있다.

시공단계에서는 4D 시뮬레이션을 통해 공정관리, 안전관리, 일정관리 등의 프로젝트 관리업무에 적용하였고, 공종간 간섭체크, 3D 모델링을 통한 시공협의 및 시공성 검토 등에 적용하여, 설계 및 시공과정 동안에 발생할 수 있는 도면의 누락 및 중복, 재설계 및 재시공을 최소화하기 위한 시공의 효율화를 꾀하고 있다. 특히, BIM 기반에서 생성된 정보를 활용하여 사업 참여자들의 의사소통 및 협업의 문제를 효과적으로 해결하고자 하는 노력을 하고 있다.

#### (2) 국외

국외에서는 비정형 건축물 및 초고층 건축물 등 다양한 형태로 디자인되고 대형화, 복잡화 된 시설물을 대상으로 BIM이 활발히 적용되고 있다. 또한, 국내와는 달리 프로젝트 각 단계별 업무를 연계하고, 통합적용하기 위한 목적으로 BIM 적용사례가 점차 증가하고 있다. 특히, 공공부문에서 BIM을 적극적으로 활용하고 있으며, 이를 건설 산업의 구조와 업무수행 방식의 근본적인 패러다임의 변화로 인식하고 있다.<sup>5)</sup>

먼저, BIM이 적용된 설계단계 업무를 살펴보면, 설계지침서 작성, 시공성 검토, 설계 인터페이스 관리, 설계도서 및 도면 검토, 설계변경 검토, 설계관련회의, 설계VE, 물량산출 및 견적, 구조설계 및 구조분석, 에너지 및 환경분석, 공종별 간섭체크 등이 있다.

시공단계에서는 시공상세도 검토, 4D 시뮬레이션을 이용한

3) 각 기관별 BIM의 정의

구분	BIM 정의	
기관	NIBS	- 건물의 물리적, 기능적 특성에 대한 디지털 표현이 가능하고, 이해관계자들의 규칙을 반영한 정보의 삽입, 추출, 업데이트 또는 수정가능하며, 시설의 각 단계에서 이해관계자들의 협업을 지원하는 것
	GSA	- 시설에 요구되는 다양한 정보에 사용된 데이터를 객체기반의 지능적인 파라메트릭을 기반으로 디지털화가 가능한 것
Vendor	ArchiCAD	- 기하학적 정보와 비 기하학적 정보를 함께 포함하는 하나의 저장고
	Autodesk	- 건물설계와 시공에 있어 일관적이고, 계산이 가능한 프로젝트 정보의 생성과 사용에 의해 건물의 설계와 문서화를 하는 방법론
협회	AIA	- 프로젝트 기반의 객체지향모델로 가상설계의 시공을 실현할 수 있는 핵심적 요소
	AGC	- 다양한 사업주체들의 요구사항에 적절한 의사결정 지원을 위해 활용될 수 있는 정보를 생성하고, 시설물의 정보를 디지털로 표현할 수 있는 것

주) NIBS: National Institute of Building Standards, GSA: General Services Administration, AIA: American Institute of Architects, AGC: Associated General Contractors

4) 현재 국내의 설계단계에 적용된 혹은 적용하고 있는 프로젝트는 성균관대학교 학술정보관, 판교타운하우스, 용인시민체육공원, 한국 예술섬 서울 공연예술센터, 동대문 역사문화공원 등이 있다. 또한, 시공단계의 경우는 디큐브시티 프로젝트, 동대문역사문화공원, 두산위브 더 제니스 등이 있다. 이러한 프로젝트 사례들은 외국단체 및 전문가와의 교류가 왕성한 Buildingsmart Korea의 다양한 학술활동에서 발표되고 있다.

5) 국외 사례는 Chuck Eastman 외(2007), "BIM Handbook,"과 Willem Kymmell(2008), "Building Information Modeling,"을 참고하였음. 현재 국외에서는 장기적인 관점에서 BIM과 관련된 가이드라인의 개발 및 법제도와 추진전략을 수립하기 위해 다방면으로 노력하고 있다.

시공공정관리, 시공계획 및 시공성 분석, 시공관련회의, 시공도면검토, 공종별 혹은 부위별 간섭체크, 자재관리, 설계 및 시공 변경 검토, 시공VE 등의 업무에 적용하고 있다.

이러한 내용을 종합한 결과, 표 3과 같이 국내·외에서 BIM을 적용하고 있는 업무내용은 유사하지만, 국내의 경우, 각 단계별로 일부 특정업무에 한정하여 BIM을 적용하고 있는 반면, 국외에서는 각 단계별 업무에 BIM 기능을 연계하여 정보의 원활한 공유, 상호 운용성 향상 그리고 협업을 위한 목적으로 활용하고 있다.<sup>6)</sup> 또한, BIM 기반으로 생성된 데이터 파일의 호환을 위해 국제표준화(IFC)를 개발하여 효율적으로 공유하기 위한 다양한 연구개발 활동을 하고 있다.<sup>7)</sup> 특히, 이러한 업무는 2.1절에서 서술한 시공성 분석 대부분의 업무수행에 적용되고 있다.

표 3. 국내·외 BIM 적용 업무

구분	설계단계	시공단계	비고
국내	- 설계관련회의 - 건물배치검토 - 공간배치계획 - 설계대안검토 - 조감도/인테리어 검토 - 상세설계도면 검토 - 공종별 간섭체크 - 설계변경 검토 등	- 시공관련회의 - 프로젝트 일정관리 - 공정/안전/품질관리 - 시공협의/시공성 검토 - 도면의 누락/중복 검토 - 공종간 간섭체크 등	특정 업무별 BIM 기능적용
	- 설계관련회의 - 설계지침서작성 - 설계인테리어 관리 - 설계도서/도면 검토 - 설계VE - 물량산출 및 견적 - 구조설계 및 분석 - 에너지 및 환경분석 - 공종별 간섭체크 - 설계변경 검토 등	- 시공상세도 검토 - 자재관리 - 공정/안전/품질 관리 - 설계/시공변경 검토 - 시공VE - 공종별/부위별 간섭체크 등	단계별 업무에 BIM 기능 연계적용

6) 건설프로젝트에 BIM을 통합적용하기 위한 기술개발

구분	국 외	내 용
핀란드	A-Construction Architect	- IFC 기반의 상호운영성에 다양한 경험 - 시간과 경비 절감, 설계 품질 향상 효과
	VTT(Valtion teknillinen tutkimuskeskus)	- 가치기반 비즈니스 프로세스 및 디지털 모델화 - 운용성 및 협업지원 기능 - 상호간 원활한 정보공유 - ICT(Information and Communication Technology)적용 비즈니스 모델 개발
독일	Nernetschek	- 3D 기반 Allplan Engineering를 활용 - 상호운용성 요소 중시

7) 정보 공유에 대한 요구가 커지면서 국가 간, 업체 간의 상호 운용성(Interoperability)에 대한 관심이 급증하고 있으며, BIM 기반의 업무수행에 있어 발생하는 다양한 정보 공유의 문제점을 해결하기 위하여 표준 기반을 마련하기 위한 조직인 IAI(International Alliance for Interoperability)를 구성하고, 또한 정보공유의 표준으로 IFC(Industry Foundation Classes)를 통하여 디자인 분석, 협업, 자료교환 등을 위한 실용적 도구들을 제공하고 있다(www.iai-international.org-International IAI Web Site).

3.4 BIM의 기능 및 효과

표 4는 사례조사를 통해 파악된 BIM 활용기능과 효과를 요약 정리한 것으로, 그 기능들은 사업수행단계에 연계되어 적용되고 있다. 먼저, 3D 전환설계는 단순히 3D 모델링을 해서 시각화 시킨다는 것이 아니라, 모델링과 함께 속성정보를 동시에 생성함으로써 설계품질을 향상시킬 수 있다.

시각화 기능은 생성된 객체기반 BIM의 강력한 기본적 특성이 다. 이는 다양한 주체들과 업무조율에 있어 의사결정을 용이하게 하며, 각 전문 영역에서 생성된 정보에 대한 업무 이해도를 향상시켜 준다. 또한, 시공과정에서 공사참여주체의 업무 범위 설정을 용이하게 하여 작업 공정에 대한 분쟁을 감소시킬 수 있다.

표 4. BIM의 주요 기능 및 효과

구분	주요 BIM 기능	BIM 활용 효과	활용가능한 프로젝트 단계
[1]	3D BIM 전환설계	- 3D 모델링을 통한 객체정보 생성, - 도면 일관성 향상	설계/시공
[2]	시각화 (Visualization)	- 의사소통 증진을 통한 업무 범위 설정 및 업무 이해 향상 - 디자인 적정성 검토, VE향상 가능	설계/시공
[3]	객체기반, 파라메트릭을 통한 연계	- 설계변경 자동화 - 도면오류 및 표기 누락 방지	설계/시공
[4]	간섭체크를 통한 설계 정확성 (Clash Detection)	- 설계변경, 도면오류 최소화를 통한 RFI 감소 - 정확한 도면 생성으로 캐브리케이션 가능 - 현장작업 감소, 공기단축, 생산성 향상	설계/시공
[5]	2D도면 생성	- 설계, 시공, 입찰 도면 자동 추출 - 현장시공자를 위한 도면생성	설계/시공
[6]	물량 산출 및 견적 (Estimating)	- 부위별, 공종별, 단계별 특성에 맞는 물량산출 및 견적 활용가능	설계/시공
[7]	공정정보 (4D Simulation)	- 일정, 자재, 인원 투입계획 작성	설계/시공
[8]	가설 및 시공관리	- 장비 이동, 자재 이동 및 적재 양중 경로, 작업자 작업 동선 계획 가능, 장비운전자와 사전 업무범위 조율	시공
[9]	각종 분석과 연계	- 에너지 효율 분석, 구조해석, LEED 분석	설계

3D BIM 전환설계와 시각화의 기능은 설계와 시공단계의 VE 업무수행방식의 효율성을 증대할 수 있을 것이다. 다양한 주체의 의견수렴 용이성을 바탕으로 설계 진행중에 VE 제안이 훨씬 용이하게 될 것으로 판단된다.

객체기반 파라메트릭 속성연계 기능은 BIM의 핵심기술이다. 이는 객체를 그래픽적으로 형상화 할 뿐만아니라, 객체간 관계정의의 통해 연동되어 기하학적자동 조정이 가능하다. 또한, 다양한 매개변수(높이, 두께, 무게, 가격, 열관류율 등)를 정의할 수 있어, 텍스트 정보와 그래픽을 BIM 데이터 안에 포함할 수 있게 된다. 예를 들면, 구조 검토를 통한 주요 구조체 크기 변경시 변경해야할 구조체와 관계가 설정되어 있는 모든 정보가 자동으로 변경되는 특성을 가지게 된다. 이를 통해 실수나 복잡함으로 인

하여 발생하는 도면오류를 방지 할 수 있다.

BIM을 통한 도면의 간섭체크는 현재 국내·외 BIM 적용사례 중 가장 즉각적이며 효과적인 성과로 보고되고 있다. 3D BIM 전환설계가 단순한 설계 2D 도면의 품질 향상이라면, 간섭체크 분석은 2D 도면으로는 찾아내기 어려운 설계와 구조, 설비분야에 대한 오류를 최소화하여 현장에서 발생할 수 있는 설계변경 및 정보요청(Requests for Information, RFI)를 감소시켜 시공기간을 단축시킬 수 있게 해준다. 설계단계에서 간섭체크를 통한 전문 영역간의 오류 제거는 정확한 상세도면 작성이 가능해져 자재의 선제작 및 선조립을 통해 프로젝트의 생산성을 향상시킬 수 있다.

2D 도면 자동 추출<sup>8)</sup>은 완성된 BIM 데이터로부터 평면도, 입면도, 단면도를 자동으로 생성해 주는 기능이다. 설계단계 혹은 시공단계에서 발생하는 설계변경사항을 BIM 데이터에 갱신하게 되면, BIM의 객체기반 파라메트릭 특성에 의해 관련된 모든 사항이 변경되고, 오류없이 정확한 2D 도면 추출이 가능해진다. 또한, 설계, 시공 입찰 도면 생성뿐만 아니라, 현장 시공자를 위한 도면 생성도 가능하다.

물량산출과 견적은 주로 시공자나 프로젝트 관리자 입장에서 그 적용성을 검토하고 있다. 프로젝트 단계별 특성에 맞는 모델링을 통해 사업 분석부터 시공단계에 이르기까지 개산견적, 부위별 견적, 공종별 견적 정보를 생성할 수 있다.

공정정보는 일정정보가 입력된 BIM 데이터를 통한 4D 시물레이션의 활용과 LOB(Line of Balance) 공정표 상에서 작업 간섭 부분을 체크하여 프로젝트의 일정계획 수립과 검증을 할 수 있다. 이를 바탕으로 자재 및 인력 투입계획 등을 조정하여 타작업과 중첩을 방지하고, 합리적인 공사구간분할을 통해 불필요한 작업시간을 제거함으로써 합리적인 공정계획수립 및 관리가 가능해진다.

가설 및 시공관리 계획은 현장의 가설계획이나 장비의 이동, 자재의 이동, 작업동선 계획을 위해 BIM의 시각화 기능과 객체기반 특성을 활용한 다양한 접근이 가능하다. 장비의 크기 회전반경, 자재의 야적 및 양중 경로, 작업자 작업 동선은 공정이 진행되면서 변하게 되고, 복잡한 현장의 경우 현장여건에 맞는 시물레이션을 통해 공정이 진행되는 상황을 시각적으로 판단할 수 있고, 정확하고 효율적인 자재, 장비 배치 및 계획을 할 수 있다. 또한, 현장 가상현실(Virtual Reality)을 통해 장비 운전자와 사전 업무범위에 대한 조율을 원활하게 할 수 있다.

각종 분석과의 연계는 설계단계에서 각 참여주체에 의해 생성

8) 실제 BIM 데이터로부터 2D 도면을 자동으로 생성하기 위해서는 현행 도면 작성기준을 준수하기 위한 추가적인 절차(예:펜세팅, 레이어정리, 템플릿구성, 추가정보기입 등)가 필요하다.

된 통합된 BIM 데이터에 추가적인 속성(재료의 열관류율, 재질, 크기 등)을 입력하여 에너지 및 환경분석, 구조해석 및 분석 등 다양한 업무에 활용할 수 있다.

## 4. BIM 적용가능한 시공성 분석 업무도출

본 장에서는 문헌고찰과 선행연구를 통해 파악된 기존 시공성 분석 업무에 대하여 전문가 면담조사를 통해 BIM의 기능이 적용 가능한 업무를 도출하여 BIM을 활용한 시공성 분석 업무의 수행 방안 및 효과를 제시하고자 한다.

### 4.1 조사개요

전문가 면담조사는 소프트웨어업체, 설계업체, 시공업체, 건설 관련 연구원에서 BIM과 관련된 실무경험을 가진 10명의 실무자와 연구자를 대상으로 직접 방문하여 면담을 실시하였다<sup>9)</sup>. 또한, 면담지는 BIM이 적용 가능한 업무를 도출하기 위해 시공성 분석 업무내용 및 BIM의 기능에 대해 설명하고, 각각에 대한 업무항목에 체크할 수 있도록 구성하였다.<sup>10)</sup> 특히, 2장에서 제시한 시공성 분석 업무는 기존 국외에서 수행되고 있는 것으로서 본장에서 도출 및 제시한 국내 실무의 시공성 분석의 업무의 명칭과는 다소 차이가 있다.

### 4.2 BIM 적용 가능한 업무 도출

표 5는 전문가 면담을 통해 설계단계와 시공단계에서 BIM이 적용 가능한 시공성 분석 업무내용을 도출한 것으로서, 전문가의 의견을 반영하여 설계와 시공단계에 한정된 업무와 상호 연계된 업무로 구분하였다.

먼저, 설계단계의 시공성 분석 업무는 건물배치검토, 사용자용 프리젠테이션, 설계디자인 대안검토, 설계도면 적정성 검토 등의 BIM이 적용 가능한 업무로 도출되었다. 이는 BIM 모델링이 제공하는 시각화 기능을 통해 참여자간 효율적인 업무조율과 정보교환이 가능하기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 설계단계에 향후 적용가능업무는 구조해석, 에너지, 환경 분석의 업무로서

9) 전문가 면담조사는 BIM에 대한 교육을 이수하고 설계와 시공실무에서 활용하고 있거나 전문적으로 연구를 수행하고 있는 자를 대상으로 하였다. 하지만 국내 실무에서 BIM이 도입초기단계이어서 조사에 다소 어려움이 있었다.

10) BIM이 적용 가능한 업무는 1차적으로 국내·외 기존문헌 고찰을 통해 시공성 분석 업무와 관련된 내용을 총체적으로 정리하여 기존 국내에서 수행하고 있는 시공성 분석 업무에 체크할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 2차적으로 추출된 시공성 분석 업무에 BIM의 적용사례와 기능이 적용 가능한 업무를 도출하였다.

표 5. 설계 및 시공단계에의 BIM 적용 가능한 시공성 업무

구분	시공성 분석 업무내용	연관된 BIM 주요 기능									BIM적용 가능여부
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	
설계단계	건물배치검토	✓	✓						✓		즉시 적용 가능
	사용자용 프리젠테이션	✓	✓								
	설계디자인 대안 검토	✓	✓								
	설계도면 적정성검토	✓	✓		✓	✓					
	구조 검토 및 분석	✓	✓	✓						✓	
시공단계	에너지 및 환경분석	✓	✓	✓						✓	향후 적용 가능
	현장업무 순서계획	✓	✓					✓			
	현장 가시성을 배치계획	✓	✓						✓		
	시공도면 자동작성	✓	✓			✓					
	시공상세도 작성	✓	✓		✓	✓					
설계 및 시공단계 연계 업무	안전/품질 관리		✓		✓			✓	✓	✓	즉시 적용 가능
	*설계 및 시공관련회의	✓	✓		✓	✓	✓		✓		
	*설계 및 시공변경요류검토	✓	✓		✓			✓			
	*공중간 간섭체크	✓	✓		✓						
	*설계 및 시공VE	✓	✓	✓						✓	
	*물량산출 및 건적(사업예산계획)	✓		✓			✓	✓			
	*일정 및 조달계획	✓	✓	✓				✓	✓		
	*시공성 사전 검토 및 시공공법 선정	✓	✓					✓			
*선제작 및 선조립	✓	✓		✓	✓		✓				
향후 적용 가능	*인력, 자재, 장비 선정 및 투입검토	✓	✓				✓	✓			

주) [1]: 3D 변환설계, [2]: 시각화(Visualization), [3]: 객체기반 파라메트릭을 통한 연계, [4]: 간섭체크(Clash Detection)를 통한 설계정확성, [5]: 2D 도면 생성, [6]: 물량 및 건적정보(Estimating), [7]: 공정정보(4D Simulation), [8]: 가설 및 시공 관리, [9]: 각종 분석과 연계

주) "\*" 표시는 설계단계에서 생성 및 활용되는 BIM 정보가 시공단계에서 연계되는 시공성 분석 업무를 의미

주) "즉시 적용 가능"은 BIM 모델 생성만으로 시공성 분석업무에 활용될 수 있음을 의미, BIM 주요기능 [1],[2],[3],[4]에 해당.

"향후 적용 가능"은 BIM 모델 분석을 통해 시공성 분석업무 활용범위가 확대 가능함을 의미, BIM 주요기능 [5],[6],[7],[8],[9]에 해당.

BIM 모델과 통합하여 분석업무를 수행하기 위한 BIM 활용 환경 구축에 관련한 연구개발이 필요하다.

시공단계에 활용 가능한 업무는 대부분 향후 적용 가능할 것이라고 나타났다. 이는 현재 실무에 필요한 정보를 생성하기 위해 BIM 데이터에 일정정보 같은 추가적인 정보를 입력하거나 전문업체와 BIM 데이터 교환이 필요한 부분으로, 현장업무 순서계획, 현장 가시성을 배치계획, 시공도면 자동작성, 시공상세도 작성, 안전 및 품질관리 업무가 이에 해당되는 업무로 나타났다.

그리고 설계, 시공 단계에 연계되는 시공성 분석업무는 주로 일정, 비용, 견적, 공정, 도면관리 등에 관련된 내용으로 나타났다. 또한, BIM 모델만으로 활용가능한 부분과 추가적인 정보의 입력이 요구되는 업무가 있음을 알 수 있다. 설계, 시공관련 회의, 간섭체크를 통한 설계 오류검토 등은 기존의 2D도면을 3D 변환설계를 통해 즉시 활용 가능한 업무들이다.

또한, 비용, 견적, 공정에 관련된 물량산출 및 견적, 일정 및 조달계획, 선제작 및 선조립, 시공성 사전검토, 시공법 선정 등의 업무는 설계단계에서 개략적으로 분석되고, 시공단계에서 상세하게 고려되는 것으로 BIM의 다양한 기능을 활용하여 향후 적용 가능한 것으로 응답하였다.

이와 같이, 설계단계와 시공단계에서 수행하고 있는 시공성 분석 업무는 BIM의 기능을 활용하여 효율적으로 활용될 수 있으며, 설계와 시공단계에 연계되어 정보의 연속적인 활용이 가능한 업무도 상당부분 있는 것으로 나타났다.

### 4.3 BIM 기술을 적용한 시공성 분석의 기대효과

기존 시공성 분석 업무는 2D 기반의 도면과 문서로 수행되어 사업참여자들이 업무수행에 필요한 다양한 정보를 신속하고 정확하게 공유할 수 있는 유연성이 부족하고, 도면의 정보를 구체화하기 위해 많은 재작업이 요구되며, 현장의 실무 경험지식을 바탕으로 생성된 정보의 부정확성으로 신속한 의사결정을 위한 합의가 어려운 실정이다. 또한, 분석업무의 성격이 복잡적이고 전문적인 지식과 기법을 요구되는 것이 많다.

본 연구에서 조사 파악된 시공성 분석 업무에 BIM 기술을 적용 시, 기존 시공성 분석 업무에서 필연적으로 발생하는 재작업에 소요되는 시간을 최소화할 수 있고, 프로젝트 참여주체간의 효율적인 의사결정을 지원할 수 있는 도구로 활용될 수 있을 것이다. 또한, 3D 모델링을 통한 4D, 5D 시뮬레이션과 데이터 속성정보의 연계는 설계 및 도면의 부정확성 해소, 효율적인 공중

간 간섭체크 및 인터페이스 관리, 공정 및 시공순서의 체계적 관리, 신속한 설계변경 처리 등을 기대할 수 있다. 그리고 시공성 분석과정에서 생성되는 다양한 정보와 결과가 통합 관리되고, 축적 및 재사용이 가능하여 후속 프로젝트에 효과적으로 반영할 수 있을 것으로 판단된다.

## 5. 결론

현행 국내 건설실무에서의 시공성 분석 업무는 2D 도면과 문서를 기반으로 수행하고 있어 프로젝트 참여주체간의 정보공유와 의사소통이 원활하지 못하고, 각 단계별 정보의 유기적 연계 및 통합관리가 되지 못하여 과다한 도면과 문서의 제작업을 유발하고 있다.

이에 본 연구는 현행 시공성 분석 실무의 한계를 분석하고, 건설프로젝트의 핵심 단계로 시공성 분석이 가장 활발하게 이루어지는 설계와 시공단계의 시공성 분석 업무내용을 파악하였다. 또한, 국내·외 BIM 적용 프로젝트 사례를 분석하여 핵심적인 BIM의 주요 기능을 추출하였다. 그리고 전문가 면담조사를 통해 BIM 기술의 적용이 가능한 시공성 분석 업무를 도출하여, BIM 기술과 기능의 적용 시 기대효과를 제시하였다.

본 연구의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 현장 실무 경험지식을 중심으로 수행되고 있는 국내 시공성 분석 실무의 실태를 파악하였고, 업무의 범위와 내용을 프로젝트 수행 단계별로 구체화하였고 체계적으로 제시하였다.
- (2) 국내·외 BIM 프로젝트 사례에서 분석 추출된 시공성 분석 업무에 적용 가능한 주요 BIM 기술과 기능을 총 9가지로 구분 제시하였다: [1]: 3D 변환설계, [2]: 시각화(Visualization), [3]: 객체기반 파라메트릭을 통한 연계, [4]: 간섭체크(Clash Detection)를 통한 설계정확성, [5]: 2D 도면 생성, [6]: 물량 및 견적정보(Estimating), [7]: 공정정보(4D Simulation), [8]: 가설 및 시공 관리, [9]: 각종 분석과 연계의 적용.
- (3) 전문가면담조사를 통하여, BIM의 9가지 기능과 규명된 설계-시공단계의 시공성 분석 업무에의 적용성을 분석하였고, 설계와 시공단계 각각에 한정적용 가능한 업무와 연계적용 가능한 업무로 구분하였고, 즉시 적용가능 및 향후적용가능 업무로 분류하여 제시하였다.
- (4) 시공성 분석업무에 BIM 기술의 적용 시 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같다. BIM 기반의 시각화된 3D 모델링은 설계 및 시공단계의 설계대안검토, 도면검토, 공공간 간섭체크, 설계·시공오류의 추출, 견적, 설계변경 등 시공성 분석의 주요한 업무들에 소요되는 시간과 노력을 크게 줄일 수 있

고, 특히 공정정보와 견적정보가 연계된 4D와 5D의 가상시공 시뮬레이션을 통해 참여주체 간 협업을 유도하여 프로젝트 의사결정을 용이하게 할 것이다. 이를 통하여 설계·시공 단계의 시공성 분석 업무는 일관된 정확한 정보의 생성과 유기적으로 연계된 정보의 통합관리로 크게 단순화될 것으로 판단한다.

본 연구는 BIM 기술이 국내 프로젝트 설계와 시공업무에 산발적 적용되고 있는 상황에서, 다양한 BIM 기술들의 시공성 분석 업무에의 적용 가능성을 타진한 개념적 수준의 연구이다. 프로젝트 제 단계에서의 세부적인 시공성 분석 업무들에 BIM 기술의 구체적인 활용방법과 실질적인 적용성과를 분석 제시하지 못하는 연구의 한계를 가진다. 향후 국내 건설실무에서 BIM의 적용이 일반화되고 활성화 되면, 사업 전 단계에 걸쳐서 BIM 기술을 적용한 시공성 분석 업무성과의 측정, 장단점 분석, 기술적 한계 등에 관한 후속 연구가 심도 있게 수행될 필요가 있을 것이다.

## 감사의 글

본 논문은 2007년 중앙대학교 교내연구비 지원에 의해 수행된 연구결과임.

## 참고문헌

- 강인석, 문현석, 박서영(2008), "건설공사 진행단계별 4D CAD 시스템의 적용방법론 및 프로세스 모델 구성," 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제24권, 제7호, pp. 127~134
- 강현철, 이명식(2007), "BIM 사례분석에 의한 건설업무 통합모델 개발에 관한 연구," 대한건축학회 학술발표대회논문집, 대한건축학회, 제27권, 제1호, pp. 61~64
- 권동혁, 김한수(2000), "고층사무소 프로젝트 시공성 분석 연구," 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제19권, 제3호, pp. 155~162
- 김지원, 이민철, 최정민, 옥종호(2009), "건설 산업의 BIM 적용 능력 제고를 위한 BIM 프로세스 개발에 관한 연구," 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, 한국건설관리학회, 제10권, 제6호, pp. 1~6
- 남용호, 연희정, 홍태훈, 구교진, 현창택(2007), "공공부문 일괄사업 실시설계단계의 파트너링과 시공성 분석 적용방안," 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, 한국건설관리학회, pp. 531~534
- 박찬식(2000), "Value Engineering vs. Constructability," 한



- 국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 건설관리, 한국건설  
관리학회, pp. 39~42
- 오정욱, 송규열, 안용선(2002), "건설사업 제 단계에서 시공성  
개념의 적용 방안에 관한 연구," 대한건축학회논문집, 대한  
건축학회, 제18권, 제12호, pp. 157~164
- 이강(2006), "건축물 수명주기 관리를 위한 핵심기술들," 한국건  
설관리학회 학술발표대회논문집, 한국건설관리학회, pp.  
145~149
- 이진희, 전한중(2007), "BIM기반 통합설계프로세스의 국내 적용  
가능성에 관한 연구," 한국실내디자인학회 논문집, 한국실  
내디자인학회, 제16권, 제65호, pp.19~27
- 이현수, 이광표, 박문서, 김현수, 이사범(2009), "위치추적기술  
을 이용한 BIM기반 건설현장 안전관리 시스템," 한국건설  
관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제10권, 제6호, pp.  
135~145
- 최철호(2008), "미래 건설기술로서의 BIM과 단계별 적용 전략,"  
한국건설관리학회회지, 한국건설관리학회, 제9권, 제7  
호, pp. 9-14
- 한경훈, 김문규, 박찬식(2004), "아파트 프로젝트의 시공성 실무  
적용방안 분석에 관한 연구," 대한건축학회 학술발표대회논  
문집, 대한건축학회, 제24권, 제1호, pp. 539~542
- 한주연, 차희성, 이동건(2009), "BIM 적용을 통한 노후공동주택  
리모델링 공사 표준화 방안," 한국건설관리학회논문집, 한  
국건설관리학회, 제10권, 제3호, pp. 53~61
- 함남혁, 문혁, 이운선, 김주형, 이순정, 김재준(2008), "BIM을 활  
용한 건축기획 지원방안에 관한 연구," 대한건축학회논문  
집, 대한건축학회, 제24권, 제7호, pp. 39~46
- Anderson, S. D., Fisher, D. J., Rahman, S. P.(2000),  
"Integrating Constructability into Project Development a  
Process Approach," Journal of Construction Engineering  
and Management, ASCE, Vol. 126, No. 2, pp. 81~88
- Arditi, D., Elhassan, A., Toklu, Y. C.(2002),  
"Constructability Analysis in Design Firm," Journal of  
Construction Engineering and Management, ASCE,  
Vol. 128, No. 2, pp. 117~126
- Construction Management Committee of the ASCE  
Construction Division(1991), "Constructability and  
Constructability Programs : White Paper," Journal of  
Construction Engineering and Management, ASCE,  
Vol. 117, No. 1 pp. 67~89
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.(2007),  
"BIM Handbook," John Wiley & Sons, Inc, pp.  
319~465
- Fisher, D. J., Anderson, S. D., Rahman, S. P.(2000),  
"Integrated Constructability Tools into Constructability  
Review Process," Journal of Construction Engineering  
and Management, ASCE, Vol. 126, No. 2, pp. 89~96
- Jergeas, G., Van der Put, J.(2001), "Benefits of  
Constructability on Construction Projects," Journal of  
Construction Engineering and Management, ASCE,  
Vol. 127, No. 4, pp. 281~290
- Lam, P. T. I., Chan, A. P. C., Wong, F. K. W., Wong, F. W.  
H.(2007), "Constructability Rankings of Construction  
Systems Based on the Analytical Hierarchy Process,"  
Journal of Architecture Engineering, ASCE, Vol. 13,  
No. 1, pp. 36~43
- Russell, J. S., Gugel, J. G., Radtke, M. W.(1994),  
"Comparative Analysis of Three Constructability  
Approaches," Journal of Construction Engineering  
and Management, ASCE, Vol. 120, No. 1, pp. 180~195
- Kymmell, W.(2008), "Building Information Modeling,"  
McGrawHill Construction, pp. 25~248

논문제출일: 2009.12.07

논문심사일: 2009.12.11

심사완료일: 2010.01.04

---

## Abstract

Becoming construction projects larger and more complicated, and utilizing more varied and complex contracting and delivery systems in the industry, integrating information and managing constructability from project inception to completion became the most critical tasks for the successful project management. However, current industry practices of constructability analysis, which are too much dependent on field engineers and managers' experiences, are not performed efficiently and also not managed effectively. Then the scope, method, and procedure in performing analysis tasks are not certain as well as not systematic. In addition, due to using 2D based drawings and documents, information required at project phases for the analysis is inconsistent and inaccurate. This study aims to suggest the use of BIM technology and functions for solving various problems of current constructability practices. In particular, constructability analysis tasks performed at design and construction stages are identified and their adaptability, applicability, and benefits of BIM are investigated through interviews on constructability and BIM professionals in the industry.

**Keywords :** *Constructability Analysis, Constructability, Building Information Modeling, BIM*

---