

공학석사 학위논문

중소규모 사업용 BIM 시스템 구축을
위한 예비실험



2013년 2월

부경대학교 산업대학원

토 목 공 학 과

김 상 식

공학석사 학위논문

중소규모 사업용 BIM 시스템 구축을 위한 예비실험



지도교수 이 환 우

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2013년 2월

부경대학교 산업대학원

토 목 공 학 과

김 상 식

김상식의 공학석사 학위논문을 인준함.

2013년 2월 22 일



주 심 공학박사 김 명 식 ㉡

위 원 공학박사 국 승 규 ㉡

위 원 공학박사 이 환 우 ㉡

목 차

1. 서 론	1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구동향	3
1.3 연구내용 및 방법	5
2. BIM	6
2.1 개요	6
2.2 BIM 도입 및 활용현황	9
2.2.1 국외 BIM 도입 및 활용 사례	9
2.2.2 국내 BIM 도입을 위한 국가 정책	13
2.2.3 국내 민간 건설사 BIM 활용 현황	18
2.3 BIM 도입방법	23
3. 의사 BIM	26
3.1 BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황 및 인식 분석	26
3.2 의사 BIM이 갖추어야 할 특징	29
3.3 의사 BIM의 개념 및 구축방법	32
3.3.1 의사 BIM의 개념	32
3.3.2 의사 BIM 구축방법	34
3.4 의사 BIM의 전개	36
3.4.1 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축 방법	36
3.4.2 의사 BIM 데이터 사전의 개념도	38

4. 의사 BIM의 실험	40
4.1 이론적 배경	40
4.1.1 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축	40
4.1.2 적용범위	41
4.1.3 대상구조물 일반사항	42
4.2 의사 BIM의 구성	43
4.3 실험결과	46
4.4 의사 BIM의 적용성	48
5. 결론	49
참고문헌	51
감사의 글	54



그 립 목 차

2.1 BIM의 개념	6
2.2 BIM 관련 인원 현황	23
2.3 BIM 도입 투자비용 현황	24
3.1 의사 BIM의 개념	32
3.2 의사 BIM의 구성방법	35
3.3 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축방법	36
3.4 의사 BIM 데이터 사전 구축을 위한 개념도	39
4.1 의사 BIM 데이터사전 분류체계 예시	41
4.2 대상 구조물의 종단면도	42
4.3 PSC BEAM 교량 데이터 사전 분류체계 일부	44
4.4 PSC_beam-girder의 속성정보 일부	45
4.5 의사 BIM 시스템 검색화면	46
4.6 PSC 단부에 대한 부분 3D 모델	47

표 목 차

2.1 각 단계별 BIM의 기능	8
2.2 BIM과 관련된 국가 정책	13
2.3 BIM과 관련된 국가 연구 개발분야	15
2.4 공공사업 BIM 발주현황	17
2.5 BIM 적용 프로젝트 수행범위 현황	19
2.6 국내 BIM 전문업체 현황	20
2.7 BIM 도입 및 활용 사례	21
3.1 BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황 및 인식 분석	26
3.2 의사 BIM이 갖추어야 할 특징	29
3.3 BIM과 의사 BIM의 차이점	35
3.4 교량 각 부위에 대한 적용 공종	37
4.1 PSC_beam_girder에 대한 부품클래스 정의	44
4.2 main_girder에 대한 속성클래스 정의	44

사 진 목 차

2.1 YIT사의 COVE 시스템	9
2.2 게리테크놀로지의 디지털프로젝트	10
2.3 독일 네메책사의 ALLplan Engineering	11

Pilot test of BIM System construction for Small and Medium Project

Sang-Sic, Kim

*Department of Civil Engineering, Graduate School of Industry,
Pukyong National University*

Abstract

Construction industry performs tasks between new subjects by characteristic of construction industry to receive order for one item and creates various construction information. However, construction information they created were not used again and then, frequently abolished so that the information are created again when performing similar task. To respond to such phenomenon, concept of Building Information Modeling(herein below called BIM) appeared. BIM means technology to produce and manage all the information applied to various fields during life cycle of structures.

But now BIM in Korea has been mainly introduced to research for large project and national policy. Accordingly, the study tried to suggest concept and building method of BIM customized for small and medium sized business with which effect of BIM can be obtained without investment of excessive personnel, cost, and time. And after the study selects related structure and builds system according to concept and building method of Pseudo BIM, appropriateness and efficiency of Pseudo BIM is tested. The study defined BIM customized for small and medium sized business as Pseudo BIM.

keywords: BIM, Pseudo BIM, Construction Information System, Pilot test

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

단품 수주 산업인 건설 산업의 특성상 매년 새로운 주체들 간에 과업을 수행하고 여러 건설정보들을 생성한다. 하지만 이들이 생성한 건설정보들은 재사용되지 못하고 폐기되는 경우 또한 빈번히 발생하여 유사한 과업을 수행할 시 다시 건설정보들을 재생성 하고 있는 실정이다. 이러한 현상들은 타 산업에 비하여 건설 산업의 생산성이 향상하지 못하는 요소로 작용하고 있다.

이러한 현상에 대응하기 위하여 Building Information Modeling(이하 BIM)개념이 등장하였다. BIM은 상호운용성 저하의 문제 및 데이터 일관성 확보의 한계점을 극복한 개념으로, 개념설계에서 유지관리 및 폐기의 단계까지 구조물의 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술을 말한다(이상호, 2010). 건설 산업과 관련하여 건축사업 부문의 경우는 BIM의 효용성을 인정받아 적용사례가 크게 증가하고 있으며 터키나 관급 대형 프로젝트를 중심으로 의무화 할 계획이다(김치경, 2008). 토목사업부문의 경우는 적용성에 대한 검토 단계이기는 하지만 호남고속철도, 인천대교, 이순신대교 등 대형사업에 적용하여 BIM의 효용성을 인정받은 예가 있다.

BIM의 중요한 장점을 살펴보면, 대상물의 전생애주기동안의 모든 정보를 효과적으로 공유할 수 있게 하여, 설계 · 시공 · 유지보수 시스템 연계를 통한 시간 단축이나, 재작업으로 인한 자료 분실 등의 문제를 해결할 수 있다. 또한 정보의 재활용 공유를 가능하게 해 줌으로써 효율적으로 정확하게 정보관리를 하는데 도움을 주며, 정보교환을 위한 핵심기술을 포함

하고 있다(이태식 등, 2007).

BIM의 도입을 위한 국내동향을 살펴보면 현재 도입의 초점은 국내외 대형 사업에 맞추어져 있다. 이광명(2010)은 가상건설 시스템 개발 연구단을 통해 개발된 시스템을 이용하여 초고층, 장대교량, 고속철도 프로젝트 등 국내외 대형 사업에 적용함으로써 국내 건설사의 해외 경쟁력을 강화시킬 예정이다. 또한 조달청과, 녹색성장위원회, 기획재정부의 보도 자료에 따르면 녹색성장의 일환으로 2012년부터 조달청에서 발주하는 총공사비 500억 원 이상 건축공사에 대해 BIM 설계를 의무화한다고 발표하였다. 이러한 BIM 도입동향에서 알 수 있듯이 BIM의 도입은 대형사업 중심의 연구와 국가정책을 집중하여 시행되고 있다.

하지만 중소기업의 경우 대형 사업에 비하여 정보관리 시스템들이 적절히 구축되어 있지 않아 건설정보의 단절 현상 및 생성된 정보를 재사용하지 못하는 경우가 더욱 심각하게 발생하고 있다. 또한 대형 사업에 비하여 전문가 또는 고급 인력이 턱없이 부족한 상황에서 비록 사업규모가 중소기업이라 할지라도 복잡하고 복합적인 공사의 경우에는 전문가 그룹만이 이해 할 수 있는 건설 정보가 아닌 일반 인력들 또한 과업의 진행 상황 및 공중에 대하여 이해 할 수 있도록 3D 객체를 기반으로 하는 BIM의 도입이 필요하다. 따라서 이 연구에서는 BIM의 도입이 필요한 중소기업 사업을 대상으로 중소기업의 실정을 고려한 맞춤형 BIM의 연구를 수행한다.

이 논문에서는 중소기업 사업에 적절한 맞춤형 BIM 연구를 통하여 과도한 인력 및 비용 그리고 시간의 투자 없이 BIM의 효과를 얻을 수 있는 중소기업 사업용 맞춤형 BIM의 개념 및 구축방법을 제시하고자 한다. 그리고 대상구조물을 선정하여 의사 BIM의 개념 및 구축방법에 따라 시스템을 구축한 후 의사 BIM의 적합성과 효용성을 검증한다. 그리고 이 논문에서는 중소기업 사업용 맞춤형 BIM을 Pseudo BIM(이하 의사 BIM)이라 정의 하였다.

1.2 연구동향

1970년대부터 나타난 BIM의 개념은 건설분야의 비영리 국제 조직인 IAI(buildingSMART)가 1996년 최초 결성되면서부터 현실화되기 시작하였다(김인한, 2010). 그리고 2003년 Jerry Laiserin의 the Grate Debate 이후 BIM이라는 용어가 공론화되기 시작하였다(이강 등, 2009). 특히, 2004년 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)가 매년 약 16조원(US15.8 billions)의 손실이 건설산업 정보의 교환성이 미비해 발생한다는 보고서(NIST, 2004)를 발표한 이후, 정보모델의 표준화를 지향하는 BIM에 한층 더 큰 관심이 몰리고 있다(백영인, 2008).

국내 BIM에 대한 연구 동향을 살펴보면 대표적으로 국가과제 연구단인 가상 건설 시스템 개발 사업단이 있다. 가상 건설 시스템 개발 사업단의 경우 자체 개발한 CPLM(Construction Project Life-cycle Management)을 국내외에서 사업화할 예정이다. 이를 이용해서 초고층, 장대교량, 고속철도 프로젝트와 같은 대형 사업에 적용 시킬 예정이다.

또한 현재 BIM에 대한 연구는 주로 여러 BIM 소프트웨어들 간에 IFC(Industry Foundation Classes)를 이용한 호환성에 대한 연구가 진행되고 있으며, BIM 소프트웨어를 활용하여 여러 건설 사업에 적용 후 적용성을 분석하는 연구 등이 주를 이루고 있다. 이러한 대부분의 연구들은 고가의 BIM 소프트웨어를 필요로 하며, 소프트웨어를 활용할 수 있는 전문가들 또한 수반되어야 한다. 따라서 투자자원이 비교적 넉넉한 대형건설사를 중심으로 도입되고 활용되고 있는 실정이다.

이런 실정에도 불구하고 조달청에서는 2016년부터 비용과 관계없이 모든 공사에 대해 BIM설계를 의무화 한다고 발표하였다. 이러한 정책은 현재 건설경기 침체로 인해 더욱 어려운 상황에 처해 있는 중소규모 사업의 경

우 큰 부담감으로 다가 올 수 밖에 없다. 또한 이러한 상황에서도 현재 중소규모 사업을 대상으로 하는 BIM에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 이 논문에서는 BIM을 도입하기 위해 투자가 사실상 어려운 중소규모 사업의 현황을 고려하여 중소규모 사업용 맞춤형 BIM에 대한 연구를 수행하고 그 결과를 제시한다.



1.3 연구내용 및 방법

이 연구는 중소규모 사업용 BIM 시스템 구축을 위한 예비실험을 실시하는 연구이다. 현재 BIM의 도입 및 활용 사례와 BIM 도입방법 분석 및 BIM 도입에 대한 중소규모사업의 인식 및 현황 조사를 통하여 의사 BIM의 개념과 구축방법을 제시한다. 또한 의사 BIM 시스템의 의사 BIM의 개념과 구축방법에 맞추어 대상구조물을 선정 후 대상구조물에 대하여 시스템을 구축하여 예비실험을 실시한 후 그 효용성과 적합성을 검증한다.

이 논문의 전체적인 내용을 요약하여 정리하면 다음과 같다. 1장에서는 이 연구에 대한 배경 및 목적, 연구동향 등에 대하여 기술하고 2장에서는 BIM의 일반적인 개념 및 국내 및 국외의 BIM 도입 사례와 연구 및 정책 동향 등을 분석한다. 3장에서는 2장에서 분석한 내용과 BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황 및 인식을 파악한 후 이에 기반하여 의사 BIM 개념과 구축방법을 제시한 후, 자세한 전개 방법을 기술한다. 4장에서는 대상구조물에 대하여 의사 BIM 시스템을 구축하고 예비실험을 통하여 효용성 및 적합성을 판단하고 문제점 또한 파악하여 본다. 마지막 5장에서는 이 연구를 통해 얻어진 결과를 종합하여 이 연구의 결론을 제시하고 향후 연구과제를 기술한다.

2. BIM

2.1 개요

그림 2.1과 같이 BIM은 상호운용성 저하의 문제 및 데이터 일관성 확보의 한계점을 극복한 개념으로, 개념설계에서 유지관리 및 폐기의 단계까지 구조물의 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술을 말한다(이상호, 2010).

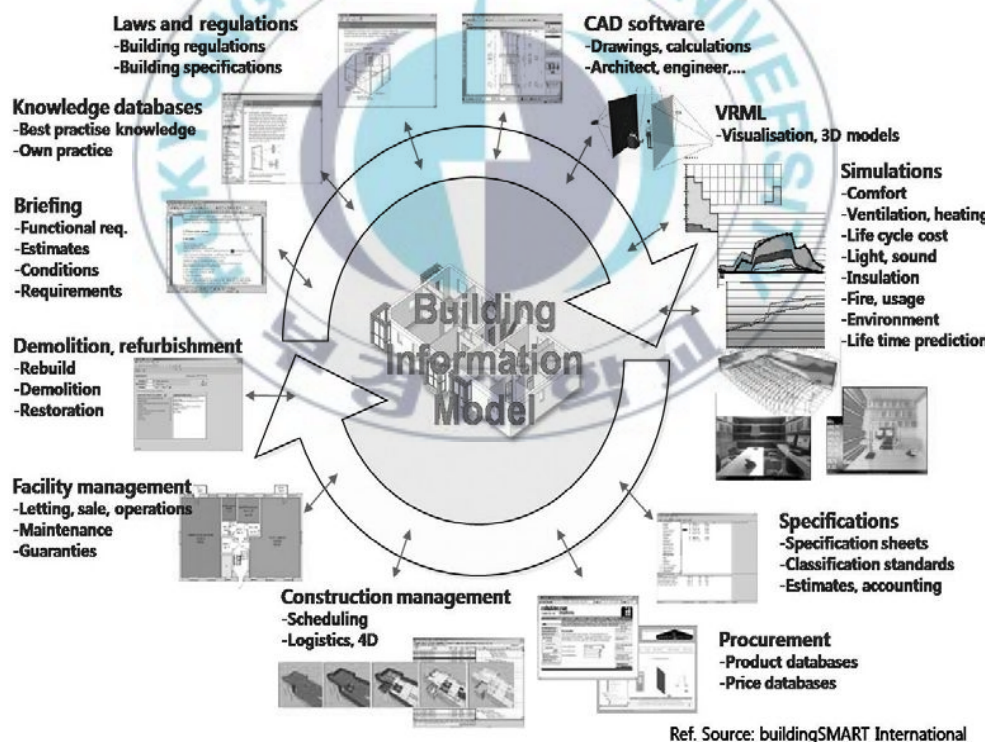


그림 2.1 BIM의 개념(buildingSMART International 참조)

BIM의 중요한 장점을 살펴보면, 대상물의 전생애주기동안의 모든 정보를 효과적으로 공유할 수 있게 하는 것이다. 설계 · 시공 · 유지보수 시스템 연계를 통한 시간 단축이나, 재작업으로 인한 자료 분실 등의 문제를 해결 할 수 있다. 또한 정보의 재활용 공유를 가능하게 해 줌으로써 효율적으로 정확하게 정보관리를 하는데 도움을 주며, 정보교환을 위한 핵심기술을 포함하고 있다(이태식 등, 2007).

또한 3차원 CAD로 모델화한 건물의 각 부재의 종류나 사양 등을 나타내는 각종의 속성 정보를 갖게 하고 도면은 물론 부재의 간섭체크 및 정보물량표나 비용, 일정, 재료목록 등의 정보 및 구조, 발주처 등도 도면과 연동하게 작성한 시스템이다. 또한 준공 후에는 속성 정보에 점검이나 보수 이력 등을 입력하고 유지관리에도 활용할 수 있다. 표 2.1은 건설 산업의 과업 단계별로 BIM이 지원 할 수 있는 기능을 나타내고 있으며, 과업 시행 단계에서 검토 및 관리 되어야 하는 건설정보들을 대부분 포함하고 있음을 알 수 있다.

표 2.1 각 단계별 BIM의 기능(이태식 등, 2007)

기획단계	설계단계	시공단계	유지관리단계
개략일정 시물레이션	3D 모델링	4D 시물레이션	전자매뉴얼 기반 시설물 유지관리
지형 분석	교량 타입 대안 검토	진도관리	VR기반 구조물 보수보강 및 점검
대안노선 비교	지장물 검토	비용 및 지원관리	4D CAD 기반 계측관리/모니터링
민원 예상구간 조사	지형 및 토공 분석	자재관리	
근접마을 영향검토	횡단면 검토	시공 시물레이션	
주변 환경 영향 검토	객체간섭 검토	일정관리	
민원구간 경관검토	지형 수계분석	선후행 공종관리	
야간주행 검토	소음 영향 검토	원격 현장관리	
기후변화 검토	유역면적 산출	Google Earth 통합	
	토공 및 선형 검토		
	도로 주행성 검토		
	지형단면 검토		
	표고, 경사 분석		
	설계적합성 분석		
	2D 도면 생성		

2.2 BIM 도입 및 활용현황

2.2.1 국외 BIM 도입 및 활용 사례

국외에서 대표적으로 BIM기술을 적극적으로 활용하는 건설회사를 조사해 보았다. 유럽의 핀란드에 있는 YIT사와 독일의 네메츠크(Nemetschck) 그리고 미국에서 게리테크놀로지(Gehry Technology)가 대표적이다(최철호, 2008). 각 회사별로 활용 중인 BIM 기능과 효과 등을 살펴보면, YIT사는 사진 2.1에 보는바와 같이 3D CAD(ArchiCAD)를 기반으로 각 공종간 간섭체크, 시공성 검토, 물량산출, 4D 공정관리, 공사 일정에 따른 주요 자재 구매관리를 하고 있다. 또한 BIM 기술을 적용을 통한 회사 노하우를 축적 및 관리하기 위한 지식관리 등의 시스템 개발하여 높은 생산성 및 경쟁력을 확보하고 있으며, 회사 매출액 대비 약 2 ~ 3 %를 절감하고 있으며 앞으로 5%까지 절감하기 위한 노력을 계속하고 있다(최철호, 2008).

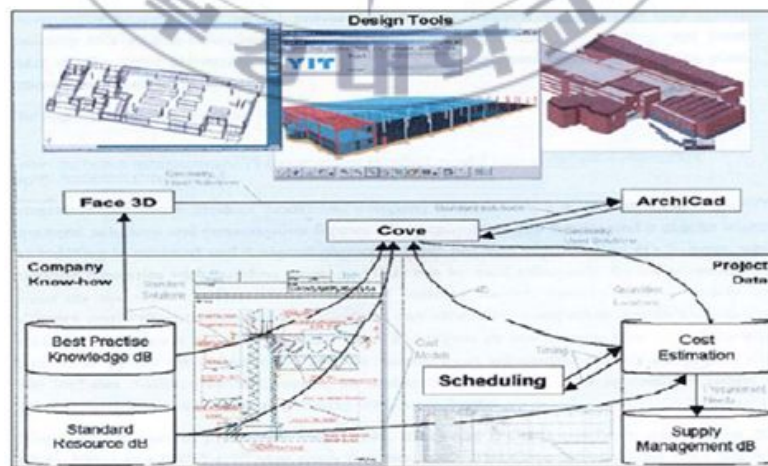


사진 2.1 YIT사의 COVE(Cost&Value Engineering)시스템(최 철 호,2008)

게리테크놀로지의 경우는 사진 2.2와 같이 건축물을 3D CAD로 디자인 하고, 3D CAD 모델로부터 2D CAD 도면을 자동으로 작성한다. 건축/설비/전기 등 각 공종간의 간섭을 자동으로 검토하고, 3D 모델로부터 건축물량을 자동으로 산출하는 시스템을 CATIA를 기반으로 개발하여 사용하고 있다. 그 시스템 이름을 디지털 프로젝트라 명명하고 현재 다양한 프로젝트를 성공적으로 수행하고 있다. 게리테크놀로지에서 제시하고 있는 BIM 도입의 효과는 3D BIM투자 비용대비 최소한 5 ~ 10배의 ROI(Return of Investment)효과가 있다. 또한 시공성 검토로 인한 효과로 총 공사비 10% 절감, 공사일정 7% 단축, 최소한 60% 이상의 RFI(Request for Information)가 있다(최철호, 2008).



사진 2.2 게리테크놀로지의 디지털프로젝트(최철호, 2008)

네메척사의 경우는 사진 2.3과 같이 3D CAD 시스템인 Allplan을 개발하는 회사이다. Allplan Engineering은 건축 및 토목구조물의 설계뿐만 아니라 특수구조물의 설계 등 다양한 구조물을 BIM 개념으로 설계 할 수 있는 시스템이다. 철근의 3D 자동 배근과 철근 Shop도면 자동 작성 및 물량산출에 탁월한 성능을 가지고 있다. 이 시스템의 효과로는 철근배근작업의 생산성을 기존 수작업 대비 80% ~ 90% 까지 높이고, 철근의 물량도 20% ~ 40%까지 절감한 사례가 있다.



사진 2.3 독일 네메척사의 Allplan Engineering(최철호, 2008)

여기서, BIM기술을 통하여 큰 효과를 보고 있는 사례로 제시된 건설회사 모두 장기간(YIT : 약 15년 전, 네메척, 약 30년 전) 3D CAD 시스템을 기반으로 프로젝트를 수행하여 왔으며, 이를 기반으로 객체지향적 개념인 BIM 기술을 적용한 시스템을 개발하여 적용함으로써 큰 효과를 보고 있음

을 알 수 있다. 하지만, 국내 건설회사 대부분의 경우 2D CAD 프로그램을 통하여 수십 년간 형상정보를 표현하고 교환하고 있는 실정에서, 불과 몇 년 전 국내에 소개된 3D CAD 시스템에 기반하는 BIM 환경으로의 급격한 변화는 많은 혼란과 여러 가지 문제점을 초래할 것으로 판단된다. 특히, 3D CAD 시스템의 활용할 수 있는 기술력 부족으로 인해 중소규모 사업에서는 현재로서는 활용이 힘들 것으로 판단된다.



2.2.2 국내 BIM 도입을 위한 국가 정책

국내의 BIM에 대한 본격적인 연구 및 활용은 2008년 4월 한국빌딩스마트협회가 출범하면서부터 본격적으로 시행되었다. 현재 BIM 표준화 연구 및 여러 건설 프로젝트에 BIM을 적용하기 위한 국가과제를 통해 공공기업 및 산학이 연계하여 표 2.2와 표 2.3과 같이 연구가 활발하게 수행되고 있다.

표 2.2 BIM과 관련된 국가 정책

구분	내용
국토해양부 제1차 건축정책 기본계획(안)	· 대통령직속 국가건축정책 위원회 수립 · 2009년11월 공청회개최: 2010-2014년 추진계획 수립 · 건축 도시산업의 고도화 전략의 추진과제로 BIM 시스템 고도화 투자 확대 · 기대효과로 설계오류 최소화, 사업기간 단축, 예산절감 등의 효과명시
조달청	· 2012년부터 총공사비 500억원 이상 건축공사에 대해 BIM 설계를 의무화 · 2016년부터 모든 공사 BIM 설계 적용 의무화

표 2.2는 BIM관련 국가 정책을 요약한 것이다. 현재 국가 정책을 살펴보면 건설 사업 중 토목 사업보다는 건축 사업에 집중하여 시작되고 있다. 그 중에서도 500억 원 이상의 대형공사에 집중하여 정책을 실행하고 있음

을 알 수 있다.

조달청에서 2016년부터 모든 공사에 BIM 설계 적용을 의무화 할 것으로 발표하였다. 하지만 대형 사업을 담당하는 대형 건설사의 경우 투자할 수 있는 자원의 여유가 중소규모 사업에 비하여 비교적 넉넉하여 가능할 수 있지만, 현재의 건설경기와 중소규모 사업의 실정을 고려한다면 사실상 불가능 할 것으로 판단되며 적용시기가 연장될 것으로 판단된다.



표 2.3 BIM과 관련된 국가 연구 개발 분야

구분		내용
연구	국토해양부 세움터 고도화를 위한 기본계획수립	· 국토해양부 건축인허가행정 시스템의 발전계획 수립(2009년4월 완료) · BIM을 미래목표의 주요이슈중 하나로 포함하여 연구계획 수립 · 건축물의 지능화 및 자원재활용 극대화를 통한 지속가능한 국토환경 정착
	국토해양부 건축분야의 BIM적용 및 활성화 방안 연구	· 국토해양부 BIM 방향연구 사업 (2009년11월 완료) · “BIM 도입 및 활성화를 위한 국가정책 로드맵 도출” 및 “건축분야 BIM 적용가이드” 개발
개발	가상건설 시스템 개발사업	· 한국 건설교통기술평가원 R&D 사업으로 · 2006년12월-2011년10월(진행중) · 3차원 설계 가이드라인 개발중, 건축과 토목분야 파일럿 테스트에 적용
	초고층복합 빌딩 시스템 개발사업	· 한국건설교통기술평가원 R&D 사업으로 2009년4월-2014년10월(진행중) · 초고층 개방형 BIM 정보환경기술개발에서 표준요소 기술 및 분야별 실무기준개발

국가과제에 의한 연구개발 또한 정책과 마찬가지로 건축 사업 및 대형 사업에 집중되어 있고 상대적으로 토목 사업과 중소기업 사업은 배제되어 있음을 알 수 있다. 가상건설시스템 개발 사업단, 초고층 복합 빌딩 시스템 개발 사업단 역시 적용대상을 대형 사업에 초점을 맞추어 국가 경쟁력 강화를 위해 연구하고 있다. 그리고 표 2.3은 공공사업에서 BIM을 이용한 사례를 나타내고 있으며 이 또한 대부분 건축사업 중심이며, 토목사업의 경우 한국철도시설공단에서 고속철도에 BIM을 적용한 사례가 있다

현재 BIM 도입을 위한 국가정책을 종합하여 보면 표 2.4와 같이 건축사업 위주의 정책과 연구개발이 진행되고 있으며 또한 대형 사업 중심으로 토목 분야의 중소기업 사업이 배제되어 있는 것을 알 수 있다. 하지만 조달청에서 발표한 바와 같이 2016년부터 공사비와 관계없이 모든 사업에 BIM 설계를 의무화 한다고 발표하였지만 현재 중소기업 사업을 위한 BIM의 연구는 진행되고 있지 않고 있다. 따라서 중소기업 사업의 실정을 고려한 BIM에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

표 2.4 공공사업 BIM 발주 현황

발주처	내용
청와대	- 2008. 2 교육원 이전 사업 추진 과정에서 공공기관 최초로 BIM 적용 검토(사업 추진 취소로 무산)
대한주택공사	- 2008. 7 양주회천지구A-1BL - 2009. 7 파주운정3지구A4 BL 현상설계공고
국방부	- 2008. 8 000사업설계용역 과업지시서에 BIM 적용
용인시	- 2009. 4 용인시민체육공원 턴키입찰 안내서에 BIM 적용포함 - 기본 및 실시설계 BIM 적용 진행
행정중심복합도시건설청	- 2008. 12 복합커뮤니티 설계 과업지시서 반영 - 기본설계 및 실시설계 수행
서울시	- 2009. 4 ~ 2011. 12 동대문디자인플라자& 파크 시공단계 BIM 적용 - 2009. 9 발표: 건축설계에 BIM 기술 도입방안 추진발표
전력거래소	- 2009. 6 본사 사옥이전 설계경기 지침 개발 용역 시행 - 3차원 설계 가이드라인 작성을 포함 - 현상 설계안 선정, 용역업무수행, 시공과 유지관리 업무시 활용
서울대학교	- 2009. 9 서울대학교 병원 지하 복합진료공간 임대형 민간투자사업(BTL) 공고 - 기본설계, 실시설계, 시공단계 및 운영 유지관리 단계의 BIM 적용 요구수준을 명시
강릉시	- 2009. 12 강릉 아트센터 건립 임대형 민간 투자사업(BTL) 고시 - RFP에 기본설계, 실시설계, 시공단계 BIM적용 요구 수준을 명시
한국철도시설공단	- 2006. 10호남고속철도건설사업제3공구기본설계용역공고 - 오송~광주 구간의 고속철도 노선 184km를 CAD기반 3차원 노선도 및 설계도작성

2.2.3 국내 민간 건설사 BIM 활용 현황

국내 건설사들의 BIM 활용 사례 분석을 위하여 국내 BIM 도입현황 설문조사(2009)를 참고한다. 국내 BIM 도입현황 설문조사(2009)의 주요 대상자는 1군 건설업체 중 상위 30개 건설회사와 상위 30개 업체가 아니더라도 BIM 도입에 대한 강한 의지를 보이고 있는 회사이다. 조사된 도입 현황을 살펴보면 설문에 응답한 29개 회사 중 11개 건설회사가 BIM을 도입 중인 것으로 응답하였다. 나머지 18개 회사의 경우 아직 BIM 도입을 적극적으로 고려하지 않는 것으로 응답하였다.

그리고 BIM 적용사례는 BIM 적용 프로젝트 수행 범위 현황과 BIM을 프로젝트에 적용하여 사용한 기능으로 분류하여 조사되었다. BIM 적용 프로젝트 수행범위 현황은 표 2.4와 같이 조사 되었다. 표 2.5를 살펴보면 500억 이상의 대형 사업에 BIM의 적용은 실시설계 및 시공 단계에서 F사를 제외하고 대부분 회사가 BIM을 전문적으로 수행하는 전문업체에게 외주용역을 의뢰하여 수행되고 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 100억 이하의 소형 사업의 경우 초기검토 단계인 기획설계 단계에서만 BIM을 회사 내 부서차원에서 시범프로젝트나 실제프로젝트를 수행하고 있다는 것을 알 수 있다.

표 2.5 BIM 적용 프로젝트 수행범위 현황(이강 등, 2009)

		적용 단계				
		기획 설계	계획 설계	기본 설계	실시 설계	시공 유지 관리
외주용역 의뢰					D사(1㉔) A사(4㉓, 4㉔) E사(1㉓) G사(3㉔) H사(3㉓, 2㉔)	
시 범 프 로 젝 트	회사내 부서 차원	B사(3㉔) C사(3㉔)				
	회사 차원 협업					
	타회사 협업				F사(1㉔)	
실 제 프 로 젝 트	회사내 부서 차원	B사(1㉔) C사(1㉔)				
	회사 차원 협업					
	타회사 협업					

참고: 프로젝트 규모 - ㉔ 100억 이하; ㉓ 100 ~ 500억

㉓ 500 ~ 1000억; ㉔ 1000억 이상

즉, B사(3㉔)는 B사가 100억 이하에 BIM 프로젝트를 3회 수행하였다는 것을 뜻함.

즉, 실제 대형 프로젝트를 수행함에 있어 주요 단계에는 대부분 BIM만을 전문적으로 수행하는 외주업체에 외주용역을 주어 프로젝트를 수행함으로써 BIM 전문업체에 대한 의존도가 높은 것으로 판단된다. 반면, 위험성

이 낮은 소형 프로젝트를 대상으로 기본 계획 단계인 기획설계단계에서 회사 내부 부서차원으로 BIM을 적용함으로써 전문업체에 의존하는 것이 아닌 회사 내부 기술로 BIM을 사내에 적용하고자 하는 것으로 판단된다. 국내 BIM 전문업체 현황은 표 2.6과 같다.

표 2.6 국내 BIM 전문업체 현황

분야	업체명	보유프로그램	실적 및 주요업무
건축/ 토목	니트로 소프트	Autodesk Revit Autodesk Civil 3D	· 용인시민체육공원 터키 · 서울대학교병원 BTL · 강릉아트센터 BTL
건축/ 토목	코스팩 정보	Autodesk Revit	· 교량사업 9건, · 건축분야 민간발주 약 8건
건축/ 토목	인트라 테크	Navis	· 용인시민체육공원 4D
토목	지오엔터	자사제품	· 호남고속철도 3기본설계 · 5D, WEB 자체 솔루션 · 용역전문
토목	베이스스	Allplan외	· Allplan의 S/W 판매사 · 판매 및 용역 전문
토목	한길IT	자사제품	· 설계 자동화 전문 개발 · 개발 및 자체 솔루션 판매
건축/ 토목	마우 데이터	Autodesk전제품	· 소프트웨어 유통 및 컨설팅
토목	IDM	MicroStation	· 교량, 댐 다수 · 서울 지하철 9호선

앞서 조사된 대형 민간 건설사의 외주용역을 담당하는 전문업체의 기술력 및 시스템 확보 현황을 파악하기 위하여 수행하는 전문업체에 대하여 표 2.6과 같이 조사하였다. 대부분의 전문업체가 BIM 관련된 고가의 소프

트웨어를 활용하여 외주용역을 수행하였으며 다수의 BIM 전문 인력을 보유하고 있는 것으로 조사되었다.

표 2.7 BIM 도입 및 활용 사례

연구자	적용범위
최명석 등(2010)	현장/기술연구원/BIM 협력업체와의 협업
김한도 등(2010)	간접검토 및 시공시물레이션
이종상 등(2011)	간접검토, 2차원 도면 추출, 공정관리 협업시스템

표2.7은 민간건설사의 BIM 도입 및 활용 사례이다. 최명석 등(2010)은 2008년부터 BIM 도입을 위한 국내외 기술동향 분석과 중장기 계획을 수립하며 사내 BIM 전담 조직의 역할을 수행 하였다. 그리고 2009년 3월부터 2009년 9월까지 약 6개월 동안 타워형 주거 1개동을 대상으로 BIM 기능 검토 및 소프트웨어 사용성 검토를 위한 시범 프로젝트 실시했다. 주상복합 현장을 대상으로 2009년 12월부터 2010년 3월까지 약 3개월간 공사 참여자간 협의 및 신속한 의사 결정 지원, 공정 이해도 증진 및 관리 효율화. 현장/기술연구원/BIM 협력업체 협업을 통한 BIM 수행을 목적으로 BIM 현장 적용 프로젝트를 시행 하였다. 즉 최명석 등(2010)은 BIM 도입부터 현장 적용까지 약 2년 3개월 정도의 기간이 필요하였다.

김한도 등(2010)은 2008년부터 주로 특수교량에 대해 BIM을 적용하였다. 청풍대교, 제2돌산대교, 적금대교, 이순신대교, 심곡5교, 금강2교에 BIM 소프트웨어를 활용한 3차원 정보모델링을 통하여 간접검토 및 시공시물레이션을 시행하였다. 그리고 향후 BIM 통합 사이트를 구축하여 여러 문헌에

서 정의하고 있는 BIM으로 진화하기 위하여 활용 전략들을 제시하고 있다.

이종상 등(2011)은 2007년부터 2D에서 3D로의 건설 환경 변화에 따른 대응, 공공공사 발주 시 BIM 적용에 따른 대비, 건설사 차원의 BIM 적용 효율성 검토 등 BIM 이론 및 기술 검토를 시작으로 건축 프로젝트에 적용하였다. 주로 3차원 모델링을 활용하여 간접검토 및 2차원 도면 추출 공정 관리 협업시스템을 이용하여 원가절감 및 공기단축의 효과를 얻을 수 있었다.

위의 사례들을 종합하여 보면 2007년 또는 2008년부터 BIM을 도입하여 BIM 이론 및 기술 검토를 통하여 현장에 적용하였다. 하지만 문헌 등에서 정의하고 있는 BIM을 완벽히 활용하지 못하고 있다고 판단되며 조금씩 BIM 환경으로 진화하여 가고 있다. 위의 사례들을 분석하여 본 결과 BIM의 도입하고 건설 현장에 적절하게 활용하기 까지는 필요한 대략적인 기간은 최소 6개월에서 2년 이상이 소비될 것으로 판단된다. 적용사례 분석을 통하여 조사된 예상되는 BIM 도입 기간 또한 중소규모 사업에서 부담하기에는 그 위험성이 크다고 판단된다. 중소규모 사업의 경우 시스템을 이용할 기술자의 수준과 규모를 고려하여 장기간의 교육 없이 구동할 수 있는 시스템이 필요하다고 판단된다.

2.3 BIM 도입방법

BIM 도입현황 설문조사 및 건설사의 BIM 도입 및 활용한 사례 분석을 통하여 BIM을 도입하기 위하여 투입되는 자원 및 비용을 알아보았다. 제시된 자원 및 투자 금액들이 중소기업 사업에서 적정한지를 평가하도록 한다. 한국BIM학회 설문조사(2009)에 따르면 BIM 수행 관련 인원 현황에 대한 조사는 설문에 응답한 11개 건설회사 평균 23.55명의 BIM 수행 인원을 보유하고 있으며 인원의 숙련도의 정도로 분류하여 보면 아래 그림 2.2과 같다.

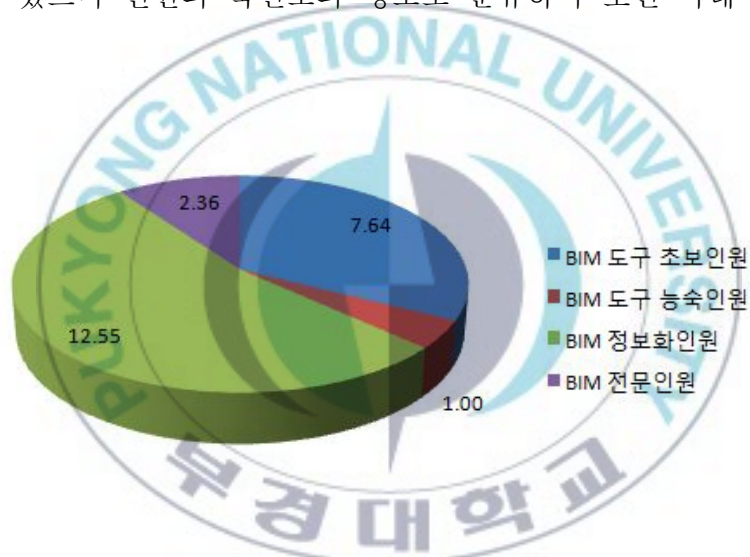


그림 2.2 BIM 관련 인원 현황 (단위: 인원수)(이강 등, 2009)

여기서, BIM 도구 초보인원은 BIM과 관련된 3D 모델링 및 도면업무를 초보적으로 수행할 수 있는 인원을 뜻한다. BIM 도구 능숙인원은 BIM 도구 초보인원 능력뿐만 아니라 건적 및 공정관리 업무까지 능숙하게 수행 가능한 인원을 뜻한다. BIM 정보화인원은 정보화 및 BIM 연구인원을 뜻하며, BIM 전문인원은 사내 BIM 사용 및 운영방법에 대한 자문이 가능한 전문인원을 뜻한다.

BIM 관련 투자에 대한 조사는 회사에서 지원하는 BIM 관련 교육시간은 설문에 응답한 9개 회사 평균 67시간의 교육시간을 지원하는 것으로 조사되었다. BIM 도입 투자비용은 설문에 응답한 11개 회사 평균으로 아래 그림 2.6에 제시된 바와 같이 2007년 평균 BIM 도입 투자비용은 3,800만원이었다. 또한 2008년 예상 투자비용은 2억2,111만원, 2009년 예상 투자비용은 2억 9,444만원으로 증가 추세인 것을 확인할 수 있다.



그림 2.3 BIM 도입 투자비용 현황(단위: 만원)(이강 등, 2009)

즉, 설문에 응답한 건설회사중 BIM 도입을 위해 60% 이상의 건설회사가 BIM 관련부서를 배치하여 평균 23.55명의 BIM 관련 수행 인원을 두고 BIM을 도입 및 활용 하고 있다. 또한 BIM 도입 및 활용을 위해 인원들에게 평균 67시간의 교육시간을 제공하고 2009년 예상 투자비용이 평균 3억 원에 가깝게 투자를 계획하고 있었다. 이와 같은 BIM을 도입하기 위해 조사된 것과 같은 인원과 교육시간, 투자비용을 중소규모 사업에서 투자하는 것은 현실적으로 불가능하다. 중소규모 사업용 BIM의 경우 인원이나 비용

의 큰 투자 없이 최소의 인원과 투자비용으로 BIM의 효과를 얻을 수 있게 하는 방법이 필요하다고 판단된다.



3. 의사 BIM

3.1 BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황 및 인식 분석

의사 BIM 시스템을 구성하기 위하여 중소규모 사업을 주로 담당하는 지방 설계사, 감리사, 건설사를 대상으로 하여 사업의 현황 및 인식을 분석하였다. 중소규모 사업을 관리하는 경영진, 중소규모 사업을 진행하고 있는 기술자로 분류하여 각 주체에 대하여 면담 형식으로 BIM 도입에 대한 인식 및 현황을 조사하였다. 그 조사 결과를 요약하면 아래 표 3.1과 같다.



표 3.1 BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황 및 인식 분석

주체	구분	내용
경영진	현황	- 현재 BIM 도입 및 활용에 대한 대가 산정이 불분명 - BIM을 이용한 성과품 납품 등의 기준이 명확하지 않음 - BIM 소프트웨어 간 호환이 원활하지 않은 상황에서 고가의 소프트웨어의 선택 또한 힘든 상황 - BIM 도입을 하기 위한 인적 · 기술적 · 재정적 자원 부족
	인식	- BIM이 하나의 소프트웨어 구입만으로 시행할 수 있다고 인식 - BIM을 도입하여도 현재로서는 이득이 없다고 판단 - 국가정책 및 새로운 변화에 대한 준비의 필요는 인식함
기술자	현황	- BIM이라는 용어를 모르는 경우가 많음
	인식	- BIM의 도입이 새로운 업무가 추가되는 것이라 인식 - 새로운 기술에 대한 막연한 거부감을 가지고 있음

BIM 도입을 위한 중소규모 사업의 현황분석에 대하여 살펴보면 첫 번째 중소규모 사업을 관리하는 경영진의 입장에서는 현재 변화하고 있는 국가 정책에 의해 기술 환경 변화에 대처가 필요 하다는 인식을 가지고 있다. 하지만 현재 BIM 적용 대상 사업은 조달청에서 발주한 500억 원 이상의 대규모 사업이 BIM 적용 대상이므로 BIM 환경으로의 변화에 즉각적인 대처가 필요하지는 않다는 입장으로 추후 변화하는 환경을 지켜보겠다는 생각을 가지고 있다. 그리고 최근 국내 건설 산업의 경기 불황으로 인하여

새로운 기술인 BIM 도입을 위해 투자 할 수 있는 인적 · 기술적 · 재정적 자원이 부족한 실정이다. 또한 BIM 도입을 위해 자원을 투자 한다고 할지라도 추후 투자 성과에 대한 확신이 없어 BIM 도입을 위한 자원 투자에 불안감을 가지고 있는 것으로 조사되었다.

또한, 현재 BIM 소프트웨어 간에 호환이 원활하지 않은 상황이다. 특정 BIM 소프트웨어를 구매하여 BIM을 도입하고 활용하여 BIM을 기반한 한 성과품을 납품한다 하여도 그 성과품에 대한 대가 산정이 불분명하기 때문에 BIM 도입을 통한 수익을 기대하기 어려운 실정이다. 또한 발주처가 요구하여 성과품을 납품할 시 BIM 기반 성과품의 납품 기준 또한 명확하지 않아 현재 BIM 도입은 일반 기술자들에게 혼란을 일으킨다. 또한 자원 투자 대비하여 성과가 없다고 판단하고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 BIM의 가치를 하나의 BIM 소프트웨어를 구입하고 소프트웨어의 기능만 익힌다면 시행할 수 있는 프로그램기법만 인식하고 있는 실정이다.

다음으로 BIM이 도입될 시 BIM을 직접적으로 활용할 기술자의 경우, BIM이라는 용어조차 모르는 경우가 빈번하였다. 현재 기술자들은 2차원 도면을 이용하여 과업을 수행하고 있는 상황이다. 새로운 기술인 BIM의 도입은 2차원 상에서 발생하였던 여러 가지 문제점들을 해결하여 준다는 인식보다는 아직 잘 알려지지 않은 새로운 기술을 이용한 새로운 작업에 추가로 BIM의 도입에 대한 거부감이 있는 것으로 조사되었다.

김인한(2010)은 BIM의 확산은 민간 용역사가 스스로 효능에 대한 확신을 가지고 자율적 도입을 추진하는 것이 바람직하다고 제안 하였다. 하지만 중소기업의 사업을 담당하는 민간 용역사의 경우 BIM의 효과에 대한 확신이 있다고 할지라도 자율적으로 BIM을 도입하기에는 조사된 현황과 같이 여러 가지 한계점을 가지고 있다.

3.2 의사 BIM이 갖추어야 할 특징

앞 장에서 기술한 2.2 BIM 도입 및 활용현황과, 2.3 BIM 도입방법을 요약하여 보면 현재 정부의 정책과 연구 대부분은 대형 사업의 BIM 도입에 초점을 맞추어 진행되고 있다. 2016년부터 공사비와 관계없이 조달청에서 발주한 모든 공사에 BIM을 적용할 것으로 발표하였지만, 현재 중소규모 사업의 실정을 반영하지 못하였다고 판단된다. 또한 BIM은 일부 대형 건설 회사를 위주로 BIM 도입 및 활용되고 있으나, 이들 또한 대부분 BIM을 전문적으로 수행하는 전문업체에 용역을 의뢰하여 BIM 프로젝트가 수행하고 있다. 또한 BIM의 적용사례는 3차원정보모델을 이용한 간접검토가 주로 활용되고 있는 것으로 조사 되었다.

BIM을 도입하기 위한 필요 자원을 분석하여 본 결과 대형 건설회사에서는 BIM 도입을 위해 전담부서가 조직하고 있었다. 평균 23.55명의 BIM 수행 인원을 두고 2007년 초기 투자비용 3,800만원을 시작으로 2009년 약 3억 원의 투자를 계획하고 있었다. 또한 BIM 도입사례를 분석하여 본 결과 BIM을 도입하고 건설 현장에 적용하기 까지는 필요한 대략적인 기간은 최소 6개월에서 2년 이상이 소비될 것으로 판단되었다. 이와 같이 요약된 내용들과 앞 절에서 조사한 중소규모 사업의 현황 및 인식과 절충하여 의사 BIM이 갖추어야 할 특징을 표 3.2에 요약하여 제시한다.

표 3.2 의사 BIM이 갖추어야 할 특징

구분	대규모 사업 현황	중소규모 사업 현황	의사 BIM
BIM 정부 정책	- 소규모 시범프로 젝트 선정 후 자 사 기술로 도입을 통한 정책 대비	- 변화하는 정책에 대비할 여력 없음	- 변화하는 정책환경 에 대비할 수 있도 록 하는 중소규모 사업용 맞춤형 BIM
BIM 도입 현황 및 적용사례	- 전문업체 의뢰 - 간접검토에 주로 활용	- 전문업체 만큼의 기술자원 부족	- 부분 3차원 모델링
BIM 도입 방법	- 전담부서 구축 및 인적 · 기술적 · 재정적 투자	- 인적 · 기술적 · 재정적 자원 부족 - 투자 여력 없음	- 기존 성과품과 연계 - 현재의 기술자원 활용
BIM 고유의 가치	- 통합시스템 또는 협업시스템 구축 및 예정	- 인적 · 기술적 · 재정적 자원 부족 - 투자 여력 없음	- 건설정보교환을 위한 기술 필요

의사 BIM이 갖추어야 할 특징 중 첫 번째는 부분 3차원 모델링이다. 대부분의 대형 건설회사가 사업에 BIM을 적용하기 위하여 BIM 프로젝트를 전문적으로 수행하는 전문업체에 외주용역을 의뢰하여 주로 간접검토를 실시하는 것으로 조사되었다. 하지만 중소규모 사업의 경우 BIM의 적용을 위해 전문업체에 외주용역을 의뢰 할 수 있을 만큼 재정적 자원이 넉넉하지 않다. 뿐만 아니라 BIM에 대한 투자 계획 또한 없는 상황에서 사실상 고가의 BIM 소프트웨어를 구매하여 전문업체 만큼 전체 구조물의 3차원

정보모델링을 하는 것은 불가능하다. 하지만 현실적인 대안으로 주로 간섭이 발생하는 복잡하거나 복합적인 구조 요소만을 현재의 기술자원 범위 내에서 부분적으로 3차원 모델링을 한다면 큰 투자 없이 BIM의 일부 기능의 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

두 번째로 의사 BIM이 갖추어야 할 특징은 기존 성과품과 연계 및 현재의 기술자원 활용이다. BIM은 3차원 정보모델링을 통하여 정보가 공유되고 사업을 진행하게 된다. 대형 건설회사에서는 이러한 BIM의 도입을 위해 전담부서 구축 및 인적·기술적·재정적 투자를 지속적으로 하고 있으며 투자비용 또한 지속적으로 상승하고 있다. 이에 반해 중소규모 사업에서는 대형 건설회사 만큼 투자 할 수 있는 자원이 부족하며 투자할 수 있는 여력 및 의지 또한 없는 입장이다. 이러한 상황에서 중소규모 사업용 맞춤형 BIM인 의사 BIM 위하여 현재 2차원에서 납품되고 있는 기존 성과품을 이용하고 앞서 첫 번째 특징으로 제시한 부분 3차원 모델링과의 연계한다면 새로운 기술에 대한 기술자의 거부감등을 줄여 줄 수 있을 것이라 판단된다. 그리고 현재의 기술자원 내에서 의사 BIM 시스템이 구축되기 때문에 투자에 대한 부담 또한 줄어들 뿐만 아니라, 현재 BIM 소프트웨어 간 호환이 되지 않는 상황에서 적절한 대책으로 판단된다.

마지막으로 의사 BIM이 갖추어야 할 특징은 적절하게 건설정보를 관리하고 교환할 수 있는 기술을 갖추어야 한다. BIM의 중요한 장점 중 하나는 여러 주제들 사이에서 건설정보를 공유하여 신속한 의사결정을 돕는 것과 건설정보의 관리를 통하여 재사용성을 높이는 것이다. 위의 적용사례 문헌들에서는 정보관리시스템 구축을 통하여 원가절감 및 공기단축의 효과를 보았다고 언급되어 있다. 따라서, 의사 BIM 또한 BIM의 고유 가치를 활용할 수 있도록 건설정보 관리 및 교환을 위한 기술이 필요하다.

3.3 의사 BIM의 개념 및 구축방법

3.3.1 의사 BIM의 개념

그림 3.1은 의사 BIM의 개념을 나타내고 있다. 의사 BIM은 인적 · 기술적 · 재정적 자원이 부족한 중소기업이 변화하는 국가정책과 기술 환경에 능동적으로 대처할 수 있는 중소기업 사업용 맞춤형 BIM이다. 현재 투입 가능한 자원범위 내에서 현재의 기술 인력과 기존 성과품을 이용하여 점진적으로 BIM기술을 구축한다. 이러한 개념을 통해 의사 BIM은 현재 중소기업 사업의 BIM활용 상황에서 여러 단체에서 연구되고 있는 BIM 개념에 의거한 개념적 BIM을 활용할 수 있도록 하는 교두보 역할을 담당한다.

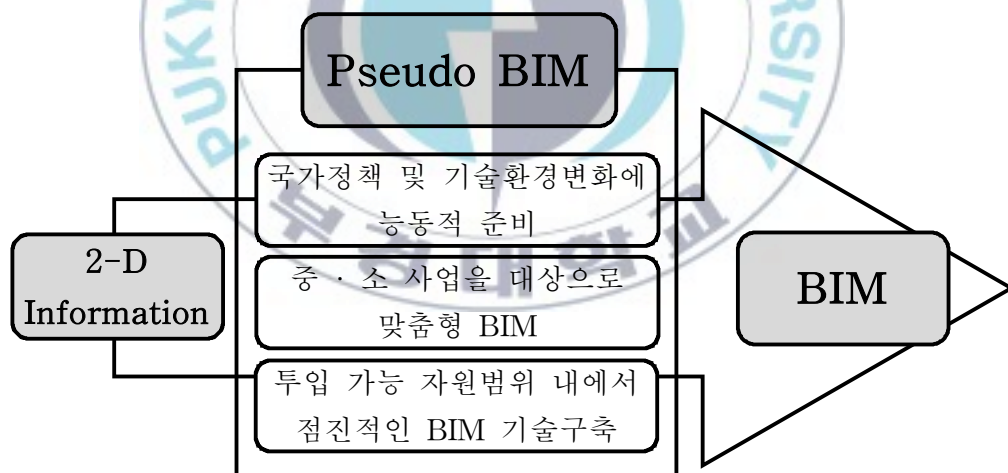


그림 3.1 의사 BIM의 개념

BIM과 위에서 정의한 의사 BIM과의 차이점을 분석하였다. 의사 BIM은 한번에 혁신적인 변화 보다는 점진적인 BIM도입을 통한 건설 프로세스의 변화를 추구한다. 책정된 공사비에 따라 BIM을 도입하기 보다는 BIM이 필요한 활용 가능 범위에서 시스템을 구축하는 것을 목적으로 한다. 그리고 소프트웨어간 호환성을 고려하여 과도한 소프트웨어 도입을 자제한다. 또한 현행 건설산업 종사자들에게 BIM이 새로운 작업의 추가가 아닌 작업을 줄여 줄 수 있다는 것을 인식시켜 BIM 도입의 거부감을 없애는 것에 목적이 있다. 아래 표 3.3은 BIM과 의사 BIM에 대한 비교 이다.

표 3.3 BIM과 의사 BIM의 차이점

구분	BIM	의사 BIM
정의	- 구조물의 기획 · 설계단계 · 시공단계 및 유지관리의 모든 단계에서 발생하는 프로세스 정보와 각 프로세스에 소요되는 공사 정보들을 3D 객체기반으로 통합 연계한 건설정보 모델	- 데이터 사전을 통한 공종(사업)의 분류체계를 이용하고 기존의 성과품을 활용한 관리체계 구축 - 단 복잡부는 3차원 도면 모델 연계
정보 모델	- 3차원 정보모델 기반	- 부분 3차원
특징	- 도면 및 수량의 자동화 - 공정 등이 관리 - 설계 객체간의 간섭과 오류 검토	- 기존 설계 성과품 이용 - 데이터 사전 구축

3.3.2 의사 BIM 구축방법

그림 3.2는 의사 BIM의 방법을 나타내고 있다. 기존 BIM 개념을 기반으로 앞서 제시한 의사 BIM이 갖추어야 할 특징을 이용하였다. 부분 3차원 모델링, 건설정보를 교환하고 관리할 수 있는 기술로 데이터 사전을 이용하고, 기존 성과품 및 기술자원을 활용하는 점진적 진화로 구성된다.

첫 번째, BIM은 기존 BIM 정의에 의거하여 시설물 전 생애주기에 걸쳐 효율적인 업무협업을 지원한다는 것을 의미한다. 두 번째, 데이터 사전은 현재 자동차분야나 기계분야에서 활용되고 있는 국제 표준인 PLIB Part 42에서 정의하고 있는 데이터 사전 방법론을 건설산업분야에 도입한다. 건설 정보를 누적이나 중복 없이 유지·관리·공유하고, 사용자가 필요로 하는 건설정보를 클래스와 속성클래스를 이용하여 구축된 분류체계와 데이터 사전요소를 이용하여 검색을 용이하게 한다. 세 번째, 부분 3차원 모델링은 현재 BIM 소프트웨어를 구입하기 위해서는 고가의 비용이 소모되고 BIM 소프트웨어 간에 데이터의 호환이 원활하지 않은 상황을 고려하였다. 기존 기술자원 범위 내에서 전문가가 3차원 모델링이 필요하다고 판단되는 부위에 3차원 모델링을 적용하는 것을 의미한다. 네 번째, 점진적 진화는 현재 BIM 도입에 대해 대가 불분명하고 경영진과 기술자가 부담감을 가지는 상황을 고려하였다. BIM 설계환경으로의 급격한 변화가 아닌 현재의 기술 인력과 성과품을 활용함으로써 점진적으로 BIM 설계환경으로의 변화를 추구한다는 것을 의미한다.

BIM	Data Dictionary
• 3차원 정보모델 기반 • 시설물 생애주기 동안 업무 협업 지원	• 사업별 데이터 관리 • 정보의 관리 · 공유 • 즉각적인 정보 검색
Pseudo BIM	
• 기존 기술인력 활용 • 기존 성과품과 연계	• 필요 부분 3D 정보 모델 적용 • 3D 모델링 시간 단축
Gradual Evolution	Partial 3D Information Model

그림 3.2 의사 BIM의 구성 방법

이러한 의사 BIM의 장점은 중소규모 사업의 현황을 고려하여 기존 BIM 도입에 비해 인원 및 비용과 시간에 대한 부담 없이 일부 BIM의 기능을 활용하여 효과를 얻을 수 있다는 점이다. 중소규모 사업에 적합하다는 것과 기존 기술 인력 및 성과품을 이용함으로써 기술자들의 거부감을 줄일 수 있다는 것이다. 그에 반해 단점은 3차원 정보 모델 구축을 위한 교육 시간 및 작업 시간 단축을 위하여 제시된 부분 3차원 정보 모델 구축 개념이 고급기술자의 판단에 의해 필요 부위에 3차원 정보 모델을 제공한다. 이 때문에 기술자의 판단 착오로 인해 3차원 정보 모델이 필요한 부위가 누락될 수 있다는 것이다.

3.4 의사 BIM의 전개

3.4.1 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축 방법

건설정보분류체계를 기초하여 PLIB part 42와 건설정보분류체계를 이용한 의사 BIM 데이터 사전에 적합한 분류체계 구축 방법을 제시한다. 그림 3.3은 의사 BIM 데이터 사전 구축 방법을 나타내고 있다.



그림 3.3 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축 방법

형상제작정보 중 공사시방서의 경우 한계점을 보완하기 위해 건설정보분류체계의 공중분류를 대신하여 대부분의 사업에서 이용되는 공사시방서 작성요령의 공중분류체계를 이용한다. 공중분류체계가 의사 BIM 데이터사전 분류체계의 속성정보가 될 수 있도록 교량사업과 관련된 공중분류체계의

항목별로 표 3.4와 같이 부위별로 분류하였다. 하지만 지반과 관련된 공종을 제외하고 대부분의 공종이 각 부위별로 중복되어있다. 이로 인해 분류의 필요성이 떨어져 공사시방서 작성요령 공종분류체계 중 교량사업에 필요한 부분을 발췌하여 데이터사전과는 별도의 분류체계로 구축하여 시스템을 구성하였다.

표 3.4 교량 각 부위에 대한 적용 공종

분류체계 중분류	공사시방서 작성요령 공종분류체계(1999)
교량하부구조	1. 총척, 2. 지반조사 및 측량, 3. 지반개량공사 4. 토공사 5. 말뚝공 6. 콘크리트 8. 강구조물공사 9. 교량가설 및 부대공사 15. 기타공사
교량상부구조	1. 총척 6. 콘크리트, 8. 강구조물공사, 9. 교량가설 및 부대공사, 10. 도로 및 포장공사, 15. 기타공사
교량부속시설부위	1. 총척 9. 교량가설 및 부대공사, 10. 도로 및 포장공사, 15. 기타공사
교량가시설부위	1. 총척
기타 교량시설부위	1. 총척

형상제작정보인 설계예산서의 경우 현재 적절한 분류체계가 제시 되어 있지 않다. 일반적으로 표준품셈과 단가산출기준에 근거하여 적산을 수행하는 전문가의 경험과 판단에 의해 수행되거나 발주처에 따라 상이하게 작성되고 있다. 따라서 이 논문에서는 일반적으로 이용되는 표준품셈과 단가산출기준에 근거하여 교량의 각 부위를 제작하기 위한 공종별로 분류하였다. 그리고 공종별 속성정보의 최하위계층의 분류는 공종을 위해 소요되는

자원(자재, 인력, 장비)이 되도록 설정하였다. 자원의 상위계층을 단가로 설정하고 단가의 상위계층을 내역으로 설정하여 내역 > 단가 > 자원으로 각 공종에 대해 공통의 하위계층을 둘 수 있도록 구축하였다. 그리고 마지막 자원은 건설정보분류체계의 자원분류에 제시된 내용을 중 교량사업에 필요한 자원만을 발췌하여 라이브러리 형식으로 제시하였다. 데이터베이스 서버에서 선택하여 정보를 입력하도록 하였다. 그 이유는 자원분류 또한 여러 공종에 중복되는 항목이 다수 존재하였기 때문이다.

3.4.2 의사 BIM 데이터 사전의 개념도

의사 BIM 데이터 사전을 구축하기 개념도를 나타내면 그림 3.4와 같다. 기존 성과품의 건설정보들 중 구조 계산서를 각 부위에 따라 분류한 후 설계도면을 건설정보분류체계의 부위분류와 PLIB part 42의 계층구조 생성 규칙을 이용하여 분류체계를 형성한다. 이때, 부위분류 중 세분류에 대하여 객체지향적인 상속에 원리기 지켜질 수 있도록 분류하여 분류체계를 형성한다. 이렇게 분류된 분류체계의 각 부위에 따라 표준품셈과 단가산출기준을 근거하여 최하위계층을 내역 → 단가 → 수량의 공통 하위 속성이 되도록 분류하여 각 부위에 대하여 속성클래스를 정의한다. 마지막으로 구축된 부품클래스와 속성클래스를 각각의 데이터사전요소를 정의하여 의사 BIM 데이터사전을 구축한다. 단, 공사시방서의 경우 공사시방서 작성요령에 제시된 공종분류체계를 데이터사전과 별도로 관리 한다. 그 이유는 각 부위별로 중복되는 내용이 다수 존재하여 분류의 필요성이 부족하기 때문이다.

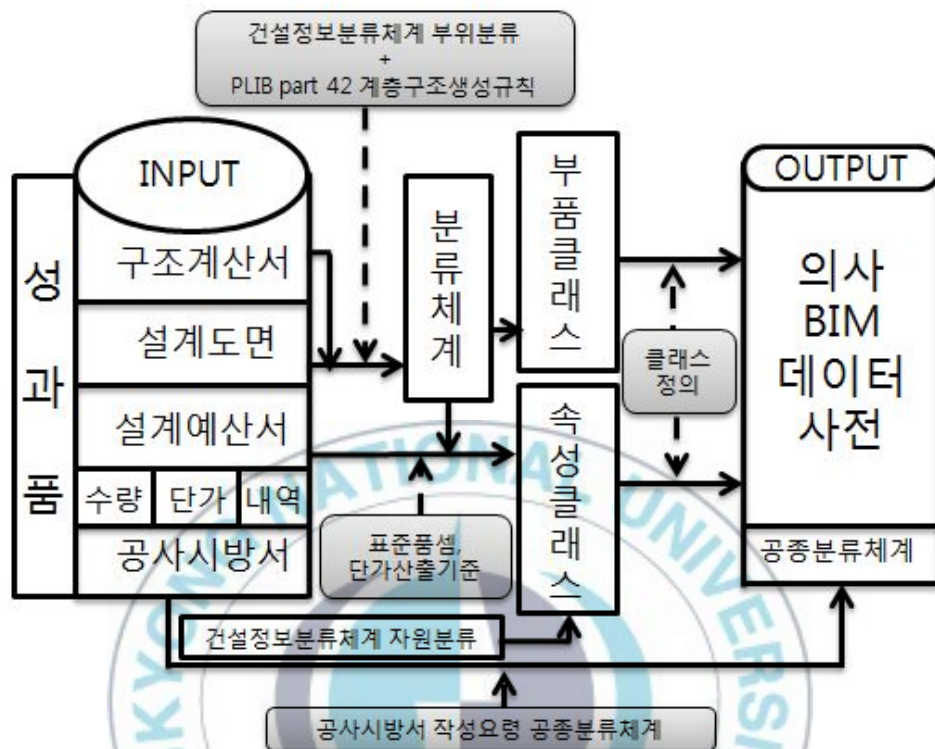


그림 3.4 의사 BIM 데이터 사전 구축을 위한 개념도

4. 의사 BIM의 실험

4.1 이론적 배경

4.1.1 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 구축

교량사업의 과업진행단계 중 실시설계에서 시공단계로 전달되는 정보를 이용하여 데이터 사전을 구축하여 보았다. 개념도를 따라 첫 번째로 분류체계를 구축해보면 건설정보분류체계 부위분류의 대분류 1. 토목시설부위의 교량시설부위를 이용하여 상위계층을 형성한다. 그리고 각각의 세분류에 대하여 동일 기능을 수행하는 부재들을 하위계층으로 보완한다. 단, 각 부위들을 재료적으로 분리하지 않고 세분류에 제시되는 부위를 하나의 부품으로 생각하여 하위계층을 형성한다. 이와 같은 방법으로 분류체계를 구축한다면 복합적인 부위를 표현할 수 있고 또한 여러 종류의 교량에 대한 활용성이 높아지는 장점이 있다. 아래 그림 4.1은 교량 사업을 대상으로 한 의사 BIM 데이터 사전 분류체계 일부를 나타내고 있다.

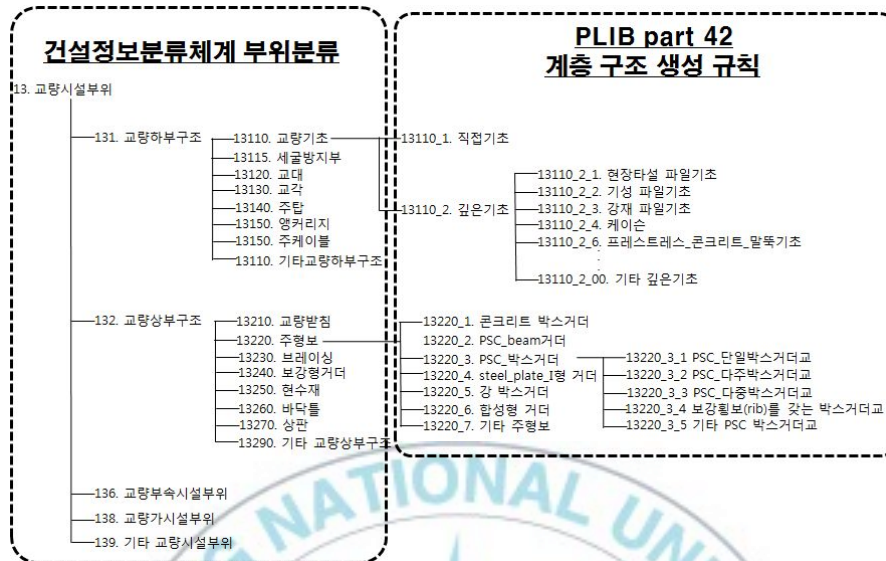
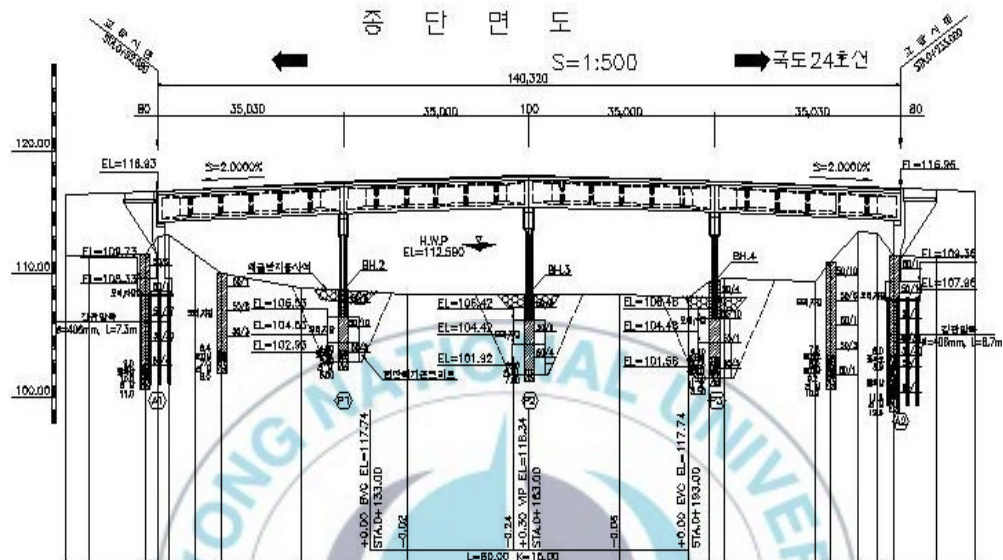


그림 4.1 의사 BIM 데이터사전 분류체계 예시

4.1.2 적용범위

이 연구는 의사 BIM의 개념 및 구축방법을 제시하고 시스템을 구축하기 위한 예비실험을 하는 연구이다. 연구의 대상을 표준 I형 PSC BEAM 교량으로 제한하였다. 또한 과업의 시행단계를 실시설계를 통해 생성된 정보만을 대상으로 하여 예비실험을 실시한다.

4.1.3 대상구조물 일반사항



4.1 대상 구조물의 종단면도

대상구조물 종단면도는 그림 4.1과 같이 경남 밀양 지역에 위치한 봉의교(PSC BEAM)를 대상으로 의사 BIM 시스템에 대한 예비실험을 실시한다. 대상구조물의 실시설계에서 생성된 정보는 설계도면, 구조계산서, 공사시방서, 설계예산서(수량산출서, 단가산출서, 내역서) 인허가서류 등이 있다. 이중 인허가서류는 문서의 특성상 시스템화 할 필요성이 상대적으로 낮다고 판단되어 제외하고 시스템을 구축하였다.

4.2 의사 BIM의 구성

앞서 3.5에서 제시된 구축 방법과 개념도에 따라 우선 첫 번째로 데이터 사전의 분류체계를 구축한다. 분류체계에 포함될 정보는 설계도면과 구조 계산서이다. 상위분류체계로 사용될 건설정보 분류체계의 부위분류 중 대분류 1. 토목시설 부위에서 중분류 13. 교량시설부위에 포함된 내용들을 상위분류로 설정한다. 그리고 PLIB Part42의 계층 구조 생성 규칙을 이용하여 각 세분류에 동일 기능을 수행하는 구조 부위들로 분류하여 하위구조를 생성한다. 그림 4.2는 이러한 방법으로 생성된 데이터 사전 분류체계의 일부를 나타내고 있다.

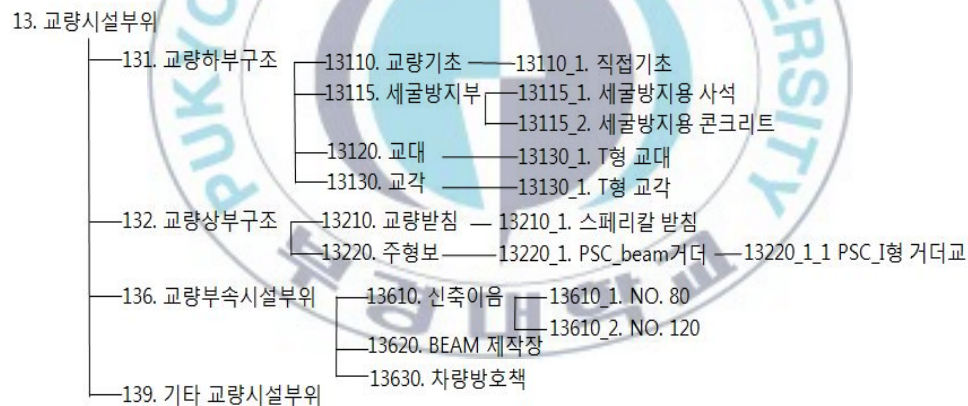


그림 4.2 PSC BEAM 교량 데이터 사전 분류체계 일부

두 번째로 설계예산서에 제시된 건설정보들을 분류하기 위하여 앞서 제시된 분류체계의 각 부위별로 속성 정보를 정의한다. 그림 4.3은 PSC_beam_girder에 대한 속성정보의 일부를 나타내고 있다. 표준품셈과 단가산출기준을 참고하여 PSC_beam_girder에 대한 공종들 간에 트리구조

를 형성한 후 계층의 최하위 계층을 공통 하위 속성으로 정의 한 내역 → 단가 → 수량으로 오도록 정의하였다. 건설정보분류체계의 자원분류 에서 교량사업과 관련된 자원들을 라이브러리에서 소요되는 자원들을 적용하여 각 부위에 대한 속성 정보를 정의 한다.

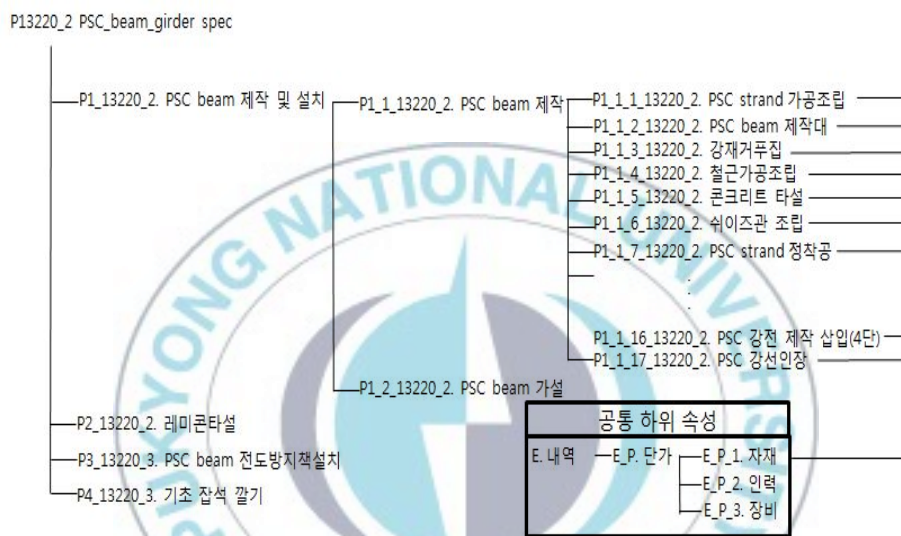


그림 4.3 PSC_beam_girder의 속성정보 일부

세 번째로 분류체계의 부품클래스를 정의한다. 부품클래스의 정의를 위하여 PLIB Part 42에서는 데이터 사전 요소 21가지를 제공하고 있다. 그 중 code, superclass, preferred name, short name, synonymous name, version number, revision number, note를 이용하여 분류체계에 대한 부품클래스를 정의하였다. 아래 표 4.1은 PSC_beam_girder에 대한 부품클래스를 정의한 예를 보여주고 있다.

표 4.1 PSC_beam_girder에 대한 부품클래스 정의

구분	내용
code	13320_1
superclass	주형보
preferred name	PSC beam girder
short name	PC beam
synonymous name	PC 보
note	.
version number	001
revision number	01

마지막으로 부품 속성 클래스를 정의한다. 부품 속성 클래스의 경우 PLIB Part42에서 제시하고 있는 부품 속성클래스를 기술하기 위한 데이터 사전 요소 22가지 중 Code, Definition, class, Data type, Preferred name, Unit, Version, number, Revision number를 이용하여 정의하였다. 표 4.2는 각 속성 클래스 별로 내역, 단가, 자재에 대해 정의의 예를 각각 나타내고 있다.

표 4.2 main_girder에 대한 속성클래스 정의(예)

Code	E	E_P	E_P_1
Definition class	13220_2	13220_2	13220_2
Data type	character, number	character, number	character, number
Preferred name	내역	단가	자재
Definition	물품이나 금액 따위의 내용	물건 한 단위의 가격	무엇을 만들기 위한 기본적인 재료
Unit	원	원/m ³ , 원/개소	m ³ , 개소
Version number	001	001	001
Revision number	01	01	01

4.3 실험결과

앞 절에서 제시된 의사 BIM 구성 방법을 이용하여 의사 BIM 시스템의 적합성을 검증하였다. PSC_BEAM 교량을 대상으로 시스템을 구축하여 예비실험을 실시하였다. 의사 BIM 시스템의 검색화면은 그림 4.4와 같다.

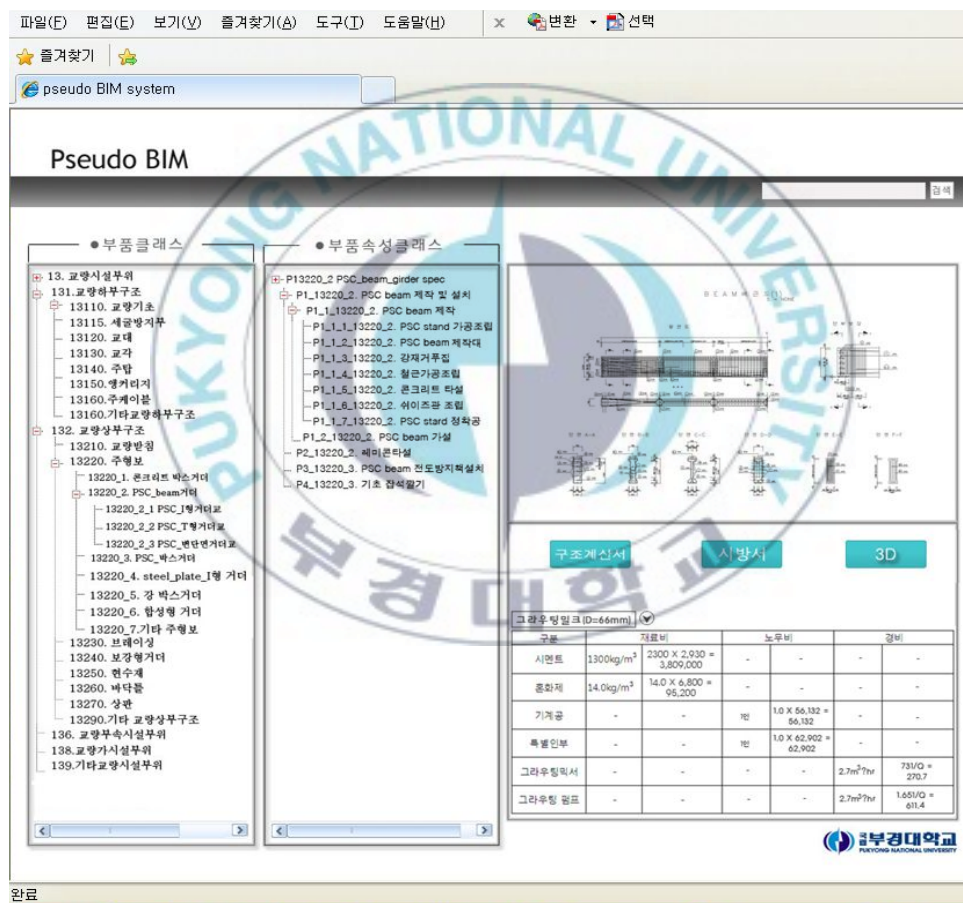


그림 4.4 의사 BIM 시스템 검색 화면

그림 4.4는 의사 BIM 시스템의 검색화면을 나타내고 있다. 좌측의 부품

클래스를 선택하고 각 부품클래스별 속성클래스 중 사용자가 필요로 하는 공종을 선택한다. 선택하면 원하는 구조 부위의 설계도면, 구조계산서 수량, 단가, 내역 등을 확인 할 수 있으며 시방서의 경우 별도로 제시하고 있다. 또는 검색기능을 통하여 원하는 정보를 신속히 검색할 수 있다. 예비 실험을 위해 구축된 의사 BIM 시스템은 의사 BIM 구축 방법에 맞추어 PSC 거더의 단부나 코핑부와 같은 복잡한 부위에 부분 3D 모델을 적용하였고 그 결과는 그림 4.5와 같이 제시하였다.

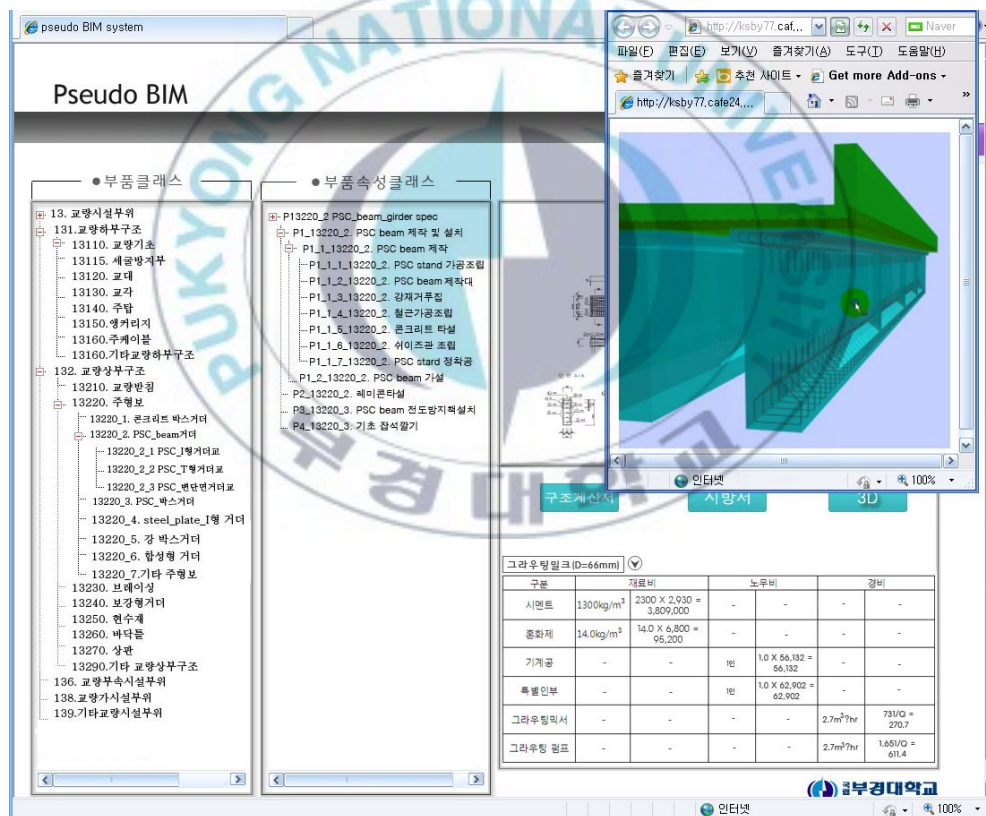


그림 4.5 PSC 단부에 대한 부분 3D 모델

4.4 의사 BIM의 적용성

예비 실험을 위해 구축된 시스템의 건설정보의 분류는 상위분류를 국토해양부에서 공고한 건설정보분류체계를 상위분류를 이용하여 구축되어 현재 국내의 기준을 적절하게 활용하였다. 그리고 건설정보분류체계의 부족한 부분을 데이터 사전 방법론을 제시하고 있는 국제 표준인 PLIB Part42에서 제시된 계층 구조 형성 규칙을 이용하여 보완하여 건설분류체계의 적용성을 향상시켰다. 이러한 의사 BIM 시스템을 활용하여 현재 여러 권의 책으로 납품되는 각 구조부위에 따라 건설정보들을 시스템화 함으로써 사용자가 필요로 하는 건설정보들을 효율적으로 관리하고 검색할 수 있다. 건설정보의 통합적인 관리를 추구하는 BIM의 개념을 효과적으로 적용하고 있다.

또한, 2D 설계 도면을 바탕으로 부분 3차원 모델을 제시함으로써 주요부분 간섭검토가 가능하였다. 복잡하거나 복합적 부위에 대해 사용자의 설계 도면에 대한 이해를 높일 수 있었다. 그리고 현재 BIM 도입에 비해, 소규모의 자원을 투자하여 BIM 기술을 중소규모 사업 경영진 및 기술자들에게 제시함으로써 BIM에 대한 필요성을 일깨울 수 있었다.

하지만, 이 예비실험을 위해 구축된 시스템의 경우 일 방향으로 정보를 제공하는 방법으로 구축되어 향후 설계변경과 같이 해당 정보의 수정이 불가능하다는 문제점이 있었다. 또한 일부분을 시스템화 하여 객체들 간에 관계의 설정이 분명하지 않아 시스템 상호호환성의 문제점이 발견되었다. 향후 시스템의 보완을 통하여 양방향성으로 정보를 공유함과 동시에 각 객체 간에 호환이 가능하고 시스템을 보강하여야 할 것으로 판단된다.

5. 결론

BIM은 상호운용성 저하의 문제 및 데이터 일관성 확보의 한계점을 극복한 개념이다. BIM은 개념설계에서 유지관리 및 폐기의 단계까지 구조물의 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술을 말한다. 하지만 현재 국내의 BIM 도입 및 활용을 위한 정책과 연구들은 대규모 사업에 집중하여 실행되어 있으며, 이에 비해 중소규모 사업을 위한 BIM의 연구는 미비한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 중소규모 사업의 실정을 고려한 의사 BIM 시스템 구축을 위한 예비실험으로써, 중소규모 사업용 맞춤형 BIM을 의사 BIM이라 정의 하였다. 이 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) BIM 도입에 대한 중소규모사업의 인식 및 현황 조사를 통하여 중소규모 사업의 실정을 고려한 의사 BIM의 개념과 의사 BIM 구축방법을 제시 하였다.

2) 의사 BIM의 개념은 가용자원이 부족한 중소규모 사업이 변화하는 국가 정책과 기술 환경에 능동적으로 대처할 수 있는 중소규모 사업용 맞춤형 BIM이다. 의사 BIM의 구축방법은 기존 BIM 개념을 기반을 두어 부분 3차원 모델링, 데이터사전을 이용하여 점진적으로 진화 시킨다.

3) 제시된 의사 BIM 시스템의 유효성 및 가능성의 검증을 위해 예비 실험을 실시하였다. 예비실험은 교량사업 중 PSC beam 교량 사업을 대상으로 실시하였다. 소규모의 자원 투자로 실현된 예비 실험을 통하여 의사 BIM 시스템이 중소규모 사업에 큰 자원의 투자 없이 BIM의 효과를 볼 수 있도

록 함으로써 의사 BIM의 유효성 및 가능성을 검증하였다.

4) 향후 예비실험을 통해 도출된 문제점을 보완하기 위하여 양방향성 시스템 구축을 위한 연구가 필요하며 이러한 연구를 통하여 의사 BIM 시스템에서 BIM의 협업기능이 가능할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 각 구조부위들 간에 상호 연관관계에 대한 연구를 통하여 시스템이 일체화되어 구동되도록 하는 연구가 필요하다. 이 연구는 사용자의 편의성을 증진시켜 시스템의 활용성을 높일 수 있을 것이라 판단된다.

5) 이 연구를 통해 제시된 의사 BIM 시스템을 이용하여 인적 · 기술적 · 재정적 자원이 부족한 중소규모 사업에 과도한 투자 없이 BIM을 활용 할 수 있을 것이라 판단된다. 의사 BIM은 현재 중소규모 사업의 BIM활용 상황에서 현재 여러 단체에서 연구되고 있는 BIM 개념에 의거한 이상적 BIM을 활용할 수 있도록 하는 교두보 역할을 담당할 것이라 기대한다.

참 고 문 헌

- 1) **건설교통부** (2002) 건설정보 분류체계 구축을 위한 연구
- 2) **김병수** (2003) 토목공사 정보분류체계에 관한 연구, 한국건설관리학회논문집, Vol. 4(3), pp. 102~111
- 3) **김영범 외** (2001) PLIB 파트 42를 이용한 자동차부품의 데이터사전, 한국전자거래학회지, Vol. 6(2), pp. 127~142
- 4) **김용한 외** (2008) 구조물 정보모델을 이용한 3차원 스마트 설계, 대한토목학회지, Vol. 56(7), pp. 18~23
- 5) **김인한** (2008) 개방형 BIM발주 - 新글로벌 스탠다드로 다가온다, 건설저널 (10), pp. 62~64
- 6) **김인한** (2010) 건설산업의 새로운 화두 - BIM은 무엇인가, CERIK저널(9), pp. 10~14
- 7) **김지원 외** (2009) IFC를 통한 BIM 데이터의 상호연동 시 문제점분석 및 개선 방향 설정에 관한 연구, 한국건설관리학회논문집, Vol.10(6), pp. 88~98
- 8) **김진만** (2007) 건설 정보 활용을 위한 메타데이터 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집
- 9) **대우건설 기술연구소** (2010) 토목분야 BIM 적용방안, 한국건설관리학회 특집 기사
- 10) **대우건설 기술연구소** (2010) 토목분야 BIM(Building Information Modeling) 적용 방안 및 사례, 한국건설관리학회 특집기사
- 11) **박환표 외** (2004) 건설정보 분류체계 활용도 측정을 통한 분류체계 활성화 방안, 한국건설관리학회논문집
- 12) **서정한 외** (2003) 건설정보 분류체계에 의한 설계도서 통합 관리 방안, 한국건설관리학회 학술대회지 논문집

- 13) **윤정환** (2006) 현장 사용자 관점에서의 건설 정보시스템 만족도 분석, 한국건설관리학회지, Vol. 7(4), pp. 126~136
- 14) **이광명** (2010) 가상 건설 연구단의 토목분야 BIM 연구 성과, 대한토목학회 학술대회 논문집
- 15) **이경섭** (2013) 데이터 사전에 기반한 중소규모 사업용 BIM 시스템 구축을 위한 연구, 부경대학교 대학원, 석사학위논문
- 16) **이민남** (2002) 건설정보표준분류체계를 적용한 건설지식관리 맵에 관한 연구, 한국정보처리학회
- 17) **이병엽 외** (2008) 데이터 사전 관리를 통한 프로젝트 관리 기법, 한국콘텐츠학회논문집, Vol. 9(3), pp.72~80
- 18) **이상호 외** (2010) BIM을 활용한 사회기반시설 생애주기 정보관리, 대한토목학회 학술대회 논문집
- 19) **이태식** (2001) Mobile Computing을 통한 Personal Digital Assistant(PDA) 기반의 건설정보관리 시스템, 한국건설관리학회 학술대회지
- 20) **이태식 외** (2007) 토목분야의 BIM(Building Information Modeling) 도입을 위한 기초 연구 조사, 대한토목학회 학술대회 논문집
- 21) **이한민** (2008) BIM 구축을 위한 건설정보 통합시스템 개발에 관한 연구, 전남대학교 박사학위 논문
- 22) **장명호** (2008) 대공간구조물 건설정보의 웹 데이터베이스 개발, 한국공간구조학회 춘계 학술발표회 논문집
- 23) **정영수** (2010) 건설 IT의 진화 - 플랜트, 토목 건설사업과 BIM, CERIK저널 (9), pp. 18~21
- 24) **조준면 외** (2003) PLIB에 기반한 전자상거래용 금형부품 데이터 사전의 구축, 한국전자거래학회지, Vol. 8(3), pp. 37~52
- 25) **최명석 외** (2010) 건설사 BIM 도입을 위한 전략과 도입 사례 및 시사점, 한국전산구조공학회지, Vol.23(2), pp. 7~67
- 26) **최철호** (2008) 미래 건설기술로소의 BIM과 단계별 적용 전략, 한국건설관리학회지, pp. 9~14

- 27) **한석희** (2008) 가상건설 정보시스템 통합을 위한 표준 아키텍처, 한국전산구조공학회 정기 학술대회
- 28) **함영집** (2009) Data Envelopment Analysis를 이용한 건설정보시스템 관리 프레임 워크, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집
- 29) **Po-Han Chen 외** (2004) Implementation of IFC-based web server for collaborative building design between architects and structural engineers, Automation in construction, Vol. 14(1), pp. 115~128



감사의 글

학부생활을 졸업하고 직장생활을 시작할 때만 해도 제가 대학원을 가게 될 줄은 꿈에도 생각 못했는데 어느덧 3년이 지나 논문을 마무리 하면서 감사의 글을 쓰는 순간이 오게 되었습니다. 3년이라는 길고도 짧은 시간동안 저에게 많은 도움을 주신 분들께 짧게나마 감사한 마음을 전하고자 합니다.

항상 열과 성을 다해 논문을 지도해 주시며, 부족한 저를 논문이 마무리되기까지 잘 이끌어주신 이환우 교수님께 진심으로 깊은 감사드립니다. 그리고 바쁘신 와중에도 논문에 대해 세밀한 검토와 지도를 해주신 김명식 교수님, 국승규 교수님과 학위 과정에서 강의를 통해 많은 것을 지도해주신 이동욱 교수님, 장희석 교수님, 정두희 교수님께도 깊은 감사의 마음을 전합니다. 그리고 첫 번째 사회생활을 시작하게 해주시고 저를 구조설계 연구실로 이끌어 주신 김광양 선배님께 진심으로 감사의 뜻을 전합니다.

끈끈한 정과 의리가 있는 우리 구조설계 연구실의 선배님들 정말 감사하고 이 인연 끝까지 유지하도록 노력 하겠습니다. 그리고 학부 때부터 시작하여 연구실 그리고 지금 사회생활을 하는 동안에 제일 많이 보고 있는 후배지반 의젓한 호준이, 수전증이 심한 재엽이, 연구실 인물수준을 향상시킨 호진이와 승일이 까지 모두 모두에게 누구 못지않은 크나큰 고마움을 전하고, 힘든 일이 있으면 망설임 없이 연락하며, 서로 믿고 의지하자는 말을 전합니다. 또한, 같이 논문을 준비하면서 많은 고생도 하고 술도 많이 먹은 착하고 똑똑한 경섭이, 이제 조금 있음 사회생활을 시작할 텐데 힘들 일이 있으면 망설임 없이 연락하는 좋은 인연 계속 유지하자구나. 그리고 프로그래밍 때문에 많이 귀찮게 굴었지만 어떤 보상도 필요 없다고 한 성격 너무 성격 좋은 민정이, 너무 고맙습니다.

마지막으로 항상 아들을 믿고 바라보며 와주신 아버지, 어머니께 글로는 다 표현할 수 없는 감사한 마음을 전합니다. 그리고 못난 동생 항상 챙겨주고, 걱정해주 최고 멋진 큰누나, 작은누나에게도 고마움을 전하며, 우리가족 모두에게 사항한다는 말과 함께 이 논문을 바칩니다.