BSC를 기반으로 한 BIM프로젝트의 만족도 측정에 관한 연구

BSC Based Measurement of Satisfaction Degree For Based BIM Construction Projets

송미림* 윤수원** 진상윤***
Song, Mirim Yoon, Su-Won Chin, Sangyoon

요 약

건설프로젝트의 대형화, 복잡화, 다양화로 인해 전략적 대응방안 중 하나로 BIM(Building Information Modeling)이 등장하였다. 최근 조달청에서는 2012년부터 500억 이상의 건설 프로젝트에 BIM적용을 의무화하는 BIM 활성화 계획을 발표하여 국내 건설 산업 전반으로 BIM도입이 확산되고 있다. 이에 BIM기반 프로젝트 사례를 바탕으로 각종 BIM연구가 진행되고 있다. 그러나 현재 BIM관련 연구는 BIM도입에 대한 단편적인 문제점 도출 및 BIM에 대한 기술력과 체제 구축 등의 문제점을 중점으로 활발히 진행되고 있으나, 본질적인 BIM기반 프로젝트 전반에 대한 만족도에 관한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구는 국내 BIM기반 프로젝트에 대한 실태 파악 및 만족도를 조사하여 이를 종합적으로 분석하고 현재 실무자들의 시각에서의 프로젝트 내 BIM적용에 대한 중요 부문 및 취약 부문을 파악한 뒤 중점 개선하는 방향을 제시하는 등 효율성 면에서의 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도 연구를 하였다.

키워드 : BIM 프로젝트, BSC, 만족도, 영향요인

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 증가하는 초고층, 비정형, 친환경 건축물을 포함한 대형 복합 시설물의 설계 및 시공관리를 위한 전략적 대응방안 중의 하나로 Building Information Modeling(이하 BIM)이 등장하였다.

BIM은 건물의 수명주기 동안 필요한 정보를 "호환가능하고 재사용가능한"방법으로 생성하고 관리하는 프로세스로서 설계 · 견적 · 엔지니어링 · 관리시스템을 통합하여 건설정보의 재활용 및 공유를 할 수 있도록 한다(원종성 외 2008).

이러한 BIM의 도입이 전 세계적으로 AEC(Architecture, Engineering, Construction)분야 전반에 걸쳐 적극 검토 또는 실제 활용 되고 있다. 국내 건설 산업에서는 공공공사 최초로 용인시민체육공원 턴키사업이 BIM기반 발주를 시작으로 최근 조달청에서는 BIM의 활성화를 위해 2012년부터 500억 이상의 턴키 · 설계공모 건축공사에 BIM 적용을 의무화 할 계획을 발표하였으며(조달청 2010), 건설 산업 전반으로 BIM도입이 확산되고 있다.

이에 BIM기반 프로젝트 사례를 바탕으로 각종 BIM연구가 진행되고 있으며 주로 제시되는 내용으로는 분야별 협업 문제, BIM 이해 부족, 매뉴얼 부재, 표준화 어려움, 전문 인력 부족 등 BIM 도입에 있어 여러 문제점이 제기 되고 있다. 특히 대형 프로젝트에서 건축가, 종합건설업체, CM (Construction Management) 업체, 전문엔지니어링 업체 등의 수많은 참여자들 간의 의사소통, 정보관리 및 교환의 협업방식이나 정보관리에 대한 문제가 대두되고 있다(임재인 외 2008).

이와 같이 BIM사례 분석을 통한 BIM도입에 대한 문제점을 부분적으로 도출하는 연구 및 BIM에 대한 기술력과 체제 구축 등의 문제점을 중점으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 현실적으로 국내 건설BIM이 활성화되고 가시적인 효과를 거두

* 일반회원, 성균관대학교 u-city공학과 석사과정, mirim214@skku.edu
** 일반회원, 성균관대학교/(주)두올테크 건설기술연구소 팀장, 공학박사, yoonsuwon@doaltech.com
*** 종신회원, 성균관대학교 u-city공학과 교수, 공학박사(교신저자), schin@skku.edu

기 위해서는 현재 국내 BIM기반 프로젝트 수행에 대한 만족도를 가져다 줄 수 있는 요인들을 인식하고 이를 바탕으로 건설 BIM 발전을 위한 제반 환경을 장기적으로 구축해 나가는 것이 필요하다. 즉, BIM기반 프로젝트에 대한 성과 및 만족도를 고려하여 BIM이 평가 · 분석된 연구가 필요하다 하겠다.

따라서 본 연구는 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도를 조사하여 현재 실무자들의 시각에서 프로젝트 내 BIM적용에 대한 중요 부문 및 취약부문을 파악하고 중점 개선하는 방향을 제시하는 등 효율성 면에서의 BIM프로젝트에 대한 만족도 연구를 수행하고자 한다. 즉, 현재 국내 BIM기반 프로젝트의 실태 및 만족도를 파악하고 BIM 프로젝트 만족도 증진을 위한 참여 주체별 그리고 총괄적인 관점에서의 전략 방향을 도출하고자 한다. 이를 기반으로 향후 국내 건설산업에서 효율적인 BIM적용을 위한 방향과 실질적 시행 방안 마련에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 BIM프로젝트 참여 경험이 있는 실무자를 대상으로 BIM기반 프로젝트의 만족도에 영향을 미치는 요소에 대해 분석하고자 하는 연구이다. 따라서 BIM기반 프로젝트에 관련된 일반적인 이론 검토와 함께 기존 연구들에서 제안된 만족도 요인 및 BIM저해 요소를 고찰하고 통합 측정 시스템인 BSC를 기반으로 요인을 구성하였다. 이를 BIM기반 프로젝트의 특성에 맞게 보완 및 수정을 통해 적용 · 분석하는 것을 연구의 범위로 한정하였다. 도출된 설문을 바탕으로 국내 건설관련 기업 중 BIM기반 프로젝트에 참여 경험 또는 수행중인 30개 업체를 대상으로 설문을 실시하였으며 연구의 방법은 그림 1 과 같다.

그림 1. 연구 방법

이어, 통계 프로그램인 SPSS 18.0을 이용해 기술통계 분석 및 상관분석을 실시하여 BIM기반 프로젝트의 만족도 및 영향을 미치는 요인을 분석하고 참여 주체별 서로 다른 입장에서의 만족도 요소에 대한 인식의 차이가 어떻게 다른지 이를 분석하고 시사점을 도출하였다.

2. 관련 이론 및 선행 연구 고찰

2.1 BIM의 개념

BIM은 건설 프로젝트와 관련된 자재 및 시공 등의 정보들을 전산화된 언어를 통하여 기능적, 물리적 특성 등과 연계시키고, 이러한 정보들과 3차원 모델 등을 바탕으로 건축물의 전 생애주기 관리에 활용하는 것이라고 볼 수 있다(NIBS 2007).

즉, BIM은 3차원 CAD로 모델화한 건물의 각 부재에 부재의 종류나 사양 등을 나타내는 각종의 속성 정보를 갖게 하고 도면은 물론 부재의 수량표나 발주서 등 도면과 연동하고 작성한 시스템이다. 건물 준공 후에, BIM은 속성 정보에 점검이나 보수 이력 등을 입력하고 유지관리에도 활용될 수 있다(심진규 외 2010). 따라서 BIM은 건물의 라이프사이클 동안에 포함된 모든 정보를 생산하고 관리하며 각종 도서를 즉각적으로 생성할 수 있는 통합도구로써 기하학적 형상정보와 속성정보를 연계하여 관리할 수 있는 환경을 제공하여주는 것이라 할 수 있다(김현우 2010).

2.2 국내 BIM의 활용 현황

정부의 용인시민체육공원 턴키사업의 BIM기반 발주를 시작으로 BIM기반 프로젝트가 점차 증가하고 있다. 최근 조달청에서는 BIM의 활성화를 위해 2012년부터 500억 이상의 턴키 · 설계공모 건축 공사에 BIM 적용을 의무화할 계획을 발표하면서 건설 산업 전반으로 BIM도입이 본격적으로 확산되고 있다.

정부의 BIM기반 프로젝트를 살펴보면 주로 기획 및 설계단계에서 BIM기술을 적용하여 디자인 검토 및 시공성 검토를 통해 비용절감과 공기단축의 효과를 얻고자 하였다. 정부의 BIM기반 프로젝트 진행 사항으로는 표 1과 같다.

표 1. 정부 BIM 발주 현황 (조달청 2010)

공고	기관명	사업명	비고
2008.12	행복청	복합커뮤니티센터	설계공모
2009.04	조달청	용인시민체육공원조성사업	턴키
2010.11	조달청	법무연수원	설계공모
2008.07	대한주택공사	양주 회천지구A-1BL	설계공모
2009.07	대한주택공사	파주운정3지구A4BL	설계공모
2010.07	대한주택공사	위례지구	설계공모
2010.09	대한주택공사	화성동탄	설계공모
2009.09	서울대학교병원	서울대학교병원지하복합진료공간	BTL
2010.04	전력거래소	전력거래소본사사옥지방이전	설계공모

반면, 국내 건설사의 경우를 살펴보면 A건설은 BIM확산을 위해 올 초 조직개편을 통해 전담 조직을 마련하였으며 업계최초로 BIM을 공식 외주 공종으로 설정하고 협력사 등록을 받았다. 또한, B건설은 지난해 하반기 복합단지에 자사 프로젝트 최초로 BIM을 적용하였으며, 4개 블록 가운데 2개 블록의 3D 모델링을 완료하며 올해 나머지 2개 블록에도 3D모델링을 수행할 계획이다. P건설도 올해 들어 기술연구소 주관으로 BIM관련 세미나를 열고, 3D를 넘어 시공관리와 견적 등 4D, 5D 활용가능성 대해 논의하였다. 이에 프로젝트 일부 현장에 3D모델링을 통한 시공성 검토를 추진할 계획이다. 중견 건설사 가운데 D건설은 지난해 11월부터 서울 프로젝트 현장에 BIM을 적용 중이며 시공성 검토를 넘어 공정관리까지 BIM을 적용하는 방안을 실험할 계획이다.

이와 같이 BIM기술을 적용한 프로젝트가 증가하고 있으나 현재 국내 BIM기반 프로젝트는 설계와 시공단계에만 국한되어 적용되고 있다. 이는 프로젝트 수행 시, BIM의 적용성을 인지하면서도 BIM을 적용하기에 실무자들의 BIM에 대한 이해부족과 BIM을 적용할 수 있는 환경 구축이 미흡하기 때문에 프로젝트 전 과정에서의 활용이 저조한 것으로 생각된다(이상혁 외 2009). 국내에서는 BIM을 도입하는 초기의 과도기적 상태이며, BIM이 건설 산업 및 건설기업에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 정의와 범위가 정립하지 않은데 기인한 것으로 판단 할 수 있다(심진규 외 2010).

2.3 만족도 및 성과측정

만족도는 어떠한 상황에 영향을 미치는 다양한 요구들에 대한 느낌이나 태도들의 합을 말함으로써 이러한 만족도 평가를 통해 평가 대상의 개선이 요구되는 부분을 도출하게 된다(박경아 외 2008). 기존 연구에 따르면 사용자 만족도가 시스템의 성공 및 실패를 측정하고 분석하는 가장 중요한 요소라고 주장하였으며, 기업성과에 영향을 미치는 요인으로 프로젝트 만족도가 중요하다는 연구가 진행되었다(이성원 2010, 임세헌 2006).

따라서 프로젝트 내 BIM적용 활용도를 높이기 위해서는 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도를 평가하여 만족도가 낮은 부분을 파악하여 개선 방향을 설정할 수 있도록 해야 한다. BIM기반 프로젝트에 대한 만족도 평가를 통해 국내 건설 산업에서의 프로젝트 내 BIM적용의 활성화를 위한 개선 및 발전을 위한 방향을 설정 하는데 도움을 줄 것이다. 이러한 만족도를 평가하기 위한 측정방법 중의 하나로 프로젝트의 성과측정을 통한 만족도 평가 방법이 있다.

성과(Performance)를 사전적 의미로 표현하면 일이 이루어진 결과로 표현 될 수 있다. 성과 측정이라는 것은 목표를 향해 얼마나 진보했는지를 평가하는 하나의 방법이고 의사소통과 성과관리의 수단으로 인식되어야 한다. 그리고 성과 측정의 측정지표는 다양한 목적으로 활용 될 수 있다.

첫째, 전략적 커뮤니케이션 수단으로 활용될 수 있는데 이는 기업의 수준이 어떻게 평가 받아야 하는지를 알려주게 하고

둘째로, 동기부여의 수단으로 활용될 수 있는데 조직 내 에서 측정지표는 주요 성과가 무엇인지 그리고 성과를 높이기 위해서 무엇을 어떻게 해야 하는지를 알려주는 척도 역할을 한다. 마지막으로, 측정지표는 사업프로그램의 설계와 서비스를 개선하는데 활용될 수 있는 정보를 제공함으로써 관리와 커뮤니케이션, 의사결정의 중대한 수단이 될 수 있다.

따라서 성과 측정 체계는 영리조직의 장기 비전 또는 전략을 효과적이고 효율적으로 수행하기 위하여 조직과 개인의 성과에 대한 균형 잡힌 성과지표를 바탕으로 목표 및 실적을 집계, 관리하고 피드백 하는 일련의 프로세스이므로(서성봉 2009) 성과 측정 항목을 통해 BIM기반 프로젝트 만족도를 파악 할 수 있다.

2.4 BIM에 관한 기존 연구들

기존의 연구는 BIM의 활용사례를 중심으로 건설정보의 공유 및 교환성을 확인하는 것에 치우쳐져 있었으며 BIM적용의 필요성을 강조하고 이를 위한 시스템 전반적인 작업 체계 제시 및 문제점 해결방안 등 포괄적이며 개념적 형태로서의 방안을 제시하였다. 또한 단편적인 기술적 결함이나 보완사항 등에 대해 부분적으로 언급을 하였으며 BIM활용 저조 및 활용성에 대한 영향요인에 대해 분석하려고 시도하였다. 그러나 기존연구를 기반으로 한 요인 도출로서 항목에 대한 체계성이 부족한 한계를 보이고 있었다. 그 결과는 표 2와 같다.

따라서 본 연구는 국내 BIM 건설 산업의 생산성 향상을 위해 현재 국내 BIM기반 프로젝트에 대한 현황 및 만족도를 파악하고 주체별 만족도에 대한 인식차이를 종합적으로 분석 하고자 한다.

표 2. BIM에 관한 기존 연구 고찰

구분	분야	연구 내용
BIM 기술적 측면	시 공	BIM 기술의 시공단계 적용을 위하여 건설사업 관리 시스템(PMIS) 에 BIM적용을 위한 방향 제시 및 시스템 적용이 적합한 BIM 모듈과 각 모듈 안 BIM의 역할 도출 (전승호 외 2007)
		BIM기법을 교량의 시공단계에 적용할 수 있는 방안을 도출하고 실제 적용사례를 분석 및 기대효과 제시 (백영인, 정도영 2008)
		기존의 현장제작 Mock-up과 다각적 비교분석을 통해 효율적인 공사관리를 위한 hybrid타입을 제안 (장세준 외 2008)
		IDEF0를 통해 BIM적용 시 시공단계 정보흐름체계 분석 (배창원 2009)

표 2. BIM에 관한 기존 연구 고찰(계속)

구분	분야	연구 내용
BIM 기술적 측면	시 공	시공성 분석업무의 개선을 위한 BIM 기술 적용 시 기대효과 제시 (박찬식, 박희택 2010)
		BIM을 기반으로 한 건설현장에서 필요한 효율적인 관리모델 의 구축 방향을 수행단계별, 협업 주체별 분리하여 방향성을 제시 (전영웅, 이명식 2010)
	설 계	설계단계에 적용되고 있는 BIM을 시공단계로 확대하는 방안 및 기대효과에 대해 제시 (김선효 외 2007)
		BIM의 도입과 통합설계로의 전환을 위해 필요한 실무설계의 시각 및 역할 변화와 정책적 방향 제시 (손명기 2008)
		BIM 설계경기 평가지표와 가중치의 분석으로 프로젝트에 적절한 설계자와 설계 안 선정에 기여 (김경훈 외 2009)
		BIM의 도입에 따른 설계프로세스의 변화로 인한 설계사무소의 환경 및 조직의 변화를 분석 (윤여진, 김동현 2008)
BIM저조 원인/ 활용성 연구		공공발주시 BIM의 활성화를 위해 정부 및 민간의 역할을 제시하고 BIM의 적용 평가항목을 민간투자사업의 평가항목과 비교하여 가산점 제도를 도입 (김현우 2010)
		국내 BIM적용 사례 분석을 통해 문제점 진단 및 적용방안 제시 (김화성 2010)
		기존연구고찰 및 인터뷰를 통해 BIM 활성화 저해원인을 체크리스트로 도출하고 영향요인을 제거 또는 감소시키기 위한 대처방안을 제시 (최희선 2010)
		관련연구 고찰을 통해 BIM활성화 요소들을 도출하고 도출된 요소 중심으로 사례분석을 통해 성공요인을 분석하여 BIM적용 전략을 수립 (이상혁 외 2009)

3. BIM기반 프로젝트의 만족도 영향 요인 도출

3.1 BIM기반 프로젝트의 만족도 영향 요인

기업조직에 있어서 정보화에 대한 가치와 정보화 투자가 기업 성과에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 관심은 항상 초점이 되어왔으며 관련 연구 또한 활발히 진행되어 왔다.

이에 BIM 기반 프로젝트에서의 만족도에 영향을 미치는 영향을 분석하기 위한 틀로 건설 산업뿐만 아니라 타 분야 에서도 비교적 활발하게 적용되고 있는 Balanced Scorecard(이하 BSC) 개념에 적용하여 요인을 도출하였다.

BSC는 재무적인 측정방식을 유지하면서 고객, 내부프로세스, 학습과 성장 등을 장기적으로 재무적 성공에 연결시켜주는 총체적이고 통합된 측정 시스템이다.

대체로 BIM기반 프로젝트 효과는 객관적 측정 및 정량화가 가능한 유형적 효과를 포함하여 품질향상, 설계능력 향상, 서비스 증진, 작업환경 개선 등과 같은 가치의 측정 및 정량화가 힘든 무형적 효과를 수반하기 때문에 BIM효과 분석을 통한 정보화 의 사결정시에는 유/무형적 효과가 모두 고려되어야 한다. 그러나 프로젝트의 BIM적용에 따른 프로젝트 성과간의 관계는 전통적으로 사용되어 오는 ROI[2], EPS[3]등 재무적 지표만으로 파악하기

표 3. BSC기반의 BIM기반 프로젝트 만족도 영향 요인

BSC기반 건설산업의 성과 및 정보화수준 평가측정[1]			관점	BIM 기반 프로젝트 만족도 영향요인 도출	
성과지표	단위	영역		영역	문 항
ROE (자기자본수익률)	%	수익성	재무	수익성	프로젝트 수행에 있어서 BIM을 활용한 것이 투자금액이상의 금전적 효과가 있었다고 생각하십니까?
EVA (경제적부가가치)	억원				
매출액증가율	%	성장성		성장성	BIM적용으로 인한 향후 부가가치 창출에 대한 효과가 발생할 것이라 생각하십니까?
대외수상 실적	건수	외부고객만족	고객	만족도	BIM을 적용하여 나타난 결과물에 대해서 발주자가 만족을 하였습니까?
직원이직률	%	내부고객만족			BIM업무수행에 대해서 내부조직원들은 만족을 하였습니까?
수주액 시장점유율	%	시장 점유율		시장성	BIM프로젝트 경험을 통해 차후 프로젝트 수주시 긍정적인 영향을 줄거라 생각하십니까?
매출액대비	%	연구개발투자	내부 프로세스	연구개발투자	프로젝트 수행에 필요한 BIM관련 연구 및 시스템개발에 대한 투자가 어느정도 였습니까?
지적재산권보유능력	건수	기술능력		기술능력	외부업체의 도움없이 BIM을 수행할 수 있는 능력을 보유하고 있었습니까?
매출액대비 판매관리비	%	업무효율성		업무효율성	BIM프로젝트의 특성에 맞게 의사결정 구조가 명확하고 절차가 제대로 갖추어져 있었습니까?
업무지침 준수도	5점				BIM을 계획하고 관리할 수 있는 체계를 구축하여 프로젝트를 수행하였습니까?
지식공유수준	5점	조직역량	학습 및 성장	조직역량	BIM프로젝트 수행에 필요한 BIM전문 인력을 보유 하고 있었습니까?
직원생산성(개선도)	억원(%)				조직 내 BIM 기반 협업 체계 구성이 잘 이루어지고 있었습니까?
					BIM 프로세스에서 참여자간 역할(Manager, Analyzer, Modeler등)에 대한 정의가 명확 하였습니까?
우수인력 비율지수	지수	인력양성		교육	참여 실무자들을 대상으로 BIM 교육이 잘 이루어 졌습니까?
직원1인당 교육훈련비	천원				참여자간 역할에 따른 차별화된 BIM교육이 이루어 졌습니까?
정보화역량지수	지수	정보화	정보화 수준	BIM 이용	프로젝트 특성을 고려하여 BIM SW가 적절하게 선택되었습니까?
					각 분야별로 특성에 맞는 BIM SW를 선택하였습니까?
				BIM 기반	BIM에 대한 체제 전문가 영입 및 전담팀 창설 등 체계 정립이 잘 갖추어 졌습니까?
					BIM컨텐츠 라이브러리, 레이어 체계 구성에 대해서 잘 정립되었습니까?
				BIM 지원	BIM에 대한 전략이나 계획이 잘 구성 되어 있었습니까?
					BIM에 대한 대가가 프로젝트 비용에 포함되어 있었습니까?

1) 김경래, 정영수, 진상윤 (2007), "건설 산업의 성과 및 정보화 수준 평가를 위한 통합적 시스템 개발의 최종 연구보고서", 한국과학재단
2) ROI(Return On Investment)는 투자수익률을 말하며 가장 널리 사용되는 경영성과 측정기준 중의 하나로, 기업의 순이익을 투자액으로 나누어서 구한다.
3) EPS(Earning Per Share)는 주당순이익을 말하며 기업이 벌어들인 순이익을 그 기업이 발행한 총 주식수로 나누어서 구한다.

어렵기 때문에 BIM적용으로 달성된 기업의 프로젝트 개선 및 성과를 포괄적으로 파악하는 분석기법이 적용되어야 한다. 이 경우 지표를 이용하여 BIM적용으로 발생된 효과를 화폐단위로 표현할 수 있는데, 이때 활용 가능한 기법이 BSC이다(Kaplan and Norton 1996).

이에 본 논문에서는 BSC Model의 4가지 관점과 BIM정보화 수준을 파악하는 항목을 추가하여 총 5가지 관점을 BIM기반 프로젝트의 만족도에 미치는 영향요인으로 도출하고 문헌 고찰을 통하여 이 영향 요인들의 분석대상을 선정하고 세부영향 요인을 도출하였으며 그 결과는 표 3과 같다.

문헌연구를 통해 BIM기반 프로젝트의 만족도 및 중요 영향요소를 5개의 범주에 총 12개의 요인들을 도출하였다. BSC 성과측정에 관련된 이전 연구에서 이러한 5가지 범주는 정보화수준 평가를 위한 중요한 영향을 주는 요소로 나타났다(김경래 외 2007, 유일한 외 2007).

이에 본 연구에서 제안하는 5가지 범주는 첫째, BIM기반 프로젝트 수행에 있어서의 금전적 효과에 대한 재무적 사항을,

둘째, 고객은 발주자와 내부 수행 조직체들의 프로젝트에서의 BIM수행에 대한 만족도와 시장성을 나타내며, 셋째, 내부 프로세스는 수행하는 조직체 내부에서의 BIM에 대한 투자 및 능력과 업무의 효율성을 나타낸다. 넷째, 학습 및 성장은 내부 조직의 역량과 교육수준을 나타내며 마지막으로 BIM정보화 수준은 BIM기술의 기술적인 면에 대해 다루는 수행 주체의 역량을 나타낸다.

3.2 조사대상 및 분석방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내 BIM 프로젝트를 수행 및 경험이 있는 30개의 건설 기업을 대상으로 이들의 현황정도를 측정하였다. 이는 국내 건설 프로젝트 중 BIM기술을 적용한 프로젝트가 매우 제한적이라는 점에서 거의 전수에 가까운 수치라고 판단된다. 설문문항은 기존 문헌 및 BSC모델 항목을 기초로 하여 추출되었으며 건설 산업의 BIM기반 프로젝트의 특성에 맞게 문구의 보완 및 수정이 이루어졌다.

먼저 추출된 12가지 영향 요인에 대하여 사전조사를 실시하였다. 사전조사는 BIM기반 프로젝트를 담당 또는 참여했던 직원을 대상으로 인터뷰 조사로 이루어 졌다. 문항의 이해도와 BIM기반 프로젝트 수행방법에 대해 질문하였으며 수정된 부분은 주로 어구에 대한 수정이었다. 이와 같이 설문문항 조정 완료 후 최종 설문지를 배포하였으며 설문지는 직접방문 및 온라인 설문을 통하여 수거 하였다.

본 분석을 위해 사용된 설문지는 도출된 요인에 대해서 리커드 척도 기법을 이용하여 작성되었다. 아울러 분석에는 통계 패키지 SPSS 18.0이 활용되었다.

4. 연구 모형 및 가설

본 연구는 국내 BIM기반 프로젝트의 만족도 파악을 위하여 측정요인(BSC 측정지표와 BIM정보화 수준의 5관점)에 대한 만족도 현황을 조사하고 각 요인별 참여 주체자들간의 만족도에 영향을 미치는 요인별 차이를 분석하기 위하여 아래의 그림 2와 같은 연구모형을 설정하였다.

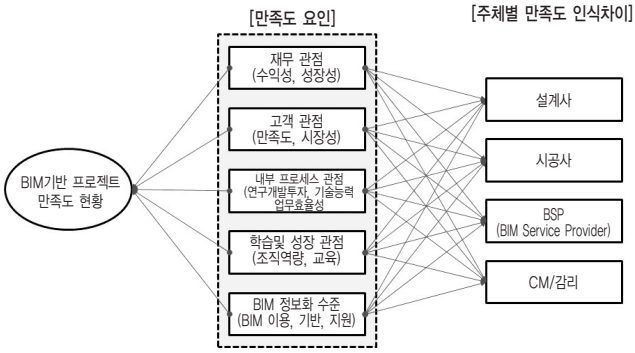

그림 2. 연구 모형

본 연구에서는 설정된 연구모형의 타당성을 검증하기 위하여 이상 논의한 BSC관련 문헌과 BIM에 관한 여러 선행연구를 검토한 끝에 도출된 BSC측정 지표관점과 BIM정보화 수준의 5관점의 만족도 요인에 대해서 각 참여 주체별간의 입장 차이에 관한 연구가설을 설정하고자 한다.

표 4. 연구가설 정리

연구 가설	
H1	BIM 기반 프로젝트의 만족도 요인(5관점)에 대한 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
I-1	재무관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
I-2	고객관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
I-3	내부 프로세스 관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
I-4	학습 및 성장관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
I-5	BIM정보화 수준관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.
H2	BIM 기반 프로젝트의 만족도 요인(5관점)에 대한 참여 주체별간의 프로젝트 만족도에 대한 입장 차이가 있을 것이다.

5. 설문조사 분석결과

5.1 표본의 수집과 특성

현재 BIM기반 프로젝트를 수행 또는 진행 중인 것으로 나타난 총 30개의 업체를 대상으로 설문을 진행하였다. 수거 방법은 조사자의 직접방문 또는 팩스와 온라인설문을 통하여 실시하였다. 그 결과 총 70개의 응답이 설문지로 회수되었으나 불성실한 응답자와 답변 대상자 조건에 충족하지 못하는 응답자 6명을 제거하고 분석에는 64개가 활용되었다. 아래의 표 5는 설문조사의 개요이다.

표 5. 설문조사의 개요

조사기간	2011.04.14. ~ 2011.04.28
조사대상	설계사무소, 시공사, BSP업체, CM/감리 사무소
조사방법	E-mail을 통한 배포 및 방문 회수 (총 70부 중 64부 회수)
분석방법	리커드 5점 척도
분석내용	BIM기반 프로젝트에 대한 현재 만족도 파악 및 원인분석

설문조사는 BIM기반 프로젝트를 참여했던 설계자, 시공자, BSP(BIM Service Provider)[4], CM/감리를 대상으로 설문조사를 진행하여 국내 BIM기반 프로젝트 수행에 대한 종합적이고 객관적인 의견을 종합하려 하였다. 설문응답자에 관한 특성을 살펴보면 표 6과 같다. 대부분의 설문 응답자들은 설계자는 15명, 시공자는 29명, BSP는 14명, CM/감리자 6명이 설문에 응답 하였다. 응답자의 수가 낮게 나타난 이유로 현재 국내 건설산업에서의 BIM을 적용한 프로젝트가 매우 제한적이라는 점에서 거의 전수에 가까운 수치라고 판단된다. 응답 대상자들의 위 분포는 사원이 20%, 대리가 38%, 과장이 25%로 대리의 비율이 가장 높게 나타났다. 또한, 현재 국내 건설 산업에서 진행되고 있는 프로젝트 내 BIM기술 적용 단계는 기본설계 16%, 실시설계 31%로서 설계단계에서 총 47%의 비율을 나타냈다.

표 6. 표본의 특성

구 분	항 목	빈 도	비 율
근무처	설계사	15	24%
	시공사	29	45%
	BSP	14	22%
	CM/감리	6	9%
응답자 직위	사원	13	20%
	대리	24	38%
	과장	16	25%
	차장	5	8%
	부장	6	9%
BIM적용단계	기본설계	10	16%
	실시설계	20	31%
	시공단계	31	48%
	기타	3	5%
합계		64	100%

4) BSP(BIM Service Provider) : BIM프로젝트 운영에 필요한 BIM기술 적용 방법 및 기술력에 대한 교육 및 서비스를 제공하는 전문업체

시공단계에서는 48%로 나타났으며 그 밖의 기타사항으로는 기획단계와 운영 및 유지관리로 5% 비율로 현저하게 낮게 나타났다. 즉, 국내 건설 프로젝트에서의 BIM적용 단계는 시공단계와 설계단계 위주로 BIM이 적용되고 있음을 알 수 있다.

5.2 기술통계적 분석결과

5.2.1 전체 관점

BSC를 기반으로 작성된 만족도 지표를 토대로 BIM기반 프로젝트의 만족도 현황을 실무자들을 대상으로 조사 하였다. 모두 64개(설계자15명, 시공자29명, BSP14명, CM/감리6명) 응답을 얻을 수 있었다. 결과는 표 7과 같다.

표 7. 참여주체에 따른 BIM기반 프로젝트 만족도 차이

구 분	N	평균	표준편차	F	유의확률
설계	15	3.87	.990	1.609	.197
시공	29	3.28	1.032		
BSP	14	3.86	1.027		
CM/감리	6	3.67	1.033		
합계	64	3.58	1.036		

국내 건설 산업에서의 BIM 기반 프로젝트에 대한 전반적인 만족도는 5점 만점 기준의 3.58점으로 약 70%의 긍정적인 만족도를 나타내고 있다. 참여주체에 따른 BIM기반 프로젝트의 만족도 차이에 대해 살펴보면 설계인 경우가 3.87점으로 가장 높게 나타났으며 BSP인 경우가 3.86점, CM/감리인 경우가 3.67점, 시공인 경우가 3.28점 순으로 나타났다. 하지만 p⟩.05로 나타나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 각 참여 주체별 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도 점수의 차이는 있지만, 각 주체별로 프로젝트 내 BIM기술 적용을 통하여 프로젝트의 생산성 향상 및 성과에 대해 긍정적 평가를 했다는 것을 의미한다.

만족도에 대한 응답자별 선택한 결과 값의 정확한 해석을 위해 각 주체별로 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도 점수를 선택한 이유에 대해서 작성하도록 하였다 그 결과 다음 표 8과 같은 결과가 나왔다.

표 8. 각 주체별 만족도 답변 원인

긍 정 적	부 정 적
- 성과물에 대한 발주처의 만족 - BIM적용시점에 따른 적용 효과 증가 기대. - 기능 확장 가능성에 따른 BIM활용도 증가 기대 - 복잡한 2D도면의 이해도 향상 - 시뮬레이션을 통한 설계오류 최소화 - 3D 설계수준 및 활용도 측면에 대한 만족 - 설계상의 정합성 검토를 통한 오류 최소화 (비정형건축물) - 시공성 여부 확인 (간섭체크)	- 일부 공종에 대한 BIM적용 (간섭,시공성여부) - 발주자의 BIM이해력 부족 - 기존 사례 부족 - BIM기술 적용 시기의 문제점 - 현장 엔지니어들의 BIM이해도 미비 - BSP/BIM설계담당자들의 공사현장 이해도 저조 - 실무자들의 BIM data 관리 및 운영에대한 숙련도 부족 - 투입금액에 따른 대비효과 저조 - 설계/시공/엔지니어링/유지관리에 통괄적으로 적용 가능한 모델링 분류체계 부재

전체 응답자에 대한 각 요인별 만족도 분포를 살펴보면 그림 3과 같다. 표 8의 내용을 바탕으로 그림3의 결과를 종합적으로 분석해 보았다.

요인별 만족도 분포는 비교적 고르게 나타났으나, 고객관점의 시장성(4.25)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 재무관점의 성장성(4.02)항목이 높게 나타났다. 반면, 학습 및 성장의 조직역량(3.12)과 BIM정보화 수준의 BIM지원(3.01)항목의 점수가 다소 낮았다.

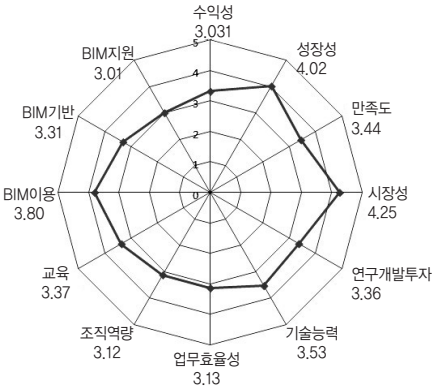

그림 3. 영역별 만족도지수의 분포 (전체)

시장성과 성장성 항목이 높게 나타난 이유로 프로젝트 내 BIM기술을 적용하여 설계도서 오류확인, 시뮬레이션을 통한 이해도 증진, 타 공종 간 간섭 검토, 정확한 부재 제작 및 정밀 시공가능 등 BIM기술을 통하여 생산성을 향상 시켰다는 점에서 긍정적인 견해를 가지고 있었다. 이에 BIM적용으로 인한 향후 부가가치 창출에 대해 기대효과적인 면에서 성장성의 만족도 수치가 높게 나타난 것이다. 또한, 성과물에 대해 발주처의 만족도가 높았다는 의견이 다수였다.

이는 BIM의 성과물인 3차원 모델, 도면, 관련 데이터베이스 등을 활용하여 발주자가 알기 쉽도록 제공함으로써 과거보다 프로젝트에 대한 이해도를 향상 시킬 수 있었음을 의미한다.

실제로 BIM프로젝트 경험이 있는 서구의 발주자들은 현재 BIM을 활용한 설계, 엔지니어링, 시공을 적극적으로 요구하고 있다(김정권 2009). 따라서 BIM프로젝트 경험을 지닌 기업이 차후 프로젝트 수주에 있어 긍정적인 영향을 미칠 수 있으므로 시장성 항목에 대한 결과 값이 높게 나타난 것이라 하겠다.

BIM지원과 조직역량항목의 만족도가 낮게 나타난 이유를 분석하기 위해 세부 항목을 살펴보면 그림4와 같다.

조직역량의 경우 BIM전문 인력의 보유(3.16), 조직 내 BIM기반 협업체계(2.97), 참여자간 역할 정의(3.25) 항목 중 BIM기반 협업체계 부분이 가장 저조한 것으로 응답되었다. 또한, BIM 지원의 경우 BIM전략 및 계획수립(3.22), BIM대가 비용(2.80)항목 중 BIM대가 비용 부분이 가장 저조한 것으로 응답되었다.

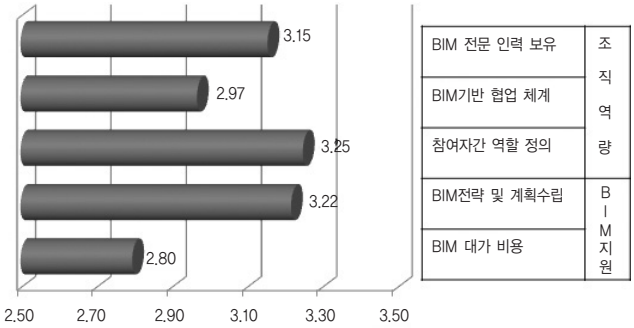

그림 4. 조직역량과 BIM지원에 대한 만족도지수 분포(전체)

이는 현재 국내 프로젝트 내 BIM기술 도입이 초기 단계로서 BIM수행에 대한 체계적인 작업 수행을 위한 프로세스적 기준 체계가 정립되어 있지 않아 BIM적용에 대한 대가 및 BIM 프로젝트 특성에 맞는 협업체계 구성이 미흡한 것을 의미한다.

따라서 앞서 통계적 분석을 통해 검증된 수익성과 조직역량 그리고 현재 가장 저조한 만족도를 나타내는 BIM지원 수준이 향상 된다면 BIM기반 프로젝트의 만족도가 향상 될 수 있음을 알 수 있다.

5.2.2 BIM기반 프로젝트 참여 주체별 관점

각 주체별 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도 분포를 살펴보면 그림 5와 같이 나타난다. 표 8의 내용을 바탕으로 그림5의 결과를 종합적으로 분석해 보았다.

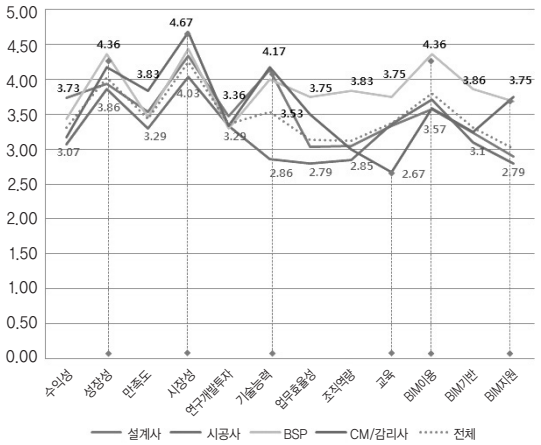

그림 5. 영역별 만족도 지수에 대한 주체별 분포 비교

설계사, BSP, CM/감리는 전반적으로 만족도 평균선에 비등한 모습을 보였다. 반면, 기술능력 부분에서 시공사는 다른 주체들간의 차이를 보였다. 즉, 외부업체의 도움 없이는 BIM을 수행할 수 있는 능력이 다소 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 현재 수행

된 국내 시공단계에서의 BIM프로젝트의 사례를 보면 시공사는 BIM전문 업체인 BSP의 도움을 받아 프로젝트를 수행하는 것이 대부분이다. 반면, 시공사 조직 내 자체적인 팀이 존재한다 하더라도 실무자들의 BIM에 대한 인지도 및 숙련도가 미흡하여 외부 전문 업체의 도움 없이는 자체적으로 BIM을 수행하는 능력이 부족하여 만족도가 낮게 나온 것으로 나타났다.

교육부분에서는 CM/감리사가 현저히 낮은 만족도를 보였다. 이는 현재 BIM관련 교육이 활발히 진행이 되고 있지만, 설계사와 시공사, 엔지니어를 대상으로 한 기술적인 교육이 이루어지고 있다. 그러나 CM/감리의 입장에서는 기술적인 교육뿐만이 아닌 BIM프로젝트 운영을 위한 관리자의 입장에서의 차별화 된 BIM교육이 요구된다는 것을 의미한다.

BIM지원 부분은 시공사, 설계사 입장에서는 낮은 만족도를 보이는 반면, BSP입장에서는 다소 높은 만족도를 보였다. 이는 BIM에 대한 전략이나 계획구성 및 BIM에 대한 대가가 프로젝트 비용에 포함되어 있는가에 대한 내용으로서 BSP는 설계사나 시공사에게 BIM기술 및 성과물을 제공하는 입장으로 비용적인 지급을 얻었다고 할 수 있다. 그러나 시공사와 설계사의 입장에서는 프로젝트 발주 시 BIM기술 도입에 대한 별도의 추가적인 비용 지급이 제시되어 있지 않다. 이는 현재 BIM기반 프로젝트의 형태가 BIM도입을 고려한 공공공사경우 프로젝트 내 비용이 포함 된 것이 있는 반면, 민간공사의 경우 발주처의 요구보다는 시행사의 자발적인 BIM기술 도입의 경우로 프로젝트 발주 시 비용이 추가적으로 포함되어 있지 않았다. 따라서 공공공사 프로젝트를 수행한 응답자의 경우 발주처가 요구한 BIM성과물을 위해 비 숙련된 BIM기술 도입으로 인한 작업대비 시간 및 비용이 소요되어 BIM작업에 대한 추가적인 비용 지급 면을 고려한 응답결과라 하겠다. 그러나 응답자들의 만족도 답변에 대한 의견을 살펴보면 현재 BIM기술의 도입은 초기단계로서 미숙한 작업 수행으로 인한 시간적, 비용적 많은 노력이 요구되고 있지만 BIM은 생산성을 향상을 위한 하나의 도구로서 BIM용역 대가를 별도로 지불할 이유는 없는 것으로 사례된다는 의견이 나왔다. 단, 발주자의 유지 및 보수관리를 위해 BIM정보를 활용한 추가 서비스적면에서의 비용적인 금액은 추후 고려되어 한다는 의견이었다.

참여 주체별 만족도에 대한 인식차이를 분석해 보면 표 9-10과 같다. 분석 결과에 대한 사항은 다음과 같다.

표 9. BIM프로젝트 참여 주체간 만족도 인식차이 분석 결과

변수 / 참여주체	수익성	성장성	만족도	시장성	연구개발투자	기술능력	업무효율성	조직역량	교육	BIM이용	BIM기반	BIM지원
설계사	3.73	3.93	3.53	4.33*	3.47	4.13	3.03	3.04	3.33	3.57	3.23	2.9 **
시공사	3.07	3.86	3.29	4.03*	3.34	2.86	2.79 **	2.85	3.36	3.71	3.1	2.79
BSP	3.43	4.36	3.46	4.43*	3.29 **	4	3.75	3.83	3.75	4.36	3.86	3.68
CM/감리사	3.17	4.17	3.83	4.67*	3.33	4.17	3.5	3	2.67 **	3.58	3.25	3.75
전체	3.31	4.02	3.44	4.25	3.36	3.53	3.13	3.12	3.37	3.8	3.31	3.01

표 10. 참여 주체 간 만족도가 가장 저조한 영역에 대한 세부항목

주 체	저조한 항목	A	B	A	B
설계사	BIM지원	3.53	2.23	BIM전략 및 계획구성	BIM대가 포함 여부
시공사	업무 효율성	2.76	2.83	의사결정 구조 및 절차	BIM계획 및 관리체제구축
BSP	연구개발투자	3.29	–	BIM관련 연구 및 시스템개발 투자	–
CM/감리	교육	2.83	2.50	실무자 BIM교육	역할별 차별화 된 BIM교육

▶ 설계사 – BIM지원

프로젝트 수행에 있어 BIM에 대한 전략 및 계획 구성이 미흡했던 점과 BIM에 대한 대가가 프로젝트 비용에 포함되어 있지 않은 점에서 만족도가 저조하게 나타났다. 이는 국내 BIM기반 프로젝트 사례가 부족하고 기존과 다른 BIM프로젝트 특성에 맞는 작업 전략 및 계획 수립에 대한 BIM활용 가이드 및 표준체계가 미흡한 이유이다. 또한, 비 숙련된 BIM기술 적용으로 인한 설계비용 및 작업량 증가에 대한 BIM에 대한 대가적 방안이 체계적으로 마련되어 있지 않아 낮은 만족도를 나타냈다.

▶ 시공사 – 업무효율성

시공을 위한 BIM도면 작성을 위해서는 설계사와 BSP간의 협업을 통해서 작업이 이루어진다. 따라서 작업의 효율성을 위해서 BIM계획 및 관리체제 구축이 형성되어 각 협업체간의 의사결정 구조와 절차를 갖출 수 있도록 관리 및 계획 체계가 이루어져야 한다.

▶ BSP – 연구개발투자

현재 BSP는 BIM프로젝트 운영에 필요한 BIM기술 적용 방법 및 기술력에 대해서 교육과 서비스를 제공한다. 앞서 표 11의 만족도 답변 원인 분석결과를 바탕으로 분석해보면 BSP는 협력업체들에게 BIM이 가지고 있는 기본적인 기능인 단순 모델링 및 오류 검토에 대해서만 작업을 수행하고 있다. 또한, BSP의 BIM

설계담당자들의 공사현장 이해도 저조로 인한 성과물의 활용도가 저조한 것으로 나타났다. 즉, 자체적인 BIM활용을 위한 관련 연구 및 시스템 개발 투자 부분이 저조 한 것으로 나타났다.

▶ CM/감리사 – 교육

현재 설계사와 시공사, 엔지니어를 대상으로 한 기술적인 교육이 이루어지고 있다. 그러나 CM/감리의 입장에서는 기술적인 교육뿐만이 아닌 BIM프로젝트 운영을 위한 관리자의 입장에서의 차별화된 BIM교육이 요구된다 할 수 있다.

5.3 실증 분석 결과

5.3.1 신뢰성 검증

측정한 자료의 적합성을 검증하는 방법으로 요인에 대한 신뢰성(Reliability) 검증이 있다. 신뢰성의 측정방법으로 본 연구에서는 크론바하의 알파계수에 의한 내적일관성을 확인하는 방법으로 신뢰성을 평가하였다. 일반적으로 측정 대상이 집단일 경우 Cronbach's a 계수가 0.6이상이면 신뢰성이 높다고 말한다(Zeller & Caminers 1980). 신뢰성 분석결과는 모든 연구변수에 대한 Cronbach's a 계수가 약 0.8이상으로 매우 높게 나타났다. 변수에 대한 신뢰성 분석은 아래의 표 11과 같다.

표 11. 변수의 신뢰성 분석

연구 변수	신뢰성 계수
재무	.835
고객	.859
내부프로세스	.806
학습 및 성장	.800
BIM정보화 수준	.792
BIM프로젝트 만족도	.812

5.3.2 통계적 검증

본 연구의 측정결과에 대한 다양한 정략적 특성을 제시하기 위한 목적으로 통계적 분석을 수행하였다. 설계자(15개 샘플), 시공자(29개 샘플), BSP(14개 샘플), CM/감리(6개 샘플)등 각 주체별 응답에 대한 분석을 수행하기 위해 BIM기반 프로젝트 만족도와 각 요인에 대한 상관분석과 회귀분석을 수행하였다.

⑴ 상관관계분석 결과

상관분석은 측정요인(BSC 측정지표와 BIM정보화 수준의 5관점)과 BIM기반 프로젝트의 만족도 사이에 어떠한 선형의 관계를 가지는지를 알아보기 위해 수행하였다. 귀무가설(H0)은 두 만족도 영향요인이 '선형의 연관성이 없다' , 대립가설(Ha)은 '선형의 연관성이 있다' 로 설정하였다. 그 결과는 표12와 같이 각 요인들이 선형의 관계를 이루는 것을 확인할 수 있다.

먼저 측정 요인들의 세부 항목인 12가지 요인들의 관계를 살펴보면, 업무효율성과 조직역량, 교육과 BIM이용간의 높은 유의적 정(+)의 상관관계를 보이고 있었다. 또한, BIM이용, BIM기반, BIM지원의 항목은 연구개발 투자와 만족도를 제외한 각각의 항목과 정(+)의 상관관계를 보이고 있었다.

즉, 업무효율성이 증가하면 조직역량수준이, 교육이 증가하면 BIM이용수준이 높아짐을 알 수 있으며, 대체로 BIM이용, BIM기반, BIM지원의 항목 수준이 증가하면 상관관계를 이루는 각각의 항목들이 높아짐을 알 수 있다. 반면, BIM기반 프로젝트 만족도와 각 요인간의 상관관계에 대해 살펴보면 수익성과 BIM프로젝트 만족과는 정(+)적인 상관관계를 가지며, 업무효율성과 BIM프로젝트 만족과는 정(+)적인 상관관계를 가진다. 그 밖의 시장성, 기술능력, 업무효율성, 조직역량, 교육, BIM이용 · 기반 · 지원과 BIM프로젝트 만족과는 정(+)적인 상관관계를 보였다. 즉, 수익성, 업무효율성, 시장성, 기술능력, 업무효율성, 조직역량, 교육, BIM정보화 수준이 높을수록 BIM프로젝트 만족이 높아짐을 알 수 있다.

표 12. BIM기반 프로젝트 만족도와 각 요인간의 상관관계(전체)

변수 (Variable)		수익성	성장성	만족도	시장성	연구개발투자	기술능력	업무효율성	조직역량	교육	BIM이용	BIM기반	BIM지원	BIM프로젝트만족도
재무	수익성	1												
	성장성	0.461(**)	1											
고객	만족도	0.25	0.136	1										
	시장성	0.461(**)	0.551(**)	0.221	1									
내부프로세스	연구개발투자	0.059	–0.069	0.501(**)	–0.015	1								
	기술능력	0.293	0.405(**)	0.198	0.401(**)	0.149	1							
	업무효율성	0.328(**)	0.188	0.18	0.248	0.268	0.518(**)	1						
학습 및 성장	조직역량	0.226	0.364(**)	0.081	0.312	0.112	0.504(**)	0.701(**)	1					
	교육	0.263	0.274	0.114	0.246	0.041	0.26	0.548(**)	0.577(**)	1				
BIM정보화 수준	BIM이용	0.386(**)	0.416(**)	0.081	0.409(**)	0.14	0.346(**)	0.631(**)	0.605(**)	0.71(**)	1			
	BIM기반	0.353(**)	0.249	0.152	0.343(**)	0.185	0.446(**)	0.657(**)	0.691(**)	0.623(**)	0.654(**)	1		
	BIM지원	0.34(**)	0.336(**)	0.122	0.295	0.238	0.316	0.48(**)	0.392(**)	0.437(**)	0.486(**)	0.427(**)	1	
BIM프로젝트 만족도		0.509(**)	0.281	0.133	0.38(**)	0.105	0.424(**)	0.555(**)	0.595(**)	0.546(**)	0.544(**)	0.558(**)	0.435(**)	1

**p(.01 : 두변수간의 선형의 관계가 유의수준1%에서 통계적으로 유의하게 나타난 경우

⑵ 회귀분석 결과

본 논문에서 도출된 BIM기반 프로젝트의 만족도 영향 요인

들의 인과관계 특성은 64개 샘플에 대한 회귀분석을 통해 구체적으로 파악 될 수 있다. 분석을 위해 모두 12개의 다중회귀모형을 만들었으며, 종속변수(y)인 만족도에 대한 독립변수(xi)는 표 13에 정의되어 있다. 대립가설(Ha: 적어도 하나의 베타는 0이 아니다)이 통계적으로 유의한지에 대한 검증(신뢰구간 99%)결과는 표 13과 같이 나타났다.

표 13. BIM기반 프로젝트 만족도에 영향을 미치는 요인

변 수		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	F	유의확률	R^2
		B	표준오차	베타					
재무	수익성	.370	.117	.371	3.168**	.003	5.639***	.000	.570
	성장성	-.261	.173	-.199	-1.514	.136			
고객	만족도	-.048	.133	-.042	-.363	.718			
	시장성	.127	.159	.097	.798	.429			
내부 프로세스	연구개발투자	.011	.124	.010	.088	.930			
	기술능력	.097	.108	.110	.900	.372			
	업무효율성	-.010	.167	-.010	-.059	.953			
학습 및 성장	조직역량	.388	.174	.351	2.233*	.030			
	교육	.245	.161	.220	1.518	.135			
BIM정보화 수준	BIM이용	.022	.209	.017	.105	.917			
	BIM기반	-.024	.159	-.022	-.148	.883			
	BIM지원	.104	.138	.087	.753	.455			

*p<.05, **p<.01

표 13에서 보는바와 같이 BIM기반 프로젝트의 만족도에 영향을 미치는 요인에 대해 살펴보면 설명력(R제곱)은 총 분산의 57.0%를 설명하고 있으며 유의 확률 값이 p<.01 (F= 5.639)으로 결과 값이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

요인 중 수익성(B=.371, p<.01)과 조직역량(B=.351, p<.05)이 BIM프로젝트만족도에 정(+)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 수익성과 조직역량이 높을수록 BIM프로젝트 만족이 높아짐을 알 수 있다.

만족도에 영향을 끼치는 수익성과 조직역량의 세부 문항을 살펴보면(표 3참조) 수익성은 프로젝트 내 BIM투자 대비 금전적 효과 정도를 말하며 조직역량은 BIM전문 인력 보유, BIM기반 협업체계 구성, 참여자간 역할 정의 항목으로 구성되어 있다. 즉, 수익성의 경우 BIM을 적용한 프로젝트 수행 시 투자 금액이상의 금전적 효과가 발생하였을 때 만족도가 높아짐을 알 수 있다. 또한, 조직역량의 경우 BIM프로젝트 수행에 필요한 BIM전문 인력 보유 정도 및 조직 내 BIM기반 협업체계 구성 그리고 BIM프로세스 참여자 간의 역할 정의가 잘 이루어진다면 만족도를 높일 수 있는 것을 의미한다.

(3) 참여 주체별 회귀분석 결과

BIM기반 프로젝트의 참여 주체자별 만족도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 참여 주체별 회귀분석을 시행하였다.

CM/감리사경우 전수조사를 한 것임에도 불구하고 국내 BIM기반 프로젝트의 사례가 저조하여 샘플의 숫자가 적었다. 이에 통계적으로 결과를 판단하기에 어려움이 있어 제외하였다.

표 14의 결과는 설계사, 시공사, BSP의 BIM기반 프로젝트 만족도에 영향을 미치는 요인에 대해 회귀분석을 한 결과이다.

설계자와 BSP의 경우 각각 설명력(R제곱)은 총 분산의 90.2%, 97.3% F값은 1.529, 2.999로 유의수준 p>.05 수준에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 반면, 시공사에 대한 BIM기반 프로젝트 만족도에 영향을 미치는 요인에 대해 살펴보면 설명력(R제곱)은 총분산의 73.2%를 설명하고 있으며 F값은 3.633로 유의수준 p<.01 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 또한 BIM지원(β=.389, p<.05)은 BIM프로젝트 만족에 정(+)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 시공사의 경우 BIM지원이 높을수록 BIM프로젝트 만족이 높아짐을 알 수 있다.

표 14. 참여 주체별 만족도에 영향을 미치는 요인

변수 / 참여주체	수익성	성장성	만족도	시장성투자	연구개발	기술능력성	업무효율	조직역량	교육	BIM이용	BIM기반	BIM지원	유의확률	R^2 (F값)
	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β		
설계자	.790	-1.022	.382	2.649	.250	-1.647	1.571	-1.020	-1.013	-.931	1.241	-.237	.463	.902 (1.529)
시공자	.156	-.157	-.207	.130	-.097	-.227	.302	.114	.376	.406	-.375	.389	.009	.732 (3.633**)
BSP	-1.016	1.313	-.546	.774	.227	.259	2.781	-.944	-.244	-1.003	-.571	.332	.426	.973 (2.999)

**p<.01

5.4 가설에 대한 검증

지금까지 분석된 요인간의 상관관계와 요인별 회귀분석 및 통계 결과를 바탕으로 가설에 대한 검증을 정리할 수 있다. 회귀분석 결과 재무관점의 구성요소 중 수익성이 학습 및 성장관점의 구성요소 중 조직역량이 BIM프로젝트 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 5가지관점 별 구성된 20가지 세부항목 중 일부분인 조직성과 조직역량이 만족도에 영향을 미치는 것으로 나와 I-1, I-4 가설에 대해서 부분적으로 채택 할 수 있다. 따라서 5관점에 대한 만족도가 높을수록 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이라는 HI의 가설은 부분적으로 성립이 되어 부분채택 할 수 있다. 또한, H2의 경우 설계자, 시공자, BSP, CM/감리별로 만족도에 대한 입장 차이가 BIM지원, 업무효율성, BIM지원, 연구개발투자, 교육 등 각각 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 연구의 가설 검증 결과를 요약하면 표15와 같다.

표 15. 연구가설의 검증 정리

연구 가설		채택여부
H1	BIM 기반 프로젝트의 만족도 요인(5관점)에 대한 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	부분채택
I-1	재무관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	부분채택
I-2	고객관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	X
I-3	내부 프로세스 관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	X
I-4	학습 및 성장관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	부분채택
I-5	BIM정보화 수준관점에서의 구성요인들의 만족도가 높을수록, BIM기반 프로젝트에 대한 만족도가 높을 것이다.	X
H2	BIM 기반 프로젝트의 만족도 요인(5관점)에 대한 참여 주체별간의 프로젝트 만족도에 대한 입장 차이가 있을 것이다.	채택 (통계검증X)

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 국내 BIM기반 프로젝트의 성공적인 운영을 위해 현재 국내 BIM적용 건설 산업의 실태를 파악하고 각 조직체들 간 BIM기반 프로젝트에 대한 만족도를 평가하는 연구이다. 따라서 BIM 프로젝트 참여 주체들의 BIM적용에 대한 프로젝트 만족도 증진을 위한 전략으로써 BIM이 갖는 의미와 앞으로 발전시켜 나가기 위한 방안을 모색하는데 목적이 있다고 하겠다.

이러한 목적에 맞추어서 도출된 결과를 간단히 요약하면 다음과 같다.

첫째, 국내 건설 산업의 현재 BIM만족도 현황을 살펴본 결과 시장성과 성장성 항목이 높은 만족도를 나타냈으며, 조직역량과 BIM지원 항목은 낮은 만족도를 나타냈다. 또한, 각 항목별 BIM기반 프로젝트의 만족도에 영향을 미치는 요인에 대한 실증적 검증 결과 수익성과 조직역량이 (+)정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다 즉, 현재 BIM 기반 프로젝트 수행에 있어 BIM기술 도입을 통한 생산성 향상을 얻은 점에서 긍정적인 견해를 가지고 있었으며, 향후 부가가치 창출에 대한 기대효과에 대한 만족도 수치가 높게 나타난 것이다. 이는 국내 건설 산업에서의 BIM 도입에 대한 기업체들의 긍정적인 자세를 비추는 것으로 볼 수 있다. 반면, 조직역량과 BIM지원 항목에 대해서는 낮게 나타났다. 즉, BIM수행을 위한 체계적인 작업 수행 계획, 전문인력, 역할 정의 및 기준이 되는 프로세스적 체계가 정립되어 있지 않았으며 BIM에 대해서 발주자 및 프로젝트 책임자의 BIM에 대한 인식의 차이로 나타났다. 따라서 조직역량, BIM지원, 수익성 항목을 충족시켜줌으로써 BIM프로젝트 수행에 대한 만족도 지수를 향상 시킬 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, 참여 주체별 BIM기반 프로젝트의 만족도에 대한 입장 차이를 살펴보면 표16과 같이 각각 다른 요인들에 대해서 저조한 만족도가 나타났다.

표 16. 주체별 만족도가 저조한 영역

주체	설계사	시공사	BSP	CM/감리
만족도 저조항목	BIM지원	업무효율성	연구개발투자	교육

설계사의 경우 국내 프로젝트 내 BIM기술 도입에 대한 사례가 부족하여 기존과 다른 BIM프로젝트의 특성에 맞는 작업 전략 및 계획 수립에 대한 BIM활용 가이드 및 표준체계가 미흡하여 저조한 만족도가 나타났다. 또한, 비 숙련된 BIM기술 적용으로 인한 설계비용 및 작업량 증가에 대한 BIM에 대한 대가적 방안이 체계적으로 마련되어 있지 않아 낮은 만족도를 나타냈다.

시공사의 경우 시공을 위한 BIM도면 작성을 위해서는 설계사와 BSP간의 협업을 통해서 작업이 이루어진다. 따라서 작업의 효율성을 위해서 BIM계획 및 관리체제 구축이 형성되어 각 협업체간의 의사결정 구조와 절차를 갖출 수 있도록 관리 및 의사결정 구조 체계 정립이 이루어 져야 한다.

BSP는 협력업체들에게 질적인 BIM 성과물을 제공하기 위해서는 데이터 활용방법, 라이브러리 구축 등 자체적인 BIM에 대한 연구와 정확한 모델링 작업을 위하여 BSP의 BIM 설계 담당자들의 공사현장 이해도를 높일 수 있도록 건설적 전문성을 키워나가야 할 것으로 판단된다.

CM/감리사의 경우 현재 BIM교육은 설계사와 시공사, 엔지니어 위주로 이루어지고 있다. 그러나 CM/감리의 입장에서는 기술적인 교육뿐만이 아닌 BIM프로젝트 운영을 위한 관리자의 입장에서의 차별화된 BIM교육이 요구 된다.

본 연구는 실무자들을 대상으로 국내 BIM기반 프로젝트에 대한 실태 파악 및 만족도 조사가 종합적으로 분석한 기존 연구가 없고 단지 BIM프로젝트에서의 분야별 발생되는 문제점을 단편적으로 도출하고 이를 해결할 방향을 제시하는 수준에 머물러 있는 상황에서 이루어 졌다는 점에서 매우 큰 의미를 갖고 있다. 그러나 본 연구가 지니는 제한점으로 BIM프로젝트를 수행 및 참여 경험이 있는 업체를 대상으로 분석할 수밖에 없으며 국내에서 실제로 BIM프로젝트를 수행한 가업의 수가 현재 많지 않아 표본의 수가 제한적이었다.

또한 다수의 프로젝트에서 BIM을 적용하였으나 대부분이 현장의 필요에 따른 단편적인 적용사례로서 주로 설계 및 시공 단계에서 BIM이 적용되었다. 설계, 시공, 유지 및 관리 단계 등 총체적인 BIM 기반 프로젝트에 대한 만족도 조사가 아닌 특정 공정에서의 참여 조직체들의 프로젝트 수행에 대한 만족도에 대해

서만 이루어 질 수밖에 없었다.

따라서 향후 연구에서는 기획부터 유지 및 관리까지의 프로젝트의 총체적으로 BIM이 도입 되었을 때를 대상으로 연구가 진행이 되어야 할 것이다. 그리고 본 연구에서는 BSC모델의 항목별 질문 구성에 있어 문항의 이해 문제로 답변의 응답률이 저조하여 쉽게 답변을 얻고자 BSC 모델의 레벨 2 수준의 질문항목을 도출하여 5점 척도로서 분석을 하게 된 점에 한계점이 있었다. 향후 연구에서는 항목을 보다 세분화 하여 검증하는 노력이 필요할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부 건설기술혁신사업(06첨단융합E01)과 국토해양부 U-City 석 · 박사 과정 지원사업에 의해 이루어졌습니다.

참고문헌

김경훈, 김은주, 김재준 (2009), "BIM설계 방식의 공동주택 설계 경기 평가지표별 중요도 도출에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 제25권 제2호, pp. 59-67

김경래, 정영수, 진상윤 (2007), "건설산업의 성과 및 정보화 수준 평가를 위한 통합적 시스템 개발의 최종 연구보고서", 한국과학재단

김선효, 박광호, 박원호, 백준홍 (2007), "BIM 의 시공단계로 확대 방안", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 구조계 제 27권 제1호, pp. 785-789

김정권 (2009), "건설산업 선진화 BIM 도입 활성화", 오마이건설, 2009.11

김현우 (2010) "국내 건설업체의 BIM활성화 방안연구", 호남대학교 석사논문

김화성 (2010), "국내 시공분야의 BIM활용 사례를 통한 문제점과 향후 전망", 대한건축학회지, 제54권 제1호, pp. 65~69

박경아, 이정호, 김영석, 한승우 (2008), " 사용자 만족도 및 중요도를 고려한 건설 정보화 시스템 평가모형 개발", 한국건설관리학회논문집 제 9권 제 5호, pp.137~148

박찬식, 박희택 (2010), "시공성 분석업무 개선을 위한 BIM 기술의 적용방안", 한국건설관리학회 논문집, 제11권 제2호, pp. 137-147

배창원 (2010), "시공단계 BIM 적용 정보흐름체계 분석 ", 한양대학교 석사논문

백영인, 정도영, (2008), "BIM의 교량 시공단계 적용방안에 관한 연구", 대림기술정보 통권88호, pp. 35-41

서성봉, (2009), "BSC기반으로 한 건설 프로젝트 성과측정 개선방안", 석사학위논문, 숭실대학교

손명기 (2008), "BIM적용에 대한 실무설계의 시각과 정책적 방향", 대한건축학회지 제52권 제6호, pp. 44-77

심진규, 이혜인, 김재준 (2010), "계층분석법을 이용한 BIM(Building Information Modeling)이 건설사에 미치는 영향요인 분석에 관한 연구", 한국생태환경건축학회논문집, Vol. 10, NO. 4, pp. 123~130

유일한, 정영수, 진상윤 (2007), "Comparable Performance Measurement System for Construction Companies", ASCE Journal of management in engineering, Vol. 23, No. 3, pp. 131-139

윤여진, 김동현 (2008), "지능형 객체정보 설계도구(BIM) 도입에 따른 설계 사무소 설계조직의 변화에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, v.24 n.6, pp. 11-19,

원종성, 이정주, 이강 (2008), "BIM협업 조직 및 정보관리 방식에 관한 사례연구", 대한건축학회 논문집, 제 24권 제 8호(통권 238호), pp. 25~33

이상혁, 곽청, 이경준, 신태홍, 진상윤, 김예상 (2009), "국내외 BIM기반 프로젝트 사례분석을 통한 BIM적용 전략 도출", 대한건축학회 학술발표대회 논문집 구조계 제 29권 제 1호

이성원 (2010), "협력업체간의 성과에 영향을 미치는 요인 : 원청업체와 하청업체간의 비교를 중심으로", 한국국제회계학회, 국제회계연구 제32집, pp.227~246

임세헌 (2006) "파트너쉽 관점에서 SCM 성공요인과 성과와의 관계", 유통정보학회지 제9권 제1호, pp.67~88

임재인, 김재우, 권혁도, 윤수원, 권순욱, 진상윤 (2008), "IFC를 중심으로 한 상용 3D CAD의 호환성 테스트", 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 제9권 제3호, pp.85-94

장세준, 윤석헌, 백준홍 (2008), "시공단계 현장 Mock-up의 BIM기반 시뮬레이션 기법 적용에 의한 기대효과 분석", 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제8권 제1호

전승호, 윤석헌, 백준홍 (2007), "BIM의 건설 사업 관리 시스템 적용을 위한 상관관계 분석에 관한 연구", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 구조계 제27권 제1호

전영웅, 이명식 (2010), "BIM 기반 건설현장 관리모델 개발에 관한연구", 학국건축시공학회지 제10권 제1호, pp.127~135

조달청 시설사업국 (2010), "3D 건축기법(BIM) 적용 확대 한다", 조달청, 2010.04

최희선 (2010), “건설산업 BIM 활성화 저해 영향요인 도출에 관한 연구 ” 한양대학교 석사논문

Kaplan, R.S and D.P Norton (1996), "The Balanced Scorecard", Harvard Business School Press, Harvard

National Institute of Building Science (2007), National BIM Standard Version 1.0-part1 : Overview, Principles and Methodology by NIBS

Zeller, Richard A. Carmines, Edward G. (1980), “Measurement in the social sciences: The link between theory and data” Includes index. Bibliography: pp. 186-193.

논문제출일: 2011.05.13
논문심사일: 2011.05.20
심사완료일: 2011.06.10

Abstract

Building Information Modeling technology (BIM) is one of the most effective solutions to deal with the trend that buildings are getting more and more complicated, large-scaled, and multiple-purposed. BIM in the construction industry is increasingly adopted since the Korea Public Procurement Service announced that BIM would be obligated in a construction project whose total cost is over 50 billion won from 2012. This fact has boosted BIM-related research projects as well. However, the majority of the studies have been focusing on the solutions with technological points of view and there has been lack of research on how much degree project stakeholders are satisfied with the BIM adoption in their projects. Therefore, the objective of this study is to investigate the current status and satisfaction degree of stakeholders in a synthesized point of view in BIM-based projects in order to identify critical factors and weak points in the BIM adoption process. The results of this study would greatly help to improve the strategies and processes in BIM-based projects as well as to increase the satisfaction degree of BIM utilization in a project.

Keywords : *BIM(Building Information Modeling) Project, BSC(Balanced Scorecard), Factors, Satisfaction*