

토목공사의 BIM 현황 및 활성화에 관한 연구

박태순* · 박희성**

Park, Tae-Soon*, Park, Hee-Sung**

The Current Status and Facilitation Strategy of BIM for Civil Infrastructure Projects

ABSTRACT

The purpose of this paper is to provide baseline on the current status and the activation of BIM in civil engineering which can integrate and manage the information and tasks generated during the life cycle. Hierarchical analysis was conducted to identify the level of BIM application, recognition survey for practitioners, and activation plans. The survey results show similar trends in BIM activation inhibition factor, the need for BIM, the effect of BIM and the future possibility of BIM. The utilization of BIM and the technical training in the civil engineering field were lower than those in the architectural field. The analysis of AHP(Analytic Hierarchy Process) is performed to identify the degree of importance in financial, operational, investment, technical, and institutional sections as its activating factors. As a result, the technical factor points the highest degree. Thus, study shows the direction to apply BIM in civil engineering in the future by suggesting an efficient plan.

Key words : Building information modeling, Analytic hierarchy process, Civil infrastructure

초 록

본 논문은 건설업에서 전 생애주기 동안 생성되는 정보와 업무 등을 통합 및 관리할 수 있는 BIM (Building Information Modeling)에 관해 국내 토목분야에서 BIM기술의 현황과 활성화를 위한 방안의 기초자료 제공을 목적으로 수행하였다. 이를 위해 토목분야와 건축분야의 실무자를 대상으로 국내 건설업의 BIM 적용 현황, 실무자 인식조사, 활성화 방안을 위한 계층 분석을 실시하였다. 설문조사 결과 BIM 활성화 저해요인, 단계별 업무에 따른 BIM의 필요성, BIM 적용 시 효과 등과 향후 BIM의 발전 가능성에 대한 질문들은 비슷한 경향을 나타냈다. 토목분야는 건축분야에 비해 BIM의 활용 현황, 기술 교육 정도 등이 낮은 것으로 나타났다. BIM의 활성화 방안을 위한 AHP (Analytic Hierarchy Process) 분석 시에는 재무적, 운영적, 투자적, 기술적, 제도적인 부문별로 중요도에 따른 순위 결과 기술적인 부문이 중요하게 나타났다. 본 연구결과는 BIM의 현황 및 활성화를 위한 분석 결과를 기반으로 효율적인 방안을 제시함으로써 향후 토목분야에 BIM 적용 시 기본방향을 위한 연구에 활용될 수 있다.

검색어 : BIM, AHP, 토목공사

* 한밭대학교 일반대학원 토목공학과 석사(Hanbat National University · xotns0914@korea.kr)

** 중신회원 · 교신저자 · 국립한밭대학교 건설환경공학과 교수 (Corresponding Author · Hanbat National University · jackdaniel@hanbat.ac.kr)

Received November 17, 2017/ revised December 8, 2017/ accepted December 11, 2017

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설공사의 대형화, 첨단화 및 복잡화로 새로운 기술에 대한 요구가 증대되고 있으며 방대한 건설관련 정보의 효율적인 관리를 위해 다양한 기술개발이 시도되고 있다. 미국의 경우 Paul Teicholz의 연구에 의하면 1960년대 이후 40년 동안 농업을 제외한 산업의 경우 2배의 생산성 향상을 가진데 비해 건설업의 경우 오히려 10%이하의 노동생산성이 감소한 것으로 보고되었다(Lee and Ju, 2011). 그리고 1990년대 초반부터는 건설현장에서 생산 활동을 컴퓨터로 통합 관리할 수 있는 CIC (Computer integrated Construction) 개념이 출현하면서 활발한 연구가 시작되었다(Jeong, 1999). 그 후 기획·설계·시공·유지관리·폐기까지의 전 생애주기를 통합관리 하는 BIM (Building Information Modeling)의 적용이 시도되고 있다. 현재 BIM의 도입 및 활용은 선진국을 중심으로 적극적인 실행이 이루어지고 있는 상황이다. 국내에서도 2010년 1월 국토교통부는 발주자, 설계사, 건설사 등이 BIM을 도입하는데 필요한 요건 및 절차적 방법을 제시하는데 목적을 두고 “건축분야 BIM 적용가이드”를 발간하였다(Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, 2010). 그리고 2010년 조달청은 “조달청 시설사업 BIM 적용을 위한 추진계획(안)”을 발표하였다(Public Procurement Service, 2015). BIM은 주로 건축공사 중심으로 다양한 연구와 적용이 실행되고 있다. 그러나 토목분야에서는 특수구조물을 대상으로 단발성 프로젝트에 시범 적용되고 있는 상황이다. 따라서 토목분야의 BIM의 활용 및 활성화가 부족한 상태이기 때문에 적용 장애요소 현황분석과 활성화를 위한 대책의 도모가 필요한 실정이다. 따라서 본 논문은 토목공사 BIM 활성화를 위한 건설업 실무자들의 지식수준, 활용현황, 필요성, 발주자의 관심 및 의지정도를 설문 을 통해 건축분야와 토목분야를 비교함으로써 현재 토목분야의 BIM 현황 및 활성화 방안을 제시하기 위한 연구를 수행하였다.

1.2 연구의 범위 및 내용

본 연구는 건설업에 종사하는 실무전문가를 대상으로 설문을 통해 건축분야와 토목분야의 BIM 현황 비교 분석하였으며 이를 근거로 토목분야의 BIM 활성화 방안 도출을 위해 다음과 같이 수행되었다.

먼저, 기존의 BIM 기술에 관한 문헌을 조사하여 연구동향 및 문제점 등을 조사·분석하고, 본 연구의 기본방향을 수립하였다. 그리고 토목공사의 단계별 업무에 따라 발생하는 BIM 적용 효과와 토목공사의 BIM 활용을 위해 국내에서 실행된 BIM 프로젝트 사례를 조사하였다. 그리고 BIM 기술의 설문 조사대상을 토목분야와 건축분야로 나누어 선정하였다. 그리고 실무자의 인식조사를

위한 항목을 BIM에 대한 지식수준, 도입의 필요성, 국내 BIM 활용 현황 등에 대해 조사하였다. 설문 결과를 분석하여 BIM 기술에 대한 실무자들의 의견과 건축분야 46명과 토목분야 55명의 실무자 의견에 대한 차이를 비교하였다. 그리고 BIM 기술의 활용 현황의 중요도를 가중평균값을 이용해 t-test를 하여 유의성과 결과 값을 제시하였으며 AHP분석을 하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 BIM 개요

건물의 생애주기에 걸쳐 모든 정보를 통합, 교환, 관리하는 측면에서 정의된 BIM은 하나의 다차원 모델을 바탕으로 하여 기본설계, 실시설계, 시공, 유지관리 등의 생애주기 동안 발생하는 정보를 생성하고 관리하는 것을 말한다(Hwang et al., 2014). 건설산업은 다양한 분야로 구성되어 있고, 프로젝트의 진행을 위해 전 단계에서 산출되는 정보와 현재 단계에서 요구되는 정보가 융합되어 추가적인 다양한 정보들이 산출된다(Choi et al., 2009). 이를 위해, BIM은 기존의 2차원 CAD 도면을 대신하여 다양한 형태의 정보가 3차원 객체, 파라메트릭스 등의 기술을 통해 통합 관리된다. 3차원 객체의 의미는 개별적인 소프트웨어를 프로젝트에 따라 정보의 확장이 가능하고 기존의 단계별로 재생산과 소멸이 반복되는 정보와 달리 발주자, 설계자, 시공사, 유지관리자를 위해 연속적이고 지속적인 활용이 가능한 정보를 포함할 수 있다(Kang et al., 2011). 즉, BIM은 각 단계별로 하는 것이 아니라 생애주기에 걸쳐 전 분야의 프로세스를 의미하며 BIM을 활용한다는 것은 현재의 프로세스를 개선한 혁신적인 기술을 의미한다.

BuildingSMART는 표준화 BIM을 ‘better’, ‘faster’, ‘cheaper’, ‘safer’, ‘green’이라고 설명하였다(Seo and Ju, 2012). 그리고 기존 BIM에서 발전한 개방형 BIM을 강조함으로써 향상된 BIM을 추구하고 있다. 개방형 BIM은 데이터의 상호운용 및 호환을 위해 ISO (International Organization for Standardization) 및 Building SMART International등에서 제정한 국제표준규격의 BIM 데이터를 다양한 주체들이 서로 개방적으로 공유 및 교환함으로써 BIM 도입의 목적을 효과적으로 달성하는데 활용하는 것을 의미한다. 특정프로그램만 사용해야 되는 구조가 되던 독과점으로 인한 고가의 프로그램 가격, 기술개발저하를 유발시켜 비용의 증가가 유발되고, 특정 프로그램의 포맷만으로 생애주기 차원을 유지관리 하기 위한 모델서버를 운영해야 되므로 개방형 BIM은 표준화된 공용 포맷이 필요하다(HOUD, 2011).

2.2 BIM 국외 활용 현황

현재 주요 국가들은 BIM 도입 및 활용을 하고 있거나 계획

중이며, 정부 차원에서 정책과 제도적인 추진을 전개하고 있는 상황이다. 그리고 BIM이 컴퓨터 기술을 이용하여 가시화, 협업 시뮬레이션, 3차원, 4차원에 의한 최적화로 인해 효과적으로 다방면의 건설 프로세스의 요구를 충족시킬 수 있다고 판단되고 있다. 이러한 관점에서 BIM의 활용성을 높이기 위해 다방면으로 연구가 진행되고 있다. 이중에서도 기술적인 측면에서 소프트웨어 간의 호환성 문제가 대두되고 있다. 따라서 정보 호환을 위한 표준안 마련하기 위해 IAI (International Alliance for Interoperability)가 설립되었다. 그리고 표준정보모델 IFC (Industry Foundation Classes)는 응용도구들 간의 데이터 호환을 위해 건물의 생애주기를 다루는 표준 데이터 셋으로 개발되고 있으며 실무적으로도 적용되고 있어(BuildingSMART, 2015) BIM의 활용성은 높아지고 있는 추세이다. 싱가포르 정부는 BIM을 국가 주도하에 체계적으로 BCA (Building and Construction Authority)에서 BIM 추진 로드맵을 세워 추진하고 있다. 그리고 BIM을 적용하는 업체에 지원을 통해 실질적인 적용을 유도하고 있다. 그리고 네팔 카트만두 서쪽에 위치한 Middle Marsyangdi 발전소는 댐, 지하도로, 6km길이의 도수로, 여러 서비스 건물 등 다양한 구조물들이 지상과 지하에 놓이는 형태로 사공 단계별로 각 구조물의 정확한 접속이 요구되는 공사이다. 이를 위해 DYWIDAG International에서는 프로젝트 계획단계에서 BIM을 적용하여 복잡한 구조물들을 3차원으로 모델링하고 간섭 체크 및 시설물 위치 등 사공성 검토와 토공, 콘크리트, 철근의 수량 등을 산출한 사례가 있다. 또한 독일은 자동차 전용도로 위에 설치된 사각을 가진 복잡한 형상의 아치고 설계 및 시공에 BIM을 적용하였다(Ju, 2013).

2.3 BIM 국내 활용 현황

국내에서도 BIM 활용 및 활성화 방안을 위하여 공공 발주기관 별로 지침을 개발하여 보급하고 있다. 조달청은 중소형 공사의 BIM 확산 적용을 위해 2012년부터 500억 원 이상의 토달서비스 사업에 BIM을 적용하도록 하였다.

조달청 기본지침서는 조달청 시설사업의 계획설계단계·중간설계단계·실시설계단계·시공단계까지 BIM을 적용하여 최소한의 요건을 정의하였다. 그리고 유지관리단계까지 사용이 가능한 BIM 데이터를 적용하여 리스크를 최소화 줄이기 위해 BIM 업무 기준 제공을 목적으로 작성된 지침이다. 또한 개방형 BIM 적용을 원칙으로 한다(Public Procurement Service, 2015). 그리고 국토교통부는 2010년 중앙행정기관, 광역도시 및 공공기관단체에 ‘건축분야 BIM 적용가이드’를 발간하였다. 이 가이드는 국내 건축분야에 개방형 BIM 도입 및 적용하는데 필요한 공통적 요건을 정의하여 제공하고, 국내 및 국제적 관련표준과의 일관성을 확보함으로써 국내 건축업에서 BIM 도입 및 적용 효율증대를 목적으로 하고

있다. 즉, 국내 건축분야의 발주자, 설계사, 건설사, 관련업체 등 공공 또는 민간부문의 기관들이 각각 고유의 목적과 환경여건에 따라 자체적 BIM기준을 제작할 수 있도록 기본틀을 제공하기 위한 용도로 작성되어 있다(Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, 2010).

3. 건설사업의 BIM 기술 분석 절차

3.1 설문지 조사 대상 선정 및 개요

본 연구는 건설업의 BIM 활용 현황 및 활성화 방안을 도출하기 위해 건축분야와 토목분야의 실무자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 건설사업의 다양한 분야에서 BIM에 대한 경험 및 실적이 있는 시공사, 설계사, 건설사업관리, 연구소 및 공공기관에 근무하는 실무자와 전문가를 대상으로 BIM 활성화를 위한 다방면의 의견을 수렴하여 본 연구 결과의 실무 적용성을 고려하였다.

본 설문은 E-mail을 활용하였으며, 설문응답지는 전체 101명으로 응답자 중 54%는 토목분야, 46%는 건축분야로 토목과 건축의 전반적인 의견을 수렴한 것으로 판단된다.

그리고 토목분야 응답자는 시공사 근무자 1명, 설계사 근무자 49명, 건설사업관리 및 감리사 3명, 연구소 및 공공기관 2명이다. 건축분야 응답자는 시공사 근무자 1명, 설계사 근무자 9명, 건설사업관리 및 감리사 35명, 연구소 및 공공기관 1명이다. 그리고 BIM의 실행이 설계분야부터 실행되었기 때문에 건축분야 응답자 중 건설사업관리가 35명이므로 설계업무도 수행하는 실무자를 대상으로 설문하였다.

설문응답자의 건설경력은 토목분야의 경우 5년 미만이 7%, 20년 이상이 58%, 건축분야의 경우 5년 미만이 11%, 20년 이상이 43%로 경력이 5년 미만이 가장 낮은 것으로 나타났으며 20년 이상이 가장 높은 것으로 나타났으며 응답자의 실무 경험을 고려할 때 설문 응답의 신뢰성은 확보된 것으로 판단된다.

BIM 프로젝트 참여한 경험이 없는 경우는 총 101명의 응답자 중 66%이며, 참여경험이 있는 경우는 101명의 응답자 중 34%로 아직은 BIM 활성화가 되지 않은 것으로 나타났다. 그러나 토목분야의 경우 55명중 84%가 참여한 경험이 없었으며, 건축분야의 경우 46명 중 54%가 참여한 경험이 있다고 응답하였다. 참여한 프로젝트는 토목분야의 경우 철도, 도로, 교량, 터널 프로젝트 등으로 나타났다. 그리고 건축분야의 경우 빌딩, 기술지원, 모델링, 가이드작성, 경기장, 간섭검토, 시뮬레이션 프로젝트 등으로 나타났다. BIM은 토목분야보다 건축분야에서 상대적으로 활발히 활용하는 것으로 확인할 수 있다.

3.2 설문 결과 및 분석

BIM에 관한 실무자의 지식수준에 대해서는 토목분야의 경우

응답자의 33%가 ‘Very Low’를 나타냈으며, 25%가 ‘Low’를 선택하여 토목분야 실무자들의 BIM 지식수준은 전반적으로 낮은 것으로 나타났다. 건축분야의 경우 54%가 ‘Average’이며 33%가 ‘High’를 선택하여 건축분야의 실무자들은 BIM프로젝트의 참여한 경험뿐만 아니라 지식수준은 토목분야의 실무자보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

‘국내 BIM 기술 도입의 필요성’에 대해서는 Table 1과 같이 토목분야의 경우 응답자의 42%가 ‘Average’를 나타냈으며, 건축분야의 경우 44%가 ‘Very High’를 선택하여 ‘국내 BIM 기술 도입의 필요성’은 토목분야보다 건축분야의 실무자들이 높게 평가하였다. 그리고 전체적으로는 두 분야 모두 도입 필요성에 대해 긍정적인 응답을 하였다.

‘국내 건설사업에 BIM 활용 현황’에 대해서는 Table 2와 같이 토목분야와 건축분야 모두 56%와 61%로 ‘Low’을 나타내었다. 토목분야에 비해 건축분야가 지식수준과 도입의 필요성이 상대적으로 높은 결과를 나타냈지만, ‘국내 건설사업에 BIM 활용 현황’은 반대의 결과를 나타내었다. 이는 BIM도입이 국토교통부와 조달청의 경우 2010년부터 실행이 되었으나 국내 건설 경기침체로 인해 새로운 기술에 대한 지원 및 활성화가 부족한 것에 기인한 것으로 판단된다. 그리고 건축분야 실무 전문가의 경우 건설업의 전체적인 측면에서 토목분야 BIM 활용현황까지 고려한 것으로 판단되어

Table 1. The Necessity of Introducing BIM Technology in Korea

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Respondent (Person)	Percentage (%)	Respondent (Person)	Percentage (%)
Very Low	1	2	0	0
Low	8	15	2	4
Average	23	42	7	15
High	20	36	17	37
Very High	3	5	20	44
Total	55	100	46	100

Table 2. The Current State of Application in Domestic Construction Industry

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Respondent (Person)	Percentage (%)	Respondent (Person)	Percentage (%)
Very Low	13	24	13	28
Low	31	56	28	61
Average	10	18	4	9
High	1	2	1	2
Very High	0	0	0	0
Total	55	100	46	100

BIM 활용이 낮은 것으로 도출되었다.

‘BIM의 지식수준’, ‘국내 BIM도입 필요성’, ‘국내 BIM 활용현황’에 대해 토목분야와 건축분야의 차이점 및 유사성을 알아보았다. 이를 위해 t-통계량은 표준정규분포를 따르며 p-value 값으로 유의확률을 알아보기 위해 t-test를 수행하였다. 그리고 유의수준은 5%로 설정하여 p-value 값이 0.05 (5%)보다 작을 경우에는 두 데이터간의 차이가 있음을 의미한다(Kang and Park, 2013).

분석결과 Table 3과 같이 첫째, 지식수준에 대한 가중평균값은 토목분야는 2.200의 ‘Low’, 건축분야는 3.326 ‘Average’로 나타났다. p-value 값은 0.05보다 작게 나타나 토목분야와 건축분야의 지식수준의 차이가 있다는 것으로 판단된다. 둘째, BIM 기술 도입 필요성에 대한 가중평균값은 토목분야는 3.291의 ‘Average’, 건축분야는 4.196 ‘High’를 나타냈으며, p-value 값은 0.05보다 크기 때문에 토목분야와 건축분야 실무자들의 BIM 기술도입 필요성에 대한 차이가 없어 BIM 도입 필요성은 토목 건축분야에 관계없이 높게 나타났다. 셋째, 현재 활용정도에 대한 가중평균값은 1.982와 1.848로 비슷하며, p-value 값은 0.05보다 크기 때문에 토목 건축분야 실무자들의 국내 BIM 기술 활용성에 차이가 없었으며, 실무자의 BIM기술 활용 수준은 낮은 것으로 판단된다.

국내 건설업의 BIM 기술 활용 현황에서 ‘Average’ 이하를 선택한 실무자들을 대상으로 ‘해외 건설업과 국내 건설업의 BIM 기술에 대한 기술적인 차이점과 운영적 차이점’을 조사하였다. 기술적인 차이점의 경우 토목분야와 건축분야의 응답자 모두 ‘BIM 통합 전산화 시스템 문제’, ‘소프트웨어 간의 호환성 문제’ 순으로 응답하였다. 이러한 이유는 국내보다 국외에서 BIM 기술의 도입

Table 3. Knowledge Level of BIM in Korea, The Necessity of Introducing BIM Technology in Korea, The Current State of Application in Domestic Construction Industry

Classification		Knowledge Level of BIM in Korea	The Necessity of Introducing BIM Technology in Korea	The Current State of Application in Domestic Construction Industry
Civil Field	Weighted Average	2.200	3.291	1.982
	Standard Deviation	6.928	8.922	11.189
Architectural Field	Weighted Average	3.326	4.196	1.848
	Standard Deviation	9.453	7.453	10.458
T-Statistic		2.140	1.683	0.195
P-Value		0.035	0.096	0.846
Significance		O	X	X

시기가 빨랐으며 적극적인 BIM 연구 및 개발로 인해 이러한 기술 도입의 시간차에서 발생하는 것으로 판단된다. 운영적인 차이점의 경우 토목분야와 건축분야 모두 응답자 30.2%와 24.4%가 '발주자 및 경영자의 BIM 관심 수준이 미흡'하다고 응답하였다. 그리고 토목분야의 경우 'BIM 전문가 양성미흡'과 'BIM적용을 위한 규정 및 법의 재정 미흡'을 나타내었다. 토목과 건축은 건설공사 특성의 차이가 있지만, 두 분야의 실무자가 같은 차이점을 느낀 것은 BIM 활용을 위한 발주자 및 경영자의 BIM 관심, BIM 적용을 위한 규정 및 법의 재정, BIM 전문가 양성 등이 국내 건설업에 부족한 것으로 판단된다.

국내 BIM 기술 활용 정도에 대한 설문 결과는 아래 Table 4와 같다.

Table 4와 같이 토목분야의 경우 51%가 'Very Low', 31%가 'Low'을 선택하였다. 건축분야의 경우 토목분야와 다르게 28%가 'Low', 26%가 'Average', 22%가 'High'를 선택하였다. 이는 Table 2의 '국내 BIM 활용 현황'에서 건축분야 경우 'Low'을 선택한 것과 상이한 결과를 나타내었다. 이러한 원인으로는 국내 건설업의 BIM 활성화가 이루어지지 않은 상황에서 활성화를 이루기 위해 토목분야 보다 건축분야에서 다양한 시도를 하는 것으로 판단된다. 따라서 토목분야의 경우 'Very Low', 'Low'가 전체 82%를 차지하고 있지만, 건축분야의 경우 'Average', 'High', 'Very High'가 전체 62%의 결과를 도출하였다. 가중평균값은 토목분야가 1.727의 'Very Low', '건축분야는 3.152 'Average'로 나타났으며, t-test 결과 p-value 값이 0.05보다 작아 토목분야와 건축분야의 기업에서 BIM 활용의 차이가 있는 것으로 나타났다.

BIM 활성화를 위한 기업의 관심과 노력 정도를 파악하기 위해서

Table 4. Status of Use of BIM Technology in Enterprises

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Respondent (Person)	Percentage (%)	Respondent (Person)	Percentage (%)
Very Low	28	51	3	7
Low	17	31	13	28
Average	7	13	12	26
High	3	5	10	22
Very High	0	0	8	17
Weighted Average	1.727		3.152	
Standard Deviation	10.568		3.544	
T-Statistic	2.924			
P-Value	0.004			
Significance	o			

다음과 같은 질문을 하였다. 'BIM 관련 기술 교육 정도'는 토목분야의 경우 '전혀 없다', '비정기적인 세미나가 있다' 순으로 응답하였다. 반면, 건축분야의 경우 '정기적인 세미나가 있다', '비정기적인 세미나가 있다' 순으로 응답하여 토목분야와 다른 경향을 나타냈다. 건축분야는 BIM 교육이 이루어지고 있어 향후 건축분야와 토목분야의 BIM 활용 정도는 차이가 커질 것으로 예상된다.

지금까지 국내에서 BIM 활용 및 활성화에 대해 조사한 결과 토목분야보다 건축분야에서 다양한 시도가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 국제적으로 BIM 활성화가 이루어지고 있으며 국내 BIM 활성화를 이루기 위해서는 건설업의 특성을 고려하여 단계별 업무에 따라 순차적으로 시행되어야 한다. 이러한 이유로 BIM 활성화가 가장 필요한 단계에 대해 질문 한 결과 토목분야의 경우 설계, 계획, 시공 순으로 응답하였으며, 건축분야의 경우 설계, 시공, 계획 순으로 응답하였다. BIM은 2차원 도면에서 발전한 3차원 모델링으로 설계와 시공 시에는 프로젝트에 필요한 객체와 속성정보를 입력을 통해 효과를 발휘하여 간섭체크, 설계변경 시간 단축, BIM 모델과 도면 설계도서의 연동 등에 관한 효과를 이룰 수 있다. 그리고 현재의 BIM 활용도를 높이기 위해서는 BIM 사용에 따른 적절한 대가반영을 위한 대가 기준 개선이 필요하다고 판단된다.

Table 5. Improvements in the Level of the BIM

Division	Civil Field		Architectural Field	
	Respondent (Person)	Percentage (%)	Respondent (Person)	Percentage (%)
Present Cost Level of Pre-Construction Stage Work Such as Initial Planning	28	51	33	72
Present Cost Level of Maintenance and Operation Phase Work	6	11	3	7
Present Cost Level of Special Specialist Performance Work	2	4	8	17
Government-Sponsored Private Sector Major Facilities Target	16	29	0	0
Add Overseas BIM Order Type	3	5	2	4
Total	55	100	46	100

그 결과 Table 5와 같이 토목분야와 건축분야 모두 ‘초기 기획 등 시공 전 단계 업무의 대가수준 제시’에 관해 51%와 72%로 나타났다. 다음으로 토목분야의 경우 ‘정부지원의 민간분야 주요시설물 대상의 대가기준 별도 제시’가 29%로 나타났으며, 건축분야의 경우 ‘특수전문가 수행업무 대가기준 제시’가 17%로 제시되었다. 토목분야는 사회기반시설을 공사하기 때문에 정부지원의 주요 시설물 대상 대가수준 개선이 두 번째로 높게 나타났다. 그리고 현재 BIM의 활용이 토목분야보다는 건축분야에서 한발 앞서 있다고 판단되어 특수전문가 수행업무 대가기준 제시가 두 번째로 높게 도출되었다.

대가수준의 개선과 함께 향후 ‘BIM 활성화를 위해서는 업역 확대 방법’도 필요하다. 업역 확대를 위해 토목분야의 경우 ‘시험사업 대행, 다양한 성과와 모범사례를 제시하여 점진적 확대 추진’, ‘전 단계에 걸쳐 다양한 BIM 기술 업무 발굴 및 대가기준 추진’ 순으로 응답하였다. 건축분야의 경우 ‘전 단계에 걸쳐 다양한 BIM 기술 업무 발굴 및 대가기준 추진’, ‘법령에 추가 규정하여 의무화 추진’ 순으로 응답하였다. 건축분야는 전 단계에 걸쳐 다양한 BIM 기술 업무 발굴 및 대가기준 추진이 다른 항목에 비해 50%이상으로 도출되었다.

향후 국내 건설업의 BIM 정착은 몇 년 안에 이루어 질수 있는지에 관해 질문한 결과 Table 6과 같이 나타났다. 토목분야의 경우 ‘6~10년 이내’가 55.6%로 ‘2~5년 이내’가 18.5%로 나타났으며, 건축분야의 경우에도 ‘6~10년 이내’가 57%로 ‘2~5년 이내’가 30%로 나타났다. 향후 BIM의 실무 정착은 국내에서는 2010년 단기계획을 시작으로 하여 2016년 이후에는 모든 건축공사에 BIM 적용을 확대하는 계획에 따라 BIM 정착은 10년 이내에 될 것이라고 예측된다.

이외에도 BIM 활성화를 위한 개선사항으로는 첫째, 단일사업에 BIM 적용이 용이하도록 연구, 법령에 의한 BIM의무화, 품질검토 기준 및 방법 확정, 정부에서 BIM 포털 운영이 필요하다는 의견이 제시되었다. 둘째, 국내에서 주로 활용되는 BIM Program은

Revit와 ArchiCAD이나 표준 호환처리가 불편한 실정으로 정책적 시행이나 계약 의무사항에 의한 적용보다는 실질적인 효과를 볼 수 있는 시스템 개발이 필요하다는 의견이 제시되었다. 셋째, 교육에 대해서는 전문분야로 인력 및 프로젝트에 맞춤형 프로그램 발굴, 설계·시공·건설사업관리 등 각 분야별 업무특성에 맞는 교육활성화, 건설사업관리와 BIM전문 업체와의 원활한 업무 관계 형성을 위해 기술자 교육 시 BIM 교육을 의무화해야 한다는 의견이 제시되었다. 넷째, BIM 활성화를 위해서는 BIM에 최적화된 새로운 업무방식을 받아들일 수 있는 공감대 형성과 현재 기존 업무에 추가적인 업무라고 생각하는 시각이 지배적이며 납품을 위한 결과물로 인식 하고 있다. 따라서 BIM 수행에 따른 합당한 보수와 수행기간과 수행방식 등의 다양한 인식 변화 필요하다는 의견이 제시되었다. 다섯째, 설계사와 시공사가 BIM 전문 업체에 의존하는 경향 개선, BIM 도입 시 사업 단계별 어떤 이점 및 이득을 주는지 분명하게 제시되어야 한다.

3.3 AHP 분석 결과

토목분야와 건축분야에서 BIM 활성화를 위해 재무적, 운영적, 투자적, 기술적, 제도적 부문별 중요도를 판단하기 위해 의사결정자가 복잡한 의사결정 문제를 해결할 때 의사결정자의 목적을 정확히 파악하고, 문제와 관련이 있는 여러 요소들을 계층적으로 분해·조정하여 문제의 전체구조를 명확하게 함으로써 의사결정자에게 최선의 선택을 위한 정보를 제공하는 AHP 기법을 활용하였다(Saaty, 1980). 본 AHP 설문은 토목분야의 경우 55명 중 44명이 80%설문에 응답하였으며, 건축분야의 경우 46명 중 42명이 91%이 설문에 응답하였다.

AHP 설문 응답의 신뢰성을 검증하기 위해 일관성 비율이 10% 이내에 해당 될 경우에 분석결과의 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 할 수 있다. 2계층의 부문별 일관성 비율의 검증을 통해 토목분야의 경우 44명의 응답자 중 37%, 건축분야의 경우 42명의 응답자 중 17%가 일관성이 있는 것으로 나타났다. 토목분야와 건축분야 실무자들이 AHP에 대한 기초 지식이 부족하여 일관성이 부족한 응답이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. AHP 분석 시 표준가중치는 전체에서 일관성 검증을 통하여 도출된 가중치의 평균치를 나타낸 것으로 Table 7과 같이 나타났다. 그러나 일관성 있는 응답자의 숫자가 상대적으로 적으므로 인해 Table 7에 제시된 가중치에 변동성에 영향을 미칠 수 있다.

Table 7에서 나타난 비와 같이 토목분야의 경우 ‘기술적인’부분이 0.248, ‘운영적인’부분이 0.225, ‘제도적인’부분이 0.200, ‘재무적인’부분이 0.166, ‘투자적인’부분이 0.162 순으로 도출되었다. 건축분야의 경우 ‘기술적인’부분이 0.297, ‘제도적인’부분이 0.222, ‘운영적인’부분이 0.183, ‘투자적인’부분이 0.162, ‘재무적인’부분

Table 6. Established Practice of BIM

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Respondent (Person)	Percentage (%)	Respondent (Person)	Percentage (%)
Within a year	0	0	0	0
From 2 to 5 years	10	18.5	14	30
From 6 to 10 years	30	55.6	26	57
From 11 to 15 years	9	16.7	4	9
More than 15 years	5	9.3	2	4
Total	54	100	46	100

Table 7. AHP Analysis Results by Sector

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Weight	Rank	Weight	Rank
Financial Factor	0.166	4	0.137	5
Operational Factor	0.225	2	0.183	3
Investment Factor	0.162	5	0.162	4
Technical Factor	0.248	1	0.297	1
Institutional Factor	0.200	3	0.222	2
Total	1.000		1.000	

Table 8. AHP Analysis Results by Technical Alternatives

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Weight	Rank	Weight	Rank
Improving Compatibility of Software Applications	0.194	4	0.203	2
Building a Database Library	0.191	5	0.199	3
BIM Integrated System Construction	0.200	2	0.232	1
BIM Maintenance System Construction	0.195	3	0.187	4
Simplified Improvement in Design Change	0.221	1	0.180	5
Total	1.000		1.000	

이 0.137 순으로 도출되었다. 토목분야와 건축분야의 AHP 분석 결과에 따르면 기술적인 부문이 BIM 활성화에 가장 중요하게 판단된다.

기술적인 부문이 토목분야와 건축분야에서 1위로 가장 높은 순위로 나타났다. 3계층인 의사결정 대안에 대한 일관성 비율의 검증 통해 토목분야의 경우 44명의 응답자 중 39%가 건축분야의 경우 42명의 응답자 중 50%가 일관성이 있는 응답이었다. BIM 활성화를 위한 기술적인 대안은 Table 8과 같이 토목분야의 경우 ‘설계변경의 간편화’, ‘BIM 통합 시스템 구축’, ‘BIM유지관리 시스템 구축’, ‘소프트웨어 어플리케이션 간 호환성 향상’, ‘데이터베이스 라이브러리 구축’ 순으로 중요도가 도출되었다. 그리고 건축분야의 경우 ‘BIM 통합 시스템 구축’, ‘소프트웨어 어플리케이션 간 호환성 향상’, ‘데이터베이스 라이브러리 구축’, ‘BIM 유지관리 시스템 구축’, ‘설계변경의 간편화’ 순으로 중요도가 도출되었다. 토목분야 경우 활성화 대안으로 현재 활용하고 있는 2차원 도면과 달리 BIM 활용으로 간편한 설계변경이 가능하기 때문에 공사 기간 단축과 에너지 절감 등의 효과가 이루어 질 것이라고 판단된다.

제도적인 부문이 토목분야와 건축분야에서 3위와 2위로 높은 순위로 나타났다. 3계층인 의사결정 대안에 대한 일관성 비율의 검증 통해 토목분야의 경우 44명의 응답자 중 46%가 건축의 경우

Table 9. AHP Analysis Results by Institutional Alternatives

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Weight	Rank	Weight	Rank
Establishment of Electronic Delivery Process	0.131	6	0.102	6
Standardization of Design Book Creation	0.193	1	0.176	4
Establishment of Industrial Classification System for Object Classification	0.141	5	0.126	5
Utilization and Invigoration of Guideline	0.190	2	0.219	1
Regulation and Legal Finance	0.187	3	0.193	2
Solution for Legal Liability Issues Among Participants	0.158	4	0.184	3
Total	1.000		1.000	

Table 10. AHP Analysis Results by Operational Alternatives

Classification	Civil Field		Architectural Field	
	Weight	Rank	Weight	Rank
Utilization of Interference Check and Construct Ability	0.215	1	0.196	3
The Necessity of Establishing Information Sharing System	0.186	4	0.233	1
Improvement in Technology Level of Cooperation	0.178	5	0.186	4
Utilization of Process Control and Quantity Survey	0.214	2	0.180	5
Clarification of BIM Scope by Field	0.208	3	0.206	2
Total	1.000		1.000	

42명의 응답자 중 36%가 일관성이 있는 응답으로 나타났다.

BIM 활성화를 위한 제도적인 대안은 Table 9와 같이 토목분야의 경우 ‘BIM 기반 설계를 위한 설계도서 작성 표준화’, ‘표준 BIM 가이드 활용 활성화’, ‘BIM 적용을 위한 규정 및 법의 제정’, ‘프로젝트 참여자들 간의 법적 책임 문제 해결’, ‘객체 분류를 위한 산업분류체계 구축’, ‘전자납품의 프로세스 정립’ 순으로 중요도가 도출되었다. 그리고 건축분야는 ‘표준 BIM 가이드 활용 활성화’, ‘BIM적용을 위한 규정 및 법의 제정’, ‘프로젝트 참여자들 간의 법적 책임 문제 해결’, ‘BIM 기반 설계를 위한 설계도서 작성 표준화’, ‘객체 분류를 위한 산업분류체계 구축’, ‘전자납품 프로세스 정립’ 순으로 중요도가 도출되었다. 건설산업에서 BIM의 활성화를 위해 표준 BIM 가이드 활용이 필요하다고 판단된다. 그리고 적정 업무대가의 법·제도 확립 필요하며 표준 업무지침 변경의

BIM 프로세스 반영할 필요가 있다. 마지막으로 프로젝트 참여자들 간의 법적 책임 문제는 향후 BIM이 활성화가 이루어 질 경우 발생 될 수 있는 확률이 크므로 정확한 규정 지침이 필요하다고 판단된다.

운영적인 부문이 토목분야와 건축분야에서 2위와 3위의 높은 순위로 나타났다. 3계층인 의사결정 대안에 대한 일관성 비율의 검증 통해 토목분야의 경우 44명의 응답자 중 39%가 건축분야의 경우 42명의 응답자 중 29%가 일관성 있는 응답이었다.

BIM 활성화를 위한 운영적 대안은 Table 10과 같이 토목분야의 경우 ‘간섭체크 및 시공성 활성화’, ‘공정관리 및 물량산출 활성화’, ‘분야별 BIM 기술의 범위 명확화’, ‘정보공유체계 구성의 필요성’, ‘협력업체의 BIM 기술수준 향상’ 순으로 중요도가 도출되었다. 그리고 건축분야의 경우 ‘정보공유체계 구성의 필요성’, ‘분야별 BIM 기술의 범위 명확화’, ‘간섭체크 및 시공성 활성화’, ‘협력업체의 BIM 기술수준 향상’, ‘공정관리 및 물량산출 활성화’ 순으로 중요도가 도출되었다. AHP 분석 결과가 서로 다르다는 것을 나타냈다. 토목분야는 현재 특수구조물에 대한 간섭체크 및 시공성 검증을 위해 BIM이 활용되는 상황이기 때문에 위와 같은 결과가 나온 것으로 판단된다. 그리고 건축분야는 연속적인 BIM 프로젝트의 관리를 위하여 ‘정보공유체계 구성의 필요성’이 가장 중요한 부문으로 나타난 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 현재 국내 건설업에서 BIM 기술이 활성화가 이루어지지 않고 있는 전반적인 문제들을 조사 및 분석하였다. 첫째, 건설업의 각 단계별로 BIM 활용 시 미치는 요인들을 통해 BIM 활용성을 파악하였다. 둘째, 토목분야와 건축분야의 실무전문가를 대상으로 인식조사 및 BIM 활성화를 위한 방안의 중요도를 비교 분석하였다. 셋째, 토목공사에 BIM 활용 현황과 활성화 방안을 도출하였다. 본 논문의 연구과정 및 결과를 정리하면 다음과 같다.

BIM 기술에 대한 인식조사의 분석 결과 건축분야보다 토목분야의 실무자들이 BIM에 대한 지식수준 및 경험성이 현저히 낮은 것을 확인하였으며, 기업에서 BIM 기술 활용 및 교육 정도도 낮은 것으로 확인되었다. 그리고 기술적으로 BIM 통합 전산화 시스템 문제와 소프트웨어 간의 호환성 문제가 높게 나타났으며, 발주자 및 경영자의 BIM 관심이 낮은 것으로 나타났다. 따라서 국내 BIM의 연구 개발과 발주자 및 경영자의 관심 및 정기적인 교육이 필요하다고 판단된다.

BIM 활성화 방안으로 AHP분석 결과 첫째, 기술적으로 BIM 통합시스템 구축을 설계단계에서 시설물의 부위별 구조, 형상, 재료, 마감의 설계정보들을 3차원 도면을 통해 구축되어 시공단계

에서 설계정보의 활용이 높을 것으로 판단된다. 그리고 데이터베이스 구축으로 시설물의 건설정보가 지속적으로 축적되어 정보를 건설프로젝트 참여자들이 효율적인 설계변경의 간편화를 통해 BIM 활성화를 이룰 수 있다고 판단된다. 둘째, 재무적, 투자적인 BIM 활용을 위한 비용에 대한 부담이 크므로 앞서 조사한 해외의 적용사례를 통해 국가에서 BIM을 지원하는 정책마련이 필요하다.

BIM 실무적용은 매년 증가할 것이며 활성화는 향후 6~10년 이내에 이루어 질 것으로 예상된다. 이를 위해 기술적으로 호환성이 가장 중요하므로 BIM 소프트웨어가 국내환경에 맞게 개발되고 발주자 및 경영자의 관심 및 투자가 필요하기 때문에 이에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서 도출된 BIM 현황 및 활성화 방안이 향후 관련 연구 및 BIM 실무적용 전라수립에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- BuildingSMART, <http://www.buildingsmart.or.kr/overview/BIM.aspx> (accessed: July 23, 2015) (in Korean).
- Choi, J. S., Kim, I. H., Jo, C. W. and Choi, J. H. (2009). "Application status of domestic architectural industry of open BIM and development direction." *International Journal of CAD/CAM*, Vol. 14, No. 6, pp. 355-363 (in Korean).
- HOUD (2011). "BIM technology progress: current status and application cases." *HOUD Report*, No. 26 (in Korean).
- Hwang, S. H., Jun, J. P., Seo, J. W. and Hwang, G. W. (2014). "Civil and infra BIM." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 15, No. 11, pp. 97-104 (in Korean).
- Jeong, Y. S. (1999). "Analytical validation of a CIC framework." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 15, No. 11, pp. 97-104 (in Korean).
- Ju, K. B. (2013). "BIM in Civil infrastructure sector." KICT Construction Brief (in Korean).
- Kang, L. S., Kim, S. G., Kim, H. S. and Moon, H. S. (2011). "BIM application for civil engineering project in planning and design phases." *Journal of KIMBIM*, Vol. 1, No. 1, pp. 26-31 (in Korean).
- Lee, S. Y. and Jo, Y. S. (2011). "A study on the application methodology of set-based design approach of outrigger system based on lean process." *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 12, No. 4, pp. 50-58 (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (2010). "BIM guide for architectural projects" (in Korean).
- Public Procurement Service (2015). "BIM guide for facility projects" (in Korean).
- Saaty, T. L. (1980). "Analytic hierarchy process." McGraw-Hill, New York.
- Seo, M. B. and Ju, K. B. (2012). "Strategies to revitalize BIM (Building Information Modeling) by the survey questionnaires from design experts in field of civil engineering." *International Journal of contents*, Vol. 12, No. 1, pp. 446-457 (in Korean).