

# 건설 정보화 시스템의 BSC기반 성과지표 개발

## Development of Performance Indicators for Construction IT Tool based on BSC

강인석†      김현승\*      문현석\*\*      김창학\*\*\*      이동욱\*\*\*\*  
Leen-Seok Kang    Hyeon-Seung Kim    Hyoun-Seok Moon    Chang-Hak Kim    Dong-Wook Lee

### ABSTRACT

Current IT Tools for construction project have been developing to satisfy the requirements of improving productivity and quality. Especially, the critical technology of the construction IT tools is the BIM (Building Information Modeling) which integrates and controls the construction information by modeling the structures in the virtual environment. Many domestic studies have been performed for developing various BIM tools and these have been demonstrated through a successful case study. However, because of the most studies focused on [architecture](#) and major construction firms, small construction firms are very difficult to utilize a BIM tool without a verification of it.

To resolve these problems, this study suggests performance indicators to quantitatively assess the utilization of 4D CAD which is one of the representative BIM tools by BSC (Balanced Score Card). This performance indicator will be used as a measurement for applying IT tools in Construction Project.

## 1. 서론

건설프로젝트의 생산성 향상, 품질향상, 원가절감 등의 다양한 요구를 충족시키기 위한 다양한 건설정보화 도구가 개발되고 있으며, 특히 다차원 공간에서 시설물의 가상모델링을 통해 생애주기 정보를 생산하고 관리하는 BIM이 세계적으로 큰 이슈가 되고 있다. 국내에서도 BIM 관련 많은 연구들을 통하여 다양한 BIM 도구들이 개발되고 있으며, 이를 통한 프로젝트 성공 사례도 점차 증가하고 있다. 그러나 기존의 BIM 적용 사례들은 대부분 건축공사와 대형 건설업체 위주로 수행됨으로써 상대적으로 소규모 토목 건설업체들의 BIM 도구 활용이 저조한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반 건설업체들의 BIM 도구의 활용성을 높이기 위해 BIM 기술 중 토목분야에서 가장 실무 활용성이 높은 4D CAD 대상으로 설문조사를 실시하여 BSC기반의 성과지표를 개발한다. 이를 통해 4D CAD 도입에 따른 활용정도를 정량적인 수치로 평가하여 사전에 4D CAD 도입 여부를 효과적으로 판단할 수 있는 기초 자료로 활용 하고자 한다.

## 2. 국내의 연구 동향

국내의 건설분야의 성과관리에 관한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 박환표(2008)<sup>1</sup>은 BSC 방법을 활용하여 우수한 주요 건설R&D과제의 현장절감액을 근거로 심층적인 성과분석 방법론을 구축하였으며, 박문서(2009)<sup>2</sup>는 건설 기업들을 대상으로 설문을 실시하여 성과관리 인식 및 현황을 분석하여, 다방면으로 활용되지 못하는 현재의 성과관리 시스템의 문제점을 제시하였다. 손재호(2007)<sup>3</sup>는 플랜트 프로젝

† 교신저자, 국립경상대학교 토목공학과 교수, 공학박사  
E-mail : Lskang@gnu.ac.kr

\* 국립경상대학교 토목공학과 박사과정

\*\* 국립경상대학교 토목공학과 선임연구원, 공학박사

\*\*\* 경남과학기술대학교 토목공학과 교수, 공학박사

\*\*\*\* 제주대학교 토목공학과 조교수, 공학박사

트를 대상으로 설계단계에서의 핵심성공요인(CSF)을 도출하여 플랜트 설계에서 중점적으로 관리하여야 할 요소들을 제시하였다. Rodney A. Stewart(2003)<sup>4</sup>는 건설프로젝트에서의 프로젝트 정보관리를 위해 도입되는 IT 기술의 성과 가치를 평가하는 프레임워크 (Framework)로써 BSC를 언급하고 이에 관한 활용성 및 적용방향을 제시하였다. 이를 위해 기존 연구문헌 및 BSC 프레임워크를 분석하여 성과지표를 작성하고 건설 전문가들의 설문을 통해 이를 검증하였다. Gongbo Lin and Qiping Shen(2007)<sup>5</sup>은 VE 평가에 중점을 두고 일반적인 성과측정과 건설프로젝트에서의 성과측정의 개발에 대한 비판적 리뷰(Critical Review)를 제시하였다. 이를 통해 VE평가에 대한 현재 개발된 성과측정 프레임워크의 장·단점을 제시하고 다관단기준을 활용한 새로운 성과측정 프레임워크를 제시하였다.

이와 같이 기존의 건설 분야 성과관리 연구는 건설 업무의 효율성을 높이기 위해 품질, 안전, 대형프로젝트, VE 등의 다양한 업무를 대상으로 수행되고 있으나, 실질적인 업무지원을 위해 활용되고 있는 건설 정보화 시스템에 관한 연구는 미흡하였다. 따라서 본 연구에서는 정량적인 건설 정보화 시스템의 성과 평가를 위해서 건설 정보화 시스템 중의 하나인 4D CAD를 대상으로 성과 평가 지표를 개발한다.

### 3. BSC 정의 및 구성 체계

#### 3.1 BSC 정의<sup>6</sup>

BSC는 1990년대에 Robert Kaplan 교수에 의해 창안되었으며, 비전, 전략, 관점 및 핵심성과지표들에 의해 효율적으로 기업성과를 관리하는 새로운 틀(Framework)이라 정의할 수 있다. BSC는 주요 사업성과를 관리 가능한 몇 개의 핵심성과지표(Key Performance Indicator: KPI)로 명료하게 통합하여 경영자로 하여금 기업의 건강상태를 신속히 검토할 수 있도록 하는 시스템으로 그 형태는 시간에 따라 행동을 평가하고 수정하도록 하는 비행기나 자동차의 컨트롤 패널과 유사하다. 그림 1과 같이 BSC는 기본적으로 기업의 성과를 재무 관점(Financial Perspective), 고객 관점(Customer Perspective), 내부 프로세스 관점(Internal Business Perspective), 그리고 학습과 성장 관점(Learning and Growth Perspective)이라는 네 가지 영역에서 평가하고 이에 근거하여 기업의 성장을 지속적으로 검토함으로써 기업 발전을 위한 새로운 가치를 창조할 수 있다.

#### 3.2 BSC 구성 체계

BSC의 구성요소는 그림 2와 같이 비전과 전략, 관점, 핵심성공요인, 핵심성과지표, 인과관계, 목표, 피드백 등으로 요약할 수 있으며, 이와 같은 핵심 요소들은 독립적인 것이 아니라, 상호간에 영향을 주고받는다.

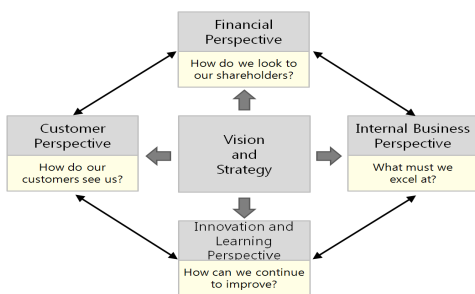


그림 1. Kaplan & Norton's Balanced Scorecard<sup>6</sup>

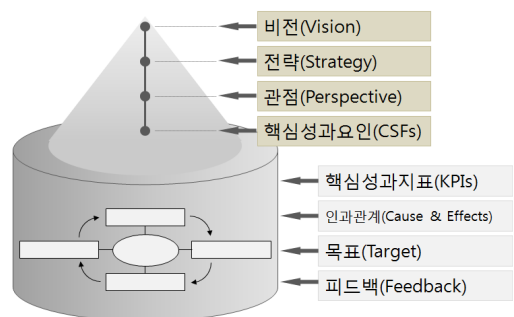


그림 2. BSC의 구성 체계<sup>6</sup>

#### 4. BSC기반 4D CAD 성과 지표 개발을 위한 기초적 자료 수집

##### 4.1 건설프로젝트 단계별 4D CAD 적용 기능 분석

4D CAD는 건설 산업에서 1987년부터 개발되기 시작했으며, 3차원 입체 도면과 시간정보를 갖는 공정표와의 연계를 통해 공사 경과 시간에 따른 시설물의 완성상태를 VR(Virtual Reality) 기술로 시뮬레이션함으로써 공사 진행 상황을 시각적으로 파악할 수 있다. 이와 같은 4D CAD 시스템은 국내·외에서 표 1과 같이 다양하게 개발 되고 있다.

표 1. 국내·외 4D CAD 시스템 현황

구분	내용
PM-Vision	-조정상자에서 일정의 초기시간 및 만기 시간기준의 4D 구현
Smart Plant	-Schedule Review 엔진을 사용하여 CAD 객체에 연결하여 시뮬레이션 구현
Visual Project Schedule	-건설 순서에 객체들을 선택함으로써 공정 모델에 모든 3D 객체가 생성하고 시뮬레이션으로 구현
4D Linker	
Schedule Review	-공정표와 3차원 도면의 연계를 위해 상호 정보를 연결해주는 도구
VR Planner	-진도관리 기능에서 진도체크를 원하는 임의시점을 입력하여 해당시점까지의 진도상태를 색으로 표현
WDI CIFE 4D	-임시 시점의 완성상태를 실제 완성상태와 정밀하게 비교 가능
V-CPM	-2차원적 공사일정과 3차원도면 정보의 연계를 통한 일정별 완성상태 시뮬레이션 구현
Common Point 4D	-AutoCAD DWG 또는 DXF 포맷으로부터 발생할 수 있는 3D IFC 모델을 사용하여 시뮬레이션 구현
Project Navigator	-스케줄과 3D 도면을 연계하여 4D Planner로 생성된 4D를 웹상에서 구현

최근 4D CAD가 활용되고 있는 범위가 일정과 3D 모델의 연계를 통한 단순한 공정 시뮬레이션에서 벗어난 대안검토, 개략일정 검토, 배치 계획, 지하매설물 검토 등과 같이 다양한 분야에 확장되어 활용되고 있다. 표 1은 4D CAD의 성과 지표 개발을 위한 활용 기능들을 문헌과 기존의 개발된 4D CAD 시스템 조사를 통해 도출하여 건설공사 수행 단계별로 분류한 것이다.

표 2. 건설공사 수행 단계별 4D CAD 활용 기능

단계	요구 기능
기획단계	대안 검토 시뮬레이션, 개략 일정 시뮬레이션, 배치/경관 계획 시뮬레이션, 단지계획 시뮬레이션
기본설계단계	형상정보 3D 모델, 지하매설물 검토 시각화, 배치/경관 계획 시뮬레이션
실시설계단계	상세 도면 3D모델링, 단면정보 검토 시각화 기능, 시공성 분석
시공단계	4D 공정 시뮬레이션, 진도관리 시뮬레이션, 일정관리 시각화 분석, 시공성분석 시뮬레이션, 자원 및 비용관리 기능, 광역현장 및 원격지 관리, 기타 VR 기능

##### 4.2 건설분야 BSC의 기초 자료 수집

BSC기반의 성과지표 개발을 위한 국내 건설 산업의 비전 및 중점 목표는 건설산업진흥기본계획에 나타나있다. 건설산업진흥기본계획은 건설산업기본법 제6조에 근거하여 중장기 건설산업정책의 기초와 건설산업발전을 위한 제도 개선방향을 제시하는 5년 단위의 국가기본계획(Master Plan)이다. 현재는 건설기술의 국제 경제력 확보, 글로벌 건설사업관리체계 정착을 목표로 2008년~2012의 제4차 건설산업진흥기본계획이 추진 중에 있다. 특히 고객만족, 유지 및 확보와 공기단축, 공사비 절감등과 같은 경제적 이익을 위해 선진화된 건설 정보화 시스템 기술개발에 중점을 두고 있으며, 이를 위해 R&D 투자비용의 확대를 통한 기술의 핵심역량을 강화하는 방안을 제시하고 있다.

## 5. 4D CAD 활용 측정 지표 개발

### 5.1 4D CAD 활용 측정 지표 개요

본 장에서는 앞서 조사한 기존 연구문헌 및 4D CAD 활용 기능 분석 등의 기초자료를 활용하여 4D CAD 도입 활용성 평가를 위한 활용성과 요인 및 성과지표를 개발하였다. 개발된 활용성과 요인 및 성과지표의 수행절차는 그림 3과 같다. 먼저 자료 수집을 통해 1차적으로 건설사업의 중점 목표, 성과요인 및 성과지표의 평가항목을 작성하고, 이를 델파이(Delphi)분석기법을 통해 전문가의 의견을 수렴하였다. 전문가의 의견 수렴을 통해 협의된 사항으로 2차 평가항목을 구성하고 이를 실무 경력이 10년 이상인 시공자, 설계자, 감리자, 발주자들의 설문을 통해 적합성을 검증함으로써 최종적인 성과지표를 도출하였다.

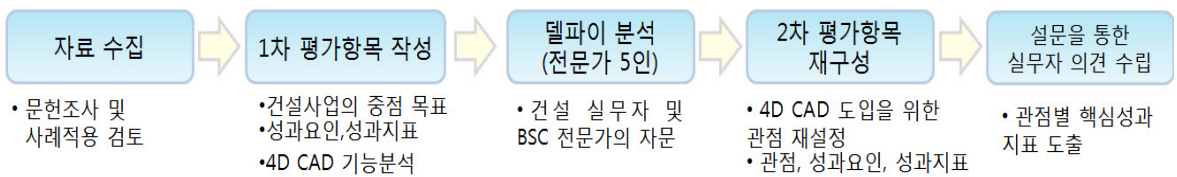


그림 3. 활용 측정 지표 개발 수행 절차

### 5.2 4D CAD 활용 측정 지표

4D CAD 활용 측정 지표는 표 3과 같이 BSC 관점을 고객만족도, 프로세스, 기술지원교육 및 정책, 투자비용 확보로 구성하였다.

고객만족도 관점은 4D CAD의 활용도의 만족도를 평가하는 지표로서 실질적으로 4D CAD 시스템을 사용하는 실무자는 내부고객, 투자자인 발주자를 외부고객으로 구분하였다. 이는 일반적인 고객만족을 통한 고객 유지 및 유치뿐만 아니라 실무자의 업무 만족도 분석을 통해서 업무효율성 극대화하기 위함이다. 투자비용확보 관점은 4D CAD 체계를 효율적으로 운영·관리 할 수 있도록 재정적으로 얼마나 지원이 가능한가를 평가하는 지표로서 시스템 체계 운영비뿐만 아니라 연구개발비, 교육 훈련비를 고려하여 지속적인 4D CAD 시스템 발전을 추구하였다. 프로세스활용 관점은 다양한 4D CAD 기능들을 해당 프로젝트에 얼마나 효율적으로 적용하여 사용할 수 있는가를 평가하는 지표로서 기획, 설계, 시공 단계별 활용성을 평가할 수 있도록 하였다. 기술지원교육 및 정책 관점은 4D CAD 체계를 효율적으로 사용하기 위한 기술력 확보와 이를 수행할 수 있는 인력양성에 얼마나 노력을 하는가를 평가하기 위한 지표로서 연구프로젝트 수행 실적 및 3D 모델링 수준, 정보화 도구 활용성 및 시스템 구축 수준으로 구성하였으며, 인력양성을 위한 성과지표는 프로그램 교육수준 및 훈련 빈도, 정보화 교육을 수료한 신규인력 채용 비중으로 구성하였다. 그리고 정책반영을 위한 지표는 정책 변경에 따른 수용 정도 수준으로 구성하였다.

표 3. 4D CAD 도입활용도 평가를 위한 핵심성과지표

관점	CSF(성공핵심요인)		KPI(핵심성과지표)
C. 고객 만족도	C.a	외부고객 만족도	C.a.1 시뮬레이션을 활용한 기획단계에서의 실무회의 만족도 평가?
			C.a.2 시뮬레이션을 활용한 설계단계에서의 실무회의 만족도 평가?
			C.a.3 시뮬레이션을 활용한 시공단계에서의 실무회의 만족도 평가?
			C.a.4 시뮬레이션을 활용한 기업 홍보 및 광고 만족도?
	C.b	내부고객 만족도	C.b.1 기획단계에서의 4D CAD를 활용한 업무처리 만족도 평가?
			C.b.2 설계단계에서의 4D CAD를 활용한 업무처리 만족도 평가?
			C.b.3 시공단계에서의 4D CAD를 활용한 업무처리 만족도 평가?
			C.b.4 시뮬레이션을 통한 기업 홍보 및 광고 활용도?
E.	E.a	연구지원	E.a.1 4D CAD 개발을 위한 연구개발비 투자비중?

투자비용 확보	E.b	교육지원	E.b.1 4D CAD 체계 인력 양성을 위한 교육 훈련비 투자비중?	
	E.c	장비지원	E.c.1 4D CAD 체계 구축을 위한 장비(소프트웨어, 하드웨어) 구입 투자비중?	
P. 프로세스 활용	P.a	기획단계 활용성 증대	P.a.1 경관 시뮬레이션 활용도?	
			P.a.2 구조물 배치 계획 시뮬레이션 활용도?	
			P.a.3 주변 환경 영향성 검토 시뮬레이션 활용도?	
			P.a.4 교통 처리 계획 시뮬레이션 활용도?	
	P.b	설계단계 활용성 증대	P.b.1 단면 오류 검토 시뮬레이션 활용도?	
			P.b.2 시공성 검토 시뮬레이션 활용도?	
			P.b.3 설계 적합성 검토 시뮬레이션 활용도?	
			P.b.4 공간계획 검토 시뮬레이션 활용도?	
	P.c	시공단계 활용성 증대	P.c.1 공정관리 시뮬레이션 활용도?	
			P.c.2 진도관리 시뮬레이션 활용도?	
			P.c.3 시공성 분석 시뮬레이션 활용도?	
			P.c.4 비용/자원 관리 시뮬레이션 활용도?	
			P.c.5 안전사고 예방을 위한 안전 교육 시뮬레이션 활용도?	
			P.c.6 설계변경에 따른 시뮬레이션 활용도?	
	G. 기술 지원 교육 및 정책	G.a	기술력확보	G.a.1 3D/4D 관련 정보화기술 연구프로젝트 수행 수준 ?
				G.a.2 3D 모델링 활용 수준?
				G.a.3 공정관리를 위한 정보화 도구(P6, MS-project) 활용 수준?
				G.a.4 정보화시스템(하드웨어 및 소프트웨어) 구축 수준?
G.b		인력양성	G.b.1 직원들의 정보화관련 프로그램 교육 수준?	
			G.b.2 직원들의 교육 훈련 실시 빈도 수준?	
			G.b.3 정보화 교육을 받은 신규인력 채용 비중?	
G.c		정책반영	G.c.1 설계지침서등의 정책 변경에 따른 반영 수준?	

## 6. 결론

본 연구에서는 대표적인 건설정보화 도구인 4D CAD의 적극적인 실무 도입을 위해서 4D CAD 실무 도입 활용도를 평가 할 수 있는 평가 지표를 제시하였으며, 연구 결과는 다음과 같다

4D CAD의 실무 도입 활용성 평가를 위해서 BSC 성과관리기법을 활용하여 기업의 내·외적 환경을 고려한 평가 지표를 제시하였다. 성과지표는 고객 유지 및 유지뿐만 아니라 실무자의 업무 만족도 분석을 위한 고객만족도, 4D CAD 체계를 효율적으로 운영·관리하기 위한 재정적 분석을 위한 투자비용확보, 업무 단계별 4D CAD의 기능 활용 분석을 위한 프로세스활용, 기술력 확보 및 인력양성 분석을 위한 기술지원교육 및 정책 관점 등으로 구성하였다. 그리고 이는 국내외 문헌 및 사례분석과 현장 실무자 및 BSC 전문가와의 협의를 통하여 결정된 활용성 평가 측정지표로서 신뢰성을 확보하였다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술 평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(과제번호:06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 국토해양부 및 한국 건설교통평가원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 박환표, 홍태훈, 진경호, “BSC를 이용한 건설 R&D 스타기술의 성과분석 방법론 개발,” 한국건설관리학회논문집, 제9권 제5호, pp.194-203, 2008.
2. 박문서, 김남호, 이현수, 안창범, 이규성, “BSC를 활용한 Data Warehouse 기반의 건설 프로젝트 성과관리,” 한국건설관리학회논문집, 제10권 제2호, pp.14-25, 2009.
3. 손재호, 이상엽, 한충희, 김재은, “플랜트 설계단계 핵심성공요인(CSF) 도출에 관한 연구,” 한국건설관리학회 논문집, 제8권 제6호. pp.227-234, 2007.

4. Rodney A. Stewart, and Sherif Mohamed, "Evaluating the value IT adds to the process of project information management in construction," *Automation in Construction*, Vol.12, No.4 pp.407 - 417, 2003.
5. Lin Gongbo, Shen Qiping, " Measuring the Performance of Value Management Studies in Construction," *Journal of Management in Engineering*, Vol.23, No.1 pp.2 - 9, 2007.
6. 21. 김희경, 성은숙, "BSC 실천 매뉴얼," 시그마 인사이드, 2001.